

1945



საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

ბ ო ჯ ე ბ ე

ტომი VI, № 4

СООБЩЕНИЯ

АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР

ТОМ VI, № 4

BULLETIN

OF THE ACADEMY OF SCIENCES OF THE GEORGIAN SSR

Vol. VI, № 4

თბილისი 1945 თბილისი  
TBILISSI



მათემატიკა—МАТЕМАТИКА—MATHEMATICS

ბ. ვეკუა. ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი შერეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანის შესახებ. . . . . 245

\*Н. П. Векуа. Об одной смешанной граничной задаче теории аналитических функций . . . . . 253

ელექტროტექნიკა—ЭЛЕКТРОТЕХНИКА—ELETROTECHNICS

ა. ელიაშვილი. დიფერენციალურ განტოლებათა მატრიცული ინტეგრირების გამოყენება ელექტრულ წრედებში გარდამავალი პროცესების ანგარიშისათვის . . . . . 255

\*А. И. Элиашвили. Применение матричного способа интегрирования систем линейных дифференциальных уравнений к исследованию переходных процессов в связанных электрических цепях . . . . . 259

მცენარეთა ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ—PHIZIOLOGY OF PLANTS

ვ. მენაბდე. სტადიურ ცვლილებათა შექცევადობითი მოვლენები . . . . . 263

\*В. Л. Менабде. Явления обратимости стадийных изменений . . . . . 268

ბ. კახიძე. ნუშის ფოთლის ეპიდერმისის ციტოფიზიოლოგიური გამოკვლევა . . . . . 271

\*Н. Т. Кахидзе. Цитофизиологическое исследование эпидермиса листа миндаля

თ. კეხელი, ლ. ჯაფარიძე და ქ. ტარასაშვილი. C-ვიტამინის დინამიკა ზურმუხტში (*Diospyros Lotus L.*) . . . . . 281

\*Т. А. Кевели, Л. И. Джапаридзе и К. М. Тарасашвили. Динамика витамина С в хурме (*Diospyros Lotus L.*) . . . . . 284

ბავშვთა განვითარების მექანიკა—МЕХАНИКА РАЗВИТИЯ—MECHANICS OF THE DEVELOPMENT

ბ. მანუილოვა. თვალის წარმოქმნა თავის ტვინიდან *Anura*-ს საშუალო ნერიულის თვალის არეში ღერძის მებოლდერმის გადანერგვის დროს. . . . . 287

\*Н. А. Мануилова. Образование глаза из головного мозга при пересадке осевой мезодермы в область глаза средней нейрулы у *Anura*. . . . . 292

ფიზიოლოგია—ФИЗИОЛОГИЯ—PHYZIOLOGY

ღვევან ჯაფარიძე. ფუტკრის (*Apis Mellifera L.*) წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალის შესახებ . . . . . 295

\*Л. И. Джапаридзе. О половом дифференциале водосодержания у пчелы (*Apis Mellifera L.*) . . . . . 296

ენათმეცნიერება—ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ—LINGUISTICS

მაკარ ხუბუა. სპარსული უკანანისმიერები ქართულში . . . . . 299

\*Макар Хубуа. Персидские заднеязычные звуки в грузинском . . . . . 307

ქ. ლომთათიძე. აფხაზური აფსაა || აფსაატე („ფრინველი“) სიტყვის ეტიმოლოგიისათვის . . . . . 309

\*К. Ломтатидзе. К этимологии абхазского слова афсаа || афсаатэ Apsaa || Apsaata («Птица»). . . . . 311

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

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

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



6. ვიკუსა

ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის ერთი უბრაული ტიპის სასაზღვრო ამოცანის შესახებ

§ 1. განვიხილოთ კოზის ტიპის ინტეგრალი

$$\Phi(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{ab} \frac{\psi(t) dt}{t-z}$$

სადაც  $ab$  წარმოადგენს გლუვ ღია წირს ( $a$  და  $b$  წირის ბოლო წერტილებია), ფუნქცია  $\psi(t)$  აკმაყოფილებს ჰოლდერის პირობას ყველგან  $ab$ -ზე გარდა, შესაძლოა, ბოლო წერტილებისა, რომელთა მახლობლობაში მას შემდეგი სახე აქვს:

$$\psi(t) = \frac{\psi^*(t)}{(t-c)^\alpha}, \quad 0 \leq \alpha < 1, \quad (1, 1)$$

სადაც  $c$  აღნიშნავს  $ab$  წირის  $a$  ან  $b$  ბოლო წერტილს, ხოლო ფუნქცია  $\psi^*(t)$  აკმაყოფილებს ჰოლდერის პირობას.

აკად. ნ. მუსხელიშვილის შრომაში [1] ნაჩვენებია, რომ  $\Phi(z)$  ფუნქციას  $ab$  წირის ბოლო წერტილების მახლობლობაში აქვს სახე:

$$\Phi(z) = \pm \frac{\psi^*(c)e^{\pm i\alpha\pi}}{2i \sin \alpha\pi \cdot (z-c)^\alpha} + o\left(\frac{1}{|z-c|^{\alpha-\beta}}\right),$$

სადაც ნიშანი: + ასაღებია  $ab$  წირის  $a$  ბოლო წერტილისათვის და ნიშანი: — კი  $b$  ბოლო წერტილისათვის.

განვიხილოთ ფუნქცია

$$I(t_0) = \frac{1}{2\pi i} \int_{ab} \frac{\psi(t) dt}{t-t_0}$$

სადაც  $t_0$   $ab$  წირის წერტილია და ინტეგრალი განხილულია კოზის მთავარი მნიშვნელობის აზრით. აკად. ნ. მუსხელიშვილის ზემოთხსენებულ შრომაში ნაჩვენებია, რომ  $I(t_0)$  ფუნქციას  $ab$  წირის ბოლო წერტილების მახლობლობაში აქვს სახე

(<sup>1</sup> გვულისხმობთ, რომ წირზე არჩეულია დადებითი მიმართულება  $a$ -დან  $b$ -სკენ.

10/15

$$I(t_0) = \pm \frac{\varphi^*(c)ctga\pi}{2i(t_0-c)^\alpha} + O\left(\frac{1}{|t_0-c|^{\alpha-\beta}}\right), \quad (1, 2)$$

სადაც აგრეთვე ნიშანი: + ასაღებია  $a$  ბოლო წერტილისათვის და ნიშანი: — კი  $b$  ბოლო წერტილისათვის,  $\beta > 0$ .

ვთქვათ, ახლა მოცემულია  $n$  გლუვ ღია წირთა სიმრავლე<sup>(1)</sup>:  $a_k b_k = L_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ );  $a_k$  და  $b_k$  წარმოადგენენ  $L_k$  წირის ბოლო წერტილებს. აღვნიშნოთ

$$L = \sum_{k=1}^n L_k.$$

განვიხილოთ ინტეგრალური განტოლება

$$-\frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\varphi(t)dt}{t-t_0} = f(t_0), \quad (1, 3)$$

სადაც ინტეგრალი კოშის მთავარი მნიშვნელობის აზრით განიხილება,  $f(t_0)$  მოცემული ფუნქციაა, რომელიც აკმაყოფილებს ყველგან  $L$ -ზე ჰოლდერის პირობას, გარდა ბოლო წერტილებისა, სადაც მას შეიძლება ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა ჰქონდეს<sup>(2)</sup>,  $\varphi(t)$  საძიებელი ფუნქციაა, რომელიც ჰოლდერის პირობას აკმაყოფილებს ყველგან  $L$ -ზე, გარდა, შეიძლება, ბოლო წერტილებისა, სადაც მას აგრეთვე ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა შეიძლება ჰქონდეს.

აკად. ნ. მუსხელიშვილის მიერ [1] ნაჩვენებია, რომ (1, 3) ინტეგრალური განტოლების ზოგადი ამოხსნა არის

$$\varphi(t_0) = \frac{1}{\pi i} \frac{1}{V R(t_0)} \int_L \frac{V \overline{R(t)} f(t) dt}{t-t_0} + \frac{P_{n-1}(t_0)}{V R(t_0)},$$

სადაც  $R(t_0) = \prod_{k=1}^n (t_0 - a_k)(b_k - t_0)$ ,  $P_{n-1}(t_0)$  წარმოადგენს  $n-1$  რიგის პოლინომს

ნებისმიერი კოეფიციენტებით.

თუ ფუნქცია  $f(t_0)$  შემოსაზღვრულია  $L_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) წირის  $a_k$  ბოლოებზე, მაშინ  $P_{n-1}(t_0)$  პოლინომი შეგვიძლია შევარჩიოთ ისე, რომ  $\varphi(t_0)$  ფუნქცია  $a_k$  ბოლოებზე იყოს შემოსაზღვრული და ამ შემთხვევაში (1, 3) ინტეგრალურ განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა:

$$\varphi(t_0) = \frac{1}{\pi i} \sqrt{\frac{R_a(t_0)}{R_b(t_0)}} \int_L \sqrt{\frac{R_b(t)}{R_a(t)}} \frac{f(t) dt}{t-t_0}, \quad (1, 4)$$

<sup>(1)</sup> ვგულისხმობთ, რომ ყოველ  $L_k$  წირზე არჩეულია დადებითი მიმართულება  $a_k$ -დან  $b_k$ -სკენ.

<sup>(2)</sup> ამით ვგულისხმობთ, რომ ბოლო წერტილების მახლობლობაში  $f(t_0)$  აკმაყოფილებს (1, 1)-ის ანალოგიურ პირობას.

სადაც

$$R_a(t_0) = \prod_{k=1}^n (t_0 - a_k), \quad R_b(t_0) = \prod_{k=1}^n (b_k - t_0).$$

(1, 2) ფორმულის გამოყენებით ადვილად დავასკვნით, რომ ეს ამოხსნა ნული ხდება  $a_k$  წერტილებზე.

ანალოგიურ ფორმულას მივიღებთ  $a_k$  და  $b_k$  ბოლოების როლების შეცვლით.

თუ  $S$  არეში ჰოლომორფული ფუნქცია  $\phi(z)$  კონტურის რაიმე  $c$  წერტილის მახლობლობაში აკმაყოფილებს პირობას

$$|\phi(z)| \leq \frac{C}{|z-c|^\alpha}, \quad (1, 5)$$

სადაც  $0 \leq \alpha < 1$ ,  $C$  დადებითი მუდმივია, მაშინ ვიტყვი, რომ  $\phi(z)$ -ს აქვს ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა  $c$  წერტილზე.

საზოგადოდ, როცა ჩვენ ვიტყვი, რომ ფუნქციას აქვს ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა, ამით ვიგულისხმებთ, რომ შესრულებულია (1, 1) ან (1, 5) პირობა იმისდა მიხედვით, კონტურზე მოცემულ ფუნქციას ეხება ეს თუ რაიმე არეში განზღვრულ ანალიზურ ფუნქციას.

§ 2. ვთქვათ, მოცემულია მარტივადმხული ბრტყელი არე  $S$ , შემოსაზღვრული შეკრული გლუვი კონტურით  $L$ . დაუშვათ, რომ კონტური  $L$  დაყოფილია  $2n$  ( $n \geq 1$ ) ნაწილად:  $a_k b_k, b_{k-1} a_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) ( $b_0 = b_n$ ), რომელნიც ერთმანეთს არ ფარავენ. შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$L = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n, \\ L' = b_1 a_2 + b_2 a_3 + \dots + b_n a_1.$$

ვიგულისხმობთ, რომ კოორდინატთა სათავე მოთავსებულია  $S$  არეში.

წინამდებარე შრომაში ჩვენ ვხსნით შემდეგი შერეული ტიპის სასაზღვრო ამოცანას.

მოვანახოთ  $S$  არეში ჰოლომორფული ფუნქცია  $\phi(z) = u + iv$ , რომელიც ნულად იქცევა კოორდინატთა სათავეში, უწყვეტია ყველგან  $S+L$ -ში, გარდა, შეიძლება,  $b_k u$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) წერტილებისა, სადაც მას ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა შეიძლება ქონდეს, შემდეგი სასაზღვრო პირობით

$$u = f_1(t_0) L' \text{-ზე}, \\ u = f_2(t_0) L \text{-ზე}, \quad (2, 1)$$

სადაც  $f_1(t_0)$  და  $f_2(t_0)$  მოცემული ფუნქციებია, რომელნიც აკმაყოფილებენ ჰოლომორფის პირობას შესაბამის  $L'$ -ზე და  $L$ -ზე ყველგან, გარდა  $b_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) წერტილებისა,



სადაც მათ ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა შეიძლება ქონდეთ.

დასმულ ამოცანას არ შეიძლება ქონდეს ერთზე მეტი ამოხსნა. მართლაც, თუ ამოცანას ორი ამოხსნა აქვს, მაშინ მათი სხვაობა, რომელსაც  $\psi(z)$ -ით აღვნიშნავთ, შემდეგ პირობებს უნდა აკმაყოფილებდეს

$$R\psi(z) = 0 \quad L\text{-ზე,}$$

$$I\psi(z) = 0 \quad L\text{-ზე.}$$

გარდა ამისა,  $\psi(0) = 0$  და  $\psi(z)$  ფუნქციას  $b_k (k=1, 2, \dots, n)$  წერტილებზე შეიძლება ქონდეს ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა. აღვნიშნოთ  $\psi(z)$  ფუნქციის არსი ნაწილი  $u$ -თი, ვითარსი ნაწილი კი  $v$ -თი, გადავსახოთ  $S$  არე კონფორმულად ზედა ნახევარსიბრტყეზე ისე, რომ  $a_1$  წერტილი გადავიდეს კოორდინატთა სათავეში და  $b_n a_1$  წირის რომელიმე შიგა წერტილი კი უსასრულოთში. ცხადია, რომ  $a_k b_k$  და  $b_{k-1} a_k (k=1, 2, \dots, n)$  ( $b_0 = b_n$ ) გადავა  $x$  ღერძზე აღებულ მონაკვეთებში:  $a'_k b'_k$  და  $b'_{k-1} a'_k (k=1, 2, \dots, n)$  ( $b'_0 = b'_n$ ). გავავლოთ წრფეები  $x = a'_k (k=1, 2, \dots, n)$  და აგრეთვე მათი პარალელური წრფეები  $x = b'_k (k=1, 2, \dots, n)$ . ვინაიდან  $a'_k b'_k$ -ზე  $v=0$  და  $b'_{k-1} a'_k$ -ზე კი  $u=0$ , ამიტომ ზოლებში  $x = a'_k$ ,  $x = b'_k (k=1, 2, \dots, n)$  და  $x = b'_{k-1}$ ,  $x = a'_k (k=1, 2, \dots, n)$  ფუნქცია  $\psi(z)$  იქნება, ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის სიმეტრიის პრინციპის ძალით, ანალიზურად გაგრძელებადი  $x$  ღერძის ქვემოთ.

არ არის ძნელი შევნიშნოთ, რომ ფუნქცია

$$\frac{\psi(z)}{V \sqrt{(z-a'_2) \dots (z-a'_n) (z-b'_1) \dots (z-b'_n)}}$$

ჰოლომორფულია მთელს სიბრტყეზე  $a'_k$  და  $b'_k (k=1, 2, \dots, n)$  წერტილების გამოკლებით; მას  $a'_k (k=1, 2, \dots, n)$  წერტილებზე  $1/2$ -ზე უფრო მაღალი რიგის სინგულარობა არა აქვს, ხოლო  $b'_k (k=1, 2, \dots, n)$  წერტილებზე კი შეიძლება ქონდეს მხოლოდ  $3/2$ -ზე დაბალი რიგის სინგულარობა. ამიტომ ცხადია, რომ

$$\frac{\psi(z)}{V \sqrt{(z-a'_2) \dots (z-a'_n) (z-b'_1) \dots (z-b'_n)}} = \frac{A}{(z-b'_1) \dots (z-b'_n)},$$

სადაც  $A$  ნებისმიერი კომპლექსური რიცხვია. ამრიგად ვღებულობთ

$$\psi(z) = (A' + iA'') \frac{V \sqrt{(z-a'_2) \dots (z-a'_n)}}{V (z-b'_1) (z-b'_2) \dots (z-b'_n)},$$

სადაც  $A'$  და  $A''$  არსი რიცხვებია. ვინაიდან  $b'_{k-1} a'_k (k=1, 2, \dots, n)$  ნაკვეთებში  $R\psi(z) = 0$ , ამიტომ ადვილად დავასკვნით, რომ  $A' = 0$ . ცხადია აგრეთვე, რომ ფუნქცია

$$\psi(z) = iA'' \frac{V \sqrt{(z-a'_2) \dots (z-a'_n)}}{V (z-b'_1) (z-b'_2) \dots (z-b'_n)}$$

აკმაყოფილებს პირობებს:  $R\psi(\zeta) = u = 0$   $b'_{k-1}a'_k$ -ზე ( $k=1, 2, \dots, n$ ),  $I\psi(\zeta) = v = 0$   $a'_kb'_k$ -ზე ( $k=1, 2, \dots, n$ ).

ეთქვათ ზემოთმოხდენილი კონფორმული ასახვის დროს კოორდინატთა სათავე გადავიდა  $B$  წერტილში. ვინაიდან  $\psi(\zeta)$  ფუნქცია ნულის ტოლი უნდა იყოს  $B$  წერტილზე, ამიტომ ცხადია  $A'' = 0$ ; მაშასადამე,  $\psi(\zeta) \equiv 0$  და ამით დებულება დამტკიცებულია.

გეძიოთ ამოცანის ამოხსნა შემდეგი სახით

$$\phi(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v(t)dt}{t-\zeta} + \frac{1}{\pi} \int_L \frac{\mu(t)dt}{t-\zeta} - \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v(t)dt}{t} - \frac{1}{\pi} \int_L \frac{\mu(t)dt}{t}, \quad (2, 2)$$

სადაც  $v(t)$  და  $\mu(t)$  საძიებელი არსი ფუნქციებია, რომელნიც აკმაყოფილებენ ჰოლდერის პირობას შესაბამის  $L$ -ზე და  $L'$ -ზე ყველგან, გარდა  $b_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) წერტილებისა, სადაც შეიძლება მათ ერთზე დაბალი რიგის რეგულარობა ქონდეთ. გარდა ამისა, ვითხოვთ, რომ  $\mu(a_k) = v(a_k) = 0$  ( $k=1, \dots, n$ ) (როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები ეს შესაძლებელია). (2, 2) გამოსახულებიდან ცხადია, რომ  $\phi(0) = 0$ .

აღვნიშნოთ:  $t - \zeta = re^{i\theta}$ ,  $t = \rho e^{i\varphi}$ . თუ (2, 2) გამოსახულებიდან გამოვყოფთ არს და ვითაარს ნაწილს, ადვილად დავერწმუნდებით, რომ ამოცანის (2, 1) სასაზღვრო პირობა ასე ჩაიწერება

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu dr}{r} + \frac{1}{\pi} \int_L v d\theta - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu d\rho}{\rho} - \frac{1}{\pi} \int_L v d\varphi = f_1(t_0) \quad L\text{-ზე,} \\ & - \frac{1}{\pi} \int_L \frac{v dr}{r} + \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu d\theta + \frac{1}{\pi} \int_L \frac{v d\rho}{\rho} - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu d\varphi = f_2(t_0) \quad L\text{-ზე.} \end{aligned} \quad (2, 3)$$

ვინაიდან კოორდინატთა სათავე  $S$  არეს შიგნითაა მოთავსებული, ამიტომ (2, 2) ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემაში  $\rho \neq 0$ . (2, 3) ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემა ასე შეგვიძლია გადავწეროთ

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu(t)dt}{t-t_0} + \frac{1}{\pi i} \int_{L'} \frac{\mu(t) \sin \alpha e^{-i\alpha}}{t-t_0} dt + \frac{1}{\pi} \int_L v \frac{d\theta}{ds} e^{-i(\theta+\alpha)} dt - \\ & - \frac{1}{\pi} \int_L v \frac{d\varphi}{dt} dt - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu \frac{d\rho}{dt} \frac{1}{\rho} dt = f_2(t_0) \quad L\text{-ზე,} \\ & \frac{1}{\pi} \int_L \frac{v(t)dt}{t-t_0} - \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v(t) \sin \alpha e^{-i\alpha}}{t-t_0} dt + \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu \frac{d\theta}{ds} e^{-i(\theta+\alpha)} dt + \\ & + \frac{1}{\pi} \int_L v \frac{d\rho}{dt} \frac{1}{\rho} dt - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu \frac{d\varphi}{dt} dt = f_1(t_0) \quad L\text{-ზე,} \end{aligned} \quad (2, 3')$$

სადაც  $\alpha(t_0, t)$  არის კუთხე  $t_0$  ვექტორსა და  $t$  წერტილზე გავლებულ მხეების დადებით მიმართულებას შორის.

(1, 4) ფორმულის გამოყენებით უკანასკნელი სისტემიდან მივიღებთ

$$\begin{aligned} \mu(t_0) - \frac{1}{\pi^2} \sqrt{\frac{R_a(t_0)}{R_b(t_0)}} \left[ \int_l k_{11}(t_0, t_1) \mu(t_1) dt_1 + \int_l k_{12}(t_0, t_1) \nu(t_1) dt_1 \right] &= f_1^*(t_0) \\ \nu(t_0) + \frac{1}{\pi^2} \sqrt{\frac{R_a(t_0)}{R_b(t_0)}} \left[ \int_l k_{21}(t_0, t_1) \mu(t_1) dt_1 + \int_l k_{22}(t_0, t_1) \nu(t_1) dt_1 \right] &= f_2^*(t_0), \end{aligned} \quad (2. 4)$$

სადაც

$$K_{11}(t_0, t_1) = \begin{cases} -\frac{\pi}{\rho} \frac{d\rho}{dt_1} (i)^{n-1} + \frac{1}{i} \int_{L'} \frac{\sin \alpha e^{-i\alpha\sqrt{R_b(t)}}}{\sqrt{R_a(t)} (t_1-t) (t-t_0)} dt, & \text{როცა } t_0, t_1 \in L' \\ 0 & \text{ყველა სხვა შემთხვევაში,} \end{cases}$$

$$K_{12}(t_0, t_1) = \begin{cases} - (i)^{n-1} \pi \frac{d\rho}{dt_1} + \int_{L'} \frac{e^{-i(s+\alpha)}}{\sqrt{R_a(t)} (t-t_0)} \frac{d\vartheta}{ds} \sqrt{R_b(t)} dt, & \text{როცა } t_0 \in L' \text{ და } t_1 \in L \\ 0 & \text{ყველა სხვა შემთხვევაში,} \end{cases}$$

$$K_{21}(t_0, t_1) = \begin{cases} -\pi \frac{d\rho}{dt_1} (i)^{n-1} + \int_L \frac{e^{-i(s+\alpha)}}{\sqrt{R_a(t)} (t-t_0)} \frac{d\vartheta}{ds} \sqrt{R_b(t)} dt, & \text{როცა } t_0 \in L \text{ და } t_1 \in L' \\ 0 & \text{ყველა სხვა შემთხვევაში,} \end{cases}$$

$$K_{22}(t_0, t_1) = \begin{cases} \frac{\pi}{\rho} \frac{d\rho}{dt_1} (i)^{n-1} - \frac{1}{i} \int_L \frac{\sin \alpha e^{-i\alpha\sqrt{R_b(t)}}}{\sqrt{R_a(t)} (t_1-t) (t-t_0)} dt, & \text{როცა } t_0, t_1 \in L \\ 0 & \text{ყველა სხვა შემთხვევაში,} \end{cases}$$

$$f_1^*(t_0) = \begin{cases} -\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{R_a(t_0)}{R_b(t_0)}} \int_{L'} \frac{f_1(t) \sqrt{R_b(t)}}{\sqrt{R_a(t)} (t-t_0)} dt, & \text{როცა } t_0 \in L' \\ 0, & \text{როცა } t_0 \in L, \end{cases}$$

$$f_2^*(t_0) = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{R_a(t_0)}{R_b(t_0)}} \int_L \frac{f_2(t) \sqrt{R_b(t)}}{\sqrt{R_a(t)} (t-t_0)} dt, \text{ როცა } t_0 \in L,$$

$$f_2^*(t^0) = 0, \text{ როცა } t_0 \in L',$$

$$R_a(t_0) = \prod_{k=1}^n (t_0 - a_k), \quad R_b(t_0) = \prod_{k=1}^n (b_k - t_0).$$

(1, 2) ფორმულის გამოყენებით ადვილად დავრწმუნდებით, რომ (2, 4)



ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა<sup>(1)</sup> (თუ ასეთი გვაქვს) ნული ზდება  $a_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) წერტილებზე.

(2, 4) სისტემა ადვილად მიიყვანება ფრედჰოლმის კვაზი რეგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემაზე.

(2, 4) სისტემის ამოხსნა<sup>(2)</sup> არსი ფუნქციებია. მართლაც დაუშვათ, რომ  $\mu(t_0)$  და  $\nu(t_0)$  კომპლექსური ფუნქციებია. აღვნიშნოთ  $\mu'(t_0)$ -ით და  $\nu'(t_0)$ -ით მათი ვითარსი ნაწილები. (2, 3)-ის ძალით ცხადია, რომ  $\mu'(t_0)$  და  $\nu'(t_0)$  შემდეგ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას აკმაყოფილებენ

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu' dr}{r} + \frac{1}{\pi} \int_L \nu' d\vartheta - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu' d\rho}{\rho} - \frac{1}{\pi} \int_L \nu' d\varphi &= 0 \quad L\text{-ზე,} \\ -\frac{1}{\pi} \int_L \frac{\nu' dr}{r} + \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu' d\vartheta + \frac{1}{\pi} \int_L \frac{\nu' d\rho}{\rho} - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \mu' d\varphi &= 0 \quad L\text{-ზე,} \end{aligned} \tag{2, 5}$$

ახე

$$\begin{aligned} u' &= R\phi'(\zeta) = 0 \quad L\text{-ზე,} \\ v' &= I\phi'(\zeta) = 0 \quad L\text{-ზე,} \end{aligned}$$

სადაც

$$\phi'(\zeta) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\nu'(t) dt}{t-\zeta} + \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu'(t) dt}{t-\zeta} - \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{\nu' dt}{t} - \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu'(t) dt}{t}.$$

ვინაიდან ფუნქცია  $\phi'(\zeta)$  აკმაყოფილებს ზემოთ განხილულ  $\phi(\zeta)$  ფუნქციის ყველა პირობას, ამიტომ, ცხადია, გვექნება  $\phi'(\zeta) \equiv 0$   $\zeta$  ცვლადის ცვალების მიერ სიბრტყეზე. კომის ტიპის ინტეგრალის ცნობილი თვისების ძალით ვღებულობთ:  $\nu'(t) = 0$  და  $\mu'(t) = 0$ .

დავამტკიცოთ ახლა, რომ (2, 4) ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემის შესაბამ ერთგვაროვან ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას მხოლოდ ნულოვანი ამოხსნა აქვს. მართლაც დაუშვათ, რომ ამ ერთგვაროვან სისტემის ამოხსნაა  $\mu''(t)$ ,  $\nu''(t)$ . ვინაიდან  $\mu''$  და  $\nu''$  (2, 5) ერთგვაროვან ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას აკმაყოფილებენ, ამიტომ ვღებულობთ:

$$\mu'' = \nu'' = 0.$$

მაშასადამე, (2, 4) ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემას ყოველთვის აქვს ამოხსნა. ამ ამოხსნის საშუალებით, თუ შევადგენთ (2, 2) გამოსახულებას, მივიღებთ დასმულ ამოცანის ამოხსნას.

§ 3. ჩვენს მიერ ზემოთმოყვანილი მეთოდით მარტივად ამოიხსნება კელდიშ-სედოვის ამოცანა [2].

მართლაც, ვთქვათ,  $a_k b_k$   $x$  ლერძის მონაკვეთებია, რომელთაც საერთო ნაწილი არა აქვთ:

<sup>(1)</sup> ისეთ ამოხსნაზეა ლაპარაკი, რომელიც  $a_k$  წერტილებზე შემოსაზღვრულია,  $b_k$  წერტილებზე კი შეიძლება ერთზე დაბალი რივის სინგულარობა ქონდეს.

<sup>(2)</sup> როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, ამ სისტემას ერთადერთი ამოხსნა აქვს.

$$-\infty < a_1 < b_1 < \dots < a_n < b_n = b_0 < +\infty.$$

მონაკვეთი  $a_k b_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) აღვნიშნოთ  $L_k$ -ით და  $b_{k-1} a_k$  კი  $L'_k$ -ით. ვთქვათ,

$$L = \sum_{k=1}^n L_k, \quad L' = \sum_{k=1}^n L'_k.$$

კელდიშ-სედოვის ამოცანა შემდეგში მდგომარეობს:

მოვინახოთ ქვედა ნახევარსიბრტყეში განზღვრული პოლომორფული ფუნქცია  $\phi(z) = u - iv$ , რომელიც ნულის ტოლია უსასრულოდ, <sup>(1)</sup> უწყვეტია ყველგან ქვედანახევარსიბრტყეზე  $x$  ღერძის ჩათვლით, გარდა  $b_k$  წერტილებისა (სადაც მას ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა შეიძლება ქონდეს), თუ ცნობილია მნიშვნელობა  $v = v_0(x)$   $L$ -ზე და  $u = u_0(x)$   $L'$ -ზე <sup>(2)</sup>. ამოხსნა ვეძიოთ შემდეგი სახით:

$$\phi(z) = \frac{1}{\pi i} \int_L \frac{v(x) dx}{x-z} + \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu(x) dx}{x-z}. \quad (3, 1)$$

(2, 3') სისტემის ნაცვლად ამ შემთხვევაში გვექნება:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\pi} \int_L \frac{v(x) dx}{x-x_0} &= v_0(x) \quad L\text{-ზე,} \\ \frac{1}{\pi} \int_{L'} \frac{\mu(x) dx}{x-x_0} &= u_0(x) \quad L'\text{-ზე,} \end{aligned} \quad (3, 2)$$

(3, 2) სისტემის ამოხსნა კი (1, 4) ფორმულის ძალით ასე დაიწერება:

$$\begin{aligned} v(x_0) &= -\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{R_a(x_0)}{R_b(x_0)}} \int_L \sqrt{\frac{R_b(x)}{R_a(x)}} \frac{v_0(x) dx}{x-x_0}, \\ \mu(x_0) &= -\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{R_a(x_0)}{R_b(x_0)}} \int_{L'} \sqrt{\frac{R_b(x)}{R_a(x)}} \frac{u_0(x) dx}{x-x_0}. \end{aligned}$$

თუ ამ მნიშვნელობებს (3, 1)-ში შევიტანთ და მოვახდენთ სათანადო გარ-

<sup>(1)</sup> ეს პირობა აქ ისეთივე როლს თამაშობს, როგორც ზემოთ განხილულ ამოცანაში პირობა:  $\phi(0) = 0$  და უზრუნველყოფს ამოხსნის ერთადერთობას.

<sup>(2)</sup> ქვემოთ ჩვენ ვივლით სხვადასხვა შემთხვევას, რომ  $u_0(x)$  და  $v_0(x)$  ფუნქციები აკმაყოფილებენ პოლდერის პირობას ყველგან  $x$  ღერძზე, გარდა  $b_k$  წერტილებისა, სადაც მათ ერთზე დაბალი რიგის სინგულარობა შეიძლება ქონდეთ.

დაქმნებს, მივიღებთ ამოხსნას, რომელიც მოცემულია კელდის-სედოვის ზემოთ-  
 ხსენებულ შრომაში [2].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკური ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 1.12.1944)

МАТЕМАТИКА

Н. П. ВЕКУА

ОБ ОДНОЙ СМЕШАННОЙ ГРАНИЧНОЙ ЗАДАЧЕ  
 ТЕОРИИ АНАЛИТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Резюме

Пусть  $S$ —конечная односвязная область на плоскости комплексной переменной  $\zeta$ , ограниченная простым замкнутым гладким контуром  $l$ . Будем предполагать, что начало координат помещается в области  $S$ . Пусть далее контур  $l$  разделен на  $2n$  ( $n \geq 1$ ) неперекрывающихся частей  $a_k b_k$ ,  $b_{k-1} a_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) ( $b_0 = b_n$ ). Введем обозначения:

$$L = a_1 b_2 + a_2 b_3 + \dots + a_n b_1, \\ L' = b_1 a_2 + b_2 a_3 + \dots + b_n a_1.$$

В настоящем сообщении мы решаем следующую смешанную крайнюю задачу.

Найти голоморфную в области  $S$  функцию  $\phi(\zeta) = u + iv$ , нормированную условием  $\phi(0) = 0$ , непрерывную вплоть до контура  $l$ , за исключением, быть может, точек  $b_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ), в окрестности которых имеет место оценка  $|\phi(\zeta)| < C|\zeta - b_k|^\alpha$ , где  $\alpha$  и  $C$ —постоянные,  $0 \leq \alpha < 1$ , по граничному условию:

$$u = f_1(t_0) \text{ на } L', \\ v = b_2(t_0) \text{ на } L,$$

где  $f_1$  и  $f_2$ —заданные функции, удовлетворяющие соответственно на  $L'$  и  $L$  условию Hölder-а, кроме, быть может, окрестностей точек  $b_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ), где они удовлетворяют условию вида  $(1, 1)$ , причем  $\psi^*(t)$  удовлетворяет условию Hölder-а.

Эта задача представляет некоторое обобщение задачи М. Келдыша и Л. Седова [2].

## ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Мусхелишвили. Приложение интегралов типа Коши к одному классу сингулярных интегральных уравнений. Труды Тбилисского Математического Института, т. X, 1941.
  2. М. Келдыш и Л. Седов. Эффективное решение некоторых краевых задач гармонических функций. Доклады АН СССР, т. XVI, 1937.
-

ა. ელიაშვილი

დიფერენციალურ განტოლებათა მატრიცული ინტეგრაციის გამოყენება ელექტრულ წრედებში ექვემდებარებიან შემდეგი სახის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას

გარდამავალი პროცესები  $n$  შემთხვევითი კონტურებისაგან შემდგარ ელექტრულ წრედებში ექვემდებარებიან შემდეგი სახის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას

$$\sum_{s=1}^{1...n} f_{ks}(D)x_s = \xi_k(t), \quad (k=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

აქ  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , საერთოდ, წარმოადგენენ ან დენებს, ან ძაბვის ვარდნებს ან და ელექტრობის რაოდენობებს სათანადო კონტურებში,

$\xi_k(t)$  წარმოადგენს ელექტრომომძრავებელ ძალას  $k$ -ურ კონტურში და

$$f_{ks}^{(D)} \equiv L_{ks}D^2 + R_{ks}D + C_{ks}^{-1},$$

სადაც  $D \equiv \frac{d}{dt}$  Lagrange-ის სიმბოლოა, და  $L_{ks}, R_{ks}, C_{ks}$  მუდმივებია. (1) განტოლების კოეფიციენტებისაგან შემდგარი კვადრატული მატრიცი აღვნიშნოთ

$$f(D) \equiv [f_{ks}(D)]$$

და შემოვიღოთ ერთსვეტიანი მატრიცები

$$x(t) \equiv \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_n(t) \end{bmatrix}, \quad \xi(t) \equiv \begin{bmatrix} \xi_1(t) \\ \xi_2(t) \\ \vdots \\ \xi_n(t) \end{bmatrix}.$$

მაშინ სისტემა (1) დაიწერება

$$f(D) x(t) = \xi(t). \quad (2)$$

იგულისხმება, რომ მომენტში  $t=0$  სისტემაზე, რომელიც იმყოფება წონასწორობაში (დენები და მუხტები უდრიან ნულს), მოდებული არიან ელექტრომომძრავებელი ძალები  $\xi_k(t)$ . გამოსაანგარიშებელია დენების და მუხტების განაწილება სისტემაში ნებისმიერ მომენტში  $t > 0$ .

$f(D)$  მატრიცის დეტერმინანტი აღვნიშნოთ  $\Delta(D)$ . თუ  $f_{ks}(D)$  ელემენტის ალგებრული დამატება ამ დეტერმინანტში არის  $F_{ks}(D)$ , მაშინ მატრიცი

$$F(D) \equiv \begin{bmatrix} F_{11}(D) & F_{21}(D) & \dots & F_{n1}(D) \\ F_{12}(D) & F_{22}(D) & \dots & F_{n2}(D) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ F_{1n}(D) & F_{2n}(D) & \dots & F_{nn}(D) \end{bmatrix} \equiv [F_{sk}(D)]$$



არის  $f(D)$  მატრიცის მიერთებული მატრიცი (ადიუნქტი). (2) სისტემის ზოგადი ინტეგრალი იმ პირობით, რომ

$$x_1(0) = x_2(0) = \dots = x_n(0) = 0,$$

როგორც ცნობილია (იხ. [1]), არის

$$x(t) = \frac{F(\infty)}{\Delta(\infty)} \mathcal{E}(t) + \sum_k^{1 \dots N} \frac{F(\lambda_k)}{\Delta'(\lambda_k)} e^{\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k t} \mathcal{E}(t) dt, \quad (3)$$

სადაც  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$  არიან განმსაზღვრელი განტოლების

$$\Delta(\lambda) = 0$$

ფესვები და

$$\Delta'(\lambda_k) = \left. \frac{d \Delta(\lambda)}{d \lambda} \right|_{\lambda = \lambda_k}.$$

თუ  $\Delta(\lambda)$ -ს ხარისხი  $\lambda$ -ს მიმართ მეტია ვიდრე  $F(\lambda)$ -ს ხარისხი, მაშინ

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{F(\lambda_k)}{\Delta'(\lambda_k)} e^{\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k t} \mathcal{E}(t) dt. \quad (4)$$

ამ ფორმულებში იგულისხმება, რომ განმსაზღვრელ განტოლებას არა აქვს ჯერადი ფესვები.

იმ შემთხვევაში, როდესაც რომელიმე ფესვი  $\lambda_s$  არის  $s$  ჯერადი,  $\frac{1}{\Delta(\lambda_s)}$  წილადის დაშლაში ადგილი ექნება შესაკრებებს

$$\frac{B_1}{\lambda - \lambda_s} + \frac{B_2}{(\lambda - \lambda_s)^2} + \dots + \frac{B_s}{(\lambda - \lambda_s)^s}.$$

თითოეულ  $\frac{B_r}{(\lambda - \lambda_s)^r}$  წილადს ზოგად ინტეგრალში შეესაბამება ელემენტი

$$F(D) B_r e^{\lambda_s t} \int_0^t dt \int_0^t dt \dots \int_0^t dt \int_0^t e^{-\lambda_s t} \mathcal{E}(t) dt. \quad (5)$$

ელექტროტექნიკის ამოცანებში ჩვეულებრივ  $\mathcal{E}_k(t) = E_0$  (მუდმივი დენი), ან  $\mathcal{E}_k(t) = E_0 \cos \omega t$  (ცვალებადი დენი). შეკრებადობის პრინციპის ძალით (2) სისტემის ინტეგრება შეიძლება დაყვანილ იქნას უფრო მარტივი სისტემის

$$f(D) x(t) = \mathcal{E}(t)$$

ინტეგრებამდე, სადაც  $\mathcal{E}(t)$  მიმდევრობით ღებულობს მატრიცის

$$\begin{bmatrix} \mathcal{E}_1(t) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathcal{E}_2(t) & & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & & \mathcal{E}_n(t) \end{bmatrix}$$

ყველა სვეტების მნიშვნელობებს. ამნაირად, ზოგადი ინტეგრალი ცვალებადი დენის შემთხვევაში იქნება

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{E_0}{\Delta'(\lambda_k)} F_{1k} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} e^{\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k t} \cos \omega t dt, \quad (6)$$

თუ ვიგულისხმებთ, რომ განმსაზღვრელ განტოლებას არა აქვს ჯერადი ფესვები.

1. თუ განმსაზღვრელ განტოლებას აქვს მხოლოდ ნამდვილი ფესვები  $\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_N$ , (6) გვაძლევს

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{E_0}{\Delta'(\lambda_k)} \begin{bmatrix} F_{11}(\lambda_k) \\ F_{12}(\lambda_k) \\ \vdots \\ F_{1n}(\lambda_k) \end{bmatrix} \frac{\cos(\omega t - \phi_k) - e^{\lambda_k t} \cos \phi_k}{V \lambda_k^2 + \omega^2} \quad (7)$$

2. თუ განმსაზღვრელ განტოლებას აქვს კომპლექსური ფესვი

$$\lambda_k = a_k + j b_k, \quad (j = \sqrt{-1}),$$

— შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$\operatorname{tg} \chi_{k1} = \frac{b_k + \omega}{-a_k}, \quad \operatorname{tg} \chi_{k2} = \frac{b_k - \omega}{-a_k}, \quad (8)$$

$$\frac{F_{1m}(\lambda_k)}{\Delta'(\lambda_k)} = A_{mk} + j B_{mk}, \quad \operatorname{tg} \vartheta_{mk} = \frac{B_{mk}}{A_{mk}}. \quad (9)$$

მაშინ ორი შეუღლებული ფესვი  $\lambda_k$  და  $\bar{\lambda}_k$  მოგვცემს ჯამში (ფორმულა 6) ორ შეუღლებულ შესაკრებს, რომლების ჯამიც შევა როგორც ელემენტი ზოგადი ინტეგრალის მატრიცის  $m$ -ურ სტრიქონში. ამ ელემენტს აქვს შემდეგი სახე:

$$E_0 V \overline{A_{mk}^2 + B_{mk}^2} \left\{ \frac{\cos(\omega t - \chi_{k1} - \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k + \omega)^2} + \frac{\cos(\omega t + \chi_{k2} + \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k - \omega)^2} \right\} - E_0 V \overline{A_{mk}^2 + B_{mk}^2} e^{a_k t} \left\{ \frac{\cos(b_k t + \chi_{k1} + \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k + \omega)^2} + \frac{\cos(b_k t + \chi_{k2} + \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k - \omega)^2} \right\} \quad (10)$$

3. მუდმივი დენის შემთხვევაში  $\mathcal{E}(t) = E_0$  და ფორმულა (7) მარტივდება

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{E_0}{\Delta'(\lambda_k)} \begin{bmatrix} F_{11}(\lambda_k) \\ F_{12}(\lambda_k) \\ \vdots \\ F_{1n}(\lambda_k) \end{bmatrix} \frac{e^{\lambda_k t} - 1}{\lambda_k} \quad (11)$$

აგრეთვე (10)-ის მაგივრად გვექნება შემდეგი ელემენტი:

$$\frac{2E_0}{V a_k^2 + b_k^2} \left\{ A_{mk} \cos \chi_k - B_{mk} \sin \chi_k \right\} - \frac{2E_0 e^{a_k t}}{V a_k^2 + b_k^2} \left\{ A_{mk} \cos(b_k t + \chi_k) - B_{mk} \sin(b_k t + \chi_k) \right\} \quad (12)$$

$$\text{სადაც } \operatorname{tg} \chi_k = \frac{b_k}{-a_k}.$$

გამოვიყენოთ მოყვანილი მეთოდი ორ შემხულ რხევად კონტურებში გარდამავალი პროცესების გამოკვლევისათვის. დაუშვათ, რომ ორივე კონტურს აქვს ერთნაირი მუდმივები  $L$ ,  $R$ ,  $C$  და აღვნიშნოთ  $M$ -ით მათი ურთიერთშორისი ინდუქციის კოეფიციენტი. პირველ კონტურში ჩავერთოთ სინუსოიდალური ე. მ. ძ.  $E_0 \cos \omega t$ , მეორე კონტური ჩავერთოთ მოკლედ. თუ  $q_1(t)$  და  $q_2(t)$  არიან პირველი და მეორე კონტურების მუხტები, სისტემის რხევის განტოლება იქნება

$$\begin{bmatrix} LD^2 + RD + C^{-1} & MD^2 \\ MD^2 & LD^2 + RD + C^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} q_1(t) \\ q_2(t) \end{bmatrix} = E_0 \cos \omega t \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (13)$$

იგულისხმება, რომ როდესაც  $t=0$ ,  $q_1(0)=q_2(0)=0$ .

აღვნიშნოთ სიმოკლისათვის

$$\frac{R}{2L} = a, \quad \frac{1}{LC} = b^2, \quad L^2 - M^2 = \sigma \alpha^2. \quad (0 < \sigma < 1)$$

მაშინ გვექნება

$$\Delta(\lambda) \equiv \sigma L^2 \{\lambda^4 + 4a\lambda^3 + (4a^2 + 2b^2)\lambda^2 + 4ab^2\lambda + b^2\}. \quad (14)$$

$\Delta(\lambda) = 0$  განტოლების ფესვები იქნება

$$\lambda_1, \lambda_2 = -\alpha_1 \pm j\beta_1, \quad \lambda_3, \lambda_4 = -\alpha_2 \pm j\beta_2. \quad (\alpha_1 > 0, \alpha_2 > 0)$$

თუ ამას შევადარებთ (14) ფორმულას, მივიღებთ  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  სიდიდეების გამოსანგარიშებლად ოთხ განტოლებას. ვინაიდან, საზოგადოდ,  $a$  მცირეა  $b$ -სთან შედარებით, მივიღებთ საკმარისი მიახლოებით

$$\alpha_1, \alpha_2 = \frac{a}{\sigma} (1 \pm \sqrt{1-\sigma}); \quad \beta_1^2, \beta_2^2 = \frac{b^2}{\sigma} (1 \pm \sqrt{1-\sigma})$$

გვაქვს აგრეთვე

$$F_{11}(\lambda) \equiv L\lambda^2 + R\lambda + C^{-1},$$

$$F_{12}(\lambda) \equiv -M\lambda^2,$$

და

$$\frac{F_{11}(\lambda_1)}{\Delta'(\lambda_1)} = -j \frac{1 + \sqrt{1-\sigma}}{4\sigma\beta_1 L}; \quad \frac{F_{11}(\lambda_3)}{\Delta'(\lambda_3)} = -j \frac{1 - \sqrt{1-\sigma}}{4\sigma\beta_2 L};$$

$$\frac{F_{12}(\lambda_1)}{\Delta'(\lambda_1)} = j \frac{M\beta_1}{4L^2\sqrt{1-\sigma}}; \quad \frac{F_{12}(\lambda_2)}{\Delta'(\lambda_2)} = -j \frac{M\beta_2}{4L^2\sqrt{1-\sigma}}.$$

მაშინ (13) სისტემის ინტეგრალი დაიწერება

$$\frac{1}{E_0} \begin{bmatrix} q_1(t) \\ q_2(t) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{1 + \sqrt{1-\sigma}}{4\sigma\beta_1 L} \\ \frac{M\beta_1}{4L^2\sqrt{1-\sigma}} \end{bmatrix} \left\{ \frac{\sin(\omega t - \chi_{11})}{\sqrt{\alpha_1^2 + (\beta_1 + \omega)^2}} - \frac{\sin(\omega t + \chi_{12})}{\sqrt{\alpha_1^2 + (\beta_1 - \omega)^2}} \right\}$$



$$+ e^{\alpha_1 t} \left( \frac{\sin(\beta_1 t + \chi_{11})}{\sqrt{\alpha_1^2 + (\beta_1 + \omega)^2}} - \frac{\sin(\omega t + \chi_{12})}{\sqrt{\alpha_1^2 + (\beta_1 - \omega)^2}} \right) + \left[ \begin{array}{c} -\frac{1 - \sqrt{1 - \sigma}}{4\sigma\beta_2 L} \\ M\beta_2 \\ -\frac{1}{4L^2\sqrt{1 - \sigma}} \end{array} \right] \left\{ \frac{\sin(\omega t - \chi_{21})}{\sqrt{\alpha_2^2 + (\beta_2 + \omega)^2}} \right.$$

$$\left. - \frac{\sin(\omega t + \chi_{22})}{\sqrt{\alpha_2^2 + (\beta_2 - \omega)^2}} + e^{-\alpha_2 t} \left( \frac{\sin(\beta_2 t + \chi_{21})}{\sqrt{\alpha_2^2 + (\beta_2 + \omega)^2}} - \frac{\sin(\omega t + \chi_{22})}{\sqrt{\alpha_2^2 + (\beta_2 - \omega)^2}} \right) \right\}$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ენერგეტიკის სექტორი  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 12.4.1945)

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

А. И. ЭЛИАШВИЛИ

ПРИМЕНЕНИЕ МАТРИЦНОГО СПОСОБА ИНТЕГРИРОВАНИЯ СИСТЕМ  
ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ К ИССЛЕДОВАНИЮ  
ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СВЯЗАННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Резюме

Колебательные процессы в связанных электрических цепях с линейными характеристиками подчиняются следующей системе дифференциальных уравнений

$$\sum_s^{1...n} f_{ks}(D) x_s = \mathcal{E}_k(t), \quad (k = 1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  обычно представляют либо токи, либо падения напряжения в отдельных контурах цепи, либо соответствующие количества электричества,  $\mathcal{E}_1(t), \dots, \mathcal{E}_n(t)$  — электродвижущие силы приложенные к контурам, а

$$f_{ks}(D) \equiv L_{ks}D^2 + R_{ks}D + C_{ks}^{-1}, \quad \left( D \equiv \frac{d}{dt} \right)$$

Уравнения (1) запишем в матричной форме. Положив

$$f(D) \equiv [f_{ks}(D)], \quad x(t) \equiv \begin{bmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \vdots \\ x_n(t) \end{bmatrix}, \quad \mathcal{E}(t) \equiv \begin{bmatrix} \mathcal{E}_1(t) \\ \mathcal{E}_2(t) \\ \vdots \\ \mathcal{E}_n(t) \end{bmatrix}$$

запишем систему (1) в виде:

$$f(D) x(t) = \mathcal{E}(t). \quad (2)$$

Задача, которая обычно ставится, может быть сформулирована следующим образом:

К сети находящейся в равновесии в момент  $t=0$  (заряды и токи равны нулю) прикладываются известные напряжения. Необходимо вычислить распределение токов и зарядов в системе для любого момента  $t > 0$ .

Обозначим через  $\Delta(D)$  детерминант матрицы  $f(D)$ , а через  $F(D)$  матрицу присоединенную к  $f(D)$

$$F(D) = [F_{sk}(D)],$$

где  $F_{sk}(D)$  обозначает алгебраическое дополнение элемента  $F_{sk}$  в разложении  $\Delta(D)$ .

Общий интеграл системы (2) при начальных условиях:

$$x_1(0) = x_2(0) = \dots = x_n(0) = 0$$

имеет вид (см. [1])

$$x(t) = \frac{F(\infty)}{\Delta(\infty)} \mathcal{E}(t) + \sum_k^{1 \dots N} \frac{F(\lambda_k)}{\Delta'(\lambda_k)} e^{\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k t} \mathcal{E}(t) dt, \quad (3)$$

здесь  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_N$  корни определяющего уравнения:

$$\Delta(\lambda) = 0$$

и

$$\Delta'(\lambda_k) = \left. \frac{d\Delta(\lambda)}{d\lambda} \right|_{\lambda = \lambda_k}$$

Обычно степень  $\Delta(\lambda)$  относительно  $\lambda$  выше таковой  $F(\lambda)$ , почему интеграл принимает вид

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{F(\lambda_k)}{\Delta'(\lambda_k)} e^{\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k t} \mathcal{E}(t) dt. \quad (4)$$

Эта формула предполагает отсутствие кратных корней у определяющего уравнения.

В случае корня кратности  $s$ , в разложении дроби  $\frac{\Gamma}{\Delta(\lambda)}$  будем иметь слагаемые

$$\frac{B_1}{\lambda - \lambda_s} + \frac{B_2}{(\lambda - \lambda_s)^2} + \dots + \frac{B_s}{(\lambda - \lambda_s)^s}$$

Каждому элементу

$$\frac{B_k}{(\lambda - \lambda_k)^k}$$

в интеграле системы будет соответствовать слагаемое

$$F(D) B_k e^{-\lambda_s t} \overbrace{\int_0^t dt \int_0^t dt \dots \int_0^t dt \int_0^t dt}^{k\text{-кратно}} e^{-\lambda_s t} \mathcal{E}(t) dt \quad (5)$$

Обычно в задачах электротехники функции  $\mathcal{E}_k(t)$  имеют вид

$$\mathcal{E}_k(t) = E_0, \text{ или } \mathcal{E}_k = E_0 \cos \omega t.$$

В силу принципа суперпозиции, интегрирование системы (2) может быть сведено к интегрированию систем вида  $F(D)x(t) = \mathcal{E}(t)$ , где  $\mathcal{E}(t)$  последовательно принимает значение всех колонн матриц

$$\begin{bmatrix} \mathcal{E}_1(t) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathcal{E}_2(t) & & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & & \mathcal{E}_n(t) \end{bmatrix}$$

Таким образом, нас интересует интеграл системы

$$f(D)x(t) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} E_0 \cos \omega t,$$

который на основании формулы (4) равен, в предположении отсутствия кратных корней,

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{E_0}{\Delta'(\lambda_k)} F(\lambda_k) \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} e^{\lambda_k t} \int_0^t e^{-\lambda_k t} \cos \omega t dt, \quad (6)$$

где суммирование распространено на все значения корней определяющего уравнения.

1. В случае вещественных корней определяющего уравнения, положив

$$\operatorname{tg} \psi_k = \frac{\omega}{-\lambda_k},$$

получим

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{E_0}{\Delta'(\lambda_k)} \begin{bmatrix} F_{11}(\lambda_k) \\ F_{12}(\lambda_k) \\ \vdots \\ F_{1n}(\lambda_k) \end{bmatrix} \frac{\cos(\omega t - \psi_k) - e^{\lambda_k t} \cos \psi_k}{\sqrt{\lambda_k^2 + \omega^2}}. \quad (7)$$

2. В случае наличия комплексного корня

$$\lambda_k = a_k + j b_k,$$

положим:

$$\operatorname{tg} \chi_{k1} = \frac{b_k + \omega}{-a_k}, \quad \operatorname{tg} \psi_{k2} = \frac{b_k - \omega}{-a_k}, \quad (8)$$

а также

$$\frac{F_{1m}(\lambda_k)}{\Delta'(\lambda_k)} = A_{mk} + j B_{mk}, \quad \operatorname{tg} \vartheta_{mk} = \frac{B_{mk}}{A_{mk}}. \quad (9)$$

Тогда два члена суммы (6), происходящие от пары сопряженных корней  $\lambda_k$  и  $\bar{\lambda}_k$ , дадут в сумме элемент  $m$ -ой горизонтали матрицы интеграла системы:

$$E_0 V \overline{A_{mk}^2 + B_{mk}^2} \left\{ \frac{\cos(\omega t - \chi_{k1} - \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k + \omega)^2} + \frac{\cos(\omega t + \chi_{k2} + \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k - \omega)^2} \right\} - E_0 V \overline{A_{mk}^2 + B_{mk}^2} e^{\alpha_k t} \left\{ \frac{\cos(b_k t + \chi_{k1} + \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k + \omega)^2} + \frac{\cos(b_k t + \chi_{k2} + \vartheta_{mk})}{V a_k^2 + (b_k - \omega)^2} \right\}. \quad (10)$$

Иногда удобнее записывать этот результат в развернутой форме, подставляя вместо тригонометрических функций аргументов  $\chi$  и  $\vartheta$  их значения из (8) и (9).

3. При включении постоянной  $\varepsilon$ . д. с.  $\mathcal{E}(t) = E_0$ , формула (7) упрощается

$$x(t) = \sum_k^{1 \dots N} \frac{E_0}{\Delta'(\lambda_k)} \begin{bmatrix} F_{11}(\lambda_k) \\ F_{12}(\lambda_k) \\ \vdots \\ F_{1k}(\lambda_k) \end{bmatrix} e^{\frac{\lambda_k t - 1}{\lambda_k}}. \quad (11)$$

4. В том же предположении  $\mathcal{E}(t) = E_0$  и при наличии мнимых корней вместо (10) будем иметь элементы вида

$$\frac{2E_0}{V a_k^2 + b_k^2} \left\{ A_{mk} \cos \chi_k - B_{mk} \sin \chi_k \right\} - \frac{2E_0 e^{\alpha_k t}}{V a_k^2 + b_k^2} \left\{ A_{mk} \cos(b_k t + \chi_k) - B_{mk} \sin(b_k t + \chi_k) \right\} \quad (12)$$

где

$$\operatorname{tg} \chi_k = \frac{b_k}{-a_k}.$$

Далее дается применение указанного метода к исследованию переходных процессов в двух одинаковых связанных колебательных контурах с постоянными  $L$ ,  $R$ ,  $C$  и взаимной индукцией  $M$ .

Академия Наук Грузинской ССР  
 Энергетический Сектор  
 Тбилиси

#### სიბინძურული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Frazer R. A., Duncan W. J., Collar A. R. Elementary Matrices and Some Applications to Dynamics and Differential Equations. Cambridge, at the University Press, 1938.



ვენარეთა ფიზიოლოგია

3. მენაზღო

სტადიურ ცვლილებათა შექცევადობითი მოვლენები

დადგენილია, რომ იაროვიზაციის სტადია წარმოადგენს აუცილებელ ეტაპს მცენარის განვითარებაში, რომლის გარეშეც მცენარის ნორმალური განვითარება შეუძლებელია. დადგენილია აგრეთვე ცალკეულ სტადიათა გავლის მტკიცე თანმიმდევრობა: განვითარების მომდევნო სტადიის დადგომა შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც განვითარების წინა სტადია დამთავრებულია. დადგენილია ისიც, რომ თითოეული სტადია თავისი განვითარებისათვის მოითხოვს გარემოს განსაზღვრულ პირობებს, რომელთა არსებობის შემთხვევაში არის მხოლოდ შესაძლებელი განვითარების ნორმალური პროცესი. ამასთანავე წამოყენებულია სტადიათა შეუქცევადობის დებულებაც, კერძოდ, იაროვიზირებულ მცენარეთა განიაროვიზირების შეუძლებლობა. „მცენარის უჯრედები, რომელთაც იაროვიზაციის თვისებები აქვთ შექცევილი, შეუძლებელია დაუბრუნდნენ საწყის (იაროვიზაციამდელ) მდგომარეობას... ჩვენთვის არ არის ცნობილი იაროვიზირებულ მცენარეთა განიაროვიზირების შესაძლებლობის არც ერთი შემთხვევა... მცენარეს თავის ინდივიდუალურ განვითარებაში შეუძლია მხოლოდ წინმსვლელობა“ [3]. მხოლოდ უკანასკნელ ხანებში ლიტერატურაში გვხვდება მითითებები სტადიურ ცვლილებათა შექცევადობის შესაძლებლობის შესახებ [2,4].

სტადიურობისა და გარემოს პირობათა შესწავლის პროცესში შემჩნეულ იქნა, რომ ქართულ ხორბალთა ზოგიერთი საშემოდგომო ფორმა, რომლებმაც იაროვიზაციის სტადია ღივების მდგომარეობაში გაიარეს და შემდეგ თბილისის გვიან გაზაფხულის და ზაფხულის ტემპერატურის პირობებში ვითარდებოდნენ, განიცდიდნენ გარკვეულ დეპრესიას; გარეგნულად ამის გამომხატველი ნიშნები იყო: დათავთავების ფაზის მეტისმეტად გაჭინაურება და არა თანაბარი დათავთავება ან დათავთავების თვალსაჩინო დაგვიანება, ცალკეულ მცენარეთა ანორმალური დათავთავება (მასობრივი და ხანგრძლივი ბარტყობა, ხოლო ერთეული სახით აღერება-დათავთავება) ანდა განვითარებისა და ზრდის სრული შეწყვეტა. უკანასკნელ შემთხვევაში მცენარეთა ქცევა ისეთი იყო, როგორც ეს ახასიათებს ისეთ მცენარეებს, რომელთაც იაროვიზაცია არ აქვთ გავლილი. საერთოდ კი იაროვიზირებულ ფორმათა ასეთი განვითარება გაზაფხულზე დათესილ საშემოდგომო ხორბალთა ქცევას ემსგავსებოდა.

ჩვენი გამოკვლევის შედეგები ცხრილზეა წარმოდგენილი. როგორც ცხრილიდან (1-ა) ვხედავთ, იაროვიზაციის 20 დღის ზომიერად ცივი ნორმა სრულიად საკმარისია მოკლე-სტადიურა ჯგუფის ქართულ ხორბალთა ნორმალური



ზორბალთა მოკლე სტადიური ჯგუფი—Коротко-стадийная группа пшениц				ბოტანიკური და	
ცდის პირობები—Условия опыта				Triticum vulgare v. erythrospermum 18—46 დოლის პური 18—46 ქართლი კარტლი	
ვარიანტი Вариант	თესვის თარიღი Дата посева	იაროვზაციის ნორმა — Норма яровизации		დათავთავება Колошение	სავეგეტ. პერიოდი Период вегет.
		თერმიკა—Термика	ხანგრძლიობა Продолжительность		
I	8—III	lim 0—3°, M=1.8°C	20 დღე—დღეი	1-VI-8	105-112
II	"	"	40 დღე—დღეი	1-VI-5	125-129
III	8—IV	"	40 დღე—დღეი	1-VII-9*	124-133*
IV	"	"	40 დღე და უწყვეტი სინათლე. 40 დღეი და პოსტ. სვეტი	3-VI-8	96-101
V	11—IV	"	70 დღე, ჩრდილ. ქედი 70 დღეი, სევერ. სკლონი	18-VI-29	138-149
VI	"	"	70 დღე, სამხრ. ქედი 70 დღეი, იუჟნი. სკლონი	17-VI-6VII*	137-156
VII	8—III	კონტროლი—Контр.	კონტროლი—Контроль	22VI-12VII*	106-126
VIII	11—IV	"	"	არა, ნეტ	

ზორბალთა გრძელ-სტადიური ჯგუფი—Длинно-стадийная группа пшениц				ბოტანიკური და	
ცდის პირობები—Условия опыта				Triticum vulgare v. erythrospermum 39—194 იუქლი 39—194 ლეჩხუმი Лечхуми	
ვარიანტი Вариант	თესვის თარიღი Дата посева	იაროვზაციის ნორმა — Норма яровизации		დათავთავება Колошение	სავეგეტ. პერიოდი Период вегет.
		თერმიკა—Термика	ხანგრძლიობა Продолжительность		
I	8—III	lim.0—3, M=1.8°C	20 დღე—დღეი	27VI-არა, ნეტ	131-
II	"	"	40 დღე—დღეი	7-VI-12	131-136
III	8—IV	"	40 დღე—დღეი	არა-ნეტ	
IV	"	"	40 დღე და უწყვეტი სინათლე 40 დღეი და პოსტ. სვეტი	არა-ნეტ	
V	11—IV	"	70 დღე, ჩრდილოეთი ქედი 70 დღეი, სევერ. სკლონი	20VI-17VII*	133-159*
VI	"	"	70 დღე; სამხრ. ქედი 70 დღეი იუჟნი. სკლონი	29VI-არა ნეტ	152-
VII	8—III	კონტროლი—Контр.	კონტროლი—Контроль	არა, ნეტ	
VIII	11—IV	"	"	არა, ნეტ	

შენიშვნა: დათავთავების სვეტში პირველი თარიღით აღინიშნება დათავთავების დასაწყისი, ხოლო მეორე თარიღით—დათავთავების დამთავრება. არა სრული და მეტად გაჭიანურებული დათავთავების შემთხვევები \* ნიშნით არის აღნიშნული.

ცხრილი № 1-а таблица

ჯიშური შემადგენლობა—Ботанический и сортовой состав

Triticum vulgare v. erythrosperrum 39—232 კახური დოლი 39—232 კახეთი Кахети		Triticum vulgare v. erythrosperrum 35—4 დოლის პური 35—4 ქართლი Картლი		Triticum macha v. letschchunicum 40—31 მახა 40—31 ლეჩხუმი Лечхуми	
დათავთავება Колошение	სავეგ. პერ. Период ве- гет.	დათავთავება Колошение	სავეგ. პერ. Период ве- гет.	დათავთავება Колошение	სავეგ. პერ. Период ве- гет.
2-VI-9 1-VI-5 14VII-არა, нет	105-112 124-128 132-	1-VI-7 30V-4VI 27VI-არა, нет	105-111 123-128 120-	2-VI-9 1-VI-7 არა, нет	105-112 124-130
1-VI-4	89-93	11-VI-15	99-103	5-VI-6	93-94
20-VI-24	150-154	15VI-23VII*	135-173	21VI-17VII*	133-159
26-VI-30 20-VII-არა, нет	156-160 134-	19VI-8VII* 19VII-არა, нет	139-158 133	29VI-15VII* არა, нет	141-157*
არა, нет		არა, нет		არა, нет	

ცხრილი № 1-б таблица

ჯიშური შემადგენლობა—Ботанический и сортовой состав

Triticum vulgare v. ferrugineum 39—192 წითელი დოლი 39—192 მესხეთი Месхети		Triticum vulgare v. ferrugineum 39—187 წითელი დოლი 39—187 ქართლი Картლი		Triticum vulgare v. erythrosperrum 39—32 შემოდგომის პური 39—32 იმერეთი Имерети	
დათავთავება Колошение	სავეგ. პერ. Период ве- гет.	დათავთავება Колошение	სავეგ. პერ. Период ве- гет.	დათავთავება Колошение	სავეგ. პერ. Период ве- гет.
10-VI-15 3-VI-5 არა, нет	114-119 127-129	6-VI-11 3-VI-6 არა, нет	110-115 127-130	2-VI-9 4-VI-7 არა-нет	105-112 127-130
11-VI-30*	99-120*	10-VI-12*	98-100*	5-VII-17*	123-135*
25VI-18VII*	145-168*	20VI-23VII*	140-173	28VI-8VII*	148-158*
9VII-არა, нет	159-	29VI-26VII*	149-176	3VII-არა, нет	153-
9VII-არა, нет	123-	19VII-არა, нет	133-	არა, нет	
არა, нет		არა, нет		არა, нет	

Примечание: В столбце «колошение» первая дата указывает на начало колошения, вторая—на полное колошение. Знаком\* отмечены случаи неполного и чрезмерно растянутого колошения.

განვითარებისათვის, მხოლოდ იაროვიზაციის 40 დღის ნორმა ოდნავ აჩქარებს დათავთავებას (1—4 დღით). აღსანიშნავია, რომ ამ ჯგუფის ხორბალთა უმეტესობა ახერხებს ან სრულ დათავთავებას (თეთრი დოლი 18/46) ანდა ნაწილობრივ დათავთავებას მაშინაც კი, როდესაც არაიაროვიზირებული თესლით ისინი 8 მარტს დათესილ იქნა იაროვიზირებულ ცდებთან ერთად (შეადარეთ ვარიანტები I, II, VII). რასაკვირველია, უნდა ვიგულოთ, რომ VII ვარიანტის შემთხვევაში ცდაში მონაწილე ხორბლები იაროვიზაციის სტადიის გავლას ბუნებრივ პირობებში ახერხებენ. ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს ის ფაქტი, რომ განვითარების ასეთ მსვლელობას ადგილი აქვს მხოლოდამხოლოდ მაშინ, როდესაც ხორბლის დასახელებული ფორმები გაზაფხულის დასაწყისში ითესება. სულ სხვა სურათი მივიღეთ, როდესაც აღნიშნული ფორმები 8 აპრილს დაითესა. აქ, როგორც ვამჩნევთ (იხილეთ ცდის ვარიანტი III), იაროვიზაციის 40 დღის ზომიერად ცივ ნორმაზე მხოლოდ „თეთრი დოლი 18/46“ ახერხებს დათავთავებას. თუმცა ამ ხორბლის განვითარების პროცესში დეპრესიულობა მაინც ემჩნეოდა, რაც გარეგნულად დაგვიანებითი დათავთავებით (შეადარეთ პირველ ვარიანტს), მასობრივი ბარტყობით და არასრული აღერებით გამოიხატა. ამ ჯგუფის დანარჩენი ჯიშები—„თეთრი დოლი 35—4“ და „კახეთის დოლი 39—232“—მხოლოდ ნაწილობრივ დათავთავებას ახერხებენ, ხოლო ხორბალი მახა კი დათავთავებას სრულიად ვერ ახერხებს. მაშასადამე, აქ მოყვანილ შემთხვევაში (ცდის III ვარიანტი) სტადიური მოვლენის შეჩერება საკმაო სიცხადით მოსჩანს, რის შედეგად ჩვენი ხორბლის ჯიშების უმეტესობა განვითარების დამთავრებას ვერ ახერხებს. ამ მდგომარეობის (სტადიური შეჩერების) მოხსნა შესაძლებელი გახდა დღის სიგრძის რეგულირების ხერხით. ასე, როდესაც იაროვიზირებულ ფორმებს განუწყვეტელი განათება მიეცა, რომლის სიძლიერე 1200—980 lx უდრიდა, მაშინ მათ სრული დათავთავება შეძლეს (იხილეთ ვარიანტი IV). ამასთან ცდის ამ (IV) ვარიანტის შემთხვევაში მკვეთრად ემჩნევა სავეგეტაციო პერიოდის (თესვა-დათავთავება) შემცირებაც.

თესვის ვადის გადმოტანა აპრილის მეორე დეკადაში (11 აპრილს) სტადიურ განვითარებათა დაბრკოლებებს უფრო მკვეთრად ამჟღავნებს. ამ შემთხვევაში დაბრკოლებას ვერ ხსნის იაროვიზაციის ნორმის გაგრძელება 70 დღემდე (იხილეთ ვარიანტი V).

„განიაროვიზირების“ მკაფიო სურათი მკვეთრად მოსჩანს ცდის VI ვარიანტში, როდესაც იაროვიზირებული ფორმები ვითარდებოდნენ შედარებით ცხელ პირობებში (ცდა სამხრეთ ქედზე იყო მოთავსებული, სადაც  $t^{\circ}$  40—47 $^{\circ}$  C აღწევდა). ამ შემთხვევაში ასე თუ ისე სრულ დათავთავებას მხოლოდ „კახეთის დოლი 39—232“ აღწევს; დანარჩენი ჯიშები კი მთელი ვეგეტაციის პერიოდში მასობრივ ბარტყობას განაგრძობდნენ, რომლის პროცესში ადგილი ჰქონდა ნაწილობრივ აღერებასა და დათავთავებას. ცდის V ვარიანტის პირობებში (კულტურის შედარებით გრილ პირობებში) შედარებით ნორმალურად დათავთავდნენ „დოლისპური 18—46“ და „კახეთის დოლი 39—232“, ხოლო ჯიშებმა—„თეთრი დოლი 35—4“ და „მახა 40—31“—დათავთავებას მთლიანად ვერ მიაღწიეს.



ამ სახით გვევლინება ქართულ ხორბალთა მოკლე-სტადიური ჯგუფის განვითარების თავისებურებანი.

ხორბალთა გრძელ-სტადიურ ჯგუფში განიაროვიზირების რეაქცია განსაკუთრებული სიცხადით გვევლინება. როგორც ცხრილიდან ჩანს (იხ. ცხრ. 1-ბ), იაროვიზაციის 20-დღიანი ცივი ნორმა ამ ჯგუფის ჯიშთა უმეტესი ნაწილისათვის სრულიად საკმარისი აღმოჩნდა (იხ. ცდის ვარიანტი I), თუმცა შიგადაშიგ ცალკეული ღეროების განვითარების შეფერხება იყო შემჩნეული. იაროვიზაციის ამ ნორმით მხოლოდ „იფქლი 39—194“ არ კმაყოფილდება. მაგრამ იაროვიზაციის 40-დღიანი ცივი ნორმა სრულიად საკმარისია ხორბალთა ამ ჯგუფის სრული განვითარებისათვის (ვარიანტი II). ამ ჯგუფის საკონტროლო ნათესში, რომელიც 8 მარტს დაითესა (არაიაროვიზირებული თესლებით), ნაწილობრივ დათავთავდა: „ბარის წითელი დოლი 31—192“, „მთის წითელი დოლი 39—187“ და „შემოდგომის პური 39—32“, ხოლო „იფქლი 39—194“ დათავთავებას სრულიად ვერ ახერხებს. მაგრამ, როდესაც აღნიშნული ჯიშები, წინასწარ იაროვიზირებული 40 ცივი დღის პირობებში, დაითესა 8 აპრილს, რეპროდუქტიულ ფაზაში გადასვლა მათ შორის ვერც ერთმა ვერ შეძლო (ვარიანტი III). ამ გადასვლას ადგილი ჰქონდა მხოლოდ ცდის მეოთხე ვარიანტში, როდესაც იაროვიზირებულ მცენარეებს განუწყვეტელი „დღე“ მიეცა. თუმცა ასეთ პირობებში ჯიშთა უმეტესი ნაწილი ახერხებს დათავთავებას, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც შეფერხების მოვლენები ნათლად მოსჩანდა. ამ მხრივ განსაკუთრებით „იფქლი 39—194“ გამოირჩეოდა, რომლის რეპროდუქციული განვითარება სრულ განათებულ დღეზე აღერებით განისაზღვრა, რომელ მდგომარეობაშიც მან 1-ლ აგვისტომდე დაჰყო და შემდეგ ხმოზა იწყო. თითქმის განვითარების ასეთივე ნიშნებით ხასიათდებოდა „წითელი დოლი 39—187“, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ, როდესაც აღნიშნული ჯიშები იაროვიზირებულ იქნა 70 ცივი დღის განმავლობაში და დაითესა 11 აპრილს, მაშინ თითქმის ყველა ჩვენი ხორბლის ჯიშში ახერხებდა რეპროდუქტიულ ფაზაში შესვლას. მაგრამ რეპროდუქტიულ ფაზის დაწყებას წინ უძღოდა მთელი რიგი დაბრკოლებანი: მასობრივი (არანორმალური) ბარტყობა, რეპროდუქტიული განვითარების დაგვიანებითი და არა თანაბარი დაწყება, ხანგრძლივი და მოდუნებული დათავთავება (რომლის დიაპაზონი 10—33 დღეს უდრიდა), ნაწილობრივი აღერება და დათავთავება, ხოლო შიგადაშიგ ცალკეული მცენარეების ვეგეტაციურ ფაზაში კონსერვირება (ასეთ მცენარეთა რიცხვი 3—9% აღწევდა).

აღნიშნულ მოვლენათა შედეგად ამ ვარიანტის (V) მცენარეთა სავეგეტაციო პერიოდი (თესვა-დათავთავება საიაროვიზაციო დღეების ჩათვლით) 140—173 დღის ფარგლებში მერყეობს, მაშინ როდესაც ცდის მეორე ვარიანტის სავეგეტაციო პერიოდი 127—136 დღეს შეიცავს.

განიაროვიზირების მკვეთრ სურათს ცდის VI ვარიანტი იძლევა, როდესაც აღნიშნული ჯიშების იაროვიზირებული ღერები უფრო ცხელ პირობებში დაითესა. ამ შემთხვევაში რეპროდუქციული ფაზის დამთავრება ვერცერთმა ჯიშმა ვერ შეძლო, ხოლო ამ ფაზის დაწყებითი თარიღი 149—160 დღის ხანგრძლივობით განისაზღვრებოდა.

მაშასადამე, მოცემულ მასალათა განხილვის საფუძველზე შესაძლებელია აღვნიშნოთ, რომ:

1. სტადიური განვითარების ნორმალური პროცესი გარემო ფაქტორთა მოქმედებითაა განსაზღვრული.

2. კერძოდ, გარემოს მოჭარბებული თერმიული რეჟიმი იწვევს იაროვიზირებული ბუნების შეჩერებას, ზოგ შემთხვევაში თვისობრივ ცვლილებებს, რომელთა საფუძველზე მოსალოდნელია იაროვიზირებულ მცენარეთა ბუნების ნაწილობრივი ან და სრული შექცევადობა.

3. „განიაროვიზირების“ რეაქციას ადგილი აქვს ქართულ ხორბალთა ორთავე ჯგუფში. მაგრამ „განიაროვიზირების“ ელემენტები უფრო მკაფიოდ გრძელ-სტადიურ ჯგუფში მოსჩანს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 15.3.1945)

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

В. Л. МЕНАБДЕ

### ЯВЛЕНИЯ ОБРАТИМОСТИ СТАДИЙНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Резюме

Одно из основных положений теории развития гласит, что стадия развития, в частности, стадия яровизации имеет характер необратимых качественных изменений. «Клетки растения, обладающие качествами стадии яровизации, нельзя возвратить к начальному (до яровизации) состоянию... Нам неизвестен ни один случай возможности разъяровизирования яровизированных растений» [3].

В процессе изучения стадийности и условий среды нами было замечено, что формы грузинских озимых пшениц, прошедшие стадию яровизации в состоянии проростков и потом культивируемые в условиях тбилисской поздне-весенней температуры, испытывали определенную депрессию в развитии, что внешне выражалось в чрезмерном растягивании фазы колошения или же в чрезмерном запаздывании колошения, в ненормальном колошении отдельных растений (выбрасывание единичных колосоносных стеблей при наличии массового колошения) или же в полном прекращении развития. В последнем случае (при полном прекращении развития) растения вели себя так, как это бывает с растениями, не прошедшими стадию яровизации. В общем, в таких случаях развитие растений, происшедших от яровизированных проростков, шло по типу неяровизированных озимых, высеянных весной.

Как нам удалось заметить, в условиях нашего опыта (Тбилиси)

все формы озимых грузинских пшениц, прошедшие в период проростков стадию яровизации, проходят нормальный путь развития в том случае, если они будут высеяны в ранний весенний период—календарно не позже середины марта. Посев их в более поздние сроки (во второй половине марта) вызывает некоторое торможение в развитии растений. Яровизированные проростки пшениц, высеянные в первой декаде апреля, еще более испытывают депрессию в стадийном изменении. С передвижением срока посева во вторую декаду апреля количество «разъяровизированных» форм постепенно увеличивается и степень «разъяровизирования» в зависимости от стадийной природы сорта колеблется в пределах 10—60<sup>0</sup>/. Торможение процессов яровизации не снимается удлинением периода яровизации до 70 дней при температуре среды в 0—3°С (в среднем 1,8°). Тормозящее действие высокой температуры частично может быть снято удлинением дня. Так, нам удалось в условиях круглосуточного дня (электрический свет в 1200—980 lx.) вызвать полное или же частичное колошение (см. III и IV варианты опыта), тогда как в условиях обычного дня эти же формы или вовсе не колосились, или же колосились частично.

На приведенной таблице показаны нормы яровизации в днях, температурные условия в период прохождения яровизации, дата посева каждого варианта и реакции сортов на нормы яровизации в зависимости от срока посева и характера стадии.

Как видно из таблицы, (см. 1-б) торможение процессов яровизации особенно резко выражено у длинно-стадийной группы грузинских пшениц. Данная группа пшениц, яровизированная в продолжении 40 дней и посеянная 8 марта, завершила цикл развития вполне нормально, но, когда она была высеяна 8 апреля, эта норма яровизации оказалась явно недостаточной. При данной норме яровизации наблюдался или вегетативный рост, или же частичный выход в трубку (*Triticum vulgare v. ferrugineum* 39—187). Только в условиях круглосуточного освещения некоторые пшеницы данной группы (*Triticum vulgare v. erythrosp.* 39—194) вышли в трубку (7.VII) и в состоянии трубки пребывали до конца июля, после чего стали засыхать, не развив ни одного колосоносного стебля. Только удлинение нормы яровизации до 70 дней дало возможность частично перейти в генеративное развитие. При этом, в условиях более «прохладного климата» (северный склон Тбилисского ботанического сада, вариант V) абсолютное большинство растений данной группы пшениц (95—95,5<sup>0</sup>%) колосилось, но колошение было чрезмерно растянуто (20.VI 23.VII) и число колосоносных стеблей в растениях было незначительно. В условиях же более жаркого климата (южный, сильно-обогреваемый склон Тбилисского ботанического сада, где t° достигала до 40—47° С, см. вариант VI) развитие шло весьма депрессивно: обильное кушение, сравнительно массовый выход в труб-

ку, но весьма вялое, единичное колошение, в результате: небольшое количество колосившихся растений (48—57,3<sup>0</sup>/<sub>0</sub>). Таким образом, количество «разъяровизированных» растений в этом варианте (VI вариант) варьировало в пределах 42,7—52<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, тогда как в условиях V-го варианта было всего 3,5—5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

Торможение процессов яровизации наблюдается и среди форм коротко-стадийной группы пшениц (см. вариант V и VI на таб. 1-а).

Академия Наук Грузинской ССР  
 Тбилисский Ботанический институт

#### ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. გ. მენაბდეს ქართულ ხორბალთა განვითარების სტადიურობა. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე ტ. VI № 3, 1945.
2. А. Ефейкин. Действие повышенной температуры на яровизированную озимую пшеницу. Доклады АН СССР, т. XXV, № 4, 1939.
3. А. Ефейкин. О разъяровизации яровизированной озимой пшеницы. Доклады АН СССР, т. XXX, № 7, 1941.
4. Т. Лысенко. Теоретические основы яровизации, 1936.
5. В. Скрипчинский. Индивидуальное развитие и стадийность однолетних и многолетних растений. «Успехи современной биологии», № 3, 1940.

მცენარეთა ფიზიოლოგია

6. კახიძე

ნუშის ფოთლის ეპიდემიის ციტოფიზიოლოგიური გამოკვლევა

სხვადასხვა მცენარეში უჯრედის რეაქციის შედარებითი ანალიზისათვის ეპიდემიის გამოყენების მიზნით ჩვენ ჩავატარეთ ნუშის ფოთლის ეპიდემიის უჯრედების წინასწარი გამოკვლევა. მცენარეთა დახასიათებისათვის უჯრედის რეაქციის გამოყენების შესაძლებლობის შესახებ ჩვენს განკარგულებაში მოიპოვება მდიდარი ლიტერატურა, რომელიც უმთავრესად ეხება სხვადასხვა მცენარეებსა და სხვადასხვა ქსოვილებში pH-სა და rH-ის განსაზღვრის საკითხს [5, 11].

როდესაც ვსინჯავთ ფოთლის ქვედა მხარის ეპიდემიის უჯრედებს, უწინარეს ყოვლისა, შეიძლება აღვნიშნოთ ის ფაქტი, რომ ეპიდემიის არ წარმოადგენს ერთნაირ უჯრედთა კრებულს. არა მარტო ბაგეების ფუნქციონალურად სპეციფიკური უჯრედები [15, 16], არამედ ეპიდემიის ბაგეთაშორის უჯრედებიც კი ამჟღავნებენ სხვადასხვაობას კოლოიდურ და ტინქტორულ თვისებათა მხრივ. ფოთლის განივი კვეთის პარალელურმა გამოკვლევამ საშუალება მოგვცა ეპიდემიის უჯრედთა ეს სხვადასხვაგვაროვანი მდგომარეობა დაგვეკავშირებია ფოთლის პარენქიმის ცხოველმოქმედებასთან.

უჯრედთა კოლოიდურ-ქიმიური და ფიზიოლოგიური მდგომარეობის დასადგენად ჩვენ ჩავატარეთ გამოკვლევები ბნელ არეზე დისპერსიულობის განსაზღვრავად და გამოყენებული იყო შედეგა ნეიტრალროტითა (კონცენტრაცია 1:10.000) და ტოლუიდინბლაუთი (1:10.000). ნეიტრალროტის ხმარებისას მიღებული ელფერის მიხედვით ისაზღვრებოდა უჯრედთა pH, შედეგის ინტენსივობის მიხედვით კი—მათი გამჭოლობა. დაკვირვება, რომელიც ჩავატარეთ გრანულების წარმოქმნაზე ნეიტრალროტით შედეგის დროს, პლაზმოლიზის ფიგურათა გამოკვლევასთან ერთად, საკმარისად ნათელი აღმოჩნდა მსჯელობისათვის გალაზმოლიზებულ უჯრედთა შედარებითი სიბლანტის შესახებ. ტოლუიდინბლაუთი შედეგის მიხედვით სწარმოებდა უჯრედთა დაჟანგვა-აღდგენითი რეჟიმის დადგენა.

ეპიდემიის უჯრედთა ნეიტრალროტით შედეგისას შემჩნეული იყო უჯრედთა შემდეგი განაწილება pH-ის მიხედვით. ბაგეები შედეგშია ვარდისფრად, უშუალოდ ბაგეების მახლობლად მოთავსებული უჯრედებიც აგრეთვე ვარდისფერია. ეპიდემიის უჯრედთა ძირითადი მასის შორის (მათ აღვნიშნავთ, როგორც ბაგეთაშორის უჯრედებს) გვხვდება, უმთავრესად, ხორციისებრ-წითელი და პომიდორისებრწითელი უჯრედები, უფრო იშვიათად კი—მურა ფერის უჯრედები. თუ ნეიტრალროტის ელფერებს განვიხილავთ როგორც უჯ-



რედის pH-ის ინდიკატორს, შეიძლება დავადგინოთ გარკვეული კანონზომიერება ეპიდერმისის უჯრედთა მჟავიანობის რეჟიმის მიმართ. ყველაზე უფრო მჟავია ვარდისფერ-იისფერი ბაგის მახლობლად მდებარე უჯრედები, ოდნავ ჩამორჩება მათ, მაგრამ აგრეთვე საკმარისად მჟავია ბაგეთა უჯრედები და ძარღვის ზედა უჯრედები, ბაგეთაშორის უჯრედებში გვხვდება როგორც ტუტე (მურა ფერის), ისე მჟავე და თითქმის ნეიტრალური რეაქციის მქონე უჯრედები (პომიდორისებრ-წითელი). ფოთლის განივი კვეთის გამოკვლევა საშუალებას იძლევა დაუკავშიროთ ეპიდერმისის სხვადასხვა უჯრედები ამათუი მუხანს. მჟავე უჯრედები ლოკალურად დაკავშირებულია, უმთავრესად, ფოთლის პარენქიმაში არსებულ ღრუებთან. ცალკეული, ყველაზე უფრო მჟავე უჯრედები ბაგეთაშორისი უჯრედებიდან, როგორც წესი, განლაგებულია ქლოროფილმოკლებულ და აგრეთვე მჟავე რეაქცია მოკლებულ პარენქიმის უჯრედებს ზევით.

ვიყენებთ რა ნეიტრალროტით შეღებვის ინტენსივობას გამჭოლობის დასადგენად, შეიძლება დავადგინოთ, რომ ყველაზე ნაკლები გამჭოლობა აქვთ ბაგის უჯრედებს, მათთან შედარებით ცოტა უფრო მეტი გამჭოლობა ახასიათებს მურა ფერის ბაგეთაშორის უჯრედებს, ე. ი. მკვეთრად ტუტეებს, შემდეგ, აღმავალი რიგის მიხედვით, განლაგებულია ვარდისფერი და ხორცისებრ-წითელი უჯრედები, ე. ი. მჟავეები და, ბოლოს, პომიდორისებრწითელი (თითქმის ნეიტრალური) უჯრედები. ამრიგად, ბაგეთაშორის უჯრედებში გამჭოლობა მატულობს მჟავიანობის დაცემასთან ერთად.

ნეიტრალროტით შეღებვის დროს მჟავე უჯრედებში ჩვეულებრივ შეიძლება შევამჩნიოთ გრანულების დაგროვება [1]. როდესაც ნეიტრალროტით შეღებილი ეპიდერმისის ნაწილი თავსდება  $KNO_3$ -ის ერთმოლარულ ხსნარში, გაპლანზმოლიზირებულ უჯრედებში მკვეთრი განსხვავებები ჩანს. თუმცა მათ უმეტესობას თალფაქისებრი პლანზმოლიზი აქვს, რაც კალიუმის იონთა მოქმედებით არის გამოწვეული [4, 3], მაგრამ თალფაქების ფორმა მათში ოდნავ სხვანაირია. ტუტე უჯრედებს, რომლებიც ყველაზე სწრაფად განიცდიან პლანზმოლიზს (15 წუთის შემდეგ უკვე სრული პლანზმოლიზია), აქვთ წესიერი მრგვალი ფორმის თალფაქები. გრანულები მათ მახლობლად არ არის, მოსჩანს მხოლოდ ვაკუოლები. ტუტე უჯრედთა სრული პლანზმოლიზის დროს ყურადღებას იქცევს პლანზმის სტრუქტურისაცია. გარდა ამისა, ამ უჯრედებში ჰიპერტონიის პირობებში საკმაოდ სწრაფად ხდება ნეიტრალროტის კრისტალების გამოყოფა. პლანზმოლიზის ხასიათი და ის გარემოება, რომ უჯრედში გრანულები არ არის, მიუთითებს ამ უჯრედთა პლანზმის დაბალ სიბლანტეზე, ხოლო წარმოშობილი სტრუქტურისაცია და ნეიტრალროტის კრისტალების გამოყოფა კი— მათ რამდენადმე ჩახშობილ მდგომარეობაზე.

უფრო ნელა განიცდის პლანზმოლიზს პომიდორისებრწითელი უჯრედები, ამასთან მათი თალფაქებიც მომრგვალოა, დიფუზურად შეღებილი, მაგრამ გრანულები ჯერ კიდევ არ არიან.

ხორცისებრწითელ უჯრედებში თალფაქების ფორმა მომრგვალო არ არის და არის მკვეთრად გამოხატული გრანულები—ორივე ეს ფაქტი პლანზმის შედარებით მეტ სიბლანტეს მოწმობს.

დაბოლოს, ვარდისფერ (მჟავე) უჯრედებში მკვეთრად გამოხატული გრანულების წარმოქმნა და ნელი ტემპით მიმდინარე კუთხური პლაზმოლიზი პლაზმის მაღალი სიბლანტის მაჩვენებლებია [14, 13]. გრანულების მკვეთრად გამოხატული წარმოქმნა შემჩნეულია აგრეთვე გახსნილი ბაგის უჯრედებშიც. დისპერსიულობის შესწავლა ბნელ არეზე იძლევა ანალოგიურ მრავალფეროვნებას. ყველაზე დაბალ დისპერსიულობას ვხვდებით ბაგის უჯრედებში; იგი გაცილებით უფრო დაბალია სხვა უჯრედთა დისპერსიულობასთან შედარებით და დაბალია საერთოდ: უჯრედთა ნათება ინტენსიურად თეთრია, ეპიდემიის ყველაზე მჟავე უჯრედებს—ბაგის მახლობლად მდებარე უჯრედებს—აგრეთვე დაბალი დისპერსიულობა აქვთ, მაგრამ მაინც უფრო მაღალი, ვიდრე ბაგის უჯრედებს: მათი ნათება მოთეთროა, მაგრამ სრულიადაც არ არის ისე ინტენსიური. ბაგეთაშორის უჯრედთა უმეტესობის ნათება უკვე გაცილებით ნაკლებია: ამ უჯრედების ნათება მოციხფროა (უფრო მაღალი დისპერსიულობის მაჩვენებელი, ვიდრე თეთრი ნათების დროს), ან ნათება სრულიად არ არის (მაღალი დისპერსიულობა). ბნელი უჯრედები ეპიდემიის ტუტე უჯრედებს წარმოადგენენ. ამრიგად, ამ შემთხვევაში, შეიძლება დავადგინოთ გარკვეული კორელაციის არსებობა დისპერსიულობასა, გამჭოლობასა, სიბლანტესა და უჯრედის pH-ს შორის. როგორც ცნობილია, დისპერსიულობის შემცირება, როდესაც რეაქცია უფრო მჟავე ხდება, შეიძლება აიხსნას იმით, რომ პლაზმისა და ბირთვის კოლოიდები უარყოფითად წარიან დამუხტულნი; ჩვენი დაკვირვების შემთხვევაში სწორედ მჟავიანობის გადიდებას სდევს თან დისპერსიულობის დაცემა. პლაზმის დადგენილი შედარებითი სიბლანტე ნუშში შებრუნებულ დამოკიდებულებაშია დისპერსიულობასთან: დისპერსიულობის შემცირებასთან ერთად სიბლანტე მატულობს.

უჯრედებში ნეიტრალროტის განაწილებას თუ განვიხილავთ, შეიძლება დავადგინოთ, რომ მხოლოდ ტუტე (მურა) ბაგეთაშორის უჯრედებს და ბაგის უჯრედებს აქვთ შეღებილი გარსები, დანარჩენ უჯრედებში კი გარსები შეღებილი არ არის. გარსიდან უჯრედის შიგნით დესორბციის პროცესი დაკავშირებულია მის მეტაბოლიზმურ აქტივობასთან, მის pH-თან და განსაკუთრებით კი სუნთქვასთან [10]. ჩვენს დაკვირვებებში ნუშის ეპიდემიის ყველა უჯრედს, გარდა მკვეთრად ტუტე რეაქციის უჯრედებისა და ბაგის უჯრედებისა, შეუღებავი გარსები ჰქონდათ, რაც, როგორც სჩანს, მათი მაღალი ცხოველმობის ინდიკატორს წარმოადგენს: ისინი შეესაბამებიან მომუშავე ფოთლის პარენქიმას და ენერგეტიკულად უფრო აქტიურია, მაშინ როდესაც მურა ფერის ბაგეთაშორისო უჯრედები, რომელთაც შეღებილი გარსები აქვთ—პასიური. ამას ასაბუთებს ზემოთ აღნიშნული მონაცემები მურა ფერის უჯრედთა ერთგვარი სუსტი მდგომარეობა. რაც შეეხება ბაგის უჯრედებს, რომელნიც უფრო ნაკლები სიმჟავიანობით ხასიათდება, ვიდრე მათ ირგვლივ მდებარე უჯრედები, მაგრამ უფრო მჟავენი, ვიდრე ეპიდემიის ძირითადი მასა, უნდა ითქვას, რომ მათი გარსების შეღებვა შეიძლება რამდენადმე სხვანაირად დავასაბუთოთ: შესაძლებელია, რომ ეს გამოწვეული იყოს ისეთი ნივთიერებების არსებობით,

რომელნიც ქიმიურად უკავშირდებიან ფუძე საღებავებს, მთრიმლავ ნივთიერებათა მსგავსად, რომელნიც გარსებში მოიპოვება [2].

უჯრედთა ოქსირედუქციული პოტენციალის განსაზღვრის მიზნით გამოყენებული იყო შედეგება ტოლუიდიზლაუთი. ტოლუიდიზლაუს შედეგებით რეაქციების სიმრავლე იისფერიდან (აღდგენითიდან) დაწყებული კამკამამწვანე (დაქანგვითი) ფერამდე უჯრედთა ცხოველმოქმედების ნათელ სურათს იძლევა. ბაგეთა ირგვლივ დაჯგუფებულია ლურჯმწვანე დაქანგვითი რეჟიმის უჯრედები. ბაგეთა შორის უჯრედების უმეტესობაც აგრეთვე დაქანგვითი რეჟიმის მქონეა, მაგრამ, მიუხედავად იმისა, რომ დაქანგვითი რეჟიმის მქონენი არიან, მათ სხვადასხვაგვარი შეფერილობა აქვთ: ლაყვარდი ფერიდან კამკამა მწვანე ფერამდე, ე. ი. მათი დაქანგვითი პოტენციალი სხვადასხვაგვარია.

მთელი რიგი ავტორების აზრით, მათ მიერ მიღებულ მონაცემთა საფუძველზე rH-ის სიდიდე დამოკიდებულია უჯრედთა ფუნქციონალურ მდგომარეობაზე და მათ ქიმიზმზე [6, 8, 9]. ზოოლოგიურ და ბოტანიკურ ობიექტებში rH-ის სიდიდის შესახებ არსებულ მონაცემთა შედარება ამჟღავნებს პროტოპლასმისა და უჯრედის წვენის უფრო აღდგენილ მდგომარეობას მცენარეულ უჯრედებში, ამასთან რაპკინს მიაჩნია, რომ მცენარეულ უჯრედთა უფრო დაბალი პოტენციალი დაკავშირებულია მათში აღდგენითი პროცესების ჭარბობასთან, ე. ი. იმ ნივთიერებებს, რომელთა სინთეზიც ქლოროფილის მონაწილეობით სწარმოებს, მეტი აღდგენითი თვისებები აქვთ. ჩვენს გამოკვლევებშიაც გვიხსენებოდა შეგვენიშნა ის ფაქტი, რომ ფოთლის მეზოფილში შეხვედრილ უქლოროფილო უჯრედებს აქვთ მკვეთრად—დაქანგვითი რეჟიმი და ეპიდერმისის უჯრედებიც, რომელნიც მათ ზევით არიან მოთავსებულნი, აგრეთვე დაქანგვითი ავისებებისაა.

ამრიგად, ნუშის ფოთლის ეპიდერმისის გამოკვლევამ უწინარეს ყოვლისა გამოავლინა მისი უჯრედების რეაქციის მკვეთრად გამოსახული სხვადასხვაობა. ამ განსხვავებათა საფუძველს წარმოადგენს მათი როგორც მორფოლოგიური, ისე ფუნქციონალური თავისებურებანი. უჯრედთა გამოვლინებულ კოლოიდურ-ქიმიურ-ფიზიოლოგიურ სხვადასხვაგვარ თვისობრიობასთან დაკავშირებით ისმება საკითხი იმის შესახებ, რომ ქსოვილის (ამ შემთხვევაში ეპიდერმისის) ფიზიოლოგიური დახასიათების დროს არ შეიძლება ლაპარაკი ზოგადად ქსოვილის უჯრედთა რეაქციაზე. ქსოვილის ყოველ ცალკეულ უჯრედს, თავისი ფუნქციონალური როლის შესაბამისად, აქვს სპეციფიკური, თუმცა—ლა რამდენადმე მერყევი, მაგრამ სავსებით განსაზღვრული ტიპური თვისება: სწორედ ეს ტიპიურობა გვაძლევს საშუალებას გამოვიყენოთ იგი, როგორც ფიზიოლოგიური ნიშანთვისება. მეორე მხრივ, რადგანაც განსხვავებანი ეპიდერმისის ცალკეულ უჯრედთა შორის არსებითად ფუნქციონალური ხასიათისაა, მათი ანალიზი წარმოადგენს მოგვცემს ფოთლის საერთო მოქმედების შესახებ.

#### დასკვნები

1. ჩატარებულია ნუშის ფოთლის ეპიდერმისის უჯრედთა რეაქციების გამოკვლევა იმ მიზნით, რომ ამ რეაქციის მონაცემები გამოვიყენოთ თვით მცენარის დასახასიათებლად.



2. ფოთლის ეპიდერმისის უჯრედების რეაქციის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ეპიდერმისის უჯრედები სხვადასხვა თვისებისაა, ე. ი. ეპიდერმისის შემადგენელი უჯრედები მათი ფიზიოლოგიური და კოლოიდურ-ქიმიური თვისებების მხრივ ერთნაირი არ არის: დისპერსიულობის, გამჭოლობის, სიბლანტის, გრანულების წარმოქმნის, pH-ისა და rH-ის მხრივ, ამასთანავე ეს ნიშნები ურთიერთ შორის კორელაციურ დამოკიდებულებაშია.

3. ეპიდერმისის უჯრედთა სხვადასხვაგვარობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ფოთლის ცხოველმქმედებასთან. ეპიდერმისის უჯრედთა რეაქციები დამოკიდებულია მათ მდგომარეობაზე ბაგეების მიმართ და იმ ქსოვილთა მორფოლოგიურ და ფუნქციონალურ თავისებურებებზე, რომელთაც ისინი ფარავენ. ეს რეაქციები, თუმცაღა მცირეოდენ მერყევია, მაგრამ საესებით გარკვეული ზასიათისაა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 თბილისის ბოტანიკის ინსტიტუტი

(შემოვიდა რედაქციაში 15.3.1945)

ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Н. Т. КАХИДЗЕ

ЦИТОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭПИДЕРМИСА  
 ЛИСТА МИНДАЛЯ

С целью использования эпидермиса листа для сравнительного анализа клеточных реакций у различных растений, проведено предварительное исследование эпидермальных клеток листа миндаля. В отношении возможности применения клеточных реакций для характеристики растений мы располагаем богатыми литературными данными, главным образом по определению pH и rH у различных растений и в различных тканях [5, 11].

Рассматривая клетки эпидермиса с нижней поверхности листа, прежде всего можно обнаружить тот факт, что содранный эпидермис не представляет собою собрания одинаковых клеток. Не только функционально специфичные клетки устьиц [15, 16], но и межклеточные клетки эпидермиса обнаруживают отличия между собою в отношении коллоидных и тинкториальных свойств. Параллельное исследование поперечного среза листа позволило связать это разнохарактерное состояние эпидермальных клеток с жизнедеятельностью листовой паренхимы.

Для установления коллоидно-химического и физиологического состояния клеток проводились исследования на темном поле для определения дисперсности и применялось окрашивание нейтральротом (концентрацией 1 : 10000) и толудиинблauer (1 : 10000). По оттенку окраски, полученной при

нейтральроте, определялось рН клеток, по интенсивности окраски—проницаемость их. По окраске толудиинблау устанавливался окислительно-восстановительный режим клеток.

При окраске клеток эпидермиса нейтральротом наблюдалось следующее распределение клеток в отношении рН. Устьица окрашены в розовый цвет, клетки, расположенные непосредственно около устьиц—розово-фиолетовые. Среди основной массы эпидермальных клеток (будем обозначать их как межустыичные) встречаются клетки главным образом мясокрасные и помидорно-красные и изредка бурые. Рассматривая полученные оттенки нейтральрота, как индикатор клеточного рН, можно установить определенную закономерность в отношении кислотного режима клеток эпидермиса. Наиболее кислыми являются розово-фиолетовые околоустыичные клетки, несколько уступают им, но также достаточно кислые, клетки устьиц и клетки над жилкой, а среди межустыичных клеток можно наблюдать как щелочные (бурые), так и кислые и близкие к нейтральной реакции (помидорно-красные). Исследование поперечного среза листа позволяет связать различные клетки эпидермиса с тем или иным участком листа. Кислые клетки локально связаны главным образом с пустотами в листовой паренхиме. Отдельные, наиболее кислые из межустыичных клеток, как правило, располагаются над клетками паренхимы, лишенной хлорофилла и также кислой реакции.

Используя интенсивность окраски нейтральротом для определения проницаемости, можно установить, что наименьшей проницаемостью обладают устьичные клетки, несколько большую по сравнению с ними имеют бурые межустыичные клетки, т. е. резко щелочные, затем клетки розовые и мясокрасные, т. е. кислые и, наконец, помидорно-красные. Таким образом, в межустыичных клетках проницаемость возрастает по мере снижения кислотности.

При окраске нейтральротом в кислых клетках обычно можно наблюдать накопление гранул.

При помещении окрашенного нейтральротом участка эпидермиса в одномолярный раствор  $\text{KNO}_3$ , обнаруживаются резкие различия в поведении плазмолизируемых клеток. Хотя большинство из них имеют колпачковый плазмолиз, обусловленный действием ионов калия [4, 3], однако, форма колпачков у них несколько различная. Щелочные клетки, плазмолизирующиеся наиболее быстро (через 15 минут уже полный плазмолиз), имеют колпачки правильной округлой формы. Гранул около них нет, а видны вакуоли. При полном плазмолизе щелочных клеток обращает на себя внимание структуризация плазмы. Кроме того, в этих клетках в условиях гипертонии довольно быстро выпадают кристаллы нейтральрота. Характер плазмолиза и отсутствие гранул указывают на низкую вязкость плазмы этих

клеток, возникающая структуризация и выпадение кристаллов нейтральрота—на несколько подавленное состояние их.

Медленнее плазмолизируются клетки помидорно-красные, причем колпачки у них также округлые, диффузно окрашенные, но гранул еще нет.

В мясокрасных клетках форма колпачков неокруглая и имеются резкие гранулы—оба факта, свидетельствующие об относительно большей вязкости плазмы.

Наконец, в розовых (кислых) клетках,—резкое гранулообразование и медленно появляющийся угловатый плазмолиз являются показателями высокой вязкости плазмы [14, 13]. Резкое гранулообразование наблюдается и в открытых устьичных клетках.

Изучение дисперсности на темном поле дает картину аналогичного разнообразия. Наиболее низкая дисперсность наблюдается у клеток устьиц: она значительно ниже дисперсности других клеток и низкая вообще: сияние клеток интенсивно белое. Самые кислые клетки эпидермиса—околоустьичные тоже имеют низкую дисперсность, но все же выше таковой клеток устьиц: они сияют беловатым светом, но отнюдь не так интенсивно. Сияние большинства межустыичных клеток уже значительно меньше: в них можно наблюдать как голубоватое сияние (более высокая дисперсность, чем при белом сиянии), так и отсутствие сияния (высокая дисперсность). Темные, несияющие клетки являются щелочными клетками эпидермиса. Таким образом, в данном случае можно констатировать наличие определенной корреляции между дисперсностью, проницаемостью, вязкостью и клеточным рН. Как известно, понижение дисперсности при сдвиге реакции в кислую сторону находит себе объяснение в данных, по которым коллоиды плазмы и ядра заряжены отрицательно [7]. В нашем случае повышение кислотности сопровождается падением дисперсности. Установленная относительная вязкость плазмы у миндаля находится в обратной зависимости от дисперсности: со снижением дисперсности вязкость возрастает.

Рассматривая распределение нейтральрота в клетках, можно установить, что только щелочные (бурые) межустыичные клетки и клетки устьиц имеют окрашенные оболочки, в остальных же клетках оболочки не окрашены. Процесс десорбции из оболочки внутрь клетки связан с ее метаболической активностью, с ее рН, и в особенности с дыханием [10, 12]. В наших наблюдениях все клетки эпидермиса миндаля, за исключением резко щелочных и устьичных, имели неокрашенные оболочки, что, повидимому, является индикатором их высокой жизнедеятельности: они соответствуют работающей листовой паренхиме и более энергетически активны, в то время, как бурые межустыичные клетки с окрашенными оболочками являются пассивными. Подобная трактовка подкрепляется уже указанными данными о несколько угнетенном состоянии бурых клеток. Что касается устьичных клеток, являющихся менее кислыми, чем окружающие их клетки, и

более кислыми, чем основная масса эпидермиса, то окраска их оболочек возможно имеет несколько иное обоснование: она может быть обусловлена наличием веществ, химически связывающих основные краски, подобно дубильным веществам, находящимся в толще оболочек [2].

Для определения оксиредукционного потенциала клеток применялось реактивное окрашивание краской толуидинблау. Богатство красочных реакций толуидинблау от фиолетового (восстановительного) до яркозеленого (окислительного) дает ясную картину жизнедеятельности клеток. Вокруг устьиц группируются синезеленые, окислительного режима клетки. Среди межустыичных клеток большинство также окислительного режима, однако будучи окислительными, они имеют различную окраску: от цвета лазури до яркой зелени, т. е. окислительный потенциал у них различный.

По мнению ряда авторов, на основании полученных ими данных, величина  $\text{pH}$  зависит от функционального состояния клеток и от химизма их [6, 8, 9]. Сравнение данных о величине  $\text{pH}$  у зоологических и ботанических объектов обнаруживает более восстановленное состояние протоплазмы и клеточного сока в растительных клетках, что стоит в связи с тем, что вещества, синтезирующиеся при участии хлорофилла, обладают большими восстановительными свойствами. В наших исследованиях также приходилось наблюдать тот факт, что встречающиеся в мезофиле листа клетки без хлорофилла имеют окислительный режим, а клетки эпидермиса, расположенные над ними, также окислительные.

Таким образом, исследование эпидермиса листа миндаля прежде всего столкнуло с фактом резко выраженной разнохарактерности реакций его клеток. Основой этих отличий являются как морфологические, так и функциональные их особенности. Обнаруженная коллоидно-химическая и физиологическая разнокачественность клеток ставит вопрос о том, что при физиологической характеристике ткани, в данном случае эпидермиса, нельзя говорить о клеточных реакциях ткани вообще. Каждая из клеток ткани в соответствии со своей функциональной ролью, имеет специфические, хотя и несколько варьирующие, но вполне определенные типовые характеристики. С другой стороны, так как различия в поведении отдельных клеток эпидермиса в основе функционального характера, описание их дает представление об общей жизнедеятельности листа.

## CYTOPHYSIOLOGICAL STUDIES OF LEAF EPIDERMIS IN ALMOND

By N. KACHIDZE

## Summary

1. In this paper the cell reactions of leaf epidermis of almond are investigated in order to apply the specificity of reactions for the characteristics of plants.

2. The analysis of cell reactions shows, that the epidermal cells of one leaf are clearly different in respect of their physiological and colloid-chemical properties: dispersity, permeability, viscosity, pH, rH and process of granula formation. The difference may be observed between the stomata cells, the cells adjoining to them, the cells, situated over the fibres and so on.

3. The reactions of epidermal cells are due to their metabolism and are closely connected with physiological peculiarities of underlying mesophyll cells.

4. The reactions varie to some extent, but are typical enough.

Academy of Sciences of the Georgian SSR

Botanical Institute

Tbilissi

## ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА—REFERENCES

1. Александров, В. Я. О защитном значении для клетки гранулярного связывания витальных красителей. Архив анат. гист. и эмбриол., 1939, в. 222, стр. 67.
2. Brauner, L. Zur Frage der postmortalen Farbstoffaufnahme von Pflanzenzellwänden, 1933. Flora 127, S. 190.
3. Cholodny, N und Sankewitsch, E. Plasmolyseform und Ionenwirkung. Protoplasma, 1934, B. 20, S. 57.
4. Höfler, K. Kappenplasmolyse und Salzpermeabilität. Ztschrift f. wiss. Mikroskopie, 1934, B. 51.
5. Joyet-Lavergne, Ph. La physico-chimie de la sexualité, 1931.
6. Красинский, Н. Окислительно-восстановительный потенциал клеток высших растений. Ботанический журнал СССР, 1936, т. 21, № 5.
7. Насонов, Д. и Александров, В. Реакция живого вещества на внешние воздействия, 1940.
8. Rapkine, L. Le potentiel reduction et les oxydations. Comptes Rendus de la Soc. de Biologie, 1927, v. 96.
9. Rapkine, L. et Wurmser, R. Sur le potentiel de reduction des cellules vertes. C. R. de la Soc. de Biologie, 1926, v. 94.
10. Сабинин, Д. Минеральное питание растений, 1940.
11. Small, J. Hydrogen Ion Concentration in Plant Cells and Tissues. Protoplasma. Monographien, 1929, v. II.

12. Strugger, S. Beiträge zur Analyse der Vitalfärbung pflanzlicher Zellen mit Neutralrot. Protoplasma, 1936, B. 26.
13. Штруггер, З. Практикум по физиологии растительных клеток и тканей, 1930.
14. Weber, F. Plasmolyseform und Protoplasmaviskosität. Osterreich. Bot. Zeitschr. B. 73, № 10—12, 1924.
15. Weber, F. Protoplasmatische Ungleichheit morphologisch gleicher Zellen. Protoplasma, 1932, B. 15. S. 293.
16. Weber, F. Zur Permeabilität der Schliesszeilen, Protoplasma, 1933, B. 19, S. 452.



მცენარეთა ფიზიოლოგია

თ. კეჯელი, ლ. ჯაფარიძე და ძ. ტარასუშვილი

C-ვიტამინის ღინამიკა ხურმაში (*DIOSPYROS LOTUS L.*)

C-ვიტამინის შემცველი მცენარეული ნედლეულის ძიება დიდი ინტენსივობით მიმდინარეობს. გამოვლინებულია მთელი რიგი მცენარეებისა, რომელთაც უკვე დიდი პრაქტიკული გამოყენება აქვთ, ასეთებია: ასკილი, ლელი, ფიჭვი, ნიგეზის ხე და სხვა.

წინამდებარე წერილში მოგვყავს ვიტამინის ღინამიკა ხურმაში—*Diospyros lotus L.*, რომელიც ვიტამინის სიმდიდრით აღნიშნულ მცენარეებს არ ჩამოუვარდება. ხურმა გავრცელებულია რუსეთის სფსრ-ს სამხრეთში, შუააზიის რესპუბლიკებში და კავკასიაში. აქ განსაკუთრებით ბევრია აფხაზეთში, აჭარაში, ქუთაისისა და ლენქორანის ტყეებში. დასავლეთ საქართველოში ხურმას იყენებენ ვაზის მალარისათვის, რადგან კარგად იტანს გასხვლას და, როგორც სინათლის მცენარე, არა ჩრდილავს ვაზს.

C-ვიტამინის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ტილმანის მეთოდით (ლაფროვისა და იარუსოვას აღწერილობის მიხედვით) ხურმის ერთწლიან ყლორტებში და ფოთლებში ერთნაირად განვითარებულ და ერთიდაიგივე ხნოვანების მამრობით და მდედრობით ხეებიდან, რომლებიც იზრდებიან თბილისის ბოტანიკურ ბაღში.

ანალიზებს ვაწარმოებდით 1944 წლის თებერვალსა, მაისსა, ივლისსა და სექტემბერში. თითოეულ თვეში ვახდენდით სამ-სამ განსაზღვრას, დროის ერთნაირ ინტერვალებში; 1-ლ ცხრილში მოგვყავს საშუალოები ამ განსაზღვრებიდან.

C-ვიტამინის შემცველობა ხურმის ფოთლებსა და ყლორტებში (mg %) ცხრილი—Таблица 1

თარიღი—дата	♂				♀			
	ყლორტი Побег		ფოთლი Лист		ყლორტი Побег		ფოთლი Лист	
	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес
თებერვალი—февраль	119	209	—	—	119	231	—	—
მაისი—май	300	703	944	4103	318	788	1147	5496
ივლისი—июль	270	639	663	2802	292	640	899	3488
სექტემბერი—сентябрь	326	682	1189	3215	331	736	1299	5512



როგორც ირკვევა, C-ვიტამინი ხურმის ყლორტებსა და ფოთლებში დიდი რაოდენობით გვხვდება მაისისა და სექტემბრის თვეებში, ამავე დროს ფოთლები შედარებით ყლორტებთან უფრო მდიდარი არიან ვიტამინით, რაც უფრო მდიდრობით მცენარეებისათვის არის დამახასიათებელი. ვიტამინი გვხვდება მხოლოდ აღდგენილი ფორმის სახით.

ოქტომბრიდან ნაყოფებმა დაიწყო შეყვითლება. ამ პერიოდიდან ჩვენ ვსაზღვრავედით C-ვიტამინს ყოველ ხუთ დღეში ერთხელ ნაყოფის სრულ მომწიფებაამდის, როგორც ნაყოფებში ისე ფოთლებში.

ვიტამინის შემცველობა mg % ხურმის ფოთლებსა და ნაყოფებში

ცხრილი—Таблица 2

თარიღი—Дата	♂		♀				ფოთლების და ნაყოფების განვითარების ფაზა Фаза развития листьев и плодов
	ფოთლები Листья		ფოთლები Листья		ნაყოფები Плоды		
	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес	ნედლ წონაზე На сырой вес	მშრალ წონაზე На сухой вес	
16/X	1269	1645	1277	1869	93	184	ფოთლები მწვანეა, ნაყოფები ოდნავ შეყვითლდა. Листья зеленые, плоды слегка пожелтели.
21/X	1041	1466	1101	1551	137	194	ფოთლები მწვანეა, ნაყოფები უფრო შეყვითლდა. Листья зеленые, плоды сильнее пожелтели.
26/X	318	1077	958	1277	120	169	ფოთლები იწყებენ გაყვითლებას. ნაყოფები მთლიანად გაყვითლდა და გამჭვირვალე გახდა. Листья начинают желтеть. Плоды совершенно пожелтели и стали прозрачными.
1/XI	731	962	822	1082	120	189	ფოთლები მთლიანად გაყვითლდა, ნაყოფები დარბილდა. Листья совершенно пожелтели. Плоды стали мягкими.
5/XI	516	774	646	910	142	199	ფოთლები მთლად ყვითელია. ნაყოფები დამწიფდა. Листья желтые. Плоды созрели.
10/XI	425	709	516	920	133	171	დაიწყო ფოთლების ცვენა. ნაყოფები მოიკრიფა. Листопад—плоды сняты.

ცხრილი 2 გვიჩვენებს, რომ ხურმის ფოთლებში, მათ მოხერხებასთან დაკავშირებით, მცირდება ვიტამინის რაოდენობაც, ნაყოფებში კი მერყეობს და უფრო ზრდის ტენდენცია აქვს.

15 ნოემბრიდან დაიწყო მასიური ფოთოლცვენა. 25 ნოემბრიდან, როდეს-



თარიღი—Дата	♂						♀						ფოთლების მდგომარეობა Состояние листьев
	ნედლ წონაზე На сырой вес			მშრალ წონაზე На сухой вес			ნედლ წონაზე На сырой вес			მშრალ წონაზე На сухой вес			
	ალბენილი Восстановленная	დაბნეული Окисленная	საერთო Сумма	ალბენილი Восстановленная	დაბნეული Окисленная	საერთო Сумма	ალბენილი Восстановленная	დაბნეული Окисленная	საერთო Сумма	ალბენილი Восстановленная	დაბნეული Окисленная	საერთო Сумма	
25/XI	260	8	268	377	11	388	283	17	300	411	25	436	ერთი დღე-ღამე მიწაზე. Одни сутки на земле.
30/XI	237	10	247	304	13	317	267	17	284	372	24	396	ხუთი დღე-ღამე მიწაზე. Пять суток на земле.
5/XII	233	12	245	311	17	328	243	17	260	342	24	368	10 დღე-ღამე მიწაზე. ფოთლები ზემა. 10 суток на земле, листья нача- ли сохнуть.
10/XII	221	12	233	276	17	293	235	17	252	294	22	316	15 დღე-ღამე მიწაზე. დიდი უმრავ- ლესობა გაზმა და დაღმა. 15 суток на земле, большое ко- личество пошло и погни- ло.

საქართველოს მთელი ფოთლები ჩამოცეინდა, დაეწყო *С-ვიტამინის განსაზღვრა*  
ჩამოცეინულ ფოთლებში ისევ ხუთ დღეში ერთხელ.

მე-3 ცხრილში მოყვანილი მასალა გვიჩვენებს, თუ როგორი თანდათანობით კლებულობს C-ვიტამინი ჩამოცვენილ ფოთლებში და რომ ხურმის ფოთლებში დეგიდროფორმა ჩნდება მხოლოდ ჩამოცვენის შემდეგ, მანამდის კი ის მხოლოდ აღდგენილი ფორმის სახით გვხვდება.

### დასკვნები

ხურმის ნაყოფი, ყლორტები და ფოთლები დიდი რაოდენობით შეიცავენ C-ვიტამინს. განსაკუთრებით მდიდარია ფოთლები.

ხურმის ყლორტები და ფოთლები გაზაფხულსა და შემოდგომაზე შეიცავენ C-ვიტამინის მაქსიმალურ რაოდენობას. ზაფხულში კი ვიტამინი შედარებით ნაკლები რაოდენობით არის. ნაყოფებში C-ვიტამინი მერყეობას განიცდის და მომწიფების სტადიაში ზრდის ტენდენცია აქვს.

ხურმის ფოთლები C-ვიტამინის სიმდიდრით არ ჩამოუვარდებიან ასკილის ნაყოფებსა და ფიჭვის წიწვებს. ამ მხრივ შესაძლებელია, რომ მათ ისეთივე გამოყენება მიეცეს, როგორც ასკილსა და ფიჭვს.

ხურმის ფოთლებში C ვიტამინი განსაკუთრებით გამძლეა და ინახება დიდი რაოდენობით მიწაზე დაცვენის შემდეგაც.

ხურმის ფოთლების გამოყენება C-ვიტამინის მიღების მიზნით შესაძლებელია გაზაფხულიდან შემოდგომამდე. მაგრამ, ნაყოფების მომწიფების უზრუნველყოფის თვალსაზრისით, უმჯობესია მდებრობითი ხეებიდან ფოთლის აღება დაიწყოს ოქტომბერში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

ახატოძისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 1.3.1945)

### ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

Т. А. КЕЗЕЛИ, Л. И. ДЖАПАРИДЗЕ и К. М. ТАРАСАШВИЛИ

### ДИНАМИКА ВИТАМИНА С В ХУРМЕ (*DIOSPYROS LOTUS* L.)

#### Резюме

В настоящем сообщении приводятся данные по динамике витамина С в хурме—*Diospyros lotus* L.

Определение витамина С велось методом Тильманса (согласно прописи Лаврова и Ярусовой) в однолетних побегах и листьях с одновозрастных и одинаково развитых мужских и женских деревьев, произрастающих в Тбилисском Ботаническом саду.

Анализы проводились в феврале, мае, июле и сентябре 1944 года. В таблице 1 даны средние из трех определений для каждого месяца, отдельно для листьев и побегов. Эти данные показывают, что у хурмы витамин С встречается в максимальном количестве весной и осенью, причем листья значительно богаче побегов, что особенно характерно для женских деревьев.

С октября, когда плоды начали созревать, определение витамина С в листьях и плодах велось каждые пять дней. Результаты анализов приведены в таблице 2.

С 25 ноября определение витамина продолжалось в опавших листьях.

Оказалось, что после листопада витамин С начинает уменьшаться в количестве, причем появляется его дегидроформа.

### В ы в о д ы

Хурма (*Diospyros lotus* L.) содержит витамин С в значительных количествах, причем особенно много его в листьях (свыше 1,000 mg %). Как листья, так и однолетние побеги наиболее богаты витамином весной и осенью. Летом содержание в них витамина несколько снижается.

В листьях витамин остается в значительных количествах даже после их опадения осенью. В созревающих плодах содержание витамина С колеблется, показывая тенденцию к увеличению.

Использование листьев хурмы, с целью извлечения витамина С, может осуществляться в течение всей вегетации. Однако, в связи с обеспечением созревания плодов, листья с женских деревьев желательно брать не ранее октября.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический Институт  
Отдел Анатомии и Физиологии

---

ბანკითარების მმანია

6. ბანკილოვა

თვალის წარმოქმნა თავის ტვინიდან *ANURA*-ს საშუალო ნეირულის  
თვალის არეში ღერძის მეზოღერძის გაღანეგვის დროს

შემანის მიერ ორგანიზაციული ცენტრის აღმოჩენამდე თემა თვალის შე-  
სახებ წარმოადგენდა განვითარების მექანიკის ძირითად თემას, რომელიც შეი-  
ცავს ორ დამოუკიდებელ თემას: 1) საკუთრივ თვალის, ე. ი. შუქშემგრძნობი  
ნაწილის — რეტინის ფორმის წარმოქმნას და 2) თვალის შუქშემტეხი ნაწილის  
— ბროლის ფორმის წარმოქმნას. სწორეთ ამ უკანასკნელი თემით დაწყებუ-  
ლი იყო თვალის განვითარების ექსპერიმენტული შესწავლა; გამორკვეული იყო,  
რომ ბროლის განვითარება დამოკიდებულია თვალის ბუშტზე და რომ ბროლი  
შეიძლება განვითარდეს ნეიტრალური, ტანის ეპითელიდანაც; შესწავლილ იქ-  
ნა აგრეთვე ბროლის წარმოქმნის სახეობრივი თავისებურებანიც. ეს თემა და-  
მუშავებულია გაცილებით უფრო სრულად, ვედრე პირველი, რაც უნდა აიხს-  
ნას პირველ რიგში იმით, რომ ბროლის განვითარების დროს ჩვენ გვაქვს იმ  
გავლენის მკაფიოდ შემოფარგლული წყარო, რომელიც წარმართავს თვალის  
მფარავ ეპითელის განვითარებას ბროლის წარმოქმნის მიმართულებით. პირ-  
იქით, თვალის წარმოქმნის შემთხვევაში ცნობილია მხოლოდ ის მასალა, რომ-  
ლისაგანაც ვითარდება ეს ორგანო, ხოლო თუ რა ფაქტორების გავლენით  
ხდება ეს განვითარება — ამის შესახებ თქმა ჩვენ ახლაც არ შეგვიძლია და ვკმა-  
ყოფილებით მხოლოდ ფორმატიული მოქმედების ფაქტის აღნიშვნით. ცნობი-  
ლია, რომ პირველადი ნაწლავის სახურავის წინა ნაწილი გასტრულის ექტო-  
დერმის ქვეშ გადანერგვის დროს იწვევს ექტოდერმიდან თავის ტვინისა და  
მისი დერივატების, მათ შორის თვალის ბუშტების განვითარებას. მაგრამ რა  
ფაქტორების გავლენით ვითარდებიან ეს უკანასკნელები, არიან თუ არა და-  
მოუკიდებელი ეს ფაქტორები, თუ წარმოადგენენ ფაქტორთა კომპლექსს, რო-  
მელიც აპირობებს საერთოდ მთელი თავის წარმოქმნას მისი დერივატებითურთ  
— ამის შესახებ ძნელია რამის თქმა. საერთოდ, თვალის წარმოქმნის პროცეს-  
ში ჩვენ ჯერ ბევრი რამ ბუნდოვანი გვაქვს და ამიტომ საჭიროა ზედმიწევნი-  
თი კვლევის ჩატარება, ვინაიდან ყოველი, თუნდაც მცირე სისტემის მართვა  
შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ გვეცოდინება თვით ეს სისტემა,  
წინააღმდეგ შემთხვევაში ყველა ჩვენი ცდა უშედეგო იქნება. საჭიროა ვიცო-  
დეთ მასალის ფორმის წარმოქმნელი შესაძლებლობანი, ფორმატიული მოქმე-  
დების წყაროები და ამ უკანასკნელთა ლოკალიზაცია. ამიტომ თვალის განვი-  
თარების შესწავლა წარმართულ უნდა იქნას, უპირველესად ყოვლისა, ფორმა-  
ტიული წყაროების შესწავლის მიმართულებით, რადგანაც მათი ტოპოგრაფი-  
ული ფარგლები ჩვენთვის ჯერ-ჯერობით სრულიად უცნობი რჩება.

შემთხვევითმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ თვალის აღდგენა თავის ტვინიდან ხდება უფრო ხშირად მაშინ, როდესაც ნეირულის სტადიაში თვალის მასალის ექსტირპაციის შემდეგ ამ მასალის ადგილას გადანერგილი იყო ზურგის ტვინი ლერძის მეზოდერმასთან ერთად.

ამ მოვლენის დასადასტურებლად სპეციალურად დაყენებულ იქნა წინამდებარე შრომაში აღწერილი ცდები, რომლებიც გამოიხატებოდა ქორდისა და, ცალკე, ლერძის მეზოდერმის გადანერგვაში—თვალის წარმოქმნისათვის მათი ფორმატიული მნიშვნელობის გაძორკევის მიზნით. ამასთან ერთად, ჩატარებულ იქნა აგრეთვე თავის ტვინის გადანერგვის ცდებიც—ამ ტვინის ცალკე განყოფილებების თვალის წარმოქმნელი უნარის გამოკვლევის მიზნით.

ცდების სამივე სერიაში ოპერაცია გამოიხატებოდა იმაში, რომ ნეირულის სტადიაში ხდებოდა თვალის მასალის ექსტირპაცია და მის ადგილას გადაირგვებოდა გამოსაცდელი მასალა, ე. ი. ერთ შემთხვევაში—ქორდის, მეორე შემთხვევაში—მეზოდერმისა და მესამე შემთხვევაში—თავის ტვინის მასალა. პირველ ორ სერიაში შესასწავლი იყო გადანერგილი მასალის ფორმატიული მნიშვნელობა, ხოლო მესამე სერიაში—თავის ტვინის ფორმატიული რეაქცია.

ოპერაციების უმეტესი ნაწილი ჩატარებულია საშუალო ნეირულის სტადიაში, მაგრამ, გარდა ამისა, ჩატარდა ისეთი ოპერაციებიც, რომლების დროს დონორი ან რეციპიენტი იმყოფებოდა ნერვული ფირფიტის სტადიაში ან, პირიქით, გვიანი ნეირულის სტადიაში, როდესაც ნერვული ლილეაკები უკვე იწყებენ შეკვრას. თვალის ადგილას ტრანსპლანტატის გადანერგვისას საჭირო იყო პირველი ორი საათის განმავლობაში თვალყურის დევნება იმისათვის, რომ ტრანსპლანტატი არ ამოვადებულყო კრილობის შეხორცების დროს.

ყველა ცდა შესრულებულია *Rana ridibunda*-ს ჩანასახებზე. ოპერირებული ჩანასახები იზრდებოდნენ 13—14 დღის განმავლობაში, მხოლოდ მათი უმნიშვნელო ნაწილი დაფიქსირდა ოპერაციიდან 5—6 დღის შემდეგ.

ჩანასახების ფიქსაცია ხდებოდა ბუენის სითხის საშუალებით, რის შემდეგ ისინი ტოტალურად იღებებოდნენ ბორის კარმინით.

სამივე სერიის საცდელი მასალის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ნეირულის სტადიაში თვალის მასალის ექსტირპაციის შემდეგ თვალი ვითარდება მხოლოდ იმ სერიაში, რომელშიაც მოშორებული მასალის ადგილას გადანერგებოდა ლერძის მეზოდერმა.

ქორდისა და თავის ტვინის გადანერგვის ცდების შედეგები ერთნაირი აღმოჩნდა იმ მხრით, რომ ორივე შემთხვევაში ტრანსპლანტატი ვითარდებოდა თავისი წარმოშობისამებრ: მომავალი ქორდის მონაკვეთი ვითარდებოდა ქორდად, ხოლო თავის ტვინის ტრანსპლანტატი ან შეეზრდებოდა რეციპიენტის ტვინს და ასეთ შემთხვევაში წარმოიქმნებოდა ტვინის გადიდებული განყოფილება და მისი დიდი ღრუ, ან და ტრანსპლანტატი ვითარდებოდა დამოუკიდებლად როგორც ტვინის განყოფილება.

ქორდის გადანერგვის ყველა შემთხვევაში ტრანსპლანტატი დევს ტვინის ახლოს, იმ ადგილას, სადაც ტიპიური განვითარებას დროს ტვინიდან გამოდის თვალის ყუნწი. არც ერთ შემთხვევაში თვალის ჯამი არ წარმოქმნილა.

მიუხედავთ იმისა, რომ ჩანასახები დაფიქსირებული იყვნენ 13-14 დღის შემდეგ, რაც სრულიად საკმარისი იქნებოდა თვალის ჯამის განვითარებისათვის.

მომავალი თავის ტვინის გადანერგვის სერიაში თვალის ჯამი და ბროლი გაუვითარდა 20 ჩანასახიდან ოთხს; ოთხივე შემთხვევაში ტრანსპლანტატი აღმოჩნდა დაშორებული თვალს კაუდალურად. ამგვარად, თვალის განვითარება მოხდა გადანერგილი თავის ტვინის მონაწილეობის გარეშე და წარმოადგენს თვალის არა მთლიანად მოშორებული მასალის რეგულაციის შედეგს. თვალის ჯამების მცირე ზომა მოწმობს ამ აზრის სისწორეს. იმ დანარჩენი 16 შემთხვევიდან, სადაც ტრანსპლანტატი აღმოჩნდა თვალის დონეზე და, შეეზარდა რა რეციპიენტის ტვინს, წარმოქმნა ტვინის მოზრდილი განყოფილება, — არც ერთ ჩანასახს თვალის ჯამი არ გაუვითარდა.

შეიძლება გვეფიქრა, რომ ნეირულის თავის ტვინს ჯერ კიდევ აქვს უნარი შესცვალოს თავისი ტიპური განვითარების გზა და ახალ გარემოცვაში განვითარდეს თვალად, მსგავსად იმისა, როგორც ეს აღნიშნული აქვს უმანსკის [2] ზურგის ტვინის მიმართ. მაგრამ აქ მოყვანილი მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ტრანსპლანტატი ვითარდება თავისი წარმოშობის შესაბამისად, თუ არ ჩავთვლით იმ შემთხვევებს, როდესაც ის შეეზრდება რეციპიენტის ტვინს და გადაიქცევა თავის ტვინის სხვა განყოფილების შემადგენელ ნაწილად და არა იმ განყოფილების ნაწილად, რომელსაც ის წარმოქმნიდა ადგილზე დატოვების შემთხვევაში.

ამგვარად, საშუალო ნეირულის თავის ტვინი თვალის მასალის ადგილზე გადანერგვის შემდეგ არ ვითარდება თვალად.

რაც შეეხება სომიტების მასალის ტრანსპლანტაციის სერიას, უნდა აღინიშნოს, რომ, ორი წინა სერიისაგან განსხვავებით, ოპერირებულ ჩანასახთა უმრავლესობას გაუვითარდა თვალი. თვალის დიფერენცირების ხარისხისა და მისი ტოპოგრაფიული მდებარეობის მიხედვით სერიის შედეგები შეიძლება დავყოთ ორ ჯგუფად: ერთ ჯგუფს უნდა მიეკუთვნოს ის შემთხვევები, სადაც ოპერაციის შემდეგ წარმოქმნილი თვალი შეერთებულია ტვინთან და იმყოფება განვითარების უფრო ადრეულ სტადიაში, ვიდრე ის თვალები, რომლებიც ჩვენ მივაკუთვნეთ შედეგების მეორე ჯგუფს, ე. ი. თავისუფლად მდებარე თვალის ჯამები ბროლით. ეს უკანასკნელები ისევეა განვითარებული, როგორც ნორმალური თვალი მარცხენა, არაოპერირებულ მხარეზე და განსხვავდებიან მხოლოდ ნაკლები ზომით.

ტვინთან შეერთებული ჯამები — ოპერაციიდან 13-14 დღის შემდეგ ფიქსაციის შემთხვევაშიაც კი წარმოადგენენ თითქოს ტვინის გამოჩაზნექს სუსტად გადაღუნული კიდეებით, რეტინის უწყესრიგოდ განლაგებული უჯრედებითა და არათანაბრად განვითარებული პიგმენტური გარსით; ბროლში მხოლოდ ისახება ბოკოვანი ნაწილი. ტრანსპლანტატი უფრო წინაა მოთავსებული და ამიტომ არ გვხვდება ჯამის შუა ანათლებზე, ვინაიდან თავის განივად დაჭრის დროს ის უფრო ადრე იჭრება, ვიდრე თვალი. ტრანსპლანტატი განიცდის დიფერენცირებას კუნთურ უჯრედებად.

ერთ შემთხვევაში თვალი შეერთებულია ტვინის ზემო განყოფილებასთან, რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ ტვინის ამ განყოფილებასაც შეუძლია განვითარდეს თვალად. I ჯგუფის ყველა ათ ჩანასახს თვალის ჯამი ერთნაირად აქვთ განვითარებული—ისე, როგორც ზემო აღწერილ შემთხვევაში და განსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ ზოგიერთ ჩანასახს არ გაუვითარდა ბროლი. ეს უკანასკნელი აიხსნება იმით, რომ ამ ჩანასახებში ახლად წარმოქმნილი თვალის ჯამი უფრო დაშორებულია ეპითელისაგან, რის გამო ბროლის წარმოქმნა გაძნელებულია.

აღსანიშნავია, რომ ყველა იმ შემთხვევაში, სადაც ახლად წარმოქმნილი თვალი შეერთებულია ტვინთან, მოიპოვება მეზოდერმული წარმოშობის ტრანსპლანტატი, მაგრამ თუ ავიღებთ იმ ჩანასახებს, რომლებსაც ტრანსპლანტატი აღმოაჩნდათ თავის ტვინის ახლოს თვალის დონეზე, უნდა ითქვას, რომ არა ყველა შემთხვევაში წარმოიქმნა თვალის ჯამი: 15 ასეთი ჩანასახიდან თვალი გაუვითარდა ტვინიდან 10 ჩანასახს, 5 დანარჩენი ჩანასახის ტვინის კედელში არ აღინიშნება არავითარი ცვლილება და ოპერირებულ მხარეზე თვალი არ განვითარდა. დანარჩენ 19 ჩანასახს ტრანსპლანტატი აღმოაჩნდა თვალის დონიდან უფრო კაუდალურად ლოკალიზებული ან ზოგიერთ შემთხვევაში სრულიად არა ჩანს. ამ 19 ჩანასახს შორის რვას გაუვითარდა თვალის ჯამი და ბროლი; ეს შემთხვევები ჩვენ მივაკუთვნეთ II ჯგუფს. ყველა ამ 8 ჩანასახის *tapetum*-ი ძლიერ პიგმენტირებულია, ხოლო რეტინა დიფერენცირებულია შრეებად, ბროლის ღრუ კი ამოვსებულია ბოჭკოვანი უჯრედებით. ყველა შემთხვევაში თვალი ისევე განვითარებული, როგორც ამავე ჩანასახების არაოპერირებულ მხარეზე და განსხვავდება მხოლოდ ნაკლები ზომით.

შეიძლება გვეფიქრა, რომ ის ორი ჯგუფი, რომლებსაც მე დაყავი სერიის შედეგები, წარმოადგენს თვალის განვითარების მხოლოდ ორ სხვადასხვა სტადიას: პირველ ჯგუფისათვის მიკუთვნებულია ის შემთხვევები, სადაც თვალი ჯერ ტვინის გამონაზარდს წარმოადგენს და ამის შესაბამისად ნაკლებად არის დიფერენცირებული, ვიდრე იმ ჩანასახების თვალი, რომლებიც მიკუთვნებულია II ჯგუფისათვის და რომლებშიც არ არის აღმოჩენილი კავშირი თვალსა და ტვინს შორის. თვალის ჯამი ორ აღნიშნულ ჯგუფში, უქვევლია, არა ერთნაირადაა განვითარებული, მაგრამ ეს განსხვავება შემთხვევითი არ არის და აიხსნება ჯამების არაერთნაირი წარმოშობით: ერთ შემთხვევაში თვალის ჯამები მეორადად წარმოიშენენ ტვინიდან და ჯერ კიდევ შეერთებული არიან მასთან, მეორე შემთხვევაში კი ჯამები მდებარეობენ თავისუფლად და განვითარდნენ ტიპური თვალის მასალის იმ ნაწილიდან, რომელიც ოპერაციის დროს შემთხვევით დარჩა ადგილზე.

გარდა ამისა, პირველი ჯგუფის ყველა ჩანასახში არის მეზოდერმული ტრანსპლანტატი, მეორე ჯგუფში კი ტრანსპლანტატი ან სრულიად არ არის, ანდა იმყოფება თვალის დონიდან ვაცილებით უფრო კაუდალურად. ეს გარემოება გვაძლევს საფუძველს ვიფიქროთ, რომ პირველ ჯგუფში თვალი განვითარდა ტვინიდან და ამაში არ შეიძლება მნიშვნელობა არ ჰქონოდა ტრანს-

პლანტატის გავლენას. სწორედ ამით განსხვავდება პირველი ჯგუფი მეორისაგან; ხოლო ამ უკანასკნელში თვალის ჯამები ტვინიდან არ განვითარდნენ და მათ წარმოქმნას კავშირი არ ჰქონდა გადანერგილ მეზოდერმასთან. ამის საწინააღმდეგოდ შეიძლება წამოყენებულ იქნას შემდეგი მოსაზრება: თუ თვალის ჯამის წარმოქმნა შესაძლებელია იქ, სადაც სომიტების ტრანსპლანტატი არ არის აღმოჩენილი, მაშინ ის შემთხვევებიც, სადაც თვალის ჯამები განვითარდნენ ამ ტრანსპლანტატის გვერდით, განხილულ უნდა იქნას როგორც იმავე ფაქტორების მოქმედების შედეგი, რომლებიც აპირობებენ თვალის წარმოქმნას ტიპიური განვითარების დროსაც და რომლებიც, ყოველ შემთხვევაში, დამოუკიდებელი არიან გადანერგილი სომიტებისაგან. მაგრამ თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ ფაქტს, რომ თვალის არეში მეზოდერმული ტრანსპლანტატის არსებობის შემთხვევაში ჩანასახთა უმრავლესობის ახლად წარმოქმნილი ჯამი შეერთებულია ტვინთან და უფრო სუსტადაა განვითარებული, ვიდრე იმ ჩანასახებში, რომლებიც დაფიქსირებული იყვნენ იმავე ვადაში, მაგრამ რომლებსაც ყოველშემთხვევაში თვალის დონეზე არ გააჩნდათ ტრანსპლანტატი, მაშინ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ ექსპერიმენტში ტვინიდან თვალის ჯამის განვითარება ხდება სომიტების გავლენის მონაწილეობით. ასეთი დასკვნის სასარგებლოდ მოწმობენ აგრეთვე ქორდისა და თავის ტვინის გადანერგვის ცდებიც: მართლაც, თუ შესაძლებელია თვალის ჯამის მეორადი განვითარება ტვინიდან სომიტების მასალაზე დამოუკიდებლად, მაშინ გაუგებარი რჩება, თუ რატომ ეს არ ხდება თვალის ექსტირპირებული მასალის ადგილას ქორდისა და თავის ტვინის გადანერგვის დროს. ზევით კი იყო აღნიშნული, რომ ამ ორ სერიაში ადგილი არ ჰქონდა თვალის წარმოქმნას ტვინიდან, ხოლო 4 ჩანასახის თავისუფლად მდებარე თვალის ჯამები განვითარდნენ თვალის მასალის ნარჩენებიდან.

ამგვარად, თავის ტვინის წინა განყოფილებას უნარი აქვს განვითარდეს თვალად მაშინაც, როდესაც მასში უკვე დაწყებულია ტიპიური თვალის განვითარება. მაგრამ თვალის განვითარება ტვინიდან ხორციელდება სომიტების მასალის მონაწილეობით. ამ შემთხვევაში არ შეიძლება ლაპარაკი, თითქოს სომიტების მასალა წარმოადგენს თვალის ინდუქტორს, მსგავსად, მაგალითად თვალისა, რომელიც აინდუცირებს ბროლს. ასეთი აზრი არ იქნებოდა მართებული, ვინაიდან აქ თვალის წარმოიქმნება არაინდიფერენტული მასალიდან და, ამასთან, ეს განვითარება ხდება თვალის არეში, სადაც უთუოდ მნიშვნელობა აქვს რეგიონალობას. მოცემულ შემთხვევაში მეზოდერმის გავლენა განხილულ უნდა იქნას როგორც ისეთი გავლენა, რომელიც ხელს უწყობს იმას, რომ განვითარდეს თვალის, რომელიც ამ გავლენის გარეშე ტვინიდან იშვიათად ვითარდება რაღაც სხვა ფაქტორების გავლენით.

ტვინიდან თვალის მეორადი განვითარებისათვის მეზოდერმის მნიშვნელობის შესახებ გამოტანილი დასკვნის დასადასტურებლად უნდა მოვიყვანოთ ჰოლტფრეტერის [3] მონაცემები, რომლებმაც გვიჩვენა, რომ რინგერის ხსნარში პრეზუმპციული ნერვული ფირფიტისა და ენტოდერმის ექსპლანტაციისას თვალის დიფერენცირება ხდება მხოლოდ მეზენქიმურ გარემოცვაში, ხოლო მე-





ზენქიმის უქონლობის შემთხვევაში თვალის განვითარება ჩერდება ბუშტი სტადიაზე.

ქორდის მასალას აღწერილი თვისებები არა აქვს. მაშასადამე, თვალის განვითარებისათვის მნიშვნელობის მიხედვით პირველადი ნაწლავის სახურავი იყოფა 2 კომპონენტად (ყოველ შემთხვევაში ცდის პირობებში): ერთი კომპონენტი ხელს უწყობს თვალის განვითარებას, ხოლო მეორე არ იღებს მონაწილეობას ამ პროცესში.

დასასრულ, შეიძლება გამოტანილ იქნას შემდეგი დასკვნები:

1. ნეირულის სტადიაში, თვალის მოშორებული მასალის ადგილას მესამე მეოთხედის ლერძის მეზოდერმის გადანერგვის დროს თავის ტვინის თვალის არეში მდებარე ნაწილიდან ვითარდება თვალის ჯამი, რომელიც ოპერაციიდან 13-14 დღის შემდეგ კიდევ შეერთებულია ტვინთან და იმყოფება განვითარების უფრო ადრეულ სტადიაში, ვიდრე იმავე ჩანასახების არაოპერირებულ მხარეზე მყოფი ჯამი.

2. ქორდისა და თავის ტვინის უკანა ნაწილის გადანერგვისას თვალის ჯამი ტვინიდან არ ვითარდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ზოოლოგიის ინსტიტუტი

განვითარების მექანიკის ლაბორატორია  
თბილისი

(შემოვიდა რედაქციაში 2.4.1945)

МЕХАНИКА РАЗВИТИЯ

Н. А. МАНУИЛОВА

ОБРАЗОВАНИЕ ГЛАЗА ИЗ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ ПЕРЕСАДКЕ  
ОСЕВОЙ МЕЗОДЕРМЫ В ОБЛАСТЬ ГЛАЗА СРЕДНЕЙ НЕЙРУЛЫ У

ANURA.

Резюме

Тема о глазе включает две независимые темы: 1) формообразование собственно глаза — ретины и 2) формообразование светопреломляющей части — линзы. Последняя тема разработана значительно полнее первой, что объясняется отчетливой ограниченностью источника, побуждающего линзовый эпителий к образованию закладки. Напротив того, при формообразовании глаза известен только материал из которого развивается этот орган, а под влиянием каких факторов это осуществляется, остается неизвестным и приходится ограничиваться установлением факта формативного действия. Поэтому работу с глазом следует вести в направлении изучения его формативных источников, топографическая отграниченность которых совсем неизвестна. Случайное наблюдение, показавшее, что восстановление глаза из головного мозга наблюдается чаще тогда, когда, после удаления главно-

го материала на нейруле, на его место пересаживался спинной мозг с осевой мезодермой, дало основание к постановке опытов по испытанию формативного значения для развития глаза, отдельно хорды и мезодермы. Кроме того, были произведены пересадки на место глаза разных отделов головного мозга, для выяснения его глазообразовательной способности.

Во всех трех сериях операция состояла в удалении закладки глаза на нейруле и пересадке на это место испытуемого материала.

Изучение подопытного материала всех трех серий показало, что после удаления глазного материала на нейруле глаз из мозга развивается только в той серии, в которой на место удаленного глаза была пересажена осевая мезодерма.

Результаты опытов с хордой и головным мозгом одинаковы в том отношении, что в обоих случаях трансплантат развился согласно своему происхождению: участок будущей хорды дифференцировался в хорду, а трансплантат головного мозга или сливался с мозгом хозяина, или развивался самостоятельно как отдел мозга.

Обнаруженные у четырех зародышей из двадцати глазные чаши развились из остатков глазного материала, неполностью удаленного при операции. При пересадке материала сомитов у большинства зародышей развился глаз, но, по степени дифференцировки глаза и его топографическому положению, материал может быть разделен на две группы: к одной относятся те случаи, в которых образовавшийся после операции глаз соединен с мозгом и находится на более ранней стадии развития, чем отнесенные ко второй группе со свободно лежащими, хорошо дифференцированными чашами и линзами, отличающимися от типичных на левой неоперированной стороне только меньшими размерами. У всех зародышей с глазом, соединенным с мозгом на уровне развивающегося глаза, есть трансплантат мезодермального происхождения. У зародышей с хорошо дифференцированным глазом трансплантат или не обнаружен совсем, или находится много каудальнее уровня глаз.

Неодинаковое развитие глаза в обеих группах не случайно и обуславливается их различным происхождением; в одном случае чаши вторично развились из мозга не без влияния пересаженной мезодермы, во втором свободно лежащие чаши образовались из остатков глаза, неполностью удаленного на нейруле, независимо от трансплантата. Следовательно, мезодермальный материал способствует развитию глаза из головного мозга, в пользу чего говорят также результаты опытов пересадок материала хорды и головного мозга, в которых ни в одном случае не отмечено образование глазной чаши из мозга. Таким образом, передний отдел головного мозга способен развиваться в глаз и после выделения из него типично развивающегося глаза, причем развитие глаза осуществляется при наличии материала сомитов. Влияние последних в данном случае следует рассматривать как

такое влияние, которое способствует образованию глаза из мозга, без этого осуществляющееся как редкое исключение. Материал хорды таким свойством не обладает. Следовательно, по своей значимости для развития глаза, во всяком случае в опыте, крыша первичной кишки разделяется на компоненты, один из которых способствует развитию глаза, а другой — остается безучастным.

Академия Наук Грузинской ССР  
Зоологический Институт  
Лаборатория механики развития  
Тбилиси

ციტირებული ლიტერატურა — ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Mangold. Roux' Archiv, Bd. 47, 1929.
2. Umanski. Zoolog. Anzeig., Bd. 110, H. 1/2, 1935.
3. Holtfreter. Arch. f. exper. Zellforschung. Bd. XXIII, H. 2, 1939.



ფიზიოლოგია

ლევან ჯაფარიძე

ფუტკრის (*APIS MELLIFERA L.*) წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალის შესახებ

იმ საკითხის გამოსარკვევად, წარმოადგენს თუ არა წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალი დამოკიდებულს, ან დამოუკიდებელ ნიშანთვისებას, ფუტკარი მეტად ხელსაყრელ ობიექტად მიგვაჩნია. როგორც ცნობილია, მუშა-ფუტკარი არის ფიზიოლოგიურად არა სრულფასიანი მდებრი, რადგან მის ონთოგენეზის დროს სასქესო სისტემის განვითარება აღარ მიმდინარეობს, ამის გამო, მუშა-ფუტკარი მოკლებულია იმ დამოკიდებულ მეორად სასქესო ნიშნებსაც, რომლითაც განირჩევა დედა-ფუტკარი.

წყალშემცველობის განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ ფუტკრის კავკასიური პოპულაცია, რომელიც აღებული ვეჭონდა საქ. სსრ მიწსახკომის ვეტერინარულ საცდელ სადგურში (თბილისი). გარეშე ფაქტორთა ზემოქმედებისა და განსხვავებულ ყოფაქცევის გავლენის ასაცილებლად, მამლებს და მუშა-ფუტკრებს, რომლებიც ერთ სკას ეკუთვნოდნენ, ვიღებდით ფიჭიდან გამოსკლის მომენტშივე. მწერები ნაწილდებოდნენ ბიუქსებში და მუდმივ წონამდის შრებოდნენ 60°C-ის პირობებში. ანალიზის შედეგები (abs %/%) მოგვყავს ცხრილში № 1.

ცხრილი № 1.

ზრდა დასრულებულ ფუტკრის წყალშემცველობა

სქესი	n	$\frac{\text{Lim}}{M \pm m}$	V <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	P <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = t$
მუშა-ფუტკარი (♀)	15	$\frac{459-544}{506.27 \pm 6.92}$	5.1	1.4	$\frac{101.34}{8.507} = 11.91$
მამალი ფუტკარი ♂	15	$\frac{365-437}{404.93 \pm 4.84}$	4.6	1.2	

ეს მონაცემები მიგვიჩვენებენ *imago*-ს წყალშემცველობის მეტად დიდ სხვაობაზე ( $D > 100\%$ , abs.), მაგრამ ვერ არკვევენ იმას, თუ რამდენად შეეძლო დიფერენციალის ოდენობაზე გავლენა მოეხდინა წყალშემცველობის ასაკობრივ კლებადობას, რომელიც სხვადასხვა სქესის მწერებში განსხვავებული უნდა იყოს. ამასთან დაკავშირებით მივმართავთ შტრაუსს (1911), რომელსაც გამოკვლეული აქვს ფუტკრის ქიმიური შემადგენლობა განვითარების ცალკეულ სტადიებისათვის. ცხრილში № 2 მოცემულია აბსოლუტური ტენიანობა, ჩვენ მიერ გამოთვლილი შტრაუსის იმ გრაფიკების საფუ-

ქველზე, რომელიც ამბრუსტერს აქვს მოყვანილი (Питание, пищеварение и обмен веществ у пчел, 1937).

როგორც ჩანს, მუშა-ფუტკრებს, მამლებთან შედარებით, გაცილებით მეტი წყალშემცველობა აქვთ არა მარტო ზრდადასრულებულ მდგომარეობაში, არამედ „ჭუპრის“ სტადიაშიც (ვითვალისწინებთ რა ავტორის გაფრთხილებას, ჩვენ აქ არ შევხებით თავახდელ მატლების წყალშემცველობას).

ცხრილი № 2

ფუტკრის წყალშემცველობა (შტრაუსის მიხედვით)

სქესი	ჭუპრის პირველი დღეები	ჭუპრის ბოლო დღეები	სრული ფუტკარი
მუშა-ფუტკარი (♀)	330	650	500
მამალი ფუტკარი ♂	240	400	370
სხვაობა . . .	90	250	130

ამრიგად, მუშა-ფუტკრის მაგალითი გვიჩვენებს, რომ წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალი ნამდვილად უნდა მიეკუთვნოს „დამოუკიდებელ“ ნიშანთვისებათა კატეგორიას.

რადგან *Bombyx mori* L.-სთვის ჩვენ მიერ ნაჩვენები იყო ამ ნიშანთვისების ონთოგენეზური განვითარების პარალელობა მწერის სქესობრივ განვითარებასთან (იხ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, V, 5, 1944), ამიტომ ადვილი შესაძლებელია, რომ სქესობრივად სრულფასიან დედა-ფუტკარში წყალშემცველობის სქესობრივი დიფერენციალი კიდევ უფრო მკვეთრად იქნება გამოსახული, მუშა-ფუტკართან შედარებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

ანატომიისა და ფიზიოლოგიის განყოფილება

(შემოვიდა რედაქციაში 23.9.1944)

ФИЗИОЛОГИЯ

Л. И. ДЖАПАРИДЗЕ

О ПОЛОВОМ ДИФЕРЕНЦИАЛЕ ВОДОСОДЕРЖАНИЯ У ПЧЕЛЫ  
(*APIS MELLIFERA* L.)

При изучении вопроса—является ли половой дифференциал водосодержания зависимым или же независимым признаком—весьма удобным объектом представляется пчела (*Apis mellifera* L.). Как известно, рабочая пчела представляет собой физиологически неполноценную самку, так как при ее онтогенезе половая система не получает своего развития. В связи с этим, рабочая пчела лишена и тех зависимых вторичных половых признаков, которыми отличается пчелиная матка.

Для определения водосодержания, нами исследована кавказская популяция пчелы с пасеки Ветеринарной Опытной станции НКЗема Грузинской ССР (Тбилиси). Во избежание влияния различий в образе жизни, а также воздействия внешних условий, трутни и рабочие пчелы, принадлежащие одной семье, брались в момент их выхода из ячеек. Насекомые рассаживались по боксам и подвергались сушке до постоянного веса при 60°C. Результаты анализа (abs %/%) приведены в таблице 1.

Таблица 1

## Водосодержание у взрослой пчелы

Пол	n	$\frac{\text{Lim}}{M \pm m}$	V%	P%	$\frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = t$
Рабочие пчелы (♀)	15	$\frac{459-544}{506.27 \pm 6.92}$	5.1	1.4	$\frac{101.34}{8.507} = 11.91$
Трутни ♂	15	$\frac{365-437}{404.93 \pm 4.84}$	4.6	1.2	

Эти данные указывают на весьма большое различие в водосодержании у *imago* ( $D > 100\%$  abs), однако, остается неясным, в какой степени здесь причастно влияние возрастного падения водосодержания, которое у разных полов надо полагать различным. В связи с этим обращаемся к исследованиям Штрауса (1911), проследившего химический состав пчел в их отдельных стадиях развития; абсолютная влажность, высчитанная нами на основе тех графиков Штрауса, которые приводятся Амбрустером (Питание, пищевар. и обмен вещ. у пчел, 1937), даны в табл. 2.

Таблица 2

## Водосодержание у пчелы (по Штраусу)

Пол	Первые дни куколки	Последние дни куколки	Совершенная пчела
Рабочие пчелы (♀)	330	650	500
Трутни ♂	240	400	370
Разница	90	250	130

Как видно, у рабочей пчелы содержание воды намного выше, чем у трутня, не только во взрослом состоянии, но и в стадии „куколки“ (Учитывая предостережение автора, мы не касаемся водосодержания открытой червы).

Таким образом, на примере рабочей пчелы удается показать, что половой дифференциал водосодержания следует отнести к категории „независимых“ признаков.

Вместе с тем, поскольку для *Bombux mori* L. нами было показано нали-  
онтогенетического усовершенствования этого признака, по мере полового  
развития насекомого (см. Сообщения АН Гр. ССР, V, 5, 1944), можно  
предполагать, что у полноценной в половом отношении пчелиной матки  
половой дифференциал водосодержания будет выражен еще более отчетли-  
во, чем у рабочей пчелы.

Академия Наук Грузинской ССР  
Тбилисский Ботанический Институт  
Отдел Анатомии и Физиологии

---

მაკარ ხუბუა

სპარსული უკანაენისმიერები ქართულში\*

ირანულიდან ქართულში შემოსულად ჩემ მიერ დადგენილ სიტყვებში უკანაენისმიერთა სახეები შემდეგია:

I. ირან.  $k > a / \chi$  — 1. ქადაგ-ი, ქადაგ-ება, სა-ქადაგ-ო, მო-ქადაგ-ე: ქადაგი მალალ მძახებელი სწავლისა; ქადაგება მალლის წმით სწავლება [1]; проповедник, глашатай, бирюч; прорицатель, -льница; ქადაგი დედაკაცი прорицательница [2]. საანალიზო ტერმინი ირანული წარმომავლობისაა: phlv. katak «Grabstätte; Haus»; katak (xutā, katak [bānūkih. (A. V.) [3]; آك (ქადაკ) locus, qua Signif. mutis vociaus postponitur [4]; A habitation. A tavern. A vault, cavern or cellar. A villag [5]; ... zu etwas bestimmter Ort, stätte [6]. უცხოურობის მაუწყებელია მისი სახეუცვლელობაც ქართველურ ენებში. წარმართული ეპოქის მონაცემია და გაჩოყენებულია ქრისტიანული კულტურის მიერ. პირველი დებულების სასარგებლოდ ლაპარაკობს ტერმინის ფონემური მხარეც, სემასიოლოგიური მხარეც — უძველესი ხანებიდან მოკიდებული უკანასკნელ საუკუნემდის გავრცელებულია ქართველ ტომთა შორის „ქადაგად დაცემა“. ამ კონტექსტის ქართულ-ირანულ ისტორიულ ასპექტისათვის ფრიად მნიშვნელოვანი დეტალები დაცულია შაჰნამეს სპარსულ ვერსიებშიც. ასე, მაგალითად, ირანელთა მჩაგვრელის ზააქის წინააღმდეგ მებრძოლი ფერიდუნის ლაშქარში მონაწილეობის მიღებისა და მტრის შესამუსრავად ერთიანი ფრონტის შექმნისაკენ მიმართული ძლიერი მოწოდების ხმა სწორედ ქადადან გამოდის ([7], 106) *برآمد ز آتشگاه*. Il s'éleva un cri du temple de feu. ([7], 107). შდ.: რა მეფემან ეს შესმენაები მოისმინა და გაიგონა, მის საცნობელსა უხვების მდულარემან ოფლმან დაასხა და ბრძანა სვეკალთა ზარდახშათა კართა ვაღება და ქადაგთა ყივილი, რათა კეთილსა კაცსა და ბოროტსა ყოველსავე ბოძი და მისაცემელი მიენიჭოს ([8], 29).

2. ქობ-ი. ქობი ფოთელთა და ჩალათაგან სახლაკი [1]; ქობი ტალავარი, სოფლის სახლი, დახურული ფიჩხით ან ჩალით, изба [2]; خك (ქობ, ქახ) vulgo Kiösk, Belvedere [4]. дача, ви́лла; верхний этаж, башня, галерея. балкон, стенные зубцы [9]; здание, строение (дворец, замок, башня) [10] შდ. ქობმახ-ი неуклюжий дом [2] და *اس خك kākhi-mah*, The sign Scorpio and the first heaven or region of the moon [5].

(\* მოხსენდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საზოგადოებრივ მეცნიერებათა განყოფილების XV სამეცნიერო სესიას 28.II.44 წ. იბეჭდება შემოკლებით.



3. ქილიქ-ი, ქილიკ-ი. ქილიკი ფიცარი დაჭდობილი ერთმანეთში გასაწყობლად [1]; შდ. მგრ. ქილიქი კედლის ასაშენებლად გაწყობილ ფიცართა საერთოერთო ჩასატანებელი რიკი მეტი სიმკვიდრისათვის, გამრუდებისაგან დასაცავად: كلیك (ქილექ), كك (ქილიქ) камыш; камышевое перо; стрела, клыки; [ქილიქი შაქარ] сахарный тростник; [ქილიქ-ი წარანგბ] карандаш [9]. ზეპირი გზით შემოსული ტერმინია.

4. ბეჟა ერისთვის ცოლს ეწოდების [1]. ბალხურის ენითა ერთს შეასწავლა: ბეჟა მეკრესთან მწოლი ვნახეო ([8], 220<sub>21</sub>) = بیه [ბეგომ] et بیه [ბეჟა] domina, matrona [4]; beygom, beygam A lady of rank [13]; [ბეგომ, ბეჟამ] госпожа, дама, принцесса [9].

5. ქესატ-ი. ქესატობა უფულობა [2]: მისი ფიქრის ბაზარი ქესატად იქნების; როდესაც ჩახედოს გულის სარკესა, ნახავს ეხგსა და სიბნელეს (A 227a) ساد [ქესად] застой в торговле, непродажность, дешевизна товара [9].

6. ქარშონას: მეფემან მან მელიქ ფირუზამ ჰკითხა მეხუთეს ვეზირსა, რომელსა ეწოდებოდა ქარშონას (A 163); ხელმწიფემან [ჰკითხა] მას ბრძენსა, მეხუთესა მრჩეველსა, რომელსა ქარშონა ეწოდებოდა ([8], 279); ქარშონას რა ეს მასალი დაათავა (A 168a); მელიქ ფირუზა ხალვათად შევიდა, მარტო დაჯდა და ქარშონასს დაუძახა (ib. 169a); ქარშონამ უთხრა ([8], 281<sub>24</sub>); ქარშონამ თქვა არაკი (ib. 282) = کارشناس [ქარშენოს] опытный в деле, искусный, знающий, сведущий [9]. A ვერსია სწორად კითხულობს, საბას რედაქცია მცდარია (ბოლოკიდურის მიმართ).

7. ქარღონ. ქარღონამ თქვა არაკი ([8], 351). შდ. ([11], 241) كاران ve-zirus [4]; Intelligent, skilful, expert, versed. A prim-vminister [5].

8. ქოშაქ-ი. აქლემის კოზაკი, ანუ კვიცი [1]. იხ. კოზაკი.

9. ქოჩაბანდ-ი || ქუჩაბანდ-ი. ქოჩაბანდი რა მებრძოლთა ციხე-ქალაქნი გარემოიცვან, არცაეინ შეუშვან და არცაეინ გამოუშვან [1]. ქუჩაბანდი глухой переулок, ქუჩის ყურე, угол улицы [2] = كوچه بند (ქუჩაბანდ) obstruere viam s. plateam [4].

10. ქაშმირ-, ქიშმირ-ი. ქიშმირის ქვეყანას ერთი ბაზირგანი იყო (A 1187); ქიშმირის ხელმწიფემ (ib. 165); მასმია, ქიშმირის თემსა ერთი დიდი მეფე ჯდა მდიდარი ([8], 351), შდ. ([11], 241). დამანამ თქვა არაკი: ქიშმირის ქალაქსა შიგა ერთი დიდი ვაჭარი იყო ([8], 199). შდ. კაშმირ-ი (ნაქსოვი) = کشمیر kishmar [5], თემია ხორასანში და ქალაქია თურქესტანში.

11. ქებინ-ი. შეიღმა უთხრა: მე რომ მინდა, გამიზხადებია და მისი ქებინი ნაღდი დამიდვია (ქდ D 52a), შდ. كاین و نقد ناهاد ([11], 34<sub>14</sub>) كاین, كاین, كاوين (ქაბენ, ქაბინ, ქავინ) dos, quam uxori die sponsaliorum vel matrimonii constituunt [4].

12. ქეიბურ-ი. ზომიერი ისარი ფრთემობრტყე და პირმობრტყე არს სარჩა; მისგან უგრძესი პირდიდი და ფრთემალალი არს ქეიბური [1]; ქეიბური стрела, имеющая широкое острие [2]: მონადირე მშვილდ-კაპარჭითა უკან მისდევდა. რა ვეფხი ძაღლის მჭამელი ნახა, ერთი გულისა გასაგმირავი ქეიბური სტყორცა და მარჯვენისა გვერდით მარცხენით გაჭხირა და მოჰკლა ([8],

471), შდ. ([11], 335) كبير (ქეაბორ) большая стрела или копьё, употребляемые на охоте [9]; стрела с широким острием [10].

13. ქურა. ბრძმედი, горнило [2]: მიწის გულის გული მჭედლის ქურასავით გახურებულა (ქდ D 13); მინდორი და მთა მემინის ქურის წყალსავით გამბდარიყო (ib. 57) كوره (ქურა) очаг, печь; горн; подземное русло [10].

14. ქანგა. ქანგას მნახოს, მივალ ხმლითა ([12], 105); დარბაზსა ქანგა უქვიან, მუნ უსხენ საჭურჭლენია ([2] 106); ციხე არის, ქანგა ჰქვიან, სიტურფესა ვინ მიხვდების ([2], 263). შდ. სპ. ქანგავერ (ქალაქია), ib. [20]

کنگ نام قلعه است که ضحاک در شهر بابل ساخته

ქანგ სახელია ციხის, რომელიც ზააქს ქალაქ ბაბილონში აუშენებია.

15. ქურჩუქა. მეტყვიან ხვალმე, რასთვის გაქვს ჰირნი, ჰმუნვა და წყინება? ქურჩუქა სახლსა ვსწუნობდი, როგორ ნუ მომეწყინება? ახლა ჰირმანსაც დამკარგეს, დამვიწყდა ამას წინება, და არ ვეჭობ შერჩეს ღვთისაგან ვინც ჩემთვის ასე ინება. ([8], 11): كوچک (ქურჩაქ) كوشت (ქურშაქ) parvus, exigus et nullus [4].

16. ქაბა: ქაბას მიმაწვდინოს (A 243a); მივიდა ქაბასა (ib. 255a): كعبه Caaba, nomen templi Meccani [4].

17. ქამიჯუმ-დევე: მას ქებულსა [ლომსა] სახელად „ქამიჯუმ-დევეი“ ეწოდებოდა. ([8], 437<sub>10</sub>), შდ. كامجوى ([11], 310). მ ქართულ ნიადაგზეა დართული: كامجوى (ქამჯუშა) كامجو (ქამჯუ) n. c. qui explere student quod exep-  
tat [4].

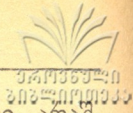
18. ქაიანური (ღვინი). ქაიანური მეგრულში ჩვეულებრივ ნიშნავს ორეულ ღვინოს: ქაიანური ჯგურა ოშუმალი ღვინი გემკომღეს ქაიანურივით დასალევი ღვინო მოგვიტანეს; ქაიანურიე, წყუტულია ვაიჩქუდას ქაიანურია (ჩინებულია), წყალ-წყულა არ გეგონოს: كيا (ქაია) царственный; كى (ქაი) царский (Гф.); كيانا (ქაიანა) (sf. ა) et كيانى (ქაიანი) et كى (ქაი) sf. رى regius [4].

19. ქაიანური (დროშა): დაერქვა პირველ სახელად ძროხიანი დროშა. რა მოიკაზმა, დაერქვა მნათობი დროშა ახტარ გვა ქაიანურისა ([12], 388<sub>3</sub>). (ib. ი. აბ. შნ, I ლექსიკონი). ქაიანური აქ არეულია მჭედელ ქავას სახელთან (უ. ყ. ქავიანური ქავასეული, ქავას მიერ მოპოვებული. ib. აქვე სპ.), „დაახვიეს და მოკაზმეს იგი ძროხიანი დროშა“ შდ. სპ. დღნ. zk. 323 ბა რაფ რა || შუ თე ქა | ვა და აი | და რაფშუ ვაშალეს ქავასეული დროშა برافر اشته كوايائى درفش.

20. ქანდაკ-ი, ამოყვანილი გინა ამოქრილი [1]. შდ. ქანდარ; ფალ. ქანდაკ.

21. ქანდა. მეფეო, ეს მზრუნავთ კაცთ სადგომია, თქვენის ლაყვარდითა და ოქრო-ქანდათ მოხატული პალატთა თანა არ გეჩვენება საბრალოს და გლახაკის ქვაბი და არცა მოთვალულისა სრათა პატრონთა მოსაპოვნებელია. ([8], 31); შდ. სპ. დღნ. 19. كند (ქანდა) fossa circa munimentum, vel castra [4].

22. ქანდაქარ-ი: პირ-აშემული იცინოდა საყვარლულად ბროწყული, ქარ-



ვა შიგან ჩაწყობილი, იაგუნდი ძოწეული. ქანდაქარად შეწყობილი, არაშლილი, მროწეული, და წითელ-მწვანედ აშვენებდა ბალსა კოწლეტ-კოწეული ([8], 165), **არ** **ააკ** (**ქანდაქარ**) *artifex incidendi s. scalptor* [4].

23. **ქონდაქარ**-ი, მკვლელობის მოხელე [1]: მეფე ღვინოსა სმიდა და სტუმართ ეალერსებოდა. რა ეჯიბი მუნ მდგომელი ნახა, მრისხანებისა ალი აღეგზნა და ქონდაქარისა მოწოდება გააპირა, მაგრამე ნადიმისა და ლხინის არევისათვის მოითმინა და ღვინის სიხარული ჭირისა და წყენისა ნალველსა მორიგა... და მის ეჯიბის დანაშაული ასის განკითხვისა დაფარა ([8], 462, სპ. 329); ხელმწიფესა გულისწყრომისა ცეცხლი მოეგზნა, **ქონდაქარს** მოუწოდა, მისი სიკვდილი უბრძანა. რა გააშიშვლეს სასიკვდილოდ, მხართა ზედა შავი იგი ნიშანი ხელმწიფემ დაუნახა. მაშინვე იცნა და სიხარულით ცნობას მიჰხდა ([8], 551, შდ. სპ. 395). შედგება ორი სიტყვისაგან: **ააკ** (**ქონდა**) сорт деревянных колодок для арестованных [9] და, **არ** (**ქარ**) «кмететбелო» ремесло профессия... ანდა (**გარ**) сүффикс, посредством которого образуются существительные, означающие ремесленника, производителя, деятеля [10].

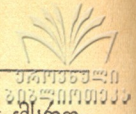
24. **ქულბაქ**- (**ქულბაგ**-) ი. ქულბაქი სხუათა ენაა, ქართულად ბაზარი [1]; ქულბაქი დუქანი ანუ ხულა [1]; უმაიუნფალ როგორც დაბიშლიმისა და და ბილფაის ბრძნის ამბავი მოისმინა, ახალს კოკორს ვარდი დილაზედ დილის ნიაემან გაუბუტკოს და გაცინებაზე ლაშები გააღოს და გამხიარულდეს, ეგრეთ სიმხიარულის ქულბაქი გააღო და იცინა და უბძანა (A 203ბ); თავშიშველნი, ფეხშიშველნი მიდიოდნენ წყალსა ზედა, დაბედიტებულნი მოდგნეს სპანდიატის ქულბაქზე და ([12], 340), **კ** **კბ** (ქულბაქ) покрывка для скирда (зернового хлеба); сторожка на пашне или бахче [9]; **კ** **კბ** (ქულბად) чупан, кабинет, келья; **კ** **კბ** (ქულბაჰ, ქოლბაჰ) шалаш, хижина, лавка, амбар, кладовая, угол [9].

25. **ქადაქი** (იხ. **ქადაგი**): ერთ დღეს ის კვლმწიფე სანადიროთ წავიდა და როდესაც გამობრუნდა, **ქადაქი** დააძახა, რომ ჩემი თვალი დღესამდი კეთილის საქმეზე დახუჭვილი იყო, ჩემს უსამართლობის კელს საბრალონი უწყალოდ ხედვედენ, ჭირის ალაგს მიწვევულ იყვნენ (D. 104—105).

26. **ზირაქი**, **ზირაქ**-ა: თავის სოროსთან [მტრედებმა] ღულღუნი და ფეთქა დაიწყეს. **ზირაქის** რომ მათუყას ხმა შეესმა, გარეთ გამოვიდა და ნახა თავის მოკეთე ბადეში გახვეული (A 157); ტურამ უთხრა [მელს]: მე დიდი ხანია ვცდილობ, და ამა ქათამთა შეპყრობად ვიჭირვი, და ამათის მონადირებისათვის ვშვრები, და იგი ყრმა **ზირაქა** ესეთისა მოვლითა სცავს, ვერას ღონისძიებითა მის ყრმისა შიშითა ვერცა ერთი ჩემისა მოგონებისა მახეთა ვერ გამიბამს ([8], 175); გზად მიმავალი [მელი] ერთსა სოფელსა ახლორე შეხვდა, ნახა ველად მსუქანნი ქათამნი კენკად გამოსულნი, და **ზირაქად** სახელდებული ყრმა ვინმე მცველად მოფარვით წელშერთყუმულიყო (ib. 174): **زيرک** (**ზირაქ**) ловкий, проворный, расторопный; способный; понятливый; догадливый, остроумный [10]. შდ. ([11], 117) **زيرک**. 27. **ქეჯაო** იხ. [17]; 28. **ჩაქი** (id.) 29. **ქომაგი**-ი დახმარება [9, 13].

ბ) გ — 1. **გავა**: მე ვარ მქედელი **გავა** მოჩივარი ([12], 386გ), შდ.





იგივეა, რაც **ასპარეზ** ტერმინშია მოცემული ას ფ||ას პ+a-xšag მსრო-  
 ლელი, შდ. ოსური **ახხაგ**, ზმნისგან: ხს-ენ, ახს-ენ ძროლა. (ვ. აბა-  
 ევი). ირანულ ენებში ასეთი შედგენილობის მონაცემი საძებარია, ქარ-  
 თულს შემოუნახავს; 5, 6, 7, 8. **ჯადევი**, **ჯადვარ-**, **ჯადო**, **ჯადოქა-**  
**რი**. ჯადევი გრძნეულობის მოქმედი [1]; ჯადევი, ჯადვარი,  
 ჯადოქარი, გრძნეულების მოქმედი, чародей, колдун [2]: ამტერდენ  
 მისგან გამოზრდილნი კაცნი და სხვანიცა და ჰპოვეს **ჯადევი** ვინმე და  
 აღმოუწოდეს ქარსა ჩრდილოსასა ([8], 9); ნუ თუ ეს წერილი **ჯადე-**  
**გობა** რამე იყოს, ან ეს დასახული საცინელად და სათამაშოდ მოერ-  
 თოსთ ([8], 84<sub>10</sub>); ლოცვისებრ ბავეთ იძრევდა, გულთ ეღვა მაცთუ-  
 რებანი, და გარედ ერთფრად ჩნდა, შიგ ეღვა ასფერა **ჯადეგობანი**  
 (ib., 98); იგი ვაჟიცა მისის პირის-პირი **ჯადეგითა** თვალთა კილოთა  
 სათუთობისა სახეთა აჩვენებდა და ათას რიგს ხელობასა ქვეყანასა მო-  
 ჰფენდა ([8], 284<sub>6</sub>); შდ. جادو ([11], 194<sub>16</sub>) (**ჯადოვარ**) „ჯადოქარი“,  
**ჯადოვარი** ჯადოქრობა, колдовство [10] جادوگر; 9. **ჭარმაგ-ი**. **ჭარ-**  
**მაგი** შავით თეთრზე დაწინწკლული (ოთხბ.) [1]; შდ. მგრ. **ჭარამე** (ჭრე-  
 ლი ძროხა, შავით თეთრზე დაწინწკლული). ქართულში დამკვიდრებუ-  
 ლა ფალაური ფორმა čarma [17], ხოლო მეგრულს შემოუნახავს ახალ-  
 სპარსული čarma (ib.); 10. **ჭარმაგ-ი** здоровый, степенный [2]; გარე-  
 გულად წინმავალსიტყვას დაემთხვა, არსებითად კი სულ სხვა ფუძეა:  
 čarba ახ. სპარს. چربه; (**ჩარბა**, **ჩარბი**, შდ. ქართ. **ჭარბი**). საანალიზო  
 ტერმინი ფალაური სახითაა შემონახული ქართულში, თუმცა ახალ-სპარ-  
 სულსაც აქვს თანდართული საინტერესო ფორმები: **ჩარბაქ**, **ჩორბაქ**,  
**ჩორბაშ**. შდ. მგრ. **ჩორბაჩ-ი** [11, 12, 13, 14]. **გავალაკ-ი**, **გალაკ-ი** **გა-**  
**ლიაკ-ი**, **გალია**. **გავალაკი** ესე არს მეფეთა თავს ზეით საფარებელი ნა-  
 ქსოვთავან, საჩრდილობელი (3, 9 ქება). საჩრდილობელი შემზადებული  
 ეტლთა ზედა, გინა ცხენთა ზედა, გინა ქვეითათაჟს [1]; **გავალაკი**  
 გარდასაფარებელი, საჩრდილობელი, одр, балдахин. ქებ. 3—9, ქილ.  
 689; ზოგჯერ სარბენელი, балкон [2]; **გალაკი** სადედოფლო სახლი სა-  
 წოლი: წმ. შუშანიკის ცხოვრებაში [1]; **გალიაკი** გალია კაცთა საჯდო-  
 მი (19, 9 ეზეკია) [1]; სვემან **გავალაკს** რა დასვა, წადვა და მიულო-  
 ცაო ([8], 579), სპ. 416<sub>11</sub>; ირანული მონაცემია: ფალ. gāhvārak; ახალ-  
 სპარსულმაც შემოინახა რამდენიმე სახეობა თავისებური მნიშვნელობით  
 (აკვანი), რაც არსებითად ახლო დგას ძალიან ადრინდელ გაგებასთან  
 (ტახტი (შემორიკული), საწოლი (ქალთა), საჩრდილობელი) اراگاه  
 gahwāra, A cradle. گهواره The cradle of mortality, i. e. the pre-  
 sent transitory world [5]; gāhwāra coll. gāxvāra, gāvāra, gahvāra cu-  
 nae [4]. 15. **ბეგო** (მგრ) ქალბატონი, მანდილოსანი (იხ. **ბექა**). 16.  
**გორდა**. **გორდა** ჯრმალი ერთგვარი [1]; **გორდა ხმალი** ძველებური ხმა-  
 ლი, მსგავსი ახლანდელის ქართულისა [2]. შდ. მგრ. **გორდა** кривой  
 [18] (მოღუნული), **დინოგორდა** (ჩაზნექილი), ეშაგორდა (ამოზნექი-  
 ლი): گرده (gorda) rein, girde rundes Ding. gürede Niere. Eingeweide.

Nierengegend des Körpers, die Taille [6]. 17. ხანაგა, სა-ხანაგა **ხანაგა** ობლების საკრებულო სახლები [1]; ხანაგა საობლო სახლი, богадельня, сиротский дом [2]:

მარტოდ ბნელსა მჯდომია უმწეო, უამხანაგო;

მასთან ნაღველი მოყვასმა ხან დააქცია, ხან აგო.

ვაჲ კაცსა ნაღვლის პატრონსა, ვის ჰქონდეს სული სანაგო,

და ნაღვლის შემტყობი არ ჰყვანდეს მგზავრს ვისმე, ვით სახანაგო

[8], 357); შდ. სპ. 245. خانگه (ხანაგა) compositum ex خان et گه coenobium religiosorum [4]; монастырь, пустынь, обитель дервишей [10]. 18. გულყო ქორის მახე საყელე [1]; გულყო сеть для ловли ястребав [2]. გულქო ქორის მახე კისერზედ გადასაცემელი, აშრალო [2]. მათ ხელმარჯვეთა და ხერხიან მონადირეთა შემზადეს გულყო მახის თვალად და გარდაცვეს კისერთა ზედა [ქორსა] და მოიყვანეს საბედნიეროს ხელმწიფის საქებურსა სამსახურში მოწვევული ([8], 58), შდ. ([11], 35a): هاقه кольцо, перстень, круг, окружность, обод, ободок, обруч; звено (цепи); колечко, петля, петлица; ошейник, хомут; колесо... [9]. შემოსულა ზეპირი გზით, გამოუვლია ისეთი ირანული ფენა, სადაც თავიღური გამქლერებელა, ვოკალიზაცია ცვლილა. 19. გროვ-ა, გროვ-ი گروه (gorooh) A multitude, band, crowd, gang, mob, company; troop. Ex. گروهی از سپاهان در آنجا دیدم. Syn. دسته, جمعیت, گروه In crowds, in large numbers [13]; (გორუჴ) эскадрон, рота, банда, войско, толпа, класс, разряд; компания путешественников [9].

ბ) კ—1. აპურტაკ-ი (მგრ.) «საზიდი; აჭიმი; პოდტჟაკა (брюк): ფლ. \*kavartak, \*kavurtak, შდ. fravartak წერილი; ვრაგნილი. 2. თარნაკ-ი (მგრ.) ეშმაკი, ცბიერი, ფაიძვერა, ფლიდი; лукавый; თედო სახოკიას განმარტებით: მუღრეგი; ოხერი; ჭინჭყლიანი; ეშმაკი, ფაიძვერა ფლიდი; იპოვება ზმნური ფორმებიც: გილეთარნაკუ(ნ) მზაკერულად მიმოღის; ეშმაკურად ტრიალებს; უთარნაკუანს ლუკავიტ; ფლ.\* თარანაკ, ახ. სპ. ترانه (თარანა) шутка, насмешка, сарказм; лукавство, хитрость [9]; malignitas astutia [4]. 3. ჭანდრაკ-ი (ჭანდრაკ-ი, მეგრ.) شترنگ shatrang, chess. This game is most probably of Indian origin: the word chatur anga denoting... [5]. 4. ჭანდრაკ-ი (მგრ.), ჭანდრაკუა, გოჭანდრაკუა, გოჭანდრაკელი... მეგრულში იპოვება ზმნური ფორმებიც: გილეჭანდრაკუ ვიშო-აშო, მოსვანჯა ვარე იში დაჭანდრაკობს (მიმორბის მიხვევ-მოხვევით) იქით-აქით, მოსვენება არაა მისი; ართწორო გოჭანდრაკელიე ერთპირად (მთლიანად) დახუნძულია [ხე ნაყოფით], შდ. ჭარკანუა, გოჭარკანუა [18]. 5) ჭანრაკ-ი სასთავთ საბრუნავი, მანქანი [1]. ჭაფურის რქანი ამბრის ღალიის ადგილს ბუსტულის ჭანრაკის გარშემო გამოჩნდებოდა (C 507): 437. aw. čatra Rad; phlv. čark; ai čarkà; oss. čalx (314); L. W. kurd. čarx; bel. čark (H<sub>m</sub>); چرخ (ჩარხა) молотило, прялка, катушка, шпулька (Гф). ჩვენს



ენებში ორი სახეა დაცული: შუაირანულიც (**ჭახნაკ**-, თანხმოვნები უც-  
ვლელია) და (უკვე თანხმოვან გადანაცვლებული) ახ. სპარსულიც (**ჩაღხ**,  
**ჩარხ**). 8. **ჭახნაკი** (მგრ.) «шпулька», «винтообразный нарез»; იხმარება  
ზმნაც: **გიღეჭახნაკუ** «დატრიალებს (იქით-აქით)», «დათარეშობს», ქარ-  
თულიდანაა შესული (**ჭახნაკ**), **რ > ნ** (შდ. ძეწნი > ძეწწი, ლალარიკ >  
ლალანკონ...), 9. **ღარჯაკი** (v. ღარეჯაგი, ღარიჯაგი форма, калибер).  
[18], იხ. **ღარჯაგ**-ი [17].

III. სპ. < >:

ა) **კ-კულა** ک (ყოლა) большой кувшин [9].

ბ) **ყ-1. ფისტიყი**-ი. ალვისა ხეს **ფისტიყისა** ფერი ნივჩაყაბა ჩეცვა  
(A 2ა). არაბიზებული **ბუსტულ** (ბუსტუყ) [16] ცვლილი ვოკალიზაცი-  
ით იმავე ირანული გზითაა შემოსული ქართულში. 2. **ხუნაყი**-ი (იხ. **ხუ-  
ნაგ**, ზემოთ): «შენის ხორცის ჭამით სენი **ხუნაყისა** (A 84ბ). 3. **გულ-  
ყო** (იხ. ზემოთ). შდ. **ალყო**, ერთიდაიგივე არაბული ფუძე ერთურთი-  
საგან განსხვავებული გაბგერებითაა შემოსული ქართულში ირანული  
გზით; 4) **ნივჩაყაბა** (იხ. ზემოთ). 5. **ყელი**: کوه სპარსულში ცნობილია  
ორი სახე—**გალუ**||**გელუ** და **გოლუ**; gūlu, gelu = gosier, gorge, Kehle,  
Scheund, gurgel [6]. ჩვენი ენების მონაცემებთან ამათი კავშირი უეჭვოა.  
სპარსულში ეს ფუძე ხშირადაა გამოყენებული კომპოზიტებში. მა-  
გალითად: **გალუ-ბანდა** обжора; **გალუ-სუზ** очень сладкий, очень  
вкусный; **გალუ-გირ** удушливый; душной; пища, застрявшая в гор-  
ле [10].

IV. სპ. < >გ—**თიზგუშ**, **თისგუშ**, **თისგუშა**: ორნი ამხანაგნი იყვნენ,  
ერთი მცოდინარე და მეორე უგუჟური და შესაბრალისი იყო. და ის რომ ნა-  
მეტნავი ჯელფეჯიანი და მრჩო იყო და მეცადუნნი, მას სახელად **ფიზგუშს** უწო-  
დებდენ (A 92ბ); ორნი ამხანაგნი იყვნეს: ერთი იგი ბრიყვი და მეორე მზაკვა-  
რი და მეტად ხერხიანი, რომელი ას-ას რიგითა მღერითა წყალზედაც გაირბი-  
ნის, რომელსა სახელად „**თის-გუშა**“ ერქვა ([8], 157); შდ. სპ. تيزهوش (თიზ-  
**შუშ**) остроумный [10].

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

(შემოვიდა რედაქციაში 3.11.1944)

М. ХУБУА

## ПЕРСИДСКИЕ ЗАДНЕЯЗЫЧНЫЕ ЗВУКИ В ГРУЗИНСКОМ

Резюме

Анализируя соответствующие факты (впервые им установленные), автор приходит к следующему заключению:

I. Ир.  $k > k$  (kadag—‘проповедник’, ‘прорипатель’; koh—‘изба’; kilik—‘деревянная палочка для скрепления досок’ пр. kelik, kelek камыш; камышевое перо; клыки [9]; beka ‘прозв. жен эриставов’ пр. begam, bekam; kesat-i ‘обанкротившийся’ пр. kesad застой в торговле [9]; kučaband ‘глухой переулочек’; keibur-i ‘широкая стрела’; kuga ‘торнило’; kondakar ‘палач’; kulbak, kulbag=kolba, kulbak сторожка, шалаш, амбар [9]; kežo ‘носилки’=kežāva), g (gava ‘имя знам. кузнеца из Исфагана’; goza ‘концы лука [с тетивой]’).

II. Ир.  $g > g$  (ašpašag-i ‘стрелять из лука в мишень (на скаку)’ asp+xšag ‘стреляющий’; čarvag-i ‘пятнистый (конь, животное)’ пехлв. čarvag, пр. čarva ‘серая или гнедая лошадь [9]; čarvag-i ‘здоровый, степенный [2] пехлв. čarvag, пр. čarva жирный, тучный, сливки [9]; хапага богадельня, сиротский дом [2], пр. хапагаh монастырь, пустынь, обитель дервишей [10].

Академия Наук Грузинской ССР

Институт Языка

имени акад. Н. Я. Марра

Тбилиси

## ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. საბა-სულხან ორბელიანი. ქართული ლექსიკონი. თბილისი, 1928.
2. დ. ჩუბინაშვილი. ქართულ-რუსული ლექსიკონი.
3. Paul Horn. Grundriss der Neupers. Etymologie, 1893.
4. Ioannis Augusti Vullers. Lexicon Persico-Latinum Etimologicum, 1855.
5. Francis Jonson. Dictionary Persian, Arabic and English, 1852.
6. Jules Théodore Zenker. Dictionnaire Turc-Arabe-Persan, 1866.
7. Abou'l Kasim Eirdousi. Le Livre des Rois, publié, traduit et commenté par M. Jules Mohl, Paris, 1838.
8. ქილია და დამანა, სპარსულსაგან ქართულად ნათარგმანები მეფისა ვახტანგისაგან. ილია-ჭყონიას რედაქციით. ტფილისი, 1886.
9. Ягелло. Полный персидско-арабско-русский словарь.
10. Гаффаров. Персидско-русский словарь.
11. كلیله و دمنه یا انوار سہیلی. Berlin.
12. აბუ'ლყასიმ ფირდოუსი. შაჰნამე, ქართული ვერსიები, ტ. II, ტფილისი, 1934.
13. S. Na'im. New Persian-English Dictionary, 1936.



14. შაჰნამეს ანუ მეფეთა წიგნის ქართული ვერსიები, იუსტ. აბულაძის რედ., თბილისი, 1916.
15. ვისრამიანი, აღ. ბარამიძის, პ. ინგოროყვას და კ. კეკელიძის რედაქციით და შესავალი წერილით. ლექსიკონი ი. აბულაძისა. მეორე გამოცემა. ტფ., სახელგამი, 1938.
16. მაკარ ხუბუა. სპარსული ბაგისმიერები ქართულში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. IV, № 10, 1943.
17. მაკარ ხუბუა. სპარსული წინაენისმიერები ქართულში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. V, № 6, 1944.
18. И. Кипшидзе. Грам. мингр. языка, 1914.
19. برهان قاطع სპარსულ-სპარსული განმარტებითი ლექსიკონი.



ენათმეცნიერება

ჰ. ლომთათიძე

აფხაზური აფსაა || აფსაატი („ფრინველი“) სიტყვის  
ეტიმოლოგიისათვის\*

აფხაზურში „ფრინველის“ აღსანიშნავად გვხვდება აფსაა || აფსაატი (ბზიფ. აფსაა || აფსაატი). აფსაატი სახეობა ყურადღებას იპყრობს თავისი წარმოებით. -ტი აფხაზურში კუთვნილების გამომხატველი აფიქსია და ზრევულბრივ გამოყენებულია ნაზმნარ სახელებში, თუ შეიძლება ასე ვთქვათ, სამოქმედო, მოქმედებისათვის განკუთვნილი სახელის საწარმოებელ აფიქსად (მაგ., აშ-ტიჲ—დასაკლავი, საკლავი. სიტყვა-სიტყვით: „კვლისა“ აშრა—კვლა—ზმნისაგან; აყაწა-ტიჲ—გასაკეთებელი. სიტყვა-სიტყვით: „გაკეთებისა“ აყაწარა—კეთება—ზმნისაგან; აჭა-ტი—საჭმელი—„ჭამისა“ აჭარა—ჭამა—ზმნისაგან; ამბატი—საოცარი, უხილავი—„არ ნახვისა“ აბარა-(და)-ნახვა—ზმნის უარყოფითი ფორმისაგან; მი-ტი—საოცარი—„არ დასაბადებელი“, „არ დაბადებისა“ აირა—დაბადება—ზმნის უარყოფით ფორმისაგან და სხვა). იგი გამოიყენება არა-აღდამიანთა, ნივთთა კლასის აფიქსად აღნიშნულ შემთხვევებში (შდრ. სათანადო წარმოებები ქართულში: სასმელი, საჭმელი, საგზალი...)

ასე, რომ ფსაა- აქაც გარკვეული ზმნის ფუძედ უნდა გვევლინებოდეს, ზოლო -ტი მისგან შესაძლოა აღნიშნული წესით აწარმოებდეს ფრინველის სახელწოდებას.

ფსაა- ფუძის მქონე ზმნა აფხაზურში გვხვდება, მაგრამ მას „დაღობის“ მნიშვნელობა აქვს და თითქოს სემანტიკურად „ფრინველ“ სიტყვას საფუძვლად ვერ დაედებოდა.

ბუნებრივად ამ წარმოებისათვის უნდა გვევარაუდებინა „ფრენა“ ზმნა, მაგრამ აფხაზურის პირაქეთა დიალექტებში ამ მნიშვნელობით გამოყენებულია აფრგრა (ქართულიდან ნასესხები).

სამაგიეროდ ტაპანთურმა დიალექტმა აფრგრა ზმნა არ იცის. მის ნაცვლად არის ა-ფსჰა-რა<sup>(1)</sup>. ტაპანთურში ხსენებული ზმნის დადასტურების შემდეგ ნათელი ხდება აფსაატი სიტყვის ეტიმოლოგია. იგი მართლაც უნდა ნიშნავდეს: „ფრენისა“, „საფრენი“ resp. ფრინველი.

\* მოხსენდა პროფ. იოს. ყიფშიძის ხსოვნისადმი ვნის ინსტიტუტის მიერ მიძღვნილ სამეცნიერო სესიას 29.V.1944 წ.

(1) ა-ფსჰა-რა-ში ფსჰა- ფუძე ფონეტიკურად სავსებით თანხვედნილია პირაქეთა დიალექტების ფსაა-სთან; ჰ-ს დაკარგვის ნიადაგზე ვიღებთ ა(ა)-ს.

შესაძლოა, ამასვე უკავშირდებოდეს საკითხი ზანურში არსებული ფსუა ო  
ფსვა ო მსვა ო სუა სიტყვისა, რომელიც ფრთას აღნიშნავს.

სათანადო ლიტერატურაში ამ სიტყვისათვის ძირეულ მასალად მიჩნეულია  
სუ- ო სვ-, ა -ალ დეტერმინანტს განეკუთვნება ([1], გვ. 101-102). ეგვევ სიტ-  
ყვა სვე-ს სახით („ფრთა“), როგორც მ. ანდრონიკაშვილმა მიგვითითა, იხმა-  
რება თუშურსა და ხევსურულში. საყურადღებოა, რომ ქართველურ ენებში ამ  
სიტყვის ძირეულ მასალაში შესატყვისობას ადგილი არა აქვს.

საფიქრებელია, ზანური ფსუა ო ფსვა ო მსვა ო სუა, თუშურ-ხევსურული  
სვე („ფრთა“) კავშირში იყოს აფხაზურ ა-ფსჟა-რა („ფრენა“), აფსაა ო აფ-  
საატი და ადილ. ბზგუ- სიტყვასთან, რაც ჩიტს, ფრინველს ნიშნავს.

ადილეური ბზგუ, თავის მხრივ, შესატყვისი ჩანს აფხაზ. ფსაა ო ფსჟა-სი  
ფშვინვეირი სახეობები აფხაზურისა (სწორედ ამ რიგის ბგერებში) მეღერით  
არის წარმოდგენილი ადილეურში სხვა შემთხვევაშიც. მაგ.,

აფხაზ. ა-ლა-ფს } „ძუ ძალლი“ და სხვა. შემდგომ დაზუსტებას  
ადილ. ჰა-ბჟ }

მოითხოვს ოლონდ აფხაზ. ჰა-სა და ადილ. უ-ს საკითხი.

როგორც ვნახეთ, ტაპანთურ ფსჟარა („ფრენა“) ზმნისა, საერთოდ აფ-  
ხაზ. აფსაა ო აფსაატი (ფრინველი“) და ადილ. ბზგუ („ფრინველი“) სიტ-  
ყვათა თავკიდური ნაწილის ზანურ \*ფსუ-ალ („ფრთა“) სიტყვასთან შედარე-  
ბა გარეგნულადაც და შინაარსითაც მსგავსებას ამჟღავნებს<sup>(1)</sup>.

ერთი შეხედვით საყურადღებოა, რომ ზანურმა და ქართულმა დიალექ-  
ტებმაც შეინარჩუნა ძირითადი ცნების შემცველი სიტყვა („ფრთა“)<sup>(2)</sup>, ხოლო  
აფხაზურ-ადილეურმა მასზე ნაწარმოები ცნებებისა—ფრენა, ფრინველი<sup>(3)</sup>,  
თუმცა შესაძლოა ქართულშიაც აფხაზურ-ადილეურ ენათა მსგავსად იმავე  
ფრინველის მნიშვნელობით თავს იჩენდეს ეს სიტყვა მტაცებელ ფრინველ-  
თა სვ-ავ-ისა ფსოვ-ის (←\*ფსვ-ავ?) სახელწოდებებში, ხოლო ფრთის  
მნიშვნელობით აღნიშნული ძირი ჰქონოდა აფხაზურ-ადილეურ ენებსაც. ამ მხრივ  
ყურადღებას იპყრობს. ფრთის უბიხური სახელწოდება ბზჟჟ Mészáros-ით-  
bze:p'e ([2] გვ. 234).

(1) რაც შეეხება თავკიდურ ფ- ო მ- თანხმოვანს ზანურში, აფხაზურ-ადილეურ ნიადაგზე  
ფ- ო მ-ს საკითხი მარტივად წყდება: იგი ამ ენებში გარკვეული აფიქსი ჩანს. მას ჩვეულებრივ  
ისეთი ვარიანტები ახასიათებს, რასაც მომდევნო თანხმოვნის ფონეტიკური ბუნება მოითხოვს.

(2) ფრთის გამოსახატავად აფხაზურში გვხვდება ამწიჭეჟა, ადილეურში—დამშა.

(3) ამავე ძირიდან ზანურში „ფრთის“ მნიშვნელობის დადასტურების შემდეგ შესაძლოა  
აფსაატი განგვემარტა, როგორც „ფრთისა“ ე. ი. ფრთოსანი და არა ფრინველი  
(შდრ. აფსტიჟ—„ცხთველი“=„სულიერი“?). სახელებში -ტი კუთვნილებითი აფიქსის დართვა  
უჩვეულო წოდებებს არ არის, თუმცა ასეთ შემთხვევაში ჩვეულებრივ მსაზღვრელის მნი-  
შვნელობას ვიღებთ და თითქოს სასაზღვრის არსებობაცაა მოსალოდნელი.

ეგვევ ძირი ეგების ზოგ სხვა აფხაზურ სიტყვაშიაც დასტურდებოდეს (როგორცაა მაგ., აფსა „მახვილი“, „ხიშტი“ და სხვა), მაგრამ ეს შემდგომი ძიების საქმეა.

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

(შემოვიდა რედაქციაში 7.4.1945)

ЯЗЫКОВЕДЕНИЕ

К. ЛОМТАТИДЗЕ

К ЭТИМОЛОГИИ АБХАЗСКОГО СЛОВА აფსაა || აფსაატო  
APSA A || APSA A T<sup>0</sup> («ПТИЦА»)

Резюме

1. Для обозначения понятия «птицы» в абхазском языке имеется слово აფსაა || აფსაატო *apsaa || apsaat<sup>0</sup>* (бзыбск. აფსაა || აფსაატო *apsaa || apsaat<sup>0</sup>*). Наличие аффикса -ტო -ტ<sup>0</sup> в последней форме указывает на то, что это слово является отглагольным именем. В подобных случаях ტო, ტ<sup>0</sup> образует имена со значением: «предназначенные к какому-то действию» т. е. совпадающие с именами класса вещей. Напр., აჭატო აჭატო — предназначенное к еде т. е. пища (ср. груз. საჭმელი *sacmeli* — пища).

2. Соответствующую глагольную основу для слово აფსაატო *apsaat<sup>0</sup>* в южных диалектах абхазского языка не находим. Было бы естественно если бы и здесь имели основу глагола — «летать». Но в южных диалектах в значении — «летать» имеется глагол ა-ფრე-რა *a-prə-ra* заимствованный, повидимому, из грузинского языка (ср. груз. ფრენა *pr-en-a* «летать»).

В тапанском же диалекте абхазского языка აფრე-რა *apra* не встречается; вместо него выступает глагол ა-ფსა-რა *a-psaa-ra*. С этим последним и связывается слово აფსაატო *apsaat<sup>0</sup>* — «птица».

3. В адыгейских языках соответственно слову აფსაა || აფსაატო *apsaa || apsaat<sup>0</sup>* имеется ბზუჟ *bzəc* («птица»).

4. Можно полагать, что эту же основу выявляет занское слово ფსუა || ფსვა || მსვა || სუა *psua || pswa || msua || sua* а также в тушинском и хевсурском говорах грузинского языка слово სვე *swe* («крыло») и названия хищных птиц в грузинском языке ფსე-ვი *psə-w-i* («беркут»), სვავი *sw-awi* («беркут, гриф»).

5. Корень упомянутого слова, по всей вероятности, существовал в своем основном значении («крыло») и в абхазско-адыгейских языках: в этом отношении заслуживает внимания у́бхское слово ბჷწფჷ (по Mészáros-*y bze: p'ε*), «крылья» ([2], стр. 234).

Тот же самый корень, повидимому, выявляется в абхазском слове: აფსია *apsia* «штык, копьё».

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

#### ციტირებული ლიტერატურა—ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. არნ. ჩიქობავა. ჰანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი, ტფილისი, 1938.
2. I. Mészáros. Die Pákhý-Sprache. Studies in Ancient Oriental Civilization, № 9, Chicago, Illinois, 1934.

პასუხისმგებელი რედაქტორი აკად. ნ. შუსტელი შვილი.

წელმოწერილია დასაბეჭდად უკანასკნელი ფორმა 28.2.1945; ბეჭდურ ფორმათა რაოდენობა 41/60  
 უე 07514 შევ. 239 ტირაჟი 400

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, ა. წერეთლის ქუჩა, № 7  
 თბილისი 1945

ფაბი 5 მბ.  
Цена 5 руб.

2509  
საქართველოს  
აкадеმიის ბიბლიოთეკა

УТВЕРЖДЕНО  
Президиумом Академии Наук Грузинской ССР  
15.7.1943

## ПОЛОЖЕНИЕ О «СООБЩЕНИЯХ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР»

1. В «Сообщениях» помещаются статьи научных работников Академии Наук Грузинской ССР и других ученых, содержащие сжатое изложение наиболее существенных результатов их исследований.

2. «Сообщениями» руководит Редакционная коллегия, избираемая Общим Собранием Академии Наук Грузинской ССР.

3. «Сообщения» выходят ежемесячно (в конце каждого месяца), за исключением июля и августа, выпусками около 6 печ. листов каждый. Совокупность выпусков за год (всего 10 выпусков) составляет один том.

4. Статьи печатаются на грузинском языке. Все статьи обязательно снабжаются подробным резюме на русском языке, которое может быть заменено полным переводом. Статьи могут быть также снабжены резюме на английском, французском или немецком языке, по желанию автора.

5. Размер статьи, включая резюме и иллюстрации, не должен превышать 10 страниц, а размер основного грузинского текста—8 страниц.

6. Разделение статей на части для напечатания в различных выпусках не допускается.

7. Статьи, предназначенные к напечатанию в «Сообщениях», направляются в Редакцию, которая для авторов, являющихся действительными членами Академии Наук, лишь устанавливает очередность публикации. Статьи же остальных авторов, как правило, передаются Редколлегией для отзыва одному из действительных членов Академии Наук или же какому-либо другому специалисту по данной области, после чего вопрос о напечатании статьи решается Редколлегией.

8. Статьи должны представляться автором в совершенно готовом для печати виде, вместе с резюме и иллюстрациями. Формулы должны быть четко вписаны от руки. Никакие исправления и добавления после принятия статьи к печати не допускаются.

9. Данные о цитируемой литературе должны быть возможно полными: необходимо указывать название журнала, номер серии, тома, выпуска, год издания, полное заглавие статьи; если цитируется книга, то необходимо указать полное заглавие, год и место издания.

10. Цитируемая литература должна приводиться в конце статьи в виде списка. При ссылке на литературу в тексте статьи или в подстрочных примечаниях, следует указывать номер по списку, заключая его в квадратные скобки.

11. В конце статьи и резюме авторы должны указывать, на соответствующих языках, местонахождение и название учреждения, в котором проведена работа. Статья датируется днем поступления в редакцию.

12. Автору предоставляется одна корректура в сверстанном виде на строго ограниченный срок (обычно не более суток). В случае невозвращения корректуры к сроку, редакция вправе печатать статью без авторской визы.

13. Авторы получают бесплатно 50 отисков своей статьи и выпуск «Сообщений», содержащий эту статью.

Адрес редакции: Тбилиси, ул. Дзержинского, 8.