

524

1949.

საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
გ მ ა მ ბ ე

გომი X, № 2

ბიბლიოთეკის ქართული განყოფილება

1949

შინაარსი

გათემატიკა

- გ. არეშკინი. ლებეგ-რადონის ინტეგრალის ნიშნის კვებ ზღვარზე გადასვლის შესახებ 69

ჰიდრომეჰანიკა

- დ. დოლიძე. ჰიდროდინამიკის არასტაციონარული წრფივი სასახლვრო ამოცანის ამოხსნის ზღვარის შესახებ 77

ჰიშია

- ა. გახოკიძე. გალაქტონიდა -3- გლუკოზის სინთეზი 85

ბიოჰიშია

- გ. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ. ქართველი შვილი, თ. კვეციანი, თ. ფიჩხაია. ორგანიზმის რეაქტიულობის ცვლილებანი მთის კლიმატის პირობებში 91

პეტროგრაფია

- გ. ძოწენიძე და ნ. სხირტლაძე. იურული კვარციანი დიორიტის ახალი გამოსავალი ძირულის კრისტალურ მასივში 99

ტექნიკა

- კ. ხაერევი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). ცთომილების ანალიზი თავისუფლებას ხარისხის უსასრულოდ დიდი რიცხვის მქონე კოტების თავისუფალი რხევის მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით გამოკვლევის დროს 103

ბოტანიკა

- გ. შათვევეი. *Cyclamen ibericum* Stev-ის ტერატოლოგიური მოვლენების შესწავლისათვის 107

ნიადაგმცოდნეობა

- ტ. კვარაცხელია (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). ნიადაგთსაცავი მცენარეები 115

ენტომოლოგია

- ნ. ბორხსენიუსი. *Ceroplastes japonicus green (hemiptera, coccioidea)*—საქართველოს ციტრუსოვან და სხვა კულტურულ მცენარეთა მავნებელი 121

ენათმეცნიერება

- სერგი ძლენტი. რ. ფონემა მეგროლ-ქანურში 125

ბ. არეშვინი

ლენინ-რადონის ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ ზღვარზე გადასვლის
შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეკუამ 16.1.1949)

შევთანხმდეთ, რომ μ -ით აღნიშნული იქნება მაქსიმალური E სიმრავლის შემცველი, თვლადი რიცხვი შეკრების ოპერაციის მიმართ ჩაკეტილ სიმრავლეთა სხეული; μ -თი (რომელსაც ხანდახან ინდექსსაც ვაფუქვებთ)— μ სხეულის ზომის ფუნქცია, ე. ი. არაუარყოფითი, სრულად აღიტიური სიმრავლის ფუნქცია, განსაზღვრული μ სხეულზე. ვიგულისხმობთ აგრეთვე, რომ ყველა ფუნქცია, რომელიც შემდგომ შეგვხვდება, ნამდვილია და სასრული.

განსაზღვრა 1. ვთქვათ, $f(x)$ და $f_k(x)$, $k=1, 2, \dots$ μ -ზომადი E ფუნქციებია, განსაზღვრული E სიმრავლეზე. ვთქვათ, გარდა ამისა, μ_k , $k=1, 2, \dots$ μ სხეულის ზომათა ფუნქციების მიმდევრობაა. ვიტყვი, რომ ფუნქციები $f_k(x)$ იკრიბება E სიმრავლეზე μ_k ზომებით $f(x)$ ფუნქციისაკენ, თუ ყოველი რიცხვისათვის $\sigma > 0$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \mu_k \{E[|f(x) - f_k(x)| \geq \sigma]\} = 0. \quad (1)$$

იმ შემთხვევაში, როცა ყველა μ_k ფუნქცია ერთმანეთის იგიურია, ეს განსაზღვრა გადაიქცევა ზომით კრებადობის ჩვეულებრივ განსაზღვრად.

ლემემის განზოგადებული თეორემა. ვთქვათ, ზომათა ფუნქციების მიმდევრობა μ_k , $k=1, 2, \dots$ იკრიბება ზომის ფუნქციისაკენ μ . მაშინ, თუ ზომად ფუნქციათა მიმდევრობა $f_k(x)$ იკრიბება E სიმრავლეზე $f(x)$ ფუნქციისაკენ, ეს მიმდევრობა იკრიბება $f(x)$ ფუნქციისაკენ μ_k ზომებითაც.

დამტკიცება. ცნობილია, რომ ზღვრული ფუნქცია ზომადი [1]. შემოვიღოთ, როგორც ჩვეულებრივ, აღნიშვნები:

$$E_k(\sigma) = E[|f(x) - f_k(x)| \geq \sigma], \quad R_k(\sigma) = \sum_{n=k}^{\infty} E_n(\sigma), \quad H = \prod_{k=1}^{\infty} R_k(\sigma).$$

სადაც σ ნებისმიერი დადებითი რიცხვია. სიმრავლეები $E_k(\sigma)$, $R_k(\sigma)$ და H გუთუნის μ სხეულს. ამასთან, ადვილი სანახავია, H სიმრავლე ცარიელია. რამდენადაც

$$R_1(\sigma) \supseteq R_2(\sigma) \supseteq \dots$$

¹ შედგომ ჩვენ უბრალოდ ვილაპარაკებთ ზომად ფუნქციებზე.

4881.



და, მაშასადამე,

$$\lim_{k \rightarrow \infty} R_k(\sigma) = 0,$$

ამიტომ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \mu[R_k(\sigma)] = 0.$$

მაშასადამე, ყოველი რიცხვისათვის $\varepsilon > 0$ მოიძებნება ისეთი ნომერი k_0 , რომ

$$\mu[R_{k_0}(\sigma)] < \frac{\varepsilon}{2}.$$

μ ზომათა μ ზომისაკენ კრებადობის ძალით მოიძებნება ისეთი ნომერი $k_1 \equiv k_0$, რომ როცა $k \equiv k_1$

$$\mu[R_{k_0}(\sigma)] < \varepsilon.$$

მაგრამ, რადგანაც $k \equiv k_0$ -თვის $E_k(\sigma) \subset R_k(\sigma) \subseteq R_{k_0}(\sigma)$, ამიტომ როცა $k \equiv k_1 \equiv k_0$,

$$\mu[E_k(\sigma)] \subseteq \mu[R_{k_0}(\sigma)] < \varepsilon,$$

საიდანაც გამომდინარეობს

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \mu_x \{E_k[f(x) - f_k(x)] \equiv \sigma\} = 0,$$

რაც უნდა დავგვეტკიცებინა.

შენიშვნა. დამტკიცებული თეორემა ვრცელდება იმ შემთხვევაზეც, როცა $f_k(x)$ ფუნქციები იკრიბება ზომად $f(x)$ ფუნქციისაკენ თითქმის ყველგან μ ფუნქციის მიმართ.

თეორემა 1. ვთქვათ, μ_k ზომათა ფუნქციების მიმდევრობა, $k = 1, 2, \dots$ იკრიბება μ სხეულზე ზომის ფუნქციისაკენ μ . ვთქვათ შემდეგ, მიმდევრობა $f_k(x)$, $k = 1, 2, \dots$ თანაბრად შევსოსაზღვრულ ზომად ფუნქციებისა იკრიბება μ ზომებით $f(x)$ ზომად ფუნქციისაკენ. მაშინ $f(x)$ ფუნქცია μ -შეჯამებადია E სიმრავლეზე და ყოველი ზომადი H სიმრავლისათვის

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \int_H f_k(x) \mu_k(dH) = \int_H f(x) \mu(dH). \quad (2)$$

დამტკიცება ჩავატაროთ პირველად $f(x)$ და $f_k(x)$ ფუნქციების თანაბრად შემოსაზღვრულობის შემთხვევაში.

ვთქვათ, N მათი შემოსაზღვრული რიცხვია. ვთქვათ,

$$H_k(\sigma) = E_x \{ |f(x) - f_k(x)| \equiv \sigma \}, \quad CH_k(\sigma) = H - H_k(\sigma).$$

მაშინ, $f_k(x)$ ფუნქციების μ_k ზომებით $f(x)$ ფუნქციისაკენ კრებადობის ძალით,

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \mu_k \{H_k(\sigma)\} = 0. \quad (3)$$

შევაფასოთ ახლა სხვაობა

$$\left| \int_H f(x) \mu(dH) - \int_H f_k(x) \mu_k(dH) \right| \equiv \left| \int_H f(x) \mu(dH) - \int_H f(x) \mu_k(dH) \right| + \left| \int_H f(x) \mu_k(dH) - \int_H f_k(x) \mu_k(dH) \right|. \quad (4)$$

რადგანაც $f(x)$ შემოსაზღვრულია, ამიტომ, 15 [2] თეორემის ძალით, პირველი მოდული ამ ფორმულის მარჯვენა მხარეში მიისწრაფვის ნულისაკენ k -ს ზრდის დროს. შემდეგ,

$$\left| \int_H f(x) \mu_k(dH) - \int_H f_k(x) \mu_k(dH) \right| \equiv \int_H |f - f_k| \mu_k(dH) = \int_{H_k(\sigma)} |f - f_k| \mu_k(dH) + \int_{CH_k(\sigma)} |f - f_k| \mu_k(dH) \equiv 2N \mu_k[H_k(\sigma)] + \sigma \cdot \mu_k[CH_k(\sigma)].$$

μ_k ზომითა ფუნქციების თანაბრად შემოსაზღვრულობის ძალით [3], σ რიცხვი შეიძლება შევარჩიოთ იმდენად მცირე, რომ მეორე შესაკრები, ნებისმიერი k -თვის, აღმოჩნდეს $\frac{\varepsilon}{2}$ ნაკლები. სადაც $\varepsilon > 0$ ნებისმიერი მოცემული რიცხვია. ა-ს ამ მნიშვნელობისათვის, (3) ფორმულის ძალით, მოიძებნება ისეთი რიცხვი k_0 , რომ როცა $k \geq k_0$ პირველი შესაკრები აღმოჩნდება $\frac{\varepsilon}{2}$ -ზე ნაკლები. ამგვარად, რიცხვისათვის $\varepsilon > 0$ მოიძებნება ისეთი რიცხვი k_0 , რომ როცა $k \geq k_0$,

$$\left| \int_H f(x) \mu_k(dH) - \int_H f_k(x) \mu_k(dH) \right| < \varepsilon,$$

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ როცა $k \rightarrow \infty$, (4) ფორმულის მარჯვენა მხარე მიისწრაფვის ნულისკენ, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

ახლა მოვხსნათ $f(x)$ ფუნქციის შემოსაზღვრულობის მოთხოვნა. ვთქვათ, N რიცხვი შემოსაზღვრავს ფუნქციებს $|f_k(x)|$ და ვთქვათ

$$E^{N+1} = E[|f(x)| > N+1], \quad H^{N+1} = E^{N+1} \cdot H, \quad CH^{N+1} = H - H^{N+1}.$$

დავამტკიცოთ, უპირველეს ყოვლისა, რომ

$$\mu[E^{N+1}] = 0. \quad (5)$$

მართლაც, $f_k(x)$ ფუნქციების μ_k ზომებით $f(x)$ ფრაქციისკენ კრებადობის ძალით,

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \int_x \mu_k \{E[|f(x) - f_k(x)| \geq 1]\} = 0.$$

მაგრამ ნებისმიერი k -თვის

$$E^{N+1} \subseteq E[|f(x) - f_k(x)| \geq 1],$$

რაც წინა ფორმულასთან ერთად იძლევა (5). (5) ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ $f(x)$ ფუნქცია μ -შეჯამებადია E სიმრავლეზე.

გარდა ამისა,

$$\left| \int_H f(x) \mu(dH) - \int_H f_k(x) \mu_k(dH) \right| \equiv \left| \int_{H^{N+1}} f(x) \mu(dH) \right| + \left| \int_{H^{N+1}} f_k(x) \mu_k(dH) \right| + \left| \int_{CH^{N+1}} f(x) \mu(dH) - \int_{CH^{N+1}} f_k(x) \mu_k(dH) \right|. \quad (6)$$

აქ

$$\int_{H^{N+1}} f(x) \mu(dH) = 0, \quad \left| \int_{H^{N+1}} f_k(x) \mu_k(dH) \right| \equiv N \cdot \mu_k(H^{N+1}).$$

რადგანაც $\mu_k(H^{N+1}) \rightarrow \mu(H^{N+1}) = 0$, ამიტომ $N \cdot \mu_k(H^{N+1}) \rightarrow 0$ k -ს ზრდის დროს. დაბოლოს, სიმრავლეზე CH^{N+1} ფუნქციები $f(x)$ და $f_k(x)$, $k=1, 2, \dots$ თანაბრად შემოსაზღვრული არიან რიცხვით $N+1$. თეორემის უკვე დამტკიცებული ნაწილის ძალით, უკანასკნელი შესაჯრები (6) ფორმულის მარჯვენა მხარეში აგრეთვე მიისწრაფვის ნულისკენ k -ს ზრდის დროს, რითაც თეორემის დამტკიცება დამთავრებულია.

განსახილვერად 2. ვთქვათ, $\{\mu_x\}$ \mathcal{X} სხეულის ზომათა ფუნქციების რაიმე სისტემაა, $\{f_x\}$ მისი შესაბამის სისტემა წერტილის ფუნქციებისა, რომლებიც განსაზღვრული არიან E სიმრავლეზე და შესაბამისად μ_x —შეჯამებადი. ვიტყვი, რომ $f_x(x)$ ფუნქციებს აქვთ თანაბარხარისხოვნად აბსოლუტურად უწყვეტი ინტეგრალები, თუ ნებისმიერი რიცხვისათვის $\eta > 0$ მოიძებნება ისეთი რიცხვი $n > 0$, რომ, როგორც კი რაიმე სიმრავლისათვის $e \in E$ და x -ს რაიმე მნიშვნელობისათვის, $\mu_x(e) < \eta$,

$$\left| \int_e f_x(x) \mu_x(dH) \right| < \eta.$$

როგორც ჩვეულებრივ, ვუჩვენებთ, რომ $\{f_x\}$ -თან ერთად თანაბარხარისხოვნად აბსოლუტურად უწყვეტი ინტეგრალები აქვთ ფუნქციებს $\{|f_x|\}$.

თეორემა 2. ვთქვათ, \mathcal{X} სხეულზე განსაზღვრულია ზომა და ფუნქციათა $\{\mu_x\}$ მიმდევრობა, რომელიც კრებადია ზომის μ ფუნქციისაკენ. E სიმრავლეზე განვიხილოთ μ_x —შეჯამებადი f_k , $k=1, 2, \dots$, ფუნქციები. ამას გარდა, ვიგულისხმობთ, რომ $\{f_k(x)\}$ მიმდევრობა კრებადია μ -ზომის მიმართ $f(x)$ ფუნქციისაკენ თითქმის ყველგან. თუ $f_k(x)$, $k=1, 2, \dots$, ფუნქციებს აქვთ თანაბარხარისხოვნად აბსოლუტურად უწყვეტი ინტეგრალები, მაშინ $f(x)$ ფუნქცია μ -შეჯამებადია და ნებისმიერი ზომადი H სიმრავლისათვის სამართლიანია (2) ფორმულა.

თეორემის დამტკიცებას წავუძღვარებთ რიგს ლემებისა. შემოვიღოთ შემდეგი აღნიშვნები:

$$E^N = E\{|f(x)| \equiv N\}, \quad E_n^N = E\{|f_n(x)| > N\},$$

$$R_k^N = \sum_{n=k}^{\infty} E_n^N, \quad H^N = \prod_{k=1}^{\infty} R_k^N.$$

აღვნიშნოთ აგრეთვე Q -თი სიმრავლე იმ x წერტილებისა, რომელთათვისაც $f_n(x) \rightarrow f(x)$. თეორემის პირობის თანახმად, $\mu(Q) = 0$.

ლემა 1.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} E^N = 0.$$



მართლაც,

$$E' \supset E^2 \supset \dots,$$

ამასთან

$$\prod_{N=1}^{\infty} E^N = 0.$$

ლემმა 2.

$$H^N \subset E^N + Q.$$

საკმარისია დავადგინოთ, რომ ყოველი წერტილისათვის $x \in H^N$, რომლისთვისაც $f_k(x) \rightarrow f(x)$, სამართლიანია $x \in E^N$. მართლაც, $x \in H^N$ იწვევს $x \in R_k^N$ ნებისმიერი k -თვის. მაშასადამე, ირსებობს მიმდევრობა $n_k, k=1, 2, \dots$ რომლისთვისაც $x \in E_{n_k}^N$. მაგრამ მაშინ $|f_{n_k}(x)| > N$, საიდანაც, $f_n(x) \rightarrow f(x)$ ძალით, გამომდინარეობს, რომ $|f(x)| \geq N$, ე. ი. რომ $x \in E^N$.

ლემმა 3.

$$\lim_{k \rightarrow \infty} R_k^N = H^N.$$

მართლაც,

$$R_1^N \supset R_2^N \supset \dots$$

შედეგი 1.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \mu(E^N) = 0,$$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \mu(H^N) = 0, \quad \lim_{k \rightarrow \infty} \mu(R_k^N) = \mu(H^N).$$

შედეგი 2. ნებისმიერი რიცხვისათვის $\eta > 0$ მოიძებნება ისეთი ნატურალური რიცხვები N_0 და $k(N), N=N_0, N_0+1, \dots$, რომ როცა $N \geq N_0$ და $k \geq k(N)$

$$\mu(R_k^N) < \eta.$$

შემდგომ ვივარაუდოთ, რომ $k(N) < k(N+1), N=N_0, N_0+1, \dots$

შედეგი 3. ყოველი რიცხვისათვის $\eta > 0$ მოიძებნებიან ისეთი ნატურალური რიცხვები $N_0, k(N)$ და $n(N), N=N_0, N_0+1, \dots$, რომ როცა $N \geq N_0, k \geq k(N)$ და $n \geq n(N)$

$$\mu_n(R_k^N) < \eta;$$

ამასთან, $k(N) < k(N+1)$.

დამტკიცება. 2 შედეგის თანახმად, როცა $N \geq N_0$ და $k \geq k(N), \mu(R_k^N) < \eta$. რადგანაც $\mu_n(R_k^N) \rightarrow \mu(R_k^N)$, ამიტომ რიცხვებისათვის N და $k(N)$ მოიძებნება ისეთი რიცხვი $n(N)$, რომ როცა $N \geq N_0$ და $n \geq n(N), \mu_n(R_k^N) < \eta$. მაგრამ მაშინ, რამდენადაც $k \geq k(N)$ -თვის $R_k^N \subset R_k^N(N)$, შით უმეტეს, როცა $N \geq N_0, k \geq k(N)$ და $n \geq n(N), \mu_n(R_k^N) < \eta$, რაც უნდა დაგვემტკიცებინა.

შედეგი 4.

$$R_{k(1)}^1 \supset R_{k(2)}^2 \supset \dots \supset R_k^N(N) \supset \dots, \quad (7)$$

ამასთან

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \mu(R_k(N)) = 0.$$

მართლაც,

$$R_{k(N)}^N \supseteq R_{k(N)}^{N+1} \supseteq R_{k(N+1)}^{N+1},$$

საიდანაც გამომდინარეობს (7).

ვთქვათ,

$$H = \prod_{N=1}^{\infty} R_{k(N)}^N.$$

მაშინ

$$H = \lim_{N \rightarrow \infty} R_{k(N)}^N$$

და, მაშასადამე,

$$\mu(H) = \lim_{N \rightarrow \infty} \mu(R_{k(N)}^N).$$

ამიტომ საკმარისია დავამტკიცოთ, რომ $\mu(H) = 0$. ვთქვათ, $x \in H$. მაშინ $x \in R_{k(N)}^N$ ნებისმიერი N -თვის. მაშასადამე, მოიძებნება ისეთი მიმდევრობა n_N , $N=1, 2, \dots$, რომ $\lim_{N \rightarrow \infty} n_N = \infty$ და $x \in E_{n_N}^N$, ე. ი. $|f_{n_N}(x)| \rightarrow \infty$. ამგვარად, ყოველ წერტილში $x \in H$, $|f_{n_N}(x)| \rightarrow \infty$ როცა $N \rightarrow \infty$, საიდანაც გამომდინარეობს, რომ $x \in Q$. მაშასადამე, $H \subseteq Q$, რაც უნდა დაგვემტკიცებინა.

გადავიდეთ ახლა 2 თეორემის დამტკიცებაზე.

$\{|f_n|\}$ ფუნქციების ინტეგრალების თანაბარხარისხოვნად აბსოლუტურად უწყვეტობის ძალით, ნებისმიერი რიცხვისათვის $\varepsilon > 0$ მოიძებნება ისეთი რიცხვი $\eta > 0$, რომ, როცა რაიმე სიმრავლისათვის $\varepsilon \in \mathcal{M}$ და რაიმე ნატურალური რიცხვისთვის n , $\mu_n(\varepsilon) < \eta$,

$$\int_{\varepsilon} |f_n| \mu_n(dH) < \varepsilon. \quad (8)$$

ვთქვათ, H ნებისმიერი ზომადი სიმრავლეა. მაშინ $H = H'(N) + H''(N)$, სადაც $H'(N) = H \cdot R_{k(N)}^N$, $H''(N) = H - H \cdot R_{k(N)}^N$. ამიტომ

$$\int_H |f_n| \mu_n(dH) = \int_{H'(N)} |f_n| \mu_n(dH) + \int_{H''(N)} |f_n| \mu_n(dH).$$

3 შედეგის თანახმად, რიცხვისათვის $\eta > 0$ მოიძებნება ისეთი ნატურალური რიცხვები N_0 , $k(N)$ და $n(N)$, $N = N_0, N_0 + 1, \dots$, რომ როცა $N \equiv N_0$ და $n \equiv n(N)$, $\mu_n(R_{k(N)}^N) < \eta$, და მაშასადამე, $\mu_n(H') < \eta$. მაშინ, (8) ფორმულის ძალით, როცა $N \equiv N_0$ და $n \equiv n'(N)$

$$\int_{H'(N)} |f_n| \mu_n(dH) < \varepsilon. \quad (9)$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ როცა $N \equiv N_0$.

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH) \leq \varepsilon. \quad (10)$$

მეორე მხრივ, ცხადია, რომ

$$\underline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH) \geq 0. \quad (11)$$

განვიხილოთ ახლა სიმრავლე H^n . $n \geq k(N)$ -თვის ფუნქციები $|f_n(x)|$ თანაბრად შემოსაზღვრული არიან N რიცხვით ამ სიმრავლეზე და თითქმის ყველგან იკრიბებიან $|f(x)|$ ფუნქციისაკენ. ამიტომ, 1 თეორემის თანახმად,

$$\int_{H^*(N)} |f| \mu(dH) = \lim_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH). \quad (12)$$

(10), (11) და (12)-ის საფუძველზე, $N \geq N_0$ -თვის

$$\begin{aligned} \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH) &= \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH) + \lim_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH) \\ &\leq \int_{H^*(N)} |f| \mu(dH) + \varepsilon. \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \underline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH) &= \underline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH) + \lim_{n \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f_n| \mu_n(dH) \\ &\geq \int_{H^*(N)} |f| \mu(dH). \end{aligned} \quad (14)$$

(13) და (14)-დან ვღებულობთ

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH) - \underline{\lim}_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH) \leq \varepsilon.$$

ε -ს ნებისმიერი სიმცირის ძალით დავასვენით, რომ არსებობს ზღვარი

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH). \quad (15)$$

რადგან (12) ზღვარი სასრულია, (13)-დან დავასვენით, რომ (15) ზღვარი აგრეთვე სასრულია. ვისარგებლებთ რა ამით, (13), (14) უტოლობებიდან ვღებულობთ, რომ $N \geq N_0$ -თვის

$$\left| \lim_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH) - \int_{H^*(N)} |f| \mu(dH) \right| \leq \varepsilon.$$

ეს ნიშნავს, რომ

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \int_{H^*(N)} |f| \mu(dH) = \lim_{n \rightarrow \infty} \int_H |f_n| \mu_n(dH). \quad (16)$$

მაშასადამე, მარცხენა ზღვარი არსებობს და სასრულია. 4 შედეგის თანახმად $R_{k(1)}^N \supseteq R_{k(2)}^N \supseteq \dots$, ამასთან $\lim_{N \rightarrow \infty} \mu(R_{k(N)}^N) = 0$. რამდენადაც $H'(N) = HR_{k(N)}^N$, აქედან გამომდინარეობს, რომ $H'(1) \supseteq H'(2) \supseteq \dots$, ამასთან, $\lim_{N \rightarrow \infty} \mu[H(N)] = 0$. 14 [2] თეორემის საფუძველზე დავასკვნით, რომ f ფუნქცია μ -შეჯამებადია H -ზე და

$$\int_H f(x) \mu(dH) = \lim_{N \rightarrow \infty} \int_{H^N(N)} f(x) \mu(dH). \quad (17)$$

ჩავატარებთ რა ყველა ამ მსჯელობას f_n და f -თვის $|f_n|$ და $|f|$ -ის მაგივრად, მივიღებთ ფორმულას (16), რომელშიც $|f_n|$ და $|f|$ შეცვლილია შესაბამისად f_n და f -ით. (17)-თან ერთად ეს იძლევა (2), რაც უნდა დაგვემტკიცებინა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახმანის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.1.1949)

დავითწმინაშვილი ლიტერატურა

1. O. Nikodym, Sur une généralisation des intégrales de M. I. Radon. Fund. Math., XV, 1930.
2. Г. Я. Арешкин. Вполне аддитивные функции множества и интеграл Лебега-Радона. Труды Тбилисского математического института, XIV, 1946.
3. В. М. Дубровский. Замечания к моей работе „О некоторых свойствах вполне аддитивных функций множества и о параллельном переходе под знаком интеграла“. Известия АН СССР, т. II, № 1, 1947.



დ. დოლიძე

მეცნიერებათა აკადემიის სასტატისტიკონარული წრეში სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის ზღვარის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 16.2.1949)

§ 1. ბლანტი უკუშემა სითხის არასტაციონარული მოძრაობის სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნაში ზღვარზე გადასვლას, როცა დრო უსასრულოდ იზრდება, დიდი მნიშვნელობა აქვს, განსაკუთრებით წრფივი ამოცანის შემთხვევაში. ეს გარემოება ცხადი გახდება, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ არასტაციონარულ წრფივ ამოცანას აქვს ერთადერთი ამოხსნა როგორც სასრულ, ისე უსასრულო არეში [1], ხოლო შესაბამის სტაციონარულ ამოცანას ყოველთვის არა აქვს ამოხსნა.

ცნობილია, რომ წრფივი სტაციონარული გარსდენის ამოცანის რეგულარული ამოხსნა სიბრტყეზე არ არსებობს, ხოლო სივრცეში იმავე ამოცანის ამოხსნა არსებობს, მაგრამ ეს ამოხსნა დეფექტურია, რადგან ის არ აკმაყოფილებს ყველა მოთხოვნილ პირობას სხეულიდან საკმაოდ დაშორებულ მანძილზე. არასტაციონარული წრფივი ამოცანის რეგულარული ამოხსნა კი დროის ნებისმიერი სასრული მნიშვნელობისათვის ყოველთვის არსებობს და ის ამოცანის ყველა პირობას აკმაყოფილებს მოძრაობის არეში. ამიტომ არასტაციონარული ამოცანის ზღვარის გამოკვლევა, მისი არსებობისა და შესაბამის სტაციონარული ამოცანის ამოხსნასთან დამოკიდებულების თვალსაზრისით, უთუოდ საინტერესოა.

ჩემ მიერ გამოკვლეულ იქნა არასტაციონარული წრფივი ამოცანის ამოხსნის ზღვარი სხვადასხვა შემთხვევაში, კერძოდ, ბრტყელ გარე უსასრულო არეში, როცა დრო $t \rightarrow \infty$ [2]. წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ განვიხილავთ არასტაციონარული წრფივი ამოცანის ამოხსნის ზღვარის საკითხს სივრცის უსასრულო არეში და დავამტკიცებთ დებულებას:

ამოცანის ამოხსნის ზღვარის არსებობისათვის აუცილებელია შესაბამის სტაციონარული ამოცანის ამოხსნის არსებობა.

იგულისხმება, რომ ლაპარაკია ისეთი ზღვარის არსებობაზე, რომელიც აკმაყოფილებს ამოცანაში მოთხოვნილ ყველა პირობას.

§ 2. განვიხილოთ ბლანტი უკუშემა სითხის არასტაციონარული მოძრაობა გარე უსასრულო D არეში, რომელიც შემოსაზღვრულია შეკრული, საკმაოდ რეგულარული F ზედაპირით. შემოვიღოთ აღნიშვნები: t — დრო, x_i ($i=1, 2, 3$) — წერტილის მართკუთხა კოორდინატები, v_i — სიჩქარის კომპონენტები, p — პიღრო-

დინამიკური წნევა, ρ —სითხის სიმკვრივე, ν —სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტი, Δ —ლაპლასის ოპერატორი კოორდინატების მიმართ.

როგორც ცნობილია, მოძრაობის წრფივ დიფერენციალურ განტოლებებს, მასობრივი ძალების გათვალისწინების გარეშე, აქვს შემდეგი სახე:

$$\nu \Delta v_i - \frac{\partial v_i}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i}, \quad \sum_i \frac{\partial v_i}{\partial x_i} = 0. \quad (1)$$

(1) სისტემა წარმოადგენს მიახლოებით განტოლებებს რეინოლდსის რიცხვის მცირე მნიშვნელობისათვის და მიღებულია ზუსტი განტოლებებიდან

$$\sum_{k=1}^3 v_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k}$$

ინერციული წევრების უკუგდებათ.

(1) სისტემის ამოხსნა უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ საწყის და სასაზღვრო პირობებს:

$$v_i(P, 0) = 0, \quad v_i(N, t) = f_i(N, t), \quad \lim_{x_i \rightarrow \infty} v_i(P, t) = v_i^0(t), \quad (2)$$

სადაც P წერტილია x_i კოორდინატებით, N —სასაზღვრო ზედაპირის წერტილი, ხოლო f_i და v_i^0 მოცემული უწყვეტი ფუნქციებია.

(2) პირობებში ჩვენ საწყისი მნიშვნელობა ნულს გავუტოლეთ, მაგრამ ეს ზოგადობას არ ზღუდავს, რადგან კერძო ამოხსნის შესწავლით ეს ყოველთვის შესაძლებელია [1].

(1), (2) ამოცანის ამოხსნას წარმოვადგენთ შემდეგი სახით:

$$v_i + v_i^0(t), \quad p - \rho \sum_i x_i \frac{dv_i^0}{dt},$$

მაშინ ამოხსნა ერთადერთია, თუ $\lim_{x_i \rightarrow \infty} x_i^2 v_i = 0$ და წარმოიდგინება შემდეგი სახით [1]:

$$v_i(P, t) = \int_F dF \int_0^t \sum_k w_k(M, \tau) v_{ik}(P, M, t - \tau) d\tau + v_i^0(t), \quad (3)$$

$$p(P, t) = \rho \int_F dF \int_0^t \sum_k w_k(M, \tau) \left(\nu \Delta \varphi_k - \frac{\partial \varphi_k}{\partial t} \right) d\tau - \rho \sum_i x_i \frac{dv_i^0}{dt} + p_0(t), \quad (4)$$

სადაც p_0 ნებისმიერი ფუნქციაა, $M(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$ წერტილია F ზედაპირისა,

$$v_{ik}(P, M, t) = \delta_{ik} \frac{r \cos \gamma}{8 (\pi \nu)^{3/2} r^{3/2}} e^{-\frac{r^2}{4\nu t}} + \frac{n_k(x_i - \xi_i)}{8 (\pi \nu)^{3/2} r^{3/2}} e^{-\frac{r^2}{4\nu t}} + \frac{\partial \varphi_i}{\partial x_k}, \quad (5)$$

$$\varphi_i(P, M, t) = \frac{r^2 \Phi_i(P, M)}{4 \pi \nu^{3/2} r^{3/2}} e^{-\frac{r^2}{4\nu t}} + \int_D B_i(Q, M, t) G(P, Q) dD_Q,$$



$$\Phi_i(P, M) = \frac{\xi_i - x_i}{2 \pi r^2} \sum_{k=1}^n n_k (x_k - \xi_k),$$

$$B_i(P, M, t) = \left(5 - \frac{r^2}{4 \nu t}\right) \frac{r^2 \Phi_i}{8 \pi \nu^{3/2} t^{3/2}} e^{-\frac{r^2}{4 \nu t}},$$

$$r^2 = \sum_i (x_i - \xi_i)^2,$$

$\delta_{ik} = 1$, როცა $i = k$; $\delta_{ik} = 0$, როცა $i \neq k$. $\bar{n} (n_1, n_2, n_3)$ ზედაპირის შიგა ნორმალის M წერტილში, γ — კუთხე \bar{n} -სა და $\vec{r} = \overline{MP}$ -ს შორის; w_i ამოხსნა შემდეგ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემისა:

$$w_i(N, t) = \int_F dF_M \int_0^t \sum_k w_k(M, \tau) v_{ik}(N, M, t-\tau) d\tau = v_i^0(t) - f_i(N, t). \quad (6)$$

იმავე [1] ნაშრომში დამტკიცებულია, რომ (1), (2) ამოცანის ამოხსნა ერთადერთია. (6) სისტემას აქვს ერთადერთი ამოხსნა t -ს ყოველი სასრული მნიშვნელობისათვის, რომელიც აიგება მწყობრის საშუალებით.

ადვილია შემოწმება, რომ წრფივი განტოლებებში შენარჩუნებულ წევრთა

$\frac{\partial b}{\partial x_i}, \frac{\partial v_i}{\partial t}$ რიგი სხეულიდან საკმაოდ დაშორებულ მანძილებზე არის 1, ხოლო

უახლოებულ $v_k \frac{\partial v_i}{\partial x_k}$ ინერციულ წევრთა რიგი კი re^{-r^2} .

§ 3. გამოვთვალოთ

$$\int_0^t v_{ik}(P, M, t-\tau) d\tau.$$

ფუნქციის ზღვარი, როცა $t \rightarrow \infty$. ამისათვის საკმარისია, როგორც (5) ფორმულიდან ჩანს, გამოვთვალოთ შემდეგი ინტეგრალების ზღვარი:

$$I_1 = \int_0^t e^{-\frac{r^2}{4 \nu (t-\tau)}} \cdot \frac{d\tau}{(t-\tau)^{3/2}},$$

$$I_2 = \int_D G(P, Q) dD_Q \int_0^t B_i(Q, M, t-\tau) d\tau.$$

ნაწილობითი ინტეგრაციის გამოყენებით, თუ მოვახდენთ ჩასმას

$$t-\tau = \frac{r^2}{4 \nu \omega^2}, \quad d\tau = -\frac{r^2}{2 \nu \omega^3} d\omega,$$

ადვილად მივიღებთ

$$I_1 = \frac{4\gamma}{r^2 t^{1/2}} e^{-\frac{r^2}{4\gamma t}} + \frac{8\gamma^{3/2}}{r^3} \int_0^\infty e^{-\omega^2} d\omega,$$

საიდანაც გვექნება

$$\lim_{t \rightarrow \infty} I_1 = \frac{4\pi\gamma^{1/2}}{r^3}. \quad (7)$$

შემდგომ

$$\int_0^t B_1(Q, M, t-\tau) d\tau = -\frac{r^3 \Phi_1(Q, M)}{4\pi^{1/2}(\gamma t)^{1/2}} e^{-\frac{r^2}{4\gamma t}}$$

და $\frac{\partial I_2}{\partial x_k}$ ინტეგრალი მიიღებს სახეს

$$\frac{\partial I_2}{\partial x_k} = - \int_D e^{-\frac{r^2}{4\gamma t}} \frac{r^3 \Phi_1(Q, M)}{4\pi^{1/2}(\gamma t)^{1/2}} \frac{\partial G(P, Q)}{\partial x_k} dD_Q. \quad (8)$$

ცნობილია, რომ

$$\int_{D^*} \mu(Q) \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\frac{1}{r} \right) dD_Q \rightarrow 0 \left(\frac{1}{R^\alpha} \right) \quad (0 < \alpha),$$

სადაც D^* სფეროა ცენტრით P წერტილში და R რადიუსით, როცა $R \rightarrow \infty$, თუ μ უწყვეტია D არეში და უსასრულობაში მისი რიგი არის $\frac{1}{R^{2+\alpha}}$ [3].

(8) გამოსახულებიდან ჩანს, რომ თუ $\frac{r^2}{t} \rightarrow 0$ ან $\frac{r^2}{t} \rightarrow \infty$, მაშინ

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{\partial I_2}{\partial x_k} = 0. \quad (9)$$

თუ $\frac{r^2}{t}$ შემოსაზღვრული, ნულისაგან განსხვავებული სიდიდეა, მაშინ (8)

ფორმულის ინტეგრალქვეშ μ ფუნქციის რიგი იქნება $\frac{1}{r^2}$, ე. ი. $\alpha = 2$ და $\frac{\partial I_2}{\partial x_k}$ -

ექნება რიგი $\frac{1}{R^2}$. მაშასადამე, r -ის ყველა მნიშვნელობისათვის ($0 \leq r \leq \infty$) აღ-

გილი ექნება (9) ფორმულას.

(6), (7) და (9) ფორმულების საფუძველზე გვექნება

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t v_{ik}(P, M, t-\tau) d\tau = \delta_{ik} \frac{\cos \gamma}{2\pi r^2} + \frac{n_k(x_i - \xi_i)}{2\pi r^3} + \frac{\partial \Phi_i}{\partial x_k} = u_{ik}(P, M), \quad (10),$$

სადაც u_{ik} შესაბამის სტაციონარული ამოცანის ფუნდამენტალური ამოხსნებია [4].

ახლა ვიპოვოთ ზღვარი

$$\int_0^t \left(\nu \Delta \varphi_k - \frac{\partial \varphi_k}{\partial t} \right) dz.$$

გვაქვს

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t \frac{\partial \varphi_k}{\partial t} dz = - \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t \frac{\partial \varphi_k}{\partial z} dz = \lim_{t \rightarrow \infty} \varphi_k(P, M, t) - \varphi_k(P, M, 0) = 0. \quad (11)$$

შემდგომ

$$\Delta \varphi_k = -2 \frac{\partial}{\partial x_k} \left\{ \frac{r \cos \gamma}{8 \pi^{3/2} \nu^{3/2} (t - \tau)^{3/2}} e^{-\frac{r^2}{4\nu(t-\tau)}} \right\}$$

და (7) ფორმულის ანალოგიურად მივიღებთ

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t \Delta \varphi_k dz = - \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\frac{\cos \gamma}{\pi r^2} \right). \quad (12)$$

4881.

§ 4. დავამტკიცოთ ახლა დებულება: (6) ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის ზღვარის არსებობისათვის აუცილებელია შესაბამის სტაციონარული ამოცანის ინტეგრალურ განტოლებათა ამოხსნის არსებობა.

დამტკიცებისათვის დავუშვათ

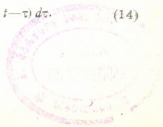
$$\lim_{t \rightarrow \infty} [v_i^0(t) - f_i(N, t)] = f_i(N), \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \omega_i(N, t) = \omega_i(N) \quad (13)$$

და (6) სისტემა გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} \omega_i(N, t) - \int_F dF \int_0^t \sum_k [w_k(M, \tau) - w_k(M, t)] v_{ki}(N, M, t - \tau) dz \\ - \int_F \sum_k w_k(M, t) dF \int_0^t v_{ki}(N, M, t - \tau) dz = v_i^0(t) - f_i(N, t). \end{aligned}$$

(10) და (13) ფორმულების თანახმად გვქვია

$$\begin{aligned} \omega_i(N) - \int_F \sum_k w_k(M) u_{ki}(N, M) dF = f_i(N) \\ - \lim_{t \rightarrow \infty} \int_F dF \int_0^t \sum_k [w_k(M, \tau) - w_k(M, t)] v_{ki}(N, M, t - \tau) dz. \quad (14) \end{aligned}$$



აღენიშნოთ ინტეგრალი უკანასკნელი ფორმულის მარჯვენა მხარეში S -ით და ჩავსვათ

$$t - \tau = \frac{r^2}{4\nu\alpha^2},$$

გვექნება

$$S = \int_F dF \int_r^{\infty} \sum_k \left[w_k \left(M, t - \frac{r^2}{4\nu\alpha^2} \right) - w_k(M, t) \right] v_{k1} \left(N, M, \frac{r^2}{4\nu\alpha^2} \right) \frac{r^2 d\alpha}{2\nu\alpha^3}.$$

(5) ფორმულის თანახმად, უკანასკნელი ინტეგრალი სამი ინტეგრალის ჯამის სახით წარმოიდგინება. ჯერ განვიხილოთ

$$S_1 = \int_F \frac{4 \cos \gamma}{\pi^2 r^2} dF \int_r^{\infty} \sum_k \left[w_k \left(M, t - \frac{r^2}{4\nu\alpha^2} \right) - w_k(M, t) \right] e^{-\alpha^2 x^2} d\alpha.$$

შემოვიღოთ დადებითი სიდიდე $\varepsilon > \frac{r}{2\sqrt{\nu t}}$ და უკანასკნელი ფორმულის შიგა ინტეგრალი წარმოვიდგინოთ ჯამის სახით

$$\int_r^{\infty} = \int_r^{\varepsilon} + \int_{\varepsilon}^{\infty}.$$

$\alpha \neq 0$ ინტერვალში (ε, ∞) , ამიტომ

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \int_{\varepsilon}^{\infty} = 0.$$

შემდგომ, საშუალო მნიშვნელობის ფორმულის გამოყენებით შეგვიძლია დავწეროთ

$$\int_r^{\varepsilon} = \left[w_k \left(M, t - \frac{r^2}{4\nu\alpha^*} \right) - w_k(M, t) \right] \int_r^{\varepsilon} e^{-\alpha^2 x^2} d\alpha.$$

სადაც α^* საშუალო მნიშვნელობაა.

როცა $t \rightarrow \infty$, ε შეგვიძლია ავიღოთ იმდენად მცირე, რომ ინტეგრალი ზღვარში მოგვცემს ნულს, ამგვარად,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S_1 = 0.$$

სრულიად ანალოგიურად დამტკიცდება S_2 და S_3 ინტეგრალების ზღვარის ნულთან ტოლობა და საბოლოოდ მივიღებთ

$$\lim_{t \rightarrow \infty} S = 0.$$

მაშასადამე, (14) ფორმულა გადაიწერება შემდეგი სახით:

$$u_i(N) - \int_F \sum_k \omega_k(M) u_{ki}(N, M) dF_M = f_i(N), \quad (15)$$

რაც ემთხვევა შესაბამის სტაციონარული ამოცანის ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას [4]. ამით ჩვენი დებულება დამტკიცებულია.

§ 5. დავეუშვათ, რომ (15) სისტემის ამოხსნა არსებობს და ვიპოვოთ v_i და p ფუნქციების ზღვარი.

(6) სისტემის ამოხსნის ზღვარის შიშართ ჩატარებული მსჯელობის ანალოგიურად, თანახმად (3), (4), (11) და (12) ფორმულებისა, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_i^0(t) = v_i^0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{dv_i^0}{dt} = 0,$$

გვექნება

$$\lim_{t \rightarrow \infty} v_i(P, t) = \int_F \sum_k \omega_k(M) u_{ki}(P, M) dF + v_i^0 = u_i(P), \quad (16)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p(P, t) = -\mu \int_F \sum_k \omega_k(M) \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\frac{\cos \gamma}{\pi r^2} \right) dF + p_0 = q(P), \quad (17)$$

სადაც $\mu = \nu\rho$ სიბლანტის დინამიკური კოეფიციენტი, $p_0 = \lim_{t \rightarrow \infty} p_0(t)$.

დამტკიცებული დებულებიდან გამომდინარეობს შედეგი: გარსდენის ამოცანის ამოხსნის ზღვარი არ არსებობს. მართლაც, ვთქვათ, სითხეში ჩაძირულ უძრავ სხეულს გარს ედინება სითხე, რომლის სიჩქარე უსასრულობაში არის $v_0(t)$. (1), (2) ამოცანის ამოხსნის ერთადერთობის თანახმად, თუ არსებობს ამოხსნის ზღვარი, უნდა არსებობდეს ჩვენ მიერ აგებული (3) და (4) ფუნქციების ზღვარი, რომელიც დაკმაყოფილებს ამოცანის ყველა პირობას. მაგრამ ამ ფუნქციების ზღვარი (16) და (17) ფორმულებით გამოისახება. შევამოწმოთ, აკმაყოფილებს თუ არა (16) და (17) გამოსახულებანი ყველა პირობას.

ადვილია შემჩნევა, რომ u_i ფუნქციის რიგი უსასრულობაში არის $v_0 + \frac{1}{r^2}$.

ხოლო $u_k \frac{\partial u_i}{\partial x_k}$ -ს რიგი იქნება $\frac{v_0}{r^3}$. რაც შეეხება p -ს, მისი რიგი უსასრულობაში არის $\frac{1}{r^3}$, ხოლო $\frac{\partial p}{\partial x}$ -ის რიგი იქნება $\frac{1}{r^4}$. ასევე $\nu \Delta u_i$ მოგვცემს $\frac{\nu}{r^4}$ რიგის სიდიდეს. აქედან გამომდინარეობს, რომ წრფივი განტოლებებში შემაჯავლი სიდიდეები სხეულიდან საკმაოდ დაშორებულ მანძილებზე უფრო მცირეა, ვიდრე

ინერციული წვერები, რომლებიც უკუგდებულია წრფივ განტოლებებში, ეს კი ეწინააღმდეგება ძირითად განტოლებათა გაწრფივების დროს მიღებულ ჰიპოთეზს. ამგვარად, გარსდენის ამოცანის ამოხსნის ზღვარი, რომელიც შეიძლება ფორმალურად არსებობდეს, არ აკმაყოფილებს ამოცანის ყველა პირობას და ამით ჩვენი დებულება დამტკიცებულია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ა. რაზმაძის სახელობის თბილისის მათემატიკის
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.2.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. Е. Долидзе. Линейная краевая задача неустановившегося движения вязкой несжимаемой жидкости. Прикладная математика и механика, т. XI, в. 2, 1947.
2. დ. დოლიძე. ბლანტი სითხის ორგანზომილებიანი არასტაციონარული ნელი მოძრაობის ზღვრული მდგომარეობა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. VII, № 7, 1946.
3. L. Lichtenstein. Grundlagen der Hydromechanik. Berlin, 1929, s. 82.
4. F. K. G. Odqist. Über die Randwertaufgaben der Hydrodynamik zäher Flüssigkeiten. Math. Zeitsch., Bd 32, 1930, s. 329.

ა. ბახრაძე

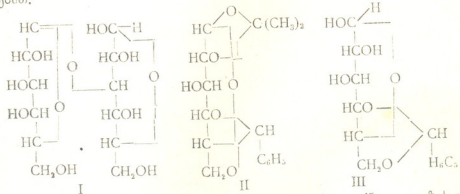
გალაქტოზიდო-3-გლუკოზის სინთეზი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ქუთათელაძემ 12.8.1948)

ამ შრომაში აღწერილია მეორე ახალი დისაქარიდის-გალაქტოზიდო-3-გლუკოზის (I) სინთეზი. ამ დისაქარიდის სინთეზი საინტერესოა იმ მხრივ, რომ მასში შემავალი ორივე უბიტიანი ნაწილი უკავია მდგომარეობა 1:3.

ჩვენი სინთეზისათვის გამოსავალ ნივთიერებებს წარმოადგენენ α-2, 3, 4, 6-ტეტრააქეტილ-გალაქტოზი და 1, 2-აქეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი. ინდიფერენტულ ხსნარში თუთიის ქლორიდისა და ფოსფორის ანჰიდრიდის თანდასწრებით იქიდან მივიღეთ α-გებულებების დისაქარიდი (ჯერ დისაქარიდის ნაწარმი, ხოლო აქეტილის, აქეტონისა და ბენზილიდენის ნაშთების მოცილების შემდეგ—თვით დისაქარიდი).

α-2, 3, 4, 6-ტეტრააქეტილ-გალაქტოზი მივიღეთ β-ქლორ-2, 3, 4, 6-ტეტრააქეტილ-გალაქტოზისაგან [1] ვერცხლის კარბონატის მოქმედებით ეთეროვან ხსნარში. 1, 2-აქეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი (II) მოვაშადათ 4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზისგან (III) უწყლო სპილენძის სულფატის თანდასწრებით.



4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი თავის მხრივ მომზადებულ იქნა გლუკოზისგან ახლადგამოხდილი ბენზალდეჰიდის მოქმედებით თუთიის ქლორიდის თანდასწრებით [2].

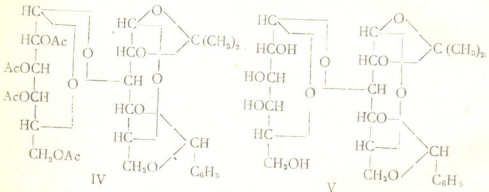
1, 2-აქეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი პირველად სინთეზირებულია ჩვენ მიერ.

კონდენსაციისათვის α-2, 3, 4, 6-ტეტრააქეტილ-გალაქტოზისა და 1, 2-აქეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზის გრამმოლეკულური რაოდენობები გავხსე-



ნით ქლოროფორმში. მიღებული ხსნარი ოთახის ტემპერატურისას ვანჯლირით გაუწყლულეზულ თუთიის ქლორიდთან. შემდეგ, ვაფილტრული ხსნარი ისევ ვანჯლირით ფოსფორის ანჰიდრიდთან. ფოსფორის ანჰიდრიდის მოცილებსა და ქლოროფორმის აორთქლების შემდეგ მივიღეთ კრისტალური 2, 3, 4, 6-ტეტრააცეტილ-გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი (IV). აცეტილის ჯგუფის მოცილების შემდეგ დაგვრჩა ვალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი (V).

აცეტონისა და ბენზილიდენის ნარჩენები მოცილებულ იქნა ერთდროულად, გაზაფხული გოგირდის მეფას მოქმედებით. ამავე დროს მივიღეთ გლუკოზის ნაწარმთა მცირე რაოდენობა, მაგრამ ის მრავალჯერ გადაკრისტალეზებით დავაცილეთ დისაქარიდს.



დისაქარიდი მივიღეთ უფერო კრისტალეზების სახით. მას აქვს ემპირიული ფორმულა $C_{13}H_{22}O_{11}$. ფენილპიდრაზინთან დისაქარიდის გაცხელებით მივიღეთ ოზაზონი.

მსაპირიმენტული ნაწილი

1. 4, 6-ბენზილიდენ- α -D-გლუკოზი

20 გ შშრალი, სუფთა გლუკოზი შერეულ იქნა 150 გ წვრილად დაფხვიერებულ თუთიის ქლორიდთან და ნარევი მანქანაზე ვანჯლირით 30 საათის განმავლობაში. გამოყოფილი სქელი სიროფისებური მისა შერეულ იქნა 600 მლ. ყინულოვან წყალთან, რის შემდეგ სწრაფად გამოიყო 4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი. კრისტალეზი ვაფილტრეთ ბიუნენერის ძაბრზე, კარგად გაფრეცხეთ ჯერ ყინულოვანი წყლით და შემდეგ პეტროლინის ეთერით.

მიღებული პროდუქტი გასუფთაფებისათვის რამდენიმეჯერ გადავაკრისტალეთ ცხელი წყლიდან. გასუფთაფებული პროდუქტის დნობის ტემპერატურაა $172-173^{\circ}$, $[\alpha]_D^{20} = +3.80^{\circ}$ (ეთილის სპირტში). გამოსავლია 18,9 გ, ე. ი. თეორიულის 64% .

- ოზაზონის დნობის ტემპერატურაა $209-210^{\circ}$.
- 0,1569 გ ნიეთ.: 10,3 მლ N_2 (740 მმ, 15°).
- 0,2595 გ ნიეთ.: 17,5 მლ N_2 (740 მმ, 15°).

ნაპოენია %: N 12,75; 12,98.
 $C_{25}H_{36}N_4O_4$. გამოანგარიშებულია %: N 12,53.

2. 1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი

50 გ სუფთა, მშრალი, წვრილად დაფხვიერებული 4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი საცობიან ქილაში შეეფურიეთ 500 მლ მშრალ, ახლადგამოხდილ აცეტონს, მივუმატეთ 50 გ უწყლო სპილენძის სულფატი და მიღებული ნარევი მექანიკურ სარეველაზე ძლიერ ვანჯღრიეთ 50 საათის განმავლობაში. მიღებული პროდუქტი თანდათანობით იხსნებოდა აცეტონში. ხსნარი გაფილტვრის შემდეგ შემციობული წნევის ქვეშ ავორთქლეთ მცირე მოცულობამდე. მიღებული წებოვანი მასა ექსიკატორში დიდხანს შენახვის შემდეგ დაკრისტალდა. კრისტალიზაციის დასაჩქარებლად მიღებული ნივთიერება ვაგხსენით აცეტონში და იქიდან დავლექეთ წყლითა და პეტროლეინის ეთერით. გასუფთავებისათვის 1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი რამდენიმეჯერ გადავაკრისტალეთ ეთილის სპირტისაგან, რის შემდეგ მივიღეთ ნემსები, დნობის ტემპერატურით 152-153°, $[\alpha]_D^{20} = +25,8^\circ$ (ქლოროფორმში).

1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი კარგად იხსნება აცეტონში, ქლოროფორმში, ეთერში, მეთილისა და ეთილის სპირტებში.

გამოსავალია 54 გ, ე. ი. თეორიულის 87%.
 0,1460 გ. ნივთ.: 0,3452 გ CO_2 ; 0,0834 გ H_2O .
 ნაპოენია %: C 62,89; H 6,35.
 $C_{16}H_{20}O_6$. გამოანგარიშებულია %: C 62,33; H 6,49.

3. 2, 3, 4, 6-ტეტრაააცეტილ-გალაქტოზი

37,65 გ 2-ქლორ-2, 3, 4, 6-ტეტრაააცეტილ-გალაქტოზი, [დნ. ტემპ. 93°, $[\alpha]_D^{20} = -10,6^\circ$ (ეთილის სპირტში)] მრგვალძირა კოლბში ვაგხსენით 500 მლ. მშრალ, ახლადგამოხდილ აცეტონში, მივუმატეთ 25 გ მშრალი ვერცხლის კარბონატი, 5 მლ. წყალი და მიღებული ნარევი O^+ -სას 12 საათის განმავლობაში ვანჯღრიეთ მექანიკურ სარეველაზე (სინჯი ჰალოიდზე). ხსნარი გაფილტვრეთ ნალექისაგან, ნალექი ვაგრეცხეთ მშრალი აცეტონით და შეერთებული ფილტრატი, ნატრიუმის სულფატით გაშრობის შემდეგ, ავორთქლეთ შემციობული წნევის ქვეშ. მიღებული კრისტალები გასუფთავებისათვის გადავაკრისტალეთ ეთილის სპირტისაგან. გამოსავალია 24,6 გ, ე. ი. თეორიულის 71%.

დნ. ტემპ. 132-133°, $[\alpha]_D^{20} = +142^\circ$ (ქლოროფორმში).
 0,1780 გ ნივთ.: 20,7 მლ 0,1 N NaOH ხსნარი.
 ნაპოენია %: $COCH_3$ 49,65.
 $C_{14}H_{20}O_{10}$. გამოანგარიშებულია %: $COCH_3$ 49,42.

4. 2, 3, 4, 6-ტეტრააცეტილ- α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი

30,8 გ 1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი და 34,8 გ α -ტეტრააცეტილ-გალაქტოზი გავხსენით 500 მლ მშრალ ქლოროფორმში, მივუმატეთ 10 გ წვრილად დაფხენილი, გამშრალი თუთიის ქლორიდი და მიღებული ნარევი ჩვეულებრივი ტემპერატურისას მექანიკურ სარეველაზე ვანჯღრიეთ 12 საათის განმავლობაში. შემდეგ ხსნარი გავფილტრეთ თუთიის ქლორიდისაგან, მივუმატეთ 15 გ ფოსფორის ანჰიდრიდი და ისევ ვანჯღრიეთ 24 საათის განმავლობაში. რეაქციის დამთავრების შემდეგ ხსნარი გავფილტრეთ ნალექისაგან. ნალექი რამდენიმეჯერ ნახშირით გაუფერულების შემდეგ, ავორთქლეთ სიროფისებურ მასამდე. მინარევეების მოსაცილებლად სიროფი რამდენიმეჯერ დაეამუშავეთ მშრალი ეთერით, შემდეგ გავხსენით ეთილის სპირტში, საიდანაც ცივი წყლის ფრთხილი მიმატებით გამოვეყო 2, 3, 4, 6-ტეტრააცეტილ- α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზის კრისტალები. გასუფთავებისათვის პროდუქტი რამდენიმეჯერ გადავავარსტალეთ ეთილის სპირტიდან, რის შემდეგ საბოლოოდ მივიღეთ ერთგვაროვანი პროდუქტი, დნ. ტემპ. 151° , $[\alpha]_D^{20} = +24,8^{\circ}$ (ქლოროფორმი).

გამოსავალი შეადგენს 28,5 გ, ე. ი. თეორიულის 45% .
 ნივთიერება კარგად იხსნება აცეტონში, ქლოროფორმში, ეთილ-აცეტატში.
 0,1928 გ ნივთ.: 0,4000 გ CO_2 ; 0,1082 გ H_2O .
 ნაპოვნია $\%$: C 56,63; H 6,22.
 $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{O}_{11}$. გამოანგარიშებულია $\%$: C 56,40; H 5,95.

5. α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი

21,5 გ 2, 3, 4, 6-ტეტრააცეტილ- α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი გავხსენით 100 მლ ცხელ აბსოლუტურ ეთილის სპირტში, მივუმატეთ 10 მლ ნატრიუმის მეთილატი და ცივი მდგომარეობაში ძლიერ ვანჯღრიეთ 30 წუთის განმავლობაში. შემდეგ სითხე 15-20 წუთი ვადუღეთ წყლის აბაზანაზე და გააციების შემდეგ ავორთქლეთ შემცირებული წნევის ქვეშ. მიღებული ნაშთი რამდენიმეჯერ გადავავარსტალეთ ეთილის სპირტისაგან, საიდანაც მივიღეთ α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზის სუფთა კრისტალები, დნ. ტემპ. $181-182^{\circ}$, $[\alpha]_D^{20} = +34,8^{\circ}$ (პირიდინში).

გამოსავალია 14,8 გ, ე. ი. თეორიულის 89% .
 α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი კარგად იხსნება ქლოროფორმში, ეთილის სპირტში, პირიდინში.
 0,1017 გ ნივთ.: 0,2119 გ CO_2 ; 0,0565 გ H_2O .
 0,2238 გ ნივთ.: 0,4601 გ CO_2 ; 0,1283 გ H_2O .
 ნაპოვნია $\%$: C 56,52; 56,07; H 6,17; 6,37.
 $\text{C}_{22}\text{H}_{30}\text{O}_{11}$. გამოანგარიშებულია $\%$: C 56,14, H 6,43.

6. α -(1,5)-გალაქტოზიდო-3-(1,5)-გლუკოზი

11,8 გ α -გალაქტოზიდო-3-1, 2-აცეტონ-4, 6-ბენზილიდენ-გლუკოზი 1 საათის განმავლობაში ვადლეთ 600 მლ 0,1% გოგირდის მქაფასთან. ხსნარი გაციების შემდეგ გავანეიტრალეთ 5% ბარიუმის ტუტით და გაფილტვრის შემდეგ ავაორთქლეთ შემცილებული წნევის ქვეშ. დარჩენილი სიროფისებური მასა გავხსენით ვაზივებულ ცხელ ეთილის სპირტში და მიღებული ხსნარი გავფილტრეთ ბარიუმის მარილებისაგან.

ხსნარი ისევ ავაორთქლეთ შემცილებული წნევის ქვეშ სიროფისებურ მასამდე. კარგად გამშრალი სიროფისებური მასა ექსიკატორში შენახვისას რამდენიმე დღის შემდეგ დაკრისტალდა. კრისტალები, რომლებიც შედგებოდა უმთავრესად დისაქარიდისა და ნაწილობრივ გლუკოზისაგან, გასუფთავებისათვის რამდენიმეჯერ გადავაკრისტალეთ წყლისაგან. საბოლოოდ მივიღეთ ერთგვაროვანი მასა. დისაქარიდი წარმოადგენს ლამაზ კრისტალებს, 2 მოლეკულა კრისტალური წყლით; ის დნება 99°.

დაკრისტალების წყალი ცილდება 110-115°. უწყლო (1,5)-გალაქტოზიდო-3-(1,5)-გლუკოზი დნება 169-170°, $[\alpha]_D^{20} = +64,8^\circ$ (წყალი).

0,2862 გ ნიეთ.: 0,4458 გ CO₂; 0,1593 გ H₂O.

0,4308 გ ნიეთ.: 0,6602 გ CO₂; 0,2529 გ H₂O.

ნაპოვნია %: C 42,27, 41,83; H 6,19, 6,53.

C₁₂H₂₂O₁₁. გამოანგ. %: C 42,08; H 6,48.

მოლეკულური წონის განსაზღვრა.

1,000 გ ნიეთ.: 10 მლ. წყალში, $\Delta t = 0,56^\circ$.

1,000 გ ნიეთ.: 10 მლ. წყალში, $\Delta t = 0,54^\circ$.

ნაპოვნია: M 334,338.

C₁₂H₂₂O₁₁. გამოანგარიშებულია: M 342.

დასკვნა

ტეტრააცეტილ-გალაქტოზის კონდენსაცია 1, 2-აცეტონ-4,6-ბენზილიდენ-გლუკოზთან იძლევა დისაქარიდის ნაწარმს, რომლისაგანაც აცეტილის, ბენზილიდენისა და აცეტონის ნაშთების მოცილების შემდეგ მიიღება თვით დისაქარიდი.

სამეცნიერო-საკვლევო
ქიმიურ-ფარმაცევტული ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 1.8.1948)

დაგოვმბაშვილი ლიტბრატშრა

1. H. Schlubach, R. Gilbert. Über die β -acetochlorgalactosen und die β -acetochlorxylose. Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, B. 63, 1930, S. 2292.
2. L. Zervas. Über Benzylidenglucose und ihre Verwendung zur syntesen, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, B. 64, 1931, S. 2289.



ბიოქიმია

მ. ასათიანი (აკადემიის წევრ-კორესპ.), მ. კართველიშვილი, ო. კეკელიძე, თ. ფიჩხაია

ორგანიზმის რეპროდუქციის ცვლილებანი მთის კლიმატის პირობებში

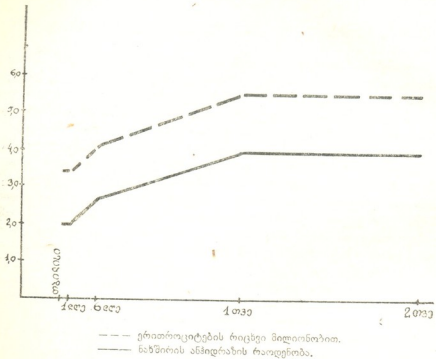
ორგანიზმის ხანგრძლივი ყოფნა მთის კლიმატის პირობებში, როგორც ცნობილია, იწვევს ღრმა და მრავალმხრივ გარდაქმნებს, რის შედეგადაც ვითარდება ახალ პირობებთან ორგანიზმის შეგუება. საკითხის ლიტერატურის შესწავლა გვიჩვენებს, რომ განსაკუთრებით ღრმა გარდაქმნა ორგანიზმის ბიოქიმიკში აღინიშნება მასზე დიდ სიმაღლეთა ზემოქმედებისას. ზომიერი სიმაღლის მთის კლიმატის გავლენა კი შედარებით ნაკლებადაა შესწავლილი. ჩვენი ლაბორატორიის მრავალწლიანი გამოცდილება კი უჩვენებს, რომ ზომიერი კლიმატის პირობებში (ზღვის დონიდან 1200—1500 მეტრი) ჩაყენებული ადამიანისა და ცხოველთა ორგანიზმის ფუნქციონალურ გარდაქმნას შეიძლება ჰქონდეს გარკვევით გამოხატული ხასიათი და ძვრები ნივთიერებათა ცვლაში, რასაც ამ პირობებში აქვს ადგილი და რაც იძლევა სიგნალს ორგანოთა ცხოველმოქმედებაში წარმოშობილი ცვლილებების შესახებ. ორგანიზმში აღმოცენებული ახალი რთულ ურთიერთობანი წარმოადგენენ ინტერესს ზომიერი მთის კლიმატის პირობებში ორგანიზმის რეაქტიულობის დასახასიათებლად, ვინაიდან ისინი უცილობლად წარმოადგენენ ორგანიზმის ბიოქიმიკში რეგულატორულ ცვლილებათა ანარეკლს.

წინამდებარე შრომაში ჩვენს გამოკვლევებს უმთავრესად ვაგრძელებდით ორგანიზმის ზოგიერთი ბიოკატალიზატორის დინამიკის შესწავლის მიმართულებით გარეშე გარემოს ახალი ფაქტორების გავლენის პირობებში.

ჩვენ მიერ სისხლსა და ქსოვილებში შესწავლილ იქნა ნახშირის ანჰიდრაზი, ასკორბინის მჟავა, თიამინი, რიბოფლავინი, ნიკოტინის მჟავა, გლუტათიონი და ადრენალინი. ექსპერიმენტული მუშაობა, ძირითადად, შინაურ კურდღლებზე ტარდებოდა; გარდა ამისა, ჩვენ ვაგრძელებდით სათანადო დაკვირვებებს მთის კლიმატის პირობებზე გადაივალ ჯანსაღ ადამიანებზე და აგრეთვე კურორტ აბსთუმნის ადგილობრივ მთის მცხოვრებლებზე (ზღვის დონიდან 1300 მეტრი). ამასთანავე მთის კლიმატის ზოგად მოქმედებასთან ერთად ჩვენ ვახდენდით სხვადასხვა ფაქტორის შედარებით შესწავლას (დასხივება, ჟანგბადით სუნთქვა, ბაროკამერაში ყოფნა, სხვადასხვა დატვირთვის მოქმედება). ბაროკამერის პირობები ყოველთვის ზღვის დონიდან 2000 მ სიმაღლის პირობებს შევფარდებოდა; ცხოველთა ყოველი ექსპოზიციის ხანგრძლიობა ექვს საათს უდრიდა.

ნახშირის ანჰიდრაზის განსაზღვრა წარმოებდა ბრინკმანის მეთოდით. კრეკსის მოდიფიკაციაში; ადრენალინისა—უაიტჰორნის მეთოდის მოდიფიკაციით. დანარჩენ კომპონენტთა განსაზღვრა წარმოებდა ჩვენს ლაბორატორიაში მიღებული მეთოდებით ([1]).

ნახ. 1. ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის ცვლილება ადამიანის სისხლში მთის კლიმატის პირობებში (5 საცდელ პირობებაზე ჩატარებულ დაკვირვებათა საშუალო მონაცემები).



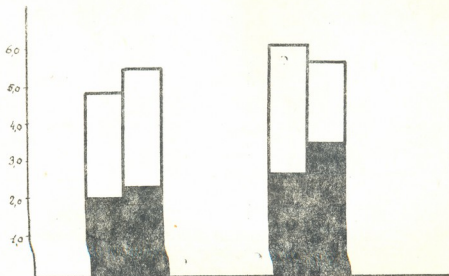
ნახ. 1-ზე მოყვანილია მონაცემები, რომლებიც ახასიათებენ ნახშირის ანჰიდრაზის დინამიკას კვებისა და რეჟიმის ერთნაირ პირობებში მყოფ ხუთ ჯანსაღ მოაგარაკეში. სისხლი ანალიზისათვის იღებოდა უზმოზე აბასთუმანში ჩამოსვლის პირველ დღესვე, ხუთი დღის, 1 თვისა და 2 თვის გავლის შემდეგ. ნახშირის ანჰიდრაზის განსაზღვრასთან ერთად ჩვენ ჩვეულებრივი წესით ვსაზღვრავდით ერითროციტების რაოდენობას, რაც ანჰიდრაზული ინდექსის ოდენობის გამოანგარიშების საშუალებას იძლეოდა.

მიღებული შედეგების განხილვიდან ჩანს, რომ ჯანსაღ მოაგარაკეთა სისხლში აბასთუმანში მათი ჩამოსვლის პირველ დღეს ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობა საშუალოდ არ სცილდება ნორმის ფარგლებს (თუ ნორმად მივიჩნევთ ნახშირის ანჰიდრაზის არსებულ დონეს თბილისში). მაგრამ უკვე მე-5 დღეზე ნახშირის ანჰიდრაზის რაოდენობა იზრდება, რაც პირველი თვის დასასრულამდე უფრო გამოხატულ ხასიათს ატარებს, რის შედეგადაც მყარდება

სტაბილიზაცია მიღებულ დონეზე. მაგრამ ნახშირის ანჰიდრაზის დინამიკის გარჩევა საფუძველს ვეაძლევს დავასკვნათ, რომ ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის ზრდა შთაში წარმოებს ერთოროციტების რიცხვის ერთდროული ზრდის შედეგად. იქმნება შთაბეჭდილება, რომ გარეშე გარემოს ახალ ფაქტორთა ზემოქმედებას ორგანიზმი უპასუხებს ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის გადიდებით, ერთოროციტების რიცხვის გაზრდის ხარჯზე, რასაც პირველ დღეებში აქვს ადგილი, როგორც ჩანს, სარეზერვო დეპოზიტიდან სისხლში ერთოროციტების გადმოსროლის გამო.

კუნთოვანი დატვირთვის წარმოება (რბენი 400 მეტრზე) თუ თბილისის პირობებში არ ახდენდა გავლენას ნახშირის ანჰიდრაზის შედგენილობაზე, შთაში უკვე იწვევს ძვრას მისი ოდენობის შემდგომი გადიდებისაკენ (იხ. ნახ. 2).

ნახ. 2. ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის ცვლილება კუნთოვანი დატვირთვის ზეგავლენით (5 საცდელ პირობებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა საშუალო მონაცემები; თეთრით—ერთოროციტების რიცხვი მილიონობით, შავით—ნახშირის ანჰიდრაზის რაოდენობა).

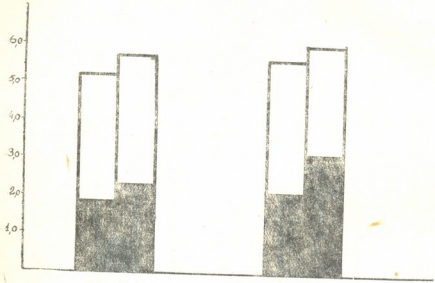


თბილისი აბასთუმანი
(მარცხნივ—დატვირთვამდე, მარჯვნივ—დატვირთვის შემდეგ).

შეიძლება დავუშვათ, რომ კუნთოვანი მუშაობა შთის კლიმატის პირობებში წარმოადგენს ისეთ დამატებით დატვირთვას, რომ მასზე ორგანიზმი უპასუხებს არა ერთოროციტების შობილიზაციით, არამედ თვით ნახშირის ანჰიდრაზის კონცენტრაციის შობიტებით, ნიეთიერებათა ცვლის ნორმალური შიბდინარეობის უზრუნველყოფის მიზნით.

ნახ. 3-ზე მოყვანილი მონაცემების მიხედვით შეიძლება დავასკვნათ, რომ დასხივება, დაბალ ბარომეტრულ წნეეასთან და მასთან თანდართული ჟანგბადის შედარებით ნაკლებობასთან ერთად, წარმოადგენს მთის კლიმატის იმ ერთ-ერთ ფაქტორთაგანს, რომელიც პასუხისმგებელია ნახშირის ანჰიდრაზის შედგენილობის ცვლილებაში და ამასთან უფრო მეტი ბარიისხით, ვიდრე ზემო-

ნახ. 3. ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის ცვლილება სისხლში ბაროკამერისა და დასხივების პირობებში (6 კურდღელზე ჩატარებულ ცდათა საშუალო მონაცემები; შავით—ნახშირის ანჰიდრაზის რაოდენობა, თეთრით—ერთორაციტების რაოდენობა მილიონობით).

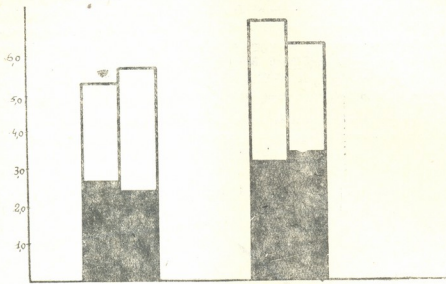


ბაროკამერა დასხივება
(მარცხნივ—დატვირთვამდე, მარჯვნივ—დატვირთვის შემდეგ).

დასახელებული ფაქტორები, რადგანაც იწვევს ანჰიდრაზული ინდექსის გამოკვეთილ ცვლილებას მისი შემდგომი მომატების სახით. დასხივების გავლენას სისხლის ნახშირის ანჰიდრაზზე განსაკუთრებული ინტერესი ენიჭება კრეპსის შეხედულებებთან დაკავშირებით, რომლის მიხედვითაც ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის რეგულაციის მექანიზმში დიდი მნიშვნელობა აქვს სიმპათიკურ ნერვულ სისტემას.

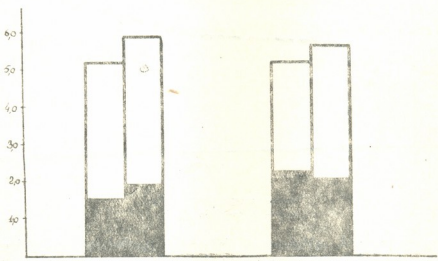
ჩვენ ვერ შევძელით სტრელცოვის [2] და სხვათა მონაცემების დადასტურება აღამიანთა სისხლში ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის მომატების შესახებ ჟანგბადით სუნთქვის შედეგად. სუფთა ჟანგბადით სუნთქვა ჩვენს დაკვირვებებში არ იწვევს ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის შესამჩნევ ცვლილებას აღამიანთა სისხლში არათუ თბილისის პირობებში, არამედ არც აბასთუმნის მთიანი კლიმატის პირობებში, რაც ნახ. 4-დან ჩანს.

ნახ. 4. ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის ცვლილება ადამიანთა სისხლში ჟანგბადით სუნთქვის ზეგავლენით (5 საცდელ პირობებაზე ჩატარებულ დაკვირვებათა საშუალო მონაცემებით; თეთრით—ერთთროციტების რიცხვი მილიონობით, შავით—ნახშირის ანჰიდრაზის რაოდენობა).



თბილისი აბასოუმანი
(მარჯვნივ—დატვირთვამდე, მარჯვნივ—დატვირთვის შემდეგ).

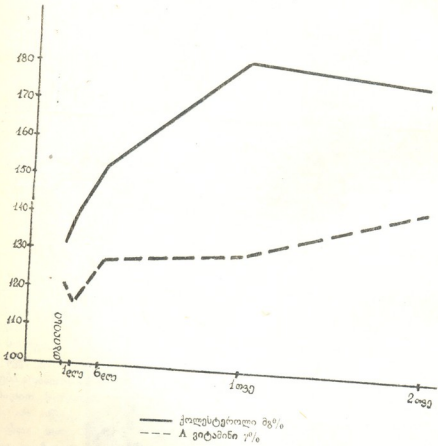
ნახ. 5. ნახშირის ანჰიდრაზის აქტივობის ცვლილება ბაროკამერა და დასტივების გადღენით თიოურაცილებულ ფონზე (4 შინაურ კურდღელზე ჩატარებულ ცდათა საშუალო მონაცემებით; თეთრით—ერთთროციტების რიცხვი მილიონობით, შავით—ნახშირის ანჰიდრაზის რაოდენობა).



ბაროკამერა დასტივება
(მარჯვნივ—დატვირთვამდე, მარჯვნივ—დატვირთვის შემდეგ).

ცდების ერთ-ერთ სერიაში შინაურ კურდღლებს სამი კვირის განმავლობაში საკვებში შერეულად ეძლეოდათ თიოურაცილი. ამ პირობებში, როგორც ცნობილია, წარმოებს სისხლში გადმოსული ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონული საწყისის აქტივობის შემცირება [3]. ამ მოვლენის მექანიზმი შეიძლება მდგომარეობდეს ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის ინაქტივაციაში მის სისხლში გადასვლის მომენტში ან ჰორმონული საწყისის სინთეზის პირობების შეცვლაში თვით ჯირკვლის შიგნივე. როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში ადგილი აქვს ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის მოღუწებას. გამომდინარე იქიდან, რომ ზოგიერთი ავტორი (ლევი) აღნიშნავს ფარისებრი ჯირკვლის ჰიპოფუნქციას, რომელსაც ისინი ზომიერ სიმალეებზე (ზღვის დონიდან 1500 მ) ვეგეტატური-

ნახ. 6. ქოლესტეროლისა და A ვიტამინის ცვლილებათა დინამიკა ადამიანთა სისხლში მთის კლიმატის პირობების გავლენით (4 საცდელ პირობებზე ჩატარებულ დაკვირვებათა საშუალო მონაცემებით).



ნერვული სისტემის აგზნებადობის შემცირებას უკავშირებენ, ჩვენ ვსწავლობდით დაბალი ბარომეტრული წნევის (ბაროკამერა) და დასახივების გავლენას.

სისხლში ნახშირის ანჰიდრაზის დინამიკაზე შინაურ კურდღლებში ფარისებრ ჯირკვლებზე თიოურაცილის მომადუნებელი გავლენის ფონზე.

ამ სერიის ცდების შედეგთა განხილვიდან (ნახ. 5) ჩვენ ვხედავთ, რომ შინაურ კურდღლებზე ჩატარებულ ცდაში ფარისებრი ჯირკვლის ხელოვნური მოდუნებისას ბაროკამერაში ყოფნა და დასხივება არ იწვევს ფერმენტის აქტივობის მომატებას.

ადამიანის ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციონალური მდგომარეობის შესაძლო ძვრები მისი ჰიპოფუნქციის მიმართულებით ზომიერი მთის კლიმატის პირობებზე გადასვლის დროს შეიძლება დაეწიოს პირობით ლიპოიდებისა და A ვიტამინის ცვლის მაჩვენებელთა ძვრებს, რომლებიც აღნიშნულია ჩვენ მიერ ამ პირობებში (იხ. ნახ. 6).

ამრიგად, ზომიერი სიმაღლის მთის კლიმატზე გადასვლა ორგანიზმში იწვევს ფუნქციონალურ დონეთა ურთულეს ცვლილებებს, რომლებიც მარეგულირებელ ხასიათს ატარებენ.

ამ პირობებში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის ცვლილებათა შემდგომმა შესწავლამ უნდა მოგვცეს მასალა, რომელიც უფრო სრულად გააშუქებს გარე-ში გარემოს მისთვის ახალი ფაქტორებისადმი ორგანიზმის შეგუების მექანიზმს, და შექმნას სათანადო წინამძღვარები ამ ფაქტორების გავლენათა მიზანშეწონილი გამოყენებისათვის ადამიანის სასარგებლოდ.

სამეცნიერო-საკვლევო
ტუბინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 6.12.1948)

დაამოწმებულ ლიტერატურა

1. В. С. Асатиани и др., Доклады на VII всесоюзн. съезде физиологов, стр. 622 Москва, 1947.
2. В. В. Стрельцов. Изменения активности карбонангидразы в различных условиях. Бюлл. эксп. биол. и мед., т. 40, 1947.
3. Н. Б. Медведева. Эксперимент. эндокринология, стр. 388 и др. Киев, 1946.



პეტროგრაფია

ბ. ძოწინიძე და ნ. სხიტლაძე

იურული კვარციანი დიორიტის ახალი გამოსავალი ძირულის კრისტალურ მასივში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ალ. ჯანელიძემ 22. 11. 1948)

ძირულის კრისტალური მასივის ფარგლებში პალეოზოოურის შემდეგი ინტრუზიები ორ ადგილას არის აღნიშნული და შესწავლილი: 1. მასივის სამხრეთ-აღმოსავლეთ პერიფერიაზე სოფ. წიფასა და ხეც შორის და 2. მასივის ჩრდილო-აღმოსავლეთ ნაწილში სოფ. გოდორისა და ქალღანის მიდამოებში.
ა. ბაცევიჩს [1] გეოლოგიურ რუკაზე აღნიშნული ჰქონდა 'გამოსავალი ძველი მაგმური ქანისა, რომელსაც ის პროტოგინს უწოდებდა. ეს ქანი აქამდე არ იყო აღწერილი.

1946 წელს, მასივის ფარგლებში სავლეთ მუშაობის დროს, ჩვენ შევისწავლეთ ეს გამოსავალი, რომლის ქანი კვარციანი დიორიტი აღმოჩნდა. კვარციანი დიორიტის სხეული მდ. ყვირილასა და მდ. ნარულის ხეობებში და მათ შორის წყალგამყოფ ქედზე შიშვლდება. გამოსავალი ქედის ზედა ნაწილში წყალგამყოფთან ახლოს მესამეულის ნალექებით იფარება, მაგრამ მისი სრული კრილი კარგად ჩანს მდ. ნარულის ხეობის მარცხენა ფერდობზე და მდ. ყვირილას ორივე მხარეზე. უკანასკნელი ინტრუზივის აღმოსავლეთ ნაწილს კვეთს სად. მარტოთუნის ქვემოთ, ერთი კილომეტრის დაშორებით ჭიათურის რკინიგზის შტოზე.

წოლის ფორმის მიხედვით ინტრუზივი შრეძარღვეული ხასიათის ჰიპაბიზურ სხეულს წარმოადგენს და შეჭრილია ლიასური კირქვების შრეთა შორის შრეებრიობის პარალელურად. შრეთა დაქანება სამხრეთულია, კუთხე = 10—15°. ინტრუზივის ხილული სიმაღლე 100—120 მ არ აღემატება, მიმართებაზე კი იგი 2 კილომეტრამდე გრძელდება.

ინტრუზივის პეტროგრაფია. ინტრუზივის შემადგენელი ქანი გარეგნულად ღია რუხი ფერისაა და სრულკრისტალურ-პორფირული სტრუქტურა აქვს. პორფირული ჩანართები თეთრი ფერის მინდვრის შპატით და მუქი მწვანე მინერალით არიან წარმოდგენილი.

მიკროსკოპში სტრუქტურა პორფირულია. რუხი ფერის, სრულკრისტალური ძირითადი მასა თითქმის მთლიანად მიკროლითური პლაგოკლასის, კალიშპატის, კვარცისა და მაგნეტიტის წვრილი მარცვლებისა და ქლორიტულ-პელიტური ნივთიერებისაგან არის შემდგარი. ზოგ უბანში კვარცი და კალიშპატი ერთმანეთთან მიკროპეგმატიტურად არიან შეზრდილი.

ფენოკრისტალები მინდვრის შპატით, კვარციით და მთლიანად გაქლორიტებული მუქი სილიკატით არიან წარმოდგენილი.



პლაგიოკლაზი სუსტად ზონალური, რამდენადმე გათიხებული და ალბი-ტიზებულია; შედგენილობით ანდეზინიდან ალბიტამდე გარდამავალ ყველა წევრს ვხვდებით. აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთი მარცვალე შესამჩნევი რაოდენობით შეიცავს პრენიტის ჩანართებს, რომლებიც პლაგიოკლაზის დენაორთი-ტიზაციის შედეგად უნდა იყოს წარმომდგარი.

კვარცი რაოდენობრივ ბევრად უფრო მცირეა, ვიდრე პლაგიოკლაზი; ქმნის ქსენომორფულ, სუფთა მარცვლებს ნორმული ჩაქრობით.

ფერადი კომპონენტი მხოლოდ ქლორიტით არის წარმოდგენილი. იგი უდავოდ მეორადია, განვითარებული მუქი სილიკატის დაშლის ხარჯზე; ენაცვ-ლება პრიზმული ჰაბიტუსის ფენოკრისტალებს მადნეულ მინერალთან ერთად. ქლორიტი ბევრია აგრეთვე ძირითად მასაშიდაც. მადნეული მინერალი მაგნე-ტიტს მიეკუთვნება. პრენიტი და აპატიტი უმთავრესად პლაგიოკლაზების ფე-ნოკრისტალებში სხედან.

ენდოკონტაქტურ ზოლში ქანს შეცვლის სუსტი ნიშნები ემჩნევა: პლაგი-ოკლაზს მთლიან გაალბიტებასთან ერთად გაკალციტებაც განუცდია, ქლორი-ტული მასები რკინის ჟანგით გამდიდრებულან, ძირითადი მასა უმთავრესად მინებრივია და მცირე რაოდენობით შეიცავს ფლუიდალურად განწყობილ მი-კროლითებს. შესამჩნევად გაქლორიტებულია ძირითადი მასაც.

ეგზოკონტაქტურ ზოლში კირქვები გადაკრისტალებულან და კონტაქტის შედეგად წარმოქმნილია ღია მწვანე ჰიბშიტი და ქლორიტი. განსაკუთრებით ბევრია პირელი, რომელიც ზოგან იდეალურ ოთხ- და ექვსკუთხოვან კვთებს იძლევა.

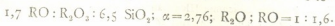
შრეძარღვის ცენტრალური ნაწილის ქანის რაოდენობრივი მინერალო-გიური შედგენილობა მოცულობითი %/0-ით შემდეგია:

	მინდვრის შპატი 60,1 ⁰ / ₀
წვრილკრისტალური ძირითა- დი მასა 60,3 ⁰ / ₀	კვარცი 11,4
	ქლორიტი 22,5
	პრენიტი 2,8
	მაგნეტიტი 3,2
	პლაგიოკლაზი 58 ⁰ / ₀
ფენოკრისტალები 39,7 ⁰ / ₀	კვარცი 11,9 ⁰ / ₀
	გაქლორიტებული მუქი სილიკატი 20 ⁰ / ₀
	პრენიტი 5,1 ⁰ / ₀
	მაგნეტიტი 4,5 ⁰ / ₀

ქანის ქიმიური ბუნების სარკვევად ჩატარებულია ერთი ქიმიური ანალი-ზი, რომლის შედეგი მოყვანილია ქვემოთ ცხრილში.

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₂	ხურბ. ნაყარ.	H ₂ O	ჯამი
61,76	0,52	13,05	4,98	3,44	0,14	1,44	4,76	5,57	1,43	0,09	0,28	2,20	0,32	99,38

მაგმური ფორმულა $ლყვინსონ-ლესინგის$ მიხედვით:



რიცხვითი დახასიათებანი $ა. ზავარციკის$ მიხედვით:

$a = 14,08$	$f' = 52,8$
$c = 1,5$	$m' = 16,8$
$b = 14,2$	$Q = +10,7$
$s = 70,2$	$c' = 30,3$
	$n' = 85,7$

მოყვანილი მონაცემების მიხედვით, აღწერილი ქანი კვარციით ღარიბ დიორიტს მიეკუთვნება.

ინტრუზივის ასაკი. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შრეძარღვეული ინტრუზივი ზედა ლიასურ კირქვებშია შემოჭრილი და მასთან შესამჩნევ კონტაქტსაც იძლევა. ცხადია, ინტრუზივი ასაკობრივად ზედა ლიასურზე ახალგაზრდაა, მაგრამ მისი ზედა საზღვრის საკითხი ჯერ კიდევ ღია რჩება. ბაიოსთან მისი დამოკიდებულება ჩვენი კვლევის რაიონში არსად ჩანს, მაგრამ თუ მხედველობაში იქნება მიღებული ჩვენი მიერ აღწერილი ქანისა და ძირულის მასივში დღემდე ცნობილი ნეონტრუზივების და მათთან დაკავშირებული ძარღვის ქანების პეტროგრაფიული მსგავსება, მაშინ შესაძლოა ამ ინტრუზივის შემოჭრაც კალოვიურის წინა ოროფაზისს უკავშირდებოდეს, ე. ი. ინტრუზივის ასაკი ბათურით განისაზღვროს.

იურული (ბათური) ინტრუზივების გამოსავლები საქართველოს ბელტის ფარგლებში საკმაოდ იშვიათია. ამიტომ ყოველი ახალი გამოსავლის პოვნას მნიშვნელობა აქვს იურული დროის მაგმური მოვლენების განვითარების კანონზომიერებათა გარკვევისათვის. კერძოდ, მარტოთუბნის გამოსავლის პოვნა ადასტურებს იმ აზრს, რომ ბათური ინტრუზივები საქართველოს ბელტის ფარგლებში სივრცობრივად უკავშირდება შუა იურულ ვულკანოგენურ წყებას და ყოველთვის უკანასკნელის გავრცელების რაიონებში გვხვდება. ამავე გამოსავალთან კავშირში ვასაგები ხდება სოფელ ნიჩაფას მიდამოებში ქვედა ტუფიტების წყებაში ბარიტის ძარღვების არსებობა. ჩვენი წარმოდგენით [2], ბარიტის ძარღვები გენეტურად ბათურ ინტრუზივებთან არიან დაკავშირებული. ამიტომ ბარიტის საბადოს მახლობელ რაიონში მოსალოდნელი იყო ბათური ინტრუზივის არსებობის დამადასტურებელი რაიმე ნიშნების არსებობა. ასეთ ფაქტს წარმოადგენს ჩვენ მიერ აღწერილი ინტრუზივის პოვნაც. უნდა ვიფიქროთ, რომ ძირულის მასივის ფარგლებში კიდევ მოსალოდნელია არა ერთი ასეთივე ხასიათის ჰიპობისური ინტრუზივის პოვნა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.11. 1948).

დავითწმუნალი ლიტერატურა

1. А. Бацевич. Геологическое описание Шорapanского уезда Кутаисской губ. Мат. для геолог. Кавказа, сер. I, кн. 7, Тифлис, 1878.
2. Г. С. Двоценгидзе. К вопросу генезиса баритовых месторождений Грузии. Сообщения АН ГССР, т. VI, № 8, 1945.

ბიზნისა

ბ. ზაზრიანი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნაშრომი წიგნი

ტომილიძის ანალიზი თავისუფლების ხარისხის უსასრულოდ დიდი რიცხვის მქონე კოქების თავისუფალი რხევის გამოკვლევის შემდეგი მეთოდი. m ინტენსივობის უწყვეტი მასით დატვირთული კოქი განიცდის უწყვეტი სახით განაწილებულ $m k^2 y$ ინტენსივობის ინერციის ძალთა ზეგავლენას. თუ ამის გარდა კოქზე მოქმედებს შეყურსული ძალები $\mu m l$, მაშინ იმავე წერტილებში მოდებული იქნება ინერციის შეყურსული ძალები $\mu m l k^2 y$. ამგვარი დატვირთვის დროს გაღუნული ლერძის განტოლებას ვწერთ საწყისი პარამეტრების მეთოდის პროც. სნიტკოს მიერ მოცემული სახით, ე. ი. მაკლორენის მწკრივის გამოყენებით.

თანამიმდევრობითი წარმოებულები მოგვცემენ α , M და Q გამოსახულებებს. სასაზღვრო პირობების ჩაწერისას ვღებულობთ საწყისი პარამეტრების მიმართ ერთგვაროვან წრფივ განტოლებებს. მათი დეტერმინანტის ნულთან გატოლება გვაძლევს საუკუნებრივ განტოლებას სიხშირეთა განსაზღვრავად. ეს განტოლება ალგებრულია; მისი მარცხენა მხარე წარმოადგენს უსასრულო მწკრივს, რომელიც მუდმივკვეთიან და თანაბარი დატვირთვის მქონე კოქებისათვის ყოველთვის კრებადი იქნება. ცვალებადკვეთიანი კოქების შემთხვევაში კრებადობა განისაზღვრება კოქის განივკვეთის ინერციის მომენტისა და მასების ცვალებადობის კანონით. დეტერმინანტის გახსნისა და სიხშირის კოფიციენტი k_0^2 -ის აღმავალ ხარისხებად განლაგების შემდეგ ვღებულობთ:

$$f(k_0^2) = 1 + A_1 k_0^2 + A_2 k_0^4 + \dots + A_m k_0^{2m} + A_{m+1} k_0^{2(m+1)} + \dots + A_n k_0^{2n} = 0. \quad (1)$$

განტოლების მარცხენა მხარე წარმოადგენს ს. ბერნშტეინის [2] სექტორალურ ფუნქციას. ჩვენ მიერ მოწოდებული იყო მით სარგებლობის უფრო ელემენტარული მეთოდი.

(1) განტოლების ფესვები არსი და დადებითია. კოქების შემთხვევაში ისინი საგრძნობლად განსხვავდებიან თავიანთი სიდიდით. ჩვენ მიერ დამტკიცებულია, რომ მათი განლაგების დროს რიგში

$$k_{01} < k_{02} < \dots < k_{0n} < \dots$$

ფესვების მიახლოებით მნიშვნელობებს შემდეგი სახით ვლებულობთ:

$$k_{01}^2 = -\frac{1}{A_1}, \quad k_{02}^2 = -\frac{A_1}{A_2} \dots \quad k_{0n}^2 = -\frac{A_{n-1}}{A_n}. \quad (2)$$

ამ გზით გამოანგარიშებულ მიახლოებით სიდიდეთა სიზუსტე იმდენად მეტია, რამდენადაც უფრო მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან რხევის თანამიმდევრობითი სიხშირეები.

უდაბლეს სიხშირეთათვის ჩვენ მიერ მოწოდებული იყო მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდი, რომელიც შემდეგში მდგომარეობს:

განტოლებიდან

$$1 + A_1 k_0^2 = 0 \quad (3)$$

ვიღებთ ძირითად სიხშირეს მის პირველ მიახლოებაში.

განტოლება

$$1 + A_1 k_0^2 + A_2 k_0^4 = 0 \quad (4)$$

გვაძლევს პირველი სიხშირის უფრო დაზუსტებულ სიდიდეს და მეორე სიხშირის პირველ მიახლოებას. ამ ოპერაციის განგრძობით სიხშირეთა გამოთვლილ სიდიდეებს ვაზუსტებთ და თანაც მორიგი სიხშირის პირველ მიახლოებას ვლებულობთ. განტოლების მაღალმა რიგმა არ უნდა შეგვაშინოს, რადგანაც მისი ფესვების მიახლოებითი მნიშვნელობები უკვე ცნობილია წინა განტოლებებიდან, ახალი სიხშირე კი — (2) გამოსახულებიდან და მათი დაზუსტება ნიუტონის შესწორების გამოთვლით შეიძლება.

წინამდებარე სტატიის მიზანს შეადგენს k_0^2 -თვის მიახლოებათა ორმხრივობის ელემენტარული დამტკიცება.

(2) გამოსახულებებიდან დავასკვნით, რომ (1) განტოლების მწკრივი $f(k_0^2)$ არის ცვალებადნიშნაინი. $A_{m+1}k_0^{2(m+1)}$ -თი დაწყებული წევრების უკუგდებით ვლებულობთ განტოლებას:

$$f_m(k_0^2) = 1 + A_1 k_0^2 + A_2 k_0^4 + \dots + A_m k_0^{2m}, \quad (5)$$

რომლიდანაც პირველ m სიხშირეთა მიახლოებითი მნიშვნელობების მიღება შეგვიძლია. მათ ზუსტ მნიშვნელობებს აღენიშნავთ k_{0i} -ით, სადაც $i = 1, 2, \dots, m$.

ვწერთ

$$f_m(k_0^2) - f_m(k_{0i}^2) = -(A_{m+1}k_{0i}^{2(m+1)} + \dots + A_n k_{0i}^{2n} + \dots). \quad (6)$$

$k_0 = k_{0i}$ ჩასმით ვიღებთ: $f(k_{0i}^2) = 0$, საიდანაც

$$f_m(k_{0i}^2) = -(A_{m+1}k_{0i}^{2(m+1)} + \dots + A_n k_{0i}^{2n} + \dots). \quad (7)$$

(7) გამოსახულების მწკრივი კრებადი და ცვალებადნიშნაინია. ადვილად მტკიცდება, რომ მისი წევრები მცირდებიან თავიანთი აბსოლუტური მნიშვნელობების მიხედვით. მართლაც:

$$\left| \frac{A_n k_{0i}^{2n}}{A_{n-1} k_{0i}^{2(n-1)}} \right| = \left| \frac{A_n}{A_{n-1}} \right| k_{0i}^2 \cong \frac{k_{0i}^2}{k_{0n}^2} < 1,$$

ვინაიდან, (2)-ის საფუძველზე,

$$\left| \frac{A_{n-1}}{A_n} \right| \cong k_{0n}^2.$$

ამის გარდა, $n > m \equiv i$; $k_{0i} > k_{01}$ და ფესვები მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, უფრო მაღალი სიხშირის მიახლოებითი მნიშვნელობა k_{0i} მეტია სიხშირის k_{01} -ზე მნიშვნელობაზე.

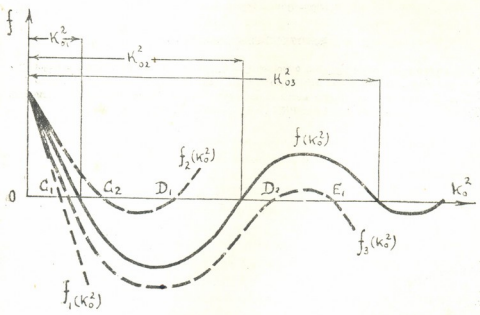
ცვალებადნიშნიან, აბსოლუტური მნიშვნელობით კლებადწევრებიანი მწკრივის ნიშანი ყოველთვის პირველი წევრის ნიშნის ტოლია. აქედან (7)-ის საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ $f_m(k_0^2)$ -ის ნიშანი მწკრივ $f(k_0^2)$ -ის უკუგდებული ნაწილის ნიშნის საწინააღმდეგოა.

ნახაზზე გამოსახულია მრუდი:

$$f(k_0^2) = 1 - |A_1|k_0^2 + |A_2|k_0^4 - |A_3|k_0^6 + \dots$$

და ნიშნებია (1) განტოლების ფესვების მნიშვნელობები: $k_{01}, k_{02}, k_{03}, \dots$

გაგვყავს წრფე $f_1(k_0^2) = 1 - |A_1|k_0^2$. $k = k_{01}$ -ის დროს ამ წრფის ორდინატს უნდა ჰქონდეს



ნიშანი, საწინააღმდეგო უსასრულო მწკრივის უკუგდებული ნაწილის პირველი წევრის $A_1 k_0^2$ ნიშნისა, ე. ი. უარყოფითი; აქედან ჩანს, რომ ფესვ k_{01} -ის მიახლოებითი მნიშვნელობა $0C_1$ კლებული მიიღება: $0C_1 < k_{01}$.

პარაბოლს

$$f_2(k_0^2) = 1 - |A_1|k_0^2 + |A_2|k_0^4$$

აქვს k_{01} და k_{02} მნიშვნელობებისათვის დადებითი ორდინატები, რადგანაც მათი ნიშანი საწინააღმდეგოა $A_2 k_0^4 = -|A_2|k_0^4$ ნიშნისა. აქედან გამოდის, რომ

$$0C_2 > k_{01} \quad 0D_1 < k_{02}$$

ე. ი. პირველი ფესვის მეორე მიახლოება მივიღეთ სიპარბით, ხოლო მეორე ფესვის პირველი მიახლოება — კლებული.

თუ განვივარდობთ ამგვარ მსჯელობას, მივალთ დასკვნამდე, რომ ყოველი სინზირისათვის ყოველი კენტი მიახლოება მიიღება კლებული, წყვილი კი— სიკარბით.

სინზირისადმი ორმხრივი მიახლოება გვიჩვენებს, რომ k_2 -ის ორი მომდევნო მიახლოებისათვის თითოეული მათგანის ცთომილება მათ შორის სხვაობის აბსოლუტურ სიდიდეზე წყოველთვის ნაკლებია. ეს ნებას გვაძლევს სინზირის ნამდვილი მნიშვნელობა სულ უფრო და უფრო მჭიდროდ მოვაქციოთ მის თანამიმდევრობით მიახლოებებს შორის. ამგვარად, ჩვენ გვაქვს შესაძლებლობა მიმდევრობითი მიახლოების პროცესი მივიყვანოთ იმ მდგომარეობამდე, როდესაც განსხვავება მათ შორის დასაშვებ ცთომილებას აღარ აღემატება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სააშენებლო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუხვია 4.2.1949)

დამოუხმებელი ლიტერატურა

1. კ. ზავრიევი. თავისუფლების ხარისხის უსასრულო რიცხვის მქონე ძელების თავისუფალი რხევა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. მოამბე, ტ. IX, № 9—10, 1948.
2. С. А. Бернштейн. Новый метод определения частот колебаний упругих систем. Изв. Военно-инж. академии РККА им. Куйбышева, М., 1939.

ბოტანიკა

ბ. ბატაიანი

CYCLAMEN IBERICUM STEV-ის ტერატოლოგიური მოვლენების
შესწავლისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. სოსნოვიკიმ 14.12.1948)

გვარ *Cyclamen* L.-ს ზოგიერთი მისთვის დამახასიათებელი ნიშანთვისებით *Primulaceae* Endl. ოჯახში რამდენადმე განცალკევებული ადგილი უჭირავს. ასე, მაგალითად, ეს გვარი ოჯახ *Primulaceae*-ში ერთადერთი გვარია, რომელსაც ტუბერების განვითარება ახასიათებს. მთელ ამ ოჯახში მხოლოდ ორი გვარისთვის, სახელდობრ *Cyclamen* L. და *Dodecatheon* L.-სათვისაა დამახასიათებელი ყვავილები უკან გადაკეცილი ფურცლებით.

ბოლოს, *Primulaceae*-ს მთელ ოჯახში მხოლოდ გვარი *Cyclamen* L. მიეკუთვნება „ცრუერთლებიან“ მცენარეთა ჯგუფს.

ყველა აღნიშნული ნიშანთვისების არსებობის გამო გვარ *Cyclamen* L.-ს განსაკუთრებული ადგილი უკავია ოჯახ *Primulaceae*-ს ფარგლებში.

ამასთან დაკავშირებით გვარ *Cyclamen* L.-ის ფარგლებში ნორმალური ტიპისაგან ყოველივე გადახრის შესწავლა დიდ ინტერესს წარმოადგენს, როგორც თავისთავად, ისე ფილოგენიის ზოგიერთი საკითხის გამოსარკვევად.

სახეობა *Cyclamen ibericum* Stev-ის ფარგლებში არსებულ ტერატოლოგიურ მოვლენათა შესახებ ლიტერატურაში თითქმის არავითარი მონაცემები არ მოიპოვება. მას ტერსის მიერ 1876 წელს [4] აღწერილია მხოლოდ ჯამის ფოთლების ნამდვილ ფოთლებად სახეცვლილების ფაქტი.

1943 წელს ბუნებრივ პირობებში (საგურამოს ქედზე) ჩვენ შეგვხვდა ერთი მცენარე ყვავილით, რომელიც მკვეთრად განიჩნეოდა ნორმალური ყვავილისაგან. გვირგვინის მთლიანად შეზრდილი ფურცლები არ იყო უკან გადაკეცილი, რაც ასე დამახასიათებელია გვარ *Cyclamen* L.-სათვის,

აღნიშნული მცენარის ტუბერი გადაარგული იყო საქ. მეცნ. აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის ცოცხალი ფლორის ნაკვეთზე, რამაც შესაძლებლობა მოგვცა ჩაკვეთარებინა მასზე დაკვირვებანი უკანასკნელი 4 წლის განმავლობაში (1944—1947).

ყვავილის ნორმალური ტიპიდან ყველა ჩვენ მიერ შემჩნეული გადახრა შეიძლება დავაჯგუფოთ შემდეგ 10 ტიპად:

1. გვირგვინის გადანალუნი არაა განვითარებული, არსებობს მხოლოდ გვირგვინის მილი, რომელიც ზოგჯერ არ აღწევს თავის ნორმალურ სიდიდეს.

(დეგენერატულია). ბუტკო ნორმალურია. მტვრიანები სრულებით არ არიან განვითარებულნი. ჯამი მთლიანად შეზრდილი ფოთოლაკებით, პატარა კბილაკების დიდი რაოდენობით (ნახ. 1).

2. ყვავილის პირველი ტიპისაგან განსხვავდება ნორმალურად განვითარებული მტვრიანების არსებობით. დანარჩენი ნიშნები იგივეა.

3. გვირგვინი ნორმალური სიდიდის მილით და გადანალუნის ერთი ნორმალური ფურცლით. ბუტკო და მტვრიანები ნორმალურად განვითარებულია. ჯამი მთლიანად შეზრდილი ფოთოლაკებია, პატარა კბილაკების დიდი რაოდენობით (ნახ. 1).



ნორმალური



მთლიანად შეზრდილი ფოთლებით

ნახ. 1. ჯამი

4. ყველა ნიშანი ისეთივეა, როგორც მოცემულია მესამე ტიპის შესახებ, გარდა გვირგვინის გადანალუნის ორი თავისუფალი ფურცლის არსებობისა.

5. განსხვავდება გვირგვინის გადანალუნის სამი თავისუფალი ფურცლის არსებობით. დანარჩენი ნიშნები ისეთივეა, როგორც მოცემულია ყვავილის მესამე ტიპის შესახებ.

6. განსხვავდება გვირგვინის გადანალუნის ოთხი თავისუფალი ფურცლის არსებობით. დანარჩენი ნიშნები ისეთივეა, როგორც მოცემულია ყვავილის მესამე ტიპისათვის.

7. ყველა ნიშანი ისეთივეა, როგორც მოცემულია მეექვსე ტიპისათვის. გარდა იმისა, რომ ყვავილის 4 ფურცლიდან 2 ფურცელი თავისუფალია, 2 კი ნაწილობრივ შეზრდილია.

8. ყვავილის მეექვსე ტიპისაგან განსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ ოთხივე ფურცელი მთლიანად შეზრდილია; განაპირა ფურცლებს შორის რჩება ღია ადგილი.

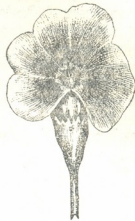
9. გვირგვინი ნორმალური სიდიდის მილით; ყვავილის გადანალუნი 5 ფურცლიანია, რომლებიც ერთმანეთისაგან რამდენადმე განსხვავდებიან სიდიდით და ამავე დროს სამი მათგანი შეზრდილია სანახევროდ, ხოლო 2 ფურცელი თავისუფალია გვირგვინის ხაზამდე. ჯამი მთლიანად შეზრდილი ფოთოლაკებით, პატარა კბილაკების დიდი რაოდენობით (ნახ. 1). ბუტკო და მტვრიანები ნორმალურად განვითარებულია.



10. განსხვავდება ყვავილის მეცხრე ტიპისაგან მხოლოდ იმით, რომ ყვავილის გადანაღუნის ხუთივე ფურცელი მთლიანად შეზრდილია (გვირგვინი ძაბრისებ-რია, ძლიერ მიაგავს *Convallulus* L.-ის ყვავილს). განაპირა ფურცლებს შორის რჩება ღია ადგილი (ნახ. 2).



ნორმალური



მთლიანად შეზრდილი ფურცლებით

ნახ. 2. გვირგვინი

ზემოაღნიშნული პერიოდის განმავლობაში ყველა ტიპის ყვავილები ჩვენ მიერ ნახული იყო ერთსა და იმავე მცენარეზე და ამასთან უნდა აღვნიშნოთ, რომ ყველა მათგანი ყოველწლიურად არ ვითარდება. ყველაზე უფრო ხშირად ვითარდება ყვავილის პირველი ტიპი, რომელიც ყოველწლიურად ჩნდება.

იმ შრომებში, რომლებიც მიძღვნილია ტერატოლოგიური მოვლენების აღწერისადმი, ჩვეულებრივ მოყვანილია ნორმალური ტიპიდან მხოლოდ ერთხელ ნახული გადახრების აღწერა. ჩვენ შემთხვევაში კი ჩვენ საშუალება გვქონდა ჩაგვეტარებინა დაკვირვება ერთსა და იმავე ტუბერზე რამდენიმე წლის განმავლობაში და დავრწმუნებულიყავით იმაში, რომ ჩვენ გვაქვს საქმე ისეთ მცენარესთან, რომლის მემკვიდრეობა, ჩვენთვის უცნობი მიზეზების გამო, მეტად შერყეულია.

ერთსა და იმავე მცენარეზე სხვადასხვა ტიპის ანომალური ყვავილების ასე დიდი რაოდენობით წარმოქმნა ალბათ იმით აიხსნება, რომ ზრდა-მატების კონუსზე საყვავილე კვირტების ჩამოყალიბების დროს ადგილი აქვს უჯრედების დაყოფის დარღვეულ მსვლელობას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ბუნებრივ პირობებში აღნიშნული მცენარე თესლს არ იძლევა, რაც, ცხადია, დაკავშირებულია სასქესო აპარატის მუშაობის დარ-

ღვევასთან. თესლის განუვითარებლობის კემშარიტი მიზეზის დადგენა უსათულოდ დიდ ინტერესს წარმოადგენს. უფრო დიდ ინტერესს წარმოადგენს თესლის მისაღებად ხელოვნური დამტვევრვა როგორც თავისი, ისე სხვისი მტვრით, რადგან თესლით გამრავლების დროს მოსალოდნელია წარმოიქმნას ყოველმხრივ საინტერესო ფორმები და, მეორე მხრით, საშუალება მოგვეცემა შევისწავლოთ აღნიშნული ანომალიების მემკვიდრეობით გადაცემის ხასიათი.

ჩვენ მიერ მცირე მასშტაბით ჩატარებულმა ხელოვნურმა დამტვევრვამ, სამწუხაროდ, ჯერჯერობით არ გამოიწვია თესლის განვითარება.

ბ. კოზო-პოლიანსკი [1] საესეებით სამართლიანად აღნიშნავს, რომ მემკვიდრეობით გადაცემული ანომალიები წარმოადგენენ საწყის მასალას სახეობის წარმოქმნისათვის.

ანომალიების შესწავლის დროს საერთოდ ინტერესს წარმოადგენს მათი შემდგენილი შესწავლა:

1) აღნიშნული ანომალიები ლიტერატურაში უკვე აღნიშნულია თუ ჯერ არა,

2) ეს განსხვავებული ნიშნები დამახასიათებელია იმავე გვარის სხვა სახეობებისათვის ან ჩვენთვის საყურადღებო ოჯახის სხვა გვარებისათვის, თუ ისინი ახალ წარმონაქმნს წარმოადგენენ და

3) შეიძლება თუ არა ზოგიერთი ანომალიის გამოყენება ფილოგენიის საკითხების გაშუქებისათვის.

ლიტერატურაში გვარ *Cyclamen* L.-ის ფარგლებში აღწერილია მთელი რიგი ანომალიებისა.

პენციგის [4], უორსდელის [5] და ოოსტრატუმის [2] მიერ აღწერილ ანომალიებს თუ დავასისტემებთ, ჩვენ მივიღებთ შემდეგ სურათს ყოჩივარდას სხვადასხვა ორგანოზე შენიშნული ანომალიების შესახებ.

I. მიწისქვეშა ორგანოები

1. ტუბერზე ფესურისმაგვარი ტოტების განვითარება მოგრძო მუხლო-შორისებით.

2. ფესვის აღმადგენელი ყლორტების წარმოქმნა (*reparative wurzelsprosse*).

II. ფოთლები

1. ფოთლის ყუნწისა და ფირფიტის შეზრდა.

2. წვრილფოთლიანობა.

3. ფოთლის სამნაკვთიანობა.

4. ფოთლის ფირფიტის ზედაპირის ტალღისებურება.

5. ასციდიების განვითარება (ფოთლის ფირფიტის ძაბრისებური ცვლილება).

III. ყვავილები მთლიანად

1. სინანტიები (ყვავილედის განვითარება, მათ შორის ქოლგისმავართა).
2. პატარა ყვავილების განვითარება ყვავილის მოკლე ყუნწზე გვირგვინის ზემდგომი ფურცლებით.
3. პროლიფერაციები (სხვადასხვა ტიპის).
4. ოთხ- და ექვსწევრიანი ყვავილები.
5. ვირესცენცია (ყვავილების მწვანედ შეფერვა).

IV. ყვავილის ყუნწები

1. ყვავილის ყუნწების შეზრდა ჯამის ძირამდე.
2. ყვავილის ყუნწების სახეცვლილება ხაზურ ან შუბისებრ ფოთლებად.

V. ჯამი

1. ჯამის ფოთლების სახეცვლილება ფოთლებად (სხვადასხვა სიძლიერით გამოხატული).
2. კალიკანტემია (ჯამის სახეცვლილება გვირგვინისმავარად).
3. ჯამის ფოთლების გაქრობა (მთლიანად ან ნაწილობრივ).

VI. გვირგვინი

1. გვირგვინის წრეების რიცხვის გადიდება.
2. გვირგვინის ფურცლების 2 (ან ზოგჯერ მეტ) ნაწილად დანაკეთა.
3. სწორმდგომი (უკანგადაუკეცავი) გვირგვინის ფურცლები.
4. გვირგვინის ფურცლების წვერზე გარეთა მხრიდან ამონაზარდების განვითარება.
5. ფსევდოზიგომორფული გვირგვინი (რაც დაკავშირებულია გვირგვინის ზოგიერთი ფურცლის ზედა ნაწილზე სიმეტრიული ნაკვთების განვითარებასთან).

VII. მტვრიანები

1. თავისუფალი მტვრიანების არსებობა.
2. მტვრიანების წრეების რიცხვის გადიდება.
3. მტვრიანების პეტალოიდია (სტამინოდიების განვითარება).

VIII. ბუტკო

1. ბუტკოს აბორტულობა.
2. ყვავილები 2 ბუტკოთი.

როგორც ვხედავთ, გვარ *Cyclamen* L.-ის წარმომადგენლების ფარგლებში ანომალიების დიდი რაოდენობა შემჩნეულია ყვავილებზე; მათი რაოდენობა საგრძობლად ნაკლებია სხვა ორგანოებზე. ჩვენს შემთხვევაში ენახეთ შემდეგი ანომალიები:

1. სიმეტალია (გვირგვინის ფურცლების შეზრდა და ძაბრისებრი გვირგვინის განვითარება; იხ. ნახ. 2).
2. გვირგვინის ფურცლების რიცხვის შემცირება მათ ზოგჯერ მთლიანად გაქრობამდე (არსებობს მხოლოდ გვირგვინის მილი).
3. გვირგვინის მილის დეგენერაცია (მისი ზომის ძლიერი შემცირება).
4. მტვრიანების რედუქცია (მათ მთლიანად გაქრობამდე) და
5. სინსეპალია (ჯამის ფოთლების შეზრდა და პატარა კბილაკების დიდი რაოდენობის განვითარება; იხ. ნახ. 1).

როგორც ვხედავთ, ჩვენ მიერ მოყვანილი ანომალიები ლიტერატურაში არ არის აღწერილი.

რაც შეეხება ზემოთ დასმულ მეორე და მესამე საკითხს, შეიძლება აღვნიშნოთ შემდეგი. წინასწარ უნდა ითქვას, რომ, როგორც ამას სავსებით სამართლიანად აღნიშნავს ბ. კოზოპოლიანსკი [1], ყველა ანომალია არ შეიძლება გამოვიყენოთ ფილოგენეტიკური საკითხების გაშუქებისათვის. ზოგიერთი ანომალია წარმოადგენს ან ატავისტური ტიპის ახალ წარმონაქმნს (რევერსიები), ანდა ახალ წარმონაქმნს (ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით). ამ ორივე ტიპის ანომალიები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფილოგენეტიკური საკითხების გასაშუქებლად.

მათი საშუალებით ჩვენ შეიძლება ნათელი მოვფინოთ ამა თუ იმ ორგანოს წარსულ ისტორიას (რევერსიები), ანდა მის შემდგომ ევოლუციას (ახალი წარმონაქმნი ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით).

ზოგიერთი ანომალია კი წარმოადგენს დეგენერატული ტიპის სიმახინჯეს, რომელიც ხშირად შემთხვევითი ხასიათისაა და, ცხადია, მისი გამოყენება ფილოგენიის საკითხების გაშუქებისათვის არ შეიძლება [1].

ძაბრისებრი გვირგვინი შეზრდილი ფურცლებით (იხ. ნახ. 2) სრულებით არაა დამახასიათებელი ტრიბა *Cyclamineae* Pax-ის ურთაღებრთ გვარ *Cyclamen* L.-სათვის. მაგრამ ასეთი გვირგვინი გვხვდება ოჯახ *Primulaceae*-ს სხვა ტრიბების სხვადასხვა გვარში, მაგალითად, *Primula sikkimensis* W. Hook-ში, გვარ *Soldanella* L. სახეობებში და სხვა. ამგვარად, ასეთი სახის გვირგვინის გამოჩენა გვარ *Cyclamen* L.-სათვის ატავისტური ტიპის ახალ წარმონაქმნს წარმოადგენს, რამდენადაც ასეთი გვირგვინი დამახასიათებელია ოჯახ *Primulaceae*-ს ბევრი სხვა ტრიბისათვის და ის შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც რევერსია. ასეთი სახის გვირგვინი მივითითებს მასზე, რომ გვარი *Cyclamen* L. ოჯახ *Primulaceae*-ს მიეკუთვნება.

გვირგვინის ფურცლების რიცხვის შემცირება (მათ მთლიანად გაქრობამდე) და გვირგვინის მილის ზომის შემცირება სრულებით არ არის დამახასიათებელი გვარ *Cyclamen* L.-სათვის, ოჯახ *Primulaceae*-ს ფარგლებში ტრიბა *Lysimaehiae* (Benth. et Hook.) Pax გვარ *Glaux* L. გვირგვინი სრულებით არ აქვს

[1] ასეთ ანომალიებს, მაგალითად, შეიძლება მივაკუთვნოთ ლობიოს პარკის წვერზე გაორადება.

განვითარებული. ამგვარად, *Cyclamen L.*-ის აღნიშნული ანომალია, ე. ი. მიდრეკილება ჰაპლოხლომიდიისაკენ, წარმოადგენს რევერსიას, რამდენადაც გვარი *Cyclamen L.*-ი ოჯახ *Primulaceae*-ში, ეკვვარეშეა, ერთ-ერთი ყველაზე უფრო ახალგაზრდაა.

მტერიანების რედუქცია (მათი მთლიანად გაქრობამდე), რაც ჩვეულებრივ დაკავშირებულია გვირგვინის ფურცლების რედუქციასთან და გვირგვინის მილის ზომის შემცირებასთან (იხ. ზემოაღნიშნული ტიპი № 1), ალბათ მიეკუთვნება დეგენერაციული ხასიათის მოვლენებს და არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფილოგენიის საკითხების გაშუქებისათვის. ჯამის ფოთლების შეზრდა (სინსეპალია) და პატარა კბილაკების დიდი რაოდენობით წარმოქმნა (იხ. ნახ. 1) არაა დამახასიათებელი ტრიბა *Cyclamineae*-სათვის და წარმოადგენს ახალ წარმონაქმს, რომელიც შეიძლება პროგრესული ხასიათისა იყოს.

გვარ *Primula L.*-ში შემავალ *Sinensis Pax* სექციის ფარგლებში [3] პაკსი ახსვავებს ჯამის სამ ტიპს და მათ რიცხვში ზარისებრს და მილის-ძაბრისებრს. ამასთან დაკავშირებით დასაშვებია, რომ ჩვენ მიერ ნახული მთლიანად შეზრდილი ჯამი რევერსიას წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ბოტანიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 14. 12. 1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. М. Козо-Полянский. Уродства у растений; БСЭ, т. 56, 1936.
2. S. J. van Oostroom. Teratologische aantekeningen I. Nederlandsch kruidkundig Archief v. 46, N 2, 1936.
3. F. Pax und R. Knuth. Fam. *Primulaceae*. Das Pflanzenreich, IV, 237, 1905.
4. O. Penzig. Pflanzenzeratologie, Genua, 1894.
5. W. C. Worsdell. The Principles of Plant-teratology, v, II London 1916.

ნიადაგმვის დროება

ტ. კობახიძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი

ნიადაგმვის დროებაში მცენარეები

ადამიანის მიერ მეურნეობის არაწესიერი წარმოებით გამოწვეული ნიადაგის ჩამორეცხვა და გადარეცხვა მეტად დიდ ზარალს აყენებს სახალხო მეურნეობას. საკმარისია აღვნიშნოთ, რომ ერთი ძლიერი თქეში, ე. ი. კოკისპირული წვიმა (169 მმ ნალექით დღე-ღამის განმავლობაში და კიდევ უფრო მეტი ინტენსივობით 60 მმ 1 საათსა და 10 წუთში) წითელმიწა ნიადაგის ზედაპირიდან სსრ კავშირის ტენიანი სუბტროპიკების ისეთ ადგილებში, სადაც დაქანება 12°-ს უდრის, ჩვენი დაკვირვებით 43 ტონა ნიადაგის საუკეთესო ჰუმუსიან ფენას ჩამორეცხდა ერთი ჰექტარიდან. ამ შემთხვევაში იკარგება: საერთო ჰუმუსი—4,82% ნიადაგის წონიდან, წყალში ხსნადი აზოტი (ნიტრატული და ამონიაკური)—3,877 გრამი 1 ჰა-ზე, წყალში ხსნადი ფოსფორის მჟავა—91,4 გრამი. ამასთან ერთად იკარგება ყველა სხვა საკვები ელემენტიც [1].

გარემო პირობებზე, სახელდობრ, ადგილის დაქანების ხარისხზე, ნიადაგის ზედაპირის მდგომარეობაზე და სხვ. დამოკიდებით, ნიადაგმა შეიძლება რამდენიმე წლის განმავლობაში დაკარგოს თავისი ნაყოფიერება ნიაღვრის მიერ ჩამორეცხვის გამო. ამის შედეგად ნიადაგი შეიძლება გადავიდეს „უფარვის“ („მიტოვებულ“) ნიადაგთა კატეგორიაში. ნიადაგის ნორმალური ფენის წარმოსაქმნელად კი საჭიროა ასეული და ათასეული წლები; მაგალითად, 1 სმ-ის სისქის ნიადაგის ფენის წარმოსაქმნელად საჭიროა 300—450 წელი, 20—25 სმ-ის სისქის ფენის წარმოსაქმნელად—6.000—12.000 წელი, ხოლო 120 სმ-ის სისქის ნიადაგის ფენის წარმოსაქმნელად საჭირო იქნება 54.000-მდე წელი. რაც უფრო ღრმაა ნიადაგი, მით უფრო ნელა მიმდინარეობს ნიადაგთწარმოქმნის პროცესი.

ამიტომ ნიადაგის ჩამორეცხვასთან ბრძოლას მეტად დიდი სახალხო-სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს.

ნიადაგის ეროზიის და მასთან ბრძოლის საკითხების შესწავლას ჩვენ ვაწარმოებთ 1927 წლიდან [2, 3, 4, 5] და სადღეისოდ უკვე დაგროვილია დიდი მასალა. ნიადაგის ჩამორეცხვასთან ბრძოლის ღონისძიებებს ჩვენ ვსწავლობდით სხვადასხვა მიმართულებით; ეს ღონისძიებები ჩამოყალიბდა გარკვეულ სისტემაში, რომელსაც ჩვენ, დაუდევრით რა მას საფუძვლად აკადემიკოს ვ. ვილიამსის შოძღვრება, „მთიანეთის მიწათმოქმედების“ სისტემა ვუწოდებთ.

ნიადაგის ჩამორეცხვასთან ბრძოლის საქმეში ჩვენ ვიყენებდით, უმთავრესად, ფერდობებზე კულტივირებულ მცენარეთა რაციონალური გაადგილებისა და ნიადაგის მიზანშეწონილი მოვლის მეთოდს, რომელსაც ჩვენ ნიადაგის ჩა-

მორეცხვასთან ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდი ვუწოდეთ, საინჟინერო-მელიორაციული მეთოდისაგან განსხვავებით ([4], გვ. 18).

მთიანეთის მიწათმოქმედების სისტემაში წამყვანი მდგომარეობა უკავია აკადემიკოს ვ. ვილიამსის მიწათმოქმედების ნათესბალახიან სისტემას. ბალახთნარევი თესლბრუნვაში მოთავსებულია ფერდობზე ჰორიზონტალურ ზოლებად, რომლებიც სათოხნ და არასათოხნ კულტურებთან მორიგეობენ. მრავალწლოვანი ხე-მცენარეების პლანტაციამი მრავალწლოვანი ბალახების (მარცვლოვანთა და პარკოსანთა ნარევის) ზოლები მორიგეობენ ნიადაგის ისეთ ზოლებთან, რომელთა დამუშავება წარმოებს შუა ზაფხულამდე, შემდეგ კი მათზე ითესება სასილერაციო მცენარეები, რომლებიც რჩება ამ ზოლებში ზამთრის განმავლობაში და შემდეგ წელს ჩაიხენება ერთი თვით აღრე ვეგეტაციის დაწყებამდე.

მრავალს მიაჩნია, რომ აკადემიკოს ვ. ვილიამსის ნათესბალახიანი სისტემა დამუშავებულია მხოლოდ მემინდვრობისათვის. მაგრამ ნათესბალახიან სისტემას საფუძვლად უდევს ნიადაგის ნაყოფიერების (სტრუქტურის) აღდგენა (ზოგიერთ შემთხვევაში კი შექმნაც) და დაცვა. ამიტომ ჩვენ ვთვლით, რომ ნათესბალახიანი სისტემა საფუძვლად უნდა დაედგას მემცენარეობის ყველა დარგს (მემინდვრობას, მებოსტნეობას, მეხილეობას და სხვ.), მოცემული კულტურისა და ადგილის პირობების შესაბამისად. ამ და ამის მსგავს სხვა საკითხებს ჩვენ შემდგომ ვაშუქებთ, აქ კი ნიადაგთსაცავ მცენარეებს შევხებით.

ნიადაგთსაცავს ჩვენ ვუწოდებთ ისეთ ბალახებს (ერთწლოვანსა და მრავალწლოვანს), რომლებიც თავისი მიწისზედა ორგანოებისა და ფესვთა სისტემის მდგომარეობის (თვისებრივისა და ოდენობრივის) მეოხებით იცავენ ნიადაგს დეფორმაციისა და ჩამორეცხვისაგან ([4], გვ. 267).

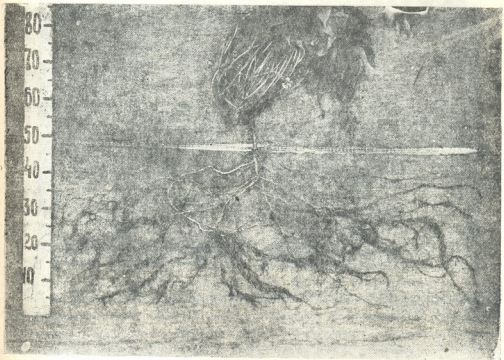
1927 წლიდან სხვადასხვა ნიადაგის პირობებში საქართველოს სუბტროპიკულ რაიონებში ჩვენ გამოვიყენებთ ნიადაგთსაცავ მცენარეთა ას სახეობაზე მეტი, მათ შორის—ბრინჯისებრი ლობიო (*Phaseolus calcaratus* Roxb.) [6].

აზიურ ლობიოთა შორის ბრინჯისებრი ლობიო ყველაზე ძვირფასია როგორც ნიადაგთსაცავი მცენარე. იგი ერთწლოვანი მცენარეა; მისი სავეგეტაციო პერიოდი, ჯიშზე და თესვის დროზე დამოკიდებით, უდრის: ყვავილობამდე—50-90 დღეს, თესლის დამწიფებამდე—90-118 დღეს. გვალვაგამძლეა, გვარობს შედარებით მწირ ნიადაგზე, რომლებზედაც სხვა პარკოსნები ცუდად ან სრულიად ვერ იზრდებიან. ძვირფასია როგორც სამწვანესასუქო და საკვები მცენარე, იძლევა დიდ მწვანე მასას. თესლი მდიდარია პროტეინით და აზოტით. მარცვალი და პარკი გამოიყენება ადამიანის საზრდოდ. ნ. ივანოვის ცნობით, ბრინჯისებრ ლობიოს № 1800-ის მარცვალი მშრალ მდგომარეობაში შეიცავს 12,17% ლიზინს, ამ უკანასკნელის ასეთი დიდი შემცველობა (ლობიოს სხვა სახეობაში ლიზინს შეიცავენ მხოლოდ 4-6%-ის რაოდენობით) დიდ ღირებულებას აძლევს ბრინჯისებრ ლობიოს, რადგანაც ლიზინი წარმოადგენს ამინომჟავას, რომელიც მეტად მნიშვნელოვანია მოზარდი ცხოველების ორგანიზმისათვის.

ბრინჯისებრი ლობიო, იცავს რა ნიადაგს ჩამორეცხვისაგან, ამასთან ერთად იცავს მას წყლის აორთქლებისაგანაც უშუალოდ ნიადაგის ზედაპირიდან—

მოზარდ (მწვანე) მდგომარეობაშიც (მწვანე საფარი) და, მით უმეტეს, გათი-
 ბულ, მშრალ მდგომარეობაში (მკვდარი საფარი). ჩვენს ცდებში ბრინჯისებრი
 ლობიოს ქვეშ ნიადაგი ყოველთვის უფრო ტენიანი იყო, ვიდრე შავი ანეულის
 ღია ზედაპირზე.

ბრინჯისებრი ლობიო, მრავალი სხვა პარკოსნისაგან, მაგალითად: ხანკ-
 კოლასა, ცერცვისა, ძაძისა და სხვათაგან განსხვავებით, ივითარებს წვრილი
 გვერდითი ფესვების დიდ მასას, რომლითაც გამჭვალულია ნიადაგის ნაწილა-
 კები, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის ნაწილაკთა ურთიერთშეკავშირებას; იგი
 კარგად იცავს ნიადაგს არა მარტო ჩამორეცხვისაგან (წყლით ეროზია), არამედ
 გამტეერებისაგანაც (ქარით ეროზია) (სურ. 1).



სურ. 1. ბრინჯისებრი ლობიოს ფესვთა სისტემა
 (ავტორის ფოტოგრაფია).

სუფთა და სქელ ნათესში ბრინჯისებრი ლობიო, ნიადაგის პირობებზე
 დამოკიდებით, იზრდება სიმალით 50—100 სმ-მდე (სურ. 2), ცალკეული
 ტოტების სიგრძე კი 1—2 მეტრამდეც აღწევს; იგი ხასიათდება თესლის დიდი
 მოსავლიანობით — ერთი-ათად, ერთი-თხუთმეტად; ერთი მცენარე იძლევა
 90—94 პარკს. თესლი შედარებით წვრილია: სიგრძით 7—8 მმ, სისქით 4—5 მმ.

ბრინჯისებრი ლობიო თანაბრად კარგად გვარობს ნეიტრალურ, კარბო-
 ნატულ და სუსტმჟავე ნიადაგებზე (ეწრები, წითელმიწები და სხვ.). იგი კარ-

გად იცავს ფერდობებს ჩამორეცხვისაგან (სურ. 3); იღუპება რა ყინვისაგან, იგი ზამთრისათვის იძლევა კარგს მკედარ საფარს, რომელიც გაზაფხულზე შეიძლება ჩაიხნას ნიადაგში და ამრიგად გამოყენებულ იქნეს მწვანე სასუქად.



სურ. 2. ბრინჯისებრი ლობიოს ზრდა მასობრივ ნათესში წითელმიწა ნიადაგზე (ავტორის ფოტოგრაფი).

ნიადაგში ფესვების განვითარების სიღრმე ნიადაგის სიმკვრივეზე და მოკიდებული და 48—100 სმ-ს აღწევს; ქვენიადაგისა ან გამოშვანი გრუნტის სიმკვრივე საზღვარს უდებს სიღრმეში ფესვების შემდგომ ჩაღწევას. ვადარეცხილ წითელმიწებზე ფესვები ნაკლებ სიღრმეზე გავრცელებული (30—45 სმ). პირობითადი მიმართულებით ფესვები სიგრძით 80—200 სმ-მდე ვითარდება. კოქრების რაოდენობა ბრინჯისებრ ლობიოს ფესვებზე სუსტმეყვე ნიადაგთა (ეწრები, წითელმიწები) პირობებში აღწევს 75-მდე, ნეიტრალურ და კარბო-

ნიადაგის ფენის სიღრმე სმ-ობით	ფესვების წონა გ/აშობით		ფესვების პროცენტ შემცველობა	
	წითელმიწაზე	ალფეფურზე	წითელმიწაზე	ალფეფურზე
0—10	1,1	22,0	39	78,9
10—20	1,0	2,7	28	9,7
20—30	0,8	1,7	22	6,2
30—40	0,4	1,6	11	3,7
40—50	—	0,5	—	1,5
საერთო წონა	3,6	27,9	100	100

ნატულ ნიადაგებზე კი გაცილებით მეტს. ერთი მცენარის ფესვთა წონა ჰაერ-მშრალ მდგომარეობაში 3—30 გრამს უდრის. ზემოპოყვანილ ცხრილში ნაჩვენებია ბრინჯისებრი ლობიოს ფესვთა სისტემის სიღრმეში გაადგილების პროცენტი წითელმიწა და ალუვიურ (მდინარის მონატანი) ნიადაგებზე. ფესვები აწონილია ჰაერმშრალ მდგომარეობაში.



სურ. 3. ხეების ფერდობთა დაცვა ჩამორეცხვისაგან ბრინჯისებრი ლობიოს სქლად დათესვით (აგტორის ფოტოგრა.)

ბრინჯისებრი ლობიოს ერთი მცენარის მიწისზედა ნაწილების წონა ჰაერ-მშრალ მდგომარეობაში, ნიადაგის პირობებზე დამოკიდებით, მერყეობს 40-დან 362 გ-მდე. მიწისზედა და მიწისქვეშა ნაწილთა წონითი შეფარდება 21-ს უდრის.

ხშირ ნათესში ბრინჯისებრი ლობიო კარგად ებრძვის სარევეებს, ახშობს მათ.

ბრინჯისებრი ლობიო ტროპიკული მცენარეა და ამიტომ იგი ითესება მხოლოდ მაშინ, როდესაც ნიადაგი საკმარისად გათბება; ტენიან სუბტროპიკებში იგი ითესება არა უადრეს 25 აპრილისა, მშრალ სუბტროპიკებში—გაცილებით უფრო ადრე. რაც უფრო გვიან ტარდება თესვა, მით ნაკლებ მწვანე მასას (5—66 ტონას) და აგრეთვე ნაკლებ თესლს (100—1.600 კგ) ვღებულობთ თითო ჰექტარზე.

ერთი ჰექტარის დასათესად, თესვის წესზე და მცენარეთა შორის მანძილებზე დამოკიდებით, საჭიროა 4-დან 30 კგ-მდე თესლი. თესლის ჩაკეთების სიღრმე ტენიან რაიონებში 3 სმ უღრის, მშრალ რაიონებში—5 სმ.

ბრინჯისებრი ლობიოს ფოთლები და ღეროები ნაზია და წყლიანი, ადვილად იზრუნება ნიადაგში და სტიმულს აძლევს ნიტრიფიკაციის გაძლიერებას. ფოთლები და ღეროები შეიცავენ 2,72%-მდე აზოტს, რაც ჰექტარზე 20 ტონა მწვანე მასის მოსავლის შემთხვევაში იძლევა 86 კგ ადვილად შესათვისებელ აზოტს (მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით). ჩახენის წინ მწვანე მასა უნდა დაწვრილმანდეს მახვილ დისკოებიანი თარცხით, მისი ორჯერად ჯვარედინად გატარებით.

ბრინჯისებრი ლობიო კარგი წინამორბედია სხვადასხვა კულტურისათვის, ხელს უწყობს რა მინდვრის გაწმენდას სარეველებისაგან, კერძოდ შემოდგომა-ზამთრის სიდერატებისათვის, მინდვრისა და ბოსტნის კულტურებისათვის. სათესლედ იგი შეიძლება დაითესოს სიმინდთან ერთად. სხვა ნაკვეთზე მიღებული მასა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ნიადაგის მკვდარი საფარი ნიადაგის ზედაპირიდან წყლის აორთქლების და წვიმების დროს ნიადაგის ზედაპირის ჩამორეცხვის წინააღმდეგ ბრძოლის მიზნით. სიმინდში, სორგოში და სხვა სათონ კულტურებში მათი უკანასკნელი კულტივაციის დროს შეთესილი ბრინჯისებრი ლობიო შეიძლება კარგ სანაწევრალ საძოვრად გამოდგეს სას.სამ. ცხოველთათვის.

შემოდგომაზე ბრინჯისებრი ლობიო, ჰაერის ტემპერატურის შემცირებასთან ერთად, ამცირებს ზრდის ტემპს, +10 C-ის დროს წყვეტს ზრდას, ხოლო —1°C-ზე მთლიანად იყინება და სტოვებს ნიადაგის ზედაპირზე მკვდარ საფარს.

ბრინჯისებრი ლობიო იძლევა საუცხოო თივას, რომელიც თავისი კვებითი ღირებულებით იონჯის თივას არ ჩამოუვარდება.

ლ. პ. ბერიას სახელობის

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 19.11.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Т. К. Кварацхелиа и Т. А. Акулова. Борьба со смывами почв на чайных плантациях. Советские субтропики, № 11, 1935.
2. Т. К. Кварацхелиа. Сельскохозяйственные районы Абхазии. Сухум, 1930, стр. 63—75, 223—228.
3. Т. К. Кварацхелиа. Смыв почвы на чайных плантациях. Тифлис, 1933.
4. Т. К. Кварацхелиа. Чайный куст и сопутствующие ему культуры. Москва, 1934, стр. 11—21, 105—110, 160—162, 252—267.
5. Т. А. Акулова и Т. К. Кварацхелиа. Некоторые свойства поглощающего комплекса и пестрота в развитии насаждений. Сборник „Почвенный поглощающий комплекс и вопросы земледелия“. Москва, 1937, стр. 294—315.
6. ტ. კვარაცხელია. ბრინჯისებრი ლობიო. ჩის მრეწველობისა და სუბტროპიკულ კულტურათა სრულიად საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტის შრომები, № 11, თბილისი, 1938.



ანტომოლოგია

ნ. ბოჩხანიძის

CEROPLASTES JAPONICUS GREEN (HEMIPTERA, COCCOIDEA)—
საპარტიზმოს ციტრუსოვან და სხვა კულტურულ მცენარეთა
მაკვებელი

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ფ. ზაიცივმა 2.8.1948)

1933 წელს იაპონიიდან კ. სოხუმის მიდამოებში შემოიტანეს მცენარეთა პარტია—*Eurya japonica* [2], რომელიც, როგორც ამჟამად გამოირკვა, დასწებოვებული იყო იაპონური ცვილისებრი ცრუფარიანითი—*Ceroplastes japonicus* Green (*Coccidae*-ს ოჯახი). ამჟამად *Ceroplastes japonicus* Green ფართოდაა გავრცელებული სოხუმის რაიონის ტერიტორიაზე და საგრძნობლად ვნებს ციტრუსების ნარგავებსა და ზოგიერთ სხვა კულტურულ მცენარეს და მოსალოდნელია, რომ ის გავრცელდება დასავლეთ კავკასიის მთელ ტერიტორიაზე.

სოხუმის მიდამოებში *Ceroplastes japonicus* Green-ის გაჩენის შემდეგ ის შეცდომით განსაზღვრულ იქნა როგორც *Ceroplastes rusci* (L.) და ამ სახელწოდებით იხსენიებოდა ლიტერატურაში [1, 2]. 1947 წლის ოქტომბერში მე პირველად მივიღე სოხუმიდან ამ მწერის რამდენიმე ეგზემპლარი და ამის გამო შესაძლებლობა მომეცა შემესწავლა ამ სახეობის მორფოლოგიური თავისებურებანი და დამედგინა მისი სწორი მეცნიერული სახელწოდება.

Ceroplastes japonicus პირველად გამოყოფილი იყო გრინის მიერ [5] *Ceroplastes floridensis* var.—*japonicus*-ის სახელწოდებით იმ ეგზემპლარების მიხედვით, რომლებიც მოხვდა ინგლისში იაპონურ ვაშლის ხესთან ერთად. იმის შემდეგ *Ceroplastes floridensis* var. *japonicus* Green არ იხსენიებოდა ლიტერატურაში.

მე შევისწავლე ბრაზილიიდან მიღებული *Ceroplastes floridensis* Comst.-ის ეგზემპლარები და აგრეთვე იაპონიიდან კავკასიაში შემოტანილი მასალა. ამ მასალის გამოკვლევის შედეგები მაძლევს საფუძველს მივიჩნიო იაპონური ცვილისებრი ცრუფარიანი დამოუკიდებელ სახეობად, რომელსაც უნდა ეწოდოს *Ceroplastes japonicus* Green.

კუვანა [6] იძლევა *Ceroplastes floridensis* Comst.-ის აღწერილებით მორფოლოგიურ აღწერას, რომელსაც მრავალი სურათი აქვს დართული. კუვანა დეტალურად ეხება ამ სახეობის ბიოლოგიის იაპონიის პირობებში.

კუვანას აღნიშნულ ნაშრომში მოცემული აღწერა და კარგი სურათები უფლებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ ისინი უნდა მიეკუთვნოს არა *Ceroplastes flo-*

ridensis Comst.-ს, როგორც ამას ფიქრობდა კუეჯანა, არამედ *Ceroplastes japonicus* Green-ს. მაშასადამე, *Ceroplastes floridensis* Kuw., 1923 (და არა Comstoc, 1881) წარმოადგენს *Ceroplastes japonicus* Green-ის სინონიმს. დედამიწის სხვადასხვა ქვეყნის პირობებში *Ceroplastes floridensis* auct.-ის ბიოლოგიის შესახებ მონაცემები და აგრეთვე მისი მორფოლოგიური ნიშანთვისებები მოწმობს, რომ დღემდე ამ სახეობრივი სახელწოდებით იხსენიებოდა ორი სახეობა და, შესაძლებელია, უფრო მეტიც.

Ceroplastes japonicus Green-ს (*Ceroplastes floridensis* Kuwana 1923) იაპონიაში ერთი გენერაცია აქვს წლის განმავლობაში; ზამთრობენ ზრდასრული განაყოფიერებული მდედრები; მდედრები დებენ განაყოფიერებულ კვერცხებს იენისის პირველ ნახეარში; ერთი მდედრი სდებს 90—800 კვერცხს; კვერცხის ჭზა გრძელდება 10—14 დღე; იენისში გამოჩეკილი მატლები სექტემბრის დამდეგს აღწევენ სქესობრივ სიმწიფეს; კოპულაცია ხდება მამრებისა და მდედრების სქესობრივი მომწიფების მიხედვით. მდედრები და მდედრების მატლები ცხოვრობენ ტოტებზე და, გამონაკლისის სახით, გვხვდებიან ფოთლებზეც; მამრების მატლები ფოთლებზე ვითარდებიან.

მე საჭიროდ არ მიმაჩნია წინამდებარე სტატიაში დაწერილებით განვიხილო *Ceroplastes floridensis* Comst.-ის (1881) ბიოლოგია სხვადასხვა ქვეყნის პირობებში, რამდენადაც ეს სახეობა სსრკ-ში არ არის, მაგრამ აღენიშნავ, რომ საფრანგეთის სამხრეთ ნაწილში, ბალაშოვსკის [3] ცნობით, *Ceroplastes floridensis*, აქვს რა წელიწადში ერთი გენერაცია (ისე, როგორც იაპონიაში), ზამთრობს მდედრობითი მატლების მეორე ასაკში; მამრები აქ არ არიან. პალესტინაში, ბოდენჰეიმერის ცნობით [4], *Ceroplastes floridensis* წელიწადში ორ-სამ გენერაციას იძლევა, ხოლო ფლორიდაში სამ გენერაციას.

ბალაშოვსკიმ [3] აღნიშნა მდედრების მატლებისა და იმაგინალური ფაზის ცალკე სტადიების განვითარების სისწრაფის განსხვავება სხვადასხვა ქვეყანაში (იაპონია, პალესტინა, სამხრეთი საფრანგეთი) და ახსნა ეს მოვლენა ხსენებული ქვეყნების კლიმატური პირობების განსხვავებით.

ლიტერატურაში *Ceroplastes floridensis*-ის სახელწოდებით ცნობილ მვენე სახეობათა კომპლექსის მეცნიერული სახელწოდებების დაზუსტებას დიდი მნიშვნელობა აქვს, კერძოდ, კოკციდებთან ბრძოლის ყველაზე უფრო ეფექტური მეთოდის—ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოყენებისათვის. მეცნიერული სახელწოდება უზრუნველყოფს კოკციდების ჩვეულებრივად ძლიერ სპეკიალიზებული პარაზიტების სწორ შერჩევას და, ამგვარად, მათი გამოყენების წარმატებასაც.

აღმოსავლეთ აზიის *Ceroplastes japonicus* Green-ის და ცენტრალური ამერიკის *Ceroplastes floridensis* Comst.-ის გეოგრაფიული გავრცელება, რომელიც ჩამოყალიბდა თანამედროვე ინვაზიების შედეგად, არ არის ნათელი და რევიზიას საჭიროებს.

Ceroplastes japonicus Green მკაფიოდ გამოხატული პოლიფაგია, ის ძლიერ აზიანებს ციტრუსებს, იაპონურ ხურმას, დაფნას და თუთის ხეს; ცნობილია

აგრეთვე მისი გავრცელება კურკოვან და თესლოვან ხეხილზე, სხვა ხეხილზე და დეკორაციულ მცენარეებზეც. კერძოდ, იაპონიაში ის გვხვდება ჩაის ბუჩქზე; ამიტომ *Ceroplastes japonicus* Green ალბათ საშიში უნდა იყოს ამიერკავკასიის ჩაის ბუჩქის პლანტაციებისათვის.

ქვემოთყოფილი სარკვევი ცხრილი საშუალებას იძლევა განვსხვავოთ *Ceroplastes japonicus* Green—*Ceroplastes floridensis* Comst., *Ceroplastes rusci* (L.)-ისაგან და აგრეთვე დასავლეთ კავკასიაში გავრცელებული *Ceroplastes sinensis* Guer.-ისაგან.

- 1 (6). მანძილი სასუნთქის ქაცვების წინა და უკანა ჯგუფს შორის შესამჩნევად ნაკლებია თითოეული ამ ჯგუფის სიგრძეზე, ანდა ეს ორი ჯგუფი შეერთებულია; სასუნთქის ჩაღრმავების ფარგლებში ქაცვები წარმოქმნიან ერთ ან ორ მწკრივს; ამასთან, ერთი ან ორი მსხვილი ქაცვი აორკეცებს ან ასამკეცებს მწკრივს; სასუნთქის ჩაღრმავების გარეთ ქაცვები წარმოქმნიან ერთ გრძელ ოდინარულ მწკრივს; ქაცვები მოგრძო-კონუსისებრია ან კონუსისებრი.
- 2 (5). მანძილი სასუნთქის ქაცვებს შორის ქაცვების სიგრძეზე ნაკლებია; სასუნთქის ჩაღრმავების გარეთ ქაცვები თითქმის თანაბარი ზომისაა; სასუნთქის ჩაღრმავების ფარგლებში 2—5 მსხვილი ქაცვი აორკეცებს მწკრივს; ქაცვები მოგრძო-კონუსისებრია; ზედა ცვილისებრი ფირფიტის ცვილის უჯრედი მეტწილად ფირფიტის ცენტრიდან განზეა გადაწეული.
- 3 (4). სასუნთქის ქაცვების წინა და უკანა ჯგუფი არ არის შეერთებული, მათ შორის ბეწვების რიგია.—სამზრ., ცენტრ. და ჩრდილ. ამერიკა, პალესტინა. ციტრუსების, დაფნის, მირტის, ბაძგის, ოლენდრის და სხვა მცენარეების ტოტებსა და ფოთლებზე *C. floridensis* Comst.
- 4 (3). სასუნთქის ქაცვების წინა და უკანა ჯგუფი შეერთებულია; ზოგიერთ ქაცვებს შორის თითო ბეწვია.—იაპონია; სსრკ; აფხაზეთი. ციტრუსების, დაფნის, იაპონური ხურომის, თუთის ხის, ჩაის ბუჩქის და სხვა მცენარეების ტოტებსა და ფოთლებზე *C. japonicus* Green.
- 5 (2). მანძილი სასუნთქის ქაცვებს შორის, სასუნთქის ჩაღრმავების გარეთ, საგრძნობლად აღემატება ქაცვების სიგრძეს; ქაცვების ზომა მცირდება თითოეული ჯგუფის ორივე ბოლოს მიმართულებით; სასუნთქის ჩაღრმავების ფარგლებში ქაცვები წარმოქმნიან ორ მოკლე მწკრივს, ერთი ან ორი ქაცვი ასამკეცებს მწკრივებს; ქაცვები კონუსისებრი მოყვანილობისაა; ზედა ცვილისებრი ფირფიტის ცვილის უჯრედი ამ ფირფიტის ცენტრშია.—სამზრ.-დასავლ. ევროპა, ჩრდილ. აფრიკა, პალესტინა, სირია, ტრანსიორდანიი, იაპონია, ავსტრალია, სამზრ. აფრიკა, ბრიტ. გვიანა, არგენტინა. ლელვის, ოლენდრის და სხვა მცენარეთა ტოტებსა და ფოთლებზე *C. rusci* (L.).
- 6 (1). მანძილი სასუნთქის ქაცვების წინა და უკანა ჯგუფს შორის შესამჩნევად აღემატება თითოეული ამ ჯგუფის სიგრძეს; სასუნთქის ჩაღრმავების ფარგლებში ქაცვები წარმოქმნიან 3—4 არასწორი მწკრივისაგან შემდგარ ზოლს; სასუნთქის ჩაღრმავების გარეთ ქაცვების მწკრივი მოკლეა,

ნაწილობრივ ორმაგი; ქაცვები მსხვილია და წვეროვითა მომრგვალებული.—სამზრ.-დასავლ. ევროპა, ჩრდ. აფრიკა, ოსმალეთი; სსრკ.—დასავლ. კავკასია. ციტრუსების, იაპონური ხურმის, ბროწეულის და სხვა მცენარეთა ტოტემზე და უფრო იშვიათად—ფოთლებზე . . . *C. sinensis* Guer.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოლოლოვის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვლიდა 2.8.1948)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. С. Борхсениус. Определитель кокцид (Coccidae), вредных культурным растениям и лесу в СССР. Ленинград, 1937, стр. 79.
2. А. А. Гогиберидзе. Кокциды влажных субтропиков Грузинской ССР. Сухуми, 1938, стр. 31—33.
3. A. Balachowsky. Sur la biologie de *Ceroplastes floridensis* Comst. et sur la répartition géographique des Céropiastes dans la région paléarctique (Hem. Coccidae). Travaux V. Congrès International d'Entomologia. Paris, 1933, p. 79—87.
4. F. S. Bodenheimer. The Florida wax-scale (*Ceroplastes floridensis* Comst.) in Palestine. The Iewicheh Agency for Palestine. Agricultural Experiment Station, Bulletin 17, 1935, p. 1—30.
5. E. E. Green. Observations on british Coccidae, with descriptions of new species, VII The Entomologist's Monthly Magazine, vol. LVII, № 690, p. 258.
6. I. Kuwana. Descriptions and biology of new or little-known Coccids from Japan Department of Agriculture and Commerce Imperial Plant Quarantine Station, Bulletin № 3, Yokohama, 1923, p. 34—42.



შენათმეცნიერება

სერაგი შინიძე

რ ფონემა მხარულ-მანუხში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა გ. ახვლედიანმა 11.2.1949)

ჯერ კიდევ ნ. მარმა და ი. ყიფშიძემ მიაქციეს ყურადღება ქანურ-ში რ-ს გაუჩინარების შემთხვევებს და ამის გამო მათ რ ზოგჯერ კუთხოვინ ნახევარკავებში (რ¹) აქვთ ჩასმული. ამ ფაქტზე განსაკუთრებით გაამახვილა ყურადღება არნ. ჩიქობავამ მის მიერ ჩაწერილ ტექსტებსა და სპეციალურ გამოკვლევაში. ის წერს: „პირველ ყოვლისა აღსანიშნავია რ-ს დისუსტება-დაკარგვა; ეს ხდება ხმოვნებს შორის და ს თანხმოვნის წინ; პროცესი გავრცელებულია ხოფურში და ვიწურ-არქაბულში, ამ უკანასკნელიდან უპირატესად არქაბულში; მოვლენის გავრცელების კერას ხოფური უნდა წარმოადგენდეს. ყველაზე ხშირია ქალებისა და ბავშვების მეტყველებაში“. შემდგომ ის დაწერილებით აღწერს ამ ფაქტს. „ზოგჯერ აღნიშვნა ქირს, ისეთია გარდამავალი მდგომარეობა: არც რ-ა, მაგრამ სულ არაფერი, მაინც არ ითქმის; „ქანური ტექსტების“ I ნაკვეთში ასეთ შემთხვევაში ფრჩხილებში ჩასმული რ-ს ხმარება გვინდოდა, მაგრამ შემთხვევათა სიმრავლის გამო ეს არ მოხერხდა, ამიტომ მეტწილ შემთხვევაში რ დავტოვეთ, თუკი მისი არსებობა ოდნავ მაინც იგრძნობოდა; რ-ს ხმარებაში მამაკაცების მეტყველებაში ერთგვარ რყევას აქვს ადგილი: ერთი და იგივე პირი ხან ხმარობს მას, ხან—არა; თუ თავის ლაპარაკს თვალყურს ადევნებს, ცდილობს იხმაროს; სარფელ ალი აბდულ-ოღლისაგან ჩემ მიერ ჩაწერილი ტექსტები საუკეთესო მაჩვენებელია იმისა, რომ შეგნებული ცდაც,—ალი აბდულ-ოღლი ცდილობდა რ არ დაეჩრდილა გამოთქმისას,—სათანადო შედეგს არ იძლევა, რ-ს დასუსტების პროცესი ძლიერ არის გამოხატული.

ალი აბდულ-ოღლის თქმით ჩაწერილს პატარა ამბავში „ხოჯა ადნაშა იდუ“¹² თხუთმეტობდ სიტყვაში გვაქვს რ ხმოვნებს შორის, რ ყველგან არის დაცული, მაგრამ ამბავში „ხოჯაქ ქონავნუ“¹³ ხმოვნებს შორის რ-ს შენახვის 22 შემთხვევაზე მოდის რ-ს დაკარგვის 16 შემთხვევა: რ-ს დაკარგვის მთქმელი შეგნებულად გაუბოდა, მაგრამ მოზრდილი ამბის თხრობისას უფრო ძნელი აღმოჩნდა ამ ფონეტიკური მომენტისათვის თვალყურის დევნება და ურავო ფორმებიც მოხშირდა“ [1].

არნ. ჩიქობავას ეს დაკვირვება და ჩატარებული ენობრივი ექსპერიმენტის სავეებით სწორად ასახავს საქმის ვითარებას და ამიტომ მოვიყვანეთ ის აქ მთლიანად.

პირველ ყოვლისა უნდა აღვნიშნოთ, რომ ეს მოვლენა სცილდება ქანურის დიალექტობრივ წრეს: იგი უთუოდ ზოგადფონეტიკური ხასიათისაა.

ქანურში ფონემა რ-ს ბუნებისა და მასთან დაკავშირებული ფონეტიკური საკითხების გარკვევისათვის საჭიროა პასუხი იქნეს გაცემული შემდეგ კითხვებზე: ა) მართლა აქვს თუ არა ამ შემთხვევაში ადგილი რ-ს დასუსტება-დაცარგვას; ბ) რ-ს გაუჩინარება ხდება მხოლოდ ხმოვნებს შორის და ხ თანხმოვნის წინ, თუ სხვა პოზიციებშიც; გ) ყოველთვის იკარგვის თუ არა რ; თუ არ იკარგვის, რა პოზიციაში ინარჩუნებს მას ქანური?

არნ. ჩიქობავას საკმაო რაოდენობის მაგალითების მოყვანით დადგენილი აქვს, რომ ქანურში რ იკარგვის ხმოვნებს შორის და ხ თანხმოვნის წინ. მაგ., რომ ავიღოთ ასეთი ფრაზები: „აქ გუი ენ; ჯიგეი ქუი ენ...“ („აქ გული არის, ფილტვი ორი არის“ [2], გვ. 159,35). ამ ექსპსიტყვიან ორ ფრაზაში ზღოთ სიტყვაში რ უნდა იყოს, მაგრამ წარმოთქმაში არ ისმის. უნდა ყოფილიყო: აქ გური რენ; ჯიგერი ქური რენ...

ასეთ შემთხვევებში მეგრულში რ საკმაოდ მტკიცეა და წარმოთქმაში რაიმე რყევას ადგილი არა აქვს (შდრ. მეგრ. გური, რე, ყირი და ა. შ.).

ქანურში რ-ს სხვადასხვა პოზიციაში სპეციალურმა შესწავლამ იმ დასკვნამდის მიგვიყვანა, რომ ქანურში რ-ს გაუჩინარება დასტურდება არა მარტო ხმოვნებს შუა და თანხმოვან ხ-ს წინ, არამედ სხვა სპირანტ თანხმოვანთა წინაც. ასე, მაგ., ხშირია შემთხვევა რ-ს გაუჩინარებისა ლ, ხ, ფ სპირანტებთან.

ერთსა და იმავე დროს არსებობს ასეთი პარალელური ფორმები: ოღარ-ღალუს ქოგაოქუ („ლაპარაკი დაიწყო“, [2] გვ. 66, 13), იქვე: ოღალ-ღალუს ქოგაოქუ (66,1).

ბუღულუი („მსხვილად დაფქული სიმინდი, ღვრილილი“). ეს ფორმა მომდინარეობს ბუღულული საგან; დაღალიტა (<ღარღალიტა „ჯირკვლების ავადმყოფობაა, უფრო ხშირად ყელში“); წიღუ (<წირღუ „საქონლის მუცელზე გაზრდილი სოკო, ხორცმეტი“). ოღიღინუ (<ოღირღინუ „ძაღლის ღრენა“); ღოღანი (<ღორღანი თურქ. „საბანი“); ოხიხინუს ქოგაოქეს („ხირხილი დაიწყეს“). პარალელურად დასტურდება: ოხი რხინუს ქოგაოქეს, [2] გვ. 157,16; მახვა (<მარხვა „ნაყერცხალი“ (შდრ. ნ. მარი: მარხვა); კეფი (<კერფი „კანაფი“); კაფი (<კარფი ბერძ. „ლურსმანი“); სუფა (<სუფრა, იქვე: 65,32, იქვე: სუფრა 65,33) და სხვ.

ამასთან ერთად გამოირკვა, რომ უკანაენისმიერთა (გქქ), წინაენისმიერთა (ღოტ, ძეწ, ჯჩქ) და ბაგისმიერ (ბფპმ) ხმულთა წინ ქანურში რ საკმაოდ მტკიცედ არის დაცული. ამ პოზიციებში რ არ უჩინარდება. მაგ.: ბურიგოლი („მუხლი“, [2] გვ. 159,34); ბერგი („თოხი“); დერგულა („ქოთანი“, იქვე: 129,22); არგუნი („ნაჯახი“, იქვე: 129,16); სარგანა („მოგროძო თევზია“, იქვე: 150,1); ქურქი („ქურქი“, [1] გვ. 45,30). ქურქუტეფე („ნაგულები“, [2] გვ. 136,10); თურქიში („თურქის“ იქვე: 116,2); ფორკა („ქალის ტანსაცმელი“, იქვე: 151,2); პარკი („სიმინდის ტარო“, იქვე: 136,17); კარკალა („მწარე კვახი“, იქვე: 135,15); კარდალა („კარდალი“, იქვე: 141,13); კორდი („ბელტი“, იქვე: 136,27); დერდი („ღარდი“); გვერდი („ნახევარი“). ამ სიტყვაში ზოგჯერ დ-ს გაუჩინარება ხდება, მაგრამ რ წარმოთქმაში შენარჩუნებულია მიუხედავად იმი-

სა, რომ იგი ორ ხმოვანს შუა რჩება. მაგ.: არ წანა დო გვერი („ერთ წელ-
ნახევარი“, [1], გვ. 27,32); არ დო გვერი წანა („ერთ-ნახევარი წელი“, [3] გვ.
73,27); ქორტუ („იყო“, [2] გვ. 158,1); ქარტალი („წერილი“ იქვე:
161,24); ხორცი („ხორცი“ იქვე: 141,7); ბერწეული („ბროწეული“, [1] გვ.
52,9); მერწი („ყუნწი, ღერწი“); თხორჯა („ქალი, დიასახლისი“, [2] გვ.
160,2); ხარჯი („ხარჯი“, იქვე: 146,5); ფორჩა („პერანგი“, იქვე: 150,
19); ქაურქა („ქინქრაქა“, იქვე: 154,3); ბურბალი („ბორბალი“, იქვე:
149,11); ჩარბი („ტუჩი“, იქვე, I, 159,27); ქორბა („მუცელი“, იქვე: I, 142,
26). შერბეთი („შარბათი, იქვე: 143,25); სარფიშა („სარფისკენ“, იქვე:
146,1); თერმონი („ბექმეზით გაკეთებული ფელამუში“, იქვე: 159,10),
ხურმა („ხურმა“, იქვე: 158,16); ღორმა („ხერელი“, იქვე: 159,25) და
სხვ.

ამასთან დაკავშირებით საყურადღებოა ასეთი ფაქტებიც: ქანური კიბი-
რი („კბილი“), ფუქირი („ყვავილი“) ხშირად წარმოდგენილია: კიბიი და
ფუქიი სახით, მაგრამ იმ შემთხვევაში, როდესაც გადასმა არის მომხდარი,
რ მტკიცდება დატული ბ-სა და ქ-ს წინ, მაგ.: კირბი ([1], გვ. 106,32), ფურ-
ქი (იქვე: 92,34) (შდრ. მეგრ. ორქო < ოქრო).

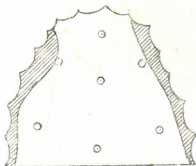
უკანაენისმიერ და წინაენისმიერ ხშულთა წინ ქანურში რ დატულია.
ასეა ეს საერთოდ ქართველურ ენებში. კიდევ მეტი შეიძლება ითქვას: ქარ-
თველურ ენებში საერთოდ, და კერძოდ ქანურში, არის შემთხვევები, როდესაც
ხშულ თანხმოვანთა წინ რ განვითარებულია. მაგ.: ქართ. (დიალექტ.) არდ-
გილი (ადგილი), სვან. (უშგ.) არგითე (< აგითე „სასლში“), მარწეენ (მა-
წონი), სენ. (ჩბხ.) საკჷრცხ („საკაცე, ჯალამბერი“), ქართ. (დიალ.) არტა-
ქა (< რუს. атаж) და სხვ.

მეგრ.-ქან. მარქვალე („ვერცხი“) მომდინარეობს ფორმისაგან: მაქ-
ვალე. რ ფონეტიკური დანართია (არნ. ჩიქობავა), შდრ. მეგრ. კირქა (ქი-
ქა). ქან.: „დიდო ფარა-თი მორგაპტუ“—ბევრ ფულსაც იგებდა ([2] გვ.
111,10). მორგაპტუ მომდინარეობს ფორმისაგან: მოგაფტუ; რ აქაც გან-
ვითარებულია. ქან. ქარტო (< ქატო, იქვე: 136, 15) და სხვა.

სართული რ-ს ბუნება რომ ზუსტად გამოგვეჩვენა, ამისათვის ჩავატარეთ
მისი პალატოგრამული მეთოდით შესწავლა. პალატოგრამულმა მონაცემებმა
გვიჩვენა, რომ სართული რ-ს წარმოთქმისას ენის წვერის ვიბრაცია არ ხდება.
ენის წვერი დუნე მდგომარეობაშია. იგი არ არის მოხრილი და ნუნებისაკენ
მიმართული, ისე როგორც ამას ადგილი უნდა ჰქონდეს ნორმალური რ წარ-
მოთქმისას. ამიტომ სართული რ-ს პალატოგრამული სურათი მეტად თავისე-
ბურია და შესამჩნევად განსხვავდება იგი სხვა ენათა რ-ს პალატოგრამული-
საგან.

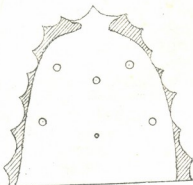
სართული რ-ს წარმოთქმისას (ფიგ. 1) ენის გვერდითი კიდეები მაგარ
სასაზე შეხების ძალზე ვიწრო ზოლს ტოვებს. ენის შეხების ზოლი უფრო ფარ-
თოა მაგარი სასის წინა ნაწილში, ეშვებისა და მცირე ძირითადი კბილების
არეში. ენის წინა ნაწილის ზურგი იწვევს ზევით და ენის გვერდითი კიდეების
შეხება მაგარ სასაზე იწყება საპრელი ლატერალური კბილების არეში, ოდნავ

ფართოვდება მცირე ძირითადი კბილების არეში და შემდგომ შეხების ზოლი-
 ისევ ვიწროვდება მაგარი სასის ბოლომდის. ამის მიხედვით სარფული რ აკად-
 ლ. შჩერბას მიერ აღწერილ ჩქამიერ, ე. ი. შ-სებურ რ-ს უფრო მიაგავს [4].



ფიგ. 1.

გამოირკვა, რომ ამ სახის რ არ ახასიათებს არც მეგრულს და არც სხვა
 ქართველურ ენას. ასე მაგ., სარფული რ-ს პალატოგრაფიისაგან საგრძნობლად
 განსხვავდება მეგრული ენის ბანძური თქმის რ-ს პალატოგრაფიული სურათი
 (ფიგ. 2).



ფიგ. 2

მეგრული რ-ს წარმოთქმისას ენის წვერის ვიბრაცია ნათლად ჩანს და
 ამის გამო მაგარი სასის წინა ნაწილში, ნუნების არეში, ენის შეხების კვალი
 აღბეჭდილია. ამ შემთხვევაში მეგრული რ-ს პალატოგრაფიული სურათი უფრო
 მიაგავს ს. ერშოვისა და ვ. ბოგოროდიცკის რუსული პ-ს პალატო-
 გრაფიას, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ რუსული პ უფრო ალვეოლებთან იწარ-
 მოება, ვიდრე ნუნებთან. ამიტომ მეგრული რ-ს წარმოთქმისას არტიკულა-
 ცია უფრო წინაა, ვიდრე რუსული პ-ს წარმოთქმისას.

მეგრულში ჩვენი ყურადღება განსაკუთრებით მიიპყრო იმ ფაქტმა, რომ
 ხ-ს წინ ლ ხშირად რ-დ იქცევა. მაგ.: ჩილი („ცოლი“), მაგრამ ჩირს.

(„ცოლს“). ქობალი („პური“), მაგრამ ქობარს („პურს“) და მისთ¹.

ქანური რ რამდენიმედ ინგლისურ r-ს მოგვაგონებს. როგორც ცნობილია, ინგლისური r არავიბრანტი ბგერაა, ენის წვერის ვიბრაცია აო ხდება. ინგლისური r-ს წარმოთქმისას ენის წვერსა და ალვეოლებს შორის და ენის უკანა ნაწილსა და რბილ სასას შორის საკმაოდ ფართო არე აქვს ჰაერს გასასვლელი. ამიტომ, რომ ინგლისურში ხმოვნის შემდეგ r მას ერწყმის, r-ს ვოკალიზაცია მოსდის [5].

როგორც ზემოთ ვნახეთ, სარფული რ-ს პალატოგრამული მონაცემებიც ასეთია. ამიტომ, ჩვენი აზრით, ბუნებრივი იქნება ქანურში რ-ს დასუსტება-დაკარგვის შესახებ კი არ ვილაპარაკოთ, არამედ მის ვოკალიზაციაზე. რ-ს გაუჩინარება ქანურში ხმოვანსა და ხმოვანს შორის, ან ხმოვანსა და სპირანტს შორის შედეგია ე. წ. ასიმილაციური ტენდენციისა. რ-ს დუნე არტიკულაცია ქანურში შეერწყმება წინა და მომდევნო ხმოვნის ან კიდევ წინა ხმოვნისა და მომდევნო სპირანტის არტიკულაციას. ამიტომ, რომ იგი წარმოთქმაში დამრღილულიც გვეჩვენება. ნამდვილად კი ენობრივს ფსიქოლოგიაში იგი არსებობს პოტენციალურად. ეს რომ ასეა, ამაზე მიუთითებს ის, რომ თუ მთქმელს ჩვენ გავამეორებინებთ, მაშინ იგი მას გააცნობიერებს და უთუოდ წარმოთქვამს. დღეს ქანურში არსებული პარალელური ფორმები ამის დამადასტურებელია.

ამ შემთხვევაში რომ ვარკვეულ ენობრივ რეფლექსთან გვაქვს საქმე, ეს იქიდანაც ჩანს, რომ რ-ს ხმოვნებს შორის გაუჩინარებისას ხმოვანთა ცვლილება არ ხდება, რაც ასე დამახასიათებელია ქანურისათვის ანალოგიურ შემთხვევებში.

აღსანიშნავია ისიც, რომ ქანურში რ-სთან თავისებური ასიმილაციური და დისიმილაციური პროცესებია დაკავშირებული.

А. ასიმილაცია

ქანურში ხშირია შემთხვევა, როდესაც ნ ენაცვლება რ-ს. ნ. მარმა ფორმებში: ანდლა (<არდლა), ჟუნდლა (<ჟურდლა), ვინდლა (<ვითდლა) და მისთანებში ნ მიიჩნია განვითარებულად უ და ი ხმოვნების შემდეგ მომდევნოდ-ს წინ [6].

ი. ყიფ ფ მ ძ ე მ თავის ნაშრომში „დამატებითი ცნობები ქანური ენის შესახებ“ გამოთქვა აზრი: ზომ არ აჯობებდა ეს მოვლენა აგვეხსნა ნ. მარის ავე მოწოდებული მოსაზრებით, რომ ამ შემთხვევაში ნ-ს ჩართვას კი არ აქვს ადგილი, არამედ იგი ენაცვლება, ბგერათა მონაცვლეობის კანონის თანახმად, ძირითად რ-ს. ასეთი მონაცვლეობა გამოწვეულია მხოლოდ და მხოლოდ მომდევნო დ-თი, რომელმაც ხელი შეუწყო, რეგრესული ასიმილაციის კანონით რომ შეეცვლა წინამავალი რ ცხვირისმიერ ნ-დ [7]. ამის მიხედვით უნდა ვივარაუდოთ, რომ რ პლუს წინაენისმიერი ხშული, რეგრესული ასიმილაციის კანონით, გვაძლევს

¹ სარფში ჩვენი ყურადღება მიიპყრო ერთმა ასეთმა ფაქტმა: სარფული ქალები ქათმებს ისე კი არ უხმობენ, როგორც დასავლეთ საქართველოში იციან „რ-რ-რ-რ“-ით, არამედ ბაგების ფრუტუნით, ისე როგორც ცხენს უხმობენ დასავლეთში.

ნ კლუს წინაინისმიერ ხშულს (შდრ. ანდლა < არდლა; ეუნდლა < ეურდლა და-
ა. შ.). იმ წესის საილუსტრაციო მასალა განსაკუთრებით ხელშესახებია კანურში
და სვანურში.

მაგ. კან. ბუნდლა („ბურტყლი“) მიღებულია რეგრესული ასიმილაცი-
ით ბურდლა+საგან (შდრ. მეგრ. ბურდლა, ქართ. (დიალ.); ბურდლა); კან.
ფენწე || ფენწო, მეგრ. ფერწო („ლოკოკინა“) (შდრ. მეგრ. გინძე || გირძე).
ამასთან დაკავშირებით საყურადღებოა რ-ს ნ-სთან ასიმილაციის ასეთი
ფაქტი: იბინან < იბირან: „ბერეფექ იბინან“ — ბავშვები მღერიან ([2],
გვ. 125,8).

სვანურში დასტურდება ასეთი პარალელური ფორმები: ლზმ. ლიქო-
რტე || ლიქონტე ‘მრუდება, ღუნვა’; ლზმ. ლიცგარცხენი, ლზმ. ლიცგნ-
ცხენი ‘ხმაური რაიმეს დამკავებისას, ცუცხუნი’.

ლზმ., ჩზხ. ლენწყვი, ლზმ. ლეურწყული ‘გასაბილწებელი’.

ბქე. კინტილ, ლზმ. კირტკირტნლ ‘ნაფლეთი, ნაგლეჯი, ნაკუსი’.

ლზმ. გვანჯალ, გურ. გვარჯალია/ე ‘მოზრდილი, ზორბა’; სენ.

ფანჩხ, მეგრ.-ქან. ფერჩხი, ქართ. (დიალ.). ფარჩხი ‘წერილი შეშა’
და სხვ.

B. დისიმილაცია

კანურის არქაბულსა, ვიწურსა და ათინურს კილოკავებში ერთ ფუძეში
ორი რ ჩვეულებრივ წარმოითქმის უდისიმილაციოდ. ამ ფაქტზე ჩვენ მივუთი-
თებდით ჯერ კიდევ ჩვენი „კანური ტექსტების“ შესავალში. კერძოდ, არქა-
ბულში იშვიათად განიცდიან დისიმილაციას სადაიურობის აღმნიშვნელი სუფიქ-
სები: -არ-, -ურ- (=ქართ. -ელ-, -ულ-) და მიმღობის -ერ- სუფიქსი ისეთ
სიტყვებში, რომლებსაც ფუძეში რ გააჩნიათ. მაგ.: ორქარი ‘ორქელი’ (სოფ.
ორქე), არქაბური ‘არქაბელი’, ქარმათური ‘ქარმათელი’ [8].

ი. ყიფშიძისა და არნ. ჩიქობავას ვიწურ-არქაბულსა და ათინურს ტექს-
ტებში ანალოგიური ფაქტები უხვად დასტურდება, თუმცა ძალიან იშვია-
თად გვხვდება დისიმილაციანი ფორმებიც. სანიმუშოდ დავასახელებთ რამდენიმე
მაგალითს: „თეფი ეყნდი სურური (ვიწური) ([3] გვ. 55,14); „ნუს-
ტაჟა კალაჟატ-ოლლი, მანასტერური“ (იქვე, 61, 9); „მესუდ ფედლივან-
ოლლი, ღაერორო“ (იქვე, 68,26); მორდერი ‘მოზრდილი’ (იქვე, 76,25)
ონჯლორდარი ‘სირცხვილიანი’ (იქვე, 47,1); დერდვარ-დერდვარ
‘დარდიან-დარდიანი’ (იქვე, 91,22); დიცხირარი ‘სისხლიანი’ (იქვე,
76,23); ოხრასკირი ‘ცოლისძმა, მზლი’ ([1], გვ. 110,33); ოხრასურე
ცოლისდა, მული (იქვე, 111,2, შდრ. იქვე, ოხრასულე 102,6); ბრი-
წერი ‘დახული’ (იქვე, 100,20); მევიხირარე ‘მოვიპარავ’ (იქვე, 96,2);
ბძირარე ‘ენახავ’ (იქვე, 96,1); ღურერი ‘მკვდარი’ (იქვე, 87,22); ბლუ-
რარე ‘მოგვდები’ (იქვე, 87,10); კორერი ‘შეხვეული, შეკრული’ (იქვე, 83,27);
მცორარე ‘გავერი’ (იქვე, 26,25) და სხვა მისთ.



აღსანიშნავია, რომ ამ დიალექტებში ნასესხები თურქული სიტყვები: თექარ („კვლავ“), ბარაბერ („ერთად“) და მისთ. დისიმილაციას არ განიცდიან.

ამისაგან განსხვავებულია ის დისიმილაციური ტენდენცია, რომელიც ახასიათებს ხოფურ კილოკავს საერთოდ და კერძოდ სარფულ თქმას. სარფული ფუძეში შეხვედრილ ორ რ-ს ვერ იტანს და ერთ მათგანს უთუოდ ლ-დ აქცევს. ასე მაგ., ზემოთ დასახელებული ოხრასულე სარფულში პროგრესული დისიმილაციით წარმოდგენილია ოხრასულე ფორმით ([2], გვ. 160,7). ჩვენ მიერ შეკრებილ სარფულ ტექსტებში პარალელურად ამ ფორმისა დადასტურებულია: ოხრასულე. ამ შემთხვევაში დისიმილაციის შემდეგ რ-ს ვოკალიზაცია მოსვლია. ასეთი ფონეტიკური ცვლემბადობის გზითაა მიღებული შემდეგი სარფული სიტყვები: მეჭკიელი („გაქრილი“); იგი მომდინარეობს ფორმისაგან: მეჭკირერი. ჯერ პროგრესული დისიმილაციით უნდა მიგვეღო: მეჭკირელი, შემდეგ რ-ს ვოკალიზაციით—მეჭკიელი. გოკიელი („შეხვეული“) მიღებულია თორმისაგან გოკირერი. პროგრესული დისიმილაციით: გოკირელი, შემდგომი ვოკალიზაციით: გოკიელი.

თხიამული („თხილამური“) მიღებულია ფორმისაგან: თხირამური (შდრ. ჰან. თხირი) პრიჯრესული დისიმილაციით: თხირამული, შემდგომ რ-ს ვოკალიზაციით: თხიამული.

ასევე ფორმა: უგაელი („უჭმელი“, [2], გვ. 27,10) მომდინარეობს ფორმისაგან უგარერი > უგარელი > უგაელი.

მგაინელი („ბტირებული“, [1], გვ. 10,5). ეს ფორმაც ამ გზითაა მიღებული: მგარინერი > მგარინელი > მგაინელი (შდრ. იქვე: მგარინელი, 10,11; სარფული: მგაინელი).

ნასთან დაკავშირებით საყურადღებოა მორდელი ფორმა ([2] გვ. 109,16), რომელიც მიღებულია პროგრესული დისიმილაციით მორდერი¹საგან, მაგრამ სარფულში დისიმილაციის შემდგომ რ-ს ვოკალიზაცია არ წარმოშობილა, რადგან იგი დ ბშულის წინ არის მოქცეული (იხ. ზევით): მორდელის ნაცვლად მორდელის არ წარმოთქვამენ.

განხილული მაგალითების მიხედვით ერთი მეტად საყურადღებო დასკვნა შეიძლება გაეკეთოს: სარფულში დისიმილაციური პროცესი წინ უსწრებს რ-ს ვოკალიზაციის პროცესს. დისიმილაცია უფრო ძველი მოვლენაა სარფულში, რ-ს ვოკალიზაცია კი უფრო გვიანდელი.

საფიქრებელია, რომ სიტყვებში ხრაკეი (<ხრაკერი „მოხრაკული“), მშქირონეი (<მშქირონერი „მშიერი“), მონდრიკეი (<მონდრიკერი „მოდუნული, მოკაკული“), მგაინეი (<მგარინერი „მტირალი“) და მისთანებში რ-ს ვოკალიზაციას ხელი შეუწყო დისიმილაციურმა პროცესმა.

სარფული რ-ს პალატოგრამულ შესწავლასა და რ-სთან დაკავშირებული ასიმილაციური, დისიმილაციური და ვოკალიზაციური პროცესების გათვალისწინებას იმ დასკვნამდის მივყავართ, რომ სარფული რ საგრძნობლად პალატალიზებული თანხმოვანია. ამაზე მიუთითებს რ-ს იოტად გარდაქცევის ხშირი შემთხვევები და რ-ს პალატოგრამული სურათიც.

რაც შეეხება რ-ს ფონოლოგიას, იგი შედარებით ახალი ფონეტიკური მოვლენაა ქანურში. კერძოდ, სარფულში იგი ამჟამადაც მოქმედი პროცესია.

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

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 11.2.1949)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. არნ. ჩიქობავა. ქანურის გრამატიკული ანალიზი, თბილისი, 1936 წ., გვ. 21—22.
2. არნ. ჩიქობავა. ქანური ტექსტები, თბილისი, 1929 წ.
3. ი. ყიფშიძე. ქანური ტექსტები, თბილისი, 1939 წ.
4. Л. В. Шерб а. Фонетика французского языка. Ленинград, 1939, стр. 71.
5. O. Jespersen. Lehrbuch der Phonetik, Leipzig, 1932, S. 41, 250.
6. Н. Я. Марр. Грамматика чанского (лазского) языка. С.-Петб., 1910, стр. 20.
7. И. Кишидзе. Дополнительные сведения о чанском языке, С.-Петб. 1911, стр. 2.
8. სერგი ჯღენტო. ქანური ტექსტები. არქაბული კილოკავი. თბილისი, 1938 წ., გვ. XIV.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე პროფ. დ. დოლიძე

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, აკ. წერეთლის ქ. № 7
 Типография Академии наук Грузинской ССР, ул. Ак. Перетели, № 7

ბელოწერილია უკ. ფორმა 27.4.49
 ანაწყოლის ზომა 7×11

შეგვ. 217

უგ 02458

საბეჭდო ფორმათა რაოდ. 4
 საავეტორო ფორმათა რაოდ. 5,2 ფორმა
 ტირაჟი 1500

72/135



ფაზი 5 მან.

და მტკიცებულება

საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

დაზუსტება „საბარტეველის სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მეზაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც 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 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ზველა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საკიროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღინიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციის შემოსულის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიხის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

კლავტინის მიხაგარტი: თბილისი, ძეგლისძის ქ., 8.