

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
2010 №4	Volume 36
	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**

**2010 №4**      **ტომი**  
**Volume 36**  
**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 36 № 4

Том

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

წელიწადში 4 ნომერი  
4 numbers annually  
4 номера в год

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2010

## სარედაქციო კოლეგია

თ.ანდრონიკაშვილი (რედაქტორი), თ.აგლაძე, ი.ბარათაშვილი, ი.რუჟილო (პოლონეთი),  
ე.ქემერტელიძე, შ.სამსონია, გ.ცინცაძე (რედაქტორის მოადგილე), გ.ციციშვილი,  
გ.ციციშვილი (რედაქტორის მოადგილე), კ.ჯაფარიძე (რედაქტორის მოადგილე)

პასუხისმგებელი მდივანი რ.ცისკარიშვილი  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი  
0186 თბილისი, ჯიქიას ქ. № 5; ტელ. 54-15-68; ელ.ფოსტა: chematsne@posta.ge  
ჟურნალის ელექტრონული ვერსია (ტომი 33, № 1–დან) იხილეთ ვებ-გვერდზე:  
www.ipoc.org.ge  
სტატიების რეზიუმეებს აქვეყნებს Chemical Abstracts\* და საქართველოს რეფერატიული ჟურნალი\*\*

## EDITORIAL BOARD

T.Andronikashvili (Editor), T.Agladze, I.Baratashvili, K.Japaridze (Associate Editor),  
E.Kemertelidze, Jan K.Rózylo (Poland), Sh.Samsoniya, G.Tsintsadze (Associate Editor),  
G.Tsitsishvili, V.Tsitsishvili (Associate Editor)

Executive Secretary R.Tsiskarishvili  
Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry  
5 Jikia str., Tbilisi 0186; tel.: 54-15-68; 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

Т.Г.Андроникашвили (редактор), Т.Р.Агладзе, И.Б.Бараташвили, К.Г.Джапаридзе  
(заместитель редактора), Э.П.Кемертелидзе, Я.К.Ружило (Польша), Ш.А.Самсония,  
Г.В.Цинцадзе (заместитель редактора), Г.В.Цицишвили, В.Г.Цицишвили (заместитель  
редактора)

Ответственный секретарь Р.П.Цискаришвили  
Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили  
0186 Тбилиси, ул. Джикия 5; тел. 54-15-68; 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 \*\*

<sup>1</sup> 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](http://www.tech.caucasus.net)

## შინაარსი

### ატომბანული ქიმია

- მ.კეჟერაშვილი, ნ.ლექიშვილი.* მინერალური შემკვებების გავლენა პოლივინილქლორიდის კომპოზიციის თვისებებზე 411

### ელექტროქიმია

- გ.აგლაძე, გ.წურწუშია, ნ.ქოიავა, ნ.გოვიშვილი, ლ.ბერიაშვილი, ი.ზარიძე, დ.გოგოლი.* 414  
სხვადასხვა ტიპის ანიონსელექტიურ მემბრანებიან უჯრედებში  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  და  $\text{MnSO}_4$  ელექტროლიტთა ხსნარების მასათა გადატანის პროცესების შესწავლა

### ორბანული ქიმია

- ნ.ჯანბეგოვი, ფ.ნასროვი, ს.რაფიევა, ე.მარკოვა, გ.გასანოვა, მ.მამედოვი.* 424  
“ჰეტეროგენიზირებული” კატალიზური სისტემები დითიოფოსფორილირებული სილიკატების ბაზაზე \*

### ბიოორბანული ქიმია

- ნ.ქარქაშაძე, ი.აბდუშელიშვილი, რ.კუბლაშვილი.* ბუნებრივი D-ამინომჟავები 425

### ფიზიკური ქიმია

- ა.არჩულიშვილი.* დიფრაქციული მესერის გავლენა სინათლის ცუგის ფორმაზე 428

- გ.ციციშვილი, ვ.ციციშვილი, ნ.დოლაბერიძე, ნ.მირძველი, მ.ალელიშვილი, მ.ნიჭარაძე.* 436  
ნანოგანზომილებიანი ცეოლითური მასალების ქიმიური მიღება. II. ფილაპსიტის გელების გადაკრისტალება\*

- მ.ქვარაია, ჯ.კერესელიძე, ზ.ფაჩულია, თ.ზარქუა.* ციტოზინის ყველა შესაძლო ტაუტომერული გარდაქმნის ენერგეტიკული შესწავლა\* 439

- ნ.მგალობლიშვილი, ჯ.კერესელიძე, გ.ცინცაძე, ნ.თელია.* როდანიის ნაწარმების მეტალებთან კომპლექსების წარმოქმნის უნარის კვანტურ-ქიმიური შესწავლა\* 441

### მათემატიკური ქიმია

- მ.რუსია, მ.ბედინაშვილი, მ.გვერდწითელი.* რადიკალური ელიმინაციის რეაქციათა შესწავლა ფსევდო-რნბ-მარტიცების მეთოდის ფარგლებში 442

- მ.რუსია, ნ.ოვსიანიკოვა, თ.დავითაია, მ.გვერდწითელი.* რადიკალური ჩანაცვლების რეაქციების კინეტიკური და თერმოდინამიკური პარამეტრების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა ფსევდო-რნბ-მარტიცების მეთოდის ფარგლებში 444

- მ.ქარხაძე, მ.გვერდწითელი.* ალკილაცეტილენების მათემატიკურ-ქიმიური შესწავლა\* 447

### მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

- ნ.ონიკიძე, გ.ჯოხაძე, გ.ოთინაშვილი, ლ.ყირმელაშვილი, რ.ქაცარავა.* ახალი ფუნქციური პოლიესტერამიდების სინთეზი  $\text{O}_3\text{O}'$ -დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავების აქტივირებული დიესტერების საფუძველზე 448

- თ.მემანიშვილი, მ.გვერდწითელი, დ.ტულუში, დ.ზარაძე, რ.ქაცარავა.* ახალი ბიოდეგრადირებადი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანები) L-არგინინის საფუძველზე 456

- თ.ჭყონია, ლ.სვანიძე, ბ.ფურცელაძე, მ.სვანიძე.* კათიონიტების სინთეზი მეტალურგიული ქარხნის კოქსოქიმიური საამქროს ფენოლური ფრაქციების ბაზაზე 466

\* რეზიუმე

**კომპლექსნაერთთა ქიმია**

*ეკვეზერელი, ალექსა, გ.ცინცაძე.* გერმანიუმის (IV) კორდინაციული ნაერთები პირიდინკარბო-მჟავების ჰიდრაზიდებთან\* 473

**ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები**

*თ.წივწივაძე, ნ.ჩიგოვიძე, რ.კლდიაშვილი, რ.სხილაძე, გ.სულაქველიძე.* ბიოლოგიურად აქტიური ახალი თაობის სამკურნალო-პროფილაქტიკური კვების დანამატები 474

*თ.წივწივაძე, ნ.ჩიგოვიძე, რ.სხილაძე, რ.კლდიაშვილი, გ.სულაქველიძე.* მუხის სამკურნალო ძმარი 483

**ბარემოს ქიმია**

*ა.დოლიძე, ი.მიქაძე, ო.ლომთაძე, ნ.ქავთარაძე, ნ.ბარბაქაძე.* მცენარეთა ღაცვის ეკოლოგიურად უსაფრთხო ზოგიერთი პრეპარატი\* 492

*ნ.კუჭავა, პ.ბნაძე.* გარემოს გამა-რადიაციული ფონის სპექტრალური შემადგენლობა\* 499

*ნ.ქავთარაძე, თ.ალავიძე, ი.მიქაძე, რ.ურდია, ა.დოლიძე.* მცენარეული ნედლეულის გამოყენება სამკურნალო საშუალებების მისაღებად 500

**აბრარული ქიმია**

*ლ.შუბლაძე, ა.დოლიძე, ო.ლომთაძე, ლ.ცხვედაძე, ლ.თარალაშვილი, მ.მახათაძე.* პრეპარატების “ანტიპესტის” და “თუთიის დიჰიდროფოსფატის” ნარჩენი რაოდენობების განსაზღვრა ყურძნის წვენში და ღვინოში 503

**ქიმიური ტექნოლოგია**

*ვ.ციციშვილი, ს.უროტაძე, ნ.ოსიპოვა, თ.კვერნაძე, ი.ყარალაშვილი, ნ.კლარჯეიშვილი.* ბუნებრივი ცელიტები ჩამდინარე წყლების გაწმენდის საქმეში 506

*ლ.ტატიაშვილი, თ.ურჩინიშვილი, ნ.წეროძე, ი.მიქაძე, ა.დოლიძე.* განახლებადი მცენარეული ანარჩენების რაციონალური გამოყენების შესაძლებლობების შესახებ 509

*ჯ.ბაღდავაძე, რ.რაზმაძე, ზ.წიქარიძე, ა.კანდელაკი.* მაღალი სისუფთავის ანთიმონის მიღების პროცესების შესწავლა\* 516

*მ.დათუაშვილი.* პოლიეთერ-იზოციანატური კომპოზიტებისაგან ტანსაცმლის დეტალთა ფორმირების მეთოდის შესწავლა\* 519

*მ.შალამბერიძე, ნ.ლომთაძე, მ.გრძელიძე.* საფენსაცმელე დანიშნულების თერმოელასტოპლასტების პლასტოელასტიური თვისებების კვლევა\* 522

**ქიმიის ისტორია**

*ნ.კუპატაძე, რ.ცისკარიშვილი, ვ.ციციშვილი, ქ.ქორიაშვილი, ა.დოლიძე.* საქართველოში ქიმიის მეცნიერული კვლევის ცენტრის შექმნის შესახებ 523

**ბას სენეზა – ელისაბედ ბენაშვილი** 527

**ბას სენეზა – ლევან ჯაფარიძე** 530

**ინფორმაცია ავტორებისათვის** 533

\* რეზიუმე

---



---

**CONTENTS**
**ANORGANIC CHEMISTRY**

- M.Kezherashvili, N.Lekishvili.* Influence of Mineral Fillers on Properties of Polyvinylchloride Compositions\* 413

**ELECTROCHEMISTRY**

- G.Agladze, G.Tsurtsumia, N.Koiava, N.Gogishvili, L.Beriashvili, I.Zaridze, D.Gogoli.* Mass Transport of  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and  $\text{MnSO}_4$  Electrolytes Through Different Anion-Exchange Membranes\* 420

**ORGANIC CHEMISTRY**

- N.F.Janibekov, F.A.Nasirov, S.R.Rafiyeva, E.I.Markova, G.N.Gasanova, M.Kh.Mamedov.* "Heterogeneous" Catalytic Systems on Base of Dithiophosphoric Silica Gel\* 424

**BIOORGANIC CHEMISTRY**

- N.Karkashadze, I.Abdushelishvili, R.Kublashvili.* Natural D-Amino Acids\* 427

**PHYSICAL CHEMISTRY**

- A.Rcheulishvili.* The Influence of Diffraction Grating to the Light Waves Train's form\* 434

- G.Tsitsishvili, V.Tsitsishvili, N.Dolaberidze, N.Mirdzveli, M.Alelishvili, M.Nijaradze.* Chemical Preparation of Nano-Sized Zeolite Materials. II. Re-Crystallization of Phillipsite Gels 435

- M.Kvaraia, J.Kereselidze, Z.Pachulia, T.Zarquaa.* Energetic Study of All Possible Tautomeric Transformation of Cytosine\* 439

- N.Mgaloblishvili, J.Kereselidze, G.Tsintsadze, N.Thelia.* Quantum-Chemical Study of Ability of Formation of Rodanine Derivatives Complexes With Metals\* 441

**MATHEMATICAL CHEMISTRY**

- M.Rusia, M.Bedinashvili, M.Gverdtsiteli.* Study of Radical Elimination Reactions Within The Scope of Pseudo-ANB-Matrices Method\* 443

- M.Rusia, N.Ovsyanikova, T.Davitaya, M.Gverdtsiteli.* Mathematic-Chemical Investigation of Kinetic and Thermodynamic Parameters of Radical Substitution Reactions Within The Scope of Pseudo-ANB-Matrices Method\* 445

- M.Karchkhadze, M.Gverdtsiteli.* Mathematical-Chemical Study of Alkylacetylenes\* 447

**CHEMISTRY OF MACROMOLECULAR COMPOUNDS**

- N.Ochkhikidze, G.Jokhadze, G.Otinashvili, L.Kirmelashvili, R.Katsarava.* Synthesis of New Functional Poly(ester amide)s on The Basis of Active Diesters of O,O'-diacyl-bis-glycolic Acids\* 455

- T.Memanishvili, M.Gverdtsiteli, D.Tugushi, D.Kharadze, R.Katsarava.* New L-Arginine-Based Biodegradable Poly(ether ester urethane)s\* 465

- T.Tchkonია, L.Svanidze, B.Purtseladze, M.Svanidze.* Ion-Exchangers Obtained on The Base of Synthesis of Phenol Fractions in Chemical-Coke Shop at Metallurgical Plant\* 467

**CHEMISTRY OF COORDINATION COMPOUNDS**

- E.Kvezereli, A.Lezhava, G.Tsintsadze.* Coordination Compounds of Germanium (IV) With Hydrazides of Pyridine Carboxylic Acids\* 473

**BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS**

- T.Tsivtsivadze, N.Chigogidze, R.Skhiladze, R.Kldiashvili, G.Sulakvelidze.* Therapeutic and Preventive Biologically Active Food Additives of New Generation\* 481

---

\* Summary



<i>T.Tsivtsivadze, N.Chigogidze, R.Skhiladze, R.Kldiashvili, G.Sulakvelidze.</i> Therapeutic Oak Vinegar*	491
<b><u>ENVIRONMENTAL CHEMISTRY</u></b>	
<i>A.Dolidze, I.Mikadze, O.Lomtadze, N.Kavtaradze, N.Barbakadze.</i> Some Ecologically Safe Preparations of Plant Protection	492
<i>N.Kuchava, P.Imnadze.</i> Spectral Composition of The Environment Gamma-Radiation Background	496
<i>N.Kavtaradze, T.Alavidze, I.Mikadze, R.Uridia, A.Dolidze.</i> Use of Plant Raw Materials for Obtaining of Medical Means*	502
<b><u>AGRARIAN CHEMISTRY</u></b>	
<i>L.Shubladze, A.Dolidze, O.Lomtadze, L.Tskhvedadze, L.Taralashvili, M.Makharadze.</i> Definition Reidues “Antipesti” and “Dihydrogen Zinc” in Grape Juice and Wine*	505
<b><u>CHEMICAL TECHNOLOGY</u></b>	
<i>V.Tsitsishvili, S.Urotadze, N.Osipova, T.Kvernadze, I.Karalashvili, N.Klarjeishvili.</i> Natural Zeolites in Waste-Water Treatment*	508
<i>L.Tatiashvili, T.Uchaneishvili, N.Tserodze, I.Mikadze, A.Dolidze.</i> About Possibilities of Rational Use of Plant Renewable Raw Materials *	512
<i>J.Bagdavadze, R.Razmadze, Z.Tsikaridze, A.Kandelaki.</i> Study of Processes for Obtaining High-Purity Sb*	516
<i>M.Datuashvili.</i> Study of Clothes Molding Method from Polyester Izocyanate Composites *	519
<i>M.Shalamberidze, N.Lomtadze, M.Grdzelidze.</i> Research of Plastoelastic Properties of Thermoelastoplasts for Shoe Appointment*	522
<b><u>HISTORY OF CHEMISTRY</u></b>	
<i>N.Kupatadze, R.Tsiskarishvili, V.Tsitsishvili, K.Kochiashvili, A.Dolidze.</i> On Establishing Research Centre of Chemical Science in Georgia*	526
<b>IN MEMORY OF E.BENASHVILI</b>	529
<b>IN MEMORY OF L.JAPARIDZE</b>	532
<b>INFORMATION for AUTHORS</b>	533

\* Summary



## СОДЕРЖАНИЕ

**НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

- М.Г.Кежерашвили, Н.Г.Лекишвили.* Влияние минеральных наполнителей на свойства поливинилхлоридной композиции\* 413

**ЭЛЕКТРОХИМИЯ**

- Г.Р.Агладзе, Г.С.Цуциумия, Н.Ш.Коиавя, Н.Ш.Гозишвили, Л.Д.Бериашвиди, И.Т.Заридзе, Д.Г.Гоголи.* Изучение процесса массопереноса растворов электролитов  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $\text{MnSO}_4$  в ячейках с различными типами анионселективных мембран\* 420

**ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

- Н.Ф.Джанибеков, Ф.А.Насиров, С.Р.Рафиева, Е.И.Маркова, Г.Н.Гасанова, М.Х.Мамедов.* «Гетерогенизированные» каталитические системы на основе дитиофосфорилированного силикагеля 421

**БИООРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

- Н.Г.Каркашадзе, И.Абдушлишвили, Р.Кублашвили.* Природные D-аминокислоты\* 427

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

- А.Н.Рчулишвили.* Влияние дифракционной решетки на форму цугов разлагаемого света\* 434
- Г.В.Цицишвили, В.Г.Цицишвили, Н.М.Долаберидзе, Н.А.Мирдзвели, М.В.Алелишвили, М.О.Нишарадзе.* Химическое получение наноразмерных цеолитов. II. Перекристаллизация филиппситовых гелей\* 436
- М.Т.Квараия, Дж.А.Кереселидзе, З.В.Пачулия, Т.Ш.Заркуа.* Энергетическое изучение всевозможных таутомерных превращений цитозина 437
- Н.О.Мгалоблишвили, Дж.А.Кереселидзе, Г.В.Цинцадзе, Н.М.Телия.* Квантово-химическое изучение способности производных роданина к образованию комплексов с металлами 440

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

- М.Ш.Русия, М.В.Бединашвили, М.И.Гвердцители.* Изучение реакций радикальной элиминации в рамках метода псевдо-ПНС-матриц\* 443
- М.Ш.Русия, Н.Н.Овсяникова, Т.Н.Давитая, М.И.Гвердцители.* Математико-химическое исследование кинетических и термодинамических параметров реакций радикального замещения в рамках метода псевдо-ПНС-матриц\* 445
- М.Г.Карчхадзе, М.И.Гвердцители.* Математико-химическое изучение алкилацетиленов 446

**ХИМИЯ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

- Н.Т.Очхикидзе, Г.А.Джухадзе, Г.Г.Отинашвили, Л.И.Кирмелашвили, Р.Д.Кацаравя.* Синтез новых функциональных полиэфирамидов на основе активированных эфиров О,О'-диацил-бис-гликолевых кислот\* 455
- Т.Н.Меманишвили, М.Г.Гвердцители, Д.С.Тугуши, Д.П.Харадзе, Р.Д.Кацаравя.* Новые поли(эфирэстеруретаны) на основе L-аргинина\* 465
- Т.Чкония, Л.Сванидзе, Б.Пурцеладзе, М.Сванидзе.* Иониты, полученные на основе синтеза фенольных фракций коксохимического цеха металлургического завода\* 467

---

\* Резюме

**ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

- Э.А.Квезерели, А.П.Лежава, Г.В.Цинцадзе.* Координационные соединения германия (IV) с гидразидами пиридинкарбоновых кислот 468

**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

- Т.И.Цивцивадзе, Н.Ш.Чигогидзе, Р.Ш.Клдиашвили, Р.А.Схиладзе, Г.А.Сулаквелидзе.* Биологически активные лечебно-профилактические пищевые добавки нового поколения\* 482
- Т.И.Цивцивадзе, Н.Ш.Чигогидзе, Р.А.Схиладзе, Р.Ш.Клдиашвили, Г.А.Сулаквелидзе.* Лечебный дубовый уксус\* 491

**ХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

- А.В.Долидзе, И.И.Микадзе, О.Г.Ломтадзе, Н.А.Кавтарадзе, Н.Г.Барбакадзе.* Некоторые экологически безопасные препараты защиты растений\* 495
- Н.Е.Кучава, П.М.Имнадзе.* Спектральный состав гамма-радиационного фона окружающей среды\* 499
- Н.А.Кавтарадзе, Т.Г.Алавидзе, И.И.Микадзе, Р.З.Уридия, А.В.Долидзе.* Использование растительного сырья для получения лечебных средств\* 502

**АГРОХИМИЯ**

- Л.Шубладзе, А.В.Долидзе, О.Г.Ломтадзе, Л.Цхведадзе, Л. Таралашвили, М.Махатадзе.* Определение остаточного количества препаратов «антипести» и «дигидрофосфат цинка» в виноградном соке и вине\* 505

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

- В.Г.Цицишвили, С.Л.Уротадзе, Н.А.Осипова, Т.К.Квернадзе, И.А.Каралашвили, Н.А.Кларджеишвили.* Природные цеолиты в деле очистки сточных вод\* 508
- Л.Т.Татиашвили, Т.Г.Учанеишвили, Н.П.Церодзе, И.И.Микадзе, А.В.Долидзе.* О возможностях рационального использования возобновляемого растительного сырья\* 512
- Д.И.Багдавадзе, Р.С.Размадзе, З.Н.Цикаридзе, А.З.Канделаки.* Изучение процессов получения сурьмы высокой чистоты 513
- М.В.Датуашвили.* Исследование метода формования деталей одежды из полиэфир-изоцианатных композитов 517
- М.М.Шаламберидзе, Н.З.Ломтадзе, М.Г.Грдзелидзе.* Исследование пластоэластических свойств термоэластопластов обувного назначения 520

**ИСТОРИЯ ХИМИИ**

- Н.О.Купатадзе, Р.П.Цискаришвили, В.Г.Цицишвили, К.Н.Кочиашвили, А.В.Долидзе.* О создании в Грузии химического научно-исследовательского центра\* 526

**ПАМЯТИ Е.М.БЕНАШВИЛИ**

529

**ПАМЯТИ Л.Н.ДЖАПАРИДЗЕ**

532

**ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ**

533

---

\* Резюме

## მინერალური შემდგომების გავლენა პოლივინილქლორიდის კომპოზიციის თვისებებზე

მზია კეჟერაშვილი, ნოდარ ლეკიშვილი  
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

შემუშავებულია პოლივინილქლორიდის ბაზაზე მეტალპლასტმასის პროფილის რეცეპტურა, დადგენილია სხვადასხვა კომპონენტების ოპტიმალური რაოდენობები, შესწავლილია შემდგომების რაოდენობის გავლენა ამ კომპოზიციით მიღებული მასალის დეფორმაციულ თვისებებზე, თერმულ მდგრადობასა და მექანიკურ სიმტკიცეზე.

ქლორირებული პოლივინილქლორიდის (პვქ) საფუძველზე სხვადასხვა მასალების წარმოების სწრაფი ზრდა მსოფლიოში (დაახლოებით 20% წელიწადში) გამოწვეულია მათი შედარებით დაბალი თვითღირებულებით, კარგი ფიზიკურ-მექანიკური, ელექტრული თვისებებით და ქიმიური მდგრადობით, ახასიათებს მაღალი აალების ტემპერატურა ( $440^{\circ}\text{C}$ ), ჟანგბადის ინდექსი არის 60%. შედარებისთვის, პოლიპროპილენისთვის ეს მაჩვენებელი არის მხოლოდ 17%, პოლიბუტენისათვის კი 18%. ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია, რომ პვქ-გან ნაკეთობების დამზადება პრაქტიკულად თერმოპლასტების გადამუშავების ყველა ცნობილი მეთოდით მოსახერხებელია [1-2,8].

არაპლასტიფიცირებული პოლივინილქლორიდის (პვქ) ბაზაზე შემუშავებული კომპოზიციური მასალებისგან დამზადებულ ნაკეთობებში ჯაჭვის სიხისტის და რელაქსაციური პროცესების დაბალი სიჩქარის გამო, როგორც წესი, შეინიშნება შინაგანი დაძაბულობის მაღალი დონე. მათი გადამუშავება განხორციელებულია ნაღობის მაღალი სიბლანტის და დაბალი დენადობის გამო [3-4]. ნაკეთობის ფორმირების პროცესში წარმოიქმნება მიკრობზარები ნაწილაკებს შორის, რაც საბოლოოდ იწვევს ამ ნაკეთობის დაბზარვას და მისი ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლების გაუარესებას. ამ კომპოზიციების თვისებათა მოდიფიკაციისათვის სხვადასხვა დანამატებთან ერთად შემდგომებს იყენებენ. შემდგომად შეიძლება გამოყენებული იქნას კაოლინი, ტალკი, ცარცი, ბარიუმის სულფატი,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$  და ა.შ. პლასტმასის გადამუშავების პროცესში მაღალი ხარისხის პლასტმასის მისაღებად აუცილებელია ისეთი მოდიფიკატორების გამოყენება, რომლებსაც ექნებათ მორფოლოგიურად ერთგვაროვანი მარცვლები, ფოროვანი აგებულება, ოპტიმალური დისპერსულობა, ნაწილაკების აგრეგაციის მაღალი ხარისხი და სხვ. შემდგომების არჩევა დამოკიდებულია მოთხოვნებზე, მასალის ღირებულებასა და თვისებებზე [5].

წარმოქმნილი მიკრობზარების ბუნება დამოკიდებულია პოლივინილქლორიდის მატრიცასთან შეუთავსებელი მინერალური შემდგომების ნაწილაკების მორფოლოგიასა (ზომა, ფორმა) და ოპტიმალურ რაოდენობაზე. მყარი მინერალური შემდგომების პვქ-თან ურთიერთქმედების გასაუმჯობესებლად იყენებენ აბრეტივებს-დანამატებს შემდგომების ნაწილაკების ზედაპირის მოდიფიკატორებს. პოლივინილქლორიდის უარყოფით თვისებად მისი მცირე დარტყმითი სიბლანტეა მიჩნეული. დაახლოებით  $0^{\circ}\text{C}$ -ზე ეს მასალა ხდება მსხვრევადი, ხოლო უფრო დაბალ ტემპერატურაზე ამ მასალის გამოყენება არ არის რეკომენდებული [6].

ჩვენს მიერ შერჩეული პოლიმერის თვისებების გასაუმჯობესებლად შემუშავებული იქნა პოლივინილქლორიდის ბაზაზე მეტალპლასტმასის პროფილის რეცეპტურა, მოვანდინეთ სხვადასხვა კომპონენტების ოპტიმალური რაოდენობების შერჩევა, აგრეთვე შევისწავლეთ ამ კომპოზიციით მიღებული მასალის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებები.

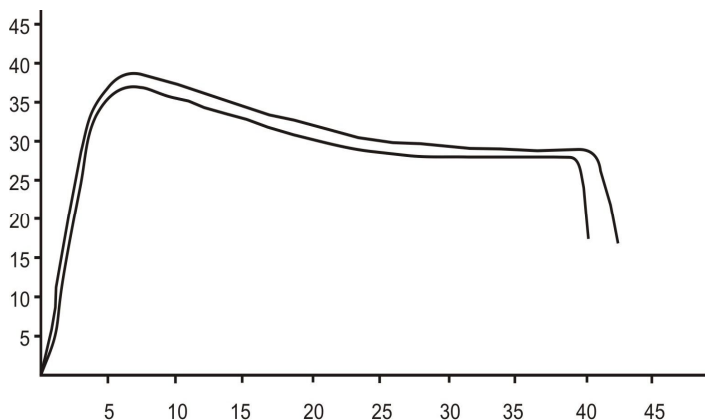
ჩვენ შემდგომად გამოვიყენეთ ქიმიურად გამოლექილი ცარცი, ნაწილაკის ზომით 5მკ, ბუნებრივი ცარცი ზომით 1მკ და 5მკ. ელექტრონული მიკროსკოპით დადგენილია, რომ ქიმიურად გამოლექილი ცარცის ნაწილაკებს ელიფსოიდის ფორმა აქვს, ხოლო ბუნებრივი ცარცის ნაწილაკებს წრიული ფორმა. ცარცის მოდიფიცირება ხდება კალციუმის სტერატიტით, აკრილონიტრილით. მინერალური შემდგომები—მოდიფიცირებული და არამოდიფიცირებული სხვადასხვაგვარ გავლენას ახდენს პოლიმერის დესტრუქციასა და მექანიკურ თვისებებზე: ცარცის ნაწილაკების ზომის შემცირებით მოსალოდნელია მისი მატრიცასთან (პვქ) შესაძლო შეხების რაოდენობის ზრდა, რაც სავარაუდოდ, ხელს შეუწყობს მიკრობზარების გაჩენას. ცარცის რაოდენობის გაზრდა ამცირებს ნაკეთობის თვითღირებულებას, მაგრამ

მისი გაზრდა ზღვრულ რაოდენობამდე აუარესებს პლასტმასის დარტყმით სიბლანტეს (ASTM F 1279). მართალია, ცარცის რაოდენობის მომატება იწვევს პოლიმერის სივრცითი ბადის სიმკვრივის გაზრდას, რაც მტკიცდება ვიკის მიხედვით დეფორმაციული სითბომდგრადობის გაზრდით (80-84°C), მაგრამ ამავდროულად უარესდება სიმტკიცის მახასიათებლები, მაგ., დარტყმამდელობა უარყოფით ტემპერატურაზე (-10°C).

ცხრილი 1. შემესების რაოდენობის დამოკიდებულება დარტყმით სიბლანტეზე

ცარცის მასა, კგ	გარბილების T, °C (ვიკის მიხედვით)	დარტყმამდელობა (-10°C), დაცემის სიმაღლე მმ
8	79-80	არ ტყდება არცერთი
12	82-83	ტყდება მესამედი
20	84	ტყდება ნახევარზე მეტი

პეკ თერმოსტაბილობა გარკვეული ხარისხით დამოკიდებულია აგრეთვე CaCO<sub>3</sub>-ის შემცველობაზეც. შემავსებლიან კომპოზიციას უფრო მაღალი თერმომდგრადობა ახასიათებს, ვიდრე არაშემავსებლიანს. სავარაუდოდ, ეს ეფუძნება ცარცის უნარს, მოახდინოს პოლიმერის გადამუშავების პროცესში გამოყოფილი HCl აქცეპტირება და გარკვეულწილად პოლივინილქლორიდის სტაბილიზაცია [7,9].

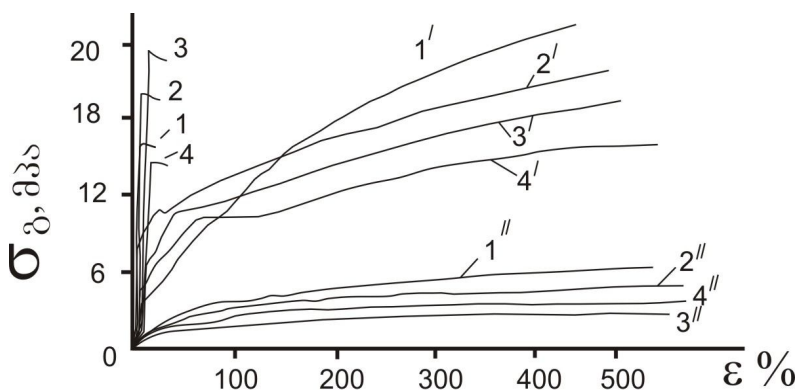


ნახ. 1. გაჭიმვის და ელასტიურობის მრუდი:

1. პეკ, მოდიფიცირებული ცარცით;
2. პეკ, არამოდიფიცირებული ცარცით

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ცარცის რაოდენობის მაქსიმალური გაზრდით იზრდება ნაღობის სიბლანტე, აგრეთვე პეკ-ის შესაძლო მექანიკური დესტრუქციის შედეგად წარმოქმნილი დაშლის აქტიური ცენტრების რაოდენობა, რასაც თან ახლავს მარილმჟავის გამოყოფა, ეს კი თავის მხრივ აჩქარებს პოლიმერის (კომპოზიციის) თერმულ დაშლას.

ასევე შევისწავლეთ ამავე კომპოზიციაში ტიტანის დიოქსიდის რაოდენობის გავლენა. კომპოზიციის დეფორმაციული თვისებების ანალიზმა აჩვენა, რომ ტიტანის დიოქსიდის დამატების დროს ვლინდება ელასტიური დეფორმაცია, რომელიც მაქსიმუმს აღწევს 30%-იანი შემცველობისას. შემესების რაოდენობა გავლენას ახდენს დეფორმაციული მრუდის ხასიათზე, ასევე გაჭიმვისას მრღვევ დაძაბულობაზე, გავლევჯვის დროს ფარდობითი წაგრძელებაზე:



ნახაზი 2. პეკ-ის გაჭიმვის მრუდი TiO<sub>2</sub> (%) თანაობისას: 0(1,1',1''), 10(2,2',2''), 20(3,3',3''), 30(4,4',4'')

შემესების რაოდენობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაკეთობის დეფორმაციულ თვისებებზე, მნიშვნელოვნად ამცირებს ნარჩენი დაძაბულობის დონეს, ამავე დროს აუმჯობესებს მასალის გადამუშავებისუნარიანობას, რაც საბოლოო ჯამში ამადლებს ნაკეთობის ხარისხს.

## ცხრილი 2. ახალი კომპოზიციისგან დამზადებული მასალის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები

მაჩვენებლის დასახელება	ნორმა	გამოცდის შედეგი
სიმტკიცე გაჭიმვისას, მპა	37	40.2
ფარდობითი წაგრძელება გაცხელებისას, %	2.5	1.35
სიმტკიცის მოდული, მპა	2100	2210
დარტყმითი სიბლანტე (შარპის მიხედვით), კჯ/მ <sup>2</sup>	15	24
გარბილების ტემპერატურა (ვიკის მიხედვით), °C	75	84
თბომდეგობა 150°C-ზე (30წთ-ის განმავლობაში)		არ დაზიანდა
დარტყმამდეგობა უარყოფით (-10 °C) ტემპერატ.	სიმაღლე, 1.0 მ	გატყდა 1

ამგვარად, შემესების შერჩევა (მოდულიცირებული და არამოდულიცირებული) და მისი ოპტიმალური რაოდენობების დადგენა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს პოლივინილქლორიდის კომპოზიციის დეფორმაციულ თვისებებზე, თერმულ მდგრადობასა და მექანიკურ სიმტკიცეზე.

## ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. *Померанцев Э.Г.* Экологические проблемы производства, переработки, потребления и утилизации ПВХ и изделий из него (обзор). Пласт. массы, 1995, № 2, с. 47-49.
2. *Harrell E.R., Elleithy R.H., McFarland C.A., Summers J.W.* Contribution of flow deformation to the shrinkage of injection molded PVC. J. Vinyl Add. Technol., 1999, v. 5, No 3, p. 116-124.
3. *Zaikov G.E., Gumargaliea K.Z., Pokholok T.V., Moiseev Yu.V., Zaikov V.G.* Kinetic aspects of aging of poly(vinyl chloride)-based polymer materials. Polym. Plast. Tech. Eng., 2000, v. 39, No 3, p. 567-650.
4. *Allsopp M.W., Vianello G.* Poly(vinyl chloride). Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. Wiley-VCH Verlag, 2002.
5. *Власов С.В., Кандырин Л.Б., Кулезнев В.Н.* и др. Основы технологии переработки пластмасс. Москва: «Химия», 2004. с. 24-27.
6. *Garcia J.L., Koelling K.W., Summers J.W.* Computational prediction of PVC degradation during injection molding in a rectangular channel. Polym. Eng. Sci., 2004, v. 44, No 7, p. 1295-1312.
7. *Patrick S.G.* Practical guide to polyvinyl chloride. Rapra Technology Ltd., 2005, p.162
8. *Biron M.* Thermoplastics and thermoplastic composites: Technical information for plastic users. Elsevier Science, 2007, p. 874
1. *9. Вурыч Г.* PVC degradation and stabilization. 2<sup>nd</sup> Edition. Chem.Tec. Publishing, 2008, p. 442

## INFLUENCE OF MINERAL FILLERS ON PROPERTIES OF POLYVINYLCHLORIDE COMPOSITIONS

Mzia Kezherashvili, Nodar Lekishvili  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

### SUMMARY

Compounding metallic plastic profile is developed on the basis of polyvinylchloride. Optimal quantity of various components is established. Quantitative influence of fillers of PVC-composition on deformational properties, thermal stability and mechanical elasticity is studied.

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ

М.Г.Кежерашвили, Н.Г.Лекишвили  
Тбилисский Государственный Университет им. Ив. Джавахишвили

### РЕЗЮМЕ

Разработана рецептура металлопластикового профиля на основе поливинилхлорида. Установлено оптимальное количество разнообразных компонентов, изучено количественное влияние наполнителей ПВХ-композиции на деформационные свойства, термоустойчивость и механическую упругость.

**სხვადასხვა ტიპის ანიონსელექტიურ მემბრანებიან უჯრედებში  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  და  $\text{MnSO}_4$  ელექტროლიტთა ხსნარების მასათა გადატანის პროცესების შესწავლა**

გიორგი აგლაძე\*, გიგლა წურწუშია\*, ნანა ქოიავა, ნათელა გოგიშვილი, ლევან ბერიაშვილი\*,  
ირაკლი ზარიძე, დავით გოგოლი\*

ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
რაფიელ აგლაძის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი  
\*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**შესავალი**

იონგაცვლითი მემბრანები ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა ტიპის ელექტროქიმიურ რეაქტორებში, დენის ქიმიურ წყაროებში და ელექტროლიზატორებში სითხეების განცალკევებისა და გასუფთავების, სუფთა წყლის მომზადების და სხვა ტექნოლოგიურ პროცესებში კათოდური და ანოდური არეების გაყოფისათვის [1]. ელექტროლიტური ლითონური მანგანუმისა (ელმ) და აქტიური ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის (ემდ) ერთდროული მიღების პროცესში [2-4] მათი პრაქტიკული გამოყენების პერსპექტივას განსაზღვრავს ერთი მხრივ, ანიონსელექტიური მემბრანის გავლით კათოლიტიდან ანოლიტში  $\text{SO}_4^{2-}$  ან  $\text{OH}^-$  ანიონებით უჯრედში ელექტრული დენის გადატანის შესაძლებლობა, მეორე მხრივ კი - აქტიური ემდ-ს მიღებისათვის მავნე  $\text{NH}_4^+$ , ხოლო საპირისპირო მიმართულებით - წყალბადის იონების გადატანის შეზღუდვის უნარი.

მაღალი ტემპერატურის ( $92^\circ\text{C}$ ) პირობებში მუშაობისას და ელექტროლიზის დენის გეგმიური ან ავარიული გამორთვისას შესაძლებელია მოხდეს მავნე კათიონების დიფუზია და მიგრაცია შეზღუდული სელექტიურობის მქონე მემბრანის გავლით. ზემოთქმულის გათვალისწინებით, წინამდებარე სამუშაოს მიზანს შეადგენდა ამ პროცესში გამოყენებული ელექტროლიტების სხვადასხვა ტიპის ანიონსელექტიურ მემბრანებში შესაძლო გადატანის კანონზომიერების დადგენა ელექტრული ველის გარეშე და ელექტროლიზის პირობებში.

**ექსპერიმენტის ჩატარების მეთოდიკა**

ამჟამად თერმულად მდგრად ანიონსელექტიურ მემბრანებს აწარმოებს ორი ამერიკული კომპანია SnowPure LLC და MEMBRANES INTERNATIONAL Inc. და იაპონური კომპანია AGE ENGINEERING Co. Ltd, შესაბამისი კომერციული სახელწოდებებით Excellion I-200, AMI-7001S და "SELEMION" AHT. ჩვენი არჩევანი შეჩერდა თერმულად მდგრად ანიონსელექტიურ მემბრანებზე – AMI-7001S და "SELEMION" AHT და შესაძლებლად, წინასწარ კვლევებში ჩვენს მიერ გამოყენებული რუსული (ОАО "Щекиноазот") წარმოების მემბრანაზე MA-40, რომელიც, როგორც ცხ. 1-ში მოტანილი მწარმოებლების მონაცემებიდან ჩანს, თერმულად ნაკლებად მდგრადია. ყველა ეს მემბრანა მეოთხეული ამონიუმის ფუნქციურ ჯგუფს შეიცავს.

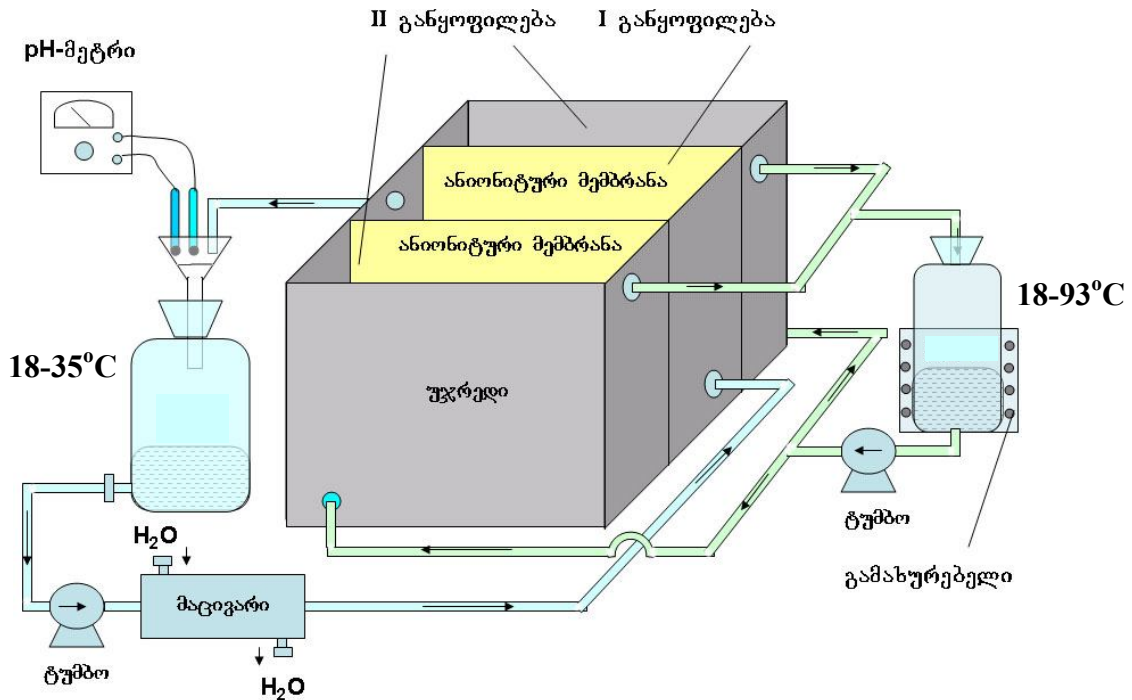
**ცხრილი 1.** ანიონსელექტიური მემბრანების ფიზიკური თვისებები

სახელწოდება	MA-40 (რუსეთი)	AMI-7001S (აშშ)	"SELEMION" AHT (იაპონია)
ანიონური ფორმა	ჰიდროქსიდი	ქლორიდი	ბრომიდი
$\Omega$ , (ომი.სმ <sup>2</sup> ):0.5 მოლ/ლ NaCl	10	<40	20
მემბრანის სისქე (მმ)	$0.3 \pm 0.05$	$0.45 \pm 0.025$	0.3
გადატანის რიცხვი	94	$\geq 98$	>95
თერმული მდგრადობა ( $^\circ\text{C}$ )	10 – 50	90	80
ქიმიური მდგრადობა (pH)	1-14	1-10	1-10

მომწოდებლების რეკომენდაციების გათვალისწინებით, MA-40 ანიონსელექტიური მემბრანა მუშავდებოდა ეთილის სპირტში 6 სთ განმავლობაში. დისტილირებულ წყალში გარეცხვის შემდეგ მემბრანა თავსდებოდა ჯერ  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -ის ნაჯერ, შემდგომ კი 30 გ/ლ შემცველ ხსნარებში. დისტილირებულ წყალში განმეორებით გარეცხვის შემდეგ მუშავდებოდა თანმიმდევრობით 10% NaOH-ის ხსნარში და

10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ხსნარში. დისტილირებული წყლით შემდგომი გარეცხვის თითოეული ოპერაცია მიმდინარეობდა ორ-ორი დღე-ღამის განმავლობაში. საბოლოო ოპერაციის შემდეგ ინდიკატორით ისაზღვრებოდა ნეიტრალური გარემოს მიღწევა. AMI-7001S და "SELEMION" AHT მემბრანები მუშავებოდა 5%-იანი Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის ხსნარით 48 სთ განმავლობაში და შემდეგ ირეცხებოდა გამოსხილი წყალით. წინასწარი დამუშავების შემდეგ მემბრანები ინახებოდა სუფთა წყალში.

მასათა გადატანის პროცესების შესწავლისათვის გამოყენებული იყო ფოტოროქლასტისაგან დამზადებული სამგანყოფილებიანი უჯრედი (ნახ. 1).



ნახ. 1. ანიონსელექტიურ მემბრანებში დიფუზიის და ელექტროლიზის პირობებში ელექტროლიტების გადატანის შესწავლისათვის გამოყენებული დანადგარის სქემა (ელექტროდები ნახაზზე ნაჩვენებია არ არის)

უჯრედის ცენტრალურ ნაწილში (500 მლ მოცულობის I განყოფილება) უზრუნველყოფილი იყო 0.2 ლ/წთ მოცულობითი სიჩქარით საკვლევი ელექტროლიტის წყალხსნარის, ხოლო გვერდითა ნაწილებში (II განყოფილებები, თითოეული 450 მლ მოცულობის) – დისტილირებული წყლის ან განსაზღვრული შედგენილობის ხსნარის რეცირკულაცია თბომცვლელებით აღჭურვილი შესაბამისი ავზებიდან.

ელექტრული ველის გარეშე იონების დიფუზიის შესწავლისათვის ჩატარებულ ცდებში, უჯრედებში ელექტროდები არ იყო მოთავსებული. კათოდზე ელმ-ს და ანოდებზე ემდ-ს ელექტროგამოლექვის პირობებში ტიტანისგან დამზადებული კათოდი ჩაშვებული იყო I განყოფილებაში, ანოდები კი - II განყოფილებებში. კათოლიტის pH-ის განუწყვეტელი კონტროლი ხორციელდებოდა MP512 pH-მეტრის (Shanghai San-Xin Instrumentation Inc.) საშუალებით. ხსნარების მომზადება, ანალიზი და გაწმენდა ხორციელდებოდა [5,6]-ში აღწერილი მეთოდიკებით. ცდის დაწყებამდე და ყოველი მომდევნო დროის შუალედისათვის აბაზანა ირეცხებოდა დისტილირებული წყლით და ივსებოდა საწყისი კონცენტრაციის ხსნარით.

ელექტრული ველის გარეშე დიფუზიის ნაკადის სიჩქარეს K ვანგარიშობდით მემბრანაში გასული ელექტროლიტის მასის m-ის მიხედვით ფორმულიდან:

$$K = m/st,$$

სადაც, s – მემბრანის ფართობი, (მ<sup>2</sup>), ხოლო t – ხსნარსა და მემბრანას შორის კონტაქტის დრო (სთ).



**ექსპერიმენტის შედეგები და განხილვა**

**ელექტროლიტების დიფუზია ანიონგაცვლით მემბრანებში ელექტრული ველის გარეშე**

**(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის დიფუზია.** ამონიუმის სულფატის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებიდან ანიონიტური მემბრანების გავლით წყალში გადატანილი ნივთიერების მასისა და დიფუზიის ნაკადის მნიშვნელობების ცვლილება დროში მოტანილია ცხრილში 2, საიდანაც ჩანს, რომ ხსნარში (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> კონცენტრაციის გაზრდით იზრდება დიფუზიის ნაკადის სიჩქარე სამივე მემბრანაში, მაგრამ AMI-7001S და "SELEMION" AHT მემბრანებში გაცილებით ნაკლები სიჩქარით, ვიდრე MA-40-ში. აღსანიშნავია, რომ მემბრანებში დიფუზიის ნაკადის სიჩქარე გარკვეულ დრომდე (3-6 სთ) მატულობს და შემდეგ ეცემა.

**ცხრილი 2.** (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის დიფუზია MA-40 (ფართი 0.0126მ<sup>2</sup>), AMI-7001S (0.0066მ<sup>2</sup>) და "SELEMION" AHT ((0.0066მ<sup>2</sup>) მემბრანების გავლით წყალში; t=18°C

(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> საწყისი კონც-ია, გ/ლ	MA-40-ში გასული (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			AMI-7001S-ში გასული (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			"SELEMION" -ში გასული (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		
	1 სთ	3სთ	6სთ	1სთ	3სთ	6სთ	1სთ	3სთ	6სთ
48.66	0.046 3.65	0.18 4.76	0.444 5.87	0.023 3.48	0.042 2.12	0.057 1.44	0.024 3.63	0.044 2.22	0.054 1.36
99.0	0.085 6.7	0.263 6.95	0.522 6.88	0.061 9.24	0.098 4.95	0.123 3.03	0.06 9.09	0.1 5.05	0.125 3.15
142.28	0.178 14.12	0.661 17.48	1.689 22.34	0.07 10.06	0.11 5.55	0.13 3.28	0.068 10.3	0.1 5.05	0.12 3.03

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის დიფუზია.** ცდების შედეგები მოტანილია ცხ.3-ში, საიდანაც აშკარად ჩანს, რომ გოგირდმჟავას დიფუზია ყველა ტიპის მემბრანებში მიმდინარეობს უფრო ინტენსიურად, ვიდრე ამონიუმის სულფატის ხსნარებიდან (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის დიფუზია, მაგრამ MA-40-ში დიფუზიის სიჩქარე უფრო მაღალია, ვიდრე AMI-7001S და "SELEMION AHT" მემბრანებში. მჟავას დიფუზიის ნაკადის სიჩქარის ზრდა შეიძლება აიხსნას ამონიუმის იონებთან შედარებით ჰიდროქსონიუმის იონების უფრო მაღალი დიფუზიის კოეფიციენტის მნიშვნელობით (D<sub>H<sub>3</sub>O<sup>+</sup></sub>=9.31x10<sup>-9</sup> მ<sup>2</sup>/წმ; D<sub>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></sub>=1,95x10<sup>-9</sup> მ<sup>2</sup>/წმ) [7].

**ცხრილი 3.** H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-ის დიფუზია MA-40 (ფართი 0.0126მ<sup>2</sup>), AMI-7001S (0.00342მ<sup>2</sup>) და "SELEMION" AHT ((0.00342მ<sup>2</sup>) მემბრანების გავლით წყალში; t=18°C

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , გ/ლ	MA-40-ში გასული H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			AMI-7001S-ში გასული H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			"SELEMION" -ში გასული H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		
	1სთ	3სთ	6სთ	1სთ	3სთ	6სთ	1სთ	3სთ	6სთ
10.0	0.35 27.7	0.702 18.57	0.795 10.5	0.03 8.8	0.08 7.8	0.09 4.38	0.033 9.65	0.083 8.09	0.1 4.9
22.0	0.363 28	1.0 26.45	1.07 14.15	0.044 12.86	0.093 9.06	0.12 5.85	0.05 14.62	0.096 9.36	0.14 6.8
42.5	0.41 32.5	1.18 31.2	2.062 27.3	0.06 17.54	0.1 9.74	0.14 6.82	0.07 20.46	0.13 12.67	0.15 7.3

**MnSO<sub>4</sub>-ის დიფუზია.** 20 გ/ლ MnSO<sub>4</sub>-ის შემცველი ხსნარიდან დიფუზია მემბრანების გავლით წყალში არ დაფიქსირებულა ერთი საათის განმავლობაში (ცხ.4), მაგრამ ადგილი ჰქონდა ელექტროლიტის სორბციას MA-40-ში 0.4გ ოდენობით, ხოლო AMI-7001S და "SELEMION" AHT-ში ის შესაბამისად შეადგენდა 0.15გ და 0.1გ. ხსნარში MnSO<sub>4</sub>-ის კონცენტრაციის გაზრდით ყველა

მემბრანაში მატულობს ელექტროლიტის დიფუზიის სიჩქარე, მაგრამ ნაკლები ინტენსიურობით AMI-7001S და "SELEMION" AHT-ში.

**ცხრილი 4.** MnSO<sub>4</sub>-ის დიფუზია MA-40 (ფართი 0.0126მ<sup>2</sup>), AMI-7001S (0.00342მ<sup>2</sup>) და "SELEMION" AHT ((0.00342მ<sup>2</sup>) მემბრანების გავლით წყალში; t=18<sup>0</sup>C

MnSO <sub>4</sub> , გ/ლ	MA-40-ში გასული MnSO <sub>4</sub> (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			AMI-7001S-ში გასული MnSO <sub>4</sub> (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			"SELEMION"-ში გასული MnSO <sub>4</sub> (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		
	1სთ	3სთ	6სთ	1სთ	3სთ	6 სთ	1სთ	3სთ	6სთ
20.0	0 0	0.028 0.74	0.054 0.71	0 0	0.007 0.68	0.013 0.63	0 0	0.006 0.58	0.013 0.63
55.0	0.018 1.43	0.08 2.11	0.15 1.98	0 0	0.018 1.75	0.03 1.46	0 0	0.017 1.66	0.033 1.61

**(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MnSO<sub>4</sub> და H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ერთდროული დიფუზია.** ელექტროლიტების - (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MnSO<sub>4</sub> და H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ერთდროული დიფუზიის ექსპერიმენტული შედეგები ანიონგაცვლითი მემბრანის გავლით უჯრედის დისტილირებული წყლით შევსებულ გარეთა განყოფილებებში მოცემულია ცხრ. 5-ში, ხოლო 137 გ/ლ MnSO<sub>4</sub> + 30 გ/ლ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> შემადგენლობის ხსნარით შევსებულ გარეთა განყოფილებებში - ცხრილში 6.

**ცხრილი 5.** მანგანუმ-ამონიუმის სულფატის ნეიტრალური ხსნარიდან (109.8 გ/ლ MnSO<sub>4</sub> + 80გ/ლ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) დიფუზია MA-40 (ფართი 0.0126მ<sup>2</sup>), AMI-7001S (0.00342მ<sup>2</sup>) და "SELEMION" AHT (0.00342მ<sup>2</sup>) მემბრანების გავლით წყალში; t=18<sup>0</sup>C

τ, სთ	MA-40-ში გასული ელექტრ. (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		AMI-7001S-ში გასული ელექტრ.(გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		"SELEMION"-ში გასული ელექტრ. (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ	
	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1 სთ	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
3 სთ	0.54 14.3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
6 სთ	0.7 9.25	0.029 0.38	0 0	0 0	0 0	0 0

**ცხრილი 6.** 109.8 გ/ლ MnSO<sub>4</sub> + 80გ/ლ (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) და 137გ/ლ MnSO<sub>4</sub>+ 30გ/ლ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ხსნარებს შორის ურთიერთდიფუზია მემბრანებში: MA-40 (ფართი 0.0126მ<sup>2</sup>), AMI-7001S (0.00342მ<sup>2</sup>) და "SELEMION" AHT (0.00342მ<sup>2</sup>); t=18<sup>0</sup>C

τ, სთ	MA-40-ში გასული, (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			AMI-7001S-ში გასული (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			"SELEMION"-ში გასული, (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		
	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1 სთ	0.48 38	0 0	0.83 69.1	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
3 სთ	1.54 40	1.32 34.9	2.3 60.8	0.117 11.4	0 0	0.143 13.9	0.12 11.7	0 0	0.15 14.6
6 სთ	0.44 5.8	2.36 31.2	1.95 25.8	0.21 10.23	0 0	0.22 10.7	0.3 14.6	0 0	0.23 11.2

მემბრანების გავლით ამონიუმის სულფატის დიფუზიის ნაკადის სიჩქარის შემცირება მანგანუმის სულფატის ხსნარის თანაობისას სავარაუდოდ შეიძლება აიხსნას მემბრანის ფორმისა და არხებში სორბირებული შედარებით დიდი მუხტის Mn<sup>2+</sup> იონების მიერ დაბალი მუხტის NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-ის იონების

გამოძვევით. ცხრ. ნ-დან ჩანს, რომ ნეიტრალური მანგანუმ-ამონიუმის სულფატის ხსნარსა და მანგანუმის სულფატის მჟავა ხსნარებს შორის ადგილი აქვს მემბრანებში გოგირდმჟავას გაზრდილ დიფუზიას, რომელიც ასევე ზრდის  $MnSO_4$  -ის და  $(NH_4)_2SO_4$ -ის დიფუზიის ნაკადების სიჩქარეს, განსაკუთრებით MA-40 მემბრანაში.

ცნობილია, რომ წარმოებაში ელექტროლიზით ლითონური მანგანუმის მიღება შედარებით მაღალი გამოსავლით ერთმავ (ემდ-ს გარეშე, ანოდზე ძირითადად ჟანგბადის გამოყოფისას) პროცესში მიმდინარეობს მანგანუმის და ამონიუმის სულფატების შემცველი ნეიტრალური ხსნარებიდან  $30-35^{\circ}C$  ტემპერატურაზე, ხოლო ელექტროლიტური მანგანუმის დიოქსიდის ელექტროგამოლექვისთვის ოპტიმალურად ითვლება  $92^{\circ}C$ , ამასთან მანგანუმის სულფატის ხსნარში ინარჩუნებენ 40 გ/ლ-მდე გოგირდმჟავას შემცველობას. ამ ორი პროცესის ერთდროულად ერთ უჯრედში განხორციელებისას მნიშვნელოვანია განსხვავებული შედგენილობის და ტემპერატურის მქონე ხსნარების მემბრანას გავლით ურთიერთდიფუზიის კანონზომიერების დადგენა. ამ მიზნით ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგები მოტანილია ცხრილში 7.

**ცხრილი 7.** 109.8 გ/ლ  $MnSO_4$  + 80გ/ლ  $(NH_4)_2SO_4$  ( $t=35^{\circ}C$ ) და 137გ/ლ  $MnSO_4$  + 30გ/ლ  $H_2SO_4$  ( $t=92^{\circ}C$ ) ხსნარებს შორის ურთიერთდიფუზია მემბრანებში: MA-40 (ფართი  $0.0126m^2$ ), AMI-7001S ( $0.00342m^2$ ) და "SELEMION" AHT ( $0.00342m^2$ )

τ, სთ	MA-40-ში გასული ელექტ., (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			AMI-7001S-ში გასული ელექტ., (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ			SELEMION-ში გასული ელექტ., (გ) K, გ/მ <sup>2</sup> სთ		
	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MnSO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
1 სთ	1.3 103.17	0 0	3.9 309.5	0.3 87.7	0 0	0.95 277.8	0.33 96.5	0 0	0.98 286.55
3 სთ	5.31 140.5	1.4 37.04	6.8 179.89	1.3 126.7	0.35 34.1	1.8 175.44	1.32 128.65	0.33 32.16	1.78 173.49
6 სთ	8.4 111.1	6.5 85.98	11.46 151.87	2.15 104.7	1.7 82.85	2.9 141.33	2.17 105.75	1.66 80.9	2.18 106.24

სამივე ტიპის მემბრანაში ადგილი ჰქონდა  $Mn^{2+}$  იონების და გოგირდმჟავის დიფუზიას უფრო კონცენტრირებული ცხელი ხსნარიდან შედარებით ცივი ხსნარში, მაგრამ  $NH_4^+$  იონების გადასვლა შუა (I) განყოფილებიდან განაპირა (II) განყოფილებაში განთავსებულ მჟავა ხსნარში ერთი საათის განმავლობაში ქიმიური ანალიზით არ დაფიქსირებულა. უნდა აღინიშნოს MA-40 მემბრანაში გოგირდმჟავას დიფუზიის ნაკადის სიჩქარის ზრდა AMI-7001S და "SELEMION" მემბრანებთან შედარებით.

**ელექტროლიტების –  $(NH_4)_2SO_4$  და  $H_2SO_4$  მასათა გადატანა ანიონგაცვლით მემბრანებში ელექტროლიზის პირობებში**

ცნობილია, რომ იონგაცვლითი მემბრანების მიკროფორებში მუხტის გადატანა ხორციელდება ფიქსირებული იონების საწინააღმდეგო ნიშნის იონებით, ანუ დიფუზიისაგან განსხვავებით მიგრაციის პროცესში ადგილი აქვს მხოლოდ ერთი ნიშნის მუხტის მქონე იონების დამუხრუჭებას [8-10]. ეს განაპირობებს მემბრანის სელექტიურობას - ანიონგაცვლით მემბრანებში დენის გატარებისას შედარებით ადვილად გადაადგილდებიან ანიონები და ნაკლებად კათიონები.

ანიონსელექტიურ მემბრანებში ელექტროლიტების –  $(NH_4)_2SO_4$  და  $H_2SO_4$  მასათა გადატანა შესწავლილი იქნა კათოლიტისა და ანოლიტის ისეთი შედგენილობების და რეჟიმის პირობებში, რომლებიც დამახასიათებელია ელმ და ემდ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელად მიღების პროცესებისათვის: გატარებული დენის ძალა  $I=1.5$  ა; დრო  $\tau=3$  სთ.

კათოლიტი: 35გ/ლ  $Mn^{2+}$  + 140გ/ლ  $(NH_4)_2SO_4$ ; pH: 6,6-6,7;  $t=29-34^{\circ}C$ ,  $i_{კათ.}=3.5$  ა/დმ<sup>2</sup>;

ანოლიტი: 53 გ/ლ  $Mn^{2+}$  + 10გ/ლ  $H_2SO_4$ ;  $t=90-92^{\circ}C$ ,  $i_{ან.}=0.9$  ა/დმ<sup>2</sup>.

**ცხრილი 8.** 35 გ/ლ  $Mn^{2+}$  + 140გ/ლ  $(NH_4)_2SO_4$  (t=35<sup>0</sup>C) და 53გ/ლ  $Mn^{2+}$  + 10გ/ლ  $H_2SO_4$  (t =92<sup>0</sup>C) ხსნარებს შორის  $(NH_4)_2SO_4$  და  $H_2SO_4$  მასათა გადატანა ელექტროლიზის პირობებში მემბრანებში: MA-40 (ფართი 0.0126მ<sup>2</sup>), AMI-7001S(0.0126მ<sup>2</sup>) და "SELEMION" AHT(0.00126მ<sup>2</sup>)

τ, სთ	MA-40-ში გასული ელექტროლიტის მასა(გ)		AMI-7001S-ში გასული ელექტროლიტის მასა(გ)		"SELEMION" AHT -ში გასული ელექტროლიტის მასა(გ)	
	$(NH_4)_2SO_4$	$H_2SO_4$	$(NH_4)_2SO_4$	$H_2SO_4$	$(NH_4)_2SO_4$	$H_2SO_4$
3 სთ	6.6	0.15	0	1.2	0	1.1
pH <sub>კათ.</sub> საწყ / საბ.	6.2 / 4.5		5.5 / 6.2		5.5 / 6.2	

ცხრ. 8-ში მოტანილი მონაცემები ადასტურებს, რომ ანიონგაცვლითი მემბრანები - AMI-7001S და "SELEMION" AHT ავლენენ მაღალ სელექტიურობას და არ ატარებენ ამონიუმის კათიონებს, ხოლო მჟავას ატარებენ გაცილებით ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე რუსული წარმოების MA-40 მემბრანა. MA-40 მემბრანის გამოყენებისას ადვილი აქვს დროში მისი სელექტიურობის გაუარესებას, რაც გამოიხატება ამონიუმის იონისა და მჟავას გაზრდილი რაოდენობის გადასვლით, შესაბამისად, კათოლიტიდან ანოლიტში და ანოლიტიდან კათოლიტში. MA-40 მემბრანის სელექტიურობის დროში მკვეთრად გაუარესება სავარაუდოდ გამოწვეული უნდა იყოს ამ მემბრანის ნაკლები თერმიული მედეგობით (იხ. ცხრ.1), ვინაიდან მემბრანის ზედაპირი დასაშვებზე მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედებით ხდება უსწორმასწორო და კარგავს ფორმას. თერმომედეგი მემბრანების AMI-7001S და "SELEMION" AHT გამოყენებისას ანოლიტში მჟავას უფრო მაღალი კონცენტრაციის ( $C_{H_2SO_4} = 30 \div 40$  გ/ლ ) პირობებშიც კი კათოლიტში pH ნელა, მაგრამ მაინც იზრდება. ეს შედეგი მკვეთრად განსხვავდება MA-40 მემბრანიან უჯრედში მიღებული მონაცემებისაგან, სადაც ანოლიტში მჟავას ანალოგიური კონცენტრაციის პირობებში კათოლიტში pH ეცემოდა. მაშასადამე, ელექტროლიზის პირობებში მჟავას გადასვლა ანოლიტიდან კათოლიტში AMI-7001S და "SELEMION" AHT მემბრანის გავლით ხდება გაცილებით ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე MA-40-ში. ხანგრძლივი, შვიდსაათიანი ელექტროლიზის პირობებში არ დაფიქსირებულა თერმომედეგ მემბრანებში  $NH_4^+$  იონების გადასვლა კათოლიტიდან ანოლიტში, რაც მანგანუმის ძვირადღირებული პროდუქტების ერთ ელექტროქიმიურ რეაქტორში მიღების ტექნოლოგიურ პროცესში მათი გამოყენების შესაძლებლობაზე მიუთითებს.

**დასკვნები**

1. დადგენილია, რომ ელექტრული ველის გარეშე დიფუზიის პირობებში ყველა გამოცდილი ანიონსელექტიურ მემბრანები: MA-40, AMI-7001S და "SELEMION AHT" ატარებენ  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $MnSO_4$  და განსაკუთრებით  $H_2SO_4$ -ს, შედარებით მაღალი დიფუზიის ნაკადის სიჩქარით. ყველა შემთხვევაში ელექტროლიტების დიფუზიის ნაკადის სიჩქარე გაცილებით მაღალია MA-40 მემბრანაში.

2. ანიონსელექტიური მემბრანები – AMI-7001S და "SELEMION" AHT, განსხვავებით MA-40 მემბრანისაგან, ელექტროლიზის პირობებში ავლენენ მაღალ სელექტიურობას - გაცილებით ნაკლები რაოდენობით ატარებენ  $H^+$  იონებს ანოლიტიდან კათოლიტში და არ ატარებენ  $NH_4^+$ -ის კათიონებს საწინააღმდეგო მიმართულებით.

სამუშაო შესრულებულია შ. რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით (გრანტი №GNSF/ST 09-795 7-200; ხელშეკრულება №1-7/62).

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. *А.Б. Ярославцев, В.В.Никоненко.* Российские нанотехнологии, 2009, т.4, №3-4, с.33-53.
2. *გაგლაძე.* საქართველოს პატენტი 1999, №P 2273.
3. *გაგლაძე, ნ.ქოიავა, ე.ჩხიკვაძე, ნ.ჯოხაძე, ქ.ზარიძე.* საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შრომები. 2002, № 5 (444), 9-10 გვ.
4. *G.Agladze, N.Gogishvili, N.Koiava, I.Zaridze.* Bulletin of the Georgian Academy of Sciences, vol 2, no.4, 2008,pp. 89-91.

5. *Н.Т.Гофман, Р.И.Агладзе, Ш.И.Церцвадзе, А.К.Чкония, Э.В.Кабзинадзе.* Сб. Электрохимия марганца под редакцией акад. Р.И.Агладзе, Тбилиси, 1967, т.3, стр.155-165.
6. *А.П.Крешков.* Основы аналитической химии. 1961, Книга 2; М., стр. 164,176 и 248.
7. *D.J.Pickett.* Electrochemical Reactor Design. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1979, p.99.
8. *А.Б.Ярославцев, В.В.Никоненко, В.И. Заболоцкий.* Успехи химии 2003, 7 (5), с.438-470.
9. *Н.Д.Кошель.* Материальные процессы в электрохимических аппаратах. Моделирование и расчет, Киев-Донецк, «Вища школа», 1986. стр. 54-82.
10. *Н.П.Гнусин, В.Д.Гребенюк, М.В.Певницкая.* Электрохимия ионитов. Изд.-во Наука, Сиб. отд. Новосибирск, 1972.

### MASS TRANSPORT OF $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ AND $\text{MnSO}_4$ ELECTROLYTES THROUGH DIFFERENT ANION-EXCHANGE MEMBRANES

Giorgi Agladze\*, Gigla Tsurtsunia\*, Nana Koiava, Natela Gogishvili, Levan Beriashvili\*, Irakli Zaridze, David Gogoli\*

*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

*Raphael Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry*

*\*Georgian Technical University*

#### SUMMARY

Dependence of ammonia and manganese sulphates and sulphuric acid mass transfer through various anion-selective membranes on concentrations of electrolytes in absence of applied electric field and during electrolysis in the membrane cell have been studied. AMI-7001S (USA) and "SELEMION" АНТ (Japan) anion-selective membranes demonstrated higher thermal stability and selectivity, securing restriction of  $\text{NH}_4^+$  penetration from the catholyte to the anolyte and much lower transfer of  $\text{H}^+$  in the opposite direction even during the electrolysis at  $92^\circ\text{C}$  in contrast with MA-40 (Russia) which provided highest diffusion rates.

### ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА МАССОПЕРЕНОСА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ И $\text{MnSO}_4$ В ЯЧЕЙКАХ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ АНИОНСЕЛЕКТИВНЫХ МЕМБРАН

Г.Р.Агладзе\*, Г.С.Цурцумия\*, Н.Ш.Коиава, Н.Ш.Гоглишвили, Л.Д.Бериашвиди\*, И.Т.Заридзе, Д.Г.Гоголи\*

*Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И.Агладзе  
Тбилисского Государственного Университета им. И. Джавахишвили*

*\*Грузинский Технический Университет*

#### РЕЗЮМЕ

Изучены изменения скорости диффузионных потоков  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  от концентрации электролитов в ячейках снабженных анион-селективными мембранами различных типов – MA-40 (Россия), AMI-7001S (США) и "SELEMION" АНТ (Япония) в отсутствие приложенного электрического поля, а также их массоперенос в условиях электролиза марганецсодержащих растворов. Установлено, что в отсутствии электрического тока поток диффузии  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$  и особенно  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , выше в мембране MA-40. В условиях электролиза, даже при температуре  $92^\circ\text{C}$ , мембраны AMI-7001S (США) и "SELEMION" АНТ (Япония) сохраняют термическую стойкость и селективность, практически не пропускают  $\text{NH}_4^+$  из католита в анолит и, в отличие от мембраны MA-40, в гораздо меньшем количестве пропускают  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в обратном направлении.

## ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

## «ГЕТЕРОГЕНИЗИРОВАННЫЕ» КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ДИТИОФOSFОРИЛИРОВАННОГО СИЛИКАГЕЛЯ

Н.Ф. Джанибеков, Ф.А. Насиров, С.Р. Рафиева, Е.И. Маркова, Г.Н. Гасанова, М.Х. Мамедов  
 Институт нефтехимических процессов им. Ю.Г. Мамедалиева НАН Азербайджана

Процессы олигомеризации, полимеризации и т.п. протекают с применением гомогенных каталитических систем типа Циглера-Натта. Гомогенный катализ имеет ряд преимуществ, заключающихся в высокой селективности, большой скорости протекания реакции и т.д. Однако, он имеет и ряд существенных недостатков- одноразовое использование катализаторов, необходимость отмывки остатков катализаторов, имеющих в составе ионы тяжелых металлов, и следовательно, образование большого количества сточных вод, что усложняет экологию производства.

Применение в качестве растворителя ароматических углеводородов (бензол, толуол, и т.д.) также неблагоприятно действует на экологию. Кроме всего прочего, это сложность создания непрерывной технологии производства.

Нами ранее были созданы гомогенные бифункциональные катализаторы-стабилизаторы, которые активно и селективно проводили катализ процесса полимеризации бутадиена и, оставаясь в полимере, эффективно стабилизировали его.

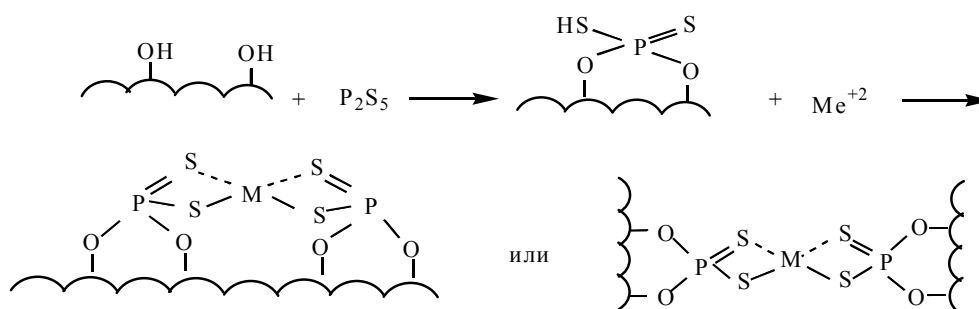
Этим путем удалось в некоторой степени устранить недостатки чистого гомогенного катализа и улучшить экологию производства, удалив из технологического цикла процесс отмывки остатков катализаторов после процесса полимеризации и исключив необходимость дополнительной стабилизации готового продукта [1-2].

Известно, что цеолиты и их модифицированные представители широко применяются в качестве катализаторов многих процессов нефтепереработки и нефтехимии. Однако, об их применении в процессах олигомеризации и особенно, полимеризации олефиновых и диеновых углеводородов, в научной литературе имеются очень скудные сведения. Только в последние годы появились сведения о возможности применения цеолитов в качестве базы для создания каталитических систем для этих процессов [3-9].

Исходя из выше отмеченного, была сделана попытка разработать «гетерогенизированные» каталитические дитиофосфатные металлокомплексы на базе цеолитов, в том числе силикагеля.

Известно, что процесс фосфоросернения спиртов и фенолов с  $P_2S_5$  протекает за счет водорода гидроксильных групп, имеющих в их молекулах. Исходя из того, что силикагели также имеют в своем составе связанные с матрицей гидроксильные группы, в принципе, можно осуществить реакцию фосфоросернения, синтезировать O, O - дизамещенные дитиофосфатные кислоты, химически связанные с силикагельной матрицей и в дальнейшем получить металлокомплексные соединения на их базе.

Процесс получения подобных соединений можно представить следующим образом:



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

## 1. Получение силикагеля дитиофосфорной кислоты

Перед началом процесса дитиофосфорирования необходимо осушить носитель, т.к.  $P_2S_5$  очень бурно реагирует с водой.

Хорошо высушенный силикагель помещается в реактор, создается суспензия в м-ксилоле и при  $90^\circ C$  частями добавляется тонкоизмельченный  $P_2S_5$ . После добавления всего количества  $P_2S_5$

(соотношение 10:5 по массе) температура поднимается до 135-139°C, и процесс проводится до полного выделения  $H_2S$ . Для полного удаления  $H_2S$  из системы процесс продолжается под небольшим вакуумом (600-610мм Hg), а после окончания реакции через реакционную массу пропускается азот.

После фильтрации и 2-3-х кратного промывания горячим этанолом продукт реакции высушивается под небольшим вакуумом при 80-90°C.

Анализ показал, что дитиофосфорилированный силикагель содержит 7,17% фосфора и 6,98% серы.

## 2. Получение металлсодержащего дитиофосфорилированного силикагеля

На суспензию дитиофосфорилированного силикагеля (СДФ) в этаноле по каплям добавлялись 40-50%-ные спиртовые растворы хлоридов Ni, Co, Cu, Cr и Fe, смесь нагревалась до 80°C и в течении 4-5 час. интенсивно перемешивалась. Масса охлаждалась, фильтровалась, 2-3 раза промывалась горячим этанолом и высушивалась при 80-90°C под вакуумом.

Металлокомплексы анализировались на содержание фосфора и серы:

СДФ-Ni- P-3,31% ; S- 3,57%

СДФ-Cr- P-4,34% ; S-4,51%

СДФ-Co-P-3,72% ; S- 3,81%

СДФ-Fe- P- 4,01% ; S-3,93%

СДФ-Cu-P-3,02% ; S-3,33%

Далее синтезированные соединения были исследованы, начиная с исходного силикагеля, ИК - спектроскопией, рентгенофазовым и ДТА анализами.

## 3. Исследование силикагеля, ее дитиофосфорилированного образца и металлокомплексов

### 3.1. Дифференциально-термический анализ

По кривым ДТА (рис.1) видно, что у исходного силикагеля в области 102°C имеется интенсивный эндотермический пик. После фосфоросернения этот пик наблюдается уже при 117°C. В зависимости от природы металла этот пик проявляется в различных областях: Ni-100°C; Co-113°C; Cu-114°C; Cr-118°C.

Дальнейшее нагревание не приводит к каким-либо тепловым эффектам. Однако, на термогравиметрических кривых (ТГ) четко фиксируется разница между образцами. Так, исходный силикагель при 115°C теряет до 10% первоначального веса. Идентичная потеря веса у дитиофосфорилированного образца происходит уже при 86°C, а у металлокомплексов, соответственно: Ni-103°C, Co-113°C, Cu-85°C, Cr-137°C. При дальнейшем нагревании скорость потери веса у всех образцов почти идентична.

Сопоставление кривых ДТА и ТГ показывает, что и после дитиофосфорилирования, и получения металлокомплексов происходят изменения в структуре силикагеля, как в каркасе, так и в кристаллической решетке.

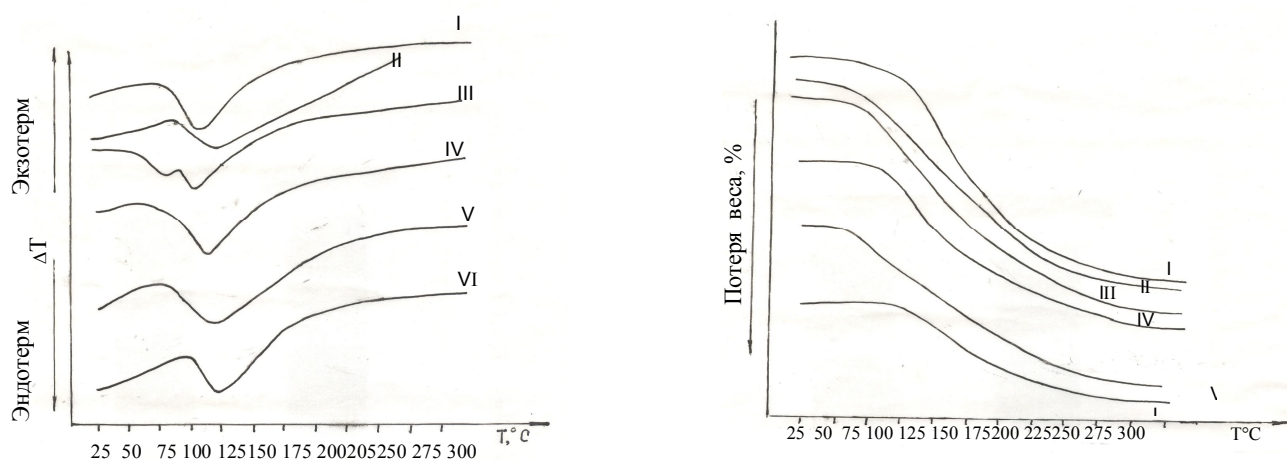


Рис.1. ДТА и ТГ кривые образцов силикагеля: I – Силикагель KSMQ, исходный; II – СДФ- кислота; III-СДФ-Ni; IV- СДФ-Co; V-СДФ-Cu; VI-СДФ-Cr.



### 3.2. Инфракрасная спектроскопия

Как видно из рис. 2, у исходного силикагеля в областях  $3400\text{ см}^{-1}$  и  $1635\text{-}1640\text{ см}^{-1}$  наблюдаются полосы поглощения, которые могут быть отнесены к физисорбционной и связанной водородными связями частице воды. Пики в область  $3650\text{-}3750\text{ см}^{-1}$  указывают на присутствие ОН групп в силикагеле. Полосы в области  $1100\text{-}1110\text{ см}^{-1}$  относятся к поглощению Si-O.

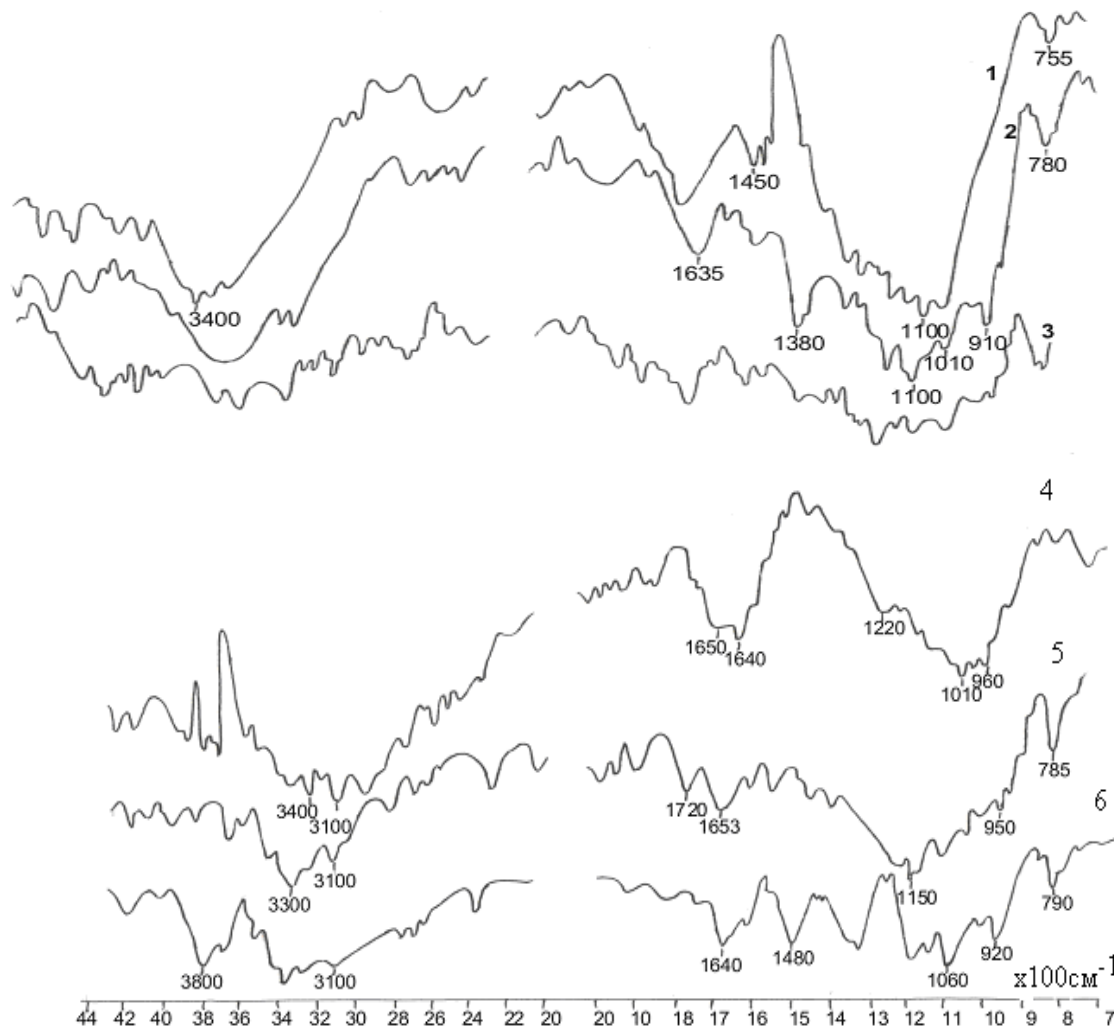


Рис.2. ИК-спектры металлдитиофосфатов силикагеля: 1. Силикагель исходный; 2. Ni-дитиофосфат; 3. Co-дитиофосфат; 4. Fe-дитиофосфат; 5. Cr-дитиофосфат; 6. Cu-дитиофосфат.

После фосфоросернения в спектре отсутствует полоса в области  $3400\text{ см}^{-1}$ , вместо этого наблюдаются полосы в область  $2900\text{-}3200\text{ см}^{-1}$ .

На спектрах металлокомплексов в образцах в зависимости от природы металла появляются новые пики поглощения. У никелевого комплекса в области  $1380\text{ см}^{-1}$ , у Co- $1370\text{ см}^{-1}$ , Fe- $1220\text{ см}^{-1}$ , Cr- $1115\text{ см}^{-1}$ , Cu- $1050\text{ см}^{-1}$ . Наряду с этим, в области  $910\text{-}950\text{ см}^{-1}$  появляются достаточно интенсивные полосы, которые могут быть отнесены к поглощениям: Ni-S-  $910\text{ см}^{-1}$ ; Co-S- $950\text{ см}^{-1}$ ; Cu-S- $920\text{ см}^{-1}$ ; Cr-S- $950\text{ см}^{-1}$ ; Fe-S- $960\text{ см}^{-1}$ .

Сопоставление спектров показывает, что после фосфоросернения интенсивность полосы поглощения, присущая колебаниям ОН группы, резко уменьшается, появляются полосы поглощения P-S; P=S; Me-S, что подтверждает химическое связывание дитиофосфорной группы с матрицей силикагеля, т.е. процесс идет не простым классическим нанесением, а именно, химическим взаимодействием силикагеля с  $\text{P}_2\text{S}_5$ .

### 3.3 Рентгенофазный анализ

Интерпретация дифракционных спектров исходного силикагеля показала, что он представляет собой аморфное тело (рентгено-аморфное).

В спектре силикагеля при 20-32°C наблюдается не очень чувствительная дуга. Низкая дифракционная интенсивность указывает на высокую дисперсность образца. Это показывает, что исходный силикагель обладает мезопористой структурой.

Исследования показали, что в случае Cr комплексов дисперсность образца уменьшается. Это также наблюдается у Ni и Co комплексов. У Fe комплексов дисперсность увеличивается, а у Cu комплексов на спектрах появляются мелкие пики, что указывает на переход мезоструктуры в макроструктуру.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что как после фосфоросернения, так и после получения металлокомплексов в структуре силикагеля происходят значительные изменения.

Обобщая результаты всех исследований можно прийти к выводу, что дитиофосфорная

группа –  $\begin{matrix} \text{P} & \text{=} & \text{S} \\ & \diagdown & / \\ & \text{S} & \end{matrix}$  химически связана с силикагелем, а не просто нанесена на нее. Это очень важно, т.к. дает уверенность в том, что при применении металлокомплексов в качестве катализаторов в реакциях превращения олефиновых и диеновых углеводородов они не будут смываться, что очень важно при «гетеро- генизированном» катализе.

Ni и Co комплексы были исследованы в качестве компонентов каталитической системы (с участием алюминийорганических соединений) и показали высокую активность и стереоселективность в процессе полимеризации бутадиена. Эти исследования являются объектом отдельной статьи.

### ლიტერატურა - REFERENCE – ЛИТЕРАТУРА

1. *Азизов А.Г., Ф.А. Насиров, Н.Ф. Джанибеков* и др. Пат. Россия 2030210 (1987).
2. *Janibayov N.F., Nasirov F.A., Markova Y.I., etc.* Abstracts of Polychar-II (2003), Texas, USA. P-104.
3. *Bartke M., Wartmann A., Reichert K.H.* Y.App. Pol. Sei. 2003, v.87, p.270.
4. *Dos Santos I.H., Larentis A., etc.* Makromol. Chem. Phys. 2004, 200 (4), p.751.
5. *Dos Santos I. H., King C.I.* Mol. Cat. App. Chem. 2004, 139 (2-3), p. 199.
6. *Iudaste H., Pakkenen T.* Iskola Organometallics. 2000, 19 (230), p. 4834.
7. *Кубасов А.А.* Соросовский образовательный журнал, 2006, т. 6, № 6, с.44.
8. *Mueller U., Schubert M., etc.* Mater I. Chem. 2006, 16, p. 626.
9. *Джанибеков Н.Ф., Насиров Ф.А., Рафиева С.Р. и др.* Процесс нефтехимии и нефтепереработки, 2009, 10, 3-4, (39-40), с.279.

### “ჰეტეროგენიზირებული” კატალიზური სისტემები დითიოფოსფორილირებული სილიკაგელის ბაზაზე

ნაზილ ჯანიბეკოვი, ფიზულ ნასიროვი, სევდა რაფიევა, ევგენია მარკოვა, გულარა გასანოვა, მამედ მამედოვი

აზერბაიჯანის ნაციონალური აკადემიის ივ.მამედალიევის სახელობის ნავთობქიმიური სინთეზის ინსტიტუტი, ქ.ბაქო, აზერბაიჯანი

#### რეზიუმე

სინთეზირებულია და დახასიათებული Ni, Co, Cu, Cr, Fe მეტალების შემცველი სილიკაგელდითიოფოსფატები ანალიზური (P, S%) და სპექტრალური (იწ, რენტგენო-ფაზური და დიფერენციალურ-თერმული ანალიზის) მეთოდებით. ეს ნაერთები წარმოადგენენ პოტენციურ “ჰეტეროგენიზირებულ” კატალიზურ სისტემებს ბუტადიენის პოლიმერიზაციისთვის.

### “HETEROGENEOUS” CATALYTIC SYSTEMS ON BASE OF DITHIOPHOSPHORILIC SILICA GEL

N.F.Janibekov, F.A.Nasirov, S.R.Rafiyeva, E.I.Markova, G.N.Gasanova, M.Kh.Mamedov  
Institute of Petrochemical Processes NAS of Azerbaijan, Baku

#### SUMMARY

Metal containing (Ni, Co, Cu, Cr, Fe) silica gel dithiophosphates has been synthesized and characterized by analytic (P, S,%) and spectral (IRS, X-ray diffraction, DTA) methods. Those compounds are potential “heterogeneous” catalytic systems for polymerization of butadiene.

## ბუნებრივი D-ამინომჟავები

ნინო ქარქაშაძე, ინგა აბდუშელიშვილი\*, როზა კუბლაშვილი\*\*

ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი  
\*საქართველოს სახელმწიფო აგრარული უნივერსიტეტი  
\*\*ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მცენარეული ან ცხოველური ცილების შემადგენლობაში D-ამინომჟავების არსებობის შესახებ მონაცემები არ არსებობს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ცილების მჟავური ჰიდროლიზის დროს შეიძლება ამინომჟავებმა განიცადოს გარკვეული რაციმიზაცია, მაშინ ძნელი იქნება გამოირიცხოს ცილის ჰიდროლიზატებში მცირე რაოდენობით D-ამინომჟავების არსებობა. 1939 წელს გამოითქვა მოსაზრება ზოგიერთი D-ამინომჟავის - განსაკუთრებით D-გლუტამინმჟავის - არსებობის შესახებ ავთვისებიან სიმსივნეთა ცილებში [1]. აქვე გამოითქვა მოსაზრება, რომ თავად სიმსივნის წარმოქმნა გარკვეულადწილად დაკავშირებული იყო D-ამინომჟავის არსებობასთან. ეს მოსაზრება მეცნიერთა შორის დისკუსიის საგანი გახდა. მკვლევართა უმრავლესობა იზიარებდა ამ მოსაზრებას და ცდილობდა ექსპერიმენტულად მის დასაბუთებას, მაგრამ უშედეგოდ. 1950 წელს ამ საკითხის შესახებ გამოქვეყნდა დეტალური მიმოხილვა [2]. შემდგომში სხვა მეცნიერებმაც დაადასტურეს ცხოველთა ქსოვილებში D-ამინომჟავების არსებობა [3, 4]. ცხადი გახდა, რომ ამ საკითხის გადასაჭრელად აუცილებელია ცილების ჰიდროლიზისა და ამინომჟავების გამოყოფის უადრესად სრულყოფილი მეთოდების გამოყენება.

D-ამინომჟავების არსებობა თავისუფალ მდგომარეობაში ან პეპტიდების სახით სხვადასხვა მიკროორგანიზმების უჯრედებში ეჭვს არ იწვევს, რაც კარგად ჩანს ცხრილი 1 მონაცემებიდან [5]:

ცხრილი 1. ბუნებრივი D-ამინომჟავები [5]

D-ამინომჟავა	წყარო
ალანინი	რძემჟავა დუდილის ბაქტერიები, ოკტოპინი, ზოგიერთი პეპტიდი
α-ამინოადაპტინმჟავა	N ცეფალოსპორინი
α-ამინოერბომჟავა	სუბტილინი
ასპარაგინმჟავა	<i>Bacillus brevis</i> , რძემჟავა დუდილის ბაქტერიები,
ვალინი	D გრამიციდინი
გლუტამინმჟავა	<i>B. subtilis</i> , <i>B. anthracis</i> და სხვა ბაქტერიების პოლიგლუტამინმჟავა
O-კარბამილსერინი	<i>Streptomyces</i>
ლეიცილი	D გრამიციდინი, პოლიმიქსინები, ცირკულინი
α-მეთილსერინი	ამიციტინი
პენიცილამინი	პენიცილინი
სერინი	პოლიმიქსინი
ფენილალანინი	გრამიციდინი, ტიროციდინი, <i>B. brevis</i>
ციკლოსერინი	<i>Streptomyces</i>

D-ამინომჟავები აღმოჩენილ იქნა ჭიაყელებში, აბრეშუმის ჭიებში. ასეპტიკურად გაზრდილი აბრეშუმის ჭიის (*Bombyx mori*) თავისუფალ ამინომჟავებს შორის, სპეციფიკური ფერმენტული მეთოდის გამოყენებით, აღმოჩენილ იქნა -სერინი. ეს ფაქტი მიუთითებს, რომ *B. mori*-ში აღმოჩენილი D-სერინი მიკრობული წარმოშობის არ არის [6]. 1977 წელს გამოითქვა მოსაზრება, რომ უძველეს, პრებიოლოგიურ პერიოდში ამინომჟავების D-იზომერები და L-იზომერები ერთნაირად იყო

გავრცელებული, მაგრამ ვინაიდან სიცოცხლის სხვადასხვა ფორმებმა ექსკლუზიურად დაიწვეს L-იზომერების გამოყენება, ამინომჟავების ბუნებრივი წონასწორობა დაირღვა და საჭირო გახდა L-ამინომჟავების მარაგის შევსება დარჩენილი D-ამინომჟავების რაცემიზაციით [7].

ამ მოსაზრებას ადასტურებს D-ამინომჟავების ფართოდ გავრცელება ზღვის ორგანიზმებში. მაგალითად, D-ამინომჟავებს, მათ შორის D-ასპარაგინისა და D-გლუტამინის მჟავებს შეიცავს ზღვის მცირე ზომის პრიმიტიული ცხოველების - *Ciona intestinalis* - ქსოვილები [8]. მდინარის კიბოს კუნთი შეიცავს D-ამინომჟავების მნიშვნელოვან რაოდენობას (ძირითადად D-ალანინს), რომელიც იმატებს ზღვის წყალში მდინარის კიბოს მოთავსების შემდეგ. აღსანიშნავია, რომ ზღვის კიბოს (ლანგუსტის) ორგანიზმში არსებული D-ალანინი (D+L) ალანინის საერთო რაოდენობის თითქმის ნახევარს შეადგენს [9]. ზღვის ორსაგდულიანების ზოგიერთ სახეობის ქსოვილებში აღმოაჩინეს თავისუფალი D-ალანინი, D-ასპარტატი და D-ვალინი [10]. D-ამინომჟავას ოქსიდაზას გამოყენებით დაადგინეს, რომ უმაღლეს ორგანიზმებში - ზღვის უხერხემლოებში - ფართოდ არის გავრცელებული D-ამინომჟავები, რაც მიუთითებს ამ უკანასკნელთა მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ როლზე და კვებით ღირებულებაზე [11].

უკანასკნელ ხანს, D-ამინომჟავები აღმოაჩინეს სხვადასხვა უმაღლეს ცოცხალ ორგანიზმებში თავისუფალი ამინომჟავების, პეპტიდების და ცილების სახით. თავისუფალი D-ასპარტატი და D-სერინი აღმოჩენილია ძუძუმწოვარებში და, როგორც ვარაუდობენ, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ორგანიზმში მიმდინარე ფიზიოლოგიურ პროცესებში. D-ამინომჟავების შემცველი პეპტიდები ცნობილია ოპიოიდური პეპტიდების და ნეიროპეპტიდების სახით. დადგენილია, რომ დაბერებასთან ერთად, ცილაში D-ასპარტატის შემცველობა მატულობს [12]. აღმოჩნდა, მაგალითად, რომ თავის თირკმელი, ღვიძლი და ტვინი შეიცავს სერინის, ალანინის, პროლინის, ასპარტატის, და გლუტამატის (ასპარაგინისა და გლუტამინის ჩათვლით) D-ენანტიომერებს [13]. საინტერესოა, რომ D-ამინომჟავების რაოდენობა ბევრად მაღალი იყო მუტანტურ თავგებში, რომლებიც არ შეიცავდა D-ამინომჟავას ოქსიდაზას, ვიდრე ნორმალურ თავგებში [14]. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ნორმალური თავგის ღვიძლი შეიცავს D-ამინომჟავას ოქსიდაზას [15].

ადამიანის და ცხოველების ორგანიზმი მაღალი კონცენტრაციით შეიცავს D-ამინომჟავებს, სადაც ეს ამინომჟავები მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციას ასრულებს. ცენტრალური ნერვული სისტემა მნიშვნელოვანი კონცენტრაციით შეიცავს ორ D-ამინომჟავას, D-სერინს და D-ასპარტატს [16]. ამჟამად დადგენილია, რომ D-სერინი ტვინში ნეიროგადამცემის ფუნქციას ასრულებს [17]. ნორმალური ადამიანის პლაზმაში აღმოაჩინეს მცირე, მაგრამ საგრძნობი რაოდენობის D-ამინომჟავები. მათი რაოდენობა მნიშვნელოვნად მაღალი იყო ხნიერ ადამიანებში [18]. ორგანიზმში D- და L-ამინომჟავების ბალანსი შეიძლება გარკვეული ინდიკატორი იყოს სხვადასხვა პათოლოგიების დროს. ასე მაგალითად, 20 არადიალიზებული, 20 ჰემოდიალიზებული და 20 ნორმალური პაციენტის პლაზმაში განსაზღვრეს D-ამინომჟავების ჯამური შემცველობა. განსაზღვრა ხდებოდა მაღალი წნევის ქრომატოგრაფიით. აღმოჩნდა, რომ ჯამური D-ამინომჟავების, D-ტიროზინის და D-ფენილალანინის შემცველობა მნიშვნელოვნად მეტი იყო თირკმელების უკმარისობით დაავადებულ პაციენტებში, ვიდრე ნორმალურ პაციენტებში, რაც, როგორც ვარაუდობენ, გამოწვეულია D-ამინომჟავას ოქსიდაზას უკმარისობით თირკმელების უკმარისობით დაავადებულ პაციენტებში [19]. ამჟამად D-ამინომჟავებს ინტენსიურად სწავლობენ დიეტოლოგიური თვალსაზრისითაც; საინტერესოა, რომ ზოგიერთ D-ამინომჟავას, მაგალითად, D-ფენილალანინს, ორგანიზმი ინტენსიურად მოიხმარს, ხოლო ზოგიერთ D-ამინომჟავას, მაგალითად, D-ლიზინს, არავითარი კვებითი ღირებულება არა აქვს [20].

ფიქრობენ, რომ D-ამინომჟავების აღმოჩენა ძუძუმწოვართა ქსოვილებში უმნიშვნელოვანესი ფაქტია, რაც მოლიანად ცვლის არსებულ ბიოქიმიურ თეორიებს.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Kögl F., Erxleben H. Z. physiol. Chem., 1939, v. 258, p. 57.
2. Miller J.A. Cancer Research, 1950, v. 10, p. 65.
3. Boulanger P., Osteux R. Compt. Rend., 1953, v. 256, p. 2177.
4. Hillmann G., Hillmann-Elies A., Methfessel F. Z. Naturforsch., 1954, 9b, 660.
5. Майстер А. Биохимия аминокислот. Москва: Издательство, 1961, 530 с.

6. *Rajagopal Rao D., Ennor A.H., Thorpe B.* Comparative Biochemistry and Physiology, 1967, v. 21, p. 709-711.
7. *Aono H., Yuasa S.* BioSystems, 1977, v. 9, p. 151-154.
8. *D'Aniello A., Vetere A., Padula L.* Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 1992, v. 102, p. 795-797.
9. *Okuma E., Abe H.* Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology, 1994, v. 109, p. 191-197.
10. *Felbeck H.* Wiley S. Biol. Bull., 1987, v. 173, p. 252-259.
11. *Preston R.L.* Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 1987, v. 87, p. 55-62.
12. *Fujii N.* Origins of Life and Evolution of the Biosphere, 2002, v. 32, p. 103-127.
13. *Nagata Y., Kubota K.* Amino Acids, 1987, v. 4, p. 121-125.
14. *Halvor N., Christensen Ph.D.* Nutrition Reviews, 1992, v. 50, p. 294-295.
15. *Nagata Y., Akino T.* Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry. 1988, v. 89, p. 179-182.
16. *Fuchs S.A., Berger R., Klomp L.W.J., De Koning T.J.* Molecular genetics and metabolism. 2005, v. 85, p. 168-180.
17. *Wolosker H., Dumin E., Balan L., Foltyn V.N.* The FEBS Journal. 2008, v. 275, p. 3514-3526.
18. *Nagata Y., Akino T., Ohno K., Kataoka Y., Ueda T., Sakurai T., Shiroshita K., Yasuda T.* Clinical Science, 1987, v. 73, p. 105-108.
19. *Young G.A., Kendall S., Brownjohn A.M.* Amino Acids, 1994, v. 6, p. 283-293.
20. *Friedman M. J.* Agric. Food Chem., 1999, v. 47, p. 3457-3479.

#### NATURAL D-AMINO ACIDS

Nino Karkashadze, Inga Abdushelishvili\*, Roza Kublashvili\*\*  
*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*  
\* *Georgian State Agrarian University*  
\*\* *Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

#### SUMMARY

Distribution of D-amino acids in a nature is considered; their physiological function is discussed.

#### ПРИРОДНЫЕ D-АМИНОКИСЛОТЫ

Н.Г.Каркашадзе, И.Абдушелишвили\*, Р.Кублашвили\*\*  
*Институт физической и органической химии им. П. Меликишвили*  
\* *Грузинский государственный аграрный университет*  
\*\* *Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили*

#### РЕЗЮМЕ

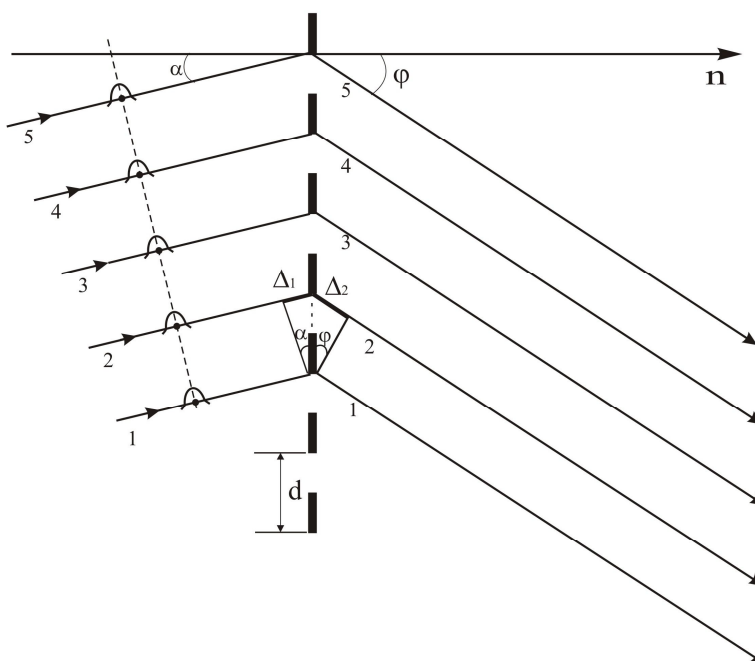
В статье рассмотрено распределение D-аминокислот в природе; обсуждена их физиологическая функция.

დიფრაქციული მესერის ბავლენა სინათლის ცუბის ფორმაზე

ალექსანდრე რჩეულიშვილი  
ელეფთერ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

დიფრაქციული მესერის დისპერსიული არე ძალიან დიდია, რაც საშუალებას იძლევა მოვანდინოთ თეთრი სინათლის სპექტრალური გაშლა. მონოქრომატორები დიფრაქციული მესერით წარმატებით გამოიყენება ატომურ-აბსორბციულ (2,3), ატომურ-ფლოუორესცენციულ (4,5), ატომურ-ემისიურ და სხვა სპექტრომეტრებში.

დიფრაქციული მესერი წარმოადგენს ფირფიტას, რომელიც შეიცავს მკაცრად პარალელურ გამჭვირვალე ღრეჩოებს, რომლებიც განცალკეებულა ერთნაირი, გაუმჭვირვალე ზოლებით. გამჭვირვალე და გაუმჭვირვალე ზოლების სიგანეების ჯამს ეწოდება მესერის პერიოდი (მუდმივა)  $d$ . ნახ.1. თვითეული ღრეჩოს სიგანე რამდენადმე მეტია სინათლის ტალღის სიგრძეზე სპექტრის სამუშაო არეში.



ნახ. 1. სვლათა სხვაობა მეზობელ სხივებს შორის. მესერზე დაცემული სინათლის მიმართულება შეადგენს კუთხეს მესერის  $n$  ნორმალთან

განვიხილოთ შემთხვევა, როდესაც დიფრაქციულ მესერზე ეცემა სინათლის (ელექტრო-მაგნიტური) ერთეულოვანი იმპულსი (ბრტყელი ტალღა) ნორმალიდან  $\alpha$  კუთხით. ბრტყელი ტალღის ყველა წერტილი იმყოფება ერთნაირ ფაზაში (ნახაზზე აღნიშნულია პუნქტებით). ნახაზზე აღნიშნული ღრეჩოები დანომრილია ქვემოდან ზემოთ (1, 2, 3, 4, 5). იგივე ნომრებით აღნიშნულია მესერზე დაცემული და ღრეჩოებიდან გამომავალი სხივები. როგორც ნახაზიდან ჩანს, დიფრაქციულ მესერს პირველად მიადწევს ქვედა სხივი (1). მეზობელი ზედა სხივი (2) მესერს მიადწევს დაგვიანებით. დაგვიანება გამოწვეულია იმით, რომ 1 და 2 სხივებს შორის არსებობს სვლათა სხვაობა  $\Delta_1$ . სინათლის იმპულსს მე-2 სხივში მესერამდე მისაღწევად სჭირდება მეტი მანძილის გავლა, რომელიც ტოლია  $\Delta_1$  - ის. ასეთივე სვლათა სხვაობა იქნება ყოველ სხივსა და მის მეზობელ სხივს შორის. როგორც ნახ.1-დან ჩანს,  $\Delta_1$  სვლათა სხვაობა, გამოისახება შემდეგი ფორმულით:  $\Delta_1 = d \sin \alpha$ . სინათლე, რომელიც გაივლის მესერის ვიწრო ღრეჩოებს, განიცდის დიფრაქციას. დიფრაქციის შედეგად სინათლე, რომელიც გაივლის თვითეულ ღრეჩოს, გავრცელდება ნებისმიერი კუთხით საწყისი მიმართულებიდან (სინათლე ვრცელდება სხვა და სხვა მიმართულებით). სინათლის სხივები, რომლებიც ვრცელდებიან სხვა და სხვა



ღრეწობიდან, განიცილიან ინტერფერენციას ერთმანეთთან. სინათლის გავრცელების ზოგიერთი მიმართულებით ღრეწობიდან გამომავალი სინათლის სხივები აქრობენ ერთმანეთს, ხოლო ზოგიერთი სხვა მიმართულებით – აძლიერებენ ერთმანეთს. სხივების გავრცელებისას მესერის შემდეგ, მესერის ნორმალიდან  $\varphi$  კუთხის მიმართულებით, ზედა სხივსა და მის მეზობელ ქვედა სხივს შორის აგრეთვე წარმოიქმნება სვლათა სხვაობა  $\Delta_2$ . აღნიშნული სვლათა სხვაობა გამოითვლება ფორმულით:  $\Delta_2 = d \sin\varphi$ . მთლიანი (სრული) სვლათა სხვაობა სხივსა და მის მეზობელ ქვედა სხივს შორის -  $\Delta$  შეადგენს

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = d \sin\alpha + d \sin\varphi \quad (1)$$

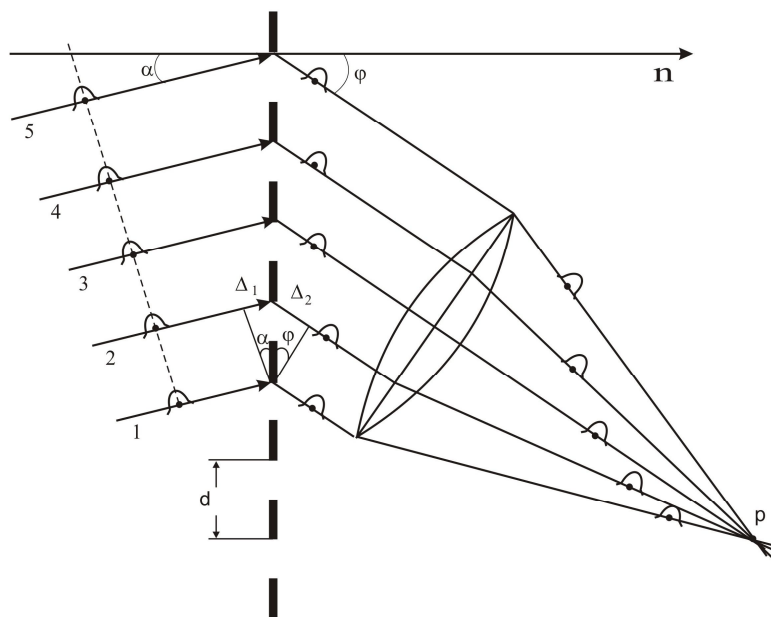
როდესაც სრული სვლათა სხვაობა ტოლია სინათლის ტალღის სიგრძის (ტალღის სიგრძეების მთელი რაოდენობის),  $\Delta = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots$  მაშინ ეს სხივები აძლიერებენ ერთმანეთს.

$$\Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = d \sin\alpha + d \sin\varphi = m\lambda, \quad (2)$$

სადაც,  $m$  მთელი რიცხვია. პირობა 2) საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ  $\varphi$  და  $\alpha$  კუთხის ის მნიშვნელობები, როდესაც დაიკვირვება  $\lambda$  ტალღის სიგრძის სინათლის მაქსიმუმი. როდესაც სრული სვლათა სხვაობა  $\Delta$  ტოლია სინათლის ტალღის სიგრძის ნახევრის კენტი რაოდენობის, მაშინ ეს სხივები აქრობენ (აბათილებენ) ერთმანეთს და ამ მიმართულებით აღნიშნული ტალღის სიგრძის სინათლე არ ვრცელდება.

დიფრაქციულ მესერი იწვევს მასზე დაცემული სინათლის არა მხოლოდ სპექტრალურ გაშლას, არამედ სინათლის ზოგიერთი სხვა თვისებების ცვლილებასაც. დიფრაქციული მესერის ზემოქმედება იწვევს მასზე დაცემული სინათლის იმპულსის ფორმის ცვლილებას, კერძოდ, ელექტრომაგნიტური ტალღის ცუვის დაგრძელებას (კოჰერენტულობის სიგრძის გაზრდა).

დავუშვათ, რომ დიფრაქციულ მესერზე ეცემა ერთეულოვანი, მოკლე სინათლის იმპულსი (ბრტყელი ტალღა) ნორმალის მიმართ რაიმე  $\alpha$  კუთხით. განვიხილოთ მესერზე დაცემული სინათლის იმპულსის ზემოქმედება  $P$  წერტილზე (ფოტომიმღები), რომელიც მოთავსებულია ნორმალიდან  $\varphi$  კუთხის მიმართულებით. (ნახ.2).



ნახ. 2. მესერის გავლენა ერთეულოვან სინათლის იმპულსზე

ბრტყელი ტალღა მიაღწევს მესერის ღრეწობამდე სხვადასხვა დროს. სინათლის ბრტყელი ტალღა პირველად მიაღწევს პირველ ღრეწოს, შემდეგ მე-2 ღრეწოს, შემდეგ მე-3 და ა.შ. შესაბამისად მესერის ღრეწოები თანმიმდევრობით ხდებიან შემფოთების წყაროები. ღრეწოებიდან შემფოთება ვრცელდება სხვადასხვა მიმართულებებით, მათ შორის  $\varphi$  კუთხითაც.  $\varphi$  მიმართულებებით გავრცელებული შემფოთებები  $L$  შემკრები ლინზის დახმარებით ხვდებიან  $P$  წერტილში. როგორც ეს ნახ.2-დან ჩანს თვითეული ღრეწოდან გამომავალი ცალკეული შემფოთება  $P$  წერტილში ხვდება სხვადასხვა დროს (არა ერთდროულად). შემფოთება (იმპულსი), რომელიც გამოწვეულია ერთი ღრეწოს მიერ, ჩამორჩება (ან უსწრებს) დროში შემფოთებას, რომელიც გამოწვეულია მეზობელი ღრეწოს მიერ.

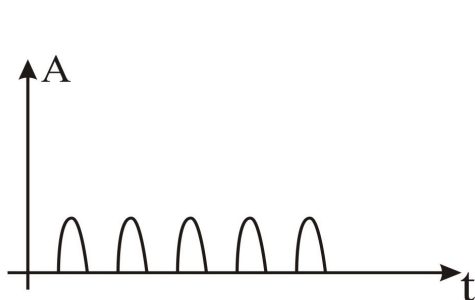


ნახ. 1-ზე და ნახ. 2-ზე მოცემული სურათისათვის, ყოველი ღრეჩოს მიერ გამოწვეული შემფოთება, ჩამორჩება მისი მეზობელი ქვედა ღრეჩოს მიერ გამოწვეულ შემფოთებას. ეს ფაქტი გამოწვეულია ორი მიზეზის გამო. ერთი მიზეზია ის, რომ ღრეჩოების შემფოთება დაცემული სინათლის იმპულსით ხდება სხვადასხვა დროს. მეორე მიზეზია ის, რომ მესერის თვითიველი ღრეჩო იმყოფება P წერტილისგან უფრო შორს, ვიდრე მის ქვემოთ მდებარე ღრეჩო. მაგალითად, ღრეჩო 2 იმყოფება უფრო შორს P წერტილისგან ვიდრე ღრეჩო 1, ხოლო ღრეჩო 3 იმყოფება უფრო შორს, ვიდრე ღრეჩო 2. ნახ. 1 და ნახ. 2. მესერის შემდეგ წარმოქმნილი სვლათა სხვაობა ორი უახლოესი ღრეჩოდან გავრცელებულ სხივებს შორის, შეადგენს  $\Delta_2 = d \sin \varphi$ . სვლათა სხვაობა  $\Delta_2$  მიიღება სხივების გავრცელებისას მხოლოდ მესერიდან ლინზამდე. ოპტიკური მანძილები ლინზიდან P წერტილამდე ერთი და იგივეა ყველა სხივისათვის (ოპტიკური გზები ტაუტოქრონულებია). შესაბამისად, ლინზის შემდეგ სხივებს შორის, აღარ წარმოიქმნება დამატებითი სვლათა სხვაობა. სრული სვლათა სხვაობა სხივსა და მის მეზობელ ქვედა სხივს შორის  $\Delta$  არის სვლათა სხვაობების ჯამი მესერამდე -  $\Delta_1$  და მესერის შემდეგ -  $\Delta_2$ . - 1). სინათლე ამ მანძილს გაივლის  $T = \Delta/c$  დროში. ამგვარად, P წერტილი მიიღებს შემფოთებებს (სინათლის იმპულსებს) ერთი მეორის მიყოლებით, პერიოდულად,  $T = \Delta/c$  დროის მონაკვეთის შემდეგ. დავიანების დრო T დამოკიდებულია  $\varphi$  და  $\alpha$  მიმართულებებზე, ისე რომ თვითიველი წყვილისათვის  $\varphi$  და  $\alpha$  იქნება თავისი ზემოქმედების პერიოდი T. ნებისმიერ P წერტილში მესერის ზემოქმედებას გააჩნია პერიოდული ხასიათი, მაშინ როდესაც მესერზე დაცემული იმპულსი იყო ერთეულოვანი. რაც მეტი ღრეჩოები გააჩნია მესერს, მით მეტ შემფოთებებს (იმპულსებს) მიიღებს P წერტილი და მით მეტია მასზე პერიოდული ზემოქმედების ხანგრძლივობა. თუ მესერს გააჩნია N რაოდენობის ღრეჩო, მაშინ P წერტილი მიიღებს N რაოდენობის შემფოთებებს. თუ მესერს გააჩნია უსასრულო რაოდენობის ღრეჩოები (იდეალური მესერი უსასრულო გარჩევითობით), მაშინ პერიოდული ზემოქმედება P წერტილზე (არა სინუსოიდალური) გრძელდება უსასრულოდ დიდხანს. ფურიეს თეორემის თანახმად, უსასრულო პერიოდული ზემოქმედება, რომლის პერიოდია T, შეიძლება წარმოდგენილი იქნას როგორც სინუსოიდალური რხევების ერთობლიობა (ჯამი), რომელთა პერიოდებია T, T/2, T/3... სინუსოიდალური რხევების ამპლიტუდები დამოკიდებულია პერიოდული ზემოქმედების ხასიათზე, რომელიც განისაზღვრება პირველადი იმპულსის ფორმითა და ხანგრძლივობით და მესერის გამჭვირვალე და გაუმჭვირვალე ზოლების ზომების თანაფარდობით. პერიოდული ზემოქმედების ასეთი გაშლა (წარმოდგენა) სინუსოიდალურ რხევებად ნიშნავს, რომ P წერტილში მოვლენები ხდება ისე, თითქოს ამ წერტილში მოდიან (ხვდებიან) მონოქრომატული ტალღები, რომელთა ტალღის სიგრძეები შესაბამისად ტოლია  $\lambda_1 = cT = d \sin \varphi$ ;  $\lambda_2 = cT/2$ ;  $\lambda_3 = cT/3$  ... ამგვარად,  $\varphi$  მიმართულებით დაიკვირვება მონოქრომატული სინათლის ტალღები, რომელთა ტალღის სიგრძეები აკმაყოფილებენ 2) პირობას. მოცემული პირობა განსაზღვრავს დიფრაქციული სპექტრის მთავარი მაქსიმუმების მდებარეობას.

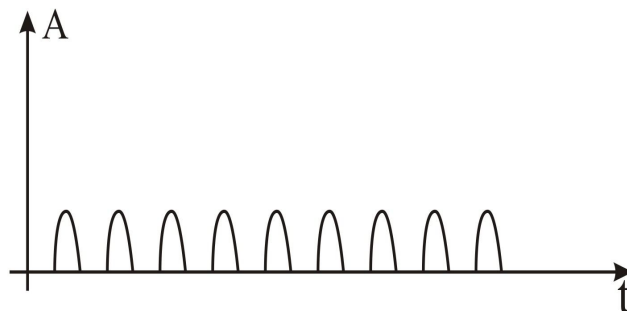
ნათქვამიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ დიფრაქციული მესერიდან  $\varphi$  მიმართულებით, რომელიც აკმაყოფილებს 2) პირობას, ვრცელდებიან დაახლოებით სინუსოიდალური ფორმის სინათლის ტალღები. მიღებულ სინუსოიდალური ფორმის სინათლის ტალღას გააჩნია ცუგის გარკვეული სიგრძე და შეიცავს N რაოდენობის სრულ რხევას (N მაქსიმუმს და N მინიმუმს), სადაც N – მესერის ღრეჩოების რაოდენობაა.

ეს ნიშნავს, რომ ერთეულოვანი სინათლის იმპულსის ზემოქმედებით მესერი აგზავნის სინათლის ტალღის ცუგს, რომელიც შეიცავს N რაოდენობის იმპულსებს. თითოეული ტალღა (თითოეული იმპულსი) ცუგში წარმოიქმნება შემფოთებებით ერთი ღრეჩოსაგან (მეორე იმპულსი – მეორე ღრეჩოსაგან). ამგვარად, ერთეულოვანი სინათლის იმპულსისაგან მესერის საშუალებით მიიღება ტალღების ცუგი, რომელიც შეიცავს N რხევას. ნახ. 3. მსჯელობის სიმარტივისათვის ღრეჩოების რაოდენობა ტოლია ხუთის (N=5) ნახ. 1 და ნახ. 2 და შესაბამისად, მიღებული ტალღის ცუგი შეიცავს ხუთ რხევას (ხუთ იმპულსს), რომელთა ამპლიტუდები ტოლებია.

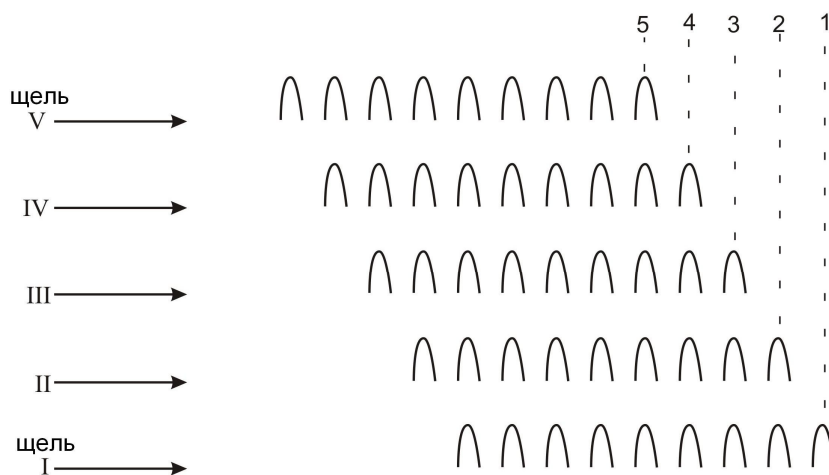
როგორი სურათი გვექნება თუ მესერზე ეცემა არა ერთეულოვანი სინათლის იმპულსი, არამედ ტალღების ჯგუფი (ცუგი), რომელიც შედგება n რაოდენობის, ერთმანეთისაგან თანაბრად დაშორებული იმპულსებისაგან? ნახ. 4-ზე მოცემულია ტალღების ცუგის სახე. სიმარტივისათვის განვიხილავთ ცუგს, რომელიც შეიცავს ცხრა (n=9) იმპულსს, ტოლი ამპლიტუდებით, რომელიც ეცემა მესერზე მისი ნორმალის მიმართ რაიმე  $\alpha$  კუთხით. მესერის ღრეჩოების რაოდენობა შეადგენს ხუთს (N=5).



ნახ. 3. ერთეულოვანი სინათლის იმპულსისაგან წარმოქმნილი ტალღის ცუგი



ნახ. 4. მესერზე დაცემული ტალღის ცუგი

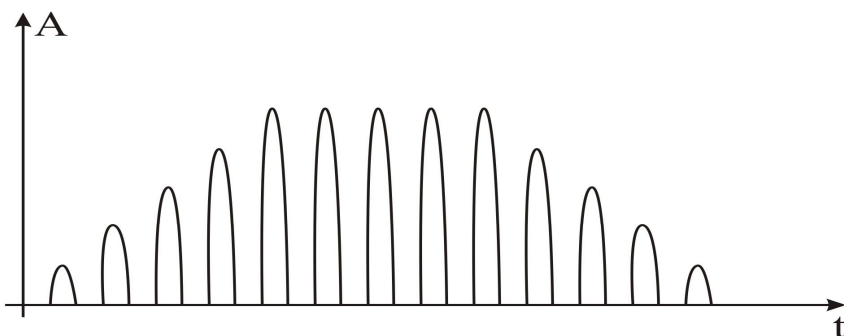


ნახ. 5. მესერის ცალკეული ღრეჩოებისაგან მიღებული ტალღის ცუგები

თითოეული ღრეჩოდან  $\varphi$  მიმართულებით გავრცელდება უკვე არა ერთეულოვანი სინათლის იმპულსი, არამედ ტალღების ჯგუფი (ცუგი), რომელიც შეიცავს  $n=9$  იმპულსს ნახ. 5. თითოეული ჯგუფი, რომელიც ვრცელდება  $\varphi$  მიმართულებით ერთი ღრეჩოდან, ჩამორჩება ჯგუფისაგან, რომელიც ვრცელდება უახლესი, ქვედა ღრეჩოსაგან. მეზობელ ცუგებს შორის სვლათა სხვაობა შეადგენს მანძილს, რომელიც ტოლია ტალღის სიგრძის  $\lambda$ . ერთი ღრეჩოდან გავრცელებული ცუგის პირველი იმპულსი ჩამორჩება დროში და ემთხვევა მეზობელი, ქვედა ღრეჩოდან გავრცელებული ცუგის მეორე იმპულსს, ემთხვევა აგრეთვე მესამე იმპულსს, რომელიც ვრცელდება შემდეგი ქვედა ღრეჩოდან და ა.შ. ნახ. 5. დროში ერთმანეთს ემთხვევიან ზედა (V) ღრეჩოდან გავრცელებული ცუგის პირველი იმპულსი, (IV) ღრეჩოდან გავრცელებული ცუგისა მეორე იმპულსი, (III) ღრეჩოდან გავრცელებული ცუგის მესამე იმპულსი, მეორე ღრეჩოს მეოთხე იმპულსი და პირველი ღრეჩოდან გავრცელებული ცუგის მეხუთე იმპულსი. მესერის შემდეგ თვითეული ღრეჩოსაგან მიღებული ჯგუფები (ცუგები), განიცდიან ერთმანეთზე ზედღებას და მათი ამპლიტუდები იკრიბებიან. შესაბამისად,  $\varphi$  მიმართულებით ვრცელდება სინათლის ცუგი, რომლის იმპულსების რაოდენობა შეადგენს უკვე  $N + n - 1$ . ნახ. 6. ჩვენს მიერ განხილული შემთხვევისათვის ( $N=5, n=9$ ) იმპულსების რაოდენობა მიღებულ ცუგში ტოლია ცამეტის- (13). ტალღა 1, რომელიც ვრცელდება სხვებზე წინ (ნახ.5), წარმოქმნილია ყველაზე ქვედა (I) ღრეჩოსაგან გავრცელებული ცუგის პირველი იმპულსისაგან. შემდეგი ტალღა 2 წარმოქმნილია ერთობლივად (I) ღრეჩოს მეორე იმპულსისაგან და მეზობელი, ზედა (II) ღრეჩოს პირველი იმპულსისაგან. ამ იმპულსების ამპლიტუდები იკრიბებიან. ტალღა 3-ის ამპლიტუდა იკრიბება (I) ღრეჩოს მესამე იმპულსის, (II) ღრეჩოს მეორე იმპულსისაგან და (III) ღრეჩოს პირველი იმპულსისაგან. ზოგადად,  $n$  ნომერი ტალღის ამპლიტუდა იკრიბება (I) ღრეჩოს  $n$  ნომერი სინათლის იმპულსისაგან, ქვედა, II ღრეჩოს  $(n-1)$  – ნომერი იმპულსისაგან და ა.შ და  $n$  ნომერი ღრეჩოს პირველი იმპულსისაგან.

ჯამური ტალღის ამპლიტუდა იზრდება ტალღის ნომერის ზრდასთან ერთად იმის გამო, რომ ტალღის წარმოქმნაში მონაწილეობას ღებულობს (ერთვებიან) მესერის ღრეჩოების სულ უფრო მეტი რაოდენობა. მას შემდეგ, როდესაც ჯამურ ტალღას დაემატება ბოლო N ნომერი (ჩვენ შემთხვევაში-მესუთე) ღრეჩოს იმპულსი, ამპლიტუდა აღარ იზრდება. შემდეგი ტალღების ჯამური ამპლიტუდა რჩება მუდმივი და ტოლი N (5) ნომერი ტალღის ამპლიტუდის (ნახ. 6). ტალღების ჯამური ამპლიტუდის მუდმივობა (უცვლელობა) გრძელდება n ნომერ ტალღამდე, რომლის შემდეგაც ამპლიტუდა იწყებს კლებას. ჩვენ შემთხვევაში (N=5, n=9), ამპლიტუდის მუდმივობა გრძელდება მე-9 ტალღამდე (ჩათვლით) და იგი ტოლია საწყის ცუგში იმპულსების რაოდენობისა. ნომერი 10 ტალღის წარმოქმნაში უკვე აღარ მონაწილეობს I ღრეჩო, მე-11 ტალღის წარმოქმნაში უკვე აღარ მონაწილეობენ I და II ღრეჩოები და ა.შ.

1 – სვლათა სხვაობებს ორ მეზობელ სხივს შორის, რომლებიც მიიღება სხივის დაცემისას მესერზე  $\Delta_1$  და სხივის გავრცელებისას მესერის შემდეგ  $\Delta_2$ , შესაძლებელია გაანხდეთ საწინააღმდეგო ნიშანი. ნახ.7. მესერზე სინათლის დაცემისას 2 სხივი ჩამორჩება 1 სხივს (ყოველი ზედა სხივი ჩამორჩება მის მეზობელ ქვედა სხივს) და სვლათა სხვაობა მეზობელ სხივებს შორის შეადგენს  $\Delta_1$ -ს. მესერიდან გავრცელებისას პირიქით, 1 სხივი ჩამორჩება 2 სხივს (ყოველი ქვედა სხივი ჩამორჩება მის მეზობელ ზედა სხივს) და სვლათა სხვაობა შეადგენს  $\Delta_2$ -ს. ამის გამო, როდესაც ვახდენთ სრულ სვლათა სხვაობის  $\Delta$  გამოთვლას, გვექნება შემდეგი გამოსახულება:



ნახ.6. ცუგი, რომელიც მიიღება მესერზე თანაბრამპლიტუდური ტალღის ცუგის ზემოქმედებისას

2 – როდესაც სხივის მესერზე დაცემისას მიღებული სვლათა სხვაობა  $\Delta_1$  აბსოლუტური სიდიდით ტოლია სვლათა სხვაობისა  $\Delta_2$ , რომელიც მიიღება სხივის გავრცელებისას მესერის შემდეგ, ე.ი  $|\Delta_1| = |\Delta_2|$ , მაშინ სრული სვლათა სხვაობა 0-ის ტოლია.

შეიძლება ვთქვათ, რომ სვლათა სხვაობები მესერამდე და მესერის შემდეგ აბათილებენ ერთმანეთს.  $\Delta = \Delta_1 - \Delta_2 = 0$ .

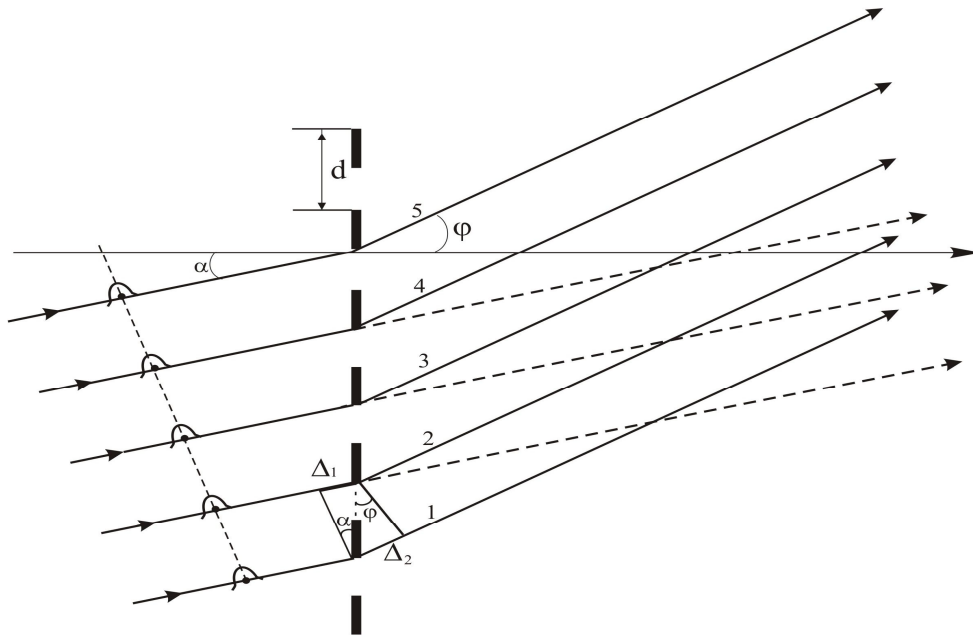
3 – როდესაც სრული სვლათა სხვაობა  $\Delta$  ტოლია 0-ის, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\Delta = d \sin \alpha - d \sin \varphi = 0. \text{ ე.ი } d \sin \alpha = d \sin \varphi. \quad \alpha = \varphi$$

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ როდესაც სრული სვლათა სხვაობა  $\Delta$  ტოლია 0-ის, სინათლე მესერის გავლის შემდეგ არ იცვლის გავრცელების მიმართულებას. სინათლე მესერიდან ვრცელდება ნორმალიდან იმავე კუთხით, რა კუთხითაც მოხდა მისი დაცემა მესერზე ნახ 7. (პუნქტირით ნაჩვენები სხივები).

4 – თუ მესერზე ეცემა სინათლის ერთეულოვანი იმპულსი, ნორმალიდან  $\alpha$  კუთხით და განვიხილავთ სინათლის გავრცელებას მესერიდან  $\alpha = \varphi$  მიმართულებით (რაც პრაქტიკულად წარმოადგენს დაცემული სხივის მიმართულების გაგრძელებას), მაშინ მივიღებთ ისევ ერთეულოვან სინათლის იმპულსს. ე.ი. ამ მიმართულებაზე მესერი არ ახდენს სინათლის სპექტრად დაშლას (თეთრი სინათლე რჩება ისევ თეთრი). თუ მესერზე ეცემა სინათლის ცუგი, რომელიც შეიცავს n რხევას, მაშინ  $\varphi$  მიმართულებით ვრცელდება აგრეთვე სინათლის ცუგი, რომელიც აგრეთვე შეიცავს n რხევას, ამასთან, არ იცვლება ცუგის ფორმა.

5 – თუ მესერს, რომლის ღრეჩოების (შტრიხების) რაოდენობაც არის N, ეცემა სინათლის იმპულსი, რომელიც შეიცავს ერთ რხევას, მაშინ მესერიდან გამოძავალი სინათლე  $\varphi$  მიმართულებით შეიცავს N რაოდენობის იმპულსებს. ნახ. 3.



ნახ. 7. სვლათა სხვაობებს მესერზე დაცემულ -  $\Delta_1$  და მესერიდან გავრცელებულ სხივებს შორის -  $\Delta_2$  საწინააღმდეგო ნიშნები აქვთ

6 - თუ მესერზე დაცემული მოცემული ტალღის სიგრძის მქონე სინათლის ცუგი შეიცავს თანაბარი ამპლიტუდის  $n$  რაოდენობის სრულ რხევას ( $n$  იმპულსს), მაშინ მესერის ზემოქმედების შედეგად, აღნიშნული ცუგის იმპულსების რაოდენობა გახდება  $n+N-1$ , სადაც  $N$  არის მესერის გამჭვირვალე ღრეჩოების რაოდენობა. (ნახ. 6).

7 - ცუგის რხევების ამპლიტუდები განიცდიან ზრდას პირველიდან  $N$  რაოდენობის რხევებამდე, შემდეგ რხევების ამპლიტუდები თანაბარია ( $n-N+1$  რხევა), ხოლო ცუგის ბოლო  $N$  რაოდენობის რხევა მიმდინარეობს კლებადი ამპლიტუდებით.

8 - რხევების ამპლიტუდების ცვლილება (მატება ან კლება) ხდება ბიჯით (ნახტომისებურად). ერთი ბიჯის სიდიდე ტოლია ერთი ღრეჩოდან მიღებული სინათლის ტალღის ამპლიტუდის.

9 - დავუშვათ რომ სინათლე, რომლის ცუგის ფორმა მოცემულია ნახ. 4-ზე, (იგი შეიცავს ტოლი ამპლიტუდის მქონე  $n=9$  იმპულსს) ეცემა მესერზე, მესერის ნორმალის გასწვრივ ( $\alpha=0$ ), ხოლო მესერიდან გამომავალ სინათლეს ვაკვირდებით ნორმალიდან  $\varphi$  კუთხის მიმართულებით. მესერიდან გამომავალ სინათლის ცუგის ფორმა მოცემულია ნახ.ნ. აღნიშნული სინათლის ტალღა შეიცავს  $N+n-1$  იმპულსს, სადაც  $N$  - მესერის ღრეჩოების რაოდენობაა, ხოლო  $n$  - იმპულსების რაოდენობაა მესერზე დაცემული სინათლის ცუგში. დავუშვათ, რომ ამ მესერიდან მიღებული  $\lambda$  ტალღის სიგრძის მქონე სინათლე, რომლის ცუგის ფორმა მოცემულია ნახ.ნ, ეცემა ანალოგიურ მესერს, ნორმალიდან  $\alpha$  კუთხით. განვიხილოთ მეორე მესერიდან გამომავალი სინათლე, რომელიც ვრცელდება ნორმალიდან  $\alpha+\varphi$  კუთხის მიმართულებით. ნორმალის მიმართ გვაქვს ორი მიმართულება, რომლებიც ნორმალთან ადგენენ  $\alpha + \varphi$  კუთხეს. ამ ორიდან ერთ მიმართულებაზე (რომელიც ნაჩვენებია ნახ.1-ზე) სვლათა სხვაობები ორ მეზობელ სხივს შორის, რომლებიც მიიღება სხივის დაცემისას მესერზე ( $\Delta_1$ ) და სხივის გავრცელებასა მესერის შემდეგ ( $\Delta_2$ ) - იკრიბება ( $\Delta=\Delta_1+\Delta_2$ ). აღნიშნული მიმართულებით მიიღება სინათლის ცუგი, რომელშიც რხევების რაოდენობა იქნება  $2N+n-2$ . რხევების ამპლიტუდა დასაწყისში იზრდება, შემდეგ იგი ინარჩუნებს მუდმივ მნიშვნელობას და შემდეგ განიცდის კლებას. განვიხილოთ ახლა ის მიმართულება (ნახ.7), რომელი მიმართულებითაც სვლათა სხვაობები ორ მეზობელ სხივს შორის, საწინააღმდეგო ნიშნისაა ( $\Delta_1 = -\Delta_2$ ). აღნიშნული მიმართულებით გავრცელებული სინათლის ცუგის ფორმა იქნება ისეთივე, როგორც მოცემულია ნახ. 4-ზე. აღნიშნული ნიშნავს, რომ მე-2 მესერმა გარდაქმნა ცუგები, რომელთა ფორმა მოცემულია ნახ.ნ-ზე ცუგებად, რომელთა ფორმა მოცემულია ნახ.4-ზე, ე.ი. მე-2 მესერმა სინათლის ცუგებს დაუბრუნა ისეთივე (საწყისი) ფორმა, როგორც მათ ჰქონდათ პირველ მესერზე დაცემისას.

სამუშაო შესრულებულია STCU 5002 გრანტის ფარგლებში “ვერცხლისა და ოქროს ნანონაწილაკების ბიოსინთეზი და დახასიათება”.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. *Ландсберг Г.С.* Оптика. Москва: «Наука», 1976, с.218 (926).
2. *Welz B.* Atom-Absorptions-Spektroskopie. Weinheim. Verlag Chemie GmbH, 1972. (527).
3. *Price W.I.* Analytical Atomic Absorption Spectrometry. London. New York, Rheine: Heyden & Son Ltd., 1972, (351).
4. *Заидель А.Н.* Атомно-флуоресцентный анализ. Ленинград: «Химия», 1983 (123).
5. Рчеулишвили А.Н., Мирцхулава Н.А. Атомно-флуоресцентный спектрометр. Заводская лаборатория, 1985, т. 51, № 2, с. 39-40.

### THE INFLUENCE OF DIFFRACTION GRATING TO THE LIGHT WAVES TRAIN'S FORM

Aleksandre Rcheulishvili

*Elefter Andronikashvili Institute of Physics*

#### SUMMARY

The grating not only effectively analyzes the light on it (spectral decomposition), but causes the changes of some light properties. For example, if the light waves train with given wave length which is fallen on the diffraction grating contains the equal amplitude of  $n$  number absolute waving ( $n$  impulse), with the diffraction grating influence the mentioned waves train's length will become  $n+N-1$ , where  $N$  is the number of transparent splits of diffraction grating. The influence of grating make the waves train's amplitudes grow during the waves of  $N$  number. Then the waving amplitudes are equal, as to the last waving, it happens with the reduced amplitudes. The amplitudes change step by step.

### ВЛИЯНИЕ ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЕТКИ НА ФОРМУ ЦУГОВ РАЗЛАГАЕМОГО СВЕТА

А.Н.Рчеулишвили

*Институт физики им. Э.Л.Андроникашвили*

#### РЕЗЮМЕ

Дифракционная решетка эффективно производит спектральное разложение падающего на нее света. Решетка вызывает также изменение некоторых характеристик света. Например, если цуг света, падающий на дифракционную решетку, содержит  $n$  полных колебаний с равными амплитудами (длина цуга –  $n$  импульсов), под действием решетки длина упомянутого цуга станет равным  $n + N - 1$  колебаний, где  $N$  – количество щелей решетки. В начале, под воздействием решетки, амплитуды колебаний увеличиваются до  $N$ -ого колебания. В дальнейшем амплитуды постоянны, а последние  $N$  колебаний происходят с уменьшающей амплитудой. Увеличение и уменьшение амплитуд происходит равными скачками.

## PHYSICAL CHEMISTRY

**CHEMICAL PREPARATION OF NANO-SIZED ZEOLITE MATERIALS.  
II. RE-CRYSTALLIZATION OF PHILLIPSITE GELS**

Giorgi Tsitsishvili, Vladimer Tsitsishvili, Nanuli Dolaberidze, Nato Mirdzveli, Maja Alelishvili,  
Manana Nijaradze  
*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

Acid treatment of natural clinoptilolite results in soft dealumination and strong decationation, following room-temperature aging of gels prepared by addition of the NaOH-solutions to obtained amorphous aluminosilicate mixtures promotes formation of X-ray-transparent solid porous material with high sorption capacity (water molecules – up to 7 mmol/g at  $p/p_s=0.40$ ) in micropores, rising with duration of aging, remaining the X-ray-transparency [1].

On contrary, similar basic gel prepared from acid-treated natural phillipsite (origin from Shukhuti, Georgia, chemical composition and properties are described in [2]) has low sorption capacity for water molecules (2.5 mmol/g at  $p/p_s=0.40$ ) not changing during aging (up to 60/80 days), so during this process zeolite microporous structure is not developing. Hydrothermal crystallization of PHI-gels has been carried out carefully, without stirring, in the temperature range of 95-100°C, for shorter term (up to 20 hr) in comparizon with usual practice [3]. Development of zeolite microporous structure is tested by rising sorption capacity for water molecules (Table 1) and powder X-ray diffraction pattern (Table 2).

**Table 1.** Water sorption capacity after hydrothermal crystallization of PHI-gels at  $p/p_s=0.40$

Crystallization time, hr	0	5	10	15	20
Water sorption capacity, mmol/g	2.50	4.22	5.45	6.43	7.45

**Table 2.** Intensity of X-ray diffraction peaks (I) and d-spacings (d, Å) for references and prepared zeolite

Shukhuti phillipsite		Re-crystallized phillipsite		Rkoni clinoptilolite	
I	d	I	d	I	d
5	10.4	41	10.4	50	10.48
		46	8.84	75	8.84
30	7.12	35	7.08		
20	6.21			36	6.56
7	5.30	21	5.37	25	5.22
15	4.90	29	5.07	40	5.06
		45	4.44	42	4.67
		47	4.13		
30	4.05	52	3.96	100	3.95
		42	3.78		
		37	3.63	25	3.70
		44	3.42	40	3.40
		50	3.34	22	3.302
100	3.17	100	3.186	66	3.132
24	2.91	58	3.00	75	3.03
				80	2.98
18	2.73	34	2.76		
23	2.67	41	2.675		
10	2.51	48	2.56		
		47	2.52		
		low intensity peaks	2.127		
			1.97		
			1.774		
			1.728		
			1.670		

Analysis of the X-ray diffraction pattern has been carried out on the basis of X-ray data for two reference samples, the Shukhuti phillipsite used for gel preparation, and the Rkoni clinoptilolite [2]. It is stated, that re-crystallization of phillipsite gels gives mixture of phillipsite-like (PHI) and clinoptilolite-heulandite-like (HEU) structures with the ratio of PHI:HEU = 2:1.

Prepared material has high sorption capacity both for water (8.05 mmol/g at  $p/p_s=1.0$ ) and benzene (0.31 mmol/g at  $p/p_s=1.0$ ) molecules as compared with sorption capacities of natural samples (water up to 7.25 mmol/g, benzene up to 0.15 mmol/g).

According to the data of chemical analysis, the aluminum-to-silicon ratio for prepared zeolite is  $Si/Al=4$ , negative charge is compensated by the sodium ions  $Na^+$ , that may be changed with other ions applying the ion exchange treatment [4].

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. *Tsitsishvili V., Dolaberidze N., Mirdzveli N., Alelishvili M., Nijaradze M., Suladze M.* Chemical Preparation of Nano-Sized Zeolite Materials. Study of Pre-Crystallization Processes. Proc. Georgian Nat. Acad. Sci., 2009, v. 35, No 2, p. 197-200.
2. *Tsitsishvili V., Dolaberidze N., Alelishvili M. et al.* Adsorption and Thermal properties of Zeolitic Rocks from Newly Investigated Plots in Georgia. Georgian Eng. News, 1998, No 2(6), p. 61-65.
3. *Цицишвили Г.В., Крупенникова А.Ю., Магладеридзе А.Н. и др.* Способ получения литиевого цеолита. Авт. свид. СССР № 453907, 1972; *Чарквиани М.К., Рамишвили Ц.М.* Морденит, синтезированный из природного клиноптилолита. Сообщ. АН Грузии, 1994, т. 149, № 3, с. 428-432; *Jancsen J.C.* Synthesis of Zeolites. Stud. Surf. Sci. Cat., 2001, v. 137, p. 175-228.
4. *Szostak R.* Secondary Synthesis Methods. Stud. Surf. Sci. Cat., 2001, v. 137, pp. 261-298.

### ნანობანზომილებიანი ცეოლითური მასალების ქიმიური მიღება. II. ფილიპსიტის გელების გადაკრისტალეზა

გიორგი ციციშვილი, ვლადიმერ ციციშვილი, ნანული დოლაბერიძე, ნატო მირძველი, მაია ალელიშვილი, მანანა ნიჟარაძე

პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

### რეზიუმე

ბუნებრივი კლინოპტილოლიტის საფუძველზე დამზადებული გელებისაგან განსხვავებით, ბუნებრივი ფილიპსიტის მარილმჟავის სხნარებით დამუშავების გზით მიღებული გელების დაბერების პროცესი არ იწვევს მიკროფოროვანი სტრუქტურის განვითარებას. ნაჩვენებია, რომ ფილიპსიტის გადაკრისტალეზის შედეგად მიიღება ცეოლითების კრისტალური ნარევი (ფილიპსიტი:კლინოპტილოლიტი = 2:1, მოდული  $Si/Al=4$ ) მაღალი სორბციული ტევადობით წყლის და ბენზოლის მოლეკულების მიმართ.

### ХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ЦЕОЛИТОВ. II. ПЕРЕКРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ФИЛИППСИТОВЫХ ГЕЛЕЙ

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

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

### РЕЗЮМЕ

В отличие от изученных ранее гелей, приготовленных на основе природного клиноптилолита, процесс старения филиппситовых гелей не приводит к развитию микропористой структуры. Показано, что в результате перекристаллизации природного филиппсита получается смесь цеолитов (филиппсит:клиноптилолит = 2:1, модуль  $Si/Al=4$ ) с высокими показателями адсорбции молекул воды и бензола.



## ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВСЕВОЗМОЖНЫХ ТАУТОМЕРНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ ЦИТОЗИНА

М.Т.Квараия, Дж.А.Кереселидзе\*, З.В.Пачулия, Т.Ш.Заркуа

*Сухумский государственный университет*

\* *Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили*

Энергетическое изучение таутомерных превращений нуклеотидных оснований, в том числе и цитозина (1), имеет как теоретическое, так и практически важное значение, так как эти превращения непосредственно связаны с мутационными процессами, протекающих в ДНК.

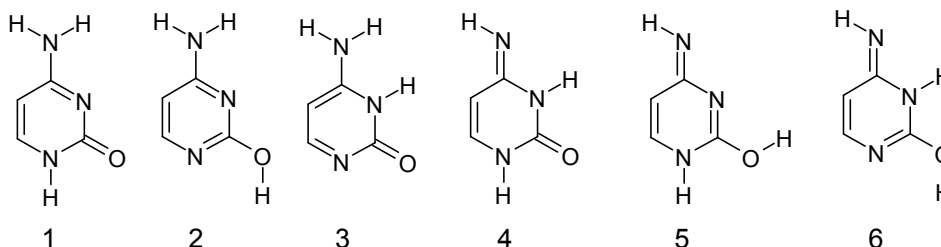
Таутомерные превращения цитозина изучались многими авторами [1-8], однако систематическое энергетическое исследование всевозможных таутомерных превращений цитозина в литературе не встречается. С этой целью, неэмпирическим квантово-химическим методом функционала плотности (DFT – Density Functional Theory) [9], в режиме координаты реакции, были рассчитаны энергии активации ( $\Delta E^\ddagger$ ) и энергии реакции ( $\Delta E$ ) всевозможных таутомерных превращений, протекающих по циклически - димерному механизму переноса протонов вдоль межмолекулярных водородных связей в шести таутомерных формах цитозина. Результаты расчётов, выполненных по программе Д.Н.Лайкова и Ю.А.Устынюка [10], приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Значения энергии активации ( $\Delta E^\ddagger$ ) и энергии реакции ( $\Delta E$ ) разных таутомерных превращений цитозина

№	( $\Delta E^\ddagger$ ), кДж· моль <sup>-1</sup>	( $\Delta E$ ), кДж· моль <sup>-1</sup>	Форма превращения
1-2	85.6	27.5	кет-енольное (2-оксо-4-амино↔2-гидрокси-4-амино)
2-3	65.7	-12.8	енол-кетонное (2-гидрокси-4-амино↔2-оксо-6-амино)
1-4	75.4	31.8	амин-иминное (2-оксо-4-амино↔2-оксо-4-имино)
4-5	127.4	92.7	кет-енольное (2-оксо-4-имино↔2-гидрокси-4-имино)
4-6	116	78.4	кет-енольное (2-оксо-4-имино↔2-гидрокси-6-имино)

Цитозин может иметь шесть таутомерных форм: 2-оксо-4-амино (1), 2-гидрокси-4-амино (2), 2-оксо-4-имино (3), 2-оксо-6-амино (4), 2-гидрокси-4-имино (5) и 2-гидрокси-6-имино (6) (схема 1), которые образуются в результате переноса протона по циклически-димерному механизму (схема 2-6).

**Схема 1.**



**Схема 2.**

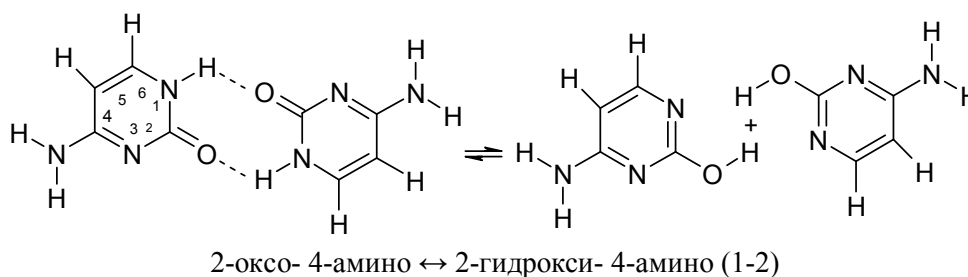


Схема 3.

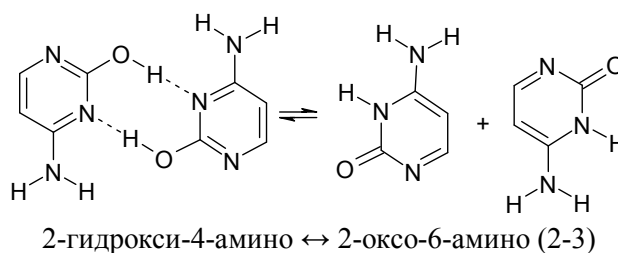


Схема 4.

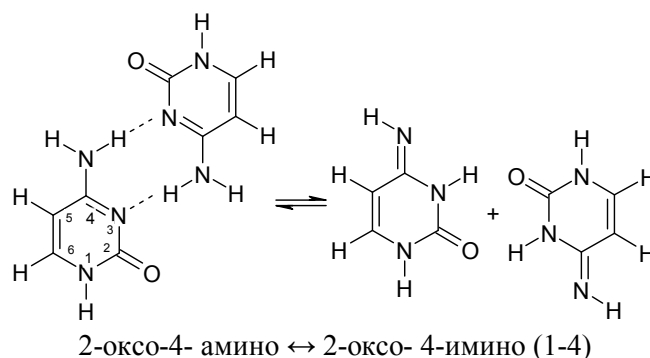


Схема 5.

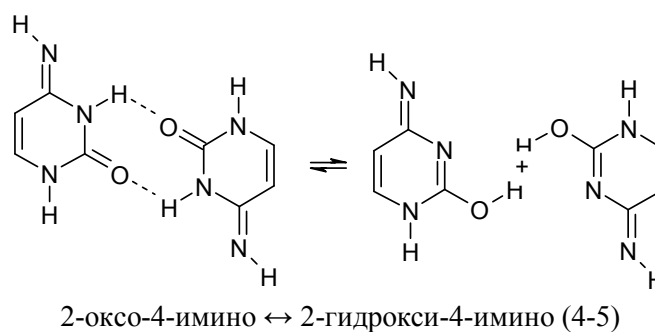


Схема 6.



На рисунках 1 и 2 приведены зависимости полных энергий ( $E$ ) от координаты реакции ( $R_{NH}$ ) для всех, пяти таутомерных превращений, на основании которых были определены энергии активации ( $\Delta E^\ddagger$ ) и энергии реакции ( $\Delta E$ ) всех исследуемых превращений. Из анализа данных, приведенных в табл.1, видно, что энергетически самым выгодным является 2-гидрокси-4-амино ↔ 2-оксо-6-амино енол-кетонное таутомерное превращение (2-3), (схема 3). Следовательно, продукт кето-енольного превращения (2) в результате переноса протона гидроксильной группы к другому гетероатому азота дальше превращается в продукт (3). Энергетически относительно выгодным является также 2-оксо-4-амино ↔ 2-оксо-6-имино амин-иминное таутомерное превращение (1-4), (схема 4).

Таким образом, на основании селективного анализа расчётных данных можно сделать вывод, что энергетические характеристики могут быть использованы для оценки устойчивости данных таутомерных форм, а также для количественного описания мутационных процессов ДНК с участием цитозина [11].

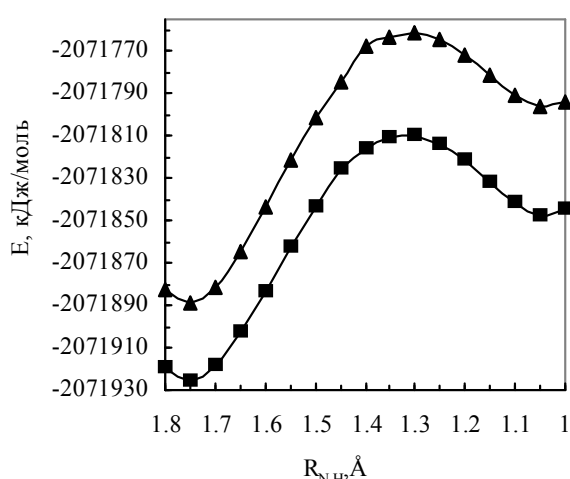


Рис.1. Энергетические кривые таутомерных превращений Цитозина:  
1→2 (▲); 1→4 (■); 2→3 (◆)

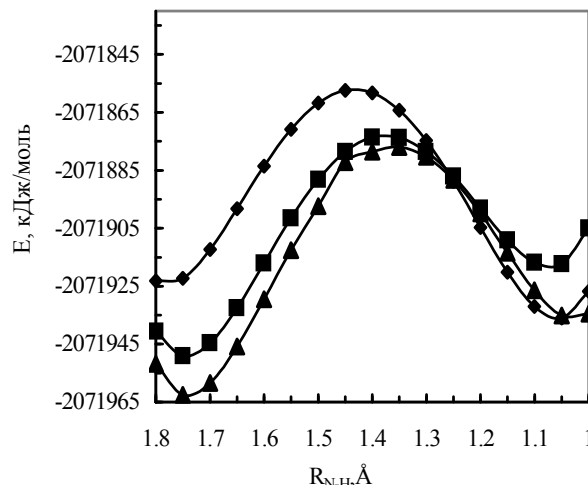


Рис.2. Энергетические кривые таутомерных превращений Цитозина:  
4→5 (▲); 4→6 (■)

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. Katritzky A.R., Karelson M., Harries P.A. Heterocycles, 1991, 32, p. 329.
2. Ha T.- K., Guntardt H.H. J. Am. Chem. Soc., 1993, 115, p. 11939.
3. Ha T.- K., Keller H.-J, Gunde R., Guntardt H.H. J. Phys. Chem. A, 1993, 103, p.6612.
4. Civcir P.U. J. Mol. Struct. (THEOCHEM), 2000, 532, p.157.
5. Churgulia E.J., Kereselidze J.A. Chem. Heterocycl. Comp., 2005, 41, p.481.
6. Tomic K., Tachen J., Marian Ch.M. J.Phys.Chem., A, 2005, 109, p.8410.
7. Kereselidze J.A, Pachulia Z.V. Zarqua T.Sh. Chem. Heterocycl. Comp., 2009, 45, p.680.
8. Kosma K, Schroter Ch., Somoylova E. J. Am. Chem. Soc., 2009, 131, p.16939.
9. Kohn W., Sham L.J. Phys. Rev. A, 1965, 140, p.1133.
10. Лайков Д.Н., Устынюк Ю.А. Изв. АН. Сер.хим.б 2005, С.804.
11. Seanger W. Principles of Nucleic Acid Structure. New York, Berlin: Spriger, 1983.

**ციტოზინის ყველა შესაძლო ტაუტომერული გარდაქმნის ენერგეტიკული შესწავლა**

მარინე ქვარაია, ჯუმბერ კერესელიძე\*, ზურაბ ფაჩულია, თამარ ზარკუა

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

\* ივანე ჯავახიშვილის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

კვანტურ-ქიმიური არაემპირული სიმკვრივის ფუნქციონალის (DFT) მეთოდის გამოყენებით გათვლილ იქნა ციტოზინის ყველა შესაძლო ტაუტომერული გარდაქმნის ენერგეტიკული მახასიათებლები. ნაჩვენებია, რომ ეს ენერგეტიკული მახასიათებლები შეიძლება გამოყენებულ იქნას მოცემული ტაუტომერული ფორმის მდგრადობის შეფასებისათვის და აგრეთვე ციტოზინის მონაწილეობით დნმ-ში მიმდინარე მუტაციური პროცესების რაოდენობრივი აღწერისათვის.

**ENERGETIC STUDY OF ALL POSSIBLE TAUTOMERIC TRANSFORMATION OF CYTOSINE**

Marine Kvaraia, Jumber Kereselidze\*, Zurab Pachulia, Tamar Zarqua

Sokhumi State University

\* Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

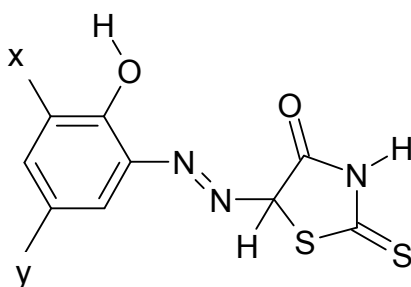
**SUMMARY**

The energetic characteristics of all possible of tautomeric transformations of cytosine by means of quantum-chemical nonempirical method DFT (Density Functional Theory) were calculated. Is shown, that these characteristics can be used for an estimation of stability of the given tautomeric forms, and also for the quantitative description of the mutation processes in DNA with participation of cytosine.

## КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБНОСТИ ПРОИЗВОДНЫХ РОДАНИНА К ОБРАЗОВАНИЮ КОМПЛЕКСОВ С МЕТАЛЛАМИ

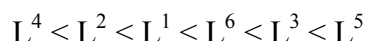
Н.О.Мгалоблишвили, Дж.А.Кереселидзе, Г.В.Цинцадзе\*, Н.М.Телия  
 Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили  
 \*Грузинский технический университет

Функциональные группы роданина (1) обладают электронодонорной способностью, что обуславливает их высокое свойство образовывать комплексы с металлами [1]. С целью количественного описания этого свойства квантово-химическим полуэмпирическим методом AM1[2] рассчитаны электронные и энергетические характеристики хлор-, сульфо- и нитро-производных роданина. Результаты расчётов приведены в таблицах 1-3.



$L^1 - x = H, y = Cl$ ;  $L^2 - x = H, y = NO_2$ ;  $L^3 - x = H, y = SO_3H$ ;  
 $L^4 - x = NO_2, y = NO_2$ ;  $L^5 - x = SO_3H, y = SO_3H$ ;  $L^6 - x = NO_2, y = SO_3H$ .

Из анализа значений теплот образования ( $\Delta H$ ) видно, что среди изученных производных самым стабильным является дисульфородазол ( $L^5$ ) ( $\Delta H = -208.0$  ккал/моль), а самым нестабильным – динитрородазол ( $L^4$ ) ( $\Delta H = 42.9$  ккал/моль). Для всех изученных родазолов стабильность растёт в ряду:



**Табл. 1.** Значения теплот образования ( $\Delta H$ ), и зарядов на атомах кислорода ( $q_O$ ) и азота ( $q_N$ )

Родазолы	$\Delta H$ , ккал/моль	$q_O(OH)$	$q_O(C=O)$	$q_{N7}$	$q_{N8}$
$L^1$	19.7	-0.239	-0.276	-0.064	-0.067
$L^2$	32.9	-0.228	-0.275	-0.061	-0.065
$L^3$	-93.5	-0.227	-0.278	0.067	0.063
$L^4$	42.9	-0.182	-0.276	-0.026	-0.027
$L^5$	-208.0	-0.246	-0.280	-0.069	-0.055
$L^6$	-41.6	-0.248	-0.279	-0.059	-0.058

**Табл. 2.** Значения заселённости 2S и 2P орбиталей на атомах кислорода O(OH) и O(C=O)

	$L^1$		$L^2$		$L^3$		$L^4$		$L^5$		$L^6$	
АО	O(OH)	O(C=O)	O(OH)	O(C=O)	O(OH)	O(C=O)	O(OH)	O(C=O)	O(OH)	O(C=O)	O(OH)	O(C=O)
2S	1.858	1.914	1.857	1.914	1.857	1.914	1.852	1.914	1.853	1.914	1.854	1.914
2P <sub>x</sub>	1.334	1.254	1.337	1.419	1.343	1.242	1.332	1.231	1.367	1.219	1.364	1.149
2P <sub>y</sub>	1.163	1.704	1.164	1.414	1.167	1.700	1.157	1.696	1.177	1.685	1.175	1.541
2P <sub>z</sub>	1.884	1.404	1.869	1.487	1.861	1.422	1.836	1.432	1.849	1.461	1.855	1.675

Табл. 3. Значения заселённости 2S и 2P орбиталей на атомах азота N<sub>7</sub> и N<sub>8</sub>

AO	L <sup>1</sup>		L <sup>2</sup>		L <sup>3</sup>		L <sup>4</sup>		L <sup>5</sup>		L <sup>6</sup>	
	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>	N <sub>7</sub>	N <sub>8</sub>
2s	1.719	1.749	1.721	1.755	1.720	1.748	1.722	1.746	1.721	1.747	1.722	1.753
2p <sub>x</sub>	1.097	1.093	1.108	1.089	1.100	1.091	1.108	1.091	1.104	1.089	1.112	1.083
2p <sub>y</sub>	1.235	1.157	1.223	1.169	1.223	1.164	1.200	1.175	1.209	1.172	1.205	1.174
2p <sub>z</sub>	1.014	1.067	1.010	1.059	1.022	1.060	1.037	1.039	1.095	1.047	1.021	1.048

Стабильность родазолов находится в хорошей корреляции со значениями зарядов на атомах кислорода ( $q_O$ ) и азота ( $q_N$ ). В частности, самому стабильному дисульфородазолу ( $L^5$ ) соответствуют самые высокие, а самому нестабильному динитродазолу ( $L^4$ ) – самые низкие значения этих зарядов (табл. 1). Следовательно, дисульфородазол ( $L^5$ ), как самая стабильная и самая электроноизбыточная молекула, должна проявлять повышенную способность к образованию комплексов с металлами. Что касается заселённости 2s и 2p орбиталей, какая-нибудь корреляция этих величин со способностью комплексообразования родазолов с металлами не наблюдается.

Таким образом, лучшим критерием способности родазолов образовать комплексы с металлами можно считать их стабильность и высокие значения зарядов на атомах кислорода и азота.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьева Р.Ф., Савин С.Б. Ж. анал. хим., 1991, т. 46, с. 1307.
2. Dewar M.I.S., Zoebish E.C., Healy E.F., Stewart J.P. J. Am. Chem. Soc., 1985, v. 107, p. 3902.

### როდანიის ნაწარმების მეტალბთან კომპლექსების წარმოქმნის უნარის კვანტურ-ქიმიური შესწავლა

ნანა მგალობლიშვილი, ჯუმბერ კერესელიძე, გივი ცინცაძე\*, ნელი თელია  
 ივანე ჯავახიშვილის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
 \*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნახევრადემპირული კვანტურ-ქიმიური AM1 მეთოდით გათვლილია როდანიის ნაწარმების ენერგეტიკული და ელექტრონული მახასიათებლები. ნაჩვენებია, რომ ამ ნაერთების მეტალბთან კომპლექსების წარმოქმნის უნარის კრიტერიუმად შეიძლება მიჩნეულ იქნას მათი მდგრადობა და მუხტის სიდიდეები ჟანგბადისა და აზოტის ატომებზე.

### QUANTUM-CHEMICAL STUDY OF ABILITY OF FORMATION OF RODANINE DERIVATIVES COMPLEXES WITH METALS

Nana Mgaloblishvili, Jumber Kereselidze, Givi Tsintsadze\*, Neli Thelia  
 Ivane Javakhishvili Tbilisi State University  
 \*Georgian Technical University

### SUMMARY

Energetic and electronic characteristics of derivatives of rodanine by means of semiempirical quantum-chemical method AM1 were calculated. Was shown, that by the best criterion of ability derivative of rodanine to form complexes with metals it is possible to consider their stability and values of charges on of oxygen and nitrogen atoms.

**რადიკალური ელიმინაციის რეაქციათა შესწავლა უსეფლო-რნბ-მარტიცების მეთოდის ფარგლებში**

მაია რუსია, მზევინარ ბედინაშვილი, მიხეილ გვერდწითელი  
*ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

მოლეკულური გრაფების თანაზიარობის მატრიცები და მათი მრავალრიცხოვანი მოდიფიკაციები ფართოდ გამოიყენება მოლეკულებისა და ქიმიური რეაქციების მათემატიკურ-ქიმიურად აღსაწერად [1, 2]. ასეთ მატრიცათა ტიპს მიეკუთვნება რნბ-მატრიცაც. მისი დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემაჯავალი ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრები, ხოლო არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიურ ბმათა ჯერადობები. ნებისმიერი სამატომიანი XYV მოლეკულისათვის რნბ-მატრიცას გააჩნია ფორმა:

$$\begin{vmatrix} Z_X & \Delta_{XY} & \Delta_{XV} \\ \Delta_{XY} & Z_Y & \Delta_{YV} \\ \Delta_{XY} & \Delta_{YV} & Z_V \end{vmatrix} \quad (1)$$

სადაც:  $Z_X, Z_Y, Z_V$  ქიმიური ელემენტების X, Y, V-ს რიგობრივი ნომრებია;  $\Delta_{XY}, \Delta_{XV}, \Delta_{YV}$  წარმოადგენენ ქიმიური ბმების X~Y, X~V და Y~V ჯერადობებს. აღსანიშნავია, რომ, რნბ-მატრიცის დეტერმინანტის ათობითი ლოგარითმი წარმოადგენს ეფექტურ ტოპოლოგიურ ინდექსს (მოლეკულურ დისკრიპტორს) კორელაციური განტოლებების „სტრუქტურა-თვისებები“ ასაგებად და გამოსაკვლევად [3].

უსეფლო-რნბ-მატრიცა (რნბ-) წარმოადგენს რნბ-მატრიცის სახეშეცვლილ ვარიანტს. ამ შემთხვევაში დიაგონალური ელემენტებია როგორც ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრები, ასევე მოლეკულის ცალკეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტებში შემაჯავალი ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრების ჯამი [4,5].

შესწავლილია რადიკალური ელიმინაციის შემდეგი რეაქცია [6]:



მისთვის გამოთვლილია ქვანტური კინეტიკის მნიშვნელოვანი პარამეტრი – შეშფოთების ენერგია:

$$\Delta E = \sum_k \frac{C_{\eta}^2 C_{sk}^2 \beta_{rs}^2}{\alpha_j - \alpha_k} - \sum_k \frac{C_{\eta}^2 C_{sk}^2 \beta_{rs}^2}{\alpha_j - \alpha_k} \quad (3)$$

სადაც: „დ“ – ნიშნავს დაკავებულ მოლეკულურ ორბიტალს, „ვ“ – ვაკანტურ მოლეკულურ ორბიტალს;  $\beta_{rs}$  – რეზონანსის ინტეგრალია;  $\alpha_j$  და  $\alpha_k$  – კულონის ინტეგრალურებია.

ამ რეაქციის მათემატიკურ-ქიმიურად შესასწავლად ტოპოლოგიურ ინდექსად გამოვიყენეთ  $lg(\Delta_{\frac{R-Cl}{\delta\delta}})$  შესაბამისი ქლორალკანისათვის. შერჩეულია უმარტივესი მოდელი:



შესაბამის რნბ-მარტიცას გააჩნია სახე:

$$\begin{vmatrix} Z_R & 1 \\ 1 & 17 \end{vmatrix} \quad (5)$$

სადაც: 17 – ქლორის რიგობრივი ნომერია.

ცხრილში 1 მოცემულია  $lg(\Delta_{\frac{R-Cl}{\delta\delta}})$  და  $\Delta E$  ზოგიერთი ქლორალკანისათვის.

ცხრილი 1.  $\lg(\Delta_{\text{ანბ}})$  და  $\Delta E$  ზოგიერთი ქლორალკანისათვის

R	$\lg(\Delta_{\text{ანბ}})$	$\Delta E$ , კვ
CH <sub>3</sub>	2,18	1,379
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	2,46	1,404
n – C <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	2,63	1,494
n – C <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	2,76	4,496

უმცირესი კვადრატების მეთოდის გამოყენებით კომპიუტერზე აგებულია კორელაციური განტოლება:

$$\Delta E = 10,3 \cdot \lg(\Delta_{\text{ანბ}}) - 23,934 \quad (6)$$

კორელაციის  $r$  კოეფიციენტი შესაბამისად ტოლია: 0,988. ამგვარად, ჯაფეს კრიტერიუმით, ადგილი აქვს „კარგ“ კორელაციას [7].

## ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Chemoinformatics. Ed. I. Gastaiger and T. Engel. Willey-VIW, 2003.
2. Chemical Application of Topology and Graph Theory. Ed. R. King. New-York, 1987.
3. Gverdtsiteli M., Gamziani G., Gverdtsiteli I. The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. Tbilisi, 1996.
4. Gverdtsiteli M., Rusia M., Chachava G. Mathematical-chemical Investigation of some Classes of Inorganic and Organic Compounds. Tbilisi, 2010.
5. Kupatadze K., Lobzhanidze T., Gverdtsiteli M. Algebraic-chemical Investigation of some Organic Molecules and their Transformations. Tbilisi, 2007.
6. Chemical Reactivity and Reaction Pathes. Ed. G. Klopman. London, 1974.
7. კვერდციანი დ. ფიზიკური ორგანული ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, 1982.

STUDY OF RADICAL ELIMINATION REACTIONS  
WITHIN THE SCOPE OF PSEUDO-ANB-MATRICES METHOD

Maia Rusia, Mzevinar Bedinashvili, Mikheil Gverdtsiteli  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

## SUMMARY

Mathematical-chemical study of the radical eliminations reactions was carried out within the scope of pseudo-ANB-matrices method. The correlation equation was constructed. Calculations show that correlation is „good”.

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИЙ РАДИКАЛЬНОЙ ЭЛИМИНАЦИИ В РАМКАХ МЕТОДА  
ПСЕВДО-ПНС-МАТРИЦ

М.Ш.Русия, М.В.Бединашвили, М.И.Гвердцители  
Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили

## РЕЗЮМЕ

Проведено математико-химическое изучение реакций радикальной элиминации в рамках метода псевдо-ПНС-матриц. Построено корреляционное уравнение. Расчеты показали, что корреляция „хорошая”.



**რადიკალური ჩანაცვლების რეაქციების კინეტიკური და თერმოდინამიკური პარამეტრების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა ფსევდო-რნბ-მარტიცების მეთოდის ფარგლებში**

მაია რუსია, ნუნუ ოვსიანიკოვა, თამარ დავითაია, მიხეილ გვერდწითელი  
 ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მათემატიკურ ქიმიაში მოლეკულების და მათი გარდაქმნების აღსაწერად ეფექტურად გამოიყენება მოლეკულური გრაფების თანაზიარობის მატრიცები და მათი მოდიფიცირებული სახეობები [1]. რნბ-მატრიცა მიეკუთვნება მატრიცათა ზემოაღნიშნულ სახეობას. მისი დიაგონალური ელემენტებია მოლეკულაში შემავალი ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრები, არადიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ბმების ჯერადობები [2,3].

რნბ-მატრიცის მოდერნიზებულ სახეობას მიეკუთვნება ფსევდო-რნბ-მარტიცა ( $\overline{RNB}$ ), რომლის დიაგონალური ელემენტებია როგორც მოლეკულაში შემავალი ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრები, ასევე მოლეკულის ცალკეულ სტრუქტურულ ფრაგმენტებში შემავალი ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრების ჯამი [4,5].

$\overline{RNB}$ -მატრიცების მეთოდის ფარგლებში შესწავლილია ეთანის რადიკალური ჰალოგენირების პროცესი [6]:



ამ პროცესის კინეტიკური და თერმოდინამიკური პარამეტრების მათემატიკურ-ქიმიური გამოკვლევა ჩატარებულია ფსევდო-რნბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში. კერძოდ, ტოპოლოგიური ინდექსი  $-\lg(\Delta_{\overline{RNB}})$  აგებულია ჰალოგენეთანის მოლეკულის შესატყვისი  $\overline{RNB}$ -მატრიცის ბაზაზე, მარტივი მოდელის



გამოყენებით, სადაც  $R \equiv C_2H_5$ ,  $X \equiv F, Cl_2, Br, I$ .

შესაბამის  $\overline{RNB}$ -მარტიცას გააჩნია სახე:

$$\begin{vmatrix} Z_R & 1 \\ 1 & Z_X \end{vmatrix} \quad (3)$$

ცხრილში 1 მოტანილია  $\lg(\Delta_{\overline{RNB}})$ ,  $\Delta E^\ddagger$  (აქტივაციის ენერგია) და  $\Delta H_{298}^0$  (რეაქციის ენთალპია) (1) პროცესისათვის [5]:

**ცხრილი 1.**  $\lg(\Delta_{\overline{RNB}})$  და  $\Delta E$  ზოგიერთი ქლორალკანისათვის

X	$\lg(\Delta_{\overline{RNB}})$	$\Delta E^\ddagger$ , კჯ/მოლი	$\Delta H_{298}^0$ (რეაქც.), კჯ/მოლი
F	2,18	0,8	-138,1
Cl	2,46	4,2	-4,2
Br	2,78	13,3	62,8
I	2,95	(16,9)	129,7

უმცირესი კვადრატების მეთოდის გამოყენებით კომპიუტერზე აგებულია ორი კორელაციური განტოლება:

$$\Delta E^\ddagger = 20,8 \lg(\Delta_{\overline{RNB}}) - 44,5 \quad (4)$$

$$\Delta H_{298}^0 (რ) = 334,8 \lg(\Delta_{\overline{RNB}}) - 870,0 \quad (5)$$

კორელაციის კოეფიციენტები  $-r$ , შესაბამისად ტოლია: 0,988, 0,987. ამრიგად, ჯაფეს კრიტერიუმით [7], კორელაციები „კარგია“.

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. *Rurvy P.R.* Chemical Application of Topology and Graph Theory. Amsterdam, 1983.
2. *Gverdtsiteli M., Gamziani G., Gverdtsiteli I.* The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. Tbilisi, 1996.
3. *Gverdtsiteli M., Rusia M., Chachava G.* Mathematical-chemical Investigation of some Classes of Inorganic and Organic Compounds. Tbilisi, 2010.
4. *Сидамонидзе Н.Н., Купатадзе К.Т., Гвердцители М.И.* Теоретическое исследование корреляции „структура-свойства” в рамках методов ПНС-, квази-ПНС и ЭП-матриц. Прикладная физика, 2009, №6, сс. 36-38.
5. *გვერდციტელი მ.* რნბ-, ფსევდო-რნბ- და ქვაზი-რნბ-მატრიცების მეთოდის გამოყენება ალგებრულ ქიმიაში. საქ. მეცნ. აკად. მაცნე, ქიმიის სერია, 95(3), 2009, გვ. 348-349.
6. *Гаунтман З., Грефе Ю., Ремане Х.* Органическая химия. Москва, 1979, с. 200.
7. *გვერდციტელი მ.* ფიზიკური ორგანული ქიმიის რჩეული თავები. თბილისი, 1982.

**MATHEMATIC-CHEMICAL INVESTIGATION OF KINETIC AND THERMODYNAMIC PARAMETERS OF RADICAL SUBSTITUTION REACTIONS WITHIN THE SCOPE OF PSEUDO-ANB-MATRICES METHOD**

Maia Rusia, Nunu Ovsyanikova, Tamar Davitaya, Mikheil Gverdtsiteli  
*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

**SUMMARY**

Within the scope of pseudo-ANB-matrices method two correlation equations are constructed and investigated. Calculations show that correlations are good.

**МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕАКЦИЙ РАДИКАЛЬНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ В РАМКАХ МЕТОДА ПСЕВДО-ПНС-МАТРИЦ**

М.Ш.Русия, Н.Н.Овсянникова, Т.Н.Давитая, М.И.Гвердцители  
*Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили*

**РЕЗЮМЕ**

В рамках метода псевдо-ПНС-матриц построены и исследованы два корреляционных уравнения. Расчеты показали, что корреляции хорошие.

## МАТЕМАТИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ АЛКИЛАЦЕТИЛЕНОВ

М.Г.Карчхадзе, М.И.Гвердцители

*Тбилисский государственный университет им. Ив. Джавахишвили*

ПНС-матрица относится к классу модифицированных матриц смежности молекулярных графов [1,2]. Диагональными элементами ПНС-матрицы являются порядковые номера атомов химических элементов, входящих в молекулу; недиагональными – кратности химических связей [3].

Для любой молекулы ABC, ПНС-матрица имеет вид:

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

где:  $Z_A, Z_B, Z_C$  – порядковые номера химических элементов A, B, C;

$\Delta_{AB}, \Delta_{BC}, \Delta_{AC}$  – кратности связей A~B, B~C, A~C.

Десятичные логарифмы значений детерминантов ПНС-матриц являются эффективными топологическими индексами для конструирования и изучения корреляционных уравнений типа „структура-свойства” [4,5].

Для сложных молекул вычисления с использованием ПНС-матриц весьма трудоемки, поэтому они были модифицированы в квази-ПНС-матриц ( $\tilde{ПНС}$ ). Диагональными элементами  $\tilde{ПНС}$ -матриц являются суммы порядковых номеров атомов химических элементов, входящих в различные структурные фрагменты молекул, недиагональными – кратности химических связей между этими структурными фрагментами.

Нами изучены алкилацетилены (алкин-1) в рамках метода  $\tilde{ПНС}$ -матриц. Для них разработана простейшая модель:



где:  $X \equiv \text{CH}=\text{CH}-$ ;  $R \equiv \text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5, \text{C}_3\text{H}_7$ .

Соответствующие модели (2)  $\tilde{ПНС}$ -матрицы имеют вид:

$$\begin{vmatrix} Z_X & 1 \\ 1 & Z_R \end{vmatrix} \quad (3)$$

В таблице 1 приведены значения  $\lg(\Delta_{\tilde{ПНС}})$ ,  $T_{\text{кип.}}$ ,  $d_4^{20}$ ,  $\Delta H_{\text{сгор.}}$  [6], для некоторых алкилацетиленов.

Таблица 1. Значения  $\lg(\Delta_{\tilde{ПНС}})$ ,  $T_{\text{кип.}}$ ,  $d_4^{20}$ ,  $\Delta H_{\text{сгор.}}$  для алкилацетиленов

Соединения	$\lg(\Delta_{\tilde{ПНС}})$	$T_{\text{кип.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	$d_4^{20}$	$\Delta H_{\text{сгор.}}$
$\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH}$	2,06	-23,2	-	463,1
$\text{C}_2\text{H}_5-\text{C}\equiv\text{CH}$	2,30	8,1	0,650	620,6
$\text{C}_3\text{H}_7-\text{C}\equiv\text{CH}$	2,51	40,2	0,690	778,0
$\text{C}_4\text{H}_9-\text{C}\equiv\text{CH}$	2,62	77,3	0,716	935,5
$\text{C}_5\text{H}_{11}-\text{C}\equiv\text{CH}$	2,73	99,7	0,733	1029,9
$\text{C}_6\text{H}_{13}-\text{C}\equiv\text{CH}$	2,80	126,2	0,746	1150,3

На компьютере построены три корреляционных уравнения:

$$T_{\text{кип.}} = 2362, \lg(\Delta_{\text{ПНС}}) - 535,1 \quad (4)$$

$$d_4^{20} = 0,166 \lg(\Delta_{\text{ПНС}}) + 0,268 \quad (5)$$

$$\Delta H_{\text{сгор.}} = 818,8 \lg(\Delta_{\text{ПНС}}) - 1260,8 \quad (6)$$

Вычисления показали, что коэффициент корреляции  $r$  для (4), (5) и (6) соответственно равны: 0,986; 0,988; 0,987. Таким образом, по критериям Джаффе [7], корреляции хорошие.

### ლიტერატურა - REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Chemoinformatics, Ed. I. Gastaiger and T. Engel. Wiley-VCH, 2003.
2. *Gamziani G., Kobakhidze N., Gverdsiteli M.* Topologic Indices. Tbilisi, Tbilisi Univ. Press, 1995.
3. *Gverdsiteli M., Gamziani G., Gverdsiteli I.* The Contiguity Matrices of Molecular Graphs and their Modifications. Tbilisi, Tbilisi Univ. Press, 1996.
4. *Gverdsiteli M., Rusia V., Chachava G.* Mathematical-chemical Investigation of some Classes of Inorganic and Organic Compounds. Tbilisi, Publishing House “Universal”, 2010.
5. *Kupatadze K., Lobzhanidze T., Gverdsiteli M.* Algebraic-chemical Investigation of some Organic Molecules and their Transformations. Tbilisi, Publishing House “Universal”, 2007.
6. *Робертс Дж., Касеро М.* Основы органической химии. Т. I, Москва, Мир, 1978, с. 239.
7. *Gverdsiteli M.* Physical Organic Chemistry. Tbilisi, Tbilisi Univ. Press, 1982.

### ალკილაცეტილენების მათემატიკურ-ქიმიური შესწავლა

მარინა ქარჩხაძე, მიხეილ გვერდსითელი  
ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

ქვაზი-რნბ-მატრიცების მეთოდის ფარგლებში აგებულია და შესწავლილია სამი კორელაციური განტოლება – „აღნაგობა-თვისებები“ ზოგიერთი ალკილაცეტილენისათვის. აღმოჩნდა, რომ კორელაციები კარგია.

### MATHEMATICAL-CHEMICAL STUDY OF ALKYLACETYLENES

Marina Karchkhadze, Micheil Gverdsiteli  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

#### SUMMARY

Within the scope of the quasi-ANB-matrices method three correlation equations of the type “structure-properties” were constructed and studied. Calculations show that the correlations are good.

## მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

ახალი ფუნქციური პოლიეთერამიდების სინთეზი **O,O'**-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავების აქტივირებული დიეთერების საფუძველზე

ნათია ოჩხიკიძე\*, გიული ჯოსაძე\*, გიული ოთინაშვილი\*\*, ლარისა ყირმელაშვილი\*\*\*, რამაზ ქაცარავა\* \*\*

\* ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 77, კოსტავას ქ., თბილისი 0175, n.ochxikidze@yahoo.com

\*\* სამედიცინო პოლიმერული მასალების ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 1, ი. ჭავჭავაძის გამზირი, თბილისი 0179, kats@caucasus.net

\*\*\* სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა ცენტრი

მიღებულია ბიოდეგრადირებადი ფუნქციური პოლიეთერამიდების ახალი კლასი – მაკრომოლეკულურ ჯაჭვში თავისუფალი კარბოქსილის ჯგუფების შემცველი AA-BB-ტიპის პოლიდეჰსიპეტიდები. ახალი პოლიმერები სინთეზირებულია **O,O'**-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავების აქტივირებული ბის-პ-ნიტროფენილისდიესტერების ბის-(L-ამინომჟავა)- $\alpha,\omega$ -ალკილენდიეთერების დი-პ-ტოლუოლსულფომჟავების მარილებთან ხსნარში პოლიკონდენსაციით. მაკრომოლეკულაში ფუნქციური COOH-ჯგუფების პირდაპირი შეყვანის მიზნით დიამინური თანამონომერის სახით გამოყენებულია L-ლიზინის ბის-ტრიფთორაცეტატი.

მიღებულია აგრეთვე ე.წ. 3M-პოლიეთერამიდების ფუნქციური წარმომადგენლები, რომლებიც სინთეზირებულია აღნიშნული აქტივირებული დიეთერების პოლიკონდენსაციით ალკილენდიამინისა და L-ლიზინის ბის-ტრიფთორაცეტატის ნარევთან. მათი მიღება შეუძლებელია 3M-პოლიმერებზე შემუშავებული სქემის – დიჟავების დიქლორანჰიდრიდების პოლიკონდენსაციით ბის-ამინოდიოლებთან – შესაბამისად.

**შესავალი**

მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმიის განვითარების თანამედროვე ეტაპისათვის დამახასიათებელია ბიოსამედიცინო მასალათა სინთეზის სწრაფი პროგრესი. თუ ბიოსამედიცინო მასალების დიზაინის საწყის ეტაპზე მიმდინარეობდა ბიოშეთავსებადი, მდგარდი მასალების ძიება ცოცხალი ქსოვილების აღდგენისათვის (ხანგრძლივმოქმედი იმპლანტებისათვის), ბოლო ხანს პერსპექტიულად ითვლება და ინტენსიური კვლევა წარმოებს სხვადასხვა დანიშნულების ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების სინთეზის მიმართულებით. ასეთი პოლიმერების ბიომედიცინაში გამოყენების მნიშვნელოვან მაღალიმპტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს მათი დაშლის პროდუქტების შესაძლო ტოქსიკურობა. შესაბამისად, უპირატესობა ენიჭებათ ბიოდეგრადირებად პოლიმერებს ბუნებრივი წარმოშობისა და არატოქსიკური (ფიზიოლოგიური) საშენი ბლოკების საფუძველზე. ასეთი მასალების უკვე ცნობილი და კომერციულად წარმატებული წარმომადგენლებია პოლიესტერები და თანაპოლიესტერები გლიკოლისა და რძის მჟავების საფუძველზე [1,2]. მიუხედავად მიღწეული წარმატებებისა, ამ პოლიმერების კვლევა და მოდიფიცირება დღესაც გრძელდება.

საინტერესო თვისებების ბიოსამედიცინო პოლიმერების სინთეზის განხორციელება სავარაუდო იყო ბუნებრივი  $\alpha$ -ამინომჟავების საფუძველზე ბუნებაში მათი როლის, მრავალფეროვნებისა და სინთეზური შესაძლებლობების გათვალისწინებით. ბუნებრივი წარმოშობის პოლიმერების – პოლიპეტიდებისა და ცილების ანალოგიურად აგებულმა (AB ტიპის) პოლიმერებმა – სინთეზურმა პოლიამინომჟავებმა მკვლევართა მოლოდინი არ გაამართლა არადაამაკმაყოფილებელი სამასალე თვისებებისა და მაღალი იმუნოგენურობის გამო [3]. უფრო პერსპექტიული აღმოჩნდა სხვადასხვა კლასის AA-BB ტიპის პოლიკონდენსაციური პოლიმერები, რომელთა სინთეზისათვის  $\alpha$ -ამინომჟავები და მათი წარმოებულები გამოიყენეს ბის-ნუკლეოფილური ან ბის-ელექტროფილური მონომერების სახით [4-14].

AA-BB ტიპის ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ოჯახია პოლიესტერამიდები, რომლებშიც შერწყმულია ალიფატური პოლიესტერებისა და პოლიამიდების დადებით თვისებათა კომპლექსი: ბიოდეგრადაციის უნარი (პოლიესტერები), ჰიდროფილურობა, ქსოვილებთან მაღალი ბიოშეთავსებადობა და სასურველი მექანიკური თვისებები (პოლიამიდები) [15,16].

წინა პუბლიკაციებში ჩვენს მიერ სინთეზირებული ორი ფიზიოლოგიური საშენი ბლოკის –  $\alpha$ -ოქსი- და  $\alpha$ -ამინომჟავების შემცველი პოლიესტერამიდების ახალი კლასის – AA-BB ტიპის პოლიდეფსიპეპტიდები [17]. შევიქმნავეთ აგრეთვე ე.წ. 3M-პოლიესტერამიდების სინთეზის ახალი სქემა [18]. აღნიშნულ პოლიმერებს ვიღებდით ახალი მონომერების – O,O'-დიაცილ-ბის-გლიკოლმჟავების გააქტივებული დიესტერების გამოყენებით.

ბიოდეგრადირებადი პოლიესტერების თვისებებისა და, შესაბამისად, გამოყენების სფეროს შემდგომი გაფართოება შესაძლებელია მათ მაკრომოლეკულებში ფუნქციური ჯგუფების შეტანით (ფუნქციონალიზაციით). ფუნქციური ჯგუფების შემცველ პოლიმერებს შეიძლება კოვალენტურად შევეუკავშიროთ წამალი თუ სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთი. მაგალითად, ჩვენს მიერ შემუშავებული [19,20] კარბოქსილის ჯგუფების შემცველი ფუნქციური პოლიესტერამიდები, რომლებთანაც კოვალენტურად შეკავშირებული იყო ორგანული იმინოქსილური რადიკალი 4-aminoTEMPO წარმატებით გამოიყენა კომპანია MediVas-მა (აშშ) სისხლძარღვთა სტენტების დასაფარად, რათა დათრგუნულიყო რესტენოზი [20-23]. აღნიშნულის გათვალისწინებით გადავწყვიტეთ შეგვექმნა ფუნქციური AA-BB პოლიდეფსიპეპტიდებისა და 3M-პოლიესტერამიდების სინთეზის სქემა.

წინა კვლევებში პოლიესტერამიდების ფუნქციონალიზაციის მიზნით მათ მაკრომოლეკულებში ერთავდით ამინომჟავა L-ლიზინის ბენზილის ესტერს (რომელსაც ვიყენებდით როგორც დიამინს) [19,20]. მიღებული პოლიმერული ბენზილის ესტერი სელექციური კატალიზური ჰიდროგენილიზით (Pd/H<sub>2</sub>) გადაგვყავდა შესაბამის პოლიმჟავაში (პოლიესტერამიდში თავისუფალი COOH ჯგუფებით). წინამდებარე კვლევაში, რათა გამოგვერიცხა კატალიზური ჰიდროგენილიზის რთული და არც თუ მთლად იაფი პროცედურა, გადავწყვიტეთ დიამინის სახით გამოგვეყენებინა თავისუფალი L-ლიზინი შესაბამისი მარილის – ტრიფთორაცეტატის სახით.

#### გამოყენებული მონომერები და აღნიშვნები (მოცემულია ლათინური შრიფტით)

კვლევაში გამოვიყენეთ ორი ბის-ელექტროფილური მონომერი – O,O'-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავების (Y-GA) დი-პ-ნიტროფენილის ესტერები, რომლებიც აღნიშნულია როგორც Y-GA-NP (Y=4 ადიპოილ-ბის-გლიკოლის მჟავას წარმოებული და Y=8 სებაციოლ-ბის-გლიკოლის მჟავას წარმოებული). მათ პარტნიორებად პოლიკონდენსაციის რეაქციებში გამოვიყენეთ ოთხი ბის-ნუკლეოფილური მონომერი: სამი მათგანი - ბის-(L-ფენილალანინ)-1,6-ჰექსილენ დიესტერის დი-პ-ტოლუოლსულფონატი, **Phe-6**, ბის-(L-ფენილალანინ)-1,8-ოქტილენ დიესტერის დი-პ-ტოლუოლსულფონატი, **Phe-8**, და 1,6-ჰექსამეთილენდიამინი, **HDA** გამოვიყენეთ პოლიმერების ძირითადი ჯაჭვების კონსტრუირებისათვის, მეოთხე – L-ლიზინის ბის-ტრიფთორაცეტატი, **Lys.2CF<sub>3</sub>COOH** კი მათ მოლეკულებში ფუნქციური ჯგუფების (COOH) შესაყვანად.

#### ექსპერიმენტული ნაწილი

ექსპერიმენტებში გამოყენებულ გამხსნელებსა და რეაგენტებს – ეთილაცეტატს, ტოლუოლს, პირიდინს, ჰექსანს, თიონილქლორიდს, ტრიეთილამინს და დიმეთილაცეტამიდს (DMA) ვასუფთავებდით და ვაშრობდით სტანდარტული მეთოდებით [24]. გლიკოლის მჟავა, ამინომჟავები (L-ფენილალანინი და L-ლიზინი), **HDA**, დიოლები (1,6-ჰექსანდიოლი და 1,8-ოქტანდიოლი), ადიპოილქლორიდი, სებაციოლქლორიდი, პ-ნიტროფენოლი, პ-ტოლუოლსულფომჟავას მონოჰიდრატი (Aldrich) გამოვიყენეთ დამატებითი გაწმენდის გარეშე.

#### მონომერების სინთეზი

*ბის-ელექტროფილის სინთეზი:*

ახალი დიესტერ-დიმჟავების – O,O'-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავების აქტივირებული დიესტერები მივიღეთ ორ ეტაპად, როგორც აღწერილია ჩვენს წინა პუბლიკაციაში [18]. პირველ ეტაპზე დიკარბომჟავას დიქლორანჰიდრიდის კონდენსაციით 2 მოლ გლიკოლის მჟავასთან მშრალი ეთილ-აცეტატის არეში პირიდინის თანაობისას მივიღეთ დიესტერ-დიმჟავები, Y-GA. მეორე ეტაპზე მიღებული Y-GA, უშუალო კონდენსაციით 2 მოლ პ-ნიტროფენოლთან მაკონდენსირებელი აგენტის (თიონილი/პირიდინი) თანაობისას, გარდაკვმენით შესაბამის დი-პ-ნიტროფენილის ესტერებში, **Y-GA-NP**. მშრალი ეთილაცეტატ/ჰექსანის (60/40 მოცულობით) ნარევიდან გადაკრისტალების შემდეგ **4-GA-**

NP და 8-GA-NP-ის ლლობის ტემპერატურები იყო 162-164°C და 100-101°C, შესაბამისად, რაც შეესაბამება ადრე გამოქვეყნებულს [18].

ბის-ნუკლეოფილების სინთეზი:

ბის-(L-ფენილალანინ)- $\alpha,\omega$ -ალკილენდიესტერების დი-*პ*-ტოლუოლსულფონატების – **Phe-6** და **Phe-8** სინთეზი განვახორციელეთ ადრე აღწერილი მეთოდიკის შესაბამისად [10,14]. პროდუქტები გადავკარისტალეთ წყლიდან. **Phe-6**-ის ლლობის ტემპერატურები იყო 213-215, **Phe-8**-ის - 226-228, რაც შეესაბამება ადრე გამოქვეყნებულს [10,14].

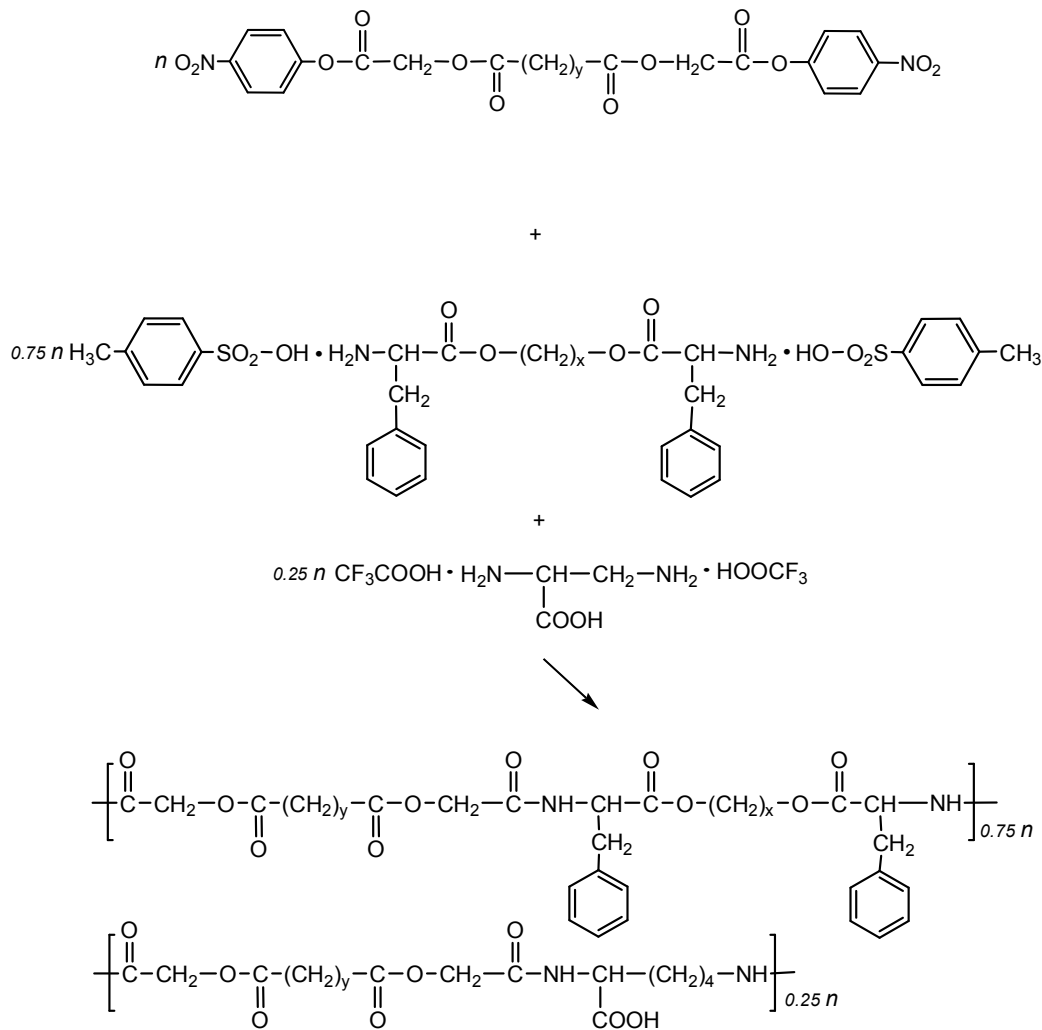
L-ლიზინის ბის-ტრიფთორაცეტატი – **Lys.2CF<sub>3</sub>COOH** მოგვაწოდა პროფ. დ. ტულუშმა.

**პოლიმერების სინთეზი**

ფუნქციური პოლიდეფსიპეპტიდის სინთეზი

ზოგადი მეთოდიკის მიხედვით, სამეცლა კოლბაში ჩავტვირთეთ O,O'-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავას 0,1 მოლი დი-*პ*-ნიტროფენილის ესტერი (Y-GA-NP), 0,075 მოლი ბის-( $\alpha$ -ამინომჟავა)- $\alpha,\omega$ -ალკილენდიესტერის დი-*პ*-ტოლუოლსულფონატი (**Phe-6** ან **Phe-8**) და 0,025 მოლი **Lys.2CF<sub>3</sub>COOH** (ჯამურად 0,1 მოლი), დავამატეთ 52,6 მლ DMSO და 30,7 მლ ტრიეთილამინი (0,22 მოლი), ისე, რომ ხსნარის კონცენტრაცია ყოფილიყო 1,2 მოლი/ლ (ტრიეთილამინის მოცულობას ვითვალისწინებდით). ფუნქციური პოლიდეფსიპეპტიდების სინთეზი მიმდინარეობს სქემა 1-ის შესაბამისად:

სქემა 1.



x = 6 (Phe-6) და x = 8 (Phe-8)

Y = 4 და 8

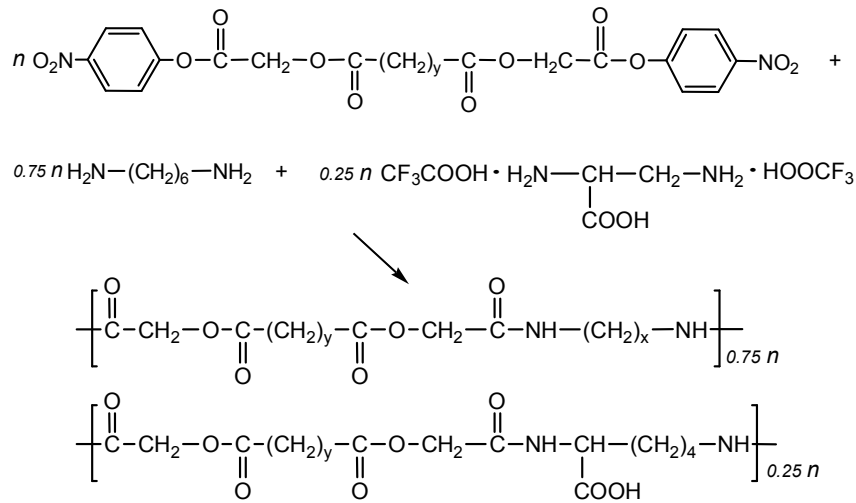


რეაგენტების ჩატვირთვის შემდეგ ჩავრთეთ სარეველა და პოლიკონდენსაცია ჩავატარეთ 60-80°C-ზე 22 სთ-ის განმავლობაში. მიღებული ბლანტი, ჰომოგენური სარეაქციო ხსნარი წვეთობით ჩავასხით გამოხდილ წყალში, სადაც პოლიმერი გამოილექა თეთრი, მყარი მასის სახით. გამოლექილი პოლიმერი გადავიტანეთ ფილტრზე, საგულდაგულოდ გავრეცხეთ წყლით და გავაშრეთ ვაკუუმში 50°C-ზე.

*ფუნქციური 3M-პოლიესტერამიდების სინთეზი*

ზოგადი მეთოდის მიხედვით, სამყელა კოლბაში ჩავტვირთეთ 0,1 მოლი O,O'-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავას დი-პ-ნიტროფენილის ესტერი (8-GA-NP), 0,075 მოლი ალიფატური დიამინი (HDA) და 0,025 მოლი **Lys.2CF<sub>3</sub>COOH** (ჯამურად 0,1 მოლი), დავამატეთ 52,6 მლ DMSO და 30,7 მლ ტრიეთილამინი (0,22 მოლი), ისე, რომ ხსნარის კონცენტრაცია ყოფილიყო 1,2 მოლი/ლ (ტრიეთილამინის მოცულობას ვითვალისწინებდით). ფუნქციური 3M-პოლიესტერამიდების სინთეზი მიმდინარეობს სქემა 2-ის შესაბამისად:

სქემა 2.



Y = 4 და 8

რეაგენტების ჩატვირთვის შემდეგ ჩავრთეთ სარეველა და პოლიკონდენსაცია ჩავატარეთ ოთახის ტემპერატურაზე 24 სთ-ის განმავლობაში. მიღებული ლაბისებური ხსნარი წვეთობით ჩავასხით გამოხდილ წყალში, სადაც პოლიმერი გამოილექა ფხვნილის სახით. გამოლექილი პოლიმერი გადავიტანეთ ფილტრზე, საგულდაგულოდ გავრეცხეთ წყლით და გავაშრეთ ვაკუუმში 50°C-ზე.

**გაზომები და ხელსაწყოები**

ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტრები გადაღებულია სპექტრომეტრზე FTIR TERMO NICOLET, AVATAR 370, დიაპაზონი 400-4000 სმ<sup>-1</sup>, გაზომვის სიზუსტე 0,5 სმ<sup>-1</sup>. პოლიმერების სპექტრებს ვიღებდით თხელ აფსკებში, რომელიც დაგეკონდა NaBr-ზე ტრიფთორეთანოლის ხსნარებიდან.

პოლიმერების სიბლანტე გავზომეთ ტეტრაქლორეთან/ფენოლის (3/1 მოცულობით) ნარევი, კონცენტრაცია 0,5 გ/დლ, ტემპერატურა 25°C.

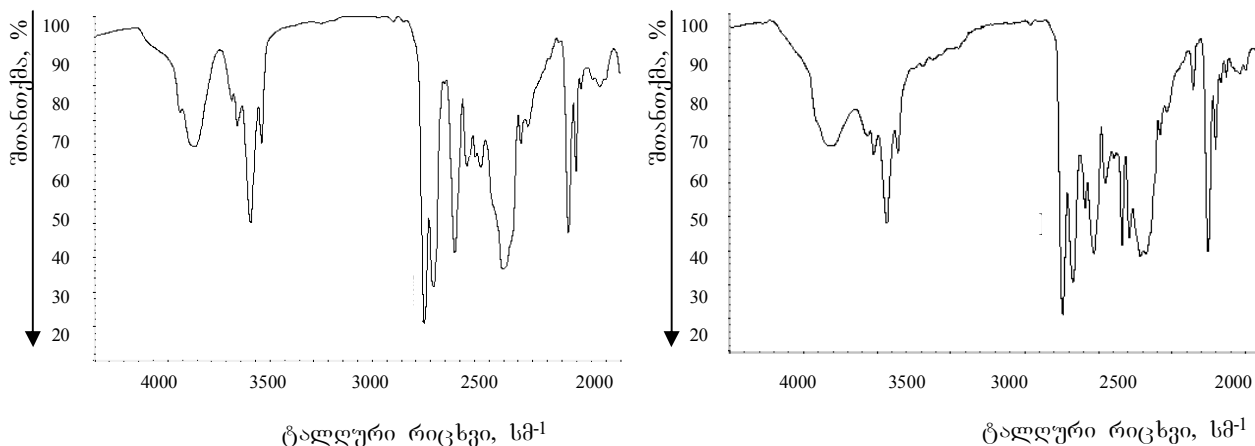
თერმული თვისებები (გამინების ტემპერატურა Tg) განვსაზღვრეთ დიფერენციალური მასკანირებელი კალორიმეტრის "NETZSCH" DSC 200 PC "PHOX" გამოყენებით, ტემპერატურული ინტერვალი -30°C - 150°C, გაცხელების სიჩქარე 10°K/წთ.

**მიღებული შედეგების განსჯა**

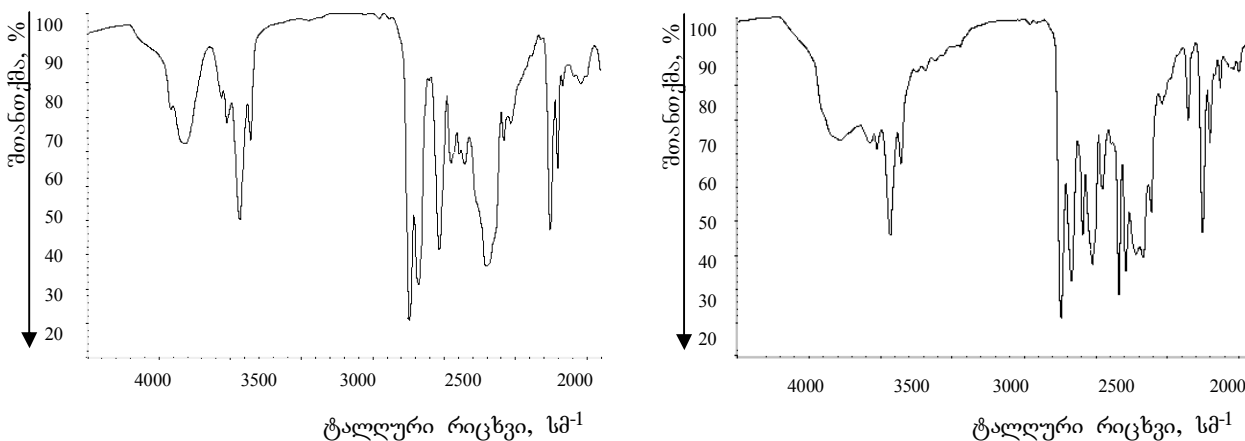
**პოლიკონდენსაცია**

პოლიმერების სინთეზი განვახორციელეთ აქტივირებული პოლიკონდენსაციის პირობებში [10-12, 14,25,26], იმ განსხვავებით, რომ გამხსნელად N,N-დიმეთილაცეტამიდის ნაცვლად გამოვიყენეთ დიმეთილსულფოქსიდი (DMSO). სარეაქციო არის შეცვლა გადავწყვიტეთ იმასთან დაკავშირებით, რომ N,N-დიმეთილაცეტამიდში შენახვისას გროვდება დიმეთილამინი, რომელიც შედის არასასურველ თანამდგრეაქციაში ბის-ელექტროფილებთან (აქტივირებულ დიესტერებთან) და იწვევს ჯაჭვის ზრდის პროცესის შეწყვეტას, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს პოლიმერების მოლეკულურ მასებს. აღნიშნულის გამო აუცილებელი ხდება გამხსნელის თავიდან გასუფთავება, რაც ართულებს პროცესს. DMSO თავისუფალია ამ ნაკლისაგან, საჭიროა მხოლოდ მისი დაცვა ჰერის ტენისაგან, რასაც ვაღწევდით მოლეკულური საცრების 4A-ს გამოყენებით.

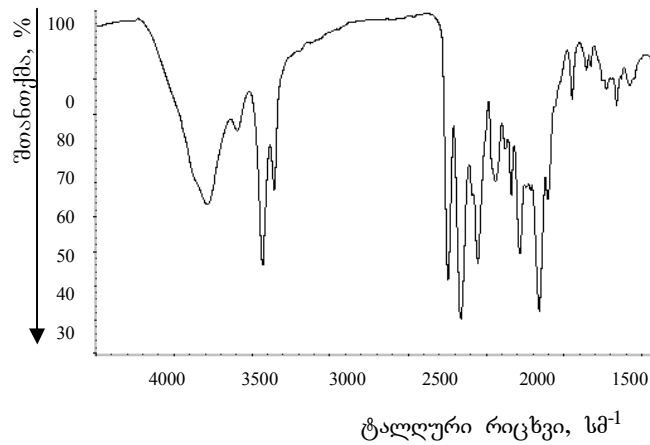
პოლიმერები მივიღეთ მაღალი გამოსავლებით, რომლებიც ახლოა რაოდენობრივთან (იხ. ცხრილი 2). მათი სტრუქტურა დავადასტურეთ ფურიე გარდაქმნის იწ-სპექტრებით (ნახ. 1-3), რომლებშიც ჩანს ინტენსიური შთანთქმის ზოლები 1660-1670  $\text{სმ}^{-1}$  (CO-NH), 1730-1740  $\text{სმ}^{-1}$  (CO-O, როგორც ესტერული, ასევე თანაპოლიმერების კარბოქსილის ჯგუფის) და 3300-3500  $\text{სმ}^{-1}$  (NH-CO და CO-OH თანაპოლიმერების შემთხვევაში) უბანში, რაც სრულ შესაბამისობაშია სავარაუდო სტრუქტურებთან. შევნიშნავთ, რომ ლიზინის შემცველი თანაპოლიმერების შემთხვევაში შთანთქმის ზოლი 3300-3500  $\text{სმ}^{-1}$  უბანში გარკვეულწილად გაფართოებულია, რაც უნდა მივაწეროთ მათში COOH ჯგუფის არსებობას.



**ნახ. 1.** 4-GA-Phe-8 (I) და 4-Ga-[Phe-8/Lys]<sub>0.75/0.25</sub> (II) ფურიე გარდაქმნის იწ სპექტრები



**ნახ. 2.** 8-Ga-Phe-6 (I) და 8-Ga-[Phe-6/Lys]<sub>0.75/0.25</sub> (II) ფურიე გარდაქმნის იწ-სპექტრები



ნახ. 3. 8-GA-[HDA/Lys]<sub>0.75/0.25</sub> ფურიე გარდაქმნის იწ სპექტრები

თანაპოლიმერების თერმოფიზიკური თვისებების კვლევამ აჩვენა, რომ ისინი ამორფული პოლიმერებია საკმაოდ დაბალი გამინების ტემპერატურებით (21-22°C, იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 1. O<sub>2</sub>O<sup>2</sup>-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავას დი-პ-ნიტროფენილის ესტერის საფუძველზე მიღებული პოლიმერების ხსნადობა ორგანულ გამხსნელებში

№	პოლიმერი	10 მგ ნივთიერების ხსნადობა 1.0 მლ გამხსნელში				
		DMF	THF	CHCl <sub>3</sub>	TFE	TCE/PhOH (3:1)
1	4-GA-Phe-8	+	+	+	+	+
2	4-GA-[Phe-8/Lys] <sub>0.75/0.25</sub>	იჯირჯვება	+	-	+	+
3	8-GA-Phe-6	+	+	+	+	+
4	8-GA-[Phe-6/Lys] <sub>0.75/0.25</sub>	იჯირჯვება	+	-	+	+
5	8-GA-HDA	-	-	-	+t	+
6	8-GA-[HDA/Lys] <sub>0.75/0.25</sub>	იჯირჯვება	-	-	+t	+

“+” ხსნადია ოთახის ტემპერატურაზე, “-“ უხსნადია, “+t” იხსნება გაცხელებით

ცხრილი 2. პომოპოლიმერები და თანაპოლიმერები O<sub>2</sub>O<sup>2</sup>-დიაცილ-ბის-გლიკოლის მჟავას დი-პ-ნიტროფენილის ესტერის საფუძველზე

№	პოლიმერი	ბრუტო ფორმულა	გამოსავალი, %	Mw*	Mn*	Mw/Mn	η <sub>დამ</sub> დლ/გ	Tg °C	ფირწარმოქმნის უნარი***
1	4-GA-Phe-8 [17]	(C <sub>36</sub> H <sub>46</sub> N <sub>2</sub> O <sub>10</sub> ) <sub>n</sub>	98	35000	25600	1.36	0.58*	22.3	ელასტიური ფირი
2	4-GA-[Phe-8/Lys] <sub>0.75/0.25</sub>	(C <sub>52</sub> H <sub>70</sub> N <sub>4</sub> O <sub>18</sub> ) <sub>n</sub>	97	-	-	-	0.50**	-	ელასტიური ფირი
3	8-GA-Phe-6 [17]	(C <sub>38</sub> H <sub>50</sub> N <sub>2</sub> O <sub>10</sub> ) <sub>n</sub>	97	36000	26500	1.35	0.58*	21.0	ელასტიური ფირი
4	8-GA-[Phe-6/Lys] <sub>0.75/0.25</sub>	(C <sub>58</sub> H <sub>82</sub> N <sub>4</sub> O <sub>18</sub> ) <sub>n</sub>	98	-	-	-	0.55**	-	ელასტიური ფირი
5	8-GA-HDA [18]	(C <sub>20</sub> H <sub>34</sub> N <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) <sub>n</sub>	96	-	-	-	1.12**	-	ელასტიური ფირი
6	8-GA-[HDA/Lys] <sub>0.75/0.25</sub>	(C <sub>40</sub> H <sub>66</sub> N <sub>4</sub> O <sub>18</sub> ) <sub>n</sub>	97	-	-	-	0.91**	-	ელასტიური ფირი

\* განსაზღვრულია გელ-ქრომატოგრაფიულად DMF-ის არეში

\*\* განსაზღვრულია 1,1,2,2-ტეტრაქლორეთან/ფენოლის (3/1) ნარევეში

\*\*\* ფირები მიღებულია ტრიფთორეთანოლის ხსნარებიდან

შევისწავლეთ სინთეზირებული ფუნქციური თანაპოლიმერების (№№ 2 და 4) ხსნადობა ორგანულ გამხსნელებში, (ცხრ. 1). ისევე, როგორც შესაბამისი ჰომოპოლიმერები (№№ 1 და 3), ისინი იხსნებიან ტრიფთორეთანოლსა, TFE და 1,1,2,2-ტეტრაჰლორეთან /ფენოლის, TCE/PhOH (3/1 წონით) ნარევი, მაგრამ განსხვავებით ჰომოპოლიმერებისაგან არ იხსნებიან ქლოროფორმში და N,N-დიმეთილფორმამიდში (DMF) კი იჯირჯვებიან. პოლიმერები (№№ 1, 2, 3 და 4), იხსნებიან ტეტრაჰიდროფურანში (THF). თანაპოლიმერების ხსნადობის გაუარესება (გათვალისწინებით იმისა, რომ ყველა პოლიმერი ამორფულია) უნდა მივაწეროთ ძლიერ ინტერმოლეკულურ წყალბადურ ბმებს, რომელსაც წარმოქმნიან მაკრომოლეკულების ჯაჭვებში ჩართული ლიზინის ნაშთები. 3M-ჰომოპოლიმერი (№ 5) ასევე არ იხსნება DMF-ში, ხოლო შესაბამისი თანაპოლიმერი (№ 6) კი იჯირჯვება.

ვინაიდან მიღებული ფუნქციური თანაპოლიმერები არ გაიხსნა N,N-დიმეთილფორმამიდში, რომელსაც ვიყენებთ ელუენტად გელ-ქრომატოგრაფიაში სინთეზირებული პოლიმერების მოლეკულური მასების განსაზღვრისათვის, გავზომეთ მათი დაყვანილი სიბლანტეები TCE/PhOH ნარევი. როგორც ცხრილში 2 მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, თანაპოლიმერების (№№ 2 და 4) სიბლანტეები იგივე რიგისაა, რაც შესაბამისი ჰომოპოლიმერებისა (№№ 1 და 3), რაც გვადლევს საშუალებას ვივარაუდოთ, რომ მათი მოლეკულური მასებიც თანაზომადია (ანუ 30-35 KDa-ის ზღვრებშია). იგივე შეიძლება ითქვას HMDA-ს საფუძველზე მიღებული ფუნქციური 3M-თანაპოლიმერისა (№ 6) და შესაბამისი ჰომო-პოლიესტერამიდის (№ 5) შესახებ, თუმცა ამ უკანასკნელის მოლეკულური მასა ვერ განვსაზღვრეთ იგივე მიზეზის გამო. სინთეზირებული ფუნქციური პოლიმერების მაღალ მოლეკულურ მასებზე მეტყველებს აგრეთვე კარგი ფირწარმოქმნის უნარი.

ამგვარად, მიღებული შედეგები (პოლიმერების მაღალი გამოსავლები და ასევე მაღალი მოლეკულური მასები) გვადლევს საშუალებას დავასკვნათ, რომ მარილის სახით თავისუფალი ლიზინი აქტიურად ერთეობა მაკრომოლეკულების ჯაჭვებში და მისი გამოყენება მონომერად პერსპექტულია ფუნქციური ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების მისაღებად. გარდა ამისა, ჩვენს მიერ შემუშავებული სინთეზის სქემა საშუალებას გვადლევს მოვახდინოთ ისეთი პოლიმერების ფუნქციონალიზაცია, როგორებიცაა 3M-პოლიესტერამიდები, რის მიღწევაც შეუძლებელია თვით კომპანია 3M-ში შემუშავებული სქემის მიხედვით, რომელიც მოიცავს დიკარბომჟავების დიქლორანჰიდრიდების პოლიკონდენსაციას ბის-ამიდლიოლებთან სუსპენზიური პოლიკონდენსაციის პირობებში [27].

*ავტორები მადლობას უხდებიან პროფ. დ. ტულუმს L-ლიზინის ბის-ტრიფთორაეტატის მოწოდებისათვის.*

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. S.W. Shalaby, R.A. Johnson, "Synthetic absorbable polyesters", In: "Biomedical Polymers: Designed-to Degrade Systems", S.W. Shalaby, ed., Hanser Publishers, New York, 1-34. (1994).
2. R. Lipsa, N. Tudorachi, C. Vasile, Poly( $\alpha$ -hydroxyacids) in biomedical applications: synthesis and properties of lactic acid polymers. Review. e-Polymers # 087 (2010).
3. Nathan, A., Kohn, J., Amino Acid Derived Polymers. In: "Biomedical Polymer: Designed-to-Degrade Systems", Ed. by S.W. Shalaby. Hanser Publishers, Munich-Vienna-New York. 117-151, (1994).
4. L. H. Ho., S.J. Huang, Polym. Prepr. Am. Chem. Soc. Div. Polym. Chem., 33(2), 94-96 (1992).
5. Y. Saotome, T. Miyazawa, T. Endo, Chem. Lett., 21-24, (1991).
6. N. Parades, A. Rodriguez-Galan, J. Puiggali, J. Polym. Sci.: Part A: Polym. Chem., 36, 1271-1282, (1998).
7. N. Parades, A. Rodriguez-Galan, J. Puiggali, J. Polym. Sci.: Part A: Polym. Chem., 37, 2521-2533 (1999).
8. A. Rodriguez-Galan, L. Fuentes, J. Puiggali, Polymer 41, 5967-5970 (2000).
9. M. Nagata, Macromol. Chem. Phys., 200, 2059-2064 (1999).
10. R. Katsarava, N. Arabuli, V. Beridze, D. Kharadze, C.C. Chu, C.Y. Won, J. Pol. Sci., Part A: Polym. Chem., 37, 391-407 (1999).
11. N. Arabuli, G. Tsitlanadze, L. Edilashvili, D. Kharadze, Ts. Gogvadze, V. Beridze, Z. Gomurashvili, R. Katsarava, Makromol. Chem. Phys., 195, 2279-2289 (1994).
12. Z. Gomurashvili, R. Katsarava, H.R. Kricheldorf, J. Macromol. Sci. Pure Appl. Chem. 37, 215-227 (2000).
13. M. Okada, M. Yamada, M. Yokoe, K. Aoi, J. Appl. Polym. Sci. 81, 2721-2726 (2001).
14. G. Jokhadze, M. Machaidze, H. Panosyan, C.C. Chu, R. Katsarava, J. Biomater. Sci. Polym. Ed., 18, 411-438 (2007).
15. Gvasalia G., Alavidze Z., Dzneldze Z., Gogokhia L., Meifariani A. et al. „Local Phage Therapy in the Complex Treatment of Severe Wound Infections“. 6<sup>th</sup> Evergreen International Gathering of the Phage Family, Olympia, USA, (2005).
16. R. Katsarava, Z. Alavidze, Polymeric blends as biodegradable matrices for preparing biocomposites, US Patent 6,703,040 (2004).

17. ნ. ოჩხიკიძე, გ. ჯოხაძე, ც. გოგუაძე, თ. ოშიაძე, რ. ქაცარავა. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, ტომი 36, №3, (2010).
18. ნ. ოჩხიკიძე, გ. ჯოხაძე, პ. თოიძე, დ. ტულუში, რ. ქაცარავა. საქართველოს ქიმიური ჟურნალი, №1,(2011)
19. გ. ჯოხაძე, ბიოდეგრადირებადი ფუნქციური პოლიეთერამიდები ამინომჟავების, ალიფატური დიკარბოჟავებისა და დიოლების საფუძველზე. საკანდიდატო დისერტაცია, თბილისი, თსუ. (2006)
20. C.C. Chu, R. Katsarava, U.S. Patents # 6,503,538 (2003); 7,304,122 (2007); 7,408,018 (2008).
21. K. DeFife, K. Grako, G. Cruz-Aranda, S. Price, R. Chantung, K. Macpherson, R. Khoshabeh, S. Gopalan, B. Turnell. J. Biomaterials Sci., 20, 1495-1511 (2009).
22. S.H. Lee, I. Szinai, K. Carpenter, R. Katsarava, G. Jokhadze, C.C. Chu, Y. Huang, E. Verbeken, O. Bramwell, I. De Scheerder, M.K. Hong, Coronary Artery Disease 13, 237 (2002).
23. K. W. Carpenter, H. Zhang, B.J. McCarthy, I. Szinai, W.G. Turnell, S.M. Gopalan, R. Katsarava, Bioactive stents and methods for use thereof, US Patent Application # 10/788,747 (2004).
24. Вайсбергер А., Проскауэр Э., Органические растворители, Из-во Ин. Лит-ры, Москва, (1958).
25. Кацарова Р.Д., Синтез гетероцепных полимеров методом активированной поликонденсации (методом активированного эфира), Диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук, Москва, (1988).
26. Katsarava R., Vysokomol. Soed. (Russia) Ser. A. 31,1555 (1989).
27. T.H. Barrows, Bioabsorbable poly(ester-amides). In "Biomedical Polymers: Designed-to-Degrade Systems", S.W.Shalaby, ed., Hanser Publishers, New York, 97-116, (1994).

### SYNTHESIS OF NEW FUNCTIONAL POLY(ESTER AMIDE)S ON THE BASIS OF ACTIVE DIESTERS OF O,O'-DIACYL-BIS-GLYCOLIC ACIDS

N.Ochkhikidze\*, G.Jokhadze\*, G.Otinashvili\*\*, L.Kirmelashvili\*\*\*, R.Katsarava\*\*\*\*

\*Faculty of Chemical Technology and metallurgy, Georgian Technical University

\*\*Institute of Medical Polymers and Materials Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

\*\*\* Center of Life Sciences

#### SUMMARY

A new class Biodegradable functional poly(ester amide)s – AA-BB type polydepsipeptides containing free carboxyl groups in the macromolecules have been obtained. The new polymers were synthesized by solution polycondensation of active diesters of O,O'-diacyl-bis-glycolic acids with di-p-toluenesulfonic acid salts of bis-(L-amino acid)- $\alpha,\omega$ -alkylene diesters using as a diamine comonomer the bis-trifluoroacetic acid salt of L-lysine for the direct incorporation of functional COOH-groups into the macromolecules. The functional representatives of so called 3M-poly(ester amide)s were also synthesized by polycondensation of the said active diesters with a mixture of alkylenediamines and L-lysine bis-trifluoroacetate. These functional polymers are unavailable *via* synthetic scheme developed at 3M and comprising the polycondensation of diacid chlorides with bis-amide diols.

### СИНТЕЗ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОЛИЭФИРАМИДОВ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННЫХ ЭФИРОВ О,О'-ДИАЦИЛ-БИС-ГЛИКОЛЕВЫХ КИСЛОТ

Н.Т.Очхикидзе\*, Г.А.Джохадзе\*, Г.Г.Отинашвили\*\*, Л.И.Кирмелашвили\*\*\*, Р.Д.Кацарова\*\*\*\*

\*Факультет химической технологии и металлургии, Грузинский технический университет

\*\*Институт медицинских полимерных материалов, Тбилисский государственный университет

им. Ив.Джавахишвили

\*\*\* Центр Наук о Жизни

#### РЕЗЮМЕ

Получены биodeградируемые функциональные полиэфирамиды нового класса - полидепсипептиды AA-BB-типа, содержащие свободные карбоксильные группы в цепях макромолекул. Новые полимеры синтезированы поликонденсацией в растворе активированных бис-п-нитрофениловых эфиров О,О'-диацил-бис-гликолевых кислот с ди-п-толуолсульфонокислотными солями бис-(L-аминокислота)- $\alpha,\omega$ -алкилендиэфиров, используя в качестве диаминового сомономера бис-трифторацетатную соль L-лизина для прямого введения функциональных COOH-групп в макромолекулы. Получены также функциональные представители т.н. 3М-полиэфирамидов, которые синтезировали путем поликонденсации указанных активированных диэфиров со смесью алкилендиамина и L-лизин бис-трифторацета. Указанные функциональные полимеры невозможно синтезировать по разработанной на 3М схеме, заключающейся в поликонденсации дихлорангидридов дикислот с бис-амиддиолами.

## მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

## ახალი ბიოდეგრადირებადი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანები) L-არგინინის საფუძველზე

თამარ მეძანიშვილი\*, მარეზ გვერდწითელი\*\*, დავით ტულუში\*\*, დარეჯან ხარაძე\*\*\*, რამაზ ქაცარავა\*\*\*

\*ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი [tamuna-mema@caucasus.net](mailto:tamuna-mema@caucasus.net)

\*\*სამედიცინო პოლიმერული მასალების ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი [kats@caucasus.net](mailto:kats@caucasus.net)

\*\*\*სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა ცენტრი [mkharadze@caucasus.net](mailto:mkharadze@caucasus.net)

გენური თერაპიის განვითარებისა და მისი მიღწევების პრაქტიკაში დასაწერად გადაწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება მაღალეფექტურ და უსაფრთხო გენგადამტან სისტემებს. ამჟამად გავრცელებულ გენის გადატან სინთეზურ ვექტორებს ახასიათებთ მაღალი ტოქსიკურობა და ბიოდეგრადობა, რაც ართულებს მათ გამოდევნას ორგანიზმიდან, ამიტომ აქტუალურია დაბალტოქსიკური და ბიოდეგრადირებადი გენმატარებლების შექმნა. ასეთად გვესახებოდა პოლიეთილენგლიკოლის მსგავსი ძირითადი ჯაჭვის მქონე ბიოდეგრადირებადი პოლიკათიონები, პოლიფუნქციურ ამინომჟავა L-არგინინის საფუძველზე. აღნიშნული პოლიმერები, კერძოდ, პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანები) მივიღეთ ბის-(L-არგინინ)-1,3-პროპილენ და ბის-(L-არგინინ)-1,11-(3,6,9-ტრიოქსა)უნდეცილენ(ტეტრაეთილენგლიკოლის) საფუძველზე დიესტერების ტეტრა-პ-პოლულოსულფონატების პოლიკონდენსაციით ბის-სუქცინიმიდილ-(3-ოქსა)-1,5-ჰენტილენ დიკარბონატთან (დიეთილენგლიკოლის საფუძველზე). პოლიმერები დავანასიათეთ კვლევის სტანდარტული მეთოდებით (ელემენტური ანალიზი, ფურიე იწ და  $^1\text{H}$  ბმრ სპექტროსკოპია, ვისკოზიმეტრია). პოტენციომეტრული ტიტრაციის მეთოდის გამოყენებით ცდებში *in vitro* შევისწავლეთ ახალი პოლიკათიონური პოლიმერების არასპეციფიური (ქიმიური) და სპეციფიური ფერმენტით – ტრიფსინით - კატალიზებული ჰიდროლიზი (ბიოდეგრადაცია).

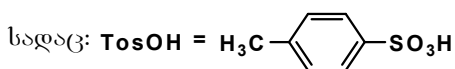
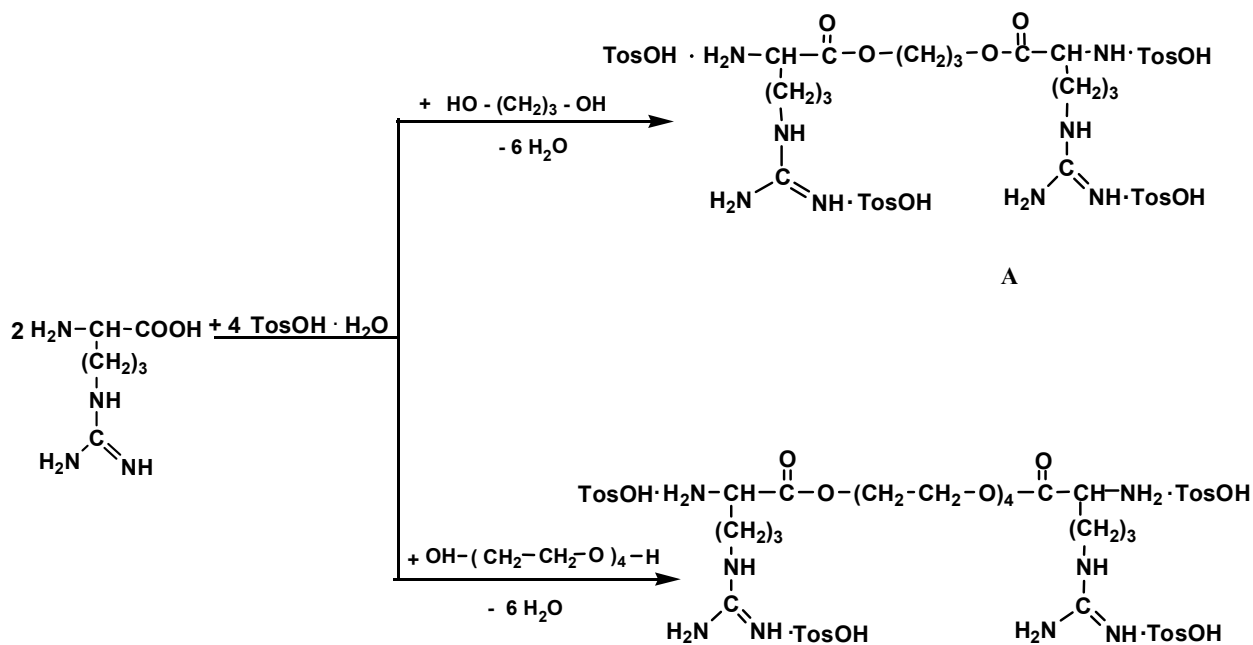
**საკვანძო სიტყვები:** L-არგინინი, ბიოდეგრადირებადი პოლიკათიონები, გენოთერაპია

## შესავალი

გენოთერაპია წარმოადგენს ნანომედიცინის უახლეს დარგს, რომლის არსი ორგანიზმის სპეციფიკურ უჯრედებში გენეტიკური მასალის გადატანა - ტრანსფექციაა. გენოთერაპიის მიღწევების პრაქტიკაში ფართოდ დანერგვისათვის მნიშვნელოვანია მაღალეფექტური და უსაფრთხო გენგადამტანი სისტემების შექმნა [1]. ასეთ სისტემებს შორის განსაკუთრებულ ყურადღებას იმსახურებენ სინთეზური პოლიკათიონები, რომლებიც ელექტროსტატიკური ურთიერთქმედების ხარჯზე პოლიანიონური ბუნების ნუკლეინის მჟავებთან (დნმ, რნმ) სპონტანურად წარმოქმნიან ტრანსფექციის უნარის მქონე ნანოკომპლექსებს [2-4]. გენოთერაპიაში ამჟამად ფართოდ გამოყენებულ სინთეზურ პოლიკათიონებს - პოლიეთილენიმიდის, პოლი-L-ლიზინს, პოლი-L-არგინინს და მათ თანაპოლიმერებს ახასიათებთ მაღალი ციტოტოქსიკურობა, ძნელად განიცდიან ბიოდეგრადაციას და აკუმულირდებიან ორგანიზმში [5], ამიტომ დღემდე აქტუალურ ამოცანად რჩება დაბალტოქსიკური და ბიოდეგრადირებადი, ტრანსფექციის უნარის მქონე აგენტების დიზაინი. ახლახან პროფ. ჩუ-მ და თანამშრომლებმა დაადგინეს, რომ არგინინის (Arg) საფუძველზე მიღებული პოლი(ესტერ-ამიდური) ბუნების ბიოდეგრადირებად პოლიკათიონებს ახასიათებთ დაბალი ტოქსიკურობა და საკმაოდ მაღალი ტრანსფექციის უნარი [6,7]. მაგრამ ჩუ-ს მიერ მიღებულ პოლიმერებს აღმოაჩნდათ ერთი მნიშვნელოვანი ნაკლი - შეზღუდული ხსნადობა წყალში.

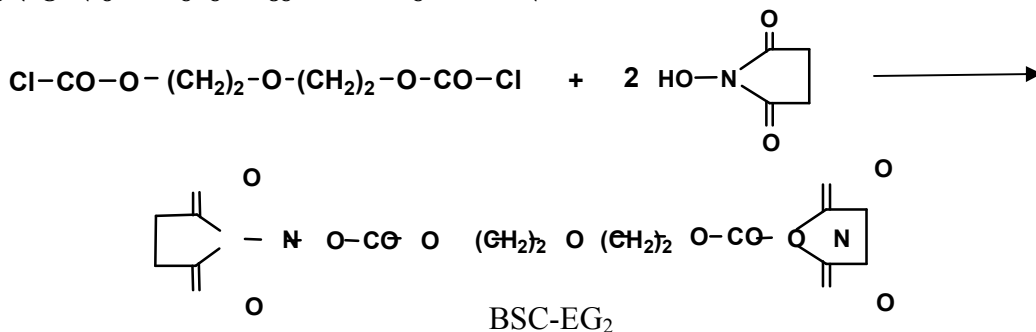
პოლიმერების წყალში ხსნადობის გაზრდა შესაძლებელია მათ მაკრომოლეკულებში ეთერული ბმების ჩართვით. ამიტომ პერსპექტიულად ჩავთვალეთ არგინინ-შემცველი ეთერ-ესტერული პოლიკათიონების სინთეზი და მათი გამოცდა ტრანსფექციულ აგენტებად. ვვარაუდობდით, რომ ეს პოლიმერები უნდა ყოფილიყო ურეთანული ბუნების, რამეთუ პოლიურეთანებს შესაბამის პოლიამიდებთან შედარებით უფრო მაღალი ჰიდროფილურობა ახასიათებთ. შესაბამისად, გადავწყვიტეთ დაგვესინთეზებინა არგინინ-შემცველი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანები) [8].

არგინინის ფრაგმენტების მაკრომოლეკულებში ჩართვის მიზნით გამოვიყენეთ როგორც ესტერული, ასევე ეთერ-ესტერული ბის-ნუკლეოფილური მონომერები – შესაბამისად ბის-(L-არგინინ)-1,3-პროპილენ (1,3-პროპანდიოლის საფუძველზე, აღნიშნულია როგორც **Arg-3**) და ბის-(L-არგინინ)-1,11-(3,6,9-ტრიოქსა)უნდეცილენ (ტეტრაეთილენგლიკოლის საფუძველზე, აღნიშნულია როგორც **Arg-EG<sub>4</sub>**) დიესტერების ტეტრა-პ-ტოლუოლსულფონატები, რომლებიც დავასინთეზეთ სქემა 1-ის მიხედვით:



სქემა 1. არგინინ-შემცველი ტეტრა-პ-ტოლუოლსულფონატების სინთეზი.

პოლიურეთანული ბუნების მაკრომოლეკულური ჯაჭვის ასაგებად ბის-ელექტროფილური მონომერის სახით გამოვიყენეთ ეთერული ბმის შემცველი გააქტიურებული დიოლ-ბის-კარბონატი დიეთილენგლიკოლის (**EG<sub>2</sub>**) საფუძველზე – ბის-სუქცინიმიდილ-(3-ოქსა)-1,5-პენტილენ დიკარბონატი (**BSC-EG<sub>2</sub>**), რომელიც დავასინთეზეთ სქემა 2-ის შესაბამისად:



სქემა 2. ბის-სუქცინიმიდილ-(3-ოქსა)-1,5-პენტილენ დიკარბონატის სინთეზი



**ექსპერიმენტული ნაწილი**

ექსპერიმენტებში გამოყენებულ რეაგენტებს: L-არგინინს, 3-ტოლუოლსულფომჟავას მონოჰიდრატს, 1,3-პროპანდიოლს, დიეთილენგლიკოლს, ტეტრაეთილენგლიკოლს, -ჰიდროქსისუქცინიმიდს, ტრიფოსფენს (Aldrich) ვიყენებდით დამატებითი გაწმენდის გარეშე. გამხსნელებს (დიმეთილსულფოქსიდს, იზოპროპანოლს, პირიდინს, ეთილაცეტატს, ტეტრაჰიდროფურანს, აცეტონს და ტრიეთილამინს) ვასუფთავებდით სტანდარტული მეთოდებით [9]. გამშრალ გამხსნელებს ვინახავდით მოლეკულურ საცერზე  $4\text{Å}$ , ტრიეთილამინს - საცერზე  $3\text{Å}$  და  $4\text{Å}$ .

**მონომერების სინთეზი**

**ბის-ნუკლეოფილური მონომერების სინთეზი (ზოგადი მეთოდიკა).** 0,1 მოლი L-არგინინის, 0,2 მოლი 3-ტოლუოლსულფომჟავას მონოჰიდრატისა და 0,05 მოლი დიოლის ნარევეს ვადულებდით 270 მლ ტოლუოლში უწყვეტი მორევის პირობებში 18 სთ-ის განმავლობაში. გამოყოფილ წყალს ვაგროვებდით დინ-სტარკის დამჭერში. რეაქციის დამთავრების შემდეგ სარეაქციო მასას ვაყოვნებდით ოთახის ტემპერატურაზე ღამის განმავლობაში. ტოლუოლს ვაშორებდით დეკანტაციით, მიღებულ მყარ პროდუქტს კვლავ ვამატებდით ტოლუოლის ახალ ულუფას (160 მლ) და ვადულებდით უკუმაცივრით 2-3 საათის განმავლობაში, შემდეგ ისევ ვტოვებდით ღამით. მეორე დღეს ტოლუოლს კვლავ ვაშორებდით დეკანტაციით, ვამატებდით 250 მლ იზოპროპანოლს და ვადულებდით სრულ გახსნამდე. წარმოქმნილ ხსნარს ვფილტრავდით, ვამატებდით მშრალ ეთილაცეტატს, რის შედეგადაც გამოიყოფოდა თეთრი, ბლანტი მასა, რომელსაც ვტოვებდით მაცივარში ღამის განმავლობაში. წარმოქმნილ ნალექს ვაშორებდით გამხსნელს დეკანტაციით და პროდუქტის გადალექვის პროცესს (იზოპროპანოლის ხსნარიდან ეთილაცეტატში) ვიმეორებდით და კვლავ ვტოვებდით მაცივარში ღამის განმავლობაში. შემდეგ გამხსნელს ვაშორებდით დეკანტაციით და მიღებულ ნალექს ვაშრობდით ვაკუუმში, ჰერ ოთახის ტემპერატურაზე, ხოლო შემდეგ კი  $45^{\circ}\text{C}$ -ზე.

მიღებული პროდუქტების ძირითადი მახასიათებლებია:

**Arg-3:** გამოსავალი 75%, ბრუტო ფორმულა  $\text{C}_{43}\text{H}_{64}\text{N}_8\text{O}_{16}\text{S}_4$ ; მოლეკულური მასა 1077,31; ლლობის ტემპერატურა  $67-71^{\circ}\text{C}$

**Arg-EG<sub>4</sub>** : გამოსავალი 65%, ბრუტო ფორმულა  $\text{C}_{48}\text{H}_{74}\text{N}_8\text{O}_{19}\text{S}_4$ , მოლეკულური მასა 1195,45, ლლობის ტემპერატურა  $61-64^{\circ}\text{C}$ .

მონომერების სტრუქტურა დადგენილია ელემენტური ანალიზით, ფურიე იწ და  $^1\text{H}$  ბმრ სპექტროსკოპიით.

ელემენტური ანალიზი:

**Arg-3:** გამოთვლილია  $\text{C}_{43}\text{H}_{64}\text{N}_8\text{O}_{16}\text{S}_4$ -თვის, %: 47,94 (C); 5,98 (H); 10,40 (N); 11,91 (S) ნაპოვნია, %: 47,30 (C); 6,02 (H); 10,34 (N); 11,54 (S).

**Arg-EG<sub>4</sub>:** გამოთვლილია  $\text{C}_{48}\text{H}_{74}\text{N}_8\text{O}_{19}\text{S}_4$ -თვის, %: 48,23 (C); 6,24 (H); 9,37 (N); 10,73 (S) ნაპოვნია, %: 47,68 (C); 6,60 (H); 9,02 (N); 10,37 (S).

ფურიე იწ-სპექტროსკოპია:

**Arg-3,**  $\text{cm}^{-1}$ : 1741 [-C(O)-O-], 1120 (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-), 3363 (-NH<sub>2</sub>-HOTos და -NHC(=NH)NH<sub>2</sub>-HOTos).

**Arg-EG<sub>4</sub>,**  $\text{cm}^{-1}$ : 1743 [-C(O)-O-], 1119 (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-), 3356 (-NH<sub>2</sub>-HOTos და -NHC(=NH)NH<sub>2</sub>-HOTos).

$^1\text{H}$  ბმრ სპექტროსკოპია: 300 MHz  $^1\text{H}$  NMR; ( $\text{D}_2\text{O}$ , ppm)

**Arg-3:** 1.76 (4H, m) & 2.03 (4H, m, NCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>); 2.17 (2H, kvn., J 6.4 Hz, OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O); 2.46 (12H, s, CH<sub>3</sub>-Tol.); 3.25 (4H, t, J 6.7, NCH<sub>2</sub>); 4.23 (2H, t, J 6.4, CH); 4.41 (4H, t, J 6.4, OCH<sub>2</sub>); 7.43 (4H, m) და 7.76 (4H, m, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>).

**Arg-EG<sub>4</sub>:** 1.65-1.90 (4H, m) & 1.93-2.15 (4H, m, NCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>); 2.46 (12H, s, CH<sub>3</sub>-Tos.); 3.26 (4H, t, J 6.7, NCH<sub>2</sub>); 3.68-3.81 (8H, m, CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>); 3.86 (4H, m, OCH<sub>2</sub>); 4.24 (2H, t, J 6.3, CH); 4.48 [4H, m, CH<sub>2</sub>OC(O)]; 7.43 (4H, m) და 7.76 (4H, m, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>).

**ბის-ელექტროფილური მონომერის - გააქტიურებული დიოლ-ბის-კარბონატის - BSC-EG<sub>2</sub>-ის სინთეზი.** 9,89 გ (0,033 მოლ) ტრიფოსფენის ხსნარს 70 მლ ტეტრაჰიდროფურანში ვაცივებდით  $5^{\circ}\text{C}$ -მდე და მორევის პირობებში წვეთობით ვამატებდით 5,31გ (0,05 მოლ) დიეთილენგლიკოლის ხსნარს 20 მლ ტეტრაჰიდროფურანში. დიეთილენგლიკოლის სრულად დამატების შემდეგ რეაქციას ვაგრძელებდით ოთახის ტემპერატურაზე 2-3 საათის განმავლობაში. მიღებულ ხსნარს როტაციულ

ამართლებელზე ვაშორებდით ტეტრაჰიდროფურანს (და მასთან ერთად რეაქციის თანაურ პროდუქტს – ქლორწყალბადს). შედეგად ვიღებდით უფრო გამჭვირვალე ბლანტ სითხეს - დიეთილენგლიკოლის ბის-ქლოროფორმიატს, რომელსაც ვასუფთავებდით ვაკუუმ-გამოხდით (138-139 °C/6-7 მმ Hg).

მიღებულ ბის-ქლოროფორმიატს ვიყენებდით მიზნობრივი გააქტიურებული დიოლ-ბის-კარბონატის (BSC-EG<sub>2</sub>) სინთეზისათვის, რისთვისაც 23,0 გ (0,2 მოლ) N-ჰიდროქსისუქცინიმიდის და 23,1 გ (0,1 მოლ) დიეთილენგლიკოლის ბის-ქლოროფორმიატის ხსნარს 150 მლ მშრალ აცეტონში მორევის პირობებში წვეთობით ვამატებდით 16,2 გ (0,2 მოლ) მშრალი პირიდინის ხსნარს 100 მლ მშრალ აცეტონში. პირიდინის სრულად დამატების შემდეგ სარეაქციო მასას ვურევდით ოთახის ტემპერატურაზე 2 სთ-ის განმავლობაში, გადავკონდა ქლორწყალბადით შემჟავებულ ყინულიან წყალში და ვტოვებდით მაცივარში ღამით. მეორე დღეს გამოყოფილ თეთრ ნალექს ვფილტრავდით და ვაშრობდით კრისტალურ NaOH-ზე ვაკუუმში (40-50 °C). მიღებულ ნაერთს ვაკრისტალბდით ტოლუოლიდან.

სინთეზირებული მონომერის ძირითადი მახასიათებლებია: გამოსავალი 62%, ბრუტო ფორმულა C<sub>14</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>11</sub>, მოლეკულური მასა 388,29; ლღობის ტემპერატურა 130-131 °C.

დიოლ-ბის-კარბონატის - BSC-EG<sub>2</sub> სტრუქტურა დავადგინეთ ელემენტური ანალიზით, ფურიე იწ და <sup>1</sup>H ბმრ სპექტროსკოპიით.

ელემენტური ანალიზი:

გამოთვლილია C<sub>14</sub>H<sub>16</sub>N<sub>2</sub>O<sub>11</sub>-თვის, %: 43,31 (C); 4,15 (H); 7,22 (N);

ნაპოვნია, %: 43,29 (C); 4,12 (H); 7,18 (N) .

ფურიე იწ-სპექტროსკოპია:

BSC-EG<sub>2</sub>, სმ<sup>-1</sup>: 1720, 1740, 1780, 1810 [-C(O)-O- და იმიდის ციკლი], 1380 (-N=), 1127 (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-).

<sup>1</sup>H ბმრ სპექტროსკოპია: 300 MHz <sup>1</sup>H NMR; [DMSO-d<sub>6</sub>/CCl<sub>4</sub> (1:3, v/v), TMS, ppm]

BSC-EG<sub>2</sub>: 2.80 [8H, s, CH<sub>2</sub>-C(O)]; 3.81 (4H, m, CH<sub>2</sub>-O-); 4.49 [4H, m, CH<sub>2</sub>OC(O)].

### პოლიმერის სინთეზი

პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) სინთეზს ვახორციელებდით ბის-ნუკლეოფილური და ბის-ელექტროფილური მონომერების პოლიკონდენსაციით ხსნარში. ტიპური მეთოდიკის მიხედვით 0,01 მოლ არგინინ-შემცველი მონომერის (Arg-3 ან Arg-EG<sub>4</sub>) და 3.88 გ (0,01 მოლი) გააქტიურებული დიოლ-ბის-კარბონატის BSC-EG<sub>2</sub> ნარევეს ვხსნიდით 5,25 მლ მშრალ დიმეთილსულფოქსიდში (DMSO) და ოთახის ტემპერატურაზე, მორევის პირობებში ვამატებდით 3,08 მლ (0,022 მოლ) ტრიეთილამინს (ხსნარის კონცენტრაცია 1,2 მოლი/ლ, ტრიეთილამინის მოცულობას ვითვალისწინებდით), სარეაქციო ხსნარს ვათბობდით 60-65 °C-მდე და ვურევდით 24 სთ-ის განმავლობაში. მიღებულ ბლანტ სარეაქციო მასას ვაცივებდით ოთახის ტემპერატურამდე, ვაზავებდით 8 მლ DMSO-ით და ვლექავდით აცეტონში. პოლიმერი გამოიყოფა წებვადი მასის სახით. თხევად ფაზას (დიმეთილსულფოქსიდი + აცეტონი) ვაშრობდით დეკანტაციით. პოლიმერს გარეცხვის მიზნით კვლავ ვამატებდით აცეტონს და ვადულებდით 2-3 საათის განმავლობაში. ცხელ აცეტონს ვაცივებდით დეკანტაციით და პროცედურას ვიმეორებდით. მიღებულ პოლიმერს ვაშრობდით ვაკუუმში ჯერ ოთახის ტემპერატურაზე, შემდეგ კი 40-50 °C-ზე. სინთეზირებული არგინინ-შემცველი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) EG<sub>2</sub>-Arg-3 და EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub> ძირითადი მახასიათებლები მოტანილია 1 ცხრ-ში. მათი სტრუქტურა დავადგინეთ ელემენტური ანალიზით, ფურიე იწ. და <sup>1</sup>H ბმრ სპექტროსკოპიით.

ელემენტური ანალიზი:

EG<sub>2</sub>-Arg-3: გამოთვლილია (C<sub>35</sub>H<sub>54</sub>O<sub>15</sub>N<sub>8</sub>S)<sub>n</sub>-თვის, %: 47,18 (C); 6,11 (H); 12,58 (N); 7,20 (S) ; ნაპოვნია, %: 46,92 (C); 6,14 (H); 12,51 (N); 7,16 (S) .

EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>: გამოთვლილია (C<sub>40</sub>H<sub>64</sub>O<sub>18</sub>N<sub>8</sub>S<sub>2</sub>)<sub>n</sub>-თვის, %: 47,61 (C); 6,39 (H); 11,10 (N) 6,35 (S) ; ნაპოვნია, %: 47,35 (C); 6,43 (H); 11,03 (N); 6,31 (S).

ფურიე იწ-სპექტროსკოპია (პოლიმერების სპექტრები მოტანილია ნახ. 1-ზე):

EG<sub>2</sub>-Arg-3: სმ<sup>-1</sup>: 1650-1750 უბანში ფართო, კომპლექსური შთანთქმის ზოლი [-C(O)-O- და -NH-C(O)-O-], 1100-ს უბანში (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-), 3000-3500 უბანში, ფართო, კომპლექსური შთანთქმის ზოლი (-NH-C(O)- და -NHC(=NH)NH<sub>2</sub>·HOTos).

EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>: სმ<sup>-1</sup>: 1650-1750 უბანში ფართო, კომპლექსური შთანთქმის ზოლი

[-C(O)-O- და -NH-C(O)-O-], 1100-ს უბანში (-CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>-), 3000-3500 უბანში, ფართო, კომპლექსური შთანთქმის ზოლი [-NH-C(O)- და -NHC(=NH)NH<sub>2</sub>·HOTos].

<sup>1</sup>H ბმრ სპექტროსკოპია: 300 MHz <sup>1</sup>H NMR; (D<sub>2</sub>O, ppm)

**EG<sub>2</sub>-Arg-3**: 1.57-1.84 (6H, m); 1.91 (2H, m) & 2.09 (2H, m, OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O & NCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>); 2.45 (6H, s, CH<sub>3</sub>-Tol. ); 3.25 (4H, br., NCH<sub>2</sub>); 3.80 (4H, m, CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>); 4.26 (2H, br., CH); 4.27 [8H, m, CH<sub>2</sub>OC(O)]; 7.42 (4H, m) და 7.76 (4H, m, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>).

**EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>**: 1.60-1.75 (4H, m); 1.79 (2H, m) & 1.95 (2H, m, NCH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>); 2.45 (6H, s, CH<sub>3</sub>-Tol. ); 3.23 (4H, br., NCH<sub>2</sub>); 3.73 (8H, m) & 3.82 (8H, m, CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>); 4.20 (2H, br., CH); 4.27 (6H, br.) & 4.38 [2H, m, CH<sub>2</sub>OC(O)]; 7.42 (4H, m) და 7.75 (4H, m, C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>).

პოლიმერების წყალში ხსნადობის შედარების მიზნით დავასინთეზეთ ასევე ჩუ-ს მიერ აღწერილი პოლი(ესტერ ამიდი) ქარვის მჟავისა და **Arg-3**-ის საფუძველზე – **2-Arg-3** [6,7].

### გაზომები და ხელსაწყოები

ფურიე გარდაქმნის ინფრაწითელი სპექტრები გადაღებულია სპექტრომეტრზე „FTIR TERMO NICOLET“, AVATAR 370, დიაპაზონი 400-4000 სმ<sup>-1</sup>, გაზომვის სიზუსტე 0,5 სმ<sup>-1</sup>. პოლიმერების სპექტრებს ვიღებდით BaF<sub>2</sub>-ზე დატანილ თხელ აფსკებზე.

300 MHz <sup>1</sup>H ბმრ სპექტრები გადაღებულია Varian Mercury 300 სპექტრომეტრზე 303°K-ზე. გამსხნელებად გამოყენებულია D<sub>2</sub>O და DMSO-*d*<sub>6</sub>/CCl<sub>4</sub> (1:3 მოცულობით) ნარევი, რომელიც შიგა სტანდარტის სახით შეიცავდა ტეტრამეთილსილანს. 10 მგ პოლიმერს ვხსნიდით 0,5 მლ გამსხნელში.

პოლიმერების დაყვანილი სიბლანტე (ილაც.) განვსაზღვრეთ ავტომატურ ვისკოზიმეტრზე “Lauda” (გერმანია) , დამეთილფორმამიდის არეში, კონცენტრაცია 0,5 გ/დლ, ტემპერატურა 25°C.

არგინინ-შემცველი პოლიმერების ხსნადობას ვსაზღვრავდით დისტილირებულ წყალში 25°C-ზე ბრაუნის მეთოდით [10], UV-Vis სპექტროფოტომეტრის (Varian Cary-100) გამოყენებით. გამზადებით პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) სუსპენზიას და თანდათან ვაზავებდით გამოხდილი წყლით სრულ გასხნამდე. პარალელურად ვზომავდით სუსპენზიის ოპტიკურ სიმკვრივეს (რომელიც აღინიშნება სუსპენზიის მიერ შუქგაბნევის ხარჯზე) 600 ნმ ტალღის სიგრძეზე. კონცენტრაციას, რომელზეც ოპტიკური სიმკვრივე უტოლდებოდა ნულს (ანუ ხდებოდა პოლიმერის სრული გახსნა), ვიღებდით როგორც ზღვრულ კონცენტრაციას (მგ პოლიმერი / მლ წყალში).

პოლიმერების *in vitro* დეგრადაციას ვსწავლობდით ფიზიოლოგიურთან მიახლოებულ პირობებში (pH 7.4, t=37°C) პოტენციომეტრული ტიტრაციის ავტომატური მეთოდის გამოყენებით [11] (ავტომატური ტიტრატორი „Metrohm 842 Titrando“). ცდის ხანგრძლივობა შეადგენდა 35 წთ-ს. ტიპური მეთოდიკის მიხედვით, ტიტრატორის რეაქტორში ვათავსებდით 40 მლ 0.1 N NaCl-ის ხსნარს რომელშიც ვხსნიდით 50 მგ პოლიმერს (საჭიროების შემთხვევაში რეაქტორში ვამატებდით 0,1 მგ სპეციფიკურ ფერმენტს - ტრიფსინს (მარაგ-ხსნარიდან, რომელიც შეიცავდა 5 მგ ფერმენტს 10 მლ 0,1N NaCl-ში) და ვრთავდით ტიტრატორს. ტიტრანტად ვიყენებდით 0.1 M NaOH-ის ხსნარს, რომლის ხარჯვის რეგისტრაცია ხდებოდა ავტომატურ რეჟიმში. ტიტრაციაზე დახარჯული NaOH-ის მიკრომოლების რაოდენობა შეესაბამება ჰიდროლიზებული ესტერული ბმების რაოდენობას მიკრომოლებში.

### მიღებული შედეგების განსჯა

არგინინ-შემცველი მიზნობრივი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) სინთეზი მოიცავს სამ ეტაპს: 1) ბის-ნუკლეოფილური დიამინო-დიესტერული მონომერების სინთეზს არგინინისა და დიოლების (მათ შორის ეთერული ბმების შემცველი დიოლის) საფუძველზე, 2) ისეთი ბის-ელექტროფილური მონომერის სინთეზს, რომელიც ამინოჯგუფებთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნის ურეთანულ ბმებს და 3) მიღებული ბის-ნუკლეოფილური და ბის-ელექტროფილური მონომერების პოლიკონდენსაციას ორგანული გამსხნელის არეში.

### მონომერების სინთეზი

ბის-ნუკლეოფილების სინთეზი. ორივე ბის-ნუკლეოფილური მონომერი – **Arg-3** და **Arg-EG<sub>4</sub>** მიღებულია მეთოდით, რომელსაც ადრე წარმატებით ვიყენებდით ანალოგიური მონომერების სინთეზისათვის ჰიდროფობური ამინომჟავების საფუძველზე [12], ანუ ამინომჟავას (მოცემულ

შემთხვევაში L-არგინინის) პირდაპირი კონდენსაციით დიოლებთან პ-ტოლუოლსულფომჟავას თანაობისას. ეს უკანასკნელი ასრულებს ორმაგ ფუნქციას - ერთი მხრივ იცავს  $\alpha$ -ამინოჯგუფებს არასასურველ რეაქციებში მონაწილეობისაგან, მეორე მხრივ კი ახდენს კარბოქსილის (ამინომჟავას) და ჰიდროქსილის (დიოლის) ჯგუფებს შორის კონდენსაციის რეაქციის კატალიზს. აღსანიშნავია, რომ თუ ჰიდროფობური ამინომჟავების შემთხვევაში იღებენ 1 მოლ პ-ტოლუოლსულფომჟავას ერთ მოლ ამინომჟავაზე, არგინინის შემთხვევაში აუცილებელია 2 მოლის გამოყენება, ვინაიდან 1 მოლი “შთაინთქმება” ამინომჟავას გვერდითი ჩამსაცვლებლის გუანიდინის ჯგუფის მიერ (სქემა 1). ტეტრა-პ-ტოლუოლსულფონატი **Arg-EG<sub>4</sub>** სინთეზირებულია პირველად, ხოლო **Arg-3** აღწერილია ჩუ-სა და თანამშრომლების მიერ [6,7], თუმცა ავტორებს არ მოჰყავთ ამ ნივთიერების არც ლლობის ტემპერატურა, და არც სპექტრული მახასიათებლები. ორივე მონომერის ელემენტური ანალიზის მონაცემები, ფურიე იწ სპექტრები და <sup>1</sup>H ბმრ სპექტრები შეესაბამება სავარაუდო სტრუქტურას (იხ. ექსპერიმენტული ნაწილი).

*ბის-ელექტროფილის სინთეზი.* ზემოთ მოცემული დიამინო-დიესტერები პოლიკონდენსაციის რეაქციებში მონაწილეობენ როგორც დიამინები. მიზნობრივი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) მისაღებად უნდა შეგვეჩინა ისეთი ბუნების ბის-ელექტროფილური მონომერი, რომელიც ამინოჯგუფთან ურთიერთქმედების შედეგად მოგვცემდა ურეთანულ ბმას. ვინაიდან რეაქციაში მორეაგირე ამინო-ჯგუფების გამოსათავისუფლებლად პ-ტოლუოლსულფომჟავას მარილიდან საჭიროა აქცეპტორის, მაგალითად, მესამეული ამინების გამოყენება, უნდა შეგვეჩინა ისეთი ბის-ელექტროფილური მონომერი, რომელიც იქნებოდა მდგრადი მესამეული ამინების მიმართ. ასეთებად გვესახებოდა გააქტივებული დიოლ-ბის-კარბონატები, რომლებიც გამოირჩევიან გაცილებით მაღალი მდგრადობით ანალოგიური დანიშნულების მონომერებთან - ბის-ქლოროფორმიატებთან შედარებით [13]. გააქტივებული დიოლ-ბის-კარბონატები, როგორც ახალი ტიპის პოლიკონდენსაციური მონომერები, პირველად ჩვენს მიერ იქნა მოწოდებული პოლიურეთანების სინთეზისათვის რბილ პირობებში ორგანული გამხსნელის არეში [14]. ადრეულ კვლევებში ვიყენებდით გააქტივებულ დიოლ-კარბონატებს პ-ნიტროფენოლის საფუძველზე. შედეგად, პოლიკონდენსაციის რეაქციის დროს გამოიყოფა პ-ნიტროფენოლი, რომელიც ძნელად შორდება წარმოქმნილ პოლიმერებს. ვინაიდან დაბალმოლეკულური თანამდე პროდუქტის მოშორება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სამედიცინო დანიშნულების პოლიმერების შემთხვევაში, გადავწყვიტეთ გააქტივებული დიოლ-ბის-კარბონატის მისაღებად გამოგვეყენებინა N-ჰიდროქსისუქცინიმიდი, რომელიც კარგად იხსნება წყალსა და ორგანულ გამხსნელებში და ადვილად სცილდება წარმოქმნილ პოლიმერებს. დიოლის სახით გამოვიყენეთ ეთერული ბმის შემცველი დიეთილენგლიკოლი (EG<sub>2</sub>), რომელიც ტრიფოსფონთან ურთიერთქმედებით გადაგვყავდა შესაბამის ბის-ქლოროფორმიატში. ამ უკანასკნელის ურთიერთქმედებით ორ მოლ N-ჰიდროქსისუქცინიმიდთან, ვიღებდით მიზნობრივ ბის-კარბონატს **BSC-EG<sub>2</sub>** (სქემა 2). შევნიშნავთ, რომ კრისტალური დიოლ-ბის-კარბონატი N-ჰიდროქსისუქცინიმიდის საფუძველზე დავასინთეზეთ პირველად, მოვსინჯეთ რეაქციის სხვადასხვა პირობები, მათგან საუკეთესო აღმოჩნდა N-ჰიდროქსისუქცინიმიდის ურთიერთქმედება ბის-ქლოროფორმიატთან აცეტონის არეში, პირიდანის ფრთხილი დამატების პირობებში. მიღებული მონომერის ელემენტური ანალიზის მონაცემები, ფურიე იწ სპექტრები და <sup>1</sup>H ბმრ სპექტრები შეესაბამება სავარაუდო სტრუქტურას (იხ. ექსპერიმენტული ნაწილი).

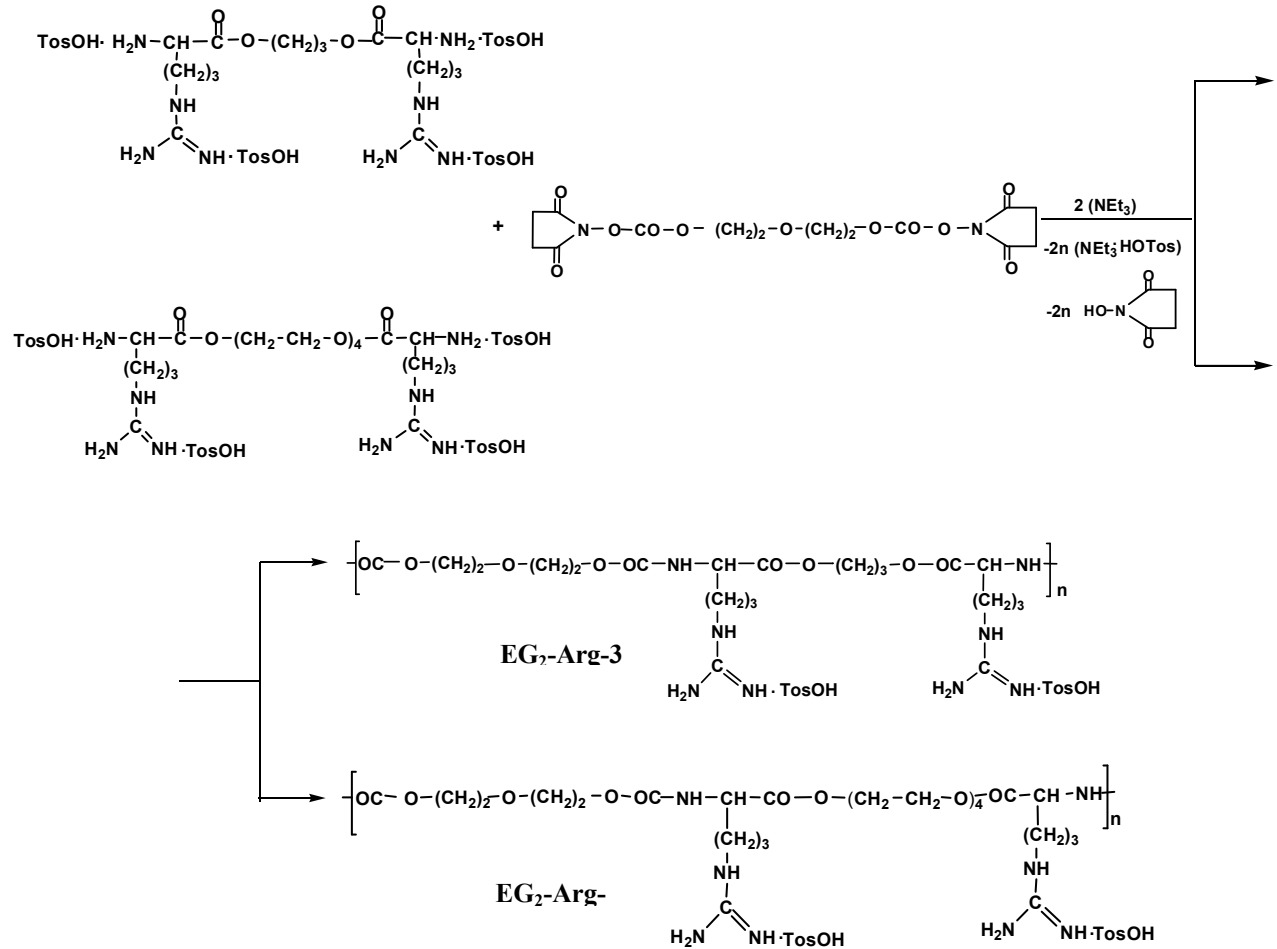
### პოლიმერების სინთეზი

მიზნობრივი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანები) – **EG<sub>2</sub>-Arg3** და **EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>** მივიღეთ ზემოთ აღწერილი ბის-ნუკლეოფილური და ბის-ელექტროფილური მონომერების პოლიკონდენსაციით ხსნარში (სქემა 3). გამხსნელად გამოვიყენეთ დიმეთილსულფოქსიდი, ხოლო პ-ტოლუოლსულფომჟავას აქცეპტორად – ტრიეთილამინი.

შევნიშნავთ, რომ **EG<sub>2</sub>-Arg-3** შეიცავს ეთერულ ბმებს მხოლოდ ბის-ელექტროფილური მონომერის ფრაგმენტში, ხოლო **EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>** ორივე - ბის-ნუკლეოფილური და ბის-ელექტროფილური მონომერების ფრაგმენტებში.

სინთეზირებული პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) ძირითადი მახასიათებლები მოცემულია ცხრილში 1. როგორც ვხედავთ პოლიმერები მიიღება დამაკმაყოფილებელი გამოსავლიანობით. მათი დაყვანილი სიბლანტე 0,18-0,20 დლ/გ ფარგლებშია. ეს უნდა შეესაბამებოდეს მოლეკულურ მასებს ~ 8-10 KDa, რაც საკმარისია მათი გამოყენებისათვის ტრანსფექციის აგენტების სახით. ორივე პოლიმერის

ელემენტური ანალიზის მონაცემები, ფურიე იწ სპექტრები (ნახ 1) და <sup>1</sup>H ბმრ სპექტრები შეეესაბამება საგარაუდო სტრუქტურას (იხ. ექსპერიმენტული ნაწილი).



სქემა 3. არგინინ-შემცველი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) სინთეზი

ცხრილი 1. არგინინის საფუძველზე სინთეზირებული პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) ძირითადი მახასიათებლები

№	პოლიმერი	გამოსავლიანობა, %	η <sub>დაფ.</sub> , დლ/გ*	ხსნადობა წყალში, (მგ/მლ)**
1	<b>EG<sub>2</sub>-Arg-3</b>	85	0,18	18
2	<b>EG<sub>2</sub>-ArgEG<sub>4</sub></b>	72	0,20	30
3	<b>2-Arg-3</b>	80	0,12	13

\* დაფვანილი სიბლანტე, განსაზღვრულია DMF-ში 25°C-ზე.

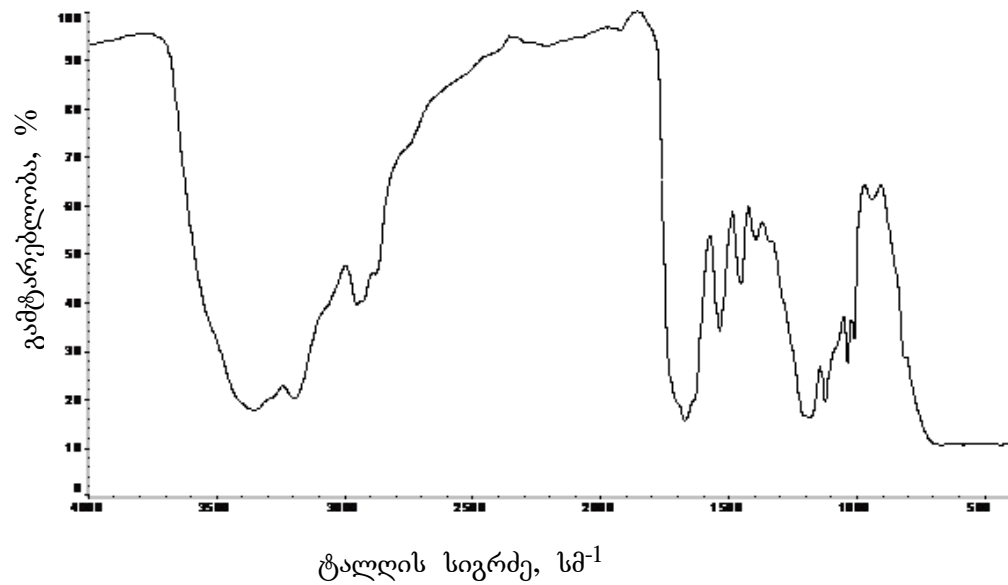
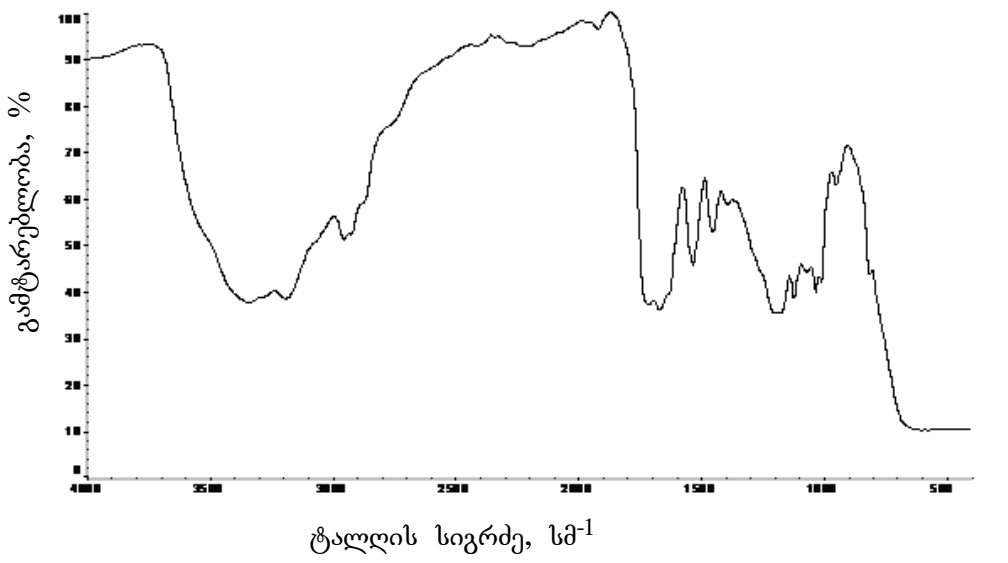
\*\* წყალში ხსნადობა, განსაზღვრულია დისტილირებულ წყალში 25°C-ზე.

შევისწავლეთ მიღებული პოლიმერების ხსნადობა წყალში 25°C-ზე და შევადარეთ ჩუ-ს მიერ სინთეზირებული **2-Arg-3**-ის ხსნადობას (ცხრ. 1). როგორც მოსალოდნელი იყო, ეთერული ბმების შემცველი არგინინ-პოლიმერების ხსნადობა უფრო მაღალია, ამასთან რაც მეტია პოლიმერულ ჯაჭვში ეთერული ბმების კონცენტრაცია, მით მეტია წყალში ხსნადობა:

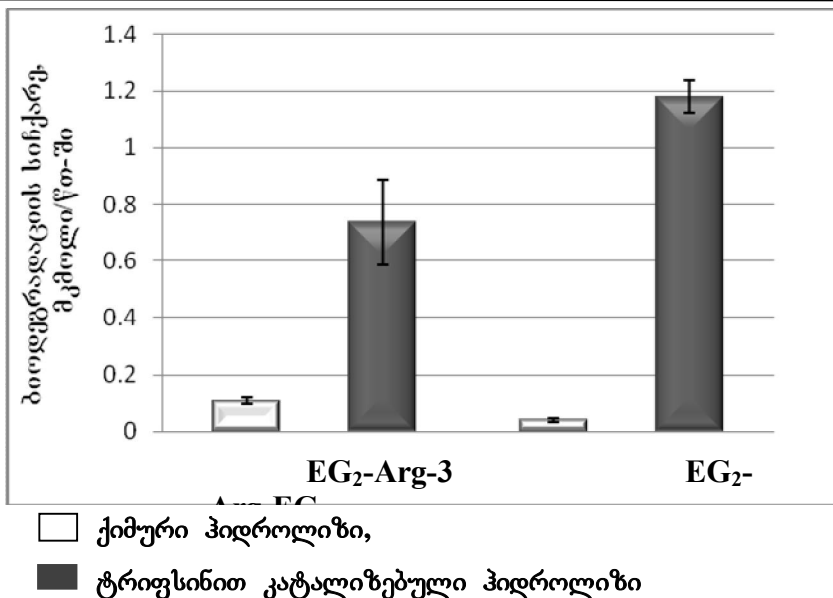
**2-Arg-3** 13 mg/ml < **EG<sub>2</sub>-Arg-3** 18 mg/ml < **EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>** 30 mg/ml

**არგინინ-შემცველი პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანების) ბიოდეგრადაციის შესწავლა ცდებში *in vitro***

L-არგინინის საფუძველზე მიღებული პოლიკათიონების ბიოდეგრადაცია ცდებში *in vitro* შევისწავლეთ პოტენციომეტრული ტიტრაციის მეთოდით, რომელიც ადრე გამოვიყენეთ ჰიდროფობური ამინომჟავების საფუძველზე მიღებული პოლიმერების ბიოდეგრადაციის კვლევისთვის [11]. ბიოდეგრადაციას ვსწავლობდით ფიზიოლოგიურთან მიახლოებულ პირობებში (pH 7,4 და  $t = 37^{\circ}\text{C}$ ) ავტომატური ტიტრატორის “Metrohm 842 Titrando”-ს გამოყენებით. ცდას ვატარებდით როგორც სპეციფიკური ფერმენტის ტრიფსინის თანაობისას, ასევე მის გარეშე 35 წთ-ის განმავლობაში. ბიოდეგრადაციის დროს ხდება პოლიმერული ჯაჭვების ესტერული ბმების ჰიდროლიზი და გამოთავისუფლებული კარბოქსილის ჯგუფები იტიტრება pH 7,4-მდე ავტომატურ რეჟიმში. ტიტრაციაზე დახარჯული ტუტის რაოდენობა მიკრომოლებში შეესაბამება გახლეჩილი (ჰიდროლიზებული) ესტერული ბმების რაოდენობას ასევე მიკრომოლებში. ბიოდეგრადაციის სიჩქარე წარმოდგენილია, როგორც ჰიდროლიზებული ესტერული ბმების რაოდენობა წუთში (ნახ 2).



ნახ. 1. ფურიე გარდაქმნის იწ-სპექტრები: ა) EG<sub>2</sub>-Arg-3 და ბ) EG<sub>2</sub>-Arg-EG<sub>4</sub>



ნახ. 2. არგინინ-შემცველი პოლიკათიონების ბიოდეგრადაციის სიჩქარე, გამოსახული ჰიდროლიზებული ესტერული ბმების მიკრომოლების რაოდენობით წუთში.

როგორც ნახაზიდან 2 ჩანს, ფერმენტის თანაობისას მიმდინარეობს ესტერული ბმების გაცილებით ინტენსიური (10-30-ჯერ უფრო სწრაფი) ჰიდროლიზი, რაც მოსალოდნელი იყო იმის გათვალისწინებით, რომ არგინინ-შემცველი პოლიმერები წარმოადგენენ სპეციფიკურ სუბსტრატებს ტრიფსინისათვის. ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ pH 7,4-ზე პოლიმერების არასპეციფიკური (ქიმიური) ჰიდროლიზიც მიმდინარეობს შესამჩნევი სიჩქარით. ეს შეიძლება დავუკავშიროთ მაკრომოლეკულების დადებით მუხტს, რომელიც იზიდავს უარყოფითად დამუხტულ ჰიდროქსილ-იონებს და აიოლებს მათ შეტევას ესტერულ ბმებზე.

**დასკვნა**

სინთეზირებულია ახალი პოლიკათიონური პოლიმერები - პოლი(ეთერ-ესტერ-ურეთანები) ბუნებრივი პოლიფუნქციური ამინომჟავა L-არგინინის საფუძველზე. ეთერული C-O-C ბმების შემცველობა პოლიმერების ძირითადი ჯაჭვებში განაპირობებს მათ მაღალ ხსნადობას წყალში, ხოლო ესტერული C(O)-O ბმების შემცველობა კი ბიოდეგრადაციის (ჰიდროლიზის) უნარს. დადგენილია, რომ პოლიმერების სპეციფიკური ფერმენტით – ტრიფსინით კატალიზებული ჰიდროლიზის სიჩქარე 10-30-ჯერ აღემატება არასპეციფიკური (ქიმიური) ჰიდროლიზის სიჩქარეს. ახალი ბიოდეგრადირებადი პოლიკათიონური პოლიმერები პერსპექტიულია არავირუსული გენმატარებლების სახით გენოთერაპიაში გამოყენებისათვის.

*Acknowledgments. The authors thank Dr. H. Panosyan for NMR study, P.Toidze for viscosity measurements, T. Kviria for in vitro biodegradation study.*

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. X. Gao, K.S Kim, and D. Liu. Nonviral Gene Delivery: What We Know and What Is Next. *AAPS Journal*, 9, 92-104 (2007).
2. W. Godbey, M. Barry, K. Wu, A. Mikos. Poly(ethylenimine)-mediated transfection: a new paradigm for gene delivery. *J Biomed Mater Res.*, 51, 321-329 (2000).
3. M. Turunen, M. Hiltunen, M. Ruponen, L. Virkamaki, et al. Efficient adventitial gene delivery to rabbit carotid artery with cationic polymer-plasmid complexes. *Gene Therapy*, 6, 6-11(1999).
4. E. Wagner, M. Ogris, W. Zauner. Polylysine-based transfection systems utilizing receptor mediated delivery. *Adv. Drug Delivery*, 30, 97-113 (1998).
5. D. Schaffer, N. Fidelman, D. Lauffenburger. Vector unpacking as a potential barrier for receptor-mediated polyplex gene delivery. *Biotechnol Bioeng*, 67, 598-606 (2000).

6. C. Chu, M. Mutschler-chu, S. Hua, Z.Gomurashvili. Biodegradable Cationic Polymer Gene Transfer Compositions, Methods of use. PCT Application 015143 A1 20.01(2009).
7. D. Yamanouchi, J. Wu, N. Andrew, K Lazar, C. Kent, C. Chu. "Biodegradable arginine based poly(ester-amide)s as non-viral gene delivery reagents." *Biomaterials*, 29, 3269-3277(2008).
8. T. Memanishvili, N. Kupatadze, D. Tugushi, V. Torchilin, R. Katsarava. Biodegradable arginine-based polymers with PEG-like backbones as potential non-viral gene delivery system. 1<sup>st</sup> Russian-Hellenic Symposium with International Participation and Yong's Scientist School "Biomaterials and bionanomaterials: recent advances and safety-toxicology issues", May 3-9, Iraklion, Crete, Greece p.36 (2010).
9. А. Вайсбергер, Э. Проскауэр. Органические растворители, Из-во Ин. Лит-ры, Москва, (1958).
10. D.Braun et al. In *Praktikum der Makromolekularen Organischen Chemine*, Alfred Huthing. Heidelberg, Germany (1966).
11. G.Tsitlanadze, M.Machaidze, T.Kviria, et.al. *J. Biomater. Sci. Polymer Edn*, 15, 1–24 (2004)
12. R. Katsarava, N. Arabuli, V. Beridze, D. Kharadze, C. Chu, C. Won. *J. Polym Sc. Part A: Polym. Chem.*, 37, 391-407 (1999).
13. U. Hort, J.Stille, T. Campbell, Eds. "Glycols and bischloroformates" in: *Condensation monomers*, and, Russian Translation, *Izd. "Mir", Moscow*. p. 206 (1976).
14. T. Kartvelishvili, G. Tsitlanadze, L. Edilashvili, N. Japaridze, R. Katsarava. *Makromol. Chem. Phys.*, 198, 1921-1932 (1997)..

#### NEW L-ARGININE-BASED BIODEGRADABLE POLY(ETHER ESTER URETHANE)S

T.Memanishvili\*, M.Gverdtsiteli\*\*, D.Tugushi\*\*, D.Kharadze\*\*\*, R.Katsarava\*\*\*

\*Faculty of Chemical Technology and metallurgy, Georgian Technical University

\*\*Institute of Medical Polymers and Materials Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

\*\*\*Center of Life Sciences

#### SUMMARY

The success of gene therapy fully depends on safe and effective gene delivery systems. Synthetic polycations are widely used as non-viral carriers. However, these gene carriers are also far from being perfect. That is why the creation of new cationic polymers/gen carriers free of the limitation is topical. We have developed new positively charged arginine based, water soluble, biocompatible and biodegradable polycations - poly(ether ester urethane)s. The backbones of these cationic polymers contain the ester bonds that impart biodegradability, and ether bonds that gives the PEG-like structure to these polymers and increase their water-solubility. The obtained data allow to consider the new polymers as having a high potential for the application as non-viral carriers in gene therapy.

#### НОВЫЕ ПОЛИ(ЭФИРЭСТЕРУРЕТАНЫ) НА ОСНОВЕ L-АРГИНИНА

Т.Н.Меманишвили\*, М.Г.Гвердцители\*\*, Д.С.Тугуши\*\*, Д.П.Харадзе\*\*\*, Р.Д.Кацаравა\*\*\*

\*Факультет химической технологии и металлургии, Грузинский технический университет

\*\*Институт медицинских полимерных материалов, Тбилисский государственный университет

им. Ив.Джавахишвили

\*\*\* Центр Наук о Жизни

#### РЕЗЮМЕ

Успех генной терапии в значительной степени определяется безопасностью и эффективностью систем доставки генов. В качестве невирусных переносчиков нуклеиновых кислот широко используются синтетические поликатионы. Однако, эти носители обладают рядом недостатков, поэтому актуально создание более совершенных переносчиков нового поколения. Нами синтезированны новые биосовместимые и биodeградируемые поликатионы – поли(эфир-эстер-уретаны) на основе L-аргинина. Новые полимеры имеют PEG-подобную структуру (содержат простые эфирные связи), что увеличивает их растворимость в воде, а сложные эфирные (эстерные) связи обуславливают их биodeградируемость. Полученные данные позволяют рассматривать новые полимеры как имеющие высокий потенциал для применения в качестве невирусных носителей в генной терапии.



მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმია

კათიონიტების სინთეზი მეტალურგიული ქარხნის კოქსოქიმიური საამქროს ფენოლური ფრაქციების ბაზაზე

თენგიზ ჭყონია, ლიანა სვანიძე, ბორის ფურცელაძე, მაყვალა სვანიძე  
 ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
 რაფინელ აგლადის არაორგანული და ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

ორგანული ქიმიის განვითარებამ ხელი შეუწყო მეცნიერებისა და ტექნიკის წინსვლას სხვადასხვა სფეროში. შესაძლებელი გახდა ბევრი გადაუჭრელი პრობლემის გადაწყვეტა [1,2,3].

გახსნილი ნივთიერებების განუწყვეტელი განცალკევების მეთოდები იონმცვლელი პოლიმერების საშუალებით მოითხოვს უკანასკნელის შესწავლას მათი სინთეზის სფეროში [4-5].

შექმნილია უამრავი ასორტიმენტი იონმცვლელი ფისებისა, რომლებიც დიდ გამოყენებას პოულობენ წარმოებაში, ქიმიაში, მედიცინაში და სხვა მრავალ სფეროში, სადაც იყენებენ დასარბილებლად უმარტილო წყლებს [5,6,7].

დიდი ყურადღება დაეთმო იონიტების სინთეზს წარმოების ნარჩენების ბაზაზე, რისთვისაც საჭირო ნედლეულის ერთ-ერთი ძირითადი წყარო არის ქვანახშირის ფისი [8].

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მეტალურგიული ქარხნების კოქსოქიმიური საამქროს ნარჩენებიდან მიღებული ფენოლური ფრაქციების გამოყენება იონიტების მისაღებად.

სინთეზისათვის აღებული იყო ლაბორატორიულ რეჟიმში სვეტებში გადადენის შედეგად მიღებულ ფენოლთა ვიწრო ფრაქციებისა და ფენოლების წილაღობრივი ნეიტრალიზაციის დროს მიღებული სრული ფრაქციების ნარევი.

იონიტების სინთეზი ტარდებოდა KY-1r-ს მისაღები მეთოდის მიხედვით [3].

მიღებული კათიონების მომზადება ხდებოდა ГОСТ-10 896-64-ის მიხედვით [7].

შესწავლილი იქნა ჩვენს მიერ ძირითადი მაჩვენებლები, რომლებიც მოეთხოვებათ იონიტებს – მექანიკური, ფიზიკური, ფიზიკურ-ქიმიური, ფრაქციული შემადგენლობა, წონა, ტენიანობა.

მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 1.

**ცხრილი 1.** მეტალურგიული ქარხნის კოქსოქიმიური საამქროს ფენოლური ფრაქციებიდან სინთეზირებული იონიტების დახასიათება

№	საწყისი ფენოლური ფრაქცია	ფისის გამოსავალი	გარეგნული სახე	წონა გ/მლ	სრული სტატიკური გაცვლითი ტევადობა, მგ/მმ <sup>3</sup> გ	იონიტის ფრაქციული შემადგენლობა	ტენიანობა, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$[(192-202)^{\circ}\text{C} + (203-225)^{\circ}\text{C}]$ 2 + $(183-188)^{\circ}\text{C} + \text{PH-11}$	127.4		2.75	2.4885	2 mm. – 60.50 1 mm. – 31.60 0.5 mm. – 4.80 0.25mm. – 1.10	19.75
2	$[(192-202)^{\circ}\text{C} + \text{PH-11}]$ 2 + $(203+225)^{\circ}\text{C} + \text{PH-11}$	66.53		0.45	5.32	2 mm. – 53.40 1 mm. – 34.30 0.5 mm. – 11.10 0.25mm. – 2.20	31.95

შესწავლილი იქნა იონიტების სრული გაცვლითი ტევადობა როგორც სტატისტიკურ, ისე დინამიკურ პირობებში იონების  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  მიმართ. ცდების შედეგები დამაკმაყოფილებელია, წარმოდგენილია ცხრილში 2.

ამრიგად, გამოკვლევებმა გვიჩვენეს, რომ მეტალურგიული ქარხნების კოქსოქიმიური საამქროს ნარჩენებიდან მიღებული ფენოლური ფრაქციები შეიძლება გამოყენებულ იქნას იონმცვლელი ფისების მისაღებად და უკანასკნელი რეკომენდირებული იქნას წყლის დასარბილებლად თბოელექტროსადგურებში სულფონახშირის ნაცვლად

## ცხრილი 2. იონიტების დინამიკური გაცვლითი ტევადობა სხვადასხვა იონების მიმართ

№	კათიონიტები სხვადასხვა ფუნქციის ბაზაზე 0.5-1 მმ ფრაქცია	Be <sup>2+</sup> -ის იონების შთანთქმის მონაცემები		Ba <sup>2+</sup> -ის იონების შთანთქმის მონაცემები		Al <sup>3+</sup> -ის იონების შთანთქმის მონაცემები	
		დინამიკური გაცვლითი ტევადობა იონის გამორჩენამდე, მგ-ექვ/გ	დინამიკური გაცვლითი ტევადობა იონცვლის სრულ დამთავრებამდე	დინამიკური გაცვლითი ტევადობა იონის გამორჩენამდე, მგ-ექვ/გ	დინამიკური გაცვლითი ტევადობა იონცვლის სრულ დამთავრებამდე	დინამიკური გაცვლითი ტევადობა იონის გამორჩენამდე, მგ-ექვ/გ	დინამიკური გაცვლითი ტევადობა იონცვლის სრულ დამთავრებამდე
1	2	3	4	5	6	7	8
1	$\frac{[(192-202)^0C + (203-225)^0C]}{2} + (183-188)^0C + PH-11$	1.0117	121.35	0.5501	107.135	1.34	169.803
2	$\frac{[(192-202)^0C + PH-11]}{2} + (203+225)^0C + PH-11$	0.7	133.45 131.45	69.5	102.596	1.10	192.70

## ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Гельферих. Иониты. М., 1962, 490 с.
2. Р. Гриссбах. Теория и практика ионного обмена. М., 1963, 499 с.
3. К.М. Салдадзе, А.Б.Пашков, В.С. Титов. Ионнообменные высокомолекулярные соединения М., 1960, 293 с.
4. Л.К. Сванидзе, В.Г. Регеле, Д.Н.Киладзе, Н.П. Урушадзе В кн: «Переработка марганцевых и полиметаллических руд Грузии», вып II, Тбилиси: 1974, 193 с.
5. Л.К.Сванидзе. Диссертация “Синтез и исследование свойств катионитов на основе сульфированных олигофенолов”, 02.00.06 – высокомолекулярные соединения. Тбилиси, 1988.
6. Л.К.Сванидзе. Синтез катионитов на основе различных фенолов. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 1990, 138, №2.
7. ГОСТ 10896 - 64. Иониты. Методы подготовки к испытанию 1-4.
8. Иониты. Каталог. Черкассy. 1975, 36 с.

## ION-EXCHANGERS OBTAINED ON THE BASE OF SYNTHESIS OF PHENOL FRACTIONS IN CHEMICAL-COKE SHOP AT METALLURGICAL PLANT

Tengiz Tchkonja, Liana Svanidze, Boris Purtseladze, Makvala Svanidze  
Rafiel Agladze Institute of Anorganic Chemistry and Electrochemistry  
of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

## SUMMARY

The experiments were performed to obtain ion-exchanger polymers of condensation mode, on the base of phenol fractions at Metallurgical Plant by distillation in a rectification column and fractional neutralization of phenols equal in amount. The experiments showed that all the obtained ions have more full static exchange capacity than sulphonic coke and it is equal to properties of KY-1. The obtained data permits us to recommend the mentioned fractions for synthesis of ion-exchanger resins and apply them for water softening in place of sulphonic coke.

## ИОНИТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ НА ОСНОВЕ СИНТЕЗА ФЕНОЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ЦЕХА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

Тенгиз Чконья, Лиана Сванидзе, Борис Пурцеладзе, Маквала Сванидзе  
Институт неорганической химии и электрохимии им. Р.И.Агладзе  
Тбилисского государственного университета им. Ив.Джавахишвили

## РЕЗЮМЕ

Были проведены опыты для получения ионообменных полимеров конденсационного типа на основе фенольных фракций металлургических заводов, полученных разгонкой на ректификационной колонке и при дробной нейтрализации фенолята в равном количестве. Опыты показали, что все полученные иониты обладают большей полной статической обменной емкостью, чем сульфуголь и находятся на уровне катионита КУ-1. Полученные данные дают основания рекомендовать указанные фракции для синтеза ионообменных смол и применять последние с целью смягчения воды на электростанциях и использовать их вместо сульфуголя.

## ХИМИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

## КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ГЕРМАНИЯ (IV) С ГИДРАЗИДАМИ ПИРИДИНКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Э.А.Квезерели, А.П.Лежава, Г.В.Цинцадзе  
*Грузинский технический университет*

Синтезированы координационные соединения Ge(IV) с гидразидами пиридинкарбонновых кислот. Изучены их физико-химические и биологические свойства. На основании изучения их ИК спектров поглощения предложены строения этих соединений.

Германий и его соединения находят широкое применение в науке и технике. Обнаружено, в частности, что некоторые германий-органические соединения задерживают развитие злокачественных образований, препятствуют появлению метастазов и т.д. [1]. Поисковые работы по синтезу новых веществ – комплексов германия (IV), обладающих противоопухолевой активностью – обещают немалые перспективы в нахождении новых эффектов противоопухолевых агентов.

Выбор, сделанный нами, на гидразидах карбонновых кислот пиридинового ряда (пиколин-, никотин-, изоникотингидразиды) и других азотсодержащих веществ в качестве биоактивных лигандов для комплексообразования с германием, обусловлен рядом соображений: во-первых, будучи полидентатными и изомерными лигандами, они безусловно, должны обеспечить структурное многообразие координационных соединений, что, в свою очередь, позволит более широко и корректно интерпретировать такие важные понятия, как строение и свойства (физико-химические, биологические, терапевтические и т.д.). Во-вторых, используя наряду с вышеупомянутыми лигандами еще и ряд ацидолигандов и, тем самым, получая смешанные комплексы, появляется возможность рассмотреть и объяснить явления взаимосовместимости лигандов, обнаружить наиболее превалирующие факторы, обуславливающие взаимное влияние лигандов. Кроме того, изучение влияния лигандного окружения на формирование структуры и физиологическую (биологическую) активность комплексов германия открывает перспективу получения веществ с прогнозируемым набором свойств.

Учитывая вышеизложенное, мы задались целью синтезировать и исследовать координационные соединения германия (IV) с пиколин ( $\alpha$ ), никотин ( $\beta$ ) и изоникотин ( $\gamma$ ) гидразидами.

Результаты исследований кратко излагаются ниже.

**Синтез соединений.** Для синтеза координационных соединений с гидразидами пиколин-, никотин-, изоникотиновой кислот к ацетоновому раствору тетрабромида и тетраиодида германия (IV) (при постоянном смешивании) добавляли по каплям ацетоновый раствор гидразидов (соотношение компонентов Ge : гидразид = 1:4); следует отметить, что изменение соотношения реагирующих компонентов Ge : гидразид от 1 : 1 до 1:6 не влияет на состав полученных комплексов. Состав комплексов не меняется также от последовательности взаимодействий ацетоновых растворов исходных веществ. Выпавшие белые осадки отфильтровывали, промывали ацетоном и эфиром, сушили в эксикаторе над  $\text{CaCl}_2$  и анализировали на германий, определяли потенциометрическим титрованием магнитогерманиевой кислоты [2]. Если раствор в начале кислый, его нейтрализовали потенциометрическим, добавляли манит (0,75 г на 1 мг германата), перемешивали, оттитровывали потенциометрически до величины pH, отвечающей первоначальной нейтрализации. Галогенид и тиоцианат-ион определяли аргентометрически [3], а азот по микрометоду Дюма [4].

Результаты элементного анализа (среднее значение из двух определений) даны в таблице 1.

**Спектры и строение комплексов.** С целью установления способа координирования гидразидов пиридинкарбонновых кислот – гидразидов никотиновой, пиколиновой- и изоникотиновой кислот и ларусана, а также групп  $\text{NCS}^-$  с германием были исследованы их ИК спектры поглощения. Результаты расшифровки ИК спектров поглощения даются ниже в таблицах, а на рисунках в качестве примера приведены спектры поглощения, по которым можно судить об относительных интенсивностях полос.

**Таблица 1.** Результаты элементного анализа координационных соединений германия (IV) с гидразидом пиридинкарбоновых кислот

№	Соединение	Ge, %		Гал или NCS, %		N, %		Цвет соединения
		найд.	выч.	найд.	выч.	найд.	выч.	
1	GeBr <sub>4</sub> · 4 ГПК	8,14	7,70	34,10	34,00	17,72	17,80	Белый порошок
2	GeBr <sub>4</sub> · 4 ГНК	7,75	7,70	34,01	34,00	17,40	17,80	Белый порошок
3	GeBr <sub>4</sub> · 4 ГИНК	7,82	7,70	33,90	34,00	17,97	17,80	Белый аморфный порошок
4	GeI <sub>4</sub> · 4 ГНК	6,54	6,46	45,07	44,99	14,83	14,87	Белый порошок
5	GeI <sub>4</sub> · 4 ГИНК	6,60	6,40	44,90	44,99	14,50	14,87	Белый порошок
6	Ge(NCS) <sub>4</sub> · 4 ГПК	8,36	8,55	27,09	27,19	26,17	26,26	Порошок желтого цвета
7	Ge(NCS) <sub>4</sub> · 4 ГНК	8,37	8,55	27,19	27,06	22,75	22,97	Порошок желтого цвета
8	Ge(NCS) <sub>4</sub> · 4 ГИПК	8,27	8,55	26,92	27,19	22,90	22,97	Белый порошок

Об отнесении найденных колебательных частот в случае координированных молекул ГПК, ГНК и ГИНК можно было судить на основе данных по теоретическому анализу нормальных колебаний координированного ацетилгидразида [2,3], но наличие в молекулах вышеперечисленных лигандов кольца пиридина, дающего богатый полосами спектр, затрудняет такое отнесение. Учитывая расчетные данные по пиридину [4], координированному гидразидом карбоновых и пиридинкарбоновых кислот [5], и сравнение спектров свободных и координированных лигандов [4-7] позволили, тем не менее, сделать предположительные отнесения полос.

Молекулы ГИНК, ГНК и ГПК могут координироваться с результатами расшифровки ИК спектров поглощения (колебательные частоты (см<sup>-1</sup>)) и их предположительное отнесение даются в таблицах 2-4.

В ИК спектрах поглощения изученных нами комплексов (в области 400-4000 см<sup>-1</sup>) проявляются все те частоты, которые характерны для ГИНК, ГНК, ГПК и NCS<sup>-</sup> групп. Частоты, найденные в спектрах комплексов, по сравнению с некоординированными лигандами, изменяют свое положение, интенсивность полос в зависимости от состава комплексов (природы ацидолигандов, количество присоединенных органических молекул гидразидов, положения заместителей гидразидных групп в пиридиновом кольце).

В спектрах исследуемых соединений, в области ~3480-3100 см<sup>-1</sup> проявляются полосы, относящиеся к валентным колебаниям ~3500-3110 и ~3480-3130 см<sup>-1</sup> для комплексов Ge(IV) с ГИНК, ГНК и ГПК, соответственно,  $\nu_{CS}(NH_2)$  и  $\nu_S(NH_2)$ , которые не понижаются (даже повышаются) по сравнению с  $\nu_{CS}(NH_2)$  и  $\nu_S(NH_2)$  свободного (некоординированного) лиганда для ГИНК, ГНК и ГПК, соответственно, проявляются в областях ~3300-3220, ~3322-3220 и ~3310, 3220 см<sup>-1</sup> (табл. 2, 3). Это обстоятельство указывает на то, что в этих комплексах молекулы ГИНК не координируются с германием (IV) через атомы азота гидразидных NH<sub>2</sub>-групп.

Атомы кислорода карбонильных групп молекул ГИНК не участвуют в координации с германием (IV). Действительно, частоты валентных колебаний  $\nu(CO)$  в комплексах германия (IV) находятся около ~1688-1685, ~1710-1680, ~1790-1662 см<sup>-1</sup> и не понижаются (даже повышаются) по сравнению с  $\nu(CO)$  некоординированных молекул ГИНК в свободных спектрах (некоординированных) 1670, 1660, 1645 и 1680, 1655 см<sup>-1</sup> для ГИНК, ГНК, ГПК, соответственно (табл. 2). Частоты колебания кольца -  $\nu_{кольца}$  во всех комплексах германия (IV) сильно изменяются (увеличивается интенсивность и изменяется местонахождение (табл. 2), что указывает на координирование молекул ГИНК через атомы азота гетероцикла. Таким образом, молекулы ГИНК в исследуемых нами соединениях монодентатны.

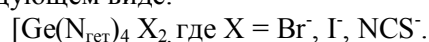
Колебательные частоты (см<sup>-1</sup>) в ИК спектрах координированных соединений германия (IV) с гидразидом изоникотиновой кислоты (ГИНК) (n-перегиб, ш – широкая полоса; наиболее интенсивные компоненты полосы выделены).

Таблица 2.

Предполагаемые отнесения	GeBr <sub>4</sub> ·4ГИНК	GeI <sub>4</sub> ·4ГИНК	Ge(NCS) <sub>4</sub> ·4ГИНК	ГИНК по [5]
1	2	3	4	5
$\nu_{CS}(\text{NH}_2)$	3480, 3425 3345, 3280	3400, 3340, 3290, 3280 3230, 3190	3400, 3340 3330, 3280	3305, 3220
$\nu_S(\text{NH}_2)$	3185, 3130	3170, 3140	3100	
$\nu(\text{CH})$	3070, 3045	3100, 3080	3080, 3040	3058, 3022
$\nu(\text{CN}) \text{NCS}$	1688	1685	2122, 2066	
$\nu(\text{CO})$			1685	1670
$\delta(\text{NH}_2)$	1635	1642	1635	1638
$\nu$ кольца	1598	1595	1605	1607
$\delta(\text{CCH})$	1535, 1510	1530	1545, 1505	1560, 1545 (II)
$\nu_{\text{кольца}}$	1485, 1457	1470	1470, 1420	1498
$\delta(\text{CCH})$	1380	1385	1410, 1380	1417
$\delta(\text{HNN}), \delta(\text{CH})$	1348, 1320	1330	1350, 1310	1338
$\delta(\text{CCH}), \delta(\text{NCH})$	1298, 1275 1280, 1210	1292, 1238 1205	1268, 1210	1228
$\nu(\text{NH})$		1175	1185	1199
$\delta(\text{NNH})$	1150, 1118	1150, 1105	1168, 1118	1145
$\delta(\text{CCH}), \delta(\text{NNH})$	1080, 1048	1070, 1040	1090, 1032	1068
$\nu_{\text{кольца}}$	1008	1010	1008	1000
$\delta(\text{CCH})$	970, 945 915, 850 855, 808	960, 940, 910, 872, 840	960, 920, 910, 880, 860 840	893, 960(II) 850
$\nu(\text{CS}) \text{NCS}$				
$\rho(\text{CH})$	766, 730	740, 720, 730 (?)	790, 755, 730	
$\gamma(\text{CNC}), \gamma(\text{CCC})$	675 (II)	695(II)	690	677
$\gamma(\text{CNC}), \gamma(\text{CCC})$	667, 612 595, 555, 545, 515	685, 650 550 (III)	620, 545 525, 520	688
$\nu(\text{M-L})$	500, 480 445, 425, 400 (?)	490, 450 435 (?) 420	418, 400	508 440 404 (?)

Кроме того, в соединениях Ge (IV) с NCS<sup>-</sup> группами около ~2122, 2125 и 2066, 2045 см<sup>-1</sup> проявляются полосы, относящиеся к (CN) координированным и некоординированным NCS<sup>-</sup> группам [8-11]. Низкочастотные компоненты  $\gamma(\text{CN})$  вероятно, относятся к внешносферным NCS<sup>-</sup>, а высокочастотные компоненты к  $\gamma(\text{CN})$ , координированным через атомы азота NCS<sup>-</sup>-группам. Действительно,  $\gamma(\text{CS})$  этих групп находятся около ~730, 728 и 840, 810 см<sup>-1</sup>, указывает на существование ионов NCS<sup>-</sup> и координированных через атомы азота с NCS<sup>-</sup> группами [8-11].

Резюмируя все вышесказанное, строение изученных комплексов можно представить в следующем виде:



### Соединения с ГНК

Из данных следует, что как и в ИК спектрах комплексов германия (IV) с ГИНК (табл. 3), так и здесь молекулы ГНК не координируются через атомы азота гидразильных NH<sub>2</sub>-групп и атомами кислорода карбонильных групп.

Таблица 3.

Предполагаемые отнесения	GeBr <sub>4</sub> ·4ГНК	GeI <sub>4</sub> ·4ГНК	Ge(NCS) <sub>4</sub> ·4ГНК	ГНК по [6]
1	2	3	4	5
$\nu_{CS}(\text{NH}_2)$	3440, 3390 3380, 3310	3400(III) 3360 3310 3245	3400 (III) 3370 3345 2280	3322, 3270 3245, 3220
$\nu_S(\text{NH}_2)$	3140, 3120	3190, 3122	3245, 3185	
$\nu(\text{CH})$	3070, 3040	3095, 3075 3040	3100, 3070, 3050	3065, 3020 2970, 2875
$\nu(\text{CN})$	-	-	2095, 2075 2045	
$\nu(\text{CO}) \delta(\text{NH}_2)$	1695, 1640	1698, 1638	1710, 1668	1672, 1647
$\nu_{\text{кольца}}$	1615, 1570	1600, 1482	1608, 1590	1598, 1574
$\delta(\text{CCH})$	1470		1490	1482
$\delta(\text{HCO}), \delta(\text{COO})$	1540	1540	1568, 1540	1549
$\nu(\text{CCH}), \nu(\text{CH})$	1385, 1335 1310	1390, 1360 1320	1420, 1403 1378, 1318	1424, 1347
$\delta(\text{CCH})$	1282	1282, 1260 1220	1280, 1270 1260, 1235 1215	1246
$\delta(\text{NNH}), \delta(\text{NCH})$	1190, 1172	1185, 1160	1198, 1178 1160, 1142 1120, 1110	1197
$\delta(\text{CCH})$	1125, 1090 1056	1125, 1090 1060	1090, 1070 1045	1138, 1120
$\nu_{\text{кольца}}$	1010, 968	1030, 988	1035, 940	1045, 1038
$\delta(\text{CCH})$	920 850	960, 920 890, 840	920, 905 890, 865, 850	970 891, 840
$\nu(\text{CS})$			832, 750	
$\nu(\text{CC}), \delta(\text{NCC})$	780, 730	780, 740	780, 710	780
$\nu(\text{CCN})$	680, 630	698, 680	698, 686	717
$\delta(\text{CCC})$	625, 605	630, 620	650, 625	
$\delta(\text{CNC})$	595, 555	580, 520	580, 510	685, 632
$\delta(\text{CCC})$	525, 520	520, 505	505	
$\nu(\text{M-L})$	485, 425	425, 405	460, 425	528, 420
$\delta(\text{CCN})$	400 (?)		415	412, 403
$\delta(\text{CCC})$				

В пользу таких предположений указывают значения частот валентных колебаний  $\nu_{CS}(\text{NH}_2)$  и  $\nu(\text{NH}_2)$ , которые находятся в области  $\sim 3500\text{-}3110\text{ см}^{-1}$  и не понижаются (даже повышаются) по сравнению с  $\nu_{CS}(\text{NH}_2)$  и  $\nu(\text{NH}_2)$  некоординированных молекул ГНК ( $3332\text{-}3220\text{ см}^{-1}$ , табл. 3). Такая же ситуация наблюдается и в случае  $\nu(\text{CO})$ . В ИК спектрах комплексов частоты валентных колебаний находятся в области  $\sim 1710\text{-}1690\text{ см}^{-1}$ , которые не понижаются (даже повышаются) по сравнению с  $\nu(\text{CO})$  некоординированных молекул ГНК ( $\sim 1672\text{ см}^{-1}$ , табл. 3). Частоты колебаний кольца ( $\nu_{\text{кольца}}$ ) в исследуемых комплексах повышаются по сравнению со свободным ГНК. Из вышеуказанных данных следует, что молекулы монодентатны и координируются с германием (IV) через атомы азота гетероцикла.

Частоты валентных колебаний  $\text{NCS}^-$  групп  $\nu(\text{CN})$  находятся около  $2095, 2075, 2045\text{ см}^{-1}$  для комплекса  $\text{Ge}(\text{NCS})_4 \cdot (\text{ГНК})_4$ . Высоочастотный компонент  $\nu(\text{CN}) = 2095\text{ см}^{-1}$  для комплекса  $\text{Ge}(\text{NCS})_4 \cdot (\text{ГНК})_4$  указывает на вхождение части групп во внутреннюю координационную сферу комплекса ( $\nu(\text{CN}) = 832\text{ см}^{-1}$ ) и на наличие части ионов  $\text{NCS}^-$  ( $\nu(\text{CN}) = 2075, 2045\text{ см}^{-1}$  и  $\nu(\text{CN}) = 750\text{ см}^{-1}$ , табл. 3) [8].

Таким образом, по спектральным данным можно заключить, что в комплексах состава  $\text{GeX}_4\text{L}_4$  часть ацидолигандов  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NCS}^-$  координирована с германием (IV) и находится во внутренней координационной сфере, а часть находится во внешней сфере комплексов. Следовательно, строение комплексов можно представить в виде (если учесть координационное число германия (IV), равным шести):  $[\text{GeX}_2(\text{N}_{\text{гет}})_4]\text{X}_2$ , где  $\text{X} = \text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{NCS}^-$ .

#### Соединения с ГПК

Как и в ИК спектрах комплексов с ГИНК и ГНК, так и в ИК спектрах комплексов германия (IV) с ГПК частоты валентных колебаний  $\nu_{\text{CS}}(\text{NH}_2)$  и  $\nu_{\text{S}}(\text{NH}_2)$  находятся около  $\sim 3480\text{-}3130\text{см}^{-1}$  и не понижаются (даже повышаются) по сравнению с  $\nu_{\text{CS}}(\text{NH}_2)$  и  $\nu_{\text{S}}(\text{NH}_2)$  некоординированных молекул ГПК ( $\nu(\text{NH}_2)$  лежат около  $\sim 3310, 3220\text{ см}^{-1}$  [7]). Это обстоятельство указывает на отсутствие координированных молекул ГПК с германием (IV) через атомы азота гидразных  $\text{NH}_2$ -групп.

В координации с германием не участвуют также атомы кислорода карбонильных групп.

Таблица 4.

Предполагаемые отнесения	$\text{GeCl}_4 \cdot (\text{ГПК})_4$	$\text{GeBr}_4 \cdot (\text{ГПК})_4$	$\text{Ge}(\text{NCS})_4 \cdot (\text{ГПК})_4$	ГПК по [7]
1	2	3	4	5
$\nu_{\text{CS}}(\text{NH}_2)$	3280, 3190	3480, 3400	3480 (?), 3420	3310, 3220
$\nu_{\text{S}}(\text{NH}_2)$	3175	3230, 3190	3345, 3325	
		3150	3240, 3210	
$\nu(\text{CH})$	3080		3175, 3130	3025
			3090, 3070(π)	
$\nu(\text{CH})$			2098, 2072	
			2045	
$\nu(\text{CO})$	1710, 1662	1710	1708, 1680	1680, 1655
$\delta(\text{NH}_2)$	1630		1630	
$\nu_{\text{кольца}} \delta(\text{CCH})$	1620, 1600	1620, 1610	1610, 1590	1597
$\nu(\text{CC}), \nu(\text{CN})$	1566		1570	1563, 1532
$\nu(\text{CCO})$	1530	1520	1540	1478
$\nu(\text{NCO})$	1468	1475	1495, 1462	
			1445 (π)	
$\delta(\text{CCH})$	1440, 1420			1436
$\delta(\text{NNH})$	1370	1380	1380	1344
$\delta(\text{HNC})$	1302	1308	1315 (π)	1308
$\delta(\text{CCH})$	1270		1280	1250, 1226
$\delta(\text{NNH})$	1235	1235	1240, 1220	1210 (π)
			1200	
$\delta(\text{NH})$	1180, 1170	1190	1180, 1170	1152, 1130
$\delta(\text{HNC})$	1130	1118	1105	
$\delta(\text{CCH})$	1090, 1070	1090, 1070	1080, 1050	1090, 1050
$\nu_{\text{кольца}}$	1060, 1030	1045, 1015	1035, 1010	1004
$\nu(\text{CC})$	920, 890	920, 960	920, 900	910, 895,
	860, 820		880, 855	828, 760
$\nu(\text{CS})$			832, 815	
$\delta(\text{CCO})$	762, 750	760	740	
	725			
$\delta(\text{NNH})$	685, 660	672, 640	690, 660	708, 650(ш)
	620, 535	622, 590	646, 618	
$\gamma(\text{CNC})$	516	530, 515	605, 585 (π)	
			510	
$\nu(\text{M-L})$	450, 480 (π)	480, 460 (?)	486, 470	490, 451
		430 (?)	435, 415	416, 405 (π)
			400	

Колебательные частоты ( $\text{см}^{-1}$ ) в координационных соединениях германия (IV) с гидразидом пиколиновой кислоты и их предполагаемое отнесение (п – перегиб, ш – широкая полоса, наиболее интенсивные компоненты полос выделены).

В спектре всех исследуемых комплексов частоты колебаний гетероцикла  $\nu_{\text{кольца}}$  находятся около  $\sim 1620\text{-}1608 \text{ см}^{-1}$  (табл. 4) и повышены по сравнению  $\nu_{\text{кольца}} = 1597 \text{ см}^{-1}$  [7]. Изменяются также другие частоты колебания гетероцикла ( $\sim 1030\text{-}1010 \text{ см}^{-1}$  для комплексов табл. 4,  $1004 \text{ см}^{-1}$  для ГПК по) [7]. Таким образом, во всех комплексах германия (IV), за исключением хлоридного и иодидного комплексов, молекулы ГПК монодентатны и координируются с центральным атомом – комплексообразователем через гетероатом азота. Таким образом, строение бромидного и тиоцианатного комплексов можно представить в виде:  $[\text{GeX}_2(\text{N}_{\text{гет}})_4]\text{X}_2$ , где  $\text{X} = \text{Br}^-$ ,  $\text{NCS}^-$ .

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. М.Г. Воронков. Четвертое рождение германия. Химия и жизнь, 1982, 12, №3, с. 54-56.
2. Р.И. Мачхошвили, Ю.Я. Харитонов, П.В. Гогоршвили. Спектроскопические исследования координационных соединений металлов с гидразидами карбоновых кислот. В сб. «Исследование в области химии комплексных и простых соединений некоторых переходных и редких металлов». Тбилиси: «Мецниереба», 1979, с. 37-39.
3. Р.М. Свердлов, М.А. Ковлер, К.П. Крайнов. Колебательные спектры многоатомных молекул. Москва: «Наука», 1970.
4. Р.И. Мачхошвили. Автореферат кандидатской диссертации, ИОНХ АН СССР, Москва, 1970.
5. А.П. Нариманидзе, А.Ю. Цивадзе, Ю.Я. Харитонов, Т.И. Джаниашвили. Коорд. химия, №7, с. 936-941.
6. Ю.Я. Харитонов, А.Ю. Цивадзе, Г.В. Цинцадзе, Ж.Д. Петриашивили. Коорд. химия, 1977, т. 3, с. 1665-1173.
7. А.Ю. Цивадзе, Г.В. Цинцадзе, Ж.Д. Петриашивили, Ю.Я. Харитонов. Коорд. химия, 1977, т. 3, с. 1052-1057.
8. М.А. Парай-Кошиц, Г.В. Цинцадзе. Обзор в сборнике «Кристаллохимия», из серии итоги науки. Москва: ВИНТИ, 1967.
9. Ю.Я. Харитонов. Колебательные спектры в неорганической химии. Москва: «Наука», 1970, с. 139-180.
10. Г.В. Цинцадзе. Смешанные псевдогалогенидо-аминные соединения некоторых металлов, Тбилиси, 1974, 97 с.
11. А.М. Голуб, Х. Келер, В.В. Скопенко, Т.П. Лишко, В.М. Самойленко, Г.В. Цинцадзе. Химия псевдогалогенидов. Киев: Высшая школа, 1981, 201 с.

### გერმანიუმის (IV) კორდინაციული ნაერთები პირიდინკარბონმჟავების ჰიდრაზიდებთან

ელგუჯა კვეზერელი, ანერი ლეჟავა, გივი ცინცაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

სინთეზირებულია გერმანიუმის (IV) კორდინაციული ნაერთები პირიდინკარბონმჟავების ჰიდრაზიდებთან. შესწავლილია მათი ფიზიკო-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებები. შთანთქმის ინფრაწითელი სპექტრების შესწავლის საფუძველზე გამოთქმულია მოსაზრება სინთეზირებული ნაერთების აღნაგობის შესახებ.

### COORDINATION COMPOUNDS OF GERMANIUM (IV) WITH HYDRAZIDES OF PYRIDINE CARBOXYLIC ACIDS

Elguja Kvezereli, Aneri Lezhava, Givi Tsintsadze  
Georgia Technical University, Tbilisi

#### SUMMARY

Coordination compound of germanium (IV) with hydrazides of pyridine carboxylic acid are synthesized. Their physical-chemical and biological properties are studied. On the basis of studies of IR absorption spectrums is expressed an opinion on the compound of synthesized composites.



## ბიოლოგიურად აქტიური ნამრეობი

ბიოლოგიურად აქტიური ახალი თაობის სამკურნალო-პროფილაქტიკური  
კვების დანამატები

თენგიზ წიგწივაძე, ნოდარ ჩიგოგიძე, რევაზ კლდიაშვილი, რევაზ სხილაძე, გივი სულაქველიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის  
ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის სამეცნიერო ცენტრი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის სამეცნიერო ცენტრში რამდენიმე წელია მიმდინარეობს ქვეყანაში გავრცელებული სამკურნალო მცენარეებიდან სამედიცინო დანიშნულების სამკურნალო-პროფილაქტიკური თვისებების მქონე ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების მიღების მეთოდების შემუშავებისა და მათი წარმოების მიზანმიმართული საშუალებები და დღეისთვის მიღებულია რამდენიმე ათეული მაღალეფექტური ახალი თაობის ბადი.

სამეცნიერო ცენტრში შემუშავებული მეთოდებით დამზადებული ბადები შეიცავენ მონო- და პოლისაქარიდებს, მრავალფუძიან ორგანულ მჟავებს, ბიოფლავონოიდებს, ტანიდებს, ფენოლმჟავებს, ვიტამინებს, ანტიოქსიდანტებს, მაკრო- და მიკროელემენტებს. ასეთი უნიკალური ბიოქიმიური შედგენილობის წყალობით ახალი თაობის ბადები გამოირჩევიან მაღალი იმუნოსტიმულატორული თვისებებით, ასუფთავებენ ორგანიზმის სისხლძარღვთა კედლებს ქოლესტერინისგან, ათავისუფლებენ სისხლს თავისუფალი რადიკალებისგან, ბიომიკროელემენტები გამოდიან სისხლშიადა სტიმულატორების როლში, ხელს უწყობენ ორგანიზმის მიერ ბიოლითონთა („სიცოცხლის ლითონთა“) შეთვისებას და აძლიერებენ მათი გარდაქმნის პროცესებს ცილოვან კომპლექსებში, აწესრიგებენ ერთროპოეტურ აქტივობას და თავიდან იშორებენ ანემიურ პროცესებს – ჰიპოქსიას, სიფერმკრთალებს, სისუსტეს, მოწყვეტილობის შეგრძნებას და სხვ.

ახალი თაობის ბადები აღმოჩნდა საუკეთესო გამაჯანსაღებელი და მატონიზირებელი საშუალებები მწვავე რესპირატორული ვირუსული ინფექციების, ციებ-ცხელების მდგომარეობის, ზოგიერთი სახის სიმსივნური წარმონაქმნების, ტუბერკულოზის, ნაწლავთა ინფექციების (დისბაქტერიოზის) დროს და სხვ. მათი გარკვეული ნაწილი მცენარეული ანტიდიბეტური სანელებლებისა და ტოპინამბურის დანამატებით სასარგებლოა შაქრიანი დიაბეტის როგორც სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალებები. ამ მიმართულებით არ შეიძლება არ აღინიშნოს ბუნებრივი მცენარეული ტოპინამბურის მართლაც უნიკალური ბიოქიმიური შედგენილობა: პოლისაქარიდები (ინულინი, პექტინი, ფრუქტოზა), უჯრედისი, პოლივიტამინები, ბიომიკროელემენტები (ბიოფილური სილიციუმი დაახლოებით 8%, აგრეთვე რკინა, კალციუმი, თუთია, სპილენძი, კალიუმი, ფოსფორი, იოდი და სხვ.), მრავალფუძოვანი ცილოვანი ნივთიერებები, ამინომჟავები (არგინინი, ვალინი, ჰისტიდი, იზოლეიცინი, ლიზინი, მეთიონინი, ტრიპტოფანი, ფენილალანინი და სხვ.). ტოპინამბური, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შეიცავს რა ცხოველური ჰორმონის ინსულინის ანალოგს - პოლისაქარიდ ინულინს (17-20%-მდე), ხელს უწყობს გლუკოზის უტილიზაციას ადამიანის ორგანიზმში. აქედან გამომდინარე, ინულინშემცველი ბადები საუკეთესო საშუალებებია შაქრიანი დიაბეტის მკურნალობისა და პროფილაქტიკისათვის. ისინი სასარგებლოა აგრეთვე ათეროსკლეროზის, ჰიპერტონიის, იშემიური დაავადებების, ტაქიკარდიის, პოდაგრის, კენჭოვანი დაავადებების, ცისტიტის, ლეიკოზის, ანემიის, პანკრეატიტის დროს. ინულინშემცველი ბადები ხელს უწყობს აგრეთვე ტოქსიკური ნივთიერებების გამოტანას ორგანიზმიდან, იმუნური სისტემის გაძლიერებას და, რაც მთავარია, ადამიანს იცავს ინფარქტისა და ინსულტისაგან, კუჭნაწლავის დაავადებისა და მარილების დაგროვებისაგან.

მთლიანობაში შეიძლება ითქვას, რომ ახალი თაობის სამკურნალო-პროფილაქტიკური ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების მიზანმიმართული და რეგულარული მიღება ხელს უწყობს: 1) გლუკონოგენეზის (გლიკოგენის დაშლა ღვიძლში); 2) გლუკოლიზის სტიმულირებას (გლუკოზის წვა სარეზერვო გზით, სადაც ინსულინის როლი არც ისე დიდია); 3) სისხლში გლუკოზის დონის შემცირებას, კუჭქვეშა ჯირკვლის ინსულინური აპარატის გააქტიურებას; 4) ნაწიროწყლოვანი და ცხიმოვანი ცვლის დარღვევის პროფილაქტიკას; 5) ნივთიერებათა ცვლის დამრღვევი პროდუქტის მოცილებას ორგანიზმიდან; 6) აციდოზის განვითარების წინააღმდეგ ბრძოლას.

**სამეცნიერო ცენტრში დამზადებული  
სამკურნალო-პროფილაქტიკური ბიოლოგიურად აქტიური დანამატები**

(ბად-ი):

ბად-ი - 1

**გარეგანი დახასიათება:**

მუქი მოყავისფრო, არომატული სუნისა და მოტკბო გემოს სითხე.

**შედგენილობა:****ვიტამინების კომპლექსი:** C, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>C</sub>, PP, H;**ორგანული მჟავები:** ვაშლის, ლიმონის, ქარვის, ფუმარინის, ღვინის, მჟაუნას, სალიცილის, პროტოკატეხინის და სხვ.;**გლიკოზიდები:** დელფინიდინი, დიდელფინიდინი, აგრეთვე ფიტო-სტერინი, კვერციტინი, ხოლინი, ფლობაფენი, ინოზიტი, ბეტაინი, ენინი, მთრიმლავი ნივთიერებები, ანტოციანი, აზოტოვანი ნივთიერებანი;**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, აზოტი, ფოსფორი;**მიკროელემენტები:** იოდი, მანგანუმი, რკინა, კობალტი.**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** სისხლნაკლებობის, სისხლისა და სისხლძარღვთა ორგანოების დაავადებისა და დასხივებით გამოწვეული დაზიანებების დროს. ხასიათდება ანტისეპტიკური, ბაქტერიციდული და ანთებისსაწინააღმდეგო აქტიურობით. ხელს უწყობს საკვების მონელებას, იმუნიტეტის ამაღლებას.

**გამომშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

ბად-ი - 2

**გარეგანი დახასიათება:**

მოვარდისფრო სითხე, არომატული სუნით და მოტკბო გემოთი.

**შედგენილობა:****ვიტამინი:** C;**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, ბეტულინის, ურსოლის;**შემფერავი ნივთიერება:** პუნიცინი;**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** ალკალოიდები;**მიკროელემენტები:** ქრომი, მანგანუმი, რკინა, კობალტი, სპილენძი, თუთია.**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** ანემიების, ჰემოგლობინის შემცირებისას ერითროციტებში. ონკოლოგიურ დაავადებათა სხივური თერაპიის დროს. განსაკუთრებით სასარგებლოა ორგანიზმის დაუძლურების, სისხლნაკლები და კუჭნაწლავის ტრაქტის ფუნქციამოშლილი ბავშვებისათვის. არის ბუნებრივი ანტიკოაგულანტი, ამცირებს პროთრომბინის დონეს სისხლში.

**გამომშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

ბად-ი - 3

**გარეგანი დახასიათება:** მუქი ყავისფერი სითხე, გამჭვირვალე, ადვილად მოძრავი, დამახასიათებელი სუნით და გემოთი.**შედგენილობა:****ვიტამინები:** A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>C</sub>, P, PP, C;**ორგანული მჟავები:** მჟაუნას, ლიმონის, ვაშლის;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, გოგირდი, ფოსფორი, ქლორი;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** გლიკოზიდები, უჯრედისი, სახამებელი, პექტინები, მრთიმლავი ნივთიერებები;

**მიკროელემენტები:** სილიციუმი, იოდი, ფთორი, რკინა, მანგანუმი, კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, თუთია, ქრომი.

**ღანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** გულსისხლძარღვთა დაავადებების, ათერო-სკლეროზის (არეგულირებს ქოლესტერინის ცვლას), თირკმლების დაავადებების (ხელს უწყობს ორგანიზმიდან ჭარბი ნატრიუმის მარილების და წყლის მოცილებას), საკვების მონელების გაუმჯობესების (აძლიერებს მადას, ახდენს ნაწლავთა დეზინფექციას), რევმატიზმისა და დიაბეტის დროს, საპახმელიო სინდრომის მოხსნისათვის.

**გამოშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

**ბად-ი - 4**

**გარეგანი დახასიათება:**

მოყვითალო შეფერილობის სითხე, სუსტი არომატული სუნით და მოტკბო გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>C</sub>, C, PP, E, K;

**ორგანული მჟავები:** ვაშლის, ლიმონის, ღვინის;

**პოლიფენოლები:** კატეხინი, ფლავანოლი, ანტოციანი, ლეიკოანტოციანი;

**მიკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, გოგირდი, აზოტი, ფოსფორი, ქლორი;

**მაკროელემენტები:** ფთორი, იოდი, მანგანუმი, რკინა, სპილენძი, თუთია;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** გლიკოზიდები, პექტინები, კუმარინი, სეროტონინი.

**ღანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის, სიმსუქნის, სისხლნაკლებობის, კანის დაავადებათა დროს, ნორმალურს ხდის სისხლის წნევას (ჰიპოტონიკებში – ზრდის, ხოლო ჰიპერტონიკებში – ამცირებს; გამოწვეული სეროტონინის არსებობით), ხელს უწყობს სიმსივნეთა ზრდის ინჰიბირებას. არის ბუნებრივი ანტირადიანტი – ხელს უწყობს რადიოაქტიური იზოტოპების ორგანიზმიდან გამოტანას.

**გამოშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

**ბად-ი - 5**

**გარეგანი დახასიათება:**

შინდისფერი, სიროფისებრი ბლანტი სითხე, სუსტი არომატული სუნით და მოტკბო გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** C, E, PP;

**ორგანული მჟავები:** იზოლიმონის, ვაშლის, მჟაუნას, რძის;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, გოგირდი, აზოტი, ფოსფორი;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** კაროტინი, პექტინები, მთრიმლავი ნივთიერებები, არომატული ნივთიერებები, შემფერავი ნივთიერებები;

**მიკროელემენტები:** მანგანუმი, რკინა, სპილენძი.

**ღანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** გაცივების, პნევმონიის (არის აქტიური ოფლმდენი საშუალება), სისხლნაკლებობის, კუჭნაწლავთა დაავადების, ნევრასთენიის და კლიმაქსის დროს. სასარგებლო გავლენას ახდენს ღვიძლის ფუნქციაზე. აქვს შარდმდენის ქმედება. არის ძლიერი ენერგოტონიკი, ძლიერი გაცივების დროს სხეული სწრაფად იბრუნებს დაკარგულ სითბოს.

**გამოშვების ფორმა:** სსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

### ბად-ი - 6

**გარეგანი დახასიათება:**

მუქი ყავისფერი, სუსტი არომატული სუნით და მოტკბო გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>C</sub>, E, C, H, PP;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, ვაშლის, მჟაუნას;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ქლორი, გოგირდი, ფოსფორი, აზოტი;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** კაროტინი, კუმარინი, ფოლაცინი, ამიგდალინი, პიგმენტები, ინოზიტი, ბენზალდეჰიდი, კვერცეტინი, კამედინი, ფუსკოფლობაფენი, რუბოფლობაფენი;

**მიკროელემენტები:** ფთორი, იოდი, ბორი, ვანადიუმი, მანგანუმი, რკინა, ნიკელი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი, ქრომი, კობალტი, რუბიდიუმი.

**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** სისხლნაკლებობის, არტერიის ათეროსკლეროზის, ამალეული პროთრომბინის დროს. საუკეთესო ადაპტოგენია, აჯანსაღებს ორგანიზმს. სასარგებლოა ართრიტების, ბრონქიტების, ეპილეფსიის, ფსიქიკური აშლილობის და შეშუპების დროს. ძლიერი იმუნოსტიმულატორია.

**გამოშვების ფორმა:** სსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

### ბად-ი - 7

**გარეგანი დახასიათება:**

ლიმონისფერი, სიროფისებრი ბლანტი სითხე, სუსტი არომატული სუნით და ვანილის გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის;

**ტერპენები:** ლიმონენი, ტერპინეოლი, გერანიოლი, ლინალოლი, ციტრონელოლი, ციტრალი, პინენი, კამფენი, ფელანდრენი, მერილგეპტენონი;

**რთული ეთერები:** გერანილაცეტატი, ლინალილაცეტატი, მეთილანტრანილატი;

**გლიკოზიდები:** აურანტიამარინი, გესპერიდინი, იზოგესპერიდინი, ერიოციტრინი, ნარინგინი, ციტრონინი, ლიმონინი;

**ფეროკუმარინები:** ბერგანტოლი, ბერგანტენი;

**აღდეჰიდები:** ოქტილალდეჰიდი, ნონილალდეჰიდი;

**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** გულსისხლძარღვთა დაავადებების დროს, ამაგრებს კაპილარებს, ამცირებს პროთრომბინის დონეს სისხლში, კარგი შარდმდენია. არის ჩინებული ენერგოტონიკი, აუმჯობესებს მადას და საკვების მონელების პროცესს. ძლიერი

ზოგადგამაჯანსაღებელი და მატონიზირებელი საშუალებაა გაცივებისა და ციებ-  
ცხელების შემთხვევაში. ჰკლავს წყურვილს.

**გამომშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით.  
დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

#### ბად-ი - 8

**გარეგანი დახასიათება:**

მოწითალო ფერის, სიროფისებრი ბლანტი სითხე, არომატული სუნით და მოტკბო  
გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>C</sub>, E, PP, C;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, ვაშლის, ღვინის, ქარვის, ქინის, ქლოროგენის  
ფუმარინის;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ფოსფორი,  
პექტინები, სიტოსტერინი, პიგმენტები, ეთერის ზეთი;

**მიკროელემენტები:** რკინა, სპილენძი, თუთია.

**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** სპეციალურად ბავშვებისათვის. აძლიერებს საკვებმომწოდებელი  
ჯირკვლების სეკრეციულ მოქმედებას, ხასიათდება გულისრევის საწინააღმდეგო  
მოქმედებით, აუმჯობესებს ღვიძლის მუშაობას, დადებით გავლენას ახდენს  
დაძაბუნებისა და სისხლნაკლებობის დროს.

**გამომშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით.  
დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

#### ბად-ი - 9

**გარეგანი დახასიათება:**

მოწითალო ფერის, სიროფისებრი ბლანტი სითხე, არომატული სუნით და მოტკბო  
გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>C</sub>, E, H, C, P, PP, K;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, ვაშლის, ქარვის, ღვინის, მჟაუნას, ბენზონის, სალიცილის,  
ვალერიანის, იზო-ვალერიანის;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** გლიკოზიდები, კაროტინი, პექტინები,  
პოლიფენოლები, მთრიმლაკვი ნივთიერებები.

**ტერაპეუტიკები:** ლიმონენი, ტერპინოლი, გერანიოლი, ლინალილი, ციტრონელი,  
კამფენი, პინენი, ფელანდრენი;

**არომატული ნივთიერებები:** ეთერზეთები;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ალუმინი, ქლორი,  
ფოსფორი, გოგირდი, აზოტი;

**მიკროელემენტები:** სილიციუმი, მანგანუმი, რკინა, სპილენძი, თუთია, კობალტი, იოდი,  
ვანადიუმი, მოლიბდენი.

**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** სასუნთქი არხების, ბრონქიტებისა და ასთმური დაავადებების დროს.  
სასარგებლო გავლენას ახდენს ფსიქიკაზე, აუმჯობესებს გუნება-განწყობას. აქვს  
ზოგადგამაჯანსაღებელი ქმედება ფილტვების ქრონიკული ანთებითი დაავადების დროს.

**გამომშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით.  
დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

## ბად-ი - 10

**გარეგანი დახასიათება:**

ღია ვარდისფერი სითხე. არომატული სუნით და მძაფრი მწკლარტე გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A, E, C, P, PP, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>C</sub>, H;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, ვაშლის, რძის, მჟაუნას, ქარვის, ბენზოის, ქინის, ურსოლის, ოლეანოლის;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** პექტინები, ფლავანოიდები, მირტილინი, არბუთინი, მთრიმლავი ნივთიერებები, ჰიდროქინონი, ეთერზეთი;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ალუმინი, გოგირდი, ფოსფორი, აზოტი, ქლორი;

**მიკროელემენტები:** ბორი, სილიციუმი, ფთორი, იოდი, ვანადიუმი, მანგანუმი, რკინა, კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი, რუბიდიუმი.

**ღანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** სამკურნალო-პროფილაქტიკურ საშუალებად II ტიპის შაქრიანი დიაბეტის, ქოლესტეროლისა და პანკრეატიტის დროს. მასტიმულირებელ გავლენას ახდენს კუჭქვეშა ჯირკვლის ფუნქციაზე. არის ძლიერი იმუნოსტიმულატორი.

**გამოშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:** ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

## ბად-ი - 11

**გარეგანი დახასიათება:**

ღია ყავისფერი, ძმრისთვის დამახასიათებელი სუნისა და გემოს სითხე.

**შედგენილობა:**

**ორგანული მჟავები:** ძმრის, ღვინის, ქარვის, ლიმონის, ვაშლის, რძის, მჟაუნას, პიროლენის, ფუმარინის, ბენზოის, სალიცილის და სხვ;

**უმაღლესი სპირტები:** პროპილის, ბუთილის, იზოამილის, ჰექსილის, ჰეპტილის, ოქტილის,  $\beta$ -ფენილეთილის;

**ალდეჰიდები:** აცეტალდეჰიდის, ოქტილალდეჰიდის, ნონილალდეჰიდის, 4-ოქსი-3-მეთოქსი-ბენზალდეჰიდის, ოქსი-ბენზალდეჰიდის;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** პოლიფენოლები, მთრიმლავი ნივთიერებები, ნახშირწყლები, ტანიდები, აცეტალბები;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ქლორი, ფოსფორი;

**მიკროელემენტები:** ფთორი, ბრომი, იოდი, მანგანუმი, რკინა, სპილენძი;

**რთული ეთერები:** ეთილაცეტატი, იზოამილაცეტატი, ბუთილაცეტატი, პროპილაცეტატი.

**ღანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** როგორც ანტიმიკრობული, ანტიესეპტიკური, ანთების საწინააღმდეგო და ლპობის საწინააღმდეგო საშუალება. მასში შედის ბიოლოგიურად აქტიური კალიუმი, რომლის მოთხოვნილება ასაკთან ერთად იზრდება. მუხის ძმარი პროფილაქტიკურ გავლენას ახდენს ჰიპერტონიის დროს, ხელს უწყობს ორგანიზმის ნერვული და სისხლძარღვოვანი სისტემის ნორმალურ მდგომარეობაში შენარჩუნებას, ამალღებს სასიცოცხლო ტონუსს. მჟავური მოქმედების გამო სისხლძარღვების კედლები იწმინდება კალციუმის დალექილი შლაკებისგან. ორგანიზმზე განსაკუთრებით სასარგებლო ზემოქმედებას ახდენს თაფლთან შერწყმული მუხის ძმარი.

**გამოშვების ფორმა:**

ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:**

ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

## ბად-ი - 12

**გარეგანი დახასიათება:**

ლიმონისფერი, მძარი სუნის მქონე სითხე, მოტკბო გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A, E, C, PP, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>.

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, ქარვის;

**ტერპენები:** ლიმონენი, ტერპინეოლი, გერანიოლი, ლინალოლი, ციტრონელოლი, ციტრალი, პინენი, კამფენი, ფელანდრენი;

**ალდეჰიდები:** ციტრალი, ოქტილალდეჰიდი, ნონილალდეჰიდი;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** პექტინები, კუმარინები,

გლიკოზიდები, პოლიფენოლები, ნახშირწყლები;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ქლორი,

ფოსფორი, გოგირდი, აზოტი;

**მიკროელემენტები:** იოდი, ფთორი, ბრომი, მანგანუმი, რკინა, სპილენძი, თუთია.

**დანიშნულება:**

**რეკომენდირებულია** იოდდეფიციტის დროს ჩიყვის პროფილაქტიკისთვის, ნორმის ფარგლებში აღდგება ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქცია, აძლიერებს ნივთიერებათა ცვლას და მასტიმულირებელ გავლენას ახდენს იმუნურ სისტემაზე. როგორც ბუნებრივი ანტიკოაგულანტი – ამცირებს პროთრომბინის შემცველობას სისხლში, ამაგრებს კაპილართა კედლებს, ნორმალური ხდება ქოლესტერინის ცვლა. მადის აღმძვრელია და ამასთან, ხელს უწყობს საკვებმონელების გაუმჯობესებას.

**გამოშვების ფორმა:**

ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:**

ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

## ბად-ი - 13

**გარეგანი დახასიათება:**

მუქი ყავისფერი სიროფისებრი სითხე, სუსტი არომატული სუნით და მოტკბო გემოთი.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A, E, C, PP, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, იზოლიმონის, ვაშლის, ქარვის, ღვინის, მჟაუნას, ფუმარინის, ბენზოის, სალიცილის, რძის;

**ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები:** პექტინები, კუმარინები,

ინოზიტი, კაროტინი, პიგმენტები, არომატული ნივთიერებები, მთრიმლავი ნივთიერებები, პოლიფენოლები.

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ქლორი,

ფოსფორი, აზოტი, გოგირდი;

**მიკროელემენტები:** ფთორი, იოდი, ბორი, სილიციუმი, ვანადიუმი, მანგანუმი, რკინა, კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, თუთია, ქრომი, მოლიბდენი, რუბიდიუმი.

**დანიშნულება:**

ჩინებული ადაპტოგენია, ამალღებს ორგანიზმის რეზისტენტობას არასასიკეთო ზემოქმედების მიმართ. ძლიერი იმუნოსტიმულატორია. რეკომენდირებულია ანემიების, ათეროსკლეროზის, ართრიტების, რევმატიზმების, ბრონქიტების, კანის დაავადებების, ფსიქიკური მოშლილობის დროს, აგრეთვე, ონკოლოგიურ დაავადებათა სხივური თერაპიის შემთხვევაში. სასიკეთო გავლენას ახდენს ღვიძლის ფუნქციაზე. არის ძვლის ტვინის სტიმულატორი.

**გამოშვების ფორმა:** ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:**

ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

## ბად-ი - 14

**გარეგანი დახასიათება:**

წითელი ფერის, დამახასიათებელი სუნის მქონე, მოტკბო სითხე.

**შედგენილობა:**

**ვიტამინები:** A, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, C, P, PP, H, K;

**ორგანული მჟავები:** ლიმონის, იზოლიმონის, ვაშლის, ქარვის, ფუმარინის, ღვინის, ბენზოის, რძის, სორბინის, სალიცილის, მჟაუნას, ქინის;

**პექტინები,** პოლიფენოლები, მთრიმლაკი ნივთიერებები, არომატული ნივთიერებები, პიგმენტები, კაროტინი, ინოზიტი;

**გლიკოზიდები:** კემპფერინი, კემპფეროლი, არბუთინი;

**კუმარინები:** ესკულეტინი, სკოპოლეტინი;

**მაკროელემენტები:** ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, კალციუმი, ალუმინი, ქლორი, ფოსფორი, აზოტი, გოგირდი;

**მიკროელემენტები:** იოდი, ფთორი, ბორი, სილიციუმი, ვანადიუმი, მანგანუმი, რკინა, კობალტი, ნიკელი, სპილენძი, თუთია, ქრომი, მოლიბდენი, რუბიდიუმი.

**დანიშნულება:**

ჩინებული პოლივიტამინური ზოგადგამავანსაღებელი და მატონი-ზირებელი საშუალება ციებ-ცხელებისა და გაცივების დროს. რეკომენდირებულია გულსისხლძარღვთა დაავადებების, სისხლნაკლებობის, ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის, კანის დაავადებათა, ართრიტების, ბრონქიტების, რევმატიზმებისა და ფსიქიკური მოშლილობის დროს, როგორც ეფექტური სამკურნალო-პროფილაქტიკური საშუალება.

**გამოშვების ფორმა:**

ხსნარი, მუქი ფერის ფლაკონებში; 50მლ.

**შენახვა:**

ოთახის ტემპერატურა. გამათბობელი ხელსაწყოებიდან დაშორებით. დაცვა მზის სხივების პირდაპირი მოქმედებისაგან.

## THERAPEUTIC AND PREVENTIVE BIOLOGICALLY ACTIVE FOOD ADDITIVES OF NEW GENERATION

Tengiz Tsvitivadze, Nodar Chigogidze, Revaz Skhiladze, Revaz Kldiashvili, Givi Sulakvelidze  
*Georgian Technical University,  
Research Center for Study of Biologically Active Substances*

### SUMMARY

The article is devoted to the practical results of research works of the Research Center for Study of Biologically Active Substances of the Georgian Technical University, conducted over the past few years to study the therapeutic and preventive qualities of local crops, targeted development of methods for producing biologically active food additives (BAFA) and their introduction into the food industry. BAFAs of new generation, prepared on the basis of methods developed by the Research Center, contain a set of biologically active substances: macro- and micronutrients, mono- and polysaccharides, multibased organic acids, bioflavonoids, tannin, phenol acids, antioxidants, vitamins, terpenoids, carotenoids, amino acids, enzymes and etc. These BAFAs have high immunostimulatory qualities, detoxify the body from free radicals and cholesterol plaques, and normalize the process of forming the cellular elements of the hematopoietic system, eliminate fatigue, regulate blood pressure and blood glucose levels, promote rapid recovery of the organism after acute respiratory viral infections etc. BAFAs based on components that contain inulin both help for diabetes and dysbacteriosis, and also contribute to the removal of toxic substances from the body. On the whole, received BAFAs of next generation are highly therapeutic and preventive means for violations of metabolic processes in the body (diabetes, obesity, hypertension, thyroid disease, etc.).



**БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ПИЩЕВЫЕ ДОБАВКИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

Т.И.Цивцивадзе, Н.Ш.Чигогидзе, Р.Ш.Клдиашвили, Р.А.Схиладзе, Г.А.Сулаквелидзе  
*Научный центр по исследованию биологически активных веществ  
Грузинского Технического Университета*

**РЕЗЮМЕ**

Статья посвящена практическим результатам научно-исследовательских работ Научного центра биологически активных веществ ГТУ, проводившихся в течение последних нескольких лет по изучению лечебно-профилактических свойств местных растительных культур, целенаправленным разработкам методов получения биологически активных пищевых добавок и их внедрению в пищевую промышленность. Приготовленные на основе разработанных в Научном центре методов биологически активные пищевые добавки (БАПД) нового поколения содержат комплекс биологически активных веществ: макро- и микроэлементы, моно- и полисахариды, многоосновные органические кислоты, биофлавоноиды, таниды, фенолокислоты, антиоксиданты, витамины, терпеноиды, каротиноиды, аминокислоты, ферменты и др. Полученные БАПДы отличаются высокими иммуностимулирующими свойствами, очищают организм от свободных радикалов и холестериновых бляшек, нормализуют процесс формирования клеточных элементов кроветворной системы, устраняют чувство усталости, регулируют артериальное давление и уровень глюкозы в крови, способствуют быстрому восстановлению организма после перенесенных острых респираторных вирусных инфекций и т.д. БАПДы на основе инулинсодержащих компонентов, помимо помощи при сахарном диабете, способствуют также удалению из организма токсичных веществ и помогают при дисбактериозах. В целом, полученные БАПДы нового поколения являются высокоэффективными лечебно-профилактическими средствами при нарушениях обменных процессов в организме (диабет, избыточный вес, гипертония, заболеваниях щитовидной железы и т.п.).

## ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები

## მუხის სამკურნალო კმარი

თენგიზ წივწივაძე, ნოდარ ჩიგოგიძე, რევაზ სხილაძე, რევაზ კლდიაშვილი,  
გივი სულაქველიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის  
სამეცნიერო ცენტრი

ნაშრომში წარმოდგენილია სამკურნალო თვისებების მქონე მუხის ძმრის დამზადების მეთოდი და ტექნოლოგია, შემუშავებული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის სამეცნიერო ცენტრში. ანაერობული და აერობული ფერმენტაციის პროცესში მიღებული თხევადი ძმარი დიდი რაოდენობით შეიცავს სხვადასხვა სახის ორგანულ ნივთიერებას. მუხის ბურბუშელაზე დაკარგებული თხევადი ძმარი დამატებით მდიდრდება ფენოლური ნაერთებით. ბიოლოგიურად აქტიური ფენოლური ნაერთები მნიშვნელოვნად ამაღლებენ მზა პროდუქტის სახით მიღებულ მუხის თხევადი ძმრის სამკურნალო და დიეტურ თვისებებს.

**დოსიე:**

განზავებული ძმარმჟავა ( $CH_3COOH$ ) – ძმრის სახით უძველესი დროიდანაა ცნობილი. ძმარმჟავა შედის მრავალი მცენარის წვენიში. ძმრის (3-9%-იანი ძმარმჟავის წყალხსნარი) მიღების უძველესი მეთოდია დამარების ბუნებრივი პროცესი. ფერმენტების მოქმედებით ღვინის სპირტი ჰაერზე იჟანგება:  $CH_3 - CH_2OH + O_2 \rightarrow H_3C - C \begin{matrix} //O \\ \backslash OH \end{matrix} + H_2O$ . მისი მიღება შეიძლება აგრეთვე, სხვა მეთოდებითაც, რომელთა შორის აღსანიშნავია ხის მშრალი გამოხდით მიღებული ძმარი. გლაუბერმა პირველმა დაამზადა ხის ძმარი.

**სპირტის მჟავა (Acetum spiritus), ღვინის მჟავა (Acetum Vini):** დუღილით ძმრის მიღება დაფუძნებულია ძმარმჟავურ დუღილზე, სახელდობრ ალკოჰოლზე (ღვინო და სხვ.) მიკროორგანიზმის *Mycoderma aceti* S, *Bacillus acidi aceticum* გავლენით, რომლის დროსაც ალკოჰოლი იჟანგება ძმარმჟავად და აღდევია. შაქრიანი ხსნარი სპირტული დუღილის დროს, საფუარის *Saccharomyces cerevisiae* თანყოფნისას, ასევე ადვილად ექვემდებარება ძმარმჟავურ დუღილს.

1) დიდ ჩანებში, ტევადობით 300 – 500ლ, ათავსებენ ნარევეს – 100ლ ცხელი ძმარი და 10ლ ღვინო. 8 დღის შემდეგ, როდესაც სპირტი უკვე გარდაქმნილია ძმრად, უმატებენ კიდევ 10ლ ღვინოს და ა.შ. სანამ კასრი არ შეივსება თავისი ტევადობის 2/3-მდე. შემდეგ, ღვინის ბოლო დამატებიდან, ჩანში არსებულ ხსნარს დუღილისათვის დააყოვნებენ ორ კვირას. ამ დროის შემდეგ გადმოსხამენ ნახევარ ხსნარს – მზა ძმარს და ისევ უმატებენ ღვინის ახალ-ახალ ულუფებს ყოველი კვირის განმავლობაში. ერთსა და იმავე ჩანში შეიძლება 6-ჯერ ჩატარდეს პროცესი, რომლის შემდეგაც აუცილებელია მისი გაწმენდა. მნიშვნელოვანია იმის აღნიშვნაც, რომ ამ პროცესის დროს ტემპერატურა შენარჩუნებულ იქნას დაახლოებით 20-30°C, ჭარბი ალკოჰოლის პირობებში.

2) Schützenbacha-ს დაჩქარებული ხერხით, წყლით 5:1 განზავებული სპირტი, შერეული ძმართან (2 წილი), იჟანგება განსაკუთრებული მოწყობილობის კასრებში სადაც ფსკერთან ახლოს არის მეორე ფსკერი ხვრელებით, რომელზეც გამოხარშული და ძმრით დასველებული ხის ბურბუშელა ლაგდება თითქმის კასრის თავამდე, ბურბუშელას თავზე დაედება ხის დაფა, რომელსაც ასევე აქვს მრავალი ხვრელი, მათში გაყრილი ქაღალდის ფითილებით, 3-4 საკმაოდ სქელი მინის მილით. მეორე ფსკერის ზევით, კასრის კედელში კეთდება ჰაერის შესასვლელი ხვრელი.

ძმრისა და სპირტის აღნიშნულ ხსნარში, სადაც ბურბუშელას გავლით შეიწოვება მიკროორგანიზმებისათვის საჭირო ჰაერის ჟანგბადი, სპირტი იჟანგება ძმარმჟავად და აღდევია. კასრში ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 40°C და ჰაერის ნაკადი, შესაძლებლობის ფარგლებში, უნდა მიეწოდებოდეს თანაბრად. სპირტის ნაწილი, დაახლოებით 20%-მდე, იკარგება აორთქლების შედეგად, როგორც უცვლელი სახით, ასევე თანაბრად, აღდევილისა და მზა მჟავის სახით.

ამ ხერხით მიღებული ძმარი, 14% სიმაგრითა და დამახასიათებელი თვისებებით დამოკიდებულია მასალის ხარისხზე. სპირტისაგან დამზადებული ძმარი უფრო ან მოყვითალო შეფერილობის სითხეა, რომელიც, ძირითადად, შეიცავს წყალს, ძმარმჟავას, მცირე რაოდენობით სპირტს, არაორგანულ მარილებს, ალდეჰიდს და ძმრის ეთერს. თუ ძმარი დამზადებულია ღვინისგან, ლუდისგან, ხილის წვენებისაგან და სხვ., მაშინ ზემოჩამოთვლილი ნაერთების გარდა, იგი შეიცავს სხვა პროდუქტებსაც, რომლებიც მეტ-ნაკლებად ცვლიან ძმრის გემოსა და ფერს.

**ხის ძმარი** (*Acetum pyrolignosum crudum*) – ხის გამოხდას ჩვეულებრივ აწარმოებენ თუჯის ცილინდრებში, სადაც ხურდება მისი ბურბუშელა ან ნახერხი. მაცივრის სახით იხმარება მიღების მთელი სისტემა, რომელიც ცივდება წყლით და პროდუქტის ნაწილი შესქელდება, ხოლო მეორე ნაწილი – აირის სახით, ტარდება საცეცხლურში, სადაც ხდება მისი წვა და როგორც სათბობი, ხმარდება შემდგომ გახურებას.

ხის მშრალი გამოხდის პროდუქტებია: ა) აირადი – წყალბადი, მეთანი, ეთილენი, აცეტილენი, პროპილენი, ბუთილენი, ნახშირბადის ოქსიდი და დიოქსიდი და სხვ., ბ) თხევადი – წყალი; მჟავები – ძმრის, ჭიანჭველის, პროპიონის, ერბოს, ვალერიანის, კაპრანის და სხვ., აგრეთვე, მეთილის და ალილის სპირტები, მეთილძმარმჟავის ეთერი, აცეტონი, ორგანული ფუძეები, ფენოლები და სხვ., გ) მყარი – ნახშირი, ნაცარი და სხვ.

გამოხდისას ჯერ გამოიყოფა აირები, შემდეგ ხის ძმარი და ბოლოს კუბრი.

ხის ძმარი წარმოადგენს მუქი ფერის სითხეს, მჟავე გემოთი და მკვეთრი სუნით.  $t_{დუღ.} 118,1^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{დნ.} 16,75^{\circ}\text{C}$ , სიმკვრივე  $1055 \text{ კგ/მ}^3$  ( $15^{\circ}\text{C}$ ). იგი ნებისმიერი თანაფარდობით იხსნება წყალში, სპირტში, ეთერში, ბენზოლში და მრავალ სხვა ორგანულ გამხსნელში. არ იხსნება გოგირდნახშირბადში. თავად ძმარში კარგად იხსნება მრავალი არაორგანული და ორგანული ნაერთი.

**ძმრის ხე** (*Rhus thyphina*) – მცენარე თუთისებრთა ოჯახისა, მაღალი ბუჩქი ან პატარა ხეა. ფოთოლი და ქერქი შეიცავს ტანიინებს. ნაყოფი მომჟავოა (სახელიც აქედანაა). მისგან სასმელებს აყენებენ.

**მაგარი ანუ ყინულის ძმარმჟავა** (*Acidum aceticum glaciales. concentratum*) – ძმარმჟავას მისაღებად ხის ძმარს წილობრივად გამოხდას მეთილის სპირტისა და აცეტონის მოსაცილებლად, რომლის შემდეგაც გაანეიტრალებენ კირით. წარმოქმნილ კალციუმის ძმარმჟავას შლიან გოგირდმჟავა ნატრიუმით ან უშუალოდ მჟავას გაანეიტრალებენ სოდით. წარმოქმნილი ძმარმჟავა ნატრიუმი შეიცავს კიდევ მრავალ ნივთიერებას, ამიტომ მას ახურებენ ხანგრძლივი დროით, რკინის ჭურჭელში, არაუმეტეს  $260^{\circ}\text{C}$ -ზე, რომლის დროსაც აქროლდება ან იწვის ზოგიერთი ორგანული მინარევი. მიღებულ მარილს შემდგომ ასხამენ ჭარბ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და გამოხდას, აგროვებენ ცალკეულ ფრაქციებს, რადგან მათი პირველი ნაწილი შეიცავს უფრო სუსტ მჟავას.

ფარმაკოპეის ძმარმჟავა წარმოადგენს გამჭვირვალე, სრულად აქროლად სითხეს, ძლიერი მჟავის სუნით და გემოთი, რომელიც შეიცავს 96% უწყლო მჟავას, სიმკვრივით  $1,064 \text{ გ/სმ}^3$ , იგი დუღს  $117^{\circ}\text{C}$  და მყარდება  $3-4^{\circ}\text{C}$  დროს კრისტალურ მასად. სიმკვრივე უწყლო მჟავასი  $1,0553 \text{ გ/სმ}^3$ ,  $t_{დუღ.} 118,1^{\circ}\text{C}$ , მყარდება  $16-16,5^{\circ}\text{C}$ -ზე. წყალთან, სპირტთან, ეთერთან, ქლოროფორმთან, გლიცერინთან და ბევრ ეთერთან ცხიმთან იძლევა გამჭვირვალე ნარევს. ძმარმჟავას მარილები ხსნადია წყალში. მჟავას სიმკვრივე განზავებისას თანაბრად მცირდება, თუმცა დასაწყისში იზრდება, ხოლო შემდეგ მცირდება. ასე რომ, ძმარმჟავას 54-55% შემცველობით აქვს იგივე სიმკვრივე, როგორც 96%-იანს.

ფარმაკოპეა ანსხვავებს კიდევ 30%-იან *acidum aceticum*. განზავებულ ძმარმჟავას, სიმკვრივით  $1,041 \text{ გ/სმ}^3$ . არის 80%-იანი ძმარმჟავაც, ე.წ. ძმრის ესენცია.

**ვაშლის ძმრის მომზადების ხერხი.** სასმელები, მომზადებული ხილის წვენების, ძირითადად, ვაშლის, მსხლის და კომშის ანაერობული ფერმენტაციის დახმარებით, ცნობილია საერთო სახელწოდებით – სიდრა.

სიდრას მომზადება ღვინის დამზადების მსგავსია.

დაბალხარისხიანი ვაშლის, მსხლის, კომშის და სხვ., ან ამ ხილთა წვენებისაგან შეიძლება დამზადდეს მაღალხარისხიანი საკვები ძმარი სიდრა, აერობული ფერმენტაციის მეშვეობით.

უშუალოდ ვაშლისგან შესაბამისი ძმრის დამზადების რეცეპტი შემდეგია: ვაშლს გარეცხვის შემდეგ აცილებენ დამალ ან დაჭიანჭულ ნაწილებს, შემდეგ დაჭყლეტენ ან გახეხავენ სპეციალურ სახეხზე. მიღებულ ვაშლის ფაფას ათავსებენ შესაფერის ჭურჭელში (ვაშლის რაოდენობის მიხედვით) და ასხამენ თბილ წყალს ( $0,5 \text{ ლ წყალი } 0,4 \text{ კგ ვაშლის ფაფაზე}$ ). თითოეულ ლიტრ წყალს დაამატებენ

100გ თაფლს ან შაქარს, აგრეთვე 10გ პურის საფუარს (ძმარმჟავური დუდილის დასაჩქარებლად) და 20გ შშრალ, შავ პურს.

აღნიშნული ნარევიტ ჭურჭელს ტოვებენ თავლიად, 20-30°C ტემპერატურაზე შენობაში. ძმარმჟავურ დუდილს ხელს უწყობს სპირტის მცირე შემცველობის სითხე (შაქრიანი ნივთიერება ნაკლები 20%-ზე), შესადლო მუდმივი ტემპერატურა (დაახლოებით 20°C) და ჰაერთან დიდი საკონტაქტო ზედაპირი (აერობული ფერმენტაცია).

ჭურჭელი უნდა იყოს მინის (ქილები), ხის (კასრები თავსახურის გარეშე) ან მომინანქრებული თიხის. იგი უნდა ინახებოდეს სიბნელეში, რადგან მზის ულტრაიისფერი სხივები ხელს უშლიან დუდილს.

ფერმენტაციის პირველ სტადიაზე ჭურჭელს, ვაშლის ფაფით და ზემოაღნიშნული დანამატებით, ინახავენ სითბოში 10 დღის განმავლობაში (20-30°C ტემპერატურაზე), მოურევენ 2-3-ჯერ დღეში ხის სარეველით, შემდეგ გადააქვთ მარლის ტომარაში და გაწურავენ. მიღებულ წვენს ისევ ჩაფილტრავენ მარლის მეშვეობით, აწონიან და გადაიტანენ დიდყელიან ჭურჭელში.

თითოეულ ლიტრ წვენს შეიძლება დაემატოს 50-100გ თაფლი ან შაქარი მორევით სრულ ჰომოგენიზაციამდე. ფერმენტაციის მეორე სტადიაზე ჭურჭელს (ქილას) დახურავენ მარლით, შეკრავენ და ინახავენ სითბოში, დუდილის პროცესის გაგრძელების მიზნით.

დუდილი დამთავრებულია, როდესაც სითხე დამშვიდდება და დაიწმინდება.

ტემპერატურასა და სხვა ფაქტორებზე დამოკიდებულების მიხედვით, ვაშლის ძმრის მომზადებისათვის საჭიროა 40-60 დღე. შემდეგ მას ბოთლებში გადატანისას, გაფილტრავენ მარლის დახმარებით, ბოთლებს მჭიდროდ დაახურავენ საცობებს და ინახავენ ცივ ადგილას.

ვაშლის ძმრის გამოყენება შეიძლება სხვადასხვა დაავადების დროს როგორც თერაპიული საშუალება. მას იყენებენ აგრეთვე, როგორც დიეტური კვების პროდუქტს, როგორც საკმაზს სხვადასხვა სალათის დასამზადებლად, ადამიანის ორგანიზმისთვის სასარგებლო მჟავა გარემოს შესაქმნელად და სხვ.

### მუხის ძმრის დამზადების ხერხი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის სამეცნიერო ცენტრის მეცნიერთა ერთი ჯგუფის მიერ წლების განმავლობაში გაწეული მიზანმიმართული და გეგმაზომიერი შემოქმედებითი სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის შედეგად შემუშავებულია მუხის სამკურნალო ძმრის დამზადების ორიგინალური ხერხი:

1) **ანაერობული ფერმენტაციის სტადია.** ანაერობული (ჟანგბადის გარეშე) ფერმენტაციით დაბალხარისხიანი ყურძნის, ვაშლის, მსხლის, კომშის ნატურალური წვენებიდან, ფაფასთან ერთად, აუცილებელი რაოდენობის შაქრის, წყლის და ღვინის საფუარის დამატებით,  $t = 23 \pm 3^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე, მიიღება ხილეული ღვინის მსგავსი, სპირტშემცველი ( $9 \pm 12\%$  მოც.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) სითხე. სპირტის შემცველობა დამოკიდებულია ხსნარში შაქრიან ნივთიერებათა (არანაკლები  $20 \pm 24\%$ ) არსებობაზე, ანაერობული ფერმენტაციის დროა 10-12 დღე მზის სინათლისგან დაცულ შენობაში. მზის სინათლე ხელს უშლის დუდილს. ანაერობული ფერმენტაციის დასრულების შემდეგ სპირტშემცველ სითხეს გამოყოფენ ნალექისგან და მოამზადებენ აერობული ფერმენტაციის ჩასატარებლად.

2) **აერობული ფერმენტაციის სტადია.** აერობული (ჟანგბადის არსებობისას) ფერმენტაციის ჩატარების დროს სპირტშემცველი სითხე გადააქვთ ჰაერის ჟანგბადის სისტემური აერაციის ტევალობის საცავში. ძმარმჟავურ დუდილს ხელს უწყობს რაც შეიძლება დიდი საკონტაქტო ზედაპირი ჰაერთან და უფრო მეტი მუდმივი ტემპერატურა, დაახლოებით  $20^{\circ}\text{C}$ , აგრეთვე, ბნელი სათავსი. ძმარმჟავური დუდილი მთავრდება  $40 \pm 60$  დღის განმავლობაში, როდესაც სითხე დამშვიდდება და გამჭვირვალე გახდება. შემდეგ იგი გადააქვთ დავარგულების სტადიაზე, მუხის ბურბუშელაზე.

3) **ძმრის დავარგულების სტადია.** სითხე, 7%-მდე ძმარმჟავის, 1,5-დან 2,0%-მდე დანარჩენი ორგანული მჟავების (ქარვის, ღვინის, ფუმარის, ვაშლის, ლიმონის, გლიკოლის, რძის, გლიცერინის, გლუკონის და ა.შ., აგრეთვე, მცირე რაოდენობით ცხიმოვანი და არომატული მჟავების), ასევე აზოტოვანი ნივთიერებების, უმაღლესი სპირტების, რთული ეთერების, მინერალური ნივთიერებების შემცველობით, გადააქვთ მომინანქრებულ ცისტერნებში, დასავარგებლად მუხის ბურბუშელაზე. წინასწარ დამუშავებული მუხის ბურბუშელა ლაგდება შტაბელუბად (გაანგარიშებით  $1000 \pm 1200 \text{ სმ}^2$  მუხის ბურბუშელის ზედაპირის ფართი ძმრის ერთ დეკალიტრზე). მუხის ძმრის დავარგების ოპტიმალური

ტემპერატურაა  $20 \pm 25^{\circ}\text{C}$ , არანაკლებ 6 თვის განმავლობაში ბურბუშელას ჩაწყობის დღიდან. დასაშვებია მუხის ძმრის მომწიფების დაჩქარებული მეთოდი  $50 \pm 60$  დღეღამის განმავლობაში,  $35 \pm 45^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის ინტერვალში თბური დამუშავებისას, მომინანქრებულ რეზერვუარებში. დავარგების პერიოდში მუხის ძმარი გაჯერდება ჟანგბადით  $20$  მგ/დმ<sup>3</sup> კონცენტრაციამდე.

მუხის ბურბუშელასთან ძმრის კონტაქტის შედეგად არსებითად იცვლება მისი ქიმიური შედგენილობა (ცხრ. 1), ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები, არომატი და სამკურნალო თვისებები. ძმარი მნიშვნელოვნად მდიდრდება ფენოლური ნაერთებით, რომლებიც ძმრის ორგანოლექტიკური თვისებების ფორმირებაში აქტიურ მონაწილეობასთან ერთად, ასრულებენ ანტიოქსიდანტურ როლს, აქვთ ანტიბაქტერიული, ანტიმიკოზური ქმედითუნარიანობა. ფენოლური ნაერთები მონაწილეობენ, აგრეთვე, ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში აზოტოვან ნაერთებთან და ალდეჰიდებთან, წარმოქმნიან კომპლექსებს ცილოვან ნივთიერებებთან.

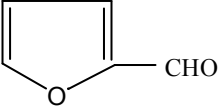
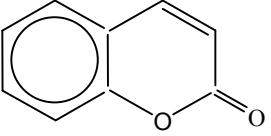
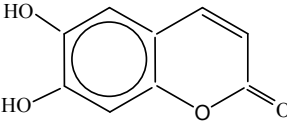
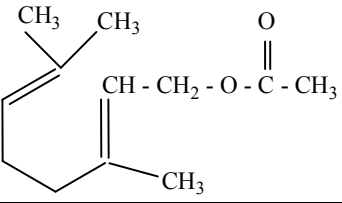
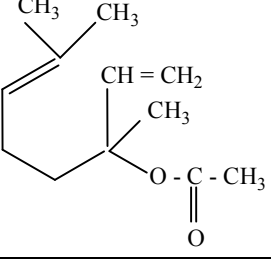
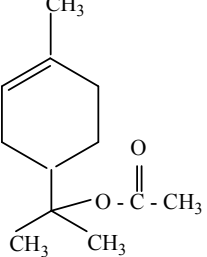
ფენოლური ნაერთები, როგორც ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები, შედიან რა მუხის ძმრის ქიმიურ შედგენილობაში, მნიშვნელოვნად ზრდიან მუხის ძმრის სამკურნალო თვისებებს. ისინი აგრეთვე, ერთ-ერთი საუკეთესო დიეტური საშუალებებია.

1. მუხის სამკურნალო ძმრის ქიმიური შედგენილობა

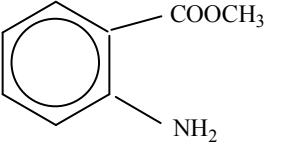
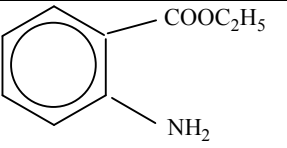
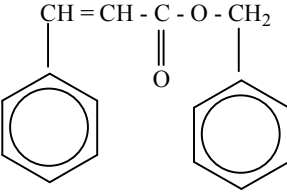
№	ნივთიერება	ფორმულა	მოლური მასა
1.	ჭიანჭველმჟავა	HCOOH	46,03
2.	ძმარმჟავა	CH <sub>3</sub> COOH	60,05
3.	პროპიონმჟავა	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	74,08
4.	ცხიმოვანი მჟავა (იზომერებით)	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	88,10
5.	ვალერიანმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	102,14
6.	კაპრონმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	116,17
7.	ენანტომჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH	130,19
8.	კაპრილმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	144,21
9.	პელარგონმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	158,25
10.	კაპრონმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	172,27
11.	ლაურინმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> COOH	200,31
12.	მირისტინმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> COOH	228,38
13.	პალმიტინმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	256,44
14.	მარგარინმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>15</sub> COOH	270,45
15.	სტეარინმჟავა	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	284,48
16.	ცეროტინმჟავა	C <sub>25</sub> H <sub>51</sub> COOH	396,70
17.	ოლეინმჟავა	C <sub>17</sub> H <sub>33</sub> COOH	282,47
18.	ლინოლმჟავა	C <sub>17</sub> H <sub>31</sub> COOH	280,46
19.	ლინოლეინმჟავა	C <sub>17</sub> H <sub>29</sub> COOH	278,44
20.	მჟაუნმჟავა	COOH   COOH	90,04
21.	მალონმჟავა	COOH   CH <sub>2</sub>   COOH	104,07
22.	ქარვმჟავა	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -COOH	118,09
23.	პიროვიინმჟავა (მეთილქარვმჟავა)	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH-COOH   CH <sub>3</sub>	132,12

24.	ლევულინმჟავა	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-C-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	116,12
25.	პიროყურბენმჟავა	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-C-COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	88,06
26.	α-კეტოგლუტარმჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-C-(CH}_2\text{)}_2\text{-COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	146
27.	ფუმარინმჟავა	$\text{HOOC-CH=CH-COOH}$	116,07
28.	დიოქსიფუმარინმჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-C=C-COOH} \\   \quad   \\ \text{OH OH} \end{array}$	148
29.	L - ვაშლმჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-CH-CH}_2\text{-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	134,09
30.	α - მეთილვაშლმჟავა	$\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{HOOC-CH}_2\text{-C-COOH} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	148,12
31.	D - ღვინომჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-CH-CH-COOH} \\   \quad   \\ \text{OH OH} \end{array}$	150,09
32.	ლიმონმჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-CH}_2\text{-COH-CH}_2\text{-COOH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$	192,12
33.	გლიკოლმჟავა	$\text{HO-CH}_2\text{-COOH}$	76,05
34.	რბემჟავა	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	90,08
35.	α - ოქსიცხიმოვანმჟავა	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	104,10
36.	β - ოქსიცხიმოვანმჟავა	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	104,10
37.	n - ოქსიბენზომჟავა		138,13
38.	სალიცილმჟავა		138,13
39.	პროტოკატეხინმჟავა		154,13

40.	ვანილინმჟავა		168,12
41.	გალმჟავა		170,13
42.	იასამანმჟავა		198,18
43.	ტარტრონმჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-CH-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$	120,06
44.	მეზოქსალმჟავა	$\begin{array}{c} \text{HOOC-C-COOH} \\    \\ \text{O} \end{array}$	118,05
45.	ღარიჩინმჟავა		148,16
46.	n - კუმარინმჟავა		164,16
47.	კოფეინმჟავა		180,16
48.	ფერულმჟავა		194,19
49.	ალიბინმჟავა	$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	146,15
50.	გლუტარმჟავა	$\text{HOOC}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	132,12
51.	ვანილინი		152,15
52.	იასამანალდეჰიდი		182,18

53.	პურფუროლი		96,08
54.	კუმარინი		146,15
55.	ესკულეტინი		178,15
56.	ეთილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$	88,10
57.	პროპილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_3\text{H}_7$	102,14
58.	იზოპროპილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOCH}(\text{CH}_3)_2$	102,14
59.	ბუთილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$	116,16
60.	იზომეტილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$	116,16
61.	ამილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$	130,19
62.	იზოამილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_5\text{H}_{11}$	130,19
63.	ჰექსილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_{13}$	144,22
64.	ჰეპტილაცეტატი	$\text{CH}_3\text{COOC}_7\text{H}_{15}$	158,24
65.	ბენზილაცეტატი	$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5$	150,18
66.	$\beta$ - ფენილეთილაცეტატი	$\text{CH}_3 - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{array} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{C}_6\text{H}_5$	164,20
67.	გერანილაცეტატი		196,28
68.	ლინალილაცეტატი		196,28
69.	ტერპინილაცეტატი		196,28



70.	მეთილანტრანილატი		151,16
71.	ეთილანტრანილატი		165,20
72.	ბენზილცინნამატი		238,27
73.	გლიცერინი	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 \\   \quad   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	92,09
74.	გლიცერინმჟავა	$\begin{array}{c} \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{COOH} \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$	106,08
75.	D - საქარინმჟავა	$\text{HOOC}(\text{CHOH})_4\text{COOH}$	210,15

**გამოყენება**

- **სამკურნალო მუხის ძმრისგან დამზადებული თხევადი მალამო კოჭლობის შესამცირებლად**  
 გათქვიფეთ კვერცხის გული ერთ ჩაის კოვზ ტერპენტინის ზეთსა (სკიპიდარი) და ერთ სუფრის კოვზ მუხის ძმარში. თხევადი მალამო ზედმიწევნით გულმოდგინედ შეიზილეთ ქვედა კიდურების კანის ზედაპირში.
- **შხამიანი თუთუბოს მიერ მიყენებული წვის მოსარჩენად**  
 მუხის ძმრისა და წყლის სხვადასხვა მოცულობითი ფარდობით დამზადებული ნარევი წაისვით დაზიანებული სხეულის კანზე და დააცადეთ გაშრობა. ნარევი ხშირად დაიდეთ დაზიანებულ ადგილებზე.
- **გარშემომვლელი სირსველის (გერპეს ზოსტერი) მოსარჩენად**  
 დაზიანებულ ადგილებზე დაისხით განუზავებელი მუხის ძმარი (დაისხით პირდაპირ ბოთლიდან) 4-ჯერ დღისით და 3-ჯერ ღამით (თუ გაგელვიძებათ). ძმრის დასხმიდან რამდენიმე წუთის შემდეგ კანის ქავილი და წვის შეგრძნება ქრება. ასეთი მკურნალობის დროს სირსველი სწრაფად მოშუშდება.
- **მჭრელი სირსველის (ტრიქოფიტია) მოსარჩენად**  
 საჭიროა განუზავებელი მუხის ძმრის წასმა დაზიანებულ ადგილებში, 6-ჯერ დღეში, დილიდან საღამომდე (დაძინებამდე). სამკურნალო მუხის ძმარი საუკეთესო ანტისეპტიკური საშუალებაა.
- **ღამით ოფლიანობის მოსაშორებლად**  
 ძილის წინ სხეულის კანის ზედაპირზე გაისვით სამკურნალო მუხის ძმარი.
- **დამწვრობის მოსარჩენად**  
 ორგანიზმის დამწვარი კანის განუზავებელი მუხის ძმრით დამუშავების შედეგად მოიხსნება მწვავე ტკივილი და ზოგადი მტკივნეული შეგრძნება.
- **ვარიკოზული ვენების შევიწროების მოსახსნელად**  
 სამკურნალო მუხის ძმარს ბოთლიდან შეასხურებენ და შეიზელენ ვარიკოზულ ვენებზე ღამით და დღით. დაახლოებით ერთი თვის შემდეგ შეიმჩნევა ვარიკოზული ვენების ნორმალურ მდგომარეობაში დაბრუნება. განწესით დღეში 2-ჯერ სვამენ ორ-ორ ჩაის კოვზ მუხის ძმარს ერთ ჭიქა წყალზე.
- **კანზე გამონაყარის (იმპეტიგო) მოსარჩენად**  
 საჭიროა კანის დაზიანებული ადგილებისადმი ფაქიზი მოპყრობა და მუხის ძმრის გამოყენება ორი კვირის განმავლობაში.

პროცედურა ასეთია: ხელის თითს ისველებენ განუზავებელი მუხის ძმრით და დაიდებენ დაზიანებულ კანზე, ნ-ჯერ დღეში, დილიდან საღამომდე. ასეთ შემთხვევაში იმპეტიგო ქრება 2-4 დღეში.

• **მწერების დანესტერის მოსარჩენად**

ხსნის მწერების მიერ დანესტერით გამოწვეულ მწვავე ტკივილს და მტკივნეულ შეგრძნებას დანესტერილ ადგილებში მუხის ძმრის წასმით.

- **მუხის ძმრის გამოყენებით ბენიერის სინდრომის (ლაბირინთული თავბრუსხვევა) მოსახსნელად.**
- **საკვების მონელების დარღვევის დროს მუხის ძმრის მიღება კუჭის გააქტიურების მიზნით პათოგენური მიკროფლორის განვითარების დათრგუნვა.**
- **მუხის ძმრის მიღება ორგანიზმში დაგროვილი ცხიმების წვის ხელშესაწყობად და წონის შესამცირებლად.**
- **მუხის ძმრის მიღება ჰიპერტონიულ დაავადებათა ადრეულ სტადიაზე (3-5 ჩაის კოვზი დღეში).**
- **ტონზილიტების (ანგინების) დროს მუხის ძმრის (2-3 სუფრის კოვზი) ყელში გამოვლება.**
- **ქრონიკული თავისტკივილის დროს მუხის ძმრის (2-3 ჩაის კოვზი) მიღება.**

გარდა სამედიცინო გამოყენებისა, მუხის ძმრის ფართოდ გამოყენება რეკომენდირებულია კვების პროდუქტების წარმოებაში. მისი გამოყენება რამდენადმე არამიზანშეწონილია ნიგვზიან კერძებში (ფერის გამუქების გამო).

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. *Heeze H.* Фармация для фармацевтов и врачей. Часть вторая. Санкт-Петербург. 1863, с. 35-47.
2. *Фишер А.Г.* Курс фармации. Выпуск I. Казань. 1910, с. 121-140.
3. Энциклопедический словарь аптечного работника. М., с. 464, 1960.
4. Химический энциклопедический словарь. М., с. 604, 1983.
5. ქართული საბჭოთა ენციკლოპედია. ტ. 11, გვ. 279, თბილისი, 1987.
6. *Поподопуло А.К.* Основы биохимии виноделия. М., Легкая и пищевая промышленность. 1983, с. 240.
7. *Кишковский З.Н., Скурихин И.М.* Химия вина. М., Пищевая промышленность. 1976, 1976, с. 311.
8. *Нилов В.И., Скурихин И.М.* Химия виноделия. М., Пищевая промышленность. 1967, с. 442.
9. *Валуйко Г.Г.* Биохимия и технология красных вин. М., Пищевая промышленность. 1973, с. 296.
10. *Поподопуло А.К.* Биохимия шампанского производства. М., Пищевая промышленность. 1975, с. 352.
11. Лабораторный практикум по курсу „Технология вина“. Под ред. А.А. Мержаниана. М., Легкая и пищевая промышленность. 1981, с. 216.

**THERAPEUTIC OAK VINEGAR**

Tengiz Tsivtsivadze, Nodar Chigogidze, Revaz Skhiladze, Revaz Kldiashvili, Gia Sulakvelidze  
*Georgian Technical University, Research Center for Study of Biologically Active Substances*

**SUMMARY**

The work represents the method and technology, elaborated in the Research Center for Study of Biologically Active Substances of the Georgian Technical University for manufacturing of oak vinegar that has therapeutic qualities. Vinegar liquid, produced as a result of process of anaerobic and aerobic fermentation, contains large number of various organic substances. Aging together with the oak wood additionally enriches it with phenolic compounds. Being biologically active substances, these compounds raise therapeutic and dietary qualities of finished product.

**ЛЕЧЕБНЫЙ ДУБОВЫЙ УКСУС**

Т.И.Цивцивадзе, Н.Ш.Чигогидзе, Р.А.Схиладзе, Р.Ш.Клдиашвили, Г.А.Сулаквелидзе  
*Грузинский Технический Университет, Исследовательский центр биологически активных веществ*

**РЕЗЮМЕ**

Статья посвящена изготовлению и лечебным свойствам дубового уксуса. Разработана технология получения лечебного дубового уксуса. Полученная в процессе анаэробной и аэробной ферментации уксусная жидкость содержит в большом количестве разнообразные органические вещества. В результате выдержки с древесиной дуба она дополнительно обогащается фенольными соединениями. Являясь биологически активными веществами, последние повышают лечебные и диетические свойства готового продукта.

## SOME ECOLOGICALLY SAFE PREPARATIONS OF PLANT PROTECTION

Avtandil Dolidze, Irma Mikadze, Omar Lomtadze, Nino Kavtaradze, Natia Barbakadze  
*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

During last years due to strict ecological demands the wide attention is paid to the remaining quantities of pesticides revealed in plants. The application of preparations made on the basis of natural material is beneficial for protecting plants from pest-diseases.

The range of preparations made on the basis of local resources could be used for obtaining ecologically safe products. The works were carried out at the Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Pheromone sex traps are irreplaceable in fighting against pests and their dispersion. The preparations against different pests, pheromone active compounds and traps are applicable in practice. Along with prognosis pheromone sex traps could be applied against pests so called "Male Vacuum" method. This method is quite effective in case of medium dispersion of pests as far as in case of high tightness dispersion could be applied compositional preparations containing natural compounds with low concentration of pyrethroides.

The working team had produced above 200 000 complects of sex pheromone traps (with original glue) against the main pests of Georgian agricultural plants [1-5]:

1. Viticulture- *Lobesia botrana* Schiff, E,Z-7,9-Dodecadiene-1-il-acetate



Strategy of synthesis -  $C_6 + C_3 + C_3$

2. Apple – *laspeyza Pomonella* L., E,E-8,10-dodekadienole



Strategy of synthesis -  $C_4 + C_6 + C_2$

3. Peach- *Gnatholita molesta* Bush., the main component Z-8-dodecene-1-il-acetate

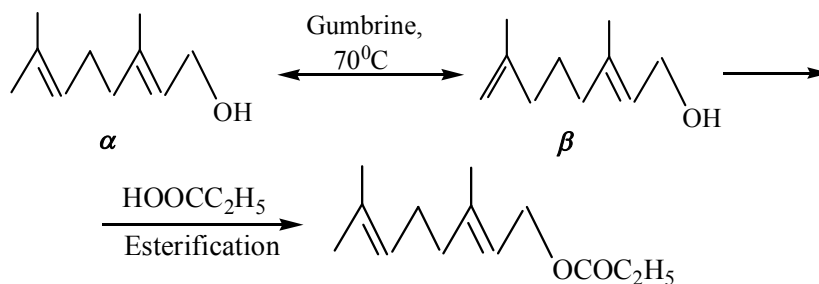


Strategy of synthesis -  $C_5 + C_7$

4. Plum – *Gnatholita funebrana* T., main component + minor component (6-7%) E-8-dodecene -1-il-acetate



In the next period the working team had elaborated new methods for producing sex pheromones on the basis of natural products. Usually, sex pheromones of apple pest – *Aspidiotus Californicus* is synthesized in 7 stages, while it is possible to synthesize this propionate in two stages from the natural product –Geraniol:



3,7,-dimetil-2,7-decadienilpropionate

According to the instructions of Georgian Government in 1996-2000 the working team produced sex pheromone traps for forest pests - *Lumantria disper* and *Ips. Typographus L.*

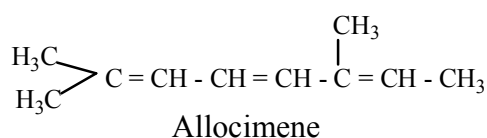
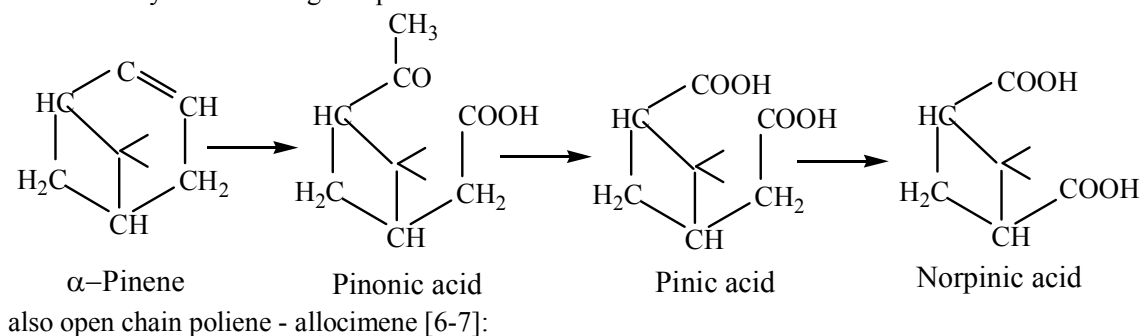
In due time in Georgia pheromones were widely used. Nowadays interest to pheromone sex traps are active again. It gives an opportunity to obtain ecological safe agricultural products. Use of sex traps gives an opportunity to decrease the volume of chemical spraying.

It is necessary to note that at present time abilities of synthesis has been significantly changed. In the market of reagents appeared such block-syntons that sharply reduce the number of stages and labour-consuming character of synthesis. It is possible to receive final products in two stages by selection and application of corresponding block-syntons.

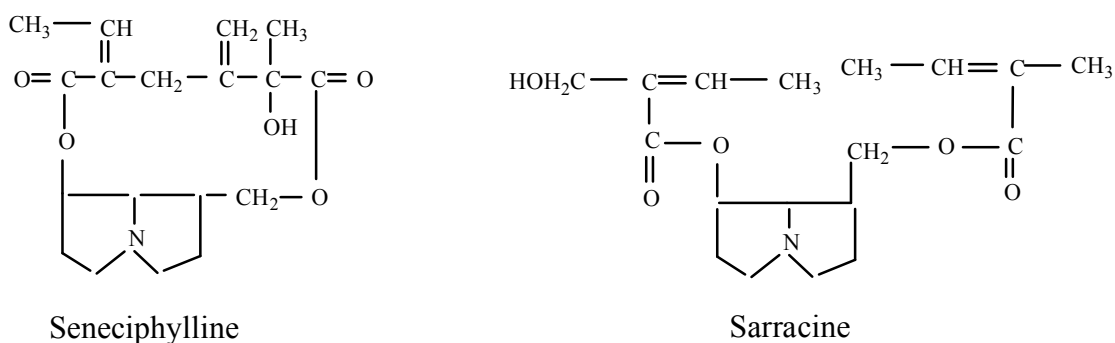
Important works were implemented in the area of synthesis of juvenoids - the analogues of juvenal hormones which cause skin changes in insects. In this case the well known juvenoid - phenoxy carb was obtained not in stages, by the increasing of chain, but by the condensation of two block-syntons.

Application of block-syntons, receiving of which also is possible by extraction from plants and their further modification, was very successful in case of pyrethroide compounds. Pyrethroides are synthetic derivates of chrysanthemic acid, extracted from camomile. We carried out the condensation of various plant phenolic compounds with chrysanthemic acid. It gives an opportunity to receive other activity, together with pyrethroide compound activity. For example, the working team has obtained several adducts of chrysanthemic acid with juglone and its derivates.

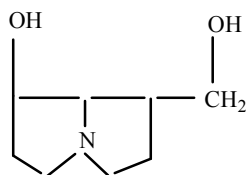
Works in new directions are planned with use of extracts from plant residues. By treatment of  $\alpha$ -pinene obtained from turpentine extracted from the residues received from conifers plants reprocessing have been obtained 4 member cycle containing compounds:



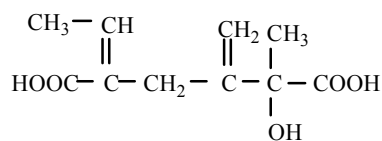
Following alkaloids are received from residues of platyphylline production from Groundsel - *Senecio platyphylloides* Somm.[8]:



By transforming of these alkaloids following block-syntons can be received and used in further condensation reactions:



Platinecine



Seneciphylline acid

By functioning of compounds received from  $\alpha$ -pinene is possible to connect them with alkaloides obtained from residues of platyphylline producing from Groundsel (*Senecio platyphylloides* Somm.), also interaction of phenolic compounds with chrysantemic acid derivatives. Thus, on the basis of interaction of plant biological active fragments it is possible to receive active compounds against the pest-diseases.

Natural product – Emodin have been obtained from Alpine Sorrel *Rumex alpinus* L. by researchers in Kutateladze Institute of pharmacochemistry. It will be used for obtaining new pyrethroide compounds by condensation with chrysantemic acid. It is expected that this compound can reveal insecticide-acaricidal or insecticide-fungicidal activities [9-10].

The treatment of plant with oil emulsion in early spring is effective for fighting against the winter period pests, later non-drying glue belt could be made for protecting plants from creeping pests. Now in Georgia the repellents are not used for plant protection, through there was a positive experience in use of insecticide-repellents. Moreover, the repellent compositions from natural components were elaborated: Eugenol, Izo Eugenol, Citronellol, Geraniol, Turpentine and etc. Testing of joint application of glue belt and repellent against creeping and flying pests was conducted.

Humic substances (HS) are formed in soils, peat's, coals and other natural bodies. HS accumulate nutrients and energy, participate in cations migration, decrease negative impact of toxicants, influence the development of living organism and the heat balance of the planet. HS are stable and have high molecular mass, are polydispersed and contain different functional groups such as amino acids, polysaccharides and benzoic fragments. Humic acids are the main natural complex formatting compounds. Humic acids are forming complex compounds with metal ions and reduce their migration. For the receiving of plant nutrient compositions the humic acid complex promotes the assimilation of microelements by plants. The fight against plant different diseases is available by strengthening immunity, nutrient macro and micro elements containing (Ca, Mg, Fe, Mn, Mo, Co, Cu, Se) liquid and granulates humic preparations. Such nutrient macro and micro elements chelate complex containing preparations in case of leaf splashing are safe, the discharged solution don't contaminate the soil and will be absorbed by plant root system. The preparations are made on the basis of Georgian natural row materials: peats, coals and dolomites.

The fight against plant fungus diseases is available on the basis of zinc and other metals dihydrophosphate preparations that have antibacterial and fungicide qualities.

The application of above mentioned preparations gives the opportunity to provide ecologically safe protection of plants from pest-diseases.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Цицаги М., Церодзе Н., Пруидзе И., Микадзе И., Дolidze А. Новые препаративные формы половых феромонов. Инженерные новости Грузии, 2002, № 2, с. 86-87;
2. З. Чрелишвили, М. Мавров, А. Дolidze, А. Воронков., Э. Серебряков. Синтез 7E,9Z-додекадиенил-1-ацетата, полового феромона *Lobesia Botrans* Schiff. Известия Академии наук СССР, серия химическая, 1993, № 4, ст. 766-768;
3. მ. ციციავი, რ. ჭვლედი, თ. სამსონია, ნ. წეროძე, ა. დოლიძე. 8-დოდეცინ-1-ოლის და 8,10-დოდეკადიენილ-1-ოლის სინთეზის შესახებ. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია, ქიმიის სერია, 2002, 28, 1-2, 77-79;
4. მ. ციციავი, რ. ჭვლედი, ნ. წეროძე, ა. დოლიძე. ფურძნის ჭვის ფერომონის სინთეზის სქემის გაუმჯობესება. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2002, 28, 1-2, 194-196;
5. მიქაძე ი., კასრაძე ვ., ციციავი მ., დოლიძე ა. 3-მეთილ-2E,Z,4E-დეკადიენის მჟავის გერანილის ეთერის – პოტენციური ოვენოიდის სინთეზი. საქ. მეცნ. აკად. მაცნე, ქიმიის სერია, 2000, ტ. 26, № 1-2, გვ. 65-68;
6. D. E. Baldwin, V. M. Loeblich, R. V. Lawrence. Chromatographic Separation of Acid Obtained from Oxidation of Alpha-Pinene. Anal. Chem., 1954, 26 (4), 760-762;

7. Y. Ma, T. R. Willcox, A. T. Russell, T. Andrew, G. Marston. Pinic and pinonic acid formation in the reaction of ozone with alpha-pinene. Chemical communications (Cambridge, England), 2007, 13, 1328-1330;
8. ნვარშანიძე, მკანბე, ი.ჯაფარიძე. აჭარის სასარგებლო მცენარეები. 2009, 249-250;
9. P. A. Музичкина. Природные антрахиноны. Биологические свойства и физико-химические характеристики. Москва, 1998, 450;
10. G. D. Чубинидзе, D. G. Турабелидзе, M. I. Сухарулидзе, Э. О. Онашвили. Способ получения эмодаин-антраона. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2008, 34, 4, 561-564.

### მცენარეთა ღაცვის ეკოლოგიურად უსაფრთხო ზოგიერთი პრეპარატი

ავთანდილ დოლიძე, ირმა მიქაძე, ომარ ლომთაძე, ნინო ქავთარაძე, ნათია ბარბაქაძე  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი  
რეზიუმე

უკანასკნელ წლებში მეტი ყურადღება ეთმობა მცენარეთა დაცვის პრეპარატების ეკოლოგიურ უსაფრთხოებას. წლების განმავლობაში საქართველოს სოფლის მეურნეობაში გამოიყენებოდა ინსტიტუტში შემუშავებული სქესის ფერომონის პრეპარატები (ყურძნის ჭიის, ვაშლის, აღმოსავლეთისა და ქლიავის ნაყოფჭამიებს, არაფარდა პარკიმხვევიასა და მბეჭდავი ქერქიჭამიას საწინააღმდეგოდ). დიდი მნიშვნელობა აქვს ახალი ბიოლოგიურად აქტიური პრეპარატების მიღებას მცენარეული ანარჩენების საფუძველზე ბლოკ-სინტონების გამოყენებით, რაც სამიზნო პროდუქტის გამარტივებული ტექნოლოგიით მიღების შესაძლებლობას იძლევა. საინტერესო იყო მცენარეული მეტაბოლიტის იუგლონისა და მისი ანალოგების კონდენსაცია ქრიზანტემის მჟავის ნაერთებთან ახალი პირეტროიდული ნაწარმების მისაღებად. მნიშვნელოვანია ზეთის ეთულისისა და უშრობი წებოს სარტყლების გამოყენება მცოცავი და მფრინავი მავნებლების საწინააღმდეგოდ. მიღებულია რეპელენტური თვისებების მქონე ნაერთები და შემუშავებულია რეპელენტური კომპოზიციები ბუნებრივი კომპონენტების გამოყენებით. დაგეგმილია სკიპიდარიდან ბლოკ-სინტონების გამოყოფა. ასევე, ენდემური მცენარე - ხარისშუბლადან პლატიფილინის წარმოების ნარჩენებიდან გამოყოფილი ალკალოიდების მოდიფიცირებით საინტერესო ბლოკ-სინტონების მიღება და ბუნებრივი მცენარეული ანტრაქინონის ემოდინის გამოყენება ახალი კომპლექსური მოქმედების ინსექტიციდების მისაღებად. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ბუნებრივი კომპლექსწარმომქმნელი ჰუმინური მჟავების ნაწარმების საფუძველზე მიკრო- და მაკროელემენტებიანი მკვებავი, იმუნიტეტის ასამაღლებელი და დამცავი საშუალებების მიღება. საქართველოს სოფლის მეურნეობაში აღნიშნული პრეპარატების გამოყენება მნიშვნელოვანწილად უზრუნველყოფს მცენარეთა დაცვას ეკოლოგიურად ნაკლებად სასიფათო პრეპარატების გამოყენებით.

### НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ПРЕПАРАТЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

А. В. Долидзе, И. И. Микадзе, О. Г. Ломтадзе, Н. А. Кавтарадзе, Н. Г. Барбакадзе  
Институт физической и органической химии им. П. Г. Меликишвили

#### РЕЗЮМЕ

В последние годы большое внимание уделяется экологической безопасности препаратов защиты растений. В сельском хозяйстве Грузии применялись разработанные в нашем институте препараты половых феромонов (против гроздевой листовёртки, яблонной, сливовой и восточной плодовой жорки, непарного шелкопряда и короеда-типографа). Важное значение имеет получение новых биологически активных препаратов на основе блок-синтонов из растительных отходов. Это даёт возможность получения целевого продукта по упрощенной технологии. Интересны результаты конденсации растительного метаболита юглона и его аналогов с соединениями хризантемовой кислоты для получения новых пиретроидных производных. Важно использование масляной эмульсии и поясов невысыхающего клея против ползающих и летающих вредителей. Получены соединения с репелентными свойствами и составлены репелентные композиции с использованием природных компонентов. Планируется выделение из скипидара некоторых блок-синтонов, а также получение интересных блок-синтонов модифицированием алкалоидов, выделенных из отходов производства платифилина из эндемичного крестовника широколиственного, а также использование природного антрахинона эмодаина для получения новых инсектицидов комплексного действия. Не менее важно получение микро- и макроэлементных питательных, иммуноповышающих и защитных средств на основе продуктов природных комплексообразующих гуминовых кислот. Применение указанных препаратов в сельском хозяйстве Грузии в значительной степени обеспечит экологически безопасную защиту растений.

**SPECTRAL COMPOSITION OF THE ENVIRONMENT GAMMA-RADIATION BACKGROUND**

Nana Kuchava, Platon Imnadze

*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Elefter Andronikashvili Institute of Physics*

One of the possible error sources in neutron activation analysis (NAA) and radiologic research is the improper allowance for the radioactive background of the area where the analysis is performed. The radioactive background of low intensity acquires the additional importance for determination of chemical elements of low content by long-term gamma-ray spectrometry and should be taken into account. The spectral composition of the environment gamma-radiation background has been studied at Andronikaschvili Institute of Physics in the laboratory of neutron activation analysis and radiologic research. Some characteristics of gamma-spectrometers used are presented.

**Key words:** Gamma-radiation, environment, radionuclide, neutron activation analysis

Ionizing radiation of natural nuclides being part of the atmosphere, the earth's crust, water resources as well as constructional materials of man-made buildings, roads, bridges, tunnels etc., is known to form irradiation background of the environment and has permanent effect on living beings.

The primary contribution to the natural radiation background is due to daughter radionuclides of spontaneously fissionable nuclei U-238, U-235, Th-232 having half-life times ( $T_{1/2}$ ) as follows: U-238  $T_{1/2}=4.5\times 10^9$  Y, U-235  $T_{1/2}=7.13\times 10^8$  Y and Th-232  $T_{1/2}=1.405\times 10^{10}$  Y. The average concentration level of such elements as U and Th in the earth's crust is  $2.5\times 10^{-4}$  % and  $1.3\times 10^{-3}$  % respectively. Radionuclide K-40 ( $T_{1/2}=1.4\times 10^9$  Y and the earth's crust concentration 2.5%) as well as cosmic radiation, contributes to the radiation background of the environment. In addition to these radionuclides decay products of Cs-137, Cs-134, Ru-106 are also observed in the background gamma- spectra.

The changes of radiation background to a considerable extent are caused by nuclear weapons tests and nuclear device accidents. Gradually fission products with different half-life times are added to the existing radiation background due to such phenomena as the Chernobyl accident. After the Chernobyl accident not only  $1.6\times 10^{18}$  Becquerel (Bq) of I-131 and  $8.5\times 10^{16}$  Bq of Cs-137 but many other radionuclides were released into the environment [1-3].

Studies of population exposure to natural background irradiation have been given proper attention in many countries beginning from the second part of the past century up to now. Concentration levels of natural K-40 and man-made Cs-137 radionuclides in atmospheric fallouts, mushrooms and soil from Rogosno area of Poland in 1984-1988 were covered in study [4]. Appreciable increase of Cs-137 radioactivity (up to tenfold) was observed in 1986. The correlation between the content of the above-mentioned elements in mushrooms and soil was not found. Experimental data on radioactivity levels of Cs-134, Cs-137 and Ru-106 studied in selected regions of forest ecosystems in Finland and southern Poland after the Chernobyl accident were given in [5]. Measurements were performed by Ge(Li) detector with high resolution. Th-232, U-235 and K-40 content in variety of materials were discussed in [6]. Gamma-radiation spectra were taken for comparatively long time - 10 hours. Radiation background of natural and man-made radionuclides and dose loadings of population in Georgia were studied in [7]. The existing geophysical division of Georgian territory into districts was taken into account. The content of Cs-137 in soil was determined and the Chernobyl effect was estimated.

Andronikashvili Institute of Physics starting from April, 1986 has been systematically monitoring the environment background [8]. Immediately after the accident in May, 1986 the radiation background in Tbilisi region was increased 2.5-3 times [8]. Gamma-spectrum studies of rain water, defoliation, soil and some food product samples showed discharge of fission products: Zr-95, Nb-95, Ru-103, Ru-106, Te-129m, I-131, I-132, Te-132, Cs-134, Cs-136, Cs-137, Ba-140, La-140, Ce-141, Ce-144 [9-10]. Most of the activity (about 75%) decayed in a month and the levels approached those measured normally from natural thorium and uranium background. The difference was due to the radionuclides with short  $T_{1/2}$ , such as I-131, I-132, Te-132, Ba-140, La-140.

One of the possible error sources in NAA (which is a multielement technique with high precision and sensitivity of determination of chemical elements content) and in radiologic research is the improper allowance for the radioactive background of the area where the analysis is performed. The identification of interfering gamma-radiation background energies at the beginning of the seventies and eighties of the last century is discussed in studies [11, 12]. When it is necessary to perform long-term gamma measurements for the determination of chemical element low content, the radioactive background of low intensity acquires additional importance and should be taken into account.

Our paper seeks to investigate the environmental background with modern more sensitive facilities and compare the new and old spectra, which may be quite informative and useful for correct performance of neutron activation analysis and radiologic research.

The specification parameters of the semiconducting detectors used for gamma-radiation background measurements in experiments at different times are given in Table 1. It should be noted that registration efficiency is given in the relative units that considerably differ from the absolute ones.

Table 1. Specification parameters of the semiconducting detectors used for gamma-radiation background measurements in experiments at different times

N	Type of detector	Active zone volume, cm <sup>3</sup>	Relative efficiency, %	Peak/Compton ratio	Resolution KeV
1	DGL-4E	25	3.6	20	2.5
2	EGL-20VF	114	20.5	44	2.1
3	Closed- Coaxial Ge	138	30	58	1.8

In the first case (the seventies of the last century) gamma-spectrometry of the environment background was performed by a semiconducting detector DGL-4E, manufactured by the French firm "Saip" and connected to the 4096-channel "Tridak" type analyzer. 26 photo peaks were detected in the spectrum of the environment background. In the second case (the eighties-nineties) the EDL-20VF germanium detector in complex with the 4096-channel analyzer, manufactured by the French firm "Intertechnique," was used and 45 photo peaks were detected in the spectrum. In the third case (September, 2009) the gamma spectrum of the environment background was measured by the Closed-Coaxial Ge detector (Canberra firm) connected to the 8196-channel analyzer (Inspector-2000). In this case 98 photo peaks were detected. The distinction in the quantities of detected peaks is due to the difference of detector's parameters (Table 1).

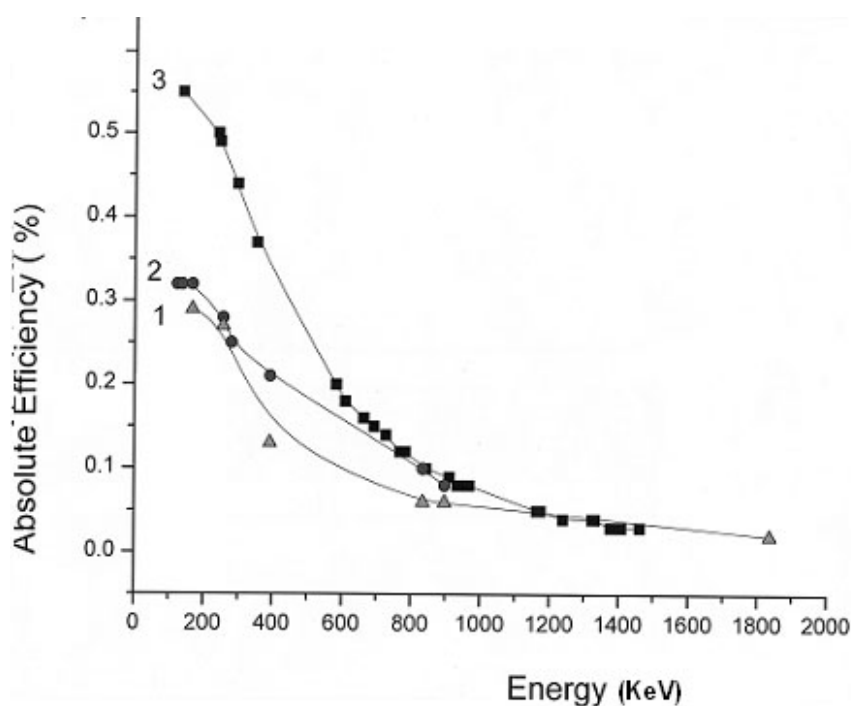


Fig.1. Dependences of the absolute efficiency of gamma-ray registration on energy



Fig. 1 gives the dependences of absolute efficiency of gamma-ray registration on their energy plotted for each detector: in the first and second cases the plotting was based on the use of standard gamma-sources (OSGI) made in the USSR, whereas in the third case the absolute efficiency curve was plotted by means of embedded software of Canberra firm. As it is shown in Fig.1 the absolute efficiency of gamma-rays registration depends on the irradiation energy and in the range 150-1500 KeV is described by a decreasing exponential function. Having such dependences it is possible to determine true intensity values of the lines under study.

The gamma-spectrum of the environment background measured in September, 2009 by Canberra equipment for 18 hours is given in Fig. 2.

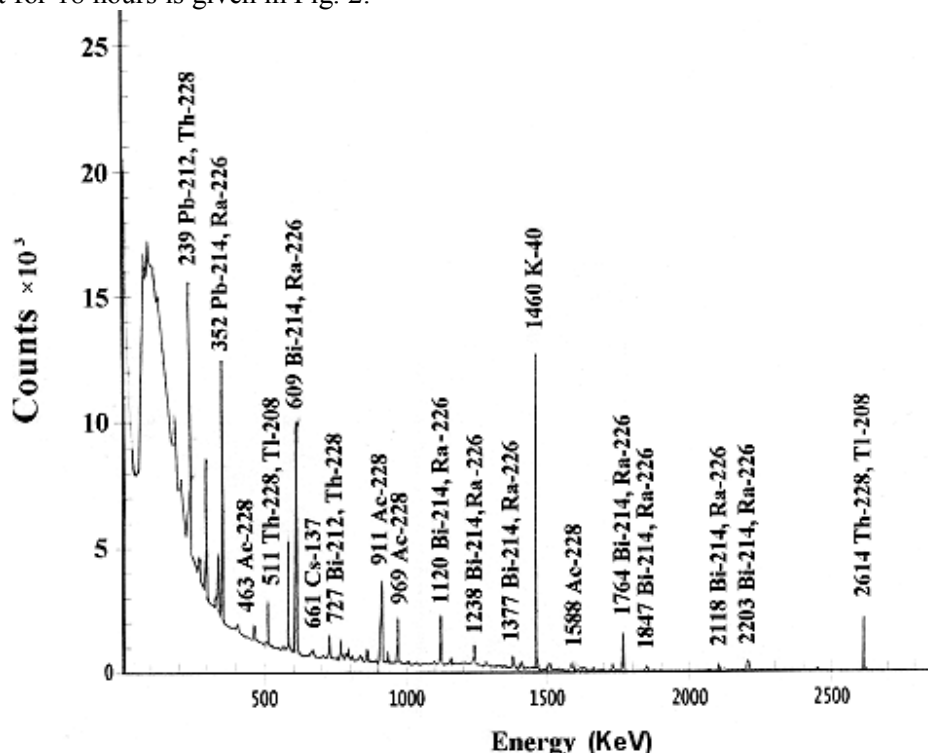


Fig. 2. Gamma-radiation of the environment background spectrum

There are many photo peaks belonging to different chemical elements in the spectrum. It can be seen from Fig. 2 that many of them are superposition of lines belonging to several nuclides. As the picture is very busy only most intensive lines of radionuclides are identified: Ra-226, Pb-214, Bi-214 (decay products of U-238) and Pb-212, Ac-228, Th-228 (decay products of Th-232). Photo peak with energy 186 KeV is superposition of two radionuclide lines: U-235 and Ra-226. Radionuclide Ra-226 is presented in the background gamma spectrum by some more energies: 242, 295, 352, 609, 665, 768, 785, 806, 934, 1120, 1155, 1238, 1281, 1377, 1401, 1408, 1509, 1661, 1729, 1764, 1847, 2118, 2204, 2447 KeV. In the startup region of the spectrum, lines with energy of 242, 295 and 352 KeV can be attributed to radionuclide Pb-214, with other radionuclides also contributing to the lines. As to Bi-214 it is presented in the spectrum by high-intensity lines 609, 1120, 1238, 1764 KeV and comparatively low-intensity lines: 768, 1377, 1408, 1847, 2118 and 2203 keV. Photo peaks with energies 239, 277, 322, 338, 511, 583, 727, 860, 911, 969, 2614 KeV can be attributed to most intensive gamma-radiation lines of radionuclides: Th-228, Ac-228, Pb-212, Bi-212, Tl-208 belonging to Th-232 chain. Due to long-term measurements (18 hours) less intensive lines can be seen in the spectrum: Ac-228, Th-228, Cs-137, Bi-212, Pb-212, Bi-214, Ra-226 with energies: 129, 209, 270, 300, 328, 409, 463, 661, 785, 795, 965, 1588, 1620, 1661 KeV.

A comparison of Cs-137 content in the environment background spectra registered in September, 2009 and in the early seventies and eighties of the last century was carried out. Concentration of Cs-137 fission products in the environment background according to the first spectrum was shown to be 4 times higher than that according to the last-named spectrum [11, 12]. In a year the abovementioned measurements were repeated: concentration of Cs-137 was approximately the same as before.

A detailed investigation of the environment gamma-background was performed. The identification of spectra proposed in the paper can have practical significance for neutron activation analysis and radiologic research in case of need for long term gamma measurements for given chemical element content determination, when the radioactive background of low intensity acquires additional importance and should be taken into account accurately, especially in cases when measurements are in the vicinity of the detection limit of the equipment used.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. *Katamadze N., Kuchava N., Mosulishvili L., Tsitskishvili M.* Bull. Georg. Acad. Sci., 1998, 157, 2, p. 213-216.
2. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation . United Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, 1988 Report to the General Assembly, with annexes. 1988, p. 309-374.
3. Medical Consequences of the Chernobil Accident. Results of AIFECA pilot projects and corresponding national programs, Scientific Report of World Health Organization 1996.
4. *Bem H., Lasota W., Kusmiere E., Witusik M. J.* Radioanal. and Nucl. Chem., Letters, 1990, 115, 1, p. 39-46.
5. *Jasinska M., Korac K., Mietelski J.W., et al.* J. Radioanal. and Nucl. Chem., Letters, 1990, 146, 1, p.1-13.
6. *Jagam P. and Simpson. J. J.* Nucl. Instr. Meth. 1993, A 324, p. 389-398.
7. *Diasamidze R., Katamadze N., Lomsadze N., et. al.* Radiatsiuli Gamokvlebebi [Radiation Studies], 1998, 8, 230-242.
8. *Katamadze N., Mosulishvili L., Kuchava N., et.al.* Radiatsiuli Gamokvlebebi [Radiation Studies], 1994, p. 263-271.
9. *Katamadze N., Kuchava N., Mosulishvili L., et. al.* Proc. of GAS. Biological series. 1995, 21, 1-6 p.189-194.
10. *Mosulishvili L., Shonia N., Katamadze N., Ginturi E.* Radiatsiuli Gamokvlebebi [Radiation Studies], 1994, 7, p. 252-262.
11. *Mosulishvili L.M., Kharabadze N.E., Tevzieva T.K. J.* Atomnaya Energia, 1973, 35, 4, p. 275-276.
12. *Mosulishvili L. M.* Doctoral Thesis, 1983, Tbilisi, p.153-159.

#### ბარემოს გამა-რადიაციული ფონის სპექტრალური შემადგენლობა

ნანა კუჭავა, პლატონ იმნაძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ელეფთერ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტი

#### რეზიუმე

ნეიტრონული აქტივაციური ანალიზის (ნაა) და რადიოლოგიური გამოკვლევების ცდომილებათა ერთერთ მიზეზს წარმოადგენს გარემოს იმ ადგილის გამა-რადიაციული ფონის სპექტრალური შემადგენლობა, სადაც წარმოებს გამა-სპექტრომეტრული გაზომვა. მცირე ინტენსივობის რადიაციული ფონი იძენს განსაკუთრებულ მნიშვნელობას და მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული მაშინ, როცა დაბალი კონცენტრაციის ქიმიურ ელემენტთა განსაზღვრისათვის საკვლევი ნიმუშის გაზომვა წარმოებს ხანგრძლივი დროის განმავლობაში. გარემოს გამა-რადიაციული ფონის სპექტრალური შემადგენლობა შესწავლილ იქნა ელეფთერ ანდრონიკაშვილის ფიზიკის ინსტიტუტში ნაა და რადიოლოგიურ გამოკვლევათა ლაბორატორიაში. სამუშაოში წარმოდგენილია აგრეთვე, ზემოაღნიშნულ გაზომვებში გამოყენებული გამა-სპექტრომეტრების ზოგიერთი მახასიათებელი.

#### СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ГАММА-РАДИАЦИОННОГО ФОНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Н.Е.Кучава, П.М.Имнадзе

Тбилисский Государственный Университет имени Иване Джавахишвили  
Институт физики имени Элефтера Андроникашвили

#### РЕЗЮМЕ

Одной из причин ошибок нейтронного активационного анализа (НАА) и радиологических исследований является неправильный учёт спектрального состава гамма-радиационного фона того места, где происходит гамма-спектрометрическое измерение исследуемого образца. Окружающий гамма-радиационный фон малой интенсивности приобретает дополнительное значение и должен точно учитываться в тех случаях когда с целью определения химических элементов низкой концентрации производится долгосрочное измерение. Исследование спектрального состава гамма-радиационного фона было проведено в лаборатории НАА и радиологических исследований Института физики имени Элефтера Андроникашвили. В работе также представлены некоторые характеристики использованных в измерениях гамма-спектрометров.

**მცენარეული ნედლეულის გამოყენება სამკურნალო საშუალებების მისაღებად**

ნინო ქავთარაძე, თემურ ალავეძე, ირმა მიქაძე, რუსუდან ურიდია, ავთანდილ დოლიძე  
 ქიმიური ეკოლოგიის პრობლემათა ლაბორატორია, სსიპ პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და  
 ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო, [kavtaradze\\_n@yahoo.com](mailto:kavtaradze_n@yahoo.com)

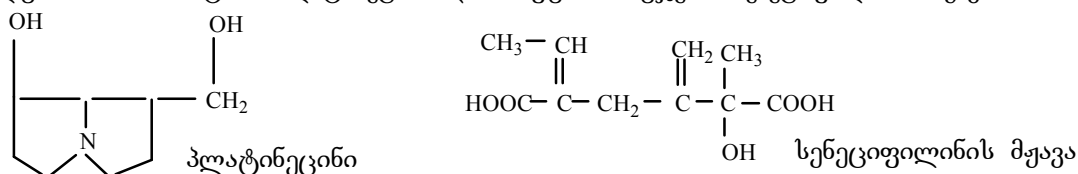
ადგილობრივი ნედლეულიდან (ხარისშებლა, წიწვოვანი მცენარეები, ალბური მჟაუნა, ყურძნის წიპწა) გამოყოფილი მცენარეული მეტაბოლიტებისა და მათი ნაწარმების საფუძველზე ნაერთების მიღება აფართოებს ახალი ბუნებრივი ნახშირწყალბადოვანი, ანტრაქინონური და ალკალიოიდური ბლოკ-სინტონების მიღებისა და გამოყენების შესაძლებლობებს, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მთელი რიგი საინტერესო სტრუქტურის მქონე ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები. მათ საფუძველზე კი შესაძლებელია ახალი სამედიცინო დანიშნულების პრეპარატების მიღება

ქიმიური საშუალებების დამზადება შესაძლებელია როგორც ქიმიური სინთეზის გზით, ასევე მცენარეული ნედლეულიდან და კომბინირებულად. უკანასკნელ შემთხვევაში, მცენარეული ნედლეულიდან გამოყოფილი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების მოდიფიცირებით მიიღება გაძლიერებული თვისებების მქონე ეკოლოგიურად მისაღები სამკურნალო საშუალებები. ბოლო დროს თანამედროვე სამედიცინო საშუალებების ნომენკლატურაში სულ უფრო მეტად იზრდება მცენარეული ნედლეულიდან გამოყოფილი აქტიური საწყისების საფუძველზე სინთეზირებული ახალი სამკურნალო პრეპარატების რაოდენობა. ამასთან დაკავშირებით, მეცნიერულ და პრაქტიკულ ინტერესს იძენს საქართველოში არსებული მცენარეული ნედლეულის რაციონალური გამოყენება სამედიცინო დანიშნულების მქონე ნაერთების მისაღებად. მიღებული ფრაგმენტების ურთიერთდაკავშირებით შესაძლებელია მთელი რიგი სხვადასხვა ბიოლოგიური აქტივობის მქონე ახალი ნაერთების მიღება.

განსაკუთრებით საინტერესოა არსებული საწარმოო მცენარეული ნარჩენების გამოყენება სასარგებლო პროდუქციის მისაღებად. საქართველოში დიდი ხანია დანერგილია ხარისშებლადან (*Senecio platyphylloides* Somm.) პლატიფილინის წარმოება (ქბათუმი, ფარმაცეპტული ქარხანა შპს “ბათფარმა”). წარმოების ძირითად პროდუქტს წარმოადგენს პლატიფილინი (პლატიფილინის ღვინის მჟავას კომპლექსური მარილი). ხარისშებლა კავკასიის ენდემია. გვხვდება აჭარაში, სვანეთში, რაჭაში, მესხეთში, მცირე კავკასიონზე. დადგენილია, რომ აფხაზეთისა და სვანეთის მარაგები ნაკლებრენტაბელურია ალკალიოიდების დაბალი შემცველობის გამო, ხოლო ბაკურიანში, ზეკარისა და გოდერძის უღელტეხილებზე, ბახმაროში ხარისშებლა პლატიფილინის განსაკუთრებით მაღალი შემცველობით გამოირჩევა. მცენარის დაცვის მიზნით, მე-20 საუკუნის 60-იანი წლებიდან შექმნილი იყო ალკეტილები ბახმაროსა და გომის მთაზე. ხარისშებლას პლანტაციების გაშენება პერსპექტიულია როგორც ეკოლოგიური, ასევე ეკონომიკური თვალსაზრისით.

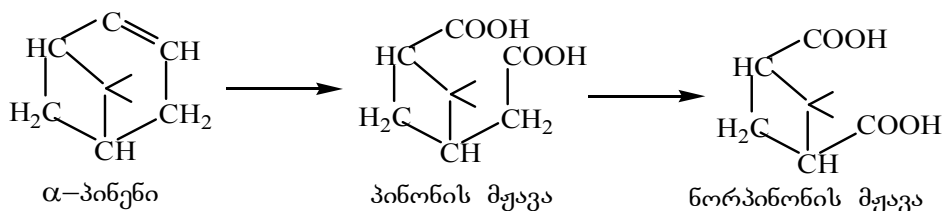
ხარისშებლას ყველა ორგანო შეიცავს ალკალიოიდებს. მათგან აღსანიშნავია პლატიფილინი, სენეციფილინი, სარაცინი და სხვ. ალკალიოიდების ჯგუფური შემცველობა 0.6-3%-ია, ალკალიოიდების ჯამური რაოდენობის 30%-ს პლატიფილინი შეადგენს, სენეციფილინი კი 40-60%-ს. არსებობს ხარისშებლას სხვადასხვა ფორმები, რომლებიც პლატიფილინსა და სარაცინს სხვადასხვა თანაფარდობით შეიცავენ, ამიტომ მიღებულია მათი დაყოფა პლატიფილინურ და სარაცინულ ფორმებად. ხარისშებლას ალკალიოიდები მიეკუთვნებიან პიროლიზიდინურ ჯგუფს [1,6].

პლატიფილინის წარმოების გამოყენებულ ნარჩენებში მაღალია სხვა ალკალიოიდების შემცველობა (სენეციფილინისა და სარაცინის). აღნიშნული ალკალიოიდების გარდაქმნებით შესაძლებელია აქტიური ფრაგმენტების მიღება. სენეციფილინისა და სარაცინის ჰიდროლიზით მიიღება ორატომიანი ჰეტეროციკლური ამინოსპირტი - პლატინეცინი და ორფუძიანი უჯერი სენეციფილინის მჟავა:

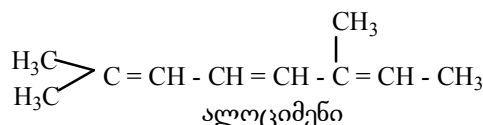


ამგვარად, ამ მცენარეული წარმოშობის ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთების საფუძველზე, მათი სხვა ცნობილ ბიოლოგიურად აქტიურ ფრაგმენტებთან ურთიერთდაკავშირებით შესაძლებელია ახალი, გაუმჯობესებული თვისებების მქონე სხვადასხვა სამედიცინო დანიშნულების ნაერთების მიღება. აღსანიშნავია, რომ სამუშაო ჯგუფს გააჩნია მცენარეული მეორადი მეტაბოლიტის იუგლონისა (5-ჰიდროქსი-1,4-ნაფთოქინონი) და მისი ნაწარმების საფუძველზე ახალი პირეტროიდული ნაერთების სინთეზის გამოცდილება [4].

ასევე საინტერესოა წიწვოვანი მცენარეებიდან გამოყოფილი ტერპენული ზეთი - სკიპიდარიდან მიღებული  $\alpha$ -პინენი, რომელიც ბიციკლური ტერპენია. პინენები მწერების ქიმიური კომუნიკაციის მნიშვნელოვანი რეგულატორები არიან.  $\alpha$ -პინენი (2,2,6-ტრიმეთილბიციკლო-[3,1,1]-2-ჰექსენი) სკიპიდარის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია (70-90%), პინენებს ასევე მრავალი მცენარის ეთერზეთები შეიცავენ.  $\alpha$ -პინენის გარდაქმნებით შემდეგი სინთეზური ფრაგმენტები მიიღება - ჰემ-დიმეთილციკლოპენტანის შემცველი ბლოკ-სინტონები [3,5]:



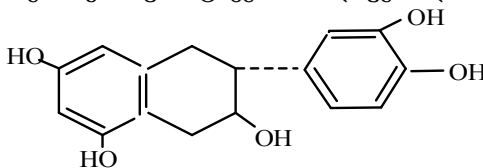
და ასევე ღია-ჯაჭვიანი C<sub>10</sub> ნახშირწყალბადოვანი ნაწარმი:



ამ ნაერთების სხვა აქტიურ საწყისებთან ურთიერთქმედებით შესაძლებელია ახალი სამედიცინო დანიშნულების ნივთიერებების მიღება.

მცენარე - ალპური მჟაუნადან (*Rumex alpinus L*, ყაზბეგის რაიონი.) შესაძლებელია ემოლინის (6-მეთილ-1,3,8-ტრიჰიდროქსიანტრაქინონი) გამოყოფა. იგი ბუნებრივი ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთია. ანტრაქინონები ფარმაკოლოგიური მოქმედების ფართო სპექტრით ხასიათდებიან, გამოიყენებიან როგორც ანტიმიკრობული, ჭრილობის დასამუშავებელი და სხვ. საშუალებები. აღსანიშნავია, რომ ანტრაქინონების აღდგენილი ფორმები - ანტრონები ფართოდ გამოიყენება კანის სხვადასხვა დაავადების სამკურნალოდ, როგორცაა სირსველა, ფსორიაზი, ეგზემა და სხვ. [7]. ემოლინის შემდგომი გარდაქმნით მიღებული ემოლინ-ანტრონი, რომლის გამოყენებაც რეკომენდირებულია დერმატოლოგიაში [8]. ბოლო წლებში აქტუალური გახდა ემოლინის გამოყენება სხვადასხვა სამკურნალო საშუალებების მისაღებად. ემოლინის ფენოლური ჯგუფების გამოყენებით შესაძლებელია როგორც რთული, ასევე მარტივი ეთერული ნაერთების მიღება.

ბოლო დროს გამოვლენილია ანტიოქსიდანტების ახალი ჯგუფი - მცენარეული პოლიფენოლები (კატექინები, ანთოციანები, ფენოლური მჟავები და სხვ.). პოლიფენოლებს განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით შეიცავს ყურძნის წიპწა და სხვ. ამჟამად ინტენსიურად შეისწავლება ყურძნის წიპწის, როგორც კანის დამცავი ანტიოქსიდანტის გამოყენების შესაძლებლობა. ყურძნის წიპწიდან მიღებული ანტიოქსიდანტური კომპონენტები გამოიყენება დერმატოლოგიური და კოსმეტოლოგიური კომპოზიციების შემადგენლობაში. ყურძნის წიპწის ექსტრაქტი შეიცავს პროანტროციანიდინების დიმერებს, ტრიმერებს, ტეტრაიმერებსა და პენტამერებს, მონომერი კი უმარტივესი პოლიფენოლი - კატექინია [2]:



ამრიგად, ადგილობრივი ნედლეულიდან გამოყოფილი მცენარეული მეტაბოლიტებისა და მათი ნაწარმების საფუძველზე ნაერთების მიღება აფართოებს მცენარეული ანარჩენებიდან ახალი

ნახშირწყალბადოვანი, ანტრაქინონური და ალკალოიდური ბლოკ-სინტონების მიღებისა და გამოყენების შესაძლებლობებს, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ მთელი რიგი საინტერესო სტრუქტურის მქონე ბიოლოგიურად აქტიური ნაერთები, ხოლო მათ საფუძველზე კი შესაძლებელია ახალი სამედიცინო დანიშნულების პრეპარატების მიღება.

### ლიტერატურა-LITERATURA-REFERENCES

1. ვარშანიძე ნ., ვანიძე მ., ჯაფარიძე ი. აჭარის სასარგებლო მცენარეები. 2009, 249-250;
2. ქარქაშაძე ნ., ტავლაშვილი ე., კუბლაშვილი რ. კანის დაბერება და ანტიოქსიდანტები. *მეცნიერება და ტექნოლოგიები*, 2006, 7-9, 44-47;
3. Baldwin D. E., Loeblich V.M., Lawrence R. V. Chromatographic Separation of Acid Obtained from Oxidation of Alpha-Pinene. *Anal. Chem.*, **1954**, 26 (4), 760-762;
4. Dolidze A., Chedia R., Kavtaradze N., Miseviciene L., Miliukiene V., Nemeikaite-Ceniene A, Cenas N. Redox properties of chrysanthemis acid esters of hydroxynaphthoquinones: Implications for their toxicity in mammalian cells. *Chemija*, 2009, v.20, N2, 116-119;
5. Ma Y., Willcox T. R., Russell A.T., Andrew T., Marston G. Pinic and pinonic acid formation in the reaction of ozone with alpha-pinene. *Chemical communications (Cambridge, England)*, 2007, 13, 1328-1330;
6. Suau R., Cabezudo B., Rico R., Nájera F., López-Romero J.M., García A.I. Pyrrolizidine alkaloids from three Spanish *Senecio* species. *Biochemical Systematic and Ecology*, 30, 10, 2002, 981-984
7. Музичкина Р.А. Природные антрахиноны. Биологические свойства и физико-химические характеристики. Москва, 1998, 450;
8. *Чубинიძე გ.დ., ტურაბელიძე დ.გ., სიხარულიძე მ.ი., იანიშვილი ე.ო.* Способ получения эмодин-антраона. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2008, 34, 4, 561-564.

### USE OF PLANT RAW MATERIALS FOR OBTAINING OF MEDICAL MEANS

Nino Kavtaradze, Temur Alavidze, Irma Mikadze, Rusudan Uridia, Avtandil Dolidze  
*Laboratory of chemical ecology problems, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

### SUMMARY

Getting compounds on the basis of plant metabolites and their derivatives isolated from local plant raw materials (groundsel, coniferous plants, alpine sorrel, grape stones) makes possible to obtain and use new natural hydrocarbone, anthraquinone and alkaloid block-syntones. It gives an opportunity to receive variety of interesting biologically active substances. Obtaining of new medical preparations on the basis of them is possible.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ СРЕДСТВ

Н.А.Кавтарадзе, Т.Г.Алавидзе, И.И.Микадзе, Р.З.Уридия, А.В.Долидзе  
*Лаборатория проблем химической экологии,  
Институт физической и органической химии им. П.Г.Меликишвили*

### РЕЗЮМЕ

Получение соединений на основе растительных метаболитов и их производных, выделенных из местного растительного сырья (крестовник, хвойные растения, альпийский щавель, виноградные косточки), расширяет возможность получения и применения новых природных углеводородных, антрахиноновых и алкалоидных блок-синтонов. Это дает возможность получения целого ряда интересных биологически активных веществ, на основе которых возможно получение новых медицинских препаратов.

**პრეპარატების “ანტიპესტის” და “თუთიის დიჰიდროფოსფატის” ნარჩენი  
რაოდენობების განსაზღვრა ქურძის წვენი და ღვინოში**

ლიანა შუბლაძე, ავთანდილ დოლიძე\*, ომარ ლომთაძე\*, ლუდმილა ცხვედაძე, ლეილა  
თარალაშვილი, მაკა მახათაძე

*სსიპ საქართველოს მეხეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტი  
\*სსიპ პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

დასავლეთ საქართველოში გავრცელებულ მავნებელ-დაავადებათა შორის უარყოფითი სამეურნეო მნიშვნელობით გამოირჩევიან ცრუფარიანები (ფქვილისებრი ცრუფარია - *Planococcus citri* Risso, იმერული ბალიშა ცრუფარია - *Neopulvinaria imeretina* Hady) და სიღამპლეები. ცრუფარიანას მიერ დაზიანებულ ვაზზე განვითარებულია - თეთრი ცვილისებრი ძაფებისაგან შემდგარი საკვერცხე ჩანთები, რომლებშიც დედალი ცრუფარიანა ათავსებს კვერცხებს. ჩანთიდან გამოსული მატლები იწყებენ კვებას, შედეგად ფოთლები ძარღვების მიმართულებით ყვითლდება, კლერტი ჭკნება, ვაზი მთლიანად ზეთოვანი და კრიალა ხდება, ნაყოფი ზრდადუმთავრებელი რჩება. ამავე დროს მავნებლის მიერ ტკბილ წებოვან გამონაყოფზე სახლდება საპროფიტი სოკო - კანოდიუმი, რომელიც ჭვარტლივით შავი ფიფქით ფარავს ვაზის შტამბს, ფოთლებს, ყლორტებს, აუარესებს ყურძნის ხარისხს და აქვეითებს საბაზრო ღირებულებას.

საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის №516/8 გრანტის პროექტის შესრულების ფარგლებში, ზესტაფონის რაიონის სოფ. ვაჭვეში (მეხეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტის ექსპერიმენტალურ ბაზაზე) ჩატარდა ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტში შემუშავებული ეკოლოგიურად ნაკლებად სახიფათო პრეპარატების - ინსექტოაკარიციდ “ანტიპესტი“-ს და ფუნგიციდ “თუთიის დიჰიდროფოსფატი“-ს სავსე გამოცდა. “ანტიპესტი” გამოიცადა ფქვილისებრი და იმერული ბალიშა ცრუფარიანების წინააღმდეგ ვაზის ჯიშებზე “ცოლიკოური” და “ციცქა”, ხოლო “თუთიის დიჰიდროფოსფატი” გამოიცადა სიღამპლეების წინააღმდეგ ჯიშ “კრახუნაზე”.

სოფ. ვაჭვეის ექსპერიმენტალურ ბაზაზე სავსე გამოცდებისათვის ნაკვეთი შერჩეულ იქნა 2009 წელს შემოდგომაზე, სადაც საცდელად გამოყოფილი იყო ფქვილისებრი და იმერული ბალიშა ცრუფარიანებით დაზიანებული ვაზები.

ცრუფარიანების წინააღმდეგ ჩატარდა საცდელი ვაზების სამჯერადი დამუშავება პრეპარატ “ანტიპესტის” სხვადასხვა კონცენტრაციის (0.02, 0.05, 0.07%) ხსნარებით.

სიღამპლეების წინააღმდეგ “თუთიის დიჰიდროფოსფატი“-ს გამოსაცდელად შერჩა ნაკვეთი, სადაც 2009 წელში აღინიშნა ნაცრისფერი სიღამპლის კერა. საცდელი ვაზები სამჯერადად დამუშავდა პრეპარატ “თუთიის დიჰიდროფოსფატი“-ს 1%-იანი ხსნარით. მიღებული შედეგები დამაკმაყოფილებელია. ჩატარებული აღრიცხვის მონაცემებით იმერულა ბალიშა და ფქვილისებრი ცრუფარიანების წინააღმდეგ გამოცდილი “ანტიპესტის” ვარიანტში ცრუფარიანების სიკვდილიანობა შესაბამისად არის 80,0% და 82,0%, საკონტროლოზე სიკვდილიანობა არ შეინიშნებოდა. “თუთიის დიჰიდროფოსფატი“-ს ვარიანტში საცდელ ვაზებზე სიღამპლეები არ დაფიქსირდა. საკონტროლო ვაზებზე აღრიცხული სიღამპლის გავრცელება 10%-მდეა.

გამოყენებული პრეპარატებით დამუშავებულ საცდელ ვაზებზე არ აღინიშნა ფიტოტოქსიკურობა.

მეხეობის, მევენახეობისა და მეღვინეობის ინსტიტუტის ცენტრალურ ლაბორატორიაში როველის პერიოდში საცდელ ნაკვეთიდან ვარიანტების მიხედვით საანალიზოდ მოკრეფილი ყურძნის ნიმუშების წვენის შაქრიანობისა და ტიტრული მჟავიანობის გარდა განისაზღვრა: ცოლიკოურის და ციციქას წვენში ციპერმეტრინის, ხოლო კრახუნაში თუთიის ნარჩენი რაოდენობა. ციპერმეტრინის შემცველობა განისაზღვრა აიეთხევადი ქრომატოგრაფიის მეთოდით, ხოლო თუთიის შემცველობა ატომურ-აბსორბციულ სპექტრომეტრზე AAnalyst 400 (ფირმა “PerkinElmer”, აშშ), ტალღის სიგრძე 213,86 ნმ., საკვლევი ნიმუშის მუფელის ლუმელში მშრალი დანაცრების შემდეგ [1,2]

ყურძნის წვენის ანალიზის შედეგების მიხედვით (ცხრილი 1), “ანტიპესტი” დამუშავებული ვაზებიდან მოწეულ ყურძნის წვენში არ აღინიშნა ციპერმეტრინის შემცველობა. მიუხედავად იმისა, რომ “თუთიის დიჰიდროფოსფატი” დამუშავებულ “კრახუნა“-ს ყურძნის წვენში თუთიის შემცველობა 2-ჯერ მეტია, ვიდრე საკონტროლო ვაზებიდან მიღებულ ყურძნის წვენში. თუთიის შემცველობა მაინც მნიშვნელოვნად დაბალია სტანდარტით დადგენილ ზღვრულ ნორმაზე (10მგ/ლ),

### ცხრილი 1. ყურძნის წვენის საცდელი და საკონტროლო ნიმუშების ანალიზის შედეგები

№	ნიმუშის დასახელება	შაქარი, %	ტიტრული მჟავიანობა, გ/დმ <sup>3</sup>	ციპერმეტრინის ნაშთი, მგ/დმ <sup>3</sup>	თუთიის ნაშთი, მგ/დმ <sup>3</sup>
1	ცოლიკოური – ანტიპესტიტ დამუშავებული	20,9	6,45	არ აღმოჩნდა	-
2	ცოლიკოური - საკონტროლო	21,0	5,62	-	-
3	ციცქა – ანტიპესტიტ დამუშავებული	17,5	6,2	არ აღმოჩნდა	-
4	ციცქა – საკონტროლო	16,2	6,97	-	-
5	კრახუნა – თუთიის დიჰიდროფოსფატიტ დამუშავებული	21,8	6,0	-	0,827
6	კრახუნა – საკონტროლო	19,9	5,92	-	0,401

ყურძნის წვენიდან მიღებულ ღვინომასალებში (პირველი გადაღების შემდეგ) განისაზღვრა, როგორც ძირითადი პარამეტრები [3], ასევე ციპერმეტრინის და თუთიის შემცველობა (ცხრილი 2).

### ცხრილი 2. ღვინომასალების ძირითადი პარამეტრების ანალიზი

№	ნიმუშის დასახელება	ეთილის სპირტი მოც., %	შაქარი, გ/ლ	ტიტრული მჟავიანობა, გ/ლ	აქროლადი მჟავები, გ/ლ	დაყვანილი ექსტრატი, გ/ლ	ციპერმეტრინის ნაშთი, მგ/დმ <sup>3</sup>	თუთიის შემცვ., მგ/ლ
1	ციცქა დამუშავ.	11.1	1.5	5.8	0.4	17.3	არ აღმოჩნ.	
2	ციცქა საკონტრ.	11.9	2.0	5.1	0.35	17.0	არ აღმოჩნ.	
3	ცოლიკოური დამუშავ.	9.9	0.9	6.5	0.5	16.8	არ აღმოჩნ.	
4	ცოლიკოური საკონტრ.	9.7	0.8	6.6	0.6	16.2	არ აღმოჩნ.	
5	კრახუნა დამუშავ.	12.1	2.0	5.8	0.51	16.9		0.2
6	კრახუნა საკონტრ.	11.1	1.2	5.5	0.61	16.5		0.18

მიღებულმა შედეგებიდან ჩანს, რომ საცდელ და საკონტროლო ობიექტებიდან მოწეული მოსავლისგან დამზადებულ ღვინომასალების ხარისხის განმსაზღვრელი ძირითადი პარამეტრების მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად არ განსხვავდება. აღსანიშნავია “თუთიის დიჰიდროფოსფატიტ” დამუშავებულ კრახუნაში სპირტის შედარებით მაღალი შემცველობა, ასევე ის ფაქტი, რომ დაყვანების შედეგად “დამუშავებული” კრახუნას ღვინომასალიდან ხდება თუთიის გამოლექვა. შედეგად თუთიის

შემცველობა “დამუშავებულ” და “საკონტროლო” კრახუნასგან მომზადებულ ღვინომასალაში თითქმის ერთ ღონეზეა.

მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ *შემუშავებული პრეპარატების “ანტიპესტის” და “თუთიის დიჰიდროფოსფატის” ცრუფარიანების და სიღამპლეების წინააღმდეგ* გამოყენება გავლენას არ ახდენს ყურძნის წვენი და მიღებული ღვინომასალის ქიმიურ შემადგენლობაზე. სურსათის უვნებლობის დღეისათვის არსებული გამკაცრებული მოთხოვნების ფონზე მნიშვნელოვანია, რომ არ აღინიშნება გამოყენებული პრეპარატების ნარჩენი რაოდენობა ღვინოში.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. EC № 2676/90, გვ. 418 (ევროკავშირის დირექტივები /რეგლამენტები/ 2000 წ.)
2. МУ №2473 - 81 –Методика определения синтетических пиретроидов в растениях, почве и воде методами ГЖХ
3. ღვინისა და ბადაგის საერთაშორისო მეთოდების კრებული (OIV დირექტივები), 2006 წ.

### DEFINITION REIDUES “ANTIPESTI” AND “DIHYDROGEN ZINC” IN GRAPE JUICE AND WINE

Liana Shubladze, Avtandil Dolidze\*, Omar Lomtadze\*, Ludmila Tskhvedadze, Leila Taralashvili, Maka Makharadze

*Institute of Horticulture, Viticulture and Oenology of Georgian State Agrarian University*

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

### SUMMARY

The field test in the vineyards (s Vachev, Zestafoni region, Georgia), the effectiveness of insectoacaricides “Antipesti” against mealybug *Planococcus cirti* Risso and *Neopulvinaria imeretina* Hadj, as well as fungicide “zinc dihydrogen” against the rot of grapes. Application of these drugs does not affect the chemical composition of grape juice and obtained wine materials. Lack of residual quantities of drugs in the wine indicates the possibility of their application for organic agricultural products.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНОГО КОЛИЧЕСТВА ПРЕПАРАТОВ «АНТИПЕСТИ» И «ДИГИДРОФОСФАТ ЦИНКА» В ВИНОГРАДНОМ СОКЕ И ВИНЕ

Л.Шубладзе, А.Долидзе\*, О.Ломтадзе\*, Л.Цхведадзе, Л.Таралашвили, М.Махатадзе

*Грузинский Институт садоводства, виноградарства и виноделия*

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

### РЕЗЮМЕ

Полевыми испытаниями показана эффективность применения инсектоакарицидного препарата «Антипести», против лжещитовок винограду – мучнистого червеца и имеретинской подушечницы, а так же препарата «Дигидрофосфат цинка» против гнили винограда. Применение указанных препаратов не влияет на химический состав виноградного сока и полученного виноматериала. Отсутствие остаточного количества препаратов в вине указывает на возможность их применения для получения экологически чистых продуктов сельского хозяйства.



## ბუნებრივი ცეოლითები ჩამდინარე წყლების გაწმენდის საქმეში

ვლადიმერ ციციშვილი, სპარტაკ უროტაძე, ნანა ოსიპოვა, თამარ კვერნაძე, ირმა ყარალაშვილი,  
ნაზიბროლა კლარჯეიშვილი

*ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

ჩამდინარე წყლების გაუვნებელოფის მიზნით ყოველწლიურად იხარჯება 3-ჯერ მეტი სუფთა წყალი, ვიდრე კაცობრიობა ხმარობს ყველა სახის მოხმარებისათვის. ჩვეულებრივ, წყლების გაწმენდის პრაქტიკაში, სუსპენზირებული ნაწილაკების მოსაცილებლად იხმარება კვარცის ქვიშა (0.5-2 მმ). უნდა აღინიშნოს, რომ კვარცის ქვიშა საკმაოდ დეფიციტურია, გამოირჩევა სიძვირით და დაბალი ტევადობით დამაბინძურებლების მიმართ. დადასტურებულია, რომ კვარცის ქვიშა წარმატებით შეიძლება იქნას შეცვლილი ბუნებრივი ცეოლითებით, რომლებიც თავიანთი ფიზიკურ-მექანიკური მანერებლებით არ ჩამორჩება მას [1].

თუ გავითვალისწინებთ ბუნებრივი ცეოლითების პრაქტიკული გამოყენების დიდ პერსპექტივას, აუცილებელ პირობას წარმოადგენს საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითების შესაძლებლობის დადგენა ჩამდინარე წყლების გაწმენდის საქმეში, რაც თავის მხრივ, გარემოს დაცვის მნიშვნელოვანი პრობლემაა.

მრავალი წარმოების, განსაკუთრებით კი ფერადი ლითონების ჩამდინარე წყლები დაბინძურებულია ისეთი ელემენტებით, როგორცაა: Cr, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Cd [2]. წყლის გაწმენდის ტექნოლოგიაში შეინიშნება სინთეზური იონმიმოცვლითი ფისების შეცვლა ბუნებრივი არაორგანული სორბენტებით, ბუნებრივი ცეოლითებით, რაც აიხსნება მათი სიაფითა და ბუნებაში ფართო გავრცელებით.

ბუნებრივი იონმიმოცვლელები, სინთეზური ფისებისაგან განსხვავებით ხასიათდებიან მაღალი ადსორბციული უნარიანობით კატიონების მიმართ. ამასთან, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს წყალში ალუმინის შემცველობას, რადგან წყალმომარაგების ტექნოლოგიაში ყველაზე მნიშვნელოვან რეაგენტს წარმოადგენს ალუმინის მარილები.

ცნობილია, რომ ცეოლითები წარმოადგენენ მაღალი დისპერსიის მქონე მყარ ნივთიერებებს კარგი შთანთქმის უნარით, საკმაოდ მაღალი მექანიკური სიმტკიცით, მაღალი ფორიანობით – 52-60%. რაც შეეხება კვარცის ქვიშას, მისი ფორიანობა შეადგენს 41% [2]. ამრიგად, ცეოლითების გამოყენება ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად სხვადასხვა მინარევებისაგან, მეტად აქტუალურია.

წარმოებისა და სოფლის მეურნეობის ინტენსიური განვითარება ხელს უწყობს წყალმომარაგების წყაროების დაბინძურებას მავნე ნივთიერებებით. გაფხვიერებული ცეოლითური ქანების ფიზიკურ-ქიმიური და ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლამ აჩვენა, რომ ბუნებრივი ცეოლითები პასუხობენ ყველა იმ მოთხოვნებს, რომლებიც წაყენებულია წყლის ფილტრების მიმართ. კვარცის ქვიშასთან შედარებით, ბუნებრივი ცეოლითები, ხასიათდებიან გარკვეული უპირატესობით. ისინი გარკვეულ სელექტიურობას ამჟღავნებენ მძიმე მეტალთა კატიონების მიმართ. ამდენად, ბუნებრივი ცეოლითები წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას იმ ტექნოლოგიურ სქემებში, სადაც გათვალისწინებულია ჩამდინარე წყლებიდან რიგი მეტალთა კატიონების ამოკრეფა.

აღნიშნული კვლევის მიზანს წარმოადგენს საქართველოს ბუნებრივი ცეოლითების გამოყენების შესაძლებლობის დადგენა, ჩამდინარე წყლებიდან ზოგიერთ მძიმე მეტალთა კატიონების გამოსაყოფად. აღნიშნული საკითხის გადაწყვეტის მიზნით შერჩეულ იქნა საქართველოს ადგილობრივების ბუნებრივი ცეოლითები: კლინოპტილოლიტი, მორდენიტი, ლომონტიტი, სკოლეციტი.

აღნიშნული ცეოლითების სორბციული თვისებებისა და სელექტიურობის დასადგენად ზოგიერთ მძიმე მეტალთა კატიონების მიმართ საკვლევი წყალი ხელოვნურად იქნა დაბინძურებული  $Cs^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ -ის კატიონებით, რათა მიახლოებული ყოფილიყო ჩამდინარე წყლების შედგენილობასთან. მომზადებული იქნა 50 მმ დიამეტრის და 200 მმ სიგრძის საფილტრი სვეტები; გრანულირებული (2-6 მმ) ცეოლითი ირეცხებოდა გამოხდილი წყლით, თერძული დაძუშავება ხდებოდა  $250^{\circ}C$ -ზე 3-4 საათის განმავლობაში. მზადდებოდა მეტალთა ქლორიდების სხვადასხვა

კონცენტრაციების (0,1; 0,3; 0,5; 1,0; 1,5 N) წყლხსნარები, რომელთა pH~5-ია. ექსპერიმენტი ტარდებოდა დინამიკურ პირობებში. თითოეული ხსნარი 500 მლ-ის ოდენობით 5, 10, 15 მლ/წთ სიჩქარით ტარდებოდა ცეოლითით შევსებულ სვეტში. დროის განსაზღვრულ ინტერვალში სვეტიდან გამოსული ფილტრატებიდან ხდებოდა სინჯის აღება 10  $\mu$ l ოდენობით. კატიონების შემცველობა საწყის ხსნარში და ფილტრატში ისაზღვრებოდა იონური ქრომატოგრაფიის მეთოდით. ანალიზი ხორციელდებოდა "ЦБЕТ-3006" მარკის იონურ ქრომატოგრაფზე [3].

ცხრილში 1 მოცემულია საკვლევე ნიმუშებზე შთანთქმული და გამორეცხილი (აღსორბირებული და არააღსორბირებული) კატიონებისთვის დადგენილი დინამიკური მიმოცვლითი ტევადობები (დმტ).

**ცხრილი 1.** საქართველოს ადგილმდებარეობის ცეოლითების დინამიკური მიმოცვლითი ტევადობები (დმტ) ზოგიერთ მძიმე მეტალთა კატიონების მიმართ. ხსნარის კონცენტრაცია 0,5 N; ხსნარის გატარების სიჩქარე V=5მლ/წთ; ტემპერატურა – ოთახის

ცეოლითი	დმტ, მგ.ექვ/გ				
	Cs	Rb	Sr <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
კლინოპტილოლიტი	3,3	3,0	2,9	3,1	2,7
ლომონტიტი	2,7	2,6	2,7	2,5	2,8
მორდენიტი	2,8	2,7	2,5	2,2	2,9
სკოლეციტი	2,5	2,4	2,5	2,2	2,7

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ლომონტიტისა და სკოლეციტის დმტ სიდიდეები Cs-ის და Rb-ის კატიონების მიმართ, რამდენადმე დაბალია კლინოპტილოლიტთან შედარებით; თუმცა ნათლად ჩანს აღნიშნული ცეოლითების საკმაოდ მაღალი მიმოცვლითი ტევადობები ამ კატიონების მიმართ. ეს ალბათ აიხსნება იმით, რომ ლომონტიტი, სკოლეციტი და მორდენიტი წარმოადგენენ კალციუმის ფორმის ცეოლიტებს; ამასთან, ცნობილია, რომ ყველაზე მაღალი მიმოცვლითი ტევადობა მძიმე კატიონების მიმართ ახასიათებს კალციუმით მდიდარ კლინოპტილოლიტს [4].

ცხრილიდან 1 ჩანს, რომ ლომონტიტის ნიმუშზე ფიქსირებულია დმტ-ს მაღალი სიდიდეები მძიმე მეტალების Sr-ის და Ba-ის კატიონების მიმართ. ამასთან, ლომონტიტის იონმიმოცვლითი ტევადობა Pb-ის იონების მიმართ რამდენადმე მაღალია, ვიდრე სკოლეციტზე და მორდენიტზე. მაღალი დინამიკური იონმიმოცვლითი ტევადობები საკვლევე კატიონების მიმართ, ალბათ უნდა აიხსნას ლომონტიტის სტრუქტურის თავისებურებით (შესასვლელი არხების ზომით, კარკასში კატიონების ლოკალიზაციითა და განაწილებით). ცეოლითის კატიონების მიმოცვლისას დიდი ზომის კატიონებთან ( $2Na^+ \leftrightarrow Sr^{2+}$ ,  $2Na^+ \leftrightarrow Ba^{2+}$ ) შესაძლებელია მათ მიერ კარკასში წყლის მოლეკულებით დაკავებული ადგილების ლოკალიზაცია, რამაც აღნიშნული კატიონების მიმართ შეიძლება გამოიწვიოს დმტ-ს სიდიდეების ზრდა.

დადგენილია, რომ ხსნარის კონცენტრაციის ზრდისას 1N-მდე, ლომონტიტის სელექტიურობა აღნიშნული კატიონების მიმართ იზრდება. კონცენტრაციის შემდგომი ზრდა კი იწვევს ცეოლითის სელექტიურობის შემცირებას ყველა კატიონის მიმართ (ცხრილი 2).

**ცხრილი 2.** ხსნარის კონცენტრაციის გავლენა ლომონტიტის დმტ-ზე ზოგიერთ მძიმე მეტალთა კატიონების მიმართ (V=5მლ/წთ; ტემპერატურა – ოთახის)

ხსნარის კონცენტრაცია, N	დმტ მგ.ექვ/გ				
	Cs <sup>+</sup>	Rb <sup>+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>
0,1	2,15	1,9	1,9	2,0	2,3
0,3	2,4	2,2	2,3	2,1	2,5
0,5	2,7	2,6	2,7	2,5	2,8
1,0	1,5	1,5	1,6	1,6	2,1

მიღებული მონაცემების გათვალისწინებით დადგენილია, რომ სკოლეციტის იონმიმოცვლითი პროცესის მიმდინარეობისას შეინიშნება შედარებით მაღალი დინამიკური მიმოცვლითი ტევადობის

სიდიდეები. ეს განსაკუთრებით ვლინდება დიდი ზომის სუსტად ჰიდრატირებული  $Ba^{+2}$  და  $Sr^{+2}$ -ის კატიონების მიმართ. სკოლეციტის დიდი სწრაფვა ამ კატიონების მიმართ და შედარებით მაღალი დმტ-ის სიდიდეები, ალბათ უნდა აიხსნას სკოლეციტის კრისტალური სტრუქტურის თავისებურებით.

დადგენილია, რომ საკვლევი კატიონების შემცველი მარილთა წყალხსნარების კონცენტრაციის ზრდა 0,1–1,5 N-მდე იწვევს სკოლეციტის დმტ-ის ზრდას მხოლოდ  $Cs^+$  და  $Rb^+$ -ის კატიონების მიმართ – ცხრილი 3.

**ცხრილი 3.** საანალიზო ხსნარის კონცენტრაციის გავლენა სკოლეციტის დმტ-ზე  $Cs^+$  და  $Rb^+$ -ის მიმართ ( $V=5$  მლ/წთ, ტემპერატურა – ოთახის )

იონი	დმტ მგ.ექვ/გ				
	ხსნარის კონცენტრაცია, N				
	0,1	0,3	0,5	1,0	1,5
$Cs^+$	1,8	2,0	2,5	2,7	2,0
$Rb^+$	1,9	2,2	2,5	2,9	2,2

ჩატარებული კვლევის შედეგად ნაჩვენებია საქართველოს ადგილმდებარეობის ბუნებრივი ცეოლითების – კლინოპტილოლიტის, მორდენიტისა და ლომონტიტის მაღალი სელექტიურობა მძიმე მეტალების კატიონების მიმართ და აქედან გამომდინარე მათი გამოყენების შესაძლებლობა ჩამდინარე წყლებიდან მძიმე მეტალთა კატიონების ამოსაკრებად. რაც შეეხება სკოლეციტს, მიუხედავად მისი მაღალი სელექტიურობისა მძიმე მეტალთა კატიონების მიმართ, მისი მოპოვების სირთულის გამო ამ მიზნისთვის რეკომენდირებული არ არის.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. *Тарасевич Ю.И.* Химия и технология воды. 1983, 166 с.
2. *ციციშვილი Г.В., Андроникашвили Т.Г., Киров Г.Н., Филизова Л.Д.* Природные цеолиты. Москва, Химия, 1985, 224 с.
3. *ციციშვილი В.Г., Уротадзе С.Л., Осипова Н.А., Квернадзе Т.К.* Кинетика ионного обмена на ломонтите в динамических условиях. Изв. НАН Грузии, сер. хим., 2007, т. 33, с. 329-332.
4. *Gottardi G., Galli E.* In: Natural Zeolites, Berlin: Springer-Verlag, 1985, 410 p.

### NATURAL ZEOLITES IN WASTE-WATER TREATMENT

Vladimer Tsitsishvili, Spartak Urotadze, Nana Osipova, Tamar Kvernadze, Irma Karalashvili, Nazibrola Klarjeishvili  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry

#### SUMMARY

High selectivity of Georgian natural zeolites towards cations of heavy metals ( $Cs^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Sr^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Ba^{+2}$ ) has been established experimentally; the possibility of clinoptilolite, mordenite, and lomontite application in waste-water treatment is shown as well; as for scoletsite, in spite of its high selectivity towards the cations of heavy metals, industrial application is not appropriate because of the complexities of its production.

### ПРИРОДНЫЕ ЦЕОЛИТЫ В ДЕЛЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В.Г.Цицишвили, С.Л.Уротадзе, Н.А.Осипова, Т.К.Квернадзе, И.А.Каралашвили, Н.А.Кларджеишвили  
Институт физической и органической химии им. Петре Меликишвили  
Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили

#### РЕЗЮМЕ

Экспериментально установлена высокая селективность ряда природных цеолитов Грузии к катионам тяжелых металлов ( $Cs^+$ ,  $Rb^+$ ,  $Sr^{+2}$ ,  $Pb^{+2}$ ,  $Ba^{+2}$ ), а также показана возможность применения клиноптилолита, морденита и ломонтита в деле очистки сточных вод от тяжелых металлов. Несмотря на высокую селективность сколецита к катионам тяжелых металлов, его промышленное применение нецелесообразно из-за сложности добычи.

**ბანახლებადი მცენარეული ანარჩენების რაციონალური გამოყენების  
შესაძლებლობების შესახებ**

ლეილა ტატიაშვილი, თეიმურაზ უჩანეიშვილი, ნანა წეროძე, ირმა მიქაძე, ავთანდილ დოლიძე  
*ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

მცენარეულ ანარჩენებში ცელულოზის შემდეგ ლიგნინი განახლებადი ნედლეულის ყველაზე დიდი წყაროა. ნახშირწყლოვანი ცელულოზისაგან განსხვავებით იგი ნახშირწყალბადოვანი ბიოპოლიმერია, რომლის მონომერებიც სტრუქტურულად წარმოადგენენ ფენოლური ტიპის ნაერთებს, კერძოდ, კონიფერილის სპირტს, გვიაკოლს, ეგვენოლს, ვანილინსა და სხვ. ლიგნინის ქიმიური სტრუქტურიდან გამომდინარე მოსალოდნელია მისი დეგრადაცია 4-ოქსიფენოლების მიღებით.

მსოფლიო პრაქტიკაში ყოველწლიურად დაახლოებით 50 მლნ ტონა ლიგნინი მიიღება ქაღალდის წარმოებაში ნარჩენის სახით. მისი დიდი ნაწილი იწვება ენერჯის მისაღებად, თუმცა ლიგნინის თვისებები და მისი ფუნქციონალიზაციის შესაძლებლობები შეიძლება გახდეს საფუძველი სხვადასხვა სახის პერსპექტიული მეორადი პროდუქტების მისაღებად.

უნდა აღინიშნოს ლიგნინის გამოყენება არომატული ალდეჰიდების მისაღებად სხვადასხვა შემადგენლობის გამდინარე წყლის ეფექტურ სორბენტად, პარფიუმერულ და ფარმაცევტულ მრეწველობაში, ვანილინის და თეთრი კრისტალური ალდეჰიდის მისაღებად, თბოიზოლაციურ მასალად, ეფექტური სასუქების დასამზადებლად და სხვ. [1-4].

მიკროორგანიზმთა ბიომასების გამოყენების იდეა სათავეს ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის დასაწყისში იღებს, როდესაც მელასას ბაზაზე შექმნილი იქნა პირველი ტექნოლოგიური პროცესი ლულის საფუარის დასამზადებლად. მიღებული საფუარის ბიომასა გამოიყენებოდა საკვებ პროდუქტებში ცილოვანი დანამატების სახით. პირველი მსოფლიო ომის დროს აღნიშნულ მასებს უმატებდნენ ხორცის ფარში. გასული საუკუნის 30-იან წლებში სხვადასხვა ქვეყნებში დაინერგა საფუარის წარმოება სასოფლო-სამეურნეო და ხე-ტყის გადამამუშავებელი მრეწველობის ნარჩენების ჰიდროლიზატებზე. მეორე მსოფლიო ომის დროს საკვები საფუარის ბიომასა ფართოდ გამოიყენებოდა ევროპის სხვადასხვა ქვეყნებში.

ამჟამად, მიკრობიოლოგიური მეთოდით ცილების წარმოებაში გამოიყენება კვების მრეწველობის (რძის, სპირტის და შაქრის) და მცენარეული პროდუქტების (ნახერხის, ჩალისა და ტორფის) ნედლეული [5].

საკვები არეები, რომლებიც დამზადებულია ჩამოთვლილი სუბსტრატების ბაზაზე, შეიცავენ მონო- და დისაქარიდებს, მჟავებს, სპირტებსა და სხვა ორგანულ ნაერთებს, აგრეთვე მინერალურ ელემენტებს. ამრიგად, ისინი წარმოადგენენ რთულ მრავალკომპონენტურ სუბსტრატებს, ამიტომ მათი გამოყენებისას იხმარება შტამი-პროდუცენტები, რომელთაც შეუძლიათ აითვისონ როგორც პენტოზები, ასევე ჰექსოზები და ამავე დროს მდგრადები არიან სპირტებისა და ფურფუროლის მცენარეული ბიომასის ჰიდროლიზის სხვა პროდუქტების არსებობის შემთხვევაში. ფართოდაა გავრცელებული საფუარის სახეობა *Candida: C. utilis, C. scottii, C. tropicalis*, რომელთაც შეუძლიათ უტილიზირება და ახასიათებთ შეთავსებადობა ფურფუროლთან. საფუარები ახდენენ ჰიდროლიზატების ნახშირბადშემცველ კომპონენტთა უტილიზირებას [6,7].

ლიგნინის რაციონალური გამოყენებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მის ბიოდეგრადაციას ლიგნინოლიტური ფერმენტებით. ლიგნინოლიტური ფერმენტების პროდუცენტების ახალი შტამების ძიებისა და შესწავლის სფეროში სერიოზული სამუშაოებია ჩატარებული. ამ მხრივ საქართველოშიც მიმდინარეობს ინტენსიური მუშაობა [8]. ამასთან ერთად, დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერმენტების მიღების ოპტიმალური პირობების შერჩევასა და მთლიანად, პროცესის ოპტიმიზაციას.

ამ საკითხში განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს სუბსტრატის გამოყენება. შერჩევის მთავარი კრიტერიუმია მისი ქიმიური, ბიოლოგიური და ფიზიკური თვისებები.

საწარმო-ეკონომიკური მახასიათებელი გულისხმობს ნედლეულის შეუფერხებელ მიწოდებას დანიშნულების ადგილზე, ნედლეულის ტრანსპორტირებისა და თვითღირებულების მაჩვენებლების განსაზღვრასა და შენახვის პირობების დადგენას.

სუბსტრატის ქიმიური მახასიათებელი განისაზღვრება მისი შემადგენლობით. მცენარეული წარმოშობის სუბსტრატის ძირითადი კომპონენტი არის ნახშირწყალი, რომლის შემცველობა ხანდახან აღწევს მშრალი მასის 90%-ს. თავის მხრივ, ნახშირწყლები იყოფა მონო- და პოლისაქარიდებად. მიკროორგანიზმების მიერ უფრო სწრაფად მოიხმარება მონოსაქარიდები. მიკროფლორის დიდი ნაწილისათვის პოლისაქარიდები არის ძნელად ასათვისებელი. ჩვენს შემთხვევაში ინტერესს იწვევს ისეთი ბიოპოლიმერები, როგორცაა ცელულოზა და ლიგნინი, რომლებიც საკმაოდ მდგრადები არიან ბიოდეგრადაციის მიმართ [9].

**მცენარეული სუბსტრატის ლიგნინოცელულოზური კომპლექსის შემადგენლობა, %**

სუბსტრატი	ცელულოზა	ჰემიცელულოზა	ლიგნინი
ნახერხი	35-55	20-30	20-30
ჩალა	30-40	20-30	20-30
ნაქუჩი	25-30	20-25	20-30

ცელულოზისა და ლიგნინის თანაფარდობაზე გავლენას ახდენს არა მარტო ნედლეულის ტიპი, არამედ მისი ხარისხი. სოკო - Oyster მიეკუთვნება სახეობას, რომელსაც შეუძლია წარმატებით დაშალოს როგორც ცელულოზა, ასევე ლიგნინი. მსგავსი თვისებებით ხასიათდება ტრიქოდერმა და ობის მწვანე სოკო. დადასტურებულია ასევე თეთრი სიღამპლის სოკოს, Basidiomycetes-ის გამოყენების ეფექტურობა ლიგნინის დეგრადაციისათვის. მას შეუძლია მოახდინოს ლიგნოცელულოზის ყველა კომპონენტის დესტრუქცია, რისთვისაც ის გამოყოფს რამოდენიმე არაუჯერებელ ენზიმს. ეს ლიგნინოლიტიკური ფერმენტები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა პერსპექტიული ბიოტექნიკური პროცესისათვის (ქალაღის წარმოება, საკვების, ტექსტილისა და ლევის ინდუსტრია, კოსმეტიკა, ანალიზური ბიოქიმია და სხვ.). ძალზედ მნიშვნელოვანია ამ სოკოს პროდუცენტების გამოყენება ბიოდეგრადაციაში [10].

სუბსტრატის ბიოტექნოლოგიური მახასიათებელი არის მისი შესაძლებლობა- დააკმაყოფილოს სოკოს მოთხოვნილებები საკვები ნივთიერებებით, ტენიანობის მაჩვენებლითა და მდგრადობით. ყოველივე ეს განსაზღვრავს სხვადასხვა მონაცემთა გამოყენების შესაძლებლობას სუბსტრატის მოსამზადებლად. საწყისი ნედლეული შეიცავს საკუთარ მიკროფლორასა და მიკროფაუნას. ნედლეულის დატენიანებისას ორგანიზმთა აქტიურობა იზრდება. მიკროორგანიზმები მოიხმარენ ჟანგბადს, წყალს, საკვებ ორგანულ ნივთიერებებსა და მინერალურ ელემენტებს. სუბსტრატის მომზადების ხელოვნება ითვალისწინებს სასარგებლო მიკროფლორის შენარჩუნებას, რაოდენობრივ ზრდასა და მკვნი ორგანიზმების განადგურებას ან დეზაქტივაციას. სოკო - Oyster-ის კულტივაციის არასტერილური ტექნოლოგიისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს სუბსტრატების ბიოლოგიურ თვისებებს. ამ შემთხვევაში ბიომასის ორგანიზმთა მნიშვნელოვანი ნაწილი პასტერიზაციის შემდეგაც გადარჩება. რაც უფრო ძლიერია თერმული დამუშავება, მით ნაკლები ორგანიზმი შენარჩუნდება, მათ შორის სასარგებლოც, რომელიც უზრუნველყოფს სუბსტრატის სელექტიურობას. ეს უკანასკნელი მის ზედაპირზე არსებული სასარგებლო მიკროფლორის აქტიურობითა და ნედლეულის ქიმიური შემადგენლობით განსაზღვრული ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური თვისებაა. ბიოსელექტიურობაში იგულისხმება სუბსტრატების შესაძლებლობა, თერმული ზემოქმედების შედეგად შეიძინოს განვითარებისათვის ხელსაყრელი თვისებები და მოცემულ მასაზე მოხდეს კონკურენტული მიკროფლორის ლოკალიზაცია და პასიურ მდგომარეობაში გადაყვანა. ნებისმიერ მცენარეულ ნედლეულს აქვს უნარი სხვადასხვა ხარისხით შეიძინოს საწარმოო პროცესისათვის მნიშვნელოვანი ეს თვისება [11].

სუბსტრატის ბიოლოგიური თვისებები ნედლეულის სახეობით განისაზღვრება. ჩალა და ნახერხი თავისი ბიოლოგიური ბუნებით სრულიად განსხვავებულია ერთმანეთისაგან. წყლით გაჯერების სიჩქარე, ტენიანობის ხანგრძლივად შენარჩუნების უნარი, თერმოდამუშავების ოპტიმალური რეჟიმი და სუბსტრატის დაფენის სიმკვრივე თითოეული ინდივიდისათვის ფართო საზღვრებში ვარიირებს. საყურადღებოა თითოეული მცენარეული ნედლეულის ხარისხობრივი განსხვავება. მაგ., ჩალის დიამეტრი დიდ გავლენას ახდენს სუბსტრატის დამზადების ხანგრძლივობაზე [12].

ნედლეულის ფიზიკურ მახასიათებლებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ხარისხიანი ბიომასის წარმოებისათვის. მიკროფლორის შემადგენლობასა და განვითარებას განსაზღვრავს ისეთი ფიზიკური პარამეტრები, როგორცაა ნედლეულის სტრუქტურა, ტენიანობა და აერაცია. სუბსტრატის მასა

წარმოადგენს მყარი, თხევადი და აირადი მდგომარეობისაგან შემდგარ სამფაზიან სისტემას. მყარი ფაზა არის სხვადასხვა ზომის ნაწილაკების შემცველი მშრალი ნივთიერება. ეს უკანასკნელი სოკოს სპორებს უზრუნველყოფს საკვები ნივთიერებებით. მყარი ფაზის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია სტრუქტურა, რომელიც განისაზღვრება ნაწილაკების დისპერსიულობითა და მათი გამძლეობით. აირადი ფაზის შემთხვევაში სუბსტრატის ნაწილაკებს შორის არსებული სიცარიელე შევსებულია ჰაერით. მისი შემადგენლობა შესაძლოა ძლიერ განსხვავდებოდეს გარემოსაგან. Oyster-ის სპორების განვითარებისათვის სუბსტრატის გარშემო ჰაერში აუცილებელია ჟანგბადის გარკვეული რაოდენობა, ანუ აერაციის განსაზღვრული დონე [13,14].

დანესტიანებულ სუბსტრატში ნაწილაკებს შორის არსებული თავისუფალი გარემოს ნაწილი შევსებულია წყლით, რაც წარმოადგენს თხევად ფაზას. ბიომასაში სპორებისა და უშუალოდ სოკოს ზრდის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია წყლის საკმარის დიდი რაოდენობა, რადგან ნაყოფში წყლის შემცველობა აღწევს 90%.

გარდა ამისა, სოკოების კვების მახასიათებელი დაკავშირებულია გარემოში ფერმენტების გამოყოფასთან და სპორების მთლიანი ზედაპირის მიერ ჰიდროლიზის პროდუქტების შთანთქმასთან. ეს პროცესი მიმდინარეობს მხოლოდ წყლიან არეში.

სუბსტრატის მყარი, თხევადი და აირადი ფაზები ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია და მისი მომზადების დროს აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნას თითოეული ფაზის მდგომარეობა. მაგ., ზედმეტად დანესტიანებულ მასაში აირადი ფაზა მოცულობაში მნიშვნელოვნად კლებულობს, რის გამოც კვლავ ხდება გაზის მიმოცვლის, აერაციის უზრუნველყოფა. ამის გამო სუბსტრატში წარმოიშობა ესტერ-ის სპორების განვითარებისათვის არახელსაყრელი პირობები [15].

ბიომასის ფიზიკური მახასიათებლების ოპტიმიზაცია შესაძლოა განხორციელდეს სხვადასხვა პარამეტრების მიხედვით. საინტერესოა ლიგნოცელულოზური სუბსტრატიდან ბუნებრივი სტიმულატორის გამოყოფა, მისი ქიმიური სტრუქტურის დადგენა და სინთეზური ანალოგების მიღება.

მნიშვნელოვანია, რომ მანდარინის ქერქის დამატება ასევე იწვევს ლიგნინის დეგრადაციის პროცესის დაჩქარებას. ამასთან, საქართველოში ყოველწლიურად რჩება გამოუყენებელი დაახლოებით 50 ათასი ტონა მანდარინის ქერქი, რაც რეალური საფუძველია შესაბამისი ბიონდუცერების კომერციული გამოყენებისათვის.

ცნობილია, რომ სხვადასხვა სახის მცენარეული ანარჩენის დამატება კულტურალურ სისტემაში აუმჯობესებს ფერმენტების გამოსავლიანობას. ასეთი ინდუცერების როლი შეიძლება შეასრულოს ლიგნინის ბიოდეგრადაციის კომპონენტებმა, როგორც ეს ნაჩვენებია სქესის ფერომონების, იუვენალური ჰორმონებისა და სხვა ბიოსინთეზის დროს. ასეთი ინდუცერების გამოყოფა და დახასიათება შესაძლებელია თანამედროვე მას-სპექტრომეტრული ანალიზით ევროპული სტანდარტების შესაბამისად.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს სამუშაო ჯგუფში არის ბუნებრივი ნაერთების შემხვედრი სინთეზის პროცესის ჩატარების გამოცდილება. წლების განმავლობაში შემუშავებულია სქესის ფერომონების, იუვენოიდების, იუგლონისა და სხვა ნაერთების სინთეზური ანალოგების მიღების სქემები, რიგ შემთხვევებში პრაქტიკული გამოყენებით. ამდენად, შესაძლებელია ლიგნინის ბიოდეგრადაციის პროცესების განვითარება ინდუცერების გამოყოფით, კვლევის და სინთეზური ანალოგების მიღებით.

საქართველოში არსებული მცენარეული ანარჩენების რაციონალური გამოყენება აქტუალური პრობლემაა. შესაძლებლობების კვლევა მეორადი სასარგებლო პროდუქტების მიღებით ეკონომიკურად მომგებიანია და ხელს შეუწყობს საზოგადოებრივი მეურნეობის მდგრად განვითარებას.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ohman F., Theliander H., Tomani P., Axegard P. A method for separating lignin from black liquor, a lignin product and use of a lignin product for the production of fuels or materials, 2010, Nov. EP 2247785H.
2. Sánchez R., Rodríguez A., Navarro E., Conesa J. Jiménez L. Use of Hesperaloe funifera for the production of paper and extraction of lignin for synthesis and fuel gases, Biomass and Bioenergy, 2010, 34 (10), p.1471-76.
3. Zhou Y., Stuart-Williams H., Farquhar J., Graham D., Hocart M., Charles H. The use of natural abundance stable isotopic ratios to indicate the presence of oxygen-containing chemical linkages between cellulose and lignin in plant cell walls, Phytochemistry, 2010, 71 (8-9), p.982-988.

4. *Ветчинкина Е. П., Позднякова Н. Н., Никитина В. Е.* Ферменты ксилотрофного базидиомицета *Lentinus Edodes F-249* в процессе морфогенетического развития, *Микробиология*, 2008, Т. 77, №2, с.171-177.
5. *Tibayrenc P., Preziosi B., Laurence G., Charles H.* On-line monitoring of dielectrical properties of yeast cells during a stress-model alcoholic fermentation, *Process Biochemistry*, 2011, 46 (1), p.193-197.
6. *Tibayrenc P., Preziosi B., Laurence G., Roger J. Charles H.* Assessing yeast viability from cell size measurements, *Journal of Biotechnology*, 2010, 149 (1-2), p.74-77. *Eetvelde V., Petrus G., Blomme K., Frans A., Smet P., René A.* Process and system for conditioning and using stabilized yeast cream, 2009, Dec. EP792930.
7. *Sicard D., Legras J.* Bread, beer and wine: Yeast domestication in the *Saccharomyces sensu stricto* complex, *Comptes Rendus Biologies*, 2011, 334 (3), p.229-236.
8. *კელისაშვილი.* უმაღლესი ბაზიდიალური სოკოების ლიგნოცელულაზური ფერმენტების ბიოსინთეზი და თვისებები, 1993, ავტორეფერატი., 03.02.02., 41 გვ.
9. *Medina E., Paredes C., Pérez-Murcia M., Bustamante M., Moral R.* Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants, *Bioresource Technology*, 2009, 100 (18), p.4227-32.
10. *Kozloski G., Cadorin Jr., Härter C., Oliveira L., Alves T., Mesquita F., Castagnino D.* Effect of supplemental nitrogen source and feeding frequency on nutrient supply to lambs fed a kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) hay-based diet, *Small Ruminant Research*, 2009, 81 (2-3), p.112-117.
11. *Niku-Paavola M., Karhunen E., Salola P., Paunio V.* Ligninolytic enzymes of the white rot fungus *Plebia Radiata*, *Biochem. J.*, 1988, V. 254, p.877-882.
12. *Maltseva O., Niku-Paavola M., Leontievsky A., Myasoedova N., Golovleva L.* Ligninolytic enzymes of the white fungus *Panus Tigrinus*, *Biot. Appl. Biochem.*, 1991, V. 13, p. 291-302.
13. *Leatham G., Stahmann M.* Studies on the laccase of *Lentinus Edodes*: specificity, localization and association with the development of fruiting bodies, *J. Gen. Microbiol.*, 1981, V.125, p.147-157.
14. *Jonsson L., Karisson O., Lundquist K., Nyman P.* *Trametes versicolor* ligninase: isozyme sequence homology and substrate specificity, *FEBS Lett.*, 1989, V.247, p. 143-146.
15. *Гааль Э., Медьешин Г., Верецки Л.* Электрофорез в разделении биологических макромолекул, М., Мир, 1982, 446 с.

#### ABOUT POSSIBILITIES OF RATIONAL USE OF PLANT RENEWABLE RAW MATERIALS

Leila Tatiashvili, Teimuraz Uchaneishvili, Nana Tserodze, Irma Mikadze, Avtandil Dolidze  
*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

#### SUMMARY

Plant raw materials are sources for obtaining of different useful products on the basis of lignocellulosic biopolymers biodegradation by corresponding active microorganisms. In a subsequent secondary product of wide nomenclature will be produced by different methods from biomass. Identifying bioinducers and their synthesis are proposed for the purpose of biodegradation intensification.

#### О ВОЗМОЖНОСТЯХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Л.Т.Татиашвили, Т.Г.Учанеишвили, Н.П.Церодзе, И.И.Микадзе, А.В.Долидзе  
*Институт Физической и Органической Химии им. П.Г. Меликишвили  
 Тбилисского Государственного Университета им. Ив. Джавахишвили*

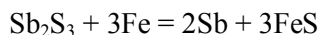
#### РЕЗЮМЕ

Растительное сырьё является источником получения различных полезных продуктов на основе биodeградации лигноцеллюлозных биополимеров соответствующими активными микроорганизмами. Из биомассы различными методами вырабатываются вторичные продукты широкой номенклатуры. С целью интенсификации биodeградации предлагается выявление биоиндуцеров и их синтез.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ СЫРЬМЫ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ

Д.И.Багдавадзе, Р.С.Размадзе, З.Н.Цикаридзе, А.З.Канделаки  
Институт металлургии и материаловедения им. Ф.Н. Тавадзе

В литературе известно, что получение металлической сурьмы Sb возможно взаимодействием сульфида сурьмы с железом [1]:



На основе указанной реакции, были проведены опыты по получению металлической Sb без использования флюсов и в следующей последовательности:

Полученный нами сульфид сурьмы смешивали с железным порошком на специальной мешалке в течение 4-5 часов. Смесь помещали в корундовый тигель, а тигель в специальный стальной герметичный контейнер в атмосфере аргона при давлении 1 атм., нагревали в шахтной печи до 700-800<sup>0</sup>С в течение 3 часов после чего, даже визуальным наблюдением полученной смеси можно убедиться в присутствии в ней металлического Sb.

В дальнейшем массу размельчивали и в корундовом тигле помещали в нагревательный блок, смонтированной нами кинетической установки при вакууме  $\sim 10^{-5}$  Мпа и температуре  $\sim 850^{\circ}\text{C}$ . Опыты показали, что при данной температуре происходит интенсивное испарение металлической сурьмы и ее конденсация на холодных стенках кварцевой трубки. Получение таким образом металлической сурьмы подтверждается сначала визуально, а затем и химическим анализом.

Получение сульфида сурьмы вакуумтермическим методом непосредственно из руд является дорогостоящим методом. В Институте горной механики им. Миндели было произведено обогащение сурьмяной руды зофхитского (Грузия, рачинский регион) месторождения. Имея в наличии обогащенные концентраты, нами были проведены аналогичные опыты по получению сурьмы из сульфидов.

К 25 г концентрата добавляли от 6 до 10 г железного порошка. Кривые кинетики этих опытов (Рис.1) показали, что изменение навески восстановителя (Fe) значительно влияет на скорость испарения и на выход конечного желаемого продукта. При малом количестве железа (6 г) полное восстановление Sb не достигается и получается смесь из металлической сурьмы и невосстановленного сульфида, что подтверждается даже визуально наличием в конденсате как частиц металлического Sb, так и сульфида буро-черного цвета. В случае же большого количества железа достигается полное восстановление сурьмы из сульфида, однако лишнее ( $\sim 8-10$  г) железо, образуя с Sb-ем соединения ( $\text{FeSb}$ ,  $\text{FeSb}_2$ ), снижает его активность в металлическом растворе и выход конечного продукта в конденсате меньше желаемого, что подтверждается как кинетическими кривыми (Рис.1), так и визуально, поскольку в конденсате не замечается даже следов сульфида.

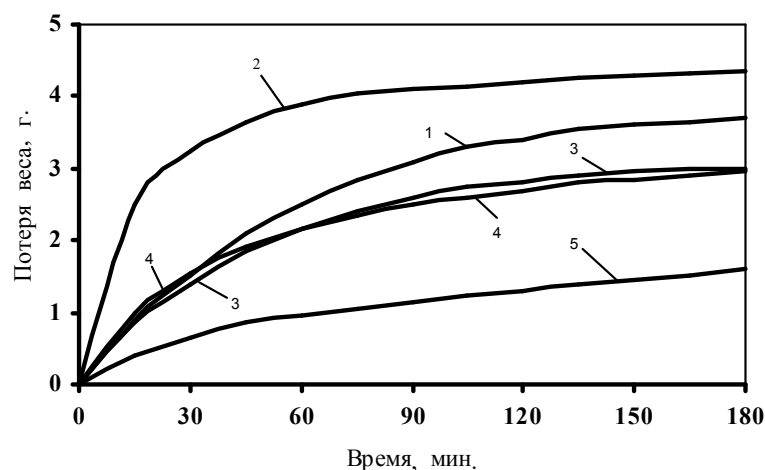


Рис.1. Кинетика испарения сурьмы при 850<sup>0</sup>С и давлении  $\sim 10^{-5}$  мпа; количество железа в шихте: 1—6 г; 2—7 г; 3—8 г; 4—9 г; 5—10 г



Данное явление проясняется полным термодинамическим анализом, так как проведенными исследованиями установлено, что наилучший результат для получения конечного желаемого продукта (т.е. металлической Sb) достигается при добавлении к 25 г концентрата 7 г железа.

После установления оптимального количества восстановителя (Fe) нами было изучено влияние изменения температуры на оба этапа указанного процесса. Для первого и второго этапов влияние изменения температуры было исследовано в интервале 700-850<sup>0</sup>С (Рис. 2). Как видно на рисунке, на первом этапе минимальная температура протекания процесса 750<sup>0</sup>С, а на втором 850<sup>0</sup>С и наилучший выход продукта достигается соответственно первой кривой.

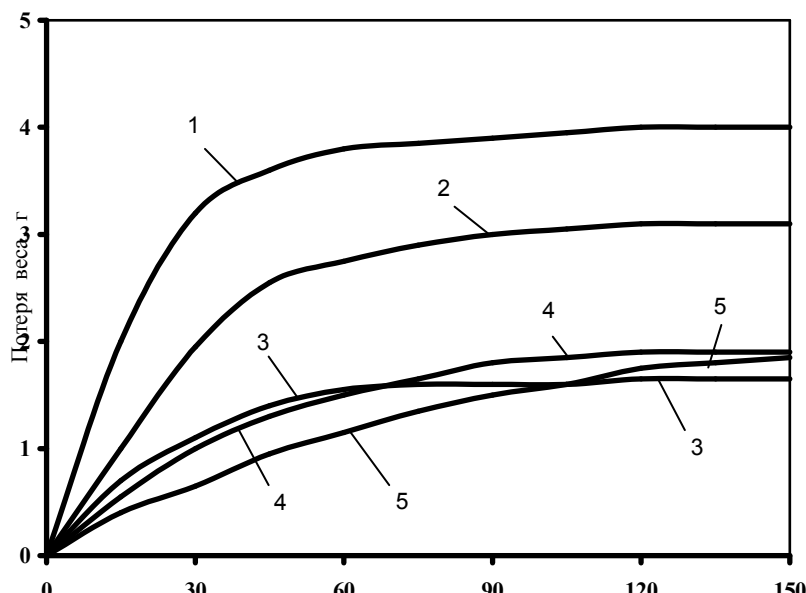


Рис. 2. Кинетика испарения при давлении 10<sup>-5</sup> мпа; состав шихты 25 г концентрата + 7 г железного порошка:  
 1 – восстановление 750<sup>0</sup>, испарение – 850<sup>0</sup>,  
 2 – восстановление 700<sup>0</sup>, испарение – 850<sup>0</sup>,  
 3 – восстановление 800<sup>0</sup>, испарение – 800<sup>0</sup>,  
 4 – восстановление 800<sup>0</sup>, испарение – 750<sup>0</sup>,  
 5 – восстановление 850<sup>0</sup>, испарение – 700<sup>0</sup>

Таблица 1. Химический анализ металлической сурьмы

# образца	Sb	S	Fe
1	18,75	18	—
2	17,50	17,4	—
3	66,25	26,0	—
4	88,0	0,06	0,07

Таблица 2. Спектральный анализ полученной нами сурьмы

Проба	Элементы										
	Sb	As	Pb	Sn		Cu	Zn	Ag	Fe		
1	Основа	~0,5	~0,12	0,008		0,002	0,02	0.001	0.004		

Поскольку не удалось получить данные анализа на мышьяк, дополнительно был проведен спектральный анализ (Таблица 2).

Спектральный анализ полученного остатка концентрата, нагретого при  $450^{\circ}\text{C}$  (с целью удаления мышьяка) показывающий, что количество As составляет  $\sim 1,2$  масс.%, подтверждает тенденцию существенного его уменьшения в шихте.

Также, спектральный анализ полученной нами металлической Sb показал, что количество мышьяка существенно снижается.

Как при лабораторных исследованиях, так и в промышленности из физико-химических методов разделения смесей более широкое использование нашли дистилляционный и сублимационный методы.

Проблема глубокой очистки веществ вызвала необходимость усовершенствования этих методов. В аппаратах обязательным является наличие таких конструктивных материалов, которые не загрязняют подвергающиеся очистке желаемые продукты.

На данном этапе, несмотря на множество разработанных дистилляционных и сублимационных методов, все они основываются на различии между составами разделяемой смеси и образующегося пара. Это различие можно принять за коэффициент испарения выделяемого компонента или в данном случае именовать его коэффициентом разделения.

В разделяемой смеси (который всегда является многокомпонентной), относительная испаряемость интересующего нас компонента, в первую очередь зависит от свойств других присутствующих составляющих. Как в теории, так и на практике, для процесса разделения одной из основных задач является учёт этих взаимозависимостей.

В процессе глубокой очистки подразумевается, что рабочая среда представляет собой многокомпонентную смесь, которая состоит из очищаемого вещества и примесей. Надо отметить, что здесь имеет место специфическая особенность, которая указывает, что начальное очищаемое вещество уже содержит относительно малое количество примесей.

В случае, когда упругость пара примесей высока (т.е. испаряемость примесей при определенной температуре выше основного компонента), появляется возможность удалить эти примеси с основных компонентов.

Однако в том случае, когда наоборот, примесями являются вещества с высокой точкой кипения, основной компонент, испаряясь, осаждается на конденсаторе, а примеси остаются в части раствора, находящегося в тигле.

Для успешного осуществления очистки вещества, использование вакуума дает возможность проведения процесса на относительно низкой температуре и чистой среде.

Во время изучения процесса получения сульфида сурьмы путем испарения из разных фракций руды зофхитского месторождения ( $-0,2$ ;  $-1+0,5$ ;  $-5+3$ ;  $-10+7$ ; осредненный) в вакууме ( $\sim 10^{-5}$  мпа), установлено, что оптимальными условиями получения сульфидов являются: фракция ( $-1+0,5$  мм), температура  $650-700^{\circ}\text{C}$ , продолжительность  $\sim 40$  мин, выход  $\sim 90$  масс. %.

Для получения технической Sb, а из неё – сурьмы высокой чистоты, нами сначала были проведены опыты по получению её сульфидов (приблизительно 500 г). Далее из полученных сульфидов с целью удаления мышьяка были проведены опыты в вакууме ( $\sim 10^{-5}$  мпа), и при температуре  $\sim 450^{\circ}\text{C}$  2-х часовой продолжительностью. Спектральный анализ полученного нагретом концентрата при  $450^{\circ}\text{C}$  (с целью удаления мышьяка), подтверждает тенденцию существенного снижения его количества.

Далее, из сульфидов, путем восстановления железом и испарением в вакууме, была получена металлическая Sb технической чистоты (As –  $\sim 1-3$  масс.%, S –  $\sim 0,6$  масс. %).

Поскольку при очистке металлической Sb нагрев происходит ниже  $500^{\circ}\text{C}$ , то очистка осуществляется сублимацией.

Для получения металлической сурьмы высокой чистоты (т.е. с целью удаления мышьяка и серы), опыты были проведены нагреванием сурьмы технической чистоты в вакууме ( $\sim 10^{-5}$  мпа), при температурах  $\sim 400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$  и  $500^{\circ}\text{C}$  3-х часовой продолжительностью.

Анализ полученной Sb высокой чистоты был проведен на микрорентгеноспектральном анализаторе (“Сатеса”). Для установления однородности распределения элементов использован точечный метод и сканирование (Таблица 3).

Таблица 3. Микрорентгеноспектральный анализ металлической сурьмы

Проба	Элементы, масс. %		
	Sb	As	S
1. При первом этапе полученный Sb	Основа	1.3	0.11
2. При втором этапе полученный Sb, нагрев 400°С	Основа	0.76	0.14
3. При первом этапе полученный Sb (повторно)	Основа	0.89	0.136
4. При втором этапе полученный Sb, нагрев 450°С	Основа	0.65	0.14

## ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников С.М., Розловский А.А., Шуклин А.М. и др. Сурьма. М.: Металлургия, 1977. -536 с.

**მაღალი სისუფთავის ანტიმონის მიღების პროცესების შესწავლა**  
 ჯონდო ბაღდავაძე, როლანდ რაზმაძე, ზურაბ წიქარიძე, ალექსანდრე კანდელაკი  
 ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი  
 რეზიუმე

ტექნიკური სისუფთავის ლითონური ანტიმონის და მისგან მაღალი სისუფთავის ანტიმონის მიღებისათვის, პირველ რიგში ჩატარებული იქნა კვლევები სულფიდების მისაღებად (მიღებულია დაახლოებით 500 გრამი). მიღებული სულფიდებიდან დარიშხანის მოცილების მიზნით, ჩატარდა ცდები ვაკუუმში ( $\sim 10^{-5}$  მპა),  $\sim 450^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე 2 საათის ხანგრძლივობით.  $450^{\circ}\text{C}$ -ზე კონცენტრატის გახურებით (დარიშხანის მოცილების მიზნით) მიღებული ნარჩენის სპექტრული ანალიზი ადასტურებს დარიშხანის რაოდენობის მნიშვნელოვანი შემცირების ტენდენციას. სულფიდებიდან რკინით ანტიმონის აღდგენის და ვაკუუმში მისი აორთქლების გზით მიღებული იქნა ტექნიკური სისუფთავის ლითონური ანტიმონი (As  $\sim$  1-3 მას.%, S  $\sim$  0,6 მას.%). მაღალი სისუფთავის ლითონური ანტიმონის მისაღებად ჩატარდა ცდები ვაკუუმში ( $\sim 10^{-5}$  მპა)  $\sim 400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$  და  $500^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურაზე ტექნიკური სისუფთავის ლითონური ანტიმონის გახურებით (დარიშხანისა და გოგირდის მოცილების მიზნით) 3 საათის ხანგრძლივობით. მიღებულია მაღალი სისუფთავის ლითონური ანტიმონი ( $\sim 99,92\%$ ).

**STUDY OF PROCESSES FOR OBTAINING HIGH-PURITY Sb**

Jondo Bagdavadze, Roland Razmadze, Zurab Tsikaridze, Alexandre Kandelaki  
 Ferdinand Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science

**SUMMARY**

The experiments on producing technical antimony and that of a high purity were conducted by several steps. First there was prepared an antimony sulphide (approximately 500 g). Further experiments were conducted (with the goal of removing arsenic from the obtained sulphides) in vacuum ( $\sim 10^{-5}$  MPa) at temperature of  $\sim 450^{\circ}\text{C}$  for 2 hr. Spectral analysis of the obtained concentrate showed a tendency of significant reduction in the arsenic content. Metallic antimony of technical purity (As  $\sim$  1-3 mass %, S  $\sim$  0,6 mass %) was obtained by iron reduction and vacuum evaporation of the sulfides. To obtain high purity metallic antimony the experiments were carried out by heating the technical antimony (with the goal of removing arsenic and sulfur) in vacuum ( $\sim 10^{-5}$  MPa) at temperatures of  $\sim 400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$  and  $500^{\circ}\text{C}$  for 3 hr. The resulted material was high-purity metallic antimony ( $\sim 99.92\%$ ).

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ФОРМОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ ИЗ ПОЛИЭФИР-ИЗОЦИАНАТНЫХ КОМПОЗИТОВ**

М.В.Датуашвили

*Кутаисский государственный университет им. А.Церетели merabidat@mail.ru*

В процессе улучшения качества швейных изделий все большее значение приобретает обоснованный выбор материалов для одежды, а также рациональное их использование. Успешное решение упомянутых процессов возможно только на основе глубоких знаний строения и свойств материалов, их ассортимента, методов испытания и оценки качества. Надо отметить, что новые по структуре и свойствам материалы создаются благодаря применению современных видов химических волокон и нитей, высококачественных кристаллов и отдельных материалов [1].

Среди большого количества полимеров, пригодных для производства деталей одежды, эластичный полиуретановый поропласт (пенополиуретан) занимает одно из ведущих мест.

Пенополиуретаны отличаются хорошими теплоизоляционными свойствами (коэффициент теплопроводности 0,032 ккал/м.ч.град) и легкостью (1 м<sup>2</sup> этого материала толщиной 0,3 см.весит 90-100 г) [2].

Полиуретановые поропласты в швейной промышленности в основном используются при изготовлении прокладочных материалов, а также плечевых накладок, бюстгалтеров, головных уборов и др. [3]. Пространственная форма деталей швейных изделий из полиуретанового поропласта в основном достигается методом формования. Сущность метода заключается в том, что предварительно приготовленную полиэфир-изоцианатную композицию заливают в специальные ограничительные формующие приспособления (пресс-формы), в которых происходит вспенивание и образование полиуретанового поропласта. Изделие или детали изделия изготавливаются за 10÷15 минут.

Анализ литературных источников [4-5], а также наблюдение за процессами формования деталей швейных изделий из полиуретанового поропласта показал, что качество окончательного продукта во многом определяется условием проведения процесса формования, а также рецептурным соотношением компонентов полиэфир-изоцианатных композиций.

Технологический процесс получения формованных полиуретановых изделий состоит из следующих этапов: дозировка и смешивание исходных компонентов, заливка полиэфир-изоцианатной смеси в форму, термообработка, чистка и смазка формы.

Целью настоящей работы являлось исследование рецептуры полиэфир-изоцианатной композиции в зависимости от объемного веса исследуемого объекта. Исследование проводилось на формованных изделиях в виде чашки бюстгалтера. Качество полученных изделий определялось органолептически: по эластичности, характеру поверхности, характеру структуры пор в пеноматериале. В качестве исходного сырья использован: слабо разветвленный полиэфир на основе полуилендиизоцианата с содержанием изомеров 2,4 – 65% и 2,6 – 35%; катализатор – диметилбензиламин; основной эмульгатор – неионогенного типа с гидроксильным числом 70, вспомогательный анионоактивный эмульгатор с кислотным числом 10; дистиллированная вода и парафиновое масло.

Результаты исследования зависимости объемного веса изделия от количества воды и диизоцианата представлены на графиках (рис. 1, 2).

Количественное соотношение толиулендиизоцианата в реакционной смеси во многом определяется физико-механические свойства и визуальные особенности продукции. Зависимость свойств от содержания диизоцианата выражается коэффициентом – отношение практически взятого толиулендиизоцианата к теоретически рассчитанному, выраженное в процентах. зависимость физико-механических свойств полиуретанового поропласта от коэффициента пены представлена на графиках (рис.3, 4, 5).

Как показывают результаты исследований, с увеличением коэффициента пены растет жесткость пеноматериала, уменьшается показатель остаточной деформации и относительное удлинение при разрыве.

С уменьшением коэффициента пены получаются мягкие материалы с высоким относительным удлинением, но с пониженной прочностью на разрыв и с высоким значением остаточной деформации.

Исходя из того, что качество многих видов швейных, и не только швейных изделий определяется их объемным весом, можно сделать следующий вывод: результаты проведенных исследований успешно можно использовать во многих отраслях народного хозяйства.

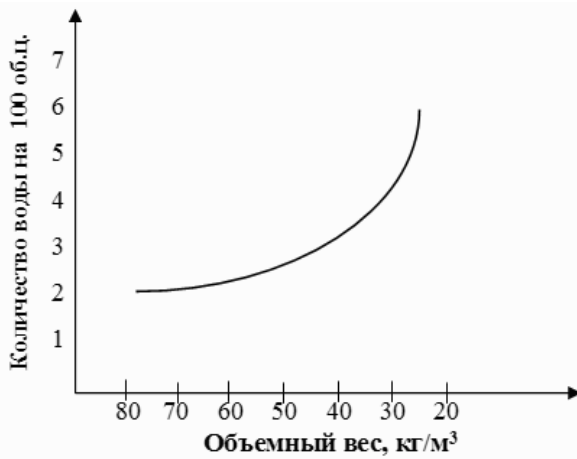


Рис. 1. График зависимости объемного веса поропласта от количества воды в реакционной смеси

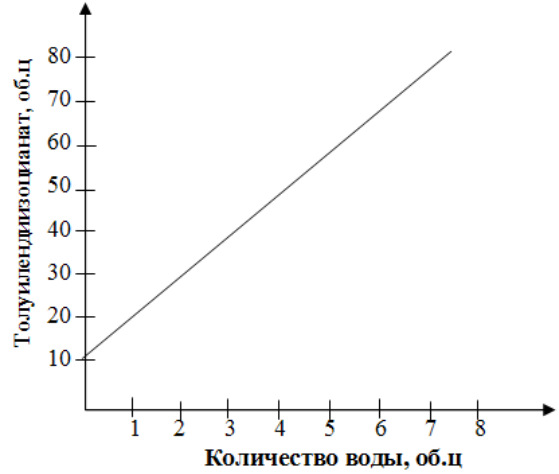


Рис. 2. График зависимости количества толиулендиизоцианата от количества воды

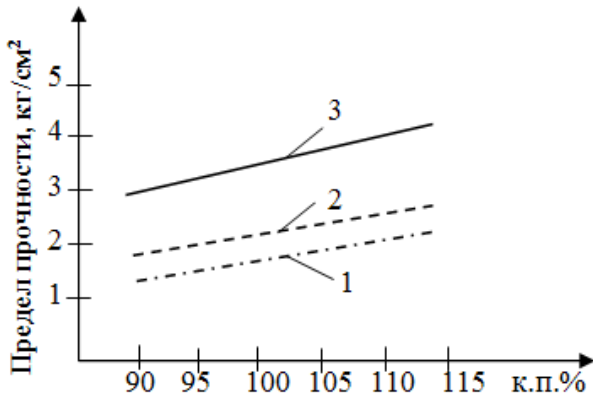


Рис.3. График зависимости предела прочности при растяжении от коэффициента пены с объемным весом поропласта: 1- 35 кг/м³; 2- 40 кг/м³; 3- 50 кг/м³.

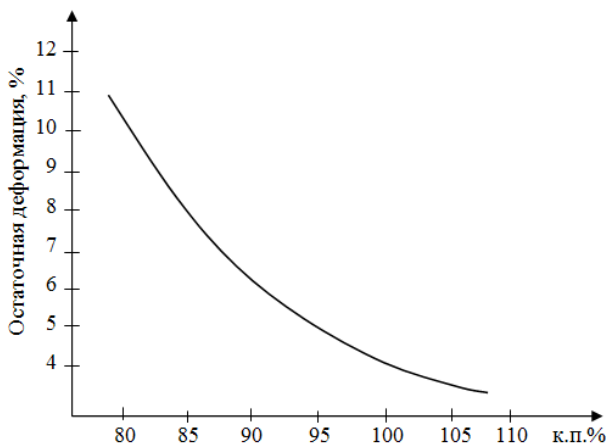


Рис.4. График зависимости остаточной деформации от коэффициента пены

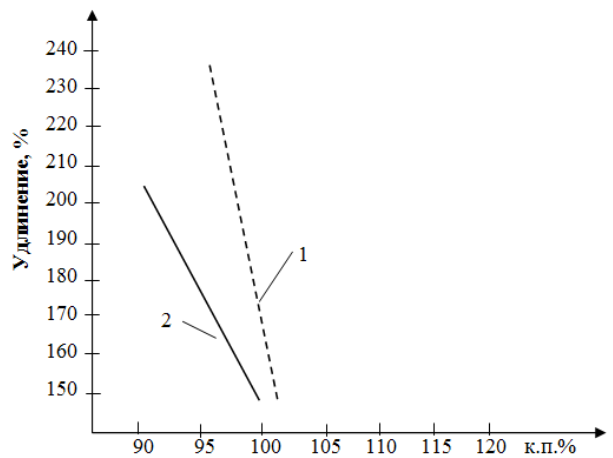


Рис.5. График зависимости относительного удлинения при разрыве от коэффициента пены с объемным весом поропласта: 1- 35 кг/м³; 2- 40 кг/м³.

**ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА**

1. Б.А. Бузов, Т.А. Модестова, Н.Д. Алимченкова. Материаловедение швейного производства. – М.: Легкомбытгиздат. 1986. - 424 с.
2. Дель Р.Л. и др. Гигиена одежды. М. Легкая индустрия. 1979.
3. М.В. Датуашвили. Разработка рационального пакета одежды специального назначения. – Кутаиси: 2009. -164 с.
4. Раит П., Комминг А. Полиуретановые эластомеры: Пер. с англ. Л.: Химия. 1973. – 304 с.
5. Люботорович С.А., Морозов Ю.Л., Третьяков О.Б. Реакционное формование полиуретанов. М.: Химия. 1990. – 288 с.

**პოლიეთერ-იზოციანატური კომპოზიტებისაგან ტანსაცმლის დეტალთა ფორმირების მეთოდის შესწავლა**

მერაბ დათუაშვილი

*ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

**რეზიუმე**

ნაშრომში განხილულია ტანსაცმლის დეტალთა ფორმირების პროცესები პოლიეთერ-იზოციანატური კომპოზიტებისაგან. ნაწარმის მოცულობითი მასის დამოკიდებულებამ წყლისა და იზოციანატის რაოდენობაზე აჩვენა, რომ წყლის მომატებით მკვეთრად იზრდება საბოლოო პროდუქტის წონითი მაჩვენებლები. სტატიაში გრაფიკული სახით წარმოდგენილია ნაწარმის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების დამოკიდებულება დიიზოციანატის რაოდენობაზე. ჩატარებული კვლევების შედეგებს გააჩნია პრაქტიკული ღირებულება, რომელიც წარმატებით შეიძლება გამოყენებულ იქნას სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგებში.

**STUDY OF CLOTHES MOLDING METHOD FROM POLYESTER IZOCYANATE COMPOSITES**

Merab Datuashvili

*Akaki Tsereteli Kutaisi State University*

**SUMMARY**

This article considered a product of polyester sewing parts-izocyanate composites molding method. Results based on volumetric weight products on water quantity and isocyanate showed that water increases with increasing weights the samples. The article also graphically view results based on physico-mechanical properties of samples from the number deizocianata. The results of the study would be meaningful; one can use them successfully in many sectors of the economy.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТОЭЛАСТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ТЕРМОЭЛАСТОПЛАСТОВ ОБУВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

М.М.Шаламберидзе, Н.З.Ломтадзе, М.Г.Грдзелидзе

*Кутаисский государственный университет им. А.Церетели merabidat@mail.ru*

В обувной промышленности для производства высококачественной продукции широко применяются термоэластопласты на основе дивинилметилстирольных и изопренстирольных сополимеров в качестве низа обуви. Применяемые в обувной промышленности термоэластопласты (ТЭП) характеризуются низкими показателями стойкости при высоких температурах и в различных агрессивных средах (масло и бензостойкость). Исходя из этого, было принято решение использовать латентного отвердителя ЛО-3 в качестве структурирующего агента в полимерных композициях, так как структурированные полимеры характеризуются стойкостью более высоких температур и к различным агрессивным средам. Использование латентного отвердителя ЛО-3 в качестве структурирующего агента в дивинилметилстирольных и изопренстирольных полимерных композициях и исследование пластоэластических свойств материалов является актуальной проблемой для обувной промышленности.

В настоящее время большое внимание уделяется деформационным свойствам полимерных материалов вследствие их широкого использования и исключительно своеобразного реологического поведения и различных аномалий, сопровождающих течение и технологические процессы переработки синтетических материалов. Пластоэластические свойства полимерных материалов характеризуют их способность к деформациям и течению. Определение и регулирование оптимальных пластоэластических свойств обувных полимерных композиционных материалов в каждом конкретном случае – задача весьма важная и во многом определяющая технологические и эксплуатационные свойства готовой продукции. Одной из технологических характеристик литьевых подошвенных материалов на основе дивинилметилстирольных и изопренстирольных термоэластопластов с латентным отвердителем является их реологическое поведение – свойство, от которого зависят текучесть и технологические процессы переработки полимеров [1-4].

В ходе эксперимента использовали дивинилметилстирольный термоэластопласт ДМСТ-30 и изопренстирольный термоэластопласт ИСТ-30, а в качестве латентного отвердителя ЛО-3 1,4 – фенилен-бис-дигуанидин. При исследовании основным технологическим параметром было регулирование температуры литья полимерных материалов. Реологические свойства бутадиевстирольных термоэластопластов определяли в температурном интервале 150<sup>0</sup>–170<sup>0</sup>С, обеспечивающем наибольшую активность латентного отвердителя ЛО-3 (латентные отвердители – это соединения, проявляющие свою активность при повышенных температурах).

Для определения реологических свойств полимерных материалов использовали пластограф ротационного типа "Брабендер" (Германия).

Эффективную вязкость полимерных композиций определяли по формуле:

$$\eta_{эфф} = M_{кр} \frac{30}{\pi n V}, \text{ Па}\cdot\text{с} \quad (1)$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент главного вала ( $M_{кр}$  – минимальное значение после введения всех ингредиентов при стабилизации процесса);  $V$  – объем загрузки (оптимальный объем загрузки составляет 50-60 см<sup>3</sup>);  $n$  – число оборотов главного вала, об/мин.

При анализе пластограмм можно получить следующие технологические характеристики: степень пластичности – отношение максимального и минимального крутящих моментов ( $M_{max}/M_{min}$ ); время достижения минимального крутящего момента  $\tau_{min}$ ; время вулканизации  $\tau_{вул}$ ; время активизации  $\tau_{акт}$  структурирующих агентов (определяется до характерного скачка на пластограмме).

Напряжение сдвига в системе рассчитывали по формуле:

$$\tau = K_1 \cdot M_{кр} \quad (2)$$

где  $K_1$  – константа прибора,  $M_{кр}$  – крутящий момент.

Скорость сдвига рассчитывали по зависимости:

$$\omega = K_2 \cdot n \quad (3)$$

где  $K_2$  – константа прибора,  $n$  – число оборотов главного вала, об/мин.

Вязкость полимерных композиционных материалов для низа обуви определяли [5-6] следующим образом:

$$\eta = \frac{\tau}{\omega} = \frac{K_1 \cdot M_{кр}}{K_2 \cdot n}, \text{ Па}\cdot\text{с} \quad (4)$$

На рис. 1 представлены результаты исследования влияния содержания латентных отвердителей на реологические свойства термоэластопластов. Как видно из рисунка, вязкость дивинилметилстирольного ТЭП марки ДМСТ-30 снижается с введением латентного отвердителя ЛО-3. Для полимера ДМСТ-30 вязкость снижается на  $0,07 \cdot 10^4 \text{ Па}\cdot\text{С}$  (кривая 1), а для изопренстирольного ТЭП ИСТ-30 вязкость снижается на  $0,08 \cdot 10^4 \text{ Па}\cdot\text{С}$  (кривая 2) в пределах 3,0-3,5 мас.ч. латентного отвердителя ЛО-3 на 100 мас.ч. ТЭП. При исследовании деформационно-прочностных свойств данных полимеров выявлено, что при таком соотношении отвердителя и полимера достигаются наилучшие деформационно-прочностные показатели (4). Снижение вязкости полимеров, в свою очередь, создает хорошие условия для их литья на обувных предприятиях, что способствует лучшему заполнению пресс-форм, и соответственно, повышению качества готовой продукции.

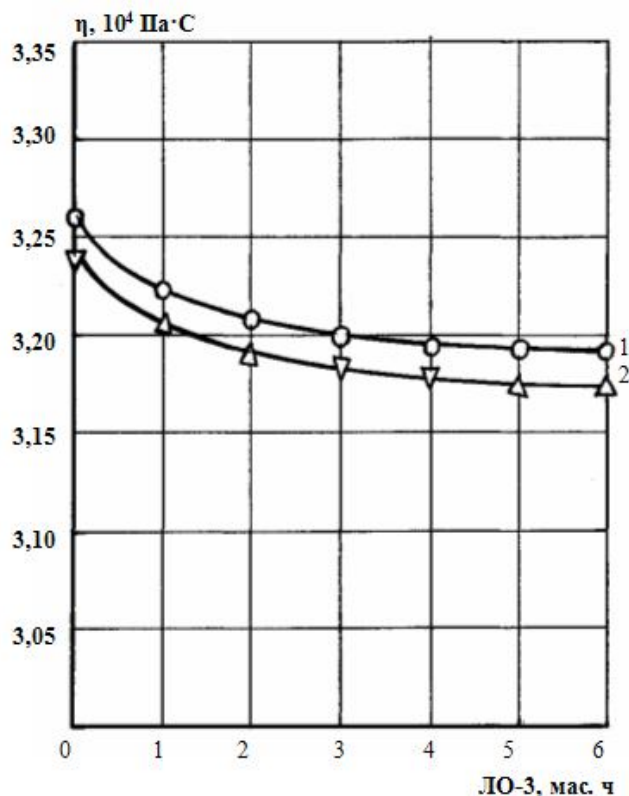


Рис. 1. Влияние содержания латентного отвердителя ЛО-3 на вязкость дивинилстирольных и изопренстирольных термоэластопластов

1 – ДМСТ-30, 2 – ИСТ-30

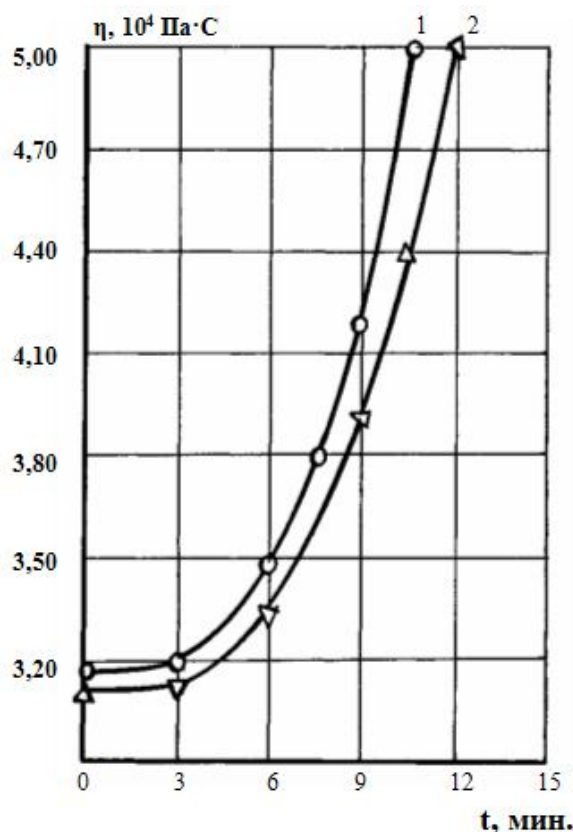


Рис. 2. Влияние времени пластикации на вязкость дивинилстирольных и изопренстирольных термоэластопластов с латентным отвердителем ЛО-3.

В работе была также исследована зависимость влияния времени пластикации на вязкость полимерных смесей с латентным отвердителем ЛО-3. На рис. 2 представлены реокинетические кривые термоэластопластов с латентным отвердителем ЛО-3 в температурном интервале  $150-170^{\circ}\text{C}$  (оптимальная температура литья данных полимерных материалов). Как видно из рисунка, в течение 3 мин. вязкость полимерных материалов остается почти без изменения. В интервале времени до 6 мин. наблюдается повышение вязкости на  $0,3 \cdot 10^4 \text{ Па}\cdot\text{С}$  для полимера ДМСТ-30 (кривая 1) и на



0,25·10<sup>4</sup>Па·С для полимера ИСТ-30 (кривая 2). При дальнейшем продолжении пластикации 9 мин. и выше происходит резкое повышение рабочей вязкости полимерных смесей. Исходя из вышесказанного, процесс структурирования ТЭП с латентным отвердителем ЛО-3 можно разделить на три стадии. На первой стадии (до 3 мин.) происходит процесс активации латентного отвердителя ЛО-3 с образованием функциональных групп, которые при взаимодействии с дивинилметилстирольным термоэластопластом ДМСТ-30 и изопренстирольным термоэластопластом ИСТ-30 могут вызвать процесс структурирования полимеров. На второй стадии (от 3 до 6 мин.) происходит процесс взаимодействия отвердителя с полимером, и как видно из рис. 2, вязкость материалов постепенно увеличивается. На этой стадии происходит процесс разветвления макромолекул, охватывающий весь объем материала, но отсутствует единая химическая сетка. На третьей стадии (9 мин. и более) происходит резкое повышение вязкости полимерных материалов – это уже непосредственно связано с процессом структурирования – образованием пространственной химической сетки и потерей текучести полимеров.

Полученные закономерности позволяют сделать вывод, что дивинилметилстирольные и изопренстирольные термоэластопласты с латентным отвердителем ЛО-3 обладают хорошими реологическими и деформационно-прочностными (пластоэластическими) свойствами. Что касается серных вулканизатов аналогичных полимеров, они характеризуются сравнительно низкими реологическими и деформационно-прочностными показателями, что немаловажно в процессе литья вышеуказанных сополимеров. Кроме того, при серной вулканизации в полимерную систему требуется вводить замедлители подвулканизации, активаторы, ускорители вулканизации и другие агенты, что создает большие трудности в технологическом процессе производства синтетических материалов для низа обуви.

#### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Малкин А.Я., Чалых А.Е. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения. Москва: «Химия», 1979, 302 с.
2. Фридман М.Л. В кн. «Новое в реологии полимеров» (под ред. Г.В. Виноградова). Москва: АН СССР, 1992, 296 с.
3. Shiga and Futura. Rubb. Chem. A Techn. 1995, v. 58, p. 1-21.
4. Шаламберидзе М.М., Полухина Л.М. Влияние латентного отвердителя на физико-механические свойства бутадиен-стирольных сополимеров. Кожевенно-обувная промышленность, 2003, № 5, с. 33-34.
5. Вострокнутов Е.Г., Виноградов Г.В. Реологические основы переработки эластомеров. Москва: «Химия», 1988, 227 с.
6. Малкин А.Н., Куличихин С.Г. Реология в процессах образования и превращения полимеров. Москва: «Химия», 1985, 240 с.

#### საშენსაცემელე დანიშნულების თერმოელასტიკელასტიკის კლასტოელასტიკური თვისებების კვლევა

მერაბ შალამბერიძე, ნატალია ლომთაძე, მაია გრძელიძე  
ქუთაისის აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

განხილულია ლატენტური გამამყარებლის ЛО-3 გამოყენების საშუალებები, როგორც მასტრუქტურირებელი აგენტი დივინილმეთილსტიროლისა და იზოპრენსტიროლის პოლიმერული კომპოზიციებისათვის. კვლევებმა გვიჩვენა, რომ ზემოთაღნიშნული პოლიმერული კომპოზიციები ხასიათდებიან კარგი რეოლოგიური და პლასტოელასტიკური თვისებებით, ვიდრე შესაბამისი პოლიმერების გოგირდოვანი ეულკანიზატები.

#### RESEARCH OF PLASTOELASTIC PROPERTIES OF THERMOELASTOPLASTS FOR SHOE APPOINTMENT

Merab Shalamberidze, Natalia Lomtadze, Maia Grdzeldze  
Akaki Tsereteli Kutaisi State University

#### SUMMARY

Questions of use of latent hardener LO-3, as structuring agent in divinylmethylstyrene and isoprenestyrene polymeric compositions are considered. Research have shown that such polymeric compositions possess better rheological and plastoelastic properties, than similar sulfuric-volcanized polymers.

## საქართველოში ქიმიის მეცნიერული კვლევის ცენტრის შექმნის შესახებ

ნინო კუპატაძე\*, რუსუდან ცისკარიშვილი, ვლადიმერ ციციშვილი, ქეთევან ქოჩიაშვილი,  
ავთანდილ დოლიძე

*ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი  
\*ივ.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

გამოჩენილმა ქართველმა მეცნიერმა და საზოგადო მოღვაწემ, ამიერკავკასიაში პირველი უნივერსიტეტის მესაძირკვლემ და ამაგდარმა დიდმა ივანე ჯავახიშვილმა ბრძანა: „ქიმიას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს“-ო. მას ღრმად სწამდა, რომ ქიმიის განვითარება საქართველოში არა მარტო უაღრესად საჭიროა, არამედ დიდად პერსპექტიულიც. ამასთან დაკავშირებით თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ჩამოყალიბების პროცესში, მის მიერ საქართველოში მოწვეული იყო ოდესის უნივერსიტეტის პროფესორი, ევროპული აღიარების დიდი ქართველი მეცნიერი, ქიმიკოსი პეტრე მელიქიშვილი. იგი უნივერსიტეტის პირველ რექტორად იქნა არჩეული პროფესორთა საბჭოს მიერ.

1918 წლის ბოლოს (უნივერსიტეტი, როგორც ცნობილია გაიხსნა 1918 წლის 26 იანვარს) პეტრე მელიქიშვილის თაოსნობით უნივერსიტეტში ჩამოყალიბდა პირველი ქიმიური კათედრა და ლაბორატორია, სადაც იმ დროისათვის არსებული მწირი აღჭურვილობის შექმნის შემდეგ, დაიწყო სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები. პარალელურად იგი ქართულ ენაზე კითხულობდა ლექციებს არაორგანულ ქიმიაში. სწორედ ამ პერიოდიდან მიეცა დასაბამი საქართველოში ქიმიის მრავალრიცხოვან მიმართულებებს [1,2].

მოგვიანებით თბილისში ჩამოყალიბდა საქართველოში პირველი კვლევითი ცენტრი ქიმიის დარგში, რომელმაც თავისი საქმიანობა 1930 წლიდან დაიწყო. მაშინ მეცნიერებათა აკადემია საქართველოში ჯერ არ არსებობდა და ამიტომ ზემოთ აღნიშნულ ცენტრს სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის სახელი ეწოდა.

ინსტიტუტის ჩამოყალიბება ძირითადად აკადემიკოს ლევ პისარჟევსკის სახელს უკავშირდება, რომელიც იმ პერიოდში ქ. დნეპროპეტროვსკიდან იყო მოწვეული თბილისში თავის მეუღლესთან, პროფესორ მალვინა როზენბერგთან ერთად პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში სამუშაოდ.

პროფ. ლ. პისარჟევსკი დიდი ქართველი მეცნიერის, საქართველოს პირველი უნივერსიტეტის პირველი რექტორის, პეტრე მელიქიშვილის მოწაფე იყო და უაღრესად დიდ პატივს სცემდა თავის მასწავლებელს. ალბათ ამიტომაც იყო, რომ ახლადჩამოყალიბებულ ქიმიის ინსტიტუტს ლ. პისარჟევსკის ინიციატივით პეტრე მელიქიშვილის სახელი ეწოდა.

ინსტიტუტი განთავსებულ იქნა კამოს (ახლანდელი დ. უზნაძის) ქუჩაზე, სადაც იქვე ინსტიტუტის ეზოში, ორ პატარა ოთახში დაიწყო ცხოვრება ლ. პისარჟევსკიმ და მისმა მეუღლემ.

ბრძანება ქიმიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის დაარსების შესახებ დაიწერა 1929 წელს 1 ოქტომბერს. ინსტიტუტის პირველ დირექტორად ლევ პისარჟევსკი დაინიშნა.

დასახული ამოცანების შესაბამისად, თბილისის ქიმიის სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა რამოდენიმეჯერ შეიცვალა სახელი. 1965 წლიდან მას მეცნიერებათა აკადემიის პ. მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი ეწოდება.

ახლადდაარსებულ ინსტიტუტში იყო ფიზიკური ქიმიისა და არაორგანული ქიმიის განყოფილებები, რომლებიც ორი წლის შემდეგ გაერთიანდნენ თეორიულ განყოფილებად. ამავე დროს შეიქმნა გამოყენებითი ქიმიის განყოფილებაც.

1929 წლის 1 დეკემბერს გაფორმდა ინსტიტუტის პირველი ბრძანება დირექტორის, ლ. პისარჟევსკის ხელმოწერით, სადაც დაფიქსირებული იყო ინსტიტუტის გახსნისა და მისი პირველი შემადგენლობის ფაქტი: დირექტორი – ლ. პისარჟევსკი, სწავლული მდივანი – პროფ. იასონ მოსეშვილი, ელექტრონული ქიმიის განყოფილების გამგე – პროფ. მალვინა როზენბერგი, გამოყენებითი ქიმიის განყოფილების გამგე – დოც. მიხეილ შალამბერიძე. აქ უნდა აღინიშნოს, რომ ინსტიტუტის პერსონალის დახარისხების მაშინდელი სტილის მიხედვით, თანამშრომელთა შემადგენლობა ძირითადად იყოფოდა ორ ჯგუფად: სამეცნიერო პერსონალი, რომელშიც შედიოდნენ ნამდვილი წევრები, მეცნიერ-

თანამშრომლები და ასპირანტები და სამეცნიერო ტექნიკური ნაწილი, რომელსაც მიეკუთვნებოდნენ ასისტენტები, ლაბორანტები, ანალიტიკოსები, მექანიკოსები და სხვ.

პირველი ბრძანების თანახმად ნამდვილი წევრი იყო ლოცენტ ფ. ბერეზოვსკაია, ნამდვილი წევრების მოვალეობის შემსრულებლები ბ. დაინი, ვ. როიტერი და ვ. იუზა [3].

რაც შეეხება მეცნიერ-თანამშრომლებსა და სამეცნიერო-ტექნიკურ პერსონალს, მიღებული იქნა გადაწყვეტილება მათი კონკურსის წესით არჩევის შესახებ.

ინსტიტუტის მცირე ბიუჯეტიდან გამომდინარე და აგრეთვე კონკურსში მონაწილეთა რაოდენობის გათვალისწინებით, გადაწყდა 9 მეცნიერ-თანამშრომლის და ერთი ნამდვილი წევრის მოვალეობის შემსრულებლის ადგილების გამოყოფა. ლ. პისარჟევსკის რეკომენდაციით, რომელიც აკადემიკოს ვ. იპატიევის და პროფესორ ს. ლებედევის აზრს ეყრდნობოდა, ნამდვილი წევრის მოვალეობის შემსრულებლად არჩეულ იქნა რუსუდან ნიკოლაძე. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი არგუმენტი მისი ამ თანამდებობაზე არჩევისა იყო ქიმიის დარგში მისი ხანგრძლივი მუშაობის სტაჟი.

1930 წლის დასაწყისში ინსტიტუტის სამეცნიერო-ტექნიკური კოლექტივი მთლიანად ჩამოყალიბებული იყო. მეცნიერ-თანამშრომლებად არჩეულ იყვნენ: ს. ჭრელაშვილი, ვ. კოკოჩაშვილი, დ. ერისთავი, პ. გოგორიშვილი, შ. მატატაშვილი, ა. მოსეშვილი, ფ. პეტროვა, ნ. მირიანაშვილი, პ. ქარუმიძე. ცოტა მოგვიანებით მათ შეუერთდნენ პ. ცისკარიშვილი და ი. ხიზანიშვილი ასისტენტ-ლაბორანტის თანამდებობაზე.

ინსტიტუტს ჰქონდა თავისი დებულება, რომლის მიხედვითაც მკაცრად რეგლამენტირებოდა ინსტიტუტის მუშაობა: საშუაო დღე 7-საათიანი უნდა ყოფილიყო, სამ წელიწადში ერთხელ ჩატარებულიყო თანამშრომელთა ატესტაცია სპეციალურად შედგენილი გამოცდის ფორმით, რომელიც გულისხმობდა როგორც ქიმიური ლაბორატორიის გაცნობას, ასევე მასზე დაკისრებული ექსპერიმენტული საშუაოს შესრულებას. გამოცდის ჩაბარების შემდეგ თანამშრომელს ენიჭებოდა ინსტიტუტის ნამდვილი წევრის ან ნამდვილი წევრის მოვალეობის შემსრულებლის სტატუსი, რაც ლოცენტის წოდებას შეესაბამებოდა.

თანამშრომელთა თეორიული და ექსპერიმენტული მომზადება ითვალისწინებდა სათანადო პროფესიული დონის სპეციალისტთა ჩამოყალიბებას. აქედან გამომდინარე, მათ მოეთხოვებოდათ არა მხოლოდ ქიმიის ყველა პროფილის ძირფესვიანად გაცნობა, არამედ ფიზიკისა და მათემატიკის სფეროში გარკვეული ცოდნაც. ლ. პისარჟევსკის ინიციატივით ამ პროცესის განსახორციელებლად ინსტიტუტის შტატგარეშე ნამდვილ წევრებად მიწვეულ იყვნენ პროფ. ნ. მუსხელიშვილი, პროფ. გ. ნიკოლაძე და დოც. ა. ხარაძე.

განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა ექსპერიმენტული ტექნიკის გაუმჯობესებას და ამ მიზნით ინსტიტუტში ხშირად ტარდებოდა პრაქტიკუმები იმ უაღრესად მწირი ტექნიკური საშუალებებით, რაც ინსტიტუტს გააჩნდა. პრაქტიკუმებზე დამსწრენი ასევე ეცნობოდნენ მასალებს სამამულო და საზღვარგარეთული აპარატურის შესახებ.

1930 წლის პირველ ნახევარში ინსტიტუტს თანამშრომელთა გაზრდის საშუალება მიეცა. ნამდვილი წევრის მოვალეობის შემსრულებლად კოლოიდური

ქიმიის სპეციალობით მოწვეული იყო ბ. კანდელაკი, ხოლო გამოყენებითი ქიმიის განყოფილებაში ნამდვილ წევრად აგროქიმიის პროფილით – შ. ცინცაძე. მეცნიერ-თანამშრომლებად ჩაირიცხნენ ი. მიქაძე, შ. ზაალიშვილი, ლაბორანტ-ასისტენტად ა. ნაცვლიშვილი. შტატგარეშე მეცნიერ-თანამშრომლებად დაინიშნენ აგამალიანი, თარხანოვა, მარსოიანი და იამპოლსკაია.

ელექტრონული ქიმიის განყოფილებაში უშუალოდ ლ. პისარჟევსკისა და მ. როზენბერგის ხელმძღვანელობით 12 თანამშრომელი მუშაობდა. თავად ლ. პისარჟევსკის მიერ შემუშავებული გეგმის მიხედვით.

გამოყენებითი ქიმიის განყოფილების თემატიკა კი ძირითადად, მაშინდელი საქართველოს ინდუსტრიალიზაციის ინტერესებთან დაკავშირებული საკითხების შესწავლა-გადაწყვეტასთან იყო დაკავშირებული.

ინსტიტუტის ექსპერიმენტული ბაზა საკმაოდ მომძლავრდა მას შემდეგ, რაც მთავრობის შესაბამისი გადაწყვეტილებით ინსტიტუტს გადაეცა სახალხო მეურნეობის საბჭოს სათანადო უწყების ქიმიურ-ტექნოლოგიური ლაბორატორია. 1930 წლის 8 თებერვალს ლ. პისარჟევსკი შუამდგომლობს ზემოთ აღნიშნული უწყების წინაშე ქიმიურ-ტექნოლოგიური ლაბორატორიის ასისტენტ-ლაბორანტების პ. ცისკარიშვილისა და ი. ხიზანიშვილის ინსტიტუტში მუდმივ შტატში ჩარიცხვის თაობაზე. მანამდე

ისინი ჩატარებული ანალიზების რაოდენობის მიხედვით იღებდნენ ხელფასს. „ახლა, როდესაც გამოყენებით განყოფილებას ექნება სამეცნიერო-ტექნიკური განხრა ქიმიურ მრეწველობაში დასახული ამოცანების შესრულების მიმართულებით და დაიწყო კიდევ მუშაობა ამ მხრივ, ამგვარი მდგომარეობა, ე. ი. გამოცდილი თანამშრომლების ასეთი ანაზღაურება – ანალიზიდან ან კვლევადან გამომდინარე – არანორმალურად და მიზანშეუწონლად მიმაჩნია“, - წერდა პისარჟევსკი. ამ შუამდგომლობის საფუძველზე 1930 წელის თებერვლიდან პ. ცისკარიშვილი და ი. ხიზანიშვილი ინსტიტუტის მუდმივ შტატში იქნენ ჩარიცხულნი [4].

ამ ფაქტიდან კარგად ჩანს ლ. პისარჟევსკის, დიდი მეცნიერისა და მოღვაწის ადამიანური სახეც. პროფესორი პ. ცისკარიშვილი, რომელიც რეპრესირებული ოჯახის წევრი იყო, ნაღვლიანი ღიმილით იგონებდა: „ყველანაირად გაჭირვებული დრო იყო ლ. პისარჟევსკი და მისი მეუღლე მ. როზენბერგი იქვე, ინსტიტუტის ეზოში პირველ სართულზე პატარა ბინაში ცხოვრობდნენ. პერიოდულად, გასაუბრებისა თუ სხვადასხვა სამსახურობრივი დავალებების მოცემის საბაბით მე და ვანო ხიზანიშვილს სამსახურის შემდეგ სახლში გვიბარებდა. მართლაც გვაძლევდა რაღაც ახალ დავალებებს და შემდეგ კი გულუხვად გვიმასპინძლებოდნენ“.

1930 წლის მარტიდან გამოყენებითი ქიმიის განყოფილებამ დაიწყო სერიოზული მუშაობა სამეცნიერო-კვლევით თემაზე, რომელიც ეხებოდა ზოგიერთ ქიმიურ-სამრეწველო პროცესებში კატალიზისა და ელექტროლიზის გამოყენებას.

1931 წლიდან კი დაიწყო იმ საორგანიზაციო ღონისძიებების განხორციელება, რომლებიც წინა წლებში იყო დასახული გამოყენებითი განყოფილების მიმართ. დაისვა საკითხი ამიერკავკასიის სახალსო მეურნეობის საბჭოს უწყებაში ინსტიტუტის გადაცემის შესახებ. ამასთან დაკავშირებით შეიქმნა სპეციალისტთა კომისია შემდეგი შემადგენლობით: ლ. პისარჟევსკი (თავმჯდომარე), მ. როზენბერგი, მ. შალამბერიძე, რ. ნიკოლაძე, პ. ცისკარიშვილი, ა. ქართველიშვილი.

1931 წლის 7 მარტს მიღებული გადაწყვეტილებით ინსტიტუტი შევიდა სახალსო მეურნეობის საბჭოს შემადგენლობაში და ეწოდა „ამიერკავკასიის პ. მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის ინსტიტუტი“, რომელიც ორი განყოფილებისაგან შედგებოდა: 1 – ელექტრონული ქიმია და კატალიზი; 2 – გამოყენებითი ქიმია [4].

უახლოესი მომავლის ძირითად ამოცანებად დაისახა: მირაბილიტის და ალუნიტის გადამუშავება, ბარიუმის პოლისულფიდის მიღება, მანგანუმიანი წიღების გამოყენება, ამიერკავკასიის ქვანახშირების შესწავლა და სამრეწველო გამოყენება. ციანამიდის, კარბიდის და ამიაკის მიღების მეთოდების შემუშავება, ღვინის წარმოების ნარჩენების გამოყენება ღვინის მჟავის მისაღებად და სხვ.

ამ დასახული გეგმების განხორციელება დროში საკმაოდ გაიწელა, რადგან ზაფხულში ცნობილი გახდა, რომ ლ. პისარჟევსკი თბილისში ვეღარ გააგრძელებდა თავის მოღვაწეობას ქ. დნებროპეტროვსკში გადასვლასთან დაკავშირებით.

ლ. პისარჟევსკიმ საქართველოში სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობის საკმაოდ მცირე დროში მოახერხა არა მარტო ქიმიის თანამედროვე დონეზე სწავლების უზრუნველყოფა, არამედ მიიღო აქტიური მონაწილეობა ქიმიის დარგში პირველი სამეცნიერო ცენტრის შექმნაში, რომლის ბაზაზეც შემდგომ რამდენიმე სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი ჩამოყალიბდა.

1933 წელს თბილისში საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის ამიერკავკასიის ფილიალი შეიქმნა, რომელიც სამი განყოფილებისაგან შედგებოდა: საქართველოს (თბილისში), სომხეთის (ერევანში) და აზერბაიჯანის (ბაქოში) მეცნიერებათა აკადემიები. ამიერკავკასიის ფილიალს და აგრეთვე მის ქართულ განყოფილებას ხელმძღვანელობდა აკადემიკოსი ნიკო მარი.

1941 წელს ოფიციალურად დაარსდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია. უნდა აღინიშნოს, რომ ჯერ კიდევ საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის ამიერკავკასიის საქართველოს ფილიალის არსებობის დროს, 1933 წლის 22 სექტემბერს, აკად. ნიკო მარის თავმჯდომარეობით თბილისის უნივერსიტეტში ჩატარებულ სხდომაზე, რომელსაც სხვადასხვა დარგის დიდი მეცნიერები ესწრებოდნენ, მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება აკადემიის საქართველოს განყოფილებაში შემდეგი სამეცნიერო-კვლევითი დაწესებულებების ჩართვის შესახებ: ქიმიის ინსტიტუტი, ბოტანიკური ბაღი და სეისმური სადგური. ერთი წლის შემდეგ მათ დაემატა გეოფიზიკისა და ბოტანიკის ინსტიტუტი, გეოლოგიური და ბიოლოგიური სექტორები და ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოქიმიური ლაბორატორიები. ამგვარად, ქვეყნისათვის ქიმიის მეცნიერების დიდი მნიშვნელობის შესახებ ის ფაქტიც მიუთითებს, რომ

საქართველოს ჯერ კიდევ დამოუკიდებელი მეცნიერებათა აკადემიის შექმნამდე, ქიმიის ინსტიტუტი და ქიმიური პროფილის ლაბორატორიები ფილიალის შემადგენლობაში უკვე არსებობდა.

1941 წლიდან საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიის ინსტიტუტმა ფართომასშტაბიანი მუშაობა დაიწყო. მან განაგრძო და გააფართოვა თავისი კონტაქტები სხვადასხვა ქვეყნების მეცნიერებთან და საკმაოდ მალე გამოჩნდა მაღალ სამეცნიერო არენაზე.

### ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნ. ციციშვილი – პეტრე მელიქიშვილი, თბილისი, 1950.
2. ე წულაძე, ორი ქიმიკოსი. საქ. მეცნ. აკად. გამომცემლობა, თბილისი, 1953, 224 გვ.
3. საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ცენტრალური არქივი, ფონდი 18, აღწ. 1, გვ. 52-53.
4. საქართველოს უახლესი ისტორიის ცენტრალური სახელმწიფო არქივი, ფონდი 471, აღწ. 1, შ. ერთ. 2.

### ON ESTABLISHING RESEARCH CENTRE OF CHEMICAL SCIENCE IN GEORGIA

Nino Kupatadze\*, Rusudan Tsiskarishvili, Vladimir Tsitsishvili, Ketevan Kochiashvili, Avtandil Dolidze  
*Petre Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry  
 at Ivane Javakhishvili Tbilisi State University  
 \*Ivane Javakhishvili Tbilisi State University*

### SUMMARY

At the end of 1918 the Chemistry Department and Laboratory was established at Tbilisi State University with the initiative of its first rector, the great Georgian scientist, chemist Petre Melikishvili. In spite of of scanty equipment scientific researchers started at this laboratory. In 1929, the first scientific-research institute in field of chemistry was established where serious scientific work was carried out. It's first director was P. Melikishvili's disciple Lev Pizarzhevski.

### О СОЗДАНИИ В ГРУЗИИ ХИМИЧЕСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА

Н.О.Купатадзе\*, Р.П.Цискаришвили, В.Г.Цицишвили, К.Н.Кочиашвили, А.В.Долидзе  
*Институт Физической и Органической Химии им. П.Г. Меликишвили  
 Тбилисского Государственного Университета им. Ив. Джавахишвили  
 \*Тбилисский Государственный Университет им. Ив. Джавахишвили*

### РЕЗЮМЕ

В конце 1918 года в Тбилисском государственном университете, по инициативе первого ректора, ученого химика европейского признания, проф. П. Меликишвили, была создана кафедра химии и лаборатория, где несмотря на скудное оборудование, начались научные исследования. В 1929 году вТбилиси был организован первый научно-исследовательский Институт химии. Первым директором был ученик П. Меликишвили, проф. Л. Писаржевский.

## ელისაბედ ბენაშვილი (1915-2004წ.წ.)

ორგანული ქიმიის დარგში პირველი დოქტორი ქალბატონი საქართველოში, ელისაბედ ბენაშვილი ერთ-ერთი გამორჩეული მეცნიერ-სწავლულთაგანია, ვინც გასული საუკუნის 40-იანი წლებიდან დაიწყო სისტემატური კვლევა ნავთობქიმიური სინთეზისა და ნავთობის ქიმიის დარგში. იგი აღიზარდა ჭეშმარიტი ქართველი ინტელიგენტების ოჯახში. მამამისი, მიხეილ ბენაშვილი გახლდათ ცნობილი ინჟინერი, რომლის სახელსაც უკავშირდება ბაქო-ბათუმის ნავთობსადენის მშენებლობის წარმოება.

ქალბატონ ელისაბედ ბენაშვილის აღზრდასა და პიროვნულ ჩამოყალიბებაზე დიდი გავლენა იქონიეს მამიდამ, ნინო ბენაშვილმა და მისმა მეუღლემ, გამორჩენილმა ქართველმა მწერალმა ვასილ ბარნოვმა, რომელთა ოჯახში თავს იყრიდნენ იმ დროისათვის ცნობილი ადამიანები და გოგონას მათ წრეში ხშირად უზღებოდა ყოფნა. მომავალი პროფესიის არჩევაში კი გარკვეული როლი ითამაშა ბიძამ, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ერთ-ერთმა დამაარსებელმა, დიდმა მეცნიერმა, ასტრონომიისა და გეოდეზიის პროფესორმა ანდრია ბენაშვილმა, რომელიც იმ პერიოდში პოლიტექნიკურ ინსტიტუტშიც (მაშინდელ ინდუსტრიალურ ინსტიტუტში) მოღვაწეობდა



ქალბატონმა ელისაბედმა კლასიკური განათლება მიიღო. 1934წელს მან თბილისის მე-9 შრომის სკოლის წარჩინებით დამთავრების პარალელურად დაამთავრა სახელმწიფო მუსიკალური სასწავლებელი (დღევანდელი ნიჭიერთა ათწლედის წინამორბედი), სრულყოფილად ფლობდა რუსულ და გერმანულ ენებს. 1934 წელს გახდა საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტის ქიმიურ-ტექნოლოგიური ფაკულტეტის სტუდენტი. იგი ინსტიტუტს ასევე წარჩინებით ამთავრებს და 1940 წელს ჩაირიცხა ასპირანტურაში ორგანული სინთეზის დარგში. მისი ხელმძღვანელი იყო საკავშირო მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი ალექსანდრე პეტროვი. მეორე მსოფლიო ომმა გარკვეულად შეაფერხა სამეცნიერო კონტაქტები თბილისისა და მოსკოვის შორის და 1943 წლიდან ელისაბედ ბენაშვილი საკანდიდატო დისერტაციაზე მუშაობას აგრძელებს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პეტრე მელიქიშვილის სახელობის ქიმიის ინსტიტუტში, იმ დროისათვის ახლად შექმნილი ნავთობის ქიმიის ლაბორატორიაში ლაბორატორიის გამგის, შემდგომში აკადემიკოს ქრისტეფორე არეშიძის უშუალო ხელმძღვანელობით. დისერტაციის წარმატებით დაცვის შემდეგ, ქიმიის მეცნიერებათა კანდიდატი ელისაბედ ბენაშვილი ამავე ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ-თანამშრომელია.

ქიმიის აქტუალურ საკითხებს ეძღვნებოდა მისი სადოქტორო დისერტაცია, კერძოდ, ნავთობის ნახშირწყალბადების ადსორბციულ დაყოფას და მათი თერმული და კატალიზური გარდაქმნის შესწავლას, ახალი ადსორბენტების და კატალიზატორების შემუშავებას. მნიშვნელოვანია მისი წვლილი სინთეზური და ბუნებრივი ცეოლითების კომპლექსური შესწავლის სფეროში, იაფი ნედლეულის ნავთობქიმიურ პროცესებში გამოყენებისა და მათ საფუძველზე ახალი ადსორბენტებისა და კატალიზატორების შექმნის მიმართულებით. ამ უმნიშვნელოვანესი კვლევის შემდგომი მეცნიერული შესწავლისათვის საჭირო გახდა ახალი

სპეციალური პროფილის, თხევადი საწვავის ქიმიის ლაბორატორიის შექმნა, რომელიც ორგანიზებული იყო 1975 წელს და მას სათავეში ელისაბედ ბენაშვილი ჩაუდგა.

ფუნდამენტურ კვლევებს მეცნიერი შესანიშნავად უხამებდა სახალხო მეურნეობისათვის მნიშვნელოვან პრაქტიკული ხასიათის სამუშაოებს: მას მჭიდრო ურთიერთობა ჰქონდა ბათუმის ნავთობგადამამუშავებელ ქარხანასთან - იგი ამ ქარხნის მეცნიერ-კონსულტანტი გახლდათ.

უაღრესად საგულისხმოა ელისაბედ ბენაშვილის გამოკვლევები, რომლებიც გოგირდისა და მისი ნაერთებისაგან ნავთობის გასუფთავების პრობლემას ეხება. ეს საკითხები დღესაც აქტუალურია აღნიშნული ნედლეულის გადამამუშავებისათვის, რადგან გოგირდშემცველი ნავთობი დაბალხარისხიანია როგორც გადამამუშავების, ისე მაღალხარისხოვანი პროდუქტების მიღების თვალსაზრისით. მნიშვნელოვანია ის ფაქტიც, რომ აღნიშნული მეთოდის საფუძველზე შექმნილია უნარჩუნო ტექნოლოგია, რომელიც თავის მხრივ, გარემოს იცავს გაჭუჭყიანებისაგან.

1983 წელს ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორს, პროფესორ ელისაბედ ბენაშვილს მიენიჭა საქართველოს მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის წოდება. იგი 200-ზე მეტი სამეცნიერო შრომის, არაერთი გამოგონებისა და რამოდენიმე მონოგრაფიის ავტორია. მონოგრაფიისათვის „ნავთობის ნახშირწყალბადების და ჰეტეროატომური ნაერთების დაყოფა“ იგი დაჯილდოებულია საქართველოს მეცნიერების აკადემიის პეტრე მელიქიშვილის სახელობის პრემიით.

ელისაბედ ბენაშვილის შრომებმა ფართო გამოხმაურება ჰპოვა ყოფილი საბჭოთა კავშირისა და საზღვარგარეთის მთელ რიგ ქვეყნებში: აშშ, უნგრეთი, გერმანია, პოლონეთი, ჩეხოსლოვაკია, ბულგარეთი. მას ხშირად იწვევდნენ უცხოეთში სამეცნიერო კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებზე. მეგობრული დამოკიდებულება ჰქონდა სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერებთან, კოლეგებთან, რაც კიდევ ერთხელ ხაზს უსვამს მის პიროვნულ ღირსებებს. დაუღალავ, ფართო სამეცნიერო-კვლევით მუშაობასთან ერთად ქალბატონი ელისაბედი ნაყოფიერად ემსახურებოდა ახალგაზრდა, მაღალკვალიფიციური კადრების აღზრდის საქმეს. იგი კითხულობდა ნავთობის ქიმიის კურსს ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში, მეცნიერულ ხელმძღვანელობას უწევდა ასპირანტებსა და მაძიებლებს, გულისხმიერებით ეკიდებოდა ცოდნის გაღრმავების სურვილის მქონე ყველა ახალგაზრდას და ენერგიულად ეხმარებოდა მათ.

პროფესორი ელისაბედ ბენაშვილი წლების განმავლობაში იყო ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტისა და საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პეტრე მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საკვალიფიკაციო საბჭოს წევრი, სსრკ მეცნიერების აკადემიის ნავთობქიმიის სამეცნიერო საბჭოს საქართველოს სექციის თავმჯდომარის მოადგილე, სსრკ მეცნიერების აკადემიის კატალიზის სამეცნიერო საბჭოს საქართველოს სექციის წევრი, საქართველოს საზოგადოება „ცოდნის“ გამგობის წევრი, ამავე საზოგადოების მუდმივმოქმედი საკონკურსო კომისიის წევრი.

ქალბატონი ელისაბედი ბენაშვილი დაჯილდოებულია ღირსების ორდენით.

ქალბატონი ელისაბედი, როგორც უაღრესად განათლებული და ჭეშმარიტი ინტელიგენტი, გულისხმიერი და კეთილმოსურნე პიროვნება, დიდი პატივისცემით და გულწრფელი სიყვარულით სარგებლობდა თავისი კოლეგების, მრავალრიცხოვანი აღზრდილებისა და მეგობრების წრეში. ამასთან ერთად იგი სამაგალითო მეუღლე, დედა და მზრუნველი ბებია გახლდათ. ქალბატონი ელისაბედის მეუღლე ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწე, საქართველოს ნახშირების ქიმიის ფუძემდებელი პეტრე ცისკარიშვილი გახლდათ.

მათ ჰყავთ ორი შვილი, 3 შვილიშვილი და 3 შვილთაშვილი. ოჯახში ქიმიკოსთა ტრადიციები გრძელდება.

ქალბატონმა ელისაბედმა 88 წელი იცოცხლა და ასაკის მიუხედავად არ დაუკარგავს სიცოცხლის ხალისი, ნათელი გონება და აქტიური საზოგადოებრივი ინტერესი. მან

დამსახურებულად მოიპოვა მეგობრებისა და კოლეგების, მრავალრიცხოვანი აღზრდილების სიყვარული და დაფასება, მოიმკო ის, რასაც ხანგრძლივი ცხოვრების მანძილზე ყოველდღიური სიყვარულით, კეთილგანწყობითა და დიდი ადამიანური გულისხმიერებით ქმნიდა.

იგი დაკრძალულია საბურთალოს საზოგადო მოღვაწეთა პანთეონში მეუღლესთან ერთად.

2010 წელს ქალბატონ ელისაბედს 95 წელი შეუსრულდებოდა. საქართველოს ქიმიკოსთა ფართო საზოგადოება დიდი გულისტკივილით და სითბოთი იხსენებს მას.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიების განყოფილება

ი.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი  
პეტრე მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ჟურნალი „მაცნე“, ქიმიის სერიის  
სარედაქციო კოლეგია

#### IN MEMORY OF ELIZABETH BENASHVILI

On December 10, 2010, the Honored Scholar, Doctor of Chemical Sciences, Laureate of P.Melikishvili prize, Holder of the Order of Honor, Professor Elizabeth Benashvili would be 95. Unfortunately, Mrs. Elizabeth passed away in 2004. Georgian chemical society recalls the great scholar and excellent person with great respect and warmth.

#### ПАМЯТИ Е.М. БЕНАШВИЛИ

Заслуженному деятелю науки, доктору химических наук, профессору, лауреату премии им. П.Меликишвили, кавалеру Ордена Чести, Елизавете Михайловне Бенашвили 10 декабря 2010 года исполнилось бы 95 лет. К сожалению, в 2004 году она ушла из жизни. Грузинская химическая общественность с глубоким уважением, искренней теплотой и грустью вспоминает истинного ученого и прекрасного человека.



## თვალსაჩინო მენეჯერი და ღირსეული მამულიშვილი



შესრულდა 90 წელი თვალსაჩინო ქართველი მეცნიერის, ელექტროქიმიკოსის, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატის, პროფესორ ლევან ჯაფარიძის დაბადებიდან.

ლევან ჯაფარიძე დაიბადა 1920 წლის 14 ნოემბერს ცნობილი ქართველი პედაგოგის, შემდგომში საბჭოთა კავშირის სახალხო მასწავლებლის, ქიმიკოს ნიკოლოზ ჯაფარიძის ოჯახში. 1938 წელს მან დაამთავრა თბილისის ილია ჭავჭავაძის სახელობის საშუალო სკოლა, იმავე წელს ჩაირიცხა და 1942 წელს დაამთავრა თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის ფაკულტეტი.

უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ ლ. ჯაფარიძე მუშაობდა სხვადასხვა სამრეწველო და სასწავლო დაწესებულებებში. 1947 წელს ჩაირიცხა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის ასპირანტურაში, რომლის დამთავრების შემდეგ მუშაობა დაიწყო იმავე ინსტიტუტში უმცროსი მეცნიერი თანამშრომლის თანამდებობაზე. 1954 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია.

1956 წელს ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის რეორგანიზაციის შემდეგ ბატონმა ლევანმა მუშაობა განაგრძო იმავე ინსტიტუტის ბაზაზე ჩამოყალიბებულ გამოყენებითი ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტში (რ. ავლადის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი) ჯერ სწავლული მდივნის, ხოლო შემდეგ უფროსი მეცნიერი თანამშრომლის, ლაბორატორიის ხელმძღვანელისა და სამეცნიერო დარგში დირექტორის მოადგილის (1973-1981წ.წ.) თანამდებობებზე. 1981-1985წ.წ. ბატონი ლევან ჯაფარიძე არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის დირექტორი იყო, ხოლო შემდეგ, გარდაცვალებამდე ამავე ინსტიტუტის საპატიო დირექტორი გახლდათ (1995-2000წ.წ.).

1976 წელს ბატონმა ლევანმა დენის წყაროების საკავშირო ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოზე (ქ. მოსკოვი) დაიცვა დისერტაცია ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად. 1979 წელს მას მიენიჭა პროფესორის წოდება, ხოლო 1983 წელს არჩეულ იქნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტად.

ნაყოფიერი სამეცნიერო და საზოგადოებრივი მოღვაწეობისათვის ბატონი ლევან ჯაფარიძე დაჯილდოებული იყო შრომის წითელი დროშის ორდენით (1980წ.), მედლებით შრომითი მამაცობისთვის (სამამულო ომის პერიოდში და ომის შემდეგ), საქართველოს უმაღლესი საბჭოს პრეზიდიუმის საპატიო სიგელით, იყო საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი.

ბატონი ლევან ჯაფარიძე 180-მდე გამოქვეყნებული სამეცნიერო ნაშრომის, 30-ზე მეტი გამოგონებისა და პატენტის ავტორი იყო, მისი გამოგონებები დაპატენტებულია საზღვარგარეთ (აშშ, გერმანია, ესპანეთი, ინდოეთი), ხოლო ნაწილი დანერგილი იყო წარმოებაში საცდელ-სამრეწველო და სამრეწველო მასშტაბით (რუსთავის საწარმოო გაერთიანება „აზოტი“).

ბატონი ლევანის ხელმძღვანელობით 15-მდე მეცნიერ თანამშრომელმა დაიცვა დისერტაცია სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად.

ლ. ჯაფარიძის სამეცნიერო და საინჟინრო მოღვაწეობა საკითხებისა და პრობლემების ფართო სპექტრს მოიცავდა: დენის ქიმიური წყაროების, მათ შორის პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გავრცელებული მანგანუმ-თუთიის სისტემის ელემენტების მახასიათებლების გაუმჯობესება, სორბციული

მოვლენების შესწავლა დენის ქიმიურ წყაროებში, მანგანუმის დიოქსიდის ელექტროგამოლექვის მექანიზმის კვლევა, ელემენტებში  $MnO_2$ -ის აღდგენის კინეტიკისა და მექანიზმის შესწავლა, ჭიათურის მანგანუმის მადნებიდან ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის მიღების ტექნოლოგიის დამუშავება და წარმოებაში დანერგვა, ნახშირი და წუნდებული გაღვანური ელემენტების გადაშენების სამრეწველო ტექნოლოგიის დამუშავება, საკათოდე მასალების შექმნა ახალი თაობის დენის ქიმიური წყაროებისათვის (ლითიუმიანი ელემენტები აპროტონული ელექტროლიტებით), ელექტროკინეტიკური მოვლენების შესწავლა და მათი გავლენა ელექტროქიმიური გარდაქმნელების მუშაობაზე, ელექტრეტული ფილტრების დამუშავება და სხვ.

განსაკუთრებით დიდი ღვაწლი ლევან ჯაფარიძეს მიუძღვის მნიშვნელოვანი სახალხო-სამეურნეო ამოცანის – საქართველოში ჭიათურის მანგანუმის მადნების ბაზაზე ელექტროლიზური მანგანუმის დიოქსიდის (ემდ) სამრეწველო წარმოების ორგანიზაციის საქმეში. მეცნიერ მუშაკთა კოლექტივმა ლ. ჯაფარიძის ხელმძღვანელობით რთული და შრომატევადი სამეცნიერო-კვლევითი და საცდელ-საკონსტრუქტორო სამუშაოების შესრულების შედეგად დაამუშავა ემდ-ის მიღების ტექნოლოგია, რომლის საფუძველზე რუსთავის საწარმოო გაერთიანება „აზოტში“ 1975 წელს საექსპლუატაციოდ გადაცემული იქნა ყოფილ საბჭოთა კავშირსა და საერთოდ, მთელ აღმოსავლეთ ევროპაში პირველი ემდ-ის მწარმოებელი საამქრო, რომელიც ელემენტების დამამზადებელ ქარხნებს რუსეთსა და ბალტიისპირეთში ამარაგებდა ტიტანის ანოდებზე მიღებული ხარისხიანი ემდ-ით. ბატონ ლევან ჯაფარიძის ხელმძღვანელობით დამუშავებული ტიტანის ანოდები დაინერგა აგრეთვე ემდ-ის მსხვილტონაჟიან წარმოებაში. ამ ანოდებზე მიღებულ პროდუქტს მინიჭებული ჰქონდა ხარისხის ნიშანი.

ლევან ჯაფარიძის მეცნიერული მოღვაწეობის შესაფასებლად საინტერესოა მოვიტანოთ აკადემიკოს ა. ფრუშკინის გამონათქვამი მის სადოქტორო დისერტაციაზე: „*Работа Л.Н.Джапаридзе является счастливым примером детального исследования механизма электрохимического процесса, который уже нашел и в еще большем объеме найдет применение в практике*“.

ინსტიტუტის დირექტორის პოსტზე ბატონი ლევანი დიდ სამეცნიერო-ორგანიზატორულ მუშაობას ეწეოდა, ყველანაირად უწყობდა ხელს ინსტიტუტში მეცნიერული კვლევების გაშლას ახალი, პერსპექტიული მიმართულებებით. მისი ხელშეწყობითა და უშუალო მონაწილეობით ინსტიტუტში ორი ახალი ქვედანაყოფი ჩამოყალიბდა: ელექტროქიმიური კინეტიკის ლაბორატორია (პირველი ხელმძღვანელი საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი ვ. ჯაფარიძე) და თეორიული განყოფილება (პირველი ხელმძღვანელი აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი რ. დოღონაძე), სადაც დღესაც მნიშვნელოვანი მეცნიერული კვლევები ტარდება. ამასთან ერთად, ლ. ჯაფარიძე განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევდა გამოყენებითი ხასიათის სამუშაოებს, იგი კვლევის შედეგების დანერგვაზე, პრაქტიკულ რეალიზაციაზე ორიენტირებული მეცნიერი იყო და ინსტიტუტის თანამშრომლებსაც ყოველთვის ამისკენ მოუწოდებდა.

ბატონი ლევანი ფართო სამეცნიერო, პედაგოგიურ და საზოგადოებრივ საქმიანობას ეწეოდა. იყო რ. აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტის სამეცნიერო და ამავე ინსტიტუტის სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოების თავმჯდომარე, სხვა ინსტიტუტების სამეცნიერო ხარისხების მიმნიჭებელი საბჭოების წევრი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი, მენდელეევის სახელობის ქიმიური საზოგადოების საქართველოს გამგეობის თავმჯდომარის მოადგილე, საკავშირო ელექტროტექნიკური სამინისტროს დენის წყაროების დარგობრივი სამეცნიერო-ტექნიკური საბჭოს წევრი, საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის წევრი, საკავშირო მეცნიერებისა და ტექნიკის სახელმწიფო კომიტეტის წყლის სისტემების ფიზიკური აქტივაციის სამეცნიერო საბჭოს წევრი, საზოგადოება „ცოდნის“ გამგეობის წევრი.

განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია ბატონი ლევანის პიროვნული და ადამიანური თვისებები. თავისი შესანიშნავი გარეგნობით – კეთილშობილი და ამავე დროს ვაჟკაცური სახით, ახოვანებით, ტკბილი ხავერდოვანი ხმით, თბილი ღიმილით იგი შეხვედრისთანავე იპყრობდა ყველას ყურადღებას. ეს გარეგნული მხარე სრულ ჰარმონიაში იმყოფებოდა მის ხასიათთან, პატიოსნებასთან, და რაც მთავარია, მის სამეცნიერო-პრაქტიკულ და საზოგადოებრივ მოღვაწეობასთან. ამიტომ მისი პიროვნებით ერთნაირად მოხიბლული იყო ყველა, ვინც კი მას იცნობდა და მასთან საქმიანობდა.

მეცნიერული კვლევების ის მიმართულება, რომელიც დაკავშირებულია მანგანუმთან დენის ქიმიურ წყაროებთან და მათ დასამზადებლად საჭირო საელექტროდე მასალებთან, რომელსაც საქართველოში საფუძველი ჩაუყარა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა

ლევან ჯაფარიძემ, დღესაც აქტუალურია და თავის გაგრძელებასა და განვითარებას პოულობს მის მოწაფეთა და თანამშრომელთა კვლევებში, რაც ბატონი ლევანის ღვაწლის აღიარებაა საქართველოში ქიმიური მეცნიერებისა და ტექნოლოგიის განვითარების საქმეში.

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიების განყოფილება

რაფიელ აგლაძის სახელობის არაორგანული ქიმიისა და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

#### IN MEMORY OF LEVAN JAPARIDZE

This year we mark 90 years from the birth of Levan Japaridze (1920-2000) – famous Georgian scientist, electrochemist, professor, corresponding member of the National Academy of Sciences of Georgia. Among other scientific interests of L. Japaridze it shall be particularly noted the investigation of the operation of manganese-zinc current sources and the improvement of their characteristics, elaboration and promotion of the technology for the production of electrolytic manganese dioxide, the researches in the field of the creation of cathodic materials for lithium current sources of new generation with aprotic electrolytes.

#### ПАМЯТИ Л.Н.ДЖАПАРИДЗЕ

Исполнилось 90 лет со дня рождения видного грузинского ученого, электрохимика, члена-корреспондента Национальной Академии Наук Грузии, профессора Левана Николаевича Джапаридзе. Из научных интересов Л.Н. Джапаридзе особо следует отметить исследование работы марганцево-цинковых источников тока и улучшение их характеристик, разработка и внедрение технологии производства электролитического диоксида марганца, исследования в области создания катодных материалов для литиевых источников тока нового поколения с апротонными электролитами.

## ინფორმაცია ავტორებისათვის

ჟურნალი "საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე. ქიმიის სერია" აქვეყნებს სტატიებს ქიმიური მეცნიერების დარგში ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე; მიმოხილვებისა და ინფორმაციული ხასიათის მასალების წარმოდგენა შესაძლებელია სარედაქციო კოლეგიასთან შეთანხმებით. გამოსაქვეყნებელი მასალის მოცულობა, ფორმატი და მისი წარმოდგენის სხვა პირობები შეთანხმებული უნდა იყოს პასუხისმგებელ მდივანთან, ავტორებმა ტექსტი უნდა წარმოადგინონ ელექტრონულ ფორმაში, Microsoft Word ფაილის (\*.doc ან \*.rtf) სახით, ნახაზები და სურათები – jpg-ფაილების სახით. სამეცნიერო სტატიების ავტორების დასახმარებლად რედაქციის მიერ გათვალისწინებულია როგორც სტანდარტული ელექტრონული ფორმატები სამივე ენაზე, ისე სხვა ტექნიკური მომსახურება.

## INFORMATION for AUTHORS

The journal "Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences. Chemical series" is publishing articles in a field of chemical sciences in Georgian, English, and Russian, reviews and informational/advertising materials may be submitted after consultations with the Editorial Board. Volume, format, and other details of contribution are to be discussed with the Executive Secretary; Authors submit texts of articles in a form of Microsoft Word files (\*.doc or \*.rtf), figures and pictures – as jpg-files. To help Authors of scientific articles, standard Georgian, English, and Russian formats are provided as well as other technical service and support.

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Журнал "Известия Национальной Академии наук Грузии. Серия химическая" публикует статьи и краткие сообщения в области химических наук на грузинском, английском и русском языках; обзорные статьи и материалы информационного характера публикуются по предварительному согласованию с редакционной коллегией. Объем, формат и условия представления материала для публикации следует согласовать с ответственным секретарем; авторы должны представить тексты в виде файлов Microsoft Word (\*.doc или \*.rtf), рисунки, чертежи и фотоснимки – в виде jpg-файлов. Для оказания помощи авторам научных статей, редакция предусматривает стандартные электронные формы на всех трех языках, а также другую техническую поддержку.