

1945

524
1945

1-4

524



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

ბოლო VI, № 1

ბოლო VI, № 1

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ VI, № 1

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. VI, № 1

თბილისი 1945 | ТБИЛИСИ
TBILISSI



შინაარსი—СОДЕРЖАНИЕ—CONTENTS

მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

ბ. ვეკუა. ზოგადი სახის წყვეტილ კონფიციენტებიან სინგულარული ინტეგრალური განტოლების შესახებ 3

*Н. П. Векуа. Сингулярное интегральное уравнение общего вида с разрывными коэффициентами 9

ტექნიკა—ТЕХНИКА—TECHNICS

კ. ხუბერიაძე. სითხით ან ფხვიერი სხეულით დატვირთულ დრეკადი გარსის თეორისათვის 11

*К. М. Хуберия. К теории гибких оболочек нагруженных давлением жидких или сыпучих тел 15

კოლოიდური ქიმია—КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ—KOLLOIDAL CHEMISTRY

ბ. კანდელაკი და ლ. ვასილევსკაია. ლაბების მექანიკურ თვისებათა დახასიათების საკითხისათვის 21

*Б. Канделаки и Л. Василевская. К характеристике механических свойств студней 28

გეოლოგია—ГЕОЛОГИЯ—GEOLOGY

მ. გრისთავი. აპტის და ალბის საზღვრის შესახებ დასავლეთ საქართველოში 31

*М. Эристави. О границе апта и альба в Западной Грузии 36

ბოტანიკა—БОТАНИКА—BOTANY

ლევან ჯაფარიძე. ახალი მონაცემები წყალშემცველობის სქესობრივ დიფერენციალის შესახებ მცენარეებში 37

*Л. И. Джапаридзе. Новые данные по половому дифференциалу водосодержания у растений 40

მეჩენველეობა—ПОЛЕВОДСТВО—FARMING

შ. კანიშვილი. სიმინდის მიერ მშრალი ნივთიერების დაგროვების მიმდინარეობა მიწერალური სასუქების სხვადასხვა ფაზებში შეტანისას 43

*ვარსკვლავით აღნიშნული სათაური ეკუთვნის წინა წერილის რეზიუმეს ან თარგმანს.

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

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

Handwritten notes and signatures in the bottom right corner.



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

ბოლო

ტომი VI

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ VI

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. VI

4101



თბილისი 1945 თბილისი
Tbilissi



ნ. ზეკუა

ჯგობადი სახის წყვეტილ კოეფიციენტებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლების შესახებ

როგორც ცნობილია, წყვეტილ კოეფიციენტებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლება, როცა ე. წ. სახასიათო ნაწილი ცალკეა გამოყოფილი, კარგადაა შესწავლილი (იხ., მაგალითად, [1], [2], [3]). წინამდებარე წერილში შესწავლილია წყვეტილ კოეფიციენტებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლება იმ შემთხვევაში, როცა სახასიათო ნაწილი ცალკე არ არის გამოყოფილი.

§ 1. ვთქვათ L აღნიშნავს γ კომპლექსური ცვლადის სიბრტყეზე გლუვ შეკრულ კონტურს⁽¹⁾, რომელიც რაიმე სასრულ მარტივადმზულ D^+ არეს შემოსაზღვრავს. L კონტურზე დადებით მიმართულებად მივიღოთ ის მიმართულება, რომლითაც L -ზე შემოვლის დროს არე D^+ მარცხნივ რჩება. ყველგან ქვემოთ t_0 , t -თი აღნიშნული იქნება L კონტურის წერტილთა აფიქსები.

განვიხილოთ შემდეგი სახის წყვეტილ კოეფიციენტებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლება

$$A_1(t_0) \varphi(t_0) + \sum_{k=1}^s \frac{B_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{D_k(t) \varphi(t) dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K_1(t_0, t) \varphi(t) dt = f_1(t_0), \quad (1, 1)$$

სადაც $A_1(t_0)$, $B_k(t_0)$, $D_k(t_0)$ ($k=1, \dots, s$) მოცემული ფუნქციებია, რომელთაც L კონტურის გარკვეულ a_1, a_2, \dots, a_ν წერტილებზე, რომელთა რიცხვი სასრულია, პირველი გვარის წყვეტა შეიძლება ჰქონდეთ; ამასთან L კონტურის ყოველ ცალკეულ a_α $a_{\alpha+1}$ ($\alpha=1, 2, \dots, \nu$) ($a_{\nu+1}=a_1$) რკალის შიგნით ისინი აკმაყოფილებენ ჰოლდერის პირობას, ხოლო—ლიფშიცის პირობას მის ბოლო წერტილებზე; $K_1(t_0, t)$ და $f_1(t_0)$ აგრეთვე მოცემული ფუნქციებია, რომლებიც ასე წარმოიდგინებინ: $K_1(t_0, t) = \frac{K_0(t_0, t)}{|t_0-t|^\epsilon}$, $f_1(t_0) = \frac{f_0(t_0)}{|t_0-c|^\epsilon}$, როგორც მცირეც არ უნდა იყოს დადებითი რიცხვი ϵ , c აღნიშნავს a_1, \dots, a_ν წერტილებიდან აღებულ ნებისმიერ წერტილს; $K_0(t_0, t)$ და $f_0(t_0)$ აკმაყოფილებენ ჰოლდერის პირობას ყველგან L -ზე; $\varphi(t_0)$ საძიებელი ფუნქციაა, რომელიც აკმაყოფილებს ჰოლდერის

(1) ქვემოთ მიღებული შედეგები ადვილად გადაიტანება იმ შემთხვევაზე, როცა L ერთმანეთის არაგადამკვეთ იმ გლუვ კონტურთა ერთობლიობაა, რომელნიც რაიმე მრავლადმზულ სასრულ არეს შემოსაზღვრავენ.

პირობას ყველგან L -ზე, გარდა, შეიძლება, a_1, a_2, \dots, a_s წერტილებისა, რომელთა მახლობლობაში ადგილი უნდა ჰქონდეს წარმოდგენას⁽¹⁾ $\varphi(t_0) = \varphi_0(t_0) | t_0 - \alpha$, სადაც $0 \equiv \alpha < 1$, $\varphi_0(t_0)$ აქმაყოფილებს ჰოლდერის პირობას ყველგან L -ზე; (1,1) ტოლობის მარცხენა მხარის ჯამში შემავალი ინტეგრალები განიხილება კოშის მთავარი მნიშვნელობის აზრით.

წერტილებს a_1, a_2, \dots, a_s ვუწოდებთ წყვეტის წერტილებს, თუ ყოველ მათგანზე (1,1) განტოლებაში შემავალი მოცემული ფუნქციებიდან ერთი მაინც განიცდის ზემოთაღნიშნული სახის წყვეტას.

ვიგულისხმობთ, რომ ფუნქციები $D_1(t_0), D_2(t_0), \dots, D_s(t_0)$ განსხვავებული არიან ნულისაგან ყველგან L -ზე.

შემოვიღოთ აღნიშვნა: $D_k(t_0)\varphi(t_0) = \rho_k(t_0)$ ($k=1, 2, \dots, s$). აქედან, ცხადია, გვექნება $\varphi(t_0) = \rho_1(t_0)/D_1(t_0) = \rho_2(t_0)/D_2(t_0) = \dots = \rho_s(t_0)/D_s(t_0)$. ამ აღნიშვნის ძალით (1,1) განტოლება ასე შეიძლება გადავწეროთ

$$\frac{A_1(t_0)}{D_1(t_0)} \rho_1(t_0) + \sum_{k=1}^s \frac{B_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{\rho_k(t) dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{K_1(t_0, t) \rho_1(t) dt}{D_1(t)} = f_1(t_0)$$

$$\frac{\rho_1(t_0)}{D_1(t_0)} = \frac{\rho_\alpha(t_0)}{D_\alpha(t_0)} \quad (\alpha=2, 3, \dots, s). \tag{1,2}$$

ამის შემდეგ ცხადია, რომ (1,1) განტოლების ამოხსნის საშუალებით შედგენილი ფუნქციები $\rho_1(t_0), \rho_2(t_0), \dots, \rho_s(t_0)$ წარმოადგენენ (1,2) სისტემის ამოხსნას, და, პირიქით, თუ (1,2) სისტემის ამოხსნაა $\rho_1(t_0), \rho_2(t_0), \dots, \rho_s(t_0)$ ფუნქციები, მაშინ ფუნქცია $\varphi(t_0) = \rho_1(t_0)/D_1(t_0) = \rho_2(t_0)/D_2(t_0) = \dots = \rho_s(t_0)/D_s(t_0)$ წარმოადგენს (1,1) განტოლების ამოხსნას და ამდენად (1,1) განტოლებასა და (1,2) სისტემას შორის დამყარებულია სრული ეკვივალენტობა.

(1,2) სისტემა მატრიცული აღნიშვნის შემოღებით ასე შეიძლება ჩავწეროთ

$$A(t_0)\rho(t_0) + \frac{B(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{\rho(t) dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K(t_0, t)\rho(t) dt = f(t_0), \tag{1,3}$$

სადაც $A(t_0), B(t_0), K(t_0, t)$ შემდეგი s რიგის მატრიცებია

$$A = \begin{vmatrix} A_1/D_1, & 0, & 0, & \dots, & 0 \\ 1/D_1, & -1/D_2, & 0, & \dots, & 0 \\ 1/D_1, & 0, & -1/D_3, & \dots, & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/D_1, & 0, & 0, & \dots, & -1/D_s \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} B_1, & B_2, & \dots, & B_s \\ 0, & 0, & \dots, & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0, & 0, & \dots, & 0 \end{vmatrix}, \quad K = \begin{vmatrix} K_1/D_1, & 0, & \dots, & 0 \\ 0, & 0, & \dots, & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0, & 0, & \dots, & 0 \end{vmatrix},$$

$f(t_0)$ წარმოადგენს s განზომილების ვექტორს, რომლის პირველი კომპონენტია $f_1(t_0)$, ხოლო დანარჩენი კომპონენტები ნულის ტოლია, ρ შემდეგი⁽²⁾ s განზომი-

⁽¹⁾ შემდეგში, როცა ჩვენ ვიტყვი: ფუნქციას აქვს ერთზე დაბალი რიგის წყვეტა კონტურის C წერტილზე, ამით ვიგულისხმებთ, რომ ამ ფუნქციისათვის ადგილი აქვს ასეთ წარმოდგენას.

ლების ვექტორია: $\rho = (\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_s)$ (1,3) განტოლებაში A, B და K მატრიცებში განიხილება, როგორც ვექტორთა წრფივი გარდაქმნის მატრიცები.

თუ ვიგულისხმებთ, რომ $\det(A+B)$ და $\det(A-B)$ განსხვავებულია ნული-საგან ყველგან L -ზე, მაშინ (1,3) განტოლება ისეთი სახის განტოლებაა, რომელიც შესწავლილია შრომაში [2].

განვიხილოთ განტოლება

$$A_1(t_0)\phi(t_0) - \sum_{k=1}^s \frac{D_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{B_k(t)\phi(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K_1(t, t_0)\phi(t)dt = 0. \quad (1,4)$$

ამ განტოლებას ვუწოდებთ (1,1) განტოლების მიკავშირებულ ერთგვაროვან განტოლებას.

განვიხილოთ ახლა (1,3) განტოლების მიკავშირებული ერთგვაროვანი განტოლება (იხ. [2])

$$A'(t_0)\sigma(t_0) - \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{B'(t)\sigma(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K'(t, t_0)\sigma(t)dt = 0, \quad (1,5)$$

სადაც A', B' და K' შესაბამისად A, B და K მატრიცების ტრანსპონირებული მატრიცებია. A, B და K მატრიცების ზემოთ დაწერილ მნიშვნელობათა გათვალისწინებით ეს განტოლება ასე შეიძლება გადავწეროთ

$$A_1(t_0)\sigma_1(t_0) + \sum_{k=2}^s \sigma_k(t_0) - \frac{D_1(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{B_1(t)\sigma_1(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K_1(t, t_0)\sigma_1(t)dt = 0$$

$$\sigma_k(t_0) + \frac{D_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{B_k(t)\sigma_1(t)dt}{t-t_0} = 0 \quad (k=2, 3, \dots, s),$$

სადაც $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_s$ წარმოადგენენ σ ვექტორის კომპონენტებს. თუ ამ სისტემაშიდან გამოვრიცხავთ $\sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_s$ ფუნქციებს, მივიღებთ

$$A_1(t_0)\sigma_1(t_0) - \sum_{k=1}^s \frac{D_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{B_k(t)\sigma_1(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K_1(t, t_0)\sigma_1(t)dt = 0. \quad (1,6)$$

ეს უკანასკნელი კი წარმოადგენს (1,1) განტოლების მიკავშირებულ ერთგვაროვან განტოლებას (იხ. განტოლება (1,4)).

გარდა ამისა, ადვილად მიიღება, რომ (1,6) და (1,5) განტოლებებს აქვთ ერთიდაიგივე რაოდენობა წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნებისა. ასევე ადვილად მიიღება, რომ (1,1) და (1,3) განტოლებების შესაბამ ერთგვაროვან განტოლებებსაც აქვთ ერთიდაიგივე რაოდენობა წრფივად დამოუკიდებელი ამოხსნებისა.

ვინაიდან (1,3) და (1,5) განტოლებები ისეთი სახისაა, როგორც შესწავლილია შრომაში [2], ამიტომ ცხადია, (1,1) განტოლებისათვის და მის მიკავ-

შირებულ ერთგვაროვან (1,4) განტოლებისათვის მოლიანად სამართლიანია ის თეორია, რომელიც მოყვანილია შრომაში [2], თუ (1,1) განტოლების ინდექსად მივიღებთ (1,3) განტოლების (სისტემის) ჯამ ინდექსს (სათანადო კლასებად დაყოფის გათვალისწინებით) (იხ. [2]).

აქვე შევნიშნავთ, რომ ჩვენს მიერ შემოთმობოხოვნილი პირობები $\det(A+B) \neq 0$ და $\det(A-B) \neq 0$ L -ზე ტოლფასია იმისა, რომ გამოსახულებები

$$A_1(t_0) + \sum_{k=1}^s B_k(t_0)D_k(t_0) \text{ და } A_1(t_0) - \sum_{k=1}^s B_k(t_0)D_k(t_0) \text{ არ ისპობოდნენ არსად } L\text{-ზე.}$$

ამის დასამტკიცებლად საკმარისია გამოვთვალოთ $\det(A+B)$ და $\det(A-B)$ იმ შემთხვევისათვის, როცა $s=2$ და $s=3$ და შემდეგ კი ვისარგებლოთ სრული ინდუქციის წესით.

§ 2. განვიხილოთ ახლა შემდეგი ზოგადი სახის წყვეტილ კოეფიციენტებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლება

$$A(t_0)\varphi(t_0) + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{K(t_0, t)\varphi(t)dt}{t-t_0} = f(t_0), \quad (2,1)$$

სადაც $A(t_0)$ და $f(t_0)$ ისეთი სახის მოცემული ფუნქციებია, როგორიც წინა §-ში განხილული $A_1(t_0)$ და $f_1(t_0)$ ფუნქციები; $K(t_0, t)$ აგრეთვე მოცემული ფუნქციაა, რომელსაც L კონტურის გარკვეულ a_1, a_2, \dots, a_n წერტილებზე, რომელთა რიცხვი სასრულია, პირველი გვარის წყვეტა შეიძლება ჰქონდეს. ამისთან ყოველ ცალკეულ $a_\alpha a_{\alpha+1}$ ($\alpha=1, 2, \dots, n$) ($a_{n+1}=a_1$) რკალზე აკმაყოფილებს ლიფშიცის პირობას თითოეული ცვლადის მიმართ, როცა მეორე ცვლადი ნებისმიერად დაფიქსირებულია; $\varphi(t_0)$ საძიებელი ფუნქციაა, რომელიც აკმაყოფილებს ჰოლდერის პირობას ყველგან L -ზე, გარდა, შეიძლება, a_1, a_2, \dots, a_n წერტილებისა, სადაც მას ერთზე დაბალი რიგის წყვეტა შეიძლება ჰქონდეს.

(2,1) სახის განტოლება, როცა მასში შემავალ მოცემულ ფუნქციებს არა აქვთ წყვეტა კონტურზე, კარგად არის შესწავლილი, განსაკუთრებით პროფ. ი. ვეკუას შრომებში (იხ., მაგალითად, [4]). ასევე კარგად არის შესწავლილი ის შემთხვევა, როცა ინტეგრალი ღია წირთა სიმრავლეზე აღებული, შრომებში [5, 6].

ჩვენი მიზანია (2,1) განტოლება, როცა კოეფიციენტები განიცდიან ზემოთაღნიშნული სახის წყვეტას, მივიყვანოთ წინა §-ში განხილულ (1,1) სახის განტოლებამდე.

განვიხილოთ ამისათვის წყვეტის ნებისმიერი წერტილი a და შევადგინოთ ფუნქცია:

$$H(t_0, t) = K(t_0, t) + \beta(t_0) D(t), \quad (2,2)$$

სადაც $\beta(t_0)$ და $D(t)$ ჯერჯერობით უცნობი ფუნქციებია. შევარჩიოთ ეს ფუნქციები ისე, რომ სხვაობა $H(t_0, t) - H(t_0, t_0)$ ისპობოდეს, როცა $t=t_0=a$. ამისათვის კი, ცხადია, უნდა გვქონდეს:

$$\begin{aligned} H(a+0, a-0) - H(a+0, a+0) &= 0 \\ H(a-0, a+0) - H(a-0, a-0) &= 0, \end{aligned}$$



რაც (2,2)-ის ძალით გადავღვს:

$$\begin{aligned} \beta(a+0) [D(a+0) - D(a-0)] &= \gamma_1 \\ \beta(a-0) [D(a+0) - D(a-0)] &= \gamma_2, \end{aligned} \quad (2,3)$$

სადაც

$$\gamma_1 = K(a+0, a-0) - K(a+0, a+0), \quad \gamma_2 = K(a-0, a-0) - K(a-0, a+0).$$

განვიხილოთ ის შემთხვევა, როცა γ_1 და γ_2 ერთდროულად ნულის ტოლი არ არის; თუ γ_1 და γ_2 ერთდროულად ნულის ტოლია, მაშინ სხვაობა $K(t_0, t) - K(t_0, t_0)$ ისპობა, როცა $t=t_0=a$ და, მაშასადამე, ამ შემთხვევაში $H(t_0, t)$ ფუნქციად თვით $K(t_0, t)$ შეგვიძლია მივიღოთ ($\beta=0$ და $D=0$).

ვიგულისხმობთ ჯერჯერობით, რომ γ_1 და γ_2 ორივე განსხვავებულია ნულისაგან.

თუ (2,3) სისტემის პირველი განტოლებიდან განვსაზღვრავთ $D(a+0) - D(a-0)$ -ს და შევიტანთ მეორეში, მივიღებთ

$$\frac{\beta(a-0)}{\beta(a+0)} = \gamma, \quad (2,4)$$

სადაც

$$\gamma = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}.$$

ვინაიდან γ განსხვავებულია ნულისაგან, ამიტომ ის ასე შეიძლება წარმოვადგინოთ $\gamma = e^{2\pi i \mu}$, სადაც μ , საზოგადოდ, კომპლექსური რიცხვია, რომლის არსი ნაწილიც განსაზღვრულია მთელი შესაკრების სიზუსტით.

ავიღოთ D^+ არეში ნებისმიერად დაფიქსირებული წერტილი ζ_0 და განვიხილოთ ფუნქცია $(t_0 - \zeta_0)^\mu$. ეს ფუნქცია (მისი რომელიმე შტო, რომელსაც ჩვენ ნებისმიერად ვირჩევთ) შეგვიძლია განვიხილოთ, ζ_0 -ის, a -ს და ∞ -ის შემადგენლობებელ წირის გასწვრივ გაჭრილ სიბრტყეზე, როგორც ცალსახა ფუნქცია. a წერტილზე მას აქვს პირველი გვარის წყვეტა ფარდობით γ და, მაშასადამე, ფუნქცია $\beta(t_0) = (t_0 - \zeta_0)^\mu$ აკმაყოფილებს (2,4) პირობას.

ვიპოვოთ ახლა $D(t)$ ფუნქცია. (2,3) სისტემის პირველი განტოლება გადავღვს:

$$D(a-0) - D(a+0) = \frac{\gamma_1}{\beta(a+0)}.$$

ცხადია, ამ განტოლებას აკმაყოფილებს ფუნქცია

$$D(t) = -\frac{\gamma_1}{2\pi i \beta(a+0)} \lg(t - \zeta_0),$$

სადაც $\lg(t - \zeta_0)$ (მისი, რომელიმე შტო, რომელსაც ჩვენ ნებისმიერად ვირჩევთ) განიხილება, როგორც ცალსახა ფუნქცია ზემოთხსენებულ გაჭრილ სიბრტყეზე.

გარდა ამისა, ცხადია, რომ ფუნქცია $D(t)$ განსხვავებულია ნულისაგან ყველგან L -ზე, თუ ζ_0 -ს სათანადოდ შევარჩევთ.¹

¹ ამისათვის საკმარისია ζ_0 ისეთნაირად შევარჩიოთ, რომ L კონტურის ნებისმიერი წერტილისათვის $t - \zeta_0 \neq 1$.

ვთქვათ ახლა γ_1 და γ_2 რიცხვებიდან ერთ-ერთი ნულის ტოლია, მაგალითად $\gamma_1=0$, მაშინ ცხადია (2,3) სისტემას დააკმაყოფილებს შემდეგი ფუნქციები:

$$\beta(t_0) = \sqrt{t_0 - \alpha_0} - \sqrt{a + 0 - \alpha_0}, \quad D(t) = \frac{\gamma_2}{4\pi i \sqrt{a + 0 - \alpha_0}} \lg(t - \alpha_0)$$

და ამასთან, ცხადია, $D(t)$ განსხვავებულია ნულისაგან ყველგან L -ზე. ასევე მონახება $\beta(t_0)$ და $D(t)$ ფუნქციები იმ შემთხვევაში, როცა $\gamma_1 \neq 0$ და $\gamma_2 = 0$.

ვთქვათ ახლა $K(t_0, t)$ ფუნქციისათვის L კონტურის წერტილები a_1, a_2, \dots, a_{s-1} ისეთი წერტილებია, რომელთათვისაც შედგენილი γ_1 და γ_2 რიცხვები ერთდროულად ნული არ არის.

განვიხილოთ ფუნქცია

$$K^*(t_0, t) = K(t_0, t) + \sum_{i=1}^{s-1} \beta_i(t_0) D_i(t), \quad (2,5)$$

სადაც $\beta_i(t_0)$ და $D_i(t)$ წყვეტის a_i წერტილისათვის ისეთნაირად შედგენილი ფუნქციებია, როგორც a წერტილისათვის $\beta(t_0)$ და $D(t)$ იყო შედგენილი. ცხადია სხვაობა $K^*(t_0, t) - K^*(t_0, t_0)$ ისპობა, როცა $t = t_0 = a_i$.

თუ (2,5) ტოლობიდან განსაზღვრულ $K(t_0, t)$ ფუნქციას შევიტანთ (2,1) განტოლებაში, მივიღებთ

$$A(t_0)\varphi(t_0) - \sum_{k=1}^{s-1} \frac{\beta_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{D_k(t)\varphi(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{K^*(t_0, t)\varphi(t)dt}{t-t_0} = f(t_0), \quad (2,6)$$

ეს უკანასკნელი კიდევ ასე შეიძლება გადავწეროთ

$$A(t_0)\varphi(t_0) + \sum_{k=1}^s \frac{B_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{D_k(t)\varphi(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_L K_1(t_0, t)\varphi(t)dt = f(t_0), \quad (2,6)$$

სადაც $B_k(t_0) = -\beta_k(t_0)$ ($k=1, 2, \dots, s-1$), $B_s(t_0) = K^*(t_0, t_0)$, $D_s(t_0) = 1$,

$$K_1(t_0, t) = \frac{K^*(t_0, t) - K^*(t_0, t_0)}{t - t_0}.$$

(2,6) განტოლება წარმოადგენს წინა §-ში განხილული სახის განტოლებას, რომელშიაც $D_k(t_0)$ ($k=1, 2, \dots, s$) განსხვავებულია ნულისაგან ყველგან L -ზე.

ამრიგად, თუ გამოსახულებები¹⁾ $A(t_0) + K(t_0, t_0)$ და $A(t_0) - K(t_0, t_0)$ განსხვავებულია ნულისაგან ყველგან L -ზე, მაშინ (1,1) განტოლებისათვის მთლიანად სამართლიანია ის თეორია, რომელიც მოცემულია შრომაში [2].

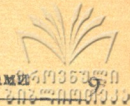
საქართველოს სსრ მეცნიერებთა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 15.12.1944)

¹⁾ ცხადია ადგილი აქვს ტოლობებს: $A(t_0) + K(t_0, t_0) = A(t_0) + \sum_{k=1}^s B_k(t_0) D_k(t_0)$, $A(t_0) - K(t_0, t_0) = A(t_0) - \sum_{k=1}^s B_k(t_0) D_k(t_0)$.



Н. П. ВЕКУА

СИНГУЛЯРНОЕ ИНТЕГРАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ОБЩЕГО ВИДА С РАЗРЫВНЫМИ КОЭФИЦИЕНТАМИ

Резюме

В настоящей заметке рассматривается сингулярное интегральное уравнение с разрывными коэффициентами вида (2,1), где L —простой замкнутый гладкий контур⁽¹⁾, ограничивающий некоторую односвязную конечную область; $A(t_0)$, $K(t_0, t)$ и $f(t_0)$ —заданные на L функции, имеющие, вообще говоря, разрывы первого рода в некоторых точках a_1, a_2, \dots, a_ν границы L , причем они удовлетворяют условию Липшица⁽²⁾ на каждой отдельной дуге $a_\alpha a_{\alpha+1}$ ($\alpha=1, 2, \dots, \nu$) ($a_{\nu+1}=a_1$) по каждому аргументу в отдельности; t_0, t —аффиксы точек кривой L ; $\varphi(t_0)$ —искомая функция, удовлетворяющая условию Hölder'a везде на границе L , кроме, быть может, точек a_1, a_2, \dots, a_ν , где она может иметь разрывы порядка ниже единицы. В уравнении (2,1) интеграл понимается в смысле главного значения по Коши.

Как известно, теория уравнения (2,1) хорошо разработана (см. например [1, 2, 3]) в том случае, когда ядро имеет вид

$$\frac{K(t_0, t)}{t-t_0} = \frac{B(t_0)}{t-t_0} + K^*(t_0, t),$$

причем $B(t_0)$ и $K^*(t_0, t)$ функции типа $A(t_0)$ и $K(t_0, t)$ соответственно.

В настоящей заметке мы обобщаем результаты, полученные в работе [2] на уравнения вида (2,1).

Академия наук Грузинской ССР
Тбилисский Математический Институт
имени А. М. Размадзе

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Д. Гахов. Краевые задачи теории аналитических функций и сингулярные интегральные уравнения (докторская диссертация, рукопись).
2. Б. ვეკუა. წვეტილ კოეფიციენტებანი სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემებში. საქ. სრ. მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. V, № 2, 1944.

⁽¹⁾ Полученные результаты легко переносятся и на тот случай, когда L представляет совокупность простых замкнутых гладких непересекающихся плоских контуров, ограничивающих некоторую связную конечную область.

⁽²⁾ Это требование можно несколько ослабить, но на этом мы не останавливаемся.

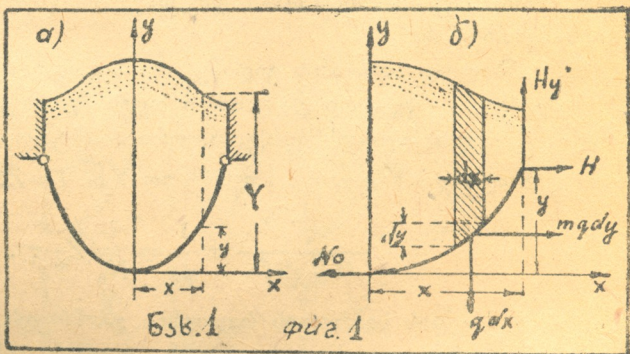
3. დ. კვესელავა. წვეტილ კოეფიციენტებიანი სინგულარული ინტეგრალური განტოლების შესახებ. თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტის შრომები, ტ. 13, 1944
4. И. Н. Векуа. Интегральные уравнения с особым ядром типа Коши. Труды Тбил. Мат. Ин-та, т. X, 1941.
5. Н. И. Мухелишвили и Д. А. Квеселавა. Сингулярные интегральные уравнения с ядрами типа Коши на разомкнутых контурах. Труды Тбил. Мат. Ин-та, т. XI, 1942.
6. Н. И. Мухелишвили. Приложение интегралов типа Коши к одному классу сингулярных интегральных уравнений. Труды Тбил. Мат. Ин-та, т. X, 1941.

კ. ხუბარიანი

სითხით ან ფხვიერი სხეულით დატვირთულ ღრმადი გარსის თეორიისათვის

1. განვიხილოთ ღრეკადი ცილინდრული გარსი დაკიდული ზედა შემქმნელით ხისტ კედლებზე და დატვირთული (ფხვიერი სხეულით) ასეთსავე ცილინდრული ფორმის ამოვსებით (ნახ. 1ა). ნახაზის პარალელური სიბრტყეებით, რომელთა შორის მანძილი b არის, გამოვყოთ გარსის ერთი ზოლი და მივიღოთ იგი როგორც აბსოლუტურად ღრეკადი, უჭიმავი და უწონადი ძაფი.

ამოვსების ზედაპირი განიმარტება ნებისმიერი მრუდის ორდინატებით Y . ძაფის ორდინატები აღენიშნოთ y -ით. როგორც ძაფი, ასევე ამოვსება სიმეტრიულია. ამოვსების წნევა ძაფზე გამოვთვალოთ შემდეგი ჰიპოტეზის მიხედვით: დაუშვათ, რომ ძაფის ყოველ წერტილში მოქმედებს ვერტიკალური წნევა ინტენსივობით $q = \gamma b (Y - y)$, სადაც γ ტვირთის მოცულობითი წონაა და $m q$ ჰორიზონტალური წნევის ინტენსივობა. m —მუდმივი კოეფიციენტია მოცემული ტვირთისთვის (1. გამოვყოთ ძაფის მონაკვეთი მდებარე კოორდინატთა საწყისსა და წერტილს (x, y) შორის (ნახ. 16).



ნახ. 1

ფიგ. 1

ნახატები აღენიშნოთ y -ით. როგორც ძაფი, ასევე ამოვსება სიმეტრიულია. ამოვსების წნევა ძაფზე გამოვთვალოთ შემდეგი ჰიპოტეზის მიხედვით: დაუშვათ, რომ ძაფის ყოველ წერტილში მოქმედებს ვერტიკალური წნევა ინტენსივობით $q = \gamma b (Y - y)$, სადაც γ ტვირთის მოცულობითი წონაა და $m q$ ჰორიზონტალური წნევის ინტენსივობა. m —მუდმივი კოეფიციენტია მოცემული ტვირთისთვის (1. გამოვყოთ ძაფის მონაკვეთი მდებარე კოორდინატთა საწყისსა და წერტილს (x, y) შორის (ნახ. 16).

მასზე მოქმედებს: ამოვსების წნევა, ძაფის დაჭიმულობა კოორდინატთა საწყისში N_0 და (x, y) წერტილში N , რომელიც დაიშლება ჰორიზონტალურ მდგენელად H და ვერტიკალურ მდგენელად Hy' (შტრიხით აღნიშნულია წარმოებულები x -ით), შევადგინოთ ძაფის მონაკვეთის წონასწორობის პირობები

$$H' + m q y' = 0, \tag{1}$$

$$H' y' + H y'' = q. \tag{2}$$

(1) და (2)-ის გარდაქმნის შემდეგ, მივიღებთ რა მხედველობაში, რომ $x=0, y=0, y'=0, H=H_0=N_0, q$ მნიშვნელობის შეტანის და $N_0/\gamma b = \bar{N}_0$ აღნიშვნის შემდეგ, მივიღებთ

(1) როგორც ექსპერიმენტები [1] გვიჩვენებენ, შეიძლება მივიღოთ საკმარისი სიზუსტით $m = t g^2 (\pi/4 - \beta/2)$, სადაც β ამოვსების ბუნებრივი დახრის კუთხეა.

$$\frac{y''}{(1+my'^2)^{3/2}} = \frac{1}{N_0} (Y-y). \quad (3)$$

(3) არის განხილული ძაფის დიფერენციალური განტოლება ახალ ფორმით, რომელიც განსხვავდება ლიტერატურაში მიღებულ ფორმისაგან, იხ. [2].

2. კერძო შემთხვევაში, როდესაც $m=1$, განტოლება (3) მიიღებს სახეს:

$$\frac{y''}{(1+y'^2)^{3/2}} = \frac{1}{\rho_y} = \frac{1}{N} (Y-y), \quad (4)$$

სადაც ρ_y —ძაფის სიმრუდის რადიუსია. ამ შემთხვევას უწოდოთ პირობითი სითხის შემთხვევა, რადგან $m=1$ დროს წნევა ძაფის მართობია, რაც ახასიათებს სითხეს (დაჭიმულობა ძაფის გასწვრივ მუდმივია $N_0=N=\text{const}$); $Y \neq \text{const}$. რეალური სითხისთვის შეუძლებელია (მხედველობაში გვაქვს საკუთარ წონათა არე). თუ პირობას $m=1$ დაუშვებთ პირობას $Y=\text{const}$. მივიღებთ სითხის შემთხვევას.

3. განხილულ ამოცანის გადაწყვეტა ზოგადი შემთხვევისათვის, როდესაც $m \neq 1$, შეიძლება ადვილად დაყვანილი იყვეს შემთხვევაზე $m=1$. ამისათვის საკმარისია შეცვლილი იყვეს ვერტიკალური მასშტაბი, სახელდობრ, შემოვიღოთ ახალი ცვლადი $z = \sqrt{m} y$, და აღვნიშნოთ $\sqrt{m} Y = Z$; (3) მიიღებს სახეს

$$\frac{z''}{(1+z'^2)^{3/2}} = \frac{1}{\rho_z} = \frac{1}{N_0} (Z-z), \quad (3')$$

სადაც ρ_z z მრუდის სიმრუდის რადიუსია. z -ს მრუდს დაყვანილ ძაფს უწოდებთ, Z -ს კი—ამოვსების დაყვანილ ზედაპირს. როგორც სჩანს, (3') მე-(4)-ის იდენტურია.

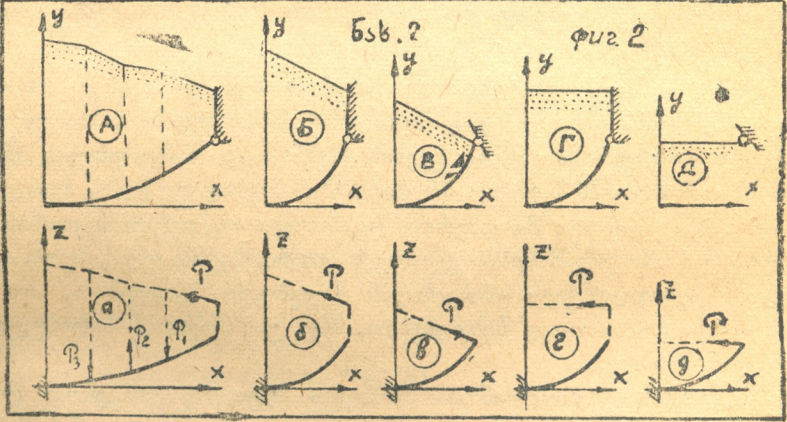
4. განვიხილოთ შემთხვევა $m=1$, იხ. (4). მოვათავსოთ მუდმივი კვეთის დრეკადი ღერო იმავე კოორდინატთა სისტემაში და შევადაროთ ძაფს. დრეკად ღეროს დატვირთვა მივიღოთ ისე, რომ M მღუნავ მომენტის სიდიდე ყოველ წუთში იყოს შონაკვეთ $Y-y$ -ის პროპორციული, ე. ი. $M=Q(Y-y)$, სადაც Q ძალის განზომილების მქონე კოეფიციენტია. ღეროს გაღუნულ ღერძის განტოლება მიიღებს სახეს

$$\frac{1}{\rho} = \overline{Q}(Y-y), \quad (5)$$

სადაც ρ ღეროს ღერძის სიმრუდის რადიუსია; $\overline{Q} = Q/EJ$, EJ —ღეროს სიხისტეა. როგორც ვხედავთ, განტოლებები (5) და (4) იდენტურებია. თუ ძაფისა და ღეროსათვის საერთო სიგრძეს და საერთო მოსაზღვრე პირობებს მივიღებთ და აგრეთვე შესაბამად გაუტოლებთ განტოლებების კოეფიციენტებს $1/\overline{N} = \overline{Q}$, ძაფი და ღეროს გაღუნული ღერძი მთლიანად შეთავსდებიან. ამგვარად, ჩვენ მიერ დამტკიცებულია ანალოგია ჰიდროსტატიურ წნევით დატვირთულ ძაფისა და დრეკად ღეროს შორის ღუნვის დროს.

5. ვინაიდან ძაფის ფორმა $m \neq 1$ შემთხვევისთვის განსხვავდება ძაფის ფორმისგან, როდესაც $m=1$, მხოლოდ ვერტიკალური მასშტაბით, ღეროსა და ძაფის ანალოგია შეიძლება გავრცელდეს აგრეთვე იმ შემთხვევაზე, როდესაც ძაფი დატვირთულია ფხვიერი ტანით. მაგრამ ამ შემთხვევაში ღეროს გაღუნულ ღერძთან უნდა შეთავსდეს არა მოცემული ძაფი y ორდინატებით, არამედ დაყვანილი z ორდინატებით. ამგვარად, ანალოგიით სარგებლობის დროს დრეკადი ღეროს ტვირთი ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ ღეროს დიდი გადაადგილებათა დროს მიღებული მღუნავი მომენტების ეპიურა მთლიანად შეთავსდეს ამოვსების დაყვანილ კონფიგურაციასთან. ასეთ ტვირთს ღეროზე უწოდოთ ეკვივალენტური. ამოვსების მოცემულ კონფიგურაციის მიხედვით იგი მოიძებნება ელემენტარული წესით.

6. თუ ხაზი Y სწორია ან ტეხილი, ეკვივალენტური ტვირთი დაიყვანება შეყურსულ ძალებზე. ზოგაერთი მაგალითები მოყვანილია მე-2 ნახაზზე.



მე-2 ნახაზის ზედა რიგი შეესაბამება ძაფს, ქვედა—ღეროს. ქვედა რიგის სქემებზე პუნქტირით მოყვანილია ამოვსების დაყვანილი ზედაპირი. იმისთვის, რომ მღუნავი მომენტების ეპიურა მთლიანად დაემთხვეს ამოვსების დაყვანილ კონფიგურაციას, საჭიროა, რომ ძაფის და ღეროს დიფერენციალური განტოლებების კოეფიციენტები გაუტოლდეს ერთმანეთს. ასე, მაგალითად, (r) და (g) შემთხვევაში ნახ. 2 ღეროს განტოლების კოეფიციენტი იქნება $P/EJ = \bar{P}$; მივიღებთ: $\bar{P} = 1/\bar{N}_0$.

7. აქამდის ჩვენ ვიხილავდით ცილინდრულ გარსის ელემენტს და ამიტომ გვქონდა $b = \text{const}$. წარმოვიდგინოთ ახლა უფრო ზოგადი შემთხვევა, როდესაც ძაფის დატვირთვის ზოლის სივანე არის x -ის ნებისმიერი ფუნქცია, ე. ი. $b = b_k \psi(x)$ სადაც b_k არის გამოყოფილ ზოლის სივანე რომელიმე k წერტილში; $\psi(x)$ უზომო სიდიდეა. ამ შემთხვევაში $q = \gamma b_k \psi(x) (Y - y)$, $N_0/\gamma b_k = \bar{N}_0$, (3') მისაღებად შესრულებული მოქმედებების განმეორების შემდეგ მივიღებთ (3')-ის მაგიერ

$$\frac{1}{\rho_s} = \frac{1}{N_0} \psi(x) (Z - z). \quad (6)$$

თუ შევადარებთ განხილულ ძაფს z ცვალებად კვეთის დრეკად ღეროს, დატვირთულს ისე, რომ მღუნავი მომენტი M იცვლებოდეს x ღერძის გასწვრივ მონაკვეთ $Z - z$ პროპორციულად ე. ი. $M = Q (Z - z)$ და ღეროს სიხისტის შექცეული სიდიდე κ , x ღერძის გასწვრივ, $\psi(x)$ პროპორციულად ე. ი. $1/EJ = 1/EJ_k \cdot \psi(x)$ (EJ_k — სიხისტე ღეროს k წერტილში), ღეროს გაღუნული ღერძის დიფერენციალური განტოლება იქნება

$$\frac{1}{\rho} = \bar{Q} \psi(x) (Z - z), \quad (7)$$

სადაც ρ ღეროს ღერძის სიმრუდის რადიუსია, $\bar{Q} = Q/EJ_k$. (7) და (6) იდენტურია. ღეროს გაღუნული ღერძი და დაყვანილი ძაფი შეიძლება საესვებით შეთავსდეს, თუ მათ სიგრძეებს და მოსაზღვრე პირობებს გაუტოლებთ ერთმანეთს და აგრეთვე დაუშვებთ: $\bar{Q} = 1/\bar{N}_0$.

8. მოქნილი ძაფები დატვირთული სითხით ან ფხვიერი სხეულით და დრეკადი ღერო ღუნვისა ან დიდი გადაადგილების შემთხვევაში განხილული არიან არსებულ ლიტერატურაში განცალკევებით. ჩვენ მიერ დამყარებული ანალოგია აერთებს ამ ორ საკითხს საერთო პრობლემების სახით და ნებას გვაძლევს გავაერთიანოთ ლიტერატურაში დაგროვილი მასალა თვითეულ საკითხის ირგვლივ. მიღებული ანალოგია ნებას გვაძლევს ვისარგებლოთ მოცემული ძაფისათვის ღეროს ეკვივალენტურ ამოცანიდან მიღებული შედეგებით, თუ ასეთი უკვე არსებობს, და აგრეთვე შებრუნებით, ანუ, გამოვიყენოთ მიღებული შედეგები ორივე ნიზნისათვის.

9. ანალოგიის სამართლიანობა შეიძლება ადვილად ვუჩვენოთ ლიტერატურაში არსებულ მასალის მიხედვით. შევადაროთ, მაგალითად, პარამეტრული განტოლებანი მიღებული კისელიოვის მიერ წყლით დატვირთულ ღარისთვის, ღეროს გაღუნული ღერძის განტოლებას გრძივი ღუნვის დროს, რომელიც მოყვანილია სიკორსკის შრომაში⁽¹⁾. ფორმულების შედარება მოსახერხებელია, ვინაიდან ორივე ავტორი ერთნაირად მიმართულ კოორდინატთა სისტემით სარგებლობს. ჩვენ ვრწმუნდებით დაპირისპირებულ განტოლებათა იდენტურობაში, რასაც მოითხოვს ანალოგია. ზემოთ მითითებული ღარის განტოლებანი გარეგნულად განსხვავდებიან ღეროს ღერძის განტოლებიდან, რომლებიც მიღებული აქვს თავის შრომაში აკად. ა. ნ. კრილოვს⁽²⁾. ის სარგებლობს ღეროს ღერძის კოორდინატებით, სიგრძესთან შეფარდებით და მიღებული აქვს კოორდინატთა ღერძების სხვა მიმართულება. მივიღებთ რა ზემომოყვანილ გარემოებას მხედველობაში, ჩვენ დავრწმუნდებით დაპირისპირებულ განტოლებათა იდენტურობაში.

⁽¹⁾ იხ. [2], გვ. 64 განტოლება (6,3) და [5], გვ. 71 განტოლება (4), (3).

⁽²⁾ იხ. [6], გვ. 972, განტოლება (1).

10. უფრო ზოგადი ამოცანა დრეკადი ლეროს ლუნვაზე (ნახ. 26) გადაწყვეტილი აქვს ა. მ. ჟურავსკის [8]. იგი შეიძლება იყოს გამოყენებული ნახ. 25 ნაჩვენებ ბუნკერისთვის. კერძოდ, ძელის ლერძის პარამეტრული განტოლებები⁽¹⁾ განმარტავენ ბუნკერის დაყვანილ მოხაზულობას მოცემულ ამოვსების ზედაპირისთვის.

11. ჰიდროსტატიურ წნევის ქვეშ მყოფ ძაფის ფორმისა და დრეკადი წირის (ელასტიკის) ნათესაობის შესახებ წინადაც იცოდნენ, ამის შესახებ გაკვირით ნათქვამია [3] და [4]-ში. მაგრამ იმას, თუ რამდენად სუსტად იყო განვითარებული ეს იდეა, მოწმობს თუნდ Schjödtt-ის შრომა. მართლაც ანალოგია იმ ფორმით, როგორც ჩვენ მიერ არის წარმოდგენილი, გვაძლევს ნებას, რომ განვსაზღვროთ ღარის ფორმა და ჰინვა უშუალოდ, ყოველივე შრომის შემწეობით ლეროების გრძელ ლუნვაზე, სადაც კი გათვალისწინებულია სიმრუდის ზუსტი გამოსახულება. ამრიგად, ანალოგიის თვალსაზრისით ზედმეტი არის მთელი ანალიზი მოყვანილი Schjödtt-ის შრომაში. იგივე შეიძლება ითქვას [3]-ის შესახებ. ჩვენი მიზანი მდგომარეობდა იმაში, რომ გამოგვეთქვა ანალოგია ზოგადი შემთხვევისთვის და გაგვევრცელება იგი ფხვიერი სხეულის შემთხვევაზე პრაქტიკულად ღირსშესანიშნავ კერძო შემთხვევებისთვის კონკრეტიზაციით, გამოგვეყენებია როგორც თეორეტიული განზოგადოებისა, ასევე პრაქტიკული ანგარიშებისთვის. ზემომოყვანილის გარდა, ჩვენ მიერ გადაწყვეტილია რამდენიმე ამოცანა [7] დრეკადი გარსების სითხით ან ფხვიერი ტანის დატვირთვისათვის, რომლებიც უფრო ზოგად შემთხვევებს წარმოადგენენ, ვიდრე განხილული ლიტერატურაში [3, 4, 2], და აგრეთვე ახალი ამოცანები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ანტისეისმური მშენებლობის ბიურო
 და თბილისის ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის
 სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 12.7.1944)

ТЕХНИКА

К. М. ХУБЕРЯН

К ТЕОРИИ ГИБКИХ ОБОЛОЧЕК НАГРУЖЕННЫХ ДАВЛЕНИЕМ ЖИДКИХ ИЛИ СЫПУЧИХ ТЕЛ

1. Рассмотрим гибкую цилиндрическую оболочку, подвешенную за верхние образующие к жестким стенкам, с засыпкой также цилиндрической формы (фиг. 1а).

Двумя плоскостями, параллельными плоскости чертежа, с расстоянием между ними b , выделим полосу оболочки и примем ее за абсолютно гиб-

⁽¹⁾ იხ. [8], გვ. 207 განტ. (68), (69).



кую нерастяжимую невесомую нить. Пусть поверхность засыпки определяется произвольной кривой с ординатами Y ; ординаты нити обозначим через y . Как нить, так и засыпку считаем симметричной. Давление засыпки на нить подчиняем следующей гипотезе: считаем, что в каждой точке нити действует вертикальное давление, интенсивностью $q = \gamma b(Y - y)$, где γ — объемный вес засыпки, и горизонтальное давление, интенсивностью mq , где m постоянный для данной засыпки коэффициент¹. Выделим участок нити, заключенный между началом координат и точкой (x, y) (фиг. 1 б). К нему приложены: давление засыпки, натяжение нити в начале координат N_0 , и N в точке (x, y) , которое разложим на горизонтальную составляющую H и вертикальную составляющую, равную H_y' (штрихами везде обозначены производные, взятые по x). Запишем условия равновесия отрезка нити, в дифференциальной форме:

$$H' + mqy' = 0, \quad (1) \quad H'y' + Hy'' = q. \quad (2)$$

Произведя некоторые преобразования над (1) и (2), учтя что при $x=0, y=0, y'=0, H=N_0$, подставив значение q и введя обозначение $N_0/\gamma b = \bar{N}_0$, получим:

$$\frac{y''}{(1 + my'^2)^{3/2}} = \frac{1}{\bar{N}_0}(Y - y). \quad (3)$$

(3) является дифференциальным уравнением рассматриваемой нити в новой форме, отличной от той, которая имеется в литературе [2].

2. В частном случае $m=1$ уравнение (3) примет вид:

$$\frac{y''}{(1 + y'^2)^{3/2}} = \frac{1}{\rho_y} = \frac{1}{N}(Y - y), \quad (4)$$

где ρ_y — радиус кривизны нити. Этот случай назовем случаем условной жидкости, так как при $m=1$ давление становится нормальным к нити, что свойственно жидкости (натяжение становится по длине нити постоянным: $N_0=N=\text{const.}$), однако $Y \neq \text{const.}$ для реальной жидкости невозможно (подразумевается поле силы тяжести). Если к условию $m=1$ добавить условие $Y=\text{const.}$, то получим случай жидкости.

3. Решение рассматриваемой задачи в общем случае $m \neq 1$ легко свести к решению задачи при $m=1$. Для этого достаточно изменить вертикальный масштаб, а именно, ввести новую переменную $\chi = \sqrt{m} y$ и обозначить $\sqrt{m} Y = Z$. Тогда (3) примет вид:

$$\frac{\chi''}{(1 + \chi'^2)^{3/2}} = \frac{1}{\rho_\chi} = \frac{1}{\bar{N}_0}(Z - \chi), \quad (3')$$

¹ Как показали эксперименты [1], с достаточной точностью можно принять $m = \tan^2(\pi/4 - \beta/2)$, где β — угол естественного откоса засыпки.

где ρ_s —радиус кривизны кривой χ , которую назовем приведенной нитью, а Z —приведенная поверхность засыпки. Как видим, (3') идентично (4).

4. Обратимся сперва к случаю $m=1$, см. (4). Если поместить в ту же систему координат и сопоставить с нитью тонкий упругий стержень постоянного сечения, нагруженный таким образом, что величина изгибающего момента M в каждой точке стержня получается пропорциональной отрезку $Y-y$, т. е. $M=Q(Y-y)$, где Q —коэффициент, имеющий размерность силы, то уравнение изогнутой оси стержня будет иметь вид:

$$\frac{1}{\rho} = \bar{Q}(Y-y), \quad (5)$$

где ρ —радиус кривизны оси стержня; $\bar{Q}=Q/EJ$, EJ —жесткость стержня. Как видим, (5) и (4) идентичны. Если для нити и для стержня принять одинаковую длину, одинаковые граничные условия и приравнять друг к другу коэффициенты их уравнений: $1/\bar{N} = \bar{Q}$, то нить и изогнутую ось стержня можно полностью совместить. Таким образом, нами установлена аналогия между гибкой нитью, нагруженной гидростатическим давлением, и тонким упругим стержнем при изгибе.

5. Поскольку форма нити в случае $m \neq 1$ отличается от формы нити при $m=1$ лишь вертикальным масштабом, аналогию между стержнем и нитью можно распространить и на случай, когда нить нагружена сыпучим телом. Но в этом случае с изогнутой осью стержня нужно сопоставлять и совмещать не заданную нить с ординатами y , а приведенную, с ординатами χ . Итак, при пользовании аналогией, нагрузку для упругого стержня необходимо подбирать таким образом, чтобы получающаяся при больших перемещениях стержня эпюра изгибающих моментов в точности совпадала с приведенной конфигурацией засыпки загрузающей нить. Такую нагрузку на стержень будем называть эквивалентной. По заданной конфигурации засыпки она отыскивается элементарными приемами.

6. Если линия Y прямая или ломанная, то эквивалентная нагрузка сводится к сосредоточенным силам. Некоторые примеры представлены на фиг. 2. Верхний ряд схем фиг. 2 относится к нити, нижний ряд к стержню. На схемах нижнего ряда пунктиром нанесена приведенная поверхность засыпки. Для полного совпадения эпюры изгибающих моментов с приведенной конфигурацией засыпки, как указывалось, необходимо приравнять друг к другу коэффициенты дифференциальных уравнений стержня и нити. Например, в случае (г) или (д) фиг. 2, коэффициент уравнения стержня будет $P/EJ = \bar{P}$; получим: $\bar{P} = 1/\bar{N}_0$.

7. До сих пор мы рассматривали элемент цилиндрической оболочки и, поэтому, имели $b = \text{const}$. Можно представить и более общий случай, когда ширина полосы загрузающей нить является произвольной функцией



x , т. е. $b = b_k \psi(x)$, где b_k —ширина полосы в некоторой точке k нити; $\psi(x)$ —безразмерная величина. В этом случае $q = \gamma b_k \psi(x) (Y - y)$, $N_0 / \gamma b_k = \bar{N}_0$. Произведя действия, аналогичные тем, которые привели к (3'), получим вместо (3')

$$\frac{1}{\rho_z} = \frac{1}{\bar{N}_0} \psi(x) (Z - \zeta). \quad (6)$$

Если сопоставить с приведенной нитью ζ тонкий упругий стержень переменного сечения, нагруженный таким образом, что величина изгибающего момента M меняется вдоль оси x пропорционально отрезку $Z - \zeta$ т. е. $M = Q (Z - \zeta)$, и если обратная величина жесткости стержня меняется вдоль оси x пропорционально величине $\psi(x)$, т. е. $1/EJ = 1/EJ_k \psi(x)$ (EJ_k значение жесткости в точке k стержня), то дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня будет:

$$\frac{1}{\rho} = \bar{Q} \psi(x) (Z - \zeta), \quad (7)$$

где ρ —радиус кривизны оси стержня, $\bar{Q} = Q/EJ_k$. (7) и (6) идентичны. Изогнутую ось стержня и приведенную нить можно полностью совместить, если их длины и граничные условия принять одинаковыми и положить: $\bar{Q} = 1/\bar{N}_0$.

8. Гибкие нити, нагруженные жидким или сыпучим телом, и упругие стержни при изгибе и больших перемещениях в литературе рассматривались обособленно. Установленная нами аналогия сливает эти два вопроса в общую проблему и позволяет объединить материал, накопленный в литературе по каждому из них. Аналогия позволяет заимствовать для заданной нити готовое решение эквивалентной задачи стержня, если таковое имеется, и наоборот, а также использовать двояким образом новые результаты.

9. За аналогией легко проследить по имеющемуся в литературе материалу. Сопоставим, например, параметрические уравнения, полученные В. А. Киселевым для гибкого лотка, заполненного жидкостью, с уравнениями изогнутой оси стержня при продольном изгибе, приведенными в книге Ю. С. Сикорского⁽¹⁾. Удобно сравнивать именно эти формулы, поскольку оба автора располагают координатные оси одинаковым образом. Убеждаемся в идентичности сопоставленных уравнений, что и требуется аналогией. Указанные уравнения лотка внешне отличаются от уравнений оси стержня, полученных в работе акад. А. Н. Крылова⁽²⁾, у которого применены координаты оси стержня, отнесенные к длине оси и принято иное расположение координатной системы. Внося соответствующие изменения, убеждаемся в идентичности сравниваемых уравнений.

⁽¹⁾ См. [2], стр. 64, ур-ния (6,3) и [5], стр. 71, ур-ния (4), (3).

⁽²⁾ См. [6], стр. 972, ур-ния (1).



10. Решение более общей задачи изгиба упругого стержня (фиг. 2 б) находим в книге А. М. Журавского [8]. Оно может быть использовано для бункера фиг. 2 Б. В частности, параметрические уравнения оси стержня¹ определяют приведенное очертание бункера при рассматриваемой поверхности засыпки.

11. О родстве между формой нити, находящейся под гидростатическим давлением и упругой линией (эластикой) было известно и раньше. О нем вскользь упоминается в [3] и [4]. Однако о том, насколько слабо была развита эта идея, свидетельствует хотя бы та же статья Schjöd't'a. В самом деле, аналогия, в том виде как она нами предложена, позволяет определить форму и натяжение лотка непосредственно, с помощью любой работы по продольному изгибу стержней, учитывающей точное выражение кривизны. Следовательно, в свете аналогии оказывается излишним анализ, составляющий содержание статьи Schjöd't'a. Это можно отнести и к [3]. Наши цели заключались в формулировании аналогии для общего случая, в распространении ее на случай сыпучего тела, в конкретизации ее для практически важных частных случаев и в ее использовании для теоретических обобщений и практических расчетов. Наряду с этим, нами решены некоторые задачи [7] гибких оболочек нагруженных жидким или сыпучим телом, более общие по сравнению с рассмотренными в литературе [3, 4, 2], а также новые задачи.

Академия Наук Грузинской ССР
Республиканское бюро антисейсмического
строительства
и Тбилисский Научно-исследовательский
институт Сооружений и Гидроэнергетики.

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Н. Аистов. Испытание статической нагрузкой строительных конструкций, их элементов и моделей. М.-Л., 1938, отд. III, § 5.
2. В. А. Киселев. К вопросу определения очертания подвесных цилиндрических бункеров и гидротехнических каналов. «Инженерный сборник», том I, вып. 1, АН СССР, М.-Л., 1941.
3. L. Genevois. Forme rationnelle des grosses conduites. Le Génie Civil, Tome XCV, № 5, 3 Août 1929.
4. R. Schjöd't. Der vollkommen biegsame Faden unter hydrostatischem Druck. ZAMM, Heft 2, April, 1938.
5. Ю. С. Сикорский. Элементы теории эллиптических функций с приложениями к механике. М.-Л., 1936.

¹ См. [8], стр. 207, ур-ния (68), (69).



6. А. Н. Крылов. О формах равновесия сжатых стоек при продольном изгибе. «Известия АН СССР», VII серия ОМОН, № 7, 1931.
 7. К. М. Хуберян. Теория и расчет гибких оболочек, нагруженных давлением жидких или сыпучих тел. Научно-технический отчет ТНИСГЭИ за 1943 и 1944 г.г.
 8. А. М. Журавский. Справочник по эллиптическим функциям. АН СССР, М.-Л., 1941.
-



ბ. კანდელაკი და ლ. ვასილევსკაია

ლაბების მექანიკურ თვისებათა დახასიათების საკითხისათვის

ტიქსოტროპია და პლასტიკურობა

იზოთერმულად მიმდინარე შექცევად ზოლ-გელ გარდაქმნას, როდესაც გელი გარდიქმნება ზოლში, მაგალითად, შენჯღრევის მიზეზით და შემდგომ წყნარად დგომისას ისევ გელად იქცევა, უწოდებენ ტიქსოტროპიას. მაგრამ ტიქსოტროპია შეგვიძლია უწოდოთ არა მხოლოდ ასეთ მკაფიოდ გამოსახულ გარდაქმნას მყარი მდგომარეობის თხიერში და შებრუნებით, არამედ, საზოგადოთ, სიბლანტის შექცევად ცვლებას მექანიკური ზექმედების დროს.

მყარი სხეულის თვისება, განსაზღვრულ პირობებში შეიცვალოს ფორმა და შემდგომ შეინარჩუნოს ახალი ფორმა ისე, რომ შესაძლებელი არ დაირღვეს კავშირი დეფორმირებული შემადგენელ სხეულის პატარა ნაწილებს შორის, არის პლასტიკურობა. ყველა მყარი სხეულები შეიძლება განსაზღვრულ პირობებში გადავიყვანოთ პლასტიკურ მდგომარეობაში, რომელშიც ისინი იცვლიან თავის სახეს, ან, როგორც ამბობენ, დენადობენ. ტექნიკური ლითონების ამ თვისებას პლასტიკურ მდგომარეობაში ფორმა შეიცვალონ ისე, რომ არ გადატყდნენ, ეყრდნობა ტექნიკისათვის ფრიად მნიშვნელოვანი მათი დამუშავება: წნეხვით, გაგლინვით, გაწეხვით, ჰედვით, ლუნვით და სხვ. [1]. ამ თვისებასვე დიდი მნიშვნელობა აქვს კერამიკულ წარმოებაში, საალმშენებლო გრუნტების კვლევა-ძიებაში და სხვ.

ჩვენ ცოდნა პლასტიკურობისა კარგად დასურათებულია ევალდის მიერ [1]. „ჩვენ კიდევ ბევრი რამ გვაკლია პლასტიკურ მოვლენებში გარკვევისათვის მონოკრისტალებში: გავლენა სისწრაფის, დასვენების, სიმაგრეზე და რეკრისტალიზაციაზე სულ მცირეოდენი მინარევების ძლიერი ზეგავლენა, — ყველაფერი ეს კიდევ დიდხანს წამოჭრის მრავალრიცხოვან ამოცანებს თეორეტიკოსი — მკვლევარის და ექსპერიმენტატორის წინაშე“. ცხადია, რომ პლასტიკური მოვლენების ბუნების გამორკვევიდან მონოკრისტალებშიც კი ძალიან შორს ვართ, და მრავალკრისტალიან ნაწარმებზე ხომ სულ ტოტა რამ გვეთქმის.

ტიქსოტროპულ და პლასტიკურ მოვლენათა კავშირზე მიუთითებენ ბევრნი, მაგალითად, Freundlich-ი და Juliusburger-ი [2]. Mc Millen-ი უფრო მკაფიოდ ლაპარაკობს: „ორფაზიანი სისტემის ტიქსოტროპია და პლასტიკურობა არიან განუყოფელი ტყუპი — ფენომენები, რომლებსაც აქვთ ერთნაირი საწყისი“ [3]. Wincler-ი [4] ასაბუთებს მიზეზობრივ დამოკიდებულებას იმ ფაქტით, რომ ნივთიერებათა მთელი რიგი, მაგალითად, კვარცის, მინდვრის შპატის და ფლუორ-შპატის ფხვნილები იჩენენ ტიქსოტროპიას სწორედ იმ გარემოში (ბენძოლი,

ჰექსანი, პებტანი, ორქლონახშირბადი), სადაც ისინი პლასტიკური არიან. წინაპირობად ორივე მოვლენისათვის სთვლის მასის უნარს შებოჭოს, დააბას სითხე თავისი ზედაპირით; რაც უფრო ძლიერია ეს თვისება, მით უფრო მკაფიო არის ტექსოტროპია და პლასტიკურობა. ორივე მოვლენა დამოკიდებულია ნივთიერების და გარემოს, ე. ი. მინერალის და სითხის ბუნებიდან, სინჯის დისპერსობის ხარისხიდან და ელექტროლიტის შემცველობიდან.

შემთხვევითი არ არის, რომ რიგი ავტორებისა ყურადღებას ამახვილებენ ტექსოტროპიაზე და პლასტიკურობაზე ერთდროულად. ჩვენ გვგონია, წარმოდგენა ტექსოტროპიაზე და, საზოგადოთ, ლაბის წარმოქმნაზე უკანასკნელ დრომდე რომ არ ყოფილიყო ბურუსით მოცული, შესაძლებელი იქნებოდა ტექსოტროპიის და პლასტიკურობის შორის არა მარტო მიზეზობრივი კავშირის დადგენა.

ჩვენ გვინდა ვცადოთ, გამოვძინარე ჩვენი წარმოდგენიდან ლაბისებური მდგომარეობის ბუნებაზე, დაუკავშიროთ ერთმანეთს ტექსოტროპია და პლასტიკურობა. ჯერ კიდევ 1937 წ. ჩვენ მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ ლაბები დაგვენა-წილებინა ჰემმარიტ და ცრულაბებზე, ე. ი., სტრუქტურული სიბლანტით და უამისოდ, ანუ ორგანიზებული ჩონჩხით და უამისოდ, ან, რაც იგივეა, ელასტიკურ და პლასტიკურ სისტემებზე. პირველებში მყარი მდგომარეობა შედეგია ძირითადად იმისი, რომ არის შედარებით თხელკედლიანი ჩონჩხი წარმოქმნილი მყარი ფაზის წილაკებისაგან; მეორეებში კი შედეგია არა მყარი ფაზის წილაკების ორგანიზებულად განლაგებისა, არამედ მოცულობითი კონცენტრაციის ზრდისა იმ მიზეზით, რომ დიდი რიცხვი მყარი ნაწილაკებისა სოლვატირებულია თხიერი გარემოს მოლეკულებით. ჩვენი გადმოცემა 1937 წ. იყო შემდგომი: „მკაფიოდ გამოსახული ელასტიკური ელატინის ლაბს ჩვენ ვღებულობდით, როდესაც სისტემა თავისთავად ცივდებოდა ოთახის ტემპერატურამდე, და არ ვღებულობდით ასეთს სწრაფი გაცივებისას ზოლისა ან გაცივებასთან ერთდროულად ჭიქის შემცველობის მორევისას, რადგანაც ამით ვაფერხებდით წილაკების ორიენტირებას, და უკანასკნელ შემთხვევაში მიიღებოდა ფაშარი მასა, არ იყო ისე მავარი და ელასტიკური, როგორც პირველ შემთხვევაში. ამის გამო მიზანშეწონილია ასეთ ლაბებს უწოდოთ ცრულაბები, რადგანაც ისინი ჰგვანან ლაბებს მხოლოდ მოცულობით კონცენტრაციის ზრდის გამო სოლვატაციის ხარჯზე, როდესაც ჰემმარიტ ლაბებში მათთვის სპეციფიური ელასტიკურობა გამოწვეულია ორგანიზებული სტრუქტურით“ [5]. მეორე ადგილას, ქართულად გამოქვეყნებულ ნაშრომში [6] იმავე 1937 წ. გამოვიყენეთ ტერმინი „ფაშარი“-ს ნაცვლად ტერმინი „ფაფისებური“. საკმაოდ დიდი ექსპერიმენტული მასალის განხილვის შედეგად სულ სხვადასხვაგვარ ობიექტებზე, ჩვენ ვლაპარაკობდით აგრეთვე ჰემმარიტ და ცრულაბებზე წერილში, რომელიც დაიბეჭდა 1937 წ. კოლოიდურ ჟურნალში [7]. 1940 წ. 6. პ. პესკოვი თავის სახელმძღვანელოში სწერს [8]: „ელექტროდიალიზებულ ბენტონიტს არა აქვს ტენდენცია წარმოქმნას ლაბისებური მასა, მცირე ოდენობით ელექტროლიტის დამატება 15%—20% სუსპენზიაში იწვევს შესქელებას (ე. ი. გარდაქმნას პასტაში, რომელიც არ გამოდინდება სინჯარიდან). საეჭვოა, რომ ასეთი პროცესი მიეწეროს რაიმე სხვას, გარდა მთელი სისტემის მოცვას საერ-

თო სოლვატური გარსით ბენტონიტის წილაკებისა, მაგრამ არ უნდა დავივიწყოთ ამ შემთხვევაში, რომ ანალოგია გალაბებასთან აქ ძალიან სუსტია, და ასეთ პროცესს „გალაბებისა“ უფრო ლოგიკურია უწოდოთ შესქელება. რაც შეეხება ჭეშმარიტ გალაბების პროცესს, შეიძლება აღინიშნოს შემთხვევები... და შემდგომ: „ასეთი ჭეშმარიტი გალაბება შეიძლება განიმარტოს მხოლოდ იმითი, რომ ანიზოდიამეტრული წილაკები ერთმანეთთან შეერთებისას წარმოქმნიან სტრუქტურულ ბადეს, საკმაოდ მაგარს იმისათვის, რომ მთელმა სისტემამ შეიძინოს ლაბის მექანიკური თვისებანი“.

ჩვენ ახლა მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ნ. პ. პესკოვი სამი წლის შემდეგ იმეორებს და ამიტომ იზიარებს კიდევაც ჩვენ შეხედულებას ამ საკითხზე, თუმცა არ იხსენიებს ჩვენ წერილებს, რომლებიც დაიბეჭდა სამი წლით ადრე ცენტრალურ ჟურნალებში. ჩვენ შემდგომ მუშაობაში კადმიუმის და მაგნიუმის სტერატებზე და ტყვიის ამალგამებზე [10] ვპოულობთ ჩვენი შეხედულებას დასტურებას.

ვიდრე ტიქსოტროპიის და პლასტიკურობის ცნებათა ურთიერთ დაკავშირებაზე გადავიდოდეთ, შევთანხმდეთ იმაში, რომ ერთმანეთისაგან განცალკევებულად განვიხილოთ სისტემები, რომელთაც ოპტიმალური ტიქსოტროპიისათვის ტემპერატურა აქვთ ტოლი ოთახის ტემპერატურისა, მაგალითად, ბენტონიტური თიხა წყალში, რკინის ჰიდროჟენი წყალში და სხვ. და ისეთები, რომელთაც ოპტიმალური ტიქსოტროპული ტემპერატურა აქვთ ოთახის ტემპერატურაზე უფრო მაღალი, მაგალითად, აგარ-აგარი წყალში, ტყვიის ამალგამა სინდიუმში, შედარებით მაღალი კონცენტრაციები ჟელატინის წყალში და სხვ.

დავიწყებთ პირველებიდან. მაგალითისათვის ავიღოთ ბენტონიტური თიხა წყალში. სისტემა ტიქსოტროპულიც არის და პლასტიკურიც. მას ლაბების რომელ კატეგორიას წარმოადგენს, ჭეშმარიტ თუ ცრულაბებისას? პასუხი რომ უფრო დამაჯერებელი იყოს, გავიმეოროთ ერთი აბზაცი ჩვენი მოხსენებიდან 30/I-1944 წ. [10]: „ეკონომიურად აგებული ლაბის წარმოქმნა არის ერთი უკიდურესობა ორგანიზებისა, როდესაც გვაქვს მინიმუმი დისპერსული ნაწილის და მაქსიმუმი დისპერსიის გარემოსი. მეორე უკიდურესობა ორგანიზებისა იქნება, როდესაც ცალკეული წილაკებისაგან წარმოიქმნება არა ყველაზე უფრო ფაშარი, არამედ უმკვრივესი რეალური მაკროკრისტალი, სადაც, პირიქით, იქნება მაქსიმუმი დისპერსული ნაწილისა და მინიმუმი დისპერსიის გარემოსი. ყველაზე უფრო განზავებული ორგანიზებული სტრუქტურის (მაგალითად ლაბი) და ყველაზე უფრო კონცენტრირებული ორგანიზებული სტრუქტურის (მაგალითად, რეალური მაკროკრისტალი) შორის, რა თქმა უნდა, იქნება შორისეთი უფრო ნაკლებად ორგანიზებული სტრუქტურები მიახლოებით ერთ ან მეორე ფორმასთან უმაღლესი ორგანიზებისა“. „ჭეშმარიტი ლაბისთვის მახასიათებელია ელასტიკურობა, ცრუ ლაბისთვის — პლასტიკურობა. ამრიგად, თუ დავიწყებთ სისტემების განხილვას ერთი კიდედან უმაღლესი ორგანიზებისა, მაშინ ესენი უნდა იყვნენ ყველაზე ორგანიზებული ჭეშმარიტი ლაბები მათთვის მახასიათებელი ელასტიკურობით. შემდგომი მოძრაობისას უმაღლესი ორგანიზების მეორე კიდესაკენ



სურათი შეიცვლება ასე: ორგანიზება პირველი გვარისა მისწრაფის რომელიც მინიმუმისაკენ, და გზადაგზა იზრდება ორგანიზება მეორე გვარისა, ე. ი. ქეშმარიტი ლაბები გადადიან ცრულაბებში, ქეშმარიტობა ლაბისა მცირდება, ცრულაბობა იზრდება, ანუ ელასტიკურობა კლებულობს და პარალელურად ვითარდება პლასტიკურობა. და ეს განვითარება გაგრძელდება იმ დრომდე, ვიდრე მეორე გვარის ორგანიზება, რომელსაც მივყევართ მეორე კიდესაკენ უმაღლესი ორგანიზებისა, არ გაიზრდება იმდენად, ე. ი. ვიდრე სისტემა არ გახდება იმდენად მკვრივი, რომ აღარ იქნება პრაქტიკული შესაძლებლობა მისი დეფორმირებისა. მაშ რამელ ლაბს იძლევა ბენტონიტური თიხა? პასუხი ერთია: ის იძლევა ორივე სახის ლაბს, ქეშმარიტსაც და ცრუსაც, რადგანაც, მაგალითად, თიხის კონცენტრაციის ზრდისას, ჩვენ შესაფერისად კონცენტრაციის ზრდისა, ვამცირებთ პირველი გვარის სტრუქტურის ორგანიზების ხარისხს და ამ დროს ვზრდით ამ თვალთახედვით დეზორგანიზებას, ე. ი. ელასტიკური ქეშმარიტი ლაბი თანდათან გადაგვყავს ცრულაბში, ანუ ელასტიკურ თვისებებს სულ მეტად და მეტად შეეცვლით პლასტიკური თვისებებით. ნათქვამის თვალსაჩინოდ დემონსტრირება შეიძლება ასკანის თიხის წყლის ხსნარის ნიმუშებით. პირველ სინჯარაში 15%-ანი ხსნარი შენჯღრევისას თხიერდება, რომ შემდგომ წყნარად დგომისას განსაზღვრულ, ადვილად გასაზომ დროის მონაკვეთში ისევ გამყარდეს. მეორე სინჯარაში უფრო კონცენტრირებული ხსნარია (19%). მეორე სინჯარის ყურთან ნჯღრევისას ისმის სითხის შხუილი, მაგრამ სინჯარის თვალზეთან მიტანისას უკვე ვხედავთ გამაგრებულ სისტემას, სწორედ იმ სახით, როგორიც სისტემას ქონდა ნჯღრევის შეწყვეტის წამში, ე. ი. ვხედავთ სისტემას დეფორმირებული ზედაპირით, ანუ მკაფიოდ გამოძვლავებული ელემენტით პლასტიკურობისა. თუ ავიღებთ მესამეს უფრო კონცენტრირებულ (25%-ის) სინჯს, შენჯღრევით აღარ გათხიერდება ერთ წამსაც, მაგრამ მშვენივრად გადაიზილება და წარმოადგენს ტიპიურ პლასტიკურ მასას. სრულებით ანალოგიური სურათის დემონსტრირება შეიძლება ტიქსოტროპულ ლაბებზე რკინის ჰიდროჟანგისა და სხვ. ასეთი ლაბებისთვის მახასიათებელია შესაძლებლობა კონცენტრირებული პლასტიკური სისტემების შებრუნებით გადასვლისა ტიქსოტროპულ ელასტიკურ სისტემებში შესაფერისი სითხით განზავებისას ოთახისავე ტემპერატურაზე.

ახლა განვიხილოთ ლაბები, რომლებიც იჩენენ ტიქსოტროპიას უფრო მაღალ ტემპერატურაზე, ვიდრე ოთახის ტემპერატურა. ჯერ შევჩერდეთ აგარ-აგარზე წყალში და ტყვიის ამაღვამაზე სინდიუმი. 1%-2%-ნი აგარის ხსნარი ტიქსოტროპულია 40—43° ფარგლებში; 31%-იანი ტყვიის ამაღვამა 115—120°-ზე. არავითარი საფუძველი არა გვაქვს ვითქვაოთ, რომ ამ სისტემების საქციელი ხსენებულ ტემპერატურებზე რითიმე განსხვავდება ბენტონიტური თიხის ან რკინის ჰიდროჟანგის საქციელიდან ოთახის ტემპერატურაზე. სრული უფლებით შეგვიძლია მოველოდეთ ისეთივე სურათის მიღებას ქეშმარიტი ლაბების გადასვლისა ცრულაბებში, ე. ი. ელასტიკური თვისებების პლასტიკურში, და არც გვეპარება ეჭვი, რომ ეს ასეც არის..

მაგრამ ჩვენ გვინტერესებს მეორე, პრაქტიკულად უფრო მნიშვნელოვანი საკითხი, სახელდობრ, ასეთი ლაბების საქციელი ოთახის ტემპერატურაზე. აგარ-აგარის ლაბი ელასტიკურია. ხასიათდება იმითი, რომ ზღვრული დატვირთვისას ტყდება, ე. ი. მყიფეა. იგივე შეგვიძლია ვთქვათ ტყვიის ამალგამაზე ისე, რომ არ შეეჩრდეთ ოდენობრივ მაჩვენებლებზე ელასტიკური და მყიფე თვისებათა ხარისხისა. ელასტიკურობა და სიმყიფე ორი ცნებაა, რომლებიც არ გამოირიცხავენ ერთმანეთს. ერთი და იგივე სხეულს მცირე დეფორმაციების დროს ელასტიკურია და დიდი დეფორმაციებისას მყიფეა; მაგალითად, მინა, თუჯი და სხვ. ერთდროულად ელასტიკური და მყიფე არიან. განვიხილოთ ტყვიის ამალგამის ლაბის საქციელი ოთახის ტემპერატურაზე. მოვთავსოთ ფილში ლაბი, მაგალითად, იგივე 31⁰/₆ Pb-ის შემცველობისა, რომ თავიდანვე არ იყოს გამოყოფილი ლაბიდან თავისუფალი სინდიყი. მსუბუქად გადავზილოთ ლაბი ფილთაქვათი. ცოტა ხნის შემდეგ გამოიყოფა თხიერი დისპერსიის გარემო, სინდიყი, და საკმაოდ მაგარი ლაბი გარდიქმნება რბილ, პლასტიკურ მასაში— პასტაში, რომელსაც აქვს ბევრად უფრო ნაკლები დაძვრის წინაღობა, ვიდრე საწყის ლაბს, მიუხედავად იმისა, რომ პროცენტული შემცველობა მყარი ფაზისა პასტაში ბევრად უფრო მაღალია, ვიდრე საწყის ლაბში. ამის განმარტებას ჩვენ ვპოულობთ სინდიყის მოქმედებაში, რომელიც სოლვატირდება შედარებით პატარა წილაკებზე მყარი ფაზისა; ესენი კი მიღებულია ლაბის ჩონჩხის დანგრევის შედეგად ვაგლეჯის ადგილზე. გამიშვებული ჩონჩხის ნაწილები ოთახის ტემპერატურაზე, რა თქმა უნდა, უფრო სწრაფად სოლვატირდებიან სინდიყით, ვიდრე მყარი ფაზის ეს წილაკები მოასწრებენ ისევ ერთმანეთთან ძველებურად გადაბმას. ამის გამო წილაკები უფრო ადვილად მოძრაობენ ერთმანეთის მახლობლად, დაძვრის წინაღობა მცირდება მიუხედავად იმისა, რომ ცრულაბის წარმოქმნა, ე. ი. გასქელება ხდება თავისუფალი სინდიყის ნაწილის მწყობრიდან გამოყვანის ხარჯზე, ანუ მყარი ფაზის კონცენტრაციის ზრდისას. დამოკიდებულობით იმისგან, რამდენად დიდია მიზიდველობის ძალები მყარი წილაკების შორის და რამდენად განვითარებულია სოლვატური შრეები, წარმართება დროთა განმავლობაში სისტემის გამაგრება მთელ მოცულობაში. არ არის გამოირიცხული შესაძლებლობა მწებავი ქმედების განსაზღვრული სისქის სოლვატური შრეების, რომლებიც ეკუთვნიან ერთდროულად რამოდენიმე მეზობლად მდებარე წილაკებს. სრულებით ასეთივე სურათია აგარ-აგარის, ჟელატინის ლაბებზე და სხვ. [7, 10]. ლაბებისთვის, რომლების ოპტიმალური ტიქსოტროპული ტემპერატურა ოთახის ტემპერატურაზე მაღალია, მახასიათებელია არაშექცევადობა ელასტიკური ლაბების გადასვლისა პლასტიკურ მასაში— ლაბში ოთახის ტემპერატურაზე განზავებისას იმ სითხით, რომელიც წარმოადგენს დისპერსიის გარემოს. ცრულაბის ქემმარიტ ლაბში შებრუნებით გადასაყვანად აუცილებელია სისტემის გათბობა ოპტიმალური ტიქსოტროპულ ტემპერატურაზე მაღლა და შემდგომ სისტემის გაცივება წყნარ მდგომარეობაში, მაგალითად, ოთახის ტემპერატურაზე.

აღწერილ შემთხვევას ელასტიკურ თვისებათა გადასვლისა პლასტიკურ თვისებებში თუ შევადარებთ ანალოგიურ პროცესს ლაბებში, რომლებიც ტიქ-

სოტროპულნი არიან ოთახის ტემპერატურაზე, მაშინ დაგინახავთ, რომ, ძირითადად, სურათი ერთნაირია. ასკანის თიხის შემთხვევაში ჰემარიტი ლაბი გადადის ცრულაბში კონცენტრაციის გაზრდის გამო მყარი ფაზის დამატებისას, რაც იწვევს ლაბში სტრუქტურის ცვლებას, თანდაყოლილ ელასტიკურ თვისებებს შეცვლით პლასტიკური თვისებებით. ტყვიის ამალგამის ლაბში ყველაფერი ისეთივეა, მხოლოდ კონცენტრაციის ზრდას ოთახის ტემპერატურაზე ვალწევთ არა მყარი ფაზის დამატებით, არამედ თხიერი ფაზის ნაწილის მოცილებით. ამის გარდა, რა თქმა უნდა, ამალგამის ან აგარ-აგარის შემთხვევაში შებრუნებით წარმოქმნა ელასტიკური ჩონჩხის ოთახის ტემპერატურაზე არ ხდება და ამიტომ მათში მეტი შესაძლებლობა არის პლასტიკური თვისებათა სწრაფი გამააშკარავებისთვის და კონკურენციისთვის ელასტიკურ თვისებებთან, ვიდრე იმ სისტემებში, რომლებსაც ტიქსოტროპიისათვის ოპტიმალური აქვთ ოთახის ტემპერატურა.

განვიხილოთ კიდევ ერთი ვარიანტი ლაბების წარმოქმნისა, სახელდობრ, სწრაფი გაცივების დროს. ჩვენ მოგვეპოვება ექსპერიმენტული მონაცემები აგარ-აგარის ლაბებზე [5], რომლების მიხედვით შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ სისტემის სწრაფი გაცივება არის ერთი ხელის შემშლელი ფაქტორთაგანი ორგანიზებისა იმ გავებით, რომ ადგილი ქონდეს პირველი გვარის უკიდურესობას დისპერსული ნაწილის მინიმუმით და დისპერსიის გარემოს მაქსიმუმით. აქაც საქმე გვაქვს მყარი ფაზის კონცენტრაციის ზრდასთან, მხოლოდ არა გარედან დამატებული მყარი ფაზის ხარჯზე ან სისტემიდან თხიერი ფაზის გამოდენის ხარჯზე, არამედ უკანასკნელის, ე. ი. დისპერსიის გარემოს უფრო დიდი რაოდენობით სოლვატურად შებოჭვის გამო სწრაფი გაცივების დროს შედარებით ნორმალურ ან ნელ გაცივებასთან. სწრაფი გაცივება, ანუ დაჩქარებით შებოჭვა დისპერსიის გარემოს დიდი რაოდენობისა, აფერხებს პირველი გვარის ორგანიზებას არა მხოლოდ ძვრადობის შემცირების მიხედვით, არამედ კიდევ იმისთვის, რომ წილაკების ურთიერთ მიმზიდველობა შეფერხებულია მათზე სოლვატური შრეების დისპერსული გარემოდან უფრო ნაადრევ წარმოშობის გამო.

საბოლოოდ მოვიხსენიოთ კიდევ ერთი მაგალითი ელასტიკური თვისებათა გადასვლისა პლასტიკურ თვისებებში. Bingham-ი და Robertson-ი [12] აღწერავენ მშენიერ ცდებს, მასა, რომელშიც ტუტე და კაჟმეავა არის შეფარდებით 7:29, ძალიან ელასტიკურია და ხტის ბურთივით. შეფარდებისას 24:40 ვლებულობთ სრულებით არაელასტიკურ მასას, რომლითაც შეგვიძლია ლურსმანი ჩავკედოთ. სწრაფი ზეკმედების დროს ამ მასას აქვს დიდი სიმაგრე, მაგრამ ხანგრძლივი დაწოლვისას თითოთ ის ადვილად დეფორმირდება. რა თქმა უნდა, აღწერილ ცდებში ისევ სურათია ელასტიკურობის შეცვლისა პლასტიკურობით. ამ მოვლენას ჩვენ ავხსნიით ასე: ტუტეს დამატება ხელს უშლის სილიკოლაბის ორგანიზებული სტრუქტურის წარმოქმნას იმისათვის, რომ მიცელებში მატულობს ძლიერი სოლვატაციის უნარის მქონე კომპონენტის რაოდენობა. უკანასკნელი განთიშავს მიცელებს, რომლებიც მის დამატებამდე წარმოქმნიდნენ ელასტიკურ ჩონჩხს, და ხელს უწყობს უფრო სოლვატირებული მიცელების დამოუკი-

დებლობას. გალაბებული მასის ნაცვლად ვლებულობთ გასქელებულ მასას, ე. ი. ჰემარიტი ლაბი შეიცვლება ცრულაბით, რასაც მივალწიეთ აგარ-აგართან სწრაფი გაცივებით, ამაღვამასთან გადაზეღვით, ასკანის თიხასთან თიხის დამატებით ე. ი. კონცენტრაციის გაზრდას და წილაკების ურთიერთ ორიენტირებული გადაბმის შემცირებას, იმისვე ვალწევით სილიკოლაბში ტუტის პროცენტული შემცველობის გაზრდით.

ვფიქრობთ, როგორც ეს წინადაც ვგიტქვამს [10], რომ ასეთი ახსნა-განმარტება ელასტიკურობის პლასტიკურობაში გადასვლის ფიზიკური შინაარსისა საკმაოდ დამაჯერებელია და შეუძლია იპოვოს გამოყენება მთელ რიგ ტექნიკურად მნიშვნელოვან და მრავალგვარ მასალებზე, მაგალითად სხვადასხვა მინერალურ ნედლეულზე, ლითონებზე და მათ შენადნებზე და სხვ. რა თქმა უნდა, თხიერი დისპერსიის გარემოს ნაცვლად ხშირად შეგვხვდება, განსაკუთრებით კი ოთახის ტემპერატურაზე, დისპერსიის გარემო მყარ მდგომარეობაში. მაგრამ ეს გარემოება პრინციპში არაფერს არა სცვლის.

ზემოთქმულის შემდეგ ვავაკეთოთ ზოგიერთი დასკვნები. უპირველეს ყოვლისა იბადება საკითხი, არის თუ არა ფენომენოლოგიურად რამე სხვაობა ტიქსოტროპიისა და პლასტიკურობის შორის გაწმინდინარე იმ განსაზღვრიდან პირველი და მეორე მოვლენისა, რომელიც მოყვანილია ამ წერილის დასაწყისში და დღესდღეობით საყოველთაოდ მიღებულია. განსხვავება არავითარი არ არის, რადგანაც ორივე შემთხვევაში საქმე გვაქვს იზოთერმულ და შექცევად გადასვლასთან ერთი აგრეგატული მდგომარეობიდან მეორეში მექანიკური ზექმედების შედეგად. ტიქსოტროპული ლაბი თხიერდება შენჯღრევის შემდეგ, ე. ი. იძენს დინების თვისებას. მექანიკური ზექმედების დროს, დეფორმაციის დროს პლასტიკური სხეული აგრეთვე იჩენს ამ თვისებას, ის განიცდის დინებას. ორივე სისტემა დაწყნარებულ მდგომარეობაში ისევ მყარდება. შეგვიძლია შევარჩიოთ სისტემაში ისეთი კონცენტრაცია, მაგალითად, 20%-ანი ასკანის თიხის ხსნარი წყალში, რომ ის გათხიერდება ხელით შენჯღრევისას სინჯარაში და იგივე დეფორმირდება გადაზეღვისას, როგორც ტიპური პლასტიკური სხეული. არ შეგვცდებით, თუ ვიტყვით, რომ პლასტიკურობა არის კონცენტრირებული სისტემების ტიქსოტროპია.

შემდგომ არ შევჩერდებით ვაღვლენის ხასიათზე და ხარისხზე, მაგრამ, რა თქმა უნდა, დისპერსიის ხარისხს, ბუნებას თხიერი და მყარი ფაზის (დისპერსიის გარემოსი და დისპერსული ნაწილის) [4, 7, 11] და სხვადასხვა მინარეებს აქვთ მნიშვნელობა ტიქსოტროპიისთვისაც და პლასტიკურობისთვისაც. უნარი წყლის შებოჭვისა ან რომელიმე სხვა დისპერსიის გარემოსი ამა თუ იმ ოდენობით აუცილებელი პირობაა როგორც ტიქსოტროპული, ისე პლასტიკური კოლოიდური მასისთვის. მაგრამ აქ უნდა დაუმატოთ, რომ ტიქსოტროპულ სისტემებში ბმული სითხის ქვეშ ივულისხმება მექანიკურად ჩართულიც და სოლვატურად ბმული სითხეც. ამასთანავე კარგად სტრუქტურირებულ ტიპურ ტიქსოტროპულ ლაბებში მექანიკურად ჩართული სითხე წარმოადგენს გაცილებით დიდ ნაწილს. ტიპურ პლასტიკურ სისტემებში კი მთავარი როლი აქვს არა მექანიკურად ჩართულ სითხეს, არამედ სოლვატურს და უკანასკ-

ნელის ოდენობა გაცილებით მეტია, ვიდრე პირველისა ამ სისტემაში. მაგრამ სოლვატური სიძნისის ოდენობა პლასტიკურ სისტემებში შედარებით მექანიკურად ჩართული სითხის ოდენობასთან ტიქსოტროპულ სისტემებში უაცილებით უფრო ნაკლებია. ამის გარდა, ტიქსოტროპულ ჭეშმარიტ ლაბებისთვის მახასიათებელია ელასტიკურობა, პლასტიკურობა კი მახასიათებელია ცრულაბებისთვის. ელასტიკურობა არის მახასიათებელი უმაღლესი ორგანიზების ერთი უკიდურესობის, პლასტიკურობა კი თვისებაა, რომელიც იზრდება ამ უკიდურესობისაგან დაშორებისას მეორე უკიდურესობის მიმართულებით, თანახმად ჩვენი სქემისა. ტიქსოტროპია კი მახასიათებელია ყველა სისტემისათვის ერთი თავიდან მეორე თავამდე.

აქტუალობა ტიქსოტროპიის და პლასტიკურობის მექანიზმის გამორკვევისა ლაპარაკობს ამ საკითხებზე ყურადღების გამახვილების საჭიროებაზე. ჩვენ მიერ გამოყენებული ჩვენი მოსაზრებანი ლაბის წარმოქმნაზე, სოლვატურ შრეების როლზე ამ პროცესში, ჭეშმარიტი და ცრუ ლაბების არსებობაზე, ელასტიკური თვისებების გადასვლაზე პლასტიკურში, ფენომენოლოგიურ იდენტურობაზე ტიქსოტროპიის და პლასტიკურობის და სხვ. ჯერჯერობით დასტურდებიან ექსპერიმენტით და, ჩვენი აზრით, თავსდებიან ლოგიკურად მთლიან სისტემაში. მუშაობა ამ მიმართულებით გრძელდება. იმედი გვაქვს, რომ შემდგომი თეორიული და ექსპერიმენტული ძიებანი კიდევ უფრო დაადასტურებენ და შეავსებენ ჩვენ შეხედულებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ჭიმის ინსტიტუტი,

კოლოიდების განყოფილება

და კიროვის სახ. საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტი

ფიზიკური და კოლოიდური

ჭიმის კათედრა

(შემოვიდა რედაქციაში 23.10.44)

КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ

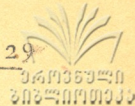
Б. КАНДЕЛАКИ и Л. ВАСИЛЕВСКАЯ

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТУДНЕЙ

Тиксотропия и пластичность

Резюме

Между тиксотропией и пластичностью феноменологически различия нет, исходя из того их определения, которое теперь принято и нами приведено в начале статьи. Различия нет, так как в обоих случаях имеем изотермический и обратимый переход из одного агрегатного состояния в другое в результате механического воздействия. Тиксотропный студень ожидается после ветрякования, т. е. приобретает свойства текучести;



пластичное тело тоже приобретает это свойство, течет при деформации. Обе системы в покое переходят в твердое состояние. Мы можем подобрать такую концентрацию в системе, например, 20%-ая асканская глина в воде, что она будет ожигаться при встряхивании и она же деформироваться при мяти, как типичное пластичное тело. Не будет ошибкой если скажем, что пластичность—это тиксотропия концентрированной системы. Далее, не останавливаясь на степени и характере влияния, нужно, конечно, сказать, что степень дисперсности, природа твердой и жидкой фаз [4, 7, 11], различные примеси проявляют свое влияние как на тиксотропию, так и на пластичность.

Способность связывать воду или какую-либо другую дисперсионную среду в той или иной степени—обязательное условие, как для тиксотропной, так и для пластичной коллоидной массы. Но здесь нужно добавить, что в тиксотропных системах под связанной водой подразумевается как механически включенная, так и сольватно связанная вода. При этом в типичных хорошо структурированных тиксотропных студнях механически включенная жидкость представляет значительно большую часть. В типичных пластичных же системах основная роль падает не на механически связанную жидкость, а на сольватную и количество последней значительно больше в этих системах, чем в первой. Но количество этой воды в пластичных системах, по сравнению с количеством механически включенной в тиксотропных системах, составляет значительно меньший процент. Кроме этого, для тиксотропных истинных студней характерным свойством является эластичность, а пластичность характерное свойство для ложных студней. Эластичность—одна крайность высшей организованности, а пластичность—свойство нарастающее при удалении от этой крайности, согласно нашей схеме. Тиксотропия же характерна для всех систем от одного края до другого.

Актуальность выяснения механизма тиксотропии и пластичности говорит о том, что на этих вопросах необходимо заострить внимание. Исползованные нами наши представления о студнеобразовании, о роли сольватных слоев в этом процессе, о наличии истинных и ложных студней, о переходе эластичных свойств в пластичные, о феноменологической идентичности тиксотропии и пластичности и т. д., пока подтверждаются экспериментом и, по нашему мнению, укладываются в логически цельную систему. Работа в этом направлении продолжается; надеемся, что дальнейшие теоретические и экспериментальные исследования подтвердят и дополнят наш взгляд.

Академия Наук Грузинской ССР

Институт химии

Отдел коллоидов

и Груз. Индустр. Институт имени С. М. Кирова

Кафедра Физич. и Коллоидной химии

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Нешль, П. Эвальд, Л. Пранутль. Физика упругих и жидких тел. 1933, стр. 20; Госуд. техн.-теорет. изд., Москва-Ленинград.
2. A. Berliner и K. Schell. Physik. Handwörterbuch, 1932.
3. H. Freundlich u. Juliusburger. Trans. Faraday Soc. 20, 333 (1934)
4. Mc Millen, J. Gheology. 3, 179 (1938), ციტირებულია H. Winkler-ის მიხედვით.
5. H. Winkler, Koll. Beih. 48 (1938), 365.
6. Б. Канделаки, Г. Кикодзе и Н. Долидзе. Ж. Ф. Х. т. X., в. 3, стр. 530.
7. გ. ქიქოძე და ბ. კანდელაკი. თბილ. ქიმ. ინსტიტუტის შრომები, 1937, ტ. II, გვ. 14-15.
8. Б. Канделаки. Коллоидный журнал, 1937, т. III, в. 6.
9. Н. Песков. Курс коллоидной химии. Госхимиздат 1940, стр. 227, Москва-Ленинград.
10. Б. Канделаки и Л. Василевская. Сообщ. АН. Груз. ССР, 1941, № 1—2.
11. Б. Канделаки. Труды Груз. Индустр. Инст. № 1 (15), 1943, стр. 377.
12. Б. Канделаки И. Микадзе. Труды Тбил. хим. инст., Т. II, 1937, стр. 232; საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 1943, № 10, გვ. 967.



3. პრისტაზი

აპტის და ალბის საზღვრის შესახებ დასავლეთ საქართველოში

აპტის და ალბის საზღვრის საკითხი ახალი არ არის. პირველად აპტი და ალბი გამოყოფილი იქნენ 1842 წ. საფრანგეთში დ'ორბინის მიერ [7]. ალბური ნამარხების სიაში დ'ორბინიმ აღნიშნა *Douvillieras nodosocostatum* d'Orb. და შრეები, რომელშიც ნაპოვნი იყო *D. nodosocostatum*, ალბს მიაკუთვნა.

ჟაკობმა 1905 წ. იგივე შრეები გამოჰყო, როგორც ცალკე სტრატეგრაფიული ჰორიზონტი, რომელსაც კლანსეური ჰორიზონტი დაარქვა. მისი აზრით, კლანსეური ჰორიზონტი წარმოადგენს დამოუკიდებელ ზონას, რომელსაც ახასიათებს *Acanthoplites Nolani* Seun., *A. Bigoureti* Seun. და *Douvilleiceras nodosocostatum* d'Orb. არსებობა. ამ ავტორმა კლანსეური ჰორიზონტი ქვედა ალბს მიაკუთვნა დ'ორბინის მიერ გატარებულ საზღვრის საფუძველზე [5,6].

ოგმა კი ეს ჰორიზონტი აპტს მიაკუთვნა იმ საფუძველით, რომ მისი ფაუნა ძალიან მსგავსია ზედა აპტის ფაუნისა, ხოლო მკაფიოდ განსხვავდება ზემდებარე შრეების, ე. ი. *Leymerieilla tardefurata*-ს ზონის ფაუნისაგან; ასე რომ ფაუნის მკვეთრი შეცვლა კლანსეურის შემდეგ ჩანს. როგორც მეორე საბუთი საზღვრის გატარებისათვის, ოგმა გამოიყენა ცარცის ტრანსგრესია, რომელიც მისი აზრით სამხრეთ საფრანგეთში კლანსეის შემდეგ იწყება [4].

მაგრამ კილიანმა, ჟაკობმა და სტოლიემ უარყვეს საზღვრის ასეთი გადაადგილება: მათი აზრით, არც ფაუნის დიდი ცვლა, არც ტრანსგრესიის დასაწყისი არ გამოდგება საზღვრის გატარებისათვის, რადგან როგორც ერთი, ისე მეორე არ არიან ყველგან ერთდროული: ისინი რეგიონული ხასიათის არიან. კილიანი და ჟაკობი აღნიშნავენ, რომ შუა ცარცის ტრანსგრესია საფრანგეთში (დოფინეში) უფრო ადრე—შუა აპტში იწყება, და ამიტომ საზღვრის გატარება ტრანსგრესიის მიხედვით ამ შემთხვევაში უხერხულია, რადგან მთელი ზედა აპტი (დორბინის გაგებით) ალბს უნდა მიკუთვნებოდა.

მაგრამ მას შემდეგ დაგროვდა მდიდარი მასალა, რომელიც ამ საკითხზე უფრო დარწმუნებითი მსჯელობის საშუალებას გვაძლევს. მართალია, კლანსეური ჰორიზონტი პირველად გამოყოფილი იქნა საფრანგეთში, მაგრამ ბევრი სახე, რომელიც კლანსეურ ფაუნას ახასიათებს, შესწავლილ იქნა ჩრდილო კავკასიაში და მანგიშლაკში; კერძოდ, *Acanthoplites*-ები, რომლებიც ყველაზე უფრო ხშირად გვხვდებიან კლანსეურში, ბევრად უფრო ფართოდ გავრცელებული არიან კავკასიაში და მანგიშლაკში, ვიდრე საფრანგეთში.

იმ მასალების მიხედვით, რომლებიც ხელთ მაქვს (საფრანგეთის, ჩრდილო კავკასიის, საქართველოსი და მანგიშლაკისა), ცნობილია კლანსეური ამონიტების 43 სახე, მათ შორის 18 *Acanthoplites*; ამჟამად ჩანს ამ გვარის მნიშვნე-



ნელობა კლანსეურ ფაუნაში. *Acanthoplites*-ები ფართოდ არიან გავრცელებული გარგაზულში და კლანსეურში, მაგრამ *Leymeriella tardefurcata*-ს ზონაში არ გადადიან. *Leymeriella tardefurcata*-ს ზონაში ჩნდება 4 ახალი გვარი *Kossmatella*, *Leymeriella*, *Sonneratia*, *Acarthoceras*. გარგაზულში, კლანსეურში და შუა ალბში, გარდა მათთვის დამახასიათებელ ამონიტებისა, მრავალი საერთო ფორმა გვხვდება. ამ ფარგლებში გავრცელებული ამონიტების რიცხოვრივი განაწილება შემდეგ სურათს იძლევა:

სახეები, რომლებიც გავრცელებული არიან გარგაზულში, კლანსეურში	<i>Leymeriella tardefurcata</i> -ს ზონაში და შუა ალბში	3
„ „ „ „	გარგაზულში და კლანსეურში	13
„ „ „ „	მხოლოდ კლანსეურში	21
„ „ „ „	კლანსეურში და <i>L. tardefurcata</i> -ს ზონაში	2
„ „ „ „	კლანსეურში, <i>L. tardefurcata</i> -ს ზონაში და შუა ალბში	4
„ „ „ „	მხოლოდ <i>L. tardefurcata</i> -ს ზონაში	16
„ „ „ „	<i>L. tardefurcata</i> -ს ზონაში და შუა ალბში	26

როგორც ვხედავთ, კლანსეური და ფაუნა ძლიერ ჰგავს გარგაზულ ფაუნას და განსხვავდება *Leimeriella tardefurcata*-ს ზონის ფაუნისაგან, ასე რომ ფაუნის დიდი შეცვლა შეესაბამება არა გარგაზულისა და კლანსეურის საზღვარს, არამედ კლანსეურისა და *Leymeriella tardefurcata*-ს ზონის საზღვარს; სწორედ ამიტომ მიაუთვნა ოგმა კლანსეური ჰორიზონტი აპტს. მართალია, მას ხელთ არ ჰქონდა იმდენი მასალა, რამდენიც ახლა არსებობს—კერძოდ, *Acanthoplites*-ები შესწავლილ იქნენ მას შემდეგ რაც ოგმა წარმოადგინა ცარცის სტრატოგრაფიის თავისი სქემა,—მაგრამ ახალი მასალა კიდევ უფრო მეტად ამტკიცებს ოგის აზრს.

საქართველოში კლანსეური ჰორიზონტის ფაუნა იმავე ხასიათისაა, როგორც საფრანგეთში; ცნობილია ცეფალოპოდების 17 სახე, მათ შორის 5 სახე *Acanthoplites aschiltaensis* Anth., *Ac. multispinatus* Anth., *Ac. Uhligi* Anth., *Tetracyonites Duvalianus* d'Orb და *Mesohibolites moderatus* Schwetz გავრცელებულია გარგაზულში და კლანსეურში; ხოლო 12 სახე: *Acanthoplites Nolani* Seun., *Ac. aplanatas* Sinz., *Ac. Migneni* Seun., *Ac. Anthulai* Kas., *Parahoplites Milletianus* d'Orb. var. *Peroni* Jacob., *Douvilleiceras aplanatus* Rouch., *Douv. planum* Rouch., *Deshayesites sahariensis* Rouch., *Mesohibolites brevis* Schwetz მხოლოდ კლანსეურში. არც ერთი კლანსეური ამონიტი არ გვხვდება *L. tardefurcata*-ს ზონაში.

გარდა ამისა, ჩვენში, გარგაზულში გვხვდება 2 სახე—*Ac. laticostatus* Sinz. და *Ac. Tobleri* Jacob, რომლებიც დასავლეთ ევროპაში და მანგიშლაკში ნაპოვნი არიან აგრეთვე კლანსეურშიც.

ამრიგად, ჩვენში, როგორც დასავლეთ ევროპაში, კლანსეური ჰორიზონტის ფაუნა ძალიან ჰგავს გარგაზულ ფაუნას და მკაფიოდ განსხვავდება *Leymeriella tardefurcata*-ს ზონის ფაუნისაგან; როგორც უკვე აღვნიშნე, არც ერთი კლანსეური ამონიტი ზევით არ გადადის.

Aucellin-ები, რომლებიც აგრეთვე ძალიან ხშირად გვხვდებიან აპტში და ალბში, მეტ წილად კონსერვატიულ ფორმებს წარმოადგენენ; გარდა ამისა *Aucellin*-ების გავრცელება ჯერჯერობით არ არის დეტალურად შესწავლილი. თუმცა აქაც შეიძლება აღინიშნოს, რომ *Aucellina Caucasica* v. Buch. გვხვდება ბედულურიდან კლანსეურამდე ჩათვლით; და ზევით მის ადგილს იჭერს *Aucellina gryphaeoides* Sow.

ჯერჯერობით კლანსეური ჰორიზონტი ჩვენში გამოყოფილია მხოლოდ გავრის [2], ქუთაისის და წყალტუბოს მიდამოებში [3] მაგრამ სურამის მიდამოებში, მდ. ჩხერიმელას ხეობაში, რაჭაში (სოფ. თლულის მიდამოებში) და ტყვარჩელში იმ წყებების ზედა ნაწილში, რომლებიც აპტს მიეკუთვნებიან, ნაპოვნია კლანსეური ნამარხები [1, 2, 3]. საერთოდ, დასავლეთ საქართველოში აპტსა და ალბს შორის გადასვლა თანდათანობითია, მაგრამ, სადაც კლანსეური გამოყოფილია ან შემჩნეულია, იგი ფაცივალურად უფრო ჰგავს აპტს, ვიდრე ალბს: ოკრიბაში და მდ. ჩხერიმელას ხეობაში აპტი და კლანსეური ჰორიზონტი წარმოდგენილი არიან კარბონატული ფაციესით, ალბი კი *Leymeriella tardefurcata*-ს ზონიდან დაწყებული—კლასტურით. ამ შემთხვევაში ფაციესების ცვლა ძალიან მკვეთრია. აფხაზეთში და რაჭაში ასეთი მკვეთრი ცვლა არ არის. აქ მთელი ალბი წარმოდგენილია კარბონატულ ფაციესით (მხოლოდ რაჭაში, ზედა-ალბში *Inflaticerus Inflatum*-ის ზონაში გვხვდება კლასტური ნალექები), მაგრამ მაინც კლანსეური უფრო ჰგავს აპტს, ვიდრე ზემდებარე ნალექებს.

აპტის და ალბის ფაციესების გავრცელება მოცემულია ქვემოთ ტაბულაზე. როგორც ვხედავთ, კლანსეური ჰორიზონტი ჩვენში მხოლოდ რამდენიმე ადგილას არის შესწავლილი, მაგრამ არსებული მასალების საფუძველზე ჩვენ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დასავლეთ საქართველოში კლანსეური ჰორიზონტი ფაციესურად და ფაუნისტურად უფრო უახლოვდება აპტს, ვიდრე ალბს, და თუ ამგვარივე მდგომარეობა გამოირკვეა იმ ადგილებშიც, სადაც ჯერჯერობით კლანსეური გამოყოფილი არ არის, ეს კიდევ მეტად დასასაბუთებს ოგის შეხედულებას, რომ აპტს და ალბს შუა საზღვარი გატარებული უნდა იქნეს კლანსეურ ჰორიზონტს ზევით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიდა ზედაქციაში 27.1.1945)

აბტის და ალბის ფაციესების გავრცელება

ჰორიზონტი Горизонт	გაგრის მიდამოები Окрестности Гагр	ტყვარჩელი Ткварчели	რაჭა (სოფ. თლული) Рача, окр. Тлуги
ვრაკონული ჭვესართული Враконский подъярус	მერგელები და მერგელოვანი თიხები Мергели и мергелистые глины	მერგელები და მერგელოვანი თიხები Мергели и мергелистые глины	გლაუკონიტის და მერგელოვანი ფიქლების მორიგება Чередование глауконитовых песчаников и мерг. сланцев.
ალბური Альб	მერგელები და მერგელოვანი თიხები Мергели и мергелистые глины	მერგელოვანი თიხები და მერგელები Мергели и мергелистые глины	მერგელოვანი თიხები და მერგელები Мергели и мергелистые глины
კლანსეური ჰორიზონტი Клансейский горизонт	მერგელები და მერგელოვანი თიხები, მერგელოვანი კირქვების შუა შრეებით Мергели и мергелистые глины с прослоями мергелистых известняков	მკვრივი მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Плотные мергели и мергелистые известняки	მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Мергели и мергелистые известняки
გარგაზული Гаргаз	მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Мергели и мергелистые известняки	მკვრივი მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Плотные мергели и мергелистые известняки	მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Мергели и мергелистые известняки
ბედულური Бедул	მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Мергели и мергелистые известняки	მკვრივი მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Плотные мергели и мергелистые известняки	მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Мергели и мергелистые известняки

Распространение фации апта и альба

წყალტუბო Ичалтубо	ქუთაისის მიდამოები Окрестн. Кутаиси	მდ. ჩხერიმელის ხეობა Долина р. Чхеримела	სურამის მიდამოები Окр. Сурама
გლაუკონიტის ქვიშაქვები Глауконитовые песчаники	გლაუკონიტის ქვიშაქვები Глауконитовые песчаники	გლაუკონიტის ქვიშა- ქვები Глауконитовые песча- ники	გლაუკონიტის ქვიშა- ქვები Глауконитовые песча- ники
გლაუკონიტის ქვიშაქვები Глаук. песчаники მერგ. თიხები Мерг. глины	გლაუკონიტის ქვიშაქვები Глауконитовые песчаники	გლაუკონიტის ქვიშა- ქვები Глаук. песчаники ტუფოგენური წყ. Туфогенная свита	გლაუკონიტის ქვიშა- ქვები Глаук. песчаники მერგელ. თიხები Мерг. глины
მერგელოვანი თი- ხები Мерг. глины თიხ. მერგელები Глинистые мергели	მერგელოვანი თი- ხები Мерг. глины მერგელები Мергели	მერგელები Мергели	მერგელოვანი თიხები და მერგელები Мерг. глины и мергели ქვიშიანი მერგელები Песчанистые мергели
თიხოვანი მერგე- ლები Глинистые мергели	მერგელები Мергели	მერგელები Мергели	ქვიშიანი მერგელები Песчанистые мергели
მერგელები და მერ- გელოვანი კირქვები Мергели и мерге- лис. известняки	მერგელები და მერ- გელოვანი კირქვები Мергели и мерге- листые известняки	მერგელები და მერგელო- ვანი კირქვები Мергели и мергелистые известняки	ქვიშიანი მერგელები და მერგელოვანი კირქვები Песчанистые мергели и мергелистые известняки

М. ЭРИСТАВИ

О ГРАНИЦЕ АПТА И АЛЬБА В ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ

Резюме

На основании последних данных, автор приходит к выводу, что в Западной Грузии фауна клансейского горизонта гораздо ближе к фауне гаргасского подъяруса, чем к фауне зоны *Leymeriella tardefurcata*. В частности, широко распространенный в клансейском горизонте род *Acanthoplites Leymeriella* выше данного горизонта не встречается.

Наряду с этим, клансейский горизонт, выделенный правда лишь в нескольких местах, фациально более схож с аптскими отложениями, чем с вышележащими (см. табл.).

На этом основании автор считает, что для Западной Грузии более правильно разграничение апта и альба, предложенное Огом [4], т. е. клансейский горизонт нужно относить к апту.

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ა. ცაგარელი ი. საქართველოს ცარცული ინოვრამები. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის გეოლოგიური ინ-ტის შრომები. ტ. I (VI), 1942.
2. Геология СССР, т. 10, Закавказье, 1940.
3. М. Эристави. К вопросу о наличии клансейского горизонта в Западной Грузии. Сообщ. Акад. Наук Грузинской ССР, т. 11, № 5, 1941.
4. E. Haug. Traité de géologie, vol. II, 1907—1911.
5. Ch. Jacob. Étude sur l'horison stratigraphique du gisement de Clansayes. Bul. soc. géol. de France. ser. 4, vol. II, fasc. 4, 1905.
6. Ch. Jacob. Études sur la partie moyenne du Crétacé, du sud est de France, 1907.
7. A. d'Orbigny. Paléontologie française terrains crefacé, vol. I, 1842.



ლევან ჯაფარიძე

ახალი მონაცემები წყალშემცველობის სქესობრივ
 დიფერენციალის შესახებ მცენარეებში

წინამდებარე წერილში მოგვყავს მონაცემები ზოგიერთ დიოიკისტთა შედარებითი წყალშემცველობის შესახებ. ამ მონაცემებით ირკვევა, რომ წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალის დადგენა, როგორც მოსალოდნელი იყო, შესაძლებელი ყოფილა არა მხოლოდ იმ სახეებისათვის, რომელიც დღემდის გვქონდა ამ მიზნით შესწავლილი (იხ. „მოამბე“ III, 5; V, 4), არამედ სხვა მცენარეებისათვისაც.

1. (36). *Trachycarpus excelsa* Wende

გაძოკვლეულია პალმები, რომლებიც თითქმის უკვე 70 წლის განმავლობაში იზრდება თბილისის ბოტანიკურ ბაღში. მასალა აღებულია სრული ყვავილობის დროს, 1944 წლის მაისში.

სქესი	ო რ გ ა ნ ო ე ბ ი								
	ფოთლები			თანყვავილის ღერი			ყვავილები		
	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}
♀	2	120	12	1	489	179	2	287	52
♂	2	108		1	310		2	235	

გენერატული ნაწილები წყლით უფრო მდიდარი აღმოჩნდნენ, დიფერენციალურ უფრო მკვეთრად მათვე აქვთ გამოსახული.

2. (37). *Silene Cyri* B. Schischkin

ენდემური სახეა; აღებულია 32 ძირი მცენარე წავკისის ხევში (*loco classico*), სრული ყვავილობის დროს, 1944 წლის მაისში. მასალა განაწილებულია სამ ჯგუფად.



სქესი	ო რ გ ა ნ ო ე ბ ი											
	ფოთლები			ფესვები			ღეროები			ყვავილები		
	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}
♀ . . .	3	425	40	3	221	7	3	277	6	3	378	56
♂ . . .	3	385		3	214		3	271		3	322	

ამ მცენარეს უდიდესი წყალშემცველობა ფოთლებში აღმოაჩნდა, მაგრამ დიფერენციალი ყვავილებს აქვთ უფრო გამოსახული.

3. (38). *Ficus carica* L.

გამოკვლეულია ოთხი მცენარე თბილისის ბოტანიკურ ბაღიდან, 1944 წ. მაისში:

სქესი	ო რ გ ა ნ ო ე ბ ი								
	ფოთლები			ტოტები			თანყვავილები		
	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}
♀	2	282	I	2	216	52	2	845	81
♂	2	283		2	164		2	764	

ყველაზე მეტი წყალი და ამავე დროს უდიდესი დიფერენციალი თანყვავილებში აღმოჩნდა. ფოთლების წყალშემცველობამ, სქესის მიხედვით, შექცევითი შეფარდება გვიჩვენა, თუმცა არა მკაფიოდ. ეს მცენარე იმით არის საინტერესო, რომ მას არა აქვს სქესთა სრული გამოიჯენა, არამედ ადგილი აქვს მხოლოდ ერთი სქესის სიჭარბეს მეორესთან შედარებით.

4. (39). *Marchantia polymorpha* L.

მასალა აღებული არის თბილისში, სპოროგონიუმთა მომწიფების დასაწყისისას, 1944 წლის ივნისში:

სქესი	ორგანოები					
	თალუსი			გამეტოციტები		
	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}
♀	4	688	38	2	760	41
♂	4	650		2	719	

ამ შემთხვევაშიაც, უდიდესი წყალშემცველობა და ამასთანავე უდიდესი განსხვავება სქესებს შორის გენერატულმა ორგანოებმა გვიჩვენეს. ეს ობიექტი საინტერესოა იმით, რომ აქ წყალშემცველობა გამოკვლეული არის გაპლოიდურ საობაში—გამეტოციტში. ყველა დანარჩენი, ჩვენ მიერ გამოკვლეული მცენარეები (ყვავილოვანი), თუ კი პრინციპულად მიუღდებოდათ საკითხს, უსქესო ორგანიზმებს წარმოადგენდნენ, ე. ი. სპოროციტებს. მათში მხოლოდ ის განსხვავება არსებობდა, რომ ისინი იყვნენ ამათუიმ სქესის მქონე თაობის წარმომშობნი და მატარებელი.

განხილული მასალა უფლებას გვაძლევს გამოვთქვათ მოსაზრება, რომ მდებრობითი ორგანიზმებში მეტი წყლის თანაბონიერება და ამით გამოწვეული წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალი წარმოადგენს ღრმა კონსტიტუციურ თავისებურებას. ამ თავისებურებას მცენარეებში ვამჩნევთ უკვე მაშინ, როდესაც სქესისათვის დამახასიათებელი უფრო თვალსაჩინო ნიშანთვისებები მათ ჯერ არა აქვთ განვითარებული. ამის გამო, ეს თავისებურება შეიძლება გამოვლინებულ იქნას არა მარტო სქესთა სრულ და მკაფიო გამიჯვნის შემთხვევაში (გამეტოციტები), არამედ უსქესო თაობაშიაც. უფრო მეტიც, შესაძლოა ის გამოამჟღავნდეს უსქესო თაობას იმ შემთხვევაშიაც, როდესაც უკანასკნელი ორსქესიან თაობას წარმოშობს, ოღონდ ისეთს, რომელშიაც ერთი რომელიმე სქესი აშკარად სჭარბობს მეორეს (მაგ., ლელი).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი
 ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 23.9.1944)

Л. И. ДЖАПАРИДЗЕ

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ПОЛОВОМУ ДИФФЕРЕНЦИАЛУ ВОДОСОДЕРЖАНИЯ У РАСТЕНИЙ

В настоящем сообщении приводим данные по сравнительному водосодержанию некоторых диойкистов, показывающие, что константность полового дифференциала водосодержания, как и следовало ожидать, отнюдь не ограничивается тем набором видов, который был нами привлечен с этой целью ранее (см. „Сообщения“, III, 5; V, 4).

1. (36). *Trachycarpus excelsa* Wende

Исследовано по две пальмы, произрастающие в грунту, в Тбилисском Ботаническом саду, уже около 70 лет. Май, 1944 г., полное цветение.

П о л	О р г а н ы								
	Листья			Ось соцветия			Цветки		
	n	M ⁰ / ₀	\bar{D}	n	M ⁰ / ₀	\bar{D}	n	M ⁰ / ₀	\bar{D}
♀	2	120	12	1	489	179	2	287	52
♂	2	108		1	310		2	235	

Генеративные части оказались более богатыми водой, причем и дифференциал здесь ярче выражен.

2. (37). *Silene Cyri* B. Schischkin

Эндемик; взято 32 растения со склонов ущелья р. Дабаханки в Тбилиси (*loco classico*) и разбито на три группы. Май, 1944 г., полное цветение.



Пол	О р г а н ы											
	Листья			Корни			Стебли			Цветки		
	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}
♀ . . .	3	425	40	3	221	7	3	277	6	3	378	56
♂ . . .	3	385		3	214		3	271		3	322	

У данного растения наибольшее содержание воды оказалось в листьях, но дифференциал сильнее выражен у цветков.

3. (38). *Ficus carica* L.

Исследовано по два растения из Тбилисского Ботанического сада. Май, 1944 г.

П о л	О р г а н ы								
	Листья			Ветки			Соцветия		
	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}	п	М ⁰ / ₀	\bar{D}
♀	2	282	—1	2	216	52	2	845	81
♂	2	283		2	164		2	764	

Наибольшее содержание воды и наибольший половой дифференциал показали соцветия; в листьях оказалось даже обратное соотношение, впрочем, неясное. Данное растение интересно тем, что у него нет безусловно полного разделения полов, а имеется лишь превалирование одного пола над другим.

4. (39). *Marchantia polymorpha* L.

Материал взят в Тбилиси, в начале созревания спорогонов. Июнь, 1944 г.

П о л	О р г а н ы					
	Таллом			Гаметоэци		
	n	M%	\bar{D}	n	M%	\bar{D}
♀	4	688	38	2	760	41
♂	4	650		2	719	

Здесь также большее содержание воды и вместе с тем наибольшее различие между полами показали генеративные органы. Этот объект интересен тем, что у него исследовано на водосодержание гаплоидное поколение—гаметофит. Между тем, все прочие исследованные растения (цветковые), принципиально говоря, являлись бесполоми—спорофитами. Они различались лишь тем, что являлись образователями и носителями того или иного полового поколения.

Исследованный материал позволяет высказать предположение, что большее содержание воды в женских организмах и обусловленный этим половой дифференциал водосодержания является конституционной особенностью с весьма глубокими корнями. Поэтому эта особенность может быть выявлена не только в случае яркого обособления полов (гаметофиты), но и в бесполом поколении. Быть может даже и в том случае, если последнее образует двуполое поколение, но с сильным преобладанием какого-нибудь одного пола (напр., *Ficus* L.).

Академия Наук Грузинской ССР
 Тбилисский Ботанический Институт
 Отдел Анатомии и Физиологии

ზ. ზანიშვილი

სიმინდის მიერ მზრალი ნივთიერების დაგროვების მიმდინარეობა
მიწერალური სასუქების სხვადასხვა ფაზებში შეტანისას

სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა კვების რეჟიმის რეგულირება ვეგეტაციის განმავლობაში ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა მათი მოსავლიანობის გადიდებისათვის. ეს პირობა პრაქტიკულად ხორციელდება განოციერების სხვადასხვა ხერხის საშუალებით. მათ შორის უმთავრესია—ძირითადი განოციერება, როდესაც სასუქები შეიტანება ნიადაგში მოცემული კულტურის დათესვამდე ან ვეგეტაციის დაწყებამდე, და დამატებითი განოციერება, როდესაც სასუქები შეგვაქვს დათესვის ან საერთოდ ვეგეტაციის დაწყების შემდეგ. მცენარეთა ზრდა-განვითარების პირობების რეგულირების თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს თითქოს დამატებით ანუ სავეგეტაციო განოციერებას. მაგრამ ნამდვილად ამ სახის განოციერების ეფექტი ზოგიერთ შემთხვევაში მეტად მცირეა, რაც აიხსნება არა მარტო ამათუიმ მცენარის ბიოლოგიური თავისებურობით—ფესვთა სისტემის ხასიათით, საკვებ ნივთიერებათა მიმართ ცოტად თუ ბევრად მკვეთრად გამოხატული კრიტიკული პერიოდების არსებობით და სხვ., არამედ ნიადაგის თვისებებისა და მეტეოროლოგიურ პირობათა ზემოქმედებითაც.

სიმინდის კულტურის მიმართ ეს საკითხები დღესდღეობით ლიტერატურაში საკმაოდ გაშუქებული არ არის. რა გავლენას ახდენს კვების ცვალებადი პირობები ვეგეტაციის სხვადასხვა საფეხურზე სიმინდის ზრდა-განვითარებასა და მოსავლიანობაზე? რამდენად ეფექტიურად ითვისებს ის ვეგეტაციის განმავლობაში შეტანილ სასუქებს? ვ. ბერი [1] აღნიშნავს, რომ სიმინდის განოციერება შეიძლება და ეფექტიანია მაშინაც, როდესაც ის 75—120 სმ-ის სიმაღლეს აღწევს, ე. ი. დაახლოებით შუა ვეგეტაციის პერიოდში. ზოგიერთ სხვა მკვლევართა აზრითაც [2, 3] სიმინდის წილადობრივი განოციერება მრავალმხრივ დადებით გავლენას ახდენს მის ზრდა-განვითარების მსვლელობაზე და მოსავლიანობაზე. პირიქით, სხვების [4, 5, 6] აზრით სიმინდის განოციერება, განსაკუთრებით აზოტური სასუქებით, მით უფრო მეტ დადებით შედეგს იძლევა, რაც უფრო ადრე იქნება ის ჩატარებული ვეგეტაციის დაწყებიდან ან თესვამდე.

სიმინდის მცენარეში მზრალი ნივთიერების დაგროვების შესასწავლად მიწერალური სასუქების სხვადასხვა ფაზებში შეტანის დროს ჩვენ მიერ ჩატარებული იყო 1940 წელს სავეგეტაციო ცდა ყარაიაში, მემინდვრობის საცდელ სადგურზე.



სავეგეტაციო ცდა ტარდებოდა მიჩერლიხის ტიპის ჭურჭლებში 5 კგ. აბსოლუტურად მშრალი ნიადაგის ტევადობით. ნიადაგი ცდისათვის აღებული იყო ყარაიას სადგურზე. ის წარმოადგენს ღია წაბლა ნიადაგების კულტურულ სარწყავ სახესხვაობას. თითოეულ ჭურჭელში შეტანილი იყო თითო გ $N_2P_2O_5$ და K_2O ქიმიურად სუფთა მარილების—აზოტმკვაა ამონიუმის, კალციუმის მონოფოსფატისა და ქლორკალიუმის სახით. ვარიანტების განმეორება—ოთხჯერადი. ჭურჭლებში 6 მაისს დაითესა ოდნავ გალოჯებული სამ-სამი მარცვალი. ჯიში „იმერული ჰიბრიდი“, ცდისათვის თესლი აღებული იყო ერთ ტაროდან. შერჩეული იყო დაახლოვებით თანაბარი მარცვლები ტაროს შუა ნაწილიდან.

მშრალი ნივთიერების განსაზღვრისათვის აღმოცენებულ მცენარეებიდან გამომხიარული იყო თითო მცენარე დამუხლების დასაწყისში და ქეჩჩის ამოდების წინ. ასე რომ საბოლოოდ ჭურჭლებში დატოვებულ იქნა თითო მცენარე. ჭურჭლების მორწყვა სწარმოებდა გამომხიარული წყლით დამუხლებამდე ნიადაგის სრული წყალტევობისგან 40 და შემდეგ 60⁰/₀-ით.

ცდის სქემა და მიღებული შედეგები მოცემულია 1-ლ ცხრილში

ცხრილი 1

სიმინდის ჰაერმშრალი მასის (მიწის ზედანაწილის) წონა გრამობით განვითარების ფაზის მიხედვით

№	ცდის ვარიანტები	დამუხლების დასაწყისში		ქეჩჩის ამოდების წინ		მოსავლის აღებისას	
		გ	‰	გ	‰	გ	‰
		1	უსასუქო (საკონტროლო)	2,38	100	5,66	100
2	NPK თესვის წინ ჭურჭლის მთელ ნიადაგთან შერევით	5,96	250,4	36,18	639,3	111,6	350,9
3	NPK დამუხლების დასაწყისში მობნევით ნიადაგის ზედაპირზე	2,45	102,9	28,34	500,7	99,9	314,2
4	NPK თესვის წინ მობნევით ნიადაგის ზედაპირზე	4,47	187,8	37,8	667,4	108,3	340,5
5	NPK ქეჩჩის ამოდების დასაწყისში ნიადაგის ზედაპირზე	2,91	122,3	4,39	77,5	39,7	124,9
6	N თესვის დროს მთელ ნიადაგთან შერევით + PK ქეჩჩის ამოდების დასაწყისში ზედაპირულად	3,16	132,8	30,55	539,7	128,3	403,5
7	PK თესვის დროს + N დამუხლების დასაწყისში ზედაპირულად	2,44	102,5	24,20	427,6	126,1	396,5
8	PK თესვის დროს + N ქეჩჩის ამოდების დასაწყისში ზედაპირულად	2,44	102,5	5,14	90,8	46,1	144,9
9	NPK სამ თანასწორ წილად სამივე ფაზაში	2,45	102,9	27,90	493,0	91,2	286,8
10	¹ / ₂ NPK თესვის დროს და ¹ / ₂ NPK ქეჩჩის ამოდების დასაწყისში	4,34	182,3	21,71	383,6	84,2	264,8

როგორც ცხრილიდან ჩანს, თესვის წინ შეტანილიმა სრულმა სასუქმა დამუხლების დასაწყისისათვის მეტად მნიშვნელოვნად იმოქმედა სიმინდის ზრდაზე. მარტო ფოსფორ-კალიუმი—თესვის წინ შეტანილი ასეთ შედეგს არ იძლევა, ცალკე აზოტური სასუქის ეფექტიც ნაკლებია, ვიდრე სრული სასუქის, მაგრამ მაინც უფრო თვალსაჩინოა ფოსფატ-კალიუმით განოციერებასთან შედარებით. დანარჩენ განოციერებულ ვარიანტებზე სასუქებისგან მიღებული დადებითი შედეგი მატულობს განვითარების ამ საწყის ფაზაში შეტანილი სასუქის დოზების პროპორციულად. რაც შეეხება მესამე და მეხუთე ვარიანტებს, რომელნიც დამუხლებამდე არ განოციერებულან, აქ სიმინდის მიერ დაგროვილი მშრალი ნივთიერების ოდენობა ისეთივეა რაც საკონტროლოზე.

ქეჩეჩის ამოღების წინ მცენარეთა მშრალი მასა თესვის წინ სრული სასუქით განოციერებულ ჭურჭელებში თანაბარია, იმისდამიუხედავად მთელ ნიადაგთან იყო არეული სასუქი ჭურჭელებში, თუ ზედაპირულად შეტანილი. დამუხლების დასაწყისისათვის კი ამ უკანასკნელ შემთხვევაში მშრალი ნივთიერების რაოდენობა უფრო ნაკლები იყო. ეს, ცხადია, მასზე და მოკიდებული, რომ სავეგეტაციო ცდის პირობებში სისტემატური მორწყვის შედეგად ზედაპირულად შეტანილი სასუქი თანდათანობით გადაადგილდა ქვემოდ და მოხვდა ფესვთა არეში, ფესვთა სისტემაც ამ დროისთვის საკმაოდ განვითარდა და კარგად შეითვისა მიცემული განოციერება. 1,5 და 8 ვარიანტებზე მცენარეები ამ ფაზაში თანაბრად არიან განვითარებულნი. რომ მეხუთე ვარიანტზე მცენარეთა განვითარება ისეთივეა, რაც პირველ—საკონტროლო ვარიანტზე, ეს გასაგებია, რადგან ამ მომენტისათვის მეხუთე ვარიანტი გაუნოციერებელი იყო—აქ სასუქი მხოლოდ ქეჩეჩის ამოღების დასაწყისში იყო შეტანილი. ხოლო მერვე ვარიანტი მაშინ მხოლოდ ფოსფატ-კალიუმით იყო განოციერებული, რომელიც ჯერ კიდევ თესვამდე გექონდა მიცემული. ასე რომ ქეჩეჩის ამოღების წინ, ისევე როგორც დამუხლების დასაწყისში, მარტო ფოსფატ-კალიუმით განოციერებამ სიმინდის ზრდაზე გავლენა არ მოახდინა. სამაგიეროდ, დამუხლების დასაწყისში შეტანილი სრული სასუქი (ვარიანტი 3) ქეჩეჩის ამოღების ფაზისთვის უკვე ძლიერ მოქმედებას იჩენს, თუმცა ამ დროს მისი ეფექტი ჯერ-ჯერობით მაინც ნაკლებია თესვისწინა განოციერებასთან შედარებით. მეექვსე ვარიანტზე, სადაც N თესვის წინ იყო შეტანილი, ხოლო PK—ქეჩეჩის ამოღების დასაწყისში, აზოტური განოციერების ძლიერ ეფექტს ვხედავთ, თუმცა სრული სასუქის მოქმედებას ის მაინც ცოტაოდნად ჩამორჩება. დამუხლების ფაზაში მიცემული აზოტური სასუქი თესვის წინ შეტანილ ფოსფატ-კალიუმის ფონზე უკვე ქეჩეჩის გამოღების დასაწყისისათვის საკმაოდ ძლიერ გავლენას ახდენს მშრალი ნივთიერების დაგროვებაზე, თუმცა ის უფრო ნაკლებია, ვიდრე აზოტის თესვის წინ შეტანის შემთხვევაში.

ვეგეტაციის დასრულებისათვის დასახული სურათი ერთგვარ ცვლილებას განიცდის ვეგეტაციის განმავლობაში შეტანილი სასუქების მოქმედების თანდათანობით გაძლიერების გამო. მეექვსე და მეშვიდე ვარიანტებზე მშრალი ნივთიერების დაგროვება თითქმის თანაბარია. თუმცა მეექვსეზე N თესვის წინ იყო შეტანილი, მეშვიდეზე კი მხოლოდ დამუხლების დასაწყისში. როგორც

ჩანს, აზოტური განოციერება სიმინდის მიერ ერთნაირადაა გამოყენებული ორივე ამ შემთხვევაში. სამაგიეროდ, თუ აზოტური განოციერება უფრო დაგვიანებით—ქეჩჩის ამოღების დასაწყისშია განხორციელებული, მაშინ მშრალი ნივთიერების დაგროვება ბევრად უფრო ნაკლებია (46,1 გ), ვიდრე აზოტის უფრო ადრეულ პერიოდებში—თესვის წინ ან დამუხლების ფაზაში მიცემის შემთხვევაში (შესაბამისად 128,3 გ და 99 გ). ამასვე ადასტურებს მეხუთე ვარიანტის მონაცემიც, სადაც მშრალი ნივთიერების ოდენობა მხოლოდ 39,7 გ-ს უდრის. თესვის წინ სასუქების შეტანის წესი—ზედაპირულად თუ მთელ ნიადაგთან არევით (ვარიანტები 2,4) საბოლოოდ თანაბარ შედეგებს იძლევა. სრული სასუქის წილადობრივად შეტანის შემთხვევაში მშრალი ნივთიერების დაგროვების ოდენობა მოსავლის აღებისას იმდენად უფრო ნაკლებია, რამდენად ნაკლებია მიცემული სასუქის დოზა სიმინდის დამუხლების ფაზამდე.

სიმინდის მიერ მშრალი ნივთიერების დაგროვების დინამიკა განვითარების ფაზების მიხედვით უფრო ნათლად მოცემულია მე-2 ცხრილში, სადაც მოყვანილია მშრალი ნივთიერების ოდენობა დამუხლებამდე, დამუხლებიდან ქეჩჩის ამოღებამდე და ქეჩჩის ამოღებიდან ვეგეტაციის დასრულებამდე გ-ში და $\frac{\%}{\%}$ -ში (100%-ად მიღებულია მშრალი ნივთიერების ოდენობა მოსავლის აღებისას).

ცხრილი 2

მშრალი ნივთიერების დაგროვების დინამიკა გ-ით და $\frac{\%}{\%}$ -ში

ვარიანტი	გ			$\frac{\%}{\%}$		
	დამუხლებამდე	დამუხლებიდან ქეჩჩის ამოღებამდე	ქეჩჩის აღებიდან მოსავლ. აღებამდე	დამუხლებამდე	დამუხლებიდან ქეჩჩის ამოღებამდე	ქეჩჩის აღებიდან მოსავლ. აღებამდე
1	2,38	3,28	26,14	7,5	10,3	82,2
2	5,96	30,22	75,44	5,4	27,0	67,6
3	2,45	25,89	71,56	2,5	25,9	71,6
4	4,47	33,33	70,5	4,1	30,8	65,1
5	2,91	1,48	35,31	7,4	3,7	88,9
6	3,16	27,39	97,75	2,4	21,4	76,2
7	2,44	21,76	101,9	1,9	17,3	80,8
8	2,44	2,7	40,96	5,3	5,8	88,9
9	2,45	25,45	63,3	2,7	27,9	69,4
10	4,34	17,37	62,49	5,2	20,6	74,2

მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მშრალი ნივთიერების მაქსიმალური დაგროვება სიმინდის მიერ ხდება ქეჩჩის ამოღების დაწყებიდან ვეგეტაციის დასრულებამდე. მაგრამ სასუქების ზეგავლენით დაგროვილი ნივთიერების ოდენობის შეფარდება განვითარების ფაზების მიხედვით მნიშვნელოვნად იცვლება. სრული სასუქის თესვამდე ან დამუხლებამდე შეტანის შემთხვევაში ეს ოდენობა შედარებით უფრო თანაბრად ნაწილდება ცალკეულ ფაზებში, კერძოდ, მნიშვნელოვნად მატულობს ის დამუხლებიდან ქეჩჩის გამოღებამდე. თუ გაუნოციერებულ ვარიანტზე დაგროვილი მშრალი ნივთიერების ოდენობა ქეჩჩის ამოღებამდე უდრის 17,8%-ს და ამის შემდეგ 82,8%-ს, განოციერებულ ვარიანტებზე ის შეადგენს შესაბამისად 19,2—34,9 და 80,8—65,1%. თუ სასუქი

მხოლოდ ქეჩიჩის ამოღების დროსაა შეტანილი, მაშინ მშრალი ნივთიერების დაგროვების მსვლელობა ბევრად არ განიზრჩევა საკონტროლოსგან.

აზოტისა და ფოსფატ-კალიუმის შეტანის ვადები მნიშვნელოვნად სცვლიან მშრალი ნივთიერების დაგროვების მიმდინარეობას. თუ აზოტი თესვის დროსაა შეტანილი, ხოლო ფოსფატ-კალიუმი დაგვიანებით—ქეჩიჩის ამოღების დასაწყისში, ამ შემთხვევაში მშრალი ნივთიერების დაგროვება ქეჩიჩის ამოღებამდე თითქმის ისევე მიმდინარეობს, როგორც სრული სასუქის თესვამდე შეტანისას, ქეჩიჩის ამოღების შემდეგ კი, ე. ი. ფოსფატ-კალიუმის შეტანის შემდეგ, მისი დაგროვება უფრო ინტენსიურია, ვიდრე სრული სასუქის თესვამდე შეტანის შემთხვევაში, რის გამო საბოლოოდ ის უფრო მეტ ოდენობას აღწევს.

ასე რომ თესვამდე მარტო N-ის შეტანა ქეჩიჩის ამოღებამდე უზრუნველყოფს მცენარის განვითარების ისეთსავე პირობებს, როგორსაც სრული სასუქი. პირიქით, თუ თესვამდე მხოლოდ ფოსფატ-კალიუმი მიცემული და აზოტი ქეჩიჩის ამოღების დასაწყისში, მაშინ მშრალი ნივთიერების დაგროვების რიტმი ამ ფაზამდე, ე. ი. ვიდრე აზოტი იქნებოდეს შეტანილი, თითქმის ისეთივეა როგორც გაუნოციერებელ ვარიანტზე, და მხოლოდ აზოტის შეტანის შემდეგ ხდება უფრო ინტენსიური. აზოტის დამუხლების დროს, PK-ის კი თესვამდე მიცემა იწვევს ზრდის უფრო ნელ ტემპს დამუხლებამდე, შემდეგ ის ინტენსიურდება და საბოლოოდ თითქმის ისეთსავე ეფექტს იძლევა, რასაც აზოტით თესვამდე განოციერება.

სრული სასუქის წილადობრივად—ორ ან სამ ფაზაში თანაბარი რაოდენობით შეტანა მშრალი ნივთიერების დაგროვების თითქმის ისეთსავე რიტმს გვაძლევს, რასაც თესვამდე განოციერება, მხოლოდ მისი აბსოლუტური ოდენობა უფრო ნაკლებია.

ამნაირად, სავეგეტაციო ცდის პირობებში სიმინდის მიერ მშრალი ნივთიერების მაქსიმალური დაგროვება ხდება ქეჩიჩის ამოღების შემდეგ.

მინერალური სასუქით განოციერება იწვევს მშრალი ნივთიერების უფრო თანაბარ მიმდინარეობას, ვიდრე გაუნოციერებლად, განსაკუთრებით მატულობს ამ შემთხვევაში მისი ოდენობა დამუხლებიდან ქეჩიჩის ამოღებამდე.

მცენარეთა ზრდის მსვლელობაზე და დაგროვილი მშრალი ნივთიერების აბსოლუტურ ოდენობაზე მეტად ძლიერ გავლენას ახდენს აზოტური განოციერების ვადები. რამდენადაც უფრო ადრეა შეტანილი აზოტი, მით უფრო მეტია დაგროვილი მშრალი ნივთიერების ოდენობა. დამუხლების შემდეგ—ქეჩიჩის ამოღების ფაზაში მიცემული აზოტური სასუქი სიმინდის ზრდაზე გავლენას აღარ ახდენს.

ფოსფატ-კალიუმით განოციერების ვადა მშრალი ნივთიერების დაგროვებაზე ბევრად ნაკლებად მოქმედებს, ვიდრე აზოტური სასუქის. ყოველ შემთხვევაში, ქეჩიჩის ამოღებამდე შეტანილი ფოსფატ-კალიუმი, როგორც ჩანს, მცენარის მიერ კარგადაა გამოყენებული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მემინდეროვის რესპუბლიკური საცდელი სადგური
ყარაია

(შემოვიდა რედაქციაში 5.11.1944)

Ш. ЧАНИШВИЛИ

 ХОД НАКОПЛЕНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА КУКУРУЗОЙ ПРИ
 ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В РАЗНЫХ
 ФАЗАХ РАЗВИТИЯ

Резюме

Ход накопления сухого вещества в надземных частях кукурузы изучался в вегетационных опытах на светло-каштановой культурно-поливной почве Караязской опытной станции.

В каждый сосуд вместимостью в 5 кг абсолютно сухой почвы внесено по 1 г N , P_2O_5 и K_2O в виде азотно-кислого аммония, монофосфата кальция и хлористого калия. Удобрения вносились по фазам развития:

1) NPK —при набивке сосудов, или в фазе появления 1-го узла стебля, либо в начале выбрасывания султанов, 2) N в одну из последних двух фаз на фоне PK , внесенного при набивке сосудов, 3) N при набивке и PK в начале выбрасывания султанов и 4) NPK дробно равными частями во все три фазы развития и NPK пополам при набивке сосудов и в начале выбрасывания султанов. Всего испытывалось 10 разных комбинаций внесения удобрений в 4-х повторениях. Сорт кукурузы—«Имеретинский гибрид».

Кукуруза посеяна 6 мая наклюнувшимися семенами по 3 зерна на сосуд. Для определения сухого вещества из трех выросших растений удалялось по одному—в фазе появления узла стебля и в начале выбрасывания султанов.

Результаты опытов приводят к следующим основным выводам:

1) В условиях вегетационного опыта у испытанного сорта кукурузы максимальное образование сухого вещества падает на период развития после начала выбрасывания султанов (65,1-88,9% от всего количества образовавшегося в течение вегетации).

2) Под влиянием минеральных удобрений этот максимум несколько сглаживается и образование сухого вещества значительно усиливается в фазе развития от начала появления 1-го узла до выбрасывания султанов (с 10,3% без удобрения до 30,8% при внесении NPK перед посевом).

3) На ход накопления сухого вещества наиболее сильное влияние оказывают сроки внесения N . Урожай сухой массы тем больше, чем раньше внесено азотное удобрение, при внесении после появления узла стебля оно эффекта не дает.

Повидимому, условия азотистого питания в начальных фазах развития играют решающую роль для роста кукурузы.

4) Сроки внесения фосфатно-калийного удобрения играют значительно меньшую роль, чем азота. Во всяком случае, если РК внесено до начала выбрасывания султанов, оно, повидимому, достаточно хорошо усваивается кукурузой и вызывает значительное повышение накопления сухого вещества.

Однако, в естественных условиях эффективность фосфатно-калийного удобрения, внесенного во время вегетации, будет обуславливаться техникой внесения, и свойствами почвы в значительной большей степени, чем в условиях вегетационного опыта.

Академия Наук Грузинской ССР
Республиканская опытная станция
по полеводству
Караг

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Е. Бер. Теория и практика применения удобрений, М., 1932.
2. Е. Минина и В. Гусева. Влияние минерального питания на признаки пола кукурузы. Химиз. Соц. Земл., № 3, 1937.
3. Е. Минина. Физиологические основы техники внесения удобрений. Труды ВИУАА. Физиолог. сборн., 1934.
4. E. V. Zarragoli. L'Italia Agricola, № 2, 1928.
5. В. В. Церлинг. Влияние известкования на использование кукурузой питательных веществ почвы и удобрений в связи с фазами развития. Труды ВИУАА, вып. 9, М.-Л., 1935.
6. Thomas W. and. Mos W. B. Journ. of Agr. Research., v. 59, № 4, 1939.



მცენარეთა ფიზიოლოგია

მ. ზრალაშვილი

ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა დეკას ახალგაზრდა და ხნიერ ფოთლებში

საქართველოში მთრიმლავე რესურსების გამოვლინებასთან დაკავშირებით, რომელსაც თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი აწარმოებს, მიზნად დავისახეთ გამოკვლეულ ობიექტებიდან უფრო ფართოდ და ყოველმხრივ შეგვესწავლა დეკა (*Rhododendron Caucasicum* Pall.), რომელიც მეტად საინტერესო მცენარის წარმოადგენს, როგორც თავისი გავრცელებით, ისე ტანილების შემცველობის და კეთილხარისხოვნებით.

სხვა მაჩვენებლებთან ერთად [5] საჭიროდ ვცანით ხსნადი ნახშირწყლების აღრიცხვა, რომელთაც ტყავეულობის დადაბლების საქმეში დიდ მნიშვნელობას აწერენ. მთრიმლავ მასალების დახასიათების დროს ყურადღება ექცევა არა მხოლოდ მთრიმლავების არა მთრიმლავებთან შეფარდებას, არამედ იმა-საც, თუ რა რაოდენობითაა ექსტრაქტში შაქრები, ვინაიდან დათრიმლის პროცესში შაქრები განიცდიან დუღილს, წარმოშობილი ორგანული მჟავები ხელს უწყობენ ტყავის გაჯირჯებას, რითაც იქმნება პირობები ტყავის სტრუქტურულ ელემენტებამდე ტანილების ადვილად გაუფნვის, ეს კი იწვევს მთლიან და ჩქარ დათრიმლვას [4]. ამასთანავე საინტერესო იყო ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობის გამორკვევა დეკას ახალგაზრდა და ხნიერ ფოთოლში, ვეგეტაციის დროთა ადგილსამყოფელოს სიმაღლის გავლენასთან დაკავშირებით. საანალიზო მასალა აიღებოდა დეკას გავრცელების უკიდურეს საზღვრებზე: 2500—2600 მეტრი ზღვის დონედან (ზედა ზონა) და 1700 მ. ზ. დ. (ქვედა ზონა). საანალიზო ფოთლები სამი ასაკისაა: 1—2 და 3-წლიანი. გარდა ფოთლებისა, ნახშირწყლების აღრიცხვა სწარმოებდა ერთ და ორწლიან ყლორტებშიც. მოკრეფის შემდეგ ფოთლები ინახებოდა ორგვარად: ერთი ნაწილი მოკრეფის შემდეგ შრებოდა ჩრდილში (როგორც ამას მთრიმლავე მასალის დამზადების წესი მოითხოვს), ხოლო მეორე ნაწილს ვკლავდით წყლის ორთქლში და ისე ვაშრობდით.

კრიტიკოვას [1] გამოკვლევებით ცნობილია, რომ ჩაის ახალგაზრდა ფოთოლში მთრიმლავები ყოველთვის მდიდარია პოლიფენოლებით და მათი შემკიდროების პირველადი პროდუქტებით, რომელთაგან იქმნება ხსნადი ტანილები; პირიქით, უფრო ასაკოვანი და ხნიერი ფოთლები მდიდარია მთრიმლავი ნივთიერების არა ხსნადი ფრაქციებით, რომელნიც ძლიერ კონდენსირებული შენაერთებითაა მდიდარი. მოსალოდნელი იყო, რომ ნახშირწყლების ამგვარ ასაკობრივ ცვლილებებს გამოამჟღავნებდნენ. ამავე დროს, ინტერესს

მოკლებული არ არის, ფოთოლში მყოფ აღდგენილ თვისების მქონე ნივთიერებათა საერთო თანაპოვნეობის აღრიცხვაც, ისევე ასაკობრივ ცვალებადობასთან დაკავშირებით.

ნახშირწყლების განსაზღვრა ხდებოდა კიზელის სქემის მიხედვით. ცილების დალექვა სწარმოებდა ძმარმეავა ტყვიით, ხოლო მონოსახარიდების ანალიზი — ბერტრანის წესით. ამავე წესით ხდებოდა აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებათა აღრიცხვა ცილების დალექვამდის, რაც გადაანგარიშებულია გლუკოზაზე.

ცხრილ 1-ში წარმოდგენილი გვაქვს ივნისში აღებული მასალის ანალიზის შედეგები (მასალა შეგროვილია 1700—2100 მეტრის ფარგლებში), საიდანაც ირკვევა, რომ აღვილი აქვს გარკვეულ კანონზომიერებას: რამდენადაც ახალგაზრდაა ფოთოლი, იმდენად უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს როგორც ხსნად ნახშირწყლებს, ისე საერთოდ, აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებებს. ეს ნივთიერებები, რომელიც ხასიათდება აღდგენითი თვისებით, ხოლო ცილების დალექვის დროს გამოდის რეაქციიდან, ჩვენის აზრით უნდა შეიცავდეს ნახშირწყლების და მთრიმლავ ნივთიერების შუალედ პროდუქტებს, ან აღდგენითი თვისების მქონე მღებავ ნივთიერებებს. ყლორტები შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს ასეთ ნივთიერებებს და უფრო მეტი რაოდენობით — სახაროზას. ფოთლებში დისახარიდების — სახაროზას და მალტოზას ფრაქციებში, განსხვავება ხნოვანებასთან დაკავშირებით თითქმის არა გვაქვს.

ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა ივნისის მასალაში
Содержание растворимых углеводов в июньском материале

ცხრ. 1
табл. 1

მასალის დასახელება Наименование материала 1700—2100 mt	ფოთლის ხნოვანება Возраст листа	აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებანი Восстановляющие вещества	მონოსახარიდები Моносахариды	დისახარიდები Дисахариды		საერთო ჯამი Сумма
				სახაროზა Сахароза	მალტოზა Мальтоза	
ფოთლები—листья	1 წელი год	15,81	10,57	3,31	2,53	16,41
” ”	2 ”	15,01	10,00	3,26	1,22	14,48
” ”	3 ”	14,36	9,44	3,30	1,21	13,95
ღეროები—стебли	1 ”	13,09	10,17	5,13	1,30	16,60

ცხრილში 2 მოგვყავს დეკას გავრცელების ზედა (2500—2600 მ. ზ. დ. და ქვედა 1700 მ. ზ. დ.) ზონებში აღებულ მასალაზე მიღებული შედეგები. საანალიზო სინჯები აღებულია ერთდროულად 2 სექტემბერს. ციფრების შედარებიდან ირკვევა, რომ ორივე სიმაღლეზე აღებული მასალა, როგორც ნახშირწყლების საერთო რაოდენობით, ისე ფოთლების ასაკობრივი განსხვავებით ერთიმეორის მსგავს სურათს გვაძლევს, ნახშირწყლების ყველა ფრაქციის მცირე



როდენი სიჭარბით ხასიათდება ქვედა ზონის მასალა. როგორც ზედა, ისე ქვედა ზონის ერთწლიანი ფოთლები ხსნადი ნახშირწყლების მეტი რაოდენობით ხასიათდებიან, რაც, უმთავრესად, მონოსახარიდების სიჭარბითაა გამოწვეული. დისახარიდებიდან ასაკობრივი განსხვავება ემჩნევა სახაროზას, რომლის რაოდენობაც ფოთლის ხნოვანებასთან დაკავშირებით მატულობს; ყლორტებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ სახაროზას.

ცხრილი 3-ს განხილვიდან ჩანს, რომ 1700 მეტრზე შეგროვილი ფოთლები ოქტომბრის დამლევს ხსნადი ნახშირწყლების უფრო მეტი რაოდენობით ხასიათდება, ვიდრე ამავე სიმაღლეზე უფრო ადრე (2..IX-ს) აღებული მასალა. საგრძნობი მომატება, უმთავრესად, მონოსახარიდების და სახაროზას ფრაქციებს ემჩნევა, რაც შეეხება მალტოზას, ადგილი აქვს მის მცირეოდენ დაკლებას. ფოთლის ხნოვანებასთან დაკავშირებული განსხვავება აქაც ისეთივეა, როგორც ადრე განხილულ შემთხვევის დროს იყო. რაც შეეხება ამ პერიოდში აღებულ მასალაში ნახშირწყლების სიჭარბეს, ეს შეიძლება აიხსნას იმ გარემოებით, რომ დეკა, როგორც მარად მწვანე მცენარე, მარავი ნივთიერების ნაწილს თვით ფოთოლში უნდა იგროვებდეს.

ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა 2 IX-ს აღებულ მასალაში ცხრილი 2
Содержание растворимых углеводов в материале собранном 2.IX табл. 2

მასალის დასახელება Наименование материала	ფოთლის ხნოვანება Возраст листа	აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებანი Восстановляющие вещества	მონოსახარიდები Моносахариды	დისახარიდები Дисахариды		საერთო ჯამი Сумма
				სახაროზა Сахароза	მალტოზა Мальтоза	
2600 mt						
ფოთლები—листья	1 წელი Год	14.95	9.23	1.87	1.83	12.93
" "	2 "	13.88	7.12	2.38	1.88	11.38
" "	3 "	13.00	5.86	3.01	1.95	10.82
ორთქლში მოკლული убитые паром	2 "	12.11	7.32	2.00	1.60	10.92
" "	3 "	11.76	6.11	3.01	1.42	10.54
ღეროები—стебли	1 და 2 წელი года	13.55	6.40	5.41	0.92	11.72
1.700 mt						
ფოთლები—листья	1 წელი год	14.70	10.06	3.07	1.82	14.95
" "	2 "	14.57	9.46	2.45	1.76	13.67
" "	3 "	13.66	7.75	2.34	2.28	12.37
ორთქლში მოკლული убитые паром	3 "	12.00	6.44	3.27	1.04	10.75
ღეროები—стебли	2 "	11.17	7.90	4.53	1.94	14.37

საყურადღებოა აგრეთვე ის გარემოება, რომ, გარდა იენისში აღებული მასალისა, ყველგან ადგილი აქვს ხნოვანების მატებასთან ერთად აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებათა მატებას.

ყველა განხილული ასაკობრივი განსხვავება მივეითებებს იმაზე, რომ ახალგაზრდა და ხნიერი ფოთლები ერთი-მეორისაგან უნდა განსხვავდებოდნენ, როგორც ფიზიოლოგიური ფუნქციით, ისე მათში მიმდინარე ნივთიერებათა გარდაქმნებით. ცნობილია [4], რომ ქლოროფილის წონითი ერთი და იგივე რაოდენობაზე ახალგაზრდა ფოთოლი უფრო ენერგიულად აწარმოებს CO_2 -ს დაშლას, ვიდრე ხნიერი; ამდენად, როგორც ასიმილაციების საერთო, ისე მათი შიდა ფორმა მეტი უნდა იყოს ახალგაზრდა ფოთოლში; ჩვენი მონაცემები ამ მხრივ მსგავს სურათს იძლევა.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ მასალა, რომელიც წყლის ორთქლით იყო მოკლული, ხსნადი ნახშირწყლების ნაკლებ შემცველობას გვიჩვენებს, შედარებით ისეთივე მასალასთან, მოუკლავად რომ იყო გამოშრობილი. ლისიციანი [3], რომელმაც სორგოს ღეროს შემთხვევაში მსგავსი შედეგები მიიღო, დასაშვებად სცნობს იმ გავრცელებას, რომ მოკვლის დროს არ ხდებოდეს ყველა ფერმენტის დაშლა, არამედ იცვლებოდეს ფერმენტატიული კომპლექსი.

ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა 26.X-ის მასალაში
 Содержание растворимых углеводов в материале 26.X

ცხრ. 3
 табл. 3

მასალის დასახელება Наименование материала 1700 mt	ხნოვანება Возраст	აღდგენის თვისების მქონე ნივთიერე- ბანი Восстановляю- щие вещества	მონოსახარიდები Моносахариды	დისახარიდები Дисахариды		საერთო ჯამი Сумма
				სახაროზა Сахароза	მალტოზა Мальтоза	
ფოთლები—Листья	1 წელი год	18.88	13.98	4.66	2.47	20.41
„	2 „	17.37	12.11	5.10	2.44	19.45
მოკლული ორთქლით убитые паром	1 „	14.18	9.59	2.35	1.62	13.56
„	2 „	14.00	9.32	2.00	2.04	13.36
ღეროები—Стебли	1-2 წ. რ.	15.17	10.30	6.41	1.25	17.96

იმ მხრავ რომ, ხელშემწყობათ მოქმედებს სახაროზას დაშლაზე და სახამებლის სინთეზზე, და, რომ, საერთოდ, ნახშირწყლების შემცირება იმის მაჩვენებელია, რომ, გარდა დაშლისა მიმდინარეობს სინთეზური პროცესიც. ლისიციანის მოსაზრება შესაძლებელია ზოგიერთ შემთხვევაში დასაშვები იყოს განსაზღვრულ მასალაზე. ჩვენს შემთხვევაში წყლის ორთქლით მოკლულ მასალაში შემცირება ემჩნევა, უმთავრესად, საერთო აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებებს, მონოსახარიდებს და ნაწილობრივ სახაროზას, ხოლო ამავე მასალაში მთრიმლავ ნივთიერებათა განსაზღვრით [5] გამოირკვა, რომ აღნიშნული მასალა უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავს ტანიდებს; შესაძლებელია ეს მოკლენა თავის ახს-



ხას პოულობდეს შემდეგში: ვინაიდან მოუკლავი მასალა გამოშრობის მსვლელობაში განიცდის ხანგრძლივ კენობას, რომლის დროსაც, როგორც ცნობილია, გაძლიერებული უნდა იყოს ფერმენტატიული პროცესები, მასში ადგილი ექნება ნივთიერებათა ძთელ რივ ცვლილებებს, განსაკუთრებით კი ჰიდროლიზურ პროცესებს. ჩვენი მონაცემები გვაძლევს საფუძველს დაუშვათ, რომ მოუკლავ მასალაში ადგილი ჰქონდა მთრიმლავ ნივთიერებათა ჰიდროლიზს და ნახშირწყლების წარმოშობას.

დასკვნა

1. სხვადასხვა ასაკის ფოთლები ერთი-მეორისაგან უნდა განირჩეოდეს როგორც ფიზიოლოგიური ფუნქციით, ისე მათში მოძრავი პლასტიკურ ნივთიერებათა რაოდენობით. ახალგაზრდა ფოთოლი შეიცავს ხსნადი ნახშირწყლების უფრო მეტ რაოდენობას, ვიდრე ხნიერი.

2. აღდგენითი თვისების მქონე ნივთიერებანი, რომელნიც ცილების დალექვის შემდეგ გამოდის რეაქციიდან, ხნიერ ფოთოლში უფრო მეტია, ვიდრე ახალგაზრდაში, ამ მხრივ გამონაკლის შეადგენს ივნისში აღებული მასალა.

3. ზონალობისა და ვეგეტაციის დროთა მიხედვით მიღებული შედეგები არ იძლევა ნათელ სურათს. 26.X-ის აღებული მასალა გვიჩვენებს ხსნადი ნახშირწყლების სიჭარბეს სამივე ასაკის ფოთლებში; მომატება ემჩნევა მონოსახარიდებს და სახაროზას, რაც ფოთოლში ნახშირწყლების მარაგად დაგროვებით უნდა აიხსნას.

4. წყლის ორთქლში მოკლულ მასალაში ნაკლებია ხსნადი ნახშირწყლები მოუკლავად გამომშრალ მასალასთან შედარებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
თბილისის ბოტანიკური ინსტიტუტი
ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

(შემოვიდა რედაქციაში 15.2.1945)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

М. Н. ЧРЕЛАШВИЛИ

СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРИМЫХ ГЛЮЦИДОВ В МОЛОДЫХ И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА ЛИСТЯХ РОДОДЕНДРОНА КАВКАЗСКОГО

Резюме

Исследование имеет в виду выявление содержания растворимых глюкоидов в листьях *Rhododendron Caucasicum* Pall., в зависимости от их возраста, а также от сроков вегетации и высоты местообитания над у. м. Материал взят в верхней (2500—2600 м н. у. м.) и нижней (1700 м н. у. м.) зоне распространения рододендрона; листья 1—2 и 3 летние; исследованы и 1—2 летние листоносные стебли. Часть материала подвергнута воздуш-

ной сушке, согласно правил заготовки дубильных листьев; часть же предварительно убивалась в парах кипящей воды. Определение глюкоидов велось по схеме Кизеля; осаждение белков—уксуснокислым свинцом; анализ моноз—методом Бертрана. Последним же учитывалось общее наличие редуцирующих веществ, до осаждения белков, перечисленных на глюкозу. Анализы показали следующее:

1. Листья рододендрона кавказского различных возрастов различаются по своему физиологическому состоянию и по содержанию подвижных форм пластического материала. Молодые листья содержат растворимых глюкоидов больше, по сравнению с более старшими.

2. Общее содержание редуцирующих веществ оказывается большим в листьях старших возрастов. Исключение составил июньский материал.

3. Материал разных сроков сбора и разных высот местопроизрастания не дал ясной картины. Однако, в октябрьском сборе листья всех возрастов обнаруживают повышение в содержании растворимых глюкоидов, именно моноз и сахарозы, что, по всей вероятности, находится в связи с наличием запасающей функции перезимовывающих листьев рододендрона.

Академия Наук Грузинской ССР
 Ботанический Институт
 Отдел Анатомии и Физиологии
 Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Крюкова. Цитировано по Курсанову, Биохимия т. 8, вып. 4, 1943.
2. В. Н. Любименко. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. Сельхозгиз, 1935.
3. Д. И. Лисицын. О переходе сахара \rightleftharpoons крахмал в растительных клетках. Биохимия, т. 8, вып. 4, 1943.
4. Г. Шлыков. Дубильные растения СССР, 1932.
5. ლ. ჯაფარიძე და მ. ჭრელაშვილი. დეკა, როგორც მთრინლაგი მცენარე. ხელნაწერი, თბილ. ბოტანიკის ინსტიტუტი, 1944.

მცენარეთა ფიზიოლოგია

ბ. თავაძე

ვაზის მინერალური კვების საკითხისათვის

(საგვეტაციო ცდები წყლისა და სილის კულტურებში)

მცენარის მინერალური კვების ფიზიოლოგიის შესწავლისათვის უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს მცენარის მიერ საკვებ არედან შეთვისებული მარილების აბსოლუტური რაოდენობის განსაზღვრას და ორგანოებში საკვებ მარილების მიგრაციის დადგენას წლიური განვითარების ფაზების მიხედვით.

ამგვარი ხასიათის შრომები ვაზის კულტურის მიმართ არ მოგვეპოვება, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში Lagatu და Maume-ს [1—5], Vinet-სა [6—7] და Серпуховитина-ს [8] შრომებს, სადაც განიხილება ვაზის მინერალური კვების დიაგნოსტიკა.

ჩვენს მიერ აღნიშნულ მიმართულებით საკითხის შესწავლა მიმდინარეობდა წყლისა და სილის კულტურებში ერთწლიან დაფესვიანებულ ვაზებზე (ჯიში რქაწითელი დამყნელი რიზ. რუბ. 3399)⁽¹⁾.

მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდის დაწყების წინ და ცდის დაწყებიდან ყოველ თვის თავზე საცდელი ვაზების გამოწვავალ ხსნარებში ვსაზღვრავდით დარჩენილ საკვებ მარილებს (N, K, P, Ca, Mg) და ამ ორი სიდიდის სხვაობა გვაძლევდა რიცხვს, რომელიც გვიჩვენებდა ვაზის მიერ ვეგეტაციის განმავლობაში ყოველთვიურად შეთვისებულ საკვებ მინერალურ ნივთიერებათა რაოდენობას.

ასე ვიქცეოდით სილის კულტურებშიც, მხოლოდ აქ ცდის დაწყებიდან ყოველ თვის თავზე ვსაზღვრავდით აგრეთვე ცდიდან გამოსულ ვაზის ორგანოებში (ფოთლები, რქები, ფესვები, ძველიანი) ზემოაღნიშნულ ელემენტებს, წყლისა და მშრალ მასის დაგროვების დინამიკას. მაშასადამე, ერთი მხრით კვების არედან გახარჯულ საკვებ მარილების რაოდენობის დადგენით და, მეორე მხრით, თვით საცდელ ვაზებში ამ მარილების დაგროვების განსაზღვრით, ვიგებდით ვაზის მიერ ვეგეტაციის განმავლობაში ყოველთვიურად შეთვისებული საკვებ მინერალურ ნივთიერებათა რაოდენობას.

წყლისა და სილის კულტურებში საცდელი ვაზების მოვლა წარმოებდა არსებული მეთოდის მიხედვით [9, 10]. წყლის კულტურებში ვაზების სუსტად

(¹ ჩვენს მიერ მინდვრის პირობებში სრულმსწომიარე ვაზებზე ჩატარებული ცდების შედეგები ცალკე შრომად იქნება გამოქვეყნებული.



განვითარება, შედარებით სილის კულტურებთან, გამოწვეული იყო ნაწილობრივ კვების არეში ხსნარების გადახურებით (შესაფერი მოწყობილობის უქონლობის გამო ცდის ამ ნაკლის თავიდან აშორება შეუძლებელი შეიქნა კახეთის ცხელ კლიმატურ პირობებში).

ვიცოდით რა, რომ ვაზი კარგად ვითარდება კვების არეში, რომლის $P_H = 6$ [11, 12], ზვენ წინასწარ გამოცდის გარეშე, აღნიშნულ რეაქციას ვიცავდით საცდელი ვაზების კვების არეში.

სილის კულტურებიდან მიღებული მასალების განხილვა გვიჩვენებს, რომ ვაზის მიერ მინერალური ნივთიერების დიდი რაოდენობით შეთვისება წარმოებს ვეგეტაციის პირველ ნახევარში ვეგეტატიური ორგანოების ძლიერი ზრდის პირობებში (ცხრილი 1).

ვაზის მიერ მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება ვადების მიხედვით ვეგეტაციის განმავლობაში
 Поступление минеральных веществ в виноградную лозу по срокам за вегетационный период (водная культура)

ცხრილი—таблица 1

ვადები ნიშნების აღების Сроки взятия проб		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
I	от 1.VI-დან до 1.VII-მდე	140	50	105	144	25
II	от 1.VII-დან до 2.VIII-მდე	138	48	141	151	29
III	от 2.VIII-დან до 6.IX-მდე	128	85	93	177	32
IV	от 6.IX-დან до 9.X-მდე	7	5	15	—	—
წლის განმავლობაში—за весь год		413	188	354	—	—

ვადების მიხედვით პირველი სამი თვის განმავლობაში ვაზის მიერ აზოტისა და კალიუმის შეთვისება თანდათან კლებულობს, ხოლო კალციუმისა და მაგნიუმის შეთვისება იზრდება.

ფოსფორის მიმართ ვლებულობთ შემდეგ სურათს: 2.VIII—6.IX-მდე ვაზის მიერ შეთვისებული ფოსფორი საგრძნობლად მეტია წინა თვეებთან შედარებით; თუმცა ვეგეტაციის ბოლოს—6.IX—9.X-მდე ვაზის მიერ როგორც ფოსფორის, ისე სხვა ელემენტების შეთვისება ძლიერ მცირდება.

სილის კულტურებშიც ვაზის მიერ მინერალური ნივთიერების ხარბათ შეთვისება დაკავშირებულია ვეგეტატიური ორგანოების ძლიერ ზრდასთან (ცხრილი 2), მაგალითად, 8.VII—8.VIII-მდე.

ვაზის მიერ შეთვისებული მარილების რაოდენობა უდრის: აზოტის—325 მ. გ., ფოსფორის—93 მ. გ., კალიუმის—273 მ. გ., შემდეგ თვეში—8.IX—11.X-მდე ვაზის მიერ აღნიშნული ელემენტების შეთვისება რამდენჯერმე მცირდება (N—20 მ. გ., P₂O₅—35 მ. გ., K₂O—40 მ. გ.).



ვაზის მიერ მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება ვადების მიხედვით ვეგეტაციის განმავლობაში
 Поступление минеральных веществ в виноградную лозу по срокам за вегетационный период (песчаная культура)

ცხრილი—таблица 2

	ვადები ნიმუშების აღების Сроки взятия проб	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
I	от 8.VI-დან до 8.VII-მდე	205	85	265
II	от 8.VII-დან до 8.VIII-მდე	325	93	272
III	от 8.VIII-დან до 8.IX-მდე	157	125	217
IV	от 8.IX-დან до 11.X-მდე	20	35	40
	წლის განმავლობაში—за весь год.	707	318	794

ვაზის მიერ წლის განმავლობაში შეთვისებული კალიუმის რაოდენობა (794 მ. გ.) მეტია, ვიდრე აზოტისა (707 მ. გ.) და ფოსფორისა (319 მ. გ.).

თვით სილის კულტურებში მყოფ ვაზების ორგანოების ანალიზები გვიჩვენებს, რომ აზოტი მაღალი %-ლი რაოდენობით გვხვდება ვაზის ახალგაზრდა ფოთლებში, რქებში და ფესვებში, ძველიანში კი მცირე რაოდენობით. ფოსფორი დიდი რაოდენობით არის ფესვებში, ვიდრე ფოთლებში და რქებში, ხოლო კალიუმი მაღალი %-ლი რაოდენობით წარმოდგენილი არის რქებში და ფესვებში (ცხრილი 3).

ვაზის ორგანოებში მინერალური ნივთიერება %ში აბსოლუტურად მშრალ ნივთიერებიდან
 Количество минеральных веществ в %-ах от абсолютно сухой массы

ცხრილი—таблица 3

ნიმუშების აღების დრო Сроки взятия проб	8.VII			8.VIII			8.IX			11.X		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
ფოთლები—листья.	2.390	0.931	1.879	3.353	0.794	1.764	2.205	0.710	1.610	2.249	0.616	1.383
რქები—побеги	1.437	0.574	2.557	0.853	0.526	2.182	0.872	0.571	1.561	1.017	0.621	2.048
ფესვები—корни	1.463	1.093	2.997	1.509	1.022	2.503	1.033	0.330	1.522	0.920	0.642	1.053
ძველიანი—штаб	0.737	0.470	0.883	0.596	0.553	0.806	1.188	0.641	0.693	0.834	0.421	0.675

მაშასადამე, ვაზის სხვადასხვა ორგანოები სხვადასხვა მოთხოვნილებას უყენებს ამა თუ იმ საკვებ მინერალურ ნივთიერებას და ეს მოთხოვნილება იცვლება ვეგეტაციის განმავლობაში. მაგალითად, დღ დან აღმოცენებისა—8.VII-მდე ერთი ძირი ვაზის ორგანოებში (გარდა ძველიანისა) ნივთიერების ნამატი უდრის



მშრალი მასა—12,17 გრამს, აზოტი—235 მ. გ., ფოსფორი—105 მ. გ., კალიუმი—280 მ. გ.; 8.VII-დან 8.VII-მდე კი მშრალი მასის ნამატი უდრის 15,42 გრამს, აზოტი 364 მ. გ., ფოსფორი—101 მ. გ., კალიუმი—283 მ. გ., მაშინ, როდესაც 8.VIII—8.IX-მდე ნამატი აზოტისა (177), ფოსფორისა (140) და კალიუმისა (240) ნაკლებია წინა თვესთან შედარებით. ხოლო ვეგეტაციის ბოლოს 8.IX-დან 11.X-მდე, როდესაც ვაზის ორგანოებში მშრალი მასის მატებას, თუმცა უმნიშვნელოდ, კიდევ აქვს ადგილი, საკვები მინერალური ნივთიერება მცირდება წინა თვესთან შედარებით (ცხრილი 4, ციფრების თავზე ნიშანი მინუსი: — გვიჩვენებს ნივთიერების შემცირებას). აღნიშნულ პერიოდში ვაზის ზოგიერთ ორგანოში მშრალი მასისა და საკვებ მინერალურ ნივთიერებათა შემცირება გამოწვეული უნდა იყოს, ერთი მხრით, ვაზის ზოგიერთი რქის წვერის ნაწილებისა და შემხმარ ფოთლების დაკარგვით და, მეორე მხრით, ვაზიდან საკვებ ელემენტების გამორეცხვით მათი დესორბციით კვების არეში.

მშრალი მასის ნამატი ვაზის ორგანოებში (გრამებში) და საკვები მარილებისა (მილიგრამებში) თვიდან თვემდე ვეგეტაციის განმავლობაში
 Ежемесячный прирост сухой массы (в граммах) и минеральных веществ (в миллиграммах) в органах виноградной лозы в среднем на один куст

ცხრილი—таблица 4

ნიმუშების აღების დრო Сроки взятия проб	დარვიდან— 8.VII-მდე со дня посадки до 8.VII			от 8.VII-დან до 8.VIII-მდე			от 8.VIII-დან до 8.IX-მდე			от 8.IX-დან до 11.X-მდე						
	აბსოლუტ. მშრალი მასა Абсолютная сухая масса	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	აბსოლუტ. მშრალი მასა Абсолютная сухая масса	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	აბსოლუტ. მშრალი მასა Абсолютная сухая масса	N	P ₂ O ₅	K ₂ O				
ვაზის ორგანოები Органы лозы																
ფოთლები Листья . . .	6.18	148	57	116	7.03	295	48	117	9.97	68	59	140	0.65	4	16	61
რქები—პобеგი.	3.41	49	20	87	5.89	30	29	116	4.61	42	30	14	0.32	17	5	61
ფესვები—კორნი	2.58	38	28	77	2.50	39	24	50	8.91	67	51	86	0.98	6	7	55
ყველა ორგანოში Во всех органах	12.17	235	105	280	15.42	364	101	283	23.47	177	140	240	0.01	7	18	55

ვაზის ფოთლებში, აზოტის ყოველთვიური ნამატი მეტია, ვიდრე კალიუ-

მისა და ფოსფორის, ხოლო რქებში და ფესვებში, პირიქით, კალიუმის ნამატი მეტია, ვიდრე აზოტის და ფოსფორის (ცხრილი 4).

ვაზში შემავალ ძირითად საკვებ ელემენტების (N, K, P) ფიზიოლოგიური შეფარდება იცვლება ვაზის ორგანოების მიხედვით ვეგეტაციის განმავლობაში. მაგალითად, განვითარების პირველ თვის ბოლოს 8.VII ფოთლებში

$$\frac{N}{P_2O_5} = 2,60, \quad \frac{K_2O}{P_2O_5} = 2,03, \quad \frac{K_2O}{N} = 0,78; \quad \text{ვეგეტაციის ბოლოს } 11.X$$

$$\frac{N}{P_2O_5} = 3,42, \quad \frac{K_2O}{P_2O_5} = 2,11, \quad \frac{K_2O}{N} = 0,62. \quad \text{განვითარების ამავე რიცხვებში}$$

$$\text{რქებში—8.VII } \frac{N}{P_2O_5} = 2,45, \quad \frac{K_2O}{P_2O_5} = 4,35, \quad \frac{K_2O}{N} = 1,78. \quad \text{წლის ბოლოს—11.X}$$

$$\frac{N}{P_2O_5} = 1,64, \quad \frac{K_2O}{P_2O_5} = 3,31, \quad \frac{K_2O}{N} = 2,01.$$

ვაზის ორგანოებში წყლის რაოდენობა კლებულობს ვეგეტაციის განმავლობაში, მიუხედავად იმისა, რომ კვების არეში წყლის რაოდენობა მუდამ ერთდონეზე იყო (60% სრულ წყალტევადობიდან). მაგალითად, ფოთლებში წყლის რაოდენობა მცირდება 74,95%—63,07%-მდე, რქებში—79,25%—60,98%-მდე, ფესვებში—87,00%—58,42%-მდე.

აღსანიშნავია, რომ ვაზის ორგანოებში წყლისა და აზოტის პროცენტულ რაოდენობას შორის არსებობს პირდაპირი დამოკიდებულება, ე. ი. ვაზის ამათუ იმ ორგანოებში სწორედ მაშინ გვაქვს აზოტი მაღალი პროცენტული რაოდენობით, როდესაც ეს ორგანო მდიდარი არის წყლით.

დასკვნები

1. ვაზის მიერ საკვებ მინერალურ ნივთიერებათა შეთვისება არათანაბარია ვეგეტაციის განმავლობაში.

2. ვაზის სხვადასხვა ორგანო თავისი ზრდა-განვითარებისათვის სხვადასხვა მოთხოვნილებას უყენებს ამათუნმ საკვებ მინერალურ ნივთიერებას და ეს მოთხოვნილება იცვლება ვეგეტაციის განმავლობაში.

3. ვაზში შემავალ ძირითად საკვები ელემენტების (N, K, P) ფიზიოლოგიური შეფარდება იცვლება ვაზის ორგანოების მიხედვით ვეგეტაციის მსვლელობასთან დაკავშირებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
მევენახეობა-მეღვინეობის სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტი
თელავი

(შემოვიდა რედაქციაში 16.10.1944)

П. Г. ТАВАДЗЕ

К ВОПРОСУ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

(Веgetационные опыты в водных и песчаных культурах)

Резюме

Для изучения физиологии минерального питания растений существенное значение имеет определение абсолютного количества питательных веществ, поступивших в растение по фазам развития.

Работ такого характера по виноградной культуре не имеется, если не принять во внимание проведенные Lagatu и Maume [1—5], Vinet [6—7] и Серпуховитиной [8] исследования, в которых изучалось диагностирование минерального питания виноградной лозы.

Динамика поступления минеральных веществ в виноградной лозе нами изучалась в водных и песчаных культурах на годовалых, окореневших саженцах винограда сорта Ркацители, привитого на рип. Хруп. 3309.

Анализ полученных данных, представленных в таблицах №№ 1, 2, 3, 4, показывает, что интенсивное поступление минеральных веществ, в особенности, азота в виноградной лозе, идет в первой половине вегетации, что связано с бурным ростом вегетационных органов винограда и высоким содержанием воды в них. Например, количество минеральных веществ, поступивших в лозу от 8.VII до 8.VIII, равно: азота—325 миллигр., фосфора—93 миллигр., калия—273 миллигр.; от 8.IX до 11.X—азота 20 миллигр., фосфора—30 миллигр.; калия—40 миллигр. (табл. 2).

Примерно, такую же картину дает анализ органов виноградной лозы, например, высокое (%-ое) содержание азота, фосфора и калия имеется в молодых листьях, побегах, корнях (табл. 3). Азота больше в листьях, побегах и корнях, чем в штамбе. Фосфора же больше в корнях, чем в листьях и побегах, а калия—в побегах и корнях (табл. 3).

Ежемесячный прирост азота в листьях больше, чем в побегах и корнях, прирост же калия в побегах и корнях больше, чем азота и фосфора (табл. 4).

Установленные факты можно объяснить тем, что потребность органов виноградной лозы в разных минеральных веществах различна и она меняется также по годовому циклу развития винограда; этим объясняется также то обстоятельство, что физиологического соотношения основных питательных веществ (N, K, P), содержащихся в виноградной лозе, меняется как по органам, так и по фазам развития винограда; например, в 8.VII коэффициент соотношения азота к фосфору $\left(\frac{N}{P_2O_5}\right)$ в



ბიოქიმიკა

3. ჰომოთინანი

ჟანგბადის მოხმარების ოდენობა წურბლის კან-კუნთის ტოპრაკის
„ჩამკეტი მოქმედების“ დროს

სპეციალურ ლიტერატურაში გაბატონებულია ის აზრი, რომ კუნთის ხანგრძლივი ტონური დაძაბულობის მატება არ არის დაკავშირებული ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებასთან. ეს შეხედულება საფუძვლად უდევს „ჩამკეტი“ მოქმედების თეორიას, რომლის მიხედვით კუნთი შეიძლება იყოს მუდმივ მაქსიმალურ დაძაბულობაში და არ იცვლიდეს მას დატვირთვის გადიდებისას.

ჟუკოვა [1] შეისწავლა მოლუსკების ნიჟარების საკეტი კუნთის გაზთა ცვლა „მოსვენებისას“ და სხვადასხვა დატვირთვის შემთხვევაში კუნთის დატვირთვისას ისეთი ძალით, რომელიც 100—400 გრამს უდრიდა. სუნთქვა მატულობდა 15—60% -ის რაოდენობით. მაგრამ განგარიშებიდან ირკვევა, რომ ბაჟაყის ჩონჩხის კუნთის ტეტანურ შეკუმშვასთან შედარებით მოლუსკის კუნთის „ჩამკეტი მოქმედებისას“ ინარჩუნება 500-ჯერ უფრო ნაკლები ენერგეტიკული მასალა.

იორდანის ლაბორატორიაში გლუვი კუნთის ელასტიური თვისებების შესწავლასთან დაკავშირებით მასის მიერ [2] გამოკვლეულია ბადის ლოკოკინას ფეხის გაზთა ცვლა მისი სხვადასხვა ოდენობით დატვირთვისას. აღმოჩნდა, რომ ლოკოკინას ფეხის დატვირთვისას ყოველთვის ადგილი აქვს ნახშირორჟანგის გამოყოფის მატებას. მაგრამ ირკვევა, რომ სუნთქვის გაძლიერება არის არა ენერგეტიკული მასალის ხარჯვის შედეგი, არამედ ფეხის ზედაპირის მომატების, რაც დატვირთვით გამოწვეულ კუნთის გაჭიმვას უნდა მიეწეროს.

ევანსის მიერ [3] ჩატარებული ცდებიდან ბაჭის საშვილოსნოს დაკუჭის კუნთზე ირკვევა, რომ ეს ორგანოები ტონური დაძაბულობის გაძლიერებისას ჟანგბადის მეტ რაოდენობას არ მოიხმარენ მოღუნებულ მდგომარეობასთან შედარებით.

მაგრამ თუ კუნთის „ჩამკეტი მოქმედებას“ თან სდევს შეკუმშვა, მაშინ ეს პროცესი დაკავშირებულია ენერგეტიკული მასალის ხარჯვის გაძლიერებასთან. მაგალითად, უეკსულმა [4] გამოაკვლია, რომ ჰოლოტურიების კანის და წურბლის ტოპრაკის კუნთების „ჩამკეტი მოქმედება“ მიმდინარეობს გაძლიერებული სუნთქვის ფონზე.

იმ მუშაობასთან დაკავშირებით, რომელსაც ი. ბრიტაშვილი აწარმოებდა წურბლის კან-კუნთის ტოპრაკის „ჩამკეტი მოქმედების“ შესწავლის მიზნით, მე წინადადება მომეცა გამომეკვლია ჟანგბადის მოხმარების სიდიდე დაძაბულობის ცვლილებასთან დაკავშირებით. ქვემოთ მოყვანილი მონაცემები მიღებულია ლაბორანტ ელენე კლეინის დახმარებით.

მუშაობის მეთოდის

წურბლის (*Hirudo medicinalis*) ანატომიური აგებულების თავისებურება იმაში გამოიხატება, რომ ეპითელიუმის ქვეშ განლაგებულია ირგვლივი კუნთები და უკანასკნელის ქვეშ კი კარგად განვითარებული ვასწვრივი კუნთები. კან-კუნთის ტოპრაკის „ჩამკეტი მოქმედება“ იწვევს ვასწვრივი კუნთების.

წურბლის სუნთქვის კოეფიციენტი ნორმალურ პირობებში ერთს უახლოვდება. მაგრამ ჟახებადის ნაკლებობის დროს ნახშირორჟანგის ანაერობული წარმოშობა ისეთ ოდენობას აღწევს, რომ ეს კოეფიციენტი სამამდე აღის [5].

სუნთქვის ინტენსივობა ირკვევოდა ვარბურგის მანომეტრულ აპარატში. ჩვენ ვსარგებლობდით ამ მიზნისათვის სპეციალურად დამზადებული ტურკლით, რომლის სქემა მოცემულია სურ. 1. ხემო ნაწილში ტურკელი შეიცავს ირგვლივ ჩადრმავებას, სადაც ისხმებოდა ტუტე, ნახშირორჟანგის დასაქვრად. პრეპარატის ერთი ბოლო მაგრდებოდა მანომეტრის საცობთან, ხოლო მეორე იტვირთებოდა რკინის ცილინდრით.

„ჩაკეტვის მოქმედების“ გამოწვევისათვის ჩვენ პრეპარატის გაღიზიანებას ვაწარმოებდით ან მექანიკური ანდა ელექტრული გზით. მექანიკური გაღიზიანება იწვევოდა იმ ძალით, რომელიც წარმოიშობოდა სპეციალურ კოჭში გატარებულ ელდენისაგან. კოჭის მოძრაობით პრეპარატზე დაკიდულ რკინის ტვირთის გასწვრივ ზევიდან ქვევით, ან პირიქით, შესაძლებელი ხდებოდა დატვირთვის სწრაფი გადიდება ან შემცირება.

ელექტრული გაღიზიანება ხორციელდებოდა პლატინის ელექტროდებით. ელექტროდები იმგვარად იყო შევლებილი ტურკელში, რომ პრეპარატი მათ მხოლოდ ეხებოდა და წინააღმდეგობას მის მოძრაობას არ უწევდა.

„ჩამკეტი მოქმედების“ სახით ჩვენ ვვულისხმობდით პრეპარატის ისეთ მდგომარეობას, როდესაც ის დატვირთვის დროს ხანგრძლივად ინარჩუნებდა შეკუმშვის იმ ოდენობას, რაც მას თავიდანვე ახასიათებდა.

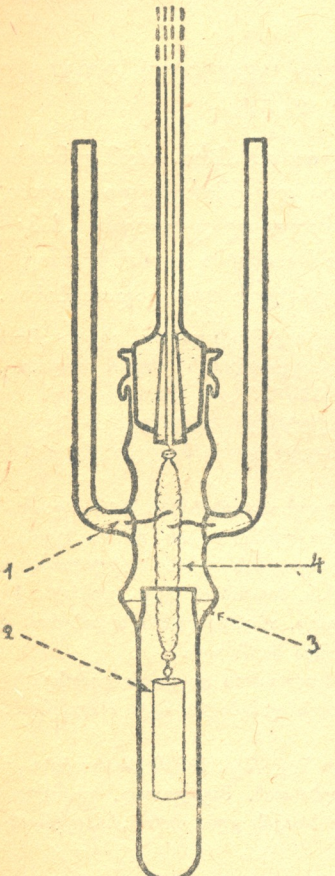
მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

წურბლის სუნთქვის ინტენსივობა დიდად დამოკიდებულია მთელ რიგ გარეგან და შინაგან ფაქტორებისაგან. მაგალითად, ჩვენი მონაცემების მიხედვით ჟანგბადის მოხმარება ერთი საათის განმავლობაში ცოცხალ წონის ერთ გრამზე იენისში საშუალოდ 30 მლ-ს უდრიდა, ხოლო დეკემბერში ის 15—10 მლ-ის ფარგლებში მერყეობდა.

დატვირთვა იწვევს ჟანგბადის მოხმარების სწრაფ გადიდებას, რომელიც მაშინათვე პოულობს გამოხატულებას მანომეტრის ჩვენებაზე.

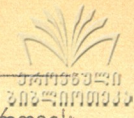
ქვემოთ მოყვანილია ერთერთ ცდის ოქმი, სადაც იკვლეოდა დატვირთვის გავლენა ჟანგბადის მოხმარების ინტენსივობაზე. ჟანგბადის მოხმარება მოცემულია მილილიტრებში ცოცხალ წონის ერთ გრამზე, ერთი საათის განმავლობაში.

ც და. 25.VI.41 წ. აღებულია წურბლის წინა ნახევარი წონით 0.69 გ. დატვირთვა 20 გ. ცდის განმავლობაში პრეპარატი იმყოფებოდა მოდუნებულ მდგომარეობაში. ტემპერატურა 25°C.



სურ. 1

სარესპირაციო ტურკელი. 1—ელექტროდები. 2—ტვირთი. 3—ჩადრმავება ტუტისათვის, 4—პრეპარატი.



უნდა დაემატოს კიდევ ერთი გარემოება. როდესაც პრეპარატი დატვირთვის დროს „ჩამკეტ მოქმედებას“ ამჟღავნებს, დატვირთვის გაძლიერებას, როგორც წესი, თან სდევს ჟანგბადის მოხმარების მატება, მაგალითად:

ცდა: 26.XI.41 წ.

აღებულია წურბლის წინა ნაწილი წონით 0,6 გ. პრეპარატი დატვირთული არ არის. ის მაქსიმალურად შეკუმშულია ცდის მთელი ხნის განმავლობაში. ტემპერატურა 18° C.

ჟანგბადის მოხმარება ცდის დაწყების 20 მინ. შემდეგ 13 მლ

„ „ 30 „ „ 14 „

„ „ 40 „ „ 13 „

„ „ 50 „ „ 11 „

პრეპარატი დატვირთა 5 გ. ტონური შეკუმშვა გრძელდება.

ჟანგბადის მოხმარება ცდის დაწყების 15 მინ. შემდეგ 15 მლ

„ „ 25 „ „ 20 „

„ „ 35 „ „ 18 „

„ „ 45 „ „ 18 „

ტვირთი შეიცვალა 10 გ. ტონური შეკუმშვა გრძელდება.

ჟანგბადის მოხმარება ცდის დაწყების 15 მინ. შემდეგ 22 მლ

„ „ 25 „ „ 24 „

„ „ 35 „ „ 22 „

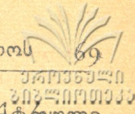
„ „ 45 „ „ 22 „

ჟანგბადის მოხმარების მონაცემების შედარებისას ირკვევა, რომ მატება უფრო დიდია მცირე დატვირთვის დროს. სუნთქვის გაძლიერება არ მიდის დატვირთვის პარალელურად. ეს ფაქტი იმ მხრივ არის მნიშვნელოვანი, რომ წარმოდგენას იძლევა ენერგეტიკული მასალის ხარჯვის დონეს შესახებ „ჩამკეტი მოქმედების“ პროცესში.

მიღებული შედეგებიდან ის დასკვნა უნდა იყოს გამოტანილი, რომ ტონური დაძაბულობის გაძლიერებისას ენერგეტიკული მასალის ხარჯვა წარმოებს შედარებით უფრო ეკონომიურად. წურბლის კან-კუნთის ტოპრაკის „მარგი მოქმედების კოეფიციენტი“ დიდი უნდა იყოს.

რომ დატვირთვა „ჩამკეტი მოქმედების“ დროს იწვევს სუნთქვის ინტენსივობის მატებას, ეს სხვა მკვლევარების მონაცემებიდანაც ირკვევა. აქ საკითხი დგას პროცესის რაოდენობითი დამოკიდებულების შესახებ. მაასი [2], გაზთა ცვლის მატებას დატვირთვის შედეგად ლოკოკინას ფეხში მიაწერს ფეხის ფართობის გადიდებას. გაზთა ცვლის მატება, რომელიც ჟუკოვმა [1] გამოიკვლია მოლუსკებში, დიდ ოდენობას არ აღწევს ჩონჩხის კუნთთან შედარებით. ჩვენ ცდებში ამგვარ დამოკიდებულებას ადგილი არა აქვს. პირიქით, ირკვევა, რომ მინიმალური დატვირთვაც კი „ჩამკეტი მოქმედებისას“ იწვევს ჟანგბადის მოხმარების გაძლიერებას წურბელში 60—100%/o-ის რაოდენობით. ლაპარაკი, ამ შემთხვევაში, ენერგეტიკული მასალის ხარჯვის დაბალი დონეს შესახებ ზედმეტია. აქედან ის დასკვნა უნდა იქნეს გამოტანილი, რომ კან-კუნთის ტოპრაკის „ჩამკეტი მოქმედება“ განსხვავდება იმისაგან, რასაც ადგილი აქვს მოლუსკების საკეტ კუნთში, ან ლოკოკინას ფეხში.

ბერიტაშვილმა [6, 7] დაამტკიცა, რომ წურბლის ტოპრაკის „ჩამკეტი მოქმედება“ ხორციელდება რეფლექსური გზით გამოწვეული შეკუმშვის



საშუალებით. ამ დასკვნამდე ის მივიდა „ჩამკეტი მოქმედების“ ელექტროლი აქტივობის შესწავლის საშუალებით. მისი აზრით, წურბლის „ჩამკეტი მოქმედება“ ძირითადად განსხვავდება მოლუსკების ნერვულ-კუნთოვან სისტემის „ჩამკეტი მოქმედებისაგან“. უკანასკნელი, როგორც ცნობილია, მიმდინარეობს კუნთის შეკუმშვის გარეშე. ეს დებულება მტკიცდება ჩვენ მიერ მიღებულ მონაცემებითაც, რომელთა მიხედვით სუნთქვის ინტენსივობა ძლიერდება წურბლის ტონურად შეკუმშულ კუნთში დატვირთვის მომატების გამო.

დასკვნა

ქანგბადის მოხმარების სიდიდის გამოკვლევის მიზნით წურბლის კან-კუნთის ტოპრაკის „ჩამკეტი მოქმედებისას“ დაყენებული იყო ცდები ვარბურგის მანომეტრულ აპარატში.

წურბლის კუნთის „ჩამკეტი მოქმედების“ პროცესში დატვირთვა იწვევს ქანგბადის მოხმარების სწრაფ ზრდას. ეს მატება შედარებით უფრო დიდია მცირე დატვირთვის დროს. ის არ იზრდება დატვირთვის პარალელურად.

მიღებული მონაცემებიდან ის დასკვნა უნდა იყოს გამოტანილი, რომ წურბლის კან-კუნთის ტოპრაკის „ჩამკეტი მოქმედება“ თავის ბუნებით განსხვავდება ისეთ კუნთების „ჩამკეტი მოქმედებისაგან“, რომელთაც შეუძლიანთ გაანვითარონ ხანგრძლივი ტონური დაძაბულობა შეკუმშვის გარეშე.

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემია
აკად. ი. ბერიტაშვილის სახელობის
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
ბიოქიმიის განყოფილება
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 5.7.1944)

БИОХИМИЯ

П. А. КОМЕТИАНИ

ВЕЛИЧИНА ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ПРИ „ЗАПИРАТЕЛЬНОМ ДЕЙСТВИИ“ КОЖНО-МЫШЕЧНОГО МЕШКА ПИЯВКИ

Понятие о тоническом длительном напряжении без видимого сокращения мышц связывают с отсутствием повышения обмена при увеличении нагрузки мышцы. Эта точка зрения легла в основу теории «запирательного действия», по которой гладкие мышцы могут находиться в постоянном максимальном напряжении, не меняя это состояние от нагрузки.

Но если «запирательное действие» мышц сопровождается сокращением, то оказывается, что этот процесс связан с увеличением траты энергетического материала.

В связи с исследованием «запирательного действия» кожно-мышечного мешка пиявки, академиком И. С. Бериташвили было предложено мне со-

вместно с лаборантом Еленой Клейн изучить изменение величины газообмена при усилении тонического напряжения. Перед нами была поставлена задача выяснить как влияет нагрузка на величину потребления кислорода в процессе «запирательного действия» мышц, сравнительно с тем состоянием, когда мышца находится в растянутом состоянии. Объектом для исследования была взята медицинская пиявка (*Hirudo medicinalis*).

Величина потребления кислорода измерялась в респирационном аппарате Варбурга манометрически. Мы пользовались особой формой сосуда для дыхания, сконструированного нами (см. рис. 1).

За состояние «запирательного действия» мы приняли такое состояние препарата, при котором он был максимально сокращен вне зависимости от нагрузки.

Величина потребления кислорода пиявками в сильной степени зависит от ряда внешних и внутренних факторов. Температура среды, парциальное давление кислорода, сезон, физиологическое состояние животного обуславливают изменение интенсивности дыхания в широких пределах. Так, например, по нашим данным потребление кислорода в продолжение одного часа на грамм живого веса в июне месяце колебалось в среднем около 30 мл, в то время, как в декабре оно не превышало 15—10 мл. Зимой вообще, в связи с ухудшением функционального состояния животного, часто не удается вызвать «запирательное действие» кожно-мышечного мешка пиявки.

Нагрузка вызывает у пиявки увеличение потребления кислорода. Это увеличение заметно больше тогда, когда отягощенный грузом препарат, находящийся в растянутом состоянии, после снятия груза укорачивается. В данном случае складываются два фактора: снятие груза и уменьшение поверхности.

Нагрузка увеличивает потребление кислорода не только растянутых препаратов. Когда пиявка находится в состоянии максимального сокращения и нагрузка не снимает этого состояния, т. е. имеется налицо «запирательное действие», как правило, всегда наблюдается усиление потребления кислорода. При этом важно отметить еще одно обстоятельство. Когда препарат при какой-либо определенной нагрузке показывает «запирательное действие», увеличение нагрузки всегда сопровождается увеличением потребления кислорода.

При сравнении данных усиления потребления кислорода в процессе «запирательного действия» оказывается, что это усиление не идет параллельно с увеличением нагрузки. Усиление величины газообмена относительно больше при малой нагрузке. Таким образом, при усилении тонического напряжения, трата энергетического материала происходит сравнительно экономно. «Коэффициент полезного действия» кожно-мышечного мешка пиявки должен быть высок.

Что увеличение нагрузки в процессе «запирательного действия» имеет следствием усиление газообмена, доказывается данными и других авторов.

В данном случае вопрос ставится в плоскости количественных соотношений между величиной нагрузки и интенсивностью дыхания. Например, Маас [2] приписывает усиление газообмена в ноге виноградной улитки растяжению вследствие отягощения, т. е. по его мнению, нагрузка не вызывает траты энергетического материала. Усиление газообмена, которое наблюдал Жуков [1] у моллюсков, не достигает большой величины.

У пиявок таких соотношений не обнаруживается. Наоборот, выясняется, что минимальная нагрузка, например, 10 г вызывает, во время «запирательного действия» препарата весом 0,5 г, усиление потребления кислорода на 60—100%. Это примерно 150—200 раз превосходит усиление дыхания замыкательной мышцы моллюсков, если допустить, что отягощение последней происходит в аналогичных условиях. Говорить в данном случае о низком уровне траты энергетического материала не приходится. Отсюда нужно сделать заключение, что тот процесс, который наблюдается при «запирательном действии» кожно-мышечного мешка пиявки, отличен от процесса имеющего место в замыкательной мышце моллюска, или же в ноге виноградной улитки.

Бериташвили [6, 7] в ряде исследований доказал, что «запирательное действие» кожно-мышечного мешка, должно осуществляться сократительным процессом. Этот вывод получен им в результате изучения электрической активности в процессе «запирательного действия». По его мнению «запирательное действие» нервно-мышечной системы пиявки существенно отличается от «запирательного действия» нервно-мышечной системы моллюсков и других животных, производящей «запирание» без сокращения. Это положение находит полное подтверждение в полученных нами данных усиления интенсивности дыхания в процессе тонического сокращения с увеличением нагрузки.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт Физиологии
им. акад. И. С. Бериташвили
Отдел Биохимии
Тбилиси

BIOCHEMISTRY

THE RATE OF THE OXYGEN CONSUMPTION AT THE «CATCH ACTION» OF THE BODY WALL OF A LEECH

By P. A. KOMETIANI

Summary

It is known that the increase of the load during the «catch action» of the sleek muscles is not accompanied by a notable increase of metabolism.

After the investigation of the electric activity in the process of the catch action of the cutaneous-muscular body wall of the leech, Beritoff came to the conclusion that this action of the leech proves to be a contractive process.

In connection with this a question arose in what degree the oxygen consumption by the leech changes in the process of a «catch action» in comparison with the stretched state in which it remains during the load. We wanted to find out, the rate of the consumption of the energy during the catch action.

Experiments were carried out in the Warburg's respiratory apparatus with special vessels for respiration.

The obtained data show that the load of the leech being in a stretched state evokes the corresponding increase of the oxygen consumption. The increase of the intensity of respiration disappears immediately after taking off the load independently of the stretched or shortened state of the leech.

Loading the object at the «catch action» the oxygen consumption increases also sharply. The increase is respectively higher at the small loads. The increase of the load does not evoke a proportional increase of the oxygen consumption.

The above data show that the nature of the tonic tension of the body wall of a leech differs from such «catch action» of the muscles undergoing a longcontinued tonic tension and no visible contraction.

Academy of Sciences of the Georgian SSR
Beritashvili Physiological Institute
Tbilissi

საბჭოთა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Е. К. Жуков. Физиол. Жур. СССР, 19, 933, 1935.
2. J. A. Maas. Néerland. Physiologie, 23, 1, 1938.
3. C. Evans. Jour. Physiol., 58, 22, 1923—24.
4. J. V. Uexküll. Zeits. f. Biologie, 44, 307, 1917.
5. X. С. Коштояни. Основы срав. физиологии, стр. 399, Москва, 1940.
6. ი. ბერიტაშვილი. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. V, 723, 1944.
7. ი. ბერიტაშვილი. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. V, 927, 1944.



ფიზიოლოგია

მანანა ახმეტელი

პირის ღრუს ქიმიურ გალიზიანებათა მიმდებლობა ნორმულ და დეცე-
 რაბრიკულ მტრედებში

შესავალი და მეთოდისა

პირველად გემოვნების შემოწმება შესწავლილ იქნა ნორმულ ფრინველებზე B. Rensh-ის მიერ [1], რომელმაც ექსპერიმენტულად აღმოაჩინა, რომ იხვები ვერ გრძობენ სიმწარეს, რადგან ისინი სვანდნენ ალოს მავარ ხსნარებსაც კი. ეს მოვლენა მან ახსნა მით, რომ იხვები ხშირად ჭამდნენ მწარე ბალახებს, ამის გამო მათში მომხდარია ადაპტაცია მწარე გამლიზიანებლებისადმი.

შემდეგი ავტორი, რომელიც იკვლევდა გემოვნებას ნორმულ ქათმებში, მტრედებში და იხვებში, იყო Engelmann [2, 3]; ის აწვდიდა ექსპერიმენტულ ცხოველებს რამდენიმე ჭურჭელს სუფთა წყლით და რამდენიმე ჭურჭელს სხვადასხვა კონცენტრაციის სხვადასხვა ხსნარებით. თუ ხსნარი სუსტი კონცენტრაციისა იყო, ცხოველები ყოველთვის სვამდნენ მახლობელ ჭურჭლიდან, მაგრამ თუ ხსნარები დიდი კონცენტრაციისა იყო, რამდენიმეჯერ გასინჯვის შემდეგ, ისინი მიიმართებოდნენ წყლისკენ.

ყნოსვის და გემოვნების გამოკვლევები ნორმულ პატარა ფრინველებზე—ნიბლებზე, ჩატარებულ იქნა Salverd—Ter-Saog-ის მიერ [4], იგი დასაღვე წყალს უმაჯებდა სხვადასხვა გემოვნების ნივთიერებებს (მლახეს, მწარეს, მყავეს, ტკბილს), ამ ექსპერიმენტების საფუძველზე მან გამოიკვლია ზოგიერთი დახლოებით ზღურბლი სხვადასხვა ხსნარებისათვის.

ჩვენი მიზანი იყო გამოგვეკვლია გემოვნების რეცეპტორების ქიმიურ გალიზიანებათა ზღურბლი ნორმულ და დეცერებრივებულ მტრედებში. გარდა ამისა, ჩვენ გვინდოდა გამოგვეკვია დიდი ტვინის მნიშვნელობა გემოვნების გამლიზიანებელ შეგრძნებასა და მათ დიფერენციაციის საკითხში. არსებულ ლიტერატურაში აღნიშნულ საკითხის ირგვლივ ამგვარი მუშაობა ჩვენ ვერ ვიპოვეთ.

ჩვენ ვიკვლევდით გემოვნების რეცეპტორების ქიმიურ გალიზიანებათა ზღურბლს ათ ნორმულ და სამ დეცერებრივებულ მტრედზე. კვლევის მეთოდისა იყო შემდეგი: ჩვეულებრივ ყოველდღე, განსაზღვრულ საათს უდგამდით გალიაში ნახევრად მშიერ მტრედებს დასაღვე წყალს და მხოლოდ ხანდახან წყლის მაგივრად გამოსაკვლევ შაქრის, საჭმელ მარილის, ჭინაჭინის ან მარილის მყავის ხსნარებს, ჩვეულებრივ ხსნარებს ვაწვდიდით მორიგეობით, ე. ი. ჭინაჭინის ხსნარის მიცემის რამდენიმე დღის შემდეგ ვაწვდიდით სხვა რომელიმე ხსნარს. როდესაც ვრწმუნდებოდით, რომ მტრედები ხსნარს არ სვამდნენ, კონტროლისათვის 5'—10, შემდეგ ისეთივე ფინჯნით ვაწვდიდით სუფთა წყალს. ექსპერიმენტები ტარდებოდა იმავე გალიაში, სადაც ცხოვრობდნენ მტრედები.

დიდი ტვინის ამოკვეთის ოპერაცია წარმოებდა ეთერის ნარკოზით. დიდი ტვინის ჰემოსფეროების მოცილების სიხუსტე და დარჩენილ ტვინის ნაწილების მდგომარეობა ისინჯებოდა სიკვდილის შემდეგ. ტვინის ანატომო-ჰისტოლოგიური გამოკვლევა ჩატარებულა ჩვენი ინსტიტუტის ჰისტოლოგიურ კაბინეტში პროფ. ა. ზურაბაშვილის მიერ.

№ 1 მტრედს მოცილებული ჰქონდა ორივე ჰემოსფერო სტრიალურ სისტემასთან ერთად, გარდა მცირე ვენტრალურ ფირფიტის და საყნოსავი წილების პატარა ნაწილაკისა. გარ-

და ამისა, მას ოდნავ აცლილი ჰქონდა შუამდებარე ტვინის დორხალური ზედაპირის მცირე ნაწილი.

№ 2 მტრედს ორივე ჰემოსფეროები და სტრიალური ნაწილი ამოკვეთილი ჰქონდა მთლიანად, გარდა ამისა, მოცილებული ჰქონდა შუამდებარე ტვინის დორხალურ მხრიდან მნიშვნელოვანი ნაწილი.

№ 3 მტრედს მოცილებული ჰქონდა ორივე ჰემოსფერო და შუამდებარე ტვინი, მხედველობის ნერვების შესვლის ადგილის დაუზიანებლად.

ც დ ი ს შ ე დ ე გ ე ბ ი

გემოვნების რეცეპტორების ქიმიურ გალიზიანების ზღურბლის გამოკვლევის დროს, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, გამოსაკვლევ ხსნარს საცდელ ცხოველებს ყოველ დღე არ ვაწვდიდით. ნორმულ მტრედებზე არ შეიძლებოდა ამ ცდების ჩატარება არამც თუ დღეში რამდენიმეჯერ, არამედ ერთხელაც კი, რადგან დიდი კონცენტრაციის ხსნარები მათზე უარყოფითად მოქმედებდნენ. მაგ., ნორმული № 5 მტრედი მიუახლოვდა თეთრ ფინჯანს, გასინჯამარილის სიმკვავის ხსნარი, რომელიც ამ კონცენტრაციაში მიწოდებული იყო პირველად. მაშინვე ამოიღო ნისკარტი და თავის ქნევით გაიწია უკან. ნახევარი საათის შემდეგ ისევ მივაწოდეთ იგივე ხსნარი. № 5 მტრედი ძალიან ზანტად მიუახლოვდა ფინჯანს, მის დანახვისას ჯერ გაიქნია თავი, თითქოს იცილებდა წვეთს, კისერი ძირს ოდნავ დაღუნა, გაიწია უკან და შემდეგ მიუახლოვდა ფინჯანს. ეს მან რამდენიმეჯერ გაიმეორა. ბოლოს, ორი მინუტის შემდეგ, ფრთხილად ჩაჰყო ნისკარტი ხსნარში, მაგრამ მაშინვე უკან ამოიღო, ჩამოიბერტყა ხსნარის წვეთები და წავიდა გალიის ბოლოს. რამდენიმე ხნის შემდეგ (25') ჩვენ იმავე მტრედს იგივე ფინჯანი შევთავაზეთ, მაგრამ უკვე სუფთა წყალით; მტრედი აღარ მიუახლოვდა ფინჯანს. ნახევარ საათის შემდეგ მტრედს წყალი პეტრის ფინჯნით მივაწოდეთ. მტრედი მიუახლოვდა ფინჯანს 50" შემდეგ და ფრთხილი გასინჯვის შემდეგ წყალი დალია. იგივე ცდები გაიმეორეთ მეორე დღეს და ისეთივე შედეგები მივიღეთ.

ზემოთ აღწერილი ქცევა ჩვენ ვერ შევამჩნიეთ №№ 1, 2 და 3 დეცერებრირებულ მტრედებს. სუყველანი სინჯავდნენ ხსნარს დანახვისთანავე, უარყოფით რეაქციას ვამჩნევდით მხოლოდ პირის ღრუს უშუალოდ გალიზიანების დროს, რაც გამოიხატებოდა თავის ქნევაში.

Engelmann-ის დაკვირვებით, ქათმებში თავის ქნევის რეფლექსი გამოვლინდებოდა არა ჭურჭლის დანახვისას, არამედ მაშინ, როდესაც ისინი სინჯავდნენ ხსნარს. აქედან Engelmann-ი მივიღა იმ დასკვნამდე, რომ ზემოაღნიშნული რეფლექსი ფრინველებს უჩნდებათ მხოლოდ ცხვირის ღრუს უშუალო გალიზიანების დროს.

ჩვენ ვერ დავეთანხმებით Engelmann-ს, რადგან ფაქტიური მასალა ადასტურებს Rensch-ის მიერ დაკვირვებულ მოვლენას, სახელდობრ იმას, რომ მტრედები უკვე უარყოფით ხსნარიან ფინჯნის დანახვისას უპასუხებენ თავის ქნევით; ჩვენი აზრით, თავის ზემოაღნიშნული მოძრაობა არ არის მხოლოდ ინდივიდური რეფლექსი, აღმოცენებული ფინჯნის დანახვით; ეს მოძრაობა არის

ელემენტი ინდივიდუალური ქცევისა, რომელიც ემყარება წარმოდგენას, რომ აღნიშნულ ჭურჭელში არის უარყოფითი ხსნარი.

ამრიგად, ნორმული მტრედები მიუღებელი ხსნარის ერთი გასინჯვის შემდეგ უარყოფით რეაქციას იძლეოდნენ უკვე იმ ჭურჭლის დანახვისას, რომელშიაც მიწოდებული იყო ზემოხსენებული ხსნარი. ეს უარყოფითი რეაქცია—სიფრთხილით ფინჯნისაკენ მიახლოება, თავის ქნევა და შემდეგ უკან გაბრუნება ხსნარის გაუსინჯავად—არის ინდივიდუალური ქცევა, რომელიც პირობადებულია ფინჯანში არა დასალევი წყლის არსებობის წარმოდგენით.

ჩვენ შევისწავლეთ ნორმული და დეცერებრივებული მტრედების ქცევა სხვადასხვა ნივთიერებათა ხსნარების მიმართ და გამოვარკვეეთ საცდელ ნივთიერების ის კონცენტრაცია, რომელსაც ისინი არ სვამდნენ.

შაქრის ხსნარები მტრედებს მიეწოდეთ 10—55% კონცენტრაციით. 35% შაქრის ხსნარებს ნორმული მტრედები სვამდნენ განუწყვეტლივ, პირველივე გასინჯვის შემდეგ. უფრო კონცენტრირებულ ხსნარებს კი 38% ისინი სვამდნენ ძალიან ძნელად მრავალი გასინჯვის შემდეგ. 40% კი შაქრის ხსნარს სულ არ სვამდნენ. რაც შეეხება დეცერებრივებულ მტრედებს, № 1 არ სვამდა 45% ხსნარს და № 2 და № 3 მტრედები კი არ სვამდა მხოლოდ 55% შაქრის ხსნარს.

საჭმელი მარილის ხსნარის გამოკვლევის დროს აღმოჩნდა, რომ ნორმული მტრედების უმრავლესობა უარყოფითად უპასუხებდა 0,7% მარილის ხსნარს. მხოლოდ ორი მტრედი არ სვამდა 0,9% ხსნარს.

დეცერებრივებულ მტრედებიდან № 1 არ სვამდა 0,9% საჭმელ მარილის ხსნარს, დანარჩენი ორი მტრედი უპასუხებდა უარყოფითად მხოლოდ 2% საჭმლის მარილის ხსნარს.

მწარე ხსნარებისადმი მტრედები უფრო მგრძობიარენი აღმოჩნდნენ, ვიდრე მლაშისადმი. ყველა ნორმული მტრედი, გარდა № 8 მტრედისა, არ სვამდა 0,3% ქინაქინის ხსნარს და დეცერებრივებული № 1 მტრედი უარყოფითად პასუხობდა 0,5% ხსნარზე, და № 2 და № 3 მტრედები კი არ სვამდნენ 0,8% ქინაქინის ხსნარს.

რაც შეეხება მარილის სიმკვავის ხსნარებს, ათ ნორმულ მტრედიდან ოთხი მტრედი უარყოფითად პასუხობდა 0,06% ხსნარს, დანარჩენი ექვსი კი არ სვამდა 0,07% ხსნარს. დეცერებრივებულ მტრედებიდან № 1 არ სვამდა 0,07% მარილის სიმკვავის ხსნარს, № 2—0,08% ხსნარს და № 3 კი უარყოფითად პასუხობდა 0,9% ხსნარზე.

ნორმულ მტრედებზე გამოკვლევებით მიღებული რიცხობრივი მონაცემები, გარდა ქინაქინის ხსნარის მონაცემებისა, ეთანაბრებიან შედეგებს, მიღებულს ენგელმანის მიერ. ენგელმანის მტრედები უარყოფითად უპასუხებდნენ 0,5—1% საჭმლის მარილის ხსნარებს, ჩვენი ნორმული მტრედები კი 0,7%—0,9% ხსნარს. მისი მტრედები არ სვამდნენ 0,05% მარილის მკვავის ხსნარს,

ჩვენი მტრედები კი უარყოფითად უპასუხებდნენ 0,06%—0,07% ხსნარს; იგივე შეიძლება ითქვას შაქრის ხსნარის მიმართ.

ზემოხსენებულ ფაქტიურ მასალიდან ნათლად ჩანს ნორმულ და დეცერებრივ მტრედების გემოვნების რეცეპტორების ქიმიურ გალიზიანებათა ზღურბლის სხვაობა. დეცერებრივ მტრედებში შემჩნეულია მგრძობელობის დაცემა შაქრის და ქინაქინის ხსნარებისადმი; რაც შეეხება საჭმელ მარილს და მარილის მჟავის ხსნარებს, № 1 მტრედი იქცეოდა როგორც ნორმული, № 2 და № 3 მტრედებს კი ნორმიდან გადახრა სუსტად ჰქონდათ გამოხატული. გარდა ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ რეცეპტორების ქიმიურ გალიზიანებათა ზღურბლი და დეცერებრივ მტრედებში ქინაქინის ხსნარების მიმართ და განსაკუთრებით კი მარილის სიმჟავის ხსნარების მიმართ, შედარებით უფრო დაბალია. ეს მოვლენა შეიძლება იმით იყოს ახსნილი, რომ თავდაცვის რეაქცია მირილის სიმჟავის გალიზიანებაზე, როგორც ნორმულ, ისე დეცერებრივ მტრედებში, უფრო მძლავრად არის გამოხატული, ვიდრე ქინაქინაზე, შაქარზე და საჭმლის მარილზე, ვინაიდან უკანასკნელნი არ არიან ისეთი ძლიერი გამალიზიანებელი ნივთიერებანი, როგორც მარილის სიმჟავე.

უნდა აღინიშნოს, რომ, საზოგადოდ, გემოვნების შეგრძნება მტრედებში განვითარებულია ძალიან სუსტად. მტრედის ენა ვიწრო და მშრალია: მისი ზედაპირი ვარქოვანებულია და ნაკლებათ შეიგრძნობს გემოვნებას. იგი უშეტეს შემთხვევაში გამოვლინებულია, როგორც შეხების ორგანო და, გარდა ამისა, ეხმარება საჭმლის გადაყლაპვის პროცესს.

ფაქტური მასალის ყურადღებით გადახედვის შემდეგ დავინახეთ, რომ დეცერებრივ მტრედებიდან ყველაზე ნაკლებ გადახრას ვამჩნევთ № 1 მტრედს. უფრო მეტი გადახრა მგრძობელობის დაწვევის მხრით ჩვენ შევამჩნიეთ დეცერებრივ მტრედებს № 2 და № 3 მტრედებს. ეს მოვლენა, ალბათ, აიხსნება № 2 მტრედში შუამდებარე ტვინის ღრმა დაზიანებით და ამავე ტვინის სრული მოცილებით № 3 მტრედში. მრავალი ავტორის აზრით სწორედ შუამდებარე ტვინზე დამოკიდებული სასიამოვნოს და არასასიამოვნოს შეგრძნება (გედი და ხოლმისი).

ამრიგად, ზემოხსენებული მასალის საფუძველზე ჩვენ შეგვიძლიან შემდეგი დასკვნა გამოვიტანოთ: გემოვნების რეცეპტორების ქიმიურ გალიზიანებათა ზღურბლი დეცერებრივ მტრედებში, რომელთაც მოცილებული აქვთ დიდი ტვინი და შუამდებარე ტვინი, შედარებით ნორმულ მტრედებთან შესამჩნევად მატულობს. ხოლო მართოდ დიდი ტვინის მოცილების შემდეგ ქიმიურ გალიზიანებით ზღურბლი სულ მცირედ იცვლება. მაშასადამე, მტრედებს გემოვნების ცენტრები აქვთ შუამდებარე ტვინის ქვემოთ. ხოლო შუამდებარე ტვინი უნდა წარმოადგენდეს ამ გრძობის გამაძლიერებელს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აკად. ი. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 20.6.1944)

МАНАНА АХМЕТЕЛИ

О ВОСПРИЯТИИ ХИМИЧЕСКИХ РАЗДРАЖЕНИЙ РОТОВОЙ ПОЛОСТИ У НОРМАЛЬНЫХ И ДЕЦЕРЕБРИРОВАННЫХ ГОЛУБЕЙ

Резюме

Исследовался вопрос о восприятии химических раздражений ротовой полости у нормальных и децеребрированных голубей. Для этой цели экспериментатор каждый день, в определенный час, подносил полуголодной голубю питьевую воду, и только иногда, вместо воды, предлагался исследуемый раствор сахара, поваренной соли, хинина или соляной кислоты. Когда голуби не пили раствора, для контроля в такой же чашке подносили им чистую воду.

Из децеребрированных голубей у голубя (№ 1) были удалены оба полушария вместе с стриарными частями за исключением небольшой вентральной пластинки и маленькой частички обонятельных долей. Кроме того, слегка была задета дорзальная поверхность промежуточного мозга. У второго голубя (№ 2) оба полушария и стриарные части были удалены целиком, кроме того удалена с дорзальной стороны значительная часть промежуточного мозга.

У голубя (№ 3) удалены были оба полушария и промежуточный мозг без повреждения места вхождения зрительного нерва.

Нормальные голуби уже после пробы непитевой воды реагировали отрицательно на вид той посуды, в которой подавалась данная вода. Эта отрицательная реакция: настороженность, встряхивание головки и, затем, отход назад, является индивидуальным поведением, которое обусловлено психонервным процессом представления нахождения в чашке непитевой воды.

У децеребрированных голубей не было отрицательной реакции на вид чашки с крепким раствором. Они реагировали отрицательно только при пробе раствора, и эта реакция заключалась, в основном, в встряхивании головы, т. е. мы имели дело только с прирожденным рефлексом.

При исследованиях с сахарным раствором все нормальные голуби не пили 40% раствора. Что же касается децеребрированных голубей, то голубь № 1 отнесся отрицательно к 45% раствору, а голубь № 2 и № 3 — к 55% сахарному раствору.

Большинство нормальных голубей отрицательно отнеслись к 0,7% раствору поваренной соли и только два голубя не пили 0,9% раствора. Децеребрированный голубь № 1 не пил 0,9% раствора, а остальные два голубя отрицательно отнеслись к 2% раствору поваренной соли.

Все нормальные голуби, кроме № 8, не пили 0,3% раствора хинина,



и из децеребрированных голубей № 1 отнесся отрицательно к 0,5⁰/₀ раствору хинина, а № 2 и 3 — к 0,8⁰/₀ раствору.

В отношении растворов соляной кислоты четыре нормальных голубя отрицательно отнеслись к 0,06⁰/₀ раствору, а остальные шесть голубей — к 0,07⁰/₀ раствору.

Из децеребрированных голубей голубь № 1 отрицательно отнесся к 0,07⁰/₀ раствору соляной кислоты, голубь № 2 не пил 0,08⁰/₀ раствора, а голубь № 3 отрицательно отнесся к 0,09⁰/₀ раствору.

Порог химического раздражения вкусовых рецепторов у децеребрированных голубей, с удалением промежуточного мозга, по сравнению с нормальными голубями, заметно повышается. После удаления большого мозга порог химического раздражения по сравнению с нормальными голубями, меняется слабо. Отсюда следует, что подлинные вкусовые центры у голубей находятся ниже промежуточного мозга; промежуточный мозг является усилителем этого чувства.

Академия Наук Грузинской ССР
Институт физиологии им. акад. И. С. Бериташвили
Тбилиси

PHYSIOLOGY

ON THE PERCEPTION OF CHEMICAL STIMULATION OF THE MOUTH CAVITY IN NORMAL AND DECEREBRATE PIGEONS

By MANANA AKHMETELI

Summary

The question of the perception of chemical stimulations of the mouth cavity in normal and decerebrate pigeons was investigated. For this purpose, at a definite time, every day, the experimenter brought a halfhungry pigeon drinking water, and only sometimes, in stead of drinking water a solution of sugar, common salt, quinine or hydrochloric acid was offered. When the pigeons did not drink the solution, clean water was offered in a similar cup, for control.

In the decerebrate pigeon no. 1 both hemispheres were removed together with the corpora striata, except the small ventral plate and a small part of the olfactory regions. Besides, the dorsal surface of the diencephalon was slightly damaged. In the second pigeon (no. 2), both hemispheres and the corpora striated were removed entirely, as well as a considerable part of the diencephalon from the dorsal side. In pigeon no. 3 we removed both hemispheres and the diencephalon entirely but without destroying the place of entry of the optic nerve.



Normal pigeons after trying the non-drinking water, already reacted negatively at the sight of the vessel in which the water was given. This negative reaction: cautionsness, approaching the cup, shaking the head and then going back, not drinking the water,—is individual behaviour which is conditioned by the psycho-nervous process of imagination, of there being in the cup non-drinking water.

In the decerebrate pigeons there was no negative reaction at the sight of the cup with a strong solution. They reacted negative only on trying the solution, and this reaction consisted only of an essential shaking of the head. i. e. we were concerned with an innate reflex.

In investigations with sugar solution no normal pigeons drank a 40% solution. As for the decerebrate pigeons, no. 1 showed a negative behaviour to a 45% solution and pigeons no. 2 and no. 3 to a 55% solution.

The majority of normal pigeons showed a negative behaviour to a 0,7% solution of common salt and only two pigeons did not drink a 0,9% solution. Decerebrate pigeon no. 1 did not drink a 0,9% solution and the remaining two pigeons behaved negatively to a 2% solution of common salt.

None of the normal pigeons, except no. 8, drank a 0,3% solution of quinine, and of the decerebrate pigeons, no. 1 showed a negative behaviour to a 0,5 solution of quinine, and no. 2 and no. 3—to a 0,8% solution.

Four normal pigeons behaved negatively to a 0,06% solution of hydrochloric acid and the remaining six to a 0,07% solution.

Of the decerebrate pigeons, no. 1 showed a negative behaviour to 0,07% solution of hydrochloric acid, pigeon no. 2 did not drink a 0,08% solution and pigeon no. 3 behaved negatively to a 0,9% solution.

In both normal and decerebrate pigeons, the threshold of chemical stimulation of the taste receptors on testing sugar solution is higher than on testing the remaining solutions. As regards a solution of quinine, and in particular of hydrochloric acid the threshold is very low and is measured not in whole numbers and tenth per cent, as it was in investigations with solutions of sugar and common salt, but in hundredths per cent.

The threshold of chemical stimulation of the taste receptors in decerebrate pigeons with the diencephalon removed is heightened in comparison with normal pigeons. Therefore it must be supposed that the primary taste centres in pigeons are below the diencephalon, perhaps in the medulla oblongata; the diencephalon is probably an intensifier of this sense.

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. B. Ronsch. Experimentelle Untersuchungen über den Geschmacksinn der Vögel. ციტ.: Berichte über d. ges. Physiol., Bd. 41, S. 487, 1987.
2. C. Engelmann. Versuche über den Geschmackssinn von Taube, Ente und Huhn.—Z. Vergl. physiol., Bd. 20, H 3. 1934
3. C. Engelmann. Weitere Versuche über den Geschmackssinn des Huns.—Z. Vergl. Physiol., Bd. 24, H. 3, 1937.
4. B. B. Salverd-Ter-Laag. L'eau que préfèrent les oiseaux pour boire et pour se baigner. Extrait des Arch. Néerland. de Physiol. de l'homme et des animaux, XXI, 1936
5. I. G. Dusser de Barenne. Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux central, faites en particulier sur deux chats dont le neopalium a été unlevé, 1919.
6. I. G. Dusser de Barenne. ციტ.: проф. О. Д. Зурабшвили, Новейшие данные о тонкой структуре коры большого мозга в свете ее функциональной значимости.
7. Гед и Холмс. ციტ.: проф. Е. Б. Бабский. Курс нормальной физиологии, 1938.



ისტორია

დ. ქაპანაძე

რამდენიმე შენიშვნა ე. შ. ქართულ-სასანური დრამების შესახებ

ამ წერილში ჩვენ შევეხებით ქართულ-სასანური დრამების განსაზღვრად-
დათარიღების საკითხს, რომელიც მრავალჯერ დამუშავებულა წინათაც, და
არაერთხელ ყოფილა განხილვის საგანი ისეთ ავტორიტეტულ მკვლევარ-ნუმიზ-
მატათვის, როგორიცაა აკად. დორნი და ბროსე, მ. ბარათაშვილი, ი. ბარ-
თოლომეი, ვ. ლანგლუა და, ბოლოს, ე. ა. პახომოვი. ჩამოთვლილ მეცნიერ-
თაგანთ ნაშრომებში ამ საინტერესო მონეტებისთვის საპატიო ადგილი აქვთ
დათმობილი, მაგრამ ფაქტიურად საკითხი დღემდე გაურკვეველ მდგომარე-
ობაშია.

აღნიშნულ მკვლევართა ცალკეულ მოსაზრებების დაწვრილებით განხილ-
ვაზე აქ არ შევჩერდებით. საკითხის ეს ნაწილი, საკმაოდ ვრცლად, წარმო-
დგენილია ე. ა. პახომოვის ნაშრომში ([1] 19-25), სადაც ამ მოსაზრებათა ანა-
ლიზიც არის მოყვანილი. აქ ჩვენ ამ საკითხის შესახებ არსებულ ორ თეორიას
მოვიხსენიებთ:

სანამ ჩვენთვის საინტერესო საკითხის განხილვას შევუდგებოდეთ, წინას-
წარ, ქართულ-სასანურ მონეტათა სერიის უმთავრესი სამი ჯგუფის გახსენება
დაგვჭირდება:

ჯგუფი I. უსახელო მონეტები, რომლებზედაც აღბეჭდილია ქრისტიანუ-
ლი, რელიგიურ-ეროვნული სიმბოლო—ჯვრის ნიშანი.

ჯგუფი II. მონეტები, რომლებზედაც ქართული ასოებით აღბეჭდილი სა-
ხელები შემოკლებით (ႠႡ, ႡႢ ან ႡႣ) ან ამ ასოების ლიგატურით არის აღ-
ნიშნული; ხოლო რელიგიურ-ეროვნული სიმბოლო ერანულია შერჩენილი,—მო-
ნეტის ზურგზე გამოსახულია ცეცხლთაყვანისმცემელთა ემბლემა—წმინდა ცეცხლი.

ჯგუფი III. მონეტები, რომლებზედაც სტეფანოსის სახელი ვრცელი და-
ქარაგმებით, ან სრულად არის აღბეჭდილი ქართულადვე და, ამასთანავე, ეროვნ-
ულ-რელიგიური სიმბოლო—ჯვარი ამაყად არის აღმართული საკურთხეველზე,
იქ, სადაც სასანურ მონეტებზე გამოსახულია წმინდა ცეცხლი.

თითოეული ჯგუფი ცალკე ვარიანტებს შეიცავს. მაგრამ არც ამის გან-
ხილვას გამოვუდგებით და მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ მესამე ჯგუფის გან-
საზღვრა-დათარიღების დროს არსებითი უთანხმოება არ მომხდარა, ამიტომ,
ყველაფერი, რასაც ჩვენ ამ მონეტებზე ვიტყვით, მხოლოდ პირველ ორ ჯგუფს
შეეხება.

მიუხედავად იმისა, რომ ყველა ჩამოთვლილ მონეტებს თარიღი უზის,
სამწუხაროდ, ეს თარიღი სანდოდ ვერ ჩაითვლება, რადგან:

1. ყველგან „დამახინჯებულად“ არის მიჩნეული¹.

2. თარიღი ინდიკტიონით არის გამოსახული.

მაგრამ საქმეც სწორედ იმაშია, რომ მონეტებზე გამოსახული მეფის გამოცნობის გამო მკვლევართა შორის უთანხმოება არსებობს.

მართალია, გამოსახული მეფე ყველამ ერთნაირად ჰორმიზდად სცნო (ამას თითონ მონეტები მოწმობენ, რომლებზედაც მოთავსებულია ფალაური, და უმახინჯებელი ზედწერილი: „ჰრმ-აფზუ“ ე. ი. „ჰორმიზდ უავგუსტოესი“), მაგრამ სახელდობრ რომელი ჰორმიზდისათვის, მესამე თუ მეოთხისათვის მიეცათ უბირატესობა—ეს საკითხი ერთსულოვნებას არღვევდა და უთანხმოებას იწვევდა.

ქართულ-სასანური მონეტის დათარიღებისას ორი აზრი შეიქმნა, რადგან მკვლევართა იმ ნაწილმა, რომელმაც ჩვენი მონეტები ჰორმიზდ III-ის (457—458 წ.წ.) დრაქმების მიმბაძველობად სცნო, ისინი V საუკუნით დაათარიღა და ვახტანგ გორგასალსა და გურგენ მეფეს მიაკუთვნა; მეორე ნაწილმა კი მონეტაზე გამოსახული მეფე ჰორმიზდ მეოთხედ (579—590 წ.წ.) მიიჩნია და, ამრიგად, ეს მონეტები VI საუკუნის მიწურულით დაათარიღა, და უცნობ ერისთავებს მიაკუთვნა.

პახომოვის „Монеты Грузии“-ს გამოქვეყნებამდე, ამ მონეტების განსაზღვრის საკითხი ისევ სადაოდ რჩებოდა; პახომოვმა, რომელმაც წინად გამოთქმულ მოსაზრებებს ხსენებულ ნაშრომში თავი მოუყარა და მათ კრიტიკული ანალიზით მიუდგა, ყველა ეს მონეტა კატეგორიულად VI ს. მიწურულით დაათარიღა, მათზე აღბეჭდილი სახელები კი უცნობ ერისთავებს მიაწერა.

ქართულ სასანურ ფულის განსაზღვრა და თარიღი ამით დადგენილად ჩაითვლებოდა, განსვენებულ აკად. ივ. ჯავახიშვილს ხელმეორედ რომ არ წამოეყენებინა ეს საკითხი კრიტიკულ წერილში ([2], 110), რომელიც მან პახომოვის ნაშრომს უძღვნა. ქართულ-სასანური მონეტების გარჩევისას ივ. ჯავახიშვილი არ ეთანხმება პახომოვის განსაზღვრას და ფულების მოჭრის დრო ისევ V საუკუნისაკენ გადააქვს.

ეს დათარიღება მით უფრო დამაჯერებელია, რომ მას საფუძვლად მართივი დებულება უდევს,—რა საჭიროა უცნობი ერისთავების ძებნა იქ, სადაც ჩვენ ისტორიისათვის მტკიცედ დადგენილ, V საუკუნისა და VI საუკუნის დასაწყისის მეფეებს—ვახტანგ გორგასალსა და გურგენს ვიცნობთ? მით უმეტეს, რომ ეს სახელები სწორედ იმ მონეტებზეა აღბეჭდილი, რომლებზედაც გამოსახული მეფე, მკვლევართა ერთმა ნაწილმა V საუკუნის ჰორმიზდ III-ედ სცნო.

მაგრამ ასეთ განსაზღვრებს უკვე არ ეთანხმება აკად. ს. ჯანაშია, რომელმაც ამ „უცნობი ერისთავის“ ვინაობა შესანიშნავად გამოამჟღავნა,—ირკვე-

¹ მაგალითად ე. ა. პახომოვი, მოხსენებულ ნაშრომში ამ მონეტების აღწერის დროს, სულ ასეთ წინადადებებს ხმარობს „Пехлевийская дата, похожая на семь“ (გვ. 17), „повидимому восемь“ (გვ. 25) „даты всех сасанидо-грузинских монет... сильно искажены“ (გვ. 27), „дата искажена до неразборчивости“ (გვ. 29).

ვა, რომ VI-ს-ის სამოცდაათიან წლებში ერანელების წინააღმდეგ მოწყობილ აჯანყებაში იბერიელებს წინამძღოლობდა ვინმე გურგენი ([3], 98).

ამრიგად, ნუმიზმატთა უთანხმოებას გამოჩენილ მეცნიერ ისტორიკოსების უთანხმოებაც ემატება და ამ მართლაც გაუგებარ მონეტების განსაზღვრა-დათარიღების საკითხში; ჩვენ—ქართველ ნუმიზმატების—წინაშე ისტორიული მოსახერებების ნუმიზმატიკური ფაქტებით განმტკიცება-დადასტურების ამოცანა ისმება.

ჩვენც მით უფრო მეტი ხალისით გამოვეხმაურეთ ამ მოწოდებას, რომ აღნიშნულ ფრიად მნიშვნელოვანი მონეტების შესახებ გარკვეული აზრის გამოტანა აუცილებელია.

რა თქმა უნდა, არავის შეჰპარვია ეკვი იმაში, რომ ამ სერიის ქართული მონეტები სასანური მონეტების უდავო მიმბაძველობებია და იმ დეტალებს იმეორებენ, რომლებსაც, სასანურ მონეტებზე ვხედავთ. სწორედ ასე მსჯელობდნენ ძველი მკვლევარები როდესაც სასანურსა და ჩვენს მონეტებზე აღბეჭდილ მეფის გამოსახულებათა შორის მსგავსებას ეძებდნენ. მაგრამ ამ მსგავსების ძიება მხოლოდ მეფის გამოსახულებათა შორის და მთელი ყურადღების მხოლოდ ამ მიმართულებით მიპყრობა ძირითად შეცდომად უნდა ჩაითვალოს.

მკვლევარ-ნუმიზმატებს სრულიად არ გაუწვევიათ ანგარიში იმ გარემოებისათვის, რომ ადამიანის გამოსახულებათა შორის მსგავსების შესახებ მსჯელობა იქ, სადაც ეს გამოსახულება უბრალო და უხეშ სქემად იქცა, ძნელია. ამ მსგავსებას არამც თუ პროტოტიპსა და მის მიბაძვას შორის, არამედ, ზოგიერთ შემთხვევაში, ჰორმიზდ IV-ის ნამდვილ დრაქმებს შორისაც ვერ მოეძებნით. რა აქვთ საერთო, მაგალითად, Dorn-ის „Collection de monnaies sassanides etc“ XXVI და XXVII ტაბულებზე მოთავსებულ № 3 და № 20 გამოსახულებებს? და თუ მსგავსების მოძებნა, ზოგიერთ შემთხვევაში, ნამდვილ დრაქმებზე აღბეჭდილ გამოსახულებათა შორის ძნელდება, მით უფრო ძნელი უნდა იყოს ამ მსგავსების მონახვა პროტოტიპსა და მიბაძვაზე, განსაკუთრებით ისეთ დეტალებში, როგორცაა ადამიანის სახის ნაკეთები, გამომეტყველება და სხვა.

სრულიად სამართლიანად აღნიშნავს კ. ვ. ტრევერი, რომ „о портретном сходстве на монетах (მსჯელობა სასანურ მონეტებზეა) можно говорить с уверенностью, но только оставаясь в пределах, главным образом, III-IV в.в.; остальные монеты исполнены настолько схематично и условно, что говорить о портретном сходстве невозможно“ ([4], 265-266).

ამრიგად, ძველ მკვლევართა ყურადღება წარმართული იყო ძნელი და არასანდო გზით, რომელმაც საწინააღმდეგო დასკვნებამდე მიიყვანა კიდევ ისინი.

საჭირო ვახდა ახალი, უფრო სანდო გზების ძიება, უფრო დამაჯერებელი საბუთების გამონახვა და, ამასთანავე, ერთი აუცილებელი პირობის შესრულება,—ეს საბუთები და წიშნები თვით მონეტებზე უნდა მოგვენახა, და კ. ვ. ტრევერის ნაშრომის ([4], 266-267) წყალობით, რომელშიც მონეტების შუბლისა და ზურგის გამოსახულებათა დეტალები თანაბარი სიზუსტითაა განხილული, მოვნახეთ კიდევ.

ჩვენთვის საინტერესო მონეტების ის გვერდი, რომელზედაც მეფის გამო-სახულება არის მოთავსებული, ნუმისმატიკაში ამომწურავი სისრულით გამოიკ-ვლიეს; მეორე გვერდისათვის კი სათანადო ყურადღება არ მიუქცევიათ და ამიტომ, სრულიად ბუნებრივია, ჩვენ სწორედ მის შესწავლას შევუდევით.

ამ საკვებით მარტივმა გადაწყვეტილებამ ფრიად საინტერესო შედეგები და უტყუარი საბუთები მოგვცა ხელთ; გარეგანი ნიშნები და დეტალების მთე-ლი რიგი, რომელთა საშუალებითაც ქართულ-სასანური მონეტების გარკვეული პერიოდისადმი მიკუთვნება შეიძლებოდა, ისე მკაფიოდ არიან აღბეჭდილნი მონეტის ზურგზე, რომ არავითარ ეჭვს არ იწვევენ და ქართულ-სასანური მონეტების ქრონოლოგიურ ჩარჩოს საბოლოოდ განსაზღვრავენ.

ჩვენ ყურადღება მივაქციეთ მონეტის ზურგზე გამოსახულ შემდეგ დე-ტალებს:

1. საკურთხევის ფორმასა და ტიპს;
2. მაზღეიზმის წმინდა მოსახვევს, რომელიც შებმულია საკურთხეველზე;
3. საკურთხევის მცველების მდგომარეობას—პოზას;
4. მცველების შეიარაღებასა და იარაღის მდგომარეობას.

შევუდგეთ ამ პუნქტების ცალ-ცალკე განხილვას:

1. სასანურ დრაქიმებზე გამოსახულ საკურთხევის ტიპსა და ფორმას რომ დავაკვირდეთ, დავრწმუნდებით, რომ ხოსრო I-დგ (531—579 წ.წ.) ეს საკურთხევილი მუ და მ გამოსახულია ორ-სამ ხარისხზე დამყარებული სადა-სვეტის სახით. სვეტის ამ ტიპისადმი მსგავსებას ხოსრო I-ის პირველი მონე-ტებიც ინარჩუნებენ (იხ. Dorn-ის დასახელებული ნაშრომის XXII ტაბულაზე წარმოდგენილი №№ 1—7), მაგრამ უკვე მისივე დანარჩენ მონეტებზე ეს სვე-ტი ქრება—ის ფაქტიურად ვერტიკალურ ღეროდ გადაიქცევა. საკურთხევის ასეთი ტიპი სასანურ მონეტებს ბოლომდე შერჩათ. ასეთსავე საკურთხეველს ჩვენ ქართულ-სასანურ დრამებზედაც ვხედავთ.

2. მაზღეიზმის წმინდა მოსახვევი (kosti) სასანურ მონეტებზე ფრიად მნი-შვნელოვანი დეტალია; თამამად უნდა ითქვას, რომ ეს მოსახვევი თითქმის ყველა მონეტაზეა გამოსახული, უმთავრესად კი საკურთხევის სვეტზე არის ხოლმე შებმული. ისევე, როგორც სხვა დეტალები, ეს მოსახვევიც თანდათან სქემატურ სახეს ღებულობს, მაგრამ ყოველთვის გასაგები კი რჩება. იმავე ხოსრო I-დგ ეს მოსახვევი იმნაირად არის შებმული საკურთხევის სვეტზე, რომ მისი ბოლოები მუ და მ და შე გ ბ უ ლ ი ა. ხოსროს პირველ მონეტებზე⁽¹⁾ ეს მოსახვევი დროებით ქრება, მაგრამ მათ მომდევნო მონეტებზე კვლავ ჩნდებ-ბა, მხოლოდ მისი ბოლოები უკვე ზემოთკენ არის აფრიალებული. ამნაირად გამოსახული მოსახვევი თითქმის ყველა მომდევნო მონეტაზეა შერჩენილი⁽²⁾.

მოსახვევის ასეთსავე გამოსახულებას ჩვენ ქართულ-სასანურ ყველა მონე-ტაზედაც ვხედავთ, რამაც პახომოვი შეცდომაში შეიყვანა,—ბოლოებაფრია-

⁽¹⁾ იხ. Dorn-ის დასახელებული ნაშრომი, ტაბ. XXII, №№ 1—7.

⁽²⁾ გამონაკლისს შეადგენს არტაქსერქსე II I (628—632 წ.წ.) მონეტები, რომლებზედაც მოსახვევის ბოლოები კვლავ ქვევითკენ არის დაშვებულნი.

ლებული მოსახვევით შემკული საკურთხეველის ღერო მან „Фигурный стержень“-ად ჩასთვალა.

3. საკურთხეველის მცველები, რომლებიც პირველად შაპურ I-ის (238—269 წწ.) მონეტებზე ჩნდებიან, მაყურებლის მიმართ მუდამ პროფილით დგანან (უმთავრესად პირით ცეცხლისაკენ). მცველების ასეთი მდგომარეობა მკაფიოდ ჩანს ისეთ მონეტებზედაც, როგორიცაა კავადის და ზამასპის მონეტები, რომლებზედაც ყველა გამოსახულება უხეშ სქემად არის ქცეული. მცველების ასეთ მდგომარეობაში გამოხატვა გრძელდება ხოსრო I-მდე, რომელმაც მათ ეს მდგომარეობა შეუცვალა და ცეცხლის მიმართ გვერდით, ხოლო მაყურებლისათვის en face დააყენა. მცველების ასეთი მდგომარეობა სასანურ მონეტებს ბოლომდე შერჩათ. ამასვე ვხედავთ ჩვენ ქართულ-სასანურ დრამებზე.

4. დაბოლოს, საკურთხეველის მცველების შეიარაღება, რომელსაც ფეროზამდე (458—488 წ.წ.) ხან შუბები, ხან მახვილები, ხან ორივე იარაღი ერთად შეადგენენ, როგორც არ უნდა იყოს ეს იარაღი, მცველებს მუდამ საპატიო მდგომარეობაში („на карачу“—რუსულად რომ უწოდებენ) უკავიათ. ფეროზისა და მისი უახლოესი მემკვიდრეების დროს ე. ი. 499 წლამდე, მდგომარეობა ძირითადად იცვლება, მცველებს იარაღი სულ აღარა აქვთ, მათი თავისუფალი ხელები, ლოცვის ექსტაზში, აპყრობილია წმინდა ცეცხლისაკენ, მაგრამ იმავე ხოსრო I-ის მონეტებზე ეს იარაღი ისევ ჩნდება მახვილების სახით, რომელნიც მცველებს სულ ახალ მდგომარეობაში—ქვემოთ, ფეხებ შორის დაშვებული, უკავიათ და ორივე ხელით ზედ ეყრდნობიან; ამნაირი იარაღითა და სახით იცავენ წმინდა ცეცხლს მცველები, სასანიანთა დაცემამდე. ანალოგიურ სურათს ვხედავთ ქართულ-სასანურ დრამებზედაც.

ყველა ჩამოთვლილი ნიშანი სრული დამაჯერებლობით გვიდასტურებს, რომ ხოსრო I-ის, (531—579 წ.წ.) დროს მონეტის ზურგის გამოსახულებებში მომხდარი ცვლილებები ზუსტად არის აღბეჭდილი ქართულ-სასანურ დრამებზედაც; უდავოა, რომ ასეთი ტიპის მონეტა თავდაპირველად ერანში წარმოიშვა და მხოლოდ შემდეგ გადმოვიდა ჩვენში. აშკარაა, რომ ქართულ-სასანური დრამები მხოლოდ 531 წლის შემდეგ მოიჭრებოდა და რადგან მათზე ჰორმიზდის სახელია აღბეჭდილი, ეს ჰორმიზდ IV (579—590 წ.წ.) იქნება და, მათსადაამე, მონეტებიც 579 წლის, ე. ი. მისი გამეფების შემდეგ, მოიჭრა.

რადგან სტეფანოსის სახელით აღბეჭდილი დრამები, როგორც ეს პახომოვმა დაამტკიცა ([1] 36), უკვე ხოსრო II-ის (590—628 წ.წ.) დრამების მიბაძვაა, ამიტომ ქართულ-სასანური მონეტების პირველი ორი ჯგუფის ქრონოლოგიურ ჩარჩოდ VI საუკუნის უკანასკნელი ოცწლედი უნდა ვიგულისხმოთ.

ამ ფრიად საინტერესო მონეტების განსაზღვრა-დათარიღებაში, შესაძლებელია, ძვირფასი სამსახური გავვიწიოს კიდევ ერთმა დეტალმა, რომელიც, როგორც ჩანს, ჯერ არავის დაუმუშავებია. პახომოვის ნაშრომის შესწავლის დროს, ჩვენ უნებლიეთ, ყურადღება მივაქციეთ ერთს ფრთხილ, გაკვრით გა-

მოთქმულ შენიშვნას—იქ, სადაც ავტორი ფალაური ზედწერილის დამახინჯებას ეხება, ამბობს: «интересно еще одно обстоятельство: все пехлеви-йские легенды, хотя часто искаженные до полной неразборчивости, обнаруживают большое сродство между собой, это особенно важно в отношении даты и имени города (по левую руку стражей)» ([1], 23).

პირადად ჩვენ ისეთი შთაბეჭდილება შეგვექმნა, რომ თითქოს ფალაური ზედწერილების დამახინჯებასთან კი არა გვაქვს საქმე, არამედ ფალაური დამწერლობის სულ ახალ სახესხვაობასთან.

თუ ამ შენიშვნისათვის აქამდე სათანადო ყურადღება არ მიუქცევიათ, ამაჟამად, როდესაც არმაზში არამეული დამწერლობის ახალი, ძვირფასი ნიმუშები აღმოჩნდა, საესებით დროულია, რომ სათანადო დარგის მეცნიერებმა ღირსეული ყურადღება მიაქციონ მას.

ნუმისმატიკისათვის ამ ამოცანის გადაწყვეტა შეუფერებელია და მის მოვალეობას არც შეადგენს, მაგრამ თუ ამ გზით მიმართულმა კვლევამ რაიმე ნაყოფი გამოიღო, ჩვენ ბედნიერად ჩავთვლით თავს იმით, რომ თავის დროზე მივაქციეთ ყურადღება ამ ვარემოებას⁽¹⁾.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმი
 ნუმისმატიკის კაბინეტი
 თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 29.1.1945)

ИСТОРИЯ

Д. Г. КАПАНАДЗЕ

НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О ГРУЗИНО-САСАНИДСКИХ МОНЕТАХ

Резюме

Неоднократно дебатиремый в нумизматической литературе вопрос о датировке грузино-сасанидских монет фактически до последнего времени оставался в неопределенном положении.

Данное исследование не касается отдельных гипотез, так как история обсуждения этого вопроса с предельной подробностью изложена в книге «Монеты Грузии» Е. А. Пахомова ([1], стр. 15—35).

Все упомянутые монеты снабжены датой, но эта дата ненадежна, так как во-первых она искажена, а во-вторых отмечена тем или иным годом царствования Ормизда. Исследователи единогласно сошлись в том, что изображенный на наших монетах царь—Ормизд, но которому из двух,

(1) არ შემიძლია მაღლობით არ მოვისხენია საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის მეცნიერი თანამშრომლები, დოც. თ. ნ. ლომოური და აღ. ივ. ჯავახიშვილი, რომლებთანაც ხშირ-მა საუბარმა განხილული საკითხის ზოგიერთ მხარეს სწორი მიმართულება მისცა.

III или IV-му отдать предпочтение—мнения расхолились. Это разногласие создало два основных течения в датировке монет, так как та часть исследователей, которая в изображенном царе признала Ормизда III, соответственно датировала монеты V веком, другая же предпочла видеть Ормизда IV и, таким образом, датировала монеты концом VI века.

Вопрос о спорных монетах, после выхода упомянутого труда Е. А. Пахомова, как-будто окончательно определился; резюмируя все ранее высказанные предположения, он категорически отнес их к концу VI века, но против этого определения на страницах «Христианского Востока» [2] выступил в критической статье покойный акад. И. А. Джавахишвили, приурочивший эти монеты к концу V и началу VI вв.

Однако точки зрения покойного И. А. Джавахишвили не разделяет акад. С. Н. Джанашиа, который нашу монету, помеченную буквами ГН, приписывает вождю иверских повстанцев конца VI века. Таким образом, к разногласиям среди нумизматов прибавились разногласия виднейших ученых-историков.

Это обстоятельство возлагает на нас обязанность внести некоторые дополнения в вопросы датировки и определения, тем более, что доводы, высказываемые нумизматами, отличались некоторой неубедительностью.

Совершенно очевидно, что грузинские монеты этой серии подражают сасанидским и потому отображают основные детали, имеющиеся на монетах, с которых они копировались. Но основной ошибкой исследователей надо считать их стремление искать аналогии по изображениям царя. Видимо не учитывалось, что, как справедливо отмечает К. В. Тревер, говорить о сходстве изображений человеческих лиц там, где они превращены в простую и грубую схему, по меньшей мере, совершенно ненадежно.

Поэтому, путь выбранный исследователями-нумизматами приводил их к противоречивым заключениям. Следовало искать новых путей, стремиться к более убедительным доказательствам, и соблюдать обязательное условие—извлечь эти доказательства из самих монет. Так как лицевую сторону нумизматы исследовали с исчерпывающей полнотой, а на оборотную не обратили достаточного внимания, мы естественно, обратились к ней. Этот простой способ дал интересные сведения с неоспоримо убедительными доказательствами. Признаки и детали, приурочивающие грузино-сасанидскую монету к определенному периоду, отображены на их оборотной стороне с полной очевидностью и вкратце изложены ниже:

1. До Хосроя I (531—579 г.г.) алтарь постоянно изображен в виде гладкой колонны, на ступенях, но уже на монетах Хосроя I эта колонна заменена стержнем. Такой тип алтаря сохранился до падения сасанидов и этот же тип мы видим на грузино-сасанидской драхме.

2. Священная повязка, которой перевита колонна алтаря до того же Хосроя, представлена таким образом, что концы этой повязки пос-

3493333333
3033000000

тоянно опущены вниз. Начиная с Хосроя 1-го и на последующих монетах изображение повязки передано с поднятыми вверх концами. Также изображена повязка и на грузино-сасанидских драхмах.

3. Стражи алтаря, появляющиеся с Сапора I, постоянно стоят профилем к зрителю. Но, начиная с Хосроя 1-го и до самого падения сасанидов, поза эта меняется, — они становятся боком к алтарю и en face к зрителю. То же и на грузино-сасанидских драхмах.

4. Наконец, вооружение этих стражей — копья или мечи которые до Пируза стражи держат в приеме «на караул». На монетах Пируза и его ближайших преемниках стражи безоружны, их незанятые руки простерты к священному пламени на алтаре. Хосрой I вновь вооружает этих стражей мечами, которые они держат опущенными вниз, «к ноги» и опираются руками на них. В такой позе и с этим оружием стражи охраняют священный огонь до конца сасанидов, так же они изображены на Грузино-сасанидских драхмах.

Все это говорит за то, что нововведения, внесенные Хосроем I не ранее второй трети VI века, отобразились на грузинской монете, конечно, позднее и, так как на ней имеется имя Ормизда, то это уже Ормизд IV, но не III.

Необходимо обратить внимание еще на одну деталь, которая может оказаться важной, особенно в связи с археологическими открытиями последних лет в Армази, где были обнаружены новые разновидности пехлевийской письменности. Речь идет об одном осторожном замечании автора «Монет Грузии», который на стр. 23-ей, касаясь пехлевийских легенд и их искажений на грузино-сасанидских драхмах, отмечает: «интересно еще одно обстоятельство: все пехлевииские легенды, хотя часто искаженные до полной неразборчивости, обнаруживают большое сродство между собой, это особенно важно в отношении даты и имени города».

Проверка и дешифровка этих легенд нам не по силам, но указать заинтересованным специалистам на необходимость их исследования, — наш прямой долг. И если предпринятые в этом направлении разыскания дадут реальные плоды, мы будем считать нашу цель достигнутой.

Академия Наук Грузинской ССР

Государственный Музей Грузии

Нумизматический кабинет

Тбилиси

სიტყვების ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Пахомов. Монеты Грузии, ч. I, СПб, 1910.
2. И. А. Джавахишвили. Журн. „Христианский Восток“, т. I, вып. I, СПб, 1912.
3. აკად. ს. ჯანაშია. ფეოდალური რევოლუცია საქართველოში. სხვლმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა, ტფილისი, 1935.
4. К. В. Тревер. Художественное значение сасанидских монет. Труды отдела Истории культуры и искусства Востока. т. I, Государственный Эрмитаж, Ленинград, 1939.



ენათმეცნიერება

3. ლოგოთატიკა

კაუზატივის კატეგორია აფხაზურში*

კაუზატივის კატეგორია აფხაზურში გარკვეული აფიქსით გამოიხატება. უსაა რ-პრეფიქსი.

კაუზატივის აფიქსს აქვს ორგვარი გამოყენება: ა. გარდაუვალ ზმნებს იგი აქცევს გარდამავლად. ყოფილი გარდაუვალი ზმნის სუბიექტი აქ პირდაპირ ობიექტად გვევლინება და ზმნას ახალი, სუბიექტის, პირი ემატება (მაგ., დგვგლტ—„დადგა ის [ვილაც]“ და დგარგვგლტ—„დააყენა მან [მამაკ.] ის [ვილაც]“⁽¹⁾; ბ. გარდამავალ ზმნებში კი მას შეაქვს შუალობის შინაარსი. ზმნას უჩნდება ახალი, სხვისი საშუალებით მოქმედების შემსრულებელი, პირი (მაგ.,—ილგვგვტ „მან [დედაკ.] დაწერა ის [რალაც]“ და ილგარგვგვტ—„მან [მამაკ.] მას [დედაკ.] დააწერინა ის [რალაც]“⁽¹⁾).

ზმნათა გარდამავლად ქცევა კაუზატივის აფიქსის გარეშეც ჩვეულებრივი მოვლენაა აფხაზურში. ჯერ ერთი, ერთი და იგივე ზმნა შეიძლება იყოს გარდაუვალიცა და გარდამავალიც. მაგ., გარდაუვ. სძახტეგტ—„გკერავ“, „გკერვას ვეწევი“ და გარდამავ. იზძახტეგტ—„გკერავ მას [რასმე]“ და სხვა. მეორე, ამავე მიზნით ნასახელარ ზმნებში გამოყენებულია ტუ, კუთვნილებითი შინაარსიდან მომდინარე სუფიქსი. მაგ., აბზია-ტუ-რა—„გაკარგება, ვაკეთილება სხვისი საშუალებით, სხვის მიერ“: იბზიას-ტუ-ტეგტ—„ვაკეთილებ, ვაკარგებ მას [რალაცას], კეთილი სად ვაქცევ“ (შდრ. აბზია—„კარგი“, აბზიახარა—„ვაკეთილება, ვაკარგებ, კეთილად ქცევა თავისით“). მესამე, გარდა მთლიანად განსხვავებული ფუძეების გამოყენებისა (მაგ., აფსრა—„მოკვდომა“ და აშრა—„მოკვლა“), ფართო გასაქანი აქვს თვით ზმნათა ფუძეების გარკვეულ ცვლას, თუ, მაგალითად, „შიწყვეტა მოქმედებისა, რაზედმე თავის დანებება, ჩამოხსნა თავისით“ იქნებოდა აყიგწრა (დაყიგწგტ—„ის [ვილაც] მას [რალაცას] ჩამოეხსნა“), „შიწყვეტა მოქმედებისა, თავის დანებება რაზედმე, სხვის საშუალებით“ იქნებოდა აყიგზრა (დაყიგზგტ—„ის [ვილაც] მას [რალაცას] ჩამოვაშორე“) და სხვა.

კაუზატიური წარმოება აფხაზურში სხვა მხრივაც ნაწილობრივ შეზღუდული ჩანს, ვინემ, მაგალითად, ადილეურს ენებში. აფხაზურში კაუზატიური წარმოება თუ ჩვეულებრივია ერთპირიან ზმნათაგან (როგორიცაა, მაგ.,

* წაკითხული იყო მოხსენებად კავკასიურ ენათა განყოფილების სხდომაზე 1942 წ. 15 დეკემბერს.

(¹ შდრ. სათანადო ფორმები ქართულში.

აგლარა—„ადგომა“, ატიარა—„დაჯდომა“ და სხვა, რომელთაგანაც ვიღებთ გარდამავალ ზმნებს: დესგრტიოფტ—„მას [ვილაცას] ვსვამ“..) ან ორპირიანი გარდაუვალი ზმნებისაგან (მაგ., ალგარა-საგან „შიგნიდან გამოყვანა“ = „გათავება“. კაუზ. ალგარა იტქმის ავადმყოფობიდან მორჩენაზე, ე. ი. ავადმყოფობის შიგნიდან გამოყვანა-გამოდევნაზე: დ-ა-ლგ-არ-გეფტ—„მან [მამაკ.] მისგან [რაღაცისაგან] ის [ვილაც] გამოიყვანა“ = „მან [მამაკ.] ის [ვილაც] მოარჩინა“..) და აგრეთვე ორპირიანი გარდამავალი ზმნებისაგან (მაგ., ილძახტეფტ—„ის [დედაკ.] მას [რაღაცას] კერავს“, კაუზ. ი-ლ-სგ-რ-ძახტეფტ—„მას [დედაკ.] მას [რაღაცას] ვაკერვინებ“..), ჩვეულებრივი უკვე აღარ იქნება კაუზატივის წარმოება სამპირიანი გარდამავალი ზმნებისაგან.

მარტივი ფუძის მქონე სამპირიანი ზმნებისაგან, როგორცაა ათარა—„მიცემა“ (ილვსთოფტ—„მას [რაღაცას] მას [დედაკ.] ვაძლევ“) ან აჰიარა—„თხრობა“, „თქმა“ ზმნისგან (ილასჰოფტ—„მას [დედაკ.] მას [რაღაცას] ვეუბნები) კაუზატიური წარმოება არ გვხვდება († მაშინ, როდესაც კაუზატიური წარმოება ამ შემთხვევაშიაც ჩვეულებრივი ჩანს ადილეურს ენებში. შდრ. მაგ., ქვემო-ადილეური უ-რ-აჰ-სა-ლ-თგ—„შენ (შენს თავს) მისთვის მას ვაძლევინებ“ ([1], გვ. 108).

აფხაზურში რაიმე ელემენტით (წინდებულთ, ნაწილაკით) გართულებული ფუძის სამპირიანი ზმნებში კიდევ არის შესაძლებლობა გვექონდეს კაუზატიური წარმოება. მაგ., იუზელსგრძახტეფტ—„მას [დედაკ.] შენთვის [მამაკ.] მას [რაღაცას] ვაკერვინებ“; დალვასგრცოფტ—„მას [მამაკ.] მისგან [რაღაცისაგან] მას [ვილაცას] გამოვაგდებინებ“ და სხვა, მაგრამ არც ისინი არიან ბუნებრივი. ზოგი მთქმელი სათანადო ფორმებს ადასტურებს, ზოგი კი ყოყმანობს.

სამპირიანი ზმნიდან კაუზატიურ შინაარსს აფხაზური ენა აღწერითი წარმოებით გამოხატავს. იმავე მიცემა (ათარა) სამპირიანი ზმნისაგან კაუზატიური შინაარსის მქონე იქნებოდა გამოთქმა: ულვართარატივ ყასწაბ—„შენ [მამაკ.] მას [დედაკ.] მათ რომ მიგცენ ვიქმ“ და სხვა.

კაუზატივის უფრო ვრცელი გამოყენების მხრივ ყურადღებას იქცევს აფხაზურის პირიქითა დიალექტები, განსაკუთრებით ტაპანთური. აქ, ერთი მხრივ, კაუზატიური წარმოება ხშირია ისეთ ზმნებთან, რომლებთანაც პირაქითა დიალექტებში კაუზატივი არ იქნებოდა ჩვეულებრივი. მაგ.:

აჰიარდალ—([2], გვ. 67, 10)—„მან (მამაკ.) ისინი მორეკა“.

უნასაა (ი) რვზდგრჩფატ—([2], გვ. 9, 33)—„მან (მამაკ.) მათ ბრძანება აყოფინა მათთვის“ და სხვა..

გარდა ამისა, იქვე ადგილი აქვს კაუზატივის ორმაგ წარმოებას, რაც აგრეთვე სრულიად უცხოა პირაქითა დიალექტებისათვის.

(† შდრ. იგივე აჰიარა ზმნა ორპირიანი „თქმა“ ზმნის მნიშვნელობით. ილჰოფტ—„ის [დედაკ.] მას [რაღაცას] ამბობს“ და კაუზ. არჰიარა ინსტრუმენტზე დაკერის resp. ინსტრუმენტის თქმევის ენების მნიშვნელობით: აჩამგურ ეფარჰეფტ—„ჩონგური დაუკრა“ = „ჩონგურს მან [მამაკ.] ის [ხმა] ათქმევინა“.

ორკეცი კაუზატიური ფორმა ტაპანთურში დამახასიათებელია ისეთი ზმნებისათვის, რომელთაც ჩვეულებრივ გარდამავლობა კაუზატიური წარმოების გზით მიუღიათ (ან იშვიათად იმთავითვე იყვნენ გარდამავლები) და ამ კაუზატიური ფუძიდან კვლავ აწარმოებენ კაუზატივის შუალობითობის შინაარსისათვის და აფიქსსაც აორკეცებენ.

მაგ.:

იჭაკიეღღარშაბატ—([2], გვ. 26, 40)—„მან [მამაკ.] იმათ ისინი გარშემოავლებინა“ (აკიშაბა—„გარშემოვლა თავისით“, კაუზ. აკიერშაბა—„გარშემოვლასხვის მიერ“, ორმაგი კაუზ. აკიერგრშაბა—„გარშემოვლებინება“).

დღღარგრცატ—([2], გვ. 17, 38)—„მან [მამაკ.] მათ იგი [ვილაც] გააგზავნინა, გააშვებინა“ (შდრ. აცარა—„წასვლა“, კაუზ. არცარა—„გაშვება“, ორმაგი კაუზ. არგრცარა—„გაშვებინება“ და სხვა.

ასევე შესაძლებელი ფორმაა დღღსგრჩაბატ—„ვიძულე ის [დღღაკ.] მისთვის [ვილაცისთვის] ეჭმია“ (შდრ. აჩარა—„ჭამა“; დჩიტ—„ჭამს“; არჩარა: დღღსგრჩიტ—„ვაჭმევ მას [ვილაცს]“ და არგრჩარა: დღღსგრჩიტ).

ამ ნიადაგზე ორპირიან გარდამავალ ზმნათაგან გვიწარმოებდნენ ოთხპირიან ფორმებსაც. მაგ., იღღსგრგრჩაბატ—„მე ვიძულე ის [დღღაკ.], რომ მას ვიძულებინა ის [დღღაკ.], რათა მას ის [რალაც] გაეკეთებინებინა“.

ეს კაუზატიური წარმოებები პირიქითა აფხაზურში ადიღეურ ენათა გავლენით წარმოქმნილი ჩანან.

კაუზატივის საწარმოებლად, როგორც აღვნიშნეთ, აფხაზურში გამოყენებულია რ- აფიქსი. მარტივი ფუძის მქონე ზმნებში იგი მუდამ პრეფიქსად გვევლინება, ოღონდ რთული ფუძის მქონე ზმნებში ასეთი ზოგადი წესის გამოყვანა მისი ადგილმდებარეობის განსასაზღვრავად ჭირს. იგი ამ შემთხვევაში ხან ჩართულია ხოლმე ძირის წინ რთულს ფუძეში, ხან კიდევ, მარტივი ფუძის მქონე ზმნათა მსგავსად, მთელი ამ რთული ფუძის წინაა წარმოდგენილი.

მაგ.:

მარტივი ფუძიან ზმნათა კაუზატივი

- ა-რ-ჟირა—სმევა, დაღვეინება
- ა-რ-ტიარა—დასმა
- ა-რ-წარა—სწავლება
- ა-რ-კრა—დაჭერინება და სხვა.

რთულ ფუძიან ზმნათა კაუზატივი

- ა. ანგ-რ-წიარა—მოსპობა
- აგია-რ-ფხარა—მოწონებინება
- აღგ-რ-გარა—შიგნიდან გამოძევება, გამოყვანა...
- ბ. ა-რ-ყაწარა—გაკეთებინება
- ა-რ-ლაწარა—დათესვინება
- ა-რ-შიარგცარა—ნადირობა (ნადირობად წასვლა სხვისი ძულეებით) და სხვა.

კაუზატიური წარმოების ზმნა უთუოდ გარდამავალია. რთული ფუძის მქონე გარდამავალ ზმნებში კი სუბიექტის ნიშანი შიგ ფუძეში, განკვეთის ადგილას ექცევა ([3], გვ. 11—12). კაუზიტივიზაც ასეა. მაგ., ინ-სგ-რ-წიომატ — „ესპობ მას [რაღაცას]“ და სხვა. ხოლო იმ რთულ ზმნათა კაუზატივებში, რომელთაც კაუზატივის მაწარმოებელი ფუძის გარეთ მოუქცევიათ, სუბიექტის ნიშანიც გარეთ გამოდის. მაგ., იუ-სგ-რ-ყაწომატ — „მე შენ [მამაკ.] მას [რაღაცას] გაკეთებინებ“.

ვეფირობთ, რომ კაუზატივის აფიქსის მთელი რთული ფუძის წინ დასმა ზმნათა გარკვეულს რიგში შედარებით ახალი მოვლენაა. ასეთს ზმნებში თითო-ოროლა შემთხვევაში კაუზატივის ნიშანი ახლაც ერთ მტკიცედ განსაზღვრულ ადგილას ზოგჯერ არ არის. ზოგი მთქმელი ერთსა და იმავე ზმნაში კაუზატივის აფიქსის დასმას ფუძის გარეთ რჩეობს, ზოგიც — ფუძის შიგნით ([3], გვ. 19).

აღნიშნულ შემთხვევებში ადგილი უნდა ჰქონდეს ხსენებულ ზმნათა ფუძის სიროთულის შეგნების დაჩრდილვას თვით აფხაზის ენობრივ ცნობიერებაში¹.

ამ მხრივ ყურადღებას იქცევს ის გარემოებაც, რომ ზემომოყვანილი აყაწარა — „კეთება“ ზმნის კაუზატივი — არყაწარა — დამახასიათებელია აფხაზურის პირაქეთა დიალექტებისათვის, თორემ, მაგალითად, აშხარულს დიალექტში დღესაც მხოლოდ ამ ზმნის კაუზატივის მოსალოდნელი აყა-რ-წარა ფორმა არსებობს (იუყა-სგ-რ-წოტ — „მე შენ [მამაკ.] მას [რაღაცას] გაკეთებინებ“).

კაუზატივის აფიქსსა და თვით ამ კატეგორიის წარმოებას აფხაზურში გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს პირის ნიშანთა თვალსაზრისითაც.

კაუზატივის წარმოებისას ცვლილებები ხდება მესამე მრავლობითი პირის სუბიექტისა და ირიბი ობიექტის ნიშანში.

მესამე პირის მრავლ. რიცხვის ნიშანია აფხაზურში რ-. მაგ., ი-რ-ბემატ — „მათ ის [რაღაც] დაინახეს“. იგივე რ გამოყენებულია ირიბი ობიექტის ნიშნად იმავე პირსა და რიცხვში. მაგ., ი-რგ-სთემატ — „მათ მივეცი ის [რაღაც]“ და სხვა. მაგრამ როგორც კი კაუზატივის რ გამოვლინდება ზმნაში, ეს მესამე მრავლობითი პირის ნიშანი (აგრეთვე რ) მაშინვე იქცევა დ-დ. მაგალითად, კაუზატიურ ა-რ-ტიარა — „დასმა“ — ზმნიდან გვექნებასგდგ-რ-ტიემატ — „მე მათ დამსვეს,“ ნაცვლად მოსალოდნელი *სგ-რგ-რ-ტიემატ-ისა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ასევე მოსდის იმავე პირის ირიბი ობიექტის ნიშანსაც. მაგალითად, „ისინი მათ უჩვენებენ მას [რაღაცას]“ იქნება — ი-დ-დგრ-ბომატ, მოსალოდნელი *ირრგ-რბომატ-ის ნაცვლად.

სათანადო ლიტერატურაში (უსლარი და სხვა) მხოლოდ იდდგრ-ბომატ და მსგავსი წარმოებებია ცნობილი. პარალელურად შეიძლება შეგვხვდეს ირ-დგრ-ბომატ და მსგავსი ფორმებიც, ე. ი. მესამე პირის ირიბი ობიექტის მრავლობითი რიცხვის ნიშანი რ კაუზატიურს ფორმაში შეიძლება უცვლელადაც იქნეს წარმოდგენილი: დ-ს პარალელურად გვექნება რ-ც.

¹ ანალოგიურს მოაღწენს წავაწყდებით ადიღურს ენებშიაც. იქ კაუზატივის მაწარმოებელი აფიქსი (ღწ-) სისტემატიურად ექცევა რთული ფუძის შიგნით, მაგრამ ცალკეული გამოწავლისები მაინც შეიძლება შეგვხვდეს. ეს სწორედ ისეთი შემთხვევებია, როცა ფუძის შემადგენელ ელემენტებად დაშლა მხოლოდ მეცნიერული ანალიზით ხერხდება. მაგ., ტუსენ — „ჯდომა“, მაგრამ კაუზ. ღწ-ტუსენ — „დასმა“. ფუძე შედგენილი ჩანს ტ- და ს- ელემენტთაგან.

კაუზატივის რ-სთან მესამე მრავლობითი პირის რ ნიშნის დ-დ ქცევა სპე-
ციალურს ლიტერატურაში ([4], გვ. 62) მიჩნეულია დისიმილაციურ მოვლენად.

უდაოა, მართლაც, რომ აქ საქმე გვაქვს დისიმილაციასთან, რომელიც
გამოწვეულია კაუზატივის ნიშანთან პირის რ აფიქსის შეხვედრით. თუნდაც ის
ფაქტი, რომ ირიბი ობიექტის იგივე რ ნიშანი შეიძლება რ-დვე დარჩეს, ამის
კარგი ილუსტრაციაა: იგი უფრო შორს დგას კაუზატივის რ-საგან, ვიდრე სუ-
ბიექტის ნიშანი. უშუალო მეზობლობაში კაუზატივის აფიქსთან ამ პირის ნიშა-
ნიც მუდამ დ-თი იქნებოდა წარმოდგენილი. შდრ. მაგალითად, ი-დგ-რ-ყაწოუპ
„ის [რალაც] მათგან გაკეთებინებულა“ (სუბიექტის ნიშანი არ ჩანს!)¹

მაგრამ მაინც ისმის კითხვა, ამ ფაქტში უბრალო ფონეტიკური მოვლენა
მქადენდება, თუ მას რაიმე მორფოლოგიური საფუძველი მოეპოება?

ვფიქრობთ ეს განსხვავება პირის ნიშნისა იმითაა გამოწვეული, რომ კაუ-
ზატივის აფიქსიცა და მესამე პირის მრავლობითი რიცხვის რ ნიშანიც წარ-
მოშობით ერთი და იგივე ოდენობაა, ოღონდ შემდგომ ფუნქციურად განსხვა-
ვებული, ე. ი. კაუზატივის აფიქსიც იგივე მრავლობითობის აფიქსი უნდა ყო-
ფილიყო. ორი ერთნაირი წარმოშობის აფიქსის ერთად თავმოყრამ გახადა სა-
ჭიროდ ერთერთი მათგანის (კერძოდ, პირის ნიშნის) „დისიმილაცია“ და, შე-
საძლოა, ამ დისიმილაციის ფაქტით შემოგვინახა პირის ნიშნის მოსალოდნელი
სახეობა.

ჯერ კიდევ ნ. მარს აქვს გამოთქმული მოსაზრება აფხაზური კაუზატივის
ნიშნის მრავლობითთან კავშირის შესახებ ([5], გვ. 246—247), მაგრამ ამის სა-
ბუთად ძირითადად ისღა რჩება, რომ იგივე რ, რაც აფხაზურსა და ბასკურს
კაუზატივის საწარმოებელ აფიქსად მოეპოება, გამოყენებულია სვანურში მრავ-
ლობითის შინაარსით, ამის ფაქტები თვით აფხაზურის ნიადაგზე უფრო თვალ-
საჩინო იქნებოდა: -რა გვხვდება კრებითი მრავლობითის მაწარმოებლად, III პი-
რის მრავლობითი რიცხვის ნიშნად და სხვა. მაგრამ ეს გარეგნული მსგავსება
მაინც ვერ გადაწყვეტდა საკითხს. ამ მხრივ პირის ნიშანში ზედოხსენებულ
ცვლილებას შეიძლება ვაცილებით მეტი მნიშვნელობა ენიჭებოდეს.

რომ საერთოდაც და კერძოდ აფხაზურისთვის ადვილი წარმოსადგენია
დისიმილაციის საფუძვლად მორფოლოგიური ფაქტი ყოფილიყო, ე. ი. ორი
ერთნაირი, მაგრამ განსხვავებული ფუნქციის მქონე აფიქსი გარეგნულადაც გან-
სხვავებულიყო (სწორედ იმის გამო, რომ მათ ერთნაირი წარმოშობა ჰქონდათ),
ეს ნათელი ხდება მონათესავე ადიღურ ენათა მასალით.

ქვემო-ადიღურში მესამე პირის სუბიექტის ნიშნად გვევლინება აჟ-. აჟ-
პრეფიქსივე გამოყენებულია ირიბი ობიექტის მესამე პირში. მაგ., -აჟ-სათგ—
„მას მე ვაძლეე [მას]“—ერთი მხრივ (აჟ-თი გამოხატულია ირიბი ობიექტი მე-
სამე პირისა), და სკ-უ-აჟ-თგ—„მე შენზე ის მიმცემს“—მეორე მხრივ (აჟ-თი გა-

¹ აქ იმის მოგონებაც საყურადღებო იქნებოდა, რომ სუბიექტის III მრავლობითი პირის
ნიშანიც კი პოტენციულად ფორმებში როცა წინ გადმოისმის და დაშორდება კაუზატივის რ
აფიქსს, დ-ს სახით კი აღარ იქნება უკვე წარმოდგენილი, არამედ რ-დვე დარჩება და მივიღებთ,
მაგალითად, ასეთ ფორმას—ირზანამ-რ-ჰუმტ „მათ ის [რალაც] ვერ გადმოაბრუნეს“. შდრ. იგი-
ვე კაუზატიური ფორმა აა-დგ-რ-ჰუმტ—„მათ ის [რალაც] გადმოაბრუნეს“.

მოხატულია სუბიექტი მესამე პირისა), მაგრამ როგორც კი ერთი და იგივე პირის ნიშანი, ოღონდ ფუნქციის მიხედვით განსხვავებული (ირიბი ობიექტი და სუბიექტი) ერთხანეთის გვერდით აღმოჩნდება, ირიბი ობიექტის **აზ**-პრეფიქსის ნაცვლად პირის ნიშნად **რ**- გამოგვევლინება და გვექნება: **რ-აზ-თვ**—„**მას ის აძლევს [მას]**“ ([1], გვ. 101).

ანალოგიური მდგომარეობა უნდა იჩინდეს თავს აფხაზურში კაუზატივის წარმოებისას. რომ აქ უბრალო ფონეტიკურ სხვაობას, ორი **რ**-ს ერთად მოხვედრით გამოწვეულს, არ უნდა ჰქონდეს ადგილი, იმითაც ხდება ნათელი, რომ სხვა შემთხვევაში აფხაზური ენა არსად მიმართავს ამ წესს, თუნდაც იმავე კაუზატივის წარმოებისას. მაგალითად, არჰარა არის „შიში“ (სგრჰაჟეჟტ—„მეშინია“); მისი კაუზატიური ფორმა იქნებოდა არჰარჰარა—„შეშინება“ (დგსგრჰაჟეჟტ—„მას [ვილაცას] ვაშინებ“), მაგრამ დისიმილაცია არ გამოიწვია აქ ამ **რ**-თა ერთად მოხვედრამ.

კითხვა დგება: რას წარმოადგენს ეს **დ**- კაუზატიურს ფორმებში მესამე პირის მრავლობითი რიცხვის ნიშნად გამოყენებული?

თუ აქ უბრალო ფონეტიკურს ფაქტს დავინახავდით, უნდა გვეთქვა, რომ **დ რ**-ს უბრალო ბგერინაცვალიაო, რაც ძნელი დასაჯერებელია. ზოგი გარემოება აფხაზურის პირის ნიშნებთან დაკავშირებით სხვა მხრივ წარმართავს ჩვენს ყურადღებას.

პ. უსლარი ამ **დ**-ს შესახებ ამბობს, რომ მას არაფერი აქვს საერთო მხოლოობითს რიცხვში არსებულ ადამიანთა კლასის **დ**- ნიშანთანო ([4], გვ. 62). დიუმეზელი კი მას ზემოხსენებული **დ**- ნიშნის აფექტაციად თვლის ([6], გვ. 198).

საფიქრებელია ამ **დ**-ში ამოტივტივდა მესამე პირის მრავლობითი რიცხვის **დარა** („ისინი“) ნაცვალსახელის ნიშანი.

პირველსა და მეორე პირებში აფხაზურში იგივე აფექტები გვაქვს, რაც პირთა ნაცვალსახელებში.

მაგ.: **სარა**—„მე“

ჟარა—„შენ“ (მამაკ.)

ზარა—„შენ“ (დედაკ.)

ჰარა—„ჩვენ“

შიარა—„თქვენ“

ს ცოფტ—„მივდივარ“

ჟ ცოფტ—„მიდიხარ“ (მამაკ.)

ზ ცოფტ—„მიდიხარ“ (დედაკ.)

ჰ ცოფტ—„მივდივართ“

ში ცოფტ—„მიდიხართ“

მაგრამ მესამე პირში პირის აფექსთა ნაცვალსახელებთან ასეთ დამთხვევას ადგილი არა აქვს: **დ** გამოყენებულია ადამიანთა კლასის მხოლოობითის რიცხვში პირის აფექსად (გარკვეულს შემთხვევებში), მაგრამ მას არა აქვს სათანადო ***დარა** ნაცვალსახელი მხოლოობითის მნიშვნელობით; სამაგიეროდ **დარა** ნაცვალსახელს აქვს მრავლობითის მნიშვნელობა („ისინი“), მაგრამ ზმნაში-პირის ნიშნად ეს **დ** არ ჩანს. იგი გამოხატულია ხან **ი**-თი, ხან **რ**-თი; ასევე, თუ **ი** გამოყენებულია მრავლობითის გამოსახატავადაც მესამე პირში, სათანადო **ჰარა** ნაცვალსახელი იმავე პირის მხოლოობითს რიცხვს განეკუთვნება და სხვა.

საფიქრებელია, კაუზატივის ფორმაში მესამე მრავლობითი პირის ნიშნად გამოვლენილი დ- აფიქსი უკავშირდებოდეს სათანადო დარა ნაცვალსახელს, რაც თავისთავად იმას არ გამოორიცხავს, რომ მასთან კავშირი ჰქონდეს ადამიანთა კლასის დ ნიშანსაც (მხოლოდობითში). კავკასიური ენების მასალაში ასეთი შემთხვევები არც თუ იშვიათად გვხვდება.

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

(შემოვიდა რედაქციაში 1.3.1945)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

К. ЛОМТАТИДЗЕ

КАТЕГОРИЯ КАУЗАТИВА В АБХАЗСКОМ ЯЗЫКЕ

Резюме

1. Категория каузатива в абхазском языке выражается специальным аффиксом რ- r-.

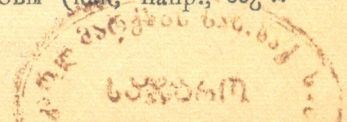
2. Такие образования имеют две функции: а) непереходные глаголы посредством каузативного аффикса რ- r- становятся переходными. Напр., დტოოტ დt^oojt—«он (человек) садится», დღსტოოტ დღsrt^oojt—«я его (чел.) сажаю»; б) категорию каузатива в строгом смысле имеем тогда, когда эта форма образуется от переходных глаголов. Напр., იღვვტ იღw^oajt—«она написала то» и იღვგვტ იღjrw^oajt—«он заставил ее написать то».

3. Образование форм каузатива в абхазском языке сравнительно ограничено. Эта форма встречается, главным образом, в одноличных и двухличных глаголах, в трехличных же глаголах—лишь в том случае, если основа сложная.

В трехличных переходных глаголах (с несложной основой) значение каузатива передается описательной формой.

4. Более широкое применение каузативных образований засвидетельствовано в северных диалектах абхазского языка. В них же встречается сугубое образование каузативных форм, что нужно объяснить влиянием адыгейских языков.

5. В глаголах с несложной основой аффикс каузатива ставится перед основой. Напр., ა-რ-ჟობა a-r-žoga «заставить (дать) пить»; в глаголах со сложными основами он ставится то перед основой (как, напр., ა-რ-ყოწობა a-r-qašoga—«заставить делать»), то внутри основы (как, напр., აზგ-რ-წობა აპ-რ-šoga—«уничтожить»).





Употребление каузативного аффикса перед основой в глаголах сложной основой—явление вторичного порядка: оно вызвано тем, что в языковом сознании постепенно затушевывается понятие сложности данной основы.

6. В случае появления каузативного аффикса რ- რ- в глаголах показателем множеств. числа третьего лица вместо რ- რ- выступает დ- d- (სვ-ღვრტიედო ← *სვრვრტიედო sədər^oejt ← *səvər^oejt—«они посадили меня, они заставили меня сесть»).

В специальной литературе в этом явлении усматривают результат диссимиляции, здесь, повидимому, налицо факт морфологического порядка «диссимиляция» вызвана тем обстоятельством, что в обоих случаях (и в показателе каузатива რ- რ-, и в показателе третьего лица множественного числа რ- რ-) мы имеем один и тот же аффикс по происхождению:—аффикс множественности. Необходимость разграничения разных функций способствовала тому, что один из них, именно показатель лица, был заменен другим.

7. В аффиксе დ- d-, возможно, мы имеем местоименную частицу, находящуюся в генетической связи с местоимением დარს darà «они».

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

ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. გ. რ ა გ ა ვ ა. პოლივერსონალიზმი ქვემო-ადიღურის ენის ზმნებში. ენიმკის მოამბე, ტ. XII.
2. ქ. ლ ო მ თ ა თ ი ძ ე. აფხაზური ენის ტაპანთური დიალექტი. ნაწ. II, ტაპანთური ტექსტები. თბილისი, 1944.
3. ქ. ლ ო მ თ ა თ ი ძ ე. ვარდამავლობის კატეგორია აფხაზურ ზმნებში. ენიმკის მოამბე, ტ. XII.
3. П. У с л а р. Абхазский язык. Этнография Кавказа, I, 1887.
5. N. M a r r. De l'origine japhétique de la langue basque. კრებ. Язык и литература, 1926.
6. G. D u m é z i l. Études comparatives sur les langues caucasiennes du Nord-Ouest (Morphologie). Paris, 1932.

პასუხისმგებელი რედაქტორი აკად. ნ. მ უ ს ხ ე ლ ი შ ვ ი ლ ი

ზელმოწერილია დასაბეჭდად 2.4.45

საბეჭდო ფორმათა რაოდენობა 6

შევ. № 186

შე 00444

ტირაჟი 400

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, აკაკი წერეთლის ქუჩა № 7



*III. Ч а н и ш в и л и. Ход накопления сухого вещества кукурузой при внесении минеральных удобрений в разных фазах развития 48

მცენარეთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—PHYSIOLOGY OF PLANTS

მ. ჭ რ ე ლ ა შ ვ ი ლ ი. ხსნადი ნახშირწყლების შემცველობა დეკას ახალგაზრდა და ხნიერ ფოთლებში 51

*М. Н. Чрелашвили. Содержание растворимых глюкоидов в молодых и старшего возраста листьях роголистника Кавказского 55

პ. თ ა ვ ა ძ ე. ვახის მინერალური კვების საკითხისათვის 57

*П. Г. Тавадзе. К вопросу минерального питания виноградной лозы 62

ბიოქიმია—БИОХИМИЯ—BIOCHEMISTRY

პ. ქოშეთიანი. ჯანგბადის მოხმარების სიდიდე წურბლის კან-კუნთის ტობრაკის „ჩამკეტი მოქმედების“ დროს 65

*П. А. Кометиани. Величина потребления кислорода при «защирательном действии» кожно-мышечного мешка пиявки 69

*Р. А. Kometiani. The Rate of the Oxygen Consumption at the «Catch Action» of the Body Wall of a Leech 71

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYSIOLOGY

მ ა ნ ა ნ ა ა ხ მ ე ტ ე ლ ი. პირის ღრუს ქიმიურ გაღიზიანებათა მიმდებლობა ნორმულ და დეცერებრირებულ მტრედებში 73

*Манана Ахметели. О восприятии химических раздражений ротовой полости у нормальных и деперебрированных голубей 77

*Manana Akhmeteli. On the Perception of Chemical Stimulation of the Mouth Cavity in Normal and Decerebrate Pigeons 78

ისტორია—ИСТОРИЯ—HISTORY

დ. კ ა პ ა ნ ა ძ ე. რამდენიმე შენიშვნა ე. წ. ქართულ-სასანური დრამების შესახებ 81

*Д. Г. Капанадзе. Несколько замечаний о грузино-сасанидских монетах 86

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—LINGUISTICS

ქ. ლომთათიძე. კაუზატივის კატეგორია აფხაზურში 89

*К. Ломтатидзе. Категория каузатива в абхазском языке 95

დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ 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 თვითუფლი. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე. ყველა წერილს 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“ დასაბეჭდი წერილები უნდა გადაეცეს რედაქციას; იმ ავტორებისათვის, რომლებიც მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრები არიან, რედაქცია განსაზღვრავს მხოლოდ დაბეჭდვის მორიგეობას. დანარჩენი ავტორების წერილები კი, როგორც წესი, გადაეცემა რედკოლეგიის მიერ სარეცენზიოდ აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან სათანადო დარგის რომელიმე სხვა სპეციალისტს, რის შემდეგ დაბეჭდვის საკითხს გადასწყვეტს რედკოლეგია.
8. წერილები თავისი რეზიუმით და ილუსტრაციებით წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საესებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
9. ციტირებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ ციტირებულია წიგნი, სავალდებულოა ჩვენება წიგნის სრული სახელწოდებისა, გამოცემის წლისა და ადგილისა.
10. ციტირებული ლიტერატურის დასახელება ერთის წერილს ბოლოში სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ჩავენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
11. წერილის ტექსტისა და რეზიუმეს ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, რომელშიაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
12. ავტორს ეძლევა ერთი კორექტურა გვერდებზე შეკრული მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილ ვადისათვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს წერილი დაბეჭდოს ავტორის ვიზის გარეშე.
13. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი და ერთი ცალი „მოამბის“ ნაკვეთისა, რომელშიაც მისი წერილია მოთავსებული.