

258/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მ თ ა მ ბ ე

ტომი XXI, № 5

ქიმიური, ქართული განმეორება

1958

ნ მ ა მ ბ ე რ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი



მათემატიკა

- 1. ნ. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), წითელი შეფლების ერთი დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ღია კონტურების შემთხვევაში . . . . . 513
- 2. ა. ხვალესი. მიმდევრობითი მინალობების მეთოდი ერთი ინტეგრალური განტოლებისათვის უძრავი განსაკუთრებულებით . . . . . 519

ბიოფიზიკა

- 3. ნ. კაციაშვილი. H-ის S<sub>g</sub>-გარეაცობების ტიპების ერთნაირი ცვალებადობის ხონის განსაზღვრის საკითხისათვის . . . . . 523

ჭიმიბა

- 4. ე. ვანაძე და ე. ნანობაშვილი. ინდიუმის გოგირდოვანი შენაერთების წარმოქმნის შესახებ . . . . . 531

ჭიმიური ტექნოლოგია

- 5. კ. ქუთათელაძე და ი. ჩხიკვაძე. საქართველოს სერპენტინიტების გამოყენება ლლობილი მაგნეზიური ფოსფატის სასუქის მისაღებად . . . . . 539

მინერალოგია

- 6. ხ. ოთხმეზური. ამთხელის ტყვია-თუთის მადნეული ველის მინერალოგიისათვის . . . . . 543

ტექნიკა

- 7. თ. ცომაია. კომბინ KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის . . . . . 549
- 8. ა. ბანეთიშვილი. პოლიგონამეტრია ჰიდროტექნიკურ გვირაბებში . . . . . 555

სამშენებლო სამსმე

- 9. ვ. ჭიპაშვილი. საცხოვრებელი შენობების მზიდი კედლების აგების კვლევისა და ტექნიკურ-ეკონომიკური ანალიზის მეთოდიკა . . . . . 561

ბოტანიკა

- 10. ა. შტრომბერგი. კამბიუმი და მეორადი ზრდა ჩვეულებრივი კვიდოს ფოთლის გამტარ სისტემაში . . . . . 569

ნიდაბმცოდნეობა

- 11. ვ. ლატარია. ნახშირორთქანის ცვალებადობა ნიდაბურ ჰაერში ნათესბალახიანი თესლბრუნვის პირობებში . . . . . 575

ზოოლოგია

- 12. დ. ლოგვინოვიჩი. აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის ბიოლოგიის შესწავლისათვის . . . . . 583
- 13. დ. კობახიძე. მღვიმის წურბელას (*Hirudinea, herpabdellidae*) ახალი ქვესახეობა საქართველოდან . . . . . 591

ფიზიოლოგია

- 14. გ. ბეჭია. გავრცელებადი აგნების კანონი ტეტანურ და ტონურ ნერვოტორულ ერთეულნებში . . . . . 593
- 15. თ. იოსელიანი. ზურგის ტვინის ელანტინისებრი სუბსტანციის გალიზიანების ფიქტები . . . . . 599

მეცპარიმენტული მედიცინა

- 16. მ. ნაჭყეპია. მოხარდთა თვალის შიდა წნეგის ცვლილებები ტანვარჯიშში ხანგრძლივი წრთვნის გავლენით . . . . . 607

კლინიკური მედიცინა

- 17. გ. გერსამია. სარძევე ჯირკვლის კომპლექსური მეთოდით მკურნალობის უახლოესი და შორეული შედეგები . . . . . 611
- 18. თ. ლომიძე. დვიდლის ზოგიერთი ფუნქციური ცვლილება ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ . . . . . 617

ენათმეცნიერება

- 19. ქ. ლომთაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. წევრ-კორესპონდენტი). დ || → ბგერათმეცნიერებისათვის აფხაზურ-ადილურ ენებში . . . . . 623

ლიტერატურის ისტორია

- 20. მ. ფიჩხაძე. ესქილეს ტრაგედია „მიჯაჭვული ბრომეთე“ . . . . . 627

ხელოვნების ისტორია

- 21. ს. ბარნაველი. ჯრუჭის მეორე კოდექსის ორი წარწერა . . . . . 635

მათემატიკა

## 6. ვეკუსა

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

წრფივი უმუდღეობის ერთი დიფერენციალური სასაზღვრო ამოცანის უმსახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ღია კონტურების უმითხვევაში

§ 1. შესავალი. ვთქვათ,  $L$  არის ერთობლიობა მარტივი, გლუვი, გახსნილი კონტურებისა  $L_j = a_j b_j$  ( $j = 1, 2, \dots, p$ )  $z = x + iy$  კომპლექსური ცვლადის სიბრტყეზე, რომელთაც საერთო წერტილები არ აქვთ. ვიგულისხმობთ, რომ ყოველ  $L_j = a_j b_j$  წირზე დადებით ნიშაროულებად მიღებული მიმართულება  $a_j$ -დან  $b_j$ -კენ.

შემოვიღოთ ზოგიერთი განმარტება.

$\varphi(z) = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n)$  ვექტორს ჩვენ ვუწოდებთ უბან-უბან ჰოლომორფულს, თუ ის ა) ჰოლომორფულია  $L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$  წირით გაჭრილ მთელს სიბრტყეზე გარდა, შეიძლება,  $z = \infty$ ; ბ) ის უწყვეტად გაგრძელებადია როგორც მარცხნიდან, ისე მარჯვნიდან  $L$ -ზე გარდა, შეიძლება, ბოლო წერტილებისა  $a_j$  და  $b_j$ , რომელთა მახლობლობაშიც ადგილი აქვს შეფასებას

$$|\varphi_k(z)| \leq \frac{C_k}{|z - c|^\alpha} \quad (0 \leq \alpha < 1),$$

სადაც  $C_k$  ( $k = 1, 2, \dots, n$ ) მუდმივი რიცხვებია,  $c$  არის ერთ-ერთი  $a_j, b_j$  ბოლოებიდან.

ჩვენ ვიტყვით, რომ უბან-უბან ჰოლომორფული  $\varphi(z)$  ვექტორი ეკუთვნის  $H^{(m)}$  კლასს ( $m$  მთელი დადებითი რიცხვია), თუ ვექტორი

$$\varphi^{(m)}(z) = \frac{d^m \varphi(z)}{dz^m}$$

უბან-უბან ჰოლომორფულია. ამ განმარტებიდან გამომდინარეობს, რომ, თუ  $\varphi(z) \in H^{(m)}$ , მაშინ ვექტორები

$$\varphi^{(k)}(z) = \frac{d^k \varphi(z)}{dz^k} \quad (k = 1, 2, \dots, m - 1)$$

უწყვეტად გაგრძელებადი არიან  $L$ -ზე (როგორც მარცხნიდან, ისე მარჯვნიდან)  $a_j, b_j$  ბოლო წერტილების ჩათვლით.



$\varphi^{(k)}(\zeta) \quad (k = 0, 1, \dots, m) \quad [\varphi^{(0)}(\zeta) \equiv \varphi(\zeta)]$  ვექტორის ზღვარს მარცხნიდან  $t_0 \in L$  წერტილზე აღენიშნავთ  $\varphi^{(k)}(t_0)$ -ით, ხოლო ზღვარს მარჯვნიდან  $\varphi^{(k)}(t_0)$ -ით.

ცხადია გვექნება

$$\varphi^+(c) = \varphi^-(c) \quad (k = 0, 1, \dots, m-1), \quad (1,1)$$

სადაც  $c$  აღნიშნავს ნებისმიერს  $a_j, b_j$  ბოლოებიდან.

შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ ადგილი აქვს ტოლობებს

$$\varphi^{\pm}(t_0) = \frac{d^k \varphi^{\pm}(t_0)}{d t_0^k} \quad (k = 0, 1, \dots, m). \quad (1,2)$$

წინამდებარე შენიშვნაში ჩვენ ვიხილავთ ამოცანას:

მოვინახოთ  $H^{(m)}$  კლასის  $\varphi(\zeta) = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$  ვექტორი, რომელსაც სასარული რიგი აქვს უსასარულობაში შემდეგი სასახლეგრო პირობით

$$\sum_{k=0}^m [A_k(t_0) \varphi^+(t_0) + B_k(t_0) \varphi^-(t_0)] = g(t_0), \quad (1,3)$$

სადაც  $A_k(t_0), B_k(t_0) \quad (k = 0, 1, \dots, m)$  მოცემული მატრიცებია რომელნიც  $H$  (ჰელდერის) პირობას აკმაყოფილებენ,  $g = (g_1, g_2, \dots, g_n)$  მოცემული ფექტორია, რომელიც აგრეთვე  $H$  პირობას აკმაყოფილებს.

ვქმებით (1,3) ამოცანის ისეთი ამოხსნები, რომელთათვისაც  $\varphi^+(t_0)$  და  $\varphi^-(t_0)$  მიეკუთვნებიან  $H^*$  კლასს, ე. ი. დააკმაყოფილებენ  $H$  პირობას ყველგან  $L$ -ზე გარდა, შეიძლება, ბოლო წერტილებისა, სადაც მათ 1-ზე დაბალი რიგის წყვეტა შეიძლება ქონდეთ.

ეს ამოცანა, ცხადია, წარმოადგენს ღია კონტურების შემთხვევაში რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის ჰილბერტის ცნობილი ამოცანის გარკვეულ განზოგადებას (იხ. [1], თავი 4 და [2], თავი 2).

§ 2. ამოცანის მიყვანა სინგულარულ ინტეგრაციის ფორმულაში

$$\varphi^+(t) - \varphi^-(t) = \rho(t). \quad (2,1)$$

ცხადია, გვექნება (იხ. (1,2) ფორმულა)

$$\varphi^+(t) - \varphi^-(t) = \rho(t) \quad (k = 0, 1, 2, \dots, m), \quad (2,2)$$

სადაც

$$\rho(t) = \frac{d^k \rho(t)}{d t^k} \quad [\rho(t) \equiv \rho(t)]$$

(როცა  $k = 0$ , ამ ფორმულიდან მიიღება (2,1) ფორმულა).

(1,1)-ის ძალით გვექნება

$$\rho^{(k)}(a_j) = \rho^{(k)}(b_j) = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, p; k = 0, 1, \dots, m-1). \quad (2,3)$$

(2,1)-ის საფუძველზე ვღებულობთ (იხ. [1], § 78)

$$\varphi(\chi) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho(t) dt}{t-\chi} + P(\chi), \quad (2,4)$$

სადაც  $P(\chi) = (P_1, P_2, \dots, P_n)$ , ამასთან  $P_1(\chi), \dots, P_n(\chi)$  პოლინომებია. თუ მხედველობაში მივიღებთ (2,3) პირობებს, ადვილად ვაჩვენებთ, რომ

$$\varphi^{(k)}(\chi) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-\chi} + P^{(k)}(\chi) \quad (k = 0, 1, \dots, m). \quad (2,5)$$

ზემომოყვანილი მსჯელობა გვარწმუნებს შემდეგი დებულების სამართლიანობაში:

(1,3) ამოცანის ყოველი ამოხსნა წარმოიდგინება (2,4) ფორმულით, სადაც  $P(\chi)$  არის ვექტორი, რომლის კომპონენტებიც პოლინომებია,  $\rho(t)$  არის  $m$ -ჯერ დიფერენცირებადი ვექტორი, რომელიც (2,3) პირობებს აკმაყოფილებს.

სოსოცკის ცნობილი ფორმულის ძალით

$$\begin{aligned} \varphi^+(t_0) &= \frac{1}{2} \rho^{(k)}(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-t_0} + P^k(t_0), \\ \varphi^-(t_0) &= -\frac{1}{2} \rho^{(k)}(t_0) + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-t_0} + P^k(t_0) \end{aligned} \quad (2,6)$$

( $k = 0, 1, \dots, m$ ).

(2,6) ტოლობების საფუძველზე (1,3) სასაზღვრო პირობა გადაღვს

$$\sum_{k=0}^m \left[ \alpha_k(t_0) \rho^{(k)}(t_0) + \frac{\beta_k(t_0)}{\pi i} \int_L \frac{\rho^{(k)}(t) dt}{t-t_0} \right] = f(t_0), \quad (2,7)$$

სადაც

$$\alpha_k(t_0) = A_k(t_0) - B_k(t_0),$$

$$\beta_k(t_0) = A_k(t_0) + B_k(t_0),$$

$$f(t_0) = 2g(t_0) - 2 \sum_{k=0}^m [A_k(t_0) + B_k(t_0)] P^{(k)}(t_0).$$

(2,7), ცხადია, წარმოადგენს იმ სინგულარულ ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლების კერძო შემთავევას, რომელიც განიილულია ჩვენ მიერ შრომაში [3].



ამრიგად, ჩვენ ვამჩნევთ, რომ (2,7) სინგულარული ინტეგრაციის დიფერენციალური განტოლების ყოველი ამოხსნა, რომელიც (2,3) პირობებს აკმაყოფილებს, (2,4) ფორმულის დახმარებით იძლევა შემოდისმული (1,3) ამოცანის გარკვეულ ამოხსნას. როგორც ადვილი მოსახვედრია, ასეთი გზით შეიძლება მივიღოთ (1,3) ამოცანის ნებისმიერი ამოხსნა. მაშასადამე, (1,3) სასაზღვრო ამოცანა ექვივალენტურია (2,7) სინგულარული ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებისა და (2,3) პირობებისა.

§ 3. ამოცანის მიყვანა სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებამდე. თუ გამოვიყენებთ [3] შრომაში მითითებულ წესს, (2,7) სინგულარული ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლება შეიძლება მივიყვანოთ სინგულარულ განტოლებამდე. თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$\rho^{(m)}(t) = \mu(t), \quad (3,1)$$

ცხადია, მივიღებთ

$$\rho^{(m-1)}(t) = \int_{a_j}^t \mu(t_1) dt_1 + C_j \quad (t \in L_j = a_j b_j),$$

სადაც  $C_j$  ნებისმიერი მუდმივი ვექტორებია.

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ

$$\rho^{(m-1)}(a_j) = 0,$$

მაშინ  $C_j = 0$  და

$$\rho^{(m-1)}(t) = \int_{a_j}^t \mu(t_1) dt_1 \quad (t \in L_j, j = 1, 2, \dots, p).$$

უკანასკნელი ტოლობა, ცხადია, ასე შეიძლება ჩავწეროთ

$$\rho^{(m-1)}(t) = \int_{L_j} \omega_j(t, t_1) \mu(t_1) dt_1 \quad (t \in L_j), \quad (3,2)$$

სადაც

$$\omega_j(t, t_1) = E \quad \text{როცა } t_1 \in a_j t,$$

$$\omega_j(t, t_1) = 0 \quad \text{როცა } t_1 \in L_j - a_j t.$$

(2,2) ტოლობა კიდევ ასე შეიძლება გადავწეროთ

$$\rho^{(m-1)}(t) = \int_L \Omega(t, t_1) \mu(t_1) dt_1 \quad (t \in L) \quad (3,3)$$

სადაც

$$\Omega(t, t_1) = \omega_j(t, t_1), \quad \text{როცა } t, t_1 \in L_j,$$

$$\Omega(t, t_1) = 0, \quad \text{როცა } t, t_1 \notin L_j.$$

თუ ახლა მხედველობაში მივიღებთ, რომ  $\rho^{(m-2)}(a_j) = 0$ , მაშინ (3,3) ტოლობიდან მივიღებთ

$$\rho = \int_L^{\Omega_1(t, t_1)} \mu(t_1) dt_1,$$

სადაც

$$\Omega_1(t, t_1) = \int_L^{\Omega(t, t_2)} \Omega(t_2, t_1) dt_2.$$

ანალოგიურად გვექნება

$$\rho^{(m-k)}(t) = \int_L^{\Omega_{k-1}(t, t_1)} \mu(t_1) dt_1 \quad (k = 1, 2, \dots, m), \quad (3,4)$$

სადაც

$$\begin{aligned} \Omega_0 &= \Omega, \\ \Omega_{k-1}(t, t_1) &= \int_L^{\Omega(t, t_2)} \Omega_{k-2}(t_2, t_1) dt_2 \quad (k = 2, \dots, m). \end{aligned} \quad (3,5)$$

(3,4) ტოლობების გამოყენების დროს მხედველობაში მიღებულია, რომ

$$\rho^{(k)}(a_j) = 0 \quad (k = 0, 1, \dots, m-1) \quad (3,6)$$

(3,4) ტოლობებიდან, ცხადია, ვღებულობთ

$$\begin{aligned} \rho^{(k)}(t) &= \int_L^{\Omega_{m-k-1}(t, t_1)} \mu(t_1) dt_1 \\ & \quad (k = 0, 1, \dots, m-1). \end{aligned} \quad (3,7)$$

(3,1) და (3,7) ტოლობების ძალით (2,7) განტოლება შეიძლება ასე გადავწეროთ

$$\alpha_m(t_0) \mu(t_0) + \frac{\beta_m(t_0)}{\pi i} \int_L^{\mu(t) dt} \frac{1}{t-t_0} + \int_L^K(t_0, t) \mu(t) dt = f(t_0), \quad (3,8)$$

სადაც

$$K(t_0, t) = \sum_{k=0}^{m-1} \left[ \alpha_k(t_0) \Omega_{m-k-1}(t_0, t) + \frac{\beta_k(t_0)}{\pi i} \int_L^{\Omega_{m-k-1}(t_1, t)} dt_1 \right]. \quad (3,9)$$

ცხადია, (3,8) წარმოადგენს ღია კონტურების შემთხვევაში სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას, რომლის თეორიაც კარგად არის ცნობილი. ეს სისტემა იქნება ნორმალური ტიპისა, თუ მატრიცები

$$\alpha_m(t_0) + \beta_m(t_0) = 2A_m(t_0) \quad \text{და} \quad \alpha_m(t_0) - \beta_m(t_0) = -2B_m(t_0)$$

არაა განსაკუთრებული (ამ სისტემას შემდეგში უბრალოდ განტოლებას ვუწოდებთ).



(3,7) ტოლობებიდან განსაზღვრული  $\rho(t)$  ვექტორი, ცხადია, აკმაყოფილებს (3,6) პირობებს, მაგრამ რომ მივიღოთ (1,3) ამოცანის ამოხსნა, საჭიროა ეს ვექტორი აკმაყოფილებდეს კიდევ პირობებს (იხ. (2,3)):

$$\rho^{(k)}(b_j) = 0 \quad (j = 1, 2, \dots, p; k = 0, 1, \dots, m-1). \quad (3,10)$$

(3,7)-ის ძალით ეს პირობები შემდეგ სახესღებულბენ

$$\int_L \Omega_{m-k-1}(b_j, t) \rho(t) dt = 0 \quad (3,11)$$

$$(j = 1, 2, \dots, p; k = 0, 1, \dots, m-1).$$

ზემომოყვანილი მსჯელობიდან გამომდინარეობს შემდეგი ლებულების სამართლიანობა.

(3,8) სინგულარული ინტეგრალური განტოლების ყოველი ამოხსნა, რომელიც (3,11) პირობებს აკმაყოფილებს, (3,7) და (3,1)-ის ძალით იძლევა (1,3) ამოცანის გარკვეულ ამოხსნას; ამასთან, ასეთი გზით მიიღება (1,3) ამოცანის ყოველი ამოხსნა; მაშასადამე, (1,3) სასაზღვრო ამოცანა ექვივალენტურია (3,8) სინგულარული ინტეგრალური განტოლებისა და (3,11) დამატებითი პირობებისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 5.9.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Мусхелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. Гостехиздат, М.—Л., 1946.
2. Н. П. Векуа. Системы сингулярных интегральных уравнений. Гостехиздат, М.—Л., 1950.
3. Н. П. Векуа. Об одной системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и ее приложение в граничных задачах линейного сопряжения. Труды Тбилисского Математического института им. А. М. Размадзе АН СССР, т. XXIV, 1957.



ა. ხვოლესი

 მიმდევრობითი მიახლოებების მეთოდის ერთი ინტეგრალური  
 განტოლებისათვის უძრავი განსაკუთრებულებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. კუბრაძემ 3.7.1958)

პიკარი [1], ფუბინი [2], ნალი [3] და შემდგომში ავტორი [5] განიხილავდნენ შემდეგი სახის განტოლებას:

$$\varphi(x) - \lambda \int_{-1}^1 \frac{K(x,s)}{s} \varphi(s) ds = f(x), \quad (1)$$

სადაც ინტეგრალი გაიგება პიკარის აზრით ან მთავარი მნიშვნელობით.

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ გავაგრძელებთ მიმდევრობითი მიახლოებების მეთოდს [1] განტოლებაზე, იმ შემთხვევაში, როდესაც  $K(x, s)$  და  $f(x)$  ფუნქციები აკმაყოფილებენ პირობებს

$$|K(x, s)| < P, \quad |K(x+h, s+l) - K(x, s)| \leq P(|h|\mu + |l|\mu), \quad (2)$$

$$|f(x)| < P, \quad |f(x+h) - f(x)| \leq P|h|\mu. \quad (3)$$

ფუნქციათა კლასს, რომლებიც აკმაყოფილებენ (2) და (3) პირობებს, როგორც ჩვეულებრივ, აღვნიშნავთ  $H(\mu)$ -ით.

განსაკუთრებული ინტეგრალები, რომლებიც ჩვენ ქვემოთ შეგვხვდება, განიხილება მთავარი მნიშვნელობით.

ვიგულისხმებთ რა გამოსავალ ფუნქციად  $\varphi_n(x) = f(x)$ , ვაჩვენებთ, რომ ფუნქციები

$$\varphi_n(x) = f(x) + \lambda \int_{-1}^1 \frac{K(x,s)}{s} \varphi_{n-1}(s) ds \quad (n=1, 2, \dots) \quad (4)$$

ეკუთვნიან  $H(\mu - \varepsilon)$  ( $\varepsilon > 0$ ) კლასს და მათი მიმდევრობა (4) თანაბრად იკრებება (1) განტოლების ამოხსნისაკენ, რომელიც მიეკუთვნება ამავე კლასს.

ახლა მოვიყვანოთ ერთი ლემა, რომელსაც ჩვენ ქვემოთ გამოვიყენებთ (4) მიმდევრობის კრებადობის დასამტკიცებლად.

**ლემა.** თუ  $K(x, s)$  ფუნქცია აკმაყოფილებს (2) პირობას, მაშინ

$$\psi(x) = \int_{-1}^1 \frac{K(x, s)}{s} ds \quad (5)$$

დააკმაყოფილებს უტოლობას

$$|\psi(x+h) - \psi(x)| \equiv \frac{4P}{\mu} (1+\mu)|h|^{\mu-\varepsilon}, \quad (6)$$

სადაც  $\varepsilon$  ნებისმიერი დადებითი რიცხვია.

ჰელდერის კოეფიციენტი (6)-ში ადვილად მიიღება ნ. მუსხელიშვილის მიხედვით [4].

დავამტკიცოთ შემდეგი ზღერის არსებობა

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \varphi_n(x) = \varphi(x). \quad (7)$$

ან, რაც იგივეა, კრებადობა შემდეგი მწკრივისა

$$\varphi_0(x) + [\varphi_1(x) - \varphi_0(x)] + \dots + [\varphi_n(x) - \varphi_{n-1}(x)] + \dots \quad (8)$$

გვაქვს:

$$\begin{aligned} |\varphi_1(x) - \varphi_0(x)| &= |\lambda| \left| \int_{-1}^1 \frac{K(x, s) - K(x, 0)}{s} f(s) ds \right. \\ &\quad \left. + K(x, 0) \int_{-1}^1 \frac{f(s) - f(0)}{s} ds \right| < \frac{4|\lambda| P^2}{\mu} \end{aligned} \quad (9)$$

და

$$\begin{aligned} |\varphi_1(x+h) - \varphi_0(x+h) - \varphi_1(x) + \varphi_0(x)| &= \left| \lambda \int_{-1}^1 \frac{K(x+h, s) - K(x, s)}{s} f(s) ds \right| \\ &= \left| \int_{-1}^1 \frac{K(x+h, s) - K(x, s)}{s} [f(s) - f(0)] ds \right. \\ &\quad \left. + \lambda f(0) \int_{-1}^1 \frac{K(x+h, s) - K(x, s)}{s} ds \right| \equiv \frac{8|\lambda| P^2}{\mu} |h|^{\mu-\varepsilon}, \end{aligned} \quad (10)$$

შემდეგ,

$$\left| \varphi_2(x) - \varphi_1(x) \right| < \frac{24|\lambda|^2 P^3}{(\mu-\varepsilon)^2} \quad (11)$$

და

$$|\varphi_2(x+h) - \varphi_1(x+h) - \varphi_2(x) + \varphi_1(x)| \leq \frac{40|\lambda|^2 P^3}{(\mu-\varepsilon)^2} |h|^{\mu-\varepsilon}. \quad (12)$$

მე-(8) მწკრივის ზოგადი წევრის შესაფასებლად, დავუშვათ, რომ

$$|\varphi_n(x) - \varphi_{n-1}(x)| < A_n \left| \frac{\lambda}{\mu-\varepsilon} \right|^n P^{n+1} \quad (13)$$

და

$$|\varphi_n(x+h) - \varphi_{n-1}(x+h) - \varphi_n(x) + \varphi_{n-1}(x)| \leq B_n \left| \frac{\lambda}{\mu-\varepsilon} \right|^n P^{n+1} |h|^{\mu-\varepsilon} \quad (14)$$

რის შემდეგ შევაფასოთ  $\varphi_{n+1}(x) - \varphi_n(x)$ .

გვაქვს:

$$\begin{aligned} |\varphi_{n+1}(x) - \varphi_n(x)| &= |\lambda| \left| \int_{-I}^I \frac{K(x,s)}{s} [\varphi_n(s) - \varphi_{n-1}(s)] ds \right| \\ &= |\lambda| \left| \int_{-I}^I \frac{K(x,s) - K(x,o)}{s} [\varphi_n(s) - \varphi_{n-1}(s)] ds \right. \\ &\quad \left. + K(x,o) \int_{-I}^I \frac{\varphi_n(s) - \varphi_{n-1}(s)}{s} ds \right| < \frac{2A_n P^{n+2} |\lambda|^{n+1}}{\mu(\mu-\varepsilon)^n} \\ &\quad + \frac{2B_n P^{n+2} |\lambda|^{n+1}}{(\mu-\varepsilon)^{n+1}} < 2(A_n + B_n) P^{n+2} \left| \frac{\lambda}{\mu-\varepsilon} \right|^{n+1}. \end{aligned} \quad (15)$$

შემდეგ,

$$\begin{aligned} &|\varphi_{n+1}(x+h) - \varphi_n(x+h) - \varphi_{n+1}(x) + \varphi_n(x)| \\ &= |\lambda| \left| \int_{-I}^I \frac{K(x+h,s) - K(x,s)}{s} [\varphi_n(s) - \varphi_{n-1}(s)] ds \right| \\ &= |\lambda| \left| \int_{-I}^I \frac{K(x+h,s) - K(x,s)}{s} [\varphi_n(s) - \varphi_{n-1}(s) - \varphi_n(o) + \varphi_{n-1}(o)] ds \right. \\ &\quad \left. + [\varphi_n(o) - \varphi_{n-1}(o)] \int_{-I}^I \frac{K(x+h,s) - K(x,s)}{s} ds \right| \leq 2B_n P^{n+2} \left| \frac{\lambda}{\mu-\varepsilon} \right|^{n+1} |h|^\mu \\ &\quad + 4A_n \frac{P^{n+2} |\lambda|^{n+1} (I + \mu)}{\mu(\mu-\varepsilon)^n} |h|^{\mu-\varepsilon} \leq 2(B_n + 4A_n) P^{n+2} \left| \frac{\lambda}{\mu-\varepsilon} \right|^{n+1} |h|^{\mu-\varepsilon}. \end{aligned} \quad (16)$$

მაშასადამე,

$$|\varphi_{n+1}(x) - \varphi_n(x)| < A_{n+1} \left| \frac{\lambda}{\mu - \varepsilon} \right|^{n+1} P^{n+2} \quad (17)$$

და

$$|\varphi_{n+1}(x+h) - \varphi_n(x+h) - \varphi_{n+1}(x) + \varphi_n(x)| < B_{n+1} \left| \frac{\lambda}{\mu - \varepsilon} \right|^{n+1} P^{n+2} |h|^{\mu - \varepsilon}, \quad (18)$$

სადაც

$$A_{n+1} = 2(A_n + B_n), \quad B_{n+1} = 2(4A_n + B_n).$$

აქედან გამომდინარეობს, რომ

$$\begin{aligned} A_{n+1} &< 10A_n < 10^n A_1, \\ B_{n+1} &< 4 \cdot 10 A_n < 4 \cdot 10^n A_1 \end{aligned}$$

მიღებულ უტოლობათა საფუძველზე, შეგვიძლია ჩამოვყალიბოთ შემდეგ

$$\text{თეორემა. თუ } |\lambda| < \frac{\mu - \varepsilon}{10P}, \text{ მაშინ (1) განტოლებას აქვს ერთ-}$$

თადერთი ამოხსნა  $H(\mu - \varepsilon)$  კლასისა, რომელიც გამოისახება შემდეგი აბსოლუტურად და თანაბრად კრებადი მწკრივით:

$$\varphi(x) = f(x) + \lambda \int_{-1}^1 \frac{K(x, s)}{s} f(s) ds + \dots + \lambda^n \int_{-1}^1 \frac{K_n(x, s)}{s} f(s) ds + \dots, \quad (19)$$

სადაც

$$K_n(x, s) = \int_{-1}^1 \frac{K(x, t) K_{n-1}(t, s)}{t} dt. \quad (20)$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გამოთვლითი ცენტრი

(რედაქციას მიუვრდა 3.7.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. Picard. Ann. Ec. norm. (3), 28, 1911, 313—324.
2. Fubini. Rend. Acc. Lincei 21, 1912, 325—330.
3. P. Nalli. Rend. del Circolo Matematico di Palermo t. 50, 1926.
4. Н. И. Мухелишвили. Сингулярные интегральные уравнения. М.—Л, 1945, стр. 54—55.
5. А. Р. Хвоless. Сообщения АН ГССР, т. II, № 5, 1941.

## 6. კაციაზმილი

 H-ის  $S_2$ -ვარიაციების ტიპების ერთნაირი ცვალებადობის ზონის  
 ბანსაზღვრის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ხარაქმე 20.12.1957)

ჩვენს შრომებში [2, 3] მოცემული იყო წყნარი დღეღამური ვარიაციების ( $S_q$  ვარიაციების) სტატისტიკური გამოკვლევა თბილისის (კარსანი, დუშეთი) მაგნიტური ობსერვატორიის დაკვირვებათა 11-წლიან (1933—1945 წლ.) მასალაზე დაყრდნობით.

სხენებული გამოკვლევებით, სხვა დამახასიათებელ მოვლენებთან ერთად, გამოირკვა, რომ თბილისის მდებარეობს გარდამავალ ზონაში, რომლის საზღვრების გარეთ, როგორც ცნობილია, H-ის  $S_q$  ვარიაციების ტიპი დიამეტრალურად საწინააღმდეგოში გადადის, ე. ი. სხენული ზონის სამხრეთით გვხვდება ეკვატორული (E) ფორმა, მის ჩრდილოეთით—პოლარული (P), ხოლო თვით გარდამავალი ზონის იმ ნაწილში, რომელშიც თბილისი მდებარეობს, ძალიან ხშირად ადგილი აქვს გარდამავალ ფორმას ( $P'$ ,  $E'$ ), ხშირად —პოლარულს (P) და იშვიათად — ეკვატორულს (E). ასეთი დღეები საკვლევი პერიოდის ყველა წყნარი დღეისათვის შეადგენს, შესაბამისად, 48%, 42% და 10%.

წინამდებარე შრომის მიზანია გამოარკვიოს H-ის  $S_q$  ვარიაციების ტიპების ის ცვალებადობა, რომელსაც ადგილი აქვს თბილისში, პლანეტარული თუ ლოკალური მოვლენაა. გარდა ამისა, განსაზღვროს, თუნდაც მიახლოებით, იმ ზონის განი, რომელშიაც ხდება H-ის  $S_q$  ვარიაციების ფორმის ერთნაირი და ერთდროული ცვალებადობა.

ამ მიზნით განხილულ იქნა საშუალო და დაბალი სივანედების რამდენიმე ობსერვატორიის მონაცემები არა მარტო ერთეული მაგნიტურად წყნარი დღეებისათვის, არამედ არა ხაკლებ ერთი წლის პერიოდისათვის. 1 ცხრილში მოცემულია იმ ობსერვატორიათა სია, რომელთა მასალებიც გამოყენებულია ჩვენ მიერ, მათი გეოგრაფიული და გეომაგნიტური კოორდინატებისა და დროის იმ პერიოდთა ჩვენებით, რომელთაც მოიცავს შესაბამისი მასალა.

მონაცემთა განხილვისას წყაწყყდით მაგნიტური ობსერვატორიების განლაგების მხრივ დიდ უთანაბრობას, ამასთან ხელთ არ გვქონდა აგრეთვე ჩვენთვის საინტერესო სივანედებში მოქმედი ყველა ობსერვატორიის მონაცემები.

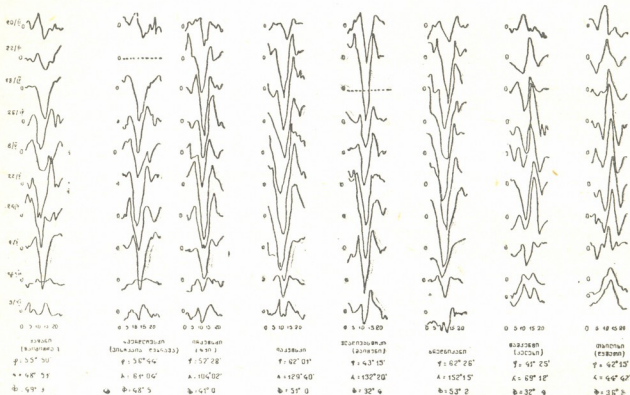
H-ის  $S_q$  ვარიაციების შედარებამ (პირველ რიგში საბჭოთა კავშირის ობსერვატორიებთან: ზაიმშიჩე, ზუი, ვისოკაია დუბრაჟა, სლუცკი, ვლადივოსტოკი, ტაშკენტი, სრედნიკანი) იმ დღეებისათვის, როდესაც თბილისში ვაკვირდებით ეკვატორული ტიპის ვარიაციებს, დაგვანახვა, რომ ამავე დღეებში ტაშკენტშიც ეკვატორული ტიპის ვარიაციას აქვს ადგილი<sup>1</sup> (ნახ. 1). რაც შეეხება დანარჩენ ობსერვატორიებს, იქ ამ დღეებში ყველგან ადგილი ჰქონდა პოლარული ტიპის ვარიაციებს. ვლადივოსტოკის ობსერვატორიაშიც კი, რომელიც

<sup>1</sup>  $S_q$  ვარიაციები გამოთვლილი იყო ყველა ობსერვატორიისათვის როგორც ადგილობრივი, ისე მსაფლიო დროით.



მდებარეობს თბილისიდან ჩრდილოეთით მხოლოდ ერთი გრადუსით, დაკვირვება პოლარული ტიპის ვარიაციები.

რადგან გრძელის მიხედვით ვლადივოსტოკი თბილისისაგან დიდად განსხვავდება (ცხრილი 1), შესაძლებელია, რომ ტიპების ცვალებადობას სხვა დროს ჰქონდეს იქ ადგილი. ამის გამოსარკვევად შემოწმებულ იქნა ხსენებული პუნქტისათვის H-ის  $S_q$  ვარიაციები 1945 წლის ყველა წყნარი დღისათვის. აღმოჩნდა, რომ არც ერთ შემთხვევაში ამ პერიოდში ვარიაციების ეკვატორულ ანდა გარდამავალ ტიპს არ ჰქონია ადგილი.



ნახ. 1. H-ის  $S_q$  ვარიაციები

ჩვენ მოგვეცა საშუალება გვესარგებლა ამბერლეს (ახალი ზელანდია) დაკვირვებათა 1951—1952 წლების მასალებით. ხსენებული მონაცემები საინტერესოა იმ მხრივ, რომ სათანადო ობსერვატორია თავისი გეოგრაფიული მდებარეობით ერთ-ერთი უკიდურესი პუნქტია სამხრეთ ნახევარსფეროში (ცხრილი 1), ამასთან იგი ვლადივოსტოკის სიმეტრიულად მდებარეობს გეოგრაფიული ეკვატორის მიმართ (მათი გრძედები  $40^\circ$  განსხვავდება).

ამრიგად, თბილისის აღმოსავლეთით აღებულ იქნა ორი ობსერვატორია — ამბერლე და ვლადივოსტოკი, ხოლო მის დასავლეთით — ობსერვატორიები: ოდესა და სტამბოლი, რომლებიც მდებარეობენ ერთსა და იმავე გრძედზე და სხვადასხვა განედზე. სამწუხაროდ, ამჟამად არ არსებობს თბილისის გრძელის მქონე და გეოგრაფიული ეკვატორის მიმართ სიმეტრიულად მდებარე ობსერვატორია.

ხსენებული ობსერვატორიების 1951 წლის H-ის  $S_q$  ვარიაციათა შედარებამ შემდეგი დაგვიანხვა:

18/I-ს თბილისში, ოდესასა და სტამბოლში აღინიშნებოდა H-ის  $S_q$  ვარიაციების ეკვატორული ფორმა, მაშინ როდესაც ამბერლეში მათ ჰქონდა პოლარული ფორმა;

2/II-ს ყველგან ადგილი ჰქონდა  $S_q$  ვარიაციათა გარდამავალ ფორმას;

2, 4, 5/III-ს თბილისსა და სტამბოლში H-ის Sq ვარიაციებს ჰქონდა ეკვატორული ფორმა, ხოლო ოდესსა და ამბერლიეში—წმინდა პოლარული ფორმა; 20/VI-ს ამბერლიეში H-ის Sq ვარიაციებს ჰქონდა გარკვეული ეკვატორული ფორმა, თბილისში, ოდესსა და სტამბოლში კი — პოლარული.

24, 25, 31/X-ს თბილისში, სტამბოლსა და ოდესაში H-ის Sq ვარიაციებს ჰქონდა გარდამავალი ფორმა; გარდა ამისა, ნოემბერ-დეკემბრის განმავლობაში ამ პუნქტებში ხსენებულ ვარიაციებს ჰქონდა ან ეკვატორული, ან გარდამავალი ფორმა, ამბერლიეში კი ამ წნის განმავლობაში მას სულ პოლარული ფორმა ჰქონდა. ანალოგიურ შემთხვევებს ჰქონდა ადგილი 1952 წელსაც. ამ წლებში ვლადივოსტოკში H-ის Sq ვარიაციას მუდამ პოლარული ფორმა ჰქონდა.

ამგვარად, ხსენებული ობსერვატორიების 1951—1952 წლების მონაცემების განხილვის საფუძველზე შეიძლება შემდეგი დასკვნის გაკეთება.

როდესაც სამხრეთ ნახევარსფეროში, კერძოდ, ამბერლიეში, ადგილი აქვს ტიპების შეცვლას, მაშინ ჩრდილოეთ ნახევარსფეროში (თბილისი, ოდესა, სტამბოლი) ან სრულებით არ აქვს ადგილი ტიპების ცვალებადობას (20.VI—1951 წ.), ანდა (2.VII—1952 წ.) ადგილი აქვს H-ის Sq ვარიაციების გარდამავალ პოლარულ ფორმას. როდესაც ჩრდილო ნახევარსფეროს საშუალო განედების ზემო-ჩამოთვლილ ობსერვატორიებში ადგილი აქვს ვარიაციების ეკვატორულ ფორმას, ამ დროს ამბერლიეში ვხვდებით ვარიაციების სუფთა პოლარულ ფორმას (ზოგჯერ ამპლიტუდების უმნიშვნელო შემცირებით).

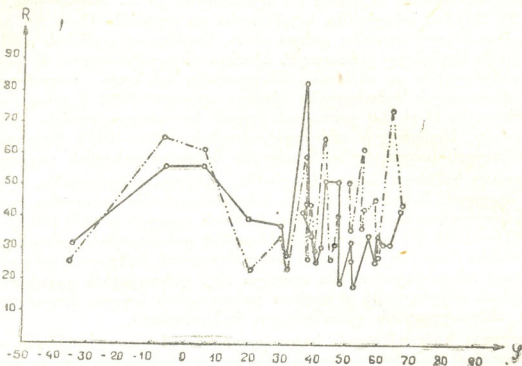
ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეიძლება ვიფიქროთ, რომ H-ის Sq ვარიაციების ტიპების ცვალებადობა ორივე ნახევარსფეროში უმეტეს შემთხვევაში სხვადასხვა დროს და ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ვითარდება. ამ მოსაზრების დასასაბუთებლად ჩვენ მიერ განხილულ იქნა კიდევ ერთი შემთხვევა, სახელდობრ; აღებულ იქნა ამერიკის ობსერვატორიების (მონოლულუ, ჩულტენჰემი, ტუკსონი და სიტკა) 1933—1936 წლების იმ დღეების შესაბამისი მასალა, როცა თბილისში დაიკვირვებოდა ეკვატორული ტიპის ვარიაციები.

11/II, 9/VI, 26/XI—1933 წ., 28, 29 IV—1934 წ. თბილისში დაიკვირვებოდა H-ის Sq ვარიაციების ეკვატორული ფორმა, ხოლო ამერიკის ზემოხსენებულ ობსერვატორიებში უფრო მეტად ადგილი ჰქონდა ამ ობსერვატორიებისათვის შესაფერ ფორმას.

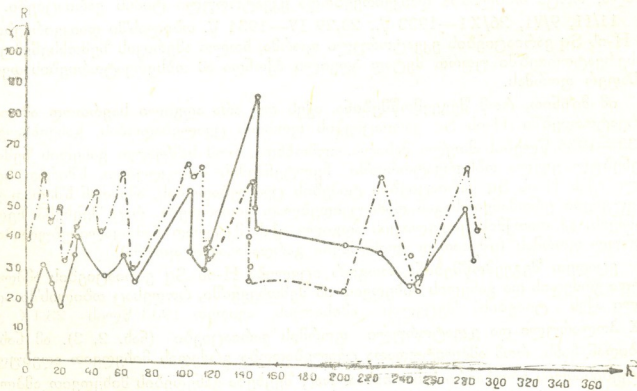
იმ მიზნით, რომ შეგვემოწმებინა, აქვს თუ არა ადგილი საერთოდ ამ ობსერვატორიებში H-ის Sq ვარიაციების ფორმის ცვალებადობას, განვიხილეთ 1933—1936 წლების მთელი მასალა. აღმოჩნდა, რომ საშუალო განედის ზემოხსენებულ ყველა ობსერვატორიაში, ჩულტენჰემის გამოკლებით, ხშირად ადგილი აქვს H-ის Sq ვარიაციების ტიპების ცვალებადობას, ამასთან ხშირად ეს მოვლენები ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ვითარდება. რაც შეეხება ჩულტენჰემს, აქ თითქმის ყოველთვის ადგილი აქვს ვიცარება ჩამოყალიბებულ პოლარულ ფორმას (იშვიათად აღინიშნება გარდამავალი ფორმა).

ვცადეთ შეგვემოწმებინა, როგორ იცვლება H-ის Sq ვარიაციების ამპლიტუდა გრძედის და განედის მიხედვით იმ შემთხვევაში, როდესაც თბილისში ადგილი აქვს ტიპების შეცვლას. ამისათვის ავიღეთ 1933 წლის 23.IX და 1/X პოლარული და ეკვატორული ფორმის ვარიაციები (ნახ. 2, 3). ამ ნახაზებიდან ჩანს, რომ ამპლიტუდათა ცვალებადობა გრძედის მიხედვით აღებულ დღეებისათვის ერთნაირი ხასიათისაა. რაც შეეხება განედების მიხედვით ამპლიტუდების ცვალებადობას, აქ საქმე გვაქვს უფრო რთულ მოვლენასთან. სამწუხაროდ, 1933 წლისათვის ჩვენ არ გავაჩნია სამხრეთ ნახევარსფეროს იმ ობსერვატორიების მონაცემები, რომელნიც მდებარეობენ 30°-ზე უფრო სამხრეთით (ცხრილი 1).

ნახ. 2-დან ჩანს, რომ  $30^{\circ}\text{S}$ -დან  $40^{\circ}\text{N}$ -მდე ამპლიტუდების ცვალებადობა ამ დღეებისათვის ერთნაირი ხასიათისაა, ხოლო დაწყებული  $40^{\circ}\text{N}$ -დან  $65^{\circ}\text{N}$ -ცვალებადობაში ურთიერთსაწინააღმდეგო ფაზაშია.



ნახ. 2. H-ის  $S_q$  ვარიაციების ამპლიტუდების ცვალებადობა განედის მიხედვით ორ სხვადასხვა ტიპის შემთხვევაში 23/IX—1933 წ. (წვეტილი ხაზი), 1/X—1933 წ. (უწყვეტი ხაზი)



ნახ. 3. H-ის  $S_q$  ვარიაციების ამპლიტუდების ცვალებადობა გრძედის მიხედვით ორ სხვადასხვა ტიპის შემთხვევაში 23/IX—1933 წ. (წვეტილი ხაზი), 1/X—1933 წ. (უწყვეტი ხაზი)



მაგნიტურ ობსერვატორიათა სია

№	ობსერვატორიების დასახელება	განედი	გრძედი	θ (90-φ)	Φ	Δ γ	წლები, რო- მელთა მო- ნაცემებია გამოყენებუ- ლი
		φ	λ				
1	ამბერლეი (ახალი ზელანდია)	43°10'S	172°43'E	133°10'	—	252°5	1951—52 წწ.
2	მელბურნი (ავსტრალია)	37°32'00	145°28'00	—	—	—	1933
3	უოთერუ (ავსტრალია)	30°19'00	115°54'	120°19'	-41°9	85°6	1933
4	მავრიკია (მავრიკის კუნძული მადაგასკართან)	20°53'9	57°39'	110°06'	-26°6	122°4	1933
5	ჭუნკაიო (სამხრეთ ამერიკა)	12°20'I	284°42'0	102°03'	-0°6	353°8	1933
6	ელიზაბეტვილი (აფრიკა, ბელგ- კონგო)	11°42'0	27°30'	101°40'	-12°8	94°4	1933
7	ბატავია (ინდონეზია)	61°10'IS	106°48'	96°04'	-18°0	175°6	1933—36
8	პონოლოლუ (ჭავეის კუნძულე- ბი, აშშ)	21°19'N	201°56'	68°41'	21°0	265°5	1933—36
9	ტუესონი (აშშ)	32°14'49	249°01'0	57°45'	40°4	312°2	1933
10	პსარა (სირია)	33°49'26	35°53'30	—	—	—	1933—36
11	ჩელტენჰემი (აშშ)	38°44'	283°9'	51°16,	50°1	350°5	1951
12	სტამბოლი (თურქეთი)	41°03'53	29°04'	—	—	—	1933—45
13	ტამპენტი	41°25'	69°12'	48°40'	32°3	144°3	1933—45
14	თბილისი	42°05'	44°42'	48°10'	35°3	121°1	1937=45
15	მაიტუნი (სსრკ)	43°15'	132°20'	46°45'	32°4	198°3	1933
16	აგინკური (კანადა)	43°47'	280°4'4	—	—	—	1951
17	ოლსა	46°47'	30°53'	—	—	—	1933—45
18	ტოიანარა (სამხრეთ სახალინი, სსრკ)	46°58'	42°45'	43°03'	37°0	206°0	1933—45
19	ვალ ჟუაიო (საფრანგეთი)	48°48'34	2°29'37	41°11'	51°3	84°5	1933
20	სვიდერი (პოლონეთი)	52°06'54	21°15'12	37°53'	50°6	104°0	1933
21	ზუი (სსრკ)	52°27'36	104°02'12	37°42'	41°0	174°8	1933—45
22	მინიუკი (კანადა)	54°37'0	246°42'	34°10'	61°8	301°2	1933
23	ზაიმისჩე (სსრკ)	55°50'0	48°51'	35°23'	49°3	130°4	1933—34
24	რუდე სკოვი (დანია)	55°50'36	12°27'24	—	—	—	1933
25	ვისოკაია დუბრავა (სსრკ)	56°44'	61°04'	33°16'	48°6	144°4	1933—45
26	სიტკა (ალიასკა)	57°03'06	224°40'	32°57'	60°0	275°5	1933—36
27	ლოვე (შვეიცია)	59°20'42	17°49'36	30°39'	58°0	105°7	1933
28	სლუც ი	59°57'	30°40'	30°19'	56°0	117°0	1933
29	ჩესტერფილი (კანადა)	63°20'12	269°19'42	73°5	22°4	14°9	1933
30	კოლუეი (ალიასკა)	64°51'	212°10'	64°5	255°4	27°0	1933
31	ანგმასალიკი (ჩრდელანდია)	65°36'	322°24'	—	—	—	1933
32	კანდალკუშა (სსრკ)	67°08'	32°26'	—	—	—	1933
33	სკორესბი-ზუნდ (გრენლანდია)	70°5'N	338°0'E	35°8	81°8	36°2	1933

ეს უკანასკნელი ფაქტი შეიძლება მივიჩნიოთ როგორც მითითება იმის შე-  
სახებზე, რომ H-ის Sq ვარიაციების ტიპების ცვალებადობაში თავს იჩენს განე-  
დური ფიქტიური ავლეხა. ეს საინტერესო საკითხი საჭიროებს შემდგომ საფუძვ-  
ლიან შესწავლას უფრო ფართო მასალაზე დაყრდნობით.

ზემოთ მოყვანილი ფაქტები სასულეებს გვაძლევს მახლოებით მაინც და-  
ვადგინოთ ზონის ფარგლები, რომლის შიგნითაც ხდება H-ის Sq ვარიაციების  
ტიპების შეცვლა. ეს საზღვრები ასეთია: თბილისში მომხდარი ტიპების ცვა-  
ლებადობა ვრცელდება აღმოსავლეთის გრძედების 30°-დან 100°-მდე და ჩრდი-  
ლო განედების 30°-დან 46°-მდე.

H-ის Sq ვარიაციების ტიპების თვისობრივმა შედარებამ სხვა კოსმიკურ  
მონაცემებთან, სახეილობრ, მზის ხილული ზედაპირის მდგომარეობასთან, ისე  
როგორც იონოსფეროსა და მიწის ღებების მდგომარეობასთან, არ მოგვცა გარ-



კვეთილი შედეგი. მიუხედავად ამისა, ჩვენ ვფიქრობთ, რომ H-ის  $Sq$  ვარიაციების ტიპების ცვალებადობა პლანეტარული ხასიათის ისეთი მოვლენაა, რომელიც ადგილობრივი პირობების მიხედვით სხვადასხვანაირად იჩენს თავს.

როგორც ცნობილია [4], ამჟამად ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ძლიერი ქარების არსებობა, რომელთა წარმოქმნაც შემდეგნაირად აიხსნება: მზის ხილულ ზედაპირზე აქტიური არეების გამოჩენის დროს ხშირად ხდება მაღალი აქტივობის ულტრაიისფერი რადიაციის გამოსხივება (აფეთქებანი). ატმოსფეროს მაღალი ფენების ტემპერატურის შესახებ არსებული ცნობები, რომელნიც მიღებულია იონოსფერული გაზომვებით, გვიჩვენებს, რომ ასეთ პირობებში ტემპერატურა ძლიერ იცვლება, ამასთან მას, გარდა ვერტიკალური გრადიენტისა, აქვს დიდი ჰორიზონტალური გრადიენტიც, რაც იწვევს ხსენებულ მაღალ ფენებში ძლიერი ქარების წარმოქმნას.

უკანასკნელ ხანში მეცნიერებაში წარმოიქმნა ახალი მიმდინარეობა, რომელიც ამტკიცებს, რომ მაგნიტური შემფოთებანი, ისე როგორც დედამიწის ცვალებადი მაგნიტური ველის სხვა მოვლენები, დაკავშირებულია ატმოსფეროს მაღალ ფენებში არსებულ ქარებთან.

ვესტაინმა [5] სცადა შედარება ატმოსფეროს მაღალ ფენებში არსებული და მაგნიტური ქარიშხლების განმავლობებელ ელექტრულ დენთა სისტემისა ამავე ფენების ქარების სისტემასთან. მან შეამჩნია, რომ ატმოსფეროს მაღალი ფენების ქარების საშუალო თვიური, სეზონური და წლიური სისტემა კარგ თანხმობაშია ამავე ფენების ელექტრულ დენთა იმ სისტემასთან, რომელიც აგებულია მაგნიტური შემფოთებების საშუალო თვიური, სეზონური და წლიური მონაცემების მიხედვით. ხსენებული სტატიის მიზანია შეისწავლოს შესაძლო როლი ქარებისა მაგნიტურ ქარიშხალთა განვითარებაში.

ვულფი [6] თავის გამოკვლევებში ცდილობს ახსნას დედამიწის ცვალებადი მაგნიტური ველის ყველა მოვლენა ( $Sq$  ვარიაციები, მაგნიტური ქარიშხლები, ბუხტები, მიკრობულსაციები) ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ქარების არსებობით.

ზემოთ აღწერილი მოვლენა — ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ქარების არსებობა — გვაძლევს საფუძველს ვიფიქროთ, რომ  $Sq$  ვარიაციების დღითი დღე ცვალებადობა აიხსნება ელექტრულ დენთა სისტემის რხევით, რაც დაკავშირებულია ქარების მიმართულების განუწყვეტლივ ცვლასთან იონოსფეროს E ფენაში.

ცნობილია, რომ ქარები ატმოსფეროს მაღალ ფენებში ზამთრის და ბუნობის სეზონში ხშირად იცვლიან მიმართულებებს, ამასთან ეს მიმართულებები არამდგრადია. ატმოსფეროს გამტარი ფენების მოძრაობას გამოწვეულს ასეთი ქარებით, აუცილებლად შეუძლია გამოიწვიოს მაგნიტურ ელემენტთა დედამიწის მსვლელობის არამდგრადობა და ზოგჯერ H-ის  $Sq$  ვარიაციების ფორმის შეცვლაც, რასაც ხშირად აქვს ადგილი სწორედ ამ სეზონში [3].

ჰელიოაფეთქებების შედეგად ატმოსფეროს მაღალი ფენების ტემპერატურა ძლიერ უნდა გაიზარდოს, რის გამოც ადგილ-ადგილ შემცირდება ჰაერის წნევა და გაჩნდება ადგილობრივი მნიშვნელობის ძლიერი ქარები, ამ უკანასკნელთ კი თავის მხრივ შეუძლიათ გამოიწვიოს ხსენებულ ფენებში ელექტრულ დენთა სისტემის ცენტრის გადანაცვლება ეკვატორიდან პოლუსებისაკენ,

ან პირუკუ, და, მაშ, H-ის Sq ვარიაციების ტიპების ცვალებადობაც ვარაუდობს ვალ ზონაში. ცხადია, რომ რაც ძლიერი და ხანგრძლივი იქნება ეს ქარები, მით უფრო დიდი იქნება მათი მოქმედების რადიუსი და მით უფრო მეტი ფართი იქნება მოცული H-ის Sq ვარიაციების ტიპების ცვალებადობით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გეოფიზიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 3.2.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. С. Астапович. Доклады НИЗМ, вып. 1, 1947, стр. 6—10.
2. Н. А. Кациашвили. Труды Тбил. НИГМИ, № 2, 1954.
3. Н. А. Кациашвили. Труды Инстит. Геоф. АН Грузинской ССР, т. XVI, 1957.
4. С. К. Митра. Верхняя атмосфера. Москва. 1955.
5. E. U. Vestine. Journal of Geophysical Research, Vol. 59, № 1, 1954.
6. O. R. Wulf. Terr. Mag., 50, 1945.

მ. ვაჩნაძე და ე. ნანობაშვილი

## ინდიუმის გოგირდოვანი შემადგენლობის წარმოქმნის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 5.6.1958)

თანამედროვე ტექნიკაში გამოყენებულ მეტალთა უმრავლესობა, როგორც ცნობილია, იშვიათი ელემენტების რიცხვს ეკუთვნის. მათ გარეშე წარმოდგენილია სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგების შემდგომი განვითარება. მაგალითად, ატომური ენერჯის მშვიდობიანი მიზნებისათვის გამოყენება, ახალი შენადნობებისა და ნახევარგამტარების შექმნა და მოხმარება, მაღალი ტემპერატურისა და წნევის ტექნიკის განვითარება და სხვა, დიდ პერსპექტივებს სახავს იშვიათი ელემენტების წინაშე.

ამიტომ ბუნებრივია ის უდიდესი ყურადღება, რომელიც ექცევა უკანასკნელ ხანებში ამ ელემენტებისა და მათი შენაერთების ქიმიის შესწავლას [1,2].

ჩვენ მიერ დაწყებულია ზოგიერთი იშვიათგანეული და მათთან ახლო მდგომი ელემენტების გოგირდოვანი შენაერთების წარმოქმნის რეაქციების სისტემატური კვლევა ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდის გამოყენებით [3,4].

შრომა ეხება ინდიუმს, რომელმაც უკვე საკმაოდ დიდი გამოყენება მოიპოვა როგორც ტექნიკაში, ისე სოფლის მეურნეობაში. ინდიუმი გამოყენებულია ადვილდნობადი შენადნობების, ანტიკოროზიული საფარების, ამრეკლავი ზედაპირების მისაღებად, აგრეთვე თმის ზრდის სტიმულატორების სახით მეცხოველეობაში.

შრომაში შესწავლილია გოგირდოვანი ინდიუმის წარმოქმნის რეაქცია, როგორც ანალიზურ პრაქტიკაში მისი გამოყენების თვალსაზრისით, ისე იმ ბუნებრივი პროცესების გამოკვლევის მიზნით, რომლებიც იწვევენ სულფიდური შენაერთების წარმოქმნას და გადატანას სხვადასხვა პირობებში.

გამოკვლევას ვაწარმოებდით  $\text{InCl}_3\text{—Na}_2\text{S—H}_2\text{O}$  სისტემაში მორეაგირე კომპონენტების სხვადასხვა კონცენტრაციისა და სარეაქციო არის pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობების დროს ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდის გამოყენებით, სახელდობრ, ხსნადობისა და ნალექის მოცულობის გაზომვის მეთოდებით.

$\text{InCl}_3$ -ის გამოსავალ ხსნარს ვამზადებდით მეტალური ინდიუმის გახსნით მარილმჟავას განსაზღვრულ, წინასწარ გაანგარიშებულ რაოდენობაში. მიღებული ხსნარის ტიტრს ვადგენდით წონითი მეთოდით ინდიუმისა და ქლორის შესაბამისად  $\text{In}(\text{OH})_3$ -ის და  $\text{AgCl}$  ის სახით დალექვის გზით.



$\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  სისტემის კვლევისას მიღებულ ფილტრატებსა და ნალექებში ინდიუმს რაოდენობრივად ვსაზღვრავდით როგორც წონითი მეთოდით, ისევე პოლაროგრაფიულად, ხოლო სულფიდურ გოგირდს წინასწარ ვენაგავდით ბრომით სულფატურად და ვლექავდით  $\text{BaSO}_4$ -ის სახით.

### ხსნადობის მეთოდი

$\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  სისტემის შესწავლას ხსნადობის მეთოდით შემდეგნაირად ვაწარმოებდით: 100-მილილიტრიან კოლბებში შეგვკონდა  $\text{InCl}_3$ -ის 0,1 M ხსნარის განსაზღვრული რაოდენობები. მათ ვუმატებდით ასევე განსაზღვრულ, მხოლოდ თანდათანობით ცვალებად რაოდენობას წყლისას და  $\text{Na}_2\text{S}$ -ის ხსნარისას ისე, რომ შეფარდება შეცვლილიყო 0,2 დან 9-მდე.

შემდეგ ნარეგებს ვაჩვენებდით, ვაყოვნებდით თერმოსტატში 25° და დაწდომის შემდეგ ვფილტრავდით; მიღებულ ფილტრატებსა და ნალექებში ვსაზღვრავდით In-სა და S-ს ზემოთ აღნიშნული მეთოდებით.

ჩატარებული მუშაობის შედეგად დადგენილია, რომ სისტემაში  $\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  დაბალი კონცენტრაციებისას ( $\text{InCl}_3$  კონც. გამოსავალ ნარეგებში  $< 10^{-3}$  მოლ/ლ) სარეაქციო არის pH-ის ფართო ინტერვალში წარმოქმნება კოლოიდები, რომლებიც ართულებენ სისტემის გამოკვლევას.

უფრო მაღალი კონცენტრაციებისას ( $> 10^{-3}$  მოლ/ლ) კოლოიდების წარმოქმნა მცირდება, თუმცა დამლექავის სიჭარბისას ზოგ შემთხვევაში მაინც ხდებოდა ნალექის პეტხეზაცია.

$\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  სისტემის ხსნადობის მეთოდით შესწავლის შედეგები მოცემულია 1 და 2 ცხრილში და ნახ. 1-ზე და მე-2-ზე.

ცხრილი 1

$\text{In}_2\text{S}_3$ -ის წარმოქმნის რეაქციის შესწავლა ხსნადობის მეთოდით

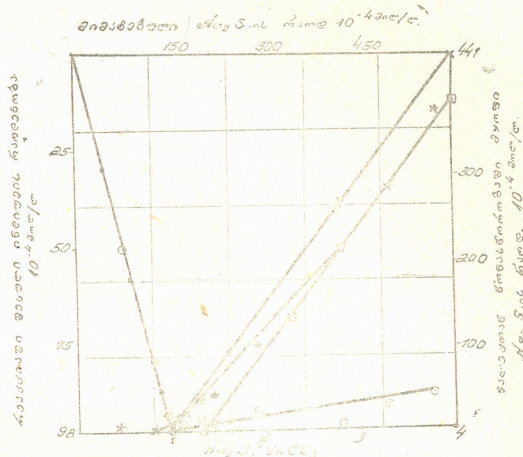


( $\text{InCl}_3$ -ის კონც. გამოსავალ ნარეგებში— $29 \cdot 10^{-3}$  მოლ/ლ ხსნარის მოცულობა—100 მლ)

$\frac{[\text{Na}_2\text{S}]}{[\text{InCl}_3]}$	ნაპოვნია $\text{S}'' 10^{-2}$ მოლ/ლ		ნაპოვნია In $10^{-2}$ მოლ/ლ		S/In ნალექიდან	pH
	ნალექში	ფილტრატში	ნალექში	ფილტრატში		
0,42	16,94	0,70	11,62	16,92	1,45	3,2
0,63	26,44	0,84	18,11	11,13	1,46	3,2
0,84	35,44	0,95	24,11	4,96	1,47	3,2
1,05	43,60	1,37	28,49	—	1,53	4,1
1,56	53,20	11,59	28,60	0,35	1,86	9,9
2,08	51,80	32,82	28,30	0,38	1,83	11,0
4,16	51,70	123,00	27,50	1,38	1,88	11,5

1 ცხრილში მოცემულია  $\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  სისტემის ხსნადობის მეთოდით შესწავლის შედეგები  $\text{InCl}_3$ -ის კონცენტრაციისას  $3 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ. ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია ამავე სისტემის ხსნადობის მეთოდით შესწავლის შედეგები  $\text{InCl}_3$ -ის კონცენტრაციისას  $\sim 1 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ, ხოლო ნახ. 2 შეესატყვისება

სისტემას  $\text{InCl}_3-\text{CsCl}-\text{Na}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$ , როდესაც გამოსავალ ნარევებში  $\text{InCl}_3$ -ის კონც. არის  $\sim 3 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ.



ნახ. 1. ხსნადობის მეთოდით  $\text{InCl}_3-\text{Na}_2\text{S}-\text{H}_2\text{O}$  სისტემის შესწავლის შედეგები ( $\text{InCl}_3$  კონც. გამოსავალ ნარევებში  $\sim 9,8 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ)

- $\text{In}^{\text{III}}$ -ის თეორიული მრუდი,
- —  $\text{In}^{\text{III}}$ -ის ექსპერიმენტული მრუდი,
- × —  $\text{S}^{\text{II}}$ -ის თეორიული მრუდი  $\text{In}_2\text{S}_3$ -სათვის,
- —  $\text{S}^{\text{II}}$ -ის თეორიული მრუდი  $\text{NaInS}_2$ -თვის,
- ☆ —  $\text{S}^{\text{II}}$ -ის ექსპერიმენტული მრუდი.

აბსციისათა ღერძზე გადაზომილია  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3$  შეფარდებები გამოსავალ ნარევებში, ორდინატთა ღერძზე კი, შესაბამისად, რეაქციაში შესული ინდიუმისა და ნალექთან წონასწორობაში მყოფი  $\text{Na}_2\text{S}$ -ის რაოდენობა.

როგორც მოყვანილი შედეგებიდან ჩანს, გოგირდოვანი ინდიუმის წარმოქმნის რეაქცია სამ სტადიად მიმდინარეობს.

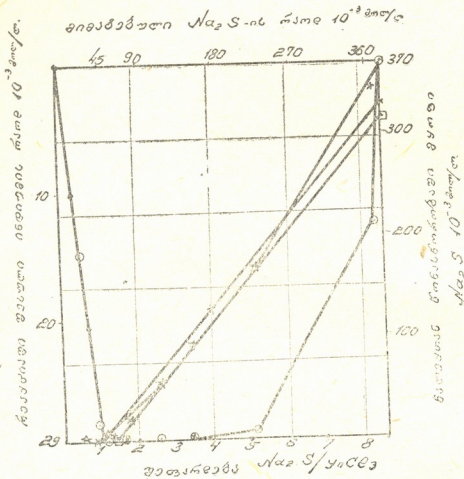
$\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3$ -ის სხვადასხვა ფარდობებისას წარმოიქმნება სხვადასხვა შედეგნილობის გოგირდოვანი შენაერთები.

$\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 < 1$  შეფარდებისას წარმოიქმნება  $\text{In}_2\text{S}_3$ -ის შედეგნილობის შენაერთი,  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 > 1$  შეფარდებისას — გოგირდით გამდიდრებული შენაერთი, ხოლო  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 > 8,5$  ფარდობისას ადგილი აქვს ნალექის სრულ გახსნას.

გოგირდით გამდიდრებული შენაერთის შედეგნილობის გამოსაკვლევეად გოგირდთან და ინდიუმთან ერთად მასში ვსაზღვრავდით ნატრიუმის შეცულობასაც. ნატრიუმს ვლექავდით სამმაგი მარილის  $\text{Na}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2) \cdot \text{Zn}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  სახით [9].



მიღებული მონაცემებიდან სათანადო გამოთვლების შედეგად დადგინდა, რომ  $\text{In}_2\text{S}_3 \cdot n\text{NaInS}_2$  ტიპის ორმაგი მარილის წარმოქმნა, სადაც  $n$  იცვლება 2-დან 3-მდე.



ნახ. 2. ხსნადობის მეთოდით  $\text{InCl}_3\text{—CsCl—Na}_2\text{S—H}_2\text{O}$  სისტემის შესწავლის შედეგები. ( $\text{InCl}_3$  კონც. გამოსავალ ნარეველებში— $29,4 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ).

—  $\text{In}^{\dots}$ -ის თეორიული მრუდი,

○ —  $\text{In}^{\dots}$ -ის ექსპერიმენტული მრუდი,

× —  $\text{S}^{\dots}$ -ის თეორიული მრუდი  $\text{In}_2\text{S}_3$ -თვის,

□ —  $\text{S}^{\dots}$ -ის თეორიული მრუდი  $\text{NaInS}_2$ -თვის,

☆ —  $\text{S}^{\dots}$ -ის ექსპერიმენტული მრუდი.

$\text{InCl}_3\text{—Na}_2\text{S—H}_2\text{O}$  სისტემის ხსნადობის მეთოდით შესწავლა ტარდებოდა აგრეთვე გოგირდის რადიკტიური იზოტოპის  $\text{S}^{35}$ -ის ინდიკატორად გამოყენების გზითაც. ამ მიზნით  $\text{Na}_2\text{S}$ -ის 0,01 M ხსნარს ემატებოდა  $\text{Na}_2\text{S}^{35}$ -ის განსაზღვრული რაოდენობა. თითონ  $\text{InCl}_3\text{—Na}_2\text{S}^{32} + \text{Na}_2\text{S}^{35}\text{—H}_2\text{O}$  სისტემის შესწავლა ხდებოდა ზემოაღწერილი მეთოდიკით.

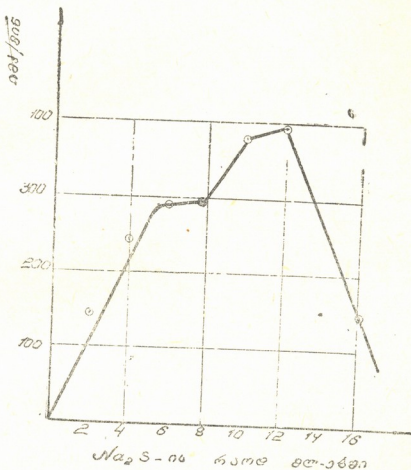
ნახ. 3 ცდების ერთ-ერთი სერიისათვის მოცემულია ნალექის აქტივობის დამოკიდებულება გამოსავალ ნარეველებში მორეაგირე კომპონენტების ფარდობებისაგან.

მრუდი ხასიათდება აბსცისათა ღერძის პარალელური ორი მონაკვეთით, რომელთაგან პირველი,  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 = 1$  შეფარდების შესატყვისი მიუთითებს  $\text{In}_2\text{S}_3$  ტიპის სულფიდის წარმოქმნაზე, ხოლო მეორე,  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 >$  შეფარ-

დების შესატყვისი—მეორე, გოგირდით გამდიდრებული შენაერთის აღსნებაზე.

დამლექავის სიპარბისას წარმოქმნილი ნალექების აქტივობის შემცირება აიხსნება გოგირდოვანი ინდიუმის ადვილსხნადობით ჭარბ დამლექავში, რაც მოსალოდნელი იყო კიდევ.

როგორც ჩატარებული ცდები გვიჩვენებს, გოგირდის რადიაქტიური იზოტოპის  $S^{35}$ -ის შეტყველი ნატრიუმის სულფიდი  $Na_2S^{32} + Na_2S^{35}$  შეიძლება გამოყენებულ იქნეს რაოდენობრივ ანალიზში ინდიუმის მცირე რაოდენობების განსაზღვრისათვის.



ნახ. 3.  $InCl_3$ -ზე ნატრიუმის სულფიდის მოქმედების შესწავლა ნიშანდებული გოგირდოვანი ნატრიუმის  $Na_2S^{32} + Na_2S^{35}$ -ის გამოყენებით

### ნალექის მოცულობის გაზომვის მეთოდი

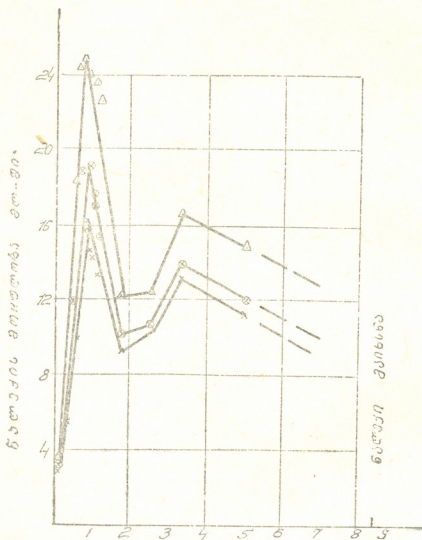
$InCl_3 - Na_2S - H_2O$  სისტემის შესწავლა ნალექის მოცულობის გაზომვის მეთოდით ტარდებოდა 25 მლ-ან ცილინდრებში  $Na_2S/InCl_3$  ფართო ინტერვალში ცვალებადი შეფარდებისათვის [3,4].

ჩატარებული მუშაობის შედეგები მოცემულია ნახ. 4-ზე, რომლის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ  $Na_2S/InCl_3 = 1$  ფარდობისას წარმოიქმნება გარკვეული ქიმიური შენაერთი, რომელსაც მრუდზე შეესატყვისება მაქსიმუმი. შეფარდების ზრდის კვალობაზე ნალექის მოცულობა ჯერ მცირდება, შემდეგ იზრდება, აღწევს მეორე მაქსიმუმს, რაც მიუთითებს ინდიუმის მეორე გოგირ-



დოვანი შენაერთის წარმოქმნაზე, რის შენდევაც მოცულობა ისევ მცირდება ნალექის სრულ გახსნამდე.

ამგვარად, ხსნადობის მეთოდით და ნალექის მოცულობის გაზომვის მეთოდით მიღებული შედეგები კარგ თანხმობაშია ერთმანეთთან. ანალიზური შედეგებია მიღებული აღნიშნული სისტემების ხვედრითი ელექტროგამტარებისა და pH-ის გამოკვლევით.



ნახ. 4. ნალექის მოცულობის გაზომა  $\text{InCl}_3\text{—Na}_2\text{S—H}_2\text{O}$  სისტემაში ( $\text{InCl}_3$ -ის კონც. გამოსავალ ნარეველში  $\text{—}3,39 \cdot 10^{-2}$  მოლ/ლ).

Δ—1 ს.

○—2 ს.

×—3 ს.

ეს მონაცემები საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ინდიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქცია პრაქტიკულ გამოყენებას ჰპოვებს არა მარტო ინდიუმის მცირე რაოდენობის განსაზღვრისათვის შესაბამისი სულფიდის სახით ინდიკატორად გოგირდის რადიოაქტიური იზოტოპის გამოყენების გზით, არამედ აგრეთვე ინდიუმის დასაცილებლად სხვა ისეთი ელემენტებისაგან, რომლებიც წარმოქმნიან კარბ დამლქეავეში უხსნელ სულფიდებს.

## დასკვნები

1.  $\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  სისტემის ხსნადობის მეთოდით შესწავლის შედეგები გვიჩვენებს, რომ მოცემულ სისტემაში წარმოიქმნება სხვადასხვა შედეგნილობის ინდიუმის გოგირდოვანი შენაერთები.

2.  $\text{InCl}_3 - \text{Na}_2\text{S} - \text{H}_2\text{O}$  სისტემაში  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 < 1$  შეფარდებისას წარმოიქმნება  $\text{In}_2\text{S}_3$  შედეგნილობის სულფიდი, ხოლო  $\text{Na}_2\text{S}/\text{InCl}_3 > 1$  შეფარდებისას —  $\text{In}_2\text{S}_3 \cdot n\text{NaInS}_2$  ტიპის ორმაგი მარილი, რომელიც ქარბ დამლექავში მთლიანად იხსნება.

3. მოწოდებულია ინდიუმის მცირე რაოდენობების განსაზღვრის მეთოდი დამლექავად ნიშანდებული რადიაქტიული გოგირდის  $\text{S}^{35}$ -ის შემცველი ნატრიუმის სულფიდის გამოყენებით, აგრეთვე ინდიუმის სხვა ელემენტებისაგან დაცილების მეთოდი, დამყარებული ქარბგოგირდოვან ნატრიუმში ინდიუმის სულფიდის ადვილად ხსნადობაზე.

მადლობას ვუცხადებთ ლაბორატორიის თანამშრომელს ლ. ივანიცკის დახმარებისათვის რადიაქტიური იზოტოპების გამოყენებით ჩატარებული მუშაობისას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბ. ნელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.6.1958)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. В. Таганаев и Э. Н. Дейчман. Изучение растворов фтористого и шавелевокислого индия. Химия редких элементов, вып. 1, 1954.
2. Э. Н. Дейчман и И. В. Таганаев. О ферроцианидах индия. Химия редких элементов, вып. 2, 1955.
3. Е. М. Нанобашвили, Е. Г. Давиташвили, М. Я. Георгобiani. Об образовании сульфидов германия и галлия. Доклады объединенной конференции Хим. институтов АН Азербайджанской ССР, Армянской ССР и Грузинской ССР. Баку, 1956.
4. ვ. ნ ა ნ ბ ა შ ვ ი ლ ი, ნ. შ ე ლ ი ა, ლ. ი ვ ა ნ ი ც კ ი. თალიუმის სულფიდის წარმოქმნის რეაქციის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XIX, № 5, 1957.
5. Промышленное применение сплавов индия. Р. Ж. Химия, № 6, 1954, 276.
6. Редкие металлы. Рассеянные металлы. Сборник переводных статей. Изд. иностр. лит. Москва, 1953.
7. M. T. Ludwicz. Indium and Indium Plating Metal finishing, № 1—2, 1942.
8. О. А. Сонгина. Редкие металлы. 1955.
9. И. М. Кольтгоф и Е. Е. Сендэл. Количественный анализ. 1948.

## 3. ჰუთათელობა და ი. ჩხიკვაძე

## საქართველოს სეკინტინიტების გამოყენება ლლოზილი მარნეიური ფოსფატის სასუქის მისაღებად

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 9.1.1958)

საქართველოში დიდი რაოდენობითაა სერპენტინიტები, რომელთაც არავითარი გამოყენება არა აქვთ. გარდა ამისა, სერპენტინიტები ხშირად გვხვდება ტალკის საბადოებთან ერთად, ამიტომ ამ უქანასკნელის მოპოვება პირველის გამოყენებლობის გამო არაეფექტურია.

უქანასკნელ ხანებში მაგნეზიური სილიკატების ჯიშები შეისწავლება როგორც ლობილი მაგნეზიური ფოსფატის სასუქის მისაღები ნედლეული. დადგენილია, რომ ფოსფატის ნედლეულის შელოლით ოლსკითაა ან ომელიძე სხვა მაგნეზიურ სილიკატთან შეიძლება მიღებულ იქნეს ლობილი მაგნეზიური ფოსფატის სასუქი. ამგვარად მიღებულ სასუქში  $P_2O_5$  21%-22%-მდეა და მცენარეთათვის ადვილად ასათვისებელ ფორმაშია.

ამჟამად მეცნიერთა მიერ უკვე დადგენილია მაგნეზიური სილიკატების გამოყენების მიზანშეწონილობა ლობილი მაგნეზიური ფოსფატის სასუქების მისაღებად. ამ სტატიაში მოგვყავს ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების ზოგიერთ შედეგი, რომლებიც საქართველოს (ხაშურის რაიონის) სერპენტინიტებს ახალიათებს როგორც სამრეწველო ნედლეულს სასუქის მისაღებად.

ცდებისათვის ავიღეთ სერპენტინიტების სექციური, გავრთიანებული და ტექნოლოგიური სინჯები, ხოლო ფოსფორმცველ კომპონენტზე გამოვიყენეთ ხინინის აპატიტის კონცენტრატი, რომლის ქიმიური შედგენილობა ასეთია:  $SiO_2$ —1,10%;  $Al_2O_3$ —0,93%;  $Fe_2O_3$ —1,3%;  $CaO$ —52,18%;  $MgO$ —0,60%;  $P_2O_5$ —40,73; F ფტორი—2,8%; ხურებით დანაკარგი—0,28%.

სერპენტინიტების ნიმუშებისა და აპატიტის კონცენტრატისაგან შედგენილი იქნა ნარევი.

ყოველი ნიმუშისათვის კაზმი მზადდებოდა ისეთი განაგარიშებით, რომ მზა ნაწარმში  $P_2O_5$ -ის რაოდენობა ყოფილიყო 21%. კაზმის შედგენას ვაწარმოებდით წინასწარ დაფკვილი ნედლეულის საჭირო რაოდენობით ერთმანეთში შერევით. არევის ვახდენდით ხელით 15 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ კაზმს ეტმატებდით 10—12% წყალს და ვწნეხავდით ცილინდრული ფორმის ნიმუშებს სიმაღლით  $h=30$  მმ. დამეტრით  $d=20$  მმ. ნიმუშების დაწნეხვის დროს წნევა 500 კგ/სმ<sup>2</sup> უდრიდა. დაწნეხილი ნიმუშებს ვაშრობდით საშრობ კარაოაში 100°C. გაშრობის შემდეგ ვათავსებდით მაგნეზიტის ავურისაგან გამოჩარხულ ტრეგლებში და ლობას ვაწარმოებდით კრიბტოლის ლუმელში. ლობის ტემპერატურა 1420—1460°C-მდე იცვლებოდა, რასაც ოპტიკური პირომეტრით ესაზღვრავდით.

გამოღვლი მასის გრანულირებას ვახდენდით ცივ წყალში. გრანულის ზომა იცვლებოდა 1—6 მმ. გამოღვლი მასის ნელი ვაცივება არ ჩავვიტარებია, რადგან აეთი წესით ვაცივების მიზანშეწონილობა ჩვენ მიერ აღრე ჩატარებული ცდებით დადასტურდა.

გრანულატის საშრობ კარადაში გაშრობის შემდეგ ვიღებდით საშუალო ნიმუშს, ვსაზღვრავდით მასში  $SiO_2$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $P_2O_5$  რაოდენობას და ამ უქანგულობის ხსნაღობას 2% ლიმონის მჟავას ხსნარში.



რაც უფრო მეტი  $P_2O_5$  გაიხსნება ამ მჟავაში, მით უკეთესია მიღებული პროდუქტის ხარისხი. ხსნადობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით პროფ. სამოილოვის სახელობის მოსკოვის სასუქების კვლევით ინსტიტუტში შექმნილი მეთოდით.

1 ცხრილში მოცემულია კვლევების შედეგები. აღნიშნული შედეგების თანახმად  $P_2O_5$ -ის ხსნადობა იცვლება დიდ ზღვრებში—39,1%-დან 100%-მდე.

ცხრილი 1

ლობილი მასების ხსნადობა 2%-იან ლიმონის მჟავაში

№ ნ. რიგზე	მიღებული პროდუქტის ქიმიური შედგენილობა% -ით				2%-იან ლიმონმჟავაში გადასული კომპონენტების რაოდენობა % -ით				მიღებული პროდუქტის მიკროდაზნასიათება
	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
1	23,66	26,44	19,45	20,66	98,8	93,7	72,1	100,0	მინისებრი სტრუქტურა. კრისტალები არ არის
2	24,64	26,55	20,47	21,05	96,1	93,0	59,6	99,0	"
3	23,06	27,01	19,18	20,82	100,0	63,0	100,0	97,5	"
4	21,34	27,30	21,15	21,79	97,1	92,7	66,3	96,3	"
5	23,20	26,00	21,00	19,87	93,0	93,9	89,9	93,2	ძირითადად მინისებრი სტრუქტურა. კრისტალების მცირე რაოდენობა
6	22,60	26,23	20,76	20,00	83,1	88,1	87,6	86,6	
7	22,49	26,33	22,26	20,36	83,3	81,6	80,4	85,3	"
8	22,63	25,86	18,25	21,48	94,6	90,6	99,5	84,5	"
9	22,38	26,79	21,25	20,72	74,6	76,8	64,5	82,0	"
10	21,98	26,90	21,91	19,99	79,7	72,7	56,1	75,7	"
11	19,95	28,30	20,39	22,11	78,0	76,8	74,3	74,2	"
12	21,92	26,90	21,67	20,15	64,9	68,9	63,7	73,0	"
13	21,50	26,90	22,02	20,77	82,1	62,3	64,2	67,8	მინისებრი სტრუქტურა და კრისტალები
14	22,00	27,00	21,98	21,17	60,6	64,5	53,5	61,9	"
15	21,02	26,10	23,72	20,28	50,6	58,3	48,6	56,0	"
16	20,00	26,12	23,51	19,20	37,7	39,1	34,6	39,1	"
17	20,14	28,79	19,35	22,51	92,0	90,4	90,3	91,5	ძირითადად მინისებრი სტრუქტურა. კრისტალები ძლიერ მცირე რაოდენობით.
18	22,00	25,98	21,83	20,77	65,5	70,0	64,0	68,5	მინისებრი სტრუქტურა და კრისტალები

კვლევით დადასტურებულია, რომ  $P_2O_5$ -ის ხსნადობა დამოკიდებულია ლობილი მასის ფაზური შედგენილობისაგან. რაც უფრო მეტია მინისებრი ფაზა, მით მეტია ხსნადობა. ჩვენ მიერ მიღებული ლობილი მასების მიკროდაზნასიათებაც ამასვე აბტკიცებს.

მართლაც, 1 ცხრილი გვიჩვენებს, რომ როცა კრისტალური ფაზა არ არსებობს, მაშინ  $P_2O_5$ -ის ხსნადობა იცვლება 96,3%—100%-მდე, მცირე რაოდენობით კრისტალების შემცველობისას კი ხსნადობა 93,2%-დან — 74,2%-მდე მცირდება. შედარებით დიდი რაოდენობით კრისტალების არსებობისას ხსნადობა საგრძნობლად ეცემა (67,8%-დან 39,1%-მდე). ლობილი მასის ფაზური შედგენილობა დამოკიდებულია მისი ქიმიური შედგენილობისაგან.

ცნობილია, რომ წილები მისი ფუძე ყანგულობის ჯამისა ( $CaO+MgO$ ) და მჟავა ჯაგეულობის (ჩვენ შემთხვევაში  $SiO_2, P_2O_5, Al_2O_3$ ) ჯამის ფარდობის სიდიდის მიხედვით ფუძე და მჟავა წილებად იყოფა. ფუძედ იწოდება მაშინ, როცა ეს ფარდობა ერთზე მეტია, ხოლო მჟავად — როცა ერთზე ნაკლებია. ასევე ცნობილია, რომ ფუძე წილები შედარებით დიდი კრისტალიზაციის სიჩქარით ხსნაობდება, ვიდრე მჟავა წილები. რაც უფრო მეტია ფუძიანობა, მით

უფრო მეტია კრისტალიზაციის სიჩქარე და, პირუკუ, რაც უფრო მეტია ვიანობა, იმით უფრო მცირეა იგი.

გარდა ამისა, აღსანიშნავია, რომ სილიკატების ვაშლვალ მასაში კრისტალიზაციას აფერხებს ამ მასის დიდი შინაგანი ხახუნი, რომელიც ეწინააღმდეგება კრისტალური მესერის შესაქმნელად მიმართულ მოლეკულების ნაკადის დიფუზიას. დიფუზიის კოეფიციენტი სიბლანტესთან უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია. ლიტერატურაში ნახვენია, რომ იმ შემთხვევაში, როცა წილები შეიცავენ 35%— $\text{SiO}_2$ , 15%— $\text{Al}_2\text{O}_3$  და 50%  $\text{CaO} + \text{MgO}$ , მაშინ  $\text{MgO}$ -ს 15%—25%-მდე გადიდება  $\text{CaO}$ -ს შემცირების ხარჯზე იწვევს ამ წილათა სიბლანტის (ტემპერატურის 1400—1600°C-ის ინტერვალში) შემცირებას.

ამ მიმართულებით  $\text{MgO}$ -ს მოქმედება განსაკუთრებით ძლიერ მქლავდება მყავე წილების შემთხვევაში, თუ მასში შემავალი  $\text{CaO}$ -ს რაოდენობა 25—30% ფარგლებში იცვლება [1].

სიბლანტის შემცირება, როგორც ზემოთ იყო თქმული, ხელს უწყობს კრისტალიზაციას. თუ მხდველობაში მივიღებთ, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილი ლობილი მასების ქიმიური შეიგინილობა იცვლიდა ქვიშოთ მოყვანილ ზოვრებში:  $\text{SiO}_2$ —19,95 — 24,64%;  $\text{CaO}$ —25,86 — 28,3%;  $\text{MgO}$ —18,25 — 23,72%;  $\text{P}_2\text{O}_5$ —19,87 — 22,20% და რომ ისინი მიღებულია 1420—1460°C-ზე, მაშინ ჩვენი შეხედულებით ამ ლობილი მასის გადაცივების უნარიანობა დასოკიდებულია მასში  $\text{MgO}$ -ს რაოდენობისაგან. ზემოაღნიშნულის თანახმად ლობილი მასის დასახასიათებლად საჭიროა მხდველობაში ვიქონიოთ შემდეგი ორი ფაქტორი. ფუქიანობის მოდული  $K_1$  ანუ ფარლობა

$$\frac{\% \text{CaO} + \% \text{MgO}}{\% \text{SiO}_2 + \% \text{P}_2\text{O}_5 + \% \text{Al}_2\text{O}_3}$$

და ფარლობა  $\frac{\% \text{CaO}}{\% \text{MgO}}$ , რომელსაც აღვნიშნავთ  $K_2$  ით.

$K_1$ -ის გადიდება და  $K_2$ -ის შემცირება ხელს უშლის მინისებური ფაზის წარმოქმნას:  $K_1$ -ის გაზრდა გვიჩვენებს ფუქიანობის გაზრდას, რაც ხელს უწყობს კრისტალიზაციას.  $K_2$ -ის შემცირება კი დაკავშირებულია  $\text{MgO}$ -ს შემცველობის გაზრდასთან  $\text{CaO} + \text{MgO}$ -ს ჯამში, რაც იწვევს ვაშლვალ მასის სიბლანტის შემცირებას და ქმნის კარგ პირობას კრისტალიზაციისათვის.

ორ ვაშლვალ მასაში, რომელთა  $K_2$  თანატოლია,  $\text{MgO}$ -საგან ვაშლვალური სიბლანტის შემცირება (მინისებური ფაზის წარმოქმნის შეფერხება) იმ მასაში უფრო მეტად მოხდება, რომელიც უფრო მყავე ხასიათისაა, ანუ რომლის  $K_1$  უფრო მცირეა, ხოლო ერთნაირი სიდიდის  $K_1$ -ის შემთხვევაში მინისებრი ფაზის წარმოქმნის საშუალება იმ მასაში უფრო მეტია, რომლის  $K_2$  უფრო დიდია.

გარდა ზემოთქმულისა, მინისებრი მდგომარეობის წარმოქმნაზე გავლენას ახდენს ცდების ჩატარების პირობები: ლობისათვის საჭირო მასის რაოდენობა, გრანულებისათვის ალებული წყლის რაოდენობა, გრანულის სიდიდე და გაცივების სიჩქარე. ჩვენ მიერ მიღებული ლობილი მასებისათვის ყველა ეს პირობა თითქმის ერთნაირი იყო.

ამგვარად, ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ ცდების ჩატარების ერთნაირ პირობებში პოლიუქციის ხარისხზე დიდი მნიშვნელობა აქვს მის ქიმიურ შედგენილობას. თუ შესწავლილ ვაშლვალ მასებს დავაჯგუფებთ მათში თანაბარი  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ის შემცველობის მიხედვით, მაშინ მე-2 ცხრილდნ ჩანს, რომ ლობილ მასაში  $\text{MgO}$ -ს რაოდენობის გაზრდის (ანუ ამ მასის მისაღებად მაღალი ცეცხლვამძლეობის მქონე მაგნეზიური ქანის გამოყენების შემთხვევაში) შესაბამისად მცირდება ამ მასაში  $\text{SiO}_2$ -ის რაოდენობა და  $\text{P}_2\text{O}_5$ -ის ხსნადობა 2%-იან ლიმონის მყავეში.

ლობილი მასების დაჯგუფება  $P_2O_5$ -ის ერთისა და იმავე რაოდენობის მიხედვით

ჯგუფის №№	რიგითი №№ 1-ლი ცხრი- ლის მიხედ- ვით	$P_2O_5$ , %	$SiO_2$ %	CaO %	MgO %	$P_2O_5$ -ის სხნადობა 2%-იან ლი- მონის მქავე- ში %-ით	გამოყენებუ- ლი სერკენ- ტინიტის ცეცხლგამქ- ლეობა °C	$K_1$	$K_2$
I	11.	19,90	21,98	26,90	21,91	75,7	1670°	1,13	1,22
	16.	19,80	20,00	26,12	23,51	39,1	1730°	1,21	1,10
	7.	20,36	22,40	26,33	22,26	85,3	1580°	1,07	1,18
II	12.	20,15	21,92	26,90	21,67	73,0	1630°	1,13	1,24
	15.	20,28	21,02	26,10	23,72	56,0	1730°	1,18	1,10
III	1.	20,66	23,66	26,44	19,45	100,0	1430°	1,0	1,35
	6.	20,60	22,60	26,23	20,76	86,6	1540°	1,07	1,26
	9.	20,72	22,38	26,79	21,25	82,0	1500°	1,08	1,26
IV	13.	20,77	21,50	26,90	22,02	67,8	1650°	1,11	1,22
	3.	20,82	23,06	27,01	19,18	97,5	1440°	1,0	1,40
	9.	20,72	22,38	26,79	21,25	82,0	1500°	1,08	1,26
V	13.	20,77	21,0	26,90	22,02	67,8	1650°	1,11	1,22
	2.	21,05	24,64	26,55	20,47	99,0	1430°	0,98	1,29
VI	14.	21,17	22,00	27,00	21,98	61,9	1650°	1,12	1,22
	4.	21,79	21,34	27,30	21,15	96,3	1460°	1,09	1,29
	8.	21,48	22,63	25,86	18,25	84,5	1360°	0,87	1,41

თუ ერთმანეთს შევადარებთ №3 და №8 მასებს, შემდეგს დავინახავთ: მათი  $K_2$  თანატოლია და უდრის 1,4. 2% ლიმონის მქავეში №3 მასის შემთხვევაში იხსნება 97,5%  $P_2O_5$ , ხოლო № 8 მასის შემთხვევაში — 84,5%. № 8 მასის  $P_2O_5$ -ის სხნადობის შემცირების მიზეზი, ჩვენი აზრით, უნდა ვეძებოთ ამ მასის მაღალ მუავიანობაში ( $K_1=0,87$ ), რამაც ლობის პერიოდში გაზარდა MgO-ს გამათხვეადებელი მოქმედება (სიბლანტის შემამცირებელი) და შეამცირა წარმოქმნილი მინისებრი ფაზის რაოდენობა.

იმისათვის, რომ თავიდან ავუცილებინა მაღალი ცეცხლგამქლეობის მქონე მაგნეზიური ქანების გამოყენების დროს  $P_2O_5$ -ის სხნადობის შემცირება, მივმართეთ კაშმის  $K_2$ -ის გაზრდას აპატიტის კონცენტრატის რაოდენობის გაზრდის გზით.

ამრიგად, ერთი და იგივე მაგნეზიური ქანის გამოყენებით, რომლის ცეცხლგამქლეობა იყო 1650°C, მივიღეთ ორი ლობილი მასა (I ცხრილი, რიგითი ნომერი 17, 18), რომელთა  $P_2O_5$ -ის სხნადობის სიდიდე ერთმანეთისაგან საგრძნობლად განსხვავდება.  $K_2$ -ის 1,19-დან (მასა 18) 1,49-მდე (მასა 17) ცვლადობამ გამოიწვია სხნადობის გაზრდა 68,5%-დან 91,5%-მდე. ეს ცდები გვიჩვენებს ლობილი მასის შედგენილობის გავლენას  $P_2O_5$ -ის სხნადობაზე.

თანხმად ჩატარებული ცდებისა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს (ხაშურის რაიონის) სერპენტინიტები სავსებით გამოიყენება ლობილი მაგნეზიური ფოსფატური სასუქის წარმოებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მეტალურგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

## მინერალოგია

ზ. ოთხმეზური

### ამთხელის ტყვია-თუთიის მადნეული ველის მინერალოგიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. გამყრელიძემ 5.7.1958)

ამთხელის ტყვია-თუთიის მადნეული ველი მდებარეობს ცენტრალურ აფხაზეთში, მდინარეების კელასურისა და ამთხელის აუზების წყალგამყოფზე და სივრცობრივად დაკავშირებულია ბჭთური ასაკის კელასურის გრანიტოიდული მასივის ჩრდილო-აღმოსავლეთ პერიფერიასთან.

მადნეული ველის ფარგლებში ფიქსირებულია ერთმანეთისაგან მეტნაკლებად იზოლირებული ათი მადნეული გამოსავალი და რამდენიმე მცირე მადნეული ლინზა.

მორფოლოგიური თვალსაზრისით ამთხელის მადნეულ ველზე ჩვენ მიერ აღგენილია გამადნების ორი ტიპი: ძარღვული სხეულები და მინერალიზებული ზონები, რომლებიც გამადნების ორ გენეტიურ ტიპს შეესაბამებიან — შევსების ნაპარალებს და მეტასომატურ წარმოქმნებს.

ამთხელის მადნების მინერალოგიური შესწავლა სხვადასხვა დროს ჩაატარეს ი. ვოლინსკიმ, გ. გვახარიაშვილმა და ა. გენკინმა.

როგორც ამთხელის მადნების შემადგენელი მინერალების სიდიდან ჩანს (ცხრილი 1), მთავარი მინერალების რიცხვი მცირეა. რაც შეეხება მადნებში შემაჯავალ იშვიათ მინერალებს, ამ მხრივ კი სულ საწინააღმდეგო სურათი გვაქვს.

მადნეული ველის ჰაბოგენური მადანწარმოქმნის პროცესში ჩვენ მიერ გამოყოფილია მინერალიზაციის ორი სტადია, რომლებიც ერთმანეთისაგან გათიშულია შიდამინერალიზაციური ტექტონიკური ძვრით.

მინერალიზაციის ცალკეული სტადიების გამოყოფის დროს ვხვდებით მადნეული ა. ბეტექინის II წარმოდგენებით.

ამ წარმოდგენების საფუძველზე, ცალკეული მინერალებისა და მინერალთა ჯგუფების სივრცობრივ დამოკიდებულებებზე დაკვირვებით პოლირებულ მტუფებზე, სამთო გამოწამყვარების კედლებსა და სანგრევეებზე, მინერალიზაციის ენდოგენურ პროცესში ჩვენ მიერ გამოყოფილია მინერალიზაციის ორი სტადია: I. კვარც-კარბონატულ-სულფიდური და II. კარბონატ-სულფიდური. პირველ სტადიაში გამოიყოფოდა ორ სხვადასხვა შედგენილობის სფალერიტი, მარკაზიტი, პირიტი, ანკერიტი, ბარიტი, კვარცი, ქალკობრიტი და გალენიტის უმეტესი რაოდენობა თანმხლები იშვიათი მინერალებით. მეორე სტადიისათვის დამახასიათებელია მცირე რაოდენობით გალენიტი იშვიათი მინერალებითურთ, კალციტი და კვარცი.

მინერალიზაციის მეორე სტადია მადნეულ ველზე სუსტად არის გამოვლენებული და ამ სტადიის მინერალები დამორჩილებულ როლს თამაშობენ.

სფალერიტი მადნეულ ძარღვებსა და მინერალიზებულ ზონებში წარმოქმნის მთლიან გამოწამყვარებს, ძარღვაკებს, ჩანაწინწყლებს და ფირფიტისებურ აგრეგატებს. ხშირად აღინიშნება უბნები, სადაც სფალერიტი ინტენსიურად მეტამორფიზებული — დამსხვრეული, დეფორმირებული და გადაკრისტალეზებულია.

	ჰიპოგენური მინერალები	ჰიპერგენური მინერალები
მთავარი მინერალები	სფალერიტი, გალენიტი, ანკრიტი, კვარცი	—
მეორეხარისხიანი მინერალები	რკინის დისულფიდები (მარკაზიტი და პრიტი), ბარითი, კალციტი	რკინის ჰიდროქსიდები, გრინოკიტი, ცერუსიტი
იშვიათი მინერალები	ქალკოპირიტი, ტეტრაედრიტი, პიროტინი, ბურნონიტი, ტყვიის სულფობისმუტიტი, მელნიკოვიტ-მარკაზიტი <sup>(1)</sup> , ხალსი ვერცხლი, პიროზიტი, ბრონაზიტი <sup>(1)</sup> , არგენტიტი, კობალტინი <sup>(1)</sup> , ჯემსონიტი <sup>(1)</sup> , სერაიტი, ქლორიტი, პრენიტი	ანგლეზიტი, სმიტსონიტი, ქალკოზინი, კოვლინი, პირომორფიტი, იაროზიტი

მადნეულ ძარღვებში სფალერიტის გამონაყოფები ჩვეულებრივ განლაგებულია შექცეულ ქანებთან უშუალო კონტაქტში; ისინი ან ეკვრიან მადანშემცველი ნაპრაღის კედლებს, ან გარს ერტყმიან ძარღვულ მასაში მოყოლილ შეცვლილ გრანიტოიდების ნამსხვრევებს.

ამგვარად, სფალერიტის მდებარეობა მადნეულ სხეულებში მიგვითითებს ამ მინერალის სხვა ჰიპოგენურ მინერალებთან შედარებით აღრინდელ წარმოქმნაზე.

ამთხელის მადნებში დადგენილია ორი სახის სფალერიტი: მუქი, თითქმის შავი — მარმატიტული და ღია — ყავისფერი. ზოგჯერ მოყვითალო — კლეიოფანური სახესხვაობანი. ეს უკანასკნელი მარმატიტულ სფალერიტთან შედარებით დამორჩილებულ როლს თამაშობს.

კლეიოფანური სფალერიტი ზშირად წარმოქმნის არშიებს მარმატიტული სფალერიტის გამონაყოფებზე, ზოგჯერ აღინიშნება ამ უკანასკნელის შეცემენტება ღია ფერის სფალერიტით, რამდენიმე ნიმუშზე კი ფიქსირებულია კლეიოფანური ტიპის სფალერიტის ძარღვები მარმატიტულ სფალერიტში; ამავე დროს არსად არ აღინიშნება ამ ძარღვების შექრა მეზობელ, უფრო გვიანდელ მინერალებში.

მაშასადამე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ კლეიოფანური სფალერიტის გამოყოფა უშუალოდ თან სდევდა მარმატიტულს, რაც საშუალებას იძლევა გამოვყოთ სფალერიტის ორი გენერაცია: პირველი — მუქი ფერის მარმატიტული სფალერიტი და მეორე — ღია ფერის კლეიოფანური სფალერიტი.

პირველი გენერაციის სფალერიტში აღინიშნება ქალკოპირიტის და უფრო იშვიათად პიროტინის ემულსიური ჩანართები, მეორე გენერაციის სფალერიტები კი ჩანართებისაგან თავისუფალია.

ორი გენერაციის სფალერიტისა და რკინის დისულფიდების ტექსტურული ურთიერთდამოკიდებულების განხილვა მიკროსკოპში გვიჩვენებს, რომ პიროტინისა და მარკაზიტის წარმოქმნა ხდებოდა პირველი გენერაციის სფალერიტის კრისტალიზაციის შემდეგ, მეორე გენერაციის სფალერიტთან ერთდროულად.

გალენიტი მადნეულ ძარღვებსა და მინერალიზებულ ზონებში წარმოქმნის ჩანაწინწკლებს და იშვიათად ძარღვაკებს. ჩანაწინწკლები და ძარღვაკები აღინიშნება როგორც ჰიდროთერმულად შეცვლილ ქანებში, ისე ძარღვულ მასაში.

(1) მინერალები პირველად აღნიშნულია ავტორის მიერ.



ამთხელის მადნეულ ველზე გაირჩევა გალენიტის ორი სახესხვაობა: წვრილმარცვლოვანი მკვრივი გალენიტი, რომელიც მინერალიზაციის პირველ სტადიას უკავშირდება, და მსხვილკრისტალური გალენიტი, რომელიც უფრო გვიანდელია და მინერალიზაციის მეორე სტადიასთან დაკავშირებული. წვრილმარცვლოვანი სახესხვაობა ინტენსიურად მეტამორფიზებულია. იმ უბნებში, სადაც ტექტონიკური ძვრები სუსტადაა გამოვლინებული, ამ ორი სხვადასხვა სახის გალენიტის ერთმანეთისაგან გარჩევა თითქმის შეუძლებელია.

მინერალიზაციის მეორე სტადიის გალენიტი შიდამინერალიზაციური ნაპრალების კედლებზეა გამოყოფილი, ამ ნაპრალების ცენტრალური ნაწილი კი კალციტითაა შევსებული. ამრიგად, გვიანდელი გალენიტის წარმოქმნა მინერალიზაციის მეორე სტადიის დასაწყისს უკავშირდება.

მინერალიზაციის პირველ სტადიაში გამოყოფილი გალენიტი ხშირად ენაცვლება კვარცს, წარმოქმნის ძარღვაკებს ანკერიტის მარცვლოვანობის სივრცეში. ძარღვის ეს მინერალები კი, როგორც დაკვირვებები გვიჩვენებს, უფრო გვიანდელია, ვიდრე სფალერიტი და რკინის დისულფიდები. მამასადამე, მინერალიზაციის პირველი სტადიის გალენიტი ამ სტადიის ბოლოს გამოიყოფა.

ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, რომ ამთხელის მადნებში სფალერიტი და გალენიტი გათიშულნი არიან დროში.

აღსანიშნავია, რომ მეორეხარისხოვანი და იშვიათი მინერალების ძირითადი ნაწილი გალენიტთან არის დაკავშირებული; გამონაკლისს წარმოადგენს ქალკობირიტისა და პიროტინის ემულსიური ჩანაწინწკლები სფალერიტში, რკინის დისულფიდებთან დაკავშირებული კობალტინი, ქალკობირიტის უსწორმასწორო გამონაყოფები კვარცსა და კარბონატებში და პიროტინის მცირე ფირფიტების ინიფილები ანკერიტში.

ძარღვული მინერალები წარმოადგენილია ორი ტიპის კარბონატით (ანკერიტითა და კალციტით), რამდენიმე გენერაციის კვარცითა და ბარიტით.

როგორც ყოველზე ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, მინერალიზაციის ორი სტადიის შესაბამისად მინერალთა ორი პარაგენეტული ჯგუფი შეიძლება გამოიყოს:

I. სფალერიტი, რკინის დისულფიდები. ანკერიტი, კვარცი, ბარიტი და გალენიტი მასთან დაკავშირებული იშვიათი მინერალებით.

II. გალენიტი თანმხლები იშვიათი მინერალებით, კალციტი და მცირე რაოდენობით კვარცი.

მინერალთა პირველ პარაგენეტულ ჯგუფში ჩვენ მიერ გამოყოფილია მადნეულ მინერალთა ორი პარაგენეტული ქვეჯგუფი.

სფალერტის, ქალკობირიტის, პიროტინისა და რკინის დისულფიდების ქვეჯგუფი მინერალიზაციის პირველი სტადიის დასაწყისისათვის არის დამახასიათებელი, მაშინ როდესაც მეორე პარაგენეტული ქვეჯგუფის მადნეული მინერალების — გალენიტისა და მისი თანხლები იშვიათი მინერალების — გამოყოფა დაიწყო მინერალიზაციის პირველი სტადიის დასასრულს და ნაწილობრივ მეორე სტადიის დასაწყისშიც გაგრძელდა.

მადნეული მინერალების პირველ პარაგენეტულ ქვეჯგუფში ძირითად მინერალს წარმოადგენს პირველი გენერაციის სფალერიტი, რომელიც ხასიათდება რკინის უხვი შემცველობით — 12%-მდე. რკინა ნაწილობრივ შედის სფალერტის მესერში, ნაწილობრივ კი დაკავშირებულია ქალკობირიტისა და პიროტინის ემულსიურ ჩანაწინწკლებთან. ქალკობირიტის ემულსიების არსებობით აიხსნება აგრეთვე სპილენძის შემცველობა პირველი გენერაციის სფალერიტში.

მარმატიტული სფალერიტების მონომინერალური ფრაქციების ნახევრად ოდენობითი სპექტრული ანალიზებით გამოვლინებულია კადმიუმის (0,0%),



გალიუმის (0,1—0,01%) და გერმანიუმის (0,01%) შემცველობა, რომელიც ჩვეულებრივ მის კრისტალურ მესერთან არის დაკავშირებული.

გარდა ამ ელემენტებისა, პირველი გენერაციის სფალერიტი კობალტის მესად პროცენტებს შეიცავს ნიკელისაგან განსხვავებით, რომელიც ამთხელის სფალერიტებში მხოლოდ ერთეულ შემთხვევებში აღინიშნება. მადნების მინერაგოფიული შესწავლისას პირველი გენერაციის სფალერიტში კობალტის რაიმე მინერალი არ შეგვხვედრია. როგორც ჩანს, კობალტი სფალერიტის მესერში იზომორფულად ეხვევება თუთიას, რაც პრინციპულად შესაძლებელია ამ ორი ელემენტის იონურ რადიუსთა ზომის სიახლოვის გამო.

პირველი პარაგენეტული ქვეჯგუფის მინერალების გამოყოფა დაიწყო გოგირდის იონების შედარებით დაბალი კონცენტრაციის პირობებში, რაზედაც მიგვითითებს გოგირდით ლარბი შენაერთების პიროტინისა და ქალკობირიტის წარმოქმნა მარმატიტულ სფალერიტთან მჭიდრო პარაგენეტულ ასოციაციაში.

პირველი გენერაციის სფალერიტის გამოყოფის ბოლოს პირობებში ზსნარში გოგირდის იონების კონცენტრაცია, როგორც ჩანს, მკვეთრად იზრდება. პირობებში ზსნარში შემაჯავლი რკინა მთლიანად ებმის გოგირდის იონებს და წარმოქმნის გოგირდით მდიდარ რკინის დისულფიდებს — პირიტსა და მარკაზიტს, რომლებთან ერთად იწყება მეორე გენერაციის, ლია ფერის სფალერიტის — კლეოფანის გამოყოფა.

კლეოფანური ტიპის სფალერიტში რკინის შემცველობა მეათედიდან ერთ პროცენტამდე მერყეობს. მასში აღარ აღინიშნება პიროტინისა და ქალკობირიტის ემულსიური ჩანაწინწყლები.

მეორე გენერაციის სფალერიტში ნაკლები რაოდენობით შედის კობალტიც — ქიმიური ანალიზი კობალტზე უარყოფით პასუხს იძლევა, ხოლო სპექტრალური ანალიზები კობალტის შემცველობას უმნიშვნელო კვალს რაოდენობით აჩვენებენ. სამაგიეროდ კობალტი მდიდარია პირველი პარაგენეტული ქვეჯგუფის მინერალების ჩამოყალიბების დასასრულს წარმოქმნილი რკინის დისულფიდები. პირიტისა და მარკაზიტის სპექტრალური ანალიზები კობალტის მესადი პროცენტების შემცველობას გვიჩვენებს. მადნების მინერაგოფიული შესწავლა გვიჩვენებს, რომ კობალტი რკინის დისულფიდებში დამოუკიდებელი მინერალის — კობალტინის სახით შედის, რაც დარიშხანის არსებობითაც დასტურდება. ამავდროულად ასოციაციაში 0,001% რაოდენობით ნიკელიც გვხვდება.

როგორც ვხედავთ, პირველი პარაგენეტული ქვეჯგუფის მადნეული მინერალებისათვის დამახასიათებელია კადმიუმის, გალიუმის, გერმანიუმის, კობალტის მინერალები და ამ ქვეჯგუფის მინერალთა ჩამოყალიბების დასასრულს აღნიშნულ ელემენტებს ემატება დარიშხანი და ნიკელი.

მადნეული მინერალების მეორე პარაგენეტული ქვეჯგუფის მთავარ მინერალს წარმოადგენს ვალენტი. ამთხელის მადნებში იშვიათი მინერალები — ტეტრაედრიტი, ბურნონიტი, პირარგირიტი, არგენტიტი, ბრონიარტიტი, ხალასი ვერცხლი, ტყვიის სულფობისმუტიტი და ჯემსონიტი მჭიდრო კავშირში იმყოფებიან ვალენტთან და თითქმის ყოველთვის გვხვდებიან ჩანართების სახით მასში.

ამ მინერალების მიკროსკოპული განსაზღვრა დასტურდება ქიმიური და სპექტრული ანალიზებითაც.

ამრიგად, როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, მადნეული მინერალების მეორე პარაგენეტული ქვეჯგუფისათვის გარდა ტყვიისა დამახასიათებელია შემდეგი ელემენტები: სპილენძი, სტიბიუმი, ვერცხლი და ბისმუტი.

ვერცხლი ვალენტიებში გვხვდება როგორც ხალას მდგომარეობაში, ასევე ვერცხლის დამოუკიდებელი მინერალების — პირარგირიტის, არგენტიტისა და ბრონიარტიტის სახით. სტიბიუმი ნაწილდება ბურნონიტში, ტეტრაედრიტში, პირარგირიტში, ბრონიარტიტსა და ჯემსონიტში, ხოლო სპილენძი — ტეტრა-

ედრიტსა და ბურნონიტში. ბისმუტი შედის ტყვიის სულფობისმუტიტების შედგენილობაში.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მეორე პარაგენეტული ქვეჯგუფის მინერალები განაჯობენ გამოყოფას მინერალიზაციის მეორე სტადიაშიც და აქაც მათთვის იგივე ქიმიური შედგენილობა არის დამახასიათებელი.

როგორც ვხედავთ, მადნეულ მინერალთა ეს ორი პარაგენეტული ქვეჯგუფი ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდება, როგორც მინერალთა, ისე ქიმიურ ელემენტთა პარაგენეზისით.

განსაკუთრებით ყურადღების მისაქცევია გეოქიმიურად ერთმანეთის მსგავსი ორი ელემენტის — სტიბიუმისა და დარიშხანის მკვეთრი გათიშვა, რაც ადასტურებს ჩვენ მიერ ზემოთ გამოთქმულ მოსაზრებას მთავარი მადნეული მინერალების — სფალერიტისა და გალენიტის — დროში გათიშვის შესახებ.

როგორც ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან ჩანს, ამთხელის ტყვია-თუთის მადნეულ ველზე კომპლექსური მადნეობა გავრცელებული. ტყვიისა და თუთიის გარდა მათში შედარებით დიდი რაოდენობით გვხვდება კადმიუმი, გალიუმი, კობალტი და ვერცხლი, რაც მადნების პრაქტიკულ ღირებულებას შესამჩნევად ზრდის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიური ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.7.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Г. Бетехтин, Ф. И. Вольфсон и др. Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. АН СССР, 1955.

## ტაქნიკა

ო. ცოგია

 კომბაინ KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლების  
 განსაზღვრისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. შვეცაბაიამ 6.5.1958)

ცნობილია, რომ ახალი გაუმჯობესებული კონსტრუქციის მანქანის შექმნის საქმეში უდადესი მნიშვნელობა ენიჭება არსებული ისეთი მანქანების ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრას, რომელთა ბაზაზე უნდა შეიქმნას ახალი კონსტრუქციის მანქანა. ამიტომ ბუნებრივია, რომ კარტოფილის ასაღები კომბაინის შექმნის საქმეში უდადესი მნიშვნელობა ენიჭება კარტოფილის ასაღები კომბაინის KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრას.

აღნიშნული კომბაინის მუშაობის პროცესის დინამიკურ დახასიათებას აბირობებს სამი პროცესი:

1. ენერგიის წყაროს მუშაუნარიანობა, რომელიც გადასცემს კომბაინზე საჭირო სიმძლავრეს; 2. კომბაინის მუშა ორგანოების მუშაუნარიანობა; 3. სეპარაციის პროცესი, ანუ დასამუშავებელი მასის მიერ შექმნილი წინალობა. ამათგან ენერგიის წყაროს მიმართ წაყენებული მოთხოვნა კომბაინის მუშაობის დროს განისაზღვრება პირობით. იგი სამუალებას უნდა იძლეოდეს გადაცემით კომბაინს გადასაადგილებლად და მუშა ორგანოების მუშაობაში მოსაყვანად საჭირო ენერგია. ენერგიის წყაროს დადგენა და მისგან გამომუშავებული სიმძლავრის მნიშვნელობანი ჩვენს კომპეტენციას არ შეადგენს. ჩვენი კვლევით ობიექტს წარმოადგენს კომბაინზე გადაცემული საჭირო სიმძლავრის ხარჯის დადგენა და ამავე დროს ამ საერთო ხარჯიდან დასამუშავებელი მასის მიერ გაწეული წინალობის დასაძლევად დახარჯული სიმძლავრის განსაზღვრა.

ენერგიის წყაროს მიერ კომბაინზე გადაცემული სიმძლავრე იხარჯება დასამუშავებელი მასის წინალობის დასაძლევად საჭირო კომბაინის მუშა ორგანოებისადმი გარკვეული აჩქარებების მინიჭებაზე.

საჭირო ენერგიის ხარჯი შეიძლება გამოთვლილ იქნეს თეორიული და ექსპერიმენტული გზით. თეორიული განსაზღვრის შემთხვევაში საკმარისია დავამყაროთ დამოკიდებულება მუშა ორგანოების ინერციის მომენტებსა (ბრუნავი ნაწილებისათვის), კუთხურ სიჩქარესა, კუთხურ აჩქარებასა (რომელიც საჭიროა გადასამუშავებელი მასის წინალობათა დასაძლევად) და საჭირო სიმძლავრეს შორის, ხოლო კომბაინის გადაადგილებისათვის საჭირო სიმძლავრის გაანგარიშებისათვის საჭიროა დავამყაროთ დამოკიდებულება კომბაინის მასასა, მის სიჩქარესა, აჩქარებასა (რომელიც საჭიროა კომბაინის გადაადგილების დროს ისეთი შემთხვევით წინალობების დასაძლევად, როგორცაა გადაკარგების წინალობა, სახნისთვის წინალობა და სხვა) და საჭირო სიმძლავრეს შორის. აღნიშნული დამოკიდებულებანი მექანიკიდან ცნობილია და ამიტომ ეს გაანგარიშება სირთულეს არ წარმოადგენს თუკი ვიცით ამ დამოკიდებულებებში შემავალი ღიდელების (მასა, სიჩქარე, საჭირო აჩქარება, მბრუნავი ნაწილების ინერციის მომენტი, კუთხური სიჩქარე და საერთო კუთხური აჩქარება) მნიშვნელობები.



ექსპერიმენტული განსაზღვრის დროს კი, პირიქით, თუ კომბაინზე გაცივებული საერთო სიმძლავრისა და ცალცალკე მისი განაწილების საშუალება გვექნება, ადვილად შევადგენთ კომბაინის მუშაობისათვის საჭირო სიმძლავრის ბალანსს.

ექსპერიმენტული გზით საჭირო სიმძლავრის ხარჯის განსაზღვრისათვის უნდა გვექონდეს სათანადო საზომი ხელსაწყოები.

კომბაინის გადავორებისათვის საჭირო სიმძლავრის ხარჯის დასადგენად უნდა გვექონდეს: წვევის ძალის განსაზღვრისათვის — წვევითი დინამომეტრი, მუშაოს სიჩქარის განსაზღვრისათვის — წამზომი.

მუშა ორგანოებზე გადაცემული სიმძლავრის გასაგებად საჭიროა: მბრუნავი მომენტის გასაგებად — მბრუნავი დინამოგრაფი. მუშა ნაწილების ბრუნვა რიცხვის ან კუთხურ სიჩქარეების გასაგებად — ტანომეტრი.

მაშასადამე, კომბაინის ენერგეტიკული მაჩვენებლები გასაგებად საჭიროა, ერთი მხრივ, განსაზღვროს ტრაქტორის მიერ განვითარებული წვევის ძალა როგორც კომბაინის უქმ სვლაზე, ისე სახნისების მიერ სამუშაო პროცესის (კარტოფილის ამოხრის) შესრულების დროს და, მეორე მხრივ, ტრაქტორის ძალამრთველ ლილვზე მბრუნავი მომენტის სიდიდე მუშა ორგანოების როგორც უქმი სვლის, ისე სამუშაო პროცესის შესრულების დროს. ყოველი მუშა ორგანოს მიერ დახარჯული ენერგიის გასაგებად საჭიროა განსაზღვროს მუშა ორგანოების მიერ დახარჯული ენერგია ცალცალკე, მათ კვანძებში.

კომბაინი KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლების შეფასებად ჩვენ ჩატარეთ ცდა.

ცდის დროს კომბაინის მუშაობისათვის საჭირო ჯამური სიმძლავრე განსაზღვრეთ პროფ. გ. შხვაცაბაიას სისტემის ენერგომეტრიული ურიკით, რომლის საშუალებითაც ვსაზღვრავთ წვევის ძალას (წვევითი დინამომეტრის საშუალებით) და მბრუნავი მომენტის სიდიდეს (მბრუნავი დინამომეტრის საშუალებით).

მუშა ორგანოებში ცალცალკე დახარჯულ ენერგიას აგრეთვე ვსაზღვრავდით პროფ. გ. შხვაცაბაიას დინამოგრაფის საშუალებით, რომელსაც ვაყენებდით სასურველი მუშა ორგანოს კვანძებში. ამისათვის ჩვენ დავამზადეთ სპეციალური მოწყობილობა, რომლის საშუალებითაც ვაყენებდით დინამოგრაფს.

კომბაინი KKP-2 ენერგეტიკული მაჩვენებლების შესწავლა მოვახდინეთ საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მიწათმოქმედების სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ექსპერიმენტულ ბაზაზე (მცხეთის რაიონი, წეროვანის მიწდორი) 1957 წელს.

კომბაინის გამწვევ ძალად გამოვიყენეთ ტრაქტორი ДТ-54.

ნიადაგი ტყის ყავისფერი მძიმე თიხნარკარბონატულია. კარტოფილის მოსავალი შეადგენდა ჰექტარზე 120 ცენტნერს (ჯიში — მაქესტიკი).

ცდის მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა კომბაინი KKP-2-ის ძირითადი ენერგეტიკული მაჩვენებლები, რისთვისაც ისაზღვრებოდა: 1. კომბაინის გადავორებისათვის საჭირო სიმძლავრე, 2. სახნისების მუშაობისათვის საჭირო სიმძლავრე, 3. კომბაინის მუშა ორგანოების მოძრაობაში მოსაყვანად საჭირო სიმძლავრე (უქმი სვლა), 4. კომბაინის მუშა ორგანოების მიერ მუშაობის პროცესში დახარჯული საჭირო სიმძლავრე, 5. ცალკეული სამუშაო ორგანოების მიერ დახარჯული სიმძლავრე როგორც უქმი სვლის დროს, ისე აგრეთვე მუშაობის პროცესში.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, კომბაინის ენერგეტიკული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის მოვახდინეთ დინამომეტრირება პროფ. გ. შხვაცაბაიას სისტემის წვევითი და ბრუნვითი დინამომეტრებით. დინამომეტრირების შედეგად მივიღეთ დიაგრამები, რის შემდეგ მოვახდინეთ მათი დამუშავება.

დინამომეტრიების ჩატარებამდე ნაკვეთი წინასწარ მოვამზადეთ, რისთვისაც იგი დახაყოფებად დაეყავით. თითოეული დანაყოფის სიგრძე 30 მეტრს უდრის. დანაყოფზე მივიღეთ თითო დიაგრამა. დინამომეტრის ჩამწერი აპარატის ჩართვასა და ამორთვისა ვაწარმოებდით ნიშანზე თითოეული საქციევის თავსა და ბოლოში.

ყოველი ვარიანტის ბოლოს ვამოწმებდით დიაგრამის ჩამწერის ხარისხს, რისთვისაც დინამომეტრს ვათავისუფლებდით დატვირთვისაგან (საკუთარი წონისაგანაც კი), და ვამოწმებდით — ჩამწერი ფანქარი ემთხვევა თუ არა ნულოვან ხაზს.

მანქანის წვევით წინაღობა დიაგრამის საშუალებით კვ-ით განისაზღვრება, რისთვისაც საჭიროა გამოვითვალოთ დიაგრამის ფართობი მისი პლანმეტრიკებით და განვსაზღვროთ დიაგრამის ორდინატის საშუალო სიმაღლე სმ-ით. თუ მიღებულ მნიშვნელობას გავამრავლებთ ზამბარის ყალიბზე, მივიღებთ საჭირო წვევის ძალას კვ-ით, ე. ი.

$$P = hq, \quad (1)$$

სადაც  $h$  არის დიაგრამის ორდინატის საშუალო სიმაღლე სმ-ით,  $q$  — ზამბარის ნაწმტები კვ/სმ-ით.

საჭირო სიმძლავრე გამოითვლება ფორმულით

$$N = \frac{PV}{75} \text{ ცხ. დ.}, \quad (2)$$

სადაც  $V$  მანქანის მოძრაობის სიჩქარეა მ/წმ-ში. იგი გამოიანგარიშება ფორმულით

$$V = \frac{l}{t}, \quad (3)$$

სადაც  $l$  არის მანქანის მიერ გაკლივი მანძილი მეტრობით,  $t$  — ამ მანძილის გასაველელად საჭირო დრო წამობით.

მბრუნავი დინამოგრაფის მიერ ჩამწერილი მბრუნავი მომენტის სიდიდის განსაზღვრა როგორც ჯამური, ისე ცალკეული კვანძებისათვის შემდეგნაირად ხდებოდა:

დინამოგრაფი ქალაღდის ლენტზე ავტომატურად აღნიშნავს მუშაორგანოების მოძრაობაში მომყვან მბრუნავი მომენტის მრუდს: ლილვის ბრუნთა რიცხვს — ცდის განმავლობაში, ხოლო საათის მექანიზმი — ცდის დროს.

თუ ვიცით ცდის დრო  $t$  წამობით, ე. ი. დრო, რომლის განმავლობაში ჩამწერილია დიაგრამა, გნმოვთვლით დიაგრამაზე აღნიშნული წერტილების რაოდენობას  $x$ , რაც შეესაბამება ლილვის ბრუნთა რიცხვს, მაშინ ლილვის ბრუნთა რიცხვი წუთში გამოითვლება ფორმულით

$$n = \frac{x}{t} \cdot 60 \text{ ბრ/წთ}, \quad (4)$$

ხოლო ლილვის საშუალო კუთხურ სიჩქარეს გამოვიანგარიშებთ ფორმულით

$$\omega = \frac{\pi n}{30} \frac{1}{\text{წამ}}, \quad (5)$$



ან თუ (5)-ში შევიტანთ  $n$ -ის მნიშვნელობას, გვექნება

$$\omega = \frac{\pi z \cdot 60}{30 \cdot t} = \frac{2\pi z}{t} \cdot \frac{1}{\text{წამ}} \quad (6)$$

დიაგრამის პლანიმეტრიკებით გამოვითვლით მის საშუალო ორდინატს —  $h$ -ს, რომლის გამრავლება დინამოგრაფის ყალიბზე მოგვცემს აღებული დროის მონაკვეთში ლილვზე მბრუნავი მომენტის საშუალო მნიშვნელობას, ე. ი.

$$M = h K \text{ კვმ}, \quad (7)$$

ხოლო საჭირო სიმძლავრეს გამოვიანგარიშებთ ფორმულით

$$N = \frac{\omega M}{75} = \frac{Mn}{716,2} \quad (8)$$

ან კიდევ

$$N = \frac{2\pi n z h k}{75t} \quad (9)$$

კომბაინის მუშაობისათვის საჭირო მბრუნავი მომენტის სიდიდე განვსაზღვრეთ როგორც კომბაინის მუშაობის, ისე მისი უქში სვლის დროს.

ცდის დროს განვსაზღვრეთ ნიადაგის ტენიანობა საერთოდ მიღებული მეოთხედით და საშუალოდ შეადგენდა 16,55%-ს.

განზრახული გვექნა მბრუნავი მომენტის სიდიდე გაგვესაზღვრა ყველა მუშა ორგანოს კვანძში, მაგრამ, ვინაიდან ჩვენთვის ყველაზე უფრო საინტერესო იყო პირველი და მეორე ელვატორი, როგორც ყველაზე უფრო ეფექტური მუშა ორგანოებით, ამიტომ მბრუნავი მომენტის სიდიდე განვსაზღვრეთ მხოლოდ ამ მუშა ორგანოებისათვის. ცდის შედეგად მიღებული მონაცემები მოყვანილია ცხრილში.

ცხრილი

კომბაინ KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლებს განსაზღვრისათვის ჩატარებული ცდის შედეგები

№ მ. რიგზე	მ ა ჩ ვ ე ნ ე ბ ლ ე ბ ი										
	ბრუნვ. რიცხვი, ბრ/წთ		კუთხური სიჩქარე, 1/წმ		საჭირო სიმძლავრე, N ცხ. ძალა		მბრუნავი მომენტი, კვმ		საჭირო ძალა, კვ		
	უქმ სვლაზე	მუშაობის დროს	უქმ სვლაზე	მუშაობის დროს	უქმ სვლაზე	მუშაობის დროს	უქმ სვლაზე	მუშაობის დროს	უქმ სვლაზე	მუშაობის დროს	
1	წვეთი წინალობა	—	—	—	—	4,76	8,55	—	—	324	635
2	ენერგიის ხარჯი მუშა ორგანოების მუშაობაზე	505	540	52,8	56,32	11,6	19,36	15,71	25,8	—	—
3	ენერგიის ხარჯი I ელვატორში	168	129	11,3	11,3	1,2	2,09	8	11,61	—	—
4	ენერგიის ხარჯი II ელვატორში	104	121	10,8	12,6	0,95	1,36	5,5	8,22	—	—

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სიმძლავრის ხარჯი მუშა ორგანოების მოძრაობაში მოსაყვანად უქმ სვლაზედაც კი შეადგენს 11,6 ცხ. ძალას, რომელთაგან

I და II ელევატორზე მოდის მხოლოდ 2,15 ცხ. ძალა. დანარჩენი სიმძლავრე გადაეცემა ისეთ მუშა ორგანოებს, როგორცაა: ამწი ელევატორი, პნევმატიკური ბალონები, ცხავი, ზედა გორაკი, ასაქცევი ლილვავი, ცხავის ელევატორი, ქვედა გორაკი, გადამრჩევი ტრანსპორტიორი და სხვა.

ანალოგიური სურათითა კომბაინის მუშაობის დროს. მუშა ორგანოების ასამუშავებლად და მასზე შემოსული მასის გასაცხავებლად (სასეპარაციოდ) სრული საჭირო სიმძლავრე 19,3 ცხ. ძალას შეადგენს, იმ დროს, როდესაც I და II ელევატორზე იხარჯება მხოლოდ 3,45 ცხ. ძალა.

როგორც აღნიშნული იყო, კომბაინის მუშაობა საქართველოს რესპუბლიკის მძიმე ნიადაგობრივ პირობებში არაღამაკმაყოფილებელია და შეიძლება ითქვას, რომ არა რენტაბელური და მიუღებელიცაა, რადგან KKP-2 მარკის კომბაინებს აქვთ მთელი რიგი არსებითი ნაკლოვანებანი: ძალზედ აზიანებენ ტუბერებს (განსაკუთრებით დაუმწიფებელ კარტოფილს), გვაძლევენ დიდ დანაკარგებს, არაღამაკმაყოფილებლად ახდენენ ტუბერებისაგან ნიადაგის მოცილებას საშუალო ნიადაგებში მუშაობის დროს და იგი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მძიმე ნიადაგებში. ამის გამო ისინი უმეტეს შემთხვევაში გამოიყენებიან, როგორც ამომთხრელები.

აქედან გამომდინარე, სრულიად არარენტაბელურია კარტოფილის ამოთხრისათვის კომბაინების გამოყენება მძიმე ნიადაგობრივ პირობებში, რადგანაც ადგილი აქვს ენერგიის უქმ ხარჯს იმ დროს, როდესაც დახარჯული ენერგიის გამოყენება შეიძლება უფრო რაციონალურად.

თუ კომბაინზე ნიადაგის საბოლოო სეპარაციისათვის დაეყენებთ ჩვენ მიერ რეკომენდირებულ გადამრჩევი ტრანსპორტიორს, მაშინ ჩვენ შეგვეძლება კომბაინზე დავტოვოთ მხოლოდ I და II ელევატორი და დანარჩენი არაფექტური მუშა ორგანოები ამოვიღოთ კომბაინის სქემიდან, ეს კი, როგორც წინასწარი გაანგარიშებები გვიჩვენებს, საშუალებას მოგვცემს შევამციროთ სიმძლავრის ხარჯი 5—7 ცხ. ძალამდე, ნაცვლად 19,36 ცხ. ძალისა.

აქვე უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ კომბაინის განთავისუფლება იმ რთული ნაწილებისაგან, რომლებიც მძიმე ნიადაგობრივ პირობებში უქმი და გამოუსადეგარია, საშუალებას მოგვცემს კომბაინის საერთო წონა შევამციროთ და, საჭირო ნაწილები რაციონალურად განვალაგოთ ჩარჩოზე, რითაც საგრძნობლად შემცირდება მუშაობის პროცესში გადაგორებისათვის საჭირო სიმძლავრეც.

მთლიანად კომბაინის მუშაობაზე დახარჯული სიმძლავრის განაწილების არარენტაბელურობაზე მიგვიითობს ის გარემოებაც, რომ სრული საჭირო სიმძლავრიდან, რაც იხარჯება კომბაინის მუშაობაზე

$$N = N_g + N_{\text{მუშ}} = 8,55 + 19,36 = 27,91 \text{ ცხ. ძალა,}$$

სასარგებლო ხარჯს შეადგენს მხოლოდ 11—12 ცხ. ძალა.

ჩვენ მიერ რეკომენდირებული გადამრჩევი ტრანსპორტიორის გამოყენების შემთხვევაში კომბაინის მუშაობისათვის საჭირო სიმძლავრის ხარჯი იქნება

$$N = N_g + N_{\text{მუშ}} = 8,55 + (5 - 7) = 13,55 - 15,55 \text{ ცხ. ძალა.}$$

მუშასადამე, სიმძლავრის ხარჯი შემცირდება დაახლოებით 2-ჯერ; ამასთან, თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ კომბაინის წონის შემცირებით შემცირდება მისი გადაგორების წინაღობა, მაშინ კიდევ უფრო მეტჯერაც.



## დასკვნები

1. კომბაინი KKP-2-ის ენერგეტიკული მაჩვენებლების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ მთლიანი სიმძლავრის ხარჯი შეადგენს 27,91 ცხ. ძალას; აქედან სასარგებლო მუშაობაზე იხარჯება მხოლოდ 11-12 ცხ. ძალა, რაც მიგვიჩვენებს კომბაინზე სიმძლავრის არარენტაბელურ განაწილებაზე.

2. სიმძლავრის ხარჯი უკვე სვლის დროსაც კი მეტად დიდია, იგი 11,6 ცხ. ძალას შეადგენს იმ დროს, როდესაც ისეთ ეფექტურ მუშა ორგანოებზე, როგორცაა I და II ელექტორი, 2,15 ცხ. ძალა მოდის.

3. გადამრჩევი ტრანსპორტიორის გამოყენება საშუალებას მოგვცემს კომბაინის საერთო საქმიდან ამოვიღოთ არაეფექტური სამუშაო ორგანოები, რითაც მივალწევთ ენერჯის უნაყოფო ხარჯის დაახლოებით 2-ჯერ და კიდევ უფრო მეტად შემცირებას, დახარჯული ენერჯის უფრო რაციონალურად განაწილებასა და ამას გარდა კომბაინის განთავისუფლებას იმ რთული ნაწილებისაგან, რომლებიც მძიმე ნიადაგობრივ პირობებში მუშაობისას გამოუსადეგარია. ეს უკანასკნელი კი კომბაინის საერთო წონის შემცირებასა და ამით მუშაობის პროცესში კომბაინის გადაგორებისათვის საჭირო სიმძლავრის შემცირების საშუალებას მოგვცემს.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის  
 მეცნიერებათა აკადემიის მიწათმოქმედების  
 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.5.1958)

ტექნიკა

ა. ბანეთიშვილი

## პოლიგონომეტრია ჰიდროტექნიკურ ბპირაბებში

(წარმოადგინა აკადემიოსმა რ. აგლაძემ 3.7.1958)

ცნობილია გვირაბების გაყვანის სამუშაოთა წარმოების ორი ძირითადი ხერხი: სამთო და ფარისებრი.

ქეანახშირის მრეწველობის მალარობებში სამთო გამონამუშევრების გაყვანა ძირითადად წარმოებს სამთო ხერხით, ამიტომ საჭიროა მიღებულ იქნეს სამთო ხერხის სამუშაოთა წარმოების შესატყვისი პოლიგონომეტრია წიგნიდან „სამარკუშიდერო საქმე“, სადაც დასრულებული სახითაა გადმოცემული პოლიგონომეტრია, რომელიც იყოფა I და II თანრიგის თეოდოლიტურ სვლებად.

I თანრიგის თეოდოლიტური სვლა გაიყვანება შტოლნებში, კვერშლანგებში და მთავარ საზიდ შტრეკებში, სადაც აღნიშნული თეოდოლიტური სვლა წარმოადგენს II თანრიგის თეოდოლიტური სვლის დასაყრდენს.

II თანრიგის თეოდოლიტური სვლები გაიყვანება გვირაბის სავენტილაციო შტრეკებსა და სხვა დანარჩენ სამთო გამონამუშევრებში, სადაც მასზე დაყრდნობით ხდება ლავის წმენდითი სამუშაოების ავეგმვა.

I თანრიგის თეოდოლიტურ სვლებს გაიყვანენ იმგვარად, რომ შესაძლებელი იქნეს გაეწიოს კონტროლი გაზომვისა და გამოანგარიშების სისწორეს. ამიტომ პოლიგონურ სვლებს ასრულებენ შეძლებისამებრ შეკრულს, ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც პოლიგონური სვლა ღიაა, მას ასრულებენ ორჯერ თვითდარწმუნების მიზნით.

ფარისებრი მეთოდის გამოყენებითაა აგებული მოსკოვის მეტროპოლიტენი, სადაც გამომუშავდა პოლიგონომეტრიის საკითხის გადაწყვეტის სათანადო მეთოდი. ზემოთ აღნიშნულის გამოცდილება სრულყოფილად გადმოცემულია წიგნში „გეოდეზია გვირაბთა მშენებლობაში“ (ნაწილი 2), სადაც პოლიგონომეტრია აღწერილია შემდეგნაირად.

მიწისქვეშა გამონამუშევრებში შესრულებული პოლიგონომეტრია იყოფა მისასაღლე, მუშა, ძირითად და მთავარ პოლიგონომეტრულ სვლებად. გვირაბთა მშენებლობის პრაქტიკამ გამოიმუშავა შემდეგი სიგრძეები პოლიგონის გვერდებისა: მისასაღლე პოლიგონომეტრიაში 10—15 მ; მუშა პოლიგონომეტრიაში 25—50 მ; ძირითად პოლიგონომეტრიაში — 50—100 მ და მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის მთავარ სვლებში — 150—800 მეტრამდე.

მისასაღლე პოლიგონომეტრია ჩვეულებრივ სრულდება მრუდსაზოვან წოლხარელებში (10 მეტრამდე ჯადიუსის სიგრძით) დღის ზედაპირიდან ტრასაზე გამოსასაღლედ. ამნაირი სიმრუდე მიწისქვეშა გამონამუშევრების შემთხვევაში იძულებულს გვხვდის დავუშვათ მოკლე გვერდები, სიგრძით 10 მეტრამდეც. პოლიგონომეტრიაში მოკლე გვერდის მქონე კუთხე მოითხოვს კუთხით გაზომვის თაღისებურ მეთოდს.

მუშა პოლიგონომეტრია სრულდება იმისათვის, რათა უზრუნველყოფილი იქნეს დაკავლითი სამუშაოები როგორც სანგრევის წინ წაწევისა, ისევე მიწისქვეშა გამონამუშევარში ცალკე დანადგართა ლერძების დასამაგრებლად. მუშა პოლიგონომეტრიის პუნქტების ნაწილი შემდგომში ჩართულ იქნება მი-



წისქვეშა პოლიგონომეტრიის ძირითად სვლაში. მუშა პოლიგონომეტრით სრულდება მეტისმეტად წაგრძელებული სამკუთხა ჯაჭვის სახით. ამგვარად, სანგრევი დამაგრებული თითოეული პუნქტი განისაზღვრება ახლად შექმნილი სამკუთხედის ყველა კუთხისა და ორი — CE და DE — გვერდის გაზომვით. ინსტრუმენტის  $M$  პუნქტზე დგომისას საკონტროლოდ იზომება BDE კუთხე, ხოლო C პუნქტზე დგომისას იზომება აგრეთვე ACE კუთხე. წაგრძელებული სამკუთხა ჯაჭვითი სისტემა უზრუნველყოფს კონტროლს (როგორც კუთხეთა გაზომვისას, ისე გვერდების გაზომვაში) და საშუალებას გვაძლევს გადავცეთ დირექციული კუთხე უფრო გრძელ გვერდებზე დაყრდნობით, რაც ზრდის გადაცემული დირექციული კუთხის სიზუსტეს.

მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის ძირითადი სვლა სრულდება მუშა პოლიგონომეტრიის პუნქტების გამოყენებით (იხ. ნახ. 1).

ნახ. 1-ზე ძირითადი პოლიგონომეტრიის სვლა გაიგლის ACE პუნქტებზე მათ შორის ერთი პუნქტის გამოტოვებით; ნახ. 2-ზე ძირითადი პოლიგონომეტრიის სვლაში შემავალი პუნქტები აღნიშნულია ორმაგი წრით.

გვირახის ყრუ სანგრევით აგებისას, ნაცვლად ერთი ღია პოლიგონისა, შეიძლება შესრულდეს ორი დამოუკიდებელი სვლა გვირახის ორივე მხარეზე (იხ. ნახ. 3). კუთხეებისა და მანძილების გაზომვის კონტროლისათვის ასეთ სვლაში რამოდენიმე პუნქტის გამოშვებით კარაიან პოლიგონს, რომელიც გვაძლევს წარმოდგენას შესრულებული სვლის სიზუსტეზე.

მეტროპოლიტენის მშენებლობას აგებენ ორი პარალელური გვირახით, რომელთა შორის გადის განივი გამოკვეთი. ამ გამოკვეთებით სარგებლობენ იმ ღია სვლის შესაკვრელად, რომლებიც შესრულებულია თითოეულ გვირახში. ძირითადი პოლიგონომეტრიის სქემა ამ შემთხვევაში გამოსახულია ნახ. 4-ზე.

მთავარი პოლიგონური სვლა სრულდება ძირითადი მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის პუნქტებზე დაყრდნობით. პუნქტების შერჩევა მთავარ სვლაში დამოკიდებულია ტრასის სიგრძისაგან და ცალმხრივ გაყვანილი გამონაშუშევილის გეომეტრიული ფორმისაგან. მე-2 ნახ.-ზე გამოჩატულია მთავარი პოლიგონური სვლა სწორხაზოვან გვირახში (ხედვის გაუმჯობესების მიზნით პუნქტები მთავარი პოლიგონური სვლისა მაგრდება გვირახის ღერძთან ახლო).

II ხრამქსის გვირახების მშენებლობაზე პოლიგონომეტრია ორად იყოფა: ძირითად და სწვრივ პოლიგონომეტრიად.

ძირითადი პოლიგონომეტრიის პროექტი დგება მას შემოიღ. რაც მიღებულია გვირახის ტრასის პროექტი. ძირითადი პოლიგონომეტრიის პუნქტებს უმრავლეს შემთხვევაში უთავსებენ გვირახის ტრასის მოხვევის კუთხეებს, რომლებიც მდებარეობენ გვირახის ღერძზე. იმ შემთხვევაში, როცა ძირითადი პოლიგონომეტრიის გვერდები 100—150 მეტრს აღემატება, პოლიგონომეტრიას ვაცვებთ სწვრივი პოლიგონომეტრით ისე, როგორც ნახვენებია ნახ. 5-ზე, სადაც სწვრივი პოლიგონომეტრიის გვერდის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 50—100 მეტრს. ძირითადი პოლიგონომეტრია განკუთვნილია სწვრივი პოლიგონომეტრიის უზრუნველსაყოფად და პროექტირებისას შემხვევად სანგრევის წინასწარი ანგარიშისათვის.

სწვრივი პოლიგონომეტრია, რაც პირველად იქნა შემუშავებული და დაწერა II ხრამქსის პირობებში, სრულდება შემდეგნაირად: ძირითად პოლიგონურ პუნქტიდან წინასწარ დაბეჭტონებულ სწვრივი პოლიგონომეტრიის ფილაზე მოვზომავთ საპროექტო მიმართულებას, რომელიც მაგრდება აღნიშნულ ფილაზე დატანილი ღრმული კერნის საშუალებით (თეოდოლიტის მეორე კუთხეზე დგომისას საპროექტო მიმართულებას მოვზომავთ ფილა  $\Pi_2$ -ზე, ხოლო





ტანა, ანუ მიმართულების დამაგრება კუთხეთა ზომით როდი ხდება, არამედ, იუ მიმართულება დამაგრებულია ნულოვან ფილაზე, ვდგებით თეოდოლიტით კუთხეზე, მივმართავთ ჭოგრის ნულოვან ფილის ღრმულზე და ჭოგრის პირი-ზონტალური ღერძის მოძრაობით სწვრივი მიმართულება გადაგვაქვს სანგრევე-თან ძღებარე ფილაზე. მაგალითად, თუ გვინდა დავამაგროთ მიმართულება ფი-ლაზე II<sub>2-1</sub>-ზე; მაშინ თედოლიტს ვაყენებთ მეორე კუთხეზე, მივმართავთ ჭოგრის ფილა II<sub>2-6</sub>-ის ღრმულს და ფილა II<sub>2-1</sub>-ზე გადაგვაქვს პატარა ღრმულ-ლები წრემარჯვნივისა და წრემარცხნივის საშუალებით, სადაც აღნიშნული ორი პატარა ღრმულის შუა მდებარეობა იქნება სწორზე შემაერთებული ხაზის, კუთ-ხე მე-2-ისა და ფილა I<sub>2</sub>-6-ის ღრმულისა.

ამრიგად, სწვრივი პოლიგონომეტრიის დახმარებით მივდივართ სანგრე-ვების შეხვედრამდე, ხოლო იმ შემთხვევაში, თუ შეხვედრამდე არსებობს ერთი ან რამდენიმე მოხვევის კუთხე, ისევე, როგორც მეოთხე სანგრევეში, მაშინ მე-სამე კუთხიდან მეოთხე კუთხემდე გავდივართ სწვრივი პოლიგონომეტრით, ხოლო მეოთხე კუთხის დაბეტონებისა და ღრმულის დატანის შემდეგ ვამაგ-რებთ მიმართულებას მეხუთე კუთხეზე ფილა II<sub>2-6</sub>-ის დახმარებით და მივ-დივართ სანგრევების შეხვედრამდე ან მეხუთე კუთხემდე, და ა. შ.

პოლიგონომეტრიის ზემოხსენებული მეთოდებიდან ჩანს, რომ გვერდების სიგრძე I თანრიგის პოლიგონომეტრიის ქვანახშირის მრეწველობის შახტებსა და მაღაროებში განისაზღვრება 10-დან 300 მეტრამდე, სადაც გვერდის სიგრძე დამოკიდებულია მიწისქვეშა გამონამუშევრის სიმრუდეზე. აღნიშნულ გამო-ნამუშევრებში ერთიმეორისაგან დამოუკიდებლად ასრულებენ ორ პოლიგონურ სვლას, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ შესრულებული პოლიგო-ნომეტრიის სიზუსტეზე.

მეტროპოლიტენის მშენებლობის გამოცდილებამ დაგვანახა, რომ მიწისქვეშა პოლიგონომეტრიის მთავარი სვლის გვერდები განისაზღვრება 10—800 მეტ-რამდე (10 მეტრიდან იმეტრამ იწყება, რომ იგი იყრდნობა მისასვლელ პოლიგო-ნომეტრისა), სადაც მაქსიმალური სიგრძე 800 მეტრი მიიღება მისასვლელი, მუშა და ძირითად პოლიგონომეტრიის შემდეგ, რომელიც სრულდება წაგ-რძელებულ სამკუთხა ჯაჭვის სახით და ხასიათდება საუკეთესო კონტროლით.

II ხრამჭის მშენებლობის გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ გვერდების სიგ-რძე განისაზღვრება დაპროექტებული გვირაბის პირდაპირი მონაკვეთით, სა-დაც გვერდების უმრავლესობა აღწევს 2000 ან 3000 მეტრამდე, ხოლო მინიმალური სიგრძე დამოკიდებულია გვირაბის სიმრუდისაგან, სადაც ერთ-ერთ პო-ლიგონში უმცირესი გვერდი 13 მეტრი იყო. კუთხეებისა და სიგრძის გაზომვა ხდება ორჯერ, სხვადასხვა ინსტრუმენტებით, რათა დავრწმუნდეთ შესრულე-ბული სამუშაოების სიზუსტეში.

იმისათვის, რომ ნათელი წარმოდგენა გვქონდეს სწვრივი პოლიგონომეტ-რიის უპირატესობაზე, შევადაროთ იგი მისასვლელ, მუშა, ძირითად და II თან-რიგის პოლიგონომეტრისა.

II თანრიგის პოლიგონომეტრია შეესაბამება ქვანახშირის მრეწველობის შახტებში არსებული სამუშაოთა წარმოების სამთო ხერხს, იქ, სადაც ფენები მეტად დეფორმირებულია ოროგენეზისისაგან, პოლიგონომეტრიის წარმოება აქ გრძელი გვერდებით შეუძლებელია. ამიტომ სწვრივმა პოლიგონომეტრიამ ვერ მოიპოვა თავისი განვითარების გზა. მისასვლელი, მუშა და ძირითადი პო-ლიგონომეტრია გამოიშვავებულია მეტროპოლიტენის მშენებლობის ვითარე-ბაში, სადაც მაქსიმალური გვერდის სიგრძე 800 მეტრს უდრის და იგი გაჰყავთ სამი ზემოხსენებული პოლიგონომეტრიის დახმარებით.

## დასკვნები

II ხრამპესის მშენებლობაზე შემუშავებული და დანერგილი პოლიგონომეტრიის უპირატესობა გამოიხატება შემდეგში:

1. წაგრძელებული სამკუთხა ჯაჭვი შეცვლილია სწვრივი პოლიგონომეტრით, სადაც ნახევარჯერ მცირდება პუნქტების რაოდენობა, ამასთან ერთად აღარაა საჭირო პორიზონტალური კუთხეების გაზომვა და იგი თავისუფალია კუთხეთა გაზომვებში დაშვებული ცთომილებებისაგან.

2. სწვრივი პოლიგონომეტრით მეტად გაადვილებულია გაზომილი მასალის კამერული დამუშავება და შესაბამისად შემცირებულია შემხვედრი სანგრევის ანგარიში.

ქვანახშირის მრეწველობის შახტებსა და მეტროპოლიტენის მშენებლობაზე მიღებული პოლიგონომეტრიის შედარება ხრამპესის მშენებლობაზე შემუშავებულ პოლიგონომეტრისთან ნათელ წარმოდგენას იძლევა უკანასკნელის შესრულების სიმარტივეზე. ამიტომ სასურველია ვცადოთ მისი გამოყენება ქვანახშირის მრეწველობაში და მეტროპოლიტენის მშენებლობაზე.

ლენინის ორდენისანი ტრესტი

„საქჰიდროენერგომშენი“

(რედაქციას მოუვიდა 3.7.1958)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. Н. Оглоблин. Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений, т. I—II. Металлургиздат, 1950.
2. И. И. Бахурин, М. П. Пятлин, Г. А. Кротов. Курс маркшейдерского дела. Углетехиздат, 1949.
3. А. Н. Баранов, К. И. Егуннов и др. Геодезия в тоннелестроении. Геолезиздат, 1953.
4. გ. აბაშიძე. გეოდეზია. საქართველოს სას.-სამ. ინსტიტუტის გამომცემლობა, თბილისი, 1950.

## სამშენებლო საქმე

## 3. ჰიპოთეზილი

საცხოვრებელი უზნობების მზიდი კედლების აბების კვლევისა და ტექნიკურ-მკონომიკური ანალიზის მეთოდლიკა

(წარმოდგინა აკადემიოსმა კ. ზავრიემა 2.7.1958)

საქართველოს სსრ პირობებში საცხოვრებელი უზნობების მზიდი (ამტანი) კედლების მსხვილი ბლოკებით აშენების გამოცდილების შესწავლის დროს მუშაობის დაწყება მოგვიხდა კვლევის მეთოდის დამუშავებით.

შესწავლის საგანს შეადგენდა აგურისა და ბეტონის დიდი ბლოკებით აგებული უზნობები, გარდა ამისა, მსხვილბლოკური სახლების და ტრადიციული წყობის აგურის უზნობების ურთიერთ შედარების მიზნით გამოკვლეულ იქნა აგურის ჩვეულებრივი წყობით აშენებული სახლები.

მზიდი კედლების აგების სამშენებლო-სამონტაჟო პროცესი აგურის მსხვილი ბლოკებისაგან განიხილება კომპლექსურად, დამზადებიდან მათი კედლებში წყობის ჩათვლით. აღნიშნული პროცესი შედგება სამი ეტაპისაგან: 1. აგურის ბლოკების დამზადება, 2. ნაკეთების მიზიდვა მიწოდებულთა საწყობიდან მშენებლობის ტერიტორიაზე, 3. ნაკეთებისა და მასალების მიწოდება ობიექტის საწყობიდან სამუშაოს ადგილზე და კედლების წყობა.

აგურისა და ბეტონის მსხვილი ბლოკები განიხილება, როგორც ქარხნის მზა პროდუქტია. ამიტომ ბეტონის დიდი ბლოკებისაგან ან ცალობრივი აგურისაგან სახლების აგების დროს პირველ ეტაპს არ განვიხილავთ.

სამშენებლო-სამონტაჟო პროცესის ყველა ეტაპზე თითოეული გამოსაკვლევი ობიექტისათვის მოცემულია სამი სახის მაჩვენებელი:

ეკონომიკური — რომელიც მიიღება დაკვირვებათა საფუძველზე მექანიზმებისა და მუშების სამუშაო დროის დანაკარგის მხედველობაში მიღებით, რასაც სინამდვილეში ქონდა ადგილი;

შესაძლო — რაც მიიღება მექანიზმებისა და მუშების სამუშაო დროის დანაკარგების ლიკვიდაციის შედეგად, თუ ორგანიზაციისა და წარმოების არსებული მეთოდები ძირითადად უცვლელი დარჩება;

ოპტიმალური — რაც მიიღება მექანიზმებისა და მუშების სამუშაო დროის დანაკარგების ლიკვიდაციის შედეგად, თუ გამოყენებული იქნება ორგანიზაციისა და წარმოების ოპტიმალური მეთოდები მოცემული სქემებისათვის (ეს უკანასკნელი მიღებულია გამოსაკვლევი ობიექტებისათვის).

ზემოთ ჩამოთვლილი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები მოცემულია 10 მ<sup>3</sup> კედლისათვის შემდეგ სახეებში: აგების შრომატევადობა, რაც განისაზღვრება კაციდღეებით; მონტაჟის ხანგრძლივობა, რაც განისაზღვრება ცვლებით და აგების ღირებულება, რაც მანეთობით განისაზღვრება.

კედლების აგების ღირებულება მიღებულია, როგორც ჯამი ტრანსპორტისა და მექანიზმების ექსპლუატაციის ღირებულებებისა და მუშების ხელფასისა. მასალების ღირებულება, ზედნადები-ხარჯები, საგემო დაგროვება მხედველო-



ბაში არ არის მიღებული, და, ამგვარად, კედლის აგების ღირებულება გზის ვლილია პირდაპირი დანახარჯების მიხედვით.

სამშენებლო-სამონტაჟო და სატრანსპორტო-სატვირთო პროცესების გამოკვლევა, ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების განსაზღვრის მიზნით, ჩვენ დავიწყეთ მექანიზმებისა და მუშების სამუშაო დროის ძირითადი დანახარჯების შესწავლით, რომელთა კლასიფიკაცია გამოსაკვლევ პროცესებზეა დამოკიდებული. მიუხედავად ამისა, ეს დანახარჯები ნებისმიერი სამშენებლო პროცესისათვის შედგებიან აუცილებელი სამუშაო დროისაგან (ცულის პროდუქციის გამოსაშვებად) და დანაკარგებისაგან. ამასთანავე, დანაკარგები ჩვეულებრივად შედგებიან შენობის მიხედვით და ზედმეტ სამუშაოებზე დანახარჯულ დროისაგან და მოცდენისაგან (მშენებლობაზე დამოკიდებული ან მათგან დამოუკიდებელი მიზეზების გამო).

სამუშაო დროის დანაკარგებს მშენებლობის მიზეზების გამო მიეკუთვნება ცალკეული პროცესების არასაკმარისი ორგანიზაციით გამოწვეული დანახარჯები, ხოლო სამუშაო დროის დანაკარგებს, მშენებლობისაგან დამოუკიდებელი მიზეზების გამო მიეკუთვნება გაცდენები გამოწვეული ელექტროენერჯის და წყლის შეწყვეტისაგან, მეტეოროლოგიური პირობებისაგან და სხვ.

ქვემოთ მოყვანილია მსხვილ ბლოკური კედლების მონტაჟის დროს მექანიზმებისა და მუშების სამუშაო დროის ძირითადი დანახარჯების კლასიფიკაციის მაგალითი.

### ა) მექანიზმების მუშაობაზე დაკვირვების დროს:

#### I. აუცილებელი დანახარჯები

1. პირდაპირი (ციკლური): ა) ამწეს გადაადგილება ბლოკთან, ბ) ბლოკის შებმა, გ) ბლოკის მიწოდება მონტაჟის ადგილზე, დ) ბლოკის დაყენება და კავის მოხსნა.

2. დამატებითი (არაციკლური): ა) დამხმარე სამუშაოები, ბ) ტექნოლოგიური შესვენებები.

#### II. დანაკარგები

1. შემთხვევითი და ზედმეტი სამუშაოები.
2. მოცდენები მშენებლობის მიზეზებით.
3. მოცდენები მშენებლობისაგან დამოუკიდებელი მიზეზებით.
4. სხვა დანაკარგები.

### ბ) მემონტაჟეთა მუშაობაზე დაკვირვების დროს:

#### I. აუცილებელი დანახარჯები

1. პირდაპირი (ციკლური): ა) საგების მოწყობა, ბ) ბლოკის დაყენება და კავის მოხსნა, გ) ნაკერების აკვება.

2. დამატებითი (არაციკლური): ა) დამხმარე სამუშაოები, ბ) ტექნოლოგიური შესვენებები.

#### II. დანაკარგები

1. შემთხვევითი და ზედმეტი სამუშაოები,
2. მოცდენები მშენებლობის მიზეზებით,
3. მოცდენები მშენებლობისაგან დამოუკიდებელი მიზეზებით,
4. სხვა დანაკარგები.



მექანიზმებისა და მუშების სამუშაო დროის ძირითადი დანახარჯები ცვლის პროდუქციის გამოსაშვებად განისაზღვრება სამუშაო დროის ქრონომეტრაჟის საფუძველზე, რომლის შედგენაც გამოითვლება ფაქტობრივი ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები.

შესაძლო ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები უნდა დადგინდეს მექანიზმებისა და მუშების ცვლის დროში გამოყენების კოეფიციენტთა დახმარებით ( $K_{II}$ ), რომლებიც განისაზღვრებიან ფორმულით

$$K_{II} = \frac{t_{II}}{t_{\Phi}}$$

სადაც,  $t_{II}$  სამუშაო დროს აუცილებელი დანახარჯია, ხოლო  $t_{\Phi}$  — სამუშაო დროს ფაქტობრივი დანახარჯი (დანაკარგების ჩათვლით).

ობტიმალური ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები შეიძლება დავადგინოთ მუშებისა და მექანიზმების ძირითად სამუშაოებზე ამორჩევითი ქრონომეტრული დაკვირვებით. ამასთანავე ერთად მანქანებისა და მუშების ციკლური დანახარჯების სიდიდეების დადგენის შემდეგ გადასვლა ციკლური დანახარჯებიდან აუცილებელზე ხორციელდება კოეფიციენტების დახმარებით, რომლებიც გამოითვლებიან ფორმულით

$$K = \frac{t_{II}}{t_{II}}$$

სადაც,  $t_{II}$  სამუშაო დროის ციკლური დანახარჯებია.

აგურის ცალობრივი დაწყობის დროს  $t_{II}$ -ს ნაცვლად შემოიყვანება  $t_{II}$  — მექანიზმებისა და მუშების სასარგებლო სამუშაო დრო.

შრომატევადობისა და ხანგრძლივობის ობტიმალური სიდიდეები მემონტაჟეთა და მექანიზაციის საშუალებათა მოცემული რაოდენობისათვის განისაზღვრებიან ფორმულით

$$T = N \cdot t$$

სადაც,  $T$  არის შრომატევადობა,  $N$  — მუშების რაოდენობა, ხოლო  $t$  — მოცემული პროცესის ხანგრძლივობა.

ხანგრძლივობის, შრომატევადობისა და ღირებულების გამოსაანგარიშებლად მოცემულია ფორმულები ავტორის მიერ შედგენილი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების სისტემის მიხედვით 10 მ<sup>3</sup> კედლისათვის (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების სისტემა

№/ს რიგზე	მაჩვენებლები	მაჩვენებლების სახე	სამშენებლო-სამონტაჟო პროცესების ეტაპები			ჯამი
			1	2	3	
1	ხანგრძლივობა (ცელა)	ფაქტობრივი	—	—	$t_{\Phi 3}$	$t_{\Phi}$
		შესაძლო	—	—	$t_{\Phi 3}$	
		ობტიმალური	—	—	$t_{\Phi 3}$	
2	შრომატევადობა (კადლე)	ფაქტობრივი	$T_{\Phi 1}$	$T_{\Phi 2}$	$T_{\Phi 3}$	$T_{\Phi}$
		შესაძლო	$T_{B 1}$	$T_{B 2}$	$T_{B 3}$	
		ობტიმალური	$T_{O 1}$	$T_{O 2}$	$T_{O 3}$	
3	ღირებულება (მან.)	ფაქტობრივი	$C_{\Phi 1}$	$C_{\Phi 2}$	$C_{\Phi 3}$	$C_{\Phi}$
		შესაძლო	$C_{B 1}$	$C_{B 2}$	$C_{B 3}$	
		ობტიმალური	$C_{O 1}$	$C_{O 2}$	$C_{O 3}$	



ამასთანავე ერთად ხანგრძლივობა განისაზღვრება მხოლოდ მშენებლობის შემთხვევაში, რადგანაც წყობის ან მონტაჟის დრო წარმოადგენს მოცემული შენობის აგების ხანგრძლივობის ძირითად განმსაზღვრელ არგუმენტს.

მშენებლობის I ეტაპზე (აგურის მსხვილი ბლოკების დამზადება) განისაზღვრება:

ფაქტობრივი მაჩვენებლები

$$T_{\Phi 1} = \frac{10N_{\Phi 1}}{V_{\Phi 1}}; \quad C_{\Phi 1} = \frac{10}{V_{\Phi 1}} \cdot r_{\Phi 1}' + T_{\Phi 1} \cdot r_{\Phi 1}'';$$

შესაძლო მაჩვენებლები

$$T_{B1} = T_{\Phi 1} \cdot K_{H1}; \quad C_{B1} = C_{\Phi 1} \cdot K_{H1};$$

ოპტიმალური მაჩვენებლები

$$T_{O1} = \frac{T_{HK} + T_{HP} + T_{KJ}}{K}; \quad C_{O1} = \frac{T_{O1}}{N_{O1}} \cdot r_{O1}' + T_{O1} \cdot r_{O1}''.$$

მშენებლობის II ეტაპზე (ნაკეთების მიზიდვა მიმწოდებლის საწყობიდან მშენებლობის ტერიტორიაზე) განისაზღვრება:

ფაქტობრივი მაჩვენებლები

$$T_{\Phi 2} = \frac{10 \sum t_{\Phi n} \cdot N_{\Phi n}}{V_{\Phi 2}}; \quad C_{\Phi 2} = \frac{10(C_{\Phi P} + C_{\Phi TP} + C_{\Phi M})}{V_{\Phi 2}};$$

შესაძლო მაჩვენებლები

$$T_{B2} = T_{B \cdot \text{პორ.}} + T_{B \cdot \text{რავ.}}; \quad C_{B2} = \frac{10(C_{BP} + C_{BTP} + C_{BM})}{V_{B2}};$$

ოპტიმალური მაჩვენებლები

$$T_{O2} = T_{O \cdot \text{პორ.}} + T_{O \cdot \text{რავ.}}; \quad C_{O2} = \frac{10(C_{OP} + C_{OTP} + C_{OM})}{V_{O2}}.$$

მშენებლობის III ეტაპზე (ნაკეთებისა და მასალების მიწოდება ობიექტის საწყობიდან სამუშაო ადგილზე და კედლების მოწყობა) განისაზღვრება:

ფაქტობრივი მაჩვენებლები

$$t_{\Phi 3} = \frac{10}{V_{\Phi 3}}; \quad T_{\Phi 3} = N_{\Phi 3} \cdot t_{\Phi 3}; \quad C_{\Phi 3} = t_{\Phi 3} \cdot r_{\Phi 3}' + T_{\Phi 3} \cdot r_{\Phi 3}'';$$

შესაძლო მაჩვენებლები

$$t_{B3} = t_{\Phi 3} \cdot K_{H3}; \quad T_{B3} = T_{\Phi 3} \cdot K_{H3}; \quad C_{B3} = C_{\Phi 3} \cdot K_{H3};$$

ოპტიმალური მაჩვენებლები, მიღებული მემონტაჟეთა მუშაობის დაკვირვებიდან

$$t_{O3} = \frac{T_{O3}}{N_{O3}}; \quad T_{O3} = \frac{10T_{H}}{v \cdot K'}; \quad C_{O3} = t_{O3} \cdot r_{O3}' + T_{O3} \cdot r_{O3}'';$$

ოპტიმალური მაჩვენებლები, მიღებული მექანიზმებზე დაკვირვებით

$$t_{03} = \frac{I_0 t_{II}}{s \cdot K''}; \quad T_{03} = N_{03} \cdot t_{03}; \quad C_{03} = t_{03} \cdot r'_{03} + T_{03} \cdot r''_{03}.$$

თანახმად ცალკეულ ეტაპზე გამოთვლილი მშიდაკედლების აგების ძირითადი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლებისა, განისაზღვრება მოცემული ობიექტის შეჯამებული მაჩვენებლები შემდეგი ფორმულებით:

ფაქტობრივი მაჩვენებელი

$$t_{\Phi} = t_{\Phi 3}; \quad T_{\Phi} = T_{\Phi 1} + T_{\Phi 2} + T_{\Phi 3}; \quad C_{\Phi} = C_{\Phi 1} + C_{\Phi 2} + C_{\Phi 3};$$

შესაძლო მაჩვენებელი

$$t_B = t_{B3}; \quad T_B = T_{B1} + T_{B2} + T_{B3}; \quad C_B = C_{B1} + C_{B2} + C_{B3};$$

ოპტიმალური მაჩვენებელი

$$t = t_{03}; \quad T_0 = T_{01} + T_{02} + T_{03}; \quad C_0 = C_{01} + C_{02} + C_{03}.$$

ზემოთ მოყვანილ ფორმულებში მიღებულია შემდეგი პირობითი აღნიშვნები:

$N$ —მუშების რაოდენობა,

$r'$ —ცვლაში მექანიზმების ექსპლუატაციის ღირებულება (მანეთობით),

$r''$ —მუშების დღიური ხელფასი (მანეთობით),

$K$ —შესაბამისი კოეფიციენტები,

$T_{\text{ჩკ}}$ —აგურის მიწოდების შრომატევადობა კაცდღეებით,

$T_{\text{ჩპ}}$ —ხსნარის მიწოდების შრომატევადობა კაცდღეებით,

$T_{\text{ჩა}}$ —ბლოკში აგურის წყობის შრომატევადობა კაცდღეებით,

$C_p$ —მუშების ხელფასი ერთ რეისზე მანეთობით,

$C_{\text{ტრ}}$ —ტრანსპორტის ღირებულება ერთ რეისზე მანეთობით,

$C_M$ —მექანიზმების ექსპლუატაციის ღირებულება ერთ რეისზე მანეთობით,

$T_{\text{ჩორ}}$ —დატვირთვის შრომატევადობა კაცდღეებით,

$T_{\text{ჩაბ}}$ —გადმოტვირთვის შრომატევადობა კაცდღეებით,

$T_{\text{ჩ}}$ —სამონტაჟო ციკლის შრომატევადობა კაცდღეებით,

$t_{\text{ჩ}}$ —მანქანის ციკლის ხანგრძლივობა წუთობით,

$s$ —ერთი ბლოკის საშუალო მოცულობა მ<sup>3</sup>-ით,

$V$ —პროდუქცია მ<sup>3</sup>-ით,<sup>(1)</sup>

$t_{\Phi, \text{ჩ}}$ —დატვირთვა-გადმოტვირთვის ფაქტობრივი ხანგრძლივობა წუთობით,

$N_{\Phi, \text{ჩ}}$ —მუშების რაოდენობა დატვირთვა-გადმოტვირთვის ადგილზე.

გარდა ამისა, აღნიშნულია ინდექსებით: 1; 2; 3—მშენებლობის ეტაპები, ხოლო  $\Phi$ ;  $B$ ;  $O$ —ფაქტობრივი, შესაძლო და ოპტიმალური.

<sup>(1)</sup> I და III ეტაპზე ფაქტობრივი მაჩვენებლების გამოთვლის დროს V წარმოადგენს ცვლის პროდუქციას.



ქვემოთ მოყვანილია მოცემული მეთოდის მიხედვით მზიდი კვლევების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების ანგარიში, ქ. რუსთავეში აგებული აგურის მსხვილბლოკებიანი სახლისათვის.

I ე ტ ა პ ი .— აგურის ბლოკების დამზადება

საერთო დაკვირვების შედეგად დადგენილ იქნა:

$$N_{\Phi 1} = 10 \text{ მუშას, } V_{\Phi 1} = 15,7 \text{ მ}^3, \text{ მუშების საშუალო თანრიგი} = 5, \\ r'_{\Phi 1} = 180 \text{ მან.}, r''_{\Phi 1} = 22,86 \text{ მან.}, K_{\text{მ1}} = 0,76, K' = 0,918.$$

ამორჩევითი დაკვირვების საფუძველზე დადგენილ იქნა:

$$T_{\text{მკ}} = 0,20 \text{ კაცდღე, } T_{\text{მპ}} = 0,29 \text{ კაცდღე, } T_{\text{მკ}} = 3,13 \text{ კაცდღე, } N_{01} = 15 \text{ მუშა,} \\ \text{მუშების საშუალო თანრიგი} = 4,2; r'_{01} = 180 \text{ მან. } r''_{01} = 19,98 \text{ მან.}$$

ზემოთ მოყვანილი ფორმულების გამოყენებით 10 მ<sup>3</sup> ბლოკების დამზადებაზე მიღებულ იქნა შემდეგი მაჩვენებლები:

$$T_{\Phi 1} = 6,38 \text{ კაცდღე, } T_{\text{მ1}} = 4,85 \text{ კაცდღე, } T_{01} = 3,94 \text{ კაცდღე,} \\ C_{\Phi 1} = 261,0 \text{ მან.}, C_{\text{მ1}} = 198,0 \text{ მან.}, C_{01} = 126,0 \text{ მან.}$$

II ე ტ ა პ ი — აგურის ბლოკების მიზიდვა მშენებლობის ტერიტორიაზე. საერთო დაკვირვების შედეგად დადგენილ იქნა:

$$N_{\Phi \cdot \text{ნორ.}} = 1 \text{ მუშას, } N_{\Phi \cdot \text{პაა.}} = 1 \text{ მუშას, საშუალო თანრიგი} = 4, r''_{\Phi 2} = \\ = 19,26 \text{ მან.}, t_{\Phi \cdot \text{ნორ.}} = 15,8 \text{ წუთს, } t_{\Phi \cdot \text{პაა.}} = 16,2 \text{ წუთს, გადმოზიდვის დრო} = 15 \\ \text{წუთს, მანქანის უკუსვლა} = 10 \text{ წუთს, მოცდენა მშენებლობაზე} = 7,7 \text{ წუთს,} \\ \text{მოცდენა პოლიგონზე} = 5,7 \text{ წუთს, მოცდენის ღირებულება} = 0,25 \text{ მან/წუთში,} \\ \text{გადატანის ტარიფი 5 კმ-ზე} = 4,6 \text{ მან/ტ.}, \text{ მექანიზმების ექსპლუატაციის ღირებულება} \\ \text{გადმოტვირთვის დროს} = 220 \text{ მან./ცვლაში, დატვირთვისას} = 180 \\ \text{მან./ცვლაში, გადაზიდული ბლოკების მოცულობა ერთ რეისზე } V_{\Phi 2} = 2,2 \text{ მ}^3, \\ \text{ავტომანქანების ტვირთამწეობა} = 4,0 \text{ ტ.}$$

ამორჩევითი დაკვირვების საფუძველზე დადგენილ იქნა:

$$t_{0 \cdot \text{ნორ.}} = 8,96 \text{ წუთს და } t_{0 \cdot \text{პაა.}} = 8,20 \text{ წუთს; მექანიზმების ექსპლუატაციის} \\ \text{ღირებულება ცვლაში დატვირთვა-გადმოტვირთვის დროს} = 180 \text{ მან.}$$

მაშასადამე, 10 მ<sup>3</sup> ბლოკების მიზიდვაზე მიიღება შემდეგი მაჩვენებლები:

$$T_{\Phi 2} = 0,67 \text{ კაცდღე, } T_{\text{მ2}} = 0,31 \text{ კაცდღე, } T_{02} = 0,16 \text{ კაცდღე,} \\ C_{\Phi 2} = 173,2 \text{ მან.}, C_{\text{მ2}} = 150,9; C_{02} = 116,5 \text{ მან.}$$

III ე ტ ა პ ი — კედლების მონტაჟი.

ა) მექანიზმებზე საერთო დაკვირვების შედეგად დადგენილ იქნა:

$$V_{\Phi 3} = 11,18 \text{ მ}^3, N_{\Phi 3} = 4 \text{ მუშა, საშუალო თანრიგი} = 5. r_{\Phi 3}'' = 23,64 \text{ მან.}, \\ \text{კოშკისებური ამწეს ექსპლუატაციის ღირებულება ცვლაში } r'_{\Phi 3} = 220 \text{ მან.}, \\ K'_{\text{მ3}} = 0,798 \text{ და } K' = 0,778. \text{ გარდა ამისა, ამორჩევითი დაკვირვების შედეგად} \\ \text{დადგენილ იქნა ერთი ბლოკის დაყენების დრო (მანქანის ციკლი) } t_{\text{მ}} = 10,6 \\ \text{წუთს და საშუალო მოცულობა} = 0,60 \text{ მ}^3.$$

მაშასადამე, 10 მ<sup>3</sup> ბლოკების დაყენებაზე მექანიზმების მუშაობაზე დაკვირვების შედეგად მიიღება შემდეგი მაჩვენებლები:

$$t_{\Phi 3} = 0,90 \text{ ცვლა, } t_{\text{მ3}} = 0,72 \text{ ცვლა, } t_{03} = 0,48 \text{ ცვლა,} \\ T_{\Phi 3} = 3,6 \text{ კაცდღე, } T_{\text{მ3}} = 2,88 \text{ კაცდღე, } T_{03} = 1,92 \text{ კაცდღე,} \\ C_{\Phi 3} = 283 \text{ მან.}, C_{\text{მ3}} = 226,0 \text{ მან.}, C_{03} = 151, 0 \text{ მან.}$$

ბ) მემონტაჟეთა მუშაობაზე საერთო დაკვირვების შედეგად დადგინო იქნა:  $V_{ფ3} = 10,92$  მ<sup>3</sup>,  $N_{ფ3} = 4$  მუშა, საშუალო თანრიგი—5,  $r_{ფ3}'' = 23,64$  მან., კოშკისებური ამწეს ექსპლუატაციის ღირებულება ცვლაში— $r_{ფ3}' = 220$  მან.,  $K_{ფ3}'' = 0,867$ , და  $K'' = 0,70$ . გარდა ამისა, ამორჩევითი დაკვირვების შედეგად განსაზღვრულ იქნა ერთი ცალი ბლოკის დაყენების შრომატევადობა

$$T_{II} = 37,5 \text{ კაცწუთი} = 0,078 \text{ კაცდღე.}$$

მაშასადამე, 10 მ<sup>3</sup> ბლოკების დაყენებაზე მემონტაჟეთა მუშაობის დაკვირვების შედეგად მიიღება შემდეგი მაჩვენებლები:

$$t_{ფ3} = 0,92 \text{ ცვლა, } t_{ფ3} = 0,8 \text{ ცვლა, } t_{ფ3} = 0,47 \text{ ცვლა,}$$

$$T_{ფ3} = 3,7 \text{ კაცდღე, } T_{ფ3} = 3,2 \text{ კაცდღე, } T_{ფ3} = 1,87 \text{ კაცდღე,}$$

$$C_{ფ3} = 289,7 \text{ მან., } C_{ფ3} = 251,7 \text{ მან., } C_{ფ3} = 148,0 \text{ მან.}$$

მე-2 ცხრილში მოყვანილია ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები 10 მ<sup>3</sup> მზიდი კედლების აგებაზე მოცემული ობიექტისათვის.

ცხრილი 2

№ № რიგზე	მაჩვენებლები	მაჩვენებლების სახე	სამშენებლო-სამონტაჟო პროცესების ეტაპები			ჯამი
			I	II	III	
1	ზანგრძლივობა (ცვლებში)	ფაქტობრივი	—	—	0,92	0,92
		შესაძლო	—	—	0,80	0,80
		ოპტიმალური	—	—	0,48	0,48
2	შრომატევადობა (კაცდღეები)	ფაქტობრივი	6,38	0,67	3,7	10,75
		შესაძლო	4,85	0,31	3,2	8,36
		ოპტიმალური	3,94	0,16	1,92	6,02
3	ღირებულება (მანეთები)	ფაქტობრივი	261,0	173,2	289,7	723,9
		შესაძლო	198,0	150,9	251,7	600,6
		ოპტიმალური	126,0	116,5	151,0	393,5

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას [ მოუვიდა ] 2.7.1958)

## ბოტანიკა

## ა. შტრომბერგი

კამბიუმი და მეორადი ზრდა ჩვეულებრივი კვიდოს ფოთლის  
გამტარ სისტემაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 12.5.1958)

ორლებნიან მცენარეთა დიდ უმეტესობაში ღეროს გამტარი ქსოვილების ძირითად სასას ლატერალური შერისტემა-კამბიუმი აყალიბებს. პირველადი გამტარი ელემენტები კი შედარებით მცირე დროის მანძილზე მოქმედებენ. ღეროსა და ფოთლის შორის არსებული მჭიდრო ურთიერთკავშირი, რომელიც განხორციელებულია გამტარი სისტემით, საშუალებას გვაძლევს, შეფოთილ ყლორტში ეს სისტემა განვიხილოთ როგორც ერთი მთლიანი სისტემის ნაწილი. ამიტომაც ფოთლის გამტარ სისტემაში, ყოველ შემთხვევაში ფოთლის ყუნწსა და სთავო ძარღვში, უნდა აღინიშნებოდეს ღეროში კამბიუმის მოქმედების ნაწილობრივ მინცანალოგიური მოქმედება. იმისდა მიუხედავად, რომ საკითხი მნიშვნელოვანია, როგორც ფოთოლში ნივთიერებათა გატარების ფიზიოლოგიის გაგების, ისე ზოგიერთ წმინდა მორფოლოგიური პრობლემების გადაჭრისათვის. — იგი ძალიან სუსტადაა შესწავლილი.

მრავალრიცხოვან შრომათაგან, რომლებიც ეხებიან ორლებნიანთა ფოთლის გამტარი სისტემის ონტოგენეზს, ფოთლის გამტარი სისტემის მეორადი ზრდის საკითხი მხოლოდ რამოდენიმეშია გაშუქებული. ფოთოლში კამბიუმის მოქმედების შესახებ პირველი ცნობა მოგვაწოდა ფ რ ა ნ კ მ ა [1] 1864 წ., რომელიც აღნიშნავდა ყორის ორწლიან ფოთოლში გამტარი ქსოვილის ზრდისა და ერთ წლისაზე მეტი ხნის წიწვის ქსილემისა და ფლოემის მცირე ნაზარდის შესახებ [3]. მაგრამ ამ ავტორის მონაცემებს საეჭვოს ხდის სხვათა გამოკვლევების შედეგები. ფოთოლში კამბიუმის მოქმედებაზე ყველაზე უფრო სრულყოფილ მონაცემებს იძლევა ე ლ ი ო ტ ი [2, 3]. თავის პირველ შრომაში იგი აღნიშნავს, რომ მთის ნეკერჩხალისა და ჩვეულებრივი წაბლის ფოთლებში კამბიუმი მოქმედებას სწყვეტს ფოთლის ფირფიტის ზრდის დამთავრებასთან ერთად. თავის სხვა შრომაში ელიოტმა, გამოიკვლია რა მარადმწვანე მერქნიანი ჯიშების 22 სახეობის ფოთლები, ორ მათგანში — ხემარწყვასა და წყავის ფოთლებში შეამჩნია, რომ კამბიუმი მოქმედებს ფოთლის სიტოცის მერქნულ წელსაც. უფრო გვიან ვ ა ტ ა რ მ ა [4] აღნიშნა კამბიუმის მოქმედება მის მიერ გამოკვლეულ ზოგიერთ ფხაჯასებრთა ფოთლებში. შემდეგ, პ ლ ი მ ა ი ლ ი და ვ ი ო ლ ი [5] ამტკიცებენ კამბიუმის არსებობას (სხვა მიზნებით გამოკვლეულ) მერქნიან, ბუჩქოვან და ბალახოვან მცენარეთა 50 სახეობის ფოთლებში (ორი გამოიკვლია სით უკანასკნელ ჯგუფში). დასკვნას ფოთლებში კამბიუმის არსებობის შესახებ ეს ავტორები აკეთებდნენ ტრაქიალურ ელემენტების სწორი (რადიალური) განლაგების, ქსილემის კიბენიური და წერტილოვან ფორიანი ელემენტების გაჩენისა და ქსილემისა და ფლოემის შორის მკვეთრი საზღვრის არსებობის საფუძველზე. თუმცა პირველი ორი ნიშანი შეიძლება ახასიათებდეს პირველად ქსილემასაც (იხ. მაგ. [6] და ჩვენი მონაცემები), მაგრამ უკანასკნელის არყოფნა, ჩვენი დაკვირვებით, ყოველთვის არ განსაზღვრავს კამბიალური წარმოებულების არ არსებობას.

ინდოეთის სწავლულებმა სამატარაიმ დაკაბიმ ბოლო დროს აქვეყნებს რიგი შრომები 17, 8, 9]. სადაც აონიშნავენ, რომ ზოგიერთ ბაიბლიკურ მკვლევარს ფოთლების (რომლებიც ბუნებრივ მდგომარეობაში არ ამჟღავნებენ კამბიალურ მოქმედებას), იზოლირებისა და კ-ინდოლილ-ზეთოვან მყავას ხსნარში მოთავსებისას, მათში ჩნდება კამბიუმი და მეორადი ნაზარდი. ეს ავტორები მითითებენ აგრეთვე ზოგიერთ მარადმწვანე მერქნიანთა ფოთლების ყუნწებში მეორად ზრდაზეც [10].

ყოველივე აღნიშნულის მიუხედავად, ზემოთ მოყვანილ არცერთ შრომაში არაა კამბიუმის მოქმედების ასე თუ ისე დაზუსტებული აღწერა.

ფოთოლში კამბიუმის მოქმედების შესახებ მონაცემების სიმცირის გამო ჩვენ მიზნად დავისახეთ ამ მიმართულებით ჩაგვეტარება მფელი რიგი დაცვითი ექსპერიმენტები. როგორც ზოგიერთი მარადმწვანე და ფოთლმცვენი მერქნიანი მცენარეების ფოთლების კვლევისას გამოირკვა, კამბიუმის მოქმედების შედეგები არ შედარდება ზრდასრული ფოთლის განვი განაკვეთზე, რადგან აქ პირველადი და მეორადი გამტარი ელემენტების განლაგებასა და ზომებში რაიმე გარკვეული განსხვავებები არაა შემჩნეული.

ამასთანავე პროკამბიალური კონების შესწავლამ ფოთლის განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე, გვიჩვენა, რომ პროკამბიალური უჯრედები, ისევე როგორც კამბიალური, შეიძლება ხასიათდებოდეს ტანგენტალური გასქელებით და რადიალური განლაგებით. ამრიგად, ეს ნიშანი კამბიუმის უჯრედების იდენტიფიკაციაში განმსაზღვრელად არ შეიძლება ჩაითვალოს. კამბიუმის მოქმედების განმსაზღვრელ ყველაზე სანდო მეთოდად, როგორც გამოირკვა, ითვლება ფოთლის განვითარების ადრეულ ეტაპზე პროკამბიალური უჯრედების რაოდენობა და მათი რაოდენობის შედარება ზრდასრული გამტარი კონის სქილემურ ელემენტების რაოდენობასთან (იხ. სურ. 1, 4).

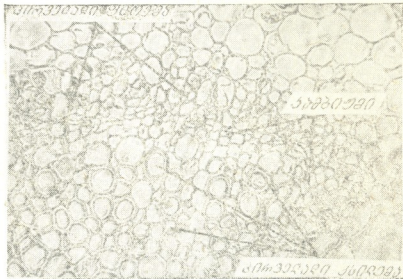
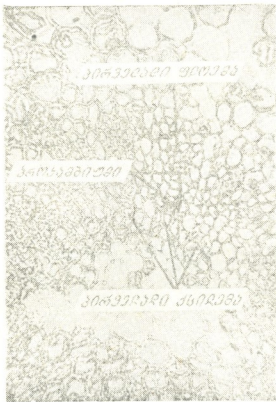
ძირითადი ყურადღება ქსილემის ელემენტებს უნდა მიექცეს სწორედ იმიტომ, რომ ჯერ ერთი, პირველადი ფლოემა პირველად ქსილემაზე უფრო ადრე ყალიბდება და პირველი ტრანსპორტირებული ელემენტების დიფერენციალის მომენტისათვის თითქმის, ან უკვე მთლიანად, ჩამოყალიბებულია. ამრიგად, დათვლის საწყის მომენტად უმრავლეს შემთხვევაში შეიძლება მივიჩნიოთ პროტოქსილემის პირველი ელემენტების ჩამოყალიბების ეტაპი. ამ მომენტში, როგორც წესი, პროკამბიუმის ყველა არსებული ელემენტი უნდა გარდამიქმნას პირველადი სქილემის ელემენტად. მიორიცე, ქსილემის ელემენტები ძირითადად განლაგებულია მკვეთრად გამოსახულ რადიალურ რიგებში, აქვს კარგად შესამჩნევი გამერქნებული გარსები და ფლოემასთან შედარებით იშვიათად იშლება.

თუ კამბიუმის მოქმედების არსებობის დასამტკიცებლად საკმაოა ჩამოყალიბებული ქსილემის ელემენტების რაოდენობის შედარება პროკამბიალური უჯრედების რაოდენობასთან, რომელთაგანაც შემდგომ ქსილემა წარმოიშობა, თვით კამბიალური ქსოვილის აღმოსაჩენად აუცილებელია ფოთლის გულდასმით შესწავლა ონტოგენეზში მისი განვითარების ცალკეულ სტადიებთან დაკავშირებით.

ჩვენ გამოკვლევა ზედმიწევნით სრულყოფილად ჩატარეთ თბილისის პირობებში კვიდოს მარადმწვანე ბუჩქში (ოჯ. ზეთისხილისებრნი). რომლისაგან ფოთლებს ვიღებდით წლის მანძილზე, მათი განვითარების სხვადასხვა ეტაპზე.

კვიდოს ფოთლებში, ისევე როგორც ჩვენ მიერ გამოკვლეულ სხვა მარადმწვანეებში, გამტარი სისტემის მნიშვნელოვან ნაწილს აყალიბებს კამბიუმი. კამბიუმი აქ წარმოიქმნება ფოთლის გამტარი სისტემის განვითარების ადრეულ ეტაპზე, პროკამბიალური უჯრედების პერიფერიული შრის ტანგენტალურ დაყოფით (სურ. 2). ამ მომენტისათვის ჩამოყალიბებულია პირველადი ქსილემის (პროტოქსილემის) მხოლოდ ნაწილი, მეტაქსილემა კი დიდგრენცია-

ციის პროცესში იმყოფება. პირველადმა ფლოემამ დაამთავრა დიფერენციალური ღრუ, მაშინ, როდესაც წარმოიშენენ პროტოქსილემის პირველი ელემენტები. კამბიუმი, პირველად წარმოადგენს ორი უჯრედის სისქის მთლიან შრეს. მისი ფუნქციონალური მოქმედება კი იწყება გვიან, მაშინ, როდესაც მეტაქსილემის უკანასკნელი ელემენტები მერქნდებიან. ამ დროისათვის ხდება კამბიალური საწყისების კიდევ 1—2 დაყოფა. ასე რომ კამბიუმის მოქმედების დაწყებისას კამბიალური შრე იზრდება რიგში 3—4 უჯრედამდე და ასეთი რჩება მოქმედების მთელი დროის მანძილზე (სურ. 3). ზამთრის მოსვენების პერიოდში მყოფი კამბიუმის შრე უმეტესად წარმოადგენილია აგრეთვე მკაფიოდ გასარჩევ უჯრედთა ორი-სამი რიგით.



სურ. 1. 5 მმ სიგრძის ფოთლის მთავარი ძარღვი, 18/IV—1957 წ. პროკამბიუმის სტადიაში,  $\times 280$

სურ. 2. 3,5 სმ სიგრძის ფოთლის მთავარი ძარღვი, 24/IV—1957 წ. კამბიუმი ჩამოყალიბდა, მოქმედება არ დაუწყია

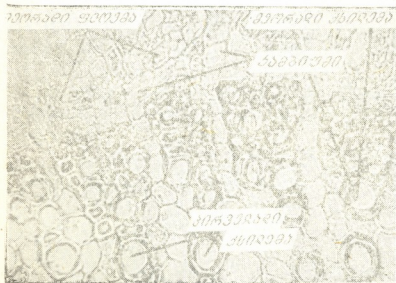
ფოთლის სიცოცხლის პირველ წელს კამბიუმის მოქმედება შემჩნეულია ფოთლის ყუნწში. შუა ძარღვის (პირველი რიგის ძარღვში) მთელ სიგრძეზე და მეორე და შესაძლოა რიგის გვერდით ძარღვებში. ნორმალურად განვითარებული, ზრდასრული ფოთლს ყუნწში და შუა ძარღვში ფოთლის ფუძესთან მეორადი ქსილემის ელემენტები შეადგენენ ქსილემის მთელი მასის დაახლოებით  $3/4$  (სურ. 4). მათი რაოდენობა ქვივიდან ზევით თანდათანობით მცირდება, მაგრამ მეორადი ქსილემის ელემენტები ფოთლის წვეროსთანაც კი ქსილემის საერთო რაოდენობის ნახევარს შეადგენენ. პირველადი და მეორადი ქსილემის ელემენტების თითქმის ასეთივე თანაფარდობა არსებობს მეორე და მესამე რიგის ძარღვებშიც.

კამბიუმის მოქმედების დაწყებისას, პირველადი ფლოემა ობლიტერირდება. მის ნაცვლად ყალიბდება მეორადი ელემენტები, რომელსაც პირველადი ელემენტების მსგავსად არა აქვს წესიერი განლაგება და ქმნის უწყვეტ და გაწყობილ უჯრედთა ცალკეულ პატარა ჯგუფებს (სურ. 3).





ფოთლის სიცოცხლის მეორე წელს კამბიუმი რეაქტივაციას იწყებს ლის დასაწყისში, დაახლოებით იმავე პერიოდში, როგორც ლეროში. ადრეული ანუ გაზაფხულის ჭურჭლების წარმოქმნა მიმდინარეობს განსაზღვრული წესით. კერძოდ: თავდაპირველად წარმოიშობა — ცალკეული მსხვილი ჭურჭლები, შემდეგ კი მათ შორის ვითარდება შედარებით წვრილი ელემენტები (სურ. 4). ყველაზე ადრე კამბიუმი იღვიძებს ყუნწში და შუა ძარღვში ფოთლის ფუძესთან, შემდეგ კი შუა ძარღვით მიემართება ზევით და გვერდით ძარღვებში. აღსანიშნავია, რომ ეს პროცესი მიმდინარეობს ძლიერ ხელა. ფოთლის წვეროში კამბიუმი მოქმედებას იწყებს მაშინ, როდესაც შუა ძარღვში ფოთლის ფუძესთან უკვე ჩამოყალიბებულია გაზაფხულის მსხვილ ჭურჭელთა 2—3 რიგისაგან შემდგარი ნახევარგალი. რადგანაც მეორე წელს ჩამოყალიბებული ჭურჭლები მნიშვნელოვნად ფართოანაპრალიანია გასული წლის შემოდგომის ჭურჭლებთან შედარებით, ყუნწში, შუა ძარღვის სივრცის მთელ ნახევარში და გვერდით ძარღვებში, ლეროსა და ტოტების ანალოგიურად ნახევარგალის სახის წლიური შრე წარმოიქმნება. მესამე რიგის ძარღვებში წლიური ნახევარგალი არ იქმნება. თუმცა მეორე წლის შემატება აქაც ნათელი შესამჩნევია. ყუნწში და შუა ძარღვში მეორე წელს შესამჩნევია ფლოემის უჯრეთა ჩამოყალიბება. ამასთანავე, კამბიუმის მოქმედებასთან დაკავშირებით, გასული წლის ფლოემა ობლიტერირდება. ზოგ შემთხვევაში ნაწილობრივ ობლიტერაციას, პირველსავე წელს განიცდის აგრეთვე პროტოქსილემის ელემენტებიც, მაგრამ ეს ხდება მეორადი ქსილემის მნიშვნელოვანი ნაწილის წარმოქმნის შემდეგ.



სურ. 3. მაქსიმალურ სიდიდეს მიღწეული ფოთოლი, 10/IV—1957 წ. კამბიუმი მოქმედებაში, X280

სურ. 4. მეორე წლის ფოთოლი, 10/IV—1957 წ. ყალიბდება მეორე წლიური ფენი, X290

ამრიგად, კვიდოს ფოთლების მთელ გამტარ სისტემაში, ყველაზე წვრილი ანასტომოზების გამოკლებით, კამბიუმი არსებობს და მოქმედებს ორი წლის მანძილზე და აყალიბებს გამტარი ელემენტების ძირითად მასას.

კვიდოს ფოთლის გამტარი სისტემის მეორადი ქსილემა შეიცავს მარტოვე პერფორაციის და გარემოიან ფორების მქონე ჭურჭლოებს და აგრეთვე სქელ-გარსიან მექანიკურ ელემენტებს. პირველადი ქსილემა წარმოდგენილია ფართოლორუიანი ელემენტებით, რომელსაც აქვს რგოლური და სპირალური გასქელება. როგორც ჩანს, უმნიშვნელო რაოდენობით გვაქვს მეტაქსილემაც — რგვალგარემოიან ფორებიანი და კბენიანი გასქელებიანი ელემენტებიო მაშინ როდესაც პროტოქსილემური ელემენტები პარენქიმულ უჯრედთა მასაში განლაგებულია ცალკეულად ან რადიალურ ძეწყვებად. მეტაქსილემა და მეორადი ქსილემა კარგად გამოირჩევა და ელემენტთა რადიალური განლაგებით ქმნის ნახევარ ცილინდრულ ჰიმს. ფლოემასა და ქსილემას შორის მკვეთრი საზღვარი შესამჩნევი არაა.

იმის გამო, რომ თბილისის პარკის პირობებში მოზარდი ჩვეულებრივი კვიდო ძლიერ იკრიჭება და ირწყვება, ამასთან მისი სავეგეტაციო პერიოდი გაჭიანურებულია. მასზე ფოთლები წარმოიშობა ხანგრძლივი დროის მანძილზე — აპრილის დასაწყისიდან ზამთრის დასრულებამდე. მცენარეში, დეკემბერშიც კი შესამჩნევა ახალგაზრდა, ძალიან წვრილი ფოთლები. წლის სიზღვედასხვა დროში განვითარებულ ფოთლებში გამტარი სისტემაც სხვადასხვაგვარად ვითარდება. მისში გამოსული ფოთლების გამტარი სისტემის განვითარება ძლიერ ჩამორჩება ფოთლის ფირფიტის ზრდასა და მათში კამბიუმი წარმოიშობა მაშინ, როცა ფოთლები სრულ ზომებს მიაღწევენ. ამრიგად, ელიოტის მითითება, რომ კამბიუმის მოქმედება წყდება ფოთლის ფირფიტის ზრდის შეწყვეტასთან ერთად [2], ამ შემთხვევაში არ იმართლება, პირიქით. ზამთარში (იანვარ-თებერვალი) შეგროვილ ფოთლებში, რომელთა ფირფიტის ზომა 14—20 მმ-ია, ჩამოყალიბებულია არამც თუ მარტო პირველადი ქსილემა, არამედ არის მეორადი ქსილემის ელემენტების მნიშვნელოვანი რაოდენობაც. კამბიუმი, ამ ფოთლებში, რამდენადაც კი შეგვეძლო დაგვედგინა, იმყოფება მოსვენების პერიოდში. ასეთი ფოთლების ყველა ტრაქეალური ელემენტი ზომით იმ ელემენტებზე ცოტათი მცირეა, რომლებიც წლის თბილ პერიოდში ვითარდებოდა. ისეთ გამოზამთრებულ ფოთლების ძარღვებში, რომლებიც განვითარებას აგრძელებს მეორე წელს, ჩნდება აგრეთვე წლიური რგოლი, რადგან რეაქტივირებული კამბიუმი გაზაფხულზე წარმოშობს შედარებით მეტად მსხვილ ელემენტებს. ფოთლის განვითარების ამ ორ უკანასკნელ ტიპს შორის არსებობს შუალედი ფორმებიც, რომლებშიც კამბიუმის მოქმედება იწყება მანამდე, ვიდრე ფოთლი მიაღწევს თავისი სრული ზომის ორ მესამედს.

ამრიგად, კვიდოს ფოთლებში, ფოთლის მოზარდი ფირფიტის ზომებსა და ფოთოლში კამბიუმის მოქმედების დასაწყისს შორის არ შეიძლება დავამყაროთ რაიმე კორელაცია.

დასასრულს, უნდა აღვნიშნოთ პროკამბიუმსა და კამბიუმს შორის არსებული მჭიდრო მემკვიდრეობითი კავშირის არსებობა. კამბიუმი ყოველთვის წარმოიქმნება პროკამბიალურ უჯრედთა უკანასკნელი რიგიდან და ამიტომ წარმოადგენს მის უშუალო მემკვიდრეს. ამით მტკიცდება ე.წ. ა. უ. ს. აზრის იმის შესახებ, რომ „პროკამბიუმი და კამბიუმი შეიძლება განვიხილოთ. როგორც ერთი და იგივე მერისტემის განვითარების ორი სტადია“ ([6], გვ. 381).

წინამდებარე შრომა შესრულებულია პროფ. ა. იაკვინკო-ხმელენის კის ხელმძღვანელობით, რისთვისაც უღრმეს მადლობას მოვახსენებ.

თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი  
კიმიურ-ფარმაცევტული  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 12.5.1958)

## მანერვების ლიტერატურა

1. A. B. Frank. Ein Beitrag zur Kenntnis der Gefäßbündel. Bot. Zeit., v. 22, 1864, p. 187.
2. J. H. Elliot. Growth and differentiation of the vascular system during the leaf development in the dicotyledon. Ref. in Bot. Centralblatt, 5-6, 1935.
3. J. H. Elliot. The development of the vascular system in evergreen leaves more than one year old. Ann. Bot., I, I. 1957, p. 107-127.
4. S. Watari. Anatomical studies on the leaves of some Saxifragaceous plants with special reference to the vascular system. Jour. Faculty of Sci. Tokyo Univ. Sec. 3, Bot. 5, 3, 1939, p. 195-316.
5. E. L. Plymale and R. B. Wylie. The major veins of mesomorphic leaves. Am. J. Bot., 31, 2, 1944, p. 99-106.
6. K. Esau. Plant anatomy. London, New York, 1953.
7. B. Samantarai and T. Kabi. Secondary growth in the petioles and the partial-shoot theory of the leaf. Nature, 172, 1953, p. 37.
8. B. Samantarai and T. Kabi. Secondary growth in the leaves of *Chenopodium album* L. and *Amaranthus gangeticus* L. and the partial shoot theory of the leaf. Phytomorphology, 4, 3-4, 1954, p. 446-452.
9. B. Samantarai and T. Kabi. Cambial activation and secondary growth in the petioles of the rooted leaves of *Tridax procumbens* L. Indian Sci. Congress Assoc. Proc., 42, 3, 1955, p. 257.
10. B. Samantarai and T. Kabi. Secondary growth in the petioles of deciduous plants and the partial shoot theory of the leaf. Current sci. (India), 26, 4, 1957, p. 120-121.

## ნივთების მოცულობა

## 3. ლატარია

ნახშირორჟანგის ცვალებადობა ნიადაგში ჰაერში ნათესებალხინანი  
თესვლაზევის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. პ. გედევანიშვილმა 17.5.1958)

ნიადაგის ნახშირორჟანგი ნიადაგში მიმდინარე ცხოველყოფელი პროცესების ინტენსივობის მაჩვენებელია. იგი მცენარის ნახშირბადოვანი კვების ერთ-ერთი წყაროა. ნიადაგის ჰაერის ნახშირორჟანგი ხელს უწყობს აგრეთვე აზოტის, ფოსფორისა და სხვა საკვები ნივთიერების მობილიზაციას. ამასთან ერთად ნიადაგის მიერ  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფა ატმოსფეროში „სუნთქვის“ დროს ამლიდრებს ატმოსფეროს ქვედა ფენის ჰაერს ნახშირორჟანგით, რაც აუმჯობესებს მწვანე მცენარეების ჰაეროვან კვებას.

მცენარის კვებისათვის  $\text{CO}_2$ -ის ძირითად წყაროს წარმოადგენს ატმოსფერო. ცნობილია, რომ  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობა ატმოსფეროს ჰაერში შეადგენს 0,03 მოცულობით პროცენტს, ანუ 0,59 მიგრამს 1 ლიტრ ჰაერში.

ატმოსფეროს ჰაერში  $\text{CO}_2$ -ის კონცენტრაცია უმნიშვნელოდ იცვლება. მისი ცვალებადობა დაკავშირებულია, ერთი მხრივ, ფოტოსინთეზზე და მცენარის სუნთქვაზე და, მეორე მხრივ, ნიადაგის ნახშირორჟანგის პროდუქტიულობაზე.

მკვლევართა ერთი ნაწილი  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფას ნიადაგის სუნთქვას უწოდებს. ეს იმიტომ, რომ მისი გამოყოფა დამოკიდებულია ნიადაგში მცხოვრებ მიკროორგანიზმებზე და მცენარეთა ფესვების სუნთქვაზე. ნიადაგის სუნთქვა დამოკიდებულია  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობაზე და ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის გაზების დიფუზიის სისწრაფეზე, რაც მჭიდროდაა დაკავშირებული, ერთი მხრივ, მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ხოლო, მეორე მხრივ, ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებზე (წყლიერ, ჰაეროვან თვისებებზე).

ნიადაგურ ჰაერში  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფა ხდება: 1. ნიადაგის ბიოგენური პროცესების საშუალებით; 2. მცენარის ფესვთა სისტემის სუნთქვის შედეგად; 3. ჰუმუსისა და სხვა ორგანული ნივთიერებებით მინერალიზაციის პროცესით; 4. ზოგიერთი ქიმიური რეაქციით.

მიკროორგანიზმების ცხოველყოფელობაზე, ნიადაგში  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობაზე, ბიოლოგიურ პროცესთა აქტივობასა და ორგანული ნივთიერების დაშლაზე მთელ რიგ მკვლევარებს ჩატარებული აქვთ საინტერესო ცდები.

## ექსპერიმენტული ნაწილი

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის ნიადაგმცოდნეობის კათედრა მუხრანის სასწავლო-საცდელი მეურნეობის ყავისფერი სარწყავი

## რეამინდუკიანი თესლბურუნვის ნაკვეთე 0—10 სმ

მინდერის კულტურები და ნიადაგის სიტრამე	დრო	ნიადაგის ტემპერატურა C	მინდერის ტენია-ნობა	ბაქტერიების რაოდ. 1 გრ. ნიადაგში (მილ.)	მთლიანი ჰუმუსი %-ით
<b>ნაკვეთი № 1</b>					
ნაკორდალზე დაითესა შავფხა (0—10 სმ ფენი)	5.V	23,5 <sup>0</sup>	16,16	241	2,57
	5.VI	26,5	19,76	367	—
	5.VIII	27	16,02	180	—
	10.IX	20	31,15	492	—
	10.X	15	16,55	—	—
<b>ნაკვეთი № 9</b>					
უსაფარო ნაკორდალზე დაითესა შავფხა	5.V	23 <sup>0</sup>	17,85	—	2,62
	5.VI	26	20,06	—	—
	5.VIII	26,5	16,75	—	—
	10.IX	19,5	27,16	—	—
	10.X	15,5	17,1	—	—
<b>ნაკვეთი № 2</b>					
იონჯა+კონინდარი 2 წლის სარგებლობის (0—10 სმ ფენი)	5.V	22 <sup>0</sup>	14,9	178	2,64
	5.VI	25	21,66	697	—
	5.VIII	22	20,35	196	—
	10.IX	20	24,95	460	—
	10.X	15	20,57	—	—
<b>ნაკვეთი № 3</b>					
იონჯა+კონინდარი 1 წლის სარგებლობის (0—10 სმ ფენი)	5.V	22,5 <sup>0</sup>	16,59	338	1,95
	5.VI	25,5	20,75	300	—
	5.VIII	21,5	19,45	290	—
	10.IX	20,0	23,41	330	—
	10.X	12,0	24,80	—	—
<b>ნაკვეთი № 4</b>					
შემოდგ. ქერი (0—10 სმ ფენი)	5.V	21,5	15,41	717	1,68
	5.VI	26	19,04	400	—
	5.VIII	21	14,54	225	—
	10.IX	22	12,16	345	—
	10.X	10,5	15,89	—	—
<b>ნაკვეთი № 5</b>					
სიმინდი ქართული კრუჯი (0—10 სმ ფენი)	5.V	22 <sup>0</sup>	17,15	88	2,02
	5.VI	22,5	25,10	247	2,43
	5.VIII	21,0	17,77	158	2,39
	10.IX	22	24,37	282	2,35
	10.X	10,5	24,04	—	2,40
<b>ნაკვეთი № 10</b>					
ანეული სარწყავი საკონტროლო (0—10 სმ ფენი)	5.V	22,0	19,80	156	1,80
	5.VI	25	20,40	385	—
	5.VIII	20	32,75	282	—
	10.IX	21	26,15	184	—
	10.X	12	28,10	—	—
<b>ნაკვეთი № 12</b>					
ანეული ურწყავი საკონტროლო (0—10 სმ ფენი)	5.V	21,5	18,37	75	1,76
	5.VI	26	10,66	86	—
	5.VIII	28	8,50	124	—
	10.IX	21	13,87	342	—
	10.X	16,5	17,55	—	—

ანალიზები შესრულებულია: მკაროორგანიზმების საერთო რაოდენობა—ასისტ. ე. მზეიძის NO<sub>3</sub>—ანალიტიკოს მ. მეუნარგიას, CO<sub>2</sub>-ის დინამიკა და სხვა ანალიზები—გ. ლატარიას მიერ.

ზედაპირიდან გამომყოფილი CO<sub>2</sub>-ის დინამიკა

pH	NO <sub>2</sub> მილეგ- რასებით 1 კგ ნიადაგში	CO <sub>2</sub> -ის რაოდენობა		ნარჩენთა რაოდ. ცენტრ. ჰექტარზე		მოსავალი ცენტნერო- ბით ჰექ- ტარზე
		მილეგრ. 1 ლიტრ ჰაერში	მოცულობა %/ით	მიწისზედა	მიწისქვეშა	
7,5	2,15	11,88	0,62	—	—	—
7,4	10,14	33,56	1,69	—	—	—
7,5	9,88	22,05	1,13	110,19	58,5	36,6
7,4	7,43	21,19	1,08	—	—	—
7,4	—	14,05	0,71	—	—	—
7,5	2,18	12,46	0,75	—	—	1
7,4	9,15	36,31	1,95	—	—	—
7,5	11,15	17,5	0,9	105,5	60,7	37,3
7,4	8,9	26,84	1,36	—	—	—
7,4	13,15	17,12	0,88	—	—	—
7,4	4,89	22,0	1,12	—	—	—
7,4	18,12	44,05	2,24	—	—	—
7,5	22,70	41,36	2,10	—	—	—
7,4	18,10	27,94	1,42	—	—	—
7,4	11,15	22,26	1,13	191,99	140,48	50,35
7,4	6,92	16,76	0,85	—	—	—
7,4	5,48	26,56	1,37	—	—	—
7,4	24,50	25,30	1,28	—	—	—
7,4	12,50	18,92	0,96	—	—	—
7,4	12,31	16,28	0,82	125,6	95,55	38,7
7,4	2,98	10,60	0,54	—	—	—
7,4	7,59	23,54	1,19	—	—	—
7,4	13,44	25,08	1,27	93,94	30,40	32,50
7,4	7,15	14,30	0,72	—	—	—
7,4	10,04	14,52	0,73	—	—	—
7,4	2,40	4,56	0,25	—	—	—
7,4	12,85	9,47	0,49	3,20	2,42	—
7,4	14,70	18,20	0,94	68,28	27,83	—
7,5	27,63	22,10	1,12	131,60	38,95	—
7,4	18,15	17,90	0,90	147,2	37,15	58,60
7,4	2,80	21,34	1,08	—	—	—
7,4	15,33	21,12	1,07	—	—	—
7,4	15,92	10,21	0,52	—	—	—
7,5	18,77	10,50	0,53	—	—	—
7,4	15,12	8,95	0,45	—	—	—
7,4	4,20	27,94	1,12	—	—	—
7,4	21,42	7,55	0,39	—	—	—
7,4	11,44	2,20	0,11	—	—	—
7,4	22,12	18,90	0,95	—	—	—
7,4	17,90	2,50	0,19	—	—	—



ნიადაგების 8-მინდვრიან ნათესბალახიანი თესლობის ნაკვეთებზე სამი წლის (1955—1956—1957) განმავლობაში სწავლობდა ნიადაგური ჰაერის ნახშირორჟანგის შემცველობას.

ცნობილია, რომ ნიადაგში ბიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების მსვლელობის შესწავლა შეიძლება როგორც პირდაპირი გზით—მიკრობთა სახეებისა და მათი მოქმედების შესწავლით, ისე აგრეთვე არაპირდაპირი გზითაც—ნიადაგში ნახშირორჟანგის ოდენობის განსაზღვრითა და ნიტრიფიკაციის პროცესის (ნიტრატების აღრიცხვის) საშუალებით.

3 წლიან განმავლობაში მინდვრის სხვადასხვა კულტურების ქვეშ ჩვენ ვსწავლობდით ნახშირორჟანგის დინამიკას, ამასთან ვაწარმოებდით მიკროორგანიზმთა აღრიცხვასა და ნიტრატების განსაზღვრას. ამავე დროს აპრილიდან ოქტომბრამდე ვაწარმოებდით ნახშირორჟანგის განსაზღვრას.

გარდა აღნიშნულისა, პარალელურად ისწავლებოდა ნიადაგის ტემპერატურა, მინდვრის ტენიანობა, არეს რეაქცია; რიგ ნაკვეთებზე კი—ჰუმუსის შემცველობა, მთლიანი აზოტი და ფოსფორი. ვაწარმოებდით აგრეთვე მიწისხედა და მიწისქვეშა ნარჩენების განსაზღვრას.

CO<sub>2</sub> ის დინამიკა ისწავლებოდა როგორც სარწყავი მინდვრის სხვადასხვა კულტურების ქვეშ, ისე აგრეთვე სარწყავ და ურწყავ ანეულეებშიც.

CO<sub>2</sub>-ის პროდუქტიულობა და ნიადაგის სუნთქვა ისწავლებოდა საველე პირობებში პროფ. ნ. გორბუნოვის მეთოდით 0—10 სმ ფენიდან დაახლოებით ერთსა და იმავე ბუნებრივ პირობებში 10—14 საათის განმავლობაში.

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევები ადასტურებენ, რომ ნახშირორჟანგის ბუნებრივი შემადგენლობა ჰაერში სრულებით არ წარმოადგენს მცენარისათვის ოპტიმალურ რაოდენობას, პირიქით, იგი მინიმალური რაოდენობისაა. ამიტომ ნახშირორჟანგის რაოდენობრივი მატება დადებითად მოქმედებს მოსავლიანობის ზრდაზე.

ნახშირორჟანგის ხელშეწყობით მომატების პირობებში შესაძლებელი გახდა მოსავლის 100—150%-ით გადიდება. ამასვე, აღნიშნავენ როგორც უცხოური, ისე აგრეთვე საბჭოთა მკვლევარები.

ცხრილში სხვა სახის ანალიზებთან ერთად მოყვანილია CO<sub>2</sub>-ზე დაკვირვებათა მონაცემები.

ცხრილიდან ჩანს (იხ. № 1 ნაკვეთი), რომ ბალახების (იონჯა+კონდარი) ორი წლის სარგებლობის შემდეგ 20—25 სმ სიღრმეზე ჩახნულ ნაკორდალზე დათესილ შავფხის ქვეშ ნიადაგის სუნთქვა აპრილის ბოლო რიცხვებში—მაისის დასაწყისში CO<sub>2</sub>-ის 0,62 მოცულობით პროცენტს, ანუ 1 ლიტრ ჰაერში 11,88 მილიგრამს უდრდა. მიკროორგანიზმთა რაოდენობა 0—10 სმ ფენის 1 გრამში 241.250.000 უდრის. მთლიანი ჰუმუსი 2,57%-ს შეადგენს. pH—7,5-ს, ნიადაგის ტემპერატურა—23,5°C, მინდვრის ტენიანობა—16,16%-ს აღვიღად ხსნადი ნივთიერებახი (NO<sub>3</sub>) 2,15 მილიგრამია 1000 გრამ ნიადაგში.

ივნისის თვის მონაცემებიდან ჩანს, რომ მორწყვის შედეგად მინდვრის ტენიანობა 19,76%-მდე გაიზარდა, მიკრობთა რაოდენობამ შესამჩნევად მოიმატა (367.500.00). 10,14 მილიგრამამდე მოიმატა აგრეთვე NO<sub>3</sub>-ის რაოდენობამ; ამასთან CO<sub>2</sub> პროდუქტიულობაც გაიზარდა 1,69%-მდე (მოცულობით), რაც სხვა მთვლენებთან ერთად დაპირობებულია მცენარის ფაზობრივი განვითარებით. ცნობილია, რომ, როდესაც დასრულებულია მცენარის ზრდა და ფესვთა სისტემა იწყებს თანდათანობით კვდომას, CO<sub>2</sub> პროდუქტიულობა დაქ-

ვეითებულია. ამას ადასტურებს აგვისტოში ჩატარებული ცდების მონაცემები ხორბლის მოსავლის აღებასა და ფესვთა მოქმედების შენელებასთან დაკავშირებით. რასაკვირველია, სხვა პირობებთან ერთად გამოყოფილი  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობა 1 ლიტრ ჰაერში ეცემა 33,56 მილიგრამიდან 22,05 მილიგრამამდე.

სექტემბრის თვეში მისი რაოდენობა 21,19 მილიგრამამდე დაეცა. დაკვირვების პერიოდში  $\text{CO}_2$  რაოდენობა ყველაზე მცირეა ოქტომბერში (14,05 მილიგრამი ერთ ლიტრ ჰაერში). ნიადაგურ ჰაერში  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობის შემცირების პარალელურად მცირდება  $\text{NO}_3$ -ის შემცველობა (9,88-დან 7,43 მილიგრამამდე 1000 გრამ ნიადაგში).  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობაზე გავლენას ახდენს როგორც ცოცხალ ფესვთა რაოდენობა, ისე აგრეთვე მიწისქვეშა ნარჩენთა რაოდენობაც.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, № 1 ნაკვეთზე აგვისტოში მიწისზედა ორგანული ნაშთების რაოდენობა ჰექტარზე 110,19 ცენტნერს უდრის; მიწისქვეშა ნაშთებისა კი (ფესვების სახით) 80 სმ ფენაში თავთუხი-შაფუხის 36,6 ცენტნერის მოსავლიანობის პირობებში ჰექტარზე, ნაწვერალაზე 59 ცენტნერს უახლოვდება.

№9 ნაკვეთზე უსაფრო ბალახების (იონჯა+კოინდარი) ნაკორდალზე დათესილი შაფუხის ქვეშ გამოყოფილ  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობასა და სხვა მონაცემებს შორის კავშირი უახლოვდება № 1 ნაკვეთის მონაცემებს, მხოლოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ნაკვეთზე მოსავლიანობა უფრო მაღალი იყო როგორც ბალახებისა (თივა), ისე აგრეთვე მის ნაკორდალზე დათესილი შაფუხისა (37,3 ცენტნერი ჰექტარზე). მეორე მხრივ, კორდი ჩახსულ იქნა ჩვეულებრივზე უფრო ღრმად—30—40 სიღრმეზე, ამიტომაც კონცენტრაცია  $\text{CO}_2$ -ისა ყველა ფაზაში და თვეში უფრო ამაღლებულია და გათანაბრებულიც № 1 ნაკვეთთან შედარებით.

$\text{CO}_2$ -ის ასეთი დინამიკა გამოწვეულ უნდა იყოს კორდის სიღრმეში ჩახვნით.

ცხრილში მოყვანილია № 2 და № 3 ნაკვეთების მონაცემები  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობაზე.

№ 2 ნაკვეთზე ორი წლის სარგებლობის ბალახებით (იონჯა+კოინდარი)  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობა მაღალია, სხვა კულტურებით დაკავებულ ნაკვეთთან შედარებით. მასის თვეში  $\text{CO}_2$ -ის მოცულობითი პროცენტი 1,12-ს, ანუ 1 ლიტრ ჰაერში 22 მილიგრამს შეადგენს. ტემპერატურა— $22^\circ$ , სინესტე—14,95% და pH—7,4. ბაქტერიების საერთო რაოდენობა მცირეა (178 მილ). ხსნადი  $\text{NO}_3$ -ის შემცველობა დაბალია (4,89 მილიგრამი 1000 გრ. ნიადაგში).  $\text{CO}_2$ -ის ასეთი მაღალი მაჩვენებელი უნდა მიეწეროს ფესვთა მასის არაეთვაროვანი სისტემით მოქმედებას.

ივნისის თვის მონაცემებიდან ჩანს, რომ ამ დროს  $\text{CO}_2$ -ის მატება მეტად მაღალია—2,24 მოცულობითი პროცენტი, ანუ 44,05 მილიგრამი  $25^\circ\text{C}$  ტემპერატურისა და 21,66% მინდვრის ტენიანობის პირობებში.

როგორც ჩანს, ამ დროს მიკრობების საერთო რაოდენობა დიდია (679 მილიონამდე).  $\text{NO}_3$ -ის რაოდენობა 18,12 მილიგრამს არ აღემატება 1 კგ ნიადაგში.





ავვისტოში ადგილი აქვს მიკრობების რაოდენობის საგრძნობ შემცირებას (196 მილიონი, ნაცვლად 679 მილიონისა). საკვები ელემენტებიდან  $\text{NO}_3$  მატულობს 22,70 მილიგრამამდე,  $\text{CO}_2$  უმნიშვნელოდ მერყეობს. ამ მხრივ იგი თითქმის გათანაბრებულია იენისის მონაცემებთან.

სექტემბერსა და ოქტომბერში  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფა მცირდება 1,42-დან 1,13 მოცულობით პროცენტამდე.  $\text{CO}_2$ -ის ასეთი დაქვეითება უნდა მიეწეროს ფესვთა სისტემის ცხოველმყოფელობის შენელებას.

თუ № 3 ნაკვეთზე ერთი წლის სარგებლობის ბალახების (იონჯა+კოინდარი) მონაცემებს დაეუყვირდებით, ვნახავთ, რომ  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფა ნიადაგიდან და მისი ცვალებადობა თვეების მიხედვით უფრო დაკავშირებულია ფესვთა რაოდენობასა და ცხოველმყოფელობაზე, ვიდრე მიკრობთა სიმრავლეზე. მაგ., მაისის თვეში მიკრობთა საერთო რაოდენობა 338 მილიონს აღწევს, მაშინ როდესაც  $\text{CO}_2$ -ის მოცულობითი პროცენტი დაბალია (0,85%); იენისის თვეში კი მიკრობთა რაოდენობა მცირდება, ხოლო  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობა პირიქით მატულობს (1,37%). მსგავსი სურათია ავგისტოშიც.

სექტემბერსა და ოქტომბერში  $\text{CO}_2$ -ის დაქვეითება უნდა მიეწეროს ბალახების ფესვთა სისტემის ცხოველმყოფელობის შენელებას.

იონჯა+კოინდრის 2 წლის სარგებლობის მიწისქვეშა ნარჩენები ჰექტარზე 144,08 ცენტნერს შეადგენს, ხოლო 1 წლის სარგებლობის მიწისქვეშა ნარჩენები—119,42 ცენტნერს.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაისის თვეში № 4 ნაკვეთზე საშემოდგომო ქერის ნათესში მიკროორგანიზმთა საერთო რაოდენობის სიუხვის მიუხედავად (716 მილიონი)  $\text{NO}_3$  ერთ კგ ნიადაგში 2,98 მილიგრამია. ნიადაგიდან  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფა შედარებით მცირეა (0,54 მოცულობითი პროცენტი). ეს მოვლენა გამოწვეულ უნდა იყოს მინდვრის ტენიანობის (15,41%) სიმცირით ნიადაგის 21,5°C ტემპერატურის შემთხვევაში. იენისის თვეში  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობა მატულობს (1,19 მოცულობით პროცენტამდე). შემდგომ თვეებში, შოსავლის აღების შემდეგ ნიადაგიდან  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფა ეცემა—ავგისტოში 1,27% მდე, სექტემბერში—0,72% მდე და ოქტომბერში 0,73 მოცულობით პროცენტამდე. ნიადაგურ ჰაერში  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფის ასეთი მკვეთრი დეპრესია უკავშირდება მცენარის განვითარების ფაზებს, ფესვების თანდათანობით კვლობას; ოქტომბრის თვეში კი მინდვრის ტენიანობის (15,89%-მდე) და ნიადაგის ტემპერატურის (10,5°) დაცემა.

№ 5 ნაკვეთზე სიმინდის (ქართული კრუჯი) ქვეშ, როგორც ცხრილიდან ჩანს,  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობა მაისის თვეში დაბალია (0,25 მოცულობითი პროცენტი, ანუ 4,56 მილიგრამი 1 ლიტრ ჰაერში—17,15% ტენისა და pH—7,4 შემთხვევაში). ამ პერიოდისათვის  $\text{NO}_3$  რაოდენობა 2,40 მილიგრამს უდრის 1000 გრამ ნიადაგში 2,02% საერთო ჰუმუსის პირობებში. ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 88,5 მილიონს უდრის. ამ დროს საკვები ელემენტებითა და ბიოლოგიური პროცესითაც ამ ნაკვეთის ნიადაგი სიღარიბეს არ განიცდიდა, თუმცა  $\text{CO}_2$  გამოყოფა დაბალი იყო. ეს გარემოება პირველ რიგში უნდა მიეწეროს ნიადაგზე ქუჩის ვადაკვრასა და შემდგომში კი მინდვრის ტენიანობის შემცირებას (17,15%).

იენისის თვეში  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობა თითქმის ორჯერ გაიზარდა (0,49 მოცულობითი პროცენტი). გაცხოველდა მიკრობიოლოგიური პროცესები.

ბაქტერიების საერთო რაოდენობამ 247 მილიონამდე მიაღწია.  $\text{NO}_3$ -ის ცველობა 12,85 მილიგრამამდე გაიზარდა. საერთო ჰუმუსი (2,43%), ტენია-ნობა (25,10%), ტემპერატურა (25,5%) და არეს რეაქცია (7,4) ოპტიმალურია. სიმინდი კარგადაა ამოსული, განვითარების I ფაზა—4—5 ფოთოლი.  $\text{CO}_2$ -ის მაღალი პროდუქტიულობა მიკრობიოგენურ პროცესთან ერთად უნდა მიეწეროს ფესვთა სისტემის მოქმედებას (მიწისქვეშა ნარჩენის რაოდენობა ჰექტარზე 2,54 ცენტნერი) და გათიანის შედეგად ნიადაგის ქერქის დაშლას.

ავვისტოში  $\text{CO}_2$  ის პროდუქტიულობამ კიდევ უფრო მოიმატა (0,94 მოცულობით პროცენტი).  $\text{NO}_3$ -ის რაოდენობა 1 კგ ნიადაგში 14,70 მილიგრამს აღწევს. ბაქტერიების საერთო რაოდენობა 247 მილიონის ნაცვლად 158 მილიონამდე შემცირდა (საერთო ჰუმუსი 2,39%, ტემპერატურა 21°, სინესტე 17,77%, არეს რეაქცია pH—7,4). ასეთ პირობებში  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობის გაძლიერებას ხელს უწყობდა ყვავილობის სტადიაში სიმინდის ფესვის ძლიერი განვითარება (მიწისქვეშა ნარჩენების ოდენობა ჰექტარზე 27,83 ცენტნერი, მიწისზედა ნარჩენებისა—68,28 ცენტნერი).

სიმინდის რძისებრ ფაზაში (სექტემბერი) განვითარების დროს ნიადაგის სუნთქვა უფრო გაძლიერებულია, ე. ი.  $\text{CO}_2$  ის მოცულობითი პროცენტი 1,1 შეადგენს. მიკრობიოლოგიური პროცესი აქტიურია. ბაქტერიების საერთო რაოდენობამ 282 მილიონს მიაღწია,  $\text{NO}_3$  27,63 მილიგრამია 1000 გრამ ნიადაგში (ჰუმუსი—2,35%, ნიადაგის ტემპერატურა—22°, მინდვრის სინესტე—24,37% და არეს რეაქცია pH—7,5). სიმინდის ფესვთა მოქმედება უფრო გაცხოველებულია, ნარჩენთა რაოდენობა მიწისქვეშა ნაწილისა მომეტებულია (ჰექტარზე 38,95 ცენტნერი); მიწისზედა ნარჩენი კი ჰექტარზე 131,60 ცენტნერს შეადგენს.

სამინდის სრული სიმწიფის სტადიაში (ოქტომბერი), როგორც ჩანს,  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობა მცირდება 0,90 მოცულობით პროცენტამდე.  $\text{NO}_3$ -ის რაოდენობა ამ დროს 1000 გრამ ნიადაგში 18 მილიგრამს უახლოვდება, მთლიანი ჰუმუსი კი—2,40%-ია. ასეთ პირობებში  $\text{CO}_2$ -ის შემცირება მცენარის ვეგეტაციის დამთავრებასთან ერთად ალბათ ფესვთა სისტემის ცხოველმყოფელობის შენელებითაა გამოწვეული. მიწისქვეშა ნარჩენთა რაოდენობა ამ ფაზისათვის ჰექტარზე 37,15 ცენტნერს შეადგენს. მისი რაოდენობა შემცირებულია (III ფაზასთან შედარებით). მიწისზედა ნარჩენი ჰექტარზე 147,20 ცენტნერს შეადგენს ჩვენი მონაცემები ემთხვევა სხვა მკვლევართა მონაცემებს [1, 2, 3, 4, 7].

№ 10 ნაკვეთზე (ანეული სარწყავი, საკონტროლო), როგორც ცხრილიდან ჩანს, მაისის თვეში ნიადაგის ზედაფენიდან გამოყოფილი  $\text{CO}_2$ -ის კონცენტრაცია დაბალია (1,08 მოცულობითი პროცენტი), რაც უნდა მიეწეროს ოპტიმალური სინესტისა (19,5%) და ტემპერატურის (22°) საშუალებით მიკრობიოლოგიური პროცესების ინტენსივობას.

როგორც ცნობილია,  $\text{CO}_2$ -ის კონცენტრაციასა, ნიადაგის ტენიანობასა და ტემპერატურას შორის მჭიდრო კავშირია; ამიტომაც ავვისტოში მორწყვის შემდეგ სინესტის 32,75%-მდე მომატებამ ნიადაგის ტემპერატურის 20° პირობებში გამოიწვია  $\text{CO}_2$ -ის დაქვეითება 0,52 მოცულობით პროცენტამდე.



სექტემბერსა და ოქტომბერში, როგორც ჩანს, ტენიანობა, აგრეთვე ტემპერატურა, შედარებით დაბალია, რის გამოც  $\text{CO}_2$ -ის პროდუქტიულობა  $0,53\%$ -მდე შემცირდა.

№ 12 ნაკვეთზე (შავი ანეული, ურწყავი)  $\text{CO}_2$ -ის კონცენტრაცია უფრო დაბალია, ვიდრე ანეულ სარწყავში. ეს გამოწვეულია ნიადაგის სინესტის სიმცირით, მიკრობიოლოგიური პროცესების სიღარიბითა და აგრეთვე იმით, რომ ამ პროცესში მცენარის ფესვთა სისტემა არ ღებულობდა მონაწილეობას.

მაისის თვის მონაცემებით, ამ ნაკვეთზე  $\text{CO}_2$ -ის რაოდენობა გადიდებულია (1,42 მოცულობითი პროცენტი).  $\text{CO}_2$ -ასეთ მაღალ პროდუქტიულობას აპირობებს მინდვრის ოპტიმალური ტენიანობა (18,37%), ნიადაგის შედარებით მაღალი ტემპერატურა (21,5°) და წმინდა ფიზიკური მოვლენები. ცნობილია, რომ ტემპერატურის აწევა ნიადაგში იწვევს ჰაერის გაფართოებას, რაც აძლიერებს  $\text{CO}_2$ -ის გამოყოფას. ამიტომაც გამთბარი ნიადაგი  $\text{CO}_2$ -ს გამოყოფს მეტი რაოდენობით, არა მარტო მიკროორგანიზმებისა და ფესვების პროდუქტიულობით, არამედ ფიზიკური მოვლენებითაც — ტემპერატურის ამაღლების შედეგად ნიადაგის ჰაერის გაფართოებით.

ივნისისა და აგვისტოს თვეებში ნიადაგის ტემპერატურის აწევასა (26—28°) და სინესტის დაცემასთან (10,66%—8,50%) დაკავშირებით კონცენტრაცია  $\text{CO}_2$ -სა დაეცა 0,39—0,11 მოცულობით პროცენტამდე.

სექტემბერში ნიადაგის ტემპერატურის დაწვეითა (21°) და მინდვრის ტენიანობის ამაღლებით (13,87%),  $\text{CO}_2$ -ის კონცენტრაციამ 0,95 მოცულობით პროცენტამდე მოიმატა, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს ზოგიერთი ქიმიური პროცესის მოქმედებასთან (ნიადაგის ხსნარის ბიკარბონატების გადასვლა კარბონატებში).

ოქტომბრის თვეში ნიადაგის ტემპერატურა (16,5°) და სინესტეც (17,55%) დაბალია. ხსნარის pH 7,4 ტოლია,  $\text{NO}_3$  რაოდენობა 17,90 მილიგრამია; 1 კგ ნიადაგში  $\text{CO}_2$ -ის მოცულობითი პროცენტი კი 0,19 უდრის.

ამგვარად, შავ ანეულში ნიადაგის სუნთქვა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე დაკავებულ ანეულში.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 30.5.1958)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Н. Антипов-Каратаев и Л. П. Белякова. О путях повышения плодородия орашаемых земель Таджикистана. 1954.
2. Н. И. Горбунов.  $\text{CO}_2$  Почвенного воздуха и методы ее определения. Современные методы исследования физико-химических свойств почвы, вып. II, 1947.
3. С. В. Зонн и А. К. Аleshina. О газообменах между почвой и атмосферой под пологом лесных насаждений. ДАН СССР, т. 92, № 5, 1953.
4. М. М. Кононова. Еще о проблеме почвенного гумуса. Почвоведение, № 3, 1953.
5. Э. Рассель. Почвенные условия и рост растения. 1955.
6. И. В. Тюрин. О количественном участии живого вещества в составе органической части почв. Почвовед., № 1, 1946.
7. H. Lundegardh. Carbon dioxide evolution of Soil and crop growth. Journ. Soil Science, V. 23, № 6, 1927.



ზოოლოგია

დ. ლოგვინოვიჩი

## აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის ბიოლოგიის შესწავლისათვის

(მასპირიმიენტულ დაკვირვებათა მასალები)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 30.6.1958)

ზოგიერთი მკვლევარის ცდები — იყოლის აქვარიუმის პირობებში აზოვის ქაფშია, მარცხით დამთავრდა. ხელოვნურ პირობებში მყოფი ქაფშია არ იღებდა საკვებს და 2—3 დღის შემდეგ იღუპებოდა.

1954 წელს ჩატარებული გამოკვლევის ამოცანას შეადგენდა დაგვედგინა ქაფშიასა და ტიულკის გადარჩენის შესაძლებლობა ექსპერიმენტის პირობებში. მუშაობის პროცესში აღმოჩნდა, რომ ამ თევზებს შეუძლიათ დიდხანს იცოცხლონ პრიმიტულ აქვარიუმის პირობებშიაც კი. ამან საშუალება მოგვცა ჩავეტარებოთ ზოგიერთი დაკვირვება და ცდები ქაფშიასა და ტიულკის ბიოლოგიის შესასწავლად. მუშაობა ტარდებოდა „აზჩერნიროს“ კაზანტივის ექსპერიმენტულ ბაზაზე ორ პერიოდად: 21 მაისიდან 9 ივნისამდე და 1 აგვისტოდან 30 აგვისტომდე.

## 1. ქაფშიასა და ტიულკის გადარჩენა აქვარიუმის პირობებში

ქაფშიასა და ტიულკს, ჩოგბადით ფრთხილად ამოყვანის შემდეგ ვათავსებდით წყლიან ვედროში, ლაბორატორიაში მოგვქონდა და შემდეგ გადაგვყავდა აქვარიუმებში — 60 ლიტრის ტევადობის ლითონურ აბაზანებში. თითოეულ აქვარიუმში ვათავსებდით 10—15 თევზს. წყალს ვუცვლიდით 2—3-ჯერ დღე-ღამეში. ეს უზრუნველყოფდა დამაკმაყოფილებელ გაზობრივ რეჟიმს, რაც ახლო იყო ზღვის რეჟიმთან.

პირველი დაკვირვებები ჩატარდა მაისის მეორე ნახევარში, როდესაც წყლის ტემპერატურა 16° უდრიდა. ამ დროს ქაფშიასა და ტიულკის გადარჩენის პროცენტი ნაკლები იყო. დაავადებული ქაფშია და ტიულკი, ისევე, როგორც სტავრიდა [11], მუქი შეფერვისა იყო. ისინი უპირატესად წყლის ზედაპირს ეტანებოდნენ. მათ ერღვეოდათ მოძრაობის კოორდინაცია. ავადმყოფი თევზები ჯანმრთელებისაგან განცალკევებული იყვნენ და ცურავდნენ არა გუნდურად, არამედ ცალ-ცალკე. დაღუპულ თევზთა ანალიზი მოწმობს მათი გარესაფარველის დაზიანებას, რაც ხდებოდა, ეტყობა, მათი ლაბორატორიაში გადმოტანის დროს. ამიტომ შემდგომ ცდებში (აქვარიუმში) ვათავსებდით მხოლოდ იმ თევზებს, რომელთაც გარესაფარველი დაუზიანებელი ჰქონდათ. ამან მოგვცა კარგი შედეგი. ქაფშია და ტიულკა, რომელთა გარესაფარველი დაუზიანებლად იყო შემონახული, ცხოვრობდნენ აქვარიუმში იმდენ ხანს, რამდენსაც მოითხოვდა ესა თუ ის ცდა. ასე, მაგალითად, აგვისტოში შედარებით წყლის მაღალი ტემპერატურის დროს, რაც 28° აღწევდა, ისინი ცხოვრობდნენ სამი კვირის განმავლობაში — ჩვენი დაკვირვებების დამთავრებამდე, შემდგომ კი დაფიქსირებულ იქნენ კარგ მდგომარეობაში. აღნიშნული დროის განმავლო-



ბაში თევზები აქვარიუმში ნორმალურად ცხოვრობდნენ. იმ შემთხვევაში, როცა დღესაც ჰქონდათ საკვები, ინტენსიურად იკვებებოდნენ და ა. შ.

ეს დაკვირვებები მოწმობენ, რომ აქვარიუმში გადასმის შემთხვევაში თევზები გულდასმით უნდა გაესინჯოთ. აქვარიუმში მხოლოდ მათი მოთავსება შეიძლება, რომელთაც გარესაფარველი სრულიად დაუზიანებელი აქვთ. ვარდა ამისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს იმასაც, რომ აქვარიუმები არ იყოს გადატვირთული, რადგან ქაფშია, და განსაკუთრებით, ტიულკი, ა. კარსოვიჩის მონაცემებით, დიდ მოთხოვნილებას უყენებს გაზობრივ რეჟიმს.

## 2. ქაფშიასა და ტიულკის ხანგრძლივი შიმშილის შესაძლებლობის შესახებ

ჩვენი მონაცემებით, ქაფშია და ტიულკი აზოვის ზღვაში 1954 წლის გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ძლიერ ცუდად იკვებებოდნენ. ამ თევზების უმრავლესობას კუჭი ცარიელი აღმოაჩნდა. ქაფშიასა და ტიულკის ცული კვება 1954 წელს გაიწვეუელი იყო ზოოპლანქტონის სუსტი განვითარებით [6].

ამასთან დაკავშირებით თევზის მრეწველობის ზოგიერთ მუშაკს დაებადათ აზრი, ქაფშიასა და ტიულკის შიმშილისაგან დაღუპვის შესაძლებლობის შესახებ 1954 წლის ზაფხულის პერიოდში. თევზების შიმშილობის შესაძლებელი ხანგრძლივობის საკითხი ლიტერატურაში არაა გაშუქებული<sup>1</sup>. თევზის მრეწველობის მუშაკთა მიერ დასმულ კითხვაზე პასუხის გასაცემად, ჩვენ ვაწარმოეთ სპეციალური დაკვირვებები ქაფშიასა და ტიულკის შიმშილობაზე.

დაკვირვებებმა დაგვანახვა, რომ 6—7 დღეს ნაშიმშილები ქაფშიის ქცევა არ განსხვავდებოდა ნორმალურად ნაკვები თევზის ქცევისაგან. მაგრამ 8—9 დღის შიმშილობის შემდეგ ქაფშიას ქცევა მკვეთრად იცვლებოდა. ირღვეოდა მოძრაობების კოორდინაცია. თევზები „ეცემოდნენ“; მათი გარესაფარველი კი მუქ შეფერილობას იღებდა. საკვების მიღების შემდეგ ნაშიმშილები თევზები სწრაფად უბრუნდებოდნენ ნორმას და შემდგომში მათი ქცევა არაფრით განსხვავდებოდა არანაშიმშილები თევზების ქცევისაგან.

ერთწლიანი ტიულკი აღმოჩნდა შიმშილისადმი უფრო მგრძობიარე. შიმშილობის 5—6 დღის შემდეგ მას ერღვეოდა მოძრაობების კოორდინაცია, მაგრამ საკვების მიღების შემდეგ ისიც, ერთწლიანი ქაფშიას მსგავსად, სწრაფად უბრუნდებოდა ნორმალურ მდგომარეობას. განხეორებითი შიმშილობის დროს შიმშილის ატანის შესაძლებლობა მცირდებოდა 2—3 დღემდე.

1954 წლის გაზაფხულისა და ზაფხულის პერიოდში ზღვაში დაქვრილ ქაფშიასა და ტიულკის ანალოზი მოწმობდა მათ მომწელებელ სისტემაში საკვების ამა თუ იმ რაოდენობის არსებობის შესახებ. ამ თევზების მთელი მომწელებელი ტრაქტის სრული ევაკუაცია გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ერთ დღეზე მეტს არ გრძელდება.

ამრიგად, მიღებული მონაცემები ნებას გვაძლევს აღვნიშნოთ, რომ 1954 წლის გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში აზოვის ქაფშია და ტიულკი ბუნებრივ პირობებში საკვების გარეშე რჩებოდნენ არა უმეტეს ერთი დღე-ღამისა. აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ აზოვის ზღვაში ზოოპლანქტონის განსაკუთრებით ცუდად განვითარების შემთხვევაშიც კი, მოზრდილი ქაფშია და ტიულკი არ დაიღუპებიან შიმშილისაგან.

<sup>1</sup> არის მხოლოდ დ. ლავჯინოვიჩის [5] მიერ ჩატარებული ცდები ლიფსიტების შიმშილობის შესაძლებელი ხანგრძლივობის შესახებ.

საინტერესოა აღნიშნოთ, რომ დღენახევარ — ორ დღეს ნაშინშილში ქაფშიასა და ტიულკის მომწელებელი ტრაქტი სპეციფიკურ შეფერილობას იღებს. ქაფშიას, რომელმაც დღენახევარი იშინშილა, მთელი მომწელებელი ტრაქტი ევსება მუქი მწვანე სითხით, რომელიც მომწელებელი ტრაქტის კედლებს ღებავს. შემდგომი შინშილობის დროს შეფერილობა ყოველდღიურად იცვლება. ამასთან გარკვეული შეფერილობა შეესატყვისება შინშილობის გარკვეულ ხანგრძლივობას.

ტიულკის მომწელებელი ტრაქტი ასევე სპეციფიკურ შეფერილობას იღებდა, მაგრამ ამ შეფერილობას სხვა ხასიათი ჰქონდა. შინშილობის პირველ პერიოდში მისი მომწელებელი ტრაქტი ბაცი ყვითელი ფერისა იყო, და ოდნავ გადაკრავდა მწვანე ელფერი. შემდგომ პერიოდში მომწელებელი ტრაქტის შეფერილობა იცვლებოდა შინშილობის ხანგრძლივობასთან დაკავშირებით. შინშილობის პერიოდში მომწელებელი ტრაქტის შეფერილობის შეცვლა დამახასიათებელია თევზების სხვა სახეობებისათვისაც. ანალოგიურ მოვლენას ვამჩნევდით დონის კაპარქინას ლიფსიტებზედაც.

შემდგომი ექსპერიმენტული გამოკვლევების დროს აუცილებელია, რომ ცდები დაყენოთ დაბალ ტემპერატურებზე, როდესაც თევზების ზოგიერთ სახეობას უმცირდებათ საკვების მოთხოვნილება. შესაძლებელია, რომ მომწელებელი ტრაქტის შეფერილობა გამოწვეულია თევზების იძულებითი შინშილობით. აუცილებელია შედგეს ფერადი სკალა თევზების მომწელებელი ტრაქტის შეფერილობის შესატყვისად შინშილობის სხვადასხვა პერიოდში. ეს საშუალებას მოგვცემს დავადგინოთ ზღვაში დატყერილი თევზების შინშილობის ხანგრძლივობა. ბუნებრივ პირობებში თევზების შინშილობის დადგენის ცოდნა მეტად მნიშვნელოვანია. ეს საშუალებას მოგვცემს გადავწყვიტოთ ზოგიერთი საღაო საკითხი, რაც დაკავშირებულია თევზების კვებასთან.

### 3. ქაფშიასა და ტიულკის ვერტიკალური გავრცელების შესახებ

მკვლევარები, რომლებიც ანალიზს უკეთებდნენ აზოვის ქაფშიას საკვების თვისობრივ შემადგენლობას [3, 4, 8, 9], აღნიშნავენ, რომ ეს თევზი იკვებება არა მარტო პლანქტონით, არამედ ფსკერის ორგანიზმებითაც.

ზოგიერთ წელს ფსკერის ორგანიზმების მნიშვნელობა ქაფშიას კვებაში ძლიერ იზრდება. ტიულკის საკვებში ფსკერის ორგანიზმებს პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვთ [4, 8]. განსხვავებანი აღნიშნული თევზების საკვების ხარისხობრივ შემადგენლობაში საშუალებას იძლევა ვივარაუდოთ ზღვაში მათი ვერტიკალურ განაწილებაში სხვაობების არსებობის შესახებ. ამ საკითხის გადასაწყვეტად ჩატარდა სპეციალური გამოკვლევა. 1954 წლის ივლისსა და აგვისტოში კახანტიას რაიონში წყლის მთელი სისქის შემოფარგვლით იარუსულ განრიგში 6—7 მეტრის სიღრმეზე იღებებოდა სალაცუჩე ბადეები. ბადის კედლის სიმაღლე შეადგენდა ერთ მეტრზე მეტს. კარგ ამინდში ბადეებს ვისინჯვდით დღეში რამდენიმეჯერ. ამ გასინჯვის შედეგებმა დაგვანახვა, რომ ქაფშია და ტიულკი უმეტეს შემთხვევაში ერთსა და იმავე ბადეში ზედობოდნენ. ამასთან, ყველაზე დიდი თევზებერა მოდიოდა იმ ბადეებზე, რომლებიც ფსკერიდან სამ-ოთხ მეტრ მანძილზე იყო მოთავსებული. ზოგიერთ შემთხვევაში ქაფშიას მეტს ვიჭერდით ფსკერის ბადით, ვიდრე შემდგომი ორი იარუსის ბადეებით. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ქაფშია და ტიულკი უმეტესად წყლის სისქეში იმყოფებიან. იმ შემთხვევაში, თუ ქაფშიას საკვები არ ყოფნის წყლის სისქეში, იგი მოკლე ხნით ეშვება ფსკერის ნაწილში. ეს დაკვირვებები საშუალებას ვვაძლევენ ვივარაუდოთ, რომ ქაფშიას კვება ფსკერის ორგანიზმებით იძულე-



ბითია. ეს ვარაუდი მტკიცდება მონაცემებით, რომელთა მიხედვით ქაფში საკვებში განვი და ფსკერის ორგანიზმების მნიშვნელობა იზრდება მხოლოდ ზოოპლანქტონის სუსტი ზრეოთარების წლებში.

#### 4. აზოვის ქაფშიას არჩევითი უნარის შესახებ

აზოვის ზღვის წყლების განსაკუთრებულმა გამჭვირვალობამ 1954 წელს საშუალება მოგვცა ჩავეტარებოდა ზოგიერთი უშუალო დაკვირვება ქაფშიას ქცევაზე კახანტიის რაიონში. შუა აგვისტოში ქაფშია მასობრივად შევიდა ყურე „რუსკაია“-ში. ამ დროს მას პატარა განცალკევებულ ჯოგებად ეჭირა თავი. ეს ჯოგები დაშორებული იყო ერთმანეთისაგან 2—5 მეტრით. ჯოგები შედგებოდა 40—100—150 თევზისგან. ამ ყურეში ქაფშიას მოსვლამდე პლანქტონის ბაღით ჰერას მოქონდა ასობით კოპეპოდები და ტინტინოიდები. ქაფშიას შესვლის ერთი დღე-ღამის შემდეგ კოპეპოდების რაოდენობა კატასტროფულად შემცირდა. მოხდა ამ კიბოსნაირთა სწრაფი განადგურება. ტინტინოიდების რაოდენობა კი კვლავ მაღალი დარჩა. მაშასადამე, შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ქაფშია თავს არ იწუხებს ამ მცირე ორგანიზმების საკვებად გამოყენებისათვის, იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც კოპეპოდების რაოდენობა კლებულობს.

#### 5. დღეღამეობრივი რაციონების შესახებ

ქაფშიასა და ტიულკის რაციონის შესახებ მონაცემების მისაღებად ვსწავლობდით შემდეგ საკითხებს: ა) ერთი ულუფის მიღების ხანგრძლივობა და მისი სიდიდე; ბ) კვების დღელამობრივი მიმდინარეობა, გ) საკვების მონელების ხანგრძლივობა.

გარდა ამისა, გამოყენებული იყო ზოოპლანქტონის რაოდენობითი აღრიცხვის მეთოდი აქვარიუმში თევზის გადასმოდან ცდის დამთავრებამდე. ყველა ცდა ჩატარდა ერთწლიან ქაფშიასა და ტიულკზე. ცარიელი მომწელებელი ტრაქტის მქონე თევზებთან შეგვეკონდა ზოოპლანქტონი; ამის შემდეგ, დროის სხვადასხვა შუალედში, თევზებს ვიჭერდით და გვეთვით. კუჭების ანალიზმა დაგვანახა, რომ ქაფშია და ტიულკი, რომლებიც შეფარდებით მაღალ კონცენტრაციის ზოოპლანქტონში იყვნენ მოთავსებული (ვიზუალური დაკვირვება), ერთი ულუფის მისაღებად კარგავენ 35—60 წუთს. ამ დროის შუალედში გაკვეთილ თევზებს აღმოაჩნდათ კარგად ავსებული კუჭები. ზოგიერთ შემთხვევაში ისინი „გაჭიმულნი“ კი იყვნენ. ამასთან, ქაფშიას ზოოპლანქტონის არა დამაკმაყოფილებელი კონცენტრაციის შემთხვევაში, საკვების მიღებისათვის სჭირდებოდა უფრო მეტი დრო, ვიდრე ტიულკს.

კვების დღელამობრივი მიმდინარეობის შესწავლა ხდებოდა შემდეგი მეთოდით. დღეღამე ნაშიმშილები თევზებისათვის შეგვეკონდა ზოოპლანქტონი. ამის შემდეგ ცდაში მყოფი თევზები დროის სხვადასხვა შუალედებში ფიქსირდებოდნენ. შემდეგ ვაწარმოებდით თევზების კუჭში საკვების განლაგებისა და შენახულობის ანალიზს.

მეორე მეთოდი მდგომარეობს იმაში, რომ თავისუფალი კუჭისა და ნაწლავების მქონე თევზებს დღე-ღამის პერიოდში ვაწვდით ზოოპლანქტონს. გათენებამდე ამ თევზებს ვაფიქსირებდით. ჩვენი დაკვირვებების შედეგებმა დაგვანახა, რომ ქაფშია ინტენსიურად იკვებება როგორც დღისით, ისე ღამით.

(1 უფრო რაციონალურია საკვების ულუფის გამოთვლა ზღვაში დაჭერილი თევზის კუჭიდან საკვების ერთი გუნდას აწონით (იმ შემთხვევაში, თუ საკვები კარგადაა შენახული).

თაც. ეს ადასტურებს ბ ა ბ უ რ ი ნ ა ს [1] მონაცემებს. ახლად ჩაყლაპული სსკვები ამ თევზის კუჭში ღიძი რაოდენობით გვხვდებოდა როგორც ღლის, ისე ღამის პერიოდში. ღამით საკვების მიღება შეუძლია ტიულკისსაც, მაგრამ კვების ინტენსივობა ამ შემთხვევაში მკვეთრად ეცემა.

აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის კვების დღელამური მიმდინარეობის შესწავლისადმი მიძღვნილია ა. ოკულის [8] შრომა. მისი მონაცემებით, აზოვის ქაფშიის კვების ინტენსივობა ღამით ერთგვარად კლებულობს, ტიულკი კი სრულიად სწყვეტს კვებას.

ჩვენ 1954 წლის მონაცემების განსხვავება აღნიშნული ავტორების მონაცემებისაგან უნდა ავსნათ გამოყენებული მეთოდის სხვაობით. ოკული მსჯელობდა თევზების დღელამური კვების შესახებ იმ ქაფშიებისა და ტიულკის კუჭის ანალიზის მიხედვით, რომლებიც დაჭერილ იყვნენ სხვადასხვა სადგურებში (ისინი ერთმანეთისაგან დაცილებულია მნიშვნელოვანი მანძილით). ოკული მთავრად გამოყენებული მასალა სწორ წარმოდგენას მხოლოდ იმ შემთხვევაში მოგვცემდა, თუ მის მიერ დაჭერილი ქაფშია და ტიულკი დღე-ღამის განმავლობაში განაწილდებოდა ზოოპლანქტონის ყოველი რაოდენობის მიხედვით.

გარდა ამისა, ნ. ნოვიკოვა [7] სამართლიანად აღნიშნავს, რომ კვების დღელამური მიმდინარეობა შეიძლება ზუსტად აღირიცხოს საველე მასალაშიც. მაგრამ ამისთვის აუცილებელია ისეთი სინჯების ანალიზი, რომლებიც აღებულ იქნება დღე-ღამეში თევზების ერთი დაჯგუფებიდან. ეს მოსახრებები სრულიად არ მიუღია მხედველობაში ოკულს.

## 6. საკვების მონელების ხანგრძლიობა

ისევე, როგორც კვების დღელამური მიმდინარეობის გამოკვლევის დროს, ამ შემთხვევაშიც, დღე-ღამე ნაშინილები თევზებისათვის შეგვეჩინა საკვები. შემდეგ თევზებს ვკვითღით დროის სხვადასხვა შუალედში. პირველი ულუფის მონელების ხანგრძლივობად ვთვლიდით დროს — საკვების მიღების დაწყებიდან ექსკრემენტების გამოყოფის დაწყებამდე. უკანასკნელი ულუფის მონელების ხანგრძლივობას ვადგენდით დროს — საკვების უკანასკნელი მიღებიდან აუქისა და ნაწლავების სრულ ევაკუაცამდე.

თევზების მიერ საკვების მონელების ხანგრძლივობა, როგორც ცნობილია, დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე, მათ შორის მიღებული საკვების ხარისხსა და რაოდენობაზე. ამიტომ ჩვენ ვცდილობდით, ცდაში მყოფი ყველა თევზისათვის დავეცვა კვების პირობების იდენტურობა, ე. ი. საკვების რაოდენობა (ვიზუალური განსაზღვრით) და ხარისხი თევზებს მიახლოვებით ერთნაირი ჰქონდათ. დღელამური რაციონის განსაზღვრის ცდა ზოოპლანქტონის გამოთვლის მეთოდით უშედეგოდ დამთავრდა, რადგან ცდის პერიოდში აღვლი ჰქონდა ახალი ეგზემპლარების დაბადებას. გარდა ამისა, ზოოპლანქტონის ნაწილი ვადადიოდა შემდგომ სტადიებში, ნაწილი კი იღუპებოდა და იხრწნებოდა. როგორც ტიულკის, ისე სხვა თევზებისა და უხერხემლო ცხოველების საკვების მონელების სისწრაფე წყლის ტემპერატურათან უშუალო კავშირშია. ასე, მაგალითად, პირველი ულუფის ევაკუაციის ხანგრძლივობა 16° ტემპერატურის წყალში 10—11 საათს უდრის, 17—18° ტემპერატურის წყალში კი — 6—7 საათს. ტემპერატურის შემდგომ ზრდასთან ერთად საკვების მონელების ხანგრძლივობა მცირდება.

გ. კორზინის [2] მონაცემების მიხედვით, პირველი და უკანასკნელი უშუალოდ ულუფების გავლის ხანგრძლივობა თევზებს სხვადასხვაგვარი აქვთ; ამიტომ დღელამური რაციონის გამოთვლისას აუცილებელია ვიცოდეთ არა





მარტო პირველი და უკანასკნელი ულუფის მოსანელებელი დრო, არამედ მთელი ადგილი ულუფების მოსანელებელი დროც. ქაფშიასა და ტიულკის შუალედი ულუფების გავლის ხანგრძლივობის დადგენა ძლიერ რთული აღმოჩნდა. გ. კორზინკინის და სხვა მკვლევართა მიერ გამოყენებული ჩაფენის მეთოდი ძლიერ შრომატევადი აღმოჩნდა და მან არ მოგვცა მოსალოდნელი შედეგები. ჩვენი დავითობებით, ისეთ თევზებს, როგორცაა ფარგა, ქაფშია, ტიულკი (რომელთაც განცალკევებული კუჭი აქვთ), წინამძღობი ულუფა წმირად მომდევნოსთან ვრევათ, ეს კი საშუალებას არ იძლევა დავადგინოთ საკვების ცალკეული (შუალედი) ულუფების გავლის სიჩქარე.

ა. სუ შკინა [10] სწავლობდა რა საკვების გავლის ხანგრძლივობას გამსვლელი ქაშაყის ლიფსიტებში, იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ შუალედი ულუფების გავლის სიჩქარე უდრის საშუალო არითმეტიკულს, პირველი და უკანასკნელი ულუფების გავლის ხანგრძლივობათა ჯამიდან. ასეთივე დასკვნამდე მივიდა გ. კორზინკინი რიგი სხვა თევზების შესწავლის დროს. შუალედი ულუფების გავლის ხანგრძლივობის გამოთვლის დროს ჩვენ ვისარგებლეთ ზემოთ დასახელებული ავტორების დასკვნებით.

მივიღეთ რა შუალედი ულუფების გავლის ხანგრძლივობა პირველი და უკანასკნელი ულუფების ხანგრძლივობათა ჯამის საშუალო არითმეტიკულის ტოლად, დავადგინეთ, რომ ტიულკის მიერ საკვების მონელების ხანგრძლივობა 17—18°-წყალში უდრის 10—10,5 საათს, 16°-იან წყალში ეს პროცესი (თუ ვიმსჯელებთ საკვების პირველი ულუფის გავლის ხანგრძლივობის მიხედვით), 5 საათით გრძელდება, 26—28°-იან წყალში კი ძლიერ ჩქარდება. ამ შემთხვევაში ხანგრძლივობა დაახლოებით სამ საათს უდრის.

საკვების გავლის ხანგრძლივობა ტიულკსა და ქაფშიას ძლიერ ახლო აქვთ, რაც ოკულის მონაცემებს ემთხვევა. მაგრამ 1954 წლის ჩვენი გამოკვლევების შედეგები მთლიანად ვერ ემთხვევა ოკულის მონაცემებს. ეს განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ ჩვენი მონაცემებით საკვების მონელების ხანგრძლივობა ქაფშიასა და ტიულკის მიერ 17—18°-იან წყალში 1—1,5 საათით უფრო ნელა მიმდინარეობს, შედარებით მალე ტემპერატურებზე კი — ერთი საათით უფრო სწრაფად, ვიდრე მოცემული აქვს ოკულს. შესაძლებელია ეს აიხსნება გამოყენებული მეთოდების სხვაობით. იმის გამო, რომ 1937 წელს ქაფშია აქვარიუმის პირობებში არ იკვებებოდა და სწრაფად იღუპებოდა, აღნიშნული ავტორი იძულებული იყო გამოეყენებინა მეთოდიკა, რომელიც პრინციპულად განსხვავდება ჩვენი მეთოდიკისაგან. მისი მეთოდიკის არსი იმაში მდგომარეობდა, რომ ზღვაში დაჭერილ თევზებს იგი ათავსებდა აქვარიუმში და თანმიმდევრული გაკვეთისა და კუჭნაწლავის ანალიზის გზით ადგენდა საკვების მონელების ხანგრძლივობას. ამრიგად, მონაცემები დღე-ღამის რაციონის შესახებ მოწმობენ, რომ ქაფშიასა და ტიულკის ერთი და იგივე ჯოგი ზაფხულის თვეებში ოთხჯერ უფრო მეტ საკვებს ხმარობს, ვიდრე ზაფხულზე და შემოდგომის პერიოდში შესაბამის ტემპერატურებზე.

ცივით რა ერთჯერადი ულუფის სიდიდე და მისი მიღებისათვის საჭირო დრო, კვების დღეღამური მსვლელობა და საკვების გავლის ხანგრძლივობა, ადვილად შეიძლება გამოვთვალოთ და ციფრებში გამოვსახოთ თევზების დღეღამური რაციონი. დღე-ღამის ბნელი და სინათლის პერიოდში საკვების მიმღები თევზების დღეღამური რაციონის გამოთვლისათვის ვიძლევიტ ფორმულას, რომელიც შემოთავაზებულია ჩვენ მიერ 1950 წელს:

$$R = M \frac{T-t}{V},$$

სადაც R დღელამური რაციონია,

M — საკვების წონა საშუალოდ ავსებულ კუჭში<sup>(1)</sup>,

T — დრო, რომელიც განსაზღვრავს კვებას დღე-ღამის განმავლობაში,

t — დრო, რომელიც საჭიროა საკვების ერთი ულუფის მისაღებად,

v — საკვების გავლის ხანგრძლივობა.

ამავე ფორმულით შეიძლება გამოვთვალოთ ტიულკის დღელამური რაციონი, მაგრამ საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ ამ ფორმულის მიხედვით გამოთვლილი დღელამური რაციონი ტიულკისათვის ერთგვარად გაზრდილი იქნება, რადგან ეს თევზი სიბნელის პერიოდში ნაკლებ საკვებს იღებს, ვიდრე დღის პერიოდში.

მონაცემები დღელამური რაციონისა და თევზების ნამატის შესახებ საშუალებას გვაძლევს ვიქონიოთ კონკრეტული წარმოდგენა თევზების საკვების კოეფიციენტის შესახებ, რაც მნიშვნელოვანია პრაქტიკული და თეორიული ვალსაზრისით.

### დასკვნები

1. აზოვის ქაფშიასა და ტიულკს შეუძლიათ იცხოვრონ აქვარიუმის პირობებში 26—28° ტემპერატურაზე კი, რაც დიდი ხნის განმავლობაში სრულიად უზრუნველყოფს სხვადასხვა ცდებისა და დაკვირვებების ჩატარების საშუალებას.

2. აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის დიდი ხნის სიცოცხლის უნარიანობი უზრუნველყოფისათვის ხელოვნურ პირობებში, აქვარიუმში ათავსებენ მხოლოდ იმ თევზებს, რომელთა გარე საფარველი სრულიად დაუზიანებელია.

3. აზოვის ქაფშია და განსაკუთრებით ტიულკა მაღალ მოთხოვნილებას უყენებენ გაზობრივ რეჟიმს.

4. მოზრდილ ტიულკსა და ქაფშიას გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში შეუძლიათ იმიმშილონ 6—9 დღე-ღამის განმავლობაში. აზოვის ზღვაში მობინადრე ამ თევზების უმთავრესი მასა, ზოოპლანქტონის ძლიერ სუსტი განვითარების შემთხვევაშიც არ რჩება საკვების გარეშე ერთ დღე-ღამეზე მეტხანს. ამიტომ აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის იმიმშილისაგან დაღუპვას გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ადგილი არა აქვს.

5. დღე-ნახევარ — ორ დღე-ღამე ნაიმიშლილები აზოვის ქაფშიასა და ტიულკის მომწიფებელი ტრაქტი სპეციფიურ შეფერილობას იღებს, რაც მოგვაგონებს ნაღველების ფერს. მაგრამ ერთსა და იმავე დროის განმავლობაში ნაიმიშლებს ქაფშიასა და ტიულკის მომწიფებელი ტრაქტების შეფერილობა სხვადასხვაა. ამასთან შეფერილობის სხვადასხვა ხასიათი შეფარდება ამ თევზების იმიშლილობის გარკვეულ ხანგრძლივობას.

6. აზოვის ქაფშია და ტიულკი ნაწილდებიან ერთსა და იმავე ჰორიზონტში.

7. აზოვის ქაფშია არჩევს კოპეპოდებს და გაურბის ინფუზორია-ტინტი-ნოიდების საკვებად ხმარებას. ისინი იკვებებიან დღე-ღამის როგორც განათებულ, ისე სიბნელის პერიოდში. ამასთან ქაფშიას კვების ინტენსივობა უმნიშვნელოდ კლებულობს. ტიულკი ღამით შედარებით ნაკლები ინტენსივობით იკვებება.

8. ქაფშიასა და ტიულკის მიერ საკვების მოწიფების ხანგრძლივობა მიახლოვებით ერთნაირია. 17—18° ტემპერატურის წყალში მომწიფებელი ტრაქტის მოლიანი ევაკუაცია 10—10,5 საათში ხდება. 16° ტემპერატურის დროს

(<sup>1</sup> ქაფშიასა და ტიულკის ეგზემპლარების უმრავლესობა დაჭრილ იქნა ზღვაში ზოოპლანქტონის საკმაო განვითარების წლებში. მათს უმრავლესობას კუჭები „საშუალოდ“ ჰქონდათ გაავსებული



მონელების პროცესი ხანგრძლივდება, 26—28° ტემპერატურის დროს კი ძლიერ მოკლდება და მიახლოებით 3 საათს უდრის.

9. ქაფშიას (ტიულკის) ერთი და იგივე ჯოგი ზაფხულის თვეებში თითქმის ოთხჯერ უფრო მეტ საკვებს ხმარობს, ვიდრე გაზაფხულზე ან შემოდგომაზე შესატყვისი ტემპერატურის დროს.

10. როგორც ქაფშიას, ისე დღე-ღამის განათებულ და სიბნელის პერიოდში მკვებავი სხვა სახეობის თევზების დღელამუი ოაციონის გამოსათვლელად ჩვენ მიერ მოცემულია შემოთ აღნიშნული ფორმულა.

თევზმურნობის სამეცნიერო-კვლევითი სადგური  
ბათუმი

(რედაქციას მოუვიდა 30.6.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. А. Бабуринна. Приспособительные особенности строение глаз сельди черносинки, шпрота и хамсы. Труды Инст. морфологии животных им. А. Н. Северцова, вып. 10, 1953.
2. Г. С. Карзинкин. К изучению физиологии пищеварения рыб. Труды Лимнологической Станции в Носино, вып. 15, 1932.
3. В. П. Корнилова. Питание тюльки и хамсы в Азовском море в 1955 г. Аннотация ВНИРО, сборник 1, 1956.
4. Д. Н. Логвинович. Питание и пищевые взаимоотношения некоторых планктоноядных рыб Азовского моря. Труды Азчерниро, вып. 14, 1951.
5. Д. Н. Логвинович. Материалы по биологии личинок и мальков донских леща и сулака и годовиков перкарпы. Труды Азчерниро, вып. 16, 1955.
6. А. Н. Новожилова. Состояние зоопланктона Азовского моря в 1955 г. Аннотация ВНИРО, сборник 1, 1956.
7. Н. С. Новикова. О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях (на примере северо-каспийской воблы). Вестник Московского университета № 9, 1948.
8. А. В. Окуд. Питание и пища планктоноядных рыб Азовского моря. Труды Азчерниро, вып. 12, 1940.
9. А. Н. Смирнов. Распределение хамсы в Азовском море и ее питание. Труды Азчерниро, вып. 11, 1938.
10. А. П. Сушкина. Питание личинок проходных сельдей в р. Волге. Труды ВНИРО том XIV, 1940.
11. К. Г. Фортунатова. Очерк биологии питания. Труды Севастопольской биологической Станции, т. VI, 1948.

დ. კობახიძე

 მღვიმის წურბელას (*HIRUDINEA, HERPODELLIDAE*) ახალი  
 ქმისახეობა საქართველოდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ქვიციანიამ 20.9.1958)

საქართველოს სსრ ფაუნის შესწავლის საერთო გეგმაში, მღვიმეთა ფაუნის შესწავლამ სათანადო ადგილი უნდა დაიკავოს, რადგან: 1) ჩვენ რესპუბლიკაში დიდი რაოდენობით და ფაუნის მხრით მეტად საინტერესო მღვიმეები; 2) მღვიმეთა ფაუნა ცხოველთა იმ სახეობებითაა დაჯგუფებული, რომლებიც შეგუებულნი არიან განსაკუთრებულ, მღვიმის პირობებში სიცოცხლეს, სადაც უსინათლობაა და შედარებით მუდმივი ეკოლოგიური გარემო საუკუნეებით გრძელდება; 3) მღვიმეთა ფაუნის მაგალითზე შესაძლებელია რიგი თეორიული საკითხების გადაწყვეტა, ისეთებისა, როგორცაა გარემოს საერთო გავლენის პრობლემა ორგანიზმთა რეაქტიულობაზე, ფორმისწარმოქმნელ პროცესებსა და ადაპტაციებზე, სახეობათაწარმოქმნა და სხვა.

საქართველოს სსრ მღვიმეთა ფაუნის შესწავლას ცოტა უურადღებია არ ექცეოდა, შესრულებულ იქნა სპეციალური გამოკვლევებიც კი. მიუხედავად ამისა, მღვიმეებში უკვე ნაპოვნ მრავალ სახეობათა ცხოველებს შორის (მათ შორის ჩვენი მღვიმეების ენდემური სახეობებს შორისაც), მღვიმის წურბელას პოვნის შესახებ არსად არის ცნობა [1] ალბათ, მართალია ჰ. სპანდელი [3], რომელიც აღნიშნავს, რომ „წურბლები მიწისქვეშა წყლებში ძლიერი იზვიათობას წარმოადგენენ და, ამიტომაც, მონაცემები მათ შესახებ ლიტერატურაში განსაკუთრებით ღარიბია“. ყოველ შემთხვევაში მღვიმის ნამდვილ, ბრმა წურბლებიდან ცნობილია მხოლოდ *Dina absoloni Johanson*, რომელიც ნაპოვნი იქნა სამხრეთ ჰერცოგინაში, ხოლო შემდეგ საკმაოდ ფართოდ აღმოჩნდა გავრცელებული ბალკანეთის ქვეყნების მღვიმეებში [3].

დასავლეთ საქართველოში, ამბროლაურის რაიონის სოფ. სხარტალთან (რაჭის ეთნოგრაფიული რაიონი), მდ. საკიშორესწყალში, რომელიც მღვიმედან გამოედინება. შ. სუპატაშვილმა 3.IX.1938 წ. შეაგროვა 6 ეგზემპლარი სხვადასხვა ხნოვანების თეთრი წურბელა, რომელიც სიამოვნებით გადმოიწა მე შემდგომი შესწავლისათვის. უფრო გვიან, 28.VII.1937 იმავე ამბროლაურის რაიონში, მაგრამ სოფ. სინათლეს ახლოს, სადაც მღვიმიდან გამოედინება მდ. ციფწყალა, მ. კუტუბიძემ ჩემი თხოვნით შეაგროვა ქვების ქვეშ 10 ეგზემპ. სხვადასხვა ხნოვანების იგივე თეთრი წურბელა. ამგვარად, ჩემი განკარგულებაში აღმოჩნდა 16 ეგზემპ. დათქმობული, სხვადასხვა ხნოვანების წურბელა, რომლებიც მოპოვებულ იქნა ორ ეკოლოგიურად მსგავს ადგილას ერთსა და იმავე რაიონში—ამბროლაურის რაიონში.

სათანადო ლიტერატურის გაცნობისა და არსებული მასალების დეტალური შესწავლის საფუძველზე მე დავრწმუნდი, რომ რაჭის მღვიმეთა წყლებში ბინადრობს გვარ *Dina*'ს წარმომადგენელი, რომელიც, მე ვფიქრობ, შეიძლება



ჩაითვალოს უკვე ცნობილ მღვიმის წურბელას *Dina absoloni* Ioh. ქვესახეობად. ქვემოთ, ცხრილში მომყავს შედარებითი მონაცემები რიგი ნიშნებისა, როგორც იოჰანსონის მიერ მოცემული განაზომებისა *Dina absoloni* ს შესახებ [2], ისე ჩვენი წურბლების განაზომებისა მშ-ით შედარებით მსხვილი და დაფიქსირებული ეგზემპლარების მიხედვით.

## ცხრილი

ნიშნები	<i>Dina absoloni</i>	რაჰის პოპულაციები	
		საკიშორესწყლის	ციეწყალას
სხეულის სიგრძე	38	53	48
უდიდესი სიგანე	6	8	7
სისქე ამ ადგილას	2,2	4	4
სიგანე სასქესო ზერელის მიდამოებში	3,5	6	5
სისქე ამავე ადგილას	2,2	3,5	3,5
სიგანე სხეულის წინა ნაწილის შუაში	2,8	5	4,5
სისქე ამავე ადგილას	2	3,5	3
პირის ზერელის სიგანე	2	3	2,5
უკანა მისაწოვრის დიამეტრი	5	5	5

როგორც ცხრილიდან ჩანს, აღწერილი წურბლების ორივე რაჭული პოპულაცია ზომების მიხედვით (უკანა მისაწოვრის დიამეტრის გარდა) მნიშვნელოვნად აღემატება *Dina absoloni* ს ზომებს და, თუ რაჰის ორ პოპულაციას შორის არ არის სრული მსგავსება, მაინც ეს პოპულაციები ერთიმეორეს მეტად ჰგვანან, ვიდრე *Dina absoloni*-ს.

წურბლის რაჭული პოპულაციები, როგორც *Dina absoloni*, არ არის გამჭირვალე; მათ არ აქვთ პიგმენტაციის რაიმე ნაკვალევი; სიცოცხლეში მათი ფერი თეთრია, დაფიქსირების შემდეგ კი ისინი ბაც ყვითელ ელფერს ღებულან. სრულებით არ აქვთ თვალები, რაც იმის საიმედო მაჩვენებელია, რომ ისინი მღვიმეთა ხანგრძლივად მოზინადრე ცხოველებია.

ყველა ზემოთ თქმულის შეჯამების შედეგად იმ დასკვნამდე მივიღვართ რომ რაჰის მღვიმეებში ბინადარი ჩვენს მიერ შესწავლილი წურბლის პოპულაციები შესაძლოა მიკუთვნებულ იქნენ *Dina absoloni* -ს ახალ ქვესახეობისადმი, რომელსაც მე ვარქმევ *Dina absoloni ratschaensis* Kobakhidze, *subsp. n.*

რადგან ეს ახალი ქვესახეობა ეკუთვნის მტაცებელ (Herpobdellidae) წურბლებს, უნდა ვიფიქროთ, რომ ის ისეთი ცხოველებით იკვებება, როგორცაა მცირეჯაგრიანი რგოლოვანი ქიები, მცირე კიბოსნაირები და სხვა.

მღვიმის წურბელას ახალი ქვესახეობის ტიპი დაცულია საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის ფონდებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.9.1958)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ф. А. Зайцев. Обзор пещерной фауны Грузии. Труды Института зоологии Академии наук Грузинской ССР, т. VII, 1948.
2. L. Johansson. Über eine neue von Dr. K. Absolon in der Herzogowina USW. Zool. Anz. B. XLII, 1913.
3. H. Spandel. Die Tierwelt der unterirdischen gewässer. Wien, 1926.

## 8. ბაძია

## გავრცელებადი ავზნების კანონი ტეტანურ და ტონურ ნივრომოტორულ მართეულეებში

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 9.12.1957)

ცნობილია რომ გულის კუნთი ზღურბლოვანი ძალის გალიზიანებას უზა-სუხებს მაქსიმალური შეკუმშვით, რომლის სიდიდე არ იცვლება გალიზიანების ძალის შემდგომი მომატებით. გულის კუნთის ეს თვისება, აღმოჩენილი ბოუდი-ჩის მიერ, საფუძვლად დაედო „სულ ან არათრის“ კანონს.

იაპონელი მეცნიერის კატო [1] ცდების შემდეგ, რომლებიც იზოლირებულ ნერვულ და კუნთოვან ბოჭკოებზე იყო ჩატარებული, ეს კანონი ხერხე-ლიან ცხოველთა ნერვულ და ჩონჩხის კუნთოვან ბოჭკოებზე გავრცელდა. მაგ-რამ ა ს მ უ ს ე ნ მ ა [2], ს ე რ კ ო ვ მ ა [3] და მ ა კ ა რ ო ვ მ ა [4] უარყვეს კა-ტოს მოსაზრება, რადგანაც მათ ცდებში გამაღიზიანებელი ძალის ცვალებადო-ბით ერთეულ კუნთოვან ბოჭკოთა შეკუმშვის გრადაცია მიიღებოდა.

შემდგომი გამოკვლევებით [1, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12] დადგინდა, რომ ქვეზღურბლოვანი გალიზიანება ავზნებად სისტემაში იწვევს გარკვეულ ძვრებს: ბიოქიმიური პროცესები ცხოველდება, ნაწილი ავზნებადი ნივთიერებისა იზო-ქრონულად იშლება. წარმოიქმნებიან ლოკალური ავზნება, ლოკალური შეკუმ-შვა და ლოკალური ბიოდენი. ლოკალური ავზნება, რომელიც მეტად მცირე მან-ძილზე ვრცელდება, ითი უფრო მეტია, რაც უფრო დიდია ქვეზღურბლოვანი გა-ლიზიანების ძალა. ლოკალური ავზნებისაგან განსხვავებით, საზღურბლოვანი გამოწვეულ ავზნებას გავრცელებადი ავზნება ეწოდა [3]. გავრცელებადი ავზ-ნება, რომელიც შესუსტების გარეშე მოიცავს მთელ ავზნებად სისტემას, ჩვეუ-ლივ უთევრემენტოდ ვრცელდება. აქედან გამომდინარე „სულ ან არათ-რის“ კანონს ი. ბერიტაშვილმა [13] გავრცელებადი ავზნების კანონი უწოდა, რაც უფრო სწორად გამოხატავს ამ კანონის არსს.

უკანასკნელ ხანებში ჩატარებული [5, 6, 14] მიკროფიზიოლოგიუ-რი გამოკვლევებით დამტკიცდა, რომ ხერხელოვანი ცხოველთა სწრაფი დაზური მოძრაობანი 10—18 მიკრ. დიამეტრის მქონე ნერვული ბოჭკოთი ინერვირებული თეთრი, სწრაფად შეკუმშვადი, ე. წ. ტეტანური კუნთოვანი ბოჭკოების მოქმედებით წარმოებს, ხოლო ნელი ტონური მოძრაობანი — წითე-ლი, ნელი ან ე. წ. ტონური, კუნთოვანი ბოჭკოებით ხორციელდება, რომლებიც 4—8 მიკრ. დიამეტრის მქონე ნერვული ბოჭკოებით ინერვირდება. ტეტანური და ტონური ნივრომოტორული ერთეულების აღმოჩენა საშუალებას იძლევა მარ-ტივბულად გაგებულ იქნეს ნერვ-კუნთოვანი სისტემის მოქმედების დამოკიდე-ბულება გამაღიზიანებელი ძალის ინტენსივობისაგან.

## მ ე თ ო ლ ი კ ა

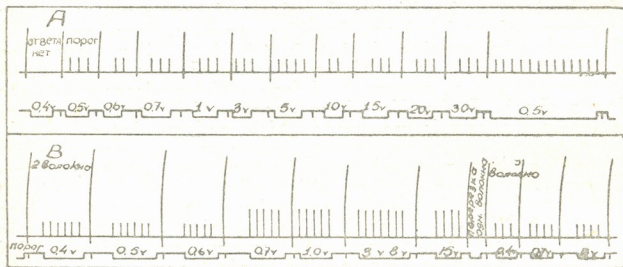
ცდები ტარდებოდა ბაყაყის ნერვ-კუნთოვან პრეპარატზე, რომელიც თავ-სდებოდა სპეციალურ ნოტიო კამერაში. ნერვული ღეროდან ერთი მოტორული ნერვული ბოჭკოს გამოცალკეება ხდებოდა ბინოკულარული ლუპის ქვეშ,



გალიზიანება წარმოებდა რელაქსაციური სტიმულატორით, რომლის სპეციფიკური კუთხოვანი იმპულსების სიხშირე არ იცვლებოდა ძალის გაზრდისას. ნერვულ ღეროს ვათავსებდით უპოლარიზაციო ვერცხლის ელექტროდებზე 3—5 სმ დაშორებით კუნთიდან. გალიზიანებას ვაწარმოებდით 3—4 წუთის ინტერვალებით. ცდების პირველ ორ სერიაში კუნთის შეკუმშვა შეისწავლებოდა მიოგრაფიულად, ხოლო მესამე სერიაში კუნთის ბიოპოტენციალები აღირიცხებოდა შლეიფიანი ოსცილოგრაფის საშუალებით ბიპოლარული გამოყვანის პირობებში.

### ცდების შედეგები

ცდების პირველ სერიაში ტეტანურ და ტონურ ნეირომომტორულ ერთეულებს ვალიზიანებდით ერთხელობრივი გალიზიანებით. ზღურბლოვანი გალიზიანებაზე პასუხის მიღების შემდეგ ნეირომომტორული ერთეულები თანდათანობით მზარდი ძალით დიზიანდებოდა. ტეტანური ნეირომომტორული ერთეული ხე-ზღურბლოვანი ძალით გალიზიანებას იმავე სიძალის შეკუმშვით უპასუხებდა, როგორც მიიღებოდა ზღურბლოვანი ძალით გალიზიანებისას. ეს კარგად ჩანს სურ. 1-A მიოგრამაზე, სადაც ელექტროდენის ძაბვის ზრდა ზღურბლოვანიდან (0,5 ვოლტი) 30 ვოლტამდე სრულიად არ ცვლის ტეტანური ნეირომომტორული ერთეულის შეკუმშვის სიდიდეს. იმის დასადასტურებლად, რომ ტეტანური ნეირომომტორული ერთეული ზღურბლოვანი ძალით ერთხელობრივ გალიზიანებას მართლაც მაქსიმალური შეკუმშვით უპასუხებს, მოგვყავს ერთი ცდის შედეგი, რომელიც სურ. 1-B მიოგრამაზეა ხაჩვებული. მასზე იხილეთ ციფრები კან-

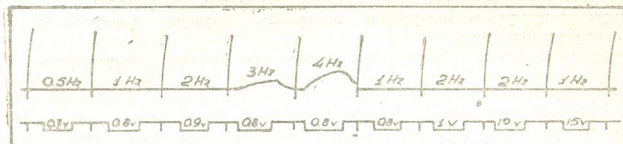


სურ. 1. A—კანჭის ტყუპი კუნთიდან გამოცალკავებული ტეტანური ნეირომომტორული ერთეულის (წმე) ერთხელობრივი შეკუმშვები (ზემო მრუდი), ქვევით ციფრები აღნიშნავენ გამალიზიანებელ ძალას ვოლტებში; B—აღნიშვნები იგივე.

ჭის ტყუპი კუნთის შეკუმშვები. კუნთი დაკავშირებულია ნერვულ ღეროსთან სხვადასხვა აგზნებადობის მქონე ორი იზოლირებული მოტორული ნერვული ბოჭკოთი. ნერვული ღეროს 0,4 ვოლტის ძაბვის ერთხელობრივი გალიზიანებით აიგზნო მაღალი აგზნებადობის აქოფე ერთ-ერთი მამოძრავებელი ნერვული ბოჭკო და მის მიერ ინერვირებულმა კუნთოვანმა ბოჭკოებმა მოგვეცეს გარკვეული სიდიდის შეკუმშვა. 0,5 და 0,6 ვოლტის ძაბვის გალიზიანებით შეკუმშვის სიძალე არ შეიცვალა, ე. ი. აიგზნო იგივე ნერვული ბოჭკო. 0,7 ვოლტის ძაბვის გალიზიანებამ უკვე ორივე ნერვული ბოჭკოს აგზნება გამოიწვია და შეკუმშვის სიძალეც შესაფერისად გაიზარდა. 1, 3, 8 და 15 ვოლტის ძაბვით გა-

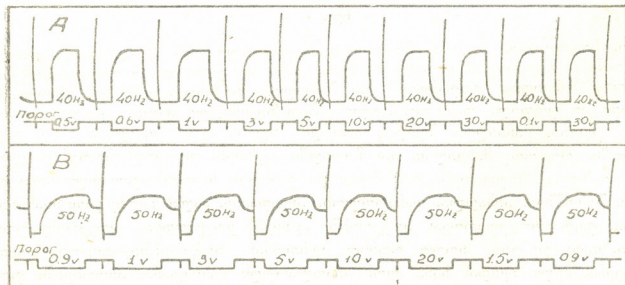
ლიზიანებისას შეკუმშვის ამპლიტუდამ აღარ მოიმატა, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ სახლურბლზე გალიზიანებამ მაქსიმალური სიდიდის შეკუმშვა გამოიწვია. ერთ-ერთი ნერვული ბოჭკოს გადაკვეთის შემდეგ კვლავ გადარიხიხეთ ხერვული ღერო (გადაკვეთილი აღმოჩნდა შედარებით დაბალი ავზნებადობის მქონე ნერვული ბოჭკო). სხვადასხვა სიდიდის ძაბვის გალიზიანებით მივიღეთ ერთნაირი სიმაღლის შეკუმშვები, რომლებიც თანატოლი აღმოჩნდნენ ცდის დასაწყისში მიღებული შეკუმშვებისა.

ტონური ნეირომორტორული ერთეული ერთხელობრივ გალიზიანებას (0,5, 1 და 2 ჰერცი) იძლეუნა სუსტი შეკუმშვით უპასუხებს, რომ იგი ვერ იწერება კიმოგრაფზე; სამი ჰერცის სიხშირით გალიზიანება კბილოვან ტეტანუსს იძლევა, 4 ჰერცის სიხშირით კი უკვე სრულს (სურ. 2). ამის გამო გავრცელებადი ავზნების კანონის შემოწმება მხოგრაფიულად ტონურ ნეირომორტორულ ერთეულზე ერთხელობრივი გალიზიანების პირობებში შეუძლებელი აღმოჩნდა.



სურ. 2. ნახევრად მყესოვანი კუნთიდან გამოცალკეებული ტონური ნეი-ის შეკუმშვები. მრუდის ზევით ციფრები აღნიშნავენ გალიზიანების სიხშირეს წამში, ქვევით—გამაღიზიანებელ ძალას ვოლტებით

გამომდინარე იქიდან, რომ პ. მაკაროვი [4] გალიზიანების ძალის გაზრდით კუნთის შეკუმშვის გრადაციის მოვლენა მიიღო მხოლოდ მაღალი სიხშირით გალიზიანებისას, ჩვენ ცდების მეორე სერიაში ტეტანურ და ტონურ ნეირომორტორულ ერთეულებს ვალიზიანებდით მაღალი (ობტიმალური) სიხშირით. გამაღიზიანებელ ძალას ვცვლიდით ზღურბლოვანიდან 20—30 ვოლტამდე. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მაკაროვის ცდებში გალიზიანება წარმოებდა ინლუქტორიუ-



სურ. 3

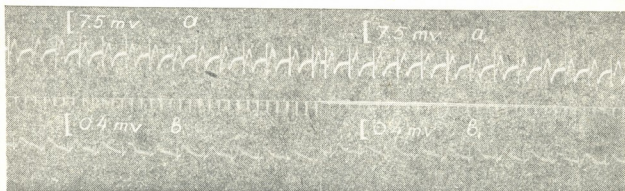




მით, ამიტომ კოჭების დაახლოებისას იზრდებოდა არა მარტო გამაღიზიანებელი ძალა, არამედ გაღიზიანების სიხშირეც. რაც, ჩვენი აზრით, უნდა იყოს მიზეზი შეკუმშვის სიმაღლის ზრდისა. სურ. 3-ზე მოცემულია ტეტანური და ტონური ნეირომომტორული ერთეულების ზღურბლოვანი და ზეზღურბლოვანი ძალითა და მაღალი სიხშირის გაღიზიანებით გამოწვეული შეკუმშვები. ზღურბლოვანი ძალის (0,5 ვოლტი) გაღიზიანებით მიღებული ტეტანური ნეირომომტორული ერთეულის შეკუმშვის სიმაღლე არაფრით ჩამოუვარდება 30 ვოლტის ძაბვის გაღიზიანებით მიღებულ შეკუმშვის სიმაღლეს (A—მიოგრამა); ასევე 0,9 ვოლტის ძაბვის (ზღურბლი) გაღიზიანებით მიღებული ტონური ნეირომომტორული ერთეულის შეკუმშვა არ განსხვავდება 20 ვოლტის ძაბვის გაღიზიანებით მიღებული შეკუმშვისაგან (B—მიოგრამა). ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან ნათელია, რომ როგორც ტეტანური, ისე ტონური ნეირომომტორული ერთეული გავრცელებადი აგზნების კანონს ემორჩილება.

ცდების შესამე სერიაში გამოვიკვლიეთ ტეტანური და ტონური ნეირომომტორული ერთეულების ბიოდენები სხვადასხვა სიდიდის გამაღიზიანებელი ძალის მოქმედების დროს.

ტეტანური ნმე-ის ბიოდენები ორფაზიანია, მაღალი ამპლიტუდისა და ხანმოკლე (სურ. 4-ა ოსცილოგრამა), ხოლო ტონური ნმე-ს მოქმედების დენები ერთფაზიანია, დაბალი ამპლიტუდისა და ხანგრძლივი (ბ—ოსცილოგრამა). გამაღიზიანებელი ძალის გაზრდით ზღურბლოვანიდან ძლიერ მაღალ ძალამდე არ იცვლება არც ტეტანური და არც ტონური ნეირომომტორული ერთეუ-



სურ. 4

ლების მოქმედების დენები (შეადარეთ *a*—ოსცილოგრამა *a*<sub>1</sub>-ს, და *b*—ოსცილოგრამა *b*<sub>1</sub>-ს), რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მიეღინიანი ნერვული ბოჭკოს როგორც მსხვილის (ტეტანური), ისე წვრილის (ტონური) აგზნების იმპულსის სიდიდე არ ყოფილა დამოკიდებული გამაღიზიანებელი ძალის ცვალებადობისაგან. ცდების განხილვის შემდეგ ნათელი ხდება, რომ მიეღინიან ნერვულ ბოჭკოში (როგორც მსხვილში, ისე წვრილში) აგზნება უდეკრემენტოდ ვრცელდება, რაზედაც მიუთითებს ტეტანური და ტონური ნეირომომტორული ერთეულების შეკუმშვის სიმაღლის თანატოლობა სხვადასხვა ძალის მქონე გაღიზიანების დროს. ტეტანურ კუნთოვან ბოჭკოებში აგზნება ვრცელდება უდეკრემენტოდ (ორფაზიანი დენები), ხოლო ტონურ კუნთოვან ბოჭკოებში—დეკრემენტით. ეს უკანასკნელი იქიდან ჩანს, რომ ბიპოლარული გამოყვანის პირობებში ტონური ნეირომომტორული ერთეულის გაღიზიანებით მიიღება ერთფაზიანი ბიოდენები, რაც იმით უნდა აიხსნას, რომ აგზნება, ვრცელდება რა დეკრემენტით, თანდათან სუსტდება და ვეღარ აღწევს მეორე გამოყვან ელექტროდს.

## დასკვნები

1. მიელინის წვრილ (ტონურ) და მსხვილ (ტეტანურ) ნერვულ ბოჭკოებში აგზნება უდეკრემენტოდ ვრცელდება და ისინი გავრცელებადი აგზნების კანონს ემორჩილებიან.

2. ტეტანურ და ტონურ ნეირომოტორულ ერთეულებში აგზნების იმპულსის სიდიდე არ იცვლება გამადიზიანებელი ძალის გაზრდით.

3. ხერხემლიან ცხოველთა ჩონჩხის კუნთის ტეტანური ბოჭკოები აგზნებას უდეკრემენტოდ ატარებენ, ხოლო ტონურ კუნთოვან ბოჭკოებში აგზნება დეკრემენტივ ვრცელდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 9.12.1957)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. G. Kato. The microphysiology of nerve. Tokyo, 1934.
2. E. Asmussen. Über die Reaktion isolierter Muskelfasern auf direkte Reize. Pflüg. Arch. 230, 263, 1932.
3. Ф. Н. Серков. Доклад на Укр. физиолог. съезде в Днепропетровске. 1939.
4. П. О. Макаров. Проблемы микрофизиологии нервной системы. Медгиз. Москва, 1947.
5. S. Gelfan. Studies of single muscle fibres. Am. J. Physiol. 96, 16, 1931.
6. F. Pratt. On the grading mechanism of muscle. Am. J. Physiol., 93, 9, 1930.
7. W. A. H. Rushton. Initiation of the propagated disturbance. Proc. Roy. Soc. B. 124, 210, 1937.
8. A. L. Hodgkin. The subthreshold potentials in a crustacean nerve fibre. Proc. Roy. Soc. B. 126, 87, 1938.
9. B. Katz. Experimental evidence for a non-conducted response of nerve to subthreshold stimulation Proc. Roy. Soc. B. 124, 244, 1937.
10. B. Kats. Subthreshold potentials in medullated nerve. J. Physiol., 106, 66, 1947
11. J. Castillo a. L. Stark. Local responses in single medullated nerve fibres. J. Physiol., 118, 207, 1952.
12. P. Fatt a. B. Katz. The electrical properties of crustacean muscle fibres. J. Physiol., 120, 171, 1953.
13. И. С. Беритов. Общая физиология мышечной и нервной системы, т. I, Изд. АН СССР, М.—Л., 1958.
14. Е. К. Жуков. Исследование о тонусе скелетных мышц. Медгиз. Л., 1956.
15. S. W. Kuffler. Contractures at the nerve muscle junction; the slow muscle fibre system. Am. J. phys. Medicine, 34, 1, 1955.
16. P. Krüger. Tetanus und Tonus der quergestreiften Skelettmuskeln der Wirbeltiere und des Menschen. Acad. Verlag, Leipzig, 1952.

თ. იოსელიანი

## ზურგის ტვინის ქელატიინისებრი სუბსტანციის ბალიზიანების ეფექტიანი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 22.4.1958)

ზურგის ტვინის შედარებითი ჰისტოლოგიიდან ცნობილია, რომ ქელატიინისებრი სუბსტანცია (*Substantia gelatinosa Rolandi*) კარგად არის განვითარებული ძუძუმწოვარ ცხოველებში. ყურადღებას იპყრობს ის ფაქტი, რომ ეს წარმონაქმნი ზურგის ტვინის მთელ სიგრძეზე ვრცელდება, მაგრამ განსაკუთრებულ განვითარებას აღწევს კისრისა და გავაწეის გამსხვილებაში 11, 21, ანუ იქ, სადაც თავმოყრილია წინა და უკანა კიდურების მუსკულატურის მაინერვირებული მოტონეირონები და სათანადო საკოორდინაციო აპარატები. ბუნებრივად იბადება კითხვა: არის თუ არა რაიმე ფუნქციური კავშირი ქელატიინისებრი სუბსტანციასა და ზურგის ტვინის სინაპტორულ რეფლექსებს შორის? ამ საკითხის ირგვლივ ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში გვხვდება მცირე, არაპირდაპირი ცნობები; მაგალითად, ი. ბერიტაშვილმა და ა. ბაკურაძემ 13, 41 კატის ლუმბალურ პრეპარატზე აღწერეს სპინალური რეფლექსების შეკავება ზურგის ტვინის ზედაპირის გალიზიანების დროს. მათ ცდებში ზურგის ტვინი ლიზიანდობდა მექანიკურად (ფუნჯის საშუალებით), ქიმიურად (აცეტილქოლინი) და ელექტრულად. ზურგის ტვინის ელექტრული გალიზიანება დორსო-ლატერალურ უბანში იწვევდა ორგვარ ეფექტს: ერთი მხრივ—მოტორულ რეაქციას, მეორე მხრივ—უკანა ფესვების გალიზიანებით გამოწვეული რეფლექსების შეკავებას. მოტორული ეფექტი, ამ ავტორთა აზრით, გამოწვეულია ტკივილის რეცეპტორებიდან მომავალ აფერენტულ ბოჭკოთა აგზნებით, ხოლო შეკავება—ტემპერატურული აფერენტების გააქტივებით. ლიტერატურული მონაცემებიდან გამომდინარე, რომლის მიხედვითაც ტემპერატურული აფერენტები მთავრდებიან ქელატიინისებრი სუბსტანციაში, აღნიშნული ავტორები მივიდნენ იმ ლოგიკურ დასკვნამდე, რომ ტემპერატურული აფერენტების აგზნება იწვევს ქელატიინისებრი ნივთიერების გააქტივებას; აღმოცენდება ნელი პოტენციალი, რომელიც, თანახმად ი. ბერიტაშვილის ჰიპოთეზისა ცენტრალური შეკავების შესახებ, ვრცელდება ფიზიკურად მთელ ზურგის ტვინში და მოტონეირონებზე ან ელექტროტონური მოქმედების გზით იწვევს მათ შეკავებას<sup>(1)</sup>.

ასეთი დასკვნა, თუმცა გარკვეულ ექსპერიმენტულ მასალას ემყარება, ნაწილობრივ ჭკორეხით ხსიათს ატარებს, რადგან ამ ცდებში არ წარმოებდა უშუალოდ ქელატიინისებრი ნივთიერების გალიზიანება და არც ამ წარმონაქმნის აქტივობის რეგისტრაცია. აქედან გამომდინარე, სპინალურ რეფლექსებში ზურგის ტვინის ქელატიინისებრი სუბსტანციის როლის შესწავლა ამ წარმონაქმნის პირდაპირი გალიზიანების პირობებში გარკვეულ ინტერესს იწვევს.

(1) როგორც ცნობილია, ცენტრალური შეკავების ჰიპოთეზამ, რომელიც 1937 წელს აკად. ი. ბერიტაშვილმა ჩამოაყალიბა, შემდგომ გარკვეული ცვლილება განიცადა და სხვაგვარი ფორმულირება მიიღო.

## მეთოდთა

ცდებს ვატარებდით კატის ლუმბალურ პრეპარატზე. უკანა კიდურთა ანტიგონისტური კუნთების გამოყოფას (შერინგტონის წესით). ისევე როგორც მთელ ოპერაციას, ვაწარმოებდით ეთერის ნარკოზით. ხერხემლის არხს ვხსნიდით გავაწლის მიდამოს მთელ სიგრძეზე. უკანა ფესვებს (L — 5; L — 6; L — 7; S—1) ვჭრიდით და მათ ცენტრალურ მონაკვეთს ელექტროდებზე ვათავსებდით. უკანა ფესვების გაღიზიანება ხშირად ერთვოდა ზურგის ტვინის რუხი ნივთიერების გაღიზიანებას. ეს უკანასკნელი წარმოებდა ფოლადის მიკროელექტროდის საშუალებით, რომლის დიამეტრი 10—15 მიკრ. უდრიდა. რუხ ნივთიერებაში მიკროელექტროდის წვერის მდებარეობას ვსაზღვრავდით ცდის შემდეგ მ. შაიბელისა და ა. შაიბელის მეთოდით [7].

კომოგრაფზე ვწერდით შემდეგი კუნთების ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს: mm. *semitendinosus sinister* (Ss), *quadriceps sinister* (Qs); *semitendinosus dexter* (Sd) et *quadriceps dexter* (Qd).

## ფაქტობრივი მასალა და მისი განხილვა

წელის მიდამოში უკანა ფესვების გაღიზიანება დაბალი სიხშირით (1-2Hz) კუნთების ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს იწვევს. თუ გაღიზიანება შედარებით სუსტი ძალით წარმოებს, ერთხელობრივი შეკუმშვები „სუფთა სახით“ აღირიცხება. გამაღიზიანებელი ძალის გაზრდის შემთხვევაში კი აღმოცენდება შეკუმშვის „ტონური“ ფონი, რომელზედაც განლაგებულია ერთხელობრივი ეფექტები. აღნიშნულ ფონს ჩვენ „ტონურს“ ვუწოდებთ პირობითად, რადგან იგი ერთი შეხედვით ტონურ შეკუმშვას წააგავს. სინამდვილეში კი იგი ტეტანური ეფექტი უნდა იყოს, ხოლო მისი „ტონური“ ფორმა განპირობებული უნდა იყოს დაბალი სიხშირის სუსტი გაღიზიანებით.

ზურგის ტვინის ყელატივისებრი სუბსტანციის (1) გაღიზიანების ეფექტები დამოკიდებულია გაღიზიანების სიხშირეზე (სურ. I—1). ამ წარმონაქმნის გაღიზიანება 1 Hz-ის სიხშირით იწვევს ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს თანამოსახელე მსარის მომხერგლზე, რომელთა ამპლიტუდა თანდათან იზრდება. გაღიზიანების გახშირება 5 Hz-მდე იწვევს ამ ეფექტების სწრაფ გაქრობას: ერთხელობრივი შეკუმშვების ნაცვლად აღმოცენდება სუსტი ტონური ეფექტი, რომელიც აგრეთვე სწრაფად ქრება. ერთხელობრივი ეფექტები კვლავ აღმოცენდება გაღიზიანების სიხშირის 2 Hz-მდე შემცირების დროს. ასეთი ეფექტი მიიღება ტიპობრივად.

ამრიგად, უკანა რქის ზემოთ აღნიშნული უბნის გაღიზიანება დაბალი სიხშირით (1—2Hz) ერთხელობრივ ეფექტებს იწვევს, ხოლო გაღიზიანების გახშირება 5 Hz-მდე ამ ეფექტების გაქრობას.

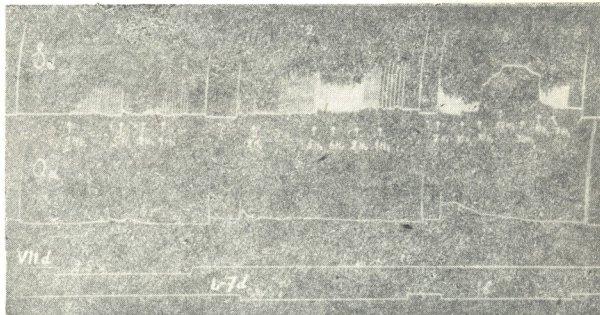
ამ ფაქტის ასახსნელად შეიძლება რამდენიმე მოსაზრების გამოთქმა.

1. ელექტრული დენი მიკროელექტროდის საშუალებით აღიზიანებს უშუალოდ ელექტროდის ირგვლივ მდებარე უჯრედებს, ანუ ყელატივისებრი სუბს-

(1 წვილი აფერენტული ბოჭკოების ტერმინალური განტოტვანი ყელატივისებრი სუბსტანციის წინ გოლჯის ტიპის წვრილი უჯრედების ირგვლივ ქმნის თავისებურ წნულს (*Plexus substantii Rolandi*). ეს უჯრედები, ბუხტერევის [8] მიხედვით, თუმცა მკვიდრად ეკვრიან ყელატივისებრი სუბსტანციას, არ ეკუთვნიან ამ წარმონაქმნს. ჩვენს ცდებში აღნიშნული წნულის გაღიზიანების ეფექტები არ იყო დიფერენცირებული ყელატივისებრი სუბსტანციის ეფექტებისაგან. ამიტომ, როდესაც ლაპარაკია ყელატივისებრი სუბსტანციის გაღიზიანების შესახებ, იგულისხმება აღნიშნული წნულის გააქტივების შესაძლებლობაც.

ტანციის უჯრედებს. ამ უკანასკნელებში აღძრული ნერვული იმპულსები ამგზნებელი კავშირების (რომელთა არსებობა იგულისხმება ამ დაშვების დროს) საშუალებით გადაეცემა მამოძრავებელ ნეირონებს და იწვევს მათ აგზნებას. ამ შემთხვევაში მოტორულ რეაქციათა გაქრობა გაღიზიანების გახშირების დროს შეიძლება გამოწვეული იყოს პესიმალური მდგომარეობის წარმოშობით ქელატინისებრი ნივთიერების უჯრედებში ან მამოძრავებელ ნეირონებში.

2. გამაღიზიანებელი დენის მარყუქები აქტივებენ ახლოს გამავალ აფერენტულ ბოჭკოებს და იწვევენ მოძრაობით ეფექტებს. ამ შემთხვევაში მოტორული ეფექტების მოსპობა შეიძლება განპირობებული იყოს პესიმალური მდგომარეობის განვითარებით აფერენტულ ბოჭკოებში ან მამოძრავებელ ნეირონებში.



სურ. I. პარველ ცდაში მიკროელექტროდის საშუალებით ღიზიანდება ზურგის ტვინის რუხა ნივთიერება. მიკროელექტროდი მოთავსებულია მეშვიდე სეგმენტის მარჯვენა მხარეს ქელატინისებრი სუბსტანციის უბანში (VII d). მეორე და მესამე ცდაში ღიზიანდება წელის მეშვიდე სეგმენტის უკანა ფესვი მარჯვენა მხარეზე (L—7 d). ციფრები შეკუმშვის მრუდზე ნიუთითებს გაღიზიანების სიხშირეზე. ზედა სიგნალის ხაზი აღნიშნავს ზურგის ტვინის გაღიზიანების მომენტს, ხოლო ქვედა—უკანა ფესვის გაღიზიანების მომენტს

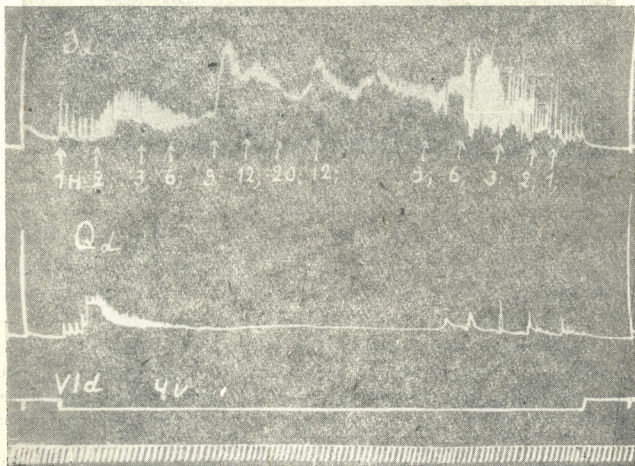
3. ელექტრული დენი აქტივებს როგორც ახლო გამავალ აფერენტულ ბოჭკოებს, ისე მიკროელექტროდის ირგვლივ მდებარე ქელატინისებრი სუბსტანციის უჯრედებს. აფერენტულ ბოჭკოთა აგზნება მოძრაობით ეფექტს იწვევს, ხოლო ამ უკანასკნელთა გაქრობა ქელატინისებრი უჯრედების ამოქმედების შედეგი უნდა იყოს (რაც მოტონეირონების შეკავებას უნდა იწვევდეს).

აირიგად, მოძრაობითი ეფექტების გაქრობა გაღიზიანების გახშირებასთან დაკავშირებით, ჩვენი აზრით, განპირობებული უნდა იყოს ან პესიმალური მდგომარეობის, ან კიდევ ცენტრალური შეკავების განვითარებით. უკვე ის გარემოება, რომ მოტორული ეფექტები ზემოაღწერილ ცდებში ქრება ძლიერ დაბალ სიხშირეზე, როგორც, მაგალითად, 5—9 Hz, გვაფიქრებინებს, რომ ეს მოვლენა პესიმალური ბუნების არ უნდა იყოს. მაგრამ ვინაიდან ასეთი მოსაზრების გამოთქმა შესაძლებელია, საჭიროა მისი დაწვრილებითი ანალიზი.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, პესიმალური მდგომარეობა შეიძლება დადგეს აფერენტულ ბოქვებში, ან მოტონეირონებში, ან კიდევ ქელატინისებრი სუბსტანციის უჯრედებში.

სურ. I-ზე მოყვანილია ცდის შედეგები, როცა უკანა ფესვს L—7d ვალიზიანებლით სხვადასხვა სიხშირით (2—6 Hz); გამაღიზიანებელი დენის ძაბვა თავდაპირველად 0,3 V უდრის, ხოლო შემდეგ 1 V-ია. როგორც სურათიდან ჩანს, ვალიზიანების გახშირება 5—6 Hz-მდე არ იწვევს მოძრაობითი ეფექტების მოსპობას, ანუ პესიმუმი არ მყარდება. მართალია, ცალკეულ შეკუმშვათა ამპლიტუდა ერთგვარად მცირდება, მაგრამ იგი, ჩვენი აზრით, არ უნდა განვიხილოთ როგორც პესიმუმის გამომხატველი (იგი შეიძლება განპირობებული იყოს ჩამწერი აპარატის—მიოგრაფის ინერციით), რადგანაც ვალიზიანების შემდგომი გახშირების დროს კარგად გამოჩნატველი ტეტანური შეკუმშვა მიიღება და არა ვალდებულებული პესიმუმი. ტეტანური ეფექტის ამპლიტუდა იზრდება ვალიზიანების სიხშირის ზრდასთან ერთად (სურ. I—3).

სურ. II-ზე მოყვანილია ცდის შედეგები მიკროელექტროდით წინა რქის ვალიზიანების პირობებში. სიხშირის გაზრდა ამ შემთხვევაშიც ტეტანურ ეფექტს იწვევს, რომელზედაც განლაგებულია სწრაფი რხევები. ვალიზიანების შემდგომი გაზრდა არ იწვევს მოძრაობითი ეფექტების დაკნინებას (მომხვრეულზე).



სურ. II. მიკროელექტროდის საშუალებით დიზიანდება მეექვსე სეგმენტის ორხი ნივთიერების წინა რქა ბარჯვენა ძვარზე (VI d).

ამრიგად, ვალიზიანების შედეგებით დაბალ სიხშირეზე (1—20 Hz) მოძრაობითი ეფექტების პესიმალურ დათრგუნვას არა აქვს ადგილი არც აფერენტულ ბოქვებში და არც მოტონეირონებში.

იმის გასარკვევად, მყარდება თუ არა პესიმალური მდგომარეობა თვით ქელატინისებრი სუბსტანციის უჯრედებში ზურგის ტვინის ორხი ნივთიერების

გალიზიანების ფონზე, უკანა ფესვების გალიზიანებით ვიწვევდით ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს.

სურ. III-ზე აჩვენებია ერთ-ერთი ასეთი ცდის შედეგი. ზურგის ტვინის ელატინისებრი სუბსტანცია ღიზიანდება მარცხენა მხარეზე წელის მეშვიდე სეგმენტის დონეზე (VII s). იმავე სეგმენტის მარცხენა უკანა ფესვი ღიზიანდება ერთხელობრივი კვეთებით. ფესვის (L—7s) იზოლირებული გალიზიანება კარგად გამოხატულ ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს იწვევს მარცხენა მომხრელზე (სურ. III—1). ზურგის ტვინის რუხი ნივთიერების იზოლირებული გალიზიანების საბასუხოდ, როცა გალიზიანების სიხშირე 1 Hz უღრის, ვითარდება თანდათან მზარდი ერთხელობრივი ეფექტები. ამ გალიზიანების გახშირება 7 Hz-მდე მოტორული ეფექტების გაქრობას იწვევს (ძონეებითი პესიმუმის ზემოაღწერილი შემთხვევა (სურ. III—2). ასეთ ფონზე მას ერთვის იმავე სეგმენტის უკანა ფესვის გალიზიანება. თუმცა ერთხელობრივი რეფლექსური შეკუმშვები ამ შემთხვევაშიც მიიღება, მაგრამ ისინი შედარებით მცირე ამპლიტუდისაა, ვიდრე წინა ცდაში (სურ. III—1). უკანა ფესვის გალიზიანების შეწყვეტის შემდეგ რუხი ნივთიერების ტეტანიზაციის რიტმი კვლავ მცირდება, რის საბასუხოდაც კვლავ ვითარდებიან ერთხელობრივი ეფექტები.

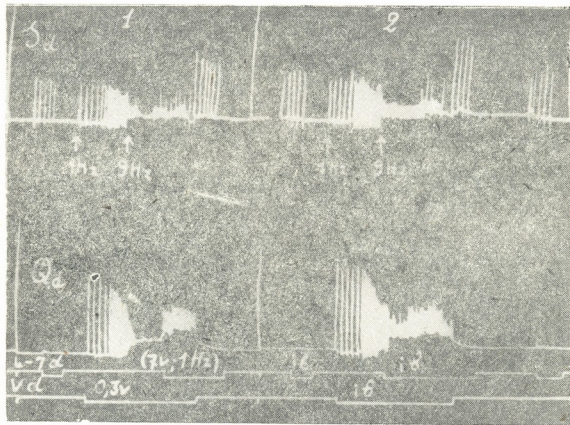


სურ. III. პირველ და მესამე ცდაში ღიზიანდება მეექვსე უკანა ფესვი მარცხენა მხარეზე (L—7s). მეორე ცდაში ეს გალიზიანება წარმოებს იგივე სეგმენტის ელატინისებრი სუბსტანციის გალიზიანების ფონზე (VI s). ზედა სიგნალის ხაზი აღნიშნავს ფესვის გალიზიანების მომენტს, ხოლო ქვედა—რუხი ნივთიერების გალიზიანების მომენტს (ამ ცდებში, ისევე როგორც ყველა დანარჩენში, რეგისტრირდებოდა ორივე უკანა კიდურის ანტაგონისტი კუნთების რეფლექსური შეკუმშვები, მაგრამ სურათზე ნაჩვენებია მხოლოდ მარცხენა მომხრელის ეფექტები, რადგან სხვა კუნთები არ იკუმშებოდნენ)

ამრიგად, ზურგის ტვინის რუხი ნივთიერების გალიზიანებით მიღებული პესიმუმის მსგავსი მდგომარეობის ფონზე იმავე სეგმენტის უკანა ფესვის გალიზიანება, მართალია, იწვევს ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს, მაგრამ ეს უკანასკნელი შემცირებულია.

მსგავსი სურათი მიიღება იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ზურგის ტვინის გალიზიანების ფონზე ერთხელობრივი შეკუმშვები სხვა, მეზობელი სეგმენტის უკანა ფესვიდან გამოიწვევა (სურ. IV). მიკროელექტროდის საშუალებით ღიზიანდება წელის მეხუთე სეგმენტის რუხი ნივთიერება მარჯვენა მხარეზე. მარჯვენა მხარეზე ღიზიანდება წელის მეშვიდე უკანა ფესვი (L—7d). ამ უკანასკნელის იზოლირებული გალიზიანება 1Hz სიხშირით ერთხელობრივ შეკუმშ-

შვებს იწვევს მარჯვენა მომხრელები. გამშლელზე ეფექტი არ არის. რუხი ნივთიერების გალიზიანება 1 Hz სიხშირით შეკუმშვებს იწვევს მარჯვენა მხარის ორივე ანტაგონისტზე. მეტნაკლებად კარგად გამოხატული პესიმუმის მსგავსი სურათი მიიღება 9 Hz-ზე. ამ ფონზე L—7d გალიზიანება თუმცა იწვევს მომხრელის ერთხელობრივ რეფლექსურ შეკუმშვებს, მაგრამ ისინი შეკავებულნი სახით ვლინდებიან (სურ. IV—1). იგივე მიიღება შემდეგ ცდაშიც (სურ. IV—2). რუხი ნივთიერების გალიზიანების შეწყვეტის შემდეგ ერთხელობრივი რეფლექსური შეკუმშვები, გამოწვეული უკანა ფესვის გალიზიანებით, ძლიერდებიან. ვადვილებას განიცდიან (სურ. IV—1,2). რამდენიმე ხნის შემდეგ ისინი საწყისს სიდიდეს უბრუნდებიან (სურ. IV—2).



სურ. VI. შეშვიდე სეგმენტი უკანა ფესვის გალიზიანება (L—7d ზედა სიგნალის ხაზი) წარმოებს მეტუფე სეგმენტის ეელატინისებრი სუბსტანციის გალიზიანების ფონზე (Vd—ქვედა სიგნალის ხაზი)

მოყვანილი ცდების შედეგების განხილვა ცხადყოფს, რომ ეელატინისებრი სუბსტანციის გალიზიანების სიხშირის გაზრდა 5—9 Hz-მდე, ერთი მხრივ, მოტორული ეფექტების გაქრობას იწვევს, რომლებიც ვლინდებიან ამავე გალიზიანებით, მხოლოდ უფრო მცირე სიხშირეზე (1—2Hz), ხოლო, მეორე მხრივ, მოქმედებს რეფლექსურ რეაქციებზე. რომლებიც გამოიწვევა არა მარტო იმავე სეგმენტის, არამედ მეზობელი სეგმენტების უკანა ფესვებიდანაც. აქედან გამომდინარეობს, რომ ზემოთ აღწერილი პესიმუმისმაგვარი მოვლენა სინამდვილეში პესიმალური ბუნების არ არის, ვინაიდან აქ რომ პესიმალური მდგომარეობის განვითარებას ჰქონდეს ადგილი, იგი შემოიფარგლებოდა იმ წერტილით, ან, ყოველ შემთხვევაში, იმ სეგმენტით, რომელიც უშუალოდ ღიზიანდება მიკროელექტროდის საშუალებით და ვერ იმოქმედებდა (ისიც შემაკავებლად) მეზობელი სეგმენტების რეფლექსებზე. აქედან გამომდინარეობს, რომ მოტორული რეაქციების დაკნინება რუხი ნივთიერების ეელატინისებრი ნივთიერების გალიზიანე-



ბის შედეგად ცენტრალური შეკავების გამოვლენაა. შეკავების განვითარების სასარგებლოდ ლაპარაკობს ის ფაქტიც, რომ რუხი ნივთიერების გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ ერთხელობრივი რეფლექსური შეკუმშვები გადავილებას განიცდის

### დასკვნა

განხილული ფაქტობრივი მასალიდან გამომდინარეობს, რომ ზურგის ტვინის რუხი ნივთიერების გაღიზიანების დროს (ელატინისებრი სუბსტანციის ზონაში) აგზნებაში მოდის როგორც უშუალოდ მიკროელექტროდის ირგვლივ მდებარე უჯრედოვანი ელემენტები, ისე ახლოს გამავალი აფერენტული ბოქვოებიც (როცა მიკროელექტროდი ახლოს ძევს ე. წ. უკანა რქის ბირთვთან, ან კიდევ უკანა რქის ლატერალურ საზღვართან, შესაძლებელია შუამდებარე უჯრედების ან პირამიდული გზების გააქტივებაც). ცხადია, აფერენტულ ბოქვოთა გააქტივებამ შეიძლება გამოიწვიოს კუნთების ეთხელობრივი შეკუმშვები გაღიზიანების რიტმით. ელატინისებრი სუბსტანციის უჯრედოვანი ელემენტების აგზნება, ჩვენი დაკვირვების მიხედვით, მოძრაობითი ეფექტების შეკავებას განაპირობებს. ამავე დროს ეს შეკავება მოტონეირონებში უნდა ვითარდებოდეს, რადგანაც შეკავებას განიცდის ერთხელობრივი რეფლექსური ეფექტები, რომლებიც ორნეირონიანი რაკლით ხორციელდება.

გაღიზიანების დაბალი სიხშირის დროს (1—2Hz) შემაკავებელი ელემენტები (ანუ ელატინისებრი სუბსტანციის უჯრედები) შედარებით სუსტად აქტივდება, ან სულ არ აქტივდება, რის გამოც კუნთების ერთხელობრივი შეკუმშვები აღირიცხება შეკავების ყოველგვარი კვალის გარეშე. გაღიზიანების გახშირებასთან ერთად ძლიერდება შემაკავებელი ელემენტების აგზნება, ძლიერდება მათი შემაკავებელი გავლენა მოტონეირონებზე, რაც, თავის მხრივ, მოძრაობითი ეფექტების გაქრობას იწვევს, მიუხედავად იმისა, რომ აფერენტული ბოქვოების აგზნება შედარებით ხშირი გაღიზიანების დროსაც გრძელდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.5.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. C. U. Ariens Kappers, G. C. Huber and E. C. Crosby. The Comparative Anatomy of the Nervous System of Vertebrates, Including Man. Vol. 1, New York, 1936.
2. Max Clara. Das Nervensystem des Menschen. Leipzig, 1953.
3. И. Беритов и А. Бакурдзе. О действии астиляхолина на спинной мозг. Физiol. журн. СССР, т. 28, вып. I, 1940.
4. И. Беритов и А. Бакурдзе. Характеристика рефлекторных реакций при электрическом раздражении спинного мозга. Труды Инс-та физиологии АН СССР, т. 5, Тбилиси, 1943, стр. 1.
5. Н. Н. Дзидვიშვილი. Явление общего торможения при температурных раздражениях кожи. Сообщ. Груз. филиала АН СССР, т. I, № 3, 1940, стр. 217.
6. И. С. Беритов. Возбуждение и торможение в центральной нервной системе с точки зрения ее нейроннонейропилного строения. Труды Инс-та физиол. АН СССР, т. 3. Тбилиси, 1937, стр. 21.
7. M. Scheibele, A. Scheibel. Un metodo rapido d'impregnazione argentea localizzazione dell'estremita di microellettrodi d'acciaio. Boll. Soc. Ital. Biol. sper., Vol. 30, N 6, 1954, p. 692.
8. В. М. Бехтерев. Проводящие пути спинного и головного мозга. 1926.

მასპირიმენტული მედიცინა

მ. ნახუშია

მოზარდთა თვალის შიდა წნევის ცვლილებები ტანმარჯვით  
 ხანგრძლივი წრთვნის გავლენით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 15.6.1958)

თვალის შიდა სითხეების ცირკულაციასა და გაცვლა-გამოცვლას დიდი მნიშვნელობა აქვს მხედველობის ორგანოს ნორმალური ცხოველმყოფელობისათვის. თვალის შიდა სითხეების რეგულაცია წარმოადგენს რთულ პროცესს, რომელშიდაც მონაწილეობას იღებს მთელი ორგანიზმი.

თვალის შიდა წნევის რეგულაციის მექანიზმი არაა სავსებით შესწავლილი. უდავოა, რომ ოფტალმოტონუსის მერყეობა კავშირშია სისხლის წნევის მერყეობასთან. ყველაფერ მას, რაც იწვევს სისხლის წნევის შეცვლას (მაგ., ფიზიკური დატვირთვა, სხეულის მდებარეობის შეცვლა, მედიკამენტები და სხვა), შეუძლია აგრეთვე ოფტალმოტონუსის შეცვლაც.

თვალის შიდა წნევის რეგულაციის მოშლა იწვევს მძიმე დაავადებას — გლაუკომას. აქედან გამომდინარე, გლაუკომის ბათოგენეზის შესწავლისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს თვალის შიდა სითხეების ფიზიოლოგიის შესწავლას.

ერთ-ერთ მძლავრ ფიზიოლოგიურ ბარეგულირებელ ფაქტორს ორგანიზმისათვის წარმოადგენს ფიზიკური დატვირთვა, რაც იწვევს ძირითად სისტემასა, და მათ შორის მხედველობის ორგანოს, ფიზიოლოგიურ საშუალებათა გაღწართვებას.

საერთო კუნთოვანი დატვირთვის გავლენა თვალის შიდა წნევაზე საბჭოთა კავშირში პირველად შესწავლილ იქნა აკადემიკოს ვ. ფილატოვისა და მისი სკოლის მიერ [1]. თვალის შიდა წნევის დღედაღამური მერყეობის ერთ-ერთ მიზეზად ვ. ფილატოვმა ჩათვალა დღის განმავლობაში ორგანიზმის მიერ შესრულებული ფიზიკური მუშაობა. აქედან გამომდინარე ვ. ფილატოვისა და მისი სკოლის მიერ აღნიშნული საკითხი შესწავლილ იქნა კლინიკურად და ექსპერიმენტულად. დასაწყისში ცდები ჩატარდა ცხოველებზე (ბაჭიები, ძაღლები). გამოკვლევის საფუძველზე ზოგიერთი ავტორი [2] მივიდა შემდეგ დასკვნამდე: ვადიირებელი კუნთოვანი მუშაობა, დონორებელი სირბილი ტრეკში განსაზღვრული სიღრმით იწვევს ოფტალმოტონუსის კანონზომიერ დაქვეითებას, რაც გრძელდებოდა რამდენიმე საათს და საწყის მდგომარეობას უბრუნდებოდა ერთი დღე-ღამის განმავლობაში. ეკის ფისტულის მქონე ძაღლებს თვალის შიდა წნევა უქვეითდებოდათ, რაც უფრო მკვეთრად იყო გამოხატული, ვიდრე ნორმალურ ძაღლებში.

ვ. ფილატოვის, ი. ერშკოვის, ა. ფიშერის [3] გამოკვლევებით განმართული ადამიანები 15—34 წლის ასაკისა. თვალის შიდა წნევას ზომავდნენ სხვადასხვა ფიზიკური დატვირთვის წინ და შემდგომ. ფიზიკური დატვირთვად აღიეს გიმნასტიკური სირბილი, მარტინეს ცდა, არნოლდის ცდა და სამედიცინო ბურთით ვარჯიში. ყველაზე თვალსაჩინო გავლენას თვალის შიდა წნევის დაქვეითებაზე ახდენდა სამედიცინო ბურთით ვარჯიში: ფილატოვის აზრით, კუნთოვანი მუშაობის შედეგად სისხლში გროვდება რალაც ნივთიერება, რომელიც გავლენას ახდენს ოფტალმოტონუსზე.



ფ. ზავერუხასა და ვ. ტებენიხინას [4] გამოუკვლევიათ ჯანმრთელი სპორტსმენი 17—30 წლის ასაკისა. მათ შორის უმრავლესობა იყო ტანმოვარჯიშე, მკირე ნაწილი — ძალოსნები და მოკურავენი. გამოსაკვლევ პირებს თვალის შიდა წნევა ესინჯებოდათ მეცადინეობის დაწყებამდე და ორი აჯადმბიური საათის მეცადინეობის შემდეგ. 180 კაცის გამოკვლევის შედეგად ოფტალმოტონუსი დაუქვეითა 99 კაცს (55%), უცვლელი დარჩა 19-ს (19,5%), მოემარჯა — 47-ს (26%). როგორც დაქვეითება, ისე მომატება მერყეობდა 1-დან 7 მმ-მდე სინდ. სვეტისა.

ბ. ბერაძემ შეისწავლა ნორმალური თვალის შიდა წნევაზე საერთო კუნთების დაღლილობის გავლენა ჯანმრთელ პირებში. გამოკვლევები ჩატარდა 20—25 წლის ასაკის ჯარისკაცებზე. ფიზიკურ დატვირთვად პილბულ იქნა დისტანციური გადასვლები ტვირთით მთის პირობებში სხვადასხვა მანძილზე. ავტორის მონაცემებით, კუნთოვანი დატვირთვა მხოლოდ ნაწილ შემთხვევაში იწვევს ოფტალმოტონუსის დაქვეითებას, ხოლო სისხლის არტერიულ წნევასა და თვალის შიდა წნევას შორის არ არის არავითარი კანონზომიერება.

მ. კაშუკმა [5] გამოიკვლია 25 ჯანმრთელი მამაკაცი 19—23 წლის ასაკისა. ფიზიკურ დატვირთვად აღებულ იქნა 750 მეტრზე სიბზილი. გამოკვლევის შედეგად ავტორმა მიიღო შემდეგი მონაცემები: 25 კაციდან 18-ს აღენიშნა თვალის შიდა წნევის დაქვეითება 1-დან 4,5 მმ-მდე სინდ. სვეტისა, საშუალოდ — 2,46 მმ სინდ. სვ. ელასტომრული საშუალოდ მოკლდებოდა, 3,48 მმ-მდე სინდ. სვ.

ს. მიმინოვილი [6] გამოიკვლია თვალის შიდა წნევა მშენებლობის მუშებში მუშაობის დაწყებამდე და დამთავრების შემდეგ. უმრავლეს შემთხვევაში თვალის შიდა წნევა ქვედად იცვლებოდა. პარალელურად ოფტალმოტონუსსა და არტერიულ წნევას შორის არ აღინიშნებოდა.

ლიტერატურული მიმოხილვიდან ჩანს, რომ კუნთოვანი დატვირთვა გარკვეულ გაილენას ახდენს თვალის შიდა წნევაზე როგორც ექსპერიმენტულ ცხოველებზე, ისე ჯანმრთელ ადამიანებზე. გავლენის ხასიათი რიგ შემთხვევებში პირობადებულია დატვირთვის ხასიათზე.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა მოზარდთა მხედველობის ორგანოს ფუნქციისა და თვალის შიდა წნევის ცვლილებები ტანვარჯიშში ხანგრძლივი წრთვის გავლენით. თემა დამუშავებულია კომპლექსურად ექიმთა დახელოვნების თბილისის სახელმწიფო ინსტიტუტის თვალის სნეულებათა კათედრაზე და საექიმო კონტროლისა და სამკურნალო ფიზკულტურის კათედრაზე.

თვალის შიდა წნევას ვიკვლევდით მაკლაკოვის ტონომეტრით ათგრამიანი ტვირთის ორივე ბოლოთი, მოსვენებულ მდგომარეობაში და სტანდარტული დატვირთვის შემდგომ უშუალოდ (სტანდარტულ დატვირთვად ავიღეთ 3-წუთიანი სიბზილი ადგოლზე — 180 ნაბიჯი წუთში (რიტმი ვაძლევდით მეტრონომით). ყველა გამოკვლევა ჩატარდა ერთნაირ პირობებში, ყოველთვის დილის საათებში (9-დან 11 საათამდე). თვალის შიდა წნევას ვიკვლევდით მხედველობის სიმახვილის, რეფრაქციის, მხედველობის ველისა და თვალის ფსკერის მდგომარეობის დადგენის შემდეგ.

ორივე თვალზე ოფტალმოტონუსის გამოკვლევა ჩვენ მიერ ჩატარებულია 116 მოზარდზე. გამოსაკვლევი კონტინენტის ძირითად ჯგუფში (14—15 წლის მოზარდები) შედიოდა სპორტსკოლის ტანვარჯიშის სექციის 90 წევრი, საკონტროლო ჯგუფს კი შეადგენდნენ საშუალო სკოლების ის მოსწავლეები, რომლებიც სპორტულ სექციებში არ იყვნენ გაერთიანებულნი და ფიზიკურ დატვირთვას მხოლოდ ზოგად საგანმანათლებლო სკოლის პროგრამის მიხედვით იღებდნენ.

დაკვირვების ობიექტად შევარჩიეთ ისეთი მოზარდები, რომლებიც ტანვარჯიშის სექციაში მეცადინეობას პირველად იწყებდნენ. იმისათვის, რომ დაგ-

ვედგინა, თუ როგორ იმოქმედებდა წრთვნის ღონე თვალის შიდა წნევაზე. ექსპერიმენტით თვალის შიდა წნევის საწყისი სიდიდეების შედარებას სხვადასხვა ხანგრძლივობის (6 თვე, 1 წელი, 1,5 წელი) წრთვნის შედეგად მიღებულ სიდიდეებთან. ყოველ 6 თვეში როგორც ძირითად, ისე საკონტროლო ჯგუფში შემავალ მოზარდებს ვიკვლევდით განმეორებით. სულ ჩატარებულია გამოკვლევები 4 სერია.

ჩვენ სერია მიღებული შედეგები შეგვიძლია გავამუქოთ ორ მხრივ: 1. თვალის შიდა წნევის ცვლილებები უშუალოდ სტანდარტული დატვირთვის შედეგად (3-წუთიანი სირბილი) და 2. თვალის შიდა წნევის ცვლილებები სხვადასხვა ხანგრძლივობის წრთვნის შედეგად.

ძირითად ჯგუფში თვალის შიდა წნევის სურათი სტანდარტული დატვირთვის შემდეგ პირველი გამოკვლევისას ასეთია: ოფტალმოტონუსი საშუალოდ დაუქვეითდა 2—5 მმ-მდე სინ. სვ. 80 მოზარდს (88,9%); მათ შორის 1 მმ-ით — 9 მოზარდს (10%), 2 მმ-ით — 21-ს (23,3%), 3 მმ-ით — 16-ს (17,8%), 4 მმ-ით — 14-ს (15,5%), 5 მმ-ით — 8-ს (8,9%), 6 მმ-ით — 5-ს (5,6%), 7 მმ-ით — 7-ს (7,8%), უცვლელი დარჩა 10 მოზარდს (11,1%).

მეორე გამოკვლევისას (6 თვის შემდეგ) სტანდარტული დატვირთვის შემდეგ თვალის შიდა წნევის სურათი ასეთი აღმოჩნდა: თვალის შიდა წნევა დაუქვეითდა საშუალოდ 3—5 მმ სინდ. სვ. 86 მოზარდს (95,5%); მათ შორის 1 მმ-ით — 5 მოზარდს (5,6%), 2 მმ-ით — 11 მოზარდს (12,2%), 3 მმ-ით — 23-ს (25,6%), 4 მმ-ით — 19-ს (21,1%), 5 მმ-ით — 19-ს (21,1%), 6 მმ-ით — 9-ს (10%), უცვლელი დარჩა 4 მოზარდს (4,5%).

მესამე გამოკვლევისას (1 წლის შემდეგ) სტანდარტული დატვირთვის შემდეგ თვალის შიდა წნევის სურათი შემდეგია: ოფტალმოტონუსი დაუქვეითდა საშუალოდ 2—5 მმ სინდ. სვ. 87 მოზარდს (96,7%); მათ შორის 1 მმ-ით 2-ს (2,3%), 2 მმ-ით — 25-ს (27,8%), 3 მმ-ით — 33-ს (36,6%), 4 მმ-ით — 20-ს (22,2%), 5 მმ-ით — 7-ს (7,8%), უცვლელი დარჩა 3 მოზარდს (3,3%).

მეოთხე გამოკვლევისას (1,5 წლის შემდეგ) სტანდარტული დატვირთვის შემდგომ თვალის შიდა წნევა ასეთ სურათს გვაძლევს: თვალის შიდა წნევა დაუქვეითდა საშუალოდ 2—4 მმ სინდ. სვ. 90 მოზარდს (100%); მათ შორის 1 მმ-ით — 5 მოზარდს (5,6%), 2 მმ-ით — 42-ს (46,7%), 3 მმ-ით — 33-ს (36,6%), 4 მმ-ით — 10-ს (11,1%).

საკონტროლო ჯგუფშიც ჩვენ მივიღეთ აგრეთვე თვალის შიდა წნევის დაქვეითება, მაგრამ ძირითადი ჯგუფისაგან განსხვავებით, აქ თვალის შიდა წნევა დაქვეითდა საშუალოდ 2 მმ-ით სინ. სვეტისა.

ძირითად ჯგუფში 6 თვის წრთვნის შემდეგ, პირველი გამოკვლევის მონაცემებთან შედარებით, შემდეგი სურათი მივიღეთ: თვალის შიდა წნევა დაუქვეითდა საშუალოდ 5 მმ-ით სინდ. სვეტისა 52 მოზარდს (57,8%); მათ შორის 1 მმ-ით — 22 მოზარდს (24,4%), 2 მმ-ით — 9-ს (10%), 3 მმ-ით — 8-ს (8,9%), 4 მმ-ით — 7-ს (7,8%), 5 მმ-ით — 6-ს (6,6%). მოემატა 2 მმ სინდ. სვ. 19 მოზარდს (21,1%); მათ შორის 1 მმ-ით — 6 მოზარდს (6,6%), 2 მმ-ით — 7-ს (7,8%), 3 მმ-ით — 4-ს (4,5%), 4 მმ-ით — 2-ს (2,3%). უცვლელი დარჩა 19 მოზარდს (21,1%).

ერთი წლის წრთვნის შემდეგ, პირველ გამოკვლევასთან შედარებით, შემდეგი სურათი მივიღეთ: ძირითად ჯგუფში ოფტალმოტონუსი დაუქვეითდა საშუალოდ 3 მმ სინ. სვ. 55 მოზარდს (61,1%); მათ შორის 1 მმ-ით — 20 მოზარდს (22,2%), 2 მმ-ით — 14-ს (15,5%), 3 მმ-ით — 15-ს (16,7%), 4 მმ-ით — 3-ს (3,3%), 5 მმ-ით — 3-ს (3,3%); მოემატა 2 მმ სინდ. სვ. 23 მოზარდს (25,6%); მათ შორის 1 მმ-ით — 18-ს (20%), 2 მმ-ით — 5-ს (5,6%), უცვლელი დარჩა 12 მოზარდს (13,3%).



1,5 წლის წვრთნის შემდეგ, პირველ გამოკვლევასთან შედარებით, მუცლის შექცევა მონაცემები: ძირითად ჯგუფში თვალის შიდა წნევა დაუქვეითდა 4 მმ სინდ. სვ. 62 მოზარდს (68,9%); მათ შორის 1 მმ-ით — 14 მოზარდს (15,5%), 2 მმ-ით — 24-ს (26,6%), 3 მმ-ით — 10-ს (11,1%), 4 მმ-ით — 7-ს (7,8%), 5 მმ-ით — 2 მოზარდს (2,3%); მოემატა 2 მმ სინდ. სვ. 18 მოზარდს (20%); მათ შორის 1 მმ-ით — 16 მოზარდს (17,8%), 2 მმ-ით — 2-ს (2,3%); დარჩა უცვლელი 10 მოზარდს (11,1%).

საკონტროლო ჯგუფშიც ჩვენ მივიღეთ როგორც დაქვეითება, აგრეთვე მომატებაც თვალის შიდა წნევისა, მაგრამ, განსხვავებით ძირითადი ჯგუფისაგან, აქ თვალის შიდა წნევის ცვლილებები უფრო სუსტად იყო გამოხატული.

### დასკვნები

1. ერთნახევარი წლის განმავლობაში წვრთნის შედეგად მოზრდილებში თვალის შიდა წნევა დაქვეითდა უმრავლეს შემთხვევაში (68,9%), ნაწილ შემთხვევაში (20%) მომატა და უმნიშვნელო ნაწილს დარჩა უცვლელი (11,1%), ხოლო სტანდარტული დატვირთვის შემდეგ თვალის შიდა წნევა ყოველთვის ქვეითდებოდა.

2. ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც იმის დასაბუთება, რომ თვალის ზოგიერთი დაავადების სამკურნალოდ შეიძლება საკმაო წარმატებით იქნეს გამოყენებული ორგანიზმის დატვირთვა გარკვეული სახის ფიზიკური ვარჯიშით.

ექიმთა დახლოვნების თბილისის

სახელმწიფო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.6.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. П. Филатов. Значение мышечной работы для регуляции внутриглазного давления при глаукоме. Вестник офтальмологий, т. II, № 2, 1937, стр. 151—153.
2. В. П. Филатов, И. Г. Ершкови ч и Б. С. Шевалев. Экспериментальные исследования по вопросу о влиянии мышечной работы на внутриглазное давление. Вестник офтальмологии, т. II, № 2, 1937, стр. 161—167.
3. В. П. Филатов, И. Г. Ершкови ч А. Г. Фишер. Влияние некоторых физкультурных упражнений на внутриглазное давление. Вестник офтальмологии, т. II, № 2, 1937, стр. 154—158.
4. Ф. М. Заверуха В. И. Тебени х и а. Влияние мышечного утомления на внутриглазное давление. Вестник офтальмологии, т. 13, № 4, 1939, стр. 489—496.
5. М. Э. Кашук. Влияние мышечной работы на рефлекс, регулирующий внутриглазное давление. офтальмологический журнал, № 3, стр. 127—131.
6. С. Р. Мимино ш в и л и. Влияние физического труда на уровень внутриглазного давления. Автореферат, 1956.



კლინიკური მიღწინა

ბ. ბერსამია

სარქმვე ჯირკვლის კომპლექსური მეთოდით მკურნალობის უახლოვის და შორეული შედეგები

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ტატიშვილმა 2.7.1958)

ავთვისებიანი დაავადების დროს ჩატარებული მკურნალობის ეფექტიურობის მთავარ კრიტერიუმს წარმოდგენს მკურნალობის შორეული შედეგები.

ლიტერატურაში ცნობილია, რომ კომპლექსური მკურნალობა სარქვევ ჯირკვლის კიბოთი დაავადებულ ავადმყოფებისა, გაცილებით უფრო კარგ შედეგს იძლევა, ვიდრე რომელიმე ერთი მეთოდით მკურნალობა. ასე, მაგ., ხოლდინის მონაცემებით, კომბინირებული მკურნალობის შემდგომ 3 წლამდე ცოცხალია 56,6%, 5 წლამდე—40,8% (1937—1946 წწ.). ლევჩუკის მონაცემებით (1953), კომპლექსური მკურნალობის შემდგომ 3 წლამდე ცოცხალია 64,4%, 5 წლამდე — 41,9%.

დომანიგის (1954) აზრით, სიცოცხლის ხანგრძლივობა ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ რენტგენოთერაპიის დროს 5 წლამდე 101 ავადმყოფიდან 52,5%-ს შეადგენს; 10 წლის შემოთ კი 62 ავადმყოფიდან — 26,8%-ს.

ხინრიკსმა აწარმოვა დაკვირვება მეტივენის კლინიკაში (1940—1953) 1569 ავადმყოფზე და აღმოჩნდა, რომ II სტადიის კიბოთი დაავადებულ 431 ავადმყოფიდან 5 წელზე ზევით ცოცხალი გადარჩა ავადმყოფთა 62,2%. აღნიშნული ავტორი თვლის, რომ მკურნალობის შედეგების გაუმჯობესება დამოკიდებულია ინტენსიურ ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდგომ რენტგენოთერაპიის მოქმედებაზე.

კ. ვეფხვაძის მონაცემებით, კომბინირებული მკურნალობის შემდგომ 3 წლამდე I სტადიის კიბოთი დაავადებულ ავადმყოფთაგან ცოცხალია 71,4%, II სტადიის კიბოთი დაავადებულთაგან — 51,2%. 5 წლის ზევით I სტადიის კიბოთი დაავადებულთაგან ცოცხალია 44,4%, II სტადიის კიბოთი დაავადებულთაგან — 33,3%.

ჩვენ შევისწავლეთ კომპლექსური მეთოდით ნამკურნალები სარქვევ ჯირკვლის კიბოთი დაავადებული ავადმყოფები. 94 ავადმყოფიდან მკურნალობის უახლოეს და შორეულ შედეგებზე დაკვირვება ვაწარმოეთ 80 ავადმყოფზე, რომელთა მკურნალობის შედეგები წლების მიხედვით შემდეგნაირად ნაწილდება (იხ. ცხრილი 1):

ცხრილი 1

ავადმყოფთა მდგომარეობა	დაკვირვების ვადები			
	1 წლამდე	1—3 წლისა	3—5 წლისა	5 წლის ზევით
ცოცხალია დაკვირვების ვადებში არ მოხდენენ	75	57	34	15
	—	—	12	13



როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ერთ წლამდე 80 ავადმყოფიდან თავს დასაჯდნის საღათ გრძნობს 75, ე. ი. 79,7%; 1—3 წლამდე დაკვირვების ქვეშ მყოფ 75 ავადმყოფიდან თავს ჯანსაღად გრძნობს 57 ავადმყოფი, ე. ი. 75%; 3—5 წლამდე დაკვირვების ქვეშ მყოფ 45 ავადმყოფიდან ცოცხალია 34 ავადმყოფი, ე. ი. 66,6%; 5 წლის ზევით დაკვირვების ქვეშ მყოფ 25 ავადმყოფიდან ცოცხალი აღმოჩნდა 15 ავადმყოფი, ე. ი. 46,8% (პროცენტი გამოყვანილია ნამკურნალებ ავადმყოფთა საერთო რიცხვიდან, როგორც ეს მიღებულია ონკოლოგიაში).

ნი ვ ი ნ ს კ ა ი ა ს მონაცემებით, დაკვირვების ქვეშ მყოფი 60 ავადმყოფიდან ცოცხალი აღმოჩნდა 35 (58%); 5 წლამდე დაკვირვების ქვეშ მყოფი 48 ავადმყოფიდან ცოცხალი გადარჩა 24 (50%).

თუ ჩვენს მონაცემებს შევუდარებთ ნი ვ ი ნ ს კ ა ი ა ს მონაცემებს, ირკვევა, რომ განკურნების პროცენტი ჩვენს შემთხვევაში ბევრად უფრო დიდია. ეს უპირველეს ყოვლისა აიხსნება ავადმყოფთა კონტიგენტით. ჩვენთან 94 ავადმყოფიდან III სტადიის კიბოთი დაავადებული იყო 29 ავადმყოფი, მაშინ როდესაც ნი ვ ი ნ ს კ ა ი ა ს მონაცემებით, 100 ავადმყოფიდან III სტადიის კიბოთი დაავადებული იყო 51 ავადმყოფი. გარდა ამისა, უნდა ვიფიქროთ, რომ გარკვეული როლი ითამაშა იმ მორფოლოგიურმა ძვრებმა, რომელიც სიმსივნეში მოხვდა რენტგენოთერაპიის ზეგავლენით.

ყველაზე დიდი მნიშვნელობა პროგნოზის თვალსაზრისით სარძევე ჯირკვლის კიბოს მკურნალობის საკითხში აქვს პროცესის გავრცელებას, რომელიც განისაზღვრება რეგიონალურ ლიმფურ კვანძებში მეტასტაზების არსებობით ან არარსებობით.

ს ა რ ი ნ გ ტ ო ნ მ ა შეისწავლა სარძევე ჯირკვლის კიბოს მკურნალობის შორეული შედეგები 40 წლამდე. პროგნოზისათვის მთავარ ფაქტორად იგი პირველ რიგში თვლის, სიმსივნის გავრცელებას ოპერაციის მომენტისათვის. ასე, მაგალითად: 80—90 პროცენტი ავადმყოფებისა I სტადიაში ცოცხალია 5 წელზე ზევით, მაშინ როდესაც IV სტადიის ავადმყოფთაგან აღნიშნულ ვადას 5% აღწევს. 15 წლის ზევით მეტასტაზებით ცოცხალია 12%, 25 წლის ზევით—4,7%, 40 წლამდე — 2%. უმეტესწილად 15 წლის ზევით ცოცხალია 48,2%; 25 წლის ზევით — 26,7%; 40 წლამდე — 14,0%.

ს მ ი ზ ე რ ს ი ს დაკვირვებით, I სტადიის სიმსივნით დაავადებულ 165 ავადმყოფიდან 5 წელი იცოცხლა 74,1%-მა, II სტადიის სიმსივნით დაავადებულ 138 ავადმყოფიდან ცოცხალია 5%.

ლ უ ს ი ო ნ ი ს (1955 წ.) მონაცემებით, უმეტესწილად 10 წელზე ზევით ცოცხალია 46,6%, მეტასტაზებით — 17,6%. უ რ ბ ა ნ ი ს (1954 წ.) მონაცემებით, უმეტესწილად ცოცხალია 53,8%, მეტასტაზებით — 21,2%.

I სტადიის ავადმყოფებში 5 წლის შედეგები, II სტადიის ავადმყოფთა მკურნალობის შედეგებთან შედარებით, ორჯერ უფრო უკეთესია, 10 წლის შედეგები — სამჯერ უფრო უკეთესი, ხოლო 15 წლის შედეგები — 4-ჯერ უფრო უკეთესი.

ამგვარად, წამყვან მომენტად სიმსივნეების მკურნალობის საქმეში ითვლება დაავადების სტადია, ამიტომ ჩვენ მიზანშეწონილად მივიჩნით ჩვენ მიერ შესწავლილი მკურნალობის შედეგები პირველ ყოვლისა დაგვეანალიზებინა სტადიების მიხედვით (იხ. ცხრილი 2).

როგორც მე-2 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, ერთ წლამდე I სტადიის კიბოთი დაავადებულ 9 ავადმყოფიდან ცოცხალია 9-ვე, ე. ი. 100%, II სტადიის კიბოთი დაავადებულ 46 ავადმყოფიდან ცოცხალი აღმოჩნდა 44 ავადმყოფი, ე. ი. 78,5%; III სტადიის კიბოთი დაავადებულ 25 ავადმყოფიდან ცოცხალი აღმოჩნდა 22 ავადმყოფი, ე. ი. 76%.

დაავადების სტადია	ავადმყ. საერთო რიცხვი	ცოცხალია 1 წლამდე	ავადმყ. საერთო რიცხვი	მძევა- ც- T-ის ლიტ	ავადმყ. საერთო რიცხვი	ცოცხალ. 3-5 წლამდე	ავადმყ. საერთო რიცხვი	ცოცხალია 5 წლ. ზევით
I	9	9	9	9	5	5	3	3
II	46	44	44	37	31	25	19	10
III	25	22	22	22	9	4	3	2
სულ	80	75	75	57	45	34	25	15

1—3 წლამდე I სტადიის კიბოთი დაავადებული 9 ავადმყოფიდან ჩანსალი აღმოჩნდა 9 ავადმყოფი, ე. ი. 100%; II სტადიის კიბოთი დაავადებული 44 ავადმყოფიდან ცოცხალია 37 ავადმყოფი, ე. ი. 84%. III სტადიის კიბოთი დაავადებულ 22 ავადმყოფიდან თავს კარგად გრძნობს 11 ავადმყოფი, ე. ი. 47,8%.

3—5 წლამდე დაკვირვების ქვეშ გვყავდა 45 ავადმყოფი. I სტადიის კიბოთი დაავადებულ 5 ავადმყოფიდან ცოცხალია 5 ავადმყოფი, ე. ი. 100%; II სტადიის კიბოთი დაავადებულ 31 ავადმყოფიდან ცოცხალია 25 ავადმყოფი (69,4%); III სტადიის კიბოთი დაავადებულ 9 ავადმყოფიდან ცოცხალია 4, ე. ი. 40%.

5 წლის ზევით დაკვირვების ქვეშ გვყავდა 25 ავადმყოფი. I სტადიის კიბოთი დაავადებულ 3 ავადმყოფიდან ცოცხალია 3, ე. ი. 100%; II სტადიის კიბოთი დაავადებულ 19 ავადმყოფიდან ცოცხალია 10, ე. ი. 41,6%; III სტადიის კიბოთი დაავადებულ 3 ავადმყოფიდან ცოცხალია 1, ე. ი. 20%.

უფრო დიდი პროცენტი განკურნებისა ჩვენ მივიღეთ პირველ და მეორე სტადიით დაავადებულ ავადმყოფებში, რაც უშუალოდ კიდევ ერთხელ ადასტურებს გაერცვლების მნიშვნელობას ეფექტიური მკურნალობის საქმეში.

ჩვენ შევისწავლეთ სარძევე ჯირკვლის კიბოს დროს ოპერაციამდელი რენტგენოთერაპიის შემდგომ გამოწვეული მორფოლოგიური ძვრები დასხივებულ სიმსივნეში. ამით მიზნად დავისახეთ, უპირველეს ყოვლისა, გამოგვეკვლია — აქვს თუ არა გავლენა მკურნალობის შედეგებზე რენტგენის სხივების ზემოქმედებით სიმსივნეში მომხდარ სტრუქტურულ ცვლილებებს?

ამ მიზნით ჩვენ შევეცადეთ მკურნალობის შედეგები გამოგვეკვლია იმ ჩუთ მორფოლოგიურ ჯგუფში, რომელიც ჩვენ გამოყავით რენტგენის სხივების მოქმედების შედეგად მიღებული სტრუქტურული ცვლილებების მიხედვით. I ჯგუფში შეყვანილ 21 ავადმყოფიდან, ე. ი. იმ ავადმყოფებიდან, რომელთა სიმსივნეები რენტგენით მკურნალობის შემდეგ უცვლელი დარჩნენ, დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 18 ავადმყოფი; II ჯგუფის 25 ავადმყოფიდან, ე. ი. იმ ავადმყოფებიდან, რომელთა სიმსივნეებმა განიცადეს მცირედ გამოხატული სტრუქტურული ცვლილებები, დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 18 ავადმყოფი; III ჯგუფის 25 ავადმყოფიდან, ე. ი. იმ ავადმყოფთაგან, რომელთა სიმსივნეებმა განიცადეს მკვეთრად გამოხატული სტრუქტურული ცვლილებები, რაც გამოიხატებოდა დისტროფიულ და ნეკროზიზულ პროცესებში, დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 22 ავადმყოფი; IV ჯგუფში შეყვანილ 9 ავადმყოფიდან, ე. ი. იმ ავადმყოფთაგან, რომელთა სიმსივნეებმა განიცადეს თითქმის მთლიანი უკუგანითარება, რაც გამოიხატა სიმსივნის თითქმის მთლიან დანაწიბურებაში აქა-იქ ერთეული სიმსივნური უჯრედებით, დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 9 ავადმყოფი; V ჯგუფის 14 ავადმყოფიდან, ე. ი. იმ ავადმყოფთაგან, რომელთა სიმსივნეებმა მთლიანად განიცადეს უკუგანითარება, რაც გამოიხატა მათ მთლიან დანაწიბურებაში, დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 13 ავადმყოფი.





ჩვენი მასალით მკურნალობის შედეგები ჰისტოლოგიურ ჯგუფებში წლის მიხედვით შემდეგნაირად განაწილდა (იხ. ცხრილი 3):

ცხრილი 3

ჯგუფები სტრუქტურული ცვლილებების მიხედვით	ავადმე. საერთო რიცხვი	ცოცხალი I წლამდე	ავადმე. საერთო რიცხვი	ცოცხალი 3—5 წლამდე	ავადმე. საერთო რიცხვი	ცოცხალი 5 წლამდე	ავადმე. საერთო რიცხვი	ცოცხალი 5 წლის ზევით
I	18	18	18	15	14	11	10	4
II	18	17	17	12	10	7	5	2
III	22	19	19	16	9	8	5	4
IV	9	8	8	5	4	3	2	1
V	13	13	13	9	8	3	3	3
სულ	80	75	75	57	45	34	25	15

ამგვარად, მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ სიმსივნეებში მომხდარი სტრუქტურული ცვლილებები არ განსაზღვრავენ ავადმყოფის მკურნალობის უახლოეს და შორეულ შედეგებს, მაგრამ, I და II ჯგუფს თუ ჩვენ შევეუდარებთ სამი უჯანსაღი ჯგუფის მკურნალობის შედეგებს 3—5 წლამდე და ზევით (ე. ი. იმ ჯგუფებისას, სადაც სტრუქტურული ცვლილებები მკვეთრად იყო გამოხატული) I—II ჯგუფის მკურნალობის შედეგებს (სადაც სტრუქტურული ცვლილებები ან სრულიად არა, ანდა მცირედ იყო გამოხატული), მივიღებთ, რომ III—IV—V ჯგუფების 21 ავადმყოფიდან ცოცხალია 14, ე. ი. 56%, ხოლო I და II ჯგუფის 24 ავადმყოფიდან ცოცხალია 9, ე. ი. 26,4%.

ამრიგად, სტრუქტურული ცვლილებები არ წარმოადგენენ მთავარ განმსაზღვრელ მომენტს ეფექტური მკურნალობის საქმეში. მაგრამ გარკვეულ პროცენტში უკეთეს შედეგს იძლევიან იმ ავადმყოფებში, რომლებშიც სიმსივნემ განიცადა მთლიანი ან ნაწილობრივი უკუგანვითარება.

ლიტერატურაში ცნობილია, რომ სარძევე ჯირკვლის კიბოს სხვადასხვა მორფოლოგიური შენების სიმსივნეების მქონე ავადმყოფებში დაავადების მიმდინარეობა სხვადასხვაა. მრავალმა მეცნიერმა აწარმოვა ცდა, რათა დაედგინა კავშირი სიმსივნის მორფოლოგიურ შენებასა და დაავადების კლინიკურ მიმდინარეობას შორის, მაგრამ დღემდე სიმსივნის ჰისტოლოგიური შენების მნიშვნელობა დაავადების პროგნოზისათვის სადავო საკითხს წარმოადგენს.

ლაშქერტი მიუთითებს, რომ ყველაზე ხშირი ფორმის სცირის დროს, სტრომის სიმდიდრემ უნდა განაპირობოს ამ ფორმის კეთილთვისებიანი მიმდინარეობა, მაგრამ სცირი შედარებით ადრე იძლევა მეტასტაზებს. ადენოკარცინომა შედარებით გვიან იძლევა მეტასტაზებს. სოლიდური კიბო თუმცა ადენოგენური წარმოშობისაა, მაღალ მგრძობელობას იჩენს რენტგენის სხივების მიმართ, მაგრამ ავთვისებიანად მიმდინარეობს და ადრე იძლევა მეტასტაზებს.

დერმანი კომედოკარცინომებს თვის ისეთი ფორმის სიმსივნეებად, რომელთაც კეთილთვისებიანი მიმდინარეობა აქვთ, რადგან ზედმიწევნით მგრძობიარენი არიან რენტგენის სხივების მიმართ. ამასვე აღნიშნავენ სტეპელი, დოკერტი, ხარინგტონი (1955 წ.).

ჩვენი მასალით მკურნალობის შედეგები ჰისტოლოგიური ფორმის მიხედვით ნაწილდება ასეთნაირად, როგორც ეს მე-4 ცხრილშია მოცემული.

როგორც მე-4 ცხრილიდან ირკვევა, ყველაზე ცუდი შედეგებით აღინიშნენ ავადმყოფები, დაავადებულნი ადენოკარცინოზით. 3 წლის ზევით ისინი არცერთი არ გადარჩა ცოცხალი, მაშინ როცა სოლიდური კიბოთი დაავადებულ 13 ავადმყოფიდან სამ წლამდე ცოცხალი აღმოჩნდა 9, ხოლო 5 წლის ზევით

დაავადებულ 6 ავადმყოფიდან ცოცხალი გადარჩა 4. ამგვარად, შეიძლება ვთქვათ, რომ დიფტერენციურებულ სიმსივნეებში (აღენოკარცინოზი) უფრო ცუდი შედეგი მივიღეთ, ვიდრე არადიფტერენციურებულ (სოლიდური კიბო) სიმსივნეებში. უნდა ვიფიქროთ, რომ აღნიშნულ შემთხვევებში ჰისტოლოგიური ფორმის გარდა უსათუოდ მნიშვნელობა ჰქონდა მთელ რიგ სხვა ფაქტორებს, რომლებიც განაპირობებენ მკურნალობის როგორც უახლოეს, ისე შორეულ შედეგებს, მათ რიცხვში სტრუქტურულ ცვლილებათა ხარისხს. ჩვენ დასაშვებად მიგვაჩნია სოლიდური კიბოს შემთხვევებში მკურნალობის შედეგების გაუმჯობესება მასში მომხდარი სტრუქტურული ცვლილებების გამო.

ცხრილი 4

ჰისტოლოგიური ფორმა	აუადმყოფი		ცოცხალია ერთ წლამდე		აუადმყოფი		ცოცხალია 1-3 წლამდე		აუადმყოფი		ცოცხალია 3-5 წლამდე		აუადმყოფი		ცოცხალია 5 წლ. ხვეით	
	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა	აუადმყოფი რიცხვი	პროცენტობა		
ფიბროზული კიბო	22	18	18	15	6	3	5	3	5	3	5	3	5	3		
სოლიდური კიბო	11	11	13	9	5	4	4	4	6	4	6	4	6	4		
აღენოკარცინომა	9	8	8	8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
კომბინირებული	6	6	6	4	4	2	—	—	—	—	—	—	—	—		

ნივინსკაიას აზრით, მკურნალობის ეფექტურობა დამოკიდებულია არა იმდენად სიმსივნის ჰისტოლოგიურ სტრუქტურაზე, რამდენადაც მთელ რიგ ზოგად ფაქტორებზე, რომლებიც განაპირობებენ დაავადების გამოსავალს: ორგანიზმის რეაქტიულობას, დაავადების სტადიასა და მკურნალობის მეთოდს. მკვეთრი დამოკიდებულება ჰისტოლოგიურ ფორმასა და მკურნალობის შედეგებს შორის ჩვენ მიერ გამოვლინებული არ ყოფილა.

მრავალი მეცნიერი თვლის, რომ მიკროსკოპული შენება სიმსივნისა უფრო ნაკლებ მნიშვნელოვანია პროგნოზისათვის, ვიდრე სხვა ფაქტორები, როგორცაა სიმსივნის ოდენობა, გავრცელების ხარისხი, სიმსივნის ზრდის ტემპი და სხვა.

ზოგიერთი ავტორის აზრით, მკურნალობის შედეგებისათვის გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ავადმყოფის წლოვანებას. ასე, მაგალითად: ხოლდინის მონაცემებით 5 წლის განკურნება აღინიშნებოდა 21—40 წლამდე ასაკის ავადმყოფთა 29,1%-ში. 41—60 წლამდე ასაკის ავადმყოფთა 45,5%-ში და 61—80 წლამდე ასაკის ავადმყოფთა 39,6%-ში.

ჩვენს შემთხვევებში მკურნალობის შედეგები ავადმყოფთა წლოვანების მიხედვით მოყვანილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

წლოვანება	აუადმყოფი რიცხვი	ცოცხალია 1-3 წლამდე	ცოცხალია 3-5 წლამდე	ცოცხალია 5 წლის ხვეით
20-40 წლისა	16	7	4	2
41-60 წლისა	57	48	27	12
60 წლის ხვეით	7	2	3	1

როგორც მე-5 ცხრილიდან ჩანს, განკურნების შედეგებით უკეთესი შედეგები 1-დან 3-მდე და 3-დან 5-წლამდე აღინიშნებოდა 41—60 წლის ასაკის



ავადმყოფებში. მიუხედავად იმისა, რომ ეს მონაცემები ჩვენს შემთხვევაში მკვეთრად არ გამოიხატება, ჩვენ მაინც შეგვიძლია დავეთანხმოთ სხვა ავტორთა მონაცემებს და აღვნიშნავთ, რომ მკურნალობის ეფექტურობით უფრო კარგი შედეგები აღინიშნება 40—60 წლამდე ასაკის ავადმყოფებში.

ამრიგად, ჩვენ მიერ მკურნალობის უახლოესი და შორეული შედეგების შესწავლამ 80 ავადმყოფზე დაგვანახა, რომ სიმსიენეებში მომხდარი სტრუქტურული ცვლილებები ავადმყოფთა გარკვეულ პროცენტში აღმოჩნდნენ მკურნალობის როგორც უახლოეს, ისე შორეულ შედეგებს. ასე, მაგალითად: I—II ჯგუფის ავადმყოფებში (ე. ი. სადაც სტრუქტურული ცვლილებები ნაკლებად იყო გამოხატული) განკურნების პროცენტი 26,4-ს შეადგენს, მაშინ, როცა III—IV—V ჯგუფის ავადმყოფებში, (ე. ი. სადაც სიმსიენე განიცადა თითქმის მთლიანი უკუგანვითარება), განკურნების პროცენტმა 56-ს მიაღწია. მკურნალობის შედეგებისათვის მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს დაავადების სტადია. I სტადიის ავადმყოფებში განკურნების პროცენტი 3—5 წლამდე და ზევით 100-მდე აღწევს, მაშინ როდესაც III სტადიის ავადმყოფებში იგი 40-ს არ აღემატება.

რაც შეეხება ჰისტოლოგიური ფორმების მნიშვნელობას მკურნალობის შედეგებისათვის, ე. ი. კავშირს სარქვევ ჯირკვლის ჰისტოლოგიურ ფორმასა და დაავადების კლინიკურ მიმდინარეობას შორის, ჩვენ ვერ დავადგინეთ. ვფიქრობთ, რომ აღნიშნულ შემთხვევებში მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა სხვა ფაქტორებმა: დაავადების სტადიამ, დასხივების შემდგომმა სტრუქტურულმა ცვლილებებმა, ავადმყოფის წლოვანებამ და საერთოდ ორგანიზმის ინდივიდუალურმა თავისებურებამ, მისმა რეაქტიულობამ.

საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს

რესპუბლიკური ონკოლოგიური დისპანსერი

(რედაქციას მოუვიდა 2.7.1958)

თ. ლომიძე

## ღვიძლის ზოგიერთი ფუნქციური ცვლილება ეუთირეოიდული ჩივილის დროს (ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ)

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 4.7.1958)

ეუთირეოიდული ჩიყვი ისეთი დაავადებაა, სადაც ჩვეულებრივი კლინიკური გამოკვლევით ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციის დარღვევა არ აღინიშნება, თუმცა ასეთს ადგილი კი აქვს, თუ მას უფრო დეტალურად შევისწავლით.

ეუთირეოიდული ჩიყვი, ანუ როგორც მას უწოდებენ „უბრალო“ ჩიყვი, მხოლოდ პირობითი სახელწოდებაა და არ ასახავს ამ დაავადების შინაარსს. ჩიყვის აღნიშნული ფორმა ისევე, როგორც მისი დანარჩენი სახეობა, წარმოადგენს მთლიანი ორგანიზმის დაავადებას, რომლის დროსაც ცვლილებებს განიცდიან მთელი რიგი ორგანოები და ორგანოთა სისტემები.

სადღეისოდ კლინიკურ-ექსპერიმენტული გამოკვლევები ნათელ წარმოდგენას იძლევიან ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ორგანიზმის ცვლის პროცესებში არსებული ძვრების შესახებ. აღნიშნულ პათოლოგიაში ღვიძლს, როგორც ნივთიერებათა ცვლის მთავარ რეგულატორს, განსაკუთრებული როლი ენიჭება. ჩვენთვის ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში მოიპოვება ერთეული მონაცემები ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ღვიძლში არსებული ფუნქციური ცვლილებების შესახებ. თირეოტოქსიკოზის დროს აღნიშნული საკითხი უფრო ფართოდაა შესწავლილი.

ლიტერატურული წყაროებისა და საკუთარი მასალის გარჩევის შედეგად უნდა აღინიშნოს, რომ ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ღვიძლის ფუნქციური ცვლილებები უფრო ნაკლები ინტენსივობითაა გამოხატული, ვიდრე თირეოტოქსიკოზის დროს. მაგრამ რა ხარისხითაც არ უნდა იყოს გამოხატული ეს ცვლილებები, მაინც პათოლოგიურია და თავისებურ ანალიზს მოითხოვს.

ჩვენს წინა შრომაში [1] დაწვრილებით განვიხილეთ საკითხი თირეოტოქსიკოზის დროს ღვიძლის ფუნქციური ცვლილებების შესახებ და დავადგინეთ ღვიძლის ფუნქციაში პროგრესიული ძვრები თირეოტოქსიკოზის კონსერვატიული და ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ.

ამჟამად ჩვენს მიზანს შეადგენს განვსაზღვროთ ჩვენ მიერ ხმარებული ტესტებით ღვიძლის ფუნქციური პათოლოგია ჩიყვის ისეთი ფორმის დროს, სადაც კლინიკურად ფარისებრი ჯირკვლის გადიდების ან უკანასკნელის ზეწოლით გამოწვეულ მოვლენათა არსებობის გარდა პათოლოგიის სხვა რაიმე თვალსაჩინო ნიშანი არ აღინიშნება.

ამ მიზნით ჩვენ შევისწავლეთ ეუთირეოიდული ჩიყვი დაავადებული 30 ავადმყოფი და 10 ჯანმრთელი ადამიანი (ასაკი — 20 წლიდან 60 წლამდე და დაავადების სხვადასხვა ხანდაზმულობის დროს — 3 წლიდან 15 წლამდე). ჩვენს მასალაზე ავადმყოფთა მომართვა ოპერაციისათვის ჭარბობდა დაავადების 3—5 და 5 წლის ზევით ხანგრძლივობით. შესწავლილ ავადმყოფებს აღენიშნებოდათ ფარისებრი ჯირკვლის სხვადასხვა ხარისხით გადიდება; აქედან გაშლილი ჩიყვი აღმოაჩნდა 10 ავადმყოფს, კვანძოვანი—15-ს და შერეული—5-ს.



ჩვენ მიერ გამოკვლეულთა ძირითადი ცვლის მაჩვენებელი ფიზიოლოგიური ნორმის ( $\pm 10$ ) ფარგლებში მერყეობდა. ჩვენს მასალაზე (ეუთიერიოიდული ჩიყვი) ლვიძლის გადიდება არ შეგვეზღვდრია.

გამოკვლევები ვაწარმოეთ ღინამიკაში — ოპერაციამდე, კონსერვატიული მკურნალობის შემდეგ და ოპერაციის შემდეგ უახლოეს (11—12 დღე) და მოშორებით პერიოდში (3 თვის შემდეგ).

ლვიძლის ფუნქციურ სინჯებიდან ჩვენ ვსარგებლობდით ჰიპოურის მკაიას სინთეზულ დამყარებულ ქვიკას ცდით, რითაც ვიკვლევდით ლვიძლის ანტიტოქსიკურ ფუნქციას ველტმანისა და ტაკატა არას რეაქციით.

ქვიკას ცდის მთავარი არსი იმაში გამოიხატება, რომ გამოსაკვლევ სუბიექტს პერორალურად ან ინტრავენურად ტვირთავენ ბენზოლმჟავა ნატრიუმით და შარდში გამოყოფილი ჰიპურის მჟავას რაოდენობის მიხედვით მსჯელობენ ლვიძლის ანტიტოქსიკურ ფუნქციაზე. აღნიშნული ცდა მრავალმა ავტორმა სცადა დიდ კლინიკურ მასალაზე. ეს ცდები ტექნიკურად მარტივია და ამასთან დიდი პრაქტიკული ღირებულებისაა. ლვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის გამოსაკვლევად ქვიკა ცდისათვის ხმარობდა 6,0 მ ბენზოლმჟავა ნატრიუმს. შემდგომმა დაკვირვებებმა ცხადჰყვეს, რომ ბენზოლმჟავა ნატრიუმის ეს რაოდენობა ხშირად ინტოქსიკაციას იძლევა, ამიტომ პრობმა ტეინისა, და სხვა მეცნიერთა მიერ შემდგომში მოდიფიცირებულ იქნა აღნიშნული ცდა და ნაცვლად 6,0 მ ნატრიუმ ბენზოატისა, გამოსაკვლევ სუბიექტს ეძლეოდა 4,0 გ; ეს რაოდენობაც კი უკვე აღარ იძლეოდა ინტოქსიკაციის მოვლენებს.

ამ ცდის მეთოდიკა შემდეგში მდგომარეობს: გამოსაკვლევ პირს ეძლევა ერთი ჭიქა ყავა და 50 გრამი გამომშრალი პური; საუზმის მიღებიდან 1 საათის შემდეგ კი 4 გრ. ბენზოლმჟავა ნატრიუმში, გასხნილი 30 გრამ ყვალბი და ერთი ჭიქა წყალი. ბენზოლმჟავა ნატრიუმის მიღებიდან 4 საათის განმავლობაში გროვდება შარდი, სადაც იზომება ჰიპურის მჟავას რაოდენობა. მეცნიერების მიერ შემუშავებულია ჰიპურის მჟავას სინთეზის განსაზღვრის ფრაქციული წესი. ნაცვლად შარდის ერთ პორციად შეგროვებისა 4 საათში, შარდს აგროვებენ ყოველ ორ საათში (2 პორცია), ან ყოველ საათში (4 პორცია). შარდში ჰიპურის მჟავას განსაზღვრა წარმოებს როგორც ტიტრაციული წესით, ისე აწონით. ჩვენ ვსარგებლობდით აწონითი მეთოდით.

ჰიპურის მჟავას მთლიანი რაოდენობა ბენზოლმჟავა ნატრიუმის ექვივალენტურ რაოდენობაში რომ გამოიხატოს, იგი მრავლდება 0,8-ზე, ხოლო ბენზოლმჟავას ექვივალენტურ რაოდენობაში რომ გამოიხატოს, მრავლდება 0,8-ზე. ნამრავლის ჯამს პრაქტიკული მიზნებისათვის გამოხატავენ ლვიძლის ფუნქციის ექვივალენტურ შეფარდებაში, თვლიან რა გამოყოფილი ბენზოლმჟავა ნატრიუმის 3,7 გრამს ლვიძლის ფუნქციის 100% მაჩვენებლად.

დადგენილია, რომ ნორმალურად 4 საათის განმავლობაში გამოყოფილ ჰიპურის მჟავას რაოდენობა მერყეობს 3,0-დან 3,7 გრამამდე, რაც ექვივალენტურად ლვიძლის ფუნქციის 80—100%-ს შეეფარდება. ჰიპურის მჟავას მაქსიმალური გამოყოფა მოდის პირველ ორ საათზე, ე. ი. პირველ ორ საათში გამოყოფა შეყვანილ ბენზოლმჟავა ნატრიუმის 50%-ზე მეტი, აღნიშნულიდან გადახრა ითვლება პათოლოგიად.

ჩვენ ვსარგებლობდით ქვიკას ორალური მეთოდით. ვაძლეოდით რა მას მკტ უპირატესობას, როგორც უფრო ფიზიოლოგიურს, ინტრავენურ მეთოდთან შედარებით.

ჩვენი მონაცემებით ჯანმრთელ სუბიექტებში ცდის დაწყებიდან პირველი ორი საათის განმავლობაში ბენზოლმჟავა ნატრიუმის გამოყოფის 50%-ზე მეტი მივიღეთ 8 შემთხვევაში. აღნიშნულ პირებში გამოყოფილი ჰიპურის მჟავას რაოდენობა გამოხატული ბენზოლმჟავა ნატრიუმის ექვივალენტურ რაოდენობაში მერყეობს 2,9-დან 3,8 გრამამდე. ამრიგად, ნორმის მაქსიმუმად

(100%) 3,7 გ ბენზოლმჟავა ნატრიუმის ექვივალენტური რაოდენობა მივიღეთ, ხოლო ნორმის მინიმუმად — 80%, ანუ 2,9 გ ბენზოლმჟავა ნატრიუმის ექვივალენტური რაოდენობა.

ჩვენ მიერ შესწავლილ ეუთირეოიდული ჩიყვით დაავადებულ 30 ავადმყოფიდან ჰიპურის მჟავას სინთეზი დარღვეული აღმოჩნდა 20 ავადმყოფს (66,6%). გამოყოფილ ჰიპურის მჟავას საერთო რაოდენობა 4 საათში 60,6%-დან 91,7%-მდე მერყეობდა. ჰიპურის მჟავას სინთეზი ოდნავ დაქვეითებული აღმოჩნდა. 4 ავადმყოფს აღენიშნებოდა ჰიპურის მჟავას როგორც საერთო, ისე ფრაქციული გამოყოფის დარღვევა. ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ჰიპურის მჟავას სინთეზის მრუდის განხლებით ჩვენ დავადგინეთ პარალელურად ღვიძლის ანტიტოქსიკურ ფუნქციასა და დაავადების ხანგრძლივობას შორის. ავადმყოფებს ღვიძლის ფუნქციას ვუკვლევდით პარალელურად, აგრეთვე ველტმანისა და ტაკატა არას სინჯებით.

ველტმანის რეაქციის ასრი იმაში მდგომარეობს, რომ სისხლის შრატის ცილები გათბობით ჰიდროფობულნი ხდებიან. ამ მდგომარეობაში შესაფერისი კონცენტრაციის ელექტროლიტების მოქმედებით ფიფქების სახით გამოიყოფიან. აღნიშნული რეაქცია დამოკიდებულია სისხლის შრატის თვისებებზე, რაც 1:50 განზავებული ქლორიანი კალიუმის სუსტი ხსნარის (0,1-დან 0,01%) მიმატებით ფლოკულაციას იძლევა. ნორმალური სისხლის შრატი ფლოკულაციას გვაძლევს ქლორიანი კალიუმის 0,5—0,4% რაოდენობის მიმატებით. ნორმალური შრატისათვის ეს რაოდენობა ელექტროლიტური ზღურბლია. პათოლოგიის შემთხვევაში ადგილი აქვს ორი ტიპის რეაქციას: გადახრა მარცხნივ (5 სინჯარა და ქვევით), ე. ი. დამოკლება კოაგულაციური ლენტისა და გადახრა მარჯვნივ (1—8 სინჯარა და ზევით), ე. ი. დაგრძელება კოაგულაციური ლენტისა. ნორმალური კოაგულაციური ლენტა უდრის 6—8 სინჯარას.

ველტმანის რეაქციის მეთოდით შემდეგში მდგომარეობს: ცლისათვის საჭიროა ქლორ-კალიუმის 10%-იანი ხსნარი, საიდანაც მზადდება სხვადასხვა კონსისტენციის ხსნარები 1%; 0,3%; 0,8%; 0,7% — 0,6; 0,5 და ა. შ. სულ 12 რეაქტივი. სინჯარაში ისხმება 0,1 მლ შრატი და 5 მილ რეაქტივის სხვადასხვა განზავება. სითხეთა შერევის შემდეგ სინჯარი იდგმება მდულარე წყლის აბაზანაში 15 წუთს. ნორმაში ფიფქები ჩნდება პირველ 7 სინჯარაში.

მრავალი ავტორი აღნიშნულ ცდას ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის შესწავლის საუკეთესო ტესტად თვლის.

ჩვენ მიერ შესწავლილ ჩანმრთელ სუბიექტებში ველტმანის კოაგულაციური ლენტის სიგრძე 6—8 სინჯარას უდრიდა.

ეუთირეოიდული ჩიყვით დაავადებულ 30 ავადმყოფიდან ველტმანის პათოლოგიური რეაქცია აღმოჩნდა 4 ავადმყოფს, რაც 13,3%-ს შეადგენს. ოთხივე შემთხვევაში ველტმანის კოაგულაციური ლენტა გადახრილი აღმოჩნდა მარჯვნივ. ამასთან ოთხივე ავადმყოფი ჩიყვით დაავადებული იყო ხანგრძლივად.

ამავე ავადმყოფების ღვიძლის ფუნქცია შევისწავლეთ, აგრეთვე, ტაკატა არას რეაქციით. ტაკატა არას სულემა ფუქსინის რეაქცია სისხლის შრატის ფიზიკურ-ქიმიურ ცვლილებათა განსაზღვრის მიზნით გამოიყენება. მისი კლინიკური ღირებულება ღვიძლის ფუნქციურ დიაგნოსტიკაში აღიარებულია მრავალი მეცნიერის მიერ. ამ რეაქციის მეთოდით შემდეგში მდგომარეობს: ცლისათვის იღებენ 8 სინჯარას. თითოეულ სინჯარაში ისხმება 1 მლ ფიზიოლოგიური ხსნარი. პირველ სინჯარას ემატება 1 მლ შრატი. სითხეთა შერევის შემდეგ 1 მლ გადაიტანება შემდეგ სინჯარაში შერევის შემდეგ, 1 მლ გადაიტანება მესამე სინჯარაში და ა. შ. მივიღებთ განზავებას 1:2, 1:4, 1:8, 1:16 და ა. შ. თითო სინჯარას ემატება 2,25 მლ 10% უწყლო სოდა და 0,3 მლ ტაკატა არას



რეაქტივი. რეაქციის შედეგები იკითხება 5 წუთის, 1—2—3 და 24 საათის შემდეგ. უარყოფითი რეაქციის დროს სინჯარის შიგთავსი რჩება გამჟღავნებულ ან შესაძლოა იყოს მცირედ შემღვრეული. დადებითი რეაქციის შემთხვევაში აღინიშნება ინტენსიური შემღვრევა და ფლოკულაცია. თუ გამოსაკვლევი სითხე მღიდარია ცილით, შემღვრევა და ფლოკულაცია იწყება 4—5 სინჯარიდან.

რეაქცია განმარტული აღაზიანებაში გვაძლევს გამჟღავნებულ ფონს ან სუსტ შემღვრევას გამოხატული შემღვრევისა და ფლოკულაციის გარეშე.

ჩვენ რეაქცია უარყოფითად და ჩავთვალეთ სითხის გამჟღავნებულ ფონისა და მცირედ შემღვრევის შემთხვევებშიც, სუსტად დადებითად (1+), — როდესაც სამ გვერდით სინჯარაში აღინიშნებოდა ინტენსიური შემღვრევა, დაწყებული განზავებიდან 1:32 ან 1:16, დადებითად (2+), — როცა შემღვრევის ფონზე წარმოიშობოდა ნაზი ფიჭქები. დადებითი (3+) რეაქცია ჩვენს მაქსიმალურ არ მიგვიღია. 30 ავადმყოფიდან ტაკატა არას დადებითი რეაქცია აღინიშნებოდა 4 ავადმყოფს (13,3%). ოთხივე შემთხვევაში ტაკატა არას რეაქცია სუსტად დადებითი (1%) აღმოჩნდა. აქაც ჩვენ მიერ დადგენილ იქნა პარალელურად ტაკატა არას რეაქციასა და ეუთირეოიდული ჩივივის ხანგრძლივობას შორის.

ჩვენ მიერ ხმარებულ სამი ფუნქციური ტესტიდან უფრო მგრძობიარე აღმოჩნდა ჰიპურის მქავეს სინთეზზე დაყრდნობითი ქვიცის ცდა. ყველა ის ავადმყოფი, რომელსაც პირველადი გამოკვლევით აღინიშნათ (ქვიცის, ველტმანისა და ტაკატა არას სინჯებით) ღვიძლის ფუნქციური ნაკლოვანება, შესწავლილ იქნა განმეორებითი კონსერვატიული მკურნალობის შემდეგ (ოპერაციისათვის მოსამზადებელი პერიოდში).

კონსერვატიული მკურნალობის შემდეგ ჰიპურის მქავეს პათოლოგიური სინთეზით 20 ავადმყოფიდან 12 შემთხვევაში (60%) ღვიძლის ანტიტოქსიკური ფუნქცია ნორმალური გახდა. ველტმანის პათოლოგიური რეაქციის 4 შემთხვევიდან ორ ავადმყოფს განმეორებითი შემოწმებისას აღმოჩნდა ველტმანის ნორმალური კოაგულაციური ლენტა, ხოლო ორ შემთხვევაში იგი კვლავ მარჯვნივ გადახრილი დარჩა. ტაკატა არას დადებითი რეაქციის ოთხივე შემთხვევა განმეორებითი გამოკვლევისას უარყოფითი აღმოჩნდა. ზემოთ აღნიშნული სინჯებით ღვიძლის ფუნქცია შევისწავლეთ ოპერაციის შემდეგ 11—12 დღეს და აღმოჩნდა, რომ ღვიძლის ანტიტოქსიკური ფუნქცია ნორმას დაუბრუნდა 16 შემთხვევაში (70%), ხოლო ველტმანისა და ტაკატა არას სინჯებით ღვიძლის ფუნქცია ოთხივე შემთხვევაში ნორმალური აღმოჩნდა.

ოპერაციიდან მესამე თვის ჰიპურის მქავეს პათოლოგიური სინთეზის ოთხივე შემთხვევაში აღინიშნებოდა ღვიძლის ანტიტოქსიკური ფუნქციის ნორმალიზაცია. აღნიშნული სინჯებით ღვიძლის ფუნქციის აღდგენა მიმდინარეობდა დაავადების ხანდაზმულობის პარალელურად, ე. ი. ავადმყოფებში დაავადების ხანგრძლივი მიმდინარეობით აღინიშნებოდა ღვიძლის ფუნქციის ნელი ტემპით აღდგენა, ხოლო დაავადების ხანმოკლე მიმდინარეობის შემთხვევაში ქვიცის, ველტმანისა და ტაკატა არას სინჯებით ღვიძლის ფუნქცია შედარებით სწრაფად უმჯობესდებოდა. ამრიგად, ზემოაღნიშნული მონაცემებით, ნათლად ჩანს პროგრესიული მაჩვენებლები ღვიძლის ფუნქციაში ეუთირეოიდული ჩივივის კონსერვატიული და ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ. ეუთირეოიდული ჩივივის ოპერაციული მკურნალობის საკითხი სათანადო ჩვენების დროს გადაჭრილად უნდა ჩაითვალოს. ოპერაციულ მკურნალობას მოითხოვს ეუთირეოიდული ჩივივის კვანძოვანი ფორმები, რომლებიც არ ექვემდებარებიან კონსერვატიულ მკურნალობას და ხშირად ავთვისებიან გადაგვარებას იძლევიან. ეუთირეოიდული ჩივივის ყველა დიფუზური ფორმა, რომელშიც, მიუხედავად ხანგრძლივი კონსერვატიული მკურნალობის, განავრცობს ზრდას და იწვევს ზეწოლას კისრის ორგანოებზე.

## დასკვნები

1. ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ქვიკას, ველტმანისა და ტაკატა არას სინჯებით ღვიძლის ფუნქციური პათოლოგია უმნიშვნელოა.

2. ეუთირეოიდული ჩიყვის დროს ღვიძლის დაზიანება ფუნქციური ხასიათისაა, რის სასარგებლოდაც მიუთითებს მისი ნორმალიზაცია კონსერვატიული და ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ.

3. კონსერვატიული და ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ ღვიძლის ფუნქცია უმრავლეს შემთხვევაში უმჯობესდება. ოპერაციიდან 3 თვის შემდეგ აღინიშნება ორგანოს ფუნქციის სრული ნორმალიზაცია.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 4.7.1958)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. თ. ლომიძე. ღვიძლის ზოგიერთი ფუნქციური ცვლილება თირეოტაქსოკოზის დროს ოპერაციამდე და ოპერაციის შემდეგ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXI, № 4, 1958.



## ენათმეცნიერება

## ჟ. ლომთათიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

## დ || → რ ბზმარტომინარტომბისატომის აფხაზურ-ადილურ ენებში

იბერიულ-კავკასიურ ენებში ბგერათა ცვლილებისა და ბგერათშესატყვი-სობის ძიებისას ყურადღება მიიქცია აფხ. ჰ, ჰი სა და ქართ. რ, რვ-ს მიმართებამ. ბგერათა ასეთი მიმართება გაგებულ იქნა როგორც ლარინგალურ და ფარინგალურ თანამოვანთა შემდგომი ცვლილების შედეგი: რ მიჩნეულ იქნა აღნიშნულ თანამოვანთა წინ გადმოწევის ნიადაგზე წარმოქმნილ ერთ-ერთ სახეობად ([1], გვ. 826—828).

ანალოგიური ფაქტები შეინიშნება ამა თუ იმ ენათა ჯგუფში და ცალკეული ენის შიგნითაც ([2], გვ. 13).

ამ მხრივ ყურადღებას იქცევს აფხაზურ-ადილურ ენებში გარკვეული ბგერათმიმართება. კერძოდ, დასტურდება დ || რ-ს მიმართების რიგი შემთხვევა.

სათანადო ლიტერატურაში აღნიშნულია, რომ ლარინგალებსა და ფარინგალებს წინ გადმოწევის შედეგად მრავალფეროვანი რეფლექსი მოუცია. კერძოდ, დ-ც ხშირად ლარინგალი ჰ-ს (თუ: ფარინგალი ზ-ს) რეფლექსი ჩანს. ამდენადვე ენაში, სადაც ჰ (ან ზ) აღარ არის, ჰ || რ მიმართების ადგილას მოსალოდნელია დ || რ (ან სხვა მის ბგერინაცვალთა) მიმართება.

აფხაზურ-ადილური ენების მთელ რიგ აფიქსებში და ფუძეებში დასტურდება დ(დი) || რ(რჟ)-ს მიმართება.

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1. ადილურ-უბიხური კაუზატივის აფიქსი დჷ- | აფხაზური კაუზატივის აფიქსი რ- |
| დ(ჲ)-ტჯზნ (ადილ.) — „დასმა“             | ა-რ-ტია-რა — „დასმა“          |

შენიშვნა: კაუზატივის აფიქსად დჯ უბიხურს გამოყენებული აქვს მრავლობითს რიცხვში: ა-უ-ს-გმ-დგ-ბიენ — „je ne te fais pas les voir“ ([3], გვ. 193—196).

- |   |   |
|---|---|
| 2. უბიხურის მესამე პირის (კუთვნილებითი) პრეფიქსი დ(გ) ([3], გვ. 112): | აფხაზურის მესამე პირის მრავლობ. რიცხვის პრეფიქსი რ <sup>(1)</sup> : |
| sa-πa-γa-ča „მამას ცხენი“ ← „ჩემი-მამა მისი-ცხენი“ ([4], გვ. 75).     | ღარა რ-ჩოჯ „მათი ცხენი“ და სხვ.                                     |

(<sup>1</sup> აქედან უნდა მომდინარეობდეს III პ. ნიშანი ჟ ადილურ ენებში. ამის მაგალიტები სხვაც არის ([1], გვ. 826, 828).



შენიშვნა 1. ერთი და იმავე პირის ნიშნის (ამოსავალში: კლასიციზმის ნიშნის) როგორც მხოლოდობით რიცხვში, ისე მრავლობითში გამოყენება იბერიულ-კავკასიურ ენებში ჩვეულებრივი მოვლენაა.

შენიშვნა 2. აფხაზურში რ აფიქსის ისტორიის თვალსაზრისით ყურადღებას იქცევს შემდეგი ფაქტი: ერთმა აზნარელმა მთქმელმა ერთხელ კაუზატივის რ აფიქსისა და მეორედ კი—მესამე პირის მრავლობითი რიცხვის რ აფიქსის ნაცვლად იხმარა ყ: დეჟეა-ყ-წიან (= დეჟეა-რ-წიან || დეჟეა-რ-ტიან)—„ზან (მამაკ.) ის (აღამ.) დასვა“; ი ყა-აჰიეატ (= ი-რა-აჰიეატ)—„ზან (მამაკ.) მათ უფხრა ის“ ([5], გვ. 47, ტექსტები, გვ. 6). შესაძლოა ეს ყ სპორადულად ამოტივტივებული რ-ს მაგიერ აზნარელის მეტყველებლაში უფრო ძველი მონაცემი იყოს და უკავშირდებოდეს ადილურ-უბიხურ ლ-ს.

3. ადილურის განყენებული ცნების საწარმოებელი სუფიქსი-ლწ

ადილ. „ხეთნ-ლწ „თავისუფლება“

აფხაზურის განყენებული ცნების საწარმოებელი სუფიქსი-რა

აფხ. ახაქით-რა „თავისუფლება“ და მრ. სხვ.

ამ შემთხვევაში ტაპანთური დიალექტის მონაცემების საფუძველზე ამკარა ხდება, რომ ადილურს ჰქონდა რ, რომელმაც დაკარგვის შედეგად მოგვცა ლ.

ტაპანთურ დიალექტს მთელი რიგი ადილური სიტყვები აღნიშნულ სუფიქსიანად შეუთვისებია. საგულისხმოა, რომ სათანადო ადილურს წარმოებაში მას ეს ძველი ადილური სახეობა დაუკავს. ტაპანთელები დღესაც ამბობენ „ხეთნაჰა-ს, ყაწიაჰა-ს („ხელობა“ შდრ. ადილ. ყწსიალწ) და სხვა. ტაპანთურში ზოგჯერ ამ ადილური სუფიქსისთვის აფხაზური-რა სუფიქსიც დაურთავთ და გვხვდება ნბეჟაჰა-ჰა-რა—„ამხანაგობა“, „ხითნა-ჰა-რა „თავისუფლება“ და სხვ.

არის იმის შემთხვევებიც, რომ თვით აფხაზურ ფუძეს ერთვის განყენებული ცნების საწარმოებელი სუფიქსის ძველი ადილური ვარიანტი: შდრ. არჯუკა-რა და არჯუკა-ჰა—„საცოდობა“ ([6], გვ. 121).

4. უბიხური დეტერმინანტი სუფიქსი-ლწა

ნაცვალსახელებში: სუ-ლწა „მე-ნა“, უ-ლწა „შენა“ და სხვ. ([4], გვ. 76).

აფხაზური დეტერმინანტი სუფიქსი-რა

სა-რა „მე-ნა“, ტა-რა „შენა“ და სხვ.

ადილური დეტერმინ. სუფიქსი-რგ

სა-რგ „მე-ნა“, ტა-რგ „შენა“ და სხვ.

აქ წარმოდგენილი მასალის მიხედვით თითქოს ლ-სთან (resp. რ-სთან) შეფარდებაში რ დამახასიათებელი ჩანს აფხაზურისთვის. ამის მაგალითები

ცალკეულ ფუძეებშიაც ვლინდება. კერძოდ, აფხაზურ ამრა („ნზე“) სიტყვაში ძირეული ჩანს რ, მ ← მა (შდრ. ტაპანთური ა-მარა) გრამატიკული კლასის გაქვევებულში, ექსპონენტია ბ-საგან მიღებული (შდრ. ა-მ-ცა „ცეცხლი“, ა-მ-ში „დღე“, ა-მ-ში „დათვი“ და სხვ.), ამრა სიტყვის ძირეული რ კი უკავშირდება რიგ იბერიულ-კავკასიურ ენათა ღ (ღჟ) ძირს; „დღისა“ და „ნისა“ აღმნიშვნელს. შდრ. ძვ. ქართულის ბღუარი „სამსრეთი“, „ნისის მხარე“ ([7], გვ. 65—71). ანრიგად, აფხაზ. მარ(ა) ← \*ბარ(ა) ← \*ბალ(ა). ძირეული ღ ელემენტი შეიძლება ლაბიალიზებულიც ყოფილიყო, მაგრამ რ-სთან უკვერც გაძღვდა<sup>(1)</sup>.

მიუხედავად ამ რიგის ფაქტებისა, მაინც არ შეიძლება იმის თქმა, რომ (ჟ→) ღ || რ შეფარდებაში რ არის აფხაზურისთვის საერთოდ დამახასიათებელი.

როგორც უკვე ვნახეთ, აფხაზურშივე დასტურდება შექცეული მიმართება (1) და პარალელურადვე მოიპოვება როგორც ჟ (→აა; →ღ.), ისე რ სახეობები ერთსა და იმავე მასალაში.

ამ მხრივ ყურადღებას იქცევს კრებითი მრავლობითის აფიქსი აფხაზურში. კრებითი მრავლობითის გამოსახატავად გარკვეულს შემთხვევებში გამოიყენება -რა სუფიქსი. მაგ., არფა-რ(ა)—„ყმაწვილები“, ასა-რ(ა)—„ბატკნები“ და სხვ. ადამიანთა კრებითი მრავლობითის გამოსახატავად გვაქვს იმავე აფხაზურის ყველა დიალექტში სხვა აფიქსიც: პირაქეთა დიალექტებში აა ← ტაპ. ჟა: აჟა || აჟა ჟა „ხალხი“, ღზ-აა (←ღზ-ჟა) „ლიხნელები“, ამჟ-აა (←ამჟ-ჟა) „ამჟებები“ და სხვ. ([6], გვ. 74—76). ჟა (→აა) და რა აღნიშნულ შემთხვევებში აშკარად ერთმანეთს ენაცვლებიან თვით აფხაზურ დიალექტებში. ამას ისიც ადასტურებს, რომ ყველა დიალექტში შეიძლება გვექონდეს მათი კონტამინირებული ფორმებიც, როგორცაა. პირაქეთა დიალექტების დადრაა (←დად-რაჟა) „მამებო!“ (მიმართვის ფორმულა!), ტაპ. ნარ-თ-რჟა „ნართები“ და სხვ. ([6], გვ. 74—76).

უდაოა, აქ ერთი და იმავე აფიქსის ორ სხვადასხვა სახეობასთან გვაქვს საქმე თვით აფხაზურ დიალექტებში. მათში უძველესი ჩანს ჟა.

ასევე, აფხაზურში დრო-კილოთა ფორმების წარმოების პრინციპით დალაგებამ და განსაკუთრებით დიალექტური ვარიანტების გამოვლინებამ ნათელი გახადა, რომ აფხაზურში მსდარს, პირობით კილოს, მყოფადს (ინფინიტურ წარმოებაში), კონიუნქტივს (და თურმეობითსაც) საერთო ჟა (→აა) || რა (ღა) მაწარმოებელი ჰქონია ([5], გვ. 145—152; [8], გვ. 211, 213, 219—224).

აღნიშნულ წარმოებებში ჟა (→აა) || რა აფიქსთა საერთო ფუნქციისა და მათი მონაცვლეობის საილუსტრაციოდ საკმარისია თვალი გადავაგლოთ ამხარულ დიალექტში მყოფადის წარმოებას: აზხარ. დიალექტ. კუვინსკის კილოკ. მყოფადის ინფინიტ. წარმოება — ხანჯარგა-რა „როცა მათ ისინი წაიყვანენ“ ([5], გვ. 146), იქვე გაუდიფერენცირებელი მყოფად-მსდარ-

(1) ამ ფუძის სხვა სახეობებიც უნდა არსებობდეს, მაგრამ აქ მათ აღარ ვხვებით.



პირობითი — სარგჯ აკჯ ყასწა-რა (ა)თაჯუბ „მეც რამე უნდა გავაქეთ“ ([5], გვ. 147), შდრ. პარალელურად აშხარულშიც და სხვა დიალექტებში: დანცა-ლა-კ „როცა ის (ადამ.) წვაა“; შდრ. აშხარული დიალექტის კუვინსკის კილოკავშივე პარალელურ სახეობად: ღანჯუჭუ წ-ა-ა-კ „შენ (მამაკ.) მას (რალაცას) როცა გააკეთებ“ ([5], გვ. 150) და ასევე პარალელურად იქვე არსებული: დჯნაჟა-რა-ა-კ „ის (ნივთი) მას (ადამ.) როცა შექამს“ ([5], გვ. 51) და სხვ.

იმავე აშხარული დიალექტის კილოკავებში დასტურდება ზემოთ განხილული მრავლობითობის აფიქსის მსგავსად მათი კონტამინირებული ფორმები: ჟანცა-რა-ა-კ (← || ჟანცა-რ(ა) + ჰ-ა-კ) „შენ (მამაკ.) როცა წახვალ“ და სხვ. ([5], გვ. 150). შდრ. კონიუნქტივის ფორმები პირაქეთა დიალექტებში — დცა-ა-ეტ (← დცა + ჰ-ა-ეტ) და ტაპ. დცა-რ-ჰ-ა-ეტ — „ის (ადამ.) წავიდეს!“ ვფიქრობთ, განხილული მასალის საფუძველზე აშკარა ხდება (ჰ → ლ || რ ბგერათა ისტორიული მონაცვლეობის ფაქტი აფხაზურ-ადიღურ ენებშიაც. თანაც თითოეული ამ სახეობათაგანი — როგორც ლ (ან ჰ), ისე რ — თავს იჩენს ერთსა და იმავე ენაში, რაც ამ მიმართების გარკვეულ პროცესობრივ ხასიათზე უნდა მიუთითებდეს, კერძოდ: ჰ (ან მ) → ლ || რ.

ამავე დროს უნდა შევნიშნოთ, რომ აღნიშნულ მასალაში რ ვარიანტის არსებობა შედარებით უფრო ნაკლებ დამახასიათებელია უბიხურისათვის. ამდენადვე, უნდა ვიფიქროთ, უბიხურს განვითარების შედარებით უფრო ძველი საფეხური დაუცავს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენათმეცნიერების ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.9.1958)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ქ. ლომთათიძე. ბგერათა პროცესებისა და ბგერათა შესატყვისობების ზოგი საკითხი იბერიულ-კავკასიურ ენებში (ქართველურ-აფხაზურ-ადიღურ ენათა მასალაზე). საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVI, № 10, 1955.
2. ქ. ლომთათიძე. ლ || → რ ბგერათა მონაცვლეობისათვის ქართველურ ენათა ფუძეებში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენათმეცნიერების ინსტიტუტის XIV სამეცნიერო სესიის თეზისები. თბილისი, 1957.
3. G. Dumézil. *Études comparatives sur les Langues Caucasiennes du Nord-Ouest (Morphologie)*. Paris, 1932.
4. A. Dirr. *Die Sprache der Ubychen. Caucasia*. Fasc. 4, 5. Leipzig, 1927—1928.
5. ქ. ლომთათიძე. აშხარული დიალექტი და მისი ადგილი სხვა აფხაზურ-აბაზურ დიალექტთა შორის (ტექსტებითურთ). თბილისი, 1954.
6. ქ. ლომთათიძე. აფხაზური ენის ტაპანური დიალექტი (ტექსტებითურთ) თბილისი, 1944.
7. არნ. ჩიქობავა. ეტიმოლოგია ძველი ქართული ტერმინებისა „ბლუარი“, „სამხარი“. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, ტ. V, 1953.
8. ქ. ლომთათიძე. აფხაზური ზმნის ძირითად დრო-კილოთა სისტემა. იბერიულ-კავკასიური ენათმეცნიერება, ტ. VII. თბილისი, 1955.

მ, შინხაძე

## ესქილეს ტრაგედია „მიჯაჭვული პრომეთე“

(ისტორიულ-ლიტერატურული ანალიზი)

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბარამიძემ 30.4.1958)

ანტიკური ხანის მწერლები (ჰეროდოტე, ჰეკატეოსი, თუკიდიდე, სტრაბონი და სხვ.) გარკვევით გადმოგვცემენ, რომ ძველი საბერძნეთის ტერიტორია ზერძნების მოსვლამდე პელაზგური ტომებით იყო დასახლებული და რომ შემდეგ მოსულმა დამპყრობელმა ბერძნულმა ტომებმა შეითვისეს ერთი ნაწილი იმ მაღალი მატერიალური და სულიერი კულტურისა, რომელიც ადრინდელ მოსახლეობას გააჩნდა.

ხმელთაშუაზღვრის რაიონში მობინადრე წინაბერძნული მოსახლეობის და მოსული დამპყრობელი ბერძნული მოსახლეობის ურთიერთობის საკითხები ამჟამად გაცხოველებული მეცნიერული კამათის საგნადაა გადაქცეული.

მე-19 საუკუნისდამ მოკიდებული ყველაზე რთულ და სადავო საკითხს წინაბერძნული მოსახლეობის ეთნოგენეზის საკითხი წარმოადგენდა. თუ ჰ. კიპერტი, ა. ფიცი, პ. კრეჩმერი წინაბერძნული მოსახლეობის არაინდოევროპულობას უჭერდნენ მხარს და მის აღმოსავლურ წარმოშობას ამტკიცებდნენ, ე. შვიცერი გარკვევით გახაზავს მცირეაზიული და კავკასიური ელემენტის როლს წინაბერძნულ ენებში, ხოლო ა. მეიე ეგეოსის რაიონის ძველ ენებს პირდაპირ უკავშირებს კავკასიური ენებს და ამ ძველი ენების ბუნების გასაგებად სავლედებულად თვლის კავკასიური ენების შესწავლას.

თუმცა ვესტრისის მიერ პილოსის წარწერების ამოშიფვრამ (1953 წ.) დადასტურა, რომ ამ წარწერების ენა ბერძნული ენაა და რომ მეორე ათასეულ წლებში (ჩვენს ერამდე) კუნძულ კრეტასა და პელოპონესში ბერძნული ტომები მოსახლეობდნენ, მაგრამ ამ წარწერების მეცნიერულმა შესწავლამ მკვლევრები იმ დასკვნამდე მიიყვანა, რომ „ამ დამწერლობის უძველესი ფორმის გამომოგონებელი არ იყვნენ არც ბერძნები, არც ინდოევროპელები [1].

საბერძნეთის ტერიტორიაზე ბერძნული ტომების შეჭრის შემდეგ წინაბერძნული მოსახლეობა არ გამქრალა, ამიტომ გარკვეული პერიოდის განმავლობაში ცალკეული დიალექტები და ენები განკერძოებულ არსებობას განაგრძობს. პომპროსის მოწმობით, კუნძული კრეტა სხვადასხვა ენაზე მოლაპარაკე ხუთი ტომით (აქაველები, დორიელები, ეტეოკრეტელები, კიდონები და პელასგები) იყო დასახლებული („ოდისეა“, XIX, 172—177), რომელთაგან ეტეოკრეტელები და პელასგები წინაბერძნულ ტომებს მიეკუთვნებიან.

ბერძნულ ტომებთან ურთიერთობის პროცესში წინაბერძნულმა ტომებმა თავიანთი უვლილი ძეიტანეს ბერძნული კულტურის შექმნაში.

პრომეთის, როგორც წინაბერძნული ღმერთის, პრობლემა მჭიდროდ დაკავშირებულია წინაბერძნული და ბერძნული მოსახლეობის ურთიერთობის საკითხებთან. ამიტომ გასაკვირი ის მნიშვნელობა, რომელიც ესქილეს „მიჯაჭვულ პრომეთეს“ ენიჭება პრომეთეს მიიხის წინაბერძნული ელემენტების დადგენისა და ინტერპრეტაციის საქმეში.

მაგრამ ესქილეს ეს ტრაგედია ყურადღებას იმსახურებს თავისი იდეური გამიზნულობითაც. თუ ბურჟუაზიული რევოლუციების ეპოქაში პრომეთე ახალი, პროგრესული კლასის ბურჟუაზიის იდეოლოგიური მოკავშირე იყო ფეოდალიზმის წინააღმდეგ ბრძოლაში, იმპერიალიზმის ეპოქის რეაქციული ბურ-



ქუთაისისათვის ტირანიისა და ძალადობის წინააღმდეგ ამხედრებული პროლეტარიატის მიუღებელია. ამით აიხსნება ის ფაქტი, რომ XX საუკუნის ბურჟუაზიულ ფილოლოგიაში იწყება ლაშქრობა „მიჯაჭვული პრომეთესა“ და მისი ავტორის წინააღმდეგ. ბურჟუაზიული ფილოლოგების ერთი ნაწილი ცდილობს დაამტკიცოს კაცთმოყვარე ტიტანის სახე, დაამციროს „მიჯაჭვული პრომეთეს“ მხატვრული ღირსება, ხოლო ზოგი სავსებით უარყოფს ეს ქილგს ავტორობას ამ ტრაგედიის მიმართ.

საბჭოთა ფილოლოგია თავის ამოცანად ისახავს დაამტკიცოს ბურჟუაზიულ ფილოლოგთა ასეთი ცდების უნაყოფობა და ცხადყოს მათი სოციალური საფუძველი.

ეს ქილგს დრამების ანტიკურ კატალოგში „პრომეთეს“ სათაურით 3 დრამა დასახლებულია: „მიჯაჭვული პრომეთე“, „განთავისუფლებული პრომეთე“ და „ცეცხლოსანი პრომეთე“, რომელნიც ერთ მთლიან ტრილოგიას ქმნიან.

ბერძნული ფილოლოგიური კრიტიკა ეს ქილგს დრამების ტექსტის გამოცემით და მათი კომენტარების შედგენით დაკმაყოფილდა. მნიშვნელოვანი დამსახურება მიუძღვის გრამატიკოსს დიდიმს (I ს ჩვენს ერამდე), რომელმაც ეს ქილგს ტექსტის ვრცელი კომენტარი შეადგინა. დიდიმის კომენტარი ეს ქილგს მენიჩისელი სქოლიოების (X—XI სს) ძირითად ბირთვს შეადგენს და საგულისხმო ცნობებს შეიცავს „პრომეთეს“ ტრილოგიის სადავო საკითხების გადასაჭრელად.

ეს ქილგს ამ ტრილოგიიდან ჩვენამდე სრულად მოაღწია „მიჯაჭვული პრომეთეს“ ტექსტმა. „განთავისუფლებული პრომეთედან“ მოღწეულია თექვსმეტამდე ფრაგმენტი, „ცეცხლოსანი პრომეთედან“ კი ორი.

1869 წ. რ. ვესტფალმა „მიჯაჭვული პრომეთეს“ ტექსტისა და დანარჩენი ორი დრამის ფრაგმენტების გამოყენებით, აგრეთვე ანტიკურ მოწმობათა მეოხებით დაადგინა, რომ ეს ქილგს ამ ტრილოგიაში პირველი ადგილი უჭირავს „მიჯაჭვულ პრომეთეს“, რომელშიც წარმოდგენილია პრომეთესა და ზევსის კონფლიქტის დასაწყისი და პრომეთეს მიჯაჭვით დასჯა. მას მოსდევს „განთავისუფლებული პრომეთე“, რომელიც პრომეთეს განთავისუფლებას განასახიერებს; ტრილოგიას ამოლოებს „ცეცხლოსანი პრომეთე“, რომელშიდაც კონფლიქტის გადაჭრა იყო ასახული.

1869 წ. ვესტფალმა პირველმა გამოთქვა აზრი ამ ტრაგედიის გვიანდელი გადამუშავების შესახებ და ამ მოსაზრების დასაბუთება მეტრიკული არგუმენტის საშუალებით სცადა Lz. ვესტფალის ჰიპოთეზას მხარი დაუჭიროეს ე. ბე თ ე ძ (1896 წ.) სცენური განსახიერების არგუმენტით [3] და ი. ვაკერნაგელმა (1901, 1904 წწ.) — ლინგვისტური არგუმენტით. ამ მეცნიერმა აზრით, „მიჯაჭვული პრომეთე“ თავისი მეტრიკით, ენითა და სცენური განსახიერების ტექნიკით ღრმად განსხვავდება ეს ქილგს დანარჩენი დრამებისაგან.

გადამუშავების ჰიპოთეზამ თავის ლოგიკურ დასასრულს მიაღწია ი. გერკესა (1911 წ.) [4] და ვ. შმიდის (1929 წ., 1940 წ.) [5] შეხედულებებში. მათ პირდაპირ უარყვეს ეს ქილგს ავტორობა და „მიჯაჭვული პრომეთე“ გამოთიშეს ეს ქილგს ლიტერატურული მემკვიდრეობიდან. მათი აზრით, „მიჯაჭვული პრომეთეს“ იდეური შინაარსი სრულიად არ შეესატყვისება ეს ქილგს მსოფლმხედველობას; ეს ტრაგედია სოფისტური რიტორიკისა და ევრიპიდეს დრამების ვაგლინის ჩვეუ იმყოფება და იგი შექმნილი უხდა იყოს ძველთუ საუკუნის შუაგულში (შმიდი) ან ამავე საუკუნის ოციან წლებში (გერკე) უცნობი სოფისტი პოეტის მიერ.

გადამუშავების ჰიპოთეზის არსებითი ნაკლი იმაში მდგომარეობს, რომ: 1) მისი მიმდევრები ერთმანეთისაგან თიშავდნენ ტრაგედიის ფორმასა და შინაარსს და თავიანთი დასკვნები ტრაგედიის ფორმალური ანალიზიდან გამოპყავდათ; 2) მხედველობიდან უშვებდნენ ეს ქილგს ლიტერატურული მემკვიდრე-

ობის ფრამენტულობას (ესქილეს 90 დრამიდან ჩვენამდე მხოლოდ შვიდი ადრწია), რაც ამნელებს ზუსტ მსჯელობას ესქილესთვის დამახასიათებელ პოეტურ ფაქტურაზე.

გერკე, შმიდი და მათი მომხრენი (პორციგი, ფარნელი და სხვ.) ესქილეს ავტორობის უარყოფისას ესქილეს მსოფლმხედველობის მცდარი გაგებიდან გამოდიოდნენ. ისინი ტენდენციურად წამოსწევდნენ წინა პლანზე ესქილეს კონსერვატივს და უყურადღებოდ ტოვებდნენ მისი შემოქმედების დემოკრატიულ მხარეს. „მიჯაჭვეული პრამეთეს“ ობიექტური ანალიზი იმაზე მიუთითებს, რომ ამ ტრაგედიის დიქტორი შინაარსი მკიდრო კავშირშია არა სოფისტიკასთან, არამედ პროგრესულ იონიურ ფილოსოფიასთან, რაც საგნებით შეესატყვისება ესქილეს მსოფლმხედველობას.

ესქილეს მსოფლმხედველობის ჩამოყალიბების პროცესზე საგრძნობი გავლენა მოახდინა ესქილეს ეპოქამ, რომლის ღირსშესანიშნავი მოვლენები იყო: პისისტრატიდების ტირანიის დამხობა და კლისთენეს რეფორმები; ბერძნულ-სპარსული ომები; ათენის ძლიერი საზღვაო სახელმწიფოს შექმნა და მისი პოლიტიკური წყობის დემოკრატიზაცია; ხმელთაშუაზღვის რაიონში მეცნიერებისა და ტექნიკის აყვავება და ტრადიციული პოლითეიზმის კრიტიკა; იონიური ფილოსოფიური სკოლის მიღწევები და პერაკლიტეს მოძღვრება.

ესქილეს დრომ, ერთი მხრივ, და ესქილეს პოლიტიკურმა მრწამსმა, მეორე მხრივ, განსაზღვრა ის, რომ ესქილეს შემოქმედებაში ძველი ეპოქის შიხილულებანი გადაწულა და დემოკრატიული სახელმწიფოს აღმავლობით წარმოშობილ შეხედულებებთან.

შესილეს პესიმისტური ფილოსოფიისაგან განსხვავებით, ესქილე ობიექტობს იონიური პროგრესული ფილოსოფიის თვალსაზრისს კაცობრიობის ისტორიის თანდათანობით პროგრესზე.

ტრადიციული პოლითეიზმის კრიტიკაში ესქილე უახლოვდება ქსენოფანესსა და პერაკლიტეს. ესქილეს რელიგიური აზროვნების პოზიტიური ხაზი ქმნის ღმერთის იდეას, ღმერთისა, რომელიც თავისთავში მოიცავს ყველა უმძალეს თვისებას („ავაგამეზონი“, ტაეპი 160—175) [6]. ღმერთის ცხებაში ესქილეს შეაქვს პანთეიზმის ელემენტებიც (ფრგ. 70 „ჰელიადებიდან“), რაც პროგრესულ მოვლენად უნდა ჩაითვალოს, რადგან ამით მზადდებოდა საფუძველი ადამიანის გასათავისუფლებლად მითოლოგიური მსოფლქვერტისაგან.

ესქილე მტერია ტირანიისა და დესპოტიისა. როგორც დიდი ჰუმანისტი, იგი ილაშქრებს მონების სასტიკ ექსპლუატაციის წინააღმდეგ („ავაგამეზონი“, ტ. 1044—1045), დაპყრობითი ომების წინააღმდეგ. ესქილეს თავისუფლების-მოყვარეობა მქლავნდება არა მარტო სოციალ-პოლიტიკურ საკითხებში, არამედ მორალის საკითხებშიც (შდრ. დანაიდების არგოსში გაქცევის მიზეზის ესქილესული მოტივირება: „მავედრებელი ქალები“, ტ. 227—229; 331; 816—821).

ესქილეს ეთიკის საფუძველი სამართლიანობის პრინციპია. მისი ეთიკის მთავარი ზნეობრივი კანონია *δίκη* *παρὰ* *δίκην* (მქნელი უნდა დაიტანჯოს). ამ კანონის მოქმედების პირუტყ რეზულტატია: ცოდნა ტანჯვით შეიძინება.

ესქილეს შემოქმედებაში ადამიანის გონების პათოსი შეპირობებულია ხმელთაშუაზღვის აუზში მეცნიერებისა და ტექნიკის აღმავლობით.

თავის დრამებში ესქილე პატრიოტული პოზიციიდან ეხმაურება ათენის საზოგადოებრივი ცხოვრების მნიშვნელოვან მოვლენებს. „ევმენიდების“ პოლიტიკური ტენდენცია იმაზე მიუთითებს, რომ ესქილე საგნებით იზიარებს და იწონებს ათენის რადიკალ-დემოკრატიული პარტიის საგარეო პოლიტიკის კურსს, მაგრამ მას ღრმად სწამს, რომ ამ საგარეო პოლიტიკის განხორციელება შესაძლებელია რადიკალური დემოკრატიული რეფორმების გარეშეც, ამიტომ



იგი არ თანაუგრძნობს სახელმწიფოს პოლიტიკური წყობის პროგრესულ მოკრატინაციას.

ესქილეს დრამების ანალიზის შედეგად ესქილეს მსოფლმხედველობაში შემდეგი პროგრესული ელემენტები აღინიშნება: 1. პატრიოტიზმი; 2. კრიტიკა ძველი რელიგიური და მითოლოგიური შეხედულებებისა, დამყარებული ესქილეს ეთიკურ იდეალზე; 3. ტირანიისა და დესპოტიის სიძულვილი, თავისუფლებისმოყვარულობა; 4. ჰუმანიზმი; 5. იდეური ნათესაობა იონიურ პროგრესულ ფილოსოფიასთან.

ესქილეს მსოფლმხედველობის ამ ელემენტებმა შეუმზადეს იდეური საფუძველი „მიჯაჭველ პრომეთეს“. ამ ტრაგედიის ყოველმხრივი შეპიროსპირება ესქილეს მოღწეულ დრამებთან იმას ადასტურებს, რომ „მიჯაჭველი პრომეთე“ უეჭველად მიეკუთვნება ესქილეს ლიტერატურულ მემკვიდრეობას.

ესქილეს ავტორობის საკითხის დასმა ბურჟუაზიულ ფილოლოგიაში სავსებით კანონზომიერი მოვლენაა. იგი XX საუკუნის ბურჟუაზიული ფილოლოგიის რეაქციულ ტენდენციასზე მიუთითებს. იმპერიალიზმის ეპოქის რეაქციული-ბურჟუაზია მტრულად ეკიდება ყოველივე პროგრესულს, როგორც მისი კლასობრივი ინტერესების საწინააღმდეგო მოვლენას. ამ ფაქტორმა მოამზადა შეტევა ბურჟუაზიულ ფილოლოგიაში „მიჯაჭველი პრომეთესა“ და მისი ავტორის წინააღმდეგ.

ესქილეს ტოლოგია რამდენიმე მითოლოგიურ წყაროზეა დამყარებული. ესენია: პრომეთეს მითის ბეოტიური და ატიკური რედაქციები; არგოსული თქმულება იოზე; მითი ზევსისა და თეტიდას მოსალოდნელ შეუღლებაზე; პრომეთეს გათავისუფლების ეპიზოდი.

პრომეთეს მითის ბეოტიური რედაქცია ფიქსირებულია ჰესიოდეს პოემაში („თეოგონია“, ტ. 507—616; „სამუქაონი და დღეხი“, ტ. 42—89).

პრომეთეს მითის ატიკური რედაქცია (პრომეთეს ატიკური კულტი) დამოწმებულია სოფოკლეს სქოლიასტთან („ოიდიპოსი კოლონიში“, ტ. 56) და პავსანიასთან (II, 30, 2):

პრომეთეს მითის ორივე რედაქცია შეიცავს ამ მითის უძველეს ელემენტებს: მითს პრომეთეს მიერ ცეცხლის მოტაცებაზე და მითს პრომეთესა და ზევსის ბრძოლაზე.

ამყამად დადგენილად ითვლება, რომ პირველი ამ მითთაგანი შექმნილია მატრიარქატის რღვევის პერიოდში და მან ასახა გარდატეხა, რომელიც ცეცხლის გამოყენებაში გამოიწვია მეტალურგიულ წარმოებაში (1. ამ უკანასკნელი მოსახრების სასარგებლოდ დღემდე გამოყენებულ საბუთებს უნდა დაემატოს პლატონის „პროტაგორას“ ცხობაც, რომელშიაც დამოწმებულია პრომეთეს ცეცხლის კაქშირი მეტალურგიულ წარმოებასთან (1).

მეორე მითი — პრომეთესა და ზევსის ბრძოლაზე — შექმნილია მატრიარქატის პატრიარქატით ცნაცვლობის ხანაში და იგი მითოლოგიური ანარეკლია ბრძოლისა, რომელიც წარმოებდა წინაბერძნულ მოსახლეობასა და დამპყრობელ ბერძნებს შორის.

პრომეთეს ატიკური კულტი იმ ადგილზე მიუთითებს, რომელიც პრომეთეს ეჭირა ბერძნულ პანთეონში: პრომეთე როგორც დამპყრობილი მოსახლეობის ღმერთი თავის ადგილს მხოლოდ კოლტში ინარჩუნებს. ამიტომ მას საკოთარი ტაძარი საბერძნეთში არ ჰქონია (ზღრ. ლუკიანე „პრომეთე ან კავკასია“, § 14; პავსანიას არაპირდაპირი მოწმობა: იგი არსად არ ასახელებს პრომეთეს ტაძარს).

(1 იხ. მ. ფიჩხაძის სტატია — პრომეთეს პრობლემის ისტორიისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მონაბე. ტ. XIX, № 1, 1957, გვ. 121—122.



საქართველოს  
მეცნიერებათა  
აკადემიის  
გამომცემლობა

ძველ ბერძენ მწერალთა მოწმობით, პრომეთეს ატიკური კულტის ხელსაწყოდ მოიხსენიება პრომეთეს, ე. წ. „ლამაღდედრომია“, პრომეთეს მიერ ციციხის მოტაცების რიტუალურ მოგონებას წარმოადგენდა (შდრ., კრინავორა: *Λαμπάδα, τῆν αἰσροῖς ἐραῖν ξεῖν, ἀπὸς ἐνέχμας || οἷα Πρωμηθεΐδης μνηστὰ πρυ- κλοπίδης...*) [7], რაც იმას ადასტურებს, რომ პრომეთეს ატიკური კულტი ციციხის მოტაცების მითთან იყო დაკავშირებული.

არგოსული თქმულება იოზე ესქილემ გამოიყენა ტრილოგიის იდეური მიზანდასახულების ხათელსაყოფად და „მიჯაჭვეული პრომეთეს“ მომდევნო დრამის ექსპოზიციის მოსამზადებლად.

მითი ზევსის მოსალოდნელ დაღუპვაზე ესქილემ ზევსის მითოლოგიიდან აიღო, მაგრამ ესქილემდელი ლიტერატურული ტრადიციისაგან განსხვავებით საიდუმლოს მფლობელი თემიდა ესქილემ პრომეთეს დედად გახადა და საიდუმლოს მოტივი თემიდადან პრომეთეზე გადაიტანა, რითაც დრამატული მოქმედების კვანძი შექმნა და ზევსის წინააღმდეგ ტიტანის ამბოხებას რეალური დასაყრდენი შეუქმნა. რადგან პრომეთე ტიტანია, ხოლო ტიტანები გეას შვილებად ითვლებიან, ამიტომ ესქილეს რედაქციაში გეა და თემიდა იდენტიფიცირებული არიან („მიჯაჭვეული პრომეთე“, გვ. 209—210).

პრომეთეს გათავისუფლების ეპიზოდი ესქილემ ჰერაკლეს ირგვლივ დაჯგუფებული თქმულებებიდან აიღო [1].

თუ ესქილემდელი ტრადიციის მიხედვით პრომეთე ზევსის ნებით თავისუფლდება („თეოგონია“, ტ. 529, *οὐκ ἀέχρη Ζεὺς... ἔλπιον...*). ესქილეს რედაქციით მისი გათავისუფლება ზევსის უნებურად უნდა მოხდეს („მიჯაჭვეული პრომეთე“, ტ. 771 — *ἄκουστο: Δις*).

პრომეთეს კავშირი მჰედლობასთან მითის უძველეს რედაქციაში გამოხატული იყო პრომეთეს კავშირით ლემნოსელი კაბირების კულტთან, რომელშიც კაბირები მჰედელთა კოლექტივის მითოლოგიურ სახეებს წარმოადგენდნენ (შდრ. ფოტიოსის ლექსიკონი: *Κάβειροι. Ἡφαιστοὶ ἦτοι Τιτάνες*). კაბირებთან პრომეთეს კავშირის თავდაპირველი აზრი იმ როლით უნდა განისაზღვროს, რომელსაც ცეცხლი ასრულებდა მეტალურგიულ წარმოებაში.

პრომეთეს კულტი საბერძნეთში პირველად კუნძულ ლემნოსზე დაარსდა. ანტიკურ ლიტერატურაში გავრცელებული ტრადიციის თანახმად პრომეთემ ცეცხლი ამ კუნძულის მიიღო — მოსიხლედან მოიტანა (იხ. ციცერონი, „ტუსკულანები“ (111), 3, 10), პრომეთეს კავშირით ლემნოსთან ამ კუნძულის საწარმოო მნიშვნელობით უნდა აიხსნას: ლემნოსი განვითარებული მეტალურგიის კერა იყო.

ლემნოსის უძველეს მოსახლეობას სინტიები შეადგენდნენ, რომელნიც ბერძენ მწერალთა მოწმობით არაბერძნულ, პელასგურ ტომებს მიეკუთვნებოდნენ და მანდელთობისა და ლითონის იარაღის დამუშავებაში იყვნენ დახელოვებული. სინტიების არაბერძნული წარმოშობა, მათი დახელოვნება მეტალურგიაში და ის ფაქტი, რომ სინტიების სახელწოდება ინდოევროპული გზით ვერ იხსნება, ა. ურუშაძის მოსაზრებით შესაძლებელს ხდის ლემნოსის სინტიები დაუკავშიროთ კოლხურ ტომებს, რომელნიც ძველ მსოფლიოში მეტალურგიული წარმოების მაღალი დონით იყვნენ სახელგანთქმულნი. ა. ურუშაძე სინტიების სახელწოდებას (*Σίντιες*) უკავშირებს კოლხების სატომო სახელების ფორმებს სან-ზან-წან და აყენებს მოსაზრებას ლემნოსის მკვიდრი სინტიების და ქართული მოდგმის ეთნიკური ერთეულის იგივეობის შესახებ [8].

(1) როგორც ვილამოვიცმა დადგინა, ჰესოდეს რედაქციაში პრომეთეს გათავისუფლები ეპიზოდი („თეოგონია“ ტ. 526—529) ინტერპოლაციას წარმოადგენს (იხ. Wilamowitz-Moellendorff, Aischylos, Interpretationen B. 1914. გვ. 131, შენ. 1).



ეს მოსაზრება იმ დებულებას ემყარება, რომ კავკასიურ ტომებს გარკვეული წილი ედოთ წინაბერძნული მოსახლეობის შემადგენლობაში.

ამ დებულების სასარგებლოდ დღემდე გამოყენებულ ბერძნულ წყაროებს უნდა დავმატოს ერთი მნიშვნელოვანი ცნობაც, რომელსაც პირველად ა. ურუშაძემ მიაქცია ყურადღება. ა. როდოსელის „არგონავტიკის“ (1.1.124) სქოლიასტის ცნობით (სქოლიასტი თავის მხრით ემყარება ნიმფოდორესა და ფილოსტრატოსს) ერთ-ერთი კოლხური ტომის — მაკრონების უძველესი საცხოვრობი წინაბერძნული ხანაში მაკრონი (იგივე კუნძული ეგზეა) იყო. უფრო გვიან მაკრონი ბრძოლმწიფი რაიონში. ხოლო შემდეგ ზღვის სანაპიროზე გადასახლებულან [9].

ესქილეს ტრადიციაში კუნძული ლემნოსი ეტნითაა შეცვლილი („მიჯაჭვული პრომეთე“, ტ. 365—367). ხოლო პრომეთეს კავშირი სკვდლობასთან მიჯნის გვიანდელი რედაქციითაა გამოხატული, სახელობარ პრომეთესა და ჰეგელტოს ნათესაური კავშირით („მიჯაჭვული პრომეთე“, ტ. 14, *σῦγγενη: ἦξεζ*). ეს ფაქტი იმით აიხსნება, რომ ესქილემ ძველი მითი ცუცხლის მოტაცებაზე პირველადი მითოლოგიური კავშირიდან გამოსიშა და ტიტანომაქიაში მოაქცია (ვილამოვიცი).

ანტიკური ხანის მწერალთა ცნობებით პრომეთე აზიასთანა დაკავშირებული: აქოთლოტე IV, 451, აპოლოდორე [1, 2, 24, ლიკოტრონის სქოლიასტი (1283, 1412) და სხვ. პრომეთეს დედად აზიას ასახელებენ. პრომეთეს კავშირი აზიასთან დასტურდება ესქილეს ტრადიციითაც: „მიჯაჭვულ პრომეთეში“ მითითებულია, რომ აზიის ტომები თანაუგრძობენ პრომეთეს ტანჯვას (ტ. 410—412). უფრო კონკრეტულად ქვემოთ ნათქვამია, რომ პრომეთეს თანაუგრძობენ კოლხელი ამორძალები (ტ. 414—415). ასევე ცნობა შოტლანდიის როდოსელის „არგონავტიკის“ (111, 1249) სქოლიასტთან, რომელიც პირდაპირ ლაპარაკობს, რომ კავკასიონის გარშემო მოსახლე ტომები მტრულად ეკიდებიან ზევსს პრომეთეს დასჯისათვის (1).

ამასთან ერთად ყურადღებას იმსახურებს ამორძალების მოხსენიება პრომეთეს მომხრე ტომების რიგში. ამ ყრუ მითითების აზრის ამოსახსნელად საჭიროა გავითვალისწინოთ ამორძალების თქმულების ისტორიულ-ეთნოლოგიური საფუძველი.

ამორძალების თქმულება უძველესი მატრიარქატის გამოძახილს წარმოადგენს [10]. მითური ამორძალები ელადისათვის ყოველთვის უცხოელებად ითვლებოდნენ და ამიტომ ბარბაროსებად იწოდებოდნენ. ამ ფაქტებს მნიშვნელობა ენიჭება იმასთან დაკავშირებით, რომ წინაბერძნული დემოთი პრომეთე მატრიარქალურ პანთეონს მიეკუთვნება. ბერძნულ თქმულებებში აღსანიშნავია ამორძალებისა და ბერძნული ტომების ბრძოლის ფაქტები: ბერძნული მითოლოგის გიმორტი ჰერაკლეს და თევზის ამორძალებს ებრძვიან. ბერძენი ბელეროფონტი ამორძალებთან იბრძვის და ამარცხებს მათ („ილიადა“, VI, 186); კიკლიკური პომპის „ეთიოპიდას“ მიხედვით ამორძალები (პენთესილეს მეთაურობით) ტროის ომში ტროელთა მხარეზე იბრძვიან ბერძნების წინააღმდეგ.

ბერძნულ თქმულებებში ამორძალების ლოკალიზაცია ისტორიული სინამდვილითაა შეპირობებული [11]. იმ ადგილებზე მოსახლე ტომები, სადაც ბერძნული თქმულება ამორძალებს ათავსებს, მატრიარქალური წესით ცხოვრობდნენ. ბერძენ მწერალთა მოწმობით ასეთ ტომებს მიეკუთვნებიან: ლელები, ტირენები, სკვითელი საკრომატები, ეგვიპტელები, ლიკიელები, კარიელები და სხვ. ამათვან მრავალი ტომი (ლელები, კარიელები, ლიკიელები) ტროის ომის

(1) ემყარება რა დურისს, რომლის აზრით ზევსმა პრომეთე დასაჯა აიენსადმი ტროელთა მხარის, სქოლიასტი თავის შრივ უმატებს: *μῦθε τοὺς ἀπὲρ τὸ Κρωαίσιον οἰκοδομῆς μῦθον, Διὶ καὶ Ἀθηῶν μὴ ἔθειεν ἄνδρ' ἀϊείων Ἡρακλῆδ' ἑσθῆσαι*.

დროს მცირე აზიის ტომების კავშირშია გაერთიანებული და ბერძნების წინა-აღმდეგ იბრძვის ტროელთა მხარეზე („ილიადა“, X, 428, 435). აქედან ჩანს, რომ მითში მოცემული წინააღმდეგობა ბერძნულ ტომებსა და ამორძალებს შორის ბერძნული და წინაბერძნული ტომების ურთიერთობის მითოლოგიურ ანარეკლს წარმოადგენს<sup>1</sup>. ამ ასპექტში ამოიხსნება ესქილეს მითითების ნამდვილი აზრი და ვასაგები ხდება პრომეთესადმი ამორძალების თანაგრძნობის მიზეზი.

პრომეთესთან დაკავშირებული თქმულებების წინაბერძნული ელემენტის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ჰესიოდეს რედაქციაში კრონოსის (ტიტანების ბელადი) ატრიბუტის, ნამგლის, დასახელების დაქტი („თეოგონია“, ტ. 162 *βελαναια*, 176, 179; *βραχ*). რადგან კრონოსი წინაბერძნულ ღმერთებს — ტიტანებს მიეკუთვნება, მ. პოლენცის აზრით, ატრიბუტიც მას წინაბერძნული დროიდან უნდა გადმოჰყოლოდა. კრონოსის ატრიბუტად ნამგლის გამოყენება იმ მოსახლეობის განვითარებულ მიწათმოქმედებაზე მიუთითებს, რომლის ღმერთების პანთეონს კრონოსი და პრომეთე მიეკუთვნებოდნენ.

„მიჯაჭველი პრომეთე“ ცენტრალურ პერსონაჟს პრომეთე წარმოადგენს, მაგრამ მის გვერდით დგას მეორე მნიშვნელოვანი ფიგურა — ზევსი, რომელსაც მაყურებელი სცენაზე ვერ ხედავს, მაგრამ დრამატული მოქმედების პროცესში შეიგრძნობს.

პრომეთე და ზევსი ერთმანეთს უპირისპირდებიან არა მარტო როგორც ძველი და ახალი ღმერთი, არამედ როგორც კაცობრიობის კულტურისა და პროგრესისათვის მებრძოლი — მოძალადე ტირანს.

მარქსის ფორმულირებით. ობიექტურად ეს ტრაგედია ღმერთთან ბრძოლის იდეას გამოხატავს, ამიტომ პრომეთესა და ზევსის კონფლიქტი უნდა გავიზნოთ როგორც ფილოსოფიის ბრძოლა რელიგიის წინააღმდეგ. მარქსის აზრით, „პრომეთე ყველაზე კეთილშობილი წმინდანი და წამებულია ფილოსოფიურ კალენდარში“ [12].

ასეთი რევოლუციური აზრის მიუხედავად, პრომეთეს პერსონაჟს ღრმა ტრაგიზმი ამძივებს. თუმცა პრომეთეს მიერ ბოძებულმა გონებამ ველურად მყოფი ადამიანის კულტურულ ქმნილებად აქცია, ხოლო მის მიერ მოტანილი ცუცხლი ადამიანთათვის ყოველგვარი ხელოვნების წყაროდ იქცა („მიჯაჭველი პრომეთე“, ტ. 254), მაგრამ პრომეთეს კარგად ესმის, რომ ხელოვნება ბევრად უძლურია აუცილებლობასთან შედარებით (*τεχνη δ' ἀνάγκης ἀπομειψαστέρα μάχης* — ტ. 514) და რომ აუცილებლობის ძალა დაუძლიეველია (*τε τῆς ἀνάγκης ἐστ' ἐμψύχουσι* *ἐμψυα*. — ტ. 105). აუცილებლობის წინაშე თვით ზევსიც კი უძლურია, ისიც საკუთარ ბედისწერას ემორჩილება (ტ. 518).

აუცილებლობაზე ასეთი წარმოდგენის ახსნა ესქილესდროინდელ ბერძნულ შეხედულებებში უნდა ვეძიოთ.

ბერძნული რელიგიური შეხედულებებისათვის უცხო იყო ქრისტიანული რწმენა აბსოლუტურ ყოვლისშემძლე ღმერთზე, რომელმაც შექმნა მიწა, ზეცა და ადამიანი, როცა ზევსი იწოდება ყოვლადძლიერად (*παγκρατής*), ეს მითითებს მის ადგილზე მხოლოდ ღმერთების სამყაროში. მაგრამ ზევსი არაა ისე ძლიერი, რომ თავისი ძალა ბუნების კანონებზე გააერცელოს. ზევსი უდიდესი და უმაღლესია სამყაროში, მაგრამ ისიც სამყაროში რჩება, მისი კანონზომიერებითაა შეზღუდული.

ესქილეს ეპოქაში ადამიანის მეცნიერული აზრის მიღწევებმა დღის წესრიგში დააყენეს სამყაროს კანონზომიერების შეცნობის პრობლემა. იონიელმა ფილოსოფოსებმა ამ მხრივ პირველი ნაბიჯი გადადგეს. მაგრამ ბუნებაზე ადა-

<sup>1</sup> შდრ. ს. ყუხჩიშვილი, ჰეროდოტეს „ისტორიის“ 1,2—3 თავი და ჰომეროსის „ხომალდათა კატალოგი“ (იხ. თსუ შრომები ტ. 34, 1948, გვ. 365—371).

მიანის ბატონობის ხარისხი ჯერ კიდევ არ იყო ისე მაღალი, რომ მიანი საესეებით განთავისუფლებულიყო მითოლოგიური მსოფლქვეყნისაგან. ამიტომ ესქილეს, ისე როგორც მის თანამედროვეებს, სამყაროს ბნელი, ჯერ კიდევ გამოუცნობი ძალები დაუძლეველ აუცილებლობად ესახებოდა და მითოლოგიურ გარსში იყო გახვეული („მიჯაჭვული პრომეთე“, ტ. 516: აუცილებლობას სამი მოირა და ერინიები მართავენ). მაგრამ ლარსონისა და სხვათა იმ ფაქტი, რომ აუცილებლობაზე ასეთ წარმოდგენას ესქილე არ მიჰყავს ბრმა ფატალიზმამდე; გამოსავალს იგი ხედავს ადამიანის აქტიურ მოქმედებაში.

პრომეთესა და ზევსის კონფლიქტის დასაწყისში ესქილე მიუთითებს მათ „სნეულბაზე“: პრომეთეს ქედმაღლობაზე და ზევსის ტირანიაზე და აქვე სახავს ანტაგონისტების შერიგების შესაძლებლობას (ტ. 186—192). პრომეთეს სიმტკიცეს ზევსი მიჰყავს მისი მოწინააღმდეგის პროგრესული მოღვაწეობის აღიარებამდე; ზევსი უარს ამბობს ტირანიაზე და, რაკი შეიცვალს თავისი მესაძლებლობის საზოგადოება, თვითშეზღუდვამდე მიდის. ახლა პრომეთეც ტოვებს ქედმაღლობას და ნებაყოფლობით ემორჩილება გარდაქმნილ ზევსს. პრომეთე და ზევსი ორივე ზღუდავს თავის თავს, რათა უმაღლეს პრინციპს — პროგრესს ემსახურონ.

მხატვრული ფორმის თვალსაზრისით „მიჯაჭვულ პრომეთეს“ მრავალი თავისებურება ახასიათებს.

ეს მხატვრული თავისებურებანი ტრაგედიის უჩვეულო დრამატული სიტუაციით აისხნება. სამართლიანად შენიშნავდა ა. კორტე, რომ არაჩვეულებრივმა სიტუაციამ ესქილე აიძულა ახალი ფორმისათვის მიემართა.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.5.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. Лурье. Язык и культура Микенской Греции. М.—Л., 1957, стр. 6.
2. P. Westphal. Prolegomena zu Aeschylus Tragödien, Leipzig, 1869, 6.
3. E. Bethe. Prolegomena Zur Geschichte des Theaters im Altertum. 159—185.
4. Zeitschrift für das Gymnasialwesen, LXX, 1911, 164—174.
5. W. Schmid-Stählin. Geschichte der griechischen Literatur, T. I, Bd. 3, München, 1940, 281—308.
6. С. Радциг. Эсхил. История греческой литературы, т. I, 1946, М.—Л., стр. 332.
7. Anthologia Graeca, ed. Stadtmueller, vol. I, Lipsiae, 1894, 278.
8. ა. ურუშაძე. კუნძულ ლემნოსისა და კოლხეთის ურთიერთობის საკითხისათვის. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, 37, 1949, გვ. 247.
9. ა. ურუშაძე. ბერძენი სქოლიასტის ცნობა მაკრონების უძველესი საცხოვრისის შესახებ. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფილოლოგიის ფაკულტ. III სანეცნ. სესიის მასალები, 1958, გვ. 21—22.
10. С. Радциг. Античная мифология. М.—Л., 1939, стр. 112—113.
11. Töepffer. *Αμυθρνεζ*. Paulys Beal — Encyclopädie der classischen Altertumswissenschaft, Bd. I, 1754.
12. К. Маркс и ф. Энгельс. Соч. т. I, ГИЗ, 1928, стр. 26.

ს. ბარნაშვილი

## ჯრუჭის მეორე კოლექსიის ორი წარწერა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჩუბინაშვილმა 16.6.1958)

სპეციალისტებისათვის ცნობილი, საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ხელნაწერი კოლექსი H 1667, რომელიც იწოდება ლიტერატურაში, „ჯრუჭის მეორე სახარებად“ ანუ „ახალ ჯრუჭის სახარებად“, მკვლევარების მიერ თარიღდება XII საუკუნის მეორე ნახევრით ([1], გვ. 49), ან XII ს. ([2], გვ. 188 და [3], გვ. 207), XII—XIII საუკუნეებით ([4], გვ. 94), ანდა განვითარებული XII საუკუნით ([5], გვ. 159).

სახარება შეეკუთვნება ბიზანტიური პარადული ხელნაწერების წრეს. მისი მინიატურები აგებულია დინამიკურად, წარმოადგენენ XII საუკუნის მოწინავე ხელოვნებას ([1], გვ. 31), ([5], გვ. 159).

იკონოგრაფიული თვალსაზრისითაც მინიატურები დიდ ყურადღებას იმსახურებენ. მეცნიერი ა. ბაუმშტარკი მათი კვლევის შედეგად ასკვნის, რომ ქართული მინიატურები იკონოგრაფიული ელემენტების მხრივ ადგას საკუთარ გზას, გვიჩვენებს დამოუკიდებლობას ბიბლიის ტექსტის მიმართ ([6], გვ. 142) (1). სახარების ილუსტრაციები რამდენიმე ოსტატის ხელს ეკუთვნის, რაც გამოვლინებულია რენე შმერლინგის მიერ ქართული ხელნაწერების დეკორის შესწავლისას ([1], გვ. 50). მის მიერვე დახასიათებულია ჯრუჭის მეორე სახარების ილუსტრაციების ძირითადი თვისებები.

თვით ხელნაწერს აკლია უკანასკნელი ფურცლები, რომლებიც ჩვეულებრივ შეიცავს ცნობებს შემკვეთ პირთა, მკაზმავთა და აგრეთვე მხატვართა შესახებ. არსებულ მინაწერთაგან ყველაზე ადრინდელი შეეკუთვნება, როგორც აღნიშნულია ლიტერატურაში, XVI—XVII საუკუნეს ([1], გვ. 49).

(1 ამ თვალსაზრისით საინტერესოა მინიატურა 64r გვერდზე, რომელზედაც გამოხატულია ცხენოსნები, რალაც ნაგებობა და თავდასხმის სცენა. ბაუმშტარკი თვლის, რომ ასეთი მინიატურა მხოლოდ ერთადერთია და განმარტავს მის სიუჟეტს როგორც ომის საშინელების სცენებს ქვეყნის აღსასრულის დროს („Eine singuläre Darstellung der Kriegsschrecken der Endzeit“), მაგრამ საფიქრებელია, რომ მინიატურის მარცხენა მხარეზე წარმოდგენილია ძირითადად საქორწინო პროცესი. ცხენებზე სხედან პატარძალი და მეფე, თავზე გვირგვინები აქვთ. მათ გარშემო ცხენოსანი მყრებიან. ამ დავირების დიდასტურებას გვაძლევს მინიატურის თანმხლები ტექსტი: „ვითარცა იგი დღეთა მათ ნოვესთა, ეგრეთ იყოს მოსვლა ძისა კაცისა, რამეთუ ვითარცა იგი იყვნეს დღეთა მათ შინა პირველ წყლითორღუნისა, ჭამდეს და სუმიდეს, იკორწინებდეს და განჰპორწინებდეს, მუნ დღემდე, ვიდრემდე შევიდა ნოვე კიდობნად“ (მათე 24 37 38).

საქორწინო ცხენოსან პროცესებზე XVIII საუკ. პირველ ნახევარში ცნობას გვაწვდის თეიმურაზ II ნაწარმოებში „სარკე თქმულთა“ ([7], გვ. 66—67), ხოლო ფოტოსურათი მთიულეთის ცხოვრებიდან ([8], გვ. 116) სულ ახლა წარსულიდან, გვაძლევს საშუალებას განვმარტოთ მინიატურაზე გამოხატული პროცესის აზრი. არა მსგავსება მეფე-დედაოფლის გვირგვინებშიც. საყურადღებოა, რომ სტილისტიკურად ცხენების გამოხატულება ახლოა XI—XII საუკუნეების ქართული ფრესკების ცხენების გამოხატულებებთან.



კათალიკოს დომენტი II-ის საბუქდავის მრავალი სცენის იკონოგრაფიული მხარის კვლევის დროს საჭირო შეიქმნა ქართულ ხელნაწერთა მინიატურების გადახედვა. ამ მუშაობის დროს გამოვლინებული იყო თვით ჯრუჭის სახარების მინიატურებზე „შენიღბული“ წარწერები.

გვ. 180v (სურ. 1) მინიატურაზე<sup>(1)</sup> ზაქეს (ლუკა, 19) სცენების გამოჩატულებებით ორნამენტი სკამისა, რომელზედაც ზის ქრისტე, სინამდვილეში



სურ. 1

წარმოადგენს წარწერას. იგი შესრულებულია იმავე ფერით, როგორც სკამის დეკორის დანარჩენი ნაწილი. ამასთანავე ასოები იმდენად მცირე ზომისაა, რომ მათი გამოყოფა ორნამენტიდან ერთბაშად არ ხერხდება. ისინი სრულიად შემჩნეულად ერწყმიან ორნამენტს და აღიქმებიან როგორც მისი ნაწილი. წარწერა სამსტრიქონიანია. შესრულებულია ნუსხურით:

ქრისტე  
 ზის  
 მს

ე. ი. ქრისტე, შეიწყალე მიქაელ და დაიცევ.

წარწერის ხელი განსხვავდება სახარების ტექსტის დამწერის ხელისაგან. ამავე დროს პალეოგრაფიულად იგი ძალიან ახლოა როგორც თვით ხელნაწე-

(<sup>1</sup> მინიატურა დაზიანებულია და, საფიქრებელია, რესტავრირებულია ძველადვე ძლიერ უტოდინარი კაცის ხელით.



რის ტექსტის ხელთან, ისე ასტრონომიული ტრაქტატის (საქ. სახ. მუზ. ნაწერი A 65) ხელთან. უკანასკნელი ხელნაწერი თარიღდება 1188 წლით. (11), წინასიტყვაობა).

ამგვარად, გვაქვს წარწერა, რომელშიც დასახელებულია მინიატურის შესრულებისდროინდელი პირი. წარწერა არ წარმოადგენს მინაწერს. ის შეადგენს კომპოზიციის ნაწილს, გაკეთებულია თვით მხატვრის ხელით.

რადგანაც წარწერა შესრულებულია „შეფარვით“, ფურცლის ისეთ ადგილზე, რომელიც პირველ რიგში თვალს არა ხვდება, თანაც ისეთი ფერებით. რომლებიც სავსებით შეერწყმის სხვა ფერებს, უნდა ვიფიქროთ, რომ შესაძლოა წარწერაში მხატვარი თავის თავს ასახელებს. ტრადიცია მხატვრის სახელის ან მისი პორტრეტის მოთავსებისა უფრო მოკრძალებულ ადგილას ცნობილია ზოგადი ხელოვნების ისტორიიდან და ქართული ხელოვნების ისტორიიდან ძველიდანვე.

ის გარემოება, რომ მიქაელის სახელის გვერდით არ არის მისი წოდებისა ანდა თანამდებობის აღნიშვნა, შესაძლოა კვლავ ადასტურებდეს, რომ ის მინიატურის შემკვეთი არ არის.

თუ გამოსავალ წერტილად ავიღებთ შედარებისათვის მინიატურას 180 v გვერდზე, რომელზედაც მიქაელის წარწერაა, უნდა ჩავთვალოთ, რომ ამ მინიატურის ავტორსავე მიეკუთვნება აგრეთვე მინიატურები: 180r (ბრმის განკურნება), 179r (ყრმების კურთხევა), 176v (საუბარი ფარისევლებთან), 176r (კეთროვანთა განკურნება), 172 r და 172v (უძღები შვილის ამბავი), 168v (წყლით მანკიერის განკურნება), 167r (ქრისტე მღოვავს ხესთან).

მხატვრის მანერასთან ძალიან ახლოა მინიატურები 171v, 171r, 81r. ზოგიერთი ნაწილის მხრივ მსგავსია მინიატურები 28v, 29r, 73r, 74r, 107v, 108r და სხვა, მაგრამ რომ მთლიანად მივაწეროთ ისინი მიქაელს, ძნელია. მათში, საფიქრებელია, ჩანს რამდენიმე მხატვრის თანამშრომლობა, რაც ადასტურებს რ. შმერლინგის დაკვირვებებს ჯრუჰის მეორე სახარების შესახებ (11, გვ. 50).

შესაძლოა, რომ სხვა მინიატურებზე იყო კიდევ მიქაელის სახელი. საფიქრებელია, რომ განზრახ შემდეგში დაფარულია შავი ლაქით მინიატურაზე 176 v გვერდზე სავარძლის ნაწილი, რომელზედაც სავარაუდოდელია, რომ იყო წარწერა. სხვა მინიატურაზე 179r გვერდზე სავარძლის შესატყვისი ადგილი დახეულია და რესტავირებულია.

მიქაელის შემოქმედების დეტალური გარჩევა ამ წერილის მიზანს არ შეადგენს, რამდენადაც ამ სახარების მხატვრები განხილულია რენე შმერლინგის სპეციალურ ნაშრომში. მაგრამ ზოგად ხაზებში უნდა ითქვას, რომ მიქაელი სახარების ერთ-ერთი საუკეთესო მხატვართაგანია, გამოიყოფა თავისი ინდივიდუალობით.

პირველ რიგში მას სხვა მხატვართაგან ერთბაშად გამოარჩევს ნათელი, ძირითადად მხიარული ფერების გამმა. ფერები გამჭვირვალეა და წმინდა, როგორც ძვირფასი თვლებისა. მთავარი შეხამებანია: ოქროსი შავთან. ან შოკოლადისფერთან, მკრთალი ოქროსფერისა წაბლისფერთან, დარიჩინის ფერისა ცისფერთან, მოლურჯო-ნაცრისფერისა ცისფერთან. აქტენტი — სინფერის ციცილისფერისებრი, ოღნავ მოვარდისფრო ლაქა. ლურჯ ფერს აქვს განსაკუთრებით მშვენიერი, მოხდენილი ელფერი. მინიატურების ფონი ოქროსია. ოქრო დადებულია მჭიდრო ფენად, რაც კვლავ გამოარჩევს მხატვარს.

ნიადაგი ძირითადად მომწვანო-ცისფერია. ამგვარ ნიადაგზე ბალახი მოცემულია როგორც პატარა ბუჩქები ან როგორც წიწვიანი მცენარეები წითელი მომრგვალო ყვავილებით, რომლებსაც გულში აქვთ სამი შავი წინწკალი, სამი მხრიდან.

მხატვრისათვის დამახასიათებელია მთავარი წვეროსანი პერსონაჟები, მაგალითად, ქრისტე ანდა უძღები შვილის მამა. ისინი ჩვეულებრივ გამოიყო-





შვილის მიერ აღნიშნული წარწერები მოწამეთისა და შემოქმედის ლორცინებზე (113, გვ. 79 და 86). არის ანალოგები ანტიკურ ხელოვნებაში (114, გვ. 16).

ახლად ნახულ, თუმცა მეტისმეტად მოკლე, წარწერებს (1 მინც მნიშვნელობა აქვთ, რადგან მათ მიერ თვალსაჩინოდ გამოვლინებულია იმ ქართველ მხატვართა შემოქმედებითი აქტივობა, რომელთაც შექმნეს ჯრუჭის მეორე სახარების დიდი მხატვრული ღირსების ილუსტრაციები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ქართული ხელოვნების ისტორიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.6.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. რენე შმერლინგი. ქართულ ხელნაწერთა მორთულობის ნიმუშები. თბილისი, 1940.
2. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ძველ ხელნაწერთა საცავების გზამკვლევი. თბილისი, 1952.
3. Ш. Я. Амиранашвили. История грузинского искусства. Москва, 1950.
4. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ქართულ ხელნაწერთა აღწერილობა. საქართველოს საისტორიო და საეთნოგრაფიო საზოგადოების ყოფილი მუზეუმის ხელნაწერები. ტომი IV, თბილისი, 1950.
5. В. Н. Лазарев. История византийской живописи. Москва, 1947.
6. A. Baumstark. Eine georgische Miniaturfolge zum Matthäus-Evangelium, in: Oriens Christianus, N. S., Bd., V, 1915.
7. თემურაზ II. თხზულებათა სრული კრებული. თბილისი, 1939.
8. ს. მაკალათია. მთიულეთი. ტფილისი, 1930.
9. Н. Кондакови и Д. Бакрадзе. Описание памятников древности в храмах и монастырях Грузии. СПб, 1890.
10. თარგმანები ქებასა ქებათასაი. პალეოგრაფიული რვეული, გამოქვეყნებული აკაკი შანიძის მიერ. ტფილისი, 1924.
11. ი. ჯავახიშვილი. მასალები ქართველი ერის მატერიალური კულტურის ისტორიისათვის. I. მშენებლობის ხელოვნება ძველ საქართველოში. თბილისი, 1946.
12. ვახტანგ ცინცაძე. საცხოვრებელი სახლის ერთი სახის დახასიათებისათვის საქართველოში (კოში სოფელ ხეთში), ქართული ხელოვნება, 4, თბილისი, 1955.
13. გ. ჩუბინაშვილი. X და XI საუკუნეთა მიჯნაზე წარმოშობილი ქართული კედლური ხელოვნების ხასიათის საკითხისათვის. ქართული ხელოვნება, 2, 1948.
14. В. Д. Блаватский. История античной росписной керамики. Москва, 1953.

(1 წარწერების გადიდებული პირები შესრულებულია ელ. მაკავარიანის მიერ, ფოტო—ლ. სკლიფასოვსკის მიერ.



მთ. რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.11.1958; შეკვ. № 1790; ანაწყოების ზომა 7×11;  
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,5;  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უფ 06595; ტირაჟი 800.



დებულება „საპარტიზმოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოაზრეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოაზრეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოაზრე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 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 აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოაზრის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრი-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ზელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდა გვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის 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 წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მონდვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოუდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმარჯინაძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXI. № 5, 1958

Основное, грузинское издание