

საქართველოს
საინჟინრო
სიახლენი

სსს

3'21

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

GEN

ISSN 1512-0287

საქართველოს
საინჟინერო
სიანხლენი

GEORGIAN
ENGINEERING
NEWS

N3, vol. 94, 2021

საქართველოს საინჟინრო სიახლენო GEORGIAN ENGINEERING NEWS, vol. 94, 2021

საერთაშორისო საინჟინრო აკადემია
საქართველოს საინჟინრო აკადემია

მთავარი რედაქტორი: არჩილ ფრანგიშვილი

სარედაქციო კოლეგია

- პ. ბიელიკი (სლოვაკეთი), ბ. გუსევი (რუსეთი), ნ. ედილბერტო (პერუ), ი. ემრი (სლოვაკეთი),
ა. ვასილევი (უკრაინა), ლ. ივანოვი (რუსეთი), ა. კაბულოვი (უზბეკეთი),
ბ. კატალინიჩი (ავსტრია), ვ. კეკელიძე (რუსეთი), პ. კერვალიშვილი (საქართველო),
კ. კოჟოგულოვი (ყირგიზეთი), ს. მინასიანი (სომხეთი), ო. ნამიჩეიშვილი (საქართველო),
პ. ნიკიტენკო (ბელარუსია), დ. ნოვიკოვი (რუსეთი), ა. პაშაევი (აზერბაიჯანი),
რ. ჯინევიჩიუსი (ლიტვა), ბ. ჟუმაგულოვი (ყაზახეთი), ლ. საიდმუროდოვი (ტაჯიკეთი),
რ. შრაფტი (გერმანია), დ. ჩომახიძე (საქართველო), გ. ჯავახაძე (საქართველო),
ა. ჯანახმადოვი (აზერბაიჯანი)

სარედაქციო საბჭო

დ. გორგიძე, ა. დოლიძე, ქ. მახაშვილი, მ. ფანჩვიძე

International Engineering Academy Georgian Engineering Academy

Editor-in-Chief: Archil Prangishvili

EDITORIAL BOARD

N. Edilberto (Peru), D. Chomakhidze (Georgia), G. Javakhadze (Georgia), A. Janahmadov (Azerbaijan),
P. Bielik (Slovakia), B. Gusev (Russia), I. Emri (Slovenia), L. Ivanov (Russia), A. Kabulov (Uzbekistan),
K. Kozhogulov (Kyrgyz Republic), B. Katalinich (Austria), P. Kervalishvili (Georgia),
V. Kekelidze (Russia), S. Minasyan (Armenia), R. Ginevičius (Lithuania), O. Namicheishvili (Georgia),
P. Nikitenko (Belarus), D. Novikov (Russia), A. Pashayev (Azerbaijan), L. Saidmurodov (Tajikistan),
R. Shraft (Germany), A. Vasiliev (Ukraine), B. Zhumagulov (Kazakhstan).

EDITORIAL STAFF:

D. Gorgidze, A. Dolidze, K. Makhashvili and M. Panchvidze

Georgian Engineering News (GEN)LTD

Address: TECHINFORMI, St. Kostava 47, Tbilisi 0179

Tel.: 995 (32) 2335315, 2335122

Fax: 995 (32) 2335122

[e-mail:nellyvm@caucasus.net](mailto:nellyvm@caucasus.net)

Internet: www.tech.caucasus.net

Copyright © by GEN LTD

სარჩევი

<p>უცნობი ბანაწილების სიმკვრივის კალდებუმი შეფასების საკითხისათვის <i>ბუაძე ტ.გ., გიორგაძე ვ.ა.</i></p>	5
<p>არათანაბარი ბანათებით გამოწვეული, გამოსახულების ბრადინტული ფონების ლოკალიზაცია და გაფილტვრა, მათემატიკური მორფოლოგიის ბარდაქმნების საშუალებით <i>სეხნიაშვილი დ.ნ., სვანიძე რ.გ.</i></p>	11
<p>მონაცემთა ბაზის მართვა PYTHON დაპროგრამების ენაზე <i>გაჩეჩილაძე ლ.ფ., მარგველაშვილი ა.გ.</i></p>	15
<p>მეორადი გეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების კვლევა <i>ცირეკიძე ნ.თ., კიკვიძე ო.გ., ბარათაშვილი მ.პ., ბალანჩივაძე მ.გ.</i></p>	20
<p>ერთპარღვა კოლიეთილენის ნაქსოვი იზოლაციით შესრულებულ კაბელებში მიმდინარე ელემენტრომაგნიტური პროცესების გამომკვლევა და ეპრანის დამიწების მეთოდის ბავლენა ტემპერატურულ რეჟიმებზე <i>რთველაძე ნ.ო.</i></p>	25
<p>თხევადფაზური ეპიტაქსისის გამოყენება სილიციუმის ზედაპირზე ბალიუმის ფოსფიდის თხელი ფირების ბასაზრდელად <i>ლაფერაშვილი თ.ლ., კვიციანი ო.რ., ლაფერაშვილი დ.ლ., კოხრეიძე რ.დ.</i></p>	31
<p>ფეროშენადნობთა წარმოების ნარჩენების თერმული დესტრუქციის შესწავლა <i>მოსია ჯ.გ., ჭუმბაძე მ.თ., მაისურაძე ი.პ., აბესაძე რ.კ.</i></p>	36
<p>ASSIMILATION OF Cr BY ARTHROBACTER GLOBIFORMIS 151B AT DIFFERENT CONCENTRATIONS OF Zn (II) IONS <i>Tugushi L.S., Rcheulishvili A.N., Ginturi E.N., Rcheulishvili O.N. and Gurielidze M.A.</i></p>	39
<p>ს.ს. „რუსთავის ახოტი“-ს ციანმჟავას წარმოებაში გამოყენებული აქტივირებული აკსორბენტის ანალიზური კონტროლის მეთოდების შემუშავება <i>მერებაშვილი ნ.ე., ცინცაძე მ.გ., მაჭარაშვილი ვ.ჯ., მამაგულიშვილი თ.ნ.</i></p>	43
<p>კვანტურ-ქიმიური ნახევრადმეპირიული AM1 მეთოდით გამოთვლილი ალფა-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინილჰიდრაზონის (აპანჰ) მოლეკულის ენერგეტიკული, ელემენტრული და სტრუქტურული მახასიათებლები სხვადასხვა ბამსნელებში <i>ჭანტურია მ.მ., გიორგაძე თ.ზ., ლორთქვილი დ.მ., გულბანი დ.გ.</i></p>	46
<p>ნიადაგში ტყვიის სულფატის ინფილტრაციის რიცხვითი მოდელირება <i>შუბლაძე ე.შ., სურმაგა ა.ა., ერისთავი დ.გ., ბუაჩიძე ნ.ს.</i></p>	55
<p>მდინარე მტკვრის დაბინძურება ანაპრილინით ქ. თბილისის ტერიტორიაზე <i>ებანოიძე გ.გ.</i></p>	65
<p>დიკლოფენაკის სეზონური ცვლილებები მდინარე მტკვარში ბარდაბნის ჩამდინარე წყლების ბამწმენდ ნაბეობის მიმდებარე ტერიტორიაში <i>სურამელაშვილი ე.რ.</i></p>	70

საკვებ დანამატთა კონცენტრატები მომავლის კვების პროდუქტების უსუნციონირებისთვის <i>ჩიგოგიძე ნ.შ., წივწივაძე თ.ი., სულაქველიძე გ.ა.</i>	73
სკოლამდელი ასაკის ბავშვთა უაქტიური კვების კორექცია ბიოლოგიურად აქტიური ნატურალური დანამატების გამოყენებით <i>ერგემლიძე თ.დ., ქარჩავა მ.ს., ბერულავა ი.ო., აფხაძე ქ.რ.</i>	76
აჭარაში გავრცელებული წყავის კომოლოგიური და ფენოლოგიური კვლევა <i>სურმანიძე დ.დ.</i>	79
აჭარაში გავრცელებული მოცხარის გვარის (<i>Ribes L.</i>) ბიოლოგიური თავისებურებანი <i>მემარნე ქ.გ.</i>	82
ღვინო „ხაშმის საფერავი“-ის თვისებათა კავშირი წარმოშობის ადგილთან <i>მირველაშვილი მ.შ. ღამბაშიძე გ.ო., სალია ე.შ.</i>	87
ხელოვნური განზავი და მისი მნიშვნელობა მეკვერცხულ მეფრინველეობაში <i>ნოზაძე თ.პ.</i>	90
ფრინველის კვერცხის შემაღბელობა და თვისებები <i>ნოზაძე თ.პ.</i>	94
ТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СПРЕЙ-МИСТОВ ДЛЯ ЛИЦА <i>Джикидзе В.Б.</i>	97
საფერავის ჯიშის მუშაობის წიგნის ბიოქიმიური კვლევა და კოსმეტიკაში გამოყენება <i>დევედარიანი ნ.გ., ბოკუჩავა ნ.გ., წერეთელი თ.მ.</i>	101

OUR AUTHORS (2021)

შენიშვნა განაწილების სიმკვრივის ალგებრული შეფასების საკითხისათვის

ბუაძე ტ.გ., გიორგაძე ვ.ა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. შესავალი. მათემატიკური სტატისტიკის ერთ-ერთი ძირითადი მიმართულებით, კერძოდ, არაპარამეტრულ სტატისტიკურ შეფასებათა თეორიის განხრით, წარმოებული კვლევების მრავალ ავტორთა ყურადღება წინა საუკუნიდან დაწყებული მიმართული იყო ამა თუ იმ ძალდებულების თვისების მატარებელი ლებეგის ზომის მიმართ, ალბათური ზომების სიმკვრივეების ანალოგების მოძებნისაკენ.

განაწილების სიმკვრივის ემპირიული ანალოგების შესწავლას საფუძვლად უდევს ძირითადი სტრატეგიული ამოცანა, რომელიც გამოიხატება თეორიული განაწილების ტერმინებში, როგორც უცნობი განაწილების სიმკვრივის არაპარამეტრული სტატისტიკური შეფასების ამოცანა. პირველი შედეგები მიღებულია ვ. გლივენკოს [1] და ნ. სმირნოვის [3] მიერ. მათ დამოუკიდებელი დაკვირვებით ააგეს „ჰისტოგრამული“ ტიპის შესაფუძვლები. მოგვიანებით მ. როზენბლატმა [4] და ე. პარზენმა [5] განიხილეს „გულოვანი“ შეფასებები, აგებული ბორელის $K(x)$ გულით (ფუნქციით) და შეისწავლეს მისი თვისებები.

ქართული ალბათურ-სტატისტიკური მათემატიკური სკოლის ფუძემდებელმა ვ. მანიაშვილმა [2] და მისმა მოსწავლემ ე. ნადარაიაშვილმა [6,7] დამოუკიდებელ დაკვირვებებზე დაყრდნობით დიდი წვლილი შეიტანეს ქართული მეცნიერების ამ მიმართულებით განვითარების საქმეში. მათ მიერ განხილულია და განზოგადებულია მრავალგანზომილებიანი გულის შემთხვევა და მ. როზენბლატის შედეგი, რის საფუძველზეც დაადგენილია დამოუკიდებელი დაკვირვებებით აგებული შეფასების სიმკვრივისაკენ ალბათობით 1 თანაბარი კრებადობის საკმარისი პირობები. ჩემს მიერ განხილულია მრავალგანზომილებიანი განაწილების სიმკვრივის „გულოვანი“ და ნ. ჩენცოვის „პროექციული“ ტიპის არაპარამეტრული შეფასებების ასიმპტოტური ყოფაქცევის საკითხები [9,10]. რ. აბსაგამ და ე. ნადარაიაშვილი განიხილეს ალბათურ განაწილებათა ფუნქციონალების არაპარამეტრული შეფასებების ამოცანების ფართე სპექტრი [11]. პ. ბაბილუამ, მ. ნადარაიაშვილმა, გ. სოხაძემ, ე. ხმალაძემ განიხილეს განაწილების სიმკვრივეების შეფასებები სხვადასხვა მეტრიკით [8].

2. დავეშვათ $\{\Omega, F, P\}$ ალბათური სივრცეა, Ω – ელემენტარულ ხდომილებათა სივრცეა, F არის Ω -ს ქვესიმრავლეებისგან შედგენილი σ ალგებრა. $\{\Omega, F\}$ ზომადი სივრცეა. ამავე დროს, განვიხილოთ $\{R, B_R\}$ ზომადი სივრცე, სადაც B_R არის ბორელის σ ალგებრა, ანუ R -ის ღია ქვესიმრავლეებისგან შედგენილი უმცირესი σ ალგებრა და ასახვა (ფუნქცია $X = X(\omega)$): $\Omega \rightarrow R$, ყოველი $A \subset B_R$ -თვის $X^{-1}(A) = \{\omega \in \Omega : X(\omega) \in A\} \in F$. მაშინ X შემთხვევითი სიდიდეა. იმ შემთხვევაში, როცა $\Omega = R^n$ და ვიხილავთ ასახვას ორ $\{\Omega, F\}$ და $\{R^n, B_{R^n}\}$ ზომად სივრცეებს შორის, საქმე გვაქვს შემთხვევით ვექტორთან.

დავეშვათ X შემთხვევითი სიდიდე გააჩნია განაწილების სიმკვრივე $f(x)$, R -ზე. ამასთან ამ სიმკვრივის სახე ცნობილი არ არის. ცნობილია მხოლოდ ის, რომ ასეთი სიმკვრივე არსებობს. საჭიროა X შემთხვევითი სიდიდეზე დამოუკიდებელი დაკვირვებების (შერჩევის) საშუალებით ავაგოთ გარკვეული აზრით ოპტიმალური შეფასება უცნობი სიმკვრივისათვის. ასე, რომ ვთქვათ X_1, X_2, \dots, X_n ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი და ერთნაირად განაწილებული შემთხვევითი სიდიდეებია. ამასთან თითოეული მათგანი განაწილებულია ისე, როგორც X , განაწილების უცნობი კანონით $P(\cdot)$.

ემპირიული განაწილება $P_n(\cdot)$, რომელიც აიგება n მოცულობიანი შერჩევით X_1, X_2, \dots, X_n , წარმოადგენს დისკრეტულ განაწილებას $\frac{1}{n}$ -ის ტოლი „წონის“ ატო-

მებით თითოეული $X_i, i=1, \dots, n$ დაკვირვებისათვის. ამავე დროს, თითოეულ X_i დაკვირვებას შეიძლება დაუკავშიროთ დელტა ზომა $\delta_{X_i}(\cdot)$, თავმოყრილი X_i წერტილში, ხოლო დამოუკიდებელ დაკვირვებებს დაუკავშირებთ $\delta_{X_i}(\cdot)$ ზომათა არითმეტიკულ საშუალოს

$$P_n(\cdot) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{X_i}(\cdot),$$

სადაც
$$\delta_{X_i}(A) = \begin{cases} 1, & \text{თუ } X_i \in A, \\ 0, & \text{თუ } X_i \notin A. \end{cases}$$

თუ უცნობი განაწილების კანონისათვის არსებობს გლუვი $f(x)$ სიმკვრივე, მაშინ შესაძლებელი იქნება შევცვალოთ $\delta_{X_i}(\cdot)$. ზომა რაიმე ზომით გარკვეული $K_n(x, X_i)$ სიმკვრივით და გამოვიყენოთ იგი უცნობი $f(x)$ განაწილების სიმკვრივის შესაფასებლად, რითაც შემოგვაქვს სიმკვრივის შეფასებათა ახალი კლასი.

ამრიგად, ზემოთ მიმოხილული ნაშრომების ძირითადი იდეა დასმული ამოცანისადმი ე.წ. არაპარამეტრული სტატისტიკური მიდგომაა. ჩამოვყალიბოთ ეს იდეა. ავიღოთ რაღაც ინტეგრებადი (ლებეგის ზომით) ფუნქცია $K(x)$, რომელიც განაწილების სიმკვრივის თვისებების მქონე ფუნქციაა. გარდა ამისა, ავიღოთ ნულისაკენ კრებადი h_n მიმდევრობა და შევადგინოთ სტატისტიკა

$$\hat{f}_n(x) = \frac{1}{nh_n} \sum_{k=1}^n K\left(\frac{x - X_k}{h_n}\right), \quad h_n \rightarrow 0, \quad nh_n \rightarrow \infty.$$

საჭიროა მოიძებნოს ის პირობები, როდესაც $\hat{f}_n(x)$ მიისწრაფის $f(x)$ ფუნქციისაკენ რაღაც აზრით. მ. როზენბლატმა აჩვენა, რომ $\hat{f}_n(x)$ მიისწრაფის $f(x)$ ფუნქციისაკენ თანაბრად ალბათური კრებადობის აზრით. იმისათვის, რომ მოვიყვანოთ ზოგადი შედეგები, წინასწარ ჩამოვყალიბოთ ზოგიერთი მოსამზადებელი შედეგი.

ვთქვათ $F(x)$ არის X შემთხვევითი სიდიდის განაწილების ფუნქცია. $\frac{dF(x)}{dx} = f(x)$ X_1, X_2, \dots, X_n შერჩევას. $F(x)$ ფუნქციის შეფასებისათვის იღებენ ემპირიული განაწილების ფუნქციას – $S_n(x)$ -ს. სიდიდეს, რომელიც არის ფარდობითი სიხშირე შერჩევის იმ ელემენტების რაოდენობისა, რომლებიც ნაკლები არიან x -ზე. განიხილავენ $S_n(x)$ სიდიდის $F(x)$ ფუნქციისაგან გადახრის ზომად შემდეგ სიდიდეებს:

$$D_n(\theta_1, \theta_2) = \sup_{x \in F^{-1}([\theta_1, \theta_2])} |S_n(x) - F(x)|,$$

$$D_n^+(\theta_1, \theta_2) = \sup_{x \in F^{-1}([\theta_1, \theta_2])} [S_n(x) - F(x)],$$

$$D_n^-(\theta_1, \theta_2) = \sup_{x \in F^{-1}([\theta_1, \theta_2])} [F(x) - S_n(x)].$$

შემოგთავაზებთ ვ.ი. გლივენკოს თეორემის საინტერესო დამტკიცებას.

თეორემა 1. (ვ. ი. გლივენკო, 1933 წ.). ალბათობით 1 ადგილი აქვს თანაბრად კრებადობას

$$P\{\lim_{n \rightarrow \infty} D_n(0,1) = 0\} = 1.$$

დამტკიცება. განვიხილოთ $\frac{j}{k}$ წილადები. აღვნიშნოთ x_{jk} -ით x -ის ის უმცირესი მნიშვნელობა, რომლისთვისაც

$$F(x) \leq \frac{j}{n} \leq F(x+).$$

აღვნიშნის თანახმად $X < x_{jk}$ ხდომილების სიხშირე არის $S_n(x_{jk})$. ამასთან

$$P\{X < x_{jk}\} = F(x_{jk}).$$

აღვნიშნოთ $C_{jk} = \{\omega : S_n(x_{jk}) \rightarrow F(x_{jk})\}$. ბორელის გაძლიერებული დიდ რიცხვთა კანონის თანახმად $P(C_{jk}) = 1$.

ასევე თუ აღვნიშნავთ $E_{jk} = \{\omega : S_n(x_{jk+}) \rightarrow F(x_{jk+})\}$, მაშინ გვექნება $P(E_{jk}) = 1$. ვთქვათ $K_{jk} = C_{jk} E_{jk}$ და

$$K_k = \bigcap_{j=1}^k K_{jk} = \left\{ \omega : \sup_{1 \leq j \leq k} |S_n(x_{jk \pm}) - F(x_{jk+})| \rightarrow 0 \right\}.$$

მაშინ

$$P(\bar{K}_k) = P\left(\bigcup_{j=1}^k \bar{K}_{jk}\right) \leq \sum_{j=1}^k P(\bar{K}_{jk}) = 0.$$

ამიტომ $P(K_k) = 1$. თუ ავიღებთ $K = \bigcap_{k=1}^{\infty} K_k$, მაშინ ანალოგიური მსჯელობით მივიღებთ $P(K) = 1$.

მეორეს მხრივ ნებისმიერი x -სათვის, რომელიც x_{jk} -სა და $x_{j+1,k}$ -ს შორის მდებარეობს, გვექნება

$$F(x_{jk+}) \leq F(x) \leq F(x_{j+1,k}) \text{ და } S_n(x_{jk+}) \leq S_n(x) \leq S_n(x_{j+1,k}).$$

ამასთან ნებისმიერი ისეთი x_{jk} -სათვის, რომლისთვისაც $x_{j+1,k} > x_{jk}$, გვექნება

$$0 \leq F(x_{j+1,k}) - F(x_{jk+}) \leq \frac{1}{k}.$$

ამიტომ

$$S_n(x) - F(x) \leq S_n(x_{j+1,k}) - F(x_{jk+}) \leq S_n(x_{j+1,k}) - F(x_{j+1,k}) + \frac{1}{k},$$

და

$$S_n(x) - F(x) \geq S_n(x_{jk+}) - F(x_{j+1,k}) \geq S_n(x_{jk+}) - F(x_{jk+}) - \frac{1}{k}.$$

აქედან გამოდის, რომ ნებისმიერი x -სა და k -სათვის,

$$|S_n(x) - F(x)| \leq \sup_{1 \leq j \leq k} |S_n(x_{jk \pm}) - F(x_{jk \pm})| + \frac{1}{k}$$

ანუ

$$D_n(0,1) \leq \sup_{1 \leq j \leq k} |S_n(x_{jk \pm}) - F(x_{jk \pm})| + \frac{1}{k}.$$

აქედან ვღებულობთ, რომ $P\{D_n(0,1) \rightarrow 0\} \geq P(K) = 1$. თეორემა დამტკიცებულია.

თეორემა 1. (მ. როზენბლატი). ვთქვათ, $f(x)$ თანაბრად უწყვეტია R -ზე, ხოლო $K(x)$ შემოსაზღვრული ვარიაციის ფუნქციაა და $\int_R K(x)dx = 1$, მაშინ

$$\sup_{x \in R} |E f_n(x) - f(x)| \rightarrow 0.$$

თეორემა 2 (ე. ნადარია). ვთქვათ შესრულებულია თეორემა 1-ის პირობები, მაშინ თუ $\sum_{n=1}^{\infty} \exp(-\gamma h_n^2)$ კრებადია ნებისმიერი $\gamma > 0$ რიცხვისათვის, გვექნება

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{x \in R} |\hat{f}_n(x) - f(x)| = 0 \text{ ალბათობით } 1.$$

3. ვთქვათ, გვაქვს $\{X_i\}$ შემთხვევითი შერევა $X_i = (X_1^{(i)} \dots X_d^{(i)})$, $i = 1, \dots, n$, პოპულაციიდან, რომელიც განისაზღვრება მრავალგანზომილებიანი $f(x)$ განაწილების სიმკვრივით $x \in R^d$, $x = (x_1, \dots, x_d)$, $f(x) \in L_2(R^d)$ განაწილების სიმკვრივე $f(x)$ ლებეგის ზომით კვადრატით ინტეგრებადი ფუნქციათა კლასის ფუნქციაა. $f(x)$ უცნობი ფუნქციაა. მის შესაფასებლად ვიხილავთ სტატისტიკას

$$f_n(x, \tau_n) = n^{-1} \sum_{j=1}^n \prod_{i=1}^d a_i(n) K_i(a_i(n)(x_i - X_j^{(i)})) \quad (1)$$

სადაც $a_n = (a_1(n), \dots, a_d(n))$, $\{a_i(n)\}, i = 1, d$ დადებით რიცხვთა მიმდევრობაა

ისეთი, რომ $\lim_{n \rightarrow \infty} a_i(n) = \infty$ და $\lim_{n \rightarrow \infty} n^{-1} \prod_{i=1}^d a_i(n) = 0$

$K_i(v)$ $v \in R^1$, $i = 1, d$ ბორელის აზრით, ზომადი ფუნქციაა და აკმაყოფილებს რეგულარობის პირობებს:

$$K1) K(-x) = K(x) \int_{R^d} K(x)dx = 1; \sup_{x \in R^d} |K(x)| < \infty;$$

K2) $K(x)$ აქვს უწყვეტი წარმოებულები მათ შორის m რიგის,

$$K3) \int_{R^d} x_1^{i_1} \dots x_d^{i_d} K(x)dx = 0, \sum_{j=1}^d i_j < S, \int_{R^d} x_j^S K(x)dx \neq 0, V_j \leq d$$

$$K4) \int_{R^d} x_1^S |K(x)|dx \leq \infty, Y_j \leq P, S > \max\left(\frac{d}{2}, 1\right), S - \text{ლუწია}$$

აღვნიშნოთ $K(x) = \prod_{i=1}^d K_i(x_i)$, $x_i \in R^1$, $i = \overline{1, d}$, $K_i(\cdot) \in L_2 P^1$,

C_S -ით აღვნიშნოთ ყველა შემოსაზღვრული უწყვეტი $\varphi(x)$ ფუნქციის სიმრავლე, $x \in R^d$, რომელთაც აქვთ უწყვეტი კერძო წარმოებულები x წერტილის მიდამოში S რიგამდე ჩათვლით, ამასთან $f(x) \neq 0$ და $\frac{\partial^S f(x)}{\partial x_i^S} \neq 0$ ყველა i -სთვის $i = \overline{1, d}; S$ ლუწი რიცხვია.

W_S -ით აღვნიშნოთ სიმრავლე ყველა შემოსაზღვრული, უწყვეტი $\psi(x)$ ფუნქციებისა, $x \in R^d$, რომელთაც აქვთ შემოსაზღვრული, უწყვეტი კერძო წარმოებულები S რიგამდე ჩათვლით, რომლებიც ეკუთვნიან ლებეგის აზრით კვადრატით ინტეგრებად

ფუნქციათა $L_2(R^d)$ სივრცეს. $f(x) \neq 0$ და $\frac{\partial^S f(x)}{\partial x^S} \neq 0$ ერთი მაინც i -სათვის, $i = \overline{1, d}; S$ ლუწი რიცხვია.

ლოკალური გადახრის ზომად განვიხილოთ საშუალო კვადრატული ცდომილება:

$$M[f_n(x, a_n) - f(x)]^2 = V_n(x, a_n) \tag{2}$$

შევისწავლოთ ამ გამოსახულების ასიმპტოტური ყოფაქცევა, როცა $n \rightarrow \infty$ და ვიპოვოთ $a_n = (a_1(n), a_2(n), \dots, a_n(\tau_n))$ ოპტიმალური მნიშვნელობები, რომლებიც მინიმუმს ანიჭებენ $V_n(x, \tau_n)$ -ს.

მტკიცდება თეორემა, რომელიც ამტკიცებს შეფასების ასიმპტოტურ ძალდებულებას.

თეორემა 4. თუ $f(x)$ სიმკვრივე C_S კლასის ფუნქციაა და $K(x)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს $K1), K2), K3), K4)$ პირობებს, მაშინ როცა $n \rightarrow \infty$, ადგილი აქვს ტოლობებს

$$M[f_n(x, a_n) - f(x)]^2 \sim \frac{\alpha(x)}{n} \prod_{i=1}^d a_i(n) + \left(\sum_{i=1}^d \frac{b_i}{a_i^S(n)} \right)^2,$$

სადაც $\alpha(x) = f(x) \prod_{i=1}^d \int_{R'} K_i^2(t_i) dt_i$, $b_i(x) = \frac{\alpha_i}{S!} \frac{\partial^S f(x)}{\partial x_i^S}$, $i = \overline{1, d}$

$$\alpha_i = \int_{R'} x^S K_i^2(t_i) dt_i$$

$a_i(n)$ პარამეტრების ოპტიმალური მნიშვნელობები $\{a_i^o(n)\}$, $i = \overline{1, d}$,

$a^o(n) = (a_1^o(n) \dots a_d^o(n))$, რომლებიც $V_n(x, a_i(n))$ გადახრას სიმცირის საუკეთესო რიგს

ანიჭებენ, $\frac{1}{2S+d}$ რიგის არიან

$$a_i^o(n) = \theta_i(f) n^{\frac{1}{2S+d}},$$

სადაც

$$\theta_i^{2S+d}(f) = \frac{2Sd (b_i(x))^{\frac{2S+d}{d}}}{a(x) \prod_{i=1}^d [b_i(x)]^{\frac{1}{S}}}, \quad i = 1, d,$$

და როცა $n \rightarrow \infty$

$$M[f_n(x, a_n) - f(x)]^2 \sim (d + 2S) \left[\left(\frac{\alpha(x)}{2S} \right)^{2S} d^d \prod_{i=1}^d b_i^2(x) \right]^{\frac{1}{2S+d}} n^{-\frac{2S}{2S+d}}.$$

ლიტერატურა

1. Гливенко В.И. Курс теории вероятностей. - М.-Л.: Гостехиздат, 1939, 220с.
2. Мания Г.М. Статистическое оценивание распределения вероятностей. -Тбилиси, 1974, 238с.
3. Смирнов Н.В. О приближении плотностей распределения случайных величин. Уч. записки МГПИ им. В.П. Потемкина, 1951, 16, 3, сс. 69-96.
4. Rosenblatt M. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. // Ann. Math. Statist., 1956, 27, pp. 832-837.

5. Parzen E. On estimation of a probability density function and mode. // Ann. Math. Statist., 1962, 33, pp. 1065-1076.
6. Nadaraya E. Nonparametric Estimation of Probability Densities and Regression Curves. // Kluwer Academic Publishers, 1988.
7. Э.А. Надарая. Непараметрическое оценивание плотности вероятностей и кривой регрессии. –Тбилиси, ТГУ 1983, 194с.
8. Sokhadze G. On the Absolute Continuity of Smooth Measures. // Theory of Probability and Mathematical Statistics, 1996, 49, pp. 159-164.
9. Buadze T.G., Giorgadze V.A. To the Issue of Distribution Density Functionals Estimation. // Georgian Engineering News, 2020 #2. pp.30-32.
10. Буадзе Т.Г. Статистические вопросы оценивания распределения вероятностей. -Тбилиси, Технический университет, 2009, 93 с.
11. Абсава Р.М., Надарая Э.А. Некоторые задачи теорий непараметрического оценивания функциональных характеристик закона распределения наблюдений. -Тбилиси, ТГУ, 2005, 247с.

SUMMARY

TO THE ISSUE OF UNKNOWN DISTRIBUTION DENSITY CONSISTENT ESTIMATE

Buadze T.G. and Giorgadze V.A.

Georgian Technical University

The work deals with Rosenblatt-Parzen and E. Nadaraya kernel-type, consistent non-parametric statistical estimates in the space of linear L_1 functions and L_2 functions square-integrable towards Lebesgue measure, composed through general statistical approaches by independent observations for unknown density of multidimensional distribution.

Keywords: estimation, independent observations, consistent non-parametric statistical estimate.

არათანაბარი განათებით გამოწვეული, გამოსახულების გრაფიკული ფონების ლოკალიზაცია და გაფილტვრა, მათემატიკური მორფოლოგიის გარდაქმნების საშუალებით

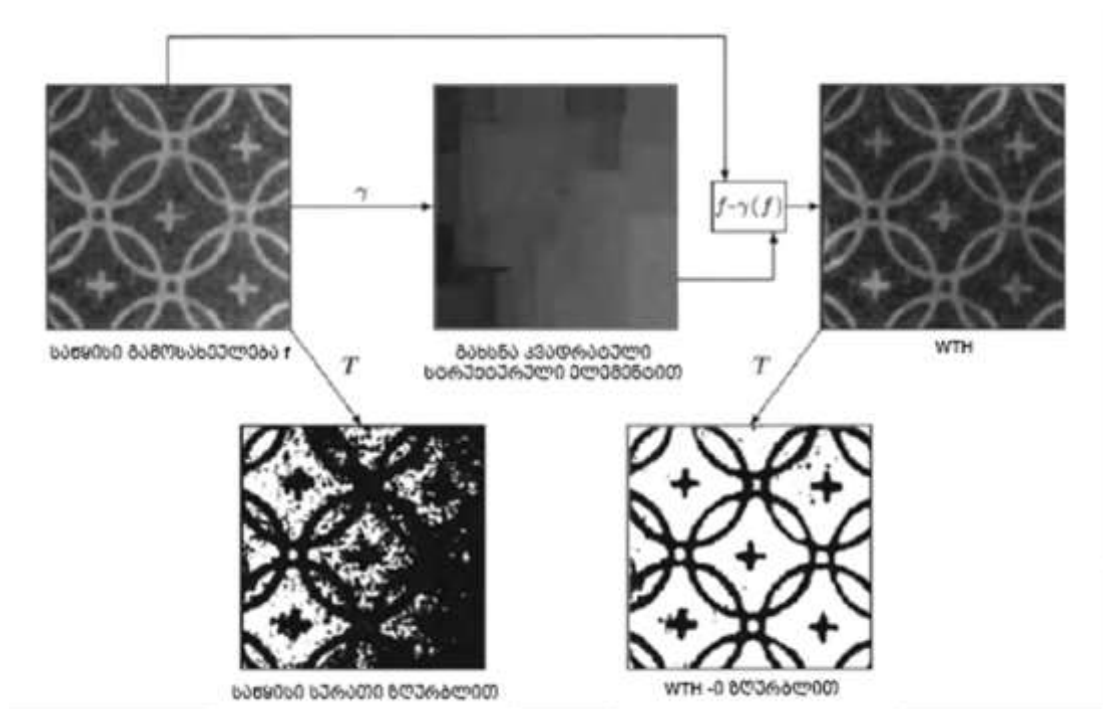
სეხნიაშვილი დ.ნ., სვანიძე რ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

არათანაბარი განათების დროს, გამოსახულებაზე ვლდებულობით განათების გრადიენტს, რომლის გამოსახულებიდან მთლიანად მოშორება ან მაქსიმალურად გაფილტვრა აუცილებელია გამოსახულების შემდგომი ანალიზისათვის და გარდაქმნებისათვის.

განათების გრადიენტის შესამცირებლად შესაძლებელია მორფოლოგიური ტოპოჰეტი ოპერაციების გამოყენება, რადგან ტოპოჰეტები ფართო იზოტროპული სტრუქტურული ელემენტით გამოსახულებაზე მოქმედებს როგორც მადალსისშირული ფილტრი [1].

ვინაიდან გრადიენტი მდებარეობს გამოსახულების დაბალ სიხშირულ დიაპაზონში, მისი მოშორება შესაძლებელია მორფოლოგიური ტოპოჰეტი ოპერაციების გამოყენებით. კერძოდ, ე.წ. თეთრი ტოპოჰეტები გამოიყენება წინა პლანის პიქსელებთან შედარებით მუქი ფონის მქონე გამოსახულებებში, ხოლო შავი ტოპოჰეტები ნათელი ფონის მქონე გამოსახულებაში. თეთრი ტოპოჰეტი გამოსახულების დამუშავების მაგალითი ნაჩვენებია (სურ.1).



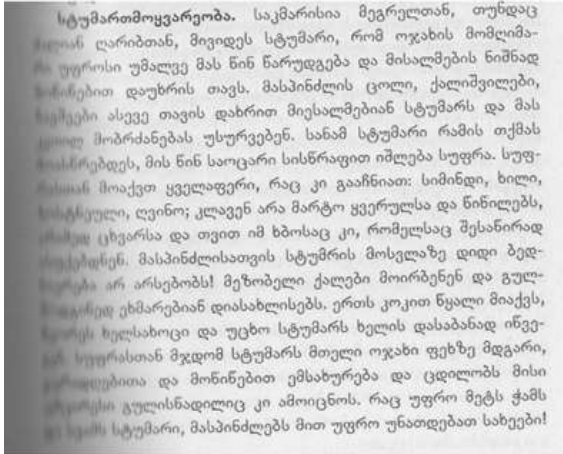
სურ. 1. გამოსახულების დამუშავება ტოპოჰეტი ოპერაციით

როგორც სურათიდან ჩანს არათანაბარი განათების მქონე საწყის გამოსახულებაზე ზღურბლის ოპერაცია გვაძლევს არასასურველ შედეგს.

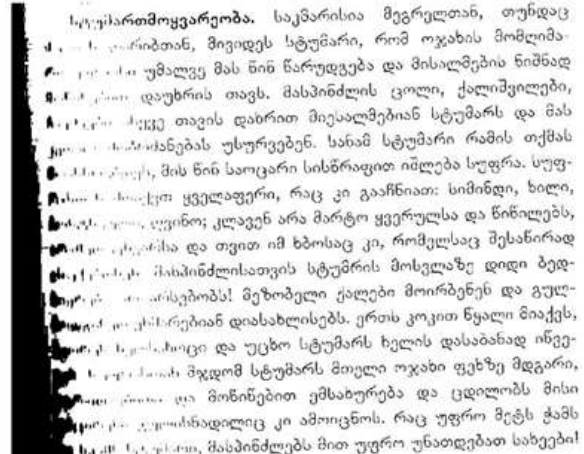
თუ ფონის გამუქებასთან ერთად, გამოსახულებაზე არსებულ ჩვენთვის საინტერესო ობიექტებს და გამოსახულების ფონს შორის კონტრასტი კლებულობს, მაშინ საწყისი გამოსახულების გახსნასთან ან დახურვასთან გაყოფით შესაძლებელია მივიღოთ ჩვენთვის სასურველი ვიზუალური ეფექტი.

როგორც სურათზე (სურ. 2,ა) ჩანს, გრადიენტული ფონის მქონე საწყისი გამოსახულების ბინარულად გარდაქმნა ზღურბლის ოპერაციით არ იძლევა სასურველ

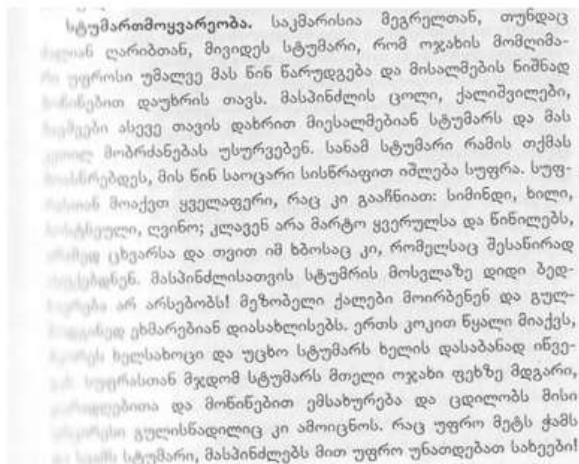
შედგეს, რადგანაც, გრადიენტის ფარგლებში მოქცეული ასოები მთლიანად იკარგება (სურ. 2,ბ), შესაბამისად, მათი შემდგომი აღდგენა შეუძლებელი ხდება. თუმცა, ტოპ-ჰექტ ოპერატორის გამოყენებით შესაძლებელია, გრადიენტული ფონის ისე მოშორება, რომ ნაკლებად ვიმოქმედოთ წინა პლანის პიქსელებზე (სურ. 2,გ), რის შედეგადაც მიღებულ გამოსახულებაზე შესაძლებელი ხდება შემდგომი მანიპულაციების ჩატარება (მაგალითად, კონტრასტის ცვლილება (სურ. 2,დ.)



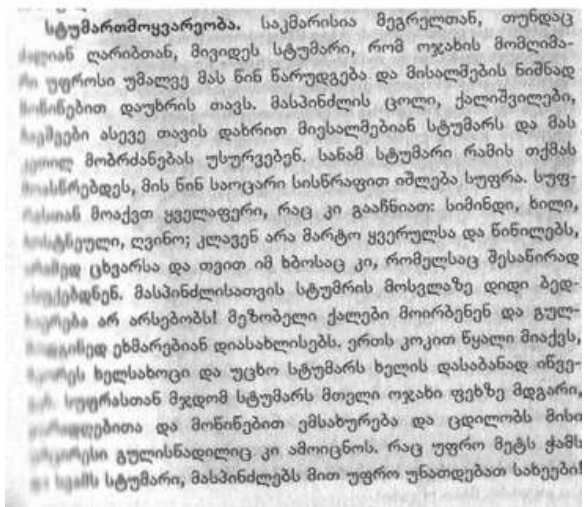
სურ. 2.ა საწყისი ნაცრისფერი ტონის გამოსახულება რათანაბარი განათებით და გრადიენტული ფონით



სურ. 2.ბ გამოსახულების ბინარულად გარდაქმნა ზღურბლის ოპერაციით



სურ. 2.გ საწყისი გამოსახულების გარდაქმნა ტოპ-ჰექტი ოპერაციით

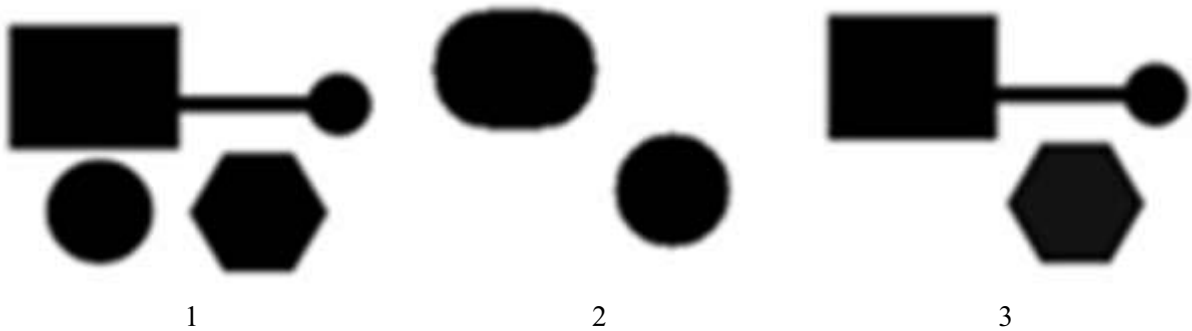


სურ. 2.დ ტოპ-ჰექტი დამუშავებული გამოსახულება მომატებული კონტრასტით

ტექსტური ინფორმაციის შემცველ გამოსახულებაში, ტექსტის შემცველი ობიექტების ინტენსიურობა უფრო მაღალია ვიდრე არათანაბარი განათებით მიღებული ფონის გრადიენტის [2]. შესაბამისად, მორფოლოგიური გახსნა და დახურვის ოპერაციების შესრულებისას სტრუქტურული ელემენტის ზომაზე მცირე ობიექტები გაქრება და დაგვრჩება მხოლოდ რეგიონები რომლებიც აღემატება სტრუქტურულ ელემენტს ზომაში. ამგვარად, ტოპ-ჰექტების გამოყენებით შესაძლებელია მივიღოთ თანაბრად განათებული გამოსახულება. თუმცა აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ სტრუქ-

ტურული ელემენტის ზომის ზრდასთან ერთად ჩნდება ე.წ. ბლოკური ეფექტი, ცრუ კიდების ეფექტის გაჩენის გამო [3].

გამოსახულებაში, ბლოკური ეფექტით შექმნილი ხმაურის შემცირება შესაძლებელია ტოპ-ჰეტი ალგორითმების რეკონსტრუქციული გახსნა და დახურვის ოპერაციებით მოდიფიცირებით. დანარჩენ სხვა მორფოლოგიურ ოპერაციებთან შედარებით, რეკონსტრუქციული გახსნას შეუძლია გამოსახულებაში შეინარჩუნოს ყველა იმ ობიექტის ფორმა რომლებიც არ იქნენ მთლიანად მოშორებული მორფოლოგიური ეროზიის ოპერაციის შედეგად [4]. მაგალითი ნაჩვენებია სურ. 3



სურ. 3. 1. საწყისი გამოსახულება 2. გამოსახულების ეროზია სტრუქტურული ელემენტით. 3. რეკონსტრუქციული გახსნა იმავე სტრუქტურული ელემენტით

რეკონსტრუქციული გახსნის ოპერაცია საშუალებას გვაძლევს მარტივად აღმოვაჩინოთ გამოსახულების უკანა ფონი. ამგვარად, ტოპ-ჰეტი ალგორითმში, ბაზისური გახსნის ოპერატორის, რეკონსტრუქციული გახსნის ჩანაცვლებით შეგვიძლია მივიღოთ მოდიფიცირებული ტოპ-ჰეტი რომლის თვისებები უფრო ესადაგება მოცემულ ამოცანას.

$$\tilde{g}^{\omega}(f) = f - \tilde{r}R(f) \quad (1)$$

მიუხედავად იმისა, რომ მოდიფიცირებული თეთრი ტოპ-ჰეტი კარგად ასრულებს გამოსახულებაში განათების გათანაბრებას (ეკვალიზირი) და შედეგად ვღებულობთ დაბალანსებული განათების მქონე ფონს ბლოკური ეფექტის გარეშე, ამ ოპერაციის შედეგად ჩნდება ახალი პრობლემა – ტექსტის ნაწილი ზედმეტად განათების გამო აღიქმება როგორც ფონი [6].

ამ პრობლემის დასაკორექტირებლად, ვიყენებთ რეკონსტრუქციული გახსნის ორადულ ოპერაციას – რეკონსტრუქციულ დახურვას, რომელიც აშორებს ფონიდან შეცდომით აღქმულ ტექსტურ ინფორმაციას და შედეგად ვღებულობთ მხოლოდ გამოსახულების ფონს.

$$\tilde{\phi}_\gamma(f) = \tilde{\phi}_R[\tilde{r}_R(f)] \quad (2)$$

ამგვარად, მოდიფიცირებული ტოპ-ჰეტი ღებულობს შემდეგ სახეს:

$$\tilde{g}(f) = f - \tilde{\phi}_\gamma(f) = f - \tilde{\phi}_R[\tilde{r}_R(f)] \quad (3)$$

ამრიგად, გამოსახულების არათანაბარი განათებით გამოწვეული გრადიენტული ფონების მოშორების მიზნით განხორციელდა გაფილტვრის მორფოლოგიური მექანიზმების შედარება პირველადი გამოსახულების, ზღურბლის ოპერატორის ბინარიზაციით მიღებული გამოსახულების – მორფოლოგიური ალგორითმით დამუშავებულ გამოსახულებასთან, რამაც დაადასტურა მორფოლოგიური ოპერატორების

უპირატესობები. დასახული ამოცანის შესასრულებლად ნაშრომში გამოყენებული იქნა ტოპ-ჰეტი ალგორითმი, რომელიც თავის მხრივ იყენებს რამოდენიმე პირველად მორფოლოგიურ ოპერაციას, როგორც არის „კლასიკური“ მორფოლოგიური გახსნა და დახურვა.

ასევე, გამოსახულებაში გრადიენტულ ფონთან მუშაობისას წარმოქმნილი ბლოკური ეფექტის ხმაურის შეცირებისათვის ნაშრომში გამოყენებულია ტოპ-ჰეტის მოდიფიცირებული ალგორითმი, სადაც პირველადი მორფოლოგიურ გახსნის და დახურვის ოპერაციები ჩანაცვლებულია გეოდეზიური მორფოლოგიური ოპერატორების ბაზაზე აგებული რეკონსტრუქციული ოპერაციებით,

მოდიფიცირებული ტოპ-ჰეტი ალგორითმის შედეგად მიღებულია დამუშავებული გამოსახულება, რომლიდანაც მთლიანად მოშორებულია გრადიენტული ფონი და არ გვაქვს ბლოკური ეფექტი.

ლიტერატურა

1. Soille P. Morphological Image Analysis-Principles and Applications, Springer, 408 pg ISBN-10 : 3642076963, 2010.
2. Guocheng Wang, Yiwen Wang, Hui Li. Morphological Background Detection and Illumination Normalization of Text Image with Poor Lighting, PLoS ONE, vol 1, no 11, 2014, pp.7
3. Salembier P., Pardas M. Hierarchical morphological segmentation for image sequence coding. //Image Processing, IEEE Transactions on vol.3, no.5, 1994, pp. 639-651
4. Salembier P, Serra J. Flat zones filtering, connected operators and filters by reconstruction. //Image Processing IEEE Transactions on vol.4, no.8, 1995, pp. 1153-1160.
5. <https://www.mathworks.com/help/images/understanding-morphological-reconstruction.html>
6. Angélica R. Jiménez-Sánchez, Jorge D. Mendiola-Santibañez, Iván R. Terol-Villalobos Morphological Background Detection and Enhancement of Images with Poor Lighting, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 18, no. 3, 2009, pp. 613-623

SUMMARY

FILTRATION OF GRADIENT BACKGROUND, CAUSED BY UNEVEN ILLUMINATION USING MATHEMATICAL MORPHOLOGY ALGORITHMS

Sekhniashvili D.N. and Svanidze R.G.

Georgian Technical University

Gradient background introduced by uneven illumination complicates the task of such document processing and analysis. The paper discusses the issues of restoring these irregularities by filtering out the image using the mathematical morphology algorithms. Examples of correction of a gradient image, as well as filtering it using modified top hat operators, are presented.

Keywords: filtering, correction, gradient image, mathematical morphology.

მონაცემთა ბაზის მართვა PYTHON დაპროგრამების ენაზე

გაჩეილაძე ლ.ფ., მარგველაშვილი ა.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

1. შესავალი

საყოველთაოდ ცნობილია ის ფაქტი, რომ მონაცემთა ბაზები, ფაქტიურად, ყველგან გამოიყენება.

მონაცემთა ბაზა ბიბლიოთეკაა, რომელიც მონაცემებს ამა თუ იმ სახით ინახავს. ის, ელექტრონული ინფორმაციის მართვის სისტემაა, რომელიც ორი ნაწილისგან: მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემისა (**DBMS – Database Management System**) და თავად ინფორმაციისგან შედგება. თანამედროვე მონაცემთა ბაზები დაფუძნებულია მონაცემთა ბაზების მართვის რელაციურ მოდელზე. მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა საშუალებას გვაძლევს, ვაკონტროლოთ მონაცემების განსაზღვრის, მათი დამუშავებისა და ერთობლივად გამოყენების პროცესი [1].

რელაციურ მონაცემთა ბაზებში ინფორმაცია ცხრილებში ინახება, რომლის სტრუქტურა წინასწარ, მკაცრად არის განსაზღვრული.

SQL (Structured Query Language) მოთხოვნების სტრუქტურირებული ენაა. უხეშად რომ ვთქვათ, ეს დაპროგრამების ენაა, რომელიც მონაცემთა ბაზების მართვის საშუალებას გვაძლევს.

მონაცემთა ბაზები **Data Science**-ის განუყოფელი ნაწილია, რამეთუ, ხშირად გვიწევს შენახულ მონაცემებთან მუშაობა: მიღება, დამატება, წაშლა, განახლება და ანალიზიც კი.

რელაციურ მონაცემთა ბაზის ყველაზე გავრცელებულ მართვის სისტემებს წარმოადგენს: **Microsoft Sql Server, MySql, Oracle, SQLite, PostgreSQL** და ა.შ.

წინამდებარე სტატიის მიზანს წარმოადგენს მონაცემთა ბაზის მართვა Python დაპროგრამების ენის გარემოში ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომით და იმ უპირატესობების ჩვენება, რითაც ეს უკანასკნელი ხასიათდება.

2. ძირითადი ნაწილი

SQLite მონაცემთა ბაზის მართვის საიმედო სისტემაა, რომელიც დაპროგრამების ენა პითონში ჩაშენებულია **sqlite3** ბიბლიოთეკის სახით და შესაბამისად, მასთან სამუშაოდ საჭირო არ არის რაიმეს დაყენება (ინსტალირება), საკმარისია მხოლოდ მისი იმპორტირება. კომპიუტერზე მონაცემთა ბაზასთან კავშირის დასამყარებლად აუცილებელია გზის მითითება. თუ პითონი ბაზას ვერ მოძებნის, მას თავად შექმნის. იმისათვის, რომ მომხმარებელმა შეიმუშავოს **SQLite** მონაცემთა ბაზა, საკმარისია შექმნას კავშირის მარტივი ობიექტი, ხოლო კავშირის დამყარების შემდეგ შესაძლებელია SQL-მოთხოვნების შესრულება [2].

ზემოაღნიშნულის საილუსტრაციოდ წინამდებარე სტატიაში წარმოვიდგინოთ მონაცემთა ბაზის **SQLite** მართვის სისტემას Python დაპროგრამების ენის **Pycharm** ინტეგრირებულ გარემოში ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების ძირითადი ინსტრუმენტების გამოყენებით და სამომხმარებლო მოდულის შემუშავების გზით [3,4].

დავუშვათ, ვქმნით მონაცემთა ბაზას სახელწოდებით **students.db**, რომელიც მოიცავს ცხრილს სახელწოდებით **students**. ეს უკანასკნელი შემდეგი ველებისგან შედგება: **student_name** (სტუდენტის სახელი), **student_surname** (სტუდენტის გვარი), **personal_number** (პირადი ნომერი), **group_number** (ჯგუფის ნომერი) და **student_age** (სტუდენტის ასაკი).

აღნიშნული ცხრილი შევავსოთ მონაცემებით და განვახორციელოთ SQL-მოთხოვნები პითონის სამომხმარებლო კლასისა და მასში განსაზღვრული მეთოდების გამოყენებით. ასევე, შევქმნათ სამომხმარებლო მოდული და მოვახდინოთ მისი იმპორტირება პითონის ნებისმიერ ფაილში.

ჩვენი მიზანია, მკითხველს ვაჩვენოთ, რომ სამომხმარებლო მოდულიდან კლასის ნებისმიერი მეთოდის გამოძახება საკმაოდ მარტივად ჰპოვებს ასახვას არა მხოლოდ **Pycharm** ინტეგრირებულ გარემოში, არამედ **DB Browser (SQLite)**-შიც.

სამომხმარებლო მოდულის შესაბამის პროგრამულ კოდს შემდეგი სახე აქვს:

```
import sqlite3 as sql
con=sql.connect('students.db') #ბაზასთან კავშირის დამყარება
cur=con.cursor()
class student:
    def students_db(self): #ცხრილის შექმნა და შევსება
        cur.execute("""CREATE TABLE IF NOT EXISTS students(
            student_name TEXT,
            student_surname TEXT,
            personal_number TEXT,
            group_number INTEGER,
            student_age INTEGER
        )
        """)
        con.commit()
        students_list=[
            ( ანა , მარგველაშვილი , 01023492834 ,8071, 24),
            ( მარიამ , ასანიძე , 01022837612 , 8071, 25),
            ( გიორგი , ნათენაძე , 01029056934 , 8071, 24),
            ( ლევან , დადიანი , 01024069780 , 8071, 26),
            ( ნუცა , მაჭავარიანი , 01024079854 , 8071, 24),
            ( მიხეილ , ენუქიძე , 01020956835 , 8071, 25),
            ( თამარ , ახოზაძე , 01023409518 , 8071, 24),
        ]
        cur.executemany("INSERT INTO students VALUES(?, ?, ?, ?, ?);", students_list)
        con.commit()
    def view_db(self): #ცხრილის ჩვენება
        cur.execute("SELECT * FROM students")
        print( საწყისი ცხრილი: )
        for x in cur:
            print(x)
        def criteria_db(self): #სატვირთ მონაცემების წარმოდგენა
        results = cur.execute("SELECT student_name, student_age FROM students").fetchall()
        print("\nსტუდენტთა სახელები და ასაკი:")
        for t in results:
            print(t)
        def sort_db(self): #ცხრილის დახარისხება ასაკის მიხედვით კლებადობით
        results2 = cur.execute("SELECT * FROM students ORDER BY student_age
DESC").fetchall()
        print("\nასაკის მიხედვით კლებადობით დახარისხებული ცხრილი:")
        for t in results2:
            print(t)
        def update_db(self): #მონაცემის ცვლილება
        cur.execute("UPDATE students SET student_age==? WHERE student_age==?", (27,
26))
        con.commit()
        cur.execute("SELECT * FROM students")
        print("\nცვლილება ცხრილში:")
        for p in cur:
            print(p)
        def delete_db(self): #ცხრილის წაშლა
```

```
cur.execute("DROP TABLE students")
con.commit()
```

მოდულის იმპორტირება, student კლასის ობიექტის შექმნა და მეთოდების გამოძახება:

```
from mymodule import student
ob=student()
ob.students_db()
ob.view_db()
ob.criteria_db()
ob.sort_db()
ob.update_db()
ob.delete_db()
```

შედგები DB Browser (SQLite)-ში:

საწყისი ცხრილი პირველ სურათზეა ნაჩვენები, ხოლო ასაკის მიხედვით კლებადობით დახარისხებული ცხრილი Pycharm ინტეგრირებულ გარემოში – მე-2 სურათზე. კონსოლზე მიღებული შედეგები ასახულია მე-3 სურათზე.

	student_name	student_surname	personal_number	group_number	student_age
1	ანა	მარგველაშვილი	01023492834	8071	24
2	მარიამ	ასანიძე	01022837612	8071	25
3	გიორგი	ნათენაძე	01029056934	8071	24
4	ლევან	დადიანი	01024069780	8071	27
5	ნუცა	მაჭავარიანი	01024079854	8071	24
6	მიხეილ	ენუქიძე	01020956835	8071	25
7	თამარ	ახობაძე	01023409518	8071	24

სურ. 1. საწყისი ცხრილი

	student_name	student_surname	personal_number	group_number	student_age
1	ლევან	დადიანი	01024069780	8071	27
2	მარიამ	ასანიძე	01022837612	8071	25
3	მიხეილ	ენუქიძე	01020956835	8071	25
4	ანა	მარგველაშვილი	01023492834	8071	24
5	გიორგი	ნათენაძე	01029056934	8071	24
6	ნუცა	მაჭავარიანი	01024079854	8071	24
7	თამარ	ახობაძე	01023409518	8071	24

სურ. 2. ასაკის მიხედვით კლებადობით დახარისხებული ცხრილი შედეგები კონსოლზე Pycharm ინტეგრირებულ გარემოში:

```

anyfile
C:\Python34\python.exe C:/Users/Pc/PycharmProjects
საწყისი ცხრილი:
('ანა', 'მარგველაშვილი', '01023492834', 8071, 24)
('მარიამ', 'ასანიძე', '01022837612', 8071, 25)
('გიორგი', 'ნათენაძე', '01029056934', 8071, 24)
('ლევან', 'დადიანი', '01024069780', 8071, 26)
('ნუცა', 'მაჭავარიანი', '01024079854', 8071, 24)
('მიხეილ', 'ენუქიძე', '01020956835', 8071, 25)
('თამარ', 'ახობაძე', '01023409518', 8071, 24)

სტუდენტთა სახელები და ასაკი:
('ანა', 24)
('მარიამ', 25)
('გიორგი', 24)
('ლევან', 26)
('ნუცა', 24)
('მიხეილ', 25)
('თამარ', 24)

ცვლილება ცხრილში:
('ანა', 'მარგველაშვილი', '01023492834', 8071, 24)
('მარიამ', 'ასანიძე', '01022837612', 8071, 25)
('გიორგი', 'ნათენაძე', '01029056934', 8071, 24)
('ლევან', 'დადიანი', '01024069780', 8071, 27)
('ნუცა', 'მაჭავარიანი', '01024079854', 8071, 24)
('მიხეილ', 'ენუქიძე', '01020956835', 8071, 25)
('თამარ', 'ახობაძე', '01023409518', 8071, 24)

ასაკის მიხედვით კლებადობით დახარისხებული ცხრილი:
('ლევან', 'დადიანი', '01024069780', 8071, 27)
('მარიამ', 'ასანიძე', '01022837612', 8071, 25)
('მიხეილ', 'ენუქიძე', '01020956835', 8071, 25)
('ანა', 'მარგველაშვილი', '01023492834', 8071, 24)
('გიორგი', 'ნათენაძე', '01029056934', 8071, 24)
('ნუცა', 'მაჭავარიანი', '01024079854', 8071, 24)
('თამარ', 'ახობაძე', '01023409518', 8071, 24)
    
```

სურ. 3. შედეგები კონსოლზე

3. დასკვნა

სტატიაში წარმოდგენილი პროგრამული კოდის მიხედვით, ადვილი შესაძლებელია, თუ რამდენად მარტივად შესაძლებელია ვმართოთ მონაცემთა ბაზა პითონზე Pycharm ინტეგრირებულ გარემოში ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომით და კიდევ ერთხელ დავრწმუნდეთ, რომ **SQLite** არის მონაცემთა ბაზების მართვის სწრაფი, საიმედო სისტემა, რომელიც MySQL, PostgreSQL, Oracle მონაცემთა ბაზების მართვის

სისტემებისგან განსხვავებით, ორიენტირებულია ეკონომიაზე, საიმედოობასა და სიმარტივეზე.

ლიტერატურა

1. სურგულაძე გ., შონია ო., ყვავაძე ლ. მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემები: Ms Access, SQL Server, InterBase, Oracle, Corba. -თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2004, 445 გვ.
2. Rick F. van der Lans. The SQL guide to SQLite. Published by O'Reilly Media, Inc. USA. 2009, 517 p.
3. Lutz M. Learning Python. 5th Edition. Published by O'Reilly Media, Inc. USA. 2013, 1640 p.
4. ლ. გაჩეჩილაძე. დაპროგრამების ენა Python. –თბილისი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2018, 157 გვ.

SUMMARY

MANAGEMENT OF DATABASE ON PYTHON PROGRAMMING LANGUAGE

Gachechiladze L.P. and Margvelashvili A.G.

Georgian Technical University

The paper deals with database management issues from the point of view of using object-oriented programming tools on the Python programming language. In the article are related to each other the Pycharm framework and database management system DB Browser (SQLite).

Keywords: DBMS – Database Management System, SQL - Structured Query Language, DB Browser (SQLite), Pycharm - Integrated environment, Python - Object-Oriented Programming Language.

მეორადი ბეტონის სიმტკიცის მახასიათებლების კვლევა

ცირეკიძე ნ.თ., კიკვიძე ო.გ., ბარათაშვილი მ.პ., ბალანჩივაძე მ.გ.

აკაკი წერეთლის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სამშენებლო ნარჩენების უტილიზაცია დღეისთვის ითვლება ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემად სამშენებლო დარგში. ევროასოციაციის მონაცემებით შენობების ნგრევის შედეგად მთელს პლანეტაზე ყოველდღიურად გროვდება 2,5 მილიარდი ტონა სამშენებლო ნარჩენები მათ შორის მარტო ევროპაში 200 მილიონი ტონა.

დღეისთვის არსებობს სამშენებლო ნარჩენების უტილიზაციის 2 მეთოდი 1) სამშენებლო ნარჩენების დამარხვა სპეციალურად გამოყოფილ პოლიგონებზე ან სანაგვეებზე; 2) სამშენებლო ნარჩენების სრული გადამუშავება სპეციალური ტექნიკით.

რკინაბეტონის გადამუშავება მეორადი გამოყენებისათვის ორმაგ სარგებელს იძლევა 1) გამოთავისუფლება ბეტონიდან მეტალის ჩასატანებელი დეტალები და არმატურა, ხდება მათი გადადნობა და მეორედ გამოყენება. 2) ბეტონის ნარჩენები გადამუშავების შემდეგ თითქმის მთლიანად გამოიყენება მეორადი ბეტონის დასამზადებლად როგორც შემავსებელი და აგრეთვე როგორც ბალასტი საგზაო სატრანსპორტო წარმოებაში, ქვასამსხრვევი მოწყობილობები რკინა-ბეტონის გადამუშავებისთვის შედგება 2 ან 3 კონსტრუქციული ნაწილისაგან: ნედლეული ხვდება სამსხრვევში სადაც ხდება მათი დამტვრევა, შემდეგ გადადის მაგნიტურ სეპარატორში სადაც ხდება არმატურის გამოცალკავება და დანარჩენი მასა გადადის სამსხრვევში და ხდება მათი ფრაქციებად დაყოფა.

რკინაბეტონის უტილიზაციას დიდი ეკონომიური ეფექტი იყოფა მრავალ ფაქტორად, ამათგან უმთავრესია დაბალი თვითღირებულება მეორადი ღორღის რომლის ფასი 2-ჯერ ნაკლებია ვიდრე გრანიტის ღორღის.

ბეტონი თანამედროვე მშენებლობაში ძირითადი საშენი მასალაა, რომელიც მშენებლობის მოცულობის თითქმის 60 % შეადგენს. იგი, უნივერსალური და უნიკალურია იმით, რომ გამოიყენება მშენებლობის თითქმის ყველა დარგში. ყველა შენობა ნაგებობა გარკვეული დროის შემდეგ საჭიროებს განახლებას, ბეტონს აქვს ის უნიკალური თვისება, ნორმალური ექსპლუატაციის პირობებში მისი სიმტკიცე ექსპლუატაციის სტადიაზე, მიაღწევს რა საპროექტო სიმტკიცეს 28 დღის შემდეგ, გარკვეული დროის განმავლობაში კიდევ უფრო იზრდება.

საქართველოში ისევე როგორც მთელ მსოფლიოში მშენებლობა ქვეყნის ეკონომიკის უმნიშვნელოვანესი დარგია, ძველ შენობა-ნაგებობებს ცვლის ახალი. ძველი შენობების ნგრევის პროცესის შედეგად წარმოიქმნება ნარჩენები, მაგალითად, როგორიც არის მეორადი ღორღი და ქვიშა.

მეორადი ბეტონის გადამუშავების შედეგად მიღებული ინერტული მასალა შეიძლება გადამუშავდეს და გამოვიყენოთ შემავსებლად ახალი ბეტონის მისაღებად. ამ საკითხით ჯერ კიდევ მე-20 საუკუნის 70-80-იან წლებში დაინტერესდნენ.

საავტომობილო გზების მშენებლობისას მეორადი ბეტონისაგან მიღებული სხვადასხვა ფრაქციის სახით წარმოდგენილი ნედლეული აქტიურად შეიძლება იქნას გამოყენებული, მისი მეშვეობით შეიძლება ინერტული მასალის ჩანაცვლება საფარის მოწყობის მიზნით წარმოებულ ბეტონში, რითაც საგრძნობლად მცირდება მასალის თვითღირებულება და უზრუნველყოფს მასალის ერთგვაროვნებას და დაასტაბილურებს მის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი შედეგები შეიძლება მიღწეული იქნას ბეტონის მეორადი ნედლეულის გამოყენებისას საავტომობილო გზების სხვადასხვა ფენების მოსაწყობად, ამ დროს მინიმუმამდე შეიძლება ნარჩენი დეფორმაციის მაჩვენებლის დაყვანა და მასალის პლასტიკური დეფორმაციის პროექტით განსაზღვრული მაჩვენებლების უზრუნველყოფა. ამ მახასიათებლების მკვეთრად სტაბილური მაჩვენებლების უზრუნველყოფა მნიშვნელოვანია გზების, ხიდების და გვირაბების მისასვლელელებთან. მეორადი ბეტონის გამოყენება აქტუალურია ისეთი რეგიონებისთვის სადაც ბუნებრივი შემავსებლები, როგორცაა ქვიშა, ღორღი, ნაკლებად ხელმისაწვდომია.

ექსპერიმენტული კვლევის მიზანია, ბეტონის ნარჩენების გადამუშავებით მიღებული სამშენებლო მასალის (ბეტონი) მექანიკური მახასიათებლების შესაწავლა და მათი გამოყენების არეალის დადგენა. სტატიაში განხილულია ბეტონის ნარჩენების მეორადი გამოყენების შესაძლებლობები, წარმოდგენილია მათი მეორედ გამოყენებისას გარემოზე ზიანის მიყენების მასშტაბების შემცირების შესაძლებლობები [2].

მიზნის მიღწევისათვის აღებული იქნა ქალაქ ქუთაისის გარეუბნებში უკონტროლოდ მიმოფანტული ბეტონის ნარჩენები, რომლებიც გადამუშავებული იქნა სამსახურე-109 აპარატში. მოხდა ნამსხვრეების სეპარაცია, განისაზღვრა მეორადი ღორღის გრანუმეტრიული შედგენილობა. სამსხვრევიდან აღებული სინჯი გატარებულ იქნა ცხაურებში. განხორციელდა ღორღის და ქვიშის ხარისხის შემოწმება ლაბორატორიულ პირობებში.

სინჯის წონამ შეადგინა: 115900 გრამი, ჩატარდა ღორღის გრანუმეტრიული შედგენილობის განსაზღვრა (საცრითი ანალიზი) საცრების ზომა იყო: 40, 20, 10,5, (მმ), ძირი. ნარჩენი თითოეულ საცერზე პროცენტებში გამოითვლება ფორმულით $a_i = m_i / m * 100\%$, სადაც m_i არის ნარჩენის წონა მოცემულ საცერზე. m – არის სინჯის საერთო წონა გრამებში. მაგალითად: $a_{40} = 41000 / 115900 * 100 = 35,35\%$ ასევე გამოითვალეთ დანარჩენი საცრებისათვის და შედეგები შეტანილია ცხრ. 1-ში.

ცხრილი 1. მეორადი ბეტონის ფრაქციები პროცენტებში

ნარჩენი საცრებზე	საცრის ხვრეტის ზომები მმ-ში				
	40	20	10	5	ძირი
ნარჩენი გრ-ში	41000	21900	24300	13800	14900
ნარჩენი %	35,37	18,89	20,96	11,91	12,85
სრული ნარჩენი %	35,37	54,26	75,22	87,13	99,98

გამოთვლილი იქნა: ღორღის სიმკვრივე ნაყარ მდგომარეობაში: ცდა ჩატარდა სამჯერ, 1. 1710–220=1490, 2. 1720–220=1500. 3. 1730–220=1510. ტარის წონა იყო 220 გრამი. საშუალო სიმკვრივე ტოლია $(1490+1500+1510):3=1500$ კგ/მ³.

გამოთვლილი იქნა ღორღში ბრტყელი და ნემსისებური მარცვლების რაოდენობა ვიზუალური მეთოდით, ამისათვის ავიღეთ 2000 გრამი ღორღი, ვიზუალური დათვალიერებით ამოვარჩიეთ ბრტყელი და ნემსისებური მარცვლები და ავწონეთ რამაც შეადგინა 660 გრამი, გამოთვალეთ პროცენტული შემცველობა: $660:2000*100=33\%$

შემოწმებული იქნა ქვიშის ხარისხი:

1. ქვიშის სიმკვრივე ნაყარ მდგომარეობაში. ცდა ჩატარდა სამჯერ, ტარის წონა იყო 220 გრამი. 1. 1600-220=1380 კგ/მ³, 2. 1620–220=1400 კგ/მ³, 1630–220=1410 კგ/მ³ ქვიშის საშუალო სიმკვრივე ტოლია $(1380+1400+1410):3=1396,6$ კგ/მ³

ქვიშის გრანუმეტრიული შედგენილობა განისაზღვრა:

სინჯის წონა 1000 გრ, საცრის ხვრეტის ზომებია 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 მმ.

ცდის შედეგები შეტანილია ცხრ. 2-ში.

ცხრილი 2. ქვიშის გრანუმეტრიული შედგენილობა

ნარჩენი საცრებზე	საცრის ხვრეტის ზომები მმ					
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16,	ძირი
ნარჩენი გრ-ში	390	175	150	175	80	30
ნარჩენი %-ში	39,0	17,5	15,0	17,5	8,0	3,0
სრული ნარჩენი %-ში	39,0	56,5	71,5	89,0	97,0	100

განისაზღვრა ქვიშის სიმსხოს მოდული ფორმულით:

$$M_{\text{სიმსხ.}} = (39,0+56,5+71,5+89,0+97,0):100=3,53$$

გამოთვლილ იქნა ქვიშაში თიხოვანი, მტვრისებრი და ლამოვანი მინარეგების რაოდენობა განლექქვის მეთოდით:

სინჯის წონა – (m) 1000 გრ. გარეცხილი ქვიშის წონა – (m₁) 965-გრამი

$$\Pi_{\text{განლ.}} = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100\% = \frac{1000 - 965}{1000} \cdot 100\% = 35$$

დასკვნა:

სახელმწიფო სტანდარტის და საამშენებლო ნორმების მიხედვით 0,63 საცერზე ნარჩენისა და სიმსხოს მოდულის მიხედვით ქვიშა მიეკუთვნება მსხვილი ქვიშების ჯგუფს.

ექსპერიმენტისთვის შემკვრელად გამოყენებული იქნა პორტლანდ ცემენტი M-500-42,5 R.

ვცადეთ ბეტონის დამზადება ღორღისაგან ფრაქციით 40 მმ, ცემენტისაგან და წყლისაგან, რადგან არ დავამატეთ წვრილი შემასაფხვრელი, ბეტონი არ შეიკრა და ნიმუშები ვერ დავამზადეთ. ამიტომ უმჯობესია მეორადი ღორღი ფრაქციით 40 მმ გამოყენებული იქნას საგზაო და სატრანსფორტო მშენებლობაში გზების მოსაშენდა-გებლად.

შერჩეული იქნა შედგენილობა 1 მ³ ბეტონისათვის [4]:

ცემენტი: 339კგ, ღორღი: 1326კგ, ღორღის ფრაქცია (20–10), ქვიშა: 491 კგ, წყალი: 213 ლ, დანამატი: 19 გრამი (1,4 % ცემენტის წონიდან).

დამზადდა 9 ნიმუში ზომით (100*100*100) მმ, ზემოთ მოცემული შედგენილობით. ნიმუშები მოიზილა მექანიკურად ხელით, სამი სხვადასხვა პიროვნების მიერ, ნიმუშებს გაეშუქათ ეტიკეტი, დავაფარეთ სველი გაწურული ტილო და დაგტოვეთ ოთახის ტემპერატურაზე 24 საათის განმავლობაში, (ნახ. 1) ყალიბები გაიხსნა და განისაზღვრა ნიმუშების წონა, პირველი სამეულის წონაა (2420 გრ 2290 გრ 2350 გრ); მეორე სამეულის წონაა: (2420 გრ 2290 გრ 2350 გრ) მესამე სამეულის წონაა (2370 გრ 2345 გრ 2350 გრ) ნიმუშები ყალიბებიდან ამოღების შემდეგ ჩაიწყო აბაზანაში სადაც წყლის ტემპერატურა მერყეობდა 18⁰ ± 2⁰.



ნახ.1. ნიმუში ყალიბში

გამოსაცდელი ნიმუში აბაზანიდან ამოღების შემდეგ ყოვნდებოდა 24 საათი ოთახის ტემპერატურაზე. ნიმუშები გამოიცადა მე-7 დღეს, აღებული იქნა თითო სამეულიდან თითო ნიმუში, ასევე მე-14 და 28-ე დღეს [4] (ნახ.2.) პირველი სამეულის შედეგები მოცემულია ცხრ. 3-ში.



ნახ. 2. ნიმუშის გამოცდა წნეხში

ცხრილი 3. ნიმუშების გამოცდის შედეგები

N	ნიმუშის წონა, გ	ნიმუშის ასაკი და გამოცდის თარიღი	წნეხის მაჩვენებელი, კნ	წნეხის საშუალო მაჩვენებელი	სიმტკიცე, მგპა
1	2420	15,04 (7დღე)	137 139,6 138,7	138,4	13,84
2	2290	22,02 (14დღე)	275,5 278,5 276,4	276,9	27,69
3	2350	8,03 (28 დღე)	290 290,7 287,85	289,5	28,95

გამოთვლილი იქნა წნეხის მაჩვენებლის საშუალო მნიშვნელობა,

$$m = \sum \frac{mi}{n} = \frac{(137+139,6+138,7)}{3} = 138,4 \text{ კნ}$$

დადგენილი იქნა მიღებული საშუალო მნიშვნელობების საიმედოობის ინტეგრალები [5].

$$I_{\beta} = (m - t_{\beta} \sigma_m)(m + t_{\beta} \sigma_m) \quad (1)$$

სადაც, t_{β} -ს მნიშვნელობა აიღება ცხრილიდან ნორმალური განაწილებისათვის β -ს მიხედვით. $\beta=0,8$. შესაბამისად $t_{\beta}=1,282$ [5].

საშუალო კვადრატული გადახრა ნმ განისაზღვრება ფორმულით:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{D}{n}}$$

დისპერსიის შეფასებისათვის ვიღებთ სტატისტიკურ დისპერსიას

$$D = \sum \frac{(m_i - m)^2}{n - 1} = \frac{1}{2} [(137 - 138,4)^2 + (139,6 - 138,4)^2 + (138,7 - 138,4)^2] = 1,745$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1,745}{3}} = 0,76$$

საიმედობის მიდამო $\varepsilon = t_\beta * \sigma_m = 1,282 * 0,76 = 0,97$

პირველი ფორმულით შესაბამისად ინტერვალი განისაზღვრება როგორც

$I_\beta = (138,4 - 0,97; 138,4 + 0,97)$ საიმედობის ინტერვალი 7 დღეზე [137,43; 139,37] .

ნიმუშებისათვის ანალოგიურად იქნა დადგენილი საიმედობის ინტერვალები მე-14 და 28-ე დღეზე. [202,13; 207,87] [288,65; 298,34]

ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზით დადგინდა, რომ მიღებულ იქნა M-300 მარკის, B-22,5 კლასის ბეტონი. რომელსაც აქვს ფართო გამოყენება, მას იყენებენ ინდივიდუალური სახლების მშენებლობაში, საშუალო სიმაღლის კორპუსების მშენებლობაში, თითქმის ყველგან მაღლივი შენობებისა და წყალქვეშა კონსტრუქციების გარდა.

ბეტონისა და რკინაბეტონის ნარჩენების დამუშავებით შეიძლება გადაიჭრას მთელი რიგი ამოცანები ნედლეულის მიწოდებიდან დაწყებული რიგი ეკოლოგიური საკითხებით დამთავრებული. მეორადი ნედლეულის ფართოდ დანერგვისათვის სამშენებლო საქმეში აუცილებელია დამუშავდეს სტანდარტები და მეორადი ღირღის გამოყენების ტექნიკური პირობები.

ლიტერატურა

1. კვერდელიძე ნ. პოლიტიკის კვლევა მყარი ნარჩენების მართვა საქართველოში, საქართველო-2019, 18 გვ. კვლევა, Regional Program Political Dialogue South Caucasus, Policy and Management Consulting Group – PMCG.
2. Cleanup Georgia, “Report on Municipal Solid Waste Management in Georgia”. http://www.cleanup.ge/documents/report_eng.pdf 2012.
3. Л.И. Дворкии, В.И. Гон, О.Л. Дворкии. Испытания бетонов и растворов. Проектирование их составов. –Москва, Инфра-инженерия, 2017, 236 с.
4. Я. Н. Ковалева.. Строительные материалы лабораторный практикум. –Минск, Ногое знание, Москва, инфра-М 1996, 214 с.
5. თ. კიკვიძე. ექსპერიმენტის დაგეგმვა და ანალიზი. საქართველო, 2017, 198 გვ.

SUMMARY

STUDY OF THE STRENGTH CHARACTERISTIC OF SECONDARY TOKEN

Tsirekidze N.T., Kikvidze O.G., Baratashvili M.P. and Balanchivadze M.V.

Akaki Tsereteli State University

The article examines the strength of construction concrete samples made from recycled raw materials. Experiments show that it is possible to obtain M-300 grade B-22.5 grade concrete, which, given its strength and physical-mechanical characteristics, can be used in the construction of houses, medium-height buildings. Almost everywhere except high-rise and underwater structures, based on research results, we can conclude that in the manufacture of concrete structures or other types of materials it is possible to effectively use concrete waste as a secondary raw material, which is important in terms of environmental protection.

Keywords: second-hand concrete, concrete debris recycling, waste management, hardness.

ერთპარტიო პოლიტიკის ნაქონი იზოლაციით შემსრულებულ კაბელებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების გამოკვლევა და ეკრანის დამიწების მეთოდის გავლენა ტექნიკურ რეჟიმებზე

როგორც ნ.ო.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

შესავალი.

ელექტრომომარაგების სისტემის საშუალო ძაბვის ქსელების მუშაობის საიმედოობას ქსელის ელექტრომომარაგების ტრაქტში მონაწილე ყველა ძირითადი ელემენტის გამართული და შეუფერხებელი მუშაობა განაპირობებს [1]. აღსანიშნავია, რომ ქალაქების ელექტრომომარაგების სისტემის საშუალო ძაბვის ქსელებში განვითარებული ავარიული გამორთვების ძირითადი წილი საკაბელო ხაზების დაზიანებებზე მოდის [2]. მნიშვნელოვანია, რომ თანამედროვე ქალაქებში, ცალკეული უბნების გაზრდილი ელექტრული დატვირთვების ინტენსიური ზრდის პირობებში, სულ უფრო აქტუალური ხდება საშუალო ძაბვის ელექტრომომარაგების ქსელის ერთპარტიო კაბელებით შესრულება [3]. შესაბამისად, ერთპარტიო მშრალი იზოლაციით შესრულებული კაბელებით (ემიშკ) შესრულებულ ქსელებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების გამოკვლევა და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების დადგენა თანამედროვე აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს [4]. ბოლო პერიოდში საშუალო და მაღალი ძაბვის ქსელებში (6–500 კვ), ელექტრომომარაგების დონის და ელექტრული დატვირთვების სიმკვრივის ინტენსიური ზრდის შედეგად, ერთფაზა პოლიეთილენის ნაქსოვი იზოლაციით შესრულებული ძალური კაბელების გამოყენება სულ უფრო და უფრო აუცილებელი ხდება [5].

ერთფაზა ნაქსოვი პოლიეთილენის იზოლაციით შესრულებული კაბელები (ნპიშ), ძარღვის ძაბვის მაღალი დონის გამო, აღჭურვილია კარგი ელექტრული გამტარებლობის მქონე მასალისგან (სპილენძი) დამზადებული ეკრანით. მის ძირითად დანიშნულებას კაბელის მთავარ იზოლაციაზე მოქმედი ელექტრული ველის თანაბრად განაწილება წარმოადგენს და იგი შესაძლებელია მხოლოდ ეკრანის მინიმუმ ერთმხრივ დამიწების პირობებში [6].

ერთფაზა საკაბელო ხაზების პროექტირებისა და ექსპლუატაციისას მნიშვნელოვანი პრობლემები წარმოიქმნება კაბელის ეკრანში დაინდუქტირებული გრძივი დენებისა და ძაბვის შეზღუდვის აუცილებლობის გამო. კაბელის ეკრანში დაინდუქტირებული გრძივი დენებისა და ძაბვის, ეკრანის ერთმხრივი დამიწების ან ტრანსპოზიციის საშუალებით, ეკრანში წარმოიქმნება ძაბვა, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება გარსაცმის ელექტრულ სიმტკიცეს. ასევე, იგი საფრთხეს უქმნის კაბელთან ახლოს მყოფ ადამიანებს. აქედან გამომდინარე, აუცილებელია კაბელის ეკრანში დაინდუქტირებული დენისა და ძაბვის განსაზღვრის მათემატიკური მოდელის დაზუსტება, კაბელების ოპტიმალური კვეთების შერჩევისათვის [7].

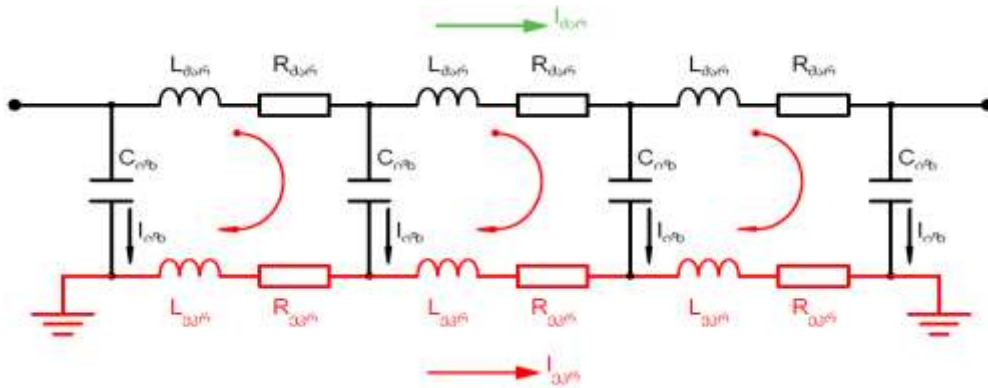
სამუშაოს მიზანს წარმოადგენს, საშუალო და მაღალი ძაბვის ერთფაზა კაბელებით შესრულებულ სამფაზა ქსელებში, მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების გამოკვლევა, მათ მიერ ქსელის ელემენტებში გამოწვეული ძაბვის, სიმძლავრისა და ელექტროენერჯის დანაკარგების მიზეზების დადგენა და შეფასება. მათი კონსტრუქციული შესრულების გავლენის დადგენა მუშაობის რეჟიმებზე, ელექტრომომარაგების საიმედოობასა და ქსელის მუშაობის მდგრადობაზე. შესაბამისად, კვლევებით მიღებული შედეგების ანალიზის, კრიტიკული შეფასებისა და განზოგადოების საფუძველზე, მომზადდეს საპროექტო და საექსპლუატაციო დონისძიებების ნუსხა, რომელიც უზრუნველყოფს ქსელის მუშაობის საიმედოობისა და მდგრადობის ამაღლებას, ენერგეტიკული მაჩვენებლებისა და ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესებას, საექსპლუატაციო უსაფრთხოებას.

კვლევის მასალები და შედეგები.

საშუალო და მაღალი ძაბვის ერთფაზა კაბელებით აღჭურვილი სამფაზა საკაბელო ქსელების მუშაობის საიმედოობა, მდგრადობა, თბური რეჟიმები, კაბელის

გამტარუნარიანობა, ენერგეტიკული მანვენებლები და ენერგოეფექტურობა მთლიანად განპირობებულია ქსელის ელემენტებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესებით, როგორც მუშაობის ნორმალურ რეჟიმებში, ასევე ავარიისა და ავარიის შემდგომ პერიოდში.

თავის მხრივ, მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების გამოკვლევა-შესწავლა და პარამეტრების ადეკვატური შეფასება შესაძლებელია განხორციელდეს მხოლოდ ქსელის შენაცვლების ელექტრულ სქემაზე, რომელიც სრულად მოიცავს ქსელის ყველა თავისებურებებს. აღნიშნული მიდგომით, შედგენილია ნაქსოვი პოლიეთილენის იზოლაციით შესრულებულ ერთფაზა საკაბელო ქსელების შენაცვლების ელექტრული სქემა და წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე.



ნახ. 1. ნაქსოვი პოლიეთილენის იზოლაციით შესრულებულ ერთფაზა საკაბელო ქსელების შენაცვლების ელექტრული სქემა

$L_{დარ}$, $L_{ეკრ}$ – დარღვისა და ეკრანის ინდუქციურობა; $C_{იზ}$ – დარღვისა და ეკრანის შორის ტევადობა; $R_{დარ}$, $R_{ეკრ}$ – დარღვისა და ეკრანის აქტიური წინაღობა; $I_{დარ}$, $I_{ეკრ}$, $I_{იზ}$ – დარღვაში, ეკრანსა და იზოლაციაში გამავალი დენი.

ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელებში წარმოქმნილი სიმძლავრისა და ელექტროენერჯის დანაკარგები თითოეულ ფაზაში მიმდინარე ელექტრომაგნიტურ პროცესებზეა დამოკიდებული და ქსელი ცალკეული ფაზის კაბელის დატვირთვის ან მოკლედშერთვის დენებითაა განპირობებული.

სამფაზა ქსელში ჯამური აქტიური სიმძლავრის დანაკარგები მუშაობის ნორმალური რეჟიმისათვის შემდეგი გამოსახულებით განისაზღვრება:

$$\Delta P_{საკაბ. ქსელ} = \Delta P_{კაბA} + \Delta P_{კაბB} + \Delta P_{კაბC} \quad (1)$$

სადაც $\Delta P_{კაბA}$, $\Delta P_{კაბB}$, $\Delta P_{კაბC}$ – A, B და C ფაზებში დატვირთვის დენის გავლის შედეგად გამოწვეული სიმძლავრის დანაკარგებია.

საკაბელო ქსელის ერთი ფაზის ერთდარღვა კაბელში არსებული აქტიური სიმძლავრისა და აქტიური ენერჯის დანაკარგები შემდეგი გამოსახულებებით განისაზღვრება:

$$\begin{aligned} \Delta P_{კაბA} &= \Delta P_{დარA} + \Delta P_{იზA} + \Delta P_{ეკრA} \\ \Delta W_{კაბA} &= \Delta W_{დარA} + \Delta W_{იზA} + \Delta W_{ეკრA} \end{aligned} \quad (2)$$

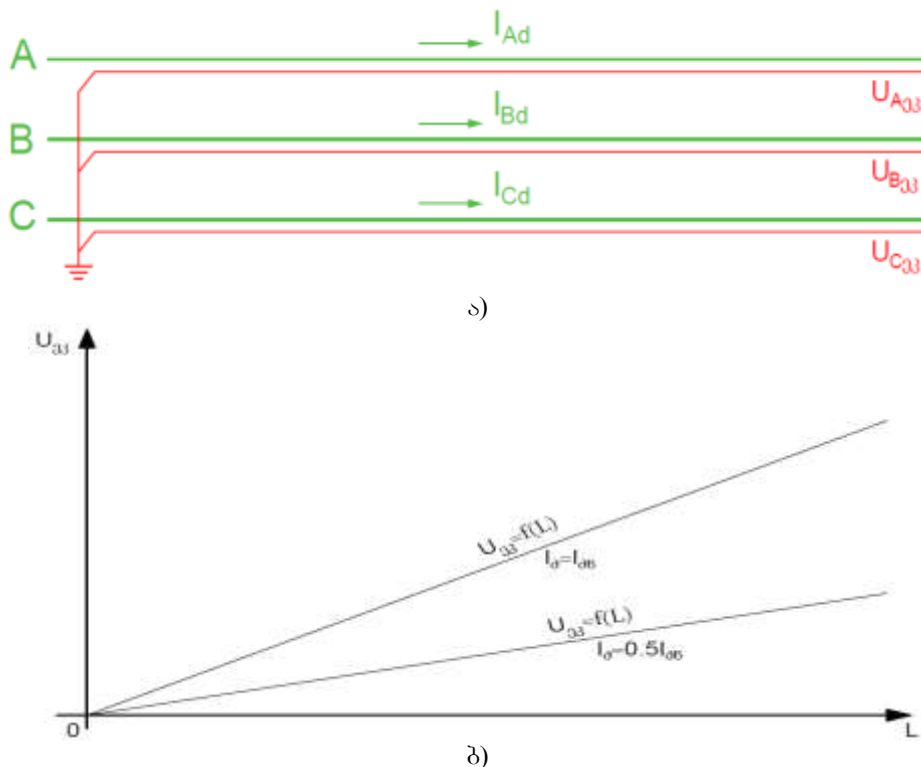
სადაც $\Delta P_{დარA}$ – კაბელის დარღვის აქტიურ წინააღმდეგობაში დატვირთვის დენის გავლის შედეგად გამოყოფილი დანაკარგები. იგი მხოლოდ დატვირთვის დენის სიდიდეზეა დამოკიდებული; $\Delta P_{იზA}$ – კაბელის დარღვისა და გარსაცმის შორის იზოლაციაში ტევადური დენით განპირობებული დანაკარგებია. იგი დამოკიდებულია კაბელის დარღვისა და ეკრანს შორის წარმოქმნილ ძაბვის სიდიდესა და სიხშირეზე. მნიშვნე-

ლოვანია, რომ დამახინჯებული ძაბვის მრუდის ფორმის შემთხვევაში, იგი დამოკიდებულია მაღალი რიგის ჰარმონიკების სპექტრის პარამეტრებზე; $\Delta P_{კგრა}$ – კაბელის ეკრანში ძარღვში გამავალი დენით აღძრული ემძ-ის შედეგად განპირობებული დენებით გამოწვეული დანაკარგებია;

მნიშვნელოვანია, რომ ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესები ერთფაზა ორგრაფილა ძალოვან ტრანსფორმატორში, მიმდინარე პროცესების ანალოგიურია. კერძოდ, ორმხრივ დამიწებული ეკრანის პირობებში კაბელში მიმდინარე პროცესები მოკლედ-შერთვის რეჟიმში მომუშავე ძალოვანი ტრანსფორმატორის იდენტურია, ხოლო ერთმხრივ დამიწებული და ტრანსპოზიცირებული ეკრანის შემთხვევებში უქმი სვლის რეჟიმში მომუშავე ძალოვანი ტრანსფორმატორისა. შესაბამისად, ერთფაზა ძალოვანი კაბელების შესწავლისას, შეიძლება გამოვიყენოთ ძალოვანი ტრანსფორმატორების შენაცვლების სქემები შემოთავაზებული შენაცვლების სქემის პარამეტრების გათვალისწინებით.

ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელი „ორმხრივ დამიწებული ეკრანით“, „ერთმხრივ დამიწებული ეკრანით“, „შუა დამიწებული ეკრანით“, „დასექციონირებული ეკრანით“, „სრული ციკლით ტრანსპოზიცირებული ეკრანით“, „ორმაგი ციკლით ტრანსპოზიცირებული შუა დამიწებული ეკრანით“ და „ორმაგი ციკლით ტრანსპოზიცირებული ეკრანით“.

„ორმხრივ დამიწებული ეკრანით“ სქემის შემთხვევაში ეკრანში დაინდუქტირებულმა დენმა შეიძლება კაბელის ძარღვში გამავალ დენის სიდიდეს მიაღწიოს და ეკრანის მაქსიმალურ დასაშვებ (თერმიული მდგრადობის) დენს გადააჭარბოს. ეკრანში დაინდუქტირებული დენის შემცირების, თბური რეჟიმის გაუმჯობესებისა და კაბელის გამტარუნარიანობის გაზრდის მიზნით, გამოიყენება სქემა „ერთმხრივ დამიწებული ეკრანით“ (ნახ. 2).

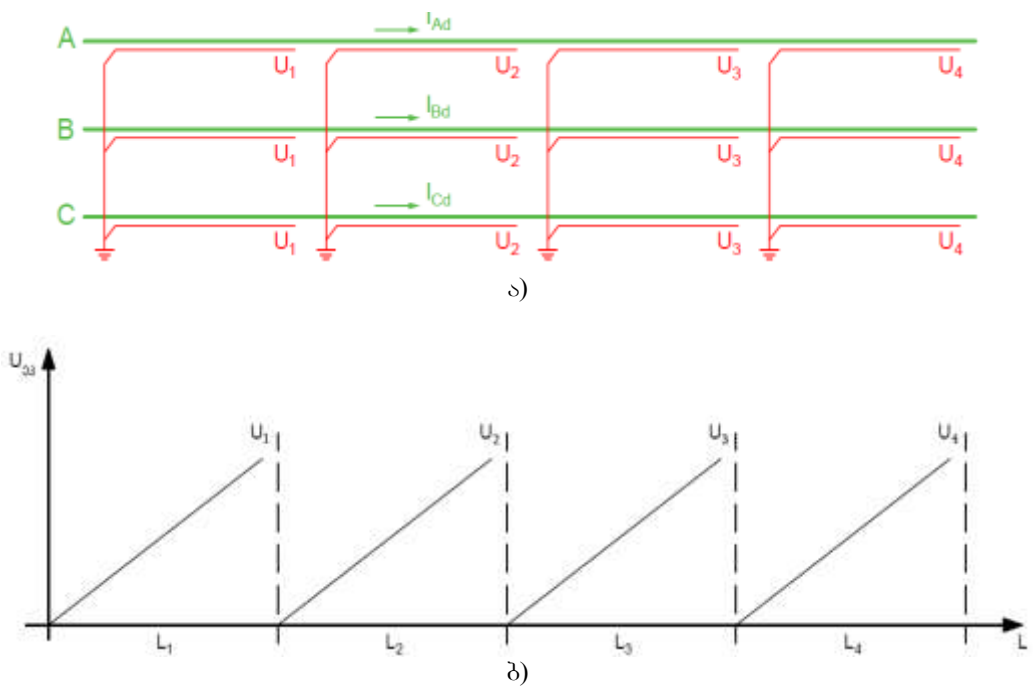


ნახ. 2. ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელი ორმხრივ დამიწებული ეკრანით (ა); ეკრანში დატვირთვის დენის მიერ დაინდუქტირებული ძაბვის განაწილება საკაბელო ხაზის გასწვრივ (ბ).

მნიშვნელოვანია, რომ „ერთმხრივ დამიწებული ეკრანის“ სქემის შემთხვევაში, არ არსებობს ეკრანში დაინდუქტირებული ემძ-ის დენის გავლის კონტური, როგორც

მუშაობის ნორმალური რეჟიმის, ასევე საკაბელო ხაზის გარეთ წარმოქმნილი გამჭოლი მოკლედ შერთვისას. ეკრანში ძაბვის სიდიდე კაბელის სიგრძის პროპორციულად იზრდება და ეკრანის დაუმიწებელ ბოლოსა და მიწას შორის მაქსიმალურ მიშენელობას აღწევს. მეზობელი ფაზების ეკრანების დაუმიწებელ ბოლოებს შორის ძაბვა $\sqrt{3}$ -ჯერ აღემატება ერთი ფაზის ეკრანისა და მიწას შორის ძაბვას.

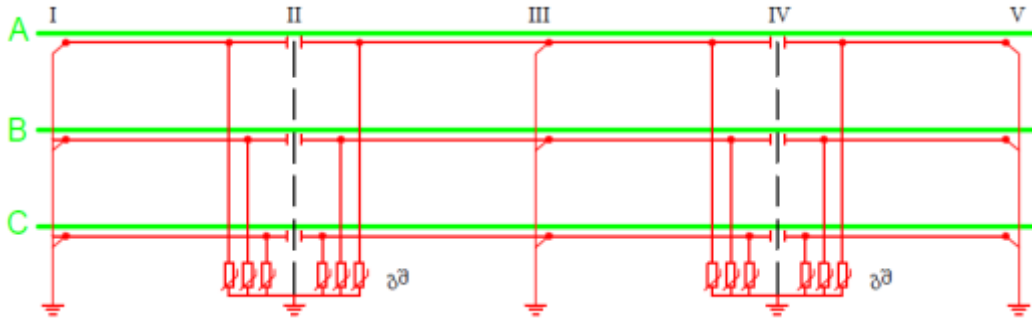
ეკრანსა და მიწას შორის წარმოქმნილი ძაბვის შემცირების მიზნით, შემოთავაზებულია სქემა „დასექციონირებული ერთმხრივ დამიწებული ეკრანით“ (ნახ. 3). ამ შემთხვევაში, კაბელის დაუმიწებელი ეკრანის ბოლოს არსებული ძაბვა თანაბრად ნაწილდება სექციებზე. მნიშვნელოვანია, რომ სექციების რაოდენობას ხაზის სიგრძე და გადასაცემი სიმძლავრე (დენი) განსაზღვრავს. ეკრანსა და მიწას შორის, გამჭოლი, მოკლედშერთვების შედეგად წარმოქმნილი გადაძაბვების შემცირებისათვის, ყოველი სექციის დაუმიწებელ ბოლოსთან გათვალისწინებულია გადაძაბვისაგან შემზღუდავების ჩართვა.



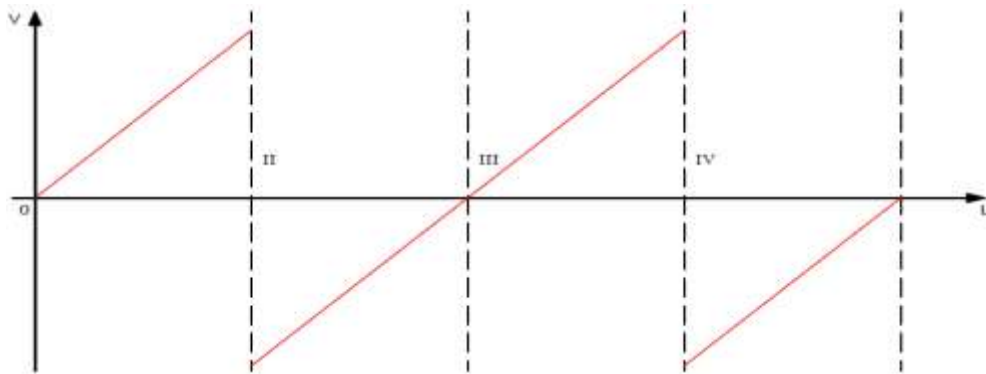
ნახ. 3. ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელი დასექციონირებული ეკრანით (ა); ეკრანში დატვირთვის დენის მიერ დაინდუქტირებული ძაბვის განაწილება საკაბელო ხაზის გასწვრივ (ბ).

უნდა აღინიშნოს, რომ ერთფაზა საკაბელო ქსელების დასექციონირებული და განსაკუთრებით, ტრანსპოზიცირებული ეკრანით სქემების განხორციელება მოითხოვს ძვირადღირებულ მოწყობილობებს და დიდი მოცულობის სამონტაჟო სამუშაოებს. ასევე, რთულია მათი საექსპლუატაციო მომსახურება.

ზემოაღნიშნული ნაკლოვანებების გამოსწორების მიზნით, ერთფაზა საკაბელო ქსელების ეკრანის დამიწების არსებული მეთოდების ანალიზის საფუძველზე, „დასექციონირებული ერთმხრივ დამიწებული ეკრანით“ და „შუადამიწებული ეკრანით“ მეთოდების სინთეზის საფუძველზე, შემოთავაზებულია ეკრანის დამიწების ოპტიმალური სქემა (მეთოდი): „დასექციონირებული შუადამიწებული ეკრანით“ (ნახ. 4).



ა)



ბ)

ნახ. 4. ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელი “დასექციონირებული შუადამიწებული ეკრანით” (ა); და ეკრანში დატვირთვის დენის მიერ დაინდუქტირებული ძაბვის განაწილება საკაბელო ხაზის გასწვრივ (ბ).

საკაბელო ხაზები „დასექციონირებული შუადამიწებული ეკრანით“ გამოირჩევა მუშაობის მაღალი საიმედოობით, საექსპლუატაციო უსაფრთხოებით, მაღალი ენერგეტიკული მაჩვენებლებით და გამტარუნარიანობით. აღნიშნული სქემის გამოყენება შეიძლება გრძელი საკაბელო ქსელების შემთხვევაში, იგი უზრუნველყოფს ქსელის ძვირადღირებული მოწყობილობების ეკონომიას, ქსელის სამონტაჟო სამუშაოების მოცულობის შემცირებასა და საექსპლუატაციო მომსახურების გამარტივებას.

დასკვნა

ნაშრომში ჩატარებული სამუშაოების, თემის ირგვლივ არსებული მსოფლიოში გამოჩენილი მეცნიერების მიერ გამოქვეყნებული თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევებით მიღებული შედეგებისა და ექსპლუატაციაში დასაქმებული სპეციალისტების მიერ დაგროვილი გამოცდილების ამსახველი მასალის შესწავლის, ანალიზისა და შეფასების საფუძველზე გაკეთებულია შემდეგი დასკვნები:

ერთფაზა ნაქსოვი პოლიეთილენის იზოლაციით შესრულებულ სამფაზა საკაბელო ქსელებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების გამოკვლევისა, მათ მიერ გამოწვეული სიმძლავრისა და ელექტროენერჯის დანაკარგების შეფასებისა და კაბელის გამტარუნარიანობაზე გავლენის დადგენისათვის დამუშავებულია საკაბელო ქსელის ელექტრული ჩანაცვლების სქემა;

დასაბუთებულია, რომ ერთფაზა კაბელებით შესრულებული სამფაზა საკაბელო ქსელებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესები, ერთფაზა ორგრაფილი ძალოვან ტრანსფორმატორში მიმდინარე პროცესების ანალოგიურია. კერძოდ ორმხრივ დამიწებული ეკრანის პირობებში მიმდინარე პროცესები მოკლედშერთვის რეჟიმში მომუშავე, ხოლო ერთმხრივ დამიწებული და ტრანსპოზიცირებული ეკრანის შემთხვევებში, უქმი სვლის რეჟიმში მომუშავე ძალოვანი ტრანსფორმატორის იდენ-

ტურია. შესაბამისად, ერთფაზა კაბელების კვლევებისას შეიძლება ძალოვანი ტრანსფორმატორების შენაცვლების სქემები გამოვიყენოთ შემოთავაზებული შენაცვლების სქემის პარამეტრების გათვალისწინებით;

ქ. თბილისის საშუალო ძაბვის ქსელების საკაბელო ხაზებში მიმდინარე ელექტრომაგნიტური პროცესების კვლევების შედეგების ანალიზის საფუძველზე დასაბუთებულია, რომ ორმხრივ ეკრანდამიწებულ ერთფაზა კაბელებში დომინირებს კაბელის ეკრანში ძარღვში გამავალი დენის მიერ შექმნილი დენებით განპირობებული დანაკარგები. შესაბამისად, კაბელის თბურ რეჟიმს, გამტარუნარიანობას, ქსელის, მუშაობის საიმედოობასა და მდგრადობას, ენერგეტიკულ მაჩვენებლებსა და ენერგოეფექტურობას, დიდ წილად, კაბელის ეკრანში წარმოქმნილი დანაკარგები განსაზღვრავს და მთლიანად დამოკიდებულია ეკრანის მუშაობის რეჟიმზე (ერთმხრივ დამიწებული, ორმხრივ დამიწებული, ტრანსპოზიცირებული);

ქსელის ძვირად ღირებული მოწყობილობების რაოდენობის, ქსელის სამონტაჟო სამუშაოების მოცულობის შემცირებისა და საექსპლუატაციო მომსახურების გამარტივების მიზნით, ერთფაზა საკაბელო ქსელების ეკრანის დამიწების არსებული მეთოდების ანალიზის საფუძველზე, „დასექციონირებული ერთმხრივ დამიწებული ეკრანით“ და „შუადამიწებული ეკრანით“ მეთოდების სინთეზის საფუძველზე, შემოთავაზებულია ეკრანის დამიწების ოპტიმალური სქემა (მეთოდი): „დასექციონირებული შუადამიწებული ეკრანით“.

ლიტერატურა

1. Алферова, Т. В. Надежность электроснабжения потребителей агропромышленного комплекса. учеб. пособие. Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017, 112 с.
2. Аварии и технологические нарушения за период с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г. на объектах АО «Теласи». Краткий отчет инцидентов и прерывании на период 2019 год. Отдел анализа и развития сети г. Тбилиси. 2020 г.
3. <https://www.google.com/search?client=opera&q=емкость+кабельной+линии&sourceid=opera&ie=UTF-8&oe=UTF-8>
4. Инструкция по эксплуатации силовых кабельных линий. Часть 1. Кабельные линии напряжением до 35 кВ АО «Кодекс», 2020
5. Дмитриев М.В., Евдокунин Г.А. Однофазные силовые кабели 6-500 кВ // «Новости Электротехники», №2(44), 2007, сс.80-85.
6. Копырюлин П. В. Совершенствование эксплуатационных свойств кабельных линий с полимерной изоляцией. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. Самара, 2013 г.
7. Костенко М.В., Кадомская К.П., Левинштейн М.Л., Ефремов Н.А. Перенапряжения и защита от них в воздушных и кабельных электропередачах высокого напряжения. –Л.: Наука, 1988, 302 с.

SUMMARY

THE INVESTIGATION OF ELECTROMAGNETIC PROCESSES IN THE SINGLE-CORE POLYETHYLENE WOVEN INSULATION CABLES AND INFLUENCE OF SCREEN GROUNDING METHOD ON TEMPERATURE MODES

Rtveladze N.O.

Georgian Technical University

An electrical diagram of replacement for the cable network is drawn up to investigate the electromagnetic processes in the single-phase woven polyethylene insulated three-phase cable network and determine the effect of the power and energy losses on the cable conduction. It is substantiated that the electromagnetic processes in the cable networks are like „the processes in a single-phase two-core power transformer. In particular, in the case of screens grounded on the both sides, the processes in the cable core and the screen are identical to those of a power transformer operating in short-circuit mode, while in the case of screens that are transposed and grounded on one side the processes in the cable core and the screen are identical to processes in a stand-alone power transformer. The effect of constructive performance of three-phase network screen grounding made of single-phase cables on the voltage, power and energy losses generated on the screen, cable temperature mode, power supply reliability, network operation stability and operational safety is investigated.

Keywords: Single-core cable, polyethylene woven, screen grounding, electromagnetic processes, temperature modes.

თხევადფაზური ეპიტაქსიის ბაზოქონიზაცია სილიციუმის ზედაპირზე ბალონის ფოსფიდის თხელი ფირების ბასაზრდელად

ლაფერაშვილი თ.ლ., კვიციანი თ.რ., ლაფერაშვილი დ.ლ., კოსტეიძე რ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ვლადიმერ ჭავჭავანიძის სახელობის კიბერნეტიკის ინსტიტუტი

შესავალი

თხევადფაზური ეპიტაქსია (LPE) არის ნახევარგამტარის კრისტალის ზედაპირზე სხვა ნახევარგამტარის თხევადი ხსნარიდან მონოკრისტალური ფირის გაზრდის მეთოდი. LPE მეთოდით მიიღწევა მასალის სისუფთავის მაღალი ხარისხი და გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან ფართო გამოყენება ჰპოვა მიკროელექტრონიკაში. შემდგომში LPE მეთოდის ჩანაცვლება მოხდა ეპიტაქსიური ფენების გაზრდილი ფაზიდან გაზრდის მეთოდებით. პროცესში შესაძლებელია როგორც იმავე სახის ნახევარგამტარის ჰომო-ეპიტაქსია, ასევე სხვა სახის ნახევარგამტარის ჰეტერო-ეპიტაქსია, მაგალითად შეიძლება კრისტალურ სილიციუმზე მასთან მესერის პარამეტრით თავსებადი კრისტალური გალიუმის ფოსფიდის ჰეტეროეპიტაქსიური გაზრდა [1-3]. ჰეტეროსტრუქტურა GaP/Si არის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი ახალი თაობის მაღალი ეფექტიანობის მზის ელემენტის (MJSC) დასამზადებლად [4].

თანამედროვე კომერციულ მზის პანელებში უმთავრესად გამოყენებულია სილიციუმის (Si) ერთ გადასასვლელიანი დიოდის ბაზაზე დამზადებული პირველი თაობის ფოტოელექტრული მზის ელემენტები (PVSC). მათი ეფექტიანობა შეზღუდულია შოკლი-ჩუეხერის ზღვრით და მზის სინათლის შთანთქმის ოპტიმალური ნახევარგამტარების გამოყენების შემთხვევაშიც კი არ აღემატება 31-33%-ს, რაც მიიღწევა მხოლოდ სილიციუმის ან გალიუმის არსენიდის (GaAs) ფოტოდიოდის გამოყენების შემთხვევაში [5]. რეალური ელემენტების ეფექტიანობა უფრო ნაკლებია. ამჟამად ლაბორატორიულ პირობებში მიღწეული სილიციუმის ელემენტის ეფექტიანობა არის 26,7% [6]. აღნიშნული ტიპის PVSC ელემენტებით გამოუმუშავებული ელექტროენერჯის ღირებულება ბოლო შეფასებებით აღწევს 147-221 \$/MWh საყოფაცხოვრებო გამოყენების დროს, მაშინ როცა ტრადიციული წარმოებით მიღებული, მაგალითად გაზის თერმოელექტრო წარმოების შემთხვევაში ენერჯის ღირებულებაა 45-75 \$/MWh [7]. აღნიშნული გარემოება მეტყველებს, რომ ეკოლოგიურად სუფთა ელექტროენერჯის ფართო მოხმარებაში დასანერგად აუცილებელია ფასების შემცირების გზების ძიება, მათ შორის მზის ელემენტების ეფექტურობის გაუმჯობესების საშუალებით.

დაბალი ღირებულების ელექტროენერჯიის მზის ელემენტების მისაღებად შეიქმნა სილიციუმის სუბსტრატზე მზის სინათლის შთანთქმის მაღალი კოეფიციენტის მქონე III-V ჯგუფის ნახევარგამტარების ეპიტაქსიური ფენების გაზრდით დამზადებული მრავალგადასასვლელიანი მზის ელემენტის (MJSC) თეორიული მოდელი [8]. მაგრამ მისი განხორციელების ძირითადი პრობლემა აღმოჩნდა სილიციუმის ზედაპირზე III-V ნახევარგამტარების ხარისხიანი კრისტალური თხელი ფენების გაზრდა. საკითხისადმი დიდი სამეცნიერო და პრაქტიკული ინტერესის გამო, ბოლო ათწლეულში ინტენსიური თეორიული და პრაქტიკული კვლევები მიმდინარეობს GaP/Si ჰეტეროგადასასვლელის LPE მეთოდით გაზრდის ტექნოლოგიის შესამუშავებლად [9-11].

მზის ელემენტის მუშაობის ფიზიკური საფუძვლები, მახასიათებლები და ეფექტიანობის გაზრდის გზები ჩვენს მიერ აღწერილი იყო შრომებში და ნაწევრები იყო GaP/Si ჰეტეროსტრუქტურის მნიშვნელოვანი როლი ამ პროცესში [12].

წარმოდგენილ სტატიაში მოკლედ განვიხილავთ ნახევარგამტარების თხელი კრისტალური ფირების თხევადფაზური ეპიტაქსიის მეთოდით გაზრდის თეორიულ საფუძველს და პრაქტიკული განხორციელების ტექნიკური საშუალებებს. აღწერთ ჩვენი ლაბორატორიული დანადგარის აღჭურვილობას და შესაძლებლობებს გალიუმის ფოსფიდის მონოკრისტალური თხელი ფირის გაზრდის მაგალითზე.

თხევადფაზური ეპიტაქსია

თხევადი ფაზის ეპიტაქსიის ტექნიკა პირველად დაინერგა 1963 წელს. იგი წარმატებით გამოიყენებოდა III–V ნახევარგამტარული მოწყობილობების წარმოებაში, როგორცაა სინათლის გამოსხივების დიოდები (LED), ინჟექციური ლაზერები, ფოტოდეტექტორები, მზის ელემენტები, ბიპოლარული ტრანზისტორები და ტრანზისტორები ველის ეფექტით (FET). მაგალითად, კომერციულად წარმოებული სინათლის გამოსხივების წყაროები იყო LPE მეთოდით გაზრდილი GaP n-p დიოდები და AlGaAs/GaAs ჰეტერო-გადასასვლელიანი LED-ები. კრისტალის გაზრდა LPE მეთოდით ხდება თხევადი ნარევიდან, რომელიც შედგება გამსხნელი ნივთიერების, დასაფენი ნახევარგამტარის ატომებისა და სასურველი მინარეგებისაგან. ეპიტაქსიური ზრდის პროცესში გასაზრდელი ნახევარგამტარის გადაჯერებული ხსნარი კონტაქტში შედის სუბსტრატთან გარკვეულ ტემპერატურაზე გარკვეული დროის განმავლობაში. საჭიროა თხევადი ხსნარის ტემპერატურის შერჩევა ისე, რომ არ მოხდეს გაღებობა სუბსტრატისა, რომლის ზედაპირზე ხსნარიდან ჯერ გამოილეკება გასაზრდელი ნახევარგამტარის ჩანასახოვანი ფენა, რომელზეც თხევადი ხსნარის ნელი გაციებისას გაიზრდება ეპიტაქსიური ფენა. თუ სუბსტრატი მონოკრისტალია და გასაზრდელ ნახევარგამტარსაც აქვს თითქმის იგივე მესერის მუდმივა, როგორც სუბსტრატს, ამ უკანასკნელზე გაიზრდება მასთან მესერის პარამეტრით თავსებადი მონოკრისტალური ნახევარგამტარი. ეპიტაქსიური ფენის ზრდის პროცესის მართვა ხდება ხსნარის ტემპერატურის შემცირების სიჩქარის ცვლით.

ცნობილია, რომ LPE მეთოდით S ზედაპირის ფართობის სუბსტრატზე t ტემპერატურაზე h სისქის ფირის დასაფენად გამოყენებული გამსხნელი ნივთიერების რაოდენობა გრამებში Q_t გამოითვლება ფორმულით:

$$Q_t = S * h * d * \left(\frac{A}{X_t} - 1 \right) \quad (1)$$

სადაც d დასაფენი ნახევარგამტარის სიმკვრივეა, A – გამსხნელი ნივთიერების ატომური წონა, X_t – ნახევარგამტარის ხსნადობა t ტემპერატურაზე გამოსახული წონით პროცენტებში. t ტემპერატურაზე S ზედაპირის ფართობის და h სისქის ეპიტაქსიური ფირის გასაზრდელად საჭირო გამსხნელის რაოდენობა:

$$Q_t = S * h * R_t \quad (2)$$

მაგალითად, გალიუმის ფოსფიდის გაზრდის შემთხვევაში გამსხნელად გამოიყენება გალიუმი, მისი ატომური წონაა $A=69,72$, GaP-ის სიმკვრივე $d=4,138$ გ/სმ³. ასეთ პირობებში t ტემპერატურაზე ერთეული მოცულობის GaP-ის გასაზრდელად საჭირო გამსხნელი გალიუმის რაოდენობა იქნება:

$$R_t = 4,138 * \left(\frac{69,72}{X_t} - 1 \right) \quad (3)$$

GaP-ის ეპიტაქსიური ზრდა ხდება კვარცის რეაქტორში, რომელშიც გადის გასუფთავებული წყალბადი და რომლის გასწვრივ შესაძლებელია ელექტროლუმინის გადაადგილება (გასრიალება). სუბსტრატი და (2) ფორმულის მიხედვით გამოთვლილი გამსხნელი გალიუმის რაოდენობა მასში შერეული მაღეგირებელი ნივთიერებით თავსდება სათანადო კონსტრუქციის გრაფიტის კასეტაში, რომლის მოთავსება და გადაადგილება რეაქტორში ხდება ლითონის ან კვარცის მანიპულატორით.

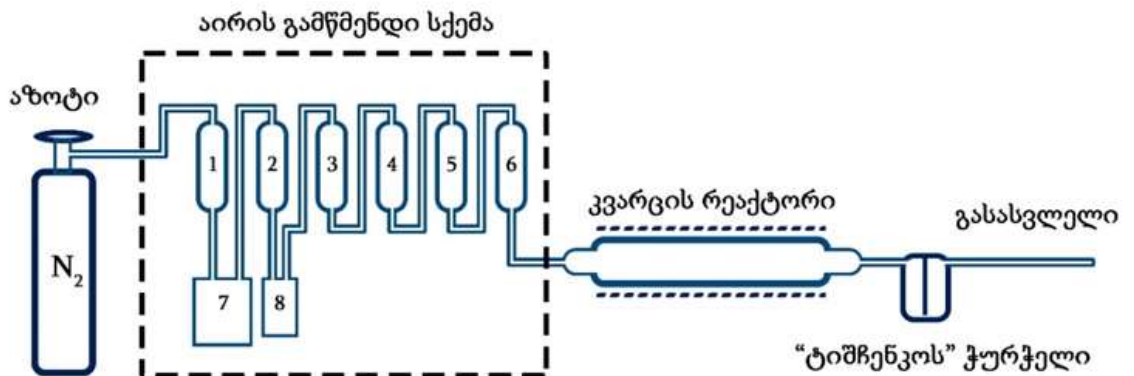
თხევადფაზური ეპიტაქსიის ტექნიკური განხორციელება

გალიუმის ფოსფიდის LPE მეთოდით გასაზრდელად აწყობილი ჩვენი ლაბორატორიული დანადგარი შედგება აიროვანი წყალბადის H₂ გამწმენდი მოწყობილობისა და კვარცის რეაქტორისაგან, რომელშიც უშუალოდ ხდება კრისტალური ნახევარგამტარის ეპიტაქსიური გაზრდა. რეაქტორი არის კვარცის გრძელი მილი, რომლის გასწვრივ ჰორიზონტალურად შესაძლებელია ელექტროლუმენის გადაადგილება. ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ჩვენს მიერ აწყობილი LPE დანადგარის რეაქტორის ფოტოსურათი.



ნახ.1. თხევად-ფაზური ეპიტაქსიის LPE მეთოდით კრისტალების გასაზრდელად აწყობილი ლაბორატორიული დანადგარის რეაქტორი

კრისტალების LPE ზრდის მეთოდით განსახორციელებლად აწყობილი ლაბორატორიული დანადგარის ბლოკ-სქემა ნაჩვენებია ნახ.2-ზე, სადაც აიროვანი წყალბადის (H₂) გამწმენდი მოწყობილობა შემოსაზღვრულია წყვეტილი ხაზით, საიდანაც გასუფთავებული წყალბადი შედის კვარცის რეაქტორში და ტიშენკოს აპარატის გავლით გამოიყოფა გამწოვ მოწყობილობაში.



ნახ.2. თხევად-ფაზური ეპიტაქსიის LPE მეთოდით კრისტალების გასაზრდელად აწყობილი ლაბორატორიული დანადგარის სქემა

ნახ. 2-ზე წარმოდგენილ სურათზე 1-6 კვარცისგან დამზადებული მილისებრი ქილებია, რომლებზეც შემოსხვეულია ელექტროლუმენი; 1 და მე-2 ქილებში მოთავსებულია პალადირებული ალუმინი, იგი ხელს უწყობს აირში არსებული ჟანგბადის წყლის ორთქლად ფორმირებას, რომელიც თხევადი აზოტით სავსე თერმოსში ჩადგმულ მინისგან დამზადებულ ჭურჭელში (7,8) კონდენსირდება, საიდანაც შესაძლებელია წყლის გადმოსხმა ტექნოლოგიური პროცესის დამთავრების შემდეგ; წყალ-

ბადის შემდგომი გასუფთავების მიზნით 3 და 4 ქილებში მოთავსებულია სუფთა გამომშრალი ალუმაგელი, ხოლო 5 და 6-ში – სილიკაგელი.

რეაქტორში თავსდება გრაფიტის კასეტა, ლითონის ღერო კასეტაზე მანიპულირებისათვის თერმოწყვილები, ეპიტაქსიის პროცესში ტემპერატურის გასაზომად; რეაქტორზე მიმაგრებულია მასში წყალბადის გაზის შემავალი და გამომავალი მილები. რეაქტორში მიწოდებული გაზის რაოდენობის გასაკონტროლებლად გამოსასვლელ მილზე მიერთებულია ტიშჩენკოს აპარატი. პროცესების ტემპერატურის რეგულირება ხდება კვარცის მილის გასწვრივ მოძრავ რეზისტულ ღუმელზე მოდებული ძაბვის ცვლილებით, თერმოწყვილებისა და ტემპერატურის გამზომი ხელსაწყოების გამოყენებით. კრისტალურ ნახევარგამტარზე თხევადი ფაზიდან ეპიტაქსიური ფენების გაზრდა მიმდინარეობს მაღალი სისუფთავის გრაფიტისაგან დამზადებული შესაბამისი კონსტრუქციის კასეტაში, რომლის განივი ჭრილი ნახ.3-ზე.



ნახ.3. თხევადი ეპიტაქსიის ჩასატარებლად დამზადებული კასეტის განივი ჭრილი

გრაფიტის კასეტას შეიძლება ჰქონდეს რამდენიმე რეზერვუარი, რომელთაგან თითოეული შეიცავს კონკრეტული ეპიტაქსიური ფენის დასალექად საჭირო ნივთიერების შესაბამის გაჯერებულ ხსნარს; სუბსტრატი მოთავსებულია გრაფიტის სლაიდერის ამოჭრილ ღრმულში (1). სლაიდერი მიმაგრებულია გრძელ ღეროზე, რომელიც საშუალებას იძლევა სუბსტრატი გადაადგილდეს სხვადასხვა რეზერვუარის ქვეშ. ამრიგად, სუბსტრატზე შეიძლება გაიზარდოს სხვადასხვა ნახევარგამტარული მასალის რამდენიმე ფენა, თითოეული განსხვავებული სისქით. LPE-ს მოწყობილობაში (ნახ.1) ღუმელი რეზისტული გახურებით შეიძლება იყოს ერთზონიანი ან მრავალზონიანი, მრავალზონიანი ღუმელი გამოიყენება ისეთი ლაზერული სტრუქტურების დასამზადებლად, რომლებიც საჭიროებენ რამდენიმე ეპიტაქსიური ფენის თანმიმდევრულ ზრდას და შეიძლება გამოყენებული იქნას მრავალ-გადასასვლელიანი მზის ელემენტების დასამზადებლად.

ამრიგად, კვლევებით დადასტურდა, რომ სილიციუმის სუბსტრატზე მრავალ გადასასვლელიანი მზის ელემენტის შესაქმნელად საუკეთესოა გალიუმის ფოსფიდის ჰეტეროეპიტაქსია, რადგან მისი მესერის პარამეტრი ($5.4505A^0$) სილიციუმის მესერის პარამეტრთან ($5.43072 A^0$) თავსებადია, რაც Si-ის ზედაპირზე მაღალი ხარისხის ეპიტაქსიური თხელი ფირების გაზრდის შესაძლებლობას იძლევა, ამასთან გალიუმის ფოსფიდი ხასიათდება განიერი აკრძალული ზონით (2,3 ევ). და მუხტის მატარებლების მაღალი ძვრადობით. ჩვენს მიერ წარმოდგენილი მოწყობილობების გამოყენებით შესაძლებელია სილიციუმის სუბსტრატზე გალიუმის ფოსფიდის მონოკრისტალური ფირის ეპიტაქსიური გაზრდა, ხოლო შემდეგ GaP-ზე უკვე შესაძლებელია სილიციუმთან ტანდემური ორგადასასვლელიანი ელემენტის ზედა ქვეელემენტისათვის ოპტიმალური აკრძალული ზონის (1,8 ევ) მქონე III-V ჯგუფის სხვა ნახევარგამტარების (InGaP, GaAsP) ხარისხიანი ფენების გაზრდა, რაც მზის ელემენტის ეფექტიანობის გაზრდის რეალური გზაა [13,14]. ამიტომ განსაკუთრებით აქტუალური

გახდა დეფექტებისგან თავისუფალი, ხარისხიანი ეპიტაქსიური ფენების გაზრდის ტექნოლოგიური კვლევა. სტატიაში წარმოდგენილი მეთოდის და აღწერილი ტექნიკური დანადგარი ასეთი კვლევების განხორციელების შესაძლებლობას იძლევა.

ლიტერატურა

1. Woodall J.M., III-V Compounds and Alloys: An Update, SCIENCE, 23 May 1980, Vol 208, Issue 4446, pp. 908-915.
2. Dawson L.R., Liquid phase epitaxy, Progress in Solid State Chemistry, Volume 7, 1972, Pages 117-139
3. Андреев В.М., Долгинов Л.М., Третьяков Д.Н. Жидкостная эпитаксия в технологии полупроводниковых приборов, Под ред. Ж.И. Алферова. -Москва, Советское радио, 1975, 328 с.
4. Masafumi Yamaguchi et al. A review of recent progress in heterogeneous silicon tandem solar cells J. Phys. D: Appl. Phys. 51 133002., 2018.
5. William Shockley, Hans J. Queisser; Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells; Journal of Applied Physics 32, 510, 1961; doi: 10.1063/1.1736034.
6. Martin Green, Ewan Dunlop, Jochen Hohl-Ebinger, Masahiro Yoshita, Nikos Kopidakis, Xiaojing Hao, Solar cell efficiency tables (Version 58), Prog Photovolt Res Appl. 2021; 29:657–667.
7. Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis-Version 15.0, 28/10/2021.
8. 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. 2011; 19:797–812; DOI: 10.1002/pip.1044.
9. 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: 174-192, DOI: 10.1039/B809257E.
10. Jae-Seong Park, Mingchu Tang, Siming Chen and Huiyun Liu. Heteroepitaxial Growth of III-V Semiconductors on Silico, Crystals 2020, 10, 1163 -1199; doi:10.3390/cryst10121163
11. I.I. Maronchuk, D.D. Sanikovich, P.V. Potapkov and A.A. Velchenko. Improvement of the processes of liquid-phase epitaxial growth of nanoheteroepitaxial structures. //Journal of Engineering Physics and Thermophysics, Vol. 91, Issue 2, 2018.
12. Orest Kvitsiani, David Laperashvili, Tinatin Laperashvili, Vladimer Mikelashvili. Solar cells based on InP/GaP/Si structure. Proc. SPIE 10019, Optoelectronic Devices and Integration VI, 100191G, 2016.
13. Nicole A. Kotulak, Martin Diaz, Allen Barnett, Robert L. Opila, Toward a tandem gallium phosphide on silicon solar cell through liquid phase epitaxy growth, Thin Solid Films 556, 2014, pp. 236–240
14. Richard Corkish, Some candidate materials for lattice-matched liquid-phase epitaxial growth on silicon, Solar Cells, 31, 6, 1991, pp. 537-548

SUMMARY

APPLICATION OF LIQUID PHASE EPITAXY METHOD FOR THE GROWTH OF THIN GALLIUM PHOSPHIDE FILMS ON SILICON SUBSTRATE

Laperashvili T.L., Kvitsiani O.R., Laperashvili D.L. and Kokhraidze R.D.

Vladimer Chavchanidze Institute of Cybernetics of the Georgian Technical University

The article deals with the liquid-phase epitaxy (LPE) method for the growth of thin crystalline films of III-V semiconductors. Theoretical foundations and technological solutions of practical implementation of the LPE method is described. The possibility and technological mode of growing of gallium phosphide (GaP) mono crystalline thin film on the surface of crystalline silicon (Si) has been investigated. As confirmed by literary data, the growth of the high quality crystalline thin films of III-V semiconductor on silicon surface is one of the ways for development of renewable energy production, which will increase the efficiency of photoelectric conversion of the solar cell, consequently leading to the reduction of the cost of the solar electricity generation.

Keywords: III-V semiconductors, silicon, gallium phosphide, liquid phase epitaxy.

ფეროშენადნობთა წარმოების ნარჩენების თერმული დესტრუქციის შესწავლა

მოსია ჯ.გ., ჭუმბაძე მ.თ., მაისურაძე ი.ბ., აბესაძე რ.კ.

სსიპ ფერდინანდ თავაძის მეტალურგიისა და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

დიფერენციალურ-თერმული ანალიზის მეთოდის გამოყენებით შესწავლილია ფაზური გარდაქმნები მაღალკაუმიწიან მანგანუმის მადნებსა და ნახშირბადიან აღმდგენლებში, ნარევებში მათ ბაზაზე.

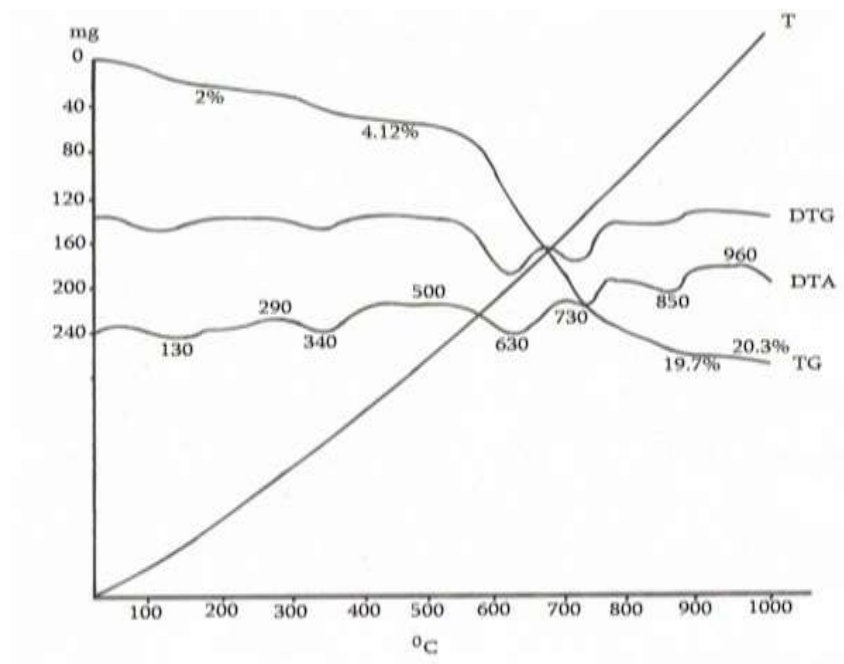
პროგრამირებული გახურების დროს ექსპერიმენტული შედეგების დამუშავება წარმოდგენას იძლევა მყარ ფაზაში რეაგირების მექანიზმზე, გარდაქმნების სტადიურობაზე, საშუალებას იძლევა მივიღოთ რაოდენობრივი კინეტიკური ინფორმაცია ამ პროცესებზე. მიმდინარე კვლევით სამუშაოში ამ მიზნით გამოყენებული გვაქვს Q-1500D სისტემის დერივატოგრაფი. ეტალონად ვიყენებდით ქიმიურად სუფთა მარკის ალუმინის ჟანგს. გახურება წარმოებდა ჰაერზე 200 °C-დან 1000 °C-მდე. გახურების სიჩქარე – 10 °C/წუთში.

გამოყენებული მასალების: მანგანუმის 0–1 მმ ფრაქციის კონცენტრატის, შლამის და მტვერის ქიმიური შედგენილობა მოყვანილია ცხრილში.

მანგანუმის 0,1 მმ ფრაქციის კონცენტრატის, შლამის და მტვერის ქიმიური შედგენილობა

№	დასახელება	შედგენილობა, %				
		Mn	SiO ₂	P	CaO	Al ₂ O ₃
1	მანგანუმის 0–1 მმ ფრაქციის კონცენტრატი	30,12	22,35	0,22	6,12	0,147
2	შლამი	14,9	37,7		21,1	10,8
3	მტვერი	22,1	20,1	0,1	3,3	3,4

ნახ. 1–3-ზე მოცემულია მიღებული შედეგების დერივატოგრაფები.



ნახ.1. მანგანუმის 0–1 მმ ფრაქციის კონცენტრატის დერივატოგრაფა:

DTA – დიფერენციალური თერმული მრუდი; DTG – მასის დანაკარგის მრუდი; TG – ნიმუშის მასის დანაკარგის მრუდი; T – ტემპერატურის დროში ცვლილების მრუდი °C.

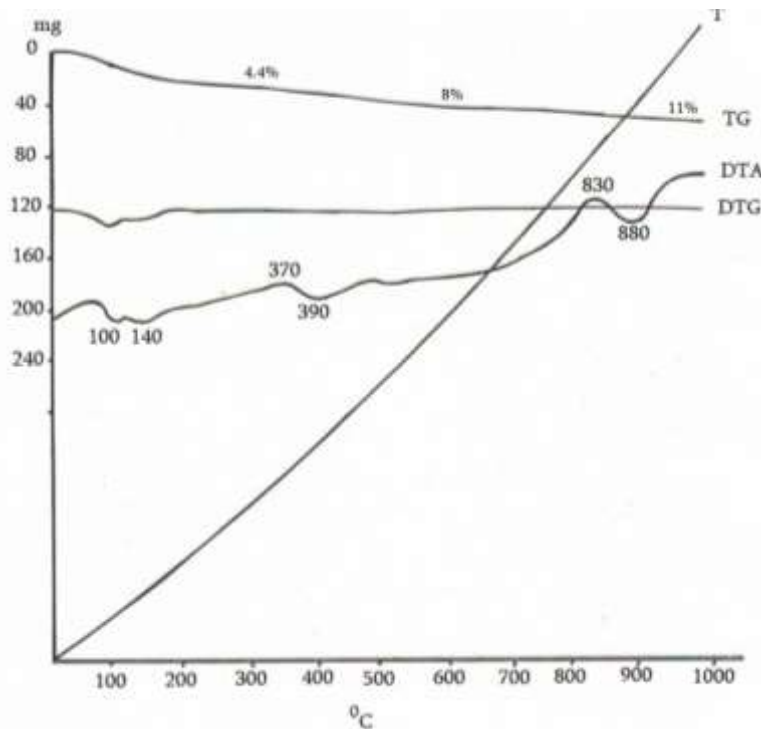
მანგანუმის 0–1 მმ ფრაქციის კონცენტრატის დერივატოგრამის მრუდის ხასიათის სირთულე (ნახ. 1) მანგანუმის კონცენტრატში არსებული მინარევებითაა გამოწვეული. DTA მრუდზე 130 °C-ზე მცირე გადახრა შეესაბამება აღსორბირებული წყლის მოცილებას. ენდოთერმული ეფექტი 280–340 °C-ზე – მანგანიტურია და მანგანიტის (MnO•OH) დისოციაციას პასუხობს, რის შედეგადაც α -Mn₂O₃ წარმოიქმნება. უშუალოდ მანგანიტური ეფექტის შემდეგ ადგილი აქვს დაჟანგვის ეგზოთერმული ეფექტს, რომელიც მაქსიმუმს 500 °C ახლო ზღვარში აღწევს, რის შედეგადაც მიიღება α -კურნაკიტული მყარი ხსნარი (ჟანგბადის ხსნარი α -Mn₂O₃). 630 °C მიმდინარეობს მყარი ხსნარის დაშლა.

730 °C-ზე α -Mn₂O₃ გადადის β -Mn₃O₄-ში (α -კურნაკიტული ეფექტი). 850 °C ენდოთერმული ეფექტი, რომელიც შეესაბამება პერმანგანიტის დაშლას (ფსილომელანის მინარევი). და საბოლოოდ, β -კურნაკიტი 990 °C-ზე β -Mn₃O₄-ში გადადის (β -კურნაკიტული ეფექტი).

განსახილველ მრუდეებზე მკვეთრად გამოხატულია პიროლუზიტური და β -კურნაკიტული ეფექტები, აქედან ვასკენით, რომ მანგანუმის 0–1 მმ ფრაქციის კონცენტრატის სინჯი ძირითადად პიროლუზიტის მანგანიტის და ფსილომელანის მინარევისგან შედგება.

წონის საერთო დანაკარგია 20,3%.

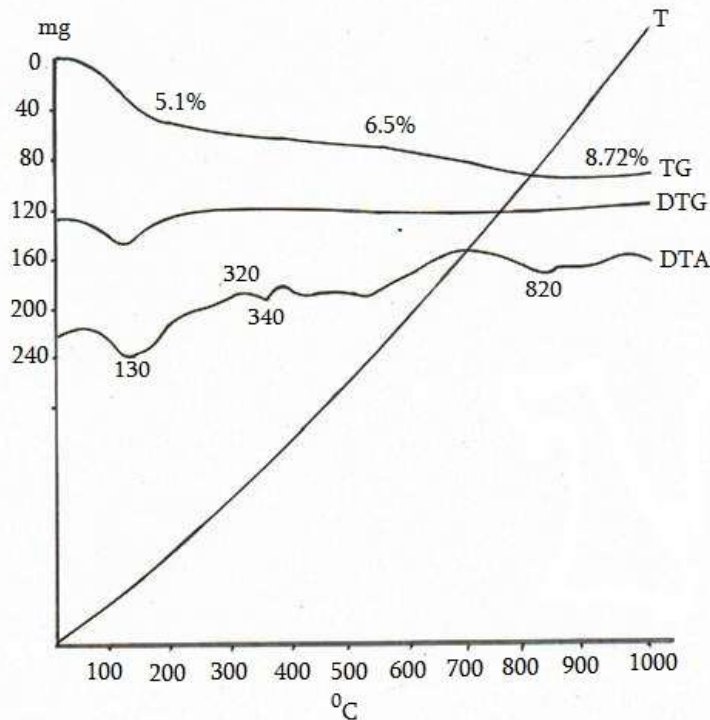
ნახ. 2–3-ზე მოცემულია დერივატოგრამები შესაბამისად შლამისა და მტვერის. მტვერის დერივატოგრამამ გვიჩვენა დეჰიდრატაციის ორმაგი ენდოთერმული ეფექტი (100–140 °C). შლამის დერივატოგრამაზე ენდოთერმული ეფექტი 130 °C-ზე, შეესაბამება აღსორბირებული წყლის მოცილებას.



ნახ.2. მტვერის დერივატოგრამა

მტვერის დერივატოგრამაზე მანგანიტური (370–390 °C) და ენდოეფექტი (830–880 °C) უფრო მკვეთრად არის გამოხატული ვიდრე შლამის დერივატოგრამაზე (320–340 °C) და 820 °C შესაბამისად, ეს მიუთითებს იმაზე რომ მტვერის ნიმუში შეიცავს უფრო მეტ მანგანუმს ვიდრე შლამის.

წონის საერთო დანაკარგი შეადგენს შესაბამისად 11% და 8,72%-ს.



ნახ.3. შლამის დერივატოგრაფია

ნახშირის მრეწველობის ტექნოლოგიური ნარჩენებისა და მანგანუმის ღარიბი (მანგანუმის სტანდარტული შენადნობების გამოსადნობად უვარგისი) მადნების, ფეროშენადნობების წარმოების ნარჩენების კომპლექსური შენადნობების წარმოებისათვის გამოყენება ძალზე აქტუალურია და პერსპექტიული, როგორც სამრეწველო საწარმოთათვის, ასევე მთლიანობაში მოსახლეობისა და სახელმწიფოსათვისაც. მინერალური ნედლეულის გადამუშავების ერთერთ ტექნოლოგიურ სქემას, რომელიც საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ მანგანუმის არაკონდიციური მადნები, ფეროშენადნობების წარმოების ნარჩენები და მაღალნაცრიანი ნახშირები წარმოადგენს შენადნობის ერთსაფეხურიანი უწილო გამოდნობა, რომელიც შეიცავს კომპლექსში სილიციუმს, ალუმინსა და მანგანუმს [1].

ლიტერატურა

1. J. Mosia, G. Nikolaishvili, A. Julukhidze, M. Chumbadze, L. Sigua. Modeling of Smelting of Ferrosilicoaluminium by using Tkibuli coal tailings for raw material. /საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია, 2016 წ., ტ. 42, №4.

SUMMARY

STUDY OF THERMAL DESTRUCTION OF FERROALLOY PRODUCTION S

Mosia J.V., Chumbadze M.T., Maisuradze I.B. and Abesadze R.K.

F. Tavadze Institute of Metallurgy and Materials Science

Chemical and petrographical characteristics of manganese-containing waste of ferroalloy production, density bulk weights, wetting capacity, electrical resistivity, Fractional composition, natural tilt angle, the specific surface areas, thermographical properties. X-ray analysis (X-ray crystallography) have been studied.

Research has revealed that the mentioned wastes are heat treated manganese-containing raw materials with complex structure.

Keywords: thermal destruction, ferroalloy, wastes, manganese.

ASSIMILATION OF Cr BY *ARTHROBACTER GLOBIFORMIS* 151B AT DIFFERENT CONCENTRATIONS OF Zn (II) IONS

Tugushi L.S., Rcheulishvili A.N., Ginturi E.N., Rcheulishvili O.N. and Gurielidze M.A.

E. Andronikasvili Institute of Physics of the Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
Ilia State University

S. Durmishidze Institute of Biochemistry and Biotechnology of the Agricultural University

Abstract. In the present paper, the process of assimilation of Cr by chromosome-resistant bacteria *Arthrobacter globiformis* 151B and the influence of different concentrations of Zn ions on that process are considered. The bacterial strain was isolated from the basalt samples obtained from the sites highly contaminated with Cr(VI) in Kazreti, Georgia. The nutrient medium contained the trace elements at concentrations of Cr - 7 µg/ml and Zn - 1 µg/ml. Bacteria were cultivated for different periods of time (17, 24, 48, 96 and 144 h). The nutrient medium was added by Zn solution so that its concentration was as follows: **25, 100, 400 and 1600 µg/ml**. After cultivation, the bacteria cells were centrifuged and the obtained bacterial pellet was prepared for analysis to determine Cr content. The metal content was measured by the use of atomic absorption spectrometer.

Keywords: Arthrobacteria, *Arthrobacter globiformis* 151B, Chromium (Cr), Zinc (Zn), Concentration, Biomass.

Introduction

In nature, there are some species of metal-resistant bacteria, which have the ability to survive in conditions of high concentration of metals coexisting with them. Most of them are resistant to heavy metals [1]. In addition, they are involved in neutralization and recovery of toxic metals. Such are the soil aerobic bacteria of genus *Arthrobacter*: *Arthrobacter oxydans*, *Arthrobacter globiformis* 151B, *Arthrobacter sp.* 61B. These bacteria intensively absorb hexavalent chromium [Cr(VI)] ions from the environment, transform them into trivalent form [Cr(III)], and accumulate them in the cell [2, 3]. Because of such properties, these bacteria can be used for detoxication of highly toxic environment contaminated with Cr(VI).

Cr(VI) causes damages of various degree to the structure of biopolymers but does not directly affect DNA. It undergoes transformation producing active intermediates - Cr(V) and / or Cr(IV), free radicals and Cr(III) as the final product. Cr(III) is considered to be less toxic than Cr(VI), though its cationic complexes interact with negatively charged phosphate group in DNA, affect the DNA replication and transcription, and cause mutagenesis. Besides, Cr(III) binds to the thiol and carboxyl groups of enzymes and causes their structural and functional changes [4-6].

Zinc, which is a trace element, is found in the form of divalent cation - Zn(II). Although its small amount is found in living organisms, it plays a very important role in vital processes. Optimal functioning of the immune system, brain, nervous system as well as normal condition of hair, skin, bones and nails depends on Zn(II). However, high concentration of zinc is quite toxic. But it should be noted that the exact molecular mechanisms determining its toxicity are not well studied yet [7, 8].

We have studied the effect of the widespread trace elements such as sodium (Na), potassium (K), calcium (Ca) on the aassimilation of chromium (Cr), zinc (Zn) and copper (Cu) by *Arthrobacter globiformis* 151B [9-11]. The goal of the experiment was to study the effect of different concentrations of zinc (Zn(II)) ions on the aassimilation of chromium by *Arthrobacter globiformis* 151B.

Material and methods

The bacterium of genus *Arthrobacter*, namely *Arthrobacter globiformis* 151B, isolated in Kazreti region, in particular from Kazreti basalts contaminated with heavy metals, was selected for the study [12]. These bacteria are gram-positive aerobic organisms. Bacterial colonies of *Arthrobacter globiformis* 151B are of whitish-beige color with smooth, round, convex surface. The phases of their development are coccus-rod-coccus. The 15-17-hour culture represents rods, gradually fragmenting into cocci over 18-24-hour period. They do not produce spores, are not characterized by mobility and are not acid-stable. The optimum condition for culture growth is 20°C-28°C.

For achieving the goal of the study, we conducted the following experiment:

Prior to the experiment, we transferred culture 151B from the solid medium (TSA agar) to 100 ml liquid medium (TSB) in 500 ml Erlenmeyer flasks on the agitator in the thermostat. After 24 h of

cultivation, we transferred 10 mL of liquid culture (suspension) per flask containing 90 mL of TSB (i.e., 90 + 10 = 100 mL TSB in total) that were prepared for the experiment. Thus, cultivation was carried out in 500 ml Erlenmeyer flasks containing 100 ml of TSB. The bacteria were incubated at 26°C.

The nutrient medium contained trace elements as well at concentrations of Cr - 7 µg/ml and Zn - 1 µg/ml. The first flask was a control one. The other four flasks were added by Zn solution in the form of ZnCl₂ so that Zn concentration in the nutrient medium was as follows: 25, 100, 400 and 1600 µg/ml.

Cultivation of bacteria continued for 17, 24, 48, 96 and 144 h. After cultivation, the cells were centrifuged (3000 rpm, 10 min, 0°C), the supernatant was discharged and the residual bacterial pellet was washed with sterile, distilled water. Obtained biomasses were dried in a lyophilizer and weighed (whole masses). Some amount of the total bacterial pellet that was sufficient for the analysis was weighed (≈30 mg) and placed in the test tubes. The test tubes were added by concentrated nitric acid to transform the samples into liquid condition, which were heated, and after complete ashing were diluted by bidistillate to a certain volume. The analysis of the obtained samples on the metal content was carried out by means of an atomic absorption spectrometer (Analyst 800) (acetylene-air flame).

Results and Discussion

The process of Cr assimilation by bacteria and the influence of Zn ions on that process were studied. A total of 25 samples were examined, thereof: from 1 to 5 samples represented the control ones (bacterial only); Zn concentration in nutrient medium of 6-10 samples was 25 µg/ml; in 11-15 samples its concentration was 100 µg/ml, in 16-20 samples it was 400 µg/ml and in 21-25 samples - 1600 µg/ml, i.e. it increased 4-times.

The measurement results are given in Fig. 1.

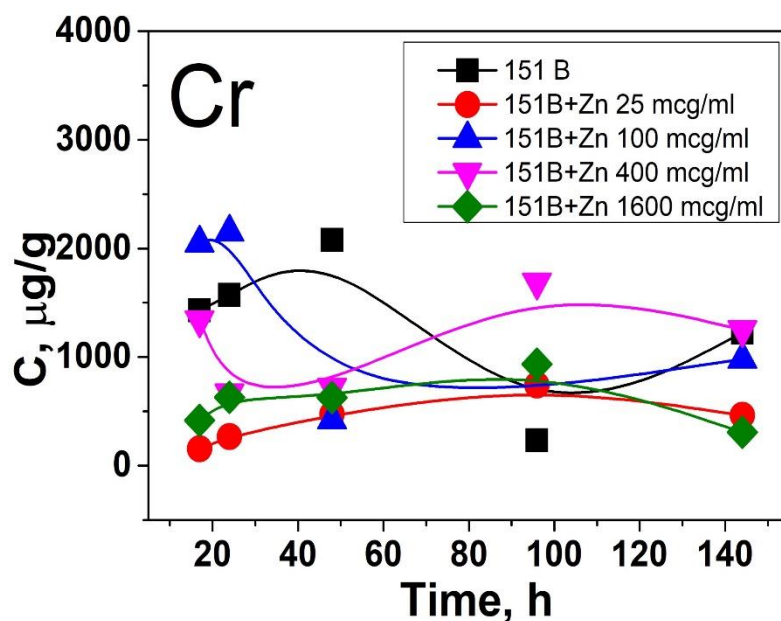


Fig. 1. Dependence of Cr concentration accumulated in bacteria C (µg/g) on the bacteria growth time T (h)

Fig. 1 shows, maximum concentration of Cr 2080 µg/g is in the 48-hour control sample and its minimum concentration ≈230 µg/g in the 96-hour sample. When ZnCl₂ was added to the nutrient medium and Zn concentration reached 25 µg/ml, the concentration of Cr in the bacteria decreased considerably. It should be noted that in the 96-hour sample, where the concentration of Cr was ≈3 times higher than in the control sample, the 4-fold increase of Zn concentration in the nutrient medium

(100 $\mu\text{g/ml}$) caused significant decrease of Cr concentration (2050–980 $\mu\text{g/g}$). With a further increase of Zn concentration (400 $\mu\text{g/ml}$), Cr assimilation by bacteria decreased from 1300 to 700 $\mu\text{g/g}$, but in the 96-hour sample it reached 1700 $\mu\text{g/g}$. When the concentration of Zn in the nutrient medium was 1600 $\mu\text{g/ml}$, then Cr assimilation ranged from 420 to 300 $\mu\text{g/ml}$.

Based on the experiment carried out, it can be concluded that when the concentration of Zn in the medium is 100 $\mu\text{g/ml}$, the assimilation of Cr by *Arthrobacter globiformis* 151 B is quite high in the 17- and 24-hour samples (≈ 2000 $\mu\text{g/g}$), and when the concentration of Zn in the nutrient medium increases up to 1600 $\mu\text{g/ml}$, the concentration of Cr decreases ≈ 5 times.

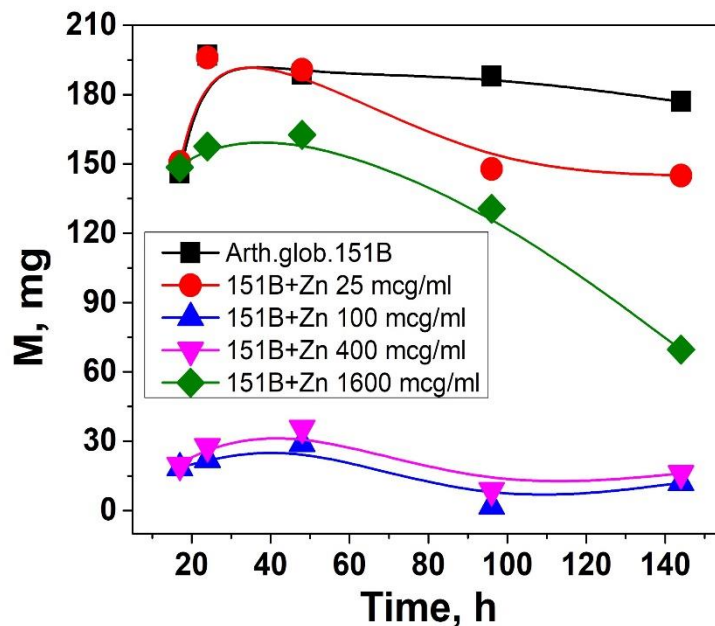


Fig. 2. M (mg) dependence of the bacteria masses on their growth and development time T (h).

Fig. 2 shows the dependence of *Arthrobacter globiformis* 151B masses on their growth and development time. The dependence curves show that in the control samples (samples 1-5) bacterium grows in the 24-hour sample, where its mass reaches ≈ 200 mg, then it decreases to 177 mg. The masses are approximately the same in the 24- and 48-hour samples when Zn concentration in the nutrient medium is 25 $\mu\text{g/ml}$. When Zn concentration in the nutrient medium reaches 100 and 400 $\mu\text{g/ml}$ the masses of *Arthrobacter globiformis* 151B sharply decreases (18 mg-16 mg) as it is shown with slight difference between the blue and pink curves in Fig.2. Further, with 4-fold increase of Zn concentration in the nutrient medium (1600 $\mu\text{g/ml}$) the bacteria masses increase considerably and reach the maximum (60160 mg) in the 48-hour sample, then they begin to decrease and in the 144-hour sample bacteria weighs ≈ 70 mg. According to the experiment carried out, the increase of Zn concentration in the nutrient medium to a certain extent reduces the growth of bacteria.

conclusion

The results of the experiment show that the increased concentration of Zn ions causes a sharp reduction of Cr assimilation by *Arthrobacter globiformis* 151B, and increased concentrations of Zn ions in the nutrient medium reduce the biomass of *Arthrobacter globiformis* 151B.

REFERENCES

1. Codd R., Dillon C., Levina A., Lay P.A. Studies on the genotoxicity of chromium: from the test tube to the cell, *Coordination Chemistry Reviews*, 2001, v. 216-217, 537-582.
2. Tsibakhashvili NY, Mosulishvili LM, Kalabegishvili TL, Kirkesali EI, Murusidze IG, Kerkenjia SM, Frontasieva MV, Holman HY, 2008. Biotechnology of Cr(VI) transformation into Cr(III) complexes. //J. radioanal. Nucl. Chem. 278:565-569.
3. Suzuki Y, Banfield J, 2004. Resistance to accumulation of uranium by bacteria from a uranium- contaminated site. *Geomicro-biol. J.* 21:113-121.
4. Nino Asatiani, Tamar Kartvelishvili, Nelly Sapojnikova, Marina Abuladze, Lali Asanishvili, Mariam Oseparshvili. Effect of the Simultaneous Action of Zinc and Chromium on *Arthrobacter* spp. *Water Air Soil Pollut*, 2018, 229: 395
5. Megraharaj M., Avudainayagam S., Neidu R. Toxicity of hexavalent chromium and its reduction by bacteria isolated from soil contaminated with tannery waste, *Curr. Microbiol.* 2003, 47, 51-54.
6. Kamaludeen S.P. Megharaj M., Sethunathan N., Naidu R. Chromium-microorganism interactions in soils: remediation implication. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* 2003, 178, 93-164.
7. McDevitt CA, Ogunniyi AD, Valkov E, Lawrence MC, Kobe B, et al. A Molecular Mechanism for Bacterial Susceptibility to Zinc. *PLoS Pathog*, 2011, 7(11): e1002357.
8. Choudhury R, Srivastava S (2001) Zinc resistance mechanism in bacteria. *Curr. Sci.* 81:768-775.
9. A. Rcheulishvili, E. Ginturi, L. Tugushi, M. Gurielidze, N. Rcheulishvili and H.-Y. Holman. INFLUENCE OF SODIUM ON ASSIMILATION PROCESS OF Cr(VI) AND Cu BY ARTHROBACTER GLOBIFORMIS 151B CHROMIUM-RESISTANT BACTERIUM, *European Chemical Bulletin*, 2019, 8(4), 128-131.
10. Alexandre Rcheulishvili, Etery Gintury, Lela Tugushi, Manana Gurielidze, Hoi-Ying Holman. Zn and Cr(VI) Uptake by Bacteria *Arthrobacter globiformis* 151B from the Potassium-Rich Nutrient Medium. *BULLETIN OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES*, vol. 13, no. 3, pp. 90-95, 2019.
11. A. Rcheulishvili, M. Gurielidze, E. Ginturi, L. Tugushi, Hoi-Ying Holman. "INFLUENCE OF Ca ON THE ASSIMILATION OF Cr AND Zn BY THE CHROMIUM RESISTANT BACTERIUM *ARTHROBACTER GLOBIFORMIS* 151B". *Journal Annals of Agrarian Sciences*, 2020, vol. 18 No. 3 365-368.
12. Tsibakhashvili N.Y., L.M.Mosulishvili, T.L.Kalabegishvili, D.T.Pataraya, M.A.Gurielidze, G.S. Nadareishvili, H-Y.N.Holman. Chromate-resistant and reducing-microorganisms in Georgia basalts: their distribution and characterization. *Fresenius Environmental Bulletin*. 2002, 11(7):352-361.

РЕЗЮМЕ

АССИМИЛЯЦИЯ Cr *ARTHROBACTER GLOBIFORMIS* 151B ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЯХ ИОНОВ Zn (II)

Тугуши Л.С., Рчеулишвили А.Н., Гинтури Е.Н., Рчеулишвили О.Н., Гуриелидзе М.А.

Институт Физики им. Э. Андроникашвили Тбилисский государственный университета им. Ивана Джавахишвили

Государственный университет Ильи

Институт Биохимии и Биотехнологии им. С. Дурмишидзе Аграрного университета

В данной работе рассматривается процесс ассимиляции Cr хромосомно-устойчивыми бактериями *Arthrobacter globiformis* 151B и влияние различных концентраций ионов Zn на этот процесс. Бактериальный штамм был выделен из образцов базальта, взятых на участках, сильно загрязненных Cr(VI) в Казрети, Грузия. Питательная среда содержала микроэлементы в концентрациях Cr - 7 мкг/мл и Zn - 1 мкг/мл. Бактерии культивировали в течение разных периодов времени (17, 24, 48, 96 и 144 ч). В питательную среду добавляли раствор Zn таким образом, чтобы его концентрация была следующей: 25, 100, 400 и 1600 мкг/мл. После культивирования клетки бактерий центрифугировали и полученный бактериальный осадок готовили для анализа для определения содержания Cr. Содержание металлов измеряли с помощью атомно-абсорбционного спектрометра.

Ключевые слова: артробактерии, *Arthrobacter globiformis* 151B, хром (Cr), цинк (Zn), концентрация, биомасса.

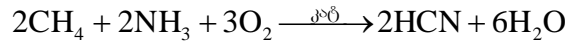
ს.ს. „რუსთავის აზოტი“-ს ციანამჟავას წარმოებაში გამოყენებული აქტივირებული აბსორბენტის ანალიზური კონტროლის მეთოდების შემუშავება

მერებაშვილი ნ.ე., ცინცაძე მ.გ., მაჭარაშვილი ვ.ჯ., მამაგულიშვილი თ.ნ.

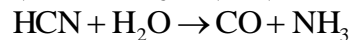
ს.ს. „რუსთავი აზოტი“
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ქიმიური წარმოების ტექნოლოგიური პროცესების ეფექტურად მართვა წარმოუდგენელია შესაბამისი ანალიზური უზრუნველყოფის გარეშე. ციანამჟავას წარმოების ტექნოლოგიური პროცესის სხვადასხვა სტადიაზე ანალიზური კონტროლის განხორციელება ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგანაც წარმოება ფეთქებადსაშიშ კატეგორიას მიეკუთვნება.

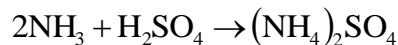
ციანამჟავას მიღების სხვადასხვა მეთოდებიდან ს.ს. რუსთავის აზოტში გამოყენებულია ანდრუსოვის მეთოდი, რომელსაც ასევე მეთანის ჟანგვით ამონოლიზსაც უწოდებენ. მეთოდი ითვალისწინებს ბუნებრივი აირის, ამიაკის და ჰაერისგან შემდგარი სამმაგი ნარევის გატარებას პლატინა-როდიუმის შენადნობისაგან დამზადებულ კატალიზატორის ბაღეზე.



მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული რეაქციის გამოსავლიანობა 62–64%-ია, ანდრუსოვის მეთოდით ციანამჟავას წარმოება ყველაზე გავრცელებულია. რეაქციის გამოსავლიანობიდან გამომდინარე, ცხადია ადგილი აქვს კატალიზატორის ბაღეზე მიმდინარე რიგ თანაურ რეაქციებსაც. ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი რეაქცია პოსტკატალიზატორულ ზონაში წარმოქმნილი ციანამჟავას კონვერსიაა წყლის ორთქლით, რომლის შედეგადაც ნახშირბად (II)-ის ოქსიდი და ამიაკი მიიღება:

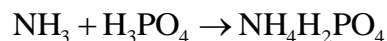


სწორედ აღნიშნული რეაქციის შედეგად მიღებული ამიაკი ქმნის შემდგომ ტექნოლოგიურ სტადიაზე ციანამჟავას პოლიმერიზაციის საფრთხეებს, რადგანაც სწორედ ამიაკი გვევლინება ციანამჟავას პოლიმერიზაციის პროცესის ინიციატორად. ციანამჟავას პოლიმერიზაციის პროცესი ავტოკატალიზური პროცესია, რომელიც აფეთქებით შეიძლება დამთავრდეს, ამიტომ შემდგომი ტექნოლოგიური სტადია ემსახურება კონტაქტური აირების ამიაკისაგან გაწმენდას, რომელიც გოგირდმჟავას მეშვეობით ხორციელდება:

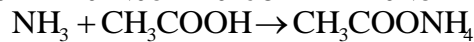


ციანამჟავას წარმოების შემდგომი ტექნოლოგიური სტადია, კონტაქტური აირებიდან მისი გამოყოფაა აბსორბენტის მეშვეობით. აბსორბენტად გამოყენებულია წყალი, რომელიც შემჟავებულია სხვადასხვა მჟავებით. ციანამჟავა, როგორც წყალში ხსნადი ნივთიერება, იხსნება აბსორბენტში და წარმოქმნის არა უმეტეს 2,5%-იან წყალხსნარს, რომელიც მიემართება სარექტიფიკაციო კოლონაში, სადაც იგი იყოფა პროდუქციულ ციანამჟავად და რეგენერირებული აბსორბენტი ბრუნდება აბსორბციის სტადიაზე [1–5].

როგორც უკვე აღვნიშნეთ ციანამჟავას პოლიმერიზაციის ინიციატორი ამიაკია, რომელიც კონტაქტური აირებიდან გამოიყოფა გოგირდმჟავის მეშვეობით და წარმოქმნის თანაურ პროდუქტს – ამონიუმის სულფატს. კონტაქტური აირებიდან ამიაკის 100% არ შთაინთქმება გოგირდმჟავას მიერ და ადგილი აქვს ამიაკის უმნიშვნელო (ა/უ 0,025%) განასხვლტომს, რომელიც ხვდება აბსორბცია-რექტიფიკაციის სტადიაზე. სწორედ განასხვლტომი ამიაკის შეკავშირებას ემსახურება აბსორბენტში მიწოდებული მჟავა, იმისათვის რომ არ გამოიწვიოს ციანამჟავას პოლიმერიზაცია. აღნიშნული პროცესი ათწლეულების განმავლობაში ხორციელდებოდა ორთოფოსფორმჟავას მეშვეობით, რომელიც იკავშირებდა კონტაქტურ აირებში არსებულ ამიაკს შემდეგი რეაქციის მიხედვით:

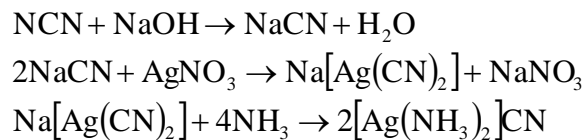


ტექნოლოგიური და ეკონომიური უპირატესობების გამო ორთოფოსფორმჟავა შეიცვალა ძმარმჟავით, რომლის დანიშნულებაც ასევე კონტაქტური აირებიდან განასხლექტი ამიაკის შეკავშირებაა შემდეგი რეაქციის მიხედვით:



იმისათვის, რომ სწორად იქნას წარმართული ტექნოლოგიური პროცესი და თავიდან იქნას აცილებული ციანმჟავას პოლიმერიზაციის საშიში პროცესი, საჭიროა აბსორბენტში ციანმჟავასა და ძმარმჟავას შემცველობის ანალიზური კონტროლი, რაც ჩვენს მიერ იქნა შემუშავებული.

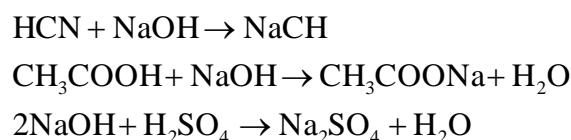
ციანმჟავა ძმარმჟავა წყალი სისტემისათვის ციანმჟავას განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ არგენტომეტრული მეთოდი, რომლის არსია ამიაკურ გარემოში ციან-იონების გატიტრვა ვერცხლის იონებით. ინდიკატორად გამოყენებულია კალიუმის იოდიდის ამიაკური ხსნარი, რომელიც ექვივალენტობის წერტილში განაპირობებს ხსნარის ოპალესცენციას. ამ მეთოდით ციანმჟავას განსაზღვრას ძმარმჟავა ხელს არ უშლის. ანალიზის მსვლელობისას ხსნარში მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციები:



HCN-ის შემცველობა იანგარიშება ფორმულით:

$$\% \text{HCN} = \frac{a \cdot h \cdot 0,0054}{V \cdot d} \cdot 100$$

რაც შეეხება ძმარმჟავას ანალიზს, ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა ორი მეთოდი, აქედან ერთი პირდაპირი ტიტრაციის, ხოლო მეორე უკუტიტრაციის მეთოდი. ორივე შემთხვევაში ტიტრანტად გამოყენებულია ნატრიუმის ჰიდროქსიდის 0,1 ნ კონცენტრაციის ხსნარი, რომელიც უკუტიტრაციისას აიღება ჭარბი რაოდენობით, ხოლო სიჭარბე იტიტრება 0,1 ნ კონცენტრაციის გოგირდმჟავით. ანალიზისას ხსნარში მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციები:



ძმარმჟავას განსაზღვრისას ანალიზის ორივე მეთოდის შემთხვევაში ციანმჟავა მონაწილეობს ტიტრაციის პროცესში, ამდენად ხელს უშლის ძმარმჟავას განსაზღვრას. იმისათვის, რომ ძმარმჟავას შემცველობა განისაზღვროს სწორად, ერთიადიგივე საანალიზო ნიმუშიდან ვიღებთ ორ ალიქვოტს, აქედან ერთში ვსაზღვრავდით HCN-ის შემცველობას არგენტომეტრული მეთოდით, ხოლო მეორეში კი საერთო მჟავიანობას, შედეგების დამუშავებისას საერთო მჟავიანობაზე დახარჯული ნატრიუმის ჰიდროქსიდის რაოდენობას აკლდებოდა ციანმჟავას გატიტრვაზე დახარჯული იგივე ნორმალის ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის რაოდენობა გადათვლილი ნატრიუმის ჰიდროქსიდზე. მოდელურ ხნარებზე ჩატარებული კვლევებით აღმოჩნდა, რომ პირდაპირი ტიტრაციის მეთოდით ძმარმჟავას განსაზღვრისას ადგილი ჰქონდა ანალიზის ცდომილებას, ხოლო ეს ცდომილება მით უფრო დიდი იყო, რაც მეტი იყო ციანმჟავას შემცველობა საანალიზო ხსნარებში. ჩვენს მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტური კვლევების შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

ძმარმუავას კონცენტრაციის განსაზღვრა ციანმუავას ხსნარებში სხვადასხვა მეთოდით

	№	გამოთვლილი, %		ანალიზით მიღებული, %			
		HCN	CH ₃ COOH	პირდაპირი ტიტრაციით		უკუტიტრაციით	
				HCN	CH ₃ COOH	HCN	CH ₃ COOH
I	1	0,02	0,45	0,021	0,44	0,021	0,46
	2	0,022	0,45	0,019	0,43	0,019	0,45
II	3	0,71	0,40	0,68	0,35	0,68	0,38
	4	0,88	0,40	0,89	0,34	0,89	0,39
III	5	1,93	0,55	1,95	0,39	1,95	0,54
	6	2,17	0,55	2,21	0,37	2,21	0,56

როგორც წარმოდგენილი ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს უკუტიტრაციის მეთოდი გაცილებით ზუსტია, ამიტომ წარმოებაში სწორედ აღნიშნული მეთოდი იქნება დანერგილი. ანალიზის შედეგების დამუშავებისას ვსარგებლობდით ჩვენს მიერ შემუშავებული შემდეგი ფორმულებით:

ა) პირდაპირი ტიტრაციისას:

$$\% \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{(v_1 k_1 - v_0) \cdot 0,006}{v \cdot d} \cdot 100$$

ბ) უკუტიტრაციისას:

$$\% \text{CH}_3\text{COOH} = \frac{(a k_1 - v_2 k_2 - v_0) \cdot 0,006}{v \cdot d} \cdot 100$$

სადაც, v_1 – ტიტრაციაზე დახარჯული 0,1 ნ NaOH-ის მოცულობა, სმ³; k_1 – 0,1 ნ NaOH-ის შესწორების კოეფიციენტი; a – ანალიზისთვის აღებული ჭარბი 0,1 ნ NaOH-ის მოცულობა, სმ³; v_2 – ჭარბი 0,1 ნ NaOH-ის ტიტრაციაზე დახარჯული 0,1 ნ HCl-ის მოცულობა, სმ³; k_2 – 0,1 ნ HCl-ის შესწორების კოეფიციენტი; v_0 – ციანმუავას ტიტრაციაზე დახარჯული 0,1 ნ AgNO₃-ის რაოდენობა გადათვლილი 0,1 ნ NaOH-ზე, სმ³; v – საანალიზო ხსნარის მოცულობა, სმ³; d – საანალიზო ხსნარის სიმკვრივე, გ/სმ³; 0,006 – ძმარმუავას მასა, რომელიც შეესაბამება 1 სმ³ 0,1 ნ NaOH-ის ხსნარს, გ.

ლიტერატურა

1. Бабков С.С., С.К.Смирнов С.К. Синильная кислота. -М., Химия, 1970, 176с.
2. Березина М.Б. Синтез Синильной кислоты. -М., Химия, 1983.
3. ციანმუავას საამქროს ტექნოლოგიური რეგლამენტი. 1967.
4. ციანმუავას ტექნიკური სტანდარტი. ГОСТ 10346-63.
5. გვასალია ლ., ბარათელი ნ., კუკუკაძე მ. ბმული აზოტის ტექნოლოგია. -თბილისი ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2018, 222გვ. CD-5217

SUMMARY

S.S. DEVELOPMENT OF ANALYTICAL CONTROL METHODS FOR ACTIVATED ABSORBENT USED IN RUSTAVI NITROGEN PRODUCTION OF CYANIC ACID

Merebashvili N.E., Tsintsadze M.G., Macharashvili V.J. and Mamagulishvili T.N.

JSC Rustavi Azoti

Georgian Technical University

In the technological process of cyanic acid production, an effective inhibitor (activator) acting against acetic acid, acetic acid, was introduced, after which it became necessary to develop a method of chemical analysis of the absorbent under the combined presence of acetic acid and cyanic acid. Methods for their determination under the combined presence of cyanic acid and acetic acid have been developed, namely, cyanic acid has been determined by the argentometric method and acetic acid by the titration method from other aliquots. Studies have also established a significant advantage of the acutation method for the determination of acetic acid over direct titration.

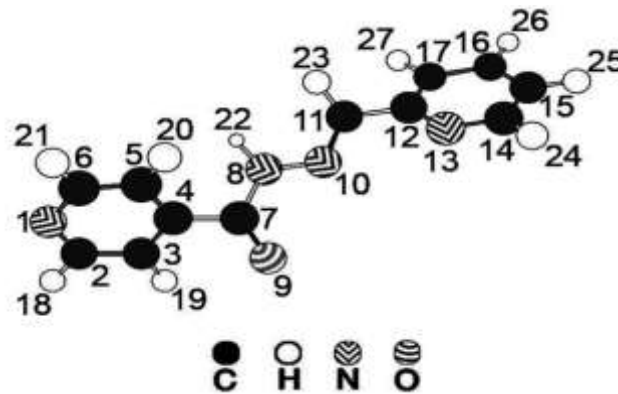
Keywords: cyanic acid production, absorbent, feedback, acetic acid determination.

კვანტურ-ქიმიური ნახევრადემპირიული AM1 მეთოდით გამოთვლილი ალფა-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (აპაინჰ) მოლეკულის ენერგეტიკული, ელექტრონული და სტრუქტურული მახასიათებლები სხვადასხვა გამსნელებში

ჭანტურია მ.მ., გიორგაძე თ.ზ., ლოხოშვილი დ.მ., გულბანი დ.გ.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
 რ. აგლაძის სახ. არაორგანული ქიმიის და ელექტროქიმიის ინსტიტუტი

α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) (ნახ.1) ლითონებთან კომპლექსწარმოქმნის უნარის შესწავლისათვის ნახევრადემპირიული კვანტურ-ქიმიური AM1 მეთოდით გამოთვლილი იქნა მოლეკულის ენერგეტიკული, ელექტრონული და სტრუქტურული მახასიათებლები როგორც აირად ფაზაში ასევე სხვადასხვა გამსნელებში, რომლებიც თავის მხრივ, ხასიათდებიან დიელექტრიკული შეღწევადობის სხვადასხვა მნიშვნელობებით.



ნახ. 1. α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულა

α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულის წარმოქმნის სითბო თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს აირად ფაზაში (356,361 კჯ/მოლი), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ გამსნელები მნიშვნელოვნად ზრდიან მოცემული მოლეკულის მდგრადობას. გამსნელების გავლენა α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულის დიპოლური მომენტის გაზრდაზე განსხვავებულია და თავის მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს წყალში და დიმეთილსულფოქსიდში (9,290 და 9,182 შესაბამისად), რაც დიპოლური ინდუქციური მომენტის წარმოქმნით შეიძლება აიხსნას (ცხრ.1).

ცხრილი 1. α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულის წარმოქმნის სითბო (ΔH) და დიპოლური მომენტი (μ)

N	გამსნელები	წარმოქმნის სითბო, კჯ/მოლი	დიპოლური მომენტი, დებაი
1	აირი	356.361	4.862
2	H ₂ O, წყალი	236.153	9.290
3	C ₂ H ₆ SO, დიმეთილსულფოქსიდი (დმსო)	238.212	9.182
4	CH ₃ OH, მეთანოლი	241.439	9.038
5	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი	243.231	8.940
6	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი	245.048	8.848
7	CHCl ₃ , ქლოროფორმი	278.022	7.387
8	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი	319.356	5.905

α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულაში ბმის სიგრძის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა გააჩნიათ C(4)–C(7) (1,491-1,494 Å საზღვრებში) და C(11)–C(12) (1,480 Å) რაც აღემატება ბმის სიგრძის სტანდარტულ მნიშვნელობას, რომელიც, sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაში მყოფი ნახშირბად ატომებს შორის, ტოლია 0,140 Å-ის. ეს დასტურდება რამდენადმე შემცირებული ბმის რიგის მნიშვნელობებით, რომლებიც შესაბამისად 0,915±0,988 ფარგლებშია [1-7]. ამ ფაქტიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ კარბონილური ჯგუფის O(9) უანგბადის ატომის ორბიტალები არ ურთიერთქმედებენ ბენზოლური ბირთვის π-ელექტრონულ სისტემასთან (ცხრ. 2).

ცხრილი 2. α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულაში ბმის სიგრძე (R_{ij}) და ბმის რიგი (P_{ij})

N	ატომთაშორისი ბმა		გამსნევი							
			აირი	H ₂ O, წყალი	C ₂ H ₆ O, დმსო	CH ₃ OH, მეთანოლი	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი	CHCl ₃ , ქლოროფორმი	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი
1	N(1)–C(2)	სიგრძე, Å	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347	1.347
		რიგი	1.433	1.450	1.420	1.420	1.421	1.422	1.426	1.430
2	C(2)–C(3)	სიგრძე, Å	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408	1.408
		რიგი	1.379	1.386	1.386	1.386	1.385	1.385	1.382	1.380
3	C(3)–C(4)	სიგრძე, Å	1.399	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.399	1.399
		რიგი	1.404	1.397	1.397	1.396	1.398	1.398	1.401	1.403
4	C(4)–C(5)	სიგრძე, Å	1.398	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399
		რიგი	1.400	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399	1.399
5	C(5)–C(6)	სიგრძე, Å	1.408	1.408	1.408	1.409	1.408	1.408	1.408	1.408
		რიგი	1.382	1.384	1.384	1.384	1.384	1.384	1.385	1.384
6	N(1)–C(6)	სიგრძე, Å	1.347	1.347	1.347	1.346	1.347	1.347	1.347	1.347
		რიგი	1.432	1.423	1.423	1.424	1.423	1.423	1.425	1.429
7	C(4)–C(7)	სიგრძე, Å	1.494	1.491	1.491	1.491	1.491	1.491	1.492	1.493
		რიგი	0.915	0.930	0.930	0.932	1.930	0.929	0.925	0.920
8	C(7)–N(8)	სიგრძე, Å	1.413	1.393	1.393	1.395	1.394	1.395	1.402	1.408
		რიგი	0.989	1.105	1.102	1.096	1.096	1.093	1.053	1.016
9	C(7)–O(9)	სიგრძე, Å	1.236	1.254	1.253	1.253	1.252	1.252	1.246	1.240
		რიგი	1.849	1.670	1.675	1.680	1.684	1.688	1.745	1.804
10	N(8)–N(10)	სიგრძე, Å	1.331	1.338	1.338	1.338	1.337	1.337	1.335	1.332
		რიგი	1.052	1.031	1.032	1.033	1.033	1.034	1.042	1.048
11	N(10)–C(11)	სიგრძე, Å	1.306	1.307	1.307	1.307	1.307	1.307	1.306	1.306
		რიგი	1.839	1.831	1.832	1.833	1.832	1.832	1.835	1.839
12	C(11)–C(12)	სიგრძე, Å	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480	1.480
		რიგი	0.977	0.988	1.988	1.987	0.988	0.987	0.984	0.979
13	C(12)–N(13)	სიგრძე, Å	1.357	1.359	1.359	1.358	1.359	1.359	1.358	1.357
		რიგი	1.395	1.367	1.368	1.370	1.370	1.371	1.381	1.389
14	N(13)–C(14)	სიგრძე, Å	1.345	1.344	1.344	1.344	1.344	1.344	1.344	1.344
		რიგი	1.449	1.447	1.447	1.446	1.447	1.447	1.446	1.447
15	C(14)–C(15)	სიგრძე, Å	1.408	1.409	1.409	1.409	1.409	1.409	1.408	1.408
		რიგი	1.369	1.366	1.366	1.367	1.367	1.367	1.369	1.370
16	C(15)–C(16)	სიგრძე, Å	1.395	1.394	1.394	1.394	1.394	1.394	1.395	1.394
		რიგი	1.429	1.435	1.435	1.434	1.434	1.434	1.431	1.430

17	C(16)–C(17)	სიგრძე, Å	1.395	1.397	1.397	1.397	1.397	1.397	1.396	1.396
		რიგი	1.424	1.410	1.411	1.412	1.412	1.412	1.417	1.421
18	C(12)–C(17)	სიგრძე, Å	1.413	1.412	1.412	1.412	1.412	1.413	1.413	1.413
		რიგი	1.359	1.374	1.373	1.372	1.372	1.372	1.367	1.363
19	C(2)–H(18)	სიგრძე, Å	1.105	1.108	1.108	1.108	1.107	1.108	1.107	1.106
		რიგი	0.930	0.920	0.920	0.920	0.921	0.921	0.924	0.927
20	C(3)–H(19)	სიგრძე, Å	1.099	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.100	1.100
		რიგი	0.941	0.935	0.935	0.935	0.935	0.935	0.936	0.939
21	C(5)–H(20)	სიგრძე, Å	1.098	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.100	1.099
		რიგი	0.945	0.935	0.934	0.934	0.935	0.935	0.938	0.942
22	C(6)–H(21)	სიგრძე, Å	1.105	1.108	1.108	1.108	1.108	1.108	1.107	1.106
		რიგი	0.931	0.920	0.920	0.921	0.921	0.921	0.924	0.928
23	N(8)–H(22)	სიგრძე, Å	1.005	1.011	1.011	1.010	1.010	1.010	1.008	1.006
		რიგი	0.880	0.858	0.858	0.859	1.859	0.860	0.867	0.874
24	C(11)–H(23)	სიგრძე, Å	1.113	1.115	1.114	1.114	1.114	1.114	1.112	1.111
		რიგი	0.925	0.916	0.916	0.916	0.917	0.917	0.920	0.923
25	N(14)–H(24)	სიგრძე, Å	1.105	1.108	1.108	1.108	1.108	1.108	1.107	1.106
		რიგი	0.931	0.922	0.922	0.922	0.922	0.922	0.924	0.928
26	C(15)–H(25)	სიგრძე, Å	1.097	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.099	1.098
		რიგი	0.947	0.937	0.937	0.938	0.938	0.938	0.941	0.944
27	C(16)–H(26)	სიგრძე, Å	1.100	1.103	1.103	1.102	1.102	1.102	1.102	1.101
		რიგი	0.947	0.937	0.938	0.938	0.938	0.938	0.941	0.945
28	C(17)–H(27)	სიგრძე, Å	1.098	1.101	1.101	1.101	1.101	1.101	1.100	1.099
		რიგი	0.947	0.937	0.937	0.937	0.937	0.938	0.941	0.944

α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულაში ბმის კუთხეები C(7)–N(8)–N(10) და C(7)–N(8)–H(22) ტოლია ~117,20 და ~122,50 შესაბამისად, ე.ი. მოლეკულაში N(8) აზოტის ატომი იმყოფება sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაში. α-პაინჰ მოლეკულაში N(10) აზოტის ატომი მიეკუთვნება აზომეთინურ ჯგუფს (>C=N-). კუთხე N(8)–N(10)–C(11) ტოლია ~120,20 ე.ი. N(10) აზომეთინური აზოტი ასევე sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაშია (ცხრ. 3). კუთხეების ანალიზიდან ჩანს, რომ N(1) და N(13) აზოტის ატომები sp²-ჰიბრიდულ მდგომარეობაში იმყოფებიან.

მოლეკულაში N(8) – N(10) ბმის რიგი იმყოფება 1,031 ÷ 1,052 საზღვრებში (ცხრ. 2), ე.ი. აზოტის ატომებს შორის ხორციელდება გარკვეული ურთიერთქმედება p_z-ორბიტალების ხარჯზე.

ცხრილი 3. α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულაში ატომებს შორის სავალენტო კუთხეების მნიშვნელობები

N	სავალენტო კუთხე	გამსხნელი							
		აირი	H ₂ O, წყალი	C ₂ H ₆ S ₂ , დმსო	CH ₃ OH, მეთანოლი	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი	CHCl ₃ , ქლოროფორმი	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი
1	N(1)–C(2)–C(3)	123.564	123.113	123.123	123.108	123.162	123.166	123.276	123.403
2	C(2)–C(3)–C(4)	118.139	118.051	118.040	118.090	118.042	118.022	118.041	118.108
3	C(3)–C(4)–C(5)	119.192	119.571	119.582	119.508	119.550	119.577	119.481	119.323
4	C(2)–N(1)–C(6)	117.376	118.070	118.062	118.065	118.021	118.013	117.851	117.623
5	C(3)–C(4)–C(7)	118.863	118.977	119.018	118.679	118.977	119.004	118.900	118.848
6	C(4)–C(7)–N(8)	113.920	115.402	115.323	115.444	115.288	115.193	114.707	114.278
7	C(4)–C(7)–O(9)	122.166	121.438	121.483	121.440	121.509	121.543	121.800	121.984
8	C(7)–N(8)–N(10)	122.643	122.556	122.559	122.428	122.543	122.519	122.573	122.628

9	N(8)–N(10)–C(11)	120.435	120.094	120.126	120.150	120.146	120.179	120.329	120.434
10	N(10)–C(11)–C(12)	121.114	121.632	121.627	121.458	121.595	121.537	121.343	121.159
11	C(11)–C(12)–N(13)	120.002	120.881	12.834	120.835	120.821	120.831	120.572	120.214
12	C(12)–N(13)–C(14)	117.170	117.704	117.700	117.675	117.674	117.668	117.544	117.356
13	N(13)–C(14)–C(15)	123.959	123.582	123.585	123.591	123.601	123.608	123.686	123.807
14	C(14)–C(15)–C(16)	118.253	118.361	118.357	118.363	118.357	118.349	118.327	118.299
15	C(11)–C(12)–C(17)	117.112	116.623	116.628	116.633	116.656	116.641	116.789	116.998
16	N(1)–C(2)–H(18)	115.841	116.425	116.414	116.498	116.402	116.405	116.250	116.000
17	C(2)–C(3)–H(19)	121.044	120.625	120.631	120.671	120.653	120.661	120.788	120.937
18	C(4)–C(5)–H(20)	121.688	122.061	122.026	122.185	122.028	122.005	121.880	121.776
19	N(1)–C(6)–H(21)	115.777	116.440	116.432	116.413	116.414	116.362	116.179	115.949
20	C(7)–N(8)–H(22)	116.647	117.243	117.207	117.478	117.216	117.200	117.005	116.772
21	N(10)–C(11)–H(23)	125.595	124.841	124.869	125.019	124.877	124.969	125.220	125.489
22	N(13)–C(14)–H(24)	115.261	115.836	115.823	115.813	115.805	115.780	115.607	115.407
23	C(14)–C(15)–H(25)	120.433	120.217	120.221	120.210	120.222	120.235	120.289	120.369
24	C(15)–C(16)–H(26)	120.659	120.749	120.744	120.726	120.739	120.735	120.695	120.674
25	C(12)–C(17)–H(27)	120.320	120.413	120.408	120.390	120.401	120.404	120.362	120.333

ატომების ჯამური დასახლების (ელექტრონული სიმკვრივე) და მათი ეფექტური მუხტების ანალიზმა C(7) ატომებზე აჩვენა ელექტრონული სიმკვრივის ($q = +0.367 \div +0.429$) დიდი დეფიციტი, რაც წარმოადგენს ნახშირბადის ამ ატომების ურთიერთქმედების შედეგს ისეთ ელექტროუარყოფით ატომებთან, როგორც არის ჟანგბადი და აზოტი (ცხრ. 4).

ცხრილი 4. გამსხნელების დიელექტრიკული შეღწევადობები (ϵ), α -პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილ ჰიდრაზონის (α -პაინჰ) მოლეკულაში მუხტი ატომებზე (q) და ატომურ ორბიტალებზე (s, p) ელექტრონების განაწილება

N	გამსხნელი, ϵ	ატომი	ატომზე მუხტი	n	ელექტრონების განაწილება ორბიტალებზე			
					ns	np _x	np _y	np _z
1	აირი	N(1)	-0.121	2	1.717	1.073	1.239	1.093
		C(2)	-0.073	2	1.247	0.908	0.978	0.940
		C(3)	-0.132	2	1.229	1.012	0.908	0.983
		C(4)	-0.091	2	1.203	0.935	0.936	1.017
		C(5)	-0.160	2	1.227	0.928	0.993	1.012
		C(6)	-0.073	2	1.246	1.005	0.879	0.943
		C(7)	0.367	2	1.205	0.832	0.805	0.792
		N(8)	-0.325	2	1.479	1.348	1.134	1.363
		O(9)	-0.277	2	1.915	1.246	1.776	1.341
		N(10)	0.047	2	1.728	1.156	0.916	1.153
		C(11)	-0.152	2	1.245	1.007	0.940	0.961
		C(12)	0.027	2	1.207	0.951	0.920	0.894
		N(13)	-0.105	2	1.718	1.101	1.022	1.264
		C(14)	-0.068	2	1.245	0.932	0.931	0.961
		C(15)	-0.177	2	1.228	1.016	1.003	0.930
		C(16)	-0.093	2	1.220	0.955	0.932	0.987
		C(17)	-0.171	2	1.226	1.011	0.968	0.965
		H(18)	0.168	1	0.832			
		H(19)	0.165	1	0.835			
		H(20)	0.151	1	0.849			
		H(21)	0.166	1	0.834			
		H(22)	0.212	1	0.788			
		H(23)	0.124	1	0.876			
		H(24)	0.163	1	0.833			
		H(25)	0.145	1	0.837			
		H(26)	0.139	1	0.855			
		H(27)	0.142	1	0.858			

2	H ₂ O, წყალი 78.5	N(1)	-0.234	2	1.708	1.095	1.277	1.153
		C(2)	-0.063	2	1.251	0.896	0.996	0.920
		C(3)	-0.138	2	1.233	1.025	0.903	0.977
		C(4)	-0.091	2	1.201	0.939	0.922	1.029
		C(5)	-0.149	2	1.233	0.922	1.010	0.984
		C(6)	-0.062	2	1.251	1.020	0.872	0.918
		C (7)	0.429	2	1.203	0.802	0.804	0.762
		N(8)	-0.289	2	1.474	1.328	1.130	1.358
		O(9)	-0.480	2	1.913	1.318	1.820	1.430
		N(10)	-0.084	2	1.724	1.215	0.950	1.195
		C(11)	-0.081	2	1.254	0.978	0.909	0.941
		C(12)	0.002	2	1.209	0.951	0.928	0.911
		N(13)	-0.225	2	1.709	1.103	1.105	1.307
		C(14)	-0.071	2	1.251	0.946	0.901	0.972
		C(15)	-0.177	2	1.235	0.993	1.018	0.930
		C(16)	-0.093	2	1.229	0.925	0.936	1.004
		C(17)	-0.164	2	1.234	1.006	0.961	0.964
		H(18)	0.201	1	0.799			
		H(19)	0.187	1	0.813			
		H(20)	0.188	1	0.812			
		H(21)	0.201	1	0.799			
		H(22)	0.278	1	0.722			
		H(23)	0.183	1	0.817			
		H(24)	0.195	1	0.805			
		H(25)	0.180	1	0.820			
		H(26)	0.177	1	0.823			
		H(27)	0.180	1	0.820			
3	C ₂ H ₆ SO, ფისო 49.0	N(1)	-0.232	2	1.709	1.095	1.276	1.153
		C(2)	-0.063	2	1.251	0.896	0.996	0.920
		C(3)	-0.137	2	1.233	1.025	0.903	0.977
		C(4)	-0.091	2	1.201	0.939	0.923	1.029
		C(5)	-0.149	2	1.233	0.922	1.010	0.985
		C(6)	-0.062	2	1.251	1.020	0.872	0.919
		C (7)	0.429	2	1.203	0.801	0.804	0.764
		N(8)	-0.290	2	1.473	1.334	1.133	1.349
		O(9)	-0.476	2	1.913	1.322	1.816	1.425
		N(10)	-0.081	2	1.724	1.211	0.951	1.195
		C(11)	-0.083	2	1.254	0.978	0.911	0.941
		C(12)	0.002	2	1.209	0.952	0.928	0.909
		N(13)	-0.223	2	1.709	1.104	1.100	1.309
		C(14)	-0.070	2	1.251	0.944	0.903	0.972
		C(15)	-0.177	2	1.235	0.995	1.018	0.929
		C(16)	-0.093	2	1.228	0.925	0.935	1.006
		C(17)	-0.135	2	1.234	1.005	0.963	0.963
		H(18)	0.201	1	0.799			
		H(19)	0.187	1	0.813			
		H(20)	0.187	1	0.813			
		H(21)	0.201	1	0.799			
		H(22)	0.277	1	0.723			
		H(23)	0.182	1	0.818			
		H(24)	0.195	1	0.805			
		H(25)	0.179	1	0.821			
		H(26)	0.177	1	0.823			
		H(27)	0.179	1	0.821			
4	C ₁ H ₃ OH, მეთანოლი 32.6	N(1)	-0.230	2	1.709	1.095	1.276	1.151
		C(2)	-0.063	2	1.251	0.896	0.995	0.921
		C(3)	-0.137	2	1.233	1.025	0.903	0.976
		C(4)	-0.090	2	1.201	0.938	923	0.028

		C(5)	-0.150	2	1.233	0.923	1.009	0.985		
		C(6)	-0.062	2	1.251	1.020	1.872	0.920		
		C (7)	0.429	2	1.203	0.814	0.806	0.749		
		N(8)	-0.292	2	1.474	1.283	1.121	1.414		
		O(9)	-0.471	2	1.913	1.284	1.829	1.444		
		N(10)	-0.078	2	1.724	1.240	0.938	1.176		
		C(11)	-0.086	2	1.254	0.982	0.901	0.949		
		C(12)	0.003	2	1.209	0.943	0.928	0.917		
		N(13)	-0.220	2	1.710	1.094	1.124	1.292		
		C(14)	-0.070	2	1.251	0.957	0.896	0.967		
		C(15)	-0.178	2	1.234	0.988	1.017	0.938		
		C(16)	-0.094	2	1.228	0.927	0.942	0.996		
		C(17)	-0.166	2	1.234	1.011	0.955	0.967		
		H(18)	0.200	1	0.800					
		H(19)	0.186	1	0.814					
		H(20)	0.186	1	0.814					
		H(21)	0.200	1	0.800					
		H(22)	0.274	1	0.726					
		H(23)	0.181	1	0.819					
		H(24)	0.194	1	0.806					
		H(25)	0.179	1	0.821					
		H(26)	0.176	1	0.824					
		H(27)	0.178	1	0.822					
		5	C ₂ H ₅ OH, ეთანოლი 24.3	N(1)	-0.228	2	1.709	1.094	1.275	1.150
				C(2)	-0.063	2	1.251	0.896	0.995	0.920
				C(3)	-0.137	2	1.233	1.025	0.903	0.977
				C(4)	-0.091	2	1.201	0.939	0.924	1.028
C(5)	-0.150			2	1.233	0.922	1.009	0.986		
C(6)	-0.062			2	1.251	1.019	0.872	0.920		
C (7)	0.427			2	1.203	0.804	0.804	0.763		
N(8)	-0.292			2	1.474	1.329	1.132	1.357		
O(9)	-0.466			2	1.913	1.314	1.816	1.423		
N(10)	-0.075			2	1.724	1.212	0.948	1.191		
C(11)	-0.088			2	1.254	0.980	0.911	0.943		
C(12)	0.004			2	1.209	0.951	0.927	0.908		
N(13)	-0.217			2	1.710	1.102	1.098	1.307		
C(14)	-0.070			2	1.251	0.944	0.903	0.972		
C(15)	-0.178			2	1.235	0.996	1.018	0.930		
C(16)	-0.094			2	1.228	0.926	0.935	1.005		
C(17)	-0.167			2	1.233	1.007	0.963	0.963		
H(18)	0.200			1	0.800					
H(19)	0.186			1	0.814					
H(20)	0.185			1	0.815					
H(21)	0.1299			1	0.801					
H(22)	0.274			1	0.726					
H(23)	0.179			1	0.821					
H(24)	0.194			1	0.806					
H(25)	0.178			1	0.822					
H(26)	0.175			1	0.825					
H(27)	0.177			1	0.823					
6	(CH ₃) ₂ CO, აცეტონი 20.7	N(1)	-0.227	2	1.709	1.094	1.274	1.150		
		C(2)	-0.063	2	1.251	0.897	0.995	0.921		
		C(3)	-0.138	2	1.232	1.025	0.903	0.977		
		C(4)	-0.091	2	1.201	0.939	0.923	1.028		
		C(5)	-0.151	2	1.233	0.922	1.009	0.987		
		C(6)	-0.063	2	1.251	1.019	0.872	0.920		
		C (7)	0.426	2	1.203	0.801	0.803	0.767		
		N(8)	-0.293	2	1.474	1.340	1.137	1.342		

		O(9)	-0.463	2	1.913	1.321	1.810	1.418
		N(10)	-0.073	2	1.724	1.205	0.951	1.193
		C(11)	-0.089	2	1.253	0.979	0.915	0.942
		C(12)	0.005	2	1.209	0.953	0.927	0.906
		N(13)	-0.216	2	1.710	1.105	1.090	1.311
		C(14)	-0.070	2	1.251	0.940	0.906	0.973
		C(15)	-0.178	2	1.235	0.998	1.018	0.928
		C(16)	-0.094	2	1.228	0.926	0.933	1.007
		C(17)	-0.167	2	1.233	1.006	0.966	0.962
		H(18)	0.199	1	0.801			
		H(19)	0.186	1	0.814			
		H(20)	0.185	1	0.815			
		H(21)	0.199	1	0.801			
		H(22)	0.273	1	0.727			
		H(23)	0.178	1	0.822			
		H(24)	0.193	1	0.807			
		H(25)	0.177	1	0.823			
		H(26)	0.175	1	0.825			
		H(27)	0.177	1	0.823			
7	CHCl ₃ , ქლოროფორმ მი 4.7	N(1)	-0.198	2	1.711	1.088	1.265	1.134
		C(2)	-0.065	2	1.250	0.900	0.991	0.925
		C(3)	-0.136	2	1.231	1.022	0.904	0.978
		C(4)	-0.091	2	1.202	0.938	0.927	1.024
		C(5)	-0.156	2	1.231	0.924	1.004	0.996
		C(6)	-0.065	2	1.249	1.015	0.874	0.927
		C(7)	0.411	2	1.203	0.810	0.803	0.773
		N(8)	-0.306	2	1.476	1.342	1.141	1.347
		O(9)	-0.402	2	1.913	1.296	1.797	1.395
		N(10)	-0.033	2	1.725	1.189	0.942	1.178
		C(11)	-0.114	2	1.250	0.989	0.926	0.949
		C(12)	0.016	2	1.208	0.953	0.924	0.899
		N(13)	-0.183	2	1.712	1.105	1.062	1.305
		C(14)	-0.067	2	1.249	0.931	0.916	0.971
		C(15)	-0.181	2	1.233	1.008	1.015	0.926
		C(16)	-0.095	2	1.226	0.934	0.931	1.004
		C(17)	-0.173	2	1.231	1.009	0.972	0.961
		H(18)	0.191	1	0.809			
		H(19)	0.181	1	0.819			
		H(20)	0.175	1	0.825			
		H(21)	0.190	1	0.810			
		H(22)	0.255	1	0.745			
		H(23)	0.162	1	0.838			
		H(24)	0.186	1	0.814			
		H(25)	0.168	1	0.832			
		H(26)	0.164	1	0.836			
		H(27)	0.166	1	0.834			
		N(1)	-0.159	2	1.714	1.081	1.252	1.113
		C(2)	-0.068	2	1.248	0.904	0.984	0.932
		C(3)	-0.135	2	1.230	1.017	0.906	0.981
		C(4)	-0.091	2	1.203	0.936	0.932	1.020
		C(5)	-0.159	2	1.229	0.926	0.998	1.006
		C(6)	-0.069	2	1.247	1.010	0.877	0.935
		C(7)	0.389	2	1.204	0.822	0.803	0.782
		N(8)	-0.317	2	1.477	1.341	1.139	1.360
		O(9)	-0.333	2	1.914	1.266	1.786	1.367
		N(10)	-0.033	2	1.726	1.172	0.928	1.162
		C(11)	-0.136	2	1.247	0.998	0.935	0.956
		C(12)	0.024	2	1.207	0.951	0.922	0.896

8	C ₆ H ₁₂ , ჰექსანი 1.9	N(13)	-0.143	2	1.715	1.106	1.036	1.286
		C(14)	-0.066	2	1.247	0.928	0.926	0.965
		C(15)	-0.181	2	1.230	1.014	1.009	0.928
		C(16)	-0.095	2	1.223	0.946	0.931	0.995
		C(17)	-0.174	2	1.228	1.010	0.972	0.963
		H(18)	0.180	1	0.820			
		H(19)	0.174	1	0.826			
		H(20)	0.162	1	0.838			
		H(21)	0.178	1	0.822			
		H(22)	0.232	1	0.768			
		H(23)	0.142	1	0.858			
		H(24)	0.175	1	0.825			
		H(25)	0.156	1	0.844			
		H(26)	0.151	1	0.849			
H(27)	0.153	1	0.847					

უარყოფითი ეფექტური მუხტების შედარებით მაღალი მნიშვნელობები შეიმჩნევა O(9) ჟანგბადის ატომზე (-0.277 ÷ -0.480), N(1) აზოტის ატომზე (-0,121 ÷ -0,232), N(8) აზოტის ატომზე (-0.289 ÷ -0,325) N(13) აზოტის ატომზე (-0,105 ÷ -0,225) და შედარებით ნაკლები – აზომეთინური N(10) აზოტის ატომზე (-0.033 ÷ -0.084) (ცხრ.2).

ორბიტალების დასახლების ანალიზმა აჩვენა, რომ N(8) და N(13) აზოტის ატომების ელექტრონული წყვილი კონცენტრირებულია p_z-ორბიტალზე. იმდენად, რამდენადაც ამ შემთხვევაში მათ შეესაბამება π-ორბიტალები, მაშინ ატომური ორბიტალების გადაფარვის არეს დონორსა და აქცეპტორს შორის გააჩნია ნულოვანი მნიშვნელობა. ამიტომ, მიუხედავად მაღალი უარყოფითი ეფექტური მუხტის მნიშვნელობებისა N(8) და N(13) აზოტის ატომებს არ შეუძლიათ უზრუნველყონ ელექტრონული წყვილი, რომლებიც შეიძლება დონორ-აქცეპტორული ბმების წარმოქმნას.

განსხვავებული სურათი შეიმჩნევა პირიდინის ჯგუფის N(1) აზოტის, O(9) ჟანგბადის და (10) აზომეთინური აზოტის და ატომებზე. N(10) და N(1) აზოტების p_z-ორბიტალებზე იმყოფება ერთი ელექტრონი, ხოლო წყვილი ელექტრონები კონცენტრირებულია პიბრიდულ sp²-ორბიტალებზე.

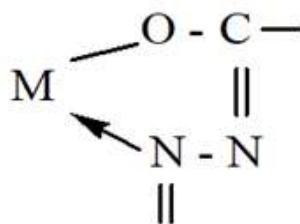
დასკვნა

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ α-პირიდინალდეჰიდის იზონიკოტინოილჰიდრაზონის (α-პაინჰ) მოლეკულა წარმოადგენს ტრიდენტატურ მოლეკულას სადაც, მხოლოდ სამ ატომს – პირიდინის ჯგუფის N(1) აზოტის ატომს, O(9) ჟანგბადს და N(10) აზომეთინურ აზოტის ატომებს აქვს უნარი გამოავლინოს ელექტრონოდონორული თვისებები. ამასთან, აღსანიშნავია, რომ ჰიდრაზონის O(9) ჟანგბადის და N(10) აზომეთინური აზოტის ატომები კეტონური ფორმის ხუთწევრიან ლითონოციკლებს წარმოქმნიან:



თუმცა, H(22) წყალბადის ატომზე ელექტრონული სიმკვრივის დიდი დეფიციტი (q=+0,212 ÷ +0,278) (ცხრ. 4) მოწმობს წყალბადის ატომის მისწრაფებაზე, გარკვეულ პირობებში, გამოამჟღავნოს მჟაური თვისებები და ჩუგაევის ციკლის წესის თანახმად,

კომპლექსწარმოქმნისას მოლეკულას აძლევს საშუალებას განახორციელოს კომპლექსწარმოქმნა დეპროტონირებული, ანუ ენოლურ ფორმაში მყოფი ჰიდრაზონის მიერ:



ენოლური ფორმა

ლიტერატურა

1. Dewar M.Z.S., Zebisch E.G., Healy E.F., Stewart Z.Z.P. Developments and use of quantum mechanical molecular models. 76, AM1: A new general purpose quantum mechanical molecular model. /Am. Chem. Soc. 1985, vol.97, №3, pp. 3902-3909.
2. Цинцадзе Г.В., Цинцадзе М.Г., М.М. Чантурия, Нариманидзе А.П. Исследования в области координационных соединений металлов с гидразами изоникотингидразида./ Proceedings of Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences. Dedicated to the 70th Anniversary of Georgian National Academy of Sciences, Publishing House "Meridiani" Tbilisi, Tom I, 2011, 351-364. ©ISBN 978-9941-10-421-3.
3. Bingham R.C., Dewar M.Z.S., Lo D.H. Ground states of molecules. XXVI. MINDO/3 calculations for hydrocarbons. /Am. Chem. Soc. 1975, vol. 97, №6, pp. 1294-1301.
4. Цинцадзе М.Г. Координационные соединения металлов с азот- и кислородсодержащими лигандами – производными алифатового, ароматического и гетероциклического ряда. Тбилиси, изд-во НАН Грузии. 2008, 298 с.
5. Tsintsadze M.G., Chanturia M.M., Gegeshidze N., Gulbani D.V. - Synthesis and research formiates and acetates of cobalt(II), nikel(II), zink, cadmium coordination compounds with orto-aminopyridine methyl-derivatives, Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Publishing "Meridian", Tbilisi 2011, Т. II, 25-44.
6. Чантурия М.М., Цинцадзе М.Г., Лочошвили Д.М. Изучение строения и комплексо-образующей способности Изоникотиноилгидразона парапиридинальдегида (ИНГППА) квантово-химическим методом AM1, Sukhumi State University, Georgian Technical University, Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry named after R. Agladze, SCIENCE, RESEARCH, DEVELOPMENT №22. 30.10.2019 -31.10.2019. 62-72. (Ru.). London, ISBN: 978-83-66030-65-7.
7. Dolidze V., Tsitsishvili V. Russian-Georgian-English-German, Chemical Glossary, Tbilisi, 2004.

SUMMARY

ENERGY, ELECTRONIC AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF THE MOLECULE OF ALFA-PYRIDINEALDEHYDEIZONICOTINOILHYDRAZONE (APAINH), CALCULATED BY THE QUANTUM-CHEMICAL SEMIEMPIRICAL AM1 METOD IN VARIOUS SOLVENTS

Chanturia M.M., Giorgadze T.Z., Lochoshvili D.M. and Gulbani D.V.

Sokhumi State University

Georgian Technical University

R. Agladze Institute of Inorganic Chemistry and Electrochemistry

The paper discusses the energy, electron and structural properties of the molecule, calculated by the semi-empirical quantum-chemical method AM1 to study the ability of formation complexes of α -pyridinaldehyde isonicotinoylhydrazone (α -PAINH) with metals in the gas phase, various solutions, which, in turn, are characterized by different values dielectric constant. It can be assumed that the molecule isonicotinoylhydrazone (α -pyrine) of α -pyridinaldehyde is a tertiary molecule where only three atoms - N(1) nitrogen atom of the pyridine group, O(9) oxygen and N(10) azo nitrogen atoms have the ability to electrone nitrogen. . It should be noted, however, that the hydrogen atoms O(9) oxygen and N(10) azomethine nitrogen atoms form ketone-shaped five-membered metalcycles. However, the large electron density deficit on the H (22) hydrogen atom ($q = +0,212 \div +0,278$) (Table 2) testifies to the tendency of the hydrogen atom to exhibit acidic properties under certain conditions and, according to the Chugayev cycle rule, to form a complex , I.e. by hydrazone in enol form.

Keywords: complex formation, molecule structure, electronic and structural properties, solvent effect.

ნიადაგში ტყვიის სულფატის ინფილტრაციის რიცხვითი მოდელირება

შუბლაძე ე.შ, სურმაგა ა.ა, ერისთავი დ.გ, ბუაჩიძე ნ.ს

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

შესავალი

ნიადაგის ზედაპირზე მოხვედრილი ნივთიერებები განიცდიან რთულ ფიზიკურ-ქიმიურ და ბიოქიმიურ გარდაქმნებს. გარდაქმნების შედეგად ნიადაგის მუყავე გარემოში წარმოიქმნებიან ნივთიერებათა ხსნადი ფორმები, რომლებიც გახსნის შემდეგ წყალთან ერთად ფილტრაციისა და დიფუზიის მექანიზმების საშუალებით ვრცელდებიან ნიადაგში, თანაც საკმაოდ დრმად. აღწერილი პროცესის შესწავლის ერთ-ერთ ოპტიმალურ მეთოდს ნიადაგში ნივთიერებათა დიფუზიის მათემატიკური მოდელირება წარმოადგენს.

მოდელირებისას, ანალიზურად ან რიცხობრივად, ინტეგრირდება უწყვეტ გარემოში ნივთიერებათა გადატანა-დიფუზიის განტოლება [1-3]. მეთოდი აღმოჩნდა ეფექტური და ფართოდ იქნა გამოყენებული ნიადაგის დაბინძურების პრობლემის შესწავლისადმი მიძღვნილ ნაშრომებში, როგორც საზღვარგარეთ, ასევე საქართველოში. კერძოდ, შესწავლილ იქნა ნიადაგზე ავარიულად დაღვრილი ნავთობის ინფილტრაციის პროცესი 1D და 3D და რიცხვითი მოდელების საშუალებით; განხორციელდა ადვილად აორთქლებადი ნივთიერებათა ნიადაგში გავრცელების მათემატიკური მოდელირება; მოდელირებისას გათვალისწინებული იქნა კონკრეტული ტიპის ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები; ამოხსნილი იქნა ნივთიერებათა წნეებითი ინფილტრაციის პროცესი რთული კონფიგურაციის არეში [4-10].

განხორციელდა დიდი მოცულობის ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე ფილტრატში არსებული სხვადასხვა იონების გავრცელების რიცხვითი მოდელირება; მოდელირებულია რადიოაქტიური ნარჩენების სასაფლაოს ქვეშ არსებული რადიოიზოტოპების დისპერსია ნიადაგში; განხილულია გრუნტის წყლების გავლენა ნიადაგში ნივთიერებათა გადატანის რიცხვითი მოდელირების დროს სხვადასხვა ჰიდროლოგიურ პირობებში; განხორციელდა დარიშხანის ნიადაგში გრუნტის წყლებით გადატანის პრობლემის რიცხვითი მოდელირება [11-15].

ამოცანის დასმა და რიცხვითი ინტეგრირების სქემა. წარმოდგენილ ნაშრომში რიცხობრივად მოდელირდება ნაგავსაყრელზე მოხვედრილი გარემოს დამაბინძურებელი ნივთიერება – ტყვიის სულფატის (PbSO₄) გახსნა და მისი ინფილტრაცია ნიადაგის 4 მ-იან ფენაში. ნიადაგში წყლისა და დამაბინძურებელი ინგრედიენტის გახსნილი მასის გადატანის განტოლებები შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial t} - \frac{\partial FW}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial z} D \frac{\partial W}{\partial z}, \\ \frac{\partial L}{\partial t} - \frac{\partial FL}{\partial z} &= \frac{\partial}{\partial z} D \frac{\partial L}{\partial z} + V, \\ \frac{\partial S}{\partial t} &= -V, \end{aligned} \tag{1}$$

სადაც, t – დროა; z – ნიადაგის 4 მ სიღრმიდან ზედაპირისკენ ვერტიკალურად ზევით მიმართული ღერძი; W – ნიადაგში წყლის მოცულობითი შემცველობაა; L და S ნიადაგში დამაბინძურებელი ნივთიერების გახსნილი (თხევადი) და გაუხსნელი (მყარი) ფრაქციების მოცულობითი შემცველობაა შესაბამისად; D და F არის დიფუზიის და ფილტრაციის კოეფიციენტები; V – ფაზური გარდაქმნის სიჩქარეა. მათი მნიშვნელობები განისაზღვრებიან შემდეგი ფორმულებით:

$$F = F_0 + F_0 \left(\frac{W + L - B}{Por - B} \right)^{3.5}, \quad D = D_0 + D_0 \left(\frac{W + L - B}{Por - B} \right)^{3.5}$$

$$V = \sigma S \text{ როცა } L < L_{sat} \text{ და } V = -\sigma(L - L_{sat}) \text{ როცა } L > L_{sat},$$

სადაც Por – ნიადაგის ფორიანობა; B – ბმული წლის მოცულობითი შემცველობა, ნივთიერების გახსნის დროის შებრუნებული სიდიდე; D₀, F₀ და Por ცნობილი სიდიდეებია.

ვორჩევთ საწყის და სასაზღვრო პირობებს:

დავუშვათ, რომ დროის საწყის მომენტში ცნობილია წყლის, დამაბინძურებელი ნივთიერების მყარი და თხევადი ფრაქციების მოცულობითი შემცველობები ნიადაგის მთელ Z=4 მ ფენაში:

$$\left. \begin{aligned} W &= W_0(z), \\ L &= L_0(z), \\ S &= S_0(z), \end{aligned} \right\}, \quad \text{როცა } t = 0, \quad (2)$$

ნიადაგის ზედაპირზე ცნობილია წლის მოცულობითი მნიშვნელობა და მისი დროში ცვლილება.

$$\left. \begin{aligned} W &= W(t, 0), \\ \frac{\partial L}{\partial z} &= 0, \end{aligned} \right\}, \quad \text{როცა } z = Z, \quad (3)$$

ნიადაგის ფენის ქვედა საზღვარზე წყალსა და გახსნილ ფრაქციას შეუძლია თავისუფლად გაჟონვა

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial W}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial L}{\partial z} &= 0, \end{aligned} \right\}, \quad \text{როცა } z=0, \quad (4)$$

სადაც, Z- ნიადაგის ფენის სიღრმეა.

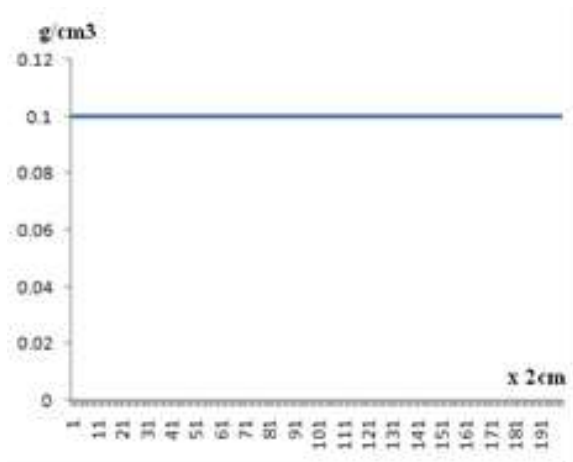
ამრიგად, ამოცანა მდგომარეობს (1) განტოლების ინტეგრირებაში (2) საწყისი, (3) და (4) სასაზღვრო პირობებით.

ამოცანის ამოხსნისათვის გამოყენებულია არაცხადი რიცხვითი სქემა:

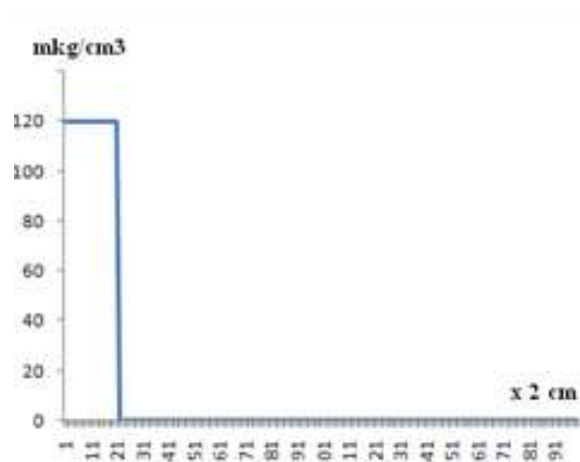
$$\begin{aligned} & \frac{W_k^{n+1} - W_k^n}{\tau} - 0.5 \left(\frac{F_{k+1}^n W_{k+1}^{n+1} - F_{k-1}^n W_{k-1}^{n+1}}{2\Delta z} + \frac{F_{k+1}^n W_{k+1}^n - F_{k-1}^n W_{k-1}^n}{2\Delta z} \right) = \\ & 0.5 \left(\frac{D_{k+1}^n W_{k+1}^{n+1} - (D_{k+1}^n + D_{k-1}^n) W_k^{n+1} + D_{k-1}^n W_{k-1}^{n+1}}{2\Delta z^2} + \frac{D_{k+1}^n W_{k+1}^n - (D_{k+1}^n + D_{k-1}^n) W_k^n + D_{k-1}^n W_{k-1}^n}{2\Delta z^2} \right), \\ & \frac{L_k^{n+1} - L_k^n}{\tau} - 0.5 \left(\frac{F_{k+1}^n L_{k+1}^{n+1} - F_{k-1}^n L_{k-1}^{n+1}}{2\Delta z} + \frac{F_{k+1}^n L_{k+1}^n - F_{k-1}^n L_{k-1}^n}{2\Delta z} \right) = \\ & 0.5 \left(\frac{D_{k+1}^n L_{k+1}^{n+1} - (D_{k+1}^n + D_{k-1}^n) L_k^{n+1} + D_{k-1}^n L_{k-1}^{n+1}}{2\Delta z^2} + \frac{D_{k+1}^n L_{k+1}^n - (D_{k+1}^n + D_{k-1}^n) L_k^n + D_{k-1}^n L_{k-1}^n}{2\Delta z^2} + V_k^n, \right. \\ & \left. \frac{S_k^{n+1} - S_k^n}{\tau} = V_k^n, \right. \end{aligned} \quad (5)$$

სადაც: n და k დროითი და სივრცითი ბიჯის ნომრებია; და დროითი და სივრცითი ბიჯები. სასაზღვრო პირობების (3) და (4) აპროქსიმაცია ხდება ცენტრალური სხვაობით.

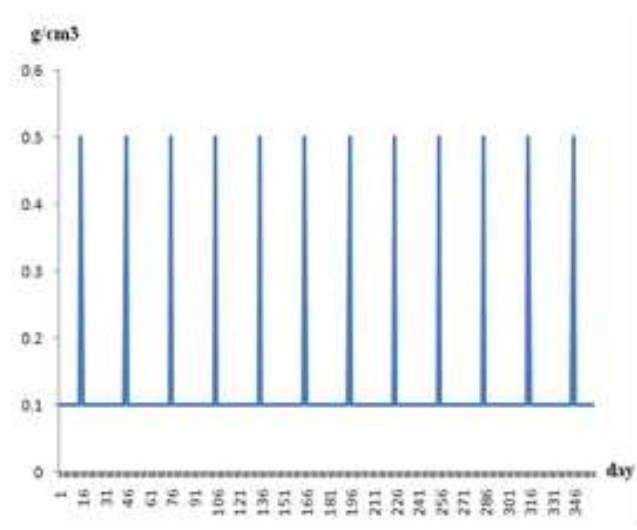
აღვებრულ განტოლებათა სისტემა (5) შესაბამისი საწყისი და სასაზღვრო პირობებით იხსნება 200 წერტილისაგან შემდგარ რიცხვით ბადეზე 60 წმ დროითი და 2 სმ სივრცული ბიჯებით. საწყის მომენტში დაშვებულია რომ, ნიადაგის ფორიანობა 0,5-ია, წყლის შემცველობა 0,1 გ/სმ³ (ნახ. 1), ნივთიერების მყარი ფრაქციის შემცველობა ნიადაგის ზედა 40 სმ სისქის ფენაში უდრის 120 მკგ/სმ³. 40 სმ-ის ქვევით დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია 0-ის ტოლია (ნახ. 2), ნივთიერების თხევადი ფრაქციის შემცველობა ტოლია ნულის. მყარი ფრაქციის გასნასა და ნიადაგში მის ჩაჟონვას იწვევს ნალექები, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 3-ზე, საიდანაც ჩანს, რომ ნალექები მოდის თვეში ერთჯერ, ყოველი თვის 15 და 16 რიცხვებში. დიფუზიის კოეფიციენტი მუდმივია და უდრის 0,0004 სმ²/წმ.



ნახ. 1. წყლის მოცულობითი შემცველობა დროის საწყის მომენტში

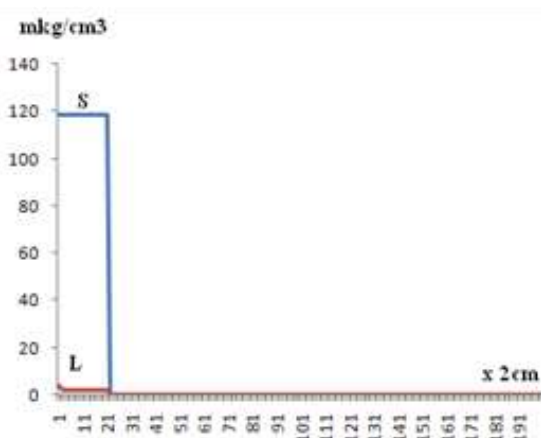


ნახ. 2. ტყვიის სულფატის მოცულობითი შემცველობა დროის საწყის მომენტში

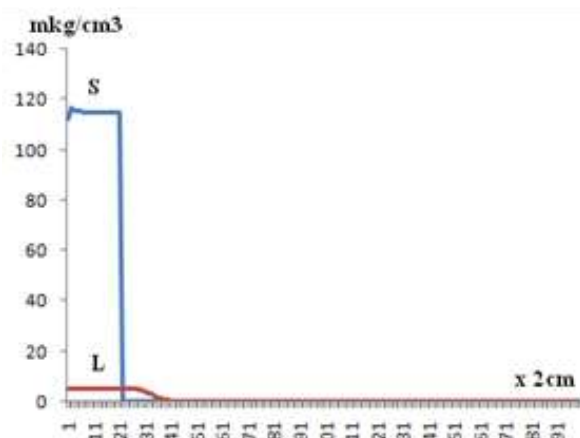


ნახ. 3. წყლის მოცულობითი შემცველობა ნიადაგის ზედაპირზე 1 წლის განმავლობაში

მიღებული შედეგების ანალიზი. მოდელირებული იქნა ნიადაგის ზედა 40 სმ ფენაში არსებული 120 მკგ/სმ^3 – მოცულობითი შემცველობის ტყვიის სილფატის გავრცელება შედარებით მაღალი ფილტრაციის უნარის მქონე შავმიწა ნიადაგში ($F=0,8 \text{ მ}^2/24 \text{ სთ}$). გამოთვლები ჩატარდა 2 წელი ფიზიკური დროისთვის. ნახ. 4–13-ის საშუალებით ნაჩვენებია რიცხვითი მოდელირების შედეგები. ნახ. 4-ზე ნაჩვენებია დამაბინძურებელი ინგრედიენტის მყარი (S) და თხევადი (L) ფრაქციების განაწილება ნიადაგში მოდელირების პირველი 24 სთ-ის ბოლოს. ნახაზიდან ჩანს, რომ პირველი დღის განმავლობაში, მშრალი ნიადაგის პირობებში, მოხდა არსებული მყარი ფრაქციის დაახლოებით 1,6%-ის გახსნა და თხევადი ფრაქციის წარმოშობა. ამასთან, ნიადაგში არსებული წყლის ერთგვაროვანი განაწილების დროს, დიფუზიის პროცესი ხელს უშლის მის ინტენსიურ ინფილტრაციას ნიადაგის სიღრმეში.



ნახ. 4. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t=24 \text{ სთ}$

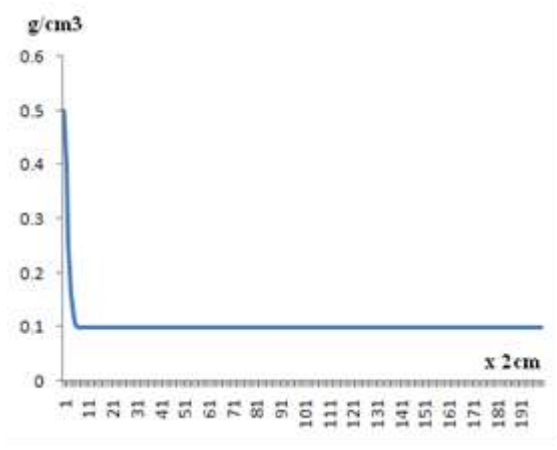


ნახ. 5. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t=14 \text{ დღე-ღამე}$

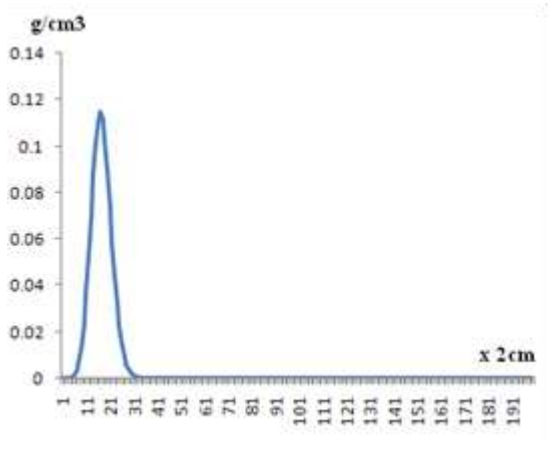
შედგად პირველი დღის ბოლოს წარმოშობილი თხევადი მასა, ძირითადად ლოკალიზირებულია 40 სმ-ფენაში და სულ რამდენიმე სმ-ზეა ჩაჟონილი ნიადაგის სიღრმეში. აღნიშნული პროცესი გრძელდება 14 დღემდე – ნალექის მოსვლამდე. ნახ. 5-ზე ნაჩვენებია მყარი და თხევადი ფაზების კონცენტრაციის განაწილება ნიადაგში, როცა $t=14 \text{ დღე-ღამე}$. ნახ. 5-დან ჩანს, რომ 14 დღე-ღამის განმავლობაში (მშრალი ნიადაგის პირობებში) მოხდა მყარი ფაზის მცირე ნაწილის გახსნა. მყარი ფრაქციის რაოდენობა მიწის ზედაპირთან არსებულ დაბინძურების არეში, ყველა დონეზე, შემცირდა დაახლოებით 5–8 მკგ/სმ^3 -მდე და შესაბამისად გაიზარდა თხევადი ფაზის ოდენობა. პარალელურად მიმდინარეობს თხევადი ნაწილის ინფილტრაცია ნიადაგის სიღრმეში. თხევადი ფაზა ჩაჟონილია მიწის ზედაპირიდან 80 სმ-ზე ნიადაგის სიღრმეში. 80 სმ-ის ქვევით თხევადი ფაზის კონცენტრაცია 0-ის ფარგლებშია.

როცა $t=15 \text{ დღე-ღამე}$ იწყება ნალექის მოსვლა, წყლიანობა იზრდება მიწის ზედაპირზე და იწყება ინფილტრაცია ნიადაგის სიღრმეში (ნახ. 6). ნახაზიდან ჩანს, რომ 2 სთ-ის განმავლობაში წყლიანობა ნიადაგის ზედაპირზე მაქსიმალურია და ტოლია ნიადაგის ფორინობის ($0,5 \text{ გ/სმ}^3$). დაწყებულია წყლის ნიადაგში ჩაჟონვის პროცესი და გრძელდება მარილის მყარი ფაზის ინტენსიური ხსნადობა. 2 სთ-ის განმავლობაში წვიმის წყალი ჩაჟონილია დაახლოებით მიწის ზედაპირიდან 10 სმ-ზე, და მცირე სიღრმით არის ($6-9 \text{ მკგ/სმ}^3$ -ით) შემცირებული მყარი ფაზის კონცენტრაცია. ფაქტიურად უცვლელია თხევადი ფაზის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა (ნახ. 7).

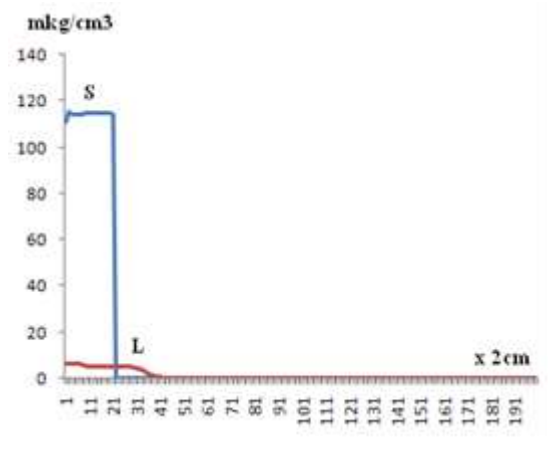
ნახ. 8 და ნახ. 9-ზე ნაჩვენებია ფილტრაციის პროცესის დაწყებიდან 30 დღის შემდეგ მიღებული წყლისა და ნივთიერების გავრცელების გრაფიკები. ნახ. 8 და ნახ. 9-დან ჩანს, რომ 30 დღისათვის ჩაჟონილი წყალი, როგორც 40 სმ სისქის ერთიანი არე, ვრცელდება ნიადაგში და აღწევს 60 სმ-ს. მყარი ფაზის ნაწილი ზედა 40 სმ ფენაშია გახსნილი და იგი ინფილტრირებულია ნიადაგის სიღრმეში 120 სმ სისქის ფენაში.



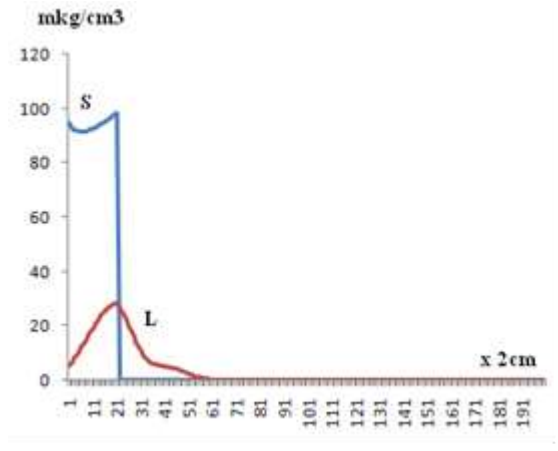
ნახ. 6. წყლის შემცველობა ნიადაგში მე-15 დღეს წვიმის დაწყებიდან 2 სთ-ის შემდეგ



ნახ. 8. წყლის შემცველობა ნიადაგში, როცა t=30 დღ.



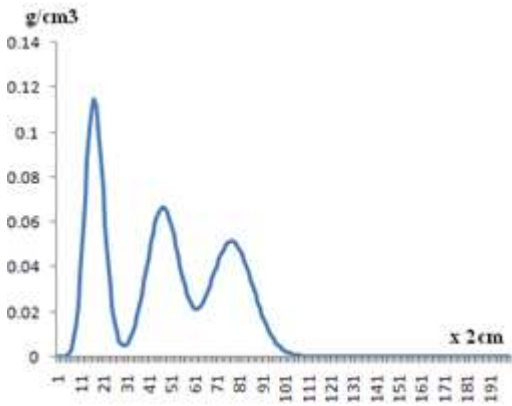
ნახ. 7. ნიადაგში ტყეის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა მე-15 დღეს წვიმის დაწყებიდან 2 სთ-ის შემდეგ



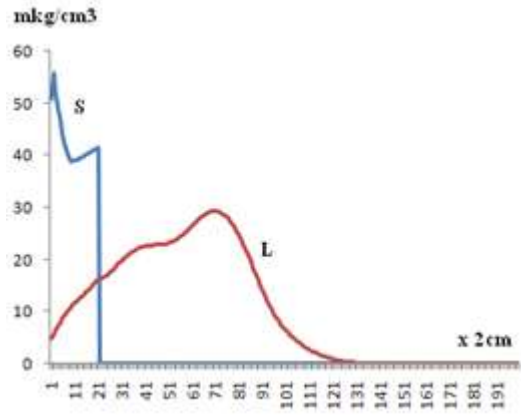
ნახ. 9. ნიადაგში ტყეის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა t=30 დღ.

როცა $t = 90$ დღ მყარი ფაზის დაახლოებით 50% გახსნილია და მიღებული თხევად ფაზა განაწილებულია დაახლოებით 2 მ სისქის ნიადაგის ზოლში (ნახ. 11). კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა 28 მკგ/სმ³-ია და მდებარეობს მიწის ზედაპირიდან 1,6 მ სიღრმეზე. ნიადაგში წყლის განაწილებას გააჩნია მიღვევადი რხევის ხასიათი, რომლიც შედგება 3 ბურცობისაგან. თითოეული ბურცობი შეესაბამება ნალექის მოსვლას 3 თვის განმავლობაში.

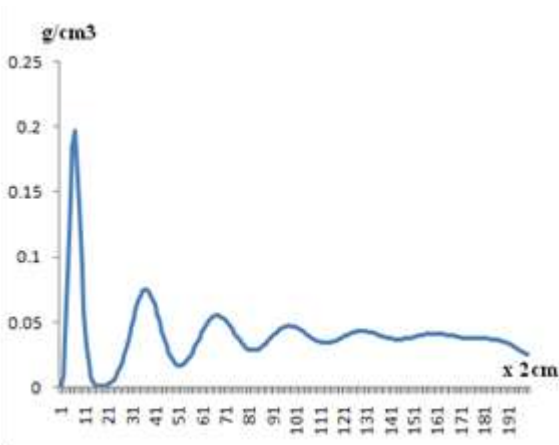
ნიადაგში ინფილტრირებული წყლის განაწილება, პროცესის დაწყებიდან 200 დღის შემდეგ, თვისობრივად ანალოგიურია 90 დღისთვის მიღებული განაწილების. მას გააჩნია მიღვევადი ტალღის ხასიათი.



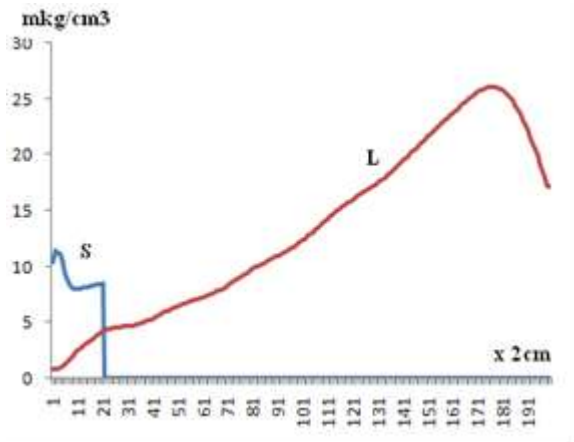
ნახ. 10. წყლის შემცველობა ნიადაგში, როცა $t = 90$ დღ.



ნახ. 11. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t = 90$ დღ.



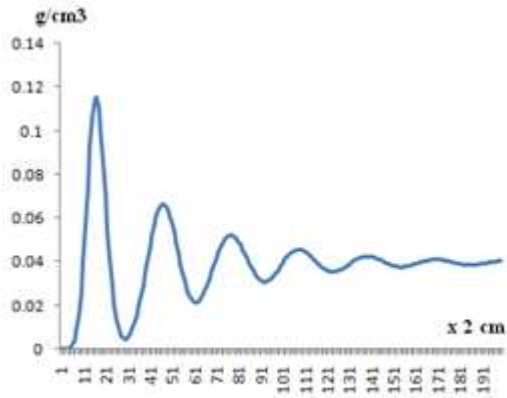
ნახ. 12. წყლის შემცველობა ნიადაგში, როცა $t = 200$ დღ.



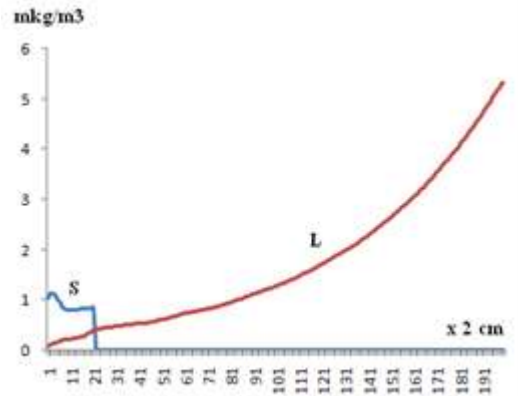
ნახ. 13. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t = 200$ დღ.

8–12 მკგ/სმ³-მდეა შემცირებული ნიადაგის ზედაპირის მიდამოებში არსებული მყარი ფაზის შემცველობა. თხევადი ფრაქციის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობა შემცირებულია 27 მკგ/სმ³-მდე და მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა ნიადაგის სიღმეში 3,6 მ-ზეა. მნიშვნელოვანი ნაწილი ჩაჟონილია ნიადაგის ქვედა ფენაში და გასულია მოდელირების არედან.

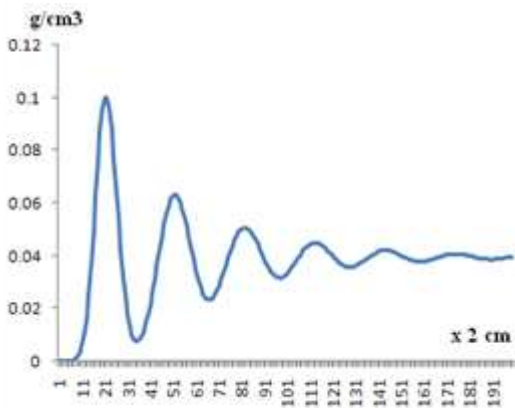
ანალოგიური სახით მიმდინარეობს პროცესი დროის შემდეგ მომენტებში. გრძელდება წყლის შემცველობის პერიოდული ცვლილება, მყარი ფაზის გახსნა და წარმოშობილი თხევადი ფაზის გადინება ნიადაგის ქვედა ფენებში (ნახ. 14–17).



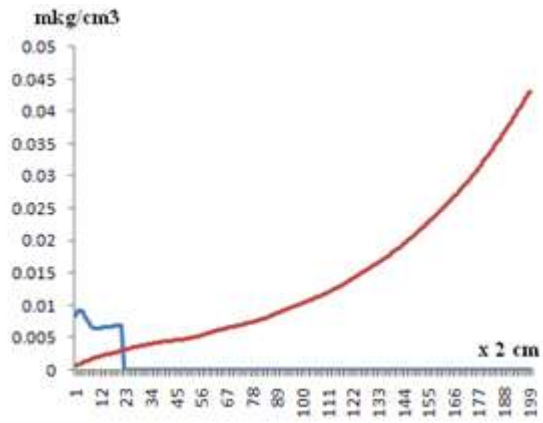
ნახ.14. წყლის შემცველობა ნიადაგში, როცა $t = 1$ წ.



ნახ. 15. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t = 1$ წ.



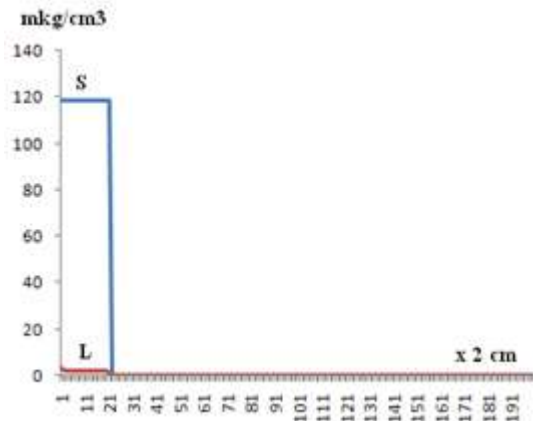
ნახ. 16. წყლის შემცველობა ნიადაგში, როცა $t = 2$ წ.



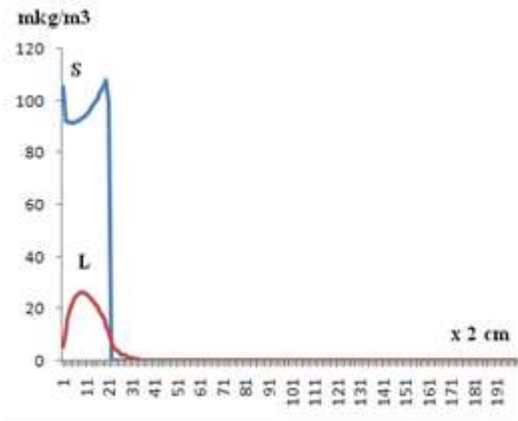
ნახ. 17. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t = 2$ წ.

გახსნილი ფაზის მუდმივი გაღინების მიუხედავად ნიადაგის ზედა 4 მ ფენაში, მაინც რჩება დამაბინძურებელი ინგრედიენტების მცირე რაოდენობა. გამოთვლები აჩვენებენ, რომ ინფილტრაციის დაწყებიდან 1 და 2 წლის შემდეგ მყარი ფაზის კონცენტრაციის მაქსიმალური მნიშვნელობები 1 და 0,01 მკგ/სმ³, შესაბამისად. თხევადი ფაზის კონცენტრაციები ასევე მინიმალურია მიწის ზედაპირზე და იცვლება 0–0,01 მკგ/სმ³-ის ინტერვალში. ნიადაგის სიღრმეში კონცენტრაცია იზრდება კვადრატულად და აღწევს მაქსიმალურ მნიშვნელობას ნიადაგის ქვედა საზღვარზე. მიუხედავად ამისა, თხევადი ფაზის მაქსიმალური კონცენტრაცია ინფილტრაციის დაწყებიდან 1 და 2 წლის შემდეგ არ აღემატება 6 მკგ/სმ³ და 0,05 მკგ/სმ³ შესაბამისად.

ჩატარებულია გამოთვლები დაბალი ფილტრაციის უნარის მქონე თიხნარ ნიადაგში ($F=0,4$ მ/24სთ). გამოთვლები აჩვენებენ, რომ თიხნარი ნიადაგის შემთხვევაში ინფილტრაციის პროცესი მიმდინარეობს შენელებული ტემპით. მოდელირების დაწყებიდან 24 სთ-ში ყოველ დონეზე ზედა 40 სმ ფენაში გახსნილია 2 მკგ/მ³ ტყვიის სულფატი.

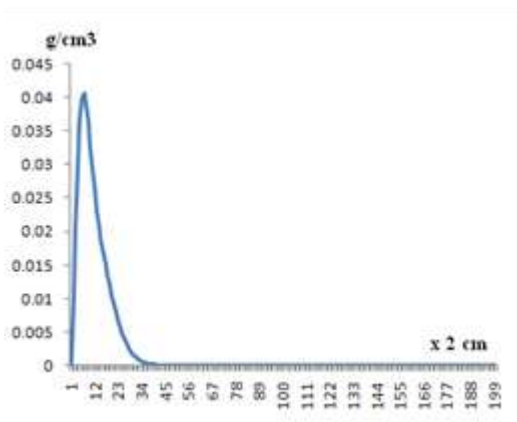


ნახ. 18. ნახ. 4. წყლის შემცველობა ნიადაგში როცა $t=24$ სთ

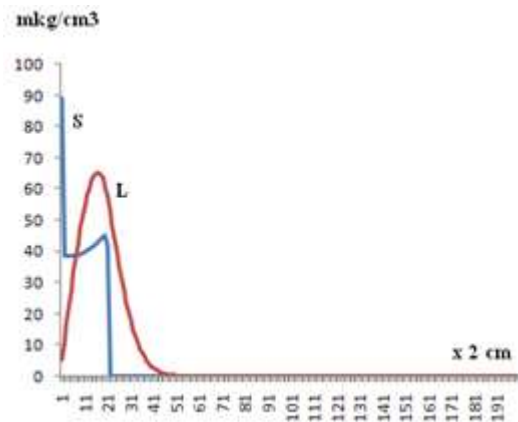


ნახ. 19. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t=30$ დღე-ღამეს

30-ე დღისათვის ტყვიის სულფატის მყარი ფაზის შემცველობა შემცირებულია 25 მკგ/მ³-მდე. მიღებული თხევადი მასა, ნიადაგის დაბალი ფილტრაციის გამო, არაა გავრცელებული სიღრმეში და ლოკალიზირებულია მხოლოდ 40 სმ სისქის ზედა – დამაბინძურებელი ინგრედიენტის განთავსების არეში.



ნახ. 20. წყლის შემცველობა ნიადაგში როცა $t=90$ დღ.

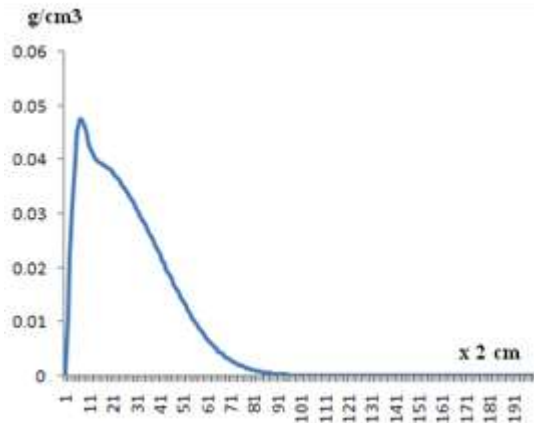


ნახ. 21. ნიადაგში ტყვიის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t=90$ დღ.

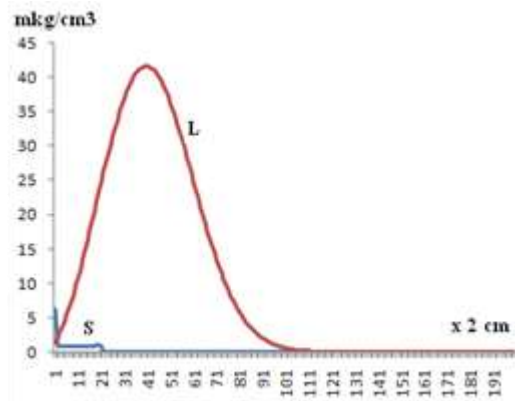
როცა $t=90$ დღ. წყალი გავრცელებულია ნიადაგის ზედა 70 სმ ფენაში, ისიც მცირე რაოდენობით. ამ ფენაში მის შემცველობას არა აქვს მიღვევადი ტალღის სახე, მაქსიმალური მნიშვნელობა მცირეა და არ აღემატება 0,04 გ/სმ³. მიუხედავად იმისა, რომ მაღალი ფილტრაციის კოეფიციენტის შემთხვევის დროს გახსნილია ტყვიის სულფატის ტოლი რაოდენობა, მიღებული თხევადი მასა არაა ინფილტრირებული ნიადაგის ქვედა ფენებში. ის განაწილებულია ზედა 80 სმ სისქის ფენაში და შემცველობის მაქსიმუმით მდებარეობს 40 სმ-ზე.

დროის შემდგომ მომენტებში სულფატის გახსნა და ინფილტრაცია მიმდინარეობს შენელებული ტემპით. 2 წლის შედეგ, წყალი ჩაჯონილია მხოლოდ 2 მ სიღ-

რემედე, მისი შემცველობის მაქსიმუმი მდებარეობს ნიადაგის ზედაპირიდან 20 სმ-ზე სიღრმეში და ნელა მცირდება ნიადაგის ქვედა დონეებზე (ნახ. 22).



ნახ. 22. წყლის შემცველობა ნიადაგში, როცა $t = 2$ წ.



ნახ. 23. ნიადაგში ტყევის სულფატის მყარი (S) და თხევადი (L) ფაზების შემცველობა, როცა $t = 2$ წ

ამ მომენტისათვის დარჩენილია მყარი ფაზის მცირე რაოდენობა 0,4 მკგ/სმ³ შემცველობით ნარჩენის განთავსების 40 სმ სისქის ფენაში. გახსნილი მარილის მთელი მასა მოთავსებულია ნიადაგის ზედა 2 მ ფენაში და მისი მაქსიმუმალური შემცველობა მიიღწევა სიღრმეში 1მ დონეზე.

დასკვნა

ნიადაგში წყლისა და მასის ინფილტრაციის ერთგანზომილებიანი განტოლებათა სისტემის რიცხვითი მოდელირებით შესწავლილია ნიადაგის ზედა 40 სმ სისქის ფენაში არსებული ტყევის სულფატის გახსნისა და გახსნილი მასის გავრცელების პროცესი შავიწი და თიხნარ ნიადაგებში. ნაჩვენებია, რომ შავიწი ნიადაგში წყლის განაწილებას, ინფილტრაციის რამდენიმე თვიან მონაკვეთში, გააჩნია მიღწევადი ტალღის ხასიათი, სხვადასხვაა თხევადი ფაზის ჩაუნთვის სიჩქარე. 1 წელია საჭირო იმისათვის, რომ 120 მკგ/სმ³ გაიხსნას და თხევადი ფაზის შემცველობა შემცირდეს 1 მკგ/სმ³-მდე. პროცესის დაწყებიდან 2 წლის განმავლობაში ტყევის სულფატის შემცველობა ძლიერ მცირდება. მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა ტოლია 0,04 მკგ/სმ³-ის, რაც მიღებულია ნიადაგის სიღრმეში 4 მ დონეზე.

თიხნარ ნიადაგებში ინფილტრაციის პროცესი მიმდინარეობს შედარებით ნელა. ინფილტრაციის დაწყებიდან 2 წელია საჭირო იმისათვის, რომ გაიხსნას 120 მკგ/სმ³ შემცველობის სულფატი და მიღებული თხევადი მასა გავრცელდეს ნიადაგის სიღრმეში. გახსნილი მასის განაწილებას სიღრმის მიხედვით გააჩნია ბურცობის ტიპის ფორმა, რომლის მაქსიმუმი მდებარეობს მიწის ზედაპირიდან 1მ სიღრმეში. ამ დონეზე თხევადი ფაზის შემცველობა 45 მკგ/სმ³-ია.

ლიტერატურა

1. Чайлдс Э. Физические основы гидрологии почв. -Ленинград, Гидрометеоиздат, 1973, 428 с.
2. Полубаринова-Кочина П. Я. Теория движения грунтовых вод. - Москва, Наука, 1977, 664 с.
3. Чудновский А. Ф. Теплофизика почвы. - Москва, Наука, 1976, 352 с.
4. Surmava A. The Numerical Modeling of Spreading of Spilled Oil and Oil Products in Some Soils of Georgia //J. Georgian Geophys. Soc., 2001, vol. 6b, pp.41-46.
5. Surmava A.A., Kukhalashvili V.G., Kacharava G.G. Numerical 3D Model of Soil Pollution by Oil. //J. Georgian Geophys. Soc., 2005, v.9b, pp.18-22.
6. Surmava A. The numerical investigation of spreading of spilled oil and oil-products along a territorial strip of the Poti-Kulevi railway. / ISPM (International School in Physics and Mathematics. Reports of Enlarged Session of the Seminar of I.Vekua Institute of Applied Mathematics, 2001, v.17, N3, pp.119-124.

7. Н.А. Бегалишвили, Н.Н. Наскидашвили, Л.У. Шавлиашвили, Д.М. Шавладзели, Д.М. Шавладзе. Агроинженерия. Математическое моделирование просачивания загрязняющего вещества в почву при аварийных разливах нефти. / Известия аграрной науки, 2010, Том 8, N4.
8. Матвеев Ю.Н., Масленников Б.И., Карельская К.А., Стукалова Н.А. Математическое моделирование процессов распространения загрязняющего вещества в почвогрунтах и атмосфере при его аварийном разливе. / Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ», 2016, Том 8, №5, 9 с.
<http://naukovedenie.ru/PDF/65TVN516.pdf>.
9. Бойко Т.В., Запорожец Ф.А. Моделирование массопереноса загрязняющих веществ в почвенном слое. Математическое Моделирование Technology audit and production reserves, 2015, № 1/3(21), 4 с.
10. Зиннатуллина А.Н. Моделирование распространения загрязняющих веществ при напорной фильтрации воды в области сложной конфигурации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Казан, 2014. [124 c.www.kstu.ru > servlet > contentblob](http://124.c.www.kstu.ru/servlet/contentblob).
11. Farhikhteh Samadi, Missagh Shamshiri. Numerical Modeling for Simulation of Contaminant Migration of Leachate in Soil Media. 20 p. arxiv.org > pdf
12. Kyung-Suk Suh, Ki-ChulKi, Geon-Hyeong Park, Sung-Hee Jung. Numerical analysis of a pollutant dispersion in subsurface soil. //Mathematical and Computer Modelling, 2011, Vol.54, Issues 11-12, December pp. 3197-3203.
13. Javaux M., Vanclooster M. Numerical Models for Prediction of Flow and Transport in Soil at the Field Scale. In: Simeonov L., Sargsyan V. (eds) Soil Chemical Pollution, Risk Assessment, Remediation and Security. NATO Science for Peace and Security Series. Springer, Dordrecht, 2008.
https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8257-3_24
14. Cuihong Zhou, Chengqing Liu, Jiahao Liang, Shihan Wang. Numerical simulation of pollutant transport in soils surrounding subway infrastructure. /Environ Sci Pollut. Res Int. 201825(7), pp. 6859-6869. DOI: 10.1007/s11356-017-0968-0.
15. Qi Y, Donahoe RJ. - Modeling arsenic sorption in the subsurface with a dual-site model. Ground Water, 2011, vol. 49(2), pp. 219-226,. DOI: 10.1111/j.1745-6584.2010.00726.x.PMID: 20550587.
16. Г. И. Марчук. Методы вычислительной математики - Новосибирск, Наука, 1973, 353 с.

SUMMARY

NUMERICAL MODELING OF LEAD SULFATE INFILTRATION IN SOIL

Shubladze E.Sh., Surmava A.A., Eristavi D.V. and Buachidze N.S.

The Technical University of Georgia, Hydrometeorological Institute

Based on the Numerical modeling of the distribution of concentrations of heavy metals in the landfill, the dissolution of the pollutant (PbSO₄) and its infiltration in a 4-meter soil layer are shown.

Keywords: numerical modeling, pollutants, infiltration, soils.

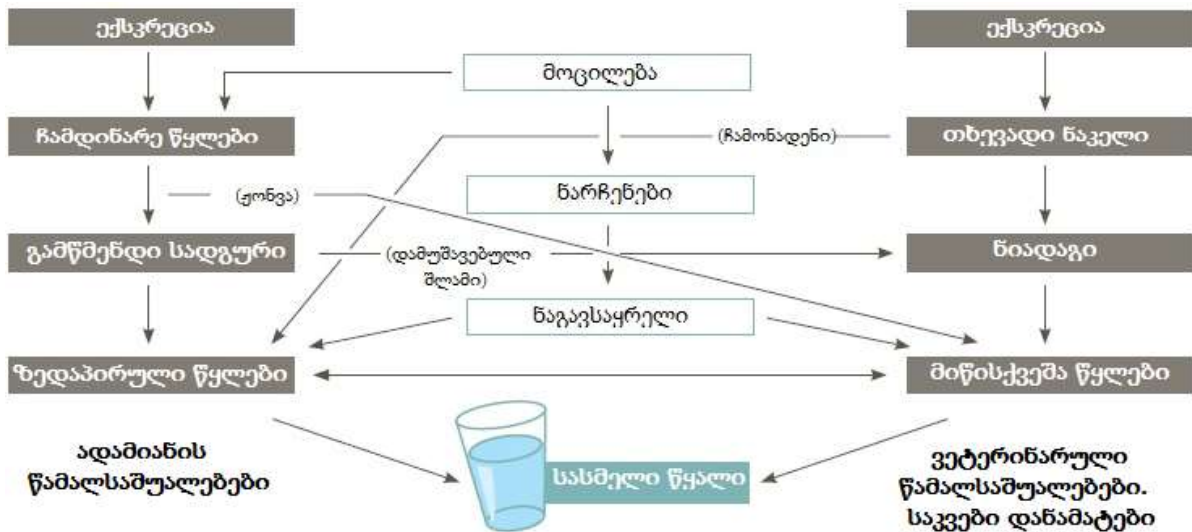
ებანოიძე გ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ფარმაცევტული საშუალებები წარმოადგენენ ორგანული ნაერთების დიდ ჯგუფს, რომლებიც გამოიყენება ადამიანების და ვეტერინარიაში დაავადებების პროფილაქტიკასა და სამკურნალოდ. ბოლო ათწლეულის განმავლობაში ფარმაცევტული ნაერთები მნიშვნელოვანი თემაა გარემოსდაცვითი კვლევებში [1]. ეს, უპირველეს ყოვლისა, გამოწვეულია ნარკოტიკების მოხმარების ზრდით მთელ მსოფლიოში, დემოგრაფიულ ცვლილებებით და ფარმაცევტული ნივთიერებების განვითარების პროგრესთან. დადგენილია, რომ დღეისათვის მსოფლიოში ფარმაცევტულ ინგრედიენტებად დაახლოებით 3000 სხვადასხვა ნივთიერება გამოიყენება [2]. თუმცა, ამ ნაერთების მხოლოდ მცირე ქვეჯგუფი, დაახლოებით 150 პრეპარატი, იქნა შესწავლილი გარემოსდაცვით კვლევებში. წამალსაშუალებების მოხმარების მსოფლიო საშუალო მაჩვენებელი ერთ სულ მოსახლეზე წელიწადში დაახლოებით 50გ-ია, მაგრამ ინდუსტრიულ ქვეყნებში მათი რაოდენობა გაცილებით მაღალია და შეფასებულია 50-დან 150გ-მდე [3].

ფარმაცევტული პროდუქტების გაგვრცელება ძირითადად ხდება წყლის გარემოში, რასაც მოჰყვება კვების ჯაჭვის დისპერსია მათი დაბალი ცვალებადობის გამო [4,5].

ნახაზ 1-ზე მოცემულია ფარმაცევტული პროდუქტების ბრუნვა გარემოში [6].



ნახაზი 1. ფარმაცევტული პროდუქტების ბრუნვა გარემოში

უმეტეს ქვეყნებს არ აქვთ სასმელ წყალში ფარმაცევტული ჯგუფების მონიტორინგის პროგრამები პრაქტიკული სირთულეების გამო, როგორცაა მაღალი ხარჯები და რუტინული ანალიტიკური ტექნოლოგიებისა და ლაბორატორიული ინფრასტრუქტურის არარსებობა სხვადასხვა ფარმაცევტული ჯგუფებისა და მათი მეტაბოლიტების დასადგენად. შედეგად, სასმელი წყლისა და ზედაპირული წყლების ფარმაცევტული

ჯგუფების შესახებ შემთხვევათა უმეტესობა მოდის მიზნობრივ კვლევით პროექტებზე და მიზანმიმართულ გამოკვლევებზე.

მაგალითად, ანტიჰიპერტენზიული საშუალებების არსებობამ გარემოში შეიძლება გამოიწვიოს ტოქსიკოლოგიური ზემოქმედება ცოცხალ ორგანიზმებზე. არსებულ ფარმაცევტულ დამაბინძურებლებს შორის, ბეტა-ბლოკატორები ფართოდ გამოიყენება ჰიპერტენზიისა და გულის უკმარისობის თერაპიაში. მოხმარების შემდეგ ბეტა-ბლოკატორები გამოიყოფა შარდით არამეტაბოლიზებული ფორმებით [7,8].

ზოგიერთი მკვლევარის მიერ, ბეტა-ბლოკატორები აღმოჩენილია ჩამდინარე წყლებში მთელ მსოფლიოში [8,9]. ბეტა-ბლოკატორებს და მათ მეტაბოლიტებს იშვიათად იკვლევენ ჩამდინარე წყლებში, წყლის სტანდარტების არარსებობის ან ამ წარმოქმნილი დამაბინძურებლების ანალიზისათვის ადეკვატური მეთოდების არარსებობის გამო. ეს პრეპარატები და მათი მეტაბოლიტები გამოიყოფა მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების მეშვეობით, საავადმყოფოს ჩამდინარე წყლებით და ასევე ფარმაცევტული ინდუსტრიის ჩამდინარე წყლებით. ჩამდინარე წყლებიდან ბეტა-ბლოკატორების არასაკმარისმა მოცილებამ შეიძლება ხელი შეუწყოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებას. ბეტა-ბლოკატორების მოცილების დონე გააქტიურებული ლამის ტექნოლოგიით ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობებში მერყეობს 10%-დან 21%-მდე.

ისეთი დამაბინძურებლები, როგორცაა ბეტა-ბლოკატორები ჩაედინება გამწმენდი ნარჩენებიდან ზედაპირულ წყლებში, ამიტომ მათ შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ წყლის ორგანიზმების სიცოცხლეზე. მეორეს მხრივ, ზოგიერთ შემთხვევაში მიძვები ზედაპირული წყლები გამოიყენება, როგორც სასმელი წყლის წყარო.

ყველაზე ხშირად ბეტა-ბლოკატორებია ატენოლოლი, ანაპრილინი (პროპრანოლოლი), მეტოპროლოლი, ბისოპროლოლი და ბეტაქსოლოლი [10]. როდესაც წყალში გახსნილი ბეტა-ბლოკატორები ხვდებიან ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობაში, მათი მოცილება სრულად ვერ ხერხდება და, როგორც წესი, ისინი ან ნაწილობრივ შენარჩუნებულია ლამში, ან გარდაიქმნება უფრო ჰიდროფილურ, მაგრამ მაინც მდგრად ფორმაში. აქედან გამომდინარე, ისინი გაედინებიან წყლის გამწმენდ ნაგებობიდან და ხვდებიან მდინარეებში, ტბებში, მიწისქვეშა წყლებში და ზღვებში) მთელს მსოფლიოში, კონცენტრაციით ნგ/ლ-დან $\mu\text{g/L}$ -მდე [11].

მათი მოცილება ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაგებობებში ცვალებადია და დამოკიდებულია ნივთიერების თვისებებზე და პროცესის პირობებზე (ლამის შეკავების დრო, ჰიდრაულიკური შეკავების დრო, ტემპერატურა) [12].

წინამდებარე კვლევა მიზნად ისახავს ბეტა-ბლოკატორების ჯგუფის წარმომადგენლის, ანაპრილინის რაოდენობის დადგენას მდინარე მტკვრის სხვადასხვა ადგილში ქალაქ თბილისის ტერიტორიაზე.

ანაპრილინის რაოდენობის განსაზღვრა მტკვარში ხდებოდა შემდეგი მეთოდებით:

1. სპექტრომეტრიის და თხელფენიანი ქრომატოგრაფიის მეთოდი;
2. თხევადი ქრომატოგრაფიის და მასის სპექტრომეტრიული LC-MS-MS მეთოდით;
3. მყარი ფაზების გამოყოფით და მადალფეექტური ქრომატოგრაფის დიოდურ-მატრიცული დეტექტორით (SPE-HPLC-DAD).

ანაპრილინის სინჯების აღება ვერდნობოდა ზ. ცინაძეს გამოკვლევებს [13] და არჩეული იყო ის ადგილები, რომლებშიც იყო დადასტურებული სხვა ჯგუფის ფარმაცევტული პრეპარატებით მდინარე მტკვრის დაბინძურება.

შერჩეულ იქნა 6 ადგილმდებარეობა:



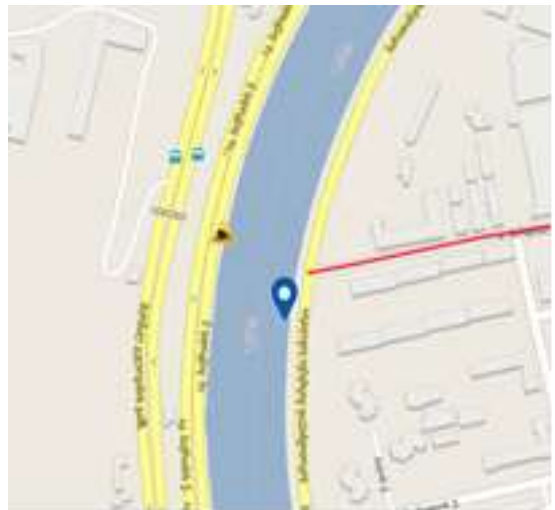
ორთაჭალის ჰესის მიმდებარე ტერიტორია (N1)



ეროვნული ბანკის მიმდებარე ტერიტორია (N2)



საჯარო რეესტრის მიმდებარე ტერიტორია (N3)



მირცხულაგას ქუჩასთან წყალმიმღების მტკვართან შეერთების ადგილზე (N4)



დიღომში, საავადმყოფოების მიმდებარე ტერიტორია (N5)



თევზის რესტორნის მიმდებარე ტერიტორია (N6)

ნიმუშების შეგროვება ხდებოდა „წყლის სინჯის აღების სანიტარიული წესების“ ტექნიკური რეგლამენტის შესაბამისად [14]. აღებული სინჯები დაუყონებლივ გადატანილ იქნა ლაბორატორიაში, სადაც ხდებოდა მათი ანალიზი.

ანალიზის შედეგები მოცემულია ცხრილში.

ანაპრილინის რაოდენობრივი განაწილება მდ. მტკვრის თბილისის მონაკვეთზე

N	ადგილმდებარეობა	(რაოდ. ნგ/ლ)
1	ორთაჭალის ჰესის მიმდებარე ტერიტორია (N1)	120
2	ეროვნული ბანკის მიმდებარე ტერიტორია (N2)	210
3	საჯარო რეესტრის მიმდებარე ტერიტორია (N3)	120
4	მირცხულავას ქუჩასთან წყალმიმღების მტკვართან შეერთების ადგილზე (N4)	130
5	დიდომში, საავადმყოფოების მიმდებარე ტერიტორია (N5)	230
6	თევზის რესტორნის მიმდებარე ტერიტორია (N6)	220

ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ გამოკვლეულ ადგილებში ანაპრილინის კონცენტრაცია მნიშვნელოვანია, რაც ალბათ გამოწვეულია იმით, რომ ამ ადგილებში, ჩამდინარე წყლები იღვრებოდნენ უშუალოდ წყალში და არ უერთდებოდნენ ჩამდინარე წყლების შემკრებ კოლექტორს. მათი წარმოშობის წყაროების დაზუსტება, კვლევის შემდეგ ამოცანას წარმოადგენს.

აქედან გამომდინარე, საჭიროა უფრო მკაცრი რეგულაციების შემუშავება, რათა მოხდეს ზედაპირული წყლების, კერძოდ კი მდინარე მტკვრის დაბინძურების პრევენცია.

ლიტერატურა

- Chander V., B Sharma, V. Negi, R., S. Aswal, P. Singh, R. Singh, R. Dobhal. Pharmaceutical compounds in drinking water. Journal of Xenobiotics; 2016, volume 6:5774.
- Hughes S. R., P. Kay and L. E. Brown, Environ. Sci. Technol., 2013, 47, 661–677.
- Richards R. Monitoring Pharmaceuticals in Water. Environtech online. 2021.
- Pereira A., L. Silva, C. Laranjeiro, A. Pena. Assessment of Human Pharmaceuticals in Drinking Water. Catchments, Tap and Drinking Fountain Waters. Appl. Sci., 11, 2021
- Nikolaou A, Meric S, Fatta D. Occurrence patterns of pharmaceuticals in water and wastewater environments. Anal Bioanal Chem. 2007, 387:1225-34.
- გურგენიძე დ.რ., ბაგრატიონ-დავითაშვილი ა.ნ., ცინაძე ზ.ო., სურამელაშვილი ე.რ., ებანოიძე გ.გ. ფარმაცევტული პრეპარატების გავრცელება სასმელ წყალში. //საქართველოს საინჟინრო სიახლენი (GEN), 2021, v. 82, №2, გვ. 76-80.
- Silva S., V. V. Cardoso, L. Duarte, R.- N. Carneiro, C. M. Martins Almeida. Characterization of Five Portuguese Wastewater Treatment Plants: Removal Efficiency of Pharmaceutical Active Compounds through Conventional Treatment Processes and Environmental Risk. 2021, Appl. Sci., 11.
- Bendz D, Paxéus NA, Ginn TR, Loge FJ. Occurrence and fate of pharmaceutically active compounds in the environment, a case study: Hoje River in Sweden. J. Hazard Mat 2005, 122:195-204.
- Roberts P.H, Thomas KV. The occurrence of selected pharmaceuticals in wastewater effluent and surface waters of the lower Tyne catchment. Sci Tot Environ. 2006, 356:143-53,
- Ternes T. A. Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. Water Res., 1998, 32 (11), pp. 3245-3249.
- Hernando M. D., M. Mezcuca, A.R. Fernández-Alba, D. Barceló, “Environmental risk assessment of pharmaceutical residues in wastewater effluents, surface waters and sediments, Talanta, 69, pp. 334-342, 2006.
- Radjenovic J., M. Petrovic, D. Barceló. Analysis of pharmaceuticals in wastewater and removal using a membrane bioreactor, Anal. Bioanal. Chem, 2007, 387, pp.1365-1377.

13. Цинадзе З.О., Сурамелашвили Е.Р., Ебаноидзе Г.М. Загрязнение Сточных Вод Фармацевтическими Препаратами в Условиях Пандемии Covid-19. / WyScience. Modern Movement of Science: abstracts of the 13th International Scientific and Practical Internet Conference, October 18-19, 2021, Dnipro, Ukraine, pp. 237–238.

14. ტექნიკური რეგლამენტის - „წყლის სინჯის აღების სანიტარიული წესების“ დამტკიცების შესახებ. საქართველოს მთავრობის დადგენილება. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე. № 26, 300160070.10.003.017615, 2014.

SUMMARY

POLLUTION OF THE RIVER MTKVARI WITH ANAPRILIN IN THE TERRITORY OF TBILISI CITY

Ebanoidze G.G.

Georgian Technical University

As it is known, contamination with pharmaceutical products mainly occurs in the aquatic environment, which is followed by dispersion of the food chain due to their low variability. The paper discusses the issues of contamination of surface waters with pharmaceuticals. Their disposal in wastewater treatment plants is variable and depends on the properties of the substance and the process conditions (sludge retention time, hydraulic retention time, temperature). The object of research is the pollution of the Mtkvari River in Tbilisi with the antihypertensive drug - anaprilin. The amount of anaprilin was determined in the River Mtkvari in predetermined areas where high concentrations of carbamazepine group drugs were detected. It has been established that the concentration of anaprilin in the investigated areas is significant, which is probably due to the fact that in these areas, wastewater was discharged directly into the river and did not join the wastewater collector. Determining the sources of their origin is a task after research.

Keywords: pharmaceutical products, anaprilin, Mtkvari River, wastewater.

დიკლოფენაკის სეზონური ცვლილებები მდინარე მტკვარში ბარდაზნის ჩამდინარე წყლების გამწმენდ ნაბეზობის მიმდებარე ტერიტორიაში

სურამელაშვილი ე.რ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

წყლის დაბინძურება წარმოადგენს სერიოზულ ეკოლოგიურ პრობლემას [1–3]. წყალი დაბინძურებულია როგორც ბუნებრივი, ასევე ანთროპოგენური წარმოშობის პროდუქტებით. სწრაფი ინდუსტრიალიზაცია, მწირი წყლის რესურსების ჭარბი გამოყენება და მრავალი სხვა ფაქტორი განაპირობებს წყლის დაბინძურებას [4]. წყლის დაბინძურების გამომწვევ მიზეზებს შორის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მუნიციპალური ჩამდინარე წყლებით დაბინძურება. მართალია, ქალაქების უმრავლესობაში მუნიციპალური ჩამდინარე წყლები ექვემდებარება გაწმენდას გამწმენდ ნაგებობებში, მაგრამ კონვექციური გაწმენდის ტექნოლოგია ვერ უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლების გაწმენდას ისეთი ნივთიერებებისაგან, როგორცაა ხელოვნურად მიღებული არაორგანული პროდუქტები [5]. მათ მიეკუთვნება პესტიციდები, ზედაპირულად აქტიური ნაერთები (სარეცხი საშუალებები), ინდივიდუალური მოხმარების პროდუქტები და ფარმაცევტული პრეპარატები.

განსაკუთრებით საშიშია ფარმაცევტული საშუალებებით წყლის დაბინძურება [6]. ფარმაცევტული საშუალებები ხვდებიან ჩამდინარე წყლებში ადამიანებისა თუ ცხოველების მიერ წამალსაშუალებების მიღების შემდეგ გარემოში გამოყოფილ ქიმიურად აქტიურ ნაერთების სახით. ფარმაცევტული პრეპარატები და მათი მეტაბოლიტები სერიოზულ საშიშროებას უქმნიან წყალში მცხოვრებ ორგანიზმებს. თევზებში, ამ წყლებით მორწყული ტერიტორიებში მოყვანილი მცენარეებში ხდება ფარმაცევტული ნივთიერებებისა და მათი მეტაბოლიტების აკუმულირება, რომელიც საფრთხეს უქმნის ადამიანების ჯანმრთელობას.

ამიტომ ჩვენი კვლევის ობიექტად არჩეული იქნა არასტეროიდული ანთების საწინააღმდეგო და ტკივილგამაყუჩებელი (ასტგ) ფარმაცევტული საშუალებების ჯგუფის წარმომადგენელი დიკლოფენაკი. დიკლოფენაკი ფართოდ გამოიყენება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში, როგორც ასტგ, განსაკუთრებით კი Covid-19-ის პანდემიის პერიოდში.

ნიმუშების შეგროვება. დიკლოფენაკის სინჯების აღება ხდებოდა მტკვრის იმ ნაწილში, სადაც ჩაედინებოდა გარდაბნის ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის ეფლუენტი. სინჯების აღება ხდებოდა წელიწადში ორჯერ 2019, 2020 და 2021 წლებში, იანვარში და ივლისში, საქართველოს „წყლის სინჯის აღების სანიტარიული წესების“ რეგლამენტის მიხედვით [7]. სინჯები დაუყოვნებლივ გადაიტანებოდა ლაბორატორიაში და ხდებოდა მათი ანალიზი.

დიკლოფენაკის განსაზღვრა წყალში ხორციელდებოდა თხევადი ქრომატოგრაფიისა მეთოდით [8]. დიკლოფენაკის სტანდარტული ხსნარი (1 გ/ლ) მომზადდა ნატრიუმის დიკლოფენაკის გამოყენებით (Sigma Aldrich, India). დეიონიზებულ წყალში. გამსხნელად გამოყენებული ყველა სხვა ხსნარი იყო HPLC-ს ხარისხის.

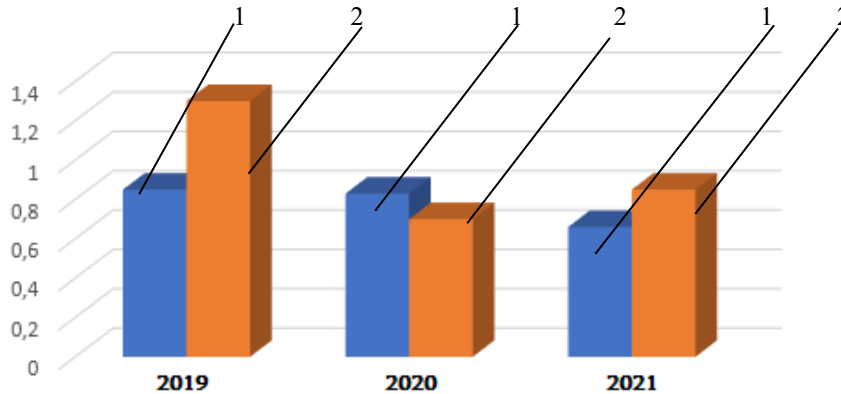
წყლის ნიმუშები (100 მლ), დაყვანილი იყო pH 2-მდე, გაფილტრული 0,5 მკმ მინის ფილტრების გამოყენებით, ჩაიტვირთა კარტრიჯში, ნაკადის სიჩქარით – 5 მლ/წთ, გამოირეცხა 15 მლ ეთილის აცეტატი/აცეტონით, 1:1 (მოც/მოც). შეგროვებული ექსტრაქტები გაშრობილ იქნა მბრუნავ ვაკუუმურ ამოვრთქლებელში. დერივატიზაცია განხორციელდა 30 μ L N-მეთილ-N-(ტრიმეთილსილილ) ტრიფტორ აცეტამიდის გამოყენებით და შემდეგ ინკუბირებული იყო 65 °C-ზე 35 წუთის განმავლობაში.

ქრომატოგრაფიული ანალიზი განხორციელდა Agilent 1260 Infinity Quaternary LC სისტემით, რომელშიც ხდებოდა ნიმუშის ავტომატური აღება [8]. მონაცემები შეგროვდა OpenLab EZChrom Elite პროგრამული უზრუნველყოფით. გამოცალკეება მიღწეული იქნა +30°C ტემპერატურაზე. კვლევა ჩატარდა 230 ნმ ტალღის სიგრძეზე, ქრომატოგრაფიული პირობების მსვლელობის დრო – 10 წთ.

შედგები და მსჯელობა. დიკლოფენაკის სეზონური განაწილება მდინარე მტკვარში მოცემულია ცხრ.1-ში. რაც უფრო თვალნათლივ ჩანს ჰისტოგრამაზე (ნახ.1).

ცხრილი 1. დიკლოფენაკის რაოდენობა მდ. მტკვარში (მკგ/ლ)

წელი	იანვარი	ივლისი
2019	0,85	1,3
2020	0,83	0,7
2021	0,66	0,85



ნახ. 1. დიკლოფენაკის რაოდენობა მდ. მტკვარში სეზონების მიხედვით (მკგ/ლ)
(1 – იანვარი, 2 – ივლისი)

როგორც მონაცემებიდან ჩანს რაოდენობა ცვალებადია. რამ გამოიწვია დიკლოფენაკის რაოდენობის ასეთი მერყეობა?

პირველ რიგში უნდა განვსაზღვროთ მოსახლეობის რაოდენობა, რომელსაც ემსახურება გარდაბნის ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობა. საქართველოს სტატისტიკური სამსახურის ინფორმაციის მიხედვით ამ ქალაქებში მოსახლეობის რაოდენობაა: თბილისი ~1 100 000, რუსთავის ~128 000 და მცხეთის ~7 800 ადამიანს.

სულ ჯამში გამოდის ~1 235 000 ადამიანი.

მაგრამ, ამას ემატებიან ვიზიტორები, რომელთა რაოდენობა საკმაოდ დიდი იყო პანდემიის დაწყებამდე და შემდეგ შემცირდა.

საქართველოს სტატისტიკური სამსახურის ინფორმაციის მიხედვით ვიზიტორების რაოდენობა შემდეგნაირად განაწილდა (ცხრ. 2):

ცხრილი 2. ვიზიტორების რაოდენობა

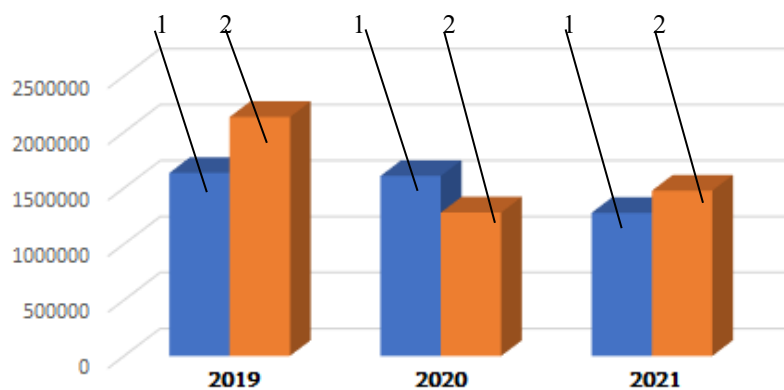
წელი	იანვარი	ივლისი
2019	400 000	900 000
2020	373 000	46 000
2021	43 000	241 000

სულ ჯამში ამ პერიოდებში მოსახლეთა რაოდენობა იქნება (ცხრ. 3).

ცხრილი 3. მოსახლეობის რაოდენობა

წელი	იანვარი	ივლისი
2019	1635000	2135000
2020	1608000	1281000
2021	1278000	1476000

ეს უფრო თვალნათლივ ჩანს ჰისტოგრამაზე.



ნახ. 2. თბილისის მოსახლეობა სეზონების მიხედვით ვიზიტორების გათვალისწინებით
(1 – იანვარი, 2 – ივლისი)

თუ შევადარებთ ნახ. 1 და 2 დავინახავთ, რომ დიკლოფენაკის რაოდენობის მერყეობა ემთხვევა თბილისის მოსახლეობის სეზონურ ცვლილებებს.

აქედან შეგვიძლია გამოვიტანოთ შემდეგი დასკვნები

1. გარდაბნის გამწმენდი ნაგებობაში არ ხდება დიკლოფენაკის სრული მოცილება.

2. მტკვრის გარდაბნის ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის აკვატორიაში დიკლოფენაკის რაოდენობა ემთხვევა თბილისის მოსახლეობის სეზონურ ცვლილებებს.

3. გარდაბნის ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობაში საჭიროა დამატებითი კვანძის დამონტაჟება, მაგალითად ოზონიზაციის, რომელიც სრულყოფილად მოაცილებს დიკლოფენაკს ეფლუენტიდან.

ლიტერატურა

1. Trodd W. And O'boyle S. Water Quality In 2019. Environmental Protection Agency 2020.
2. Damania R., S. Desbureaux, A-S. Rodella, J. Russ, E. Z. Quality Unknown. The Invisible Water Crisis. International Bank for Reconstruction and Development. 2019.
3. UN World Water Development Report: Leaving No One Behind. 2019
4. Soni, H.B. Categories, Causes and Control of Water Pollution: A Review. International Journal of Life Sciences Leaflets. 107: 4-12. 2019.
5. Contaminants of Emerging Concern in Urban Wastewater. Joint NORMAN and Water Europe Position Paper. 2019.
6. Pereira A., L. Silva, C. Laranjeiro, A. Pena. Assessment of Human Pharmaceuticals in Drinking Water Catchments, Tap and Drinking Fountain Waters. Applied Science. 2021
7. Rules and Regulations of the State of Georgia. Subject 391-3-5 Rules for Safe Drinking Water. Tbilisi, N 26, 3 January, 2014.
8. Instituto Nacional De Metrologia, Normalização E Qualidade Industrial - Inmetro. DOQ-CGCRE-008. Orientações sobre validação de métodos analíticos, INMETRO. Rio de Janeiro, 2010. Available in: http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/Cgcre/DOQ/DOQ-Cgcre-8_04.pdf. Accessed: 25 Mar. 2015;

SUMMARY

SEASONAL CHANGES OF DICLOFENAC IN THE AREA ADJACENT TO THE GARDABANI WASTEWATER TREATMENT PLANT IN THE MTKVARI RIVER

Suramelashvili E.R.

Georgian Technical University

Water pollution is a serious environmental problem. Among the causes of water pollution it is especially important to single out municipal wastewater pollution. Pollution of water by pharmaceuticals is especially dangerous. Pharmaceuticals are found in wastewater as chemically active compounds released into the environment after ingestion of drugs by humans or animals. As the study object was chosen Diclofenac, a member of the group of nonsteroidal anti-inflammatory and analgesic drugs. Diclofenac samples were taken in the part of the River Mtkvari where the flowed effluent from the Gardabani wastewater treatment plant (WWTP). Samples were taken twice a year in 2019, 2020 and 2021, in January and July, and were immediately analyzed in the laboratory. Based on the research results, the following conclusions can be made: 1. Diclofenac is not completely removed in Gardabani WWTP. 2. The amount of diclofenac in River Mtkvari near the Gardabani WWTP coincides with seasonal changes in the population of Tbilisi. 3. An additional node needs to be installed at the Gardabani WWTP, for example ozonation, which will completely remove diclofenac from the effluent.

Keywords: wastewater, treatment plant, pharmaceutical preparations

საკვებულანამატთა კონცენტრატები მომავლის კვების პროდუქტების ფუნქციონირებისთვის

ჩიგოგიძე ნ.შ., წიგწივაძე თ.ი., სულაქველიძე გ.ა.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა კვლევის სამეცნიერო ცენტრი

ფუნქციონირებაში იგულისხმება ისეთი კვების პროდუქტები, რომლებიც არსებით კეთილშობილურ ზემოქმედებას ახდენენ ადამიანის ორგანიზმის გარკვეულ ფიზიოლოგიურ ფუნქციასა და სისტემაზე. ისინი ასევე აუმჯობესებენ ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობას, ამადლებენ იმუნიტეტს და ამცირებენ ამა თუ იმ დაავადებათა წარმოქმნის რისკს ანუ ფუნქციური კვების პროცესები – ეს არის განსაკუთრებული ჯგუფი, რომელიც არ მიეკუთვნება სამკურნალო პრეპარატებსა და კვების კატეგორიებს, მაგრამ ემსახურება ორგანიზმის ფუნქციური სისტემის სრულყოფასა და ადამიანის ჯანმრთელობის გაუმჯობესებას [1, 4-11].

აქედან გამომდინარე, მათ უჭირავთ შუალედური ადგილი ჩვეულებრივ პროდუქტებსა, რომლებიც დამზადებულია ტრადიციული ტექნოლოგიებით, და სამკურნალო პროდუქტებს შორის [2,3].

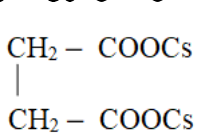
სპეციფიკური ინგრედიენტების კონცენტრაციები, რომლებიც არსებობენ ფუნქციურ პროდუქტებში და ახდენენ მარეგულირებელ ზემოქმედებას ადამიანის ორგანიზმზე, ახლოა ფიზიოლოგიურთან, ამიტომ ასეთი პროდუქტები შეიძლება მოვიხმაროთ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში [5,12].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, საკვები პროდუქტები შეიძლება მიეკუთვნოს ფუნქციონალურთა რიგს, თუკი მასში ბიოაქტიური კომპონენტები იმყოფება 10–50%-ის ფარგლებში და შესაბამისობაშია საშუალო დღეღამურ ნუტრიენტულ მოთხოვნებთან [8, 10, 13].

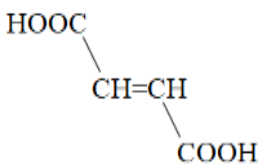
ფუნქციური კვების ამოცანები:

1. იმუნური სისტემის განმტკიცება;
2. საზიანო ტოქსინების გამოტანა ორგანიზმიდან;
3. გამაახალგაზრდავებელი ეფექტი;
4. ბრძოლა ჭარბ წონასთან;
5. ზოგიერთი ხანდაზმული ავადმყოფობის პროფილაქტიკა, მაგალითად, ათეროსკლეროზი, II-ე ტიპის დიაბეტი, ალცჰეიმერის დაავადება და სხვ.
6. არტერიული წნევის ნორმალიზაცია;
7. ანტისეხულის ტიტრის ზრდა ვაქცინაციის შემდეგ, ეპიდემიის დროს;
8. თავისუფალი რადიკალების წარმოქმნასთან ბრძოლა (ანტიოქსიდანტური აქტივობა).

მომავლის საკვების ფუნქციური პროდუქტებისთვის კვების დანამატების კონცენტრატთა შედგენილობა:



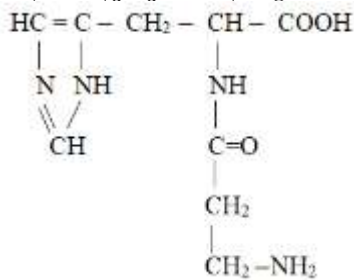
ქარვამუავას ცეზიუმი (ცეზიუმის სუქცინატი). მოლური მასა 381,92. ქარვამუავა შედის გ. კრებსის ციკლში და მონაწილეობს პრაქტიკულად მეტაბოლური პროცესების უმეტესობაში. მნიშვნელოვან როლს ასრულებს უჯრედოვან სუნთქვაში, ხელს უწყობს ჟანგბადის უკმარისობასთან ბრძოლას (ჰიპოქსია), რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ონკოდაავადებებში.



ფუმარინის მუავა (ტრანს – ბუტენდიენის მუავა). მოლური მასა 116,1; დნობის ტემპერატურა 278°C. ტრიკარბონმუავას ციკლი (კრებსის ციკლი), წარმოადგენს კვანძს, სადაც თავს იყრის პრაქტიკულად ყველა მეტაბოლური გზა. ქარვის მუავასთან ერთად ფუმარინის მუავა შედის გ. კრებსის ციკლში და წარმოქმნის ჟანგვა-აღდგენის სისტემას.

$H_2N-CH_2-CH_2-SO_3H$ ტაურინი (2-ამინოეთანსულფონმჟავა) – მოლეკური მასა 125,15; დნობის ტემპერატურა 328–329°C. იგი ძირითადად იბრძვის ქსოვილებისა და ორგანოების აღდგენისათვის. აუცილებელია ნერვული სისტემის, თვალის, კუნთებისა და კანის ნორმალური განვითარებისათვის.

გლიცინი Gly (გლიკოკოლი) H_2NCH_2COOH (ამინომჟავა). მოლეკური მასა 75,07; დნობის ტემპერატურა 232–236°C. ადვილად იხსნება წყალში. წარმოადგენს დამამუხრუჭებელი მოქმედების ტიპის ცენტრალურ ნეირომედიატორს. ახდენს სელატიურ მოქმედებას. აუმჯობესებს მეტაბოლურ პროცესებს ტვინის ქსოვილებში. ახდენს დადებით გავლენას კუნთების დისტროფიების დროს. ასუსტებს ალკოჰოლისადამის მიდრეკილებას და გამოიყენება ქრონიკული ალკოჰოლიზმით დაავადებულთა სამკურნალოდ, ასევე იხმარება კომპლექსურ თერაპიაში ტვინის სისხლის მიმოქცევის დარღვევის დროს, იშემიური ინსულტის მწვავე პერიოდში, ასევე ნევროზისა და ვეგეტოსის-ხლძარღვოვანი დისტონიის დროს და ა.შ.



კარნოზინი – მნიშვნელოვანი დიპეპტიდი კუნთებისა და ტვინისთვის. შეიძლება შეასრულოს ბუფერული ფუნქციების როლი. pH-ის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობის (β -ალანილ-L-ჰისტიდინი) დროს.

აცეტილი -L-კარნისტინი – ცხიმების დაწვისა და ენერჯის წყარო.

სილიმარინი – ჯამური პრეპარატი ფლავონოიდური ნაერთების ჯგუფიდან, ახდენს ჰეპატოპროტექტორულ მოქმედებას. ყველა მათგანს აქვს ფენილქრომანული სტრუქტურა და ხასიათდებიან ჰეპატოპროტექტორული აქტიურობით.

გოჯის კენკრას (ჟოლოს) ექსტრაქტი – მძლავრი ანტიოქსიდანტი, ეფექტურია სიმსივნური დაავადებების პროფილაქტიკისთვის.

ვაშლის პექტინი – საკვები დანამატის შემავსებელი. ხელს უწყობს ორგანიზმიდან ტოქსინების გამოყოფას. აკავშირებს ტოქსიკურ მძიმე მეტალებს, როგორცაა ტყვია, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი, დარიშხანი და სხვ.

ძირითადი დასკვნები:

პირველად დადგენილია მომავლის საკვები დანამატების კონცენტრატების შედგენილობა, ფიზიკურ-ქიმიური და მედიკო-ბიოლოგიური თვისებები. **ფუმარინის მჟავა, ქარვის მჟავასთან** ერთად, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს უჯრედოვან სუნთქვაში, ხელს უწყობს ჟანგბადის უკმარისობასთან (ჰიპოქსია) წინააღმდეგ ბრძოლას, რაც ძალიან მნიშვნელოვანია ონკოდაავადებებში.

ტაურინი წარმოადგენს საფუძველს ქსოვილებისა და ორგანოების აღდგენასა და ნერვული სისტემის, თვალის, კუნთებისა და კანის ნორმალურ განვითარებაში.

გლიცინი როგორც მუხრუჭული ტიპის მოქმედების ნეირომედიატორი ახდენს რელატიურ მოქმედებას, აუმჯობესებს მეტაბოლურ პროცესებს ტვინის კანში, დადებით გავლენას ახდენს კუნთების დისტროფიაში. იხმარება ტვინის სისხლძარღვთა კომპლექსურ თერაპიაში. გამოიყენება ტვინის სისხლძარღვთა კომპლექსურ თერაპიაში მწვავე იშემიური ინსულტის პერიოდში.

კარნოზინი მნიშვნელოვანი დიპეპტიდი ტვინისა და კუნთებისთვის. შეიძლება შეასრულოს ბუფერული ფუნქცია pH-ის ფიზიოლოგიურ მნიშვნელობათა დროს.

სილიმარინი პრეპარატი ფლავონოიდური ნაერთების ჯგუფიდან, ახდენს ჰეპატოტროპულ მოქმედებას, ახასიათებს ჰეპატოპროტექტორული აქტიურობა.

გოჯის კენკრას ექსტრაქტი – მძლავრი ანტიოქსიდანტი, ეფექტურია სიმსივნურ დაავადებათა პროფილაქტიკისთვის.

ვაშლის პექტინი საკვები დანამატის შემავსებელი. ხელს უწყობს ორგანიზმიდან ტოქსინების გამოტანას. ერთმანეთთან აკავშირებს მძიმე ტოქსიურ მეტალებს, როგორც არის ტყვია, დარიშხანი, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი და სხვ.

ლიტერატურა

1. Спиричев В.Б., Шатнюк Л.Н., Позняковский В.М. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. /Наука и технология, Новосибирск, Сиб. унив. изд-во, 2004, 548с.
2. Казанцева Н.С. Пищевые концентраты. -М., Изд. торг. корп. „Дашков и К“, 2007, 400с.
3. Бугаец И.А., Разработка научно-обоснованных рецептур пищевых концентратов повышенной биологической ценности. // Известия вузов. Пищевая технология, 2007, №1, сс.102-103.
4. Тихомирова Н.А. Технология продуктов функционального питания. -М., ООО „Франтера“, 2002, 213с.
5. Тутелян В.А. Микронутриенты в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам). -М., Колос, 2002, 424с.
6. Нилова Л.П. Хлебобулочные изделия функционального назначения. Качество и безопасность. -Санкт-Петербург, ЛЕМА, 2012,178с.
7. Шазо Р.И., Касьянов Г.И. Функциональные продукты питания. -М., Колос, 2000, 247с.
8. Юдина С.Б. Технология продуктов функционального питания. -М., Дели принт, 2008, 280с.
9. Дроздова Т.М. Физиология питания. -М., Дели плюс, 2012, 352с.
10. Кацерикова Н.В. Технология продуктов функционального питания. -Кемерово, 2004, 146с.
11. Бобренева И.В. Функциональные продукты питания. -Санкт-Петербург, ИЦ „Интермедия“, 2012, 180с.
12. Ганина А.Г., Барабанова О.В. Значение функциональных продуктов в питании современного человека. -Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2007, 30с.
13. Коваленко А.Л. и др. Фармакологическая активность янтарной кислоты и ее лекарственные формы. //Врач, №4, сс. 26-27.

SUMMARY

NUTRITIONAL CONCENTRATES FOR THE FUNCTIONING OF FOODS OF THE FUTURE

Chigogidze N.Sh., Tsvitsivadze T.I. and Sulakvelidze G.A.

Scientific Center for Research of Biologically Active Substances of Georgian Technical University

The search and creation of promising food products of the future based on new chemical and biological compounds is a very long and expensive process that requires painstaking work and joint efforts of scientists and specialists. The food of the future will significantly improve people's health, incomparably increase immunity and reduce the risk of diseases, as a result, the concentration of specific ingredients in functional products will have a regulatory effect on the human body and will be close to physiological; Such products can be consumed for a long time. This article presents the composition of future food supplement concentrates that play an important role in cellular respiration and help fight oxygen deprivation.

Keywords: atherosclerosis, alzheimer's disease, immune system, functioning, specific Ingredients, bioavailability, nutrients.

სკოლამდელი ასაკის ბავშვთა ფაქტიური კვების კორექცია
ბიოლოგიურად აქტიური ნატურალური დანამატების გამოყენებით

ერგემლიძე თ.დ., ქარჩავა მ.ს., ბერულავა ი.ო., აფხაძე ქ.რ.

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სკოლამდელი ასაკის ბავშვებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მათი კვების სწორად ორგანიზებას, რადგან ამ პერიოდში მიმდინარეობს ორგანიზმის ინტენსიური ზრდა, ყალიბდება ძელოვანი და კუნთოვანი სისტემა, ფორმირდება ნეირო-ჰუმორალური და იმუნური სისტემები. აღნიშნული პროცესები მოითხოვს საჭირო რაოდენობისა და თანაფარდობის პლასტიკური, რეგულატორული და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების უწყვეტ მიწოდებას ორგანიზმისათვის. მათი დეფიციტი ან ნაკლებობა იწვევს ბავშვის ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესების შეფერხებას, რაც ვლინდება დეფიციტური მდგომარეობების – ანემიის, რაქიტის, ცილოვან-ენერგეტიკული უკმარისობის, პარატროფიის, იოდდეფიციტის ჩამოყალიბებაში, ქრონიკული დაავადებების ფორმირებაში, ფიზიკური და ნეირო-ფსიქოლოგიური განვითარების შეფერხებაში, არამდგრადი იმუნური სისტემის ჩამოყალიბებაში, რაც ჯანმრთელობის სერიოზული დარღვევებით ვლინდება უკვე ზრდასრულ ასაკში. სწორად ორგანიზებული კვება გულისხმობს ნატურალური და უვნებელი პროდუქტების გამოყენებით, სრულფასოვანი ცილებით, უჯერი ცხიმოვანი მჟავებით, მონელებადი და მოუნელებადი ნახშირწყლებით, ვიტამინებით, მიკრო- და მაკროელემენტებით, პრო- და პრებიოტიკებით დაბალანსებული რაციონით ბავშვის ორგანიზმის „სწორად გაწერილი გრაფიკით“ უზრუნველყოფას, რისთვისაც პირველ რიგში საჭიროა მათი ფაქტიური კვების სტატუსის ანალიზი და შემდეგ მისი კორექცია ნატურალური ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების გამოყენებით.

იმერეთის რეგიონის ქალაქების (ქუთაისის, ზესტაფონის, თერჯოლის, ბაღდათის, წყალტუბოს, სამტრედიის და საჩხერეს) სკოლამდელი აღზრდის დაწესებულებების მაგალითზე შესწავლილია სკოლამდელი ასაკის 18 322 ბავშვის ფაქტიური კვების სტატუსი, რისთვისაც ჩატარდა: 1. სკოლამდელი ასაკის ბავშვთა კვების რაციონის ანალიზი; 2. კვების რაციონში გამოყენებული ნედლეულის დღიური რაოდენობის ანალიზი; 3. კვების დღიურ რაციონში ძირითადი საკვები ნივთიერებების – ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების შემცველობის ანალიზი; 4. კვების დღიურ რაციონში ვიტამინების (A, B₁, B₂, B₆, B₉, B₁₂, E, PP, C, D, K) შემცველობის ანალიზი; 5. კვების დღიურ რაციონში მინერალების (K, Ca, Mg, P, Fe, I, Mn, Cu, Mo, Se, F, Cr, Zn) შემცველობის ანალიზი; 6. დღიური რაციონის ენერგეტიკული ღირებულების ანალიზი; 7. დღიური რაციონის მაკრო- და მიკრო ნუტრიენტებით დაკმაყოფილების ხარისხის ანალიზი 1–3 წლამდე და 3–6 წლამდე ასაკის ბავშვებისათვის.

დადგენილია, რომ იმერეთის რეგიონის სკოლამდელი აღზრდის დაწესებულებებში დანერგილია 4-ჯერადი კვების რეჟიმი – საუზმე, წახემსება, სადილი, სამხარი. კერძების ასორტიმენტი მოიცავს საქართველოს მთავრობის №487 დადგენილებით „ადრეული სკოლამდელი აღზრდისა და განათლების დაწესებულებებში კვების ორგანიზებისა და რაციონის კვებითი ღირებულების ნორმების დამტკიცების შესახებ“ (30.10.2017) განსაზღვრული პროდუქტების ყველა ჯგუფს: სალათებს, ფაფებს, სუპებს (წვინანს), ხორცის, თევზის, ფრინველის, ბურღულის, ხაჭოს და კვერცხის კერძებს, გარნირებს, სასმელებს, ახალ ხილს, ბოსტნეულს, პურს, ფქვილოვან კულინარულ და საკონდიტრო ნაწარმს, მაგრამ თითოეული ჯგუფში კერძის ასორტიმენტის მრავალფეროვნება სხვადასხვა მუნიციპალიტეტებისათვის განსხვავებულია. განსხვავებულია ერთიდაიგივე კერძის გაცემის ნორმაც ცალკეული მუნიციპალიტეტის სკოლამდელი აღზრდის დაწესებულებებში. უთანაბრობა ასორტიმენტსა და ულუფის მოცულობაში კვლევაში ჩართული სხვადასხვა მუნიციპალიტეტებისათვის იწვევს შესაბამის სხვაობებს ბავშვთა ორგანიზმის საკვები ნუტრიენტებით დაკმაყოფილების ხარისხში, რაც ცალსახად დადასტურდა მომდევნო კვლევებით [1-5].

ბავშვთა დღიურ რაციონში გამოყენებული ნედლეულის ანალიზის შედეგად დადგენილია რომ რაციონში ჭარბობს ბოსტნეული და მარცვლეული პროდუქტები. აღინიშნება ხორცის, რძის პროდუქტებისა და ხილის ნაკლებობა.

დღიურ რაციონში ძირითადი საკვები ნივთიერებების – ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლების, ასევე ვიტამინებისა და მინერალების შემცველობის ანალიზს ვახდენდით შემდეგი სქემით: 1. რაციონში გამოყენებული თითოეული ნედლეულისათვის ვადგინდით საკვლევი ნივთიერებების შემცველობას %-ში, ნედლეულისა და საკვები ნივთიერებების დანაკარგების გათვალისწინებით პროდუქტის პირველადი დამუშავებისა და თბური კულინარული დამუშავების დროს. 2. ვსაზღვრავდით ანალოგიურ მონაცემებს თითოეული ქალაქის რაციონში გამოყენებული ყველა ნედლეულისათვის და ბოლოს 3. მიღებულ შედეგებს ვადარებდით ბავშვის ორგანიზმისათვის საქართველოს მთავრობის №487 დადგენილებით განსაზღვრულ ნორმებს.

დადგენილია, რომ ცილების საერთო რაოდენობაზე მოთხოვნა კვლევის თითქმის ყველა ობიექტზე კმაყოფილდება მხოლოდ 1-დან 3 წლამდე ბავშვებისათვის, ხოლო 3-დან 6 წლამდე ბავშვებისათვის ეს დანაკლისი იმერეთის რეგიონისათვის საშუალოდ შეადგენს 26%-ს. ცხოველური ცილის დანაკლისი იმერეთში 1-3 წლამდე ბავშვებისთვის საშუალოდ 32%-ია, ხოლო 3–6 წლამდე ასაკის ბავშვებისათვის 65%. დადგენილია, რომ რაციონში 1-დან 3 წლამდე და 3-დან 6 წლამდე ბავშვების ფიზიოლოგიური მოთხოვნები ვიტამინებზე დაკმაყოფილებულია შემდეგნაირად: B₁ ვიტამინი – 80% და 49,4%, B₂ ვიტამინი – 83,5% და 57,7%, B₆ ვიტამინი – 80,1% და 49,6%, B₉ ვიტამინი – 51,3% და 25,6%, B₁₂ ვიტამინი – 122% და 89,38%, C ვიტამინი – 65,1% და 50,6%, PP ვიტამინი – 118,5% და 98,7%, D ვიტამინი – 4,6% და 4,4%, K ვიტამინი – 65,1% და 59,7%, E ვიტამინი – 161,8% და 115,6%. ჰიპოვიტამინოზის დადგენილი დონე მსოფლიოში ჯანდაცვის ორგანიზაციის მიერ აღიარებულია ეპიდემიად, ხოლო D ვიტამინის ავიტამინოზი პანდემიად, რაც სრულ შესაბამისობაშია ჩვენს მიერ მიღებულ მონაცემებთან.

ბავშვთა კვების დღიურ რაციონში მინერალური ნივთიერებების ანალიზმა აჩვენა, რომ 1-დან 3 წლამდე და 3-დან 6 წლამდე ბავშვების ფიზიოლოგიური მოთხოვნები მინერალურ ნივთიერებებზე დაკმაყოფილებულია ასეთი სახით: K – 95,4% და 80,7%, Ca – 49,2% და 39,4%, Mg – 135,5% და 101,5%, P – 58,62% და 53,9%, Fe – 64% და 49%; I – 17% და 14,9%, Mn – 289,2% და 289,2%, Cu – 101,1% და 70%, Mo – 11,9% და 71,99%, Se – 43% და 43%, F – 12,2% და 7,1%, Cr – 43,2% და 30,8%, Zn – 72,5% და 55,3%.

მიუხედავად გამოვლენილი ნუტრიციული დისბალანსის პოლიპროფილურობისა კვლევის მიზნად დავისახეთ ბავშვთა კვების რაციონში იმ დეფიციტური ნივთიერებების შემცველობის კორექცია ნატურალური საკვები დანამატების გამოყენებით, რომლის წარმოების მყარი სანედლეულო ბაზა გააჩნია საქართველოს. აღნიშნულიდან გამომდინარე მემბრანული ტექნოლოგიებისა და ლიოფილური შრობის გამოყენებით დამუშავებულია შემდეგი ნატურალური, ბიოლოგიურად აქტიური დანამატების ტექნოლოგიები: საქართველოს მინერალური წყლის „ლუგელას“ ბაზაზე კალციუმის შემცველი (19950 ± 45მგ/100გ) დანამატის ტექნოლოგია, ფეიჰოას ნაყოფების ბაზაზე იოდის შემცველი (430 ± 18მკგ%) დანამატის ტექნოლოგია და ასკილის ნაყოფების ბაზაზე C ვიტამინის შემცველი (2000 ± 31მგ%) დანამატის ტექნოლოგია. მიღებული დანამატების გამოყენებით შემუშავებული იქნა ბავშვთა კვების რაციონში ჩართული შემდეგი კერძების რეცეპტურები: ჩაი, კომპოტი, ბოსტნეულის წვნიანი (ბრინჯით, ვერმიშელით, მაკარონით) ბორში, ხარჩო საქონლის ხორცი, კატლეტი საქონლის ხორცი, კატლეტი თევზის, ფუნთუშა და პური.

ბავშვთა კვებისათვის განუთვნილი პროდუქტების რეცეპტურების გაანგარიშება მოხდა რაციონში დასამატებელი ბიოლოგიურად აქტიური ინგრედიენტის საერთო რაოდენობისა და პროდუქტში დანამატის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაციის ექსპერიმენტულად განსაზღვრული მონაცემების გათვალისწინებით. გასამდიდრებელი პროდუქტების მომზადების ტექნოლოგიებში ცვლილება ფაქტიურად არ მომხდარა, იგი მხოლოდ პროდუქტში (კერძში) შესაბამისი საკვები დანამატის შერე-

ვით შემოიფარგლა, რაც გაამარტივეს შეთავაზებული ცვლილების დანერგვას სკოლამდელი აღზრდის დაწესებულებებში.

ტრადიციული და „გამდიდრებული“ რაციონების ანალიზმა აჩვენა, რომ ნატურალური, ბიოლოგიურად აქტიური საკვები დანამატების გამოყენებით ბავშვთა კვების რაციონში კალციუმის დეფიციტი აღმოფხვრილია სრულად, C ვიტამინის დეფიციტი აღმოფხვრილია სრულად და იოდის დეფიციტი შემცირებულია 85%-დან 55%-მდე.

ვიტამინებითა და მინერალებით გამდიდრებული ბავშვთა კვების პროდუქტების საწარმოო აპრობაციის შედეგების საფუძველზე ჩვენს მიერ შემუშავებული პროდუქტების რეცეპტურები და ტექნოლოგიები დამტკიცებულია ქ. ქუთაისის ბავშვთა ბაღების გაერთიანების მიერ და რეკომენდებულია დასანერგად.

ლიტერატურა

1. ერგემლიძე თ., ქარჩავა მ., ბერულავა ი. ვიტამინებით და მინერალებით გამდიდრებული პროდუქტები სკოლამდელი ასაკის ბავშვთა კვების სტატუსის კორექციისათვის. /სსმმ აკადემიის აკადემიკოსის, პროფესორ გურამ ტყემლადის 80 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული კონფერენცია „ინოვაციური კვლევის ასპექტები აგრარულ მეცნიერებაში“. -თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021, გვ. 82-85.
2. I.N. Zakharova, N.G. Sugyan, Yu.A. Dmitrieva. Micronutrient Deficiencies in Children of Preschool Age. Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russian Federation. QUESTIONS OF CONTEMPORARY PEDIATRICS, 2014, Vol. 13/ № 4, p. 63.
3. Pavlov N.N., Kleschina Yu.V., Eliseev Yu.Yu. Evaluation of actual nutrition and nutrition status of modern children. /Научно-практический вестник «Человек и его здоровье», №1, 2011, сс. 128-132.
4. T. Ergemlidze, N. Kintsurashvili, M. Karchava, I. Berulava. Nutrition-related problems if pre-school children in Georgia// Georgian Engineering News, No.4 (vol.80), 2016, pp. 148-151.
5. N. Kintsurashvili, T. Ergemlidze, M. Karchava, I. Berulava. Technology of production of a natural mineral food supplement. // Georgian Engineering News, No.3 (Vol.83), 2017, pp. 115-117.

SUMMARY

CORRECTION OF ACTUAL NUTRITION OF PRESCHOOL CHILDREN THROUGH THE USE OF NATURAL BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENTS

Ergemlidze T.D., Karchava M.S., Berulava I.O. and Apkhadze K.R.

Akaki Tsereteli State University

The actual nutritional status of preschool children in Imereti region has been studied, and the polypropylactic nature of nutritional imbalance has been revealed. Using the natural food supplements containing calcium, iodine and vitamin C, there have been developed recipes and technologies of child nutrition products fortified with vitamins and mineral, as a result of which, there was completely eliminated calcium and C vitamin deficiency in the food ration, while iodine deficiency was reduced from 85% to 55%. Based on the results of industrial approbation of "enriched" products, a, the new food product recipes and technologies have been approved and recommended for introduction by the Kutaisi Day Nurseries Union.

Keywords: actual nutrition, child nutrition, vitamins, minerals, fortified products, natural food supplement.

სურმანიძე დ.დ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

მოსახლეობის რაოდენობის უპრეცედენტო ზრდისა და კლიმატის გლობალური ცვლილებების ფონზე მსოფლიოს სასურსათო უსაფრთხოებასა და ეკონომიკურ განვითარებაში სულ უფრო მზარდ როლს თამაშობს მცენარეთა გენეტიკური რესურსები. ეს რესურსები, როგორც აგროკულტურების ბიომრავალფეროვნების არსებითი შემადგენელი კომპონენტი, მნიშვნელოვანია მდგრადი სასოფლო-სამეურნეო წარმოების გაძლიერებისათვის და სოფლის მეურნეობაში დაკავებული მოსახლეობის უზრუნველყოფისათვის [1].

თუმცა, ამჟამად მცენარეთა გენეტიკური რესურსები არის მზარდი წნეხის ქვეშ როგორც გლობალურ, ისე რეგიონალურ და ადგილობრივ დონეზე. ეს მცენარეები წარმოადგენენ საწყის ნედლე მასალას აგროკულტურათა გაუმჯობესებისათვის, რათა მიღებული ჯიშები და ფორმები უკეთესად შეეგუონ შეცვლილ კლიმატურ პირობებს, რასაც გარემოს ფიზიკური მახასიათებლების (ტემპერატურა, ტენიანობა, ნალექების რაოდენობა) ცვლასთან ერთად მოყვება მანებებელ-დაავადებათა სპექტრის მკვეთრი ცვლილებებიც. ამიტომ გენეტიკური მრავალფეროვნების უფრო ფართოდ გამოყენება აუცილებელია ამ და სამომავლო გამოწვევების მოსაგვარებლად [2].

საერთაშორისო ორგანიზაციების მიერ კავკასია, ბიოლოგიური მრავალფეროვნების მხრივ, ერთ-ერთ ყველაზე გამორჩეულ რეგიონადაა აღიარებული. WWF-ის 35 „პრიორიტეტული ადგილიდან“ ერთ-ერთი („შავი ზღვის დიდი აუზი“) მოიცავს კავკასიის რეგიონს; Conservation International-ის მიერ განსაზღვრული „ბიომრავალფეროვნების 34 ცხელი წერტილიდან“ (ტერიტორიები, რომლებიც გამოირჩევიან უმდიდრესი, მაგრამ სერიოზული საფრთხის ქვეშ მყოფი ბიომრავალფეროვნებით) საქართველოს ტერიტორია ორი „ცხელი წერტილის“ – კავკასიისა და ირან-ანატოლიის შემადგენლობაში შედის.

აჭარის მთები ერთ-ერთი ყველაზე ტენიანი ადგილია ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში. მაგ. მთა მტირალა და მტირალას ეროვნული პარკი ყოროლიწყლისა და ჩაქვისწყლის აუზებთან ერთად არის ტერიტორია, რომელსაც აქვს ნალექების მაქსიმუმი პრაქტიკულად მთელ ევროპასა და დასავლეთ აზიაში. აქ ნალექების რაოდენობა წელიწადში 4000 მმ-საც კი აღწევს. ეს რაოდენობა ჩვეულებრივია ეკვატორიული ტყეებისთვის, ბრაზილიისთვის, ამაზონიისა თუ დასავლეთ აფრიკისთვის, მაგრამ ზომიერი კლიმატისთვის ძალზე უჩვეულოა. ტენის ასეთი რაოდენობა წარმოშობს იმ უზარმაზარ ტყეებს, რომლებსაც ზომიერი კლიმატის „წვიმის ტყეებს“ (Temperate Rainforests) უწოდებენ. ტყეებს უკავია ავტონომიური რესპუბლიკის ფართობის 61%. ეს მანვენებელი გამორჩეულად მაღალია საქართველოს (39,1%), მეზობელი თურქეთის (11%) და მთლიანად მსოფლიოს (27%) შესაბამის მანვენებლებთან. ტყის მასივების ყველაზე მეტი წილი მოდის ზღვის დონიდან 1000–2000 მ-ის ფარგლებში. ტყით დაფარული ფართობების ნახევარზე მეტი, 55,9% მოდის 31 გრადუსისა და მეტი დაქანების ფერდობებზე. ამ ტყეებში კოლხური ფლორაა – დიდი უზარმაზარი ხეებითა და უამრავი ენდემური სახეობით. მცენარეები, მწერები, ფრინველები, ცხოველები, ზოგი სახეობა ჯერაც არაა ბოლომდე აღწერილი. ის სახეობები კი, რომლებიც მეტ-ნაკლებად მთელი კავკასიის ტყიან ნაწილებში გვხვდება, აჭარაში ყველაზე მრავლადაა შემორჩენილი. განსაკუთრებით სუბტროპიკული, მარადმწვანე სახეობები. 2021 წელს კოლხური რელიქტური წვიმიანი ტყეები და წყალჭარბი ტერიტორიები UNESCO-ს მსოფლიო ბუნებრივი მემკვიდრეობის ძეგლთა ნუსხაში იქნა შეტანილი. ამ ტყეების ქვეტყის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან შემადგენელს წყავის მცენარეები ქმნის.

წყავი (*Prunus laurocerasus L.*) ვარდისებრთა (*Rosaceae*) ოჯახის, ტყემლოვანთა (*Prunoideae*) ქვეოჯახის, ქლიავის (*Prunus*) გვარის მარადმწვანე ხე ან ბუჩქია, რომელიც სიმაღლით 12 მეტრამდე და მეტსაც აღწევს, ფართო პრიალა, ოვალური ფოთლებით. ყვავილები წვრილია, თეთრი ფერის, არომატული, ნაყოფი კენკრაა.

წყავი გამოირჩევა ქიმიური შედგენილობით. წყავის ფოთოლი შედგება ეთერზეთებისგან, აზოტშემცველი ნაერთებისგან, სტერეოიდებისგან, ფენოლკარბონის მჟავისგან, C ვიტამინისგან, ფლავონოიდებისგან, ცხიმებისგან და სხვ. წყავის ფესვში აღმოჩენილია აზოტშემცველი ნაერთები – ციანწყალბადმჟავა, მთრიმლავი ნივთიერებები. მერქანი შეიცავს ფისს; ნაყოფი – ნახშირწყლებსა და მონათესავე ნაერთებს, ანტოციანებს. წყავის თესლის შემცველობაშია საქაროზა, ეთერზეთი, ციანწყალბადმჟავა, ამიგდალინი, ცხიმი, ნაყოფი მდიდარია ვიტამინებით, ნახშირწყლებითა და სხვა სასარგებლო ნივთიერებებით. ცილებისა და მიკროელემენტების მაღალი შემცველობის გამო წყავის ნაყოფებს მაღალი კვებითი ღირებულება აქვთ და ისინი ფუნქციონალურ კვების პროდუქტებს მიეკუთვნება. დადგენილია, რომ წყავის ფოთლებს და ნაყოფებს აქვთ ანთების საწინააღდეგო, შემახორცებელი, გამაყუჩებელი მოქმედება. მცენარის ექსტრაქტებს აქვთ გამოხატული ფუნგიციდური თვისებები [3].

წყავის სამშობლო დასავლეთ საქართველო და მცირე აზიაა. მიუხედავად იმისა, რომ ჩვეულებრივი წყავი უძველესი დროიდან გამოიყენება, იგი არ გამოირჩევა ჯიშობრივი მრავალფეროვნებით. საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის ინფორმაციით [4] ჩვენში გავრცელებულია წყავის სამი ჯიშ: შავნაყოფა ტკბილი „ნაკიფუ“, თეთრნაყოფა ტკბილი, წითელნაყოფა მსხვილი. თუმცა წყავის კულტივირების ძირითად რეგიონებში აქტიურად მიმდინარეობს სელექციური სამუშაოები პერსპექტიული ფორმების შესარჩევად [5-7]. მსგავსი სამუშაოები ჩატარებულია საქართველოშიც ჩაის, სუბტროპიკული კულტურებისა და ჩაის მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში (ოზურგეთი, ანასუელი) [8]. შერჩეული იქნა შემდეგი ფორმები: ფორმა 14 (შავნაყოფა ჩლოუ), ფორმა 28 (წითელნაყოფა მსხვილი), ფორმა 29 (შავნაყოფა ტკბილი), ფორმა 33 (მოვარდისფრო), ფორმა 40 (შავნაყოფა ნარაზენი).

აჭარაში ფართოდაა გავრცელებული წყავის როგორც კულტურული, ისე ველური ფორმები. ამ მცენარის კულტურული წყავის ნაყოფს მოსახლეობა იყენებს როგორც დიეტურ ხილს, ხოლო ველური წყავი სიმწკლარტის გამო ნედლ ხილად არ გამოიყენება. არაა შემუშავებული მისი გადამამუშავების ტექნოლოგიებიც. ჩვენი მიზანი იყო წყავის კულტურული და ველური ფორმების ფენოლოგიური ციკლის შესწავლა აჭარაში ვერტიკალური ზონალობის გათვალისწინებით.

დაკვირვება წარმოებდა 2020–2021 წლებში აჭარის ავტონომიური რესპუბლიკის შემდეგ სოფლებში და მათ მიმდებარე ტერიტორიებზე: ქობულეთის მუნიციპალიტეტის სოფ. ფიჭვნარი, ბობოყვათი, ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტის სოფ. კვარიათი (5–50მ ზღვის დონიდან), ხელვაჩაურის მუნიციპალიტეტის სოფ. მახო, ფერია, ქედის მუნიციპალიტეტის სოფ. ქვედა მახუნცეთი, (ზღვის დონიდან 50–250მ), ქედის მუნიციპალიტეტის სოფ. ქვედა და ზედა აგარა, წონიარისი, კინტრიშის სახელმწიფო ნაკრძალი (ზღვის დონიდან 250–500მ), ქედის მუნიციპალიტეტის სოფ. მეძიბნა, ჯაღაბაშვილები, შუახევის მუნიციპალიტეტის სოფ. ნენია (ზღვის დონიდან 500–800მ).

დაკვირვების შედეგები მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი 1. ფენოლოგიური ფაზების მიმდინარეობის პერიოდები წყავის მცენარეებში

ფენოლოგიური ფაზა	სიმაღლე ზღვის დონიდან			
	5–50 მ	50–250 მ	250–500 მ	500–800 მ
ვეგეტაციის დასაწყისი	8–24 დეკემბერი	25–31 დეკემბერი	20 იანვარი –15 თებერვალი	25 დეკემბერი–15 იანვარი
კოკრების გამოცალკეება	24 დეკემბერი – 1 აპრილი	30 დეკემბერი – 10 აპრილი	29 იანვარი – 12 აპრილი	4 იანვარი – 20 აპრილი
ყვავილობა და ნაყოფის გამონასკვა	28 მარტი – 5 აპრილი	1–15 აპრილი	10–30 აპრილი	15–30 აპრილი
ვეგეტატური ზრდის დასაწყისი –დასასრული	3 აპრილი – 30 მაისი	10 აპრილი – 12 ივნისი	15 აპრილი – 15 ივნისი	22 აპრილი – 16 ივნისი
ელორტების მეორადი ზრდა	15 ივლისი – 8 აგვისტო	18 ივლისი – 10 აგვისტო	16 ივლისი – 8 აგვისტო	25 ივლისი – 17 აგვისტო
ნაყოფის მომწიფება	10–25 ივლისი	10–25 ივლისი	15 ივლისი – 5 აგვისტო	18 ივლისი – 10 აგვისტო

განვითარების ყოველწლიურ ციკლში წყავის მცენარეები გადიან შემდეგ ფენოლოგიურ ფაზებს: გენერაციული კვირტების დაბერვა და გაღივება (ვეგეტაციის დასაწყისი), კოკრების გამოცალკეება, ყვავილობა და ნაყოფის გამონასკვა, ვეგეტაციური კვირტების დაბერვა და გაშლა (ყლორტების ზრდის დასაწყისი), ყლორტების პირველადი ზრდის დასასრული, ყლორტების მეორადი ზრდა, ნაყოფის მომწიფება.

როგორც ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, განსხვავება ფენოლოგიური ფაზების დადგომას შორის ვერტიკალური ზონალობის მიხედვით რამდენიმე დღეს შეადგენს, გარდა ვეგეტაციის დასაწყისისა, რადგან ამ პერიოდში (დეკემბერ-იანვარში) ტემპერატურათა სხვაობა დიდი იყო, როცა ზღვის მახლობლად საშუალო ტემპერატურა 10–15°C-ს შეადგენდა, ქედისა და შუახევის მუნიციპალიტეტის სოფლებში თოვლი იდო. ნაყოფის დამწიფების პერიოდი, რომელიც ყველაზე საინტერესოა ტექნოლოგიური თვალსაზრისით, დაახლოებით 30–40 დღეს შეადგენს.

ლიტერატურა

1. Cohen, J., J.B. Alcorn, and C.S. Potter. Utilisation and conservation of genetic resources: International projects for sustainable agriculture. *Econ. Bot.* 1991, 45, pp.190–199.
2. Malik, S.S. and S.P. Singh. Role of plant genetic resources in sustainable agriculture. // *Indian J. Crop Sci.*, 2006, 1(1-2), pp.21–28.
3. Кароматов И.Д., Давлатова М.С. Лавровишня лекарственная. // *Эл.журн. «Биология и интегративная медицина»*, 2017, №1, сс. 243-250.
4. საქართველოს აგრობიომრავალფეროვნება (კატალოგი), თბილისი, 2015. www.gaas.dsl.ge/pdf/catalogue.pdf.
5. Ferit C., Sezai E. at al. Estimation of Certain Physical and Chemical Fruit Characteristics of Various Cherry Laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) Genotypes. // *HortScience* 2011, 46(6), pp.924–927.
6. Sulusoglu M. The cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) tree selection. // *African Journal of Agricultural Research*, 2011, Vol. 6(15), pp.3574–3582.
7. Akbulut M., Macit I. at al. Evaluation of 28 cherry laurel (*Laurocerasus officinalis*) genotypes in the Black Sea region, Turkey. // *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 2007, Vol. 35, pp. 463-465.
8. Мчедлидзе В.Б. 1990. Биоэкология хозяйственно-ценных форм лавровишни в субтропических районах черноморского побережья. Автореферат диссерт. Анасеули.

SUMMARY

POMOLOGICAL AND PHENOLOGICAL RESEARCH OF CHERRY LAUREL IN ADJARA

Surmanidze D.D.

Georgian Technical University

The article presents the results of pomological and phenological studies of cherry laurels in Adjara. Forests occupy 61% of the territory of Adjara. One of the components of the undergrowth of these forests is cherry laurel plants. This genetic resource is hardly used, so its study is interesting given the prospects for application. In addition to wild cherry laurel in Adjara, three cultural varieties are found. The periodicity of phenological phases varies depending on the vertical zonality, which for laurel plants in Adjara is 5-800 meters from sea level.

Keywords: cherry laurel, forms of cherry laurel, phenology.

აჭარაში გავრცელებული მოცხარის გვარის (*Ribes L.*) ბიოლოგიური
თავისებურებანი

მემარნე ქ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კენკროვან მცენარეთა შორის, უნიკალური სამეურნეო და სამკურნალო ღირსე-
ბებით ხასიათდება მოცხარის გვარი – *Ribes L.* (ოჯახი: ხუნწისებრთა – *Grossularia-*
ceae) როგორც ველურად მოზარდი, ისე კულტურული ფორმები და ჯიშები. ისინი
1,0–3,0 მ სიმაღლის ბუჩქებია, დატოტვილი ღერო სწორმდგომია, ღეროს ქერქი მოწი-
თალო, ახალგაზრდა ტოტების ქერქი კი მოყვითალო-რუხი შეფერილობისაა, ნორჩი
ყლოტები მომწვანოა. სურნელოვანი, 3–5-ნაკეთიანი ყუნწიანი ფოთლები მორიგეო-
ბითაა განლაგებული, ზემოდან შიშველია, მუქი მწვანე, ქვემოდან კი უფრო მკრთა-
ლი, ძარღვების გაყოლებით ბუსუსიანი, მოფენილია ოქროსფერი ჯირკვლოვანი წერ-
ტილებით. ფოთლის ფირფიტა ფართო სამკუთხაა, შუა ნაწილში განიერია, კიდე
ხერხისებრ დაკბილულია; ყვავილეთი შედგება 5–12 ყვავილისაგან და წარმოადგენს
5–8 სმ-მდე სიგრძის მტევანს. ყვავილები მოწითალო ფერისაა, ფართო ზარისებრი,
5–10 ცალი შეკრებილია თავჩაქინდრულ მტევანად. ნაყოფი მრავალთესლიანია, სფერო-
სებური, წვნიანი. კენკრის დიამეტრი 7–10 მმ-ია. მის წვეროზე ყვავილისაფრის ნაშ-
თია. სიმწიფისას ცილდება ყუნწს. მოცხარი ყვავილობს მაის-ივნისში, ზოგან უფრო
ადრეც. ნაყოფი მწიფდება ივლის-აგვისტოში, რაც დამოკიდებულია იმაზე, თუ ზღვის
დონიდან რა სიმაღლეზე იზრდება [1,2].

შავი და წითელი მოცხარის სახეობებისა და ჯიშების ფართო სპექტრი არსე-
ბობს, რომლებიც განსხვავდებიან სიმწიფეში შესვლის პერიოდით, ბუჩქის ზრდის სიძ-
ლიერით და ფორმით, ნაყოფების ზომით, გამძლეობით დაავადების მიმართ და სხვ.

შავი მოცხარი გავრცელებულია ევროპაში, აზიაში, ამერიკაში. იზრდება ნეს-
ტიან ტყეებში, ველებზე, მდინარეთა და ტბების პირას, ზღვის დონიდან 2000 მ სიმაღ-
ლემდე, ქმნის პატარა კორომებს. საქართველოში ველურად არ გვხვდება, შემოტა-
ნილია კულტურაში. მათ შორის, ყველაზე ფართოდ გავრცელებული სახეობებია:
Ribes Sativum Syme (წითელი, თეთრი და ვარდისფერი მოცხარი) და *Ribes nigrum* (შავი
მოცხარი). მოცხარის ორივე ფორმა ველურად იზრდება ჩრდილოეთ ევროპასა და
ციმბირში. შავი მოცხარის ნაყოფი შავი შეფერილობისაა, ფოთლები და კენკრა ძა-
ლიან სურნელოვანია ეთერზეთების მაღალი შემცველობის გამო, რომელსაც შეიცავს
სპეციალური ჯირკვლები, რომლებიც მჭიდროდაა მოფენილი ფოთლების ქვედა
ზედაპირზე. შავი მოცხარი წითელისგან განსხვავებით უფრო მწკლარტაა, მაგრამ
აქვს განსაკუთრებული არომატი, რის გამოც მასზე დიდი მოთხოვნაა გადამამუშა-
ვებელ მრეწველობაში. თეთრი მოცხარი არის წითელი მოცხარის ნაკლებად მუავე
ალბინოსური ფორმა, ხასიათოვნა მისი ნედლი სახით მოხმარება. ვარდისფერი მო-
ცხარი კი ხასიათდება უფერული კანით და ვარდისფერი რბილობით. წითელი მო-
ცხარის ნაყოფი გამოიყენება როგორც ნედლად, ისე გადამამუშავებული სახით. ოქროს-
ფერ მოცხარს იყენებენ, როგორც დეკორატიულ ბუჩქს, ტყის დამცავ ზოლში, საძი-
რედ ხურტკმელისა და მოცხრის შტამბიანი ფორმის მისაღებად [1,2].

საქართველოში ველური სახით გავრცელებულია მოცხარის 3 სახეობა:

- კლდის მოცხარი (*Ribes biebersteinii* Berl. ex DC.), არეალი – ანატოლია;
- აღმოსავლური მოცხარი (*Ribes orientale* Desf.), არეალი – კავკასია, ანატოლია, ირანი;
- მთის მოცხარი (*Ribes alpinum* L.), არეალი – კავკასია, ანატოლია – შუა და ჩრდილოეთ ევროპა;

აჭარის მაღალმთიან ზონაში ველურად იზრდება შემდეგი სახეობები:

ბიბერშტეინის მოცხარი – *Ribes Bibersteinii* Berl. ex DC. – 2 მ-მდე სიმაღლის
ფოთოლმცვენი ბუჩქია. 10–13 სმ სიგრძის ფოთლები გულისებრი ფორმისა, 12 სმ-მდე
სიგრძის, ორსქესიანი ყვავილები ვიწრო მტევნებადაა შეკრებილი, გვირგვინის ფურც-
ლები მუქი მეწამული შეფერილობით გამოირჩევა; 6–7 მმ სიგრძის კენკრა ნაყოფი

სფეროსებრი, მოშავო-წითელია; აჭარის ფლორისტულ რეგიონში გავრცელებულია შუა სარტყლიდან სუბალპურ ტყეებამდე, შემდგომ ვხვდებით მინდვრებსა და ველებზე, ფერდობებზე. კენკრა ნაყოფი საჭმელად ვარგისია. ბიბერშტეინის მოცხარს უფრო მეტად ვხვდებით ხულოს მუნიციპალიტეტში, დანისპარაულში, ნაღვარევში, ღორჯომში, სხალთაში, სარიჩაირში, ტბეთში, მაწყვალთაში და სხვ.

ალპური მოცხარი – *Ribes alpinum* – 1,5 მ-მდე სიმაღლის ფოთოლმცვენი ბუჩქია. ფოთლები 7–9 სმ სიგრძის. მტევანი ყვავილები 4-სმ-მდე სიგრძის, ერთსქესიანი. ყვავილი არის მტვრიანებით, მამრობითი – უფრო მოკლეა. გვირგვინის ფურცელი მომწვანო-მოყვითალო; კენკრა ნაყოფი წითელი ფერის, 7–8 მმ სიგრძის. გავრცელებულია აჭარის შუა და ზედა სარტყელში, ტყის ფერდობებზე. გვხვდება ხულოს მუნიციპალიტეტში, ნაღვარევში, ხისაძირში, მაწყვალთაში.

საქართველოში გავრცელებული სახეობები უკელო ბუჩქებია.

კვლევის ობიექტად ხულოს მუნიციპალიტეტი შევარჩიეთ, კერძოდ, აგარის ხეობა, რომელიც ლიტერატურაში დასახელებული არ არის და ამდენად, საინტერესოა მისი გამოკვლევა.

მარშრუტული კვლევა ჩავატარეთ სოფლების: დიდაჭარის, ირემადეების, საციხურის, ნასაყდრალის, აგარის მიმდებარე ტყეებსა და მცენარეულ თანასაზოგადოებებში. აგარიდან სუბალპური მთის შემდეგი ადგილობრივი დასახელების ადგილმდებარეობები შევისწავლეთ: ბოვილი, რუსთავი, ცინწყარო, ნაკაფისერი, წვერიგანი, ლუთურაწყარო, ჭოლო, ნეფიწყარო, ნათელათი და სხვ.

ალპური და ბიბერშტეინის მოცხარი ბუნებრივად სწორედ ამ მიდამოებში გვხვდება, ზღვის დონიდან 1500–2030 მეტრისა და უფრო მეტი სიმაღლის პირობებში. GPS – კოორდინატები დაახლოებით ასეთია: 41 0 41' 39.55" , 420 28' 06.01" ... [3,4]

აღსანიშნავია, რომ მოცხარის სახეობების გავრცელება აღნიშნულ ხეობაში ხასიათდება როგორც დამოუკიდებელ ჯგუფებად, ისე სხვადასხვა მცენარეულ დაჯგუფებაში თანაარსებობით, ეს არის მთის ზედა სარტყლისა და სუბალპური სარტყლის საზღვარი, სადაც ძირითადად დაბალი ხე-მცენარეებისა და ბუჩქნარების დაჯგუფებებია. ეს დაჯგუფებები არ არის ერთიანი, ისინი ცალ-ცალკეა წარმოდგენილი და გამოყოფილია მდებლობით.

Ribes Bibersteinii Berl. ex DC. იზრდება შემდეგ მცენარეულ დაჯგუფებებში, სხვადასხვა სახეობის დომინანტობით:

Acer trautvetteri Medw. – ტრაუტვეტერის ნეკერჩხლის დომინანტობით არსებულ მცენარეულ დაჯგუფებაში. იგი ამ არეალში დაბალმოზარდი ხე-მცენარეა. მასთან ერთად ჯგუფში, ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა, ვხვდებით სახეობებს: *Viburnum lantana L.*, *Vaccinium myrtillus L.*, *Rhamnus imeretina Booth.* (*Rhamnaceae Juss.*), *balaxovnebidan: tilWiri - Aconitum nasutum Fisch.* (= *A. brachynasum kem.-Nath.*) (*Ranunculaceae Juss.*), 1,5 მეტრამდე სიმაღლის.

Vaccinium myrtillus L. (*Vacciniaceae Lindl.*) – მოცივი ჩვეულებრივი, შავი ნაყოფებით, დაბალი ბუჩქები. ხშირია მისი გავრცელება და აგვისტოს თვეში მას ჰქონდა უხვი ნაყოფმსხმოიარობა. მასთან ერთად, ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა, დაჯგუფებაში შერეული სახით იზრდება: *Rhamnus imeretina Booth.*, *Frangula alnus Mill.* (*Rhamnaceae Juss.*), *Rubus saxafilis L.* (*Rosaceae Juss.*). ბალახოვნებიდან: ტილჭირი – *Aconitum nasutum Fisch.* (= *A. brachynasum kem.-Nath.*) (*Ranunculaceae Juss.*), 1,5 მეტრამდე სიმაღლის; *Heracleum sosnovskyi I.Mand.* (= *H. wilhelmsii Fish. Et lall.*), 1,5–2 მეტრამდე სიმაღლის.

Rhododendron luteum L. (*Ericaceae L.*), ყვითელი შქერის, იელის დომინანტობით შექმნილ ჯგუფში ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა შერეულია სახეობები: *Acer trautvetteri Medw.*, *Viburnum lantana L.*, *Sorbus L.* გვარის წითელ და ნარინჯისფერ ნაყოფებიანი მაღალი ბუჩქები, რომელთა ზუსტი სახეობრივი სისტემატიკა საინტერესო იქნება, აგვისტოს თვეში დახუნძლულია სიმწიფეში შესული ნაყოფებით. იელი ძლიერ დომინანტობს ჯგუფში, აგვისტოს თვეში, იგი რა თქმა უნდა, უკვე ნაყოფობის ფაზაშია, და ნარჩენი სახეობები, მოცხარის ჩათვლით, წარმოდგენილია ერთეული ეგზემპლარებით.

Viburnum lantana L. (*Caprifoliaceae Juss.*) – ძახველის დომინანტით არსებულ მცენარეთა დაჯგუფებაში ბიბერშტეინის მოცხარის გარდა იზრდება: *Vaccinium myrtillus L.*,

Sorbus L., Frangula alnus Mill. შავი ძახველი, უზანი, აგვისტოში წითელ და შავ ნაყოფებშია. ბალახოვნებიდან: *Aconitum nasutum Fisch., Heracleum sosnovskyi I.Mand.*

ამ მიდამოებში, რომელიც ძალიან ღამაზი გორაკ-ბორცვებია, ზემოთ აღწერილი ცალკეული მცენარეული დაჯგუფებების გარდა, არის ერთეული სახეობების ჯგუფები, მაგალითად: მხოლოდ *Sorbus L., Viburnum lantana L., Vaccinium myrtillus L., Rhododendron luteum L., Acer trautvetteri Medw.* და სხვა. მათ შორის სათიბი მდელოებია. გორაკ-ბორცვების განაპირა ადგილებში კი არყნარ-სოჭნარ-ნაძენარია.

რაც შეეხება, ალპურ მოცხარს, *Ribes alpinum L.*, იგი ნაკლები ინტენსივობით გვხვდება. იგი იზრდება ძალიან დაბალ მცენარეულობასთან, ჯგუფში: *Viburnum lantana L., Rhododendron luteum L., Vaccinium myrtillus L., Rubus saxatilis L., Laurocerasus officinalis L.* (ძალიან დაბალი, 0,5 მეტრამდე), *Corylus avelana L. da sxva. balaxovnebidan, garda Aconitum nasutum Fisch., Heracleum sosnovskyi I.Mand.*-ისა, ამ ჯგუფში ფიგურირებენ *Hibiscus L., Senecio L.* და სხვა ბალახოვნებიც.

ვეგეტაციურ-გენერაციული განვითარება მაღალმთის პირობებში ნორმალურად მიმდინარეობს და აგვისტოს პირველ ნახევარში, ორივე სახეობის მოცხარი ნაყოფების სიმწიფის ფაზაშია. აგვისტოს მესამე დეკადაში ნაყოფმსხმოიარობა დასასრულს უახლოვდება. ახასიათებთ უხვი ნაყოფმსხმოიარობა.

ოფიცინალური ნედლეულია მოცხარის ნაყოფი და ფოთლები.

მოცხარი საუკეთესო სამკურნალო და საკვები პროდუქტია, იყენებენ ნედლად, გამხმარს, გაყინულს, ამზადებენ მურაბას, წვეს, ღვინოს და სხვ. მოცხარის ნედლი ნაყოფი შეიცავს ვიტამინ C-სა და ვიტამინ P-ს (1%-მდე, ასევე ჯგუფის ვიტამინებს, რკინას (0,9მგ%), კაროტინოიდებს, ანტოციანურ ნაერთებს და მათ გლიკოზიდებს, ეთეროვან ზეთებს, 10–13% ნახშირწყლებს, პექტინოვან ნივთიერებებს 4,2–12,6%-მდე, 2,6–3,7%-მდე ორგანულ მჟავებს, მთრიმლაგ ნივთიერებებს, ფლავონოიდებს და სხვა. განთქმულია შავი მოცხარის ღვინოებიც.

პექტინოვან ნივთიერებებს დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ორგანიზმისათვის. ისინი ხელს უწყობენ ნაწლავებში ღებობის გამომწვევი მიკროფლორის განადგურებას, აქვთ ეგზო- და ენდო- შხამების დეტოქსიკაციის უნარი. დადგენილია, რომ დამცავ ფუნქციას ასრულებენ რადიაციული დაზიანების დროს. პექტინი მძლავრი სორბციული და რადიოპროტექტორული თვისებებით ხასიათდება, ტოქსიკური ნივთიერებების გარდა, პექტინს აქვს ორგანიზმიდან ოქსალატებისა და მძიმე ლითონების მარილების გამოდევნის უნარი, მათ შორის კობალტის, ტყვიის, სპილენძის. საკვების ათვისების პროცესის დროს პექტინის დემეტოქსილიზაცია ხელს უწყობს მის გარდაქმნას პოლიგალაქტურინის მჟავაში, რომელიც უერთდება გარკვეულ მძიმე ლითონებს და რადიონუკლიდებს, რის შედეგადაც მიიღება არახსნადი მარილები, რომელთა შეწოვა კუჭ-ნაწლავის ტრაქტიდან არ ხდება და გამოიყოფიან ორგანიზმიდან განავლოვან მასებთან ერთად.

პექტინი აქტივირებულ ნახშირზე მეტად აღსორბციას უკეთებს ძმარმჟავა ტყვიას. მას გააჩნია აქტიური კომპლექსწარმომქმნელი თვისება რადიოაქტიური კობალტის, სტრონციუმის, ცეზიუმის, ცირკონიუმის, რუთენიუმის, იტრიუმის და სხვა ლითონების მიმართ პექტინის მჟავების მარილების წარმოქმნით, რომლებიც შემდეგ გამოიყოფიან ორგანიზმიდან. პექტინების დამცავი თვისება ასევე აიხსნება მათი უნარით, გააუმჯობესონ ნაწლავის პერისტალტიკა, რაც ხელს უწყობს ტოქსიკური ნივთიერებების უფრო სწრაფ გამოყოფას [3,4].

ღიაბეგით დაავადებისას პექტინი ამცირებს სისხლში გლუკოზის კონცენტრაციის მომატების სიჩქარეს საკვების მიღების შემდგომ სისხლის პლაზმაში ინსულინის კონცენტრაციის ცვლილების გარეშე. პექტინს გააჩნია შემომგარსველი და დამცავი ფუნქცია, წარმოქმნის რა გელს კუჭის და ნაწლავების ლორწოვანი გარსის ზედაპირზე, იცავს მათ აგრესიული ფაქტორების ზემოქმედებისგან.

ფლავონოიდების სახელწოდება წარმოსდგება ლათინური სიტყვიდან „Flavus“ – ყვითელი, რადგან მცენარეული ნედლეულიდან გამოყოფილ ფლავონოიდთა უმეტესობა ყვითელი შეფერილობისაა. ადამიანის ორგანიზმში ისინი წარმოადგენენ ეფექტურ ბუნებრივ ანტიოქსიდანტებს. მათ „ნატურალურ ბიოლოგიური რეაქციის მოდიფიკატორებსაც“ უწოდებენ უნარის გამო, შეცვალონ ადამიანის ორგანიზმის რეაქცია

სხვა ნაერთებზე, როგორცაა ალერგენები, ვირუსები, კანცეროგენები. ამაზე მეტყველებს მათი ანთების საწინააღმდეგო, ანტიალერგიული, ანტისიმსიენური, ანტიმუტაგენური თვისებები.

ფლავონოიდების ბიოლოგიური თვისებებიდან ყველაზე ადრე აღმოჩენილი იქნა მათი სისხლძარღვების მედეგობის გამაძლიერებელი მოქმედება. ყველაზე ცნობილი ფლავონოიდი, რომელიც დადებითად მოქმედებს სისხლძარღვებზე – არის რუთინი (ხანდახან მას ვიტამინ P უწოდებენ). თუმცა, როგორც კვლევებმა აჩვენა, რუთინის ანალოგიური თვისებები ახასიათებს ათასზე მეტ ფლავონოიდს.

ფლავონოიდებს შეიცავს კენკროვნები, მათ შორის მოცხარი, მწვანე ჩაი, კაკაო, კომში, ვაშლი, ატამი, მარწყვი, ქოლო, ყურძნის და წითელი ვაშლის კანი, ბროწეული, ალუბალი, ბადრიჯანი, წითელ კომბოსტო, პროდუქტები და ხილი, რომლებიც შეფერილია იისფრად.

ადამიანის ორგანიზმში ფლავონოიდები ასრულებენ იმავე ფუნქციას, რასაც მცენარეებში – ბოჭავენ თავისუფალ რადიკალებს (რომლებიც წარმოიქმნება ულტრაიისფერი გამოსხივებისა და რადიაციის ზემოქმედებით), იცავენ უჯრედებს მემბრანებისა და უჯრედშიდა სტრუქტურებს რღვევისაგან. ამიტომ ფლავონოიდების ბუნებრივი ექსტრაქტები, კენკროვნები, მათ შორის მოცხარი, წითელი ღვინო ზომიერ ნორმებში რეკომენდებულია გამოიყენონ ადამიანებმა, რომლებიც ცხოვრობენ მაღალი რადიაციული ფონის რაიონებში.

ფლავონოიდები წარმოადგენენ ძლიერ ანტიოქსიდანტებს თავისუფალი რადიკალების წინააღმდეგ, მათ თავისუფალი რადიკალების მენაგვეებსაც უწოდებენ. მათი ეს მოქმედება დაკავშირებულია წყალბად-დონორული უნარით. მართლაც, ფლავონოიდების ფენოლური ჯგუფი წარმოადგენს H^+ ატომებისათვის ხელმისაწვდომ წაყროს, ასე რომ, წარმოებული რადიკალები შესაძლოა დელოკალიზდნენ ფლავონოიდის სტრუქტურის ირგვლივ. თავისუფალი რადიკალის შემბოჭავი უნარი პირველ რიგში განპირობებულია მაღალი რეაქციულობით ჰიდროქსილური ჩამნაცვლებლების მიმართ, რომლებიც მონაწილეობენ რეაქციაში. ფლავონოიდების ანტიოქსიდანტური ეფექტი რეალიზდება კომბინირებული მექანიზმით და აქვს სინერგიზმის უნარი ასკორბინის მჟავასა და E ვიტამინთან. ისინი რეაგირებენ, როგორც კლასიკური ფენოლური რადიკალური ინჰიბიტორები.

არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ფლავონოიდურ ნაერთთა უნარს წარმოქმნას კომპლექსები მძიმე ლითონების იონებთან, რაც არის იმის საფუძველი, რომ ზოგიერთი პოლიფენოლი ანტიდოტის სახით წარმატებით იქნას გამოყენებული მძიმე ლითონებით მოწამვლისას [4].

ფლავონოიდების ერთ-ერთ მთავარ თვისებას წარმოადგენს მათი დადებითი გავლენა ღვიძლის ფუნქციაზე. ისინი აძლიერებენ ნაღველის გამოყოფას, აუმჯობესებენ მის დეტოქსიკაციურ შესაძლებლობას ისეთი ნივთიერების მიმართ, როგორცაა ბარბიტურატები, თავისი შხამი. ორგანიზმის დეტოქსიკაცია შესაძლებელს ხდის ფლავონოიდებმა გამოამუშავონ შარდმდენი მოქმედება. ზოგიერთი ფლავონოიდი დადებითად მოქმედებს საჭმლის მონელებაზე, ამცირებს ნაწლავების გლუვი კუნთების ტონუსსა და კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის კუნთების სპაზმოლიტურ მოქმედებას.

შავი მოცხარის ნაყოფებს აშრობენ რკინის სახურავიან სხვენზე $35-40^{\circ}C$ $4-5$ საათის განმავლობაში, შემდეგ კი $55-60^{\circ}C$ ტემპერატურაზე ამთავრებენ შრობას. შრობის დროს საჭიროა ნედლეულის გადარევა. მშრალი ნედლეულის გამოსავლიანობა შეადგენს $18-20\%$ -ს ნედლეულის მასაზე გადაანგარიშებით.

შავი მოცხარის ნაყოფებსა და ფოთლებს იყენებენ როგორც ვიტამინურ საშუალებას სურავანდის, ჰიპო- და ავიტამინოზის დროს, აგრეთვე, სხვადასხვა დაავადებების გადატანის შემდეგ, რომელიც ორგანიზმს ფიტავს და ასუსტებს. დადგენილია, რომ მოცხარს გააჩნია ბაქტერიოციდული მოქმედებაც, რაც აიხსნება მასში შემავალი ფიტონციდებით. მოცხარის წყლიანი გამონაწვლილის ცხლად მიღება ნაჩვენებია რევმატიზმის დროს. მკურნალობა საჭიროა რამდენიმე თვის განმავლობაში. მის ფოთლებში შემავალი ეთერზეთით აიხსნება მისი ღიურეზული და ანთების საწინააღმდეგო ეფექტი. შავი მოცხარის ფოთლების თეთრ ღვინოზე დამზადებული ექსტრაქტი ახდენს მატონიზირებელ გავლენას კუჭ-ნაწლავის ტრაქტზე, ნაყოფები კი სასიამოვნო და

მეტად სასარგებლო საკვებია. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, იყენებენ ნედლად, გამხმარს, გაყინულს, ამზადებენ მურაბას, წვენს, ჯემს და სხვა. მოცხარის ნაყოფები გამოიყენება საკონდიტრო მრეწველობაშიც. მისგან ამზადებენ ლიქიორებს. ფოთლისგან დებულობენ ეთერზეთს, რომელიც გამოიყენება ბოსტნეულის დამწნილებისას.

მოცხარის ერთ-ერთ სახეობას, ოქროსფერ მოცხარს, იყენებენ დეკორატიული მიზნით, იგი გამოიყენება ცოცხალ ღობედ და ტყისსაცავ ზოლში, იყენებენ საძირედ ხურტკმელისა და მოცხრის შტამბიანი ფორმების მისაღებად. გამშრალი ფოთლები კი ჩაის სუროგატია, შედის „ხილის ჩაის“ მრავალ ნაკრებში. ამზადებენ გამაგრილებელ სასმელებს. პოპულარულია მისი ღვინოებიც. ფოთლები და კვირტები იხმარება ნაყენებისა და ლიქიორების წარმოებაში. ფოთლები იხმარება ბურახის დამზადებისას. ფოთლებს იყენებენ სოკოს, კიტრის და პომიდვრის დამწნილებისას მათი არომატიზირებისათვის.

წითელი მოცხარი, ჩვეულებრივი მოცხარი (ლათ. *Ribes rubrum*) – ველურად იზრდება ევრაზიის ტყის ზონაში. უპირატესობას ანიჭებს მდინარეებისა და ნაკადულების სანაპიროებს, ქმნის ბუჩქნარებს. ბუჩქის სიმაღლე 1–2 მ აღწევს. ყლორტი ნაცრისფერი ან მოყვითალოა. მერქანი მომწვანოა, შუაგული ღია ფერისაა. ყვავილები მოყვითალო-მომწვანო ან მოწითალო მურა შეფერილობისაა. ყვავილობს მაისში. ნაყოფი ღია მოწითალო შეფერილობის წვნიანი კენკრაა, მომჟავო, დიამეტრი 8–12 სმ. ქმნის მტევანს. მისგან ამზადებენ ჯემსა და სხვა მრავალ ნაწარმს. სკანდინავიურ ქვეყნებში გამოიყენება როგორც სუპისა და პუდინგის კომპონენტი. თავლოვანი მცენარეა. მაღალი კვებითი ღირებულებით გამოირჩევა და დიდი რაოდენობით ჯანმრთელობისათვის სასარგებლო ნივთიერებებს შეიცავს. მის მოხმარებას ურჩევენ სამედიცინო მიზნით ართრიტების და რევმატიზმების დროს [4,5].

მოცხარის სამრეწველო პლანტაციების შექმნა ხელს შეუწყობს მცენარის გენოფონდის შენარჩუნებას. ეს უნიკალური მცენარე მეტად ძვირფასი და შეუცვლელი ნედლეულია არამარტო სამამულო ფარმაცევტული მრეწველობისათვის, არამედ საქსპორტო პოტენციალის სერიოზული პერსპექტივაც გააჩნია. მათი ბიოლოგიური თავისებურებების გათვალისწინებით, ფერმერულ მეურნეობებში, მეცნიერულად დასაბუთებული რეკომენდაციების საფუძველზე, უნდა განვითარდეს ქვეყნისათვის ისტორიულად ტრადიციული, ამჟამად მივიწყებული პრიორიტეტი.

ლიტერატურა

1. კეცხოველი ნ. საქართველოს მცენარეული საფარი. -თბილისი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა, 1959, 443გ.
2. შეთეკაური შ. საქართველოს ბუნების ატლასი – მცენარეები და ცხოველები. -თბილისი, გამომც. ბაკურ სულაკაური, ISBN 9789941158599, 2013, 152 გვ.
3. კაჭარავა თ. საქართველოს სამკურნალო, არომატული, საღებარი, თაფლოვანი, სანელებელი და შხამიანი მცენარეების ბიომრავალფეროვნება. -თბილისი, უნივერსალი, ISBN 978-9941-26-728-4; უაკ:633.88.+615.322, კ-367; 2020, 462 გვ.
4. კაჭარავა თ. და სხვ. ფიტოგენეტიკური რესურსიდან მძიმე ლითონების და რადიონუკლიდების გამომტანი მცენარეების დიფერენცირება. -თბილისი, ნეკერი, 2014, 28 გვ.
5. Aleksidze A., Japaridze G., Giorgadze A., Kacharava T. Biodiversity of Georgia, Global Biodiversity. Volume 2, Selected Countries in Europe Environmental Science/Climate Change & Mitigation, ISBN: 9781771887175, 2018, 404 p.

SUMMARY

BIOLOGICAL FEATURES OF THE CURRANT GENUS (*Ribes L.*) COMMON IN ADJARA

Memarne K.G.

Georgian Technical University

The article describes the biological features of species of the genus currant (*Ribes L.*), common in Adjara, discovered as a result of the expedition. The results of expeditionary-route studies of wild currant species growing in the highlands of the Khulo municipality of the Adjara region, in particular, in the Agara gorge, on the border of the upper and subalpine belts, at an altitude of 1500-2300m and above, above sea level. It is shown that in the mentioned gorge the distribution of wild currant species is characterized by both independent groups and coexistence in groups of low-growing trees and shrubs. Their chemical composition and use are differentiated.

Keywords: Berries, *Ribes Bibersteinii Berl. ex DC.*, *Ribes alpinum L.*, Biologically active substances.

ღვინო „ხაშმის საფერავი“-ის თვისებათა კავშირი წარმოშობის ადგილთან

მირველაშვილი მ.შ, ღამბაშიძე გ.ო, სალია ე.შ

საქართველოს სოფლის მეურნეობის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრი

ისტორიულ წყაროებში სოფელი ხაშმი „აჰჰაეროვანი“ უძველესი დროიდან მოიხსენიება სოფლის ზეპირსიტყვიერებაში შემორჩენილია ვენახის მდებარეობის განმსაზღვრელი სახელებიც: ყორიანები, კორძიანები, შილიანები, თოკები, ყარაბულახი. სოფლის ძველ ტერიტორიებზე, როგორც ღვინის წარმოების უტყუარი მოწმე, შემორჩენილია ყურძნის გადამუშავების მიზნით აგებული დახურული ტიპის სხვადასხვა პერიოდის მარნები, ქვევრებით და მარნის ინვენტარი: საწნახლები, სხვადასხვა ტიპის საღვინე ჭურჭელი [1,2]. მაგრამ არსებულ მარნებს შორის, სამაგალითოა იმ პერიოდისათვის ინოვაციური ტექნოლოგიების გამოყენებით გადაწყვეტილი თავად ჩოლოყაშვილის მარანი, „სადაც ქვევრებს შორის გადიოდა წყაროს წყალი, რაც მუდმივ და საჭირო ტემპერატურას ქმნიდა“ [3]. ამგვარად იქმნებოდა ხაშმში ადგილის დასახელების განსაკუთრებული ღვინო, რომელსაც, ბუნებრივი პირობების გათვალისწინებით შემუშავებულ ღვინის დამზადების წესთან ერთად, განსაზღვრავდა კონკრეტულ ჯიშზე – საფერავზე მოქმედი სხვადასხვა ფაქტორები ნიადაგი, ზღვის დონიდან სიმაღლე ექსპოზიცია, ზოგჯერ კლიმატი, ან ყველაფერი ერთად, ეს აისახებოდა ღვინის ხარისხზე და თვითმყოფადობაზე [6]. საკითხის მიმართ დიდი ინტერესიდან გამომდინარე, საჭიროდ ჩავთვალეთ, ჩვენს მიერ გარეკახეთში, კერძოდ საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის სოფელ ხაშმი, შესწავლილი და გამოვლენილი გარემო პირობების მოქმედების ეფექტი წარმოგვედგინა ადგილწარმოშობის დასახელების „ღვინო ხაშმის“ ქიმიურ და ორგანოლექტიკურ მახვენებლებზე.

აგროკლიმატი

ხაშმის მიკროზონა მდებარეობს გომბორის ქედის სამხრეთ დასავლეთ კალთებზე მდ. ივრის მარცხენა მხარეს საგარეჯოს მუნიციპალიტეტის (დაშორება ადმინისტრაციული ცენტრიდან 14 კმ) ტერიტორიაზე, ზღვის დონიდან 770 მეტრზე. კლიმატი აქ ზომიერად ნოტიოა, ცხელი ზაფხულით და ზომიერად ცივი ზამთრით. ტერიტორიის უმეტეს ნაწილში ჰაერის ტემპერატურის მდგრადი გადასვლა 10°C -ზე ზევით აპრილის პირველ დეკადაში აღინიშნება, ხოლო 10°C -ზე ქვევით ტემპერატურა ოქტომბრის ბოლო რიცხვებში ეცემა. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლიობა 190–200 დღეა, აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი $3600\text{--}3400^{\circ}$ ფარგლებშია. ტერიტორიაზე ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამი 768,6 მმ-ია. წლიური ნალექებიდან მაქსიმუმი მაისში მოდის (90–130 მმ), ხოლო მინიმუმი დეკემბერში (25–35 მმ). ხაშმის მიკროზონის ამინდის ფორმირებას განაპირობებს სუბტროპიკულ და ზომიერ განედებში განვითარებული დასავლეთიდან და აღმოსავლეთიდან გადმონაცვლებული ატმოსფერული პროცესები. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა შეადგენს $11,4^{\circ}\text{C}$, ყველაზე ცივი თვე იანვარია. უთბილესი თვეების (ივლისი, აგვისტო) საშუალო ტემპერატურა $23\text{--}22^{\circ}$ საზღვრებში ცვალებადობს. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის წლიური მნიშვნელობა საშუალოდ 66–68 %-ის ფარგლებში მერყეობს. ჰაერის ტენით გაჯერება ყველაზე ნაკლებია (62–64 %) ზაფხულის თვეებში (ივლისი, აგვისტო), ყველაზე მაღალ მაჩვენებელს კი გვიან შემოდგომაზე (75-%) და ზამთრის დასაწყისში აღწევს.

ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე მიკროზონაში 1,5 მ/წმ-ია. ძირითადად გაბატონებულია ჩრდილო დასავლეთის, დასავლეთის (11,8 %), აღმოსავლეთის და სამხრეთ-აღმოსავლეთის (6–15%) ქარები. შემოდგომაზე ქარებს სამხრეთიდან (აზერბაიჯანი) მდ. ივრის ხეობაში შემოაქვთ თბილი ჰაერის მასები, რომელსაც წინ ეღობება გომბორის ქედი, რაც კიდევ უფრო მეტად ამადლებს ადგილმდებარეობის ანუ ექსპოზიციის სითბურ რეჟიმს. მრავალწლიანი მონაცემების მიხედვით მიკროზონაში სექტემბერიან დღეთა რიცხვი წლის განმავლობაში 2,4 უდრის. ყველაზე სეტყვიანი თვე მაისია.

ნიადაგი

სხვადასხვა მიკროზონებში ღვინის კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ ვახზე მოქმედ სხვა კომპონენტებთან ერთად წითელ ღვინოებში ნიადაგი გადამწყვეტია. ანუ ხაშში ნიადაგური ფაქტორების მიკროკლიმატთან შეჯერება ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ჯიშ საფერავიდან განსაკუთრებული თვისებების მქონე ღვინის მისაღებად. „მთელ დღეს მზის გულზეა გამოფენილი, რაც უმთავრესია სოფლის ვენახები ირწყვება მდ. იორის წყლით, რომელიც მიკროელემენტებით მდიდარი თიხის ნაწილაკებით არის გაჯერებული და ამიტომ საკმაოდ ნაყოფიერია“ [5]. სრულმა ნიადაგურმა ჭრილებმა და საველე პროფილური და ლაბორატორიული კვლევის შედეგებმა გვიჩვენებს, რომ მიკროზონაში აღწერილი ნიადაგები მიეკუთვნება ყავისფერ კარბონატული ნიადაგების ჯგუფს, რომლებიც განვითარებულია ლიოსისებრ თიხნარებზე და ქვიშაქვების გამოფიტვის პროდუქტებზე (სანიმუშო ფართობი №1), ალუვიურ ნაფენებზე (სანიმუშო ფართობი №2, 3) და ხასიათდება ტუტე (8,0–8,4 და ძლიერ ტუტე (8,5–8,7) რეაქციით, სიღრმეზე ტუტეობის მატებით, საშუალოდ მცირედ ჰუმისიანობით (2,9–3,6 %), ღრმად ჰუმუსირებით, მძიმე და საშუალო თიხნარი გრანულომეტრული შედგენილობით, ზედაპირიდანვე ძლიერ კარბონატულობით (18,4–27,0%), საშუალო ან მაღალი შთანთქმის ტევადობით (32–68 მგ.ეკვ/100 გ) ფუძეებით მაძღრობით, შთანთქმული ფუძეებიდან ჭარბობს კალციუმი. მცენარისთვის ხელმისაწვდომი საკვები ელემენტების ფორმების შემცველობის მიხედვით შესწავლილ ნიადაგში ძირითადი საკვები ელემენტებიდან ჰიდროლიზური აზოტის (50–78 მგ/კგ) რაოდენობა საშუალო ან დაბალია, სიღრმით კლების ტენდენციით, გაცვლითი კალიუმის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში (300–510 მგ/კგ) მაღალი ან ძალიან მაღალია და თანდათანობით მცირდება სიღრმის მატებასთან ერთად (150–60 მგ/კგ) და საშუალო ან დაბალი უზრუნველყოფის კატეგორიაში გადადის, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტი საშუალოდ (21–27 მგ/კგ) ან მცირედ უზრუნველყოფილია (7–12 მგ/კგ) მოძრავი ფოსფორით, ხოლო ქვედა ჰორიზონტებში ხელმისაწვდომი ფოსფორის შემცველობა მნიშვნელოვნად მცირდება.

ჯიშ საფერავის სამეურნეო-ტექნოლოგიური დახასიათება

საფერავი სამეურნეო დანიშნულებით ვახის წითელი ჯიშების საუკეთესო წარმომადგენელია. აკადემიკოს ივანე ჯავახიშვილის ცნობით საფერავმა არსებობის ხანგრძლივი პერიოდის განმავლობაში გარემო პირობების ხშირი და მკვეთრი ცვალბადობის ხელშეწყობით წარმოქმნა განსხვავებული ფორმები – ვარიაციები. ასხვავებენ საფერავის რამოდენიმე ვარიაციას: მართალ, ცრუ, დედალ, მრგვალმარცვალა, წვრილმარცვალა, ბუდეშურისმაგვარ საფერავს, გარდა ჩამოთვლილისა ფრანგულ ამპელოგრაფიებში პიულია, ოდარი, ვილა, ვერმოლი მოხსენიებულია დიდი საფერავი, პატარა საფერავი, კახეთის საფერავი, კრიკინა საფერავი. მათ შორის მსხვილმარცვალა – საფერავი № 359 და ბუდეშურისებრი საფერავი – ბოლოებწაწვეტებული მარცვლებით და ნაადრევი სიმწიფით [4]. კახეთის რეგიონში მევენახეობის სხვადასხვა სპეციფიკურ ზონებში (ქინძმარაული, მუკუხანი, ნაფარეული, ზეგაანი, ახაშენი) საფერავი მასზე მოქმედი გარემო პირობების გავლენით იძლევა მაღალი ხარისხის სხვადასხვა ტიპის ღვინოს: მშრალი, ბუნებრივად ნახევრადტკბილი, სადესერტო, კახური-ტრადიციული [7].

საფერავისთვის დამახასიათებელია საშუალოზე ძლიერი ზრდა და საშუალო მოსავლიანობა 6–7 ტონა 1 ჰა-ზე. მტევნის საშუალო წონა 140–145 გრამია. მწიფე ყურძენში შაქრიანობა 24–26 გ/დმ³-ს, ხოლო მუავიანობა 7,5–8,5 გ/დმ³-ს აღწევს [6].

ღვინო ხაშში

ადგილწარმოშობის დასახელების კონტროლირებადი უმაღლესი ხარისხის წითელი ღვინო „ხაშმის საფერავი“ მზადდება საფერავის ჯიშის ყურძნისგან დურდოს სრული ალკოჰოლური დუდილის გზით. ჩვენი კვლევებით ხაშმის მიკროზონაში ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე (700, 750, 770 მ) საფერავიდან დამზადებული ღვინის სამი ნიმუშის შეფასებით გამოვლენილია პარამეტრების სიახლოვე (მოცულობითი სპირტ შემცველობა არანაკლებ 10,5%), რაც ადგილწარმოშობის შიგნით ჰომოგენურობის მაჩვენებელია. ღვინო შეფერილობით მუქი წითელია და ასაკთან ერთად ცნობილი კანონზომიერების მიხედვით კანტის ზონაში იცვლება მოიისფერო

ნიუანსიდან მუქი აგურისფერისკენ; არომატი ხასიათდება ჯიშური თავისებურებებით, ინტენსიური წითელი ხილის ტონებით, მჟავე ალუბლის, ქლიავის, მწიფე ბლის, ტყემლის და სხვა კურკოვანი და კენკროვანი ხილის ტონების დომინანტურობით. ნაკლებად გამოხატული ალკოჰოლიანობით.

ლიტერატურა

1. სულხან-საბა ორბელიანი. ლექსიკონი ქართული, ტ I, 1991.
2. სუმბაძე ღ. ქართული მარნის ხუროთმოძღვრება ძეგლის მეგობარი. №16 1968, გვ 37-41.
3. ქარუმიძე ვ. ქარუმიძე ნ. ხაშმი. თბილისი, ცოდნა, 2002, გვ. 73-77, გვ. 37, გვ. 213.
4. ქოქრაშვილი ზ. ქართული ფენომენი ღვინო და ღვინის ღვთაება. ბადაგონი საქპატენტი 2004, გვ. 143.
5. დეკანოსიძე თ., კობაძე თ., გოგიტიძე ვ., მირველაშვილი მ. საფერავის ჯიშური, აგროეკოლოგიური და ტექნოლოგიური პოტენციალი შიდა კახეთში. /საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, თბილისი 2006, ტ. 18, გვ. 55-60.
6. ტაბიძე დ. კახეთის ვაზის ჯიშები. –თბილისი, ტექნიკა და შრომა, 1954, ტ. II, გვ. 69-84.
7. გოგიტიძე ვ., ღლონტი თ., ჩხარტიშვილი ნ. აგროეკოლოგიური პირობების გავლენა სუფრის ღვინოების ხარისხზე შიდა კახეთში. // ვაზი და ღვინო, თბილისი, 2006, ტ. 5, გვ.30.

SUMMARY

CONNECTION OF KHASHMI SAPERAVI CHARACTERISTICS WITH THE PLACE OF ORIGIN

Mirvelashvili M.Sh., Gambashidze G.O. and Salia E.Sh.

Georgian Agricultural Scientific Research Center

Environmental factors operating in Khashmi microzone have a special impact on the agricultural-technological indicators of Saperavi grapes. Helps to ferment this grape to make the highest category red dry wine of the appellation of origin "Khashmi Saperavi", the aroma of which is characterized by varietal characteristics, in particular, intense and with dominance of red fruit tones, sour cherry, plum, ripe bliss etc., but also with less alcoholism.

Keywords: Khashmi microzone, environmental factors operating, khashmi saperavi characteristics.

ხელოვნური განზომილი და მისი მნიშვნელობა მიკროეკონომიკურ მეფრინველობაში

ნოზაძე თ.პ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

დღეისათვის, როგორც სანაშენე ისე ინდუსტრიულ მეფრინველობის ფერმებში უმნიშვნელოვანესი საკითხია კვერცხმდებელი ფრინველის ექსპლუატაციის გახანგრძლივება – წარმოებული პროდუქციის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების ზრდა. აღნიშნულის მიღწევა კი შესაძლებელია ფრინველის ანატომიური, ფიზიოლოგიური და ბიოლოგიური თავისებურებების შესწავლის შედეგად, რათა ეფექტური ზემოქმედება მოვახდინოთ ფრინველის პროდუქტიულ მაჩვენებლებზე.

ფრინველის ერთ-ერთი დამახასიათებელი ბიოლოგიური თავისებურებაა ბუმბულის საფარისა და კანის ეპიდერმისის სტრუქტურული ელემენტების პერიოდული ცვლა, რასაც განგური ეწოდება. განგური ფრინველებში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პროცესია, რომელსაც გარეულ ფრინველებში სეზონური ხასიათი აქვს და სრულდება შემოდგომისთვის, თბილ ქვეყნებში გადაფრენამდე, სწორედ ამიტომ განგური შესაძლოა ჩაითვალოს ფრინველის ადაპტირების უნარი გარემო პირობების ცვლილებისადმი, რომლის უნარიც შინაურმა ფრინველმა მემკვიდრეობით მიიღო თავისი გარეული წინაპრისგან.

ზემოაღნიშნული თავისებურების გათვალისწინებით ინდუსტრიულ მეფრინველობის ფერმებში კვების რეჟიმისა და მიკროკლიმატის პირობების მანიპულირებით ფრინველის ხელოვნური განგურის გამოწვევა და გამოყენება ერთ-ერთი მეთოდია, რომლის დახმარებითაც შესაძლებელია მეკვერცხული პროდუქტიულობის ზრდა მ.შ კვერცხის საინკუბაციო თვისებების გაუმჯობესება, ამასთან, ძალზედ დიდია ხელოვნური განგურის მნიშვნელობა კვერცხმდებელი ფრინველის ექსპლუატაციის გახანგრძლივების საკითხში, რითაც შესაძლებელია მისი შენახვის ფინანსური, ადამიანური და ტექნიკური დანახარჯების შემცირება [1].

პირველი ცდები ხელოვნურ განგურზე 1900 წელს აშშ-ში ჩატარდა, ხოლო 30-იანი წლებიდან ფრინველის კვერცხის მწარმოებლებმა აქტიურად დაიწყეს მისი გამოყენება წარმოების რეგულირებისა და მეკვერცხული პროდუქტიულობის გაუმჯობესებისთვის.

ხელოვნური განგურის ქვეშ იგულისხმება ფრინველის ორგანიზმზე სტრეს-ფაქტორის ზემოქმედებით, მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და ფუნქციონალური ცვლილებების გამოწვევა, რომელიც იწვევს ორგანიზმიდან მავნე ნივთიერებისა და ზედმეტი ცხიმის გამოდენას, ბუმბულის ცვლას, ცოცხალი მასის შემცირებას, კვერცხმდებლობის დროებით შეწყვეტას და კვერცხმდებლობის ახალი ციკლის გამოწვევას.

ხელოვნური განგურის გამოწვევის მეთოდები

დღეისათვის მეფრინველობაში ხელოვნური განგურის გამომწვევ სხვადასხვა სტრეს-ფაქტორებს იყენებენ და ახდენენ დაკვირვებას რამდენად ადეკვატურად რეაგირებს ფრინველი და რამდენად ეფექტურად ხდება პროდუქტიული მაჩვენებლების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მახასიათებლების ზრდა.

სტრეს-ფაქტორების მიხედვით განასხვავებენ ხელოვნური განგურის გამოწვევის შემდეგ მეთოდებს:

1. კლასიკური მეთოდი;
2. ზოოტექნიკური მეთოდი;
3. ჰორმონალური მეთოდი;
4. ქიმიური მეთოდი;
5. განგურის გამოწვევა მიკროელემენტებით [2].

კვლევის ნაწილი

საქართველოში დარგში არსებული მრავალი გამოწვევის: საკვები ბაზის სიმცირის, საზღვარგარეთიდან საინკუბაციო კვერცხის და ერთდღიანი წიწილის სრუ-

ლად იმპორტზე დამოკიდებულების, კომბინირებული საკვებისათვის საჭირო ინგრედიენტების, წარმოებისთვის საჭირო მოწყობილობა-დანადგარების იმპორტის და მეფრინველეობის დარგში ჩართული წვრილი ფერმერული მეურნეობების მიხედვით სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გამო და განსაკუთრებით დღევანდელ პერიოდში მსოფლიო პანდემიით გამოწვეული შექმნილი ვითარების გამო, რა დროსაც ვერ ხერხდება ქვეყანაში ერთდღიანი წიწილის გეგმური შემოყვანა და შესაბამისად ადგილი აქვს წარმოების ციკლის ჩაყარვას, აქტუალური საკითხი და დიდი გამოწვევაა ისეთი კვლევების ჩატარება, რომელიც სათანადოდ უპასუხებს ზემოაღნიშნულ გამოწვევებს და რესურსების რაციონალურად გამოყენებით – ფრინველის ექსპლუატაციის გახანგრძლივებით, მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს სასურსათო უსაფრთხოებასა და ეკონომიკურ მდგრადობაში.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე კვლევის მიზანს წარმოადგენს წვრილი ფერმერული მეურნეობის მაგალითზე შეგვესწავლა მეკვერცხულ ფრინველში მინიმალური დანახარჯებით ხელოვნური განგურის ჩატარების ეკონომიკური ეფექტურობა, მულტივიტამინოვანი, მინერალური ნივთიერებებისა და ელექტროლიტების შემცველი „განასუპერვიტ პლიუსი“ დანამატის გავლენის შესწავლა განგურის პროცესზე და მთელ ექსპლუატაციის პერიოდზე: ფრინველის შენარჩუნებაზე, კვერცხების ინტენსივობაზე, ცოცხალ მასაზე, მიღებული პროდუქციის რაოდენობასა და ხარისხზე, ამასთან აღნიშნული მაჩვენებლების შედარება განგურ გაუვლელი გუნდის მეკვერცხულ პროდუქციასთან, რათა მოხდეს სხვადასხვა გუნდიდან მიღებული სასურსათო კვერცხის თვითღირებულების ეკონომიკური გაანგარიშება.

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა ზოოტექნიკური მეთოდი და შერჩეულ იქნა ახმეტის რაიონ სოფელ ხორხელში მდებარე მეკვერცხული მიმართულების მეფრინველეობის ფერმა: სულ ორი საფრინველე – 8600 ფრთა ქათამის ტევადობით, საშუალო კვერცხმდებლობა 80%, ფერმაში გამოყენებულია ქათამის შენახვის გალიური სისტემა, სადაც კვებასთან, დაწყურებასთან, ნაკვლის გატანასთან და პროდუქციის შეგროვებასთან დაკავშირებული ყველა პროცესი ავტომატიზირებული და მექანიზირებულია, შენობაში ასევე განთავსებულია ზოოჰიგიენური ნორმების დაცვისთვის ყველა საჭირო აღჭურვილობა.

ცდები ტარდებოდა მეკვერცხული მიმართულების ქათამის 4 ხაზიან კროს „ლომან LSL კლასიკზე“, საცდელი სულადობა 72 კვირის ასაკის 2000 ფრთა ქათამი, საშუალო ცოცხალი მასა 1,5 კგ (ცხრ.1) [3].

ცხრილი 1. 4 ხაზიანი კროსი „ლომან LSL კლასიკი“-ს დახასიათება

მეკვერცხული პროდუქტიულობა	ასაკი 50% კვერცხმდებლობისას	140 – 150 დღე
	კვერცხმდებლობის პიკი	92 – 95%
	12 თვის მეკვერცხული პროდუქტიულობა	305 – 315 ცალი
	წარმოებული კვერცხის მასა წელიწადში	19,0 – 20,0 კგ
კვერცხის დახასიათება	ერთი კვერცხის საშუალო მასა წელიწადში	62,0 – 63,0 გ
	ნაჭუჭის ფერი	თეთრი
საკვების მოხმარება	ნაჭუჭის გატეხვის სიმძლავრე	40 H
	1 – 20 კვირა	7,0 – 7,5 კგ
	პროდუქცია	105 – 115 გ/დღეში
ცოცხალი მასა	საკვების ათვისება	2,0 – 2,2 კგ/კგ კვერცხის მასა
	20 კვირაში	1,3 – 1,4 კგ
	წარმოების ბოლოს	1,7 – 1,9 კგ

კვლევის დაწყების წინ დაგეგმილი ექსპლუატაციის პერიოდის და სასურველი პროდუქტიულობის მაჩვენებლების მიღების მიხედვით განისაზღვრა ხელოვნური განგურის პერიოდები:

1. წინასწარი (მოსამზადებელი) პერიოდი – წინასწარ (მოსამზადებელი) პერიოდში განგურის ეფექტურობისათვის, ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პერიოდის-

თვის და პროდუქტიულობის მაქსიმალურად ზრდისთვის ფერმერს მივეცით რეკომენდაცია განგურის დაწევის წინ ქათმის ცოცხალი მასის, მეკვერცხული პროდუქტიულობის, განგურამდე გუნდის მდგომარეობისა და შენახვის სისტემის გათვალისწინებით მოეხდინა სულადობის განგურის წინა წუნდება, გუნდიდან ავადმყოფი, სუსტი, არაერთგვაროვანი ფრინველის გამოწუნება და ერთგვაროვანი სულადობით საფრინველის დაკომპლექტება, თუმცა შენობასთან, ელექტროენერგიასთან და მუშა ხელის დამატებითი ხარჯების თავიდან აცილების მიზნით მოხდა ერთ საფრინველში – სამ იარუსიან გალიებში არაერთგვაროვანი სულადობის დასმა და განგურისთვის მოსამზადებელი პერიოდის გაგლა. მინიმალური და მაქსიმალური ცოცხალი მასის მაჩვენებელი მერყეობდა 1,1 კგ-დან 1,5 კგ-მდე.

2. სტრეს-ფაქტორის ზემოქმედების პერიოდი – 1–9 დღის განმავლობაში ქათამს წყალთან ერთად მულტივიტამინოვანი, მინერალური ნივთიერებებისა და ელექტროლიტების შემცველი „განასუპერვიტ პლიუსი“ ეძლეოდა თავისუფლად (1 ტონა – 250გრ). საკვების მიწოდება არ ხდებოდა, საკვები ნივთიერებებიდან ეძლეოდა მხოლოდ კირქვა (1 ფრთა: 6–8 გრ), სინათლის ხანგრძლივობა 2–3 სთ, ხოლო სინათლის ინტენსივობა ნორმაზე 1/3-ით ნაკლები. სტრეს-ფაქტორის ზემოქმედების პერიოდი გაგრძელდა 9 დღე, რა დროსაც სულადობის საშუალო დაცემის პროცენტმა 2–3%-ს მიაღწია.

3. კვერცხდების დაწევის პერიოდი – მე-9-ე დღიდან 5-6 დღის განმავლობაში დაგეგმილი წონის კლების 25–30% მიღწევის შემდეგ, ფრინველს მიეწოდებოდა საკვები 1 ფრთაზე – 30გ ოდენობით. სინათლის ხანგრძლივობა 4 სთ, ხოლო სინათლის ინტენსივობა არ აღემატებოდა 6–8 ლუქსს. ყოველი კვირის თავზე ხდებოდა 10-20 გ საკვების მომატება და კვერცხდების დაწევის პერიოდში, როდესაც კვერცხმდებლობამ მიაღწია 10%-ს საკვების რაოდენობა შეადგენდა 100 გ კომბინირებულ საკვებს, 30–40% კვერცხმდებლობის მიღწევისას 105გ. სინათლის ხანგრძლივობა 13 სთ, ხოლო ინტენსივობა 10 ლუქსი.

4. კვერცხდების პიკზე გასვლის პერიოდი – პიკზე გასავლა მოხდა იმ რაოდენობის საკვებით, რა რაოდენობასაც ქათამი იღებდა კვერცხდების I პერიოდში პიკის დროს – 110გ, სინათლის ხანგრძლივობა 14 საათი, ხოლო ინტენსივობა 10 ლუქსი. კვერცხმდებლობის ინტენსივობამ 85–86%-ს მიაღწია განგურის დაწევიდან 95–98-ე დღეს. პიკის ხანგრძლივობამ შეადგინა საშუალოდ 18 დღე.

5. პროდუქტიული პერიოდი – პროდუქტიული პერიოდი გაგრძელდა 8 თვემდე (ცხრ.2).

ცხრილი 2. საშუალო პროდუქტიული მაჩვენებლები განგურის შემდგომ პერიოდში

საშუალო პროდუქტიულობა (%)	75,4
საშუალო პროდუქტიულობა 1 ფრთაზე (ცალი კვერცხი)	180,96
თვის საშუალო პროდუქტიულობა 1 ფრთაზე (ცალი კვერცხი)	22,6
კვერცხის საშუალო მასა (კგ)	11,580
კვერცხის კატეგორიათა თანაფარდობა (%)	ნული კატეგორია – 85 I კატეგორია – 12 II კატეგორია – 2 დაზიანებული კვერცხი – 1
საკვების მოხმარება 1 ფრთაზე (გ)	110
სულ მოხმარებული საკვები (კგ)	26,4

ზემოაღნიშნულ კვლევის შედეგებზე დაყრდნობით ხელოვნური განგურის გამოყენებით კვერცხმდებელი ფრინველის ექსპლუატაციის გახანგრძლივება და არსებული რესურსების რაციონალურად გამოყენებით წარმოებული პროდუქციის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების ზრდა ეკონომიკურად ძალზედ ეფექ-

ტიანია, განსაკუთრებით დღევანდელ პერიოდში, როდესაც ადგილი აქვს მსოფლიო პანდემიით გამოწვეულ ეკონომიკურ კრიზისს.

ლიტერატურა

1. ნოზაძე რ. ხუციშვილი მ. ზავრაშვილი ვ. მეფრინველების პროდუქტების წარმოების და გადამუშავების ტექნოლოგია. - თბილისი, ახალგაზრდა ფერმერთა სახლი. 2007, გვ. 3–416.
2. კვიციანი მ. ხელოვნური განჯურის პერიოდში „სელ-პლექსის ეფექტურობის შესწავლა მკვერცხულ მეფრინველობაში. დისერტაცია აგრარულ მეცნიერებათა დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად, თბილისი, 2013, გვ. 6–182.
3. LOHMANN TIERZUCHT GMBH. Layer Management Guide Lohmann LSL Classic. Germany - <http://comunidad.uach.mx/fsalvado/LOHMANN%20LSL%20CLASSIC.pdf>

SUMMARY

ARTIFICIAL MOLTING AND ITS IMPORTANCE IN EGG LAYER POULTRY

Nozadze T.P

Georgian Technical University

Prolonging the period of laying hens using artificial molting at industrial poultry farms - the growth of quantitative and qualitative indicators of the produced products gain even more economic importance, especially in the context made due to the global pandemic, when there is a failure of a production cycle, scarcity of resources and economic crisis. In Georgia, the rational use of existing resources is especially important it is especially important due to the completely dependence of the sector on imports, that will make a significant contribution to the country's food security, economic sustainability and especially in improving the difficult socio-economic situation of small farms involved in the poultry sector.

Keywords: lohmann LSL-Classic, artificial molting, egg production.

ფრინველის კვერცხის შემადგენლობა და თვისებები

ნოზაძე თ.პ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კაცობრიობის წინაშე მდგარი გლობალური პრობლემებიდან ერთ-ერთი ყველაზე აქტუალურია მოსახლეობის სურსათით უზრუნველყოფა. ამ პრობლემის გადაწყვეტაში კი გადამწყვეტი როლი აკისრია სოფლის მეურნეობას და მის დარგებს, რომელიც გვაძლევს ადამიანის ცხოველმყოფელობისათვის აუცილებელ სრულფასოვან საკვებ პროდუქტებს. აღნიშნულიდან გამომდინარე მოსახლეობის საკმარისი რაოდენობის ცილოვანი სკვებით უზრუნველსაყოფად, მეფრინველეობის დარგის მალმწიფადობა უპირატესს ხდის მის მოშენებას სხვა სახის სასოფლო – სამეურნეო ცხოველებთან შედარებით, იგი გვაძლევს შესაძლებლობას უმოკლეს დროში მივიღოთ დიეტური და ცილით მდიდარი ცხოველური წარმოშობის სურსათი.

ფრინველის კვერცხში ყველა საყუათო ნივთიერებაა, რომელიც ახალი ორგანიზმის შესაქმნელადაა საჭირო, აგებულებით იგი შედგება ყვითრის, ცილის და ნაჭუჭისაგან. სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო ფრინველის კვერცხის აგებულებაში აღნიშნული კომპონენტები სხვადასხვა თანაფარდობითაა წარმოდგენილი (ცხრ.1).

ცხრილი 1. კვერცხის ნაწილების თანაფარდობა (%)

ფრ-ის სახეობა	ცილა	ყვითრი	ნაჭუჭი
ქათამი	55,8	31,9	12,3
ინდაური	55,9	32,3	11,8
იხვი	52,6	35,4	12,0
ბატი	52,5	35,1	12,4
მწყერი	60,9	31,9	7,2

კვერცხის ნაჭუჭი დაფარულია ნაჭუჭზედა თხელი გარსით – კუტიკულით, წარმოიქმნება კვერცხედების პროცესში და წარმოადგენს გამშრალ ლორწოს, რომელიც ხელს უშლის გარემოდან კვერცხში მიკროორგანიზმების შეღწევას და წყლის აორთქლებას.

კვერცხის ცილა თავისი სტრუქტურით არაერთგვაროვანია, არჩევენ ცილის გარეთა თხელ, შუა მკვრივ, შუა თხელ და შიგა მკვრივ შრეებს, რომელიც გარს აკრავს ყვითრს და ხალაზების საშუალებით უნარჩუნებს მას ცენტრალურ მდებარეობას. ცილის ხარისხის შესაფასებლად ყველაზე მნიშვნელოვანია ცილის შუა მკვრივი შრის რაოდენობა და მდგომარეობა, რაც უმნიშვნელოვანესია საინკუბაციო კვერცხის შეფასებისთვის.

ყვითრი ცილისგან გამოყოფილია თხელი, მაგრამ გამძლე სამშრიანი გარსით, არჩევენ მუქ და ნათელ ყვითრის შრეებს, რომლებიც ერთმანეთისგან განსხვავდებიან ქიმიური შემადგენლობით. ყვითრის ზედაპირზე განთავსებული კვერცხუჯრედის ბირთვი, განაყოფიერებული კვერცხი – ბლასტოდერმა გაუნაყოფიერებელი კვერცხი – ბლასტოდისკისგან განსხვავდება უფრო დიდი ზომით და ერთგვაროვანი ფორმით, რომელიც მოთავსებულია სხვადასხვა ტონალობის კონცენტრირებულ შრეებში და ინკუბაციის პერიოდში გამოიყენებს სწორედ ყვითრის შრეებში არსებულ საკვებ ნივთიერებებს.

კვერცხი როგორც ძვირფასი დიეტური პროდუქტია სასურსათო დანიშნულებით, ისე სრულფასოვანი საყუათო ნივთიერებების კომპლექსია ემბრიონის ზრდა-განვითარებისთვის. სხვადასხვა სახეობის სასოფლო-სამეურნეო ფრინველის კვერცხი ქიმიური შემადგენლობით მკვეთრად არ განსხვავდება ერთმანეთისგან (ცხრ.2).

ცხრილი 2. კვერცხის ქიმიური შემადგენლობა (100 გ ნედლ ფრაქციაში, %)

სახეობა	წყალი	პროტეინი	ცხიმი	ნახშირწყლები	ნაცარი
ქათამი	73,9	12,8	11,8	1,0	0,8
ინდაური	73,7	13,1	11,7	0,7	0,8
იხვი	69,9	13,5	14,4	1,2	1,0
ბატი	70,6	14,0	13,0	1,2	1,2
მწვერი	74,3	13,1	11,1	0,4	1,1

ქათმის კვერცხი ნაჭუჭთან ერთად 66% წყალს და 34% მშრალ ნივთიერებას შეიცავს, საიდანაც 68% ორგანული, ხოლო 32% მინერალური ნივთიერებაა. კვერცხის ნაჭუჭი ძირითადად მინერალური ნივთიერებებისგან შედგება, რომლის შემადგენლობაშია: 94% ნახშირმჟავა კალციუმი, 1,5 % ნახშირმჟავა მაგნიუმი, 0,5% ფოსფორის ნაერთი და 4% ორგანული ნივთიერება.

ცილა შეიცავს ემბრიონის განვითარებისთვის წყლის საჭირო მარაგს, აგრეთვე იგი წარმოადგენს ამინომჟავების, ჯგუფის ვიტამინების და მცირე რაოდენობით მინერალური ნივთიერებების წყაროს. ქათმის კვერცხის ცილაში 88% წყალია, 10,6% პროტეინი, 0,9% ნახშირწყალი და 0,6% ნაცარი. ცილის პროტეინი ყველა შეუცვლელ ამინომჟავას შეიცავს რაც სხვა სახეობის ცხოველური წარმოშობის პროდუქტებთან შედარებით მეტი სრულფასოვნებით ხასიათდება.

კვერცხის ყვითრი შეიცავს ყველა საყუათო ნივთიერებას, რაც აუცილებელია ემბრიონის სრულყოფილი განვითარებისთვის, იგი უფრო მნიშვნელოვანი კვების წყაროა ემბრიონისთვის ვიდრე ცილა და ნაჭუჭი. ყვითრი შეიცავს ცხიმებს, პროტეინებს, პიგმენტებს, ვიტამინებს, უმნიშვნელო რაოდენობით ნახშირწყლებს და მინერალურ ნივთიერებებს. ყვითრის შეფერილობა განსხვავდება შრეების მიხედვით რაც განპირობებულია შრეების ქიმიური შემადგენლობით კერძოდ, ყვითრის ღია შრეში 86% წყალია, 4,6% პროტეინი და 3,5% ლიპიდებია, ხოლო მუქ შრეში 45,4% წყალი, 15% პროტეინი და 36,6% ლიპიდებია, ეს უკანასკნელი ქათმის მთლიანი ყვითრის ცხიმების 90%-ია, რომელსაც ემულგირების კარგი უნარი აქვს და ადამიანის ორგანიზმში მისი ათვისება 96–100% აღწევს. ყვითრის ლიპიდების მაღალი კვებითი ღირებულება განპირობებულია მასში ცხიმოვანი მჟავების არსებობით: 34% ნაჯერი ცხიმოვანი მჟავები (პალმიტინი, სტეარინი) და 66% უჯერი ცხიმოვანი მჟავები (ოლეინი, ლინოლენი). კვერცხის ყვითრში თავისი წონის 8,6% ანუ 1,6 გ. ლეციტინია (ფოსფორით მდიდარი ლიპიდი), რომელიც აუცილებელია ადამიანის ნერვული უჯრედების კვებისთვის, ამასთან იგი ასტიმულირებს ზრდის პროცესს, აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ სხვა ცხოველური წარმოშობის სურსათთან შედარებით კვერცხში ლეციტინის შემცველობა 1,6 გ მაშინ, როცა 100 გ ძროხის ხორცში იგი მხოლოდ 1გ-ია, კარაქში – 0,15 გ, რძეში – 0,06 გ, ქათმის კვერცხი დიდი რაოდენობით შეიცავს ასევე ვიტამინებს: B₁₂ – 9%, B₂ – 15%, A – 6%, B₅ – 7%, გარდა აღნიშნული ვიტამინებისა კვერცხში მცირე რაოდენობით თითქმის ყველა ვიტამინია წარმოდგენილი, ასევე მინერალური ნივთიერებები: ფოსფორი, კალციუმი, მაგნიუმი, სპილენძი, ცინკი, იოდი, სელენი. ქათმის კვერცხის კვებითი ღირებულება საკმაოდ მაღალია – 100 გ. ყვითრი 1600 კ/ჯოულ ენერგიას შეიცავს, ცილა 214 გ კ/ჯოულს. ერთი ცალი საშუალო ზომის კვერცხი თავისი კვებითი ღირებულებით ექვივალენტურია 200 გ მოუხდელი რძისა და 40 გ ძროხის ხორცისა, ამასთან კვერცხში არსებული საყუათო ნივთიერებები იმყოფება თხევად მდგომარეობაში, რაც ადამიანის ორგანიზმის მიერ აადვილებს მის ათვისებას.

ყოველივე ზემოაღნიშნული ფაქტორების გამო ადამიანის ულუფის შემადგენლობაში უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ორგანიზმისთვის საჭირო ნივთიერებების შეტანას. ბევრი აუცილებელი მიკროელემენტი, რომელსაც ადამიანი ღებულობს აბების, კაფსულების და სხვა ქიმიური სახით შექმნილი ფარმაცევტული საშუალებებით, უმჯობესია მიღებულ იქნეს ბუნებრივი კომპლექსის სახით, უშუალოდ საკვები პროდუქტებიდან. სწორედ ამიტომ დეფიციტური და შეუცვლელი ნივთიერებებით გამდიდრებული საკვები პროდუქტების წარმოება ადამიანის კვების ერთ-ერთი აქტუა-

ლური პრობლემაა. ამ მიზნით სასოფლო-სამეურნეო ფრინველის კვერცხის გამოყენება თავისი მაღალი კვებითი ღირებულებისა და ბიოქიმიური შემადგენლობის გათვალისწინებით საუკეთესო საშუალებაა. თანამედროვე მეფრინველეობის წინაშე დგას საკითხი ისეთი პროდუქციის წარმოებისა, რომელიც წინასწარ განსაზღვრული იქნება ადამიანის ჯანმრთელობის გაუმჯობესებისაკენ. ამ მიმართულებით შემუშავებულია სხვადასხვა პროგრამები, რომელთა მიზანს წარმოადგენს ვიტამინზირებული, იოდიზირებული, კალციუმით გამდიდრებული და სხვა ორგანიზმისთვის აუცილებელი ნივთიერებებით გამდიდრებული კვერცხის წარმოება. აღნიშნულიდან გამომდინარე კვერცხი არამარტო სასურსათო დანიშნულებით არამედ სამკურნალო დანიშნულებითაც იწარმოება, რაზეც მოწმობს მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნების მიერ ჩატარებული კვლევები კერძოდ, ნიუ-იორკის ორთოპედიულ საავადმყოფოში ძვლის ადვანსა და გამაგრებაში ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ კვერცხის ნაჭუჭის გამოყენება ძალზედ ეფექტურია, რაც განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ სხვა პრეპარატებისგან განსხვავებით, ორგანიზმის მიერ ნაჭუჭის შეთვისება 100 %-ს აღწევს, რადგან ნაჭუჭის კალციუმის – 1 კვერცხის ნაჭუჭი 2,2–2,3 გ კალციუმს შეიცავს, სინთეზი უშუალოდ ფრინველის ორგანიზმში ხდება, სადაც ორგანული კალციუმი გადადის არაორგანულ ფორმაში და კალციუმის იონები ისეთი ზომისაა რომ ადვილად ხვდებიან ადამიანის უჯრედში, ტოვებენ ნივთიერებათა მთელ ჯაჭვს და ხელს უწყობენ უჯრედშორისი მემბრანის გამაგრებას, ეს უკანასკნელი კი უზრუნველყოფს უჯრედში ვირუსების შეჭრის დაბლოკვას და ამით ორგანიზმს უნარჩუნებს იმუნიტეტს. იაპონელმა მეცნიერებმა მედიცინაში გამოიყენეს ნაჭუჭ-კალციუმისანი წყალი, რომელიც ადვილად და სწრაფად შეთვისებადია ორგანიზმის მიერ, რადგან ნაჭუჭში არსებული კალციუმი იონური სახით ადვილად შეთვისებადია, ასეუფთავებს წყალს – ახდენს ქლორის დეზაქტივაციას, შთანთქავს მძიმე მეტალების მარილებს და მავნე მიკროორგანიზმებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ფრინველის საკვებ ულუფაში მინერალური ნივთიერებების, ცხიმების და ვიტამინების დამატება ცვლის კვერცხში მინერალურ, ვიტამინოვან და ლიპიდურ შემადგენლობას, სწორედ ამიტომ მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში უკანასკნელ წლებში დაიწყო კვერცხის წარმოება სამკურნალო მიზნებისთვის.

ლიტერატურა

1. ნოზაძე რ. ხუციშვილი მ. ზაგრაშვილი ვ. მეფრინველეობის პროდუქტების წარმოების და გადამუშავების ტექნოლოგია. -თბილისი, ახალგაზრდა ფერმერთა სახლი. 2007, გვ. 3–416.

SUMMARY COMPONENTS AND PROPERTIES OF THE EGG

Nozadze T.P

Georgian Technical University

Production of deficient and nutrient-rich foods is one of the actual problems in human nutrition. The use of poultry eggs due to its high nutritional value and biochemical composition is the best way to solve the aforesaid problem.

Keywords: egg production, egg structure, egg chemical composition and properties, nutrition.

ТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ СПРЕЙ-МИСТОВ ДЛЯ ЛИЦА

Джикидзе В.Б.

Грузинский Технический Университет

Минеральная вода – уникальный дар природы. Этот натуральный ресурс из подземных источников обладает лечебными свойствами, оказывает на организм человека исцеляющее воздействие за счет повышенного содержания полезных биологически активных компонентов и особенностей химического состава. Минеральные воды – сложные растворы, в которых вещества содержатся в виде ионов, недиссоциированных молекул, газов и коллоидных частиц. Классификация имеет следующий вид: Гидрокарбонатные воды (натриевые, кальциевые, магниевые), Хлоридные (натриевые, кальциевые, магниевые), Сульфатные (натриевые, кальциевые, магниевые), Воды сложного состава: гидрокарбонатно-хлоридные, гидрокарбонатно-сульфатные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные, с активными ионами: железистые, мышьяковистые, кремнистые, с другими активными ионами (фтор, литий, кобальт и прочие), Газовые: углекислые, сероводородные, другие (азотные, метановые, азотно-метановые и прочие) и Термальные – имеющие температуру 20 °C и выше. Минеральная вода по праву считается одним из древнейших лекарств, созданных природой. Использование их было известно еще античным и средневековым врачам в Европе и на арабском Востоке. Но наибольшее свое применение минеральные воды получили в XX веке [1]. Живительная вода – это непревзойденное по эффективности средство для красоты внутри и снаружи. Сегодня косметика на основе минеральной воды совершила огромный шаг из медицины в косметологию. Косметологи утверждают, что лечение минеральной водой – это лучшее натуральное косметическое средство для питания и увлажнения кожи. При использовании в уходе за кожей лица с ее помощью можно быстро восстановить природный баланс в тканях. При регулярном использовании минеральной воды в качестве уходового средства для кожи можно ожидать антиоксидантный, тонизирующий, матирующий и иммуностимулирующий эффекты. Она насыщает кожу кислородом, помогает заживлять мелкие ранки и укреплять стенки сосудов. Минеральная вода способна вернуть кожному покрову упругость и устранить специфическую стянутость эпидермиса, а ее компоненты (кальций, магний, калий и фтор) снимают воспаления и аллергические проявления, способствуют выработке коллагена, придают коже гладкость и ухоженный вид [1,2].

При применении минеральной воды необходимо учитывать особенности и тип кожи. Минеральные воды с высоким процентом солевого состава подходят для ухода за жирной и пористой кожей, уменьшают сальный блеск и суживают поры. Для сухой и нормальной кожи подходит слабоминерализованная вода, которая тонизирует и смягчает ее. В зависимости от химического состава, наиболее популярны и универсальны бикарбонатно-натриевые и сульфатно-бикарбонатные, есть и разновидности с высоким содержанием селена, калия или кальция. Воды с преобладанием натрия, серы и цинка отлично подходят для жирной кожи, регулируют выделение кожного себума, но не стоит их применять на чувствительную или сухую так как они могут её стягивать. Натрий отвечает за регуляцию клеточного увлажнения, поддерживает водно-солевой баланс, а так же заряд клеточной оболочки. Ионы натрия являются источником энергии, доставляя питательные вещества в клетки [2,3] Калий функционально связан с натрием, вместе они принимают участие в поддержании кислотно-щелочного баланса. Совместно с хлоридами калий отвечает за нормализацию водно-солевого баланса. Бикарбонаты предохраняют от закупоривания сальные железы, устраняют жирный блеск кожи, также выступает в качестве бикарбонатной буферной системы: в условиях взаимодействия бикарбонатного буфера с кислотами происходит их нейтрализация с образованием слабой угольной кислоты. Термальные воды с содержанием селена имеют антиоксидантные свойства, воды с высоким содержанием кремния хорошо матируют и укрепляют эпидермис, а благодаря водородным связям выступают как фиксатор макияжа, невидимо закрепляющую тон и пудру. Основной и самой важной характеристикой любой термальной воды является успокаивающее и тонизирующее действие, которое она оказывает на кожу. Термальная вода снимает раздражения, успокаивает чувствительную, реактивную кожу, эффект выражен тем сильнее, чем больше в тер-

мальной воде кальция, который известен успокаивающим эффектом. Термальная вода также очень полезна и для детской кожи: она эффективно заживляет порезы и царапины, уменьшая покраснения [3,4].

Рассмотрим применение минеральных вод термального типа:

Термальная вода Uriage Thermal Water Spray – Термальная вода Урьяж – идеальное косметическое средство для ухода за кожей, как взрослых, так и детей, начиная с рождения. Термальная вода предназначена для поддержания равновесия влаги и минеральных компонентов в клетках эпидермиса. Подходит для всех типов кожи лица и тела. Благодаря 100% составу воды и большого количества минеральных компонентов препарат прекрасно увлажняет и питает кожу. Сохраняет природный уровень pH кожи. Ежедневное использование дарит коже здоровье, красоту и защиту от неприятных факторов внешней среды. Чистота и богатство природных компонентов по праву может назвать Термальную воду Uriage – «живой водой» [11].

Термальная вода Uriage, Eau thermale – природная изотоническая вода. Она находится в полном осмотическом равновесии с клетками эпидермиса и их естественной средой. Уникальная концентрация минеральных элементов делает воду Урьяж великолепным средством для ухода за кожей. Термальная вода Урьяж вырывается из недр в сердце Альп, проделав длинный путь через множество кристаллических горных пород, надежно укрывающих ее от воздуха и загрязнений и насыщающих минералами и микроэлементами. Термальная вода Урьяж прошла испытания, подтвердившие её изотоничность, увлажняющий эффект, противовоспалительное и антирадикальное действие, эффект улучшения клинических признаков псориаза, прекрасную переносимость. Назначение: увлажняющая, смягчающая, заживляющая и противовоспалительная средство. Тип кожи: Для повседневного ухода за чувствительной и гиперчувствительной кожей новорожденных, детей, взрослых [11].

Термальная вода Avene Thermal Water – Термальная вода Avene эффективно успокаивает, освежает и питает кожу полезными микроэлементами. Это прекрасное смягчающее и противовоспалительное средство. Согласно дерматологическим исследованиям, после использования данной термальной воды: Кожа становится более защищенной от агрессивной окружающей среды; Происходит полное восстановление естественного баланса, то есть качественно улучшается процесс обновления клеток кожи; Снижается уровень чувствительности клеток кожи (раздражения, высыпания на лице значительно сокращаются) [9].

Термальная вода Vichy Thermal SPA Water. С 1846 года признаны успокаивающие и укрепляющие свойства термальной воды Vichy Thermal SPA Water. Термальная вода Vichy является самой высокоминерализованной водой во Франции. Именно благодаря ей возник бренд Vichy, продукция которого основана на восхитительных свойствах этого природного компонента. Она содержит тринадцать микроэлементов и семнадцать минералов, оказывающих благотворное влияние на кожу. Успокаивает и освежает чувствительную кожу, снимает раздражение, которое обусловлено сухостью, и полностью завершает этап очищения кожи [12].

Термальная вода Librederm Thermal Water. Термальная вода из горных недр Шотландии богата микро-, макроэлементами и минеральными солями. Уникальный состав минералов исключительно полезен для кожи. Благодаря Librederm Thermal Water кожа увлажненная, мягкая и нежная на ощупь, устраняется стянутость, покраснения и шелушения. Имеет легкий матирующий эффект, снимает воспаления и защищает от раздражений [10].

La Roche-Posay Zinc Sulfate Solution – Себорегулирующий, Назначение: антибактериальное, матирование, сужение пор. Тип кожи: жирная, проблемная Состав: За счет содержания цинка спрей-контроль действует против основных признаков жирной кожи – жирного блеска и расширенных пор. Обогащен активным ингредиентом сульфатом цинка, известным своим себорегулирующим и антибактериальным действием [7].

Eau Cellulaire Water Mist Institut Esthederm(France) – для лучшего увлажнения кожи, гипотаурин – аминокислота, действующая как ревитализант для продления молодости клеток, кальций – способствует восстановлению барьерной функции и участвует в процессах себорегуляции кожи, калий – предотвращает потерю влаги внутри клеток. Для жирной кожи лица. состав: Клеточная вода (вода, карнозин, минеральные соли, гипотаурин, гиалуронат натрия), глюкоза, маннитол, кальция хлорид, магния хлорид, магния сульфат, калия фосфат, экстракт водорослей, супероксиддисмутаза, экстракт артемии, лимонная кислота, натрия цитрат, натрия хлорид, натрия бикарбонат [5].

Chanel Hydra Beauty Essence Mist Hydration Protection Radiance Energizing Mist (France) – Увлажняющий спрей-дымка заряжающий кожу энергией. Mist увлажняет, защищает и тонизирует кожу, идеально фиксирует макияж. подходит для всех типов кожи содержит: активный компонент Камелия Альба PFA, Голубой имбирь PFA, мощный антиоксидант, витаминов С и Е, гиалуроновая кислота [13].

Увлажняющая вуаль для лица **Пион от L'Occitane En Provence (France)** – Деликатно ароматизированный мультифункциональный спрей для лица, сужает поры и выравнивает текстуру кожи, увлажняет и освежает лицо, при помощи спрея можно закреплять макияж. Состав: экстракт корней пиона (корректирует текстуру кожи и недостатки тона кожи), цветочная вода герани (сужает поры и не щиплет глаза) глицерин (увлажнение) [5].

Ultracuticals Ultra Balancing Skin Mist – Ультра балансирующий спрей для лица, Обладателям жирной проблемной кожи. Обеспечивает глубокое увлажнение и восстановление гидро-липидного барьера, Для всех типов кожи. средство не только не забивает поры, но и очищает их, помогает избавиться от высыпаний, снимает раздражения, освежает. Состав: Молочная кислота – 1,2%, Пантенол, Витамин Е, Экстракт зеленого чая, Гамamelis, Сок алоэ вера, Церамиды, Линолевая и линоленовая кислоты, Холестерол, Термальная вода.

Yves Rocher Sensitive Végétal (France) – спрей для лица Успокаивающим эффектом. Тонизирует и успокаивает кожу, мгновенно возвращая ей ощущение комфорта. подходит для всех типов кожи. Состав: Экстракт сизебекии обладает выраженным противовоспалительным действием. Без отдушек, спирта, красителей, минеральных масел и парабенов [14].

Caudalie BEAUTY ELIXIR (France) – Разработанное на основе эликсира молодости Королевы Венгрии Изабеллы, сужает поры и приносит изысканное сияние коже, предназначена для кожи с недостатком сияния, главным образом у курящих, а также для мужчин после бритья. Состав: экстракты винограда, росный ладан, мирра, экстракты цветков апельсина и розы, эфирное масло розмарина, эфирные масла био меллисы и мяты, вода цветков апельсина [6].

Is Clinical, Copper Firming Mist (USA) – укрепляющий спрей для лица, подходит для всех типов кожи, особенно для сухой, обезвоженной, раздраженной солнечным облучением или косметологическими процедурами. Состав: однопроцентный биопептид меди, экстракт гуараны, орехов кола и листьев падуба парагвайского.

Piel Cosmetics, Silver Aqua Spray (Ukraine) – увлажняющий спрей для чувствительной кожи лица, Продукт способствует снятию раздражений, покраснений, а также заживлению после косметических процедур, он может легко заменить средства для умывания, которые так или иначе раздражают чувствительную кожу лица. Можно использовать как фиксатор для макияжа. Состав: низкомолекулярная гиалуроновая кислота, наносеребро.

Vichy, Normaderm Phytosolution Mattifying Mist (France) – матирующий спрей уменьшает жирный блеск и увлажняет кожу лица, подходит для чувствительной, комбинированной и жирной кожи. Состав: Вулканическая термальная вода укрепляет защитный барьер и нормализует pH. Аминокислота натурального происхождения эффективно впитывает себум. Глицерин смягчает и увлажняет кожу, защищает от сухости [12].

HydroPeptide, OptiMist Radiance Serum Mist – двухфазная сыворотка-спрей восстанавливает защитные функции кожи, улучшает содержание влаги и увеличивает микроциркуляцию в эпидермисе. средство подходит для всех типов кожи, в том числе для чувствительной и раздражённой. Состав: питательный комплекс из морских водорослей, экстракты корня софоры японской и клюквы, Масло арганы и зеленого чая.

Re-Fresh Hydrating Beauty Mist, Clarins – Увлажняющий спрей из новой молодежной линии французской натуральной марки Clarins. Состав: кокосовая вода, цветочная вода на основе акации, растительные экстракты. спрей работает бережно, но надежно, подходит для всех типов кожи [6].

Минеральная вода-спрей «**Бакуриани**» Минеральная вода-спрей «Бакуриани» производится в Чехии компанией Czech Aerosol. увлажняет кожу и сохраняет ее гидробаланс, поддерживает здоровый вид кожи; тонизирует; используется в качестве основы под макияж и для удержания макияжа; снимает «следы» усталости и успокаивает кожу; имеет освежающий эффект и защищает кожу от воздействия внешних факторов. Благодаря своей слабой минерализации «Бакуриани» является самой лучшей водой для спрея. подходит для всех типов кожи. Состав: Природная минеральная вода «Бакуриани», азот, пропиленгликоль, этилгексилглицерин, HCl октенидин, токоферол.

«Бакуриани» – слабоминерализованная вода. Она характеризуется минимальной концентрацией кальция, калия, натрия и магния. Ее частое использование активизирует физиологическое состояние человека. «Бакуриани» содержит в незначительном количестве ионы фтора и йода. Рекомендуются для использования в детском питании, поскольку это единственная грузинская вода, получившая санитарный и гигиенический сертификат института имени Г. Нагидзе. Минеральный состав, мг/л: кальций – 25-50; магний – 5-16; калий – 1-2; натрий – 5-15; хлориды – 4-15; сульфаты – 5-20; Общая минерализация – 0,20-0,35 г/л, pH 6,5-8,0; Своим уникальным составом она является лучшей для людей, ведущих активный образ жизни. «Бакуриани» регулирует водный баланс организма, сохранения молодости и красоты [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Олениченко В.Т. Современные представления о действии минеральных вод и лечебных грязей на организм. / Физические факторы в профилактике, лечении и медицинской реабилитации: Сб. науч. тр. ЦНИИКиФ. -М., 1987, сс.48-51.
2. Смирнова И.О.Функциональная морфология старения кожи. 2004.
3. Степанова Э.Ф., Ширзад Б., Евсеева С.Б. Родиола розовая: Состояние исследований и возможности создания космецевтических и дерматологических средств. //Фармация и фармакология, 2016, 4(5).
4. Casetti F1., Wölfle U., Gehring W., Schempp CM., Dermocosmetics for dry skin: a new role for botanical extracts. j.Skin Pharmacol Physiol., 2011

Интернет ресурсы:

5. Institute Esthderm, Eau Cellulaire Cellular Water Spray [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.esthderm.com/en/brume-d-eau-cellulaire.htm>
6. Caudalie BEAUTY ELIXIR [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.sephora.com/product/beauty-elixir-P6025>, Clarins Re-Fresh Hydrating Beauty Mist, <https://www.clarinsusa.com/en/my-clarins-re-fresh-hydrating-beauty-mist/C080033104.html>.
7. La Roche-Posay Zinc Sulfate Solution. Mist [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.laroche-posay.us/our-products/acne-oily-skin/face-toner/serozinc-face-mist-3433422406728.htm>.
8. Минеральная вода-спрей «Бакуриани» [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.ids-borjomi.com/press-center/news/mineralnaya-voda-sprej-bakuriani/>.
9. Термальная вода Avene Thermal Water Mist [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.eau-thermale-avene.ru>
10. Термальная вода Librederm Thermal Water Mist [Электронный ресурс] Режим доступа <https://librederm.ru/catalog/product/termal-naya-voda-librederm/>.
11. Термальная вода Uriage Thermal Water Spray Mist [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.uriage.com/AA/en>.
12. Термальная вода Vichy Thermal SPA Water Mist [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.vichy.rs/clanak/SkinConsult-AI/a77643.aspx>.
13. Chanel Hydra Beauty Essence Mist Hydration Protection Radiance Energizing Mist [Электронный ресурс] Режим доступа <https://www.chanel.com/cz/skincare/p/141050/hydra-beauty-essence-mist-hydration-protection-radiance-energising-mist>.
14. Yves Rocher Sensitive Végétal спрей [Электронный ресурс] Режим доступа <https://irecommend.ru/catalog/reviews/877-1859-57588>

SUMMARY

THERMAL SPRINGS AND MINERAL WATERS IN PRODUCTION SPRAY MIST FOR FACE

Jikidze V.B.

Georgian Technical University

One of the best things about mists is that there are many ways to use them. They come in different varieties boasting good-for-your-skin ingredients, but most of them focus on hydration. And whose skin doesn't need a little more of that? Here are five ways to use them: In lieu of toner, right after cleansing your face. A great way to give your skin a first dose of hydration! For a midday pick-me-up. It feels refreshing and makes a difference when it comes to keeping your skin hydrated throughout the day. To set your makeup. When applied as a last makeup step, a face mist can help your masterpiece stay put, all the while boosting your skin's hydration levels. Misting regularly during the flight is a good way to provide your skin with that much-needed hydration without actually touching it. Right before bed, mist can help calm your senses, helping prepare your skin for nighttime, which is when it kicks into repair mode.

Keywords: face sprey-mist, thermal spring water mist, natural mineral water facial sprey, calming facial mist, hydrating face mist, repairing mist.

საზღვრავის ჯიშის მშობნის წიაჭის ბიოქიმიური კვლევა და კოსმეტიკაში გამოყენება

დეგდარიანი ნ.გ, ბოკუჩავა ნ.გ, წერეთელი თ.მ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად იზრდება მოთხოვნა კოსმეტიკურ ნაწარმზე, რომელიც თავის შედგენილობაში შეიცავს ბუნებრივი წარმოშობის კომპონენტებს (ემოლენტები, შემასქელებლები, საღებავები, კონსერვანტები, აფსკვარმომწმენელები და სხვა.)

კოსმეტიკური ნაწარმი ახდენს, როგორც მომენტალურ ეფექტს (დარბილება, დატენიანება, გარკვეული ფერის მინიჭება, ტონი, დეკორატიული კოსმეტიკის შემთხვევა კანის დეფექტების შენიღბვა), ასევე უნარჩუნებს კანს მიმზიდველ გარეგნულ შეხედულებას. კოსმეტიკური ნაწარმი თავის შედგენილობაში შეიცავს ნივთიერებებს, რომლებსაც გააჩნია სხვადასხვა ფუნქციური თვისებები (ანტიოქსიდანტური აქტიურობა, ნაოჭების შემცირება, კოლაგენის სინთეზი, სტიმულირება და ა.შ) [3].

დღეისათვის განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა ანტიოქსიდანტების შემცველ კოსმეტიკურ საშუალებებს, რომელიც იცავს კანის უჯრედებს სტრესის, უი-დას-ხივების ნეგატიური ზემოქმედების და შესაბამისად, ადრეული დაბერებისგან.

ერთ-ერთი პერსპექტიული ბუნებრივი წყარო ანტიოქსიდანტებიდან არის ყურძენი, რომლის შედგენილობაშია პოლიფენოლების რამდენიმე კლასი: ანტოციანები, ფენოლმჟავები, ფლავონოლები, ლეიკოციანიდები, კატეხინები და მათი ოლიგომერები, პროანტოციანიდები, ე.წ ტანინები.

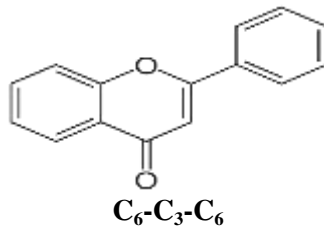
კვლევის მიზანია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების, კერძოდ, ბუნებრივი ნედლეულის თვისებების, მათი გამოყოფის ხერხების და სხვადასხვა სახეობაში (კვება, მედიცინა, ფარმაცია, კოსმეტიკა) შესწავლა და გამოყენება.

ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებს მიეკუთვნება: ნახშირწყლები, ცილები, ლიპიდები, ვიტამინები, ორგანული მჟავები, ალკალოიდები, გლიკოზიდები, ფენოლური ნაერთები, მინერალური ელემენტები, ტერპენები და ეთერზეთები [6].

ბუნებრივი ფენოლური ნაერთების მრავალრიცხოვანი კლასის წარმომადგენელია ფლავანოიდები.

მცენარეული ფლავანოიდები სიმსივნის პერსპექტიული სამკურნალო საშუალებაა, არატოქსიკურია, ლიმფოსარკომების ზოგიერთ სახეობაში აჩერებს მეტასტაზებს.

ტერმინი – ფლავანოიდები აერთიანებს ნახშირბადის ჩონჩხის გენეტიკურად შეკავშირებულ სხვადასხვა ნაერთებს საერთო ფორმულით $C_6-C_3-C_6$ და მათ წარმოებულებს.



ფლავანოიდებს ფიზიოლოგიური აქტიურობის გარდა ახასიათებს მდებავი თვისებები. მათი გამოყენება კოსმეტიკურ ნაწარმის და საკვები პროდუქტების წარმოებაში მომხმარებლისთვის მეტად მიმზიდველია [1,4].

ბუნებრივი წარმოშობის მდებავი ნივთიერებები ქიმიური ბუნებით მიეკუთვნება ანტოციანებს, ფლავონებს, ფლავონოიდებს. ანტოციანები ღებავს მცენარეების ყვავილების ფოთლებს, მათ ნაყოფს სხვადასხვა ფერში – ვარდისფერი, წითელი, ლურჯი. ეს ნაერთები შედის შავ მოცხარში, ყურძნის კანში, ალუბალში, მარწყვსა და სხვა. [2,5].

ყველაზე პოპულარულ ანტოციანურ საღებავად დღეისათვის ითვლება წითელი ყურძნის კანის ექსტრაქტი E163.

ყურძენი – ერთ-ერთი უძველესი მიწათმოქმედების კულტურაა. ის გავრცელებულია ევროპა-აზიური კომპონენტის ფართო ტერიტორიაზე, ხშირად მას უწოდებენ ევროპულ სახეს – *Vitis Vinifera*. ყურძნის ხარისხი, ნიადაგისა და კლიმატის პირობებში, მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნაყოფის ქიმიურ შედგენილობაზე [4].

საფერავი – საქართველოს სტანდარტული, ფართოდ გავრცელებული ვაზის ჯიშია, იგი მსოფლიო ასორტიმენტის ვაზის წითელი ჯიშების ერთ-ერთი საუკეთესო წარმომადგენელია. საფერავში ანტოციანიდინები იმყოფება მონო და დიგლიკოზიდების სახით. ევროპული ჯიშის ყურძენში დიგლიკოზიდების შემცველობა საშუალოდ არ აღემატება 15%.

ყურძნის დამწიფების პერიოდში ანტოციანების რაოდენობა მუდმივად იზრდება. ზოგიერთი ჯიშის ყურძენში ანტოციანები გროვდება როგორც კანში, ასევე რბილობში. მწიფე ყურძნის კანში ანტოციანების რაოდენობა, ხარისხის მიუხედავად, 3%-დან 6%-მდეა, რბილობში – 0–500მ გ/დმ³.

ანტოციანების რაოდენობა დამოკიდებულია ყურძნის ხარისხსა და ადგილმდებარეობაზე, სადაც ის ხარობს. ტემპერატურის გაზრდით ბადაგში იზრდება ანტოციანების რაოდენობა.

ნედლეულის შერჩევის მიზნით, რომელიც შეიცავს ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების უმრავლესობას, ჩატარდა საფერავის ჯიშის ყურძნის წიპწის ბიოქიმიური ანალიზი [6] კვლევის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

საფერავის ჯიშის ყურძნის წიპწის ბიოქიმიური ანალიზი

	მაჩვენებელი	განზომილება	საფერავის ჯიშის ყურძნის წიპწა
1	მშრალი ნივთიერებები	%	17,0 ± 0,96
2	ცილები	მგ/სმ ³	6,45 ± 0,05
3	საერთო აზოტი	მგ/სმ ³	1,05 ± 0,04
4	მუავიანობა	%	14,45 ± 0,20
5	ვიტამინი E		კვალი
6	ვიტამინი C	მგ/სმ ³	5,10 ± 0,2
7	ტანინები		კვალი
8	ლიგნინი	%	0,1
9	ფლავონოიდები	%	1,58 ± 0,05
10	ანტოციანები	%	1,12 ± 0,06
11	ფენოლური ნივთიერებები გალმუავაზე გადაანგარიშებით	მგ/სმ ³	1,88 ± 0,06
12	პექტინი	%	0,35 0,5

ნედლეულში მშრალი ნივთიერებების რაოდენობის ვსაზღვრავდით წონაკის 105 °C გაშრობით მუდმივ წონამდე, გოსტ 28561-90 მიხედვით. „ნაყოფის და ბოსტნეულის გადამუშავების პროდუქტები. მშრალი ნივთიერებებისა და სინესტის განსაზღვრის მეთოდები“.

მშრალი ნივთიერებების რაოდენობას ექსტრაქტებში ვსაზღვრავთ რეფრაქტომეტრული მეთოდით გოსტ 28562-90 მიხედვით. ხსნადი მშრალი ნივთიერებების განსაზღვრის რეფრაქტორული მეთოდი.

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე შეიძლება შემდეგი დასკვნის გამოტანა; ბიოლოგიურად აქტიური ექსტრაქტის მისაღებად მიზანშეწონილია საფერავის ჯიშის ყურძნის წიპწის გამოყენება.

ლიტერატურა

1. В. М. Болотов, А. П. Нечаев, Л. А. Сарафанова Пищевые красители: классификация, свойства, анализ, применение. -Санкт-Петербург ГИОРД, 2007, сс. 11-15.

2. Параска П.И. Получение энокрасителя из красных виноградных выжимок. //Виноделие и виноградарство, N1, 1985, сс. 21-24.
3. Х. Вилламо. Косметическая химия. -М., Мир, 1990, сс.184-209.
4. Птицын А.В и др. Флавоноиды красного винограда *Vitis Vinifera* - перспективы применения в медицине и косметике. // Косметика и медицина, 2005 N3, сс. 30-35.
5. Пучкова Т.В Основы косметической химии М.: 000. Школа косметических химиков, 2011, сс. 241-245.
6. В.М. Ким, Л.Л. Зильберг, Т.В Пучкова. Анализ сырья и готовой продукции. Практикум по технологии косметических средств. -М., Школа косметических химиков, 2005, сс. 57-69.

SUMMARY

BIOCHEMICAL RESEARCH AND USE OF SAPERAVI GRAPE SEED IN COSMETICS

Devdariani N.G., Bokuchava N.V. and Tsereteli T.M.

Georgian Technical University

Nowadays, special attention is paid to cosmetics containing antioxidants, which protect skin cells from stress, the negative effects of UV radiation and, consequently, premature aging. One of the promising natural sources of antioxidants is grapes, which contain several classes of polyphenols: anthocyanins, phenolic acids, flavonols, leukocyanides, catechins and their oligomers proanthocyanidins, so-called tannins. Saperavi is a standard, widespread vine variety of Georgia, it is one of the best representatives of the world assortment of red vine varieties. Anthocyanins are present in Saperavi in the form of mono and diglycides. The content of diglycosides in European grapes does not exceed 15% on average. Biochemical analysis of Saperavi grape seed was carried out in order to select the raw material, which contains most of the biologically active substances.

Keywords: antioxidants, UV radiation, saperavi.

OUR AUTHORS (2021)

A

Abashidze S.B. – 2021, 1.
 Abdushelishvili I.T. – 2021, 1.
 Abesadze R.K. – 2021, 3.
 Abramishvili G.S. – 2021, 1(2); 2.
 Apkhadze K.R. – 2021, 3.
 Apridonidze M.D. – 2021, 1.
 Aroshvili N.G. – 2021, 1.
 Arsenishvili D.Z. – 2021, 2.

B

Bagration-Davitashvili A.N. – 2021, 1 (2); 2.
 Bakhtadze N.V. – 2021, 1; 2.
 Balakhashvili L.P. – 2021, 1.
 Balanchivadze M.V. – 2021, 3.
 Bandzeladze B.R. – 2021, 1; 2.
 Baratashvili M.P. – 2021, 3.
 Baratashvili M.V. – 2021, 1.
 Beradze L.G. – 2021, 1.
 Berechikidze G.K. – 2021, 1.
 Beridze J.L. – 2021, 1(2).
 Berulava I.O. – 2021, 3.
 Bezhuashvili Yu.A. – 2021, 1.
 Bibileishvili G.V. – 2021, 2 (10).
 Bochoridze E.V. – 2021, 1.
 Bochorishvili N.T. – 2021, 1.
 Bokuchava N.V. – 2021, 3.
 Buadze T.G. – 2021, 3.
 Buachidze N. – 2021, 3.
 Buishvili G.T. – 2021, 2.
 Butchuzi T.G. – 2021, 2.
 Bziava K.G. – 2021, 1.

C

Chachkhiani N.R. – 2021, 1.
 Chanturia M.M. – 2021, 3.
 Chanturidze B.F. – 2021, 2.
 Chigogidze E.N. – 2021, 1.
 Chigogidze N.Sh. – 2021, 1; 3.
 Chkhaidze M.N. – 2021, 2 (2).
 Chumbadze M.T. – 2021, 3.

D

Dadianidze G.A. – 2021, 1.
 Dekanosidze Sh.V. – 2021, 2.
 Devdariani N.G. – 2021, 3.
 Diasamidze N.N. – 2021, 1 (2).
 Dochviri B.M. – 2021, 1 (2).
 Dokhnadze S.B. – 2021, 1.
 Dolidze M.V. – 2021, 2.
 Dossumov K.D. – 2021, 2.
 Dzigrashvili T.A. – 2021, 2.
 Dzierishvili J.F. – 2021, 1 (2).

E

Ebanoidze G.G. – 2021, 1; 2; 3.
 Ebanoidze L.O. – 2021, 2 (5).
 Ergemlidze T.D. – 2021, 3.
 Eristavi B.G. – 2021, 1.
 Eristavi D.V. – 2021, 3.

G

Gabidzashvili L.G. – 2021, 2 (2).
 Gachava N.N. – 2021, 1.
 Gachechiladze L.P. – 2021, 3.
 Gambashidze G.O. – 2021, 3.
 Gamishidze Z.M. – 2021, 1.
 Gamkrelidze N.M. – 2021, 2.
 Gdzelishvili S.C. – 2021, 2.
 Gelashvili O.G. – 2021, 1.
 Ghagholishvili M.Sh. – 2021, 2.
 Ginturi E.N. – 2021, 3.
 Giorgadze V.A. – 2021, 3.
 Giorgadze I.S. – 2021, 2.
 Giorgadze T.Z. – 2021, 3.
 Giorgishvili O.G. – 2021, 1; 2.
 Gogesashvili N.N. – 2021, 2 (5).
 Gogiasvili Zh.G. – 2021, 1.
 Gorgadze K.M. – 2021, 2.
 Gotsiridze R.I. – 2021, 1 (2).
 Grigalashvili Z.A. – 2021, 1.
 Gulbani D.V. – 2021, 3.
 Gurnidze D.R. – 2021, 1 (2); 2.
 Gurielidze M.A. – 2021, 3.
 Gvaramia E.G. – 2021, 1.
 Gventsadze D.I. – 2021, 2.
 Gventsadze L.D. – 2021, 2.
 Gvinepadze A.Sh. – 2021, 1.
 Gvishiani Z.H. – 2021, 1.

I

Inashvili I.D. – 2021, 1.
 Iosebidze D.S. – 2021, 1 (2).
 Iosebidze J.S. – 2021, 2.

J

Jalabadze N.V. – 2021, 2.
 Javashvili Z.D. – 2021, 2 (3).
 Jikidze V.B. – 2021, 3.
 Jojua N.M. – 2021, 1.
 Jojua Z.S. – 2021, 1.

K

Kachakhidze N.D. – 2021, 1.
 Kadaria Iu.R. – 2021, №1(2).
 Kakabadze E.G. – 2021, 2 (2).
 Kalandadze I.G. – 2021, 2.
 Kanchaveli Sh.S. – 2021, 1 (2).

Kankava A.V. – 2021, 1 (2); 2.
Karchava M.S. – 2021, 3.
Katamadze S.A. – 2021, 1.
Kekelia B.D. – 2021, 1 (2).
Kezherashvili M.G. – 2021, 2 (6).
Khechinashvili Z.J. – 2021, 1.
Khetsuriani N.T. – 2021, 2.
Khizanishvili Sh.M. – 2021, 2.
Khomasuridze M.B. – 2021, 1.
Khutsishvili M.G. – 2021, 1.
Khutsishvili S.A. – 2021, 1.
Khvedelidze M.T. – 2021, 1 (2).
Kiknadze M.G. – 2021, 1.
Kikvidze O.G. – 2021, 3.
Kiladze M.T. – 2021, 1.
Kipiani P.N. – 2021, 1.
Kokhreidze R.D. – 2021, 3.
Kukava T.G. – 2021, 2.
Kuparadze L.P. – 2021, 2 (2).
Kutelia E.R. – 2021, 2.
Kvernadze M.A. – 2021, 1(2).
Kvernadze S.A. – 2021, 1(2).
Kvirkvelia Sh.V. – 2021, 1(2).
Kvitsiani O.R. – 2021, 3.

L

Laperashvili T.L. – 2021, 3.
Lapherashvili D.L. – 2021, 3.
Lochoshvili D.M. – 2021, 3.
Lomidze N.T. – 2021, 1 (2).
Lomsadze Kh.A. – 2021, 2.

M

Macharashvili V.J. – 2021, 3.
Maisuradze I.B. – 2021, 3.
Makhashvili K.A. – 2021, 1 (2).
Mamagulishvili T.N. – 2021, 3.
Mamardashvili N.G. – 2021, 1.
Mambetova M.M. – 2021, 2.
Mamulashvili M.A. – 2021, 2 (7).
Margalidze I.N. – 2021, 2 (2).
Margvelashvili A.G. – 2021, 3.
Maspindzelashvili B.I. – 2021, 1 (4).
Mchedlishvili G.S. – 2021, 2.
Memarne K.G. – 2021, 3.
Menabde T.R. – 2021, 1.
Merebashvili N.E. – 2021, 3.
Metreveli G.T. – 2021, 2.
Metreveli-Mandaria A.B. – 2021, 1.
Metskhvarishvili M.R. – 2021, 2.
Mirvelashvili M. – 2021, 3.
Morchiladze A.S. – 2021, 2.
Mosia J.V. – 2021, 3.
Museridze R.R. – 2021, 1.
Mylytkbayeva L.K. – 2021, 2.

N

Nadaraia L.V. – 2021, 2.
Nadiradze I.Sh. – 2021, 1.
Namicheishvili O.M. – 2021, 1.
Nikolava O.I. – 2021, 2.
Nozadze T.P. – 2021, 3(2).
Nurmukhamedov A.M. – 2021, 1.

O

Oikashvili B.G. – 2021, 1.
Omsarashvili T.I. – 2021, 2.
Osiashvili N.B. – 2021, 1.
Otarashvili N.I. – 2021, 2.

P

Paghava S.V. – 2021, 2;
Pavliashvili K.M. – 2021, 1(2).
Pkhakadze M.D. – 2021, 1.
Prangishvili A.I. – 2021, 1.
Pridonashvili D.N. – 2021, 1.

Q

Quridze. M.G. – 2021, 1.

R

Ramazashvili M.T. – 2021, 1.
Razmadze N.G. – 2021, 1.
Rcheulishvili A.N. – 2021, 3.
Rcheulishvili O.N. – 2021, 3.
Rodonaia I.D. – 2021, 2.
Rodonaia V.I. – 2021, 2.
Rosnadze G.V. – 2021, 1(2); 2.
Rtveladze N.O. – 2021, 3.
Rukhadze Sh.Sh. – 2021, 1.
Rusetski V.T. – 2021, 2.

S

Sabashvili Z.V. – 2021, 2.
Saladze Ts.M. – 2021, 1.
Salaridze B.R. – 2021, 1.
Salia E.Sh. – 2021, 3.
Salukvadze I.K. – 2021, 1; 2.
Sekhniashvili D.N. – 2021, 2 (2); 3.
Shalamberidze M.R. – 2021, 1.
Shalamberidze M.Sh. – 2021, 1(2); 2.
Shatirishvili Sh.I. – 2021, 1.
Shengelia M.A. – 2021, 2.
Shengelia M.R. – 2021, 1(2); 2.
Shildelashvili I.I. – 2021, 2.
Shogiradze M.Kh. – 2021, 1.
Shubladze E.Sh. – 2021, 3.
Skhirtladze I.A. – 2021, 2.
Soselia M.T. – 2021, 1.
Sukhishvili N.Z. – 2021, 1; 2.
Sulakvelidze G.A. – 2021, 3.
Sulamanidze A.K. – 2021, 2.
Suramelashvili E.R. – 2021, 1; 2; 3.

Surmanidze D.D. – 2021, 3.
Surmava A.A. – 2021, 3.
Svanidze R.G. – 2021, 2 (2); 3.

T

Takashvili V.R. – 2021, 1 (2).
Tavdidishvili D.R. – 2021, 1.
Telbayeva M.M. – 2021, 2.
Tkabladze V.S. – 2021, 1.
Tkabladze V.S. – 2021, 2.
Tkemaladze G.Sh. – 2021, 1 (2).
Todua T.D. – 2021, 1.
Tolmachev L.I. – 2021, 1.
Tsereteli T.M. – 2021, 3.
Tsetskhladze G.V. – 2021, 2.
Tsinadze Z.O. – 2021, 1; 2.
Tsintsadze M.A. – 2021, 1.
Tsintsadze M.G. – 2021, 3.
Tsirekidze N.T. – 2021, 3.
Tsivtsivadze T.I. – 2021, 1; 3.
Tsivtsivadze V.P. – 2021, 1.
Tskhovrebadze T.K. – 2021, 1.
Tsurtsunia O.O. – 2021, 2.
Tugushi L.S. – 2021, 3.

V

Vatitadze G.Z. – 2021, 2.

Y

Yergaziyeva G.E. – 2021, 2.

Z

Zangaladze A.P. – 2021, 1(2).
Zhghenti T.G. – 2021, 1.