

ISSN 0130-7061

Index 76127

მეცნიერება და ტექნოლოგიები

სამეცნიერო რეზიუმირებადი ჟურნალი

SCIENCE AND TECHNOLOGIES

SCIENTIFIC REVIEWED MAGAZINE

НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНЫЙ РЕФЕРИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

№2(728)

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2018

გამოდის 1949 წლის
იანვრიდან,
განახლდა 2013 წელს.

**მეცნიერება და
ტექნოლოგიები**

№2(728), 2018 წ.

დამფუძნებლები:

საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
საქართველოს საინჟინრო აკადემია
საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემია
მეცნიერების ისტორიის საქართველოს საზოგადოება

CONSTITUENTS:

Georgian National Academy of Sciences
Georgian Technical University
Georgian Engineering Academy
Georgian Academy of Agricultural Sciences
Georgian Society for the History of Science

УЧРЕДИТЕЛИ:

Национальная академия наук Грузии
Грузинский технический университет
Инженерная академия Грузии
Академия сельскохозяйственных наук Грузии
Грузинское общество истории наук

სარედაქციო კოლეგია:

ა. ფრანგიშვილი (თავმჯდომარე), ი. გორგიძე (თავმჯდომარის მოადგილე), შ. ნაჭყებია (თავმჯდომარის მოადგილე), რ. ჩიქოვანი (თავმჯდომარის მოადგილე), გ. აბდუშელიშვილი, ა. აბშილავა, გ. არაბიძე, რ. არველაძე, რ. ბაბიანი (რუსეთი), ნ. ბალათურია, თ. ბაციკაძე, გ. ბიბილეიშვილი, ვ. ბურკოვი (რუსეთი), გ. გავარდაშვილი, ზ. გასიტაშვილი, ო. გელაშვილი, აღ. გრიგოლიშვილი, დ. გურგენიძე, ბ. გუსევი (რუსეთი), ი. ელიშაკოვი (აშშ), გ. ვარშალომიძე, ს. ვასილიევი (რუსეთი), მ. ზეგუროვსკი (უკრაინა), ო. ზუმბურიძე, კ. ზუნკელი (ავსტრია), დ. თავხელიძე, ა. თოფჩიშვილი, ზ. კაკულია, ვ. კვარაცხელია, გ. კვიციანიძე, ლ. კლიშვილი, ფ. კრიადო (ესპანეთი), მ. კუხალეიშვილი, რ. ლაზაროვი (აშშ), ჯ. ლაიტმანი (აშშ), ს. ლომსაძე, ნ. მახვილაძე, დეკანოზი ლ. მათეშვილი, მ. მაცაბერიძე, ვ. მატევევი (რუსეთი), კ. მელაძე, ე. მემპარიაშვილი, გ. მიქიაშვილი, ო. ნათიშვილი, ო. ნამიხიევიშვილი, დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ს. პედროლო (იტალია), რ. უინევიჩიუსი (ლიტვა), ჯი. ჟორდანი, ვ. ჯუკოვსკი (რუსეთი), პ. რიჩი (იტალია), მ. სალუკვაძე, ფ. სიარლე (საფრანგეთი), რ. სტურუა, თ. სულაბერიძე, ფ. უნგერი (ავსტრია), ა. ფაშაევი (აზერბაიჯანი), ნ. ცეცელიშვილი, ა. ჩხეიძე, გ. ცინცაძე, თ. ცინცაძე, ნ. წერეთელი, ზ. წვერაიძე, გ. ხუბულური, თ. ჯაგოდნიშვილი, გ. ჯავახაძე, მიტროპოლიტი ა. ჯაფარიძე, გ. ჯერენაშვილი, ჯ. ჯუჯარო (იტალია).

EDITORIAL BOARD:

A. Prangishvili (chairman), I. Gorgidze (vice-chairman), Sh. Nachkebia (vice-chairman), R. Chikovani (vice-chairman), G. Abdushelishvili, A. Abshilava, G. Arabidze, R. Arveladze, R. Babaian (Russia), N. Bagaturia, T. Batsikadze, G. Bibileishvili, V. Burkov (Russia), A. Chkheidze, P. Ciarlet (France), I. Elishakov (USA), Z. Gasitashvili, G. Gavardashvili, O. Gelashvili, G. Giugiaro (Italy), Al. Grigolishvili, D. Gurgenidze, B. Gusev (Russia), T. Jagodnishvili, Metropolitan A. Japaridze, G. Javakhadze, G. Jerenashvili, Z. Kakulia, N. Kavlashvili, G. Khubuluri, L. Klimiashvili, F. Kriado (Spain), M. Kukhaleishvili, V. Kvaratskhelia, G. Kvesitadze, J. Laitman (USA), R. Lazarov (USA), Z. Lomsadze, N. Makhviladze, Archpriest L. Mateshvili, M. Matsaberidze, V. Matveev (Russia), E. Medzmarishvili, H. Meladze, G. Miqiashevili, O. Namicheishvili, O. Natishvili, D. Novikov (Russia), A. Pashaev (Azerbaijan), S. Pedrolo (Italy), P. Ricci (Italy), M. Salukvadze, R. Sturua, T. Sulaberidze, H. Sunkel (Austria), D. Tavkheldze, A. Topchishvili, G. Tsintsadze, T. Tsintsadze, N. Tzereteli, Z. Tzveraidze, F. Unger (Austria), G. Varshalomidze, S. Vasilev (Russia), M. Zgurovski (Ukraine), R. Zhinevichius (Lithuania), ჯი. Zhordania, V. Zhukovski (Russia), O. Zumburidze.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. Прангишвили (председатель), И. Горгидзе (зам. председателя), Ш. Начкебия (зам. председателя), Р. Чиковани (зам. председателя), Г. Абдушелишвили, А. Абшилава, Г. Арабидзе, Р. Арвеладзе, Р. Бабаян (Россия), Н. Багатуриа, Т. Бацикадзе, Г. Бибилишвили, В. Бурков (Россия), Г. Варшаломидзе, С. Васильев (Россия), Г. Гавардашвили, З. Гаситашвили, О. Гелашвили, Ал. Григолишвили, Д. Гургенидзе, Б. Гусев (Россия), Г. Джавахадзе, Т. Джагоднишвили, Митрополит А. Джапаридзе, Г. Джеренашвили, Дж. Джуджаро (Италия), И. Елишаков (США), Р. Жиневичус (Литва), ჯი. Жордания, В. Жуковский (Россия), М. Згуровский (Украина), О. Зумбуридзе, Х. Зункел (Австрия), Н. Кавлашвили, З. Какулия, В. Кварацхелия, Г. Квеситадзе, Л. Климиашвили, Ф. Криадо (Испания), М. Кухалеишвили, Р. Лазаров (США), Дж. Лаитман (США), З. Ломсадзе, В. Матвеев (Россия), Протоиерей Л. Матешвили, Н. Махвиладзе, М. Мацабериძე, Э. Медзмаришвили, Г. Меладзе, Г. Микиашвили, О. Намичеишвили, О. Натшвили, Д. Новиков (Россия), С. Педроло (Италия), З. Ричи (Италия), М. Салукваძე, Ф. Сиарле (Франция), Р. Стурუა, Т. Сулабериძე, Д. Тавхелиძე, А. Топчишвили, Ф. Унгер (Австрия), А. Фашаев (Азербайджан), Г. Хубулური, З. Цвრაიძე, Н. Церетели, Г. Цинцаძე, Т. Цинцаძე, А. Чхеიძე.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2018
Publishing House “Technical University”, 2018
Издательский дом “Технический Университет”, 2018
<http://www.publishhouse.gtu.ge>



შინაარსი

ბამოყვანებითი შიზიკა

თ. ლაფერაშვილი, თ. კვიციანი. ფოტოგოლტუბრი მზის ელემენტების ეფექტიანობის
ბაზრდის გზები 9

ბარემოს დაცვა

მ. გვიანიძე, ე. შენგელია, ნ. ლომთათიძე. ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაბეზობაზე
ჩამდინარი წყლების ფოსფორისაბან ბაწმენდა შავი ზღვის ეშტროფიკაციისაბან
დაცვის მიზნით 22

ბიოლოგია

თ. ეპიტაშვილი, გ. დვალი, ლ. ზვიადაძე. სხვადასხვა პროცენტული შედგენილობის
ტრიტიკალისა და ხორბლის კურის დაავადებანი..... 33

ფსიქოლოგია

ნ. ალექსიძე. როგორ ავიცილოთ მკვლელობა და თვითმკვლელობა პრევენციული
მეთოდებით 39

ფიზიოლოგია

ე. ყიფიანი. კანინატური რეცეპტორების სტრუქტურა და ფუნქციები, მათი
როლი გამა-ოსცილაციების დროს აბუნებასა და შეკავებას შორის ბალანსის
დამყარებაში 48

მცენარეთა ბიოქიმია

რ. მელქაძე. ახალი აღაპტობენის რეცეპტორის კომპონენტების ბიოქიმიური
დახასიათება..... 56

ქიმია

ქ. ვირსალაძე, ე. შენგელია. მცენარულ ზეთეუჭი მიმდინარე ქანბვითი პროცესები
და მათზე მოქმედი ფაქტორები..... 67

ნ. ჭალიძე, ე. შენგელია. მძიმე ლითონები მწვანე ბოსტნეულში და მათი ბავლენა
ნიტრატების ბანსაზღვრის პროცესზე 74

რკინიბზის ტრანსპორტი

ს. კვიციანი. ახალი ტიპის სარელსო წრედი 80

მსუბუქი მრეწველობა

მ. ქარქაშიძე. საშენსაბენო კომპოზიციური მასალების აღჭრეიშრ ღა კრეეიშრ სიმტკიცეებს შორის თანაფარღობა წონასწორული პროცესის პირობებში85

საფეიქრო მრეწველობა

გ. კუბრაშეიღი, ნ. ჩხაიძე. ნატურალური აბრეშუმის ქროვიღების წარმოება საქართველოში XIX-XX საუკუნეებში90

კვების მრეწველობა

ნ. ბაღათურია, ნ. ბეგიაშეიღი, მ. ლოღაძე, ღ. უჯმაჯურიძე, ღ. ჩიჩუა. მუროქნისეული წარმოშობის სპირტიანი სასმელები102

ავტორთა საყურადღებოღ108

CONTENTS

APPLIED PHYSICS

T. Laperashvili, O. Kvitsiani. WAYS OF ENHANCEMENT OF PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS EFFICIENCY	9
--	---

ENVIRONMENTAL PROTECTION

M. Gvianidze, E. Shengelia, N. Lomtadze. TO REMOVE THE PHOSPHORUS FROM THE WASTE-WATER AT BATUMI WASTE-WATER TREATMENT PLANT IN ORDER TO PROTECT THE BLACK SEA FROM THE EUTROPHICATION	22
---	----

BIOLOGY

T. Eptashvili, G. Dvali, L. Zviadadze. BREAD DISEASES OBTAINED FROM THE DIFFERENT PERCENTAGES COMPOSITION OF TRITICALE AND WHEAT FLOUR.....	33
--	----

PSYCHOBIOLOGY

N. Aleksidze. HOW TO AVOID MURDER AND SUICIDE BY THE PREVENTIVE METHODS.....	39
---	----

PHYSIOLOGY

E. Kipiani. STRUCTURE AND FUNCTION OF KAINATE RECEPTORS, THEIR ROLE IN MAINTAINING BALANCE BETWEEN THE EXCITATION AND INHIBITION DURING GAMMA-OSCILLATIONS	48
---	----

BIOCHEMISTRY OF PLANTS

R. Melkadze. CHARACTERISTIC FORMULATION COMPONENTS OF NEW ADAPTOGEN.....	56
---	----

CHEMISTRY

K. Virsaladze, E. Shengelia. OXIDATIVE PROCESSES IN VEGETABLE OILS AND FACTORS ACTING ON THEM.....	67
N. Tchalidze, E. Shengelia. HEAVY METALS IN GREEN VEGETABLES AND THEIR INFLUENCE ON THE DETERMINATION OF NITRATE CONCENTRATION	74

RAILWAY TRANSPORT

S. Kvirkvia. NEW TYPE OF RAIL-TRACK CIRCUIT	80
--	----

LIGHT INDUSTRY

M. Karkashadze. THE RELATIONSHIP BETWEEN ADHESION AND COHESION OF SHOE
COMPOSITE MATERIALS UNDER EQUILIBRIUM PROCESS CONDITIONS85

TEXTILE INDUSTRY

G. Kuprashvili, N. Chkhaidze. PRODUCTION OF NATURAL SILK FABRICS IN GEORGIA IN THE
XIX–XX CENTURIES90

FOOD INDUSTRY

N. Baghaturia, N. Begiashvili, M. Loladze, L. Ujmajuridze, D. Chichua. GRAPES ALCOHOLIC
BEVERAGES102

TO THE AUTHORS ATTENTION108

СОДЕРЖАНИЕ

ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА

Т. А. Лаперашвили, О. Р. Квициани. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	9
--	----------

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

М. Д. Гвианидзе, Е. Г. Шенгелия, Н. Д. Ломтатидзе. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФОРА НА ОЧИСТИТЕЛЬНОМ СООРУЖЕНИИ ВОДОСТОКОВ БАТУМИ С ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ ЧЕРНОГО МОРЯ ОТ ЭВТРОФИКАЦИИ	22
--	-----------

БИОЛОГИЯ

Т. Н. Эпиташвили, Г. Ш. Двали, Л. Г. Звиадзе. БОЛЕЗНИ ХЛЕБА ИЗ РАЗНОГО ПРОЦЕНТНОГО СОСТАВА МУКИ ТРИТИКАЛЕ И ПШЕНИЦЫ.....	33
---	-----------

ПСИХОБИОЛОГИЯ

Н. Г. Алексидзе. КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ УБИЙСТВО И САМОУБИЙСТВО МЕТОДАМИ ПРЕВЕНЦИИ.....	39
---	-----------

ФИЗИОЛОГИЯ

Э. Э. Кипиани. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КАИНАТНЫХ РЕЦЕПТОРОВ, ИХ РОЛЬ В УСТАНОВЛЕНИИ БАЛАНСА МЕЖДУ ВОЗБУЖДЕНИЕМ И УДЕРЖАНИЕМ ПРИ ГАММА-КОЛЕБАНИЯХ.....	48
--	-----------

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

Р. Г. Мелкадзе. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ РЕЦЕПТУРЫ НОВОГО АДАПТОГЕНА.....	56
--	-----------

ХИМИЯ

К. Т. Вирсаладзе, Е. Г. Шенгелия. ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ ОВОЩНЫХ МАСЕЛ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НИХ.....	67
---	-----------

Н. Д. Чалидзе, Е. Г. Шенгелия. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЗЕЛЕННЫХ ОВОЩАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НИТРАТОВ	74
---	-----------

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

С. М. Квирквия. РЕЛЬСОВАЯ ЦЕПЬ НОВОГО ТИПА	80
---	-----------

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

М. И. Каркашадзе. СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ АДГЕЗИЕЙ И КОГЕЗИЕЙ ОБУВНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ РАВНОВЕСНОГО ПРОЦЕССА.....85

ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Г. Д. Купрашвили, Н. В. Чхайдзе. ПРОИЗВОДСТВО ТКАНЕЙ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА В
ГРУЗИИ В XIX-XX ВЕКАХ.....90

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Н. Ш. Багатурия, Н. А. Бегишвили, М. Т. Лоладзе, Л. М. Уджмаджуридзе, Д. Т. Чичуа.
ВИНОГРАДНЫЕ СПИРТОВЫЕ НАПИТКИ.....102

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ108

ფოტოვოლტური მზის ელემენტების ეფექტიანობის გაზრდის გზები

თინათინ ლაფერაშვილი, ორესტ კვიციანი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვ. ჭავჭავაძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია მზის ენერჯის გარდამქმნელების ეფექტიანობის გაზრდისა და წარმოებული ენერჯის ფასის შემცირების მიზნით ჩატარებული კვლევა. ნახვენებია III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების მნიშვნელობა ახალი თაობის კვანტურწერტილებიანი მზის ელემენტების შესაქმნელად. აღწერილია მრავალგადასასვლელიანი და შუალედურზონიანი მზის ელემენტების მუშაობის ფიზიკური საფუძვლები. III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ბაზაზე დამზადებული ფოტომგრძობიარე სტრუქტურების, კერძოდ, ფართოზონიანი ნახევარგამტარის – გალიუმის ფოსფიდის (GaP) ზედაპირზე InGaP ან/და InP ნანოკრისტალების გაზრდით მიღებული სტრუქტურების ფოტოელექტრული მახასიათებლების კვლევის საფუძველზე დადგინდა, რომ შესაძლებელია მათი გამოყენება ახალი თაობის მზის ელემენტებში.

საკვანძო სიტყვები: $In_xGa_{1-x}P$ ნანოკრისტალები; კვანტური წერტილები; III-V ნახევარგამტარები; მზის ელემენტები.

შესავალი

ფოტოვოლტური ელემენტი არის მოწყობილობა, რომელშიც ფოტოვოლტური ეფექტი გამოყენებულია სინათლის ენერჯის პირდაპირი გარდამქმნისათვის ელექტრულ ენერჯიად. თუ ფოტოვოლტურ ელემენტში მუხტის მატარებელთა ფოტოგენერირებისათვის გამოყენებულია მზის ენერჯია, მას მზის ელემენტი ეწოდება. ფოტოვოლტური მზის ელემენტები გამოიყენება საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში, კოსმოსური ხომალდის კვების ბლოკებში, თანამგზავრული კავშირგაბმულობის, უსაფრთხოებისა და თავდაცვის მოწყობილობებში.

ფართო მოხმარების კომერციული მზის ელემენტები ძირითადად სილიციუმის (Si) ბაზაზე მზადდება. ისეთ (ჩვეულებრივ) ფოტოვოლტურ მოწყობილობებში, როგორცაა სილიციუმზე დამზადებული ელემენტები, ყოველი შთანთქმული ფოტონი წარმოქმნის მხოლოდ ერთ თავისუფალ ელექტრონს, რის გამოც ასეთი ელემენტის ეფექტიანობა შეზღუდულია (ჭარბი ფოტონური $h\nu - E_g$ ენერჯია გაიბნევა ფონონების გენერირების გზით და იკარგება). იგივე შეიძლება ითქვას ორგანულ მზის ელემენტებზეც, რომელთა წარმოება შედარებით იაფია, თუმცა ძალზე დაბალი ეფექტიანობით ხასიათდება ($\approx 8\%$).

III-V ჯგუფის ნახევარგამტარებს (GaAs, InP, GaP, GaSb) აქვს ყველა ის მახასიათებელი, რომელიც საჭიროა დიდეფექტიან მზის ელემენტებში გამოსაყენებლად. მათ მიეკუ-

თენება პირდაპირზონიანი ნახევარგამტარები, რომლებისთვისაც დამახასიათებელია ოპტიკური შთანთქმის მაღალი კოეფიციენტი, არაძირითადი მატარებლების დიდი სიციცხლის დრო და ძვრადობა. მათგან ერთგადასასვლელიან მზის ელემენტებში გამოიყენება GaAs და InP, რომელთა აკრძალული ზონებია, შესაბამისად, 1.42 და 1.34 ევ. ამ მასალების მონოკრისტალების გაზრდა ხდება ჩოხრალსკისა და ბრიჯმანის მეთოდების გამოყენებით. ეპიტაქსიურად დამზადებული ერთგადასასვლელიანი ელემენტების ეფექტიანობა სტანდარტულ პირობებში არის 25.8 (GaAs) და 21.9 % (InP). დიდეფექტიანობის მიუხედავად III-V ჯგუფის ნახევარგამტარული მზის ელემენტები ნაკლებად გამოიყენება ყოველდღიურ ცხოვრებაში (რადგანაც მათი წარმოება ძვირი ჯდება), თუმცა ისინი შეუცვლელია კოსმოსურ სივრცეში მცირე ზომის, მაღალი რადიაციული მდგრადობის, სიმძლავრის მასასთან შეფარდების მაღალი კოეფიციენტისა და სხვა უპირატესობის გამო.

ძირითადი ნაწილი

მზის გამოსხივება არის განახლებადი ენერჯის უმნიშვნელოვანესი წყარო, რომლის სათანადო ათვისებით შესაძლებელია მსოფლიოში არსებული ენერგეტიკული პრობლემების მნიშვნელოვნად შემცირება, თანაც გარემოზე მანე ზემოქმედების გარეშე. ფოტოვოლტური ეფექტის აღმოჩენის შემდეგ შესაძლებელი გახდა ისეთი მოწყობილობის შექმნა, რომელიც მზის ენერჯიას პირდაპირ გარდაქმნის ელექტრულ ენერჯიად.

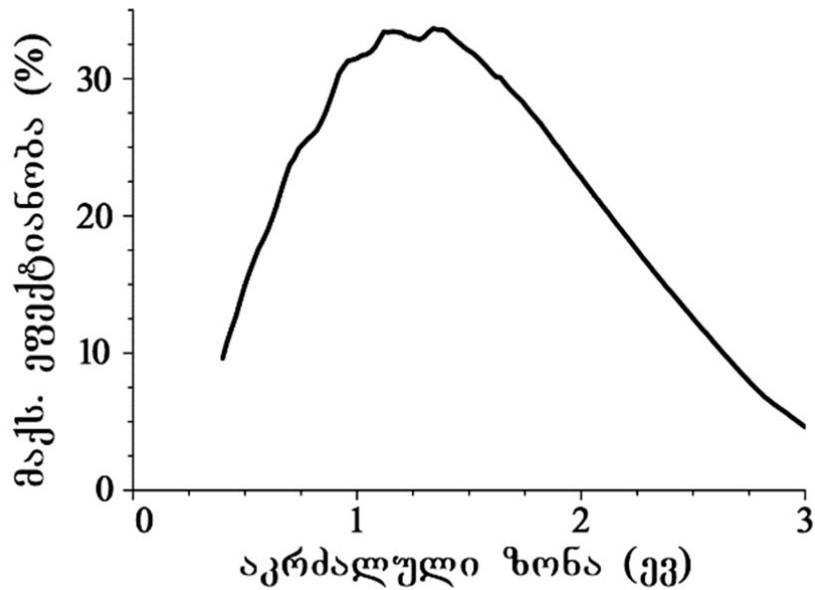
ფოტოვოლტური ელემენტის მუშაობისათვის აუცილებელია სამი პირობა:

- სინათლის შთანთქმა და ელექტრონულ-ხვრელური წყვილების (ან ექსიტონების) გენერაცია, როდესაც შთანთქმის შედეგად ხდება ელექტრონის აგზნება სავალენტო ზონიდან გამტარობის ზონაში, ხოლო მის ადგილზე რჩება ხვრელი;
- სხვადასხვა ტიპის მუხტის მატარებლების განცალკევება (ძირითადად ნახევარგამტარის ლევირებით შექმნილი p-n გადასასვლელის საპირისპირო მხარეებზე ფორმირებული მოცულობითი მუხტის ველით);
- ამ მატარებლების განცალკევებულად გადაცემა გარე წრედზე.

ფოტოვოლტაიკა არის ტექნოლოგიის დარგი, რომლის დანიშნულებაა ფოტოვოლტური ელემენტების პრაქტიკული გამოყენება სინათლის წყაროსაგან ელექტრული ენერჯის მისაღებად.

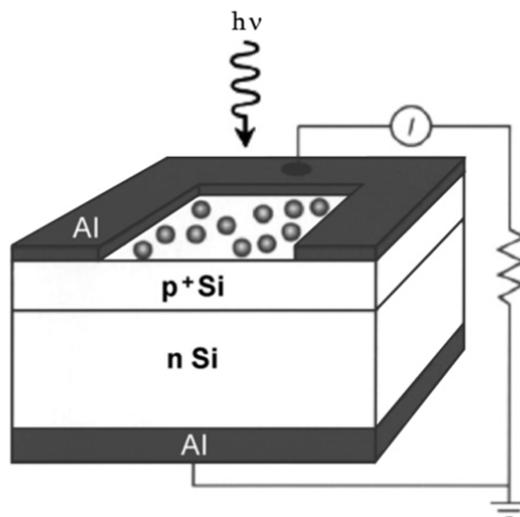
მზის გამოსხივების სპექტრი შედგება 0.5-დან 3.5 ევ-მდე ენერჯის ფოტონებისაგან, ამიტომ მზის ენერჯის მშთაშთქმელად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ყველა ნახევარგამტარი, რომელთა აკრძალული ზონაა 0.35–3.5 ევ. თუმცა არსებობს ოპტიმალური აკრძალული ზონა მზის ელემენტების შესაქმნელად (0.95–1.6 ევ).

მზის ელემენტის ეფექტიანობის თეორიული მაქსიმუმის დამოკიდებულება ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაზე შოკლი-კვეხერის მიხედვით ნაჩვენებია 1-ლ ნახ-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ ამ მხრივ საუკეთესოა ნახევარგამტარები, რომელთა აკრძალული ზონა 1–2 ევ ინტერვალშია. ასეთი ნახევარგამტარებია Si, GaAs, InP და CdTe [1].



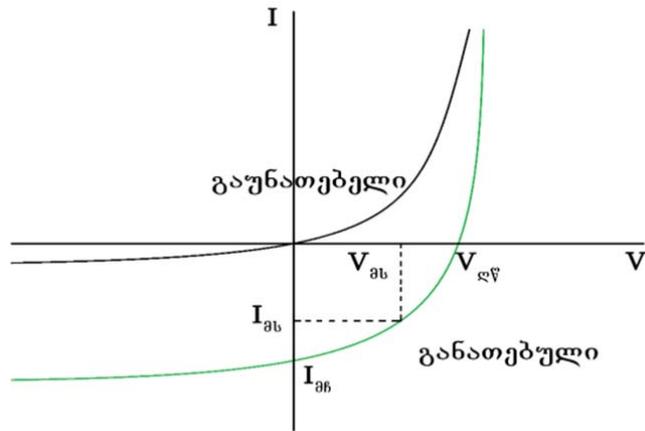
ნახ. 1. მზის ელემენტის გარდაქმნის მაქსიმალური ეფექტიანობის დამოკიდებულება ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაზე შოკლი-კვეზერის მიხედვით

ერთგადსასვლელიანი ფოტოვოლტური მზის ელემენტი შედგება ნახევარგამტარული დიოდისაგან, რომლის პრინციპული სქემა ნაჩვენებია მე-2 ნახ-ზე.



ნახ. 2. ნახევარგამტარული დიოდის პრინციპული სქემა

მზის ელემენტის ძირითადი მახასიათებლებია: ელექტროდებს შორის წარმოქმნილი ძაბვა ღია წრედის შემთხვევაში (V_{oc}), მოკლე ჩართვის დენი (I_{sc}), სიმძლავრე (P), ანუ დროის ერთეულში გამომუშავებული ელექტრული ენერჯიის რაოდენობა (ნახ. 3).



ნახ. 3. მზის ელემენტის ვოლტამპერული მახასიათებელი განათებით და განათების გარეშე

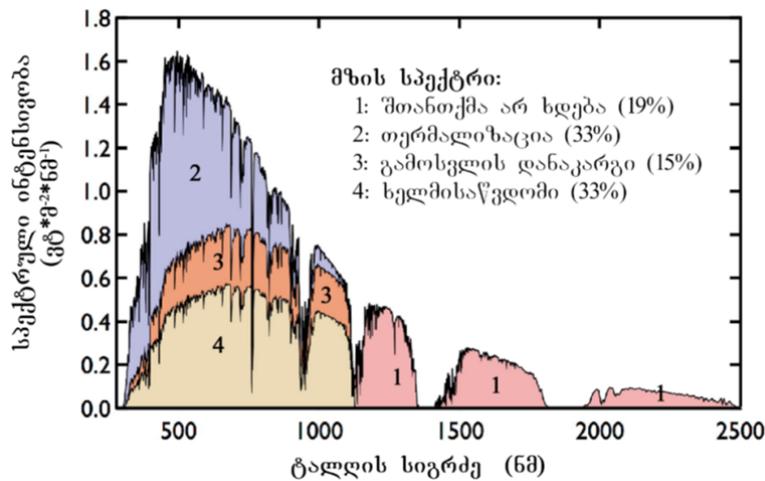
მნიშვნელოვანი პარამეტრებია აგრეთვე ტემპერატურული და რადიაციული მდგრადობა, საიმედოობა, ექსპლუატაციის ხანგრძლივობა, მასა და სხვ. დედამიწაზე მოღწეული მზის გამოსხივების სპექტრი მოიცავს 0.5–3.5 ევ ენერგიის მქონე ფოტონებს. ფოტონები, რომელთა ენერგია ($h\nu$) ნაკლებია მზის ელემენტის შემადგენელი ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაზე (E_g), არ შთაინთქმება, ხოლო ფოტონები, რომელთა ენერგია მეტია ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაზე, წარმოქმნის ელექტრონებსა და ხვრელებს, რომელთა მთლიანი ჭარბი კინეტიკური ენერგია (E) ტოლია ფოტონის ენერგიისა და ნახევარგამტარის აკრძალული ზონის სხვაობისა: $E = (h\nu - E_g)$. ეს ჭარბი კინეტიკური ენერგია განსაზღვრავს ფოტოგენერირებული მუხტის მატარებლების ეფექტურ ტემპერატურას, რაც შესაძლოა ბევრად აღემატებოდეს მესრის ტემპერატურას. ასეთ მატარებლებს ჰქვია „ცხელი ელექტრონები“ და „ცხელი ხვრელები“. მათი საწყისი ტემპერატურა ფოტონის შთანთქმის შემდეგ შეიძლება იყოს 3000 K, როცა მესრის ტემპერატურაა 300 K. მოცულობით ნახევარგამტარში ეს ჭარბი კინეტიკური ენერგია მუხტის მატარებლების მესერთან სწრაფი რელაქსაციის შედეგად გადადის სითბურ ენერგიაში, გაიბნევა ფონონების გენერირების გზით და იკარგება. ძირითადად ამ მოვლენებით არის შეზღუდული მზის ელემენტების მარგი ქმედების კოეფიციენტი (მქკ) და ეფექტიანობის თეორიული ზღვარი, ხოლო რეალური სტრუქტურების ეფექტიანობა კიდევ უფრო დაბალია სხვა გარემოებების გათვალისწინებით.

გამოთვლილია, რომ მზის ენერგიის ელექტრულ ენერგიად გარდაქმნის მაქსიმალური თერმოდინამიკური ეფექტიანობა არის 33.7 %, თუ გამოყენებულია Si-ის ბაზაზე დამზადებული ერთგადასასვლელიანი p-n ნახევარგამტარული დიოდი მარტივი ზღურბლური მშთანთქმელი კონცენტრატორის გარეშე იმ დაშვებით, რომ დეტალური წონასწორობის პირობებში ყოველ ფოტონზე ელექტრონულ-ხვრელური წყვილების მაქსიმალური რაოდენობა წარმოიქმნება და მყარდება თერმული წონასწორობა მუხტის მატარებლებსა და ფონონებს შორის, ანუ ხდება მუხტის მატარებელთა მთლიანი გაცივება და სხვა თავისუფალი ენერგიის დანაკარგი არის მხოლოდ გამოსხივებითი რეკომბინაცია. დეტალური წონასწორობის პირობებში გამოთვლებით ნახევარგამტარის ოპტიმალური აკრძალული ზონისათვის მაქსიმალური თერმოდინამიკური ეფექტიანობად მიღებულია 31–33 % [1], რომლის მიღწევაც შესაძლებელია მხოლოდ ისეთი ნახევარგამტარის გამოყენებით, რომლის აკრძალული ზონა $E_g = 1.2–1.4$ ევ-ს. ასეთია Si და GaAs.

ეფექტიანობის გაზრდა შესაძლებელი გახდა ახალი ტექნოლოგიების გამოყენებით სინათლის კონცენტრატორების, მრავალგადასასვლელიანი კასკადური ელემენტებისა და სხვა სტრუქტურების შექმნის გზით. თუმცა ეს გაუმჯობესება მიიღწევა ტექნოლოგიის გართულებისა და პროდუქტის საკმაოდ გაძვირების ხარჯზე.

თუ $(0, V_{დწ})$ ინტერვალში ელემენტის ვოლტამპერული მახასიათებლის ყოველ წერტილში გამოითვლება ნამრავლი, მიიღება სიმძლავრე ($P = V \times I$ ვტ), რომლის მაქსიმალური მნიშვნელობის ($P_{მაქს} = V_{მაქს} \times I_{მაქს}$) მიხედვით განისაზღვრება მზის ელემენტის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრი – შეესების ფაქტორი (FF), რომელიც წარმოადგენს ელემენტის ვოლტამპერული მახასიათებლის მართკუთხოვნობის ზომას; ის ერთზე ნაკლებია და მისი საშუალებით ხდება მზის ელემენტის მაქსიმალური სიმძლავრის შეფასება: ($P_{მაქს} = V_{მაქს} \times I_{მაქს}$). მაქსიმალური სიმძლავრის მიღება არის მზის ელემენტის შექმნელების მთავარი ამოცანა. კვანტური ეფექტიანობა ერთი შთანთქმული ფოტონის მიერ წარმოქმნილი ელექტრონულ-ხვრელური წყვილის პროცენტული რაოდენობაა, რომელიც არის არა მთლიანი მზის ელემენტის, არამედ სინათლის შთანთქმელი მასალის მახასიათებელი [2-3]. მზის ელემენტის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია მზის გამოსხივების ელექტრულ ენერჯიად გარდაქმნის ეფექტიანობა (η), რომელიც განისაზღვრება როგორც მზის ელემენტის მიერ გამოიმუშავებული მაქსიმალური ელექტრული ენერჯისა ($P_{მაქს}$) და ელემენტის ზედაპირზე დაცემული სინათლის ენერჯის ($P_{დაც}$) პროცენტული თანაფარდობა: $\eta = P_{მაქს} / P_{დაც}$.

მე-4 ნახ-ზე ნაჩვენებია დედამიწის ზედაპირზე მზის ენერჯის სპექტრული განაწილება და Si-ის ბაზაზე დამზადებული ერთგადასასვლელიანი მზის ელემენტის მიერ გარდაქმნილი ენერჯია და სხვადასხვა პროცესით გამოწვეული დანაკარგები.

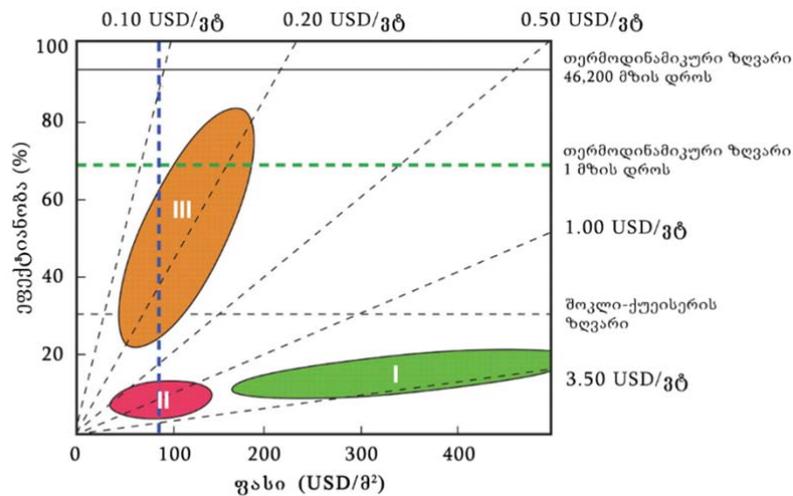


ნახ. 4. ერთგადასასვლელიანი Si-ის მზის ელემენტის მიერ გარდაქმნილი მზის ენერჯია და დანაკარგები

მზის ელემენტების გაერთიანებით იქმნება მოდულები, ხოლო მოდულებით – ენერგოსისტემა. იმისათვის, რომ პრაქტიკული მიზნებისათვის გამართლებული იყოს ასეთი სისტემების გამოყენება, მზის ელემენტის ეფექტიანობა არ უნდა იყოს 10 %-ზე ნაკლები. ენერგოსისტემის მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ფართობის ერთეულზე წარმოებული ელექტრული ენერჯის ღირებულების შეფარდება სათანადო დანახარჯებთან.

ამჟამად დედამიწაზე მოხმარებისათვის საჭირო კომერციული მზის ელემენტები მზადდება Si-ის ბაზაზე და მისი საშუალო ღირებულება 0.5–1 \$/ვტ ფარგლებში მერყეობს. მზის ელემენტის შემქმნელების მთავარი ამოცანაა მზის ელემენტების ეფექტიანობის გაზრდა და ღირებულების შემცირება. ამ მიზნის მისაღწევად გაწეული შრომის შედეგია არსებული ფოტოვოლტური ელემენტების მრავალფეროვნება, რაც გრინის მიერ [2] პირობითად კლასიფიცირებულია სამ თაობად, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფოტოვოლტური ელემენტების დასამზადებლად გამოყენებული მასალებისა და ტექნოლოგიური პროცესების მიხედვით.

მე-5 ნახ-ზე ნაჩვენებია სხვადასხვა თაობის მზის ელემენტების ეფექტიანობისა და ელემენტის ზედაპირის ფართობის ერთეულის ფასზე დამოკიდებულება.



ნახ. 5. I, II და III თაობის მზის ელემენტების ეფექტიანობისა და ელემენტის ზედაპირის ფართობის ერთეულის ფასზე დამოკიდებულება

გრინის მიხედვით, ელემენტების პირველი თაობა მოიცავს მონო- და პოლიკრისტალური Si-ის მზის ელემენტებს, რომლებსაც მთლიანი ბაზრის 85 % უჭირავს;

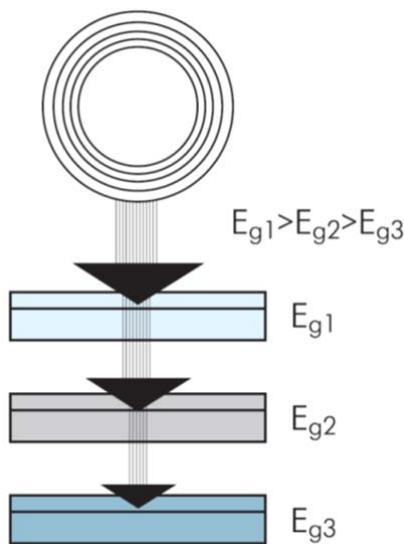
მეორე თაობის მზის ელემენტები დაფუძნებულია ამორფული ნახევარგამტარების (Si, CdTe, CuInSe₂ და სხვ.) თხელი ფირების მიღების ტექნოლოგიაზე. თხელფირიანი მზის ელემენტების ფასი ისევე დაბალია, როგორც მათი ეფექტიანობა (6–10 %-ის ფარგლებში), რაც არამომგებიანად აქცევს მათ ბაზაზე მზის ენერჯის გარდამქმნელი სისტემის შექმნას;

მესამე თაობაში გაერთიანებული მზის ელემენტების მოქმედებისას შესაძლებელი ხდება რომელიმე უარყოფა იმ ჰიპოთეზებიდან, რომელთა საფუძველზეც იყო გამოთვლილი ერთი p-n გადასასვლელის შემცველი მზის ელემენტის გარდაქმნის ეფექტიანობის S-Q თეორიული ზღვარი [3], ასეთი შეიძლება იყოს:

- მრავალგადასასვლელიანი, ანუ ტანდემური მზის ელემენტი, რომელშიც ფოტონის შთანთქმის უბნის გაფართოება ხდება სხვადასხვა აკრძალული ზონის რამდენიმე ნახევარგამტარის გამოყენებით [5, 6, 7];
- შუალედურზონიანი ან მრავალზონიანი მზის ელემენტი, რომელიც უარყოფს აკრძალულ ზონაზე მცირე ენერჯის ფოტონების შთანთქმის შეუძლებლობას [8, 9];

- მულტიექსიტონური გენერაციის მქონე მზის ელემენტები, რომლებიც უარყოფს ერთი შთანთქმული ფოტონის მიერ ერთზე მეტი ელექტრონულ-ხვრელური წყვილის წარმოქმნის შეუძლებლობას [10];
 - ცხელელექტრონებიანი მზის ელემენტები, რომლებიც უარყოფს ჰიპოთეზას იმის შესახებ, რომ ელექტრონებისა და მესრის ტემპერატურა ერთმანეთის ტოლი უნდა იყოს [11].
- ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ დღეისათვის თითოეული მიმართულებით არის გარკვეული პროგრესი, თუმცა გარდაქმნის ეფექტიანობის მნიშვნელოვნად გაუმჯობესება რეალურად არსებულ მზის ელემენტებში პრაქტიკულად ჯერ კიდევ არ არის მიღწეული. გამონაკლისია მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტები [7].

ტანდემური ან მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტი შედგება ერთგადასასვლელიანი მზის ელემენტებისაგან, რომლებიც ერთმანეთზე დაწყობილია აკრძალული ზონის კლების მიხედვით ზემოდან ქვემოთ, როგორც მე-ნ ნახ-ზეა გამოსახული.



ნახ. 6. მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტის აგების პრინციპული სქემა

მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტის შესაქმნელად საჭირო მასალების ჯგუფის შერჩევა არ წარმოადგენს მარტივ ამოცანას. მისი ფუნქციონირებისათვის თითოეული გადასასვლელის აკრძალული ზონა და გადასასვლელის სისქე სათანადოდ უნდა იყოს განსაზღვრული. ამასთან, სხვადასხვა ნახევარგამტარის გამოყენება შეზღუდულია მასალის მესრის პარამეტრის მიხედვით თავსებადობის პირობით, რომელიც უზრუნველყოფს დისლოკაციებისაგან თავისუფალი კრისტალების ეპიტაქსიური ზრდის შესაძლებლობას, რაც აუცილებელია მაღალხარისხიანი ფოტოვოლტური მოწყობილობების დასამზადებლად.

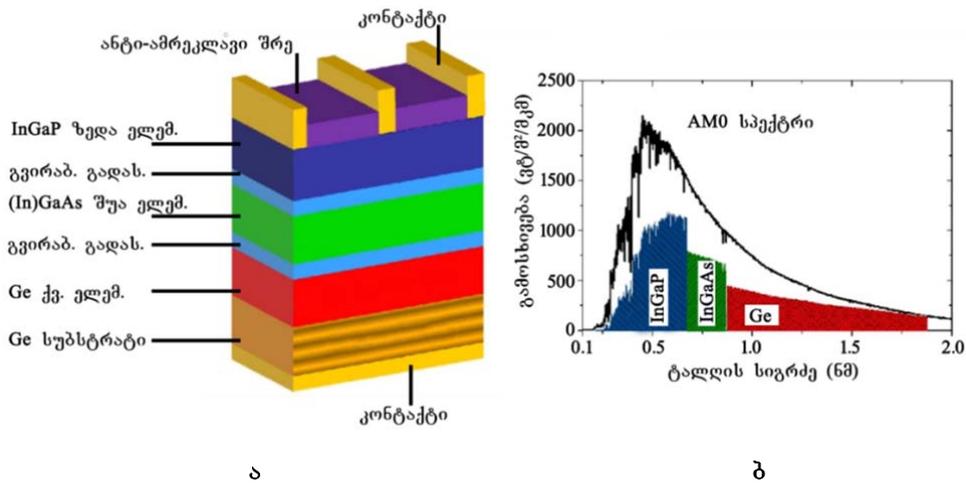
III-V ჯგუფის ნახევარგამტარები და მათი შენაეთები წარმოადგენს საუკეთესო მასალას მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტების დასამზადებლად, რადგან ისინი შთანთქავენ ფოტონებს მზის გამოსხივების საკმაოდ ფართო უბანში; მათგან უმრავლესობა პირდაპირზონიანია, ხასიათდება შთანთქმის მაღალი კოეფიციენტით და ეპიტაქსიური ზრდის ტექნოლოგიით შესაძლებელია მათი რთული სტრუქტურების შექმნა ძალიან მაღალი კრისტალური და ოპტოელექტრონული ხარისხით [5-7]. როგორც ცნობილია, მრავალგადასასვლელიანი სისტემების დამზადება ძირითადად ხდება III-V ჯგუფის ნახევარგამტარული

შენაერთებისა და გერმანიუმის (Ge) ბაზაზე. მასალის მაღალი ფასისა და რთული ტექნოლოგიის გამო ასეთი მზის ელემენტები ძალიან ძვირი ჯდება, ამიტომ მათ თავდაპირველად მხოლოდ კოსმოსური დანიშნულების მოწყობილობებში იყენებდნენ.

მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტი დამზადებულია GaInP/GaAs/Ge-ის სტრუქტურაზე. ელემენტი მუშაობს კონცენტრირებული მზის სინათლის პირობებში. სწორედ კონცენტრატორების წყალობით გახდა მათი გამოყენება ეკონომიკურად მისაღები სახმელეთო დანიშნულებითაც. აქ მნიშვნელოვანია იაფი მაკონცენტრირებელი ოპტიკა, რომელსაც შეუძლია შეკრიბოს ფართო ზედაპირზე დაცემული მზის სხივები და დააფოკუსოს ისინი ელემენტის მცირე ფართობზე. თუ კონცენტრირების ხარისხი მაღალია, მზის ელემენტის ფასის მიუხედავად, დედამიწაზე მზის ენერჯის გამოყენებისათვის განკუთვნილი გარდამქმნელი სისტემის აგება გამართლებულია.

III-V ჯგუფის განზავებული ნიტრიდების გამოყენება საშუალებას იძლევა ნახევარგამტარის მესრის მუდმივა და აკრძალული ზონა გახდეს უფრო მოქნილი მზის ელემენტის მასალების შერჩევისას. შემუშავებულია ახალი მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტი, რომლის მოდელირებით შესაძლებელია მისი ეფექტიანობის გაზრდა 51.8 %-მდე [7].

III-V ჯგუფის შენაერთების ბაზაზე დამზადებული სამგადასასვლელიანი ელემენტი, რომელიც თითქმის მთლიანად ფარავს მზის გამოსხივების მთელ სპექტრს, ეფექტიანობის გაზრდის უმნიშვნელოვანესი საშუალებაა. მე-7 ნახ-ზე ნაჩვენებია GaInP/GaInAs/Ge-ის ბაზაზე დამზადებული სამგადასასვლელიანი მზის ელემენტი (ა), რომელიც თითქმის მთლიანად ფარავს მზის გამოსხივების მთელ სპექტრს, კარგად ჩანს მზის გამოსხივების ენერჯის სპექტრული განაწილების გამოსახულებაზე (ბ).

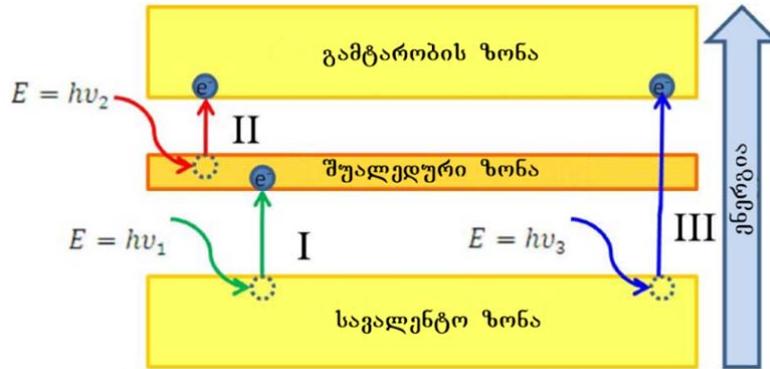


ნახ. 7. სამგადასასვლელიანი მზის ელემენტი, რომელიც თითქმის მთლიანად ფარავს მზის გამოსხივების მთელ სპექტრს

როგორც ლიტერატურული ანალიზი ცხადყოფს, III-V ჯგუფის შენაერთების ბაზაზე დამზადებული ტანდემური მზის ელემენტები ეფექტიანობის მიხედვით ჯერჯერობით უაღტერნატივოა. InGaP/InGaAs/Ge-ის ბაზაზე დამზადებული სამგადასასვლელიანი მზის ელემენტის ეფექტიანობა აღწევს 44.4–46 %-ს [7].

შუალედურზონიანი მზის ელემენტი არის ფოტოვოლტური მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაზე ნაკლები ფოტონების ენერჯის ელექტრულ ენერჯიად გარდასაქმნელად. შუალედური ზონა არის ნახევარგამტარის აკრძალულ

ზონაში ლოკალიზებული ზონა, რომელიც განცალკევებულია როგორც ვალენტური, ისე გამტარობის ზონისაგან. ასეთ მოწყობილობებში აკრძალულ ზონაზე ნაკლები ენერჯიის ფოტონები შთაინთქმება ვალენტური ზონიდან შუალედურ ზონაში და შუალედური ზონიდან გამტარობის ზონაში გადასვლების საშუალებით (ნახ. 8).



ნახ. 8. შუალედურზონიანი მზის ელემენტის ენერგეტიკული დიაგრამა

შუალედურზონიანი მზის ელემენტის დანიშნულებაა დიდი ფოტოგენერირებული დენის მიღება მაღალი გამოსავალი ძაბვის შენარჩუნებით, რის შესაძლებლობასაც იძლევა ნახევარგამტარის აკრძალულ ზონაში ელექტრონებით ნაწილობრივ შევსებული ზონის არსებობა.

ამრიგად, არასაკმარისი ენერჯიის მქონე ფოტონებით ნახევარგამტარის სავალენტო ზონიდან გამტარობის ზონაში ელექტრონების ჩატუმბვა შესაძლებელია შუალედური ზონის ელექტრონულ-ხვრელური წყვილების გენერირებისათვის შუალედური საფეხურის გამოყენების გზით. თეორიულად დაანონსებული იყო ნანოსტრუქტურული მასალების გამოყენების საფუძველზე მზის ენერჯიის დიდფექტიანობით გარდაქმნის შესაძლებლობა შუალედურზონიანი მზის ელემენტებში [12], თუმცა ჯერჯერობით მრავალი დაბრკოლება არსებობს მოწყობილობის პრაქტიკული რეალიზაციისათვის.

კვანტურწერტილოვანი შუალედურზონიანი მზის ელემენტი შედგება სტანდარტული p-i-n სტრუქტურისაგან InGaAs/GaAs კვანტურწერტილოვანი მრავალფენიანი წყებისაგან შუალედურ i-ფენაში. GaAs-ის ჩვეულებრივ ერთგადასასვლელია მზის ელემენტთან შედარებისას აღმოჩნდა, რომ შუალედურფენიანი InGaAs/GaAs კვანტურწერტილოვანი მზის ელემენტის ფოტოპასუხის სპექტრი არის უფრო ფართო (>1330 ნმ), აქვს უფრო მეტი მოკლე ჩართვის დენი (გაიზარდა 53 %-ით) და რადიაციული მდგრადობა.

შუალედურზონიანი p-i-n მზის ელემენტებში კვანტური წერტილების ჩანერგვა შემოთავაზებული იყო როგორც ფოტოდენის გაზრდის მეთოდი სინათლის გრძელტალღოვან უბანში მისი ფოტომგრძობიარობის გაუმჯობესების ხარჯზე; თუმცა მუხტის მატარებელთა ძლიერი ლოკალიზაცია და ეფექტური გამოსხივებითი რეკომბინაცია კვანტურ წერტილებში აღმოჩნდა დიდი ბარიერი მუხტის მატარებლების გამოყვანისათვის. ლიტერატურაში წარმოდგენილია ექსპერიმენტული მტკიცებულება და თეორიული მოდელი იმის საჩვენებლად, რომ InAs კვანტური წერტილიდან ელექტრონების გამოსვლის საგრძნობლად გაუმჯობესება შესაძლებელია დეფექტების წარმოქმნის გზით, რაც შეამცირებს პოტენციურ ბარიერს ელექტრონების გასვლისათვის.

სახმელეთო დანიშნულების მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტები Si-ის ფუძეზე. მრავალგადასასვლელიანი ფოტოვოლტური ელემენტების დასამზადებლად III-V

ჯგუფის ნახევარგამტარების თხელი ფირების Si ფუძეზე გაზრდა შესაძლებელს გახდის მზის ელემენტის ღირებულების მნიშვნელოვნად შემცირებას, თანაც სილიციუმის ინტეგრალური სქემებისა და მზის ელემენტების ტექნოლოგია კარგად არის განვითარებული. Si-ის ფუძეზე მრავალგადასასვლელიანი სტრუქტურის შესაქმნელად საუკეთესოა გალიუმის ფოსფიდი (GaP), რადგან მისი მესრის პარამეტრი (5.4505) თავსებადია სილიციუმის მესრის პარამეტრთან (5.43072), რაც Si-ის ზედაპირზე მაღალი ხარისხის GaP-ს ეპიტაქსიური თხელი ფირების გაზრდის საშუალებას იძლევა. გალიუმის ფოსფიდი საკმაოდ საფუძვლიანად არის შესწავლილი. ის ხასიათდება ფართო აკრძალული ზონით (2.3 ევ) და მუხტის მატარებლების მაღალი ძვრადობით. გალიუმის ფოსფიდის p-n გადასასვლელის ბაზაზე შექმნილია მზის ელემენტი ანტიამრეკლი ზედაპირის გარეშე, რომლის ღია წრეწდის ძაბვა $V_{oc}=1.53$ ვ; მოკლე ჩართვის დენის სიმკვრივე $I_{sc}=0.959$ მა/სმ² 1 მზის პირობებში [13]. ავტორების აზრით, მახასიათებლების გაუმჯობესება შეიძლება და არის საფუძველი იმისა, რომ დამზადდეს მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტი 51 % ეფექტიანობით.

დედამიწაზე უხვად არსებული დაბალფასიანი სილიციუმთან კრისტალური მესრის პარამეტრის თავსებადობის გამო GaP უკვე კარგა ხანია მკვლევრების დიდ ყურადღებას იპყრობს [13] და დამუშავებულია Si-ზე მაღალი ხარისხის ეპიტაქსიური GaP-ს თხელი ფირების GaP/Si ჰეტეროსტრუქტურების გაზრდის სხვადასხვა მეთოდი, რომელთაგან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია თხელი ფირების ზრდის თხევადფაზური ეპიტაქსია (LPE) [13].

მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე ნანოსტრუქტურირებული მასალების მიღება პირდაპირ თხევადფაზური ეპიტაქსიით ჯერჯერობით შეუძლებელია ნახევარგამტარის ზედაპირზე თხევადი ლითონური ხსნარების მაღალი ზედაპირული დაჭიმულობის გამო თხევადფაზურ ეპიტაქსიას აქვს მთელი რიგი უპირატესობები კრისტალების ზრდის ისეთ ტექნოლოგიურ მეთოდებთან შედარებით, როგორცაა პოპულარული მოლეკულურ-სხივური ეპიტაქსია (MBE). ამიტომ ის არის ძირითადი ტექნოლოგია სინათლის გამომსხივარი (LED) დიოდებისა და მაგნიტურ-ოპტიკური მასალების საწარმოებლად და, როგორც ვარაუდობენ [13], ეს ტექნოლოგია მომავალში გახდება დომინანტი ეფექტიანი ფოტოვოლტური მზის ელემენტების დასამზადებლად.

დასკვნა

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ფოტოვოლტაიკა კლასიფიცირდება სამ თაობად, რომლებიც ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფოტოვოლტური ელემენტების დასამზადებლად გამოყენებული მასალებისა და ტექნოლოგიური პროცესების მიხედვით.

მზის ელემენტების პირველი თაობა მოიცავს მონო- და პოლიკრისტალური Si-ის მზის ელემენტებს.

მეორე თაობის მზის ელემენტები დაფუძნებულია ამორფული ნახევარგამტარების თხელი ფირების მიღების ტექნოლოგიაზე. თხელფიროვანი მზის ელემენტების ფასი დაბალია ისევე, როგორც მათი ეფექტიანობა (6—10 %-ის ფარგლებში), რაც არამომგებიანად აქცევს მათ ბაზაზე მზის ენერჯის გარდამქმნელი სისტემის შექმნას.

მესამე თაობაში გაერთიანებულია ისეთი მზის ელემენტები, რომელთა მოქმედებისას შესაძლებელი ხდება იმ ჰიპოთეზებიდან რომელიმეს უარყოფა, რომელთა საფუძველზე გამოთვლილი იყო ერთი p-n გადასასვლელის შემცველი მზის ელემენტის გარდაქმნის ეფექტიანობის S-Q თეორიული ზღვარი. მესამე თაობის მზის ელემენტებში გაერთიანებულია მრავალგადასასვლელიანი, ანუ ტანდემური მზის ელემენტი, შუალედურზონიანი ან მრავ-

ვალზონიანი მზის ელემენტი, მზის ელემენტები მულტიექსიტონური გენერაციით, მზის ელემენტები „ცხელი ელექტრონებით“.

ლიტერატურის მიხედვით, დღეისათვის თითოეული მიმართულებით არის გარკვეული პროგრესი, თუმცა გარდაქმნის ეფექტიანობის მნიშვნელოვნად გაუმჯობესება პრაქტიკულად არ არის მიღწეული, თუ არ ჩავთვლით მრავალგადასასვლელიან მზის ელემენტებს. მრავალგადასასვლელიან მზის ელემენტს აქვს გარდაქმნის ეფექტიანობის ყველაზე დიდი თეორიული ზღვარი. მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტის შესაქმნელად საჭირო მასალების ჯგუფის შერჩევა არ წარმოადგენს მარტივ ამოცანას. მისი ფუნქციონირებისათვის თითოეული გადასასვლელის აკრძალული ზონა და გადასასვლელის სისქე უნდა იყოს სათანადოდ განსაზღვრული. ამასთან, სხვადასხვა ნახევარგამტარის გამოყენება შეზღუდულია მასალის მესრის პარამეტრის მიხედვით თავსებადობის მოთხოვნით, რომელიც უზრუნველყოფს დისლოკაციებისაგან თავისუფალი კრისტალების ეპიტაქსიური ზრდის შესაძლებლობას, რაც აუცილებელია ფოტოელექტრული მოწყობილობების დასამზადებლად.

მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტები სიძვირის გამო თავიდან მხოლოდ კოსმოსური დანიშნულების მოწყობილობებში გამოიყენებოდა. ასეთი მზის ელემენტი მუშაობს კონცენტრირებული მზის სინათლის პირობებში. კონცენტრატორების წყალობით სახმელეთო დანიშნულებით მათი გამოყენება ეკონომიკურად მისაღები ხდება. აქ მთავარი ელემენტია იაფი მაკონცენტრირებელი ოპტიკა, რომელიც შეკრებს ფართო ზედაპირზე დაცემულ მზის სხივებს და დააფოკუსებს მათ ელემენტის მცირე ფართობზე. მზის გამოსხივების კონცენტრირების მაღალი ხარისხის პირობებში მზის ელემენტის სიძვირის მიუხედავად, დედამიწაზე მზის ენერჯის გამოყენებისათვის ასეთი გარდამქმნელი სისტემის აგება გამართლებულია.

III-V ჯგუფის ნახევარგამტარები და მათი შენაერთები წარმოადგენს საუკეთესო მასალას მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტების დასამზადებლად, რადგან ისინი შთანთქავენ ფოტონებს მზის გამოსხივების საკმაოდ ფართო უბანში, მათგან უმრავლესობა პირდაპირზონიანია, ხასიათდება შთანთქმის მაღალი კოეფიციენტით და ეპიტაქსიური ზრდის ტექნოლოგიით შესაძლებელია მათი რთული სტრუქტურების შექმნა ძალიან მაღალი კრისტალური და ოპტოელექტრონული ხარისხით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. William Shockley, Hans Queisser. Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cell//Journal of Applied Physics, 32, 1961.
2. Martin Green. Third Generation Photovoltaics (Advanced Solar Energy Conversion). Berlin: Springer, 2003.
3. Antonio Luque. Handbook of Photovoltaic Science and Engineering (Editor: Antonio Luque, Co-Editor: Steven Hegedus, John Wiley & Sons, Ltd, 2011.
4. P. Linares, A. Martí, E. Antolín, and A. Luque. III-V compound semiconductor screening for implementing quantum dot intermediate band solar cells//Journal of Applied Physics, 109, 014313, 2011.
5. Masafumi Yamaguchi, Tatsuya Takamoto, Kenji Araki, Nicholas Ekins-Daukes. Multi-junction III-V solar cells: current status and future potential, //Solar Energy, 79, 1, 2005, pp. 78-85.
6. Hector Cotal, Chris Fetzer, Joseph Boisvert, Geoffrey Kinsey, Richard King, Peter Hebert, Hojun Yoon and Nasser Karama. III-V multijunction solar cells for concentrating photovoltaics//Energy Environ. Sci., 2, 2009, pp.174-192.

7. R. R. King, D. Bhusari, A. Boca, D. Larrabee, X.-Q. Liu, W. Hong, C. M. Fetzer, D. C. Law and N. H. Karam. Band gap-voltage offset and energy production in next-generation multijunction solar cells//Prog. Photovolt: Res. Appl. 19, 2011, pp.797-812.
8. Antonio Luque and Antonio Martí. Increasing the Efficiency of Ideal Solar Cells by Photon Induced Transitions at Intermediate Levels// Phys. Rev. Lett., 78, 1997.
9. Yang Xiao-Guang, Yang Tao, Wang Ke-Fan, Gu Yong-Xian, Ji Hai-Ming, Xu Peng-Fei, Ni Hai-Qiao, Niu Zhi-Chuan, Wang Xiao-Dong, CHen Yan-Ling, Wang Zhan-Guo. Intermediate-Band Solar Cells Based on InAs/GaAs Quantum Dots//Chin. Phys Lett., Vol. 28, No. 3, 2011.
10. S. M. Willis, J. A. R. Dimmock, F. Tutu, H. Y. Liu, M. G. Peinado, H. E. Assender, A.A.R. Watt, I. R. Sellers. Defect mediated extraction in InAs/GaAs quantum dot solar cells//Solar Energy Materials & Solar Cells. 102, 2012, pp. 142-147.
11. Antonio Luque and Antonio Martío The Intermediate Band Solar Cell: Progress Toward the Realization of an Attractive Concept// Adv. Mater., 22, 2010, pp. 22-160.
12. A. Martí, E. Antolín, E. Cánovas, N. López, P. G Linares, A. Luque, C. R Stanley, C. D Farmer. Elements of the design and analysis of quantum-dot intermediate band solar cells//Thin Solid Films, 516, 2008, pp. 6716-6722.
13. Xuesong Lu, Susan R. Huang, Martin Diaz, Robert L. Opila and Allen Barnett. Wide Band Gap Gallium Phosphide Solar Cells for Multi-Junction Solar Cell System. Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 35th IEEE, 2010.

WAYS OF ENHANCEMENT OF PHOTOVOLTAIC SOLAR CELLS EFFICIENCY

T. Laperashvili, O. Kvitsiani

(V. Chavchanidze Institute of Cybernetics of Georgian Technical University)

Resume: There was reviewed the research works concerning enhancement of efficiency and decreasing of cost of solar energy converter. Importance of III-V semiconductors in terms of fabrication of new generation quantum dot solar cells is shown. Physical basics of operation of multiple junction and intermediate band solar cells are described. By means of investigation of photo-spectral characteristics of III-V semiconductors based structures obtained by growth of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$ and/or InP nanocrystals on the surface of wide-gap semiconductor gallium phosphide (GaP) there was concluded possibility of their application in new generation of solar cell technology.

Key words: $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$ nanocrystals; solar cells; III-V semiconductors; quantum dots.

ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лаперашвили Т. А., Квициани О. Р.

(Институт кибернетики им. В. Чавчанидзе Грузинского технического университета)

Резюме. Исследованы работы по повышению эффективности и снижению стоимости преобразователей солнечной энергии. Показана важность полупроводников группы III-V для использования в солнечных элементах нового поколения. Описаны физические основы работы многопереходных солнечных элементов и элементов с промежуточной зоной. Путем изучения фотоэлектрических характеристик полупроводниковых фоточувствительных структур на основе полупроводников группы III-V, полученных при выращивании нано-кристаллов $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$ и/или InP на поверхности широкополосного полупроводника фосфида галлия (GaP), установлена возможность их применения в технологии солнечных элементов нового поколения.

Ключевые слова: $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$ нано-кристаллы; квантовые точки; полупроводник группы III-V; солнечные элементы.

**ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაგებობაზე ჩამდინარი წყლების
ფოსფორისაგან გაწმენდა შავი ზღვის ეუტროფიკაციისაგან დაცვის მიზნით
მარინე გვიანიძე, ევგენია შენგელია, ნინო ლომთათიძე**

(შპს „ბათუმის წყალი“, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შოთა რუსთაველის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: შავი ზღვის ბიომრავალფეროვნების დაცვისა და ეუტროფიკაციის პროცესის შესახებ ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაგებობაზე დაიგემა ქიმიური მეთოდით წყლის ფოსფორისაგან გაწმენდა. ლაბორატორიული კვლევები ითვალისწინებდა ეფექტური კოაგულანტის შერჩევას და მისი ოპტიმალური დოზის დადგენას, ხოლო საწარმოო კვლევები – შერჩეული კოაგულანტის ტესტირებას ბათუმის საწმენდი ნაგებობის საბოლოო სალექარში.

აღნიშნული კვლევების შედეგად დადგინდა იქნა, რომ ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაგებობაზე ჩამდინარი წყლების ფოსფორისაგან გასაწმენდი რეაგენტებიდან ყველაზე ეფექტურია PACS-ის და PAFCL-ის გამოყენება. განსაზღვრულია მათი ოპტიმალური დოზები $P-PO_4$ -ის ზღვის 1 მგ/ლ-მდე მისაღწევად, ჩატარებულია მათი ტესტირება საწარმოო პირობებში (საწმენდი ნაგებობის საბოლოო სალექარში) და მიღებულია ლაბორატორიულ კვლევებთან თანმხვედრი შედეგები. ამ შედეგების მიხედვით ჩამდინარი წყლების დეფოსფორაციის მიზნით PAFCL-ის გამოყენება უზრუნველყოფს ბიოფილტრებზე ნიტრიფიკაციის ეფექტიანობის გაზრდას. საბოლოო სალექარების წყალში შეწონილი ნაწილაკების (ბიოფილტრიდან ჩამორეცხილი აქტიური შლამის ფიფქების) რაოდენობის ზრდა კი იწვევს ფოსფატების დალექვის ეფექტიანობის გაზრდას.

საკვანძო სიტყვები: დალექვა; დისპერსია; ეუტროფიკაცია; კოაგულანტი; ფოსფორი; შეწონილი ნაწილაკები; შლამი.

შესავალი

წყლის ობიექტებში ლურჯ-მწვანე მცენარეების მასობრივი განვითარების ძირითადი მიზეზია წყალსატევებში ფოსფორისა და აზოტის დაგროვება, რაც წყალსატევის ეუტროფიკაციას იწვევს. შავი ზღვის ბიომრავალფეროვნების დაცვისა და ეუტროფიკაციის პროცესის შესახებ ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაგებობაზე დაიგემა ქიმიური მეთოდით წყლის ფოსფორისაგან გაწმენდა, რისთვისაც ჩატარდა ექსპერიმენტული კვლევები ლაბორატორიულ და საწარმოო პირობებში. ლაბორატორიული კვლევები ითვალისწინებდა ეფექტური კოაგულანტის შერჩევას და მისი ოპტიმალური დოზის დადგენას, ხოლო საწარმოო კვლევები – შერჩეული კოაგულანტის ტესტირებას ბათუმის საწმენდი ნაგებობის საბოლოო სალექარში. ჩამდინარი წყლიდან ფოსფორის დასალექავად გამოყენებულ იქნა შემდეგი კოაგულანტები: $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, თხევადი პოლიალუმინის ჰიდროქსოქლორსულ-

ფატი (PACS) და თხევადი პოლიალუმინის რკინის ქლორიდი (PAFCL), ძეგვის კლინობტი-ლოლიტი და ასკანის თიხა. საწარმოო გამოცდა ჩატარდა ორი თხევადი კოაგულანტის გამოყენებით და მათ შორის შერჩეულ იქნა უფრო ეფექტური, პოლიალუმინის ჰიდროქსო-ქლორსულფატი PACS.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის ობიექტი და მეთოდები. ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაგებობაზე, სადაც 2012 წლიდან წყლის ბიოლოგიური გაწმენდა მიმდინარეობს, პროექტით არ არის გათვალისწინებული ფოსფორის მოცილება. ნაგებობიდან გამავალ წყალში რეგულარულად აღინიშნება ფოსფორის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის (ზდკ) გადაჭარბება, რაც აზიანებს შავი ზღვის ეკოსისტემას. ცნობილია, რომ წყლის ფოსფორისაგან გაწმენდა შესაძლებელია ბიოლოგიური და ქიმიური მეთოდებით [2].

ბათუმის საწმენდი ნაგებობის სპეციფიკიდან გამომდინარე, წყლის ფოსფორისაგან გაწმენდა უმჯობესია განხორციელდეს ქიმიური მეთოდით. ქიმიურ მეთოდებს შორის კი ყველაზე გავრცელებულია რეაგენტული გაწმენდა.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ჩამდინარი წყლების გაწმენდის ბიოლოგიურ სქემებში ფოსფატების ქიმიური დალექვა შესაძლებელია სხვადასხვა წერტილში: პირველად სალექარებამდე (ბიოლოგიური გაწმენდის სტადიაზე) ან მეორეულ სალექარებში. ბათუმის წყალსარინ საწმენდ ნაგებობაზე წყლის გაწმენდა შემდეგი სქემით მიმდინარეობს: წყალი მექანიკურად იწმინდება ანაერობულ აუზებში, რომლებიც პირველადი სალექარების როლს ასრულებს. შემდეგ ხდება წყლის ბიოლოგიური გაწმენდა ბიოფილტრებით და ამის შემდეგ წყალი კვლავ მექანიკურად იწმინდება საბოლოო სალექარებში, სადაც ხდება ბიოფილტრიდან ჩამორეცხილი ბიომასის მეორეული შლამის სახით დალექვა. დალექილი შლამი რეგულარულად იტუმბება ანაერობულ აუზებში. ამგვარად მიმდინარეობს საწმენდ ნაგებობაზე ბიომასის ცირკულაცია. ჩამდინარი წყლების გაწმენდის მოცემულ სქემაში ფოსფორის მოცილების ადგილად შერჩეულია მეორეული სალექარები.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ბათუმის წყალსარინი საწმენდი ნაგებობის ჩამდინარი წყლებიდან ფოსფატების დასალექავად ეფექტური კოაგულანტის შერჩევა და გამავალ წყალში ფოსფორის ზდკ-ის უზრუნველსაყოფად მისი ოპტიმალური დოზის დადგენა. ასევე ფოსფატების დალექვაზე შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობრივი შემცველობის ზეგავლენის შეფასება და წყლის pH-ის და სიმღვრივის ცვლილების დინამიკის შესწავლა ექსპერიმენტის პერიოდში. კვლევები ტარდებოდა ბათუმის წყალსარინი საწმენდი ნაგებობის ლაბორატორიაში. ფოსფატების დალექვა ხდებოდა ბიოლოგიურად გაწმენდილ წყალში, წყლის სინჯების აღება კი – ნაგებობის საბოლოო სალექარში შემავალი არხიდან, საიდანაც შეედინება ბიოლოგიურად გაწმენდილი წყალი. ფოსფატების დასალექავად გამოიყენებოდა შემდეგი კოაგულანტები: ალუმინის სულფატი, რკინის სულფატი, ძეგვის ცეოლითი, ასკანის თიხა, თხევადი პოლიალუმინის ჰიდროქსოქლორსულფატი PACS და თხევადი პოლიალუმინის რკინის ქლორიდი PAFCL. PACS-ში Al_2O_3 -ის შემცველობა საპასპორტო მონაცემებით 23 %-ს შეადგენდა, ხოლო PAFCL-ში Al_2O_3 -6,2 %-ია და რკინა – 2,7 %.

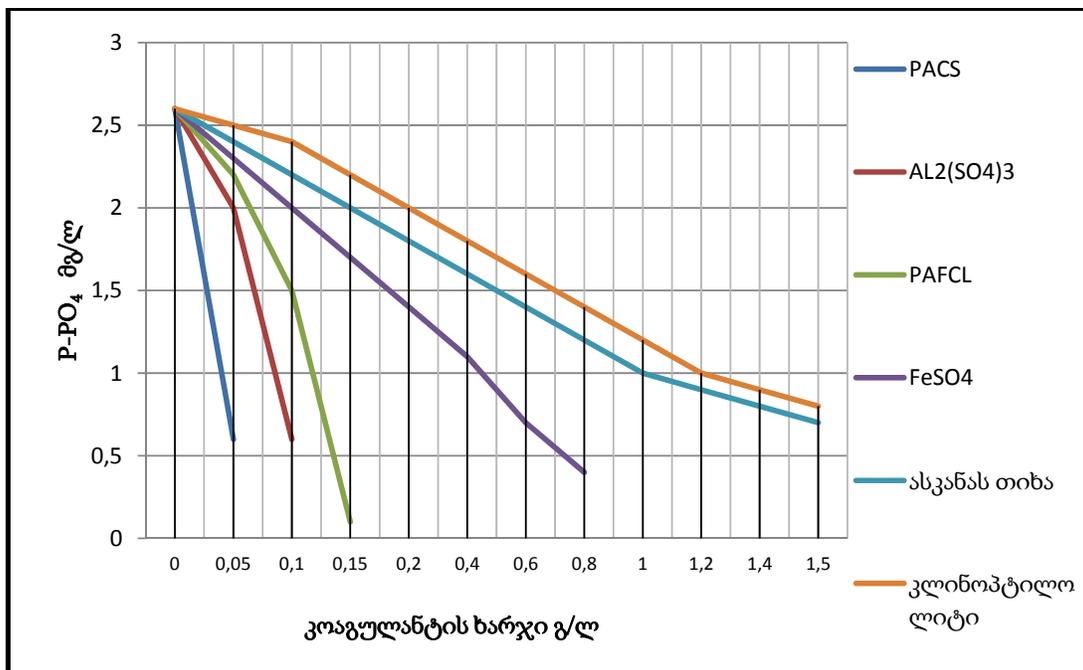
კვლევა ტარდებოდა 1 ლ წყალზე სქემით „შერევა-გამოფიფქვა-დაწლომა“ [3]. რეაგენტის წყალთან შერევა ხდებოდა 20 წთ-ის განმავლობაში ელექტროშემრევი მოწყობილობით და შემდეგ – დაყოვნება დასალექავად ასევე 20 წთ-ით. გამოფიფქვის პროცესი იწყებოდა მორევის დაწყებისთანავე და ინტენსიური ხდებოდა შერევის დროს. ფოსფორის $P-PO_4$ ფოსფატების, შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაცია და წყლის სიმღვრივე განისა-

ზღვრებოდა დალექვამდე და დალექვის შემდეგ Hach Lange DR 6000-ფოტომეტრით [4], წყლის pH-ისა და ტემპერატურისა კი – Hach HQ40d multi- pH-მეტრით.

კვლევის ანალიზი და შედეგები: კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ადლიის საწმენდი ნაგებობის ჩამდინარი წყლების ფოსფორისაგან გაწმენდა. ამისათვის აუცილებელი იყო შემდეგი ამოცანების შესრულება:

- ჩამდინარი წყლებიდან ფოსფატების დასაღეჭავად ეფექტური კოაგულანტის შერჩევა და მისი ოპტიმალური დოზის დადგენა;
- შერჩეული კოაგულანტით ფოსფატების დალექვის კანონზომიერებების შესწავლა ლაბორატორიულ და საწარმოო პირობებში;
- კოაგულანტის ეფექტიანობის ძირითად კრიტერიუმად მიჩნეულ დამდგარ წყალში P-PO₄-ის ნარჩენი სამიზნე კონცენტრაციის (0,5 მგ/ლ) მიღწევა.

ფოსფატების დალექვის შედეგები სხვადასხვა რეაგენტის გამოყენებით მოცემულია 1-ლ ნახ-ზე.

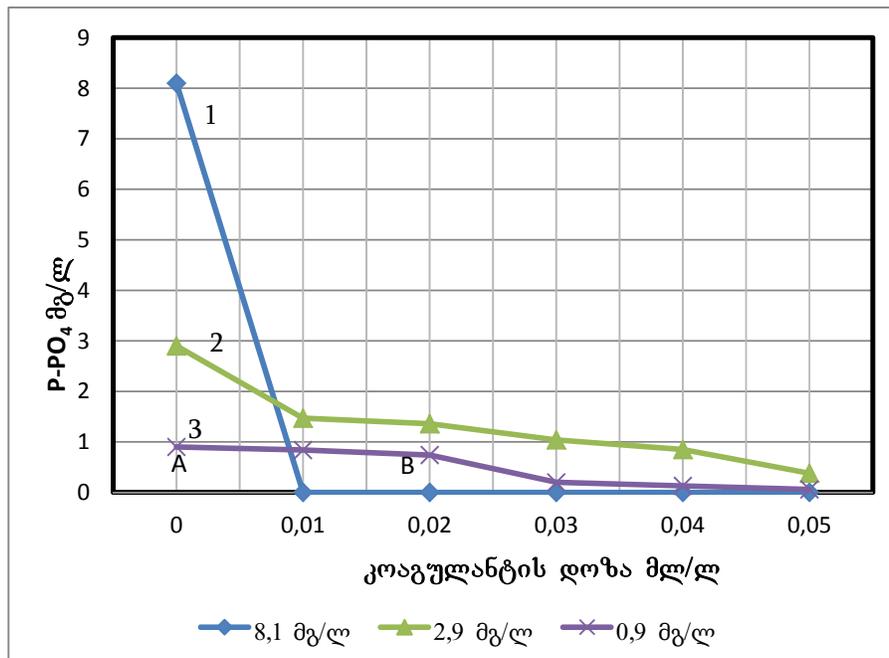


ნახ. 1. წყლიდან ფოსფატების დალექვა სამიზნე კონცენტრაციამდე სხვადასხვა კოაგულანტის გამოყენებით

1-ლ ნახ-ზე წარმოდგენილი დიაგრამიდან ჩანს, რომ ნარჩენი P-PO₄-ის 0,5 მგ/ლ-ის მისაღწევად ყველაზე ეფექტურია PACS-ის, Al₂(SO₄)₃-ის და PAFCL-ის გამოყენება. იმის გათვალისწინებით, რომ გამარტივებული დოზირების თვალსაზრისით პრაქტიკაში თხევადი კოაგულანტების გამოყენება უფრო ხელსაყრელია, კვლევის შემდეგი ეტაპი კოაგულანტის ოპტიმალური დოზის დასადგენად PACS-ისა და PAFCL-ის გამოყენებით გაგრძელდა. ფოსფორის დალექვის შედეგები განსხვავებული შედეგინილობის წყლებიდან PACS-ის გამოყენებით მოცემულია 1-ლ ცხრილსა და მე-2 ნახ-ზე.

ფოსფატების დალექვის ეფექტიანობა განსხვავებული შედგენილობის ჩამდინარი წყლებიდან PACS-ის გამოყენებით

კოაგ. დოზა, მლ/ლ	pH	P-PO ₄	შეწ. ნაწ.	სიმღვრივე	ტემპერატურა
		მგ/ლ	მგ/ლ	მგ/ლ	°C
წყლის ხარისხი გაწმენდამდე					
	7,5	8,1	368	152	21,7
0,01	7,4	0,2	19	17	23,7
0,02	7,3	0,2	19	17	24,2
0,03	7,2	0	13	16	23,6
წყლის ხარისხი გაწმენდამდე					
	7,6	2,9	128	66	24,7
0,01	7,5	1,4	12	16	23
0,02	7,4	1	6	11	22,8
0,03	7,3	0,85	4	9	22,8
0,04	7,2	0,38	4	9	22,8
წყლის ხარისხი გაწმენდამდე					
	7,2	0,9	60	45	23,3
0,01	7,1	0,8	1	2	23,3
0,02	7	0,7	1	2	28,1
0,03	6,9	0,2	0	0	25,2



ნახ. 2. ფოსფატების დალექვა PACS-ის გამოყენებით წყალში საწყისი P-PO₄-ის განსხვავებული კონცენტრაციების დროს

როგორც მე-2 ნახ-დან ჩანს, დალექვის ეფექტიანობა დამოკიდებულია საწყის P-PO₄-ის კონცენტრაციაზე. რაც უფრო მაღალია წყალში მისი კონცენტრაცია, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს დალექვის პროცესი. მაგალითად, როდესაც საწყისი P-PO₄-ის კონცენტრაცია 8,1 მგ/ლ-ს შეადგენს (რაც განპირობებულია აქტიური შლამის შეტანით) დალექვის საუკეთესო შედეგი უკვე 0,01 მლ/ლ კოაგულანტითაა შესაძლებელი. P-PO₄-ის საწყისი კონცენტრაციის (0,9 მგ/ლ-ის) შემთხვევაში კი დალექვა გაცილებით ნაკლები ინტენსიურობით მიმდინარეობს და 0,01 მლ/ლ კოაგულანტის გამოყენებისას დალექვის ხარისხი მხოლოდ 6,7 %-ს შეადგენს, როცა ამავე დოზის გამოყენებით საწყისი P-PO₄-ის 8,1 მგ/ლ კონცენტრაციაზე დალექვის 98 % მიიღწევა. P-PO₄-ის საშუალო კონცენტრაციაზე (2,9 მგ/ლ) ფოსფორის შემცველობა 0,6–0,8 მგ/ლ-მდე მცირდება და დალექვის ეფექტიანობა 70-79 %-ია. ნახაზის მიხედვით ცხადია, რომ, როცა საწყისი P-PO₄-ის შემცველობა შედარებით მაღალია და 2,9 მგ/ლ-ს შეადგენს (მრუდი 2), მისი კონცენტრაციის შემცირება, დამატებული კოაგულანტის დოზიდან გამომდინარე, დინამიკურად მიმდინარეობს, ხოლო საწყისი P-PO₄-ის მცირე კონცენტრაციის შემთხვევაში (მრუდი 3) კოაგულანტის დოზა 0,01–0,02 მლ/ლ არ იწვევს დალექვის საგრძნობ ეფექტს – ფოსფორის კონცენტრაცია მცირდება სულ რაღაც 0,74 მგ/ლ-მდე.

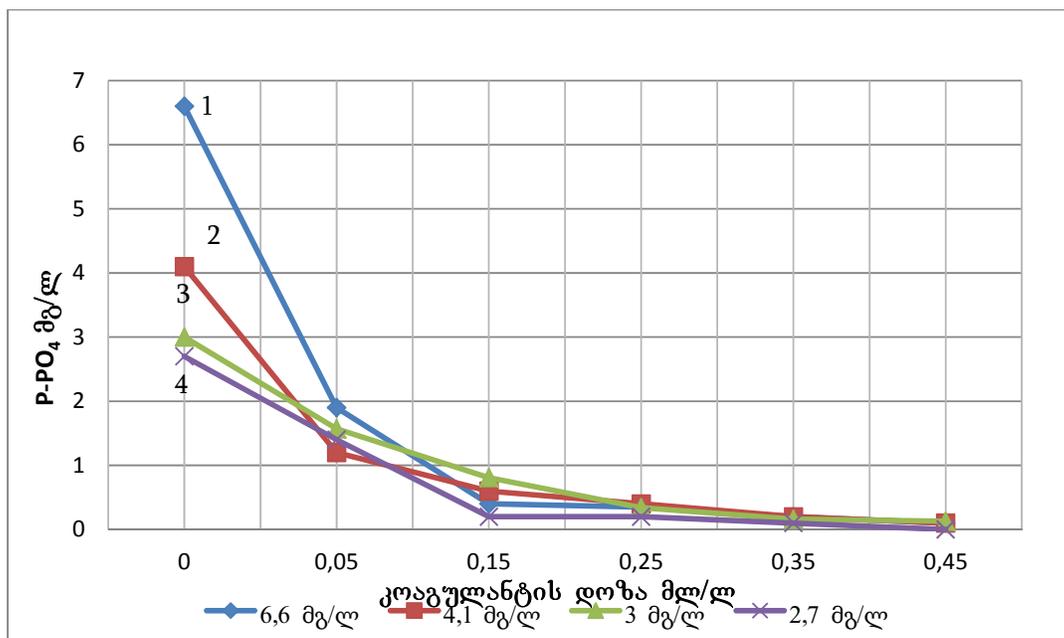
ცნობილია, რომ კოაგულაციის პროცესი ხასიათდება კოაგულაციის სინქარის გარკვეული სიდიდით, რომელიც შესაძლებელია განისაზღვროს როგორც ერთეული კოლოიდური ნაწილაკის რაოდენობის ცვლილება დროის ერთეულში, ნაწილაკის კოაგულაციის უნარი კი განისაზღვრება როგორც დასაღიქი ნივთიერების საწყისი კონცენტრაციით, ისე დამატებული კოაგულანტის დოზით. წყალში P-PO₄-ის მცირე კონცენტრაციით შემცველობისას მე-3 მრუდზე A-B მონაკვეთი შეესაბამება ე. წ. ფარულ კოაგულაციას, როდესაც ნაწილაკები ინარჩუნებს წონასწორობას. წერტილში კოაგულანტის კონცენტრაციისას (0,02 მლ/ლ) იწყება აშკარა კოაგულაცია P-PO₄-ის კონცენტრაციის მკვეთრი შემცირებით. განსხვავებულად ხორციელდება ფოსფორის კონცენტრაციის შემცირება, როდესაც მისი საწყისი კონცენტრაცია შეადგენს 8,1 მგ/ლ-ს (მრუდი 1). ამ დროს შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობა შეესაბამება 368 მგ/ლ-ს და, როგორც აღნიშნული მრუდიდან ჩანს, საწყისი P-PO₄-ის შემცირება (კოაგულანტის დოზიდან დამოუკიდებლად) შეწონილი ნაწილაკების სწრაფი თვითდალექვის შედეგად დიდი სისწრაფით მიმდინარეობს.

ფოსფორის დალექვის მსგავსი სურათი იმაზე მიუთითებს, რომ P-PO₄-ის შემცირების დონე და გამოყენებული კოაგულანტის ხარჯი განისაზღვრება წყლის შედგენილობით და დამოკიდებულია შეწონილი ნაწილაკების (ბიოფილტრიდან ჩამორეცხილი აქტიური შლამის ნაწილაკების) რაოდენობაზე, რომლებიც ფოსფორის ადსორბციის კარგი უნარით გამოირჩევა.

ჩამდინარი წყლიდან ფოსფატების დალექვის და წყლის გაკამკამების შედეგები PAFCL-ის გამოყენებით მოცემულია მე-2 ცხრილში და მე-3 ნახ-ზე.

ფოსფატების დალექვის ეფექტიანობა განსხვავებული
შედგენილობის ჩამდინარი წყლებიდან PAFCL-ის გამოყენებით.

კოაგ. დოზა, მლ/ლ	pH	P-PO4	შეწ.ნაწ.	სიმღერივე	ტემპერატურა
		მგ/ლ	მგ/ლ	მგ/ლ	°C
წყლის ხარისხი გაწმენდამდე					
	7,6	6,6	439	201	23,3
0,05	7,4	1,9	22	20	24,2
0,15	7,2	0,4	9	10	24,2
0,25	7	0,35	8	10	23,9
წყლის ხარისხი გაწმენდამდე					
	7,5	3	120	101	14,2
0,05	7,3	1,57	36	32	26,3
0,15	7,1	0,81	30	24	26,3
0,25	6,9	0,34	28	24	26,8
წყლის ხარისხი გაწმენდამდე					
	7,1	2,6	52	23	19,9
0,05	6,9	1,1	7	5	20
0,08	6,7	0,3	5	2	20,1
0,15	6,5	0,1	5	2	20,1



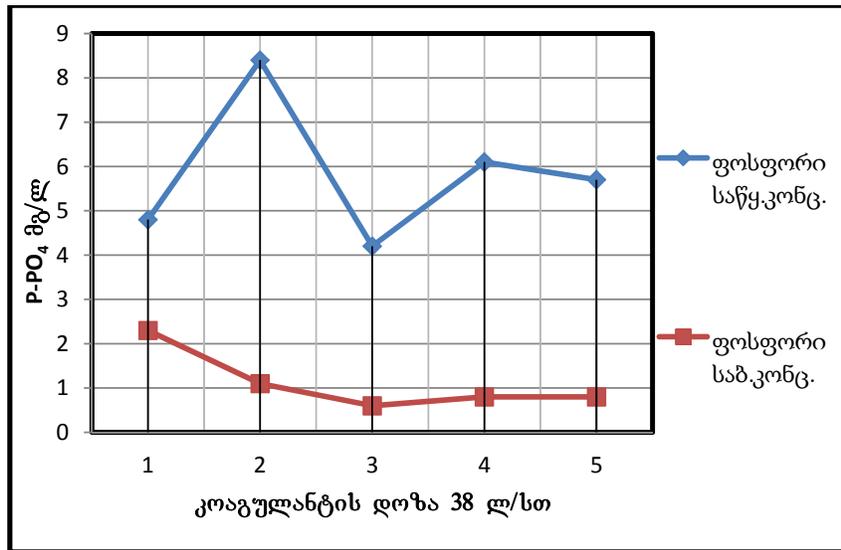
ნახ. 3. ფოსფატების დალექვა PAFCL-ის გამოყენებით საწყისი P-PO₄-ის განსხვავებული კონცენტრაციების დროს

როგორც მე-3 ნახ-დან ჩანს, PAFCL-ის გამოყენებით წყალში P-PO₄-ის ნარჩენი სამიზნე კონცენტრაციის მისაღწევად საჭიროა კოაგულანტის 0,15 მლ/ლ. P-PO₄-ის მაქსიმალურ კონცენტრაციისას (6,6 მგ/ლ), რომელიც ხელოვნურად არის შექმნილი აქტიური შლამის შეტანით, კოაგულანტის 0,15 მლ/ლ-მდე დოზირებისას დალექვის ხარისხი 93 %-ს შეადგენს (მრუდი 1), რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს იმას, რომ ფოსფატების დალექვის ეფექტს განაპირობებს წყალში შეწონილი ნაწილაკების დიდი რაოდენობით შემცველობა. საწყისი P-PO₄-ის 4,1 მგ/ლ-ის (მრუდი 2) შემთხვევაში, როცა კოაგულანტის დოზა 0,15 მლ/ლ იყო, ფოსფატების 85 % დაილექა, ხოლო 2,7 მგ/ლ კონცენტრაციისას (მრუდი 4) კოაგულანტის იმავე დოზის დროს P-PO₄-ის კონცენტრაცია 0,6 მგ/ლ-მდე შემცირდა. ამასთან, დალექვის ეფექტიც უფრო მცირე იყო და 77 %-ს შეადგენდა, რაც, სავარაუდოდ, შეწონილი ნაწილაკების სიმცირემ გამოიწვია.

ჩატარებული კვლევის შედეგები ცხადყოფს, რომ ბათუმის წყალსარინი საწმენდი ნაგებობის საბოლოო სალექარების წყალში შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობის ზრდით ფოსფატების დალექვის ეფექტიანობა იზრდება, რაც სიახლეს წარმოადგენს, რადგან ლიტერატურული მონაცემებით საბოლოო სალექარების წყალში შეწონილი ნაწილაკების კონცენტრაციის ზრდით ფოსფატების დასალექავად გამოყენებული კოაგულანტის ხარჯი იზრდება [3].

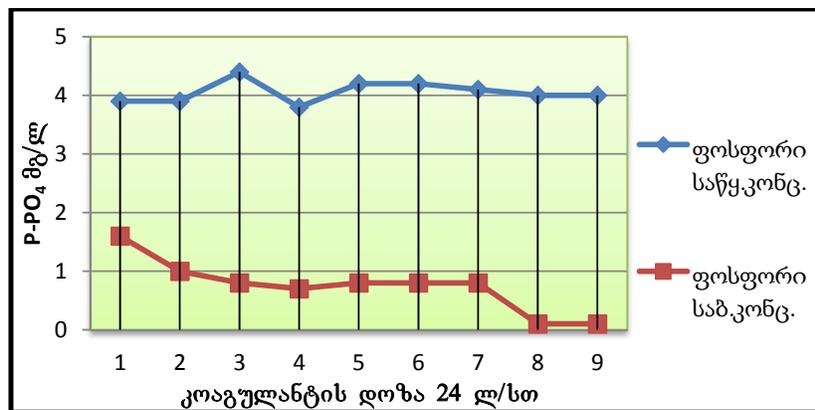
ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები შეიძლება შემდგენიარად აიხსნას. მეორეულ სალექარებში არსებული შეწონილი ნაწილაკები ბიოფილტრებიდან ჩამორეცხილი შლამის ნაწილაკებია. ეს არის ჰეტეროგენული მრავალფაზური სისტემა, რომელშიც დისპერსიული არეა ბიოლოგიურად გაწმენდილი წყალი, ხოლო დისპერსიული ფაზის ძირითადი კომპონენტი – აქტიური შლამის ფიფქები, რომლებიც ფორმირებულია რთული სამდონიანი უჯრედული სტრუქტურის სახით და გარშემორტყმულია ბიოპოლიმერული შედგენილობის ეგზოუჯრედული ნივთიერებით [5]. შლამის ნარევის, როგორც დისპერსიული სისტემის, მნიშვნელოვანი თვისებაა აგრეგატული არამდგრადობა, რომელიც გამოიხატება აქტიური შლამის ფიფქების დიამეტრის ცვლილებით 20–300 მკმ ზღვრებში ტურბულენტური შერევის ინტენსიურობისაგან დამოკიდებულებით. რეაგენტის ზემოქმედების შედეგად, სავარაუდოდ, ალუმინის ჰიდროქსიდის განვითარებულ ზედაპირზე მიმდინარეობს მათი აგრეგირება და ალუმინის ფოსფატის წერილდისპერსიული ნალექის ადსორბირება. აქტიური შლამის ფიფქები რეაგენტთან ურთიერთქმედებით წარმოქმნის უფრო მსხვილ აგრეგირებულ ნაწილაკებს, რაც განაპირობებს გამსხვილებული ნაწილაკების სწრაფ დალექვას სიმძიმის ძალით. აქტიური შლამის ფიფქების აგრეგაციის მსგავსი სურათი აღწერილია მე-[6] ნაშრომში.

კვლევის შემდეგი ეტაპი ითვალისწინებდა PACS-ის და PAFCL-ის ტესტირებას საწარმოო პირობებში – ბათუმის წყალსარინი საწმენდი ნაგებობის საბოლოო სალექარში. ფოსფატების დასალექავად კოაგულანტის რაოდენობის თეორიული გათვლა მოხდა ლაბორატორიული ექსპერიმენტით მიღებული შედეგების და ნაგებობაზე მეორეულ სალექარებში შემავალი წყლის ხარჯის (100–120 ლ/წმ) გათვალისწინებით და შეადგენდა 18–22 ლ-ს PACS-ის, ხოლო 3–38 ლ/სთ-ს PAFCL-ის შემთხვევაში. კოაგულანტის საწარმოო გამოცდა მიმდინარეობდა 5 დღის განმავლობაში და დაიხარჯა 2 მ³ PAFCL. დაკვირვების შედეგები მოცემულია მე-4 ნახ-ზე.



ნახ. 4. ფოსფატების დალექვის შედეგები საბოლოო სალექარში

როგორც მე-4 ნახ-ზე მოცემული დიაგრამიდან ჩანს, ფოსფატების დალექვის სასურველი შედეგი მიღებული იყო 38 ლ/სთ კოაგულანტის დოზირებით, რაც სრულ თანხვედრაშია თეორიულად გათვლილ შედეგებთან. ცნობილია, რომ კოაგულანტს წყალში მაქსიმალურად განზაგებისათვის და მაკროფიფების წარმოსაქმნელად ესაჭიროება დრო. კოაგულანტის 38 ლ/სთ დოზირებისას ეს პროცესი 8 სთ-ში დაიწყო. P-PO₄-ის საწყისი კონცენტრაცია 4,2 მგ/ლ-დან შემცირდა 0,6 მგ/ლ-მდე, ხოლო დალექვის ხარისხი 86 %-ს შეადგენდა. ამასთან, მოხდა ნიტრიფიკაციის სტიმულაცია, რაც დადებითად აისახება წყლის გაწმენდის საბოლოო ხარისხზე. კოაგულანტის ტესტირებისას დადგინდა, რომ საბოლოო სალექარში შემაჯავ წყალში შეწონილი ნაწილაკების მაღალი კონცენტრაციების დროს ფოსფატების დალექვა უფრო უკეთესად მიმდინარეობს, ვიდრე მათი დაბალი შემცველობისას. ასევე ეფექტურად წარიმართა ფოსფატების დალექვა საბოლოო სალექარში PACS-ის გამოყენებით. ფოსფატების დასალექავად საბოლოო სალექარში მოხდა 2 მ³ კოაგულანტის ტესტირება. ფოსფატების დალექვის სასურველი შედეგი მიღწეულ იქნა კოაგულანტის 24 ლ/სთ დოზირებით. ექსპერიმენტით მიღებული შედეგები მოცემულია მე-5 ნახ-ზე.



ნახ. 5. ფოსფატების დალექვის შედეგები მეორეულ სალექარში PACS-ის გამოყენებით

ამ ნახაზის მიხედვით კარგად ჩანს რომ 24 ლ/სთ კოაგულანტის დოზირებისას ეფექტური დალექვა დოზირებიდან დაახლოებით 6 სთ-ში დაიწყო და პიკს 24 სთ-ში მიაღწია, როცა P-PO₄-ის ნარჩენი კონცენტრაცია 0,1 მგ/ლ-ს შეადგენდა. კოაგულანტის დოზირების საწყის ეტაპზე დალექვის ხარისხი 59 %-ს, ხოლო ბოლოს 98 %-ს აღწევდა. კოაგულანტის დოზირებისას 24 ლ/სთ-ის განმავლობაში ფოსფატების დალექვის ხარისხი მატულობდა. შესაბამისად, ბათუმის წყალსარინების საწმენდ ნაგებობაზე ფოსფატების დალექვის დაწერვის შემდეგ დროთა განმავლობაში კოაგულანტის წყალში კარგად შერევის შემდეგ გაწმენდის სასურველი შედეგის მიღწევა შესაძლებელი იქნება მისი უფრო მცირე დოზით გამოყენების შემთხვევაში.

დასკვნა

ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ბათუმის წყალსარინების საწმენდ ნაგებობაზე ჩამდინარი წყლების ფოსფორისაგან გასაწმენდად გამოყენებულ რეაგენტებს შორის ყველაზე ეფექტური აღმოჩნდა PACS-ის და PAFCL-ის გამოყენება. განსაზღვრულია მათი ოპტიმალური დოზები. P-PO₄-ის ზღვ-ის 1 მგ/ლ-მდე მისაღწევად ჩატარდა მათი ტესტირება საწარმოო პირობებში საწმენდი ნაგებობის საბოლოო სალექარში და მიღებულია ლაბორატორიულ კვლევებთან თანმხვედრი შედეგები. PAFCL-ის 38 ლ/სთ დოზირება 16 სთ-ის განმავლობაში გაგრძელდა და დალექვის შემდეგ P-PO₄-ის კონცენტრაცია შემცირდა 0,6 მგ/ლ-მდე. PACS-ის გამოყენებით 24 სთ-ის განმავლობაში მოხდა P-PO₄-ის კონცენტრაციის 0,1 მგ/ლ-მდე შემცირება.

მიღებული შედეგებით ჩამდინარი წყლების დეფოსფორაციის მიზნით PAFCL-ის გამოყენება უზრუნველყოფს ბიოფილტრებზე ნიტრიფიკაციის ეფექტიანობის ზრდას. საბოლოო სალექარების წყალში შეწონილი ნაწილაკების (ბიოფილტრიდან ჩამორეცხილი აქტიური შლამის ფიფქების) რაოდენობის ზრდით კი იზრდება ფოსფატების დალექვის ეფექტიანობა.

ზემოთ განხილული კვლევა, რომელიც მიზნად ისახავდა ბათუმის საწმენდი ნაგებობის ჩამდინარი წყლების ფოსფორისაგან გაწმენდას, მეტად მნიშვნელოვანია გარემოს დაცვის თვალსაზრისით, რადგან ზღვის წყალში ფოსფორი ეუტროფიციერების განვითარების „ლიმიტირებადი“ ფაქტორია. მისი დიდი რაოდენობით მომატება სანაპირო ბიოცენოზების დეგრადაციას იწვევს, რაც ნეგატიურად აისახება წყლის მდგომარეობაზე სანაპირო ზოლში.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Цианобактерии в биосфере www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9609_033.pdf
2. P. Baumann, T. Bosler, M. Eschenhagen, Ch. Locher, P. Mauer, R. Schneider. Grundlagen für den Betrieb von Belebungsanlagen mit gezielter Stickstoff- und Phosphorelimination. 4 Auflage. DWA Verlag Landesverband Baden-Württemberg, 2016.
3. Драгинский В. Л., Алексеева Л. П. Методика проведения технологических изысканий и моделирования процессов очистки воды на водопроводных станциях. М.: ОАО „НИИ КВОВ“ ООО „Водкомунтех“, 2001.
4. LCK 348 Phosphate, DOC 312.53.94020, HACH LANGE GMBH
5. Вторичные отстойники – Очистка сточных вод – Строй-Справка.ru stroy-spravka.ru/article/vtorichnye-otstoiniki
6. Спроткин А. С. и др. Очистка сточных вод от фосфора//Промышленная экологическая безопасность охрана труда, № 2, 2015.

ENVIRONMENTAL PROTECTION

TO REMOVE THE PHOSPHORUS FROM THE WASTE-WATER AT BATUMI WASTE-WATER TREATMENT PLANT IN ORDER TO PROTECT THE BLACK SEA FROM THE EUTROPHICATION

M. Gvianidze, E. Shengelia, N. Lomtavidze

(LLC "Batumi Water", Georgian Technical University, Shota Rustaveli State University)

Resume: In order to reduce of the Black Sea biodiversity, protection and eutrophication process, it was planned to clean the water from phosphorus by the chemical method at Batumi waste-water treatment plant, for which the laboratory surveys conducted by us were envisaged to select effective coagulant and to determine its optimal dose and manufacturing studies provided to test the selected coagulant in the Final sedimentation tank at Batumi waste-water treatment plant.

As a result of the conducted research, it was established, that among the reagents used to remove the phosphorus from the waste-water at Batumi waste-water treatment plant it is the most effective to use PACS and PAFCL. Their optimal doses are determined to reach P-PO₄ MPC (maximum permissible concentrations) up to 1 mg/L, their testing was conducted in the production conditions in the final sedimentation tank of the waste-water treatment plant and the concomitant results with laboratory studies have been obtained. According to the received results, the usage of PAFCL for the purpose of dephosphatization of the waste-water ensures the increase of the efficiency of nitrification on trickling filters. By increasing the amount of the suspended solids in final sedimentation tank, which are represented, as the activated sludge scoured from the trickling filter, the effectiveness of phosphate precipitation is increased.

Key words: coagulant; dispersion; eutrophication; phosphorus; sedimentation; silt; weighted particles.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ФОСФОРА НА ОЧИСТИТЕЛЬНОМ СООРУЖЕНИИ ВОДОСТОКОВ БАТУМИ С ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ ЧЕРНОГО МОРЯ ОТ ЭВТРОФИКАЦИИ

Гвианидзе М. Д., Шенгелия Е. Г., Ломтатидзе Н. Д.

(ООО «Батумис цкали», Грузинский технический университет, Государственный университет им. Шота Руставели)

Резюме. Для защиты биоразнообразия Черного моря и сокращения процесса эвтрофикации на очистительном сооружении водостокос Батуми была запланирована очистка воды от фосфора химическим методом, для чего проведенные нами лабораторные исследования предусматривали

подбор эффективного коагулянта и установление его оптимальной дозы, а производственные исследования – тестирование подобранного коагулянта в конечных отстойниках очистительного сооружения Батуми.

В результате проведенных исследований было установлено, что для очистки сточных вод от фосфора на очистительном сооружении водостоков Батуми самым эффективным среди примененных реагентов является применение PACS-а и PAFCL.

Определены их оптимальные дозы для достижения P-PO₄ до 1 мг/л ПДК (предельно допустимая концентрация), их тестирование проведено в производственных условиях в конечном отстойнике очистительного сооружения и получены совпадающие с лабораторными исследованиями результаты. Полученными результатами применение PAFCL с целью дефосфоризации сточных вод обеспечит рост эффективности нитрификации на биофильтрах. Ростом количества взвешенных частиц в водах конечного отстойника, которые представляют собой снежинки смытого с биофильтра активного ила, возрастает эффективность оседания фосфатов.

Ключевые слова: взвешенные частицы; дисперсионная эвтрофикация; коагулянт; оседание; фосфор; шлам.

სხვადასხვა პროცენტული შედგენილობის ტრიტიკალესა და ხორბლის პურის დაავადებანი

თინათინ ეპიტაშვილი, გულიკო დვალი, ლეილა ზვიადაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოტექნოლოგიის ცენტრი)

რეზიუმე: შესწავლილ იქნა სხვადასხვა პროცენტული შედგენილობის ტრიტიკალესა და ხორბლის ფქვილით (მახობლით და უმახობლოდ) გამომცხვარი პური დროის სხვადასხვა ინტერვალში და მასში განვითარებული დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმები. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგების მიხედვით აღმოჩნდა, რომ საუკეთესო შედეგი აჩვენა იმ ვარიანტმა, რომელიც შეიცავდა 40 % ტრიტიკალესა და 60 % ხორბალს უმახობლიდ, ოღონდ გამომცხობიდან მეორე დღეს.

საკვანძო სიტყვები: დაავადება; იდენტიფიკაცია; მიკროორგანიზმები; სოკოები; ტრიტიკალე.

შესავალი

დღევანდელი გლობალურ პრობლემას ცილის დეფიციტი წარმოადგენს. უხვმოსავლიანი ჯიშებისა და ინტენსიური ტექნოლოგიების დანერგვით გაიზარდა მარცვლოვანი კულტურების მოსავალი, მაგრამ იკლო მათში ცილის შემცველობამ, ამიტომ ამ მნიშვნელოვანი პრობლემის გადაჭრის გზად მიიჩნეეს მარცვლოვნების ახალი სახეობის – ტრიტიკალეს გამოყენება, რომელშიც გაერთიანებულია ორი კულტურის დადებითი ნიშან-თვისებები: მარცვალში ცილებისა და ლიზინის (ამინმჟავას) მაღალი შემცველობა, კომპლექსური იმუნიტეტი, ყინვაგამძლეობა, უხვმოსავლიანობა, მსხვილი მარცვალი, მწირ ნიადაგებთან შეგუების უნარი და სხვ. ტრიტიკალეს მარცვალი ერთსა და იმავე პირობებში ხორბლის მარცვალთან შედარებით 2 %-მდე ცილას შეიცავს.

ტრიტიკალეს ფქვილისაგან გამომცხვარი პური ხარისხით ჩამორჩება ხორბლისას, მაგრამ უკეთესია ჭვავისაზე, თუმცა კვებითი ღირებულება ორივეზე უკეთესია. ამასთან, პურის ცხობისას ტრიტიკალეს გამოყენება დააბაღანსებს ხორბლის დეფიციტს ქვეყანაში. ამიტომაცაა აქტუალური და საინტერესო ტრიტიკალესა და ხორბლის ფქვილის ნარევის ოპტიმალური თანაფარდობის დადგენა მაღალი კვებითი ღირებულების პროდუქტის მისაღებად [1, 2].

ხარისხიანი პურის გამოსაცხობად გამოყენებული უნდა იყოს შესაბამისი სტანდარტული ფქვილი, რომელიც დაფქვიდან 5–7 დღის განმავლობაში ინახება შესაბამის პირობებში (20 °C ტემპერატურა, 75–80 % ფარდობითი ტენიანობა). რადგან ახლად დაფქული ფქვილი ხასიათდება ფერმენტების მაღალი აქტიურობით, სუსტი წებოგვარათი და წყლის შთანთქმის დაბალი უნარით, ამიტომ ახლად დაფქული, დაუმწიფებელი ფქვილისაგან მი-

იღება განთხეული ფორმის პური წებვადი გულით, რომელსაც ახასიათებს ნაკლები ფორიანობა. ასეთი ფქვილის შენახვისას უმჯობესდება მისი პურცხოვის უნარი [3].

პურცხოვის ტექნოლოგიაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ეტაპია ფქვილის აერაცია და გათბობა, რომლის დროსაც ხდება ფქვილის გაჯერება ჰაერით, რაც აუმჯობესებს პურის ხარისხს და ამცირებს ფქვილში მავნებლების გავრცელებას. ფქვილის მავნებლებისაგან დასაცავად კარგ შედეგს იძლევა ტემპერატურის დაწვევა 8–10 °C-მდე, ამ დროს მავნებლები არ მრავლდებიან. ფქვილის შენახვაზე უარყოფითად მოქმედებს გაზრდილი ტემპერატურა, მომატებული ტენიანობა, ანტისანიტარიული მდგომარეობა და სხვ. ფქვილის დიდი ხნით შენახვისას და მისი მაღალი ცხიმოვანობის შემთხვევაში ხდება ფქვილის გამწარება, რაც აიხსნება თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების დაშლით და აქროლადი ნივთიერებების (აღდეჰიდები, მეორეული პროდუქტები) წარმოქმნით, რის გამოც პურს არასასიამოვნო სუნი და გემო აქვს.

ფქვილის თვითგათბობა მიმდინარეობს მისი სუნთქვის პროცესში, რაც კარგ გარემოს ქმნის მიკროორგანიზმების განვითარებისათვის. ტემპერატურისა და ტენიანობის მომატებისას ფქვილი არასასიამოვნო სუნს იღებს და იწვებს დაობებას. გაფუჭებული ფქვილი უნდა იყოს იზოლირებული. აუცილებელია მისი გაცრა და ნარჩენის დაწვა [4].

ფქვილის დაბალი ხარისხის მაჩვენებლებია: არასასიამოვნო უცხო სუნი, კრაწუნი კბილებში, რაც გამოწვეულია ფქვილში ქვიშის არსებობით, მომწარო გემო, პურის ქერქის ბაცი შეფერილობა, რაც გამოწვეულია ფქვილის მიერ ნახშირწყლებისა და აირების არასაკმარისი წარმოქმნის უნარით. გაღივებული ან არასწორად გამოზამთრებული მარცვლისაგან მიღებული ფქვილისაგან გამომცხვარი პური კარგად არ ცხვება და წებოვანია. პურის ჩაგარდნას, მოცულობის შემცირებას და ნაკლებ ფორიანობას იწვევს მავნებლებით დაავადებული ფქვილის გამოყენება.

ძირითადი ნაწილი

საცხობიდან გამოსული პური პრაქტიკულად სტერილურია, მხოლოდ რბილობშია შენარჩუნებული მცირე რაოდენობით მიკროორგანიზმების სპორები, რომელთა რაოდენობა შეიძლება გაიზარდოს გაციების, ტრანსპორტირების, შენახვისა და რეალიზაციის დროს.

ჩატარებული ექსპერიმენტის შედეგად მოხდა ტრიტიკალესა და ხორბლის ფქვილის სხვადასხვა პროპორციების ნარევით, აგრეთვე მახობლით და უმახობლოდ გამომცხვარ პურში დაავადების გამომწვევი მიკროორგანიზმების გამოყოფა და მათი იდენტიფიცირება.

ცდა ჩატარდა შემდეგ ვარიანტებად:

- I ვარიანტი – 40 % ტრიტიკალე და 60 % ხორბალი მახობლით (მე-14 დღე);
- II ვარიანტი – 40 % ტრიტიკალე და 60 % ხორბალი უმახობლო (მე-18 დღე);
- III ვარიანტი – 40 % ტრიტიკალე და 60 % ხორბალი მახობლით (მე-18 დღე);
- IV ვარიანტი – 40 % ტრიტიკალე და 60 % ხორბალი უმახობლო (მე-12 დღე);
- V ვარიანტი – 40 % ტრიტიკალე და 60 % ხორბალი მახობლით (მე-12 დღე).

I ვარიანტში მე-14 დღეს სუსლოს საკვებ არეზე განვითარდა მომწვანო-მოლურჯო ფერის ხავერდისებრ მბზინვარე და დამახასიათებელი სუნის მქონე სოკო *Penicillium* (ნახ. 1).



ნახ 1. სოკო *Penicillium*

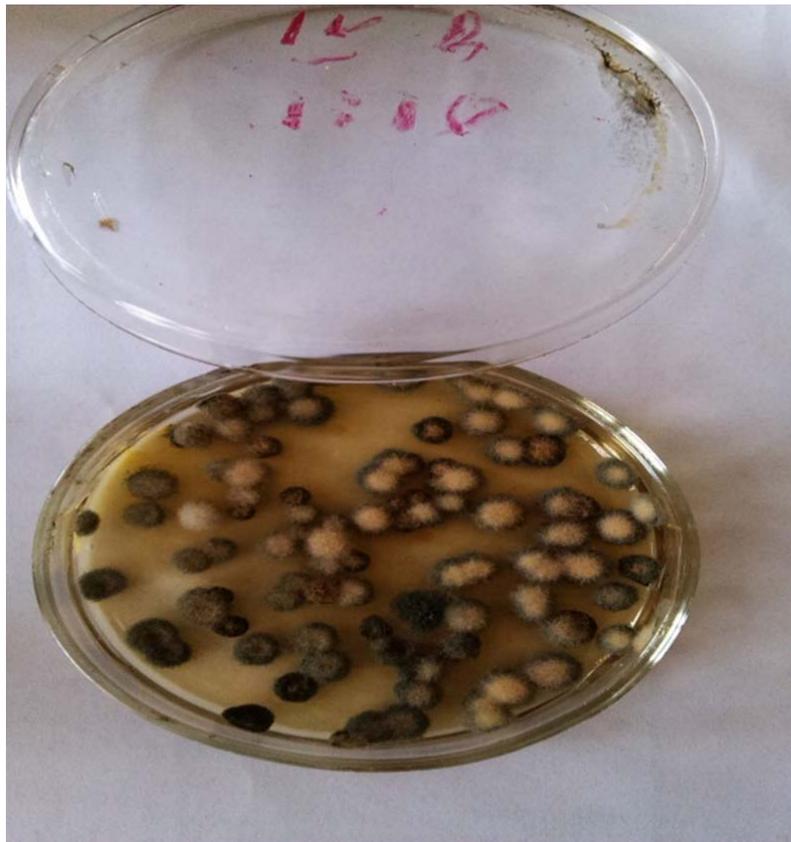
II–III ვარიანტში *Penicillium*-თან ერთად ამოითესა სპოროვანი ბაქტერია *Bacillus subtilis* (ნახ. 2), რომლის სპორებიც თითქმის ყოველთვისაა ფქვილში და ხასიათდებიან ტემპერატურისადმი გამძლეობით *Bacillus subtilis*-ის სპორები ცომში შეიძლება პურის ქარხნის საწარმოო იარაღებიდან და ჰაერიდანაც კი მოხვდნენ. *Bacillus subtilis*-ის სპორები იწვევენ სახამებლის ჰიდროლიზს, რის შედეგადაც დიდი რაოდენობით დექსტრინი გამოიყოფა. პურის დაავადების დასაწყისში მას უფრო მეტად ხილის სუნი ასდის, შემდეგ რბილობი წებოვანი ხდება, მჟავდება და ძაფის მსგავსად იწელება. აღნიშნულ დაავადებას პურის წელვად (კარტოფილის) დაავადებას უწოდებენ. დაავადებული პურის გამოყენება საკვებად უვარგისია.



ნახ. 2. სპოროვანი ბაქტერია *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis-ის სპორებზე დამორგუნველად მოქმედებს საკვები არის გაზრდილი მჟავიანობა, ამიტომ წელვადი დაავადება უმეტესად ისეთი ხორბლის პურში გვხვდება, რომელის მჟავიანობაც დაბალია ჭვავის მჟავიანობასთან შედარებით.

პურის წელვადი (კარტოფილის) დაავადების პრევენციისათვის საჭიროა გამოცხობის შემდეგ პურის სწრაფად გაცივება 10–12 °C-მდე და ამავე ტემპურაზე შენახვა კარგი აერაციის პირობებში. გარდა ამისა, დაავადების თავიდან აცილების მიზნით ცომი შეიძლება დამუშავდეს ძმრის, პროპიონის, სერბიტის მჟავებით ან მათი მარილებით. ამასთან, ხორბლის ფქვილს შეიძლება დაემატოს პროპილმჟავა ბაქტერიის სუფთა კულტურის ან რძე-მჟავა მეზოფილის ხაში (*Lactobacillus dermentum*). ეს ბაქტერიები დამორგუნველად მოქმედებენ *Bacillus subtilis*-ის სპორებზე, როგორც შემაკავებელი არე და ანტიბიოტიკური მოქმედების ნივთიერება.



ნახ. 3. ობის სოკო *Penicillium Aspergillus*

V ვარიანტში ამოითესა ობის სოკოს *Penicillium Aspergillus*-ისა და *Mucor*-ის სპორები (ნახ. 3.), რომლებიც სწრაფად ვრცელდება გამომცხვარ პურზე (განსაკუთრებით ნახეთქებზე) და იწვევს ხორბლისა და ცილის ჰიდროლიზს, რის გამოც პურს აქვს არასასიამოვნო სუნი და გემო. ეს დაავადება ფართოდ და მეტად წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ სახეობას პურის დაავადებებს შორის, რომელიც გამოწვეულია პურის არასწორი შენახვით: მჭიდრო ჩაღებებით, გადიდებული ტენით და ტემპერატურით. ობის სპორები ხვდება რა ჰაერში, სწრაფად ვითარდება. აქვს არასასიამოვნო სუნი.

დასკვნა

ამრიგად, მიღებული მონაცემების საფუძველზე ცხადი გახდა, რომ ტრიტიკალესა და ხორბლის ფქვილის სხვადასხვა პროცენტით შერევისას უმეტესად ამოითესა სოკო Penicillium-ის სპორები, რომლებიც საგრძნობლად აუარესებს პურის ხარისხს, კერძოდ მას არასასიამოვნო სუნსა და გემოს სძენს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ც. სამადაშვილი. ტრიტიკალეს სელექცია საქართველოში. თბ., 2009, გვ. 1-198;
2. თ. ეპიტაშვილი. ტრიტიკალეს ბიოლოგიური და ქიმიური შედგენილობა//საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის "მოამბე", №2(38), 2017, გვ. 15-17;
3. რ. ხუციშვილი, მ. შენგელია. პურის ტექნოლოგია. თბ., 2006. - 95 გვ.
4. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства. С.-П.: Профессия, 2005. - 416 с.

BREAD DISEASES OBTAINED FROM THE DIFFERENT PERCENTAGES COMPOSITION OF TRITICALE AND WHEAT FLOUR

T. Epitashvili, G. Dvali, L. Zviadadze

(Georgian Technical University, Biotechnological Center of Georgian Technical University)

Resume: There was studied bread obtained from the different percentages composition of flour triticale and wheat with the addition of cephalaria and without, baked in the different time intervals and microorganisms causing disease. The best result was given by the variant, that contained 40 % of triticale and 60 % of wheat without cephalaria, on the second day after baking.

Key words: disease; fungi; identification; microorganisms; triticale.

БОЛЕЗНИ ХЛЕБА ИЗ РАЗНОГО ПРОЦЕНТНОГО СОСТАВА МУКИ ТРИТИКАЛЕ И ПШЕНИЦЫ

Эпиташвили Т. Н., Двали Г. Ш., Звиададзе Л. Г.

(Грузинский Технический Университет, Биотехнологический центр Грузинского технического университета)

Резюме. Изучены хлеба, полученные из различных процентных соотношений состава муки тритикале и пшеницы с добавкой цефаларии и без с разным промежутком времени, и микроорганизмы, вызывающие заболевание. Лучший результат дал вариант, который содержал 40 % тритикале и 60 % пшеницы без цефаларии, на второй день после выпечки.

Ключевые слова: болезни; грибы; идентификация; микроорганизмы; тритикале.

**როგორ ავიცილოთ მკვლელობა და თვითმკვლელობა პრევენციული
მეთოდებით**

ნუგზარ ალექსიძე

(სასწავლო უნივერსიტეტი „გომედი“)

რეზიუმე: წარმოდგენილი კვლევები ეხება აგრესიული სოციალური გარემოს გავლენას მკვლელი და თვითმკვლელი ორგანიზმების ფორმირებაზე. დადგენილია, რომ აგრესიული ცხოველების ფორმირება განპირობებულია ბიოლოგიურად აქტიური ამინების ერთ-ერთი წარმომადგენლის – სეროტონინის ნაკლებობით. აგრესიული ორგანიზმების ფორმირების პრევენციის მიზნით სასურველია საკვები დანამატის სახით ადამიანმა მიიღოს ჰოლანდიური და მდნარი ყველით მომზადებული ბუტერბროდი, რომლის ყოველი 100 გ შეიცავს, შესაბამისად, 750 და 500 მკ სეროტონინის წინამორბედ ამინმჟავას – ტრიპტოფანს. დადგენილია, რომ 14–16 წლის ვაჟების აგრესიულობა გამოწვეულია სასქესო ჰორმონების სიჭარბით. როგორც გამოკვლევებმა ცხადყო, ვირთაგვების კასტრაციისა და წყალში ცურვით დაღლის შედეგად ვირთაგვები ტოლერანტულები გახდნენ თაგვებისა და ბაყაყების მიმართ. აქედან გამომდინარე, მოსწავლეთა აგრესიულობის პრევენციის მიზნით სასურველია სკოლებში მოსწავლეთა ფიზიკური დატვირთვების გაზრდა. გარდა ზემოაღნიშნულისა, შემუშავებულია მცენარეული ლექტინების გამოყენებით აგრესიული ორგანიზმების გამოვლენის მეთოდი.

საკვანძო სიტყვები: აგრესია; აგრესიის ფორმირების ფაქტორები; ბიოლოგიური ამინები; მკვლელობა და თვითმკვლელობა.

შესავალი

ბოლო ხანებში საკმაოდ გაიზარდა 14–16 წლის ახალგაზრდებს შორის დაპირისპირება, რაც ხშირად მკვლევლობით მთავრდება. საკმარისია გავიხსენოთ თბილისში მომხდარი ტრაგედია, როცა ორი ახალგაზრდა მრავლობითი ჭრილობის მიყენებით გარდაიცვალა. დღეს სატელევიზიო და რადიო გადაცემებში ფართოდ მსჯელობენ მოსწავლეთა მშობლები, პედაგოგები, მანდატურები, პოლიციის წარმომადგენლები, ფსიქოლოგები თავიანთი საქმიანობის გაუმჯობესებისა და მანდატურების გადამზადების შესახებ. არავინ კითხულობს იმას, თუ რითაა განპირობებული ახალგაზრდებში ასეთი სისასტიკით გამოწვეული ქცევების ფორმირება. ჩვენი მრავალწლიანი ნეიროქიმიური კვლევების საფუძველზე გამოიკვეთა აგრესიული და მკვლელი ორგანიზმების ფორმირების რამდენიმე ფსიქოქემოციური და ნეიროქიმიური ფაქტორი [1].

- აგრესიული სოციალური გარემო ოჯახში;
- არასრულფასოვანი კვება;
- 14–16 წლის ასაკის ვაჟებში მოჭარბებული სასქესო ჰორმონები;

- „ომისა“ და „მკვლევლობის“ გენები ქრომოსომების დარღვევის დონეზე;
- ტელევიზია, სატელევიზიო გადაცემებით მკვლევობებისა და თვითმკვლევობის გააქტიურება, რაც ადამიანების მიერ ემფატიკურად აღიქმება.

ძირითადი ნაწილი

მკვლევლობის პირველი ფაქტორია აგრესიული სოციალური გარემო ოჯახში. მას შემდეგ, რაც იტალიელი ნეირობიოლოგის ჯაკომო პიცოლატის მიერ თავის ტვინში აღმოჩენილ იქნა სარკისებრი ნეირონები, რომელთა მეშვეობით ხორციელდება ახალშობილის მიერ მის ირგვლივ მყოფი ადამიანების მეტყველებისა და ქცევების აღქმა, გასაგები ხდება, რომ, თუ ახალშობილის პოსტემბრიონული განვითარება მიმდინარეობს აგრესიულ სოციალურ გარემო პირობებში, მისი კულტურის ჩამოყალიბება ემფატიკური იმიტაციის გზით ჩაინერგება მისსავე გენეტიკურ აპარატში აგრესიული ქცევის კოდით, რომელიც მთელი სიცოცხლის მანძილზე ორგანიზმში დარჩება და მოგვიანებით გამოვლინდება ახალგაზრდის აგრესიული ქცევების სახით.

მკვლევლობის მეორე ფაქტორია არასრულფასოვანი კვება. დადგენილია, რომ რამდენიმე დღის განმავლობაში სეროტონინის წინამორბედი ამინმჟავას – ტრიპტოფანით ღარიბი საკვებით ვირთაგვების კვებისას ორგანიზმში სეროტონინის რაოდენობა მცირდება, რის შედეგადაც ხდება არამკვლევლი ორგანიზმების მკვლევებად გარდაქმნა, ტრიპტოფანით მდიდარი (25–100 მგ) საკვებით კვებისას კი პირიქითაა – მკვლევლი ვირთაგვები გახდნენ არამკვლევლები, ბაყაყებისა და თაგვების მიმართ ტოლერანტულები და მკვლევლობის არც ერთი შემთხვევა არ დაფიქსირებულა. საგულისხმოა, რომ ცხოველების მიმართ აგრესიულად განწყობილ ბავშვებში, როგორც წესი, მნიშვნელოვნადაა შემცირებული სეროტონინის რაოდენობა. სეროტონინის შემცირება შეინიშნება აგრეთვე იმ მაიმუნებში, რომლებმაც დაკარგეს ლიდერის ფუნქცია საკუთარ ჯოგში. აღნიშნულიდან გამომდინარე, უნდა დავაკვირდეთ ჯგუფში ავტორიტეტდაკარგული ბავშვების ქცევებს, ვინაიდან აგრესიისა და მკვლევლი ორგანიზმების ფორმირების ერთ-ერთი წინაპირობაა ახალგაზრდის ორგანიზმში სეროტონინის წინამორბედი ამინმჟავა ტრიპტოფანის რაოდენობრივი ცვლილება. აღსანიშნავია, რომ საკვებში ტრიპტოფანის შემცველობის გამო სეროტონინის რაოდენობა ორგანიზმში კრიტიკულ დონეზე მეტად მცირდება. პრევენციის მიზნით სასურველია საკვები დანამატის სახით ვაშლების ნაცვლად სკოლის ბუფეტებს მოსწავლეებისათვის ტრიპტოფანით მდიდარი ჰოლანდიური და მდნარი ყველისაგან მომზადებული ბუტერბროდები შესთავაზონ. ასეთი ბუტერბროდების ყოველი 100 გ, შესაბამისად, 790 და 500 მგ სეროტონინის წინამორბედ ამინმჟავას – ტრიპტოფანს შეიცავს, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის ახალგაზრდების ორგანიზმში სეროტონინის რაოდენობას და საგრძნობლად ამცირებს მათ აგრესიულ ქცევას.

ჩვენ მიერ სპეციალურად იქნა შესწავლილი ბუნებრივად აგრესიული და ფარმაკოლოგიურად (პილოკარპინი) გააგრესიულებული ვირთაგვების მაგალითზე ვირთაგვების თავის ტვინის სპეციფიკურ უბნებში ბიოლოგიურად აქტიური ამინების რაოდენობრივი განაწილება, რათა დაგვედგინა აგრესიისა და მკვლევლობის ფორმირების ნეიროქიმიური კორელატი.

როგორც აღმოჩნდა, ბუნებრივად აგრესიულ და პილოკარპინით გამოწვეული გააგრესიულებული ვირთაგვების თავის ტვინის სპეციფიკურ უბნებში სეროტონინის რაოდენობა დაახლოებით 50–70 %-ითაა შემცირებული [2], რაც იმაზე მიანიშნებს, რომ აგრესიული განწყობის ფორმირების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კორელატად სწორედ სეროტონინი უნდა

მივიჩნით. ცდების შემდგომ სერიაში შევისწავლეთ, თუ როგორ იცვლებოდა ვირთაგვების თავის ტვინის სპეციფიკურ უბნებში სეროტონინის რაოდენობრივი განაწილება სოციალურად აგრესიულ გარემოში; კერძოდ, სიბნელე/სინათლეში (23/1), სიცივეში (10–18 °C) და იზოლაციაში მათი ერთთვიანი დაყოვნების შემდეგ, რაც, სამწუხაროდ, შესანიშნავად გამოვლინდა საქართველოს მოქალაქეების ფსიქოემოციურ განწყობაზე გასული საუკუნის 90-იან წლებში, როცა მრავალი ოჯახი სიცივეში, სიბნელესა და სოციალურ იზოლაციაში ცხოვრობდა [3].

აგრესიის ფორმირების მესამე ფაქტორია 14–16 წლის ვაჟებში მოჭარბებული სასქესო ჰორმონები. ბოლო ხანებში საგრძნობლად გახშირდა სკოლის მოზარდებში მკვლევლობისა და თვითმკვლელობის შემთხვევები, რაც სოციალური ფსიქოლოგიის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემად იქცა, ვინაიდან 14–16 წლის ასაკი მოზარდებისათვის გარდატეხის პერიოდია. განსაკუთრებული ყურადღება გავაძახვილეთ სასქესო ჰორმონებზე, რადგან სწორედ ასეთ ასაკში აღინიშნება სერიოზული ძვრები მამრობითი სასქესო ჰორმონების რაოდენობრივ განაწილებაში [4]. ჰორმონების რაოდენობრივი შემცირების მიზნით მოხდა ვირთაგვების კასტრირება და დავიწყეთ მათი აგრესიული ქცევის შესწავლა. კვლევის შედეგად საინტერესო შედეგები იქნა მიღებული. კასტრაციის შემდეგ ვირთაგვების მხრივ თავგებისა და ბაყაყების მიმართ აგრესია და მკვლევლობის შემთხვევები არ დაფიქსირებულა. კასტრირებულ ვირთაგვებში მამრობითი სასქესო ჰორმონის (ტესტოსტერონის) ინიექციის შემდეგ ვირთაგვების აგრესიული ქცევა და მკვლევლობის შემთხვევები თავგებისა და ბაყაყების მიმართ კვლავ აღინიშნა.

აგრესიული ქცევების პრევენციის მიზნით ვირთაგვები დავლაღეთ წყალში ცურვით და დაღლის შემდეგ ჩატარდა ტესტირება აგრესიასა და მკვლევლობაზე. გამოვლინდა უაღრესად საყურადღებო ფაქტი: მკვლელი ვირთაგვები ტოლერანტულები გახდნენ თავგებისა და ბაყაყების მიმართ და დაღლის შემდეგ ვირთაგვებს არ გამოუქმლავნებიათ აგრესიული ხასიათი.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, სკოლის ხელმძღვანელობას ვურჩევთ გააძლიერონ გაკვეთილებს შორის მოსწავლეთა ფიზიკური დატვირთვები ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (მათ შორის სასქესო ჰორმონების) რაოდენობრივი შემცირებისა და განეიტრალების მიზნით. ეს ახალგაზრდებში უდავოდ დაამკვიდრებს ჯანსაღი ცხოვრების წესს.

ცნობილია, რომ სოციალური იზოლაცია კიდევ ერთი მძლავრი ფაქტორია აგრესიული ბავშვების ფორმირებაში, ამიტომ ერთბაშევიან ოჯახებში ბავშვების აგრესიის ფორმირების პრევენციის მიზნით აუცილებელია მათი სოციალური ჩამოყალიბება მოხდეს მეგობრებთან ერთად ჯერ კიდევ საბავშვო ბაღებში.

აგრესიულობის ფორმირების მეოთხე ფაქტორია გენეტიკური დარღვევები ახალშობილებში. გენეტიკური აპარატის სასქესო ქრომოსომების დონეზე გამოვლენილია „ომისა“ და „მკვლევლობის“ გენები. უახლესი მონაცემებით ადამიანებში აგრესიული და კრიმინალური ქცევის მქონე პიროვნებები ოთხ ჯგუფადაა დაყოფილი [6, 7]:

1. ახალგაზრდები კლავინფელტერის სინდრომით XX სასქესო ქრომოსომით. ამ ტიპის ადამიანებს ახსიათებს სათესლე ჯირკვლების განუვითარებლობა, არიან ტანმადლები, გამოირჩევიან გონებრივი ჩამორჩენილობით, რაც განაპირობებს მათ ადვილად გადაბირებას კრიმინალური დანაშაულის ჩასადენად;

2. ახალგაზრდები აბერანტული X ან XX სასქესო ქრომოსომით. მათ ახსიათებთ გონებრივი ჩამორჩენილობა, არიან ტანმადლები, გამოირჩევიან კრიმინალური ქმედებითა და აგრესიულობით;

3. ნერვული სისტემის მემკვიდრული დარღვევების მქონე ადამიანები. ისინი გამოირჩევიან ემოციურ-ეთიკური დეგრადაციით, ეპილეფსიური სიფიცხით, დოგმატიზმით, შიზოიდურობითა და ალკოჰოლიზმით გამოწვეული დარღვევებით;

4. ერთი კვერცხუჯრედიდან განვითარებული ტყუპები, რომელთა 1/4 მიდრეკილია კრიმინალური დანაშაულის ჩადენისაკენ. ასეთი ბავშვები ყურადღების ცენტრში უნდა იყვნენ და გადამოწმებულ იქნენ მათი ქცევების შეფასების მიზნით.

მათ შესახებ მიღებული ყველა მონაცემი ღრმად უნდა იყოს შესწავლილი და გათვალისწინებული სკოლის ფსიქოლოგის მიერ, რათა შევქმნათ მსჯელობა ახალგაზრდების მომავალი ქცევითი რეაქციების შესახებ და აგრესიულობის პრევენციაზე.

აუცილებელია ყურადღება გამახვილდეს სატელევიზიო გადაცემებზეც, რომელთა გავლენით ემფატიკურად ძლიერდება თვითმკვლელობის შემთხვევები.

ბოლო ხანებში მთელ მსოფლიოში მნიშვნელოვნად გაიზარდა თვითმკვლელობების შემთხვევები. აღსანიშნავია ისიც, რომ თვითმკვლელების ასაკი 5–6 წლით გაახალგაზრდავდა.

მრავალ ფსიქოლოგ-სპეციალისტს მიაჩნია, რომ თვითმკვლელობა, როგორც ფენომენი, ზოგიერთისთვის სიცოცხლისაგან თავის დაღწევის საშუალებაა. ფსიქოლოგებისა და სოციოლოგების აზრით, ამას სხვადასხვა მიზეზი აქვს. ერთ-ერთი თეორიის მიხედვით, ყველა თვითმკვლელობას სამი ურთიერთდაკავშირებული არაცნობიერი მიზეზი უდევს საფუძვლად; ესაა შურისძიება, სიძულვილი (მკვლელობის სურვილი), დეპრესია, სასოწარკვეთა (სიკვდილის სურვილი) და ცოდვიანობის განცდა (სურვილი, რომ იყოს მკვდარი).

სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, საქართველოში 100 ათასი კაციდან საშუალოდ 4–5 ასრულებს სიცოცხლეს თვითმკვლელობით. სომხეთში ეს მაჩვენებელი 2-ჯერ ნაკლებია, აზერბაიჯანში კიდევ უფრო ნაკლები (100 ათას მოსახლეზე მხოლოდ 0,6). შინაგან საქმეთა სამინისტროს ინფორმაციის მწირი მონაცემების მიუხედავად, საქართველოში 2008–2010 წლებში თვითმკვლელობის 368 შემთხვევა დაფიქსირდა, აქედან უმეტესობა მამაკაცი იყო.

ფსიქიკური ჯანმრთელობის საერთაშორისო დღეს ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ გამოაქვეყნა თვითმკვლელობის სარეგისტრაციო სკალა, რომელშიც თვითმკვლელობის სიხშირის მიხედვით მსოფლიოში პირველ ადგილზეა ლიტვა. ათეულში მოხვდა სამხრეთ კორეა, იაპონია, რუსეთი, უკრაინა და ბელორუსია. მსოფლიო რეიტინგის მიხედვით საქართველო 107 ქვეყანას შორის 88-ე ადგილზეა. თვითმკვლელობის შემთხვევებით კი ბევრად გვისწრებს ევროპის ქვეყნები, აშშ და სხვ.

დასავლეთის ქვეყნებში თვითმკვლელთა შორისაა ქერივი და არადაოჯახებული პირები, რომელთა შორის უფრო მეტად ხანშესული მამაკაცები ჭარბობენ. საქართველოში თვითმკვლელთა უმეტესობა შუახნის მამაკაცია. მათ შორის თვითმკვლელობა განახორციელა 16–25 წლის რამდენიმე ათეულმა ახალგაზრდამ.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, წელიწადში დაახლოებით მილიონამდე ადამიანი ამთავრებს სიცოცხლეს თვითმკვლელობით, ე. ი. ყოველ 40 წთ-ში თვითმკვლელობით მსოფლიოში ერთი ადამიანი იღუპება. უნდა აღინიშნოს, რომ ევროპასა და აშშ-ში თვითმკვლელობის 30–70 % დეპრესიითაა განპირობებული, აზიურ ქვეყნებში (და, ალბათ, საქართველოშიც) თვითმკვლელობის გამომწვევი მიზეზებია ფსიქოლოგიური, სოციალური, ბიოლოგიური, კულტურული და გარემო ფაქტორები. ბევრი ფიქრობს, რომ თვითმკვლელობა არჩევანია, მაგრამ ეჭვი არაა, რომ გარდაცვლილებს დეპრესიული მდგომარეობის გამო აღენიშნებოდათ ფსიქიკური აშლილობა, ამიტომ საჭიროა ყურადღებით იქნეს გამოვლენილი ასეთი ადამიანების ფსიქოემოციური დარღვევები, ავადმყოფური განწყობა და დროულად მოხდეს მათი ფსიქოთერაპიული მკურნალობა.

საგულისხმოა, რომ მამაკაცები თვითმკვლელობის მიზნით უპირატესობას ანიჭებენ თავის ჩამოსრჩობას, იარაღით თავის მოკვლას ან სიმაღლიდან გადმოხტომას. ქალები თვითმკვლელობისათვის იყენებენ საძილე საშუალებებს, საწამლაგებს, ბუნებრივ აირსა და სხვ.

როგორც ფსიქოლოგები ამტკიცებენ, ადამიანები თვითმკვლელობას მაშინ მიმართავენ, როცა განიცდიან სოციალური ურთიერთობების დეფიციტს. ეს ხდება განსაკუთრებით მაშინ, როცა პრობლემა მოულოდნელად წარმოიქმნება (სამსახურის დაკარგვა, თამაშებში წაგებული თანხა ან ოჯახის დანგრევა).

სხვათა შორის, არსებული მონაცემების მიხედვით, გარკვეული კავშირი არსებობს თვითმკვლელობის მაჩვენებელსა და თვითმკვლელების პროფესიულ დასაქმებას შორის. აღმოჩნდა, რომ სპეციალობათაგან თვითმკვლელობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი მოდის ექიმებზე (ქალი და მამაკაცი ექიმების თვითმკვლელობის მაჩვენებელი დაახლოებით ერთნაირია). მეორე ადგილზეა იურიდიული პროფესიის ადამიანები.

არის მონაცემები, რომ არსებობს კორელაცია თამბაქოს მწვევლებსა და თვითმკვლელობას შორის. მაგალითად, თამბაქოს იმ მწვევლებში, რომლებიც დღეში 24 ღერ სიგარეტს ეწევიან, თვითმკვლელობის რისკი 2-ჯერ იზრდება, 25 ღერზე მეტი სიგარეტის მწვევლებს შორის კი ეს რისკი დაახლოებით 4-ჯერ იზრდება.

თვითმკვლელობის მცდელობის შემთხვევები (დაუსრულებელი თვითმკვლელობა), სამწუხაროდ, არ არის სათანადოდ შესწავლილი და გაურკვეველი რჩება მათი ფსიქომოციური მდგომარეობა და თვითმკვლელობის მოტივაცია. დასაბუთებულია, რომ ასეთი შემთხვევების რეგისტრაცია პრაქტიკულად არ ხდება ოფიციალურ სამედიცინო დაწესებულებებში, მიუხედავად იმისა, რომ სახეზეა თვითმკვლელობის მცდელობის დამამახასიათებელი ნიშნები: სევდიანი განწყობა, ნაღვლიანობა, მეღანქოლიური, ფიზიკური და ფსიქიკური მდგომარეობა და მთელი რიგი დაავადებები, დარღვევები ბიოლოგიურად აქტიური ჰორმონებისა და ნეიროტრანსმიტერების რაოდენობრივ განაწილებაში და სხვ.

ერთ-ერთი ასეთი ნეიროტრანსმიტერული კორელატი თვითმკვლელებში აღმოჩნდა აგრეთვე ბიოგენური ამინი – სეროტონინი, რომლის რაოდენობრივი განაწილება ორგანიზმში მნიშვნელოვნადაა შემცირებული თვითმკვლეელი და თვითმკვლელობის მცდელობის მქონე ადამიანების ორგანიზმში.

აგრესიული ცხოველების გამოვლენის მიზნით ჩვენ დავამუშავეთ სპეციალური მეთოდი ბიოლოგიურად აქტიური მცენარეული წარმოშობის ლექტინებით. ამ მიზნით გამოვიყენეთ შემდეგი ლექტინები:

1. VAL (*Viscum album*) – თეთრი ფითრი (ჰაპტენი – Gal, NANA – აცეტილნეირამინის მუავა);
2. PNA (*Arachis hypogaea*) – არაქისი (ჰაპტენი – β -D-Gal, Gal- β -(1,4-Glc);
3. PSE (*Pisum sativum*) – ბარდა (ჰაპტენი – Man, Glc);
4. WGA (*Triticum aestivum*) – ხორბალი (ჰაპტენი – GlcNac, NANA);
5. SN (*Sambucus nigra*) – ანწლი (ჰაპტენი – N-აცეტილნეირამინის მუავა).

აღნიშნულთან დაკავშირებით 0.1 %-იანი დეტერგენტ ტრიტონ X-100-ით სტრესირებული, აგრესიული და საკონტროლო ვირთაგვების ერთთროციტებიდან გამოიყავით მემბრანული ცილა და მოხდა მისი ფრაქციული შედგენილობის ელექტროფორეზული შესწავლა [9].

მემბრანული ცილების ფრაქციების განაწილებაში რაოდენობრივი ცვლილება არ გამოვლინდა, რაც იმაზე მიანიშნებს, რომ ლექტინების დამაკავშირებელი რეცეპტორების რაოდენობა უცვლელი დარჩა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, სპეციალურად შევისწავლეთ აგრესიული და არააგრესიული ვირთაგვების ერთთროციტებთან ლექტინების დაკავშირება.

დადგენილ იქნა, რომ სტრესირებული ვირთაგვების სისხლის ერთროციტებთან არაქისის (PNA) ლექტინის დაკავშირება სხვა ლექტინებთან შედარებით დაახლოებით 128-ჯერაა შემცირებული. საყურადღებოა, რომ ფსიქომოციური ცვლილებები თავის ასახვას პოულბს ერთროციტების მემბრანების ბიოქიმიური ცვლილებების დონეზე, რაც განპირობებულია აგრესიული ვირთაგვების ერთროციტების მემბრანის გლიკოპროტეინებში, არაქისის (*Arachis hypogaea*) ლექტინის დამაკავშირებელი ტერმინალური შაქრების – გალაქტოზისა და გლუკოზის (β -D-Gal, Gal- β -(1,4-Glc) რაოდენობის 50 %-იანი შემცირებით.

მართალია, მსგავსი ექსპერიმენტები ადამიანების სისხლზე არ ჩატარებია, თუმცა მომავალში გვექნება ალბათ შესაძლებლობა ლექტინების გამოყენებით მოხდეს პათოლოგიურად აგრესიული ბავშვების დროულად გამოვლენა და მათი ფსიქოთერაპიული და ფარმაკოლოგიური მკურნალობა [2].

დაახლოებით 40 წელია, რაც ცალკე მიმართულებად ჩამოყალიბდა თვითმკვლელობის ფსიქიატრი. ეს ფაქტი თავისთავად ცხადყოფს, რომ თვითმკვლელობის შემთხვევები საკმაოდ გახშირდა და მედიკოსებისა და ფსიქოლოგებისათვის სერიოზულ პრობლემად იქცა.

სამწუხაროდ, არსებობს შეუსაბამობა ჩვენს სურვილებსა და შესაძლებლობებს შორის, როცა ადამიანი ვერ ახდენს საკუთარი უნარების რეალიზებას და მას ეუფლება იმედგაცრუება, სასოწარკვეთა და უუნარობის შეგრძნება, დაუკმაყოფილებლობა, შინაგანი შებოჭილობა, რაც დეპრესიის განვითარების მუდმივი წყაროა, რომელიც თანდათან ღრმავდება და ზოგჯერ თვითმკვლელობითაც მთავრდება.

ქრისტიანმა ადამიანმა კარგად უნდა გაითავისოს ეკლესიის უარყოფითი დამოკიდებულება თვითმკვლელებისადმი, რადგან ადამიანს სიცოცხლეს ღმერთი ანიჭებს და ღმერთივე განსჯის, თუ როდის გაიყვანოს იგი ამ ქვეყნიდან. როდესაც ადამიანი ერევა ღვთის ნებაში, ის ამით ღმერთის მოწინააღმდეგე ხდება. თვითმკვლელებს ეკლესიურ ლოცვაში არ მოიხსენიებენ. პანაშვიდს ვერ გადაუხდიათ, წესს ვერ აუბებენ, წირვის დროს ვერ მოიხსენიებენ. ღვთის გამგებლობაში ვინც ერევა, ეკლესიური გაგებით, იგი პირდაპირ ჯოჯოხეთში ხვდება. ენდეთ ქრისტიანულ რწმენას და ის დაგიფარავთ თქვენ.

საქართველოში თვითმკვლელობის შემთხვევები 2006–2009 წლების მონაცემებით ძირითადად ზაფხულში (წლის თბილ თვეებში) ხდებოდა: მაისში – 36, ივნისში – 38 და ივლისში – 32. საყურადღებოა ის ფაქტიც, რომ ზამთარში მზის სხივების გავლენით ადამიანის ორგანიზმში სეროტონინის რაოდენობის არაადეკვატური მატების გამო საგრძნობლად მცირდება სტრესი და ფსიქომოციური დაძაბულობა. ამის შედეგად მცირდება მკვლელობისა და თვითმკვლელობის მცდელობის შემთხვევები. თუ ისეირნებთ და ასეირნებთ ბავშვებს ჰაერზე ზამთრის მზიან დღეებში, ამით გააუმჯობესებთ როგორც თქვენს, ისე ბავშვის ჯანმრთელობას და ფსიქომოციურ განწყობას.

დაბოლოს, არ შეიძლება ყურადღება არ გავამახვილოთ ტელევიზიით მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შესახებ გადაცემებზე, რომლებიც ადამიანების ფსიქიკაზე ძალზე უარყოფითად მოქმედებს. ვინაიდან თვითმკვლელობა არაცნობიერი იმიტაციაა და, როგორც წესი, ახასიათებს იმ ადამიანებს, რომლებიც არ არიან თვითდაჯერებულები და ცდილობენ გაითავისონ სხვა ადამიანების ქცევები.

აშშ-ში სპეციალურად იქნა შესწავლილი თვითმკვლელობის შესახებ გადაცემული ინფორმაციის გავლენა ადამიანთა ფსიქომოციურ მდგომარეობასა და თვითმკვლელობაზე. მაგალითად, თვითმკვლელობის შესახებ ტელეგადაცემის შემდეგ ორი თვის განმავლობაში აშშ-ში თვითმკვლელობის შემთხვევები 58-ჯერ გაიზარდა. 2013 წელს, მატარებლის ქვეშ ჩავარდნის გზით სტუდენტის სიკვდილის ტელევიზიით ჩვენების შემდეგ, 15–19 წლის ასაკის ბავშვებში თვითმკვლელობა 200 %-ით გაიზარდა. გასული საუკუნის 80-იან წლებში,

ავსტრალიის ერთ-ერთ მეტროში თვითმკვლელობის შემთხვევის გახმაურების შემდეგ, საგრძობლად გახშირდა თვითმკვლელობა მეტროში. მეტროს ადმინისტრაციამ აკრძალა ამგვარი მკვლელობების ტელევიზიით ჩვენება და ერთი თვის შემდეგ მეტროპოლიტენში თვითმკვლელობის შემთხვევები 3-ჯერ შემცირდა [1]. არსებობს მონაცემები, რომლის მიხედვით თვითმკვლელობა კორელირებს განწყობასთან. თუ ინფორმაცია გავრცელდა ასაკოვანი ადამიანის თვითმკვლელობის შესახებ, თვითმკვლელობა მატულობს ასაკოვან ადამიანებში, თუ თვითმკვლელობა ჩაიდინა სხვა სოციალური წრის წარმომადგენელმა, მაშინ თვითმკვლელობა იზრდება იმავე სფეროს წარმომადგენლებში. ამის გამო CNN-მა აკრძალა სატელევიზიო გადაცემებში გარდაცვლილებისა და სისხლიანი დანების ჩვენება. დროა ჩვენი ტელევიზიის წარმომადგენლებმაც მიიღონ მსგავსი გადაწყვეტილება, ვინაიდან ასეთი გადაცემები ანგრევს ადამიანების (განსაკუთრებით ახალგაზრდების) ფსიქიკას.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოს ტელეგადაცემებში ფართოდ და დეტალურად შუქდება მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შემთხვევები, რაც გახშირებული თვითმკვლელობის ერთ-ერთი მიზეზია. სატელევიზიო გადაცემებში აჩვენებენ დაჭრილებს, გარდაცვლილებს, სისხლიან დანებს, ჭრილობებს და სხვ. მკვლელობის შესახებ საუბრობენ ჟურნალისტები, ახლობლები, მეზობლები; შემდეგ ექიმი, რომელიც დაწვრილებით აღწერს, თუ რა სიღრმისა და რაოდენობის ჭრილობა მიაყენეს დაზარალებულს; დაბოლოს, პოლიციის წარმომადგენელი მსჯელობს დანაშაულზე და მოსალოდნელ განაჩენზე.

საჭიროა საქართველოს ტელევიზიების მესვეურებმა დროულად გადადგან სათანადო ნაბიჯები და თავი შეიკაონ მკვლელობისა და თვითმკვლელობის გამააქტიურებელი ინფორმაციის გავრცელებისაგან. სამწუხაროდ, ყოველდღიურად ვრცელდება ინფორმაცია მკვლელობისა და თვითმკვლელობის შესახებ, თუ როგორ გარდაიცვალა, მაგალითად, შენობიდან გადმოვარდნილი ბავშვი, როგორ მოკლა შვილმა მამა, მამამ – შიილი, ცოლი, ძმა და ა. შ. ამას ემატება ისიც, რომ ყოველდღიურად და ყოველ საათში ვისმენთ ინფორმაციას უცხოეთში ტერორისტების მიერ განხორციელებული ტერაქტების შედეგად ასეულობით დაღუპული ადამიანის შესახებ. უნდა ვიცოდეთ, რომ ასეთი გადაცემების შედეგად იზრდება ადამიანების ფსიქოემოციური დაძაბულობა, დეპრესიული მდგომარეობა, ინგრევა ადამიანების ფსიქიკა და მერე გვიკვირს, თუ საიდანაა ამდენი აგრესია ადამიანებს შორის. ასეთი სახის გადაცემები სიკეთეს არ მოუტანს ადამიანებს.

დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით უკეთესი იქნებოდა სატელევიზიო მაუწყებლობას გაეფართოებინა გადაცემები ლიტერატურაში, მეცნიერებაში, ხელოვნებაში, სპორტში, ტექნოლოგიური ინოვაციების, სოფლის მეურნეობასა და მოდერნიზებულ კომპანიებში მიღწეული წარმატებების შესახებ. ესაუბრათ იმის თაობაზე, თუ რამდენი ქარხანა აშენდა, რამდენი საწარმო გაიხსნა, რამდენი ახალი საწარმო ამოქმედდა, რამდენი ახალი კოოპერატივი შეიქმნა და რა წარმატებები აქვთ მცირე ბიზნესის წარმომადგენლებს. უკეთესი იქნება, თუ ამ საკითხებზე იქნება გამახვილებული ყურადღება. სამწუხაროდ, ამ საკითხებს შედარებით ნაკლები დრო ეთმობა სატელევიზიო გადაცემებში. საჭიროა დავიცვათ მოსახლეობა თავსმოხვეული უარყოფითი ემოციებისაგან, ნუ დაუზნდრევთ მათ ფსიქიკას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნ. ალექსიძე. ფსიქობიოლოგიის საფუძვლები. თბ.: საქ. მეცნ. ეროვნული აკადემია, 2014.
2. N. Aleksidze, N. Tanseli. Influence of Environmental and Social Stress Factors on Distribution of Serotonin in the Brain and Development of Killer and Self-Killer Organisms. *New Developments in Serotonin Research*. Editor: Ming D. Li. Nova Science Publisher, ISBN; 2015, pp. 51-65.
3. Алексидзе Н., Гогуадзе Р., Микиашвили Н., Чипашвили М. Обмен биогенных аминов в головном мозге при пилокарпиновой агрессии крыс//Бюлл. Эксп. биол. и мед. т. 132, № 8, 2001, с. 170-173.
4. ნ. ალექსიძე. სალექციო კურსი ფსიქოლოგიის ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის. 2013.
5. N. Aleksidze// *Journal Republic*,. 8(11), 27(12), 2017. www.sakresp.ge.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/XYX_syndrome
7. <https://econet.ru/articles/113772-gen-voina-kak-on-proyavlyetsya-u-muzhchin-i-u-henshin>
8. N. Aleksidze, R. Goguagze, N. Mikiashvili, M. Chipashvili. Comparative analysis of biogenic amines distribution in white rat brain at different forms of aggression//*Bulletin of the Georgian Acad. Sci.* т. 2, 1996, с. 293-296.
9. R. P, Goguadze, N. D. Chachua, N. D Keburia, M. D. Chipasvili, G.Ia. Aleksidze, N. G. Aleksidze. Changes on the surface of erythrocyte membrane during chronic stress in rats. *Bulletin of experimental biology and medicine*. Vol. 141, № 5, 2006, pp. 581-583.

HOW TO AVOID MURDER AND SUICIDE BY THE PREVENTIVE METHODS

N. Aleksidze

(Teaching University „GEOMED”)

Resume: There is presented the material on the impact of an aggressive social environment on the formation of killer organisms and suicides. There is established, that the formation of aggressive animals is due to the low content of one of the biologically active amines of serotonin. Therefore, with the goal of preventing the formation of aggressive organisms, it is necessary to take sandwiches rich in the precursor serotonin by tryptophan of Dutch and melted cheese, respectively, containing on each 100 gr 750 and 500 mg tryptophan, as a feed additive. On the other hand, it has been established, that the aggression of 14-16 years old boys is due to increase in male sexual hormones. After the castration of rats and fatigue, as a result of swimming, they became tolerant to mice and frogs. Proceeding from the obtained results, as an intervention for aggressive teens, it is necessary to strengthen the physical outbreak of training in order to neutralize biologically active substances, including sexual hormones. There is proposed the method for identifying aggressive organisms using vegetable lectins.

Key words: aggression; biological amines; factor of stimulation of aggression; murder and suicide.

ПСИХОБИОЛОГИЯ

КАК ПРЕДОТВРАТИТЬ УБИЙСТВО И САМОУБИЙСТВО МЕТОДАМИ ПРЕВЕНЦИИ

Алексидзе Н. Г.

(Учебный университет „ГЕОМЕД”)

Резюме. Представлен материал о влиянии агрессивной социальной среды на формирование организмов убийц и самоубийц. Установлено, что формирование агрессивных животных обусловлено низким содержанием одного из биологически активных аминов – серотонина. Следовательно, с целью превенции формирования агрессивных организмов необходимо в качестве кормовой добавки принимать бутерброды, богатые предшественником серотонина триптофаном, голландского и плавленого сыра, соответственно содержащих на 100 г 750 и 500 мг триптофана. С другой стороны, установлено, что агрессия 14–16 летних мальчиков обусловлена повышением мужских половых гормонов. После кастрации крыс и утомления в результате плавания они становились толерантными к мышам и лягушкам. Исходя из полученных результатов, в качестве превенции агрессии тинейджеров необходимо усилить физическую нагрузку во время перемен с целью нейтрализации биологически активных веществ, в том числе и половых гормонов. Предложен метод выявления агрессивных организмов с применением растительных лектинов.

Ключевые слова: агрессия; биологические амины; убийство и самоубийство; факторы формирования агрессии.

კაინატური რეცეპტორების სტრუქტურა და ფუნქციები, მათი როლი გამა-ოსცილაციების დროს აზონებასა და შიპაზებას შორის ბალანსის დამყარებაში

ეკატერინე ყიფიანი

(საქართველოს საპატრიარქოს წმინდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: სტატიაში განხილულია ბოლო აღმოჩენები კაინატური რეცეპტორების შესახებ. ნეირონების გასწვრივ სხვა რეცეპტორებთან ერთად განლაგებულია კაინატური რეცეპტორები. კაინის მუავათი ზემოქმედება თავის ტვინის *in vitro* და *in vivo* პრეპარატებში იწვევს გამა-ოსცილაციების აღმოცენებას, რომლებიც დასწავლის, მეხსიერებისა და სხვა კოგნიტიური პროცესების საფუძველია. კაინის მუავას (კაინატის) ოდნავ გადამეტებული დოზის გამო გამა-რიტმი ადვილად შეიძლება გადაიზარდოს ეპილეფსიურ კრუნხვებში. დიდი მნიშვნელობა აქვს ორივე ნერვული პროცესის შესწავლას, ამიტომ ინტენსიურად მიმდინარეობს კაინატური რეცეპტორების ზუსტი ადგილმდებარეობისა და როლის გარკვევა.

საკვანძო სიტყვები: გამა-ოსცილაცია; ინტერნეირონი; კაინატი; კაინატური რეცეპტორები; პარვალბუმინი (PV); პირამიდული უჯრედი; ჰიპოკამპი.

შესავალი

თავის ტვინის რითმებიდან ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესია გამა-ოსცილაცია, რომლის ინტენსიური შესწავლა დღესაც გრძელდება. მიაჩნიათ, რომ გამა-ოსცილაცია არის დასწავლის, მეხსიერების, სენსორული კავშირების საფუძველი. გამა-რიტმის რეგისტრაცია და გამოკვლევა მიმდინარეობს თავის ტვინის ახალ ქერქში, კერძოდ სენსომოტორულ [1], სმენისა [2] და მხედველობის [3] განყოფილებებში, ჰიპოკამპში, ენტორინულ ქერქში [4] როგორც ფხიზელ ადამიანებში, ისე ცოცხალი *in vivo* და *in vitro* ცხოველების თავის ტვინის ანათლებში [5].

ბუნებრივად და ექსპერიმენტულად სხვადასხვა გზით გამოწვეული გამა-ოსცილაცია შეიძლება იოლად გადაიზარდოს ნეიროფსიქიატრიული დაავადებებისთვის დამახასიათებელ ნეირონულ აქტიურობაში [6]. გამა-ოსცილაციების გამომწვევი მრავალი განსხვავებული მეთოდი არსებობს. მათგან ერთ-ერთია თავის ტვინის ანათლებზე ამგზნები ამინმუავა კაინატის ზემოქმედება [7]. დადგენილია, რომ კაინატის ზემოქმედებით გამოწვეული გამა-ოსცილაციის დროს გააქტიურებულია მხოლოდ კაინატური რეცეპტორები და არა NMDA, AMPA ან GABAa რეცეპტორები [8].

არა მარტო გამა-ოსცილაცია არის გარდამავალი ხიდი ნორმასა და დარღვევას შორის, არამედ თვით კაინატური რეცეპტორების მოქმედებაა დაკავშირებული ისეთ დაავა-

დებებთან, როგორცაა ეპილეფსია, შიზოფრენია, ობსესიურ-კომპულსიური ქცევები, დეპრესია, აუტიზმი [9]. ამიტომ კაინატური რეცეპტორების შესწავლა ძალიან მნიშვნელოვანია.

რა მექანიზმი უდევს საფუძვლად ოსცილაციებს და მათ შორის კაინატით გამოწვეულ გამა-ოსცილაციას? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად უკვე მეორე ათწლეულია ინტენსიურად მიმდინარეობს კვლევები და ბევრი მკვლევარი ამ ბოლო ათწლეულს „კაინატური რეცეპტორების ერად“ მოიხსენიებს.

ცნობილია, რომ ეს რეცეპტორები მოდულატორულ ფუნქციასაც ასრულებს და, შესაბამისად, საინტერესოა თერაპიული ინტერვენციის მხრივაც, რადგან მედიცინაში შეიძლება ფარმაკოლოგიურ სამიზნედ იქნეს მომავალში გამოიყენებული.

ძირითადი ნაწილი

კაინის მკვავა პირველად იაპონური წყალმცენარე „კაინინსოუსაგან“ გამოიყვანა. სწორედ აქედან მოდის მისი მეცნიერული სახელწოდება „კაინატი“, რომლის მოლეკულური ფორმულაა $C_{10}H_{15}NO_4$.

თავდაპირველად კაინატს ანტიჰელმინთურ საშუალებად იყენებდნენ. შემდეგ კი აღმოჩნდა, რომ იგი იყო გლუტამატის არადეგრადირებადი ანალოგი და ძლიერი ნეიროტოქსინი [10]. აღნიშნული ნივთიერების ნეიროტოქსიკური და ეპილეპტოგენური თვისებები ვლინდება კაინატურ რეცეპტორებზე მოქმედების შედეგად, რასაც თან ახლავს უჯრედში კალციუმის დიდი რაოდენობით შესვლა, ჟანგბადის რეაქტიული ფორმების წარმოქმნა, მიტოქონდრიების დისფუნქცია და შედეგად უჯრედის აპოპტოზი და ნეკროზი [11].

დღეისათვის ცნობილი არ არის რა მექანიზმით ახორციელებს კაინატური რეცეპტორები მეტაბოტრობულ მოდულატორულ ფუნქციას. ასევე უცნობია ამ რეცეპტორების განლაგება სხვადასხვა ნეირონის სომატოდენდრიტულ ღერძზეც, ანუ არც სხვადასხვა ნეირონის გასწვრივ მათი პოლარიზებული განლაგებაა ცნობილი. გლუტამატერგული კაინატური რეცეპტორების კვლევის შემაფერხებელი ფაქტორია ამ რეცეპტორის შემადგენელი სუბერთეულებისადმი მაღალსპეციფიკური ანტისხეულების არარსებობა. შესაბამისად, ცოტა რამაა ცნობილი ამ სუბერთეულების სინაპსური ფუნქციებისა და ოსცილაციების დროს მათი როლის შესახებ. რაკი არ არსებობს შესაბამისი ჰისტოლოგიური მონიშვნის საშუალება, მიმართავენ ელექტროფიზიოლოგიური კვლევის მეთოდებს და ახდენენ კაინატით გამოწვეული სინაპსური დენებისა და მისი მოქმედებით აღძრული ოსცილაციების ჩაწერას [7].

აღსანიშნავია, რომ ჰიპოკამპში ამგზნები სინაპსები ძირითადად პირამიდული უჯრედების დენდრიტებზეა განთავსებული, ხოლო შემაკავებელი პოსტსინაპსური რეცეპტორები – სომას გარშემო. ასეთი განლაგების შედეგად დენდრიტებისაგან განსხვავებით სომას მახლობლად აღირიცხება მაღალი სიხშირისა და დიდი ამპლიტუდის შემაკავებელი დენები, სადაც ძირითადად ამგზნები სინაპსებია თავმოყრილი [12]. დღეისათვის ძალიან მწირი ინფორმაცია არსებობს ნეირონის გასწვრივ კაინატური რეცეპტორების განლაგების შესახებ. ამიტომ, შეუძლებელია ზუსტად წარმოვიდგინოთ კაინატის ზემოქმედება როგორ იწვევს გამა-ოსცილაციებს ჰიპოკამპში ან სხვა სტრუქტურაში.

კაინატური რეცეპტორების კლონირება 1990 წელს განახორციელეს მ. პოლმანმა და ს. პაინემანმა. ჯ. ჰუტნერმა კი ვირთავკას დორსალური ფესვის განგლიონში შეისწავლა კაინატურ რეცეპტორებზე ამგზნები ამინოჟანგების – კაინატისა და დომოატის მოქმედება [13]. 1996 წელს რ. ჩიტაჯალუმ აღწერა ჰიპოკამპში პრესინაპსური კაინატური რეცეპტორების რეგულატორული როლი გლუტამატის გამოყოფის პროცესში [14]. ერთი წლის შემ-

დღე ჰიპოკამპის CA3 ველის ნეირონებში ჩაწერეს კაინატური რეცეპტორებით გამოწვეული პოსტსინაპსური დენებიც [15].

კაინატური რეცეპტორების აგებულება. კაინატის სტრუქტურული აგებულების შესწავლა დაიწყო კაინატური რეცეპტორის სუბერთეულების ციკლური დნმ-ის კლონირებით [16]. აღსანიშნავია, რომ ამ კვლევას სხვებთან ერთად უძღვებოდა „პაჩ-კლამპ“ ტექნოლოგიის შემქმნელი მეცნიერი ბერტ საკმანიც. სხვა მეცნიერების შრომებით [17] კი შესაძლებელი გახდა რეცეპტორის მეორეული სტრუქტურის დადგენა.

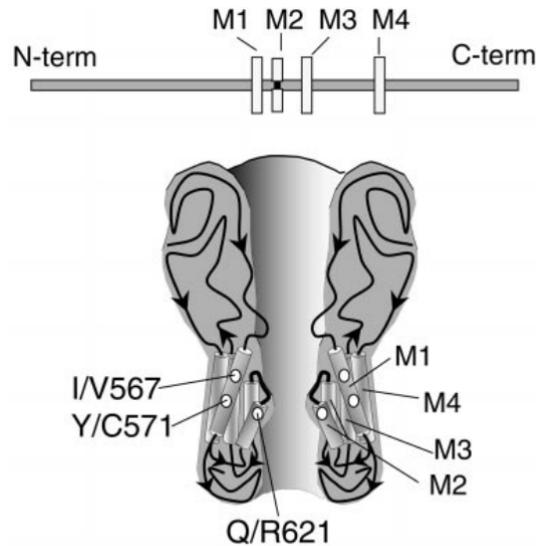
კაინატური რეცეპტორები ტეტრამერების სახითაა წარმოდგენილი. მათი შემადგენელი სუბერთეულები ხუთი სახისაა, რომელთა ძველი კლასიფიკაცია ასეთია: GluR5, GluR6, GluR7, KA1 და KA2. ახალი კლასიფიკაციით მათი სახელები, შესაბამისად, ასე შეიცვალა: GluK1, GluK2, GluK3, GluK4 და GluK5. ეს სუბერთეულები მათი შემადგენელი ამინოჰაფების თანმიმდევრობის მიხედვით ორადაა დაჯგუფებული. GluK1, GluK2, GluK3 სუბერთეულებით იქმნება ჰომო- და ჰეტერომერული რეცეპტორები, ხოლო მაღალაფინური GluK4 და GluK5 სუბერთეულებით წინა სამ სუბერთეულთან – ობლიგატური ჰეტერომერები. კაინატური რეცეპტორების თანამედროვე კლასიფიკაცია წარმოდგენილია ცხრილში.

კაინატური რეცეპტორების კლასიფიკაცია ა. კონტრაქტორის მიხედვით [9]

კლასიფიკაცია	კაინატური რეცეპტორების სუბერთეულები				
ვირთაგვას რეცეპტორები	GluR5	GluR6	GluR7	KA1	KA2
თაგვის რეცეპტორები		β2			γ2
IUPHAR (2000)	GLU _{K5}	GLU _{K6}	GLU _{K7}	GLU _{K1}	GLU _{K2}
IUPHAR (2009)	GluK1	GluK2	GluK3	GluK4	GluK5

ტიპობრივი კაინატური რეცეპტორი შედგება ოთხი სუბერთეულისაგან (იხ. ნახ.) [18]. მათგან სამი (M1, M3 და M4) არის მემბრანის გამჭოლი. ამინჯგუფის (NH₂) შემცველი N-დაბოლოება უჯრედგარე მდებარეობას იკავებს. მას მოსდევს მემბრანის გამჭოლი დომენი M1, შემდეგ მოდის P მარყუჟის შემქმნელი M2 დომენი, რომელსაც თმის სარჯის ფორმა აქვს [18]. M2 არის ჰიდროფობური დომენი და არხში ქმნის ფორას (P მარყუჟს). მის შემდეგ არის მემბრანის გამჭოლი M3 დომენი, უჯრედგარე მარყუჟი და საბოლოო გამჭოლი M4 დომენი, რომლის კარბოქსილის შემცველი დაბოლოებაც უჯრედშიგა მხარეს იკავებს.

როგორც ცნობილია, ლიგანდის დაკავშირების უბანი არის პირველი დომენის წინა უბანი, რომელსაც S1-ს უწოდებენ, S2 კი მესამე და მეოთხე დომენებს შორის არსებული უჯრედგარე მარყუჟია. ამინჯგუფის შემცველი დაბოლოების საშუალებით ხდება კაინატური რეცეპტორის სხვადასხვა სუბერთეულის დაკავშირება (ოლიგომერიზაცია) და ტეტრამერების წარმოქმნა. რეცეპტორის სტრუქტურა მოცემულია ნახაზზე.



კაინატური რეცეპტორების სუბერთეულების მემბრანული ტოპოლოგია [18]

როგორც აღვნიშნეთ, კაინატური რეცეპტორები მეტაბოტროპულ ფუნქციასაც ასრულებს, თუმცა მათი C დაბოლოება (კარბოქსილის ჯგუფი) არ შეიცავს ამინოჰაფების იმ თანმიმდევრობას (motif), რომელიც შესაძლებელს ხდის რეცეპტორის კავშირს G პროტეინთან. ეს კი იმაზე მეტყველებს, რომ უნდა არსებობდეს შუალედური დამხმარე ცილები, რომლებიც რეცეპტორს G პროტეინთან დააკავშირებს [9].

ჩვეულებრივ, რეცეპტორების არსების გახსნას იწვევს ნეიროტრანსმიტერების დაკავშირება და ამაზე სხვა ფაქტორები არ ახენს გავლენას. როგორც აღმოჩნდა, რეცეპტორებს შორის გამონაკლისია კაინატური რეცეპტორები, რომელთა არსების გამტარობის უნარი დამოკიდებულია უჯრედგარე არეში არსებულ კათიონებსა და ანიონებზე [19]. თუ ამ რეცეპტორებს განსაზღვრულ უბნებში არ დაუკავშირდება იონები, მაშინ რეცეპტორები არ რეაგირებს ნეიროტრანსმიტერზე და ისეთივე მდგომარეობაში დარჩება, როგორშიც იყო დესენსიტიზაციისას. ე. ი. იონების არარსებობის დროს რეცეპტორი უფუნქციოა და ეს მდგომარეობა არ არის განპირობებული აგონისტის არსებობით. აქედან გამომდინარე, კაინატური რეცეპტორების აქტიურობის ხარისხი უჯრედგარე არეში არსებულ იონთა კონცენტრაციაზეა დამოკიდებული, რომლებიც იცვლება ნერვული აქტიურობების შემთხვევაში.

კაინატური რეცეპტორების საინტერესო მახასიათებელია ისიც, რომ ისინი იზოლორებულიად კი არ მოქმედებენ, არამედ თანმხლებ ცილებთან ერთად. პირველად ასეთი თანმხლები ცილა (Postsynaptic density protein PSD-95) აღმოჩენილ იქნა 1998 წელს პოსტსინაპსურად კაინატური რეცეპტორის ერთ-ერთი სუბერთეულის (GluK2) ახლოს და ნახეს, თუ როგორ ცვლიდა იგი ამ სუბერთეულის ადგილმდებარეობას და ფუნქციას [20]. შემდეგ აღმოჩენილ იქნა სხვა დამხმარე ცილებიც, რომლებიც ნეირონული და სინაპსური მემბრანებიდან კაინატური რეცეპტორების სხვადასხვა მიმართულებით გადაადგილებაზე ახდენს გავლენას [21] ან იწვევს არსების გამტარობის უნარის შეცვლას [22].

ბოლო შემთხვევის მაგალითებია NETO1 და NETO12 ცილები (Neuropilin და Tolloid-like პროტეინს), რომლებიც რეცეპტორების გადაადგილებაზე არ ახდენს გავლენას [23], მაგრამ ცვლის არსების გამტარობის უნარს. მიუხედავად ამ აღმოჩენებისა, დღემდე არაა ცნობილი, რომელი ცილები განაპირობებს კაინატური რეცეპტორების პოლარიზებულ და ჰეტეროგენულ განლაგებას სხვადასხვა ნეირონზე.

კაინატური რეცეპტორების ფუნქციები. რა დანიშნულება აქვს კაინატურ რეცეპტორებს ძუძუმწოვრების ნერვულ სისტემაში? კლონირების ექსპერიმენტების დროიდან მოყოლებული მეცნიერებს სურთ პასუხი გასცენ ამ კითხვას, მაგრამ პასუხის გაცემა იმდენად რთულია, რომ დღემდე იგი ამოუხსნელ ამოცანად რჩება. შეიძლება ითქვას, რომ რეცეპტორების ეს კლასი ჩართულია „სინაპსური ქსელების აქტიურობის რეგულაციაში“ [9]. ამ ფუნქციას ასრულებს კაინატური რეცეპტორები ამგზნების სინაპსების პოსტსინაპსური დეპოლარიზაციის გზით ან პრესინაპსური მოდულაციით (როგორც ამგზნებ, ისე შემაკავებელ სინაპსებთან), სინაპსური კავშირების გამყარებით ან ნერვული აგზნებადობის გაძლიერებით. ასეთი განსხვავებული მექანიზმები გავლენას ახდენს აგზნებასა და შეკავებას შორის ბალანსის შენარჩუნებაზე და, აქედან გამომდინარე, ოსცილაციებზე და, შესაბამისად, კოგნიტიურ მდგომარეობაზეც [9].

GluR5 სუბერთეულების შემცველი კაინატური რეცეპტორები ძირითადად ინტერნეირონების აქსონებზეა წარმოდგენილი, ხოლო GluR6-იანი რეცეპტორები უნდა არსებობდეს როგორც ინტერნეირონების, ისე პირამიდული უჯრედების სომასა და დენდრიტებზე. დადგენილია, რომ GluR6 სუბერთეულები ჩართულია კაინატის ზემოქმედებით აღძრულ აგზნებადობაში (დეპოლარიზაცია და მოქმედების პოტენციალების გენერირება), ხოლო მათი „ნოკაუტის“ დროს შეუძლებელია გამა-ოსცილაციების და ეპილეფსიური განმუხტვების გამოწვევა. GluR5 სუბერთეულები შეკავებას უზრუნველყოფს და მათი არარსებობის შემთხვევაში მოხდება უჯრედების დეპოლარიზაცია და ბოლოს დეპოლარიზაციული ბლოკირება [8].

კაინატური რეცეპტორების გააქტიურება ნეირონის ტიპის მიხედვით განსხვავებულად ცვლის გამ-ერგულ ტრანსმისიას. CA1 ველის შემაკავებელი ინტერნეირონების და პირამიდული უჯრედების დამაკავშირებელი კაინატური რეცეპტორების ეგზოგენური გააქტიურება იწვევს ელექტრონული სტიმულაციით გამოწვეული ტრანსმისიის დეპრესიას. ამ მოვლენას ნაწილობრივ ხსნიან იმით, რომ ინტერნეირონებს პრესინაპსურად აქვს კაინატური რეცეპტორები, რომლებიც მეტაბოტროპული მოქმედებით განაპირობებს გამოწვეული პოსტსინაპსური შემაკავებელი პოტენციალების დეპრესიას.

NETO დამხმარე ცილები. 2012 წელს ბ. კოპიტსმა და გ. სუანსონმა აღმოაჩინეს, რომ NETO სუბერთეულებს შეუძლია კაინატური რეცეპტორების ფუნქციის ყველა პარამეტრის (დესენსიტიზაციის და დეაქტივაციის კინეტიკა, არხის გახსნა, ლიგანდისადმი აფინობა, იონების განვლადობა და უჯრედშიგა ლოკალიზაცია) რეგულირება [24]. კაინატური რეცეპტორები მრავლადაა წარმოდგენილი ჰიპოკამპის პირამიდული უჯრედების ზედაპირზე. თუმცა კაინატის ზემოქმედება ნეირონული ქსელის დონეზე ვლინდება შემაკავებელი დენების მნიშვნელოვანი გაზრდით, რასაც იწვევს კაინატისადმი უფრო მგრძობიარე შემაკავებელი ინტერნეირონების მოქმედება [25]. კაინატური რეცეპტორები გამ-ერგულ დაბოლოებებზეცაა წარმოდგენილი, განსაკუთრებით კი ქოლეცისტოკინინ/კანაბინოიდ 1 ტიპის ინტერნეირონებზე (CCK/CB1) პრესინაპსური გამოყოფის რეგულაციისათვის. ამიტომ მიაჩნიათ, რომ ნეირონული ქსელების აგზნებადობისა და შეკავების კონტროლის დროს მთავარ ფუნქციას ინტერნეირონებზე ექსპრესირებული კაინატური რეცეპტორები ასრულებს. ამ რეცეპტორებთან ერთად ნეირონების მემბრანაზე წარმოდგენილია NETO სუბერთეულები. ინტერნეირონები მრავალ ჯგუფადაა დაყოფილი. საინტერესოა, სხვადასხვა ტიპის ინტერნეირონებზე NETO სუბერთეულებს ერთი და იგივე ფუნქცია აქვს თუ განსხვავებული.

მ. ვიეთისა და მათი თანაავტორების კვლევამ [26] დაადასტურა, რომ თავებში NETO სუბერთეულების „ნოკაუტი“ ხელს არ უშლის კაინატური რეცეპტორების ექსპრესიას SOM-(სომატოსტატინი), CCC/CB1- და PV-შემცველ ინტერნეირონებში. კაინატის ზემოქმედება იწვევს ამ ინტერნეირონების გააქტიურებას. NETO სუბერთეულების „ნოკაუტის“ შემთხვევაში კაინატით გამოწვეული დენების ამპლიტუდა და სიხშირე მცირდება. რაკი კაინატური რეცეპ-

ტორები მაინც არის წარმოდგენილი ნეირონებზე NETO სუბერთეულების „ნოკაუტის“ დროს, დაადგინეს, რომ ამ სუბერთეულების როლი კაინატური რეცეპტორების ფუნქციის შესრულებაში მონაწილეობაა და მათ ექსპრესიაზე ზეგავლენას არ ახდენს.

CCC/CB1-შემცველი ინტერნეირონები CA3 ველში კაინატის ზემოქმედების საპასუხოდ აქტიურდება. ნეირონული ქსელის დონეზე მათი წვლილი გაზრდილ შეკავებაში უმნიშვნელოა და მთავარი შემაკავებელი პოსტინაპსური დენები PV- და, სავარაუდოდ, SOM-შემცველ ინტერნეირონებს აკისრია. ჰიპოკამპის იმავე უბანში კაინატის ზემოქმედება შერჩევითად ააქტიურებს კაინატურ რეცეპტორებს და იწვევს ნეირონული ქსელის ოსცილაციას გამა-სისშირით [8]. სტაბილური გამა-სისშირის ჩამოყალიბებაში ინტერნეირონებთან ერთად მონაწილეობს CA3 ველის პირამიდული უჯრედებიც, მაგრამ PV-შემცველი ინტერნეირონების წვლილი, ზოგიერთი მეცნიერის აზრით, უპირატესადაა მიჩნეული [27]. NETO1 სუბერთეულების „ნოკაუტის“ დროს შეზღუდულია გამა-ოსცილაციების გამოწვევა. თუმცა ამ სუბერთეულების „ნოკაუტი“ არ მოქმედებს ნეირონების განვითარებაზე, რადგან კარბაქოლის საშუალებით ისევ შეიძლება გამა-სისშირის ოსცილაციის გამოწვევა [26].

დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კაინატური რეცეპტორების გააქტიურება განსაკუთრებულად ინტერნეირონებს ააქტიურებს და შემაკავებელი პოსტინაპსური დენების ამპლიტუდა და სისშირე იზრდება. საინტერესოა მათი გავრცელება როგორც პირამიდულ უჯრედებზე, ასევე ინტერნეირონების სომასა და მორჩებზე. მაშინ უფრო ზუსტად შეიძლება კაინატის ლოკალური და სისტემური აპლიკაციით გამოწვეულ გამა-ოსცილაციებში ინტერნეირონებისა და პირამიდული უჯრედების როლის დადგენას. კაინატური რეცეპტორების ლოკალიზაციის და მოქმედების შესწავლა ბევრ კითხვას გასცემს პასუხს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. VN. Murthy, EE. Fetz. Synchronization of neurons during local field potential oscillations in sensorimotor cortex of awake monkeys//J. Neurophysiol. 76(6), 1996, pp. 3968-3982.
2. DS. Barth, KD. MacDonald. Thalamic modulation of high-frequency oscillating potentials in auditory cortex//Nature 5; 383, 1996, pp. 78-81.
3. PR. Roelfsema, AK. Engel, P. König, W. Singer. Visuomotor integration is associated with zero time-lag synchronization among cortical area//Nature 385(6612), 1997, pp.157-161.
4. N. Hirai, S. Uchida, T. Maehara, Y. Okubo, H. Shimizu. Enhanced gamma (30-150 Hz) frequency in the human medial temporal lobe//Neuroscience, 90(4), 1999, pp. 1149-1155.
5. MO. Cunningham, CH. Davies, EH. Buhl, N. Kopell, MA. Whittington. Gamma oscillations induced by kainate receptor activation in the entorhinal cortex in vitro//Neuroscience, Oct. 29; 23(30), 2003, pp. 9761-9769.
6. PJ. Uhlhaas, W. Singer. Neural synchrony in brain disorders: relevance for cognitive dysfunctions and pathophysiology// Neuron 52, 2005, pp. 155-168.
7. A. Fisahn. Kainate receptors and rhythmic activity in neuronal networks: hippocampal gamma oscillations as a tool // Physiol. Jan 1, 2005, pp. 65-72.

8. A. Fisahn, A. Contractor, RD. Traub, EH. Buhl, SF. Heinemann, CJ. McBain. Distinct roles for the kainate receptor subunits GluR5 and GluR6 in kainate-induced hippocampal gamma oscillations // *J. Neurosci.* Oct 27, 24(43), 2004, pp. 9658-9668.
9. A. Contractor, C. Mulle, GT. Swanson. Kainate receptors coming of age: milestones of two decades of research// *Trends Neuroscience*, Mar., 34(3), 2011, pp.154-63.
10. XY. Zheng, HL. Zhang, Q. Luo, J. Zhu. Kainic acid-induced neurodegenerative model: potentials and limitations//*J. Biomed Biotechnol.* 2011.
11. Q. Wang, S. Yu, A. Simonyi, GY..Sun, AYSun. Kainic acid-mediated excitotoxicity as a model for neurodegeneration//*Mol Neurobiol.* 31(1-3), 2005, pp. 3-16.
12. DL.Pettit, GJ.Augustine. Distribution of functional glutamate and GABA receptors on hippocampal pyramidal cells and interneurons// *Neurophysiol. Jul*, 84(1), 2000, pp. 28-38.
13. JE. Huettner. Glutamate receptor channels in rat DRG neurons: activation by kainate and quisqualate and blockade of desensitization by Con A//*Neuron*, Sep. 5(3),1990, pp. 255-66.
14. R. Chittajallu, M. Vignes, KK. Dev, JM. Barnes, GL. Collingridge, JM. Henley. Regulation of glutamate release by presynaptic kainate receptors in the hippocampus//*Nature.* Jan 4, 379(6560), 1996, pp. 78-81.
15. PE. Castillo, RC. Malenka, RA. Nicoll. Kainate receptors mediate a slow postsynaptic current in hippocampal CA3 neurons//*Nature*, Jul 10, 388(6638), 1997, pp. 182-186.
16. M. Köhler, N. Burnashev, B. Sakmann, PH. Seeburg. Determinants of Ca²⁺ permeability in both TM1 and TM2 of high affinity kainate receptor channels: diversity by RNA editing//*Neuron*, Mar.10(3), 1993, pp. 491-500.
17. M. Hollmann, C. Maron, S. Heinemann. N-glycosylation site tagging suggests a three transmembrane domain topology for the glutamate receptor GluR1//*Neuron*, Dec.,13(6), 1994, pp. 1331-1343.
18. J. Lerma, AV. Paternain, A. Rodríguez-Moreno, JC. López-García. Molecular physiology of kainate receptors//*Physiol Rev.*, Jul, 81(3), 2001, pp. 971-98.
19. D. Bowie. Ion-dependent gating of kainate receptors//*J Physiol.*, Jan 1, 588 (Pt 1), 2010, pp. 67-81.
20. EP. Garcia, S. Mehta, LA. Blair, DG. Wells, J. Shang, T. Fukushima, JR. Fallon, CC. Garner, J. Marshall. SAP90 binds and clusters kainate receptors causing incomplete desensitization//*Neuron.* Oct., 21(4), 1998, pp. 727-739.
21. M. Mondin, M. Carta, E. Normand, C. Mulle, F. Coussen. Profilin II regulates the exocytosis of kainate glutamate receptors//*J. Biol. Chem.* Dec. 17, 285(51), 2010.
22. W. Zhang, F. StGelais, CP. Grabner, JC. Trinidad, A. Sumioka, M. Morimoto-Tomita, KS. Kim, C. Straub, AL. Burlingame, JR. Howe, S. Tomita. A transmembrane accessory subunit that modulates kainate-type glutamate receptors//*Neuron*, Feb. 12, 61(3), 2009, pp.385-396.
23. N. Sheng, YS. Shi, RA. Nicoll. Amino-terminal domains of kainate receptors determine the differential dependence on Neto auxiliary subunits for trafficking//*Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Jan. 31, 114(5), 2017, pp. 1159-1164.
24. BA. Copits, GT. Swanson. Dancing partners at the synapse: auxiliary subunits that shape kainate receptor function//*Nat Rev Neurosci.* Oct.13(10), 2012, pp. 675-86.
25. A. Semyanov, DM. Kullmann. Kainate receptor-dependent axonal depolarization and action potential initiation in interneurons//*Nat Neurosci.* Jul.4(7), 2001, pp.718-723.
26. MS. Wyeth, KA. Pelkey, X. Yuan, G. Vargish, AD. Johnston, S. Hunt, C. Fang, D. Abebe, V. Mahadevan, A. Fisahn, MW. Salter, RR. McInnes, R. Chittajallu, CJ. McBain. Neto Auxiliary Subunits Regulate Interneuron Somatodendritic and Presynaptic Kainate Receptors to Control Network Inhibition//*Cell Rep.* Aug 29,20(9), 2017, pp. 2156-2168.
27. G. Buzsáki, XJ. Wang. Mechanisms of gamma oscillations//*Annu Rev Neurosci.*,35, 2012, 203-225.

STRUCTURE AND FUNCTION OF KAINATE RECEPTORS, THEIR ROLE IN MAINTAINING BALANCE BETWEEN THE EXCITATION AND INHIBITION DURING GAMMA-OSCILLATIONS

E. Kipiani

(St. Andrew the First-Called Georgian University of the Patriarchate of Georgia)

Resume: There is reviewed the recent findings about in kainate receptors research. Among other receptors kainate receptors also exist along the neurons. In vitro and in vivo application of kainite causes gamma-oscillations, that are considered as a basis of learning, memory and other cognitive processes. Little overdoses of kainate results in changing gamma oscillation to epileptic seizures. Both neural processes are very important. Therefore, the discovery of the exact place and role of these receptors is taking place intensively.

Key words: gamma oscillation; hippocamp; interneuron; kainate; kainate receptors; parvalbumin; pyramidal cell.

ФИЗИОЛОГИЯ

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КАИНАТНЫХ РЕЦЕПТОРОВ, ИХ РОЛЬ В УСТАНОВЛЕНИИ БАЛАНСА МЕЖДУ ВОЗБУЖДЕНИЕМ И УДЕРЖАНИЕМ ПРИ ГАММА-КОЛЕБАНИЯХ

Кипиани Э. Э.

(Грузинский университет им. Св. Андрея Первозванного патриаршества Грузии)

Резюме. Статья представляет собой обзор недавних результатов исследований каинатных рецепторов. Среди других рецепторов каинатные рецепторы также существуют вдоль нейронов. В in vitro и in vivo применение каината вызывает гамма-колебания, которые рассматриваются как основа обучения, памяти и других когнитивных процессов. Небольшие передозировки каината приводят к изменению гамма-колебаний до эпилептических припадков. Оба нейронных процесса очень важны. Поэтому открытие точного места и роли этих рецепторов происходит интенсивно.

Ключевые слова: гамма-осцилляция; гиппокамп; интернейрон; каинат; каинатовые рецепторы; парвальбумин; пирамидальная клетка.

ახალი ადაპტოგენის რეცეპტურის კომპონენტების ბიოქიმიური დახასიათება

რევაზ მელქაძე

(რ. დვალის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი)

რეზიუმე: განხილულია ადაპტოგენური საშუალების შექმნის მეცნიერული ასპექტები; წარმოდგენილია ახალი პრეპარატის რეცეპტურის სავარაუდო მცენარეული კომპონენტები; მათი ბიოქიმიური დახასიათება და სამეცნიერო და ხალხურ მედიცინაში გამოყენების პერსპექტივები.

ბიოლოგიური მოქმედების მიხედვით, რეცეპტურაში შემავალი მცენარეები პირობითად დაყოფილია ხუთ ჯგუფად: ვიტამინურ (ასკილი, ჟოლო), მიკრო- და მაკროელემენტებით მდიდარ (მატიტელა, გლერძა), ფლავონოიდურ (ჟოლო, წყავი), უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით მდიდარ (ზეთისხილი) და დაბალკალორიულ დამატებულ (სტევია-ორფოთოლა ტკბილი) ჯგუფებად.

საკვანძო სიტყვები: ადაპტოგენი; ბიოქიმიური შედგენილობა; მცენარეული კომპონენტები; ფარმაკოლოგიური თვისებები.

შესავალი

დღეისათვის არ არსებობს ადაპტოგენური მოქმედების მცენარეული საშუალებები, რომელთა გამოყენება შესაძლებელი იქნება სამკურნალო-პროფილაქტიკური მიზნებით. ასეთი საშუალებების შექმნა ეკოლოგიურად არასასურველ პირობებში გამოყენებისათვის უადრესად საჭირო და აუცილებელია.

ეფექტური ადაპტოგენის შექმნისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს რამდენიმე ასპექტს:

- ადაპტოგენური მოქმედების საშუალება უნდა დამზადდეს ეკოლოგიურად სუფთა მცენარეებისაგან;
- ხანგრძლივი მოხმარებისას მას არ უნდა ჰქონდეს არასასურველი გვერდითი მოვლენები;
- მას კარგ ორგანოლეპტიკურ თვისებებთან ერთად უნდა ახასიათებდეს სასიამოვნო გემო, სურნელი და გარეგნული სახე;
- სამკურნალო-პროფილაქტიკურ მოქმედებასთან ერთად იგი მნიშვნელოვან როლს უნდა ასრულებდეს ადამიანის ჯანმრთელობის გაუმჯობესებაში.

ასეთი საშუალების შექმნისათვის აუცილებელია ფართო სამეცნიერო კვლევების ჩატარება. საჭირო პროდუქტის სრულყოფისა და უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად სპეციალური გამოკვლევები უნდა განხორციელდეს რეცეპტურის რაციონალურად შედგენის

მიზნით; ამასთან, აუცილებელია ცხოველებსა და ადამიანებზე მისი ბიოლოგიური ზემოქმედების შესწავლა.

ახალი ადაპტოგენური მცენარეული კომპონენტების შერჩევასა და მხედველობაში იქნა მიღებული სტრუქტურული ინფორმაციის მეთოდი (კომპოზიციური სირთულე). საქმე ისაა, რომ სამკურნალო პრეპარატებს აქვს ორი მახვენებელი: მოქმედი ნივთიერების დოზა (მასა) და აქტიურობა, რომელიც ბუნებრივი კომპლექსებისათვის (ნაყენები, ექსტრაქტები და სხვ.) განისაზღვრება ე. წ. მოქმედი საწყისით. თუმცა მხედველობაში არ იქნა მიღებული სხვა თანმხლები ნივთიერებების როლი აქტიურობისა და გვერდითი მოვლენების ეფექტების შესუსტებაში.

ბოლო ასწლეულში მომხდარმა ცვლილებებმა ვიტამინების, თავისუფალი ამინოჰაფების, მიკროელემენტებისა და სხვა მნიშვნელოვანი ბუნებრივი ნივთიერებების ნაკლებობის პრობლემა წარმოშვა. ერთი ვიტამინის ან მიკროელემენტის მეორეთი ჩანაცვლებამ, მოქმედების კოოპერირებამ, მონოვიტამინოზის სახიფათო განვითარების ფაქტმა და სხვა უარყოფითმა გამოვლინებებმა განაპირობა მცენარეული სამკურნალო პრეპარატების ბუნებრივ ნივთიერებათა კომპლექსების სირთულის რაოდენობრივი მახვენებლის, ანუ სტრუქტურული მოცულობის დადგენის აუცილებლობა.

გასულ საუკუნეში ინტენსიურად ხდებოდა ნატურალური წამლების გასუფთავება, რამაც ხელი შეუწყო დაავადებების ქრონიკული ფორმების გახშირებას. მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით ქრონიკული ფორმებით დაავადებულთა რაოდენობამ მოსახლეობის 12–18 % შეადგინა. არის მაგალითები, როცა ამა თუ იმ წამლის ქიმიური შედგენილობის გამარტივებამ (რომელიმე კერძო ეფექტის გაუმჯობესების მიზნით) პროდუქტის ბუნებრივი თვისებების მნიშვნელოვანი შესუსტება გამოიწვია [1, 2].

მრავლობითობის კანონი მცენარეულ ნივთიერებათა ცალკეული ჯგუფების წარმომადგენლებზე პირველად ფორმულირებულ იქნა ა. გოლდოვსკის მიერ [3].

ზემოთ მოყვანილი ფაქტების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ეფექტური სამკურნალო პრეპარატების (ნახარშები, ნაყენები, ექსტრაქტები და სხვ.) შემუშავება-შექმნისა და სამიზნე ადაპტოგენური საშუალების რეცეპტურული შედგენილობის შერჩევის დროს აუცილებელია მათი კომპოზიციური სირთულის გათვალისწინება.

ძირითადი ნაწილი

სამიზნე ადაპტოგენური საშუალების რეცეპტურულ შედგენილობაში შეყვანილ იქნა ფარმაკოლოგიური მოქმედების ხუთი სხვადასხვა ჯგუფის სამკურნალო მცენარეები და კომპონენტები:

- ვიტამინური (ასკილი, კოლო);
- მიკრო- და მაკროელემენტებით მდიდარი (მატიტელა, გლერძი);
- ფლავონოიდური (ჟოლო, წყავი, ღვინო);
- უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით მდიდარი (ზეთისხილი);
- დაბალკალორიული დამატკობელი (სტევია).

მატიტელა (*Polygonum aviculare*) მიეკუთვნება მატიტელასებრთა ოჯახს. იგი 30 სმ-მდე სიგრძის ერთწლიანი ბალახოვანი მცენარეა მიწაზე გართხმული ან ოდნავ წამოწეული მთავარდერძის მცირედ დატოტვილი ფესვით, დერო ფუძიდანვე დატოტვილია; აქვს 2 სმ-მდე სიგრძის ლანცეტისებრი ფოთლები. მოთეთრო ვარდისებრი წვრილი ყვავილები გაბნეულია ფოთლების უბეებში. ნაყოფი სამწახნაგოვანი მუქი წაბლისფერი კაკლებია. ყვავის ივნის-ოქტომბერში.

მატიტელა ფართოდაა გავრცელებული გზის პირებზე, საცხოვრებელი სახლის შემოგარენში, საძოვრებზე, მდინარეთა სანაპიროებზე, მენხერ ტყეებსა და ბუჩქნარებში. ადვილად იტანს გათელვას.

სამკურნალოდ გამოიყენება მიწისზედა ნაწილი (ბალახი). იგი შეიცავს ფლავონოიდ ავიკულარინს, მთრიმლაჟ და მწარე ნივთიერებებს, ფისებს, ზეთებს, C, E, K ვიტამინებს, პროვიტამინს, ცხიმს, უჯრედანას; მაკრო- (K, Ca, Mg, Fe) და მიკროელემენტებს (Mn, Cu, Zn, Se, Ba, V, Ni, B). მატიტელა ავლენს შარდმდენ, ანთების საწინააღმდეგო, ანტიმიკრობულ, საერთო მატონიზირებელ, სისხლის აღმდგენ, ნაღველმდენ, შემკვრელ, დამამშვიდებელ, ათეროსკლეროზის საწინააღმდეგო თვისებებს. კენტოვანი დაავადების შემთხვევაში აქტიურად შლის კენტებს, ქვიშად აქცევს და გამოყოფს შარდთან ერთად.



მატიტელა (*Polygonum aviculare*)

ხალხურ მედიცინაში მატიტელას ნაყენებსა და ნახარშებს იყენებენ შემკვრელ, შარდმდენ და სისხლის შემდგებელ საშუალებად; კუჭსა და ნაწლავებში ტკივილების გასაყუჩებლად; ბუასილის, უხვისისხლიანი მენსტრუაციის, კუჭაშლილობისა და დიზენტერიის დროს. მატიტელას ქორფა ბალახი გამოიყენება კულინარიაში სალათების, სუპების, პიურეს დასამზადებლად. იგი შესანიშნავი საკვებია ფრინველებისათვის. ბალახისაგან და ფესვებისაგან ამზადებენ საღებავს. მის წვენი დასველებული საფენები საუკეთესო საშუალებაა ჭრილობების, წყლულების და დაჟეჟილობის სამკურნალოდ. მატიტელა ფართოდ გამოიყენება სხვა სამკურნალწამლო მცენარეებთან ერთად ნაკრებში [4-6].

ჩვეულებრივი ჟოლო (*Rubus idaeus*) მიეკუთვნება ვარდისებრთა ოჯახს. იგი 1,5 მ-მდე სიმაღლის ნახევრად ბუჩქნარი მცენარეა. მისი ერთწლიანი ვეგეტაციური ყლორტები ბალახოვანია, ხოლო ორწლიანი – გამერქნებული და გენერაციული. აქვს კენტფრთიანი, 3–5 ფოთოლაკიანი ზემოდან მწვანე, ქვემოდან კი მოთეთრო-მორუხო ბუსუსებით მოფენილი, ბოლოში წაწვეტებული და ხერხისებრ დაკბილული ფოთლები. ყვავილები გრძელ ყვავილსაჯდომიანია, მოთეთრო, თავდახრილ მტკვნებელ შეკრებილი. წითელი, მომრგვალო ფორმის მრავალკურკიანი ნაყოფი ყვავის ივნისიდან.

ჩვეულებრივი ჟოლო გავრცელებულია ბუნებრივად (ველურად) ტყისპირა ადგილებში, ნაკადულების პირას, ზ. დ. 2500 მ-მდე სიმაღლეზე. კარგად ვითარდება ტყის ნაკაფებსა და ნახანძრავებზე. ძველთაგანვე ფართოდ კულტივირებული, სინათლისა და ტენის მოყვარული მცენარეა.



ჩვეულებრივი ჟოლო (*Rubus idaeus*)

სამკურნალოდ გამოიყენება ჟოლოს მწიფე ნაყოფი, ყლორტები, ფოთოლი და ფესვი. შეიცავს შაქრებს (გლუკოზა, ფრუქტოზა, საქაროზა), ორგანულ მჟავებს, პექტინს, ფლავონოიდებს, მთრიმლაჟ, ლორწოვან, აზოტოვან და საღებავ ნივთიერებებს, სიტოსტერინს, C, B1, B2, PP ვიტამინებს, პროვიტამინს; შეიცავს აგრეთვე რკინის, კალიუმის, სპილენძის მარილებს, უჯრედანას, ფოლის მჟავას. ფოთოლში აღმოჩენილია C და B ჯგუფის ვიტამინები, ალკალოიდები, ფლავონოიდები, მთრიმლავი ნივთიერებები, მაკრო- (K, Ca, Mg, Fe) და მიკროელემენტები (Mn, Cu, Zn, Co, Cr, Al, Ni).

ჩვეულებრივი ჟოლოს ყვავილი, ნაყოფი და ფოთოლი გამოიყენება, როგორც ანტი-სკლეროზული საშუალება ჰიპერტონიული დაავადებებისა და ათეროსკლეროზის შემთხვევაში; კუჭში სისხლჩაქცევების, ბუასილის, ბრონქიტისა და პნევმონიის სამკურნალოდ. ხალხურ მედიცინაში ფოთლების ნახარშს იყენებენ ხველის, ყელის ტკივილისა და ციებ-ცხელების დროს. მის წვენი დასველებულ საფენებს ხშირად ხმარობენ ფერისმკვამელებისა და მუწუკების მოსაცილებლად. ფოთლებისაგან ამზადებენ ჩაის შემცველს [7-9].

გლერძა (*Astragalus dasyanthus*) პარკოსანთა ოჯახის 20–50 სმ სიმაღლის მრავალწლიანი ბალახოვანი მცენარეა. მისი ფესვი მრავალღერძაა, ღერო – ნაცრისფერბუსუსიანი; იგი მოყვითალო, გაფარჩხულეკლებიანი ბუჩქია. გლერძას ფოთლები შედგება 8–17 წყვილი მოგრძო, ოვალური ფორმის სიგრძეზე გაკეცილი, აბრეშუმისებრი ბუსუსებიანი ფოთოლაკისაგან, რომელთა საერთო სიგრძე 20 სმ-მდეა. ყვავილები – ყვითელი, ხშირბუსუსებიანი, შეკრულია 10–20 მრგვალ მტევნად. ნაყოფი ოვალური, მაგარი, 1 სმ-მდე სიგრძის პარკებია. ყვავის ივნის-ივლისში, ნაყოფი მწიფდება ივლის-აგვისტოში.

გლერძა იზრდება მთის შუა და ზედა სარტყელში, მშრალ ადგილებში, მდინარის ხეობების ფერდობებზე, ტყის მინდვრებში.

მედიცინაში გამოიყენება გლერძას მიწისზედა ნაწილი (ბალახი).



გლერბა (*Astragalus dasyanthus*)

მცენარე შეიცავს ძირითადად გუმფისს, ალკალოიდებს, ფლავონოიდებს, გლიცირიზინის მუავას, მარილებს, სახამებელს და ლორწოვან ნივთიერებებს, მაკრო- (K,Ca,Mg, Fe) და მიკროელემენტებს (Mn,Cu,Zn,Co,Cr,Al,Ba,I,B,Se).

გლერბას პრეპარატები ავლენს სისხლძარღვების გამაფართოებელ, ჰიპოტენზიურ, სპაზმოლიტურ, დამარბილებელ, შარდმდენ, შემკვრელ, სისხლის გამათხელებელ თვისებებს, აუმჯობესებს ნივთიერებათა ცვლას, ამცირებს სისხლში შაქარის შემცველობას. გლერბას იყენებენ ჰიპერტონიული და სტენოკარდიული დაავადებების დროს, ხალხურ მედიცინაში შარდმდენ, ამოსახველებელ, ოფლმდენ და გამსხნელ საშუალებად [10-12].

ევროპული ზეთისხილი (*Olea europaea*) მიეკუთვნება ზეთისხილისებრთა ოჯახს. იგი მარადმწვანე 10 მ-მდე სიმაღლის ხე ან ბუჩქია. აქვს უხვად შეფოთილი განივი ვარჯი. ფოთლები მოპირდაპირედ მჯდომარეა, ტყავისებრი, კიდემთლიანი, მოგრძო ან ოვალური ფორმის. ზედა ნაწილი მწვანეა, ქვედა – მოვერცხლისფრო. პატარა, თეთრი ან მოყვითალო 15–დან 40 ცალამდე ყვავილი ვითარდება ფოთლების იდლიაში მტკვნებად.



ევროპული ზეთისხილი (*Olea europaea*)

გლერბას ოვალური ფორმის ნაყოფი კურკოვანია. ნაყოფი ჯერ მწვანეა, შემდეგ მოწითალო, სიმწიფისას კი მოლურჯო შავი შეფერილობის ხდება და მოფენილია ცვილისებრი ფიფქით.

გლერბა გავრცელებულია აფხაზეთში, სამეგრელოში, აჭარასა და კახეთში. ყვავილობს მაისის შუა რიცხვებში, ნაყოფი მწიფდება ნოემბერში.

სამკურნალოდ გამოიყენება ევროპული ზეთისხილის ნაყოფი და ფოთოლი. ფოთლებს კრეფენ ყვავილობის პერიოდში, ნაყოფს – სიმწიფისას. ნაყოფი შეიცავს ცხიმოვან მჟავებს, სტერინებს, ვიტამინებს, კაროტინოიდებს, პექტინოვან ნივთიერებებს, ნახშირწყლებს, კატეჩინებს, ტრიტერპენულ საპონინებს; ფოთოლი – ალკალოიდებს, გლიკოზიდებს, ოლეინის მჟავას, ფიტოსტერინებს, ფლავონოიდებს, მწარე და მთრიმლავ ნივთიერებებს, ორგანულ მჟავებს, ეთერზეთებს.

ხალხურ მედიცინაში ახალი ფოთლის ნაყენს იყენებენ ჰიპერტონიული დაავადებების სამკურნალოდ [13-16].

სტევია (Stevia) ასტრისებრთა ოჯახის მრავალწლიანი რთულყვავილოვანი მცენარეა. არსებობს სტევიის დაახლოებით 260 სახის ბალახი და ბუჩქი, რომლებიც იზრდება სამხრეთ და ცენტრალურ ამერიკაში, ვრცელდება ჩრდილოეთით (მექსიკამდე). ველური სახით გვხვდება ნახევრად მშრალ ტერიტორიებზე ვაკესა და მთიან რაიონებში. სტევია იძლევა თესლს, თუმცა ღვივდება მისი მხოლოდ მცირე ნაწილი. კულტივირებისას უფრო ეფექტურია გამრავლების ვეგეტაციური მეთოდი.



სტევია (Stevia)

საუკუნეთა განმავლობაში ინდიელთა ტომები თანამედროვე ბრაზილიისა და პარაგვაის ტერიტორიაზე სტევიას იყენებდნენ საკვებად დამატებობლის სახით, ხოლო სამედიცინო დანიშნულებით (წყლულისა და სხვა დაავადებების სამკურნალოდ) – სტევიას ზოგიერთ სახეობას; განსაკუთრებით *Stevia rebaudiana*-ს, რომელსაც „ტკბილ ბალახს“ უწოდებდნენ.

ბოლო დროს სტევიაზე, როგორც შაქრის შემცვლელზე, კვლავ დიდი ინტერესია და ბალნახშირწყლიანი და დაბალშაქრიანი დიეტის მზარდი მოხმარების გამო. შაქრის შემცვლელის სახით მას ფართოდ იყენებენ იაპონიაში, ხოლო ამერიკასა და კანადაში – რო-

გორც საკვებ დანამატს. სამედიცინო კვლევებმა კარგი შედეგები აჩვენა სიმსუქნისა და ჰიპერტონიის მკურნალობისას.

1931 წელს ფრანგმა ქიმიკოსებმა მ. ბრიდელმა და რ. ლავემ სტევიასაგან გამოიყვეს გლიკოზიდები – სტევიოზიდები და რებაუდიოზიდები, რომლებიც შაქარზე 250–300-ჯერ უფრო ტკბილია. მართალია, სიტკბოს შეგრძნება ჩვეულებრივ შაქართან შედარებით დგება უფრო გვიან, მაგრამ გრძელდება დიდხანს. ამასთან, განსაკუთრებით მაღალი კონცენტრაციისას მას შეიძლება ჰქონდეს გემოს გამოკვეთილი ნარჩენი სიმწარე.

დღეისათვის სტევიას კულტივირება და საკვებ პროდუქტებში ფართო გამოყენება ხდება აღმოსავლეთ აზიაში, ჩინეთში, კორეაში, ტაივანში, ტაილანდსა და მალაიზიაში, აგრეთვე სამხრეთ ამერიკაში (ბრაზილია, პარაგვაი და ურუგვაი), ისრაელში, უკრაინაში, რუსეთის სამხრეთ რაიონებში, საქართველოში. სტევიას ექსტრაქტის – სტევიოზიდის უმსხვილესი ექსპორტიორია ჩინეთი [17–19].

ასკილი (*Rosa*) ვარდისებრთა ოჯახის ვარდყავილოვანი გვარის მცენარეა. არსებობს მრავალი კულტურული ფორმა და ითვლის 300-დან 500-მდე სახეობას. ზოგიერთი მონაცემით, კულტურული ჯიშების რაოდენობა აღწევს 10000-ს, სხვა მონაცემით – 25000–50000-მდე. ყველაზე ფართო გავრცელებით და სამეურნეო გამოყენების მიხედვით გამოირჩევა მაისის ასკილი (*Rosa majalis*).



ასკილი (*Rosa*)

ასკილის ნაყოფი დიდი რაოდენობით შეიცავს C ვიტამინს. ამიტომ იგი სამედიცინო და ჯანმრთელი კვების ძვირფას პროდუქტად ითვლება. მასში ასკორბინის მუავას შემცველობა 10-ჯერ უფრო მეტია, ვიდრე შავ კუნელში, 50-ჯერ მეტი, ვიდრე ლიმონში, 60–70-ჯერ მეტი, ვიდრე სოჭისა და ნაძვის წიწვებში. ყველაზე უფრო ფასეულია თეთრ- და წითელყვავილა სახეობები, რომლებიც შეიცავს უფრო მეტ C ვიტამინს, თუმცა ყვითელყვავილიან ასკილში უფრო მეტია ტანინებისა და ტანიდების შემცველობა.

C ვიტამინის ყველაზე მაღალი შემცველობით (7-დან 20 %-მდე) გამოირჩევა ბეგტერის ასკილი [20–32].

წყავი (*Laurocerasus*) ვარდისებრთა ოჯახის მარადმწვანე ბუჩქი ან 15 მ-მდე სიმაღლის რუხი ფერის ქერქის მქონე ხეა. მისი თეთრი ფერის სურნელოვანი, ფოთლების იდლიები-

დან ამოსული 15 სმ-მდე სიგრძის ყვავილები მტვენებადაა შეკრებილი. ნაყოფი მომრგვალო კურკიანაა და აქვს შავი, წვნიანი რბილობი. გავრცელებულია დასავლეთ საქართველოს ტყეებში ქვეტყეების სახით. კულტივირებულია ეზოებში, პარკებში, როგორც მარადმწვანე დეკორაციული მცენარე. სამკურნალოდ გამოიყენება ნორჩი ფოთოლი, საკვებად – ნაყოფი, რომელიც შეიცავს ნახშირწყლებს და მსგავს ნაერთებს (მანიტი, სორბიტი), ანტოციანებს (ციანიდინ 3-არაბინოფურანოზიდი, ციანიდინ 3-არაბინოპირანოზიდი, პეონიდინ 3-არაბინო-ფურანოზიდი, პეონიდინ 3-არაბინოპირანოზიდი).



წყავი (*Laurocerasus*)

გარდა ამისა, შეიცავს ეთერზეთებს, ტრიტერპენოიდებს, აზოტურ ნივთიერებებს, C ვიტამინს, სტეროიდებს, ფენოლკარბონის მჟავას, მთრიმლავ ნივთიერებებს, კატექინებს, ცხიმებს, კვერცხტინს. მეტად საყურადღებოა მასში 17 ვიტამინის არსებობა. ძალიან დიდი ხანია ცნობილია მცენარის სამკურნალო თვისებების შესახებ. წყავი დამამშვიდებლად მოქმედებს ნერვულ სისტემაზე, აუმჯობესებს ძილს, აყუჩებს თავის ტკივილს. ფართოდ გამოიყენება ნაყენების, ლიქორისა და არყის წარმოებაში [30, 33–35].

ყურძნის წითელი ღვინო. ღვინოს დებულობენ მრავალწლიანი, 40 მ-მდე სიგრძის ხისმაგვარი ღვინის ყურძნისებრთა ოჯახის (*Vitaceae Juss*) ნაყოფის წვენი სპირტული დუღილის გზით. ყურძენი უძველესი კულტურაა და მისი 4000-მდე წიში არსებობს.

ყურძნის ღვინის ქიმიური შედგენილობა ძალიან რთულია. დადგენილია, რომ მის შედგენილობაში შედის 150-ზე მეტი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერება.

გარდა წყლისა და სპირტისა, იგი შეიცავს მრავალ სხვა ორგანულ და მინერალურ ნივთიერებას, კერძოდ: ღვინის, ვაშლის, ლიმონის, რძის, ქარვის მჟავებს; გლუკოზას და ფრუქტოზას; ფენოლურ, მდებავ, არომატულ და აზოტოვან ნივთიერებებს; კალიუმს, ფოსფორს, კალციუმს, მაგნიუმს, მიკროელემენტებს, ფერმენტებს, ვიტამინებს და მრავალ სხვა ნივთიერებას.

მდიდარი ქიმიური კომპლექსის გამო ყურძნის ღვინო გამოირჩევა სხვადასხვა სახის ფარმაკოლოგიური მოქმედებით. უძველესი დროიდან მას იყენებენ გულის, ბრონქების, თირკმლების, ღვიძლისა და კუჭ-ნაწლავის დაავადებებთან სამკურნალოდ, სისხლნაკლებობის, ციებ-ცხელების, ფილტვების ტუბერკულოზის ქრონიკული ფორმების დროს, ნერ-

ვული სისტემის გამოფიტვისას, როგორც ტკივილგამაყუჩებელ საშუალებას ქრონიკული დაავადებების შემთხვევაში.

ღვინის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებიდან განსაკუთრებულია ფენოლური ნაერთები, რომლებსაც ახასიათებს გამოხატული P-ვიტამინური აქტიურობა.

აღსანიშნავია, რომ კახური ტიპის ღვინოების დამზადების ქართული ტექნოლოგია უზრუნველყოფს მზა ნაწარმში მთრიმლავი ნივთიერებების მაღალ შემცველობას. ამიტომაცაა, რომ ფიზიოლოგიური ღირსებით იგი ბევრად სჯობს ევროპული ტიპის ღვინოებს.

მაღალი P-ვიტამინური აქტიურობით გამოირჩევა კახური წესით დამზადებული უმწიფარი წითელი ღვინოები, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ფარმაცოლოგიაში სხივური დაავადებების სამკურნალოდ [37–45].

დასკვნა

ჩატარებული სამუშაოს შედეგებიდან გამომდინარე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ სამიზნე პროდუქტის – ადაპტოგენის რეცეპტურული შედგენილობის კომპონენტები წარმოადგენს მცენარეულ სამყაროში ფართოდ გავრცელებულ სამკურნალო ნედლეულს, რომლის ბუნებრივი კომპლექსების ურთიერთპოტენცირების გზით შესაძლებელია საჭირო ფარმაცოლოგიური ეფექტის მიღება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Брехман И. И., Кубланов М. Г. Концепция структурной информации в фармакологии и науке о питании. Владивосток, 1983.
2. Гриневич М. А., Брехман И. И., Ким Бен Ко. Исследование сложных рецептов восточной медицины и их компонентов с помощью ЭВМ// Растительные ресурсы. 13.2.1977.
3. Голдовский А. М. Закон множественности представителей отдельных групп веществ в растительном организме//Успехи современной биологии, 14.1.1942.
4. Семенов А. Л. 2000 заговоров и рецептов народной медицины. М., 1997. - 59 с.
5. Носаль М. А., Носаль И. М. Лекарственные растения и способы их применения в народе. Киев: Медицинское издательство УССР, 1959.
6. Губанов И. А. и др. Polygonum aviculare L. Горец птичий или Спорыш. Т. 2, М., 2003. - 49 с.
7. Казаков И. И., Кичина В. В. Малина. М., 1980.
8. Губанов И. А. и др. Rubus idaeus L. Малина обыкновенная или лесная. Т. 2. М., 2003. - 406 с.
9. Казаков И., Евдокименко С. Ремонтантная малина//Наука и Жизнь, № 9, 2007.
10. Гончаров Н. Ф. и др. Астрагал – Astragalus L//Флора СССР, т. XII, М.-Л.: АН СССР, 1946, с.114-117.
11. Мазнев Н. И. Энциклопедия лекарственных растений. 3-е изд. М., 2004, с. 82-83.
12. Губанов И. А. и др. Astragalus dasyanthus Pall. Астрагал пушистоцветковый. Т. 2. М., 2003. - 233.
13. Блинова К. Ф. и др. Ботанико-фармакогностический словарь. М.: Высш. школа, 1990. - 210 с.
14. Бахтеев Ф. Х. Распространение маслины в СССР. 1970.
15. Н. D. Belitz, W. Grosch. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Berlin, 1995.
16. Расулов М., Атаян С. Маслины – ценный пищевой продукт//Консервы и овощесушильная промышленность, № 8, 1965, с. 29-31.
17. Озерова В. Стевия. Медовая трава против диабета. Весь, 2005. - 96 с.

18. Ситничук И. Ю. и др. Разработка эффективного способа выделения суммы дитерпеновых гликозидов из *Steviarebaudiana Bertoni*//Химия растительного сырья, № 3, 2002, с. 73-75.
19. Семёнова Н. Стевия – растение XXI века. Диля, 2010. - 160 с.
20. Губанов Я. В. и др. Технические культуры. М.: Агропромиздат, 1986, с. 163-167.
21. А. Кернерфон-Марилаун. Жизнь растений. Т. II. Под ред. И. П. Бородина С.-П.: Просвещение, 1903. - 838 .
22. Кочкарёва Т. Ф. Роза, шиповник – *Rosa L.* Т.4//Л.: Наука, 1975, с. 449-476.
23. Соколов С. Я., Стратонович А. И. Роза, шиповник – *Rosa L.*//М.-Л.: АН СССР, 1954, с. 616-625.
24. Соколова Т. А. Декоративное растениеводство. . М.: центр «Академия», 2004. - 352 с.
25. Фёдоров А. А., Артющенко З. Т. Цветок//Атлас по описательной морфологии высших растений. Л.: Наука, 1975. - 352 с.
26. Фёдоров А. А., Кирпичников М. Э., Артющенко З. Т. Стебель и корень//Атлас по описательной морфологии высших растений. М.-Л.:АН СССР, 1962. - 392 с.
27. Хржановский В. Г. Розы. Филогения и систематика. Спонтанные виды европейской части СССР, Крыма и Кавказа. Опыт и перспективы использования. М.: Сов. наука, 1958. - 497 с.
28. Цвелёв Н. Н. Роза, шиповник – *Rosa L.*//Флора Восточной Европы. Т. X., С.-П.: Мир и семья, во СПХФА, 2001. - 670 с.
29. Чиков П. С. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. М.: Картография, 1983. - 340 с.
30. Шиповник. М. : Советская энциклопедия, 1969-1978.
31. Шмальгаузен И. Ф. Шиповники окрестностей Киева//Зап. Киевского об-ва естествоиспытателей. Т. 12, 1892, с.1-48.
32. Encyclopedia of Rose Science, Three-Volume Set.//Ed. by T. Debener, S. Gudin. Ed.-in-Chief A. Roberts. Academic Press, 2003. - 1200 с.
33. Лавровишня по данным Объединённой таксономической информационной службы (ITIS) (англ.) *Laurocerasus M. Roem. Laurocerasus officinalis Roem. (Prunus laurocerasus L.)* _ Лавровишня лекарственная, Вульф Е. В., Малеева О. Ф. Мировые ресурсы полезных растений. Л.: Наука, 1969. - 568 с.
34. Блинова К. Ф. и др. Ботанико-фармакогностический словарь: Справ. пособие . М.: Высш. школа, 1990. - 203 с.
35. Губанов И. А. и др. Дикорастущие полезные растения СССР. М.: Мысль, 1976. - 360 с.
36. Арасимович В. В. и др. Биохимия винограда в онтогенезе. Киев, 1975.
37. Березовский В. Т. Химия витаминов. 2-ое изд., М., 1973.
38. Беридзе Г. И. Общая характеристика вин кахетинского типа и способы их улучшения//Биохимия виноделия, сб. 3.
39. Валуйко Г. Г. Биохимия и технология красных вин. М.,1973.
40. Дурмишидзе С.В. Дубильные вещества и антоцианы виноградной лозы и вина. М.: Изд-во АН СССР, 1955.- 321 с.
41. Дурмишидзе С. В., Букин В. Н. Физиологические свойства дубильных и красящих веществ винограда. ДАН СССР, т.76, 5, 1952.
42. Дурмишидзе С. В., Букин В. Н., Ерофеева Н. Н. Биологические испытание разных типов вин. ДАН СССР, т.88, 1, 1952.
43. Родопуло Г. К. Основы биохимии виноделия, 2-е изд. М., 1983.
44. Эмануэль Н. М., Кноррс Д. Г., Мясковская Ю. Н. //Мясная индустрия. 6, 1955.

CHARACTERISTIC FORMULATION COMPONENTS OF NEW ADAPTOGEN

R. Melkadze

(R. Dvali Institute of Machine Mechanics)

Resume: The article deals with scientific aspects of creating a adaptogenic means presented alleged herbal components of a new drug, their biochemical characteristics and use in science and medicine.

According to the biological effect of the plant, the formulations are conditionally divided into 5 different groups: vitamin (sweet-brier, raspberry), rich in micro- and macro elements (buckwheat, astragalus), flavonoid (raspberry, cherry-laurel), rich in unsaturated fatty acids (olive), low-calorie sweetener (stevia rebaudiana).

Key words: adaptogen; biochemical composition; pharmacological properties; plant components.

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ РЕЦЕПТУРЫ НОВОГО АДАПТОГЕНА

Мелкадзе Р. Г.

(Институт механики машин им. Р. Двали)

Резюме. В статье рассмотрены научные аспекты создания адаптогенного средства, представлены предполагаемые растительные компоненты нового препарата, их биохимические характеристики и использование в научной и народной медицине.

По биологическому действию растения рецептуры условно разделены на 5 различных групп: витаминные (шиповник, малина), богатые микро- и макроэлементами (горец птичий, астрагал), флавоноидные (малина, лавровишня), богатые ненасыщенными жирными кислотами (маслина), низкокалорийный подсластитель (стевия–двулистник сладкий)

Ключевые слова: адаптоген; биохимический состав; растительные компоненты; фармакологические свойства.

მცენარეულ ზეთეუში მიმდინარე ქანგვითი პროცესები და მათზე მოქმედი ფაქტორები

ქეთევან ვირსალაძე, ევგენია შენგელია

(გ. ნათაძის სახელობის სანიტარიის, ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: შესწავლილია სხვადასხვა სახეობის ქარხნული წარმოების რაფინირებულ მცენარეულ ზეთეუში მიმდინარე ქანგვითი პროცესების დროში ცვლილების დინამიკა. ჩატარებულმა გამოკვლევამ დაადასტურა, რომ მცენარეული ზეთების ქანგვითი პროცესის ინტენსიურობა განპირობებულია არა მარტო მათ შედგენილობაში არსებული უჯერი მჟავების რაოდენობრივი შემცველობით, არამედ სხვა ფაქტორებითაც. მცენარეული ზეთების გაფუჭებაში დიდ როლს ასრულებს რკინისა და სპილენძის იონების მცირედი შემცველობაც კი. ამიტომ ზეთის ტექნოლოგიური დამუშავებისას ქანგვის მიმართ სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია მათი მაქსიმალური მოცილება.

საკვანძო სიტყვები: მცენარეული ზეთები; პეროქსიდური რიცხვი; პოლივალენტური ლითონები; პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები.

შესავალი

მცენარეული ზეთები წარმოადგენს მაღალკალორიული ცხიმებისა და ესენციალური (შეუცვლელი) ცხიმოვანი მჟავების ფასეულ წყაროს. შეუცვლელს უწოდებენ პოლიუჯერ ლინოლ- და ლინოლენ მჟავებს. მათი ბიოლოგიური თვისებებიდან გამომდინარე, პოლიუჯერ მჟავებს მიაკუთვნებენ სასიცოხლოდ აუცილებელ ნივთიერებებს [1].

დადგენილია, რომ მცენარეული ზეთების შედგენილობაში შემავალი უჯერი ცხიმოვანი მჟავები (ოლეინი, ლინოლი, ლინოლენი) ხელს უწყობს ორგანიზმში ქოლესტერინის მიმოცვლას და სისხლში მისი რაოდენობის შემცირებას. ადამიანის ორგანიზმში ლინოლ- და ლინოლენ მჟავების მოხვედრა მხოლოდ საკვებიდან ხდება, რადგან ადამიანის ორგანიზმის მიერ მათი გამომუშავება ვერ ხერხდება. პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავების ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის ძირითადი წყაროებია: ზღვის პროდუქტები (განსაკუთრებით, თევზი), მუქი მწვანე ფერის ფოთლოვნები და მცენარეული ზეთები [2].

აღსანიშნავია, რომ პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები ქანგბადის ზემოქმედებით ადვილად იჟანგება. ზეთების არასწორი შენახვისა და მოხმარების პირობებში მათ შედგენილობაში შემავალი პოლიუჯერი ცხიმოვანი მჟავები სხვადასხვა ფიზიკური და ქიმიური ფაქტორის ზემოქმედებით განიცდის ქანგვით დესტრუქციას, რაც იწვევს ზეთში ზეჟანგების, ჰიდროზეჟანგების, ალდეჰიდების, კეტონებისა და სხვათა დაგროვებას და ზეთის გაფუჭებას [3]. დაჟანგული ზეთები კი ძალაზე მავნე ზემოქმედებას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე, რადგან მასში წარმოქმნილი თავისუფალი რადიკალები ანადგურებს ნერვული

სისტემისა და სხვა სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ორგანოების უჯრედებს. ეს კი იწვევს გონებრივი შესაძლებლობების გაუარესებას, ონკოლოგიური დაავადებების განვითარებას, აჩქარებს დაბერების პროცესებს და სხვ. [4].

ამდენად, წარმოქმნილი ზეჯანგები და აღდგენილები მიეკუთვნება მავნე ნივთიერებებს და მათი შემცველობა მცენარეულ ცხიმებში მკაცრად რეგლამენტირებულია.

დღესდღეობით მეტად აქტუალურია მცირედ დაჟანგული და ჟანგვის მიმართ სტაბილური მცენარეული ზეთების მიღება. ეს, ერთი მხრივ, განპირობებულია მათ მიმართ მსოფლიო თანამეგობრობის მიერ დაწესებული მაღალი მოთხოვნებით და, მეორე მხრივ, მწარმოებლების კონკურენტული ურთიერთობებით.

მცირედ დაჟანგული ზეთების მისაღებად მწარმოებლები მიმართავენ ისეთ ხერხებს, როგორცაა: ანტიოქსიდანტ ინჰიბიტორების მოხმარება, ზეთთან ჰაერის წვდომის შეზღუდვა, კუბაჟირებული მცენარეული ზეთების შექმნა და სხვ. [4]. ამასთან, დადგენილია, რომ იმის მიხედვით, თუ რა მეთოდით ხდება მცენარეული ზეთების დამუშავება ჟანგვითი სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად, მცენარეული ზეთის ბოთლის გახსნის შემდეგ ჟანგვითი პროცესები განსხვავებული სისწრაფით მიმდინარეობს.

ძირითადი ნაწილი

კვლევის მიზანი იყო სხვადასხვა სახეობის მცენარეულ ზეთებში მიმდინარე ჟანგვითი პროცესების ინტენსიურობისა და მასზე მოქმედი ფაქტორების დადგენა.

კვლევის პირველი ეტაპი მოიცავდა საქართველოს ბაზარზე არსებული მცენარეული ზეთების სტანდარტთან შესაბამისობის დადგენას ხარისხის უსაფრთხოების მაჩვენებლების – მუავური რიცხვისა (სტანდარტული დოკუმენტი გოსტ რ 50457-92) და პეროქსიდური რიცხვის (სტანდარტული დოკუმენტი გოსტ 26593-85) მიხედვით [5]. კვლევის ობიექტად შერჩეული იყო რაფინირებული მცენარეული ზეთები: მზესუმზირის ზეთები – „ბარაქა“ და „ავედოვი“, მაღალღვინური მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“ და სიმინდის ზეთი „ბარაქა“. აღნიშნული მაჩვენებლების განსაზღვრა ზეთების სინჯებში მიმდინარეობდა ბოთლების გახსნისთანავე. სტანდარტით არსებული მეთოდიკის მიხედვით მიღებული შედეგები მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1

საკვლევი ზეთების შეფასება უსაფრთხოების მაჩვენებლების მიხედვით

მცენარეული ზეთის დასახელება	მუავური რიცხვი მგ KOH/გ	პეროქსიდური რიცხვი მმოლ/კგ ½ 0
ზღკ (ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია)	0,3	10,0
მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“	0,13	0,9
მაღალღვინური მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“	0,14	2,4
სიმინდის ზეთი „ბარაქა“	0,22	1,79
მზესუმზირის ზეთი „ბარაქა“	0,17	0,9

საკვლევი მცენარეული ზეთების გამოყენების პროცესში ჟანგვითი პროცესების ინტენსიურობის დადგენის მიზნით ზეთების ნიმუშებში შესწავლილია პეროქსიდური რიცხვის ცვლილების დინამიკა ყოველი ზეთი დღის ინტერვალით 25 დღის განმავლობაში. ბუთილირებული მცენარეული ზეთების ჟანგვითი გაფუჭების შეფასება ამ პერიოდის განმავლობაში იმ მოსაზრებით ხდებოდა, რომ მომხმარებელი საშუალოდ ერთ ბოთლ ზეთს ერთი თვის ვადაში მოიხმარდა. დაკვირვების შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში და 1-ლ ნახ-ზე.

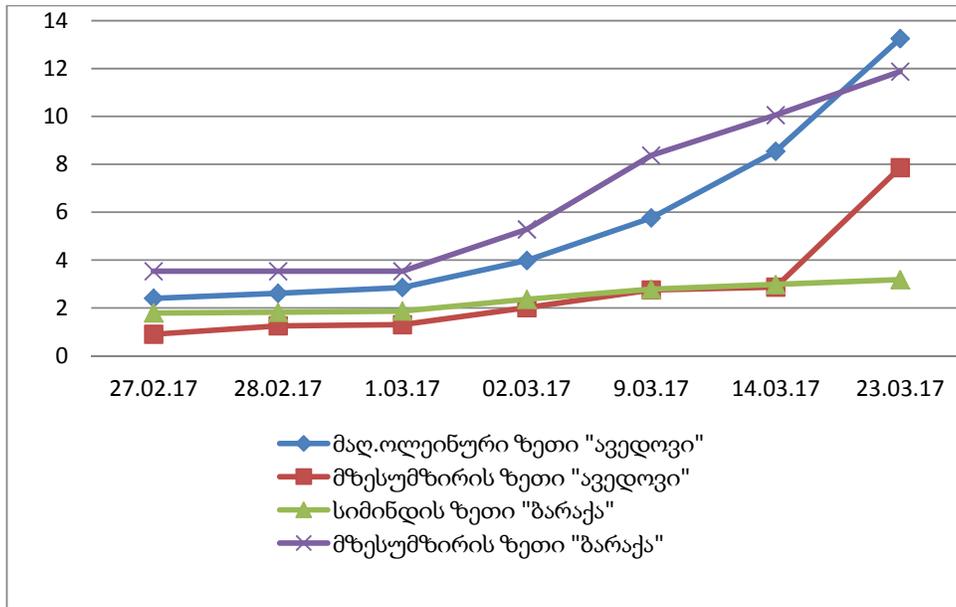
ცხრილი 2

სხვადასხვა სახეობის ზეთებში პეროქსიდური რიცხვის დროში ცვლილების დინამიკა

მცენარეული ზეთის დასახელება	პეროქსიდური რიცხვი, მმოლ/კგ $\frac{1}{2}$ O						
	განსაზღვრის დრო						
	27.02.17	28.02.17	01.03.17	02.03.17	09.03.17	14.03.17	23.03.17
მზესუმზირის ზეთი „აველოვი“	0,9	1,25	1,3	2,01	2,75	2,87	7,86
მაღალლოვინური მზესუმზირის ზეთი „აველოვი“	2,4	2,61	2,85	3,98	5,76	8,54	13,25
სიმინდის ზეთი „ბარაქა“	1,79	1,82	1,87	2,36	2,78	2,98	3,18
მზესუმზირის ზეთი „ბარაქა“	0,9	2,8	3,9	5,28	8,37	10,05	11,87

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, მიღებული შედეგებით პეროქსიდური რიცხვის მნიშვნელობამ ზეთში „ბარაქა“ 25 დღის განმავლობაში 11,87 მმოლ/კგ $\frac{1}{2}$ O-ს მიაღწია და სტანდარტით დადგენილ ზღკ-ს გადააჭარბა. კვლევის ამ პერიოდში მცენარეულ ზეთში „ბარაქა“ პეროქსიდური რიცხვი საწყისთან შედარებით 18,26-ჯერ გაიზარდა. რაც შეეხება მზესუმზირის ზეთს „აველოვი“, დროის იმავე პერიოდში მასში პეროქსიდური რიცხვი ზღკ-ის ფარგლებში იყო და 7,86 მმოლ/კგ $\frac{1}{2}$ O-ს შეადგენდა, რაც მის საწყის მნიშვნელობას 8,73-ჯერ აღემატებოდა. მაღალლოვინურ მზესუმზირის ზეთში „აველოვი“ პეროქსიდური რიცხვის მნიშვნელობა დროის ამ მონაკვეთში მნიშვნელოვნად გაიზარდა და 13,25 მმოლ/კგ $\frac{1}{2}$ O-ს მიაღწია, რაც, შესაბამისად, აჭარბებს ზღკ-ს, ხოლო საწყის მნიშვნელობას 5,52-ჯერ აღემატება. სიმინდის ზეთში „ბარაქა“ პეროქსიდური რიცხვის მნიშვნელობა კვლევის აღნიშნულ პერიოდში ზღკ-ის ფარგლებში იყო და 3,18 მმოლ/კგ $\frac{1}{2}$ O-ს შეადგენდა, რაც მის საწყის მნიშვნელობას 1,5-ჯერ აღემატება.

ცნობილია, რომ მცენარეული ზეთების ჟანგვით გამოწვეული გაფუჭების დონეს განაპირობებს მათ შედგენილობაში არსებული უჯვარი მჟავების შემცველობა და იზომება პეროქსიდური რიცხვით. უჯვარი მჟავების ჟანგბადთან ურთიერთქმედების შედეგად მიმდინარეობს ჟანგვითი პროცესები. რაც უფრო მეტია ზეთში უჯვარი მჟავების შემცველობა, მით უფრო მეტია ზეთის დაჟანგვის ხარისხი. ამასთან, ცხიმოვანი მჟავების დაჟანგვის მიმართ მდგრადობა შემდეგი თანმიმდევრობით იზრდება: ოლეინმჟავა → ლინოლმჟავა → ლინოლეინმჟავა [5].



ნახ. 1. სხვადასხვა სახეობის ზეთებში პეროქსიდური რიცხვის დროში ცვლილების დინამიკა

მზესუმზირის ზეთებისათვის დამახასიათებელი მჟავაურ-ცხიმოვანი შედგენილობიდან [5] გამომდინარე (ოლეინმჟავა 24–40 %, ლინოლმჟავა 46–62 % და ლინოლენმჟავა 1 %), მზესუმზირის ზეთებში „ბარაქა“ და „ავედოვი“ პეროქსიდური რიცხვის ცვლილების დინამიკა მსგავსი უნდა ყოფილიყო, თუმცა მას მეკეთრად განსხვავებული ხასიათი ჰქონდა. ასევე ნაკლები ინტენსიურობა უნდა ჰქონოდა პეროქსიდური რიცხვის ზღვას მაღალოლეინურ მზესუმზირის ზეთში „ავედოვი“, რადგან ამ ტიპის ზეთები გამოირჩევა ოლეინმჟავას მაღალი (80 %-მდე) შემცველობით, რომელიც ყველაზე ნაკლებად ექვემდებარება ჟანგვას. რაც შეეხება სიმინდის ზეთს „ბარაქა“, როგორც ცხრილიდან და გრაფიკიდან ჩანს, აქ პეროქსიდური რიცხვის ზრდა ყველაზე ნაკლები ინტენსიურობით მიმდინარეობდა, მიუხედავად იმისა, რომ სიმინდის ზეთისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მჟავაურ-ცხიმოვანი შედგენილობა: ოლეინმჟავა 23,0-49,0 %, ლინოლმჟავა 48,0-56,0 % და ლინოლენმჟავა 0,5-0,8 %.

საკვლევ ზეთებში პეროქსიდური რიცხვის ზრდის დინამიკაზე მოქმედი ფაქტორების დასადგენად ზეთების ნიმუშებში განსაზღვრულ იქნა იოდის რიცხვი (სტანდარტული დოკუმენტი გოსტ 5475-69), რომელიც განსაზღვრავს ზეთებში შემავალი მჟავების უჯერობის ხარისხს. მიღებული შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

საკვლევ ზეთებში იოდის რიცხვის პროცენტული შემცველობა

ზეთის დასახელება	მზესუმზირის ზეთი „ბარაქა“	მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“	ზღკ	სიმინდის ზეთი „ბარაქა“	ზღკ	მაღალოლეინური მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“	ზღკ
იოდის რიცხვი, %	125,26	112	119-149	118	117-123	84	80–85

როგორც ცხრილიდან ჩანს, იოდის რიცხვის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა (125 %) დაფიქსირდა მზესუმზირის ზეთში „ბარაქა“. იგი შეესაბამება მზესუმზირის ზეთებისათვის სტანდარტით გათვალისწინებულ იოდის რიცხვის ნორმას (119 –149 %). რაც შეეხება მზესუმზირის ზეთს „ავედოვი“, მისი იოდის რიცხვია 112 %. ეს მაჩვენებელი მზესუმზირის ზეთებისათვის დამახასიათებელი იოდის რიცხვის ნორმის ფარგლების ქვედა ზღვარზე ნაკლებია და, შესაბამისად, სტანდარტს არ შეესაბამება. მაღალთერმული მზესუმზირის ზეთში „ავედოვი“ იოდის რიცხვი 84 %-ია და სრულ შესაბამისობაშია სტანდარტთან. ასევე ნორმის ფარგლებში იყო იოდის რიცხვი (118 %) სიმინდის ზეთში „ბარაქა“. სიმინდის ზეთებისათვის დამახასიათებელია იოდის რიცხვის ცვლილება 117–123 %-ის ფარგლებში.

ჩატარებულმა გამოკვლევამ, რომელიც მიზნად ისახავდა საკვლევი მცენარეული ზეთების უჯვრობის ხარისხის გავლენის შეფასებას პეროქსიდური რიცხვის ზრდაზე, სასურველი შედეგი ვერ მოგვცა, რადგან, მიღებული შედეგებიდან გამომდინარე, დაბალთერმული მზესუმზირის ზეთში „ავედოვი“ (რომლის იოდის რიცხვი 84 %-ს შეადგენდა), პეროქსიდური რიცხვის ზრდას ყველაზე ნაკლები ინტენსიურობა უნდა ჰქონოდა.

ლიტერატურიდან [6] ცნობილია, რომ მცენარეული ზეთებში შემავალი უჯვრი ცხიმოვანი მჟავების ჟანგვას ხელს უწყობს პოლივალენტური ლითონების არსებობა. პროცესზე განსაკუთრებულ ზემოქმედებას ახდენს რკინა და სპილენძი, რომლებიც აჩქარებს ზეთების ჟანგვის სიჩქარეს, უშუალოდ ურთიერთქმედებს ცხიმოვან მჟავებთან და წარმოქმნის თავისუფალ რადიკალებს. ამასთან, საკვლევი ზეთების სინჯებში განსაზღვრულ იქნა რკინისა და სპილენძის შემცველობები ატომ-ადსორბციული მეთოდით (გოსტ 30178-96). მიღებული შედეგები წარმოდგენილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

საკვლევი ზეთებში მძიმე ლითონების შემცველობა

მცენარეული ზეთის დასახელება	რკინა (Fe), მგ/კგ	სპილენძი (Cu), მგ/კგ
მაღალთერმული მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“	0,08	0,001
მზესუმზირის ზეთი „ავედოვი“	0,08	0,002
სიმინდის ზეთი „ბარაქა“	0,05	-
მზესუმზირის ზეთი „ბარაქა“	0,12	0,01

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, ყველა ნიმუშში დაფიქსირებულია რკინის შემცველობა, თანაც იგი ყველაზე მეტია (0,12 მგ/კგ) მცენარეულ ზეთში „ბარაქა“. მასში პეროქსიდური რიცხვის ზრდაც ძალზე ინტენსიურია და საწყისთან შედარებით 13,1-ჯერ მეტია. მზესუმზირის ზეთში „ვედოვი“ იოდის რიცხვია 112 %, მაღალთერმული მზესუმზირის ზეთში „ავედოვი“ – 84 %, ხოლო რკინის შემცველობა თანაბარია და 0,08 მგ/კგ-ს შეადგენს. ალბათ, სწორედ ამან გამოიწვია მაღალთერმული მზესუმზირის ზეთში „ავედოვი“ პეროქსიდური რიცხვის ინტენსიური ზრდა და საწყისთან შედარებით იგი 5,52-ჯერ მეტი აღმოჩნდა. ჩვეულებრივ მზესუმზირის ზეთში „ავედოვი“ ეს მაჩვენებელი საწყისთან შედარებით 8,7 ჯერ გაიზარდა. უნდა აღინიშნოს, რომ სიმინდის ზეთში რკინის შემცველობა (0,05 მგ/კგ) და პეროქსიდური რიცხვის ზრდაც ყველაზე ნაკლებია.

დასკვნა

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ მცენარეული ზეთების გაფუჭებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს რკინისა და სპილენძის მცირედი შემცველობაც კი და, რაც მთავარია, ჟანგვის მიმართ სტაბილურობის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია ზეთის ტექნოლოგიური დამუშავებისას მათი მაქსიმალური მოცილება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А. Н. Растительные масла. М.: Агропромиздат, 2002. - 96 с.
2. Кулакова С. Н., Гаппаров М. М., Викторова Е. В. О растительных маслах нового поколения в нашем питании //Масложировая промышленность, №2, 2005, с. 4-8.
3. Камышан Е. Н., Тырси́на А. В., Тырси́н Ю. А., Паронян В. Х. Влияние технологических режимов рафинации масел на их антиоксидантную стабильность и сроки хранения // Масложировая промышленность, №1, 2005, с. 24-25.
4. Симакова И. В. Научные и прикладные аспекты обеспечения безопасности продукции быстрого питания. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Саратов, 2015.
5. Тютюнников Б. Н. Химия жиров. М.: Пищевая технология, 1974. - 448 с.

OXIDATIVE PROCESSES IN VEGETABLE OILS AND FACTORS ACTING ON THEM

K. Virsaladze, E. Shengelia

(G. Natadze Scientific Research Institute of Sanitation, Hygiene and Medical Ecology, Georgian Technical University)

Resume: Different kinds of vegetable refined oils has been studied in dynamics how to changes oxidation processes in time. Researches have shown, that in vegetable oils intensity of oxidative process isn't due to only quantitative content of unsaturated fatty acids. Studies have shown, that the presence of even small concentrations of iron and copper ions in vegetable oils has a strong effect on their oxidative damage, in order to ensure the oxide stability of vegetable oils, they must be maximally extracted in the process of producing oils.

Key words: peroxide number; polyunsaturated fatty acids; polyvalent metals; vegetable oils.

ХИМИЯ

ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ ОВОЩНЫХ МАСЕЛ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НИХ

Вирсаладзе К. Т., Шенгелия Е. Г.

(Научно-исследовательский институт гигиены, санитарии и медицинской экологии им. Г. Натадзе, Грузинский технический университет)

Резюме. Исследована динамика окислительных процессов во времени в различных видах рафинированных растительных масел заводского производства. Установлено, что интенсивность окислительных процессов в растительных маслах обусловлена не только количественным содержанием ненасыщенных жирных кислот, но и другими факторами. Проведенными исследованиями установлено, что наличие даже небольших концентраций ионов железа и меди в растительных маслах оказывает значительное влияние на их окислительную порчу. Для обеспечения оксистабильности растительных масел необходимо в технологическом процессе получения масел их максимальное извлечение.

Ключевые слова: полиненасыщенная жирная кислота; поливалентные металлы; пероксидное число; растительные масла.

მომხმარებელი ღირებულება გაცემის და მათი გავლენა ნიტრატების განსაზღვრის პროცესზე

ნონა ჭალიძე, ეგგენია შენგელია

(გ. ნათაძის სახელობის სანიტარიის, ჰიგიენისა და სამედიცინო ეკოლოგიის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: განხილულია კვლევის შედეგები, რომლებიც ცხადყოფს, რომ დაყოვნებისას ზოგიერთი ბოსტნეულის ჰომოგენიზებულ ნიმუშებში მიმდინარეობს ნიტრატების კონცენტრაციის არაკონტროლირებადი ზრდა. ნიტრატების კონცენტრაცია დამოკიდებულია იმაზე, თუ სინჯის მომზადებიდან დროის რა მონაკვეთში ხდება მათი განსაზღვრა იონომეტრიული ან კოლორიმეტრიული მეთოდით.

ნიტრატების კონცენტრაციის განსაკუთრებული ზრდა შეინიშნება ქლოროფილშემცველ მწვანე ბოსტნეულის დაყოვნებულ სინჯებში, მაგრამ ცვლილება, საერთოდ, დაკავშირებულია ბოსტნეულში მძიმე ლითონების რაოდენობრივ და სახეობრივ შემცველობასთან. რაც უფრო მაღალია მათი შემცველობა მწვანე ბოსტნეულში, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდა საწყისთან შედარებით.

აღსანიშნავია, რომ ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდაზე გავლენას არ ახდენს ტენის შემცველობა.

საკვანძო სიტყვები: ატომურ-აღსორბციული მეთოდი; იონომეტრიული მეთოდი; კოლორიმეტრიული მეთოდი; მძიმე ლითონები; მწვანე ბოსტნეული; ნიტრატები.

შესავალი

აგროტექნიკური ღონიძიებების არასწორი განხორციელება და ბევრი სხვა ფაქტორის ზემოქმედება იწვევს მცენარეულ პროდუქტებში ნიტრატების დაგროვებას, რაც უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ორგანიზმზე და შეიძლება სხვადასხვა დაავადების წარმოშობისა და განვითარების მიზეზი გახდეს. მცენარეულ კულტურებში ნიტრატების შემცველობა დამოკიდებულია მემკვიდრულ-გენეტიკურ ფაქტორებზე, თუმცა ძალზე დიდი მნიშვნელობა აქვს გამოყენებული სასუქის სახეობას და რაოდენობას. ამჟამად მეტად აქტუალურია ე. წ. ორგანული პროდუქტების (ბიოპროდუქტების) წარმოება. ამდენად, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მოყვანისას მეტი ყურადღება უნდა მიექცეს სწორად დამუშავებული ბუნებრივი სასუქების გამოყენებას, რაც უზრუნველყოფს მცენარეში ნიტრატების დაგროვების მინიმალურ დონეს. ამასთან, მეტად მნიშვნელოვანია პროდუქციაში ნიტრატების შემცველობის ანალიზის იმ მეთოდების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფს მაღალ სარწმუნო შედეგებს.

ძირითადი ნაწილი

სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციაში ნიტრატების რაოდენობის განსაზღვრა სხვადასხვა მეთოდით ხდება [1–3]. ეს მეთოდები ერთმანეთისაგან განსხვავდება როგორც განსაზღვ

დერის სიზუსტით, ისე სირთულით. თითოეული მეთოდი ითვალისწინებს სინჯის წინასწარ დამუშავებას (დაქუცმაცება, ჰომოგენიზაცია) და შემდეგ ნიტრატების ექსტრაქციას. ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით [3, 4] დადგენილია, რომ დაქუცმაცებულ, ჰომოგენიზებულ ბოსტნეულში ნიტრატების გარდაქმნის პროცესები განსხვავებულად მიმდინარეობს. ზოგიერთი სახეობის ბოსტნეულის დაჭრა-დაქუცმაცებას მოსდევს ნიტრატების ნიტრიტებად გარდაქმნა და, შესაბამისად, ნიტრატების შემცირება; ზოგში კი – ნიტრატების ზრდა ნიტრიტების შემცირების ხარჯზე ან სულაც ორივე ნაერთის კონცენტრაციის ერთდროული ზრდა.

მიღებული შედეგებით ნიტრატების ინტენსიური ზრდის დინამიკა აღინიშნება 40 წთის განმავლობაში და მათ დროში ზრდას არა აქვს სტაბილური ხასიათი. მაგალითად, ზოგიერთი სახეობის ბოსტნეულის (ძირითადად მწვანე ბოსტნეულის) დაქუცმაცებისა და ჰომოგენიზაციისთანავე ნიტრატების კონცენტრაციამ შეიძლება 30 %-ით მოიმატოს, შემდეგ 10 წთ-ის განმავლობაში კი – 40–50 %-ით, შემდეგ კიდევ 20–30 %-ით და საბოლოო ჯამში (40 წთ-ის გასვლის შემდეგ) სინჯებში ნიტრატების შემცველობამ შესაძლებელია სტანდარტით დადგენილ ზღვრულ დასაშვებ ნორმას ბევრად გადააჭარბოს.

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო ნიტრატ-ნიტრიტების ტრანსფორმაციის ამგვარ მექანიზმზე მოქმედი ფაქტორების დადგენა და მათი ზემოქმედების დონის შესწავლა.

გამოკვლეულია ნიტრატების დროში ცვლილების დინამიკა ისეთი ბოსტნეულის სინჯებში, როგორცაა ავოკადო, ბროკოლი, ისპანახი, პიტნა, მუაუნა, ნიახური, სალათის ფურცლები, ოხრახუში, ქინძი.

ბოსტნეულის სინჯებში ნიტრატების შემცველობის განსაზღვრა ხდებოდა პარალელურ რეჟიმში ჰომოგენიზაციისთანავე და 30 წთ-ით ჰაერზე დაყოვნების შემდეგ იონომეტრიული და კოლორიმეტრიული მეთოდებით ISO1042-83, ISO4788-80 სტანდარტების მიხედვით. მიღებული შედეგები მოცემულია 1-ლ ცხრილში

ცხრილი 1

ნიტრატების შემცველობის ცვლილების დინამიკა ჰომოგენიზებულ მწვანე ბოსტნეულის სინჯებში

ბოსტნეულის დასახელება	იონომეტრიული მეთოდით გაზომილი ნიტრატების საწყისი შემცველობა, მგ/კგ	იონომეტრიული მეთოდით გაზომილი ნიტრატების შემცველობა 30 წთ-ით დაყოვნების შემდეგ, მგ/კგ	კოლორიმეტრიული მეთოდით გაზომილი ნიტრატების შემცველობა, მგ/კგ	კოლორიმეტრიული მეთოდით გაზომილი ნიტრატების შემცველობა 30 წთ-ის შემდეგ, მგ/კგ
ავოკადო	20,0	50,6	23,9	55,3
ოხრახუში	18,2	41,9	19,6	42,7
ბროკოლი	1004	2039	1010	2000
პიტნა	1045	4071	1100	5000
მუაუნა	2065	7018	2740	7500
სალათის ფურცლები	6068	1104	6470	1200
ნიახური	1100	1802	1200	2000
ისპანახი	1004	3041	1100	3000

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ნიტრატების კონცენტრაციის განსაკუთრებული ზრდა აღინიშნება ოხრახუშის, პიტნისა და ისპანახის სინჯებში, სადაც 30 წთ-ში ნიტრატების შემცველობა საწყისთან შედარებით 2,5–3-ჯერ გაიზარდა.

შესწავლილია ჰომოგენიზებულ ბოსტნეულში ნიტრატების კონცენტრაციის ცვლილების დინამიკაზე ტენის შემცველობის გავლენა. ნიტრატების ცვლილების დინამიკა ოხრახუშის ნიმუშების 105° C-ზე გამოშრობისა და მუდმივ მასამდე მიყვანის შემთხვევაში მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ნიტრატების ცვლილების დინამიკა ნიმუშების 105° C-ზე გამოშრობის, მუდმივ მასამდე მიყვანისა და ჰაერზე დაყოვნებისას

ნიმუშში ნიტრატების საწყისი შემცველობა, მგ/კგ	ნიმუშში ნიტრატების შემცველობა ჰაერზე 30 წთ-ით დაყოვნებისას, მგ/კგ	ნიტრატების შემცველობა 30 წთ-ით თავდახურულ ჭურჭელში ჰაერზე დაყოვნებისას, მგ/კგ	ნიტრატების შემცველობა 105 °C-ზე მუდმივ მასამდე გამომშრალ ნიმუშში, მგ/კგ	ნიტრატების შემცველობა 105 °C-ზე მუდმივ მასამდე გამომშრალ და ჰაერზე 30 წთ-ით დაყოვნებულ ნიმუშში, გ/კგ
18,2	41,9	34,5	135	1,63

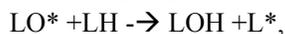
ცხრილში მოყვანილი მონაცემები ცხადყოფს, რომ ნიმუშის გამოშრობით და მუდმივ მასამდე მიყვანით ნიტრატების კონცენტრაცია საგრძნობლად გაიზარდა, რაც ისედაც მოსალოდნელი იყო, თუმცა ჰაერზე დაყოვნებით მათი შემცველობის ზრდა გაცილებით ინტენსიურად მიმდინარეობდა.

ნაშრომებში [2, 3] აღნიშნულია, რომ ჰომოგენიზებულ ბოსტნეულის სინჯებში ნიტრატების ზრდას საგარაუდოდ განაპირობებს ბოსტნეულის შედგენილობაში შემავალი პოლიუჯერი ნაერთების დაჟანგვა ჟანგბადთან და მის გააქტიურებულ ფორმებთან ურთიერთქმედების შედეგად. პოლიუჯერი ნაერთების ორმაგი ბმების ადგილას ამ დროს წარმოქმნილი ზეჟანგები ჟანგავს დენიტრიფიკაციით წარმოქმნილ ნიტრიტების ნაწილს და გარდაქმნის მათ ნიტრატებად. ნაშრომში აღნიშნულია, რომ ლიპიდების პეროქსიდაციის მნიშვნელოვანი დაჩქარება მიმდინარეობს ცვლადი ვალენტობის ლითონების, განსაკუთრებით რკინისა (Fe) და სპილენძის (Cu) უმნიშვნელო რაოდენობით არსებობისას.

ამ შემთხვევაში Fe⁺²-ის ლიპიდების ჰიდროპეროქსიდებთან ურთიერთქმედების შედეგად მიმდინარეობს ჯაჭვების განშტოება:



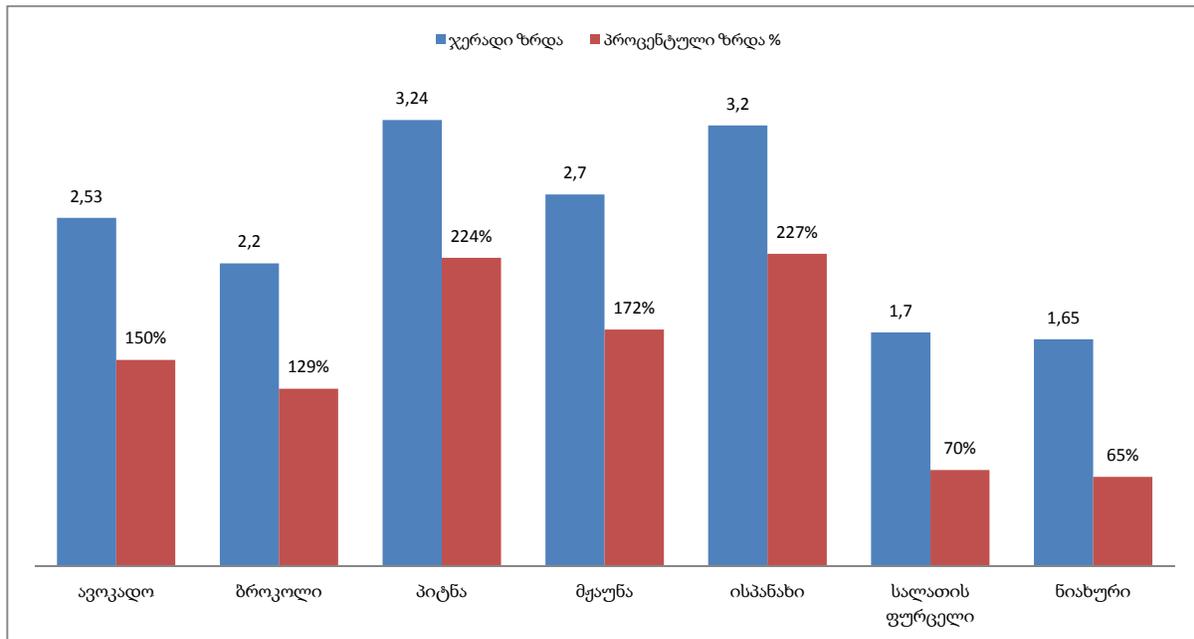
წარმოქმნილი LO* რადიკალები კი ინიცირებს ლიპიდების ახალი ჯაჭვების დაჟანგვას:



მწვანე ბოსტნეულში ნიტრატების ზრდის დინამიკაზე პოლივალენტური ლითონების გავლენის შეფასების მიზნით საკვლევი ბოსტნეულის სინჯებში განსაზღვრულ იქნა მძიმე ლითონების შემცველობა ატომურ-აღსორბციული მეთოდით. მიღებული შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში.

ბოსტნეულის სინჯებში მძიმე ლითონების შემცველობა (მგ/კგ)

ნიმუშის დასახელება	სპილენძი	თუთია	რკინა	ნიკელი	მანგანუმი	ქრომი	ტყვია	კადმიუმი
	ზღკ 5	ზღკ 10	ზღკ 18		ზღკ 2			ზღკ 0,03
ავოკადო	7,095	48,33	22,31	0,436	0,88	0,33	0,046	0,0676
ბროკოლი	0,214	8,66	4,393	0,107	0,744	0,057	0,01	0,0165
პიტნა	9,155	16,228	59,77	0,599	6,359	0,46	0,056	0,0689
მეაუნა	11,57	9,20	26,1	0,363	2,66	0,708	0,06	0,09
ისპანახი	3,52	3,36	17,96	0,1998	11,8	1,008	0,0288	0,037
სალათის ფურცელი	32,56	3,899	2,36	0,19	7,718	0,358	0,0197	0,365
ნიახური	0,048	8,337	174,9	0,262	9,618	0,45	0,0382	0,051



ნახ. 1. გამოკვლეულ ბოსტნეულის სინჯებში ნიტრატების კონცენტრაციის ჯერადი და პროცენტული ზრდა 30 წით-ით დაყოვნებისას

მე-3 ცხრილში და 1-ლ ნახ-ზე მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ნიტრატების კონცენტრაციის ყველაზე ინტენსიური ზრდა შეინიშნება პიტნასა (224 %) და ისპანახში (227 %), რომლებშიც ერთდროულად რკინის, სპილენძისა და მანგანუმის მაღალი შემცველობაა. ავოკადოში სპილენძის შემცველობამ შეადგინა 7.095 მგ/კგ, რკინისამ – 22.31 მგ/კგ. ამასთან, ნიტრატების კონცენტრაცია საწყისთან შედარებით 2.53-ჯერ გაიზარდა. პიტნაში ავოკადოსთან შედარებით მაღალია სპილენძისა (9.155მგ/კგ) და რკინის (59.77 მგ/კგ) შემცველობა, ხოლო ნიტრატების კონცენტრაცია საწყისთან შედარებით 3,24-ჯერაა გაზრდი-

ლი. ნიახურში მხოლოდ რკინის შემცველობა აღმოჩნდა მაღალი (174.9 მგ/კგ) და ნიტრატების კონცენტრაცია 1,65-ჯერ გაზრდილი, მანგანუმის შემცველობა კი 9,61მ მგ/კგ-ია; რაც შეეხება ისპანახს, მასში სპილენძისა და რკინის შემცველობა სხვა ბოსტნეულთან შედარებით გაცილებით დაბალია (შესაბამისად, 3.52 მგ/კგ და 17.96 მგ/კგ). აღინიშნება ნიტრატების კონცენტრაციის ყველაზე მნიშვნელოვანი ზრდა. ეს შეიძლება იმით აიხსნას, რომ ისპანახში სხვა ბოსტნეულთან შედარებით ყველაზე მაღალი მანგანუმის შემცველობა აღმოჩნდა (11,8მგ/კგ). ეს კი სავარაოდოდ გავლენას ახდენს როგორც წარმოქმნილი აქტიური რადიკალების მომატებაზე, ისე ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდაზე. იგივე შეიძლება ითქვას პიტნაზე, რომელიც გამოირჩევა რკინის, სპილენძისა და მანგანუმის მაღალი შემცველობით და, რაც მთავარია, ნიტრატების კონცენტრაცია მასში საწყისთან შედარებით 3,2-ჯერაა გაზრდილი.

დასკვნა

ამრიგად, ჩატარებული გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ ბოსტნეულის ჰომოგენიზებული ნიმუშებში დაყოვნებისას მიმდინარეობს ნიტრატების კონცენტრაციის არაკონტროლირებადი ზრდა. კონცენტრაციის ზრდა პირველ რიგში დამოკიდებულია იმაზე, თუ სინჯის მომზადებიდან დროის რა მონაკვეთში ხდება მათი განსახლდრა. ნიტრატების კონცენტრაციის განსაკუთრებული ზრდა შეინიშნება ქლოროფილშემცველი მწვანე ბოსტნეულის დაყოვნებულ სინჯებში და დაკავშირებულია ბოსტნეულში მიიმე ლითონების რაოდენობრივ და სახეობრივ შემცველობაზე. რაც უფრო მაღალია მათი შემცველობა, მით უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდა საწყისთან შედარებით. აღსანიშნავია ისიც, რომ ნიტრატების კონცენტრაციის ზრდაზე გავლენას არ ახდენს ტენშემცველობა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Голицын Г. А., Петров В. М. Гармония и алгебра живого. М.: Знание, 1990. – 52 с. <http://vikent.ru/enc/152/>
2. Голубинцев О. Концепции современного естествознания. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. – 361 с. <http://vikent.ru/enc/152/2>
3. Барабой В. А. Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы. Киев, 2006. - 424 с.
4. Некоторые аспекты учения о стрессе // Природа, № 1, 1970.
5. Борисова Г. Г., Малева М. Г., Чукина Н. В. Учебно-методический комплекс дисциплины "Растение и стресс" [Электронный ресурс]. Екатеринбург, 2008. <http://elar.usu.ru/handle/1234.56789/1580>.

HEAVY METALS IN GREEN VEGETABLES AND THEIR INFLUENCE ON THE DETERMINATION OF NITRATE CONCENTRATION

N. Tchalidze, E. Shengelia

(G. Natadze Scientific Research Institute of Sanitation, Hygiene and Medical Ecology, Georgian Technical University)

Resume: There are shown researches that in homogenized, vegetable runs unregulated increases of nitrate concentration. In the test samples nitrate concentration depends on time when you test nitrate concentration after homogenization. Particular growth of nitrates observed in green vegetables, which are specified high quantitative concentration of chlorophyll and heavy metals, nitrate concentration grows up more intensively if there concentration is height.

Moisture content does not affect the growth of the nitrate concentration.

Key words: atomic-adsorption method; colorimetric method; green vegetables; heavy metals; ionometric method; nitrates.

ХИМИЯ

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ЗЕЛЕННЫХ ОВОЩАХ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НИТРАТОВ

Чалидзе Н. Д., Шенгелия Е. Г.

(Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены и медицинской экологии им. Г. Натадзе, Грузинский технический университет)

Резюме. Проведены исследования, которые свидетельствуют о неконтролированном росте концентрации нитратов в отстоянных гомогенизированных пробах некоторых овощей. Концентрация нитратов зависит от промежутка времени между гомогенизацией и их определением ионометрическим или колориметрическим способом. Особый рост концентрации нитратов наблюдается в хлорофиллсодержащих зеленых овощах и находится в зависимости от количественного и видового содержания тяжелых металлов. Чем больше их содержание, тем интенсивнее возрастает концентрация нитратов.

Содержание влаги не сказывается на росте в концентрации нитратов.

Ключевые слова: атомно-адсорбционный метод; зеленые овощи; ионометрический метод; колориметрический метод; нитраты; тяжелые металлы.

ახალი ტიპის სარელსო წრედი

სიმონ კვიციანი

(თბილისის სატრანსპორტო კომპანია)

რეზიუმე: სტატიაში განხილული სარელსო წრედი (სწ) გამოირჩევა იმით, რომ იგი ფუნქციონირებს სწ-ის შესავალი წინაღობის მნიშვნელობის მიხედვით და, გარდა იმისა, რომ წარმოადგენს ლიანდაგის თავისუფლებისა და მთლიანობის გადამწოდს (სენსორს), შეუძლია ერთმანეთისაგან განასხვავოს საკონტროლო და შუნტური რეჟიმები; ამასთან, დროის რეალურ მასშტაბში განსაზღვროს მატარებლის დაშორება სწ-ის მკვებავი ბოლოდან, რაც საგრძნობლად გააუმჯობესებს მატარებელთა მოძრაობის რეგულირების სისტემის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.*

საკვანძო სიტყვები: სარელსო წრედი (სწ); შესავალი წინაღობა; მოკლე შერთვა; უქმი სვლა; ავტომატური სალოკომოტივო სიგნალიზაცია.

შესავალი

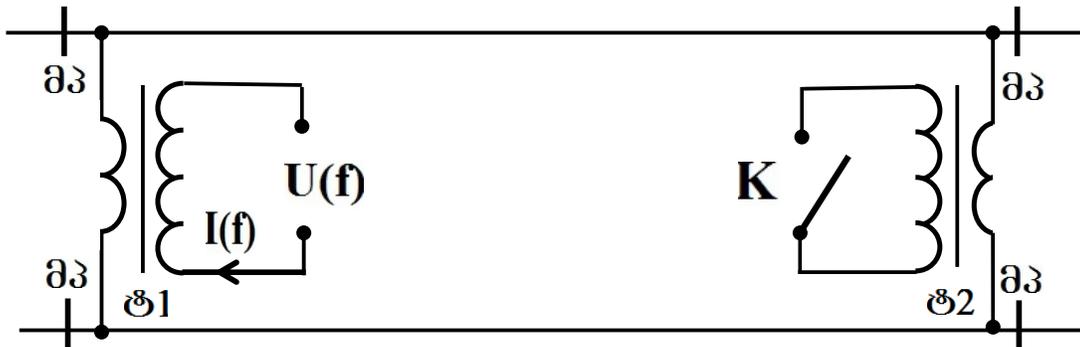
სარელსო წრედი (სწ) რკინიგზაზე მატარებელთა მოძრაობის მარეგულირებელი ყველა თანამედროვე სისტემის ძირითადი ელემენტია. იგი ასრულებს ლიანდაგის თავისუფლებისა და მთლიანობის ინფორმაციის გადამწოდის, აგრეთვე სასადგურო, სალიანდაგო და სალოკომოტივო მოწყობილობებს შორის ტელემექანიკური არხის ფუნქციას [2]. სწ-ზე დიდწილადაა დამოკიდებული სადგურებისა და სადგურთშორისი უბნების გამტარუნარიანობა და მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოება. სწ-ის ზემოთ ჩამოთვლილი ფუნქციების შესასრულებლად მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში იქმნება პრინციპულად ახალი სისტემები (სალიანდაგო შლეიფები, გოგორწყვილების მთვლელები, რადიოლოკაციური მოწყობილობები), მაგრამ ყველა ეს სისტემა საიმედოობით და ფუნქციური შესაძლებლობებით საგრძნობლად ჩამორჩება სწ-ებს [3].

ძირითადი ნაწილი

წარმოდგენილი სარელსო წრედი გამოირჩევა ორი ნიშნით: ერთია ის, რომ სწ-ის რეჟიმები (ნორმალური, შუნტური, საკონტროლო), განისაზღვრება სწ-ის შესავალი წინაღობების – $r_{\text{წ}}(f)$ -ისა და $r_{\text{სწ}}(f)$ -ის მიხედვით, რომლებიც იზომება მოკლე შერთვისა და უქმი სვლის მეთოდით უწყვეტი სისშირული ავტომატური სალოკომოტივო სიგნალიზაციის (ასს) თითოეული f სისშირისთვის ($f=75, 125, 175, 225, 275$ ჰც); მეორე კი ის, რომ ასს-ის სიგნალი სწ-ში მატარებლის შემხვედრად გადაიცემა დენის სტაბილიზაციის რეჟიმში. სწ-ის

* აღნიშნულ სიახლეზე ავტორს მიღებული აქვს პატენტი [1].

შესავალი წინაღობა f სიხშირეზე გულისხმობს $U(f)$ -ის შეფარდებას $I(f)$ -თან (ნახ. 1), სადაც $U(f)$ და $I(f)$ ასს-ის f სიხშირის სიგნალის ძაბვისა და დენის ეფექტური მნიშვნელობებია. $r_{ფ}(f)$ -ის გამოთვლა ხდება ჩართული (შეკრული) K ელექტრონული კომპეტატორისათვის, ხოლო $r_{უს}(f)$ -ისა – გათიშული K -თვის. გამოთვლების გასამარტივებლად ჩართული K -ს წინაღობა მიხნეულია ნულის ტოლად, ხოლო გათიშულისა – უსასრულოდ დიდ სიდიდედ. ტ1 და ტ2, შესაბამისად, აღნიშნავს სწ-ის მკვებავი და სარელეო ბოლოების შემათანხმებელ ტრანსფორმატორებს, ხოლო მპ – მაიზოლირებელ პირაპირებს.



ნახ. 1. სარელსო წრედის ელექტრული სქემა

სწ-ის მუშაობის დაწყების წინ სრულდება შემდეგი მოსამზადებელი ფაზა: თავისუფალ სწ-ში ლიანდაგის მთლიანობის პირობებში გამოითვლება $r_{ფ}(f)$ და $r_{უს}(f)$ თითოეული f -თვის და ამ სიდიდეების დამახსოვრება ხდება $R_{ფ}(f)$ -ისა და $R_{უს}(f)$ -ის სახით, სადაც $R_{ფ}(f)=r_{ფ}(f)$ და $R_{უს}(f)=r_{უს}(f)$. სულ დასამახსოვრებელია ათი სიდიდე: $R_{ფ}(275)$, $R_{უს}(275)$, $R_{ფ}(225)$, $R_{უს}(225)$, $R_{ფ}(175)$, $R_{უს}(175)$, $R_{ფ}(125)$, $R_{უს}(125)$, $R_{ფ}(75)$ და $R_{უს}(75)$. ამ სიდიდეების დამახსოვრებით მოსამზადებელი ფაზა მთავრდება და სწ იწვევს მუშაობას ნორმალურ რეჟიმში: სწ-ს ტ1-ის საშუალებით მიეწოდება $U(275)$ (ასს-ში 275 ჰც-ს შეესაბამება ნულოვანი სიხქარე) და პერიოდულად იზომება $r_{ფ}(275)$ და $r_{უს}(275)$. ცხადია, $r_{ფ}(275) < r_{უს}(275)$ და, შესაბამისად,

$$r_{უს}(275) > R_{საფ}(275) > r_{ფ}(275), \quad (1)$$

სადაც

$$R_{საფ}(275)=0.5(R_{ფ}(275)+R_{უს}(275)).$$

პირობა (1) ნორმალურ რეჟიმში ყოფნის პირობაა.

ლიანდაგის მთლიანობის დარღვევისას (გატეხილია რელსი) $r_{ფ}(275)$ -ზე აღარ ახდენს გავლენას ტ2 და მასთან მიერთებული K , ამიტომ $r_{ფ}(275)$ იზრდება და ხდება $R_{უს}(275)$ -ზე მეტი. $R_{უს}(275)$ გამოთვლილია მოსამზადებელ ფაზაში, დაუზიანებელი რელსის დროს და, რადგან $R_{უს}(275) > R_{საფ}(275)$, ამიტომ

$$r_{ფ}(275) > R_{საფ}(275). \quad (2)$$

პირობა (2)-ით ირღვევა პირობა (1)-ის მარჯვენა ნაწილი და ეს გარემოება საკონტროლო რეჟიმის დადგომაზე მიანიშნებს. საკონტროლო რეჟიმში გრძელდება $r_{ფ}(275)$ -ის გამოთვლა. ლიანდაგის მთლიანობის აღდგენის შემდეგ პირობა (2) დაირღვევა და ამ ნიშნით სწ დაბრუნდება ნორმალურ რეჟიმში.

ნორმალურ რეჟიმში სწ-ის დაშენტვისას $r_{უს}(275)$ იმდენად მცირდება, რომ სრულდება შემდეგი პირობა:

$$r_{უს}(275) < R_{საფ}(275), \quad (3)$$

რაც ნიშნავს პირობა (1)-ის მარცხენა ნაწილის დარღვევას, რითაც ფიქსირდება შუნტური რეჟიმი. შუნტის აღმოჩენისთანავე სწ იწვევს ასს რეჟიმში მუშაობას: მატარებლის შემხვედრად რელსებში გადაიცემა მატარებლის დასაშვები სიჩქარის შესაბამისი f სიხშირის სიგნალი $I(f)$ დენის სტაბილიზაციის რეჟიმში, თანაც გრძელდება $r_{უს}(f)$ -ის პერიოდული გამოთვლა და სრულდება შემდეგი პირობა:

$$r_{უს}(f) < R_{საშ}(f), \quad (4)$$

სადაც $R_{საშ}(f)=0.5(R_{გშ}(f)+R_{უს}(f))$.

(4) წარმოადგენს სწ-ზე შუნტის არსებობის პირობას. ამასთან, რადგან $U(f)=I(f)R_{სწ}(f)$ და $R_{სწ}(f)$ სწ-ის შესავალი წინაღობაა f სიხშირეზე, სტაბილიზებული (მუდმივი) $I(f)$ -ის დროს $U(f)$ პროპორციულია $R_{სწ}(f)$ -ის, ხოლო $R_{სწ}(f)$, თავის მხრივ, პროპორციულია სწ-ის მკვებავი ბოლოდან შუნტამდე მანძილისა.

ამრიგად, ასს რეჟიმს $I(f)$ -ის სტაბილიზაციის წყალობით ახასიათებს შემდეგი დადებითი თვისებები:

- $U(f)$ -ის სიდიდე დროის რეალურ რეჟიმში ასახავს მოძრავი შემადგენლობის დაშორებას სწ-ის მკვებავი ბოლოდან;
- მაღალი ენერგოეფექტიანობა, რადგან $I(f)$ -ის შესახლუდავად აღარ გამოიყენება ბალასტური წინაღობა;
- $I(f)$ -ის სტაბილიზაცია აუმჯობესებს ლოკომოტივზე ასს-ის სიგნალის მიღების პირობებს.

შუნტის მოხსნის შემთხვევაში $r_{უს}(f)$ იმდენად იზრდება, რომ პირობა (4) ირღვევა და ამ ნიშნით სწ გადადის ნორმალურ რეჟიმში.

სწ-ის რეჟიმებს შორის გადასვლის აღნიშნული კრიტერიუმების მართებულობა მოწმდება შესაბამისი გამოთვლებით სწ-ის რეალიზაციისას, როცა ლიანდაგი შედგენილია P50 ტიპის რელსებისაგან და გამოყენებულია ПОБС-2А ტიპის ტ1 და ტ2 ტრანსფორმატორები (ტრანსფორმაციის კოეფიციენტია 42). რელსთაშორისი ბალასტის გააუმჯობესებელი უგულვებელყოფილია. $r_{გშ}(f)$ -ის და $r_{უს}(f)$ -ის გაანგარიშება ხდება სწ-ის სხვადასხვა სიგრძის დროს 75 ჰც და 275 ჰც სიხშირეებისათვის, ხოლო ნორმატიული შუნტი (0,06 ომი) დაიდება სარელსო ბოლოზე. გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილში, რომელიც ასახავს სწ-ის შესავალი წინაღობის დამოკიდებულებას სხვადასხვა ფაქტორზე.

სწ-ის შესავალი წინაღობების დამოკიდებულება სხვადასხვა ფაქტორზე

სწ-ის სიგრძე, მ	სიხშირე, ჰც	ნორმალური რეჟიმი			შუნტური (ასს) რეჟიმი		საკონტროლო რეჟიმი
		$r_{გშ}(f)$, ომი	$r_{უს}(f)$, ომი	$R_{საშ}(f)$, ომი	$r_{გშ}(f)$, ომი	$r_{უს}(f)$, ომი	
100	75	234	2157	1195,5	201	258	4200
	275	798	2280	1539	572	587	4200
300	75	454	2221	1337,5	438	470	4200
	275	1173	2443	1808	1115	1223	4200
600	75	758	2311	1534,5	747	769	4200
	275	1741	2646	2193,5	1715	1717	4200
1200	75	1248	2465	1846,5	1240	1255	4200
	275	2431	2950	2690,5	2424	2425	4200

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ცვლადი ფაქტორების (სწ-ის სიგრძე, ასს-ის სიხშირე) თითოეული მნიშვნელობისთვის კმაყოფილდება საკონტროლო რეჟიმში გადასვლისა (2) და შუნტურ რეჟიმში გადასვლის (3) პირობები, ხოლო ასს რეჟიმში ყოფნისას სრულდება პირობა (4); შუნტის აღებისას კი ეს უკანასკნელი ირღვევა და სწ გადადის ნორმალურ რეჟიმში.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, ასს და საკონტროლო რეჟიმებიდან ნორმალურ რეჟიმში გადასვლაზე მიაწინებს აგრეთვე $r_{უს}(f)$ -ს და $r_{ფ}(f)$ -ს შორის სხვაობის მკვეთრი ზრდა, რომელიც თან ახლავს ამ გადასვლას, რაც ცხრილიდანაც კარგად ჩანს.

მაიზოლირებელი პირაპირების დაზიანების ადვილად აღმოსაჩენად სასურველია მეზობელი სწ-ების კომუტატორების ჩართვის (დამოკლების) მომენტების ერთმანეთის მიმართ დროში დაძვრა.

სწ-ის ელემენტების არასტაბილურობის გავლენის შესამცირებლად სწ-ის მუშაობაზე შესაძლებელია $R_{ფ}(f)$ -ისა და $R_{უს}(f)$ -ის პერიოდული კორექტირება სწ-ის მუშაობის პროცესში.

სწ-ის თვისება, აკონტროლოს მატარებლის გადაადგილება სწ-ის ფარგლებში დროის რეალურ რეჟიმში, ზრდის გადასარბენის და სადგურის გამტარუნარიანობას და ქმნის წინამძღვრებს მატარებლების ავტოტარების სისტემის დანერგვისათვის, ხოლო ის გარემოებები, რომ სწ-ს შეუძლია შუნტური საკონტროლო რეჟიმების ერთმანეთისაგან გარჩევა და ადვილია მისი რეალიზება მიკროელექტრონულ ბაზაზე, საკმაოდ გაამარტივებს და გააიაფებს სწ-ის დანერგვას და შემდგომ ექსპლუატაციას რკინიგზაზე.

დასკვნა

ამრიგად, ჩატარებული გაანგარიშება ცხადყოფს, რომ ახალი ტიპის სარელსო წრედი სავსებით ქმედობაუნარიანია, იოლია მისი მიკროელექტრონული რეალიზაცია, რადგან არ საჭიროებს არსებულ სწ-ებში ფართოდ გამოყენებულ ელექტრომექანიკურ და ინდუქციურ ელემენტებს და მისი დანერგვის შემთხვევაში მატარებლის გადაადგილების კონტროლის წყალობით საგრძნობლად გაიზრდება რკინიგზის გამტარუნარიანობა, ხოლო ასს დენის ელექტრონული სტაბილიზაცია გააუმჯობესებს ენერგოეფექტიანობას და საიმედოობას, რაც ჯამში მნიშვნელოვნად აამაღლებს სწ-ის ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. პატენტი GE P 2016 6503.B.
2. Аркатов В. С. и др. Рельсовые цепи. М., 1990.
3. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира./ Под ред. Г.Тега и С. Власенко. 2010.

NEW TYPE OF RAIL-TRACK CIRCUIT

S. Kvirkvia

(Tbilisi Transport Company)

Resume: Innovation of the proposed rail-track circuit (TC) lies in the fact, that it operates on the input resistance of the TC. On top of sensing track continuity and nonoccupancy, distinguishing between shunted and control operating modes, the TC is able to measure in real time the distance between the feed end of the TC and the train, substantially improving technical and economic metrics of train movement regulation system.

Key words: automatic train control; idling; input resistance; short circuit; rail-track circuit.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

РЕЛЬСОВАЯ ЦЕПЬ НОВОГО ТИПА

Квирквия С. М.

(Тбилисская транспортная компания)

Резюме. Новизна рассмотренной в статье рельсовой цепи (РЦ) заключается в том, что она функционирует по значениям входного сопротивления РЦ и помимо того, что реализует функцию датчика свободности и целостности рельсовой линии, может отличить друг от друга контрольный и шунтовый режимы, а также определить расстояние от питающего конца РЦ до поезда в реальном масштабе времени, что существенно улучшает технико-экономические показатели регулирования движения поездов.

Ключевые слова: автоматическая локомотивная сигнализация; входное сопротивление; короткое замыкание; рельсовая цепь; холостой ход.

**საფეხსაცმლე კომპოზიციური მასალების ადჰეზიურ და კოჰეზიურ
სიმტკიცეებს შორის თანაფარდობა წონასწორული პროცესის პირობებში
მიმოხა ქარქაშაძე**

(ა.კ. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი)

რეზიუმე: საფეხსაცმლე მასალების წებოთი დაკავშირებისას გარდაუვალია ადჰეზიური და კოჰეზიური ურთიერთქმედება. რეალურ სისტემაში ადჰეზიური სიმტკიცე განისაზღვრება ადჰეზიური და კოჰეზიური ძალების ერთობლივი მოქმედებით. ამიტომ ძალზე მნიშვნელოვანია ადჰეზიასა და კოჰეზიას შორის თანაფარდობის დადგენა. ნაშრომში განხილულია ტოლობები, რომლებიც მიღებულია ზედაპირული ენერჯიის შესახებ წონასწორული პროცესისთვის. ამ ტოლობებით შესაძლებელია ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობისა და მათი პოლარული და დისპერსიული მდგენელების წონასწორული სიდიდეების გაანგარიშება, რაც კონტაქტში მყოფი ფაზების ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობისა და კუთრი ზედაპირული ენერჯიის სიდიდეების დაკავშირების საშუალებას იძლევა.

საკვანძო სიტყვები: ადჰეზია; დისპერსიული კომპონენტები; კოჰეზია; მოლეკულური ურთიერთქმედება; წებო; წონასწორული პროცესი.

შესავალი

საფეხსაცმლე მასალების ურთიერთკონტაქტისას ზედაპირული ფენები განიცდის ადჰეზიურ ზემოქმედებას. რეალურ სისტემებში ადჰეზიური სიმტკიცე განისაზღვრება ადჰეზიური და კოჰეზიური ძალების ერთობლივი მოქმედებით. ამიტომ, ძალზე მნიშვნელოვანია ადჰეზიასა და კოჰეზიას შორის თანაფარდობის ცოდნა. განვიხილავთ თანაფარდობას, რომელიც მიღებულია ზედაპირული ენერჯიის შესახებ წონასწორული პროცესისათვის. აფსკების მუშაობის წონასწორული ნაწილი დამოკიდებული არ არის მათი განცალკევების პირობებსა და გარემოზე და არც აფსკების სისქეზე, რაც ახასიათებს ჭეშმარიტ ადჰეზიას. ადჰეზიასა და კოჰეზიას შორის თანაფარდობა წარმოდგენილია ამ ურთიერთქმედების პოლარული და არაპოლარული მდგენელების დამოკიდებულებით.

ძირითადი ნაწილი

ადჰეზიის მუშაობა შეიძლება გამოისახოს, როგორც დისპერსიული და პოლარული კოორდინატების ჯამი:

$$W_s = W_s^d + W_s^p, \tag{1}$$

სადაც ანალიზური სახით წარმოდგენილია კოჰეზიის ჯამური მუშაობა. კონდენსირებული სხეულების მოლეკულური ურთიერთქმედების თავისებურებებიდან გამომდინარე, ადჰეზიისა და კოჰეზიის ჯამური მუშაობა შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულებით:

$$W_{\delta} = \frac{n_1 n_2 A_{12}}{6H_{12}^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{m-4} \right), \quad (2)$$

$$W_{\beta} = \frac{n_1^2 A_{11}}{6H_{11}^2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{m-4} \right), \quad (3)$$

სადაც n მოლეკულების რიცხვია ერთეულ მოცულობაში; a – მოლეკულური ურთიერთქმედების მუდმივა; H – ორ კონდენსირებულ ფაზას შორის დაცილება; m – მაჩვენებელი, რომელიც ახასიათებს ზედაპირის აძრობის ძალის პოტენციალს.

მოლეკულური ურთიერთქმედების მუდმივა წარმოადგენს ორი მუდმივას – დისპერსიული და პოლარული მდგენელების – ჯამს:

$$A = A^{\circ} + A^{\beta}. \quad (4)$$

ადჰეზიისა და კოჰეზიის შემთხვევაში მოლეკულური ურთიერთქმედების მუდმივა ტოლია:

$$A_{12}^{\circ} = \frac{3}{2} h \alpha_1 \alpha_2 \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2}, \quad (5)$$

$$A_{11}^{\circ} = \frac{3}{4} h v_1 \alpha_1^2. \quad (6)$$

აქ h პლანკის მუდმივაა; v – ელექტრონის რიცხვის სიხშირე; α – კონტაქტში მყოფი მოლეკულების პოლარიზებულობა.

ორი სხეულის დისპერსიული ურთიერთქმედების მუდმივა შეიძლება გამოისახოს ამ სხეულების კოჰეზიისა და დისპერსიული მუდმივების – A_{11}° -ისა და A_{22}° -ის მეშვეობით:

$$A_{11}^{\circ} = \frac{2A_{11}^{\circ} A_{22}^{\circ}}{A_{11}^{\circ} \left(\frac{a_2}{a_1} \right) + A_{22}^{\circ} \left(\frac{a_1}{a_2} \right)}. \quad (7)$$

თუ ორი სხეულის პოლარიზებულობა ერთნაირია, ანუ $a_1 = a_2$, მაშინ (7) ტოლობა შეიძლება ასე გამარტივდეს:

$$A_{12}^{\circ} = \frac{2A_{11}^{\circ} A_{22}^{\circ}}{A_{11}^{\circ} + A_{22}^{\circ}}. \quad (8)$$

დაცილება კონტაქტში მყოფ ორ სხეულს შორის შეიძლება გამოისახოს შემდეგი სახით:

$$H_{12} \approx (H_{11} H_{22})^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

და, შესაბამისად,

$$\frac{n_1}{H_{11}} \approx \frac{n_2}{H_{22}}. \quad (10)$$

(2), (3) და (8), (10) ტოლობების კომბინირებით მიიღება გამოსახულება, რომელიც საშუალებას იძლევა დააკავშიროს ადჰეზიისა და კოჰეზიის წონასწორული მუშაობა დისპერსიული ურთიერთქმედებით:

$$W_{\delta}^{\circ} = \frac{2W_{\beta,1}^{\circ} W_{\beta,2}^{\circ}}{W_{\beta,1}^{\circ} + W_{\beta,2}^{\circ}} = \frac{4\sigma_1^{\circ} \sigma_2^{\circ}}{\sigma_1^{\circ} + \sigma_2^{\circ}}. \quad (11)$$

(11) ტოლობა ერთმანეთთან აკავშირებს არა მარტო ადჰეზიისა და კოჰეზიის წონასწორულ მუშაობას, არამედ კონტაქტში მყოფი ფაზების ზედაპირული ენერჯიის სიდიდეებ-

საც. ანალოგიური კავშირი ადჰეზიისა და კოჰეზიის შორის შეიძლება დამყარდეს (5) და (6) ტოლობების საფუძველზე:

$$A_{12}^g = \frac{2(\nu_1\nu_2)^{\frac{1}{2}}}{\nu_1 + \nu_2} (A_{11}^g A_{22}^g)^{\frac{1}{2}}. \quad (12)$$

როცა $\nu_1 = \nu_2$,

$$A_{12}^g \approx (A_{11}^g \cdot A_{22}^g)^{\frac{1}{2}}. \quad (13)$$

(7) და (10) ტოლობების გამოყენებით მიიღება კავშირი ადჰეზიური და კოჰეზიური ურთიერთქმედების დისპერსიულ კომპონენტებს შორის:

$$W_{j,1}^g \approx (W_{j,1}^g W_{j,2}^g)^{\frac{1}{2}} = 2(\sigma_1^g \ell_2^g)^{\frac{1}{2}}. \quad (14)$$

(11) ფორმულის ანალოგიურად, შუალედური გარდაქმნების გამოტოვებით შეიძლება მიღებულ იქნეს გამოსახულება ადჰეზიის წონასწორული მუშაობის პოლარული კომპონენტების განსაზღვრისათვის:

$$W_s^g = 2(\sigma_1^g \sigma_2^g)^{\frac{1}{2}}. \quad (15)$$

(1) და (15) ტოლობების საშუალებით მიიღება ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობისა და მათი პოლარული და დისპერსიული კომპონენტების წონასწორული სიდიდეები, რაც კონტაქტში მყოფი ფაზების ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობისა და კუთრი ზედაპირული ენერჯის სიდიდეების დაკავშირების საშუალებას იძლევა. თუ ცნობილია კონტაქტში მყოფი სხეულების თვისებები, შეიძლება ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობის გაანგარიშება.

თანაფარდობა ადჰეზიისა და კოჰეზიის წონასწორულ მუშაობებს შორის

კონტაქტში მყოფი ზედაპირების მასალა	კოჰეზიის მუშაობა		ადჰეზიის მუშაობა	
	$W_{j,1}$	$W_{j,2}$	(14) ფორმულით	(15) ფორმულით
პოლიეთილენი და პოლიქლოროპრენი	66,4	54,6	60,2	56,8
პოლიეთილენი და პოლისტიროლი	64,2	57,6	60,8	55,0
პოლიეთილენი და პოლიმეთილმეთაკრილატი	64,0	57,6	60,8	51,1
პოლიეთილენი და პოლიბუთილმეთაკრილატი	48,2	57,6	52,5	47,1
პოლიეთილენი და პოლივინილაცეტატი	57,2	57,6	57,0	46,2
პოლიქლოროპრენი და პოლიდიმეთილქსილოქსანი	66,4	18,2	43,4	40,8
პოლიქლოროპრენი და პოლისტიროლი	66,4	64,2	66,0	64,8
პოლიმეთილმეთაკრილატი და პოლიბუთილმეთაკრილატი	64,0	48,2	55,7	54,2
პოლიმეთილმეთაკრილატი და პოლისტიროლი	64,0	64,2	64,1	62,4
პოლივინილაცეტატი-პოლიბუთილმეთაკრილატი	75,2	48,2	52,0	49,8

ადჰეზიის წონასწორული მუშაობის და ზედაპირული ენერჯის ცნობილი სიდიდეებისათვის (14) და (15) ტოლობების გამოყენებით გაიანგარიშება ადჰეზიის წონასწორული მუ-

შაობის ის ნაწილი, რომელიც ფორმირდება დისპერსიული და პოლარული ურთიერთქმედებით. გაანგარიშების შედეგები მოცემულია ცხრილში.

ცხრილში წარმოდგენილი ყველა სისტემის შემადგენელი ნაწილების კოჰეზიის მუშაობა $W_{j,1}$ და $W_{j,2}$ ადჰეზიის წონასწორული მუშაობის თანაზომადია, თანაც ყველა შემთხვევისათვის გამოყენებულია უტოლობა.

$$W_{j,1} > W_{j,2}.$$

თუ

$$W_{j,2} < W_{j,1},$$

მაშინ წონასწორულ პირობებში ზედაპირიდან ძირის ადჰეზიურ აძრობას თან ახლავს კონტაქტში მყოფი წებოს აფსკის ლანჩიდან კოჰეზიური აძრობა.

ადჰეზიის წონასწორული მუშაობის W_j (14) ფორმულით მიღებულ მის დისპერსიულ მდგენელთან შედარებით დგინდება, რომ W_j^* -ის გაანგარიშებული მნიშვნელობები მეტია ყველა სისტემისათვის და დისპერსიული მდგენელი განაპირობებს წონასწორული ადჰეზიის ჩამოყალიბებას.

ცხრილის მონაცემები საორიენტაციოა და შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ ადჰეზიური და კოჰეზიური ურთიერთქმედების რაოდენობრივი შეფასებისათვის.

დასკვნა

ამრიგად, წარმოდგენილი ტოლობების საშუალებით მიიღება ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობისა და მათი პოლარული და დისპერსიული კომპონენტების წონასწორული სიდიდეები, რაც კონტაქტში მყოფი ფაზების ადჰეზიისა და კოჰეზიის მუშაობისა და კუთრი ზედაპირული ენერჯიის სიდიდეების დაკავშირების საშუალებას იძლევა.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Зимон А. Д. Адгезия пленок и покрытий. М.: Химия, 1977.– 352 с.
2. Королев А. Я., Давыдов П. В., Виноградова Л. М. Адгезия полимеров. М.: Химия, 2008.–115 с.
3. Берлин А. А., Басин В. Е. Основы адгезии полимеров. М.: Химия, 1974.
4. Дерягин Б. В., Кротова Н. А., Смигла В.П. Адгезия твердых тел. М., 1973.
5. Морозова Л. П. Обувные клеи. М.: Легкая индустрия, 1983.

THE RELATIONSHIP BETWEEN ADHESION AND COHESION OF SHOE COMPOSITE MATERIALS UNDER EQUILIBRIUM PROCESS CONDITIONS

M. Karkashadze

(A. Tsereteli State University)

Resume: When joining shoe materials, there is an adhesive and cohesive interaction. In real systems, the adhesive strength is determined by the joint action of adhesion and cohesive forces. Therefore, it is very important to know the relationship between cohesion and adhesion. In this paper, there are considered such relationships based on the ideas of surface energy for the equilibrium process, given the equations by means of which it is possible to obtain equilibrium values of the work of adhesion and cohesion, their polar and dispersion components, which makes it possible to relate the work of adhesion and cohesion to the specific surface energy of the contacting phases. Therefore, knowing the properties of the contacting bodies, we can calculate the work of adhesion and cohesion.

Key words: adhesion; cohesion; dispersion components; equilibrium process; glue; molecular Interaction.

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ АДГЕЗИЕЙ И КОГЕЗИЕЙ ОБУВНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В УСЛОВИЯХ РАВНОВЕСНОГО ПРОЦЕССА

Каркашадзе М. И.

(Государственный университет А. Церетели)

Резюме. При соединении обувных материалов имеет место адгезионное и когезионное взаимодействие. В реальных системах адгезионная прочность обуславливается совместным действием адгезионных и когезионных сил. Поэтому очень важно знать соотношение между когезией и адгезией. В работе рассмотрены те соотношения, которые получены о поверхностной энергии для равновесного процесса. Этими уравнениями можно получить равновесные значения работ адгезии и когезии, их полярные и дисперсионные компоненты, что позволяет связать работы адгезии и когезии со значениями удельной поверхностной энергии контактирующих фаз. Следовательно, зная свойства контактирующих тел, можно рассчитать работу адгезии и когезии.

Ключевые слова: адгезия; дисперсионные компоненты; когезия; клей; молекулярное взаимодействие; равновесный процесс.

ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების წარმოება საქართველოში XIX-XX საუკუნეებში

გიორგი კუბრაშვილი, ნანი ჩხაიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინსტიტუტი ტექინფორმი)

რეზიუმე: მეაბრეშუმეობა და აბრეშუმის ქსოვილების წარმოება საქართველოში უძველეს სამეურნეო საქმიანობად ითვლება. აბრეშუმის ნაწარმი ქართველთა შინამოსმარების საგანს წარმოადგენდა და ექსპორტის სახით ქვეყნის გარეთაც გადიოდა. XIX საუკუნეში რუსეთი დაინტერესებული იყო საქართველოდან და, საერთოდ, სამხრეთ კავკასიიდან, აბრეშუმის პარკისა და ძაფის რუსეთში გატანით, რადგანაც მას არ გააჩნია ნედლეული იქაური აბრეშუმის საქსოვი ფაბრიკებისათვის. საქართველოში მოყვანილი პარკის 60–70 % რუსეთში გადიოდა. დარჩენილი ნაწილიდან შინამეურნეობებში ხელის საქსოვ დაზგებზე მუშავდებოდა და სხვადასხვა სახის ე. წ. „დარაიას“ ქსოვილი იქმნებოდა, რომლის ნაწილი გასაყიდად გაჰქონდათ, ნაწილს კი ადგილობრივი მოხმარებისათვის იყენებდნენ. XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან საქართველოში მოყვანილი აბრეშუმის პარკის მანქანური წესით გადამუშავება საქართველოშივე ხდებოდა. ამ პერიოდში დაიწყო მეაბრეშუმეობისა და აბრეშუმის მრეწველობის, როგორც ცალკეული წამყვანი დარგების, ჩამოყალიბება. მაგრამ 90-იანი წლებიდან, საქართველოს დამოუკიდებლობის გამოცხადების შემდეგ, ათეულწლობით შექმნილი ეკონომიკური კავშირები გაწყდა და აბრეშუმის წარმოება გაჩერდა.

ნაშრომში მოცემულია 1960–1990 წლებში საქართველოში გამოშვებული აბრეშუმის ქსოვილების ძირითადი ასორტიმენტის საქსოვ დაზგაზე გაწყობის პარამეტრები, რაც შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს ნატურალური აბრეშუმის გამოშვების განახლებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: მეაბრეშუმეობა; ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილი; საქსოვი დაზგა; ქსოვა; ხამი ქსოვილი.

შესავალი

ქსოვილის მიღება ორი ურთიერთპერპენდიკულარული ძაფის ჩახლართვის საშუალებით ადამიანების ერთ-ერთი უძველესი საქმიანობაა. იგი წარმოიშვა ჯერ კიდევ ნეოლითურ ხანაში. მეცნიერთა აზრით, ქსოვა უფრო ადრე წარმოიშვა, ვიდრე დართვა და კიდევ უფრო ადრე ადამიანებმა ისწავლეს მოქნილი წვრილი გრძელი მასალების ერთმანეთში ჩაწვნა. პირველი ბოჭკო იყო ჭინჭარი, შემდეგ ხელი, კანაფი, ბამბა, მატყლი (ნართის სახით) და ა. შ. საქსოვი დაზგის პირველი წინაპარი იყო ვერტიკალური ჩარჩო, რომელზეც ერთმანეთის პარალელურად გაბმული იყო „ქსელის“ ძაფები. მქსოველი ამორჩევით ქსელის ძაფების ნაწილს გამოსწევდა სხვა ძაფებისაგან და გამოწვეულ და დატოვებულ ძაფებს შორის წარმოქმნილ სივრცეში („ხახაში“) თითებით ან რაიმე დამხმარე სამარჯვით („მაქოთი“) გაატარებდა „მისაქსელის“ ძაფს. გატარებულ მისაქსელს ჩასწევდა წინა მისაქსელის ძაფი-

საკენ („მიაბეჭავდა“) სავარცხლის მსგავსი სამარჯვით. შემდეგ გამოსწევდა ქსელის სხვა ძაფებს და პროცესი მეორდებოდა. შედეგად ქსელისა და მისაქსელის ძაფების ერთმანეთში ჩახლართვით მიიღებოდა ქსოვილი. ასეთივე პრინციპით მიიღება ქსოვილი თანამედროვე ურთულეს საქსოვ დაზგებზე. ვერტიკალურ ჩარჩოებზე კუსტარული ქსოვა ამჟამად გამოიყენება ხალიჩების, ფარდაების, მცირე ზომის გობელენებისა და სხვადასხვა სამშენისების შესაქმნელად.

შემდეგი ეტაპი იყო ჰორიზონტალური საქსოვი დაზგა, სადაც ქსელი ჰორიზონტალურად იყო გადაჭიმული საქსოვ დაზგაზე. ის ძაფები, რომლებიც ერთდროულად მოძრაობდა „ხახის“ მისაღებად, ტარდებოდა სპეციალური ნახვრეტის მქონე ღეროებში („დგიმის თვლებში“), რომლებიც საერთო ჩარჩოში („დგიმში“) იყო ჩამაგრებული და მოძრაობდა მქსოველის ხელით ან ფეხის პედლებით. ხელის საქსოვ დაზგებზე იქსოვებოდა როგორც მარტივი ხლართის, ისე ულამაზესი და ურთულესი ხლართის მქონე ქსოვილები. ასეთი სახით მოაღწია საქსოვმა დაზგებმა XVIII საუკუნის ბოლომდე. ქართულ სინამდვილეში პარალელურად არსებობდა ვერტიკალური საქსოვი დაზგებიც, ე. წ. „ყდა“, „ყდანი“ და „აკაზმვა“, რომლებზეც ძირითადად შალის ქსოვილები იქსოვებოდა.

სამრეწველო რევოლუციის დასაწყისი (XVIII ს.) განსაკუთრებული ბუმით გამოვლინდა საფეიქრო დარგში. ამ მხრივ ლიდერი იყო დიდი ბრიტანეთი.

1773 წელს ინგლისელი გამოგონებლის ჯონ კეის მიერ შეიქმნა „მფრინავი მაქო“, რომელიც (ხახაში მაქოს ხელით გატარების ნაცვლად) მიმართველზე გაიტყორცნებოდა მტყორცნელის საშუალებით. „მფრინავი მაქო“ სწრაფად გავრცელდა ჯერ ინგლისში, შემდეგ სხვა ქვეყნებშიც. ინგლისშივე ედმუნდ კარტრეიტის მიერ შეიქმნა ისეთი საქსოვი დაზგა, რომელზედაც ყველა ოპერაცია მექანიკურად სრულდებოდა. საქსოვი დაზგის სინქარის გაზრდას დიდად შეუწყო ხელი საკეტი მექანიზმის გამოგონებამ, რომელიც იცავდა დაზგას მაქოს ხახაში ჩარჩენისაგან, რასაც შეეძლო გამოეწვია ქსელის მასობრივი გაწყვეტა მიბეჭვის მომენტში. პარალელურად გამოგონებები ინერგებოდა საფეიქრო საწარმოო პროცესის სხვა სფეროებშიც; მაგალითად, 1765 წელს ინგლისელმა მქსოველმა და ღურგალმა ჯეიმს ხარგრივსმა გამოიგონა პირველი სართავი მანქანა, რომელსაც ერთდროულად შეეძლო 8 ძაფის დართვა, შემდგომში – 16-ისა და 24-ის. 1767 წელს ტომას ხეისმა შექმნა მუდმივი მოქმედების სართავი მანქანა, რამაც მკვეთრად გაზარდა შრომის ნაყოფიერება და ა.შ.

1804 წელს ჟოზეფ მარია ჟაკარმა შექმნა ხახის წარმომქნელი მექანიზმი – ჟაკარული (ჟაკარდული) მანქანა, რომელიც საშუალებას იძლეოდა ცალ-ცალკე მომხდარიყო ქსელის თითოეული ძაფის ან ძაფების ჯგუფის მოძრაობის მართვა ხახის წარმოქმნისას. ამისათვის მან გამოიყენა უწყვეტ ჯაჭვად გადაბმული პერფორირებული კარტების საშუალებით პროგრამული მართვა. პერფორირებული იყო კომპიუტერული დაპროგრამების პირდაპირი წინამორბედები. ჟაკარდული მანქანა იძლეოდა მსხვილხახიანი ქსოვილის (გობელენების, ხალიჩების, სუფრებისა და სხვ.) მექანიკურად შექმნის საშუალებას. ეს იმდენად რევოლუციური გამოგონება იყო, რომ გამოიწვია აჯანყებების სერია საფრანგეთის ქალაქ ლიონში დახელოვნებული მქსოველების მხრიდან, რომლებიც მიიჩნევდნენ, რომ ამ მანქანის შექმნამ მათ სამუშაო დააკარგვინა. 1834 წელს მხოლოდ ლიონში უკვე 2885 ჟაკარდული დაზგა მუშაობდა. 1889 წელს შეიქმნა ჟაკარდული მანქანა სპეციალურად აბრეშუმის მსხვილხახიანი ქსოვილების მოსაქსოვად. 1894 წელს კონსტრუირებულ იქნა მოწყობილობა მისაქსელის მასრის ავტომატურად შესაცვლელად მაქოში მასრაზე ძაფის ამოთავების შემთხვევაში და მას ავტომატური საქსოვი დაზგა ეწოდა. აღსანიშნავია, რომ მასრის ავტომატური გამოცვლა აბრეშუმის ქსოვილების შექმნისას ნაკლებად გამოიყენებოდა, რადგან ეს მეთოდი მოითხოვდა მასრაზე მისაქსელის სარეზერვო ნახვევის არსებობას, რომელიც მას-

რის გამოცვლის შემდეგ მასრაზე რჩებოდა, მიდიოდა ნარჩენებში და იწვევდა ძვირად ღირებული აბრეშუმის ძაფის კარგვას.

XX საუკუნის მეორე ნახევარში საქსოვი დაზგების პარკში ჩნდება უმაქო საქსოვი დაზგები. ამ დაზგებზე მისაქსელის გატარება ხდება მიკრომაქოს, ჰაერის ნაკადის, წყლის ჭავლის ან რაპირების საშუალებით. უმაქო დაზგების გამოყენებით გაიზარდა დაზგის მუშა სიგანე, შემცირდა საქსოვ საამქროში ხმაური, ხახის სიმაღლის შემცირებამ გამოიწვია ქსელის ძაფების წვეტათა სისშირის შემცირება და სხვ. ბოლო თაობის მანქანებზე ავტომატიზებულია როგორც ძირითადი, ისე დამხმარე ოპერაციები, გამოყენებულია მიკროპროცესორული, ციფრული ტექნოლოგიები, ელექტრონული ცენტრალური მართვა.

როგორც აღვნიშნეთ, საქართველოში უძველესი დროიდან ფლობდნენ დართვისა და ქსოვის ხელობას. ძველი კოლხეთი, როგორც ზღვაზე გამავალი ქვეყანა, ცნობილი იყო აფრებისათვის სელის ტილოების დამზადებით. შემდგომ დომინირებდა მატყლისა და აბრეშუმის ქსოვილები. საქართველოში აბრეშუმის წარმოება რომ ძველთაგანვე შინამრეწველობის წამყვან დარგს წარმოადგენდა, ცნობილია პირველსავე ლიტერატურული წყაროდან (ი. ხუცესი, „მუშანიკის წამება“, V ს.). მოგზაური მარკო პოლო XIII საუკუნეში წერდა: „საქართველოში დიდძალი აბრეშუმია, აგრეთვე, აბრეშუმისა და ოქრონარევე ქსოვილებს ამზადებენ, რომელთა უფრო ღამაზს ვერსად იპოვნი“.

აბრეშუმის წარმოება საუკუნეების განმავლობაში საქართველოს ისტორიისა და კულტურის განუყოფელი ნაწილი იყო. აბრეშუმის ნაწარმი ქართველთა შინამოსხმარების საგანს წარმოადგენდა და ექსპორტის სახით ქვეყნის გარეთაც გადიოდა. აბრეშუმის წარმოება მრავალსაფეხურიანია და მოიცავს აბრეშუმის ჭიის გამოკვებას და პარკის მიღებას, აბრეშუმის ძაფის ამოხვევას ან პარკის ნაწილიდან ნართის დამზადებას, ქსოვისა და დეზის პროცესებს. საქართველოს სხვადასხვა კუთხეში დღემდე შემორჩენილი აბრეშუმის შინაკუსტარული წარმოების ტერმინოლოგია, ჩვევები და მეთოდები ჭიის გამოკვებიდან ქსოვილის მიღებამდე.

XIX საუკუნის დასაწყისიდან საქართველო რუსეთის მმართველობის ქვეშ მოექცა. რუსეთი იმთავითვე დაინტერესდა კავკასიაში, და კერძოდ საქართველოში, მეაბრეშუმეობისა და აბრეშუმის წარმოების მდგომარეობით და ამას თავისი მიზეზები ჰქონდა.

რუსეთი აბრეშუმის ქსოვილების შეტანას და მოხმარებას თავის ქვეყანაში საუკუნეების წინ ეწეოდა. აბრეშუმი რუსეთში ხვდებოდა როგორც ხარკის სახით დაპყრობილი ქვეყნებიდან, ისე ვაჭრობის მშვიდობიანი მეთოდებით და საჩუქრების სახით. მაგალითად, დატყვევებულის გამოსყიდვის საფასური შეიძლება ყოფილიყო აბრეშუმი, რომელიც ძველ ნაწერებში მითითებული იყო, როგორც „პაელოკები“. „პაელოკა“ ძვირფასეულობად ითვლებოდა. მასში შედიოდა ფარჩა, ხავერდი, ატლასი, ოქსამიდი, რომელთაგან იკერებოდა ბოიარებისა და საეკლესიო პირების შესამოსელი. ამასთან, რუსეთი აბრეშუმის ძვირფასი ქსოვილებით ვაჭრობას ეწეოდა. რუსეთის გეოგრაფიული მდებარეობა იმის საშუალებას იძლეოდა, რომ იქაურ ვაჭრებს შეეძლოთ დაბალ ფასებში შეეძინათ აბრეშუმის ქსოვილები და შემდეგ დასავლეთის ქვეყნებისათვის მომგებიანად მიეყიდათ. ძვირად ღირებული აბრეშუმის ქსოვილები იმპორტის საერთო მოცულობის მნიშვნელოვან ნაწილს წარმოადგენდა. ამიტომ თვით რუსეთში აბრეშუმის ქსოვილების გამოშვებას სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა ჰქონდა. დაარსდა აბრეშუმის საქსოვი მანუფაქტურები. 1775 წლისათვის რუსეთში მუშაობდა 30-მდე ახალი აბრეშუმის საქსოვი მანუფაქტურა. პარალელურად იყო თუთის ნარგაობის გაშენებისა და პარკის მოყვანის მცდელობები, რაც წარმატებით ვერ დასრულდა კლიმატური პირობებისა და გამოცდილი სპეციალისტების არარსებობის გამო. 1804 წლისათვის ერთ-ერთ წყაროში მითითებულია 330-მდე ფაბრიკა. თუმცა ამ ფაბრიკების ნახევარი წარმოადგენდა წვრილ კუსტარულ საამქროს, რომლებიც ფართო

მოხმარებისათვის თავსაფრებს, ლენტებსა და სხვა წვრილმან ნაწარმს ამზადებდა, მაგრამ იყო ფაბრიკები, რომლებიც დახელოვნდნენ ხავერდის, ფარჩის, ტაფტისა და ა.შ. გამომუშავებაში. ძირითადად მანუფაქტურებმა თავი მოიყარა მოსკოვის გუბერნიაში, კერძოდ ვლადიმირის გუბერნიის მიმართულებით, იმ მაგისტრალის გასწვრივ, რომელსაც აბრეშუმის გზატკეცილი (Шоссе Шелковское) ეწოდა. ნედლეულის შესყიდვა გარედან ხდებოდა აბრეშუმის პარკის ან ხამი აბრეშუმის ძაფის სახით, რომელთა შესასყიდად ქვეყნიდან ვალუტა გადიოდა.

ძირითადი ნაწილი

ზემოთ მოყვანილი მოკლე მიმოხილვიდან ცხადია, რომ რუსეთი დაინტერესებული იყო სამხრეთ კავკასიით, როგორც ნედლეულის წყაროთი. ჯერ კიდევ 1802 წელს რუსეთიდან საქართველოში მოვლინებული იყო მებარეშუმეობის მთავარი ინსპექტორი ბიბერშტეინი, რომელსაც უნდა აღეწერა, თუ როგორ მდგომარეობაში იყო კავკასიაში მებარეშუმეობა და შეერჩია ადგილები, სადაც მიზანშეწონილი იქნებოდა მებარეშუმეობის განვითარება. ამას მოჰყვა საქართველოში მებარეშუმეობის საქმის რეორგანიზაცია: დაინიშნა სპეციალური ინსპექტორი, გატარდა ღონისძიებები, რომ გლეხებს მაქსიმალურად ჩაებარებინათ მოყვანილი პარკი, გაეუმჯობესებინათ პარკიდან ძაფის ამოხვევის პროცესი. ამიერკავკასიაში თანდათან გაფართოვდა მებარეშუმეობა და გაიზარდა აბრეშუმის პარკის მოყვანა. XIX საუკუნის 50-იან წლებში ნედლი პარკის მოსავალი წელიწადში საშუალოდ 700–800 ათას ფუტს (დაახლოებით 11-12 ათას ტ-ს) შეადგენდა. მოყვანილი პარკის 60–70 % გაჰქონდათ რუსეთში, მცირე ნაწილი – თურქეთსა და დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში. აბრეშუმის დარჩენილი ნაწილის გადამუშავება ადგილზე ხდებოდა. ძაფის ამოხვევა, გრეხა და ქსოვა ძველი, კუსტარული მეთოდებით წარმოებდა.

XIX საუკუნეში აბრეშუმის ხამი ძაფი და ქსოვილები გლეხებისათვის გარკვეული შემოსავლის წყარო იყო. ვაჭრები აქტიურად იძენდნენ მათგან აღნიშნულ საქონელს, შემდეგ კი უფრო ძვირად ყიდდნენ. გლეხობამ გარკვეულწილად ტრადიციული აბრეშუმის ქსოვილების დამზადებას თავი დაანება და მის ნაცვლად შემოტანილი იაფი ქსოვილების მოხმარებაზე გადავიდა. ამან დიდი ზიანი მიაყენა ქართული აბრეშუმის ქსოვილების წარმოების თვითმყოფადობის შენარჩუნებას. რაც შეეხება მანქანურ ქსოვას, სხვა ევროპული ქვეყნებისა და რუსეთის ცენტრალური რაიონების მსგავსად საქართველოში მის დანერგვას მაინცდამაინც არ ცდილობდნენ და, რა თქმა უნდა, რუსეთიც არ იყო ამით დაიტერესებული. უფრო მეტი ყურადღება ექცეოდა ძაფის ამოხვევისათვის გაუმჯობესებული მანქანური მეთოდის დანერგვას და მცირე ძაფსახვევი მანუფაქტურების შექმნას, რადგან უფრო ხელსაყრელი იყო პარკის ნაცვლად პარკიდან ხარისხიანად ამოხვეული ძაფის გატანა. პირველი მსოფლიო ომის წინ საქართველოში მუშაობდა თელავის, სამტრედიის, ხონის, ოზურგეთის აბრეშუმსახვევი პატარა ფაბრიკები, რომლებიც მალევე დაიხურა.

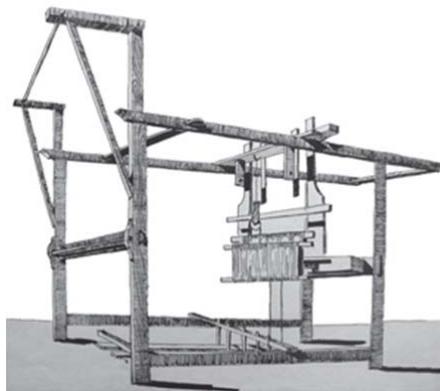
საქართველოში ხელის საქსოვ დაზგაზე ტრადიციულად მზადდებოდა მაღალხარისხიანი აბრეშუმის ქსოვილი „ღარაია“. ადრეულ საუკუნეებში მას ვალუტის დანიშნულება ჰქონდა და ოქროსა და ვერცხლთან ერთად ძვირფასეულობად ითვლებოდა. ქართული მებარეშუმეობის და აბრეშუმის წარმოების ეთნოგრაფიული მკვლევარი ნანული აბესაძე „ღარაიას“ შემდგენიერად ახასიათებს:

„ღარაია (დასავლეთ საქართველო), თავთა, მერდინი (აღმოსავლეთ საქართველო) – აბრეშუმის თხელი ქსოვილი. იქსოვებოდა ორ- ან ოთხდგიმიან ჰორიზონტალურ საქსოვ დაზგაზე. ქსოვილის ქსელისათვის გამოყენებული იყო გასანთლული ან გახამებული შუ-

ლოები, საზედაოსათვის (მისაქსელისათვის; სტ. ავტორი) – ნაცარწმენდილში ან საპონში გამოხარშული ძაფი. ქსოვილი ძირითადად იყო სადა, თეთრი ფერის. იქსოვებოდა ასევე სახიანი – კუბოკრული//ფუთურის//ჭადრაკული (დასავლეთ საქართველო), უჯრედებიანი (კახეთი), ზოლებიანი ქსოვილი. დარაიას მოქსოვა ძაფის სათვალავზე იყო დამოკიდებული, რაც დაქსელვის დროს გამოიანგარიშებოდა. დარაია//თავთას ხმარობდნენ მამაკაცის პერანგის, ახალუხის, ყაბალახისათვის, დასავლეთ საქართველოში – ქალის თავსაფრებად და საკაბეებად. დარაიას ფართოდ იყენებდნენ ყოფაში – საბნის პირებისათვის. მას მზითვეშიც ატანდნენ.“

ამრიგად, „დარაია“ იყო აბრეშუმის შედარებით თხელი ქსოვილი, რომლის სიმსუბუქე, სისქე, გარეგნული შესახედაობა და ქსოვილის სხვა მახასიათებელი დამოკიდებული იყო ქსოვილის დანიშნულებაზე. სიტყვა „დარაია“ გულისხმობდა ქსოვილების ჯგუფს, რომელიც მოიცავდა მსუბუქ მანდილებს, საკაბე და შედარებით მკვრივ (საბნის საპირე) ქსოვილს. მქსოველი ქსოვილის დანიშნულების მიხედვით ირჩევდა ძაფის სიწმინდეს (სიმსხოს), დაზგაზე გაწყობის პარამეტრებს; მაგალითად, სავარცხლის სათვალავს (კბილების სისწირეს) იღებდა სხვადასხვას: 140-, 160- ან 200-იანს. სავარცხლის კბილშიც (სავარცხლის ფირფიტებს შორის არე) ძაფს გაატარებდა „წვეილ-წვეილად“ ან „თითო-თითოდ“ იმის მიხედვით, თუ რა სიმჭიდროვის დარაიას მოქსოვა სურდა. დარაიას სიგრძე-სიგანის განსაზღვრაც წინასწარ ხდებოდა; კერძოდ, „რვა კვერცხი ქსელი (კვერცხი – 50 გ) 30 არშინ (არშინი – 4 მტკაველი და 4 თითის დადება, დაახლოებით 71 სმ) დარაიას მოქსოვდა. მას საზედაო ძაფი 15 კვერცხი დასჭირდებოდა“. როგორც ზემოთ აღინიშნა, დარაია იქსოვებოდა საქართველოში საკმაოდ გავრცელებულ დგიმ-სავარცხლიან ჰორიზონტალურ საქსოვ დაზგაზე (ნახ. 1). ასეთ დაზგას სხვადასხვა კუთხეში სხვადასხვა დასახელება ჰქონდა: კახეთში – „საფეიქრო“, გურიაში – „სამექსლობო“, სამეგრელოში – „ოშუაღე“, და სხვ. ზოგიერთი სახის აბრეშუმნარევი ქსოვილი („საქულაჯე“, „საჩოხე“) ვერტიკალურ საქსოვ დაზგებზეც იქსოვებოდა.

ქსოვის დაწყებამდე საჭირო იყო „ქსელისა“ და „საზედაო ძაფის“ მომზადება. ჯერ ხდებოდა ქსელის ძაფების დაქსელვა, შემდეგ დგიმის “თვლებსა“ და სავარცხლის კბილებში გატარება. ქსელის ძაფებს წინასწარ არ ხარშავდნენ, თუმცა ზოგჯერ წყალში ალბობდნენ, გასანთლავდნენ ან გაახამებდნენ. გამოხარშულ საზედაო ძაფებს მაქოს მასრაზე ახვევდნენ. საერთოდ, ნატურალური აბრეშუმის გამოხარშვა საჭირო იყო წებოვანი ნივთიერების – სერიცინის მოსაცილებლად. სერიცინი არ წარმოადგენს ბოჭკოვან ნივთიერებას, იგი ძაფს ანიჭებს სიუხეშეს.



ნახ. 1. ჰორიზონტალური ხელით საქსოვი დაზგის სქემა

ზოგჯერ ქსოვილისათვის ოდნავ უხეში ფაქტურის შენარჩუნების მიზნით ქსოვილს ბოლომდე არ ხარშავენ (მაგალითად, კრეპ-შიფონი). ძაფის ან ქსოვილის შესაღებად იყენებდნენ მცენარეულ მასალას: ყვითელ ყვავილს (ზაფრანა), ბროწეულს, თავშავას, ენდროს. იყენებდნენ აგრეთვე ბუნებრივ მინერალებსაც. მცენარეული საღებარებით შეღებილი ქსოვილი დიდხანს ინარჩუნედა თავის ფერს.

საქართველოში ფართოდ იყო გავრცელებული აბრეშუმის ძაფების მარყუჟებიანი ქსოვაც ყაისნადებით, საქსოვი ჩხირებით ან სხვა სამარჯვეებით ღეჩაქების, თავმლებისა და სხვა ნაწარმის მოსაქსოვად.

XX საუკუნის 20-იანი წლებიდან აბრეშუმის წარმოებას განსაკუთრებით დიდი ყურადღება მიექცა. მეაბრეშუმეობა და აბრეშუმის გადამამუშავებელი მრეწველობა ერთ მთლიან გეგმურ სისტემაში მოექცა. გაიხსნა საგრენაჟე ქარხნები, მეაბრეშუმეობის საჯიშე-სასელექციო სადგურები, აშენდა ძაფსახვევი ფაბრიკები, განვითარდა აბრეშუმის მრეწველობა. აბრეშუმის პარკის მოყვანა, რა თქმა უნდა, ისევე გლეხურ მეურნეობებში ხდებოდა, მაგრამ ძაფის ამოხვევა, ქსოვა და სხვა უკვე მანქანური წესით სრულდებოდა. XX საუკუნის 80-იან წლებში საქართველოში მოქმედებდა 5 ძაფსახვევი ფაბრიკა, 2 მსხვილი აბრეშუმის საქსოვი და 2 გამომყვანი საწარმო თბილისსა და ქუთაისში. გასული საუკუნის 60-იანი წლების დასაწყისში, საქართველოს აბრეშუმის მრეწველობა თითქმის უზრუნველყოფილი იყო საკუთარი აბრეშუმის პარკით. მეაბრეშუმეობის და აბრეშუმის სამრეწველო დარგებისათვის მაღალკვალიფიციურ სპეციალისტებს ამზადებდა უმაღლესი სასწავლებლები.

აბრეშუმის ქსოვილები კლასიფიცირდებოდა დანიშნულების, ნედლეულის სახეობის, გამომუშავების წესის, გარეგნული გაფორმების მიხედვით. თითოეული სახის ქსოვილი, რომელიც თუნდაც ერთი მახასიათებლით განსხვავდება სხვა ქსოვილისაგან, აღინიშნებოდა ხუთნიშნა რიცხვით, რომელსაც ეწოდებოდა არტიკული. ნედლეულის სახეობის მიხედვით აბრეშუმის ქსოვილები (ნატურალური, ხელოვნური და სითეხური ბოჭკოებისაგან დამზადებული) იყოფოდა რვა ჯგუფად. არტიკულის მარცხნიდან პირველი ციფრი აღნიშნავდა ნედლეულის სახეს, სუფთა ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილის არტიკული იწყებოდა ერთიანით, ხოლო სხვა ბოჭკოებთან შერეული – ორიანით. მეორე ციფრი აღნიშნავდა ქვეჯგუფს, რომელიც ასახავდა ქსოვილის სტრუქტურას. ამ ჯგუფებში შედიოდა: კრეპული, სადა (გლუვი) ზედაპირის მქონე ქსოვილები, ჟაკარდული და ხაოიანი ქსოვილები, სპეციალური დანიშნულებისა და ტექნიკური ქსოვილები, ცალობითი ქსოვილები. დანარჩენი ციფრები ქსოვილის ნომერი იყო. თვით საწარმოებში დესინატორების (ქსოვილის დიზაინერების) მიერ შექმნილი ქსოვილები განიხილებოდა საკავშირო სამხატვრო საბჭოზე, მაღალი შეფასების მიღების შემთხვევაში ეძლეოდა არტიკულის ნომერი და დაიშვებოდა გამოსაშვებად ყოფილი საბჭოთა კავშირის ნებისმიერ აბრეშუმის საწარმოში.

ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილები გამომუშავდებოდა „Ruti“-სა და „Nortrop“-ის ფორმების ძველ მექანიკურ საქსოვ დაზგებზე, რომლებიც, რაც არ უნდა პარადოქსული იყოს, საუკეთესოდ ითვლებოდა მსუბუქი აბრეშუმის ქსოვილებისათვის, აგრეთვე თანამედროვე მიკრომაქოიან (გასაწყობი სიგანით 180, 220, 330 სმ) „СТБ2-III“-ის სისტემის საქსოვ დაზგებზე (ნახ. 2). კრეპული ძაფით ქსოვისათვის საჭირო იყო ორმაქოიანი (ორი სახის მისაქსელიანი) დაზგების გამოყენება. გამომყვან საწარმოებში დაყენებული იყო თანამედროვე დასახითავი, საშრობი, საზომ-საწუნმდებლო და სხვა გამომყვანი მანქანები. თვით საქსოვ საწარმოში სამი განყოფილება შედიოდა: მოსამზადებელი, საქსოვი და საზომ-საწუნმდებლო.



ნახ. 2. ჩეხოქსარის (რუსეთი) მანქანათსაშენ ქარხანაში დამზადებული მიკრომაქოიანი საქსოვი დაზგა CTB

1-ლ ცხრილში მოცემულია საქართველოში ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების საქსოვი დაზგების პარკის აღწერილობა 1991 წლის 1 იანვრის მდგომარეობით.

ცხრილი 1

ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების საქსოვი პარკის აღწერილობა 1991 წლის 1-ლი იანვრის მდგომარეობით

საქსოვი დაზგის დასახელება	საქსოვი დაზგების რაოდენობა
თბილისის აბრეშუმის სწარმოთ გაერთიანებაში არსებული	
„Ruti“-ს ფირმის დაზგა	24
„Nortrop“-ის ფირმის დაზგა, კარეკით	82
„Nortrop“-ის ფირმის დაზგა, უაკარდული მანქანით	96
„CTB2-180-III“-ს	130, აქედან უაკარდული მანქანით – 8
„CTB2-250-III“-ს	30, აქედან უაკარდული მანქანით – 20
ქუთაისის აბრეშუმის სწარმოთ გაერთიანებაში არსებული	
„CTB2-250-III“-ს	276
„CTB2-216-III“-ს	89

ზემოაღნიშნულ საწარმოებში იქმნებოდა აბრეშუმის კლასიკური (ძირითადად კრეპის ძაფისაგან მიღებული) ქსოვილები: კრეპ-დე-შინი, კრეპ-ჟორჟეტი, კრეპ-მაროკენი, კრეპ-შიფონი. კრეპული გრეხის მქონე ძაფი რამდენიმე წვერისაგან შედგება და 1 მ-ზე ღებულობს 2200–2400 გრეხას. ასეთი ძაფი ქსოვილის ზედაპირს აძლევს მარცვლოვან ფაქტურას. გლუვი ზედაპირის მქონე ქსოვილებიდან გამოირჩეოდა კრეპ-სატინი, რომელსაც ქუთაისის აბრეშუმის კომბინატი გასული საუკუნის 70-იან წლებამდე უშვებდა. ეს ქსოვილი იყო მძიმე, ზედა (წაღმა) პირი ატლასის ეფექტით, რომელსაც ქმნიდა დაუგრეხავი აბრეშუმის ძაფები, ხოლო მეორე მხარეს (უკულმა პირზე) კრეპული მისაქსელის გამო ჰქონდა კრეპული ეფექტი. ეს ქსოვილი იქმნებოდა რვა ღვივით და მქსოველისაგან დიდ ყურადღებას მოითხოვდა. სამწუხაროდ, კრეპული ქსოვილების დასახელებები თანამედროვე მომხმარებლისათვის არც თუ ისე ბევრის მთქმელია, მხოლოდ სპეციალისტებს შეუძლიათ შეაფასონ მათი საოცარი მშვენიერება და სილამაზე. აღსანიშნავია ქართველი დესინატორების და მხატვრების მიერ შექმნილი ნატურალური აბრეშუმის უაკარდული და დაჩითული ქსოვილები, რომლებიც მოწონებას იმსახურებდა სხვადასხვა გამოფენასა და ჩვენებაზე. ქუთაისისა და თბილისის აბრეშუმის სა-

წარმოო გაერთიანებები სხვადასხვა დროს სხვადასხვა სახელწოდებით ფუნქციონირებდა. მაგალითად, ქუთაისის აბრეშუმის კომბინატი, შემდეგ „ქუთაისის აბრეშუმის საწარმოო გაერთიანება „კოლხური აბრეშუმი“, თბილისში – თბილაბრეშუმი „ცისარტყელა“.

ქუთაისის აბრეშუმის საწარმოო გაერთიანებაში მოქმედებდა აბრეშუმის სართავი საწარმო, სადაც თავს იყრიდა წუნიანი პარკი, ძაფსახვევი და საქსოვი საწარმოების ნარჩენები, რომელთა გადამუშავების შედეგად მიიღებოდა ნატურალური აბრეშუმის ნართი. აბრეშუმის ნართისაგან იქსოვებოდა ე. წ. აბრეშუმის ტილო.

აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მასობრივი მოხმარების ქსოვილები თავიანთი გარეგნული იერით, შედეგის გამძლეობითა და სხვა თვისებებით ვერ უტოლდებოდა საერთაშორისო დონეს. ეს გარკვეულწილად განპირობებული იყო საბჭოთა გეგმური ეკონომიკით, რომლის მიხედვით უპირველესი იყო რაოდენობა და არა ხარისხი. მაშინდელი სტანდარტების (ე. წ. ГОСТ-ების) მოთხოვნებიც ჩამორჩებოდა საერთაშორისო სტანდარტების მოთხოვნებს. 70-იანი წლებიდან საქართველოს აბრეშუმის წარმოებაში შემოვიდა ვისკოზური და აცეტატური აბრეშუმის, სინთეზური ბოჭკოების ქსოვილები, რომლებმაც სწრაფად დაიმიკვიდრა ადგილი სიიაფის გამო, მაგრამ ნატურალური აბრეშუმი მისი ფიზიკურ-მექანიკური და ჰიგიენური თვისებებიდან გამომდინარე, შეუცვლელი იყო და რჩება. ამ მხრივ მას კონკურენციას ვერ გაუწევს ქიმიური ბოჭკოსაგან დამზადებული ქსოვილები.

1964 წლიდან თუთის დაავადების გავრცელებამ საქართველოში აბრეშუმის პარკის მოყვანის მკვეთრი შემცირება გამოიწვია. ამის შედეგად საქართველოში დაიკარგა აბრეშუმის ჭიის საკვები ფონდის 80 %. რესპუბლიკის ძაფსაღები ფაბრიკების მოთხოვნის დაკმაყოფილება გარედან შემოტანილი ნედლეულის (ჰაერმშრალი პარკის) გაზრდის ხარჯზე ხდებოდა, რის შედეგადაც ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების გამოშვების მოცულობის საშუალო დონე 1990 წლამდე შენახუნებულ იქნა. მე-2 ცხრილში მოცემულია საქართველოში ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების გამოშვება 1980 წლის შემდგომ.

ცხრილი 2

ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილის წარმოების დინამიკა 1980 წლიდან (ათასი გრძივი მეტრი)

წლები	თბილისის აბრეშუმის საწარმოო გაერთიანება	ქუთაისის აბრეშუმის საწარმოო გაერთიანება	სულ
1980	1055	3734	4789
1981	835	3364	4199
1982	1107	3785	4892
1983	1160	3302	4462
1984	1119	3442	4561
1985	1015	3531	4546
1986	1345	3731	5076
1987	1171	3307	4478
1988	810	2966	3776
1989	877	2729	3606
1990	1504	1715	3219
1991	520	1175	1695
1992	352	489	841
1993	178	511	689
1994	85	162	247
1995		210	210

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 1990 წლის ჩათვლით შენარჩუნებულია ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების გამოშვების მოცულობის დონე, შემდეგ თანდათან იკლებს და 1995 წლიდან საერთოდ წყდება.

მე-3 ცხრილში წარმოდგენილია საქართველოში წარმოებული ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების ძირითადი ასორტიმენტის გასაწყოები მონაცემები. იმედია, მოყვანილი მონაცემები დაეხმარება საქართველოში ნატურალური ქსოვილების გამოშვების აღდგენის მსურველებს საქსოვ დაზგაზე ქსოვილების გაწყოების პარამეტრების შემუშავებაში.

ცხრილი 3

1960-1990 წლებში საქართველოს აბრეშუმის საქსოვ ფაბრიკებში გამოშვებული ნატურალური აბრეშუმის ქსოვილების საქსოვ დაზგაზე გაწყოების ძირითადი მონაცემები

1	2	მონაცემები ნედლეულზე: წირითი სიმკვრივე (T) ტექსებში, მეტრული ნომერი (N), გრების სიდიდე (K) და სხვ.		ძაფების სიმჭიდროვე 10 სმ-ზე		ქსოვილის დახასია- თება: ხლართის სახე, 1 მ ² ხამი ქსო- ვილის წონა გ-ში და სხვ.
		ქსელი	მისაქსელი	ქსელის, P _{ქს.}	მისაქსე- ლის, P _{მის.}	
1	2	3	4	5	6	7
1	11001 კრეპ-შიფონი	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,52 ტექსი x 2 (№ 643/2) T _{საან.} – 3,61 (№ _{საან.} 277) გრება – 3200/1 მ-ზე	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,52 ტექსი x 2 (№643/2) T _{საან.} – 3,61 (№ _{საან.} 277) გრება -3200/1 მ-ზე	370	380	ხლართი – ტილო. ქსოვილი არის თხელი, გამჭვირ- ვალე, ჰაეროვანი. 1 მ ² ხამი ქსოვილის წონა ≈ 29 გ
2	11005 კრეპ-ჟორჟეტი II ვარიანტი	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საანგ.} –11,24 (№ _{საან.} 89) გრება–2200/1 მ-ზე	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} –11,24 (№ _{საან.} 89) გრება – 2200/1 მ-ზე	380	280	ხლართი – ტილო, ქსოვილი – კრეპული ეფექტით, გამჭვირვა- ლე. 1 მ ² ხამი ქსოვილის წონა ≈ 81 გ
3	11006 კრეპ-დეშინი	ხამი აბრეშუმის ძაფი 2,33 ტექსი (№ 429), ქსელვა – 4/1 (ერთი საქ- სოვი ძაფი შედგე- ბა 4 ერთეული ძაფისაგან)	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} – 11,24 (№ _{საან.} 89) გრება – 2200/1 მ-ზე	360 საქსოვი ძაფი	330	ხლართი – ტილო, ქსოვილი – ქსელით შეესებული, კრეპული ეფექტით. ხამი ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა ≈76 გ
4	11038 კრეპ-სატინი	ხამი აბრეშუმის ძაფი 2,33 ტექსი (№ 429), ქსელვა 4/1 (ერთი საქსოვი ძაფი შედგება 4 ერთეული ძაფისა- გან)	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} –11,24 (№ _{საან.} 89), გრება – 2200/1 მ- ზე	1120 საქსოვი ძაფი	390	ხლართი – 8-დგიმი- ანი სატინა. ქსოვილ- ის წაღმა პირი – გლუვი, პრიალა ატლასი, უკუღმა პირი –კრეპული ეფექტით. ხამი ქსოვილის 1 მ ² - ის წონა ≈150 გ
5	11030 კრეპ-პარიზენი	აბრეშუმის ნართი შედებილი და თეთრი. 5,0 ტექსი x2 (№200/2)	ნატ. აბრეშუმის კრეპი, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} – 11,24 (№ _{საან.} 89) გრება – 2200/1 მ-ზე	480	320	

6	11045 ნინო	ნატ. აბრეშუმის კრები, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} 11,24 (№ _{საან.} 89) გრეხა -2200/1 მ-ზე	ნატ. აბრეშუმის კრები, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} - 11,24 (№ _{საან.} 89) გრეხა - 2200/1 მ-ზე	320	300	თხელი საკაბე ქსოვილი, ერთ ფერად შეღებილი ან დანითული. ხამი ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა ≈ 74 გ
7	12001 აბრეშუმის ტილო	ნატ. აბრეშუმის ნართი 5,0 ტექსი x 2 (№200/2), T _{საან.} - 10 (№ _{საან.} 100)	ნატ. აბრეშუმის ნართი 5,0 ტექსი x 2 (№200/2) T _{საან.} - 10 (№ _{საან.} 100)	360	320	ქსოვილი არის საკაბე-საკოსტუმე, მზა ქსოვილი გამო- დის ერთ ფერად შეღებილი ან დანითული. ხამი ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა ≈ 71 გ
	IIვარიანტი	ნატ. აბრეშუმის ნართი 10 ტექსი x 2, (№100/2) T _{საან.} - 20 (№ _{საან.} 50)	ნატ. აბრეშუმის ნართი 10 ტექსი x 2 (№100/2) T _{საან.} - 20 (№ _{საან.} 50)	240	240	
8	2501/91 სადღესასწა- ულო	ნატ. აბრეშუმის დაგრეხილი ძაფი 2,33 ტექსი x 4 გრეხა 600/1მ-ზე T _{საან.} - 10,4 ტე- ქსი (№ _{საან.} 96,2) ქსელვა 1/1	ნატ. აბრეშუმის კრები, 2,33 ტექსი x 4 (№429/4) T _{საან.} - 11,24 (№ _{საან.} 89) გრეხა - 2200/1 მ-ზე	480	320	ხლართი – მსხვილ- სახიანი (უკარდუ- ლი), ქსოვილს აქვს სადღესასწაულო გარეგნული ეფექტი, იღებება სადა ფერებში, გამოუმე- დებოდა საქსოვ დაზგაზე CTB-2-250-III-Б უკარდული მანქანით. ხამი ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა ≈ 113 გ
9	ასევე საინტე- რესო: არტ. 22002 ატლასი	ხამი აბრეშუმის ძაფი 2,33 ტექსი (№ 429), ქსელვა 2/1	ბამბის ნართი 18,5 ტექსი (№ 54)	800	340	ატლასი 8/3 ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა 103 გ
10	არტ. 22005 ატლასი	ხამი აბრეშუმის ძაფი 2,33 ტექსი (№ 429), ქსელვა 2/1	ვისკოზური, შტაპელური, ნართი 25 ტექსი (№40)	800	370	ხლართი – ატლასი 7/3 ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა 133 გ
11	არტ. 13003 შტოფი დეკორატიული	ხამი აბრეშუმის ძაფი, შეღებილი, 1,56 ტექსი x 2, (№ 643/2) T _{საან.} 3,33 ტექსი, (№ _{საან.} 300). ქსელვა 2/1	ნატ. აბრეშუმის ნართი 5 ტექსი x2 (№200/2/2) T _{საან.} 22,5 (№ _{საან.} 44,5) გრეხა 80/1 მ-ზე, შეღებილი	864	300	ხლართი – მსხვილ- სახიანი (უკარდული) ქსოვილის 1 მ ² -ის წონა 116 გ

აბრეშუმის ქსოვის ტექნოლოგია სხვადასხვა დამხარე ოპერაციას და უამრავ ნიუანსს მოიცავს. საქსოვი დაზვიდან მოხსნილ ქსოვილს ხამი ქსოვილი ეწოდება, ხოლო გამოყვანის პროცესების გავლის შემდეგ გასაყიდად გამზადებულ ქსოვილს – მზა ქსოვილი. მზა ქსოვილში კრეპული ეფექტის მისაღებად საჭიროა ქსოვილში წყვილ-წყვილად იყოს გატარებული მარცხენა და მარჯვენა გრეხის მქონე კრეპული ძაფი. ქსოვის პროცესის ჩატარების წინ (ერთმანეთისაგან ადვილად გასარჩევად) მათ ღებავენ სხვადასხვა ფერის დროებითი საღებარით, რაც გამოყვანის პროცესში ქსოვილს სცილდება. საქსოვ ფაბრი-

კებში ასევე მოსაგვარებელი იყო ნატურალური აბრეშუმის ძაფის პროგრესული ფორმის ნახვევებით მომზადება და ა.შ.

დასკვნა

ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საქართველოში აბრეშუმის წარმოების განვითარება პირველ რიგში მოითხოვს მაღალპროფესიულ საწარმოო და ინჟინერ-ტექნიკურ პერსონალს, რომლებსაც ექნებათ როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული ცოდნა.

ბოლო პერიოდში საქართველოში კვლავ წამოიწია მეაბრეშუმეობის აღორძინების საკითხმა, არის აბრეშუმის პარკის მოყვანისა და ხამი აბრეშუმის ძაფის მიღების მცდელობები. ამიტომ საჭიროა ვიფიქროთ აბრეშუმის სამრეწველო გადამუშავებაზე და აბრეშუმის ქსოვილების გამოშვების აღდგენაზეც.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნანული აბესაძე. მეაბრეშუმეობა საქართველოში (ეთნოგრაფიული მასალების მიხედვით). თბ., 1957.
2. П. Гугушвили. Шелководство в Грузии. Закавказье XIX–XX вв. Тб., 1960.
3. Алешин А. Космический шелк//Текстильная промышленность, №6, 2005.
4. Начало промышленной революции. История шелка. Википедия, 2016.
5. Митрофанова Наталья. Шелковое дело на Руси//Текстильная промышленность, №5-6, 1989.
6. ნ. ჩხაიძე, ნ. მახვილაძე. საერთაშორისო მოთხოვნები ხამი აბრეშუმის ძაფის ხარისხზე//სტუ-ის შრომები. თბ., 2003.
7. ნ. ჩხაიძე, ნ. მახვილაძე, ლ. ლურსმანაშვილი, თ. ჩუბინიშვილი. აბრეშუმის წარმოების განვითარების ისტორია საქართველოში//მეცნიერება და ტექნოლოგიები №1, 2014.
8. Переработка химических волокон и натурального шелка. Справочник, ч. III // Ткачество и ассортимент. М.,1970.

PRODUCTION OF NATURAL SILK FABRICS IN GEORGIA IN THE XIX–XX CENTURIES

G. Kuprashvili, N. Chkhaidze

(Georgian Technical University, Institute **Techinformi**)

Resume: The sericulture and production of silk fabrics are ancient household activities in Georgia. The silk products were subject of national consumption and also were exported outside of the country. In the XIX century the Georgian silk production became subject of Russian interests, and further in the XX century it was conditioned by soviet economy. In the XIX century it was Russian interest to import the silk cocoons and raw silk from Georgia and South Caucasus for Russian silk production factories and on this way it supported and controlled development of sericulture in Georgia. 60–70 % of gained silk cocoons were carried out to Russia, the rest was used by households to produce on small lathes different types of fabrics “Daria”, which was used for internal use. Since 1920 the silk cocoons gained in Georgia were processed locally by mechanical techniques. The sericulture and silk industry became leading fields of industry, but because the economic crisis of Soviet Union in 1990-ies and later of independent Georgia the silk production was stopped.

The document describes the setup parameters for main product types of silk produced in Georgia in 1960–1990-ies, which can be useful for those, who want to start to produce the natural silk again.

Key words: brown cloth; knifing; natural silk textile; silkworm breeding; weaving loom.

ТЕКСТИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ПРОИЗВОДСТВО ТКАНЕЙ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА В ГРУЗИИ В XIX-XX ВЕКАХ

Купрашвили Г. Д., Чхаидзе Н. В.

(Институт Грузинского технического университета **Техинформ**)

Резюме. Шелководство и производство шелковых тканей – древнейшее хозяйственное дело в Грузии. Шелковые изделия представляли собой вещи внутреннего потребления и вывозились за границу. В XIX веке Россия была заинтересована шелководством Грузии и Закавказья, как источником сырья для своих шелкоткацких фабрик: 60 % полученных коконов вывозилось в Россию. С 20-х годов XX века шелководство и шелковая промышленность стали ведущими отраслями страны, но с 90-ых годов шелковое дело остановилось.

В статье даются справочные данные основного ассортимента шелковых тканей, выпускаемых в Грузии в 1960–1990 годы, что может стать полезным для возрождения выпуска шелковых тканей в Грузии.

Ключевые слова: натуральная шелковая ткань; присшивы; ткачество; шелководство; шелкоткацкий стан.

ყურძნისეული წარმოშობის სპირტიანი სასმელები

ნუგზარ ბაღათურია, ნანა ბეგიაშვილი, მარიამ ლოლაძე, ლევან უჯმაჯურიძე, დავით ჩიჩუა

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კვების მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, სოფლის მეურნეობის სამინისტროს სამეცნიერო ცენტრი)

რეზიუმე: დამუშავებულია ყურძნის (ჭაჭის) არყის მიღების ახალი ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს თეთრი (წითელი) ყურძნის კახური წესით გადამუშავებას მუდმივი აერირების პირობებში და დადუღებული დურდოს შემდგომ გამოსხვას. მოყვანილია ახალი ტიპის ჭაჭის არყის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. შედარებისათვის ასევე წარმოდგენილია კონიაკის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. კონიაკი მიღებულ იქნა საკონიაკე სპირტის მუხის კასრში რვაწლიანი დავარგების შედეგად.

საკვანძო სიტყვები: ჭაჭა; დურდო; გამოსხვა.

შესავალი

ყურძნისაგან მიღებული ალკოჰოლიანი სასმელის საუკეთესო ნიმუშს უდავოდ წარმოადგენს კონიაკი, მაგრამ არსებობს არისტოკრატიული არმანიაკითა და უფრო მარტივი სასმელებით – ბრენდითა და გრაბით დამთავრებული ყურძნისეული წარმოშობის სხვა ალკოჰოლიანი სასმელებიც.

ბრენდი. ევროკავშირის რეგლამენტის შესაბამისად, ბრენდი არის ღვინის სპირტისაგან დამზადებული პროდუქტი, 94,8 მოც.% სიმაგრის მქონე ღვინის დისტილატის დამატებით ან დამატების გარეშე. ღვინის დისტილატის მოცულობითი წილი სასმელში არ უნდა აღემატებოდეს ეთილის სპირტის საერთო მოცულობითი წილის 50 %-ს; დაძველებულია მუხის ტექთან კონტაქტში არანაკლებ ერთი წლის განმავლობაში; გამოყენებული ნედლეულის გადაღენის პროცესში წარმოქმნილი მქროლავი ნივთიერებების შემცველობა არანაკლებ 1,25 გ/დმ³ აბსოლუტურ სპირტზე გადაანგარიშებით; მეთილის სპირტის შემცველობა სასმელში არ უნდა აღემატებოდეს 2,0 გ/დმ³-ს აბსოლუტურ სპირტზე გადაანგარიშებით; ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი კი – არანაკლებ 37,5 მოც. %-ს.

მაშასადამე, ბრენდი, კონიაკისა და არმანიაკის მსგავსად, მიიღება ღვინის დისტილატის გამოყენებით. ამასთან, ამ ორი დასახელების სასმელისაგან განსხვავებით, მასში დასაშვებია ყურძნისეული წარმოშობის სხვა სპირტების გამოყენებაც, რაც ამცირებს მის ხარისხს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბრენდის ბოთლის ეტიკეტზე კონიაკის ტერმინოლოგიისაგან ნასესხებ ისეთ წარწერებს, როგორცაა VS, VSOP, Napoleon და ა.შ., შინაარსობრივი დატვირვა არ გააჩნია და ემსახურება მხოლოდ ბოთლის ლამაზად გაფორმებას.

მარკი ფრანგული ჭაჭის არაყია და გამოირჩევა იმით, რომ მას ასხამენ შამპანურის ბოთლებში;

ორუხო ჭაჭის ესპანური არაყია;

რაკია ჭაჭის ბალკანური არაყია და სხვებისაგან იმით განსხვავდება, რომ მას ღებულობენ არა მარტო ყურძნის, არამედ სხვადასხვა ხილის – ქლიავის, გარგარის და სხვათა გადამუშავების ნარჩენების გამოხდით;

რაკი ჭაჭის თურქული არაყია, რომელიც აუცილებლად გადაიდენება ანისულის მარცვლებთან ერთად. სასმელის სიმაგრე შეადგენს 45–50 მოც. %-ს.

გრაპა. ესაა ყურძნის გადამუშავების ნარჩენებისაგან (ჭაჭისაგან) მიღებული ალკოჰოლიანი სასმელი. იტალიის პრეზიდენტის 1997 წლის დეკრეტის შესაბამისად, „გრაპა იტალიის ნედლეულისაგან იტალიის ტერიტორიაზე დამზადებული დისტილატია“. ამით გრაპა გამოცხადდა იტალიის ნაციონალურ სასმელად. დღეისათვის იგი არის ამ ქვეყნის სიმბოლო, ხოლო მისი დამზადება – მსოფლიოში ყველაზე უფრო სწრაფად განვითარებადი წარმოება.

გრაპა განეკუთვნება ბრენდის კლასის სასმელებს. არსებობს რამდენიმე სახის გრაპა:

Giovane (ახალგაზრდა) ან **bianca** (თეთრი) – გრაპა, რომელიც ბოთლებში ისხმება ჭაჭის გადადენისთანავე მიღებული დისტილატის გამოყენებით, ან ამ უკანასკნელის მინის, ან უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ ჭურჭელში ხანმოკლე დაყოვნების შემდეგ. სასმელს აქვს მკვეთრი გემო, რომელსაც არ კარგავს ბოთლებში დაძველებისას. იგი ითვლება იაფ სასმელად და დიდი პოპულარობით სარგებლობს იტალიაში;

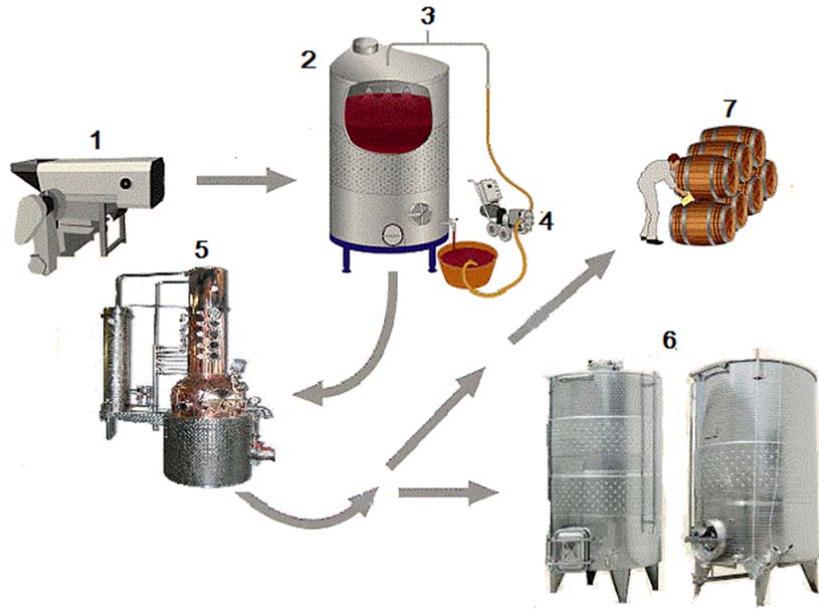
affinatainlegno – კასრებში ექვსი თვის განმავლობაში დავარგებული გრაპა, რომელსაც აქვს შედარებით უფრო რბილი გემო და ღია ოქროსფერი შეფერილობა;

- **vecchia** – ერთი წლის განმავლობაში კასრებში დავარგებული გრაპა.
- **travecchia** – 50 მოც. %-ის მქონე გრაპა, რომელიც დაყოვნებული იყო მუხის კასრებში 1,5 წლის განმავლობაში და აქვს ოქროსფერი შეფერილობა.
- **monovitigno** – გრაპა, რომლის დამზადებისას გამოყენებული ნედლეული შეიცავს არანაკლებ 85 % ერთი რომელიმე ჯიშის ყურძენს.
- **polivitigno** – გრაპა, რომლის დასამზადებლად იყენებენ არანაკლებ ორი ჯიშის ყურძენს;
- **aromatica** – გრაპა, რომელიც მზადდება არომატული ჯიშის ყურძნებისაგან;
- **aromatizzata** – ნატურალური არომატული მცენარეების ნაყენებით დამზადებული გრაპა;
- **uve** – განსხვავებულია ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი გრაპასაგან იმით, რომ მიიღება არა ყურძნის ნარჩენებისაგან (ჭაჭისაგან), არამედ მთლიანი ყურძნის გადამუშავების გზით. ყურძენს დაადუღებენ უჟანგავი ფოლადისაგან დამზადებულ კონტეინერებში და მიღებულ ფერმენტირებულ ღურდოს გადადენიან ტრადიციულ გადასადენ აპარატებში, მაგალითად კუბებში. ასეთი გრაპა ჩვეულებრივისაგან განსხვავდება სირბილით და აქვს ყურძნის სპეციფიკური არომატიც;
- **Grappa soft** – დაბალგრადუსიანი (არა უმეტეს 30 მოც. %-იანი) გრაპა;

ჭაჭა – ყურძნის ქართული არაყი.

ძირითადი ნაწილი

ჩვენ მიერ დამუშავდა ყურძნის არყის (ჭაჭის) მიღების ახალი ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს თეთრი (წითელი) ყურძნის კახური წესით გადამუშავებას მუდმივი აერირების პირობებში და დადუღებული ღურდოს შემდგომ გამოხდას (იხ. ნახ.).



ჭაჭის არყის მიღების ტექნოლოგიური პროცესის სქემა: 1 – კლერტგამცლელ-საჭუცმაცველი დანადგარი; 2 – სადღღარი ჭურჭელი; 3 – საჰაერო მილი; 4 – ტუმბო; 5 – გამოსახდელი აპარატი; 6 – უალკოჰოლო ღვინის შემკრებები; 7 – ჭაჭის დასაძველებელი კასრები

1-ლ ცხრილში მოცემულია ახალი ტიპის ჭაჭის არყის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. შედარებისთვის წარმოდგენილია აგრეთვე კონიაკის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები. კონიაკი მიღებულ იქნა საკონიაკე სპირტის მუხის კასრში რვაწლიანი დავარგების შედეგად.

ცხრილი 1

ჭაჭის არყისათვის აუცილებელი ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლები

მაჩვენებლის დასახელება	არყის დახასიათება
გამჭვირვალობა	გამჭვირვალე, სხივიანი სითხე ნალექისა და უცხო მინარევების გარეშე
ფერი	უფერო
გემო და ბუკეტი	გამოყენებული ნედლეულიდან გამომდინარე, მოცემული ტიპის სპირტისათვის დამახასიათებელი სირბილე, არომატი და ჰარმონიულობა უცხო გემოსა და სუნის გარეშე
გარეშე მინარევები	დაუშვებელია

ჭაჭის არყის – „ლიმიტელის“ ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლები უნდა შეესაბამებოდეს მე-2 ცხრილში მითითებულ მოთხოვნებს.

**ჭაჭის არყის – „ლიმიტელის“ ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებისადმი
წაყენებული მოთხოვნები**

მაჩვენებლის დასახელება	„ლიმიტელის“ ნორმა
ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი, %	46,2
შაქრის მასური კონცენტრაცია ინვერტულ შაქარზე გადაანგარიშებით, გ/დმ ³	0
აღდგომების მასური კონცენტრაცია (მგ/100 სმ ³) უწყლო სპირტში, ძმარმჟავა აღდგომებზე გადაანგარიშებით	25,0
უმადლეის სპირტების მასური კონცენტრაცია (მგ/100 სმ ³) უწყლო სპირტში, იზოამილის სპირტზე გადაანგარიშებით	232,0
ეთერების მასური კონცენტრაცია (მგ/100 სმ ³) უწყლო სპირტში, ძმარმჟავა ეთილის ეთერზე გადაანგარიშებით	9,0
მეთილის სპირტის მასური კონცენტრაცია, გ/დმ ³	0,4
ტუტიანობა, გამოხატული 100 სმ ³ არყის გატიტვრისათვის დახარჯული 0,1 მოლ/დმ ³ მარილმჟავას მოცულობით, სმ ³	0

ტოქსიკური ელემენტების შემცველობით (მგ/დმ³) ჭაჭის არაყი „ლიმიტელი“ შეესაბამება მე-3 ცხრილში მითითებულ მოთხოვნებს.

**ჭაჭის არყის – „ლიმიტელისადმი“ წაყენებული მოთხოვნები
ტოქსიკური ელემენტების შემცველობის მიხედვით**

მაჩვენებლის დასახელება	ჭაჭა „ლიმიტელის“ ნორმა
რკინის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	0,20
სპილენძის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	0,59
ტყვიის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,043
კადმიუმის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,006
დარიშხანის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,05
ვერცხლისწყლის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,005

ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების მიხედვით კონიაკი „ამირანი“ შეესაბამება მე-4 ცხრილში მითითებულ მოთხოვნებს.

ცხრილი 4

კონიაკი „ამირანის“ ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებისადმი წაყენებული მოთხოვნები

მაჩვენებლის დასახელება	კონიაკი „ამირანის“ ნორმა
ეთილის სპირტის მოცულობითი წილი, %	39,4
შაქრების მასური კონცენტრაცია, ინვერტულ შაქარზე გადაანგარიშებით, გ/დმ ³	14,3
აღდგობის მასური კონცენტრაცია, (მგ/100 სმ ³), უწყლო სპირტში, ძმარმჟავა აღდგობის გადაანგარიშებით	17,0
უმაღლესი სპირტების მასური კონცენტრაცია, (მგ/100 სმ ³), უწყლო სპირტში, იზომილის სპირტზე გადაანგარიშებით	140,0
ეთერების მასური კონცენტრაცია, (მგ/100 სმ ³) უწყლო სპირტში, ძმარმჟავა ეთილის ეთერზე გადაანგარიშებით	28,0
მეთილის სპირტის მასური კონცენტრაცია, გ/დმ ³	0,073
აქროლადი მჟავების მასური კონცენტრაცია ძმარმჟავაზე გადაანგარიშებით, მგ/100 სმ ³	45,0
დაყვანილი ექსტრაქტი, გ/დმ ³	0,80

ტოქსიკური ელემენტების შემცველობა (მგ/დმ³) მოცემულია მე-5 ცხრილში

ცხრილი 5

კონიაკი „ამირანისადმი“ წაყენებული მოთხოვნები ტოქსიკური ნივთიერებების შემცველობის მიხედვით

მაჩვენებლის დასახელება	კონიაკი „ამირანის“ ნორმა
რკინის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	0,38
სპილენძის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	1,97
ტყვიის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,05
კადმიუმის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,008
დარიშხანის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,05
ვერცხლისწყლის მასური კონცენტრაცია, მგ/დმ ³	< 0,005

დასკვნა

ზემოაღნიშნულის მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ახალი ტექნოლოგიით მიღებული ქართული ჭაჭის არაყი თავისი ორგანოლექტიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლებით უახლოვდება კონიაკს, რაც გაზრდის მის კონკურენტუნარიანობას მსოფლიო ბაზრზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ნ. ბაღათურია. ყურძნის ქართული არაყი ჭაჭა. თბ., 2017. - 263 გვ.
2. ნ. ბაღათურია, ნ. ბეგიაშვილი. ქვევრის ღვინის ტექნოლოგია. თბ., 2018. - 258 გვ.

GRAPES ALCOHOLIC BEVERAGES

N. Baghaturia, N. Begiashvili, M. Loladze, L. Ujmajuridze, D. Chichua

(Food Scientific-research Institute of Georgian Technical University, Scientific research ceantre of Agricultural ministry)

Resume: New technology for the production of grape vodka chacha has been developed, which provides for the processing of white (red) varieties of grapes according to Kakhetian technology in the condition of permanent aeration of fermenting mash and subsequent tearing of the fermented grape pulp. The physico-chemical parameters of the new Chacha type are given. For comparison, physico-chemical indicators of cognac are also presented. Cognac was obtained by eight years aging cognac alcohol in the oak barrel.

Key words: chacha; mush; distillation.

ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ВИНОГРАДНЫЕ СПИРТОВЫЕ НАПИТКИ

Багатурия Н. Ш., Бегиашвили Н. А., Лоладзе М. Т., Уджмаджуридзе Л. М., Чичуа Д. Т.

(Научно-исследовательский институт пищевой промышленности Грузинского технического университета, Научный центр сельскохозяйственного министерства)

Резюме. Разработана новая технология производства виноградной водки – чача, которая предусматривает переработку белых (красных) сортов винограда по кахетинской технологии в условиях постоянного аэрирования бродящей мезги и последующую перегонку сброженной мезги винограда. Приведены физико-химические показатели нового типа чачи. Для сравнения также представлены физико-химические показатели коньяка. Коньяк был получен путём восьмилетней выдержки коньячного спирта в дубовой бочке.

Ключевые слова: чача; мезга; перегонка.

აბტორთა საყურადღებოდ

ქართულენოვანი მრავალდარგობრივი სამეცნიერო რეფერირებადი ჟურნალი „მეცნიერება და ტექნოლოგიები“ არის პერიოდული გამოცემა და გამოდის წელიწადში სამჯერ.

1. ავტორის/ავტორთა მიერ სტატია წარმოდგენილი უნდა იყოს მთავარი რედაქტორის სახელზე ქართულ ენაზე და თან ახლდეს:

- აკადემიის წევრის, წევრ-კორესპონდენტის ან კოლეგიის წევრის წარდგინება ან დარგის სპეციალისტის რეცენზია (ორი მაინც);
- რეზიუმე ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე;
- ცნობები ავტორის/ავტორების (მათი რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს ხუთს) შესახებ; მითითებული უნდა იყოს ავტორის/ავტორების გვარი, სახელი, მამის სახელი (სრულად), დაბადების თარიღი, საცხოვრებელი ბინისა და სამსახურის მისამართები, E-mail, სამეცნიერო წოდება და საკონტაქტო ტელეფონები (ბინის, სამსახურის), მობილური;
- შპაპ (უნივერსალური ათობითი კლასიფიკაცია) კოდი.

2. სტატია ამობეჭდილი უნდა იყოს A4 ფორმატის ფურცელზე. მოცულობა ფორმულების, ცხრილებისა და ნახაზების (ფოტოების) ჩათვლით არ უნდა იყოს ხუთ გვერდზე ნაკლები და არ უნდა აღემატებოდეს 15 ნაბეჭდ გვერდს; სტატია შესრულებული უნდა იყოს doc და docx ფაილის სახით (MS Word) და ჩაწერილი ნებისმიერ მაგნიტურ მატარებელზე. ინტერვალი – 1,5; არეები – 2 სმ; ქართული ტექსტი აკრეფილი უნდა იყოს Acadnux შრიფტით, ინგლისური და რუსული ტექსტები – Times New Roman-ით, ზომა – 12.

3. სტატია გაფორმებული უნდა იყოს შემდეგნაირად:

- რუბრიკა (მეცნიერების დარგი);
- სტატიის სათაური;
- ავტორის/ავტორების სახელი და გვარი (სრულად);
- სად დამუშავდა სტატია;
- ქართული რეზიუმე და საკვანძო სიტყვები უნდა განთავსდეს სტატიის დასაწყისში, ინგლისური და რუსული რეზიუმეები საკვანძო სიტყვებთან ერთად – სტატიის ბოლოში. საკვანძო სიტყვები სამივე ენაზე დალაგებული უნდა იყოს ალფაბეტის მიხედვით. რეზიუმე შედგენილი უნდა იყოს 100 – 150 სიტყვისაგან; უნდა ასახავდეს სტატიის ძირითად შინაარსსა და კვლევის შედეგებს (არ უნდა შეიცავდეს ზოგად სიტყვებსა და ფრაზებს); უცხო ენებზე თარგმანი უნდა იყოს ხარისხიანი და ეყრდნობოდეს სპეციალურ დარგობრივ ტერმინოლოგიებს;
- საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალების მონაცემთა ბაზების რეკომენდაციით დამოწმებული ლიტერატურის რაოდენობა სასურველია იყოს ათი და მეტი. ლიტერატურა ტექსტში უნდა დალაგდეს ციტირების თანმიმდევრობის მიხედვით და აღინიშნოს ციფრებით კვადრატულ ფრჩხილებში, ხოლო ლიტერატურის სია უნდა

ითარგმნოს ინგლისურ ენაზე და დაერთოს სტატიას ბოლოში; თან მიეთითოს რომელ ენაზე იყო გამოქვეყნებული სტატია.

- ნახაზები (ფოტოები) და ცხრილები თავის წარწერებიანად უნდა განთავსდეს ტექსტში. მათი კომპიუტერული ვარიანტი უნდა შესრულდეს ნებისმიერი გრაფიკული ფორმატით;
- რედაქტირებული და კორექტირებული მასალის გამოქვეყნებაზე თანხმობა ავტორმა უნდა დაადასტუროს ხელმოწერით (რედაქტირებული ვერსია ან სარედაქციო კოლეგიის მიერ დაწუნებული სტატია ავტორს არ უბრუნდება).

დამატებითი ცნობებისათვის მიმართეთ შემდეგ მისამართზე: 0108 თბილისი, რუსთაველის გამზირი 52, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია. IV სართული, ოთახი 435, ტელ.: 299-58-27.

ელ.ფოსტა: metsn.technol@gmail.com

რედაქტორები: ლ. გიორგობიანი, დ. ქურიძე, მ. პრობრაჟენსკაია
კომპიუტერული უზრუნველყოფა ქ. ფხაკაძის

გადაეცა წარმოებას 15.05.2018, ხელმოწერილია დასაბეჭდად 18.07.2018. ქაღალდის
ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 7.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი, კოსტავას 77



Verba volant,
scripta manent