

საბარტყილოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

მ თ ა მ ბ ე

ტომი IV № 9

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ IV № 9

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. IV № 9

თბილისი 1943 ტვილისი  
T B I L I S S I

შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

ილია ვეკუა. დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების ერთი ინტეგრალური წარმოდგენის შესახებ . . . . . 843

\*Илья Векуа. Об одном интегральном представлении решений дифференциальных уравнений . . . . . 847

\*Elias Vesoua. On Integral Representations of the Solutions of Differential Equations. . . . . 853

გ. კოლაშვილი. ნაკლებ მნიშვნელობათა არეების ბეტის ჯგუფები . . . . . 853

\*Г. Чогошвили. Группы Бетти областей меньших значений . . . . . 858

ფიზიკური ქიმია—ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ—PHYSICAL CHEMISTRY

ფ. ანდრონიკაშვილი და ვ. კოკოჩაშვილი. დისპერსული ფაზის დატოვების კინეტიკა მექანიკური დისპერგირებისას . . . . . 861

\*Э. Л. Андроникашвили и В. И. Кочкашвили. Кинетика накопления дисперсной фазы при механическом диспергировании. . . . . 866

ქიმია—ХИМИЯ—CHEMISTRY

ბ. გოგორიშვილი, მ. ყარყარაშვილი და თ. ჯავახიშვილი. თზონით იოდიდ-იონების იოდატ-იონებად დაქანგვა . . . . . 869

\*П. В. Гогоршвили, М. В. Каркарашвили, О. Т. Джавахишвили. Окисление иодид-ионов в иодат-ионы озоном . . . . . 874

მინერალოგია—МИНЕРАЛОГИЯ—MINERALOGY

გ. არეშიძე. სოფ. გულის ანტიმონიტის სუპერგენული ფაზის მინერალები . . . . . 875

\*Г. М. Арешидзе. Супергенная фаза антимонитового месторождения сел. Гули. 881

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

თ. სულაკაძე. შაქრების მნიშვნელობა მცენარის გამობრძმედილი და გამოლბრძმედავი უჯრედების გაყინვისაგან დაცვისათვის . . . . . 883

\*Т. С. Сулакадзе. Значение сахаров при защите незакаленных и закаленных растительных тканей от вымерзания . . . . . 887

\*T. S. Souladze. The Importance of Sugars in Protecting Hardened and Non-Hardened Plant Tissues from Freezing . . . . . 889

\*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

\*Заглавие, отмеченное звездочкой, относится к резюме или к переводу предстоящей статьи.

\*A title marked with an asterisk applies to a summary or translation of the preceding article.

ილია ვაძუა

დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების ერთი ინტეგრალური წარმოდგენის შესახებ

ამ შრომაში დამყარებულია მარტივი კავშირი შემდეგი სახის დიფერენციალურ განტოლებათა ამოხსნების შორის:

$$L_0 u \equiv Lu + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

$$L_\lambda u \equiv Lu + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \lambda^2 u \equiv L_0 u + \lambda^2 u = 0, \quad (2)$$

სადაც  $L$  ნებისმიერი წრფივი დიფერენციალური ოპერატორია ( $x_1, x_2, \dots, x_p, p \equiv 1$ ) ცვლადების მიმართ, რომლის კოეფიციენტები დამოუკიდებელია  $y$ -საგან, ხოლო  $\lambda$ —მუდმივი პარამეტრი; მიღებული ფორმულები გამოყენებულია გარკვეული სახის სასაზღვრო ამოცანების შესასწავლად.

1. ვთქვათ  $D_p$  არეა  $p+1$  განზომილებიან სივრცეში, რომელიც შემდეგი თვისებებითაა აღჭურვილი: 1) არსებობს ერთი მაინც ისეთი სიბრტყე  $\Pi$ , რომლის მიმართ  $D_p$  არის წერტილები დალაგებული არიან სიმეტრიულად, 2) ყოველი წრფის მონაკვეთი, რომელიც აერთიანებს  $D_p$  არის ორ რომელიმე წერტილს და პერპენდიკულარულია  $\Pi$  სიბრტყესა, შედგება მთლიანად  $D_p$  არის წერტილებისაგან.

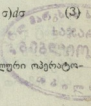
აეილოთ  $\Pi$  სიბრტყე საკორდინატო სიბრტყედ და ღერძი, ამ სიბრტყის პერპენდიკულარული, აღნიშნოთ  $y$ -ით. დანარჩენი ღერძები აღნიშნოთ  $x_1, \dots, x_p$ -ით და ვიგულისხმოთ, რომ კოორდინატთა სათავე მდებარეობს  $\Pi$  სიბრტყეზე  $D_p$  არეში.

აქვს ადგილი შემდეგ დებულებას:

თეორემა 1. თუ  $u_0(x_1, \dots, x_p, y)$  რაიმე რეგულარული ამოხსნაა (1) განტოლებისა  $D_p$  არეში, მაშინ ფორმულა

$$u(x, \dots, x_p, y) = u_0(x_1, \dots, x_p, y) - \int_{-y}^y K(y, \sigma, \lambda) u_0(x_1, \dots, x_p, \sigma) d\sigma \quad (3)$$

<sup>1</sup>  $L$  შეიძლება იყოს, ფერო ზოგადად, ნებისმიერი წრფივი ფუნქციონალური ოპერატორი  $x_1, x_2, \dots, x_p$  ცვლადების სივრცეში.





გვაძლევს (2) განტოლების რეგულარულ ამოხსნას  $D_p$  არეში, სადაც

$$K(y, \tau, \lambda) \equiv \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial \tau} - \frac{\partial}{\partial y} \right) J_0 \left( \lambda \sqrt{y^2 - \tau^2} \right). \quad (4)$$

პირიქით, თუ (3) ინტეგრალურ განტოლებას ამოვხსნით  $u_0$ -ის მიმართ, გვექნება

$$u_0(x_1, \dots, x_p, y) = u(x_1, \dots, x_p, y) + \int_{-y}^y K(\tau, y, \lambda) u(x_1, \dots, x_p, \tau) d\tau, \quad (5)$$

და თუ  $u$  რაიმე რეგულარული ამოხსნაა (2) განტოლების  $D_p$  არეში, მაშინ ფუნქცია  $u_0$ , განსაზღვრული (5) ფორმულით, იქნება (1) განტოლების რეგულარული ამოხსნა  $D_p$  არეში.

დამტკიცება. აღენიშნოთ (3) და (5) ფორმულების მარჯვენა მხარეები შესაბამისად  $Mu_0$  და  $M^{-1}u$ -თი. არაა ძნელი დავამტკიცოთ, რომ  $MM^{-1}u = M^{-1}Mu = u$  ყოველი უწყვეტი  $u$  ფუნქციისათვის. ნაწილობითი ინტეგრაციისა და (4) ფორმულის საშუალებით ადვილად დავამტკიცებთ, რომ ადგილზე აქვს ფორმულებს

$$L_\lambda Mu = ML_0 u, \quad L_0 M^{-1}u = M^{-1}L_\lambda u \quad (6)$$

ყოველ უწყვეტ  $u$  ფუნქციისათვის  $D_p$  არეში. ამ ფორმულებიდან უშუალოდ გამოვძინებთ ჩვენი თეორემის სამართლიანობა.

ვთქვათ, გვაქვს არაერთგვაროვანი განტოლებანი:  $L_0 u = f$  და  $L_\lambda u = g$ , სადაც  $f$  და  $g$  მოცემული უწყვეტი ფუნქციები არიან  $D_p$  არეში. თუ  $u$  რაიმე რეგულარული ამოხსნაა  $L_0 u = M^{-1}g$  განტოლებისა  $D_p$  არეში, მაშინ, თანახმად (6<sub>1</sub>)-ისა,  $Mu$  იქნება ამოხსნა განტოლებისა  $L_\lambda u = g$ . ასევე, თუ  $u$  ამოხსნაა განტოლებისა  $L_\lambda u = Mf$ , მაშინ, თანახმად (6<sub>2</sub>)-ისა,  $u$  იქნება ამოხსნა  $L_0 u = f$  განტოლების.

განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი.

1. მემბრანის რხევის დიფერენციალური განტოლების

$$L_\lambda u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \lambda^2 u = 0 \quad (I)$$

ზოგადი ამოხსნა წარმოიდგინება (3) ფორმულით, რომელშიაც

$$u_0(x, y) = \varphi(\zeta) + \psi(\bar{\zeta}), \quad (Ia)$$

სადაც  $\zeta = x + iy$ ,  $\bar{\zeta} = x - iy$ , ხოლო  $\varphi(\zeta)$  და  $\psi(\bar{\zeta})$  ნებისმიერი ანალიზური ფუნქციები არიან  $D_1$  არეში;  $D_1$  არე ამ შემთხვევაში, ცხადია, წარმოადგენს არეს, რომლის წერტილები სიმეტრიულად არიან დალაგებულნი ნამდვილი ღერძის მიმართ და, გარდა ამისა, ყოველი წრფის მონაკვეთი, პარალელური  $y$  ღერ-

ისა, რომელიც აერთიანებს არის ორ წერტილს, შედგება მთლიანად  $D_1$  წერტილებისაგან.

II. ტელეგრაფის განტოლების

$$L_\lambda u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \lambda^2 u = 0 \quad (II)$$

ზოგადი ამოხსნაც წარმოიდგინება (3) ფორმულით, რომელშიაც

$$u_0(x, y) = \varphi(x - y) + \psi(x + y), \quad (IIa)$$

სადაც  $\varphi$  და  $\psi$  ნებისმიერი ორჯერ წარმოებადი ფუნქციებია. არე, რომელშიც ამ წარმოდგენას ექნება ადგილი, ისეთივე სახისაა, როგორც წინა მაგალითში.

III. თუ (3) ფორმულაში  $u_0$  იქნება ნებისმიერი ჰარმონიული ფუნქცია  $D_p$  არეში, მაშინ ეს ფორმულა მოგვცემს ზოგად ამოხსნას განტოლების

$$L_\lambda u \equiv \sum_{i=1}^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \lambda^2 u = 0 \quad (III)$$

IV. განტოლების

$$L_\lambda u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \sum_{i=1}^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} + \lambda^2 u = 0 \quad (IV)$$

ზოგადი ამოხსნა წარმოიდგინება  $D_p$  არეში (3) ფორმულით, თუ უკანასკნელში  $u_0$  იქნება ნებისმიერი ამოხსნა განტოლების

$$L_0 u \equiv \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} - \sum_{i=1}^p \frac{\partial^2 u}{\partial x_i^2} = 0 \quad (IV_0)$$

2. ზემოთ მიღებული შედეგი შეიძლება გამოყენებული იქნეს შემდეგი სასაზღვრო ამოცანის შესასწავლად.

ამოცანა A. ვთქვათ,  $D_p$  უსასრულო ცილინდრული არეა, ხოლო  $S$  მისი საზღვარი. ვთქვათ,  $R$  რაიმე წრფივი ოპერატორია, განსაზღვრული  $S$ -ის მახლობლად და დამოუკიდებელი  $y$  ცვალებადისაგან. საძიებელია (1) ან (2) განტოლების ისეთი რეგულარული ამოხსნა  $D_p$  არეში, რომელიც აკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობას:

$$Ru = F, \quad (S\text{-ზე}), \quad (7)$$

სადაც  $F$  არის  $S$ -ის წერტილების მოცემული უწყვეტი ფუნქცია.

ამ ამოცანას შემდეგში აღვნიშნავთ  $A_1$  ან  $A_2$ -ით, იმისდა მიხედვით, დაკავშირებული იქნება ის (1) თუ (2) განტოლებასთან შესაბამისად.

კერძოდ, თუ  $Ru \equiv u$ , მაშინ ჩვენ გვექნება ე. წ. დირიხლეს ამოცანა, ხოლო თუ  $Ru \equiv \frac{du}{dn}$ , სადაც  $n$  წარმოადგენს  $S$ -ის ნორმალს—ჩვენ მივიღებთ ნეიმანის ამოცანას.

აღვნიშნოთ  $\mathfrak{M}_1$  და  $\mathfrak{M}_2$ -თი  $S$ -ზე განსაზღვრული უწყვეტი ფუნქციების კლასები, რომელთათვისაც  $A_1$  და  $A_2$  ამოცანებს აქვთ ამოხსნა შესაბამისად. თუ ვიმოქმედებთ  $\mathfrak{M}_1$  და  $\mathfrak{M}_2$  კლასების ფუნქციებზე შესაბამისად  $M$  და  $M^{-1}$  ოპერატორებით, ჩვენ მივიღებთ ფუნქციათა ახალ კლასებს, რომელთაც აღვნიშნავთ შესაბამისად ასე:  $M\mathfrak{M}_1$  და  $M^{-1}\mathfrak{M}_2$ .

თეორემა 2.  $A_1$  და  $A_2$  ამოცანები ამოხსნადია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა  $FeM^{-1}\mathfrak{M}_2$  და  $FeM\mathfrak{M}_1$  შესაბამისად, ე. ი.  $\mathfrak{M}_2 \equiv M\mathfrak{M}_1$  ან, რაც იგივეა,  $\mathfrak{M}_1 \equiv M^{-1}\mathfrak{M}_2$ . გარდა ამისა, თუ ჩვენ შეგვიძლია ავაგოთ  $A_1$  ამოცანის ამოხსნა  $\mathfrak{M}_1$  კლასის ნებისმიერ ფუნქციისათვის, მაშინ  $A_2$  ამოცანის ამოხსნაც არსებობს, როცა  $FeM\mathfrak{M}_1$  და ის აიგება კვადრატურების საშუალებით და პირიქით.

დამტკიცება. ვთქვათ,  $A_2$  ამოცანას აქვს ამოხსნა, ე. ი.  $Fe\mathfrak{M}_2$ . აღვნიშნოთ ეს ამოხსნა  $u$ -თი. მაშინ (5) ფორმულის ძალით,  $u_0 = M^{-1}u$  იქნება (1) განტოლების ამოხსნა  $D_p$  არეში, რომელიც დააკმაყოფილებს სასაზღვრო პირობას

$$Ru_0 = M^{-1}F, \quad (5)$$

რადგანაც  $S$ -ზე, პირობის თანახმად,  $Ru = F$ . მაშასადამე,  $M^{-1}Fe\mathfrak{M}_1$ , ე. ი.  $FeM\mathfrak{M}_1$  ამგვარად, აუცილებლად  $\mathfrak{M}_2 \equiv M\mathfrak{M}_1$ .

ვთქვათ, ახლა  $F$  მართლაც ეკუთვნის  $M\mathfrak{M}_1$  კლასს. მაშინ,  $M^{-1}Fe\mathfrak{M}_1$  და, ამიტომ, იარსებებს (1) განტოლების ამოხსნა  $u_0$ , რომელიც აკმაყოფილებს (8) სასაზღვრო პირობას. თანახმად (3) ფორმულისა, ფუნქცია  $u = Mu_0$  იქნება (2) განტოლების რეგულარული ამოხსნა  $D_p$  არეში, რომელიც დააკმაყოფილებს (7) სასაზღვრო პირობას. მართლაც, თანახმად (8)-ს,  $S$ -ზე:

$$Ru = RMu_0 = MRu_0 = MM^{-1}F = F,$$

რაც ამტკიცებს ჩვენს დებულებას.

ამგვარად, ჩვენ დავინახეთ, რომ  $A_1$  ამოცანის ამოხსნების საშუალებით კვადრატურების გამოყენებით აიგება  $A_2$  ამოცანის ამოხსნა. ცხადია, აგრეთვე ადგილი აქვს შებრუნებულ დებულებასაც.

კერძოდ, თუ ამოხსნადია დირიხლეს და ნეიმანის ამოცანები  $L_0u = 0$  განტოლებისათვის ნებისმიერი უწყვეტი და შემოსაზღვრული სასაზღვრო მონაცემებისათვის უსასრულო ცილინდრული არის შემთხვევაში, მაშინ ამოხსნადი იქნებიან აგრეთვე იგივე ამოცანები  $L_0u + \lambda^2u = 0$  განტოლებისათვისაც და უკანასკნელთა ამოხსნები აიგებიან კვადრატურების საშუალებით.



მაგალითად, მემბრანის რხევის განტოლებისათვის (I) ამოხსნადი დირიხლეს და ნეიმანის ამოცანები ნებისმიერი უწყვეტი და შემოსაზღვრული სასაზღვრო მონაცემებისათვის ნახევარ სიბრტყისა ( $0 \leq x < \infty, -\infty < y < +\infty$ ) და უსასრულო ფენის ( $0 \leq x \leq h, h > 0; -\infty < y < +\infty$ ) შემთხვევებში. ცხადია, ყოველი ამ ამოცანის ამოხსნა იქნება ერთადერთი, თუ მას ვეძებთ შემოსაზღვრულ ფუნქციათა კლასში. გარდა ამისა, ამ ამოცანების ამოხსნები აიცხადიან ცხადი სახით (კვადრატურების საშუალებით) შესაბამისი ამოცანების ამოხსნების შემწეობით ლაპლასის განტოლებისათვის.

აქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი  
და სტალინის სახელობის  
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(შემოვიდა რედაქციაში 16.9.1943)

МАТЕМАТИКА

ИЛЬЯ ВЕКУА

ОБ ОДНОМ ИНТЕГРАЛЬНОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ РЕШЕНИЙ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Перевод

В настоящей работе устанавливается одна простая формула, связывающая между собой решения дифференциальных уравнений вида

$$L_0 u \equiv Lu + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

$$L_\lambda u \equiv L_0 u + \lambda^2 u = 0. \quad (2)$$

где  $L$  — произвольный дифференциальный оператор<sup>(1)</sup> относительно переменных  $x_1, \dots, x_p$  ( $p \geq 1$ ), коэффициенты которого не зависят от  $y$ , а  $\lambda$  — постоянный параметр, причем полученные формулы используются для изучения определенной граничной задачи.

1. Пусть  $D_p$  — область в пространстве  $p+1$  измерений, удовлетворяющая условиям: 1) все точки  $D_p$  расположены симметрично относительно плоскости  $y=0$  и 2) отрезок прямой, перпендикулярной плоскости  $y=0$ , соеди-

<sup>(1)</sup>  $L$  может быть, вообще, произвольным линейным функциональным оператором в пространстве переменных  $x_1, \dots, x_p$ .

няющий какие-нибудь две точки области  $D_p$ , состоит целиком из точек этой области.

Имеет место следующая теорема:

**Теорема 1.** Пусть  $u_0(x_1, \dots, x_p, y)$  — какое-нибудь регулярное в области  $D_p$  решение уравнения (1). Тогда формула

$$u(x_1, \dots, x_p, y) = u_0(x_1, \dots, x_p, y) - \int_{-y}^y K(y, \sigma, \lambda) u_0(x_1, \dots, x_p, \sigma) d\sigma \quad (3)$$

дает регулярное в области  $D_p$  решение уравнения (2), где

$$K(y, \sigma, \lambda) = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial \sigma} - \frac{\partial}{\partial y} \right) J_0 \left( \lambda \sqrt{y^2 - \sigma^2} \right). \quad (4)$$

Обратно, решая интегральное уравнение (3) относительно  $u_0$ , получим

$$u_0(x_1, \dots, x_p, y) = u(x_1, \dots, x_p, y) + \int_{-y}^y K(\sigma, y, \lambda) u(x_1, \dots, x_p, \sigma) d\sigma, \quad (5)$$

причем, если функция  $u$  — регулярное решение уравнения (2) в области  $D_p$ , то  $u_0$ , определенная формулой (5), будет регулярным решением уравнения (1) в области  $D_p$ .

**Доказательство.** Обозначим правые части формул (3) и (5) соответственно через  $Mu_0$  и  $M^{-1}u$ . Нетрудно показать, что  $MM^{-1}u = M^{-1}Mu = u$  для любой непрерывной функции  $u$ . Путем интегрирования по частям и при помощи формулы (4) нетрудно убедиться в справедливости формул

$$L_\lambda Mu = ML_0u, \quad L_0M^{-1}u = M^{-1}L_\lambda u \quad (6)$$

для произвольной непрерывной функции  $u$ . Из этих формул сразу вытекает наша теорема.

Рассмотрим теперь неоднородные уравнения:  $L_0u = f$  и  $L_\lambda u = g$ , где  $f$  и  $g$  — заданные непрерывные функции в области  $D_p$ . Пусть  $u$  — регулярное в области  $D_p$  решение уравнения  $L_0u = M^{-1}g$ . Тогда  $Mu$ , в силу (6<sub>1</sub>), будет решением уравнения  $L_\lambda u = g$ . Также, если  $u$  — решение уравнения  $L_\lambda u = Mf$ , то, в силу (6<sub>2</sub>),  $M^{-1}u$  будет решением уравнения  $L_0u = f$ .

Рассмотрим теперь несколько примеров.

**I.** Общее решение уравнения колебания мембраны (I)<sup>1</sup> будет представляться в области  $D_1$  формулой (3), в которой  $u_0$  имеет вид (Ia), где  $\varphi(\zeta)$  и  $\psi(\zeta)$  ( $\zeta = x + iy$ ,  $\bar{\zeta} = x - iy$ ) — произвольные аналитические функции в области  $D_1$ .

<sup>1</sup> Формулы I, Ia, II, IIa, III, IV и IV<sub>0</sub> см. в грузинском тексте.



II. Общее решение телеграфного уравнения (II) дается в области  $D_p$  также формулой (3), в которой в качестве  $u_0$  надо брать функции вида (IIa), где  $\varphi$  и  $\psi$  — произвольные, дважды дифференцируемые функции.

III. Общее решение уравнения (III) дается формулой (3) в области  $D_p$ , если  $u_0$  будет гармонической функцией в той же области.

IV. Общее решение уравнения (IV) представляется формулой (3), где  $u_0$  — произвольное решение уравнения (IV<sub>0</sub>) в области  $D_p$ .

2. Полученные выше формулы могут быть использованы для изучения следующей граничной задачи.

Задача А. Пусть  $D_p$  — бесконечная цилиндрическая область с границей  $S$ . Пусть  $R$  — какой-нибудь линейный оператор, определенный в окрестности  $S$  и не зависящий от  $t$ . Требуется найти регулярное в области  $D_p$  решение уравнения (1) или (2), удовлетворяющее граничному условию вида

$$Ru = F, \tag{7}$$

где  $F$  — заданная непрерывная функция точки  $S$ .

Эту задачу мы будем обозначать через  $A_1$  или  $A_2$  смотря по тому, относится она к уравнению (1) или (2).

В частности, если  $Ru \equiv u$ , то мы будем иметь задачу Дирихле, а если  $Ru \equiv \frac{du}{dn}$ , где  $n$  — нормаль к  $S$ , то получим задачу Неймана.

Обозначим через  $\mathcal{A}_1$  и  $\mathcal{A}_2$  классы непрерывных функций, определенных на  $S$ , для которых разрешимы задачи  $A_1$  и  $A_2$  соответственно. Если подействуем на функции класса  $\mathcal{A}_1$  или  $\mathcal{A}_2$  операторами  $M$  или  $M^{-1}$  соответственно, то получим новые классы функций, которые мы будем обозначать соответственно через  $M\mathcal{A}_1$  или  $M^{-1}\mathcal{A}_2$ .

**Теорема 2.** Задачи  $A_1$  и  $A_2$  разрешимы тогда и только тогда, когда  $FeM^{-1}\mathcal{A}_2$  и  $FeM\mathcal{A}_1$  соответственно, т. е.  $\mathcal{A}_2 \equiv M\mathcal{A}_1$  или, что то же самое,  $\mathcal{A}_1 \equiv M^{-1}\mathcal{A}_2$ . Кроме того, если мы умеем решать задачу  $A_1$  для любой функции класса  $\mathcal{A}_1$ , то задача  $A_2$  также разрешима для любой функции класса  $M\mathcal{A}_1$  и ее решение можно построить путем квадратур и наоборот.

**Доказательство.** Пусть задача  $A_2$  имеет решение, т. е.  $Fe\mathcal{A}_2$ . Обозначим ее решение через  $u$ . Тогда, по формуле (5),  $u_0 = M^{-1}u$  будет решением уравнения (1) в области  $D_p$ , удовлетворяющим граничному условию

$$Ru_0 = M^{-1}F, \tag{8}$$

так как, по условию,  $Ru = F$  на  $S$ . Поэтому,  $M^{-1}Fe\mathcal{A}_1$ , т. е.  $FeM\mathcal{A}_1$ . Таким образом, необходимо  $\mathcal{A}_2 \equiv M\mathcal{A}_1$ .

Пусть теперь  $FeM\mathcal{A}_1$ . Тогда  $M^{-1}Fe\mathcal{A}_1$  и, следовательно, будет существовать решение уравнения (1), удовлетворяющее условию (8). Пусть это



решение есть  $u_0$ . Тогда, согласно (3), функция  $u = Mu_0$  будет решением уравнения (2), удовлетворяющим граничному условию (7). В самом деле, согласно (8) на  $S$ :

$$Ru = RMu_0 = MRu_0 = MM^{-1}F = F,$$

что и доказывает наше утверждение.

Таким образом, мы видим, что при помощи решений задачи  $A_1$  можно путем квадратур построить решения задачи  $A_2$ . Нетрудно убедиться в справедливости и обратного предложения.

В частности, если разрешимы задачи Дирихле и Неймана для уравнения  $L_0u = 0$  при произвольных непрерывных и ограниченных граничных заданиях, то будут разрешимыми эти задачи также и в случае уравнения  $Lu_0 + \lambda^2u = 0$ , причем в последнем случае решения строятся путем квадратур.

Например, для уравнения колебания мембраны (I) будут разрешимыми задачи Дирихле и Неймана в случаях полуплоскости ( $0 \leq x < \infty$ ,  $-\infty < y < +\infty$ ) и бесконечного слоя ( $0 \leq x = h$ ,  $h > 0$ ,  $-\infty < y < \infty$ ), причем эти задачи будут иметь единственные решения, если потребовать ограниченность искомых функций на бесконечности. Кроме того, указанные решения строятся в явном виде путем квадратур при помощи решений соответствующих задач для уравнения Лапласа.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Математический институт  
и Тбилисский государственный университет  
имени Сталина

MATHEMATICS

## ON INTEGRAL REPRESENTATIONS OF THE SOLUTIONS OF DIFFERENTIAL EQUATIONS

By ELIAS VECQUA

Summary

In the present work a simple connection is established between the solutions of differential equations of the form

$$L_0u \equiv Lu + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (1)$$

and

$$L_\lambda u \equiv L_0u + \lambda^2 u = 0 \quad (2)$$

where  $L$  is an arbitrary differential operator<sup>(1)</sup> with respect to the variables  $x_1, \dots, x_p$  ( $p \geq 1$ ), the coefficients of which are independent of  $y$ ;  $\lambda$  is a constant parameter. The formulae obtained are used for studying some boundary problems.

1. Let  $D_p$  be a region in a space of  $p+1$  dimensions, satisfying the conditions: 1) all points of  $D_p$  are situated symmetrically with respect to the plane  $y=0$  and 2) a segment perpendicular to the plane  $y=0$  and joining any two points of the region  $D_p$  consists entirely of points of this region.

**Theorem 1.** Let  $u_0(x_1, \dots, x_p, y)$  be any regular solution in the region  $D_p$  of equation (1). Then the formula

$$u(x_1, \dots, x_p, y) = u_0(x_1, \dots, x_p, y) - \int_{-y}^y K(y, \sigma, \lambda) u_0(x_1, \dots, x_p, \sigma) d\sigma \quad (3)$$

gives a regular solution in the region  $D_p$  of equation (2) where

$$K(y, \sigma, \lambda) = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial}{\partial \sigma} - \frac{\partial}{\partial y} \right) J_0 \left( \lambda \sqrt{y^2 - \sigma^2} \right). \quad (4)$$

Conversely, solving the integral equation (3) with respect to  $u_0$ , we obtain

$$u_0(x_1, \dots, x_p, y) = u(x_1, \dots, x_p, y) + \int_{-y}^y K(\sigma, y, \lambda) u(x_1, \dots, x_p, \sigma) d\sigma. \quad (5)$$

If  $u$  is a regular solution of equation (2) in the region  $D_p$ , then the function  $u_0$ , defined by formula (5), will be a regular solution of equation (1) in the same region  $D_p$ .

**Proof.** We denote the right hand parts of (3) and (5) correspondingly by  $Mu_0$  and  $M^{-1}u$ . It is not difficult to show that  $MM^{-1}u = M^{-1}Mu = u$  for any continuous function  $u$ . By partial integration it follows from (4) that

$$L_\lambda Mu = ML_0u, \quad L_0M^{-1}u = M^{-1}L_\lambda u \quad (6)$$

for any continuous function  $u$ . From these formulae our theorem follows at once.

Let us now examine the equations:  $L_0u = f$  and  $L_\lambda u = g$ , where  $f$  and  $g$  are given continuous functions in the region  $D_p$ . Let  $u$  be a regular solution in the region  $D_p$  of the equation  $L_0u = M^{-1}g$ . It follows from (6<sub>1</sub>) that  $Mu$  is a solution of the equation  $L_\lambda u = g$ . In the same way, if  $u$  is a solution of the equation  $L_\lambda u = Mf$ , then  $M^{-1}u$  will be a solution of the equation  $L_0u = f$ .

<sup>(1)</sup>  $L$  may be in general an arbitrary linear functional operator in a space of the variables  $x_1, \dots, x_p$ .

Further, by the help of formula (3), the author constructs general solutions in the region  $D_p$  for the differential equations: (I), (II), (III) and (IV).

2. The formulae obtained in theorem 1 are used by the author for solving the following boundary problems.

**Problem A.** Let  $D_p$  be an infinite cylindrical region with a boundary  $S$ . Let  $R$  be some linear operator, defined in the neighbourhood of  $S$  and independent of  $y$ . To find a regular solution in the region  $D_p$  of the equation (1) or (2), satisfying the boundary condition

$$Ru = F, \quad (7)$$

where  $F$  is the given continuous function of the point of  $S$ .

This problem we shall denote by  $A_1$  or  $A_2$  according to whether it refers to equation (1) or (2).

In particular, if  $Ru \equiv u$ , we shall have the problem of Dirichlet, but if  $R \equiv \frac{d}{dn}$ , where  $n$  is the normal to  $S$ , then we obtain the problem of Neumann.

We denote by  $\mathfrak{A}_1$  and  $\mathfrak{A}_2$  sets of continuous functions of the points of  $S$ , for which problems  $A_1$  and  $A_2$  are solved correspondingly. If we operate on the functions of set  $\mathfrak{A}_1$  or  $\mathfrak{A}_2$  by the operators  $M$  or  $M^{-1}$  correspondingly, then we obtain new sets of continuous functions which we denote by  $M\mathfrak{A}_1$  or  $M^{-1}\mathfrak{A}_2$  correspondingly.

**Theorem 2.** Problems  $A_1$  and  $A_2$  are solved if and only if  $F \in M^{-1}\mathfrak{A}_1$  and  $F \in M\mathfrak{A}_2$  correspondingly, i. e.  $\mathfrak{A}_2 = M\mathfrak{A}_1$ . Besides, if we can solve problem  $A_1$  for any function of set  $\mathfrak{A}_1$ , then problem  $A_2$  is also solved for any function of set  $\mathfrak{A}_2 = M\mathfrak{A}_1$  and its solution can be constructed by quadratures and vice versa.

**Proof.** Let problem  $A_2$  have a solution, i. e.  $F \in \mathfrak{A}_2$  and its solution be denoted by  $u$ . Then, according to (5), the function  $u_0 = M^{-1}u$  will be a solution of equation (1) in  $D_p$  and will satisfy the boundary condition

$$Ru_0 = M^{-1}F, \quad (8)$$

according to the condition  $Ru = F$  on  $S$ . Therefore,  $M^{-1}F \in \mathfrak{A}_1$ , i. e.  $F \in M\mathfrak{A}_1$ . Thus it is essential that  $\mathfrak{A}_2 = M\mathfrak{A}_1$ .

Let  $F \in M\mathfrak{A}_1$ . Then  $M^{-1}F \in \mathfrak{A}_1$  and there will exist a solution of equation (1), satisfying the condition (8). Let this solution be  $u_0$ . Then, in accordance with (3), the function  $u = Mu_0$  will be a solution of equation (2), satisfying the boundary condition (7). Indeed, in accordance with (8), on  $S$ :

$$Ru = RMu_0 = MRu_0 = MM^{-1}F = F.$$

Thus our theorem is completely proved.

The Academy of Sciences of the Georgian SSR

The Mathematical Institute

and the Stalin State University

Tbilisi



მათემატიკა

ბ. ზოლოტნიკი

ნაკლებ მნიშვნელობათა არეების ბეტის ჯგუფები

მარტონ მორსის მიერ გამოკვლეულია განსხვავება გარკვეულ არეზე მოცემული ფუნქციის ორ ნაკლებ მნიშვნელობათა არეებს შორის ტოპოლოგიური თელსაზრისით და, ამაზე დაყრდნობით, დადგენილია ნაკლებ მნიშვნელობათა არის ბეტის რიცხვების მოდულით 2 შესაძლებელი ცვლილებანი ამ არის მოძრაობის დროს. მას ნაგულისხმევი აქვს, რომ ფუნქცია და არე, რომელზედაც ეს ფუნქციაა მოცემული, აკმაყოფილებენ ე. წ.  $\alpha$  სასაზღვრო პირობებს, რაც დახურულ მრავალნაირობაზე მოცემული ფუნქციის განხილვის ტოლფასია.

ამ წერილის (1) მიზანია გამოარკვიოს ნაკლებ მნიშვნელობათა არის მთელ რიცხვიან ბეტის ჯგუფის ცვლილებანი არის მოძრაობისას და, ამასთანავე, ზოგად სასაზღვრო პირობების შემთხვევაში.

ზოგადი სასაზღვრო პირობები შემდეგში მდგომარეობს (ზღრ. [2], [4]): არეს, რომელზედაც ფუნქციაა მოცემული, წარმოადგენს  $n$ -განზომილებიანი მრავალნაირობა  $M$ . მისი  $B$  საზღვრის ნებისმიერი წერტილის გარკვეული მიდამოს წერტილები აკმაყოფილებენ განტოლებას  $\Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ , სადაც  $\Phi$  სამჯერ უწყვეტად წარმოებადი ფუნქციაა, რომლის ერთი მაინც პირველი რიგის კრძო წარმოებულთაგანი არ არის ნულის ტოლი ადებული წერტილის მახლობლობაში. ფუნქცია  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ,  $M$ -ზე მოცემული, ორჯერ უწყვეტად წარმოებადი ფუნქციაა, რომლის ყველა კრიტიკული წერტილები გადაუვარებელი არიან და  $M$ -ის შიგნით არიან მოთავსებული. გადაუვარებელი აგრეთვე ფუნქცია  $f_n$ , რომელიც  $f$  ფუნქციის მიერაა განსაზღვრული  $B$ -ზე.

$f$  ფუნქციის  $c$  მნიშვნელობის შესაბამისი ნაკლებ მნიშვნელობათა  $D_c$  არე,  $M$  მრავალნაირობის ყველა იმ წერტილთა სიმრავლეა, სადაც  $f \leq c$ . ვთქვათ,  $c$  წარმოადგენს  $f$  ფუნქციის კრიტიკულ მნიშვნელობას, რომელიც მიღებულია ერთადერთ კრიტიკულ  $P$  წერტილზე. განვიხილოთ  $f$  ფუნქციის ისეთი მნიშვნელობანი  $p$  და  $a$ ,  $p < c < a$ , რომ  $p$  და  $a$ -ს შორის, საზღვრების ჩათვლით, არ არსებობდეს  $f$  ან  $f_n$  ფუნქციათა არც ერთი კრიტიკული მნიშვნელობა. ავიღოთ  $P$  კრიტიკული წერტილის ისეთი  $U$  მიდამო, რომელიც  $p$ -ს შესაბამის ნაკლებ მნიშვნელობათა  $D_p$  არეს ჰკვეთს და რომელიც არც შიგნით და არც საზღვარზე გარდა  $P$  წერტილისა არ შეიცავს არც ერთ კრიტიკულ წერტილს.

(1) წაითხულება მოხსენებად მოსკოვის უნივერსიტეტის ტოპოლოგიურ სემინარზე 1939 წლის გაზაფხულზე.



$f$  ან  $f_s$  ფუნქციებისას.  $U \cdot L_p$  სიმრავლის დახურვას, სადაც  $L_p$  ფუნქციის  $p$  მნიშვნელობის შესაბამისი დონის ფართეულია ანუ სიმრავლე ყველა წერტილისა, სადაც  $f = p$ , ეწოდება  $P$  კრიტიკული წერტილის შესაბამისი ძველი საზღვარი.

ჩვენი მიზანია გამოვსახოთ შემდგომკრიტიკული ნაკლებ მნიშვნელობათა  $D_a$  არის მთელრიცხოვანი  $r$ -განზომილებიანი ბეტის ჯგუფი  $B^r(D_a)$  წინაკრიტიკული ნაკლებ მნიშვნელობათა  $D_p$  არის ასეთივე  $B^r(D_p)$  ჯგუფისა და ზოგ სხვა უბრალო და განსაზღვრულ ჯგუფთა საშუალებით, უმარტივეს ჯგუფურ ოპერაციების—წრფივ შეკრებისა და ფაქტორ-ჯგუფის შექმნის—გამოყენებით. ამ მიმართულებით გვაქვს ასეთი

თეორემა: ვთქვათ, მოცემულია ზოგად სასაზღვრო პირობების დამაკმაყოფილებელი  $n$ -განზომილებიანი  $M$  მრავალწირობაზე განსაზღვრული  $f$  ფუნქციის ორ მნიშვნელობათა  $p$  და  $a$ -ს შესაბამისი ნაკლებ მნიშვნელობათა არეები  $D_p$  და  $D_a$ , როცა  $p$  და  $a$ -ს შორის, საზღვრების ჩართვით, არ არსებობს  $f$  ან  $f_s$  ფუნქციათა არც ერთი კრიტიკული მნიშვნელობა, მაშინ  $B^r(D_a) \cong B^r(D_p)$ , ყოველი  $r$ -თვის. ვთქვათ,  $p$  და  $a$ -ს შორის მოთავსებულია  $f$  ფუნქციის ერთადერთი კრიტიკული მნიშვნელობა, მიღებული ერთადერთ კრიტიკულ  $P$  წერტილზე, რომლის ინდექსი იყოს  $k$ .  $P$  წერტილის შესაბამის ძველი  $K$  საზღვრის მთელრიცხვიანი ბეტის  $B^r(K)$  ჯგუფი ნულოვანია, როცა  $r \neq k-1$  და უსასრულო ციკლური ჯგუფია, როცა  $r = k-1$ .  $K$ -ს  $(k-1)$ -განზომილებიანი ჰომოლოგიის ბაზისი აღენიშნოთ  $z^{k-1}$ -ით, ხოლო  $z^{k-1}$ -ის, როგორც  $D_p$ -ზე მდებარე ციკლის, ჰომოლოგიის კლასის მიერ შექმნილი  $n$ -ური რიგის ციკლური ქვეჯგუფი  $B^{k-1}(D_p)$  ჯგუფისა აღენიშნოთ  $Z_n^{k-1}$ -ით. მაშინ

$$B^r(D_a) \cong B^r(D_p), \text{ როცა } r \neq k-1, k;$$

$$B^{k-1}(D_a) \cong B^{k-1}(D_p) - Z_n^{k-1};$$

და  $B^k(D_a) \cong B^k(D_p) + \text{უსასრული ციკლური ჯგუფი, როცა } n > 0$

$$B^k(D_a) \cong B^k(D_p), \text{ როცა } n = 0.$$

შენიშვნა 1. უსასრულო ციკლური ქვეჯგუფი, რომელიც  $B^k$ -ს ემატება წრფივად, როცა  $n > 0$ , შექმნილია  $B^k(D_a)$ -ში იმ ახლადწარმოშობილ ციკლის კლასის მიერ, რომლის ნაკერი  $(\overline{D_a - D_p}) \cdot D_a$  სიმრავლეზე (ანუ, როგორც ქვემოთ ვნახავთ,  $K$ -ზე) არის  $n z^{k-1}$ .

შენიშვნა 2. როცა  $n = 1$ , მაშინ  $B^{k-1}(D_a) \cong B^{k-1}(D_p)$ . შემდეგ,  $B^k(D_a) \cong B^k(D_p)$  მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა  $B^{k-1}(D_a) \cong B^{k-1}(D_p) - \text{უსასრულო ციკლური ქვეჯგუფი. სასრულო ციკლური ქვეჯგუფი წრფივ შესაქრებად მხოლოდ } B^{k-1} \text{-მა შეიძლება შეიძინოს, ხოლო უსასრულო ციკლური ქვეჯგუფი კი მხოლოდ } B^k \text{-მ.}$

შენიშვნა 3. ქვემომოყვანილი მეთოდით, [5]-ზე დაყრდნობით, შესაძლებელია ნაკლებ მნიშვნელობათა არის ბეტის ჯგუფების ცვლილებათა გამორკვევა მაშინაც, როცა  $P$  წარმოადგენს  $f_s$  ფუნქციის კრიტიკულ წერტილს.

დამტკიცება. როცა  $p$  და  $a$ -ს შორის კრიტიკული მნიშვნელობანი არ არსებობენ, მაშინ, როგორც ცნობილია,  $D_p$  და  $D_a$  სიმრავლეები ჰომეომორფული არიან (იხ. [2], ზოგად სასახლერო პირობებისათვის [4]) და მათი ერთი და იგივე განზომილების ზეტის ჯგუფები, მაშასადამე, იზომორფული. ეტყობა ეხლა, რომ  $p$  და  $a$ -ს შორის მოთავსებულია ერთი კრიტიკული მნიშვნელობა ერთი კრიტიკული  $P$  წერტილის შესაბამისი,  $P$ -ს ინდექსია  $k$ , ხოლო მისი შესაბამისი ძველი საზღვარი— $K$ .

[4]-ში ზოგად სასახლერო პირობების შემთხვევაზე გავრცელებული [2]-ში დამტკიცებული დებულება, რომლის ძალით  $P$  წერტილის შესაბამისი ძველი საზღვარი  $K$  შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს როგორც ორი თავისი ქვესიმრავლის ტოპოლოგიური ნამრავლი, რომელთაგანაც ერთი,  $T$ , ჰომეომორფულია  $k$ -განზომილებიან უჯრედის საზღვრისა, ხოლო მეორე,  $S$ ,  $(n-k)$ -განზომილებიანი უჯრედისა; თუ, გარდა ამისა,  $n$ -განზომილებიან  $C$  უჯრედს, რომელიც წარმოადგენს ეხლაზან აღნიშნულ  $k$ -და  $(n-k)$ -განზომილებიან უჯრედთა ტოპოლოგიურ ნამრავლს და რომლის საზღვრის ერთ ნაწილს, ცხადია,  $K$  წარმოადგენს, მივაცერავეთ  $D_p$ -ს  $K$ -ს გასწვრივ, მაშინ მივიღებთ კომპლექსს, რომელიც  $D_a$ -ს ჰომეომორფული იქნება. შემდეგში ჩვენ გავაგივივებთ ამ კომპლექსს  $D_a$ -სთან, რადგან ჩვენი მიზნებისათვის ჰომეომორფულობამდე სიზუსტე საკვებით საკმარისია.

$K$ -ს ასეთი წარმოდგენიდან გამომდინარეობს, რომ  $B^r(K)$  ნულოვანია, როცა  $r \neq k-1$  და კოეფიციენტთა ველის იზომორფულია ანუ უსასრულო ციკლური ჯგუფია, როცა  $r = k-1$  (1).  $(k-1)$ -განზომილებიან ჰომოლოგიის ბაზისად,  $\mathbb{Z}^{k-1}$ -ად,  $K$ -ზე შეიძლება ავიღოთ ის ციკლი, რომელსაც  $K$ -ს ქვეკომპლექს  $T$ -ს (2) სიმპლექსებისთვის კოეფიციენტებად აქვს 1, ხოლო  $K$ -ს დანარჩენ სიმპლექსებისთვის—0. ცხადია, რომ  $\mathbb{Z}^{k-1}$  შეიძლება განხილულ იქნას აგრეთვე, როგორც  $D_p$  ან  $D_a$  კომპლექსებზე მდებარე ციკლი (აქაც ყველა სიმპლექსისათვის, რომლებიც  $T$ -ს არ ეკუთვნიან, კოეფიციენტებად ავიღებთ 0-ს).  $D_a = D_p + C$  კომპლექსზე მდებარე ნებისმიერი ციკლი  $\mathbb{Z}^n$  შეიძლება წარმოდგენილ იქნას როგორც  $C_p - C_c$ , სადაც  $C_p$  აღნიშნავს  $D_p$  კომპლექსზე, ხოლო  $C_c$   $C$  კომპლექსზე მდებარე ჯაჭვს (შდრ. [3], გვ. 290).  $K$  კომპლექსზე მდებარე ციკლს  $\mathbb{Z}^{r-1} = C_p' - C_c'$  ეწოდება  $\mathbb{Z}^n$  ციკლის ნაკერი.  $D_a$ -ზე მდებარე ნებისმიერი ციკლის ნაკერთა სიმრავლე ემთხვევა  $K$  კომპლექსის გარკვეულ ჰომოლოგიის კლასს და, ამასთანავე,  $D_a$ -ზე ჰომოლოგიურ ციკლებს ჰომოლოგიური ნაკერები აქვთ  $K$ -ზე. იმისათვის, რომ  $K$ -ს ციკლი  $\mathbb{Z}^r$  ნაკერი იყოს, აუცილებელია და საკმარისი, რომ ის საზღვრავდეს  $D_p$ -ზე, რადგან  $C$ -ზე ის, ცხადია, საზღვრავს.  $B^r(K)$  ჯგუფის ქვეჯგუფი  $N^r(K)$ , რომელიც ყველა ისეთი კლასებისაგან შედგება, რომელთა ციკლები ნაკერებს წარმოადგენენ, ნულოვანი ჯგუფია, როცა

(1) როცა  $k=1$ , მხედველობაში გვაქვს ე. წ. შემოსახლერისუნარიანი ციკლები, ისე რომ ამ შემთხვევაშიაც  $B^r(K)$  იზომორფული იქნება მთელ რიცხვთა ადიტიური ჯგუფისა და არა ორი ასეთი ჯგუფის წრფივი ჯამისა.

(2) ე. ი. უფრო ზუსტად,  $T$ -ს ნამრავლის  $S$ -ის რომელიმე წერტილთან.



$r \neq k-1$  და  $n\lambda^{k-1}$  ციკლის მიერ შექმნილი უსასრულო ციკლური ჯგუფი როცა  $r = k-1$ .

განვიხილოთ  $B^r(D_a)$  ჯგუფის ორი ქვეჯგუფი:  $S^r(D_a)$ —ისეთი კლასებისა გან შემდგარი, რომელთა ციკლებს ნულის ჰომოლოგიური ნაკერი აქვთ  $K$ -ზე და  $T^r(D_a)$ —ნულოვანი, როცა  $r \neq k$  და ციკლური ჯგუფი, რომელიმე ისეთ  $k$  ციკლის კლასისაგან შექმნილი, რომლის ნაკერს  $n\lambda^{k-1}$  წარმოადგენს, როცა  $r = k$ . მაშინაც, როცა  $r = k$ , ქვეჯგუფი  $T^r(D_a)$  შეიძლება იყოს ნულოვანი, სახელდობრ, როცა  $n = 0$ , ე. ი. როცა არ არსებობს ისეთი დადებითი  $n$ , რომ  $n\lambda^{k-1}$  საზღვრადღეს  $D_p$ -ზე. როცა  $r = k$  და  $n > 0$ , მაშინ  $T^r(D_a)$  წარმოადგენს უსასრულო ციკლურ ჯგუფს. ეს იქედან ჩანს, რომ ამ ციკლური ჯგუფის ბაზისურ  $\lambda^k$  ელემენტს არ შეიძლება ჰქონდეს სასრულო რიგი. მართლაც, რომ  $\lambda^k \sim 0 \text{ } l > 0$ ,  $D_a$ -ზე, მაშინ მისი ნაკერი  $l n \lambda^{k-1}$  აგრეთვე ნულის ჰომოლოგიური იქნებოდა  $K$ -ზე, რაც შეუძლებელია. აქედან ჩვენ ვასკვნით, რომ ნებისმიერ  $r$  და  $n$ -თვის

$$T^r(D_a) \cong N^{r-1}(K).$$

დავამტკიცოთ, რომ  $B^r(D_a)$  წარმოადგენს ორი შემოყვანილი ქვეჯგუფის წრფივ ჯამს:

$$B^r(D_a) = S^r(D_a) + T^r(D_a).$$

როცა  $r \neq k$  ანდა  $r = k$ , მაგრამ  $n = 0$ , მაშინ ეს ცხადია  $S^r(D_a)$ -ს განმარტებიდან და იქიდან, რომ  $T^r(D_a)$  ნულოვანია. ვივულისხმობთ ამიტომ, რომ  $r = k$  და  $n > 0$ . ქვეჯგუფებს  $S^k(D_a)$  და  $T^k(D_a)$  საერთო ელემენტად აქვთ მხოლოდ ნულოვანი კლასი. მართლაც, განვიხილოთ რომელიმე საერთო კლასი. რადგან ის ეკუთვნის  $T^k(D_a)$ -ს, ამიტომ მის წარმომადგენლად შეგვიძლია ავიღოთ ციკლი, რომლის ნაკერი იქნება  $l n \lambda^{k-1}$ . მეორე მხრივ. რადგან ეს კლასი ეკუთვნის  $S^k(D_a)$ -ს, ამიტომ  $l n \lambda^{k-1} \sim 0 \text{ } K$ -ზე. მაშასადამე,  $l = 0$ , რასაც ვამტკიცებდით. დავამტკიცოთ ეხლა, რომ ნებისმიერი ციკლი  $D_a$ -ზე ჰომოლოგიურია  $D_a$ -ზე  $S^r(D_a)$ -ს და  $T^r(D_a)$ -ს გარკვეული კლასების ციკლთა ჯამის. ვთქვათ,  $\zeta$  ნებისმიერი ციკლია  $D_a$ -ზე. თუ მისი ნაკერი ნულის ჰომოლოგიურია  $K$ -ზე, მაშინ მისი კლასი ეკუთვნის  $S^r(D_a)$ -ს და დებულდება სწორია. დავუშვათ ამიტომ, რომ  $\zeta$ -ს ნაკერი არ იყოს ნულის ჰომოლოგიური  $K$ -ზე. ე. ი.  $l n \lambda^{k-1}$ ,  $l > 0$ , სახის მქონე რომელიღაც ციკლი  $\alpha$  იყოს. გვექნება:

$$\zeta = C_p - C_e, \quad \alpha = \dot{C}_p = \dot{C}_e.$$

იქედან, რომ  $\alpha$  ნაკერია, ხოლო ნაკერთა შემცველი კლასების ჯგუფი  $T^k(D_a)$  ჯგუფის იზომორფულია, გამომდინარეობს, რომ  $T^k(D_a)$ -ში არსებობს კლასი, რომლის ციკლების ნაკერები  $\alpha$ -ის ჰომოლოგიურები არიან  $K$ -ზე. თუ  $\zeta'$  ამ კლასის ერთ-ერთი ციკლია, მაშინ არსებობს მისი ისეთი წარმოდგენა  $\zeta' = C_p - C_e$ , რომლის დროსაც ნაკერად გვაქვს სწორედ  $\alpha = \dot{C}_p = \dot{C}_e$ . ჯაჭვი  $C_p - C_p$  წარმოადგენს ციკლს, რადგან  $(C_p - C_p)' = \dot{C}_p - \dot{C}_p = \alpha - \alpha = 0$  და მდებარეობს  $D_p$ -ზე, რადგან  $D_p$ -ზე მდებარეობენ მისი შესაქრებები. მისი ნაკერი, მაშასადამე, ტოლია ნულისა, მით უმეტეს ჰომოლოგიურია ნულისა  $K$ -ზე, ე. ი.



წარმოადგენს ციკლს  $S^k(D_a)$ -დან. ციკლი  $(C_p - C_p) + \zeta$  არის ჯამი  $S^k(D_a)$ -ს და  $S^k(D_a)$ -ს გარკვეული კლასებიდან ამორჩეული ციკლებისა და  $\zeta$ -ს ჰომოლოგიური. მართლაც,  $C_p - C_p + \zeta' = C_p - C_p + C_p' - C_c = C_p - C_c$  და  $(C_p - C_c) - \zeta = (C_p - C_c) - (C_p - C_c) = C_c - C_c$ . ეს უკანასკნელი კი წარმოადგენს ციკლს, რომელიც  $C$ -ზე ძვეს, მაშ ასადამე, ჰომოლოგიურია ნულისა იქ და მით უმეტეს  $D_a$ -ზე.

დავგრჩენია შევადგასოთ  $S^r(D_a)$ . ამას ჩვენ მოვახდენთ იზომორფულობამდე იზუსტით და  $B^r(D_p)$ -ს საშუალებით. ავიღოთ  $B^r(D_p)$  ჯგუფის რომელიმე გარკვეული კლასი. ამ კლასის ციკლები შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ციკლები  $D_a$ -ზე, თუ მათ მნიშვნელობათ  $D_a$ -ს იმ სიმპლექსებზე, რომლებიც  $D_p$ -ს არ ეკუთვნიან მივიღებთ ნულებს. ყველა ეს ციკლი მოთავსებული იქნება  $D_a$ -ს ერთ ჰომოლოგიურ კლასში. ეს კლასი ეკუთვნის  $S^r(D_a)$ -ს, რადგან ჩვენ ციკლთა ნაკერები არა თუ ნულის ჰომოლოგიური, არამედ ნულის ტოლებიც კი არიან  $K$ -ზე. ამგვარად, ჩვენ გვაქვს  $B^r(D_p)$ -ს გადასახვა  $S^r(D_a)$ -ში, რომელიც, ადვილი სანახავია, ჰომომორფიზმს წარმოადგენს.

ეს არის გადასახვა  $S^r(D_a)$ -ზე. მართლაც, ავიღოთ  $S^r(D_a)$ -ს ნებისმიერი კლასი და ამ კლასის რომელიმე ციკლი  $z_r$ . წარმოვიდგინოთ ეს ციკლი, როგორც  $C_p - C_c$ .  $z_r$ -ს ნაკერი იქნება  $\dot{C}_p = \dot{C}_c$ .  $S^r(D_a)$ -ს განსაზღვრის თანახმად ეს ნაკერი ნულის ჰომოლოგიური იქნება  $K$ -ზე, ე. ი.  $\dot{C}_p = \dot{C}_k$  სადაც  $C_k$  ჯაჭვია  $K$  კომპლექსზე მდებარე. განვიხილოთ ჯაჭვი  $C_p = C_p - C_k$ .  $C_p$  ძვეს  $D_p$ -ზე. ის არის ციკლი:  $\dot{C}_p = \dot{C}_p - \dot{C}_k = 0$ . ის ჰომოლოგიურია  $z_r$ -სი  $D_a$ -ზე, რადგან  $z_r - C_p = (C_p - C_c) - (C_p - C_k) = C_k - C_c$  ნულის ჰომოლოგიურია  $C$ -ზე და, მაშასადამე,  $D_p$ -ზე.  $C_p$  ციკლის ჰომოლოგიის კლასი  $D_p$ -ზე არის სწორედ ის კლასი  $B^r(D_p)$ -სა, რომელიც  $S^r(D_a)$ -ს ადებულ კლასზე გადაისახება.

დავიმტკიცოთ, რომ ჩვენი ჰომომორფიზმის ბირთვი არის ციკლური ჯგუფი  $Z_n^r$ ,  $K$  კომპლექსის ჰომოლოგიის ბაზისის  $z^r$ -ის მიერ წარმოშობილი  $D_p$ -ზე. მაშასადამე,  $Z_n^r$  ნულოვანია, როცა  $r \neq k-1$ , და  $z^{k-1}$ -ის მიერ წარმოშობილი ზემოთ განსაზღვრული  $n$ -ური რიგის ციკლური ჯგუფი  $Z_n^{k-1}$  არის, როცა  $r = k-1$ .

რომ  $Z_n^r$  შედის ბირთვში, ეს ცხადია, როცა  $r \neq k-1$ , ხოლო  $Z_n^{k-1}$ -თვის ეს გამომდინარეობს იქედან, რომ მისი ნებისმიერი კლასი შედგება ციკლებისაგან, რომელთაც აქვთ სახე  $z^{k-1}$  (ჰომოლოგიურობამდე სიზუსტით) ე. ი.  $K$  კომპლექსზე მდებარე და, მაშასადამე,  $D_a$ -ზე ნულის ჰომოლოგიურ ციკლებისაგან.

ავიღოთ ეხლა ბირთვის რომელიმე კლასი და ამ კლასის რომელიმე წარმომადგენელი  $z_p$ . გვექნება:  $z_p \sim 0$ ,  $D_a$ -ზე ანუ  $z_p = \dot{C}_a$ . წარმოვიდგინოთ  $C_a$  როგორც  $C_p - C_c$  და განვიხილოთ ციკლი  $z_k = z_p - \dot{C}_p$ .  $z_k$  ძვეს  $K$ -ზე, რადგან ის ერთ და იმავე დროს ძვეს  $D_p$ -ზე (განმარტების თანახმად) და  $C$ -ზე (ტოლობის  $z_k = (\dot{C}_p - \dot{C}_c) - \dot{C}_p = -\dot{C}_c$  ძალით).  $z_k$  ჰომოლოგიურია ადებულ  $z_p$  ციკლისა  $D_p$ -ზე, რადგან  $z_p - z_k = \dot{C}_p \sim 0$   $D_p$ -ზე. ამგვარად,  $z_p$  ეკუთვნის  $D_p$ -ს იმ ჰომოლოგიურ კლასს, რომელშიაც შედის  $K$ -ზე მდებარე გარკვეული ციკლი, ანუ ეს კლასი



წარმოადგენს  $Z_n^r$ -ის ერთ-ერთ ელემენტთაგანს. მაშასადამე,  $Z_n^r$  განხილულ ჰომომორფიზმის ბირთვია. ამის გამო ვიღებთ იზომორფიზმს

$$S^r(D_a) \cong B^r(D_p) - Z_n^r.$$

$S^r(D_a)$ -სა და  $T^r(D_a)$ -ს ზემოთ მიღებულ იზომორფულ სახეთა ჩასმა  $B^r(D_a)$ -თვის დამყარებულ წრფივ ჯამად წარმოადგენაში მოგვცემს

$$B^r(D_a) \cong (B^r(D_p) - Z_n^r) + N^{r-1}(K),$$

საიდანაც გამოდინარეობს ჩვენი თეორემა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 25.10.1943)

МАТЕМАТИКА

Г. ЧОГОШВИЛИ

ГРУППЫ БЕТТИ ОБЛАСТЕЙ МЕНЬШИХ ЗНАЧЕНИЙ

Резюме

Марстон Морз исследовал с топологической точки зрения отличие между двумя областями меньших значений функции, данной на определенной области и, исходя из этого, установил возможные изменения чисел Бетти по модулю 2 области меньших значений, при движении последней. Он предполагает при этом, что функция и область, на которой задана эта функция, удовлетворяют так называемым граничным условиям 2, что равносильно рассмотрению функции, заданной на замкнутом многообразии. В данной заметке выясняется изменение целочисленной группы Бетти области меньших значений при общих граничных условиях. Эти последние состоят в следующем: областью задания функции является  $n$ -мерное ограниченное многообразие  $M$ , с достаточно гладкой границей  $B$  (о степени гладкости см. [2, 5]). Функция  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , данная на  $M$ , является дважды непрерывно дифференцируемой, ни одна критическая точка которой не вырождена и все лежат внутри  $M$ . Функция  $f_b$ , индуцированная функцией  $f$  на  $B$ , также предполагается не вырожденной. Если между значениями  $p$  и  $a$ ,  $p < a$ , функции  $f$ , включая границы, нет ни одного критического значения  $f$  или  $f_b$ , то соответствующие им области меньших значений  $D_p = E[f \leq p]$  и  $D_a = E[f \leq a]$  гомотопны (см. [2], для общих граничных условий [4]), следовательно, их группы Бетти изоморфны. Пусть  $c$  — единственное критическое значение  $f$ , лежащее между  $p$  и  $a$  и соответствующее единственной критической точке  $P$  индекса  $k$ . Пусть  $U$  — окрестность  $P$ , пересекающаяся с  $D_p$  и не содержащая ни внутри себя, ни на границе ни одной критической точки  $f$  или  $f_b$ , кроме  $P$ . Старой границей  $K$ , соответствующей критической точке  $P$ , называется замыкание множества  $UL_p$ , где  $L_p$  есть поверхность уровня  $E[f = p]$ .  $r$ -мерная группа Бетти старой границы  $K$ , соответствующей точке

является нулевой группой при  $r \neq k-1$  и бесконечной циклической группой при  $r = k-1$ . Пусть  $\zeta^{k-1}$  есть  $(k-1)$ -мерный базис гомологии комплекса  $K$ , а  $Z_n^{k-1}$  — циклическая подгруппа порядка  $n$  группы Бетти  $B^{k-1}(D_p)$  области  $D_p$ , порожденная классом гомологии цикла  $\zeta^{k-1}$ . Тогда

$$B^r(D_a) \cong B^r(D_p), \text{ при } r \neq k-1, k;$$

$$B^{k-1}(D_a) \cong B^{k-1}(D_p) - Z_n^{k-1};$$

$$B^k(D_a) \cong B^k(D_p) + \text{бесконечная циклическая группа, при } n > 0,$$

и

$$B^k(D_a) \cong B^k(D_p), \text{ при } n = 0.$$

Указанная бесконечная циклическая группа образована в  $B^k(D_a)$  классом гомологии того новоявившегося цикла, шов которого на  $\overline{D_a - D_p} \cdot D_a$ , т. е. на  $K$ , есть  $n\zeta^{k-1}$ .

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Математический институт

MATHEMATICS

## THE BETTI GROUPS OF DOMAINS OF SMALLER VALUES

By G. CHOGOSHVILI

Summary

In the present note the author considers, under general boundary conditions, the variation of the homology group with integer coefficients of moving domain of smaller values.

An english translation will appear in the «Travaux de l'Institut Mathématique de Tbilissi», vol. XIII.

Academy of Sciences of the Georgian SSR  
Mathematical Institut  
Tbilissi

### სიბიბიკავული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Marston Morse. Relations Between the Critical Points of a Real Function of  $n$  Independent Variables. Trans. Amer. Math. Soc., 27, 1925, p. 345.
2. Marston Morse and George Booth van Schaack. The Critical Point Theory Under General Boundary Conditions. Ann. of Math., 35, 1934, p. 545.
3. P. Alexandroff und H. Hopf. Topologie, I. Berlin. 1935.
4. Г. Чогошвили. Об изменении чисел Бетти движущейся поверхности уровня. Доклады АН СССР, 22, 1939, стр. 293.
5. Г. Чогошвили. О поверхностях уровня и областях меньших значений функции, лавной на ограниченном многообразии. Доклады АН СССР, 24, 1939, стр. 635.



ფიზიკური ქიმია

ბ. ანდრონიკაშვილი და ვ. კოკოჩაშვილი

დისპერსული ფაზის დაგროვების კინეტიკა  
მემანიკური დისპერგირებისას

1. შესავალი. წინათ გამოქვეყნებულ შრომებში ე. ანდრონიკაშვილისა და ბ. ცაბაძის [1, 2] მიერ აღწერილი იყო ზოგი მეტალის მაღალკონცენტრირებული კოლოიდური სუსპენზიების მიღების ცდები ორგანულ გამხსნელებში. მათგან ყველაზე მკვეთრად გამოსახული თვისებები ჰქონდა ტყვიის ალკოზოლესს, რომელთა ცალკეული დამახასიათებელი თვისებები იმავე შრომებშია აღწერილი.

ტყვიის ალკოზოლების შემდგომი გამოკვლევისას აღმოჩნდა, რომ მათ ზოგიერთი ახალი თვისებები აქვთ, რომლებიც მანამდე არ იყო შემჩნეული. ასეთია, მაგ., ერთგვარი ანომალიები ზედაპირულად აქტიურ ნივთიერებათა მიმართ, მათი უარყოფითი მოქმედება დისპერსული ფაზის დაგროვების კინეტიკაზე და ა. შ., რომელთა დაწვრილებითი აღწერა მოთავსებული იქნება შემდგომ წერილებში.

აღნიშნულ მოვლენათა ოდენობრივი გამოკვლევა მიზანშეწონილი იქნება მხოლოდ იმის შემდეგ, რაც შესწავლილი იქნება დისპერსული ფაზის დაგროვების კინეტიკა და მოცემულ დისპერგირების პირობებში მისალწევი დისპერსობის ხარისხი.

წინამდებარე შრომა ძირითადად ამ საკითხებისადმი მიძღვნილი.

საჭიროა აქვე აღვნიშნოთ, რომ წინა ცდებისაგან განსხვავებით, ჩვენ ვმუშაობდით ხსნარებზე, სადაც ტყვიის კონცენტრაცია არ აღემატება 1,5%-ს (რის გამო ხსნარის სიბლანტე უმნიშვნელოდ განსხვავდება გამხსნელის სიბლანტისაგან). მაგრამ, რამდენადაც ცნობილია ჩვენთვის, მეტალური ზოლების აღნიშნული კონცენტრაციებიც მიუღწეველია დისპერგირების სხვა მეთოდებით. სარგებლობისას (მაგ., კოლოიდური წისქვილის დახმარებით [3]).

2. დისპერგირების მეთოდიკა. დისპერგირება წარმოებდა მინის ცილინდრულ ჭურჭლებში, სადაც წინასწარ მოთავსებული იყო 40 გრ ტყვიის ნახერხი და 95—96° სპირტი 60 მლ-ის რაოდენობით.

რეზინის საცობით გერმეტულად თავის დაცობის შემდეგ ჭურჭელი თავსდება სანჯღრევი მანქანის ერთ-ერთ ბუდეში (რომლებსაც შემდეგში „წინასა“ და „უკანა“ ბუდეს ვუწოდებთ). უკანასკნელი მოძრაობდი ლერძის დახმარებით, ორი ცილინდრული მიმმართველის გასწვრივ. უკანა ბუდესთან ხისტად გამაგრებული ლერძი კავშირში იყო ელექტროძრავის ექსცენტრულ ნაწილთან.

ელექტროძრავის ბრუნვის სიხშირე იყო 1400 მობრ/წუთ. ბუდეებს შეეძლო წინსვლის შემდგომ არა მარტო უკან დაბრუნება თარზულ სიბრტყეში მოძრაობისას, არამედ რყევაც შვეულ სიბრტყეში. ასეთი მოძრაობისას წინა ბუდე უფრო მეტად „ავარდებოდა“ ხოლმე, ვიდრე უკანა ბუდე. ამიტომ დისპერსიული არისა და ნახერხის მოძრაობის ხასიათი წინა და უკანა ბუდეებში თვალსაჩინოდ განსხვავდებოდა ერთმანეთისაგან. თუ წინა ბუდეში სითხე ბრუნვის მოძრაობას ასრულებდა, უკანა კურკელში იგი ჰქმნიდა შვეულ „შადრევანს“ და „ძაბრებს“, რომლებსაც თან ახლდა დიდი რაოდენობის ქაფი.

ჩვენი გამოკვლევების თანახმად სითხის მოძრაობის ხასიათი თვალსაჩინო გავლენას ახდენს ზოლის კონცენტრაციაზე, მყარი ფაზის დისპერსობის ხარისხზე და სხვ.

შვივის ექსცენტრული ნაწილის გარდანაცვლებით ძრავის ღერძზე, ბუდეების რყევის ამპლიტუდის შეცვლა შეიძლებოდა 0-დან 15 მმ-დე. რადგან ზემოთ დასახელებულ გამოკვლევებში ცდების დროს რყევის ამპლიტუდი უდრიდა 50 მმ-ს, ამიტომ მექანიკური ზემოქმედების ინტენსივობა აქ აღწერილ ცდებში გაცილებით უფრო ნაკლები იყო და ამის შესაბამისად ზღვრული კონცენტრაციები ვერ აღწევდა იმ მაღალ მნიშვნელობებს, რომლებსაც ადრე ვღებულობდით.

3. დისპერსული ფაზის დაგროვების კინეტიკა. აღწერილი მეთოდით ჩავატარეთ ექსპერიმენტების ორი სერია. ცდების პირველი სერია ჩატარებული იყო (წინა ბუდეში) 150 სმ<sup>3</sup>-იან კურკელში, რყევის ამპლიტუდი იყო 11 მმ, ხოლო მეორე წყება ცდებისა კურკელში ტევადობით 320 სმ<sup>3</sup> (წინა და უკანა ბუდე), რყევის ამპლიტუდით 15 მმ.

დისპერგირების დამთავრების შემდეგ მიღებული კოლოიდური ხსნარი გადაგჭონდა ქიქაში, სადაც დასაწდომად 10 წუთს ვაყოვნებდით. დაწდომის შემდეგ ვიღებდით სინჯს ქიმიური ანალიზისათვის 10 მლ-ის რაოდენობით. ტყვიის ოდენობრივი განსაზღვრას იოდომეტრული გზით ვაწარმოებდით. მიღებული შედეგები მოთავსებულია I და II ცხრილებში და აგრეთვე 1-ლ ნახ-ზე.

ზოლის კონცენტრაციის დამოკიდებულება დისპერგირების ხანგრძლივობაზე (კურკლის ტევადობა 150 სმ<sup>3</sup>. წინა ბუდე, ამპლიტუდი 11 მმ).

ცხრილი 1

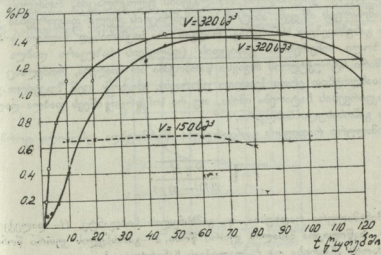
№.№	თარიღი	დისპერგირების ხანგრძლივობა წუთებში	ტყვიის კონცენტრაცია გრამებში ხსნარის 10 მლ-ზე	ტყვიის კონცენტრაცია %/ო-ში
1	25-VI	10	0,0518	0,66
2	24-VI	20	0,0520	0,66
3	24-VI	40	0,0538	0,68
4	25-VI	60	0,0518	0,66
5	26-VI	80	0,0461	0,58

ზოლის კონცენტრაციის დამოკიდებულება დისპერგირების ხანგრძლივობაზე. ჭურჭლის ტევადობა 320 სმ<sup>3</sup>. წინა და უკანა ბუდე, ამპლიტუდი 15 მმ.

ცხრილი 2

№	თარიღი	დისპერგირების ხანგრძლივობა წუთებში	ოთახის ტემპერატურა °C	წინა ბუდე			უკანა ბუდე		
				სნარის ტემპერატურა °C	Pb-ის კონცენტრაცია გრამებში 10 მლ-ზე	Pb-ის კონცენტრაცია %/ო-ში	სნარის ტემპერატურა °C	Pb-ის კონცენტრაცია გრამებში 10 მლ-ზე	Pb-ის კონცენტრაცია %/ო-ში
1	19-VII	1,5	28	—	0,0160	0,201	—	0,0065	0,082
2	22-VII	3	28	—	0,0360	0,460	—	0,0078	0,098
3	23-VII	6	30	44	0,0620	0,780	35	0,0137	0,172
4	24-VII	10	30	47	0,0877	1,100	37	0,0335	0,421
5	19-VII	20	28	51	0,0876	1,100	38	0,0700	0,878
6	19-VII	40	28	—	—	—	38	0,0990	1,240
7	20-VII	47	27	—	0,116	1,450	—	0,1070	1,340
8	24-VII	75	31	—	—	—	41	0,1100	1,390
9	19-VII	120	28	66	0,0914	1,210	43	0,0850	1,070

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, შეფარდებით დიდ ჭურჭელში ზოლის კონცენტრაცია სწრაფად იზრდება დისპერგირების ხანგრძლივობასთან დაკავშირებით და შემდგომ ამისა თანდათანობით აღწევს ნაჯერ მდგომარეობას, რომლის შესაბამისი კონცენტრაცია 1,5%-ს უახლოვდება. შემდგომი დისპერ-



ნახ. 1.

კოლოიდური ფაზის კონცენტრაციის დამოკიდებულება დისპერგირების ხანგრძლივობაზე.

გირება იწვევს კოლოიდური ფაზის გაღარიბებას; უკანასკნელი გამოიყოფა ხსნარში. წინა ბუდეში მომზადებული ზოლის კონცენტრაცია ( $a$  მრუდე), განსაკუთრებით დასაწყისში, თვალსაჩინოდ აღემატება ზოლის კონცენტრაციას, რომელიც უკანა ბუდეში მიიღება ( $b$  მრუდე). ეს გარემოება, ისევე, როგორც წინა ბუდეში ზოლის გათბობა (რომელიც თან ახლავს დისპერგირების პროცესს), მიგვითითებს მყარი ფაზის დაშლის მექანიზმის განსხვავებაზე, რაც უთუოდ დაკავშირებულია სითხის მოძრაობის ხასიათთან ორივე შემთხვევაში. 150 სმ<sup>3</sup>-იან ჭურჭელში ზღვრული კონცენტრაცია უფრო მოკლე დროში მიიღება. ამ დროს კონცენტრაციის მაქსიმუმი შეესაბამება 0,68%-ს ( $c$  მრუდე), რაც გაცილებით უფრო მცირეა, ვიდრე 320 სმ<sup>3</sup>-იან ჭურჭლის შემთხვევაში. კონცენტრაციების აღნიშნული სხვაობა არ შეიძლება აეხსნათ დისპერგირების ინტენსივობის სხვაობით, რადგან 11 მმ-იანი ამპლიტუდის დროს საკონტროლო ცდებმა 320 სმ<sup>3</sup>-იან ჭურჭელში მოგვცა 1,48% კონცენტრაციის ხსნარი, როდესაც დისპერგირების ხანგრძლივობა უდრიდა 80 წუთს.

ამრიგად, ზღვრული კონცენტრაციების განსხვავება ორივე შემთხვევაში უნდა მივაწეროთ ჭურჭლის თავისუფალ მოცულობათა სხვაობას, ე. ი. თავისუფალი ჟანგბადის რაოდენობას, რომელიც დისპერგირებაში მონაწილეობს.

ამით აიხსნება 1-ლ ნახ-ზე წერტილების არსებული ვაფანტვა, რომელიც მივიღეთ მას შემდეგ, რაც ერთ-ერთი ჭურჭელი შეეცვალეთ მეორით, რომლის ტევადობა რამდენადმე განსხვავდებოდა პირველისაგან.

4. კოლოიდურ წილაკთა მინიმალური რადიუსის განსაზღვრა. აქ დასაწყისშივე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვენ არა ერთხელ შეგვინიშნავს პირველსაწყისი კონცენტრირებული ზოლის დისპერსიული სითხით განზავებისას მისი მდგრადობის მკვეთრი შემცირება. ასეთ განზავებას, როგორც წესი, თან ახლავს კოლოიდური ნაწილაკების ფლოკულაცია, რომელიც ზოლის სწრაფ გამოყოფას იწვევს. ამიტომ სედიმენტაციის ყველა დაკვირვებას ვაწარმოებდით განუზავებელ ხსნარებზე. რადგან არა საკმარისად მაღალი კონცენტრაციის ზოლი სინერგისის განიცილის (დალექვის საზღვარი დაბლა იწვევს, სანამ ფაზური სტრუქტურის მსგავსი წარმოქმნა არ მიიღება, რომელსაც მოცულობის დაახლოებით ერთი მეათედი უჭირავს), ამიტომ ჩვენ შეგვეძლო ვიზუალური დაკვირვების ჩატარება იმისა, თუ რა სიჩქარით იწვევს დაბლა დალექვის მკვეთრად გამოსახული საზღვარი.

მინიმალური რადიუსის გაანგარიშება წარმოებდა ცნობილი ფორმულით

$$r = \sqrt{\frac{9 \eta H}{2(D - a) g t}}$$

სადაც  $r$  მინიმალური რადიუსია,  $\eta$  — გამხსნელის სიბლანტე,  $H$  — დალექვის სიმაღლე,  $D$  — ნაწილაკთა მასალის კუთრი წონა,  $d$  — გამხსნელის კუთრი წონა,  $g$  — სიმძიმის ძალის აჩქარება და  $t$  — დალექვის ხანგრძლივობა.

გაანგარიშების შედეგები მოთავსებულია მე-3 ცხრილში და გამოსახულია აგრეთვე მე-2 ნახ-ზე.

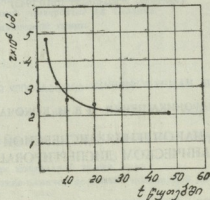
წილკათა მინიმალური რადიუსის დამოკიდებულება დისპერგირების ხანგრძლივობაზე  
(წინა ბუდე)

ცხრილი 3

მინიმალური რადიუსი, მკმ.	კუროლის ტევადობა სმ <sup>3</sup> -ში	დისპერგირების ხანგრძლივობა წუთებში	მიღების თარიღი	დაკვირვების თარიღი	დაღეჭვის ხანგრძლივობა დღეებში	საზღვრის გადანაცვლება მმ-ში	მინიმალური რადიუსი $r \times 10^6$ სმ	შენიშვნა
15	320	3	22—VII	25—VII	—			დაღეჭვა დამოკიდებულია, შეიქმნა სტრუქტურა
				5—VIII	11		> 4,8	
		6	23—VII	25—VIII	31	> 87	> 4,0	
				5—VIII	13	25	3,1	
				25—VIII	33	62	3,2	
10	24—VII	5—VIII	12	13	2,5			
		25—VIII	32	43	2,7			
		5—VIII	17	16	2,3			
11	320	80	26—VI	25—VIII	37	42	2,5	
				27—VII				
				25—VIII	29	22	2,1	
				15—VII	19	36	3,2	
11	150	20	24—VI	5—VIII	40	73	3,2	
				25—VIII	60	110	3,2	
				9—VII	15	33	3,5	
11	40	24—VI	24—VI	9—VII	15	40	3,8	

სრულიად მსგავსი დაკვირვებები ჩავატარეთ აგრეთვე მთელ რიგ ხსნარებზე, რომლებიც მივიღეთ უკანა ბუდეში დისპერგირებისას. აქ მიღებული მინიმალური რადიუსის მნიშვნელობათა გაფანტვა იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ არ ხერხდება ავავოთ მრუდე, რომელიც გამოხატავდა მის დამოკიდებულებას დისპერგირების ხანგრძლივობაზე.

მინიმალური რადიუსების ასეთი გზით გამოთვლა ნაწილაკებისთვის ცოტაოდენ გადიდებულ მნიშვნელობებს იძლევა, რადგან ჩვენ მიერ არ იყო აღ-



ნან. 2.

მინიმალური რადიუსის დამოკიდებულება დისპერგირების ხანგრძლივობაზე.



რიცხული სმოლუხოვსკის შესწორება სტოქსის კანონისათვის, თუმცა ასეთი შესწორება მაღალი კონცენტრაციის კოლოიდების სედიმენტაციის დაკვირვების დროს (როდესაც კოლოიდების დაღეჭვა ხდება უფრო სწრაფად, ვიდრე მცირე კონცენტრაციის შემთხვევაში) აუცილებელია.

როგორც ჩანს მე-3 ცხრილიდან და მე-2 ნახ-დან, დისპერგირების პროცესში წარმოებს როგორც პირველადი (ნახერხის) მარცვლების, აგრეთვე მათგან წარმოშობილი კოლოიდური ნაწილაკების დაწვრილმანება.

მინიმალური რადიუსის ხანგრძლივი და მრავალგზისი გაზომვები, ჩატარებული დაღეჭვის ზღერის გადანაცვლების სიჩქარის მიხედვით, 2 თვის განმავლობაში იძლევა საშუალო სიჩქარის უცვლელ მნიშვნელობას ცდის ცდომილების ფარგლებში, რაც გარკვევით ამოწმებს იმ გარემოებას, რომ კოლოიდური ნაწილაკები არ ეკრობიან ერთმანეთს. ეს გარემოება ნებას გვაძლევს მივაწეროთ სედიმენტაციის პროცესში მყოფ კოლოიდებს აგრეგატული სტაბილობა პესკოვის მნიშვნელობით [4].

მინიმალური რადიუსის სიდიდეზე სტრუქტურის წარმოშობის გავლენის გამოსარკვევად, ერთი წლის შემდეგ ხსნარები, რომლებიც რეზინის საცობებით დაცობილ სინჯარებში ინახებოდა, ისევ შენჯღრეული იყო და ისევ განვიმეორეთ სედიმენტაციური დაკვირვებანი. დისპერსობის ხარისხი სხვადასხვა ზოლებმა შეინარჩუნა არა ერთნაირად, რაც, ალბათ, შენახვის პირობების სხვადასხვაობით უნდა აიხსნას.

უცვლელი მინიმალური რადიუსი აღმოჩნდა მხოლოდ ორი ნიმუშის შემთხვევაში: 6' და 47'.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიკისა და გეოფიზიკის ინსტიტუტი

და სტალინის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ფიზიკური ჭიმიის კათედრა

(შეპოვიდა რედაქციაში 15.10.1943)

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Э. А. АНДРОНИКАШВИЛИ И В. И. КОКОЧАШВИЛИ

## КИНЕТИКА НАКОПЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОМ ДИСПЕРГИРОВАНИИ

Резюме

При механическом диспергировании свинцовых опилок в этиловом спирте методом Андрикошвили—Цабадзе (1,2) раствор в течение первых же минут быстро обогащается дисперсной фазой. В течение 40—50 ми-

ნუტ процесс накопления дисперсной фазы практически заканчивается (при амплитуде 15 мм в сосудах емкостью 320 см<sup>3</sup>) и при дальнейшем увеличении длительности диспергирования уступает место процессу выпадения коллоидно-растворенного вещества (рис. 1, таблицы I и II). Обнаружена резкая зависимость кинетики накопления дисперсной фазы от характера движения опилок и дисперсионной среды внутри сосуда (ср. кривые *a* и *b*), от емкости сосуда (ср. кривую *c*), амплитуды и других факторов.

С помощью визуального наблюдения границы оседания и на основании закона Стокса было сделано заключение относительно размера минимального радиуса. Минимальный радиус оказался зависящим при прочих равных условиях от продолжительности диспергирования, уменьшаясь от  $4,8 \cdot 10^{-6}$  см для 3-минутного зольа до  $2,1 \cdot 10^{-6}$  см для 47-минутного зольа (рис. 2, таблица III).

Длительные наблюдения за перемещением границы оседания показали, что средняя скорость оседания с течением времени остается практически постоянной (впредь до достижения концентраций, при которых наблюдается образование структур). На основании этого наблюдения сделано заключение об агрегативной устойчивости (находящегося в процессе седиментации) свинцового алкозоля в смысле Пескова [4].

Агрегативная устойчивость не может быть приписана разбавленным зольам, которые начинают флокулировать после разведения раствора дисперсионной средой.

Влияние структурообразования на величину минимального радиуса, как показали проведенные через год повторные опыты над вновь взмученными растворами, не однозначно. Некоторые образцы сохранили значение минимального размера неизменным, тогда как другие образцы обнаружили значительную коагуляцию.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт физики и геофизики и

Тбилисский государственный университет им. Сталина

Кафедра физической химии

### ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. E. L. Andronikaschvili und I. I. Tzabadze. Acta Physicochimica, XIII, 369, 1940.
2. Э. Л. Андроникашвили и И. И. Цабадзе. Журнал коллоидной химии, Вып. 4, 1941.
3. Н. П. Песков. Курс коллоидной химии. 1940.
4. Н. П. Песков. Физико-химические основы коллоидной науки. 1937.

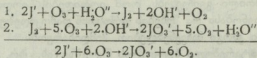


3. გოგორჯილი, მ. ჯარჯარაშვილი და ო. ჯავახიშვილი

ოზონით იოდიდ-იონების იოდატ-იონებად დაჟანგვა

როგორც ცნობილია, იოდიდ-იონებზე ოზონი ქმედობს ნეიტრალურ, მკა-  
 და ტუტე გარემოში. ქარბი ოზონის ქმედობისას იოდიდ-იონი იქანგება  
 იოდატ-იონად. იოდატ-იონებად დაქანგვა ნეიტრალურ და განსაკუთრებით  
 ზევა გარემოში ძალიან ნელა მიმდინარეობს. ტუტე გარემოში პროცესი გაცი-  
 ლებით უფრო სწრაფად და იოდატის კარგი გამოსავლით მიმდინარეობს.

ოზონით იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანგვის რეაქცია, ალბათ, მიმ-  
 დინარეობს ორ სტადიად.



ამ სტემის დასამტკიცებლად, ჩვენ გავზომეთ KJ-ის ხსნარის P<sub>H</sub> მინის ელექ-  
 ტროდით ცდის დასაწყისში, ოზონით თავისუფალი იოდის გამოყოფის მომენტ-  
 ზე და იგივე იოდის იოდატ-იონად დაქანგვის შემდეგ. ჩატარებულმა ცდებმა  
 დაგვანახვა, რომ კალიუმ იოდიდის ხსნარის საწყისი P<sub>H</sub> = 6,85, ელემენტარუ-  
 ლი იოდის გამოყოფის მომენტში ის იზრდება 8,72-მდე. თავისუფალი იოდის  
 შემდგომი ჟანგვისას იოდატ-იონამდე, რეაქციაში ჰიდროქსილიონების შესვლის  
 შემდეგ P<sub>H</sub> კვლავ ეცემა 7,38-დე.

ქანგვა აღდგენის პოტენციალების გამოთვლა გვიჩვენებს, რომ აღნიშნუ-  
 ლი პროცესი ტუტე გარემოში კარგად უნდა მიმდინარეობდეს.

$$E_0O_3/O_2 - E_0JO_3'/J' = 1,10 - 0,026 = 0,84.$$

კალიუმ-იოდიდის ხსნარისაგან ბურლილი წყლისა და ოზონირებული ჰაერის  
 დაკუთვსო შეხების მიზნით ცდები ტარდებოდა პატარა კოლბაში, რომლის  
 ფლასკ შლიფის (გლესილი) საშუალებით უერთდებოდა შოტის ძაბრი № 1. ამ  
 ფლასკოში ოზონს ვატარებდით ქვევიდან ზევით კოლბის გვერდითი მილის  
 საშუალებით, რომელიც შლიფით დაკავშირებული იყო ოზონატორთან. ძაბრში  
 დასამდით KJ-ის ხსნარს ან ბურლილის წყალს.

კალიუმ-იოდიდის ხსნარის 1 ლიტრს წინასწარ ვუმატებდით 0,5 მლ  
 NaOH-ის ხსნარს (44%)<sub>0</sub>. ბურლილის წყლებს ტუტეს არ ვუმატებთ, რადგან მათი  
 pH ტოლია 7,07 - 7,8, რაც საკმარისია რეაქციისათვის. ჩატარებული ცდების  
 შედეგები როგორც კალიუმ-იოდიდის ხსნარისათვის, ისე ბურლილის წყლებისათ-  
 ვის მოყვანილია 1-ლ ცბრ-ში.

ცხრილი 1

როგითი №	დასაგნ- ალბელი ხსნარი, რაოდენ. მლ.	ხსნარის კონ- ცენტრ. მგ /ლ.	ოზონით, ჰაერის გატ. ხანგრძ. წ.	ჰაერის გატარ- ებ. სიჩქარე ლ/წ.	გატარებული ჰაერის საერთო რაოდ. ლ.	ოზონის შე- მცველობა მგ/ლ.	ოზონის (მო- ცულ) %	დაქანვის %	შენიშვნა
1	50	76,5	2	0,4	0,8	3,26	0,152	38,23	ცხრილი № 7 ჩატარებულია ბურლილის წყალზე პა № 17
2	"	"	2	0,5	1,0	2,98	0,140	94,55	
3	"	"	2	1,0	2,0	2,56	0,120	98,48	
4	"	"	2	1,5	3,0			98,41	
5	"	"	2	3,0	6,0	1,65	0,077	99,51	
6	"	"	4	0,4	1,6	3,26	0,152	99,51	
7	"	51,0	4	0,6	2,4			92,47	

1-ლი ცხრილი გვიჩვენებს, რომ იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანვას, ოზონის რაოდენობასა და შეხების დროსთან დამოკიდებულებით, კალიუმ-იოდიდის ხსნარებში კარგი მაჩვენებლებით მიმდინარეობს.

ცდები, ჩატარებული ბურლილის წყლებზე (იხ. ცხრ. 1), თვისობრივის მხრივ გვიჩვენებს, რომ ოზონით იოდ-იონების იოდატ-იონებად დაქანვას მიმდინარეობს აგრეთვე საკმაოდ კარგად.

შემდეგში, რათა ცდების პირობები დაგვეახლოვებია საქარხნო პირობებისათვის, ცდებს ვაწარმოებდით იმავე ხსნარებით კოლონაში (სვეტში). 800 მმ სიგრძის და 50 მმ დიამეტრის კოლონა ავსებული იყო წვრილად დაჭრილი მონის მილებით.

ხსნარი შეგვყავდა ზევიდან, ოზონირებული ჰაერი კი ქვევიდან—გვერდითი მილით, რომელიც შლიფის საშუალებით დაკავშირებული იყო ოზონატორთან.

კოლონაში გატარებულ ოზონირებული ჰაერის თვითეული სიჩქარისათვის ოზონის შემცველობა ისაზღვრებოდა იოდომეტრული მეთოდით.

იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანვას ოზონით უფრო ეფექტურად მიმდინარეობს კოლონაში, ვიდრე კოლბაში. მე-2 ცხრილიდან ჩანს, რომ კოლონაში, ოზონირებული ჰაერის და კალიუმ-იოდიდის ხსნარის ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით გატარებისას, პირველის 1 ლიტრის, ხოლო მეორის 14, 25 და 26 მლ სიჩქარით წუთში, იოდიდების ქანვას აღწევს 99,5%, 99,8% და 97,9%.

1-ლ სურ. გამოხატულია მრუდი II (ცხრ. 2), რომელიც გვიჩვენებს ხსნარის მუდმივი სიჩქარისას (13—14 მლ/წ.) იოდიდ-იონების იოდატ-იონებად ქანვის ხარისხის დამოკიდებულებას ოზონირებული ჰაერის გატარების სიჩქარის ზრდასთან.

ოზონირებული ჰაერის გატარების სიჩქარის ზრდასთან ერთად 2 ლ/წუთი იოდატის გამოსავალი თანდათან მცირდება.

ცხრილი 2

რიგითი №	იოდის კონცენტრაცია მგ/ლ.	ხსნარ. დენის სიჩქარე მლ/წუთ.	ოზონირ. ჰაერ. სიჩქ. ლ/წუთ.	ოზონის შემცვ. მგ/ლ.	O <sub>3</sub> (მოცულ.) %	სატორია O <sub>2</sub> მგ.	ფაქტ. რეაქტ. შეიქმნა O <sub>2</sub> მგ.	დარჩა რეაქტ. გარეშე O <sub>2</sub> მგ.	I <sup>-</sup> -IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> დაჯანგვა %	PH
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	76,5	14,5	1,0	4,20	0,200	1,25	1,24	2,96	99,49	11,18
2	"	13,5	2,0	2,40	0,112	1,16	1,15	3,65	99,49	"
3	"	14,0	3,0	1,65	0,077	1,20	1,17	3,78	97,33	"
4	"	13,5	4,0	1,50	0,070	1,12	1,08	4,20	96,78	"
5	"	13,0	5,0	1,10	0,051	1,12	1,04	4,46	93,00	"
6	"	25,0	1,0	4,20	0,200	2,15	2,12	2,08	98,68	"
7	"	26,0	1,0	4,20	"	2,24	2,19	2,01	97,87	"
8	"	35,0	1,0	"	"	3,04	2,90	1,30	95,44	"
9	"	48,5	1,0	"	"	4,18	3,92	0,28	93,77	"
10	38,25	37,0	1,0	"	"	1,60	1,59	2,61	99,50	"
11	"	59,0	1,0	"	"	2,44	2,40	1,80	98,40	"
12	"	77,0	1,0	"	"	3,30	3,17	1,03	95,97	"
13	"	50,0	0,5	4,40	0,210	2,15	2,14	0,06	99,50	"
14	"	50,0	"	"	"	2,15	2,15	0,05	100,00	"
15	15,3	70,0	"	"	0,210	1,21	0,90	0,31	74,31	"
16	"	86,5	"	"	"	1,50	1,50	0,70	100,00	"
17	"	115,0	"	"	"	2,00	2,00	0,20	100,00	"
18	15,0	145,0	"	5,20	0,251	2,50	2,41	0,19	96,66	"

ეს ერთი მხრით გამოწვეულია მით, რომ ოზონატორში ჰაერის გატარების სიჩქარის ზრდით ოზონის შემცველობა ჰაერის მოცულობის ერთეულში მცირდება (იხ. ცხრ. 2). მეორე მხრით, ალბათ, ოზონირებული ჰაერის დიდი სისწრაფის და კოლონის არა საკმაო სიმძლავის გამო, ოზონი ვერ ასწრებს რეაგირებას იოდთან, რის შედეგადაც იოდატის მცირე გამოსავალი მიიღება და ოზონის დიდი რაოდენობა იკარგება.

მრუდი II (სურ. 2) იძლევა იოდიდ-იონების იოდატ-იონებად დაჯანგვის ხარისხის დამოკიდებულებას ხსნარის სიჩქარის გადიდებასთან ოზონირებული ჰაერის გატარების სიჩქარის მუდმივობისას (1 ლ/წუთ ში).

კალიუმ-იოდიდის ხსნარის გატარების სიჩქარის ზრდასთან ერთად 25—30 მლ-მდე წუთში კარგი მიჩვენებლები მიიღება, მაგრამ ხსნარის სიჩქარის შემდგომი ზრდა ამცირებს იოდიტის გამოსავალს.

თუ შევადარებთ მე-2 სურ. I მრუდს და მე-2 სურ. II მრუდს, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შედარებით უფრო მისაღები შედეგები გვექნება მაშინ, თუ ოზონირებულ ჰაერს გავატარებთ 1 ან 0,5 ლ სიჩქარით წუთში, ხსნარს კი 25—30 მლ/წუთში, თუ კი ხსნარში იოდის კონცენტრაციაა 76,5 მგ/ლ; იოდის კონცენტრაციის შემცირების შემთხვევაში შესაბამისად იზრდება კალიუმ-იოდიდის ხსნარის გატარების სიჩქარე.

მეშვიდე და მერვე სვეტიდან (ცხრ. 2) ჩანს, რომ თითქმის ყველა ცდაში ოზონის დიდი  $\frac{1}{10}$  იკარგება.

ოზონის დანაკარგი, ცხადია, გამოწვეულია იმით, რომ კოლონის სიმაღლე (800 მმ) არ არის საკმარისი მისი მაქსიმალური გამოყენებისათვის. ცხადია, დანაკარგი შეიძლება დაივიწყანოთ მინიმუმამდე, თუ კოლონის კონსტრუქციას გავუმჯობესებთ.

ოზონით იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანგვა ბურლილის წყლებში მიმდინარეობს გაცილებით უფრო ნელა, ვიდრე კალიუმ-იოდიდის ხსნარში.

მე-3 ცხრ. მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ თუ იოდიდის დაქანგვის პროცესს ერთი და იგივე კონცენტრაციის კალიუმ-იოდიდის ხსნარში და ბურლილის წყლებში ვაწარმოებთ ერთსა და იმავე პირობებში, მაშინ ბურლილის წყლებში დროის ერთეულში გაცილებით უფრო ნაკლები მოცულობის ხსნარი (იოდი) იქანგვება ვიდრე ცდებში, რომელიც კალიუმ-იოდიდის ხსნარზეა ჩატარებული.

ცხრილი 3

კატბურლილის წყალი. PH=7,07

რაგითი №	იოდის კონცენტრ. მგ/ლ.	წყლის დენის სიჩქარე მლ/წ.	ჰაერის დენის სიჩქარე ლ/წუთ.	O <sub>2</sub> შემცველ მგ/ლ	O <sub>2</sub> (მოცულობით) %	სუბორა O <sub>2</sub> მგ/ლ	ფაქტ. დაბარჯა O <sub>2</sub> მგ.	დარჩა რეაქციის გარეშე O <sub>2</sub> მგ.	J <sup>-</sup> -IO <sub>3</sub> <sup>-</sup> და ანგვის %
1	36,58	8,20	1,0	4,20	0,200	0,34	0,34	3,860	100,00
2	36,58	16,70	1,0	4,20	0,200	0,70	0,66	3,540	94,30
3	36,58	21,00	1,0	4,20	0,200	0,80	0,63	3,570	79,20
4	36,58	38,70	2	2,40	0,112	1,50	0,98	3,820	61,20
5	36,58	52,00	2	2,40	0,112	2,16	1,14	3,560	52,79
6	36,58	16,50	0,5	3,90	0,182	2,68	0,68	1,300	96,00
7	36,58	16,50	0,5	3,90	0,182	0,68	0,64	1,310	95,49
8	36,58	23,50	0,5	3,90	0,182	0,98	0,87	1,080	88,70
9	36,58	8,00	0,4	3,26	0,152	0,35	0,34	1,010	97,76
10	36,58	8,70	0,4	3,26	0,152	0,36	0,35	0,997	98,30
11	36,58	9,50	0,4	3,26	0,152	0,394	0,388	0,912	98,34
12	36,58	17,20	0,4	3,26	0,152	0,72	0,67	0,630	92,12
13	36,58	24,00	0,4	3,26	0,152	1,00	1,91	0,390	91,00
14	36,58	38,70	0,4	4,20	0,200	1,61	1,38	0,300	85,37
15	36,58	40,00	0,4	4,20	0,200	1,66	1,41	0,370	84,83
16	36,58	9,00	0,3	3,63	0,17	0,38	0,38	0,708	97,90
17	36,58	11,00	0,3	3,63	0,17	0,46	0,46	0,630	96,91
18	36,58	13,50	0,3	3,63	0,17	0,56	0,56	0,530	95,51
19	36,58	14,00	0,3	3,63	0,17	0,58	0,58	0,510	94,87

1-ლი სურათის მრუდი I და მე-2 სურათის მრუდი I თვალნათლივ გვიჩვენებს (ცხრ. 3), რომ თუ ოზონირებულ ჰაერს გავატარებთ 0,3 და 0,4 ლ. სიჩქარით, მხოლოდ ხსნარს 8—9 მლ/წუთში, იოდატის გამოსავალი მიაღწევს 7,90%—98,30%. ბურღილის წყლებში იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანგვის მაქსიმალური პირობა მოცემულია მრუდებზე I და I (სურ. 1 და მე-2, ცხრ. 3).

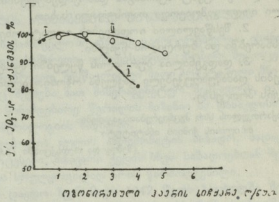
თუ იოდის კონცენტრაციაა 36,58 მგ/ლ, ხოლო ხსნარის გატარების ოპტიმალური სიჩქარე 8—10 მლ/წუთში, ოზონირებული ჰაერის კი 1 ლ წ., მაშინ ამ უკანასკნელთა შემდგომი გადიდება შესამჩნევად ამცირებს იოდატის გამოსავალს.

თუ შევადარებთ 38,25 მგ/ლ იოდის შემცავ KJ-ხსნარს დაახლოებით იმავე კონცენტრაციის 36,58 მგ/ლ იოდის შემცავ ბურღილის წყალთან, შეიძლება შევნიშნოთ, რომ

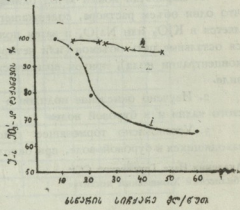
ერთი ლ ოზონირებული ჰაერის გატარებისას პირველ შემთხვევაში ითანგება თითქმის ოთხჯერ მეტი იოდი იოდატ-იონებად, ვიდრე ბურღილის წყალში. ეს მოვლენა უდაოდ დამოკიდებულია ბურღილის წყალში გახსნილ ნივთიერებათა რთულ შემადგენლობაზე.

დასასრულ უნდა აღვნიშნოთ, რომ ზემოაღნიშნული მეთოდი საგრძნობლად ამცირებს იოდის დანაკარგებს.

იოდის ამოღების დროს ევანგავთ ხსნარის ერთ მოცულობას; შემდეგ მიღებული იოდატის ხსნარის ერთ მოცულობას ვუმატებთ ოთხ ან ხუთ (იოდის კონცენტრაციასთან დამოკიდებულებით) მოცულობას დაუქანგავი წყლისას, რის შემდეგაც იოდი გამოიყოფა თავისუფალ მდგომარეობაში. უპირატესობა ჩვენი მეთოდისა კიდევ ისაა, რომ არ არის საჭირო ვისარგებლოთ მოსაზიდი დამქანგველით. ოზონი ყველგან შეიძლება მივიღოთ.



სურ. 1.



სურ. 2.



## შედეგები

1. გამომუშავებულია იოდის ოზონით დაქანგვის ახალი მეთოდი, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ  $KJ$  ან  $NaJ$ -ის შემცავ ხსნარის ერთი მოცულობა ამ რეაგენტით იქანგება  $KJO_3$  ან  $NaJO_3$  და შემდეგ იოდატის მიღებულ ხსნარით იქანგება დანარჩენი ხუთი მოცულობა (ან ოთხი მოცულობა) ხსნარის (იოდის კონცენტრაციისაგან დამოკიდებულებით), ამასთან პრაქტიკულად მთელი იოდი გამოიყოფა თავისუფალი სახით.

2. შესწავლილია იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანგვა კალიუმ-იოდიდის ხსნარებში და ბურლილის წყალში.

3. დადგენილია ბურლილის წყლებში მყოფი მარილების და ნაფტენის მკვებების დამამუხრუჭებელი გავლენა ოზონით იოდიდების იოდატ-იონებად დაქანგვის პროცესზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

თბილისის ქიმიის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 11.8.1943)

ХИМИЯ

П. В. ГОГОРИШВИЛИ, М. В. КАРКАРАШВИЛИ, О. Г. ДЖАВАХИШВИЛИ

## ОКИСЛЕНИЕ ИОДИД-ИОНОВ В ИОДАТ-ИОНЫ ОЗОНОМ

## Резюме

1. Выработан новый метод окисления иода озоном, состоящий в том, что один объем раствора, содержащего  $KJ$  или  $NaJ$ , этим реагентом окисляется в  $KJO_3$  или  $NaJO_3$  и затем полученным раствором иодата окисляются остальные пять объемов (или четыре объема) раствора (в зависимости от концентрации иода), причем практически весь иод выделяется в свободном виде.

2. Изучено окисление иодидов в иодат-ионы озоном в растворе иодида калия и в буровой воде.

3. Установлено тормозящее действие солей и нафтеновых кислот, находящихся в буровой воде, при окислении озоном иодидов в иодат-ионы.

Академия Наук Грузинской ССР

Тбилисский Химический институт

## ცნობიერებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. პ. გოგორიშვილი, მ. ყარყარაშვილი და ო. ჯავახიშვილი. იოდიდ-იონების იოდატ-იონებად დაქანგვა პერმანგანატით. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IV, № 6, 523, 1943.
2. О. Ю. Магидсон. Десять лет работы по добычию иода из буровых вод. Жур. Хим. Пром., 390, 1935.





მინერალოგია

ბ. არაშიძე

სოფ. გულის ანტიმონიტის სუპერგენული ფაზის მინერალები

ანტიმონიტის საბადოები საქართველოში დიდად გავრცელებულია; ისინი კავშირდებიან კავკასიონის ქედის სამხრეთი ფერდისათვის ცნობილ "შეცოცვ-  
 ის ზოლს. ეს საბადოები ნაწილობრივად შესწავლილია მათი პრაქტიკული მნი-  
 სვნების თვალსაზრისით. რაც შეეხება მათ მინერაგენეტურ შესწავლას, იგი  
 აღმდეგ მოხდენილი არ არის; წინამდებარე წერილის მიზანია ამ დანაკლისის  
 შესება სუპერგენული ფაზის მინერალოგიის ნაწილში.

ამ მიზნით ჩვენ მიერ აღებულია გულის ანტიმონიტის საბადო, სადაც  
 სუპერგენი მინერალოგიის პროცესები, მთავარი ქედის სხვა საბადოებთან შე-  
 დარებით, ყველაზე მკაფიოდ და სრულყოფილად არის წარმოდგენილი.

ამ სამუშაოს საფუძვლად დაედო ჩვენ მიერ 1942 წელს ზაფხულში შე-  
 ცხადებული მასალა. გულის ანტიმონიტის საბადო მდებარეობს ზემო-სვანეთში,  
 ლინარე გული-ჭალას სათავეში, ამავე სახელწოდების სოფლის ჩრდილო-აღმო-

საბადოების ნომერი	მინერალები			სუპერგენული ფაზა				
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 კვარცი	◆	◆	◆					
2 ვერტიციტი	◆							
3 კარსონიტი	◆							
4 კირიტი	◆	◆						
5 სპიტი		◆						
6 ანტიმონიტი		◆	◆					
7 კარსონიტი				◆				
8 ვერტიციტი					◆			
9 სპიტი						◆		
10 კარსონიტი							◆	
11 სპიტი								◆
12 ლიპონიტი								◆

სქემა 1.

საფლეთით ერთი კილომეტრის მანძილზე. საბადო მოთავსებულია გაკვარციტე-  
 სულ ლიასურ ქვიშაქვებში, რომლებიც ამავე ასაკის თიხაფიქლებშია მოქცეული.  
 საბადოს შემცველი ქანები ციცაბოდ არიან დაქანებული ჩრდილოეთისა-  
 ვენ. მათი დაწრეების სიბრტყეში მოთავსებულია ანტიმონიტის ლინზებრივი  
 საბის რამდენიმე სხეული, რომელთა სიმაღლავრე მერყეობს 0,01—0,07 მეტრამ-

დე, ხოლო მიმართებით კი თითოეული ლინზა ვრცელდება 1—1,5 მეტრის მანძილზე. აღნიშნული ლინზები მიმართების ერთ ხაზზე მდებარეობენ; მათ შორის მანძილი ამოვსებულია ძარღვის კვარცით, რომელიც აგრეთვე თვით ანთიმონიტის ლინზების ნაპირებსაც მიუყვება, რაც მათ ადგილ-ადგილ დათარღული ძარღვის შთაბეჭდილებას უქმნის.

გულის ანთიმონიტის საბადოს მინერალური შემადგენლობის და მისი გამოყოფის თანმიმდევრობა წარმოდგენილია 1-ლი სქემით.

გულის ანთიმონიტის სუპერგენული ფაზა ანთიმონიტისათვის დამახასიათებელ თითქმის ყველა მეორად მინერალს შეიცავს, მაგრამ მცირე რაოდენობით. ეს გარემოება უნდა აიხსნას ეროზიის დიდი სიჩქარით, რაც სულფიდური მადნების მეორად მინერალებს დაგროვების საშუალებას არ აძლევს. ანალოგიური მოვლენები აღნიშნული აქვთ ლინდგრენს, ემონსს, ს. სმირნოვს და სხვ. [1, 2, 3].

საბადოში ჩვენ მიერ დადგენილია ანთიმონიტის შემდეგი სუპერგენი წარმოშობის მინერალები: კერმეზიტი— $Sb_2S_3O$ ; ვალენტინიტი— $Sb_2O_3$ ; სენარმონტიტი= $Sb_2O_3$ ; სერვანტიტი— $Sb_2O_4$ ; სტიბიკონიტი— $H_2Sb_2O_5$ .

### კ ე რ მ ე ზ ი ტ ი $Sb_2S_3O$

კერმეზიტი გულის ანთიმონიტის საბადოში, შედარებით ანთიმონიტის დანარჩენ მეორად მინერალებთან, მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი. მისი რაოდენობა ცვალებადობს 0,05—0,1%/. შეუიარაღებელი თვალით იგი არ ჩანს და შესამჩნევია მხოლოდ ბინოკულარის და მიკროსკოპის ქვეშ დიდ გადიდებათა მეშვეობით.

უმეტეს შემთხვევაში იგი ბრკეების სახითაა გადაკრული ანთიმონიტზე და კვარცზე, ხოლო თეთრი და ყვითელი ფერის მეორად მინერალებში იგი ქმნის რელიქტებს. საბადოში არსებულ ყველა მინერალისაგან კერმეზიტი ადვილად გამოირჩევა დამახასიათებელი წითელი ფერით. ზოგ შემთხვევაში იგი მიკროსკოპული სიდიდის კრისტალთა სახით გვხვდება, რომელთა კრისტალოგრაფული შესწავლა, ინდივიდთა მეტად მცირე ზომის გამო, შეუძლებელია. მისი ადგილმდებარეობა უმთავრესად განისაზღვრება კვარცისა და ანთიმონიტის კრისტალთა ზღვრული სიბრტყეებით და ფსევდომორფოზათა ცენტრული ადგილით.

მინერალი წითელი ფერისაა, ელვარება ალმასისებრი, ოდნავ გამჭვირვალეა, ზოგჯერ C-ღერძის მიმართულებით შესამჩნევია მეტი ელვარების მქონე ზედაპირები, რომლებიც ტყუილობის სიბრტყეს უნდა წარმოადგენდეს, რბილია. მიკროსკოპის ქვეშ გამოირკვა, რომ სტრუქტურა კოლომორფული აქტის და წარმოშობს კოროზიულ სტრუქტურას ანთიმონიტისადმი; იგი დარჩენილია 0,01 მილიმეტრის სიდიდის მქონე რელიქტების სახით ვალენტინიტის მასაში. იგი თავისი წითელი ფერის შიგარეფლექსებით ადვილი გამოსაცნობია დანარჩენ მეორად მინერალთა მასიდან.

კერმეზიტი, ანთიმონიტის დანარჩენ მეორად მინერალებთან ერთად, უმთავრესად ვალენტინიტშია მოთავსებული. გარდა ამისა გვხვდება კვარცსა და ან-

მონიტის კრისტალთა შეზრდის სიბრტყეებში, ანთიმონიტში არსებულ დე-  
ფორმაციულ ნაპრალებსა და ძარღვის ზალბანდურ ზონებში.

კერმეზიტს გარედან ერტყმის ვალენტინიტი, რომელიც პირველისად-  
წარმოშობს კოროზიულ სტრუქტურას, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ კერ-  
მეზიტი დამყნველი აგენტების მოქმედების გაძლიერებისას გადადის ვა-  
ლენტინიტში.

ვ ა ლ ე ნ ტ ი ნ ი ტ ი  $Sb_2O_3$

აღნიშნულ საბადოში ვალენტინიტი უფრო მეტი გავრცელებით სარ-  
გებოდა, ვიდრე კერმეზიტი, მაგრამ უფრო ნაკლებად, ვიდრე—სტიბი-  
ნიტი. მისი რაოდენობა ცვალებადობს 0,01—2%/.

ვალენტინიტი წარმოდგენილია თეთრი ოდნავ მოყვითალო რომბული  
ფორმის კრისტალების სახით, რომლებიც უმთავრესად რადიალურ-სხივოსნუ-  
ლად აღნაგობით ხასიათდებიან.

კრისტალთა ჰაბიტუსი რომბულია, კერძოდ კი იგი წარმოდგენილია პრიზ-  
მითა და პირამიდებით. კრისტალებს მხოლოდ ერთი ბოლო აქვთ განვითა-  
რებული. ცალკეულ კრისტალთა სიდიდე არ აღემატება 0,5—1,5 მილიმეტრს.

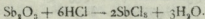
ისინი მოთავსებული არიან ანთიმონიტის კრისტალთა შორის არსებულ  
სტიბიფიკაციულ სივრცეებში. გარდა კრისტალებისა, იგი წარმოდგენილია  
ფორმის სახითაც—გადაკრული ანთიმონიტისა და კვარცის კრისტალებ-  
ისინი დიდი გავრცელებით სარგებლობს აგრეთვე ანთიმონიტის მასაში არ-  
სებულ დეფორმაციულ ნაპრალებში.

შემჩნეულია ვალენტინიტის ფსევდომორფოზები ანთიმონიტისადმი. ინდი-  
ვიდუალურად C-ლერძის მართობად გატეხისას ჯერ კიდევ შეუცვლელ ანთიმონიტს  
ფორმით, რომელსაც ვალენტინიტი ირგვლივ პერანგივით არტყია.

ბინოკულარის ქვეშ ვალენტინიტი თეთრი ოდნავ მოყვითალო ფერისაა,  
გამჭვირვალეა, ხასიათდება ალმასისებრი ელვარებით, ხოლო ტყეჩადობის  
სტრუქტურაზე—საღაფისებრივ. ხაზის ფერი—თეთრი და მოელვარე, რბილია და  
სრულად.

მინერალის დიაგნოსტიკის მიზნით ჩატარებულ იქნა აგრეთვე ქიმიური გა-  
ნაწილება; მინერალის ფხვნილი მოვათავსეთ სინჯარაში, რომელზედაც ვიმოქმე-  
დებოდით HCl-ით; ფხვნილი HCl-ში ადვილად გაიხსნა, წყალში განზავებით კი ხსნა-  
ლად დაილექა თეთრი ფერის ნალექი. ეს რეაქცია დამახასიათებელია ვალენ-  
ტინისათვის, მაგრამ, რადგანაც საცდელ ნივთიერებას რომბული სინგონიის  
სტრუქტურა აქვს, სენარმონიტზე ყოველგვარი ექვი უარხაყოფელია, რადგანაც  
სენარმონიტი კუბურ სინგონიას ეკუთვნის.

რეაქცია შემდეგი სქემით მიმდინარეობს:



საღნობ მილთან გახურებისას მინერალი ჯერ ყვითლდება, ხოლო შემდეგ  
აღწილად ლღვება თეთრ მასად. სინჯარაში გახურებისას ადვილად ორთქლ-



დება. ნახშირზე კი, დამეანგველ ალთან გახურებით, ადვილად ლღვევად დაიშლება. ლვევა სქელ ბრკეს, ხოლო აღმდგენელ ალში კი იძლევა მეტალურ ანთიმონს.

ფიზიკურ, მორფოლოგიურ და ქიმიურ თვისებათა ერთობლიობა საშუალებას იძლევა, რათა ეს შინერალი უდაოდ ვალენტინიტად იქნეს დადგენილი.

მიკროსკოპის ქვეშ ვალენტინიტი წარმოდგენილია კოლომორფული სტრუქტურით—ანთიმონიტისადმი ხშირად წარმოშობს ჩანაცვლების მარყუჟულ და კოროზიულ სტრუქტურას. ხშირად შესამჩნევია ე. წ. „ცენტრმიმსწრაფი ჩანაცვლება“ [4], რაც იმის მაჩვენებელია, რომ პროცესი არ არის დასრულებული.

ს ე ნ ა რ მ ო ნ ტ ი ტ ი  $Sb_2O_3$

სენარმონტიტი წარმოადგენს  $Sb_2O_3$ -ის კუბური სინგონიის მოდიფიკაციას. დამახასიათებელია მცირე ზომის, მაგრამ კარგად განვითარებული, ოქტაედრული ჰაბიტუსის კრისტალები, რომელთა წახნაგები, უმეტეს შემთხვევაში, ამობურცულია; იგი ხშირად წარმოშობს ფსევდომორფოზებს ანთიმონიტის კერმეზიტის და ვალენტინიტისადმი; ზოგჯერ კი გვხვდება ბრკეების სახით გადაკრული ანთიმონიტზე და ზემოთ აღწერილ მეორად მინერალებზე.

იგი გავრცელებით ჩამოუვარდება ვალენტინიტს და მოთავსებულია ანთიმონიტის კრისტალთა შორის არსებულ თავისუფალ სივრცეებში და კრუსტოფიკაციულ სივრცეებში.

მიკროსკოპის ქვეშ იგი მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი, მისი რაოდენობა, შლიფების ზედაპირზე გამოთვლით, ცვალებადობს 0,1—1,5%, ხოლო ცალკეულ მარცვალთა სიდიდით, უმეტეს შემთხვევაში, არ აღემატება ერთსა და იმავეს, იშვიათად კი აღწევს 1 მილიმეტრს. წარმოდგენილია კოლომორფული სტრუქტურით და ანთიმონიტისადმი ახასიათებს ნათლად გამოსახულ კოროზიული სტრუქტურა. ზოგიერთ შლიფში იგი წარმოშობს ანთიმონიტისადმი ფსევდომორფოზებს, რომლებშიც ზოგიერთ შემთხვევაში დარჩენილია ანთიმონიტის ჩაუნაცვლებელი მასა; ხოლო მას გარს ერტყმის სენარმონტიტის კოლომორფული სტრუქტურის მქონე მასა, ე. ი. წარმოიშობა სტრუქტურა, რომელსაც გ. შვარცი [4] უწოდებს „ცენტრმიმსწრაფ ჩანაცვლებას“.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ სერვანტიტს სენარმონტიტისადმი ტიპური კოროზიული სტრუქტურა ახასიათებს, ისევე როგორც ვალენტინიტისადმი ეს უტყუარი საბუთია იმისა, რომ სენარმონტიტი გადადის სერვანტიტში.

ს ე რ ვ ა ნ ტ ი ტ ი  $SbO_2$  ანუ  $Sb_2O_4$

სერვანტიტი გულის ანთიმონიტის საბადოში, შედარებით სტაბილურ ნიტთან, ნაკლები რაოდენობითაა წარმოდგენილი. მისი რაოდენობა ცვალებადობს 0,1—0,5% და წარმოდგენილია მოგრძო კრისტალებისა და ანთიმონიტისადმი ფსევდომორფოზების სახით. თითოეული კრისტალის სიდიდით არ აღემატება 0,01 მილიმეტრს და იგი მხოლოდ მიკროსკოპითაა შესამჩნევია.

სერვანტიტს ანთიმონიტისადმი ახასიათებს კოლომორფული, მარყუშული და ე. წ. „ცენტრშიმსწრაფი ჩანაცვლების“ სტრუქტურა.

სერვანტიტი, თავისი გარეგნული შეხედულებით, ანალოგიურია ვალენტი-ნიტის. მისი ურთიერთ განმასხვავებელ ნიშნად გამოყენებული იყო სიმაგრე, მათი დამოკიდებულება სადნობ მილთან, HCl-ში ხსნადობის უნარი და ყველა-ზე ძლიერ საშუალებად—მათი მიკროსკოპული თვისებები.

ქვემოთ მოგვყავს მათი დიაგნოსტიკური თვისებები შესაღარებლად:

ვალენტინიტი

სერვანტიტი

- |   |   |
|---|---|
| 1. სიმაგრე—2,5.   | 1. სიმაგრე—4—5.   |
| 2. გახურებისას ყვითლდება და ძლიერ ადვილად ლღვება თეთრ მასად.                  | 2. არ ლღვება.   |
| 3. ნახშირზე იძლევა სქელ თეთრ ბრკეს.   | 3. ადვილად აღსდგება და ნალექს არ სტოვებს.                 |
| 4. სინჯარაში გახურებისას სრულიად ორთქლდება.                                   | 4. არ ორთქლდება.  |
| 5. HCl-ში ადვილად იხსნება და წყლით განზავებისას გამოიყოფა თეთრი ფერის ნალექი. | 5. ძლიერ ძნელად იხსნება.                                  |
| 6. მიკროსკოპის ქვეშ—რელიეფი ან-თიმონიტისებრი.                                 | 6. რელიეფი გაცილებით მაღალი, ვიდ-რე ანთიმონიტს.           |
| 7. ნათლად ანიზოტროპული და ახასი-ათებს აგრეკლის მაღალი უნარი-ანობა.            | 7. ოდნავ ანიზოტროპული და აქვს აგრეკლის დაბალი უნარიანობა. |

ათიოეული დასახელებული მუხლი ჩვენ მიერ გულდასმით იქნა შემოწმე-ლი და მინერალის სერვანტიტობაში ექვი არ შეგვაქვს.

სერვანტიტი აღებულ საბადოში თითქმის ყოველთვის დაკავშირებულია სტიბიკონიტთან და მათ შორის მკვეთრი საზღვრის გატარება, უმეტეს შემთხვე-ვაში, შეუძლებელი ხდება.

ხშირად სერვანტიტს ზედაპირზე სტიბიკონიტი ეკვრის, რომელიც პირვე-ლისადმი ნათლად გამოხატულ კოროზიულ სტრუქტურას წარმოშობს.

სერვანტიტი და სტიბიკონიტი ერთმანეთში ხშირად წარმოშობენ ემულ-სურ ჩანაწინწყლებს.

სტიბიკონიტი  $H_2Sb_2O_5$

სტიბიკონიტი, გულის ანთიმონიტის საბადოში, შედარებით ანთიმონიტის მანარჩენ მეორად მინერალებთან, მეტი გავრცელებით სარგებლობს. მისი რა-ოდენობა მერყეობს 0,5—2,4%. იგი წარმოდგენილია როგორც კოლომორფუ-ლი სტრუქტურით, აგრეთვე ანთიმონიტისადმი ფსევდომორფოზთა სახით. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში იგი ანთიმონიტის წვრილი კრისტალებისადმი წარმო-შობს სრულ ფსევდომორფოზებს, რომლებითაც მოფენილია ანთიმონიტი,

მთის ბროლის კრისტალთაშორისი სივრცეები და კრუსტიფიკაციული სტრუქტურები. ანთიმონიტის მსხვილ კრისტალებზე კი იგი პერანგივითაა გარშემორტყმული.

სტიბიკონიტის ანთიმონიტისადმი ფსევდომორფოზებს ნათლად გამოსახული აქვთ ანთიმონიტისათვის დამახასიათებელი განივი და გრძივი შტრიხები რომლებიც სტიბიკონიტს მემკვიდრეობით დარჩენია ანთიმონიტისაგან. ზოგი შემთხვევაში წარმოშობს ჩონჩხისებურს, ერთმანეთზე ფირფიტისებურად ჩწყობილსა და სარაჯივით დასვრეტილ მასას, ზოგჯერ კი ჰქმნის უარყოფით ფსევდომორფოზებს.

მიკროსკოპის ქვეშ ახასიათებს კოლომორფული და კოროზიული სტრუქტურა ანთიმონიტისადმი.

უმეტეს შემთხვევაში წარმოშობს ჩანაცვლების მარყუჟულ სტრუქტურას ხშირად სტიბიკონიტს ახასიათებს ცენტრმისწრაფი ჩანაცვლება, როგორც თვით ანთიმონიტისადმი, ისე მეორად მინერალებისადმი.

ამგვარად, ერთ საბადოში ზემოთ ჩამოთვლილ მინერალთა არსებობა ნათელჰყოფს დაქანგვის პროცესის უწყვეტობას.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ დედა მინერალის—ანთიმონიტის ქიმიურ შემადგენლობა  $Sb_2S_3$ -ია, მაშინ ჩვენ დავინახავთ, რომ—კერამეზიტში ანთიმონიტის გოგირდის ერთი ატომია ჩანაცვლებული ქანგბადით, ხოლო ვალენტინიტსა და სენარმონტიტში გოგირდი უკვე მთლიანად ჩანაცვლებულა ქანგბადით; სერვანტიტში დაქანგვის პროცესები უფრო შორს წასულა—ქანგბადი ერთი ზედმეტი ატომის მიერთებით. მთელი სუპერგენი პროცესი კი მთავრდება ანთიმონიტის უმაღლესი ქანგეულის ჰიდრატაციით, რაც მინერალთა სტიბიკონიტითაა წარმოდგენილი. მართლაც, ანთიმონიტის ცვალებადობის პროცესთა უწყვეტობა კარგად ჩანს შტუფური მასალის ბინოკულარული შესწავლიდანაც.

ცვალებადობის პირველი ფაზა კერამეზიტით იწყება და მთელ პროცესს სტიბიკონიტი ამთავრებს.

ამ გარემოებამ შესაძლებლობა მოგვცა დაგვედგინა სუპერგენი პროცესის შემდეგი თანმიმდევრობა:

ანთიმონიტი — კერამეზიტი — ვალენტინიტი — სენარმონტიტი — სერვანტიტი — სტიბიკონიტი.

ამგვარად, გულის ანთიმონიტის საბადოს ნიმუშთა ბინოკულარული, მიკროსკოპული და სადნობი მილის მეთოდით შესწავლის შედეგად შემდეგ დასკვნამდე მივყავართ:

1. გულის საბადოში დადგენილია ანთიმონიტის შემდეგი სუპერგენი მინერალები: კერამეზიტი, ვალენტინიტი, სენარმონტიტი, სერვანტიტი და სტიბიკონიტი.

ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ანთიმონიტის საბადოს ესოდენ სრულყოფილი მინერალებით გამოსახული სუპერგენი პროცესი არ მოიპოვება.

2. მადნეული მასალის სტრუქტურებისა და მორფოლოგიის შესწავლით ბინოკულარსა და მიკროსკოპის ქვეშ დადგენილია ანთიმონიტის სუპერგენი

სოფლის უწყვეტობა შემდეგი რიგით: კერმეზიტი—ვალენტინიტი—  
სერპანტიტი—სერვანტიტი—სტიბიკონიტი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მინერალოგიის და მინერალოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 6.2.1943)

## МИНЕРАЛОГИЯ

Г. М. АРЕШИДЗЕ

### СУПЕРГЕННАЯ ФАЗА АНТИМОНИТОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ СЕЛ. ГУЛИ

Среди многочисленных антимонитовых месторождений южного склона Кавказского хребта, изучаемых автором, привлекает особое внимание месторождение близ сел. Гули (Земо-Сванетия). Интерес к нему обусловлен наличием минералогически ярко выраженной фазы антимонитового супергенеза.

Установлены следующие супергенные минералы антимонита: кермезит  $Sb_2S_3$ , валентинит  $Sb_2O_3$ , сенармонтит  $Sb_2O_3$ , сервантит  $Sb_2O_4$  и стибиконит  $H_2Sb_3O_5$ .

В находящейся в распоряжении автора литературе не удалось найти месторождение со столь полным проявлением супергенных минералов антимонита. Наблюдаемое обилие псевдоморфоз замещения и другие признаки позволили установить следующую непрерывность процесса минералообразования в супергенной фазе: кермезит — валентинит — сенармонтит — сервантит — стибиконит.

Этот ряд интересен также и тем, что он указывает на нормальную геохимическую обстановку, в которой протекал процесс. Процесс начинается с замещения одного атома серы антимонита кислородом, образования кермезита и далее этот процесс, протекая нормально, заканчивается гидратом высшего окисла сурьмы—стибиконитом.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт геологии и минералогии

Отдел минералогии  
Тбилиси



## ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. В. Л и н д г р е н. Минеральные месторождения. Вып. I, перевод, ОНТИ НКТП СССР, 1934.
2. В. Э м м о н с. Вторичное обогащение рудных месторождений. 1935, перевод, ОНТИ НКТП СССР, 1936.
3. С. С. С м и р н о в. Зона окисления сульфидных месторождений. ОНТИ НКТП СССР, 1936.
4. Г. М. Ш в а р т ц. Микроскопические критерии гипогенного и супергенного происхождения рудных минералов: «Критерии возрастных соотношений рудообразующих минералов по микроскопическим исследованиям». Сборник статей Аламса, Колонн Ньухауа, Бастина и др. ОНТИ НКТП СССР, Москва—Ленинград—Новосибирск.

რეკლამები





თ. სულაბაძე

შაქრების მნიშვნელობა მცენარის გამომზარდნილი და  
გამოუზარდნილი უჯრედების გაყინვისაგან დაცვისათვის

მცენარეთა ზამთარგამძლეობა საერთოდ და კერძოდ ყინვაგამძლეობა წლის განმავლობაში ერთნაირი არ არის: ზაფხულში იგი ეცემა, ხოლო ცივი პერიოდის განმავლობაში კი მაქსიმალურია. მაღალი ზამთარგამძლეობის გასავითარებლად მცენარეების უჯრედებში უნდა მოხდეს ისეთი ცვლილებები, რომელთა შემდეგ ეს უჯრედები გადადიან გამომზარდნილ მდგომარეობაში. გამომზარდნილის მოვლენა მნიშვნელოვან გარკვეული გარემოს პირობებში. ნახშირწყლების საკმაოდ დაგროვება ერთი ამ პირობათაგანია.

ამ კვლევის მიზანია შაქრების ხსნარების გამოუზარდნილ და გამომზარდნილ უჯრედებზე დაცვითი მოქმედების შედარება. საინტერესო იყო აგრეთვე ხსნარების დაცვითი მოქმედების ამავე ხსნარებში წარმოშობილი ყინულის რაოდენობასთან დაპირისპირება. ლიტერატურაში მითითებულია [1, 3, 6], რომ დაცვითი ხსნარებში უჯრედები კვდებიან ჯერ კიდევ ამ ხსნარების საბოლოო გაყინვამდე.

გამომზარდნილი და გამომზარდნილი წითელი კომპოსტოს და ხახვის თხელი ნათლების გაყინვა ხდებოდა სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარებში — 8°-დან — 27°-მდე ტემპერატურის პირობებში. ვადარჩენილი უჯრედების რაოდენობის ღრუბრება წარმოებდა მიკროსკოპში თვალზომით (მაქსიმუმის წესით) და აღნიშნულია ასოებით: ც—ყველა უჯრედი ცოცხალია; თ. ც—თითქმის ყველა უჯრედი ცოცხალია; ერ. ც—ცოცხალია ერთეული უჯრედი; ყველა უჯრედის დაღუპვა აღნიშნულია 0-ით.

ცდების შედეგები მოყვანილია ცხრილებში 1, 2, 3, 4, 5.

ცხრილებიდან ჩანს, რომ როგორც გლუკოზას და სახაროზას, ისე მათ ნაწილად ხსნარების დაცვითი მოქმედება თითქმის ერთნაირია. საინტერესოა ის მოვლენა, რომ შაქრების ხსნარების დაცვითი მოქმედება მელანდნება მათი ევთექტიკური პუნქტის ქვემოთ (სახაროზასთვის — 8,5° — 27°-მდე. ანალოგიური შედეგები მიღებული იყო მაქსიმუმის, ჩენდლერის და ჰილდრენის [3, 6] და სხვათა მიერ.

ამრიგად, ის ზღვრული უარყოფითი  $t^{\circ}$ , სადამდეც შაქრების კონცენტრული ხსნარები იცავენ გამომზარდნილ უჯრედებს გაყინვით დაღუპვისაგან, საკმაოდ დაბალია. შეჰველია, რომ შაქრების ხსნარებს აქვთ ძლიერი და ხანგრძლივი გადამეტაციების უნარი, რის გამო რჩებიან თხევად მდგომარეობაში თავის ევთექტიკური პუნქტის გაცილებით უფრო დაბლა. ტუმანოვის [12] თანახმად, უჯრედების შინაარსის ევთექტიკური პუნქტის უფრო დაბლა გადამეტაცი-



სახარობას დაცვითი მოქმედება წითელი კომბოსტოს გამობრმედავ და გამობრმედილ უჯრედებზე—Защитное действие сахарозы на клетки незакаленной и закаленной красной капусты

ცხრილი 1

გაცივნის t° замора- живания	გამობრმედავი უჯრედები Незакаленные клетки				გამობრმედილი უჯრედები Закаленные клетки			
	2 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	0,5 <sup>h</sup>	0,25 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	0,5 <sup>h</sup>	0,25 <sup>h</sup>
-8,5°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
-10°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	თ. ც. II. ჯ.	1/2	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
-13°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
-16°	3/4	1/2	ერ. ც. ს. ჯ.	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4
-18°	1/3	1/2	0	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	თ. ც. ს. ჯ.	ერ. ც. ს. ჯ.
-20°	ერ. ც. ს. ჯ.	0	0	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2	ერ. ც. ს. ჯ.
-22°	—	—	—	—	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2	0
-23,5°	—	—	—	—	ც. ჯ.	თ. ც. II. ჯ.	1/2	0
-26°	—	—	—	—	ც. ჯ.	3/4	ერ. ც. ს. ჯ.	0
-27°	—	—	—	—	1/2	1/4	0	0

გლუკოზას დაცვითი მოქმედება წითელი კომბოსტოს გამობრმედავ და გამობრმედილ უჯრედებზე—Защитное действие глюкозы на клетки незакаленной и закаленной красной капусты

ცხრილი 2

გაცივნის t° замора- живания	გამობრმედავი უჯრედები Незакаленные клетки				გამობრმედილი უჯრედები Закаленные клетки			
	2 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	0,5 <sup>h</sup>	0,25 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	0,5 <sup>h</sup>	0,25 <sup>h</sup>
-8,5°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4	ერ. ც. ს. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4
-10°	ც. ჯ.	3/4	1/2	1/4	ც. ჯ.	ც. ჯ.	—	—
-14°	—	—	—	—	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2
-16°	1/2	1/3	ერ. ც. ს. ჯ.	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4	1/4
-18°	1/2	1/3	ერ. ც. ს. ჯ.	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	—
-20°	1/4	0	0	0	ც. ჯ.	თ. ც. II. ჯ.	1/2	0
-21°	—	—	—	—	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4	ერ. ც. ს. ჯ.
-22°	—	—	—	—	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2	0
-26°	—	—	—	—	ც. ჯ.	3/4	1/4	0
-27°	—	—	—	—	1/3	1/4	0	0



საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობიდან. და გამოუბრძნედი. უჯრედი. გაყინვი დაცივისათვის

გლუკოზასა და სახაროზას ნარევეთა დაცივითი მოქმედებთა კომბოსტოსა და ხაზუნე  
 Защитное действие смеси глюкозы и сахарозы на капусту и лук

ცხრილი 3

გაყინვის t° t <sub>0</sub> замораживания	კონცენტრაცია „მოლებში“—Концентрация в молях			
	2 <sup>н</sup> სახაროზა сахароза + 2 <sup>н</sup> გლუკოზა глюкоза	1 <sup>н</sup> სახაროზა сахароза + 1 <sup>н</sup> გლუკოზა глюкоза	0,5 <sup>н</sup> სახაროზა сахароза + 0,5 <sup>ნ</sup> გლუკოზა глюкоза	0,25 <sup>н</sup> სახაროზა сахарозა + 0,5 <sup>н</sup> გლუკოზა глюкоза
წითელი კომბოსტო Красная капуста				
— 6°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
— 12°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
— 14°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
— 17°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	—	1/4
— 19°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	—	1/4
— 21°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2	ერ. ც. ელ. ჯ.
— 22°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	—	ერ. ც. ელ. ჯ.
— 23,5°	ც. ჯ.	თ. ც. ელ. ჯ.	1/4	ერ. ც. ელ. ჯ.
წითელი ხაზვი—Красный лук				
— 12°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	თ. ც. ელ. ჯ.	1/2
— 14°	ც. ჯ.	ც. ჯ.	—	1/2
— 16°	ც. ჯ.	თ. ც. ელ. ჯ.	—	—
— 19°	3/4	1/4	0	—
— 21°	1/2	ერ. ც. ელ. ჯ.	0	0
— 22°	1/2	ერ. ც. ელ. ჯ.	0	0

გაყინვი წყლის რაოდენობა საქართველოს ხსნარებში და მათ მიერ დაცივითი მოქმედების დაკარგვის ტემპერატურა—Количество незамерзшей воды в растворах сахаров и прелельная t° их защитного действия

ცხრილი 4

გლუკოზა—Глюкоза	სახაროზა—Сахароза							
	გამოუბრძნედავი კომბოსტოს უჯრედი. Клетки незакаленной капусты	გამოუბრძნედავი კომბოსტოს უჯრედი. Клетки закаленной капусты						
ბლერული დაცივითი მოქმედი. Прелельное вапшити. действие	ბლერული დაცივითი მოქმედი. Прелельное вапшити. действие	ბლერული დაცივითი მოქმედი. Прелельное вапшити. действие						
გაყინვი. წყლის რაოდენობა % Количество незамерз. воды %	გაყინვი. წყლის რაოდენობა % Количество незамерз. воды %	გაყინვი. წყლის რაოდენობა % Количество незамерз. воды %						
3,00	—15°	28	—26°	21	—15°	29	—26°	27
2,00	—8,5°—9°	25	—22°	19	—13,5°	27	—22°—23°	19
1,50	—4°—7°	19	—15°	12	—8,5°—10°	30	—17°—16°	15
1,25	—	—	—13,5°	10	—8,5°	16	—13°	13



სახაროზას დაცვითი მოქმედება წითელი ხახვის გამოუბრძმედავ და გამობრძმედილ უჯრედებზე—Защитное действие сахарозы на клетки незакаленного и закаленного красного лука

ცხრილ

გაყინვის t° замора- живания	გამოუბრძმედავი უჯრედები Незакаленные клетки				გამობრძმედილი უჯრედები Закаленные клетки			
	2"	1"	0,5"	0,25"	2"	1"	0,5"	0,25"
-8,5°	ც. ჯ.	თ. ც. პ. ჯ.	1/2	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
-11°	ც. ჯ.	1/2	0	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.	ც. ჯ.
-14°	—	—	—	—	ც. ჯ.	ც. ჯ.	3/4	1/2
-16°	3/4	ერ. ც. ე. ჯ.	0	0	ც. ჯ.	ც. ჯ.	1/2	0
-17°	—	—	—	—	ც. ჯ.	თ. ც. პ. ჯ.	1/2	ერ. ც. ე. ჯ.
-19°	3/4	ერ. ც. ე. ჯ.	0	0	ც. ჯ.	3/4	ერ. ც. ე. ჯ.	0
-21°	—	—	—	—	ც. ჯ.	ერ. ც. ე. ჯ.	ერ. ც. ე. ჯ.	0
-24°	—	—	—	—	3/4	ერ. ც. ე. ჯ.	0	0
-26°	—	—	—	—	1/2	ერ. ც. ე. ჯ.	0	0
-27°	—	—	—	—	0	0	0	0

ვეების მთავარი მიზეზი, ალბათ, უნდა ვეძიოთ გახსნილ ნივთიერებათა ჩანას ხოვანი კრისტალების წარმოშობის სიძნელეში ისეთ ბლანტ გარემოში, როგორც არის მეტად გაუწყლოებული პროტოპლაზმა.

ცხრილებიდან ჩანს აგრეთვე, რომ შაქრების ხსნარების დაცვითი მოქმედება გამოუბრძმედავ და გამობრძმედილ უჯრედებზე სხვადასხვაა. წითელ კომბოსტოს გამოუბრძმედავი უჯრედები გლუკოზას 2" ხსნარში უძლებდენ—15° ამ ტემპერატურის დროს ხსნარში 72% ყინული იყო. სუსტ 0,5" ხსნარში იგივე უჯრედები ცოცხლობდენ —7°-დე, როდესაც ყინულის რაოდენობა 81% აღწევდა. გამობრძმედილი უჯრედები კი 2" ხსნარში —27° უძლებდენ (ერ. ც. ე. ჯ.) ლის რაოდენობა თითქმის 80%), სუსტ 0,25" ხსნარში —13,5°, ამ დროს იგი უძლებდა წყლის 90%, დაცვითი ხსნარებში უჯრედების სიკვდილი, მათი გამობრძმედასთან დაკავშირებით, ხდებოდა ყინულის სხვადასხვა რაოდენობისას.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ კონცენტრირებულ ხსნარებში უჯრედები კვდებოდა გაუყინავი წყლის მეტი რაოდენობის დროს, ვიდრე სუსტ ხსნარებში. მაგალითად (ცხრ. 4), სახაროზას 2" ხსნარში უჯრედები დაზიანდენ გაყინავი წყლის 27% დროს, მაშინ როდესაც 0,25"-ში —13% დროს, ტუმანოვს აზრით, —26° პირობებში, უჯრედების გაუწყლოების ხარისხი დიდი და ამიტომ მათი დაზიანება ხდება ყინულის უფრო ნაკლები რაოდენობის დაწოლის რამდენად სწორია ეს შეხედულება, ჯერ თქმა ძნელია. ეს საკითხი მოითხოვს სპეციალურ შესწავლას.

მე-4 ცხრილიდან ჩანს ძნელად გასაყინი წყლის მიღების და უჯრედების დაზიანების ტემპერატურათა დაახლოებითი დამთხვევა მხოლოდ გამოუბრძმედავი უჯრედებისათვის. მაგალითად, გლუკოზას 2" ხსნარისთვის ძნელად გასაყინი წყლის t°—10°-დან—15°-დე მერყეობს, უფრო დაბლა გაუყინავი წყლის რაოდენობა ნაკლებად იცვლება. გამოუბრძმედავი უჯრედები ამავე ტემპერატურის პირობებში ზიანდებიან. გამობრძმედილი უჯრედების შემთხვევაში ასე



სახამისობას ადგილი არა აქვს. მათი დაზიანების ტემპერატურა გაცილებით უფრო დაბალია, ვიდრე ძნელად გასაყინი წყლის მიღების ტემპერატურა. ეს მონაცემები ამართლებენ იმ ვარაუდს, რომ [12] გამობრძმედილ უჯრედებს მე-ანტიკური დაწოლის წინააღმდეგ მეტი გამძლეობა ახასიათებს.

მოყვანილი მასალიდან აშკარავდება აგრეთვე ისიც, რომ, როგორც ლიტერატურაში ნაჩვენებია [1, 3, 6], უჯრედების სიკვდილი ხდება დაცვითი ხსნარების საბოლოოდ გაყინვამდე, როდესაც ხსნარებში ჯერ კიდევ 30%—10% აყვინავი წყალია.

როგორც 1—5 ცხრილებიდან ჩანს, სახაროზას ხსნარებში ხახვთან შედარებით კომპოსტო უფრო დაბალ ტემპერატურას უძლებდა. აქედან გამომდინარეობს, რომ შპქრების დაცვითი მოქმედება სხვადასხვა მცენარეზე ერთნაირი არ არის. ეს საკითხი მოითხოვს შესწავლას მეტ მასალაზე.

მუშაობა ჩატარებული იყო საკავშირო მემცენარეობის ინსტიტუტის მცენარეთა ფიზიოლოგიის ლაბორატორიაში. ლაბორატორიის გამგეს ი. ტუშაბაგის მადლობას ვუძღვნი ზოგიერთი რჩევისათვის.

სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი  
ბატონიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

(შემოვიდა რედაქციაში 5.11.1942)

**БОТАНИКА**

**Т. С. СУЛАКАДЗЕ**

**ЗНАЧЕНИЕ САХАРОВ ПРИ ЗАЩИТЕ НЕЗАКАЛЕННЫХ И ЗАКАЛЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЕЙ ОТ ВЫМЕРЗАНИЯ**

Высокая зимостойкость вообще и морозоустойчивость в частности не является постоянным свойством растений; она широко колеблется в течение года, повышаясь в холодный период и понижаясь в теплый. Развитие высокой морозоустойчивости связано с внутриклеточными изменениями и происходит при определенных внешних условиях в процессе закаливания, одним из основных факторов которого является накопление растворимых углеводов.

Изучению вопроса о значении сахаров для зимующих растений уделялось много внимания [1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 14]. Обширные исследования, по защитному влиянию разных химических веществ, в том числе и сахара, принадлежат Максимову [6, 7, 8]. Наше исследование, которое представляет дальнейшее развитие и углубление его работ, ставило целью сравнительное изучение предельного защитного действия сахаров на закаленные и незакаленные растительные ткани, сопоставление количества льда в растворах сахаров с их защитным действием и др.



Тонкие срезы красной капусты в закаленном и незакаленном состоянии замораживались в растворах сахаров при  $t^{\circ}$  от  $-8^{\circ}$  до  $-27^{\circ}$ . Микроскопический учет числа выживших клеток производился глазомерно (по Максиму) и обозначался буквами: ж—все клетки живы; пж—почти все клетки живые, ед. ж—в живых остались единичные клетки; при полной гибели ставился 0.

Результаты опытов приведены в таблицах 1, 2, 3, 4, 5.

Данные показывают, что защитное действие растворов сахаров оказалось весьма различным для закаленных и незакаленных клеток красной капусты. Незакаленные клетки оставались в живых в 2<sup>н</sup> растворе глюкозы при морозе до  $-15^{\circ}$ ; при указанной  $t^{\circ}$  имелось около 72% льда. В слабом 0,5<sup>н</sup> растворе те же клетки сохранялись до  $-7^{\circ}$ , количество льда при этом равнялось 81%. Закаленные клетки в 2<sup>н</sup> растворе выдерживали до  $-26^{\circ}$ , когда количество льда было 79%, а в слабом 0,25<sup>н</sup> до  $-13,5^{\circ}$ , количество льда равнялось 90%. Таким образом, отмирание клеток в зависимости от их состояния происходило при различных количествах льда в защитном растворе и, следовательно, до полного застывания растворов, когда в них еще имелось 30—10% незамерзшей воды.

Надо отметить факт, что в крепких сахарных растворах клетки повреждались при наличии большего количества незамерзшей воды, чем в слабых растворах; например (табл. 4), в 2<sup>н</sup> растворе сахарозы клетки повреждались при наличии 27% незамерзшей воды (при  $t^{\circ} -26^{\circ}$ ) в растворе, тогда как в 0,25<sup>н</sup> растворе—при 13%.

Так как при  $-26^{\circ}$  клетки, очевидно, сильнее обезвоживались, по этому они скорее повреждались при меньшем количестве льда. В 0,25<sup>н</sup> растворе при  $-13,5^{\circ}$  степень обезвоживания была меньше, поэтому повреждение начиналось в нем при большем количестве льда [14].

Из сравнения тех же таблиц видно, что защитное действие растворов как глюкозы, так и сахарозы почти одинаково. Холодостойкость тканей погруженных в растворы смесей глюкозы и сахарозы, оставалась равной или почти равной холодостойкости срезов, замораживаемых в изотонических растворах отдельно глюкозы или сахарозы.

Защитное действие сахарных растворов сохранялось далеко за пределами их эвтектики (для сахарозы она  $= -8,5^{\circ}$ ) до  $-27^{\circ}$ . Это явление объясняется способностью сахарных растворов длительно переохлаждаться, оставаясь жидкими значительно ниже своей эвтектики. По Туманову главная причина переохлаждения содержимого клеток ниже эвтектики, очевидно, лежит в трудности проникания зародышевых кристаллов льда через сильно охлажденную и потому очень вязкую протоплазму.

Таким образом, предельные низкие  $t^{\circ}$ , до которых концентрированные растворы сахаров могут защищать закаленные клетки от вымерзания, являются достаточно низкими.

Сравнение  $t^{\circ}$  (табл 4), при которой получается трудно замерзаемая вода, с  $t^{\circ}$ , повреждающей клетки, показывает приблизительное совпадение между этими величинами для незакаленных клеток. Например, в 2<sup>н</sup> растворе глюкозы  $t^{\circ}$  труднозамерзающей воды колебалась от  $-10^{\circ}$  до  $-15^{\circ}$ , незакаленные клетки повреждались в этих же пределах низкой  $t^{\circ}$ . У закаленных клеток такого соответствия не наблюдается,  $t^{\circ}$  их повреждения значительно ниже, чем  $t^{\circ}$  получения труднозамерзающей воды. Можно предположить, что закаленные клетки обладают большей устойчивостью к механическому давлению.

В заключение надо отметить неодинаковое защитное влияние сахара на разные растения (табл. 5). В то время как закаленные клетки красной капусты в растворе сахарозы сохранялись до  $-26^{\circ}$ , закаленные клетки красного лука в том же растворе выживали только до  $-22^{\circ}$ .

Работа проводилась в лаборатории физиологии растений ВИРА. Заведывающему лабораторией И. И. Туманову выражаю благодарность за ценные советы.

Академия Наук Грузинской ССР  
Ботанический институт  
Отдел анатомии и физиологии

BOTANY

## THE IMPORTANCE OF SUGARS IN PROTECTING HARDENED AND NON-HARDENED PLANT TISSUES FROM FREEZING

By T. S. SOULAKADZE

### Summary

The aim of the present work was to investigate the importance of sugars in protecting hardened and non-hardened plant tissues from low temperatures, to juxtapose the protecting action with the amount of ice in solutions and to determine the approximate limit of the protection.

Freezing in sugar solutions of tissues of red cabbage and onion in hardened and non-hardened state at different low temperatures showed the following:

The protecting action of sugar solutions proved to be very different in hardened and non-hardened cells. Non-hardened cells of cabbage remained alive in 2<sup>н</sup> sucrose solution at  $-13,5^{\circ}$  —  $-15^{\circ}$ , at which temperatures there was 72% of ice; hardened cells resisted up to  $-27^{\circ}$  —  $-29^{\circ}$ , when the amount of ice reached 79%. Thus the death of cells, depending on their state, can occur in the presence of different amounts of ice in the protecting solution.



The protecting influence of sugars manifested itself considerably lower than their eutectics owing to their capacity of strong undercooling.

The death of the cells took place before the complete freezing of the protecting solutions, when there remained still 30—10% of unfrozen water.

The temperature range up to which concentrated solutions protected the cells was pretty low ( $-27^{\circ}$ — $-29^{\circ}$ ).

The juxtaposition of the temperature at which water freezes with difficulty with that of the death of the cell (tab. 4) shows an approximate coincidence of these values in non-hardened plants.

Hardened plants are more resistant to the mechanical pressure of the ice than non-hardened ones.

Academy of Sciences of the Georgian SSR

Botanical Institute

Tbilissi

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. A. Åkerman. Studien über den Kältetod und die Kälteresistenz der Pflanzen nebst Untersuchungen über die Winterfestigkeit des Weizens. *Berlinska Boktryckeriet, Lund.*, 1—233, 1927.
2. W. H. Chandler. The Killing of Plant Tissue by Low Temperature. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.*, 8, 143—309, 1913.
3. W. H. Chandler and A. C. Hildreth. Evidence as to How Freezing Kills Plant Tissue. *Proc. Amer. Sol. Hort. Sci.*, 33, 27, 35, 1936.
4. Landolt und Bernstein. *Physikalisch chemische Tabellen I.* Springer, Berlin, 1—1313, 1912.
5. B. Lidforss. Die Wintergrüne Flora. Eine biologische Untersuchung *Lunds Universitets Arsskrift*, N. F. 2, Aft. 2, N. 13, 1—76 1907.
6. Н. А. Максимов. О вымерзании и холодостойкости растений. *Изв. Лесного Инст.*, 25, 1913.
7. Н. А. Максимов. Химическая защита растений от вымерзания. *Ж. с.-х. агр.*, 13, стр. 1—26 и 497—525.
8. Н. А. Максимов. Внутренние факторы устойчивости к морозу и засухе. *Тр. по приклад. бот., ген. и сел.*, т. 32, в. 1, 1929.
9. R. Newton. Colloidal properties of Winter Wheat Plants in Relation to Frost Resistance. *Jour. Agric. Sci.*, v. 14, 178—191, 1924.
10. R. Newton and W. R. Brown. Frost Precipitation of Proteins of Plant Juices. *Canad. Jour. Res.*, 5, 87—110, 1931.
11. А. А. Рихтер. Исследование над холодостойкостью растений. 1. Динамика растворимых углеводов у пшеницы и ржи в течение зимнего периода. *Журн. оп. агр. юго-востока*, т. 4, вып. 2, 326—344, 1927.
12. A. J. Stark. Unfrozen Water in Apple Shoots as Related to Their Winter Hardiness. *Plant Physiology*, 11, 689—711, 1936.
13. თ. სულაჯაძე. შაქრების ხსნარების გაყინვის წინასწარი შესწავლა მათი მცენარის უჯრედებზე დაცვითი მოქმედებასთან დაკავშირებით. *საქარ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე*, ტ. VI, № 7, 1943.
14. И. И. Туманов. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. *Сельхозгиз*, 1940.



0. ჩხოვნიანი

ზოგადი სუბალპური ხეხეხარის ზოთლის ტრანსპირაციის  
უნარიანობა

ალპურ სარტყელში ჰამეფიტთა გაბატონებას და მეგა, ნანოფანეროფიტების განუფითარებლობას მკვლევარნი ხსნიან ვეგეტაციის პერიოდის ხანმოკლეობით [5]. ნ. ბუშის [1] მონაცემებით ზღვის დონიდან 2200 მეტრის სიმაღლეზე ზაფხულის პერიოდი გრძელდება ერთ თვეს (იგი იწყება ივლისის შუა რიცხვებიდან და გრძელდება შუა აგვისტომდე), რაც შეეხება ზედაალპურ სარტყელს, იქ გაზაფხული უშუალოდ გადადის შემოდგომაში და ზაფხული კრულიად არაა გამოსახული. ვაშის [6] სქემის მიხედვით „დაგვიანებული ალპური გაზაფხული უშუალოდ ესაზღვრება ადრეულ ალპურ შემოდგომას“. რაც შეეხება ტყის საზღვარზე (მთაში) მეგა და ნანოფანეროფიტების დეგრადაციის გამოწვევებზე მიზეზებს, იგი საკამათოდ ითვლება. შედარებით უფრო ადრეული პერიოდის მკვლევარნი მას ხსნიდნენ დაბალი ტემპერატურის მოქმედებით. ამ მიზეზს საყურადღებოა მედვედევის [2] შეხედულება. იგი აღნიშნავს შემდეგს: როგორც სხვა ქვეყნებში, კავკასიის დიდ სიმაღლეებზედაც იშვიათ მოვლენას წარმოადგენს სითბოს ნაკლებობით გამოწვეული იმ ხეებისა და ბუჩქების დეგრადაცია დაბალტანიანობა, რომელნიც გამრუდებული და მოლუნული არიან ქარის მოქმედებით“. შედარებით უფრო გვიანი პერიოდის მკვლევარნი მას ხსნიან ჭლის არადამაკმაყოფილებელი ბალანსით. ლიუნდგორდის [3] მიხედვით მაღალ მთებში ტყის ვაზრდას ხელს უშლის ქარის გამოშრობითი მოქმედება. მიხედვით [7] ფიზიოლოგიური გამოკვლევანი, ჩატარებული დასავლეთ ევროპის მთებში, ადასტურებენ შემდეგს: „მხოლოდ არახელსაყრელი ვეგეტაციის პერიოდების შემდეგ, როდესაც ახალგაზრდა ყლორტები ვერ ასწრებენ ნორმალურ განვითარებას, ზამთრის გამოშრობით მოქმედების შედეგად ხდება ტყის საზღვარზე მოზარდ ხეთა დაღუპვა“.

ავტორთა შეხედულება, როგორც ჩანს, მეტად განსხვავებულია; მიზეზი უნდა ვეძიოთ მასში, რომ სუბალპური სარტყლის საზღვარზე მოზარდ ხეცეცხრეთა ბიოლოგია ნაკლებადაა შესწავლილი, კავკასიის პირობებში კი სრულიად შეუსწავლელია.

წარმოდგენილი მუშაობა შეეხება სამხრეთ-ოსეთის მთა-მდელოს სტაციონარის (ზღვის დონიდან 2200 მეტრი) მახლობლად მოზარდ, ზოგიერთ სუბალპურ სარტყლის ხეცეცხრეთა ზოთლის ტრანსპირაციის უნარიანობის შესწავლას. ცდები ჩატარებული იყო 1940 წლის აგვისტოს პირველი რიცხვების დროის საათებში, მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როდესაც ერთი დღის განმავლობა-

ში დაკვირვებანი რამდენჯერმე მეორდებოდა, მაშინ ცდები 14 საათამდე გრძელდებოდა.

ცდების შედეგები ასეთია:

1. 1-ლ ცხრილიდან ჩანს, რომ ცდებისათვის შერჩეულ 8 სახეობიდან ყველა

ცხრილი 1

მცენარეთა დასახელება	1 ზრამი მზაული ფოთლის მერ 1 საათის განმავლობაში აორთქლებული წყლის ოდენობა სმ-ში	ტრანსპირაციის უნარიანობის სიდიდე R. caucasicum მიმართ	1 კმ. დეც. ფოთლის ზედაპირის მერ 1 საათის განმავლობაში აორთქლებული წყლის ოდენობა სმ-ში	ტრანსპირაციის უნარიანობის სიდიდე R. caucasicum მიმართ
<i>Salix arbuscula</i> L. . . . .	4,386	2,920	2,440	1,321
<i>Betula verrucosa</i> Ehrh. . . . .	3,977	2,658	2,733	1,480
<i>Vaccinium myrtillus</i> L. . . . .	3,153	2,010	1,416	0,766
<i>Rhododendron caucasicum</i> Pall. . . . .	1,500	1	1,843	1
<i>Daphne glomerata</i> Lam. . . . .	1,498	0,996	1,165	0,631
<i>Sorbus aucuparia</i> L. . . . .	1,146	0,763	1,125	0,610
<i>Vaccinium vitis idaea</i> L. . . . .	1,028	0,685	1,068	0,578
<i>Empetrum nigrum</i> L. . . . .	0,770	0,513	0,700	0,380

ლაზე მეტს აორთქლებს *Salix arbuscula* L., მას მოსდევენ *Betula verrucosa* Ehrh., *Vaccinium myrtillus* L., *Rhododendron caucasicum* Pall., *Daphne glomerata* Lam., *Sorbus aucuparia* L., *Vaccinium vitis idaea* L., *Empetrum nigrum* L., ცირკლის მიმართ შეიძლება აღინიშნოს შემდეგი: ცდების დროს (გარდა ერთი შემთხვევისა) ამ სახეობის ფოთლები ჩქარა იწყებდნენ ტენობას. ამით უნდა აიხსნას მისი ტრანსპირაციის დაბალი მაჩვენებელი. *Sorbus aucuparia* L. გამოკვლევით შეიძლება დავასკვნათ, რომ ის ხემცენარეთა სახეობანი, რომელთაც ზამთრისათვის ფოთლები სცივიათ, აორთქლებენ მეტ წყალს, შედარებით იმ ხემცენარეთებთან, რომელთაც აქვთ ხეშეში, ტყავისებრი და მარადმწვანე ფოთლები. მცენარეთა განწყობა ტრანსპირაციის სიდიდის მიხედვით, გამოთვლილი როგორც ფოთლის წონის, ისევე ამაორთქლებელი ზედაპირის არის მიხედვით, თითქმის ერთნაირია.

2. ტრანსპირაციის მსვლელობა ზოგიერთი ჯიშისთვის დილის 9 საათიდან 13 საათამდე ნაჩვენებია მე-2 ცხრილში. ცხრილიდან ჩანს, რომ *Betula verrucosa* Ehrh., *Rhododendron caucasicum* Pall., *Vaccinium myrtillus* L. დილის საათებში აორთქლებენ წყალს მცირე ოდენობით, 12 საათისათვის აორთქლებენ მაქსიმალურ რაოდენობას, შემდეგ კი აორთქლების ინტენსიობა ეცემა. *Vaccin*

*Vitis idaea* L. დილის საათებში აორთქლებს მეტს, შედარებით შუადღის  
 ან. *Daphne glomerata* Lam., *Sorbus aucuparia* L. აორთქლების ზრდა შესაძენე-  
 ბა 11 საათიდან 13 საათამდე.

ცხრილი 2

მცენარეთა დასახელება	ცდის დრო	მშრალი ფოთლის წონა	ფოთლის ფართი სმ <sup>2</sup> -ში	აორთქლების ოდენობა სმ <sup>2</sup> -ში	1 გრ მშრალი ფოთლის მიერ 1 საათის განმავლობაში აორთქლებული წყლის ოდენობა სმ <sup>2</sup> -ში	1 კმ. დღე-ფოთლის ზედაპირის მიერ 1 საათის განმავლობაში აორთქლებული წყლის ოდენობა სმ <sup>2</sup> -ში
<i>Salix arbuscula</i> L.	9,40—10,10	0,2840	35,40	0,66	5,32	2,740
<i>Petula verrucosa</i> Ehrh.	9,39—10,09	0,5204	68,50	0,66	2,52	1,920
	11,27—11,57	0,3110	48,30	0,78	5,00	3,220
	12,32—13,02	0,5050	68,50	0,94	3,72	2,740
<i>Daphne glomerata</i> Lam.	9,50—10,20	0,0882	10,60	0,04	0,90	0,754
	11,21—11,51	0,1438	18,90	0,06	0,82	0,634
	12,30—13,00	0,1554	22,00	0,24	3,08	2,180
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	11,30—12,00	0,7438	—	0,10	0,26	—
	12,40—13,10	0,4816	62,60	0,56	2,32	1,790
<i>Rhododendron caucasicum</i> Pall.	9,40—10,10	1,2500	—	0,78	1,24	—
	11,28—11,58	0,7180	87,00	0,74	2,06	1,700
	12,34—13,04	0,6238	51,80	0,36	1,16	1,390
<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.	9,52—10,22	0,0828	7,49	0,04	0,96	1,070
	11,30—12,00	0,2010	20,00	0,08	0,80	0,800
	12,32—13,02	0,1980	17,80	0,04	0,40	0,450
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	9,38—10,08	0,0748	25,90	0,12	3,20	0,920
	11,21—11,51	0,1406	29,00	0,2	2,84	1,380
	12,31—13,01	0,1708	26,50	0,12	1,40	0,900
<i>Empetrum nigrum</i> L.	9,54—10,24	0,1270	12,80	0,04	0,62	0,620

3. სუბალპურ მცენარეთა ტრანსპირაციის ინტენსიობის სიდიდის წარმოსადგენად მოგვყავს მე-3 ცხრილი, სადაც აღნიშნულია ტყის სარტყელში მოზარდ მერქნიან მცენარეთა ფოთლის ტრანსპირაციის უნარიანობა. ცდები ჩატარებული იყო დუშეთის სატყეო მეურნეობის თვალევის ავარაკში 1940 წლ. 26 აგვისტოდან 3 სექტემბრამდე. ის ადგილი, სადაც ცდები ჩატარდა, მდებარეობს ზღვის დონიდან 908 მეტრის სიმაღლეზე, ხეობას (შარათ-ხევი) წარმოადგენს, რომლის მარცხენა ფერდობები დაფარულია წიფლნარი ტყით, მარჯვენა კი მუხნარი კო-



რომებით. ამ შემთხვევაში ტრანსპირაციის შესასწავლად გამოყენებულ იქნა აწონის მეთოდი. მერქნიან ჯიშთა დანაწილება ჯგუფებად, ნიმუშთა აღება, და

ცხრილი 3

მცენარეთა დასახელება	1 გრ მშრალი ფოთლის მიერ 1 საათის განმავლობაში დაორთქლების საშუალო სიდიდე	ტრანსპირაციის უნარიანობის სიდიდე მუხის მიხედვით	ჯიშთა განაწილება ტრანსპირაციის უნარიანობის მიხედვით	ტრანსპირაციის უნარიანობის სიდიდე მუხის მიხედვით	ჯიშთა დამოკიდებულება სინათლესთან დაზოკონდენსაციასთან
<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	0,09002	I	<i>Populus nigra</i> L. . . . .	3,9310	ს
<i>Juglans regia</i> L. . . . .	0,09458	1,0502	<i>Pirus communis</i> L. . . . .	2,8912	ნ
<i>Pirus communis</i> L. . . . .	0,26027	2,8912	<i>Crataegus oxyacantha</i> L. . . . .	2,2252	ნ
<i>Cornus australis</i> C. A. M. . . . .	0,06962	0,7733	<i>Salix viminalis</i> L. . . . .	2,1944	ს
<i>Malus communis</i> Desf. . . . .	0,8354	0,9281	<i>Rosa canina</i> L. . . . .	1,9784	ს
<i>Rosa canina</i> L. . . . .	0,1781	1,9784	<i>Salix caprea</i> L. . . . .	1,9112	ს
<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	0,08238	I	<i>Ulmus campestris</i> L. . . . .	1,8182	ნ
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop. . . . .	0,06786	0,8237	<i>Viburnum opulus</i> L. . . . .	1,7781	ნ
<i>Acer campestre</i> L. . . . .	0,10387	1,2608	<i>Populus tremula</i> L. . . . .	1,5309	ნ
<i>Corylus avellana</i> L. . . . .	0,10192	1,2493	<i>Populus alba</i> L. . . . .	1,4927	ს
<i>Crataegus oxyacantha</i> L. . . . .	0,18332	2,2252	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Cr. . . . .	1,4280	ს
<i>Clematis orientalis</i> L. . . . .	0,04252	0,5161	<i>Acer campestre</i> L. . . . .	1,2608	ს
<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	0,16041	I	<i>Corylus avellana</i> L. . . . .	1,2493	ნ
<i>Fagus orientalis</i> Lipsky . . . . .	0,12667	0,7896	<i>Carpinus orientalis</i> Mill. . . . .	1,1458	ნ
<i>Carpinus Betulus</i> L. . . . .	0,07127	0,4442	<i>Sambucus nigra</i> L. . . . .	1,0754	ს
<i>Carpinus orientalis</i> Mill. . . . .	0,18380	1,1458	<i>Juglans regia</i> L. . . . .	1,0505	ნ
<i>Salix caprea</i> L. . . . .	0,30657	1,9112	<i>Berberis vulgaris</i> L. . . . .	1,0486	ს
<i>Ulmus campestris</i> L. . . . .	0,29166	1,8182	<i>Ulmus montana</i> With. . . . .	1,0016	ს
<i>Ulmus montana</i> With. . . . .	0,16068	1,0016	<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	1,0000	ს
<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	0,12408	I	<i>Mespilus germanica</i> L. . . . .	0,9455	ნ
<i>Cornus mascula</i> Zorn. . . . .	0,09736	0,7846	<i>Malus communis</i> Desf. . . . .	0,9281	ს
<i>Mespilus germanica</i> L. . . . .	0,11732	0,9455	<i>Acer insigne</i> Boiss. et Buhse. . . . .	0,8390	ს
<i>Rhamnus Frangula</i> L. . . . .	0,06548	0,5277	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop. . . . .	0,8237	ნ
<i>Berberis vulgaris</i> L. . . . .	0,13012	1,0486	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky. . . . .	0,7856	ნ
<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	0,06644	I	<i>Cornus mascula</i> Zorn. . . . .	0,7846	ნ
<i>Populus nigra</i> L. . . . .	0,26118	3,9310	<i>Cornus australis</i> C. A. M. . . . .	0,7733	ნ
<i>Populus alba</i> L. . . . .	0,09918	1,4927	<i>Ligustrum vulgare</i> L. . . . .	0,5373	ნ
<i>Viburnum opulus</i> L. . . . .	0,11814	1,7781	<i>Rhamnus Frangula</i> L. . . . .	0,5277	ნ
<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Cr. . . . .	0,09488	1,4280	<i>Clematis orientalis</i> L. . . . .	0,5161	ნ
<i>Ligustrum vulgare</i> L. . . . .	0,03570	0,5373	<i>Carpinus Betulus</i> L. . . . .	0,4442	ნ
<i>Quercus iberica</i> Stev. . . . .	0,11932	I			
<i>Populus tremula</i> L. . . . .	0,18266	1,5309			
<i>Acer insigne</i> Boiss. et Buhse . . . . .	0,10012	0,8390			
<i>Sambucus nigra</i> L. . . . .	0,12832	1,0754			
<i>Salix viminalis</i> L. v. <i>Gmelini</i> And. . . . .	0,26118	2,1944			

ს—სინათლის ჯიშში  
 ნ—ჩრდილის ჯიშში  
 ნჩ—ნახევრად ჩრდილის ჯიშში  
 მ—მეზოფიტი  
 ქ—ქსეროფიტი  
 ჰ—ჰიგროფიტი

ეირვებათა მსვლელობა და გამოანგარიშება ტარდებოდა ლ. ივანოვის [4] მიხედვით.

მოყვანილ 1, 2 და 3 ცხრილებიდან ჩანს, რომ სუბალპური სარტყლის შეცნარენი აორთქლებენ წყალს გაცილებით უფრო მეტს, ვიდრე ტყის სარტყლში მოზარდნი.

ეს მდგომარეობა უარყოფს Huber-ის [8], Pisek-ის და Cartellieri-ის [9], მონაცემებს, მაგრამ სამაგიეროდ ამტკიცებს Bonnier-ის [10], Senn-ის [11] დასკვნებს.

4. ლ. ივანოვის მიხედვით ტრანსპირაციის უნარიანობა მაჩვენებელია ჯიშის სინათლის ამტანობის ხარისხისა; ამ თვალსაზრისით მე-3 ცხრილში მოყვანილ ჯიშთა თანმიმდევრობითი რიგიც მაჩვენებელია მათი სინათლის ამტანობის ხარისხისა. ცხრილში სინათლის ჯიშები უმთავრესად თავში გაეწყვენენ, ე. ი. ეს უკანასკნელნი მაქსიმალური ტრანსპირაციის უნარიანობით უნდა ხასიათდებოდნენ.

აღნიშნულ მერქნიან ჯიშთათვის, ტრანსპირაციის გარდა, წყლის მეურნეობის სხვა საკითხების შესწავლა გაარკვევს მათი დეგრადაციის მიზეზებს სუბალპურ სარტყელში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

და ლ. ბერიას სახელობის

საქ. სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 10.6.1943)

БОТАНИКА

И. И. ЧХУБИАНИШВИЛИ

## ТРАНСПИРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИСТЬЕВ НЕКОТОРЫХ СУБАЛЬПИЙСКИХ ДЕРЕВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Настоящая работа касается транспирационной способности листа некоторых деревянистых растений субальпийского пояса, произрастающих в окрестностях Юго-Осетинского горнолугового стационара (2200 метров над уровнем моря) и растений лесного пояса, произрастающих в ущелье Шарат-хви (Душетский лесхоз, Твалевская дача, 908 метров над уровнем моря). Итоги опытов следующие.

1. Из 8 подопытных субальпийских деревянистых растений больше всех испаряет *Salix arbuscula* L., после идет *Betula verrucosa* Ehrh., *Vaccinium myrtillus* L., *Rhododendron caucasicum* Pall., *Daphne glomerata* Lam., *Sorbus aucuparia* L., *Vaccinium vitis idaea* L., *Empetrum nigrum* L. За исключением *S. aucuparia* L., можно заключить, что виды с опадающими листьями испаряют больше по сравнению с растениями, которые имеют жесткие, кожистые и вечнозеленые листья. Расположение растений по величине транспирации, вычисленной как в отношении веса, так и площади испаряющей поверхности, почти одинаковое.



2. *B. verrucosa* Ehrh., *R. caucasicum* Pall., *V. myrtillus* L. в утренние часы испаряют меньше, к 12 часам испаряют максимальное количество, а после интенсивность испарения падает. *Vaccinium vitis idaea* L. в утренние часы испаряет больше по сравнению с полуднем. У *Daphne glomerata* Lam. *Sorbus aucuparia* L. увеличение испарения наблюдалось с 11 до 13 часов дня.

3. Из приводимых таблиц 1, 2 и 3 можно заключить, что растения субальпийского пояса испаряют гораздо больше, нежели произрастающие в лесной зоне. Это положение опровергает данные Huber-а [8], Pisek-а и Cartellieri [9], но подтверждает выводы Bonnier-а [10], Senn-а [11].

4. Транспирационная способность по Л. И. Иванову является показателем степени световыносливости; с этой точки зрения данный ряд расположения пород в таблице 3 также говорит о степени световыносливости их; световыносливые породы в основном расположились в начале таблицы.

Академия Наук Грузинской ССР и  
Сельскохозяйственный институт Грузии  
им. Л. П. Берия

#### დაგმარებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENE

1. Н. А. Буш. Краткий географический очерк Кельского нагорья и местности Эриши в Юго-Осетии. Сб. тр., посвящ. к 70-лет. со дня рождения и 45-лет. научн. деят., В. А. Комарову. 1939, Ленинград.
2. Я. С. Медведев. Растительность Кавказа. Т. I, вып. I, 1915, Тифлис.
3. Проф. Г. Люндегорд. Влияние климата и почвы на жизнь растений. 1937, Москва.
4. Л. И. Иванов. Транспирационная способность листьев древесных пород. Сб. тр., посвящ. к 70-лет. со дня рождения и 45-лет. научн. деят., В. И. Комарову. 1939, Ленинград.
5. C. Schröter. Das Pflanzenleben der Alpen. Zurich, 1926.
6. H. Gams. Von den Follateres zur Dent de Morcles. Eine Vegetationsmonographie aus dem Wallis, Beitr. zur geob. Landesaufn., Zürich, 1927.
7. P. Michaelis. Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze. Jahrbüch. f. wiss. Bot., 80, Leipzig, 1934.
8. B. Huber. Die Beurteilung des Wasserhaushaltes der Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Botan., Bel. LXIV, 1—120, 1924.
9. A. Pisek und F. Cartellieri. Zur Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanzen. III Alpine Zwergsträucher. Jahrb. f. wiss. Bot., 79, 131, 1933.
10. G. Bonnier. Recherches experimentales sur l'adaptation des plantes au climat Alpin. Annales des Sciences Naturelles, T. XX, 217—360, 1895.
11. G. Senn. Untersuchungen über die Physiologie der Alpenpflanzen. Verhand. der Schweizer Naturforsch. Gesel., Bern, II Teil, S. 154—168, 1922.

ა. ზამლაშვილი

ვაზის ნამყენში ხსნადი ნახშირწყლუმის დინამიკა სათბურში  
გამოყვანის პერიოდში

ორგანიზმში ბიოქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების შესწავლის მეტად დიდი მნიშვნელობა აქვს ენერგო-პლასტიური ნივთიერების რაოდენობასა და სახეობას. ამ მხრივ ნაკლებად არის შესწავლილი ვაზი. მით უფრო შენახვისა და სათბურში სტრუქტურული პერიოდში, იმისდა მიუხედავად, რომ სათბურში გამოყვანისას ნამყენში გაძლიერებულია სასიცოცხლო პროცესები (საკოპულაციო კალუსის განვითარება, კვირტების ვალვიძება-გაშლა და სხვა წარმოშობა). ყველა ამ პროცესის შესწავლისათვის, ცხადია, დიდი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ენერგო-პლასტიკური ნივთიერების სახეობასა და რაოდენობას, რაც თავის მხრით აპირობებს ნამყენის ხარისხსა და პროცენტულ გამოსავლიანობას. ორგანიზმში ნივთიერებათა გარდაქმნის ერთ-ერთ მძლავრ მემქმედ ფაქტორად ითვლება ტემპერატურა [1, 4], რომლის სათანადო შერევა საშუალებას იძლევა წარმართოს გარდაქმნათა პროცესი ამა თუ იმ მიმართულებით. ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ შენახვის პერიოდში ვაზის ლერწმის მოთავსება განსაზღვრული ტემპერატურის პირობებში გავლენას ახდენს როგორც ნამყენის პროცენტულ გამოსავლიანობაზე, ისე მის ხარისხზე [2, 3, 5]. ვაზის მყნობის ფიზიოლოგიის შესწავლასთან დაკავშირებით საინტერესოა ხსნადი ნახშირწყლების დინამიკის შესწავლა სათბურში გამოყვანის პერიოდში სხვადასხვა ტემპერატურის პირობებში შენახვისთან დაკავშირებით. ცდელად საძირე ჯიშებიდან აღებული იყო 101—14, ხოლო სანამყენედან—ქაქიფიელი. საცდელი მასალა ინახებოდა განსაზღვრული ტენიანობის მქონე სილანში, 3°, 8° და —3°-ზე. შენახვის პერიოდის დამთავრების შემდეგ მასალის წილი დატოვებული იყო შეშრობის მიზნით 7 დღით სილის გარეშე, რის გამოც გვექნება „შემშრალი“ და „ტენიანი“ ვარიანტები.

ავტოპლასტიკური ერთმუხლთშორისიანი ნამყენები ტენიან ნახერხში მოთავსების შემდეგ იდგმებოდა სათბურში 27-30°-ს პირობებში. ნახშირწყლების მაღალი წარმოება მყნობის წინ და სათბურში მოთავსების მე-3-6-9 და 12 დღეს, საანალიზო სინჯი აღებულია უშუალოდ დასერვის ადგილზე (მუხლთშორისის ზედა მხარეს) და ქვედა მუხლთან, საიდანაც ნამყენი ფესვებს ინვითარებს. მონოსახარიდები აღირიცხებოდა ჰაგედორნ-იენსენის მეთოდით, ხოლო პლდროლიზი წარმოებდა კიხელის სქემის მიხედვით. ხსნადი ნახშირწყლების განსაზღვრა შესაძლებლობას ვეძლევა ერთგვარი წარმოდგენა ვიქონიოთ ნამყენ-

ნებში ენერგო-პლასტიკური ნივთიერების დინამიკურობის შესახებ სათბურში მოყვანის პერიოდში. ცხრილში მოყვანილია ანალიზების შედეგები სათბურ მოთავსების წინ.

ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობა სათბურში მოთავსებამდე<sup>(1)</sup>  
 (საანალიზოდ აღებულია მთელი მუზლთშორისიდან საშუალო სინჯი)

ცხრილი 1

№ შენახვის პერიოდში	ვაზის ჯიში	ტენიანობა	მონოსახარიდები	დისახარიდები	საერთო ჯამი
+3°	რქაწითელი	ტენიანი	3,9	4,7	8,6
+3°	"	შემშრალი	4,1	3,8	7,9
-3°	"	ტენიანი	7,1	3,9	11,0
-3°	"	შემშრალი	5,4	4,0	9,4
+3°	101-14	ტენიანი	5,3	3,1	8,4
+3°	"	შემშრალი	4,1	2,0	6,4
+8°	"	ტენიანი	5,3	3,4	8,7
+8°	"	შემშრალი	4,4	1,2	5,6
-3°	"	ტენიანი	6,7	3,6	10,3
-3°	"	შემშრალი	4,4	5,8	10,2

წარმოდგენილ მონაცემებიდან ჩანს, რომ შენახვის პერიოდში დაბალ ტემპერატურა ორივე ჯიშში იწვევს ხსნადი ნახშირწყლების სიჭარბეს, რაც უთავრესად მონოსახარიდების მომატებასთან არის დაკავშირებული. აღნიშნულ გარემოება შეიძლება აიხსნას ერთი მხრივ იმით, რომ საერთოდ, როგორც ცნობილია, დაბალი (უარყოფითი) ტემპერატურა იწვევს რთული ნახშირწყლების ჰიდროლიზს მონოსახარიდებამდე, ხოლო მეორე მხრით დაბალი ტემპერატურის ზეგავლენით შენელებულია სუნთქვის პროცესი. იმავე ცხრილიდან ჩანს, რომ ნახშირწყლების უფრო მეტი რაოდენობით ხასიათდება ტენიანი ტენიანტი. სტრატეფიკაციის პერიოდში ანალიზების შედეგები მოყვანილია მე-2 და მე-3 ცხრილში.

აღნიშნული ცხრილებიდან ჩანს, რომ ორივე ჯიშში ამ პერიოდში ხასიათდება მონოსახარიდების სიჭარბით, რაც უმეტეს შემთხვევაში დისახარიდების შემცირებასთან არის დაკავშირებული. ზოგჯერ (რქაწითელი სამივე ტემპერატურაზე მესამე დღეს, ხოლო 101-14 დაბალ ტემპერატურაზე მესამე და მეექვსე დღეს) აღვილი აქვს პარალელურად დისახარიდების მომატებასაც, რაც შესაძლებელია დაკავშირებული იყოს უფრო რთული ნახშირწყლების (სახამებელ და სხვა) ჰიდროლიზთან. უფრო მეტი თვალსაჩინოებისათვის მოგვყავს ხსნადი ნახშირწყლების საერთო რაოდენობის საშუალო მაჩვენებლები. მეოთხე ცხრილში 101-14-თვის წარმოდგენილი საშუალოებიდან ჩანს, რომ სათბურის პერიოდში ხსნადი ნახშირწყლების მეტ რაოდენობას შეიცავს შემშრალი ვარიანტი (ერთი გამონაკლისით), ვიდრე ტენიანი.

(<sup>1</sup> რქაწითელისთვის +8°-ზე ანალიზები არ ჩატარებულა.



ხსნადი ნახშირწყლების ცვალებადობა სათბურში გამოყვანის პერიოდში რქაწითელში

ტურილი 2

გადასა- რთოდ- საათურ- ში ყოფნ. ბანჯილი.	შ ე მ შ რ ა ლ ი								ტ ე ნ ი ა ნ ი							
	ზედა მუზლთან				ქვედა მუზლთან				ზედა მუზლთან				ქვედა მუზლთან			
	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	
+3 <sup>ა</sup>	3 დღე	2,7	4,9	7,6	4,4	5,6	10,0	3,1	3,5	6,6	4,8	2,3	7,1			
	6 "	5,4	2,6	8,0	5,8	3,4	9,2	4,0	3,2	7,2	6,0	2,1	8,1			
	12 "	6,7	2,3	9,0	6,3	2,7	9,0	4,6	2,7	7,3	7,6	1,1	8,7			
სს. სათბურ- პერიოდში		4,9	3,2	8,2	5,5	3,9	9,4	3,9	3,1	7,0	6,1	1,8	8,0			
+8 <sup>ა</sup>	3 დღე	3,6	3,1	6,7	7,0	4,6	8,5	3,1	3,3	6,4	6,8	2,8	9,6			
	6 "	3,8	2,5	6,3	5,8	2,0	7,8	4,6	3,4	8,0	7,4	3,1	10,5			
	9 "	6,9	2,7	9,6	6,0	2,0	8,0	6,4	3,5	9,9	5,8	3,0	8,8			
12 "	4,7	3,8	8,5	7,4	2,2	9,6	6,0	2,2	8,2	6,0	3,2	9,2				
სს. რაოდ. სათბურ. პერ.		4,7	3,0	7,8	5,8	2,7	8,5	5,0	3,1	8,1	5,5	3,0	9,5			
-3 <sup>ა</sup>	3 დღე	6,0	2,3	8,3	5,3	3,5	8,8	5,6	3,3	8,9	4,8	6,1	10,9			
	6 "	5,7	3,2	8,9	6,8	2,6	9,4	5,3	1,7	7,0	6,9	2,1	9,0			
	12 "	6,9	1,0	7,9	6,5	2,9	9,4	7,0	1,2	8,2	4,4	3,2	7,6			
სს. რაოდ. სათბ. პერ.		6,2	2,2	8,4	6,2	3,0	9,2	6,0	2,1	8,0	5,3	3,8	9,2			

ხსნადი ნახშირწყლების ცვალებადობა სათბურში გამოყვანის პერიოდში 101—14-ში

ტურილი 3

გადასა- რთოდ- საათურ- ში ყოფნ. ბანჯილი.	შ ე მ შ რ ა ლ ი								ტ ე ნ ი ა ნ ი							
	ზედა მუზლთან				ქვედა მუზლთან				ზედა მუზლთან				ქვედა მუზლთან			
	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	მონი- სახ.	დისახ.	საერ- თო ჯამი	
+3 <sup>ა</sup>	3 დღე	4,9	1,6	6,2	5,1	3,1	8,1	4,9	2,3	7,2	—	—	—			
	6 "	5,2	3,8	6,0	6,7	1,7	8,4	4,6	3,5	3,1	5,8	1,2	7,0			
	9 "	5,7	2,1	7,8	6,2	1,6	7,8	3,5	2,5	6,0	5,0	3,8	8,8			
12 "	6,2	3,6	9,8	5,8	4,3	10,1	—	—	—	4,4	2,2	6,6				
სს. რაოდ. სათბ. პერ.		5,4	2,8	8,2	5,9	2,7	8,8	4,2	2,8	7,1	5,1	2,4	7,5			
+8 <sup>ა</sup>	3 დღე	4,0	3,4	7,4	4,2	3,6	7,8	4,6	1,6	6,2	3,7	1,8	5,5			
	6 "	4,5	3,1	7,6	5,5	3,6	9,1	4,2	3,0	7,2	4,8	3,7	8,5			
	9 "	4,7	4,2	8,9	6,3	1,6	7,9	6,0	1,8	7,8	6,5	2,6	9,1			
12 "	5,1	5,8	11,2	5,4	2,5	7,9	5,1	2,9	8,0	3,7	3,0	6,7				
სს. რაოდ. სათბ. პერ.		4,6	4,1	8,8	5,3	2,6	8,2	5,0	2,3	7,3	4,7	2,8	7,4			
-3 <sup>ა</sup>	3 დღე	5,5	4,3	9,8	5,1	6,2	11,3	5,8	2,5	8,3	5,7	6,3	12,0			
	6 "	7,6	3,4	11,0	4,3	6,1	10,4	5,8	2,3	8,1	6,7	4,1	10,8			
	9 "	5,0	2,6	7,6	6,2	3,4	9,6	6,2	1,6	7,8	6,2	3,1	9,3			
12 "	4,3	2,8	7,1	5,2	3,1	8,3	3,4	2,3	5,7	4,8	3,6	8,4				
სს. რაოდ. სათბ. პერ.		5,6	3,3	8,8	5,2	4,7	9,9	5,2	2,2	7,5	5,8	4,3	10,1			

1 <sup>o</sup> შენახვის პერიოდში	შ ე მ შ რ ა ლ ი		ტ ე ნ ი ა ნ ი	
	ზედა მუხლთან	ქვედა მუხლთან	ზედა მუხლთან	ქვედა მუხლთან
+ 3 <sup>o</sup>	8,2	8,8	7,1	7,5
+ 8 <sup>o</sup>	8,8	8,6	7,3	7,5
- 3 <sup>o</sup>	8,8	9,9	7,4	10,2

ზედა და ქვედა მუხლის შედარებიდან ირკვევა, რომ როგორც ტენიან ისე შემშრალი მასალა ნახშირწყლების მეტ რაოდენობას ქვედა მუხლთან შეცავს. ამ მხრივ მეტიდ თვალსაჩინო სურათს იძლევა უარყოფით ტემპერატურაზე მყოფი მასალა.

ცხრილი 5

1 <sup>o</sup> შენახვის პერიოდში	შ ე მ შ რ ა ლ ი		ტ ე ნ ი ა ნ ი	
	ზედა მუხლთან	ქვედა მუხლთან	ზედა მუხლთან	ქვედა მუხლთან
+ 3 <sup>o</sup>	8,2	9,4	7,0	8,2
+ 8 <sup>o</sup>	10,0	8,5	8,1	8,7
- 3 <sup>o</sup>	8,3	9,2	8,0	9,2

მე-5 ცხრილიდან ჩანს, რომ რქაწითელისთვისაც მსგავს მოვლენასთ გვაქვს საქმე, მხოლოდ 8<sup>o</sup>-ზე შენახული მასალა შეიცავს ზედა მუხლთან ნახშირწყლების უფრო მეტ რაოდენობას. აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ შენახვის პერიოდში დაბალი ტემპერატურის ზემოქმედების შედეგად სათბურში სტრატოფიკაციის დროსაც ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობა მეტია ქვედა მუხლის მთელი სათბურის პერიოდში როგორც ზედა, ისე ქვედა მუხლთან მიმდინარე ცვლილებების განხილვა გვიჩვენებს, რომ ეს ცვლილებები ერთნაირი ხასიათისაა, რაც ნათელჰყოფს კალაში მიმდინარე ერთნაირ პროცესს. ადგილი აქვს მონოსახარიდების და დისახარიდების შექცევით კორელაციას, სახელდობრ, დისახარიდების შემცირება იწვევს მონოსახარიდების მომატებას. მონაცემების შემოწმების შედეგად გვიჩვენებს, რომ ხსნადი ნახშირწყლების რაოდენობა ცვალებადობა თითქმის ერთნაირია.

ამის გარდა ამავე ცდებიდან აღრიცხულია აგრეთვე ნამყენის პროცენტულ გამოსავლიანობა, შეხორცების კალუსი, ფესვთა სისტემის განვითარება და ფოთლოვანი მენტაციული პროცესები (განყოფილების 1940 წლის ანგარიშები). ირკვევა, რომ ყოველმხრივ უკეთესი მაჩვენებლებით ხასიათდება შემშრალი ვარიანტის მიკარევსკაიას გამოკვლევებით დადგენილია, რომ მასალა, რომელიც შენახვის პერიოდს უარყოფით ტემპერატურაზე გაივლის, ფესვთა სისტემის უკეთეს განვითარებას იძლევა [2].

ჩვენი აზრით, აღნიშნულ მოვლენისთვის, სხვა ფაქტორებთან ერთად ხსნადი ნახშირწყლების სიჭარბესაც უნდა შეეწყოს ხელი. სათბურში სტრატოფიკაციის



ვის პერიოდში ორივე ჯიშში ცდის ბოლოსათვის მონოსახარიდების გადი-  
 შული რაოდენობაა, ხოლო დისახარიდების—შემცირებული.

დასკვნა

1. შენახვის პერიოდში დაბალი (უარყოფითი) ტემპერატურა იწვევს ვა-  
 ლერწში ხსნადი ნახშირწყლების მეტი რაოდენობით დაგროვებას, რაც გა-  
 წვეული უნდა იყოს რთული ნახშირწყლების ჰიდროლიზით და სუნთქვის ინ-  
 მსიტურობის შემცირებით.
2. სათბურში სტრატეფიკაციის პერიოდში ადგილი აქვს დისახარიდების  
 მცირებასა და მონოსახარიდების მომატებას.
3. ერთმუხლთშორისიანი ნამყენები ქვედა მუხლთან უფრო მეტი რაოდე-  
 ნით შეიცავს ხსნად ნახშირწყლებს, ვიდრე ზედა მუხლთან, რაც მეტად მკვეთ-  
 რად არის გამოხატული იმ კალმებში, რომელთაც შენახვის პერიოდი დაბალ  
 ტემპერატურაზე გაიარეს.
4. შენახვის პერიოდის დამთავრების შემდეგ (მუხობის წინ) ლერწების  
 მდენიმე დღით შეშრობა (7 დღე-ღამე) ხელს უწყობს ხსნადი ნახშირწყლე-  
 ბის მომატებას, რაც ერთ-ერთ ხელშემწყობ პირობად შეიძლება ჩაითვალოს ამ  
 რიანტის ნამყენის უკეთესი გამოსავლიანობისათვის.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემია  
 ბოტანიკის ინსტიტუტი  
 ტომისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

(შემოვიდა რედაქციაში 2.9.1943)

БОТАНИКА

М. Н. ЧРЕЛАШВИЛИ

ДИНАМИКА РАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ В ПРИВИВКАХ  
 ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛИЧНОЙ  
 СТРАТИФИКАЦИИ

Резюме

Исследования по динамике растворимых углеводов у различно сохра-  
 нившихся черенков виноградной лозы в условиях тепличной стратифика-  
 ции были проведены над подвойным сортом 101-14 и привоем Ркацители.  
 анализы показали, что:

1. В период хранения низкая (минусовая) температура вызывает в че-  
 ренках лозы накопление растворимых углеводов в большем количестве, что,  
 должно быть, вызвано гидролизом сложных углеводов и уменьшением ин-  
 тенсивности дыхания.

2. В период тепловой стратификации имеет место уменьшение дисахаридов и увеличение моносахаридов.

3. Самопрививки с одним междоузлем содержат у нижнего узла больше растворимых углеводов, чем у верхнего, что отчетливо выражено в черенках, прошедших период хранения при низкой температуре.

4. После окончания периода хранения (до прививки) некоторая подсушка (7 суток) способствует увеличению растворимых углеводов и является благоприятным фактором для улучшения выхода прививок этого варианта.

Академия Наук Грузинской ССР  
 Тбилисский Ботанический институт  
 Отдел анатомии и физиологии

#### ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИГОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Иванов. О причинах морозостойкости растений. Советские садоводы, т. 1, 1939.
2. Е. А. Макаревская. Предпрививочное хранение виноградных побегов. Виноделие и Виноградарство СССР, № 5, 1939.
3. А. С. Мерджаниан. Виноградарство. Огиз, 1939.
4. И. И. Туманов. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. Сельхозгиз, 1940.
5. М. Н. Чрелашвили. Влияние гетероауксина на каллюсообразование и корнеобразование у различно сохранявшихся черенков виноградной лозы. Сообщ. Акад. Наук Груз. ССР, т. 1, 1943.

ა. მახაშვილი

ორი ახალი სახეობა კავკასიის ფლორისათვის

წინამდებარე წერილში ჩვენ ვაქვეყნებთ კავკასიის ფლორისათვის ორ ახალ სახეობას, რომლებიც აღმოჩნდა ჩვენ მიერ აჭარაში შეგროვილი ჰერბარიუმის დამუშავების პროცესში, რაც „საქართველოს ფლორის“ III ტომის მასალასთან იყო დაკავშირებული. ორივე ეს სახეობა ეკუთვნის *Polygonum L.*-ის გვარს, რომლის 150 სახეობა, როგორც ცნობილია, ყველა კონტინენტზეა ფართოდ გავრცელებული, ხოლო კავკასიის ფლორაში 32-მდე სახეობით წარმოდგენილი, რომელთაგან 5 სახეობა იდენტიურია, აზიის სამხრეთსა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ მხარეებიდან გზადმოყოლილი და შავი ზღვის საქართველოს სანაპიროებზე გავრცელებული [1].

ქვემოთყოფილი ორი ახალი სახეობაც იდენტიური აღმოჩნდა, ერთი მათგანი აგრეთვე აზიური წარმოშობისაა, ხოლო მეორე, როგორც ირკვევა, რუეთიდან გზადმოყოლილი. ორივე ეკუთვნის *Persicaria*-ს სექციას, რომელიც, როგორც ცნობილია, უმთავრესად ერთწლოვან მცენარეებისაგანაა შემდგარი, თავთავის მსგავს მტევნებად შეკრებილი ყვავილებით. თითქმის ყველა მათგანი ყოველ შემთხვევაში ჩვენში გავრცელებული სახეობანი) არხების, რუების, ქაობებისა და, საერთოდ, ტენიანი ადგილების ჩვეულებრივ თანამგზავრებს წარმოადგენენ და ჩვენში, ცხადია, განსაკუთრებული სიუხვით დასავლეთ საქართველოში არიან გავრცელებულნი. ჰაბიტუალურად და ეკოლოგიურად ამ სექციის წარმომადგენლები ძალიან ჰგვანან ერთმანეთს, ისე რომ ცალკე სახეობათა გარეგან გარკვეულ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული.

ქვემოთყოფილი ორივე ახალი სახეობა სარეველა მცენარეებს წარმოადგენენ:

1. *Polygonum posumbu* Hamilt. in Don, Prodr. Fl. Nepal, (1825) 61.

როგორც ირკვევა ლენინგრადის ბოტანიკის ინსტიტუტში დაცულ საპერსიური მასალებიდან, ეს სახეობა პირველად გ. ვორონოვის მიერ ყოფილა ნაპოვნი აჭარაში (ს. გონიოს მახლობლად) 27.V.1910 წ., მაგრამ კავკასიის ფლორისათვის იგი აქამდე არ ყოფილა მოხსენებული. გამოტოვებული აქვს იგი კავკასიის ფლორისათვის აკად. ვ. კომაროვსაც [2], მიუხედავად იმისა, რომ აჭარაში ეს სახეობა მასობრივადაა უკვე გავრცელებული და მისი ეგზემპლარი ლენინგრადის ჰერბარიუმშიც მოიპოვება. თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტის ჰერბარიუმში ამ სახეობის რამდენიმე ეგზემპლარი *P. minus*-ის უმართებულ სახელწოდებით იყო აქამდე დაცული. ამ უკანასკნელისაგან *P. posumbu* სახეობისად კარგად განსხვავდება კაშკაშა წითე ლი ყვავილსაფრით, რომელიც გა-



ხმობის შემდეგ მკრთალი მწვანე ხდება, მკვეთრად გამოსახული სამწახნაგოვანი თანაბარგვერდებიანი მუქი ყავისფერი ან თითქმის შავი პრილა ნაყოფებით და აგრეთვე თანაფოთლებზე არსებული წამწამებით, რომლებიც სიგრძით თვის თანაფოთლებს აღემატება. ამ ნიშნების კომპლექსით იგი მკაფიოდ განსხვავდება *Persicaria*-ს სექციის ყველა სხვა სახეობისაგან.

*P. posumbu* გავრცელებულია კუნძულ იავაზე, ინდოეთში, ინდონეზიასა და იაპონია-ჩინეთში. საბჭოთა კავშირის ტერიტორიაზე, ი. შიშკინისა [3] და ვ. კომაროვის ცნობებით, ეს სახეობა აღნიშნულია შორეული აღმოსავლეთის სამხრეთ ნაწილისათვის, სადაც იგი, ისევე როგორც ჩვენში, ტენიან ადგილებშია გავრცელებული, უმთავრესად ქალებში, ბუჩქნარებსა, წყლის პირებზე და ზოგჯერ ბოსტნებშიცაა შეჭრილი. აქარაში *P. posumbu*, როგორც ჩანს, მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში ან უფრო ადრე ყოფილა გზადმოყოლილი. ამეამად იგი მთელ სანაპიროზეა ფართოდ გავრცელებული და მასთანვე ბევრად უფრო მეტ სიუხვით, ვიდრე მისი მახლობელი სახეობანი, როგორიცაა *P. hydro Piper* L. *P. minus* Huds. და სხვა. წინასწარ შეიძლება ითქვას, რომ იგი გავრცელებულია აგრეთვე აფხაზეთში, გურჯისტანსა და სამეგრელოშიც, მისი ჩვეულებრივი ადგილსაცხოვრისი რუებისა და არხის პირებია, ჩაისა, ციტროსოვანების და სხვა მცენარეთა პლანტაციები, რომლებიც ცოტად თუ მეტად ტენიან ნიადაგზე გაშენებული.

2. *Polygonum linicola* Sutulov in Известия Семен. Контрольн. станция Моск. Сельхоз. Общества, 1914.

კავკასიის ფლორის ეს ახალი სახეობა ვიპოვეთ 31.V.1937 წ. აქარაში სადგ. მახინჯაურის მახლობლად, სელისა და იტალიური კოინდრის ნათესებში რომელიც სადეკორაციო მიზნებით იყო მოწყობილი. *P. linicola* იმავე *Persicaria*-ს სექციას ეკუთვნის და ყველაზე ახლო დგას *P. nodosum* Pers.-სა და *P. tomentosum* Schrank-თან, რომლებსაგანაც უმთავრესად მით განსხვავდება, რომ მისი ყვავილის ყუნწი უსახსროა და ნაყოფი უფრო მსხვილი, ყვავილსაფარიდან ამოყოფილი, მაშინ, როდესაც ორი უკანასკნელი სახეობის ყვავილის ყუნწი სახსრიანია და ნაყოფი მთლიანად ყვავილსაფარშია ჩამალული. *P. linicola* წარმოადგენს სელის ნათესების სახეობას ე. წ. *planta linicola*-ს, რომელიც სელის ნათესებშია ჩამოყალიბებული და მარტო ამ კულტურის ნათესებშია გავრცელებული, თითქმის მარტო საბჭოთა კავშირში, სელის მასობრივი კულტურის რაიონებში. ამ ორი სახეობის (ერთის მხრივ სარეველასი და კულტურის—მეორესი) ბიოლოგიური თვისებებისა და რეპროდუქციული ორგანოების მსგავსება და ამ უკანასკნელების აფრიანობის კოეფიციენტის დამთხვევა, როგორც ცნობილია, მეტად აძწენებს ამ სარეველასთან ბრძოლას. ექვს გარეშე, რომ *P. linicola*-ს თესლი მოჰყვება სელის თესლს, რომელიც, როგორც უნდა ვიგულისხმობო, მიღებული იყო სელის კულტურის ერთ-ერთ რაიონიდან. ფრიად საეჭვოა, რომ *P. linicola* კოლხიდაში სელის ძველი კულტურის ნაშთს წარმოადგენდეს იგიც ახალია, ადვერტიურია და ვინაიდან მისი გავრცელება მხოლოდ სელის კულტურის გაფართოებასთანაა დაკავშირებული, აქარისათვის არავითარ ხიფათს

წარმოადგენს. იგი აქ ეფემეროფიტია, გავრცელების შესაძლებლობას შემოკლებული.

ამაინაირად, *Polygonum*-ის გვარიდან, რომელიც კავკასიის ფლორაში შემავარებიდან ადვენტიური სახეობებით ყველაზე მდიდარ გვარს წარმოადგენს, ჩვენს ფლორაში 7 გზადმოყოლილი სახეობაა შემოჭრილი, რომლებიც სხვაობით მართო დასავლეთ საქართველოდანაა ცნობილი: 1. *Polygonum dentale* L., რომელიც არსებითად წარმოადგენს დასავლეთ საქართველოში მიღებულ კულტურულ სადეკორაციო მცენარეს და მისი გავლურებული სახეობები თითო-ორიგვარად ეგზემპლარის სახით უფრო რუდერალური ხასიათის გილსაცხოვრისებზე გვხვდება. 2. *P. perfoliatum* L. ინდოეთიდან გზადმოყოლილი, ეკლებით შემოსილი მრავალწლოვანი მცენარე აქარაში ბუჩქებსა, ლოპარსა და ჩაის პლანტაციებში გავრცელებული. 3. *P. Thunbergii* Sieb. et Zucc.—ერთწლოვანი, ჩინეთ-იაპონური სახეობა, ჩვენში (აქარაში) უმთავრესად მარცხენა, არხებისა და რუების პირებზე მეტად უხვად გავრცელებული, 4. *P. runcinatum* Hamilt.—ერთწლოვანი სარეველა მცენარე სამხრ. აზიიდან გზადმოყოლილი და მხოლოდ ერთხელ ნაპოვნი აქარაში (სალიბაური) ჩაის პლანტაციებში და შემდეგ გამჭრალი. 5. *Polygonum alatum* Hamilt.—სრულიად ასეთივე ბოტანიკური და წარმოშობის სახეობა, მასთან ერთად ნაპოვნი, მაგრამ უფრო საკმარისად გავრცელებული და ორიც შემომოყვანილი. 6. *P. posumbu* Hamilt. და 7. *P. linicola* Sutul. საინტერესოა აღვნიშნოთ, რომ ამ შვიდ სახეობაშიდან, გარდა *P. runcinatum*-ისა, რომელმაც, როგორც ვახსენეთ, ვერ მოიკიდა ფეხი და გაქრა, აგრეთვე *P. linicola*-სი, რომელსაც აგრეთვე არავითარი პერსპექტივა არა აქვს არეალის გაფართოების, ყველას ემჩნევა გავრცელების ტენდენცია, განსაკუთრებით კი *P. Thunbergii*-ს, *P. perfoliatum*-სა და *P. posumbu*-ს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 23.10.1943)

БОТАНИКА

А. К. МАКАШВИЛИ

## ДВА НОВЫХ ВИДА ДЛЯ ФЛОРЫ КAVKAZA

Резюме

В настоящей статье публикуются два новых для флоры Кавказа адвентивных вида, из секции *Persicaria* рода *Polygonum* L.

1. *Polygonum posumbu* Hamilt.—Вид этот впервые на Кавказе был найден Ю. И. Вороновым около сел. Гонио, 27.V.1910 г., но до сих пор никуда не приводился. Пропущен для Кавказа и В. Л. Комаровым во „Флоре



СССР<sup>а</sup> [2]. В настоящее время вид этот очень широко распространен в Аджарии, пожалуй, в большей степени чем другие виды этой секции.

2. *Polygonum linicola* Sutul.—Найден нами 31.V.1937 г. в Аджарии близ ст. Махинджаури, в посевах газонной смеси льна с итальянским райграсом. Связанный в своем распространении, как известно, с культурой льна, вид этот для Аджарии, где возделывание льна—явление крайне редкое, а быть может и случайное, надо считать эфемерофитом.

Таким образом, род *Polygonum* на Кавказе, не считая индигенных, представлен семью адвентивными видами: *P. perfoliatum* L., *P. Thunbergii* Sieb. et Zucc., *P. alatum* Hamilt., *P. ruicinatum* Hamilt., *P. orientale* L., *P. posumbu* Hamilt., проникшими из южной и юго-восточной Азии и *P. linicola*—из европейской части союза СССР. Все виды, кроме *P. linicola* и *P. ruicinatum*, вполне акклиматизировались и имеют тенденцию к дальнейшему распространению.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический институт

#### ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. Макашвили. Заносные растения влажных субтропиков СССР. Сорные раст. вл. субтропиков СССР, Сухуми, 1936.
2. В. Комаров. Род *Polygonum* во флоре СССР. т. V, 1936.
3. Шишкин. Сорные растения южной части Дальневосточного края. Дальневост. Хабаровск, 1936.





ა. ბრიჯანი

ამრბლევში ამორჩევიტი განაყოფიერების ბიოლოგიური  
 სარგებლიანობის შესწავლისათვის

წინამდებარე წერილში მოცემულია ამორჩევითი განაყოფიერების ბიოლოგიური სარგებლიანობის შესწავლის შედეგები რბილი ხორბლის ორ სახესხვაობაზე. პირველი მათგანი ბოტანიკურად შეიცავდა *Tr. vulgare* var. *velutinum*-ისა, მხოლოდ მეორე კი *Tr. vulgare* var. *ferrugineum*-ის პოპულაციებს [1.]

ამ მიზნით ჩვენ მიერ დეტალურად იქნა ანალიზებული ჰიბრიდთა პირველი თაობა (ჯიშისშიდა და ჯიშთაშორისი ჰიბრიდების  $F_1$ ), მიღებული ზემოთ დასახელებული ხორბლის ვარიაციებიდან მათი თავისუფალი ამორჩევითი განაყოფიერების საშუალებით. საკონტროლოდ ანალიზებულ იქნა ჰიბრიდების საწყისი ფორმებიც—var. *velutinum*-ი და var. *ferrugineum*-ი—მიღებული თვით-განაყოფიერების წესით.

რადგან დასმული ამოცანა არ არის მოკლებული პრაქტიკულ მნიშვნელობას, ჩვენ შევეცადეთ მისი შესწავლა ხორბლის ისეთ ნიშნებზე, რომლებიც უმეტესად სამეურნეო თვისებებით ხასიათდებიან. ამ მოსაზრებით პირველ რიგში შესწავლილ იქნა შემდეგი ნიშნები:

- 1) მცენარის სიმაღლე, 2) თავთავის სიგრძე, 3) თავთავების რაოდენობა მცენარეში, 4) თავთუნების რაოდენობა თავთავში, 5) მარცვლების რაოდენობა თავთავში, 6) მარცვლების რაოდენობა თავთუნში, 7) მარცვლების რაოდენობა ერთ მცენარეზე და 8) აბსოლუტური წონა, გამოხატული 100 მარცვლის წონით.

შენაკრებ ტაბულა 1-ში წილადის სახით მოცემულია ყველა ზემოჩამოთვლილი ნიშნის საშუალო სიდიდე და მერყეობის ფარგლები.

მცენარის სიმაღლე. ორი საცდელი ჯიშიდან უფრო მეტი სიმაღლით ხასიათდებოდნენ სახესხვაობა *velutinum*-ის მცენარეები; ამ სახესხვაობის მცენარეთა ღეროს სიმაღლე მერყეობდა 87 სმ-დან 102 სმ-მდე, საშუალო სიმაღლე კი 95 სმ უდრიდა. სახესხვაობა *ferrugineum*-ში ღეროს სიმაღლე მერყეობდა 68 სმ-დან 91 სმ-მდე, საშუალო სიმაღლე კი 82 სმ უდრიდა. მერყეობის ყველაზე დიდი ამპლიტუდი შემჩნეული იყო მათ შორის ჰიბრიდულ ფორმებში. მცენარის სიმაღლის მემკვიდრეობის ხასიათი თვალსაჩინოდ არის წარმოადგენილი 1-ლ დიაგრამაზე, სადაც გამოსახულია ყოველი ჯგუფის მერყეობის ამპლიტუდი ვერტიკალური ხაზის სახით, რომელიც მოცემული ჯგუფის მატრიცალურ, საშუალო და მინიმალურ სიდიდეთა შერტებისაგან არის შედგენილი. ამ დიაგრამის ჰორიზონტალზე განლაგებულია ხორბლის ცალკეული ჯგუფი.

ტაბულა — таблица 1

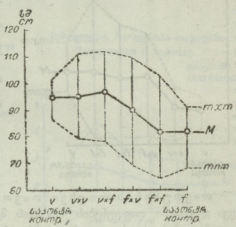
დასახელება Наименование	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения
	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения
	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения	მცენარეული растения
<i>Tr. v. v. velutinum</i> სკობჭი, Контрольный	13	87—102 95	9,2—11,6 10,5	3—22 11	19—22 20	3,6—6,2 4,9	1,9—3,0 2,4	106—881 374	2,9—4,7 4,0	100 ვარცემის წილა 100 ვარცემის წილა		
<i>Tr. v. v. velutinum</i> × <i>Tr. v. v. velutinum</i>	109	79—111 95	8,1—12,3 10,9	3—25 11	12—25 20	3,8—7,2 5,5	1,8—4,4 2,7	103—1018 401	1,3—4,9 3,8	ვარცემის წილა- მცენარეული 100 ვარცემის წილა		
<i>Tr. v. v. velutinum</i> × <i>Tr. v. v. ferruginum</i>	75	78—112 97	8,5—16,4 13,1	5—34 14	16—25 21	2,6—7,2 5,2	1,5—3,4 2,4	85—1082 485	1,6—5,2 3,6	ვარცემის წილა- მცენარეული 100 ვარცემის წილა		
<i>Tr. v. v. ferruginum</i> × <i>Tr. v. v. velutinum</i>	92	69—110 90	8,5—17,1 13,0	5—33 17	17—26 21	2,1—6,9 4,6	1,1—3,1 2,1	120—1055 484	2,3—4,5 3,4	ვარცემის წილა- მცენარეული 100 ვარცემის წილა		
<i>Tr. v. v. ferruginum</i> × <i>Tr. v. v. ferruginum</i>	89	64—103 82	8,5—19 13,5	6—46 20	17—26 22	2,6—6,2 4,5	1,2—2,9 2,0	142—1389 560	1,6—3,9 2,9	ვარცემის წილა- მცენარეული 100 ვარცემის წილა		
<i>Tr. v. v. ferruginum</i> — სკობჭი, Контрольный	12	68—91 82	12—15,8 13,5	8—23 14	19—24 22	3,4—6,2 4,6	1,7—2,7 2,1	162—590 398	2,2—3,7 3,0	ვარცემის წილა- მცენარეული 100 ვარცემის წილა		



ში შემდეგი თანმიმდევრობით (რაც შემდეგ დიაგრამებშიც იქნება განმეორებული):  $v - Tr. vulg. v. velutinum$  —საკონტროლო,  $v \times v - F_1$ -ის ჰიბრიდული წინარეები  $velutinum$ -ის ტიპისა (რომლებიც მიღებულია  $Tr. v. velutinum$ -ის ეისუფალი დამტვერვისას ამავე ჯიშის მტვერით),  $v \times f - F_1$ -ის ჰიბრიდული წინარეები შუალედური ტიპისა ( $velutinum \times ferrugineum$ ),  $f \times v - F_1$ -ის ჰიბრიდული მცენარეები, აგრეთვე შუალედური ტიპისა,  $f \times f - F_1$ -ის ჰიბრიდული წინარეები  $ferrugineum$ -ის ტიპისა და  $f - ferrugineum$  —საკონტროლო. ვერტიკულურ ხაზზე აღნიშნულია ღეროს სიმაღლე სანტიმეტრებში.

$F_1$ -ის ჰიბრიდულ მცენარეებში, რომლებიც  $v \times v$  ჯგუფს ეკუთვნის, საშუალო სიმაღლე ისეთივეა, როგორც ჯგუფ  $v$ -ში, თუმცა ამ ჯგუფის ზოგიერთ ვარიანტში მაინც გამოჩენილია მეტი გადახრა მაქსიმუმისა (11 სმ) და მინიმუმის (97 სმ) მხარეს. ვიდრე  $velutinum$ -ში (102—103 სმ). ასეთსავე მოვლენას აქვს ადგილი ჯგუფ  $f \times f$ -ში საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით. შუალედურ ჯგუფებში ვამჩნევთ ამ ნიშნის ან რამდენადმე გადიდებას (ჯგუფ  $v \times f$ -ში) ან შეკლებას (ჯგუფ  $f \times v$ -ში). ვერტიკალი ხაზებით გამოსახულია ნიშნის მინიმალური და მაქსიმალური სიმაღლეები, მთლიანი ხაზით კი — მისი საშუალო სიდიდე.

ღეროს სიმაღლე  
Высота стебля  
დიაგრამა I



თავთავის სიგრძე. თავთავის სიგრძის ცვალებადობის ხასიათი მე-2 დიაგრამაზე არის წარმოდგენილი. როგორც ამ დიაგრამიდან ჩანს, ამ შემთხვევაშიც მერყეობის ყველაზე ფართო გაქანება ჰიბრიდულ მცენარეებს ახასიათებს. განსაკუთრებით შესამჩნევია ეს მოვლენა იმ ჯგუფებში, რომლებშიც  $ferrugineum$ -ი მონაწილეობს. ამავე ჯგუფთა ( $v \times f$ ,  $f \times v$  და  $f \times f$ ) ჰიბრიდებში გამოჩენილია  $ferrugineum$ -ის მემკვიდრულ თვისებათა მეტი გავლენა, რაც კარგად ჩანს თავთავის სიგრძის საშუალო სიდიდის ანალიზიდან. ასე, მაგალითად,  $velutinum$ -ის თავთავის საშუალო სიგრძე უდრის 10,6 სმ, ხოლო  $ferrugineum$ -ისა — 13,5 სმ, ჯგუფების  $v \times f$ ,  $f \times v$  და  $f \times f$  თავთავის საშუალო სიგრძე კი შეესაბამება უდრის 13,1 სმ, 13,0 სმ და 13,5 სმ. თავთავის უდიდესი სიგრძე — 15,5 სმ ჯგუფ  $f \times f$ -ში იყო შემჩნეული.

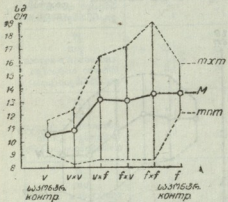
პროდუქციული ბარტყობა. ეს ნიშანი (იხ. დიაგრ. 3)  $velutinum$ -ში გამოხატულია  $\frac{\lim 3-22}{M 11}$ -ით,  $ferrugineum$ -ში  $\frac{\lim 8-23}{M 13}$ -ით, ხოლო ჰიბრიდულ მცენარეებში, განსაკუთრებით იმ ჰიბრიდებში, რომლებშიც  $ferrugineum$ -ი მონაწილეობს (კერძოდ ჯგუფ  $f \times f$ -ში), ვამჩნევთ პროდუქციული ბარტყობის მნიშვნე-



ლოვან გადიდებას. ზოგიერთ ჯგუფში (კერძოდ  $f \times f$ -ში) ამ ნიშანს აქვს მგაღვი გამოხატულება —  $\frac{\lim 6-46}{M 20}$ . ამრიგად, თავისუფალი დამტვერვის დროს მიღებული ჰიბრიდული მცენარეები ხასიათდებიან პროდუქციული ბარტყობის მნიშვნელოვანი გადიდებით, რაც უთუოდ დიდ გავლენას ახდენს ჯიშის ძვირფას სამეურნეო თვისებათა გაძლიერებაზე.

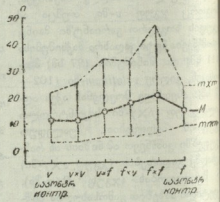
თავთავის სიგრძე  
Длина колоса

დიაგრამა  
диаграмма 2



თავთავების რიცხვი მცენარეში  
Число колосьев в растении

დიაგრამა  
диаграмма



თავთუნების რიცხვი თავთავში. შემდეგი დიაგრამა (4) გვალეგს თავთავში თავთუნების რიცხვის მერყეობის სურათს. აქ ჩვენ ვაშინვე ცვალებადობის ასეთსავე ფართო ამპლიტუდს მცენარეთა ჰიბრიდულ ჯგუფში საწყის ჯგუფებთან შედარებით, რაც განსაკუთრებით მკვეთრადაა შესანიშნვი მცენარეთა პირველ ჯგუფში —  $v \times v$ . თავთუნების საშუალო რაოდენობა *Tr. velutinum*-ში უდრის 19, *Tr. ferrugineum*-ში — 22, ამ ნიშნის საშუალო სიდიდე ჰიბრიდულ მცენარეებში მერყეობს მშობელთა სიდიდის ფარგლებში, ჯგუფ  $f \times f$ -ში კი იგი უდრის თავის საწყის მშობელს.

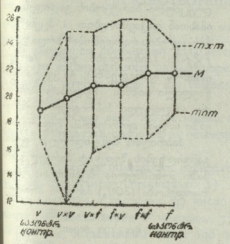
მარცვლების რაოდენობა თავთუნში. ამ ნიშნის ქცევას გვიჩვენებს დიაგრამა 5. როგორც ამ დიაგრამიდან ჩანს, თავთუნში მარცვლების უველაზე მეტი რაოდენობით ხასიათდება ჯგუფი  $v \times v$ , რომელიც როგორც ამ ნიშნის საშუალო, ისე მაქსიმალური გამოხატულებით აქარბებს მშობელ ფორმას. *Tr. velutinum*-ში მარცვლების რაოდენობა თავთუნში მერყეობს 1,9-დან 3,0-მდე, უდრის რა საშუალოდ 2,4, ხოლო *Tr. ferrugineum*-ში მერყეობს 1,7-დან 2,7-მდე, საშუალოდ კი უდრის 2,1. ჯგუფ  $v \times v$ -ში კი ეს რიცხვი მერყეობს 1,8-დან 4,4-მდე, უდრის რა საშუალოდ 2,7 მარცვალს ერთ თავთუნში.

მარცვლების რაოდენობა თავთავში. ჯგუფი  $v \times v$  ხასიათდება აგრეთვე 1 თავთავში მარცვლების მაღალი რიცხვითაც (იხ. დიაგრ. 6).

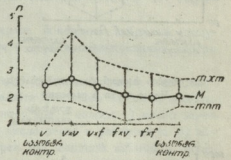
თუმცა მარცვლების უდიდესი რაოდენობა თავთავში და თავთუნში ჯგუფ  $vXv$ -ზე მოდის, მაგრამ მარცვლების უდიდესი რაოდენობა ერთ მცენარეზე მოდის ჯგუფ  $fXf$ -ზე, რაც ამ ჯგუფის ჰიბრიდთა გადიდებული პროდუქციული ბარტყობით აიხსნება.

მარცვლების რაოდენობა ერთ მცენარეზე. დიაგრამა 7 გვაცდევს მცენარეთა პროდუქციულობის ნათელ სურათს. ყველა ჰიბრიდულ ჯგუფში—როგორც მარცვლების საშუალო რაოდენობის მიხედვით, ისე მაქსიმალური რაოდენობის მიხედვითაც—ვამჩნევთ პროდუქციულობის მნიშვნელოვან გადიდებას საწყის ფორმებთან შედარებით.

თავთუნების რიცხვი თავთავში  
Число колосков в колосе  
დიაგრამა 4



მარცვლების რაოდენობა თავთუნში  
Число зерен в колоске  
დიაგრამა 5



მარცვლის აბსოლუტური წონა. ფრიად მნიშვნელოვან სამეურნეო ნიშანს წარმოადგენს მარცვლის აბსოლუტური წონა, ეს თვისება ჩვენ განსაზღვრეთ 100 მარცვლის წონით. როგორც დიაგრამა 8 გვიჩვენებს, ჰიბრიდული ჯგუფები საშუალო მონაცემთა გამოხატულების მიხედვით არ იჩენენ უპირატესობას საწყის ფორმასთან შედარებით. ისე, როდესაც *Tr. veluticum*-ის 100 მარცვლის წონა საშუალოდ უდრის 4,0 გრამს, მაშინ  $vXv$ ,  $vXf$  და  $fXf$  ჯგუფთა ჰიბრიდულ მცენარეებში ეს წონა მცირდება და შესაბამისად უდრის 3,7 გ, 3,6 გ, 3,4 და 2,9 გ-საც კი. ჯგუფ  $fXf$ -ში, როგორც უკვე ვთქვით, უფრო დაბალი აბსოლუტური წონა გვაქვს, ვიდრე საწყის ფორმებში—*Tr. ferrugineum*-ში. ამ ნიშნის მემკვიდრეობის შუალედური ხასიათის მიუხედავად, ზოგიერთი ჰიბრიდული მცენარე მაინც ხასიათდება ისეთი აბსოლუტური წონით, რომელიც მნიშვნელოვნად აღემატება საწყის (შობოზელ) ფორმებს, აღწევს რა 4,9—5,2 გრამამდე. ასეთი ვარიანტები  $vXv$  და  $vXf$  ჯგუფებშია აღნიშნული.

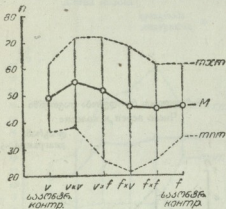


დასკვნა

ჩვენი ხორბლები *Tr. vulgare* var. *velutinum*-ისა და *Tr. vulgare* var. *ferrugineum*-ის და მათი პირველი თაობის ჰიბრიდების (მიღებულის ამორჩევით განაყოფიერების წესით) ზოგიერთი ნიშნის დეტალურმა ანალიზმა გვაჩვენა:

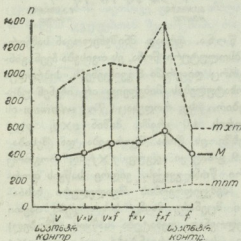
მარცვლების რაოდენობა თავთავში

Число зерен в колосе  
დიაგრამა 6



მარცვლების რაოდენობა ერთ მცენარეზე

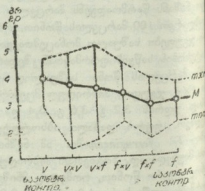
Число зерен в растении  
დიაგრამა 7



100 მარცვლის წონა

Вес 100 зерен

დიაგრამა 8



1) საშუალო მონაცემთა შუალედობა თავთავის სიგრძის, თავთავში თავთუნების რიცხვისა და აბსოლუტური წონის მიხედვით ყველა ჰიბრიდულ მცენარეში; 2) მარცვლების რაოდენობის გადიდება თავთუნსა და თავთავში ჯგუფ  $v \times v$ -ში (ჰიბრიდები ჯგუფში *velutinum*-ის ფარგლებში), 3) პროდუქციული ბარტყობის გადიდება და ამასთან დაკავშირებით 1 მცენარეზე მარცვლების რაოდენობის ზრდა ჯგუფ  $f \times f$ -ში (ჰიბრიდები ჯიში *ferrugineum*-ის ფარგლებში), 4) ყველა შესწავლილი ნიშნის ცვალებადობის მეტი ამპლიტუდი ჰიბრიდულ მცენარეებში საწყის ფორმებთან შედარებით.

ჰიბრიდთა მემკვიდრული ფუნქციონირების შედეგად პირველ თაობაში აღნიშნულია მცენარეთა დიდი რაოდენობა (30%) მაღალი პროდუქციის მქონე.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემიაში, რაც ბევრად აღემატება მათი საწყისი ფორმების პროდუქციულ უნარს, ამიტომ არჩევილი განაყოფიერების ბიოლოგიური სარგებლიანობა ჰიბრიდული მცენარეთა პირველ თაობაში კარგადაა გამოსახული.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა აკადემია  
თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შეზოგიდა რედაქციაში 21.8.1943)

ГЕНЕТИКА

А. А. ЕРИЦЯН

ИЗУЧЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛЕЗНОСТИ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО  
ОПЛОДОТВОРЕНИЯ У ПШЕНИЦ

Резюме

В настоящем сообщении излагается результат изучения биологической полезности избирательного оплодотворения у двух наших популяций мягкой пшеницы, относящихся к *Tr. vulgare* var. *velutinum* Körn. и *Tr. vulgare* var. *ferrugineum* Al.

С этой целью нами использовано первое поколение гибридов, полученных в результате свободного опыления у двух вышеизложенных сортов пшеницы [1].

Биологическая полезность избирательного оплодотворения нами изучалась на следующих признаках: 1) высота растения, 2) длина колоса, 3) число колосьев в растении, 4) число колосков в колосе, 5) число зерен в колоске, 6) число зерен в колоске, 7) число зерен в растении и 8) абсолютный вес, выраженный весом 100 зерен. На сводной таблице 1 даны в виде дроби средние величины и пределы варьирования всех вышеизложенных признаков.

Высота растения. Из двух испытываемых сортов наиболее рослыми являются растения разновидности *velutinum*, у которых длина стебля варьирует в пределах 87 см и 102 см, при средней величине 95 см. У *Tr. ferrugineum* высота стебля варьирует от 68 до 91 см при средней величине равной 82 см. Наибольшая амплитуда варьирования (т. е. наибольший максимум и наименьший минимум) наблюдается у гибридных форм между сортами. Характер наследования высоты растения наглядно представлен на диаграмме 1, изображающей амплитуду колебания каждой группы в виде вертикальной линии, составленной от соединения максимальной, средней и минимальной величин данной группы. На диаграмме по горизонтали расположены отдельные группы пшеницы в следующей последовательности (эта последовательность будет повторяться и в следующих диаграммах):  $v$ —*Tr. v. velutinum*—контрольный,  $v \times v$ —гибридные растения  $F_1$  типа *velutinum* (полу-



ченные при свободном опылении *Tr. v. velutinum* пылью этого же сорта  $v \times f$ —гибридные растения  $F_1$  промежуточного (*velutinum*  $\times$  *ferrugineum*) типа,  $f \times v$ —гибридные растения  $F_1$ —тоже промежуточного характера,  $f \times f$ — $F_2$  типа *ferrugineum* и  $f$ —*Tr. v. ferrugineum*—контрольный. По вертикали отмечена высота стебля в сантиметрах.

У гибридных растений  $F_1$ , относящихся к группе  $v \times v$ , мы видим ту же среднюю величину, как и у  $v$ , хотя у некоторых вариантов данной группы и замечается большее отклонение в сторону максимума (111 см) и минимума (79 см) нежели у *velutinum* (102—87 см). То же явление мы имеем в группе  $f \times f$ , по сравнению с группой контрольного. В промежуточных группах наблюдаем или некоторое увеличение этого признака (в группе  $v \times f$ ) или же промежуточность его (в группе  $f \times v$ ). Пунктирные линии изображают минимальные и максимальные величины, а сплошная линия—среднюю величину признака.

Длина колоса. Характер изменчивости длины колоса представлен на диаграмме 2. Как видно, и в данном случае наиболее широким размахом варьирования обладают гибридные растения. Особенно это наблюдается у группы с участием *ferrugineum*. При этом у гибридов групп  $v \times f$ ,  $f \times v$  и  $f \times f$  мы замечаем большое влияние наследственных свойств *ferrugineum*, что хорошо видно из анализа средней величины длины колоса. Так средняя длина колоса *velutinum* равна 10,5 см, а *ferrugineum*—13,5 см, средняя же длина колоса групп  $v \times f$ ,  $f \times v$  и  $f \times f$  соответственно равна 13,1 см, 13,0 см и 13,5 см. Наибольшая длина колоса, равная 19 см, наблюдается в группе  $f \times f$ .

Продуктивная кустистость. Этот признак выражается у *velutinum*  $\frac{\lim 3-22}{M 11}$ , у *ferrugineum*  $\frac{\lim 8-23}{M 14}$ , а у гибридных растений (особенно у гибридов с участием *ferrugineum*—в частности группа  $f \times f$ ), наблюдается значительное повышение продуктивной кустистости (диагр. 3). В некоторых группах ( $f \times f$ ) признак этот имеет следующее выражение  $\frac{\lim 6-46}{M 20}$ . Таким образом, гибридные растения, полученные при свободном опылении, характеризуются значительным увеличением продуктивной кустистости, что безусловно оказывает большое влияние на усиление хозяйственно-ценных свойств сорта.

Число колосков в колосе. Диаграмма 4 дает нам картину варьирования числа колосков в колосе. Мы здесь опять-таки имеем широкую амплитуду изменчивости у гибридных групп растений по сравнению с исходными, что особенно резко заметно в первой группе растений— $v \times v$ . Среднее число колосков у *Tr. velutinum* равно 19, у *Tr. ferrugineum*—23; у большинства гибридных растений оно колеблется в пределах родительских средних величин, но у группы  $f \times f$  равно своему исходному родителю.



Число зерен в колоске. Поведение этого признака иллюстрирует диаграмма 5. Как видно, наибольшим числом зерен в колоске характеризуется группа  $v \times v$ , которая, и по среднему и по максимальному выражению этого признака, значительно превосходит группы родительских форм. Так у *Tr. v. v. velutinum* число зерен в колоске колеблется от 1,9 до 3,0, в среднем равняясь 2,4, у *Tr. v. v. ferrugineum* варьирует от 1,7 до 2,7, в среднем = 2,1, а у группы  $v \times v$  это число варьирует от 1,8 до 4,4, в среднем выражаясь 2,7 зернами на колосок.

Число зерен в колосе. Группа  $v \times v$  также характеризуется высоким числом зерен на колос (диагр. 6). Но если наибольшее число зерен на колосок и колос приходится на группу  $v \times v$ , то наибольшее число зерен на растение приходится на группу  $f \times f$ , что объясняется повышенной продуктивной кустистостью гибридов данной группы.

Число зерен в растении. Диаграмма 7 наглядно представляет картину продуктивности растений. У всех гибридных групп как по среднему, так и по максимальному числу зерен на растение, наблюдается значительное повышение продуктивности по сравнению с исходными формами.

Вес 100 зерен. Весьма важным хозяйственным признаком является абсолютный вес зерна. Нами этот признак определен по весу 100 зерен. Как показывает диаграмма 8, гибридные группы по показателям средних данных не проявляют превосходства над своими исходными формами. Тогда как у *Tr. velutinum*, вес 100 зерен в среднем равняется 4,0 грамм, у гибридных растений групп  $v \times v$ ,  $v \times f$  и  $f \times f$  вес этот понижается, выражаясь соответственно следующими данными—3,7 г, 3,6 г, 3,4 г и даже 2,9 г, а у группы  $f \times f$ , как мы видим, абсолютный вес выражен даже ниже, чем у исходной формы—*Tr. ferrugineum*. Но несмотря на промежуточный характер наследования данного признака, некоторые гибридные особи все же характеризуются абсолютным весом, значительно превосходящим родительские формы, достигая до 4,9—5,2 г. Такие варианты отмечены в группах  $v \times v$  и  $v \times f$ .

### Выводы

Анализ ряда хозяйственно-ценных признаков у первого поколения гибридов, полученный в результате изучения избирательного оплодотворения у двух популяций пшениц, относящихся к *Tr. vulgare* var. *velutinum* и *Tr. vulgare* var. *ferrugineum* Al., показал: 1) промежуточность средних данных по длине колоса, числу колосков в колосе и абсолютному весу у всех гибридных растений, 2) увеличение числа зерен в колоске и в колосе у группы  $v \times v$  (гибриды внутри сорта *velutinum*), 3) увеличение продуктивной кустистости и в связи с этим и числа зерен в растении у



группы  $f \times f$  (гибриды внутри сорта *ferrugineum*), 4) большую амплитуду варьирования всех изученных признаков у гибридных растений по сравнению с исходными формами.

В результате обогащения наследственной основы гибридов в первом поколении отмечено большое количество растений (30%) с высокой продуктивностью, намного превосходящую продуктивность своих исходных форм, а потому биологическая полезность избирательного оплодотворения в первом поколении гибридных растений хорошо выражена.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический институт

GENETICS

A. A. ERITZIAN

ON THE BIOLOGICAL USEFULNESS OF SELECTIVE FECUNDATION  
IN WHEATS

Summary

The present article gives the results of the analysis of a number of signs valuable from the economical point of view, in the first generation ( $F_1$ ) of hybrids ( $v \times v$ ,  $v \times f$ ,  $f \times v$  and  $f \times f$ ) obtained by free selective fecundation of two populations of Georgian wheats one of which consists of *Tr. vulgare* var. *velutinum* Korn. (*v*), and the other—of *Tr. vulgare* var. *ferrugineum* Al. (*f*).

As may be seen from the tables and diagrams (see the Georgian text) we are able to state the following:

- 1) a regularity of intervals in the average data on the length of the ear, the number of earlets in the ear, and the absolute weight of all the hybrid plants;
- 2) an increase in the number of grains in the earlet and the ear in the group  $v \times v$  (hybrids within the sort *velutinum*);
- 3) an increase of the productive growing in bushes, and in connection with this also of the number of grains in the plants of the group  $f \times f$  (hybrids within the sort *ferrugineum*);
- 4) a large amplitude of the variation of all the studied signs in hybrid plants as compared with the parent forms.

As a result of the concentration of the hereditary base of the hybrids in the first generation we succeeded in pointing out a large number of plants (30%) with a high productivity, greatly surpassing that of their initial forms; therefore the biological usefulness of selective fecundation in the first generation of hybrid plants seems well expressed.

საბოტანიკო ინსტიტუტი—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Ерициан. К изучению избирательной способности гамет у пшеницы. Сообщ. Акад. Наук Гр. ССР, № 6, 1943.

ზოოლოგია

ღამით კომპანიძე

**HAEMENTERIA COSTATA-ს (MÜLLER) ხორთუმიის შესწავლისათვის**

წურბლები პირის აპარატის აგებულების მიხედვით ძლიერ განსხვავდებიან: ზოგიერთ სახეობას საკმაოდ ღონიერი ყბები და მასზე განლაგებული მრავალი პილი აქვს, რომლებიც, სკრიან რა მკვებავი ცხოველის კანს, გაუძნელებლად წვდომის საკვებს—სისხლს (მაგალითად, *Hirudo medicinalis* L.); ზოგიერთებს ასეთი ტიპის პირის აპარატი არ გააჩნიათ. მათ მხოლოდ დიდი ზომის სამი პატარა, საკმაოდ ღონიერი ნაოჭიანი ხახა აქვთ და ამიტომ მკვებავი ცხოველის კანს გაჭრას და სისხლის ამოწოვას ვერ ახერხებენ—ასეთი წურბლები საკვების ძლიანად გადაყლაპვით საზრდოობენ (მაგალითად, *Herpobdella nigricollis* G. Brandes); დაბოლოს, წურბლების უმრავლესს სახეობას შეადგენენ, ე. წ. ხორთუმიანი წურბლები, რომლებიც შეიარაღებული არიან რა პირის აპარატის სპეციალური კონსტრუქციის ორგანოთი—ხორთუმით, ადვილად ამოსწოვენ მკვებავი ცხოველის სისხლს (მაგალითად, *Haementeria costata* Müller). პირის აპარატის აგებულების ასეთი სხვაობრივობა წურბლებში, წარმოშობილი ხანგრძლივი ევოლუციის შედეგად, შესაძლებელს ხდის მათ დიფერენცირებას მტაცებლური და პარაზიტული კვების ტიპებად და თავისებურად ახასიათებს მათ დამოკიდებულებას გარემოს ბიოტურ ფაქტორებთან.

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ ვანვიზრახეთ ხორთუმის ჰისტოლოგიური სურათის დადგენა და მისი საშუალებით მკვებავი ცხოველის ორგანიზმიდან სისხლის ამოწოვის მექანიზმის გაგების ცდა *Haementeria costata* Müller-ის შემთხვევაში.

ხორთუმის აგებულება. ხორთუმის სიგრძე უღრის დაახლოებით 950 მიკრონს, ხოლო სიგანე კი ერთ წვერში—99,5 მიკრონს და ფუძეში—52,7 მიკრონს (ზრდადასრულებული წურბლის შემთხვევაში). წურბლის ჩვეულებრივ, მოსვენებულ მდგომარეობაში ყოფნისას, ხორთუმი სხეულის წინა ნაწილში, ე. წ. ხორთუმის საშოშია მოთავსებული და ის სხეულის გარეთ არ მოხსნის. ხორთუმის წვერი მიმართულია გარეთა მხრისაკენ, ხოლო ფუძით ის მიმართულია საშოს ფსკერზე და შეერთებულია საქმლის მომწელებელ სისტემასთან. როდესაც კვებისათვის ხორთუმის სხეულის გარეთ გამოშვება ან კვების შემდეგ უკანვე შეწევა არის საჭირო, ეს ხდება სპეციალურად განკუთვნილი, ე. წ. რეტრაქტორული კუნთების საშუალებით, რომლებიც ხორთუმის საშოს

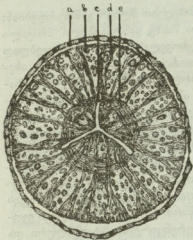
<sup>1</sup> ყველა ჰისტოლოგიური პრეპარატი და აქ წარმოდგენილი ჩანახატები დამზადებულია პარტიზოლოგის ხსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის უმცრ. მეცნიერ. თანამშრომლის ე. კანკავას, და თ. სიხარულიძის მიერ. მთ გულითადად მადლობას მოვხსენებ.



ფუძის არეში მდებარეობს. ხორთუმის აგებულების სურათი განივი და სიგრძობითი კრილებების მიხედვით წარმოდგენილია 1 და 2 სურ-ზე (ძლიერ გადიდებულია).

ხორთუმის საკმაოდ რთული კონსტრუქციის განივი კრილი შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან: გარეთ—მკვრივი ეპითელიუმისაგან (სურ. 1<sub>ა</sub>), ცენტრში—ხორთუმის არხისაგან (სურ. 1<sub>ა</sub>), და მათ შორის განლაგებულ კუნთების მთელი ქსელისაგან, როგორც არის: სიგრძობითი (სურ. 1<sub>ბ</sub>), რადიალური (სურ. 1<sub>ა</sub>) და რგოლური (სურ. 1<sub>ა</sub>).

ხორთუმის სიგრძობითი კრილის სურათზე დაც ისეთივე აგებულება მოჩანს, როგორც ეს განივი კრილის შემთხვევაშია აღნიშნული. სახელდობრ: *ა*) გარეგანი ეპითელიუმი, *ბ*) სიგრძობითი კუნთები, *დ*) რადიალური კუნთები, *ე*) რგოლური კუნთები, *ვ*) ხორთუმის არხი. განსხვავება, ძირითადად, აქ მხოლოდ ზოგიერთი ნაწილის შედარებით მეტად მკაფიოდ გამოსახვაში გამოიხატა (მაგალითად, ხორთუმის არხი ხორთუმის მთელ სიგრძეზე და მისი დაბოლოვება გაგანიერებულ ღრუთი, სადაც ხდება შეწოვილი სისხლის პირველი დაგროვება და მისი საქმლის მომწელებელ ტრაქტში შექმნის ვადასროლა). ხორთუმის არხი, რომელსაც განივი კრილის სურათზე სამსხვიოსანი ხეულის ფორმა აქვს (კვების დროს იმდენი, ფართოვდება და თითქმის თანასწორი გვერდიანი სამკუთხედის ფორმას ღებულადაც სიგრძობით კრილზე წვრილ მილს მოგვაგონებს).



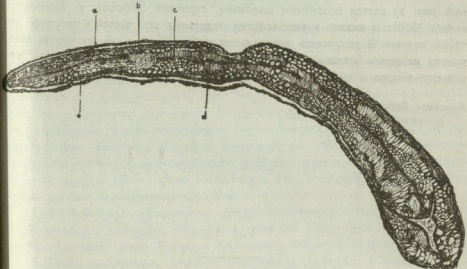
სურ. 1. ხორთუმის განივი კრილი: *ა*) გარეგანი ეპითელიუმი, *ბ*) სიგრძობითი კუნთები, *დ*) რადიალური კუნთები, *ე*) რგოლური კუნთები, *ვ*) ხორთუმის არხი.

მაღგენელი ნაწილების ერთდროული მოქმედება აპირობებს კვების წარმატებას, რადგან: გარეგანი ეპითელიუმი იცავს ხორთუმის შიგნით განლაგებულ კუნთებს, ხორთუმის არხი უზრუნველყოფს სისხლის ამოწოვას, ამოწოვილი სისხლის გატარებას და საქმლის მომწელებელ ტრაქტში მოხვედრას, კუნთები კი მოძრაობას (შეკუმშვა-გაშლას) უწყობს ხელს.

საკვებ სუბსტრატზე მოხვედრის შემდეგ წურბელა კვებისათვის შესაფერადგის ამოარჩევს, ემაგრება მკვებავ ცხოველს სხეულის უკანა მოსაწოვარით გამოიშვებს ხორთუმს ხორთუმის ღრუდან, გაარღვევს მკვებავი ცხოველის ქსოვილებს და იწყებს სისხლის ამოწოვას. საყურადღებოა ის მდგომარეობა, რომ ხორთუმის წვერი რაიმე დამატებით ნაწილს (თუნდაც რქოვან ქსოვილებს) არ ატარებს, რაც მკვებავი ცხოველის კანის გაჭრის შექანიზმის გაგებას ართულებს.

მკვებავი ცხოველის კანის გარღვევის პირველ მომენტში წურბელა შედარებით უმოძრაო მდგომარეობაში რჩება, რომლის დროსაც, ალბათ, ხდება ღრუთი ნორი—ცხოველის გაჭრილი სფეროს პირუდინიზირება, რათა სისხლის შეწოვა

ბებლად (შეუღებლად) დარჩეს წურბლის კვების დამთავრებამდე და შესაძლებელი შეიქნას კვების წარმატება. მხოლოდ ამის შემდეგ იწყება წურბლის სხეულის შედარებით რითმული მოძრაობა და სისხლის ტრანსპორტირება მკვებავი ცხოველის ორგანიზმიდან საკმლის საკუთარ მომწელებელ ტრაქტში. დონორი ცხოველის სისხლი მხოლოდ ნაწილ-ნაწილად, მცირე ულუფების სახით, ამოიწოვება და გადაიტანება (არა განუწყვეტელი დინების სახით). მხოლოდ ამის შემდეგ (თუ გარემოს პირობები არ შეიცვალა), რაც წურბელა იმოავლებს საკმლის მომწელებელ ტრაქტს, ის მოსცილდება მკვებავ ცხოველს და



სურ. 2. ზორთუმის სიგარძივი კრილი: ა) გარეგანი ვპითელიუმი, ბ) სიგარძივი კუნთები, მ) რადიალური კუნთები, ე) რგოლური კუნთები, ე) ზორთუმის არხი.

წყებს შედარებით პასიურ ცხოვრებას. კვების ხანგრძლივობა მრავალ პირობაზე დამოკიდებული, როგორცაა, მაგალითად, თვით წურბლის ხნოვანება განვითარების ინდივიდუალური სიძლიერე, დამშეულობის ხარისხი ანუ წიკვებიდან განვლილი დრო, მკვებავი ცხოველის ორგანიზმის ნაწილი და იქსისხლის დებეტის ხარისხი და გარემოს თერმული რეჟიმი.

საბუნებისმეტყველო სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 17.9.1943)

დ. ნ. კობახიძე

К ИЗУЧЕНИЮ ХОБОТКА У *HAEMENTERIA COSTATA* Müller

## Резюме

На основании гистологических срезов (поперечный рис. 1, продольный рис. 2) дается подробное описание строения хоботка у *Haementeria costata* Müller и анализ взаимодействия отдельных его частей в процессе питания пиявки. В результате специальных наблюдений в общих чертах выясняется механизм высасывания и транспортировки крови из организма животного-донора в пищеварительный тракт пиявки и роль в этом хоботка.

Академия Наук Грузинской ССР  
Зоологический институт  
Тбилиси



ანათმეცნიერება

კ. ღონღვა

**„მეფხის-ტყაოსნის“ ერთი შესავალი სტროფის  
ლინგვისტური ანალიზისათვის**

რუსთველის პოემა საუკუნეებით ჩამოყალიბებული ქართული მეტყველები-  
თა კულტურის სინთეზია. ამით აიხსნება კვლევითი მეთოდის სირთულე. ცნობი-  
ლია, რომ მრავალი რუსთველოლოგიური ხასიათის პრობლემა დღესაც გადაუ-  
ჭრელია ჩვენს მეცნიერებაში, რომ, კერძოდ, საკითხი პოემის ლიტერატურული  
წყაროებისა და, განსაკუთრებით, მისი ზოგი ადგილის ავტენტიკურობის შესა-  
ვსებ დღესაც მეტწილად ბურუსითაა მოცული. ტექსტის მეცნიერულად დადგე-  
ნის უკანასკნელმა ცდებმა მომეტებული ძალით ნათელჰყვეს გაცხოველებული და  
სარწმუნოებელი ენობრივი ანალიზის მიუცილებელი საჭიროება. ცხადია, ლინ-  
გვისტურისა და ზოგად-ფილოლოგიური ფაქტების ჯვარედინი შემოწმება ხელს  
შეუწობს კვლევის სწორი გზით წარმართვას, რიგ პრობლემათა მეცნიერულად  
დამტკიცებას და მათ მართებულად გადაჭრას.

ჩვენი შენიშვნები უმთავრესად კვლევითი მეთოდის სირთულეს ითვალის-  
წინებს. სათანადო მასალების მიხედვით ვცდილობთ გარკვეული პასუხი გავსცეთ  
„მეფხის-ტყაოსნის“ ერთი შესავალი სტროფის გარშემო წამოჭრილ საკითხებს.

ჩვენთვის საინტერესო სტროფი ნაანდერძვე ტექსტში ამ სახითაა წარ-  
მოდგენილი:

- 19. ჩემი აწ ცანით ყოველმან, მას ვაჭებ, ვინცა მიქია;
- ესე მიჩნს დიდად სახელად, არ თავი გამოიქია.
- იგია ჩემი სიცოცხლე, უწყალო, ვითა ჯიქია;
- მისი სახელი შეფარვით ქვემოთე მითქვამს, მიქიაქ.

რუსთველოლოგიურ ლიტერატურაში სტროფის ტრადიციულმა ინტერპრე-  
ტაციამ ეჭვები დაბადა.

ჩვეულებრივად, სტროფის პირველისა და მეოთხე ტაეპის მორითმე სიტყ-  
ვები (ორგანვე „მიქია“) გაგებულია, როგორც ფორმითა და შინაარსით ერთი  
და იგივე სიტყვა, სახელდობრ, როგორც ზმნა „ქებისაგან“ ნაწარმოები ე. წ.  
ურუმობითის ფორმები; ორივე ტაეპის აზრი, თუ მის ჩვეულებრივ გაგებას  
საფიზიკურად, ასეთი პროზით შეგვეძლო ვადმოგვეცა: „იციოდეთ ყველამ, ამ  
სახელად“ მე ისევ მას ვაჭებ, ვინც წინად მიქია. მისი სახელი ქვემოდ შეფარ-  
ვით მითქვამს, მიქია“.

1) აქაც და სხვა შემთხვევაშიც ვსარგებლობთ საიუბილეო გამოცემით (სახელმწიფო უნი-  
ვერსიტეტის გამომცემლობა, თბილისი, 1937). ორთოგრაფია სხვა გამოცემებისაა.



ტაეპის ასეთი გაგების შედეგად სპეციალურ ლიტერატურაში გამოითქვა, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ ავტორს, ალბათ, მეორე თხზულებაც ეკუთვნის, სახელდობრ „ქებანი“-ო ([1], XXII—XXIII) <sup>(1)</sup>.

ვარაუდი თავისთავად საფუძვლიანია, მაგრამ პროლოგის ორი „მიქია“ უშუალოდ ამ დებულების საყრდენად მაინც ვერ გამოდგებოდა (იხ. ქვემოთ).

საანალიზო სტროფის ტრადიციული წაკითხვის წინააღმდეგ პირველად ნ. მარმა გამოვიდა. მან სრულიად სამართლიანად უარყო ორი „მიქია“-ს იგივეობა. ფილოლოგი-ორიენტალისტი ამ შემთხვევაში ემყარებოდა პოეტიკის იმ წესს, რომლის მიხედვითაც ორი აბსოლუტურად ერთი და იგივე სიტყვა მორითმე ფორმებად არ გამოდგება. ნ. მარმა სათანადო სტრიქონები ამ სახით წაკითხა:

1. ჩემი აწ (ს)ცანით ყოველმან, მას ვაქებ, ვინ ცამ იქია...
4. მისი სახელი შეფრქვევით ქტემორე მითქტამს, მიქია.

ავტორის რუსული პროზული თარგმანით პირველი სტრიქონი ასეა გადმოცემული:

«Узнайте теперь про меня: я воспеваю ту,  
кому небо уже отвело у себя место» ([4], 7).

„განმარტებებში“ («Пояснения») ავტორი სიტყვა-სიტყვითს თარგმანს იძლევა: «я воспевлю ту, кого небо сделало у себя... тамошнюю».

აქვე ასეთი განმარტებაცაა მოცემული: «Длинное, неуклюжее «сделало у себя тамошнюю» или «тамошнюю» представляет передачу грузинского глагола იქია, аориста II-й породы второбразной глагольной основы, произведенной от наречья იქი *თამა*» ([4], 23).

ამგვარად, ნ. მარმის პირველი კონიექტურა პირველ ტაეპს ეხება: არა „ვინცა მიქია“, არამედ „ვინ ცამ იქია“ <sup>(2)</sup>.

1927 წელს ნ. მარმა კვლავ დაუბრუნდა იმავე საკითხს და ერთ თავის წერილში (K Rusthaveliana) საანალიზო სტროფის სხვაგვარი კონიექტურა წარმოადგინა. აქ ავტორი უცვლელად სტოვებს პირველი ტაეპის ტრადიციულ წაკითხვას:

ჩემი აწ (ს)ცანით ყოველმან: მას ვაქებ, ვინცა მიქია.

სამაგიეროდ, ახლა არსებითი ცვლილება მეოთხე ტაეპში განიცადა; სახელდობრ, არა

მისი სახელი შეფარვით (var. შეფრქვევით) ქტემორე  
მითქტამს, მიქია,

<sup>(1)</sup> იხ. აგრეთვე ([2], 58) და შდრ. ([3], 366).

<sup>(2)</sup> ნ. მარმის ახრი გაიზიარეს ქ. კეკელიძემ ([5], 125, 129) და პირველად პ. ინგოროვამ მაც თავის „რუსთველიანა“-ში. უკანასკნელის შესახებ იხ. ნ. მარმა ([3], 365).



არამედ

მისი სახელი შეფრქვევით ქტიემორე მითქტიამს, მი-, ქია.

ავტორისავე რუსული პროზული თარგმანის მიხედვით:

Ниже я произношу ее имя, осыпая [жемчугом],  
произношу [имя] царственной.

ამგვარად, მეოთხე ტაეპის „მიქია“, ავტორის აზრით, ორი ნაწილისაგან შედგება: ერთია, ვითომ, წინდებული მი-, მეორე—სპარსული „ქაია“-ს სხვისა-ნაირი „ქია“ იმეფე...; თუ მეოთხე ტაეპის „მიქია“-ს უცვლელად დავტოვებთ, მაშინ სხვაგვარად უნდა გავარჩიოთ პირველი ტაეპის „მიქია“; კერძოდ, ასეთ შემთხვევაში უფლება გვექნებოდა ამ სიტყვიდან გამოგვეყო ზმნისართი „იქი“-ს მწიფი ფორმა „იქია“.

შეიძლება, ამბობს ნ. მარი, სწორედ ასე გავვეგო პირველი სტრიქონის „მიქია“-თ, როგორც „Одах Тамаре“ слово и рядом говорится о нахождении Тамары, еще живую, в небесной сфере, на светилах или планетах. მაგრამ ფორმა „იქია“ ავტორს საეჭვოდ ჰქონდა: «толкование iqa в смысле «ответ у себя» производством от наречия iqa «там», конечно, вызывает сомнение своей искусственностью...», iqaa четвертого стиха по традиции должно подлежать разбивке на две части—mi и qia, из которых первая часть, mi, есть повторенный, но обыкновенно Шоты, предлог предшествующего глагола (mi-mqawats, a qia, вторая часть, известная, отмечаемая и в словарях синонимичность персидского qaya «царь», герср. «царек», «герой», «царственный», «геройский» [3], 365—366). ავტორი საგულისხმო დასკვნასაც აკეთებს: «При таком переводе ни о каком объяснении Тамары ниже не может быть речи...» ([3], 366) [2].

მაშასადამე, ნ. მარის აზრებს თავი რომ ერთად მოვუყაროთ, მივიღებთ შემდეგს: 1. სტროფის ორი „მიქია“ ფორმითა და შინაარსით ერთი და იგივე სიტყვა არაა; პოეტიკის წესი მოითხოვს, რომ მორითმე ფორმები სხვადასხვა მნიშვნელობის შემცველი სიტყვებით იყოს წარმოდგენილი («повторение в рифмах одного и того же слова абсолютно исключается у Шоты»). 2. პირველი ტაეპის სიტყვები „ვინცა მიქია“ შეიძლება დაგვეგო, როგორც „ვინ ცამ ქია“, მაგრამ ზმნისართი „იქი“-საგან ნაწარმოები ზმნა „იქია“ ხელოვნურია და ამდენადვე საეჭვო. 3. „მას ვაქებ, ვინცა მიქია“ უცვლელად უნდა დარჩეს; „მიქია“ აქ ცნება „ქება“-ს გულისხმობს. რუსთველი პირველ სტრიქონში ამბობს: მე ახლაც მას ვაქებ, ვინც წინადაც მიქიაო. 4. პირველი სტრიქონის „მიქია“ „ქება“-ზმნის ფორმაა, მაგრამ, სამაგიეროდ, მეოთხე სტრიქონის „მიქია“ სხვაგვარ გაგებას მოითხოვს. ეს „მიქია“ ორი ნაწილისაგან შედგება: პირველი ნაწილია მი-, „მითქტიამს“-ის „წინდებული“ განმეორება («по обыкновению Шоты»), მეორე ნაწილია სპარსული „ქაია“-ს სხვისახეობა „ქია“. ეს ფორმა ლექსის სტრუქტურაში ცნობილია: „ქია“ ნიშნავს „იმეფეს“, „გმირს“, „იმეფურს“, „გმირულს“ და სხვ.

[1] ხაზი ჩვენია—ვ. დ.

[2] „მითქტიამს, მი-, ქია“ შეტანილი აქვს ნ. მარს 1931 წ. შრომაში ([6], 589); ქრესტომათიულ ნაწილში შესავალი სტროფები ასეთი თანამდებრობითაა მოთავსებული: 1. „რომელმან გვეწა...“; 2. „ჩემი აწ სცანიო...“; 3. „თამარს ვაქებდეთ...“.



გავარჩიოთ ავტორის ოთხივე მოსაზრება.

A. ნ. მარი, ვიმეორებ, სამართლიანად უარყოფს ორი „მიქია“-ს იდენტურობას: რუსთველისა და რუსთველის დროინდელი პოეტიკური სისტემისათვის სრულიად შეუწყნარებელია ფორმითა და შინაარსით ორი ერთგვარი სიტყვის გარითმვა. მით უფრო, როცა ამ ორ ერთგვარ სიტყვას არავითარი ნიუანსებრივი განსხვავებაც არ ამორიშორებს“.

„ვეფხისტყაოსნის“ ნაწილობრივ ტექსტში შეიძლება დაიჭებნოს ხუთიოდე ისეთი სტროფი, რომელიც, პირველი შეხედვით, თითქოს არ იცავს ამ პოეტიკურ წესს. ასეთია, მაგალითად 594-ე სტროფი, სადაც პირველსა და მეოთხე ტაქტში გარითმულია ორი ერთი და იგივე სიტყვა „რომელი“. აი ეს ტაქტები:

- 1. ზედა ჯდა შავსა ტაიჭსა, აწ ესე მე მყავს რომელი.
- 4. შევსთქალე: „დადეგ, მიჩტენე, ლომსა ვინ გაწყენს, რომელი?“

მაგრამ სტროფი სინტაქსურად განასხვავებს ორ მორითმე სიტყვას: პირველი „რომელი“ მიმართებითი ნაცვალსახელია, მეორე—კითხვითი.

საყურადღებოა მორითმე სიტყვათა იდენტურობის მხრივ აგრეთვე 1021-ე სტროფის შემდეგი ტაქტები:

- 1. ხარი მის ყმისა გავრისა გავდა, მიეცნეს წუხილსა.
- 4. იტყოდეს: „შესა მოვშორდით, მო, თქალნი მივსცნეთ წუხილსა“.

მორითმე „წუხილსა“ ორსავე შემთხვევაში ეტიმოლოგიურადაც და მორფოლოგიურადაც ერთი და იგივე სიტყვაა, მაგრამ კონტექსტი განასხვავებს ამ ორ სიტყვას სემასიოლოგიურად. „მიეცნეს წუხილსა“ ნიშნავს: „დაშუბრდნენ“, „შეწუხდნენ“. „მო, თქალნი მივსცნეთ წუხილსა“ ნიშნავს: „თვალეზი სიბნელეში (მწუხრში) ვიქონიოთ = თვალეზი სიბნელეში (მწუხრში) გვექნება“ (იგულისხმება: მას შემდეგ, რაც „შესა მოვშორდით“). მოვიგონოთ: „მზე ჩატრს შენდა, ბნელსა ვსჭირვტო, ღამესა ჩტენ უმთვაროსა“ (35 ა). მაშასადამე, მეოთხე ტაქტის „წუხილი“ უშუალოდ ამ სიტყვის „პირველადს“ მნიშვნელობას გამოაჩენს. ეს მნიშვნელობა კონკრეტულია: აქ ცნება „ბნელთან“ („მწუხრთან“), გვაქვს საკმე, რაც მკვეთრად გამოსახული „გულის წუხილში || შეწუხებაში“ (შდრ. რუს. ინ-мояк, სადაც мояк = ძვ. სლ. мрак). პირველი ტაქტის „წუხილი“ აბსტრაქტული ცნების შემცველია.

ალარ შეევხები დანარჩენ მაგალითებს, სადაც ჩვენთვის საინტერესო საკითხისათვის ზოგან „მაჯამური“ ვირტუოზობის სირთულე უნდა იქნას გათვალისწინებული, ზოგან კი ნაწილობრივი ტექსტის მეცნიერულად მოუწესრიგებლობა.

ვირტუოზული მაჯამების გამოყენებაც (სტროფები: 734, 1537 და სხვ.) თავისთავად მკვეთრად იმისა, რომ მათი ავტორი პრინციპულად უარყოფს იდენტურობის სიტყვების გარითმვას.

ამავე დებულების სასარგებლოდ მეორე ირიბი მოწმობაც ლაპარაკობს, სახელდობრ „ვეფხისტყაოსანში“ რედიფთა ხმარების შემთხვევები. როგორც ცნობილია, რედიფებიანი პირველადი რედიფებიანი ლექსის ნიშანდობლივი თვისება ისაა, რომ „ბაგთებში“ ფორმითა და შინაარსით ორ ერთგვარ მორითმე სიტყვას წინ ასონანსით შეკავშირებული სიტყვები უძღვის (17, 100). აი, ეს უკანასკნელი სიტყვები ქმნიან საკუთრივ რითმას და არა რითმის „თანამავალი“ ორ ერთგვარი სიტყვა, რედიფი (دفد).

რედიფი, როგორც ვაშლილი სისტემა, „ვეფხისტყაოსანში“ არ მოგვეპოვება, მაგრამ რედიფის მსგავსი მოვლენა არც „ვეფხისტყაოსნის“-თვისაა უჩვეულო. აი ორიოდე მაგალითი: მე-530 სტროფის მესამე და მეოთხე ტაქტში გარითმულია არა ორი „ბარე“, არამედ „მზე ბარე“ და „მე ბარე“, სადაც საკუთრივ რითმის როლს წინამავალი სიტყვები („მზე“ და „მე“) ასრულებენ, რალა თქმა უნდა—მეტად მკრთალად.

ანალოგიური შემთხვევები გვაქვს შემდეგ მაგალითებშიც: „მე მისად“ (491 ა)—„მე მისად“ (491 ა); „მე ვითა“ (979 ა)—„მზე ვითა“ (979 ა) და სხვ.



ზემოთქმულის მიხედვით მართებულად და საფუძვლიანად მიგვაჩნია ნ. მა-  
ის ცდები—პროლოგის ორ „მიქია“-ში ორი სხვადასხვა მნიშვნელობის სიტყ-  
ვა ამოიკითხოს.

ბ. გადავდივარ ნ. მარის მეორე მოსაზრებაზე: ზმნისართი „იქი“-საგან  
ზნა „იქია“-ს წარმოება ხელოვნურია და ამდენადვე კითხვა „ვინ ცამ იქია“  
საეჭვოა და მიუღებელია.

უნდა ითქვას, რომ რუსთველის პოეტური ინდივიდუალურობისათვის სხვა-  
თა შორის სწორედ მსგავსი ხელოვნურობაა დამახასიათებელი. როგორც ყოვე-  
ლი დიდი მხატვარი, რუსთველი არაა ნაანდერძევი ენის პასიურად აღმქმელი,  
სენის შინაგან ძალთა გამომავლინებელია, ენის სფეროში ნოვატორი და, რო-  
გორც ვიცით, ხშირად კანონმდებელიც.

რუსთველის „ხელოვნური“ ფორმების მარაგი საკმაოდ მდიდარია. მოვი-  
წონოთ თუნდაც სახელი არსებითისაგან ზმნის „უჩვეულო“ წარმოება:

- ა. ინიუნქტიურად გაჯებული: „ე ნ და“ (1048 ა) = უნდა „ენობდეს“, უნდა მეტყველებდეს.  
„მ ი ნ და“ (298 ა: „მინა მინდა“) = რომ „იმინოს“, მინა იყოს;
- ბ. ბრძანებითი კილო: „იე“ (1271 ა) = იად იყავ (-\*იიფ);
- გ. აორისტი: „ხე-ნ“ (596 ა: „შენ ასეთნი შენი ვით ხენ“) = ხეებად აღმოაცენე;
- დ. აწყო: „უხეზს“ (633 ა) = ხეს მისცემს, ხეს გამოუსახავს და სხვ. (1).

მაშასადამე, თავისთავად (თუ სხვა რამ დაბრკოლება არაა!) საანალიზო  
სტროფის პირველ „მიქია“-ში ნავარაუდევია „იქია“ რუსთველის პოეტურ სის-  
ტემას სავესებით ეგუება.

ც. ნ. მარის მესამე და მეოთხე მოსაზრება ერთ დებულებას ავითარებენ:  
პირველი სტრიქონის „მიქია“ „ქება“-ზმნის თურმეობითი ფორმაა, მაშასადამე,  
მეოთხე სტრიქონის „მიქია“ არ შეიძლება „ქება“-ზმნისაგან ნაწარმოებად მივიჩ-  
ნოთ. ეს მეორე „მიქია“ შეიცავს ში- წინდებულსა და სპარსულ სიტყვა „ქია“-ს.  
ესე ფიქრობს ნ. მარი.

მაგრამ სიტყვის ასეთი ანალიზი გაუგებრობაზე აღმოცენებული: ცხადია,  
ში- ფორმანტი ზნა „მითქჳამს“-ის „წინდებულის“ (sic!) განმეორება არაა:  
რუსთველისათვის (საერთოდ —ქართული ენისათვის) ჩვეულია ზმნის (ან ნაზვნა-  
რი სახელის) არაყოველი პრეფიქსის, არამედ მხოლოდ და მარტო მიმართულე-  
ბის აღმნიშვნელი-პრეფიქსის («преверн», «глагольная приставка») დამოუკიდებ-  
ლად განმეორება (2):

- მისტირდა ში- (697 ა), მომხტდეს ში- (1268), გავიდა.. გა- (1078 ა), ეინ არ დამჭოლოს,  
ვინ არ და- (582 ა), შესმა... შე- (3 ა), წაგუივიდა... წა- (209 ა) და სხვ.

ამგვარად, „ვეფხისტყაოსნის“ საანალიზო სტროფის მეორე „მიქია“-ში ში-  
პრეფიქსი არაა, ე. ი. „მიქია“ აქ არ ნიშნავს „ში-, ქია“-ს; „მიქია“-ს ში- ამ შემ-  
თხვევაში პირველი რეტროსპექტული დროის (პირველი თურმეობითის) რთულ

(1) აქვე აღსანიშნავია სახელისაგან ხარისხის წარმოება: „დისაგანცა უფრო დ ვ ს ი“  
(252 ა)“, ვინცა იყოს უ ც ხ ე ნ მ ა ლ ე ს (173 ა).  
(2) პრეფიქსების დამოუკიდებლად განმეორების შესახებ იხ. ნ. მარი ([2], 64—65) და იუს-  
ტინე აბულაძე ([8], 162—164).

ფორმანტს წარმოადგენს, სადაც -8- პირველი პირის ობიექტური პრეფიქსია ხოლო -ი თავისი წარმოშობით—ობიექტური კუთვნილების ნიშანი ([9], 113).

მაშასადამე, თავისთავად (შეიძლება ითქვას—მექანიკურად) მოხსნილია მისაზრება იმის შესახებ, თითქოს მეოთხე ტაეპის „მიქია“-ში სპარსული სიტყვა „ქია“ (كيا, كيا) იყოს ჩართული. ხოლო აქედან ლოგიკურად გამომდინარეობს ის დასკვნა, რომ მეოთხე ტაეპის „მიქია“ უცვლელად უნდა დარჩეს.

ამის სასარგებლოდ სხვა გარემოებაც ლაპარაკობს, სახელდობრ ის, რომ რუსთველსისტემატურად ხმარობს წყვილადს ცნებებს: ერთად და ერთისა და იმავე გრამატიკული ფორმით გადმოცემულია ორი (ან მეტი) სინონიმური ან სინონიმისებრი სიტყვა.

ფულისხმოვანი არა მარტო ისეთ გამოთქმებს, როგორიცაა: შიში, კრძალვა (27 ა); უბრალოდ, მიუცდარებლად (70 ა); უსასყიდლოდ, უვაკრელად (162 ა); უცრემლო, უღვბი (175 ა); შემსხმელმან, შემამკობელმან (43 ა); უხოშო, უანგარიშო, უღვვი (52 ა) და სხვ., არამედ ატარებენ ასეთებსაც: მოდით და მოიჯარენით (71 ა); მიდგეს, მივიდეს (92 ა); მომიგლოვე, მიტირე (154 ა); მივაგლაზე (157 ა); იშვლეს, ითვეს (1424 ა) და მრავალი სხვა.

საანალიზო სტროფის მეოთხე ტაეპის „მიქია“-ც განმარტოებით არა დავაშვებ მას წინ უსწრებს იმავე გრამატიკული ფორმით გამოხატული წყვილობის გამწვანე ზნა „მითქვამს“: „მისი სახელი შეფარვით ქტემორე მითქვამს, მითქია“. შეიძლება, ჩვენი შემთხვევისათვის არც ის გარემოება იყოს უმნიშვნელო, რომ პოემაში რამდენჯერმე იხმარება „ქება“ და „თქმა“ (ან „მბობა“) ერთმანეთთან დაკავშირებით: „ვთქტენი ქებანი“ (4 ა); „ვერ ვთქტი უქი“ (1143 ა); „ვისძი უთხოზდენ ქებასა“ (68 ა); „ვით იტყვიან, ვით აქებენ“ (791 ა) და სხვ. ანალოგიური შემთხვევა გვაქვს გამოთქმაში: „მითქვამს, მიქია“.

ამგვარად, სახელოვანი რუსთველისტის მიერ წამოყენებული მეორე კონტრატურა უსაფუძვლო აღმოჩნდა. რჩება ამ ტაეპის ისევე ძველებური წაკითხვა:

„მისი სახელი შეფარვით ქტემორე მითქვამს, მიქია“.

საიდანაც ლოგიკური თანამდევრობით გამოდის, რომ ტრადიციული ვაგების გამო დარღვეული პოეტიკის ცნობილი წესი ისევე საანალიზო სტროფის პირველ ტაეპში უნდა იქნას აღდგენილი. ამ ტაეპთან დაკავშირებით უნდა გავითვალისწინოთ ის ფაქტი, რომ რუსთველის პოემაში ცა-ნაწილაკიანი მიმართებით ნაცვალსახელი ფუნქციურად განსხვავებულია ისტორიულად უფრო აღრინდელი, უ-ცა-ნაწილაკო მიმართებითი ნაცვალსახელისაგან: პირველი (ცა-ნაწილაკიანი) ფორმა თითქმის ყოველთვის განუსაზღვრელობას, ზოგადობას, უცნობობას და ვისთ. აღნიშნავს, მეორე—უმთავრესად განსაზღვრულობას, ცალკეობას, ნაცნობობას (ნაცნობი საგნისადმი დამოკიდებულებას) და ვისთ. ისტორიულად უფრო ძველი (აღრინდელი) ფორმა კარგადაა შენახული „ვეფხისტყაოსანში“.

მიმართებით ნაცვალსახელთა განსხვავებულად ხმარების საილუსტრაციოდ შეიძლება შემდეგი მაგალითები გამოგვადგეს.

-ცა- ნაწილაკიანი მიმართებითი ნაცვალსახელები:



- 69. ვინცა იყოს (ჩვენს ორში, მე თუ შენ—სულ ერთია) უარესი, თავშიშველი სამ დღეს ვლიდეს.
- 40. ვინცა მოკუდეს (ზოგადად ისინი, რომელნიც მოკვდებიან) მეფეთათვის, სულნი მათნი ზეცას რბიან.
- 78. ვინცა მიჭურეტდის (სულ ერთია, ვინც უნდა ყოფილიყო), ბნდებოდის, მართლად არს, არ კატაბანი.

უ-ცა-ნაწილაკო მიმართებითი ნაცვალსახელები:

- 911. მის გამო (=ნესტანის გამო) კოცნა მომინდა, ვინ მწვავს ცეცხლითა ცხელითა.
- 240. შემოვიქცევი, შევისძლობ (იგულისხმება: ნესტანს), ვინ ცისა მზედ ნაქება.
- 251. ვითა დავმალო ნათელი (=ნესტანი), ვინ მწესა დაედარების.
- 225. აწ ვაჟსენებ (იგულისხმება: ნესტანს), ვისგან ჩემი დაუდაგავს გული აღსა.
- 233. მისი (=ტარიელის) რამ მითხარ, ვინ (=რომელიც) არის ტან-საოო, პირ-ბაკმიანი.

აღვნიშნოთ, რომ, მიუხედავად საერთოდ განსხვავებული ხმარებისა (დინარენციაცია მეორადი მოვლენაა, ადრინდელი და მერმინდელი ფორმების შედრით გამოწვეული), ცა-ნაწილაკიანი და უ-ცა-ნაწილაკო მიმართებითი ნაცვალსახელები ერთმანეთს სცვლიან ხანდახან.

ანგარიშვასაწევია, ამ მერყეობასთან ერთად, თვით ადრინდელ (უ-ცა-ნაწილაკო) მიმართებით ნაცვალსახელთა უხვი გამოყენების ფაქტი თავისთავად აგრეთვე გარკვეული სტილისტიკური შაბლონის როლი ფორმის ხმარებაში. თი შაბლონურია პოემისათვის ფორმა „ვინცა“ ზოგადობის აღსანიშნავად. მაშასადამე, საანალიზო ტაეპის „ვინცა მიქიაში“ სრული უფლებით შეძლია ვივარაუდოთ უ-ცა-ნაწილაკო მიმართებითი ნაცვალსახელი „ვინ“, ვალებით უფრო მეტი უფლებით, ვიდრე „ვინცა“: „მას (=იმ ერთს) ვაქებ, ... სხვა საკითხია—როგორ უნდა გავიგოთ ასეთი წაკითხვით გამოწვეული მიქია“. ფორმა „იქია“-ს ზმნად მიჩნევა, მას შემდეგ, რაც ჩვენ დავრწმუნდით რუსთველის „ხელოვნურობისადმი“ მიდრეკილებაში, თავისთავად (ასევე—პრინციპულად) სრულიადაც არ იქნებოდა უმართებულო. დამაბრკოველია ამ შემთხვევაში არა „ხელოვნურობა“, არამედ ის, რომ ფორმა „იქია“ ური მნიშვნელობით პოემაში არსად არა გვხვდება და არც სხვა ლიტერატურულ ძეგლებშია ის დამოწმებული.

შესაძლებლობას არაა მოკლებული, რომ საანალიზო ტაეპი ორაზროვნულად გაწყობილი. ჩვენ ვიცით, რომ „ორაზროვნობა“ თავისებური პოეტური სხვა, განსაკუთრებით დამახასიათებელი „აღმოსავლური“, კერძოდ, სპარსუ-პოეზიისათვის. საგულისხმოა, რომ შამსედინ მუჰამედს ორაზროვნობა (ايراني) ეების გამომწვევ „ხერხად მიაჩნია; სიტყვა ორი მნიშვნელობით იხმარება: თი მნიშვნელობა „ახლოა“, მეორე—„შორეული“; მსმენელის აზრი ახლო (ნაც-



ნაობი, ჩვეული) მნიშვნელობისაკენაა მიმართული, მთქმელის მიზანსაკმაყოფილებელი მნიშვნელობა წარმოადგენს<sup>1</sup>.

რუსთველის „იქია“ შეიძლება ერთსა და იმავე დროს „იქობასაც“ აღნიშნავდეს—სიტყვის ფართო მნიშვნელობით—და „იქ ქებასაც“, კერძოდ, „ვინცა იქია“ ამ შემთხვევაში უნდა გაგვეგო ასე: რომელიც ცამ იქ თავისად მიიჩნია, აქო, აღიდა<sup>2</sup> და სხვ.

ორაზროვნულად შეგვეძლო მიგვეჩინა—ამასთან დაკავშირებით—„იქია“-წინმავალი „ვაქებ“-იც.

„მე მას აქ(ა) [ვაქებ...], ვინ ცამ იქი [აქო...].“

ასეთი დაპირისპირებანი (ხშირად ცუზურებად განაწილებული ანტითეზისურ გამოთქმანი) დამახასიათებელია „ვეფხისტყაოსნისათვის“:

- 134 ა. მე სიკუდილსა შოველოდი, შენ სიცოცხლე გამიწამე.
  - 143 ა. მორჩილ-ქმნილი გავახარო, ურჩი ყოელი ავატირო.
  - 293 ა. თქუენ მორკმულნი სთამაშობდით, ჩუენ მტირალნი ლაწეთა ებანდით...
- ჩვენი შემთხვევისათვის უფრო დამარწმუნებელი იქნებოდა შემდეგი ტაეპები:
- 91 ა. მიდით და აქა მომგვარეთ, ვინ არის იქი მჯდომარე.
  - 551 ა. შენ აქა ნახენ, კმარიან იქა ნახვისად ყმანია.
  - 623 ა. აქა ვდევ და თვალს ვუგებდი ქორსა, იქით განაფრენსა...

პრინციპულად სწორი იყო პ. ინგოროყვას ვარაუდიც: „ვინ ცამ იქია“ შეიძლება ვირტუოზულად დაკავშირებული იყოს „ვინცა მიქია“-სთანო ([10], 111) ([3], 366). მაგრამ „შორეული“ მნიშვნელობა, რომელსაც ავტორი დაუმოზნებდა ტაეპის ორაზროვნულად გაწყობისას, ცხადია, „ვინ ცამ იქია“-ში უნდა გამოიხატებინა.

ჩვენ არ ვფიქრობთ დავიცვათ საანალიზო სტროფის პირველი ტაეპისთვის წარმოდგენილი წაკითხვა, ჩვენ მხოლოდ საჭიროდ ვსცანით სხვადასხვა შესაძლებლობა გაგვეთვალისწინებინა ამ სტროფის ინტერპრეტაციისას იმ გზაზე, რომ ნაწილობრივ მაინც მოსუფთავებულიყო სპეციალური საკითხის საკვლევი არე.

„ორაზროვნობა“, როგორც რუსთველის პოეტური ხერხი, გაღრმავებული ფილოლოგიურმა კვლევამ უნდა გამოავლინოს. თუ ვარაუდი არ გამართლდებოდა „მიქია“-ს ანალიზი სხვა გზებით უნდა წარიმართოს. ამ შემთხვევაში მთავარი გვექნება ვიფიქროთ, რომ „ვეფხისტყაოსნის“ შესავალ სტროფს ან ფორმაცია განუცდია, ან მისი გარკვეული ნაწილი რომელიმე რედაქტორის (ტერპოლანტის) შემოქმედებას ეკუთვნის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 24.9.1943)

<sup>1</sup> ეს ადგილი მომყავს О. Вильчевский-ს ჯერ გამოუქვეყნებელი თარგმანის მიხედვით.

<sup>2</sup> არაა მართალი, თითქოს, ასეთი წაკითხვის თანახმად, ნ. მარს ქების საგანი მაინც მაინც გარდაცვლილად ჰყავდა წარმოდგენილი ([5], 125, 129); შდრ. ([4], 23), ([3], 365).

К. Д. ДОНДУА

 К ЛИНГВИСТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ ОДНОЙ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ  
 СТРОФЫ «ВИТЯЗЯ В ТИГРОВОЙ ШКУРЕ»

Резюме

«Витязь в тигровой шкуре» представляет собой творческий синтез исканий и достижений средневековой Грузии в различных областях духовной культуры, в том числе и культуры речевой в широком смысле слова. Отсюда неизбежность применения комбинированного исследовательского метода, учитывающего всю сложность филологического и специально-лингвистического анализа поэмы. Данное положение иллюстрируется на примере одной вступительной строфы (именно, 19-й, по юбилейному изданию 1937 г.), спорной и по-разному интерпретируемой в специальной литературе. В рифмующих словах 1-го и 4-го стихов этой строфы традиционное чтение усматривает слова тождественные и в звуковом, и в морфологическом, и в смысловом отношениях («m-i-k-i-a», 1-е заочное или ретроспективное время от глагола «keba» «славить», «хвалить», в значении «я раньше (хвалил)»).

При этом чтении игнорируется элементарное правило поэтики, по которому абсолютно идентичные слова не могут рифмовать между собой. С учетом данного правила Н. Я. Марр в свое время предложил новое чтение строфы, по которому из комплекса «m-i-k-i-a» 1-го стиха был устранен начальный звук m, как относящийся к предыдущему слову sa (по традиционному пониманию—союзной энклитической частице, принадлежащей относительному местоимению vin), в связи с чем спорное место стиха получило следующий вид: mas vakeb, vin sam ikia «я воспеваю ту, кому небо уже отвело у себя место» ([4], 7), вместо традиционного чтения: mas vakeb, vinca mikia «хваляю ту, кого я раньше воспел». Данные языка опровергают эту конъектуру, предложенную Н. Я. Марром в 1927 году, по которой попытку восстановления первоначального чтения, «устраняющего повторение формы», подвергается не первый стих (... vinca mikia), а четвертый (... mi-vaks, mikia), путем разбивки рифмующего слова mikia на «mi»- («повторенный, по обыкновению Шоты, предлог предшествующего глагола...») и «ia» («... разновидность qaqa [=kaqa] «царь», resp. «царек, герой, царственный», «геройский»).

На основании анализа соответствующих языковых фактов и некоторых художественных приемов Руставели (особенность употребления в поэме союзной энклитики -sa при относительных местоимениях, закономерность так называемых «искусственных» речений, наличие в поэме ряда виртуозных «надажма» и редифов и др.), автор приходит к следующим выводам: 1) 4-й

стих анализируемой строфы необходимо оставить без изменения; 2) допустимая автентичность 1-го стиха, следует соответствующую его часть представить в том виде, как ее восстановил Н. Я. Марр по смыслу 1-й, предложенной им конъектуры; 3) однако, рифмующее слово *ikia* в таком случае может заключать в себе двусмысленность: оно может означать не только там творить что-либо, вообще, но и там хвалить—в частности.

Автор далек от мысли отстаивать подобное чтение спорной строфы как единственно возможное, однако думает, что в случае его несостоятельности, необходимо будет поставить вопрос о подлинности анализируемой строфы и направить исследование по новому руслу.

Академия Наук Грузинской ССР  
Институт языка им. акад. Н. Я. Марра  
Тбилиси

#### მიტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. პავლე ინგოროვიჩი. შოთა რუსთაველი და მისი პოემა. შოთა რუსთაველი, კვეთის ტყოსანი. სახელმწ. უნივ. გამომცემლობა. თბილისი, 1937.
2. Н. Я. Марр. Древнегрузинские олонисцы. Тексты и разыск. по арм.-груз. филологии, IV, 1902.
3. Н. Марр. К Rusthaveliana. ИАН СССР, 1927.
4. Н. Марр. Вступительн. и заключит. строфы «Витязя в барсовой коже». Тексты разыск. по арм.-груз. филологии, XII.
5. კორნელი კეკელიძე. ქართული ლიტერატურის ისტორია, ტ. II, თბილისი, 1941.
6. N. Marr et M. Brière. La langue géorgienne. Paris, 1931.
7. C. Salemann und V. Shukovski. Persische Grammatik. Berlin, 1889.
8. იუსტ. აბულაძე. XII საუკუნის ქართული მწერლობა და „ვეფხისტყაოსანი“.
9. ა. შანიძე. ქართული გრამატიკა. I. მორფოლოგია, 1926.
10. პ. ინგოროვიჩი. რუსთველიანი. 1926.





ანათმეცნიერება

მაკარ ხუზუა

საპარტველოს სახელმწიფო მუზეუმის S-16 სპარსული ხელნაწერის  
გრამატიკული ანალიზისათვის

ჩვენს წერილში [1], აღნიშნული იყო, რომ «Система полной транскрипции персидской литературной речи грузинскими буквами в наиболее развитом виде представлена на страницах объемистого (в 700 с лишним страниц) памятника Е (S-16). В основном эта рукопись выступает, как образец транскрибирования ново-персидской литературной речи» ([1], 301). ამით კი შესებით გარკვეულად და ცხადად განსაზღვრულია დასახელებული უნიკალიზაციის როლი გვიანსაშუალო საუკუნეთა ახალსპარსული ლიტერატურული ენის გონტიკის შესწავლისათვის. მეტი კიდევ, ეს ხელნაწერი იძლევა არამცირე მნიშვნელობის ჩვენებებს გრამატიკის სხვა დარგების მიმართაც. ასე, მაგ.:

1. არსებითი სახელები (გონიერთა) მრავლობით რიცხვში ბოლოვდება იან-ზეც და ჰან-ზეც. მაგ.: დოხთარან|დოხთარჰან 90 ბ ქალიშვილები; ფესარან|ფესარჰან 134 ბ ფაეიშვილები; ფედარან|ფედარჰან 228 ა მამები; ბარანდარან|ბარანდარჰან 46 ა ძმები... პარალელური ჰან სუფიქსის ხმარება უეჭველად არის მონაცემი ცოცხალი სპარსული სასაუბრო მეტყველებისა, რომელშიც მას უჭირავს გატონებული მდგომარეობა, დეენის რა თანდათან 56 სუფიქსს, როგორც ეს ემყარება უახლესი პერიოდის სპარსულ ლიტერატურასაც. მაგ.: ([2], 111) این زن / این مرد / ეს მამიკაცები, ეს დედაკაცები; ([2], 102) نو کویچا دظترهای کوچک / [თეირანის] ქუჩებზე შეიძლება დანახვა ოთხი-ხუთი წლის პატარა ქალიშვილებისა; ([3], 45) مردها یا زنان / ქალების საშუალებით, კაცების საშუალებით; ([4], 470) بود و یکی جوانی بود حمزه / იყო და არა იყო რა, იყო ერთი ახალგაზრდა, სახელად... ბევრი (მრავალი) ამხანაგები ჰყავდა...

2. იგივე დაბოლოებანი იხმარებიან ნაცვალსახელებშიც. მაგ.: ۵۵۵ || ۵۵۵ || ۵۵۵ ბ ისინი (კაცებზეა საუბარი)...

3. წინდებული ბე ყოველთვის წარმოდგენილია ასე გამარტივებული სახეობით დაწყებულ ნაცვალსახელებთანაც. მრავალი მაგალითიდან საინტერესოა რამდენიმე: ა) გოტ ბენჰან (ლიტ. بدشان ბედიშან)... მრგობრად ბენჰან (ლიტ. ბედან) ქუჰ ქი აზ ნჯან ბოროვ ვა ბენჯან (ლიტ. ბედანჯან) ბენჰან. 63-ბ, მათე 17... „ჰქა მათ: ... ჰქათ მათსა ამახ. მიიცვალე ამიერ და მიიცვილოს“ (იხ. საქ. მუხ. დაცული ხელნაწ. ჯრუჭის ოთხთავი № 1660 H და პარხალის № 1453 A ოთხთავი). ბ) ბეგუ ბენ (ლიტ. ბენ) სანგ ბენ შევად. 188 ა. ლკ. 4 ა.

„არქუ ქვასა ამას, რა პურ იქმნეს“ იხ. იქვე; შედ. სათანადო აღვილები სპარსულ ბექტურ გამოცემებში, სადაც აღნიშნული წინდებული მოცემულია სრული სახით ა. ბედ).

4. არაიშვიათად მოთხრობებში გამოყენებულია ნამყო სრულის ნაცვლად აწყო დროის ფუძეები სხვადასხვა ნუანსით (ნატვრითი, პირობითი, კავშირებითი, მყოფადი არასრული სახისა და სხვ.). მრავალი მაგალითიდან საქმარისია ორი კონტექსტი: ა) ჩე ჩიზ გომან მრქონიდ დარ მარდნ ქი დო ფესარ დწთა ბწშად. ფას ბწწად ფწში ფესარი ავეალ ვა ბეგუიად ბე უ. 76 ბ, მათე 21 ბ. თარგმანში ეს შეიძლება ნიშნავდეს: «რას ფიქრობთ თქვენ იმ კაცზე, რომელსაც ყავდეს ორი ვაჟიშვილი; შემდეგ წარდგეს პირველი ვაჟიშვილის წინაშე და უთხრას მას; ბ) მალაქუთი ასიმანწა ბე მარდნ მწწად ქი სწპიბი ხწწა ბწშად ვა ბწრუნ რეგად დარ ბწმდწდ ვა ბეგწრად ბე მოზდურწ ქწრქონწ ბარწ ბწლი ხოდ ვა ყარწრ ქონად ბარწწ ჰარმოზდური იექ დწწარ. 71, მათე 20 ბ. თარგმანში ეს შეიძლება ნიშნავდეს: «მეუფემა ცათა ემსგავსება ადამიანს, რომელიც სახლის პატრონი იყოს და გარეთ გამოვიდეს განთიადისას და აიყვანოს ქირაზე მუშაკები თვის ბალისათვის, და დაადგინოს (დააწესოს) თითოეული სახლისათვის ქირად თითო დინარი... (კონტექსტისათვის შეიღ. სათანადო აღვილები სპ. ბექტურ გამოცემებში; აგრეთვე სხვადასხვა ენაზე).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი

თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 13.9.1943)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

МАКАР ХУБУА

## О ГРАММАТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ПЕРСИДСКОЙ РУКОПИСИ ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ ГРУЗИИ S-16 (E)

Резюме

В сообщении [1] отмечалось, что «Система полной транскрипции персидской литературной речи грузинскими буквами в наиболее развитом виде представлена на страницах объемистого (в 700 с лишним страниц) памятника E (S-16). В основном, эта рукопись выступает, как образец транскрибирования ново-персидской литературной речи» [1]. Этим самым совершенно четко и ясно определена роль названного уникального памятника при изучении фонетики ново-персидского литературного языка эпохи позднего средневековья. Больше того, эта рукопись дает немаловажные указания и по другим разделам грамматики. Так, например:

1. Существительные (разумные) во множественном числе кончаются и на *ān* и на *hā*. Например: *doxtarān* || *doxtarhā* 90 ბ 'дочери', *pesarān* || *pesarhā* 'сыновья' 134-ბ, *pedarān* || *pedarhā* 'отцы' 228-ა, *barādarān* || *barādarhā* 'братья' 16-ა... Употребление параллельного суффикса *hā* безусловно вклад живой персидской разговорной речи, в которой он занимает доминирующее положение, вытесняя постепенно *ān*, как это наблюдается и в персидской литературе новейшего периода. Например: ([2], стр. 111) *این مردها این زنها* 'Эти мужчины, эти женщины'; ([2], 102) *تو کوچها دخترهای کوچک چهار پنج* 'По улицам [Тегерана] можно видеть маленьких девочек четырех-пяти лет'; ([3], 45) *با زنها با مردها* 'Посредством женщин, посредством мужчин'; ([4], стр. 470); ... *یک بود و یک نبود جوانگی بود حزه بام*. 'Был не был, был один юноша, по имени Хамза... имел много товарищей'...

2. Те же окончания встречаются и в местоимениях; например: *ānān* *ānhā* 'они' 118-ბ...

3. Предлог *be* (به) систематически представлен в упрощенном виде и перед местоимениями, имеющими в начале гласный звук *goft be-ān* (лит. *بدان*) 'сказал им'; *migoftid be-ān* (лит. *بداین*) *kuh ki az inzā botov va beānzā* (лит. *بدآجا*) *miraft*. 63-ბ, Mt 17<sup>20</sup>; *begu be-ān* (лит. *بداین*) *sang tā nān ševad*. 188-ა, Лк 4<sub>3</sub> (ср. соответствующие места по печатным изданиям).

4. Нередко в рассказах применяется вместо прошедшего совершенного основа настоящего времени с различными оттенками (условно-желательного, сослагательного, будущего несовершенного и т. д.). Из множества примеров достаточно привести два контекста:

a) *še šiz gomān mikonid dar mardī ki do pesar dāsta bāšad. pas āniad piši pesari avval va beguiad beu...* 76-ბ, Mt 21<sup>38</sup>...

В переводе это может означать: 'что вы думаете о том человеке, который имел бы двух сыновей; затем предстал бы перед первым сыном и сказал бы ему...';

b) *malakuti āsimānhā be mardī mānad ki sāhibi xāna bāšad va birun ševad dar bāmdād va begirad be mozduri kārkonān barāi bayi xod va tagār konad barāi har mozduri iek dinār.* 71, Mt 20<sup>1</sup>...

В переводе это может означать: 'царство небес подобно человеку, который являлся бы хозяином дома и выходит (вышел бы) вон на заре, нанял бы за плату работников для своего сада и устанавливает (установил бы) для каждого плату по одному динару... (ср. для цитат соответствующие места по печатным изданиям),

MAKARI KHUBUA

 ABOUT THE GRAMMATICAL ANALYSIS OF THE PERSIAN MS  
 S-16 (E) IN THE STATE MUSEUM OF GEORGIA

## Summary

This unique monument, containing abundant stuff for elucidating the linguistic phenomena of the new-Persian literary speech of the late mediaeval epoch (17—18 centuries) gives, apart from phonetics [1], very important testimonies in other divisions of grammar. For instance:

1. The nouns (reasonable) are represented in the plural through both suffixes—*ān* and *hā*. From a multitude of corresponding examples suffice it to quote some parallel forms, following one another on the same pages: *doxtarān* || *doxtarhā* 'daughters', 90 ბ; *pesarān* || *pesarhā* 'sons', 134 ბ; *pedarān* || *pedarhā* 'fathers' 228-ბ; *barādarān* || *baradarhā* 'brothers', 46-ბ... The use of the parallel suffix *hā* is undoubtedly brought forward from the spoken Persian tongue, in which it (*hā*) acquires a dominating position for expressing the aforementioned functions and supplants gradually the suffix *ān* out of the literary language too.

2. The same inflexions are in the pronouns (for reasonable beings). E. g.: *ānān* || *ānhā* 'they' 118-ბ (people are meant).

3. The preposition *be* (instead of *bad*) is systematically represented in its simplified form also before pronouns, beginning with consonants.

4. Not seldom they use in stories, instead of the present perfect, the base of the present tense with various shades (conditional-optative, subjunctive, future imperfect and so on).

Academy of Sciences of the Georgian SSR  
 The Marr Institute of Languages  
 Tbilisi

## ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. მაკარ ხუბუა. О персидских рукописях в грузинской транскрипции. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. II, № 3, 1941.
2. یکی بود یکی نبود—جمال زاده—1922.
3. ارمغان № 1, 1939.
4. مهر № 6-7, 1939.



წიგნობა

ილ. აბულაძე

ორი გეოგრაფიული სახელის მნიშვნელობისათვის

(„ლადონი“ და „პარენი“)<sup>1</sup>

ერთი წყება გეოგრაფიული სახელებისა ნაწარმოები ჩანს ამა თუ იმ საგნის სახელისაგან, რომლებიც „ხშირად მრავლობითის ფორმით არის წარმოდგენილი: რკონი (კრკონ-ისაგან), მსხლ-ებ-ი, ქვ-ებ-ი, კოშკ-ებ-ი, ხიზნ-ებ-ი, ბაგ-ებ-ი და სხ...“-ო [1]. აქ ეს სახელები სახელობითი ბრუნვის ფორმითაა მოცემული, მაგრამ შეიძლება გენტივის ფორმითაც იყვნენ წარმოდგენილი: „ამგვარი წარმოშობის სახელები (საუბარია სოფლის სახელებზე, რომლებიც გვაჩვენებს არის ნაწარმოები) გენტივის ფორმითაც არის დადასტურებული უმეტესად და ხევსურეთში): ცაბაურ-თა, გოგოლაურ-თა, ბულაღაურ-თა, მიგოლაურ-თა და სხ...“ [1, გვ. 134]. ერთი იმ სახელთაგანი, რომელზედაც ქვემოთაგანგებოდ გვაქვს გულისყური მიპყრობილი, დასახლებული ადგილის სახელწოდება არაა, არც საგნის სახელიდან ან გვართიდან არის წარმომდგარო, არაა, როგორც ვნახეთ, საგნის ნიშნის სახელისაგან მომდინარეობს, ხოლო მეორე საზოგადო სახელისაგან წარმოქმნილ საკუთარ სახელს წარმოადგენს. პირველია მთის სახელი, რომელიც ძველს წერილობითს წყაროებში უფრო მეტად „ლადონი“ ან „ლადოთა“ ფორმით გვხვდება, მეორე კი ადგილის სახელია, რომელიც „პარენი-პარენთა“-ს სახით არის დადასტურებული.

„ლადონი“, „ლადოთა“, ზოგჯერ „ლადო“-ც, სხვადასხვა ძველს ლიტერატურულ ძეგლში მოიპოვება, როგორც წმინდა საისტორიოში, ისე აგიოგრაფიულშიც. საისტორიო ნაწარმოებთაგან უწინარეს ყოვლისა ლეონტი მროველისა და ჯუანშერის თხზულებები უნდა მოვიხსენიოთ. ლეონტის იქ, სადაც ქართლოსის სამფლობელოზე აქვს საუბარი, ამ სამფლობელოს ჩრდილოეთის საზღვრის აღწერისას, აღნიშნული აქვს, რომ თარგამოსმა ქართლოსს

„უჩინა... ჩრდილოეთ საზღვარი ღაღო, მთა მცირე, რომელი გამოვლის შტოდ კავკასიისგან და მოჰკიდავს წყერი დასასრულსა ღაღოსა, რომელსა ჰრქვან ლიხი“ [2].

„ლადოს“ იხსენიებს ლეონტი ალექსანდრე მაკედონელის ამბების თბროსის დროსაც:

<sup>1</sup> წაკითხულია სტალინის სახელ. თბილისის სახელმწ. უნივერსიტეტის ქართული ენის კათედრის სტამბაზე 1943.VII.6.



„პოენა [ალექსანდრე] ციხე-ქალაქნი ესე ძლიერნი შუა ქართლ(ს): ქუქ  
და, ხერთვის მტკურისა, ოძრე, მოკიდებული კლდესა ლადოს(ს)ა...  
[2, გვ. 12].

„მოკიდებულად მთასა ლადოს(ს)ა“ ამავე ისტორიკოსს მოხსენებულ  
აქვს სამცხის ერთ-ერთი ციხე, დემოთი-ც (var. დომთა) [2, გვ. 29].

ლეონტი მროველის აღნიშნული ცნობების შესახებ უნდა ითქვას, რომ  
როცა მასთან ქართლოსის ხედრის ჩრდილოეთის საზღვარზეა საუბარი, იქ მის  
მთლიანი სამფლობელო კი არ იგულისხმება, არამედ, როგორც ეს უკვე შენიშ  
ნულიცა აქვს აკად. ივ. ჯავახიშვილს, მხოლოდ ერთი ნაწილი და ისიც მესხ  
თის მხრით [3]. ასე ესმის მითითებული ადგილი „ქართლის ცხოვრების“ სომეხ  
მთარგმნელსაც, რომელსაც ეს ძეგლი XII ს-ის მეორე ნახევარში უთარგმნ  
გამოკრებით სომხურად [4]: *ნ. ზ. ბაშკაქან კიოსა ან ქიოსან ლიქაოსი,*  
*სკარჟიქ და შაკიქ ძქუჯს ესესა:* [5]. „ქართლის ცხოვრების“ სომხურ თარგ  
მანთან დაკავშირებით ისიც უნდა აღვნიშნოთ, რომ ზემოთ მითითებული სხვა ადგი  
გილებიდან მხოლოდ ერთს ვხვდებით კიდევ მასში თარგმნილად. ის ალექსანდრე  
მაკედონელის ქართლში შემოსვლას ეხება. სომეხ მთარგმნელს ეს ადგილი  
„ოძრე მოკიდებული მთასა ლადოს(ს)ა“, ნათარგმნი აქვს—*მანარქს ლადოსან*  
*ღიქ ქარქს ლაქს[ა]სიქ* (წიკვ.: *ლაქოსი*). ეტყობა, სომხურს ხელნაწერ ნუსხებ  
ში *ღ. (ლაქოსი)* გრაფიკულ ნიადაგზე *ღ-*დ ქცეულა, ანდა თვით მთარგმნელ  
ჰქონია ხელთ ისეთი ნუსხა, რომელიც მხედრულად ყოფილა ნაწერი, და ამ ხე  
ლის „ღ“-სა და „ღ“-ს მსგავსების გამო მოსვლია შეცდომა. ამასთან აღსანიშ  
ნავია ისიც, რომ აქაც, ისე როგორც ზემოთაც, ზოგიერთი გეოგრაფიული სა  
ხელის გადაღების დროს ბრუნვის ნიშანი „ს“ ფუძისეულად მიუჩნევიან: *სს-*  
*ლაქოსი* (თუმცა, თუ მის ნუსხასაც „ლადოსსა“ ექნებოდა, მას შეეძლო ფუძე  
ლადოს მიეჩნია).

ჯუანშერი „ლადოთა“ ფორმას ხმარობს და მასაც მხოლოდ ერთგან:

„უკუმოსცა კეისარმან [ვახტანგ გურგასაღსო, გვიამბობს იგი] სა  
ზღვარი ქართლისა—ციხე თუხარისი და კლარჯეთი ყოველი, ზღვთგან  
ვიდრე არსიანთამდე, და კვენი, რომელნი მოსდგმანან (var. M მოსდგ  
მენ, B მოსდგანან) ლადოთა“-ო [2, გვ. 119].

ლეონტისა და ჯუანშერის აღნიშნული ცნობების მიხედვით აკად. ივ. ჯა  
ვახიშვილს შემდეგი დასკვნა აქვს გაკეთებული: „ლიხის მთების... გაგრძელებას  
„ლადო“ ერქვა... რომ ლიხის მთა და ლადო ერთმანეთის პირდაპირს გაგრძე  
ლებას შეადგენენ, ერთი უღელტეხილის ნაწილები არიან... რომ ლადოს მთა  
სამცხეში იყო, ოძრეს ქვეყანაში“ [3, გვ. 267—8]. აქვე, ჩვეულებრივი სიფრთხი  
ლით, განსვენებული მკვლევარი დასძენს, რომ „წინააღ-კი, როგორც ჩანს, ლადო  
იწოდება მთა ლიხითგან მოყოლებული ვგონებ არსიანთამდის“-ო.

აკად. ივ. ჯავახიშვილსვე აქვს შენიშნული სუბმატის ნატიანისა და გრ  
გოლ ხანძთელის ცხოვრების ცნობებზე დაყრდნობით, რომ „ლადონი“ სამცხის  
გარდა შავშეთსა და კლარჯეთშიაც ჰრქმევიან მთებს. ბაგრატიანიანთა ისტორი  
კოსი ამბობს:

„ყოუმან ბაღდადეღამან შემუსრნა ციხენი ყოველნი მოვლო შაგმუ-  
თიცა და ლაღონი“-ო [6].

გრიგოლ ხანძთელის ცხოვრებაში კი კლარჯეთის სავანეების ადგილ-სამ-  
ყლოს შესახებ ვკითხულობთ:

„არს იგი [ე. ი. ქუეყანად უდაბნოთად მათ] უგზო და მიუვალ რადთ-  
ურთით სოფლისა წესითა მცხოვრებელთაგან, რამეთუ ლაღოთა მთა-  
თა შინა მალალთა არს მკვდრობად მათი“ [7].

ანდა ხანძთის ბუნების აღწერისას ნათქვამია:

„ხოლო სათესავი ყანად და სათიბელი ქუეყანად რადთურთით არა  
არს, არცა იქმნების ღირლოლოვანთა მათ ფიცხელთა მწუერვალთა  
მათ ლაღოთადსა“ [7, ია 50—51].

როგორც ამ ცნობებიდან ჩანს, „ლაღონი-ლაღოთა“ მთების აღმნიშვნელი  
ხელწოდებაა, რომელსაც სამხრეთ საქართველოს არა მარტო სხვადასხვა კუთ-  
ნაში ვხვდებით, არამედ ერთ-ერთშიაც კი, მის სხვადასხვა ადგილში (შდრ.  
რომანეთს კლარჯეთის შესახებ თქმული ხანძთელის ცხოვრებიდან).

„ლაღონი“—„ლაღოთა“, მთის თუ მთების სახელი, საზოგადო სახელისაგან  
მარმოქმნილი ჩანს. ეს ირკვევა ერთი ძველი ქართული ძეგლიდან, რომელსაც  
„მამათა ცხოვრება“ ეწოდება, სახელდობრ ამ ნაწარმოების იმ რედაქციიდან,  
რომელიც ბერძნულიდან არის ნათარგმნი გიორგი მთაწმიდელის მოწაფის თეო-  
ფანეს მიერ [8]. აქ ერთგან ვკითხულობთ:

„და ვაღნ იგი უვალთა ადგილთა და უკაცურთა და ძნელთა ლა-  
ღოთა და კაპან-კაპანთა“-ო (175 v., b.).

ამ ადგილის შესატყვისი რედაქციულად შემხვედრ ამ ძეგლის სომხურ  
თარგმანში, რომელიც აგრეთვე ბერძნულიდან არის თარგმნილი (1 შემდგენა-  
იდან არის წარმოდგენილი:

«*ბრქერ ზა კანსიხ ს კანმარყარნას სხეჩა, ჰ ფილარჩნ  
ჩაყარა ' ჰ აყარჩხა ს ჰ კაყარა*» [9].

მოყვანილი ადგილები თითქმის სრულიად ხვდებიან ერთმანეთს. ქართულის  
„ვაღნ... ძნელთა ლაღოთა“-ს აქ უდრის *ბრქერ... ჰ ფილარჩნ ჩაყარა' ჰ  
ყარჩხა: ჰ აყარჩხა* გლოსა ჩანს *ჩაყარა*-ისა. რაღაა *ჩაყარა*? პროფ.  
აჭარიანის ეტიმოლოგიური ლექსიკონით *ჩაყარა* სიტყვა, რომლის ეტიმო-  
ლოგია უცნობი ყოფილა, *ჩაყარა*-იდან წარმოქმნილად მიიჩნევა. *ჩაყარა* ძველად  
სახერხელს, ღრუს, ფოსოს, გამოქვაბულს“ ნიშნავდა, ხოლო *-არა* ნაწილაკის დარ-

(1 ბერძნული ტექსტები „მამათა ცხოვრებისა“ Apophthegmata Patrum...—, რომელიც  
Migne-ის გამოცემაში Patr. gr.-ს 65-ე ტომში ყოფილა მოთავსებული (K. Krumbacher  
Geschichte der byzant. Litteratur, II გამ., München 1897, გვ. 188), ვერ შევამოწმეთ, რადგან  
ეს ტომი თბილისში ვერ ვიშოვეთ.



თვით, ე. ი. **ქაყაყარ** ფორმით, — ხვრელს, ნაპრალს, გამოქვამულს — ი [10] დაახლოებით ასეთივე შინაარსისაა **ყაყარს**-იც, რომლის ეტიმოლოგია აგრეთვე მიუკვლეველი ჩანს: „კლდე, ქვიანი ადგილები, მთის გამოშვერილი ნაწილები“ [10, ტ. V]. ამის გამო, მგონია, რომ ზემორე მოყვანილ ტექსტში **ქაყაყარ**-ის გვერდით ნახმარი **ყაყარს** უნდა იყოს პირველის (ე. ი. **ქაყაყარ**-ის) ამხსნელი სიტყვა, რომელსაც შესატყვისი ქართულ ტექსტში არც მოგვაგვს ამგვარად, „ლადო“ აღნიშნავს მთიან ადგილს, ქვიანს, ნაპრალეებიანსა და ღრეებიანს. უღაო ხდება ამასთან ისიც, რომ „ლადონი—ლადოთა“, ჯერ მთის გარკვეული ტიპის აღმნიშვნელი და მერმე საქართველოს გარკვეული მთის სახელი, წარმოქმნილია „ლადო“ სიტყვის საგან.

ლადოსთან ფონეტიკურადა და სემანტიკურად ახლო დგას ზემონი-რული ღრატო ან ღრადო [11] და ლეჩხუმური ღრანტო [12]. სულხან-საბა ორბელიანის ლექსიკონმა არც ღადო და არც ღრატო თუ ღრადო იცის. დ. ჩუბინაშვილის ქართულ-რუსულ ლექსიკონში შესული ღრანტე ღრანტალი კი [13], რომლებიც იმერულ ღრატოს ეხმაურება, ცხადია ღადოსთან ახლო მდგომია.

სხვათა შორის, ღადო-საგან წარმოებული „ლადონ-ლადოთა“-ს მსგავსად ძველ ქართულში გვაქვს ზემოთ **ქაყაყარ**-ის, ე. ი. ღადოს გლოსად ნახმარი **ყაყარს**—პარეხ-ისაგან წარმოქმნილი—„პარეხნი-პარეხთა“-ც.

„პარეხნი-პარეხთა“ ფორმა იხმარება გრიგოლ ხანძთელის ცხოვრებაში აქ ვკითხულობთ:

„როჲმს ხანძთაჲ იქმნა სახელოვან მადლითა... მას ჟამსა მიწათაჲ როჲთ ხანძთაჲდ მოვიდა დიდი მეუღაბნოს მიქელ მამაჲ, რომელი ღადო ემკდრა პარეხთა... და პოვა თავისა თვისისა სამკვდრებელი ბეროთისა პარეხთა...“ [7, ლა 1—5].

ეს სიტყვა იხმარება სერაპიონ ზარზმელის ცხოვრებაშიც:

„მოვიდა მუნით [ოპიზაჲთ] მიქელ და აღაშენა უწყებითა საღმრთოთა თა მცირე ეგუტერი და შესაკრებელი მცირეთა ძმათაჲ ადგილსა კლდოვანსა და უფალსა კაცთაგან, რომელსა პარეხ უწოდიან“ [14].

ამ ადგილის აზრი სულ ნათელი არაა; არ ჩანს, სად მოვიდა მიქელ ფიქრობენ [14, გვ. 114—116], რომ ეს მიქელი იგივეა, რაც ხანძთელის ცხოვრებაში მოხსენებული მიქელი, რომელიც ხანძთის მახლობლად მდებარე ბეროთის პარეხთას მკვიდრობდაო. ვინაიდან „პარეხთა“ ზარზმელის ცხოვრებაში იხსენიება, ამიტომ ვარაუდობენ, რომ აქ ბეროთის პარეხთაზეა საუბარი. თუ რომ დავანებოთ იმის ძიებას, მართლა ერთი და იგივე პიროვნებაა თუ არა ის, რომელიც აქ მოხსენიებულია, მართალია, რასაც თვით ძეგლების მოწმობანი არ უნდა ადასტურებდნენ, ერთი ნათელია: ხანძთელის ცხოვრების „პარეხთა“ გეოგრაფიული სახელია, ხოლო სერაპიონის ცხოვრებისა კი საზოგადო უნდა იყოს რადგან აქ იგი, ან მისი ფუძე, იხმარება არა მრავლობითი რიცხვის ფორმით.





რაც, როგორც ვნახეთ, საგნის სახელთაგან წარმოქმნილ გეოგრაფიულ სახელთათვის დამახასიათებელია, არამედ მხოლოდითი („პარეხ უწოდინ“). ამასთანავე ზარზმელის ცხოვრების „პარეხის“ შემცველი ადგილი, დამოუკიდებლად იმისა, იქნება ის საკუთარი თუ საზოგადო სახელი, საგულისხმოა იმითაც, რომ იქ მოცემულია ამ სახელის მნიშვნელობა: „ადგილი კლდრანი და უვალი კაცთაგან“.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 აკად. ნ. მარის სახელობის ენის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 14.9.1943)

ФИЛОЛОГИЯ

И. В. АБУЛАДЗЕ

К ЗНАЧЕНИЮ ДВУХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИМЕН «ГАДОНИ» И «P.AREXNI»

Наименование гор «Гадони» (род. п. «Гадота»), распространенное, главным образом, в юго-западной Грузии (в Самцхе, Кларджетии, Шавшети) произведено от γαδο (ლადო), которое означает «скалистое, каменистое место с ущельями и пещерами» (= арм. *փայտար*).

Таково же значение и названия «Парехни» (род. п. «Парехта»), встречаемого в тех же местах и имеющего аналогичное образование.

Академия Наук Грузинской ССР  
 Институт языка имени акад. Н. Я. Марра  
 Тбилиси

დამოწმებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ა. შანიძე. ქართული გრამატიკის საფუძვლები, ნაკვ. I, თბ. 1943 წ., გვ. 133, § 171
2. „ანასეული ქართლის ცხოვრება“ თბ. 1942 წ., გვ. 2.
3. ივ. ჯავახიშვილი. ქართველ ერის ისტორია, წიგნი II, გვ. 267.
4. *Ի. Աբուլաძե. Քարթլիս Մեծկերպի կամ Վրաց Պատմության նր նախընթաց* (ქართული სახელწოდებით: «ქართლის ცხოვრების... პარეხის უწოდინის» № 1, ტფილისი 1941 წ. გვ. 31—40.
5. *Համառոտ Պատմության Վրաց, քննախոյ Զուռնչիկի պատմիչ Աննասիկ, 1884 թ.*
6. „სამი ისტორიული ქრონიკა...“ გამოც. ეჭვთ. თაყაიშვილის მიერ, თბ. 1890, გვ. 52.
7. Георгий Мерчули. Жизнь св. Григория Хандзтийского... изд. Н Марра, СПб., 1911, гб, 17—21.
8. საქართველოს მუზეუმის ხელნაწერთა A ფონდი, № 1105. კ. კეკელიძე, ქართული ლიტერატურის ისტორია, ძველი მწერლობა, ტ. I, მეორე გამოც., თბ. 1941, გვ. 223.



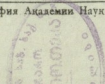
- 9. *„საერო ჰარანგა“* 1643 წ. გამოც. ძ.წ.ა, შდრ. ვენეციის 1855 წ. გამოცემა, II ტ. გვ. 28—29.
- 10. ჯ. მანათიანი. *„ჯაქონის არქაოლოგიური-გრაფიკული“*, ტ. VI.
- 11. ბ. წერეთელი. ხელოვნებადანი ლექსიკონი. „ქართვ. ენათა ლექსიკა“, 1938, გვ. 126.
- 12. მ. ჩიქოვანი, ლექსმწერი ლექსიკონი. პუშკინის სახ. თბილისის სამხატვრო ინსტიტუტის შრომები, I, გვ. 231—259.
- 13. ქართულ-რუსული ლექსიკონი, ხელახლად შემუშავებული დავით ჩუბინოვიძისგან, საბ., 1887 წ., გვ. 1366.
- 14. ბასილი ზარხმელი—ცხოვრება სერაპიონ ზარხმელისა. „ადრინდელი ფოთალური ქართული ლიტერატურა“, ნაკვ. I... კ. ქვექელიძის რედაქციით, თბ. 1935, გვ. 150.

საქართველოს  
 სახელმწიფო  
 ბიბლიოთეკა  
 ილია აბულაძის  
 კოლექცია

Ответственный редактор акад. Н. И. Мухелишвили

Подписано к печати 15.1.44. Печатных форм 6. Авторских форм 8. Колич. тип. вн. в 1 печ. листе 52.000. УЭ 00415. Заказ № 870. Тираж 600 экз.

Типография Академии Наук Грузинской ССР. Тбилиси, ул. А. Церетели, 7





ბუბიანი შვილი. ზოგიერთ სუბალპურ ხეცკენარის ფოთლის ტრანსპირაციის უნარიანობა. . . . . 891

I. Чхубიანი შვილი. Транспирационная способность листьев некоторых субальпийских деревянистых растений . . . . . 895

ბელაშვილი. ვახას ნაკენში ზნაღი ნახშირწყლუბას დინამიკა სათბურში გამოყვანის პერიოდში . . . . . 897

I. Чрелашვილი. Динамика растворимых углеводов в прививках винограда в лозы в условиях тепличной стратификации . . . . . 901

ბეგაშვილი. ორი ახალი სახეობა კავკასიის ფლორისათვის . . . . . 903

K. Макашвили. Два новых вида для флоры Кавказа . . . . . 905

ბიოლოგია—ГЕНЕТИКА—GENETICS

ბიციანი. ზორბლდებში ამორჩევითი განყოფიერების ბიოლოგიური სარგებლიანობის შესწავლისათვის . . . . . 907

A. Ерици. К изучению биологической полезности избирательного оплодотворения у пшениц . . . . . 913

A. Eritzian. On the Biological Usefulness of Selective Fecundation in Wheats 916

ზოოლოგია—ЗООЛОГИЯ—ZOOLOGY

ბოტკობაძე. *Haementeria costata*-ს (Müller) ზორბლდების შესწავლისათვის . . . . 917

H. Кобахидзе. К изучению хоботка у *Haementeria costata* (Müller) . . . . . 920

იბათმცნობა—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—LINGUISTICS

ბონდუა. „ვეფხისტყაოსნის“ ერთი შესავალი სტროფის ლინგვისტური ანალიზისათვის . . . . . 921

D. Bondua. К лингвистическому анализу одной вступительной строфы «Витая в тигровой шкуре» . . . . . 929

ბაბუაძე. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის S-16 სპარსული ხელნაწერის გრამატული ანალიზისათვის . . . . . 931

ბაკარ ხუბუა. О грамматическом анализе персидской рукописи Государственного музея Грузии S-16 (E) . . . . . 932

Bakari Khubua. About the Grammatical analysis of the Persian MS S-16 (E) the State Museum of Georgia . . . . . 934

ფილოლოგია—ФИЛОЛОГИЯ—PHILOLOGY

ბაბუაძე. ორი გეოგრაფიული სახელის მნიშვნელობისათვის [(„ლადონი“ და „პარეხნი“). . . . . 935

B. Абуладзе. К значению двух географических имен «Гадони» и «Parexni» 939



დებულება „საპარტიოლოს სსრ მცენიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერ მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიაც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად დაახლოებით, 6 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თვითშული. ერთი წელიწადი შედგება 10 ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე. ყველა წერალს აუცილებლად უნდა დაერთოს ვრცელი რეზიუმე რუსულ ენაზე, რომელიც შეიძლება შეცვლილი იყოს სრული თარგმანით. წერილებს შეიძლება დაერთოს აგრეთვე რეზიუმე ინგლისურ, ფრანგულ ან გერმანულ ენაზე, ავტორის სურვილის მიხედვით.
5. წერილის მოცულობა, რეზიუმესა და ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 10 გვერდს, ხოლო ძირითადი ქართული ტექსტის მოცულობა— 8 გვერდს.
6. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
7. „მოამბეში“ დასაბჭები წერილები უნდა გადაეცეს რედაქციას; იმ ავტორებისათვის რომლებიც სამეცნიერო აკადემიის ნამდვილი წევრები არიან, რედაქცია განსახილველად მიზლოდ დაბეჭდვის მოარჩევობას. დანარჩენი ავტორების წერილები კი, როგორც წესი, გადაეცემა რედაქციის მიერ სარეცენზიოდ აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან სათანადო დარგის რომელიმე სხვა სპეციალისტს, რის შემდეგ დაბეჭდვის საკითხს გადასწყვეტს რედაქციის კოლეგია.
8. წერილები თავისი რეზიუმით და ილუსტრაციებით წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იქნეს ტექსტში ჩაწერილი ზეღიით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არაფერი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
9. ციტირებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შემოღობილი და გარკვეულ სრული: საჭიროა აღნიშნოს ავტორის სახელი და გვარი, ტომისა, ნაკვეთისა, გვერდებისა და წიგნის სრული სახელწოდებისა, გამოცემის წლისა და აკადემიისა.
10. ციტირებული ლიტერატურის დასაბეჭება ერთეულ წერილს ბოლოში სის სახელი ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სრული მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
11. წერილის ტექსტისა და რეზიუმეს ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ნიშნებზე დასაბეჭება და ადგილიდებარეობა დაწესებულებისა, რომელშიაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
12. ავტორს ეძლევა ერთი კორექტურა გვერდებზე შეკრული მკაცრად განსახილველად ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისათვის კორექტურის წარმოდგენის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს წერილი დაბეჭდოს ავტორის ვიზის გარეშე უდგენლობის შემთხვევაში რედაქციის უფლება აქვს წერილი დაბეჭდოს ავტორის ვიზის გარეშე.
13. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი და ერთი ცალკე ბეჭდვის ნაკვეთისა, რომელშიაც მისი წერილია მოთავსებული.