

524  
1952/2



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
მ ო ა მ ბ ე

ტომი XIII, № 2

ძირითადი ქართული მემკვიდრეობა

1952

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

**შ რ ნ ა - ა რ ს ზ**

**მათემატიკა**

1. დ. ნ ა რ ა ზ ო ვ ი. წრფივ განტოლებათა ერთი კლასის შესახებ ჰილბერტის ს. ჯ რ ც ვ ი . . . . . 66

**დრამატულის თეორია**

2. ა. ვ ო რ ჯ ი ძ ე. ბუნებრივად დაგრებილი შედგენილი ძელების გაჭიმვა და წყვილ-ძალით ლუნვა . . . . . 73

**გეომეტრია**

3. თ. ნ შ უ ბ ი ძ ე. ჯგაზნეთის ტბების ბუნებრივი დაშრობის საკითხისათვის . . . . . 81

**ენობათმცოდნეობა**

4. ვ. გ ო მ ე ლ ა უ რ ი. კოლხეთის დაბლობის ტორფნარების დამუშავების საკითხისათვის . . . . . 87

**სელმეცნობა**

5. ფ. ბ ე რ ი შ ვ ი ლ ი. ჩაის სათესლეების შერჩევა მინერალური კვების სხვადასხვა-გვარ პირობებში . . . . . 92

**მეცნიერებათა ისტორია**

6. ს. კ ა ხ ა ძ ე. ლავოდების რაიონის მიკროდარაიონება თამბაქოს ნედლეულის საწარმოო თვისებების მიხედვით . . . . . 97

**ნიდაბამცოდნეობა**

7. მ. ჯ ი კ ა ე ვ ა. კართლის შეფიწისებური ნიადაგების შესახებ . . . . . 106

**ანატომია**

8. ვ ლ. ა ბ ა შ ი ძ ე. მაიმუნის სპინალური ნერვული წიწვლების მოწყობილობა ფილოგენეზური განვითარების ასპექტში . . . . . 111

**ფსიქოლოგია**

9. ი. ბ ჭ ა ლ ა ე ვ ა. სივრცის აღქმა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში . . . . . 119

წრფივ განტოლებათა მართი კლასის შესახებ ჰილბერტის სივრცეში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯამ 7.5.1951)

1. ამ წერილში ჩვენ განვიხილავთ შემდეგი სახის წრფივ განტოლებებს

$$u - T_\lambda u = f, \quad (1)$$

სადაც  $T_\lambda$  წრფივი ოპერატორია, განსაზღვრული რომელიმე  $H$  ჰილბერტის სივრცეში,  $\lambda$  კომპლექსური პარამეტრია, რომელიც იცვლება კომპლექსური სიბრტყის მოცემულ  $\Lambda$  არეში,  $f$  აღნიშნავს  $H$  სივრცის ელემენტს. ჩვენ მიერ მიღებული შედეგებიდან, როგორც კერძო შემთხვევა, გამომდინარეობს ტა-მარკინის [1] ცნობილი თეორემები, რომლებიც პარამეტრის მიმართ ანალიზურგულიან ინტეგრალურ განტოლებებს შეეხება.

ჩვენ ვიტყვი, რომ  $T_\lambda$  ანალიზური ოპერატორია  $\lambda$ -ს მიმართ  $\Lambda$  არეში, თუ ყოველი წრის შიგნით ცენტრით წერტილში  $\lambda_0 \in \Lambda$  და რადიუსით  $R_0$ , რომელიც უდრის მანძილს  $\lambda_0$  წერტილიდან  $\Lambda$  არის საზღვრამდე, ადგილი აქვს განმწყრივებას

$$T_\lambda u = \sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m T_m u, \quad (2)$$

სადაც  $T_m$  წრფივი ოპერატორებია  $H$  სივრცეში განსაზღვრული, ხოლო ხარისხოვანი მწყრივი

$$\sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m \|T_m\| \quad (3)$$

კრებადია წრეში  $|\lambda - \lambda_0| < R_0$ . (3) მწყრივის კრებადობიდან გამოდინარეობს, რომ (2) მწყრივი ნორმით კრებადია ზემოაღნიშნული წრისა, რომელსაც შემდგომ ყოველ შინაგან წერტილზე  $K_0$ -ით აღვნიშნავთ. შემდგომ ვიგულისხმობთ, რომ  $T_m$  ( $m = 0, 1, \dots$ ) ოპერატორები სავსებით უწყვეტია.

შედეგად: თუ  $T_\lambda$  ანალიზური ოპერატორია  $\lambda$ -ს მიმართ  $\Lambda$  არეში, მაშინ შებრუნებულ ოპერატორი  $(E - T_\lambda)^{-1}$  ან არსებობს  $\Lambda$ -ის არც ერთ წერტილში, ანდა არსებობს  $\Lambda$ -ის ყოველ წერტილში, გარდა შეიძლება წერტილთა ისეთი სიმრავლისა, რომელსაც  $\Lambda$ -ის შიგნით არა აქვს დაგროვების წერტილი.

ვიგულისხმობთ, რომ

$$v_\lambda^{(p)} u = \sum_{m=p+1}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m T_m u$$

5. „მოაზი“, ტ. XIII, № 2, 1952



$K_0$  წრეში (3) მწკრივის კრებადობის გამო, როცა  $p \rightarrow \infty$ ,  $\|v_k^{(p)}\| \rightarrow 0$ , როგორც არ უნდა იყოს  $\lambda \in K_0$ ; ამასთან ეს კრებადობა თანაბარია  $\lambda$ -ს მიმართ ყოველ წრეში  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r < R_0$ . დაეფიქსიროთ ახლა  $r < R_0$  და შევარჩიოთ  $p$  ისე, რომ ყველა  $\lambda$ -თვის, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r < R_0$ ,

$$\|v_k^{(p)}\| \equiv \frac{1}{4}. \quad (4)$$

როგორც ცნობილია, ყოველი წრფივი საეცებით უწყვეტი  $A$  ოპერატორი, რომელიც განსაზღვრულია  $H$ -ზე, შეიძლება მოცემული  $\varepsilon > 0$  რიცხვისათვის შემდეგი სახით წარმოვიდგინოთ:

$$A = A' + A'',$$

სადაც  $A'$  სასრული განზომილების ოპერატორია შემდეგი სახისა:

$$A'u = \sum_{k=1}^n (u, \psi_k) \varphi_k,$$

$\varphi_k$  და  $\psi_k$  ელემენტებია  $H$ -ისა; ამასთან, სისტემა  $\{\varphi_k\}$  წრფივად დამოუკიდებელია, ხოლო  $A''$  წრფივი ოპერატორია, რომელიც აკმაყოფილებს პირობას  $\|A''\| \equiv \varepsilon$ .

აიღიოთ  $\varepsilon_m = 8^{-1} (2R_0)^{-m}$  და  $T_m$  ( $m = 0, 1, \dots, p$ ) ოპერატორები და შემოაღნიშნულს მიხედვით წარმოვიდგინოთ ისინი შემდეგი სახით

$$T_m = T'_m + T''_m \quad (m = 0, 1, \dots, p),$$

სადაც

$$\left. \begin{aligned} T'_m u &= \sum_{k=1}^{n(m)} (u, \psi_k^{(m)}) \varphi_k^{(m)}, \\ \|T''_m\| &\equiv \frac{\varepsilon}{8(2R_0)^m} \end{aligned} \right\} \quad (m = 0, 1, \dots, p).$$

ახლა  $T_\lambda$  ოპერატორი ჩვენ შეგვიძლია ასე ჩაეწეროთ:

$$T_\lambda u = T'_\lambda u + T''_\lambda u + v_\lambda^{(p)} u,$$

სადაც

$$T'_\lambda u = \sum_{m=1}^p (\lambda - \lambda_0)^m T'_m u = \sum_{m=0}^p \sum_{k=1}^{n(m)} (u, (\lambda - \lambda_0)^m \psi_k^{(m)}) \varphi_k^{(m)},$$

$$T''_\lambda u = \sum_{m=0}^p (\lambda - \lambda_0)^m T''_m u.$$

$\varphi_k^{(0)}$  ( $k = 1, 2, \dots, n(0)$ ) ელემენტები წრფივად დამოუკიდებელია.

$\varphi_k^{(m)}$  ( $m = 1, 2, \dots, p$ ;  $k = 1, 2, \dots, n(m)$ ) ელემენტებში მათ, რომლებიც განიხილება როგორც  $\varphi_k^{(0)}$  ( $k = 1, 2, \dots, n(0)$ ) ელემენტების წრფივი კომბინაცია, შეეცვლით ამ კომბინაციით, დანარჩენებს დაეტივებით უცვლელად. ამ გზით მსგავსი წევრების შეკრების შედეგ  $T'_\lambda u$  ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$T'_\lambda u = \sum_{k=1}^s (u, \chi_{\lambda, k}) \varphi_k, \quad n(0) \equiv s \equiv n(0) + n(1) + \dots + n(p),$$

სადაც  $\varphi_k$  ( $k = 1, \dots, s$ ) აღნიშნავს  $\varphi_k^{(m)}$  ( $m = 0, 1, \dots, p; k = 1, 2, \dots, n(m)$ ) სისტემაში მონაწილე წრფივად დამოუკიდებელ ელემენტებს, ხოლო  $\chi_{\lambda, k}$  ( $k = 1, 2, \dots, s$ ) არის  $(\lambda - \lambda_0)^k \varphi_k^{(p)}$  სახის ელემენტების წრფივი კომბინაციები. აქედან გამომდინარეობს, რომ  $(u, \chi_{\lambda, k})$  არის  $\lambda$  პარამეტრის მთელი ფუნქციები. (5)-ის გათვალისწინებით მივიღებთ

$$\|T''\lambda\| < \frac{1}{4}. \quad (6)$$

(4) და (6) ძალით ყოველი  $\lambda$ -თვის, სადაც  $|\lambda - \lambda_0| \leq r$ , გვექნება

$$\|T''\lambda u + v_\lambda^{(p)} u\| \leq \frac{1}{2} \|u\|. \quad (7)$$

ამ უქანასკნელი დამოკიდებულებიდან მივიღებთ

$$\|u - T''\lambda u - v_\lambda^{(p)} u\| \leq \frac{1}{2} \|u\|.$$

ეს უტოლობა გვიჩვენებს, რომ პარამეტრის ყოველი მნიშვნელობისათვის  $\lambda$ ,  $|\lambda - \lambda_0| \leq r$  არსებობს  $E - T''\lambda - v_\lambda^{(p)}$  ოპერატორის შებრუნებული ოპერატორი. ადვილი მისახვედრია, რომ ეს შებრუნებული ოპერატორი იქნება

$$M_\lambda u = \sum_{k=0}^{\infty} (T''\lambda + v_\lambda^{(p)})^k u; \quad (8)$$

ამ მწკრივის ნორმითი კრებადობა პარამეტრის ყოველი მნიშვნელობისათვის  $\lambda$ ,  $|\lambda - \lambda_0| \leq r$ , გამომდინარეობს (7) უტოლობიდან.  $M_\lambda$  ოპერატორი მთელს  $H$  სივრცეზე (8) ტოლობით განისაზღვრება.

ახლა (1) განტოლება ასე გადავწეროთ:

$$u - (T''\lambda + v_\lambda^{(p)}) u = \sum_{k=1}^s (u, \chi_{\lambda, k}) \varphi_k + f. \quad (9)$$

თუ ამ ტოლობის ორივე მხარეზე ავიღებთ (8) ოპერატორს, მივიღებთ (9) განტოლების ეკვივალენტურ განტოლებას

$$u = \sum_{k=1}^s (u, \chi_{\lambda, k}) M_\lambda \varphi_k + M_\lambda f. \quad (10)$$

ადვილი საჩვენებელია, რომ  $\varphi_k$  ( $k = 1, 2, \dots, s$ ) ელემენტების წრფივად დამოუკიდებლობიდან გამომდინარეობს  $M_\lambda \varphi_k$  ( $k = 1, 2, \dots, s$ ) ელემენტების წრფივად დამოუკიდებლობა. თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$\alpha_{\lambda, k} = (u, \chi_{\lambda, k}) \quad (k = 1, 2, \dots, s),$$

(10) განტოლება ასე გადაიწერება:

$$u = \sum_{k=1}^s \alpha_{\lambda, k} M_\lambda \varphi_k + M_\lambda f. \quad (11)$$

თუ ახლა  $u$ -ს (11)-დან შევითანთ (10)-ში და გამოვიყენებთ  $M_\lambda \varphi_k$  ელემენტების წრფივად დამოუკიდებლობას, მივიღებთ  $\alpha_{\lambda, k}$  ( $k = 1, 2, \dots, s$ )

სიდიდების განსასაზღვრავად შემდეგ ალგებრულ განტოლებათა სისტემას,

$$\alpha_{\lambda, k} - \sum_{i=1}^s \gamma_{k, i}(\lambda) \alpha_{\lambda, i} = \beta_k(\lambda) \quad (k = 1, \dots, s), \quad (12)$$

რომელიც  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r$  წრეში (1) განტოლების ეკვივალენტურია და სადაც

$$\left. \begin{aligned} \gamma_{k, i}(\lambda) &= (M \lambda^i \varphi_i, \chi_{\lambda, k}), \\ \beta_k(\lambda) &= (M \lambda^i f, \chi_{\lambda, k}) \end{aligned} \right\} \quad (k, i = 1, \dots, s).$$

აღვლი საჩვენებელია, რომ  $\gamma_{k, i}(\lambda)$  და  $\beta_k(\lambda)$  არის  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r$  წრეში პოლომორფული ფუნქციები. მართლაც,

$$\gamma_{k, i}(\lambda) = \sum_{q=0}^{\infty} ((T \lambda^i + v_{\lambda}^{(i)})^q \varphi_i, \chi_{\lambda, k}) \quad (13)$$

და მწკრივი  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r$  წრეში თანაბრად იკრიბება, რადგან (7) ძალით

$$|((T \lambda^i + v_{\lambda}^{(i)})^q \varphi_i, \chi_{\lambda, k})| \leq \frac{1}{2^q} B \|\varphi_i\|,$$

სადაც  $\|\chi_{\lambda, k}\| \equiv B$  განსახილავი წრის წერტილებში. ვთქვათ, ახლა

$$\begin{aligned} N_{\lambda} u &= (T \lambda^{\rho} + v_{\lambda}^{(\rho)}) u = \sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m T_m'' u + \sum_{m=\rho+1}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m T_m u \\ &= \sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m N_m u; \end{aligned}$$

(3) მწკრივის კრებალობის გამო ცხადია, რომ მწკრივი  $\sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m \|N_m\|$  თანაბრად კრებადია წრეში  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r$ . თუ გამოიყენებთ ტოლობას

$$\begin{aligned} (N_{\lambda}^q \varphi_i, \chi_{\lambda, k}) &= \sum_{n_1=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^{n_1} \sum_{n_2=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^{n_2} \dots \sum_{n_q=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^{n_q} \\ &\quad \times (N_{n_1} N_{n_2} \dots N_{n_q} \varphi_i, \chi_{\lambda, k}), \end{aligned}$$

ვეერუტრასის თეორემის გათვალისწინებით დავრწმუნდებით, რომ (13) მწკრივის ყოველი წევრი არის პოლომორფული ფუნქცია წრეში  $|\lambda - \lambda_0| \equiv r$ . ამის შემდეგ კვლავ ვეერუტრასის თეორემის გამოყენებით დავრწმუნდებით  $\gamma_{k, i}(\lambda)$  პოლომორფულობაში, ანალოგიურად დავრწმუნდებით  $\beta_k(\lambda)$ -ს პოლომორფულობაშიც.

განვიხილოთ (12) სისტემის დეტერმინანტი

$$D_0(\lambda) = \begin{vmatrix} I - \gamma_{11}(\lambda), & \gamma_{12}(\lambda), & \dots, & \gamma_{1s}(\lambda) \\ \gamma_{21}(\lambda), & I - \gamma_{22}(\lambda), & \dots, & \gamma_{2s}(\lambda) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma_{s1}(\lambda), & \gamma_{s2}(\lambda), & \dots, & I - \gamma_{ss}(\lambda) \end{vmatrix}.$$

ცხადია, რომ  $D_0(\lambda)$  პოლომორფული ფუნქციაა  $K_0$  წრეში. შეიძლება აღვიღოთ ექნეს ორ შემთხვევას.

1.  $D_0(\lambda) \equiv 0$   $K_0$  წრეში. ამ შემთხვევაში  $\Lambda$  არის არც ერთ წერტილში არ არსებობს ოპერატორი  $(E - T_\lambda)^{-1}$ . დაეუშვათ საწინააღმდეგო: ვთქვათ, რომელიმე წერტილში  $\lambda^* \in \Lambda$ ,  $\lambda^* \notin K_0$ , არსებობს  $(E - T_{\lambda^*})^{-1}$ .  $\lambda_0$  და  $\lambda^*$  წერტილები შეეცართოთ ერთი უწყვეტი  $C$  წრით, რომელიც მთლიანად ექვთვნის  $\Lambda$  არეს. ამ წირის ყოველი წერტილისათვის ავაგოთ თავისი წრე, რომელშიც ყველა ზემოაღნიშნული მსჯელობა სამართლიანია. ჰეინე ბოჩის ლემის ძალით, ზემოაღნიშნული წრეებიდან შეიძლება გამოვეყოთ ისეთი სასრული რაოდენობა წრეებისა, რომლებიც ფარავენ  $C$  წირს და თანაკვეთში წყვილ-წყვილად გვაძლევენ არაცარიელ სიმრავლეებს. რადგან  $K_0$ -ში  $D_0(\lambda) \equiv 0$ , ამიტომ თანდათანობით ვაწყენდებით, რომ დეტერმინანტები შესაბამებიან ჩვენ მიერ ამოჩვენული წრეების ცენტრებს და იგივეურად ისპობიან სათანადო წრეებში, რასაც ადვილი ექნება იმ წრისთვისაც, რომლის ცენტრია  $\lambda^*$ . ამგვარად, ამ წერტილში შეუძლებელია არსებობდეს ოპერატორი  $(E - T_{\lambda^*})^{-1}$ .

2.  $D_0(\lambda) \neq 0$   $K_0$  წრეში. მაშინ პოლომორფულობის ვაშო  $D_0(\lambda)$  ფუნქციის ნულებს არ შეიძლება ექნეს  $K_0$ -ში დაგროვების წერტილი. პარამეტრის იმ მნიშვნელობათვის  $\lambda \in K_0$ , რომელთათვისაც  $D_0(\lambda) \neq 0$ , (12) სისტემის ამოხსნას აქვს სახე

$$\alpha_{k, \lambda} = \frac{\sum_{m=0}^s \beta_m(\lambda) \Delta_{m, k}(\lambda)}{D_0(\lambda)} \quad (k=1, 2, \dots, s),$$

სადაც  $\Delta_{m, k}(\lambda)$  აღგებრული დამატებაა  $D_0(\lambda)$  დეტერმინანტის  $m$ -ური სტრიქონისა და  $k$ -ური სვეტის გადაკვეთაში მდგომი ელემენტისა. თუ ამ მნიშვნელობებს შევერთებთ (11) ში და მოვახდენთ ელემენტარულ გარდაქმნებს, (1) განტოლების ამოხსნისათვის მივიღებთ გამოსახულებას

$$u = M_\lambda f + \frac{\sum_{k, m=1}^s (M_k f, \chi_{k, m}) \Delta_{m, k}(\lambda) M_k \varphi_k}{D_0(\lambda)} \quad (14)$$

ზემოთ განხილული 1 შემთხვევის გათვალისწინების შემდეგ ადვილად დაინახავთ, რომ როგორც არ უნდა იყოს წერტილი  $\lambda^* \in \Lambda$ ,  $\lambda^* \notin K_0$ , მისი შესაბამი წრის ყოველ წერტილში, გარდა შეიძლება წერტილთა ისეთი სიმრავლისა, რომელსაც ამ წრეში არა აქვს დაგროვების წერტილი, არსებობს  $(E - T_\lambda)^{-1}$  ოპერატორი. ჩვენი თეორემა სავსებით დამტკიცებულია.

კერძოდ, თუ  $T_\lambda$  ოპერატორი მთელ სიბრტყეზე ანალიზურია  $\lambda$ -ს მიმართ, მაშინ ჩვენი თეორემა სამართლიანია მთელი სიბრტყისათვის; სხვა სიტყვებით, ამ შემთხვევაში  $T_\lambda$  ოპერატორის საყოთარი მნიშვნელობების დაგროვების წერტილი შეიძლება იქნეს მხოლოდ უსასრულოდ დაშორებული.

ახლა დაეუშვათ, რომ რომელიმე წერტილში  $\lambda_0 \in \Lambda$ ,  $T_{\lambda_0}$  არის ისეთი ოპერატორი, რომელსაც ყოველი ელემენტი ნულ ელემენტში გადაჰყავს, მაშინ  $M_{\lambda_0}$  აგრეთვე ასეთივე თვისების ოპერატორი იქნება,  $\gamma_{k, k}(\lambda_0) = 0$  და  $D_0(\lambda_0) = 1$ . აქედან როგორც თეორემა 1-ის შედეგი მიიღება

თეორემა 2. თუ  $T_\lambda$  ანალიზური ოპერატორია  $\Lambda$ -ში და ერთი მაინც არსებობს ისეთი წერტილი  $\lambda_0 \in \Lambda$ , რომ  $T_{\lambda_0}$  ოპერატორს ყოველი ელემენტი გადაჰყავს ნულ ელემენტში, მაშინ  $(E - T_\lambda)^{-1}$  შებრუნებული ოპერატორი არსებობს ყველგან  $\Lambda$ -ში, გარდა შეიძლება წერტილთა ისეთი სიმრავლისა, რომელსაც  $\Lambda$ -ში არა აქვს დაგროვების წერტილი.

2. ახლა ვაჩვენოთ, რომ ტამარკინის I თეორემა (იხ. [1]) ჩვენი თეორემა 1-ის კერძო შემთხვევაა. განვიხილოთ ინტეგრალური განტოლება

$$u(x) - \int_a^b K(x, \xi; \lambda) u(\xi) d\xi = f(x), \quad (15)$$

სადაც  $K(x, \xi; \lambda)$  ჰოლომორფული ფუნქციაა  $\lambda$ -ს მიმართ გარკვეულ  $\Lambda$  არეში.  $a \equiv x, \xi \equiv b$  კვადრატის თითქმის ყველა  $(x, \xi)$  წერტილისათვის. გარდა ამისა, ინტეგრალები

$$\int_a^b |K(x, \xi; \lambda)|^2 d\xi, \quad \int_a^b |K(x, \xi; \lambda)|^2 dx$$

არსებობს შესაბამისად თითქმის ყველა  $x$  და  $\xi$ -ისა. შემდეგ, ყოველი ჩაკეტული არისათვის  $\Lambda_0 \subset \Lambda$  არსებობს  $(a, b)$  შუალედში ისეთი დადებითი ჯამადი ფუნქცია  $F_0(x)$ , რომ

$$\int_a^b |K(x, \xi; \lambda)|^2 d\xi \equiv F_0(x). \quad (16)$$

აღნიშნული პირობების გამო, ყოველი წერტილისათვის  $\lambda_0 \in \Lambda$  ადგილი აქვს ტოლობას

$$K(x, \xi; \lambda) = \sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m T_m(x, \xi),$$

რომელშიც მონაწილე მწკრივი კრებადია  $R_0$ -რადიუსიან  $K_0$  წრეში, სადაც

$$T_m(x, \xi) = \frac{1}{2\pi i} \int_{L_\rho} \frac{K(x, \xi; \lambda)}{(\lambda - \lambda_0)^{m+1}} d\lambda \quad (m = 0, 1, \dots), \quad (17)$$

$L_\rho$  არის  $\rho < R_0$  რადიუსიანი წრე. თუ გავითვალისწინებთ ფუნქციის თეორემას და (16) პირობას, მივიღებთ, რომ  $T_m(x, \xi)$  ( $m = 0, 1, \dots$ ) კვადრატით ჯამადი ფუნქციაა და

$$\left\{ \int_a^b \int_a^b |T_m(x, \xi)|^2 dx d\xi \right\}^{\frac{1}{2}} \equiv \frac{1}{\rho^m} \left\{ \int_a^b F_0(x) dx \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad (18)$$

სადაც  $F_0(x)$  არის  $|\lambda - \lambda_0| \equiv \rho$  წრის შესაბამისი ფუნქცია.

ახლა ჰილბერტის  $L^2(a, b)$  სივრცეში განვიხილოთ შემდეგი ოპერატორები.

$$T_m u = \int_a^b T_m(x, \xi) u(\xi) d\xi \quad (m = 0, 1, \dots).$$



როგორც ცნობილია,  $T_m$  სავსებით უწყვეტი ოპერატორია და

$$\|T_m\| \equiv \left\{ \int_a^b \int_a^b |T_m(x, \xi)|^2 dx d\xi \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (19)$$

ვთქვათ, ახლა  $\lambda \in K_0$ . შევარჩიოთ  $\rho > 0$  ისე, რომ  $|\lambda - \lambda_0| < \rho < R_0$ . მაშინ (18) და (19) დამოკიდებულებათა ძალით

$$|\lambda - \lambda_0|^m \|T_m\| \equiv \frac{|\lambda - \lambda_0|^m}{\rho^m} \left\{ \int_a^b F_0(x) dx \right\}^{\frac{1}{2}},$$

საიდანაც გამომდინარეობს, რომ მწყრივი

$$\sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m \|T_m\| \quad (20)$$

კრებადია  $K_0$  წრეში  $|\lambda - \lambda_0| < R_0$ .

გარდა ამისა, (16) გამომდინარეობს უტოლობა

$$\left\{ \int_a^b |(\lambda - \lambda_0)^m T_m(x, \xi)|^2 d\xi \right\}^{\frac{1}{2}} \equiv \frac{|\lambda - \lambda_0|^m}{\rho^m} \sqrt{F_0(x)} \quad (m = 0, 1, \dots),$$

რაც, თავის მხრივ, მოასწავებს,  $\sum_{m=0}^n (\lambda - \lambda_0)^m T_m(x, \xi)$  მიმდევრობის საშუ-

ალო კრებადობას  $\xi$ -ს მიმართ თითქმის ყველა  $x$ -თვის, როცა  $n \rightarrow \infty$ ,  $|\lambda - \lambda_0| < \rho$ . ამიტომ თითქმის ყველა  $x$ -ის ( $a, b$ ) შუალედში

$$\int_a^b K(x, \xi; \lambda) u(\xi) d\xi = \sum_{m=0}^{\infty} (\lambda - \lambda_0)^m \int_a^b T_m(x, \xi) u(\xi) d\xi. \quad (21)$$

(20) მწყრივის კრებადობიდან გამომდინარეობს (21)-ში მონაწილე მწყრივის საშუალო კრებადობა. ამგვარად, (21) ტოლობაში მონაწილე მწყრივი საშუალოდ იკრიბება სწორედ ამ ტოლობის მარცხნივ მდგომი ფუნქციისავე. თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$T_\lambda u = \int_a^b K(x, \xi; \lambda) u(\xi) d\xi, \quad (22)$$

(15) განტოლება ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$u - T_\lambda u = f.$$

ზემოთ ჩვენ ვაჩვენეთ, რომ (22) ოპერატორი აკმაყოფილებს ჩვენი თეორემა 1-ის ყველა პირობას, საიდანაც სწორედ ტამარკინის თეორემა I (იხ. [1]) გამომდინარეობს.

3. განვიხილოთ  $\Lambda$  არეში წერტილთა ისეთი  $M$  სიმრავლე, რომელსაც  $\Lambda$ -ს შიგნით არა აქვს დაგროვების წერტილი. მაშინ ადგილი აქვს თეორემა 3. თუ  $T_\lambda$  ანალიზური ოპერატორია  $\Lambda - M$ -ში, ხოლო  $\lambda_0 \in M$  წერტილის მახლობლობაში აქვს სახე

$$T\lambda u = H\lambda u + \frac{I}{(\lambda - \lambda_0)^n} \sum_{i=1}^{\sigma_n} (u, \psi_i^{(n)}) \omega_i^{(n)} + \frac{I}{(\lambda - \lambda_0)^{n-1}} \sum_{i=1}^{\sigma_{n-1}} (u, \psi_i^{(n-1)}) \omega_i^{(n-1)} + \dots + \frac{I}{\lambda - \lambda_0} \sum_{i=1}^{\sigma_1} (u, \psi_i^{(1)}) \omega_i^{(1)},$$

სადაც  $H\lambda$  ანალიზური ოპერატორია აღნიშნულ მახლობლობაში,  $\psi_i^{(k)}$ ,  $\omega_i^{(k)}$  ( $k = 1, \dots, h$ ;  $i = 1, \dots, \sigma_k$ )  $H$ -ის რაიმე ელემენტებია (ყოველი ჯგუფი ელემენტებისა  $\omega_i^{(k)}$  ( $i = 1, \dots, \sigma_k$ ) შეიძლება ვიგულისხმოთ წრფივად დამოუკიდებელია), მაშინ  $(E - T\lambda)^{-1}$  შებენებული ოპერატორი ან არ არსებობს  $\Lambda$ -ს არც ერთ წერტილში, ან არსებობს  $\Lambda$ -ს ყოველ წერტილში, გარდა შეიძლება წერტილთა ისეთი სიმრავლისა, რომელსაც  $\Lambda$ -ში არა აქვს დაგროვების წერტილი.

დაწვრილებითი დამტკიცების მოყვანის გარეშე, შეენიშნავთ, რომ განსახილავ შემთხვევაში იმის საჩვენებლად, რომ წერტილი  $\lambda_0 \in M$  შეუძლებელია იქნეს იმ წერტილთა სიმრავლის დაგროვების წერტილი, რომელშიც არ არსებობს  $(E - T\lambda)^{-1}$  ოპერატორი. საჭიროა  $\lambda_0$  წერტილის მახლობლად  $H\lambda$ -ს შესახებაც იმგვარადვე ვიმსჯელოთ, როგორც ზემოთ  $n^{\circ}$ -ში მთელი  $T\lambda$ -თვის.

თუ ასლა კვლავ (15) განტოლებას ვა იხილავთ და დავუშვებთ, რომ გული  $\Lambda - M$ -ში ყველგან ზემოაღნიშნულ პირობებს აკმაყოფილებს, ხოლო  $\lambda_0$  წერტილს  $\lambda_0 \in M$  მახლობლად აქვს სახე

$$K(x, \xi; \lambda) = P(x, \xi; \lambda - \lambda_0) + \frac{\sum_{\nu=1}^{\sigma_n} \varphi_{\nu}^{(n)}(x) \psi_{\nu}^{(n)}(\xi)}{(\lambda - \lambda_0)^n} + \frac{\sum_{\nu=1}^{\sigma_{n-1}} \varphi_{\nu}^{(n-1)}(x) \psi_{\nu}^{(n-1)}(\xi)}{(\lambda - \lambda_0)^{n-1}} + \dots + \frac{\sum_{\nu=1}^{\sigma_1} \varphi_{\nu}^{(1)}(x) \psi_{\nu}^{(1)}(\xi)}{\lambda - \lambda_0},$$

სადაც  $P(x, \xi; \lambda - \lambda_0)$  პოლონორფულია განსახილავ მახლობლობაში, ხოლო ყველა არსი ფუნქცია  $\varphi_{\nu}^{(k)}(x)$ ,  $\psi_{\nu}^{(k)}(\xi)$  კვადრატით ჯამადია  $(a, b)$  შუალედში, მაშინ, ტამარკინის თეორემა II (იხ. [1]) მიიღება როგორც კერძო შემთხვევა ჩვენ მიერ დამტკიცებული თეორემა 3-ისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რახმანის სახელობა

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვია 8.5.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

I. I. Tamarkin. On Fredholm's integral equations, whose kernels are analytic in a parameter. Ann. of Math., v. 28, № 2, 1927.

ა. ზორბიძე

ბუნებრივად დაბრახნილი შედგენილი ძელების ბაჭინება და  
წმვილძალით ღუნვა

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჯამ 20.10.1951)

ბუნებრივად დაგრეხილი ერთგეაროვანი ძელების დეფორმაციები შესწავლილია ს. ტუმარკინის [1], პ. რიზის [2], ა. ლურიესა და გ. ჯანელიძის [3], ა. რუხაძისა [4] და სხვების შრომებში.

სხედასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმული ძელების გრეხისა და ღუნვის ამოცანების ზოგადი ამოხსნა მოცემული იყო ნ. მუსხელიშვილის მიერ [5].

ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ ბუნებრივად დაგრეხილი ძელების გაჭიმვა და წყვილძალით ღუნვა.

§ 1. ამოცანის დასმა. ვთქვათ, გვაქვს ძელი, შედგენილი სხედასხვა მასალისაგან, რომელთა პლასონის კოეფიციენტი ერთი და იგივეა, ხოლო დრეკადობის მოდული სხედასხვაა.

ვივლისხმობთ, რომ დეფორმაციამდე ძელი შედგება რიგი პარალელური მთლიანი ძელებსაგან, რომლებიც ერთმანეთს არ ეხება, მაგრამ მათ შორის და ძელების შემომსაზღვრელ ცილინდრულ ფართეულს შორის მყოფი არე შეესებულება დრეკადი სიერციით. ცილინდრის მსახველები ძელების პარალელურია.

G-ით აღვნიშნოთ ძელის მიერ დაკავებული არე დეფორმაციამდე,  $G_1, G_2, \dots, G_m$ -ით კი ძელების მიერ დაკავებული არეები, ხოლო  $G_0$ -ით დრეკადი სიერციით დაკავებული არე; S-ით აღვნიშნოთ ძელის განივი კვეთა დეფორმაციამდე. ეს კვეთა შედგება  $S_1, S_2, \dots, S_m$  არეებისაგან, რომლებიც თითოეული ძელის განივკვეთს შეესაბამება, და  $S_0$  არისაგან, რომელიც შემომსაზღვრელ მასალას შეესაბამება.

$S_1, S_2, \dots, S_m$  არეების საზღვრები  $L_1, L_2, \dots, L_m$ -ით აღვნიშნოთ;  $S_0$  არის საზღვარი იქნება  $L_1, L_2, \dots, L_m$  კონტურები და  $L_{m+1}$  კონტური, რომელიც ყველა წინა კონტურს შეიცავს.

დავუშვათ, რომ კოორდინატთა სათავე იმყოფება „ჭკედა“ (დამაგრებულ) ფუძის<sup>(1)</sup> სიმძიმის დაყვანილ ცენტრში.  $O_x$  ღერძი ცილინდრის მსახველის პარალელურია, ხოლო  $O_z$  და  $O_y$  ღერძებს დაყვანილი ინერციის მთავარი ღერძების მიმართულება აქვს.

<sup>(1)</sup> აქ და შემდეგ ჩვენ ვოყენებთ იმ ცნებებს, რომლებიც შემოტანილი იყო ნ. მუსხელიშვილის შ.ე. შედგენილი ძელებისათვის ([5], გვ. 538).

$\lambda_j$  და  $\mu_j$ -ით აღნიშნოთ  $S_j$  ( $j=0, 1, 2, \dots, m$ ) არის შესაბამისი ლამეს მუდმივები.

ვიგულისხმობთ, რომ ძელის გვერდითი ზედაპირი თავისუფალია გარეშე ძალებისაგან, გადაადგილების  $u$ ,  $v$  და  $w$  მდგენელები უწყვეტია, როდესაც ერთი გარემოდან მეორეში გადაედრეხართ, ხოლო თავისუფალ „ზედა“ ფუძეზე  $\zeta=l$  მოქმედებს ძალები, რომლებიც ტოლფასია: ა) გამჭიმავი  $F$  ძალისა, რომელიც  $Oz$  ღერძის გასწვრივ მოქმედებს და ბ) მღუნავი წყვილძალისა, რომლის მომენტი  $M_\eta$  მიმართულია  $Oy$  ღერძის პარალელური ღერძის გასწვრივ.

ამას გარდა, ვიგულისხმობთ, რომ სხვადასხვა მასალის ზედაპირის ელემენტებზე მოქმედი ძალები ტოლია და ურთიერთსაწინააღმდეგოაა მიმართული.

საძიებელია ძაბვის ტენზორისა და გადაადგილების ვექტორის კომპონენტები ძელის მიერ დაკავებული დრეკად არეში.

სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი პრიზმული ძელის დრეკადი წონასწორობის შესახებ ამოცანის ასეთი დისკუსია ეკუთვნის ნ. მუსხელიშვილს. მანვე მოგვცა ამ ამოცანის ამოხსნა 1932 წელს. ამიტომ განსახილველ ამოცანას ჩვენ ვუწოდებთ მუსხელიშვილის ამოცანას.

ჩვენი მიზანია ამოვხსნათ მუსხელიშვილის ამოცანა ბუნებრივად დაგრეხილი, შედგენილი ძელისათვის იმ შემთხვევაში, როცა მის თავისუფალ ბოლოზე გამჭიმავი ძალა ან მღუნავი წყვილძალა მოქმედებს.

განვიხილოთ სხვადასხვა მასალისაგან შედგენილი ისეთი პრიზმული ძელი, რომლის განივი კვეთები დაუძაბავ მდგომარეობაში იყოს ურთიერთმობრუნებული, რომ მათი სიმრტყეები ერთმანეთის მიმართ პარალელური რჩება.

ვთქვათ, კოორდინატთა სათავე მოთავსებულია დამაგრებული ფუძის ინერციის დაყვანილ ცენტრში,  $Oz$  ღერძი მიმართულია გვერდითი ზედაპირის მსახველის პარალელურად, ხოლო  $Ox$  და  $Oy$  ღერძები მიმართულია ამავე ფუძის ინერციის დაყვანილი მთავარი ღერძების მიმართ.

ვთქვათ, რომ კვეთის მობრუნება საწყისი მდგომარეობიდან  $\theta(x)$  კუთხით განისაზღვრება. ამ წერტილში ჩვენ განვიხილავთ თანაბარ დაგრეხას, ე. ი.

$$\theta(x) = kx, \quad (1.1)$$

სადაც  $k$  მცირე პარამეტრია, რომლის კვადრატებსა და უფრო მაღალ ხარისხებს უკუვაგდებთ.

$S_j$  არის  $L_j$  საზღვრის განტოლება იყოს

$$f_j(\xi, \eta) = 0, \quad (1.2)$$

სადაც  $j = 1, 2, \dots, m+1$ .

თუ გარდაექმნით კოორდინატთა სისტემას შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

$$\xi = x \cos \theta(x) - y \sin \theta(x), \quad \eta = x \sin \theta(x) + y \cos \theta(x), \quad \zeta = z, \quad (1.3)$$

მაშინ (1.2) განტოლება მიიღებს სახეს:

$$f_j[x \cos \theta(x) - y \sin \theta(x), x \sin \theta(x) + y \cos \theta(x)] = 0, \quad (1.4)$$

ე. ი. ყველა კვეთის  $\theta(\zeta)$  კუთხით შენობორუნებით განსახილველი ძელი პრი-  
ზმული გახდება.

თუ  $k^2$  სიზუსტით შემოვიფარგლებით, მაშინ (1.4) განტოლება შეიძლება  
ასე გადაიწეროს:

$$f_j(x - ky\zeta, y + kx\zeta) = 0. \quad (1.5)$$

თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ჩვენ  $k^2$  სიზუსტით ვკმაყოფილდებით,  
მაშინ (1.3) ფორმულების საფუძველზე ადვილად ვიპოვიით შემდეგ დამოკი-  
ლებულტებებს:

$$\begin{aligned} \xi &= x - ky\zeta, & x &= \xi + k\eta\zeta, & \frac{\partial}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial \xi} + k\zeta \frac{\partial}{\partial \eta}, \\ \eta &= y + kx\zeta, & y &= \eta - k\xi\zeta, & \frac{\partial}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial \eta} - k\zeta \frac{\partial}{\partial \xi}, \\ \zeta &= \zeta, & \zeta &= \zeta, & \frac{\partial}{\partial \zeta} &= \frac{\partial}{\partial \zeta} + k \left( \xi \frac{\partial}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial}{\partial \xi} \right). \end{aligned} \quad (1.6)$$

(1.5) ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუსებია

$$\cos(n_j, x) = H_j \frac{\partial f_j}{\partial x}, \quad \cos(n_j, y) = H_j \frac{\partial f_j}{\partial y}, \quad \cos(n_j, \zeta) = H_j \frac{\partial f_j}{\partial \zeta},$$

სადაც

$$H_j = \left[ \left( \frac{\partial f_j}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial f_j}{\partial y} \right)^2 + \left( \frac{\partial f_j}{\partial \zeta} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}.$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ  $k^2$  სიზუსტით ვგეჟნება:

$$H_j = \left[ \left( \frac{\partial f_j}{\partial \xi} \right)^2 + \left( \frac{\partial f_j}{\partial \eta} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}},$$

ხოლო

$$\begin{aligned} \cos(n_j, x) &= \cos \alpha_j + k\zeta \cos \beta_j, & \cos(n_j, y) &= \cos \beta_j - k\zeta \cos \alpha_j, \\ \cos(n_j, \zeta) &= k(\xi \cos \beta_j - \eta \cos \alpha_j), \end{aligned} \quad (1.7)$$

სადაც  $\cos \alpha_j$  და  $\cos \beta_j$  (1.2) ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუს-  
ებია.

შემოთ დისახელებულ პირობებში ჩვენ მიერ განსახილველი ამოცანა  
დაიყვანება მუსხელიშვილის შემდეგ ამოცანამდე:

საძიებელია ძბვის ტენზორის  $X_x, Y_y, \dots, Y_x$  კომპონენტები, თუ ისინი  
აკმაყოფილებენ სხეულის მიერ დაკავებულ არეში წონისწორობის ერთგვარო-  
ვან განტოლებებს, პლუს წრფივ კონს და შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, \zeta) &= 0, \\ Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, \zeta) &= 0, \\ Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, \zeta) &= 0 \end{aligned} \quad (1.8)$$

თავისუფალ ზედაპირზე,

$$\begin{aligned} [X_x \cos(n, x) + X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, \zeta)]_j &= [X_x \cos(n, x) \\ &+ X_y \cos(n, y) + X_z \cos(n, \zeta)]_0, \\ [Y_x \cos(n, x) + Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, \zeta)]_j &= [Y_x \cos(n, x) \\ &+ Y_y \cos(n, y) + Y_z \cos(n, \zeta)]_0, \end{aligned} \quad (1.9)$$

$$[Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z)]_j = [Z_x \cos(n, x) + Z_y \cos(n, y) + Z_z \cos(n, z)]_0 \quad (1.9)$$

არეთა გამყოფ ზედაპირზე (ნიშნალები კვადრატულ ფრჩხილებთან არის ნომერს აღნიშნავს).

ამას გარდა, ძალები  $\gamma = l$  თავისუფალ ზედაპირზე სტატიკურად ტოლფასი უნდა იყვნენ მოცემული დატვირთვისა, ხოლო გადაადგილების ვექტორის კომპონენტები უწყვეტი უნდა იყოს არეთა საზღვარზე გადასვლისას.

§ 2. გაკიმევა. გაკიმევის ამოცანის ამოხსნა ვეძებთ შედეგი სახით:

$$u = -\delta \xi + k u_1, \quad v = -\delta \eta + k v_1, \quad w = \delta \zeta + k w_1, \quad (2.1)$$

სადაც  $\delta = \frac{F}{S_E}$  მუღმივია ( $S_E = \sum_{j=1}^m S_j E_j$ ;  $S_j$  აღნიშნავს  $S_j$  არის ფართობს,  $E_j$ —ნივე ფართობის იუნგის მოდულს,  $\sigma$ —პუასონის კოეფიციენტს),  $u_1, v_1, w_1$ —საძიებელი ფუნქციებია, რომლებიც დამატებითი გადაადგილების კომპონენტებს გამოსაიყენებ.

თუ ვისარგებლებთ (1.6) და (2.1) ფორმულებით და  $u_1, v_1, w_1$  ფუნქციების შესაბამის ძაბვის კომპონენტებს აღვნიშნავთ  $\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{23}$ , მაშინ წონასწორობის განტოლებები განსახილველ  $G_j$  არეში მიიღებენ სახეს:

$$\frac{\partial \tau_{11}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial \zeta} = 0, \quad \frac{\partial \tau_{21}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial \zeta} = 0, \quad \frac{\partial \tau_{31}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial \zeta} = 0, \quad (2.2)$$

სადაც  $j = 0, 1, 2, \dots, m$ .

(1.8) და (1.9) სასაზღვრო პირობები, (1.7) ფორმულების გამოყენებით შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

$$\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta = 0, \quad \tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta = 0, \quad (2.3)$$

$$\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta + \mu_0 (\sigma + 2) (\xi \cos \beta - \eta \cos \alpha) = 0$$

თავისუფალ ზედაპირზე,

$$[\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_j - [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_0 = 0, \quad (2.4)$$

$$[\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_j - [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_0 = 0,$$

$$[\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_j - [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_0 + \delta (\mu_j - \mu_0) (\sigma + 2) (\xi \cos \beta_j - \eta \cos \alpha_j) = 0$$

არეთა გამყოფ ზედაპირზე, სადაც  $j = 1, 2, \dots, m$ .

ჩვენი ამოცანის შესაბამისი თავსებადობის პირობა  $G_j$  არეში გამოისახება შემდეგნაირად:

$$\Delta \tau_{11} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} = 0, \quad \Delta \tau_{22} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta^2} = 0, \quad \Delta \tau_{33} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = 0, \quad (2.5)$$

$$\Delta \tau_{12} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \eta} = 0, \quad \Delta \tau_{13} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \zeta} = 0, \quad \Delta \tau_{23} + \frac{1}{1 + \sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta \partial \zeta} = 0,$$

სადაც  $T = \tau_{11} + \tau_{22} + \tau_{33}$ , ხოლო  $j = 0, 1, 2, \dots, m$ .

უბრალო შემოწმებით ადვილად დავრწმუნდებით, რომ (2.2) წონასწორობის განტოლებები, (2.3) და (2.4) სასაზღვრო პირობები, აგრეთვე (2.5) თავსებადობის პირობები დაკმაყოფილდება, თუ მივიღებთ, რომ

$$\begin{aligned} \tau_{11} &= \tau_{22} = \tau_{33} = \tau_{42} = 0, \\ \tau_{13} &= \delta(\sigma + 2) \mu_j \eta + \rho \mu_j \left( \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} - \eta \right), \\ \tau_{23} &= -\delta(\sigma + 2) \mu_j \xi + \rho \mu_j \left( \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} + \xi \right), \end{aligned} \quad (2.6)$$

სადაც  $\varphi(\xi, \eta)$  შედგენილი ძელის გრების ფუნქციაა, ხოლო  $p$  რაღაც მუდმივია.

(2.6) ძაბვის კომპონენტების შესაბამისი გადაადგილების ვექტორის კომპონენტები იქნება:

$$u_1 = [(\sigma + 2) \delta - \rho] \eta \zeta, \quad v_1 = -[(\sigma + 2) \delta - \rho] \xi \zeta, \quad w_1 = \rho \varphi(\xi, \eta).$$

თუ ამ მნიშვნელობებს (2.1) ჩაესვამთ და  $\xi, \eta, \zeta$  მაგიერ  $x, y, z$  კოორდინატებს დაუბრუნდებით, გვექნება:

$$\begin{aligned} u &= -\delta \sigma x + k[2(\sigma + 2) \delta - \rho] y \zeta, \\ v &= -\delta \sigma y - k[2(\sigma + 2) \delta - \rho] x \zeta, \\ w &= \delta z + k \rho \varphi(x, y). \end{aligned} \quad (2.7)$$

შესაბამისი ძაბვის კომპონენტები იქნება:

$$X_x = 0, \quad Y_y = 0, \quad X_y = 0, \quad Z_z = \delta E_j,$$

$$X_z = k \delta E_j y + k \rho \mu_j \left( \frac{\partial \varphi}{\partial x} - y \right),$$

$$Y_z = -k \delta E_j x + k \rho \mu_j \left( \frac{\partial \varphi}{\partial y} + x \right).$$

აღვილად დაერწმუნდებით, რომ  $z = l$  ზედაპირზე მოქმედი ძალების ერთობლიობა სტატიკურად შემდეგის ტოლფასია:

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = F, \quad M_x = 0, \quad M_y = 0,$$

$$M_z = -k \delta I_{E_0} + k \rho \sum_{j=1}^m \mu_j D_j,$$

სადაც

$$I_{E_0} = \iint_S E_j (\xi^2 + \eta^2) d\xi d\eta, \quad D_j = \iint_{S_j} \left[ \xi \frac{\partial \varphi}{\partial \eta} + \eta \frac{\partial \varphi}{\partial \xi} + \xi^2 - \eta^2 \right] d\xi d\eta.$$

ამგვარად,  $z = l$  ზედაპირზე მოთხოვნილი პირობები დაკმაყოფილებული იქნება, თუ  $M_z = 0$ . ამისათვის  $p$  ისე შევარჩიოთ, რომ ადგილი ექნეს შემდეგ ტოლობას:

$$-k \delta I_{E_0} + k \rho \sum_{j=1}^m \mu_j D_j = 0,$$

საიდანაც

$$p = \frac{\delta I_{E_0}}{\sum_{j=1}^m \mu_j D_j}$$

§ 3. ლუნვა წყვილძალით. წყვილძალით ლუნვის ამოცანის ამოხსნა ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$u = \frac{1}{2} \gamma [\zeta^2 + \sigma(\xi^2 - \eta^2)] + k u_1, \quad v = \gamma \alpha \xi \eta + k v_1, \quad w = -\gamma \zeta \xi + k w_1, \quad (3.1)$$

სადაც  $\gamma = \frac{M\eta}{I_E \eta}$  მუდმივია ( $M\eta$  მლუნავი მომენტი, რომლის მიმართულა  $O\eta$  ღერძის პარალელურია,  $I_E \eta$  დაყვანილი ინერციის მომენტი  $O\eta$  ღერძის პარალელური ღერძის მიმართ), ხოლო  $u_1, v_1, w_1$  საძიებელი ფუნქციებია, რომლებიც დამატებით გადაადგილებას გამოსახავს.

თუ ვისარგებლებთ (1.6) და (3.1) ფორმულებით და  $\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{23}$  აღვნიშნავთ  $u_1, v_1, w_1$  ფუნქციების შესაბამის ძაბვის კომპონენტებს, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} X_x &= k\tau_{11}, \quad Y_y = k\tau_{22}, \quad X_y = k\tau_{12}, \quad Z_z = -\gamma E_0 \xi + k\gamma E_0 \xi \zeta + k\tau_{33}, \\ X_z &= -2k\gamma \mu_j \xi \eta + k\tau_{13}, \quad Y_x = k\gamma \mu_j (\xi^2 - \eta^2) + k\gamma \mu_j \zeta^2 + k\tau_{23}. \end{aligned} \quad (3.2)$$

წონასწორობის განტოლებები განსახილველ  $G_j (j = 0, 1, 2, \dots, m)$  არეში მიიღებს სახეს:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \tau_{11}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial \zeta} &= 0, \quad \frac{\partial \tau_{21}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial \zeta} + 2\gamma \mu_j \zeta = 0, \\ \frac{\partial \tau_{31}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial \zeta} + 4\gamma \mu_j \eta &= 0. \end{aligned} \quad (3.3)$$

თუ ვისარგებლებთ (1.7) დამოკიდებულებით, მაშინ (1.8) და (1.9) სახელო პირობები შეიძლება ასე გამოისახოს:

$$\begin{aligned} \tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta &= 0, \quad \tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta = 0, \\ \tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta + \gamma \mu_0 [\zeta^2 + \sigma(\xi^2 - \eta^2)] \cos \beta - 2\gamma \mu_j \xi \eta \cos \alpha - \gamma E_0 \xi (\xi \cos \beta - \eta \cos \alpha) &= 0 \end{aligned} \quad (3.4)$$

თავისუფალ ზედაპირზე,

$$\begin{aligned} [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_j - [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_0 &= 0, \\ [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_j - [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_0 &= 0, \\ [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_j - [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_0 + \gamma (\mu_j - \mu_0) [\zeta^2 + \sigma(\xi^2 - \eta^2)] \cos \beta - 2\gamma \mu_j \xi \eta \cos \alpha - \gamma (E_j - E_0) \xi (\xi \cos \beta_j - \eta \cos \alpha_j) &= 0 \end{aligned} \quad (3.5)$$

არეთა გამოყოფ ზედაპირზე, სადაც  $j = 1, 2, \dots, m$ .

ჩვენი ამოცანის შესაბამისი თავსებადობის პირობები განსახილველ  $G_j$  არეში შემდეგნაირად გამოისახება:

$$\begin{aligned} \Delta \tau_{11} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} &= 0, \quad \Delta \tau_{22} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta^2} = 0, \quad \Delta \tau_{33} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = 0, \\ \Delta \tau_{12} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \eta} &= 0, \quad \Delta \tau_{13} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \zeta} = 0, \\ \Delta \tau_{23} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta \partial \zeta} + 6\gamma \mu_j &= 0, \end{aligned} \quad (3.6)$$

სადაც  $T = \tau_{11} + \tau_{22} + \tau_{33}$ , ხოლო  $j = 0, 1, 2, \dots, m$ .



უბრალო შემოწმებით ადვილად დაერწუნდებით, რომ (3.3) წონასწორობის განჯოლებები, (3.4) და (3.5) სასაზღვრო პირობები, აგრეთვე (3.6) თავსებადობის პირობები დაკმაყოფილდება, თუ მივიღებთ, რომ

$$\begin{aligned} \tau_{11} = 0, \tau_{22} = 0, \tau_{12} = 0, \tau_{33} = -2\gamma E_j \eta \zeta, \tau_{13} = -2\gamma \mu_j \xi \eta + \gamma \mu_j \frac{\partial \phi}{\partial \xi}, \\ \tau_{23} = -\frac{1}{2} \gamma E_j \xi^2 - \gamma \mu_j (\xi^2 - \eta^2) - \gamma \mu_j \zeta^2 + \gamma \mu_j \frac{\partial \phi}{\partial \eta}. \end{aligned} \quad (3.7)$$

სიდაც  $\phi(\xi, \eta)$  განისაზღვრება შემდეგი პირობებით:

$$\Delta \phi = 2(1 + \sigma) \eta$$

$S_j (j = 0, 1, 2, \dots, m)$  არეში,

$$\frac{d\phi}{dn} = 3(1 + \sigma) \xi^2 \cos \beta$$

$L_{m+1}$  კონტურზე,

$$\mu_j \left( \frac{d\phi}{dn} \right)_j - \mu_0 \left( \frac{d\phi}{dn} \right)_0 = \frac{3}{2} (E_j - E_0) \xi^2 \cos \beta_j, (\phi)_j = (\phi)_0$$

$L_j (j = 1, 2, \dots, m)$  კონტურზე.

ადვილი შესამოწმებელია, რომ უკანასკნელ ამოცანას აქვს ამოხსნა ([5], თავი VII).

(3.7) ძაბვის კომპონენტების შესაბამისი გადაადგილების ვექტორის კომპონენტები იქნება:

$$\begin{aligned} u_1 = 2\gamma \sigma \xi \eta \zeta, \quad v_1 = -\gamma \sigma (\xi^2 - \eta^2) \zeta, \\ w_1 = -\gamma \zeta^2 \eta - \gamma (1 + \sigma) \xi^2 \eta + \gamma \psi(\xi, \eta). \end{aligned}$$

თუ ამ მნიშვნელობებს (3.1) ჩავსვამთ, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} u = \frac{1}{2} \gamma [\zeta^2 + \sigma(\xi^2 - \eta^2)] + 2k\gamma \sigma \xi \eta, \\ v = \gamma \sigma \xi \eta - k\gamma \sigma (\xi^2 - \eta^2) \zeta, \\ w = -\gamma \zeta^2 \eta - k\gamma \zeta^2 \eta - k\gamma (1 + \sigma) \xi^2 \eta + k\gamma \psi(\xi, \eta). \end{aligned} \quad (3.8)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ (3.7) ფორმულებს, მაშინ (3.2) ძაბვის კომპონენტები, რომლებიც (3.8) გადაადგილებებს შეესაბამება,  $x, y, z$  კოორდინატებში, იქნება:

$$\begin{aligned} X_x = 0, \quad Y_y = 0, \quad X_y = 0, \quad Z_x = -\gamma E_j x, \\ X_z = -k\gamma E_j x y + k\gamma \mu_j \frac{\partial \phi}{\partial x}, \quad Y_z = -\frac{1}{2} k\gamma E_j x^2 + k\gamma \mu_j \frac{\partial \phi}{\partial y}. \end{aligned}$$

ადვილი დასადგენია, რომ  $z = l$  ზედაპირზე ნოქმედი ძაღვების ერთობლიობა სტატიკურად შემდეგის ტოლფასია:

$$\begin{aligned} X = 0, \quad Y = k\gamma I_{E\eta}, \quad Z = 0, \quad M_x = k\gamma l (I_{E\eta} - I_{Ez}), \\ M_y = \gamma I_{E\eta}, \quad M_z = k\gamma \iint_S \left[ \mu_j \left( \xi \frac{\partial \phi}{\partial \eta} - \eta \frac{\partial \phi}{\partial \xi} \right) + E_j \left( \eta^2 - \frac{1}{2} \xi^2 \right) \xi \right] d\xi d\eta. \end{aligned}$$



ამგვარად,  $\chi = 1$  ზედაპირზე მოთხოვნილი პირობები არ კმაყოფილდება. დაკმაყოფილებული რომ იქნეს  $\chi = 1$  ზედაპირზე საკუთრო პირობები, ამისათვის საკმაოდ ხეივ მიერ ნაპოვნ ამოხსნას დაემატოს სენ-ვენანის გარკვეული ამოცანის ამოხსნა პრიზმული ძელისათვის, რომელიც (1.2) ზედაპირითაა შემოსაზღვრული.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.10.1951)

დამონუმბული ლიტერატურა

1. С. А. Тумаркин. Равновесие и колебание закрученных стержней. Труды ЦАГИ, вып. 341, 1937.
2. П. М. Риз. Деформации и напряжения естественно закрученных стержней. Известия Академии Наук СССР, сер. Мат. № 4, 1939.
3. А. И. Лурье и Г. Ю. Джанелидзе. Задача Сен-Венана для естественно скрученных стержней. Доклады Академии Наук СССР, т. XXIV, № 1, 3, 4 и т. XXVII, № 5, 1939.
4. А. К. Рухадзе. О деформации естественно закрученных стержней. Прикладная математика и механика, т. XI, вып. 5, 1947.
5. Н. И. Мусхелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. Третье издание, М.—Л., 1949.
6. Н. И. Мусхелишвили. К задаче кручения и изгиба упругих брусьев, составленных из различных материалов. Известия Академии Наук СССР, VII серия, Отделение математ. и естес. наук, № 7, 1932.

გეოგრაფია

თ. ნუცუბიძე

ზავახეთის ტბების ბუნება ივი დაშრობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამუშევარი წევრმა აღ. ჯავახიშვილმა 9.10.1951)

ჯავახეთი, რომელიც ნამდვილ ტბათა მხარედ ითვლებოდა და ჯერ კიდევ ითვლება, შეიძლება ახლო მომავალში ყოფილ ტბათა მხარედ გადაიქცეს. ჯავახეთის ზევანზე ჩატარებულმა კვლევა-ძიებამ გამოაქვინა, რომ გეოლოგიურ წარსულში აქ ტბათა გაცილებით მეტი რაოდენობა ყოფილა, ვიდრე ამჟამადაა, რასაც ჯერ კიდევ კარგად შენახული ნატბეური დებრესიები ადასტურებს. ყოფილი წყალსათავსების კვალი მკვეთრად და აღბეჭდილი მდინარეთა ხეობებში.

ჯავახეთის ზოგიერთი ტბის რეჟიმს პერიოდული მოვლენები ახასიათებს, რაც გამოიხატება მათი დონის ერთბაშად დაწევაში, ან აგრეთვე ერთბაშად დაშრობაში ანდა დაშრობის შემდეგ პირველადი მდგომარეობის აღდგენაში. ასეთი პერიოდების ხანგრძლიობა, რაც მინიმალური და მაქსიმალური წყლიანობის ფარგლებში მერყეობს, ზოგჯერ ათეული წლებით განისაზღვრება და დაკავშირებულია ატმოსფერული ნალექებისა და ჰაერის ტემპერატურის წლიურ მსვლელობასთან.

ჯავახეთის ტბების წყლიანობის რყევის პროცესის გამორკვევისას ნათელი გახდა, რომ ტბების წყლიანობა შესწავლილ უნდა იქნეს წყალუბე და წყალმცირე პერიოდებთან დაკავშირებით.

ამ კარგმობამ იმ აუცილებლობამდე მიგვიყვანა, რომ დაგვედგინა რა-ღაც გარკვეული პერიოდულობა ტბათა დონის რყევაში და ამასთან ერთად პერიოდების ხანგრძლიობა.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ტბების დონეთა რყევის შესახებ მასალები არ მოიპოვება ან ძლიერ მცირე რაოდენობითაა, დიდი დახმარების გაწევა შეუძლია ტბათა განლაგების ტერიტორიის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავსებულებებს; ამას კი კლიმატის პერიოდული რყევა გამოიხატავს, რაც მშრალი ან ტენიანი პერიოდების სახით გვევლინება. ეს გარკვევება, თავის მხრივ, იწვევს ტბის სარკის ფართობს, სანაპირო ხაზის და წყლის მინერალიზაციის ცვლებადობას და სხვ.

ჯავახეთის პლატოს ტბებიდან პირველ რიგში ბუნებრივი დაშრობა შედარებით პატარა და გაუდინარ ტბებს განუცდია. ზოგიერთ მათგანს დონეთა საუკუნეებრივი რყევა რომ განუცდია, ეს ტბიური ტერასების არსებობით დასტურდება.

1615

არის ჯგუფი ისეთი ტბებისა, რომლებსაც, სავსებით სამართლიანად, ჩვენ „პულსირებული“ ტბები ვუწოდეთ. ეს იმიტომ, რომ ისინი ერთი წლის განმავლობაში განვითარების ყველა სტადიას განიცდიან. დიდი ტბების დონეს ახასიათებს საკრძობი რყევა, რასაც მკვეთრად გამოხატული პერიოდულობა აქვს. ამის საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ მასალებს ზოგიერთი ტბის შესახებ.

გაუდინარი ტბა ზრესი 1926 წლამდე განუწყვეტლივ იკლებდა და სწრაფად დაშრობის სტადიაში გადადიოდა. 1926 წელს ეს ტბა მთლიანად ამოშრა. ამის მიზეზი იყო, ერთი მხრივ, მცირენალექიანი წლები და, მეორე მხრივ, იმ ხელოვნური არხის უმოქმედება, რომელიც წინათ ვაჩიანის ტბიდან გაზაფხულის წყალდიდობისას ზედმეტ წყალს აწვდიდა ზრესის ტბას. ვინაიდან ამჟამად ვაჩიანის ტბა თვითონაც შრება და ქაობადაა გადაქცეული, ზემოხსენებულმა არხმაც დაკარგა მნიშვნელობა.

1928 წელი მთელ საქართველოში უხვნალექიანი წელი იყო; განსაკუთრებით უხვნალექიანი იყო 1928 წლის ზამთარი, რამაც უზრუნველყო ასეთივე უხვი ზედაპირული ჩამონადენი ზრესის ტბის აუზში. ამას მოჰყვა ტბის დებრესიის წყლით ამოვსება საშუალოდ ერთი მეტრის სიღრმეზე. ამ წყალსტვემა ტბის მდგომარეობა 1932 წლამდე შეინარჩუნა, რის შემდეგ ტბის დონემ კვლავ იწყო დაკლება და 1947 წლისათვის ისევ მთლიანად დაშრა. ზრესის ტბა ამჟამად დამშრალია, მისი კალაპოტის საგრძობი ნაწილი სახნავ-სათესადაა გადაქცეული. ტბის განახლებისათვის პრობები არაა. თუ ბრიუკნერის კლიმატური ციკლის პერიოდულობა გამართლდა, მაშინ ზრესი 1963 წელს შეიძლება ისევ ტბად გადაიქცეს. მაგრამ ამ დროისათვის მისი დებრესიის აღნაგობის სტრუქტურა ხელოვნურად იმდენად დარღვეული იქნება, რომ მისი აღდგენა შეუძლებელი გახდება.

უკანასკნელი 30 წლის მანძილზე ვაჩიანის ტბამ განვითარების ანალოგიური სტადიები გაიარა; ამჟამად მისი კალაპოტის ორი მესამედი ქაობს წარმოადგენს. მისი განახლებისათვისაც არაა პრობები.

ი. მუშკეტოვმა 1900 წ. ინახულა ტბა ტაბისყური და აღნიშნა— შექველია, ეს ტბა დაშრობას განიცდის, რადგან ტბას რამდენიმე უბე სრულიად გამოეყო.

1909 წლიდან ტაბისყურის ტბა მატებას იწყებს; ამის შემდეგ ტბის დონეს დაკლება არ ემჩნევა. 1932 წლის შემდეგ ტბა ტაბისყური ისევ განიცდის დაკლებას. უკანასკნელი 10 წლის განმავლობაში ტბის დონე ისევ წონასწორობაშია. ზემოთ აღნიშნულის მიზეზად ფილტრაცია არ შეიძლება მივიჩნიოთ; ამ შემთხვევაში წყლის დამლაშებას ექნებოდა იდეალი, რაც, თავის მხრივ, უარყოფითად იმოქმედებდა ტბის ფუნის განვითარებაზე.

1909 წ. ლ. ბერგი [1] და შემდეგ 1930 წ. ბ. ყავრიშვილი [2] აღნიშნავენ, რომ ტბა ხოზათინის დონე განუწყვეტლივ მატულობს. დონის მატება იმდენად მნიშვნელოვანი იყო, რომ ტბა მოტბორებას უქადდა სოფ. კონარბელს მოუხდავად იმისა, რომ ტბიდან გაყვანილია სარწყავი არხი, საიდანაც წყალი მტკვარს უერთდება. აღნიშნული პერიოდი განსაკუთრებული უხვნალე-

ქიანობით არ გამოირჩეოდა, ასე რომ ტბის დონის აწევა უფრო ჰარბ მიწის-  
ქვეშა წყლებს უნდა მიეწეროს.

1940 წლიდან დაწყებული 1947 წლამდე დონე სტაბილურ მდგომარე-  
ობაშია. უკანასკნელი 2—3 წლის განმავლობაში, როგორც დაკვირვების მასა-  
ლიდან ჩანს, ტბის დონე ისევ შესამჩნევ დაწევას განიცდის.

ტბა ფარავანიც პერიოდულ რყევას განიცდის. ტბის დასავლეთ და  
ჩრდილო სანაპირო ზოლში კარგად ჩანს ყოფილი მაღალი დონის კვალი. ეს  
განსაკუთრებით აღბეჭდილია სოფ. ასფარას სამხრეთით, სადაც ხეობის პრო-  
ფილი თითქმის პორიზონტალურია და ტბის ყოფილი ფსკერის ყველა ნიშანს  
ატარებს. ტბის ჩრდილო სანაპიროც დაფარულია ტბიური ნალექებით. ფა-  
რავანის აუზში სხვადასხვა სიმაღლეზე აგრეთვე მკვეთრად გამოხატული ტბი-  
ური ტერასები, რაც დონის საუკუნეებრივი რყევის უდავო საბუთს წარმოად-  
გენს. უკანასკნელი 17 წლის მანძილზე ჩატარებული დაკვირვების მასალიდან  
იჩვენება, რომ დონე წონასწორობაშია. მაშასადამე, მათი რყევის პერიოდუ-  
ლობა უფრო ხანგრძლივი უნდა იყოს.

ვიზიდან ტბა საღამოს მოცულობა ბევრად ნაკლებია, ვიდრე ფარავ-  
ანისა, ამიტომ დაწევა მის დონეს უფრო ემჩნევა. ის დებრესია, რომელიც  
ტბის ჩრდილოეთით მდებარეობს და რომელზედაც ამჟამად მდ. ფარავანი მიე-  
დინება, ტბიური ნაფენებითაა აგებული. გარდა ამისა, ის კუნძული, რომელიც  
ტბაში მდ. ფარავანის შესართავის პირდაპირ მდებარეობს, თანდათან ხევით  
იწვევს. საღამოს ტბის დონეზე ხანმოკლე დაკვირვების მასალა იმდენად მცი-  
რება, რომ რაიმე დასკვნის საშუალებას არ გვაძლევს.

დონის დაწევა განსაკუთრებით მაღალათვის ტბას ემჩნევა. იგი უკვე და-  
ჭობების სტადიაშია და მისი განახლებისათვის აქ არავითარი პირობები არ  
მოიპოვება. მის აუზში მიწისქვეშა წყლები არსად არ გამოდის, ხოლო გათხ-  
რილ ჰებში წყლის დონე 30—35 მ სიმაღლეზეა. ტბა მთლიანად წყალმცენა-  
რებითაა დაფარული, რაც აგრეთვე იმის მაჩვენებელია, რომ მიწისქვეშა წყლე-  
ბი არც მის ფსკერზე გამოდის. წყალმცენარეები ამ ტბის დაშრობის ერთ-  
ერთ მთავარ მიზეზს წარმოადგენს.

დაშრობის მხრივ განსაკუთრებულ მდგომარეობაში ხანჩალის ტბა იმყოფე-  
ბა. მისი აუზის სამხრეთი და სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი ტბიური ნაფენები-  
თაა აგებული; აღნიშნული ნაწილის ფორმაც ნატბურზე მიგვივითნებს. გაზა-  
ფხულის წყალდიდობა უმნიშვნელო გავლენას ახდენს დონის აწევაზე და ისიც  
ხანმოკლე დროის განმავლობაში. მიუხედავად იმისა, რომ ტბაში აღმოსავლე-  
თიდან ორი მუდმივი ნაკადული და სამი დროებითი ხევი ჩაედინება, ტბიდან  
კი მხოლოდ ერთი მდინარე გამოედინება, ტბა მაინც საგრძნობლად იკლებს.  
ამ ტბის გაახალგაზრდავება შესაძლებელია, თუ ტბაში გადაყვანილ იქნება მდ-  
ბუღდაშენი, რაც ტექნიკურად შესაძლებელია.

ზემოთ დასახელებული ტბების დაშრობის მაგალითები უშუალო დაკვირ-  
ვების მასალების ანალიზისა და გაზომვების შედეგს წარმოადგენს.

პლატოს ის ტბები, რომლებიც გვერდით ვულკანურ კრატერებშია და  
ძალიან ღრმაა (10—15 მ), მიუხედავად მათი გუფდინარობისა, წყალმცენარეებით

ნაკლებადაა მოცული და ისიც მხოლოდ სანაპირო ზოლში. ამ ჯგუფის ტბებსაც ემჩნევა დაშრობის პროცესის გავლენა, მაგრამ ეს პროცესი აქ ძლიერ ნელა მიმდინარეობს.

რა იწვევს აქ ტბების დაშრობას?

ტბების საზრდოობის პირობები აქ ისეთი ხასიათისა არაა, რომ მან ხელი შეუწყოს მათ დაშრობას. ნალექების წლიური ჯამი აქ სავესებით საკმარისია; სამაგიეროდ აორთქლება საკმაოდ დიდია. ამასთან, დანესტიანების კოეფიციენტი (0,78) არც ისე მცირეა.

ტბების დაშრობის მიზეზები თვით ამ მხარის ფიზიკურ-გეოგრაფიულ თავისებურებაში უნდა ვეძიოთ. წლის განმავლობაში ტემპერატურის რყევის ამპლიტუდა დიდია. რაც აპირობებს ძლიერ მექანიკურ გამოფიტვას. ალაგ-ალაგ ეს პროცესი იმდენად ძლიერად მიმდინარეობს, რომ ქვაყრილებს აჩენს. პლატოს გარშემო ნდებარე მაღლობების ძირში და გაშიშვლებულ კალთებზე დიდი რაოდენობით გროვდება კლასტური მასალა. თოვლის დნობისა და წვიმების დროს გაჩენილ ნაკადულებს, რელიეფის საგრძნობი დახრილობის გამო, ეს მასალა ტბების დეპრესიებში ჩააქვს, რამაც ტბის ქვაბულების ფსკერის აწევა გამოიწვია; უკანასკნელი მოვლენა კი, თავის მხრივ, ხელს უწყობს მცენარეულობის განვითარებას. რამდენადაც მეტადაა ტბებზე წყალმცენარეები გავრცელებული, იმდენად მეტ წყალს კარგავს ტბა ტრანსპირაციის საშუალებით. ამასთან ერთად გამორიცხული არაა ტბის ქვაბულებიდან ფილტრაცია, რაც აგრეთვე დონის დაწევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიზეზად უნდა იქნეს მიჩნეული.

ზრდის, ვაჩიანისა და სხვა მრავალი პატარა ვალდინარი ტბის დაშრობა უმთავრესად პირველი ორი ფაქტორის ზეგავლენითაა გამოწვეული.

ხანჩალის ტბის დაშრობაში გადამწყვეტი როლი ფსკერიდან ფილტრაციას ეკუთვნის. ქიმიური ანალიზისა და ნიველობის საშუალებით დასაბუთდა, რომ დილიფის წყაროები ხანჩალის ტბიდან ინფილტრირებულ წყალს წარმოადგენს. ამ წყაროების დებეტი წლიდან წლამდე არ იცვლება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ინფილტრაცია ფსკერიდან მიმდინარეობს. ხანჩალის ტბის დაშრობა დილიფის წყაროების დაშრობას გამოიწვევს, მაგრამ ეს რამდენადმე შეგვიანებით მოხდება.

ფარაენის წყლის ბალანსი თანადროულ ეტაპზე შედარებით წონასწორობაშია. წყლის ის მოცულობა, რასაც ტბა კარგავს ფილტრაციაზე, თითქმის კომპენსირებულია მისი დასავლეთი ნაპირის გასწვრივ გამომდინარე წყაროებით.

სალამოს ტბის ჩრდილო-აღმოსავლეთი ნაპირის გასწვრივ გამომავალი უბვი წყაროები ფარაენიდან გაჟონილ წყალს წარმოადგენს, რაც ქიმიურმა ანალიზმა და ნიველობამ დაადასტურა.

ამრიგად, პლატოს ტბები დაშრობის სტადიაშია. ზოგიერთი მათგანის გაახალგაზრდება შეიძლება. ზოგიერთ ტბას ხანგრძლივ არსებობას წყალმცენარეებისა და ფსკერის ლამის ნოსპობა შეუწინააღმდეგებს.

ქარსაკევი ზოლების გაშენების საქმეში აქაური ტბების წყლები დადებით როლს ითამაშებს, როგორც სარწყავი ბუნებრივი წყალსათავსები. პიდრონერჯის მიღებისათვისაც აქ ტბების გამოყენება მაქსიმალურად შეიძლება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარეობს, რომ ხელოვნური დაშრობა ჯავახეთში არსებული ტბებისა, რასაც ამჟამად მიმართავენ, დაუყოვნებლივ უნდა შეწყდეს და, პირიქით, გაძლიერდეს ტბებში წყლის რესურსები.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ვახუშტის საბ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.10.1951)

#### დავოწმებული ლიტერატურა

1. Л. С. Берг. Заметки об уровне некоторых озер Ахалкалакского нагорья. Землевеление. Кн. II, М., 1910.
2. В. И. Кавришвили. Озера Джавахетии. Бюллетень Закавказ. Опыт но-исследов. Института Водного хозяйства, № 8, 1931.

მნიშვნელობა

გ. გომელაური

კოლხეთის დაბლობის ტორფნარების დამუშავების  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. ხავერდმა 7.5.1951)

ცნობილია, რომ მოსახლეობის კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად განკუთვნილი სათბობი, რომელიც ძირითადად შენობებში დადგმულ გასათბობ ქვაბებში და კედლისა და მცირე თბოტევადობის ლუმენებში იწვება, შედარებით მაღალი ხარისხით უნდა ხასიათდებოდეს. ამ მიზნისათვის ქვანახშირის გამდიდრების შედეგად მიღებული ნარჩენებისა და საქართველოს მურა ნახშირის ეფექტიანი გამოყენება შეუძლებელია, რადგანაც ეს სათბობები დიდი რაოდენობით შეიცავს ნაცარს და ხასიათდება დაბალი თბოუნარიანობითა და წკრილმარცვლიანობით, ხოლო შემოხსენებული მოწყობილობანი კი ტექნიკურად არასრულყოფილია.

წრფივობის საჭიროებისათვის სათბობის ხარჯის სწრაფ ზრდასთან დაკავშირებით საჭიროა აქედანვე გავითვალისწინოთ ის ვარაუგობა, რომ საქართველოში თანდათანობით შესაძინევი გახდება კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ენერგეტიკაში გამოსაყენებლად ვარგისი სათბობის ნაკლებობა. განსაკუთრებით აღსანიშნავია აგრეთვე ისიც, რომ კარგი ხარისხის მინერალური სათბობის ნაკლებობასთან დაკავშირებით გაიზრდება შეშის მოხზარება, რაც საქართველოს სსრ პირობებში მეტად არასასურველია.

იმასთან დაკავშირებით, რომ საბჭოთა კავშირის რიგ დიდ ქალაქებში სათბობით მოსახლეობის მომარაგების მიზნით ფართოდ იყენებენ ტორფის ბრიკეტებს, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის მიერ შესწავლილ იქნა კოლხეთის დაბლობის ტორფნარები ტორფის ბრიკეტების წარმოების ბაზად მათი გამოყენების თვალსაზრისით.

კოლხეთის დაბლობის მთავარი ტორფნარების—ნაბიდას, ჭურისა და იმნათის—საბადოთა სამარშრუტო ძიებამ [1] ნათელყო, რომ იმნათის ტორფნარი, რომელიც ტორფის სამრეწველო მარაგს შეიცავს, მეტად პერსპექტიულია, როგორც მაღალხარისხოვანი საყოფაცხოვრებო სათბობის მოპოვების ბაზა. მითითებანი იმნათის საბადოს ტორფის ვარგისიანობის შესახებ სათბობად გამოყენების თვალსაზრისით სევა უფრო აღრინდელ ნამუშევრებშიც გვხვდება [2].

სამარშრუტო ძიების დროს იმნათის ტორფნარის სხვადასხვა ადგილას ინსტორფის ბურღით აღებულ იქნა ტორფის 20 სინჯი. სინჯებს ვიღებდით



1—4 მეტრის სიღრმეზე. ხსენებული სინჯების საშუალო ნაცრიანობა 8%-ის ფარგლებში მერყუობს. იმავე სინჯებისათვის დაშლილობის ხარისხის განსაზღვრის შედეგად დადგინდა იქნა, რომ იმნათის საბადოს ტორფისათვის ეს კრიტერიუმი შეიძლება მიჩნეულ იქნეს 26—27%-ის ტოლად.

გამოირკვა აგრეთვე, რომ დანარჩენი ორი საბადოს ტორფი ან გაცილებით უფრო დიდი რაოდენობით შეიცავს ნაცარს (ნაბადას ტორფნარი), ან დაშლილობის მეტად დაბალი ხარისხით ხასიათდება (ჭურჩას ტორფნარი) (1).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტმა 1950 წელს მოსკოვის ოლქში პნევმოკაზური სქემით მომუშავე ერთ-ერთ საბრიკეტო ქარხანაში ჩაატარა იმნათის ტორფნარზე მოპოვებული ტორფის საცდელი დაბრიკეტება. ცდების შედეგად მიღებულ იქნა საესეებით დამაკმაყოფილებელი ხარისხის ბრიკეტები. მექანიკური სიმტკიცის განსაზღვრის დროს ბრიკეტების დროებითი წინაღობა ლუნეის მიმართ უდრიდა 23.4 მგ; გარდა ამისა, ბრიკეტები მინიმალური ტენტიეადობის მქონე და პრაქტიკულად ტენტიეადი აღმოჩნდა [3].

არანაკლებ სერიოზულ ყურადღებას იმსახურებს ციტრუსოვანი პლანტაციებისათვის კოლხეთის დაბლობის ტორფის ორგანულ სასუქად გამოყენების საკითხი. გამოკვლევებით დადგინდა იქნა, რომ კოლხეთის დაბლობის თითქმის ყველა ტორფნარი შეიცავს ტორფს, რომელიც თავისი ხარისხით საესეებით აკმაყოფილებს სოფლის მეურნეობის მოთხოვნილებებს ორგანული სასუქების მიმართ.

ზემოხსენებულიდან გამომდინარეობს, რომ კოლხეთის დაბლობში კონცენტრირებული ტორფის რესურსების საქართველოს სსრ სახალხო მეურნეობაში გამოყენების საკითხი დიდი აქტუალობით ხასიათდება. ამასთან ვიღებთ რა მხედველობაში იმას, რომ სასუქად გამოსაყენებელი ტორფის ნაცრიანობა და დაშლილობის ხასიათი შეიძლება ფართო ფარგლებში მერყეობდეს; დასაბრიკეტებელი ტორფის ნაცრიანობა კი შეიძლება დაგვიარდ 10% არ უნდა სჭარბობდეს; [4], ვასკენით, რომ იმნათის ტორფნარზე უნდა მოეწყოს დასაბრიკეტებელი ტორფის მოპოვება, კოლხეთის დაბლობის დანარჩენი ტორფნარები კი გამოყენებულ უნდა იქნეს ორგანული სასუქის მოსაპოვებლად.

კოლხეთის ტორფნარების ექსპლუატაციის საკითხების გადაწყვეტიის დროს ვებდებით ტორფის ექსკავაციასთან და შრომასთან დაკავშირებულ სერიოზულ სიძნელეებს; ეს სიძნელეები გაპირობებულია ხსენებული ტორფნარების უჩვეულოდ მაღალი ტენიანობით, ტორფის მნიშვნელოვანი ნაწილის განლაკებათ ზღვის დონეზე დაბლა და ზღვის მახლობლად, და აგრეთვე იმით, რომ კოლხეთის დაბლობში არ მოიპოვება საშრობ მიხედვრებად გამოყენებისათვის ვარჯისი ფართობები.

(1 ტორფის სინჯების ტექნიკური ანალიზები ფრიად მულდასმით გააკეთა ინჟინერ-ქიმიკოსმა კ. ასათიანმა.

ხაზი უნდა გაესვას იმას, რომ ხსენებულ სიძნელეთა გადალახვას გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს საქართველოს სსრ სახალხო მეურნეობაში კოლხეთის ტორფის ფართოდ გამოყენების პრობლემის გადაწყვეტისათვის.

ვინაიდან განხილულ პირობებში მოუხერხებელია ტორფის ექსკავაციისა და შრობის ჩვეულებრივი ტექნოლოგიური სქემების გამოყენება, კოლხეთის ტორფნარების დასამუშავებლად საჭირო ხდება სპეციალური მეთოდების გამოძებნა. კერძოდ, ჩვენი აზრით, ფრიად პერსპექტივანია ტორფის ექსკავაციისა და შრობის ქვემოთ აღწერილი ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ტორფნარის წინ.სწარ დაშრობას არ ითვალისწინებს. ამ სქემას საფუძვლად უდევს მოსაზრება ისეთი მკურავი აგრეგატის (ბარჯის) გამოყენების შესახებ, რომელზეც ამა თუ იმ კონსტრუქციის (მაგალითად, გრეიდერიანი) ექსკავატორი იქნება დადგმული.

სქემის თანახმად, ბარჯაზე დადგმული ექსკავატორი იღებს ტორფს ბულობიდან და აწარმოებს მის ჩატვირთვას იმავე ბარჯაზე მოთავსებულ დიდი ტევადობის ბუნკერში. ბუნკერში წყლის ქაკლებით წარმოებს ექსკავირებული ტორფის დამუშავება. წყლის ქაკლები ჰიდრომონიტორებიდან გამოიტყორცნება. ჰიდრომონიტორებისათვის წყლის მიწოდება ხორციელდება ბარჯის ტრიუმში დადგმული ტუმბოებით. წარმოშობილი ჰიდრომასა განიცდის გადამუშავებას დამხელში და ამის შემდეგ გადაიტუმბება ბარჯიდან ტორფის ტუმბოთი, რომელიც აგრეთვე ბარჯის ტრიუმშია დადგმული.

უნდა აღინიშნოს, რომ უკვე რამდენიმე წლის წინათ ბარჯაზე დადგმული ექსკავატორი წარმატებით იქნა გამოყენებული ტრესტ „კოლხიდიშენის“ მიერ ფოთის რაიონის ტორფნარებში არხის გაყვანის დროს.

ტექნოლოგიური სქემის განხილული ნაწილის უპირატესობანი, ჩვენი აზრით, იმაში მდგომარეობს, რომ იგი იძლევა ტორფნარის პრაქტიკულად მთელ სიღრმეზე დამუშავების შესაძლებლობას და გამორიცხავს ტორფის უშუალოდ მოპოვების ადგილებზე შრობის საჭიროებას, რაც განუხორციელებელია კოლხეთის ტორფნარების პირობებში. გარდა ამისა, იგი საგრძნობლად ამარტივებს ექსკავირებული ტორფის გადატანის ამოცანას მისი შემდგომი დამუშავების ადგილზე.

განხილული სქემა ნაწილობრივ მოდერნიზებულ ჰიდროტორფის ცნობილი სქემის ნაირსახეობას წარმოადგენს [5], მაგრამ, მისგან განსხვავებით, იგი ითვალისწინებს წყალში ბარჯის მუშავე ტრეტივს, ტორფის მექანიკურ (და არა ჰიდრაულიკურ) ექსკავაციას და სხვა. კერძოდ, განხალული სქემისთვის დამახასიათებელია ჰიდრომონიტორების საკვებად იმავე წყლის გამოყენება, რომელშიც ბარჯა ცურავს, რაც მხოლოდ მაშინ შეიძლება იქნეს განხორციელებული, როდესაც წყლის მიწოდება ტორფის მოპოვების ზონაში საკმაოდ ინტენსიურად ხდება.

მიღებული ჰიდრომასის შრობის დასაჩქარებლად გათვალისწინებულია სპეციალური დამლექი აუზების გამოყენება, რასაც საფუძვლად უდევს ს. ცუპროვის მიერ 1935 წელს დამუშავებული ჰიდროდალექიის მეთოდი [5].

კოლხეთის დაბლობის პირობებში ს. ცუპროვის მეთოდით გათვალისწინებული დამლექი აუზები უნდა მოეწყოს ზღვისპირა ქვიშნარ ისრებზე, რომელნიც ტორფნარებს ზღვისაგან გამოყოფს. საფუძველი გვაქვს ვიფიქროთ, რომ დრენაჟის მაღალი უნარის მქონე ქვიშნარ ისრებზე მოთავსებული დამლექი აუზები, განსაკუთრებით ისეთი იდეალური წყალმიმღების სიახლოვის წყალობით, როგორსაც ზღვა წარმოადგენს, საშუალებას მოგვცემს სწრაფად მოვიშოროთ ის წყალი, რომელსაც ჰიდრომასა შეიცავს. ამის შედეგად ტორფის ტენიანობამ შედარებით მოკლე ვადებში უნდა მიაღწიოს ისეთ მდგომარეობას, რაც შესაძლებელს გახდის ტორფის ღარვის წარმოებას უშუალოდ დამლექ აუზებში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ აზრი დამლექი აუზების მოწყობის ადგილად ქვიშნარი ისრების გამოყენების შესახებ გამოთქვა ინჟინერ-გეოლოგმა ა. კუროჩინმა.

ზემოთ წამოყენებული ტექნოლოგიური სქემის განხორციელება დაკავშირებული იქნება ჰიდრომასის სხვადასხვა მანძილზე გადატუმბვასთან, რამაც ცალკეულ შემთხვევებში შეიძლება რამდენიმე კილომეტრს მიაღწიოს, მაგრამ ცნობილია, რომ ამგვარ გადატუმბვას არ ხვდება რაიმე ტექნიკური სინფილექციები [5] და რომ იგი არ იწვევს ტორფის მოპოვების ეკონომიური მაჩვენებლების შესამჩნევ გაუარესებას. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტში ჩატარებულმა გაანგარიშებამ [3] ნათელყო, რომ კოლხეთის დაბლობის ტორფიდან დამზადებული ბრიკეტების თვითღირებულება 20—25% -ით ნაკლები იქნება შემის ეკვივალენტური რაოდენობის თვითღირებულებასთან შედარებით.

კოლხეთის დაბლობში ტორფის მოპოვების ფართოდ გაშლისათვის საჭიროა რიგი სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების შესრულება; კერძოდ, შესწავლილ უნდა იქნეს ზღვისპირა ქვიშნარ ისრებზე განლაგებულ დამლექ აუზებში ჰიდრომასის შრობის პირობები, კოლხეთის საბადოთა ბოქვოვანი აღნაგობის მქონე ტორფის შემცველი ჰიდრომასის გადატუმბვის თავისებურებანი და სხვა.

დასასრულ საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ ტორფის მოპოვების აღწერილი მეთოდის გამოყენების შედეგად კოლხეთის დაბლობის მთავარი ტორფნარები, რომელთა დაშრობა თვით შორეულ მომავალშიც კი განუხორციელებლადია მიჩნეული, თანდათანობით გადაიქცევა საკმარისად ღრმა წყალსაცავებად, რომლებიც ამა თუ იმ სახით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სახალხო მეურნეობაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ენერგეტიკის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.5.1951)



დამოწმებული ლიტერატურა

1. ვ. ზომელაური, ზ. სარაჯიშვილი, ვ. მანჯგალაძე. კოლხეთის დაბლობის ტორფნარები, როგორც ტორფის ბრიკეტების წარმოების ბაზა. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ენერგეტიკის ინსტიტუტის შრომები, ტ. VI, თბილისი, 1951.
2. Проектное задание по организации промышленной добычи проветренного торфа для Потийского торфобрикетного завода. Москва, 1949.
3. В. И. Гомелаури, Г. В. Сараджишвили, Д. П. Небиеридзе, Г. К. Картвелишвили. Изучение процесса брикетирования торфа Грузинской ССР в промышленных условиях. Тбилиси, 1950.
4. С. Н. Тюренов. Торфяные месторождения и их разведка. Госэнергоиздат, Москва, 1950.
5. М. А. Веллер. Технология гидроторфа. Госэнергоиздат, Москва, 1948.



საღმისტი

ფ. ბერიშვილი

**ჩაის სათვისლეობის შერჩევა მიწა-ალური კვების სხვადასხვაგვარ პირობებში**

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვალმა წევრმა ტ. კვარცხელიამ 3. 7. 1951)

ხარისხიანი ჩაის მწვანე ფოთლის უხვი მოსავლის მისაღებად გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ვეგეტაციური ნიშან-თვისებათა განვითარებას. ბუჩქის ვარჯში რამდენადაც ბევრია მოზარდი ტოტები, იმდენად მეტია ფოთლის მოსავალი. ამიტომ აუცილებელია ჩაის ბუჩქების თითოეული ჯგუფის ვეგეტაციური ნიშან-თვისებათა ხასიათის შესწავლა მინერალური კვების სხვადასხვაგვარ პირობებში.

ამ მიზნით კოლმეურნეობებში „პირველი მაისი“ და „სოციალიზმისაკენ“ გამოყოფილ იქნა ჩაის პლანტაციების ნაკვეთები, რომლებიც ჩაის მეურნეობის საკავშირო სამეცნიერო-საკვლევო ინსტიტუტმა 1929 წელს გააშენა. ნაკვეთის ფართობი თითოეულ კოლმეურნეობაში 400 კვ მეტრია, მანძილი ბუჩქთა შორის რიგში და აგრეთვე მანძილი რიგთა შორის 1 მეტრს უდრის.

ორივე პლანტაციაში შესწავლილ იქნა შემდეგი ვარიანტები: საკონტროლო (უსასუქო), N, N<sup>2</sup>, NPK და N<sub>2</sub>PK. თითოეულ ვარიანტში 80 კვ. მეტრია; განმეორება ორმაგი.

მეცნიერ მუშაის ი. საღოვესკის მიერ სამი წლის განმავლობაში ჩატარებული გამოკვლევის მონაცემებმა გვიჩვენა, რომ საცდელ ნაკვეთთა შორის ვარიანტი N<sub>2</sub>PK ყველაზე მეტ მოსავალს იძლევა.

სხვადასხვა ჯგუფის სათვისლეებში ვეგეტაციური ნიშან-თვისებათა განვითარებაზე მინერალური სასუქების სხვადასხვა დოზისა და კომბინაციის მოქმედების შესწავლის მიზნით ხსენებული საფოთლე პლანტაციები ჩვენ 1938 წლის შემოდგომაზე სათვისლეებად გადავიყვანეთ. ორი წლის განმავლობაში ვეგეტაციური ნიშან-თვისებათა ცვლებადობის შესწავლის საფუძველზე განსაზღვრულ იქნა უხეშოსავლიანი, საშუალოსავლიანი და დაბალმოსავლიანი მცენარეების რაოდენობა.

სხვადასხვა ჯგუფის მცენარეთა შერჩევა წარმოებდა შემდეგი ვეგეტაციური ნიშნების საფუძველზე: ბუჩქის სიმაღლე და დიამეტრი, ტოტების რაოდენობა, ზრდის ენერჯია, ტოტების ნაზარდი, მწვანე ფოთლის მოსავალი და ყვავილობის ხარისხი; დაკვირვება 1939 და 1940 წლის შემოდგომაზე წარმოებდა. ამ ხნის განმავლობაში სასუქების შეტანა არ შეწყვეტილა. ცდის მიზანი იყო დაგვესაზუსტებინა მინერალური კვების სხვადასხვაგვარი პირობების გავლენა სხვადასხვა ჯგუფის მცენარეთა ვეგეტაციურ და გენერაციულ ნიშან-თვისებათა განვითარების ხარისხზე (იხ. ცხრილები 1 და 2).

ცხრილი 1

ჩაის სათესლეების ფეკტაცია მინერალური კვების სხვადასხვაგვარ პირობებში (სანტიმეტრობით)  
 კოლმეურზეობა „პირველი მაისი“, 1939 წ.

ბუჩქთა ჯგუფები	სასუქთა ვარიანტები	ბუჩქთა რაოდენ- ობა	ბუჩქის სიმაღლე	ბუჩქის დიამეტრი	ტოტების რაოდენო- ბა	ზრდის ენერგია	ერთი ბუჩქის ნახარდი
უხემოსავლი- ანი	საკონტროლო	16	64	81	450	11	4950
	N	19	66	82	460	12	5520
	NP	58	68	84	504	12	6048
	NPK	24	70	87	505	13	6565
	N <sub>2</sub> PK	18	70	89	589	16	9124
საშუალომო- სავლიანი	საკონტროლო	24	55	70	342	8	2736
	N	24	58	72	361	9	3249
	NP	71	59	76	362	9	3258
	NPK	24	60	80	364	10	3640
	N <sub>2</sub> PK	24	65	80	430	12	5160
დაბალმოსა- ვლიანი	საკონტროლო	8	52	50	220	4	880
	N	5	54	53	160	6	1560
	NP	11	56	58	265	6	1590
	NPK	8	56	64	270	7	1890
	N <sub>2</sub> PK	6	58	65	350	9	3150

ცხრილი 2

ჩაის სათესლეების ფეკტაცია მინერალური კვების სხვადასხვაგვარ პირობებში (სანტიმეტრობით)  
 კოლმეურზეობა „სოციალიზმისაკენ“, 1939 წ.

ბუჩქთა ჯგუფები	სასუქთა ვარიანტები	ბუჩქის სიმაღლე	ბუჩქის დიამეტრი	ტოტების რაოდენ- ობა	ზრდის ენერგია	ერთი ბუჩქის ნახარდი
უხემოსავლიანი	საკონტროლო	55	60	108	9	1412
	N	60	76	461	12	5532
	NP	77	95	575	13	7475
	NPK	84	107	626	13	8138
	N <sub>2</sub> PK	96	113	891	15	13365
საშუალომოსავლი- ანი	საკონტროლო	51	52	140	8	1120
	N	56	58	265	10	2650
	NP	68	62	366	10	3660
	NPK	70	67	413	11	4543
	N <sub>2</sub> PK	85	76	660	13	8580
დაბალმოსავლიანი	საკონტროლო	43	48	99	4	396
	N	46	53	140	5	850
	NP	50	56	322	5	1610
	NPK	54	56	346	6	2076
	N <sub>2</sub> PK	56	60	577	7	4296

სპეციალური სათესლეების ვეგეტაციურ ნიშან-თვისებათა გამოკვლევის მონაცემები არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საფოთლე პლანტაციების შესასწავლად. ეს იმიტომ, რომ გასხვლესა და კრეფის დროს ამ უკანასკნელთა ვარჯები სისტემატურ ხელოვნურ დეფორმაციას განიცდის. საფოთლე პლანტაციების გადაყვანა სათესლეებად თითქოსდა გარდამავალ რგოლს წარმოადგენს საფოთლე პლანტაციებსა და სპეციალურ სათესლეებს შორის. სწორედ ამიტომ მივიჩნით მიზანშეწონილად ვეგეტაციურ ნიშან-თვისებათა შესწავლა ასეთ პლანტაციებში.

როგორც 1 და 2 ცხრილიდან ჩანს, ვეგეტაციურ ნიშან-თვისებათა განვითარების მაჩვენებლები დიდდება ყველა ჯგუფში საკონტროლოდან (უსასუქო)  $N_2PK$  ვარიანტისაკენ და დაბალმოსავლიანი ჯგუფებიდან უხვმოსავლიანი ჯგუფებისაკენ. ეს გადიდება ჩაის ფოთლის მოსავლიანობის გადიდების თანამგზავურია. ერთელი ნიშნები, მაგალითად: ვარჯის დიამეტრი, ტოტების რაოდენობა, ზრდის ენერჯია და სხვა არ შეიძლება მოსავლიანობის მაჩვენებელი იქნეს, ვინაიდან ვახვებით ბუჩქებს, რომლებსაც ვარჯის დიდი დიამეტრი ანდა ტოტების დიდი რაოდენობა აქვს, მაგრამ სუსტი ვეგეტაციით ხასიათდება (იაპონური—დაბალმოსავლიანი, რომლის დეუკები ჩქარა ბერდება). აგრეთვე ბუჩქები ზრდის ძლიერი ენერჯიით ხასიათდება, მაგრამ მას ტოტების მცირე რაოდენობა აქვს. ასეთია მხოლოდ სამბრეთის ფორმები ერთეულების სახით, რომლებიც აქაურ ბუნებრივ პირობებთან ჯერჯერობით არაა შეგუებული. მაგრამ მათ ჩვენს პირობებში არავითარი სამრეწველო მნიშვნელობა არა აქვს. ერთი შეხედვით ტოტების დიდი რაოდენობა ბუჩქის უხვმოსავლიანობის მაჩვენებელია და პირიქით.

ჩაის სათესლეების ყვავილობა კონტროლურიდან „პირველი მარსი“ ცხრილი 3

ვარიანტები	ბერქათა ჯგუფები	1949 წელი						1940 წელი					
		ბუჩქების რაოდენობა	ძლიერ ყვავილობა	%/o	სუსტი ყვავილობა	%/o	ტოტების რაოდენობა	ძლიერ ყვავილობა	%/o	სუსტი ყვავილობა	%/o		
საკონტროლო	უჩემოს.	16	6	37,5	10	62,5	16	14	87,5	2	12,5		
	საშ. მოს.	24	12	50	12	50	24	18	75	6	25		
	დაბალმოს.	18	14	77,7	4	22,3	18	17	94,4	1	5,6		
N	უჩემოს.	19	5	26,3	14	73,7	19	11	57,8	8	42,2		
	საშ. მოს.	24	9	37,5	15	62,5	24	14	58,3	10	41,7		
	დაბალმოს.	15	10	66,6	5	33,4	15	13	86,6	2	13,4		
NP	უჩემოს.	58	11	18,9	47	81,1	58	30	51,7	28	48,3		
	საშ. მოს.	71	17	23,9	54	76,1	71	25	35,2	46	64,8		
	დაბალმოს.	11	5	45,4	6	54,6	11	8	72,7	3	27,3		
NPK	უჩემოს.	24	4	16,6	2	8,3	24	8	33,3	16	66,7		
	საშ. მოს.	24	4	16,6	20	83,4	24	5	20,8	69	79,2		
	დაბალმოს.	18	—	—	—	—	18	5	27,8	13	72,2		
$N_2PK$	უჩემოს.	18	2	11	16	89	18	4	22,2	14	77,8		
	საშ. მოს.	24	2	8,3	22	91,7	24	3	12,5	21	87,5		
	დაბალმოს.	13	8	61,5	5	38,5	13	4	30,7	9	69,3		

ამავე დროს ჩვენ გვხვდება ბუჩქთა ჯგუფები, რომელთა მაღალი მოსავალი გამოწვეულია არა ტოტების დიდი რაოდენობით, არამედ ტოტების მცირე რაოდენობის პირობებში ძლიერი ზრდის ენერჯისა და ძლიერი რეგენერაციის თვისებებით.

რაც შეეხება ტოტების დიდ ნაზარდს, იგი შეიძლება იყოს ბუჩქების მოსავლიანობის მაჩვენებელი (მაგრამ არა ერთადერთი).

მოსავლიანობა ყველაზე უფრო მეტად ტოტების რაოდენობასა და ზრდის ენერჯიაზეა დამოკიდებული. ვეგეტაციური და გენერაციული ნიშან-თვისებები თანაბარნიშენლოვანია მცენარისათვის. ამიტომ ჩვენ მათ ერთად ვსწავლობთ.

მე-3 ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ, ცხრილში ვეგეტაციურ ნიშან-თვისებათა განვითარების მაჩვენებლები საკონტროლოდან II<sub>2</sub> K ვარიანტი-საკენ დიდდება, ძლიერი ყვავილობის მცენარეთა პროცენტები—კი, პირაქით, მცირდება იმავე მიმართულებით. ვეგეტაციურ ნიშან-თვისებათა განვითარება, დაბალმოსავლიანი ჯგუფებიდან უზემოსავლიან ჯგუფებისაკენ ძლიერდება, გენერაციული განვითარება კი, პირაქით, სუსტდება.

საქართველოს სსრ ჩაის საბჭოთა

მეურნეობების ტრესტი

წალენჯიხის ჩაის საბჭოთა მეურნეობა

(რედაქციას მოუვლიდა 3.7. 1951)





მეცნიერება

ს. კახაძე

**ლაზოდეხის რაიონის მიკროლაზიონება თამბაქოს ნედლეულის  
საწარმოო თვისებების მიხედვით**

(წარმადგენა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ლომოურმა 18.10 1951)

წინამდებარე წერილში მოცემულია ლაგოდეხის რაიონში მოყვანილად თამბაქოს საწარმოო თვისებათა გამოკვლევის შედეგები.

ეს მუშაობა ჩაატარეთ იმ მიზნით, რომ გამოგვევლინებინა სხვადასხვა-გვარობის ფარგლები (ნიდავაგი, რელიეფი, სიმაღლე ზღვის დონიდან, კლიმატი) და გამოგვეყოს ის მიკრორაიონები, რომლებიც ხარისხის მიხედვით განსხვავებულ თამბაქოს ნედლეულს იძლევიან.

ლაგოდეხური თამბაქოს ხარისხიანობის დასადგენად ჩვენ თავდაპირველად კოლმეურნეობებისა და სოფლების მიხედვით შევისწავლეთ თამბაქოს სასაქონლო ხარისხის პროცენტული გამოსავლიანობა და 1 კგ თამბაქოს საშუალო ღირებულება, ანუ „ხარისხის მაჩვენებელი“ [1]. ასეთი შესწავლა საფუძვლად დაედო წინასწარ მიკროდარაიონებას, საიდანაც შემდეგ გამოყოფილ იქნა დამახასიათებელი ზონები მოყვანილი თამბაქოს ნედლეულის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შესასწავლად, ცალკეული კოლმეურნეობების მიხედვით.

მიღებული თამბაქოს ნედლეული შესწავლილ იქნა შემდეგი მაჩვენებლების მიხედვით:

- ა) ქიმიური შედგენილობა;
- ბ) გემოვნებითი თვისებები;
- გ) გარეგნული ნიშნები.

როგორც ცნობილია, აზრთა დიდი სხვადასხვაობა არსებობს იმის შესახებ, თუ რა მეთოდით უნდა იქნეს შესწავლილი თამბაქოს მშრალი ფოთლის ხარისხობრივი მაჩვენებლები და რა უნდა დაედოს საფუძვლად თამბაქოს ფოთლის სტანდარტიზაციას.

პრაქტიკაში დღემდე მიღებული, თამბაქოს ნედლეულის ეგრეთ წოდებული სასაწყობო დახარისხება, რაც არ გულისხმობს რაიმე მუდმივად დადგენილ სკალის შემოღებას, დამყარებულია თვალზომურ და მხოლოდ მიახლოებით გარეგნულ შეფასებაზე. აკად. შ. მ. შ. კ. ს [2] თამბაქოს ფოთლის ხარისხიანობის შესწავლის ყველაზე ობიექტურ მეთოდად ქიმიური კვლევის მეთოდს მიიჩნია. მრავალი სხვა ავტორიც თამბაქოს ხარისხის შესწავლის დროს საკმაოდ დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს ორგანოლექტიკურ მეთოდს. როგორც გარეგნული ნიშნებით, ისე ორგანოლექტიკური წესით თამბაქოს ხარისხის დად-

გენა არსებითად სუბიექტურია. მიუხედავად ამისა, აკად. შმუცი აღნიშნავს, რომ თამბაქოს მშრალი ფოთლის ამ სუბიექტურ შეფასებაშიაც შეიძლება გამოვარჩიოთ ობიექტური ნიშნები.

ჩვენი აზრით, ამა თუ იმ თამბაქოს ნედლეულის უფრო სრულყოფილი დახასიათება შესაძლებელია მხოლოდ ყველა ზემოთ აღნიშნული მეთოდის კომპლექსურად გამოყენებით. ეს განსაკუთრებით აუცილებელია იმ შემთხვევაში, როცა გვინდა გამოვავლინოთ პატარა მიკრორაიონის ფარგლებში მიღებული თამბაქოს ნედლეულის თავისებურებები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ლაგოდების რაიონის ცალკეულ ზონებში მოყვანილი თამბაქოს ნედლეული ჩვენ შევისწავლეთ ყველა ამ ძირითადი მეთოდის გამოყენებით. ამით ნაწილობრივ თავიდან ავიცილეთ ის ბუნდოვანება, რაც თან ახლავს თამბაქოს ხარისხობრიობის ცალმხრივ შეფასებას.

თამბაქოს ქიმიური შედგენილობა გამოვიკვლიეთ ორი წლის მასალის მიხედვით (1946—47 წ.წ.). ცალკეულ წლებში ქიმიური მონაცემების მხრივ ერთმანეთისაგან განსხვავებულ დიდ მერყეობას ადგილი არ ჰქონია. ამ გარემოებამ შესაძლებლობა მოგვცა თამბაქოს გეოგენებითი თვისებების შეფასებისა და გარეგნული ნიშნების მიხედვით დახასიათების დროს დავეყუაროთ მათ. ცალკეულ წლებში (1947) მასალით.

ლაგოდების რაიონის ბუნებრივი პირობები მრავალფეროვანია, რაც ერთ ადგილადან მიღებული თამბაქოს ნედლეულს მკვეთრად ასხვავებს მეორისაგან როგორც გარეგნული ნიშნებით, ისე, განსაკუთრებით, შინაგანი თვისებებით. თამბაქოს ნედლეულის ასეთი სხვადასხვაობა მკვეთრად იჩენს თავს ქარხანაში დამზადებულ თამბაქოს მზა ნაწარმშიც.

სწორედ ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ საქართველოს თამბაქო და მისგან მიღებული მზა ნაწარმი საერთოდ მალალი ღირსებისაა; ამასთან, მისი შინაარსი ზოგჯერ საგრძნობლად ცვალებადია.

ყველაზე უკეთესი მაჩვენებლებით ხასიათდება ლაგოდების რაიონის ზედა ზოლში მიღებული თამბაქო, რითაც დასტურდება ლიტერატურაში არაერთხელ აღნიშნული [3, 4] ვერტიკალური ზონალობის გაეღენა თამბაქოს ხარისხზე, მართლაც. რაიონის ზედა ზოლის მიდამოები აშკარად გამოირჩევა თამბაქოს კულტურისათვის ბევრად უფრო ხელსაყრელი პირობებით.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე ლაგოდების რაიონი ჩვენ დაყავით ოთხ ზონად, რომლებიც სხვადასხვა თვისების თამბაქოს ნედლეულს იძლევა. ამასთან თითოეული ზონა, თავის მხრივ, სავსებით ერთნაირი თვისების თამბაქოს ნედლეულს როდი იძლევა. ეს სხვაობა, მართალია, მცირეა, მაგრამ მაინც შესამჩნევია. ამიტომ ეს ზონები საკურობების შემთხვევაში შეიძლება დაიყოს უფრო მცირე მოცულობის ქვეზონებად.

ქვემოთ მოგვყავს ჩვენ მიერ გამოყოფილი ზონების დახასიათება. პირველი ზონა მოთავსებულია ზღვის დონიდან 450—550 მეტრის სიმაღლეზე. მისი საზღვრებია: აღმოსავლეთით მდ. მაწიმ-ჩაი, დასავლეთით — კავკასიონის მთის კალთებიდან გამონაზარდი შტო, რომელიც სოფლებს ბუ-

დიონოვკასა და ბაისუბანს ერთმანეთისაგან ყოფს; ჩრდილოეთით ამ ზონას უშუალოდ ეკვრის მთავარი კავკასიონის შტოების ტყით დაფარული მთიანი ზოლი. საზღრეთით გარკვეულ ნაწილზე მას ესაზღვრება აზერბაიჯანის სსრ ტერიტორია და ლაგოდების რაიონის სოფ. განათლების მიღამოები.

იგი ყველაზე მაღალი ზონაა რაიონში სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა გავრცელების თვალსაზრისით. ხასიათდება ნალექების უფრო მეტი რაოდენობით და უფრო რბილი ჰავით, ვიდრე ქვედა ზონები.

ფართობის საკმაოდ ძლიერი დაქანება, მისი სამხრეთის ექსპოზიცია, ნიადაგის მსუბუქი მექანიკური შედგენილობა და ნიადაგში ჰუმუსის ზომიერი შემცველობა ხელშემწყობ პირობებს ქანის თამბაქოს მაღალხარისხოვანი ნედლეულის მიღებისათვის. პირველი სამი ხარისხის თამბაქოს საშუალო გამოსავლიანობა აქ, ჩვენი მონაცემების მიხედვით, საგრძნობლად უფრო მეტია (46%), ვიდრე სხვა ზონებში.

აქ მოყვანილი თამბაქოს პირველი ორი ხარისხის მაღალ ღირებვას მოწმობს „შშუკის რიცხვი“ (1,34), პოლიფენოლთა შეფარდების შემცირებული რიცხვი და ნაცრის მცირე პროცენტი. ნიკოტინის შემცველობა მასში ნორმალურზე მეტია. კარგ მაჩვენებლებს იძლევა ამ ზონაში მოყვანილი თამბაქოს მესამე ხარისხიც („შშუკის რიცხვი“ აქ ერთს უახლოვდება). ამ ზონის თამბაქოს მაღალხარისხოვნობას ადასტურებს გემოვნებითი თვისებების მაჩვენებლები და გარეგანი ნიშნები. განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს ფოთლის ფირკიტის სისქე.

ეს ზონა გამოყვავით როგორც მაღალი ხარისხის თამბაქოს მომცემი ზონა.

მეორე ზონა იმავე მთის ძირასაა განლაგებული, პირველი ზონის დასავლეთით. პირველთან შედარებით, ეს ზონა უფრო დაბალი ხარისხის თამბაქოს იძლევა. ეს ძირითადად გამოწვეულია მისი გეოგრაფიული მდებარეობითა და ნიადაგური პირობებით. პირველი ზონიდან მას ყოფს შემოღნიშნული ქედი, რომელიც ამ ზონის ნაწილს აღმოსავლეთიდან აკრავს. ამასთან ეს ზონა პირველი ზონის სამხრეთ-დასავლეთის გაგრძელებას წარმოადგენს. ამ ზონის ჩრდილოეთი საზღვარი მთის ძირებს მიჰყვება და ყვარლის რაიონის საზღვრებთან მთავრდება; ის ნაწილი კი, რომელიც პირველი ზონის უშუალო გაგრძელებას წარმოადგენს, სოფ. სვობოდნომდე და სოფ. ჩადუნთანამდე ჩამოდის, ხოლო ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულებით, ვიწრო ზოლის სახით, სოფ. ბაისუბანის ტერიტორიის სამხრეთ ნაწილს უფროდება.

კლიმატური პირობებით იგი პირველ ზონას წააგავს. მაგრამ მისი ბევრად უფრო დაბალი მდებარეობა (200—350 მეტრი ზღვის დონიდან) კლიმატური ელემენტების უარყოფათა გავლენის მომატებას აპირობებს. რელიეფის საკმაო უსწორმასწორობისა და მცირე დაქანების გამო (სამხრეთით) უარყოფითად მოქმედ კლიმატურ ელემენტებს უფრო დიდხანს შეუძლია შეინარჩუნოს თავისი გავლენა ამ ზონის რელიეფზე. აქ უფრო ხშირია მიკრორელიეფის დარღვევის შემთხვევები, ვიდრე პირველ ზონაში. ნიადაგების უფრო

მძიმე მექანიკური შედგენილობა და ჰუმუსის მეტი შემცველობა თამბაქოს ხარისხზე უარყოფითად მოქმედებს.

ამ ზონაში თამბაქოს პირველი ორი ხარისხის გამოსავლიანობა რაიონის საშუალოს 26,2%-ით აღემატება; პირველ ზონას კი ჩამორჩება და მის 68,1%-ს შეადგენს. პირველი სამი ხარისხის ჯამი შესაბამისი რაიონის საშუალოს 9,2%-ით აღემატება და პირველი ზონის 78,7%-ს შეადგენს. მართალია, მეორე ზონაში მიღებულ თამბაქოს ნედლეულში ნახშირწყლებისა და ცილების შეფარდება, პირველ ზონასთან შედარებით, კლებულობს, მაგრამ პირველ ხარისხებში იგი 1-ს მაინც აღემატება.

„შშუის რიცხვის“ მიხედვით მეორე ზონის თამბაქო პირველი ზონის თამბაქოს ჩამორჩება: პირველი და მეორე ხარისხი—11,9%-ით, მესამე ხარისხი—23% ით, მეოთხე ხარისხი—19,6%-ით. ნიკოტინის შემცველობა ამ ზონის თამბაქოში ვაცილებით მეტია. თუ პირველი ზონის თამბაქოში ნიკოტინის რაოდენობას ასად მივიღებთ, მაშინ ამ ზონის პირველ და მეორე ხარისხისათვის იგი იქნება 122,6%, მესამე ხარისხისათვის—121,0%, ხოლო მეოთხე ხარისხისათვის—147%. ამ ზონაში შედარებით მონატეჟულა ავრითე ნაცრის პროცენტი და პოლიფენოლების შეფარდება, რაც არასასურველია.

გენოენჯნითი თვისებების მხრივაც იგი ჩამორჩება პირველი ზონის თამბაქოს. ყელის სუსტი ან საშუალო გაღიზიანება, რაც ამ ზონის თამბაქოს თითქმის ყველა ნიშნულს ახასიათებს, ცილოვან ნივთიერებათა მეტი შემცველობით უნდა აიხსნას.

გარეგნული ნიშნების მიხედვით ამ ზონის თამბაქო დიდად არ განსხვავდება პირველი ზონის თამბაქოსაგან (აუშვა განსხვავება შესამჩნევად და წარმოდგენილი ფოთლის ფირფიტის სისქის მხრივ, განსაკუთრებით პირველ ორ ხარისხში).

ეს ზონა ჩვენ მიერ მიჩნეულია საშუალოზე მაღალი ხარისხის თამბაქოს მომცემ ზონად.

მესამე ზონა გადაჭიმულია გრძლად სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჩრდილო-დასავლეთისაკენ. სამხრეთ-აღმოსავლეთით იგი იწყება ახერბაიჯანის სსრ-ის საზღვრიდან, გამოდის სოფ. სვიდებზე და იკაევის სოფ. ვარდისუბნისა და ვარსუბნის ტერიტორიის ძირითად ნაწილს, ვიწრო ზოლით გადის ჩრდილო-დასავლეთისაკენ და თავის ფარგლებში აქცევს სოფ. ორჯონიკიძის ტერიტორიის ნაწილს. იგი თავდება სოფ. არეშფერანის ბოლო საზღვრებთან.

ამ ზონას სიმაღლე ზღვის დონიდან 200—250 მეტრის ფარგლებში მერყობს. ჰავა უფრო კონტინენტურისააგანა გადახრილი, ვიდრე პირველ ორ ზონაში, ეს იმიტომ, რომ აქ ალაზნის ველის ჰავის გავლენა შედარებით მეტია. ნალექთა რაოდენობა შემცირებულია, თამბაქოსათვის გამოყენებული ნიადაგები ძირითადად ალუვიურია, მაგრამ უფრო მძიმე მექანიკური შედგენილობით ხასიათდება, რაც თამბაქოს მცენარისათვის ჰაერისა და წყლის არასასურველ რეჟიმს აპირობებს. ეს ნიადაგება ნაკლები ხიობატეობით ხასიათდება. რელიეფი შედარებით ერთფეროვანია და სუსტად დაქანებულ

ვაკეს წარმოადგენს. ამ ადგილებში ხშირად გვხვდება დაქაობების შემთხვევები.

პირველი და მეორე ხარისხის თამბაქოს პროცენტული გამოსავლიანობით ეს ზონა მკვეთრად ჩამორჩება პირველ ორ ზონას და შეადგენს მეორე ზონის 43% -ს, ხოლო პირველი ზონის 29% -ს. პირველი სამი ხარისხის ჯამის მიხედვით ეს განსხვავება შედარებით თანაბრდება, რაც იმის მჩვენებელია, რომ მესამე ზონაში პირველი ორი ხარისხის თამბაქოს შემცირების დროს დიდდება მესამე ხარისხის თამბაქოს გამოსავლიანობა.

ქიმიური შედგენილობის მხრივ ამ ზონის თამბაქო ჩამორჩება მეორე ზონას. „შპუკის რიცხვი“, მეორე ზონასთან შედარებით, პირველ სამ ხარისხში დაახლოებით 11% -ით კლებულობს. ნიკოტინის შემცველობა ამ ზონის თამბაქოში ნაკლებია, ვიდრე მეორე ზონაში. განსხვავება ამ ზონაში შემავალ ცალკეულ ადგილთა შორის (ნედლეულის ხარისხიანობის თვალსაზრისით) თკალსაჩინოა. ეს განსაუთრებით მკვეთრადაა გამოსახული სოფ. არეშფერანისა და ყარსუბნი მიდამოებში.

ქიმიური ანალიზით დადასტურებულია გემოვნებითი თვისებებიც. აღსანიშნავია, რომ ნიკოტინის რაოდენობით ამ ზონის თამბაქო ჩამორჩება მეორე ზონის თამბაქოს. მიუხედავად ამისა, გემოვნებითი სიმაგრის მხრივ იგი მეორე ზონის თამბაქოს ზოგჯერ არც კი ჩამოუვარდება.

გემოვნებითი თვისებების მხრივ კარგია სოფ. არეშფერანის თამბაქო, რომლის შერევა მეორე ზონის თამბაქოსთან მრავალფეროვნებას არ იწვევს. გარეგნული ნიშნებითაც ამ ზონის თამბაქო ნაწილობრივ მეორე ზონის თამბაქოს წააგავს.

ყველა მონაცემის მიხედვით ეს ზონა საშუალო ხარისხის თამბაქოს იძლევა, რის საფუძველზედაც იგი გამოვყავით, როგორც საშუალო ხარისხის თამბაქოს მომცემი ზონა.

მეოთხე ზონა ყველაზე უფრო დაბლა მდებარეობს. მისი სიმაღლე ზღვის დონიდან 200 მეტრს არ სცილდება. სამხრეთ-დასავლეთით მას საზღვრავს ალაზნის პირას მდებარე მიწები, ჩრდილოეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით კი მესამე ზონა. აღმოსავლეთით იკვი მიდის აზერბაიჯანის სსრ-ის საზღვრებამდე, ხოლო დასავლეთით ყვარლის რაიონის ტერიტორია საზღვრავს.

ეს ყველაზე მშრალი ზონაა და ალაზნის ველის კონტინენტური ჰაერის გავლენას უფრო მეტად განიცდის. რელიეფის მხრივ სწორი ვაკეა. აქ გავრცელებული ნიადაგება მექანკური შედგენილობით თიხიანი ან მძიმე თიხნარია, საკაოდ მდიდარია ჰუმუსითა და აზოტით. ნაწილობრივი დაქაობებისა და აზოტის დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო ამ ზონის ნიადაგებზე თამბაქოს მოსავლიანობა, დანარჩენ ზონებთან შედარებით, გაცილებით მეტია, მაგრამ მისი ხარისხი დაბალია.

პირველი და მეორე ხარისხის თამბაქო აქ თითქმის სრულებით არ მოდის, რის გამო პირველი სამი ხარისხის თამბაქოს პროცენტული გამოსავლიანობა მხოლოდ 20,4% -ს შეადგენს. ამგვარად, ეს ზონა ძირითადად მეოთხე და მეხუთე ხარისხის თამბაქოს იძლევა.

ქიმიური შედგენილობის მხრივ აქაური თამბაქო მეტად დაბალ მაჩვენებლებს იძლევა. მისი მესამე ხარისხი ამ მხრივ პირველი ზონის თამბაქოს მხოლოდ მეოთხე ხარისხს შეიძლება გაუთანაბრდეს. თამბაქოს ხარისხზე უარყოფითად მოქმედი ქიმიური ნივთიერებანა აქ დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი, რაც ამ ზონის კლიმატურ-ნივთიერებათა პირობებითაა გამოწვეული. ცილოვან ნივთიერებათა და აზოტის შემცველობა ამ ზონის თამბაქოს ნედლეულში მაქსიმუმს აღწევს. ნიკოტინის შემცველობაც ძლიერ დიდია. ცალკეულ ადვილებში იგი 3,5—4%—მდე აღწევს.

გემოვნებითი თვისებების მხრივ აქ მოყვანილი თამბაქო არ სკილდება დაბალ ხარისხს და თითქმის «დამაკმაყოფილებელ» შეფასებასაც კი ვერღვობს. ამ ზონის თამბაქოს დაბალხარისხიანობა დადასტურებულია გარეგნული ნიშნებითაც; ფოთლის ფირფიტის სისქე მცირეა, იგი მუქი მოწითალო ფერისაა.

ეს ზონა გამოეყავით როგორც დაბალი ხარისხის თამბაქოს მომცემი ზონა.

ცხრილი 1

ლაგოდეხის თამბაქოს მშრალი ფოთლის ქიმიური შედგენილობა ზონების მიხედვით

ზონები	ხარისხი	პიგროსკოპული წყალი	100 გრ.მ აბსოლუტურად მშრალ ნივთიერებაზე გადაანგარიშებით									
			საერთო აზოტი	ცილოვანი აზოტი	ცილოვანი ნივთიერებანი	ნიკოტინი	მარდუნი, ნივთიერებათა ჯამი	სუნაღი ნახშირწყლების ჯამი	პოლფენოლები	პოლიფენოლების რიცხვი	„შუმკის“ რიცხვი	ნაკარი
პირველი	I—II	7,15	2,18	1,94	8,41	1,86	15,77	11,22	4,54	28,58	1,34	12,92
	III	6,99	3,01	1,76	11,15	2,20	14,83	10,17	4,65	31,39	0,91	15,68
	IV	7,87	3,27	1,39	12,0	2,26	10,02	6,20	3,79	37,62	0,51	18,55
მეორე	I—II	7,05	2,49	1,41	8,80	2,28	15,31	10,40	4,91	32,00	1,15	14,81
	III	6,78	2,82	1,86	11,65	2,66	11,69	8,16	3,53	30,22	0,70	17,51
	IV	7,48	3,20	2,05	12,84	3,32	9,11	5,25	3,85	42,48	0,41	18,83
მესამე	I—II	8,31	2,47	1,59	9,97	2,09	15,24	10,46	4,78	31,33	1,04	14,09
	III	7,37	2,88	1,82	11,43	2,35	11, 0	7,06	4,04	32,16	0,52	17,32
	IV	7,22	3,55	2,12	13,28	2,49	9,37	5,75	3,02	38,57	0,43	18,40
მეოთხე	I—II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	III	7,34	3,28	2,01	12,45	2,91	10,78	6,50	3,78	36,63	0,53	18,47
	IV	7,68	3,75	2,23	13,98	3,06	7,42	4,53	2,83	38,76	0,33	22,69



Մեծածախ վաճառքների ամսական ցուցանիշները 2014 թվականի առաջին կիսուհիի ընթացքում և 2013 թվականի համադրելի կիսուհիի հետ համեմատելիս

Գնական արժեք	Չգնական արժեք	Գնական արժեքի և չգնական արժեքի միջակայք	Մեծածախ			Մանրածախ			Գնական արժեքի և չգնական արժեքի միջակայք	Գնական արժեքի և չգնական արժեքի միջակայքի փոփոխությունները	Գնական արժեքի և չգնական արժեքի միջակայքի փոփոխությունների արագացումը
			Հունիս	Հունիս	Հունիս	Հունիս	Հունիս	Հունիս			
1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	1-IV	
19,1	21,0	20,0	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	
18,5	21,5	20,0	21,1	21,5	21,3	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	
17,1	21,6	19,4	21,6	21,5	20,0	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	
16,8	21,6	19,0	21,6	21,5	19,0	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	
16,2	21,7	19,5	21,7	21,5	19,5	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	
16,6	21,7	19,5	21,7	21,5	19,5	21,5	21,4	21,4	21,5	21,4	
33,1	44,7	38,9	41,7	41,7	38,9	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	
31,0	44,7	37,0	41,7	41,7	37,0	41,7	41,7	41,7	41,7	41,7	
24,80	37,50	31,15	32,81	32,81	31,15	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	
24,80	37,50	31,15	32,81	32,81	31,15	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	
1,51	1,55	1,53	1,55	1,55	1,53	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	
2,91	2,92	2,90	2,92	2,92	2,91	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	
2,86	2,92	2,88	2,92	2,92	2,86	2,92	2,92	2,92	2,92	2,92	
1,904	1,718	1,723	1,661	1,661	1,723	1,661	1,661	1,661	1,661	1,661	
0,0710	0,0913	0,0808	0,0881	0,0881	0,0791	0,0881	0,0881	0,0881	0,0881	0,0881	
0,285	0,268	0,275	0,268	0,268	0,267	0,268	0,268	0,268	0,268	0,268	
3,093	2,817	3,231	2,904	2,904	3,231	2,904	2,904	2,904	2,904	2,904	
26,80	28,17	27,54	27,54	27,54	27,54	27,54	27,54	27,54	27,54	27,54	
410	275	369	348	348	369	348	348	348	348	348	
4,01	4,24	4,53	3,55	3,55	4,53	3,55	3,55	3,55	3,55	3,55	

ამგვარად, ლაგოდების რაიონში მიკროზონები, ანუ მიკრორაიონები, განლაგებულია სხვადასხვა მიკროკლიმატურ და მიკრონიადგურ პირობებში. თამბაქოს მცენარის მოსავლიანობა და გამოსავლიანობა დამოკიდებულია ადგილმდებარეობის პირობებზე. იგი ჩვენთვის სასურველი ხარისხის პროდუქტს მხოლოდ განსაზღვრულ პირობებში იძლევა.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ანალიზის საფუძველზე შეიძლება აღინიშნოს, რომ ერთ ზონაში მოყვანილი ამა თუ იმ ხარისხის თამბაქოს ნედლეული, საწარმოო თვისებებისა და ღირებულების თვალსაზრისით, ერთი ხარისხით თუ არა, ქვეხარისხით ან კატეგორიით მაინც განსხვავდება მეორე ზონაში მოყვანილ იმავე ხარისხის თამბაქოსაგან. აქ შეიძლება გამოვყოთ მთელი რიგი ვარიანტები იმისდა მიხედვით, თუ თავისი საწარმოო თვისებებით ამა თუ იმ ზონაში მოყვანილი თამბაქოს ნედლეული რამდენად მაღლა ან დაბლა დგას მეორე ზონაში მოყვანილ თამბაქოს ნედლეულთან შედარებით. ასეთი დიფერენცირებული მიდგომა შესაძლებლად გახდის წარმოებაში თამბაქოს ნედლეულის უფრო რაციონალურად გამოყენებას (თუნდაც მაღალხარისხიანი თამბაქოს ნედლეულის დაზოგვის თვალსაზრისით) და მზა ნაწარმის ხარისხსაც გააუმჯობესებს.

ჩვენ აუცილებლად მიგვაჩნია მინდვრად მუშაობის, თამბაქოს პირველადი დამუშავებისა თუ ქარხანაში ნედლეულის საფაბრიკო გადამუშავების დროს დადგენილ იქნეს რაიონში მოყვანილი თამბაქოს ნედლეულის ნაირსხვაობა, აგრეთვე ყველა საჭირო ოპერაცია ამ განსხვავებული ნედლი მასალის ცალ-ცალკე დასამუშავებლად.

ცალკეულ ზონაში მიღებული განსხვავებული თვისებების თამბაქოს ნედლეულზე შემდგომი დამუშავების პროცესი (ფერმენტაცია, საფაბრიკო დამუშავება და სხვა) ცალ-ცალკე უნდა ჩატარდეს. ფაბრიკაში ნარკების შედგენის დროს გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ცალკე ზონებში მოყვანილი თამბაქოს თავისებურება.

ამ თვისებებზე გათვალისწინებით შესაძლებელი გახდება, რომ დამუშავების ყველა შემდგომი პროცესი რაციონალურად მოვაწყოთ. ეს შესაძლებლობას მოგვცემს, რომ ყოველი ახალი პროცესის ჩატარების დროს თამბაქოს ფოთოლში არსებითი დადებითი თვისებები კი არ შევამციროთ, არამედ თანდათან გავაუმჯობესოთ და საბოლოოდ მივიღოთ მაღალხარისხიანი პროდუქცია.

შრომის წითელი დროშის ორდენისა  
და ბერიას სახელობის  
საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.10.1951)

დ. მ. შამბუღლი ლიტმრატორი

1. ს. კახაძე. თამბაქოს კულტურის ისტორია საქართველოში და მისი აღდგენის პერსპექტივა თეთამბაქოების ძველ რაიონებში. თბილისი, 1945.
2. А. А. Шмук. Школы к об'ективному обновлению вопроса о стандартизации табаков. Краснодар, 1924
3. Т. К. Кварццелия. Сельско-хозяйственные районы Абхазии. Сухуми, 1930.
4. С. А. Владыченский. Сводка работ сектора агротехники и химизации за 1929—33 г. Тифлис, 1935.



ნივალბავიჯი

მ. ჯიკაძე

ძართლის შავმიწისებური ნივალბავის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. გულიასვილმა 7.7.1951)

თავისებური ნიშნებით ხასიათდება შავმიწისებური ნივალბავები, რომლებიც დიდადა გავრცელებული ქართლის ვაკის შემალლებულ ნაწილში და სამხრეთ ოსეთის მთისწინების ზოლში. გარდა ამისა, მათ ვხვდებით აგრეთვე ალაზნის ველის მარჯვენა ნაპირის შემალლებულ ზოლში და მარნეულის ვაკეზე. კერძოდ, შავმიწისებური ნივალბავების დიდი მასივები გამოირჩევა ქ. ხაშურის მიდამოებში, სოფ. ზემო ოსიაურში, ახარში, კლდის წყაროში, ყორნისის ტაფობში (სამხრეთ ოსეთი) და სხვ. ჩვენ მიერ ჩატარებულია შავმიწისებური ნივალბავების შესწავლა აღნიშნულ რაიონებში.

შავმიწისებური ნივალბავების გავრცელების რაიონებს ბუნებრივი პირობების მიხედვით ვარდამავალი ადგილი უჭირავთ მთა-ტყეთა ზონასა და ველების ზონას შორის. კლიმატური პირობების მიხედვით ეს ზონა საკმაოდ მკვეთრად განსხვავდება აღმოსავლეთ საქართველოს უფრო მაღლა მდებარე ტყიანი რაიონებისა და აღმოსავლეთით მდებარე ველიანი რაიონებისაგან.

შავმიწისებური ნივალბავების დედაქანებს უმეტეს შემთხვევაში ძლიერ კარბონატული ლიოსისებური თიხიანი და ქვიშიან-თიხიანი ნაფენები წარმოადგენს. აღნიშნული ნივალბავები გავრცელებულია სწორი ან ტალისებური რელიეფის პირობებში, რაც ძირითადად მცენარეთა ძველი ტერასებითაა წარმოდგენილი. დედაქანები უმეტეს შემთხვევაში ძლიერ კარბონატული ლიოსისებური თიხიანი და ქვიშიან-თიხიანი ნაფენებია.

მცენარეული საფარის მხრივ, ნ. კეცხოველისა [3] და სხვათა მიხედვით, შავმიწისებური ნივალბავების გავრცელების ზონა გამოირჩევა ჯაგეკლიანი და ბუჩქნარის ფორმაციებით. მისი ძირითადი შემადგენელია მუხა (*Quercus iberica*), ჯაგრციხლა (*Carpinus orientalis*), ძეძვი (*Paliurus Spina Christi*) და სხვ.

შავმიწისებური ნივალბავების გენეზისის საკითხი მკიდროდ უკავშირდება მცენარეული საფარის ევოლუციას, რასაც რგი ამჟამადც განიცდის ბუნებრივი პირობების ცვლილებების შესაბამისად და ადამიანის ზემოქმედებით. მცენარეული საფარის ცვლილება ყველაზე მეტად იწინა თავს აღმოსავლეთ საქართველოს ვაკეებზე და მთისწინების ზოლში, კერძოდ, ქართლის ვაკეზე ველისა და ტყის კონტაქტზე. თანამედროვე ეტაპზე ამ ზოლში ტყის ველის მცენარეულობა ცვლის.

ნ. კეცხოველის აზრით. მეორეული ველების წარმოქმნის პირველ სტადიას წარმოადგენს ჯაგ-ეკლიანი ველი, ძეძვით მის საფუძველში, გაველების შემდგომ პროცესში ჯაგ-ეკლიან ველს თანდათანობით ცვლის უროიანი და ველის სხვა მცენარეულობა.

მცენარეული სფერის ზემოაღნიშნული ევოლუციის შესაბამისად, გარდამავალი ზოლის შავმიწისებური და სხვა ნიადაგების წარმოქმნა ყოფილი ტყის ნიადაგების ველის ნიადაგებად გარდაქმნით აიხსნება. აკად. ვილიამსის სწავლების შესაბამისად, ეს არის კორდიაცი პროცესის ჯერ კიდევ ჩამოუყალიბებული სტადია. უფრო სრული სახე ამ სტადიას აქვს შავმიწებში, რომლებიც, მაშასადამე, ჩამოყალიბებულ ველებშია გავრცელებული და მათ, ზემოაღნიშნული სქემების თანახმად, შავმიწისებური სტადია უკვე გავლილი აქვს. უფრო მაღლა—მთა-ტყის ზონის ქვედა სარტყელში და ვაკეების შემადგენელ ზოლში—შავმიწისებურ ნიადაგებს ცვლის ტყის ყავისფერი ნიადაგები, რომელთაც ტყის ნიადაგის მაჩვენებლები ჯერ კიდევ შენარჩუნებული აქვს, მგრამ ამასთანავე ველებისაკენ გარდამავალი ნიადაგების (შავმიწებისაკენ, წაბლა ნიადაგებისაკენ) ნიშნებით ხასიათდება.

პროფ. მ. საბაშვილის თანახმად [2], ტყის ნიადაგების შავმიწებისაკენ გადასვლის სქემა შემდეგნაირად წარმოდგინება:

ტყის ყოვრალი ნიადაგი—ტყის ყავისფერი ნიადაგი—შავმიწისებური ნიადაგი—შავმიწა.

მაშასადამე, ამ სქემის თანახმად, ტყის ყავისფერი ნიადაგიც ამ გადასვლის ერთ-ერთ სტადიას წარმოადგენს. ტყის ყავისფერი ნიადაგები დიდადა გავრცელებული ქართლისა და სამხრეთ ოსეთის მთისწინებისა და მთიან ზოლში, ნაწილობრივ ქართლის ვაკის შემადგენელ ნაწილშიც; შავმიწისებურ ნიადაგებს კი უყავიათ უფრო დაბლა მდებარე ადგილები და ტაფობები, სადაც ნიადაგწარმოქმნის პროცესი უფრო მეტად ბალახეულის ზეგავლენით ვითარდება და მდელო-ველის სტადიაში გადადის.

შავმიწისებური ნიადაგები გარეგნული ნიშნებით, ქიმიური შედგენილობითა და სხვა მაჩვენებლებით შავმიწებს უახლოვდება, მაგრამ ამასთანავე მათგან საკმაოდ განსხვავდება. შავმიწების მსგავსად, ამ ნიადაგებს ახასიათებს ჰუმუსიანი ფენების დიდი სისქე, მუქა, ხშირად მოშავო ფერი, მეტწილად ზედა ფენებიდან კირის გამორეცხვა, ხოლო ქვედა ფენებში მისი დაგროვება დიდი რაოდენობით, ხშირად მსხვილი კონკრეციების (თეთრი თვლების) სახით. მექანიკური შედგენილობით შავმიწისებური ნიადაგები უმეტეს შემთხვევაში თიხიანი და მძიმე თიხიანია.

როგორც ქვემოთ მოყვანილი ციფრებიდან ჩანს (ცხრილი 1), თიხის (<0,01 მმ) რაოდენობა 75—85% შეადგენს, ლამი კი (<0,001 მმ) 50—60% აღწევს. განსაკუთრებით მძიმე შედგენილობა ახასიათებს შავმიწისებური ნიადაგების დაწიფულ სახესხვაობებს (პრ. 3,4 და 6). დაწიფვა, როგორც შემდეგ დავინახავთ, ამ ნიადაგებს ხშირად ახასიათებს ზედა და შუა ფენებში; ლამის რაოდენობა 62—66% აღწევს, <0,01 მმ ნაწილაკების რაოდენობა კი 94—98%-საც.

ქართლის შავმიწისებური ნიადაგების შესახებ

მოყვანილი ციფრებიდან ჩანს, რომ ცალკე ფენების მიხედვით მექანიკური შედგენილობა ნაკლებად მერყეობს; შედარებით გამოირჩევა ამ მხრივ კრ. 5-ის ნიადაგი, რომელც ქვედა ფენებში თინხარსა და მსუბუქ თინხარს წარმოადგენს.

შავმიწისებური ნიადაგების მექანიკური შედგენილობა ცხრილი 1

პროცენტი №	სიღრმე სმ-ით	ჰიგროსკოპული წყალი	1-0,25	0-25-0,05	0-0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	100% >	100% <
2	0-15	8,36	0,71	11,05	6,80	8,27	16,05	57,12	18,44
	15-24	8,79	1,40	2,86	17,50	8,11	16,83	54,31	78,24
	24-41	7,55	2,80	8,27	11,23	9,85	20,88	46,97	47,70
	59-78	7,02	4,40	6,36	14,06	11,63	16,74	46,81	75,18
3	0-14	9,16	0,51	0,08	12,37	14,34	15,04	52,66	87,04
	17-24	10,18	0,51	1,79	16,0	4,70	15,80	61,20	81,70
	24-36	10,38	0,70	—	13,00	9,40	16,10	60,60	86,30
	36-47	10,09	0,61	1,24	0,15	21,90	12,70	61,40	98,00
	47-55	6,12	0,61	3,19	4,70	18,10	14,50	58,70	91,50
	55-95	9,15	0,71	0,68	9,83	19,20	14,19	55,49	88,88
4	0-12	8,96	0,57	—	4,75	17,90	9,94	66,81	94,68
	12-31	9,05	0,51	0,29	10,50	9,45	15,45	63,80	88,70
	31-49	9,33	2,00	0,87	9,97	3,60	15,40	62,19	87,16
	49-64	9,00	0,71	3,54	13,13	1,68	19,15	61,79	81,62
	64-93	9,49	0,42	2,15	10,91	11,79	18,07	56,66	80,52
5	0-18	12,12	2,71	5,13	11,98	5,66	25,37	48,76	77,99
	18-33	7,32	2,20	11,30	12,30	8,00	13,18	53,02	74,20
	33-46	6,61	2,00	2,80	30,46	5,23	15,52	43,93	64,68
	46-62	5,18	2,00	19,25	31,00	5,70	14,78	17,27	47,75
	62-97	4,42	1,24	41,27	32,72	5,12	11,05	8,42	24,59
6	0-12	9,66	1,00	0,91	16,58	4,00	16,28	61,23	81,51
	12-25	9,73	0,71	0,10	13,64	5,64	16,28	61,63	83,85
	25-41	9,65	0,91	—	11,74	12,13	11,29	61,93	87,35
	41-72	9,65	1,00	7,20	13,99	7,84	15,83	54,14	77,81
	72-96	10,27	0,50	0,75	14,35	8,70	28,90	86,80	84,86

აღსანიშნავია, რომ, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების შესაბამისად, შავმიწისებურ ნიადაგებს ახასიათებს შედარებით კარგი მაკრო- და მიკროსტრუქტურა და ამის მიხედვით შედარებითი ხელსაყრელი ფიზიკური თვისებები. ამ მხრივ გამოინაკლის წარმოადგენს შავმიწისებური ნიადაგების დაწილული სახესხვაობები, რომელთაც ახასიათებს დისპერსიულობის მაღალი მაჩვენებლები და ნაკლებად გამოსახული სტრუქტურა. აგრეგატული ანალიზის მონაცემებიც<sup>(1)</sup> გვიჩვენებს შავმიწისებური ნიადაგის სტრუქტურის საკმაოდ დიდ გამტვრევადობას.

მექანიკური შედგენილობისა და, კერძოდ, კოლოიდური ნაწილაკების რაოდენობის შესაბამისად მაღალია შავმიწისებური ნიადაგების შთანთქმის უნარიანობა.

(1) ამ სტატიაში არ მოგვეყვანს მიკროაგრეგატული და სტრუქტურული ანალიზის მონაცემები.

მეორე ცხრილში მოყვანილი მონაცემები გვიჩვენებს მჭიდრო კორელაციას  $<0,001$  მმ ნაწილაკებსა და შთანთქმის ტევადობას შორის, როგორც ვხედავთ, ყველაზე მაღალი შთანთქმის ტევადობა ახასიათებს ძლიერ დაწილულ (№ 6) შავმიწისებურ ნიადაგებს, რომელთაც ლამისა და კოლოიდური ნაწილაკების ყველაზე მეტი რაოდენობა ახასიათებს.

შავმიწისებური ნიადაგების შთანთქმელი ფუძეები

ცხრილი 2

ჭრილის №№	სიღრმე სმ ით	მილიტეკვალენტ- ბით		ჯამი	%ით ით ჯამიდან	
		Ca	Mg		Ca	Mg
3	0-14	42,21	10,75	53,98	81,1	19,9
	17-24	42,69	10,16	52,85	81,8	19,2
	24-36	42,77	8,83	51,60	82,9	17,1
	37-47	40,68	11,01	51,65	78,7	21,3
	47-55	40,68	10,15	50,83	80,0	20,0
	55-95	39,18	8,73	47,91	83,5	16,5
5	0-18	34,53	6,52	41,05	84,2	15,8
	18-33	33,87	8,44	42,41	80,1	19,9
	33-46	30,14	6,20	42,34	85,4	14,6
6	0-12	46,11	8,77	54,88	83,9	16,1
	12-25	45,43	8,62	54,05	84,1	15,9
	25-41	47,42	7,98	55,40	85,6	14,4

მოყვანილი ცხრილიდან ჩანს აგრეთვე, რომ შთანთქმული ფუძეებიდან ძირითადი ადგილი კალციუმს უკავია, მაგრამ, შავმიწებთან შედარებით, შთანთქმული მაგნიუმის პროცენტი შედარებით დიდია, განსაკუთრებით ძლიერ დაწილულ ნიადაგში.

საყურადღებოა შავმიწისებური ნიადაგების რეაქციის მონაცემებიც. ჩვენ ვხედავთ, რომ წუნარის ნიადაგში რეაქცია ნეიტრალურია, ხოლო ცალკე ფენებში ოდნავ მჟავურია; განსაკუთრებით ეს შეეხება დაწილული შავმიწისებური ნიადაგის ქრ. № 3-ის დაწილულ ფენებს. ეს ნიადაგი კირს თითქმის არ შეიცავს და, როგორც ჩანს, იგი ტყის გავლენას უფრო ახლო წარსულში განიცდიდა და სუსტი გაეწურებოდაც ხასიათდება. რაც შეეხება ხაშურის მიდამოებში აღებულ ჭრილებს, მათ სუსტი ტუტე რეაქცია ახასიათებს, რაც შეიძლება დაუკავშიროთ კარბონატების მეტ შემცველობას და გველების პროცენტის მეტ გამოსახულებას.

შავმიწისებური ნიადაგების კარბონატულობის მონაცემები მოყვანილია მესამე ცხრილში. ამავე ცხრილში მოყვანილია ჰუმუსის, აზოტისა და ფოსფორის რაოდენობის მონაცემები.

როგორც ვხედავთ, ჰუმუსი შედარებით ცოტაა, მაგრამ საკმაოდ დიდ სიღრმეზე ვრცელდება. შედარებით მეტია ჰუმუსი და მის შესაბამისად აზოტი ქრ. № 3-ის ნიადაგში. უფრო მეტყვეობა ფოსფორის შემცველობა, რაც ნაწილობრივ შეიძლება ფოსფოროვანი სასუქების შეტანას დაუკავშიროთ.

შავმიწისებური ნიადაგების ქიმიური შედგენილობის ზოგიერთი მონაცემი

პრილის ჯგ	სიღრმე სმ-ით	კუმული %	აბოტი %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ბნ.დი	Ca/CO <sub>2</sub> ც.ნ.წ/წ	pH
2	0-15	2,53	0,130	87,55	1,43	6,61
	15-24	1,65	0,104	73,98	5,96	6,98
	25-41	1,07	—	—	12,78	6,61
	59>78	—	—	—	19,76	6,75
3	0-14	4,52	0,344	58,51	0,96	6,92
	17-24	2,20	0,099	38,85	1,94	6,54
	24-36	2,28	0,187	41,59	1,97	6,24
	36-47	2,28	0,199	61,65	1,94	6,43
	47-77	1,93	0,241	25,22	1,94	6,28
55-95	1,55	0,204	28,81	2,40	6,95	
4	0-12	2,67	—	86,68	5,75	7,55
	12-31	1,65	0,138	51,09	6,72	7,45
	31-40	2,08	0,210	43,46	2,45	7,33
	49-68	1,35	—	—	6,18	7,08
	66-93	—	—	—	16,86	2,26
5	0-18	2,75	0,234	141,50	19,73	7,44
	16-33	1,29	0,107	83,42	2,36	7,14
	33-66	1,97	—	98,08	2,34	7,44
	46-62	—	—	—	6,00	4,20
	62>87	—	—	—	21,75	7,04
6	0-12	1,74	0,204	24,75	0,96	7,30
	12-25	1,92	0,136	78,45	1,46	7,10
	25-41	0,88	0,070	20,19	2,89	7,00
	41-72	0,78	—	—	1,93	7,44
	72-96	—	—	—	2,43	7,43

შავმიწისებური ნიადაგების დაწილულობა

როგორც ზემოთ დავინახეთ, შავმიწისებურ ნიადაგებს ზოგან დიდი დაწილულობა ახასიათებს. განსაკუთრებით იჩენს თავს შავმიწისებური ნიადაგების ეს თვისება ხაშურისა და სურამის მიდამოებში და აგრეთვე სამბრეო ოსეთში, კერძოდ, ყორნისას ტაფობში, სოფ. წუნარში და სხვ. სამბრეო ოსეთში დაწილული შავმიწისებური ნიადაგების გავრცელებას აღნიშნავენ აგრეთვე აკაფ. ლ. პრასოლოვი და ნ. სოკოლოვი [5], რომლებიც მათ შავმიწებს უწოდებენ; ქართლში კი ამგვარი ნიადაგების არსებობას აღნიშნავენ გ. დ. ახვლედიანი და სხვა ავტორებიც. დაწილული შავმიწისებური ნიადაგები დიდადა გავრცელებული აგრეთვე ალაზნის ველზე და ნაწილობრივ მარნეულის რაიონშიც.

ზემოთ დავინახეთ, რომ შავმიწისებური ნიადაგების დაწილულ სახესხვაობებს ახასიათებს განსაკუთრებით მძიმე მექანიკური შედგენილობა და, კერძოდ, ლამისა და კოლოიდური ნაწილაკების დიდი შემცველობა (60-66%), რაც, მაშასადამე, აღნიშნული ნიადაგების დაწილულობის ძირითადი მიზეზია.

დაწილულობასთან ზოგ კორელაციაშია შთანთქმული კათიონების შედგენილობაც, სახელდობრ, შთანთქმული კალციუმისა და მაგნიუმის შეფარდე-

ბა. მესამე ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან დავინახეთ, რომ ყველაზე ძლიერ დაწილულ შავმიწისებურ ნიადაგში (ქრ. № 3) შთანთქმული მაგნიუმის პროცენტული შეფარდება 20—21-ს აღწევს, სხვა ნიადაგებში კი ის 15—16%-ს არ აღემატება.

სხვა არსებული მონაცემების მიხედვით დაწილულ ნიადაგებს ახასიათებს შთანთქმული ნატრიუმის შეკველობაც, რაც ნაწილობრივ შეიძლება დავუკავშიროთ ამ ნიადაგების ბიცობიანობას. მაშასადამე, შთანთქმული კათიონების აღნიშნული შედგენილობა განსაზღვრავს ლამისა და კოლოიდური ნაწილაკების სუსტ კოაგულაციას და ამის გამო ნიადაგის მეტ დისპერსიულობასა და დაწილულობას. შავმიწისებური ნიადაგების დაწილულობის საკითხი სპეციალურ შესწავლას მოითხოვს.

ქართლისა და სამხრეთ ოსეთის შავმიწისებურ ნიადაგებს დიდი გამოყენება აქვს სოფლის მეურნეობაში. ყველაზე მეტი ფართობი ამ ნიადაგებზე უკავია მარცვლეულ კულტურებსა და შაქრის კარხალს, აგრეთვე ხეხილს და ბოსტნეულ კულტურებს. ძირითადად შავმიწისებური ნიადაგები ურწყაი.

ფიზიკური თვისებებისა და ქიმიური შედგენილობის მხრივ აღნიშნულ ნიადაგებს ახასიათებს ნაყოფიერების საკმაოდ მაღალი მაჩვენებლები, რაც უზრუნველყოფს ზემოაღნიშნული კულტურების უფ მოსავლიანობას. შედარებით უფრო არახელსაყრელი ფიზიკური თვისებები ახასიათებს ძლიერ დაწილულ შავმიწისებურ ნიადაგებს. საერთოდ შავმიწისებური ნიადაგების უარყოფით თვისებას წარმოადგენს უფრო ხშირად მათი მძიმე მექანიკური შედგენილობა და ამის გამო დიდი წვევითი წინააღმდეგობა.

შავმიწისებური ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების საქმეში ძირითად ყურადღებას მოითხოვს სტრუქტურისა და მის საფუძველზე ფიზიკური თვისებების გაუმჯობესება და სასუქების გამოყენება. სტრუქტურის გაუმჯობესების თვალსაზრისით ძირითადი მნიშვნელობა აქვს მრავალწლიანი ბალახების კულტურას და ნიადაგის დამუშავების წესების გაუმჯობესებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და

მელიორაციის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 7.7.1951)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. Р. Вильямс. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. Москва, 1939.
2. М. Н. Сабашвили. Почвы Грузии. Изд. АН Грузинской ССР, Тбилиси, 1948.
3. ნ. ცეცხოველი. საქართველოს მკენარეულობის ძირითადი ტიპები. თბილისი, 1935.
4. А. Н. Джавахишвили. Геоморфологические районы Грузинской ССР, Изд. АН СССР, М., 1947.
5. Л. И. Прасолов и Н. Н. Соколов. Почвенно-географический очерк Юго-Осетии. Труды Сов. по изуч. произв. сил АН СССР. 1935.



ანატომია

ვლ. აბაშიძე

მაიმუნის სპინალური ნერვული ფუნქციის მოწყობილობა  
ფილოგენეზური განვითარების ასპექტში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამუშაოზე წერვა აღ. ნათიშვილმა 2.7.1951)

წინამდებარე შრომა წარმოადგენს ჩვენი გამოკვლევების გაგრძელებას პერიფერიული ნერვული სისტემის განვითარების საკითხზე.

გამოკვლევის ობიექტად აღებულია მაიმუნი, რომელიც განვითარების ფილოგენეზურ კიბეზე ყველაზე ძველს დგას ადამიანთან. მასალა მიღებულია სსრ კავშირის სამედიცინო აკადემიის სოხუმის სამედიცინო-ბიოლოგიური სადგურიდან და თბილისის ზოოპარკიდან.

მაიმუნის ზურგის ტვინის ნერვული წნულები შევისწავლეთ 2 იავეს მაკაკზე (*Macacus cynologus*), 2 რეზუსზე (*Macacus rhesus*), 1 გამადრილაზე (*Cynocephalus hamadrilas*), 1 მანგობეზე (*Cercocebus fuliginosus*) და 1 ბაბუნზე (*Cynocephalus babun*).

შესწავლილ მაიმუნებს აქვთ სპინალური ნერვების 34 წყვილი, რომლებიც მიდამოების მიხედვით შეადგენაირად ნაწილდება: 8 წყვილი კისრის, 12 წყვილი გულმკერდის, 7 წყვილი წელის, 3 წყვილი გავისა და 4 წყვილი კუდისა.

კისრის წნული მაიმუნებისა წარმოადგენილია პირველ ოთხ სპინალურ ნერვს შორის არსებული მარყუევებითა და ტოტებით. მაქსიმალური რაოდენობა ზურგის ტვინის ნერვებისა, რომლებიც ქმნიდნენ კისრის წნულს, ხუთს უდრიდა, მინიმალური კი ორს. ოთხ შემთხვევაში კისრის წნული მხრის წნულთან იყო გაერთიანებული მხარ-კისრის წნულის სახით. ყველა სხვა პრეპარატზე კავშირი კისრისა და მხრის წნულებს შორის არ არსებობდა და წნულები მკაფიოდ იყო გამოყოფილი ერთმეორისაგან.

განვითარების დაბალ საფეხურზე მდგომ ხერხემლიან ცხოველებში (ბაყაი) პირველი სპინალური ნერვი ენისქვეშა ნერვთან ამყარებს კავშირს და წარმოქმნის კისერ-ენისქვეშა წნულს. ძუძუმწოვარა ცხოველების ფილოგენეზში კისერ-ენისქვეშა წნულის შედგენილობაში შემავალი ნერვების რაოდენობა მატულობს. ერთგვარადაა და ჩანათონებში კისრის წნული თავის ტვინის მეოთხე და კისრის პირველი და მეორე ნერვის შეერთებით წარმოიქმნება; განვითარების უფრო მაღალ საფეხურზე, მტაცებლებში, მათ კისრის შესამე ნერვიც ემატება. პრიმატებში, გარდა ამ ნერვებისა, წნულის შედგენლობაში კისრის მე-4 და მე-5 სპინალური ნერვებიც იღებენ მონაწილეობას.

ბუქმწოვარა ცხოველების კისრის წნულის განვითარებისათვის დამახასიათებელია აგრეთვე გაერთიანებული მხარ-კისრის წნულის ერთიმეორისაგან გამოყოფა, რაც მაიმუნებში მკაფიოდაა გამოხატული [1].

კისრისა და მხრის წნული მაიმუნებს უფრო დაშორებული აქვთ ერთიმეორისაგან, ვიდრე ადამიანს. რაც შეეხება კავშირს მხრისა და კისრის წნულებს შორის, უკანასკნელი ან არ არსებობს, ან მუხასაიფრუს ნერვითაა წარმოდგენილი, რომელიც ხიდისმაგვარადაა გაჭიმული ამ ორ წნულს შორის [7].

მაიმუნის კისრის წნულის მოწყობილობაში შედარებით კარგადაა დაცული სიმეტრია.

ჰარისი [6] მაიმუნებში გამოყოფს მხრის წნულის მოწყობილობის ორ ძირითად ვარიანტს—*pre fixum* (გორილასათვის) *post fixum* (ყველა სხვა მაიმუნისათვის).

ჰარისს მიხედვით, ადამიანისმაგვარ მაიმუნებს აღნიშნულან შედარებით წნული უფრო პრეფიქსირებული. ე. ი. კაუდალურად გადანაცვლებული აქვთ რასაც ავტორი იმით ხსნის, რომ ადამიანის წინაპრებმა დიდი ხანია მოატოვეს ხეზე ცხოვრება. გარდა მეხუთე ნერვის გამსხვილებისა, ბოლკი და ბრუკსი აღნიშნავენ მხრის წნულის კრანიალური საზღვრის გადანაცვლებას მესამე სპინალურ ნერვამდე და კაუდალური საზღვრის გადანაცვლებას გულ-მკერდის მეორე ნერვამდე.

გრემიაცკიმ [2] აღწერა ჰაპალეას (*Hapale Jacchus Kuhl*) მხრის წნული (ერთი შემთხვევა). ავტორი *Hapale*-ს მხრის წნულში ორ მარყუჟს გამოყოფს—წინას, რომელიც  $C_5$  და  $C_6$  ნერვებით შეიქმნება, და უკანას— $C_6$ ,  $Th_{11}$ , რომელსაც უკავშირდება გულ-მკერდის მეორე ნერვიც. მეშვიდე ნერვი იყოფა ორ ნაწილად: ერთი უკავშირდება როგორც კრანიალურ, ისე კაუდალურ მარყუჟს, ხოლო მეორე—კაუდალური მარყუჟის ზედაპირულ ტოტს.

ჩენი მასალით მაიმუნის მხრის წნულს საშუალოდ 5,1 ნერვი კმნის ( $Max - 6, Min - 5$ ).

მხრის წნულის კრანიალური საზღვარი მეხუთე სპინალური ნერვითაა წარმოდგენილი, კაუდალური საზღვარი კი გულ-მკერდის პირველი ან მეორე ნერვით. მხრის წნულის ნერვების ერთიმეორესთან დაკავშირება მახვილ კუთხეს ქმნის. კავშირები აღინიშნება მხრის წნულის შემქმნელი ნერვების პირველი და მეორე რიგის დაყოფის შედეგად მიღებულ ტოტებს შორისაც, რის გამოც წნულის აღნაგობა საგრძნობლად რთულდება და თითოეული ნერვი რამდენიმე ფეხვის კონას შეიცავს. აღსანიშნავია აგრეთვე კავშირი ერთი სეგმენტით დაშორებულ ნერვებს შორისაც.

მაიმუნების მხრის წნულის მოწყობილობა შემდეგნაირად შეიძლება დახასიათდეს: მკბუთე და მეექვსე სპინალური ნერვის შეერთებით წარმოიქმნება წნულის (კრანიალური) წინა ჯგუფი; კისრის მეორე, გულ-მკერდის პირველი და ზოგ შემთხვევაში გულ-მკერდის მეორე ნერვის შეერთებით წარმოიქმნება წნულის უკანა (კაუდალური) ჯგუფი. აღნიშნული ჯგუფი იყოფა ვენტრალურ და დორზალურ ტოტებად.



მეშვიდე სპინალური ნერვი წნულის ამ ორი ძირითადი ჯგუფის შემადგენლობაში არ შედის. უკანასკნელი მალთაშუა ხერეულიდან გამოსვლის შემდეგ იყოფა ორ ნაწილად; ერთი უკავშირდება წინა ჯგუფის ვენტრალურ ნაწილს, ხოლო მეორე—ორივე ჯგუფის დორზალურ ტოტებს.

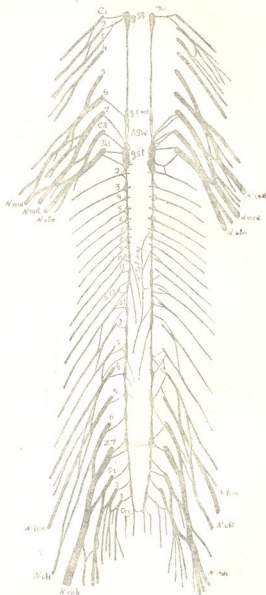
წინა ჯგუფის ვენტრალური ტოტები მეშვიდე ხერვის ტოტთან ერთად წარმოქმნის ლატერალურ შტოს, რომელიც უშუალოდ გადადის საშუალო ნერვში.

ვიდრე ლატერალური შტო წარმოიქმნება, ნერვები მრავალგზით უკავშირდებიან ერთიმეორეს და, ამრიგად, შტოს გამოსავალს წარმოადგენს მეტ-ნაკლებად გამოხატული ნერვული ბადე. ამ მხრივ მაიმუნის მხრის წნულის მოწყობილობაში, ადამიანის მხრის წნულისაგან განსხვავებით, კონცენტრაციის ხარისხი თვალსაჩინოდ ნაკლებადაა გამოხატული.

უკანა ჯგუფი ჩამოყალიბებისთანავე იყოფა პერიფერიულ ნერვებად და საშუალო ნერვის კალდალურ ფეხად. მედიალური შტო ძლიერ მოკლეა და ტიპობრივი შტოს ფორმა იშვიათად აქვს.

მხრის წნულის ძირითადი და დამატებითი მარყუქების რაოდენობა და სიგრძე, ნერვთა შორის კავშირის ხასიათი და შტოების წარმოქმნა ასიმეტრიულია.

მაიმუნის მხრის წნულში ისე როგორც ადამიანის მხრის წნულში, გამოიყოფა დამატებითი ვენტრალური და დორზალური მარყუქები, რაც განვითარების დაბალ საფეხურზე მდგომ ცხოველებს (მღრღნელები) არ



გაანიათ და ხორცისმკამელებს მაიმუნთან შედარებით ნაკლებად აქვთ გამოხატული [1].

საშუალო ნერვი მარჯვენა მხარეზე საშუალოდ 4,7 ნერვით იქმნება; მარცხენა მხარეზე კი 4,5 ნერვით. მაქსიმალური რაოდენობა ნერვებისა, რომლებიც საშუალო ნერვს ქმნიან (ორივე მხარეზე), ნ-ს უდრის; მინიმალური რაოდენობა მარჯვენა მხარეზე 4, მარცხენაზე კი 3 ნერვია. საშუალო ნერვი პირველ კონას უფრო ხშირად მეხუთე სპინალური ნერვიდან დებულობს და თანამიმდევრობით შეიცავს 6,7,8 და გულ-მკერდის პირველი ნერვის ბოქკოებს.

იდაყვის ნერვის შემქმნელი ფესვები მარჯვენა მხარეზე საშუალოდ 2,6 ნერვს, მარცხენა მხარეზე კი 2 ნერვს უდრის (Max—6, Min—1). იდაყვის ნერვი, როგორც წესი, იქმნება შერვე სპინალური და გულ-მკერდის პირველი ნერვებით.

სხივის ნერვს მარჯვენა მხარეზე საშუალოდ 3,6 ნერვი ქმნის, მარცხენა მხარეზე კი 3,8 (Max—6, Min—2).

აღსანიშნავია მხრის წნულის ძირითადი ნერვების სეგმენტური შედგენილობისა და დაწყების ღონეების სხვადასხვაობა და აგრეთვე ის სხვადასხვაობა, რომელიც აღინიშნება ერთისა და იმავე ნერვის შემქმნელი ფესვების რაოდენობაში მხარეების მიხედვით. მარჯვენა საშუალო და იდაყვის ნერვების შემქმნაზე ფესვების მეტი რაოდენობა მოდის, ვიდრე მარცხენაზე.

მხრის წნულის მოწყობილობა როგორც ფორმის, ასევე რიცობრივი მონაცემების მიხედვით ასიმეტრიულია.

მაიმუნების მხრის წნულის მოწყობილობისათვის დამახასიათებელია კავშირების გახშირება სპინალური ნერვების პირველი. მეორე რიგის დაყოფის ტოტებს შორის, წნულის შედგენილობაში კუთვალური ნერვული სეგმენტების ჩართვა, მხრის წნულის ძირითადი შტოების ჩამოყალიბება. მკაფიოდაა გამოხატული მხარეობრივი ასიმეტრია. წნულის მოწყობილობა ბადებრივია, მაგრამ უფრო დაბალ საფეხურზე მდგომ ცხოველებთან შედარებით ნერვული ელემენტების კონცენტრაცია უკვე თვალსაჩინოა.

მაიმუნების მხრის წნულის მოწყობილობა განსაკუთრებით საინტერესოა ხელმარჯვენობასთან დაკავშირებით. ეს უკანასკნელი ბიოლოგიის ფრიად საინტერესო და ნაკლებად შესწავლილ საკითხს წარმოადგენს. გამოკვლევები ამ მიმართულებით ძლიერ მცირეა. ცხოველებში მარჯვენა და მარცხენა წინა კიდურის არათანაბარი ფუნქციის საკითხი დღესდღეობითაც გადაუჭრელია. ავტორების უპირველესობა იმ აზრისაა, რომ ხელმარჯვენობა მხოლოდ ადამიანისათვისაა დამახასიათებელი, მაგრამ არსებობს საწინააღმდეგო შეხედულებაც, რომლის თანახმად ამ მოკლენას ცხოველებშიც ვხვდებით.

კარჩიკიანმა [4] აწარმოვა დაკვირვება შიმპანზეზე. იგი აღნიშნავს, რომ შიმპანზე ძირითადად მარჯვენა წინა კიდურით მოქმედებს, მარცხენათი კი მეორეხარისხოვან დამხმარე მოძრაობებს ასრულებს.

ტიხმა [5] განკვლევულ 26 მაიმუნზე აღნიშნა, რომ, ერთის გამოკლებით, რომელიც ცაცია აღმოჩნდა, დანარჩენი 25 მაიმუნი მხოლოდ მარჯვენა „ხელით“ მოქმედებდა.

გამოკვლევის მეორე სერია ჩაატარეს ტიხმა და როგინსკიმ 16 გამადრილზე კიდურის ძალის გასარკვევად და აღნიშნეს, რომ მარჯვენა კიდურის ძალა ძალმზომის ჩვენებით მარცხენა კიდურის ძალას ორჯერ აღემატებოდა (მარჯვენა 4 კგ, მარცხენა 2 კგ).

ცხოველებში წინა კიდურების არათანაბარი განვითარება ი. პავლოვის კონცეფციით მარცხენა კიდურსა და გულის მარცხენა პარკუქს შორის რეფლექსური კავშირების არსებობის შედეგია, რამაც განსაზღვრა მარჯვენა ხელის (ადამიანში) და მარჯვენა წინა კიდურის (ცხოველებში) უპირატესი განვითარება.

ჯავახიშვილი ი. კომახიძე [3] აღნიშნავს, რომ ადამიანის პერიფერიული ნერვული სისტემის მოწყობილობა ხასიათდება მკაფიოდ გამოხატული ასიმეტრიით, რაც ნერვული სისტემის განვითარების პროცესის სირთულის შედეგსა და იმ სხვაობის შედეგს წარმოადგენს, რომელიც არსებობს ადამიანის მარჯვენა და მარცხენა მხარეების დატვირთვაში. ავტორის მონაცემებით, ადამიანის პერიფერიული ნერვული სისტემა თავისი განვითარების უმაღლეს საფეხურს აღწევს მარჯვენა ზემო კიდურის ნერვულ ელემენტებში.

ჩვენმა გამოკვლევებმა ცხოველებზე გვიჩვენა, რომ პერიფერიული ნერვული სისტემის მოწყობილობაში კონცენტრაციის ხარისხი მით უფრო მაღალია, რაც უფრო მაღალ განვითარების საფეხურზე დგას სათანადო საინერვაციო მიდამო და ცხოველი. მარჯვენა მხრის წნელისა და წნელის ძირითადი ნერვების შექმნაზე ნერვული სეგმენტების მეტი რაოდენობა მოდის, რაც, ჩვენი აზრით, მარჯვენა წინა კიდურის უფრო მაღალი ფუნქციისა და განვითარების შედეგი უნდა იყოს.

წელ-გავის წნულს საშუალოდ 8 ნერვი ქმნის ( $nL_2-S_2$  ან  $nL_3-S_3$ ),  $Max-9 (L_1-S_2)$ ,  $Min-6 (L_4-S_2, L_5-S_2)$ .

მაიმუნის წელ-გავის წნული შემდეგნაირადაა მოწყობილი: წნულში შემავალი პირველი ნერვი მალთაშუა ხერხედიდან გამოსვლის შემდეგ იყოფა ორ ტოტად. ერთი უკავშირდება მომდევნო ნერვს და ქმნის წნულის მარყუქს, ხოლო მეორე გრძელდება პერიფერიული ნერვის სახით. წნულის მომდევნო ნერვები, საჯდომი ნერვის პირველი ფესვის ჩათვლით, ასევე ორ ან სამ ტოტად იყოფა. საჯდომი ნერვის მეორე ფესვიდან დაწყებული ნერვები უფრო ხშირად გაყოფის გარეშე უკავშირდებათ საჯდომი ნერვის პირველ ფესვს.

წელ-გავის წნულის უკანასკნელი ნერვები კვლავ იყოფა ზემოთ აღწერილი წესით.

წელ-გავის წნულის ნერვების ყალიბი კაუდალური მიმართულებით მათულობს და მეექვსე ლუმბალური ნერვი წნულის ნერვებს შორის ყველაზე მსხვილია.

წელ-გავის წნულის კრანიალური დონე მერყეობს 5 სეგმენტის ფარგლებში  $n.L1$ -დან  $n.L5$ -მდე. წნულის კაუდალური საზღვარი კრანიალურთან შედარებით ნაკლებ ვარიაციას განიცდის და წარმოდგენილია გავის 1,2 ან მესამე ნერვით.

წელ-გავის წნულში ყველა შემთხვევაში შესაძლებელია ბარძაყისა და საჯდომი წნულების გამოყოფა ორკაპი ნერვით.

ბარძაყის ნერვის კრანიალური ფესვი დასაწყისის სხვადასხვა სიხშირით იღებს წელის 3,4,5 ნერვებიდან. მარჯვენა ბარძაყის ნერვი საშუალოდ იქმნება 2,6 ნერვით, მარცხენა კი—2,2 ნერვით.

დამხურველი ნერვი უფრო ხშირად წელის მეხუთე და მეექვსე ნერვის ტოტემით წარმოიქმნება; მარჯვენა დამხურველი ნერვი წარმოიქმნება 2,5 ნერვით, მარცხენა კი—2,2 ნერვით.

საჯდომი ნერვის როგორც კრანიალური, ისე კალდალური დონე ორი სეგმენტის ფარგლებში მერყეობს; მარჯვენა საჯდომი ნერვი საშუალოდ 4, მარცხენა კი 3,8 ნერვით იქმნება.

ამრიგად, შეიძლება აღინიშნოს, რომ ბარძაყის, დამხურველ და საჯდომ ნერვებზე მარჯვენა მხარეზე ნერვული სეგმენტების მეტი რაოდენობა მოდის.

წელ-გავის წნულის მოწყობილობაში მკაფიოდაა გამოხატული მხარეობრივი ასიმეტრია. წნული საერთოდ ბადისებრი ფორმისაა, მაგრამ რიგ შემთხვევაში აღინიშნება ნერვების კონცენტრაცია.

წელის წნულის განვითარება ხასიათდება წნულის შედგენილობაში კრანიალური ნერვული სეგმენტების ჩართვით, რის გამოც წნული კრანიალური მიმართულებით ინაცვლებს. გავის წნულის განვითარებისათვის დამახასიათებელია კალდალური გადანაცვლება.

### დასკვნები

1. მაიმუნის ზურგის ტვინის ნერვული წნულების მოწყობილობისათვის დამახასიათებელია კისრის წნულის მკაფიოდ გამოხატული განცალკევება მხრის წნულისაგან, ასიმეტრია და წნულების შემქმნელი ნერვების მიდრეკილება კონცენტრაციისაკენ, რის შედეგად რიგ შემთხვევაში წარმოიქმნება მსხვილი ნერვული ლეროები;

2. კონცენტრაციის ხარისხი უფრო მაღალია მარჯვენა მხრის წნულებში, რაც, ჩვენი აზრით, მარჯვენა კიდურების მეტი ფუნქციური დატვირთვითა და განვითარებით განისაზღვრება;

3. მაიმუნის მხრის წნული ხშირად 5 ნერვით იქმნება. წნულის კრანიალური დონე მეხუთე სპინალური ნერვით განისაზღვრება. კალდალური უფრო ცვალებადია და წარმოდგენილია გულ-მკერდის პირველი ან მეორე ნერვით;

4. მაიმუნის წელ-გავის წნული უფრო ხშირად წარმოიქმნება რვა სპინალური ნერვის შეერთებით; წნულის როგორც კრანიალური, ისე კალდალური საზღვარი ცვალებადობს 2 სეგმენტის ფარგლებში. საზღვარი წელისა და გავის წნულს შორის წარმოდგენილია წელის მეხუთე ან მეექვსე ნერვით;

5. მხრისა და წელ-გავის წნულის ძირითადი ნერვების შექმნაზე სხეულის მარჯვენა მხარეზე ნერვული სეგმენტების მეტი რაოდენობა მოდის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ექსპერიმენტული ნორფოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.7.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. С. Абашидзе. К морфологии спинномозговых нервных сплетений и симпатических стволов позвоночных. Тр. Инст. эксперим. морфологии АН ГССР, т. III, 1950.
2. М. А. Гремяцкий. Нервно-мышечный аппарат передних конечностей. Антропологический журнал № 1—2, 1933.
3. Н. А. Джавахишвили-Комахидзе. Устройство спинномозговых сплетений, симпатического ствола и их взаимоотношение. Тр. Инст. эксперим. морфологии, т. II, 1949.
4. С. И. Карчикли. К вопросу о происхождении праворукости. Сб. тр. посвященных 50-летию научно-пед. деятельности В. Н. Тонкова. Ленинград. 1947.
5. Н. А. Тих. Стадная жизнь обезьян и средства их общения в свете проблемы антропогенеза. Ленинград. 1950.
6. W. Harris. The morphology of the brachial plexus. London, 1939.
7. A. B. Howell and W. L. Straus. The anatomy of the Rhesus monkey. London. 1933.



ი. ბჰალაგა

## სივრცის აღქმა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა შ. ნუცუბიძემ 15.11.1951)

### საკითხის დასმა

სივრცის განცდა, როგორც სეჩენოვის მითითებიდან ჩანს [1], თვალისა და ხელის კუნთების მოძრაობით აღმოცენებულ სიგნალს—კინესთეტიკურ შეგრძნებას ემყარება. თუ ეს ასეა, საცხებით მართებულია ვიკითხოთ: რა კავშირი აქვს თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების მანძილის პროპორციულად ცვალებადობას კინესთეტიკურ შეგრძნებებთან? რა ადგილი უკავია თანამიმდევარი გამოხატულების სიდიდის ცვალებადობაში ჩვენი სხეულის ორგანოებს, კერძოდ ხელის მოძრაობას?

### ექსპერიმენტი

ცდისპირი 20 წუთს დაბნელებულ ოთახშია მოთავსებული მხედველობის ადაპტაციის მიზნით. მას ხელში თეთრ ფონზე მოთავსებული წითელი სამკუთხედი უჭირავს. განათების შემდეგ ის უნდა დააკვირდეს ამ სამკუთხედის თანამიმდევარ გამოხატულებას და თავისა და სხეულის გაუნძრევლად, ხელების თანდათან მოხრივთ. საგანი თვალს მიუახლოვოს და მოაშოროს. ცდა, როგორც აღენიშნეთ, სიბნელეში მიმდინარეობს, ამიტომ ცდისპირი ვერც ხელებს ხედავს და ვერც საგანს. მის განკარგულებაშია მხოლოდ ხელების მოძრაობით განსაზღვრული კონთური შეგრძნება. ეს არის ერთადერთი სიგნალი, რომელსაც შეუძლია თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების მიმდინარეობაში შეიტანოს ცვლილება.

ამავე წესით შესწავლილია ნეგატიური თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება. ამ შემთხვევაში, როგორც ეს საერთოდ მიღებულია, ცდა დღის სინათლეზე მიმდინარეობდა.

ამ ძირითადი ექსპერიმენტის გვერდით შრომაში, რასაკვირველია, ცდის რიგი ვარიანტებია წარმოდგენილი და იქვე აღწერილი. ჩვენი შედეგები ეყარება 23 სტუდენტისა და მალალი კვალიფიკაციის მუშაკთა რამდენიმეჯერ შემოწმების შედეგად მიღებულ დასკვნებს.

### ექსპერიმენტული მასალები

პოზიტიურ თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაზე დაყენებულ ცდას ის უპირატესობა აქვს, რომ ცდისპირი სიბნელეშია და საკუთარი ხელების მოძრაობას ვერ ხედავს. მისთვის მით უფრო შეუმჩნეველი რჩება როგორც სა-

ფიქსაციო საგანი, ისე სხვისი ხელების მოძრაობა. თვალის გუგა სიბნელეში მაქსიმალურად გაფართოებულ მდგომარეობაშია; არც აკომოდაცია-კონვერგენციის საჭიროება დგას, რადგანაც გარედან თვალზე გამლიზიანებული არ მოქმედებს. ცდისპირის განკარგულებაში ერთადერთი გრძობადი მასალა—საგნის თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება, რომელსაც ის ხედავს სინათლის ჩაქრობის მომენტიდან, მის წინ ჩამოყალიბებული საგნის ოპტიკურ გამოხატულებაა. ამიტომ მოსალოდნელია, რომ თვალთან საგნის მიახლოება და დაშორება მის სიდიდეზე გავლენას ვერ იქონიებს.

ასეთია წინასწარი მოსაზრება, რომლის შესამოწმებლად დავაყენეთ ცდის პირველი ვარიანტი. განათების შემდეგ საფიქსაციო საგანს ჩვენ ვიღებთ ხელში და მას სიბნელეში თანდათან ვუახლოვებთ ცდისპირის თვალებს. ეს ისე კეთდება, რომ ცდა მისგან შეუქმნევლად მიზნარეობს. ასეთი ცდის შედეგი არაფერს შეიცავს განსხვავებულს იმასთან შედარებით, რაც თანამიმდევარი გამოხატულების დაკვირვებიდანაა ცნობილი. სამკუთხედის გამოხატულება უძრავად რჩება ერთ ადგილზე და ისედაც ქრება, რომ ჩვენი ხელით ცდისპირის თვალთან საგნის მიახლოებას მასზე ოდნავ შესამჩნევი გავლენა არ მოუხდენია. თვალთან ახლოს განათებული საგანი ისევე ჩვენ მიგვქონდა შორს, მაგრამ ცდისპირის წინ მდგომ ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილება არც ამ შემთხვევაში ჩანდა.

არსებითად იცვლება სურათი, როცა იგივე საგანი ცდისპირს ხელში უჭირავს და თვითონვე ასრულებს სიბნელეში თვალთან საგნის მიახლოების მოძრაობას. იგი ნათლად ხედავს, რომ მასა და გამოხატულებას შორის მანძილი მოკლდება, გამოხატულება თანდათანობით მისკენ მოიწევს, მისი მოცულობა მანძილის პროპორციულად კლებულობს და დაპატარავებული ჩანს. ამ ფენომენის პირველ გამოჩენას ყოველთვის თან სდევდა ცდისპირის გაოცება და შეეჭვება მის ქეშმარიტებაში, მაგრამ მოუღენის უცვლელად ზედიზედ განმეორება ეჭვს არ ტოვებდა, რომ ოპტიკური გამოხატულების დაპატარავება ხელების მოძრაობასთან იყო დაკავშირებული.

როცა თვალისკენ საკუთარი ხელით მიგვაქვს საგანი, ოპტიკური გამოხატულების განფენილობა მცირდება და შავი ჩრდილით იფარება მის ირგვლივ მდებარე სივრცე. ამის გამო ხედვის განათებული არე თანდათანობით იკუმშება და მცირე ადგილს იკავებს. გამოხატულების ფორმა არ იცვლება, თუმცა მაქსიმალურად დაპატარავებულია. რადგანაც ხელის მოხრის პარალელურად მცირდება ოპტიკური გამოხატულება და განათებული არე, დამკვირვებელს შთაბეჭდილება რჩება, თითქოს ბადურა შევიწროებული გუგიდან ანათებდეს!

ასეთ ცვლილებას გამოხატულებაში მაშინაც აქვს ადგილი, როცა ცდისპირი მოხრილ ხელებს ნელა შლის და საგნის შორს წაღებისკენ განკუთვნილ მოძრაობას ასრულებს. ამ შემთხვევაში გამოხატულების ცვლილება საწინააღმდეგო მიმართულებას იღებს—იგი მოცულობაში მატულობს. ხელის თანდათან გაშლის შესატყვისად გამოხატულებასა და ცდისპირს შორის მანძილი იზრდება, ოპტიკური გამოსახულება მას თანდათან შორდება და მანძილის პროპორციულად მისი სიდიდე მატულობს. ამრიგად, საგანი რაც შორს არის მისგან, ამ საგნის

თანამიმდევარი გამობატულება მით უფრო დიდი ჩანს. თუ ცდისპირი აქვე ხელეზის მოხრაზე გადავიდა, მას გამობატულების მოახლოებისა და დაპატარავების თვალსაჩინო განცდა უჩნდება, უკეთ რომ ვთქვათ, ერთდროულად ხედავს ხელეზის მოძრაობის შესატყვისად თანამიმდევარი გამობატულების დაპატარავება-გადიდებას. როგორც აღნიშნეთ, ამ მოვლენის აღმოცენება ხელეზის მოძრაობასთანაა დაკავშირებული და მასთან შეუღლებული მოქმედებით ხასიათდება.

ზემოთ აღნიშნული ექსპერიმენტული ფაქტის მიხედვით შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ საგნის საკუთარი ხელით თვალთან მიახლოება იწვევს როგორც მანძილის დამოკლებას, ისე ოპტიკური გამობატულების დაპატარავებას. თვალებიდან იმავე საგნის თანდათან მოშორებასა და შორს გატანის მოძრაობას თან სდევს გამობატულებასა და ცდისპირს შორის მანძილის ზრდა და ამის პროპორციულად გამობატულების გადიდება. ამრიგად, თანამიმდევარი პოზიტიური გამოსახულების დაპატარავება-გადიდება ხელეზის მოძრაობასთანაა შეუღლებული და მასთან ერთად განიცდება, თუმცა ცდისპირი სიზნელეშია მოთავსებული და არც საგანს ხედავს და არც საკუთარი ხელეზის მოძრაობას.

ამ მოვლენას ვღებულობთ გამონაკლისის გარეშე, იგი ცდისპირთა 100%-ს უდასტურდება.

თანამიმდევარი ოპტიკური გამობატულების დაპატარავება და გადიდება თვალის მოძრაობასთან დაკავშირებით დიდი ხანია ცნობილია. ჩვენი შედეგების თავისებურება იმაშია, რომ გამობატულებას ხელის მოძრაობასთან შეუღლებული მოქმედება აღმოაჩნდა და ხელი აქ იმასვე აკეთებს, რაც თვალის მოძრაობიდან იყო ჩვენთვის ცნობილი. ამავე დროს როგორც თვალის, ისე ხელის მოძრაობის დროს თანამიმდევარ გამობატულებაში ცვლილება, როგორც ხედავთ, ერთი გარკვეული კანონზომიერებით მიმდინარეობს.

ელა ვნახოთ, ახასიათებს თუ არა ოპტიკურ გამობატულებას ქვედა კიდურის მოძრაობასთან ასეთივე შეუღლებული მოქმედება? ცდისპირს საფიქსაციო საგანი ორივე ფეხის ტერფზე უდევს, რომელსაც ის ზუსტად ისე ამოძრავებს, როგორც ხელებს. ფეხების მოხრით თვალთან საგნის მიახლოების მოძრაობის დროს, როგორც ხელეზის მოხრის შემთხვევაში, თანამიმდევარი გამობატულება მანძილის პროპორციულად პატარავდება, მის თანდათანობით გაშლას და საგნის თვალისაგან დაშორების მოძრაობას თან სდევს ოპტიკური გამობატულების გადიდება. ამგვარად, აქაც იმავე ხასიათის შედეგია მიღებული, მაგრამ აქ გამობატულების ცვალებადობის ეფექტი ისე თვალსაჩინოდ და უგამონაკლისოდ არ განიცდება, როგორც ხელეზის მოძრაობის დროს.

ჩვენ ცალკე შევამოწმეთ, სხეულის წელში მოხრას მოჰყვებოდა თუ არა იგივე შედეგები. აღმოჩნდა, რომ გამობატულებაში ცვლილებები გაცილებით უფრო მკაფიოდ იჩენს თავს, ვიდრე ხელეზის მოძრაობისას.

ცალკე გვქვს შემოწმებული ცალი ხელისა და ცალი ფეხის მოძრაობის მიმდინარეობაში ცვლილება არ შეუტანია.

მნიშვნელობა არც იმას აღმოაჩნდა, თვალი კიდურების მოძრაობის დროს გაღებულა თუ დახუჭული. როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევა-



ში თანამიმდევარი გამოხატულების მანძილის პროპორციულად გადიდება და დაპატარავება ერთნაირი თვალსაზრისით მიმდინარეობს.

ამრიგად, ბადურაზე გამოხატული საგანი ყოველთვის გარკვეული სახის ცვლილებას განიცდის, იგი საგნის დაშორებისკენ მიმართული კიდურების მოძრაობასთან დაკავშირებით დიდდება, მისი თვალთან მიახლოების მოძრაობასთან დაკავშირებით კი პატარავდება. ამ ფენომენის მისაღებად სულ ერთია ზედა კიდურს, ქვედა კიდურს თუ მთელ სხეულს გამოძრავებთ. ყველგან ერთსა და იმავე ხასიათის შედეგს ვლტებულობთ. აქედან ისიც ჩანს, რომ ოპტიკური გამოხატულების სიდიდის ცვალებადობა მტკიცეა და დაკავშირებული როგორც მთლიანად სხეულის, ისე მის ცალკე ორგანოებში აღმოცენებულ კინესთეტიკურ სიგნალთან (მოძრაობის შეგრძნებასთან).

თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში ზემოთ აღნიშნული ცვლილება ასეთივე სახით დაკავშირებულია კანიდან მომავალ სიგნალთან. ცდისპირი სიბნელეში გაუნძრევლად ზის და საგანს მის თვალწინ ჩვენ გამოძრავებთ; როგორც აღნიშნული იყო. ამას ოპტიკური გამოხატულების სიდიდეზე გავლენა არა აქვს. ამავე დროს საკმარისია ეს მოძრაობა ისე შევესრულოთ, რომ მის სხეულს ოდნავ შეეხებოდეთ—გამოხატულებაში კანის შეგრძნების შესატყვისმა ცვლილება იჩინოს თავი. საგანი თუ კანზე თვალთან მიახლოების მიმართულებით გაეატარეთ, თანამიმდევარი გამოხატულება ხელების მოძრაობასთან შეუღლებული მოქმედების ანალოგიურ ეფექტს იძლევა—პატარავდება. კანზე საგნის მოძრაობას თუ მიმართულებას შევეცვალოთ, ჩვენ წინ გამოხატულების დაპატარავების მაგივრად მისი გადიდების პროცესი წარმოადგება. ეს უთუოდ იმის მაჩვენებელია, რომ თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების სიდიდის ცვალებადობას ისეთივე კანონზომიერი დამოკიდებულება და კავშირი აქვს კანის სიგნალთან, როგორც აღმოაჩნდა მას სხეულის კიდურების მოძრაობასთან.

ნეგატიური თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულება არსებითად ზემოთ აღნიშნული კანონზომიერების ფარგლებში რჩება, მაგრამ მის ზოგიერთი თავისებურებაც ახასიათებს. ხელების მოხრით ნეგატიური გამოხატულება პატარავდება, მაგრამ ისე სწრაფად, რომ დაკვირვების დამთავრებამდე იკარგება. აქ პროცესის თანდათანობით მიმდინარეობის საფეხურები არ ჩანს; რაც შეეხება ხელების გაშლას და გამოხატულების შორს წაღებას, ამ შემთხვევაში ნეგატიური გამოხატულების გადიდების საზღვრის დადება არ ხერხდება. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ პოზიტიური გამოხატულების არც ასე შორს გადატანა ხერხდება და არც უსაზღვროდ გადიდება; ნეგატიური თანამიმდევარი გამოხატულების თავისებურებას შეადგენს ისიც, რომ იგი თვალის დახუჭვის მომენტში კარგავს დამახასიათებელ ფერს და მანძილის მიხედვით დაპატარავება-გადიდების შესაძლებლობას, ე. ი. მიუხედავად ხელების მოხრა-გაშლისა, ნეგატიური გამოხატულება, თუ თვალში დახუჭული გვაქვს, ერთ ადგილზე უძრავად რჩება და სიდიდე ისეთი აქვს, როგორც თვალის დახუჭვის მომენტში ჰქონდა. პოზიტიურ თანამიმდევარ გამოხატულებაზე, როგორც ვნახეთ, თვალის დახუჭვა გავლენას არ ახდენს.

ჩვენ დავგრჩა გასარკვევი: ყოველი სახის კინესთეტიკური სიგნალი გამოდგება თუ არა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილების გამოსაწვევად? ამის გამოსარკვევად ცდისპირს მივცეთ დავალება განათების შემდეგ საგანს ხელი გაუშვას და ცარიელი ხელების მოხრა და გაშლა აწარმოოს, რასაკვირველია, იმავე წესით, როგორც ამას წინა ცდებში აკეთებდა. ასე დაყენებული ცდის შედეგებიდან ჩანს, რომ თანამიმდევარი გამოხატულება ადგილიდან არ იძვრის და ისე ქრება, რომ ცარიელი ხელების მოხრა და გაშლა მისში ოდნავადაც არ იწვევს ცვლილებას. ოპტიკური გამოხატულების შეუღლებულ მოქმედებაზე დავიკრებებაში გავარჯიშებული ცდისპირები, როცა ცარიელი ხელებით მოქმედებენ, ამ მოძრაობასთან შეუღლებულ ცვლილებას ოპტიკურ გამოხატულებაში ვერ პოულობენ.

ეს ფაქტი უთუოდ ერთ გარკვეულ გარემოებაზე მიუთითებს, საიდანაც ჩანს, რომ საერთო სიტუაციიდან გამოგლეჯილი და კუნთების იზოლირებული მოძრაობა საკმარისი არაა ოპტიკური გამოხატულების გადიდება-დაპატარაების გამოსაწვევად. ჩანს, პროცესის მიმდინარეობაში სხვა ფაქტორიც ღებულს მონაწილეობას, რომლის გარეშე კინესთეტიკური სიგნალი კარგავს იმ ძალას, რაც მას ფაქტობრივ აქვს მინიჭებული. როცა საგანი ცდისპირს უჭირავს, ვნახეთ, რომ თანამიმდევარი გამოხატულების სიდიდე ხელების მოძრაობის შესატყვისად იცვლება. იმავე მოძრაობას, მაგრამ ცარიელი ხელებით შესრულებულს, ასეთი შედეგი თან არ სდევს. რით არის ეს გამოწვეული, როცა ხელების მოძრაობა არ შეცვლილა? საქმე ისაა, რომ ცდის საერთო პირობები შეიცვალა. ცდისპირს ხელში არაფერი უჭირავს, მაშასადამე, მან იცის, რომ ცარიელ ხელებს ამოძრავებს. ამის ცოდნა ხომ არ აფერხებს პროცესის ჩვეულ მიმდინარეობას?

ცდისპირს ხელების ნელა მოხრა ევალება, რომლის მიმდინარეობის პროცესში მას მოულოდნელად ხელიდან ვტაცებთ საგანს. მიუხედავად ამისა, მან ხელების მოხრა არ უნდა შეწყვიტოს. როგორც ამ ცდის მიმდინარეობამ გვიჩვენა, ოპტიკური გამოხატულების დაპატარაება ხელების მოხრის მომენტიდან იწყება, მაგრამ ის საგნის გამორთმევის წუთიდანვე აღიკვეთება. ოპტიკური გამოხატულება იმ ადგილზე რჩება უძრავად, საიდანაც იწყება ცარიელი ხელებით მოქმედება. „მეგონა გამოხატულების დაპატარაება გავრძელდებოდა, — აღნიშნავენ ცდისპირები, — მაგრამ იქვე შეწყდა და გამოხატულებაც გაჩერდა, როცა საგანი გამოშტაცეთ“.

ამრიგად, ცარიელი ხელებით მოძრაობის შესატყვისი კინესთეტიკური სიგნალი არსებობს, მაგრამ გამოხატულების მანამდე შენიშნული ცვლილება არ ჩანს. საკმარისია ცდისპირმა იფიქროს საგანი ხელში აიღოს, რომ ოპტიკური გამოხატულების მანძილის პროპორციულად ცვალებადობა ხელების მოძრაობას შეუფლდეს. აქედან ჩანს, რომ გამოხატულების ცვლილებასთან დაკავშირებულია არა ხელის ყოველი მოძრაობა, არამედ ისეთი, რომელსაც თან ახლავს ერთგვარი ცოდნა იმისა, რომ ცდისპირს იმ საგანთან აქვს საქმე, რომელიც განათების მომენტში ხელთ ეჭირა. ამაში დასარწმუნებლად შეიძლება მას გამოხატულების ხედვით პროცესში ხელში სხვა საგანი მივცეთ, რომე-

ლიც საფიქსაციო საგნისაგან განსხვავებულია. ცდისპირს იგი მიაქვს თვალთან ახლო, მაგრამ თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილებას ვერ ხედავს. თვითონ გამოხატულება ისე დვას მის წინ, თითქოს გამჭვირვალე საგანი ეჭიროს ხელში და არც გამოხატულების ხედვას აფერხებს. საქმარისია დავეუბრუნოთ მას ის საგანი, რომელიც განათების დროს ეჭირა ხელში და რომლის ოპტიკურ გამოხატულებასაც ის ამჟამად ხედავს, რომ გამოხატულებაში ხელის მოძრაობასთან შეუღლებულმა ცვლილებამ იჩინოს თავი.

საიდან იცის ცდისპირმა, რომ მას იგივე საგანი დაეუბრუნეთ, როცა სინელეში არაფერი ჩანს და თვალთ საგნის დანახვა მისთვის მიუწვდომელია? ხომ არ ემყარება მისი ცოდნა კიდურთა მოძრაობით განსაზღვრულ კუნთურ შეგრძნებას? ამის შესამოწმებლად ცდისპირს ვაძლევთ მხოლოდ სიტყვიერ სიგნალს, რომ ვიწყებთ თანდათანობით მის თვალთან საგნის მოახლოებას. ხელეები ამ დროს მას უძრავად უწვდია მაგიდაზე. ვადაპრით უნდა ითქვას, რომ ასე დაყენებულ ცდას არაერთი ცვლილება არ შეუტანია ოპტიკური გამოხატულების მიმდინარეობაში. ჩვენთვის სრულიად ნათელი შეიქნა, რომ მხოლოდ ვერბალურად ფორმირებულ ცოდნას, ისე როგორც ცარიელი ხელების მოძრაობას, არა აქვს ძალა ფენომენის მიმდინარეობაში შეიტანოს ცვლილება. ეფექტის მისაღებად, როგორც ჩანს, საჭიროა ისეთი ცოდნა, რომელიც გარკვეული სახის კინესთეტიკურ სიგნალს ემყარება. უამისოდ ცოდნას არაერთი ძალა არ გააჩნია. მართლაც, ცარიელ ცოდნაზე რომ იყოს საქმე, ცდისპირმა ხელების მოხრის დროს ყოველთვის იცის, რომ ის ოპტიკურ გამოხატულებას ხედავს და არა საგანს, მაგრამ ხელების მოძრაობასთან გამოხატულების შეუღლებულ მოქმედებას, როგორც ვნახეთ, არც ერთხელ არ მოჰყოლია უარყოფითი შედეგი.

ამის გამორკვევის შემდეგ ჩვენ დავინტერესდით გენახა, იყო თუ არა შესაძლებელი ცარიელი ხელის მოძრაობა შეგვეუღლებინა თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებასთან. ცდისპირი საგნის განათებისა და სინათლის ჩაქრობის მომენტიდან ღებულობს სიტყვიერ სიგნალს, რომ საგანს მის თვალებს ეუახლოვებთ, იგი თვითონაც იწყებს ნელა ხელების მოხრას და აკვირდება გამოხატულებას. ეფექტის მისაღებად საჭირო აღმოჩნდა ცდის რამდენიმეჯერ განმეორება. ოპტიკურ გამოხატულებაზე დაკვირვებაც აუცილებლად მოითხოვს ყურადღების დაძაბვას.

ჩვენ შევეძლიეთ ცდის ყველა პირობა დაგვეცვა, მიუხედავად ამისა, 23 ცდისპირიდან ცხრამ მოახერხა ოპტიკურ გამოხატულებაში ხელის მოძრაობასთან შეუღლებული ცვლილების მიღება. ყოველ შემთხვევაში ცდის შედეგი პრინციპული ხასიათისაა, რადგანაც შეიცავს იმის შესაძლებლობას, რომ პირობითი კავშირი დაამყაროთ თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებასა და ხელის მოძრაობას შორის და ისიც არა ჩვეულებრივი გზით, არამედ სიტყვის ზეგავლენის მიხედვით. ვერბალურად მიწოდებული ცოდნა იმ შემთხვევაში პოულობს ზემოქმედების ძალას, როცა დაუკავშირდება ოპტიკური გამოხატულების აღმოცენების სიტუაციაში მონაწილე კინესთეტიკურ სიგნალს.

ამრიგად, თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების სხეულის ნაწილებთან შეუღლებული მოქმედება სიტუაციურადაა განსაზღვრული; რაც შეეხება

თვალის მოძრაობასთან გამოხატულების შეუღლებულ მოქმედებას, აქ ასეთი განსაზღვრულობა ნაკლებად იგრძნობა. ამიტომ, შესაძლებელია, ხელის მოძრაობა უშუალოდ დაკავშირებულია არა ოპტიკურ გამოხატულებასთან, არამედ თვალის მოძრაობასთან და ამის საფუძველზე აღწევს მასში ცვლილების გამოწვევას. თუ ეს ასეა, მაშინ თვალის მოძრაობიდან გამოითიშული ხელი დაკარგავს სათანადო ეფექტის გამოწვევის შესაძლებლობას.

ზემოაღნიშნულის დასადასტურებლად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ შემდეგი ექსპერიმენტული ფაქტი. ცდისპირს მიცემული აქვს დევალება, რომ სინათლის ჩაქრობისთანავე თავი 90°-ით მოაბრუნოს. ამის გამო იგი საცნის ოპტიკურ-გამოხატულებას გვერდით ხედავს, თვითონ საჯანი თვალთან მიაქვს და მოაქვს. მიუხედავად ამისა, თანამიმდევარი გამოხატულება თვალის ფიქსაციის ადგილზე დგას და ცვლილება არ ეტყობა. ამრიგად, როცა ხელის მოძრაობა ხელოვნურად მოვწყვიტეთ თვალის მოძრაობას, როცა ხელისა და თვალის შეთანხმებული თანამშრომლობის პირობა დავარღვიეთ, მაშინ დაიკარგა მათი შეუღლებული მოქმედების ეფექტი.

თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილების მისაღებად, როგორც ირკვევა, აღუცილებელია თვალთან სხეულის დანარჩენი ორგანოების თანამშრომლობა. ეს თანამშრომლობა, კავშირი მათ შორის, ჩვენ ექსპერიმენტულად დავასაბუთეთ. თვალი და სხეულის დანარჩენი ორგანოები სხეულში აღმოცენებული კავშირის საფუძველზე მოქმედებენ და ამის საფუძველზე მიმდინარე კანონზომიერებით განსაზღვრულ ეფექტს იძლევიან. ამიტომაც, რომ ოპტიკურ გამოხატულებაში ცვლილების გამომწვევი კინესთეტიკური სიგნალი ძლიერ ფართო კავშირების შესაძლებლობის შემცველია. იგი დაკავშირებული აღმოჩნდა კანიდან, ხელებიდან, ფეხებიდან, სხეულის თითოეული ნაწილიდან მომავალ კინესთეტიკურ სიგნალთან. თანამიმდევარი ოპტიკური გამოხატულების მიმართ ხელი და ფეხი, როგორც ვნახეთ, თვალის მოვალეობას ასრულებს. ჩვენი ფაქტები თანამიმდევარ გამოხატულებასა და თვალს ისეთ ურთიერთობაში აყენებს, რაც ადამიანის მოქმედებაში ხელის შესახებაა ცნობილი. აი რას წერს ენ გელსი: „მაგრამ ხელი არ წარმოადგენდა რაიმე განსაკუთრებულს. ის იყო ორგანო მთლიანის, მეტად რთული ორგანიზმისა, რაც სასარგებლო იყო ხელისათვის, ის სასარგებლო იყო მთელი ორგანიზმისათვის, რომლისათვისაც ის მუშაობდა... ორგანული არსების ცალკე ნაწილთა გარკვეული ფორმები ყოველთვის დაკავშირებულია სხვა ნაწილთა გარკვეულ ფორმებთან, რომელთაც პირველთან, ალბათ, რაიმე კავშირი არც აქვთ“ [2]. ერთი შეხედვით ასეთია თვალი, მაგრამ, როგორც ექსპერიმენტულმა ძიებამ გვიჩვენა, მისი მონაწილეობით აღმოცენებულ ფენომენს სხეულის დანარჩენ ორგანოებთან აშკარად შესამჩნევი კავშირი ჰქონია..

თავისთავად ცხადია, რომ ეს კავშირი შეუძლებელია პერიფერიული წარმოშობისა იყოს, რადგანაც გრძნობის ორგანოების პერიფერიული ნერვული გზები განსხვავებულია. ასევე განსხვავებული აქვს ტვინში ლოკალიზაციის არეები ხელებს, ფეხებს, თვალსა და კანს. თითოეული მათგანი გამლიზიანებლის

შესატყვის იმპულსს ტვინის ქერქულ აპარატში გზავნის და მათი შეუღლებული მოქმედების საფუძველიც აქ არის საძიებელი.

თანახმად აკად. ივ. პავლოვის მითითებისა, „ქერქის კინესთეტიკური უჯრედები შესაძლებელია დაუკავშირდეს და სინამდვილეში კიდევაც უკავშირდება ქერქას ყველა უჯრედს, რომელნიც წარმოადგენენლი არიან როგორც გარეგანი გავლენისა, ისე ორგანიზმის ყოველგვარი შინაგანი პროცესებისა“ [3].

ამგვარად, თანამიმდევარ ოპტიკურ გამოხატულებაში სივრცის განცდა ცენტრალური წარმოშობის ფენომენია და ემყარება როგორც თვალის, ისე ხელების, ფეხების, კანისა და თვალის მოძრაობასთან შეუღლებულ მოქმედებას. თითოეულ ორგანოში აღმოცენებულ კინესთეტიკურ სიგნალს მაშინ აქვს ეფექტის გამოწვევი ძალა, თუ ის თვალის მდგომარეობასთანაა დაკავშირებული. კავშირი მათ შორის ცენტრალური წარმოშობისაა და ხორციელდება ტვინის ქერქული აპარატის მონაწილეობით. ასეთია სივრცის განცდის ფიზიოლოგიურ-ანატომიური საფუძველი და აქვე მიმდინარე კავშირის თავისებურებაზეა დამოკიდებული, თუ რა სახით იქნება იგი ცნობიერებაში წარმოდგენილი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

დ. უზნაძის სახელობის

ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.11.1951)

დაშიწმობული ლიტერატურა

1. И. М. Сеченов. Элементы мысли, 1913.
2. Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1673.
3. И. П. Павлов. Труды физиолог. лаборатории Акад. И. П. Павлова. Т. VI, в. I, 1936.

პასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ი. გიგინეიშვილი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, ავ. წერეთლის ქ. № 3/5  
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Ак. Церетели № 3/5

ბელმოწერილია დააბეჭდაჲ 29.2.1952  
ანაწეობის ზომა 7×11

საღირსებუ-საგამომცემლო ფურცელი 4  
ნაბეჭდი ფორმა 5,5

შეკვ. 309

შე 01346

ტირაჟი 1000

