

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
2016 № 1	Volume 42
	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
2016 № 1	Volume 42
	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 **42 № 1**

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

2016

სარედაქციო კოლეგია

ი.ჟორდანია, ი.რუჟილო (პოლონეთი), 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

E.Kemertelidze, I.Jordania, Jan K.Różyło (Poland), Sh.Samsoniya, 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, Э.П.Кемертелидзе, Я.К.Ружило (Польша), Ш.А.Самсония, 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

- თ.როყვა, თ.ჩახუნაშვილი, დ.ძანაშვილი, ნ.ბუთლიაშვილი, შ.მახათაძე.* ნიტრატული ხსნარებიდან ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის მიღების პირობებში ანოდზე მიმდინარე პროცესების კვლევა 9
- თ.როყვა, თ.ჩახუნაშვილი, დ.ძანაშვილი, მ.ფაჯიშვილი, ლ.როყვა.* მანგანუმის ნიტრატის ხსნარების ელექტროლიზის დროს კათოდზე მიმდინარე წყალბადის გამოყოფის პროცესის კვლევა 13

ფიზიკური ქიმია

- ნ.ყალბაგაშვილი, გ.ბალარჯიშვილი, დ.იოსელიანი, ლ.სამხარაძე, ლ.დოლიძე.* ფურფუროლის მიღება D-ქსილოზას დეჰიდრატაციით ჰეტეროგენული კატალიზატორების თანაობისას 16
- ა.ფორჩხიძე.* პოლიეთილენტერეფტალატის სიმტკიცის შესწავლა მისი მექანოქიმიური დესტრუქციის დროს 20
- თ.ქაბუშაძე, შ.მირიანაშვილი, ნ.კეკელიძე, ზ.ჩუბინაშვილი, ლ.გაბრიჭიძე.* ქრომიტ და ტელურიტ ლეგირების თავისებურებანი ნახევრადიზოლირებული GaAs-ის ზრდის პროცესში 22
- თ.მაჩალაძე, მ.სამხარაძე, ნ.კახიძე.* ბორის კარბიდის ფანგვის პროცესის თავისებურებანი 24
- ე.დელაღუტაშვილი, ა.რჩელიშვილი.* ბიოსორბცია Cr(VI)-ის *Arthrobacter globiformis* მიერ ბაქტერიის ზრდის პროცესში Zn(II)-ის იონების თანაობისას და ბიოსორბცია Zn(II)-ის იონების *Arthrobacter globiformis* მიერ* 29
- ე.ქაჩიბაია, რ.იმნაძე, თ.პაიკიძე, დ.ძანაშვილი, თ.მაჩალაძე, ე.კვარაცხელია.* $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ ტიპის, სადაც $M=\text{Co}+\text{Cr}, \text{Al}$ და Cu ; $0 < x \leq 0.4$, ლითიუმ-ნიკელ-მანგანუმისანი შპინელეები, როგორც Li-იონური აკუმულატორების საფუძველზე Li-ბატარეების პერსპექტიული საკათოდე მასალები* 34
- ვ.ციციშვილი, ნ.დოლაბერიძე, ნ.მირძეელი, მ.ნიჟარაძე.* მორდენიტის ტიპის სინთეზური ცეოლითური მასალები* 39
- რ.ჯანელიძე, ი.ბლაგიძე, გ.შველიძე, ნ.პაპუნაშვილი, ო.გოგოლონი, ე.ციციშვილი.* ZnO ნანოფხენილების ტაბლეტების ელექტრული გამტარებლობა* 45
- კ.ხაჩატურიანი, ნ.გვეგია, გ.ენუქიძე, თ.გურული.* ბენტონიტური თიხების გაჯირჯევალობის დამოკიდებულება ქიმიური რეაგენტების ბუნებაზე* 51

მათემატიკური ქიმია

- მ.გვერდწითელი, ლ.ლობჯანიძე.* აცეტილენის ტეტრამერიზაციის და ციკლოტეტრამერიზაციის რეაქციების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა 52
- მარინა ქარჩხაძე, ქეთევან კუპატაძე, მიხეილ გვერდწითელი.* ფენილალანინის თიროზინად გარდაქმნის რეაქციის მათემატიკურ-ქიმიური კვლევა 55
- კომპლექსნაერთთა ქიმია
- ი.ბეშკენაძე, ნ.ჟორჟოლიანი, მ.გოგალაძე, ნ.კლარჯიშვილი, ლ.გოგუა, ს.უროტაძე, ვ.ციციშვილი.* ქრომის ხელატების სინთეზი 57

* რეზიუმე

მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

- მ.ქარჩხაძე, ნ.ფორცხელიანი.* პოლიმერების გამოყენება მედიცინაში 62
- ნ.ლომთაძე, მ.შალამბერიძე.* პოლივინილქლორიდის თერმომდგრადობა და სტაბილიზაცია 66
- ფ.ანასიროვი, შ.გახიანი, ნ.ფ.ჯანიბეკოვი, ს.რ.რაფიევა.* მაღალგანტოტვილი (გრაფტი) პოლიბუტადიენების ერთსაფეხურიანი სინთეზი* 72

ნავთობის ქიმია

- ნ.ხეცურიანი, ე.უშარაული, ქ.გოდერძიშვილი, ე.თოფურია, კ.კარჩხაძე.* ენერჯის ალტერნატიული განახლებადი წყაროები 73

აგრარული ქიმია

- გ.წინწკალაძე, ვ.ციციშვილი, თ.შარაშენიძე, მ.ზაუტაშვილი, გ.ილურიძე, პ.წინწკალაძე.* ნიტრატონებით გაჯერებული ცეოლითური ნანომასალების გამოყენების შესაძლებლობა სოფლის მეურნეობაში 80

ბუნებრივ ნაერთთა ქიმია

- დ.ჯინჭარაძე, ნ.ბოკუჩავა, ლ.ეზანიძე, თ.ზაკალაშვილი.* საქართველოს სამკურნალო ტალახების რეგენერაცია 83

გარემოს ქიმია

- ნ.კუჭავა, ნ.ლომთაძე, პ.იმნაძე.* დაუსხივებელი ხავსის ნიმუშებში ¹³⁷Cs რადიოაქტივობის შეფასების საკითხის შესახებ 87
- ლ.გვერდწითელი, დ.ერისთავი, ა.კვინიკაძე.* ნაყინისა და ვაფლის საწარმოდან გაფრქვეული აირადი ნაკადის გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემის დამუშავება 92
- ნ.ბაგრატიონი, ა.ჭირაქაძე, ვ.გვახარია, ლ.გვერდწითელი.* დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენების დამუშავება საანალიზოდ ზემაღალი სისშირის გამოსხივებით 96

ქიმიური ეკოლოგია

- შ.ანდელუაძე, დ.ერისთავი, ა.ბერეჟიანი.* მადნეულის საბადოს ბარიტული კონცენტრატის აღდგენის ოპტიმალური პირობების დადგენა 99

ქიმიური ტექნოლოგია

- ნ.კუტალაძე, ა.ცინცილაძე, ნ.ნაკაშიძე, დ.აბულაძე.* შაქროვანი სორგოს, როგორც ბიოუსაფრთხო ნედლეულის გამოყენების შესახებ კვების მრეწველობაში 102
- ნ.აბულაძე, ქ.გაბუნია, მ.ჯავახია, მ.გაბელაშვილი, პ.იავეიჩი.* სტანდარტიზაცია მაღამოებისა საშოსა და ტერფის მიკოზების სამკურნალოდ* 107
- ნ.აბულაძე, ქ.გაბუნია, მ.ჯავახია, მ.გაბელაშვილი, პ.იავეიჩი.* სტანდარტიზაცია სუპოზიტორიებისა საშოს მიკოზების სამკურნალოდ* 110
- ვ.რუხაძე, ი.ქამუშაძე, მ.კუხალაშვილი.* ბარიუმის კარბონატის გამოლექვის პროცესის ოპტიმიზაცია მსხვილ ლაბორატორიულ უწყვეტი მოქმედების დანადგარზე ქაფურის რეაქტორში 113

მისალოცი - ეთერ ქემერტელიძე 114

ინფორმაცია ავტორებისათვის 118

* რეზიუმე

CONTENTS

ELECTROCHEMISTRY

- T.Rokva, T.Chakhunashvili, D.Dzanashvili, N.Butliashvili, Sh.Makhatadze.** Investigation of Processes Occuring at the Anode under Conditions for Obtaining Electrolytic Manganese Dioxide from Nitrate Solutions* 12
- T.Rokva, T.Chakhunashvili, D.Dzanashvili, M.Pajishvili, L.Rokva.** Investigation Processes of Hydrogen Evolution on the Cathode During the Electrolyses of Manganese Nitrate Solutions* 15

PHYSICAL CHEMISTRY

- N.Kalabegashvili, G.Balarjishvili, D.Ioseliani, L.Samkharadze, L.Dolidze.** Preparation of Furfural by Dehydration of D-xylose in the Presence of Heterogeneous Catalysts* 19
- A.Porchkhidze.** The Studying Process of the Polyethilentereptelat's Solidity During its Mechanochemical Destruction* 21
- T.Qamushadze, Sh.Mirianashvili, N.Kekelidze, Z.Chubinashvili, L.Gabrighidze.** Peculiarities of Alloying Semi Isolated GaAs with Cr and Te During GaAs Growth* 23
- T.Machaladze, M.Samkharadze, N.Kakhidze.** Characteristic Features of Boron Carbide Oxidation* 26
- E.Gelagutashvili, A.Rcheulishvili.** Biosorption of Cr(VI) by *Arthrobacter globiformis* During Growth in the Presence of Zn(II) and Biosorption of Zn(II) by *Arthrobacter globiformis* 27
- E.Kachibaia, R.Imnadze, T.Paikidze, D.Dzanashvili, T.Machaladze, E.Kvaratshelia.** Lithium-Nickel-Manganese Spinels of $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ Type (M=Co+Cr, Al and Cu; $0 < x \leq 0.4$) as Promising Cathode Materials for Li-Ion Batteries Based on Li-Ion Accumulators 30
- V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, N.Mirdzveli, M.Nijaradze.** MOR Type Synthetic Zeolite Material 35
- R.Janelidze, Yu.Blagidze, G.Mshvelidze, N.Papunashvili, O.Gogolin, E.Tsitsishvili.** Electrical Conductance of ZnO Nanopowder Pellets 40
- K.Khachaturian, N.Gegia, G.Enukidze, T.Guruli.** Dependence of Swelling of Bentonite Clays of by Nature Chemical Reagents* 51

MATHEMATICAL CHEMISTRY

- M.Gverdtsiteli, L.Lobzhanidze.** Mathematical-Chemical Investigation of Acetylene Tetramerization and Cyclotetramerization Reactions* 54
- M.Karchkhadze, K.Kupatadze, M.Gverdtsiteli.** Mathematic-Chemical Investigation of the Reaction of Transformation of Phenylalanine into Tيروسine * 56

CHEMISTRY OF COORDINATION COMPOUNDS

- I.Beshkenadze, N.Zhorzholiani, M.Gogaladze, N.Klarjeishvili, L.Gogua, S.Urotadze, V.Tsitsishvili.** Synthesis Of Chromium Chelates* 61
- M.G.Kharchkhadze, N.A.Pirtskheliani.** Application of Polymers in Medicine* 65
- N.Lomtadze, M.Shalamberidze.** Thermal Stability and Stabilization of PVC* 67
- F.Nasirov, Sh.Akhyari, N.Janibayov, S.Rafieva.** One-Step Synthesis of Hyperbranched (Dendigraft) Polybutadienes 68

* Summary

PETROCHEMISTRY

- N.Khetsuriani, E.Usharauli, K.Goderdzishvili, E.Topuria, K.Karchkhadze.* Alternative Renewable Sources of Energy* 79

AGRARIAN CHEMISTRY

- G.Tsintskaladze, V.Tsitsishvili, T.Sharashenidze, M.Zautashvili, G.Iluridze, P.Tsintskaladze.* Possibilities of Agricultural Application of Zeolite Nanomaterials Enriched by Nitrate Ions* 82

CHEMISTRY OF NATURAL COMPOUNDS

- D.Jincharadze, N.Bokuchava, L.Ebanoidze, T.Zakalashvili.* Regeneration of Medicinal Clays of Georgia* 86

ENVIRONMENTAL CHEMISTRY

- N.Kuchava, N.Lobzhanidze, P.Imnadze.* On Problem of Assessment of Cs¹³⁷ Radioactivity in Non-Irradiated Moss Samples* 91
- L.Gverdsiteli, D.Eristavi, A.Kvinikadze.* Working Out of Technological Schemes of Exhaust Gas Treatment Process of the Ice Cream and Waffle Production* 95
- N.Bagratiioni, A.Chirakadze, V.Gvarhariaa, L.Gverdsiteli.* Treatment of Industrial Arsenic Containing Waste Using Microwave Radiation* 98

CHEMICAL ECOLOGY

- Sh.Andguladze, D.Eristavi, A.Berejiani.* Determination of Optimum Conditions for the Recovery of the Barite Concentrate of Madneuli Deposit* 101

CHEMICAL TECHNOLOGY

- N. Kotaladze, A.Tsintskiladze, N.Nakashidze, D.Abuladze.* On Application of Sweet Sorghum as Biosave Raw Material in Food Industry* 104
- N.Abuladze, K.Gabunia, M.Javakhia, M.Gabelashvi, P.Iavich.* Standardization of Ointment for Treating Mycosis of Feet and Vagina 105
- N.Abuladze, K.Gabunia, M.Javakhia, M.Gabelashvi, P.Iavich.* Suppository Standardization for Treating Mycosis of Vagina 108
- V.Rukhadze, I.Kamushadze, M.Kukhalashvili.* Optimization of the Process of Barium Carbonate Deposition on Large-Laboratory Facility in a Continuous Foam Layer* 113

- CONGRATULATIONS – Ether KEMERTELIDZE** 117
- INFORMATION for AUTHORS** 118

* Summary

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОХИМИЯ

- Т.В.Роква, Т.А.Чахунашвили, Д.И.Дзанашвили, Н.И.Бутлиашвили, Ш.М.Махатадзе.* 12
Исследование процессов протекающих на аноде в условиях получения электролитического диоксида марганца из нитратных растворов*
- Т.В.Роква, Т.А.Чахунашвили, Д.И.Дзанашвили, М.А.Фаджишвили, Л.Т.Роква.* 15
Исследование процессов катодного выделения водорода при электролизе растворов нитрата марганца*

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- Н.Г.Калабегашвили, Г.И.Баларджишвили, Д.К.Иоселиани, Л.О.Самхарадзе, Л.А.Долидзе.* 19
Получение фурфурола дегидратацией D-ксилозы в присутствии гетерогенных катализаторов*
- А.Порчхидзе.* 21
Изучение прочности полиэтилентерефталата при его механохимической деструкции*
- Т.Д.Камушадзе, Ш.М.Мирианашвили, Н.Р.Кекелидзе, З.Н.Чубинашвили, Л.Л.Габричидзе.* 23
Особенности легирования хромом и теллуром в процессе выращивания полуизолирующего GaAs*
- Т.Е.Мачаладзе, М.Г.Самхарадзе, Н.А.Кахидзе.* 26
Особенности окисления карбида бора*
- Э.Гелагуташвили, А.Рчеулишвили.* 29
Биосорбция ионов Cr(VI) с *Arthrobacter globiformis* в присутствии ионов Zn(II) в процессе роста бактерий и биосорбция ионов Zn(II) с *Arthrobacter globiformis**
- Э.И.Качибая, Р.А.Имнадзе, Т.В.Пакидзе, Д.И.Дзанашвили, Т.Е.Мачаладзе, Е.Кварацхелия.* 34
Литий-никель-марганцевые шпинели типа $LiM_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O_4$, где $M=Co+Cr, Al$ и Cu ; $0 < x < 0.4$, как перспективные катодные материалы Li-батарей на основе Li-ионных аккумуляторов*
- В.Г.Цицишвили, Н.М.Долаберидзе, Н.А.Мирдзвели, М.О.Нижарадзе.* 39
Синтетический цеолитный материал типа морденита*
- Р.Джанелидзе, Ю.Благидзе, Г.Мшвелидзе, Н.Папунашвили, О.Гоголин, Е.Цицишвили.* 45
Электрическая проводимость таблеток нанопорошков оксида цинка*
- К.К.Хачатурян, Н.А.Гегия, Г.Ш.Энукидзе, Т.С. Гурули.* 46
Зависимость набухания бентонитовых глин от природы химических реагентов

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- М.И.Гвердцители, Л.В.Лобжанидзе.* 54
Математико-химическое исследование реакции тетрамеризации и циклотетрамеризации ацетилена*
- М.Карчхадзе, К.Купатадзе, М.Гвердцители.* 56
Математико-химическое исследование реакции превращения фенилаланина в тирозин *

ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- И.Беишкенадзе, Н.Жоржолиани, М.Гозаладзе, Н.Кларджеишвили, Л.Д.Гозуа, С.Л.Уротадзе, В.Г.Цицишвили.* 61
Синтез хелатов хрома*

ХИМИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- М.Г.Карчхадзе, Н.А.Пирцхелиани.* 65
Применение полимеров в медицине*

* Резюме

<i>Н.З.Ломтадзе, М.М.Шаламберидзе.</i> Термостабильность и стабилизация поливинилхлорида*	67
<i>Ф.А.Насиров, Ш.Г.Ахъяри, Н.Ф.Джанибеков, С.Р.Рафиева.</i> Одностадийный синтез высококоразветвленных (дендриграфт) полибутадиентов*	72
<u>НЕФТЕХИМИЯ</u>	
<i>Н.Т.Хецуриани, Э.А.Ушараули, К.Г.Годердзишвили, Э.Н.Топурия, К.Карчхадзе.</i> Альтернативные возобновляемые источники энергии*	79
<u>АГРОХИМИЯ</u>	
<i>Г.Цинцкаладзе, В.Цицишвили, Т.Шарашенидзе, М.Зауташвили, Г.Илуридзе, П.Цинцкаладзе.</i> Возможности сельскохозяйственного использования обогащенных нитрат-ионами цеолитных наноматериалов*	82
<u>ХИМИЯ ПРИРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ</u>	
<i>Д.Г.Джинчарадзе, Н.В.Бокучава, Л.О.Эбаноидзе, Т.Закалашвили.</i> Регенерация лечебных грязей Грузии*	86
<u>ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</u>	
<i>Н.Кучава, Н.Лобжанидзе, П.Имнадзе.</i> О вопросе оценки радиоактивности радионуклида ¹³⁷ Cs в необлученных образцах мха*	91
<i>Л.В.Гвердцители, Д.В.Эристави, А.М.Квиникадзе.</i> Разработка схемы технологического процесса очистки выхлопных газов мороженого и вафельного производства*	95
<i>Н.Д.Багратиони, А.А.Чиракадзе, Г.В.Гвахария, Л.В.Гвердцители.</i> Обработка содержащих мышьяк производственных отходов с применением сверхвысоко-частотного излучения*	98
<u>ХИМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ</u>	
<i>Ш.Н.Андгуладзе, Д.В.Эристави, А.Б.Бережшани.</i> Определение оптимальных условий восстановления баридного концентрата маднеульского месторождения*	101
<u>ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ</u>	
<i>Н.Куталадзе, А.Цинцикаладзе, Н.Накашидзе, Д.Абуладзе.</i> О использовании в пищевой промышленности биологически безопасного сырья – сахарного сорго*	104
<i>Н.Б.Абуладзе, К.У.Габуня, М.Ш.Джавахи, М.В.Габелашвили, П.А.Явич.</i> Стандартизация мази для лечения микозов стоп и влагалища*	107
<i>Н.Б.Абуладзе, К.У.Габуня, М.Ш.Джавахи, М.В.Габелашвили, П.А.Явич.</i> Стандартизация суппозиторий для лечения микозов влагалища*	110
<i>В.В.Рухадзе, И.Д.Камушадзе, М.Г.Кухалашвили.</i> Оптимизация процесса осаждения карбоната бария на крупно-лабораторной установке непрерывного действия в условиях пенного слоя	111
ПОЗДРАВЛЕНИЕ – Э.П.Кемертелидзе	117
ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ	118

* Резюме

ელექტროქიმია

ნიტრატული ხსნარებიდან ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის მიღების პირობებში ანოდზე მიმდინარე პროცესების კვლევა

თეიმურაზ როყვა, თემურ ჩახუნაშვილი, დალი ძანაშვილი, ნანა ბუთლიაშვილი, შოთა მახათაძე

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

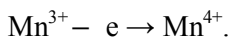
შესწავლილია ნიტრატული ხსნარების ელექტროლიზის დროს მანგანუმის დიოქსიდის მიღების ელექტროდული პროცესები, ანოდის პოტენციალების დამოკიდებულება დენის სიმკვრივეზე და აზოტმჟავას კონცენტრაციაზე.

ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის მიღება შესაძლებელია სხვადასხვა მანგანუმმცველი ხსნარების ელექტროლიზით. მანგანუმის სულფატური მჟავა ხსნარების ელექტროლიზის დროს მანგანუმის დიოქსიდი მიიღება შემდეგი ჯამური რეაქციით:

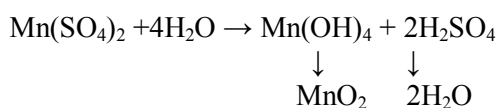


სამეცნიერო ლიტერატურაში განიხილება სულფატური მჟავა ხსნარებიდან წვრილდისპერსული მანგანუმის დიოქსიდის მიღების მექანიზმი [1-5], რომლის მიხედვითაც ორვალენტური მანგანუმის ანოდური დაჟანგვა მიმდინარეობს რამდენიმე სტადიად. დასაწყისში Mn^{2+} იჟანგება Mn^{3+} -მდე: $\text{Mn}^{2+} - e \rightarrow \text{Mn}^{3+}$.

მას შემდეგ, რაც Mn^{2+} -ის ყველა იონი დაიჟანგება Mn^{3+} -მდე, იწყება მომდევნო სტადია:



ოთხვალენტური Mn^{4+} -ის მარილის წარმოქმნა შესაძლებელია აგრეთვე Mn^{3+} -ის დისპროპორციონირებით: $2\text{Mn}^{3+} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Mn}^{4+}$. რეაქციის წონასწორობა გადაინაცვლებს მარჯვნივ MnO_2 -ის გამოლეკვის მიმართულებით. იგი წარმოიქმნება $\text{Mn}(\text{SO}_4)_2$ -ის ჰიდროლიზით და მიღებული $\text{Mn}(\text{OH})_4$ -ის დეჰიდრატაციით:

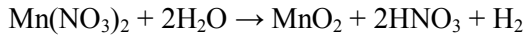


ზოგადად Mn^{3+} იონის წარმოქმნისა და ხსნარში მისი დაგროვების შეფასებას ახორციელებენ ხსნარის შთანთქმის სპექტრზე ვიზუალური დაკვირვებით. ხსნარის შთანთქმის სპექტრებზე იისფერი შეფერილობის გამოჩენა და გაძლიერება დამახასიათებელია სამვალენტური მანგანუმისათვის (Mn^{3+}) [1].

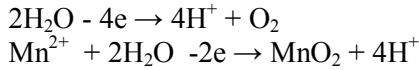
რაც შეეხება მანგანუმის ნიტრატის და აზოტმჟავის ნარევის ელექტროლიზს, მანგანუმის დიოქსიდის მიღების მექანიზმი და სტადიები განსხვავდება მანგანუმის სულფატური ხსნარებიდან მიღების პროცესებისაგან.

ჩვენი ექსპერიმენტის პირობებში ანოდზე მიმდინარე ელექტროქიმიური პროცესების კვლევისათვის ხსნარების დასამზადებლად გამოიყენებოდა ქიმიურად სუფთა კვალიფიკაციის აზოტმჟავა და მანგანუმის ნიტრატი, აგრეთვე მანგანუმის კარბონატული მადნის აზოტმჟავური მეთოდით გამოტუტული ხსნარები [6]. მუშა ხსნარების ტემპერატურა ყველა ექსპერიმენტში იყო $5-20^\circ\text{C}$ -ის ფარგლებში. ანოდად გამოყენებული იყო ბრტყელი, გლუვი ზედაპირის მქონე პლატინის ელექტროდი 2 სმ^2 მუშა ფართობით. პოლარიზაციული მრუდების გადაღება მიმდინარეობდა ПИ-50-1 ტიპის პოტენციოსტატით და ПР-8 პროგრამატორით. რეგისტრაცია ხორციელდებოდა ორკოორდინატიანი თვითნამწერი ხელსაწყოთი (მარკა H- 307).

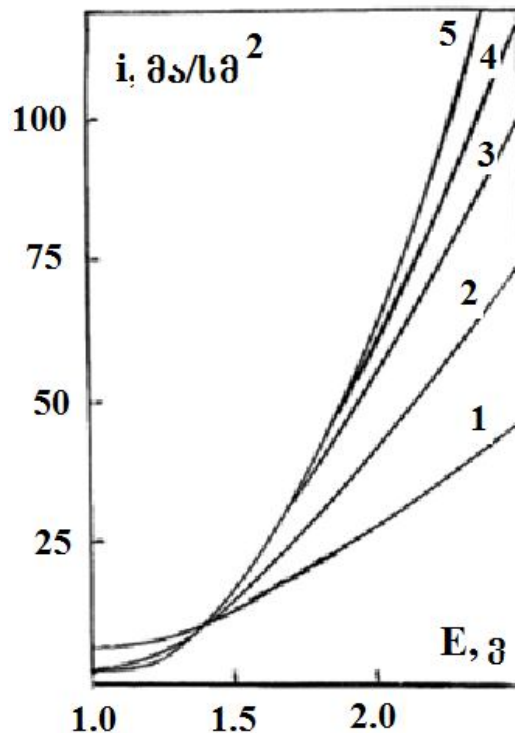
მანგანუმის ნიტრატული მჟავა ხსნარების ელექტროლიზით MnO_2 -ის მიღების ჯამური რეაქცია შეიძლება გამოისახოს შემდეგნაირად:



ანოლზე მიმდინარე ჟანგბადის გამოყოფის და მანგანუმის ორვალენტური იონის დაჟანგვის ორი კონკურენტული პროცესი ასე გამოისახება:



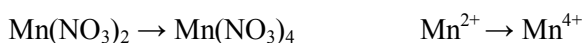
ნახ. 1-ზე გამოსახულია ანოლური პოტენციოდინამიკური მრუდები აზოტმჟავის სხვადასხვა კონცენტრაციისათვის. პოტენციალის ზრდის სიჩქარე შეადგენდა $5 \cdot 10^{-2}$ ვ/წმ.



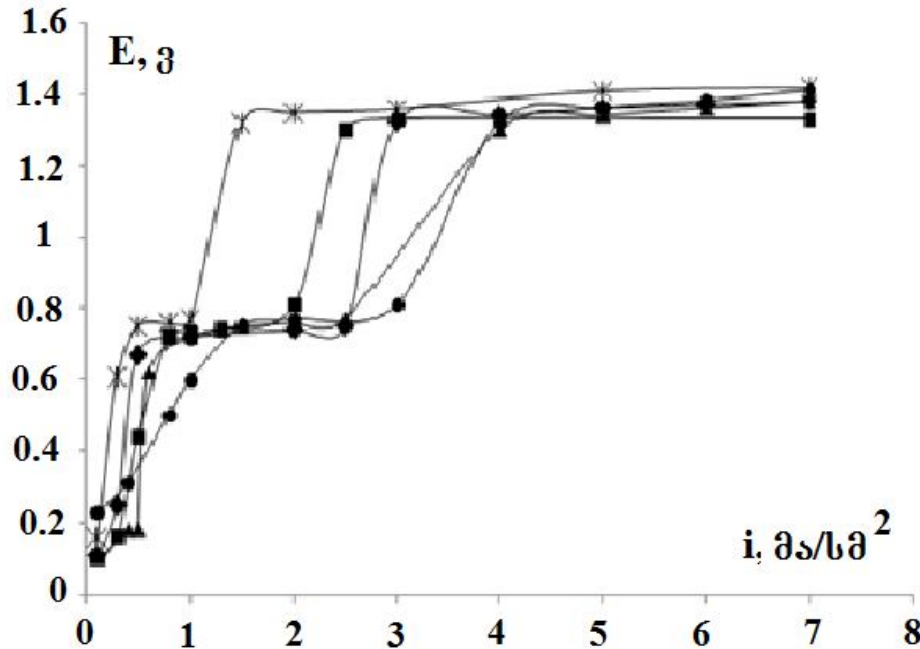
ნახ. 1. ანოლური პოტენციოდინამიკური მრუდები აზოტმჟავის სხვადასხვა კონცენტრაციებისათვის:
1 – 25; 2 – 50; 3 – 100; 5 – 200 გ/ლ

გადაღებულ მრუდებზე მკვეთრადაა გამოსახული ჟანგბადის აირად ფორმაში გამოყოფის დაწყების წერტილი აზოტმჟავას მოცემული კონცენტრაციებისათვის, რომელიც შეესაბამება 1.4 ვ პოტენციალს. მრუდების გადახრის კუთხის ზრდა (ნახ.1, მრუდები 1-5) ასახავს ანოლზე ჟანგბადის გამოყოფის პოტენციალის და აზოტმჟავას კონცენტრაციის ზრდის შესაბამის დამოკიდებულებას ანოლური დენის სიმკვრივესთან.

MnO_2 -ის მიღების მექანიზმი და სტადიები ჩვენი კვლევების მიხედვით განსხვავებულია სულფატური და ნიტრატული ხსნარებისათვის. კერძოდ, ელექტროქიმიურ პროცესებზე მრავალჯერადი დაკვირვებით დადგინდა, რომ ორვალენტური მანგანუმის (Mn^{2+}) დაჟანგვა ოთხვალენტურად (Mn^{4+}) მიმდინარეობს შუალედური სტადიის გამოტოვებით (ადგილი არ აქვს შუალედური პროდუქტის Mn^{3+} -ის მიღებას), რაც დასტურდება მიღებული ხსნარის $Mn(NO_3)_4$ -ისთვის დამახასიათებელი ყავისფერი შეფერილობით.



შევნიშნავთ, რომ სამვალენტიანი მანგანუმისათვის (Mn^{3+}) დამახასიათებელია ხსნარის იისფერი შეფერილობა. ოთხვალენტიანი მანგანუმის მიღების ერთსტადიური მექანიზმი შესაძლებელია აიხსნას ელექტროლიტის მაღალი მჟავიანობით და აზოტმჟავას ძლიერი კატალიზური აქტივობით.



ნახ. 2. ანოდური პოლარიზაციული მრუდები პლატინის ელექტროდზე აზოტმჟავას სხვადასხვა კონცენტრაციისათვის: —◇— 25, —■— 50, —▲— 75, —*— 150 ($C_{Mn(NO_3)_2} = 200$ გ/ლ)

ნახ.2 გამოსახულია ანოდზე მიმდინარე მანგანუმის დიოქსიდის მიღების პროცესის ამსახველი პოლარიზაციული მრუდები. ნაჩვენებია უბანი, დენის სიმკვრივის 0.7-3.0 მა/სმ² ფარგლებში, სადაც სხვადასხვა მჟავიანობის პირობებში MnO_2 -ის გამოყოფის პოტენციალები შეასაბამისად შეადგენენ 0.7-0.76 ვ.

რაც შეეხება დენის სიმკვრივის 3-40 მა/სმ² უბანს, ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ დენის სიმკვრივის ზრდასთან ერთად იწყება MnO_2 -ის და ჟანგბადის ერთდროული გამოყოფა ანოდზე 1.3-1.5 ვ პოტენციალზე. 50-150 მა/სმ² დენის სიმკვრივეებზე MnO_2 გამოიყოფა ანოდთან და/ან ხსნარის მოცულობაში 1.5-1.72 ვ პოტენციალზე. ხსნარის მოცულობაში ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის დენის გამოსავლის სიდიდე დამოკიდებულია დენის ანოდური სიმკვრივისა და მჟავიანობის ოპტიმალურ თანაფარდობაზე.

ვინაიდან MnO_2 -ის მიღების ყველაზე შენელებულ მალიმიტირებელ სტადიას წარმოადგენს არა ელექტროქიმიური, არამედ ქიმიური პროცესი, ძლიერი კატალიზური აქტივობის მქონე აზოტმჟავა განაპირობებს ქიმიური პროცესის დაჩქარებას და შედეგად მრავალსტადიური მექანიზმი Mn^{2+} -ის Mn^{4+} - მდე დაჟანგვისა შეიძლება დაყვანილ იქნას ერთსტადიურ მექანიზმამდე.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № FR/109/9-220/13 ფინანსური მხარდაჭერით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Зарецкий С.А., Антоновская Э.И. Электрохимия марганца. т.3, Тбилиси, «Мецნიერება», 1967, с. 232-238.
2. Фиошин М.Я. Успехи в области электросинтеза неорганических соединений. Москва, «Химия», 1974, 213 с.
3. Кудрявцев Н.Т. Прикладная электрохимия, Изд. 2-е, Москва, «Химия». 1975, 551с.
4. Дамаскин Б.Б., Цагарели Г.А., Махатадзе Ш.М. Миграционные эффекты при электроокислении Mn^{2+} до MnO_2 , Журнал «Электрохимия», №8, 1988, с.1123-1126.
5. Дамаскин Б.Б., Харкац Ю.И., Цагарели Г.А., Махатадзе Ш.М. Зависимость предельного тока электроокисления ионов марганца (II) до диоксида марганца от концентрации фонового электролита. Журнал «Электрохимия», №1, 1990, с.120-122.
6. თ. როყვა, თ. ჩახუნაშვილი, დ. ძანაშვილი და სხვ. მანგანუმის კარბონატული მადნის აზოტმჟავური მეთოდით გამოტუტვის პროცესის და პირობების კვლევა. სამთო ჟურნალი, ტ.34, №1, 2015, გვ. 32-36.

INVESTIGATION OF PROCESSES OCCURRING AT THE ANODE UNDER CONDITIONS FOR OBTAINING ELECTROLYTIC MANGANESE DIOXIDE FROM NITRATE SOLUTIONS

T.Rokva, T.Chakhunashvili, D.Dzanashvili, N.Butliashvili, Sh.Makhatadze

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Rafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

SUMMARY

The electrode processes for obtaining manganese dioxide, dependency of the anode potential on current density and nitric acid concentration for the electrolysis of nitrate solutions have been studied.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОТЕКАЮЩИХ НА АНОДЕ В УСЛОВИЯХ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ДИОКСИДА МАРГАНЦА ИЗ НИТРАТНЫХ РАСТВОРОВ

Т.В.Роква, Т.А.Чакхунашвили, Д.И.Дзанашвили, Н.И.Бутлиашвили, Ш.М.Махатадзе

Тбилисский Государственный Университет

Институт Неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе

РЕЗЮМЕ

Изучены электродные процессы получения диоксида марганца, зависимость анодных потенциалов от плотности тока и концентрации азотной кислоты, при электролизе нитратных растворов.

ელექტროქიმია

მანგანუმის ნიტრატის ხსნარების ელექტროლიზის დროს კათოდზე მიმდინარე წყალბადის ბამოცოვის პროცესის კვლევა

თეიმურაზ როყვა, თემურ ჩახუნაშვილი, დალი ძანაშვილი, მარინე ფაჯიშვილი, ლელა როყვა

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

შესწავლილია მანგანუმის ნიტრატული ხსნარების ელექტროლიზის პროცესში წყალბადის გამოყოფის პოტენციალების დამოკიდებულება დენის კათოდურ სიმკვრივებზე და აზოტმჟავას კონცენტრაციებზე.

მანგანუმის ნიტრატის ხსნარებიდან წვრილდისპერსული მანგანუმის დიოქსიდის გამოყოფის დროს ანოდზე მიმდინარე პროცესების პარალელურად კათოდზე ადგილი აქვს თანაური პროდუქტის, წყალბადის გამოყოფას. კათოდის პოლარიზაციული მახასიათებლების შესასწავლად გაზომვებს ვახორციელებდით კათოდური გალვანოსტატური მრუდების გადაღებით. გაზომვები ტარდებოდა მინის სტანდარტულ სამელექტროდიანი 125 მლ ტევადობის უჯრედში. მასში განლაგებული იყო: შესადარებელი ელექტროდი – ვერცხლისწყალ-სულფატური ელექტროდი, რომლის პოტენციალი ნორმალური წყალბადის ელექტროდის მიმართ შეადგენს $E_{\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{SO}_4/1\text{N H}_2\text{SO}_4} = +0.662$ ვ, დამხმარე ელექტროდი (ანოდი) – დიდი ზედაპირული ფართის (5.4 სმ^2) გლუვი პლატინის ფირფიტა და საკვლევი (მუშა) ელექტროდი (კათოდი) – 4 სმ^2 ზედაპირული ფართის გრაფიტის ლერო. ყველა პოტენციალი იზომებოდა შესადარებელი სულფატური ელექტროდის მიმართ. ხსნარების დასამზადებლად გამოიყენებოდა ქიმიურად სუფთა კვალიფიკაციის აზოტმჟავა და მანგანუმის ნიტრატი, აგრეთვე მანგანუმის კარბონატის აზოტმჟავური მეთოდით გამოტუტული ხსნარები [1]. მუშა ხსნარის ტემპერატურა ყველა ექსპერიმენტში იყო $5-20^\circ\text{C}$ -ის ფარგლებში.

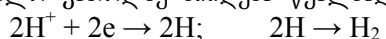
ცნობილია, რომ მანგანუმის აზოტმჟავა ხსნარები გამოირჩევიან მაღალი აგრესიულობით და ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტებით დადგინდა, რომ აღნიშნული ხსნარებიდან ემდ-ის მიღების პირობებში ოპტიმალურ საკათოდე მასალას წარმოადგენს გრაფიტის ელექტროდები [2]. მრეწველობა უშვებს სხვადასხვა შემადგენლობის და სტრუქტურის გრაფიტის ლეროებს საწარმოო დანიშნულების მიხედვით [3]. ჩვენ ვიყენებდით დენის ქიმიური წყაროებისათვის განკუთვნილ მექანიკურად მდგრად, ნაკლებფორიან მაღალ ელექტროგამტარობის, $850-900^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე გამომწვარ და კოროზიულად მდგრად გრაფიტის კათოდს.

გრაფიტის კათოდზე წყალბადის გადაძაბვა დაბალია და შედეგად ადგილი აქვს წყალბადის მაღალი დენის გამოსავლით ($>95-100\%$) მიღებას. იგი არ შეიცავს მავნე და ძნელად მოსაცილებელ მინარევებს და შეიცავს მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობის ჟანგბადს. ელექტროლიზური წყალბადის სისუფთავის ხარისხი აღწევს $99.5-100\%$ -ს. აღნიშნული მახასიათებლები მეტად მნიშვნელოვანია იმის გათვალისწინებით, რომ წყალბადისა და ჟანგბადის ნარევის ფეთქებადსაშიში შემცველობის ზედა ზღვარია $94.3\% \text{ H}_2$ და $5.7\% \text{ O}_2$. ქვედა ზღვარი შესაბამისად - $5\% \text{ H}_2$ და $95\% \text{ O}_2$. ფეთქებადსაშიშია ასევე წყალბადისა და ჰაერის ნარევი. მისი ფეთქებადსაშიში ზედა ზღვარია $73.5\% \text{ H}_2$ და $26.5\% \text{ ჰერი}$, ხოლო ქვედა ზღვარია შესაბამისად $5\% \text{ H}_2$ და $95\% \text{ ჰერი}$.

მანგანუმის ნიტრატის ძლიერ მჟავა ხსნარებში ანოდზე მიიღება წვრილდისპერსული MnO_2 და კონკურენტული პროცესის პროდუქტი – ჟანგბადი:

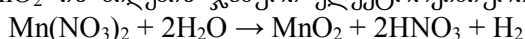


ხოლო კათოდზე მიიღება წყალბადი:



კათოდზე შესაძლო კონკურენტული პროცესია მანგანუმის იონის აღდგენა: $\text{Mn}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Mn}$.

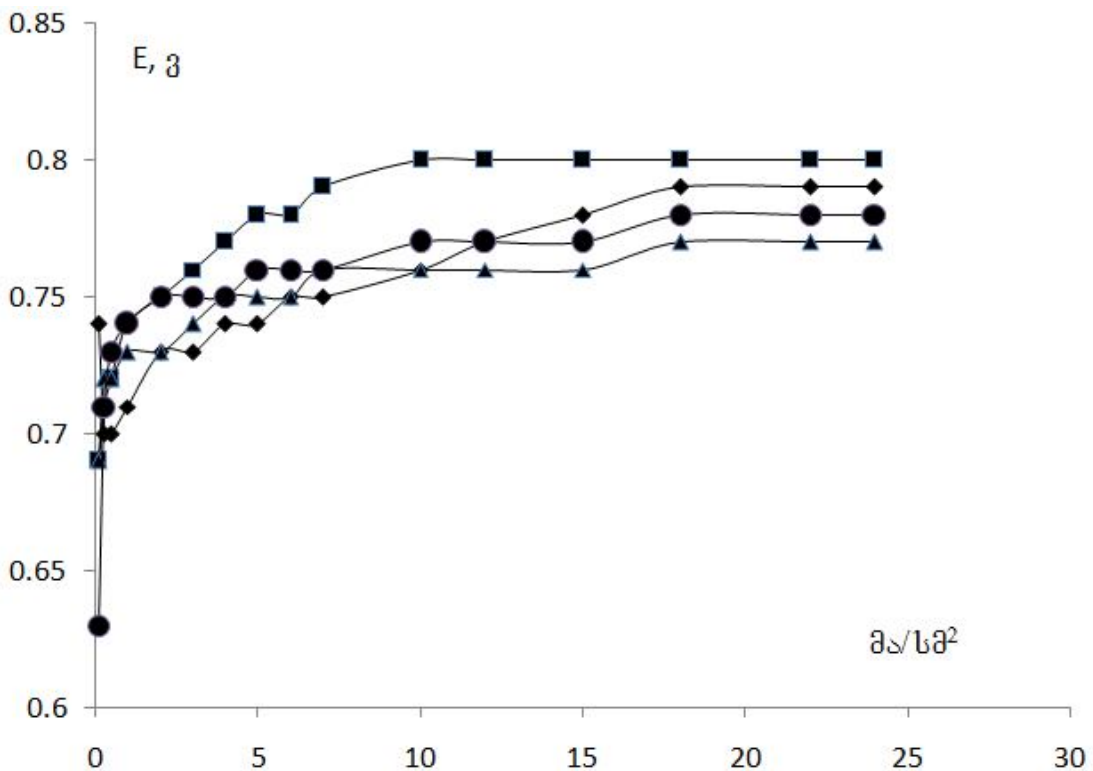
MnO_2 -ის მიღების ჯამური ელექტროქიმიური პროცესი ასე გამოისახება:



კათოდური პროდუქტის, წყალბადის მიღების პროცესში გამოიყოფა წვრილ-წვრილი ბუშტუკები, რომლებიც იკავებენ მთელ კათოდურ სივრცეს და ზრდიან როგორც ელექტროწინააღმდეგობას, ასევე, საკათოდე მასალის კოროზიას ელექტროლიზის პროცესის წყვეტილობის დროს. ძირითადი პროცესის

– წყალბადის გამოყოფასთან ერთად საკათოდზე მასალისადმი წაყენებულ მოთხოვნას წარმოადგენს მიზნობრივი პროდუქტის – წყალბადის მაღალი დენით გამოსავლით მიღება, კოროზიული მდგრადობა და ელექტროლიტში არსებული მანგანუმის იონების აღდგენის გამორიცხვა.

უშუალოდ ელექტროდული პროცესების შესწავლისას, ექსპერიმენტალურად დადგინდა, რომ წყალბადის მაღალი დენის გამოსავლისათვის კონკურენციის გარეშე გრაფიტის ელექტროდები კათოდური პოლარიზაციის დროს ისინი გამოირჩევიან მაღალი კოროზიული მდგრადობით. გრაფიტის კათოდზე წყალბადის გამოყოფა მიმდინარეობს დაბალი გადაძაბვით და არ აქვს ადგილი კონკურენტული პროცესის პროდუქტის, ლითონური Mn-ის და/ან მანგანუმის ჰიდროჟანგის გამოყოფას. წყალბადის ადვილად გამოყოფას ხელს უწყობს ჩვენს მიერ ექსპერიმენტული გზით დადგენილი ხსნარების ოპტიმალური კონცენტრაციები. გრაფიტის კათოდების გამოყენება უზრუნველყოფს ელექტროლიტში მოხვედრილი მინარეგების კათოდური აღდგენის მინიმალურ შესაძლებლობას.



ნახ. 1. კათოდური პოლარიზაციული მრუდები აზოტმჟავას სხვადასხვა კონცენტრაციისათვის: —◇— 25, —■— 50, —▲— 75 გ/ლ; $C_{Mn(NO_3)_2} = 200$ გ/ლ

ნახ. 1-ზე ნაჩვენებია გალვანოსტატური პოლარიზაციული მრუდები, რომლებიც ასახავენ გრაფიტის ელექტროდზე მიმდინარე კათოდურ პროცესს - წყალბადის გამოყოფის პოტენციალების (E , ვ) დამოკიდებულებას დენის კათოდურ სიმკვრივეებზე (ma/cm^2) აზოტმჟავის სხვადასხვა (25, 50, 75, 100 გ/ლ) კონცენტრაციისათვის. აღნიშნული კონცენტრაციის ხსნარებში წყალბადის გამოყოფა იწყება $i_k < 0.5$ მა/სმ² დენის სიმკვრივეზე, $-0.7 \div -0.74$ ვ პოტენციალის ფარგლებში. კათოდის პოტენციალი იზრდება უმნიშვნელოდ დენის სიმკვრივის შემდგომ ზრდასთან ერთად და -0.8 ვ პოტენციალის მიღწევის შემდეგ აღარ არის მის ზრდაზე დამოკიდებული.

სამუშაო შესრულებულია შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო პროექტის № FR/109/9-220/13 ფინანსური მხარდაჭერით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ. როყვა, თ. ჩახუნაშვილი, დ. ძანაშვილი და სხვ. მანგანუმის კარბონატული მადნის აზოტმჟავური მეთოდით გამოტუტვის პროცესის და პირობების კვლევა. სამთო ჟურნალი, ტ.34, №1, 2015, გვ. 32-36.
2. Роква Т.В., Чахунашвили Т.А., Дзанашвили Д.И., и др. Исследование процесса получения мелкодисперсного электролитического диоксида марганца из азотнокислых электролитов. Известия Национальной Академии Наук Грузии, серия химическая, т. 41, №3, 2015, с. 310-312.
3. Дамье В. Н., Рисухин Н. Ф., Производство первичных химических источников тока. Москва, «Высшая Школа», 1980, 288 с.

INVESTIGATION PROCESSES OF HYDROGEN EVOLUTION ON THE CATHODE DURING THE ELECTROLYSES OF MANGANESE NITRATE SOLUTIONS

T.Rokva, T.Chakhunashvili, D.Dzanashvili, M.Pajishvili, L.Rokva

*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
Rafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry*

SUMMARY

Dependency of potentials for the hydrogen evolution on the cathode current density and nitric acid concentration, in the process of electrolysis of nitric acid solutions has been studied.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КАТОДНОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА ПРИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ РАСТВОРОВ НИТРАТА МАРГАНЦА

Т.В.Роква, Т.А.Чахунашвили, Д.И.Дзанашвили, М.А.Фаджишвили, Л.Т.Роква

*Тбилисский Государственный Университет
Институт Неорганической химии и электрохимии им. Р.И. Агладзе*

РЕЗЮМЕ

Изучена зависимость потенциалов выделения водорода от катодной плотности тока и концентрации азотной кислоты в процессе электролиза нитратных растворов.

ფიზიკური ქიმია

ფურფუროლის მიღება D-ქსილოზას დეჰიდრატაციით ჰეტეროგენული კატალიზატორების თანაობისას

ნელი ყალაბეგაშვილი, გულნარა ბალარჯიშვილი, დალი იოსელიანი, ლია სამხარაძე,
ლიპარიტ დოლიძე

ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

პ. მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ფურფუროლის მიღების მიზნით ჩატარებული იქნა D-ქსილოზას დეჰიდრატაცია საქართველოში არსებული ბუნებრივ ალუმოსილიკატებზე მორდენიტის წყალბადურ ფორმაზე და 1 N HCl -ით დამუშავებულ გუმბრინზე $140\pm 180^\circ\text{C}$ ტემპერატურის და 3=5 ბარის წნევის პირობებში. ცდის ხანგრძლივობა შეადგენდა 3-6 სთ, წყლის და ტოლუოლის თანაფარდობა $1:2,5\pm 1:3,5$. მორდენიტის შემთხვევაში დადგენილი იქნა რეაქციის ოპტიმალური პირობები, რომლის დროს ფურფუროლის გამოსავალმა შეადგინა 55%. ცდის ტემპერატურა 170°C , წყლის და ტოლუოლის თანაფარდობა 1:3, ცდის ხანგრძლივობა 4სთ. გუმბრინის მონაწილეობით ფურფუროლის გამოსავალი აღნიშნულ პირობებში ძალიან დაბალი იყო.

წიაღისეულის გადამუშავებაზე დაფუძნებული ქიმიური პროცესების შეცვლის საჭიროება წიაღისეული რესურსების შეზღუდული მარაგის გამო დიდი ხანია წარმოიშვა. მთელ მსოფლიოში ბოლო ხანებში ძალიან მოთხოვნადი და აქტუალური გახდა ნახშირბადის განახლებადი ბუნებრივი ნედლეულის – ბიომასის გადამუშავება ქიმიური მეთოდებით. ბიომასა არის ერთ–ერთი ყველაზე ფართოდ ხელმისაწვდომი და განახლებადი რესურსი, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას როგორც იაფი ნედლეული სამრეწველო ორგანულ სინთეზში. განსაკუთრებულ ინტერესს იმსახურებს ბიომასის გადამუშავება, როგორც ალტერნატიული წყარო წვადი წიაღისეულის შესაცვლელად და ქიმიკატებზე გაზრდილი მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად.

დედამიწაზე არსებული ნახშირბადის განახლებადი ბუნებრივი ნედლეულის – ბიომასის შემადგენელი (ნახშირწყლებით მდიდარი) მცენარეული საფარი კატალიზური რეაქციებით გარდაიქმნება მონოსაქარიდებად, რომელთა დეჰიდრატაციით მიიღება ფურანული ჯგუფის ნაერთები. აღნიშნული ჯგუფის ნაერთებს მიეკუთვნება ფურფუროლი.

ფურფუროლი მიიღება ჰემიცელულოზისაგან პენტოზების დეჰიდრატაციით. მრეწველობაში კატალიზატორად იყენებენ მინერალურ მჟავებს (მარილმჟავა, გოგირდმჟავა, აზოტმჟავა, ფოსფორმჟავა). აღნიშნული მჟავების გამოყენებისას მაღალია კოროზიის საფრთხე, გამწვანებულია რეაქციის პროდუქტებიდან ფურფუროლის გამოყოფა, მჟავათა ხსნარების გასანიეტრალეზად საჭიროა დიდი რაოდენობით ქიმიური რეაგენტები და წყალი, იზრდება ნარჩენების მოცულობა, უარესდება ეკოლოგიური მდგომარეობა.

ფურფუროლი არის ის ძირითადი მნიშვნელოვანი ნაერთი, რომელიც ქიმიური ტექნოლოგიის და მრეწველობის განვითარების გასაღებია ნარჩენების გადამუშავების სფეროში. ის გამოიყენება გამხსნელების, პოლიმერების და სინთეზური ქიმიური ნაერთების წარმოებაში. ფურფუროლი წარმატებით ჩაანაცვლებს ნავთობიდან მიღებულ მრავალ ქიმიურ პროდუქტს. მის დიდ მნიშვნელობაზე მეტყველებს ის ფაქტი, რომ ფურფუროლის წარმოება მსოფლიოში წელიწადში დაახლოებით ნახევარ მილიონ ტონას შეადგენს. მაგალითად, ჩინეთში წელიწადში 250000 ტ ფურფუროლი იწარმოება [1–2].

ფურფუროლის მისაღებად გამოყენებული სამრეწველო კატალიზატორების (მინერალური მჟავების) შეცვლის მიზნით მრავალი მეცნიერული კვლევაა ჩატარებული, რომლის შედეგად შემოთავაზებულია ეკოლოგიურად შედარებით უსაფრთხო და ტექნოლოგიური პროცესებისათვის მისაღები მყარი, ჰეტეროგენული კატალიზატორები: ცირკონიუმის სულფატი [3], რკინის ნიობიუმის და ტიტანის ოქსიდები [4], სილიკოალუმინის ფოსფატები [5] და ცეოლითები [6].

პენტოზების დეჰიდრატაციით ფურფუროლის მიღებისას შესწავლილი იქნა დეალუმინირების, დესილიკატირების, ცეოლითების სტრუქტურული ცვლილების, წყლის და სხვადასხვა ორგანული გამხსნელების გავლენა კატალიზურ პროცესზე.

სხვადასხვა ხასიათის ორგანული გამხსნელები: დიმეთილსულფოქსიდი (DMSO), დიმეთილფტორიდი (DMF), დიმეთილიოდიდი (DMI) და ბუთანოლ-2 ორგანულ გამხსნელ

მეთილიზობუთილკეტონთან (MIBK) ერთად გამოკვლეული იყო ქსილოზის დეჰიდრატაციის რეაქციაში [7]. ფურფუროლის გამოსავალი და ქსილოზას კონვერსია დამოკიდებული იყო ორგანულ გამხსნელზე, მყარი ($\text{SiO}_2/\text{TiO}_2 - \text{ZnO}_2/\text{La}^{3+}$) და თხევადი ფაზის თანაფარდობაზე, რეაქციის ტემპერატურაზე და დროზე.

ფურფუროლის შედარებით მაღალი გამოსავალი მიღებული იქნა DMI-ს შემთხვევაში, ხოლო ქსილოზას კონვერსიის ხარისხი გაიზარდა, როდესაც წყლის მოცულობის შეფარდება DMI-თან და MIBK ბუთნოლ-2-თან შეადგენდა შესაბამისად 8:2 და 7:3, ცდის ტემპერატურა 180°C , ხოლო ცდის ხანგრძლივობა – 12 სთ-ს.

D-ქსილოზას კონვერსია შეისწავლეს ალუმინის და ჰაფნიუმის პოლიმერული ხსნარის კატალიზატორზე. მაქსიმალური კონვერსია (78%) იქნა მიღებული 170°C -ზე, 4 სთ ცდის ხანგრძლივობისას, სელექტიურობა შეადგენდა 50%-ს [8].

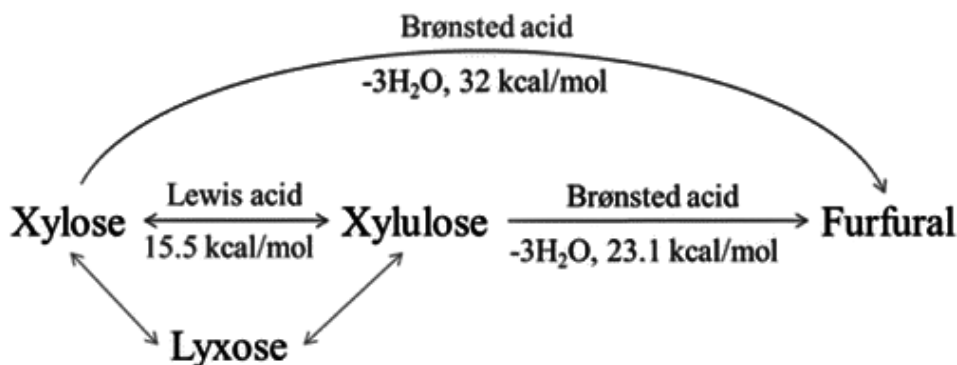
ქსილოზას კონვერსიის პროცესში შესწავლილი იქნა მსგავსი ზედაპირების მქონე ცეოლითების H-ZSM-5, H-მორდენიტი, H- β და HY სტრუქტურის ცვლილება. დეალუმინირებას აწარმოებდნენ HCl და NaOH-ის წყალხსნარებში. კვლევამ აჩვენა, რომ H-ZSM-5 კატალიზატორის დესილიკაციებისას ადგილი ჰქონდა კარკასის დანგრევას, ხოლო დეალუმინირებისას გაიზარდა ფურფუროლის სელექტიურობა [9].

ავტორების [10] მიერ ასევე შესწავლილი იქნა მჟავური ზედაპირების როლი D-ქსილოზას გარდაქმნის პროცესში Al-ის სხვადასხვა რაოდენობის შემცველი ალუმოსილიკატური კატალიზატორების თანაობისას. დადგინდა იქნა, რომ D-ქსილოზას კონვერსიის შემცირება და ფურფუროლის გამოსავალი შესაბამისობაშია ალუმინის შემცველობის გაზრდასთან. ყველა შესწავლილ კატალიზატორში (H-ZSM-5, H-მორდენიტი, H- β და HY) ალუმინის შემცირებით გაიზარდა ფურფუროლის გამოსავალი.

გამოიკვლიეს ქსილოზას და კატალიზატორის თანაფარდობის დამოკიდებულება კონვერსიაზე და ფურფუროლის გამოსავალზე [11]. ყველაზე კარგი შედეგი იქნა მიღებული, როდესაც ქსილოზას და კატალიზატორის შეფარდება შეადგენდა 3:1-ს. შეისწავლეს ასეთი შეფარდებისას რეაქციის ხანგრძლივობის დამოკიდებულება ფურფუროლის გამოსავალზე. ამ უკანასკნელის მაქსიმუმი მიღებული იქნა 170°C -ზე 90 წთ ხანგრძლივობისას.

ავტორების მიერ [12] ქსილოზას კონვერსია განხორციელდა მჟავურ-იონურ სითხეში. გამოყენებული იქნა 1-ბუთილ-3-მეთილიმიდაზოლ-3-იდროსულფატი (IL1). ქსილოზას გარდაქმნის ხარისხი შეადგენდა 95,3%, ფურფუროლის გამოსავალი – 91,45%, ტემპერატურა 150°C -ს, რეაქციის ხანგრძლივობა 25 წთ.

საინტერესო გამოკვლევა იქნა ჩატარებული წყალში ქსილოზას კონვერსიისას ლუისის და ბრენსტედის მჟავური ცენტრების როლის დასადგენად [13]. დადგინდა, რომ ლუისის მჟავური ცენტრების მონაწილეობით ქსილოზას კონვერსიის შედეგად წარმოიქმნება ლიქსოზა და ქსილულოზა. შემდეგ ეტაპზე ბრენსტედის მჟავას მოქმედებით ხდება ქსილოზას დეჰიდრატაცია და მიიღება ფურფუროლი 29% გამოსავლით. ლუისის და ბრენსტედის მჟავური ცენტრების ერთობლივი მოქმედებით კი ფურფუროლის გამოსავალმა შეადგინა 39%-ის ნაცვლად 29% (ნახ. 1). ფურფუროლის მაღალი გამოსავალი (76%) მიღებული იქნა ორფაზა სისტემაში (წყალი + ტოლუოლი) შედარებით დაბალი ტემპერატურის და რეაქციის დიდი ხანგრძლივობის პირობებში.



ნახ. 1.

მოცემულ სამუშაოში ჩვენს მიზანს შეადგენდა ფურფუროლის მიღება D-ქსილოზას დეჰიდრატაციით, საქართველოში არსებული ბუნებრივი ცეოლითის – მორდენიტის და ბუნებრივი ბენტონიტური თიხის – გუმბრინის თანაობისას. როგორც ცნობილია, ბუნებრივი მორდენიტი სილიციუმის მაღალი შემცველობით გამოირჩევა, რომლის მქავით დამუშავებისას მიიღება ფართოფორიანი ცეოლითი [14].

ჯერ კიდევ 1994 წელს მოროუს მიერ H-მორდენიტის ნაწილობრივი დეალუმინირებით დამზადებულ დაბალ მეზოფორულ ცეოლითზე მიღებული იქნა 5-ჰიდრომეთილფურფუროლი მაღალი სელექტიურობით [15]. კიმის მიერ გამოცდილი იქნა H-მორდენიტი ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,5$) და H-ფოჟაზიტი ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=7,5$) D-ქსილოზას დეჰიდრატაციის პროცესში. H-ფოჟაზიტზე მიღებული იქნა ფურფუროლის უკეთესი გამოსავალი [16]. ლიმა, პილინგერი და ვალენტე ცდილობდნენ გაეუმჯობესებინათ ცეოლითის გამოყენების შესაძლებლობები ზემოთ აღნიშნულ პროცესში და აჩვენეს, რომ Nu-6 ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3=14,5$) ალუმისილიკატისაგან მიღებულმა დეალუმინირებულმა ცეოლითმა აჩვენა ფურფუროლის უფრო მაღალი გამოსავალი, ვიდრე H-მორდენიტმა წყალ/ტოლუოლში [17].

ჩვენს მიერ შესწავლილი კატალიზატორები მზადდებოდა შემდეგნაირად: უკუმაცივრით, თერმომეტრით და მექანიკური მომრევით აღჭურვილ სამყელა კოლბაში მოვათავსეთ კარგად გაფხვიერებული გუმბრინი, დავუმატეთ 15% მარილმჟავა (1:3), კოლბა გავაცხელეთ $60-80^\circ\text{C}$ -ზე მუდმივი მორევის პირობებში 4 სთ განმავლობაში. ამის შემდეგ გავფილტრეთ და ნალექი გავაშრეთ 100°C -ზე.

H-მორდენიტის მისაღებად წინასწარ გარეცხილი, 100°C -ზე გახურებული და გამომშრალი ნიმუში მოვათავსეთ კოლბაში, დავუმატეთ 1N NH_4Cl (1:6) და 1 სთ განმავლობაში კოლბა მოვათავსეთ მდულარე წყლის აბაზანაზე. ნიმუში გავრეცხეთ გამოხდილი წყლით, გავაშრეთ 100°C -ზე და კვლავ დავამუშავეთ 1N NH_4Cl -ით. სულ დამუშავდა სამჯერადად. ამის შემდეგ ნიმუში გავახურეთ ჰაერის ნაკადში 350°C -ზე, 4 სთ განმავლობაში.

D-ქსილოზას დეჰიდრატაციის რეაქციები ჩავატარეთ შედარებით მაღალი წნევის (3–5 ბარი) და ტემპერატურის ($140-180^\circ\text{C}$) პირობებში ავტოკლავში. ავტოკლავში მოთავსებული იყო კატალიზატორი, D-ქსილოზა და წყლის და ტოლუოლის ნარევი 1:2,5:3,5. ცდის ხანგრძლივობა შეადგენდა 3÷6 სთ. ცდის დამთავრების შემდეგ ავტოკლავი გავაცივეთ ოთახის ტემპერატურამდე და გავყავით წყლის და ტოლუოლის ფაზა. ფურფუროლის შემცველობა ტოლუოლში ისაზღვრებოდა GC/MS-HP-5973 საშუალებით HP-SMS სვეტზე.

H-მორდენიტის თანაობისას D-ქსილოზას დეჰიდრატაციის რეაქციის ოპტიმალური პირობები შეადგენდა: ტემპერატურა 170°C , წნევა 4,5 ბარი, ტოლუოლის და წყლის თანაფარდობა – 3:1, კატალიზატორის რაოდენობა 1გ. აღნიშნულ პირობებში ფურფუროლის გამოსავალმა შეადგინა 55%.

გავითვალისწინეთ რა სამუშაოს [18] შედეგები, რომლის მიხედვით მარილმჟავით გააქტივებულ გუმბრინზე 350°C -ზე 1,4-ბუთანდიოლის დეჰიდრატაციის შედეგად ტეტრაჰიდროფურანის გამოსავალმა შეადგინა 71%, მოველოდით, რომ გუმბრინზე D-ქსილოზას დეჰიდრატაციით მივიღებდით ფურფუროლის გარკვეულ გამოსავალს, მაგრამ ჩვენს შერჩეულ პირობებში რეაქცია სასურველი მიმართულებით არ წარიმართა. კატალიზატი ძირითადად შედგებოდა ნ-პროპენისაგან, ნ-ბუთენისაგან, პენტანისაგან, ბუთანისაგან, 4-პენტენალ-ფურანისაგან.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Gandini A. Polymers from renewable resources. In: Aggarwal, S.L., Russo, S (eds), Comprehensive Polymer Science, First Supplement. Pergamon Press, Oxford, 1992, pp. 527-574.
2. Tong X., Ma. Y. and Li. Biomass into chemicals: Conversion of sugars to furan derivatives by catalytic processes. Applied catal, A: Gen, 2010, 385.
3. A.S. Dias, S. Lima, M. Pillinger and A.A. Valente, Catal. Lett., 114, 151, 2007.
4. A.S. Dias, S. Lima, D. Carriago, V. Rives, M. Pillinger and A.A. Valente, J. Catal., 244, 210 (2006).
5. S. Lima, A. Fernandes, M.M. Antunes, M. Pillinger, F. Ribeiro and A.A. Valente, Catal. Lett., 135, 41 (2010).
6. O'Neill, M.N. Ahmad, L. Vanoye and F. Aiouache, Ind. Eng. Chem. Res., 48, 4300 (2009).
7. H. Li, A. Deng, I. Ren, Ch. Liu, F. Peng, R. Sun. Catalysis Today, vol. 234, 2014.
8. W. Cortes, I. Pineros-Castro, A.M. Campos Rosario. Revista Dyna, v. 80, N180, 2013, pp. 105-112.

9. S.I. You, F.D. Park, Y.T. Kim. Microporous and Mesoporous Materials, 2014, v. 186, pp. 121-129.
10. S.S. You, Y.T. Kim, E.D. Park. Reaction Kinetic, Mechanisms and catalysts, 2014, v. III, Issue 2, pp. 521-534.
11. C. Garcia Sancho, I.M. Rubio Caballero, R. Moreno. Tost European Congress on Catalysts – Europa Cat.-XI, Lyon, France, 1-6, 2013.
12. F. Tao, H. Song, L. Chou. Canadian Journal of Chemistry (Impact Factor 1.01), Sep. 17, 2015.
13. V. Choudhary, S.I. Sandler, D.G. Vlachos. American Chemical Society, Catal, 2012, 2(9), pp. 2022-2028.
14. L.G. Rees, A. Rao – Frans. Farad, Soc., 1968, vol. 62, 2013.
15. C. Moreau, R. Durand, D. Peyron, I. Duhamet, P. Rivalier, Industrial Crops and Products, 7, 1998, pp. 95-99.
16. S.B. Kim, S.I. You, Y.T. Kim, S.M. Lee, H. Lee, K. Park, E.D. Park. Korean J. Chem. Eng., 28(3), 710-716, 2011.
17. S. Lima, M. Pillinger and A.A. Valente, Catalysis Communications, v. 9, iss. 11-12, 2008, pp. 2144-2148.
18. X.И. Арешидзе, Г.О. Чивадзе. Сообщ. АН ГССР, 1965, т. 39, 59.

PREPARATION OF FURFURAL BY DEHYDRATION OF D-XYLOSE IN THE PRESENCE OF HETEROGENEOUS CATALYSTS

Neli Kalabegashvili, Gulnara Balarjishvili, Dali Ioseliani, Lia Samkharadze, Liparit Dolidze

I. Javakhishvili Tbilisi State University

P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

SUMMARY

With the purpose of furfural receipt was carried out dehydration of D-xylose on natural aluminosilicates available in Georgia, hydrogen form of mordenite and on gumbrine treated by 1N HCl under following conditions: temperature 140÷180°C and pressure 3÷5 Bar. Test duration was 3-6 hours, water-toluene ratio – 1:2,5÷1:3,5. In case of mordenite were established optimum conditions of reaction, during which yield of furfural was equal to 55%: water temperature 170°C, water-toluene ratio 1:3, test duration – 4 h. With participation of gumbrine under mentioned conditions the yield of furfural was very low.

ПОЛУЧЕНИЕ ФУРФУРОЛА ДЕГИДРАТАЦИЕЙ D-КСИЛОЗЫ В ПРИСУТСТВИИ ГЕТЕРОГЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ

Н.Г.Калабегашвили, Г.И.Баларджишвили, Д.К.Иоселиани, Л.О.Самхарадзе, Л.А.Долидзе

Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили

Институт физической и органической химии им. П. Меликишвили

РЕЗЮМЕ

С целью получения фурфурола была проведена дегидратация D-ксилозы на существующих в Грузии природных алюмосиликатах, на водородной форме морденита и на гумбрине, обработанном 1N HCl, в условиях температуры 140÷180°C и давления 3÷5 бар. Продолжительность опыта составляла 3-6ч, соотношение воды и толуола – 1:2,5÷1:3,5. В случае морденита были установлены оптимальные условия реакции, во время которой выход фурфурола составил 55%, температура воды 170°C, соотношение воды и толуола 1:3, продолжительность опыта 4 ч. С участием гумбрина выход фурфурола в указанных условиях был очень низким.

ფიზიკური ქიმია

პოლიეთილენტერეფტალატის სიმტკიცის შუსწავლა
მისი მემანოქიმიური დესტრუქციის დროს

ავთანდილ ფორჩხიძე

აკაკი წერეთლის ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

შესწავლილია პოლიეთილენტერეფტალატის აპკების სიმტკიცე მათი მექანო-ქიმიური დესტრუქციის დროს. ჩატარებულია ექსპერიმენტები პოლიეთილენტერეფტალატის აპკის ნიმუშებზე 10 და 45%-იან KOH-ის ხსნარებში სხვადასხვა დაძაბულობის და ტემპერატურის პირობებში. ნაჩვენებია, რომ აპკების სიმტკიცე გავლენას ახდენს მათი გაჭიმვის მიმართულება, კერძოდ, იგი ნაკლებია ორიენტაციის პარალელური მიმართულებით გაჭიმული აპკების შემთხვევაში პერპენდიკულარული მიმართულებით გაჭიმულ აპკებთან შედარებით ერთსა და იგივე პირობებში.

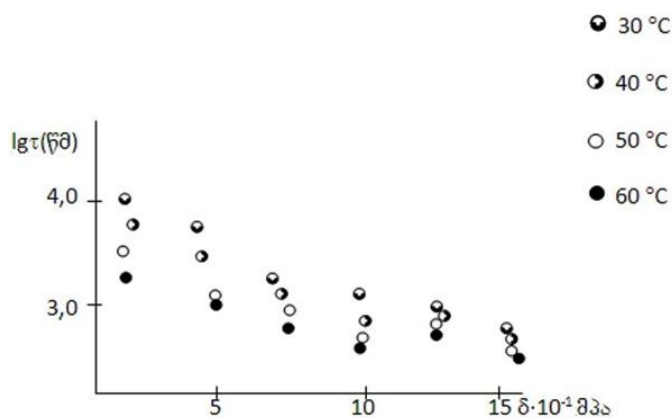
პოლიმერული მასალებისათვის სიმტკიცე წარმოადგენს ფუნდამენტურ მახასიათებელს. პოლიმერული მასალების სიმტკიცის განსაზღვრა ქიმიურად აქტიურ არეებში რთული ფიზიკურ-ქიმიური ამოცანაა, რადგან პოლიმერული ჯაჭვების რღვევა მიმდინარეობს მექანიკური დაძაბულობის და ქიმიური დესტრუქციის ერთდროული ზემოქმედებით. ამგვარად, მოცემულ შემთხვევაში ადგილი აქვს პოლიმერული მასალების მექანოქიმიურ დესტრუქციას [1-4].

ნაშრომში ჩვენს მიზანს წარმოადგენდა პოლიეთილენტერეფტალატის აპკების სიმტკიცის დამოკიდებულების გარკვევა ტემპერატურის, არეს თერმოდინამიკური პარამეტრების და დაძაბულობისგან როცა პოლიმერების ნიმუშები გაჭიმული არიან ორიენტაციის პარალელურად და პერპენდიკულარულად. აგრესიულ არეებს წარმოადგენენ ტუტის კონცენტრული ხსნარები.

პოლიეთილენტერეფტალატის აპკის ნიმუშებზე ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგებმა წინა ნაშრომებში აჩვენეს, რომ ნიმუშების ხანმედეგობა მცირდება დაძაბულობის და ტემპერატურის გაზრდით ტუტის კონცენტრულ ხსნარებში.

საინტერესო იყო იმის გარკვევა, როგორ გავლენას ახდენს სიმტკიცე დაძაბულობის და ტემპერატურის ცვლილება სხვადასხვა მიმართულებით გაჭიმული აპკების ნიმუშების ტუტის კონცენტრულ ხსნარებში გამოცდის დროს.

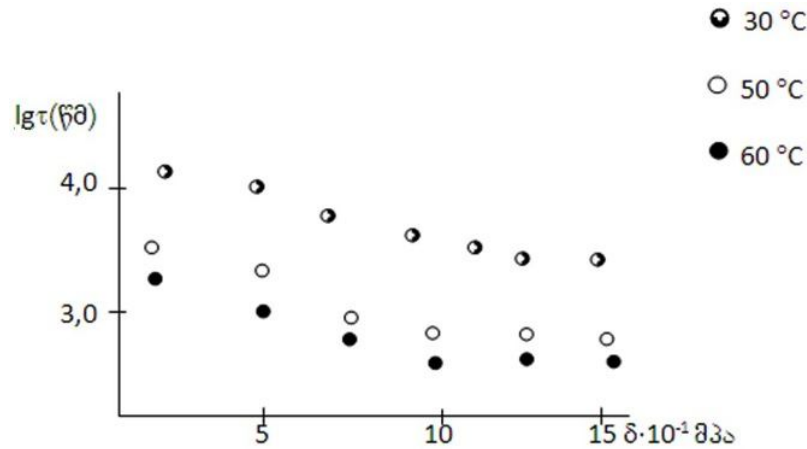
სურათებზე 1 და 2 ნაჩვენებია $\lg \tau$ -ს დამოკიდებულება δ -გან პოლიეთილენტერეფტალატის აპკების ნიმუშებისათვის 10 და 45%-იან KOH-ის ხსნარებში ნიმუშების გაჭიმვა ხდებოდა როგორც ორიენტაციის მიმართულებით ასევე ორიენტაციის პერპენდიკულარულად.



სურ. 1. დამოკიდებულება $\lg \tau$ -ს პოლიეთილენტერეფტალატის აპკებისათვის სხვადასხვა ტემპერატურაზე 10% KOH-ის ხსნარში. აპკები გაჭიმულია ორიენტაციის პერპენდიკულარული მიმართულებით.

ჩატარებული ექსპერიმენტები აჩვენებენ რომ აპკების სიმტკიცე მეტია მათი ორიენტაციის პერპენდიკულარული მიმართულებით გაჭიმული ნიმუშების შემთხვევაში, რაც გამოიხატება მათ მცირე მე-

ქანოქიმიურ დესტრუქციაში. სურ. 2. ნაჩვენებია $\lg \tau$ -ს დამოკიდებულება δ -გან პოლიეთილენტერეფტალატის აპკების ნიშნებისათვის 45%-იან KOH-ს ხსნარში, როცა მათი გაჭიმვა ხდებოდა ორიენტაციის მიმართულებით



სურ.2 დამოკიდებულება $\lg \tau$ -მ პოლიეთილენტერეფტალატის აპკებისათვის სხვადასხვა ტემპერატურაზე 45%-იან KOH-ს ხსნარში. აპკები გაჭიმულია ორიენტაციის მიმართულებით.

ამ შემთხვევაში აპკების სიმტკიცე ნაკლებია ვიდრე იგივე პირობებში ორიენტაციის პერპენდიკულარული მიმართულებით გაჭიმული აპკების გამოცდის დროს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Моисеев Ю.В., Заиков Г.Е. Химическая стойкость полимеров в агрессивных средах. "Химия", М., 1979.
2. Корсуков В.Е., Кузьмина Л.П., Цобкалло В.С. Долговечность полимеров при малых нагрузках. Физика твердого тела. 1979. т. 21.
3. Берштейн В.А. и др. Дефектность поверхностного слоя и прочность ориентированного полимера. Высокомолек. соед. 1978. т.А.20.Б.3.
4. Берштейн В.А., Егорова Л.М., Соловьев В.В. О разрушении полимеров по гидролитическому механизму. Высокомолек. соед. 1977. Б.5.

THE STUDYING PROCESS OF THE POLYETHYLENTEREPTELAT'S SOLIDITY DURING ITS MECHANOCHEMICAL DESTRUCTION

Avtandil Porchkhidze

Kutaisi A. Tsereteli State University

SUMMARY

Is studied the polyethilentereptelat's membranes solidity during their mechanochemical destruction. Is done the experiments on the polyethilentereptelat's models in the 10 and 45% KOH's solutions in the different tension and temperature conditions. Is shown, that the membranes solidity is influenced by their stretch orientation. For instance, it's less when the stretch membranes are parallel to the orientation rather than vertically stretch membrane in the same conditions.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА ПРИ ЕГО МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

А.Порчхидзе

Кутаисский Государственный Университет им. Ак. Церетели

РЕЗЮМЕ

Изучена прочность пленок полиэтилентерефталата при механохимической деструкции. Проведены эксперименты на образцах полиэтилентерефталата в 10 и 45% растворе KOH в условиях разного напряжения и температуры. Указано, что на прочность пленок оказывает влияние направление растяжения, в частности она меньше при растяжении в направлении ориентации пленок.

ფიზიკური ქიმია

ქრომიტ და ტელურიტ ლეგირების თავისებურებანი ნახევრადიზოლირებული GaAs-ის ზრდის პროცესში

თენგიზ ქაბუშაძე, შოთა მირიანაშვილი, ნოდარ კეკელიძე, ზურაბ ჩუბინაშვილი, ლეონტი გაბრიჭიძე
ფერდინანდ თავაძის სახელობის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი,
ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკის დეპარტამენტი,
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი.

ნახევრადიზოლირებული გალიუმის არსენიდის მიღება ხდებოდა ქრომიტ და ტელურიტ მისი ორმაგი ლეგირებით. ქრომიტ ღრმა აქცეპტორია 0,79ეე აქტივაციის ენერგიით, ხოლო ტელურიტ- თხელი დონორი- 0,003ეე. <111> მიმართულებით GaAs-ის ზრდის სიჩქარის გაზრდა, სხვა მინარევებისაგან განსხვავებით იწვევს Te-ის სეგრეგაციის კოეფიციენტის შემცირებას. მონოკრისტალების ზრდის სიჩქარის ცვლილებით ვახდენდით ნიმუშებში დონორებისა და აქცეპტორების კონცენტრაციების ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ ცვლილებას. ამ ხერხით მიღებულ იქნა გასწვრივი მიმართულებით ერთგვაროვანი ნახევრადიზოლირებული GaAs-ის მონოკრისტალები.

თანამედროვე მიკრო- და ოპტოელექტრონიკის მიღწევები მნიშვნელოვნად განაპირობა GaAs-ის და მის ბაზაზე დამზადებული სამი და მეტკომპონენტის ნახევარგამტარული მასალების მიღების ტექნოლოგიების დახვეწამ. მეტად დიდი გამოყენება ჰპოვა სრულყოფილმა, თერმომედემა ნახევრადიზოლირებულმა GaAs-მა. იგი წარმოადგენს არა მარტო საფენს ეპიტაქსიური ფენების გასაზრდელად, არამედ აქტიურ ელემენტსაც მთელი რიგი სტრუქტურებისათვის (მაგ.: n-i-n, p-i-n, p-n-i-n და სხვა).

მაღალმომიანი GaAs-ის მისაღებად გამოიყენება მისი ლეგირების მეთოდი ისეთი მინარევებით, რომლებიც აკრძალულ ზონაში ქმნიან ღრმა ელექტრულ დონეებს, მაგ. Cr, O, Cu, Fe [1-4]. ტექნოლოგიურ პროცესებში გათვალისწინებულია, რომ მათი კონცენტრაცია უნდა აჭარბებდეს გაზრდილ კრისტალებში არაკონტროლირებადი მინარევების კონცენტრაციას. ამასთან, თუკი დასმული ამოცანა ითვალისწინებს ნიმუშის კომპენსაციის ხარისხის კონტროლსაც, მაშინ აუცილებელია გამოყენებულ იქნას ორმაგი ლეგირების მეთოდი.

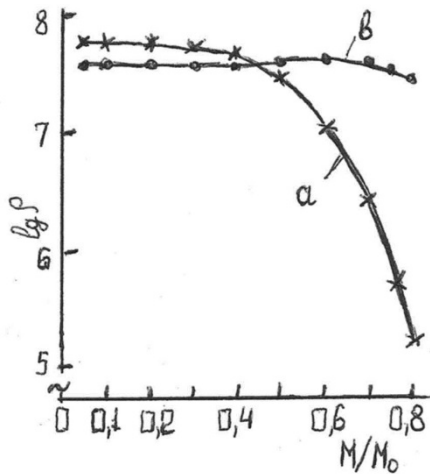
ჩოხრალსკის მეთოდით მაღალმომიანი GaAs-ის მონოკრისტალის გაზრდისას ჩვენ გამოვიყენეთ მისი Cr-ით და Te-ით ორმაგი ლეგირების მეთოდი. ამ ორი მინარევით ერთდროული ლეგირება სასურველი კომპენსაციის ხარისხის მქონე მაღალმომიანი GaAs-ის მიღების შესაძლებლობას იძლევა.

ტელურის არჩევა თხელ დონორულ მინარევად იმანაც განაპირობა, რომ, სხვა მინარევებისაგან განსხვავებით გააჩნია ერთი ანომალური თვისება: GaAs-ის ზრდის სიჩქარის მატებით 2სმ/სთ-დან 4სმ/სთ-მდე მისი სეგრეგაციის კოეფიციენტი თითქმის ორჯერ მცირდება 0,028-დან 0,015-მდე [5]. ტელურის ეს თვისება საშუალებას იძლევა კრისტალის ზრდის სიჩქარის ცვლილებით მყარ ფაზაში ვცვალოთ მისი კონცენტრაცია Cr-ის კონცენტრაციის ცვლილების საწინააღმდეგოდ და ამგვარად, მივიღოთ სიგრძივი ერთგვაროვნების მქონე მონოკრისტალი.

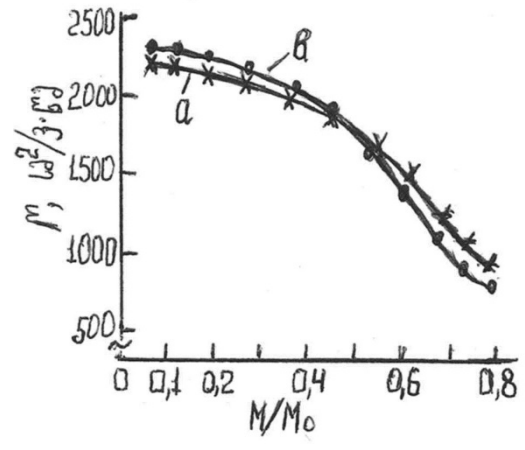
ტექნოლოგიური პროცესის ჩატარებისას ვიყენებდით სუფთა, სინთეზირებულ GaAs-ს, რომლის ელექტროფიზიკური პარამეტრები ოთახის ტემპერატურაზე შემდეგია: $n \approx 10^{15} \text{სმ}^{-3}$, $\mu \approx 5000 \text{სმ}^2/\text{ვ.წმ}$. მონოკრისტალების გაზრდა ხდებოდა ჩოხრალსკის მეთოდით <111> კრისტალოგრაფიული მიმართულებით. ფლუსად ვიყენებდით B_2O_3 -ს. მიღებული მონოკრისტალური სხმულის სხვადასხვა ადგილებზე ხდებოდა ნიმუშების ამოჭრა და მათზე ჰოლისა და ვან-დერ-პაუს მეთოდებით ელექტროფიზიკური პარამეტრების გაზომვა. ამასთან გაზომვის პროცესში სინათლისა და გარე პარაზიტული ელექტრო-მაგნიტური ზემოქმედებისაგან დაცვის მიზნით (ნიმუშის წინააღმდეგობა $\approx 10^8$ ომის რიგისა), ვიყენებდით სპილენძის კრიოსტატს.

ნახ. 1,ა და ნახ.2,ა-ზე მოტანილია შესაბამისად ხვედრითი წინააღმდეგობისა და ძვრადობის განაწილების ტიპური გრაფიკები უცვლელი გაზრდის სიჩქარით მიღებული მონოკრისტალის გასწვრივ. ჩანს, რომ ორივე ეს პარამეტრი კლებულობს მონოკრისტალის სხმულის საწყისიდან ბოლოსკენ (აბსცისათა ღერძზე გადაზომილია M/M_0 , სადაც, M_0 არის GaAs-ის ნაღობის მასა კრისტალის ამოქაჩვის დაწყებამდე, ხოლო M მოცემული მომენტისთვის გაზრდილი მონოკრისტალის მასა). ამ პარამეტრის ცვლილება 0-დან 1-მდე შეესაბამება კრისტალის ზრდას დასაწყისიდან სრულ ამოქაჩვამდე. ჩვენს შემთხვევაში ამ პარამეტრის 0,1-ით მატება შეესაბამება კრისტალის გაზრდას დაახლოებით 10მმ-ით. მონოკრისტალის ზრდისას ამოქაჩვის სიჩქარის ცვლილებით ჩვენ ვცდილობდით შეგვენარჩუნებინა Cr-ის და Te-ის კონცენტრაციათა მუდმივი

თანაფარდობა კრისტალის მთელ სიგრძეზე. ამ მეთოდით გაზრდილი მონოკრისტალისათვის ელექტროფიზიკური პარამეტრების სიგრძივი განაწილება მოყვანილია ნახ.1,ბ და ნახ.2,ბ-ზე. აღმოჩნდა, რომ ასეთი კრისტალების ხვედრითი წინაღობა პრაქტიკულად უცვლელია სხმულის მთელ სიგრძეზე, ხოლო ელექტრონთა ძვრადობა, ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში, თანდათანობით მცირდება სხმულის ბოლოსაკენ.



ნახ.1



ნახ.2

ჩვენ ვთვლით, რომ როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში სხმულის ბოლოსაკენ ელექტრონთა ძვრადობის ვარდნა განპირობებულია მალეგირებელი მინარეკების “დალექვის” ეფექტით. როგორც ცნობილია, მალეგირებელი მინარეკების ეფექტური კონცენტრაციები სხმულში იზრდება M/M_0 -ის 1-თან მიახლოებასთან ერთად.

GaAs-ის მონოკრისტალთა გაზრდის აღწერილი მეთოდი, ჩვენი აზრით, ეფეტურად შეიძლება იქნას გამოყენებული სხვა მიზნებისთვისაც, მაგალითად, სასურველი კომპენსაციის ხარისხის მქონე GaAs-ის მისაღებად.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. G.A.Allen. British J. Appl. Phys., Ser.2.1; 1967, p.593
2. R.W. Haisty, G.R. Cronin. Physics of Semiconductors. Proc. of the 7th Intern. Conf., Paris, 1964, p.1161
3. J.Woods, N.G. Ainlie. J.Appl. Phys., 34,1963, p.1969
4. J.T.Edmond. J.Appl.Phys., 31, 1960, p.1428
5. J.A. Burton, E.D. Kolb, W.P. Slichter, J.D.Struters. J.Chem.Phys., 21, 1953, p.1991.

PECULIARITIES OF ALLOYING SEMI ISOLATED GaAs WITH Cr AND Te DURING GaAs GROWTH

Tengiz Qamushadze, Shota Mirianashvili, Nodar Kekelidze, Zurab Chubinashvili, Leonti Gabrichidze

Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science,

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

We get GaAs by double alloying Cr and Te. Cr is deep acceptor with 0.79eV activation energy, while Te is thin donor with 0.003eV. With growth of crystal enlargement, causes reduction of segregation coefficient of Te, unlike from other admixtures. While monocrystals growth rate changing, concentration of donors and acceptors was changing the opposite way. This way we managed to get some kind of longitudinal semi isolated GaAs monocrystals.

ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ ХРОМОМ И ТЕЛЛУРОМ В ПРОЦЕССЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОЛУИЗОЛИРУЮЩЕГО GaAs

Т.Д.Камушадзе, Ш.М.Мирианашвили, Н.Р.Кекелидзе, З.Н.Чубинашвили, Л.Л.Габричидзе

Институт металлургии и материаловедения им. Фердинанда Тавадзе

Тбилисский Государственный Университет им. Ивана Джавახишвили

РЕЗЮМЕ

Мы получали GaAs методом двойного легирования хромом и теллуrom. Cr является глубоким акцептором, с энергией активации 0.79eV, в то время как Te тонкий донор с 0.003eV. Увеличение скорости роста кристалла в отличие от других примесей, приводит к уменьшению коэффициента сегрегации Te. При изменении скорости роста монокристалла, концентрация доноров и акцепторов меняется в противоположную сторону. Таким образом, нам удалось получить однородный по длине монокристалл полу изолирующего GaAs.

ფიზიკური ქიმია

ბორის კარბიდის ჟანგვის პროცესის თავისებურებანი

თენგიზ მაჩალაძე, მადონა სამხარაძე*, ნინო კახიძე*

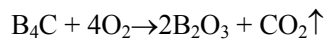
ივ.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რაფიელ აგლაძის
 არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი
 *აკაკი წერეთლის ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თერმოგრაფიმეტრული მეთოდით შესწავლილია ბორის კარბიდის ჟანგვის პროცესი 1000°C-მდე გახურებისას. ბორის კარბიდის ცხელი დაწნეხვით მიღებული სხვადასხვა სიმკვრივის ნიმუშების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ სიმკვრივის შემცირებასთან ერთად მცირდება ჟანგვის სითბური ეფექტი.

ბორის კარბიდი ხასიათდება ცვეთამდეგობით, ქიმიურად მდგრადია აგრესიულ გარემოში. ფართოდ გამოიყენება შალი შენადნობების მისაღებად, ატომურ ენერგეტიკაში რეაქტორების მარეგულირებელი ღეროების დასამზადებლად.

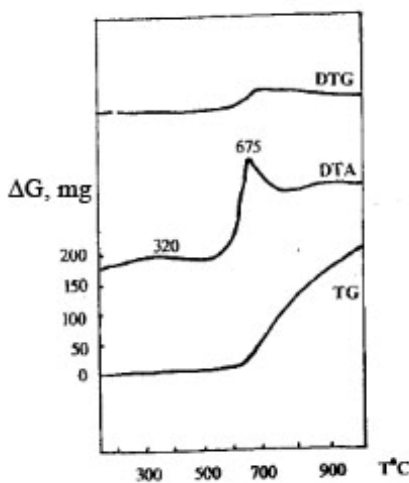
თერმოგრაფიმეტრული კვლევა ჩატარდა უნგრული წარმოების Q-1500D მარკის დერივატოგრაფზე, რომელიც გვაძლევს შესაძლებლობას ერთდროულად დავაფიქსიროთ ოთხი მრუდი: ტემპერატურის (T), მასის ცვლილების (TG) და მათი დიფერენციალური მრუდები (DTA) და (DTG). ექსპერიმენტი ტარდებოდა ღია კერამიკულ ტიგელში. გახურების სიჩქარე 10⁰/წთ. ეტალონური ნივთიერება α-Al₂O₃, ექსპერიმენტის მეთოდოლოგია და ხელსაწყო მუშაობის პრინციპი მოცემულია [1].

ბორის კარბიდი მიღებულია KBF₄ და ჭარბი ნახშირბადის ნარევის მაგნითერმული აღდგენით. ბორის კარბიდის 1000°C-მდე გახურების თერმოგრამის (ნახ.1) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ 600°C-დან იწყება ბორის კარბიდის ფხვნილის ჟანგვა, რაზეც მიუთითებს DTA მრუდზე ეგზოთერმული ეფექტი, მაქსიმუმით 675°C-ზე და მასის ინტენსიური მატებით TG მრუდზე. რეაქცია მიდის შემდეგი განტოლების მიხედვით:

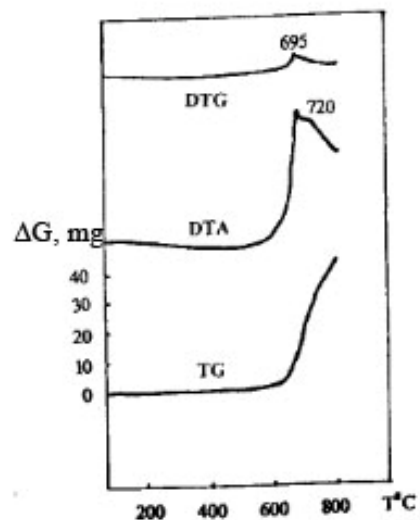


CO₂-ის წარმოქმნა ეგზოთერმული პროცესია, მასის კლებით, ხოლო B₂O₃-ის წარმოქმნა ასევე ეგზოთერმული პროცესია, ხოლო მასა მატულობს.

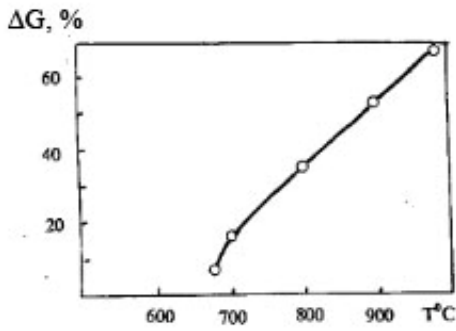
DTA და DTG მრუდები კარგად ასახავენ ამ პროცესების მიმდინარეობას, რაც ნათლად ვლინდება ნელი გახურებისას (2,5⁰/წთ) ნახ.2 გადაღებულ თერმოგრამაზე. DTA მრუდზე ორი მაქსიმუმია 695 და 720°C-ზე, ერთი შეესაბამება CO₂-ის წარმოქმნას, მეორე – B₂O₃-ის.



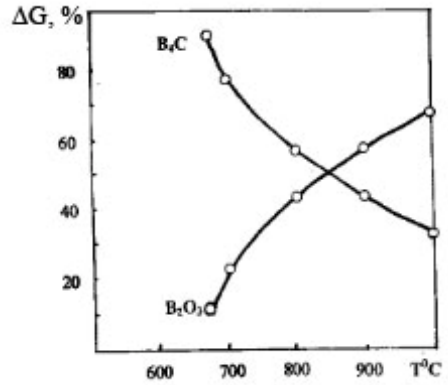
ნახ. 1. ბორის კარბიდის ფხვნილის ჰაერზე გახურების თერმოგრამა



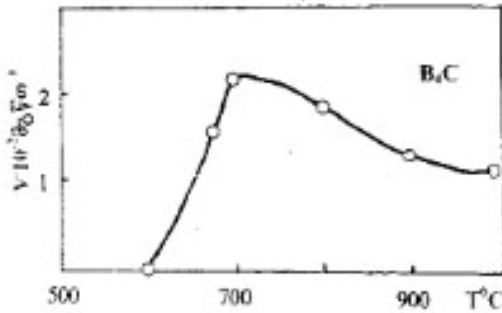
ნახ. 2. ბორის კარბიდის ფხვნილის ჰაერზე ნელი გახურების (v – 2,5⁰/წთ) თერმოგრამა



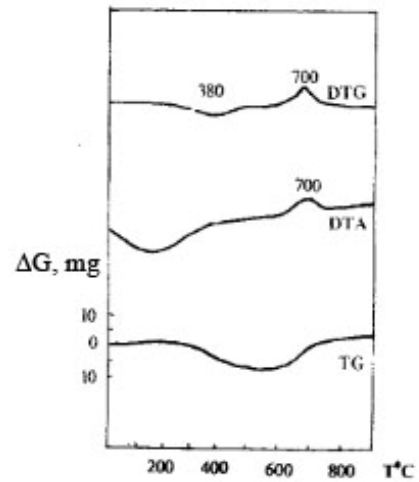
ნახ. 3. ბორის კარბიდის ფხვნილის საწყისი მასის ცვლილება გახურებისას



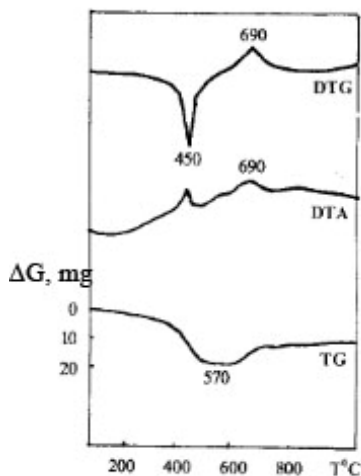
ნახ.4. ბორის კარბიდის ფხვნილის ფაზური შემადგენლობის ცვლილება



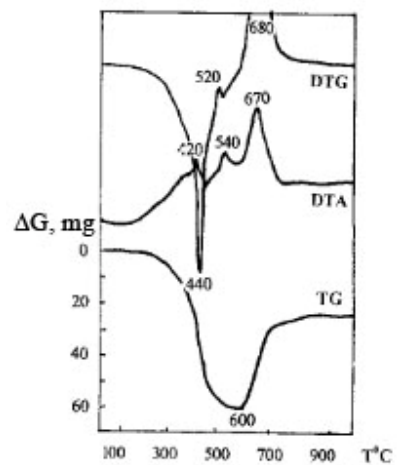
ნახ.5. ბორის კარბიდის დაჟანგვის რეაქციის სიჩქარის ცვლილება



ნახ.6. ბორის კარბიდის ($\gamma=2.2$ გ/სმ³) ჰაერზე გახურების თერმოგრამა



ნახ.7. ბორის კარბიდის ($\gamma=2.17$ გ/სმ³) ჰაერზე გახურების თერმოგრამა



ნახ.8. ბორის კარბიდის ($\gamma=1.91$ გ/სმ³) ჰაერზე გახურების თერმოგრამა

ბორის კარბიდის ფხვნილი საკმაოდ ძლიერად იჟანგება ატმოსფერული ჟანგბადით. რაოდენობრივი გათვლები შეიძლება ვაწარმოოთ, თუ ჩავთლით, რომ ღრის ყოველ მონაკვეთში მასის მატება არის სხვაობა რეაქციაში შესულ ჟანგბადსა და რეაქციის შედეგად გამოყოფილ CO₂-ს შორის.

1000°C-თვის ნიმუშის მასის მატება 69% ტოლია (ნახ.3). თუ მხედველობაში არ მივიღებთ მეტალურ მინარევებს, ნარევის შედგენილობა 1000°C-ზე (ნახ.4) იქნება 40,5% დაუჟანგავი ბორის კარბიდი და 59,5% B₂O₃. B₂O₃-ის წარმოქმნის პროცესთან ერთად წარმოქმნება CO₂, რაც 8,6%-ს შეესაბამება.

რეაქციის სიჩქარე თავის მაქსიმუმს აღწევს 2,2·10⁻² მგ/წთ მასის ერთეულზე (ნახ.5). ასეთი დაბალი სიჩქარე განპირობებულია იმით, რომ 1000°C-ზე პროცესი დასრულებული არაა, რაზეც მიგვანიშნებს TG და DTG მრუდების მსვლელობა.

ბორის კარბიდის ცხელი დაწნეხვით მივიღეთ სხვადასხვა სიმკვრივის ნიმუშები $\gamma=2,2$ გ/სმ³, $\gamma=2,17$ გ/სმ³ და $\gamma=1,91$ გ/სმ³. მათი 1000°C-მდე გახურების თერმოგრამები მოგვყავს ნახ.6,7,8. როგორც თერმოგრამებიდან ჩანს სიმკვრივის შემცირებასთან ერთად მცირდება სითბური ეფექტები და იზრდება დაკარგული მასის რაოდენობა. ეგზოთერმული ეფექტები 420-450°C ტემპერატურისას, რასაც თან ახლავს მასის კლება, შეესაბამება ნახშირორჟანგის წარმოქმნას და სარეაქციო არედან მოცილებას. სიმკვრივის მატებასთან ერთად $\gamma=2,17$ გ/სმ³ გახურებისას DTA მრუდზე ერთი ეგზოთერმული ეფექტია 450°C-ზე ნიმუშისათვის, რომლის DTA მრუდზე მკვეთრად გამოხატული ეგზოთერმული ეფექტი არაა, მასის კლებაც სიმკვრივის მატებასთან ერთად მცირდება, რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ ნაკლები სიმკვრივის ნიმუშში ჟანგბადის შეღწევაში და ფენებში შედარებით ადვილია და CO₂ წარმოიქმნება არა მარტო ზედაპირული ნახშირბადით. ნიმუშისათვის რომლის სიმკვრივეა $\gamma=2,2$ გ/სმ³ (ნახ.6) 250-600°C ტემპერატურულ ინტერვალში მასის კლება $\Delta G=9$ მგ, რაც თავისუფალი ნახშირბადის ~0,6% შეესაბამება. ნიმუშისათვის რომლის სიმკვრივეა $\gamma=2,17$ გ/სმ³ (ნახ.7) $\Delta G=20$ მგ – ~1,3%. ნიმუშისათვის რომლის სიმკვრივეა $\gamma=1,91$ გ/სმ³ (ნახ.8) $\Delta G=60$ მგ – ~4,5%. ამ უკანასკნელში 440°C-დან CO₂-ის გამოყოფის სიჩქარე მცირდება, რაზეც მიუთითებს 420-540°C ინტერვალში გადახრა DTA მრუდზე. ამავე დროს იწყება მეორე პროცესი – ჟანგვა, რაც მკაფიოდ ჩანს DTA, DTG და TG მრუდებზე 600°C-თვის ტემპერატურისას.

ამრიგად, როგორც თერმოგრამებიდან ჩანს ნიმუშებისათვის რომელთა $\gamma=1,91$ გ/სმ³ და $\gamma=2,17$ გ/სმ³ დეგრადაციისა და დაჟანგვის პროცესები უმნიშვნელოდ, მაგრამ მაინც გადაფარულია, ხოლო ნიმუშში, რომლის $\gamma=2,2$ გ/სმ³ ეს პროცესები გამოიხატულია.

600°C-მდე ტემპერატურულ უბანში არ შეგვიძლია ვივარაუდოთ ბორის კარბიდის დაჟანგვის პროცესი ზემოთმოყვანილი რეაქციის მიხედვით. რადგანაც მასის მატება B₂O₃ წარმოქმნისას მეტია CO₂-ის მოცილებით მასის კარგვასთან შედარებით, ხოლო თერმოგრამებზე 600°C-მდე მასა კლებულობს.

თერმოგრამებზე (ნახ.6,7,8) მეორე ეგზოთერმული ეფექტი მაქსიმალური ტემპერატურით 700, 690 და 670°C-ზე მიეკუთვნება უპირატესად თავისუფალი ბორის ჟანგვას, რომელიც საწყის ნიმუშშია. ცხელი დაწნეხვით მიღებული ბორის ჟანგბადის ჟანგვა ამ ტემპერატურულ ინტერვალში ნაკლებსავარაუდოა, რაზეც მიგვითითებს თერმოგრამების DTA და DTG მრუდები.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თ.მაჩალაძე. თერმული ანალიზი. 2006. თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი.

CHARACTERISTIC FEATURES OF BORON CARBIDE OXIDATION

Tengiz E. Machaladze, Madona G. Samkharadze*, Nino A. Kakhidze*

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Rafael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

**AkakiTsereteli Kutaisi State University*

SUMMARY

Using thermogravimetric method, the oxidation process of boron carbide by heating up to 1000°C has been studied. Investigation of the samples with different density showed, that the thermal effect of oxidation decreases with decreasing density.

ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ КАРБИДА БОРА

Т.Е.Мачаладзе, М.Г.Самхарадзе*, Н.А.Кахидзе*

Тбилисский Государственный Университет

Институт Неорганической химии и Электрохимии им. Р.И.Агладзе

**Кутаисский Государственный Университет им. А.Церетели*

РЕЗЮМЕ

Термогравиметрическим методом изучен процесс окисления карбида бора нагреванием до 1000°C. Горячим прессованием карбида бора получены образцы с разной плотностью. Установлено, что с уменьшением плотности уменьшается тепловой эффект окисления карбида бора.

PHYSICAL CHEMISTRY

BIOSORPTION OF Cr(VI) BY *Arthrobacter globiformis* DURING GROWTH IN THE PRESENCE OF Zn(II) AND BIOSORPTION OF Zn(II) BY *Arthrobacter globiformis*

Eteri Gelagutashvili, Aleksandre Rcheulishvili

Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, E. Andronikashvili Institute of Physics

0177, 6, Tamarashvili St., Tbilisi, Georgia; eterige@gmail.com

The biosorption of Cr(VI) by *Arthrobacter globiformis* in the presence of Zn(II) during growth of *Arthrobacter globiformis* and biosorption of Zn(II) by *Arthrobacter globiformis* were studied simultaneous application dialysis and atomic absorption analysis. It was shown, that for Zn(II)-*Arthrobacter globiformis* biosorption constant is less, than for Cr(VI)-*Arthrobacter globiformis*, but biosorption constant for Cr(VI)-*Arthrobacter globiformis* increased during growth in the presence of Zn(II) ions. This means, that Zn(II) significantly affect the biosorption of Cr(VI) -*Arthrobacter globiformis*.

Cr(VI) is soluble, very toxic, mutagenic, and carcinogenic to humans [1]. Cr(VI) being a serious threat to human health and able to spread readily beyond the site of its initial generation as a water-soluble waste through aquatic systems and groundwater, is considered a severe pollutant [2]. In environments polluted with Cr(VI), microorganisms must have efficient systems for neutralizing the negative effects of this form of chromium [2]. The systems involve detoxification or repair strategies such as Cr(VI) efflux pumps, Cr(VI) reduction to Cr(III), and activation of enzymes involved in the ROS detoxifying processes, repair of DNA lesions, sulfur metabolism, and iron homeostasis [3]. A culture of *Arthrobacter sp.* was tested for its ability to sorb copper, cadmium, and iron ions, and chemical modeling of experimental data was used to interpret the mechanism of biosorption [4]. *Arthrobacter* species strain FR-3, isolated from sediments of a swamp, produced a novel serine type oxidase. The purified free sulfide oxidase activity was completely inhibited by Co(II) and Zn(II). In [5] was shown, that Chromium reductase activity of *Arthrobacter rhombi-RE* strain was associated with the cell-free extract and the contribution of extracellular enzymes to Cr(VI) reduction was negligible.

The biosorption of Cr(VI) by *Arthrobacter globiformis* in the presence of Zn(II) during growth of *Arthrobacter globiformis* and biosorption of Zn(II) by *Arthrobacter globiformis* were examined in this study simultaneous application dialysis and atomic absorption analysis.

Materials and Methods

Organisms, culture techniques, metal analysis methods, data analysis are the same as have been described previously [6].

Results and discussions

The linearized adsorption isotherms of Cr(VI) and Zn(II) ions for *Arthrobacter globiformis* at room temperature are shown in Fig.1 by fitting experimental points. Freundlich parameters evaluated from the isotherms with the correlation coefficients are given in table 1. The data in table 1 show a significant difference between the binding constants for Cr(VI) and Zn(II) *Arthrobacter globiformis*. (Biosorption constants for Zn(II) and Cr(VI) *Arthrobacter globiformis* are 0.12×10^{-4} , 3.4×10^{-4} respectively). It is seen, that for Zn(II)-*Arthrobacter globiformis* biosorption constant (K) is less, than for Cr(VI)-*Arthrobacter globiformis*. It is seen from table 1 also, that bioavailability increases in the presence of Zn ions for Cr(VI)-*Arthrobacter globiformis*. Biosorption constant (K) for *Arthrobacter globiformis* in the presence of Zn(II) is 8.1×10^{-4} . Correlation coefficient is more 0.95 in both cases. The binding data are in good agreement with literature data, by which biological ligands are generally polyfunctional and polyelectrolytic, with an average pK value between 4.0 and 6.0 [7]. The presence of other cations (in our case Zn(II)) increased the uptake of the target cations by bacterium. Such effect from other cation (Zn(II)) suggest that at least ion exchange is one of the mechanisms responsible for metal uptake by such *Arthrobacter* species. This has implications for the selection of *Arthrobacter* species for industrial applications.

Different species of bacterium displayed a different sorptive relationship. Biosorption is often followed by a slower metal binding process in which additional metal ion is bound, often irreversibly. This

slow phase of metal uptake can be due to a number of mechanisms, including covalent bonding, crystallization on the cell surface or, most often, diffusion into the cell interior and binding to proteins and other intercellular sites. Biosorption may be associated not only to physico-chemical interactions between the metal and the cell wall, but also with other mechanisms.

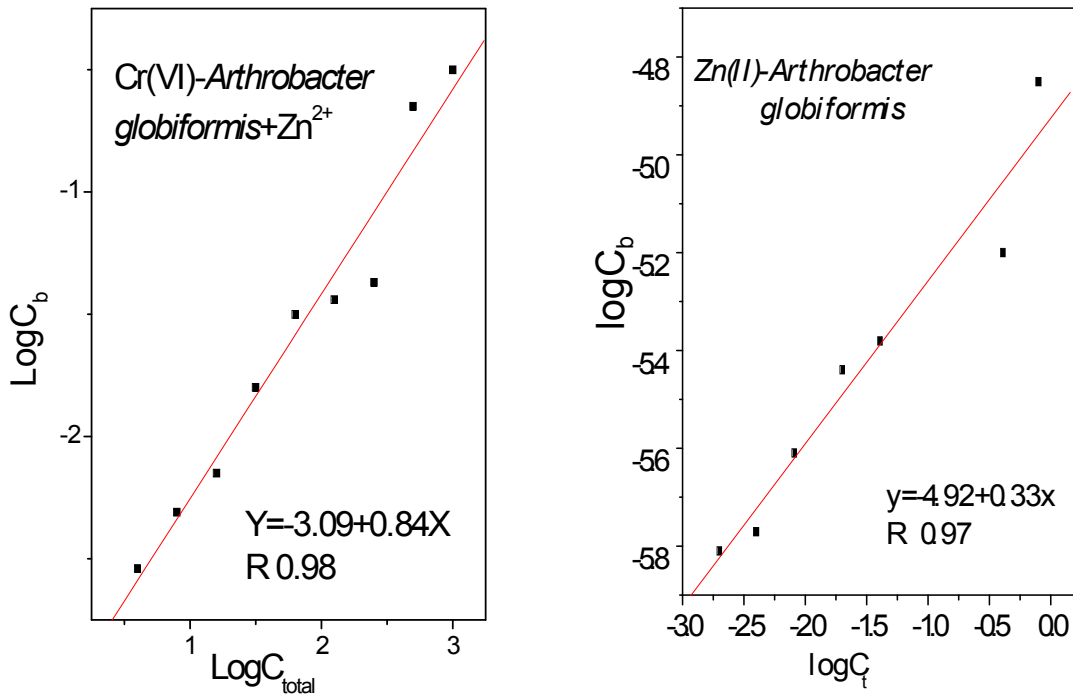


Fig. 1. The linearized Freundlich adsorption isotherms of Cr (VI) ion-*Arthrobacter globiformis*+Zn and Zn(II)-*Arthrobacter globiformis*. ((C_b is the binding metal concentration (mg/g) and C_{total} is initial Cr concentration(mg/l).

Table 1. Biosorption constants for Zn(II)_ *Arthrobacter globiformis* and Cr(VI)- *Arthrobacter globiformis* during growth in the presence of Zn(II) ions at 23⁰ C

	Cr(VI)		Zn(II)	
	Biosorption constant K	Correlation coefficient R	Biosorption constant K	Correlation coefficient R
<i>Arthrobacter globiformis</i>	3.4×10^{-4}	0.96	0.12×10^{-4}	0.97
<i>Arthrobacter globiformis</i> +Zn(II)	8.1×10^{-4}	0.96	-	-

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Petrilli FL, De Flora S. Toxicity and mutagenicity of hexavalent chromium on *Salmonella typhimurium*. *Appl Environ Microbiol* .1977, **33**, 805–809.

2. Viti C, Giovannetti L. Bioremediation of soils polluted with hexavalent chromium using bacteria-the challenge. *Environmental Bioremediation Technologies* (Singh S.N., Tripathi R.D., eds), Springer, Berlin, 2007, 57–76.
3. Carlo Viti, Emmanuela Marchi, Francesca Decorosi, Luciana Giovannetti, Molecular mechanisms of Cr(VI) resistance in bacteria and fungi, *FEMS Microbiology Reviews*, 2014, 38(4),633-659.
4. Pagnanelli F., Petrangeli Papini M., Toro L., Trifoni M., and Vegliò F., Biosorption of Metal Ions on *Arthrobacter sp.*: □ Biomass Characterization and Biosorption Modeling *Environ. Sci. Technol.*, 2000, 34 (13), 2773–2778.
5. Elangovar R., Philip L., Chandraraj K. Hexavalent chromium reduction by free and immobilized
6. cell-free extract of *Arthrobacter rhombi*-RE. *Appl.Biochem.Biotechnol.* 2010,160, 81-97.
7. Gelagutashvili E., Ginturi E., Rcheulishvili A. Mobility of Cr(VI) by *Spirulina platensis* and *Arthrobacter* species. *Nanostudies*, 2014, 9,163-166.
8. Wilkinson K.J., Buffle, J., in *Physicochemical Kinetics and Transport at Chemical-Biological Interphases* (Eds H.P. van Leeuwen, W.Koester), John Wiley. Chichester, 2004, 445.

ბიოსორბცია Cr(VI)-ის *Arthrobacter globiformis* მიერ ბაქტერიის ზრდის პროცესში Zn(II)-ის იონების თანაობისას და ბიოსორბცია Zn(II)-ის იონების *Arthrobacter globiformis* მიერ

ეთერ დელალუტაშვილი, ალექსანდრე რჩეულიშვილი
 ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
 ელემენტარული ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

რეზიუმე

ბიოსორბცია Cr(VI)-ის *Arthrobacter globiformis* მიერ ბაქტერიის ზრდის პროცესში Zn(II)-ის იონების თანაობისას და ბიოსორბცია Zn(II)-ის იონების *Arthrobacter globiformis* არსებობისას შესწავლილი იქნა დიალიზისა და ატომურ-აბსორბციული ანალიზის მეთოდების ერთდროული გამოყენებით. ნაჩვენებია იქნა, რომ Zn(II)-ის იონების ბიოსორბციის კონსტანტა ნაკლებია Cr(VI)-ის იონების ართრობაქტერიასთან (*Arthrobacter globiformis*) ბიოსორბციის კონსტანტაზე, ხოლო ბიოსორბციის კონსტანტა Cr(VI)-ის იონების *Arthrobacter globiformis*-თან ბაქტერიის ზრდის პროცესში Zn(II)-ის იონების თანაობისას იზრდება, რაც გულისხმობს, რომ ეს იონები გავლენას ახდენს Cr(VI) იონების შეთვისებაზე *Arthrobacter globiformis*-ის მიერ..

Биосорбция ионов Cr(VI) с *Arthrobacter globiformis* в присутствии ионов Zn(II) в процессе роста бактерий и биосорбция ионов Zn(II) с *Arthrobacter globiformis*

Этер Делалуташвили,Александр Рчеулишвили
 Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили
 Институт физики им. Э.Л.Андроникашвили

РЕЗЮМЕ

Биосорбция ионов Cr(VI) с *Arthrobacter globiformis* в присутствии ионов Zn(II) в процессе роста бактерий и биосорбция ионов Zn(II) с *Arthrobacter globiformis* были изучены с использованием равновесного диализа и атомно-абсорбционного анализа. Показано, что константа биосорбции ионов Cr(VI) с *Arthrobacter globiformis* превышает константу биосорбции ионов Zn(II) с *Arthrobacter globiformis* и константа биосорбции ионов Cr(VI) в присутствии ионов Zn(II) в процессе роста *Arthrobacter globiformis* увеличивается.

PHYSICAL CHEMISTRY

LITHIUM-NICKEL-MANGANESE SPINELS OF $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ TYPE (M=Co+Cr, Al AND Cu; $0 < x \leq 0.4$) AS PROMISING CATHODE MATERIALS FOR Li-ION BATTERIES BASED ON Li-ION ACCUMULATORS

Eteri Kachibaia, Ruth Imnadze, Tamar Paikidze, Dali Dzanashvili,
Tengiz Machaladze, Elene Kvaratshelia

R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry of Ivane Javakishvili Tbilisi State University, 0186, Mindeli st.11, Tbilisi, Georgia
kachibaia@hotmail.com

Crystallization process of $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ (M=Co+Cr, Al and Cu; $0 < x \leq 0.4$) type compounds was investigated. The carried out investigations confirm that simplified synthesis method, based on optimization of calcinations temperature of eutectic mixture of initial reagents (appropriate acetates) enables preparation of phase pure, nanosized samples of given composition. In the case of double doped samples (M=Co+Cr and $0 < x \leq 0.4$) formation of phase pure, nanosized (~11 nm) samples with cubic structure and $a=0.813 \div 0.817$ nm takes place. For samples doped with Cu at $T_1=180^\circ\text{C}$ and $T_2=700^\circ\text{C}$ formation of cubic spinel with parameter $a=0.8131 \div 0.8180$ nm and particle size $10 \div 20$ nm takes place. In case of Al doped samples in the whole range of values $x=0.1 \div 0.4$ formation of nanosized ($10 \div 20$ nm) spinel type samples is fixed. The developed cathode materials could be of interest for next generation of Li-ion batteries.

Modern development of high technologies in the field of chemical power sources is associated with elaboration of new materials. Application of these allows to: decrease weight and dimensions of power sources, increase their energy capacity, capability and resourcefulness. Nowadays batteries represent very important technological object. The three major components of most batteries, including lead-acid, used for startup of car engines, as well as widely used compact lithium cells that are flourishing in a wide range of different applications (e-books, watch, etc.) are electrodes (anode and cathode) and electrolyte. An intensive search for efficient, in terms of price and operational performances, of above mentioned components for new type batteries is carried out by all developed countries. Lithium-ion batteries (LIB) are now ubiquitous. Recently they found application in electric and hybrid vehicles. There is an inevitable shift underway as the automotive industry transitions from traditional gasoline powered vehicles to more efficient, environmentally responsible modes of transport. Hybrid electric vehicles and electric vehicles are making inroads into the global marketplace, but the going is slow and the obstacles are many. As yet, these vehicles have not returned much profit for their manufacturers. However the problems can be solved with the improvement of batteries technology. There are prerequisites to increase the energy of lithium batteries and reduce their prices. Currently new fuel sources are in development. Meanwhile, lithium-ion power sources continue to be the most preferable in the next 20 years.

The goal of the work was elaboration of phase pure nanosized modified $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ type compounds (M=Co+Cr, Al и Cu) based on lithium, manganese, nickel acetates and dopants. These compounds will be able to provide high cyclic and electrochemical characteristics as cathode materials of LIB. The above mentioned cathode materials have been obtained based on manganese compounds. It is known that manganese compounds are much cheaper than the compounds commonly used in manufacturing of LIB' cathode materials. In order to elaborate samples two step method based on thermal decomposition of eutectic mixture of initial reagents (Li, Mn, Ni acetates and dopants –Co, Cr, Cu and Al) [1], developed under the framework of the third stage of the existing FR/36/3-170/13 project, was used.

X-ray studies of samples were carried out using DRON-3 diffractometer in the focused $\text{CuK}\alpha$ radiation. The phase identification was carried out using diffractometric data for nonorganic compounds along with latest corresponding literature data. Evaluation of coherent scattering regions (d.nm) was carried out by the Debye-Scherrer formula: $d=0,9\lambda/\beta\cos\theta$, where λ is wave length, β is line broadening at half the maximum intensity, θ - diffraction angle. Particle size of synthesized samples was calculated using transmission electron microscope (TEM). Thermogravimetric studies were carried out using Q-1000°C derivatograph with simultaneous recording of T, TG, DTA and DTG curves. Chemical analysis of the

samples was determined by atomic absorption method, as well as by traditional methods of chemical analysis.

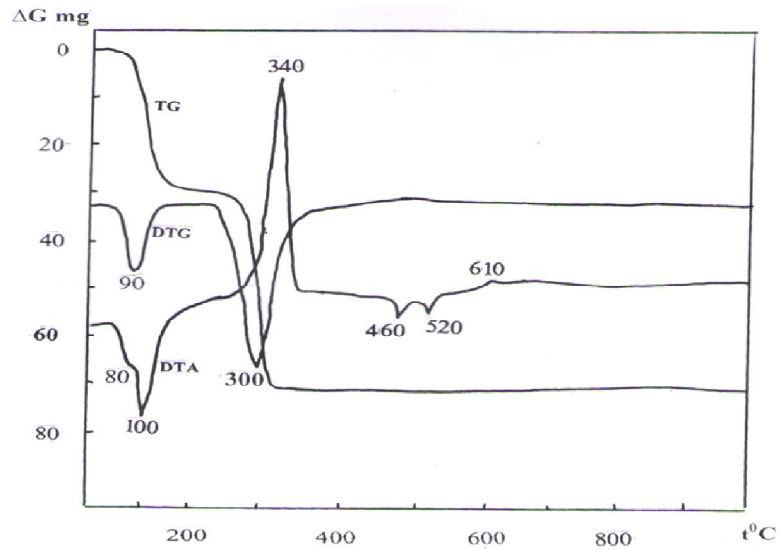


Fig.1. TG – DTA curves of initial mixture for $\text{LiCo}_{0.1}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ preparation

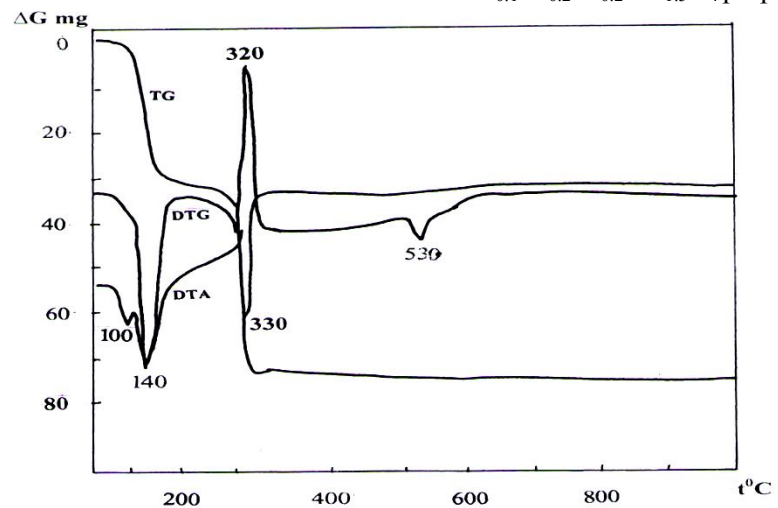


Fig.2. TG – DTA curves of initial mixture for $\text{LiCo}_{0.2}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ preparation

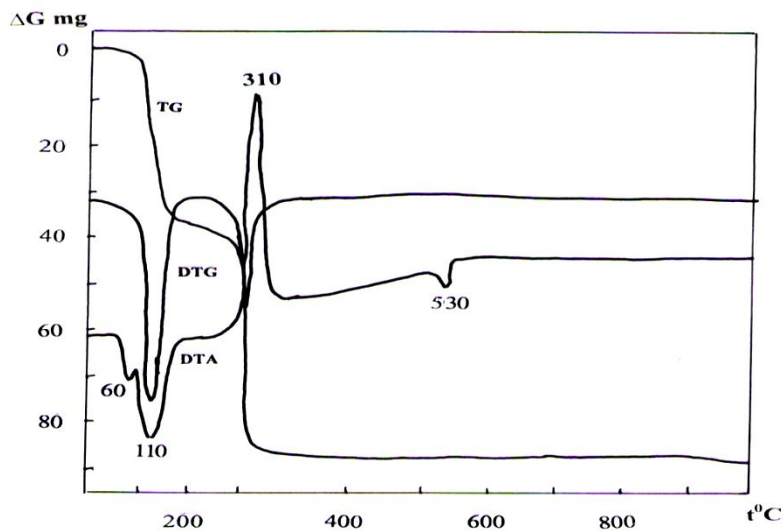


Fig.3. TG – DTA curves of initial mixture for $\text{LiCo}_{0.3}\text{Cr}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ preparation

Table 1 shows diffraction characteristics of $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples.

Table 1. Diffraction characteristics of $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples, where $M=\text{Co}+\text{Cr}$, $0.1 < x \leq 0.4$

Sample.№1 $\text{LiCo}_{0.1}\text{Cr}_{0.1}\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 700^\circ\text{C}$		Sample.№2 $\text{LiCo}_{0.1}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 460^\circ\text{C}$		Sample.№3 $\text{LiCo}_{0.1}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 520^\circ\text{C}$		ASTM -18-736 LiMn_2O_4	
$d_{\alpha/n}$	I/I ₀	$d_{\alpha/n}$	I/I ₀	$d_{\alpha/n}$	I/I ₀	$d_{\alpha/n}$	I/I ₀
4.70	81	4.71	92	4.71	100	4.72	100
-	-	-	-	2.47	30	-	-
2.46	100	2.46	94	2.45	83	2.47	90
2.36	17	2.36	17	2.35	13	2.37	5
-	-	-	-	2.06	32	-	-
2.04	88	2.04	100	2.03	83	2.05	100
1.87	11	1.87	16	1.86	10	1.88	10
1.57	32	1.57	26	1.57	29	1.58	50
$a=0.817\text{nm}$	$D=11.3\text{nm}$	$a=0.817\text{nm}$	$D=11.3\text{nm}$	$a=0.813\text{nm}$		$a=0.824\text{nm}$	

Sample.№4 $\text{LiCo}_{0.1}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 610^\circ\text{C}$		Sample.№5 $\text{LiCo}_{0.2}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 600^\circ\text{C}$		Sample.№6 $\text{Co}_{0.3}\text{Cr}_{0.1}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T = 700^\circ\text{C}$		ASTM -18-736 LiMn_2O_4	
$d_{\alpha/n}$	I/I ₀	$d_{\alpha/n}$	I/I ₀	$d_{\alpha/n}$	I/I ₀	$d_{\alpha/n}$	I/I ₀
4.71	58	4.74	72	4.74	45	4.72	100
2.49	24	-	-	2.49	21	-	-
2.47	100	2.46	100	2.46	100	2.47	90
2.35	17	2.36	16	2.37	17	2.37	5
-	-	-	-	2.06	19	-	-
2.03	95	2.04	88	2.04	71	2.05	100
1.87	15	1.87	16	1.87	7	1.88	10
1.57	30	1.57	25	1.57	25	1.58	50
$a=0.813\text{nm}$		$a=0.817\text{nm}$	$D=11.3\text{nm}$	$a=0.818\text{nm}$		$a=0.824\text{nm}$	

According to data from table 1, samples simultaneously doped with Cr and Co in the range of $0.1 \leq x \leq 0.4$ are characterized with cubic syngony. Samples $\text{LiCo}_{0.1}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, $\text{LiCo}_{0.2}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ and $\text{LiCo}_{0.2}\text{Cr}_{0.2}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ represent phase pure spinel with $a=0.817$ nm and particle size $D=11.3$ nm. Other samples are characterized by minor imperfection as indicated by the split of peaks 2.47 and 2.05 nm (ASTM). The results of physicochemical analyses of samples $\text{LiM}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, where $M=\text{Co}+\text{Cr}$, $0.1 \leq x \leq 0.4$, prepared by appropriate initial mixtures calcination in the range of 400-700°C, confirm decomposition of eutectic mixtures, followed by interaction of decomposition products and formation of phase pure nanosized (~11 nm) samples with cubic structure and parameter $a = 0.8160 \div 0.8192\text{nm}$.

Table 2 shows diffraction characteristics of $\text{LiCu}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ sample, prepared in the range of $0 < x < 0.5$ using acetate method [1]. For samples (7-9) with $x=0.05$; 0.1 and 0.2, obtained at $T_1=180^\circ\text{C}$ and $T_2=700^\circ\text{C}$, formation of phase pure nanosized cubic spinel with parameter $a=0.8131 \pm 0.0005 \div 0.8180 \pm 0.0004$ nm lattice particle size 10÷20 nm is confirmed. With an increase in the copper content in the structure up to 0.4 formulas unite (sample.10) disintegration of the solid solution takes place.

Physicochemical investigation of $\text{LiAl}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples, prepared based on Li, Al, Ni and Mn acetates [1], revealed formation of nanosized ($d=10-20$ nm), phase pure spinel type samples in the whole range of $0 < x \leq 0.4$ values. Among them samples $\text{LiAl}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ and $\text{LiAl}_{0.4}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$, prepared by the acetate method at $T_1=180^\circ\text{C}$ and $T_2=500^\circ\text{C}$, represent phase pure nanosized spinel with the crystal lattice parameter $a=0.814$ nm и $a=0.815$ nm, respectively, and particle size of about 10-15 nm (Table.3).

Table 2. Diffraction characteristics of $\text{LiCu}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples, prepared on the bases of Mn, Ni and Cu acetates in the range of $0 < x < 0.5$

Sample.№7 $\text{LiCu}_{0.05}\text{Ni}_{0.45}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T_1=180^\circ\text{C}, T_2=700^\circ\text{C}$		Sample.№8 $\text{LiCu}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T_1=180^\circ\text{C}, T_2=700^\circ\text{C}$		Sample.№9 $\text{LiCu}_{0.2}\text{Ni}_{0.3}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T_1=180^\circ\text{C}, T_2=700^\circ\text{C}$		Sample.№10 $\text{LiCu}_{0.4}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ $T_1=180^\circ\text{C}, T_2=800^\circ\text{C}$	
$d_{\text{a/n}}$	I/I_0	$d_{\text{a/n}}$	I/I_0	$d_{\text{a/n}}$	I/I_0	$d_{\text{a/n}}$	I/I_0
4.695	100	4.708	100	4.723	100	4.740	100
2.714	5	-	-	-	-	4.040	5
2.450	50	2.460	50	2.467	60	3.640	5
2.343	10	2.356	10	2.368	20	2.890	10
2.032	45	2.037	60	2.045	60	-	-
1.866	10	1.864	10	1.873	10	2.475	100
1.658	2	-	-	-	-	2.362	15
1.566	20	1.569	20	1.575	25	-	-
-	-	-	-	-	-	2.053	40
-	-	-	-	-	-	2.026	30
-	-	-	-	-	-	1.882	5
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	1.580	30
$a=0.8131 \pm 0.0005 \text{ nm}$		$a=0.8154 \pm 0.0005 \text{ nm}$		$a=0.8180 \pm 0.0004 \text{ nm}$		$a=0.8210 \pm 0.0002 \text{ nm}$	

Table 3. Diffraction characteristics of $\text{LiAl}_x\text{Ni}_{0.5-x}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ samples, where $x=0.1$ и 0.2 f u

Sample.№11 $\text{LiAl}_{0.1}\text{Ni}_{0.4}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		Sample.№12 $\text{LiAl}_{0.4}\text{Ni}_{0.1}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$		ASTM 18-736 LiMn_2O_4	
$d_{\text{a/n}}$	I/I_0	$d_{\text{a/n}}$	I/I_0	$d_{\text{a/n}}$	I/I_0
4.71	89	4/71	83	4.74	100
-	-	-	-	4.26	20
-	-	-	-	4.08	30
-	-	-	-	3.66	20
-	-	-	-	3.17	20
-	-	-	-	2.43	20
2.47	88	2.46	99	2.42	30
2.35	25	2.36	22	2.37	10
-	-	-	-	2.03	50
2.04	100	2.04	100	2.02	90
1.87	15	1.87	14	1.86	10
-	-	-	-	1.58	10
1.57	35	1.57	27	1.56	30
$a=0.814 \text{ nm}$		$a=0.815 \text{ nm}$		$a=0.824 \text{ nm}$	

The carried out investigations confirm that simplified synthesis methods enable preparation of nanosized, phase pure substituted lithium manganese spinels. The multiple doping causes a decrease of lattice parameter. The above mentioned can promote increasing of spinels stability during cycling at elevated current densities, as well as while storing with the contact with electrolyte. It can be assumed that doping helps to remove impurities and stabilizes the spinel structure at the stage of the synthesis of samples of a given composition. Stabilization of structure and increasing of theoretical capacity due to smaller molecular wage of dopen elements (Cu,Al) in comparison with nickel can improve the discharge capacity [2]. The developed compounds can be used as cathode materials in the 5V region of potentials. Since role and importance of LIB increases not only for portable electronic devices, but also for application in high power electric vehicles [3], the developed compounds could be of interest for next generation of Li-ion batteries

This work was carried out under the grant FR/36/3-17/170/13

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. E.Kachibaia et al. Proceedings of The Georgian National Academy of Sciences.2015.V.40, №2-3, P.140
2. E.Kachbaia et al. Russian J. of Electrochemistry. 2009. V.45, №2, P.175-182
3. Locatic et al. J. of Power Sources, 2007. V. 174, P.847-851

LiM_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O₄ ტიპის, სადაც M=Co+Cr, Al და Cu; 0<x≤0.4, ლითიუმ-ნიკელ-მანგანუმთან შპინელეები, როგორც Li-იონური აკუმულატორების საფუძველზე Li-ბატარეების პერსპექტიული საკათოდე მასალები

ეთერ ქაჩიბაია, რუფი იმნაძე, თამარ პაიკიძე, დალი მანაშვილი, თენგიზ მაჩალაძე, ელენე კვარაცხელია
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რ.აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი, 0186, მინდელის ქ.11, თბილისი, საქართველო

რეზიუმე

შესწავლილია LiM_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O₄ (M=Co+Cr, Al და Cu; 0<x≤0.4)-ტიპის მოდიფიცირებული ნაერთების, როგორც Li-იონური აკუმულატორების საფუძველზე Li-ბატარეების პერსპექტიული საკათოდე მასალების, კრისტალიზაციის პროცესი. ჩატარებული კვლევები ამტკიცებს, რომ სინთეზის გამარტივებული მეთოდით, რომელიც დაფუძნებულია საწყისი რეაგენტების - შესაბამისი აცეტატების ევთექტიკური ნარეგების გამოწვის ტემპერატურის ოპტიმიზაციაზე, შესაძლებელია მოცემული შედგენილობის ფაზურად-სუფთა, ნანოზომის ნიმუშების მიღება. ორმაგი დოპირებით მიღებული ნიმუშების შემთხვევაში (M=Co+Cr და 0<x≤0.4) 400-700°C ინტერვალში ადგილი აქვს ფაზურად-სუფთა, ნანოზომის (~11 ნმ) კუბური შპინელის სტრუქტურის მქონე (a=0.813±0.817 ნმ) ნიმუშების წარმოქმნას. ნიმუშების Cu-ით დოპირების შემთხვევაში (ტემპერატურული რეჟიმი T₁=180°C და T₂=700°C) ადგილი აქვს a=0.8131±0.8180 ნმ პარამეტრისა და 10÷20 ნმ ნაწილაკების ზომის მქონე კუბური შპინელის წარმოქმნას. Al-ით დოპირების შემთხვევაში x=0.1÷0.4 ფ.ე. მნიშვნელობის მთელს ინტერვალში შეინიშნება ნანოზომის (10÷20 ნმ) შპინელური ტიპის (a=0.814±0.815 ნმ) ნიმუშების წარმოქმნა. შემუშავებული საკათოდე მასალები შეიძლება საინტერესოს წარმოადგენდეს შემდეგი თაობის ლითიუმ-იონური ბატარეებისათვის.

ЛИТИЙ-НИКЕЛЬ-МАРГАНЦЕВЫЕ ШПИНЕЛИ ТИПА LiM_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O₄, ГДЕ M=Co+Cr, Al и Cu; 0<x≤0.4, КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КАТОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ Li-БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ Li-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Э.И.Качибая, Р.А.Имнадзе, Т.В.Паикидзе, Д.И.Дзанашвили, Т.Е.Мачаладзе, Е.Кварацхелия
Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И.Агладзе Тбилисского государственного университета им. И.Джавახишвили, 0186, ул. Миндели11, Тбилиси, Грузия

РЕЗЮМЕ

Изучен процесс кристаллизации модифицированных соединений типа LiM_xNi_{0.5-x}Mn_{1.5}O₄, где M=Co+Cr, Al и Cu; 0<x≤0.4 в качестве перспективных катодных материалов Li-батарей на основе Li-ионных аккумуляторов. Проведённые исследования подтверждают, что упрощённым методом синтеза, основанным на оптимизации температуры обжига эвтектических смесей исходных реагентов – соответствующих ацетатов, возможно получение фазово-чистых, наноразмерных образцов заданного состава. В случае образцов с двойным допированием (M=Co+Cr и 0<x≤0.4) в интервале 400-700°C имеет место образование фазово-чистых, наноразмерных (~11 nm) образцов со структурой кубической шпинели с a=0.813±0.817 nm. В случае допирования образцов Cu-ом в температурном режиме T₁=180°C и T₂=700°C имеет место образование кубической шпинели с параметром a=0.8131±0.8180 nm и размером частиц 10÷20 nm. В случае допирования Al-ем, во всём интервале значения x=0.1÷0.4 ф.е. наблюдается образование наноразмерных (10÷20 nm) образцов шпинельного типа с a=0.814±0.815 nm. Разработанные катодные материалы могут представить интерес для литий-ионных батарей следующего поколения.

MOR TYPE SYNTHETIC ZEOLITE MATERIAL

Vladimer Tsitsishvili, Nanuli Dolaberidze, Natalia Mirdzveli, Manana Nijaradze

*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry
of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, 0186, 31 Politkovskaia str., Tbilisi, Georgia*

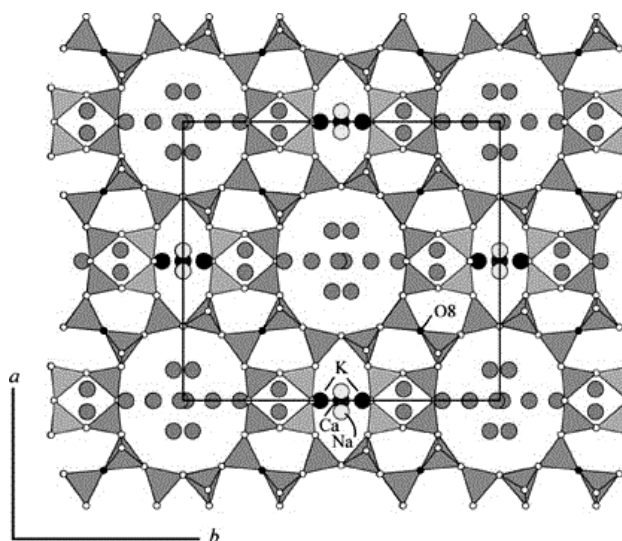
Preparation of the MOR type synthetic zeolite material on the basis of Georgian natural zeolite of the HEU type by hydrothermal crystallization in the absence of seeds and organic templates is described.

Introduction

Mordenite (UPAC chemical formula $[\text{Na}^+{}_8(\text{H}_2\text{O})_{24}][\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_96]\text{-MOR}$ [1]) was described and named by How (1864) for material found along the shore of the Bay of Fundy, 3-5 km east of Morden, King's County, Nova Scotia, Canada [2]. The crystal structure of mordenite was determined by Meier [3] and refined by Gramlich [4], Alberti et al. [5], Simonic and Armbruster [6]. Parameters of orthorhombic *Cmcm* unit cell are: $a=18.256 \text{ \AA}$, $b=20.534 \text{ \AA}$, $c=7.542 \text{ \AA}$, $\alpha=90^\circ$, $\beta=90^\circ$, $\gamma=90^\circ$, cell volume 2827.26 \AA^3 ; maximum diameter of sphere that can be included 6.70 \AA , that can diffuse along $a - 1.57 \text{ \AA}$, $b - 2.95 \text{ \AA}$, $c - 6.45 \text{ \AA}$. The topology of the framework is characterized by 5-member tetrahedral rings, which are part of the *mor* composite building unit (see left). These building units are linked by edge-sharing into chains along c , which are in turn linked together by 4-rings to form a puckered sheet perforated with 8-ring holes; these permeable sheets are oriented parallel to (010); linking these sheets together with 4-rings, 12-ring channels are formed parallel to [001]; the 8-ring holes of successive sheets do not align to make channels parallel to [010] (see figure 1).



Fig 1. Projection of the structure of mordenite onto (001), based on the refinements by Alberti *et al.* (1986) and Simonic and Armbruster (2004). Si,Al distribution in tetrahedral sites is largely disordered, but Al is concentrated in the T3 tetrahedra, which connect 8-ring with two 4-rings. Most non-framework cations are in the 8-member ring channels (site Ca, bonded to oxygen of T3 tetrahedra is 50% occupied by Ca^{2+} , while K^+ occurs in the K-sites only when the Ca-site is not occupied), the remaining K^+ and Na^+ occur in the other sites with H_2O molecules in the 12-ring channels, parallel to [001].



Ever since mordenite was synthesized by Sand [7], it has been known that synthetic mordenite can accept cations or molecules larger than 4.5 \AA , while natural mordenite cannot. In an effort to solve the problem, Simonic and Armbruster refined a natural and a synthetic, large-port mordenite and found that both structures exhibit the same defect features. A consequence of refinement with the space group *Cmcm* is that an oxygen (O8) is located on an inversion center, causing the T-O8-T bond angle to be 180° , but such straight angles are energetically unfavorable [8] and are unlikely to occur. Refinement in the space group *Cmc2₁* removes the inversion center and reduces T-O8-T bond angle from 180 to $155\text{-}167^\circ$.

Sedimentary deposits of mordenite are present in several countries, especially in Bulgaria, Hungary, Japan and the United States. Quarried material is generally substantial, e.g., a recent estimate of the yearly production in Japan is 150,000 tons [9]; application of mordenite in industry, agriculture, and other fields has been reviewed by Colella [10]. Mordenite crystallizes in the form of fibrous aggregates, masses, and vertically striated prismatic crystals, and the handling of fibrous mordenite minerals may pose health risks similar to those of erionite and asbestos [11]. Therefore, mordenite-bearing sedimentary rock should be

carefully examined by SEM to determine crystalline morphology prior to use. Fibrous forms should be used only with suitable precautions to prevent exposures to humans and animals, particularly respiratory, during mining, processing, handling, and utilizing the materials.

Application of mordenite as a selective adsorbent and as a catalyst (especially in highly acidic or basic environments and also at high temperatures) has led to interest in synthetic mordenites [12-15] prepared using different raw material sources, with organic templates and crystallization seeds or in absence of additional chemicals. The aim of our work was to develop a simple method of preparation of MOR type synthetic material accepting cations or molecules larger than 4.5\AA , and to carry out the SEM study to determine its crystalline morphology.

Experimental

Preparation of synthetic zeolite material was carried out using Georgian HEU type natural zeolite CtR from the Rkoni plot of Tedzami deposit [16] in following steps:

Preparation of raw material & suspension

Clinoptilolite-heulandite-containing rock is treated by 20% HCl water solution, washed by water before the complete disappearance of Cl^- ions, and dried in oven at $100\text{-}105^\circ\text{C}$; suspension is prepared with the solid to liquid ratio of 1 : 3.

Gel formation

Prepared suspension is treated by 10% NaOH water solution, solid to liquid ratio of 1 : 6, gel homogenization takes 30 minutes, details are given in [17]. Gel prepared for aging and crystallization has the following chemical composition: $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 9.8$, $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2 = 0.08$, $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 250$.

Gel aging

Duration of gel aging at room temperature – 7 days [18-19].

Crystallization

Crystallization of aged gel was carried out in the Teflon flasks at $100\text{-}110^\circ\text{C}$; duration of the process – up to 90 hours.

Separation and cleaning

Separation of produced crystalline material was carried out by filtration of mother solution, solid material was cleaned by water until pH 8.0-8.5, and dried at $90\text{-}100^\circ\text{C}$.

Chemical composition of prepared samples was determined by elemental analyses carried out using a Spectromom 381L plasma spectrometer and a Perkin-Elmer 300 atomic absorption spectrometer. X-ray powder diffraction patterns were obtained from a DRON-2 diffractometer, employing the Cu-K_α line and scanning at 1° per minute, SEM images – from JSM6510LV (Jeol) scanning electron microscope equipped with X-Max 20 (Oxford Instruments) analyzer (parameters are given on figures 3 & 4). Water adsorption capacity was measured under static conditions ($p/p_s=0.40$, 20°C).

Results & discussion

The MOR type framework of prepared material is testified by X-ray powder diffraction patterns being in good accordance with the references [20, 21] (figure 2).

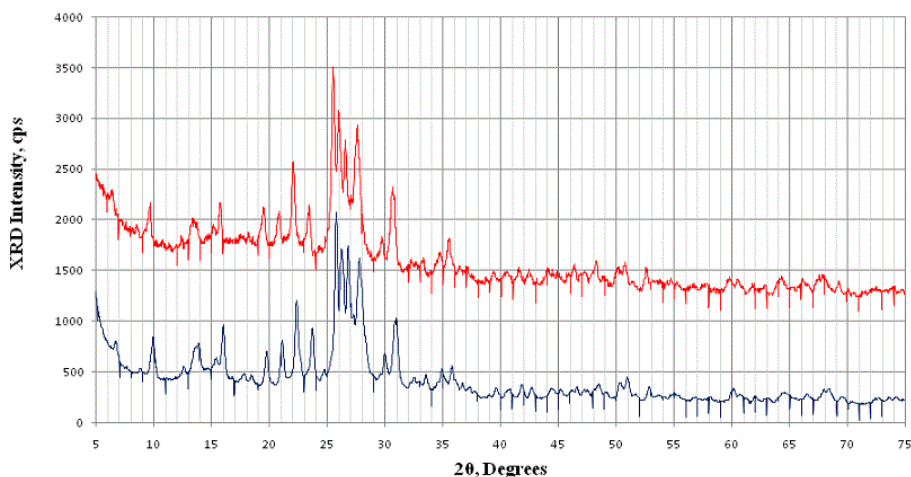


Fig. 2. X-ray powder diffraction patterns of samples synthesized at different conditions

No additional diffraction peak at $2\theta = 16.3^\circ$ indicating the formation of analcime as impurities [20] has been observed; the main peaks of the MOR structure appear with high intensity in accordance with sufficient silica to alumina molar ratio and synthesis time. Influence of the silica to alumina molar ratio in gel on the synthesis time and crystallinity of synthesized mordenite is the same, as described in [21].

Developed zeolitic crystal microporous structure in synthesized samples has been confirmed also by comparatively high averaged value (5.30 mmole/g) of water adsorption capacity under static conditions at the “plateau” pressure.

SEM images (figures 3-4) show crystalline morphology of obtained mordenite samples.

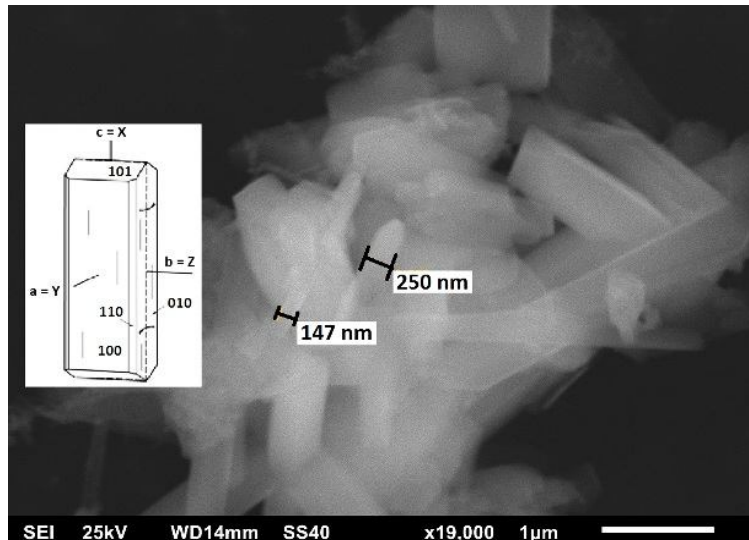


Fig. 3. Mordenite vertically striated prismatic crystals; magnification – 19,000

Produced mordenite prismatic crystals have width in a range of $0.15 - 0.45 \mu\text{m}$ and length up to $3 \mu\text{m}$, in comparison with application of kaolin as a raw material (Mignoni et al., 2008) our method of HEU type natural zeolite re-crystallization needs no seeds and takes nearly the same time to produce high quality micro crystals according to crystallization mechanism described by Bajpai (1986).

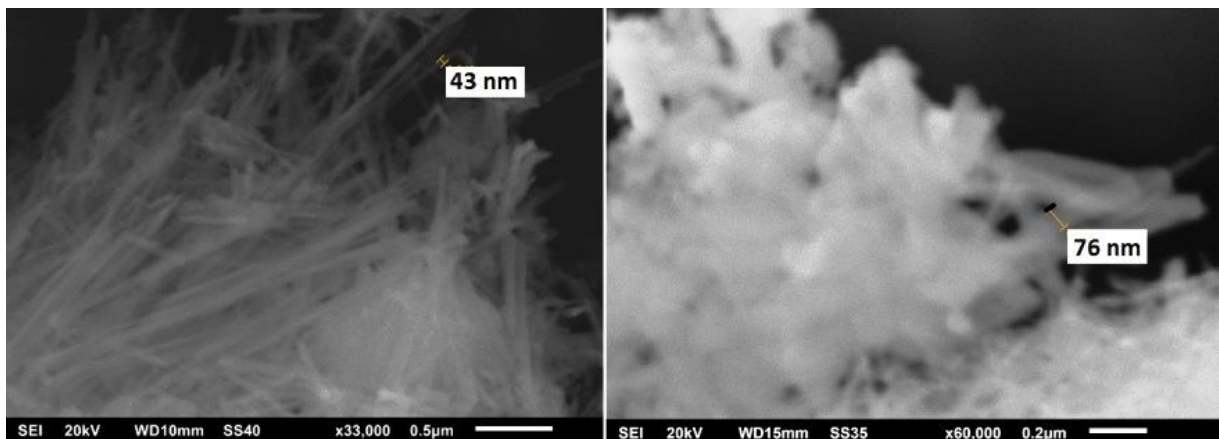


Fig. 4. Mordenite fibrous aggregates; magnification – 33,000 (left), 60,000 (right)

Mordenite fibrous aggregates are characterized by fiber diameter from 40 nm to 90 nm and length up to $10 \mu\text{m}$; it is like results of Ali et al. (2012, fiber diameter 65 nm and length $7 \mu\text{m}$), also prepared mordenite in the absence of organic template by hydrothermal method, but at higher temperature of 180°C (autoclave crystallization), and it took a longer time, 120 hours, that may be due to the differences in the molar composition of synthesis mixture $k\text{Na}_2\text{O}:\text{mSiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{nH}_2\text{O}$.

No particles with ball of string morphology described by Mignoni et al. (2008) and produced by Merdekawati et al. (2015) have been observed in our samples; in both said cases the Kaolin was used as a raw material for synthesis, but it is rather difficult to make a conclusion, that creation of balls of string is a result of such raw material.

Hydrothermal crystallization in the absence of organic template is slower in comparison with application of tetraethylammonium hydroxide (TEAOH) and hexamethyleneimine (HMI) as co-structure-directing agents (SDA) used by Ailing Lv et al. (2011), but such method gives a product with organic SDA molecules incorporated into the zeolite products, so an additional step is necessary to remove TEAOH and HMI molecules from zeolite channels by calcinations in nitrogen or other inert gas flow.

It is possible to conclude, that the acid pre-treatment gives possibility of comparatively rapid and simple way with production of high quality crystalline material of different morphology, both prismatic crystals and nano-diameter-fibrous aggregates.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ch.Baerlocher, L.B.McCucker, D.H.Olson. Atlas of Zeolite Framework Types. Sixth revised Edition, 2007, p. 218-219.
2. H.How. On mordenite, a new mineral from the trap of Nova Scotia. J. Chem. Soc., 1864, v. 17, p. 100-104.
3. W.M.Meier. The crystal structure of mordenite (ptilolite). Z. Kristallogr., 1961, v. 115, p. 439-450/
4. V.Gramlich. Untersuchung und Verfeinerung pseudosymmetrischer Strukturen. Diss. no. 4633, 1971, ETH, Zürich.
5. A.Alberti, P.Davoli, G.Vezzalini. The crystal structure refinement of a natural mordenite. Z. Kristallogr., 1986, v. 175, p. 249-256.
6. P.Simoncic, T.Armbruster. Peculiarity and defect structure of the natural and synthetic zeolite mordenite: A single-crystal X-ray study. Am. Miner., 2004, v. 89, p. 421-431
7. L.B.Sand. Synthesis of large-port and small port mordenites. In "Molecular Sieves", Society of Chemical Industry, 1968, London, p. 71-77.
8. F.Liebau. Untersuchungen über die Grösse des Si-O-Si Valenzwinkels. Acta Cryst., 1961, b. 14, s. 1103-1109.
9. Natural Zeolite. Qualification Guides and Data for Application, Sub-Committee for Development of Application of Natural Zeolites, No. 111 Committee for New Utilization of Minerals, Japan Society for the Promotion of Science, Tokyo, 2006, 306 pp.
10. C.Colella. Natural zeolites, In "Zeolites and Ordered Mesoporous Materials: Progress and Prospects" (Eds. J.Čejka, H. van Bekkum), Studies in Surface Science and Catalysis, 2005, No 157, Elsevier, Amsterdam, p. 13-40.
11. R.Lilis. Fibrous zeolites and endemic mesothelioma in Cappadocia, Turkey. Journal of Occupational Medicine, 1981, v. 23, p. 548-550; D.J.Stephenson, C.I.Fairchild, R.M.Buchan, M.E.Dakins. A fiber characterization of the natural zeolite, mordenite: A potential inhalation health hazard. Aerosol Science and Technology, 1999, v. 30, p. 467-476.
12. P.K.Bajpai. Synthesis of mordenite type zeolite. Zeolites, 1986, v. 6, is. 1, p. 2-8.
13. M.L.Mignoni, D.I.Petkowicz, N.R.C.Fernandes Machado, S.B.C.Pergher. Synthesis of mordenite using kaolin as Si and Al source. Applied Clay Science, 2008, v. 41, is. 1-2, p. 99-104.
14. Ailing Lv, Hao Xu, Haihong Wu, Yueming Liu, Peng Wu. Hydrothermal synthesis of high-silica mordenite by dual-templating method. Microporous and Mesoporous Materials, 2011, v. 145, is. 1-3, p.80-86.
15. H.M.Ali, M.E.Moustafa, E.A.Abdelrahman. Synthesis of mordenite zeolite in absence of organic template. Advanced Powder Technology, 2012, v. 23, is. 6, p. 757-760.
16. V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, M.Alelishvili, G.Tsitskaladze, G.Sturua, D.Chipashvili, M.Nijaradze, N.Khazaradze. Adsorption and Thermal Properties of Zeolitic Rocks from Newly Investigated Deposit Plots in Georgia. Georgian Eng. News, 1998, No 2(6), p. 61-65.
17. V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, N.Mirdzveli, M.Alelishvili, N.Nijaradze, M.Suladze. Chemical Preparation of Nano-Sized Zeolite Materials. Study of Pre-Crystallization Processes. Proc. Georgian Nat. Acad. Sci., chem. ser., 2009, v. 35, No 2, p.197-200.
18. ვციციშვილი, ვციციშვილი, ნდოლაბერიძე, ნმირძველი, მნიჟარაძე, მალელიშვილი. ბუნებრივი ცეოლითებიდან ნანომასალების მიღების გზები. პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2011, გვ. 13-16. ვციციშვილი, ნდოლაბერიძე, მნიჟარაძე, ნმირძველი. ნანოცეოლითური მასალების გამოყენების შესაძლებლობა მედიცინასა და ფარმაციაში. პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის შრომები, 2013, გვ. 7-10.
19. N.M.Dolaberidze, V.G.Tsitsishvili, N.A.Mirdzveli, M.O.Nijaradze, M.V.Alelishvili. Hydrothermal transformation of clinoptilolite to obtain fine-dispersed zeolite materials. In "Actual Problems of Adsorption

- Theory, Porosity and Selectivity”, Materials of 2nd All-Russian Conference with International Participation, Moscow, 2015, p. 91.
20. B.O.Hincapie, L.J.Garces, Q.Zhang, A.Sacco, S.L.Suib. Synthesis of mordenite nanocrystals. Micropor. Mesopor. Mat., 2004, v. 67, p. 19-26.
21. R.Merdekwati, R.Ediati, D.Prasetyoko. Effect of silica to alumina molar ratio on crystallinity of mordenite synthesized using rice husk ash and kaolin from Bangka Belitung. Proc. Internat. Conf. Satya Wacana Uni., Indonesia, 2015, p. BC.84-89.

მორდენიტის ტიპის სინთეზური ცეოლითური მასალები

ვლადიმერ ციციშვილი, ნანული დოლაბერიძე, ნატალია მირძველი, მანანა ნიჟარაძე
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი
რეზიუმე

აღწერილია მორდენიტის ტიპის ცელოთური მასალის მიღება, მეთოდი მოიცავს შემდეგ სტადიებს: I. ალუმინსილიკატური ნედლეულის (საქართველოს ბუნებრივი ჰეილანდიტ-კლინოპტილოლიტი, **HEU** ტიპის ცეოლითი) მომზადება, რომელიც ითვალისწინებს მის მჟავურ დამუშავებას და სუსპენზიის შექმნას, II. გელის წარმოქმნა ტუტით სუსპენზიის დამუშავების გზით, III. გელის მომწიფება/დაბერება ოთახის ტემპერატურაზე, IV. გელის ჰიდროთერმული კრისტალიზაცია დუღილის ტემპერატურაზე, V. მიღებული პროდუქტის მოცილება დედა-ხსნარს, VI. პროდუქტის გარეცხვა, გაშრობა და შეფუთვა. მიღებული პროდუქტების იდენტიფიცირება ხორციელდებოდა რენტგენული დიფრაქტომეტრიის მეთოდით, **LAU** ტიპის სტუქტურები (კრისტალიზაციის დროს წარმოსაქმნელი ძირითადი მინარევი) აღმოჩენილი არ არის. მაღალი სორბციული ტევადობა (5.6 მმოლ/გ $p/p_s=0.40$ პირობებში) მეტყველებს საკმაოდ კარგად განვითარებული მიკროფოროვანი სტრუქტურის ჩამოყალიბებაზე. მასკანირებელი ელექტრონილი მიკროსკოპიის მეთოდით ნაჩვენებია როგორც 150-დან 400 ნანომეტრამდე სივანისა და 3 მიკრონამდე სიგრძის მქონე პრიზმატური კრისტალების, ისე 40-დან 90 ნანომეტრამდე დიამეტრისა და 10 მიკრონამდე სიგრძის მქონე ბოჭკოების წარმოქმნა. ავტოკლავებში მორდენიტის მიღებასთან შედარებით, შემოთავაზებული მეთოდი ხასიათდება კრისტალიზაციის იგივე ხანგრძლივობით ორჯერ ნაკლები ენერგოდანახარჯების პირობებში; მჟავით დაუმუშავებელი და არაცეოლითური ბუნების ნედლეულის გამოყენებისას სინთეზური მორდენიტის მისაღებად საჭიროა დაახლოებით ორჯერ უფრო ხანგრძლივი კრისტალიზაცია დუღილის ტემპერატურაზე.

СИНТЕТИЧЕСКИЙ ЦЕОЛИТНЫЙ МАТЕРИАЛ ТИПА МОРДЕНИТА

В.Г.Цицишвили, Н.М.Долаберидзе, Н.А.Мирдзвели, М.О.Нижарадзе

Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили Тбилисского государственного университета им. И.Джავახишвили, 0186, ул. А.Политковской 31, Тбилиси, Грузия

РЕЗЮМЕ

Описано получение цеолитного материала типа морденита, способ включает следующие стадии: I. подготовка алюмосиликатного сырья (грузинского природного клиноптилолит-гейландита, цеолита типа **HEU**), предусматривающая его кислотную обратотку и приготовление суспензии; II. приготовление геля путём щелочной обратотки суспензии; III. старение геля при комнатной температуре; IV. гидротермальная кристаллизация при температуре кипения; V. отделение кристаллического продукта от маточного раствора; VI. сушка и упаковка готового продукта. Идентификация полученных продуктов проводилась методом рентгеновской диффрактометрии, структуры типа **LAU** – основная примесь, образующаяся в процессе кристаллизации, не обнаружена. Высокая абсорбционная ёмкость (5.6 ммоль/г при $p/p_s=0.40$) свидетельствует о достаточно хорошо развитой микрокристаллической пористой структуре. Методом сканирующей электронной микроскопии показано образование призматических кристаллов шириной от 150 до 400 нанометров и длиной до 3 микрометров, а также волокон диаметром от 40 до 90 нанометров и длиной до 10 микрометров. По сравнению с получением морденита в автоклавах при температуре около 180°C разработанный метод характеризуется той же продолжительностью процесса кристаллизации, но примерно вдвое меньшими энергозатратами; применение неактивированного предварительной кислотной обработкой алюмосиликатного сырья, а также применение сырья нецеолитной природы требует примерно вдвое большего времени для кристаллизации при температуре кипения.

PHYSICAL CHEMISTRY

ELECTRICAL CONDUCTANCE OF ZnO NANOPOWDER PELLETS

R.Janelidze, Yu.Blagidze, G.Mshvelidze, N.Papunashvili, O.Gogolin, and E.Tsitsishvili
, *Georgian Technical University, V.V.Chavchanidze Institute for Cybernetics*
S. Euli 5, 0186, Tbilisi Georgia

A series of commercial Zinc Oxide nanopowders with a particle size average varying from 70 up to 380 nm are studied by means of ac conductivity measurements. Powders were consolidated in pellets with macroscopical density of about 70%. Ac measurements were carried out in the temperature and frequency window from 300 K to 750 K, and 100 Hz to 10^5 Hz, respectively. The measured ac conductivity obeys the Jonsher's power law and the examined powders represent approximate ac universality. The three different relaxation processes at high, intermediate, and ambient temperature are recognized with the activation energies about 1.4 eV, 0.3 eV, and 0.01 eV, respectively. At temperatures below 400 K, the ac conductivity reveals approximately linear dependence on the particle average size.

I. INTRODUCTION

For many years there has been a huge interest in the ZnO material, in particular, the ZnO powders due mainly to a wide variety of applications from medicine to electronics.

Investigations of electrical conductance of ZnO powders due mainly to a wide variety of applications from medicine to electronics. Investigations of electrical conductance of ZnO powders also have a long story [1-3] continuing to present time [4, 5]. The electrical conductivity in dc and ac regimes have been studied in pure and differently doped ZnO powders in a wide temperature and frequency ranges. Although numerous reported measurements exhibit a general trend - an increase with a temperature and frequency - a large enough spread of the data are reported in the literature. This must be related to peculiarities of the specimens fabrication, doping, the heat treatment and sintering processes. In this paper we report the results of direct measurements of the ac conductivity in commercial ZnO nanopowders with different primary particles sizes. The studied samples are investigated "as-prepared" and don't undergo any preliminary heat treatment which would result in structural changes. The advantage in the use of inexpensive commercially available powders lies in the possibility of achieving reproducible results.

II. EXPERIMENTAL DETAILS AND RESULTS

The ac conductivity experiments were carried out for the three samples of ZnO powders from the following three manufacturers: (a) AdNanoTM(Degussa), (b) WeissiegelTM(Grillo), and (c) Pro analysisTM(Merck).

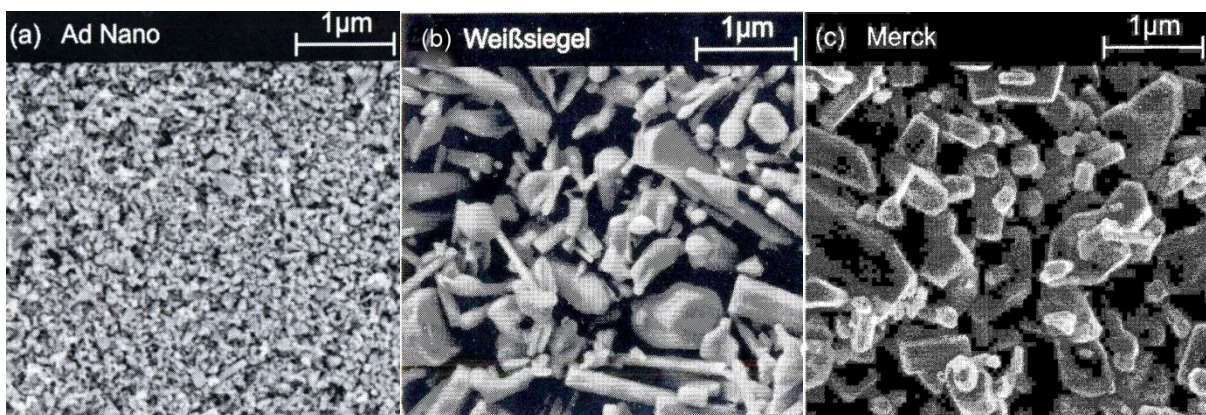


FIG.1: SEM images of the three different ZnO powders.

The scanning electron microscope (SEM) images of the samples are shown in Fig.1. The corresponding average grain sizes and their standard deviation are 70 ± 30 nm, 380 ± 230 nm, and 210 ± 130 nm, respectively. To conduct the measurements, powders of equal amount were first milled in an agate

mortar and then consolidated at room temperature to form disk-shaped pellets without the use of any solvent.

To avoid a delamination of samples, the pressure was applied slowly in two steps to reach the value of 0.5 GPa. The obtained pellets were 1cm in diameter and about 0.2 cm in thickness. Their macroscopic density was about 70% of the bulk density of ZnO. Just before the measurements, the specimens were shortly annealed at 150°C for 30 min to evaporate the water and remove the organic residuals. The electrical conductivities were measured with the help of the selective nanovoltmeter UNIPAN 237 in a frequency range from 100 Hz to 10⁵ Hz and the temperature range from 300 K to 750 K. Below, for convenience, we denote the examined samples as Degussa, Grillo, and Merck samples. Besides, supplementary measurements of the ac conductivity were carried out in the Inframat 30N-0801 and microstructured ZnO powder samples.

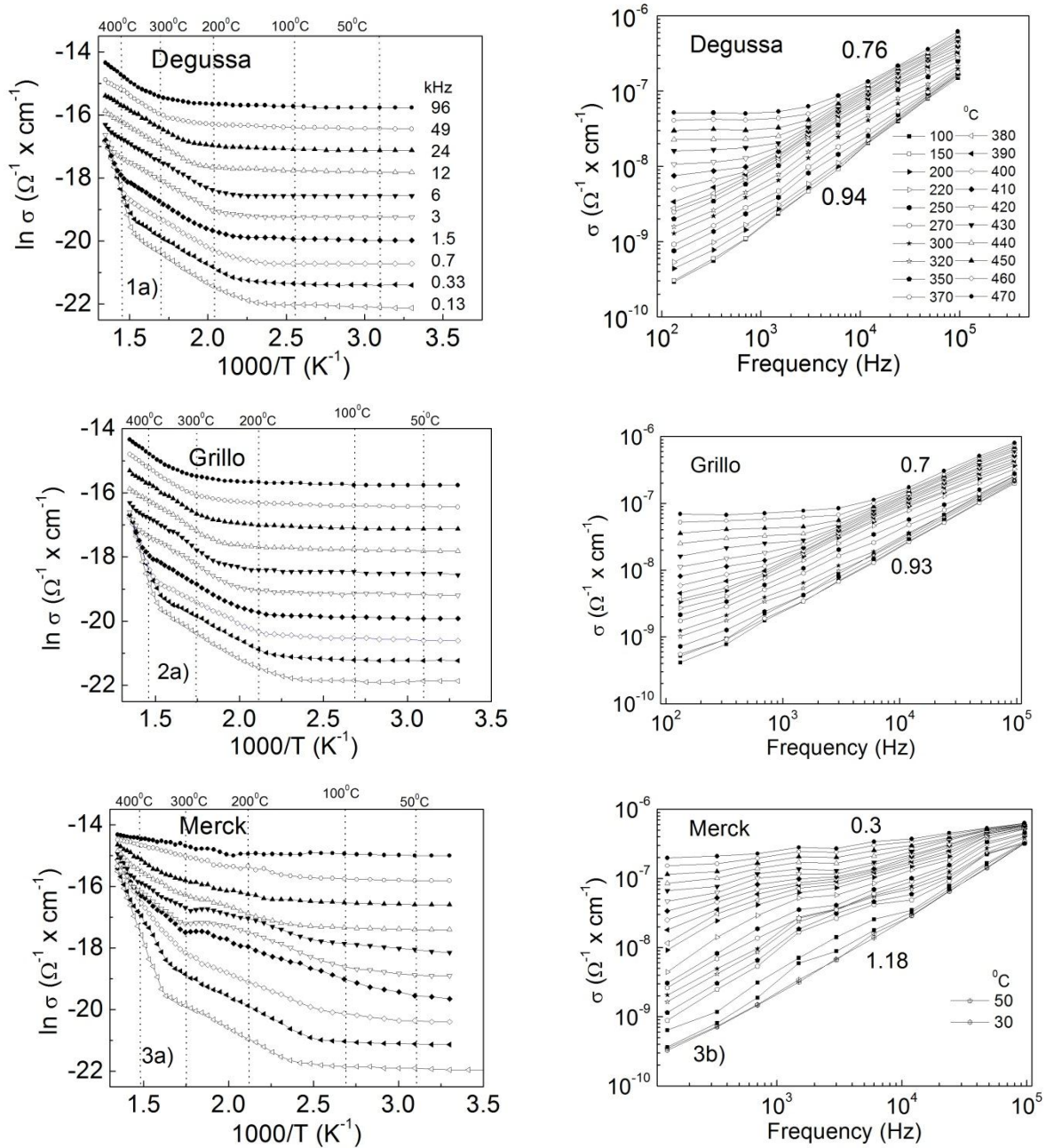


FIG. 2: Temperature (left panel) and frequency (right panel) dependence of ac conductivity in Degussa, Grillo, and Merck ZnO powder.

Temperature dependence of the (real part) of the ac conductivity (the Arrhenius plots) for the three examined samples is presented in the left panel in Fig.2 at different frequencies.

For the all three specimens, the expected trend, namely a growth of the ac conductivity with an increase of the temperature and frequency, is observed. In Fig.2 the two temperature regions are well distinguished. At temperatures below 400 K the ac conductivity shows a weak temperature dependence characterized by a very low activation energies between 0.005 eV - 0.017 eV. At higher temperatures the ac conductivity exhibits a pronounced activation origin - a sharp rise with an increase of the temperature. At frequencies $\omega \leq 6$ kHz, the presented Arrhenius plots demonstrate the two different slopes indicating a contribution of the two activation processes to the conductivity. For all three samples, the one of these process occurs at temperatures higher than 400 K and is characterized by the activation energy $E_{a1}=0.3$ eV. Another process contributes to the conductivity at temperatures higher than 580 K and is characterized by the activation energy $E_{a2}=1.3$ eV - 1.4 eV.

In the considered temperature region this process, as is seen in Fig.2, is observable only at rather low frequencies, since the critical temperature (at which this process begins) is displaced towards great values with an increase of a frequency.

The frequency dependence of the ac conductivity for the three examined samples are shown in the right panel in Fig.2 for different temperatures. Generally, for the all samples, the conductivity increases with an increase of the frequency. In the temperature range given by $680 \text{ K} < T < 750 \text{ K}$, a low frequency dc plateau is detected. In the frequency window of our experiment, this temperature range is narrowed from Degussa sample to Grillo sample and to Merck sample. Besides, while Degussa and Grillo samples show a gradual frequency dependence of the conductivity, nonmonotonic increase is observed for Merck sample.

III. DISCUSSION

Examined samples represent the porous grain-boundary materials showing a macroscopic disorder, see Fig.1. Consequently, the measured conductivities exhibit the peculiarities similar to those which are typical for a wide range of disordered materials, where the electrical properties are governed by the activated or hopping carrier transport. As it has been specified in the previous Section, in the temperature window of our experiment we observe the contribution of the three activation processes with significantly various activation energies.

The hopping process at temperatures $400 \text{ K} \leq T \leq 580 \text{ K}$, which is determined by the activation energy of ≈ 0.3 eV, is connected probably to the most reported defect localized at 0.3eV below the ZnO conduction band edge. This intrinsic defect, which is generally labeled in literature as E3, is present in most ZnO materials, irrespective to the growth techniques used [5 - 10]. The 0.3 eV trap energy were reported already in pioneering work in 1935 for bulk ZnO [11]. In the ZnO literature this level is commonly been assigned to the oxygen vacancy V_o . However, recent researches [12] indicate that this assignment is not correct and the origin of the E3 level is still a subject of debate, to our knowledge. In Ref.[11] much smaller activation energies in the range of 0.007 eV - 0.017 eV, which in presented samples are detected at room temperatures, are also reported. A sharp rise of the electrical conductivity observed at high ($>580 \text{ K}$) temperatures and characterized by the activation energy of ≈ 1.4 eV might be related with a migration of the zinc vacancy V_{Zn}^{2-} . In Ref. [13] is reported that for the vacancy V_{Zn}^{2-} the migration barrier is 1.4 eV and it will become mobile above 540 K. The observed rise of the conductivity with a frequency, see the right panel in Fig.2, is typical for solids consisting of phases with different conductivity [14]. For such materials, at low frequencies the overall conductivity is limited by bottlenecks of poorly conducting regions. At higher frequencies, however, localized charge carrier motion makes it possible to take maximum advantage of well conducting regions. For ZnO materials, different phases are presented by the grains and grain boundaries, which both contribute to the conduction. The conductivity along the grain boundaries might be predominant if the grain sizes are smaller than the Debye length [7]. In this case grains can be almost fully depleted by traps and electrons will be accumulated mostly at the grain boundary regions, which become electrically active. Otherwise, the dc current must reveal ohmic behavior and the absence of space-charge-limited transient currents [15]. Since the average sizes of the presented samples noticeably exceed the respective Debye length ($\sim 30 \text{ nm}$ [7]), we believe that the most contribution to the here measured conductivities is due to the ZnO grains.

Comparing the results presented in Fig.2 for the three ZnO samples, we observe that the higher (lower) conductivity shows the Grillo (Degussa) sample with the larger (smaller) grain sizes, at least at low temperatures and frequencies.

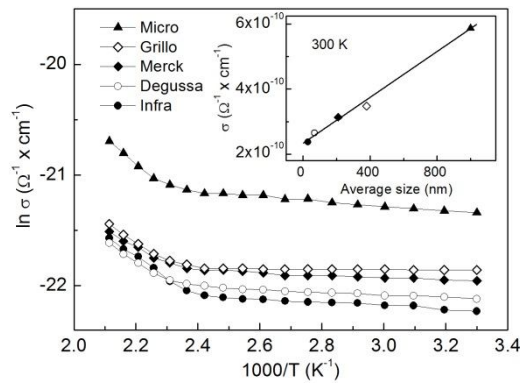


FIG.3: Temperature dependence of ac conductivity in ZnO powders with different particle sizes. The inset shows the particle size dependence of ac conductivity.

This is illustrated separately in Fig.3, where the temperature dependence of the ac conductivity at the frequency of 130 Hz is shown. Except the above three samples, the ac conductivity in Inframat (solid triangles) and microstructured powder (solid circles) with the grain sizes about 30 nm and 1 μm, respectively, is presented in this figure. In Fig.3 is clearly seen a reduction of the conductivity with a decrease of the ZnO grain sizes. In the insert in Fig.3 is seen that the conductivity displays a distinct dependence on the volume to surface ratio which is proportional to the particle size. Note that recently the optical properties of the samples of Degussa, Grillo, and Merck ZnO nanocrystals have been investigated in Ref. [16]. A strong emission band around 3.31 eV has been observed. This band, which plays a major role up to room temperature and shows a clear increase with decreasing particle size, the authors have attributed to excitons bound to defect states at the particle surface. Hence our results above, which indicate that for the presented ZnO nanocrystals a role of the surface states (at low temperatures) decreases with an increase of the particle sizes are supported by the findings in Ref.[16].

Further, for Degussa and Grillo samples, the measured spectra of the ac conductivity exhibit the peculiarities typical for the Jonscher regime [17] - the dc plateau at low frequencies and a gradual rise at larger frequencies, where $\sigma(\omega) \propto \omega^s$. As is seen in (the right panel) Fig.2, at low temperatures the exponent s approaches a value of 0.93 - 0.94, which implies a weak frequency dependence of the imaginary part of the dielectric function. Remember that if the exponent approaches a value of $s = 1.00$, the "nearly constant loss" regime is established [18]. In the conductivity window of our experiment, the dc plateau is detected in the high temperature limit, where the exponent $s = 0.7 - 0.76$. The dc conductivity obeys an Arrhenius law, $\sigma_{dc} \propto e^{-E_{dc}/kT}$, with $E_{dc} = 1.4$ eV, as noted above and is seen in the left panel in Fig.4.

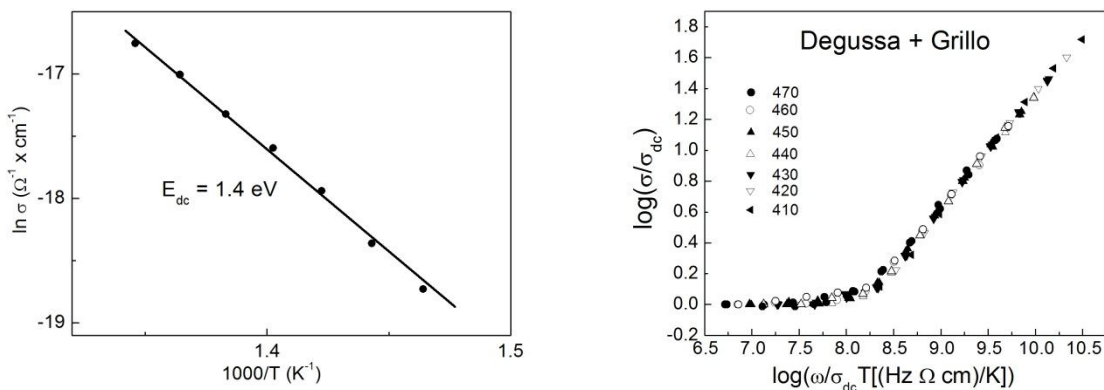


FIG. 4: Left panel: dc conductivity Arrhenius plot. Right panel: Scaled conductivity spectra of the two ZnO powders.

Since, as described above, one can believe that Degussa and Grillo samples are in the Jonscher regime, there is a question: whether satisfy they of universality?

It is known that a large variety of disordered solids exhibit the universal dynamic response [17], which in scaled units becomes independent on both temperature and activation energy.

Universality has been observed, for example, in ionically conducting glasses, conducting polymers, and also doped crystalline solids [19-21]. Using the Summerfield scaling [22], in the right panel in Fig.4 we present the so-called master curve for Degussa and Grillo data of the top and middle Fig.2, respectively. We see that the scaling is good, but not perfect. One can conclude therefore that the electrical response of the commercial Degussa and Grillo ZnO powder specimens represent approximate ac universality.

IV. CONCLUSION

The electrical conductivity of ZnO powders with different nanocrystal (average) sizes is studied as a function of the temperature and frequency. Several relaxation processes contributing to the electrical transport were identified in the temperature spectra. The faster one has an activation energy close to 1.4 eV and is perhaps associated with the zinc vacancy $V_{Zn} \propto \alpha^2$. Further, a contribution of the intrinsic E3 defect, the most reported defect in the literature, is found. Besides, at room temperatures the conductivity shows a very weak decreasing with the activation energy around 0.01 eV. The measured ac conductivity obeys the Jonscher's power law and the examined powders represent approximate ac universality pointing thus to the hopping nature of conductivity. At temperatures below 400 K, the ac conductivity reveals approximately linear dependence on the particle average size.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. P. H. Miller, Phys. Rev. 60, 890 (1941).
2. E. E. Hahn, Jour. Appl. Phys. 22, 855 (1951).
3. J. C. M Brentano, Colman Goldberg, Phys. Rev. 94, 56 (1954).
4. H. Çolak, O. Türköglu, Mater at High Temp. 29, 2012 (2015).
5. K. Lott, T. Nirk, E. Gorokhova, L. Türn, M. Viljus, A. Öpik, and A. Vishnjakov, Cryst. Res. Technol., 50, 10 (2015).
6. Mariem Chaari, Adel Matoussi, Physica B 407 3441 (2012).
7. Joshy Jose and M. Abdul Khadar, NanoStructured Materials, 11, N0.8, 1099 (1999).
8. J. C. Simpson and J. F. Cordaro, J. Appl. Phys. 63, 1781, (1988).
9. H. von Wenckstern, H. Schmidt, M. Grundmann, M. W. Allen, P. Miller, R.J. Reeves, and S. M. Durbin, Appl. Phys. Lett. 91, 022913 (2007).
10. R. Schifano, E. V. Monakhov, B. G. Svensson, W. Mtangi, P. Janse van Rensburg, and F. D. Auret, Physica B 404, 4344 (2009).
11. O. Frisch, Ann. Phys. 5, 375 (1935).
12. A. Janotti, C. G. Van de Walle, Appl. Phys. Lett. 87, 122102 (2005).
13. A. Janotti and C. G. Van de Walle, Phys. Rev. 75, 165202 (2007); Rep. Prog. Phys. 72, 126501 (2009).
14. See, Jeppe C. Dyre and Thomas B. Schröder, Rev. Mod. Phys., 72, 873 (2000).
15. Ce- Wen Nan, A. Tschöpe, S. Holten and H. Kliem, R. Birringer, Jour. Appl. Phys. 85, 7734 (1999).
16. Johannes Fallet, Robert Hauschild, Felix Stelzl, Alex Urban, Markus Wissinger, Huijuan Zhou, Claus Klingshirn, and Heinz Kalt, J. Appl. Phys. 101, 073506 (2007).
17. A. K. Jonscher, Nature 267 (1977) 673; *Dielectric Relaxation in Solids*, Chelsea Dielectric Press, London (1983).
18. See, e.g., D.L. Sidebottom, Reviews of Modern Physics, 81, 999 (2009).
19. S. R. Elliott, Solid State Ionics 27 (1988) 131.
20. C. Leon, M. L. Luca, and J. Santamara, Phys. Rev. B 55 (1997) 882.

21. C. Leon, M. L. Luca, J. Santamara, M. A. Pars, J. Sanz and A. Varez, Phys. Rev. B 54 (1996) 184.
 22. S. Summerfield, Philos. Mag. B52, 9 (1985).

ZnO ნანოფხვნილების ტაბლეტების ელექტრული გამტარებლობა

რუსიკო ჯანელიძე, იუდუჩინი ბლაგიძე, გენრი მშველიძე, ნათელა პაპუნაშვილი, ოლეგი გოგოლინი, ელენე ციციშვილი.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ვ.ვ. ჭავჭავანიძის სახ. კიბერნეტიკის ინსტიტუტი, ს.ეული 5, 0186, თბილისი, საქართველო

რეზიუმე

გამტარებლობის ცვლად დენზე გაზომვით შესწავლილია კომერციული ცინკუმის ოქსიდის ნანოფხვნილების ნაწილაკების სერია, საშუალო ზომით 70-დან 380 ნმ-დე. ფხვნილები დამზადებულია ტაბლეტების სახით მაკროსკოპული სიმკვრივით დაახლოებით 70%-მდე. გაზომვები ჩატარებულია ტემპერატურულ და სიხშირის დიაპაზონში 300K-დან 750K-მდე და 100Hz-დან 10⁵Hz-მდე, შესაბამისად. გაზომილი გამტარებლობა ექვემდებარება ჯონშერის ხარისხოვან კანონს და შესწავლილი ფხვნილები აჩვენებენ მიახლოებით უნივერსალობას. გამოირჩევა სამი რელაქსაციური პროცესი აქტივაციის ენერგიებით 1,4 ევ, 0,3 ევ და 0,01 ევ, შესაბამისად მაღალ, შუალედურ და დაბალ ტემპერატურებზე. დადასტურდა ის ფაქტი, რომ 400K-ზე დაბალ ტემპერატურაზე გამტარებლობა ნაწილაკის საშუალო ზომის პროპორციულია.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ТАБЛЕТОК НАНОПОРОШКОВ ОКСИДА ЦИНКА

Р. Джанелидзе, Ю. Благодзе, Г. Мшвелидзе, Н. Папунашвили, О. Гоголин, Е. Цицишвили
*Грузинский технический университет, Институт кибернетики им. В.В. Чавчанидзе, С. Эули 5, 0186
 Тбилиси, Грузия*

РЕЗЮМЕ

Серия коммерческих нанопорошков оксида цинка со средними размерами от 70 до 380 нанометров исследована методом измерений проводимости переменного тока. Порошки формировались в виде таблеток с макроскопической плотностью около 70%. Измерения были проведены в температурной и частотной областях от 300K до 750K и 100 Hz до 10⁵ Hz, соответственно. Измеренная проводимость удовлетворяет степенному закону Джоншера и исследованные образцы обнаруживают поведение, близкое к универсальности. Различаются три релаксационных процесса с активационными энергиями около 1.4eV, 0.3eV, и 0.001 eV при высоких, промежуточных и низких температурах, соответственно. При температурах ниже 400K проводимость оказывается пропорциональной среднему размеру частиц в порошке.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

ЗАВИСИМОСТЬ НАБУХАНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН
ОТ ПРИРОДЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ

К.К.Хачатурян, Н.А.Гегия, Г.Ш.Энукидзе, Т.С. Гурули

ЮЛПП ТГУ Кавказский институт минерального сырья им.А.А.Твалчрелидзе

Настоящая работа является продолжением наших исследований, результаты которых были изложены в [1]. Целью проведенного исследования являлось улучшение набухающей способности некачественных щелочноземельных бентонитов путем их модифицирования различными химическими добавками, установление оптимальной комбинации этих добавок и их оптимального соотношения.

В данной работе объектами изучения, как и в [1], были бентонитовые глины Грузии из месторождений Паравани и Мтиспири. Для сравнения исследованы также бентониты месторождений: Вайоминг (США), Греции, Цихисубани – асканглина и аскангель (Грузия). В качестве модифицирующих веществ использованы химические реагенты: Na_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaCl , MgO и CaO . Химический состав и данные рентгенофазового анализа бентонитов, а также некоторые технологические параметры, приведены в [1].

Предварительно было исследовано, как изменяется набухаемость бентонитов при индивидуальном воздействии химического реагента Na_2SO_4 , количество которого изменялось в пределах 0,05-0,3г. Как видно из полученных данных, представленных в табл.1, образцы бентонитов Паравани, Мтиспири 1 и Мтиспири 2 после добавления Na_2SO_4 проявляют, как и в исходном виде, очень низкую набухающую способность, даже несмотря на то, что имеет место рост $K_{\text{наб.}}$ ~ на 13-70 %, а для образца Мтиспири 2 – почти в два раза.

Таблица 1. Влияние индивидуального компонента (Na_2SO_4) на величину коэффициента набухания, ($\text{см}^3/2\text{г}$)

Образцы бентонитов	Коэффициент набухания исходного образца ($K_{\text{наб.}}$), $\text{см}^3/2\text{г}$	Добавляемый реагент Na_2SO_4 , (г)		
		0,05	0,1	0,3
Паравани	4,0	-	4,5	5,5
Мтиспири 1	5,0	-	7,0	8,5
Мтиспири 2	3,5	-	5,8	7,5
Вайоминг 1	48,5	-	48,5	-
Вайоминг 2	23,5	-	29,5	-
Вайоминг 3	24,0	-	46,5	-
Греция	5,5	-	10,5	-
Асканглина	1,5	2,5	2,5	-
Аскангель	49,0	11,0	16,5	-

Лучшие результаты получены на вайомингских образцах; примечательно, что здесь наблюдалось необъяснимое свертывание по объему образующейся хлопьевидной набухшей массы. Для вайомингского образца 1 получено то же значение $K_{\text{наб.}}$, что и в природном виде ($K_{\text{наб.}}=48,5 \text{ см}^3/2\text{г}$), но оно уже через 5 суток снижается ~ на 38%. Добавление Na_2SO_4 к вайомингскому образцу 2 приводит, по сравнению с его природной формой, к росту коэффициента набухания на 20% ($K_{\text{наб.}}=29,5 \text{ см}^3/2\text{г}$). Здесь наблюдается очень отчетливое набухание с густыми хлопьями, которое через 5 суток незначительно улучшается ($K_{\text{наб.}}=31,5 \text{ см}^3/2\text{г}$). Самым эффективным оказалось добавление 0,1г Na_2SO_4 к вайомингскому образцу 3, коэффициент набухания которого увеличивается ~ в два раза ($K_{\text{наб.}}=46,5 \text{ см}^3/2\text{г}$). Наблюдение за изменением степени его набухания в течение 79 суток показало (табл. 2), что со временем происходит постепенное снижение величины $K_{\text{наб.}}$, причем за первые 15 суток - сравнительно незаметное (на 15,1 %).

Таблица 2. Изменение степени набухания во времени

Образец бентонита	Добавляемый реагент Na ₂ SO ₄ , (г)	Коэффициент набухания (K _{наб.}), см ³ /2г	Продолжительность, (сутки)	Снижение K _{наб.} , (%)
Вайоминг 3	0,1	46,5	1	-
		45,5	4	2,2
		45,0	6	3,2
		44,0	7	5,4
		43,0	8	7,5
		42,5	9	8,6
		41,0	12	11,8
		39,5	15	15,1
		38,0	20	18,3
		35,5	33	23,7
		34,0	40	26,9
		33,0	48	29,0
		31,5	61	32,3
		30,5	69	34,4
		29,5	79	36,6

Асканглина практически не проявляет набухающую способность ($K_{наб.}=2,5$ см³/2г); низкие показатели получены и для греческого образца ($K_{наб.}=10,5$ см³/2г). Добавление к аскангелю 0,05 и 0,1г Na₂SO₄ снижает степень набухания, по сравнению с его природной формой, соответственно в 4,5 и 3 раза; со временем для аскангеля с добавкой 0,05г Na₂SO₄ наблюдается рост $K_{наб.}$ до 30 см³/2г и это значение остается стабильным в течение 27 суток.

Дальнейшее исследование состояло в изучении характера изменения набухаемости бентонитовых глин при совместном воздействии различных комбинаций химических реагентов, состоящих из: Na₂CO₃ и CaO; Na₂SO₄ и CaO; Na₂SO₄ и MgO; NaCl и CaO; NaCl и MgO, и сменяющимся в этих комбинациях количественным соотношением инди-видуальных компонентов. Полученные результаты приведены в табл. 3.

Как видно из данных этой таблицы, добавление комбинации реагентов Na₂CO₃ и CaO способствует улучшению набухаемости всех исследуемых образцов бентонитовых глин, но не в одинаковой степени; это обусловлено как природой самого образца, так и количественным соотношением в комбинации компонентов. Проведенное изучение индивидуального воздействия составляющих эту комбинацию химических реагентов показало [1], что Na₂CO₃ является очень эффективным, особенно при его оптимальном содержании (0,2 и 0,25г), в то время, как CaO не оказывает на набухаемость практически никакого влияния и даже приводит к ее снижению.

При добавлении к образцу Паравани трех комбинаций коэффициент набухания повышается, по сравнению с природной формой, в 5,0-5,6 раз, а при добавлении комбинации 0,1г Na₂CO₃ + 0,15г CaO - всего в 1,6 раз. Оптимальной оказалась комбинация 0,2г Na₂CO₃ + 0,1г CaO, при которой полученное через 24 часа значение $K_{наб.}=22,5$ см³/2г через 5 суток стояния несколько повышается ($K_{наб.}=25,0$ см³/2г). Также незначительное увеличение $K_{наб.}$ во времени имеет место и для остальных составленных комбинаций.

Для образца Мтиспири 1 через 24 часа получены очень высокие показатели после добавления комбинаций: 0,2г Na₂CO₃ + 0,1г CaO ($K_{наб.}=49,0$ см³/2г) и 0,2г Na₂CO₃ + 0,15г CaO ($K_{наб.}=48,0$ см³/2г), которые даже превосходят показатели набухания вайомингских образцов. Добавление остальных двух комбинаций приводит лишь к незначительному изменению $K_{наб.}$. На рассматриваемом образце наблюдается очень отчетливое набухание; изучение кинетики данного процесса указывает на высокую стабильность степени набухания: так, после добавления комбинации 0,2г Na₂CO₃ + 0,1г CaO через 14 суток значение $K_{наб.}$ вообще не изменяется; через 32 суток величина коэффициента набухания снижается ~ на 6% ($K_{наб.}=46,0$ см³/2г), а через 77 суток - всего лишь ~ на 10% ($K_{наб.}=44,0$ см³/2г). Меньшую стабильность степени набухания проявляет образец Мтиспири 1 после добавления комбинации 0,2г Na₂CO₃ + 0,15г CaO: при этом значение

$K_{\text{наб}}$ через 7 суток снижается уже на 19% ($K_{\text{наб}}=39,0 \text{ см}^3/2\text{г}$), через 28 суток – на 32% ($K_{\text{наб}}=32,5 \text{ см}^3/2\text{г}$) и через 74 суток – на 42% ($K_{\text{наб}}=28,0 \text{ см}^3/2\text{г}$).

Таблица 3. Влияние комбинаций реагентов на величину коэффициента набухания, ($\text{см}^3/2\text{г}$)

Добавляемые реагенты в комбинациях, (г) :	Образцы бентонитов												
	Паравани	Мтиспир 1	Мтиспир 2	Вайоминг 1	Вайоминг 2	Вайоминг 3	Греция	Аска-глина	Аска-гель				
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaO}$													
0,2	20,0	6,0	19,5	47,0	32,0	43,5	42,5	3,5	49,5				
0,2	22,5	49,0	18,0	33,0	31,5	38,0	29,5	3,5	48,5				
0,2	20,8	48,0	17,0	32,5	30,5	36,0	37,5	-	-				
0,1	6,5	10,5	9,0	35,0	22,5	39,5	-	-	-				
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaO}$													
0,2	6,0	7,5	7,0	-	-	-	13,0	2,5	14,5				
0,2	4,5	5,5	5,0	9,0	6,0	7,5	-	-	-				
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgO}$													
0,1	5,8	9,0	5,0	48,0	26,5	36,0	13,3	2,5	20,0				
0,2	7,0	10,5	5,5	-	-	-	-	-	-				
0,2	6,5	10,3	5,0	40,0	24,5	28,5	-	-	-				
$\text{NaCl} + \text{CaO}$													
0,2	4,5	8,0	5,0	25,0	11,0	14,0	-	2,5	12,0				
0,2	4,0	6,3	4,5	8,5	6,5	6,8	-	-	-				
$\text{NaCl} + \text{MgO}$													
0,2	5,0	6,0	5,0	37,5	21,0	22,0	13,0	2,5	14,0				

Образец Мтиспир 2 характеризуется, по сравнению с образцами Паравани и Мтиспир 1, более низкой набухающей способностью. Комбинация реагентов 0,1г $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 0,15\text{г CaO}$ через

24 часа повышает $K_{\text{наб}}$ в 2,6 раз, а остальные три комбинации – в 4,9-5,6 раз. Оптимальной оказалась комбинация 0,2г Na_2CO_3 + 0,05г CaO ($K_{\text{наб}}=19,5 \text{ см}^3/2\text{г}$), а комбинация 0,2г Na_2CO_3 + 0,1г CaO через 5 суток стояния увеличивает степень набухания ~ в 8 раз ($K_{\text{наб}}=27,5 \text{ см}^3/2\text{г}$).

Добавление к вайомингскому образцу 1, который уже в природном виде проявляет высокую набухаемость ($K_{\text{наб}}=48,5 \text{ см}^3/2\text{г}$), трех составленных комбинаций снижает этот показатель в 1,4-1,5 раз. Максимальное значение $K_{\text{наб}}=47,0 \text{ см}^3/2\text{г}$, полученное при добавлении 0,2г Na_2CO_3 + 0,05г CaO , через 5 суток ($K_{\text{наб}}=49,0 \text{ см}^3/2\text{г}$) превосходит ~ на 10% показатель исходного образца. Через 4 суток после добавления 0,2г Na_2CO_3 + 0,1г CaO $K_{\text{наб}}$ возрастает от 33,0 до 47,5 $\text{см}^3/2\text{г}$, а добавление 0,2г Na_2CO_3 + 0,15г CaO уже через 2 суток повышает значение $K_{\text{наб}}$ до показателя природного образца ($K_{\text{наб}}=48,5 \text{ см}^3/2\text{г}$).

При добавлении к вайомингскому образцу 2 трех составленных комбинаций значение $K_{\text{наб}}$ повышается до 30,5-32,0 $\text{см}^3/2\text{г}$, а при добавлении 0,1г Na_2CO_3 + 0,15г CaO , наоборот, имеет место его снижение (~ на 4%). Оптимальной является комбинация 0,2г Na_2CO_3 + 0,05г CaO . Со временем наблюдается ухудшение набухающей способности этого образца; исключение составляет добавление комбинации 0,2г Na_2CO_3 + 0,15г CaO , при которой через 2 суток $K_{\text{наб}}$ возрастает ~ на 37% и составляет 37,0 $\text{см}^3/2\text{г}$.

После добавления всех четырех составленных комбинаций набухающая способность вайомингского образца 3 улучшается в 1,5-1,8 раз; при этом получены достаточно высокие показатели $K_{\text{наб}}=36,0 - 43,5 \text{ см}^3/2\text{г}$, которые через 2-5 суток еще более повышаются и достигают значений $K_{\text{наб}}=47,0 - 48,0 \text{ см}^3/2\text{г}$. Оптимальной, как и для двух других вайомингских образцов, оказалась комбинация 0,2г Na_2CO_3 + 0,05г CaO , после добавления которой наблюдается высокая стабильность степени набухания: через 14 суток стояния значение $K_{\text{наб}}$ снижается лишь ~ на 6%, через 21 сутки – ~ на 14%, а через 32 суток – ~ на 23%.

Хорошие результаты получены для греческого образца, $K_{\text{наб}}$ которого возрастает, по сравнению с природной формой, в 5,4-8 раз; при этом имеет место очень отчетливое набухание. Значение $K_{\text{наб}}=42,5 \text{ см}^3/2\text{г}$, полученное при добавлении оптимальной комбинации 0,2г Na_2CO_3 + 0,05г CaO , через 5 суток достигает величины $K_{\text{наб}}=49,0 \text{ см}^3/2\text{г}$. Следует отметить, что образовавшаяся набухшая масса очень стабильна во времени: даже через 65 суток значение $K_{\text{наб}}=42,0 \text{ см}^3/2\text{г}$, т.е. оно такое же, как и после 24 часового стояния. Через 2 суток после добавления комбинации 0,2г Na_2CO_3 + 0,1г CaO происходит рост $K_{\text{наб}}$ от 29,5 до 46,5 $\text{см}^3/2\text{г}$, при этом степень набухания во времени здесь также очень стабильна: через 49 суток достигается результат, полученный после первых 24 часов. Асканглина практически не проявляет набухающую способность ($K_{\text{наб}}=3,5 \text{ см}^3/2\text{г}$).

При добавлении к аскангелю комбинаций реагентов наблюдаются такие же показатели, что и на природном образце. Незначительное повышение (~ на 1%) значения $K_{\text{наб}}$ имеет место при добавлении 0,2г Na_2CO_3 + 0,05г CaO ($K_{\text{наб}}=49,5 \text{ см}^3/2\text{г}$), которое стабильно и через 58 суток снижается лишь до 46,3 $\text{см}^3/2\text{г}$. Степень набухания аскангеля также высока и при добавлении 0,2г Na_2CO_3 + 0,1г CaO : значение $K_{\text{наб}}=48,5 \text{ см}^3/2\text{г}$ через 2 суток составляет 49,5 $\text{см}^3/2\text{г}$, а через 57 суток опускается лишь до 45,0 $\text{см}^3/2\text{г}$.

На рис.1 показано набухание бентонитов после добавления комбинации химических реагентов 0,2г Na_2CO_3 + 0,1г CaO , на котором наглядно видны высокие показатели образца Мтиспири 1 даже через 21 сутки.

Итак, полученные результаты проведенных исследований свидетельствуют об эффективности совместного использования химических реагентов Na_2CO_3 и CaO в их комбинациях. При добавлении установленной для образца Мтиспири 1 оптимальной комбинации реагентов оказалось возможным через сутки значительно повысить его набухающую способность и даже превзойти по этому параметру вайомингские образцы (табл.3).

Что касается других изученных нами комбинаций химических реагентов, то их добавление оказалось значительно менее эффективным или же – совершенно неэффективным, о чем свидетельствуют приведенные ниже результаты.

Так, для образцов Паравани, Мтиспири 1 и Мтиспири 2 при добавлении комбинации 0,2г Na_2SO_4 + 0,05г MgO $K_{\text{наб}}$ хотя и увеличивается в 1,6-2,1 раз, но полученные значения очень низкие (табл.3).

При использовании в комбинациях Na_2SO_4 и MgO для всех трех вайомингских образцов получаются почти такие же результаты, что и при индивидуальном воздействии этих реагентов,

причем в том же количественном содержании. Коэффициент набухания вайомингского образца 1 через сутки после добавления $0,1\text{г Na}_2\text{SO}_4 + 0,05\text{г MgO}$ уступает исходному на 1%, а еще через сутки – превосходит его на 2% ($K_{\text{наб.}}=49,5 \text{ см}^3/2\text{г}$); при этом наблюдается густое набухание. Для вайомингских образцов 2 и 3 $K_{\text{наб.}}$ увеличивается соответственно ~ на 11 и 33%.

Греческий образец при добавлении $0,1\text{г Na}_2\text{SO}_4 + 0,05\text{г MgO}$ проявляет низкую набухающую способность, при этом $K_{\text{наб.}}$ возрастает по сравнению с природным образцом в 2,4 раза. Асканглина, так же, как и при добавлении комбинаций других химических реагентов, и здесь не проявляет набухающую способность.

Своеобразно, как и в случае Na_2CO_3 , ведет себя аскангель: при добавлении комбинации $0,1\text{г Na}_2\text{SO}_4 + 0,05\text{г MgO}$ через 24 часа $K_{\text{наб.}}$ снижается в 2,5 раза и составляет $20,0 \text{ см}^3/2\text{г}$, а еще через 24 часа этот показатель существенно возрастает, доходя до $45,0 \text{ см}^3/2\text{г}$ и уступая при этом исходному образцу ~ на 8%; со временем это значение падает: через 8 суток оно составляет 35,5; через 21 сутки - 30,0 и через 38 суток - $27,5 \text{ см}^3/2\text{г}$. Уже через первые 24 часа стояния здесь наблюдается свертывание образующейся хлопьевидной набухшей массы.

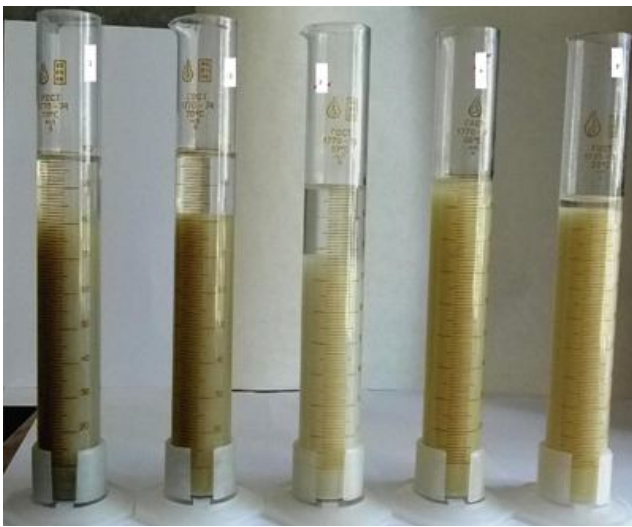


Рис.1. Набухание бентонитов после добавления комбинации химических реагентов $0,2\text{г Na}_2\text{CO}_3 + 0,1\text{г CaO}$:
1 – вайомингский образец 1 (через 13 суток); 2 – вайомингский образец 3 (через 13 суток); 3 – греческий бентонит (через 10 суток); 4 – Мтиспири 1 (через 21 сутки); 5 – аскангель (через сутки).

Наглядно набухание бентонитов после добавления комбинации реагентов $0,2\text{г Na}_2\text{SO}_4 + 0,1\text{г MgO}$ представлено на рис.2.

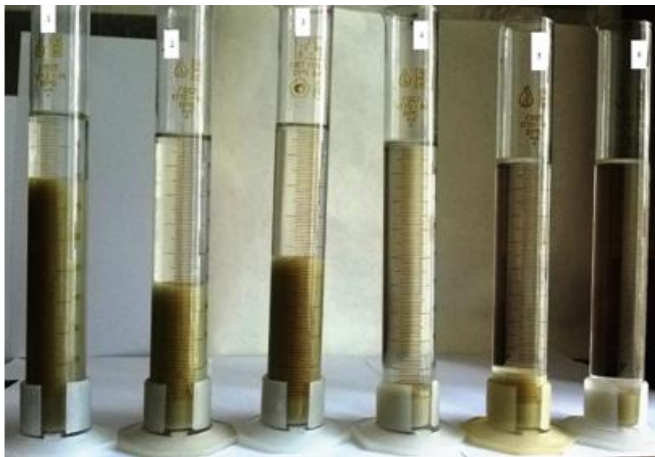


Рис.2. Набухание бентонитов через 24 часа после добавления комбинации химических реагентов $0,2\text{г Na}_2\text{SO}_4 + 0,1\text{г MgO}$: 1 – вайомингский образец 1; 2 – вайомингский образец 2; 3 – вайомингский образец 3; 4 – Паравани; 5 – Мтиспири 1; 6 – Мтиспири 2.

При введении CaO в комбинацию реагентов, вместо MgO , для образцов Паравани, Мтиспири 1, Мтиспири 2, Греции, асканглины получаются такие же низкие значения показателя набухаемости, как и в присутствии MgO ; $K_{\text{наб.}}$ вайомингских образцов 1,2,3 и аскангеля падает по сравнению с их природной формой соответственно в 3,2-5,4 и 3,4 раза.

Очень низкие показатели набухаемости получены также при добавлении комбинаций $\text{NaCl} + \text{CaO}$ и $\text{NaCl} + \text{MgO}$ для всех исследованных бентонитов, за исключением вайомингского образца 1 (табл.3; рис.3).

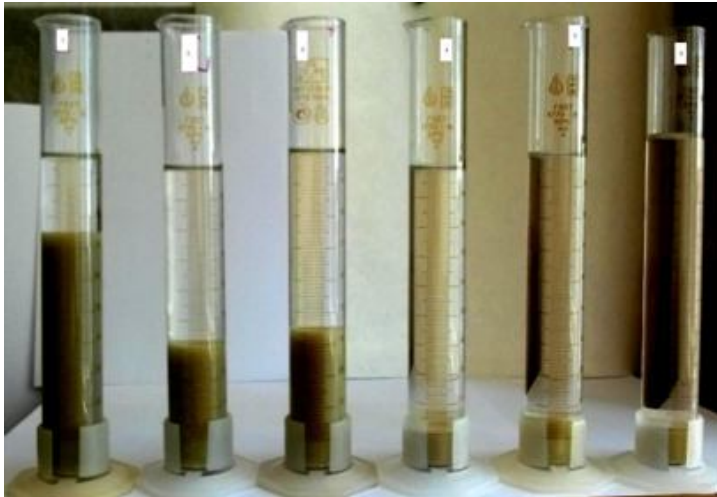


Рис.3. Набухание бентонитов через 24 часа после добавления комбинации химических реагентов 0,2г NaCl + 0,1г MgO :

1 – вайомингский образец 1;
2 – вайомингский образец 2;
3 – вайомингский образец 3;
4 – Паравани; 5 – Мтиспири 1; 6 – Мтиспири 2.

В заключение следует отметить, что из исследованных в данной работе комбинаций химических реагентов наиболее эффективной оказалась комбинация, составленная из Na_2CO_3 и CaO . При добавлении к образцу Мтиспири 1 установленной для него оптимальной комбинации этих реагентов стало возможным значительно повысить его набухающую способность и даже несколько превзойти по этому показателю вайомингские образцы..

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Хачатурян К.К., Гегия Н.А., Энукидзе Г.Ш., Уклеба Е.Н. Известия нац. АН Грузии, сер. хим., 2015, т.41, № 1-2, с. 154-159.

ბენტონიტური თიხების გაჯირჯვებადობის დამოკიდებულება ქიმიური რეაგენტების ბუნებაზე

კარინე ხაჩატურიანი, ნესტან გეგია, გულნაზი ენუქიძე, თამარ გურული
სსიპ თსუ კავკასიის ა.თვალჭრელიძის მინერალური ნედლეულის ინსტიტუტი

რეზიუმე

გამოკვლეულია საქართველოს სხვადასხვა საბადოს ბენტონიტური თიხების გაჯირჯვებადობის უნარიანობა. შესადარებლად შესწავლილი იქნა ვაიომინგის (აშშ), საბერძნეთის და ციხისუბნის ბენტონიტური თიხები. ნაჩვენებია, რომ ბენტონიტების მოდიფიცირება ქიმიური რეაგენტების კომბინაციებით სხვადასხვანაირად მოქმედებს მათი გაჯირჯვებადობის ხარისხზე. დადგენილია რეაგენტების Na_2CO_3 და CaO -ს ოპტიმალური თანაფარდობა და მათი გამოყენების მნიშვნელოვანი ეფექტურობა.

DEPENDENCE OF SWELLING OF BENTONITE CLAYS OF BY NATURE CHEMICAL REAGENTS

Karine Khachaturian, Nestan Gegia, Gulnazi Enukhidze, Tamar Guruli
TSU Alexander Tvalchrelidze Caucasus Institute of Mineral Resources

SUMMARY

The bulking-up ability of bentonite clays of Georgia from Paravani and Mtsipiri's fields, and also for comparison – bentonite clays of fields Wyoming (USA), Greece and Tsikhisubani is used. It is shown that modifying of bentonites combinations of chemical reagents differently influences extent of their swelling. Considerable efficiency of use of a combination of Na_2CO_3 and CaO reagents in their optimum ratio is established.

მათემატიკური ქიმია

აცეტილენის ტეტრამერიზაციის და ციკლოტეტრამერიზაციის რეაქციების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა

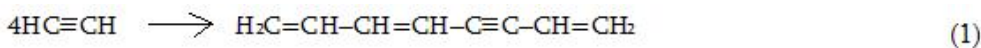
მიხეილ გვერდწითელი, ლევან ლობჯანიძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

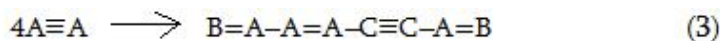
მოლეკულური გრაფების თანაზიარობის მატრიცების მრავალრიცხოვანი სახესხვაობები ფართოდ გამოიყენება მოლეკულებისა და მათი ქიმიური გარდაქმნების მათემატიკურ-ქიმიურად გამოსაკვლევად [1-3]. ანბ-მატრიცა მიეკუთვნება ასეთ მატრიცათა კლასს. მისი დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრები, არადიაგონალურები - ქიმიური ბმების ჯერადობები [4].

ქვაზი- ანბ - მატრიცა (ანბ) ანბ-მატრიცის ისეთი სახეცვლილება, რომლის დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულის ცალკეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტებში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრების ჯამი, არადიაგონალური ელემენტებია სტრუქტურულ ფრაგმენტებს შორის არსებული ქიმიური ბმების ჯერადობები. [5]. ამგვარად, ანბ-მატრიცა იგება გარკვეული მოლეკულური მოდელის საფუძველზე და ეს უკანასკნელი ამოცანის ქიმიური სპეციფიკის გათვალისწინებით შეირჩევა.

გამოვიკვლიოთ აცეტილენის ტეტრამერიზაციის და ციკლოტეტრამერიზაციის რეაქციები ანბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში.



მათი მოდელური ჩანაწერი:



სადაც : A CH; B CH₂; C ნახშირბადატომია.

(3) პროცესის ჩანაწერს ანბ-მატრიცების გამოყენებით გააჩნია სახე:

$$\left| \begin{array}{cccccccc} 7 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{cccccccc} 8 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 7 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 7 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 7 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 6 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 6 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 7 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 8 \end{array} \right| \quad (5)$$

(4) პროცესის ჩანაწერს $\tilde{A}_{\tilde{N}}$ -მატრიცების გამოყენებით გააჩნია სახე:

$$\left| \begin{array}{cccccccc} 7 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7 & 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 7 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 3 & 7 \end{array} \right| \rightarrow \left| \begin{array}{cccccccc} 7 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 2 & 7 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 7 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 7 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 7 & 2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 7 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 7 & 2 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 7 \end{array} \right| \quad (6)$$

განვიხილოთ გამოსახულება:

$$\Delta_r = \Delta_f - \Delta_i \quad (7)$$

სადაც: Δ_f - საბოლოო სისტემის შესაბამისი $\tilde{A}_{\tilde{N}}$ -მატრიცის დეტერმინანტის მნიშვნელობაა; Δ_i -საწყისი სისტემის შესაბამისი $\tilde{A}_{\tilde{N}}$ -მატრიცის დეტერმინანტის მნიშვნელობა; Δ_r -დეტერმინანტის მნიშვნელობის ცვლილება რეაქციის შედეგად.

ორივე განვიხილული რეაქციისთვის $\Delta_r < 0$. თუ გავითვალისწინებთ, რომ Δ -ს სიდიდე მოლეკულური სირთულის პროპორციულია, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ აცეტილენის ტეტრამერიზაციისა და ციკლოტეტრამერიზაციის რეაქცია მიმდინარეობს მოლეკულური სირთულის შემცირებით.

შენონის ინფორმაციის ენტროპია გამოითვლება ფორმულით [6,7];

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i \quad (8)$$

სადაც: P_i - გარკვეული ხდომილების (მაგ.: A- სტრუქტურული ფრაგმენტის ალალებებზე „შეხვედრის“) ალბათობაა.

განვიხილოთ გამოსახულება:

$$H_r = H_f - H_i \quad (9)$$

სადაც: H_f - საბოლოო სისტემის შესაბამისი შენონის ინფორმაციის ენტროპიაა; H_i - საწყისი სისტემის შესაბამისი შენონის ინფორმაციის ენტროპიაა; H_r - ინფორმაციის ენტროპიის ცვლილება რეაქციის შედეგად.

აღმოჩნდა, რომ აცეტილენის ტეტრამერიზაციის რეაქცია მიმდინარეობს სისტემის ინფორმაციის ენტროპიის ზრდით- სისტემის ინფორმატულობა მატულობს. ციკლოტეტრამერიზაციის რეაქციისათვის ინფორმაციის ენტროპია არ იცვლება-სისტემის ინფორმატულობა მუდმივი რჩება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Rurvy P.R. Chemical Application of Topology and Graph Theory. Amsterdam, 1983.
2. გამზიანი გ. მათემატიკური ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი 1990.
3. ლეკვილი გ., ასათიანი ლ. მოლეკულური დისკრიპტორები ელემენტორგანულ ნაერთთა ქიმიაში. თბილისი, 1998.
4. Gverdtsiteli M., Gamziani G., Gverdtsiteli I. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. Tbilisi, 1996.
5. 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, N-6, 36-39.
6. Жданов Ю.А. Теория строения органических соединений. Москва, 1971.
7. Яглом А.Н., Яглом И.М. Вероятность и информация. Москва, 1973.

**MATHEMATICAL-CHEMICAL INVESTIGATION OF ACETYLENE
TETRAMERIZATION AND CYCLOTETRAMERIZATION REACTIONS**

Mikheil Gverdtsiteli, Levan Lobzhanidze
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Within the scope of quazi-ANB-matrices method mathematical-chemical investigation of acetylene tetramerization and cyclotetramerization reactions. Was carried out these reaction proceed with the decrease of molecular complexity.

**МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ
ТЕТРАМЕРИЗАЦИИ И ЦИКЛОТЕТРАМЕРИЗАЦИИ АЦЕТИЛЕНА**

М.И.Гвердцители, Л.В. Лобжанидзе
Тбилисский государственный университет им.Ив.Джавахишвили

РЕЗЮМЕ

В рамках метода квази-АНС-матриц проведено математико-химическое исследование реакции тетрамеризации и циклотетрамеризации ацетилена. Эти реакции сопровождаются уменьшением молекулярной сложности.

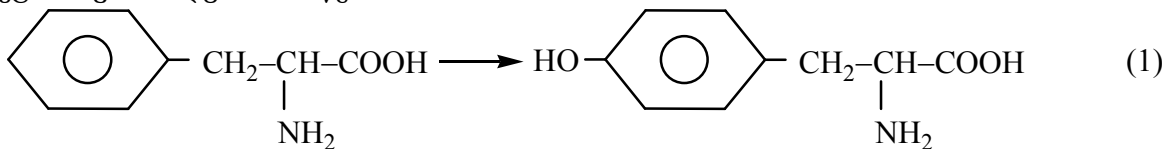
მათემატიკური ქიმია

ფენილალანინის თიროზინად გარდაქმნის რეაქციის მათემატიკურ-ქიმიური კვლევა

მარინა ქარჩხაძე, ქეთევან კუპატაძე, მიხეილ გვერდწითელი

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ფენილკეტონურია მემკვიდრეობითი დაავადებაა, რომლის დროსაც ორგანიზმში არ გამოქმუვდება ის ფერმენტი, რომელიც ფენილალანინს გარდაქმნის თიროზინად [1]. ამ რეაქციის ფორმალური ჩანაწერია:

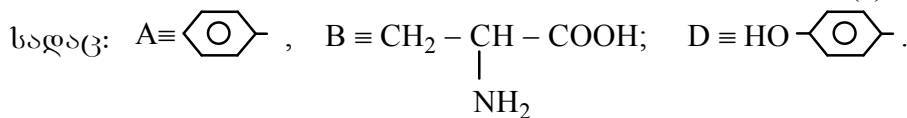


ამ პროცესის მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა ჩატარებულია კვაზი-ანბ-მატრიცების და შენონის ინფორმაციის ენტროპიის მეთოდების ფარგლებში [2].

კვაზი-ანბ-მატრიცა (ანბ) წარმოადგენს ანბ-მატრიცის სახეცვლილებას. მისი დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულის ცალკეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტებში შემავალი ქიმიური ელემენტების ატომური ნომრების ჯამი, არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ბმების ჯერადობები სტრუქტურულ ფრაგმენტებს შორის [3]. ამგვარად, ანბ-მატრიცის აგება ხდება მოლეკულის გარკვეული მოდელის საფუძველზე, რომლის ოპტიმალური შერჩევა შესაძლებელია მოცემული ამოცანის ქიმიური სპეციფიკის გათვალისწინებით [4].

(1) რეაქციისათვის შემუშავებულია ორფრაგმენტიანი უმარტივესი მოდელი:

$$A - B \rightarrow D - B \quad (2)$$



(2) სქემის ჩანაწერს ანბ-მატრიცების გამოყენებით გააჩნია სახე:

$$\begin{vmatrix} Z_A & 1 \\ 1 & Z_B \end{vmatrix} \rightarrow \begin{vmatrix} Z_D & 1 \\ 1 & Z_B \end{vmatrix} \quad (3)$$

განვიხილოთ გამოსახულება:

$$\Delta_r = \Delta_f - \Delta_i \quad (4)$$

სადაც: Δ_f – საბოლოო სისტემის (თიროზინის) შესაბამისი ანბ-მატრიცის დეტერმინანტის მნიშვნელობაა; Δ_i – საწყისი სისტემის შესაბამისი ანბ-მატრიცის დეტერმინანტის მნიშვნელობა; Δ_r – დეტერმინანტის მნიშვნელობის ცვლილება რეაქციის შედეგად.

აღმოჩნდა, რომ განხილული რეაქციისთვის $\Delta_r > 0$. თუ გავითვალისწინებთ, რომ Δ -ს სიდიდე მოლეკულური სირთულის [2] პროპორციულია, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ეს რეაქცია მიმდინარეობს მოლეკულური სირთულის ზრდით.

შენონის ინფორმაციის ენტროპია გამოითვლება ფორმულით:

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i \quad (8)$$

სადაც: p_i – გარკვეული ხდომილების (მაგ.: A-სტრუქტურული ფრაგმენტის ალაბელზე „შეხვედრის“) ალაბობაა.

განვიხილოთ გამოსახულება:

$$H_r = H_f - H_i \quad (9)$$

სადაც: H_f – საბოლოო სისტემის შესაბამისი შენონის ინფორმაციის ენტროპიაა; H_i – საწყისი სისტემის; H_r – ინფორმაციის ენტროპიის ცვლილება რეაქციის პროცესში.

აღმოჩნდა, რომ ამ რეაქციას თან ახლავს ინფორმაციის ენტროპიის ზრდა ($H_r > 0$), სისტემის ინფორმატიულობა მალდება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Бреслер С.Е. Молекулярная биохимия. Ленинград, 1973. 405с.
2. გამზიანი გ. მათემატიკური ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, 1990. 125 გვ.
3. 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, с. 36-39.
4. Gverdtsiteli M., Gamziani G., Gverdtsiteli I. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. Tbilisi, 1996; 21 p.
5. Яглом А.М., Яглом И.М. Вероятность и информация. Москва, 1981, 375 с.
6. Жданов Ю.А. Теория строения органических соединений. Москва, 1971; 271 с.

MATHEMATIC-CHEMICAL INVESTIGATION OF THE REACTION OF TRANSFORMATION OF PHENYLALANINE INTO TIROSINE

Marina Karchkhadze, Ketevan Kupatadze, Mikheil Gverdtsiteli
Iv. Javakhishvili Tbilisi State University
Ilia State University

SUMMARY

Within the scope of quasi-ANB-matrices method mathematic-chemical investigation of the reaction of transformation of phenylalanine into tirosine was carried out. This reaction proceed with the increase of molecular complexity. The informity of the system also increases.

МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ ПРЕВРАЩЕНИЯ ФЕНИЛАЛАНИНА В ТИРОЗИН

Марина Карчхадзе, Кетеван Купатадзе, Михаил Гвердцители
Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили
Государственный университет им. И. Чавчавадзе

РЕЗЮМЕ

В рамках метода квази-АНС-матриц проведено математико-химическое исследование реакции превращения фенилаланина в тирозин. Процесс протекает с увеличением молекулярной сложности. При реакции также увеличивается информативность системы.

კომპლექსნაერთთა ქიმია

ქრომის ხელატების სინთეზი

იამზე ბემკენაძე, ნანი ჟორჟოლიანი, მაია გოგალაძე, ნაზიბროლა კლარჯიეშვილი, ლია გოგუა, სპარტაკ უროტაძე, ვლადიმერ ციციშვილი

პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

ჩატარებულია სამვალენტიანი ქრომის (III) ამორფული ხელატური ნაერთების $\text{Cr}(\text{Me})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (I) და $\text{Cr} \cdot \text{Lig} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Lig – ციტრატ-იონი ($n=4$), ნიტრილოტრიმმარმჟავას ანიონი ($n=3$)), აგრეთვე კრისტალური ხელატური ნაერთების $\text{Cr}_2 \cdot \text{Lig}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Lig – ქარვის მჟავის ($n=0$), ღვინის მჟავის ($n=2$), გლუტამინის მჟავისა ($n=4$) და ცისტეინის ($n=5$) ანიონები) სინთეზი სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებით მათი შემდგომი გამოყენების მიზნით. მიღებული ნაერთების ექსპერიმენტულად განსაზღვრული ელემენტური შემადგენლობა ემთხვევა გამოთვლილს, განსაზღვრულია მათი ხსნადობა წყალსა და ორგანულ გამხსნელებში, კრისტალური ნაერთები დახასიათებულია რენტგენული დიფრაქტომეტრიის პარამეტრებით.

შესავალი

ქრომი (Cr) ქიმიური ელემენტია ატომური ნომრით 24, მასით 51,9962 გ/მოლ და ელექტრონული კონფიგურაციით $[\text{Ar}] 3d^5 4s^1$. თავისუფალ მდგომარეობაში ქრომი წარმოადგენს მოლურჯისფრო-თეთრ მეტალს (კუბური მესერი, $a=0,28845$ ნმ), რომელიც ზედაპირის პასივირების გამო ჰაერზე საკმაოდ მდგრადია და არ იხსნება მინერალურ მჟავებში, იწვის 2000°C -ზე მწვანე ფერის ქრომის (III) ოქსიდის Cr_2O_3 წარმოქმნით. წყალხსნარებში ქრომისთვის დამახასიათებელია Cr^{2+} (ცისფერი ფუძე ხასიათის მარილები), Cr^{3+} (მწვანე ან ლილისფერი და მწვანე $[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$ ამფოტერული მარილები) და Cr^{6+} (მჟავა ხასიათის მარილები - ყვითელი ქრომატები CrO_4^{2-} და ნარინჯისფერი დიქრომატები $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) მდგომარეობები. მეტალური ქრომი და, განსაკუთრებით Cr^{6+} -ნაერთები ხასიათდება ძალზე მაღალი ტოქსიკურობით [1], ხოლო ქრომი (III) მიეკუთვნებოდა [2] სასიცოცხლოდ აუცილებელი მკვებავი (essential nutrient) ელემენტების რიცხვს (Fe, I, Cu, Zn, Co, Cr, Mo, Ni, V, Se, Mn, As, F, Si, Li), თუმცა 2014 წლის ბოლოს ევროპის საკვები პროდუქტების უსაფრთხოების სააგენტომ (European Food Safety Authority - EFSA) გამოაქვეყნა მოხსენება [3] იმის შესახებ, რომ ქრომის (III) მოხმარება ჯანმრთელ ადამიანებზე სასარგებლო ზეგავლენას არ ახდენს და ამოიღო ქრომი ესენციური (სასიცოცხლოდ აუცილებელი) მიკროელემენტის ნუსხიდან.

ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს ქრომის დაახლოებით 6 მგ-ს, იგი ძირითადად განლაგებულია ორგანოების (თირკმლები, ღვიძლი, ნაწლავები, ძვლები და სხვ.) ქსოვილებში; ვარაუდობენ, რომ ქრომი მონაწილეობს ნახშირწყლების, ლიპიდებისა და ცილების მეტაბოლიზმში, თუმცა მისი მოქმედების მექანიზმები დადგენილი არ არის, ცნობილია მხოლოდ ის, რომ უჯრედებში ქრომატებთან ვიტამინ C-ს და სხვა აგენტების ურთიერთქმედებისას წარმოიქმნება ქრომი (III) [4].

1960-იანი წლებიდან ითვლებოდა, რომ ოპტიმალურია ქრომის ყოველდღიური მიღება 150-200 მკგ-ის ოდენობით, ვინაიდან ქრომის დეფიციტი შეიძლება გახდეს შაქრიანი დიაბეტის, არტერიული ჰიპერტენზიის, დისლიპიდემიის – შედეგად კი ათეროსკლეროზის განვითარების მიზეზი, თუმცა ამერიკის შეერთებულ შტატებში 2001 წელს ქრომის დღიური ნორმა შემცირდა 35 მკგ-მდე კაცებისათვის და 25 მკგ-მდე ქალებისათვის [5]. ჯერ კიდევ 1960-70-იან წლებში დადგენილი იყო ქრომის საუკეთესო წყაროები - ხორცი, საქონლის ღვიძლი, ლობიო და ქატო, აგრეთვე ის, რომ ქრომის შემცველობა რძის პროდუქტებში, ხილსა და ბოსტნეულში ძალზე დაბალია, მაგრამ ლიტერატურული წყაროების 2011 წელს ჩატარებული ანალიზის [6] თანახმად, ძირითადი მონაცემები გამოქვეყნებული იყო 1980 წლამდე, როდესაც ქრომის განსაზღვრა კვების პროდუქტებში ხორციელდებოდა არაადექვატური მეთოდებით, და მონაცემთა არსებული ბაზა საჭიროებს განახლებას როგორც ადგილობრივი გეოქიმიური, აგრარული, ეკოლოგიური და სხვა პირობების, ისე სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის კვების პროდუქტებად გამოყენებული გადამამუშავებელი ტექნოლოგიების (მაგალითად - უჟანგავი ფოლადის გამოყენებისას შეიმჩნევა ქრომის და ნიკელის გამოტუტვა საკვებ პროდუქტში [7]) გათვალისწინებით.

ამავდროულად, არსებობს ცნობები [8-13] მეფრინველეობასა და მეცხოველეობაში ქრომის (III) კომპლექსური ნაერთების (ხელატების) წარმატებით გამოყენების შესახებ, თუმცა არის მონაცემები, რომ ქრომის პიკოლინატი ($\text{Tris}(\text{picolinate})\text{chromium}(\text{III})$, $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_4\text{NO}_2)_3$) და ნიკოტინატი ($\text{Chromium}(\text{III})$)

tri(pyridine-3-carboxylate), $C_{18}H_{12}CrN_3O_6$), რომლებიც ფართოდ გამოიყენება დიაბეტის დროს, შეიძლება იყოს სახიფათო სწორედ ამ კომპლექსურ ნაერთებში გამოყენებული ლიგანდების (პიკოლინისა და ნიკოტინის მჟავების ნაშთები) გამო [14].

ამგვარად, ქრომის ახალი კომპლექსური ნაერთების სინთეზი სხვადასხვა უსაფრთხო ლიგანდების გამოყენებით და მათი შემდგომი გამოკვლევა აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს, და ჩვენი კვლევის პირველი ეტაპი იყო ქრომის ხელატების სინთეზის განხორციელება ამინომჟავების - მეთიონინის ($HO_2CCH(NH_2)CH_2CH_2SCH_3 = HMT$), ცისტინისა ($C_6H_{12}N_2O_4S_2 = H_2Cst$) და გლუტამინის მჟავის ($C_5H_9NO_4 = H_2Gl$), აგრეთვე ლიმონის მჟავის ($H_3(C_6H_5O_7)$), ნიტრილოტრიმმარმჟავის (ტრილონ A, $N(CH_2COOH)_3 = H_3NTA$), ქარვის მჟავისა ($C_4H_6O_4 = H_2SA$) და ღვინის მჟავის ($C_4H_6O_6 = H_2TA$) გამოყენებით.

ექსპერიმენტული ნაწილი

ქრომის (III) ხელატური ნაერთების $Cr(Mt)_3 \cdot 2H_2O$ (I) და $Cr \cdot Lig \cdot nH_2O$ (სადაც, Lig – ციტრატ-იონი ($C_6H_5O_7$)³⁻, n = 4 (II), ნიტრილოტრიმმარმჟავას ანიონი ($C_6H_9NO_6$)³⁻, n = 3 (III)), აგრეთვე ხელატური ნაერთების $Cr_2 \cdot Lig_3 \cdot nH_2O$ (სადაც, Lig – SA²⁻, n = 0 (IV), TA²⁻, n = 2 (IV), Gl²⁻, n = 4 (VI), და Cst²⁻, n = 5 (VII) ანიონები) მისაღებად გამოყენებულია ჩვენს მიერ დამუშავებული, დახვეწილი და გამარტივებული შემდეგი მეთოდები:

ხელატური ნაერთის $Cr(Mt)_3 \cdot 2H_2O$ სინთეზის მიზნით ვიღებთ ქრომის აცეტატს და მეთიონინს 1:3 მოლური თანაფარდობით. გაცხელების და ინტენსიური მორევის პირობებში ვხსნით მინიმალური მოცულობის წყალში. ხსნარი ინტენსიური მწვანე შეფერილობიდან გადადის მუქ იასამნის ფერში. ვვილტრავთ ჭეშმარიტ ხსნარს კონცენტრირების მიზნით, მცირე ხნით ვაყოვნებთ წყლის ორთქლის აბაზანაზე. გამოყოფილ იასამნის ფერის ნაერთს ვვილტრავთ, ვრეცხავთ წყლით, სპირტით და ვაშრობთ ოთახის ტემპერატურაზე.

კომპლექსური ნაერთების $Cr \cdot Lig \cdot nH_2O$ და $Cr_2 \cdot Lig_3 \cdot nH_2O$ სინთეზის მიზნით ვიღებთ ქრომის აცეტატს და შესაბამისი ლიგანდის მჟავას 1:1 (I, II) და 2:3 (III, IV, V, VI) მოლური თანაფარდობით ფაიფურის ჯამბზე, ვსრისავთ მყარ მდგომარეობაში ერთგვაროვანი, ჰომოგენური მასის მიღებამდე. ინტენსიური მორევის პირობებში წვეთ-წვეთობით ვუმატებთ ცხელ წყალს. ხდება ძმარმჟავის მძაფრად გამოყოფა. მიღებულ ფაფისებურ მასას რამდენჯერმე ვამუშავებთ ცხელი წყლით, ძმარმჟავას სუნის მოცილებამდე. ვაორთქლებთ ბოლომდე წყლის ორთქლის აბაზანაზე. მიღებულ ნაერთებს ვრეცხავთ მცირე რაოდენობით წყლით, სპირტით, დავაშრობთ ოთახის ტემპერატურაზე.

მიღებული ნაერთების შედგენილობა და ინდივიდუალობა დადგინდა მიკროელემენტური ანალიზით (CHN Analyser, Labertherm GmbH), ხოლო სისუფთავე - ლობის ტემპერატურის განსაზღვრით (Dynalon SMP10). კრისტალური ნიმუშები დახასიათებულია რენტგენულ-დიფრაქციული პარამეტრებით (დიფრაქტომეტრი DPOH-3M).

შედეგები და მათი განსჯა

მიღებული ხელატების ქიმიური შედგენილობის შესაბამისობა ზემოთ წარმოდგენილ ზოგად ფორმულებთან დასტურდება ჩატარებული ელემენტური ანალიზის შედეგებით - ქრომის, ნახშირბადის, წყალბადისა და აზოტის ექსპერიმენტულად განსაზღვრული შემცველობები ემთხვევა შესაბამის გამოთვლილ სიდიდეებს (ცხრილი 1).

ცხრილი 1. ქრომის ხელატური ნაერთების ელემენტური ანალიზის შედეგები

№	ფორმულა	მოლური მასა გ/მოლი	განსაზღვრულია, %				გამოთვლილია, %			
			M	C	H	N	M	C	H	N
I	$Cr(Mt)_3 \cdot 2H_2O$	532.69	9.53	34.21	5.98	7.56	9.76	33.82	6.39	7.89
II	$Cr \cdot L \cdot 4H_2O$	313.19	16.30	23.25	4.00	–	16.6	23.01	4.18	–
III	$Cr \cdot NTA \cdot 3H_2O$	291.45	17.66	24.54	4.35	4.78	17.84	24.73	4.15	4.8
IV	$Cr_2 \cdot (SA)_3$	452.27	22.69	31.75	4.49	–	22.99	31.87	2.65	–
V	$Cr_2 \cdot (TA)_3 \cdot 2H_2O$	584.3	17.57	24.77	2.95	–	17.8	24.67	2.76	–
VI	$Cr_2 \cdot (Gl)_3 \cdot 5H_2O$	629.465	16.76	28.02	4.68	6.47	16.52	28.62	4.48	6.67
VII	$Cr_2 \cdot (Cst)_3 \cdot 4 H_2O$	890.96	12.01	24.87	4.5	9.31	11.67	24.27	4.3	9.43

ცხრილი 2. ქრომის ხელატური ნაერთების ფერი და ხსნადობა (დმფა - დიმეთილფორამიდი)

№	ფორმულა	ფერი	ხსნადობა			
			წყალი	სპირტი	აცეტონი	დმვა
I	$\text{Cr}(\text{Mt})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	იასამნისფერი	+	მც.ბ.*	–	მც.ბ.
II	$\text{Cr} \cdot \text{L} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	მუქი მწვანე	+t**	–	–	–
III	$\text{Cr} \cdot \text{NTA} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	მონაცრისფრო - მწვანე	+t	მც.ბ.	მც.ბ.	–
IV	$\text{Cr}_2 \cdot (\text{SA})_3$	მწვანე	–	–	–	–
V	$\text{Cr}_2 \cdot (\text{TA})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	მწვანე	მც.ბ.	მც.ბ.	–	–
VI	$\text{Cr}_2 \cdot (\text{Gl})_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	მონაცრისფრო - იასამნისფერი	მც.ბ.	–	–	–
VII	$\text{Cr}_2 \cdot (\text{Cst})_3 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$	მონაცრისფრო	მც.ბ.	მც.ბ.	მც.ბ.	მც.ბ.

* მცირედ ხსნადი; ** იხსნება გაცხელებით

ქრომის ხელატური ნაერთების ფერები და ხსნადობა წყალსა და ორგანულ გამხსნელებში მოტანილია ცხრილში 2; მიღებული ხელატებიდან წყალში საუკეთესო ხსნადობით ხასიათდება მეთიონინის შემცველი ნაერთი (I), რომელსაც ახასიათებს ლღობის ტემპერატურა 230°C, სხვა ნაერთები 300°C-მდე ინარჩუნებენ მყარ მდგომარეობას; ორვალენტური ლიგანდების შემცველი ხელატური ნაერთებისათვის დამახასიათებელია მცირე ხსნადობა (ქარვის მჟავის ნაშთის შემცველი უწყლო ნაერთი არ იხსნება არც ერთ გამხსნელში).

რენტგენული დიფრაქტოგრაფიის თანახმად, სამვალენტური ლიგანდების შემცველი ხელატური ნაერთები წარმოადგენენ ამორფულ მყარ სხეულებს, კრისტალური სტრუქტურა გააჩნია ორვალენტური ლიგანდების შემცველ კომპლექსნაერთებს (ცხრილი 3, სადაც, 2θ - არეკვლის კუთხე გრადუსებში, d - სიბრტყეთაშორისი მანძილი ანგსტრემებში, I/I₀ - ფარდობითი ინტენსივობა უდიდესი პიკის მიმართ).

ცხრილი 3. ქრომის (II) ხელატური ნაერთების რენტგენული დიფრაქტომეტრის მონაცემები

$\text{Cr}_2 \cdot (\text{Gl})_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$			$\text{Cr}_2 \cdot (\text{SA})_3$			$\text{Cr}_2 \cdot (\text{Cst})_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$			$\text{Cr}_2 \cdot (\text{TA})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		
2θ	D	I/I ₀	2θ	d	I/I ₀	2θ	d	I/I ₀	2θ	D	I/I ₀
5.13	17.218	1.0892	5.19	17.027	0.7767	10.85	8.154	0.2144	10.80	8.192	0.3615
10.79	8.201	0.7321	7.74	11.422	0.9328	12.31	7.190	0.1566	11.01	8.036	0.8384
13.16	6.729	0.3714	9.03	9.793	0.3357	13.33	6.642	0.0955	13.22	6.697	0.4076
15.68	5.651	1	10.34	8.555	0.3728	15.80	5.609	1	13.40	6.607	0.700
16.22	5.465	0.1357	12.26	7.219	0.5271	17.11	5.182	0.1366	15.90	5.574	0.9384
17.10	5.185	0.2883	15.53	5.706	0.1614	18.35	4.835	0.1000	17.25	5.140	0.3923
18.29	4.849	0.3714	17.29	5.129	0.1557	19.35	4.587	0.0577	18.56	4.780	0.3923
19.82	4.480	0.1214	18.09	4.904	0.3642	19.82	4.479	0.1800	20.19	4.398	0.2846
20.21	4.393	0.0428	20.07	4.424	1	21.80	4.077	0.1211	20.77	4.277	0.5538
20.68	4.295	0.1642	20.34	4.366	0.3900	23.15	3.842	0.1422	21.83	4.071	0.6076
21.58	4.118	0.8428	20.74	4.283	0.6671	23.84	3.732	0.0377	22.02	4.036	0.3769
22.24	3.998	0.1750	21.60	4.114	0.3328	24.62	3.616	0.0566	23.05	3.858	0.1615
22.67	3.922	0.1000	22.00	4.040	0.0928	25.46	3.498	0.0977	23.92	3.720	0.400
23.60	3.769	0.3178	22.22	4.001	0.2114	26.41	3.375	0.1944	26.51	3.362	1
24.02	3.705	0.0571	23.34	3.811	0.0800	29.03	3.076	0.0722	29.15	3.063	0.2769
26.04	3.421	0.1321	24.43	3.643	0.3200	30.52	2.929	0.0600	30.23	2.956	0.2846
26.23	3.397	0.8464	25.86	3.445	0.1357	31.05	2.880	0.0933	31.11	2.875	0.9461
29.07	3.072	0.1142	26.38	3.378	0.0857	31.85	2.810	0.0788	32.02	2.795	0.1307
30.54	2.927	0.5714	26.84	3.322	0.0714	34.04	2.634	0.0854	33.92	2.643	0.2384
31.25	2.862	0.1964	27.59	3.233	0.0500	37.35	2.408	0.0755	34.42	2.605	0.1230
31.63	2.829	0.1607	28.47	3.135	0.0242	37.82	2.379	0.0688	35.37	2.538	0.1538
32.67	2.741	0.0750	28.84	3.096	0.2014	40.47	2.229	0.0711	35.82	2.507	0.4230
33.29	2.712	0.1464	29.88	2.990	0.0842	44.29	2.045	0.0488	37.74	2.384	0.3000
33.84	2.649	0.3571	30.05	2.974	0.1442	45.80	1.981	0.0233	37.88	2.375	0.3538
35.09	2.557	0.2357	30.17	2.962	0.0714	46.96	1.935	0.0488	40.33	2.228	0.3307
35.90	2.501	0.2250	30.55	2.926	0.0371	48.72	1.869	0.0944	40.71	2.216	0.3692
37.08	2.425	0.2034	31.40	2.849	0.2785	50.20	1.817	0.0366	44.26	2.046	0.4538
37.47	2.400	0.4301	32.48	2.757	0.3857				44.57	2.033	0.3538
38.25	2.353	0.3464	33.88	2.646	0.2585				47.02	1.932	0.2153
40.10	2.248	0.3254	34.91	2.570	0.0728				46.99	1.934	0.2230
40.15	2.246	0.1324	35.91	2.501	0.2385				48.71	1.869	0.2076

ცხრილი 3 - გაგრძელება

$Cr_2 \cdot (Gl)_3 \cdot 5H_2O$			$Cr_2 \cdot (SA)_3$			$Cr_2 \cdot (Cst)_3 \cdot 4H_2O$			$Cr_2 \cdot (TA)_3 \cdot 2H_2O$		
2θ	D	I/I ₀	2θ	d	I/I ₀	2θ	d	I/I ₀	2θ	d	I/I ₀
40.15	2.246	0.1324	35.91	2.501	0.2385				48.71	1.869	0.2076
42.39	2.132	0.0857	38.64	2.330	0.1100				48.87	1.864	0.2528
42.92	2.107	0.0392	38.91	2.315	0.0714				54.69	1.678	0.0923
43.86	2.064	0.2964	39.81	2.264	0.0814						
44.69	2.028	0.0678	40.64	2.220	0.1000						
46.62	1.948	0.1821	41.22	2.190	0.1442						
48.16	1.889	0.1392	43.16	2.096	0.1327						
48.61	1.873	0.0392	44.74	2.026	0.1800						
49.25	1.850	0.1142	46.34	1.959	0.0900						
50.57	1.805	0.0857	47.57	1.911	0.0600						
52.68	1.738	0.1107	48.26	1.886	0.0447						
53.07	1.704	0.1142	49.34	1.847	0.0300						
54.58	1.681	0.0642	50.34	1.813	0.0514						
57.92	1.592	0.0285									

აღსანიშნავია რენტგენული დიფრაქტოგრაფების მსგავსება გლუტამინის მჟავის ნაშთის შემცველი ხელატისათვის და ცისტეინის შემცველი ხელატისათვის, რაც $Cr_2 \cdot (Gl)_3 \cdot 5H_2O$ და $Cr_2 \cdot (Cst)_3 \cdot 4H_2O$ ნაერთების შესაძლო ოზოსტრუქტურულობაზე მიუთითებს, თუმცა ამ საკითხის გარკვევის მიზნით საჭიროა ორვალენტური ქრომის კომპლექსნაერთების რენტგენულ-სტრუქტურული გამოკვლევის ჩატარება. ასევე ცალკე გამოკვლევას მოითხოვს სამვალენტური ქრომის ამორფული ხელატური ნაერთების აგებულების საკითხი.

რაც შეეხება მიღებული ნაერთების გამოცდას სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებით (სასუქები, პრემიქსები, ბიოლოგიურად აქტიური საკვები დანამატები) მათი გამოყენების შესაძლებლობების დადგენის მიზნით, ეს არის ჩვენი სამუშაოების შემდგომი ეტაპი.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Barceloux D.G., Chromium. Clinical Toxicology, 1999, v. 37, No 2, p. 173-194.
2. Chromium Toxicity. U.S. Department of Health and Human Services. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology and Environmental Medicine, December 18, 2011. <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/chromium/docs/chromium.pdf>.
3. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for chromium. EFSA Journal, 2014, No 12, p. 10-27.
4. Salnikow K., Zhitkovich A. Genetic and Epigenetic Mechanisms in Metal Carcinogenesis and Cocarcinogenesis: Nickel, Arsenic, and Chromium. Chem. Res. Toxicol., 2008, v. 21, p. 28-44.
5. Vincent J. B. Recent advances in the nutritional biochemistry of trivalent chromium. Proceedings of the Nutrition Society, 2007, v. 63, No 1, p. 41-47.
6. Thor M.Y., Harnack L., King D., Jasthi B., Pettit J. Evaluation of the comprehensiveness and reliability of the chromium composition of foods in the literature. J. Food Compos. Anal., 2011, v. 24, No 8, p. 1147-1152.
7. Kamerud K.L., Hobbie K.A., Anderson K.A. Stainless Steel Leaches Nickel and Chromium into Foods During Cooking. J. Agric. Food Chem., 2013, v. 61, No 39, p. 9495-9501.
8. Mathison G.W., Engstrom D.F. Chromium and protein supplement for growing-finishing beef steers fed barley-based diets. Canadian J. Animal Sci., 1995, v. 75, p. 549-558.
9. Гогин А.Е. Взаимосвязь хрома с минеральными веществами и жирорастворимыми витаминами в организме мясных цыплят. Автореф. дис. канд: с.-х. наук. Сергиев-Посад, 2001. – 22 с.
10. Федаев А.Н., Кокорев В.А., Гибалкина Н.И. Теоретическое и практическое обоснование использования хрома в кормлении молодняка крупного скота. Саранск, 2003. – 224 с.

11. Pechova A., Pavlata L. Chromium as an essential nutrients: a review. Veterinarni Medicina (Czech Republic), 2007, v. 52, No 1, p. 1-18.
12. Лебедев С.В., Мирошников С.А., Суханова О.Н., Рахматуллин Ш.Г., Малюшин Е.Н., Сипайлова О.Ю., Кван О.В., Барабаш А.А., Нестеров Д.В. Способ повышения продуктивности цыплят-бройлеров. Патент РФ на изобретение № 2370095 А23К 1/00, 20.10.2009, бюллетень № 29.
13. Кочеткова Н., Шапошников А., Симонов Г., Затеев В., Никульников В. Цитраты биометаллов в рационах цыплят-бройлеров. Птицеводство, 2010, www.webpticeprom.ru.
14. Vincent J.B. Chromium: Celebrating 50 years as an essential element? Dalton Transactions, 2010, v. 39, No 16, p. 3787-3794.

SYNTHESIS OF CHROMIUM CHELATES

Iamze Beshkenadze, Nani Zhorzholiani, Maia Gogaladze, Nazibrola Klarjeishvili, Lia Gogua, Spartak Urotadze, Vladimir Tsitsishvili

Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry, I. Javakhishvili Tbilisi State University

SUMMARY

Synthesis of trivalent chromium amorphous chelates $\text{Cr}(\text{Mt})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Mt – methionine anion) and $\text{Cr}\cdot\text{Lig}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Lig – citrate ion ($n=4$), nitrilotriacetic acid anion ($n=3$)), as well as crystalline chelates of general formula $\text{Cr}_2\cdot\text{Lig}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Lig – anions of succinic acid ($n=0$), tartaric acid ($n=2$), glutamic acid ($n=4$), and cystine ($n=5$)) has been carried out for their further testing to define possibilities of their agricultural application as fertilizers, premixes, biologically active fodder additives. Experimentally defined elemental composition of synthesized compounds is in good accordance with corresponding calculated values; solubility of compounds in water and organic solvents is determined, and it is postulated, that chelates containing bivalent ligands are practically insoluble; said crystalline chelates are characterized by X-ray diffraction pattern parameters.

СИНТЕЗ ХЕЛАТОВ ХРОМА

И.Бешкенадзе, Н.Жоржолиани, М.Гогаладзе, Н.Кларджеишвили, Л.Д.Гогоуа, С.Л.Уротадзе, В.Г.Цицишвили

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

РЕЗЮМЕ

Проведён синтез аморфных хелатов трёхвалентного хрома $\text{Cr}(\text{Mt})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Mt – анион метионина) и $\text{Cr}\cdot\text{Lig}\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Lig – цитрат-ион, $n=4$; анион нитрилотриуксусной кислоты, $n=3$), а также кристаллических хелатов хрома $\text{Cr}_2\cdot\text{Lig}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Lig – анионы сукциновой ($n=0$), тартаровой ($n=2$), глютаминовой ($n=4$) кислот и цистина ($n=5$)) для их дальнейших испытаний с целью определить возможности сельскохозяйственного использования в качестве удобрений, премиксов, биологически активных пищевых добавок. Определённый экспериментально элементный состав синтезированных соединений совпадает с расчетным; определена их растворимость в воде и органических растворителях, и установлено, что содержащие двухвалентные лиганды хелаты практически нерастворимы; эти кристаллические хелаты охарактеризованы параметрами рентгеновской диффрактометрии.

მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

პოლიმერების ბამოყენება მედიცინაში

მარინა ქარჩხაძე, ნანა ფირცხელიანი
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

პოლიმერები მტკიცედ დამკვიდრდა თანამედროვე მედიცინაში და ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დანიშნულებით. სამედიცინო თვალსაზრისით საინტერესოა კარბო- და ჰეტეროჯაჭვური, როგორც ბიოდეგრადირებადი, ასევე ბიოინერტული პოლიმერები. მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე დონე იძლევა როგორც განსაზღვრული სტრუქტურის პოლიმერების, ასევე კომპლექსური თვისებების მქონე პოლიმერული მასალების მიღების შესაძლებლობას.

მეცნიერულ-ტექნიკური პროგრესის შედეგად გარკვეულწილად წაიშალა საზღვრები მეცნიერების სხვადასხვა დარგებს შორის, რამაც განაპირობა ახალი მიმართულებების აღმოცენება და განვითარება. ამის კლასიკური მაგალითია სამედიცინო პოლიმერული მასალების ქიმია, რომელიც წარმოიშვა ორგანული ქიმიის, მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმიის, ბიოლოგიის, ფარმაკოლოგიისა და მედიცინის საფუძველზე.

პოლიმერული მასალები ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში როგორც მედიკამენტები, სანჰიგიენური მოხმარების საგნები, შესაფუთი მასალები, დანადგარებისა და ხელსაწყოების ნაწილები, გამოიყენება ადამიანის ხელოვნური ორგანოების შესაქმნელად და დაზიანებული ორგანოების პროთეზირებისათვის.

პოლიმერული მასალების ქიმიის განვითარება დამოკიდებულია როგორც საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების, ასევე მედიცინის და ტექნიკის მიღწევებზე.

მაღალმოლეკულური ნაერთების აღნაგობისა და მოლეკულური მასის ვარიაციის შესაძლებლობა, მათი შეთავსება სხვა პოლიმერებთან, განაპირობებს კომპლექსური თვისებების მქონე პოლიმერული მასალების შექმნას.

გარკვეული დაზიანების დროს ადამიანის ორგანიზმს შესწევს თვითაღდგენის უნარი, მაგრამ ძლიერი დაზიანების შემთხვევაში დაზიანების სიღრმისგან დამოკიდებულებით ქირურგიული ჩარევის გზით აუცილებელი ხდება დაზიანებული ორგანოს, ან ქსოვილის შეცვლა.

XX საუკუნის 20-30-იანი წლებიდან ჩატარებული იქნა ოპერაციები ტრანსპლანტაციის გზით დაზიანებული ორგანოების შესაცვლელად.

დღეისათვის მსოფლიოში ტარდება ასეულ-ათასობით გადაწერვის ოპერაცია. მიუხედავად იმისა, რომ არის დიდი წარმატებები ორგანოების გადაწერვის სფეროში, არსებობს მთელი რიგი მიზეზები, რაც აფერხებს გადაწერვის უფრო ფართოდ გამოყენებას. ეს არის სამეცნიერო, მორალურ-ეთიკური და იურიდიული პრობლემები. გარდა ამისა, ქსოვილებისა და ორგანოების არსებულ ბანკებს შეუძლია მხოლოდ საერთო მოთხოვნების 10%-ის დაკმაყოფილება.

პოლიმერების შემთხვევაში არ არსებობს მორალურ-ეთიკური და იურიდიული პრობლემები, ასევე, პოლიმერები ხასიათდება ძალიან დაბალი იმუნოგენურობით. დღეისათვის უკვე ტონობით გამოიყენება პოლიმერული მასალა ადამიანის ორგანოების შესაცვლელად. თავიდან გამოყენებული იქნა უკვე არსებული პოლიმერები. ამასთანავე, ძირითადი მოთხოვნა, რომელიც მათ წინაშე იდგა, იყო ინერტულობა და შესაბამისი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები ხანგრძლივი დროის განმავლობაში.

არსებითი მნიშვნელობა აქვს ორგანიზმში შეტანილი პოლიმერული მასალის ფორმას. აღმოჩნდა, რომ ქსოვილების ყველაზე მეტ დაზიანებას იწვევდა სამკუთხედის ფორმის მასალა, ყველაზე ნაკლებს - გლუვი. უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება პოლიმერული მასალის სისუფთავეს. როგორც ცნობილია, აბსოლუტურად სუფთა ნივთიერება არ არსებობს. ამ მხრივ განსაკუთრებით პრობლემურია პოლიმერები, რომლებიც შეიძლება შეიცავდეს მონომერების ნარჩენს, ინიციატორს, საღებავს, სტაბილიზატორს და ა.შ.

სამედიცინო დანიშნულების პოლიმერებში მინარევის არსებობა არ უნდა აღემატებოდეს 10^{-5} , 10^{-6} -ს, რაც თანხვედრაშია ელექტრონიკაში გამოყენებული მასალების სისუფთავესთან. აუცილებელია პოლიმერული მასალის დამუშავება, ფორმის მიცემა, რაც მაღალ ტემპერატურაზე ხდება. მაღალ

ტემპერატურაზე შესაძლებელია პოლიმერმა განიცადოს დესტრუქცია, რაც თავისთავად იწვევს პოლიმერის დაბინძურებას. პოლიმერული მასალა აუცილებლად საჭიროებს სტერილიზაციას. მასალა უნდა უძლებდეს სტერილიზაციის პირობებს და არ უნდა განიცადოს ცვალებადობა, რადგან ხშირად ხდება სასტერილიზაციო სითხეების აღსორბცია პოლიმერის ზედაპირზე. უმეტეს შემთხვევაში სტერილიზაციისათვის გამოიყენება ეთილენის ოქსიდი. რიგ შემთხვევებში ადგილი აქვს ეთილენის ოქსიდის ურთიერთქმედებას პოლიმერთან.

ყველა იმპლანტანტი, მათი გამოყენების სფეროდან გამომდინარე, უნდა აკმაყოფილებდეს გარკვეულ მოთხოვნებს, თუმცა არსებობს მოთხოვნები, რომლებიც საერთოა ყველა სახის იმპლანტანტისათვის, კერძოდ:

- იმპლანტანტი ორგანიზმში არ უნდა გამოყოფდეს მავნე ნივთიერებებს: ალერგენებს, კანცეროგენებს, ტოქსიკურ ნივთიერებებს;
- უნდა ექვემდებარებოდეს სტერილიზაციის სტანდარტულ პირობებს;
- უნდა მზადდებოდეს ხელმისაწვდომი მასალისაგან მარტივი ტექნოლოგიით.

იმპლანტანტის ურთიერთქმედება ცოცხალ ორგანიზმთან ხასიათდება შემდეგი ტერმინოლოგიით: **ბიოინერტულობა, ბიოთავსებადობა, ბიოდეგრადაცია, ბიორეაქციისუნარიანობა, ბიოჩანაცვლება, ჰემოთავსებადობა და თრომბორეზისტენტობა.**

- **ბიოინერტულობის** ქვეშ იგულისხმება მასალის უნარი არ მოახდინოს გავლენა გარემომცველ ქსოვილებზე და მთელ ორგანიზმზე, ამასთან, არ განიცადოს ცვალებადობა ბიოლოგიურ გარემოსთან შეხების შედეგად;
- **ბიოთავსებადობაში** იგულისხმება მასალის თვისება შეასრულოს მისთვის განსაზღვრული ფუნქციები ზიანის მიყენების გარეშე;
- **ბიოდეგრადაცია** (ანუ შეწოვა) მასალისა და ნაკეთობის თვისებაა, ორგანიზმში ფუნქციონირების დროს განიცადოს ფორმისა და მასის შემცირება;
- **ბიორეაქციისუნარიანობის** ქვეშ იგულისხმება მასალის თვისება მონაწილეობა მიიღოს ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიურ და ბიოქიმიურ პროცესებში. მისი კერძო სახეა ბიოდესტრუქცია;
- **ბიოჩანაცვლების** ქვეშ იგულისხმება ახალი ქსოვილის წარმოქმნა დეგრადაციის პარალელურად;
- **ჰემოთავსებადობის** ქვეშ იგულისხმება მასალის თვისება არ მოახდინოს უარყოფითი გავლენა სისხლზე. მისი კერძო სახეა ტრომბორეზისტენტობა – არ გამოიწვიოს იმპლანტანტმა თრომბის წარმოქმნა;

დღეისათვის არსებობს პოლიმერული მასალების ფართო სპექტრი, რომელიც წარმატებით გამოიყენება მედიცინის სხვადასხვა დარგში.

იმპლანტანტების შესაქმნელად ფართოდ გამოიყენება როგორც ბუნებრივი, ასევე სინთეზური კარბო- და ჰეტეროჯაჭვური პოლიმერები.

მედიცინაში გამოყენებულ კარბოჯაჭვურ პოლიმერებს მიეკუთვნება:

პოლიეთილენი. მაღალი წნევის (დაბალი სიმკვრივის) პოლიეთილენი არის იაფი, ხასიათდება მაღალი ბიოლოგიური ინერტულობით. სპეციალური მასალის არ არსებობის შემთხვევაში მას იყენებდნენ ყბა-სახის ქირურგიაში ენდოპროტეზების დასამზადებლად. დღეისათვის მაღალი წნევის პოლიეთილენი იშვიათად გამოიყენება.

მაღალი სიმკვრივის პოლიეთილენი გამოიყენება ცალკეული ტიპის იმპლანტანტების დასამზადებლად. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნაკეთობები ფოროვანი პოლიეთილენისაგან ფორების ზომით – 35-210 მკმ. პოლიეთილენის ეს მოდიფიკაცია გამოიყენება თვალის იმპლანტანტების შესაქმნელად. პოლიეთილენი ულტრამაღალი მოლეკულური მასით, იწარმოება მსგავსი ტექნოლოგიით, როგორც დაბალი წნევის პოლიეთილენი ციგლერ-ნატას კომპლექსური კატალიზატორების გამოყენებით. იმპლანტანტების შესაქმნელად გამოიყენება პოლიეთილენი, რომლის მოლეკულური მასა ორ მილიონს აღემატება. ამ სახის პოლიეთილენი წარმოადგენს ნაწილობრივ კრისტალურ პოლიმერს (კრისტალურობის ხარისხი 45-60%-ის ფარგლებშია). კრისტალები იწყებს ღლიობას 85°C-ზე, ძირითადი მასა ღლდება 125-145°C-ზე. ამ ტიპის პოლიეთილენის მაღალი მოლეკულური მასა განაპირობებს მის მაღალ მექანიკურ თვისებებს და ბევრი მაჩვენებლით აღემატება დაბალი წნევის პოლიეთილენს. ულტრამაღალი მოლეკულური მასის პოლიეთილენს აწარმოებს სხვადასხვა ფირმა და გამოდის სხვადასხვა მარკით. მის საფუძველზე მიღებული კომპოზიციური მასალები ხასიათდება მაღალი სიმტკიცით და კარგი ბიოთავსე-

ბაღობით. გამოიყენება ისეთი ენდოპროტეზების დასამზადებლად, რომლებიც გამიზნულია ორგანიზმში ხანგრძლივი მუშაობისათვის. კომპოზიტები ულტრამაღალი მოლეკულური მასის მქონე პოლიეთილენის საფუძველზე ძირითადად გამოიყენება სახსრების და ძვლების ენდოპროტეზირებისათვის.

პოლიპროპილენი გამოიყენება ქირურგიაში გამკვრავ საშუალებად, ხელის თითების და გულის სარქველის ენდოპროტეზირებისათვის.

პოლიტეტრაფტორეთილენი გამოიყენება როგორც მთლიანი ენდოპროთეზების, ასევე ცალკეული დეტალების დასამზადებლად. ყურადღებას იპყრობს ფოროვანი მოდიფიკაცია მარკით „Gore-Tex“, რომელიც განსაკუთრებით ფართო გამოყენებას პოულობს სისხლძარღვების ენდოპროტეზებში. მისგან მზადდება ასევე გასაკერი საშუალებები, ხელოვნური გული. ენდოპროტეზირებისათვის საინტერესოა პიროლიზური გარფიტით შევსებული ფოროვანი ტეტრაფტორეთილენი მარკით „Proplast“. „Proplast“-ი განიხილება როგორც მასალა ძვლების ენდოპროტეზების შესაქმნელად, რომელშიც შეიძლება შემაერთებელი ქსოვილის ამოსვლა. ხასიათდება დიდი მდგრადობით როგორც მარილთა ხსნარების, ასევე ფიზიოლოგიური სითხეების მიმართ. პოლიტეტრაფტორეთილენი ორგანიზმში ფაქტიურად არ იშლება, თუმცა გარკვეული ხარისხით ურთიერთქმედებს გარემომცველ ქსოვილთან.

ფტორლონები წარმოადგენს ფტორმეცველ კარბოჯაჭვურ პოლიმერებს. ერთ-ერთი წარმომადგენელია ეთილენისა და ტეტრაფტორეთილენის საფუძველზე მიღებული თანაპოლიმერი, რომელიც წარმატებით გამოიყენება იმპლანტანტურ ქირურგიაში. ტეტრაფტორეთილენისა და ვინილიდენფტორიდის საფუძველზე მიღებული თანაპოლიმერი გამოიყენება სისხლძარღვების ენდოპროტეზების დასამზადებლად.

ქლორირებული პოლიეთილენი გამოიყენება როგორც ძირითადი მასალა კომპოზიციაში სახის ენდოპროტეზების დასამზადებლად. ამ კომპოზიციის საფუძველზე მიღებული ენდოპროტეზი სიმტკიცით მნიშვნელოვნად აღემატება სილიციუმორგანული პოლიმერების საფუძველზე დამზადებულ ენდოპროტეზებს.

პოლიმეთილმეტაკრილატი გამოიყენებას პოულობს წინასწარ დამზადებული ბლოკების სახით ოფთალმოლოგიაში კონტაქტური ლინზების დასამზადებლად. აგრეთვე გამოიყენება როგორც ძვლის ცემენტი მოტეხილობების დროს, სტომატოლოგიაში – საბჟენ კომპოზიციურ მასალებში. პოლიმეთილმეტაკრილატის საფუძველზე მიღებული კომპოზიცია არ განიცდის სტრუქტურულ ცვლილებებს წყლის მრავალჯერადი სორბციისა და დესორბციის ციკლის შემდეგ.

2-ჰიდროქსიეთილმეტაკრილატის პოლიმერი ხასიათდება მაღალი ბიოთავსებადობით. კომპოზიცია ფხვნილისებური პოლი-(2-ჰიდროქსიეთილ)მეტაკრილატის საფუძველზე გამოიყენება ჭრილობების შესახორცებლად. ასევე გამოიყენება სახის პლასტიკურ ქირურგიაში, გამოიყენება როგორც წებოები ძვლის ელემენტების გასამაგრებლად, შედის შუა ყურისა და თვალის იმპლანტანტების შემადგენლობაში, შეჰყავთ იმ კომპოზიციის შემადგენლობაში, რომელიც განკუთვნილია მარღვების დასაბჟენად.

N-ვინილპიროლიდონისა და მეთილმეტაკრილატის საფუძველზე მიღებული თანაპოლიმერი გამოიყენება როგორც შემაკავშირებელი ძვლის მოტეხილობის დროს. მეთალმეტაკრილატისა და სტიროლის თანაპოლიმერი შედის ძვლის ცემენტის შედგენილობაში, აკრილმჟავების სხვადასხვა ესტერები გამოიყენება სტომატოლოგიურ კომპოზიციებში.

პოლი-α-ციანაკრილატები ხასიათდება სპეციფიკური თვისებებით და გამოიყენება როგორც წებოები, როგორც შემაკავშირებლები საბჟენ კომპოზიციებში, რომლებიც განკუთვნილია ძვლის და ანევრიზმის დეფექტების შესავსებად. მათი გამოყენება ასევე შესაძლებელია ნანოკაფსულების შესაქმნელად.

პოლივინილის სპირტის გამოყენება ქსოვილებისა და ორგანოების შესაცვლელად შეზღუდულია, რაც განპირობებულია პოლივინილის სპირტის საფუძველზე დამზადებული ნაკეთობების სწრაფი ბიოდეგრადაციით ორგანიზმში.

სხვა კარბოჯაჭვური პოლიმერები იშვიათად გამოიყენება იმპლანტანტებად, თუმცა გრძელდება ინტენსიური კვლევები ამ მიმართულებით. მაგ. სისხლძარღვების, ზრტილოვანი და ძვლოვანი ქსოვილების, ლინზების ენდოპროტეზების დასამზადებლად გამოყენებული იქნა აკრილონიტრილის ჰომო- და თანაპოლიმერები, ხოლო გულის ენდოპროტეზებისთვის – პოლივინილქლორიდი.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. М. И. Штильман. Полимеры медико-биологического назначения. Москва, 2006, 363 с.
2. Н. А. Плате, Л. И. Валуев. Полимеры в контакте с живым организмом. Москва, 1987, 254 с.
3. С. У. Манабу. Полимеры медицинского назначения. 1981. 248с.

APPLICATION OF POLYMERS IN MEDICINE

Marina G. Kharchkhadze, Nana A. Pirtskheliani

*Iv. Javakishvili Tbilisi state University
Sokhumi state University*

SUMMARY

Polymers and materials on their basis are successfully used in medicine as: drugs, materials for apparatus, objects of sanitation and hygiene, materials for stomatology, for creation of implantants and artificial organs. Natural and synthetic carbo- and hetero-chained polymers are widely used for this purpose. Wide variation in molecular masses and structure of polymers, their combination with other polymers, gives a chance to create new materials with some useful properties.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ В МЕДИЦИНЕ

М.Г.Карчхадзе, Н.А.Пирцхелиани

*Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили
Сухумский государственный университет*

РЕЗЮМЕ

Полимеры и материалы на их основе успешно используются в медицине в качестве медикаментов, материалов для производства аппаратуры, предметов санитарии и гигиены, материалов стоматологического назначения, для создания имплантантов и искусственных органов человеческого тела. С этой целью широко применяются карбо- и гетероцепные полимеры природного и синтетического происхождения. Широкое варьирование молекулярной массы и структуры полимеров, а также их сочетание с другими полимерами, дает возможность создания материалов на их основе, имеющих ряд ценных свойств.

მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

პოლივინილქლორიდის თერმომდგრადობა და სტაბილიზაცია

ნ.ლომთაძე, მ.შალამბერიძე
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სტატიაში მოცემულია პოლივინილქლორიდის პოლიმერის თერმომდგრადობისა და სტაბილიზაციის კვლევა. პლასტიკატის მოდიფიცირება მოხდა ნარევი სტაბილიზატორების შეყვანით. ამ მიზნით გამოყენებული იყო სხვადასხვა სახის სტაბილიზატორები. კვლევამ აჩვენა, რომ შედარებით მაღალი თერმომდგრადობით და სტაბილურობით გამოირჩევა პოლიმერი, რომლის ნარევი შეყვანილი იყო სტაბილიზატორები: სამფუმიანი ტყვიის სულფატი, ორფუმიანი ტყვიის სტეარატი ეპოქსიდური ფისის შემცველობით მარკით 3D-5 და 3D-6, თანაფარდობით 1:2:1.

პოლივინილქლორიდის დაშლის ტემპერატურა და მისი თერმომდგრადობა წარმოადგენს მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ მაჩვენებლებს.

პოლივინილქლორიდის გამყარების ტემპერატურა რამდენადმე ზრდის მისი დაშლის ტემპერატურას. 140°C ტემპერატურაზე უკვე იწყება პოლიმერის დაშლა ნელ-ნელა, ეს პროცესი სწრაფად მიმდინარეობს 170°C, რომელსაც ტან ახლავს წყალბადის ქლორიდის გამოყოფა, შეფერილობის დაკარგვა ნელ-ნელა – ნათელიდან გადაადის ყვითელში, შემდეგ ნარინჯისფერში, წითელში, ყავისფერში და ბოლოს კარგავს ხსნადობას.

წყალბადის ქლორიდის ჩამოხლეჩვის შედეგად იცვლება საშუალო მოლეკულური მასის მნიშვნელობა და პოლიმერის ხსნადობა. მაღალ ტემპერატურაზე მიმდინარეობს პოლივინილქლორიდის დესტრუქცია, რომელსაც წყალბადის ქლორიდის მოხლეჩვის გარდა თან ახლავს ნარევი სხვადასხვა დაბალმოლეკულური პროდუქტის წარმოქმნა.

პოლივინილქლორიდის ნაკეთობად დამუშავების ტექნოლოგიური რეჟიმი მიმდინარეობს ნორმალურად, იმ შემთხვევაში თუ პოლიმერის დაშლის ტემპერატურა 170°C-ზე დაბალი არ არის და თერმომდგრადობა 90 წთ-ზე ნაკლები.

პოლიმერის თერმომდგრადობა შესაძლებელია გაიზარდოს მასში სპეციალური ნივთიერებების სტაბილიზატორების შეყვანით, რომლებმაც შეიძლება განსაზღვრულ დროში შეანელონ პოლიმერის დაშლის პროცესი.

სტაბილიზატორები თავისი მოქმედების მიხედვით იყოფა 4 ჯგუფად: წყალბადის ქლორიდის აქცეპტორები, ნეიტრალიზებადი წარმონაქმნები, ანტიოქსიდანტები, ულტრაიისფერი სხივების მშთანთქმებლები. აგებულების მიხედვით სტაბილიზატორები იყოფა ორგანულად და არაორგანულად. ყველაზე მნიშვნელოვანია არაორგანული სტაბილიზატორები, რომლებიც წარმოადგენენ თბილ სტაბილიზატორებს, რომლებიც იცავენ პოლივინილქლორიდს მაღალ ტემპერატურაზე გადამუშავების პროცესში დაშლისაგან, ისინი ხასიათდებიან აგრეთვე ნაკეთობის ექსპლუატაციის პროცესში თვისებათა ხანგრძლივი შენარჩუნების უნარით. სტაბილიზატორების ეფექტურობა დამოკიდებულია მათ დისპერსიულობაზე, პოლიმერის მასაში განლაგების საფუძვლიანობაზე და კომპოზიციაში სხვა კომპონენტების არსებობაზე.

ექსპერიმენტისათვის ნარევი მზადდებოდა შემდეგი რეცეპტურით (მას. ნაწ):

- პოლივინილქლორიდი - 60;
- ტოლილფოსფატი - 20;
- დიოქსილფტალატი - 20;
- სტაბილიზატორი - 1.

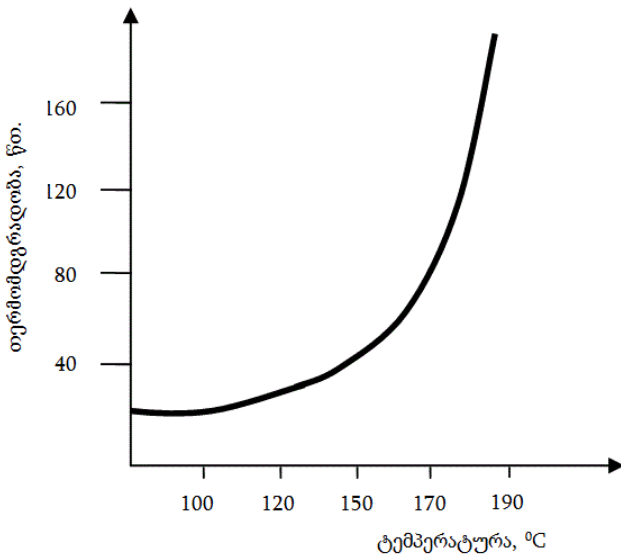
ქვემოთ მოცემულია თბური სტაბილიზატორების აქტივობა ნარევი (თერმომდგრადობა 180°C, წთ)

- ორფუმიანი ტყვიაფოსფატი - 101
- ტყვია კარბონატი - 83
- კალციუმის სტეარატი - 39
- ტყვია სტეარატი - 19
- ნიმუში სტაბილიზატორის გარეშე - 4.

პლასტიფიცირებული კომპოზიციისათვის კარგ სტაბილიზატორად ითვლება ნარევი ეპოქსიდური ფისით და კადმიუმის სტეარატით ან ტყვიით.

თერმომდგრადობა არის პოლიმერის აუცილებელი თვისება ჩამომსხმელ აგრეგატზე დამუშავების დროს.

ნახაზზე ნაჩვენებია პოლიმერის თერმომდგრადობის დამოკიდებულება დაშლის ტემპერატურაზე.



ნახ.1. პოლიმერის თერმომდგრადობის დამოკიდებულება დაშლის ტემპერატურაზე

სხვადასხვა სტაბილიზატორების გამოყენების კვლევამ გვიჩვენა, რომ ერთი რომელიმე სტაბილიზატორი არ შეიძლება აკმაყოფილებდეს ტექნიკურად პოლიმერის დამუშავების ყველა პირობას, ამიტომ გამოვიყენე ნარევი სხვადასხვა სტაბილიზატორებით.

პოლივინილქლორიდის პლასტიკატის კომპოზიციის დამუშავებისას გამოყენებული იყო სტაბილიზატორების ნიმუშები სამფენიანი ტყვიასულფატი, ორფენიანი ტყვიასტეარატი ეპოქსიდური ფისის შემცველობით მარკით ЭД-5

და ЭД-6. ნარევი სტაბილიზატორები შეყვანილი იყო შემდეგი თანაფარდობით: 1:2:1 რომელსაც გააჩნდა თერმომდგრადობა 132-170 წთ 185°C -ზე. ასეთი თერმომდგრადობა პლასტიკატის კომპოზიციისათვის უზრუნველყოფს ჩამოსხმის კარგ ტექნოლოგიურ რეჟიმს და მიიღება მაღალი ხარისხის ელასტიური ძირი.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Рейхманис П.К., Калнинь М.М.- В кн. Модификация полимерных материалов, Рига, «Зинатне», 1972, №3, с. 45-51.
2. Плотникова Л.Г., Кедров Л.В. Изменение в прессформе давления и температуры ПВХ, перерабатываемого литьевым методом. Труды ЦНИИКП М.: «Легкая индустрия», 1986.
3. Плотникова Л.Г. Литевые свойства пластика ПВХ, «Кожевенно обувная промышленность» 1966. №12.

THERMAL STABILITY AND STABILIZATION OF PVC

N..Lomtadze, M.Shalamberidze
Akaki Tsereteli Kutaisi State University

SUMMARY

The article describes studies on PVC thermal stability of the polymer and its stabilization. Plastic has been modified by introducing a blend of stabilizers. For this purpose, various kinds of stabilizers was used. The study showed that a relatively high thermal stability and stability stands polymer in a mixture which included stabilizers: tribasic lead sulfate, dibasic lead stearate in combination with epoxy resins ED-5 grade and ED-6, in a ratio of 1: 2: 1.

ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Н.З.Ломтадзе, М.М.Шаламберидзе
Кутаисский Государственный Университет им. Акакия Церетели

РЕЗЮМЕ

В статье приводятся результаты исследований полимера ПВХ на термостойкость и стабилизацию. Пластик был модифицирован путем введения смеси стабилизаторов. Для этой цели был использован различные виды стабилизаторов. Исследование показало, что относительно высокая термостойкостью и стабильностью выделяются полимеры, в состав которых в качестве стабилизатора были включены трехосновный сульфат свинца, двухосновный стеарат свинца в сочетании с эпоксидными смолами марки ЭД-5 и ЭД-6, в соотношении 1: 2:1.

CHEMISTRY OF MACROMOLECULAR COMPOUNDS

ONE-STEP SYNTHESIS OF HYPERBRANCHED (DENDIGRAFT) POLYBUTADIENES

F.Nasirov, Sh.Akhyari, N.Janibayov, S.Rafieva

Institute of Petrochemical Processes of Azerbaijan National Academy of Sciences

High molecular weight hyperbranched (grafted) 1,4-cis-polybutadiene, containing 20.0-40.0% of 1,2-vinyl bonds, through a single step reaction, using catalytic dithiosystems on the base of cobalt dialkyldithiocarbamate+ alkylaluminumsesquichloride was synthesized. The obtained hyperbranched polybutadiene, having branching index (Bi) of 0.22-0.75 against of BI 0.92-0.98 in linear polybutadienes, could be used in the production of tires, technological rubbers and impact resistant polystyrene and in drug delivery systems.

INTRODUCTION

Branched polymers, characterized by multi-level branching, can be subdivided into three groups depending on their architecture: dendrimers, hyperbranched polymers and dendrigraft polymers [1, 2]. With high degree of branching in a polymer backbone, these polymers have physical properties distinct from their linear counterparts, such as enhanced solubility, lower solution viscosity (SV) and lower crystallinity [1, 2].

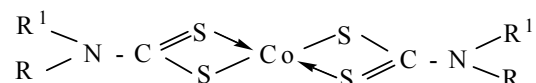
Star-branched and arborescent (dendrigraft) polymers are particularly interesting among the branched polymer families, since their well-defined structure and uniform size make them useful as model of branched macromolecules [1]. Various methods have been reported to synthesize this type of polymer with controllable side-chain molecular weight and composition, end groups, branching functionality, etc. [1]. Additionally, the existing polymerization techniques used in their synthesis maintain a narrow molecular weight distribution [1-3].

Polymers of conjugated 1,3-diene monomers (especially, butadiene and isoprene) are technologically very important because of their elastomeric properties. These products generally have a high content of cis-1,4-microstructure, which provides them with superior elastomeric properties, high resilience, and low glass transition temperature, comparable in many cases to natural rubber [4]. On the other hand, branched polymer architecture, such as the star and dendrigraft polymers, can have a viscosity comparable to or lower than the linear one in spite of their very high molecular weight. The synthesis of these types of polymer is therefore significant from a technological viewpoint [4-11].

In the current investigation it was occurred the one-step catalytic synthesis of hyperbranched (grafted) 1,4-cis polybutadiene, containing 20.0-40.0% of 1,2-vinyl groups [13, 14]. The main purpose of this study was to optimize the reaction conditions and to ensure a high yield of grafted polymer.

EXPERIMENTAL**Materials**

All chemicals used in this study were purchased from Aldrich. All solvents (toluene, benzene, chlorobenzene, etc.) were purified and distilled over CaH₂ under nitrogen atmosphere according to usual procedures for metallocatalysis [15]. Monomer – butadiene, with purity of 99.5% wt., was used without any further purification. Cobalt dialkyldithiocarbamate with the following formula was used as the main cataly component:



where **R** and **R**¹ are alkyl, aryl, and alkyl-aryl radicals. In this work, cobalt dithiocompounds were also synthesized according to the references [12, 16]. In addition, AOCs with following formulas were used as co-catalysts: **AlR**²₂Cl, **AlR**²Cl₂, **Al**₂**R**²₃Cl₃, and (**AlR**²_x**O**_y)_n, where **R**² is methyl, ethyl, and isobutyl. Aluminum organic compounds (AOCs) such as diethylaluminumchloride (DEAC), ethylaluminumdichloride (EADC), ethylaluminumsesquichloride (EASC), triethylaluminum (TEA) and methylaluminumoxane (MAO) with a minimum purity of 85% wt. were provided from Aldrich and were used as received. AOC was diluted to 10.0% v/v with dry toluene in an argon inert atmosphere.

The branching index (g_M) was determined by calculating the ratio of intrinsic viscosity of a branched polymer to that of a linear polymer, $g_M = [\eta]_{br}/[\eta]_{lin}$. Branching index for linear PBDs is $g_M \approx 1.0$ and for branched PBD is about $g_M \approx 1.0$ [17, 18].

A 2-L stainless metal reactor which is equipped with three inlets for raw materials, a thermometer, a vacuum gauge, a stirrer and an outlet to discharge the product was used as the reaction container. The reactor was evacuated at 75°C for 2h before charging the materials in order to remove any oxygen and moisture present in the reaction container and its components. The required amounts of solvent, the cobalt containing catalyst compound, co-catalyst, and finally monomer were added into the reactor at 2°C in vacuum conditions. The reaction was started at an average stirring rate and controlled temperature. After polymerization, the polymer was precipitated in methanol and purified by re-precipitation from toluene to methanol twice and finally dried under vacuum at 40°C.

Effect of Cobalt Dithiocarbamates (CoX₂) and AOCs types on Butadiene Polymerization

Effect of cobalt dithiocarbamates and AOCs types on the activity and stereoselectivity of catalytic dithiosystems were investigated and summarized in the Table 1.

According to the experiments 1-5 in Table 1, cobalt dialkyldithiocarbamate+DEAC (MAO or DIBAC) catalytic dithiosystems give relatively higher amount of linear 1,4-cis+1,2-polybutadiene with high molecular weight and yield of 85-92%, the catalyst productivity of 19.5-22.0 kg PBD/g Co•h, intrinsic viscosity of 3.5-4.3 dL/g, 1,4-cis content of 58-66%, 1,2-vinyl groups content of 20-34%, a branching index of 0.94-0.98.

Based on the results given in Table 1, exp. 6-11, it was shown that hyperbranched (grafted) 1,4-cis+1,2-polybutadiene with a yield of 92.0-98.0%, intrinsic viscosity of 1.5-2.0 dL/g, 1,4-cis content of 60-72%, 1,2-vinyl groups content of 22-35%, branching index of 0.35-0.60 (with the capability of regulation of polymers chain branching in wide interval) was only possible with the use of cobalt dialkyldithiocarbamate+alkylaluminum sesquichloride (or alkylaluminum dichloride) catalytic dithiosystems. The productivity of these catalysts is 22.0-55.0 kg PBD/g Co•h.

Cobalt diethyldithiocarbamate (Co-DEDTC) +EASC catalytic dithiosystem with toluene as solvent (widely used solvent in industrial polymerization processes) are considered as the optimum catalyst and solvent to obtain branched PBD.

Table 1. Comparative performance of different cobalt dialkyldithiocarbamate+AOC catalytic dithiosystems on butadiene polymerization. Reaction conditions: [M]=2.0 mol/L; Al: Co=100:1; T=25°C; solvent– toluene.

Experiment No.	Cobalt Compound (CoX ₂)	AOC	[Co]·10 ⁴ , mol/L	Time, min.	Yield of PBD, wt %	Catalyst activity, kg of PBD/g Co•h	[η], dL/g	Branching Index (g _M)	M _w /M _n	Microstructure of PBD, %		
										1,4-cis	1,4-trans	1,2-vinyl
1.	DEDTC-Co	DEAC	1.0	60	85.0	20.0	4.3	0.98	3.3	58	8	34
2.	DMDTC-Co	DIBAC	1.0	120	85.0	19.5	3.8	0.96	4.2	65	15	20
3.	DBDTC-Co	DEAC	1.0	120	92.0	22.0	3.7	0.94	3.5	66	12	22
4.	DBenzDTC-Co	MAO	1.0	120	88.0	20.0	3.5	0.95	3.6	65	13	22
5.	DPhDTC-Co	DIBAC	1.0	120	90.0	21.0	3.8	0.96	3.5	63	12	25
6.	DEDTC-Co	EADC	1.0	60	96.0	44.0	1.5	0.35	1.4	70	5	25
7.	DMDTC-Co	EADC	1.0	60	92.0	42.0	2.1	0.55	1.5	60	5	35
8.	DBenzDTC-Co	EADC	1.0	60	97.0	45.0	1.8	0.60	1.6	60	10	30
9.	DPhDTC-Co	EADC	1.0	60	98.0	55.0	2.0	0.52	1.5	60	7	33
10.	DEDTC-Co	EASC	1.0	60	94.0	33.0	1.9	0.43	1.6	72	3	25
11.	DBDTC-Co	EASC	1.0	60	92.0	22.0	1.8	0.48	1.7	71	7	22

Effect of some Parameters on Butadiene Polymerization

According to experiment 1 in Table 2, polymerization yield is 96% and catalytic activity is 44.0 kgPBD/g Co•h, respectively. Polybutadiene has content of 1,2-vinyl groups of 30%, intrinsic viscosity of 1.5 dL/g with a branching index of 0.35.

Increasing the concentration of cobalt component of the catalyst in the range of $0.5 \cdot 10^{-4}$ - $10.0 \cdot 10^{-4}$ mol/L resulted in an increase in the polymer yield from 90.0% to 99.0% and branching index from 0.35 to 0.75, as seen in Table 2.

The effect of Al:Co ratio in the range of (10-100):1 on the basic parameters of butadiene polymerization was also investigated at a catalyst concentration of $[Co]=1.0 \cdot 10^{-4}$ mol/L and butadiene monomer concentration of $[M]=2.0$ mol/L at 25°C. According to the experiments 1, 6 and 7, increasing the ratio of Al:Co from 10:1 to 100:1 increased the PBD yield from 87 to 96%, the productivity of the catalyst from 39.0 to 44.0 kgPBD/g Co•h and the content of 1,2-vinyl groups from 24 to 30%. Besides, intrinsic viscosity decreased from 2.3 to 1.5 dL/g and branching index from 0.75 to 0.35.

At $[Co]=1.0 \cdot 10^{-4}$ mol/L, Al:Co=100:1 and $T=25$ °C, according to experiments 1 and 8-10, by increasing concentration of butadiene monomer from 1.0 to 5.0 mol/L, the polymer yield decreases from 98.0 to 90.0% and content of 1,2-vinyl groups from 30% to 20%, but increases catalyst productivity from 22.0 to 50.0 kgPBD/g Co•h, branching index from 0.30 to 0.40 and the intrinsic viscosity from 1.3 to 4.3 dL/g.

Table 2. The influence of reaction parameters on butadiene polymerization process in the presence of Co-DEDTC+EASC catalytic dithiosystems in toluene.

Experiment No.	$[Co] \cdot 10^4$, mol/L	Al:Co	$[M]$, mol/L	T, °C	Time, min.	Yield of PBD, wt %	Catalyst activity, kg of PBD/g Co•h	$[\eta]$, dL/g	Branching Index (g _M)	M_w/M_n	Microstructure of PBD, %		
											1,4-cis	1,4-trans	1,2-vinyl
1	1.0	100	2.0	25	60	96.0	44.0	1.5	0.35	1.04	68	2	30
2	0.5	100	2.0	25	90	90.0	50.0	2.5	0.35	1.35	75	5	20
3	2.5	100	2.0	25	60	97.0	43.9	2.0	0.42	1.23	68	7	25
4	5.0	100	2.0	25	30	98.0	43.0	1.5	0.65	1.14	65	5	30
5	10.0	100	2.0	25	10	99.0	40.0	1.3	0.75	1.05	55	5	40
6	1.0	10	2.0	25	60	87.0	39.0	2.3	0.75	1.24	72	4	24
7	1.0	50	2.0	25	60	95.0	43.5	1.9	0.55	1.25	72	3	25
8	1.0	100	1.0	25	60	98.0	22.0	1.3	0.30	1.22	60	10	30
9	1.0	100	3.0	25	60	97.0	26.6	2.0	0.38	1.31	65	7	28
10	1.0	100	5.0	25	60	90.0	50.0	4.3	0.40	1.28	70	10	20
11	1.0	100	2.0	45	60	95.0	45.0	1.8	0.40	1.24	70	3	27
12	1.0	100	2.0	60	60	90.0	47.0	2.0	0.45	1.31	71	2	27
13	1.0	100	2.0	25	10	86.0	44.0	1.3	0.70	1.22	62	3	35
14	1.0	100	2.0	25	90	99.0	30.2	2.0	0.35	1.25	68	7	25
15	1.0	100	2.0	25	120	99.0	20.0	2.5	0.30	1.32	63	13	24

According to the experiments 1, 11, and 12, increasing the reaction temperature from 25 to 60°C reduces polymer yield from 96.0% to 90.0% and the content of 1,2-vinyl groups from 30% to 27%. At the same time, an increase in branching index from 0.35 to 0.40 and the intrinsic viscosity from 1.5 to 2.0 dL/g, the catalyst productivity- 44.0-47.0 kgPBD/g Co•h was observed.

By increasing the reaction time the polymer yield was increased from 86 to 99%, the intrinsic viscosity from 1.3 to 2.5 dL/g and reduced the content of 1,2-vinyl groups from 35% to 24%, the catalyst productivity from 44.0 to 20.0 kgPBD/g Co•h, branching index from 0.70 to 0.35.

Experimental results showed that the cobalt alkylthiocarbamates+alkylaluminumchlorides (or alkylaluminumdichlorides) catalytic dithiosystems lead to the production of high molecular weight 1,4-cis+1,2-polybutadiene with high activity, stereoselectivity and various branching index.

CONCLUSION

In this work an extensive experimental study on the one-step synthesis of hyperbranched (grafted) polybutadiene was performed. For the polymerization process of the butadiene, highly active and stereoselective cobalt dialkylthiocarbamates+EASC (EADC) catalytic dithiosystems were investigated. These catalysts lead to the polymerization of 1,3-butadiene monomer to hyperbranched (grafted) 1,4-cis+1,2-polybutadiene with 20-40% content of 1,2-vinyl groups with a productivity of 20.0-50.0 kgPBD/g Co·h together with a polymer yield of 86.0-99.0%. The obtained hyperbranched (grafted) polybutadiene having branching index of 0.30-0.75 compared to those of linear polybutadienes 0.92-0.98.

Hyperbranched (grafted) 1,4-cis+1,2-polybutadienes with 20-40% 1,2-vinyl groups could be used in the production of tiers, technological rubbers and impact resistant polystyrenes with a promoted applicability in cold climates and in drug delivery systems..

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. R.A.Kee,M.Gauthier,D.A.Tomalia. In:“Dendrimers and Other Dendritic Polymers”,. Wiley, New Fréchet, J. M. J., Tomalia, D. A., editors York, 2001.
2. S.J.Teertstra,M. Gauthier.*Prog. Polym. Sci.*(2004) 29, 277.
3. M.Gauthier,M.Möller. *Macromolecules*(1991) 24, 4548.
4. F.D.Graves. In:“Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology”, 11th Ed., Vol. 1, Kent, J.A., editor, Springer, New York, 2007, p. 690.
5. N.Hadjichristidis,J.J.Roovers.*Polym.Sci.,Polym.Phys.Ed.*(1974) 12, 2521.
6. M.P.Toporowski,J.J.Roovers.*Polym.Sci., Polym.Chem.Ed.*(1986) 24, 3009.
7. J.Roovers,L.Zhou,M.P.Toporowski,M.Zwan,H.Iatrou,N.Hadjichristidis.*Macromolecules* (1993) 26, 4324.
8. A.M.Hempenius,W.Michelberger,M.Möller.*Macromolecules* (1997) 30, 5602.
9. A.Munam,M.Gauthier. *Macromolecules*(2010) 43, 3672.
10. Z.Yuan,M.Gauthier.*Macromolecules*(2005) 38, 4124.
11. H.Zhang,Y.Li, C.Zhang,Z.Li,X.Li, Y.Wang.*Macromolecules* (2009) 42, 5073.
12. F.A.Nasirov.*Iranian Polymer Journal*(2003) 12(4), 217-235.
13. F.A.Nasirov, S.H.Akhyari, F.M.Novruzova, A.H.Azizov, N.F. Janibayov. Method of synthesis of branched polybutadienes. Azerbaijan Republic Pat. No I 20110059, 28.06.2011 (priority 29.04.2009)
14. F.A.Nasirov, S.H.Akhyari,F.M.Novruzova, A.H.Azizov, N.F. Janibayov. Synthesis and study of hyperbranched polybutadiene polyblock copolymers. *Abstracts of XXII National Chemistry Congress*, Magosa, N.Cyprus, September, 2009.
15. W. L. F. Armarego, C. L. L. Chai. Purification of Laboratory Chemicals. Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2003, 609 p.
16. F.A.Nasirov.*Petrochemistry*(2001) 6, 403-416(rus.).
17. F.Ziaee, H.S.Mobarakeh, M.Nekoomanesh, H. Arabi.*Iranian Polymer Journal*(2008) 17(5), 379-388.
18. N.Casis, D.A.Estenoz,L.Gugliotta, H.M.Oliva, G.R.Meira.*J.Appl.Polym.Sci.*(2006) 99, 3023-3039.

მაღალგანტოტვილი (გრაფტი) პოლიბუტადიენების ერთსაფეხურიანი სინთეზი

ფ.ანასიროვი, შ.გ.ახიარი, ნ.ფ.ჯანიბეკოვი, ს.რ.რაფიევა
აზერბაიჯანის მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ნავთობქიმიური პროცესების ინსტიტუტი

რეზიუმე

მაღალმოლეკულური მაღალგანტოტვილი (გრაფტი) 1,4-პოლიბუტადიენი 1,2-ვინილის ჯგუფების 20,0–40,0%-ის შემცველობით სინთეზირებულია ერთსაფეხურიანი მეთოდით კობალტდიალკილდითიოკარბამატი + ალკილალუმინის სესკვიქლორიდი კატალიზური დითიოსისტემების გამოყენებით. მიღებულმა მაღალგანტოტვილმა პოლიბუტადიენმა, რომლის სიბლანტის ინდექსი ტოლია 0,22–0,75, განსხვავებით საზოგადოებრივი პოლიბუტადიენებისგან, რომელთა სიბლანტის ინდექსი შეადგენს 0,92–0,98, შეიძლება ნახოს გამოყენება საბურავების, რეზინა-ტექნიკური ნაკეთობების და დარტყმისადმი მდგრადი პოლისტიროლის წარმოებაში, აგრეთვე ადამიანის ორგანოებში სამკურნალო პრეპარატების ტრანსპორტირების სისტემებში.

ОДНОСТАДИЙНЫЙ СИНТЕЗ ВЫСОКОРАЗВЕТВЛЕННЫХ (ДЕНДРИГРАФТ) ПОЛИБУТАДИЕНТОВ

Ф.А.Насиров, Ш.Г.Ахьяри, Н.Ф.Джанибеков, С.Р.Рафиева
Институт нефтехимических процессов Национальной академии наук Азербайджана

РЕЗЮМЕ

Высокомолекулярный высокоразветвленный (графт) 1,4-цис полибутадиен с содержанием 20,0-40,0% 1,2-винильных групп, синтезирован одностадийным методом с использованием каталитических дитиосистем кобальт диалкилдитиокарбамат + алкилалюминий сесквихлорид. Полученный высокоразветвленный полибутадиен с индексом вязкости 0,22-0,75, против 0,92-0,98 в линейных полибутадиенах, может найти применение в производстве шин, резино-технических изделий и ударопрочного полистирола, а также в системах транспорта лекарственных препаратов в человеческие органы.

ნავთობის ქიმია

ენერჯის ალტერნატიული განახლებადი წყაროები

ნათელა ხეცურიანი, ესმა უშარაული, ქეთევან გოდერძიშვილი, ელზა თოფურია,
კახა კარჩხაძე*

თსუ, პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

* ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ქვეყნის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების და ნახშირწყალბადოვანი წარმოშობის ენერგომატარებლების დაზოგვითი ტექნოლოგიების განვითარების უმნიშვნელოვანესი მექანიზმი - ენერჯის არატრადიციული განახლებადი წყაროების გამოყენებაა. ამ მექანიზმის ერთ-ერთ პერსპექტიულ მიმართულებას, დიზელის ძრავებისათვის მცენარეული წარმოშობის ზეთებიდან მიღებული ბიდიზელის საწვავი წარმოადგენს. ენერჯის განახლებადი წყაროებიდან შალგი(рапс) ერთ-ერთ საუკეთესო ნედლეულად ითვლება, რადგან დიდი რაოდენობით შეიცავს ზეთებს, ამინომჟავებს, მაღალპროდუქტიულია და კარგად მრავლდება. ბიოდიზელის საწვავის წარმოება დადებით გავლენას ახდენს ქვეყნის ეკოლოგიურ და ეკონომიკურ მდგომარეობაზე და ზრდის მის ენერგოდამოუკიდებლობას.

ქვეყანაში ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების ერთადერთი, მექანიზმი არატრადიციული, ენერჯის განახლებადი წყაროების გამოყენებაა. ეს ტენდენციები უკვე მკვეთრად აისახა აშშ-ს, ევროკავშირის და სხვა მოწინავე ქვეყნების ენერჯეტიკის განვითარების პროგრამებში, სადაც 2020-წლისათვის, სრულ ენერჯეტიკულ ბალანსში, განახლებადი ენერჯის წყაროების წილის 20%-მდე გაზრდაა ნაგარაუდები.

ნავთობის მარაგების შემცირების გამო ნავთობური წარმოშობის ენერგომატარებლების დაზოგვითი ტექნოლოგიების განვითარება, მრეწველობის და გადამამუშავების ტექნოლოგიების განვითარებასთან დაკავშირებული გამოწვევები ნაერთების ნორმების გამკაცრება, ეკოლოგიური გარემოს დაზიანება აიძულებს მსოფლიოს ათვისოს ენერჯის ახალი განახლებადი წყაროები. ერთ-ერთ ასეთ პერსპექტიულ მიმართულებას თანამედროვე ბიოენერჯეტიკა წარმოადგენს, რომელიც მოითხოვს ფუნდამენტალურ და გამოყენებით კვლევებში მონაწილე მეცნიერების მაქსიმალურ კონცენტრაციას თანამედროვე მეთოდოლოგიის და ტექნოლოგიის განვითარებაზე.

მსოფლიოში ფართო გამოყენება მოიპოვა მცენარეული ზეთების (შალგი, სოიო, არახისი, პალმა, სიმინდი, მხესუმზირა, ზეთისხილი) საფუძველზე დიზელის ძრავების მანქანებისთვის ალტერნატიული საწვავის წარმოებამ. ამ მიმართულებით მიმდინარეობს სამეცნიერო და პრაქტიკული მუშაობა, როგორც შეზღუდული პოტენციალის, ისე ნახშირწყალბადების (ნავთობი, ბუნებრივი აირი) დიდი მარაგის მქონე ქვეყნებში.

განახლებადი ენერჯის - მცენარეული ზეთების ალტერნატიულ საწვავად გამოყენების ისტორია დაიწყო 1900 წელს, როდესაც რუდოლფ დიზელმა და მის მიერ გამოგონილმა ძრავამ, რომელსაც მისსავე პატივსაცემად დიზელის ძრავა დაერქვა, მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრა მსოფლიოს დღევანდელი სახე. დიზელის ძრავები მუშაობს ყველა სახის - სახმელეთო, საჰაერო, წყალზედა და წყალქვეშა ტრანსპორტზე; დიზელის ძრავები ემსახურება სამოქალაქო და სამხედრო ტექნიკას, ენერჯეტიკას, ინდუსტრიის პრაქტიკულად ყველა სფეროს. ის ფაქტი, რომ დიზელის ძრავას საბოლოო დიზაინი არა მცენარეული ზეთის, არამედ ნავთობის ერთ-ერთი ფრაქციის საწვავად მოხმარებას მიესადაგა, გახდა მიზეზი იმისა, რომ დიზელის ძრავების ფართოდ გავრცელების პარალელურად, ნავთობის ინდუსტრიის განვითარებამაც მნიშვნელოვან მასშტაბებს მიაღწია და ალბათ არ იქნება გადაჭარბებული, თუ ვიტყვით, რომ რუდოლფ დიზელმა მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრა XX საუკუნის სახე, მისი ინდუსტრია და თვით გეოპოლიტიკაც[1].

1912 წელს რუდოლფ დიზელი წერდა - „მცენარეული ზეთის გამოყენება ძრავების საწვავად დღეს შეიძლება მნიშვნელოვნად არ მიგვაჩნდეს, მაგრამ დროთა განმავლობაში მცენარეული ზეთის საწვავი ისეთივე მნიშვნელოვანი გახდება, როგორც დღეს ნავთობის პროდუქტებია“. სხვათაშორის რუდოლფ დიზელის პირველი ძრავები არაქისისგან მიღებულ ზეთზე მუშაობდა.

სწორედ ეს გახდა იმ კვლევების საფუძველი, რომლებიც მოგვიანებით ბიოდიზელის საწვავის შექმნით დასრულდა. კვლევები მიზნად ისახავდა დიზელის სატრანსპორტო ძრავების და

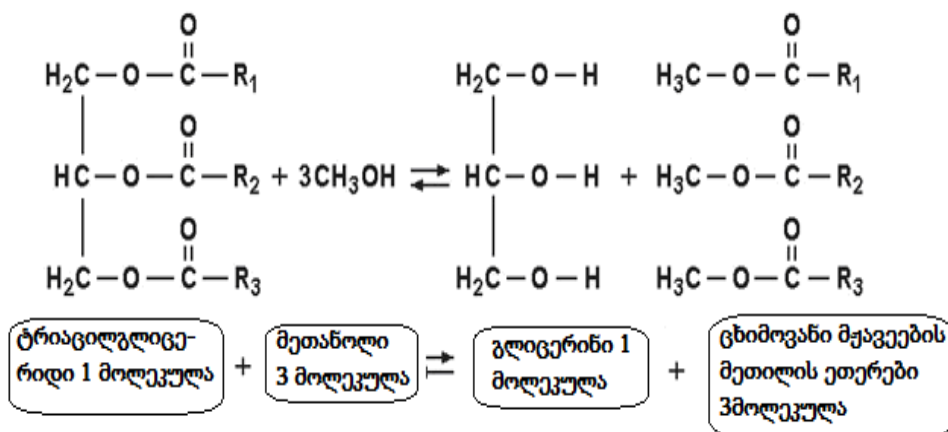
ენერგეტიკული დანიშნულების დანადგარებისთვის გაუმჯობესებული ეკოლოგიური და ეკონომიური მახასიათებლების მქონე ენერგომატარებლების სფეროს გაფართოებას.

დიზელის ძრავებისთვის პერსპექტიულად ითვლება მეთანოლიზის გზით გადამუშავებული მცენარეული ზეთის პროდუქტი - ცხიმოვანი მჟავების მეთილის ეთერები - ე.წ. ბიოდიზელის საწვავი [2,3]. მცენარეული ზეთები ძირითადად ტრიაცილგლიცერიდებისგან შედგება. მჟავები შეიძლება იყოს როგორც ნაჯერი ისე უჯერი. ცხრილში 1 მოყვანილია ზოგიერთი ზოგიერთი ცხიმოვანი მჟავის შემადგენლობა და თვისებები[2].

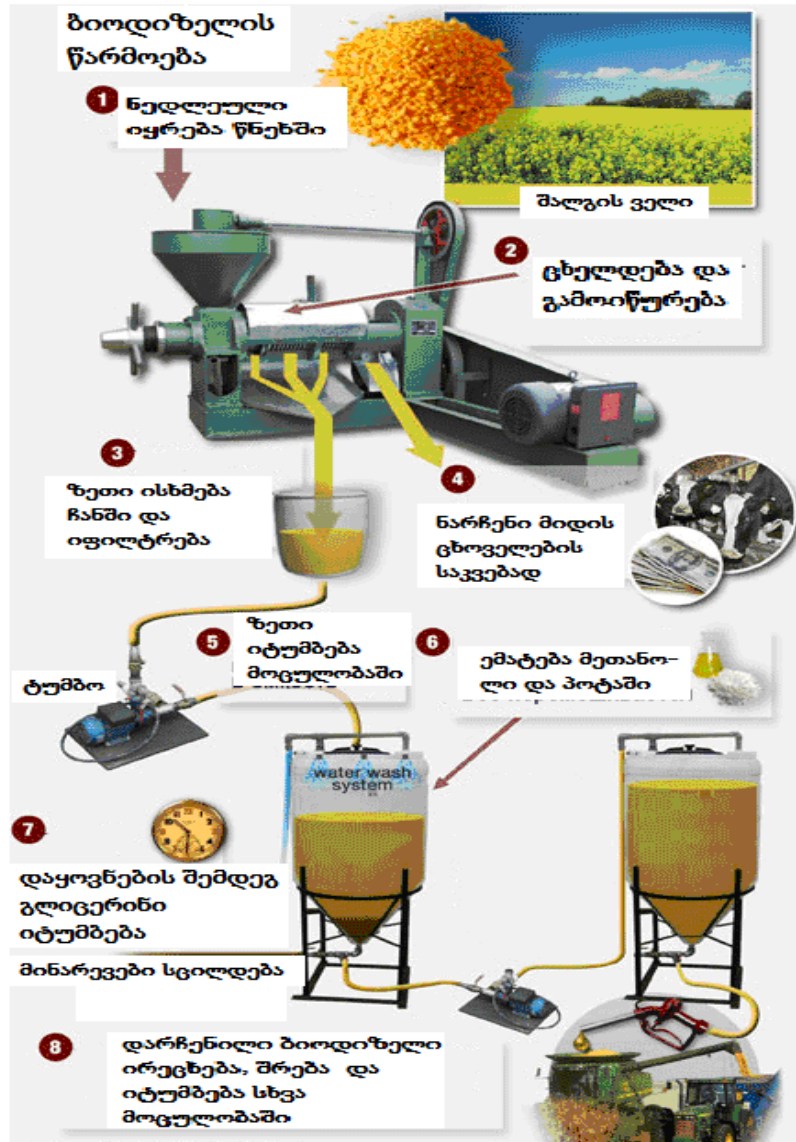
ცხრილი 1. მცენარეული ზეთების ცხიმოვანი მჟავების შედგენილობა და თვისებები

მჟავების დასახელება	ფორმულა	მოლეკულური წონა, კგ/კმოლ	წვის სითბო, მჯ/კგ	ატომების მასური შედგენილობა, %		
				C	H	O
მირისტინის	C ₁₄ H ₂₈ O ₂ ნაჯერი	228,375	36,3	73,6	12,4	14,0
პალმიტინის	C ₁₆ H ₃₂ O ₂ ნაჯერი	256,429	37,1	74,9	12,6	12,5
პალმიტოლენის	C ₁₆ H ₃₀ O ₂ უჯერი	254,413	36,6	75,5	11,9	12,6
მარგარინის	C ₁₇ H ₃₄ O ₂ ნაჯერი	270,456	37,5	75,5	12,7	11,8
სტეარინის	C ₁₈ H ₃₆ O ₂ ნაჯერი	284,483	37,8	76,0	12,8	11,2
ოლეინის	C ₁₈ H ₃₄ O ₂ უჯერი	282,467	37,3	76,0	12,1	11,3
ლინოლის	C ₁₈ H ₃₂ O ₂ უჯერი	280,451	36,8	77,1	11,5	11,4
ლინოლინის	C ₁₈ H ₃₀ O ₂ უჯერი	278,435	36,4	77,6	10,9	11,5
არაჰინის	C ₂₀ H ₄₀ O ₂ ნაჯერი	312,536	38,3	76,9	12,9	10,2
გადოლეინის	C ₂₀ H ₄₀ O ₂ უჯერი	310,521	37,9	77,4	12,3	10,3
ბეგენის	C ₂₀ H ₃₈ O ₂ ნაჯერი	349,590	38,6	77,6	13,0	9,4
ერუკის	C ₂₂ H ₄₄ O ₂ უჯერი	338,574	38,4	78,0	12,5	9,5
ლიგნოცერინის	C ₂₄ H ₄₈ O ₂ ნაჯერი	368,644	39,1	78,2	13,1	8,7
ნერვონოვის	C ₂₄ H ₄₆ O ₂ უჯერი	366,628	38,9	78,6	12,7	8,7

ძრავის საწვავად იყენებენ მცენარეულ ზეთებს, ცხიმოვანი მჟავების ეთერებს და ნავთობურ დიზელთან მათ ნარევეს. ტრიაცილგლიცერიდების მეთილის სპირტით ეთერიფიკაციის რეაქცია კატალიზატორის თანაობისას სამ სტადიად მიმდინარეობს: მიიღება ცხიმოვანი მჟავების ეთერები და თავისუფალი გლიცერინი. სურათზე 1 წარმოდგენილია შალგის ზეთის მეთანოლით ეთერიფიკაციის რეაქცია, ხოლო სურათზე 2 ბიოდიზელის წარმოების მოდული [4].

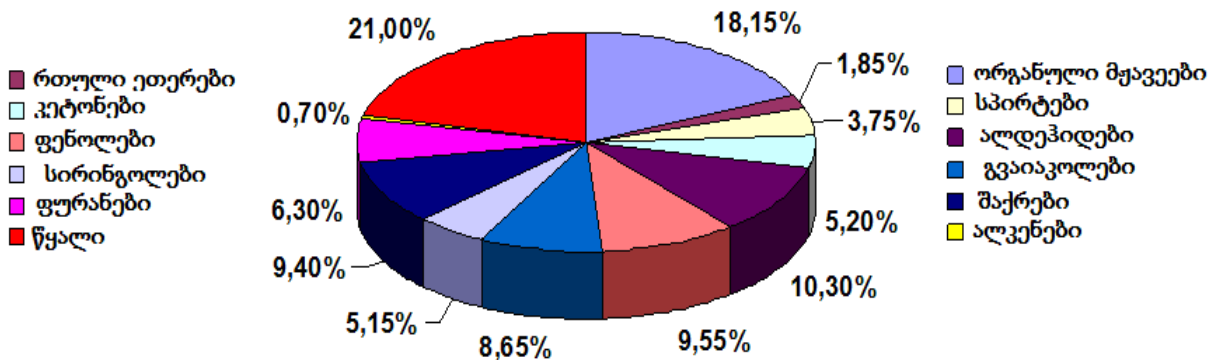


სურათი 1. შალგის ზეთის მეთანოლით ეთერიფიკაციის რეაქცია

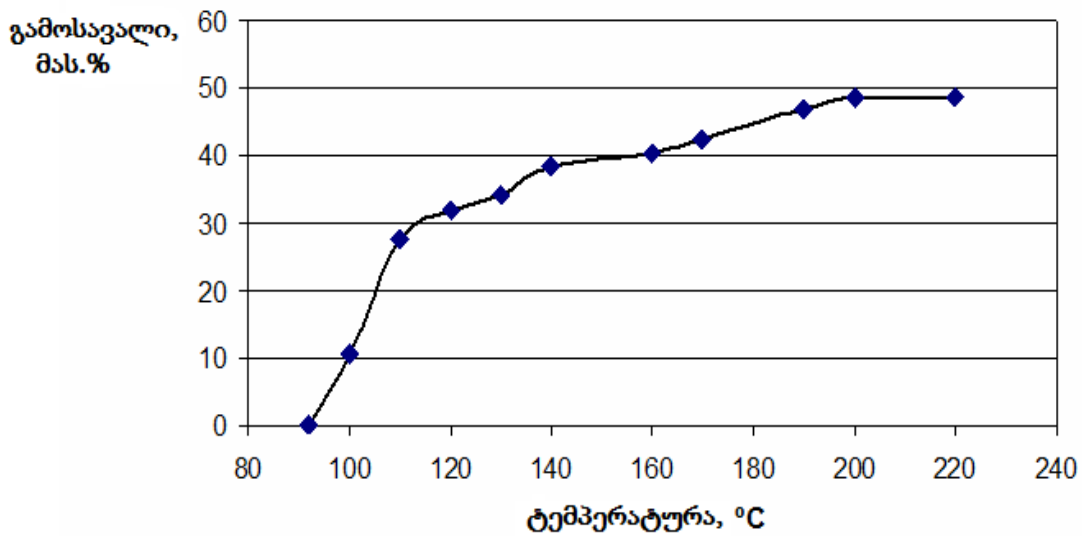


სურათი 2. ბიოდიზელის წარმოების მოდული

ბიოდიზელის დამზადების ტექნოლოგიურ ციკლში განსაკუთრებული ადგილი ენიჭება მის გამოცდას და ხარისხის კონტროლს(3). ბიოდიზელის ხარისხის შეფასებისთვის იყენებენ ევროპულ EN 14105 და ამერიკულ ASTM D6751 სტანდარტულ მეთოდებს[14]. ბიოდიზელის ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობა გრაფიკულად წარმოდგენილია სურათზე 3, ხოლო სურათზე 4 -ბიოდიზელის გამოხდის მრუდი[4].



სურათი 3. ბიოდიზელის ფიზიკურ-ქიმიური შედგენილობა



სურათი 4. ბიოდიზელის საწვავის გამოხდის მრუდი

მცენარეული ზეთების და მათი წარმოებულების კვლევებისთვის იყენებენ ქრომატოგრაფიულ, იწ და ელექტრონულ სპექტრალურ მეთოდებს[6-12]. კვლევებმა აჩვენა, რომ ბიოდიზელის შემადგენლობა დამოკიდებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურის ხრისხზე, ადგილზე და აღმოცენების პირობებზე. ამასთან ერთი და იგივე ტიპის მცენარეულ ზეთში სხვადასხვა სახის ცხიმოვანი მჟავების შემცველობა შეიძლება საკმაოდ ფართო ინტერვალში მერყეობდეს. ასე მაგ.შალგის ზეთებში ოლეინის მჟავის შემცველობა შეიძლება იყოს 8,0-60,0%, ლონოლინის მჟავის 11,0-23,0% , ერუკის მჟავის-2,0-60,0%[2].

მცენარეული ზეთების ეთერიფიკაციით მიღებული ბიოდიზელის მახასიათებლების შესწავლამ აჩვენა, რომ მათი საექსპლოატაციო თვისებები სტანდარტულ დიზელის საწვავის თვისებებს უახლოვდება. აქვთ კარგი აალების ტემპერატურა და ნავთობდიზელზე მაღალი ცეტანის რიცხვი(56-58), რაც დიზელის ძრავებში მათი გამოყენების საშუალებას იძლევა. აშშ ყველაზე უფრო გავრცელებულია ბიოდიზელის საწვავი B20, რომელიც აბალანსებს დიზელის საწვავის და გამოყოფილი აირების მიმართ წაყენებულ მოთხოვნებს. ბიოდიზელის საწვავი B20 არ საჭიროებს დიზელის ძრავის ცვლილებას. ცხრილში 2 წარმოდგენილია ნავთობდიზელის და ბიოდიზელის საწვავების მახასიათებლების სხვადასხვა სტანდარტები.

ცხრილი 2. დიზელის(EN 590) და ბიოდიზელის (EN 14214; ASTM 6751) საწვავების ძირითადი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლები

მაჩვენებლები	EN 590	EN 14214	ASTM D 6751
სიმკვრივე 15°C, კგ/მ ³	820-845	860-900	-
კინემატიკური სიბლანტე 40°C-ზე,მმ ² /წმ	2,0-4,5	3,5-5,0	1,8-6,0
აფეთქების ტემპერატურა °C,(ა/წ)	55	101	100
გოგირდის შემცველობა,მგ/კგ (ა/უ)	50	10	15
კოქსვადობა 10% ნარჩენის(მას.% ა/უ)	0,3	0,3	0,1
ცეტანის რიცხვი(ა/წ)	51	51	45
ნაცრიანობა,% (ა/უ)	0,01	0,02	0,02
წყლის შემცველობა, მგ/კგ (ა/უ)	200	0,02	0,02
საერთო დაბინძურება, მგ/კგ (ა/უ)	24	24	-
კოროზია სპილენძის ფირფიტაზე(50°C-ზე)	1 კლასი	1 კლასი	#3
მჟაური რიცხვი,მგ KOH/გ (ა/უ)	-	0,5	0,8
იოდის რიცხვი, გ იოდი/100გ (ა/უ)	-	120	-
ეთერების შემცველობა,მას.%(ა/წ)	-	96,5	-
მეთანოლის შემცველობა, მას.%(ა/უ)	-	0,2	-
გლიცერინის შემცველობა, მას.%(ა/უ)	-	0,25	0,24
ფოსფორის შემცველობა, მას.%(ა/უ)	-	0,001	0,001

ბიოდიზელის თბოუნარიანობა (37,2მჯ/კგ) დაბალია სტანდარტული დიზელის თბოუნარიანობაზე, რის გამოც ბიოდიზელზე მომუშავე ძრავის სიმძლავრე დაახლოებით 7%-ით მცირდება, საწვავის დანახარჯი კი 5-8% იზრდება. თუმცა ბიოდიზელზე მუშაობისას ხდება ძრავის ნაწილების შეზეთვა, რაც 60%-ით ზრდის ძრავის და საწვავის ტუმბოს მომსახურების ვადას. მცირდება ატმოსფეროში გამონაბოლქვი აირების რაოდენობა: ჭვარტლის 50%; ნახშირორჟანგის - 10-12%; მეთანის - 20%; არ შეიცავს გოგირდს. ბიოდიზელის აალების ტემპერატურა >100°C, რაც ტრანსპორტირების და შენახვის დროს მისი უსაფრთხოების მაღალ ხარისხზე მიუთითებს. ბიოდიზელი წყალში მოხვედრისას ზიანს არ აყენებს ფლორას და ფაუნას; მთლიანად განიცდის ბიოლოგიურ დეგრადაციას; მდინარეებისა და ტბების დაბინძურება მინიმუმამდე მცირდება.

ბოლო წლებში ბიოდიზელის წარმოებამ სერიოზულ მასშტაბებს მიაღწია: გასული წლის მონაცემებით, ევროკავშირში წარმოებულ იქნა 9,1 მილიონი ტონა ბიოდიზელი. ლიდერი ამ სფეროში გერმანიაა, სადაც წინა წელს 2.5 ტონა ბიოდიზელი აწარმოეს. ასევე მნიშვნელოვანია საფრანგეთის წილი - 1,9 მლნ ტონა.

ბალტიის ქვეყნებში 165 ათასი ტონა ბიოდიზელი იქნა წარმოებული, პოლონეთში - 323 ათასი ტონა, აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში - ბულგარეთში, რუმინეთში, სლო-

ვაკეთში - 250 ტონაზე მეტი. არანაკლები ინტერესია ბიოსაწვავის მიმართ აშშ-ი, სადაც ქვეყნის 260 საწარმოში ბოლო 5 წლის განმავლობაში 8,9 მილიონი ტონა ბიოდიზელია წარმოებული[5]. ყველა ამ ქვეყნის გამოცდილება ცხადყოფს, რომ ბიოდიზელის წარმოებით ქვეყანა იღებს განახლებად ალტერნატიულ საწვავს და ამცირებს ნავთობზე მის დამოკიდებულებას. უფრო მეტიც, ეკოლოგიურად სუფთა საწვავის გამოყენება დადებით გავლენას ახდენს გარემოზე, მცირდება ნავთობის დიზელის გამოყენება, ე.ი. ხდება ენერგოდაზოგვითი ტექნოლოგიების განვითარება, იზრდება ქვეყნის ენერგოდამოუკიდებლობა, იქმნება ახალი საწარმოები და, შესაბამისად, სამუშაო ადგილები.

შალგის ზეთის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების, არატოქსიკურობის და ბიოდაშლის უნარის გათვალისწინებით მას ხშირად იყენებენ საპოხი მასალების კომპონენტებად ჰიდრავლიკური სისტემებისთვის, მანქანის, ანტიკოროზიულ, ინდუსტრიულ, ტრანსმისიულ და სხვ ზეთებში. კვლევამ აჩვენა, რომ მცენარეული ზეთები ტრიბომექანიკური თვისებებითაც მნიშვნელოვნად აღემატებიან ნავთობურ ზეთებს[3,13].

ბიოდიზელის საწვავს იყენებენ ევროპისა და ამერიკის მრავალ ქვეყანაში. ამჟამად მოხმარებული საწვავის 10-15% ბიოდიზელზე მოდის და ეს რაოდენობა შემდეგში კიდევ უფრო გაიზრდება. 2009 წლიდან ევროპის ქვეყნები (2003 წლის კონვენციით) ვალდებული არიან აწარმოონ და მოიხმარონ ბიო საწვავი, 2020 წლისთვის კი ტრანსპორტის სფეროში გამოყენებული ნავთობის მეხუთედი შეცვალონ ბიოსაწვავით. ამჟამად მოთხოვნილება ბიოსაწვავზე აღემატება მის წარმოებას. ამიტომაც, რომ მცენარეული ზეთის წარმოების გაზრდა ნებისმიერი ქვეყნისთვის ერთ ერთ მთავარი ამოცანაა.

საგულისხმოა, რომ ბიოდიზელის გარდა შალგის ზეთი აქტიურად გამოიყენება საპნის, ტყავის, ქსოვილების, ლაქსაღებავების, პოლიგრაფიულ, ქიმიურ და სხვ. მრეწველობაში. შალგის ზეთი წარმატებით გამოიყენება აგრეთვე როგორც საკვები ზეთი, რადგან დიდი რაოდენობით შეიცავს ოლეინის, ლინოლის და სხვა უჯერ ცხიმოვან მჟავებს, რომლებიც მის ბიოლოგიურ ფასეულობას განსაზღვრავენ. შალგის ზეთში შემავალი უჯერი ცხიმოვანი მჟავები დიდ როლს ასრულებენ ცხიმების მიმოცვლის რეგულირებაში, ამცირებენ ხოლესტერინის დონეს, ტრომბის წარმოქმნის შესაძლებლობას და მთელ რიგ სხვა დაავადებებს, მათ შორის სიმსივნურსაც[3]. აღსანიშნავია, რომ შალგის ზეთს, რომელიც არ შეიცავს ერუკის მჟავას და ძალიან მცირე რაოდენობით შეიცავს გლუკოზას, თავისი ცხიმოვან-მჟავური შედგენილობით და გემოთი უთანაბრებენ ზეთიხილის ზეთს. მიუხედავად ღირებულებების ერთნაირი კატეგორიისა შალგის ზეთი ბევრად უფრო სასარგებლოა ადამიანისთვის, ვიდრე მზესუმზირის და სოიოს ზეთი. თესლიდან ზეთის წარმოების გარდა შალგის კულტურის უპირატესობას ისიც განსაზღვრავს, რომ იგი დიდი რაოდენობით შეიცავს ცილებს და შესაძლებელია მისგან მეცხოველეობისთვის და მეფრინველეობისთვის საჭირო ამინომჟავებით დაბალანსებული მწვანე საკვების დამზადება (სილოსი, კონცენტრატი და სხვ.). შალგის მოშენება ნიადაგს ამდიდრებს ორგანული ნაერთებით. ისინი აუმჯობესებენ ნიადაგის სტრუქტურას, ქიმიურ შედგენილობას, ფიტოსანიტარულ მდგომარეობას და იცავენ წყლით და ქარით ეროზიისგან, ამცირებენ მიწიქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურებას, ხელს უწყობენ რადიაქტიული ნივთიერებებით დაავადებული მიწების რეკულტივაციას. შალგი უნივერსალური გამოყენების კულტურაა, როგორც სარეველა ყველგან ხარობს და თითქმის ყველა კონტინენტზე ითესება. მისი საშუალო მოსავალი შეადგენს 3 ტონა ერთ ჰა[3].

ბიოსაწვავად ასევე შესაძლებელია გამოვიყენოთ სამეურნეო საქმიანობის სფეროს მეორადი ნარჩენები - ნამუშევარი ზეთები(ძრავის, ტრანსფორმატორის, ინდუსტრიული და სხვ.). და საზოგადოებრივი კვების ობიექტების მეორადი ზეთები.

აღსანიშნავია, რომ განახლებადი წყაროებიდან მიღებული საწვავის ღირებულება ტრადიციულ ნედლეულთან შედარებით ჯერჯერობით უფრო მაღალია, ამიტომაც რომ ევროპის ქვეყნებში ბიოდიზელის წარმოება სახელმწიფოს მიერ მწარმოებლების ხელშეწყობით ხორციელდება. გამოიყენება საგადასახადო შეღავათები და დოტაციები. ვინაიდან ბიოსაწვავის გამოყენების დროს ნავთობდიზელთან შედარებით ატმოსფეროში გამონაბოლქვი მავნე აირები გაცილებით ნაკლებია, მას არ აკისრებენ აქციზებს და ეკოლოგიურ გადასახადებს. მრავალმა განვითარებულმა ქვეყანამ მცენარეული ზეთებიდან ბიოსაწვავის მიღების მიმართულებით წარმოებული სამეცნიერო კვლევების დაფინანსება გაზარდა.

დღეისათვის საწვავის ბაზრის განვითარების ძირითად ტენდენციად ბიოენერგეტიკა ითვლება, რომელსაც უახლოესი 30-40 წლის განმავლობაში მსოფლიო სისტემის ენერჯით უზრუნველყოფის განვითარებაში უპირატესობა შეუნარჩუნდება. ნახშირწყალბადების მსოფლიო მარაგების ამოწურვის მოახლოებულ საფრთხესთან დაკავშირებით, მსოფლიო საექსპერტო გაერთიანებამ საწვავის ბაზრის განვითარების ძირითად ტენდენციად გამოაცხადა ბიოენერგეტიკის სფერო, რომელიც ენერჯეტიკის ახალი ერის დაწყების საფუძველი უნდა გახდეს.

ბიოენერგეტიკა განახლებადი ენერჯის ერთ ერთი ყველაზე ხელმისაწვდომი და პერსპექტიული მიმართულებაა. პროგნოზების თანახმად უახლოეს მომავალში მისი წილი საერთო ენერჯეტიკულ ბალანსში 8,5-9%-ის რიგის იქნება. იმის გათვალისწინებით, რომ თავისუფალი ენერჯის დაგროვება და შენახვა რთული პრობლემაა, ბიოენერგეტიკის უპირატესობა განახლებადი ენერჯების სერიოზული ოდენობით აკუმულირებაშია. ცხადია ენერჯის განახლებადი წყაროების ჩართვა საერთო ენერჯეტიკულ ბალანსში მნიშვნელოვნად შეამცირებს ენერჯოდეფიციტს და შესაბამისად გაზრდის ენერჯოუსაფრთხოებას.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. <http://engine.aviagjht.ru>
2. Макаров В.А., Нагорнов С.А., Девянин С.Н. Состав и теплота сгорания биотоплив, получаемых из растительных масел. Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер. «Естественные науки», 2012, №2, с.65-80.
3. Дятлова М.В. Современные аспекты производства альтернативного топлива на основе маслосемян рапса. Вестник Псковского политехнического института, 2008, №11.2, с.95-98.
4. K n o t h e G. Analyzing biodiesel: standards and other methods// journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS)-2006-Vol.83, #10 – P.823-833.
5. C o n n e m a n n J. Biodiesel in Europe 1994 // Fett Wissenschaft Technologie. 1994. Jg. 96. Sonderausgabe No. 2. – S. 536–548.
6. D u b e M. A., Z h e n g S., M c L e a n D. D., K a t e s M. A comparison of attenuated total reflectance-FTIR spectroscopy and GPC for monitoring biodiesel production. //JAOCS. – 2004. – Vol.81.№6. – P.599-603.
7. S i a t i s N. G., K i m b a r i s A. C., P a p p a s C. S., T a r a n t i l i s P. A., Polissiou M.G. Improvement of biodiesel production based on the application of ultrasound: monitoring of the procedure by FTIR spectroscopy// JAOCS, 2006, Vol.83, No.1, P.53-57.
8. G h e s t i G. F., D e M a c e d o J. L., B r a g a V. S., D e S o u z a A. T. C. P., P a r e n t e V. C. I., F i g u e r e d o E. S. et. al. Application of Raman spectroscopy to monitor and quantify ethyl esters in soybean oil transesterification // JAOCS.–2006, V.83, No.7. P.597–601.
9. L i Y., G a r c i a - G o n z a l e z D. L., Y u X., v a n d e V o o r t F. R. Determination of free fatty acids in edible oils with the use of a variable filter array IR spectrometer //JAOCS, 2008, Vol.85, No 7.,P. 599–604.
10. M o h M. H., T a n g T. S., T a n G. H. Quantitative determination of diesel oil in Contaminated edible oils using high-performance liquid chromatography // JAOCS., 2001, Vol.78, No.5, P. 519–525.

11. Романцова С.В., Бодягина С.В., Кривец С.А. Исследование фракционного состава биотоплива, синтезированного из возобновляемого сырья. Вестник ТГУ, 2010, т.15, вып.1, с.72-74.
12. Романцова С.В., Гаврилова В.А., Коекьова Н.Г., Пашинин В.А. Состав и спектральные характеристики компонентов биотоплива, синтезированных из масел рапса, рыжика и крамбе. Вестник ТГУ, 2012, т.17, вып.1, с.339-341.
13. Матиенко А.Ф. Рапс – культура больших возможностей//Земледелие, 2000,№1,с.38-42.
14. ASTM D6751-12. Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B 100) for Middle Distillate Fuels

ALTERNATIVE RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

N.Khetsuriani, E.Usharauli, K.Goderdzishvili, E.Topuria, K.Karchkhadze*

TSU, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

* Iliia Stata University

SUMMARY

The most important mechanism for improving ecological situation in the country and development of technologies for preservation of energy carriers of hydrocarbon origin is utilization of non-traditional renewable energy sources. One of the promising directions of this mechanism is biodiesel fuel for diesel engines derived from vegetable oils. The rape is considered to be the one of the best renewable sources of energy because it contains large quantities of oils, amino acids, is highly productive and easy to propagate. Production of biodiesel has a positive effect on the environmental and economic situation of the country and contributes to its energy independence.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Н.Т.Хецуриани, Э.А.Ушараули, К.Г.Годердзишвили, Э.Н.Топурия, К.Карчхадзе*

ТГУ, Институт физической и органической химии Петра Меликишвили

**Государственный университет им. Ильи Чавчавадзе*

РЕЗЮМЕ

Важнейшим механизмом улучшения экологического положения страны и развития технологий сохранения энергоносителей углеводородного происхождения является использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Одним из перспективных направлений этого механизма является биодизельное топливо для дизельных моторов, полученное из масел растительного происхождения. Одним из самых лучших возобновляемых источников энергии считается рапс, так как он в большом количестве содержит масла, аминокислоты, является высокопродуктивным и легко размножается. Производство биодизельного топлива оказывает положительное влияние на экологическое и экономическое положение страны и способствует повышению ее энергонезависимости.

აგრარული ქიმია

ნიტრატონებით გაჯერებული ცეოლითური ნანომასალების გამოყენების შესაძლებლობა
სოფლის მეურნეობაში

გიორგი წინწკალაძე, ვლადიმერ ციციშვილი, თინათინ შარაშენიძე, მარინე ზაუტაშვილი,
გიორგი ილურიძე, პეტრე წინწკალაძე
ივ.ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

აზოტოვანი სასუქების უარყოფითი მოქმედების და მათი დანაკარგების შესამცირებლად შემოთავაზებულია ახალი ნანოტექნოლოგიური მეთოდი, რომლის ითვალისწინებს ბუნებრივი ცეოლითის სტრუქტურაში აზოტის შემცველი ნივთიერების შეყვანას. მიღებული ნანომასალა შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც აზოტოვანი სასუქი, რომელიც ნიადაგში ნიტრატების თანდათანობითი გადასვლის და სასუქის დანაკარგის მინიმუმამდე დაყვანის საშუალებას იძლევა, ასევე საგრძნობლად ამცირებს გრუნტის წყლების დაბინძურებას.

მსოფლიო მოსახლეობის ეკოლოგიურად უსაფრთხო კვების პროდუქტებით დაკმაყოფილება თანამედროვეობის ერთ-ერთი ურთულესი პრობლემაა. დღეს სოფლის მეურნეობაში წარმოუდგენელია მაღალი მოსავლის მიღება მინერალური სასუქების გამოყენების გარეშე, თუმცა ამ სასუქების გარდაილი ნორმებით გამოყენება შესაძლებელია უარყოფითად იმოქმედოს როგორც საკვები ნივთიერებების ხარისხზე, ასევე გარემოს ბიოქიმიურ სივრცეზე.

ნიადაგში შეტანის შემდეგ აზოტოვანი სასუქების მნიშვნელოვანი ნაწილი ან ჩაირეცხება გრუნტისა და წვიმის წყლის მოქმედებით ან ქროლდება. გარდა საგრძნობი ეკონომიკური დანაკარგისა ეს პროცესი იწვევს როგორც გარემოს, ასევე სასურსათო პროდუქციისა დაბინძურებას, რაც დიდ ეკოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენს [1].

ბუნებრივი ცეოლიტები კრისტალურ-ჰიდრატირებულ ალუმინსილიკატებს წარმოადგენენ, რომელთა სტრუქტურა შეიცავს სივრცეებს, რომლებიც თავისუფალი მოძრაობის უნარის მქონე იონებითა და წყლის მოლეკულებით არიან დაკავებული. ცეოლიტები ნანოფორიანი მასალებია, რომელთა თერმული ან ქიმიური დამუშავების შედეგად, შესაძლებელია ცეოლითური სტრუქტურის ჯაჭვების დაწყვეტა, რასაც შეიძლება მოყვეს მის სტრუქტურაში გარკვეული ცვლილებები. იონებისა და წყლის მოლეკულების ცეოლითური სტრუქტურიდან გამოსვლით, შიდა მოცულობის ცვლილებით, შესაძლებელია როგორც ნანოფორების ზომების შეცვლა, ასევე ახალი ფორმების წარმოქმნა [2].

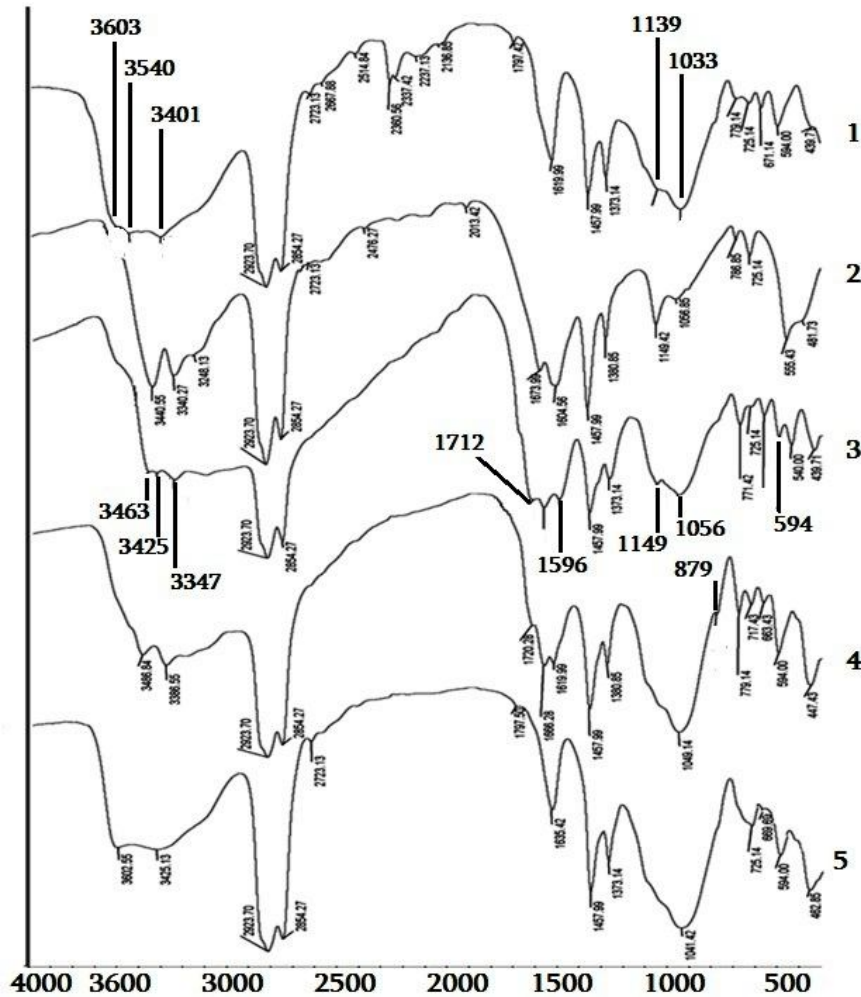
აზოტოვანი სასუქების უარყოფითი მოქმედების შეზღუდვის მიზნით, და მათი დანაკარგების მინიმუმამდე დასაყვანად, ასევე მცენარეში აზოტის შეთვისების კოეფიციენტის მკვეთრად ასამაღლებლად ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია ახალი ნანოტექნოლოგიური მეთოდი [3,4], რომლის საშუალებითაც ბუნებრივი ცეოლითის სტრუქტურაში შესაძლებელია შევიყვანოთ აზოტოვანი სასუქი, კერძოდ ამონიუმის ნიტრატი. მიღებული ნანომასალა - "არაორგანული კავსულა - მოლეკულური საცერი", შეიძლება გამოვიყენოთ, როგორც აზოტოვანი სასუქი, რომელიც შესაძლებლობას გვაძლევს ვარეგულიროთ ნიადაგში ნიტრატების თანდათანობით გადასვლა, მინიმუმამდე დავიყვანოთ სასუქის დანაკარგი, ასევე საგრძნობლად შევამციროთ ნიტრატებით გრუნტის წყლების დაბინძურება.

ახალი ცეოლითური ნიტრატებით აკუმულირებული ნანომასალის სტრუქტურისა და თვისებები შესწავლია ქიმიური ანალიზის, ი.წ. სპექტროსკოპიისა და ადსორბციის მეთოდებით. დადგინდა, რომ ცეოლითის ფორმებში ნანოტექნოლოგიებით გარკვეულ ტემპერატურაზე ამონიუმის გვარჯილის შეყვანის შემდეგ ცეოლითის სტრუქტურა არ შეიცვალა, ასევე დადგინდა ცეოლითის სტრუქტურიდან ამონიუმის ნიტრატის თანდათანობით გამოსვლის მექანიზმი.

ნახაზზე 1 წარმოდგენილია ი.წ.სპექტროსკოპიის მეთოდით შესწავლილი ბუნებრივი ცეოლითის ამონიუმის ნიტრატით გაჯერებისა და გამოსვლის ნანოტექნოლოგიური პროცესი.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, როგორც ცეოლითის, ასევე ამონიუმის ნიტრატის ი.წ.სპექტრები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და შეესაბამებიან იმ ეტალონურ სპექტრებს, რომლებიც დამახასიათებელია თითოეული ამ ნივთიერებისათვის [5]. ცეოლითის ამონიუმის ნიტრატით ნანოტექნოლოგიის შემდეგ არსებითად შეიცვალა მისი სპექტრი და მიღებული სურათი, როგორც მოსალოდნელი იყო მკვეთრადაა განსხვავებული ორივე საწყისი ნიმუშის ი.წ.სპექტრებისაგან. ნახაზიდან ჩანს, რომ ცეოლითის სტრუქტურაში შესამჩნევი ცვლილებებია, რაც გამოხატულია

ი.წ.სპექტრში როგორც ახალი ზოლების წარმოქმნით, ასევე არსებული ზოგიერთი ზოლის როგორც სიხშირის, ასევე ინტენსივობის ცვლილებით; კერძოდ, ალუმინსილიკატის დეფორმაციული და სავალენტო რხევის უბნებში გვაქვს ახალი ზოლები 594, 1596, 1712, ასევე მხარი 879 სმ⁻¹, რომლებიც ნიტრატ იონებისთვის არიან დამახასიათებელი [6]. შეიცვალა სიხშირეები ალუმინსილიკატის დეფორმაციული და სავალენტო რხევების ზოლებისა 1033-დან 1056 სმ⁻¹-მდე, 1139-დან 1149 სმ⁻¹-მდე, 3401-დან 3347 სმ⁻¹-მდე, 3540-დან 3425 სმ⁻¹-მდე და 3603-დან 3463 სმ⁻¹-მდე.



ნახაზი 1. ი.წ. სპექტროსკოპიის მეთოდით შესწავლილი ბუნებრივი ცეოლითის ამონიუმის ნიტრატით გაჯერებისა და გამოსვლის ნანოტექნოლოგიური პროცესი
 1 - საწყისი ცეოლითი; 2 - ამონიუმის ნიტრატი; 3 - ცეოლითი + ამონიუმის ნიტრატი;
 4 - ცეოლითი ამონიუმის ნიტრატის წყლით ნაწილობრივი გამორეცხვის შემდეგ;
 5 - ცეოლითი ამონიუმის ნიტრატის წყლით სრული გამორეცხვის შემდეგ

მიღებული ნანომასალის გარკვეული რაოდენობის წყლით დამუშავების შემდეგ გადაღებული ნიმუშის ი.წ.სპექტრში ხდება ნიტრატიონების დამახასიათებელი ზოლების ინტენსივობების შემცირება, ასევე კლებულობს იმ ზოლების სიხშირეებსა და ინტენსივობებს შორის სხვაობა, რომლებიც ცეოლითების საწყის და ნანომოდიფიცირებულ ნიმუშებში გვქონდა. ცეოლითის სტრუქტურულიდან წყლით ამონიუმის ნიტრატის იონების სრული გამორეცხვის შემდეგ ი.წ.სპექტრი თითქმის მთლიანად ემთხვევა საწყისი ცეოლითის ი.წ.სპექტრის სურათს, განსხვავება მხოლოდ ზოგიერთი ზოლის სიხშირის ან ინტენსივობის ცვლილებაა, რაც ცეოლითის სტრუქტურის ნაწილობრივი დეფორმაციითაა გამოწვეული.

ამრიგად, შემოთავაზებული მეთოდით მიღებული ცეოლითური ნანომასალა, შესაძლებელია, გამოვიყენოთ, როგორც აზოტოვანი სასუქი, რომელიც ეკოლოგიურად უსაფრთხოა, პროლონგირებული

მოქმედებისა, არეგულირებს ნიადაგიდან მცენარის მიერ წყლის, აზოტის, ფოსფორის, კალიუმისა და სხვა მიკროელემენტების მიღებას.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Егоров В.С. Физиологическая роль главнейших элементов, встречающихся в почве, в жизни растений. www.agro-archive.ru/pochvovedenie
2. Tsitsishvili G.V., Andronikashvili T.G., Kirov G.N., Filizova L.P., Natural Zeolites. London: Ellis Horwourd, 1992, 295p.
3. Цицишвили Г.В., Цинцкаладзе Г.П., Цицишвили В.Г., Цинцкаладзе З.П. Зависимость частот ИК-полос от отношения $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ в цеолитах. Georgian Chemical Journal, 2005, v.5, № 2, p. 140-143.
4. გ. წინწკალაძე, ლ. ეპრიკაშვილი, მ. ზაუტაშვილი, თ. შარაშენიძე, მ. ბურჯანაძე, ნ. ბურკიაშვილი, ვ. გაბუნია. ბუნებრივი ცეოლითის ბაზაზე შექმნილი ახალი ბიოტექნოლოგიური მასალა, როგორც ხანგრძლივი მოქმედების სასუქი და მისი გამოყენების პერსპექტივები. II საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია: “ბიოეკონომიკა და სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარება”, 2013, საქართველო, თბილისი, 11-12 სექტემბერი, გვ. 559-562.
5. Цицишвили Г.В., Цинцкаладзе Г.П., Цицишвили В.Г., Чипашвили Д.С., Цинцкаладзе З.П. Новая форма фосфорсодержащего клиноптилолита. Азербайджанский химический журнал, 2006, №3, с. 100-102.
6. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. Физико-химические свойства, методики, библиография. Пер. с английского Розенберга Е., Коппель С., Москва: «Мир», 1976, 542 с.

POSSIBILITIES OF AGRICULTURAL APPLICATION OF ZEOLITE NANOMATERIALS ENRICHED BY NITRATE IONS

G.Tsintskaladze, V.Tsitsishvili, T.Sharashenidze, M.Zautashvili, G.Iluridze, P.Tsintskaladze
TSU, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

SUMMARY

In order to reduce the negative impact of nitrogen fertilizers and their losses a new nanotechnology method has been proposed based on the introduction of the nitrogen compounds in natural zeolite structure. The resulting nanomaterials can be used as a nitrogen fertilizer that provides a gradual transition of nitrates in the soil and minimizing losses of fertilizers, as well as significantly reduce pollution of groundwater.

ВОЗМОЖНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОГАЩЕННЫХ НИТРАТ-ИОНАМИ ЦЕОЛИТНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Г.Цинцкаладзе, В.Цицишвили, Т.Шарашенидзе, М.Зауташвили, Г.Илуридзе, П.Цинцкаладзе
ТГУ, Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили

РЕЗЮМЕ

С целью уменьшения негативного воздействия азотных удобрений и их потерь предложен новый нанотехнологический метод, основанный на введении азотного соединения в структуру природного цеолита. Полученный наноматериал может быть использован как азотное удобрение, обеспечивающее постепенный переход нитратов в почву и сведение до минимума потерь удобрения, а также значительно уменьшающее загрязнение грунтовых вод.

ბუნებრივ ნაერთთა ქიმია

საქართველოს სამკურნალო ტალახების რეგენერაცია

დავით ჯინჭარაძე, ნანა ბოკუჩავა, ლიანა ებანიძე, თეა ზაკალაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ნაშრომში განხილულია სამკურნალო ტალახის რეგენერაციის ძირითადი არსი: ტალახის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების აღდგენა; ბაქტერიული აფეთქების არსებობა, მისი შემდგომი ჩაქრობით; ძირითადი მიკროორგანიზმების ფიზიოლოგიური ჯგუფების პირვანდელ რაოდენობრივ და თვისებრივ შედგენილობამდე აღდგენა და სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლების ნორმალიზაცია. დამუშავებულია პრაქტიკული რეკომენდაციები სამკურნალო ტალახების რეგენერაციის შემოსაღებად. შემოთავაზებულია სამკურნალო მიზნით მოხმარებული ტალახის გამოყენება მცენარეების დამატებით საკვებად, რომლის ეფექტიურობა მრავალჯერ დიდია ორგანულ და მინერალურ სასუქებთან შედარებით. ერთჯერადი შეტანის შემდეგ მოქმედების ხანგრძლივობა მას უნივერსალურ სასუქად ხდის.

ტალახის რეგენერაციაში იგულისხმება მკურნალობის შემდეგ გამოყენებული ტალახის შესაბამის პირობებში შენახვისას, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების, მიკრობიოლოგიური და სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლების აღდგენა.

ტალახის შერევა, გათბობა, წყლით განზავება, გადატანა, მომსახურე პერსონალთან და ავადმყოფთან კონტაქტი, მნიშვნელოვნად ცვლის ტალახის ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, მიკრობიოლოგიურ შედგენილობას, აუარესებს სანიტარიულ მდგომარეობას.

ფიზიკურ-ქიმიური თვალსაზრისით, ტალახი ხდება ნაკლებად ბლანტი და წებვადი, პლასტიკურობა კლებულობს. ამასთან, შეიმჩნევა გოგირდწყალბადის შემცირება და სხვ. [1,3].

მიკრობიოლოგიური ცვლილება მდგომარეობს შემდეგში - ტალახის მიკროფლორა შერევითა და გათბობით მნიშვნელოვნად ააქტიურებს თავის ცხოველყოფილობას. ირღვევა წონასწორული თანაფარდობა მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფებს შორის და ხდება ბაქტერიული "აფეთქება". იზრდება საპროფიტების საერთო რიცხვი, მატულობს ობის სოკოების, ანაერობების, უჯრედდამშლელი და თიონური მჟავების ბაქტერიების რაოდენობა. მცირდება სულფატრედუცირებული ბაქტერიების რაოდენობა. ტალახი ხდება ღია ფერის, ხშირად იღებს არასასიამოვნო დამპალ სუნს, იწყებს "დუღილს". მართალია, ასეთი აფეთქება დროებით აუარესებს ტალახის თვისებებს, მაგრამ წარმოადგენს მნიშვნელოვან მომენტს რეგენერაციისათვის, რადგან ხელს უწყობს ორგანულ ნივთიერებათა გახრწნას და აღვილად შემთვისებელი ნახშირწყალბადებით, ჰუმინური მჟავებით და ბიტუმებით შეესებას. ასევე ასუფთავებს ტალახს გამოყენების დროს გარედან მოხვედრილი ნივთიერებებისაგან.

ბაქტერიული აფეთქების ინტენსიურობა და მისი ხანგრძლივობა, ძირითადად, დამოკიდებულია ტალახის ქიმიურ შედგენილობაზე და მათი გამოყენების შემდეგ, შენახვის პირობებზე. განსაკუთრებით, ხანგრძლივი ბაქტერიული აქტიურობა შეიმჩნევა დაბალ მინერალიზებულ ტალახებში, რომლებიც მდიდარია ორგანული ნივთიერებებით. მარილებით მდიდარ ტალახის ხსნარში ბაქტერიული აქტიურობა ნაკლებია, ორგანულ ნივთიერებათა უკმარისობა ამცირებს მის ხანგრძლივობას. მიკრობიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობას აჩქარებს ტალახის შენახვისას მაღალი ტემპერატურა (25-40⁰C), ჰაერისაგან საიმედო იზოლაცია - ყველა სულფიდური ნაირსახეობისათვის (რასაც აღწევნ აუზში ტალახის შენახვით წყლის ქვეშ), ან, პირიქით, საუკეთესო ტალახის აერაცია - რკინიანი ნაირსახეობების დაჟანგვისათვის.

სულფიდურ და დაჟანგული ტალახის ნაირსახეობისათვის, ბაქტერიული აფეთქების გარდა, რეგენერაციისათვის მნიშვნელოვანია, ასევე სულფატრედუცირებული და თიონური მჟავების ბაქტერიების მოქმედება, რადგან პირველი სულფიდურ ტალახში აღადგენს გოგირდწყალბადის შედგენილობას, ხოლო მეორე - დაჟანგულ ტალახში სულფატებისა და გოგირდმჟავას შედგენილობას. ტალახის მიკრობიოლოგიური შედგენილობის რეგენერაცია ითვლება დამთავრებულად, როდესაც ფიზიოლოგიური ჯგუფების შედგენილობა და მიკროორგანიზმების რაოდენობა საწყისს უახლოვდება. ტალახში ამ მაჩვენებლების ნორმალიზაცია ადასტურებს მის მზადყოფნას შემდგომი გამოყენებისათვის.

ტალახის მეურნეობის სწორად მართვის ერთ-ერთ პირობას წარმოადგენს როგორც უშუალოდ სამკურნალო მიზნით ამოღებული, ასევე პროცედურის შემდეგ გამოყენებული ტალახის შენახვის რეჟიმი.

გამოყოფილ იქნა რეგენერაციის სამი სტადია:

1. ლპობის, 10-15 დღის ხანგრძლივობა;
2. სულფატრედუქციის (გოგირდწყალბადის) დაგროვების სტადია;
3. ბიოპროცესების ჩაქრობა 2-3 თვის შემდეგ.

მაღალ მინერალიზებული ტალახებისათვის გოგირდწყალბადის დაგროვების ინტენსიურობა 1,5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ნაკლებად მინერალიზებულ ტალახებში.

ამ გარემოებამ განაპირობა ბიოლოგიურად დაბალი აქტიურობის ვარაუდი და რეგენერაციის პროცესების ხანგრძლივი ვადის განსაზღვრა (პათოგენური ბაქტერიების შენახვის მიზნით).

საწყისად აღებული იქნა ტალახი ბალნეოლოგიური გამოყენების (შერევის, 48-55°C გათბობის, ავადმყოფებთან კონტაქტის) შემდეგ.

რეგენერაციის დროის შემცირების მიზნით, პროცედურის შემდეგ დამუშავებულ ტალახში შეგვქონდა სუფთა ნატურალური ტალახი (თანაფარდობით 1/3 ან 1/2).

მთელი წლის განმავლობაში ვაკვირდებოდით ტალახის დაწმენდასა და გამკრეპებას. ვიღებდით სინჯებს ფიზიკურ-ქიმიური, სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზისათვის. ესწავლობდით ტალახის ბაქტერიციდულ თვისებებს.

ტალახის მცირე დალეკვა აღინიშნა დაწმენდილი ტალახის რეგენერაციის შემთხვევაში, ხოლო უმცირესი - პროცედურის შემდეგ დამუშავებული ტალახის რეგენერაციისას.

ტალახის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შედარებისას გაკეთდა შემდეგი დასკვნა:

- დამუშავებული ტალახის რეგენერაციისას, მასზე ნატურალური ტალახის დამატება წარმოადგენს დადებით ფაქტორს, რომელიც აჩქარებს რეგენერაციის პროცესებს და ხელს უწყობს მის თვითგაწმენდას. საუკეთესო ვარიანტია დამუშავებულ ტალახზე ნატურალური ტალახის (ფარდობით 1:3-თან) დამატება.
- ყველაზე უფრო ძნელად რეგენერაციას ემორჩილება გამორეცხილი ტალახი. როგორც ჩანს, აქ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს როგორც მისი დაბალი მინერალიზაცია, ასევე ტალახის გამორეცხვისას მტკნარი ან სუსტი მარილიანი წყლით ჩონჩხისა და სტრუქტურის დარღვევა. დამუშავებული ტალახის 1/3 დამატება იწვევს გამორეცხილი ტალახის სტრუქტურის აღდგენას, მაგრამ ეს პროცესი ხანგრძლივია (9-10 თვე). [2].

კრისტალებიდან გათავისუფლების შემდეგ, თხევადი ტალახი ილექება. მყარი ფაზის დალეკვა ცდის დასაწყისში მიმდინარეობს სწრაფად, ხოლო შემდეგ განსაკუთრებით ნელა ტალახის ტიქსოტროპიული სტრუქტურის წარმოქმნის შედეგად, რაც ადვილად ინგრევა მექანიკური შერევისას. ცდამ გვიჩვენა, რომ ტალახის სტრუქტურის აღდგენა მიმდინარეობს ძალიან ნელა - 8-10 თვე. ტალახის პლასტიკურობის გაზრდა ამ დროში წარმოადგენს ტალახის სტრუქტურის აღდგენის შედეგს.

მიკრობიოლოგიურმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა გამოგვევლინა მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფი, რომელიც მონაწილეობს ტალახის რეგენერაციის პროცესში და საინტერესო ურთიერთდამოკიდებულება ბაქტერიების ფიზიოლოგიურ ჯგუფებს შორის.

ბიოლოგიურ პროცესებში უფრო აქტიურად მონაწილეობს ლპობის ანაერობული ჯგუფები და აერობები, ცხიმოვანი მჟავები, დენიტრიფიცირებული და სულფატრედუცირებული ბაქტერიები. თიონური მჟავებისა და უჯრედდამშლელი მიკრობები ვითარდება ნელა.

ცდის ყველა ვარიანტში დაკვირვებით აღინიშნა ლპობის სტადიის რეგენერაციის ხანგრძლივი ვადა.

პრაქტიკულად, ლპობის ბაქტერიების მოქმედების გამოვლენას ვაკვირდებოდით რეგენერაციის მთელი პროცესის განმავლობაში, ხოლო ნატურალური და დამუშავებული ტალახის შემთხვევაში, ამ სტადიას ვაკვირდებოდით 2-3 თვის განმავლობაში. გოგირდწყალბადის დაგროვების პროცესი სულფატრედუქციის დროს გრძელდებოდა 2-დან 10 თვემდე.

მოყვანილი ფაქტები ადასტურებს, რომ რეგენერაციისას ტალახს აქვს მაღალი ბიოლოგიური აქტიურობა.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვეუშავებინა პრაქტიკული რეკომენდაციები საქართველოს სამურნალო ტალახების რეგენარაციისათვის.

საუკეთესოდ ითვლება დამუშავებული და ნატურალური ტალახის ტოლი რაოდენობით მიღებული ნარევი. პრაქტიკულად უფრო მისაღებია, დამუშავებულ ტალახზე უშუალოდ აუზში ჩატვირთვისას, 1/3 ნატურალური ტალახის დამატება.

ამგვარად, სამკურნალო ტალახის რეგენერაციის ძირითადი არსია ტალახის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების აღდგენა; ბაქტერიული აფეთქების არსებობა, მისი შემდგომი ჩაქრობით; ძირითადი მიკროორგანიზმების ფიზიოლოგიური ჯგუფების პირვანდელ რაოდენობრივ და თვისებრივ შედგენილობამდე აღდგენა და სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლების ნორმალიზაცია.

ცხრილი 1. კულკანური და ლამოვანი ტბის ტალახების ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები

მაჩვენებლები	რეგენერაციის ხანგრძლივობა, თვე	საბადოს დასახელება			
		კულკანური ტალახი, ახტალა		ლამოვანი ტბის ტალახი, კუმისი	
		რეგენერაციამდე	რეგენერაციის შემდეგ	რეგენერაციამდე	რეგენერაციის შემდეგ
ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები	2-3				
სინესტე, %		48	46-50	45	40-45
წებგალობა, დინ/სმ ²		6638	6000-6200	8550	8000-8500
პლასტიკურობა, დინ/სმ ²		3597	3000-3500	4204	4000-4200
თბოტევადობა, კალ/სმ ² წმ		0,55	0,5	0,68	0,6-0,7
პ (მჟავიანობა)		7,7	7,6	7,6	7,5-7,6
ნაცრიანობა, %		89	85-90	86	85-88
ორგანულ ნივთიერებათა რაოდენობა, მგ/გ		3,7	3,2-3,5	13,0	12,0-12,2
კომპონენტური შედგენილობა ნავთობიანი კომპონენტები, მგ/გ		6,6	6,2-6,5	2,0	1,5-2,0
ჰუმინური და ფულვომჟავები, მგ ჩ/გ		3,7	3,0-3,2	13	11,0-12,0
ორგანული მჟავები მკგ-ექვ/გ		128	120-125	100	95-100
სანიტარიულ-ბაქტერიოლოგიური მაჩვენებლები					
ერობები		10 ³	10 ³ -10 ⁴	10 ⁵	10 ⁵ -10 ⁶
კოლი-ტიტრი		0,1-1	0,1	0,1-1	0,1-1

სამკურნალო მიზნით მოხმარებული ტალახი შეიძლება გამოვიყენოთ მცენარეების დამატებით საკვებად, რომლის ეფექტიურობა მრავალჯერ დიდია ორგანულ და მინერალურ სასუქებთან შედარებით. ერთჯერადი შეტანის შემდეგ მოქმედების ხანგრძლივობა მას უნივერსალურ სასუქად ხდის. ტალახი - საუკეთესო გამაფუებელი და გამაფხვიერებელი საშუალებაა, ის ათავისუფლებს ნიადაგს დაავადების გამომწვევი მიკრობებისაგან და აქტიურად აკავებს წყალს. ტალახი მდიდარია აზოტით, აქვს ვიტამინების მთელი ნაკრები და წარმოადგენს მცენარეების ზრდის ოპტიმალურ ბიოგენურ სტიმულატორს. მცენარეები ადვილად ითვისებს 50-მდე მიკროელემენტს, რაც მოსავლიანობის 30-50%-მდე გაზრდას უზრუნველყოფს [4].

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Нана Бочуава. Лечебные грязи Грузии. Изд-во. “Технический университет”, 2009, 150 с.
2. Грязи и их лечебное применение. – Матер.украинской республиканской конференции, Киев, 1969, с. 27-40.

3. Лечебные грязи и минеральные водоемы. Курортология и физиотерапия. Т.1 – М., “Медицина”, 1985, с.130-135.
4. Aura Neo (Сапропель) Природные лечебно-косметическете грязи озера Молтаево, Москва, fl, faberlic, 2001.

REGENERATION OF MEDICINAL CLAYS OF GEORGIA

David Jincharadze, Nana Bokuchava, Liana Ebanoidze, Tea Zakalashvili
Georgian Technical University

SUMMARY

The main proof of regeneration of medicinal clays is discussed, i.e. restoration of their physical-chemical properties, as well as qualitative and quantitative amount of inclusive physiological groups of microorganisms and normalization of sanitary and bacteriological rates. Recommendations for regeneration of medicinal clays have been developed. Also offered recycling of already used medicinal clays as significantly effective herbal fertilizer, comparing to known ordinary organic and mineral fertilizers, mostly because of longevity of their action.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ ГРУЗИИ

Д.Г.Джинчарадзе, Н.В.Бокучава, Л.О.Эбаноидзе, Т.Закалашвили
Грузинский Технический Университет

РЕЗЮМЕ

В работе рассматривается сущность регенерации лечебных грязей, которая заключается в восстановлении физико-химических свойств грязи, наличии бактериальной вспышки с последующим ее угасанием до восстановления первоначального количественного и качественного состава основных физиологических групп микроорганизмов и в нормализации санитарно-бактериологических показателей. Разработаны рекомендации для регенерации лечебных грязей. Предложено применять грязь, уже использованную в лечебных целях, как средство дополнительного питания растений, эффективность которого в несколько раз выше, чем у органических и минеральных удобрений. Длительность действия после однократного внесения позволяет использовать грязь в качестве универсального удобрения.

გარემოს ქიმია

დაუსხივებელი ხავსის ნიმუშებში ^{137}Cs რადიოაქტივობის შეფასების საკითხის შესახებ

ნანა კუჭავა, ნანა ლობჯანიძე, პლატონ იმნაძე
ივანე ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ელევთერ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

სამუშაოში შეფასებულია ხელოვნური დღეგრძელი რადიონუკლიდის ^{137}Cs -ით დაჭუჭყიანების ინტენსივობა საქართველოს სხვადასხვა ტერიტორიაზე აღებული დაუსხივებელი მცენარის-ხავსის ნიმუშების მაგალითზე ჩერნობილის ავარიიდან 29 წლის შემდეგ. აღებულ იქნა ხავსის სხვადასხვა სახეობის ორი ნიმუში: შავი ზღვის დონიდან 147 მეტრის სიმაღლეზე კურორტ ურეკის მიდამოებში და ბორჯომის ხეობის ქვაბისხევის ნაკრძალის 1082 მეტრის სიმაღლის ტერიტორიაზე. ჩატარდა ხავსის საანალიზო ნიუშთა გამა-სპექტრომეტრული გამოკვლევა და ერთანეთთან იქნა შედარებული ^{137}Cs -ის რადიოაქტივობის ინტენსივობები.

ცნობილია, რომ გარემოს გამა-რადიაციული ფონი განპირობებულია ბევრი ფაქტორით. ბუნებრივი რადიაციის მთავარ წყაროს წარმოადგენს დედამიწა, შენობების სამშენებლო მასალები, აგრეთვე კოსმოსური გამოსხივება. გამა- გამოსხივების ფონის ძირითადი ბუნებრივი რადიონუკლიდებია: ^{238}U (ხევარდაშლის პერიოდი $4,5 \times 10^9$ წელი), ^{235}U -235 (ნახევარდაშლის პერიოდი, $7,18 \times 10^8$ წელი), ^{232}Th (ნახევარდაშლის პერიოდი $1,405 \times 10^{10}$ წელი), აგრეთვე მაღალი ინტენსივობით გამორჩეული ^{40}K (ნახევარდაშლის პერიოდი $1,4 \times 10^9$ წელი). რაც შეეხება გარემოში ხელოვნური რადიონუკლიდების არსებობას, ის განპირობებულია ბირთვული იარაღის გამოცდებით და ბირთვული ენერგეტიკის ობიექტებზე დიდი ავარიებით. ერთერთ ასეთ შემთხვევას წარმოადგენს 1986 წ. 26 აპრილის ჩერნობილის ავარია, როცა პირველივე დღეებში ატმოსფეროში გამოიტყორცნა $1,6 \times 10^{16}$ ბეკერელი (ბკ) ^{131}I და $8,5 \times 10^{16}$ ბკ ^{137}Cs . დაყოფის პროდუქტები: ^{131}I , ^{132}I , ^{132}Te , ^{140}Ba , ^{140}La , ^{137}Cs წარმოადგენდნენ ძირითად რადიონუკლიდებს, რომლებიც გავრცელდა საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე, განსაკუთრებით შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში, რასაც ხელი შეუწყო 1986 წლის მაისის უხვნალექიანმა ამინდმა. შედარებით ხანმოკლე ნახევარდაშლის პერიოდის მქონე რადიონუკლიდთა დაშლის შემდეგ დადგენილ იქნა ^{103}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs რადიონუკლიდების წვლილი როგორც საკვებ პროდუქტებში, ასევე გარემოს ნიმუშებში.

სანამ უშუალოდ წინამდებარე გამოკვლევის საკითხს შევხებოდეთ, საჭიროდ ვთვლით ჩავატაროთ მოკლე ექსკურსი ჩერნობილის ავარიის შემდეგ როგორც გარემომცველი გამა-გამოსხივების ფონის, ასევე მცენარეული საფარის შესწავლისადმი მიძღვნილი ნაშრომების მოკლე ანალიზის საშუალებით.

ჩერნობილის ავარიის შემდეგ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკის ინსტიტუტში სისტემატურად ტარდებოდა კონტროლი გამა-გამოსხივების ფონის დინამიკაზე. სწარმოებდა ატმოსფერული რადიოაქტიური ნალექების (ჩამონაცვენის), წყლის, ნიადაგის, მცენარეების და სხვადასხვა საკვები პროდუქტის გამა-სპექტრომეტრული გამოკვლევა.

[1] სამუშაოში შესწავლილია გარემოს გამა-რადიაციული ფონის სპექტრალური შემადგენლობა ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტის ნეიტრონული აქტივაციური ანალიზის და რადიოლოგიურ გამოკვლევათა ლაბორატორიაში. როგორც სამუშაოშია აღნიშნული, განსაკუთრებით საყურადღებოა დღეგრძელი ხელოვნური რადიონუკლიდის ^{137}Cs შემცველობის შესწავლა და მისი შედარება წინა საუკუნის 70-80-ანი წლების რაოდენობასთან [2, 3]. [4] სამუშაოში გამოკვლეულია ბუნებრივი და ხელოვნური რადიონუკლიდებით გამოწვეული რადიაციული ფონი საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, წარმოდგენილია მოსახლეობაზე დოზური დატვირთვის შეფასება, აგრეთვე ^{137}Cs რაოდენობა ნიადაგში სხვადასხვა სიღრმის მიხედვით. ჩერნობილის ავარიის შემდეგ გამა-გამოსხივების დოზის სიმძლავრის მიხედვით გამოთვლილ იქნა მოსახლეობის გარეგანი დასხივების დამატებითი დოზა თბილისის რეგიონში, აგრეთვე, ატმოსფერული ჩამონაცვენის სიმკვრივისა და რადიონუკლიდური შემადგენლობიდან გამომდინარე შეფასდა გარეგანი ბეტა-დასხივების დოზა [5]. ჩერნობილის ავარიის პროდუქტებით დასავლეთ საქართველოს დაჭუჭყიანების შესახებ [6] სამუშაოში მოყვანილია

რადიომეტრული მასალები და მოსაზრებები, აგრეთვე დაჭუჭყიანების დონეების ძირითადი კანონზომიერებების შეფასება.

როგორც ცნობილია, ჩერნობილის რადიონუკლიდები გავრცელდა თითქმის მთელ მსოფლიოში: შორეულ იაპონიაშიც კი, აგრეთვე, ბალტიისპირეთში, სკანდინავიის ქვეყნებში, საფრანგეთში, ინგლისში, კანადაში, თურქეთში, რასაც მოწმობს დაზარალებული ქვეყნების მეცნიერთა იმ პერიოდის შრომები.

ფრანგი მეცნიერების მიერ წარმოდგენილ [7] სამუშაოში შესწავლილია ხმელთაშუა ზღვის აუზის ზოგიერთი ქვეყნის მცენარეთა ფოთლების და წყალმცენარეების რადიოაქტივობა. აღმოჩნდა, რომ ავარიიდან 3 თვის შემდეგ დაყოფის პროდუქტების დღევანდელი რადიონუკლიდების კონცენტრაცია გაიზარდა მცენარეთა ნემსისებურ ფოთლებში. ზღვის წყალმცენარეების ანალიზმა აჩვენა ^{131}I და ^{106}Ru მაღალი, ხოლო Cs-ის რადიონუკლიდების: ^{134}Cs და ^{137}Cs შედარებით მცირე რადიოაქტივობა. ქ. ნიცას რეგიონში 1986 წლის აგვისტოში შეგროვებულ მცენარეთა ფოთლებში განსაზღვრულ იქნა დღევანდელი რადიონუკლიდების შემცველობა: ^{103}Ru , ^{106}Ru , ^{106}Rh , ^{125}Sb , ^{134}Cs , ^{137}Cs -137. [8] სამუშაოში შესწავლილ იქნა დაყოფის პროდუქტების დღევანდელი რადიონუკლიდების შემადგენლობა წიწვოვან მცენარეთა ნემსისებური ფოთლების სინჯებში, რომლებიც შეგროვებულ იქნა შავი და ეგეოსის ზღვის თურქეთის სანაპიროზე 15.06-15.09 1987 წ. პერიოდში. აღნიშნა შედარებით მაღალი შეფარდება $^{106}\text{Ru}/^{134}\text{Cs}$ და $^{144}\text{Ce}/^{134}\text{Cs}$ რადიონუკლიდებისათვის სამხრეთ ევროპის ანალოგიურ ნიმუშებთან შედარებით. ავსტრიელი მეცნიერი D.K.Teherani-ს მიერ შესწავლილია ჩერნობილის რადიონუკლიდების შემადგენლობა და რაოდენობა სოკოსა და ბალახის ნიმუშებში ქვეყნის სხვადასხვა რეგიონში. ჩვენ საშუალება გვქონდა გავცნობოდით მის მხოლოდ სამ შრომას: რამოდენიმე სახეობის სოკოს სინჯებში 19.06-26.10 1986 წ. შესწავლილია ^{103}Ru , ^{134}Cs და ^{137}Cs რადიონუკლიდების რაოდენობა [9]; [10] შრომაში გამოქვეყნებულია ^{131}I , ^{134}Cs და ^{137}Cs კონცენტრაცია ბალახისა და ყველის ნიმუშებში 1986 წლის მაის-ივლისში. ავარიიდან ერთი წლის შემდეგ-1987 წლის 25 მაისიდან 25 სექტემბრამდე, შესწავლილ იქნა ^{134}Cs და ^{137}Cs შემცველობა სოკოს ნიმუშებში. აღნიშნა, რომ ორივე რადიონუკლიდის შემცველობა დიდი ხნის სოკოს ნიმუშებში იყო უფრო მეტი [11]. ბრატისლავასა და მის რეგიონში რამოდენიმე თვის განმავლობაში 18 სახეობის მცენარეთა ფოთლებში რადიოაქტიური ნალექების საშუალებით შესწავლილ იქნა დაშლის პროდუქტების შემდეგი შემადგენლობა: ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{103}Ru , ^{106}Ru , $^{95}\text{Zr}+^{95}\text{Nb}$, ^{141}Ce , ^{144}Ce [12].

ჩერნობილის ინციდენტის შემდეგ, 1986 წლის ივლისში, შერჩეულ იქნა ხავსისა და ლიქენის გარკვეულ სახეობათა საანალიზო ნიმუშები, რომლებიც გამოყენებულ იქნა ^{137}Cs რადიონუკლიდით დაჭუჭყიანების შესწავლისათვის ნორვეგიის ზოგიერთი რეგიონში. [13] სამუშაოში განხილულია, აგრეთვე, ხავსისა და ლიქენის გამოყენების საკითხი ნორვეგიის რეგიონალური რუკის შესადგენად რადიოაქტიურ ჩამონაცვენში ^{137}Cs გავრცელების მიხედვით. საჭიროდ მიგვაჩნია ვთქვათ ცოტა რამ აღნიშნულ მცენარეთა შესახებ.

უმაღლეს მცენარეთა შორის ხავსები ყველაზე პრიმიტიული მცენარეებია. ხავსი ხმელეთის ყველა ნაწილში იზრდება და უძლებს უაღრესად მკაცრ პირობებს. ის არის ნაზი, რბილი და მკვეთრი მწვანე ფერის, განლაგებულია ნიადაგში ან მის ზედაპირზე. ბევრ ქვეყანაში არსებობს მათი მრავალი სახეობა. [14] სამუშაოში მიჩნეულია, რომ მთელ მსოფლიოში ხავსი არის კარგად ცნობილი ბუნებრივი ნავიგაციის ინდიკატორი.

ლიქენები-მღიერები სოკოსა და წყალმცენარეებისაგან შემდგარი ორგანიზმებია. ისინი მთელი ზედაპირით ითვისებენ მცენარისაგან წყალს და მასში გახსნილ ნივთიერებებს.

როგორც [15] შრომაშია აღნიშნული, მღიერებს-ლიქენებს აქვთ რადიონუკლიდების მაღალი აკუმულაციის თვისება, რის გამოც მათ მიაკუთვნებენ გარემოს დაჭუჭყიანების მცენარეულ ინდიკატორებს. არსებობს აღნიშნული ავტორების მონაცემები, რომელთა მიხედვით საანალიზო ნიმუშებში ^{90}Sr რადიონუკლიდის კონცენტრაცია უფრო მცირეა, ვიდრე ^{137}Cs რადიონუკლიდისა, ამავდროს სხვადასხვა სახეობების მიერ ათვისებული ზემოთაღნიშნული რადიონუკლიდების რაოდენობები ერთმანეთისაგან განსხვავდება 2-3-ჯერ.

[16] სამუშაოში შესწავლილია ხავსის ბიომონიტორინგი დღევანდელი რადიონუკლიდებისათვის ჩერნობილის ავარიიდან 20 წლის შემდეგ. ბევრ სხვა საკითხთან ერთად მოცემულია დაუსხივებელი ხავსის გამა-გამოსხივების ბუნებრივი სპექტრი, გაზომილი 250800 წმ-ის განმავლობაში და შესაბამისი ფონის სპექტრიც 262500 წმ-ის განმავლობაში გაზომილი, აგრეთვე, ქ. ბრატისლავას ატმოსფეროს აეროზოლის ნიმუშის გამა-გამოსხივების სპექტრი 2005 წლის ივლისში. გაზომვები სწარმოებდა 70% ფარდობითი ეფექტურობის HPGe (270 სმ³) დეტექტორით.

სამუშაო [17]-ში აღნიშნულია, რომ ხავსი შეიცავს ატმოსფერული ჩამონაცვენის რადიონუკლიდების დაახლოებით 50%. ხავსის ბიომონიტორინგის ტექნიკა ფართოდ იქნა გამოყენებული მძიმე მეტალების დღეგრძელი რადიონუკლიდებით გარემოს დაჭუჭყიანების შესწავლისათვის ჩერნობილის ავარიიდან 20 წლის შემდეგ, როცა ხავსის გარკვეული სახეობის ნიმუშები შეგროვდა ქ. მინსკის მეზობელ რეგიონებში 2005-2008 წწ. გამა-სპექტრომეტრული გაზომვები ჩატარდა ქ. ბრატისლავაში 40 სმ³ ORTEC HPGe დეტექტორით 24 სთ-ს განმავლობაში. დაუსხივებელი ხავსის გამა-გამოსხივების სპექტრში 46,5 კევ, 477 კევ, 662 კევ და 1461 კევ ენერგიები ეკუთვნის შესაბამისად გარემოს ფონის ²¹⁰Pb, ⁷Be, ¹³⁷Cs და ⁴⁰K რადიონუკლიდებს. ¹³⁷Cs-ის პარალელურად საკვლევ ნიმუშებში განსაზღვრულ იქნა ზოგიერთი ბუნებრივი რადიონუკლიდების აქტივობები, როგორცაა: ⁴⁰K, ²¹⁰Pb, ⁷Be, ²²⁶Ra. უნდა აღვნიშნოთ, რომ [16] და [17] სამუშაოებში გამა-სპექტრომეტრული გაზომვები ჩატარებულია საკმაოდ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში, რის გამოც სპექტრში ¹³⁷Cs რადიონუკლიდის ფოტოპიკი დიდი ინტენსივობითაა წარმოდგენილი.

[18] სამუშაოში საქართველოში გარემო სიტუაციის შეფასებისათვის გამოყენებულ იყო ხავსის ბიომონიტორინგის მეთოდი. ატმოსფერულ ჩამონაცვენში მაკრო და მიკროელემენტების შემცველობის შესწავლისათვის შერჩეულ იყო სამი სახეობის ხავსი: *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* და *Hypnum cupressiforme*. სამუშაოში ჩამოთვლილია რესპუბლიკის ინდუსტრიული ცენტრები, რომლებიც წარმოადგენს მთავარ პოტენციურ წყაროებს ატმოსფერული ჰაერის დაჭუჭყიანებისათვის. მძიმე მეტალები (მაგალითად: Mg, Fe, As და სხვები), რომლებიც დაკავშირებული არიან ასეთ საწარმოებთან, არსებობენ საანალიზო ხავსის ნიმუშებში.

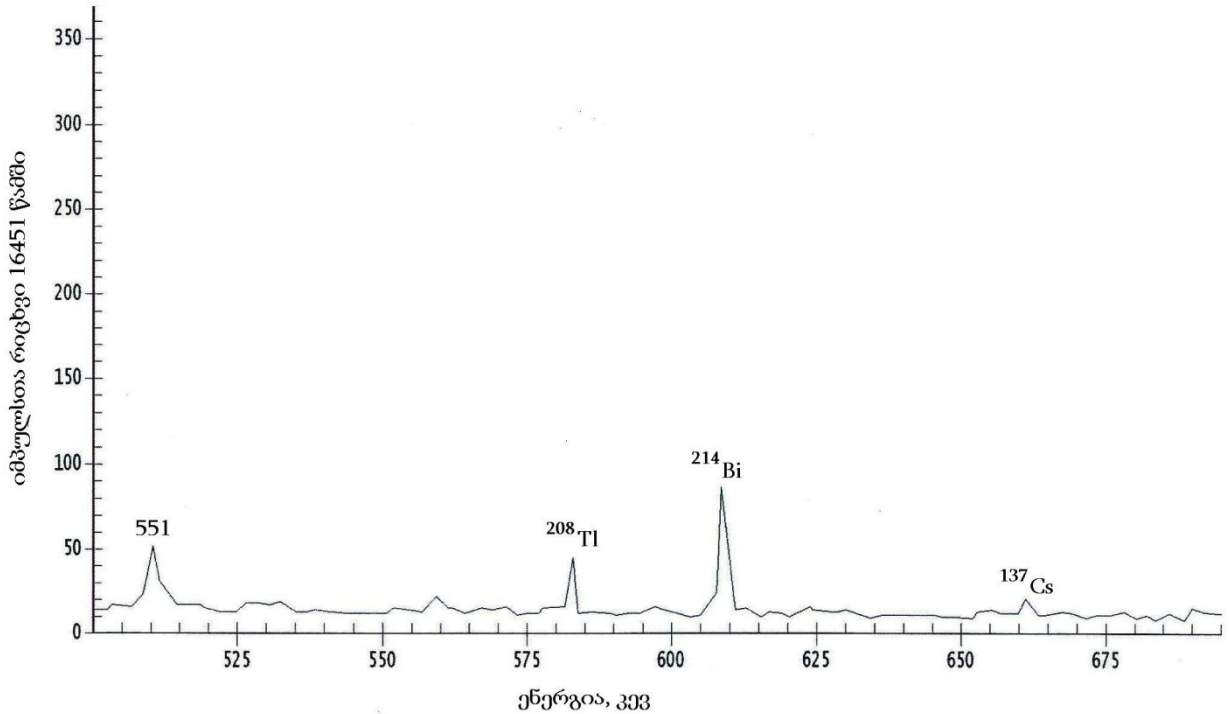
ჩვენს მიზანს შეადგენდა მოგვეპოვებინა ხავსის ნიმუშები და მათში შეგვეფასებინა ¹³⁷Cs რადიონუკლიდის სავარაუდო შემცველობა ჩერნობილის ავარიიდან 29 წლის შემდეგ. შერჩეულ იქნა ორი დგილი: შავი ზღვის სანაპირო ზოლი-კურორტ ურეკის ტერიტორია და ბორჯომის ხეობის ქვაბისხევის ნაკრძალი. როგორც ცნობილია, ხავსის ნიმუშები ხასიათდება ტენიანობით, რის გამოც მოხდა მათი დაშრობა ერთი კვირის განმავლობაში სპეციალურ პაკეტებში და გაზეთის ფურცლებზე. ნიმუშები შეგროვებულ იქნა, ძირითადად, 2015 წლის ზაფხულში. ამგვარად დამშრალი ხავსის ნიმუშები დავაქუცმაცეთ და გავცერით საცერში, რითაც ხავსის ფოთლები სრულად განთავისუფლდა მიწის ფხვნილისაგან. ასეთნაირად დამუშავებული ხავსის ნიმუშები მოთავსებულ იქნა გამჭვირვალე-უაღრესად თხელ მასალაში და ჩატარდა მათი გამა-სპექტრომეტრული გაზომვა Closed-Coaxial Ge დეტექტორით, რომლის აქტიური ზონის მოცულობაა 138 სმ³, ფარდობითი ეფექტურობა შეადგენს 30%, პიკი/კომპტონის წილი არის 58, ხოლო გარჩევითობა 1.8 კევ-ია. ჩატარებულ იქნა მიღებული მიწის ფხვნილის გამოკვლევა, რომელმაც გვიჩვენა, რომ ის თავისუფალია აღნიშნული რადიონუკლიდისაგან. ¹³⁷Cs ხასიათდება შემდეგი ბირთვული მახასიათებლებით: ნახევარდაშლის პერიოდი- 30 წელი, გამა-გამოსხივების ენერგია- 661 კევ. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1. დაუსხივებელი ხავსის ნიმუშების გამა-გამოსხივების სპექტრში ¹³⁷Cs რადიონუკლიდის ინტენსივობის შეფასება

N	ნიმუშის დასახელება	საანალიზო ნიმუშის ალების ადგილი	ადგილის სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	საანალიზო ნიმუშის მასა, გ	ნიმუშის გაზომვის დრო, წმ	რადიონუკლიდის ინტენსივობა*	საანალიზო ნიმუშის კუთრი აქტივობა, ბკ/კგ (მშრალი წონა)
1	<i>Hypnum cupressiforme</i>	ურეკის მიდამოები	147	7	16451	80	34,80
2	<i>Hylocomium splendens</i>	ბორჯომის ხეობა-ქვაბისხევის ნაკრძალი	1082	12,300	16678	30	13,35

*გაზომვის დროის განმავლობაში იმპულსების რიცხვის ჯამური მნიშვნელობა

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ზღვის დონიდან გაცილებით დაბალ სიმაღლეზე აღებულ ხავსის ნიმუშში ^{137}Cs -ის შემცველობა არის საკმაოდ მეტი, ვიდრე ქვაბისხევის ნაკრძალში აღებულ ნიმუშში. უნდა აღინიშნოს, რომ ჩერნობილის ავარიიდან გავიდა საკვლევი რადიონუკლიდის ერთი ნახევარდაშლის პერიოდი. (გამა-სპექტრომეტრული გაზომვის დრო თთქმის ერთნაირია).



ნახ.1. დაუსხივებელი ხავსის ნიმუშის გამა-გამოსხივების სპექტრი

1 ნახაზზე გამოსახულია დაუსხივებელი ხავსის ნიმუშის გამა-გამოსხივების სპექტრი. ნიმუშში შეგროვებულია შავი ზღვის დონიდან 147 მეტრის სიმაღლეზე. სპექტრში შესამჩნევია გარემოს გამა-გამოსხივების ფონის ენერგიები: 583 კეე(რადიონუკლიდი ^{208}Tl) და 609 კეე (რადიონუკლიდი ^{210}Bi). აღნიშნულ რადიონუკლიდებთან შედარებით ნაკლები ინტენსივობისაა ^{137}Cs რადიონუკლიდის ენერგია.

გაცნობილი მასალებისა და ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ხავსები, ლიქენები-მღიერები და სოკოები, როგორც [19] შრომაშია აღნიშნული, წარმოადგენენ კარგ რადიოლოგიურ ინდიკატორებს, რადგან ისინი ახდენენ რადიონუკლიდების შენახვას დიდი დროის განმავლობაში და მათი გამოყენება ხდება ხანგრძლივი რადიოეკოლოგიური მონიტორინგისათვის ატმოსფეროს გლობალური რადიოაქტიური დაჭუჭყიანების დროს, რაც შეიძლება გამოწვეულ იყოს რადიოაქტიური ამოფრქვევებით და ჩერნობილის მსგავსი ინციდენტებით.

დასასრულს, გვინდა აღვნიშნოთ, რომ რამდენადაც ჩვენთვის არის ცნობილი, საბჭოთა მკვლევარებს, გარდა ქართველი მეცნიერებისა, არსად აღუნიშნავთ ჩერნობილის ავარიის შედეგად საქართველოს მოსახლეობისათვის მიყენებული ზარალის შესახებ [4-6, 20]. საჭიროდ მიგვაჩნია განვაცხადოთ, რომ არ არის გამორიცხული საკითხი იმის შესახებ, რომ ჩვენი რესპუბლიკა მომავალშიც მოხვდეს ანალოგიურ კრიტიკულ სიტუაციაში, ამიტომ უნდა არსებობდეს თანამედროვე ტექნიკით აღჭურვილი სპეციალური ლაბორატორიის საშუალებით რადიონუკლიდური ექსპერტიზის წარმოების საშუალება.

სასიამოვნო მოვალეობად ვთვლით საანალიზო ნიმუშების წარმოდგენისათვის გამოვუცხადოთ დიდი მადლობა და ღრმა პატივისცემა შ. შეთეკაურს, ტ. შეთეკაურს და ა.ქვლივიძეს.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. Kuchava N, Imnadze P. Proc. Georg. Nat. Academ. Sci., 2010, 36, 4, 496-499.
2. Mosulishvili L.M., Kharabadze N. E., Tevzieva T.K., J. Atiornaya Energia, 1973, 35, 4, 275-276.
3. Mosulishvili L.M., Doctoral Thesis, 1983. Tbilisi, 153-159.
4. Диасамидзе Р. И., Катамадзе Н. М., Ломсадзе И. Д., Табагари Я. З., Мамагешвили И. Г., и др. კრ. რადიაციული გამოკვლევები [Radiation Studies], 1998, 8, 230-242.
5. Катамадзе Н., Кучава Н., Мосулишвили Л., Цицкишвили М., Шонია Н., Эристави Д., Известия АН Грузии, серия биологическая 1995, 21 (1-6), 18
6. Надареишвили К. Ш., Цицкишвили М. С., Гачечиладзе Г. А., Катамадзе Н. М. и др. კრ. რადიაციული გამოკვლევები [Radiation Studies], 1991, 6, 132-170.
7. Barci G., Dalmasso J., Ardisson G., J. Radioanal. And Nucl. Chem., Letters, 1987, 117, 6, 337-346.
8. Akpai H., Ardisson G., J. Radioanal. And Nucl. Chem., Letters, 1988, 128, 4, 273-281.
9. Teherani D. K., J. Radioanal. And Nucl. Chem., Letters, 1987, 117, 2, 69-74.
10. Teherani D. K., J. Radioanal. And Nucl. Chem., Letters, 1987, 118, 6, 409-414.
11. Teherani D. K., J. Radioanal. And Nucl. Chem., Letters, 1988, 126, 6, 401-406.
12. Koprda V., J. Radioanal. And Nucl. Chem., Letters, 1991, 153, 1, 15-27.
13. Steinnes E., Njastad O. Environ. Radioact., 1993, 21, 65-73
14. The natural Navigator. Natural Navigation Books and Librari.
15. Нифонтова М. Г., Куликов Н. В., Экология 3, Май- Июнь, изд. "Наука", Академия Наук СССР, 1977
16. Frontasyeva M.V., Aleksiyenak Yu. V., E. Steinnes E., Florek M., sikota I., et. All. The 22nd Task. Force Meeting of UNECE ICP Vegetation, 2-5 Februari, 2009, Germany
17. Yu. V. Aleksiyenak, M. V. Frontasyeva, E. Steinnes, M. Florek, A. Faanhof, K. I. Ramatlhape <http://www.geographyiq.com/countries/bo/Belarus-economy-summary.htm>.
18. S. Shetekauri, T. Shetekauri, A. Kvlividze, O. Chalgava, T. Kalabegishvili, E. I. Kirkesali, M. V. Frontasyeva, O. E. Chepurchenko. STEM Workshop on Nanotechnology and Environmental Sciences, Tbilisi, Georgia, Sep.4-6, 2015
19. Nifontova M.G. Radioecology and the Restoration 13. Steinnes E., Njastad Radioact of Radioactive-contaminated Sites, 1996, O. J. Environ.
20. Katamadze N. M., Kuchava N.E., Mosulishvili L.M., Cickichvili M.S. Bull. of the Georg. Acad. of Sci., 1998, 157(2), 213-216

ON PROBLEM OF ASSESSMENT OF Cs¹³⁷ RADIOACTIVITY IN NON-IRRADIATED MOSS SAMPLES

Nana Kuchava, Nana Lobzhanidze, Platon Imnadze

*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Andronikashvili Institute of Physics***SUMMARY**

In the work the intensity of contamination with artificial long-lived Cs¹³⁷ radionuclide is assessed, by way of example, in the samples of non-irradiated plant – moss taken from different territories of Georgia after 29 years from Chernobyl accident. Two samples of various kinds of moss have been taken: in the surroundings of health resort Ureki on the height of 147 m from the Black Sea level and on the territory of Kvabiskhevi reserve of Borjomi ravine on the height of 1082 m. The gamma-spectrometric investigation of moss samples has been made and the intensities of Cs¹³⁷ radioactivity have been compared.

О ВОПРОСЕ ОЦЕНКИ РАДИОАКТИВНОСТИ РАДИОНУКЛИДА ¹³⁷Cs В НЕОБЛУЧЕННЫХ ОБРАЗЦАХ МХА

Нана Кучава, Нана Лобжанидзе, Платон Имнадзе

*Тбилисский государственный университет Иване Джавахишвили,**Институт физики им. Элефтера Андроникашвили***РЕЗЮМЕ**

Оценена интенсивность загрязнения искусственным долгоживущим радионуклидом ¹³⁷Cs необлученных образцов мха, взятых с разных территорий Грузии через 29 лет после Чернобыльской аварии. Изучены образцы мха, взятые на высоте 147 м от уровня Черного моря в районе курорта Уреки, и на высоте 1082 м в Боржомском ущелье заповедника Квабисхеви, проведены гамма-спектрометрические исследования анализируемых образцов моха и сравнены интенсивности радиоактивности ¹³⁷Cs.

გარემოს ქიმია

ნაყინისა და ვაფლის საწარმოდან გაფრქვეული აირადი ნაკადის გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემის დამუშავება

ლეილა გვერდნითელი, დიმიტრი ერისთავი, ანა კვინიკაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

დამუშავებულ იქნა ნაყინისა და ვაფლის წარმოებიდან გაფრქვეული აირადი ნაკადის გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემა ადსორბციული მეთოდის გამოყენებით.

გარემოს დაცვა თანამედროვე პირობებში ხასიათდება ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესებით, ბუნებრივი რესურსების მარაგის შემცირებით, სტრესული ფაქტორების დაგროვებით, რაც აისახება სხვადასხვა კომპანიების საქმიანობის სოციალურ-ეთიკური მარკეტინგის კონცეფციით [1]. პროდუქციის წარმოების პროცესში მიმდინარეობს ბუნებრივი ობიექტების დაზიანება სამრეწველო და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო სხვადასხვა ტოქსიკური ნარჩენებით. ეკოლოგიურად სუფთა წარმოება სულ უფრო და უფრო მოთხოვნილი ხდება, რაც დამაზიანებელ ნივთიერებების მინიმუმამდე შემცირების შესაძლებლობას იძლევა და უნდა შეესაბამებოდეს გარემოს დაცვის, მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის პრევენციულ ღონისძიებებს.

გარემოს ობიექტების დასაცავად უნდა მოხდეს საკვამლე და ტექნოლოგიური აირების, სავენტილაციო ჰაერის, ჩამდინარე წყლის გამწმენდი აპარატურით აღჭურვა. გარემოსა და საწარმოო ობიექტებში გამოყოფილი სამრეწველო ნარჩენები იწვევენ, როგორც გარემოს ობიექტების, ასევე სამუშაო ზონის ატმოსფერული ჰაერის შემადგენლობისა და მდგომარეობის ცვლილებას, რაც თავის მხრივ უარყოფით ზემოქმედებას იწვევს როგორც მოსახლეობის, ასევე წარმოებაში დასაქმებული ადამიანების ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე და მათ შრომისუნარიანობაზე. გარემოს ობიექტებისა და მოსახლეობის დაცვის მიზნით რძის გადამამუშავებელი და მათ შორის ნაყინის მრეწველობის საწარმოების მიერ აუცილებლად დაცული უნდა იქნას სანიტარულ-ჰიგიენური მოთხოვნები.

საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანებით №11/ნ (2004 წლის 15 იანვარი) „კვების მრეწველობის ზოგიერთი ტიპის მოწყობილობის აღჭურვის და ექსპლუატაციის სანიტარული წესების დამტკიცების შესახებ“ მოიცავს ნაყინის საწარმოების მოწყობის, აღჭურვის და ექსპლუატაციის სანიტარულ წესებსა და ნორმებს (სანქდან 2.3.4. 013-04)[2].

ატმოსფერული ჰაერის დამაზიანებელი აირადი ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევების და მიწისპირა მაქსიმალური კონცენტრაციების განსაზღვრისას მხედველობაში მიიღება იმ ქალაქის ბუნებრივ-კლიმატური პირობები, აგრეთვე მეტეოროლოგიური მახასიათებლები და კოეფიციენტები, სადაც მდებარეობს საწარმო.

ნაყინისა და ვაფლის საწარმოების მიერ ატმოსფერული ჰაერის ძირითად დამაზიანებელ წყაროებს წარმოადგენს ვაფლის საამქრო და საქვაბე, სადაც საწვავად გამოყენებულია ბუნებრივი აირი, რომლის წლიური ხარჯია 13 248 მ³.

ცხრილი 1. ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებათა გამოყოფის წყაროების დახასიათება

მავნე ნივთიერებათა გამოყოფი წყაროს დახასიათება	მავნე ნივთიერების დახასიათება	ატმოსფეროში გამოყოფილი ნივთიერებების რაოდენობა		მავნე ნივთიერების კონცენტრაცია, მგ/მ ³	ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია		მავნე ნივთიერებათა ატმოსფეროში გამოყოფის სიჩქარე, მ/წმ	მავნე ნივთიერებათა გამოყოფი წყაროს სიმაღლე, მ
		მ ³ /წმ	ტ/წ		საშუალო დღე-ღამური, მგ/მ ³	მაქსიმალური ერთჯერადი, მგ/მ ³		
1. ვაფლის საამქრო	CO	0,00084	16,560	103	3	5	0,23	6
	NO ₂	0,00063	149,702	903	0,085	0,085	0,23	6
2. საქვაბე	CO	0,0004	8,820	41	3	5	0,05	8
	NO ₂	0,0095	224,100	1040	0,085	0,085	0,05	8

ქ. თბილისის მეტეოროლოგიური მახასიათებლების მიხედვით გაბატონებულ ქარს წარმოადგენს ჩრდილო-დასავლეთის, ჩრდილოეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის მიმართულების ქარები. ნაყინისა და ვაფლის საწარმო სანიტარული-დამცავი ზონის მიხედვით მიეკუთვნება IV კლასს და მანძილი შეადგენს 100 მ-ს [3].

ცხრილი 2. ქ. თბილისში სხვადასხვა მიმართულების ქარის მიხედვით სანიტარულ-დამცავი ზონის განსაზღვრა

პარამეტრები	ჩ	ჩ/ა	ა	ს/ა	ს	ს/დ	დ	ჩ/დ
P	26	3	4	25	8	2	4	28
P/P ₀	2,08	0,04	0,32	2	0,64	0,16	0,32	2,24
L ₀	100	100	100	100	100	100	100	100
ℓ მ	208	24	32	200	64	16	32	224

რადგან, ქ. თბილისში ყველაზე უფრო მეტად გაბატონებულია ჩრდილო-დასავლეთის ქარი, ამიტომ სანიტარულ-დამცავ ზონას ვყოფთ 20, 40, 60, 80, 100 მეტრებად და სანიტარულ-დამცავი ზონის გარეთ მოსახლეობაში 250, 500, 1000 მეტრებად, რომლის მიხედვითაც ვსაზღვრავთ მიწისპირა მაქსიმალურ კონცენტრაციებს.

ცხრილი 3. გაბატონებული ჩრდილო-დასავლეთის ქარის მიმართულებით სანიტარულ-დამცავი ზონის საზღვარი

პარამეტრები L ₀	20	40	60	80	100	250	500	1000
ℓ მ	44,8	89,6	134,4	179,2	224	560	1120	2240

ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევა იანგარიშება შემდეგი ფორმულით:

$$\text{ზდგ} = \frac{(ხდგ - C_0)H^2 - \sqrt{V_1 \Delta T}}{AFm\eta}, \text{ გრ/წმ} \quad [3]$$

ცხრილი 4. საქვაბიდან და ვაფლის საამქროდან გამოყოფილი მავნე ნივთიერების ზღვრულად დასაშვები გამონაბოლქვები

დამაბინძურებელი წყარო	დამაბინძურებელი ნივთიერება	ზღვრულად დასაშვები გარქვევები, მგ/წმ
ვაფლის საამქრო	CO	0,9
	NO ₂	0,005
საქვაბე	NO ₂	0,0074
	CO	0,5

მიწისპირა მაქსიმალური კონცენტრაცია განისაზღვრება ფორმულით:

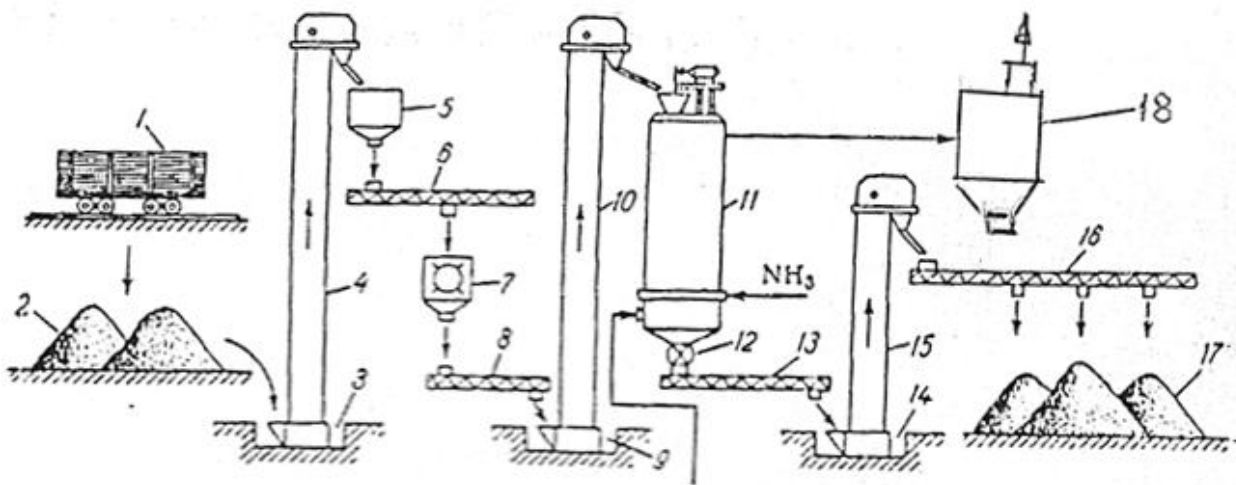
$$C_m = \frac{AFMm\eta}{H^2 \sqrt{V \Delta T}} [3]$$

ცხრილი 5. ქ. თბილისში გაბატონებული ჩრდილო-დასავლეთის ქარის მიმართულებით საქვაბიდან და ვაფლის საწარმოდან გაფრგვეული ნახშირბადის ოქსიდისა და აზოტის დიოქსიდის კონცენტრაციები

ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი წყარო	დამაბინძურებელი ნივთიერება	სხვადასხვა მანძილზე გაბატონებული ჩრდილო-დასავლეთის ქარის მიმართულებით მიწისპირა მაქსიმალური კონცენტრაციები, მგ/მ ³							
		20	40	60	80	100	250	500	1000
საქვაბე	CO	1,8	0,8	0,4	0,3	0,26	0,05	0,01	0,002
	NO ₂	45	20	10	8,5	6,5	1,3	0,26	0,06
ვაფლის საამქრო	CO	4,2	1,7	0,84	0,77	0,56	0,08	0,021	0,0056
	NO ₂	36	14	7	6,6	4,8	0,7	0,2	0,048

დადგენილ იქნა საწარმოს დამცავი სანიტარული ზონის საზღვარზე (100 მ) გაბატონებული ქარის მიმართულებით 20 მ, 40 მ, 60 მ, 80 მ, 100 მ და საცხოვრებელ ზონაში 1000 მ მანძილებზე მავნე ნივთიერებათა მიწისზედა მაქსიმალური კონცენტრაციები, რომლის მიხედვითაც აღმოჩნდა, რომ NO_2 -ის მიწისზედა კონცენტრაცია ბევრად აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს. CO -ს მაქსიმალური მიწისზედა კონცენტრაცია გაბატონებული ქარის მიმართულებით 20 მ-ზე აღწევს მაქსიმუმს და შემდეგ კლებულობს, ხოლო 100 მ-ზე დაბალია ზღვ-ზე.

ჩვენს მიერ დამუშავებული იქნა საქვებიდან და ვაფლის საამქროდან გამოყოფილი აირადი ნაკადის აზოტის დიოქსიდისაგან გაწმენდის ტექნოლოგიური პროცესის სქემა ადსორბციული მეთოდით. ადსორბენტად გამოყენებულია ტორფი [4]. ადსორბერის დიამეტრი შეადგენს 7,3 მ-ს, სიმაღლე 10,5 მ-ს. 1,5 მ სიმაღლის ტორფის ფსევდოგათხევადებული ფენის წინალობა შეადგენს 4,9 კვა. 5%-იანი ტენიანობის ტორფის ხარჯი შეადგენს 3ტ/სთ-მდე, 1000 მ³ აირზე საჭიროა 25-35 კგ მშრალი ტორფი. ამ მეთოდით შესაძლებელია 2 520 ტ. NO_2 -ის შეკავება. იწმინდება 60 ათასი მ³/სთ გამავალი აირები [4].



ნახ. 1. ტორფ-აზოტოვანი სორბენტით ნიტროზული აირების გაწმენდის სქემა

1 - სარკინიგზოვაგონი; 2, 17 - საწყობი; 3, 9, 14 - თანაორმო; 4, 10, 15 - ციციხიანი ელევატორი; 5 - ბუნკერი; 6, 8, 16 - შნეკური ტრანსპორტიორი; 7 - ჩაქუჩიანი სამსხვრეველა; 11 - ადსორბერი; 12 - სექტორული მკვებავი; 18 - ფილტრი

საქვებიდან და ვაფლის საამქროდან გამოყოფილი აირადი ნაკადი შედის ადსორბერში (11), სადაც მიმდინარეობს ტორფისა და კირ-ფიფქის ნარევის ზედაპირზე ქემოსორბცია. ტორფი საწყობიდან (2) ტრანსპორტიორის საშუალებით შედის თანაორმოში (3), საიდანაც ჩასაყრელი ელევატორით (4) იყრება ბუნკერში (5), აქედან შნეკური ტრანსპორტიორით (6) ტორფი მიეწოდება წისქვილიან მსხვრეველას (7), დაქუცმაცებული ქემოსორბენტი შნეკური ტრანსპორტიორით (8), ჩასაყრელი ელევატორით (10) მკვებავის გავლით იყრება ადსორბერში (11). ადსორბერში წარმოიქმნება ტორფ-აზოტოვანი სასუქი, აქედან მკვებავით და ტრანსპორტიორით (16) ტორფ-აზოტოვანი სასუქი შედის მზა პროდუქციის საწყობში (17). ადსორბერში NO_2 -ისაგან გაწმენდილი აირადი ნაკადი კი შედის სახელოიან ფილტრში (18) და იწმინდება მტვრის ნაწილაკებისაგან. გაწმენდილი აირი კი გაიტყორცნება ატმოსფეროში.

ტორფ-აზოტოვანი სასუქი წარმოადგენს ძვირფასს სასუქს ნებისმიერი ნიადაგისათვის, რომელიც შეიცავს 15-25% ამონიუმის ნიტრატს და 15%-ზე მეტ წყალში ხსნად ამონიუმის ჰუმატს. მცენარის მიერ 27-30% ათვისებული ჰუმანის მჟავები წარმოადგენენ მცენარეთა ზრდის ეფექტურ სტიმულატორებს.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. http://reffan.ru/referat_jgeatypoljgeujgujgmer.html
2. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/57418>
3. ნ. ჩხუბიანიშვილი, ლ. გვერდწითელი. გარემოს დაცვა სამრეწველო გაჭუჭყიანებისაგან, მეთოდური მითითებები. თბილისი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 2000 წ. გვ.56.
4. ლეილა გვერდწითელი. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. თბილისი, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“ 2014 წ. გვ. 86-112.

**WORKING OUT OF TECHNOLOGICAL SCHEMES OF EXHAUST GAS TREATMENT
PROCESS OF THE ICE CREAM AND WAFFLE PRODUCTION**

Leila Gverdtsiteli, Dimitri Eristavi, Ana Kvinikadze
Georgian Technical University

SUMMARY

Development of technological schemes of exhaust gas treatment process of the production of ice cream and waffle adsorption method.

**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ
ГАЗОВ МОРОЖЕННОГО И ВАФЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Л.В.Гвердцители, Д.В.Эристава, А.М.Квиникадзе
Грузинский Технический Университет

РЕЗЮМЕ

Разработана схема технологического процесса очистки выхлопных газов мороженого и вафельного производства адсорбционным методом.

გარემოს ქიმია

დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენების დამუშავება საანალიზოდ ზემადალი სიხშირის გამოსხივებით

ნინო ბაგრატიონი, არჩილ ჭირაქაძე, ვახტანგ გვახარია, ლეილა გვერდწითელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
კავშირი „ასოციაცია გამა“

გამოყენებული იქნა დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენების დასამუშავებლად ზემადალი სიხშირის გამოსხივების ველი საანალიზოდ, აგრეთვე ნიადაგში და ნარჩენებში დარიშხანის ნაერთების ძვრადობის შესასწავლად.

ამჟამად, როგორც სამეცნიერო კვლევების ჩატარებისას, ასევე მცირე ტონაჟური ქიმიურ-ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავებისას სარეაქციო ნარევის კომპონენტების ეფექტური გაცხელებისთვის სულ უფრო ხშირად გამოიყენება ზემადალი სიხშირის ელექტრომაგნიტური რხევების ველის ენერჯია (**ზმს**) [1].

ინტენსიურად ხდება **ზმს**-ის ენერჯიის გამოყენების შესწავლა ქიმიური რეაქციის წარმართვისას და მათ დასაჩქარებლად, რეაგენტების გასაცხელებლად, რასაც რიგი თავისებურებები და უპირატესობა გააჩნია ტრადიციულ მეთოდებთან შედარებით. ცნობილია, აგრეთვე ზემადალი სიხშირის გამოსხივების (**ზმს**) გამოყენება მინერალების, ქანების, სასარგებლო წიაღისეულის მადნების მექანიკური სიმტკიცის შესამცირებლად [2-7].

დღეისათვის **ზმს** – გამოსხივება საყოველთაოდ გამოიყენება ქიმიური ანალიზისთვის ნიმუშების მოსამზადებლად [2,3], ოქროსშემცველი მადნებისა და სამრეწველო ნარჩენების წინასწარი დამუშავებისთვის [4 – 7], რაც კარგად არის ასახული 1 ცხრილში [2].

ცხრილი 1. ანალიზისთვის ნიმუშების მომზადების დრო თერმული და **ზმს** – გამოსხივებით გახურების შემთხვევაში

№	ნიმუშის გვარობა	თერმული გახურება, t_1	ზმს -ველით გახურება, t_2	$t_1 : t_2$
1	ქვანახშირის ქანები	4 - 8 სთ	25 წთ	10 -20
2	ნახშირები	5 – 7 სამ. დღე	10 წთ	240 – 340
3	რკინა-მანგანუმის კონკრეციები	2 სამ. დღე	40 წთ	24
4	სულფიდური მადნები	2 სამ. დღე	30 წთ	32
5	სილიკატური ქანები	1 -2 სამ. დღე	1 სთ	8 – 16
6	ნიადაგი, მტკერი	1-2 სამ. დღე	20 წთ	24 – 28
7	განსაკუთრებით სუფთა ნივთიერებები	1-3 სამ. დღე	12 წთ	40 – 120
8	მცენარეული მასალები	1-2 სამ. დღე	15 წთ	32 – 64
9	ბიოლოგიური სითხე	1-2 სამ. დღე	20 წთ	24 – 28
10	საკანალიზაციო წყლები	1-2 სამ. დღე	20 წთ	3 - 6

ჩვენს მიერ **ზმს** – გამოსხივების ველი გამოყენებული იქნა დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენების, მადნების დასამუშავებლად ქიმიური ანალიზის ჩასატარებლად. დამუშავებული იქნა **ზმს**- გამოსხივებით ორი სინჯი: ურავის საბითო-ქიმიური საწარმოო უბნების ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის სინჯი (7U) და მეფიჭალის სამარხიდან აღებული სამრეწველო ნარჩენის სინჯი (2U). ნიმუშები შრებოდა მიკროტალღურ ღუმელში დაბალ სიმძლავრეზე 30 წთ-ის განმავლობაში, შემდეგ სხივდებოდა 12 სმ ტალღის სიგრძის 800 ვტ **ზმს** – ველში 120 წამის განმავლობაში. ატომურ-აბსორბციული მეთოდით განისაზღვრა დარიშხანის საერთო შემცველობა ორივე სინჯში. ამის შემდეგ **ზმს**-ით დამუშავებული სინჯების 100 გ ნიმუშს დაემატა რკინის სულფატი ($FeSO_4$), 0,0; 0,8; 1,9 და 3,9 წონითი

პროცენტის რაოდენობით, რაც შეესაბამება ოქსიდის შემცველობას 0,0; 0,23; 0,54 და 1,1 წონითი პროცენტის რაოდენობით. თითოეულ სინჯს, აგრეთვე დაემატა კირქვა 0,0; 0,3; 0,7 და 1,4 წონითი პროცენტის რაოდენობით. 60 წუთის განმავლობაში მორევის შემდეგ ნიმუშები ყოვნდებოდა ოთახის ტემპერატურაზე ერთი კვირის განმავლობაში და შემდეგ იტუტებოდა წყალბადის ზეჟანგის ხსნარში 24 სთ-ის განმავლობაში განუწყვეტელი მორევის პირობებში. შემდეგ ხსნარი ყოვნდებოდა ერთი კვირის განმავლობაში, იფილტრებოდა და ხსნარში განისაზღვრებოდა დარიშხანის შემცველობა (პირობით ერთეულებში). გაფილტრული ნიადაგები და ნარჩენები (ფილტრატები) შრებოდა მზეზე და კვლავ იზომებოდა მათში დარიშხანის საერთო შემცველობა. ზმს-ველით, რკინის სულფატითა და კირქვით დამუშავებული სინჯების წყალბადის ზეჟანგით გამოტუტვის შედეგები მოცემულია ცხრილებში 2 და 3, გაფილტრულ ნიადაგებში და ნარჩენებში (ფილტრატებში) დარჩენილი დარიშხანის საერთო შემცველობა მოცემულია ცხრილებში 4 და 5.

ცხრილი 2. ზმს-ველით, რკინის სულფატითა და კირქვით დამუშავებული 7 სინჯის წყალბადის ზეჟანგით გამოტუტულ ხსნარებში დარიშხანის კონცენტრაცია (პირობით ერთეულებში)

$CaCO_3$ (წონ. %)	0,0	0,27	0,68	1,36
$FeSO_4$ (წონ. %)				
0,0	100	62	48	33
0,23	26	18	13	11
0,54	20	15	8	6
1,1	13	11	9	8

ცხრილი 3. ზმს-ველით, რკინის სულფატითა და კირქვით დამუშავებული 2 სინჯის წყალბადის ზეჟანგით გამოტუტულ ხსნარებში დარიშხანის კონცენტრაცია (პირობით ერთეულებში)

$CaCO_3$ (წონ. %)	0,0	0,27	0,68	1,36
$FeSO_4$ (წონ. %)				
0,0	100	68	53	44
0,23	43	24	21	16
0,54	18	15	10,5	8
1,1	24	11	8	8

ცხრილი 4. ზმს-ველით, რკინის სულფატითა და კირქვით დამუშავებული ნიადაგის (7 სინჯის) წყალბადის ზეჟანგით გამოტუტვის შემდეგ სინჯში დარიშხანის შემცველობა (პირობით ერთეულებში)

$CaCO_3$ (წონ. %)	0,0	0,27	0,68	1,36
$FeSO_4$ (წონ. %)				
0,0	100	133,9	134,4	136,3
0,23	136,3	138,3	139,8	147,3
0,54	138,8	140,5	141,5	142,4
1,1	139,7	140,7	141,7	141,7

ცხრილი 5. ზმს-ველით, რკინის სულფატითა და კირქვით დამუშავებულ სამრეწველო ნარჩენის (2 სინჯი) წყალბადის ზეჟანგით გამოტუტვის შემდეგ სინჯში დარიშხანის შემცველობა (პირობით ერთეულებში)

$CaCO_3$ (წონ. %)	0,0	0,27	0,68	1,36
$FeSO_4$ (წონ. %)				
0,0	100	133,8	136,1	145,9
0,23	139,1	142,5	146,2	147,4
0,54	149,6	151,5	153,9	154,9
1,1	149,6	150,8	151,9	152,6

ამგვარად, დარიშხანის სამრეწველო ნარჩენებით საშუალოდ დაბინძურებული (100-1000 მგ/კგ) ნიადაგების დამუშავება ზმს-გამოსხივებით რამდენჯერმე ამცირებს ნიადაგში და ნარჩენებში დარიშხანის ნაერთების ძვრადობას მათი რკინის სულფატითა და კირქვით დამუშავების პირობებში, აგრეთვე გამყარება-სტაბილიზაციის ტექნოლოგიების გამოყენებისას. რკინის ოქსიდის შემცველობა ნიადაგში უნდა იყოს 0,54% (წონითი), ხოლო კირქვის კი არანაკლებ 1,36% (წონითი). ამავე დროს, ზმს სისშირის გამოსხივებით ხანგრძლივი დამუშავება გარკვეულ პირობებში პირიქით ზრდის დარიშხანის ნაერთების ძვრადობას, რაც შესაძლებელია ხელს შეუწყობს შემდგომში მის ბაქტერიულ და ქიმიურ გამოტუტვას.

ლიტერატურა – ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

1. В.А. Болотов, Ю.Д. Черноусов, Е.И. Удалов, Ю.Ю. Таншев, В.Н. Пармон. Особенности проведения высокотемпературных химических реакций под действием сверхвысокочастотного поля. Вестник НГУ. Серия Ж Физика. 2009. Том 4. выпуск 2.
2. И.В. Кубакова, Т.Ф. Кудинова, Е.Б. Ставнивенко, Н.М. Кузьмин. СВЧ-излучение как фактор интенсификации пробоподготовки. Анализ объектов с органической матрицей. Ж. Аналит. Химии. 1997, т. 52. №6. 587-593
3. A.M. Gonzalez, R.M. Barnes. Comparison of microwave-assisted extraction and waste extraction test (WET) preparation for inductively coupled plasma spectroscopic analyses of waste samples. Anal. Bional. Chem., 2002, v. 374, 2, 255-261.
4. В.М. Петров. Разупрочнение горных пород мощным электромагнитным полем свч. Информост «Радиоэлектроника и телекоммуникации»-2, <http://www.Rit.Informost.Ru/rit/2-2002/35.pdf>
5. Рахмакулов С.Ю. Шавшукова, И.Н. Вихарева, Р.Р. Чанышев. Применение микроволнового излучения для извлечения металлов из промышленных отходов Башкирский химический журнал. 2008, т. 15, 2, 114-118.
6. Microwave Technology for Waste Management Application Including Disposition of Electronic Circuitry (U). Westinghouse Savannah River Company and University of Florida, 1996, <http://www.ostgov/bridge/purl.cover.jsp/Purl/106442-ZkzsFa/webviewable>.
7. Bradshaw Steven. Collaboration on Microwave Processing of Minerals at the Universities of Nottingham and Stellenbosh. Ampere Newsletter, 2003, Issue 36, 3-4.

TREATMENT OF INDUSTRIAL ARSENIC CONTAINING WASTE USING MICROWAVE RADIATION

Nino Bagrationi, Archil Chirakadze, Vakhtang Gvarhariaa, Leila Gverdsiteli
Union „Association Gamma”

SUMMARY

The use of high-frequency radiation field for the treatment of arsenic containing industrial waste for analysis and study of the mobility of arsenic compounds in soil and waste.

ОБРАБОТКА СОДЕРЖАЩИХ МЫШЬЯК ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОТХОДОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Н.Д.Багратиони, А.А.Чиракадзе, Г.В.Гвахария, Л.В.Гвердцители
Грузинский Технический Университет
Союз „Ассоциация Гамма”

РЕЗЮМЕ

Применение поля сверхвысокочастотного излучения для обработки производственных отходов содержащих мышьяк с целью их анализа и для изучения подвижности соединений мышьяка в почве и в отходах.

ქიმიური ეკოლოგია

მადნეულის საბადოს ბარიტული კონცენტრატის აღდგენის ოპტიმალური პირობების დადგენა

შალვა ანდლულაძე, დიმიტრი ერისთავი, ანა ბერეჟიანი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კვლევებით დადასტურდა, რომ გამოწვის პროცესის გაუმჯობესების ერთ-ერთ საშუალებას წარმოადგენს ბარიტული კონცენტრატის (BaS) აღდგენა მდუღარე შრის ღუმელებში აირადი აღმდგენლებით (H_2, CO). მიღებულ ბარიტის სულფიდს (BaS) გააჩნია გამოყენების ფართო სპექტრი. მდუღარე შრეში აღდგენის დადებით მხარეს წარმოადგენს პროცესის ტემპერატურა ($850-950^{\circ}C$), რომელიც იძლევა ბარიტის სულფიდში (BaS) ბარიტის ($BaSO_4$) მაქსიმალური გადაყვანის და ინტენსიფიკაციის შესაძლებლობას.

ნაშრომში განიხილება: ტექნოლოგია, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა, მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის მჟავა კარიერული წყლების გაწმენდის სრულყოფას BaS, Na_2S, H_2S სულფიდებით, აგრეთვე ბარიტული კონცენტრატის აღდგენის ხარისხზე მოქმედი ფაქტორების დადგენა.

ცნობილია, რომ სასარგებლო წიაღისეულის აღმოჩენისა და გადაამუშავებისდროს მძიმე მეტალებით დაბინძურებული კარიერული წყლების წარმოქმნა გარემოზე, ადამიანებსა და ცოცხალ ორგანიზმებზე ახდენს ტოქსიკურ ზემოქმედებას.

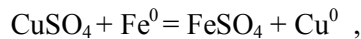
სპილენძისა და პოლიმეტალების საბადოების მადნების ღია დამუშავება დაკავშირებულია კარიერული წყლების სპილენძით, თუთიით, ტყვიით, კადმიუმით და ა.შ. დაბინძურებასთან. საბადოს ტიპი და ხასიათი, ასევე კლიმატური პირობები განაპირობებს დამაბინძურებლების რაოდენობას და შედგენილობას [1]. შესაბამისად, ეკოლოგიური პრობლემის გადაწყვეტა მოითხოვს ყოველი კონკრეტული წყაროთან ინდივიდუალურ მიდგომას.

განსაკუთრებით გარემოს დაბინძურება მძიმე მეტალებით პრობლემურ საკითხს წარმოადგენს მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატისათვის, რომელიც წარმოადგენს საქართველოს ერთ-ერთ უმსხვილეს საწარმოს და განლაგებულია თბილისიდან სამხრეთ-დასავლეთით 80კმ მანძილზე [2]. მსოფლიო ბაზარზე მისი პროდუქციისადმი გაზრდილ მოთხოვნილებას განაპირობებს წარმოებულ სპილენძის კონცენტრატში დარიშხანის მცირე კონცენტრაცია.

სამუშაოს ძირითადი მიზანია მადნეულის სამთო გამამდიდრებელი კომბინატის კარიერის დამუშავების და ექსპლოატაციის შედეგად წარმოქმნილი მჟავა კარიერული წყლების გაწმენდის სრულყოფა (BaS, Na_2S, H_2S) სულფიდებით, და ბარიტული კონცენტრატის აღდგენის ხარისხზე მოქმედი ფაქტორების დადგენა.

საწარმოში გაწმენდა მოიცავს შემდეგ სტადიებს:

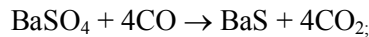
1. კარიერიდან მჟავა კარიერული წყლების ფუჭი ქანების ნაყარქვეშ ლოკალიზაცია;
2. დამწლობში მათი თვითღინებით ჩაღვრა და მოგროვება ($5000m^3$);
3. რეაქტორებში აქტივირებული რკინის ფხვნილით ცემენტაცია, რომელიც მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციით:



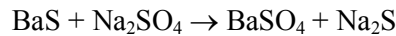
ამის შემდეგ ხსნარი სპილენძის მოსაცილებლად იფილტრება და მუშავდება ჩამქრალი კირით (CaO). ამ დროს წარმოიქმნება დიდი რაოდენობით ძნელად გაუწყლოებადი და დაყოფისადმი დაქვემდებარებული შლამი. შესაბამისად მისი მეორადი ნედლეულის სახით გამოყენება არ ხორციელდება.

ჩვენს მიერ გაწმენდის შემოთავაზებული ტექნოლოგია ითვალისწინებს დამლექ რეაგენტად ნატრიუმის სულფიდის (Na_2S) გამოყენებას, რომლის მიღებაც ხორციელდება ბარიტის საბადოში დასაწყობებული ნედლეულის გადაამუშავებით [3]. ის შედგება შემდეგი სტადიებისგან:

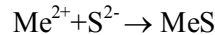
I – ბარიტის აღდგენა: $\text{BaSO}_4 + 4\text{H}_2 \rightarrow \text{BaS} + 4\text{H}_2\text{O}$;



II – აღდგენილი BaS-ის გამოტუტვა Na_2SO_4 -ით;



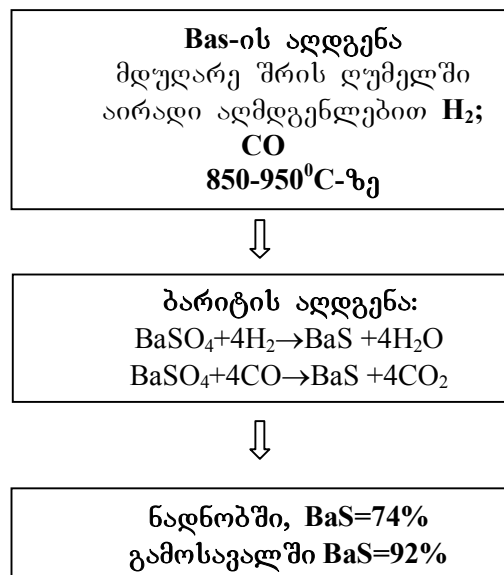
III – მჟავე კარიერული წყლების გაწმენდა ხორციელდება მიღებული ნატრიუმის სულფიდის (Na_2S) ხსნარით. მოცემული სქემის მეორე სტადიაზე მიმოცვლითი რეაქციის შედეგად მიღებული თანაპროდუქტი – ნატრიუმის სულფიდი (Na_2S) შემოთავაზებული ტექნოლოგიის მიხედვით ასრულებს დამლექი რეაგენტის ფუნქციას. $\text{pH} = 4.0 - 5.0$ მნიშვნელობისას ის უზრუნველყოფს მძიმე მეტალების პრაქტიკულად სრულ დალექვას შემდეგი რეაქციით:



პრაქტიკაში ბარიტის აღდგენა ძირითადად ხორციელდება მბრუნავ ღუმელებში მყარი აღმდგენის გამოყენებით $1100-1200^\circ\text{C}$ -ზე, რაც დაკავშირებულია მრავალ სირთულესთან: ღუმელებში არ მიიღწევა სითბოს თანაბარი გადანაწილება მთელ სარეაქციო არეში და მეტად გაცხელებულ ზონებში მიმდინარეობს კაზმის შედნობა, ხდება გვერდითი პროცესების ინტენსიფიკაცია, რასაც შედეგად მოყვება ბარიუმის სულფიდის გამოსავლის შემცირება.

ჩატარებული კვლევებით დადასტურდა, რომ გამოწვის პროცესის გაუმჯობესების ერთ-ერთ საშუალებას წარმოადგენს ბარიტული კონცენტრატის (BaS) აღდგენა მღუღარე შრის ღუმელებში აირადი აღმდგენლებით (H_2, CO). ამ დროს მიღებულ ბარიუმის სულფიდს (BaS) გააჩნია გამოყენების ფართო სპექტრი, იგი წარმოადგენს ნელლეულს ბარიუმის სხვა შენაერთების, მათ შორის ბლანფიქსის (BaSO_4) და დამლექი რეაგენტის (Na_2S) – ნატრიუმის სულფიდის მისაღებად. მღუღარე შრეში აღდგენის დადებით მხარეს წარმოადგენს პროცესის ტემპერატურა ($850-950^\circ\text{C}$), რომელიც იძლევა ბარიუმის სულფიდში (BaS) ბარიტის (BaSO_4) მაქსიმალური გადაყვანის და ინტენსიფიკაციის შესაძლებლობას.

ბარიუმის სულფიდის აღდგენის ტექნოლოგიური სქემა



შემოთავაზებული სქემით მღუღარე შრის პირობებში აირადი აღმდგენლებით ბარიტული ფლოტოკონცენტრატის აღდგენისას მნიშვნელოვნად იზრდება აღდგენილი მასის (BaS) გამოსავალი (92%-მდე) შედარებით დაბალ ტემპერატურაზე ($850-950^\circ\text{C}$), ხოლო ნაღნობში ბარიუმის სულფიდის (BaS) შემცველობა იზრდება 62%-დან 74%-მდე.

მიღებული მძიმე ლითონების სულფიდები გამოიყენება ფლოტო-კონცენტრატთან ერთად და მიეწოდება ფერადი მეტალურგიის საწარმოებს ლითონების მისაღებად [4].

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგია მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელ კომბინატის მჟავა კარიერული წყლების გაწმენდის სრულყოფის შესაძლებლობას იძლევა. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ გარემოზე ეკოლოგიური ზემოქმედების შემცირებით გაიზრდება საწარმოს ეკონომიკური მოგება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Андгуладзе Ш.К., Эристави Д.В., Мchedlishvili Г.С., Церодзе Х.О., Квиникадзе Т.Д., Бутулашвили Т.Л., Кавთარაძე М.Л. “Некоторые Характеристики кислых карьерных вод Маднеульского Месторождения”. Грузинский Технический Университет, Международная Научно-Техническая Конференция “Устойчивое Развитие и Охрана Окружающей Среды”. Труды. Изд. Дом “Технический Университет”. Тбилиси 2010г. с. 405-408.
2. Андгуладзе Ш.Н. “Новая технология очистки кислых карьерных вод Маднеульского Горно-обогатительного комбината”. «ISSN 1477-1772, Москва, «Химическая технология», 2003, №1.
3. SH. Andguladze, V. Gaprindashvili, D. Eristavi, T. Kvinikadze. “Determination of the key factors affecting the degree of reduction of barite concentrate of the madneuli Deposit”. First International Conference for Students and Young Scientists on Materials Processing Science. Programme and Book of Manuscripts, Georgia Ceramic Society. Tbilisi, 10-13 October 2010. p. 80-82.
4. ანდგულაძე შ., მჭედლიშვილი გ., ბერეჯიანი ა. მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის მჟავა კარიერულ წყლებში მეტალების დალექვის პირობების შესწავლა. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2009 №3, ტომი 35, გვ. 59-61.

DETERMINATION OF OPTIMUM CONDITIONS FOR THE RECOVERY OF THE BARITE CONCENTRATE OF MADNEULI DEPOSIT

Sh. Andguladze, D. Eristavi, A. Berejiani
Georgian Technical University

SUMMARY

Research has established that one of the means to improve the firing process is the recovery of barite concentrate (BaS) with reducing gas (H_2 , CO) into the fluidized bed. The resulting barium sulphide (BaS) has a wide application range. The positive side of the firing in the fluidized bed process is a low temperature ($850-950^{\circ}C$), which makes possible to intensify and maximize the transformation of barytes ($BaSO_4$) in barium sulphide (BaS).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ БАРИДНОГО КОНЦЕНТРАТА МАДНЕУЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ш.Н.Андгуладзе, Д.В.Эристави, А.Б.Бережиани
Грузинский технический университет

РЕЗЮМЕ

Исследованиями установлено, что одно из средств улучшения процесса обжига является восстановление концентрата барита (BaS) газовыми восстановителями (H_2, CO) в печи кипящего слоя. Полученный сульфид бария (BaS) имеет спектр широкого применения. Положительной стороной обжига в печи кипящего слоя является низкая температура процесса ($850-950^{\circ}C$), которая даёт возможность интенсификаций и максимального перевода барита ($BaSO_4$) в сульфид бария (BaS).

ქიმიური ტექნოლოგია

შაქროვანი სორგოს, როგორც ბიოუსაფრთხო ნედლეულის გამოყენების შესახებ კვების მრეწველობაში

ნუნუ კუტალაძე, ავთანდილ ცინცქილაძე, ნუნუ ნაკაშიძე, დოდო აბულაძე
 შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 აგრარული და მემზრანული ტექნოლოგიების სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი

შაქროვანი სორგოს ღეროებიდან შესაძლებელია მიღებული იქნას ნატურალური წვენი და ექსტრაქტი რძისებური სიმწიფის დამთავრების სტადიაში. სორგოს წვენისა და ექსტრაქტისგან სათანადო დამუშავების შემდეგ შეიძლება მივიღოთ სიროფი (კონცენტრატი), რომელშიც შაქრების საერთო რაოდენობა შეადგენს 40-45%-ს. დაკონსერვებულ პროდუქტებში შაქრის საერთო რაოდენობის ნახევარი, შეიძლება შევცვალოთ სორგოს სიროპით.

შაქარს კვების მრეწველობაში ფართოდ იყენებენ იგი ხილ კენკროვანთა კონსერვების ერთ-ერთი ძირითადი შემადგენელი ნაწილია და გამოიყენება როგორც კონსერვანტიც. საქაროზა თითქმის შეუცვლელი კომპონენტია უალკოჰოლო სასმელების, საკონდიტრო ნაწარმის, ნაყინის დამზადების დროს. შაქარს, ამა თუ იმ რაოდენობით ყველა მცენარე შეიცავს, მაგრამ შაქრის მისაღებად გამოიყენება მხოლოდ ორი მათგანი შაქრის ღერწამი და შაქრის ჭარხალი. პირველი ძირითადად ტროპიკულ ქვეყნებში მოჰყავთ, ხოლო მეორე დედამიწის ზომიერ სარტყელშია გავრცელებული.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევები მიედევნა შაქრის მაღალი შემცველობის მქონე მცენარეების შერჩევას. მათ შორის შესწავლილი იქნა შაქროვანი სორგო (*Sorghum saccharatum*) სორგო ეკუთნის მარცვლოვანთა ოჯახს და აერთიანებს 50-სახეობას [1] ნიადაგობრივი კლიმატური პირობებისადმი დიდი მომთხოვნი არაა. საქართველოში მშრალ ურწყავ მიწებზეც მოდის. სორგო სიმინდის მსგავსად გაზაფხულზე ითესება, შაქრის სორგოს მწვანე მასის საშუალო მოსავლიანობა ჰექტარზე 30-40 ტონაა. საუკეთესო ჯიშებად ითვლება ადრეული ქარვა, “ნარინჯისფერი“ სორგო და სხვა [2]. ჩვენ მიზნად დავისახეთ დასავლეთ საქართველოს ტენიან პირობებში მოყვანილი სორგოს ღეროში წვენის ზოგიერთი მაჩვენებლის შესწავლა. კვლევის ობიექტად აღებული იყო ხელვაჩაურის რაიონის გონიოს მეურნეობაში დათესილი სორგოს ფართობი. დაკვირვება წარმოებდა რძისებური სიმწიფის სტადიის (ეს მაჩვენებელი გამოხატავს სორგოს მარცვლების განვითარების სტადიას.) დასაწყისიდან. ამ მიზნით ნიმუშების აღება ხდებოდა ყოველ 10 დღეში. მწვანე მასა იჭრებოდა ნიადაგიდან 10-15სმ-ის სიმაღლეზე. ღეროები თავისუფლდებოდა ფოთლებისა და თავთავისაგან და ისაზღვრებოდა მისი ზომები და მასა [3]. ღეროებიდან ნატურალური წვენის მიღება წარმოებდა მისი უშუალო დაწნეხვით მორეზინებულ ლილვებიან წნეხში რამდენჯერმე გატარებით. ისწავლებოდა სიმწიფის სხვადასხვა სტადიაში, ღეროებიდან გამოწნეხვის წესით მიღებული წვენის გამოსავლიანობა და წვენში მშრალი ნივთიერების მასური წილი (რეფრაქტომეტრით) მოყვანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1. შაქროვანი სორგოს ღეროებიდან გამოწურული წვენის მაჩვენებლები

ცდის ჩატარების თარიღი	ერთი ღეროდან მიღებული წვენის რაოდენობა მლ.	გამოსავლიანობა%	მშრალი ნივთიერების მასური წილი %	წვენის გამოსავლიანობისა და მშრალი ნივთიერების ნამრავლი
9.08	163,5	44,9	9,2	413
20. 08	152,6	35,6	10,9	374
30. 08	207,0	41,5	14,9	618
14. 09	129,3	27,0	19,1	515
25.09	117	26,5	18,0	417

ჩვენს ცდებში მშრალი ნივთიერების მაქსიმალური რაოდენობა სექტემბრის შუა რიცხვებში იქნა მიღწეული(19,1%), ათი დღის შემდეგ მისი შემცირება იქნა აღნიშნული. ამასთანავე წვენი გამოსავლიანობა ღეროს გამერქნებასთან ერთად მცირდება. ასე მაგალითად, 20 აგვისტოს ეს მაჩვენებელი 45%-შეადგენდა, ხოლო 14 სექტემბერს 27%-მდე დაეცა, ინტერეს მოკლებული არ არის ამ ორი სიდიდის(წვენი გამოსავლიანობისა და მშრალი ნივთიერების ნამრავლის) მაჩვენებელი, იგი ყველაზე მეტია რძისებური სიმწიფის სტადიის დამთავრების დროს, აგვისტოს ბოლო და სექტემბრის შუა რიცხვებში.

ერთი წლის დაკვირვების შედეგები გვიჩვენებს, რომ დასავლეთ საქართველოს (გონიოს) პირობებში შაქროვანი სორგო, შაქრის შემცველი სიროფის მისაღებად მიზანშეწონილია აღებული იქნას აგვისტოს ბოლოს სექტემბრის დასაწყისში, რძისებური სიმწიფის დამთავრების სტადიაში. ნედლეული წარმოადგენს 200-300სმ სიგრძის მწვანე ნედლ მასას, რომელიც სასურველია მიღებისთანავე გადამუშავდეს, მას აცილებენ თავთავს და რეცხავენ ცივი წყლით.(2)

წვენი მიღება წარმოებს ორი მეთოდით: პირველი ითვალისწინებს, ღეროების დაჭრას 3-4 ნაწილად და გატარებას მორეზინებულ ზედაპირიან, ერთმანეთთან საწინააღმდეგო მოძრავ ლილვებს შორის, რომელთა შორის ღრეჩო რეგულირდება სპეციალური მექანიზმით.

მეორე მეთოდი ითვალისწინებს ღეროების დაქუცმაცებას 5-10 მმ ზომის ნაწილებად სილოსის დამჭრელ ან სხვა ტიპის დამქუცმაცებელ მანქანაზე, დაქუცმაცებულ მასას რამდენჯერმე უტარდება დიფუზია მდულარე წყლით, დიფუზია ტარდება ექსტრაქტში მშრალი ნივთიერების 10-12 %-ის მიღწევამდე.

ნატურალური წვენი წარმოადგენს მომწვანო ფერის მღვრიე სითხეს დამახასიათებელი სუნით, სუსტი მჟავე რეაქციით, მშრალი ნივთიერების შემცველობა 15- დან 19% -მდეა, მათ შორის 12-17,5% შაქრებია. ნატურალური და დიფუზიური წვენი კონცენტრირება ხორციელდება ვაკუუმ ამორთქლებელ დანადგარებში. მიღებულ კონცენტრატს სიროფს უწოდებენ და წარმოადგენს ყავისფერ, ოდნავ ბლანტ სითხეს სპეციფიკური სუნით. არსებობს მისი გაუფერულების მეთოდები. სორგოს სიროფის ბაზაზე დავამზადეთ საკონსერვო ნაწარმი: ჯემი, მურაბა. დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ შაქრის საჭირო რაოდენობის ნახევარი შეიძლება შეიცვალოს სორგოს სიროფით. შაქროვანი სორგოს სიროფი (კონცენტრირებული წვენი) შეიცავს 43-45%-მდე საერთო შაქრებს. აქედან 20-22% მონო შაქრებზე მოდის (ცხრილი 2)

ცხრილი 2. შაქროვანი სორგოს ნატურალურ წვენსა და სიროფში (კონცენტრატში) შაქრების შემცველობა

პროდუქტის დასახელება	მშრალი ნივთიერება რეფრაქტომეტრით%	მონო შქრები%	საერთო შქრები %
ნატურალური წვენი	14,8	5,6	12,5
ნატურალური წვენი	19,0	8,6	17,5
სიროფი (კონცენტრატი)	49	22,5	43,2
სიროფი	51	23,5	46,3
სიროფი	51	24,3	44,5

ამრიგად, გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ შაქროვანი სორგოს ღეროებიდან შესაძლებელია მიღებული იქნას ნატურალური წვენი და ექსტრაქტი რძისებური სიმწიფის სტადიაში. სორგოს წვენისა და ექსტრაქტისაგან სათანადო დამუშავების შემდეგ შეიძლება მივიღოთ სიროფი(კონცენტრატი), რომელშიც შაქრების საერთო რაოდენობა შეადგენს 40-45%-ს.

დაკონსერვებულ პროდუქტებში შაქრის საერთო რაოდენობის ნახევარი, როგორც ეს ინსტიტუტში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, შეიძლება შევცვალოთ სორგოს სიროფით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Устименко В.Ч., Бакумовский И. С. Растениеводство тропиков и субтропиков. Москва: «Колос», 1980, с. 57.
2. Комиаков О. Т. и др. Способы концентрирования жидких пищевых продуктов. Пищевая промышленность, 1987, вып 4, с. 78.
3. Флауенбаум В.А. Способ производства концентрированного фруктового сока. Авторское свидетельство 4413944/31, бюл. № 4890 с. 45.

ON APPLICATION OF SWEET SORGHUM AS BIOSAVE RAW MATERIAL IN FOOD INDUSTRY

N. Kutaladze, A.Tsintskiladze, N.Nakashidze, D.Abuladze

Shota Rustaleli State Univesity, Scientific-Research Institute of Agrarian and Membran Technologies

SUMMARY

Pure and diffusive sap production from sugar sorghum stems is specified in the article. Dynamics of sap content in different stems is specified in the article. Dynamics of sap content in different stem parts and sugar content in the sap are analysed per growth stages. It is found that the best sorghum harvest time is at the end of lactic ripeness. Pure sap and syrup production technologies are desgribed.

О ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО СЫРЬЯ – САХАРНОГО СОРГО

Н.Куталадзе, А.Цинцкиладзе, Н.Накашидзе, Д.Абуладзе

Государственный Университет им. Шота Руставели, Научно-исследовательский институт аграрных и мембранных технологий

РЕЗЮМЕ

В статье обоснована возможность получения натурального и диффузионного сока из стеблей сахарного сорго. По стадиям роста проанализирована динамика содержания сока в стеблях и содержания сахара в этом соке. Установлено, что целосообразно собрать урожай в конце стадии молочной спелости. Даны описания технологических процессов получения натурального сока и сиропа.

CHEMICAL TECHNOLOGY

STANDARDIZATION OF OINTMENT FOR TREATING MYCOSIS OF FEET AND VAGINA

Nino Abuladze, Ketevani Gabunia, Maka Javakhia, Manoni Gabelashvi, Pavel Iavich

Akaki Tsereteli State University

The paper dwells on developing the ointment standardizing methodology for treating fungus diseases of vagina and the skin of the toes, which contain medical tannins, gallic acid and lactic acid as biologically active compounds. The methodology envisages qualitative identification of these components, quantitative determination of the amount of tanning agents and data on the methodology validation. The obtained results allow for having reason to talk about sufficient accuracy and reproducibility of this methodology.

Vaginal infections are sufficiently spread in women, the causative agents of which are the microscopic yeasts belonging to the genus *Candida*. There are described about 20 sorts of *Candida*, the most common of which are *Candida Albicans*. This is a second most frequent causes of vaginites associated with itching, burning and discharge. Yeasts normally exist in vaginas of the majority of women and don't cause a disturbance, but they can excessively grow, because if the vaginal environment changes it becomes more favorable for them. Application of antibiotics and steroids is the most common cause of their excessive growth. However, a certain aiding role in the emergence of yeast infections is played by diabetes and taking the birth control pills, as well as menstruations and pregnancy.

Epidermatomycosis of the feet is very common and is named a fungal infection associated with peeling, redness, itching, burning, and sometimes with blisters and ulcers. The fungus preferably grows in a warm humid environment, such shoes, socks, swimming pools, locker rooms and public showers floors. The infection is more prevalent in summertime and in warm humid climate, and is most common among people wearing closed shoes, and among visitors of public baths, showers and swimming pools. The most common is an interdigital one. It is usually observed in interdigital folds between II, IV and V toes. This is accompanied by itching, burning, and disorder may extend to the soles of the feet. Epidermatomycosis of the feet causes microscopic yeast, which lives on the outer layer of the skin. The most common is *Trichophyton rubrum*.

The previous paper [1] provided a description of the development of ointment composition, which a potential remedy for treatment of the above described diseases; in connection with the creation of such an ointment, a need was identified to develop the method for its standardization

Analytical studies were carried out in accordance with the State pharmacopoeia standards of Georgia [2]. The ointment represents a homogeneous mass of the yellowish-brownish color, with the characteristic odor.

Its basic acting medical components are tannin, gallic and lactic acids, presence of which was determined by the reactions of **identification**. For this purpose, 5 g of the ointment (precisely weighed amount) were extracted in a flask with a capacity of 250 cm³ under reflux at a temperature of 45 degrees in 50 cm³ of water desalted within half an hour. This is a three-fold extraction (Solution A). The combined extract was cooled, filtered through the paper filter into the separating funnel or flask with mixer and hydraulic lock, then added with 30 cm³ of ethyl acetate and extracted within 15 minutes. This is a three-fold extraction. The combined extract was filtered through the paper filter into a flask with the volume capacity of 100 cm³, and then the volume was filled with the same solvent to the mark. 0,02 cm³ of solution was put on a starting line of the analytical chromatographic Silufol plate. Alongside, at a distance of 2 cm, there was put on 0,001 cm³ of a 0,15%-standard solution of gallic acid. The plate was dried in air and placed in a chamber previously saturated within three hours with a solvent mixture benzole-methanol-glacial acetic acid (45:8:15), and then it was chromatographed using ascending technique. When the solvent front was passed about 80 – 90% of a length of the plate from a starting line, it was taken out of a chamber, then dried at the temperature of 40-50°C within 5-10 minutes, and looked at in UV light at a wavelength of 365 nm. The chromatogram containing the tannin spots, at the level of a standard sample of gallic acid, shows the appropriate zone with Rf= 0,6 of the grey color (gallic acid).

0,5 ml of solution A were put in a test tube, then ferric chloride (III) was added in 5,5 ml of solution; there was appeared black and blue discoloration (tannin). When heating solution A with iodine and sodium hydrate, the scent of iodoform (lactic acid) was occurred.

Heavy metals. Up to 0,001 % (State pharmacopeia of Georgia).

Dry residue. Up to 0,2 %.

Density. 0,865-0,925.

Quantitative determination. About 2 g (precisely weighed amount) of ointment was put in a flask equipped with mixer and black-flow condenser with the capacity of 50 cm³, then it was added with 10 cm³ of desalted water and heated to boiling, and boiled for 3 minutes, and the filtered into a measuring flask with the volume capacity of 100 cm³. The filter was washed with desalted boiling water in portions 5 cm³ in each until negative reaction to tannins with a ferric chloride solution. The obtained extract was cooled and filled with desalted water to the mark at continuous mixing. 10 cm³ of the obtained extract were taken out with a dropper, transferred into the flask with the volume capacity of 250 cm³, added with 60 cm³ of desalted water and 10 cm³ of an indigo-sulphonic acid solution, and then titrated at continuous mixing with a permanganate potassium 0,02 mole/l solution until the golden-yellow discoloration. 1 cm³ of apermanganate potassium 0,02 mole/l solution corresponds with 0,004157 of total tanning substances.

Simultaneously, the check experiment was carried out. The content of the amount of tannins in the ointment was calculated according to the formula:

$$x_1 = \frac{[v - v_1] \times 100 \times 0,004157 \times 100}{2 \times 10}$$

where,

v – the amount of cm³ of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution spent for titration;

v_1 – the amount of cm³ of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution spent for titration in the idle test;

100 – the volume cm³ of a measuring flask, used for filtration;

10 – the volume of a solution cm³, used for titration;

0,004157 – total amount of tanning substances g, which corresponds with 1 cm³ of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution;

a – the amount of ointment (g) taken for testing.

The analysis is performed in 3 parallel determinations.

The content of the amount of tannins in the ointment should be no less than 10,0%.

The validation characteristic data of the developed methodology for determining the content of the amount of tannins are given in Table 1.

Table 1. The validation characteristic for determining the content of the amount of tannins
Accuracy of determination

The content of the amount of tannins						
Taken samples, G	The content of the amount of tannins, g	Added samples into the ointment, G	The content of the amount of tannins in the ointment, g	Total, g	Obtained, g	Determination inaccuracy, %
2,0	0,211	0,115	0,013	0,224	0,22	-1,79
2,0	0,211	0,202	0,022	0,233	0,468	-1,29
2,0	0,211	0,537	0,057	0,268	0,265	-1,19
2,0	0,211	1,013	0,107	0,592	0,312	-1,89
2,0	0,211	2,016	0,213	0,424	0,415	-2,12

Studying the analysis results convergence

By the amount of tannins							
№ of sample					Average result	Relative divergence Max (%)	Relative divergence Min(%)
1	2	3	4	5			
0,21	0,205	0,207	0,211	0,205	0,208	1,44	0,48

Specificity (added 5% lactose)

№ of sample	By the amount of tannins						
	Analysis results						
	1	2	3	4	Average result	Relative divergence	
						Max(%)	Min (%)
1	0,202	0,201	0,205	0,207	0,204	1,47	0,49
2	0,203	0,201	0,206	0,205	0,204	1,47	0,49
3	0,205	0,206	0,202	0,206	0,205	1,46	0,49

Interim accuracy

Days of the week	№ of analyzer	By the amount of tannins		
		№ of sample		
		1	2	3
Monday	1	0,215	0,216	0,215
Tuesday	2	0,211	0,212	0,21
Wednesday	1	0,211	0,211	0,215
Thursday	2	0,214	0,211	0,211
Friday	1	0,210	0,211	0,214
Average		0,213	0,213	0,213
Max.divergence from the average result (%)		0,94	1,41	0,94

Linearity of determination is preserved within the limits of the presence in a tested solution from 0,005 to 0,2 g of the amount of tanning substances, or when converted into the concentration of the solutions from 0,009% to 0,33%.

The work has been performed within the granted project FR/281/8-403/13.

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Б.Абуладзе, М.Ш.Джавахи, К.У.Габуня, М.В.Габелашвили. Разработка рецептуры мази потенциального средства для лечения грибковых заболеваний влажной кожи, вызванных грибами рода *Candida*. Изв. НАНаук Грузии, сер. хим., 2015, т. 41, № 4.
2. საქართველოს სახელმწიფო ფარმაცოპია, ტ. 1. თბილისი. 1998 წ.

სტანდარტიზაცია მალამოებისა საშოსა და ტერფის მიკოზების სამკურნალოდ
 ნინო აბულაძე, ქეთევანი გაბუნია, მკა ჯავახია, მანონი გაბელაშვილი, პავლე იაფიჩი
 აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
რეზიუმე

შემუშავებულია საშოსა და ტერფის სოკოვანი დაავადების სამკურნალო მალამოს სტანდარტიზაციის მეთოდიკა, რომელიც ბიოლოგიურად აქტიური შენაერთების სახით შეიცავს ტანინს, გალისა და რძის მჟავებს. მეთოდიკა შედგება ამ კომპონენტების თვისობრივი განსაზღვრისაგან, მთრიმლავი ნივთიერებების ჯამის რაოდენობრივი განსაზღვრისაგან და მეთოდიკის ვალიდაციის მონაცემებისაგან. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევიან ვიმსჯელოთ მეთოდიკის საკმარის სიზუსტესა და ნაყოფიერებაზე (რეპროდუქტიულობაზე).

СТАНДАРТИЗАЦИЯ МАЗИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МИКОЗОВ СТОП И ВЛАГАЛИЩА

Н.Б.Абуладзе, К.У.Габуня, М.Ш.Джавахи, М.В.Габелашвили, П.А.Явич
 Государственный университет им. А.Церетели, Кутаиси

РЕЗЮМЕ

Разработана методика стандартизации мази для лечения грибковых заболеваний влажной кожи пальцев ног, содержащую в качестве биологически активных соединений танин, галловую кислоту и молочную кислоту. Методика содержит качественную идентификацию данных компонентов, количественное определение суммы дубильных веществ и данные по валидации методики. Полученные результаты позволяют говорить о достаточной точности и воспроизводимости методики.

CHEMICAL TECHNOLOGY

SUPPOSITORY STANDARDIZATION FOR TREATING MYCOSIS OF VAGINA

Nino Abuladze, Ketevani Gabunia, Maka Javakhia, Manoni Gabelashvi, Pavel Ivach

Akaki Tsereteli State University

The paper dwells on developing suppository standardizing methodology for treating fungus diseases of vagina and the skin of the toes, which contain medical tannins, gallic acid and lactic acid as biologically active compounds. The methodology envisages qualitative identification of these components, quantitative determination of the amount of tanning agents, data on the test of dissolving, **melting temperature, time of total deformation, the uniformity of mass and the content uniformity of the average mass**. The conducted validation of the methodology for determining the amount of tanning agents allows for having reason to talk about sufficient accuracy and reproducibility of this methodology.

The development of new formulations of suppositories [1] is associated with the need to create the appropriate standardizing methodology. We present data (g) on a composition of one suppository weighing 5 g. Tannin – 0,3, gallic acid – 0,35, lactic acid is of 40%, hostacerine – 0,5, desalted water – 1,0, dimexidum – 0,1, cacao oil or biseptol – up to 5,0.

Suppositories are of globular or oval shape, of the yellowish-brownish color, weighing $5 \pm 0,2$ g. the diameter of suppository is under 1,5 cm. The size of the particles of the active substances injected into the suppository mass in the form of a suspension of solution does not exceed 100 mkm.

Standardizing methodology was developed in accordance with monographs of State pharmacopeia of Georgia [2].

Identification study.

5 suppositories were extracted in a flask with a capacity of 250 cm³ under reflux at a temperature of 45 degrees in 50 cm³ of water desalted within half an hour. This is a three-fold extraction (Solution A). The combined extract was cooled, filtered through the paper filter into the separating funnel or flask with mixer and hydraulic lock, then added with 30 cm³ of ethyl acetate and extracted within 15 minutes. This is a three-fold extraction. The combined extract was filtered through the paper filter into a flask with the volume capacity of 100 cm³, and then the volume was filled with the same solvent to the mark. 0,02 cm³ of solution was put on a starting line of the analytical chromatographic Silufol plate. Alongside, at a distance of 2 cm, there was put on 0,005 cm³ of a 0,5%-standard solution of gallic acid. The plate was dried in air and placed in a chamber previously saturated within three hours with a solvent mixture benzole-methanol-glacial acetic acid (45:8:15), and then it was chromatographed using ascending technique. When the solvent front was passed about 80 – 90% of a length of the plate from a starting line, it was taken out of a chamber, then dried at the temperature of 40-50°C within 5-10 minutes, and looked at in UV light at a wavelength of 365 nm. The chromatogram containing the tannin spots, at the level of a standard sample of gallic acid, shows the appropriate zone with $R_f = 0,6$ of the grey color (gallic acid).

0,5 ml of solution A were put in a test tube, then ferric chloride (III) was added in 5,5 ml of solution; there was appeared black and blue discoloration (tannin). When heating solution A with iodine and sodium hydrate, the scent of iodoform (lactic acid) was occurred

Quantitative determination.

1 suppository (5 g) was put in a flask equipped with mixer and black-flow condenser with the capacity of 200 cm³, then it was added with 50 cm³ of desalted water and extracted at boiling temperature for 10 minutes. The obtained extract was filtered through the paper filter into the measuring flask with the volume capacity of 250 cm³. The extraction in similar conditions was carried out twice more. The filter was washed with boiling water in portions 10 cm³ in each 5-6 times until negative reaction to tannins with a ferric chloride solution. The obtained extract was cooled and filled with desalted water to the mark at continuous mixing. 10 cm³ of the obtained extract were taken out with a dropper, transferred into the flask with the volume capacity of 250 cm³, added with 60 cm³ of desalted water and 10 cm³ of an indigo-sulphonic acid solution, and then titrated at continuous mixing with a permanganate potassium 0,02 mole/l solution until the golden-yellow discoloration. 1 cm³ of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution corresponds with 0,004157 of total tanning substances.

Simultaneously, the check experiment was carried out. The content of the amount of tannins (g) in a suppository was calculated according to the formula:

$$x_1 = \frac{[v - v_1] \times 250 \times 0,004157}{1 \times 10}$$

where,

v – the amount of cm^3 of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution spent for titration;

v_1 – the amount of cm^3 of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution spent for titration in the idle test;

250 – the volume cm^3 of a measuring flask, used for filtration;

10 - the volume of a solution cm^3 , used for titration;

0,004157 – total amount of tanning substances g, which corresponds with 1 cm^3 of a permanganate potassium 0,02 mole/l solution;

a – the amount of suppositories (g) taken for testing.

The analysis is performed in 3 parallel determinations.

The content of the amount of tannins in the suppository should be no less than 0,5 g.

Dissolving.

The test is conducted in a device with mixer. Dissolution medium – the buffer solution $\text{pH}=4,2\pm 0,2$, with a volume of 200 cm^3 , mixer rotation velocity – 50 rev/min, temperature - $37 \pm 0,5^\circ\text{C}$, the method of analysis – determination of the amount of tannins in a solution by method of permanganometric titration. Time of sampling – 45 minutes. The amount of tanning agents transferred into the dissolution medium makes up at least 70%.

Melting temperature not exceeding 37°C , at a time of total deformation not more than 15 minutes.

Uniformity of mass. Visually, there are no impregnations on a lengthwise section.

Content uniformity of the average mass. Divergence from the average mass does not exceed the allowable value.

Table 1. The validation characteristic for determining the content of the amount of tannins

Accuracy of determination						
The content of the amount of tannins						
Taken samples, units	The content of the amount of tannins, g	Added samples, % of taken ones	The content of tannins, g	Total, g	Obtained, g	Determination inaccuracy, %
1,0	0,51	10	0,051	0,561	0,53	-5,52
1,0	0,51	15	0,077	0,587	0,65	-4,26
1,0	0,51	50	0,255	0,765	0,73	-4,58
1,0	0,51	75	0,383	0,893	0,85	-4,82
1,0	0,51	100	0,51	1,02	0,952	-6,66

Studying the analysis results convergence

By the amount of tannins							
№ of sample					Average result	Relative divergence Max (%)	Relative divergence Min(%)
1	2	3	4	5			
0,525	0,54	0,515	0,51	0,52	0,522	3,44	3,39

Specificity (added 5% lactose)

№ of sample	By the amount of tannins						
	Analysis results						
	1	2	3	4	Average result	Relative divergence	
						Max(%)	Max(%)
1	0,480	0,45	0,496	0,498	0,481	6,45	4,17
2	0,496	0,485	0,453	0,442	0,469	5,76	3,41
3	0,482	0,460	0,459	0,471	0,460	4,78	0,22

Interim accuracy

Days of the week	№ of analyzer	By the amount of tannins		
		№ of sample		
		1	2	3
Monday	1	0,520	0,53	0,52
Tuesday	2	0,51	0,51	0,51
Wednesday	1	0,52	0,50	0,50
Thursday	2	0,54	0,51	0,53
Friday	1	0,515	0,51	0,51
Average		0,521	0,512	0,514
Max. divergence from the average result (%)		3,65	3,53	3,11

Linearity of determination is preserved within the limits of adding suppository in a tested solution from 5%, i.e. 0,25 g, to 3,55%, i.e. 1,775 g.

The work has been performed within the granted project FR/281/8-403/13..

ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Б.Абуладзе, М.Ш.Джавахиya, К.У.Габуния, М.В.Габелашвили. Разработка рецептуры мази потенциального средства для лечения грибковых заболеваний влагалища, вызванных грибами рода *Candida*. Изв. НАНаук Грузии, сер. хим., 2015, т. 41, № 4.
2. საქართველოს სახელმწიფო ფარმაცოპეა, ტ. 1. თბილისი. 1998 წ.

სტანდარტიზაცია სუპოზიტორიების საშოს მიკოზების სამკურნალოდ

ნინო აბულაძე, ქეთევანი გაბუნია, მაკა ჯავახია, მანონი გაბელაშვილი, პაველ იავიჩი
აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
რეზიუმე

შემუშავებულია სტანდარტიზაციის მეთოდიკა სუპოზიტორიების საშოს სოკოვანი დაავადების სამკურნალოდ, რომლებიც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების სახით შეიცავენ ტანინს, გალისა და რძის მჟავებს. მეთოდიკა შედგება ამ კომპონენტების თვისობრივი განსაზღვრისაგან, მთრიმლავი ნივთიერებების ჯამის რაოდენობრივი განსაზღვრისაგან, მონაცემებისაგან გახსნის ტესტის, ლღობის ტემპერატურის, სრული დეფორმაციის დროის, მასის ერთგვაროვნებისა და დოზირების ერთგვაროვნების შესახებ. მთრიმლავი ნივთიერებების ჯამის განსაზღვრის მეთოდიკის ჩატარებული ვალიდაცია საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ მეთოდიკის საკმარის სიზუსტესა და ნაყოფიერებაზე (რეპროდუქტიულობაზე).

СТАНДАРТИЗАЦИЯ СУППОЗИТОРИЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ МИКОЗОВ ВЛАГАЛИЩА

Н.Б.Абуладзе, К.У.Габуния, М.Ш.Джавахиya, М.В.Габелашвили, П.А.Явич
Государственный университет им. А.Церетели, Кутаиси

РЕЗЮМЕ

Разработана методика стандартизации суппозиторий для лечения грибковых заболеваний влагалища, содержащих в качестве биологически активных соединений танин, галловую кислоту и молочную кислоту. Методика содержит качественную идентификацию данных компонентов, количественное определение суммы дубильных веществ, данные по тесту растворения, температуре плавления, времени полной деформации, однородности массы и однородности дозирования средней массы. Проведенная валидация методики определения суммы дубильных веществ позволяет говорить о достаточной точности и воспроизводимости методики.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСАЖДЕНИЯ КАРБОНАТА БАРИЯ НА КРУПНО-ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕННОГО СЛОЯ

В.В.Рухадзе, И.Д.Камушадзе, М.Г.Кухалашвили

Государственный университет им. А. Церетели, г. Кутаиси, Грузия.

На крупной лабораторной установке непрерывного действия, с производительностью 2,65 кг/ч были изучены оптимальные условия проведения технологического процесса осаждения карбоната бария в условиях пенного слоя (ПС). Получены следующие данные: концентрация сульфида бария 130 гр/л, высота сливного порога 45см, скорость подачи раствора сульфида бария 300 мл/мин, в данном технологическом процессе последовательно соединены три реактора ПС. Выход карбоната бария составляет 97,58%. Сульфид бария и двуокись углерода в технологической схеме участвуют принципом противотока.

В процессе карбонизации раствора сульфида бария, кроме основного продукта – карбоната бария попутным полупродуктом является сероводород. Последний, по предложенной нами технологии, предусматривается использовать для получения сульфида цинка[1].

Поэтому на данном этапе проводилось исследование максимизации выхода карбоната бария с обеспечением максимальной концентрации сероводорода в отходящих газах. Это потребовало проведения процесса карбонизации с тремя реакторами, работающими по принципу противотока. Производительность установки по карбонату бария составляет 2,65 кг/час. Максимальный выход карбоната бария в предыдущих экспериментах достигнут при использовании рабочего раствора сульфида бария – 40г/л в сочетании с подобранными уровнями других переменных факторов процесса [2].

Однако, с целью приближения к практическим заводским условиям пришлось начальную концентрацию сульфида бария в рабочем растворе скорректировать в сторону повышения и приближения к заводским условиям – 120 – 130 г/л. Также пришлось корректировать концентрацию содержания в дутье углекислого газа, и в реализованных экспериментах концентрация углекислого газа в дутье составляет 20%. Углекислый газ такой концентрации имеется в отходящих газах восстановительных печей барита завода.

Реакторы пенного слоя изготовлены из нержавеющей стали и характеризуются следующими технологическими параметрами: диаметр 0,15м, высота 0,65м, площадь пода 0,020м², живое сечение пода 1%, объем дутья 1,5м³/час, скорость дутья 1,38м/с, давление под решиткой 19-20 Мпа.

Реакторы снабжены электрическим обогревателем с автоматической регулировкой температуры в пенном слое, который позволяет поддерживать температуру с точностью $\pm 3^{\circ}\text{C}$. Загрузка раствора осуществляется из напорного бака емкостью 100 л через ротометр, последний позволяет измерить скорость подачи раствора в интервале 0,05-3л/мин.

Раствор подается непосредственно в пенный слой. Реактор имеет четыре сливных порога, с помощью которых можно менять высоту пенного слоя. Центральный пульт позволяет следить за температурой в пенном слое, скоростью подачи раствора, скоростью подачи газа и давлением в системе.

С учетом результатов, проведенных на лабораторной установке исследований, был составлен ортогональный план первого порядка (табл.1), где ξ_1 – концентрация раствора сернистого бария, ξ_2 – высота кипящего слоя, ξ_3 – скорость загрузки раствора, ξ_4 количество реактива.

Для установления интервала времени отбора целевого продукта с учетом изменения одного из переменных параметров процесса проведен эксперимент, в котором через каждые 10 минут отбирались пробы. Из табл. 2 (опыты 1-5) видно, что стационарный режим устанавливается через 20 минут и в последующем периоде степень карбонизации и концентрация сероводорода не меняется. Проверку воспроизводимости, стационарности процесса и определение ошибки эксперимента произвели с помощью поставленных в нулевой точке двух серий экспериментов (опыты 6-11) по три эксперимента в каждой и вычислены средние значения выходов по серии.

Таблица 1. Матрица планирования для оптимизации процесса карбонизации раствора сульфида бария

Натуральные величины факторов		ξ_1 , г/л	ξ_2 , см	ξ_3 , мл/мин	ξ_4 , шт	Оптимизирующие величины	
Основной уровень		110	30	350	2		
Интервал варьиров.		20	15	50	1		
Верхний уровень		130	45	400	3		
Нижний уровень		90	15	300	1	%	%
Кодовое обозначение X_0 факторов		X_1	X_2	X_3	X_4	Y_1	Y_2
№эксп.	Порядок реализ.						
12	12	-	-	-	-	69,6	9,42
13	18	+	-	-	-	45,81	9,27
14	21	-	+	-	-	71,8	10,07
15	13	+	+	-	-	46,93	9,51
16	15	-	-	+	-	61,34	11,35
17	20	+	-	+	-	39,46	10,44
18	14	-	+	+	-	64,71	13,03
19	24	+	+	+	-	42,22	11,14
20	17	-	-	-	+	99,31	13,86
21	26	+	-	-	+	96,12	18,85
22	19	-	+	-	+	99,85	14,10
23	16	+	+	-	+	97,58	19,52
24	22	-	-	+	+	93,81	17,23
25	25	+	-	+	+	72,54	18,35
26	27	-	+	+	+	95,66	17,35
27	23	+	+	+	+	73,33	19,02

Таблица 2. Результаты статистических вычислений для проверки процесса карбонизации

Факторы	ξ_1 , г/л	ξ_2 , см	ξ_3 , мл/мин	ξ_4 , шт	Оптимизирующие параметры							
					Y_1^I	Y_1^{II}	Y_1^{III}	Y_1^{IV}	Y_2^I	Y_2^{II}	Y_2^{III}	Y_2^{IV}
Код. обоз. факторов	X_1	X_2	X_3	X_4	Выход карбоната бария, %				Содержание сероводорода в отходящих газах, %			
1	-	-	-	-	71,5	69,51	69,31	69,6	8,71	9,52	9,37	9,42
2	+	-	-	-	47,71	45,21	45,55	45,81	7,92	9,38	9,57	9,27
3	-	+	-	-	70,54	71,32	71,8	71,8	8,98	10,27	10,19	10,07
4	-	-	+	-	59,73	60,81	61,81	61,34	12,24	11,56	11,35	11,35
5	-	-	-	+	100,23	99,61	99,16	99,31	12,33	13,81	14,02	13,89
6	0	0	0	0	-	84,51	-	-	-	16,51	-	-
7	0	0	0	0	-	84,71	-	-	-	15,82	-	-
8	0	0	0	0	-	85,82	-	-	-	14,27	-	-
9	0	0	0	0	-	85,23	-	-	-	16,21	-	-
10	0	0	0	0	-	85,75	-	-	-	16,79	-	-
11	0	0	0	0	-	84,67	-	-	-	15,49	-	-

$$\sigma_1 = 85,2; \sigma_1^1 = 85,4; \sigma_2 = 15,7; \sigma_2^1 = 16,29$$

Среднеквадратичные отклонения для каждой серии: $(S_y^2)_1 = 0.499$; $(S_y^2)_2 = 0.7585$; $(S_y^2)_1^1 = 0.3$; $(S_y^2)_2^1 = 0.209$; $S_2^2 = 0.968$; $S_1^2 = 0.8$.

Ошибка эксперимента $(S_s^2)_1 = 0.4$; $(S_s^2)_2 = 0,48$. Вычисленные значения критериев Кохнера оказались меньше табличных ($G_{таб.} = 0,88$), что указывает на воспроизводимость и стационарность

процесса. После этого был составлен и реализован ортогональный план первого порядка вида $N = 2^4$. Эксперименты рандомизировались во времени с помощью таблицы случайных чисел.

На основе реализации ортогонального плана первого порядка типа 2^4 , условия которого приводятся в табл. 1. (Y и Y_2 – выход карбоната бария и концентрация сероводорода в отходящих газах), вычислены коэффициенты регрессии:

$$(b_0)_1 = 73.13, (b_1)_1 = -8.88, (b_2)_1 = 0.88, (b_3)_1 = -5.25, (b_4)_1 = 17.89,$$

$$(b_0)_2 = 13.93, (b_1)_2 = 0.57, (b_2)_2 = 0.35, (b_3)_2 = 0.87, (b_4)_2 = 3.4.$$

Ошибка в определении коэффициентов $S^2\{b_i\} = 0.025$, $S^2\{b_i\} = 0.03$. Критерий Стьюдента для степеней свободы $f = 5$ и для 95% - ного уровня значимости $t = 2.57$.

Все коэффициенты регрессии, кроме $(b_2)_2$, значимы, так как значения каждого из них больше, чем величина:

$$t \cdot S\{b_i\} = 2.57 \cdot 0.158 = 0.41; \quad t \cdot S\{b_i\} = 2.57 \cdot 0.173 = 0.45$$

Полученное уравнение регрессии для выхода карбоната бария имеет вид:

$$Y_1 = 73.13 - 8.88X_1 + 0.88X_2 - 5.25X_3 + 17.89X_4$$

а для концентрации сероводорода в отходящих газах:

$$Y_2 = 13.93 + 0.57X_1 + 0.35X_2 + 0.87X_3 + 3.4X_4$$

Как видно из табл. 1, в точке факторного пространства (соответствующий эксперимент 23) выход карбоната бария 97,85%, а концентрация сероводорода в отходящих газах 19,52%, что и соответствует 99%-ному превращению углекислого газа в карбонат бария. Так как степень карбонизации бария и концентрация сероводорода высоки, условия указанного эксперимента можно считать оптимальными.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Рухадзе В.В., Камушадзе И.Д., Ткавадзе Л.М., Сулакадзе Ц.Г. Оптимизация процесса осаждения сульфида цинка на крупно – лабораторной установке в условиях пенного слоя. Химический журнал Грузии, 2014, т.14, №1, стр.138-140.
2. Рухадзе В.В., Камушадзе И.Д. Математическое моделирование процесса осаждения карбоната бария из раствора сернистого бария углекислым газом. Евразийский Союз ученых «Современные концепции научных исследований», стр.116. Москва, 2015.

OPTIMIZATION OF THE PROCESS OF BARIUM CARBONATE DEPOSITION ON LARGE-LABORATORY FACILITY IN A CONTINUOUS FOAM LAYER

V.Rukhadze, I.Kamushadze, M.Kukhalashvili

Akaki Tsereteli Kutaisi State University

SUMMARY

In a large continuous laboratory device with a productivity of 2,65 kg/h have been studied the optimal conditions of the process of precipitation of barium carbonate in a foam layer (FL). We obtained the following: concentration of barium sulfide 130g/l, the skimming weir height 45 sm, flow rate of barium sulfide solution is 300 ml/min, in this technological process three MS reactors are sequently connected. Barium carbonate yield is 97,58%. Barium sulfide and carbon dioxide in the process scheme are involved with a counterflow principle.

ბარიუმის კარბონატის გამოლექვის პროცესის ოპტიმიზაცია მსხვილ ლაბორატორიულ უწყვეტი მოქმედების დანადგარზე ქაფურის რეაქტორში

ვ. რუხადე, ი. ქამუშადე, მ. კუხალაშვილი

აკაკი წერეთლის ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

შესწავლილია და დადგენილია ოპტიმალური პირობები ბარიუმის კარბონატის გამოლექვის პროცესის წარმოებისათვის მსხვილლაბორატორიულ უწყვეტი მოქმედების დანადგარზე, წარმადობით 2,65 კგ/სთ. მიღებულია შემდეგი ოპტიმალური პირობები: ბარიუმის სულფიდის კონცენტრაცია 130 გრ/ლ.; გადმოტვირთვის სიმაღლე 45 სმ.; ბარიუმის სულფიდის ხსნარის მიწოდების სიჩქარე 300 მლ/წთ, ტექნოლოგიური პროცესის წარმოების დროს შეერთებულია თანმიმდევრულად სამი ქაფურის რეაქტორი. ბარიუმის კარბონატის გამოსავალია 97,58%. ბარიუმის სულფიდი და ნახშირორჟანგიმონაწილეობენ ტექნოლოგიურ სქემაში წინააღდგინებითი პრინციპით.

აკადემიკოსი ეთერ ქემერტელიძე - ფარმაცოქიმიური მეცნიერების პატრიარქი

დაბადების 90 და სამეცნიერო-საზოგადოებრივი მოღვაწეობის
70 წლისთავთან დაკავშირებით



გამოჩენილი მეცნიერი, თვალსაჩინო საზოგადო მოღვაწე, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი, მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დოქტორი ეთერ პეტრეს ასული ქემერტელიძე დაიბადა დაბა საჩხერეში 1926 წლის 23 მარტს ღრმად განსწავლული ექიმის ოჯახში.

საჩხერის საშუალო სკოლის წარჩინებით დამთავრების შემდეგ 1941 წელს ჩაირიცხა თბილისის სახელმწიფო ფარმაცევტულ ინსტიტუტში, რომელიც 1946 წელს ასევე წარჩინებით დაამთავრა. იმავე წლიდან თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი ქიმიურ-ფარმაცევტული ინსტიტუტის ასპირანტია. 1953 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია და იქვე გააგრძელა სამეცნიერო მოღვაწეობა აკადემიკოს იოველ

ქუთათელაძის ხელმძღვანელობით.

ქალბატონმა ეთერმა 1973 წელს დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია. 1979 წელს არჩეული იქნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად, 1993 წელს კი ნამდვილ წევრად - აკადემიკოსად. 2004 წლიდან რუსეთის ფედერაციის სამედიცინო-ტექნიკური აკადემიის ნამდვილი წევრი - აკადემიკოსია.

სამეცნიერო-კვლევით ქიმიურ-ფარმაცევტულ ინსტიტუტში მოღვაწეობდნენ საქართველოში ფარმაცევტული განათლების, ფარმაცო-ქიმიური მეცნიერების, ქიმიურ-ფარმაცევტული მრეწველობის ფუძემდებლები და მეცნიერების კორიფეები. ინსტიტუტის მცირერიცხოვან, მაგრამ მაღალინტელექტუალურ კოლექტივში შესანიშნავი შემოქმედებითი ატმოსფერო სუფევდა, რაც ახალგაზრდებისთვის ცოდნის შეძენისა და მათი მაღალხეობრივი აღზრდისათვის საუცხოო პირობებს ქმნიდა.

ქალბატონი ეთერი აქტიურად ჩაება ინსტიტუტის საქმიანობაში, ის მონაწილეობას იღებდა ყველა იმ სამეცნიერო თემატიკის შესრულებაში, რომელიც აკადემიკოს იოველ ქუთათელაძის ხელმძღვანელობით მიმდინარეობდა, და რომელმაც განაპირობა 1932 წელს,

საქართველოს მთავრობის დადგენილებით, თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი ფარმაცოქიმიური ინსტიტუტის გახსნა.

ინსტიტუტის ჩამოყალიბებამ საფუძველი ჩაუყარა საქართველოში ფარმაცოქიმიური მეცნიერების განვითარებას, აქ მეტად ნაყოფიერად ინტელექტუალურ გარემოში გამოიწროო და დაბრძენდა ქ-ნი ეთერი, როგორც მკვლევარი და საუკეთესო მეწევერი. მან ინსტიტუტი საერთაშორისო დონის დაწესებულებად აქცია და მას დამსახურებული სახელი და დიდება მოუხვეჭა.

ეთერ ქემერტელიძე 1972-2005 წლებში ფარმაცოქიმიის ინსტიტუტის შეუცვლელი დირექტორია. მან ღირსეულად გააგრძელა თავისი წინამორბედების ტრადიციები, თავადაც მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა ფარმაცოქიმიური მეცნიერების განვითარებასა და მისი ახალი მიმართულებების ჩამოყალიბებაში. მისთვის დამახასიათებელი თანმიმდევრობით გააფართოვა ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის არეალი ცალკეული კლასის ქიმიურ ნაერთთა ჯგუფების მიხედვით. 1960 წელს ჩამოაყალიბა ფიტოქიმიის განყოფილება, სადაც მისი ხელმძღვანელობით გაიშალა მუშაობა ისეთ მეტაბოლიტებზე, როგორცაა საგულე გლიკოზიდები, სტეროიდული და ტრიტერპენული საპონინები, ლიპიდები, ფლავონოიდები, კუმარინები, ლიგნანები, ანტრაქინონები, პოლისაქარიდები, ტანინები; გაღრმავდა კვლევები ალკალოიდების, ფარმაცობოტანიკის, ანალიზური ქიმიის, სამკურნალო საშუალებათა ტექნოლოგიის განყოფილებებში; დაასრულა ექსპერიმენტული ბაზის მშენებლობა და აღჭურვა; დააარსა ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსის ლაბორატორია, რომელიც ფუნქციონირებდა როგორც რესპუბლიკური ცენტრი. წარმართა GMP-ის სტანდარტების მოთხოვნათა შესაბამისად მზა სამკურნალო პრეპარატების საწარმოო კორპუსის მშენებლობა.

სამეცნიერო სამუშაოთა მასშტაბურობა „მცენარიდან პაციენტამდე“ მოითხოვდა ყველა ეტაპზე შეუფერხებელ ორგანიზაციას. ჩამოაყალიბა სამკურნალო მცენარეთა საცდელი სადგურები შირაქის ველზე და წებელდაში, ინსტიტუტს შემოუერთა სამკურნალო მცენარეთა საკავშირო ინსტიტუტის ამიერკავკასიის ქობულეთის ზონალური სადგური.

ცალკეული მიმართულებები, სწორად დაგეგმილი სამეცნიერო თემატიკა, მეცნიერული პროდუქცია - საინტერესო ბიოლოგიურად აქტიური ინდივიდუალური ნივთიერება თუ ჯამური სუბსტანცია, სტრუქტურულად ახალი ნაერთები, ინსტიტუტის წარმატებებს განაპირობებდა. მუშავდებოდა ახალი ტექნოლოგიები, ანალიზის ახალი მეთოდები და ხერხები; მიმდინარეობდა დამატებითი სამკურნალო ნედლეულის ძიება, აკად. ე. ქემერტელიძემ მეცნიერული ალლოთი და სწორი მიდგომით თავის მოწაფეებთან ერთად გამოავლინა საინტერესო ქიმიური შედგენილობის და ბიოლოგიური აქტიობის მქონე მრავალი მცენარე. მისი მონაწილეობით და ხელმძღვანელობით იზოლირებული და დახასიათებულია 3 ათასამდე ინდივიდუალური ნაერთი, აგრეთვე მათი გარდაქმნის, სინთეზის, ნახევარ-სინთეზის პროდუქტები. 200-ზე მეტი სტრუქტურულად ახალი ნაერთია აღმოჩენილი და დარეგისტრირებული ახალ ნაერთთა საერთაშორისო კატალოგში. მისი მონაწილეობით და ხელმძღვანელობით შექმნილია 25 პრეპარატი: „დიგიცილი“, „დიგიცილენი“, „ჰელიპოლი“, „ტრიბუსპონინი“, „ათეროსპონინი“, „კოლხისპონინი“, „რუსკოპონინი“, „ცარუბოლი“, „თეასაპონინი“, „ფლარონინი“, „როდოპესი“, „სატურინი“, „სალბინი“, „გინკგობათი“, „რამნილი“, „კარიპაზიმი“ და სხვ., ბიოქიმიური რეაქტივის - დიგიტონინის მიღების

შემუშავებული მეთოდი დაპატენტებული იყო ინგლისში, გერმანიაში და შვეიცარიაში. მოწოდებული იქნა ჰორმონალური პრეპარატების სინთეზის ნედლეული ტიგოგენინი და სხვა. პრეპარატების წარმოება მიმდინარეობდა შოლკოვოს ბიოკომბინატში, ყაზანის ქიმიურ კომბინატ „ტასმა“-ში, ბათუმისა და თბილისის ფარმაცევტულ ქარხნებში.

შემოქმედებითი კავშირები დამყარდა უცხოეთის წამყვან სამეცნიერო ცენტრებთან. ფარმაცოქიმის ინსტიტუტი 1972 წლიდან 20-მდე საერთაშორისო სიმპოზიუმისა და კონფერენციის მასპინძელი იყო.

პრეპარატების შექმნა შეუძლებელი იყო მაღალკვალიფიციური კადრების გარეშე, 1965 წლიდან დღემდე ფარმაცოქიმის ინსტიტუტში ეთერ ქემერტელიძის ხელმძღვანელობით დაცულია 40 საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია.

ქალბატონ ეთერ ქემერტელიძეს მიღებული აქვს საქართველოს სახელმწიფო პრემია საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა დარგში, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პეტრე მელიქიშვილის სახელობისა და იოველ ქუთათელაძის სახელობის პრემიები.

ინსტიტუტის ყველა წარმატება ქალბატონ ეთერ ქემერტელიძის დაუღალავი, თავდაუზოგავი შრომით არის მიღწეული. მისთვის არ არსებობს თავისუფალი დრო. ქალბატონი ეთერისთვის დრო უსაზღვროდ დიდია, ის ყველგან მონაწილეობს ჭირსა თუ ლხინში, ყველაფერს ასწრებს. ეს მისი ორგანიზებული ცხოვრების წესია და ამ მხრივ ყველასთვის სამაგალითოა.

2005 წლიდან ეთერ ქემერტელიძე ინსტიტუტში სტეროიდული ნაერთების ლაბორატორიის ხელმძღვანელია. მიუხედავად იმისა, რომ ის არ არის დირექტორი, მას არ შეუწყვეტია მუშაობა ინსტიტუტის გადასარჩენად. მისი ძალისხმევითაა, რომ ფარმაცოქიმის ინსტიტუტი დღესაც არსებობს. მიუხედავად მძიმე პირობებისა ქ-ნი ეთერი გამძლეობის მაგალითს აძლევს თანამშრომლებს და მომავლის რწმენას უმტკიცებს. დღესაც, მიუხედავად სოლიდური ასაკისა, ენერგიულად და გატაცებით მუშაობს.

საქმისადმი უსაზღვრო თავდადება, ენთუზიაზმი, ღრმა ცოდნა, დარგის განვითარების პერსპექტივის მკაფიოდ გამოხატული ხედვა, ამაღლებული ბუნება, კეთილშობილება და დიდებული უბრალოება პიროვნულობასთან შერწყმული - ესაა ეთერ ქემერტელიძის დამახასიათებელი თვისებების ჩამონათვალი.

აკადემიკოსი ეთერ ქემერტელიძე აქტიურ სამეცნიერო ორგანიზაციულ მუშაობას ეწევა. არის საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა ქიმიის საპრობლემო საბჭოს თავმჯდომარე, სახელმწიფო პრემიების მიმნიჭებელი კომიტეტის წევრი, სწავლულ ექსპერტთა საბჭოს წევრი, ოთხი საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალის სარედაქციო კოლეგიის წევრი, იყო სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარე ფარმაცევტულ მეცნიერებათა დარგში. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის დარგობრივი კომისიის „ფარმაცოქიმია“ თავმჯდომარეა. საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართულ უნივერსიტეტში მან ჩამოაყალიბა მიმართულება „ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა ქიმია და სამკურნალო პრეპარატების ექსპერტიზა“. აქვე ხელმძღვანელობს მაგისტრანტებისა და დოქტორანტების მომზადებას. ასევე არის საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა თამარ მეფის სახელობის უნივერსიტეტში ფარმაციის მიმართულების ხელმძღვანელი. ქალბატონი ეთერი საერთაშორისო მნიშვნელობის

პიროვნებაა არამარტო როგორც მეცნიერი, არამედ როგორც საზოგადო მოღვაწე. იგი საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის, საკავშირო სამედიცინო მეცნიერებათა აკადემიის, სსრკ მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის ექვსი სხვადასხვა სამეცნიერო საპრობლემო საბჭოს წევრი იყო. არჩეული იყო სსრკ უმაღლესი საბჭოს მე-11 მოწვევის დეპუტატად; სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს ჯანმრთელობის დაცვისა და სოციალური უზრუნველყოფის კომისიის თავმჯდომარის მოადგილედ; საბჭოთა კავშირი-საფრანგეთის საპარლამენტო კომისიის წევრად. მუშაობდა სსრ კავშირის უმაღლესი საბჭოს საარჩევნო კომისიაში ქალთა კომიტეტიდან; მონაწილეობდა საბჭოთა ქალთა კომიტეტის დელეგაციაში აშშ-ში დევიზით „მშვიდობის ხიდები მსოფლიოში“.

ეთერ ქემერტელიძე დაჯილდოებულია საბჭოთა კავშირის საპატიო ნიშნისა და შრომის წითელი დროშის ორდენებით, საქართველოს ღირსების ორდენით; ამერიკის ბიოგრაფიის ინსტიტუტის საერთაშორისო კოლეგიის ოქროს ფირფიტით, როგორც 1997 წლის გამორჩეული მეცნიერი მცენარეთა ქიმიის დარგში; ინგლისის საერთაშორისო ბიოგრაფიული ცენტრის მედლით “1900-2000 საუკუნის პიროვნება“ XX საუკუნეში გაწეული განსაკუთრებული ღვაწლისათვის; საერთაშორისო ფონდის საპატიო ნიშნის მედლით „მეცნიერული პარტნიორობა“, საქართველოს ეკლესიის უმაღლესი ჯილდოთი - წმიდა გიორგის ოქროს ორდენით. ავტორია 559 სამეცნიერო ნაშრომის და პუბლიცისტური წერილების, 12 მონოგრაფიის, 87 საავტორო მოწმობისა და პატენტის, 25 სამკურნალო პრეპარატის და ქიმიური რეაქტივის.

აკადემიკოსი ეთერ ქემერტელიძე ქართული ფარმაკოქიმიური მეცნიერების ჭეშმარიტი ლიდერია. 70 წლის მეცნიერული, პედაგოგიური და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის მანძილზე ეთერ ქემერტელიძემ მოიპოვა უდიდესი ავტორიტეტი და პატივისცემა არა მარტო საქართველოში, არამედ მსოფლიოს ფიტოქიმიკოსთა მეცნიერული საზოგადოების წინაშე.

ძვირფასო ქალბატონო ეთერ, გილოცავთ ღირსშესანიშნავ იუბილეს, გისურვებთ ჯანმრთელობას, სიხარულს, ბედნიერებას, რომ კიდევ ჩვეული მხნეობითა და ენერგიით ემსახუროთ თქვენს საყვარელ საქმეს - საქართველოში ქიმიური მეცნიერების განვითარებას.

თსსუ იოველ ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი

**საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის
ჟურნალ „მაცნე, ქიმიის სერია“ სარედაქციო კოლეგია**

CONGRATULATION

The scientific community of Georgia congratulates outstanding scientist-pharmacochemist, academician of the Georgian National Academy of Sciences Ether P. Kemertelidze with glorious 90th anniversary

ПОЗДРАВЛЕНИЕ

Научная общественность Грузии поздравляет выдающегося ученого-фармакохимика, академика НАН Грузии Этери Петровну Кемертелидзе со славным юбилеем 90-летия.

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 (Sylfaen ან LitNusx ქართული Times New Roman და ინგლისური და რუსული ტექსტებისათვის), Microsoft Word ფაილის (*.doc ან *.docx) 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 რეზიუმეების მომზადება ორივე ენაზე.

სარედაქციო კოლეგიასთან შეთანხმებული საფასური უნდა იყოს გადარიცხული საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ანგარიშზე “ლიბერთი” ბანკში № GE80LB0121115150495000, საიდენტიფიკაციო კოდი 203851536.

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 (font Times New Roman for English and Russian, Sylfaen for Georgian) of articles in a form of Microsoft Word files (*.doc or *.docx), figures and pictures – as monochrome 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.

Agreed with the Editorial Board publishing expenses are to be paid at the Liberty Bank on the account of the Georgian National Academy of Sciences No GE80LB0121115150495000, identification code 203851536.

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 (фонт Times New Roman для русского и английского, Sylfaen или LitNusx для грузинского языков) в виде файлов Microsoft Word (*.doc или *.docx), а рисунки, чертежи и фотоснимки – в виде черно-белых графических (*.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.

Оплата расходов по публикации производится перечислением согласованной с коллегией суммы на счёт Национальной Академии наук Грузии в банке «Либерти» № GE80LB0121115150495000, идентификационный код 203851536.