

524 / 2
1951



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ ო ა მ ბ ე

ვოლ. XII, № 7

ბიბლიოთეკის ქართული განყოფილება

1951

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

- 1. ა. ჯვარციხელი. დანერგული ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ გაწარმოების და ინტეგრების შესახებ 385
- 2. შ. მიქელაძე (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ახალი ინტეგრალური ხერხი სასახლვრო ამოცანების ამოხსნისათვის 393

ჰილრუმბანიკა

- 3. ლ. ი. ავალიშვილი. ბლანტი სითხის არასტაციონარული მოძრაობის გაწრფივებულ ვანტოლებათა ფუნდამენტალური ამოხსნები 397

ფიზიკა

- 4. ნ. პოლიტოვი. ელექტრონების მოძრაობა KCl-ის შეღებილ კრისტალებში 401

ბიოქიმიკა

- 5. პ. ქომეტიანი (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და შუშანა დოლიძე. ფოსფორილქოლინის პრეპარატის მიღება და მისი ვარდაქმნის შესწავლა თავის ტვინის გამონაწერებში 409

ბეოლოგია

- 6. ი. კახაძე (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და დ. მშვენიერაძე. შავი ზღვის ჩაძირული ტერასების საკითხისათვის 417

ტექნიკა

- 7. ვ. გომელაური. საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის ერთი არსებითი თავისებურების შესახებ 421

ზოტანიკა

- 8. გ. შანშიაშვილი. ტემპერატურისა და K და Ca იონების გავლენა სალი და ქლოროზიანი ვახების ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობაზე 425

ენტომოლოგია

- 9. ა. აბაშიძე. მასალები აფიდოფაუნის შესწავლისათვის საქართველოში 431

ფიზიოლოგია

- 10. ა. როტიბაკი. ბაყაყის თავის ტვინის რეფლექსური რეაქციების ოსცილოგრაფიული ანალიზი 439

ფილოლოგია

- 11. აპ. ცანავა. 'ნესტუს' მნიშვნელობისათვის 445

მათემატიკა

ა. ჯვარციანი

დანაშუას ინტეგრალის ნიშნის მკვეზ ბაზარკომოციისა და ინტეგრაციის
შისახეზ

(წარმოდგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ვ. კუბრაძემ 24.1951)

აღნიშნოთ $[A, B]$ სიმბოლოთი A და B სიმრავლის ტოპოლოგიური
ნამრავლი.

ვიგულისხმოთ, შემდგომ, რომ ორგანზომილებიან $R_0 = [(a, b) (c, d)]$
ინტერვალზე განსაზღვრულია ორი ცვლადი ზომადი $f(x, y)$ ფუნქცია, რომე-
ლიც (D) ინტეგრებადია ცალ-ცალკე ცვლადების მიმართ.

თეორემა 1. E იყოს ზომადი სიმრავლე, აღებული (a, b) ინ-
ტერვალიდან.

თუ 1) ყველა $(\gamma, \delta) \equiv (c, d)$ ინტერვალისთვის ფუნქცია

$$\varphi(x) = \int_{\delta}^{\gamma} f(x, y) dy$$

ჯამებადია E სიმრავლეზე γ და განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_E dx \int_{\gamma} f(x, y) dy$$

არის (γ, δ) ინტერვალის უწყვეტი ფუნქცია;

2) ყველა ჩაკეტილი სიმრავლე $\Phi = (c, d)$ შეიცავს ისეთ
პორციას $Q = \Phi(\gamma, \delta)$, რომ $f(x, y)$ ჯამებადია, როცა $x \in E, y \in Q$;

3) ინტეგრალთა მიმდევრობა

$$\left\{ \int_E dx \sum_{k=1}^n \int_{\gamma_k}^{d_k} f(x, y) dy \right\},$$

სადაც $\{(\gamma_k, d_k)\}$ არის Q სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალე-
ბი, თანაბარხარისხოვნად აბსოლუტურად უწყვეტია, ხო-
ლო მწყობრივი

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left| \int_{\gamma_k}^{d_k} f(x, y) dy \right|$$

კრებადია თითქმის ყველა $x \in E$ -სათვის;

მაშინ არსებობს ინტეგრალი

$$\int_{\gamma}^{\delta} dx \int_E f(x, y) dx$$



404

და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\int_E dx \int_{\gamma} f(x, y) dy = \int_{\gamma} dy \int_E f(x, y) dx. \quad (1)$$

დამტკიცება. ვთქვათ, \mathfrak{F} არის ისეთ (γ, δ) ინტერვალთა ოჯახი, რომლის ყველა ქვეინტერვალისთვის შესრულებულია (1) ტოლობა.

\mathfrak{F} ოჯახის ინტერვალებს ახასიათებს შემდეგი თვისებები:

(ა) თუ ინტერვალები (γ_1, γ_2) და (γ_2, γ_3) ეკუთვნის \mathfrak{F} ოჯახს, მაშინ ინტერვალი $(\gamma_1, \gamma_3) \in \mathfrak{F}$.

(ბ) თუ ინტერვალი $(\gamma, \delta) \in \mathfrak{F}$, მაშინ მისი ყველა ქვეინტერვალი აგრეთვე ეკუთვნის \mathfrak{F} -ს.

აღნიშნული თვისებები ადვილად შემოწმდება.

(გ) თუ (γ, δ) ინტერვალის ყველა შიგა ქვეინტერვალი \mathfrak{F} ოჯახს ეკუთვნის, მაშინ $(\gamma, \delta) \in \mathfrak{F}$.

მართლაც, ვთქვათ, $\gamma < \gamma_m < \delta_m < \delta$ და $\lim_{m \rightarrow \infty} \gamma_m = \gamma$, $\lim_{m \rightarrow \infty} \delta_m = \delta$,

თეორემის პირობის ძალით

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \int_E dx \int_{\gamma_m}^{ \delta_m } f(x, y) dy = \int_E dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy.$$

მეორე მხრივ,

$$\int_E dx \int_{\gamma_m}^{ \delta_m } f(x, y) dy = \int_{\gamma_m}^{ \delta_m } dy \int_E f(x, y) dx,$$

მაშასადამე, არსებობს ზღვარი

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \int_{\gamma_m}^{ \delta_m } dy \int_E f(x, y) dx.$$

დანეუას ინტერვალის განსაზღვრის თანახმად არსებობს ინტერვალი

$$\int_{\gamma}^{\delta} dy \int_E f dx$$

და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\int_{\gamma}^{\delta} dy \int_E f(x, y) dx = \int_E dx \int_{\gamma}^{\delta} f dy.$$

ამგვარად, ინტერვალი $(\gamma, \delta) \in \mathfrak{F}$.

(დ) თუ სრულყოფილი Φ სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები \mathfrak{F} ოჯახს ეკუთვნის, მაშინ მოიძებნება ისეთი ინტერვალი $(\gamma, \delta) \in \mathfrak{F}$, რომ სიმრავლე $Q = \Phi(\gamma, \delta)$ არაცარიელია.

მართლაც, მოიძებნება ისეთი ინტერვალი (γ, δ) , რომ თანკვეთა $(\gamma, \delta) \cap \Phi = Q$

იქნება არაცარიელი და შესრულდება თეორემის 2) პირობა.

მაშასადამე, თითქოს ყველა $x \in E$ -სათვის გვაქვს

$$\int_{\gamma} f(x, y) dy = \int_Q f(x, y) dy + \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma_k}^{\delta_k} f(x, y) dy,$$

სადაც $\{(\gamma_k, \delta_k)\}$ არის Q სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები. ლებეგის ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ ზღვარზე გადასვლის ვითარების [1] თეორემის თანახმად

$$\int_E dx \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma_k}^{\delta_k} f(x, y) dy = \sum_{k=1}^{\infty} \int_E dx \int_{\gamma_k}^{\delta_k} f(x, y) dy,$$

მეორე მხრივ,

$$\int_E dx \int_{\gamma_k}^{\delta_k} f(x, y) dy = \int_{\gamma_k}^{\delta_k} dy \int_E f(x, y) dx. \quad (2)$$

მაშასადამე, ვლებულობთ

$$\begin{aligned} \int_E dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy &= \int_E dx \int_Q f(x, y) dy + \int dx \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma_k}^{\delta_k} f(x, y) dy \\ &= \int_Q dy \int_E f(x, y) dx + \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma_k}^{\delta_k} dy \int_E f(x, y) dx. \end{aligned} \quad (3)$$

(3) ტოლობაში აღნიშნული მწკრივის ჯამი დამოუკიდებელია აჯამების რიგზე, ამიტომ იგი აბსოლუტურად კრებალია.

მაშასადამე, თეორემის 1) პირობისა და (2) ტოლობის თანახმად,

$$\int_{\gamma}^{\delta} dy \int_E f(x, y) dy = \int_Q dy \int_E f(x, y) dx + \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma_k}^{\delta_k} dy \int_E f(x, y) dx,$$

ე. ი.

$$\int_E dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_E f(x, y) dx.$$

ამგვარად, ინტერვალი $(\gamma, \delta) \in F$.

3. რომანოვსკის [2] ფუნდამენტალური ლემის თანახმად ინტერვალი $(c, d) \in F$, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

თეორემა 2. ვთქვათ, არსებობს განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_{\alpha}^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy$$

თუ 1) ყველა ჩაკეტილი სიმრავლე $E \subset (a, b)$ შეიცავს ისეთ პორციას $P = (\alpha, \beta) \subset E$, რომ ინტეგრალი

$$\int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy$$

აკმაყოფილებს 1 თეორემის ყველა პირობას P სიმრავლეზე;

2) განმეორებით ინტეგრალთა მიმდევრობები

$$\left\{ \int_{\alpha'_m}^{\beta'_m} dx \int_c^y f(x, y) dy \right\}, \left\{ \sum_{k=1}^n \int_{\alpha_k}^{\beta_k} dx \int_c^y f(x, y) dy \right\},$$

სადაც $\{(\alpha_k, \beta_k)\}$ P სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალებია და $\{(\alpha'_m, \beta'_m)\}$ ზრდად ინტერვალთა მიმდევრობაა კრებადი (α', β) ინტერვალისაკენ, თანაბარხარისხოვნად უწყვეტია და თანაბარხარისხოვნად (ACG) -ა (იხ. [3]) (c, d) ინტერვალზე; მაშინ არსებობს განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha}^{\beta} f(x, y) dx$$

და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\int_{\alpha}^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha}^{\beta} f(x, y) dx. \quad (4)$$

დამტკიცება. ვთქვათ, \mathfrak{F} არის ისეთ (α, β) ინტერვალთა ოჯახი, რომლის ყველა ქვეინტერვალისათვის შესრულდებულა (4) ტოლობა, როგორც გინდა იყოს ინტერვალი (γ, δ) .

\mathfrak{F} ოჯახის ინტერვალებს ახასიათებს შემდეგი თვისებები:

(α) თუ ინტერვალი (α_1, α_2) და (α_2, α_3) ეკუთვნის \mathfrak{F} ოჯახს, მაშინ $(\alpha, \beta) \in \mathfrak{F}$.

(β) თუ ინტერვალი $(\alpha, \beta) \in \mathfrak{F}$, მაშინ მისი ყველა ქვეინტერვალი აგრეთვე ეკუთვნის \mathfrak{F} .

აღნიშნული თვისებები აღვიღად შემოწმდება.

(γ) თუ (α, β) ინტერვალის ყველა შიგა ქვეინტერვალი \mathfrak{F} ოჯახს ეკუთვნის, მაშინ $(\alpha, \beta) \in \mathfrak{F}$.

მართლაც, ვთქვათ, $\alpha < \alpha_m < \beta_m < \beta$ და $\lim_{m \rightarrow \infty} \alpha_m = \alpha$, $\lim_{m \rightarrow \infty} \beta_m = \beta$.

პირობის ძალით გვაქვს

$$\int_{\alpha_m}^{\beta_m} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha_m}^{\beta_m} f(x, y) dx.$$

მეორე მხრივ,

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \int_{\alpha_m}^{\beta_m} f(x, y) dx = \int_{\alpha}^{\beta} f(x, y) dx.$$

მაშასადამე, დანუგის ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ ზღვარზე გადასვლის თეორემის ძალით გვაქვს

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha_m}^{\beta_m} f(x, y) dx = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha}^{\beta} f(x, y) dx.$$

ამგვარად ვღებულობთ

$$\int_{\alpha}^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha}^{\beta} f(x, y) dx,$$

ე. ი. $(\alpha, \beta) \in \mathfrak{C}$.

(ბ) თუ სრულყოფილი E სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალები \mathfrak{C} -ს ეკუთვნის, მაშინ მოიძებნება ისეთი ინტერვალი $(\alpha, \beta) \in \mathfrak{C}$, რომ სიმრავლე $P=E(\alpha, \beta)$ არაცარიელია.

მართლაც, E სიმრავლისათვის მოიძებნება ისეთი ინტერვალი (α, β) , რომ თანაკვეთა $(\alpha, \beta)E=P$ არაცარიელია და შესრულებული იქნება თეორემის ყველა პირობა.

მაშასადამე, გვაქვს

$$\int_{\alpha}^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_P dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy + \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy.$$

1 თეორემის თანახმად

$$\int_P dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_P f(x, y) dx.$$

მეორე მხრივ, გვაქვს

$$\int_{\alpha_k}^{\beta_k} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx.$$

ამიტომ

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx.$$

დანუეუს ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ ზღვარზე გადასვლის თეორემის [3] თანახმად

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx = \int_{\gamma}^{\delta} dy \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx,$$

ე. ი.

$$\sum_{k=1}^{\infty} \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx = \int_{\gamma}^{\delta} dy \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx.$$

ამგვარად ვღებულობთ

$$\int_{\alpha}^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy = \int_{\gamma}^{\delta} dy \int_P f(x, y) dx + \int_{\gamma}^{\delta} dy \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx.$$

უკანასკნელი ტოლობის მარჯვენა ნაწილში მდგომი მწკრივის ჯამი დამოუკიდებელია აჯამვის რიგზე, ამიტომ იგი აბსოლუტურად კრებალია. დანუეუს ინტეგრალის განმარტების თანახმად

$$\int_a^\beta f(x, y) dx = \int_P f(x, y) dx + \sum_{k=1}^{\infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx,$$

ე. ი.

$$\int_a^\beta dx \int_\gamma^\delta f(x, y) dy = \int_\gamma^\delta dy \int_a^\beta f(x, y) dx.$$

მაშასადამე, $(\alpha, \beta) \in \mathfrak{F}$.

პ. რომანოვსკის [2] ფუნდამენტალური ლემის თანახმად ინტერვალთა $(a, b) \in \mathfrak{F}$, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

საესებით ანალოგიური მსჯელობით შეგვიძლია დავამტკიცოთ შემდეგი თეორემები.

თეორემა 3. E იყოს ზოგადი სიმრავლე, აღებული (c, d) ინტერვალიდან.

თუ 1) ყველა $(\alpha, \beta) \equiv (a, b)$ ინტერვალისათვის ფუნქცია

$$\psi(y) = \int_a^\beta df(x, y) dx$$

ჯამებადია E სიმრავლეზე და განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_E dy \int_a^\beta f(x, y) dx$$

არის (α, β) ინტერვალის უწყვეტი ფუნქცია;

2) ყველა ჩაკეტილი სიმრავლე $\Phi = (a, b)$ შეიცავს ისეთ პორციას $P = \Phi(\alpha, \beta)$, რომ $f(x, y)$ ჯამებადია, როცა $x \in P, y \in E$ და ინტეგრალთა მიმდევრობა

$$\left\{ dy \sum_{k=1}^n \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx \right\},$$

სადაც $\{(\alpha_k, \beta_k)\}$ P სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალებია, თანაბარხარისხოვნად აბსოლუტურად უწყვეტია, ხოლო მწკრივი

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left| \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x, y) dx \right|$$

კრებადია თქმის ყველა $y \in E$ -სათვის;

მაშინ არსებობს განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_a^\beta dx \int_E f(x, y) dy$$

და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\int_a^\beta dx \int_E f(x, y) dy = \int_E dy \int_a^\beta f(x, y) dx.$$

თეორემა 4. ვთქვათ, არსებობს განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_{\gamma}^{\delta} dy \int_a^{\beta} f(x, y) dx.$$

თუ 1) ყველა ჩაკეტილი სიმრავლე $E = (c, d)$ შეიცავს ისეთ პორციას $Q = (\gamma, \delta) E$, რომ ინტეგრალი

$$\int_a^{\beta} f(x, y) dx$$

აკმაყოფილებს 3 თეორემის ყველა პირობას Q სიმრავლეზე;
2) განმეორებით ინტეგრალთა მიმდევრობები

$$\left\{ \int_{\gamma'_m}^{\delta'_m} dy \int_a^{\chi} f(x, y) dx \right\}, \left\{ \sum_{k=1}^n \int_{\gamma_k}^{\delta_k} dy \int_a^{\chi} f(x, y) dx \right\},$$

სადაც $\{(\gamma_k, \delta_k)\}$ Q სიმრავლის მოსაზღვრე ინტერვალებია და $\{(\gamma'_m, \delta'_m)\}$ ზრდად ინტერვალთა მიმდევრობაა კრებადი (γ, δ) ინტერვალისაკენ, თანაბარხარისხოვნად უწყვეტია და თანაბარხარისხოვნად (ACG) -ა (იხ. [3]) (a, b) ინტერვალზე; მაშინ არსებობს განმეორებითი ინტეგრალი

$$\int_a^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy$$

და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\int_{\gamma}^{\delta} dy \int_a^{\beta} f(x, y) dx = \int_a^{\beta} dx \int_{\gamma}^{\delta} f(x, y) dy.$$

აღნიშნოთ

$$\varphi(y) = \int_a^b f(x, y) dx.$$

თეორემა 5. თუ 1) $f(x, y)$ არის (ACG^*) კლასის (c, d) ინტერვალზე x -ის ყველა მნიშვნელობისათვის და 2) ფუნქცია $f'y(x, y)$ აკმაყოფილებს 2 ან 4 თეორემის პირობებს, მაშინ

$$\varphi'(y) = \int_a^b f'y(x, y) dx.$$

დამტკიცება. ვინაიდან $f'y(x, y)$ აკმაყოფილებს 2 ან 4 თეორემის პირობებს, ამიტომ გვექნება

$$\int_c^y dy \int_a^b f'y(x, y) dx = \int_a^b dx \int_c^y f'y(x, y) dy = \int_a^b dx [f(x, y) - f(x, c)] = \varphi(y) - \varphi(c).$$

მაშასადამე,

$$\varphi'(y) = \int_a^b f'_y(x, y) dx,$$

რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.4.1951)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. М. Л. Натансон. Введение в теорию функций вещественной переменной. М.-Л., 1949.
2. P. Romanovski. Essai d'une exposition de l'integrale de Denjoy sans nombres transinis. Eund. Math., 19. 1932.

მათემატიკა

აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი შ. მიქაელაძე

ახალი ინტეგრალური ხერხი სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნისათვის

ჩვენს შრომებში [1, 2, 3, 4, 5, 6] მოცემული მეთოდების დახმარებით შეგვიძლია

$$\left\{ \begin{array}{l} L(y) \equiv y^{(n)}(x) + \sum_{\nu=0}^{n-1} X_{n-\nu}(x) y^{(\nu)}(x) = X(x), \quad (0 \leq x \leq l) \\ U_i(y) \equiv \sum_{k=0}^{n-1} \alpha_{ki} y^{(k)}(0) + \sum_{k=0}^{n-1} \beta_{ki} y^{(k)}(l) = \gamma_i \end{array} \right. \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, \dots, m; n \leq m \leq 2n)$$

დიფერენციალური სისტემის უბან-უბან უწყვეტი (უბან-უბან უწყვეტად წარმოებადი) ამონახსენი ავაგოთ, როცა $X_{n-\nu}$ ($\nu = 0, 1, \dots, n-1$) და X კოეფიციენტები უბან-უბან უწყვეტია.

ამ წვეტილი ამონახსნების აგების მეთოდებიდან გამოირჩევა მეთოდები [1, 2] თავისი ზოგადობით. მათი გამოყენება ხანდახან ართულებს გამოთვლებს. ქვემოთ განვიხილავთ ხერხს, რომელიც ზოგჯერ უფრო სასარგებლოა, ვიდრე მეთოდები [1, 2]. ახალი ხერხი მოითხოვს $X_{n-\nu}(x)$ ($\nu = 0, 1, \dots, n-1$) კოეფიციენტებიდან, რომ მათ ჰქონდეს პირველი ν რიგის უბან-უბან უწყვეტი წარმოებულები $[0, l]$ შუალედში.

გამოვწეროთ (1) სისტემის უბან-უბან უწყვეტი ამონახსნის დაშლა (იხ. [1]):

$$y(x) = \sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{x^\nu y^{(\nu)}(0)}{\nu!} + \sum_m A_m + \sum_r B_r(x - a_r)$$

$$+ \dots + \frac{1}{(n-1)!} \sum_{\mu} Q_{\mu}(x - a_{\mu})^{n-1} + \frac{1}{(n-1)!} \int_0^x (x-t)^{n-1} y^{(n)}(t) dt, \quad (2)$$

სადაც A_m, B_r, \dots, Q_{μ} შესაბამისად აღნიშნავენ $y(x), y'(x), \dots, y^{(n-1)}(x)$ ფუნქციების ნახტომებს $(0, x)$ შუალედის a_m, a_r, \dots, a_{μ} წვეტის წერტილებში.

დიფერენციალური განტოლება $L(y) \equiv X(x)$ და (2) დაშლა გვაძლევს $y(x)$ ფუნქციისათვის ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებას:

$$y(x) + \sum_{\nu=0}^{n-1} \int_0^x \frac{(x-t)^{n-1}}{(n-1)!} X_{n-\nu}(t) y^{(\nu)}(t) dt$$

$$= L[y(0), y'(0), \dots, y^{(n-1)}(0), x, a_m, A_m, \dots] + \int_0^x \frac{(x-t)^{n-1}}{(n-1)!} X(t) dt, \quad (3)$$

სადაც

$$L[y(0), y'(0), \dots, y^{(n-1)}(0), x, a_m, A_m, \dots] = \sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{x^\nu y^{(\nu)}(0)}{\nu!}$$

$$+ \sum_m A_m + \sum_r B_r (x - a_r) + \dots + \frac{1}{(n-1)!} \sum_{\mu} Q_\mu (x - a_\mu)^{n-1}$$

არის $y(0), y'(0), \dots, y^{(n-1)}(0)$ საწყის მნიშვნელობათა წრფივი ფუნქცია-სასაზღვრო ამოცანების შემთხვევაში (3) შემადგენლობაში ზოგიერთი საწყისი მნიშვნელობა პარამეტრებად შევა.

ნაწილობითი ინტეგრების საშუალებით

$$\int_0^x (x-t)^{n-1} X_{n-\nu}(t) y^{(\nu)}(t) dt$$

ინტეგრალის ნაცვლად მიიღება ინტეგრალი, რომლის ქვევით მდგომი წარმოებულის რიგი ერთი ერთეულით შემცირდება შედარებით პირველთან. ნაწილობითი ინტეგრების განმეორებითი გამოყენება კიდევ ერთი ერთეულით დასწევს ამ წარმოებულის რიგს და თუ განვაგრძობთ ნაწილობით ინტეგრებას, ჩვენ მივიღებთ ვოლტერას ტიპის ინტეგრალურ განტოლებას, სადაც უცნობ ფუნქციად $y(x)$ იქნება.

კერძოდ, თუ დიფერენციალური განტოლების კოეფიციენტები $X_{n-\nu}(x)$ უწყვეტია $[0, l]$ შუალედში, ნაწილობითი ინტეგრების დახმარებით მივიღებთ

$$\int_0^x (x-t)^{n-1} X_{n-\nu}(t) y^{(\nu)}(t) dt = -x^{n-1} X_{n-\nu}(0) y^{(\nu-1)}(0)$$

$$- \sum_0^x (x-a_\sigma)^{n-1} X_{n-\nu}(a_\sigma) R_\sigma - \int_0^x [(x-t)^{n-1} X_{n-\nu}(t)]' y^{(\nu-1)}(t) dt,$$

სადაც R_σ -თი აღნიშნულია $y^{(\nu-1)}(t)$ ფუნქციის ნახტომი $t = a_\sigma$ წვეტის წერტილში.

ადვილი შესამოწმებელია, რომ თუ $L(y) \equiv X(x)$ დიფერენციალური განტოლების $X_{n-\nu}$ კოეფიციენტები უწყვეტია თავისი პირველი წარმოებულე-ბით ν რიგამდე, მაშინ ამ განტოლების ის ამონახსენი, რომელსაც აქვს პირ-ველი $n-1$ რიგის უწყვეტი წარმოებულები $[0, l]$ შუალედში, განისაზღვრება ვოლტერას განტოლებიდან

$$y(x) = f(x) + \int_0^x K(x, t) y(t) dt, \quad (4)$$

სადაც

$$K(x, t) = \sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{(-1)^{\nu+1}}{(n-1)!} [(x-t)^{n-1} X_{n-\nu}(t)]^{(\nu)},$$

$$f(x) = \sum_{\nu=0}^{n-1} \frac{x^\nu}{\nu!} y^{(\nu)}(0)$$

$$+ \sum_{k=1}^{n-1} y^{(k-1)}(0) \sum_{\nu=k}^{n-1} \frac{(-1)^{\nu-k}}{(n-1)!} [(x-t)^{n-1} X_{n-\nu}(t)]^{(\nu-k)}_{t=0} + \int_0^x \frac{(x-t)^{n-1}}{(n-1)!} X(t) dt.$$

აქედან უკვე ადვილად ვპოულობთ კოშის ამოცანის იმ ამონახსნს $L(y) \equiv X(x)$ განტოლებისთვის, რომელიც დააკმაყოფილებს საწყის პირობებს $(0, y(0), y'(0), \dots, y^{(n-1)}(0))$, თუ, რასაკვირველია, $f(x) \equiv 0$. მაგრამ თუ $f(x) \equiv 0$, ჩვენ მივიღებთ ამონახსნს $y(x) \equiv 0$.

ორწერტილიანი სასაზღვრო ამოცანების წყვეტილი ამონახსნების აგება დაკავშირებულია სათანადო ინტეგრალური განტოლების ამოხსნისთან. წყვეტის წერტილების შემთხვევა ვერცელ გადმოცემის მოითხოვს, იდეა კი იგივეა, რაც უწყვეტი ამონახსნების კონსტრუირების შემთხვევაში. გადმოცემის შემოკლების მიზნით ხერხის აღწერისათვის ავირჩიოთ (4) განტოლება. ამ განტოლების ამოხსნა შეიძლება, მაგალითად, მიმდევრობითი მიახლოებით. ამონახსენი იქნება წრფივი ფუნქცია $y^{(1)}(0)$ პარამეტრებისა. თუ გამოვითვლით $y^{(1)}(1)$ წარმოებულებს და გამოვიყენებთ $U_i(y) = \gamma_i$ სასაზღვრო პირობებს, მაშინ მივიღებთ $y^{(1)}(0)$ პარამეტრების განსაზღვრულ წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემას. ამ პარამეტრების განსაზღვრა საშუალებას მოგვცნს გამოვწეროთ საბოლოო ამონახსენი.

ხემოაღწერილი ხერხი გამოადგება მრავალცვლადიანი საკუთრივი მნიშვნელობების ამოცანების ამოხსნისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.6.1951)

დამონუმბული ლიტერატურა

1. შ. ე. მიქელაძე. Решение краевых задач с помощью обобщенной формулы Маклорена. Доклады АН СССР, т. 52, № 9, 1946.
2. Ш. Е. Микеладзе. Разрывные решения обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Доклады АН СССР, т. 55, № 9, 1947.
3. Ш. Е. Микеладзе. Продольно-поперечный изгиб балки на упругом основании. Доклады АН СССР, т. 59, № 3, 1948.
4. Ш. Е. Микеладзе. Новый метод решения задач о собственных значениях. Доклады АН СССР, т. 66, № 4, 1949.
5. Ш. Е. Микеладзе. Новые квадратурные формулы и их приложения к интегрированию дифференциальных уравнений. Доклады АН СССР, т. 61, № 4, 1948.
6. Ш. Е. Микеладзе. Некоторые задачи строительной механики. Гостехиздат, М.—Л., 1948.

ჰიდრომეტანია

ლია ავალიშვილი

ბლანტი სითხის არასტაციონარული მოძრაობის გაწვრივებულ განტოლებათა ფუნდამენტალური ამოხსნები

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ი. ვეჟუამ 16.6.1951)

რეინოლდსის მცირე რიცხვის შემთხვევაში შესაძლებელია ნავე-სტოკსის განტოლებების გაწვრივება ოზენის ხერხით; გაწვრივების შედეგად ვღებულობთ განტოლებებს:

$$\nu \Delta \bar{u} - U(t) \frac{\partial \bar{u}}{\partial x_1} - \frac{\partial \bar{u}}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \operatorname{grad} p, \quad (1)$$

$$\operatorname{div} \bar{u} = 0,$$

სადაც $\bar{u}(v_1, v_2, v_3)$ სითხის სიჩქარეა, $p(P, t)$ ჰიდროდინამიკური წნევაა $P(x_1, x_2, x_3)$ წერტილში, $U(t)$ — მთავარი მოძრაობის სიჩქარე, ν სიმკვრივეა, ρ — სიბლანტის კინემატიკური კოეფიციენტი.

ავაგოთ (1) განტოლებათა სისტემის ფუნდამენტალური ამოხსნები, ე. ი. ვიპოვოთ ფუნქციები $v_{jk}(P, M, t)$ და $p_j(P, M, t)$, რომლებიც აკმაყოფილებენ შემდეგ განტოლებებს:

$$\nu \Delta v_{jk} - U(t) \frac{\partial v_{jk}}{\partial x_1} - \frac{\partial v_{jk}}{\partial t} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p_j}{\partial x_k}, \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^3 \frac{\partial v_{jk}}{\partial x_k} = 0, \quad (j, k = 1, 2, 3)$$

და ზღვრულ პირობებს:

$$1. \quad \lim_{\substack{t \rightarrow 0 \\ r > 0}} v_{jk}(P, M, t) = \frac{1}{4\pi} \frac{\partial^2}{\partial x_j \partial x_k} \left(\frac{1}{r} \right) \quad (3)$$

(r მანძილია $P(x_1, x_2, x_3)$ და $M(\xi_1, \xi_2, \xi_3)$ წერტილებს შორის).

2. უსასრულობაში v_{jk} ნულის ტოლია.

3. მცირე r -ის შემთხვევაში გვაქვს:

$$I = \int_0^t v_{jk}(P, M, t - \tau) d\tau = 0 \left(\frac{1}{r} \right) + \varphi_{jk}(P, M, t),$$

სადაც $\varphi_{jk}(P, M, t)$ უწყვეტი ფუნქციაა.

სტაციონარული განტოლებებისათვის ფუნდამენტალური ამოხსნები ავაგო ოზენმა ([2], გვ. 34). (1) განტოლებებში დავეშვათ $U(t) \equiv 0$, მივიღებთ სტოკ-

სის არასტაციონარულ განტოლებებს. ამ განტოლებების ფუნდამენტალური ამოხსნები აგებულია ოზენის მიერ ([2], გვ. 40, საწყისი პირობა არაერთგვაროვანია) და დ. დოლიძის მიერ ([1], საწყისი პირობა ერთგვაროვანია).

(1) განტოლებების ფუნდამენტალური ამოხსნების აგება მოხერხდა შემოხსენებული შედეგების საფუძველზე.

აღნიშნოთ:

$$L \equiv v\Delta - U(t) \frac{\partial}{\partial x_1} - \frac{\partial}{\partial t}, \quad (4)$$

წარმოვადგინოთ v_{jk} და p_j შემდეგი სახით:

$$v_{jk} = \delta_{jk} \Delta \Phi - \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_j \partial x_k}, \quad (5)$$

$$p_j = 0.$$

ადვილია შემოწმება, რომ თუ Φ ფუნქცია არის

$$L[\Phi] = 0 \quad (6)$$

განტოლების ამოხსნა, მაშინ v_{jk} და p_k ფუნქციები აკმაყოფილებს (2) განტოლებებს.

(6) განტოლებას აკმაყოფილებს ფუნქცია

$$\Phi = -\frac{v}{a\sqrt{t}} \int_0^1 e^{\beta S} \frac{d\beta}{V\beta}, \quad (7)$$

სადაც

$$a = 8V\sqrt{v^2\pi^2}, \quad S = -\frac{r^2}{4vt} + f(t)(x_1 - \xi_1) - v f^2(t)t, \quad (8)$$

ხოლო ფუნქცია

$$f(t) = \frac{1}{2vt} \int_0^t U(\xi) d\xi. \quad (9)$$

შევიტანოთ Φ ფუნქციის მნიშვნელობა (7) ფორმულიდან (5) ფორმულაში. მივიღებთ:

$$v_{jk} = \frac{\delta_{jk}}{at^{3/2}} e^S + \frac{1}{a} \int_0^1 V\beta^3 e^{\beta S} d\beta \left\{ \frac{(x_j - \xi_j)(x_k - \xi_k)}{4vt^{3/2}} - \frac{f}{2at^{3/2}} [(x_j - \xi_k) \delta_{k1} + (x_k - \xi_k) \delta_{j1}] + \frac{v\delta_{j1}\delta_{k1}}{Vt} - \frac{\delta_{jk}}{2at^{3/2}} \int_0^1 V\beta e^{\beta S} d\beta \right\}, \quad (10)$$

$$p_j = 0.$$

შევისწავლოთ Φ ფუნქციის ყოფაქცევა. (7) ფორმულაში გარდაეკმნათ ცვლადი $\alpha = -\beta a$ და გავითვალისწინოთ (8), მივიღებთ:

$$\Phi = - \frac{\nu}{a \sqrt{\frac{r^2}{4\nu} - f(t)(x_1 - \xi_1) + \nu f^2(t)t^2}} \int_0^t e^{-\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{\alpha}},$$

რადგანაც $f(t)$ უწყვეტი და შემოსახლვრელი ფუნქციაა $0 \leq t \leq \infty$ შუალედში, ამიტომ

$$\lim_{\substack{t=0 \\ r>0}} \Phi = - \frac{2\sqrt{\nu^3}}{ar} \int_0^\infty e^{-\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{\alpha}},$$

ცვლადის გარდაქმნა $\gamma = \sqrt{\alpha}$ მოგვცემს:

$$\lim_{\substack{t=0 \\ r>0}} \Phi = - \frac{1}{4\pi r}. \quad (11)$$

(7) და (11) ფორმულიდან ცხადია, რომ:

1. საწყის მომენტში $t=0$ $\Phi(P, M, t)$ ფუნქცია უწყვეტია, თუ $r>0$, ხოლო $t=0, r=0$ წერტილში მას აქვს განსაკუთრებული ყოფაქცევა;

2. $\Phi(P, M, t)$ ნულის ტოლია, როცა $r=\infty$.

დაემატვიცით, რომ (5) ფორმულით წარმოდგენილი v_{jk} და p_j ფუნქციები აკმაყოფილებს გვ. 397 ჩამოყალიბებულ პირობებს.

შევამოწმოთ ჯერ პირველი პირობა. (7), (8), (9) ფორმულებიდან მივიღებთ:

$$\lim_{\substack{t=0 \\ r>0}} \Delta\Phi = \lim_{\substack{t=0 \\ r>0}} \frac{1}{a t^{3/2}} e^{-\frac{r^2}{4\nu t} + f(t)(x_1 - \xi_1) - \nu f^2(t)t} = 0, \quad (12)$$

(11) ფორმულა მოგვცემს:

$$\lim_{\substack{t=0 \\ r>0}} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x_j \partial x_k} = - \frac{1}{4\pi} \frac{\partial^2}{\partial x_j \partial x_k} \left(\frac{1}{r} \right). \quad (13)$$

(5), (12) და (13) ფორმულების თანახმად გვექნება:

$$\lim_{\substack{t=0 \\ r>0}} v_{jk} = \frac{1}{4\pi} \frac{\partial^2}{\partial x_j \partial x_k} \left(\frac{1}{r} \right), \quad (14)$$

ამგვარად გვ. 397 პირველი პირობა შესრულებულია.

(10) განოსახლებიდან ცხადია, რომ v_{jk} აკმაყოფილებს მეორე პირობას.

შევამოწმოთ მესამე პირობა. (10) ფორმულის თანახმად გვაქვს:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4,$$

სადაც

$$I_1 = \frac{(x_j - \xi_j)(x_k - \xi_k)}{4a\nu} \int_0^1 \sqrt{\beta^3} d\beta \int_0^t e^{\beta s} \frac{d\beta}{(t-\tau)^{3/2}}, \quad (15)$$

$$I_2 = \frac{\delta_{jk}}{a} \int_0^t e^{\beta S} \frac{d\tau}{(t-\tau)^{3/2}},$$

$$I_3 = -\frac{f[(x_j - \xi_j) \delta_{k1} + (x_k - \xi_k) \delta_{j1}]}{2a} \int_0^1 \sqrt{\beta^2} d\beta \int_0^t e^{\beta S} \frac{d\tau}{(t-\tau)^{3/2}}, \quad (15)$$

$$I_4 = -\frac{\delta_{jk}}{2a} \int_0^1 \sqrt{\beta^2} d\beta \int_0^t e^{\beta S} \frac{d\tau}{\sqrt{t-\tau}}.$$

ვაჩვენოთ, რომ I_1 და I_2 ინტეგრალებს აქვთ $\frac{1}{r}$ რიგის სინგულარობა, ხოლო I_3 და I_4 ინტეგრალები რეგულარულია.

I_1 ინტეგრალში ჩაესვათ S -ის მნაშენელობა და გარდაექმნათ ცვლადი $\omega = r \sqrt{\frac{\beta}{4vt}}$, მივიღებთ:

$$I_1 = 4\sqrt{v} \frac{(x_j - \xi_j)(x_k - \xi_k)}{r^3} \int_0^1 d\beta \int_0^\infty \omega^2 e^{-\beta} \left[-\omega^2 + r \left(\frac{\beta r^2}{4v\omega^2} \right) (x_1 - \xi_1) - v r \left(\frac{\beta r^2}{4v\omega^2} \right) \frac{\beta r^2}{4v\omega^2} \right] d\omega.$$

აქედან ცხადია, რომ:

$$I_1 = 0 \left(\frac{1}{r} \right). \quad (16)$$

ანალოგიურად მიიღება:

$$I_2 = 0 \left(\frac{1}{r} \right). \quad (17)$$

ასევე დამტკიცდება, რომ I_3 და I_4 რეგულარული ინტეგრალებია. (15), (16), (17) ფორმულებიდან მივიღებთ:

$$I = 0 \left(\frac{1}{r} \right) + \varphi_{jk}(P, M, t),$$

სადაც

$$\varphi_{jk} = I_3 + I_4$$

რეგულარული ინტეგრალია.

ამგეორად შესაძვე პირობა შესრულებულია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 17.6.1951)

დამოწმებულია ლიტბატურა

1. Д. Е. Долидзе. Линейная краевая задача неустановившегося движения вязкой несжимаемой жидкости. Прикл. мат. и мех., том XI, 1947.
2. С. W. Oseen. Hydrodynamik. Leipzig, 1927.

ფიზიკა

6. პოლიტომი

ელექტრონების მოძრაობა KCl-ის "შეღებულ კრისტალებში"

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ა. დიდებულიძემ 15.1.1951)

ტუტე-ჰალოიდურ კრისტალებზე შეიძლება შესწავლილ იქნეს ელექტრონების ყოფაქცევა კრისტალურ მესერში სითბური მოძრაობის, სინათლის, ელექტრული და მაგნიტური ველების ზეგავლენით. გარდა ამისა, შეღებილი ტუტე-ჰალოიდური კრისტალები თავისთავადაც წარმოადგენენ ინტერესს, რადგანაც ამ ბოლო დროს მათ სულ უფრო და უფრო იყენებენ სხვადასხვა სახის რეგეგმვა და მთვლელებში.

ნახევრად გამტარებსა და იზოლატორებზე ჩატარდა გამოკვლევები [1], არკვევდნენ ელექტრონების დიფუზიის მექანიზმს და ელექტრონების მოძრაობის მექანიზმს, როდესაც მოდებულია ველი. რიგი დაკვირვებები (ფოტოდენის ასიმეტრია, პოტენციალისა და ელექტრონების კონცენტრაციის განაწილება განათებულ კრისტალში) გვიჩვენებს, რომ გამტარებლობის ელექტრონებში მოქმედი სინათლით კრისტალის ერთ ნაწილში, ვრცელდება სითბური მოძრაობის გამო კრისტალის მთელ მოცულობაში, მათთან ერთად გადადის უარყოფითი მუხტიც, ხოლო განათებულ ადგილას რჩება პარაბი დადებითი მუხტი. ელექტრონების დიფუზიის ბოლოს მოუღებს ის ველი, რომელიც შეიქმნება ამ მუხტებით.

განტვირთვის დენების (დებოლარიზაციის დენების) გამოკვლევა KCl-ის კრისტალებში საშუალებას გვაძლევს გამოვარკვიოთ ელექტრონების მოძრაობის მექანიზმი, ელექტრონების დამაგრებისა და მოცულობითი მუხტის წარმოქმნის პირობები. კ ა ლ ა ბ უ ხ ო ვ ი ს ა და ავტორის შრომაში [2] გამოკვლეულ იქნა განტვირთვის დენების ტემპერატურული დამოკიდებულება ადიტურად შეღებილი და გამკვივალე KCl-ის მონოკრისტალებზე, მიღებულმა შედეგებმა მოგვცა საშუალება გავკვირებინა გარკვეული დასკვნა მღებავი ცენტრების ბუნების შესახებ და დაგვედგინა მეორადი დენების წარმოქმნის მიზეზი. გავზომილი დენები წარმოადგენს დენებს მოცულობითი მუხტის ველში. [2] შრომაში განტვირთვის დენები იზომებოდა ველისა და სინათლის გამორთვიდან 1 წამის შემდეგ. შემდგომმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ პაუზის გადიდების შედეგად, მაგალითად 20 წამამდე, შეღებილი კრისტალებისათვის განტვირთვის დენების ტემპერატურული

დამოკიდებულების მრუდი, ინარჩუნებს რა თავის ხასიათს, იცვლის ფორმას (გამოაგლინებს მაქსიმუმს 70°C -ის დროს).

მოცულობითი მუხტის წარმოქმნის მიზეზების გამორკვევის მიზნით ავტორმა ჩაატარა KCl-ის ერთი მონოკრისტალის შეღებილი და გამჟღავნებელი ნაწილის განტვირთვის დენების ტემპერატურული დამოკიდებულების განოკვლევა.

შეღებილ და გამჟღავნებელ ნაწილში ერთგვის გათბობის დროს გაზომვის ჩატარებისათვის კონსტრუირებულ იქნა ხელსაწყო რამდენიმე ელექტროდით. ეს ხელსაწყო შესაძლებლობას იძლევა მივაჭიროთ ელექტროდი კრისტალს ბერკეტებიანი სისტემის საშუალებით ან მოვაცილოთ თავისუფალი ელექტროდები, რასაც არსებითი მნიშვნელობა ჰქონდა გაზომვის დროს.

კრისტალის დამკერი აწყობილი იყო მინის თითზე, რომელიც ჩარჩილული იყო ვაკუუმის (ხეხით) ქურჭელში. თითში იდგმებოდა ელექტროდუმელი, რომელიც წარმოადგენდა ფაფურის მილს მასზე დახვეული ნიბრომის მავთულით. ხელსაწყო გამოიტუმებოდა და გაზომვა ტარდებოდა სიციხილში, რათა თავიდან აცილებული ყოფილიყო ზედაპირული ელექტროდების გაზომვა წარმოებდა დატვირთვის მეთოდით ლუტცი-ელემანის სისტემის ელექტრომეტრით. ელექტროდი, რომელიც უერთდებოდა ელექტრომეტრს, გარშემორტყმული იყო დამიწვებული დამცველი რგოლით. მთელი მოწყობილობა და შემადგენელი ხაზები ელექტროსტატიკურად დაცული იყო. მაღალი ძაბვის მისაღებად გამოყენებულ იქნა მიმდევრობით შეერთებული ბატარეები. ხეხი მთავსებული იყო დაბნელებულ ყუთში ადვილად გასახსნელი სარკმლით, კრისტალის გასანათებლად. „თეთრი სინათლის“ წყაროდ გამოყენებულ იქნა ავტომანქანის ნათურა, რომელიც აკუმულატორით იკვებებოდა. ტემპერატურა იზომებოდა თერმოწყვილით. KCl-ის კრისტალები იღებოდა არც იმპრეგის მეთოდით [3]. ცდები შემდეგი მიმდევრობით წარმოებდა: კრისტალს ანათებდნენ ელექტროვლის თანაბონიერების დროს, შემდეგ სინათლე გამოირთვებოდა და ამავე დროს კრისტალს მოკლედ ჩართავდნენ. სიბნელეში განტვირთვიდან გაზომვის აწარმოებდნენ ან 1 წამის, ან უფრო დიდი დროის შუალედის გავლის შემდეგ. წარმოებული იყო გაზომვები წინასწარი განათების გარეშეც, „ბნელი პოლარიზაციის“ შემდეგ.

KCl-ის ნაწილობრივად შეღებილ (მოცულობის 25%) მონოკრისტალზე ჩატარებულმა რიგმა ცდებმა მოგვცა შემდეგი შედეგი: განტვირთვის დენების ტემპერატურული დამოკიდებულების მრუდები მონოკრისტალის ორივე უბნისათვის მსგავსია მრუდებისა, რომლებიც მიიღება, სათანადოდ, კრისტალის მთლიანად შეღებილი და გამჟღავნებელი ნიმუშებისათვის. მრუდები აგებულია ტემპერატურულ შუალედებში: ოთახის ტემპერატურიდან 180°C -მდე.

შრომში [2] ჩვენ მიერ გაკეთებული იყო დასკვნა, რომ შეღებილი კრისტალების გამტარებლობა, როდესაც ტემპერატურა 125°C -ზე ნაკლებია, განიბრობებულია ელექტრონების მოძრაობით. მონოკრისტალის შეუღლებავ ნაწილში ელექტრული გამტარებლობის არარსებობა გვაიძულებს დავასკვნათ, რომ მუხტები (გამტარებლობის ელექტრონები) ვერ იჭრებიან დიფუზიის გზით შეღებვის საზღვარს იქით, შეღებილი ნაწილიდან შეუღლებავში.

საინტერესოა ამ შედეგის შედარება ნემენოვის ცდებთან [4]. ნემენოვი თეორი სინათლით ანათებდა რენტგენიზებულ NaCl-ის კრისტალს (ელექტრონული გამტარებლობის მქონე კრისტალს) ისე, რომ ერთი ნაწილი ნათებოდა მეტად ინტენსიურად, მეორე კი სულ სუსტად. დიფუზიის პროცესი მანამ უნდა გაგრძელდეს, სანამ ელექტრონების გადასვლის გამო არ წარმოიქმნება შეშვედრი ე. მ. ძ. ტოლი სიდიდით და შებრუნებული ნიშნით.

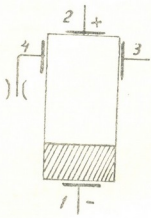
რკგმა ცდებმა მოგვცა უარყოფითი შედეგი. პოტენციალის ნახტომი სინათლე-სინებლის საზღვარზე არ იქნა აღმოჩენილი. ნემენოვმა ვერ აღმოაჩინა პოტენციალთა სხვაობა ერთხანობად განათებულ, მაგრამ სხვადასხვახანობად რენტგენიზებულ უბნებს შორისა.

ჩვენი ცდების შედეგები გვიძლევენ დავსვათ საკითხი KCl-ის მონოკრისტალებში შეღებვის საზღვრის როლის შესახებ. შეღებულ კრისტალებში შინაგანი ფოტოეფექტის სურათი შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგნაირად: F ცენტრებიდან (შეღებლობის ცენტრებიდან) სინათლით განთავისუფლებული ელექტრონები გადადიან F დონიდან გამტარებლობის ზონაში და შესაძლებლობას იღებენ გადაადგილდნენ მოდებული ველის მიმართულებით. მოძრაობაში მყოფი ელექტრონები განიცდიან ბროუნის მოძრაობას, ასე რომ გადაადგილება მოდებული ძაბვის მიმართულებით წარმოადგენს „დრეიფს“, რომელიც ემატება ელექტრონების ბევრად უფრო ჩქარ მოუწყვსრივებელ სიბუნურ მოძრაობას. იმყოფებიან რა გამტარებლობის ზონაში, ელექტრონები გაირბენ განსაზღვრულ მანძილს (გადანაცვლება), რომელიც ველის დაძაბულობის პროპორციულია. გადანაცვლების ბოლოში ელექტრონები განიცდიან ჩაქერას, თანაც ამოვარდებიან გამტარებლობის ზონიდან და ჩამავრდებიან გარკვეულ დონეებზე, რითაც წარმოქმნიან ახალ ცენტრებს. ეს ცენტრები იწვევენ დეპოლარიზაციის დენების სპექტრალურ განაწილებაში მეორე მაქსიმუმის წარმოქმნას. ამ ცენტრების წარმოქმნას თან სდევს უარყოფითი მოცულობითი მუხტის წარმოქმნა ფოტოგამტარებლობის დროს [2, 5].

ფოტოგამტარებლობის დროს შეღებილობის საზღვრის როლისა და წარმოქმნილი უარყოფითი მოცულობითი მუხტის ბუნების გამორკვევის მიზნით ჩვენ ჩავატარეთ ნაწილობრივად შეღებილი კრისტალების გამოკვლევა „განივი ველის“ მეთოდით, რომელიც გვაძლევს არსებული მოვლენების ნათელ სურათს.

ცდები შემდეგნაირად იყო დაყენებული: ნაწილობრივად შეღებილი KCl-ის კრისტალებიდან ამოიტყებოდა $17 \times 18 \times 17$ მმ ზომის ნიმუშები (შეღებილი ნაწილი შეადგენს ნიმუშის მოცულობის 25%). ნიმუში ჩამავრდებოდა კრისტალის ოთხელექტროდიან დამქერში. გაზომვები ტარდებოდა სიმებიანი ელექტრომეტრით, რომლის მგრძნობიარობა ტოლია 90 დანაყოფისა ვოლტზე. კრისტალზე მოდებული იყო ველი ისე, რომ შეღებილი ნაწილზე ყოფილიყო უარყოფითი პოტენციალი (სურ. 1). ელექტროდი 3 გამორთულია წრედიდან და არ არის დამიწებული. კრისტალზე მოდებულია ველი ტოლი 500 ვოლტ/სმ და ერთდროულად ნათდება ათი წუთის განმავლობაში. ამგვარად, კრისტალში ადგილი ჰქონდა ფოტოგამტარებლობას და იგი პოლარიზდებოდა.

შესაძლებელია წარმოვიდგინოთ მოცულობითი მუხტის წარმოქმნის ორი ვარიანტი:



სურ. 1

1) გამტარებლობის ელექტრონები შეიღწევიან შეღებილობის საზღვარზე და რაღაცნაირად მაგრდებიან კრისტალის შიგნით დადებითი ელექტროდის 2 ის მახლობლად.

2) ელექტრონები მოძრაობენ მხოლოდ შეღებილ ნაწილში და „სუფთაში“ არ შეიღწევიან მაშინ მოცულობითი მუხტი უნდა წარმოიქმნას შეღებილობის საზღვრის მახლობლად.

თუ გამოვრთავთ სინათლესა და „სიგრძივ ველს“ და ერთდროულად განვიღებტროდებს შორის ჩავრთავთ „განივი ველს“, მაშინ 1 ვარიანტისათვის დენი დაიშვრება, რადგან იგულისხმება, რომ ელექტრონები შეიღწევიან შეუღებავ ნაწილში, ხოლო 2 ვარიანტში დენი არ უნდა დაიშვრებოდეს.

ცდა წყვეტს საკითხს მეორე ვარიანტის სასარგებლოდ. 2 სურ. მოცემული ცდის სქემის შემთხვევაში დენი არ დაიშვრება (მოდებული იყო „განივი ველი“ 600 ვოლტ/სმ-მდე).

ჩატარებული იყო ასეთი ცდა: 10 წუთის განმავლობაში კრისტალს განათებდით და ვდებდით სიგრძივ ველს. მერე გამოირთებოდა განათება, სიგრძივი ველი რჩებოდა და ჩაირთებოდა „განივი ველი“. ამ შემთხვევაშიც შეუღებავ ნაწილში გამტარებლობა არ დაიშვრებოდა.

განათებულ და დაბნელებულ კრისტალებზე პოლარიზაციის, აგზნების ან „სინდნელის პოლარიზაციის“ შემდეგ პოტენციალის ნიშნის სხვადასხვა კომბინაციის დროს სიგრძივ და განვი ელექტროდებზე (ისეთი ფაქტორების გავლენის გამოკვლევებით, როგორც არ ის სხვადასხვა ელექტროდის დამიწევა ან მათი თავისუფლად დატოვება) ჩატარებული რიგი ცდები მოწმობს იმას, რომ ელექტრონები შეკლებვის საზღვარს იქით არ მოძრაობენ და, მაშასადამე, მოცულობითი მუხტი შეღებილობის საზღვრის მახლობლად წარმოიქმნება.

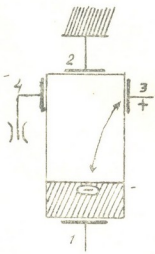
ჩვენ მოგვყავს კიდევ ცდის ერთი სქემა (სურ. 3) ასეთი სქემის დროს დაიშვრება დენი (10^{-13} ამპერის რიგის); რადგანაც ელექტრონები მოძრაობენ შეღებილ ნაწილში დამიწებული ელექტროდისაკენ.

კრისტალის შეუღებავ ნაწილში სინათლის შთანთქმის გამოკვლევა 440-დან 670mμ-მდე (კრისტალის წინასწარი პოლარიზაციის შედეგ) გვიჩვენებს, რომ ამ სპექტრალურ ინტერვალში არავითარ შთანთქმის არ აქვს ადგილი, კრისტალი ოპტიკურად გამჭვივრავლ რჩება. უეჭველად ინტერესს წარმოადგენს აბსორბირებული გამოკვლევების გაფართოება როგორც უფრო მოკლე ტალღების, ისე გრძელი ტალღების მიმართულებით. არ შეიძლება უმართებულოდ ჩათვალოს წარმოდგენა იმის შესახებ, რომ ნაწილი ელექტრონებისა მიიწვ გადავა შეღებვის საზღვარს იქით და დამაგრდება უფრო დრმა დონეებზე, რომლიდანაც ისინი არ შეიძლება განთავისუფლებულ იქნან ოთახის ტემპერატურის

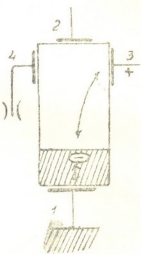
დროს და ამიტომ განივ ველში შეუღებავ ნაწილში გამტარებლობა არ დაიშინდება.

რეალურ მესერში დაზიანებები (ცარიელი კვანძები ან კვანძთაშორისი იონები) წარმოადგენენ მახეებს, მიწებების ცენტრებს. ფრენკლის ვაგებით, მღებავი ცენტრები, F ცენტრები წარმოადგენენ ელექტრონებს, რომლებიც ლოკალიზებული არიან ტუტე მეტალის კვანძთაშორისი იონების მახლობლად. მღებავ ცენტრებში დე-ბურის გულისხმობს ელექტრონს, რომელიც ლოკალიზებულია ჰალოიდური იონის ვაკანტურ კვანძში.

ელექტრონები შეიძლება განთავისუფლებულ იქნენ დამაგრების ცენტრებიდან თერმული ფლუქტუაციების შედეგად ან სინათლით. გამტარებლობის გაჩენისათვის აუცილებელია, რომ გარეგანმა ელექტრულმა ველმა შეძლოს ელექტრონების უწყსრივო მოძრაობის გარკვეული რეგულირება და ამით გამოიწვიოს აუცილებელი ასიმეტრია ელექტრონების განაწილებაში იმპულსების მიხედვით.



სურ. 2



სურ. 3

ჩვენ მიერ გამოკვლეულ KCl-ის ნაწილობრივად შეღებილ კრისტალებში ელექტრონები მოძრაობენ გარე ელექტრულ ველში, და რადგანაც კრისტალი იდეალური არ არის, ისინი მიისწრაფვიან კრისტალური მესერის იმ ნაწილისაკენ, სადაც არის ჰარბი დადებითი მუხტი და დაპაგრდებიან ენერგეტიკულად უფრო ხელსაყრელ ადგილას. ჩვენი ცდების შედეგები მოწმობს იმას, რომ ელექტრონები შეღებილი ნაწილიდან გამკვირვალეში არ გადადიან, შეღებვის საზღვარზე წარმოიქმნება უარყოფითი მოცულობითი მუხტი. ტუტე ჰალოიდური მარილების შეღებილი კრისტალების ელექტრონული გამტარებლობისას მოცულობითი მუხტის წარმოქმნა შეიძლება აიხსნას კრისტალის ზედაპირთან ჰალოიდის იონების ვაკანტური ადგილების მიერ ელექტრონების ჩაქერით [2, 5]. დისოციაციისათვის უფრო ხელსაყრელი პირობებია კრისტალის ზედაპირზე; ვიდრე კრისტალის შიგნით, რადგანაც ზედაპირზე დისოციაციის სიბო დაახლოებით 2-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე შიგნით [6]. ვინაიდან ვაკანტური ადგილის, ანუ „ხვრელის“, წარმოქმნის ალბათობა ზედაპირზე გაცილებით მეტია, ვიდრე კრისტალის შიგნით [7], ამიტომ ელექტრონის ჩაქერა ვაკანტური ჰალოიდური კვანძის მიერ, რომელიც დადებითი მუხტის ეკვივალენტურია, აქ უფრო ადვილად მოხდება, ვიდრე კრისტალის შიგნით. ასეთი ცენტრები, რომელნიც წარმოიქმნებიან ელექტრონების ჩამაგრების გზით კრისტალის ზედაპირის მახლობლობაში ჰალოიდური იონებისაგან თავისუფალ კვანძებში, ე. ი. დე-ბურის „ზედაპირული“ F ცენტრები, წარმოადგენენ სწორედ

უარყოფითი მოცულობითი მუხტის წარმოქმნის მიზეზს [2]. დეპოლარიზაციის დენების სპექტრალურ განაწილებაში მეორე მაქსიმუმი [3] განსაზღვრავს ენერგეტიკული დონის მდებარეობას, რომელზედაც დამაგრდებიან ეს ელექტრონები. ეს დონე F ცენტრების დონეზე მალაა.

ჩვენს ცდებში წარმოქმნილი შედეგილობის საზღვრის მახლობლად უარყოფითი მოცულობითი მუხტის ბუნება და წარმოქმნის მექანიზმი ჩვენ შემდეგნაირად წარმოგვიდგენია. შედეგილობის საზღვარი წარმოადგენს კრისტალში „შინაგან ზედაპირს“. ასეთი ზედაპირის მახლობლად დისოციაციის ხარისხის გადიდება წარმოქმნის ჰალოიდის კვანთაშორისო უარყოფითი იონების ვარკვეულ რაოდენობას, რომელნიც მცირე მოძრაობის უნარის გამო საგრძნობლად არ შორდებიან კვანძებს, საიდანაც ისინი იყენენ ამოგლეჯილი. ამიტომ საერთოდ შედეგილობის საზღვართან მდებარე ნაწილი კრისტალისა ელექტრონიტრალურია. შედეგილი ნაწილიდან შედეგილობის საზღვართან მოსული ელექტრონები ჩაიჭირებიან ჰალოიდის ვაკანტური კვანძებით, ჩამაგრდებიან შიგ, ანეიტრალუბენ მათ და ამით წარმოქმნიან დე ბურის ზედაპირულ F ცენტრებს. ამის შედეგად კრისტალის ამ ნაწილის ელექტრონიტრალობა ირღვევა. ამგვარად, შედეგილი კრისტალების ელექტროგამტარებლობისა წარმოქმნილი უარყოფითი მოცულობითი მუხტი წარმოადგენს უარყოფით იონურ მოცულობით მუხტს, რომელიც „გამოვლინდება“ დე-ბურის „ზედაპირული“ F ცენტრების წარმოქმნის შედეგად. თავისუფალი ელექტრონების მოძრაობა მუხრუჭდება შედეგილობის საზღვართან წარმოქმნილი მოცულობითი მუხტით, შეუღლებავ ნაწილში დადებითი დეფექტები პრაქტიკულად არ არსებობს, ამიტომ შედეგილი ნაწილი არ მოძრაობს. ასეთია ენერგეტიკული ჯებირის აზრი, როგორც დაც წარმოადგინება შედეგილობის საზღვარი KCl-ის ნაწილობრივად შეღებილ მონოკრისტალში.

კარგად ცნობილია ცდები, დაკავშირებული F ცენტრებთან, რომელნიც გვიჩვენებენ, რომ 200—300° C-ზე მეტი ტემპერატურის დროს რამდენიმე ასეული ვოლტი 1 სმ-ზე რიგის ველებში ადგილი აქვს კრისტალის შედეგილი ნაწილის გადაადგილებას ანოდის მიმართულებით [9]. ასეთი ტემპერატურისას შედეგილობის საზღვარი არ წარმოადგენს „ენერგეტიკულ ჯებირს“. მოცულობითი მუხტის სიდიდე დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. შრომაში [2] მითითებული იყო, რომ 120° C-ზე მაღალი ტემპერატურის დროს მოცულობითი მუხტის განწოვის სიჩქარე იზრდება, რადგანაც ამ ტემპერატურებზე ხდება დე-ბურის ზედაპირული ცენტრების დისოციაცია თავისუფალ ელექტრონებზე და მესერის ვაკანტურ კვანძებზე. კრისტალის შეუღლებავ ნაწილში მოხვედრისას ელექტრონები წარმოქმნიან ახალ მდებავ ცენტრებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.1.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Ф. Иоффе. Электронные полупроводники, М.—Л., 1933.
2. Н. П. Калабухов и Н. Г. Политов. Вторичные токи в окрашенных кристаллах KCl. ДАН, LXX, 1950, стр. 805.
3. С. А. Арцыбышев. Проникновение ионов металлов в прозрачные кристаллы щелочно-галогидных солей. Труды Физ. ин-та АН СССР, т. 1, 1938.
4. Л. М. Немеиов. Диффузия электронов в рентгенизованной каменной соли. ЖЭТФ, т. 2, 1932.
5. Н. П. Калабухов. Темновые токи в окрашенных кристаллах щелочно-галогидных солей. ЖЭТФ, т. 17, 1947.
6. А. Ф. Иоффе. Физика кристаллов. М.—Л., 1929, стр. 102.
7. Я. И. Френкель. Кинетическая теория жидкостей. М.—Л., 1945, стр. 10.
8. Н. Калабухов и И. Куршев. Über die Spektralverteilung des Depolarisationsstromes in röntgenisierten KCl-Kristallen. Zs. f. Phys., Bd 99, 1936, S. 254.
9. Н. Мотт и Р. Герни. Электронные процессы в ионных кристаллах. Москва, 1950, стр. 162.

ნახევარი კილოგრამი და მუშავდებოდა 2 ლიტრი სპირტისა და ეთერის ნარევით.

გამხსნელის მოცილებერს შემდეგ დარჩენილ ნაშთს ემატებოდა წყალი და 0,5 ლიტრი ბარიუმის ჰიდრატის ნაჯერი ხსნარი. ნარევი ცხელდებოდა მდუღარე აბაზანაზე ლეციტინის სრულ ჰიდროლიზამდე. ჰიდროლიზატი იფილტრებოდა და გაშქვირვალე ფილტრატს ემატებოდა ძმარმევა. ფილტრატი ორთქლდებოდა ცხელი ჰაერით მცირე მოცულობამდე და ქოლინი ილექებოდა სამი მოცულობა სტანეკის რეაქტივით ($KI+I_2$). ნარევი ინახებოდა რეფრიჯერატორში მეორე დღემდე. ქოლინი ილექება პერიოდიკის სახით, სადაც ერთ მოლექულა ქოლინზე ჰოდის იოდის 9 ატომი. ნალექი იფილტრებოდა შუშის ფილტრის საშუალებით და ირეცხებოდა ცივი წყლით.

ქოლინის პერიოდული წყალთან არევის შემდეგ 60°-ზე გათბობისას მუშავდებოდა მეტალური სპილენძის კოლოიდური ფხენილის 30 გ რაოდენობით. სპილენძის ფხენილის განმეორებითი მომატების შემდეგ ნარევი მუშავდებოდა ორვალენტოვანი სპილენძის ქლორიდით. ყველაფერი ეს წარმოებდა ენერგული არევის პირობებში. რეაქციის დამთავრების შემდეგ ნარევი იფილტრებოდა და ფილტრატში ტარდებოდა გოგირდწყალბადი სპილენძის მოშორების მიზნით.

სითხე გოგირდწყალბადის დამუშავების შემდეგ შეიცავდა ქოლინქლორიდსა და მარილის მკვავს. წყლისა და მარილის მკვავს მოცილება ხდებოდა ვაკუუმში. პრეპარატი ისინჯებოდა სტანეკის რეაქტივით ($KI+I_2$) და რეინიკატიით.

ქოლინის ფოსფორილირება ჩვენ ვცადეთ ტრიბრომფოსფორით, აგრეთვე ტრიქლოროქსიფოსფორით, ტემპერატურისა და რეაქციის ხანგრძლიობის სხვადასხვა პირობებში. შეკეთესი შედეგები მივიღეთ პლიმერისა და ბერჩის მიერ დამუშავებული მოდიფიკაციით [2]. გამოსავალი საშუალოდ თეორიულის 70% უდრიდა.

ხელოვნური ქოლინის მისაღებად ჩვენ გამოვიღოით ტრიმეთილამინისა და დიბროქეთანისაგან. მათი დაკავშირება იძლევა ბრომქოლინბრომიდს, რომლის გასაპენისას წარმოიქმნება ქოლინი. ტრიმეთილამინისაგან ბრომქოლინბრომიდის სინთეზი დამუშავებულია ჯერ კიდევ ორმოცდახუთი წლის წინ კრიუგერ-ბერგელის მიერ [3]. ჩვენი კვლევის სპეციალურ საგნად გახდა ბრომქოლინბრომიდის ფოსფორილირების შესაძლებლობა.

ჩვენ მიერ მიღებულ ბრომქოლინბრომიდის პრეპარატის ლღობის ტემპერატურა 232° უდრიდა, კრიუგერისა და ბერგელის მიხედვით [3] კი ის 230—231° უდრის. აზოტის რაოდენობა ჩვენს პრეპარატში 6,05% უდრიდა, უნდა ყოფილიყო 5,68%. აზოტის ზედმეტი რაოდენობა უნდა აიხსნას აბსორბირებული ტრიმეთილამინით. ამგვარად, ჩვენ მიერ დამზადებული პრეპარატი საკმარისად სუფთა აღმოჩნდა, რომ დაგვეწყობა მისგან ფოსფორილქოლინის მიღება.

ბრომის შეცვლა ფოსფორის მკვავს რადიკალით ჩვენ ვცადეთ მონოგერცხლის ფოსფატის საშუალებით. ბრომქოლინბრომიდის ხსნარი მზადდებოდა

აბსოლუტურ სპირტზე და მას ემატებოდა ვერცხლის ფოსფატის 2 ეკვივალენტი. ნაცადი იყო ტემპერატურისა და გაცხელების ხანგრძლიობის მრავალგვარი კომბინაცია. არც ერთ შემთხვევაში ფოსფატის ჩანაცვლება არ მოხერხდა.

ვერ მივალწვიეთ მიზანს აგრეთვე სამი ვერცხლის ჩანაცვლებული ფოსფატის დახმარებით. ამ შემთხვევაში განსაკუთრებული ყურადღება ექცეოდა, რომ აცილებული ყოფილიყო წყლის ყოველგვარი კვალი. გამოიჩვენა, რომ ამ ნაერთში დაკავშირებული ბრომის ჩამოშორება უნდა მოხერხდეს განსაკუთრებულ პირობებში. ჩვენ შემდეგი საშუალება დავინახეთ უკეთესად.

პირველ ყოვლისა, ბრომქოლინბრომიდს სცილდება არაორგანული ბრომიდის ნაშთი ვერცხლის ნიტრატის ეკვივალენტური რაოდენობით (5 გ ბრომქოლინბრომიდზე იღებოდა 2,4 გ ვერცხლის ქანგი, ახლად დამზადებული სათანადო რაოდენობის ვერცხლის ნიტრატიდან). ეს ოპერაცია უნდა წარმოებდეს 50% ძმარწყავა სხნარის არეში.

ფილტრატს, რომელიც ახლა ბრომქოლინძმარწყავას შეიცავს, ემატება 1,5 ეკვივალენტი ვერცხლის ქანგი და 50% ძმარწყავა 200 მლ საერთო მოცულობამდე. ნარევი ცხელდება 4 საათის განმავლობაში 140°-ზე ავტოკლავში. ეს ხანგრძლიობა და ტემპერატურა საკმარისი აღმოჩნდა ორგანული ბრომის ჩამოშორებისათვის.

ქოლინაცეტატს ემატება მარილის მჟავა და ზედმიწევნით შრება ვაკუუმში. ამგვარად მზადდება ქოლინქლორიდი. ცალკე 100°-ზე 1 მმ წნევის ქვეშ 5 საათის განმავლობაში ზედმიწევნით შრებოდა ორთოფოსფორის მჟავა. ქოლინქლორიდს 5 გ რაოდენობით კოლბაში, რომელიც დაკავშირებულია მშრალ კალციუმის ქლორიდთან, ემატება 4 გ ორთოფოსფორის მჟავა და 4 გ ფოსფორის პენტაოქსიდი. ნარევი თბება მცუდლარე წყლის აბანოზე ექვსი საათის განმავლობაში. რეაქციის დამთავრების შემდეგ ნარევი ცივდება და გადაიტანება წინასწარ გაცივებულ 1,5 ლიტრ წყალში. სხნარს ემატება არაორგანული ფოსფატის დასალექად კალციუმის ჰიდროქსიდის პასტა ინდიკატორი ფენოლფტალეინის თანდასწრებით. არაორგანული ფოსფატის ჩამოშორების შემდეგ ფილტრატი ორთქლდება ცხელი ჰაერის საშუალებით მცირე მოცულობამდე. კალციუმ-ფოსფორილ-ქოლინის გამოყოფა წარმოებს ექვსი მოცულობა 96° სპირტის დამატებით. ნალექი ხელახლა იხსნება წყალში და შენდეგ გამოიყოფა ხელმოკრედ სპირტის დამატებით. ფოსფორილქოლინი უარყოფით რეაქციას იძლევა სტანეის რეაქტივთან. არადამახასიათებელ ნალექს იძლევა ის რეინიკატის მოქმედებით ჩვენ მიერ დამზადებულ პრეპარატში

	Ca	P	N
აღმოჩნდა	12,6	9,30	4,16
გამოთავლილია	12,16	9,46	4,25

ამგვარად, ფოსფორილქოლინის სინთეზის ზემოხსენებული მსვლელობა შემდეგი სქემით გამოხატება:

ტრიმეთილამინი + დიბრომეთანი → ბრომქოლინბრომიდი
 ბრომქოლინბრომიდი + ვერცხლის აცეტატი → ბრომქოლინაცეტატი
 ბრომქოლინაცეტატი + ვერცხლის აცეტატი → ქოლინაცეტატი
 ქოლინაცეტატი → ქოლინქლორიდი
 ქოლინქლორიდი + ფოსფორის მჟავა → ფოსფორილქოლინქლორიდი.

ქოლინი და ფოსფორილქოლინი, მიღებული სინთეზური გზით, გამოცდილი იყო ფერმენტულ ცდებში. მიღებულ იქნა იგივე შედეგები, რაც ბუნებრივი ქოლინის ხმარებისას.

ფოსფორილქოლინის გარდაქმნები ტვინის გამონაწურებში

ცდების პირველ სერიაში გარკვეულ იქნა ფოსფორილქოლინის ჰიდროლიზური დაშლის ინტენსივობა ტვინის ისეთ გამონაწურში, სადაც შექმნილი იყო პირობები აცეტილქოლინის სინთეზისათვის. როგორც ცნობილია, აცეტილქოლინის სინთეზში კოფერმენტული ფაქტორების როლს ასრულებენ ადენოზინტრიფოსფორმჟავა და კოენზიმი A. აცეტილას წყაროდ შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ციტრატი და გლუტამატი.

დიდი ხანი არ არის მას აქვთ, რაც პერსკიმ და ბარონჰა შეძლეს ეჩვენებინათ, რომ ციტრატის გარდაქმნა ტვინის ქსოვილში წარმართება მჟაუნ-ძმარ მჟავას შუალედი პროდუქტის წარმოქმნით [4]. უკანასკნელი იძლევა ძმარმჟავას, რომელიც უკავშირდება ქოლინს.

წინა შრომაში ჩვენ ის მოსაზრება გამოთქვეით, რომ აცეტატის დაკავშირება ქოლინთან უნდა მიმდინარეობდეს როგორც გაცვლითი რეაქცია ფოსფორილქოლინსა და ისეთ ნაერთს შორის, რომელსაც შეუძლია მოგვეცეს ძმარმჟავას ნაშთი [1]. ასეთი ნაერთი შეიძლება იყოს მჟაუნ-ძმარ მჟავა, რომელიც წარმოიქმნება შუალედი პროდუქტის სახით როგორც ციტრატიდან, ისე გლუტამატისაგან.

სარეაქციო არის შედგენილობა და ცდის ტექნიკა იგივე იყო, რაც აღწერილია წინა შრომაში [1], ხოლო ქოლინის მაგივრად იღებოდა ფოსფორილქოლინი. ქვემოთ პირველ ცხრილში მოყვანილია შედეგები ფოსფორილქოლინის დაშლისა და აცეტილქოლინის სინთეზისა ვირთაგვების თავის ტვინის აცეტონის პუდრის გამონაწურში. შედარებისათვის დაყენებული იყო ცდა, სადაც აღებულ იქნა ქოლინი.

როგორც ირკვევა, ფოსფორილქოლინის დაშლას თან სდევს აცეტილქოლინის სინთეზი. სინთეზი აღწევს თითქმის 60%-ს იმასთან შედარებით, რაც მიღებულია ცდაში, სადაც ფოსფორილქოლინის მაგივრად იღებოდა ქოლინი. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ფოსფორილქოლინის დაშლა პუდრის გამონაწურში შესამჩნევი ხდება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ადგილი აქვს აცეტილქოლინის სინთეზს.

ამას უნდა დაეუმატოთ, რომ იმ ცდებში, სადაც პუდრის გამონაწურის მაგივრად იღებოდა ტვინის ჰომოგენატი, ფოსფორილქოლინი ჰიდროლიზს განიცდიდა, მაგრამ აცეტილქოლინის სინთეზი უმნიშვნელო რაოდენობით წარმოებდა.

მთელ რიგ ფოსფორის ნაერთებს, როგორცაა აღენოზინტრიფოსფორისა და პექსოზოდისფოსფორის მქაევა, თიამინ-ფოსფატი, აქეთ კუნთის სენსიბილიზაციის უნარი აცეტილქოლინის მიმართ (ბაბსკი და მინაევი [5], სტუბანენკო, მინაევი და სილაევა [6]), იბადება კითხვა, ხომ არ აქვს იგივე უნარი ფოსფორილქოლინი?

ცხრილი 1

ფოსფორილქოლინი აღებულია ცდაზე 12 მგ, ქოლინი 6 მგ, ჰუდრა 100 მგ. ცდის ხანგრძლიობა 1/2 საათი, საერთო მოცულობა 6 მლ. ფოსფორი მგ ნარევის 1 მლ-ზე, აცეტილქოლინის მიკროგრამებით პუდრის 1 გ-ზე 1 საათის განმავლო აში

	ფოსფორილქოლინის ფოსკორი	აცეტილქოლინი
ანაერობული ცდა ქოლინით	0,023	112
ანაერობული ცდა ფოსფორილქოლინით	0,168	68
აერობული ცდა ფოსფორილქოლინით	0,166	65
საკონტროლო ცდა ინაქტივირებული ფერმენტით	0,187	0

რეაქციის? ამ საკითხის გადაწყვეტის მიზნით დაყენებულ იქნა ცდა, სადაც ირკვეოდა აცეტილქოლინის ეფექტის ცვლილება ფოსფორილქოლინის დამატებისას. აცეტილქოლინის მოქმედება ისაზღვრებოდა ბაყაყის მუცლის კუნთზე. ფოსფორილქოლინი იღებოდა ნატრიუმის მარილის სახით. შესადაარებლიდ ირკვეოდა ქოლინის გავლენა. ქვემოთ მოყვანილია სარეაქციო არის შედეგნილობა.

კალციუმ-ფოსფორილქოლინი აღებულია 25 მგ, დამატებულია კალციუმის მოსაშორებლად 10 მგ ნატრიუმის ოქსალატი და 10 მლ უკარბონატო რინგერი. ქოლინი აღებულია 10 მგ რაოდენობით 10 მლ რინგერში. 1 მგ ქოლინი ეკვივალენტია კალციუმ-ფოსფორილქოლინის 2,5 მგ.

8 მლ რინგერს დაემატა:

- აცეტილქოლინი 2 მიკროგრამი—1 მლ
- ქოლინი 0,5 მგ—0,5 მლ
- ფოსფორილქოლინი 1,25 მგ—0,5 მლ
- სულ 10 მლ

შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ზემომოყვანილი რიცხვებიდან ირკვევა, რომ ფოსფორილქოლინს აქვს, ისე როგორც ზოგიერთ სხვა ფოსფორნაერთს, აცეტილქოლინის მოქმედების სენსიბილიზაციის უნარი. კუნთის შეკუმშვის გადიდება ჩვენი ცდის პირობებში 16%-ს აღწევს. ეს არც ისე დიდი რიცხვია. ცდაში, სადაც ერთდროულად წარმოდგენილი იყო ქოლინი და ფოსფორილქოლინი, აცეტილქოლინის მოქმედება უკვე საგრძნობლად გადიდა.

როგორც ცნობილია, აცეტილქოლინის სინთეზი ხორციელდება იმ ენერჯის საშუალებით, რომელიც თავისუფლდება აღენოზინტრიფოსფატის დაშლის დროს. აღენოზინტრიფოსფატი საჭირო უნდა იყოს იმ ნაერთის გარდაქმნის გააქტივებისათვის, რომელიც აცეტილის ჯგუფს იძლევა, ანდა ის საჭირო უნდა იყოს ქოლინის გააქტივებისათვის.

ცხრილი 2
ქუნთის სენსიბილიზაცია ფოსფორილქოლინით და ქოლინით
აცეტილქოლინის მოქმედების მიმართ

აცეტილქო- ლინი	ქოლინი	ფოსფორილქო- ლინი	მოქმედება ქუნთ- ზე (%-ით)
+	-	-	100
+	+	-	112
+	-	+	116
-	+	-	0
-	-	+	0
-	+	+	0
+	+	+	132

ქოლინის გააქტივება ჩვენ წარმოგვიდგენია როგორც მისი ფოსფორილირება. თუ სარეაქციო არეში მივმატა ფოსფორილქოლინი, იბადება კითხვა ადენოზინ-ტრიფოსფატის საჭიროების შესახებ. ქვემოთ მე-3 ცხრილში მოყვანილია შედეგები, საიდანაც ირკვევა, რომ ადენოზინტრიფოსფატის გარეშე აცეტილქოლინის სინთეზი ფოსფორილქოლინიდან არ ხერხდება. მაშასადამე, ისე როგორც ქოლინის წმინტებაში, ფოსფორილქოლინის გამოყენება შესაძლებელი ხდება მხოლოდ ადენოზინტრიფოსფატის ზეგავლენით.

ცხრილი 3

ადენოზინტრიფოსფატისა და ადენილატის გავლენა აცეტილქოლინის სინთეზზე ფოსფორილქოლინიდან.

ცდაში აღებულია ატფ—15,6 მგ, ადენილატი 6 მგ, ფოსფორილქოლინი 12 მგ, საერთო მოცულობა 6 მლ, ფოსფორი მგ-ით ნარევის 1 მლ-ზე. აცეტილქოლინი განჯარიშებულია მიკროგრამობით ბუდრის 1 გ-ზე, 1 საათის განმავლობაში

	P 10	ფოსფორილქოლინის P	აცეტილქოლინი
ატფ-ს თანდასწრებით ცდა აერობული	0,043	0,158	69
ატფ არ დამატებულია	0	0,170	0
დაემატა ადენილატი ცდა ანაერობული	0,002	0,167	2,2
„ „ ცდა აერობული	0,0052	0,164	10,5
საკონტროლო ცდა ადენილატი	0,001	0,190	0

ზემოხსენებულს ის უნდა დავუმატოთ, რომ ადენოზინტრიფოსფატი არ შეიძლება შეიცვალოს ადენილის მქაავათი. ადენილატს დადებითი მოქმედება აცეტილქოლინის სინთეზზე ენიჭება ცდის მხოლოდ ისეთ პირობებში, როდესაც მოსალოდნელია ადენოზინტრიფოსფატის სინთეზი. როგორც მე-3 ცხრილში მოყვანილი რიცხვებიდან ჩანს, ატფ-ს თანდასწრებისას ფოსფორილქოლინიდან წარმოიქმნა აცეტილქოლინის 69 მიკროგრამი, ხოლო ადენილის მქაავას თანდასწრებით ანაერობულ პირობებში—2,2 მიკროგრამი. ადენილატი ცდის აერობულ პირობებში უკვე გარკვეულ დადებით ეფექტს იწვევს. ეს ალბათ იმის შედეგია უნდა იყოს, რომ აერობულ პირობებში უნდა შექმნილიყო ადენოზინტრიფოსფატი.

ადენოზინტრიფოსფატი დადებით გავლენას ახდენს არა მარტო ფოსფორილქოლინიდან აცეტილქოლინის სინთეზზე. ფოსფორილქოლინის ჰიდროლიზური დაშლაც უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს ამ კოფერმენტის თანდასწრებისას. სპეციალური ცდებით გამოიჩინა, რომ დაშლის ხარისხი მატულობს ადენოზინტრიფოსფატის კონცენტრაციის გადიდებისას.

შეიძლებოდა გვეფიქრა, რომ აცეტილქოლინის სინთეზი წარმოებს ფოსფორილქოლინის ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული ქოლინიდან და არა უშუალოდ ფოსფორილქოლინიდან. ამ დაშვების წინააღმდეგ ლაპარაკობს ის ფაქტი, რომ ჰომოგენატში ფოსფორილქოლინი ჰიდროლიზს განიცდის, მაგრამ აცეტილქოლინი უმნიშვნელო რაოდენობით იქნება.

დასკვნა

1. დამუშავებულია ფოსფორილქოლინის პრეპარატის სინთეზის მეთოდი შემდეგი სქემის მიხედვით:

ტრიმეტელამინი + დიბრომეთანი → ბრომქოლინბრომიდი
 ბრომქოლინბრომიდი + ვერცხლის აცეტატი → ბრომქოლინაცეტატი
 ბრომქოლინაცეტატი + ვერცხლის აცეტატი → ქოლინაცეტატი
 ქოლინაცეტატი + მარილის მკვება → ქოლინქლორიდი
 ქოლინქლორიდი + ფოსფორის მკვება → ფოსფორილქოლინქლორიდი.

2. ფოსფორილქოლინი თავის ტვინის აცეტონის პუდრის გამოწვევაში ადენოზინტრიფოსფატისა და კოენზიმი A თანდასწრებისას იძლევა აცეტილქოლინს.

3. ტვინის ჰომოგენატში ფოსფორილქოლინი განიცდის ჰიდროლიზურ დაშლას, მაგრამ მისგან აცეტილქოლინი უმნიშვნელო რაოდენობით იქნება.

4. ადენოზინტრიფოსფატის შეცვლა ადენილათით უარყოფითად მოქმედებს აცეტილქოლინის სინთეზზე ფოსფორილქოლინიდან.

5. ფოსფორილქოლინის აქვს კუნთის სენსიბილიზაციის უნარი აცეტილქოლინის მოქმედების მიმართ.

6. აცეტილქოლინის სინთეზი უნდა მიმდინარეობდეს როგორც გაცვლითი რეაქცია ფოსფორილქოლინისა და იმ ნაერთს შორის, რომელიც იძლევა აცეტილის დაჯგუფებას.

სტალინის სახ.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.3 1951)

დაამუშავებულ ლიტერატურა

1. II. A. Ко мети ани. Изменение распределения фосфорных соединений в процессе синтеза ацетихолина в экстрактах мозговой ткани. Сообщ. Акад. Наук Груз. ССР, т. XII, № 1, 1951.
2. H. A. Plimmer and W. I. N. Burch. Esters of phosphoric acid. III. Phosphorylaminoethanol and phosphorylcholine. Biochem. J, v. 31, 1937, p. 398.

3. M. Krüger u P. Bergell. Zur Synthese des Cholins. Berichte, Bd 36, 1903, S. 2901.
4. H. Persky and E. S. G. Barron. On the mechanism of synthesis of acetyl choline. II. The synthesis of citrate by brain enzymes. Biochim. et Biophys. Acta, v. 5, 1950.
5. Е. Б. Бабский и П. Ф. Минаев. Химическая природа вещества, содержащегося в мозговой ткани, сенсбилизирующую мышцу по отношению к ацетилхолину. Биохимия, т. 12, 1947, стр. 231.
6. В. Н. Степаненко, П. Ф. Минаев и Е. А. Силаева. О влиянии 1,6 дифосфруктозы на чувствительность мышц к АХ. Бюлл. Эксп. биол. мед., т. 25, 1948, стр. 188.

ბაიოლოგია

აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი ი. კახაძე და დ. მშენიერიძე

შავი ზღვის ჩაძირული ტერასების საკითხისათვის

ზღვიური ტერასები, რომლებიც კარგად არიან წარმოდგენილი შავი ზღვის სანაპიროზე, არა ერთი მეცლევრის მიერაა აღწერილი. ამ ტერასების დათარიღება და ხმელთაშუა ზღვის ტერასებთან მათი პარალელიზაცია ჯერ კიდევ ან დ რ უ ს ო ვ ი ს მიერ იქნა მოხდენილი [1]. მაგრამ ეს ცდა არ გამართლდა და შემდგომ შავი ზღვის ტერასების წარმოშობის თანამიმდევრობის სქემა, მდიდარ ფაქტურ მასალაზე აგებული, ა. ა რ ხ ა ნ გ ე ლ ს კ ი ს მიერ იქნა მოცემული [2]. უკანასკნელისა და სხვა ავტორების მიხედვით, მეოთხეულ ტერასებს შორის ამჟამად შემდეგ ძირითად საფეხურებს არჩევენ:

- 1, 4, 5 და 9 მ სიმაღლის ტერასები, რომლებიც ძველ შავზღვიურ და ახალ ევქსინურ დროს ეთანადებიან.
2. კარანგატული ტერასა, 15 მ სიმაღლისა.
3. ძველი ევქსინური ტერასა (40—50 მ) მასთან დაკავშირებული უზუნ-ლარის ჰორიზონტით.

ამასთან ერთად გამოირჩევა კიდევ უფრო მაღალი ტერასები, რომლებიც, როგორც ჩანს, უკვე პლიოცენს ეკუთვნიან.

ტერასები შემდგომი დისლოკაციების გამო ზოგჯერ არ არის თარაზული, ერთდროული ტერასები სხვადასხვა სიმაღლეზე მდებარეობს, ხოლო ახალგაზრდა ტერასები ზოგან ზღვის დონის ქვეშაც იმყოფება. ყოველივე ამის გამო ტერასების პარალელიზაციისათვის მათი რიგითი რიცხვის ან ზღვის დონიდან სიმაღლის გამოყენება მეტად გაძნელებულია და ერთადერთ დამარწმუნებელ კრიტერიუმად მათში დაცული ნამარხი ფაუნა უნდა ჩაითვალოს. სამწუხაროდ, საქართველოს სანაპიროზე ფაუნა ტერასულ ნალექებში მეტად იშვიათია და მათი პარალელიზაცია თითქმის მთლიანად მორფოლოგიური ნიშნებზეა აგებული. მიუხედავად ამ ნაკლისა, მაინც ხერხდება ტერასების თანამიმდევრობის დადგენა სანაპიროზე გაგრასა და კოდორს შუა. უკანასკნელის ხეობიდან ენგურამდე კი, და მით უმეტეს უფრო სამხრეთით კოლხეთის დაბლობის შუაგულისაკენ, ზღვიური ტერასები, თუკი სადმე დარჩენილან, მდინარეულ ტერასებს ერთვიან და მათგან ძნელად გასარჩევი არიან.

მაგრამ გურიაში ზოგი მათგანი (უფრო ძველი) ისევ არის წარმოდგენილი.

ნ. ან დ რ უ ს ო ვ ი [1] და, მისი შეხედულების შესაბამისად, სხვა ავტორთა რიგი თვლიდა, რომ ახალგაზრდა ტერასები, კარანგატულის ჩათვლით, გულდა-

უთიდან სამხრეთით სახელქუდიო საზღვრამდე და უფრო შორს ოსმალეთის ფარგლებში სინოპამდე ჩაძირულია შავი ზღვის დონის ქვეშ.

3. ლივენტალი [3], რომელიც საესებით იზიარებს ამ აზრს, კარანგატულ ტერასას აღდგენს და სინოპს შორის და ვარნასა და სუდაკს შორის ზღვაში დაძირულად აგვიწერს.

დაახლოებით ასეთვე სურათი აქვთ მოცემული ა. არხანგელსკის და ნ. სტრახოვს [2], რომელთა მიხედვით საქართველოს ფარგლებში კარანგატული და უფრო ახალგაზრდა ზღვების ნაპირი თანამედროვე ნაპირს თითქმის ემთხვევა.

ძირითად საბუთად, რომელიც ტერასების შავ ზღვაში ჩაძირვაზე მიგვითითებს, ითვლება შავი ზღვის სანაპიროს აღნიშნულ ფარგლებში მდინარეების ქვემო წელის კალაპოტების ფსკერის ზღვის დონეზე უფრო დაბლა მდებარეობა. შეიძლება აგრეთვე აღინიშნოს, რომ კოლხეთის დაბლობის ჭაობის ნალექთა საგები და ზოგან დაბლობის ზედაპირიც ზღვის დონის დაბლა იმყოფება.

ყოველივე ეს, რასაკვირველია, ჩვენს სანაპიროს ახალგაზრდა დაძირვაზე მიგვითითებს; მაგრამ ამაზე დაყრდნობით მაინც არ შეიძლება მტკიცება, რომ ყველა ახალგაზრდა ტერასა, კარანგატულის ჩათვლით, აღნიშნულ შუალედში ზღვის ფსკერზე იმყოფება და რომ თანამედროვე ნაპირი უფრო აღმოსავლეთით მდებარეობს, ვიდრე კარანგატული ზღვის ნაპირი. ამ საკითხის გადაწყვეტა შესაძლებელი შეიქნა უკანასკნელი ორი წლის განმავლობაში ჩატარებული მეზობის მეოხებით, მას შემდეგ, რაც შესწავლილ იქნა კოლხეთის დაბლობის ახალგაზრდა წარმონაქმნებით დაფარული მეოთხეული ნალექები. ამ ნალექთა ასაკი დადგენილია მათში ნაპოვნი ფაუნით, რომელიც ა. ებერზინის მიერ იქნა განსაზღვრული.

აღმოჩნდა, რომ კოლხეთის დაბლობის ახალგაზრდა წარმონაქმნების ქვეშ ჯერ მოდის *Cardium edule* Lam. და სხვა ფაუნის შემცველი ძველი შავ-ზღვიური ნალექები, შემდეგ კი—ახალევქსინური აუზის ნალექები *Monodacna pontica* Eichw. და სხვა ფაუნით. მათ ქვეშ უდევს კარანგატული ჰორიზონტისადმი მიკუთვნებული ნალექები შიგნის ნახული *Venus gallina* Lam. var.-ით. ამათ ქვევით მდებარეობს *Didacna ex gr. crassa* Eichw. და სხვა ფაუნის შემცველი ძველი ევქსინური ნალექები, რომლებიც თავის მხრივ ჩაუდის შრეებზე განლაგებული.

უხუნლარის ჰორიზონტი ფაუნით დადგენილი არაა, მაგრამ უწყვეტო კრილის პირობებში მისი არსებობა ძველ ევქსინურ შრეებსა და კარანგატულ ჰორიზონტს შორის ექვს არ იწვევს.

ამრიგად, კოლხეთის დაბლობის ახალგაზრდა წარმონაქმნების ქვეშ მოქცეულ ზღვიურ მეოთხეულ ნალექებში გაირჩევა ყველა ის ჰორიზონტი, რომლებიც კოლხის ხეობის ჩრდილოეთით ზღვიურ ტერასებზეა დადგენილი.

ეს ნალექები უწყვეტად დალექილა ერთ ზღვის აუზში და, ტერასების საწინააღმდეგოდ, ქვევიდან ზევით ნორმალურ თანამედროვეობას გვიჩვენებს—ძველიდან ახლისაკენ. მათი ბუნება სუბლიტორულ ზოლში დალექვაზე მიგვითითებს.

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ამ რაიონში ზღვის დონის ქვეშ დაძირული ტერასები არ არის და რომ ძველი ექვსინური და შემდგომი (ძველ შავზღვიურამდე ჩათვლით) აუზების სანაპირო ხაზი თანამედროვე ნაპირზე გაცილებით უფრო აღმოსავლეთით მდებარეობდა.

ამრიგად, ნ. ანდრუსოვის და სხვების აზრი გუდაუთსა და სინოპს შორის ტერასების (მათ შორის კარანგატულის) თანამედროვე შავი ზღვის ფსკერზე დაძვრის შესახებ არ მართლდება. მეოთხეულში კოლხეთის დაბლობის ადგილზე ხმელეთში ღრმად შეჭრილი ზღვის უბე იყო, რომელიც შემდგომ მარჩხი ზღვისა და მდინარეული ნალექებით ამოივსო. სანაპირო ტერასები ამ უბეს გარს უვლიდა და მათი კვალის პოვნა იმ წინამთებების კალთებზე, რომლებიც კოლხეთის დაბლობს ეკვრიან, მომავალი კვლევის ამოცანას წარმოადგენს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
გეოლოგიისა და მინერალოგიის
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.3.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Андрусов. Послетретичная тирренская терраса в области Черного моря. Прага, 1925.
2. А. Архангельский и Н. Страхов. Геологическое строение и история развития Черного моря. Москва, 1938.
3. В. Ливенталь. Террасы Черного моря и переуглубленность долин рек, впадающих в него на участке берега Батуми-Сухуми. Баку, 1931.

ტექნიკა

3. მომელაური

საქართველოში მურა ნახშირის ნაცრის ერთი არსებითი
თავისებურებას შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვალმა წევრმა კ. ზაქარევიამ 5.5.1951)

მურა ნახშირი, რომლის მოპოვებაც ამჟამად საქართველოში წარმოებს, თავისი ნაცრიანობითა და ტენიანობით საგრძნობლად განსხვავდება თითქმის ყველა ცნობილ მურა ნახშირისაგან.

იმ დროს, როდესაც ჩვეულებრივად მურა ნახშირისათვის შედარებით მცირე ნაცრიანობა და დიდი ტენიანობაა დამახასიათებელი, საქართველოს მურა ნახშირის ტენიანობა 20% არ აღემატება, მისი მშრალი მასის ნაცრიანობა კი 53%-ს აღწევს [1]. ნათქვამთან დაკავშირებით ამ სათბობის გამოყენების რაციონალური მიმართულების დადგენის დროს ნაცრის თვისებებს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს, მით უმეტეს, რომ ხშირად ნაცრის თვისებები ძირითადად განსაზღვრავს ენერგეტიკული სათბობის დაწვის მე-თოდებს.

გამოთქმული მოსაზრების სამართლიანობა თვალსაჩინოდ მტკიცდება საქართველოს მურა ნახშირით მომუშავე ქვადანადგართა შესწავლის პროცესში დაგროვილ მონაცემთა საფუძველზე. ხსენებული მონაცემები მოწმობს, რომ საქართველოს მურა ნახშირის ნაცარი არსებითად განსხვავებულ თვისებებს ამჟღავნებს ამ სათბობის ფენური წვის საცეცხლეში და კამერულ საცეცხლეში დაწვის დროს.

საქართველოს მურა ნახშირის ფენური წვის საცეცხლეში დაწვის დროს მისი ნაცარი ინტენსიურად დნება; წარმოშობილი წიდა ფარავს საცეცხლის ცხავს და ზღუდავს ჰაერის მიწოდებას ნახშირის ფენში, რის გამოც ადგილი აქვს წვის პროცესის სრულ დარღვევას [2, 3]. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც საქართველოს მურა ნახშირის თავისებურებათა გათვალისწინების საფუძველზე ხორციელდება ფენური წვის საცეცხლის ძირითადი რეკონსტრუქცია, ქვადანადგარის მ. ქ. კ., ნაცრის დნობით გამოწვეულ გართულებათა გამო, უკეთეს შემთხვევაში მხოლოდ 55%-ს აღწევს [3]. საცეცხლის მოწიდავს ადგილი აქვს ფენური წვის საცეცხლეში განსახილავი სათბობის დაბრკელებული სახით დაწვის დროსაც, რაც იმას მოწმობს, რომ მოწიდავის მაგნი ვაგენისთან ბრძოლის თვალსაზრისით დაბრკელებული ნახშირის გამოყენება არ იძლევა რაიმე უპირატესობას.

სრულიად სხვაგვარ მოვლენასთან ვკავს საქმე იმ შემთხვევაში, როდესაც საქართველოს მურა ნახშირის წვა კამერული ტიპის საცეცხლეში წარმოებს. მათანადო ექსპერიმენტების ჩატარების დროს აღმოჩნდა, რომ ამ პირობებში

საქართველოს მურა ნახშირის ნაცარი არ დნება და, მაშასადამე, არ იწვევს საცეცხლის მოწოდვას [1, 4]. ვინაიდან ამას დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს საქართველოს მურა ნახშირის დაწვის რაციონალური მეთოდის შერჩევისათვის, ჩვენ საჭიროდ მივიჩნით გვეჩვენებინა, რომ წვის პროცესის ფენური წვის საცეცხლიდან გამართულ საცეცხლეში გადატანის შედეგად საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის დნობის მაღალი ტემპერატურა გამართულ საცეცხლეში დაპირობებულია როგორც თვით ნაცრის ქიმიური შედგენილობით, ისე ხსენებულ საცეცხლეთა ძირითადი თავისებურებებით.

ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი იძლევა ნაცრის დნობის ტემპერატურის ნაცრის ქიმიურ შედგენილობაზე [5] დამოკიდებულების დადგენის შესაძლებლობას. ამ ცხრილში შეტანილია აგრეთვე საკავშირო თბოტექნიკური ინსტიტუტის მონაცემები საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის ქიმიური შედგენილობის შესახებ და დნობადობის დამახასიათებელი კოეფიციენტი a -ს მნიშვნელობანი დნობის სხვადასხვა ტემპერატურის მქონე ნაცრებისათვის. ხსენებული კოეფიციენტი, როგორც ცნობილია, გამოითვლება ფორმულით

$$a = \frac{Al_2O_3 + SiO_2}{Fe_2O_3 + CaO + MgO}$$

ნაცრის დნობადობის დამოკიდებულება მის ქიმიურ შედგენილობაზე

ნაცრის დნობადობის ხარისხი	ნაცრის შედგენილობაში შემავალ ძირითად ნივთიერებათა რ.ოდენობა %/0-ით				ნაცრის დნობადობის დამახასიათებელი კოეფიციენტი
	Al ₂ O ₃ + SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	
პრაქტიკულად არდნობადი ნაცარი	91,8	2,8	3,9	1,5	11,2
ძნელად დნობადი ნაცარი	83,2	4,1	8,5	4,1	4,95
საშუალოდ დნობადი ნაცარი	84,3	3,4	9,1	3,2	5,37
ადვილად დნობადი ნაცარი	82,5	7,3	4,4	5,7	4,15
საქართველოს მურა ნახშირის ნაცარი	73,1	11,0	0,2	10,0	3,45

ცხრილიდან ჩანს, რომ როგორც ალუმინისა და სილიციუმის ჟანგულთა შეცულობის შემცირება, ისე რკინის ჟანგის შეცულობის ზრდა ადიდებს ნაცრის დნობადობას. მართალია, ძნელად დნობადი ნაცრისათვის ეს წესი შესაძლებლად ირღვევა, მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ჩამოთვლილ სიდიდეთა შორის შემოსხენებული დამოკიდებულების არსებობა მაინც საკმაოდ მკაფიოდ იჩენს თავს.

საქართველოს მურა ნახშირისა და დნობადობის მიხედვით დაჯგუფებული ნაცრების ქიმიურ შედგენილობათა ურთიერთშედარება გვიჩვენებს, რომ საქართველოს მურა ნახშირის ნაცარი ადვილად დნობადი ან საშუალოდ დნობადი ნაცრების კატეგორიას უნდა ეკუთვნოდეს.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ეს ნაცარი ფენური წვის საცეცხლეში დაწვის დროს სწორედ ამგვარ თვისებებს ამჟღავნებს. კამერულ საცეცხლეში იმავე ნაცრის დნობადობის შემცირების მიზეზის გამოსარკვევად საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ გავლენა, რომელსაც ნაცრის დნობადობაზე ახდენს სათბობის წვის დროს წარმოქმნილი გაზების ქიმიური შედგენილობა.

გამორკვეულია, რომ როდესაც წვის არეში გაზების ნახევრად აღმდგენი ატმოსფერო არსებობს, ესე იგი მაშინ, როდესაც წვის პროდუქტებში ბევრია CO, რკინის ჟანგი გადადის ქვეყანგად და სილიციუმის ჟანგთან ქმნის დნობის დაბალი ტემპერატურის მქონე შენაერთს FeSiO₄-ს; იმ შემთხვევაში კი, როდესაც წვის პროდუქტები მცირე რაოდენობით შეიცავენ ნახშირქვეყანგს და, მაშასადამე, გარემო დამაჯანგავია, რკინისა და სილიციუმის ჟანგულთა ურთიერთმოქმედების შედეგად წარმოიქმნება დნობის მაღალი ტემპერატურის მქონე ნივთიერება FeSiO₃ [6]. წვის პროდუქტების შედგენილობის ამგვარი შემოქმედების შედეგად ნაცრის დნობის ტემპერატურა შესაძლოა გაიზარდოს 300—350° C-ით.

ფენური წვისა და კამერულ საცეცხლეებში საქართველოს მურა ნახშირის დაწვის პროცესებში აღწერილი ეფექტის როლის შესაფასებლად შეგვიძლია ვისარგებლოთ სათანადო ცდების მონაცემებით წვის ქიმიური უსრულობით გამოწვეული დანაკარგების შესახებ. ამ მონაცენთა მიხედვით, ხსენებული დანაკარგები ფენური წვის საცეცხლეებში 16%/ს [7], კამერულ საცეცხლეებში კი 3%/ს შეადგენს [1]. ვინაიდან წვის ქიმიური უსრულობით გამოწვეული დანაკარგები ძირითადად CO-ს შეცულობით განისაზღვრება წვის პროდუქტებში, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ფენური წვის საცეცხლეებში წვის პროდუქტები რომდენივე უფრო მეტ ნახშირქვეყანგს შეიცავს, ვიდრე კამერულ საცეცხლეებში.

აღსანიშნავია, რომ წვის ქიმიური უსრულობით გამოწვეულ დანაკარგთა ზემოთ მოყვანილი სიდიდეები ახასიათებენ CO-ს შეცულობას არა უშუალოდ საცეცხლე კამერაში ან სათბობის ფენში, არამედ ქვაბდანაღარიდან გამოშვებულ გაზებში.

იმის გამო, რომ საქართველოს მურა ნახშირი წვრილნაკროვანია, დიდი რაოდენობით შეიცავს ნაცარს და დაბალი თბოუნარიანობით ხასიათდება, ამ სათბობის ფენური წვის საცეცხლეში დაწვისას სათბობისა და ჰაერის შერევის მეტად არახელსაყრელი პირობები არსებობს, რაც თავის მხრივ ფენში არასრული წვის პროდუქტების ინტენსიურ წარმოქმნას იწვევს.

კამერულ საცეცხლეში კი, დაფქვილი ნახშირისა და ჰაერის ბევრად უკეთესი შერევის შედეგად, შეუდარებლად უფრო ხელსაყრელი პირობებია შექმნილი სრული წვის პროდუქტების წარმოქმნისათვის.

თუ ცხრილში მოყვანილ მონაცემებს გავითვალისწინებთ, ცხადი ვახდება, რომ გაზების შედგენილობის გავლენა ნაცრის დნობის ტემპერატურაზე განსაკუთრებით დიდია საქართველოს მურა ნახშირის შემთხვევაში, რადგან მისი ნაცარი, ცხრილში მოყვანილ ყველა სხვა ნაცართან შედარებით,

უფრო მდიდარია რკინის ჟანკით და შედარებით მცირე რაოდენობით შეიცავს ძნელად დნობად სილიციუმისა და ალუმინის ჟანგეულებს.

აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს მურა ნახშირის ნაცრის დნობადობის მკვეთრი შემცირება კამერულ საცეცხლეებში შემთხვევითი ხასიათის როდია და დაპირობებულია, ერთი მხრივ, თვით ნაცრის ქიმიური შედგენილობით, მეორე მხრივ კი ზემოხსენებულ საცეცხლეებში წვის პროცესის მიმდინარეობის თავისებურებებით.

ეს გარემოება, ჩვენი ფიქრით, აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული საქართველოს მურა ნახშირის სახალხო მეურნეობაში გამოყენების რაციონალური მიმართულების დადგენის დროს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულისის სახ. ენერგეტიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.5.1951)

დამრწმობული ლიტერატურა

1. ვ. გომელაური და დ. ნებიერიძე. საქართველოს მურა ნახშირის დაფქვილ მდგომარეობაში დაწვის ცდები. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. ენერგეტიკის ინსტ. შრომები, ტ. VII, 1951.
2. ა. ხიდაშელი. მითითებები ახალციხის მურა ნახშირის სამრეწველო საცეცხლეებში და ღუმელებში დაწვის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. გამოცემა, თბილისი, 1948.
3. ვ. გომელაური, დ. ნებიერიძე, ვ. მანჯგალაძე, ქ. მახარაძის დაუსახვევი ფაბრიკის რეკონსტრუირებულ ქვადან დგარათა მუშაობის გამოკვლევა. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ფონდები, თბილისი, 1949.
4. Отчет Всесоюзного треста „Энерготекстиль“ о сжигании Грузинского бурого угля в шахтно-мельничной тонке и на ручной котлосиловой решетке. 1948.
5. Г. Ф. Кнорре. Курс топочных процессов. Москва, 1933.
6. Э. И. Ромы, Р. Г. Зах, О. В. Нефедьева. Шлакование в котельных камерных топках и борьба с ним. Сборник: „Усовершенствование эксплуатации котельных электростанций и борьба с авариями“. Москва, 1948.
7. А. Н. Хидашели, Ш. Г. Джанджгава. Исследование процесса сжигания ахалцихских и гелатских углей в промышленных печах и топках паровых котлов Фонды Энергетического Института АН Грузинской ССР, 1947.

ბოტანიკა

ბ. შანშიაშვილი

ტიმპერატურისა და K და Ca იონების გავლენა სალი და ქლოროფიანი ვაზების ფისებთან სისტემის შემწოფუნარიანობაზე

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა ე. გულისაშვილმა 19.1.1951)

შთელ რიგ დაკვირვებათა შედეგად გამოჩვენდა, რომ ვაზის ქლოროზს ადგილი აქვს ისეთ ნიადაგებზე, რომელნიც კარბონატებს შეიცავენ. თუ ნიადაგი კარბონატებს მოკლებულია (ყვარლის რაიონი) ან კარბონატებთან ერთად სულფატებსაც შეიცავს (თბილისის მიდამოები), ასეთ ნიადაგებზე ვაზის ქლოროზი არ არის შემჩნეული. ამგვარად, ვაზის ქლოროზის გამოწვევაში აქტიური როლი უნდა მიუძღოდეს ნიადაგში კალციუმის ამა თუ იმ ქიმიურ შენაერთს. ასეთი მონაცემების საფუძველზე, იმ მიზნით, რომ შეგვესწავლა კალიუმისა და კალციუმის იონების და სხვადასხვა ტემპერატურული პირობების გავლენა ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობაზე, ცდები ტარდებოდა საკუთარფესვიან და 3309-ზე და 5 BB-ზე დამყნილ ალიგოტებზე. ყველა საცდელი ვაზი იზრდებოდა 5-ლიტრიან წინასწარ გაპარაფინებულ სილით სავსე თიხის სავეგეტაციო ქურქლებში, საღებს საკვებად ეძლეოდათ კნოპის ხსნარი რკინით, ქლოროფიანებს კი ურკინოდ. კალიუმისა და კალციუმის იონების გავლენა შემწოფუნარიანობაზე შეისწავლებოდა კნოპის ხსნარიდან შემწოფ მოქმედებასთან შედარებით. ამისათვის აუცილებელი იყო დაგვეზადებინა KNO_3 და $Ca(NO_3)_2$ კნოპის ხსნარის იზოტონური ხსნარები. ამ ხსნარების კონცენტრაცია დავადგინეთ ბეკმანის აპარატით გაყინვის ტემპერატურის დაცემის (დებრესიის) განსაზღვრით გამოხდილი წყლის გაყინვის ტემპერატურასთან შედარებით. აღმოჩნდა, რომ $Ca(NO_3)_2$ კრისტალების 1,5 გ ან KNO_3 0,986 გ, გახსნილი ერთ ლიტრ გამოხდილ წყალში, ისეთსავე დებრესიას იძლეოდა, როგორც კნოპის ხსნარი ურკინოდ. ამგვარად, ეს ხსნარები კნოპის ხსნარის იზოტონურია.

სხვადასხვა ტემპერატურული პირობები (რომელშიც სასურველი იყო შეგვესწავლა ვაზის ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობა) ჩვენ მიერ დადგენილი იყო თელავის მცენახეობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტიდან მიღებული ცნობების საფუძველზე. აღნიშნულ ინსტიტუტს შესწავლილი ჰქონდა ნიადაგის 20 და 40 სმ სიღრმეზე ტემპერატურული მერყეობა ზაფხულის თვეებში.

ამ მონაცემების საფუძველზე გადავწყვიტეთ შეგვესწავლა შემწოფუნარიანობა 20°, 25° და 30° პირობებში.

სხვადასხვა ხსნარში და სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში ვაზის ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობის შესწავლისათვის საჭირო იყო სპეციალური აპარატი მუდმივი ტემპერატურის შესაქმნელად. ასეთი ხელსაწყო აწყობილი იყო დოკ. ლ. ჯაფარიძის მიერ. იგი შედგებოდა წყლის აბაზანი-საგან, რომელშიც წყალი ცხელდებოდა სასურველ ტემპერატურამდე, თერმორეგულატორისაგან, რომლითაც მუდმივი ტემპერატურა მყარდებოდა, და მაცივრისაგან—საჭირო შემთხვევაში აბაზანაში წყლის გასაცივებლად. ვაზის ფესვთა სისტემის მიერ სხვადასხვა ხსნარიდან ღრის ერთეულში შეწოვილი წყლის რაოდენობა ისახლვებოდა პოტომეტრული მეთოდით. წყლის აბაზანაში ცალ მხარეს თავსდებოდა ოთხი პოტომეტრული ანაწყობი საცდელი მცენარეებით და ერთი უმცენარო, საკონტროლო; წყლის აბაზანაში მეორე მხარეს მოთავსებული იყო სარეაქტივო ქილები, საგვს იმ ხსნარებით, რომლებშიც ისწავლებოდა საცდელი ვაზების ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობა.

საცდელი ვაზების განთავისუფლება სავეგეტაციო ჭურჭლებიდან შემდეგი წესით ხდებოდა: სავეგეტაციო ჭურჭელს ვახამდით წყალს დიდი რაოდენობით, რის შემდეგ ჭურჭლის გადმოპირქვავებით სილასთან ერთად ხდებოდა ვაზის განთავისუფლება. განთავისუფლებული ვაზის ფესვთა სისტემა ჯერ ფრთხილად ირეცხებოდა წყლის სუსტი დენით და შემდეგ ხდებოდა მათი გადატანა წყლით საგვს ჭურჭელში ერთი საათით. ამ ხნის განმავლობაში ფესვები მთლიანად თავისუფლდებოდა სილისაგან. შემდეგ ყველა ვაზი თავსდებოდა 20 საათით წინასწარ უანგბადით გამდიდრებულ კნოპის ხსნარში. მეორე დღეს ამ ვაზებზე ტარდებოდა ცდები. სხვადასხვა ტემპერატურული პირობების გავლენა საღი და ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობაზე მხოლოდ კნოპის ხსნარზე იწავლებოდა.

პირველი ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ საღი ღერო-ფოთლიანი ალიგოტე სუსტქლოროზიანთან შედარებით მეტ შემწოფუნარიანობას აძლავნებს, იგი სექტემბერში ყველა ტემპერატურულ პირობაში და ოქტომბერში 30° პირობებში ფესვში წინეითაც გაცილებით ძლიერია. უნდა აღინიშნოს, რომ ტემპერატურის აწევა 20—30°-მდე აპირობებს ორივე ობიექტში ფესვების შემწოფუნარიანობის გაძლიერებას, მხოლოდ საღ ალიგოტეში უფრო მეტად, ვიდრე სუსტქლოროზიანში.

მე-2 ცხრილის ციფრობრივი მონაცემებიდან ირკვევა, რომ კალიუმის იონების ზეოქმედებით როგორც საღი, ისე ქლოროზიანი ალიგოტეს ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობა გაძლიერებულია, ე. ი. KNO_3 ხსნარიდან მათ უფრო მეტი წყალი შეუწოვიათ, ვიდრე კნოპის ხსნარიდან, გამონაკლის შეადგენს 18.VIII-ს ცდებიდან საშუალოდ ქლოროზიანი ალიგოტე. ივლისში საღ ალიგოტეს ფესვთა სისტემას KNO_3 ხსნარიდან უფრო მეტი რაოდენობით შეუთვისებია წყალი, ვიდრე საშუალოდ ქლოროზიანის ფესვებს. აგვისტოსა და სექტემბერში კი ამავე ხსნარიდან საშუალოდ ქლოროზიანი ალიგოტეს ფესვებმა შეიწოვეს უფრო მეტი. ამავე ცხრილიდან მკვეთრად მოჩანს, რომ კალციუმის იონების გავლენით როგორც საღი, ისე ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის შემწოფუნარიანობა შეიძირებულია. ამასთანავე საღის უფრო მეტადაა შეიძირებული, ვიდრე ქლოროზიანისა.

ცხრილი 1
ტემპერატურის გავლენა საკუთარფესვიან ალიგატეს ფესვთა სისტემის შემწოვევარიანობაზე

მ ც ე ნ ა რ ე	ცდის თარიღი	შემწოვი წყლის რაოდენობა მილილიტრებით ფესვის 100 გ მშრალ წონაზე ერთ საათში				შემწოვი წყლის რაოდენობა მილილიტრებით ფესვის 100 მილილიტრ მოცულობაზე ერთ საათში			
		ღერო ფოთ-ლიანი		გადაჭრილი		ღერო ფოთ-ლიანი		გადაჭრილი	
		20°	20°	20°	25°	30°	20°	20°	25°
სუსტქლოროზიანი	16.IX —1948	8,03	2,00	2,81	—	1,41	0,36	0,56	—
სალი	"	9,20	2,85	6,08	13,68	1,97	0,38	1,32	2,01
სუსტქლოროზიანი	5.X.48	12,00	2,07	4,78	5,75	0,75	0,65	0,50	1,80
სალი	"	41,56	0	0	16,05	10,77	0	0	3,50
სუსტქლოროზიანი	9.X.48	10,65	1,75	4,02	10,35	2,25	0,35	0,80	1,60
სალი	"	7,20	0	0	17,69	1,25	0	0	3,55
სუსტქლოროზიანი					საშუალო				
სალი		10,22	—	—	8,05	—	—	—	—
		19,55	—	—	15,80	—	—	—	—

ცხრილი 2
K და Ca იონების გავლენა საკუთარფესვიან ალიგატეს ფესვთა სისტემის შემწოვევარიანობაზე 30°-ის პირობებში

მ ც ე ნ ა რ ე	ცდის თარიღი	შემწოვილი წყლის რაოდენობა მილილიტრებით ფესვის 100 გ მშრალ წონაზე ერთ საათში					შემწოვილი წყლის რაოდენობა მილილიტრებით ფესვის 100 მილილიტრ მოცულობაზე ერთ საათში				
		ქნობის სსნარი დანა	KNO ₃ სსნარი-დან გ	ა	Ca(NO ₃) ₂ სსნარი-დან გ	ა	ქნობის სსნარი-დან	KNO ₃ სსნარი-დან გ	ა	Ca(NO ₃) ₂ სსნარი-დან გ	ა
სალი	22.7.49	15,91	3,314	2,08	11,82	0,74	1,60	3,33	2,08	1,18	0,72
საშუალოდ ქლოროზიანი	"	27,91	31,50	1,13	20,54	0,73	3,07	3,53	1,15	2,30	0,74
სალი	18.8.49	10,05	11,52	1,14	7,89	0,78	1,56	1,85	1,18	1,25	0,80
საშუალოდ ქლოროზიანი	"	22,76	17,62	0,77	14,96	0,67	3,57	3,07	0,86	2,61	0,73
სალი	7.9.49	8,45	9,16	1,08	6,72	0,79	1,42	1,41	1,00	1,14	0,85
საშუალოდ ქლოროზიანი	"	6,77	10,26	1,51	6,74	0,99	1,16	1,73	1,49	1,15	0,99
					საშუალო						
სალი		11,47	17,94	1,56	8,81	0,77					
საშუალოდ ქლოროზიანი		19,14	19,79	1,03	14,08	0,73					

დაახლოებით ასეთსავე შედეგებს იძლევა ნამყენებზე ჩატარებული ცდები (ცხრილი 3). ორივე სახის ნამყენების ფესვთა სისტემას KNO_3 ხსნარიდან უფრო მეტი წყალი აქვს შეთვისებული, ვიდრე კნოპის ხსნარიდან. $Ca(NO_3)_2$ ხსნარიდან შეწოვილი წყალი უფრო ნაკლებია, ვიდრე KNO_3 ხსნარიდან. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ Ca-ის იონები ნამდვილად ამცირებენ ფესვთა სისტემის შემწოუნარიანობას (გამონაკლისს წარმოადგენს 20.VII ცდა 5 BB-ზე დამყენილ ალიგოტესზე). დაახლოებით ასეთივე შედეგებია მიღებული ფესვის მოცულობაზე გადაანგარიშების შედეგად.

ცხრილი 3

K და Ca იონების გავლენა დამყენილი ალიგოტეს ფესვთა სისტემის შემწოუნარიანობაზე 30°-ის პირობებში

მ ც ე ნ ა რ ე	ცდის თარიღი	შეწოვილი წყლის რაოდენობა მილილიტრებით ფესვის 100 მწოვალ წონაზე ერთ საათში						შეწოვილი წყლის რაოდენობა მილილიტრით ფესვის 100 მილილიტრ მოცულობაზე ერთ საათში			
		კნოპის ხსნარიდან	KNO_3 ხსნარიდან	ა	$Ca(NO_3)_2$ ხსნარიდან	ა	კნოპის ხსნარიდან	KNO_3 ხსნარიდან	ა	$Ca(NO_3)_2$ ხსნარიდან	ა
დამყენილი 3309—	20.7.49	6,47	12,96	2,00	10,18	1,57	1,04	2,60	2,50	2,80	2,70
5 BB-ზე	"	15,67	22,06	1,41	28,41	1,81	2,89	3,94	1,36	5,00	1,73
დამყენილი 3309—	16.8.49	23,57	25,43	1,08	13,66	0,58	4,31	4,41	1,00	2,42	0,56
5 BB-ზე	"	13,91	12,84	0,92	10,19	0,74	2,49	2,27	0,91	0,87	0,75
დამყენილი 3309—	9.9.49	4,99	9,82	1,96	6,06	1,21	1,91	2,49	1,30	1,54	0,80
" 5 BB-ზე	"	4,91	24,74	5,04	13,91	2,23	3,22	5,33	3,65	3,00	0,93
საშუალო											
დამყენილი 3309 ე		11,67	18,40	1,57	9,56	0,84					
" 5 BB-ზე		11,49	19,87	1,72	17,57	1,52					

ლიტერატურული მონაცემებით ცნობილია, რომ Ca-ის იონები ამცირებენ უჯრედის პლაზმის გამტარებლობას, K-ის იონები კი, პირიქით, აღიდეგენ მას. ეს მონაცემები ჩვენი ცდებითაც მთლიანად დასტურდება. საინტერესოა ის გარემოება, რომ სალი და ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის უჯრედები სულ სხვადასხვანაირად უპასუხებენ კალიუმისა და კალციუმის იონების შემოქმედებას (ცხრილი 2).

დასკვნები

1. ხსნარების ტემპერატურის აწევა 20°—30°-მდე იწვევს როგორც სალი, ასე ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის შემწოუნარიანობის გაძლიერებას. ამასთანავე 30° პირობებში სალი ალიგოტეს ფესვთა სისტემის შემწოუნარიანობა უფრო მეტად ძლიერდება, ვიდრე ქლოროზიანისა.

2. საშუალოდ ქლოროზიანი ალიგოტე ფესვთა სისტემის უფრო მეტი შემწოვუნარიანობით ხასიათდება (ე. ი. უფრო მეტი რაოდენობით იწოვს წყალს კნობის, KNO_3 და $Ca(NO_3)_2$ იზოტონური ხსნარებიდან), ვიდრე სალი ალიგოტე.

3. K-ის იონების გაველენით ფესვთა სისტემის შემწოვუნარიანობა ძლიერდება, თანაც საღებში უფრო მეტად, ვიდრე საშუალოდ ქლოროზიანებში.

4. Ca-ის იონები როგორც სალი, ისე ქლოროზიანი ვაზების ფესვთა სისტემის შემწოვუნარიანობას ამცირებენ, მათი ზემოქმედებით საშუალოდ ქლოროზიანი ვაზების ფესვის შემწოვუნარიანობა უფრო მეტად მცირდება, ვიდრე სალისა. 330^g-ზე დამყნილ ალიგოტეს ფესვთა სისტემის შემწოვუნარიანობა უფრო მეტად მცირდება, ვიდრე 5 BB-ზე დამყნილი ალიგოტესი.

ა. ართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ბოტანიკის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 19.1.1950)

ა. აბაშიძე

მასალები ავდიოვანის შესწავლისათვის საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდამ 12.4.1951)

ცნობილია, რომ საქართველოს სას.-სამ. კულტურების და ტყის ჯიშების მანე ფაუნაში შემავალი მრავალი რაზმისა და ოჯახის სახეობრივი შედგენილობა მეტწილად დადგენილია, მაგრამ იგივე არ ითქმის აფიდიოფაუნის შესახებ. არსებული ხარვეზის შევსების მიზნით ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ 1947—1948 წლებში პროფ. ბათიაშვილის ხელმძღვანელობით ჩავატარეთ სათანადო გამოკვლევები და მიღებული შედეგები გამოვაქვეყნეთ [1]. უკანასკნელ წლებშიც (1949—50) ჩატარდა იმავე ხასიათის მუშაობა და მიღებული შედეგები ზემოთ აღნიშნული მუშაობის განგრძობას წარმოადგენს.

ნაშრომში მოყვანილია ბუგრების ის სახეობები, რომლებიც ჩვენ მიერ არის შეგროვილი, ნაწილი აღმოსავლეთ საქართველოში სპეციალური მივლინების დროს, უმრავლესობა კი მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის მიერ ჩატარებულ ტყის ჯიშების მანეხელთა და დაავადებათა შემსწავლელი ექსპედიციის დროს დასავლეთ საქართველოს შემდეგ რაიონებში: ორჯონიკიძის, ზესტაფონის, ტყებულის, ქუთაისის, წალენჯიხის, ჩხოროწყუს, ზუგდიდის, გულრიფშისა და სოხუმის, აგრეთვე რიცასა და პიტუნდაში და ა. შ.

აღნიშნული სია შეიცავს Aphididae-ს ოჯახის 37 გვარის 87 სახეობას, რომელთაგანაც მცენარებისათვის ახალია 6 სახეობა, ხოლო 68 სახეობა საქართველოსათვის პირველად აღინიშნება.

ზოგიერთი სახეობისთვის მოტანილი გვაქვს ახალი მკვებავი მცენარეებიც.

მასალა, რომელსაც ჩვენ ვიძლევი, დალაგებულია შემდეგი თანამიმდევრობით: ტყის ჯიშებსა და ბუჩქებზე, ბალ-ბოსტანსა და მინდვრის კულტურებსა და ბალახოვან მცენარეებზე გავრცელებული სახეობები. ამ ჯგუფების შიგნით მასალის დალაგება შეეფერება ბუგრების არსებულ კლასიფიკაციას მორდვილკოს მიხედვით [2], მასალა კი გარკვეულია [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8] სარკვევების მიხედვით.

ტყის ჯიშებსა და ბუჩქებზე გავრცელებული სახეობები

ქვემოთ მოყვანილია ბუგრების ის სახეობანი, რომლებიც ორი უკანასკნელი წლის განმავლობაში ჩვენ მიერ შეგროვებულია ტყის ჯიშებისა და ბუჩქების შემდეგ სახეობებზე: წაბლი, მუხა, ალვის ხე, იფანი, ელდარის ფიჭვი. ჩვეულებრივი ფიჭვი და სხვა. აქედან ზოგიერთს საგრძნობი უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს ჩვენი ტყეებისათვის.

გვარი Asiphum Koch.

1. *A. varsoviense* Mordv.—თეთრი ხვალის (*Populus alba* L.) ფოთლებსა და ყლორტებზე საგრძნობი რაოდენობით. ბრეთი, 30.6.50 წ.

გვა • Prociphilus Koch.

2. *P. bumeliae* Sch.—იფნის (*Fraxinus excelsior* L.) ტოტებსა და ყლორტებზე, ერთეულების სახით. ბორჯომი, 13.6.50 წ., სტილინირი, 13.7.50 წ.

3. *P. nidificus* Löw.—იფნის (*Fraxinus excelsior* L.) ახალგაზრდა ტოტებზე, კოლონიების სახით. მუხრანი, დამპალი, 6.5.50 წ.

გვარი Pemphigus Hartig.

4. *P. spirothecae* Pass.—წუწნის გამო ოფის (*Populus nigra* L.) ფოთლის ყუნწები სპირალურად იგრძობა. თბილისი, 1.7.50 წ., გორი, 5.7.50 წ.

5. *P. filaginis* B. de. F.—კაკლისოდენა გაღები ალვის ხის (*Populus pyramidalis* auct.-cauc.) ფოთლებზე, ერთეულების სახით. რუსთავი, 20.6.50 წ., გარდაბანი, 25.5.50 წ.

გვარი Tetraneura Hartig.

6. *T. bordschomica* sp. nov.—თელას (*Ulmus foliacea* Gilib.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, გაბნეული კოლონიების სახით. ბორჯომი, 27.5.50 წ.

გვარი Cinara Curtis.

7. *C. picela* Panz (Walk.)—აღმოსავლეთის ნიძვის (*Picea orientalis* L.) (Link.) ტოტებზე. ბორჯომი, 15.6.50 წ.

8. *C. pinihabitans* Mordv.—ჩვეულებრივი ფიჭვის (*Pinus silvestris* L.) წიწვებზე, დიდი რაოდენობით, წუწნის გამო წიწვები ყვითლდება. აბასთუმანი, 15.6.50 წ.

9. *C. pinea* Mord. (*pineti* Cholodk)—ჩვეულებრივი ფიჭვის (*Pinus silvestris* L.) ახალგაზრდა წიწვებზე აღნიშნულია ძლიერი დაზიანება. ბორჯომი, 15.6.50 წ.

გვარი Eulachnus Guercio.

10. *E. agilis* Kalt.—ელდარის ფიჭვის (*P. eldarica* Medv.) წიწვებზე საგრძნობი რაოდენობით. თბილისი, ბოტ ბაღი, 20.6.50 წ.

გვარი Schizolachnus Mordv.

11. *Sch. tomentosus* De Geer.—*Pinus* sp.—წიწვებზე საგრძნობი რაოდენობით აღნიშნულია აბასთუმანსა და კურცხანაში. 15.6.50 წ.

გვარი Stomaphis Walker.

11. *S. graffii* Cholodk.—იმერეთის მუხის (*Quercus imeretina* Stev.) წვრილ ტოტებზე მრავალი კოლონიის სახით. წიფლაყაკე, 15.8.50 წ.

გვარი Tuberoslachnus Mordv.

13. *T. salignus* Gmelin (*vinimalis* B. de. F.)—მტირალა ტირიფის (*Salix babilonica* L.) შტამბზე კოლონიების სახით. თბილისი, ვაკის ახალი ბაღი, 27.7.50 წ.

გვარი Lachnus Burm (pterochlorus Rond)

14. *L. roboris* L. (*L. longipes* Duf.)—წიფლის (*Fagus orientalis* Lipsky) ტოტებზე ძლიერი კოლონიების სახით. ტყიბული, 18.8.50 წ., წაბლის (*Cas-*

anea sativa Mill.) ნაყოფებზე ძლიერი დაზიანება აღნიშნული გვაქვს აფხაზეთის მაღალმთიან ზონაში, ზედა წუმურის ხეობაში, 4.9.50 წ., კოროხის მუხის (*Quercus dschorochensis* C. Koch.) ტოტებზე. აქარისწყალი, 1.11.50 წ. ამ სახეობისათვის ჩამოთვლილი მცენარეები პირველად აღინიშნება.

15. *L. reboris* L. *georgica* var. nov.—წაბლის (*Castanea sativa* Mill.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, სოფ. ქვაყუნწი, 18.7.50 წ.

გვარი *Drepanosiphum* Koch.

16. *D. aceris* Koch.—მთის ნეკერჩხლის (*Acer pseudoplatanus* L.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, ერთეულების სახით. რიცა, ავაღხარა, 26.8.50 წ.

გვარი *Calaphis* Walsh.

17. *C. betularia* Kalt (*tricolor* Koch.)—მეჭექიანი არყის (*Betula verrucosa* Ehrh.) ახალგაზრდა ყლორტებზე, დიდი რაოდენობით. ჯავა, 27.7.50 წ.

გვარი *Therioaphis* Walk.

18. *T. bambusae* sp. nov.—ბამბუკის ფოთლის ქვედა მხარეზე, შეს ამხნევი რაოდენობით. გულრიფში, 19.9.50 წ.

გვარი *Tuberculatus* Mordv.

19. *T. quercus* Kalt.—კოროხის მუხის (*Quercus dschorochensis* C. Koch.) ფოთლს ქვედა მხარეზე აღნიშნულია ძლიერი დაზიანება. აქარისწყალი, 1.7.50 წ.

გვარი *Pterocalis* Pass. (*Therioaphis*)

20. *P. (Therioaphis) tiliae* L.—კავკასიური ცაცხვის (*Tilia caucasica* Rnpr.) ფოთლის ქვედა მხარეზე; ავეისტოში აღნიშნულია ძლიერი დაზიანება. თბილისი, 2.6.50 წ., ზუგდიდი, 23.8.50 წ.

გვარი *Subcallipterus* Mordv.

21. *S. maculata* Heyd.—მურყანის ფოთლის (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ქვედა მხარეზე, უმნიშვნელო რაოდენობით. ზესტაფონი, 14.8.50 წ.

გვარი *Phyllaphis* Koch.

22. *P. fagi* L.—წიფლის (*Fagus orientalis* Lipsky.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, ერთეულების სახით. სოხუმპესის მეორე უბანი, 4.9.50 წ.

გვარი *Chaitophorus* Koch.

23. *Ch. georgica* sp. nov.—წაბლის (*Castanea sativa* Mill.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, გაბნეული კოლონიების სახით. ჩხოროწყუ, 23.11.50 წ.

24. *Ch. jaxarti* Nevs.—ალვის ხის (*Populus pyramidalis* auct. cauc.) ფოთლის როგორც ზედა, ისე ქვედა მხარეზე. თბილისი, 28.5.50 წ., თეთრი ვერხვის ყლორტებზე, გარდაბანი, 20.6.50 წ.

25. *Ch. jaxarti* Nev. v. *nigrosiphon* Rus.—თეთრი ხვალოს (*Populus alba* L.) ყლორტებზე, საგრძნობი რაოდენობით. გარდაბანი, 20.6.50 წ.

26. *Ch. salicti* Schrk.—ალვის ხის (*Populus pyramidalis* auct. cauc.) ფოთლის ქვედა მხარეზე კოლონიების დიდი რაოდენობა. ბორჯომი, 13.5.50 წ., ვერხვის (*Populus tremula* L.) ფოთლებზე უმნიშვნელო რაოდენობით. აბასთუმანი, 14.6.50 წ.

გვარი Chaitophorinella v. d. Goot.

27. *Ch. negundinis* Thes.—ჩვეულებრივი ნეკერჩხლის (*Acer campestre* L.) ფოთლის ყუნწზე და ახალგაზრდა ტოტებზე, ერთეულების სახით, თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5.50 წ.

გვარი Macrosiphum Pass.

28. *M. posae-posae* L.—საგრძნობი რაოდენობით აღმოჩენილია ვარდის ფოთლებსა და ყლორტებზე, თბილისი, 27.5.50 წ., წითელწყარო, 11.6.50 წ., შავი ასკილის (*Rosa spinosissima* L.) ახალგაზრდა ყლორტებზე, ბორჯომი, 16.6.49 წ.

29. *M. rosae* L. *orientale* Mordv.—ზეთისხილის (*Olea europaea* L.) ფოთლებზე (?) ერთეულებად. თბილისი, ვაკის ახალი ბაღი, 4.7.50 წ.

გვარი Myzus Pass.

30. *M. cydonii* sp. nov.—იაპონური კომშის (*Chaenomeles japonica* Lindl.) ფოთლებზე, გაბნეული კოლონიების სახით. თბილისი, 15.6.50 წ., ბათუმი, 3.10.50 წ.

გვარი Aulacorthum Mordv.

31. *A. pelargonii* Kalt.—მოცხარის (*Ribes nigrum* L.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, საგრძნობი რაოდენობით. წითელწყარო, 11.6.50 წ.

გვარი Aphis L.

32. *A. inedita* Rus.—იაპონური კომშის (*Cydonia japonica* Pers.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, საგრძნობი რაოდენობით. ბუგრის ეს სახეობა პირველად აღინიშნება კომშზე. თბილისი, 18.16.50 წ.

33. *A. exsors* Rus.—იაპონური ზღმარტლის (*Eriobotrya japonica* Lindl.) ფოთლებზე, გაბნეული კოლონიების სახით. ეს სახეობა ჩვენ მიერ პირველად აღინიშნება ზღმარტლზე. თბილისი, 15.5.50 წ.

34. *A. idaei* v. der Goot.—მაყელის (*Rubus* sp.) ფოთლებსა და ყლორტებზე. რუსთავი, 20.6.50 წ., გორი, 6.7.50 წ., თბილისი, 7.12.50 წ. მოცხარის (*Ribes nigrum* L.) ფოთლებზე ძლიერი კოლონიები, თბილისი, 29.5.50 წ.

35. *A. paliuri* Licht.—ძეძვის (*Paliurus spina* Christi) ახალგაზრდა ფოთლებზე საგრძნობი რაოდენობით. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5.50 წ.

36. *A. frangulae* Kalt.—ხეჭერელის (*Frangula alnus* Mill.) ნაყოფის ყუნწზე, მცირე კოლონიების სახით. მარნეული, 7 6.50 წ.

37. *A. rhamnii* Boyer de F.—ხეშავის (*Rhamnus cathartica* L.) ფოთლებზე ქვედა მხრიდან, საგრძნობი რაოდენობით. სტალინბრო, 5.7.50 წ.

38. *A. saliceti* Kalt.—ტირიფის (*Salix caprea* L.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, საგრძნობი რაოდენობით. ჯავა, 7.7.50 წ.

გვარი Liosomaphis Walk.

39. *L. evadens* Rus.—კვიდოს (*Ligustrum vulgare* L.) ფოთლებზე, უმნიშვნელო რაოდენობით. ბორჯომი, 22.6.50 წ.

გვარი Hyadaphis Kirk.

40. *H. xylostei* Schrk.—ცხრატყავის (*Lonicera iberica* M. B.) და ჯიქის (*Lonicera caprifolium* L.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, ერთეულების სახით. წყნეთი, 9.7.50 წ., თბილისი, სტალინის სახ. სანაპირო, 17.6.50 წ.

გვარი Brachycaudus van. de. Goot.

41. *B. magnituberculata* Rus.—ვერხვის (*Populus tremula* L.) ტოტებზე (საგრძნობი რაოდენობით. ბუგრის ეს სახეობა განსაკუთრებით აზიანებს ახალგაზრდა ნარგავებს. თბილისი, ს. ს. ი. საცდელი ნაკვეთი, 15.6.50 წ., ბორჯომი, 27.6.50 წ.

42. *B. prunifex* Theob.—კვრინჩხზე (*Prunus spanosa* L.), საგრძნობი რაოდენობით. გორი, ვარიანი, 7.7.50 წ.

გვარი Xerophilaphis Nevs.

43. *X. tamaricophila* Nevs.—ილუნის (*Tamarix* sp.) ტოტებზე, საგრძნობი რაოდენობით. ზესტაფონი, 14.8.50 წ.

II. ბალბოსტნისა და მინდვრის კულტურებზე გავრცელებული სახეობები

როგორც ზემოთა აღნიშნული, 1947—48 წლებში ჩატარებული მუშაობა ძირითადად კონტინენტური მეხილეობის მანე ბუგრების გამოვლინებას ეხებოდა. ამიტომ შრომის ამ მეორე ნაწილით ნაწილობრივ შევსებულ იქნა წინა წლებში მიღებული შედეგები. ამისთვის შესწავლილი იყო დამატებით ატამზე, ქლიავზე, ვაშლზე გავრცელებული სახეობანი და გამოვლინებულ იქნა ბუგრების კიდევ 20 სახეობა. ხეხილის კულტურების გარდა ბუგრების სახეობები მოყვანილია კომბოსტოს, ქარხლისა და პურეულობისათვისაც.

გვარი Siphia Pass.

1. *S. maydis* Pass.—სიმინდის ფოთლის ქვედა მხარეზე, კოლონიების სახით. ზესტაფონი, 14.8.50 წ.

გვარი Chaitophorus Koch.

2. *Ch. batiaschvilii* sp. nov.—ბალლოჯის (*Cerasus avium* (L.) Moench.) ფოთლებსა და ყლორტებზე. ბუგრების ძლიერი დასახლება აღნიშნულია თბილისის ბოტ. ბაღში, 27.5.50 წ.

გვარი Sitobion Mordv.

3. *S. avenae* Fabr. (*granarium* Kirby, *cereale* Kalt.).—ხორბლის (*Triticum*) თავთავებზე ერთეულების სახით. თბილისი, 28.6.50 წ.

გვარი Phorodon Pass.

4. *Ph. humuli* Sch.—კომშის (*Cydonia oblonga* Mill.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, ძლიერი კოლონიების სახით. თბილისი, 15.6.50 წ., ზესტაფონი (კვალითი), 16.8.50 წ.

გვარი Corylobium Mordv.

5. *C. avellanae* Sch.—ჩვეულებრივი თხილის (*Corylus avellana* L.) ფოთლებზე, ერთეულების სახით. ბუგრები ნახულ იქნა ფოთლის მხოლოდ ქვედა მხარეზე. გორი, 5.7.50 წ.

გვარი Myzaphis v. d. Goot.

6. *M. amygdalina* Nev.—ბალლოჯის (*Cerasus avium* (L.) Moench.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, მასობრივად, კოლონიების სახით. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5.50 წ.

გვარი Rhopalosiphum Koch.

7. *R. nymphaeae* L.—ატმის (*Persica vulgaris* Mill.) ფოთლებზე. თბილისი, 25.6.50 წ. განსაკუთრებით ძლიერი დასახლება აღნიშნულია *victoria crusciana*-ს ფოთლის მთელ ზედაპირზე. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 27.9.50 წ.

გვარი Aphis L.

8. *A. exsors* Rus.—იაპონური ზღმარტლის (*Eriobotrya japonica* Lindl.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, გაბნეული კოლონიების სახით. ეს სახეობა ჩვენ მიერ პირველად აღინიშნება ზღმარტლზე. თბილისი, 15.5.50 წ.

9. *A. viburni* Scop.—ვაშლის (*Malus domestica* Borkh.) ფოთლებზე, ერთეულების სახით. ჯავა, 7.7.50 წ.

10. *A. infusata* Koch.—ლონჯაშოს (*Prunus insititia* L.) ფოთლებზე, ერთეულების სახით. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.6.50 წ.

11. *A. hederæ* Kalt.—ვაშლანას (*Cotoneaster multiflora* Bge) ფოთლის ქვედა მხარეზე, გაბნეული კოლონიების სახით. ეს სახეობა ჩვენ მიერ პირველად აღინიშნება ვაშლანაზე. თბილისი, 10.6.50 წ.

12. *A. maydis* Fith.—სიმინდის (*Zea mays* L.) ფოთლებზე, საგრძნობი რაოდენობით. სოხუმი, 26.9.50 წ.

13. *A. gossypii* Glover. var. *obscura* Nevs.—მსხვილი გოგრის (*Cucurbita maxima* Duch.) ფოთლებზე, ძლიერი კოლონიების სახით. ზესტაფონი (წიფლა-ვაკე), 15.8.50 წ.

14. *A. zizyphi* Theob.—უნაბის (*Zizyphus sativa* Gaertn.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, ძლიერი კოლონიების სახით. თბილისი, 10.6.50 წ., ზესტაფონი, 14.8.50 წ.

გვარი Brevicoryne Des.

15. *B. brassicae* L.—კოლრაბის (*Brassica oleracea* L.) ფოთლებზე აღნიშნულია ძლიერი კოლონიები. თბილისი, 17.12.50 წ.

გვარი Jezabura Mats.

16. *J. affinis* Mordv.—ვაშლის (*Malus domestica* Borkh.) ფოთლის ქვედა მხარეზე, კოლონიების სახით. ბაწარას ხეობა, 2.11.50 წ.

გვარი Brachycaudus van. de Goot.

17. *B. mychranica* sp. nov.—ვაშლის (*Malus domestica* Borkh.) ფოთლის ქვედა მხარეს, ძლიერი კოლონიები. მუხრანი—დამპალო, 6.5.50 წ.

18. *B. prunicola* Kalt.—ქლიავის (*Prunus domestica* L.) და ტყემლის (*Prunus divaricata* L. db.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, საგრძნობი რაოდენობით. ჯავა, 7.7.50 წ.

19. *B. cerasicola* Mord. v. *gregia* Rus. ტყემლის (*Prunus divaricata* L. db.) ფოთლებსა და ყლორტებზე. ზესტაფონი, 14.8.50 წ.

20. *B. malibeili* Rus.—ტყემლის (*Prunus divaricata* L. db.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, ძლიერი კოლონიების სახით. ჯავა, 7.7.50 წ.

III. სარეველებსა და ბალახეულზე გავრცელებული სახეობები

წარმოდგენილი 87 სახეობიდან ბალახებზე აღნიშნულია 24 სახეობა. ძირითადად მასალა შეგროვილია როგორც საკვებ ბალახებზე, ისე სარეველებზე-

გვარი Megalosiphum Mordv.

1. *M. jaceae* L.—ოქროცოცხას (*Xeranthemum squarrosum* Boiss.) ღეროს მთელ სიგრძეზე. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5 50 წ., ლილილოს (*Centaurea* sp.) ღეროს ზედა ნაწილზე. თბილისი, მდინარე ვერის ნაპირებზე, 10.6.50 წ., ლაშქარას ფოთლებზე (*Symphytum caucasicum* M. B.), უმნიშვნელო რაოდენობით ჩხალთა, 8.9.50 წ., ლურჯი ძირწითელას (*Echium vulgare* L.) ღეროზე, კოლონიების სახით. გორი, 5.7.50 წ.

2. *M. picridis* Fabr.—*Serratula radiata* (Schult) M. B. (= *S. radiata* v. *bracteifolia* Ijij) ღეროს მთელ სიგრძეზე. ჯავა, 7.7.50 წ.

3. *M. chondrilla* Nevs.—ულეწელას (*chondrilla juncea* L.) ღეროზე, კოლონიების სახით. ხაშური, 27.6.50 წ.

4. *M. taraxaci* Kalt.—ბურბუშელას (*Taraxacum officinale* Wgg.) ღეროს მთელ სიგრძეზე, კოლონიების სახით. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5.50 წ.

5. *M. sonchi* L.—*Sonchus arvensis* L. ღეროს მთელ სიგრძეზე, კოლონიების სახით. თბილისი, 15.6.50 წ., გორი, 25.7.50 წ.

გვარი Macrosiphoniella Guercio.

6. *M. chrysanthemi* Sonb.—ხოზანტემის ღეროსა და ფოთლებზე, საგრძნობი რაოდენობით. თბილისი, 9.6.50 წ.

გვარი Acyrthosiphon Mordv.

7. *A. cyparissiae* Koch.—რიძინას (*Euphorbia boissieriana* (Woron.) *prokh* (= *F. E. virgata* v. *orientalis* Boiss)) ფოთლებსა და ღეროზე, უმნიშვნელო რაოდენობით. თბილისი, 10.6.50 წ.

8. *A. pisi* Kalt.—იონჯის (*Medicago*) ფოთლებსა და ყლორტებზე, საგრძნობი რაოდენობით. გარდაბანი, 17.6.50 წ.

გვარი Aphis L.

9. *A. evonymi* F.—ლემას (*Datura stramonium* L.) ფოთლებსა და ღეროზე. არხილოსკალო, 11.6.50 წ., მსხლის (*Pirus* sp. div. cult.) ფოთლებსა და ყლორტებზე, ძლიერი კოლონიების სახით, ბაწარას ხეობა, 4.11.50 წ.

10. *A. galii* Kalt.—მაჩიტას (*Campanula collina* M. B.) ღეროზე, უმნიშვნელო რაოდენობით. ზესტაფონი (კვალითი), 16.8.50 წ.

11. *A. euphorbiae* Kalt.—რიძინას (*Euphorbia boissierina* (Woron.) *prokh* (= *F. E. virgata* v. *orientalis* Boiss.) ფოთლებსა და ღეროზე, ერთეულების სახით. თბილისი, 10.6.50 წ.

12. *A. brevisiphona* Theob.—უკადრისას (*Impatiens nolitangere* L.) ღეროსა და ფოთლის ყუნწზე, ძლიერი კოლონიების სახით. რიცა, 26.8.50 წ.

13. *A. verbenae* Nevs. *verbena supina* L.—ღეროზე და ფოთლის ქვედა მხარეს, ძლიერი კოლონიების სახით. გორი, 6.7.50 წ.

14. *A. althaeae* Nevs.—*Potentilla* sp. ღეროზე ფესვის ყელის ახლოს, ერთეულების სახით. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5.50 წ. *Spiraea crenata* L. ფოთლის ქვედა მხარეს, ერთეულების სახით. თბილისი, 9.6.50 წ.

15. *A. flava* Nev.—საყვითლოს (*Sideritis montana* L.) ღეროზე, ერთეულეზად. თბილისი, 28.6.50 წ.

16. *A. verbasci* Schrk.—თეთრი ნარისა (*Cirsium incanum* Fisch.) და ქერ-
იფქლას (*Verbascum eriorrhodon*) ფოთლებსა და ღეროზე, გაბნეული კოლო-
ნიების სახით. გორი, 5.7.50 წ., პიკუნდის ნაკრძალი, 27.8.50 წ.

17. *A. malvae* Koch.—*Malvaceae*-თა ოჯახის წარმომადგენლებზე, უმნიშ-
ვნელო რაოდენობით. რუსთავი, 20.6.50 წ.

18. *A. urticaria* Kalt.—ჯინჯრის (*Urtica urens* L.) ფოთლებსა და ახალ-
გაზრდა ღეროზე, საგრძნობი რაოდენობით. თბილისი, 23.5.50 წ., ტყიბული,
19.8.50 წ.

19. *A. lupuli* Rus. *nigracauda* var. nov. სეიას (*Humulus lupulus* L.) ფოთ-
ლებზე, ერთეულების სახით. თბილისი, 3.6.50 წ.

გვარი *Brachycaudus* Van. de. Goot.

20. *B. cortusae* Nevs.—*Lappula*-ს წარმომადგენლებზე, ერთეულების სა-
ხით. თბილისი, 11.6.50 წ.

21. *B. symphyti* Schr.—ლაშქარას (*Symphytum caucasicum* M. B.) ფოთლის
როგორც ზედა, ისე ქვედა მხარეზე, უმნიშვნელო რაოდენობით. 5.7.50 წ.

22. *B. cardui* L. v. *poligoni* Rus. მატიტელას (*Polygonum hydropiper* L.)
ფოთლის ქვედა მხარეზე, ერთეულების სახით. ზესტაფონი (საწაბლია), 15.8.50 წ.

გვარი *Pilobtusaphis* Rus.

23. *P. dsengei* Rus.—*Pastinaca teretiuscula*-ს ფოთლებსა და ყვავილებზე,
საგრძნობი რაოდენობით. გორი, 5.7.50 წ.

გვარი *Semiaphoides* Rus.

24. *S. cannobiarum* Rus.—*Carduus uncinatus* ფოთლის ქვედა მხარეზე,
უმნიშვნელო რაოდენობით. თბილისი, ბოტ. ბაღი, 28.5.50 წ.

ზემოთ მოყვანილი აფიდოფაუნის სიით, რა თქმა უნდა, არ ამოიწურება
ამ ოჯახის წარმომადგენლების გავრცელება საქართველოში, რის დაზუსტება-
და შეესება შემდგომი მუშაობის საქმეა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.4.1951)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ა ბ ა შ ი ძ ე. აღმოსავლეთ საქართველოში ხეხილზე გავრცელებული აფიდოფაუნის სახე-
ობრივი შედგენილობისათვის. საქ. მეცნ. აკადემიის მცენარეთა დაცვის ინსტიტუტის
შრომები, ტ. VII, 1950.
2. А. К. Мордвилко. Определитель насекомых Европейской части СССР, под редак-
цией С. П. Тарбинского и Плавильщикова. М.—Л., 1948.
3. В. П. Невский. Тли Средней Азии. Ташкент, 1929.
4. В. Н. Русанова. Тли рода *Aphis* L. (*Homoptera*) в Азербайджане. Труды Азербай-
джанского государственного университета (биологическая серия), том III, вы-
пуск 3, Баку, 1948.
5. В. Н. Русанов. Тли Азербайджана, докторская диссертация. Баку, 1941.
6. Г. X. Шапошников. Определитель насекомых, повреждающих деревья и кустар-
ники полевых и садовых полос. Москва, 1950, Ленинград.
7. Г. X. Шапошников. Систематические отношения между родами тлей в подтрибе
Anuraphidae. Энтомологическое обозрение, XXXI, № 1—2, 1950.
8. F. V. Theobald. The plant-lice or Aphididae of Great Britain. I—II, 1926—1927.

ფიზიოლოგია

ა. რობიბაძე

ბაყაყის თამის ტვინის რეზლესური რეაქციების ოსცილოგრაფიული ანალიზი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 9.12.1950)

ბაყაყის tectum opticum-ის აგებულება პრინციპიალურად განსხვავდება სპინალური და ბულბალური ცენტრების აგებულებისაგან: tectum opticum-ი, ისევე როგორც უმაღლესი ცხოველების დიდი ტვინის ქერქი, აგებულია „ქრანული“ ტიპის მიხედვით [1], ე. ი. რთულ ფენოვან სტრუქტურებს წარმოადგენს. Tectum opticum-ში თავს იყრის აფერენტული ბოჭკოები სხვადასხვა ადგილიდან. ნევროლოგიური და ფიზიოლოგიური მონაცემების მიხედვით აფერენტული ბოჭკოები tectum-ის ზეეთა ფენებში მთავრდება. აფერენტული გზები, კერძო ზურგის ტვინის ცენტრებისაკენ მიმავალი, საწყისის იღებს tectum-ის ღრმა ფენების უჯრედებისაგან.

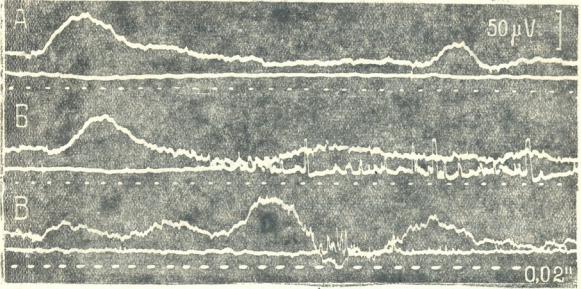
ერთხელობრივი ელექტრული გალიზიანებისას n. peronei tectum opticum-ში ჩვეულებრივად აღმოცენდება შედარებით მარტივი ელექტრული რეაქცია, ფარული პერიოდით 7—20σ. აღმოცენდება უარყოფითი ნელი პოტენციალი (სურ. 1, A; 2, B).

ელექტროფიზიოლოგიური და ნევროლოგიური მონაცემები ნებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ეს რხევა პირობადებულია tectum-ის ზედაფენების დენდრიტული ხლართის აქტივაციით და ლოკალური პოტენციალების ნაჯუმლ გამოხატულებას წარმოადგენს, რომლებიც წარმოიქმნება აფერენტული ბოჭკოების სინაფსური დაბოლოებების ქვეშ [2]. მაგრამ პრეპარატის კარგი ფუნქციური მდგომარეობის დროს აღმოცენდება უფრო რთული ეფექტები.

ქვემოთ მოგვყავს ცდების შედეგები ერთდროული რეგისტრაციისა tectum opticum-ის ელექტრული პოტენციალებისა და მამოძრავებელი ნერვის რეფლექტორული იმპულსებისა, რომელიც აინერვირებს ბარძაყის მომხვრელი კუნთების ჯგუფს.

ჩანაწერები სურ. 1, A და B გვიჩვენებს, რომ პრეპარატებზე ინტაქტურ ც. ნ. ს. ელექტრული აფექტები ძალიან ცვალებადია. ცდაში A პირველი გალიზიანების კვეთებამ n. peronei ზღურბლოვანი სიძლიერისა გამოიწვია ერთხელობრივი ნელი უარყოფითი პოტენციალი და მამოძრავებელ ნერვში არ მოიცა იმპულსები. ცდაში B, რომელიც ჩატარდა 5 წუთის შემდეგ, იგივე გალიზიანება უკვე იწვევს ეფექტს ნერვში: აღმოცენდება ხანგრძლივი იმპულსების რიგი ფარული პერიოდი 170σ. ამ იმპულსების წარმოშობა ასოცირებულია tectum-ში ელექტრული პოტენციალის განსაზღვრული რხევით. საწყისი უარყოფითი რხევა, რომლის ამპლიტუდა დაბოლოებით ისეთივეა, როგორც

ცდაში A, გადადის დადებით რხევაში, რომელსაც მოსდევს მეორე უარყოფითი რხევა. ნერვში იმპულსაციის აღმოცენება თანხვედება ნელი პოტენციალის დადებით ფაზასთან. ამგვარად, ცდებში ბაყაყზე დაუზიანებელ ც. ნ. ს-ში რეფლექტორული მამოძრავებელი მოქმედება შეიძლება წარმოიშვას ერთხელობრივი გალიზიანების საპასუხოდ და აქვს დიდი ფარული პერიოდი; მათი აღმოცენების შემთხვევაში რთულდება tectum opticum-ის ელექტრული ეფექტი.



სურ. 1. რეფლექსური იმპულსები მამოძრავებელ ნერვში ასოცირებული tectum opticum-ის პოტენციალის რხევებთან. პოტენცილები გამოიყვანება tectum opticum sin (ხეშო მრუდები) და მარჯვენა მამოძრავებელი ნერვიდან, რომელიც ბარძაყის მომხგრელ კუნთებს აწერვირებს (ქვემო მრუდები). A—ღიზიანდება n. peronius dex-გალიზიანების ინტენსივობა 0,5 ვოლტი (ზღურბლი), სისწირე—2 სეკუნდში. B—ასეთივე ცდის გამეორება 5 წუთის შემდეგ. B—მეორე პრეპარატი. სინათლის გამორთვის ეფექტი ეს ცდები ჩატარებულა კვარარზეზულ ბაყაყზე დაცული სისხლის მიმოქცევით 15—18° C ტემპერატურისას. ტვინის პოტენცილების გამოსაყვანად ერთი გამოყვანა ელექტროდი დადებული იყო tectum opticum-ის დორზალურ ზედაპირზე, მეორე კი ძვალზე. ცელადი დენის გამაძლიერებლები. რეგისტრაცია ორსიხიანი კათოდური ოსცილოგრაფით. ზევიკენ გადახრა ნიშნავს უარყოფითი პოტენციალის არსებობას აქტიური ელექტროდის ჰეშ

აქედან გამომდინარე შეიძლება ვიფიქროთ, რომ მამოძრავებელი (იმპულსაციის) წარმოქმნა მიზეზობრივად დაკავშირებულია tectum opticum-ის მოქმედებასთან.

ბადურის სინათლით გალიზიანებისას tectum opticum-ში აღმოცენდება რთული ელექტრული ეფექტები და აგრეთვე ხშირად აღმოცენდება იმპულსაცია მამოძრავებელ ნერვში, შესაბამისად tectum-ში დადებითი პოტენციალის რხევისა (სურ. 1, B).

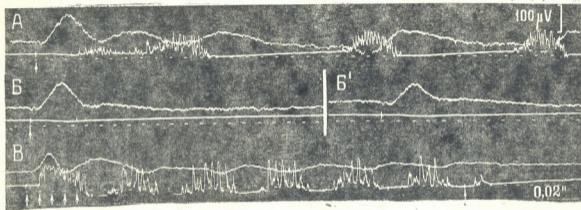
პირდაპირმა ცდებმა ნება მოგვცა დაგვესკვნა, რომ დადებითი რხევები tectum opticum-ის ზედაპირისაგან გამოყვანილი, წარმოიქმნება ღრმა ეფერენ-

ტული ფენების აქტივობის შედეგად. ამ ცდების შედეგები სრულიად ანალოგიურია იმ ცდებისა, როცა პირამიდულ გზებში იმპულსაციის აღძვრისას ქერქის მამოძრავებელი მიდამოს ზედა ფენებიდან გამოიყვანებოდა დადებითი რხევები ელექტრული პოტენციალებისა [3].

ნერვის ერთხელობრივი გალიზიანებისას შეიძლება წარმოიქმნას უფრო რთული ეფექტი, ვიდრე ზემოთაა აღწერილი. მოყვანილ მე-2, A სურათის შემთხვევაში წარმოიქმნება ხანგრძლივი რითმული ეფექტი რამდენიმე სეკუნდის ხანგრძლიობისა (მეორადი გალიზიანებების გარეშე). პირველი ეფექტი მამოძრავებელ ნერვში იწყება გალიზიანების მომენტიდან 60^ა შემდეგ. პირველი ეფექტის ვათავენისთანავე 40^ა შემდეგ აღიძვრის მეორე ეფექტი; შემდეგი ეფექტები აღიძვრის ზუსტი ინტერვალებით 5-ჯერ სეკუნდში. სათანადოდ tectum opticum-ში სეკუნდში 5-ჯერ აღიძვრის ელექტრული პოტენციალის ნელი რხევები. 1 წუთის შემდეგ ამავე პირობებში გამეორებულმა ცდამ მოიცა სულ სხვა შედეგები: არა რითმული ეფექტი, არამედ პოტენციალის ერთხელობრივი რხევა. ამ დროს მამოძრავებელი იმპულსები ნერვში არ არის (სურ. 2, B). მაშასადამე, როდესაც tectum opticum-ში არ არის პოტენციალის რითმული რხევები, მამოძრავებელ ნერვშიც არ აღმოცენდება იმპულსები. ტეტანური გალიზიანების დროს (10—50 სეკუნდში) ასეთ პრინციპებზე მიიღება რითმული ეფექტი ზემოაღწერილის მსგავსად: აგზნებათა იმპულსები მამოძრავებელ ნერვში აღმოცენდება ჯგუფად და თვითეული ჯგუფის შესაბამისად tectum opticum-ში აღმოცენდება პოტენციალის ნელი რხევა. ოღონდ ტეტანური გალიზიანებისას ნელი პოტენციალების რითმი და ნერვის იმპულსების ჯგუფები უფრო ხშირი ხდება და 10-ს აღწევს სეკუნდში (სურ. 2, B).

უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს რითმული ეფექტები პირობადებულია tectum opticum-ის ნერვული წრეების მოქმედებით [4]. ერთი მხრივ, ნერვული წრეებიდან იმპულსები მიიშარებიან, ჩამავალი აქსონების საშუალებით, ზურგის ტვინის ცენტრებისაკენ და პირობადებენ იმპულსაციას მამოძრავებელ ნერვში; მეორე მხრივ, იმპულსებს ნერვული წრეებიდან tectum-ის დენდრიტული ბადე აქტივაციაში მოყავს, რითაც პირობადებულია ნელი პოტენციალების წარმოქმნა.

ი. სეჩენოვი ზივიდა იმ დასკვნამდე, რომ არსებობს გრძელი რეფლექტორული რკალები, რომლებიც თავის ტვინში იკრებიან. მისი თეორიის თანახმად, გალიზიანებისას პირველ რიგში იგზნებიან უფრო შგრძნობიარე თავის მამოძრავებელი ცენტრები [5]. ზემომოყვანილი ფაქტები სეჩენოვის თეორიულ მონაცემებს ამტკიცებს. პირველი—მტკიცდება გრძელი რეფლექტორული რკალების არსებობა. გალიზიანების ერთი კვებით გამოწვეულ სპინალურ რეფლექსს არ შეიძლება ჰქონდეს ფარული პერიოდი 200^ა, თუკი იმასაც არ ვიჭონებთ მხედველობაში, რომ სპინალური რეფლექსი ჩვეულებრივ პირობებში არ გამოიწვევა გალიზიანების ერთხელობრივი კვებით და ისიც ზღურბლოვანი ძალის დენით. ფარული პერიოდი გაციებულ სპინალურ პრეპარატებზე რეფლექსური მოქმედების ნერვში, რომელიც მიემართება



სურ. 2. რთული რიტმული რეაქციები tectum opticum-სა და მამოძრავებელ ნერვში.
 პოტენციალები გამოივანება tectum opticum-ის მარჯვენა ზედაპირიდან (ზემოთა მრუდები) და მარჯვენა მამოძრავებელი ნერვი-
 დან (ქვემო მრუდები). დაზიანდება მარჯვენა საჯდომი ნერვი. A—ეფექტი გალიზიანების ერთ კვეთებაზე; გალიზიანების ინტენსივობა
 2 ვოლტი. B და B'—ასეთივე ცდის გამეორება 1 მიწუტის შემდეგ; ნაწარმოებია ორი კვეთება 2 სეკუნდის ინტერვალით. B—ტეტანუ-
 რი გალიზიანების ეფექტი; გალიზიანების ინტენსივობა 8 ვოლტი, სიხშირე 50 სეკუნდში. ისრებით ნაჩვენებია ტეტანა ზაციის დასა-
 წყისი და ბოლო. ცდის დაგეგმვის მეთოდის ახსნა იხ. 1 სურათის ქვეშ.

ბარძაყის მომხერვლებიდან n. peronei-ს გალიზიანებისას მნიშვნელოვნად არ აღემატება 20 თ-ს [1].

მეორე, მტკიცდება, რომ უმაღლესი ცენტრები უფრო ამგზნებადი არიან, ვიდრე სინარულები. ზღურბლზევითა გალიზიანებანი იწვევენ იმპულსებს მამოძრავებელ ნერვში გრძელი ფარული პერიოდით, ე. ი. მამოძრავებელი იმპულსაცია ნერვში არ წარმოიქმნება ისე, რომ უწინ ადგილი ჰქონდეს რეფლექს მოკლე რკალების გზით და შემდეგ რეფლექსს გრძელი რკალების გზით.

მესამე, ეს ცდები ვერიფიცირებს, რომ აღნიშნული რეფლექტორული ეფექტები ნერვში ასოცირებულია შუა ტვინის გარკვეულ ელემენტურ რეაქციებთან, რაც ამტკიცებს მის წარმოქმნას თავის ტვინისაგან და მიგვიბრუნებს ც. ნ. ს. იმ განყოფილებაზედაც, რომელიც პასუხისმგებელია მათ წარმოქმნაში. ცდები, რომლებშიც იხმარება მხედველობითი გალიზიანება, უკანასკნელი დასკვნის მართებულებას ამტკიცებს. Tectum opticum-ის ელემენტური რეაქციების და მამოძრავებელი ნერვის აფეთქების ხასიათი, რომელიც წარმოიქმნება მგრძობიარე სპინალური ნერვის გალიზიანებისას, თავისი არსით ისეთივეა, როგორც იმ მოვლენათა ხასიათი, რომლებიც აღმოცენდება მხედველობითი გალიზიანებისას, ე. ი. ისეთი მოვლენებისა, რომლებიც აშკარად პირობადებულია tectum opticum-ის მოქმედებით.

როტული ელემენტური რეაქციები (სურ. 2), რომლებიც, როგორც ჩანს, გამოხატავენ ლოკომოტორული ტიპის მამოძრავებელ აქტებს, დამახასიათებლად განსხვავდებიან სპინალური რეფლექსებისაგან. გალიზიანების ძალა, სიხშირე და ხანგრძლიობა ნაკლებად განსაზღვრავს რეაქციის ხარისხს. ჩვეულებრივად გალიზიანების პირველი კვეთება უკვე იწვევს როტულ რითმულ მოქმედებას, და მომდევნო კვეთებანი ნაკლებად მოქმედებენ მოვლენათა მსვლელობაზე.

ნორმულ ბაყაყებზე სეჩნოვმა აღმოაჩინა ფაქტები, რომლებიდანაც გამომდინარეობს, რომ არ არის შესაბამისობა გალიზიანების ძალასა და გარეგან ეფექტს შორის.

იქნება ეს საინტერესო დაკვირვებები შეიძლება დაკავშირებულ იქნეს მოყვანილი ცდების ზოგიერთ შედეგთან.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.12.1950)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Заварзин. Очерки по эволюционной гистологии нервной системы. Медгиз, 1941.
2. А. И. Ройтбак. Характеристика и происхождение медленных потенциалов среднего мозга лягушки. Гагрские беседы, том I, Тбилиси, 1949, стр. 253.
3. E. D. Adrian and G. Moruzzi. Impulses in the pyramidal tract. J. Physiol., vol. 97, 1939, p. 135.
4. И. С. Беритов. Общая физиология мышечной и нервной систем, т. II, М—Л, 1948.
5. И. Сеченов. Об электрическом и химическом раздражении чувствующих спинномозговых нервов лягушки. СПб, 1868.
6. И. Беритов и А. Ройтбак. Об электрических потенциалах спинного мозга лягушки. Тр. Ин-та физиологии им. Бериташвили, том 7, 1948.
7. И. Сеченов. Рефлексы головного мозга. СПб, 1873.

ფილოლოგია

აბ. ცანავა

„ნესტუს“ მნიშვნელობისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის ნამდვილმა წევრმა კ. კვეციანი 29.4.1951)

ი. სტალინის გენიალური საენათმეცნიერო მოძღვრების თანახმად, ენის ლექსიკურ შედგენილობაში მთავარია ძირითადი ლექსიკური ფონდი, რომელიც „ცოცხლობს ძალიან დიდხანს, საუკუნეთა განმავლობაში და არის ენის ბაზა ახალი სიტყვების წარმოსაქმნელად“ ([1], გვ. 23).

ამ დებულების სინათლეზე საყურადღებოა სიტყვების 'ს ტ ვ ე ნ ის' 'ნ ე ს ტ უ ს ა' და 'ს ტ ვ ი რ ის' მნიშვნელობა და მათი ურთიერთმიმართება.

'სტენა' ქართული ენის ძირითადი ლექსიკური ფონდის კუთვნილებაა. იგი დროთა განმავლობაში გამოყენებულ იქნა როგორც ბაზა ახალი სიტყვების წარმოსაქმნელად. ივ. ჯავახიშვილს აღნიშნული აქვს, რომ „ნესტუ“ (ჩასაბერი საკრავი) „თავდაპირველად... მხოლოდ სტენის ცნების გამომხატველი უნდა ყოფილიყო და ისეთი საგნის, ანდა ნაწილის აღმნიშვნელად არის საგულისხმებელი, რომელიც უსტენდა“ ([2], გვ. 99).

საენათმეცნიერო ლიტერატურაში 'ნესტუ' და 'სტვირი' დაკავშირებულია 'სტენა'სთან. უკანასკნელისაგან ნაწარმოებად მიჩნეულია სტვირი, ნესტო, ნესტა, „სადაც ძირად სტუ გამოყოფა, რომლის მნიშვნელობის ძიება სტუენა, უ-ს-ტუ-ენ-ს, უ-ს-ტუ-ინ-ა-ში ხერხდება“. 'ნესტუ'ში 'ნე' პრეფიქსია და მისი დანიშნულება იგივეა, როგორაც სხვა სიტყვებში: ნე-რგ-ი, ნე-რწყ, ნე-შტი და სხვა ([3], გვ. 88).

არნ. ჩიქობავას გამოკვლევით, „სტენას“, „ნესტუსა“ და „სტვირს“ შორის ასეთი ურთიერთობა არსებობს: სტურ || სტუ ირ... შდრ., ნე-სტუ—ზმნა: სტუ-ენ-ს“ ([4], გვ. 82, 216).

ამგვარად, 'ნესტუსა' და 'სტვირის' ძირი ერთი და იგივეა და იგი უფრო აღრინდელ 'სტენა' სიტყვაშია წარპოვნილი. მაგრამ მნიშვნელობის მხრივ 'ნესტუ' სიტყვამ დროთა განმავლობაში არსებითი ხასიათის ცვლილებები განიცადა. VI—VII საუკუნის ორიგინალურ თხზულებაში „სინანული-სათუს და სიზღამბლისა“, ვკითხულობს: „რამეთუ სტომაქი ძოიღნობს საჰქელსა და სიზოხესა მისსა მისცემს ნესტუთა მათ ღჳქლისათა და ნაწლევნი შეიწყნარებენ... გული განუყოფს სისხლსა მას ცხოველობისასა ყოველთა ნესტუთა გუამისათა“ ([5], გვ. 300). ამ შემთხვევაში 'ნესტუ' გამოხატავს საერთოდ 'ნასვრეტს', 'მილს' ('порн' 'схважина').

ბიბლიაში ბერძნული ἀσπίς შესატყვისად ქართულში გვაქვს 'ნესტუ' (II მეფეთა 6, ოშკის დაბადება) ან 'სტვირები' (1884 წ. გამოცემული ბიბ-

ლია). აქედან ჩანს, რომ 'ნესტუს' ზემოაღნიშნული მნიშვნელობა ('ნასკრეტი' 'მილი') შეიცვალა და ნესტი საერთოდ ჩასაბერი საკრავის სახელად იქცა.

საფიქრებელია, რომ მნიშვნელობის ასეთი შეცვლის ერთ-ერთი მიზეზი უნდა იყოს ბიბლიის თარგმნის დროს ბერძნული 'αβλαης, ('დუდუჟი' 'მილი') შესატყვისი 'ნესტის' (ზოგჯერ 'სტვირების') ხმაურება, რადგან ამ დროს სიტყვა 'მილი' არ არსებობდა.

ამის შემდეგ 'ნესტემა' როგორც უფრო კონკრეტულმა, ჩასაბერი საკრავის აღმნიშვნელმა სიტყვამ, ფართო პოპულარობა მოიპოვა [6], გვ. 80, 95, 128, 200, 206, 212, 241, 256, 385).

აღსანიშნავია ის ფაქტიც, რომ 'ნესტუს' სინონიმი 'სტვირი' არა მართლ სემანტიკურად, არამედ ფუნქციურადაც 'ნესტუს' თანხედნილია, მაგალითად: „მენესტეგებსა მოასხმენ იქ დასაკვრელად სტვირითო“ — ამბობს თეიმურაზ II; იქვე მენესტევის ნაცვლად მესტვირება დასახელებული: „შეწოყვანენ მესტვირეს, უყერენ, ჩაამბენ სამასა“ ([7], გვ. 41). მაგრამ 'სტვირის' ცნება, 'ნესტუს' ცნებასთან შედარებით, უფრო კონკრეტულია. მას ჩვენ ისე წარმოვიდგენთ, როგორც ჩასაბერი საკრავის ერთ-ერთ სახეობას, კერძო სახელს.

გარკვეული დროის განმავლობაში 'ნესტუს' იხმარებოდა როგორც 'მილის', 'ნასკრეტის' აღმნიშვნელი და როგორც 'ფლეიტა', 'დუდუჟის' ცნების გამოთმატველი ([8], გვ. 154). მაგრამ თანდათანობით 'ნესტუს' თავდაპირველი მნიშვნელობა მივიწყებულ იქნა და საბოლოოდ დაუმკვიდრდა ის მნიშვნელობა, რომელიც საბას აქვს მოცემული: „რადც საკრავი განუწურეტილი არიან (პირით იბერვიან) ნესტულად ითქვიან“.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ოუსთაველის სახელობის

ქართული ლიტერატურის ისტორიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.4.1951)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ი. ს ტ ა ლ ი ნ ი. მარქსიზმის შესახებ ენათმეცნიერებაში. თბილისი, 1950.
2. ივ. ჯ ა ვ ა ხ ი შ ვ ი ლ ი. ქართული მუსიკის ისტორიის ძირითადი საკითხები. თბილისი, 1938.
3. ვ. თ ო ფ უ რ ი ა. ქართველურ ენათა სიტყვაწარმოებიდან. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. VII, 1938.
4. არნ. ჩ ი ქ ო ბ ა ვ ა. სახელის ფუძის უძველესი აგებულება ქართველურ ენებში. თბილისი, 1942.
5. კ. კ ე კ ე ლ ი ძ ე. მარტივი ქართველი და მისი „სინანულისათჳს და სიმდაბლისა“. ლიტერატურული ძიებანი, ტ. III, 1947.
6. ძველ-ქართული სასულიერო პოეზია, წ. I, პ. ინგოროყვას რედაქციით, თბილისი, 1913.
7. თ ე ი მ უ რ ა ზ II. თხზულებათა სრული კრებული. 1939.
8. ბ ა ს ი ლ დ ი დ ი. „ექუსთა დღეთაჲ“, გ. მთაწმიდელის თარგმანი, მ. კახაძის რედაქციით, თბილისი, 1947.



ბასუხისმგებელი რედაქტორის მოადგილე ს. კილიაია

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

ანაწევობის ზომა 7×11

საბეჭდი ფორმა 4

ბელმოწერილია დასაბეჭდად 3.8.1951

სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 4,5

შეკვ. 1094

შე 03371

ტირაჟი 1500



43/29

ფასი 5 მან.

დ ა მ ტ რ ი ც ი ე მ ბ უ ლ ი ა
საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. პრეზიდიუმის მიერ
22.10.1947

დებულება „საბატონოლოს სსრ მინერალბათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა— ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ვფელა ნაკვეთი (სულ 10 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება კართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 3 გვერდს. არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილი წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასებების შემთხვევაში, წარმოადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ საგნებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საკუროა აღინიშნოს ჟურნალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, საეალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილს ბოლოში ერთვის სიის სახით, ლიტერატურაზე ნითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ნებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსულის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შერეული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდება, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლნიძის ქ., 8.