

1958/2



საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

ტომი XX, № 4

ბიბლიოთეკა, ქართული განმარტება

1958

ე ვ რ ი ლ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

| | |
|---|-----|
| 1. ხ. მიქელაძე. არისტოტელისეული ლოგიკის უშუალო დასკვნათა თეზისების სისტემა | 385 |
| მათემატიკა | |
| 2. თ. ბურჭულაძე ერთ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ფუნდამენტალური ამონხების შესახებ | 391 |
| ჰილოზოფიკა | |
| 3. რ. ამირაჯიბი. მილსადენის განივკვეთში სიჩქარეთა განაწილების გავლენა ჰიდრაულიკური დარტყმის სიდიდებზე | 399 |
| ფიზიკა | |
| 4. ო. მდივანი. კიუპის მეთოდის გამოყენება სამზაგ შენადობთა მოწესრიგების განსახილველად | 405 |
| ბიოფიზიკა | |
| 5. გ. თვალთვაძე. სეისმური ტალღების გავრცელება და დედამიწის ქერქის აგებულება ტყიბულის რაიონში | 411 |
| ქიმიკა | |
| 6. ე. უხნაძე, ა. მუშელაძე და მ. შიშინია შვილი. ასკანგელის სუსპენზიებში სტრუქტურის წარმოქმნის შესწავლა ელექტრონული მიკროსკოპით | 419 |
| ბიოქიმიკა | |
| 7. ვ. ასათიანი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი). ადამიანისა და მაიმუნის სისხლის მინერალური, აზოტოვანი და ლიპოიდური შემადგენლობის შედარებითი დახასიათება | 423 |
| 8. ე. გოცირიძე და ხ. ღვინიაიანი. რადიოაქტიური ინდიკაციის მეთოდით ფოსფორის ცვლის შესწავლის ზოგიერთი მონაცემი ლუდის საფუარებში | 429 |
| ბიოგრაფიკა | |
| 9. დ. წერეთელი. მეოთხეული დროის გაყინვარების ნიშნები ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ კალთაზე | 435 |
| კლიმატოლოგია | |
| 10. ა. კოტარია. დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში ბრიზნული ცირკულაციის ვერტიკალური განვითარების ზოგიერთი საკითხისათვის | 443 |
| ტექნიკა | |
| 11. ა. ტატიშვილი. რუსთავის წიდაპორტლანდემენტის აქტივობის ზრდა ვიბროაქტივაციის საშუალებით | 451 |
| ბოტანიკა | |
| 12. ელისა კეცხოველი. პლასტიდური პიგმენტები ვაზის მერქანში | 457 |
| მეტეოროლოგია | |
| 13. ვ. ვეფხვაძე. მთის ქანების ზოგიერთი თავისებურება, როგორც სუბსტრატი მერქნაზე მცენარეთა არსებობისა და განვითარებისათვის | 459 |
| 14. ი. კიკაბიძე. საქართველოს მთის ტყეების ბუნებრივი განაწილების ხელშეწყობისათვის სასაფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების მუშა-ორგანოების გამოკვლევა და შერჩევა | 467 |
| ნიღბამცოდნეობა | |
| 15. ე. მხეიძე. საქართველოს მთისა და ბარის შავმიწა ნიადაგების ჰუმუსის შედგენილობისა და მისი თვისებების შესწავლის საკითხისათვის | 475 |
| ფიზიოლოგია | |
| 16. აკადემიკოსი ი. ბერიტაშვილი და ნ. ხერხეულიძე. სივრცითი ორიენტაციის წარმოშობის შესახებ ადამიანებში | 481 |
| მეცნიერებათა ფილოსოფიკა | |
| 17. ვლ. ქლენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და ნ. კალანდარიძე. კუჭისა და ნაწლავების ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს | 489 |
| 18. ა. ხურაბაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ა. კვალაიაშვილი, ე. სემენსკაია, ბ. ნანეიშვილი, ვ. შანიძე, ქ. კანდელაკი, მ. მაჩაბელი და მ. თორღია. თავის ქალას დაზურული ტრავმისა და სხივური დაზიანების ერთდროული მოქმედება ორგანიზმზე | 497 |
| 19. გ. ხვიადაძე. პერიფერიული სისხლის ცვლილებები თირეოტოქსიკოზის დროს ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ | 505 |
| ისტორია | |
| 20. ს. შარიქაძე. მეორე ხუთწლედში ახალი ტექნიკის ათვისების ისტორიის შესწავლისათვის საქართველოში | 507 |

კ. მიქალაძე

არისტოტელისეული ლოგიკის უშუალო დასკვნათა თეზისების სისტემა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ბოჭორიშვილმა 24.3.1958)

ლუკასევიჩმა [1] დაამტკიცა, რომ არისტოტელის სილოგისტიკა აქსიომატიზირებული დედუქციური სისტემაა. ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ ასეთსავე სისტემას ქმნის არისტოტელისეული ლოგიკის უშუალო დასკვნათა ქეშმარიტი ფორმულები (თეზისები, კანონები).

საამისოდ მივმართოთ ლუკასევიჩისეულ ფორმალურ აპარატს. ამ აპარატს შევავსებთ ერთადგილიანი n ფუნქტორით, რომელიც აწარმოებს მოცემული ტერმინის კონტრაქტორულს. ორადგილიანი C პროპოზიციონალური ფუნქტორი აწარმოებს იმპლიკაციას. ერთადგილიანი N პროპოზიციონალური ფუნქტორი აწარმოებს მოცემული წინადადების კონტრაქტორულს. p, q, r, \dots ასოები აღნიშნავს პროპოზიციონალურ ცვლადებს. ორადგილიანი A, E, I, O ფუნქტორები აწარმოებს ზოგადდადასტურებით, ზოგადუარყოფით, კერძობითდადასტურებით და კერძობითუარყოფით წინადადებებს, შესაბამისად. მათი არგუმენტებია ტერმინი-ცვლადები, რომელთა მნიშვნელობების უბანს შეადგენს მხოლოდ ზოგადი არაკარიელი ტერმინები.

ამგვარად, საქმე გვექნება წინადადებათა აღრიცხვის Cpq და Np ფუნქციებთან და სისტემის Aab, Eab, Iab, Oab და na ფუნქციებთან. რამდენადაც Aab, Eab, Iab, Oab ფუნქციები პროპოზიციონალური ფუნქციებია, ისინი შეიძლება ჩავსვათ პროპოზიციონალურ ცვლადებში.

თეზისების დედუქციას ჩავწერთ ლუკასევიჩისეული დერივაციული ხაზით, რომელიც შედგება \times ნიშნით გამიჯნული ორი ნაწილისაგან. გამოყენებული იქნება დერივაციულ ხაზთა შემდეგი ტიპები:

$$I. p|Aab, q|Iab, r|Iba \times C2 - C1 - 5$$

ამ დერივაციული ხაზის მარცხენა ნაწილი ნიშნავს, რომ I ფორმულაში p, q, r ცვლადებში უნდა ჩავსვათ Aab, Iab და Iba , შესაბამისად (შტრიხი აღნიშნავს ჩასმის ოპერაციას).

ამგვარი ჩასმით მიღებული თეზისი გამოტოვებულია. დერივაციული ხაზის მარჯვენა ნაწილი გვიჩვენებს, თუ როგორაა აგებული გამოტოვებული თეზისი, და ცხადყოფს, რომ მასზე შეიძლება იქნეს მომარჯვებული მდგომარეობის წესი, სახელდობრ ჩვენს შემთხვევაში ორგზის: 5 გამოსახულება რომ

საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემიის
ბიბლიოთეკა



გორც ახალი თეზისი მიიღება ჯერ 2 თეზისისა და შემდეგ 1 თეზისის წამ-
ლით გამოტოვებულ თეზისში, სადაც ესენი მონაწილეობენ პირველი და
მეორე ანტიცედედენტების სახით, შესაბამისად.

$$6. b|a, a|b \times 7$$

$$8. RE, RO \times 10$$

$$15. Rnn \times 16$$

დერივაციული პწკარებიდან პირველი ნიშნავს, რომ 7 თეზისი მიიღება
6 თეზისიდან ამ უკანასკნელში $b|a$ და $a|b$ ჩასმის ოპერაციათა ჩატარებით.
მეორე ნიშნავს, რომ 8 თეზისზე RE და RO წესთა მომარჯვებით ვიღებთ
ახალ 10 თეზისს. მესამე აღნიშნავს, რომ 16 თეზისი მიღებულია 15 თეზისზე
 Rnn წესის მომარჯვებით.

სისტემის საწყის ტერმინებად მივიჩნიოთ A, I და n ფუნქტორები. E
და O ფუნქტორებს განვმარტავთ A და I ფუნქტორებით.

$$\text{განმ. 1. } Eab = NIab$$

$$\text{განმ. 2. } Oab = NAab$$

$$\text{განმ. 3. } nna = a$$

დედუქციათა შესამოკლებლად ამ განმარტებათა ნაცვლად ვიხმართ შემ-
დეგ წესებს:

წესი RE:NI-ს ყველგან შეიძლება ჩაენაცვლოს E,
და პირუკუ.

წესი RO:NA-ს ყველგან შეიძლება ჩაენაცვლოს O,
და პირუკუ.

წესი $Rnn:nn$ ყოველთვის შეიძლება დავწეროთ ან წავშალოთ ტერმინი-
ცვლადის წინ.

აქსიომატურად შემოგვაქვს სისტემის ოთხი თეზისი:

$$1. CAabIab \text{ (დაქვემდებარება } A-I)$$

$$2. CIabIba \text{ (I-ს კონვერსია)}$$

$$3. CAabNIanb$$

$$4. CNIabAanb$$

და დასკვნის წესები: (a) ჩასმის წესი და (b) მოცილების წესი.

დამხმარე საშუალებად გამოვიყენებთ წინადადებათა აღრიცხვის შემდეგ
ოთხ თეზისს:

$$I. CCqrCCpqCpr$$

$$II. CCpqCNqNp$$

$$III. CpNNp$$

$$IV. CNNpp$$

დედუქციათა შესამოკლებლად III და IV თეზისების ნაცვლად ვიხმართ
შემდეგ წესს:

წესი $RNN:NN$ ყოველთვის შეიძლება დავწეროთ ან წავშალოთ პროპო-
ზიციონალური ცვლადების (და, მაშ, Aab, Iab, Eab, Oab
პროპოზიციონალური ფუნქციების) წინ.

ახლა შეიძლება შევეუდგეთ უშუალო დასკვნათა თეზისების დედუქციას.

I. $p|Aab, q|Iab, r|Iba \times C2 - C1 - 5$

5. CAabIba (A-ს კონვერსია)

II. $p|Iab, q|Iba \times C2 - 6$

6. CNIbaNlab

6. RE \times 7

7. CEbaEab (E-ს კონვერსიის უკუქცევა)

7. $a|b, b|a \times 8$

8. CEabEba (E-ს კონვერსია)

I. $p|Eab, q|Eba, r|Eab \times C7 - C8 - 9$

9. CEabEab (E-ს ტავტოლოგია)

1. RE \times 10

10. CAabNEab (A—E კონტრარულობა)

10. RO \times 11

11. CNOabNEab (O—E დაქვემდებარებულობა)

11. RE \times 12

12. CNOabIab (O—I სუბკონტრარულობა)

II. $p|NOab, q|NEab \times C11 - 13$

13. CNNEabNNOab

13. RNN \times 14

14. CEabOab (E—O დაქვემდებარება)

14. RO \times 15

15. CEabNAab (E—A კონტრარულობა)

15 RE \times 16

16. CNlabNAab (I—A დაქვემდებარებულობა)

16. RO \times 17

17. CNlabOab (I—O სუბკონტრარულობა)

2. $a|b, b|a \times 18$

18. CIbaIab (I-ს კონვერსიის უკუქცევა)

I. $p|Iab, q|Iba, r|Iab \times C18 - C2 - 19$

19. CIabIab (I-ს ტავტოლოგია)

19. RE \times 20

20. CNEabIab (E—I კონტრადიქტორულობა)

19. RE \times 21

21. CIabNEab (I—E კონტრადიქტორულობა)

3. RE \times 22

22. CAabEanb (A-ს ობვერსია)

4. RE \times 23

23. CEabAanb (E-ს ობვერსია)

23. $b|nb \times 24$

24. CEanbAannb

24. Rnn \times 25

25. CEanbAab (A-ს ობვერსიის უკუქცევა)
 I. p|Aab, q|Eanb, r|Aab×C25—C22—26
26. CAabAab (A-ს ტავტოლოგია)
 26. RO×27
27. CAabNOab (A—O კონტრადიქტორულობა)
 26. RO×28
28. CNOabAab (O—A კონტრადიქტორულობა)
 26. RO×29
29. CNOabNOab
 II. p|NOab, q|NOab×C29—30
30. CNNOabNNOab
 30. RNN×31
31. COabOab (O-ს ტავტოლოგია)
 22. b|nb×32
32. CAanbEannb
 32. Rnn×33
33. CAanbEab (E-ს ობვერსიის უკუქცევა)
 II. p|Aab, q|NIanb×C3—34
34. CNNIanbNAab
 34. RNN×35
35. CIanbNAab
 35. RO×36
36. CIanbOab (O-ს ობვერსიის უკუქცევა)
 36. b|nb×37
37. CIannbOanb
 37. Rnn×38
38. CIabOanb (I-ს ობვერსია)
 II. p|NIab, q|Aanb×C4—39
39. CNAanbNNIab
 39. RNN×40
40. CNAanbIab
 40. RO×41
41. COanbIab (I-ს ობვერსიის უკუქცევა)
 41. b|nb×42
42. COannbIanb
 42. Rnn×43
43. COabIanb (O-ს ობვერსია)
 38. a|b, b|a×44
44. CIbaObna
 I. p|Aab, q|Iba, r|Obna×C44—C5—45
45. CAabObna (A-ს ობვერსიული კონვერსია)
 23. a|b, b|a×46

46. CEbaAbna
 I. p|Eab, q|Eba, r|Abna×C46—C8—47
47. CEabAbna (E-ს ობვერსიული კონვერსია)
 47. a|nb, b|a×48
48. CEnbaAannb
 48. Rnn×49
49. CEnbaAab (A-ს კონტრაპოზიციის უკუქცევა)
 I. p|Iab, q|Iba, r|Obna×C44—C2—50
50. CIabObna (J-ს ობვერსიული კონვერსია)
 50. a|nb, b|a×51
51. CInbaOannb
 51. Rnn×52
52. CInbaOab (O-ს კონტრაპოზიციის უკუქცევა)
 8. b|nb×53
53. CEanbEnba
 I. p|Aab, q|Eanb, r|Enba×C53—C22—54
54. CAabEnba (A-ს კონტრაპოზიცია)
 54. b|na, a|b×55
55. CAbnaEnnab
 55. Rnn×56
56. CAbnaEab (E-ს ობვერსიული კონვერსიის უკუქცევა)
 2. b|nb×57
57. CIanbInba
 I. p|Oab, q|Ianb, r|Inba×C57—C43—58
58. COabInba (O-ს კონტრაპოზიცია)
 58. a|b, b|na×59
59. CObnaInnab
 59. Rnn×60
60. CObnaIab (I-ს ობვერსიული კონვერსიის უკუქცევა)
 I. p|Eab, q|Oab, r|Inba×C58—C14—61
61. CEabInba (E-ს კონტრაპოზიცია)
 23. a|nb, b|a×62
62. CEnbaAnbna
 I. p|Aab, q|Enba, r|Anbna×C62—C54—63
63. CAabAnbna (A-ს ობვერსიული კონტრაპოზიცია)
 63. a|nb, b|na×64
64. CAnbnaAnnannb
 64. Rnn×65
65. CAnbnaAab (A-ს ობვერსიული კონტრაპოზიციის უკუქცევა)
 38. a|nb, b|a×66

66. CInbaOnbna

I. p|Oab, q|Inba, r|Onbna × C66—C58—67

67. COabOnbna (O-ს ობვერსიული კონტრაპოზიცია)

I. p|Eab, q|Oab, r|Onbna × C67—C14—68

68. CEabOnbna (E-ს ობვერსიული კონტრაპოზიცია)

67. a|nb, b|na × 69

69. CONbnaOnnannb

69. Rnn × 70

70. CONbnaOab (O-ს ობვერსიული კონტრაპოზიციის უკუქცევა)

5. a|nb, b|na × 71

71. CAnbnaInanb

I. p|Aab, q|Anbna, r|Inanb × C71—C63—72

72. CAabInanb (A-ს ინვერსია)

5. a|b, b|na × 73

73. CAbnaInab

I. p|Eab, q|Abna, r|Inab × C73—C47—74

74. CEabInab (E-ს ინვერსია)

38. a|na b|nb × 75

75. CInanbOnannb

75. Rnn × 76

76. CInanbOnab

I. p|Aab, q|Inanb, r|Onab × C76—C72—77

77. CAabOnab (A-ს ობვერსიული ინვერსია)

38. a|na × 78

78. CInabOnanb

I. p|Eab, q|Inab, r|Onanb × C78—C74—79

79. CEabOnanb (E-ს ობვერსიული ინვერსია).

ამგვარად, ჩვენ ამოვწურეთ არისტოტელისეული ლოგიკის უშუალო და-
სკვნებისა და ლოგიკური კვადრატის ცნობილი თეზისების უბანი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფილოსოფიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.3.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. J. Lukasiewicz. Aristotle's syllogistic from the standpoint of modern formal logic. Oxford, 1954.

თ. ბურბულაძე

ერთი დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ფუნდამენტალური ამოხსნების შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. კუბრაძემ 5.1.1958)

ე. ლევინი [1] დაამტკიცა ფუნდამენტალური ამოხსნების არსებობა საკმარისად ზოგადი კლასის ელიფსური ტიპის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის ცვლადი კოეფიციენტების შემთხვევაში, როდესაც დამოუკიდებელ ცვლადთა რიცხვი ორის ტოლია. ეს შედეგი n ($n \geq 2$) დამოუკიდებელი ცვლადისათვის განაზოგადა ი. ლოპატინსკიმ [2].

მაგრამ, როგორც ცნობილია, გამოყენებითი ხასიათის საკითხების შესასწავლად, რომლებიც დაიყვანებიან კერძო წარმოებულებიან დიფერენციალურ განტოლებებთან დაკავშირებული სასაზღვრო ამოცანებზე, ხშირად არ არის საკმარისი ფუნდამენტალური ამოხსნების მართო არსებობის თეორემები, საჭიროა მათი ცხადად აგება.

წინამდებარე სტატიაში გადმოცემულია ფუნდამენტალური ამოხსნების ეფექტურად აგების ერთი მეთოდი შემდეგი ელიფსური ტიპის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის:

$$\sum_{l=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{jl} \frac{\partial^2 u_l}{\partial x_i \partial x_k} + \omega^2 u_j = 0, \quad (1)$$

$$(j = 1, 2)$$

სადაც A_{ik}^{jl} , ω მუდმივი რიცხვებია, $\vec{u} = (u_1, u_2)$ — უცნობი ვექტორი. ზოგადობის შეუზღუდველად შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ

$$A_{ik}^{jl} = A_{ki}^{jl}.$$

თუ ვიგულისხმებთ, რომ

$$A_{11}^{22} = A_{22}^{11}, \quad A_{12}^{12} = A_{12}^{21}, \quad A_{22}^{12} = A_{22}^{21} = A_{12}^{22}, \quad A_{11}^{12} = A_{11}^{21} = A_{12}^{11}, \quad (2)$$

მაშინ (1) სისტემა გადაიქცევა ზოგადი ანიზოტროპული ტანის მდგრადი რხევის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემად (ბრტყელი ამოცანა) [3]

$$\left. \begin{aligned} A_{11}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + 2 A_{12}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_2} + A_{22}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + A_{12}^{11} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1^2} \\ + 2 A_{12}^{12} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1 \partial x_2} + A_{12}^{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + \omega^2 u_1 = 0, \\ A_{22}^{11} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1^2} + 2 A_{12}^{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1 \partial x_2} + A_{22}^{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + A_{12}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} \\ + 2 A_{12}^{12} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_2} + A_{12}^{22} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + \omega^2 u_2 = 0. \end{aligned} \right\}$$

აქ $\vec{u} = (u_1, u_2)$ გადაადგილების ვექტორია, ω — რხევის სიხშირე.
 თუ გარდა (2) ტოლობებისა შესრულებულია პირობა

$$A_{12}^{11} = A_{12}^{22} = 0,$$

მაშინ მივიღებთ ორთოტროპული დრეკადი ტანის მდგრადი რხევის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემას გადაადგილების ვექტორის მდგენელებში [4]:

$$\left. \begin{aligned} A_{11}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1^2} + A_{22}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_2^2} + 2 A_{12}^{11} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_2} + \omega^2 u_1 &= 0, \\ A_{22}^{11} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_1^2} + A_{22}^{22} \frac{\partial^2 u_2}{\partial x_2^2} + 2 A_{12}^{12} \frac{\partial^2 u_1}{\partial x_1 \partial x_2} + \omega^2 u_2 &= 0. \end{aligned} \right\}$$

(1) სისტემა გადაწვეროთ შემდეგი სახით:

$$\sum_{l=1}^2 \Delta_{jl} u_l + \omega^2 u_j = 0, \quad (3)$$

$$(j = 1, 2)$$

სადაც

$$\Delta_{ji} \equiv \sum_{k=1}^2 \sum_{l=1}^2 A_{ik}^{jl} \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_k}. \quad (4)$$

(3) სისტემის ოპერატორული დეტერმინანტი აღვნიშნოთ D -თი, ე. ი.

$$D \equiv \begin{vmatrix} \Delta_{11} + \omega^2 & \Delta_{12} \\ \Delta_{21} & \Delta_{22} + \omega^2 \end{vmatrix}. \quad (5)$$

განვიხილოთ ვექტორები

$$\vec{u}^1 = (u_1^1, u_2^1), \quad \vec{u}^2 = (u_1^2, u_2^2),$$

სადაც

$$u_i^k = (-1)^{i+k} (\Delta'_{ik} + \delta_{ik} \cdot \omega^2) \varphi, \quad (6)$$

$$\delta_{ik} = \begin{cases} 0, & i \neq k \\ 1, & i = k \end{cases}, \quad \Delta'_{ik} = \Delta_{ik}, \quad i \neq k, \quad \Delta'_{ii} = \Delta_{kk}, \quad i + k = 3.$$

$$(i, k = 1, 2)$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ ეს ვექტორები იქნებიან (1) სისტემის ამოხსნები, თუ φ ფუნქცია ამოხსნა შემდეგი მეოთხე რიგის კერძოწარმოებულ-ბიანი დიფერენციალური განტოლებისა

$$D\varphi = 0. \quad (7)$$

(4) და (5) გათვალისწინებით, მივიღებთ

$$D \equiv \sum_{i+k=4} S_{ik} \frac{\partial^4}{\partial x_1^i \partial x_2^k} + \omega^2 \sum_{i+k=2} S_{ik} \frac{\partial^2}{\partial x_1^i \partial x_2^k} + \omega^4, \quad (8)$$

$$(i, k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

სადაც

$$S_{40} = A_{11}^{11} A_{11}^{22} - A_{11}^{12} A_{11}^{21},$$

$$\frac{1}{2} S_{31} = A_{11}^{11} A_{12}^{22} + A_{11}^{22} A_{12}^{11} - A_{11}^{12} A_{12}^{21} - A_{11}^{12} A_{12}^{21},$$

$$S_{22} = A_{11}^{11} A_{22}^{22} + 4 A_{12}^{11} A_{12}^{22} + A_{22}^{22} A_{11}^{11} - A_{11}^{12} A_{22}^{21} - 4 A_{12}^{12} A_{22}^{21} - A_{12}^{12} A_{22}^{21},$$

$$\frac{1}{2} S_{13} = A_{12}^{11} A_{22}^{22} + A_{22}^{22} A_{12}^{11} - A_{12}^{12} A_{22}^{21} - A_{22}^{21} A_{12}^{11},$$

$$S_{04} = A_{22}^{11} A_{22}^{22} - A_{22}^{12} A_{22}^{21},$$

$$S_{20} = A_{11}^{11} + A_{11}^{12},$$

$$\frac{1}{2} S_{11} = A_{12}^{11} + A_{12}^{22},$$

$$S_{02} = A_{22}^{11} + A_{22}^{22}.$$

რადგან პირობის თანახმად (1) სისტემა ელიფსურია, ამიტომ მეოთხე წარისხის ალგებრულ განტოლებას

$$\begin{vmatrix} \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{11} \alpha^{4-(i+k)}, & \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{12} \alpha^{4-(i+k)} \\ \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{21} \alpha^{4-(i+k)}, & \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{22} \alpha^{4-(i+k)} \end{vmatrix} = 0 \quad (9)$$

იქნება მხოლოდ კომპლექსური ფესვები. ამიტომ ცხადია, რომ (7) დიფერენციალური განტოლებაც იქნება ელიფსური, რადგან (9) იქნება სწორედ (7)-ის მახასიათებელი განტოლება.

ჩვენი უახლოესი მიზანია ავავოთ (7) განტოლების ისეთი ამოხსნა, რომლის მეორე რიგის წარმოებულებს ჰქონდეთ სინგულარობა $\ln r$ ფუნქციის მსგავსი.

ვთქვათ, a_{11}^1 , a_{11}^2 და a_{22}^1 , a_{22}^2 მუდმივები არიან ფესვები შესაბამისად შემდეგი კვადრატული განტოლებებისა:

$$\chi^2 - S_{20} \chi + S_{40} = 0, \quad \chi^2 - S_{02} \chi + S_{04} = 0,$$

ხოლო a_{12}^1 , a_{12}^2 მუდმივები განვსაზღვროთ ტოლობებით

$$2 a_{12}^1 = \frac{a_{22}^1 S_{31} - a_{11}^1 S_{13}}{a_{11}^1 a_{22}^1 - a_{11}^2 a_{22}^2}, \quad 2 a_{12}^2 = \frac{a_{11}^2 S_{13} - a_{22}^2 S_{31}}{a_{11}^2 a_{22}^2 - a_{11}^1 a_{22}^1}.$$

ცხადია, რომ ეს მუდმივები $a_{11}^1, \dots, a_{12}^2$ დამოკიდებულნი არიან მხოლოდ (1) განტოლების კოეფიციენტებზე.

ვიგულისხმოთ, რომ (1) სისტემის კოეფიციენტები A_{ik}^j აკმაყოფილებენ პირობას:

$$\sum_{k=1}^2 B_k^2 = 0, \quad (10)$$

სადაც

$$B_1 = a_{11}^1 a_{22}^2 + 4 a_{12}^1 a_{12}^2 + a_{22}^1 a_{11}^2 - S_{22},$$

$$B_2 = a_{12}^1 + a_{12}^2 - \frac{1}{2} S_{11}.$$

პირობა (10) ორთოტროპული სხეულებისათვის ნიშნავს შემდეგს:

$$(A_{11}^{11} - A_{11}^{22})(A_{22}^{11} - A_{22}^{22}) + 4(A_{12}^{12})^2 = 0.$$



ადვილი საჩვენებელია, რომ ამ პირობებში D ოპერატორი წარმოიღვინება შემდეგი სახით

$$D \equiv \prod_{j=1}^2 \left(\sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 a_{ik}^j \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_k} + \omega^2 \right). \quad (11)$$

აქ იგულისხმება, რომ $a_{ik}^j = a_{ki}^j$.

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$\Delta_j \equiv \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 a_{ik}^j \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_k}, \quad (12)$$

მაშინ მივიღებთ

$$D \equiv \prod_{j=1}^2 (\Delta_j + \omega^2). \quad (13)$$

რადგან D ელიფსური ოპერატორია, ამიტომ

$$d_j = a_{11}^j a_{22}^j - (a_{12}^j)^2 > 0, \quad j = 1, 2.$$

(13)-ის ძალით (7) მიიღებს სახეს

$$\prod_{j=1}^2 (\Delta_j + \omega^2) \varphi = 0. \quad (14)$$

ცხადია, რომ (14)-ის ამოხსნა იქნება

$$\varphi = \sum_{j=1}^2 \varphi_j, \quad (15)$$

სადაც

$$(\Delta_j + \omega^2) \varphi_j = 0, \quad j = 1, 2.$$

შემოვიღოთ აღნიშვნები

$$b_{11}^j = \frac{a_{22}^j}{d_j}, \quad b_{12}^j = -\frac{a_{12}^j}{d_j}, \quad b_{22}^j = \frac{a_{11}^j}{d_j}, \quad j = 1, 2,$$

$P(x_1, x_2)$, $Q(\xi_1, \xi_2)$ იყოს სიბრტყის ნებისმიერი წერტილები,

$$r_j(P, Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 b_{ik}^j (x_i - \xi_i)(x_k - \xi_k)}.$$

რადგან

$$b_{11}^j b_{22}^j - (b_{12}^j)^2 = \frac{1}{d_j} > 0,$$

ამიტომ

$$r_j(P, Q) = 0$$

მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როდესაც $P = Q$.

$\varphi_j(P, Q)$ ფუნქციები შევარჩიოთ შემდეგნაირად:

$$\varphi_j(P, Q) = \alpha_j \iint H_0^{(j)}[\omega r_j(P, Q)] dx_1 dx_2,$$

სადაც $H_0^{(1)}$ ნულოვანი რიგის პირველი გვარის ჰანკელის ფუნქციაა, α_j ჯერ-ჯერობით ნებისმიერი მუდმივებია.

$u_i^k(P, Q)$ ფუნქციების ასაგებად საჭიროა გამოვთვალოთ

$$\Delta_{ik} \varphi(P, Q).$$

გვაქვს:

$$\Delta_{ji} \varphi(P, Q) = \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{jl} \frac{\partial^2 \varphi_m(P, Q)}{\partial x_i \partial x_k}. \quad (16)$$

ადვილი შესანჩნევია, რომ

$$\frac{\partial^2 \varphi_m(P, Q)}{\partial x_i \partial x_k} = \alpha_m H_0^{(1)}[\omega r_m(P, Q)], \text{ თუ } i \neq k, i, k = 1, 2. \quad (17)$$

და

$$\frac{\partial^2 \varphi_m(P, Q)}{\partial x_i^2} = \alpha_m \frac{\partial}{\partial x_i} \int H_0^{(1)}[\omega r_m(P, Q)] dx_k, \text{ თუ } i+k=3.$$

უშუალო გამოთვლებით დავრწმუნდებით, რომ

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \varphi_m(P, Q)}{\partial x_i^2} &= \frac{\alpha_m b_{ik}^m \cdot 2i}{\pi b_{kk}^m} \ln r_m(P, Q) + \\ &+ \frac{2i \alpha_m \sqrt{b_{11}^m b_{22}^m - (b_{12}^m)^2}}{\pi \cdot b_{kk}^m} \cdot \Theta_{ik}^m + \Psi_{ik}^m(P, Q), \end{aligned} \quad (18)$$

სადაც

$$\Theta_{ik}^m = \arctg \frac{b_{kk}^m(x_k - \xi_k) + b_{ik}^m(x_i - \xi_i)}{\sqrt{b_{11}^m b_{22}^m - (b_{12}^m)^2} (x_i - \xi_i)},$$

$$\begin{aligned} \Psi_{ik}^m(P, Q) &= \alpha_m \frac{\partial}{\partial x_i} \int \left\{ \sum_{s=1}^{\infty} (-1)^s \left(\frac{\omega r_m}{2} \right)^{2s} \right. \\ &\quad \left. \left[1 + \frac{2i}{\pi} \left(\ln \frac{\omega r_m}{2} - 1 \right) \times \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \times \frac{\Gamma'(s+1)}{s!} \right] \right\} dx_k, \\ &i+k=3, i, k, m=1, 2. \end{aligned}$$

განვიხილოთ მატრიცი:

$$\Gamma(P, Q; \omega^2) = \|u_j^i(P, Q)\| \quad (20)$$

და მას ვუწოდოთ (1) სისტემის ამოხსნათა ფუნდამენტალური მატრიცი.

(6) და (16) გათვალისწინებით მივიღებთ

$$\begin{aligned} \Gamma(P, Q; \omega^2) &= \sum_{m=1}^2 \left\{ \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial x_i \partial x_k} \left\| \begin{matrix} A_{ik}^{22}, & -A_{ik}^{12} \\ -A_{ik}^{21}, & A_{ik}^{11} \end{matrix} \right\| + \right. \\ &\quad \left. + \omega^2 \left\| \begin{matrix} \varphi_m, & 0 \\ 0, & \varphi_m \end{matrix} \right\| \right\}. \end{aligned} \quad (21)$$

(21) ფორმულა შეიძლება სხვა სახითაც გადაიწეროს. მართლაც, გვაქვს:



$$\omega^2 \varphi_m = -\Delta_m \varphi_m = -\sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 a_{ik}^m \frac{\partial^2 \varphi_m}{\partial x_i \partial x_k};$$

მაშასადამე,

$$\Gamma(P, Q; \omega^2) = \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 \frac{\partial^2 \varphi_m(P, Q)}{\partial x_i \partial x_k} \left\| \begin{array}{cc} A_{ik}^{22} - a_{ik}^m, & -A_{ik}^{12} \\ -A_{ik}^{21}, & A_{ik}^{11} - a_{ik}^m \end{array} \right\|. \quad (22)$$

(17) და (18) საფუძველზე (22)-დან უშუალოდ გამომდინარეობს, რომ $\Gamma(P, Q; \omega^2)$ მატრიცის აქვს მხოლოდ ლოგარითმული სინგულარობა წერტილში $P = Q$.

ახლა განვიხილოთ სტატიკური შემთხვევა, ე. ი. როდესაც $\omega = 0$. ამ შემთხვევაში ჩვენ ავაგებთ (22)-ის ანალოგიურ ფუნდამენტალურ მატრიცის განტოლების კოეფიციენტებისაგან დამატებითი (10) პირობის მოთხოვნის გარეშე.

(1) სისტემა მიიღებს სახეს

$$\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{ik}^{jl} \frac{\partial^2 u_l}{\partial x_i \partial x_k} = 0. \quad (1^0)$$

$$(j = 1, 2)$$

(1⁰)-ის ოპერატორული დეტერმინანტი აღვნიშნოთ D^0 , ე. ი.

$$D^0 \equiv \begin{vmatrix} \Delta_{11} & \Delta_{12} \\ \Delta_{21} & \Delta_{22} \end{vmatrix}.$$

ანუ, გაშლილი სახით

$$D^0 \equiv \sum_{i+k=4} S_{ik} \frac{\partial^4}{\partial x_1^i \partial x_2^k}.$$

$$(i, k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

$D^0 \varphi^0 = 0$ დიფერენციალური განტოლების მახასიათებელი განტოლება იქნება

$$\sum_{i+k=4} S_{ik} \alpha^i = 0. \quad (2^0)$$

$$(i, k = 0, 1, 2, 3, 4)$$

რადგან (1⁰) ელიფსური სისტემაა, ამიტომ (2⁰) ალგებრულ განტოლებას ექნება მხოლოდ კომპლექსური ფესვები

$$\alpha_k = p_k + iq_k, \quad \bar{\alpha}_k = p_k - iq_k, \quad k = 1, 2.$$

D^0 წარმოიდგინება შემდეგი სახით (მუდმივი მამრავლის სიზუსტით):

$$D^0 \equiv \prod_{j=1}^2 \Delta_j^0, \quad (3^0)$$

სადაც

$$\Delta_j^0 \equiv \sum \sum a_{ik}^{0j} \frac{\partial}{\partial x_i \partial x_k},$$

$$a_{12}^{0j} = a_{21}^{0j} = -p_j, \quad a_{22}^{0j} = p_j^2 + q_j^2, \quad a_{11}^{0j} = 1, \quad j = 1, 2.$$

ცხადია, რომ

$$d_j^0 = a_{11}^{0j} a_{22}^{0j} - (a_{12}^{0j})^2 = q_j^2 > 0.$$

თუ გავიმეორებთ ზემოთ ჩატარებულ მსჯელობას, მივიღებთ (1⁰)-ის ფუნდამენტალურ ამოხსნათა მატრიცს

$$\Gamma^0(P, Q) = \sum_{m=1}^2 \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 \frac{\partial^2 \varphi_m^0(P, Q)}{\partial x_i \partial x_k} \left\| \begin{array}{c} A_{ik}^{12} - A_{ik}^{11} \\ -A_{ik}^{21} A_{ik}^{11} \end{array} \right\|, \quad (4^0)$$

სადაც

$$\varphi_m^0(P, Q) = \alpha_m^0 \iint \ln r_m^0(P, Q) dx_1 dx_2,$$

$$\frac{\partial^2 \varphi_m^0(P, Q)}{\partial x_i \partial x_k} = \alpha_m^0 \ln r_m^0(P, Q), \text{ თუ } i \neq k,$$

$$\frac{\partial^2 \varphi_m^0(P, Q)}{\partial x_i^2} = \alpha_m^0 \frac{\partial}{\partial x_i} \int \ln r_m^0(P, Q) dx_k =$$

$$= \frac{\alpha_m^0 b_{ik}^{0m}}{b_{kk}^{0m}} \ln r_m^0(P, Q) +$$

$$+ \frac{\alpha_m^0 \sqrt{b_{11}^{0m} b_{22}^{0m} - (b_{12}^{0m})^2}}{b_{kk}^{0m}} \cdot \Theta_{ik}^{0m},$$

თუ

$$i + k = 3, \quad i, k = 1, 2,$$

$$\Theta_{ik}^{0m} = \arctg \frac{b_{kk}^{0m}(x_k - \xi_k) + b_{ik}^{0m}(x_i - \xi_i)}{\sqrt{b_{11}^{0m} b_{22}^{0m} - (b_{12}^{0m})^2} (x_i - \xi_i)},$$

$$r_m^0(P, Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 b_{ik}^{0m} (x_i - \xi_i) (x_k - \xi_k)},$$

$$b_{11}^{0m} = \frac{a_{22}^{0m}}{d_m^0}, \quad b_{12}^{0m} = -\frac{a_{12}^{0m}}{d_m^0}, \quad b_{22}^{0m} = \frac{a_{11}^{0m}}{d_m^0}.$$

$$(m = 1, 2).$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Е. Е. Леви. О линейных эллиптических уравнениях в частных производных. УМН, вып. VIII, 1941.
2. Я. Б. Лопатинский. Фундаментальная система решений эллиптической системы линейных дифференциальных уравнений. УМЖ, т. III, № 1, 1951.
3. С. Г. Лехницкий. Теория упругости анизотропного тела. М.—Л., 1950.
4. ვ. კუპრაძე და მ. ბაშელეიშვილი. ანიზოტროპული დრეკადობის თეორიის ახალი ინტეგრალური განტოლებები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 6, 1954.

ჰიდრომეხანიკა

რ. ამირაჯიბი

მილსადენის განივკვეთში სიჩქარეთა განაწილების გავლენა
ჰიდრაპლიკური დარტყმის სიღრმეზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრივემა 2.10.1957)

ჰიდრაულიკურ დარტყმაზე სიჩქარეთა არათანაბარი განაწილების გავლენის საკითხი დღემდე მხოლოდ რამდენიმე შრომაშია გაშუქებული [1, 2, 3]. ამასთან ავტორები, მათ მიერ ჩატარებული ანალიზის შედეგად, საწინააღმდეგო დასკვნამდე მიდიან, რაც გაანგარიშებისას მიღებული სქემების პირობითობით და მიახლოებით აიხსნება.

აღნიშნულ საკითხს განსაკუთრებული პრაქტიკული და თეორიული ინტერესი აქვს.

განვიხილოთ ჰიდრაულიკური დარტყმის მოვლენა სწორხაზოვანი, ჰორიზონტალური მილსადენის უბანზე, რომელიც ერთისა და იმავე დრეკადი თვისებებით ხასიათდება. მილსადენის ღერძი მივიღოთ კოორდინატთა x ღერძად.

მილსადენში მოძრავი სითხის ρ სიმკვრივიან მასაში გამოვყოთ ელემენტარული ქველი, რომლისთვისაც დინამიკის განტოლება წინააღმდეგობის ძალების უგულვებელყოფისას ასეთნაირად ჩაიწერება:

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{du}{dt} = 0.$$

აქ p ჰიდროდინამიკური წნევაა ელემენტარული ფართის სიმძიმის ცენტრში, u სიჩქარეა იმავე წერტილში ან ადგილობრივი სიჩქარე. რადგანაც

$$p = \gamma H \text{ და } du = \frac{\partial u}{\partial t} dt + \frac{\partial u}{\partial x} dx,$$

გვექნება

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u^2}{2} \right) = 0.$$

მთელი ნაკადისათვის დინამიკის განტოლება (თუ დაუშვებთ, რომ განივი კვეთის ყოველ წერტილში $H = \text{const}$), ცხადია, მიიღებს სახეს

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha' v^2}{2} \right) = 0, \quad (1)$$

სადაც v მილსადენში დინების საშუალო სიჩქარეა, α' —მოძრაობის რაოდენობის კოეფიციენტი, რომელიც ახსიათებს მილსადენის განივკვეთში სიჩქარეთა განაწილების არათანაბრობის ხარისხს. როგორც ცნობილია,

$$\alpha' = \frac{\int u^2 dw}{v^2 w}.$$

წინააღმდეგობის ძალების მხედველობაში მიღებისას დინამიკის განტოლების (1) მარცხენა ნაწილს საჭიროა დაემატოს ხახუნის ქანობის გამომხატველი წევრი

$$i_f = \frac{\lambda v^2}{2gD},$$

სადაც λ წინააღმდეგობის კოეფიციენტია. მაშინ (1) განტოლება გადაიწერება შემდეგი სახით:

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha' v^2}{2} \right) + \frac{\lambda v^2}{2D} = 0. \quad (2)$$

ჰიდრაულიკური დარტყმის მეორე ძირითადი დიფერენციალური განტოლება, მიღებული განუწყვეტლობის პირობიდან და მდგომარეობის განტოლებიდან, როგორც ელემენტარული მოცულობისათვის [4], ისევ მთელი ნაკადისათვის ერთნაირად ჩაიწერება:

$$\frac{a^2}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial t} + v \frac{\partial H}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

(2, 3) სისტემის განტოლებათა ინტეგრირებას ვაწარმოებთ ჟუკოვსკის მეთოდით, (2) განტოლების ყველა წევრს გამრავლებთ $-\frac{a}{g}$ და შედეგს ვუმატებთ (3) განტოლებას. საბოლოოდ ვღებულობთ

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left[H - \frac{av}{g} \right] &= (a - v) \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{a}{g} \left[a \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha' v^2}{2} \right) \right] \\ &+ \frac{a}{g} \frac{\lambda v^2}{2D}. \end{aligned} \quad (4)$$

ანალოგიურად, (2) განტოლების $\frac{a}{g}$ -ზე გამრავლებითა და (3) განტოლებასთან შეჯამებით, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left[H + \frac{av}{g} \right] &= -(a + v) \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{a}{g} \left[a \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha' v^2}{2} \right) \right] \\ &- \frac{a}{g} \frac{\lambda v^2}{2D}. \end{aligned} \quad (5)$$

შემდეგ მანძილისა და დროის ფუნქციათა

$$H - \frac{av}{g} = \Phi$$

და

$$H + \frac{av}{g} = \varphi.$$

შემოყვანიტ (4) და (5) განტოლებები შემდეგი სახით გადაიწერება:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial t} = (a - v) \frac{\partial \Phi}{\partial x} + \frac{a}{g} \frac{\partial}{\partial x} \left[(\alpha' - 1) \frac{v^2}{2} \right] + \frac{a}{g} \frac{\lambda v^2}{2D} \quad (6)$$

და

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = - (a + v) \frac{\partial \varphi}{\partial x} - \frac{a}{g} \frac{\partial}{\partial x} \left[(\alpha' - 1) \frac{v^2}{2} \right] - \frac{a}{g} \frac{\lambda v^2}{2D}. \quad (7)$$

მხედველობაში მივიღებთ რა (6) და (7) განტოლებებს და აგრეთვე Φ და φ ფუნქციებისათვის სრული დიფერენციალების გამოსახულებას, (6) და (7) განტოლებათა მაგივრად შეიძლება დავწეროთ

$$\begin{aligned} d\Phi - \frac{a}{g} \frac{\partial}{\partial x} \left[(\alpha' - 1) \frac{v^2}{2} \right] dt - \frac{a}{g} \frac{\lambda v^2}{2D} dt \\ = \frac{\partial \Phi}{\partial x} [dx + (a - v) dt], \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} d\varphi + \frac{a}{g} \frac{\partial}{\partial x} \left[(\alpha' - 1) \frac{v^2}{2} \right] dt + \frac{a}{g} \frac{\lambda v^2}{2D} dt \\ = \frac{\partial \varphi}{\partial x} [dx - (a + v) dt]. \end{aligned} \quad (9)$$

არადამყარებული მოძრაობისას α' წარმოადგენს კოორდინატისა და დროის ფუნქციას. მაგრამ, რამდენადაც ეს დამოკიდებულება უცნობია, α' -ს განსახილველი კვეთისათვის ჰიდრაულიკური დარტყმის მთელი პროცესის განმავლობაში ვთვლით მუდმივად და სიდიდით მისი მნიშვნელობის შესაბამისად, რომელიც შეესატყვისება დამყარებულ რეჟიმს.

განვიხილოთ ტალღის ფრონტი, რომლის გასწვრივ კმაყოფილდება პირობა

$$dx = (v \mp a) dt. \quad (10)$$

მივიღოთ, რომ საკმარისად მცირე დროის Δt ინტერვალის განმავლობაში როგორც

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[(\alpha' - 1) \frac{v^2}{2} \right],$$

ისე

$$\frac{\lambda v^2}{2gD} = i_f$$

ტალღის ფრონტის გასწვრივ მუდმივნი და სათანადოდ ტოლნი არიან:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[(\alpha' - 1) \frac{v^2}{2} \right] \approx \frac{1}{2} \frac{\Delta [(\alpha' - 1) v^2]}{\Delta x}$$

და

$$i_f \approx i_{cp} = \frac{i_{fk} + i_{fk+1}}{2}.$$

აქ ინდექსი k ეთანადება დროის ხანგრძლივობას, აითვლება პროცესის დასაწყისიდან და გამოიხატება Δt -ს ჯერადი სიდიდით.

აღნიშნულ დაშვებათა შემოტანისა და სასრულ სხვაობებზე გადასვლის შემდეგ შეიძლება დაიწეროს

$$\Delta\Phi - \frac{a}{2g} \frac{\Delta[(\alpha' - 1)v^2]}{\Delta x} \Delta t - i_{cp} a \Delta t = 0, \quad (11)$$

$$\Delta\varphi + \frac{a}{2g} \frac{\Delta[(\alpha' - 1)v^2]}{\Delta x} \Delta t + i_{cp} a \cdot \Delta t = 0. \quad (12)$$

მიღებული პირობა (10) წარმოადგენს x , t სიბრტყეში მახასიათებელ განტოლებას და ნიშნავს, რომ მეთვალყურისათვის, რომელიც მილსადენის გასწვრივ წყლის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ გადაადგილდება $v-a$ სიჩქარით, სრულდება განტოლება (11), ხოლო მეთვალყურისათვის, რომელიც მილსადენის გასწვრივ წყლის მოძრაობის მიმართულებით გადაადგილდება $v+a$ სიჩქარით, სრულდება განტოლება (12).

ნათქვამის მხედველობაში მიღებისა და $\frac{v}{a}$ მნიშვნელობის ერთთან შედარებით უგულვებელყოფის შემდეგ (11) და (12) განტოლებები ასე გადაიწერება:

$$\Delta\Phi - \frac{\Delta[(\alpha' - 1)v^2]}{2g} - i_{cp} \cdot a \cdot \Delta t = 0 \quad (13)$$

და

$$\Delta\varphi + \frac{\Delta[(\alpha' - 1)v^2]}{2g} + i_{cp} a \cdot \Delta t = 0. \quad (14)$$

სისტემა (13) და (14) შეიძლება წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახითაც (იხ. ნახ. 1):

$$\Pi'_{Ak+1} = \Pi'_{Ak} + R_{AB}, \quad (13')$$

$$\Omega'_{Ak+1} = \Omega'_{Bk} - R_{BA}, \quad (14')$$

სადაც

$$\Pi' = H - \frac{av}{g} - (\alpha' - 1) \frac{v^2}{2g},$$

$$\Omega' = H + \frac{av}{g} + (\alpha' - 1) \frac{v^2}{2g}$$

და

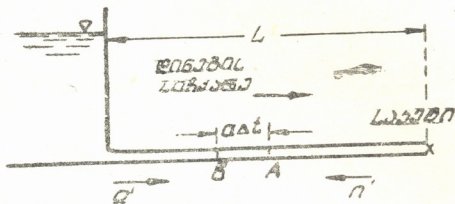
$$R = i_{cp} a \cdot \Delta t.$$

მიღებული (13) და (14) ან (13') და (14') განტოლებანი წარმოადგენენ მახასიათებელ განტოლებას H , v სიბრტყეში და საშუალებას იძლევიან ვა-

წარმოთ ჰიდრაულიკური დარტყმის განტოლებათა (8, 9) რიცხვითი ინტეგრება პრაქტიკისათვის რაგინდ საჭირო სიზუსტით.

პირდაპირი, დადებითი ჰიდრაულიკური დარტყმის შემთხვევაში, როდესაც დაქეტვის დროს $T_3 \cong \frac{2L}{a}$

საკმარისად მცირეა, შეიძლება მივიღოთ, რომ დაქეტვა წარმოებს წრფივი კანონით. გარდა ამისა, სიმ-



ნახ. 1

ცირის გამო უგულვებელყოფთ ტალღის ფრონტის უკან დინების სიჩქარეს. ხსენებული პირობების დროს (14') საფუძველზე შეიძლება მივიღოთ

$$\Delta H = \frac{av_0}{g} + (\alpha' - 1) \frac{v_0^2}{2g} + \frac{if_0}{2} aT_3. \quad (15)$$

აქ v_0 მილსადენში დინების საწყისი სიჩქარეა. მოძრაობის რაოდენობის კოეფიციენტი α' სათანადოდ აიღება დინების დამყარებული რეჟიმისათვის უშუალოდ ტალღის ფრონტის წინა კვეთში.

(15) ფორმულა წარმოვიდგინოთ შემდეგი სახით:

$$\Delta H = \frac{av_0}{g} + (\alpha' - 1) \frac{v_0^2}{2g} \left[1 + \frac{\lambda a T_3}{2(\alpha' - 1) D} \right].$$

ადვილი დასანახავია, რომ, მაგალითად, $\lambda = 0,02$, $a = 1000$ მ/სეკ, $T_3 = 0,01$ სეკ, $D = 1$ მ და $\alpha' = 1,1$ მნიშვნელობებისას ჯუკოვსკის დარტყმის ორდინატთან დანამატს, გამოწვეულს სიჩქარეთა არათანაბარი განაწილებით, იგივე სიდიდე აქვს, რაც ხახუნით გამოწვეულ დანამატს. α' -ს შედარებით დიდი მნიშვნელობების (მაგალითად, განშტოებანი, დიაფრაგმები და ა. შ., სადაც $\alpha' = 10$) ხახუნით გამოწვეული დანამატი შეადგენს 1%-ს სიჩქარეთა არათანაბარი განაწილებით გამოწვეულ დანამატთან შედარებით.

ამიტომ ჰიდრაულიკური დარტყმის სიდიდებზე სიჩქარეთა განაწილების გავლენას ზოგიერთი შემთხვევისათვის განსაზღვრული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს [5].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულის სახელობის

ენერგეტიკის ინსტიტუტი

თბილისი

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. С. Лейбензон, Д. С. Вилькер, П. П. Шумилов и В. С. Яблонский. Гидравлика. Госгоргеолнефиздат, 1934.
2. В. Н. Еврейнков. Гидравлика. Изд. Мин. реч. флота ССР. 1947.
3. И. Ф. Ливурдов. О влиянии на гидравлический удар распределения скоростей по сечению трубы. Ученые записки Московского Гос. Университета им. Ломоносова, вып. 117, 1946.
4. М. А. Мостков и А. А. Башкиров. Расчеты гидравлического удара. Госэнергоиздат, 1952.
5. М. А. Мостков. Современное состояние и дальнейшие задачи исследований гидравлического удара. Известия АН СССР, № 6, 1954.

ფიზიკა

ო. გიგინაძე

კიკუჩის მეთოდის გამოყენება სამაგზო შენაღობოთა მოწყობისათვის განსახილველად

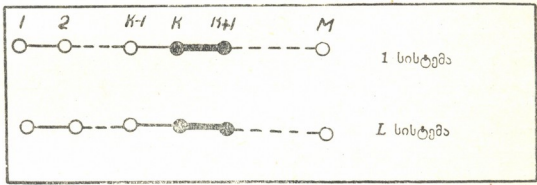
(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მამასახლისომ 31.5.1957)

1. წრფივი მესერი

შრომის მიზანია კიკუჩის მეთოდის გამოყენება სამაგზო თანაბარკომპონენტოვანი შენაღობის კონფიგურაციულ ენტროპიის და სითბოტევადობის გამოსათვლელად. მიღებულია სითბოტევადობის ტემპერატურული დამოკიდებულების მრუდები $\chi=3, 4$ და n -თვის.

უწოდოთ M კვანძთაგან შედგენილ წრფივ მესერს სისტემა და განვიხილოთ L სისტემისაგან შედგენილი ანსამბლი [1]

(ნახ. 1). განვიხილოთ k -ური კვანძების ერთობლიობა (შავი ბურთულები) და k -ურ



ნახ. 1

ბმათა მიმდევრობა (მსხვილი შემაკავშირებელი ხაზები). სამაგზო შენაღობის შემთხვევაში მესერის ყოველ კვანძში შეიძლება მოხვდეს A_1, A_2 ან A_3 გვარის ცხრილი 1

| ბმა | ალბათობა | β_i | ε_i |
|-------------------------|----------|-----------|-----------------|
| $A_1 \circ - \circ A_1$ | Y_1 | 1 | ε_1 |
| $A_2 \circ - \circ A_2$ | Y_2 | 1 | ε_2 |
| $A_3 \circ - \circ A_3$ | Y_3 | 1 | ε_3 |
| $A_1 \circ - \circ A_2$ | Y_4 | 2 | ε_4 |
| $A_2 \circ - \circ A_1$ | Y_5 | 2 | ε_5 |
| $A_3 \circ - \circ A_1$ | Y_6 | 2 | ε_6 |
| $A_1 \circ - \circ A_3$ | Y_7 | 2 | ε_7 |
| $A_2 \circ - \circ A_3$ | Y_8 | 2 | ε_8 |
| $A_3 \circ - \circ A_2$ | Y_9 | 2 | ε_9 |

ატომი. ამასთან დაკავშირებით მიიღება სხვადასხვა ტიპის ბმები, ყოველ მათგანს განსაზღვრული ენერგია შეესაბამება (იხილეთ ცხრილი 1).

აქ β_i არის იმ სხვადასხვა კონფიგურაციათა რაოდენობა,

რომელთაც ერთნაირი ალბათობა გააჩნიათ. ε_i ენერგიაა, რომელიც ცალკეულ ბმაზე მოდის.

y_i ალბათობები ნორმირებულია განტოლებით

$$\sum_{i=1}^6 \beta_i y_i = 1. \tag{1.1}$$

შემდგომ ვიტყვით, რომ „ k -ურ ბმას აქვს მ. გ. (მოწესრიგებული განაწილება)“ [1], თუ L რაოდენობით k -ურ ბმათა შორის $y_1 L$ ბმებს აქვს ($A_1 A_1$) კონფიგურაცია, $y_2 L$ ბმებს—($A_2 A_2$) და ა. შ. $y_6 L$ ბმებს—($A_2 A_2$). მე-2 ცხრილში

| ცხრილი 2 | |
|----------|-------------------------|
| ატომი | ალბათობა |
| A_1 | $x_1 = y_1 + y_4 + y_5$ |
| A_2 | $x_2 = y_2 + y_4 + y_6$ |
| A_3 | $x_3 = y_3 + y_5 + y_6$ |

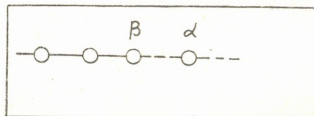
მოყვანილია $x_i (i=1, 2, 3)$ —ალბათობები იმისა, რომ გარკვეულ კვანძში იმყოფება ატომი A_1, A_2 ან A_3 . აქედან ჩანს, რომ

$$\sum_{i=1}^3 x_i = 1. \tag{1.2}$$

ანალოგიურად ვიტყვით, რომ „ k -ურ კვანძს აქვს მ. გ.“ თუ L k -ურ კვანძებს შორის $x_1 L$ კვანძში A_1 ატომია, $x_2 L$ -ში— A_2 , ხოლო $x_3 L$ -ში— A_3 .

მოწესრიგების პრობლემის განხილვისას მესერის ყოველი კვანძი უნდა შეივსოს ატომით. შევავსოთ წრფივი მესერი ატომებით მისი ერთი ბოლო-

დან მეორემდე (ნახ. 2). დავუშვათ, რომ β კვანძის მარცხნივ ყველა ბმას აქვს მ. გ. ჩვენ გვსურს α კვანძი ატომით შევავსოთ. ამისათვის უნდა გავიგოთ, თუ როგორია შესაძლებლობათა რაოდენობა ჩავსვით რაიმე ატომი α -ში ისე, რომ β — α ბმას ჰქონდეს მ. გ. ადვილი სანახავია, რომ ეს შესაძლებლობათა რაოდენობა ტოლია



ნახ. 2

$$G_L = \frac{\prod_{i=1}^3 (x_i L)!}{\prod_{i=1}^6 (y_i L)!^{\beta_i}}. \tag{1.3}$$

აქედან, შესაძლებლობათა რაოდენობა ერთი სისტემისათვის (წრფივი მესერისათვის) ტოლია

$$G = (G_L)^{\frac{M}{L}}.$$

ამის გამო წრფივი მესერის კონფიგურაციული ენტროპია

$$S = kM \left\{ \sum_{i=1}^3 x_i \log x_i - \sum_{i=1}^6 \beta_i y_i \log y_i \right\}. \tag{1.4}$$

წყვეილურ ურთიერთქმედებათა მიახლოებაში წრფივი მესერის კონფიგურაციული ენერგია ტოლია [2]

$$E = \frac{2M}{3} (a + b\xi_1 + c\xi_2 + u_1\gamma_4 + u_2\gamma_5 + u_3\gamma_6), \quad (1.5)$$

სადაც

$$\begin{aligned} \xi_1 &= x_1 - x_2, & u_1 &= 2\varepsilon_4 - \varepsilon_1 - \varepsilon_2, & a &= \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3}, \\ \xi_2 &= x_1 - x_3, & u_2 &= 2\varepsilon_5 - \varepsilon_1 - \varepsilon_3, & b &= \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_3 - 2\varepsilon_2}{3}, \\ & & u_3 &= 2\varepsilon_6 - \varepsilon_2 - \varepsilon_3, & c &= \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 - 2\varepsilon_3}{3}. \end{aligned} \quad (1.6)$$

აქედან, ცნობილი ფორმულით

$$F = E - TS$$

მიიღება წრფივი მესერის კონფიგურაციული თავისუფალი ენერგია.

2. სამმაგ შენადნობთა მოწესრიგების განხილვა ბეტე-ტაკაგის მიახლოებაში

ტაკაგის მიახლოებაში [3] (რომელიც ბეტეს თეორიის იდენტურია), როგორც ადვილი სანახავია, სამმაგი შენადნობის კონფიგურაციული ენტროპია

$$S = \frac{kM}{2} \left\{ 2(\chi - 1) \sum_{i=1}^3 x_i \log x_i - \chi \sum_{i=1}^6 \beta_i y_i \log y_i \right\}, \quad (2.1)$$

სადაც χ - მესერის საკოორდინაციო რიცხვია.

ამის გამო, ერთ ნაწილაკზე გათვლილი კონფიგურაციული თავისუფალი ენერგია

$$\begin{aligned} F &= \frac{\chi}{3} (a + b\xi_1 + c\xi_2 + u_1\gamma_4 + u_2\gamma_5 + u_3\gamma_6) \\ &+ \frac{kT}{2} \left\{ \chi \sum_{i=1}^6 \beta_i y_i \log y_i - 2(\chi - 1) \sum_{i=1}^3 x_i \log x_i \right\}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

(2.2)-ში შემავალ ცვლადებს შორის დამოუკიდებელი მხოლოდ ხუთია. უფრო მოსახერხებელია ამ დამოუკიდებელ ცვლადებად ავარჩიოთ: $\gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \xi_1$ და ξ_2 . ξ_1 და ξ_2 ფაქტობრივ შორი წესრიგის პარამეტრებია ($\xi_1 = \xi_2 = 0$ სრული მოუწესრიგებლობისას). დანარჩენი ცვლადები ამ ხუთი ცვლადის საშუალებით მიიღება. ეს ნაჩვენებია მე-3 ცხრილში.

თუ (2.2) დამოუკიდებელი ცვლადებით გავაწარმოებთ და ამ წარმოებულებს ნულს გავუტოლებთ, მივიღებთ წონასწორობის შემდეგ ფუნდამენტალურ განტოლებებს:

$$\frac{\partial F}{\partial \xi_1} = 0: \left(\frac{y_2^2}{y_1 y_3} \right)^{\frac{2}{\chi}} \cdot \left(\frac{x_1 x_3}{x_2^2} \right)^{\chi-1} = e^{\frac{2b}{kT}}, \quad \frac{\partial F}{\partial \gamma_4} = 0: \frac{y_1 y_2}{\gamma_4^2} = e^{\frac{2u_1}{kT}} \equiv H_1,$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \xi_2} &= 0: \left(\frac{y_3^2}{y_1 y_2} \right)^{\frac{z}{2}} \cdot \left(\frac{x_1 x_2}{x_3^2} \right)^{s-1} = e^{\frac{zc}{kT}}, \\ \frac{\partial F}{\partial y_5} &= 0: \frac{y_1 y_3}{y_5^2} = e^{\frac{2u_2}{kT}} \equiv H_2, \\ \frac{\partial F}{\partial y_6} &= 0: \frac{y_2 y_3}{y_6^2} = e^{\frac{2u_3}{kT}} \equiv H_3. \end{aligned} \quad (2.3)$$

ცხრილი 3

| | I | ξ_1 | ξ_2 | y_4 | y_5 | y_6 |
|-------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|
| x_1 | $\frac{I}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | | | |
| x_2 | $\frac{I}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | | | |
| x_3 | $\frac{I}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | | | |
| y_1 | $\frac{I}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | -I | -I | |
| y_2 | $\frac{I}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | -I | | -I |
| y_3 | $\frac{I}{3}$ | $\frac{I}{3}$ | $\frac{2}{3}$ | | -I | -I |

ექსტრემუმის დროს

$$F = \frac{z\varepsilon_1}{3} + kT \log \frac{y_1^{z/2}}{x_1^{z-1}}.$$

გარდა ამისა,

$$\begin{aligned} \left(\frac{x_1}{x_2} \right)^{z-1} \cdot \left(\frac{y_2}{y_1} \right)^{z/2} &= \exp \frac{2z}{3kT} (\varepsilon_1 - \varepsilon_2), \\ \left(\frac{x_1}{x_3} \right)^{z-1} \cdot \left(\frac{y_3}{y_1} \right)^{z/2} &= \exp \frac{2z}{3kT} (\varepsilon_1 - \varepsilon_3). \end{aligned} \quad (2.5)$$

(2.5) შეიძლება გამოვიყენოთ (2.3)-ის პირველი ორი პირობის ნაცვლად. სისტემის განაწილების ფუნქცია იღებს სახეს

$$\lambda = e^{\frac{F}{kT}} = \frac{x_1^{z-1}}{y_1^{z/2}} \cdot e^{-\frac{z\varepsilon_1}{kT}}, \quad (2.6)$$

სრულიად მოუწესრიგებელი შენადნობისათვის

$$\begin{aligned} \lambda &= 3^{\left(1 - \frac{z}{2}\right)} \cdot e^{-\frac{z\varepsilon_1}{3kT}} \{1 + \alpha_2 - \alpha_3 + 2\alpha_4\}^{z/2}, \\ \alpha_i &\equiv \exp \frac{2}{3kT} (\varepsilon_1 - \varepsilon_i), \quad (i = 2, 3, 4, 5, 6). \end{aligned} \quad (2.7)$$

როდესაც

$$T = \infty,$$

მაშინ

$$\lambda_{\infty} = 3,$$

ხოლო

$$F_{\infty} = -kT \log 3. \quad (2.8)$$

3. კიუჩის წერტილი მოწესრიგებულობისათვის და კონფიგურაციული სითბოტევადობა წონასწორობის პირობები ვეაძლევს განტოლებებს:

$$\Phi_1(\xi_1, \xi_2) \equiv \frac{\chi}{2} \log \frac{y_2}{y_1} + (\chi - 1) \log \frac{x_1}{x_2} - \chi \log \alpha_2 = 0, \quad (3.1)$$

$$\Phi_2(\xi_1, \xi_2) \equiv \frac{\chi}{2} \log \frac{y_3}{y_1} + (\chi - 1) \log \frac{x_1}{x_3} - \chi \log \alpha_3 = 0.$$

უცხადლო ფუნქციათა თვისებების გამოყენებით ვიღებთ

$$\frac{d\xi_1}{d\xi_2} = - \frac{\Phi'_1 \xi_2}{\Phi'_1 \xi_1} = - \frac{\Phi'_2 \xi_2}{\Phi'_2 \xi_1}. \quad (3.2)$$

ამის გამო კიუჩის წერტილში ვიღებთ

$$At_1^2 - 2QBt_1 + 3Q^2 = 0, \quad (3.3)$$

სადაც

$$t_1 \equiv \frac{I}{y_{1c}} = 3(I + \alpha_{2c} - \alpha_{3c} + 2\alpha_{4c}), \quad Q = \frac{6(\chi - 1)}{\chi}, \quad (3.4)$$

$$A = \frac{I}{\alpha_{2c}} + \frac{I}{\alpha_{3c}} + \frac{I}{\alpha_{2c} \cdot \alpha_{3c}}, \quad B = I + \frac{I}{\alpha_{2c}} + \frac{I}{\alpha_{3c}}.$$

კიუჩის წერტილის ბოლომდე გამოსათვლელად აუცილებელია ყოველი კონკრეტულ შემთხვევისათვის ვიცოდეთ ε_i სიდიდეთა მნიშვნელობები. პრინციპულად ამოცანა გა-
ცხრილი 4
დაწყებულია. ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში (3.3) ვეაძლევს კიუჩის ტემპერატურის შესაბამის მნიშვნელობას.

მაგალითის სახით განვიხილოთ შემთხვევა $\alpha_1 = \alpha_2 = 1$, ან, რაც იგივეა, $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$. მაშინ კიუჩის წერტილისათვის მიიღება

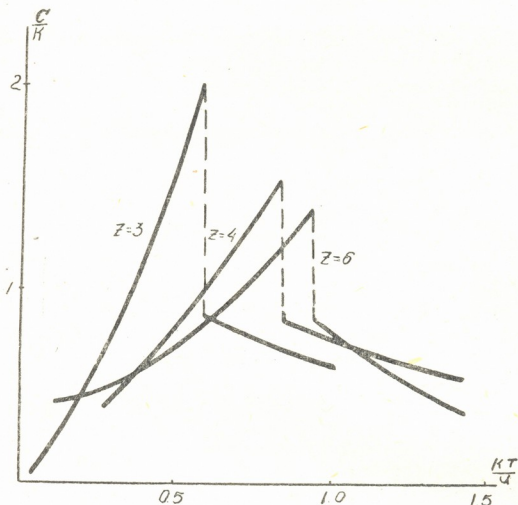
$$\frac{2(\varepsilon_1 - \varepsilon_4)}{3kT_c} = \log \frac{\chi - 2}{2\chi}. \quad (3.5)$$

$\chi=4$ -თვის ეს შემთხვევა განხილულ იქნა პოტსის მიერ მატრიცული თეორიის გამოყენებით [4]. ჩვენი და პოტსის შედეგები დაახლოებით თანხვდება ერთმანეთს.

კონფიგურაციული სიტობოტევადობა მოიძებნება ფორმულით

$$\frac{c}{k} = \frac{z}{3k} \sum_{i=1}^6 \beta_i \varepsilon_i \frac{dy_i}{dT} \quad (3,6)$$

$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$ შემთხვევაში ჩატარებული გამოთვლები სიტობოტევადობის



ხან. 3

ნახტომისათვის კიურისწერტილში მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

სიტობოტევადობის ტემპერატურული ქცევა $z=3, 4$ და 6 -თვის მოყვანილია ნახ. მე-3-ზე.

უნდა კვლავ აღინიშნოს, რომ ანალოგიური გამოთვლების ჩატარება შეიძლება ზოგად შემთხვევაშიც: $\varepsilon_1 \neq \varepsilon_2 \neq \varepsilon_3$.

ყოველივე შემოთქმული შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ვანიერ-კრამერსის მიახლოების განსახილველად (როდესაც ბაზისურ ფიგურად აღებულია კვადრატი და არა ბმა).

მაგრამ, მათემატიკური სიძნელეების გამო, გამოთვლების ბოლომდე მიყვანა ამ მიახლოებაში არ ხერხდება.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 2.7.1957)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. R. Kikuchi. The theory of cooperative phenomena. Physical Review, vol. 81, 1951, 988.
2. ო. მღვივანი. კორელაცია სამმაგ შენადნობებში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XVI, № 2, 1955, გვ. 95.
3. Y. Takagi. Order-disorder in alloys. Proceedings of the physical-Mathematical Society (Japan), vol. 23, 1941, 44.
4. R. B. Potts. The generalized order-disorder Phenomena. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, vol. 48, 1952, 106.

გეოფიზიკა

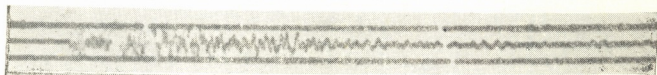
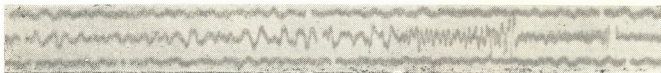
ბ. თვალთვალი

სეისმური ტალღების ბავრცელება და დედამიწის ძირის
აბეზულება ტყიბულის რაიონში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწენიძემ 24.11.1957)

1954 წლის 5 ივნისს, დაახლოებით 16 საათზე ადგილობრივი დეკრეტული დროით (დაახლოებით 12 საათზე გრინვიჩის დროით) ქ. ტყიბულის მახლობლად, მუხურის ქვის კარიერებზე, მოეწყო დიდი სიმძლავრის აფეთქება. 45 ტონა აფეთქებადი მასალა მოთავსებული იყო ერთმანეთისაგან 40 მეტრით დაშორებულ ორ გვირაბში.

ნიადაგის რყევა, რაც ამ აფეთქებამ გამოიწვია, ჩაწერილ იქნა თბილისის, გორის, დუშეთის, ბორჯომპარკის, აბასთუმნის, ზუგდიდის, ციხისჯვრის, სტეპანავანისა და კიროვადის სეისმური სადგურების მიერ. აღნიშნულ სეისმურ სადგურებში მიღებულია სავსებით გარკვეული ჩანაწერები. უნდა ვივარაუდოთ, რომ საგრძნობი სეისმური ეფექტი განაპირობა აფეთქების ჩატარებამ ძირითად ქანებში — კირქვებში — შედარებით მშვიდი ტექტონიკის რაიონში, რამაც ხელი შეუწყო ინტენსიური ტალღების წარმოქმნას, რომელთა სიხშირის სპექტრი ხელსაყრელი აღმოჩნდა მათი რეგისტრაციისათვის რეგიონალური სეისმური სადგურების მიერ როგორც პირველ, ისე შემდგომ შემოსვლებში. გარდა ამისა, საკმარისად კარგი მასალის მიღებას ხელი შეუწყო იმ გარემოებამაც.

სეისმოგრამა, მიღებული ბორჯომის სეისმურ სადგურზე $\Delta=61,7$ კმსეისმოგრამა, მიღებული გორის სეისმურ სადგურზე $\Delta=100$ კმსეისმოგრამა, მიღებული თბილისის სეისმურ სადგურზე $\Delta=160$ კმ

ნახ. 1

რომ კავკასიის აღნიშნული სეისმური სადგურები აღჭურვილია თანამედროვე მგრძნობიარე ხელსაწყოებით. ქვემოთ მოგვყავს რამდენიმე სეისმოგრამა (ნახ. 1).



იმის გამო, რომ ეს ჩანაწერები არაფრით არ განსხვავდება ახლობელი მიწისძვრების ჩანაწერებისაგან და სეისმოლოგებისათვის ფაქტი ამ აფეთქებისა არ იყო ცნობილი, ისინი ჩათვალეს მიწისძვრის ჩანაწერებად და დამუშავების შედეგებმა ადგილი ჰპოვა სსრკ სეისმური ქსელის ბიულეტენში [1].

ცხრილი 1

სეისმოგრამების ანალიზის შედეგები

| სადგური | ტალღათა | | შემოსვლის დრო | | | S-P წუთობით | |
|---------------|-----------------|----|---------------|-----------------|----|-------------|------|
| | P | | S | | | | |
| | საათი წუთ. წამი | | | საათი წუთი წამი | | | |
| 1 თბილისი | 12 | 00 | 7,8 | 12 | 00 | 28,8 | 21,0 |
| 2 გორი | 11 | 59 | 56,4 | 12 | 00 | 10,4 | 14,0 |
| 3 ბორჯომი | 11 | 59 | 51,0 | 12 | 00 | 00,4 | 9,4 |
| 4 აბასთუმანი | 11 | 59 | 51,0 | 12 | 00 | 00,6 | 9,6 |
| 5 ზუგდიდი | 11 | 59 | 57,0 | 12 | 00 | 11,2 | 14,2 |
| 6 დუშეთი | 12 | 00 | 0,5 | 12 | 00 | 24,2 | 19,2 |
| 7 ციხისჯვარი | 11 | 59 | 53,8 | 12 | 00 | 04,8 | 11,0 |
| 8 სტეპანავანი | 12 | 00 | 30,5 | 12 | 01 | 11,0 | 40,5 |
| 9 კიროვბადი | 12 | 00 | 30,5 | 12 | 01 | 11,0 | 40,5 |

ბიულეტენში მოცემულია ეპიცენტრისათვის კოორდინატები

$$\varphi = 42^{\circ},4 \text{ ჩრ. } \lambda = 43^{\circ},2 \text{ აღმ.,}$$

ზოლო მიწისძვრის დაწყების მომენტისათვის, გრინვიჩის საშუალო დროით 11 ს. 59 წ. 59 წ., სინამდვილეში აფეთქების პუნქტის კოორდინატებს შემდეგი მნიშვნელობა აქვთ:

ცხრილი 2

| სადგური | S-P წამ. | კერის ჩაწოლის სიღრმე h კმ | | | | მიწისძვრის წაომაკმნის მომენტი h=0 საათი, წუთი, წამი) |
|-------------|----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--|
| | | 0 | 3 | 6 | 9 | |
| თბილისი | $S_{13}-P_{13}=21,0$ | 160,0 | 161,7 | 163,6 | 163,0 | 11 59 38,0 |
| გორი | $S_{12}-P_{12}=14,0$ | 100,0 | 162,5 | 105,0 | 107,5 | 11 59 36,7 |
| ბორჯომი | $S_{12}-P_{12}=9,4$ | 61,7 | 63,3 | 66,3 | 69,0 | 11 59 37,7 |
| აბასთუმანი | $S_{12}-P_{12}=9,6$ | 63,3 | 65,0 | 68,0 | 71,0 | 11 59 37,4 |
| ზუგდიდი | $S_{12}-P_{12}=14,2$ | 101,7 | 104,1 | 106,7 | 109,0 | 11 59 37,1 |
| დუშეთი | $S_{13}-P_{13}=19,2$ | 143,6 | 145,8 | 148,3 | 151,0 | 11 59 38,1 |
| ციხისჯვარი | $S_{12}-P_{12}=11,0$ | 75,0 | 77,0 | 80,0 | 82,5 | 11 59 38,3 |
| სტეპანავანი | $S_{13}-P_{13}=23,7$ | 184,0 | 186,4 | 188,0 | 196,0 | 11 59 38,4 |
| კიროვბადი | $S_{13}-P_{13}=40,5$ | 339,0 | 343,0 | 345,5 | 355,0 | 11 59 36,2 |

$\varphi = 42^{\circ}19'0$ და $\lambda = 43^{\circ}01'4$. ბიულეტენში მოცემულ ეპიცენტრსა და აფეთქების პუნქტს შორის დაშორება დაახლოებით 15 კილომეტრი გამოვიდა.

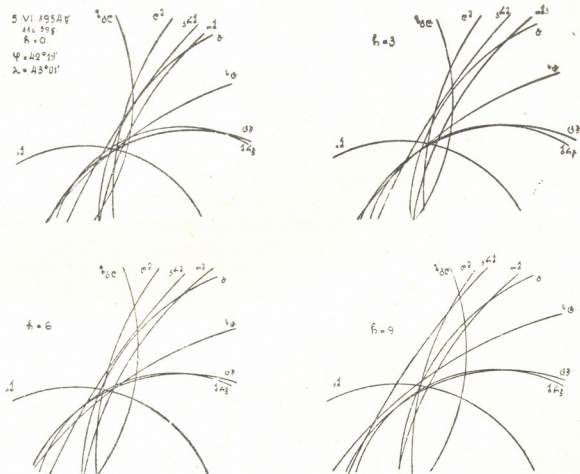
ჩვენ ამ საკითხმა დაგვიანტერესა და ამასთან დაკავშირებით გადავთვალეთ ყველა სეისმოგრამა, რომლებზეც ამ აფეთქებით გამოწვეული ნიადაგის რყევებია ჩაწერილი.

S—P დროთა სხვაობების მიხედვით გამოთვლილია ეპიცენტრული მანძი-
ლი (Δ) ჰიპოცენტრის სხვადასხვა (h) სიღრმისათვის, ჩვენ მიერ აგებული კავ-
კასიის ჰოლოგრაფებით [2].

გამოთვლებების შედეგები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ამ მონაცემების საფუძველზე გადაკვეთის მეთოდით განვსაზღვრეთ ეპი-
ცენტრის კოორდინატები და კერის მდებარეობის სიღრმე.

უკეთეს გადაკვეთას აქვს ადგილი $h=0$ სიღრმისათვის, ე. ი. როდესაც ჰი-
პოცენტრი დედამიწის ზედაპირზეა (ნახ. 2).



ნახ. 2

დრეკად ტალღათა წყაროს კოორდინატებისათვის შემდეგი მნიშვნელობე-
ბი მივიღეთ:

$$\varphi = 42^{\circ} 18' 5 \text{ ჩრ. } \lambda = 43^{\circ} 00' 5 \text{ აღმ.,}$$

ხოლო რხევების წარმოქმნის მომენტი გრინვიჩის საშუალო დროით — 11 ს.,
59 წ. და 37.5 წ.

ამრიგად, აფეთქების პუნქტის კოორდინატებსა და ჩვენ მიერ გამოთვლილ
კოორდინატებს შორის კარგი თანხვედენაა.

სეისმური ტალღების დასახელება

ყურადღებას ვამახვილებთ შემდეგ მეტად არსებით გარემოებაზე: სიგრძივი და განივი ტალღების ინტენსივობა, როგორც მოსალოდნელი იყო, სიღრმის მიხედვით მცირდება, ე. ი. $P_{11} > P_{12} > P_{13}$ და $S_{11} > S_{12} > S_{13}$.

ასეთივე სურათი გვაქვს P_{14} და S_{14} სახის ტალღებისათვის, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ამ ტალღების ინტენსივობა ვაკილებით უფრო სწრაფად მცირდება, ვიდრე სხვა ტიპის ტალღებისა. ეს ტალღები იმდენად სუსტად იწერება, რომ მათი აღმოჩენა შეიძლება მხოლოდ ისეთ ეპიცენტრულ მანძილებზე (თუკი საერთოდ მათი ფიქსირება ხდება), როდესაც ეს ტალღები იძლევიან პირველ შემოსვლებს. მაგრამ თუ ეს ტალღები შემოდიან სხვა ტალღების ფონზე, მაშინ მათი გამოყოფა უმეტეს შემთხვევაში შეუძლებელია, ეს კი დიდ გავლენას ახდენს სეისმოგრამების დამუშავების შედეგებზე და სეისმური ტალღების დაგვიანების შთაბეჭდილებას ქმნის.

ეს მოვლენა უფრო შესამჩნევია იმ შემთხვევაში, როდესაც სიმძლავრე სელიმენტური კომპლექსისა (რომელიც ხასიათდება სეისმური ტალღების გავრცელების მცირე სიჩქარით), საგრძნობლად იზრდება კერიდან სეისმური სადგურის მიმართულებით. გამოთვლებისას ზოგიერთი სეისმური სადგური ხშირად „გამოვარდება“, ე. ი. წერტილები არ ლაგდება იმ ექსპერიმენტულ ჰოდოგრაფზეც კი, რომელსაც იგება ამ მიწისძვრის დამუშავების შედეგად. გარდა ამისა, იმავე სეისმური სადგურის მონაცემები დიდ გადახრებს იძლევიან ეპიცენტრული მანძილის განსაზღვრისას. ამ საკითხის დეტალურმა შესწავლამ დაგვანახა, რომ ფაზების სწორად დადგენის შემთხვევაში ისინი თანხედებიან სხვა სადგურების მონაცემებს. ამიტომ ცხადია, ძირითადი სეისმური ელემენტების განსაზღვრისას და საერთოდ სეისმოგრამების დამუშავებისას ამ გარემოებას სათანადო ყურადღება უნდა მიექცეს.

ამ აფეთქებით გამოწვეული ნიადაგის რყევები ჩაწერილია კავკასიის ცხრა სეისმური სადგურის მიერ, რომლებიც დაშორებულნი არიან აფეთქების პუნქტიდან დაახლოებით 60-დან 340 კილომეტრამდე. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სეისმოგრამებზე მკაფიოდ გამოიყოფა როგორც სიგრძივი, აგრეთვე განივი ტალღების შემოსვლები. ამიტომ ეს მონაცემები გამოვიყენეთ დედამიწის ქერქის აგებულების დამახასიათებელი ზოგიერთი საორიენტაციო მონაცემის მიღების მიზნით.

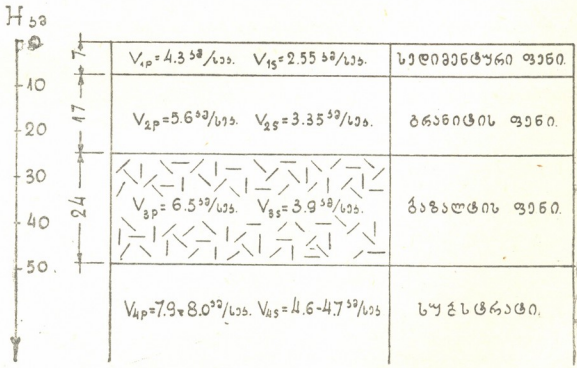
სეისმოგრამებზე იმ რეგიონალური სეისმური სადგურებისა, რომელნიც დაშორებულნი არიან 60-დან 140 კმ-მდე, გამოიყოფა სიგრძივი და განივი ტალღების ორ-ორი შემოსვლა. ამასთან პირველი შემოსვლები შედარებით უფრო ნაკლებად ინტენსიურია, ვიდრე მეორენი. პირველნი შეესაბამებიან ტალღებს, დიფრაგირებულს კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირიდან (P_{12} და S_{12}), ხოლო მეორე შემოსვლები—პირდაპირ ტალღებს, რომელნიც უშუალოდ სელიმენტურ კომპლექსში ვრცელდებიან (P_{11} , S_{11}). შემდეგი სამი სეისმური სადგურის სეისმოგრამებზე, რომელნიც დაშორებულნი არიან აფეთქების პუნქტიდან 144, 160 და 180 კილომეტრით, გამოიყოფა ორი შემოსვლა (განსაკუთრებით განივი ტალღების შემოსვლის არეში, ერთიმეორის მიმდევრობით. ამას-

თან მეორე უფრო ძლიერია. პირველი უნდა შეესაბამებოდნენ ტალღებს, დიფრაგირებულს ბაზალტის ფენის ზედაპირიდან (P_{13}), ხოლო მეორენი—გრანიტის ფენიდან. დასასრულს განვიხილავთ კიროვაბადის სეისმური სადგურის სეისმოგრამას ($\Delta = 340$ კმ). სეისმოგრამაზე მიღებულია სუსტი, მაგრამ საკმაოდ გარკვეული ჩანაწერები. აღინიშნება ორი შემოსვლა: პირველი — სიგრძივი ტალღების შემოსვლის არეში, ხოლო მეორე — განივი ტალღების შემოსვლის არეში.

კიროვაბადი აფეთქების პუნქტიდან ისეთ მანძილზეა დაშორებული, რომ ამ სეისმური სადგურის მიერ ჩაწერილი პირველადი ტალღები აუცილებლად ქერქქვეშა სუბსტრატის ზედაპირიდან დიფრაგირებული ტალღები [P_{14} და S_{14}] უნდა ყოფილიყო, მაგრამ, როგორც დეტალური ანალიზი გვიჩვენებს, ეს შემოსვლები შეესაბამება ბაზალტის ზედაპირიდან დიფრაგირებულ ტალღებს (P_{13} და S_{13}). ცხადი ხდება, რომ P_{14} და S_{14} ტალღათა ინტენსივობა იმდენად მცირეა, რომ მათი გამოყოფა შეუძლებელია.

ჰოდოგრაფების აგება და მათი ინტერპრეტაცია

სეისმოგრამების ანალიზის საფუძველზე აგებულია სათანადო ჰოდოგრაფები, რომელთა ინტერპრეტაციის საფუძველზე დედამიწის ქერქში გამოყოფი-



ნახ. 3

ფილია სამი ფენი სხვადასხვა სიმძლავრეებითა და ღრეკადი თვისებებით. პირველი ფენის (სელიმენტური კომპლექსი) სიმძლავრე დაახლოებით 7 კმ. სიგრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარე შესაბამისად შემდეგია:

$$V =_{1P} 4300 \text{ მ/სეკ. } V_{1S} = 2550 \text{ მ/სეკ.}$$

მეორე ფენის (გრანიტის ფენი) სიმძლავრე დაახლოებით 17 კმ-ს აღწევს, ხოლო სიგრძივი და განივი ტალღების სიჩქარეებია

$$V_{2p} = 5600 \text{ მ/სეკ. } V_{2s} = 3350 \text{ მ/სეკ.}$$

აგრეთვე გამოთვლილია სიგრძივი და განივი ტალღების გავრცელების სიჩქარეები მესამე ბაზალტის ფენში.

$$V_{3p} = 6500 \text{ მ/სეკ. } V_{3s} = 3900 \text{ მ/სეკ.}$$

საქართველოს ტერიტორიის სხვადასხვა უბანზე ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით [3, 4], როგორც ღრმა სეისმური ზონდირებით, ისე გარდატეხილი ტალღების კორელაციული მეთოდით, დადგენილია, რომ კრისტალური ფუნდამენტის ზედაპირი, რომელიც უშუალოდ მეზოზოური ნალექების ქვეშაა, როგორც გარდამტეხ, ისე ამრეკლავ ჰორიზონტს წარმოადგენს. საზღვრითი სიჩქარე, გამოთვლილი ორი ურთიერთშემხვედრი დროთა ველის მიხედვით და სხვაობითი ჰოდოგრაფით, უდრის 5500—5700 მ/სეკ. გარდა ამისა, სიჩქარეები განსაზღვრულია უშუალოდ კრისტალური ფუნდამენტის გამოსავალზე ძირულის მასივის აღმოსავლეთ ფერდობზე. ამ განსაზღვრების შედეგად გრანიტის ფენისათვის მიღებულია 5500—5600 მ/სეკ. ამიტომ ვფიქრობთ, რომ საზღვრითი სიჩქარე, მიღებული გარდატეხილი ტალღების ჰოდოგრაფიდან, წარმოადგენს სიჩქარეს, რომელიც ახასიათებს თუ გრანიტის ფენს მთლიანად არა, ყოველ შემთხვევაში მის ზედა ნაწილს მაინც. აქედან გამომდინარე ვღებულობთ გრანიტის ფენში ფენობრივ სიჩქარეს საზღვრითი სიჩქარის ტოლად.

როგორც ზემოთ იყო ნახსენები, ბაზალტის ზედაპირის ქვევით მდებარე ჰორიზონტებიდან მოსული ტალღების შემოსვლები არ აღინიშნება, მაგრამ ვიღებთ რა მხედველობაში კავკასიის სხვა რაიონებში დედამიწის ქერქის შესწავლის შედეგებს. ბაზალტის ფენის სიმძლავრე ისეთივე ვივარაუდეთ, როგორც სხვა უბნებზე გვაქვს მიღებული, ე. ი. 24 კმ. ამრიგად, ტყიბულის რაიონში დედამიწის ქერქის აგებულება წარმოდგენილია შემდეგნაირად (ნახ. 3). ქერქისქვეშა გარემოში დრეკად ტალღათა გავრცელების სიჩქარეები განსაზღვრულია სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიისა და საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გეოფიზიკის ინსტიტუტების კავკასიის სეისმური ექსპედიციების მიერ მტკვრის დებრესიის აღმოსავლეთ ნაწილში მომხდარი მძლავრი საწარმოო აფეთქებით გამოწვეული ნიადაგის რყევების შესწავლით [5].

ამრიგად, ტყიბულის რაიონში მომხდარი მძლავრი აფეთქებით გამოწვეული ნიადაგის რყევები, ჩაწერილი კავკასიის სეისმური სადგურების მიერ, შესაძლებლობას გვაძლევს დავასკვნათ:

1. კავკასიისათვის აგებული ჰოდოგრაფები გვაძლევენ საშუალებას შედარებით ზუსტად განვსაზღვროთ ეპიცენტრის კოორდინატები, დრეკადი ტალღების წყაროს ჩაწარის სიღრმე და მათი წარმოქმნის მომენტი;
2. ტყიბულის რაიონში გამოიყოფა სამი ფენი ერთმანეთისაგან განსხვავებული დრეკადი თვისებებით, რომლებიც გეოლოგიურად ეთანადებიან სელიმენტურ კომპლექსს, გრანიტისა და ბაზალტის ფენებს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოფიზიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.11.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Бюллетень сейсмической сети СССР, № 2, 1954.
2. Г. К. Твалтвадзе. К вопросу построения годографов для землетрясении Кавказа. Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. XV, 1956.
3. Г. К. Твалтвадзе. Некоторые данные о строении земной коры в полосе Абстумани, Цниси—Мокцevi (Восточная Грузия). Известия АН СССР, серия геогр. и геол., т. IX, 1945.
4. Г. К. Твалтвадзе, И. П. Косминская и др. Результаты сейсмических работ по изучению поверхности кристаллического фундамента в западной части Гори—Мухранской депрессии, Труды Ин-та геофизики АН ГССР, т. XVI, 1957.
5. Е. А. Коридалин. Сейсмические наблюдения при мощных взрывах в Закавказье. Вестник АН СССР, № 3, 1948.

ბ. უზნაძე, ა. მუშლაძე და მ. შინინაშვილი

ასკანგელის სუსპენზიებში სტრუქტურის წარმოქმნის შესწავლა ელექტრონული მიკროსკოპით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 7.7.1957)

ასკანგელის წყლიან სუსპენზიებში ტიქსოტროპიული სტრუქტურა ძირითადად მთლიანი სტრუქტურული ბადის წარმოქმნით გამოიხატება, რაც გამოწვეულია როგორც თიხოვან ნაწილაკებთან, ისე მათი დისპერსიული არის მოლეკულებთან ურთიერთმოქმედებით. სტრუქტურული ბადის ცალკეული ნაწილაკების კოაგულაციური შექიფულება ხორციელდება ურთიერთქმედების ვანდერ-ვაალსური ძალებით, რომელიც შესუსტებულია დისპერსიული არის უთხელესი ფენებით, რაც აპირობებს სტრუქტურის რღვევისა და აღდგენის სიადრესს [1].

ამრიგად, სტრუქტურის წარმოქმნის პროცესში მონაწილეობას იღებენ ერთეული ნაწილაკები და მათგან შემდგარი ერთობლიობანი, ამიტომაც ამ მოვლენათა ჩვეულებრივი მიკროსკოპიული გამოკვლევები სავსებით თვალსაჩინო მეთოდად ითვლება.

ტიქსოტროპიული სისტემების მიკროსკოპიული გამოკვლევა, რომელსაც მიმართავდა დღემდე ზოგიერთი ავტორი [2], საყურადღებოა მხოლოდ წარმოქმნილი სტრუქტურების ზოგადი (საერთო) კლასიფიკაციისათვის. ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებით მისი მაღალი განშლადობის უნარიანობის (ძალის) გამო (30-50 A°) [3, 4], შესაძლებელია დაკვირვების წარმოება უწყვილეს ნაწილაკებზე, მათ ფორმასა და ზომაზე, ასევე სტრუქტურის წარმოქმნის პროცესზე — სტრუქტურული ბადეების წარმოქმნაზე, რომლებიც ამ სისტემებს თავისებურ სტრუქტურულ-მექანიკურ თვისებებს ანიჭებენ.

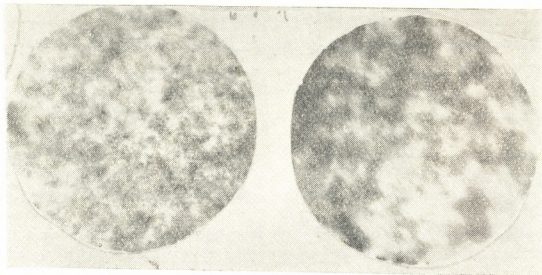
აღნიშნული შესაძლებლობანი იყო სწორედ ჩვენ მიერ გამოყენებული ასკანგელის სუსპენზიებში ტიქსოტროპიული სტრუქტურის წარმოქმნის პროცესის შესასწავლად. კვლევის ობიექტად აღებული იყო ბუნებრივი ასკანგელის მაღალდისპერსიული სუსპენზიები, რომლებიც შეიცავდნენ მზარდი რაოდენობით მეტად ეფექტურ სტრუქტურის წარმოქმნელ ელექტროლიტს — ალუმინის ოქსიჰლორიდს [5, 6].

კვლევას ვაწარმოებდით 100 კვ ელექტრონული მიკროსკოპით პირდაპირი პრეპარირების მეთოდით. 20.000—30.000 ვოლტებისას. მიღებული შედეგების ერთმნიშვნელობაში დარწმუნებისათვის ვახდენდით თითოეული პრეპარატის მრავალჯერ გადაღებას, თუმცა პრეპარატებზე გაცილებით მეტჯერ წარმოებდა დაკვირვება. ასკანგელის მაღალდისპერსიული საკვლევი სუსპენზია მზადდებოდა ასკანგელის განზავებული სუსპენზიის ხანგრძლივი დაწობით. ასეთი სუსპენზიის კონცენტრაცია 0,236 %-ს შეადგენდა.

მაღალდისპერსიული ასკანგელის სუსპენზიის ელექტრონული მიკროსკოპით გამოკვლევამ გვიჩვენა, რომ ასკანგელის ნაწილაკები შედგებიან უმეტესად ძალიან წვრილი, ნახევრადგამჭვირვალე, იზომეტრიული, უფრო მეტად ბუნდოვანი მოხაზულობის მომრგვალო ფორმის ნაწილაკებისაგან. ნაწილაკთა კიდების ბუნდოვანება შესაძლებელია გამოწვეული იყოს ასკანგელის ნაწილაკის წყალში ძლიერი თქვირების უნარიანობით.

ბუნებრივი მაღალდისპერსიული ასკანგელის სუსპენზიის დამახასიათებელი ელექტრონული მიკროსკოპიული სურათებიდან (1 და 2) ნათლად ჩანს, რომ ასკან-

ლის ნაწილაკთა ფორმა არაანიზოტროპულია და სრულიადაც არაა სფერული. გრძელი ჭაჭვების ან ბრტყელი ბადისებრ-ფურცლოვანი სახე, როგორც ეს ჩვეულებრივ აღწერილია ხოლმე ლიტერატურაში, არამედ მას აქვს უფრო რზომეტრიული მომრგვალო ფორმა. ამ სურათებზე ზოგიერთ ადგილას შესამჩნევია კვამირი ცალკეულ უწყვილეს ნაწილაკთა შორის, რომელთა სიგრძე-



სურ. 1

სურ. 2

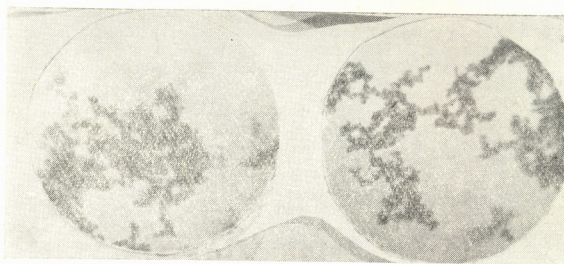
გამდიდრებული ასკანგელის სუსპენზიები $\times 11.400$

ბრივი განლაგება, როგორც ჩანს, ქმნის სუსპენზიის მოცულობაში მთლიან სტრუქტურულ ბადეს, რაც დამახასიათებელია ტიქსოტროპიული სტრუქტურის წარმოქმნისათვის. ამ ნაწილაკთა ზომები შეადგენს 50-70 μ .

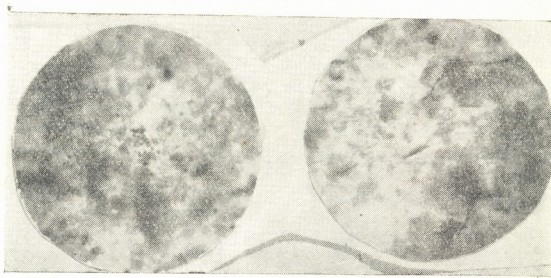
ამასთან ერთად ასკანგელის პრეპარატებზე ელექტრონული მიკროსკოპით დაკვირვებისას ობიექტის ზოგიერთ უბანზე ზოგჯერ შესამჩნევია ხდებოდა მთლიანი ჭაჭვისებრი სტრუქტურული ბადეები, რომლებიც შედგებოდნენ სფერული ნაწილაკებისაგან (იხ. სურ. 3, 4). ეს სტრუქტურები პრაქტიკულად ემსგავსებიან ალუმინის ჰიდროქსიდის ან ალუმოსილიკატური ზოლების ახლად მომზადებულ კოლოიდურ ხსნარებში წარმოქმნილ სტრუქტურებს [7, 8].

სავსებით მოსალოდნელია, რომ ეს გაპირობებულია ასკანგელის განზავებულ წყლიან სუსპენზიებში ძლიერ მცირე რაოდენობით ალუმინის და სილიციუმის მქავას ადვილხსნადი ნაერთების არსებობით, ამ ნაერთებიდან წარმოიქმნება აღნიშნული სტრუქტურული ბადეები, რომლებიც შედგებიან გარკვეულ უბნებით დაკავშირებული სფერული ნაწილაკებისაგან.

როგორც ჩვენი ლაბორატორიის გამოკვლევებში [5, 6] იყო მოცემული, ეფექტური სტრუქტურის წარმოქმნელი ელექტროლიტის—ალუმინის ოქსიქლორიდის—ობტიმალური რაოდენობით დამატებისას ბუნებრივ ასკანგელის სუსპენზიაზე სავსებით შექცევადი ტიქსოტროპიული სტრუქტურა წარმოიქმნება. ალუმინის ოქსიქლორიდის შემცველ (0,0048% სუსპენზიის მოცულობისა) 0,236%-იანი მაღალდისპერსიული ბუნებრივი ასკანგელის სუსპენზიის ელქტრონულმიკროსკოპიულმა გამოკვლევამ მთლიანად შექცევადი ტიქსოტროპიული სტრუქტურის წარმოქმნა გვიჩვენა (სურ. 5, 6). ხსენებული სტრუქტურის წარმოქმნას თან ახლავს თვალსაჩინო სტრუქტურული ჭაჭვების გაჩენა, რომლებიც შესამჩნევად გამსხვილებული მეორადი წარმოქმნის ნაწილაკებისაგან შედგებიან. ამ ნაწილაკთა ზომა 90-100 μ აღწევს.



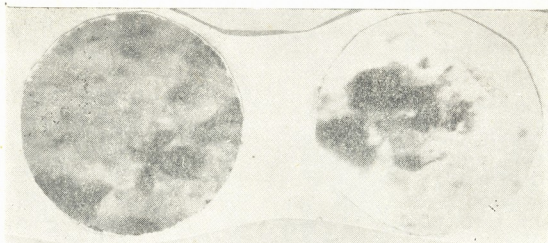
სურ. 3
 სურ. 4
 გამდიდრებული ასკანგელის სუსპენზიები $\times 22,400$



სურ. 5
 სურ. 6
 ბუნებრივი ასკანგელის სუსპენზია, რომელიც შეიცავს 0,0048% ალუმინის ოქსიკლორიდს $\times 13,400$

დამატებული ელექტროლიტის რაოდენობის 10-ჯერ გაზრდით, როგორც მე-7 და მე-8 სურათებიდან ჩანს, სტრუქტურული ჯაჭვები ქრება მსხვილი აგრეგატების უფრო მეტად კომპაქტური ნაწილაკების წარმოქმნის გამო, რომლებსაც სისტემა აშკარა კოაგულაციამდე მიყავს. ამ აგრეგატის ზომები 1,5-2 μ აღწევს.

ამრიგად, ბუნებრივი ასკანგელის სუსპენზიებში სტრუქტურის წარმოქმნის მექანიზმი, ალუმინის ოქსიკლორიდის დამატების პირობებში, ძირითადად სტრუქტურული ბადეების წარმოქმნით გამოიხატება, რომლებიც შედგებიან გამოსავალ ნიშნთან შედარებით მსხვილი აგრეგატებისაგან—ასკანგელის მეორად წარმოქმნილ ნაწილაკებისაგან. ასკანგელის ნაწილაკთა მსგავსი გამსხვილება სტრუქტურის წარმოქმნისას შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც სისტემის „ფარული“ კოაგულაციის საწყისი სტადია, რომელიც გაპირობებულია ალუმინის ოქსიკლორიდის ფუქემარლის კომპლექსური კათიონის $[Al_2(OH)_5]^+$ ასკანგელის ნაწილაკებზე სპეციფიკური ადსორბციით. ამ კათიონის საგრძნობი



სურ. 7

სურ. 8

ბუნებრივი ასკანგელის სუსპენზია, რომელიც შეიცავს 0,048% ალუმინის
 ოქსიქლორიდს $\times 8350$

პილროფილობა ეწინააღმდეგება კოაგულაციის პროცესის შემდგომ განვითარებას.

დასკვნები

1. ბუნებრივი ასკანგელის მაღალდისპერსიული სუსპენზიები შედგებიან ასკანგელის უფრო მეტად მომრგვალო ფორმის უწყვილესი ნაწილაკებისაგან, რომლებიც დაახლოებით 50—70 μ ზომისაა. ასკანგელის ანიზოდიამეტრული ნაწილაკები გრძელი ჯაჭვების სახით ან ბრტყელი ბადე-ფურცლოვანი სახით ჩვენ არ შეგვიძინებია.

2. მაღალდისპერსიულ, ბუნებრივი ასკანგელის სუსპენზიაში ალუმინის ოქსიქლორიდის მიმატებისას შექცევადი ტიქსოტროპიული სტრუქტურების წარმოქმნა გაპირობებულია სტრუქტურული ჯაჭვების წარმოშობით. ისინი შედგებიან შესამჩნევად გამსხვილებული თიხოვანი ნაწილაკებისაგან.

3. სრული კოაგულაციისას სტრუქტურული ჯაჭვები ქრება და მსხვილი აგრეგატები ჩნდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის
 ქიმიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 17.7.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. В. Михайлов и П. А. Ребендер. О структурно-механических свойствах дисперсных и высокомолекулярных систем. Колл. ж., XVII, 2, 1955.
2. С. С. Воюцкий, Р. М. Панич, К. Л. Кальянова. Микроскопическое исследование структурообразования при желатинировании. Колл. ж., 13, 89, 1951.
3. Электронная микроскопия, под редакц. акад. А. А. Лебедева. Техтеоретиздат, 1954.
4. Н. Г. Сушкин. Электронная микроскопия, Москва, 1952.
5. Д. Э. Узнадзе и М. Е. Шишняшвили. Действия основной соли алюминия на структурно-механические строения суспензии аскангеля, Колл. жур. 3, 1957.
6. Э. Д. Узнадзе. Оксихлорид алюминия и структурообразование в суспензиях аскангеля. Тбилиси, Институт химии АН ГССР, 1955.
7. З. Я. Берестнева и В. А. Каргин. О механизме образования коллоидных частиц. Успехи химии, XXIV, 3, 250, 1955.
8. З. Я. Берестнева и В. А. Каргин. Электронно-микроскопическое изучение алюмокремниевых гелей. Колл. ж., XVII, 3, 196, 1955.

ბიოქიმია

3. ასათიანი

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრი-კორესპონდენტი)

ადამიანისა და მაიმუნის სისხლის მინერალური, აზოტოვანი და ლიპოიდური შემადგენლობის შედარებითი დახასიათება¹

მიმდინარე საუკუნის უკანასკნელი 25 წლის განმავლობაში შედარებით ბიოქიმია დამოუკიდებელ სამეცნიერო დისციპლინად იქცა. ამასთან ერთად ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ მისი განვითარება მეტისმეტად არათანაბრად მიმდინარეობდა, რის კარგ მაგალითს მაიმუნის ბიოქიმია იძლევა.

ლიტერატურაში მოყვანილი მონაცემები უმდაბლეს (და უმაღლეს) მაიმუნებში ნივთიერებათა ცვლის სხვადასხვა მაჩვენებლის შესახებ მეტად მცირერიცხოვანია. მინერალური ცვლა ამ მხრივ ერთგვარ გამოწვევის წარმოდგენს, იგი უფრო დიდ მასალაზე და შედარებით უფრო ღრმადაა შესწავლილი [2, 3, 5]. უნდა აღინიშნოს, რომ ცნობები მინერალური ცვლის რიგი მაჩვენებლების შესახებ საერთოდ არ გავაჩნია, ამ შემთხვევაშიც არსებული მონაცემების მნიშვნელობას შედარებით ბიოქიმიისათვის ამცირებს ის ვარეშობა, რომ ერთდროულად იმავე მეთოდებით ასეთივე ხასიათის გამოკვლევები ადამიანზე არ ჩატარებულა.

იგივე შეიძლება ითქვას არაცილოვანი აზოტოვანი ნივთიერებებისა და ლიპოიდების ცვლის მიმართ.

წინამდებარე შრომაში მოგვყავს ჩვენს ლაბორატორიაში მიღებული მონაცემები.

მუშაობა წარმოებდა მაკაკა-რეზუსის სახეობის 2 1/2—3 1/2 წლის ასაკის მაიმუნებზე (2 მამალი და 2 დედალი, წონით 2,7—4,1 კგ). სისხლს ვიღებდით ყურის ვენიდან 16 საათის განმავლობაში ნაშიმშილევ ცხოველზე. ანალიზს ვატარებდით [1]-ში აწერილი მეთოდების მიხედვით.

შედარებისათვის ერთდროულად ვაწარმოეთ 19—25 წლის ასაკის 10 ჯანმრთელი მამაკაცისა და ქალის ვენური სისხლის ანალიზი იმავე მეთოდების გამოყენებით.

როგორც ადამიანის, ისე მაიმუნის სისხლში ჩვენ მიერ ისაზღვრებოდა: კალციუმის, რკინის, სპილენძის, თუთიის, სილიციუმის, იოდის, სხვადასხვა ფორმით არსებული გოგირდის, შარდოვანას, შარდმჟავას, ერგოთიონინის, გლუტათიონის, ამინომჟავებისა და ქოლესტერინის რაოდენობა.

რიცხვები, რომლითაც ხასიათდება მინერალურ ნივთიერებათა შემცველობა ადამიანისა და მაიმუნის სისხლში, მოყვანილია 1 ცხრილში. იმავე ცხრილში ჩვენ მოვთავსეთ სხვადასხვა ავტორის მონაცემები, მიღებული სხვადასხვა დროს, მაგრამ სისხლის ანალიზის ერთისა და იმავე მეთოდების გამოყენებით.

როგორც ეს ცხრილიდან ჩანს, სისხლის მინერალური შედგენილობის მხრივ უმდაბლეს მაიმუნებსა და ადამიანს შორის მკვეთრად გამოხატული განსხვავება არ აღინიშნება. აქედან გამომდინარე, დასაშვებია გამოვიყვანოთ ის პრაქტიკუ-

(¹ შრომა შესრულებულია ა. აგევეს, ო. კეკელიძისა და უ. ფიჩხაიას მონაწილეობით.



ქართული 1
 მონეტარული ნივთიერებათა შემცველობა უმდაბლესი მაიმუნისა და ადამიანის სისხლში ავტორების ლაბორატორიისა და ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით

| | მაიმუნის სახეობა | მთლიანი სისხლი | | პლაზმა ან შრატია | | ერთიროციტები | | ლიტერატურული წყარო |
|---------------------------|------------------|----------------|----------|------------------|------------|--------------|----------|------------------------|
| | | მაიმუნი | ადამიანი | მაიმუნი | ადამიანი | მაიმუნი | ადამიანი | |
| კალციუმი მგ % | მაკაკა-რეზუსი | 9,0—13,2 | 9,0—11,0 | — | — | — | — | ავტორების ლაბორატორია |
| მაგნიუმი მილიეკვ. 100 მლ. | " | 4,1—4,8 | 3,0—3,7 | 2,1—2,7 | 1,7—1,9 | 5,8—5,9 | 1,6—6,7 | ოლბორტონი [2] |
| რკინა მგ % | " | 38—48 | 49—56 | — | — | — | — | ავტორების ლაბორატორია |
| სპილენძი მიკროგ. % | " | 69—85 | 77—106 | — | — | 49—77 | 32—111 | " |
| ციინუმი მგ % | " | — | — | 0,36 | 0,21 | 0,92 | 0,144 | " |
| სილიციუმი მიკროგ. % | " | 51—64 | 49—56 | 20—26 | 15—26 | — | — | " |
| კვლორი | ცენტესი-კაპუცინი | — | — | 110,2—122,8 | 95,0—110,0 | — | — | ბრიტონი და სხვ. |
| | ავტუს ზონალის | — | — | 99,6—117,2 | — | — | — | " |
| | ლენტესტუს კოფრ. | — | — | 113,2—120,6 | — | — | — | " |
| | მაკაკა-რეზუსი | 4,9—7,1 | 6,0—8,5 | — | — | — | — | ავტორების ლაბორატორია |
| იოდი | " | — | — | — | — | — | — | რაპოპორტი და გესტი [5] |
| ფოსფორი მგ % | " | 3,6 | 3,6 | — | — | — | — | " |
| არათორგანული | " | 21,8 | 23,1 | — | — | 51 | 41,6 | " |
| ორგანული, მკვამში ხსნადი | " | — | — | — | — | — | — | " |
| ადენოზინტრიფოსფორნება | " | 5,0 | 8,1 | — | — | 12,0 | 18,2 | " |
| დიფოსფოლიციტინის მკვამში | " | 13,0 | 12,4 | — | — | 31,0 | 29,0 | " |
| გოგირდი მგ % არაცილოვანი | " | — | — | 5,6—8,1 | 7,7 | — | — | ავტორების ლაბორატორია |
| არათორგანული | " | — | — | 4,8—6,2 | 2,8 | — | — | " |
| ორგანული | " | — | — | 1,4—2,3 | 1,9 | — | — | " |
| საერთო დამანულო | " | — | — | 4,3—7,1 | 5,8 | — | — | " |

შენიშვნა: ოლბორტონს [2] მოყვას ქლორიდების შემცველობისათვის, მილიეკვილენტებში 100 მლ-ზე. მთლიან სისხლში—83—110 (საშუალო 93), პლაზმაში—103—118 (საშუალო 110), ერთიროციტებში—56—73 (საშუალო 67).

ლად მნიშვნელოვანი დასკვნა, რომ სისხლის დაკარგვის შემთხვევებში კომპენსაციის მიზნით ხმარებული ხსნარების რეცეპტურის დასადგენად შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს შედარებით უფრო ხელმისაწვდომი კვლევის ობიექტი — უმდაბლესი მაიმუნი.

სამწუხაროდ, მონაცემები მაიმუნის სისხლის მარილოვანი შედგენილობის ცალკეული კომპონენტების შესახებ სხვადასხვა ავტორის მიერ მიღებული იყო წლის სხვადასხვა დროს, რაც არ იძლევა საშუალებას გამოვლენილ იქნეს სისხლის მარილოვანი შედგენილობის სეზონური ცვალებადობა. ერთდროულად იმ დიდ მსგავსებასთან, რომელსაც ადამიანისა და მაიმუნის სისხლის მინერალურ შედგენილობას შორის ვხვდებით, აღსანიშნავია, რომ ადამიანის ერთირობები ცინკუმით შედარებით უფრო მდიდარია. ეს არ შეესაბამება ფერმენკარბოანჰიდრაზას აქტივობის დონეს (ცნობილია, რომ კარბოანჰიდრაზა ციკლიმს შეიცავს), ხოლო ამავე დროს ამ მაჩვენებლის მიხედვით მაიმუნის სისხლი ადამიანის სისხლისაგან არ განსხვავდება. ის ფაქტი, რომ მაიმუნის მთლიან სისხლში მაგნიუმი მეტი რაოდენობით არსებობს შედარებით ადამიანის სისხლთან, შესაძლებელია ავსხნათ იმით, რომ დაკვირვების ობიექტს ახალგაზრდა ცხოველები წარმოადგენდნენ (ჩვეულებრივ, ახალგაზრდა ცხოველებში ერთირობები მაგნიუმს მეტი რაოდენობით შეიცავენ).

რკინისა და სპილენძის შემცველობა მაიმუნის მთლიან სისხლში შედარებით დაბალია. ეს გარემოება, როგორც ჩანს, უნდა დაუკავშიროთ მათ სისხლში ცილის, კერძოდ ჰემოგლობინის რაოდენობის სიმცირეს. როგორც ცნობილია [7], ჰემოგლობინის შემცველობა საშუალოდ, გრამობით, მაკაკა-რეზუსის მთლიანი სისხლის ყოველ 100 მლ-ში 12,10 შეადგენს, რაც ერთგვარად უფრო მცირეა ადამიანის მთლიანი სისხლისათვის საყოველთაოდ მიღებულ ნორმალურ რაოდენობასთან შედარებით. საინტერესოა აღვნიშნოთ, რომ კალიუმის იონების შერჩევითი კონცენტრირებისთვის მიხედვით ადამიანი, უმდაბლესი და უმაღლესი მაიმუნები ძუძუმწოვარ ცხოველთა ერთსა და იმავე ჯგუფს მიეკუთვნებიან, რასაც შედარებითი ბიოქიმიის თვალსაზრისით დიდი მნიშვნელობა აქვს. ცხოველების სხვა ჯგუფს შეიძლება მივაკუთვნოთ ძაღლი და კატა, რომელთა ერთირობებში ნატრიუმის რაოდენობა ჰარბობს [ა].

მონაცემები არაცილოვანი აზოტოვანი ხივთიერებების შესახებ მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

| კვლევის ობიექტი | გამოკლევა- თა რაოდენ- ობა | შარდმე- ვანა აზოტის მგ/% | კრეატინინი აზოტის მგ/% | შარდმე- ვანი აზოტის მგ/% | ამინომე- ბი აზოტის მგ/% | გლუტათიონი აზოტის მგ/% | ერგოთიონინი მგ/% |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| ადამიანი | 10 | 10,2—15,3 | 0,45—0,72 | 0,75—1,2 | 5,8—7,9 | 21,0—28,5 | 2,1—3,8 |
| მაიმუნი (მაკაკა- რეზუსი) | 4 | 9,4—1,4 | 1,2—2,1 | 0,32—0,65 | 6,1—8,1 | 8,0—18,0 | 0,0 |

ზემომოყვანილი მონაცემები საფუძველს გვაძლევს აღვნიშნოთ მნიშვნელოვანი განსხვავება ადამიანისა და უმდაბლესი მაიმუნების სისხლში არაცილოვანი აზოტოვანი ხივთიერებების შემცველობას შორის (კრეატინინის უფრო მაღალი კონცენტრაცია, შარდმე-ვანა და გლუტათიონის დაბალი კონცენტრაცია, ერგოთიონინის არარსებობა მაიმუნის სისხლში).



საქიროა აღინიშნოს, რომ უმდაბლესი მაიმუნები შარდმეყავს მეტად მცირე რაოდენობით გამოყოფენ, მათ ორგანიზმში ის გარდაიქმნება ალანტონინად, რაც უმრავლესობა ძუძუმწოვრებისთვისაა დამახასიათებელი. მათგან გამონაკლისს ადამიანი და ადამიანის მსგავსი მაიმუნი წარმოადგენს. ალანტონინს წარმოქმნის ფაქტიურად შესაძლებელია აიხსნას ისიც, რომ შარდმეყავს რაოდენობისათვის მაიმუნის სისხლში დაბალი რიცხვებია მიღებული.

მიუხედავად იმისა, რომ ადამიანის სისხლშიც ზოგიერთ შემთხვევაში ალანტონინის მცირე რაოდენობას ნახულობენ (მას მნიშვნელოვანი რაოდენობით მხოლოდ ბავშვების სისხლი შეიცავს), ალანტონინის მაღალი შემცველობა უნდა ჩაითვალოს უმდაბლესი მაიმუნების სისხლის ბიოქიმიურ თავისებურებად. შესაძლებელია, რომ უმაღლესი მაიმუნი, ისევე როგორც ადამიანი, მოკლებულია ფერმენტ ურიკაზას, რომლის გავლენით შარდმეყავა ალანტონინად გადადის. ამრგად, უმდაბლესი მაიმუნების ბიოქიმიზმის ეს მხარე მათ უფრო ახლოს აკავშირებს სხვა ძუძუმწოვარ ცხოველებთან, ვიდრე ადამიანის მსგავს მაიმუნებთან და ადამიანთან.

შესაძლებელია უმდაბლესი მაიმუნების აღნიშნული მსგავსება ძუძუმწოვარ ცხოველთა უმრავლესობასთან დაკავშირებული იყოს შარდმეყავს თავისებურ განაწილებასთან ორგანიზმის სითხეებს შორის (მხედველობაში გვაქვს სისხლი, შარდი და ოფლი), რასაც ის ფაქტი ამტკიცებს, რომ განსხვავებით უმაღლეს მაიმუნებისაგან, რომელთაც საოფლე ჭირკვლები კარგად აქვთ განვითარებული, უმდაბლესი მაიმუნებს საოფლე ჭირკვლები მხოლოდ ტერფების მიდამოში აქვთ თავმოყრილი.

უმდაბლესი მაიმუნების მთლიან სისხლში არაცილოვან აზოტოვან ნივთიერებათა შემცველობის შესახებ შემდეგი მონაცემები არსებობს [4]: შარდოვანას რაოდენობა მერყეობს 10,4—12,5 მგ% ფარგლებში, ამინომეყავებისა — 5,8—6,4 მგ%, შარდმეყავასი — 0,3—0,4 მგ% და კრეატინინისა — 1,4 მგ% ფარგლებში (ყველა რიცხვი მოცემულია აზოტის მგ %-ით). ჩვენ მიერ მიღებულ რიცხვები მსგავსია მოყვანილისა, გამონაკლისს მხოლოდ კრეატინინი შეადგენს (იხ. ცხრილი 2).

აღსანიშნავია ისიც, რომ ზოგიერთი ავტორის მონაცემების მიხედვით ღვიძლის დაზიანებას ყვითელი ციებ-ცხელებით დაავადებულ მაიმუნებში თან არ ახლავს შარდმეყავს რაოდენობის მატება სისხლში. ს. მედოკი და ა. სვედბერგი [4] აღნიშნავენ, რომ, პირიქით, მაიმუნის სისხლში შარდმეყავა მკვეთრად მატულობს ღვიძლის ექსტრაპაციის შემდეგ. ეს ფაქტი ადვილი ასახსნელია, თუ გავითვალისწინებთ უმდაბლესი მაიმუნის ღვიძლის ურაცოლიტიურ თავისებულებას. ამავე დროს, აღნიშნული ავტორები სრულად უმართებულად ცდილობენ მათი გამოკვლევის შედეგებიდან გამომდინარე დასკვნა უშუალოდ ადამიანზე გადაიტანონ, ისინი უგულებელყოფენ უმდაბლესი მაიმუნების ზემოაღნიშნულ თავისებურებას შარდმეყავს ცვლის მხრივ.

ლიბიდების შემცველობა მაიმუნის ორგანიზმის ქსოვილებსა და სითხეებში სადღისოდ ნაკლებადაა შესწავლილი. ტავასტერნას [10] მონაცემების მიხედვით მაიმუნი რეზუხის მთლიანი სისხლი შეიცავს საერთო ქოლესტერინის 167 მგ %, ხოლო ლაუნდერის სისხლი — 120—149 მგ %.

ახალგაზრდა (3 წლის ასაკის) დედალი მაიმუნის სისხლის შრატში ამ მკვლევარმა ნახა ქოლესტერინის 105—118 მგ%, ახალგაზრდა მამალი ცხოველის სისხლის შრატში — 118 მგ %, ასაკოვანი მამალი მაიმუნის შრატში — 100 მგ% და ასაკოვანი დედლის შრატში — 177 მგ%. სხვა მონაცემების მიხედვით [8] მაიმუნის სისხლის შრატი ქოლესტერინს 118 მგ% რაოდენობით შეიცავს.

ჩვენ ხელთ გვაქვს მხოლოდ რამდენიმე რიცხვი, მიღებული მაიმუნი რეზუხის სისხლის ანალიზით. ეს მონაცემები ერთგვარ წარმოდგენას გვაძლევს სის-

ხლში თავისუფალი ქოლესტერინისა და მისი ესთერების განაწილების შესახებ. ასე, მთლიანი სისხლი შეიცავს საერთო ქოლესტერინს — 115—132 მგ%, თავისუფალ ქოლესტერინს — 22—31 მგ%, ქოლესტერინის ესთერებს — 33 — 101 მგ%.

როგორც ცნობილია, სხვადასხვა ავტორი ქოლესტერინის შემცველობისათვის ადამიანის სისხლში, შრატსა და პლაზმამი მეტად ვარიაციულ რიცხვებს იძლევა, განსაკუთრებით ეს შეეხება მისი ნორმალური შემცველობის უკიდურეს საზღვრებს. მთლიანი სისხლისათვის შესაძლებელია ნორმალ მივიჩნიოთ [9] საერთო ქოლესტერინის 150—200 მგ %.

მიუხედავად იმისა, რომ ჩვენი მონაცემები მცირერიცხოვანია, მაინც შესაძლებლად მიგვაჩნია ჩავთვალოთ, რომ ქოლესტერინის დონე მაიმუნის სისხლში ადამიანის სისხლთან შედარებით გაცილებით დაბალია. თავისუფალი ქოლესტერინის დაბალი პროცენტული რაოდენობა — საერთო რაოდენობის 20%, ნაცვლად 30-40%-ისა, რასაც ჩვეულებრივად ზრდასრული ადამიანის სისხლში ნახულობენ, მოგვაგონებს ბავშვობის ასაკისათვის დამახასიათებელ სისხლის სურათს.

მაიმუნის სისხლში ქოლესტერინის რაოდენობის გამომხატველი რიცხვები ახლო დგას იმასთან, რაც აღინიშნება ადამიანის სისხლში შიმშილობის დროს და თანხლებულია ხოლმე სისხლის ცილების დონის დაქვეითებით (ჩვენ ვაღიარებთ მაიმუნისა და ადამიანის სისხლზე სხვადასხვა დროს წარმოებული დაკვირვების შედეგებს, მაგრამ მიღებულს ანალიზის ერთისა და იმავე მეთოდების გამოყენებით).

ზემოთქმულის საფუძველზე შესაძლებელია გამოვიყვანოთ ის დასკვნა, რომ უმდაბლესი მაიმუნის მინერალური ცვლა დიდ მსგავსებას იჩენს ადამიანის მინერალურ ცვლასთან. აზოტოვან ნივთიერებათა და ლიპიდების ცვლის საფუძვლიანი შესწავლა, როგორც ზემონათქვამიდან გამომდინარეობს, მაიმუნის ნივთიერებათა ცვლის სახეობრივი დახასიათებისათვის კარგ მასალას მოგვცემს.

ცნობებს მაიმუნის ქიმიური სტატისის შესახებ არსებითი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო ბიოქიმიური ევოლუციის შესწავლის მხრივ, არამედ პათოლოგიური ქიმიისა და პრაქტიკული მედიცინისათვის, რადგანაც მაიმუნი წარმოადგენს შესანიშნავ ობიექტს ადამიანის დაავადებათა ხელოვნური რეპროდუქციებისა და შესწავლისათვის.

მაიმუნის გამოყენება სხვადასხვა დაავადებათა „სტეროიდული“, „გლუკოპროტეიდული“ და „ცილოვანი“ მოდელების შესაქმნელად წარმოადგენს პერსპექტივას გვისახავს. ამ პერსპექტივის განხორციელების წინაპირობას წარმოადგენს მაიმუნის ორგანიზმის სისტემატიკის, ღრმა შესწავლა ბიოქიმიური ანალიზის უახლესი, სტანდარტიზებული მეთოდების გამოყენებით.

თბილისის სახელმწიფო
სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.5.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. С. Асатиани. Методы биохимических исследований. Медгиз, Москва, 1956.
2. E. Albritton. Standard Values of Blood, New York, 1953.
3. S. Britton. et al, Amer. Journ. Physiol., 1938, 123, 705.
4. S. Maddock a. A. Svedberg. Amer. Journ. Physiol., 1938, 121, 209.
5. S. Rapoport a. M. Guest. Journ. Biol. Chem., 1941, 138, 269.
6. A. Wakeman a. C. Morrell. Arch. Intern. Med., 1930, 46, 290.
7. M. Wintrobe. Clinical Haematology, New York, 1948.
8. E. Boyd. Journ. Biol. Chem., 1942, 143, 131.
9. В. С. Асатиани. Биохимический анализ, II изд., ч. I, Грузмедгиз, Тбилиси, 1954.
10. Н. И. Тавсатшерна. Арх. биол. наук, 1935, 40, 154.

ბიოქიმია

ბ. გომციანი და ზ. ლვინიანიძე

რადიოაქტიური ინდიკატორის მეთოდით ფოსფორის ცვლის
შესწავლის ზოგიერთი მონაცემი ლულის საფუარებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ბ. ქომეთიანმა 23.6.1957)

საფუარებში ფოსფორის ნაერთების ცვლის შესახებ ფართო ლიტერატურა არსებობს, მაგრამ ამ ნაერთთა განახლების სიჩქარეთა შესახებ მონაცემები ჯერ კიდევ მცირეა.

მოლმა დაადგინა, რომ საფუარის უჯრედების მიერ რადიოაქტიური ფოსფორის (P^{32}) შთანთქმა გარემოდან მაქსიმალურია, როდესაც ხსნარის $pH=4,5$; ხოლო როდესაც $pH=7$, ის ფაქტობრივ წყდება [8]. საფუარების მიერ ფოსფატების შთანთქმვაში დიდი როლი ეკუთვნის ნახშირწყლების ცვლის ინტენსივობას [8 და 13]. ფოსფორილირების პროცესების დაბრკოლება ამცირებს ფოსფატების შთანთქმას. დადგენილია, რომ ფოსფატის ბუფერში დუღილის დროს პირველი 30 წუთის განმავლობაში არ წარმოებს ფოსფატის შთანთქმა გარემოდან, ხოლო უჯრედშიდა ორთოფოსფატის რაოდენობა მცირდება; დუღილის შემდგომ სტადიაში კი იწყება ფოსფატის გაძლიერებული შთანთქმა. უჯრედის ფოსფატის კონცენტრაციის შემცირება იწვევს მის ინტენსიურ შესვლას საკვები არიდან [18]. ფიქრობენ, რომ ფოსფატი საფუარის უჯრედებში იჭრება უჯრედის ზედაპირზე წარმოდგენილ რიბოფლავინთან დაკავშირებული სახით [14].

არის მითითებანი, რომელთა მიხედვით საფუარებში განახლების დიდი სიჩქარით გამოირჩევა მყავაში ხსნადი არაორგანული ფოსფატი [10]. ამონიუმის სულფატი აძლიერებს ფოსფორშემცველი ყველა ნაერთის განახლებას; ეს განსაკუთრებით რიბოფლავინის მყავასა და მყავაში უხსნად მეტაფოსფატს ეხება [10]. მიღებულია შედეგები, რომლებიც შესაძლებლობას იძლევა ვიფიქროთ მეტაფოსფატის ფოსფატური კავშირების ენერჯის გამოყენებაზე ცილის სინთეზში [1].

ჩვენ წინაშე დასმული იყო ამოცანა შეგვესწავლა სპირტის დუღილის დროს ფოსფორის განახლების სიჩქარე ფოსფორის ნაერთების სხვადასხვა ფრაქციაში რადიოაქტიური ინდიკატორის გზით. სამუშაო შესრულებულია პროფ. ბ. ქომეთიანის ხელმძღვანელობით.

გ ა მ ო კ ვ ლ ე ვ ი ს მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდების ობიექტს წარმოადგენდა ქარხნის კულტურის ლულის საფუარები (*Saccharomyces cerevisiae*).

ჩატარდა ცდების ოთხი სერია. ყველა შემთხვევაში საფუარების საბოლოო კონცენტრაცია 10%-ს შეადგენდა. დუღილი წარმოებდა გლუკოზის 5%-იან ხსნარში 2 საათის განმავლობაში $20^{\circ}C$. საკვები არე შეიცავდა $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 20 მგ/100 მლ. დუღილის ფიქსირების (სინჯები თავსდება მაცივარში) შემდეგ ნარევი იფილტრებოდა. ანალიზი ტარდებოდა როგორც ფილტრატის, ისე ნალექისა.

ცდების პირველ სერიაში შეისწავლებოდა ფოსფორის განახლების სიჩქარე ფოსფორის ნაერთების სხვადასხვა ფრაქციაში. საკვები არე შეიცავდა $M/50$ KH_2PO_4 -ს; რადიექტიური ფოსფორი საკვებ არეს ემატებოდა NaH_2PO_4 -ის სახით 1 გ საფუარზე $0,22 \mu Ci$ რაოდენობით. ფოსფორის ნაერთების ფრაქციონირება წარმოებდა შმიდტისა და ტანჰაუზერის მეთოდით [16]. გამოიყოფოდა ფოსფორის შემდეგი ფრაქციები: მჟავაში ხსნადი, ლიპოიდური, მჟავაში უხსნადი ნუკლეინური და ფოსფოროტიენული. ფოსფორი რაოდენობრივად ისაზღვრებოდა ფისკე-სუბარუს მეთოდით. აქტივობის ათვლა წარმოებდა ჰეიგერ-მიულერის მთვლელით, ივანოვასა და პრავდინას მითითებების შესაბამისად [4]. იმპულსები გამოითვლებოდა: ხვედრითი აქტივობის მიხედვით 1 მგ ფოსფორზე და შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობის მიხედვით პროცენტებში შეყვანილი აქტივობიდან.

ცდების მეორე სერიაში ირკვეოდა ფოსფორილქოლინის გამოყენება ფოსფოლიპოიდების სინთეზში. საკვებ არეს ემატებოდა ქომეთიანის მიხედვით [5] სინთეზებული ფოსფორილქოლინი (ნატრიუმის ან კალიუმის მარილის სახით) რადიექტიური ფოსფორით 1 გ საფუარზე $0,97-1,9 \mu Ci$ -ის რაოდენობით. ნიშანდებული ნაერთის რაოდენობა მზიდველთან ერთად 300 მგ/100 მლ შეადგენდა. არე მზადდებოდა KH_2PO_4 -ის გარეშე, რათა ამ უქანასკნელს კონკურენცია არ გაეწია ფოსფორილქოლინის ფოსფატისათვის.

ცდების მესამე სერიაში შეისწავლებოდა ფოსფორილქოლინის გავლენა დუღილის ინტენსივობაზე. საკვებ არეს ემატებოდა ფოსფორილქოლინი ნატრიუმის მარილის სახით 300 მგ/100 მლ. შესაძარებლად იღვმებრდა ცდა, რომლის საკვები არე შეიცავდა ფოსფორის მიხედვით ეკვივალენტურ $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ -ს (440 მგ/100 მლ). საკონტროლოს წარმოადგენდა ცდა ფოსფორის წყაროს მოკლებული საკვები არით. დუღილის ინტენსივობაზე მსჯელობა წარმოებდა გამოყენებული შაქრის რაოდენობის მიხედვით; გლუკოზა რაოდენობრივად ისაზღვრებოდა ბერტრანის მეთოდით [2].

ცდების მეოთხე სერიაში ირკვეოდა ფოსფორილქოლინის გავლენა ფოსფორის მიხედვით ნიშანდებული (P^{32}) არაორგანული ფოსფატის შეჭრის სიჩქარეზე საფუარის უჯრედებში. საკვებ არეს ემატებოდა არაორგანული ფოსფატი (NaH_2PO_4) რადიექტიური ფოსფორით 1 გ საფუარზე $1 \mu Ci$ -ის რაოდენობით. ფოსფორილქოლინი ნატრიუმის მარილის სახით აიღებოდა 300 მგ/100 მლ. საკონტროლოდ ტარდებოდა ცდა, სადაც საკვებ არეს ფოსფორილქოლინის ნაცვლად ემატებოდა ფოსფორილქოლინის ფოსფორის მიხედვით ეკვივალენტური $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ (279 მგ/100 მლ). დუღილის შემდეგ ისაზღვრებოდა თვითელ საკვებ არეში დარჩენილი ნიშანდებული არაორგანული ფოსფატის აქტივობა.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ცდების პირველ სერიაში ჩვენ მიერ შეისწავლებოდა საფუარებში ფოსფორის რაოდენობრივი განაწილება და ცვლის ინტენსივობა. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია 1 ცხრილში.

შეფარდებითი ხვედრითი აქტივობის შედარებიდან ჩანს, რომ საფუარის უჯრედებში განახლების ყველაზე დიდი სიჩქარით ხასიათდება ლიპოიდური და მჟავაში ხსნადი ფოსფორი. პროტეინებისა და მჟავაში უხსნადი ნუკლეინურ ფოსფორს განახლების მცირე სიჩქარე აქვს.

ლიტერატურული მონაცემებით ცნობილია, რომ ცხოველურ ორგანიზმებში ფოსფოლიპოიდების აქტივობა არაა დიდი. მაგალითად, ტვინის ქსოვილში, სადაც ფოსფატიდები საგრძნობ რაოდენობითაა წარმოდგენილი შედარებით ინერ-

ტულ ნაწილებში [7]. პურის საფუარებში ლიპოიდური ფოსფორი სწრაფ განახლებას განიცდის, მაგრამ ჩამორჩება სხვა ფრაქციათა ფოსფორს [10]. ჩვენი მონაცემებით კი ლუდის საფუარების ლიპოიდური ფოსფორი აღებულ პირობებში განახლების დიდი სიჩქარით გამოირჩევა.

ცხრილი 1

საფუარების ფოსფორის ნაერთების სხვადასხვა ფრაქციაში ფოსფორის რაოდენობისა და აქტივობის განაწილება 2-საათიანი დუღილის დროს (საშუალო ოთხი ანალოგიური ცდიდან)

| ფოსფორის ფრაქციები | P-ის რაოდენობა მგ-ებით 1 გ საფუარებზე | ხვედრითი აქტივობა იმპ/წთ/მგ P | შეფარდებითი ხვედრ. აქტივობა იმპ/წთ/მგ P % -ით შეყვანილი P ³² -დან |
|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|--|
| მყავაში ხსნადი საერთო | 2,4 | 1323 | 0,26 |
| არაორგანული | 1,9 | 1222 | 0,24 |
| ფოსფოლიპოიდური | 0,05 | 1993 | 0,4 |
| მყავაში უხსნადი ნუკლეი-ნური | 0,7 | 209 | 0,04 |
| ფოსფოროტიენული | 0,3 | 251 | 0,05 |

ირკვევა აგრეთვე, რომ მყავაში უხსნადი ნუკლეინური ფოსფორი განახლების დაბალი სიჩქარით ხასიათდება. ეს ფაქტი ეთანხმება პურის საფუარების მიმართ მიღებულ შედეგებს; ნუკლეინების აქტიური მონაწილეობა ამ ორგანიზმებში მხოლოდ აზოტის ასიმილაციის პირობებში მკლავდება [10].

იმის გამო, რომ ლიპოიდურმა ფოსფორმა განახლების მაღალი სიჩქარე მოგვცა, დაისვა საკითხი ფოსფორილქოლინის გავლენის გარკვევის შესახებ ამ პროცესზე. ვითვალისწინებდით, რომ ლეციტინების ფოსფორილირებულ წინამორბედს ცხოველურ ორგანიზმებში წარმოადგენს როგორც გლიცეროფოსფატი [11] და ფოსფატიდინის მყავა [9], ისე ფოსფორილქოლინი [6], [12]. ცნობილია აგრეთვე, რომ საფუარების ფოსფოლიპოიდები შეიცავენ ლეციტინებს, რომელთა აგებულებაში მონაწილეობას ეღებულობს ფოსფორილქოლინი.

ფოსფორილქოლინის, ლეციტინების დაშლის ამ შუალედი პროდუქტის, როლის შესახებ სპირტის დუღილის პირობებში არ არსებობს ლიტერატურული მონაცემები; არის მითითება მხოლოდ იმ ფაქტზე, რომ ცილის დაშლის პროდუქტები ხელს უწყობენ დუღილს თავისი მონაწილეობით ასიმილაციის პროცესში [3].

2-საათიანი დუღილის შემდეგ ფოსფორის მიხედვით ნიშანდებული ფოსფორილქოლინი აღმოჩნდა ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ყველა ფრაქციაში. მიღებული აქტივობანი (ცხრილი 2) მიუთითებენ საკვლევი ორგანული ნაერთის ფოსფორის ჩართვაზე ცელის პროცესებში.

მე-2 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, რომ იმ პირობებში, როცა საკვებ არეში შეყვანილია ფოსფორილქოლინი, განახლების მაღალ სიჩქარეს იძლევა ისევე მყავაში ხსნადი საერთო და არაორგანული ფოსფორის ფრაქცია; ლიპოიდური და მყავაში, სპირტში, ეთერში უხსნადი ფრაქციის ფოსფორი კი შედაობით დაბალი აქტივობით ხასიათდება.

1 და 2 ცხრილების მონაცემები მიღებულია ცდის ანალოგიურ პირობებში, მხოლოდ მეორე შემთხვევაში საკვებ არეში არაორგანული ფოსფატის ნაცვლად შეყვანილია ფოსფორილქოლინი. იმ ცდებში, სადაც ნიშანდებული ფოსფორილქოლინი იყო შეყვანილი, ლიპოიდურ ფრაქციას რომ მოეცა მაღალი აქტივობა, ეს უფლებას მოგვცემდა გვეფიქრა ფოსფოლიპოიდების სინთეზში ფოსფორილქოლინის უშუალო გამოყენებაზე, წინასწარი პირობების გარეშე. მაგრამ იმ



ცდებში, სადაც შეყვანილი იყო ნიშანდებული ფოსფორილქოლინი, ფოსფოლიპოიდების აქტივობა ხუთჯერ ნაკლები აღმოჩნდა, ვიდრე ცდებში არაორგანული ფოსფატი.

ცხრილი 2

საფუარების ფოსფორის ნაერთების სხვადასხვა ფრაქციაში ფოსფორის რაოდენობისა და აქტივობის განაწილება საკვებ არეში ფოსფორის მიხედვით ნიშანდებული ფოსფორილქოლინის შეყვანის შემდეგ (საშუალო ოთხი ანალოგიური ცდიდან)

| ფოსფორის ფრაქციები | P-ის რაოდენობა მგ-ით 1 გ საფუარებზე | ხვედრითი აქტივობა იმპ/წთ/მგ P | შეფარდებითი ხვედრ. აქტივობა იმპ/წთ/მგ P % -ით შეყვანილი P ³² -დან |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| მკვებაში ხსნადი სერთო | 1,95 | 7774 | 0,24 |
| არაორგანული | 1,21 | 8891 | 0,27 |
| ფოსფოლიპოიდური | 0,056 | 2821 | 0,08 |
| მკვებაში, სპირტში, ეთერში უხსნადი | 1 | 1476 | 0,03 |

ფოსფორილქოლინი რომ საფუარებში მიმდინარე ცვლის ნორმალურ შუალედ პროდუქტს წარმოადგენს, ეს ჩანს იქიდან, რომ საფუარებს ახასიათებთ ქოლინ-ფოსფოკინაზური აქტივობა [17]. გარდა ამისა, ლუდის საფუარები ხასიათდება ფოსფატაზური აქტივობით [15]. ეს ფაქტები მიუთითებს ფოსფოლიპოიდების სინთეზში ფოსფორილქოლინის მონაწილეობის შესაძლებლობაზე. ჩვენი შედეგი, რომელიც გვიჩვენებს ფოსფორილქოლინის არაუშუალო გამოყენების გზას ლუდის საფუარებში, შესაძლოა, აიხსნება იმით, რომ ფოსფორილქოლინი ნაკლებად განვლადია საფუარის უჯრედებისათვის.

ცდების მესამე სერიის შედეგები მოცემულია მე-3 ცხრილში. ამ ცდებში შეისწავლებოდა ფოსფორილქოლინის გავლენა დუდილის ინტენსივობაზე. მიღებული შედეგები მიგვიითითებს, რომ საკვებ არეში ფოსფორილქოლინის დამატებისას დუდილის პროცესი ძლიერდება. მაგრამ ამ შემთხვევაში გლუკოზის გამოყენების გაძლიერება არ აღემატება იმ დადებით გავლენას, რომელსაც იწვევს საკვებ არეში არაორგანული ფოსფატის დამატება. უნდა ვიფიქროთ, რომ ჩვენი ცდების პირობებში ფოსფორილქოლინის მოქმედება არაა სპეციფიკური. მისი ეფექტი ვანბირობებულა ფოსფატის ჯგუფით.

ცხრილი 3

ფოსფორილქოლინისა და არაორგანული ფოსფატის გავლენა დუდილის ინტენსივობაზე (საშუალო ოთხი ანალოგიური ცდიდან)

| საკვები არე | საკვებ არეში დარჩენილი გლუკოზის რაოდენობა % -ით საწყისი რაოდენობიდან |
|--|--|
| საკონტროლო | 33,2 |
| + ფოსფორილქოლინი | 25,2 |
| + Na ₃ PO ₄ · 12H ₂ O | 25 |

ცდების უკანასკნელ სერიაში შეისწავლებოდა ფოსფორილქოლინის გავლენა ნიშანდებული არაორგანული ფოსფატის შესვლის სიჩქარეზე საფუარის უჯრედებში. ამ ცდებიდან (იხ. ცხრ. 4) ირკვევა, რომ ფოსფორილქოლინიან საკვებ არეში P³²-ის დარჩენილი რაოდენობა ბევრად ნაკლებია, ვიდრე საკვებ არეში, სადაც წარმოდგენილი იყო არაორგანული ფოსფატი. მიღებული მონაცემები

გვიჩვენებს, რომ ფოსფორილქოლინი დადებით გავლენას ახდენს არაორგანული ფოსფატის P^{32} -ის შეჭრაზე საფუარის უჯრედებში.

ცხრილი 4

ფოსფორილქოლინის გავლენა ნიშანდებული არაორგანული ფოსფატის შეჭრის სიჩქარეზე საფუარის უჯრედებში 2-სათიანი დუდილის დროს (საშუალო ოთხი ანალოგიური ცდიდან)

| საკვები არე | იმპ. /წთ/°/‰-ით შეყვანილი არაორგანული ფოსფატის P^{32} -დან |
|---|--|
| $+ P^{32}$, $+ Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ | 25,3 |
| $+ P^{32}$, $+ \text{ფოსფორილქოლინი}$ | 10,9 |

ლიტერატურული მონაცემებით, ფოსფორილქოლინი აბრკოლებს ნიშანდებულ არაორგანული ფოსფატის შეჭრას ფოსფოლიპოიდებში [6]. უნდა აღინიშნოს, რომ ფოსფორილქოლინის დამაბრკოლებელი გავლენა მიღებულია ცხოველთა ორგანოების ჰომოგენატებში, ჩვენ კი საქმე გვქონდა დაუზიანებელი სტრუქტურის მქონე უჯრედებთან. ვფიქრობთ, რომ დუდილის დროს ფოსფორილქოლინი აძლიერებს არაორგანული ფოსფატის განვლადობის პროცესს. უკანასკნელი ფაქტი არ შეიძლება ამტკიცებდეს იმას, რომ ფოსფორილქოლინის გამოყენება საფუარების ფოსფოლიპოიდების სინთეზში უშუალოდ წარმოებს.

დასკვნები

1. გარკვეულია, რომ დუდილის პროცესში ლუდის საფუარებში განახლების დიდ სიჩქარეს იძლევა ლიპოიდური და მყავაში ხსნადი ფრაქციის ფოსფორი, ხოლო ძალიან მცირე სიჩქარეს — ფოსფოპროტეინული და მყავაში უხსნადი ნუკლეინური ფოსფორი.

2. ფოსფორილქოლინის თანადასწრებისას შეიმჩნევა დუდილის პროცესის გაძლიერება, მაგრამ ეს ეფექტი არაა სპეციფიკური.

3. ფოსფორილქოლინი დუდილის პროცესში აძლიერებს არაორგანული ფოსფატის შესვლას საფუარის უჯრედებში.

4. საფუარის უჯრედებში ფოსფორილქოლინი შეიჭრება წინასწარი პიდროლიზის შემდეგ. ცდებმა ფოსფორის მიხედვით ნიშანდებული ფოსფორილქოლინით არ მოგვცა უფლება ვამტკიცოთ მისი უშუალო გამოყენების შესაძლებლობა ფოსფოლიპოიდების სინთეზში.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. Ж. Дэвидсон. Биохимия нуклеиновых кислот, М., 1952.
2. А. И. Ермакова, В. В. Абраимович, М. И. Смирнова-Иконникова и И. К. Мурри. Методы биохимического исследования растений, М.—Л., 1952.
3. А. Г. Забродский и П. С. Кордюкова. Ускорение спиртового брожения продуктами разложения белков, Микробиология, т. XXIII, вып. I, 1954.
4. Г. Н. Иванова и К. И. Правдина. ДАН СССР, 95, 845, 1954.

5. П. А. Ко метиани и М. В. Долидзе Получение препарата фосфорил-холина и изучение его превращений в вытяжках головного мозга. Сообщ. АН ГССР, XII, 408, 1951.
6. П. А. Ко метиани, Л. К. Ткешелашвили и Т. А. Овсянко. Обмен фосфорных эфиров холина и этансдамина в головном мозгу. Тезисы докладов II конференции по биохимии нервной ткани, Киев, 1957.
7. Е. М. Крепс. Фосфолипиды в нервной системе, Успехи современной биологии, XLI, 261, 1956.
8. Г. Хевеши. Радиоактивные индикаторы, Москва, 1950.
9. R. M. Dawson. The measurement of $32p$ labelling of individual kephalins and lecithins in a small sample of tissues. Biochem. et Biophys. Acta, 14, 374 1954.
10. E. Juni, M. D. Kamen, J. M. Reiner and S. Spiegelman. Turnover and distribution of phosphate compounds in yeast metabolism. Arch. Biochem. 18, 387, 1948.
11. E. P. Kennedy. Synthesis of phosphatides in isolated mitochondria, J. Biol. Chem., 201, 399, 1953.
12. E. Kennedy and S. Weiss. Cytidine diphosphate choline a new intermediate in lecithin biosynthesis. J. Am. Chem. Soc., 77, 250, 1955.
13. L. S. Mullins. The permeability of yeast cells radiophosphate. Biol Bull., 83, 326, 1942.
14. W. J. Nickerson, L. J. Mullins. Riboflavin enhaucement of P^{32} exchange by yeasts. Nature, 161, 939, 1948.
15. M. G. Sevag, N. M. Derrick, E. Miller Ruth. Phosphatase-antiphosphatase reaction. Competition between the specific substrate and antiphosphatase for phosphatase, цитировано по „Рефер. журн. биол. химии“, № 10, 1955.
16. G. Schmidt and S. Thanhauser. A method for determination of desoxyri-bonucleic acid, ribonucleic acid and phosphoproteins in animal tissues. J. Biol. Chem., 161, 83, 1945.
17. J. Wittenberg and A. Kornberg. Choline phosphokinase. J. Biol. Chem., 202, 431, 1953.
18. H. Holzer. Zur penetration von orthophosphat in lebende Hefezellen. Biochem Z., 324, 144, 1953.

გამოგრაფია

დ. ჭრეტელი

 მომთხვეული ღროის ბაჟინვარების ნიშნები ლეჩხუმის ქედის
 სამხრეთ კალთაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ჯავახიშვილმა 8.10.1957)

ლეჩხუმის ქედი მდ. მდ. რიონისა და ცხენისწყლის წყალგამყოფს წარმოადგენს. ეს ქედი იწყება ლუხუნის წვერთან (1185 მ) და მიემართება სამხრეთ-დასავლეთით ჭუთხაროს მთამდე, საიდანაც მისი მიმართულება იცვლება დასავლეთით და ბოლოვდება მურის კლდეკართან (დ. ცაგერთან). ქედის საშუალო სიმაღლე 2500—2600 მეტრია, ცალკეული მწვერვალებისა კი 3000 მ აღემატება. ასეთი მწვერვალებია ლელაშხა (3152 მ), ჭუთხარო (3539 მ), სამერცხლე (3584 მ), კარეტა (3078 მ) და ლაფიციკარი (3381 მ). მრავალი უსახელო მწვერვალის სიმაღლე ჭუთხაროს სამხრეთით და ჩრდილოეთით 2400—3400 მ აღწევს.

ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ ფერდობიდან ჩამოედინება საკმაოდ მოზრდილი მდინარეები: ლაჯანური, ასკისწყალი, რიცეული, ლათიშურა და სონხარტულისწყალი. ორი უკანასკნელი მდინარე მდ. ლუხუნისწყლის მარჯვენა შენაკადებს წარმოადგენს, ხოლო დანარჩენები უშუალოდ ერთვის მდ. რიონს მარჯვენა მხრიდან.

ძველი გაყინვარების ნიშნების მიხედვით საინტერესო მონაცემებს წარმოადგენს ლეჩხუმის ქედის მაღალი, აღმოსავლეთი ნაწილი მდ. ლელაშხასა და ლუხუნის წვერს შორის. როგორც ყინვარული ნალექები გვიჩვენებს, ძველი გაყინვარების ყველაზე მძლავრი ყინვარული საფარი დაკავშირებული ყოფილა ჭუთხაროს, სამერცხლესა და კარეტას მწვერვალების ჯგუფთან.

გეოლოგიურად ლეჩხუმის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში მწ. ჭუთხაროს ჯგუფის სამხრეთ და ჩრდილო მხარეზე წარმოდგენილია ქვედა-და შუაიურული ნალექები. ძალზე დანაოჭებული და აშლილი ზედალიასური თიხაფიქლები და ქვიშაქვები, რომელშიდაც გამოერევა კირქვები და მერგალები, მდ. რიცეულას ხეობაში იწყება ადგილ წესურიდან, მდ. ჟირნავის შესართავის სამხრეთით და ვრცელდება მწ. ჭუთხაროსა და კარეტას კალთამდე. მწ. მწ. ჭუთხაროს, სამერცხლესა და კარეტას თხემურ ნაწილში გაშიშვლებულია შუაიურული (ბაიოსური) პორფირიტები, ტუფები, ტუფბრექჩიები და ტუფკონგლომერატები, საკმაოდ მოზრდილი დაკუთხული ან სუსტად დამუშავებული, ზოგჯერ ლოდმაგვარი ჩანარებით. წესურის სამხრეთით ისევ შიშვლდება პორფირიტული წყება, რომელსაც კლდისუბნის კლდეკართან ცვლის ცარცული კირქვების ზოლი. მდ. რიცეულას ქვემო დინებაზე კი წარმოდგენილია მესამეულის ქვიშაქვები და თიხები, რომლებიც მონაწილეობენ სინკლინური ნაოჭის აგებულებაში.

მორფოლოგიურად მწ. ჭუთხაროსა და კარეტას მასივები წარმოადგენს ინვერსიულ ფორმას სინკლინური ნაოჭისას, რომელიც შერჩენილია 3500 მ სიმაღლეზე.

აღნიშნული მწვერვალები თითქმის ვერტიკალურად, 600—800 მ სიმაღლე ფერდობებით ეშვებიან სამხრეთისაკენ, ხოლო უფრო სამხრეთით რელიეფი შე-



დარებით მოგლუვებულია და რამდენიმე მოსწორებული ზედაპირი წარმოქმნილია საფეხურებს.

უფრო სამხრეთით რელიეფი იცვლება მკვეთრი ეროზიული ფორმებით; აქ მდ. მდ. რიკეულას, ქვანდიისღელეს (ჭირნავი) და სოხარტულისწყალს ღრმად ჩაუჭრიათ ხეობები.

თანამედროვე ყინვარები. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ლეჩხუმის ქედი, რომელიც მნიშვნელოვან ოროგრაფიულ ერთეულს წარმოადგენს და ჰიფსომეტრიული მდებარეობით მისი მწვერვალები 3000 მ აღემატება, გაყინვარების თვალსაზრისით ყველაზე ნაკლებადაა შესწავლილი, ამ მიმართულებით დღემდე თითქმის არაფერია გაკეთებული და მის შესახებ ლიტერატურული წყაროებიც ნაკლებად მოგვეპოვება.

ლეჩხუმის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში, როგორც აღვნიშნეთ, აღმართულია საკმაოდ მაღალი მწვერვალები. მათ შორის ყურადღებას იქცევს მწ. მწ. ჭუთხაროს (3539 მ), სამერცხლესა (3584 მ) და კარეტას (3070 მ) ჯგუფი, რომელთა ჩრდილო კალთებზე შერჩენილია სამი პატარა ყინვარი. სამუშხაროდ, ე. პოდოშჩიკის [4] მიერ მოცემულ კავკასიის ყინვართა კატალოგში აღნიშნული არ არის ჭუთხაროს მასივის ჯგუფის ყინვარები და არც შემდგომ ყოფილა ვინმესგან აღწერილი. აღნიშნული გარემოება შესაძლებლობას გვათმავს დადგენილ იქნეს უფრო ზუსტად, თუ რამდენად შემცირდა აქ შერჩენილი ყინვარები ამ ხუთი ათეული წლის მანძილზე.

ყინვარი კარეტა იწყება იმავე სახელობის მწვერვალიდან. 0,4—0,5 კმ მიემართება ჩრდილოეთით და შემდეგ უხვევს ჩრდილო-აღმოსავლეთით. მისი სიგრძე, ფირნის ჩათვლით, 1 კმ მასშტაბის რუკის მიხედვით 1,3 კმ-ს არ აღემატება, სინამდვილეში კი 1 კმ არ უნდა აღემატებოდეს. ყინვარის ენა ბოლოვდება 2400—2450 მ სიმაღლეზე, სოხარტულისწყალის სათავეში არსებული ყინვარული ტბიდან 0,6—0,7 კმ დაშორებით. მეორე ყინვარი მოთავსებულია მწ. სამერცხლესა და ჭუთხაროს შორის არსებულ ცირკულ არეში, ის ჩრდილოეთით ეშვება და 1.1 კმ სიგანისაა. მისგან გამოიყოფა ყინვარული ენა 0,5—0,6 კმ სიგანისა და ბოლოვდება 2500 მ სიმაღლეზე, მდ. ლოთიშურისწყალის მარჯვენა მხარეზე.

მწ. ჭუთხაროს ჩრდილო დასავლეთით 1 კმ რუკებზე აღნიშნულია პატარა ყინვარი, რომელიც ეშვება სამხრეთ-აღმოსავლეთით. შეიძლება ითქვას, რომ ამჟამად იქ გვხვდება მხოლოდ თოვლიანი მასა, რომელიც გადნობას ვერ ასწრებს ზაფხულის განმავლობაში მხოლოდ იმის გამო, რომ ამ ადგილზე, როგორც ჩანს, დიდძალი ნახევარ თოვლი გროვდება.

გარდა აღნიშნული მწვერვალებისა, ლეჩხუმის ქედის ჩრდილო და მით უმეტეს სამხრეთ კალთაზე არსად არაა შერჩენილი ყინვარები, თუმცა ზამთრის თოვლი მწ. მწ. ჭუთხაროს, სამერცხლეს, კარეტასა და ზოგ სხვა მწვერვალებზეც ტეს სამხრეთ კალთაზე არსად არაა შერჩენილი ყინვარები, თუმცა ზამთრის თოვლს უსწრებს ახალი თოვლი.

მეოთხეული დროის გაყინვარების ნიშნები. თუ ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ კალთაზე თანამედროვე ყინვარები აღარსად არის შერჩენილი, აქ არსებული რელიეფის გლაციალური ფორმები და ნალექები აშკარად მიუთითებს, რომ მეოთხეულ ხანაში ქედის ჩრდილო და სამხრეთი კალთები დაფარული ყოფილა საკმაოდ მნიშვნელოვანი ფირნის ველით და ყინვარების საფარით, ხოლო ყინვართა ენები ეშვებოდა მდ. მდ. რიკეულას, ჭირნავის, ლათიშურასა და სოხარტულის ხეობებისაკენ, რამდენიმე კილომეტრის სიგრძეზე.

მწ. მწ. სამერცხლესა და კარეტას (სამხრეთი კალთები ციკაბო კედლების სახით ეშვება და 600—800 მ სიმაღლისა) შეხების მიჯნაზე გამოიყოფა კლდო-



სიმაღლემდე ჩამოდის. ახალგაზრდა ბოლო და გვერდითი მორენების მწკრივი, რომელიც კარგად ჯერ კიდევ არ დაფარულა მცენარეული საფარით, გვხვდება 2600—3000 მ სიმაღლეზე; ქარაფი კლდოვანი კედლების მიძირებამდე. მორენების სიახლე მიუთითებს, რომ გობიშურას სათავეში არსებულ ცირკში სულ ახლო წარსულში არსებობდა მოზრდილი ყინვარი.

მწ. სამერცხლეს სამხრეთ კალთაზე ვრცელი ყინვარული ცირკი მდებარეობს 2800 და 2500 მ სიმაღლეზე და ვრცელდება თითქმის 1 კმ მანძილზე. სამხრეთით ყინვარული ცირკი გადადის კარგად შემონახულ ტროგულ ხეობაში. ტროგის ზემო ნაწილი ძირითადად მოქცეულია ტუფობრექჩიებისა და ტუფოკონგლომერატების განვითარების ზოლში. ცირკიდან —1,5 კმ შემდეგ ტროგის ზემო ნაწილი 8—10 მ სიმაღლის რიგეით გამოიყოფოდა ფიქლების ზოლში განვითარებული ტროგის შედარებით გაფართოებული ქვემო ნაწილისაგან. რიგელის სამხრეთით გაფართოებული ტროგის მარცხენა მხარეზე მორფოლოგიურად კარგად არის შეჩინილი ტროგული ხეობა, რომელიც ვრცელდება ლიხეთის საქონლის ფერმის სამხრეთით, იჭრება ტყის ზონაში ადგილ მელის სარბიელის მინდორს ქვემოთ და მდ. ჟირნავის ხეობაში 1650—1700 მ სიმაღლემდე. უფრო სამხრეთით ყინვარულ რელიეფს ცვლის ღრმად ჩაჭრილი ვიწრო ეროზიული ხეობები და ხეხვები. მხოლოდ ჟირნავის მარცხენა-მხარეზე, მელის სარბიელის ქვემოთ 1500 მ სიმაღლემდე არსებობს ორი საკმაოდ მოსწორებული საფეხური ტყის ზონაში, რომლის შესატყვისი საფეხურებიც გვხვდება ჟირნავ-რიცეულას გამყოფ სერზე. აღნიშნული საფეხურები საყურადღებოა იმ მხრივ, რომ მასზე გვხვდება ყინვარული ლოდები.

მწ. კარეტას სამხრეთ-აღმოსავლეთ კალთაზე არსებული ყინვარული ცირკი სიდიდით არ ჩამოუვარდება სამერცხლეს ცირკს, მხოლოდ ტროგული ხეობა იქე მკვეთრად და კარგად არ არის შემორჩენილი, როგორც ქვახიდის დელის (მდინარის) სათავეში. ყინვარული რელიეფი აქ შემონახულია ადგილ საფერისცვალომდე და, როგორც ჩანს, მეოთხეული ხანის ყინვარი ასაზრდოებდა ხეობის წყლის მარცხენა შენაკადებს.

ყინვარული კარული ფორმები შემორჩენილია გობიშურასა და რიცეულას და მისი შენაკადების წყალგამყოფი ქედის სამხრეთ კალთაზე, აგრეთვე მდ. რიცეულას სათავეში, მწ. ლულაშხას სამხრეთ კალთაზე და მის მარჯვენა მხარეზე, სადაც თარიგონის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთით მდებარეობს დელუფიური შლეიფით ამოვსებული და დენუდირებული ვრცელი ცირკი, ამჟამად ალპური მდელოებით დაფარული.

მეოთხეული ხანის უკანასკნელი გაყინვარების ბოლო და გვერდითი მორენები კარგადაა შემონახული ქვახიდისდელის (ჟირნავი) სათავეში არსებულ ტროგულ ხეობაში.

უკანასკნელი გაყინვარების პირველი ბოლო მორენული ზვინი შეჩინილია ლიხეთის საკოლმეურნეო ფერმიდან სამხრეთით ტყის ზონაში 1900—2000 მ სიმაღლეზე. მდ. ქვახიდისდელის მიერ ჩაჭრილი ტროგის ძირი 4—5 მ სიღრმეზე და გაკვეთილი შუბლის მორენები შეჩინილია მდინარის ორივე მხარეზე. მორენულ ლამლოდნარს შორის ჭარბობს პორფირიტული ქანები, ტუფობრექჩიები და ტუფოკონგლომერატების უზარმაზარი ლოდები. მორენი საკმაოდ გამოფიტულია და მონაცრისფრო თიხნარებს შეიცავს.

მეორე ბოლო მორენული ზვინები კარგად არის განვითარებული ტროგში, ლიხეთის საკოლმეურნეო ფერმის ტერიტორიაზე, პირველიდან 2 კმ დაშორებით, 2150 მ სიმაღლეზე.

მესამე უფრო მძლავრი შუბლის მორენი მდებარეობს რიგელს ქვემოთ, დაახლოებით 2300 მ სიმაღლეზე. მორენული ნალექების სისქე ქვახიდისდელის

მარცხენა ნაპირზე ორი ათეული მეტრით განიზომება. იგი უკვე დაფარულია ალპური მდელოს მცენარეულობით.

მეოთხე ბოლო მორენის რკალი მდებარეობს ტროგის ვიწრო ნაწილში, რიგელის ჩრდილოეთით, 2450—2500 მ სიმაღლეზე. თვით ცირკში ახალგაზრდა მორენები ნაწილობრივ გადაფარულია სამერცხლეს შვეული კედლებიდან ჩამონახვავი მასალით. საერთოდ მორენების ხასიათი მიუთითებს, რომ ყინვარული საფარი აქ დიდი ხანა რაც გამდნარა და შესაძლებელია, რომ იგი აქ აღარ არსებობდა გვიან ისტორიულ ხანაშიც.

უკანასკნელი გაყინვარების დროინდელი ბოლო მორენები შერჩენილია მწკარეტას სამხრეთ-აღმოსავლეთით არსებულ ტროგში, დაახლოებით იმავე სიმაღლეზე და ისეთივე რაოდენობით, როგორც ქვახიდისღელის (ყირანავი) სათავეში. ამ დროის მორენები კარგად არის წარმოდგენილი აგრეთვე ქვახიდისღელისა და რიციეულას შორის არსებულ ხევებში, სადაც ყინვარები ეშვებოდა სამერცხლე-ლეღამას შემაერთებელი ქედის სამხრეთ კალთიდან. მორენული ლანდშაფტი, ყინვარული პატარა ტბებით და ნატბუჩი ტუფობით გვხვდება 2220—2300 მ სიმაღლემდე, სადაც კარგად არის შემონახული სამი ბოლო მორენი. როგორც ჩანს, აღნიშნული ქედიდან ყინვარი გაშლილი, საფარისებრი ფრონტით ეშვებოდა სამხრეთისაკენ და ტროგული ხეობები არ აქვს გამომუშავებული. უკანასკნელი გაყინვარების ადრინდელი ბოლო მორენები უზარმაზარი ტუფკონგლომერატებისა და ბრეჭჩიების ლოდებით გვხვდება ს. ბოსტანას საჯოგის სამხრეთით 1800 მ სიმაღლემდე, მოსწორებულ ზედაპირზე. მეორე, უფრო მძლავრი, ბოლო მორენი არსებობს 2100 მ სიმაღლეზე ხევის მარცხენა ნაპირზე. ჰიფსომეტრიულად უფრო მაღლა მორენები გაბნეულია უწყესრიგოდ. საყურადღებოა ის გარემოება, რომ მორენული ლამლოდნარი და განსაკუთრებით ერატული უზარმაზარი პორფორიტების, დიაბაზებისა და ტუფკონგლომერატების ლოდები, მოტანილი სამერცხლე-ლეღამას შემაერთებელი ქედიდან, განლაგებულია ფიქლების წყებაზე რიციეულასა და ქვახიდის მდინარეთა წყალგამყოფ (დენუდირებულ და ზოგჯერ მოსწორებულ) სერებზე ჩაჭრილი ხევებიდან ათეული მეტრის სიმაღლეზე.

უკანასკნელი გაყინვარების (ვურმის, ალპური სქემის მიხედვით) ბოლო მორენების შესწავლა ადვილი მოსახერხებელი ზდება როგორც ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ ფერდობზე, ისე ყველგან კავკასიონზე და სხვა მთიან რაიონებშიც, რადგანაც მორენების ზვინულები ჯერ კიდევ კარგადაა შემონახული, ნაკლებად გამოფიტულია და, რაც მთავარია, მათი გავრცელების ადგილები ყველგან დაკავშირებულია ქალის ზედა დაბალ ტერასებსა და ტროგის საგებთან.

რთული მდგომარეობაა და გაძნელებულია უფრო ადრინდელი, უკანასკნელის წინა გაყინვარების ეპოქების (რისულისა და მინდელურის) ყინვარების მიერ დატოვებული მორენული ნალექების შესწავლა.

შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ უკანასკნელის წინა გაყინვარების (რისული და მინდელური ალპური სქემით) ბოლო მორენები თითქმის არსად არ არის შემონახული კავკასიონზე, რაც ადვილად აიხსნება იმ გარემოებით, რომ ადრინდელი შუა და ქვედა მეოთხეულის ყინვარული ბოლო მორენები გარეცხილ იქნა მდინარეთა ეროზიული მოქმედებით, ხეობათა ღრმად ჩაჭრის გამო, იმ ხეობათა, რომელთა საშუალო სიღრმე ხშირად 250—350 მ და მეტსაც აღემატება.

უნდა ვიფიქროთ, რომ აღნიშნულმა გარემოებამ საფუძველი მისცა ზოგიერთ მკვლევარს გამოეთქვა მოსაზრება, რომ უკანასკნელ (ვურმის) გაყინვარებაზე ადრინდელი ყინვარული ეპოქის ნალექები კავკასიონზე არ არსებობს და თუ არსებობდა, უკანასკნელი გაყინვარების ყინვარულ საფეხურზე გაცილებით მცირე მასშტაბის უნდა ყოფილიყო.



ასეთი მოსაზრება უარყოფს კავკასიონის წინა მკვლევრების (ა. რეინჰარდი, ლ. ლ. ვარდანიანცი, ვ. რენგარტენის და სხვების), შეხედულებებს კავკასიონზე მეთოთხეული გაყინვარების სიმძლავრის შესახებ, რაც, ჩვენი აზრით, გამოწვეულია მხოლოდ იმით, რომ არ ეყრდნობა უფრო დეტალურ და შრომატევად გამოკვლევებს, რომლებსთვისაც აუცილებელია ფაქტობრივი მასალების დავაროება.

ავტორის მიერ ყინვარული ნალექების შესწავლისათვის წარმოებული რიგი დაკვირვებების მიხედვით მდ. ყუბანის, ენგურისა და სხვა მდინარეების აუზებში უკანასკნელი გაყინვარების წინა (რისისა და მინდელის) ყინვარული ნალექები გვერდითი მორენების სახით შემორჩენილია ხეობათა კალთებზე. ყოფილი ტროგების საბექურებზე, მდინარის ზედაპირიდან და თვით უკანასკნელი გაყინვარების მორენებიდან 350 მ სიმაღლეზე ხშირად ასეთი მორენები მოქცეულია დაბურთული ტყით დაფარულ კალთებზე (ალპური ზონის დაბლა) და მათი მოძებნა დაძაბულ მუშაობას მოითხოვს.

უკანასკნელი გაყინვარების წინა ყინვარული ეპოქების მიერ დატოვებული ნალექების ერთ-ერთი დამადასტურებელი ნიშნები გვხვდება ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ კალთაზე, სადაც, როგორც დაკვირვება გვიჩვენებს, გაყინვარების მასშტაბი გაცილებით მცირე უნდა ყოფილიყო, ვიდრე კავკასიონისა და სვანეთის ქედის კალთებზე.

უკანასკნელი წინა (რისული) გაყინვარების გვერდით მორენები კარგადაა შემონახული მდ. ქვახიდისღელის (ჟირნავი) სათავეში ტროგის ორივე მხარეზე.

ხეობას მარჯვენა მხარეზე ვასდევს გვერდითი მორენის ზეინული, რომელიც სერის სახით არის წარმოდგენილი და ქვახიდისღელის ტროგს გამოყოფს მის დასავლეთით მდებარე ღარტაფიდან. მორენი მდებარეობს 800—100 მ შედარების სიმაღლეზე და განლაგებულია ფიქლებზე. მისი სიმძლავრე ზოგიერთ ნაწილში 20—30 მ უღრის და შედგება ტიპობრივი ლამლოდნარისაგან, რომელშიც გამოიყვება რამდენიმე ათეული კუბ. მეტრი პორფირიტებისა და ტუფბრექჩიების ლოდები.

გვერდითი მორენი 50—60 მეტრით მაღლა მდებარეობს ტროგში მოთავსებული უკანასკნელი გაყინვარების ბოლო და გვერდითი მორენებისაგან. უკანასკნელი გაყინვარების წინა (რისული) გვერდითი მორენები შემონახულია მდ. ქვახიდისღელის მარცხენა ნაპირზე ტროგის საბექურზე, იმავე 80—100 მ სიმაღლეზე. ეს უკანასკნელი ვრცელდება სამხრეთით და იჭრება ტყის ზონაში, სადაც ერთეული პორფირიტული და ტუფბრექჩიების ლოდები, ჩამოტანილი სამერცხლეს მწვერვალთან, 1650—1720 მ. სიმაღლემდე გვხვდება.

მორენების მესამე სართული გვხვდება ხეორისწყლის სათავეში არსებული ტროგისა და ქვახიდისღელის, ანუ სამერცხლეს მწვერვალის ტროგის წყალგამყოფ ე. წ. ცხენის ყბის სერზე, რომელიც ამდღემდე უნდა ხეობიდან 150—200 მ (იხ. პროფილი).

ეს სერი, თანდათან დაბლდება და ვრცელდება სამხრეთით ლიხეთსა და სადმელში მიმავალი ბილიკების გაყოფამდე ადგილ მელის სარბიელთან, საიდანაც იწყება უკანასკნელის წინა გაყინვარების დროის მორენული ლანდშაფტი.

ბევრი გვერდითი მორენები, რომლებიც თავისი სიმაღლით შეესატყვისება ქვახიდისღელის ხეობებში არსებულ გვერდით მორენებს, შემორჩენილია ადგილი საფერისცვალოს და მდ. სოხარტულის ხეობებში, დატოვებული მწკარეს ყინვარების მიერ.

ამრიგად, ლეჩხუმის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილში, მწ. მწ. ჰუთხაროს სამერცხლესა და კარეტას სამხრეთ კალთებზე არსებული ყინვარული ფორმების მორფოლოგიური ხასიათისა და მორენული ნალექების განლაგება აშკარად მოწ-

მობს, რომ მეოთხეულ ხანაში აქ ვრცელი ფართობი ეკავა თოვლისა და ყინვარების საფარს.

ამასთანავე გარკვეულად გამოიყოფა სხვადასხვა ყინვარული ეპოქებიდან დატოვებული გვერდითი მორენები და გამომუშავებული ყინვარული ფორმები.

1. ყველაზე უკეთ შემონახულია უკანასკნელი (ეურმის) ყინვარული ეპოქის ხეობის ტიპის ყინვარის მიერ გამომუშავებულ ტროგში კანონზომიერად განლაგებული ბოლო და გვერდითი სტადიალური მორენები.

2. ტროარის საბეჭურბებზე არსებული გვერდითი მორენები 80—100 მ შედარებით სიმაღლეზე, ბუნებრივია, უფრო ადრინდელია ქვახიდისღელის ხეობის სათავეში პირველი ტერასის სტადიალურ მორენებზე, როგორც მორფოლოგიური პირობების, ისე მათი გამოფიტვის ხასიათის მიხედვით, მათ არავითარი კავშირი არა აქვთ უკანასკნელი გაყინვარების მორენებთან. ამიტომაც ბუნებრივია ვივარაუდოთ, რომ 80—100 მ სიმაღლეზე მდებარე გვერდით მორენები უნდა ეკუთვნოდეს მეოთხეულის უკანასკნელის წინა (რისულ) ხანას, ხოლო 150—200 მ (წყალგამყოფ სერზე) არსებული მორენები — ქვედა მეოთხეულის (მინდელურ) ყინვარული ხანის დატოვებულ ნალექებს.

თუ მეოთხეული ხანების სხვადასხვა ყინვარული (მორენული) ნალექების მორფო-ჰიფსომეტრული რიგითი განლაგება საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ მის სამი სხვადასხვა ხანის ასაკზე, გაცილებით ძნელი ხდება დადგენა, თუ რომელი ხანის ყინვარები იყო უფრო მძლავრი ლეჩხუმის ქედის სამხრეთ კალთაზე.

საქმე ისაა, რომ უკანასკნელი გაყინვარების მიერ გამომუშავებული ტროგი და ბოლო მორენები ქვახიდისღელის (ჟირნავი) ხეობაში გრძელდება ტყის ზონამდე, 1800 მ სიმაღლემდე, და ვრცელდება მწვერვალთან 6—7 კმ მანძილზე. ასეთივე გავრცელება აქვს ტროგის გასწვრივ რისულ და მინდელ (?) მორენებს, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ცალკეულ ერატიულ ლოდებს, გაბნეულს 1650—1700 მ სიმაღლეზე, როგორც აღვნიშნეთ, სამხრეთით რელიეფი მკვეთრად განიცდის დაქანებას და მასში ჩაჭრილია დრმა ხეობები, სადაც მორენული მასალა არ შეიძლებოდა შეჩერებულიყო და გადაარჩენოდა გადაარეცხვას.

იქ, სადაც ყინვარული საფარის გავრცელების არე იყო, რელიეფს უფრო რბილი, მოგლეხებული, მოსწორებული და წაკლებად დახრამული ხასიათი აქვს. როგორც ჩანს, მეოთხეული ხანის მანძილზე ყინვარული საფარი იცავდა რელიეფს ეროზიული პროცესებისაგან, იმ დროს, როდესაც მის კიდეზე რიცეულ-ჟირნავის აუზში მიმდინარეობდა ინტენსიური ეროზიული პროცესები და დრმა ხეობების გამომუშავება.

ერთი რამ ცხადია, რომ მორენული მასალა, შერჩენილი ხეების წყალგამყოფზე როგორც ლამლოდნარის, ისე უხარმაზარი ლოდების სახით, ხეობიდან 100—200 მ მაღლა, მიუთითებს მასზე, რომ შუა და ქვედა მეოთხეულის ყინვარებს უფრო საფარისებური ხასიათი ჰქონდა და გაცილებით მეტ ტერიტორიაზე ვრცელდებოდა. შეიძლება „რისული“ ყინვარების მიერ დაუტოვებლად ჩაითვალოს უხარმაზარი ლოდები (ბრეჭილული), რომელიც სადმეის საჯოგის გაზანჯა გაბნეული 1650—1700 მ სიმაღლეზე.

ყოველ შემთხვევაში, ლეჩხუმის ქედის აღმოსავლეთ ნაწილის სამხრეთ კალთაზე, სადაც ამჟამად აღარ არსებობს თანამედროვე ყინვარები, ვხვდებით ძველი გაყინვარების საინტერესო მასალებს, რომლებიც მიუთითებს მეოთხეულის მანძილზე სამი ყინვარული ეპოქის არსებობის შესახებ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.10.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ჯანელიძე. გეოლოგიური და პალეონტოლოგიური ნარკვევი. თბილისის უნივერსიტეტის მოამბე, ტ. VI, 1926.
2. А. И. Джanelidze. Геология Окрибы. Тбилиси, 1940.
3. Б. Ф. Мефферт. Геологические исследования в Рачинском уезде западной Грузии в 1928 г. (предварительный отчет). Матер. по общ. и прикл. геол., вып. 140, 1930.
4. К. И. Подозерский. Ледники Кавказского хребта. Зап. Кавк. отд. Русск. геогр. общ., кн. 29, вып. 1, 1911.

კლიმატოლოგია

ა. კობახია

 დასავლეთ საქართველოს უბვი ზღვის სანაპირო რაიონებში
 ბრიჭული ცირკულაციის ვერტიკალური განვითარების ზოგიერთი
 საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 14.6.1957)

დასავლეთ საქართველოს უბვი ზღვის სანაპიროს ზოგიერთ პუნქტზე პირველი აეროლოგიური დაკვირვება ბრიჭული ცირკულაციის ვერტიკალურ აღწავლაზე მოახდინა მთავარი გეოფიზიკური ობსერვატორიის ექსპედიციამ პ. ვორონცოვის ხელმძღვანელობით 1936 წლის სექტემბერ-ოქტომბერში. ექსპედიციამ სანაპირო ზოლში ჩაატარა 311 ბირთვ-პილოტური დაკვირვება, რომლის საფუძველზეც პ. ვორონცოვმა გამოაქვეყნა რიგი შრომები [6, 7]. წლის სხვა სეზონებში ბრიჭებზე სპეციალური აეროლოგიური დაკვირვება არ წარმოებულა და მათი ვერტიკალური განვითარების სიმძლავრეც თითქმის შეუსწავლელი რჩებოდა, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ავტორის მიერ შესრულებულ შრომას [1], სადაც გაშუქებულია სანაპირო ბრიჭების ვერტიკალური განვითარების სიმძლავრე ზაფხულის სეზონისათვის. აღნიშნულ შრომაში გამოყენებულ აეროლოგიურ მონაცემებს დაემატა რიგი წლების დაკვირვებები და იგი მთლიანად გადაიშუავდა.

ამ გარემოებას უნდა დაემატოს ისიც, რომ ზემოაღნიშნული ექსპედიციის შემდეგ დიდმა დრომ განვლო, რომლის განმავლობაშიც კოლხეთის დაბლობმა საგრძნობლად იცვალა ელფერი: ამოშრობილია და საექსპლორატაციოდ გადაცეპული ჭაობთა დიდი მასივები. ჭაობების ამოშრობის ღონისძიებებს არ შეეძლო გავლენა არ მოეხდინა „სანაპირო კლიმატის რეგულატორზე“ (დ. მენდელეევი) — ბრიჭებზე და არ გაეძლიერებინა მათი მოქმედების ეფექტი. მაგრამ, ცხადია, კოლხეთის დაბლობის ჭაობების საგრძნობი ნაწილი ამოშრობის სტადიაშია, ან კიდევ იგი ჭერჭერობით ამოუშრობელი რჩება. ეს გარემოება საკმაოდ ამცირებს სანაპირო ბრიჭების როგორც ჰორიზონტალურ, ისე ვერტიკალურად განვითარების ინტენსივობას, როგორც ეს სათანადო მონაცემებიდან ჩანს.

ბრიჭების ვერტიკალურად განვითარების ცალკეული დინების საშუალო სიმძლავრის მიხედვით გამოანგარიშების მიზნით შერჩეულ იქნა ის სანაპირო პუნქტები, სადაც წარმოებდა სტაციონარული აეროლოგიური დაკვირვებანი; ეს პუნქტებია: სოხუმი, ბაბუშერი, ფოთი და ბათუმი. სანაპიროს უფრო ჩრდილოეთით (საქართველოს საზღვრებში) აეროლოგიური დაკვირვებანი არ წარმოებულა. აღნიშნულ პუნქტებზე დაკვირვებანი, როგორც ცნობილია, წარმოებდა ძირითად ვადებში (5 და 17 საათზე), მაგრამ ხშირად დაკვირვებანი წარმოებდა 13—15 საათის ფარგლებშიც. სულ დამუშავდა 1500-მდე ბირთვ-პილოტური დაკვირვება, რომელიც ძირითადად 1950-54 წლებს მოიცავს. გარდა ამისა, შერჩეულ და გამოყენებულ იქნა უფრო ადრინდელი დაკვირვებებიც.

ძირითადი აეროლოგიური დაკვირვებები დანაწევრდა ყოველი 100 მეტრი სიმაღლისათვის; ბრიჭების საშუალო მიმართულება განვსაზღვრეთ ვექტორთა

გეომეტრიულად შეკრების წესით, სიჩქარენი კი — საშუალო არითმეტიკული ზერხით.

ბრიზიანი-ამინდის აეროლოგიური თვალსაზრისით შერჩევას კრიტერიუმად დავუდეთ შემდეგი ნიშნები: მოწმენდილი ან ცვალებადი მოღრუბლულობის ამინდის პირობებში ქარების სწორი დღელამური ცვლა, ე. ი. როცა ქარები დღისით ზღვიდან ხმელეთისაკენ ქრიან (ზღვის ბრიზები) და ღამით კი ხმელეთიდან ზღვისაკენ (ხმელეთის ბრიზები). ქარის სიჩქარე არ აღემატება 5—6 მ/წმ და სიმაღლის ზრდასთან ერთად ბრიზის ქვედა დინება საწინააღმდეგო მიმართულებებაში გადადის.

დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის მთელ სანაპიროზე ბრიზული ცირკულაცია შესამჩნევია მთელი წლის განმავლობაში (ცხრილი 1). ბრიზიან დღეთა განმეორება სხვადასხვა პუნქტებისათვის არაერთგვაროვანია [2]. ბრიზიანი დღეების ყველაზე მეტი საშუალო წლიური განმეორებით ხასიათდება შავი ზღვის ჩრდილოეთი სანაპირო (ლესელიძე — 54%, გაგრა — 50%), ხოლო სამხრეთით იგი თანდათანობით კლებულობს და ფოთში და აჭარის სანაპიროებზე საგრძნობლად მცირდება (29—33%). ზამთრის დღეებში ბრიზიანი დღეების ყველაზე ნაკლები შემთხვევა ფოთზე (3%) და ანაკლიაზე (6%) მოდის, მაშინ როცა ლესელიძესა და გაგრაში იგი საშუალოდ 27—39% აღწევს.

ცხრილი 1

| პუნქტები | ზამთარი | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | წლიური |
|-------------|---------|-----------|---------|-----------|--------|
| ლესელიძე | 29 | 50 | 80 | 58 | 54 |
| აბალი გაგრა | 27 | 47 | 74 | 52 | 50 |
| სოხუმი | 23 | 45 | 64 | 49 | 45 |
| ანაკლია | 6 | 33 | 64 | 36 | 35 |
| ფოთი | 3 | 33 | 62 | 28 | 32 |
| მწვ. კონცხი | 9 | 27 | 48 | 32 | 29 |
| ბათუმი | 14 | 33 | 51 | 34 | 33 |

ზაფხულის თვეებში ბრიზიან დღეთა რაოდენობა ჩრდილოეთ სანაპიროდან სამხრეთისაკენ თანდათანობით მცირდება და აჭარის სანაპიროზე აღწევს მინიმუმს.

ბრიზიან დღეთა მცირე განმეორება აჭარის სანაპიროზე როგორც ზაფხულის თვეებში, ისე წლის სხვა სეზონში, უნდა აიხსნას ამ ადგილისათვის დამახასიათებელი ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესებით, რასაც ხელს უწყობს აგრეთვე ადგილობრივი ოროგრაფიული პირობები. ქართველი მკვლევარების აერო-სინოტიკური გამოკვლევებიდან ჩანს, რომ აჭარის სანაპიროებზე ადგილი აქვს ჰაერის დასავლეთ დინებათა კონვერგენციას, რაც ჰაერის მასების იძულებითს აღმავალ დენას იწვევს და ხელს უწყობს მძლავრი ღრუბლების გაჩენას და ინტენსიური ნალექების მოსვლას. ამ გარემოების ერთ-ერთ მთავარ ხელშემწყობად უნდა ჩაითვალოს ის მდგომარეობა, რომ შავი ზღვის სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში ზამთრის ციკლონური მდგომარეობა განაგრძობს არსებობას (ნართალია, შესუსტებულად) ზაფხულის თვეებშიც [4]. ამას ამტკიცებს აგრეთვე ის, რომ სანაპიროს ამ ნაწილში ნალექიან დღეთა რაოდენობა გაცილებით სჭარბობს სანაპიროს სხვა პუნქტებისას.

ზემოაღნიშნული გარემოება საგრძნობ გავლენას ახდენს აჭარის სანაპიროს ზღვის ბრიზების ვერტიკალურ განვითარებაზე. ხშირია შემთხვევები, როდესაც სრულიად მოწმენდილ ამინდში დედამიწის ზედაპირზე მეტეოროლოგიური დაკ-

ვირვებებით ქარების სწორ დღეღამურ ცვლას აქვს ადგილი, მაგრამ დღისით აეროლოგიური დაკვირვებანი არ იძლევიან ბრიზების ვერტიკალური განვითარების საწინააღმდეგო დინებებს, არამედ ადგილი აქვს დასავლეთის ნაკადის მთელ სიმაღლეზე განვითარებას.

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში ბრიზების წარმოქმნისა და ნორმალურად განვითარებისათვის ხელსაყრელი საერთო ცირკულაციური პროცესების თავისებურებანი ჯერ კიდევ შესწავლის სტადიაშია, მაგრამ ერთი რამ ცხადია; აღნიშნულ სანაპიროზე წლის თბილ პერიოდში აზორის დინამიკური ანტიციკლონისა და პოლარული აუზიდან გამოყოფილი ანტიციკლონის ცენტრების შემოქმედებით იქმნება ხელსაყრელი პირობები ბრიზების ნორმალურად განვითარებისათვის.

ბრიზების ვერტიკალური განვითარების ცალკეული დინებების დახასიათებას ჩვენ ვაწარმოებთ იმავე თანმიმდევრობით, როგორც ეს პ. ვორონცოვი [6] აქვს მოცემული. მე-2 ცხრილში მოცემულია ზღვის ბრიზების ვერტიკალური განვითარების დინებისა და ექსტრემალური სიჩქარეთა საშუალო სიმაღლეები კმ-ით. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბრიზებს ადგილი აქვს მთელი წლის განმავლობაში. ზამთრის ბირთვ-პილოტური დაკვირვებანი ჩვენ მიერ დამუშავებულია მხოლოდ ბაბუშერისა (13 და 16 საათის) და ბათუმისათვის (16 საათისა). ბათუმში 13 საათზე დაკვირვებანი სრულად არ ჩატარებულა. ბაბუშერის 13 და 16 საათების დაკვირვებების მონაცემთა შედარება გვიჩვენებს, რომ ზამთრის განმავლობაში 16 საათზე ზღვის ბრიზის ქვედა დინების სიმაღლე კი არ კლებულობს, არამედ მატულობს და საშუალოდ 300 მეტრს აღწევს, როგორც ეს ბათუმშია. ამ პუნქტებში ზამთრის ბრიზები ქარების სწორი დღეღამური ცვლით ხასიათდება. ზამთარში ბრიზის ტიპის ამინდის დამყარების შემთხვევები ფოთში ძალზე იშვიათია. 7 წლის ბირთვ-პილოტური დაკვირვებებიდან აქ შემჩნეულ იქნა ზღვის ბრიზული დინების მხოლოდ ერთი შემთხვევა, რომელიც მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ მე-3 ცხრილში.

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, აღნიშნულ დღეს ზღვის ბრიზის ქვედა დინების სიმაღლე 200 მეტრს აღწევდა, გარდამავალი ფენის სიმაღლე კი 200 მეტრს, ანტიბრიზისა — 500 მეტრს, ხოლო საერთო ცირკულაციური დინებების დამყარება 1500 მეტრი სიმაღლიდან ხდებოდა.

ზამთარში საერთო ცირკულაციური დინების სიმაღლე ბაბუშერში საშუალოდ 3,0 კმ-ს აღწევს, ანტიბრიზისა კი 1,4 კმ-ს, ხოლო ბათუმში იგივე ელემენტები შესაბამისად 2,0 და 1,1 კმ-ს აღწევენ.

გაზაფხულის სეზონში ზღვის ბრიზის ქვედა დინების საშუალო სიმაღლე კოსტუმში, ბაბუშერსა და ბათუმში 17 საათის დაკვირვებით ერთნაირია და 500 მ აღწევს, ხოლო 13—15 საათზე ბაბუშერში იგი 400 მეტრია. ფოთში 13 საათზე ზღვის ბრიზის ქვედა დინების სიმაღლე საშუალოდ 200 მეტრამდე აღწევს. გაზაფხულის სეზონში ფოთსა და დანარჩენ სამ პუნქტს შორის ქვედა ბრიზული დინების სიმაღლეებში განსხვავება უფრო მკვეთრად ვლინდება. თუ ბაბუშერსა და ბათუმში წლის ამ სეზონში იგი 1,0 კმ-ს აღწევს, ფოთში იგი 0,5—0,6 კმ-ია. როგორც ჩანს, განსხვავება სიმაღლეებში ფოთსა და დანარჩენ პუნქტებს შორის (0,4—0,5 კმ-ი) ფრიად მნიშვნელოვანია. ეს განსხვავება გაზაფხულსა და შემოდგომაზე ცოტაოდენ კლებულობს და 0,3 კმ-ს არ აღემატება.

თუ ბაბუშერსა და ბათუმში 13 და 17 საათის დაკვირვებებით ზღვის ბრიზის ქვედა დინების სიმაღლეზე გაზაფხულში ერთი და იგივე რჩება (1000 მ), ფოთში 17 საათზე იგი 100 მეტრით, ხოლო დედამიწის ზედაპირზე საშუალო სიჩქარე 3,5 მ/წმ.-დან 1,7 მ/წმ.-მდე კლებულობს (ცხრ. 2 და 4) და შესაბამისად აქ ზღვის ბრიზის განვითარების სიმაღლეც იკლებს 3,5 კმ-დან 2,5 კმ-მდე, მაშინ



ზღვის ბრიზის განვითარების

| დინებათა დახასიათება | პუნქტი → | სოხუმი | | | ბ ა ზ უ | | | |
|---|----------|-----------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|
| | სეზონი → | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | ზამთარი | | გაზაფხული | |
| | | | | | 13 | 16 | 13—15 | 17 |
| დაკვირვ. დრო → საათი | 17 | 17 | 17 | 13 | 16 | 13—15 | 17 | |
| ქვედა ბრიზული დინება | | 0,5 | 0,8 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| ზედა ბრიზული დინების (ანტიბრიზის) დასაწყისი | | 0,8 | 1,0 | 0,7 | 0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| ზედა ბრიზული დინების (ანტიბრიზის) დამთავრება | | 2,5 | 3,0 | 2,5 | — | 2,0 | 3,0 | 3,0 |
| საერთო ცირკულაციის დინების დაწყების სიმაღლე | | 3,0 | 4,0 | 3,5 | — | 3,0 | 3,5 | 3,5 |
| ქვედა გარდამავალი ფენის სისქე | | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,3 | 2,2 | 0,1 |
| ზედა გარდამავალი ფენის სისქე | | 0,2—0,3 | 1,0 | 1,0 | — | 1,0 | 0,5 | 0,5 |
| ზღვის ბრიზის განვითარების სიმაღლე | | 3,0 | 4,0 | 3,5 | — | 3,0 | 3,5 | 3,5 |
| ქვედა ბრიზულ დინებებში მინიმალური სიჩქარის სიმაღლე | | 0,5—0,6 | 0,6—0,7 | 0,5 | 0,1—0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,6 |
| ქვედა ბრიზულ დინებებში მაქსიმალური სიჩქარის სიმაღლე | | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,05 | 0,1 | 0,1—0,2 |
| ზედა ბრიზულ დინებებში მინიმალური სიჩქარის სიმაღლე | | 3,0 | 3,5 | 3,0 | — | 2,5 | 3,0 | 3,0 |
| ზედა ბრიზულ დინებებში მაქსიმალური სიჩქარის სიმაღლე | | 0,8 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,1—1,2 | 0,9 | 1,0 |

როცა დანარჩენ სამ პუნქტში დაკვირვების ორივე ვადაში იგი თითქმის ერთნაირი რჩება (სოხუმი — 4,0, ბაბუშერი — 4,0 და ბათუმი — 2,5 კმ). სოხუმსა და ბაბუშერში ანტიბრიზის სისქე 0,8—1,4 კმ-ით აღემატება ფოთისას (სხვადასხვა სეზონში); ყველაზე მეტი განსხვავება ზაფხულშია (1,4 კმ). ზემოაღნიშნული განსხვავებანი ფოთსა და დანარჩენ პუნქტებს შორის ზღვის ბრიზების ვერტიკალურად განვითარების ცალკეული დინებების სიმაღლეებში პირველ ყოვლისა იმით უნდა აიხსნას, რომ კოლხეთის დაბლობის საგრძნობი ნაწილი ჭაობების დიდი მასივებითაა მოცული, როგორც ამას თავის დროზე პ. ვორონცოვიც [6] აღნიშნავდა, და ამასთან ერთად, სანაპიროს ამ ნაწილში წარმოიქმნება და ვითარდება მხოლოდ სუფთა სახის ბრიზები, რომლებიც არ ძლიერდება ზეობის ქარებით (კომბინირებული ბრიზების მოქმედება აქ გამორიცხულია) [3].

მე-2 ცხროლში აღვიღალ შევამჩნევთ, რომ ბაბუშერში ქვედა ბრიზული დენების სიმაღლეზე ზაფხულში და შემოდგომაზე 200 მეტრით აღემატება სოხუმისას, მიუხედავად იმისა, რომ ისინი ერთმანეთთან ახლოს მდებარეობენ (25 კმ). სხვა ელემენტებში განსხვავება თითქმის არ არის. აღნიშნული გარემოება გამოწვეული უნდა იყოს პუნქტების ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობების თავისებურებით. როგორც ცნობილია, ბაბუშერში ზღვის სანაპირო რაიონი ვრცელ დაბლობს წარმოადგენს, რომელიც თანდათანობით იცვლება გორაკ-ბორცვე-

(1 ზღვის ბრიზების დინებათა მიმართულბებები მოცემულია აზიმუტებით.

(2 ბრიზების სიჩქარებებია მ/წამით.

საშუალო სიმაღლეები (კმ-ბით)

| შ ე რ ი | | | | ფ ო თ ი | | | | ბ ა თ უ მ ი | | | | |
|---------|-----|-----------|-----|-----------|---------|-----|-----------|-------------|-----------|---------|-----|-----------|
| ზაფხული | | შემოდგომა | | გაზაფხული | ზაფხული | | შემოდგომა | ზამთარი | გაზაფხული | ზაფხული | | შემოდგომა |
| 13-15 | 17 | 13-15 | 17 | 13 | 13 | 17 | 13 | 16 | 17 | 13 | 17 | 17 |
| 1,0 | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 0,6 |
| 1,2 | 1,3 | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 1,4 | 1,3 | 0,9 |
| — | 3,5 | — | 2,5 | 1,25 | 2,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 1,5 | 1,5 |
| — | 4,0 | — | 3,5 | 1,0 | 3,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| — | 1,5 | — | 1,0 | 0,75 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 1,0 |
| — | 4,0 | — | 3,5 | 2,0 | 3,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| 1,1 | 1,1 | 0,8 | 0,7 | 0,8-0,3 | 0,6 | 0,6 | 0,5-0,6 | 0,3-0,4 | 0,4 | 0,9 | 0,9 | 0,5 |
| 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 | 0,1-0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 0,1-0,2 | 0,1 | 0,1-0,2 |
| — | 3,0 | — | 2,0 | 1,25 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 0,2 | 1,4 | 1,4 |
| 2,0 | 2,0 | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 1,0 | 1,0 | 0,6-0,7 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |

ბით. ეს მდგომარეობა ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ამ პუნქტში კომბინირებული ბრიზების ინტენსიურად განვითარებისათვის. სოხუმის სანაპირო კი ზღვის ჭებეს წარმოადგენს და ამასთან აქ მთები სამხრეთ-აღმოსავლეთით მიემართებიან (არახელსაყრელი ექსპოზიცია), რაც ხელს უშლის ბრიზების ინტენსიურ განვითარებას, ამიტომაც, რომ აქ, როგორც ამას ა. ვოეიკოვიც [5] აღნიშნავდა, ზღვის ბრიზების მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე მოქმედების ეფექტიანობა გაცილებით უფრო შემცირებულია.

| სიმაღლე კმ-ით პუნქტი | 0,0 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,25 | 1,5 | 2,0 |
|---------------------------------------|--------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| ფოთი (1941 წ. 21/XII მოლრ. 1/6) | 270 ⁽¹⁾ | 243 | 228 | 224 | 185 | 179 | 171 | 142 | 112 | 98 | 85 | 69 | 167 | 252 | 259 |
| | I ⁽²⁾ | 2 | 3 | 4 | 2 | I | I | I | I | I | I | I | I | 2 | 6 |

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ბათუმში ზღვის ბრიზული დინებების სიმაღლეთა მაჩვენებლების თავისებურება. როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ბათუმში ზღვის ბრიზის ქვედა დინების სიმაღლვრე ცალკეულ სეზონებში თუ ბაზუშერისას უტოლდება, სხვა ელემენტებზე ეს არ ითქმის. აქ როგორც ანტიბრიზის სისქე, ისე საერთო ცირკულაციური დენების დაწყების სიმაღლე გაცი-



ლებით ნაკლებია არა მარტო ბაბუშერისა და სოხუმისაზე, არამედ ფოთის შესაბამის სიმაღლეებზეც კი. ბათუმში ანტიბრიზის მინიმალური სისქე ზაფხულშია (200—600), მაშინ როცა დანარჩენ პუნქტებზე ამ პერიოდში, სხვა სეზონებთან შედარებით, იგი მაქსიმალურ სიდიდეს აღწევს (ბაბუშერი — 2,2 კმ, ფოთი — 0,8—1,2 კმ., სოხუმი — 2,0 კმ). დანარჩენ სეზონებშიც მსგავსი მდგომარეობაა. ბათუმში აღნიშნული მდგომარეობა იწვევს საერთო ცირკულაციური დენების სიმაღლის შემცირებას, რომელიც სეზონების მიხედვით 2,0 — 2,5 კმ-ს არ აღემატება და ფოთისას უტოლდება, მაგრამ ამ უკანასკნელში ზაფხულის 13 საათის დაკვირვებებით იგი 3,5 კმ-საც კი აღწევს. ბაბუშერსა და სოხუმში საერთო ცირკულაციური დენების დაწყების სიმაღლე სეზონების მიხედვით 2,0—4,0 კმ-ის ფარგლებში მერყეობს.

ბათუმში სანაპიროზე ზღვის ბრიზების ვერტიკალურად განვითარების შემადგენელი დინებების სიმაღლეთა ასეთი განაწილება გამოწვეულია ჰაერის მასათა კონვერგენციით და შავი ზღვის ამ ნაწილში მთელი წლის განმავლობაში ციკლონური მდგომარეობით. ეს გარემოება საგრძნობლად აფერხებს ანტიბრიზის განვითარებას და არახელსაყრელ პირობებს ქმნის მათი წარმოქმნისათვის. ამიტომაც, რომ აქ ანტიბრიზის საშუალო მიმართულებანი სანაპირო ხაზიდან მხოლოდ 20—40°-ით გადაიხრებიან, რაც ნორმალურად არ ჩაითვლება და დამახასიათებელი უნდა იყოს სანაპიროს მხოლოდ ამ რაიონისათვის.

პ. კორონცოვის [6] შეხედულებას, რომ მოცემულ პუნქტზე რაც უფრო ინტენსიურადაა განვითარებული ზღვის ბრიზი, მით უფრო მეტია იქ ბრიზიან დღეთა განმეორება და პირობით. ჩვენ სავსებით ვეთანხმებით, მაგრამ ბათუმის მონაცემები ამ შეხედულებას ეწინააღმდეგება. აქ ბრიზიან დღეთა განმეორება, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, სხვა პუნქტებთან შედარებით უმნიშვნელოა, მაგრამ ზღვის ბრიზის ქვედა დინების სიმძლავრე სხვადასხვა სეზონში უტოლდება ბაბუშერისას, მიუხედავად იმისა, რომ ამ უკანასკნელში ზღვის ბრიზის საშუალო სიჩქარე დედამიწის ზედაპირზე საგრძნობლად აღემატება ბათუმისას (ცხრ. 4). ბათუმში ზღვის ბრიზის სიჩქარეთა უმნიშვნელო სიდიდეები გამოწვეული უნდა იყოს იმით, რომ სანაპიროს სხვა პუნქტებთან შედარებით აქ ხშირი ნალექები იწვევენ ზღვასა და ხმელეთს შორის ტემპერატურის უმნიშვნელო კონტრასტს.

ცხრილი 4

ზღვის ბრიზის საშუალო სიჩქარეები

| პუნქტი | სოხუმი | | | ბ ა ბ უ შ ე რ ი | | | | | | ფოთი | | | ბ ა თ უ მ ი | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------|---------|-----------|-----------------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|-------------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | ზამთარი | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | ზამთარი | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | | | | | | | |
| სათი სიჩქარე (მ/წამ.) | 17 | 17 | 17 | 13 | 16 | 13 | 17 | 13 | 17 | 13 | 17 | 13 | 13 | 17 | 13 | 16 | 17 | 13 | 17 | 17 | 17 |
| | 1,7 | 2,9 | 1,2 | 2,2 | 2,3 | 3,0 | 3,1 | 3,7 | 4,0 | 3,0 | 3,5 | 2,3 | 3,5 | 1,7 | 2,6 | 1,5 | 2,5 | 2,7 | 2,1 | 1,6 | 1,6 |

მოყვანილი ცხრილიდან ჩანს, რომ ზღვის ბრიზის სიჩქარეები ბათუმში ნაკლებია როგორც ბაბუშერისაზე, ისე ფოთის მონაცემებზეც. სოხუმში ზღვის ბრიზების სიჩქარეთა მცირე სიდიდეები იმით უნდა აიხსნას, რომ ქალაქის პირობებში ზღვის ბრიზებს უხდებათ საგრძნობი წინააღმდეგობის გადალახვა და ამასთან ზღვის უბის არსებობა ბრიზების ინტენსიურად განვითარების საშუალებას არ იძლევიან.



ანტიბრიზის საშუალო სიჩქარეები ფოთში საკმაო სიდიდებით ხასიათდება (4,0—5,0 მ/წმ) და 17 საათის მონაცემებით აჭარბებენ კიდევ ბაბუშერისას, მაშინ როცა ბათუმში იგი უმნიშვნელოა და ზაფხულში და შემოდგომაზე 1—2 მ/წმ. შორის მერყეობს.

ყველა პუნქტზე შეიძლება გამოვყოთ ზღვის ბრიზების სიჩქარეთა ორ-მაქსიმუმი და ორი მინიმუმი (ცხრ. 2). სიჩქარის პირველი მაქსიმუმი ყველა სეზონში მერყეობს 0,05-დან 0,5 კმ-მდე, მეორე კი — ანტიბრიზის შუა ნაწილშია ან ცოტათი მასზე მაღლა (0,6—2,0 კმ). სიჩქარის პირველი მინიმუმი ქვედა გარდამავალ ფენაშია (0,3—1,1 კმ), ხოლო მეორე — ზედა გარდამავალ ფენაში (1,4—3,0 კმ).

ხმელეთის ბრიზები თავისი სტრუქტურული აგებულებით განსხვავდება ზღვის ბრიზებისაგან. მე-5 ცხრილიდან ჩანს, რომ ხმელეთის ბრიზებში საწინა-

ცხრილი 5

ხმელეთის ბრიზის განვითარების საშუალო სიმაღლეები (კმ-ით)

| დინებათა დახასიათება | ს ო ხ უ მ ი | | | ბ ა ბ უ შ ე რ ი | | | ფ ო თ ი | | | ბ ა თ უ მ ი | | |
|--|-------------|---------|-----------|-----------------|---------|-----------|-----------|---------|-----------|-------------|---------|-----------|
| | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა | გაზაფხული | ზაფხული | შემოდგომა |
| ხმელეთის ბრიზის ქვედა დინება საერთო ცირკულაციის დაწყების სიმაღლე | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 0,7 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,4 | 1,2 |
| გარდამავალი ფენის სისქე | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 2,5 | 0,9 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,4 |
| ხმელეთის ბრიზის განვითარების სიმაღლე | 1,3 | 1,3 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,2 | 0,5 | 0,5 | — | 0,6 | 0,2 |
| სიჩქარის პირველი მაქსიმუმი | 2,5 | 2,5 | 3,0 | 0,3 | 3,0 | 2,5 | 0,9 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 1,4 |
| სიჩქარის პირველი მინიმუმი | 0,4—0,6 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,1—0,2 | 0,1 | 0,6—0,7 | 0,1 | 0,1 |
| სიჩქარის მეორე მაქსიმუმი | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,7 | 0,5—0,7 | 0,7 | 1,0 | 0,4—0,5 | 0,4—0,5 | 1,1 | 0,3 | 0,4 |
| სიჩქარის მეორე მინიმუმი | 1,5 | — | — | 0,9 | 0,8—1,0 | 0,8—1,0 | — | 0,6—0,7 | 1,25 | 1,2 | 0,5 | 0,9—1,0 |
| | 2,5 | — | — | 1,3 | 1,4 | 1,1—1,2 | — | 0,8—0,9 | 2,0 | 1,4 | 1,2 | 1,1—1,3 |

აღმდეგო დინებანი (ანტიბრიზი) ჰაერის მაღალ ფენებში არ გვაქვს (1. აქ საწინააღმდეგო დინებანი უერთდება ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციურ დინებებს. ხმელეთის ბრიზის ქვედა დინებანი ვრცელდება მათთვის უჩვეულო დიდ სიმაღლეზე. უკანასკნელ გარემოებას ხელს უწყობს დასავლეთ საქართველოში აღმოსავლეთის ფონური ხასიათის ქარების ინტენსიური მოქმედება. ეს ქარები ემთხვევა ხმელეთის ბრიზების მიმართულებას და საგრძნობლად აძლიერებენ მას. ხმელეთის ბრიზებში, ზღვის ბრიზებთან შედარებით, ატმოსფეროს საერთო ცირკულაციური დენების დაწყების სიმაღლე ნაკლებია. მაქსიმალურ სიმაღლეს ეს დენები ბაბუშერსა და სოხუმში აღწევენ (2,5—3,0 კმ), ხოლო ფოთში ძალზე შემცირებულია (0,9—1,5 კმ). ქვედა დინების მაქსიმალური სიმაღლე ბაბუშერში გვაქვს (2,0 კმ). იგი ყველაზე უმნიშვნელო სიმაღლით ხა-

(1 მე-4 ცხრილის მონაცემები დილის 5—6 საათის დაკვირვებების შედეგადაა მიღებული.



სიათღება ფოთში (0,7—1,0 კმ). როგორც ჩანს, ხმელეთის ბრიზის ქვედა დონეების სიმაღლე ყველა პუნქტში გაცილებით აღემატება ზღვის ბრიზების ქვედა დონეებთან სიმძლავრეებს, ხოლო ხმელეთის ბრიზის განვითარების სიმაღლე ნაკლებია ზღვის ბრიზული ცირკულაციის განვითარების სიმაღლეზე.

უნდა აღინიშნოს, რომ ხმელეთის ბრიზების ქვედა დონეების სიმძლავრის განაწილებაში (ცხრილი 5) სეზონების მიხედვით რაიმე კანონზომიერების დადგენა თითქმის შეუძლებელია. ეს უნდა აიხსნას მხოლოდ აღმოსავლეთის ფიონური ქარების მოქმედებით, რომელიც აძლიერებს მას და ნორმალური განვითარების საშუალებას არ აძლევს.

ანტიბრიზებისა და ხმელეთის ბრიზის ქვედა დონეების მნიშვნელოვან სიმაღლეებს პ. ვორონოვი [7] ხსნის კავკასიონის მთავარი ქედის ზემოქმედებით, რომელიც არეკლავს საერთო ცირკულაციური დინებების ნაწილს. ი. კვარაცხელიას [8] მიაჩნია, რომ კავკასიონის ქედის ჩრდილო-დასავლეთიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთისაკენ მიმართულება განაპირობებს ზემოაღნიშნული დინებების გადასვლას საერთო ცირკულაციურ დინებებში მარჯვნივ შემობრუნების გზით.

ამჟამად დავროვილი აეროლოგიური დაკვირვების მასალები საბოლოოდ დასკვნის გაკეთების საშუალებას არ იძლევა. ამისათვის საჭიროა ჩატარდეს დამატებითი დაკვირვებები კავკასიონის სამხრეთ ფერდობის სხვადასხვა ადგილში.

ხმელეთის ბრიზების სიჩქარენი დედამიწის ზედაპირზე ზღვის ბრიზებთან შედარებით მცირეა და 1,0—2,0 მ/წამ. ფარგლებში მერყეობენ. ყველა პუნქტზე მცირე სიჩქარეებია ზაფხულში (1,0—1,5 მ/წ.), ხოლო გაზაფხულზე და შემოდგომაზე ისინი შედარებით იზრდებიან, რადგან ამ პერიოდებში აღმოსავლეთის ფონური მოქმედებათა განმეორება საგრძობლად მატულობს.

ისევე, როგორც ზღვის ბრიზებში, აქაც შესაძლებელია გამოვყოთ სიჩქარეთა ორი მაქსიმუმი და ორი მინიმუმი. პირველი მაქსიმუმი ბრიზის ქვედა დონეებშია, უმთავრესად 0,1—0,6 კმ-ის სიმაღლეზე, ხოლო მეორე — 0,6—1,25 კმ-ზე. პირველი მინიმუმი ბრიზის ქვედა დონეების თითქმის შუა ნაწილშია (0,4—1,0 კმ), ხოლო მეორე — უმთავრესად გარდამავალ ფენაში (0,9—2,0 კმ).

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.6.1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. კოტარიძე. სანაპირო ბრიზების ვერტიკალური სტრუქტურის საკითხისათვის. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 50, 1953.
2. ა. კოტარიძე. დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო რაიონების კლიმატზე ბრიზების გავლენის საკითხისათვის. სტალინის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 58, 1956.
3. ა. კოტარიძე. ბრიზული ცირკულაციის დღე-ღამური რეჟიმის საკითხისათვის დასავლეთ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო რაიონებში. 1957.
4. ე. ნაფეტვარიძე. ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესები საქართველოს ტერიტორიაზე, როგორც მისი კლიმატური ფაქტორი. ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. III, ნაკვეთი 1, 1948.
5. А. И. Воейков. Климат восточного побережья Черного моря. Черноморское побережье, СПб, 1898.
6. П. А. Воронцов. Роль местных условий в развитии бризовых ветров. Мет. и гидр., № 1, 1941.
7. П. А. Воронцов. Схемы строения бризовых ветров в районе Черного моря. Мет. и гидр. № 4, 1948.
8. И. Ф. Кварацхелия. Аэроклиматическая характеристика свободной атмосферы над Сухуми, Тезисы докладов на четвертой научной сессии Тбилисского научно-исследовательского института, Тбилиси, 1957.

ტექნიკა

ა. ტატიშვილი

რუსთავის წიდაპორტლანდცემენტის აპტიმობის ზრდა მიზროაპტიმაციის საშუალებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზავრიევა 30.9.1957)

ცნობილია მრავალი ხერხი, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება შემკვრელების ხარისხის გაუმჯობესება, მაგალითად: ცემენტების სველად დაღქვა ვიბროწისქვილებში, ბეტონების ხანგრძლივი არევა ბეტონომრეველებში და სხვ.

ეს ხერხები გამოდინარეობს აკად. პ. რებინდერის ცნობილი დებულებიდან „მყარი სხეულების დეფორმირების შემსუბუქება წყლიან არეში“. ამავე პრინციპზეა დამყარებული ცემენტის ცომის ან დუღაბის ხარისხის გაუმჯობესება ვიბროაპტივაციით.

ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლებელია მივიღოთ უფრო მაღალი მარკის ბეტონები (გამკვრივების მოკლე ვადაში), ვიდრე იმავე ცემენტით, მაგრამ მათი ვიბროაპტივაციის გარეშე. ცემენტების ვიბროაპტივაცია საშუალებას წოგვცემს დავაჩქაროთ ნაგებობათა მონტაჟი და შევამციროთ ცემენტის ხარჯი.

ცემენტის ხარჯის შემცირება მარტო ეკონომიური თვალსაზრისით როდია ხელსაყრელი, არამედ იმითაც, რომ ცემენტის ქვა გამკვრივების დროს განიცდის წყლის ზემოქმედებას, რაც იწვევს მის სივრცით დეფორმაციას, ამიტომ ცემენტის ხარჯის შემცირება, ბეტონის სათანადო სიმკვრივისა და სიმტკიცის შენარჩუნებით, იწვევს მისი მდგრადობის გაუმჯობესებას [1].

ბეტონის მდგრადობის გაუმჯობესება შეიძლება სხვადასხვა ხერხით. ერთ-ერთი ხერხი მაღალი აქტივობის ცემენტების გამოყენებაა.

როგორც ცნობილია, ცემენტის აქტიურობა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე. მათგან ყველაზე მთავარია მისი მინერალოგიური შედგენილობა, კლინკერის გამოწევის რეჟიმი, დაფქვის სიწმინდე და სხვა, მაგრამ ყველა ამ ფაქტორის რეგულირება მხოლოდ ქარხნებში შეიძლება.

ცემენტის აქტიურობის გაზრდა შესაძლებელია აგრეთვე მისი წვრილად დაფქვით ან ვიბროაპტივაციით თვით ბეტონის ქარხნებში. ცემენტის ვიბროაფქვა და ვიბროაპტივაცია შეიძლება ჩაითვალოს ბეტონისა და ნარევების სიმტკიცის გაუმჯობესების ერთ-ერთ ფაქტორად.

პრაქტიკულად ცნობილია, რომ ცემენტის დაფქვა ჩვეულებრივ წისქვილებში თვით ცემენტის ქარხნებში იწვევს აქტიურობის გადიდებას, მაგრამ ქარხნებში წისქვილების გამოყენება იწვევს მათი წარმადობის მკვეთრად შემცირებას და ერთ ტონა პროდუქციაზე ელექტროენერჯის გადახარჯვას.

ბეტონის ქარხნებში ცემენტის აქტიურობის გაუმჯობესება ვიბროწისქვილების ან ვიბროდაფქვის მარცვლებით ხელსაყრელია, რადგან სივრცითი დეფორმირება ცემენტის მარცვლების დაფქვის დროს მცირდება მათზე ძლიერ ხშირი, მაგრამ თავისი სიდიდით პატარა იმპულსების მიყენებით. ამ დროს ცემენტის ახალი ზედაპირები მიიღება არა დიდი სივრცით დეფორმირებით, არამედ მცირე და ხშირი დალლთი დეფორმაციების მეოხებით. ამით აიხსნება ვიბროაპტივაციის ან ვიბროდაფქვის დროს ნაკლები ენერჯის ხარჯვაც [2].



ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდების მიზანი იყო, გამოგვეკვლია ადვილობრივი ცემენტების, კერძოდ რუსთავის წიდაპორტლანდციმენტის, ვიბროაქტივაციის ეფექტურობა.

ექსპერიმენტული სამუშაოები ჩატარდა სიღრმის ვიბრატორის „Н—86“-ის გამოყენებით.

აღნიშნული ცემენტის აქტივაცია ხდებოდა მისი სხვადასხვა რაოდენობის წყალთან არევის შემდეგ (წყალცემენტის ფაქტორი იცვლებოდა 0,18-დან 0,23-მდე). ამავე დროს იმავე წყალცემენტის ფაქტორით მზადდებოდა საკონტროლო ნიმუშები, რომლებიც არ განიცდიდნენ ვიბროაქტივაციას. ვიბროაქტივაციის დროდ მიღებულ იქნა 0, 5, 10, 15 და 20 წუთი. დამზადდა ნიმუშები 5×5×5 სმ. ეს ნიმუშები ვიბროაქტივაციის შემდეგ ეწყობოდა ყალიბებში ვიბრატორ „ЦНИПС“-ის საშუალებით. მათი ვიბრირების დრო იყო 1 წუთი. ცემენტის მარკა იყო „400“. მისი ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ცემენტის ქიმიური შედგენილობა

| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | FeO | K ₂ O | საერთო ფგირიდი, გადათვლილი SO ₃ -ზე | n.n.n. | H ₂ O |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|------------------|--|--------|------------------|
| 25,40 | 9,20 | 2,42 | 55,95 | 2,07 | 0,72 | 0,51 | 2,49 | 0,52 | 0,32 |

ცემენტის ხვედრითი წონა იყო 3, ნორმალური სისქელე კი შეადგენდა 26%, შეჭიდვის დასაწყისი—2 საათი და 10 წუთი, ხოლო დასასრული—4 საათი და 50 წუთი.

ნიმუშები დამზადების შემდეგ ერთ დღეს ინახებოდა ყალიბებში, ხოლო შემდეგ წყალში, მათ გამოცდამდე. ცემენტის აქტივობის გაზრდა ხასიათდებოდა ნიმუშების სიმტკიცის მაჩვენებლებით.

ოპტიმალური ვიბროაქტივაციის და წყალცემენტის ფაქტორის გამოსარკვევად დამზადდა ნიმუშები, მათი გამოცდის შედეგად მიღებული სიმტკიცის მაჩვენებლები მოყვანილია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ვიბროაქტივაციის დროისა და წყალცემენტის ფარდობის გავლენა ცემენტის ქვის სიმტკიცეზე

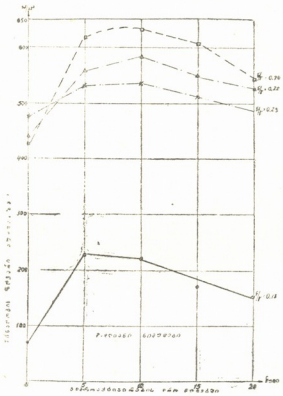
| აქტივაციის დრო წუთობით | წინალობის ზღვარი კუმშვაზე დღეებში წყალცემენტის ფარდობის დროს | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| | 0,18 | | 0,20 | | 0,22 | | 0,23 | | 0,26 | | 0,30 | | 0,34 | |
| | 3 | 7 | 3 | 7 | 3 | 7 | 3 | 7 | 3 | 7 | 3 | 7 | 3 | 7 |
| 0 | 53 | 70 | 345 | 425 | 360 | 440 | 288 | 475 | 262 | 305 | 183 | 298 | 130 | 195 |
| 5 | 215 | 230 | 555 | 620 | 465 | 563 | 336 | 530 | — | — | — | — | — | — |
| 10 | 216 | 220 | 570 | 630 | 455 | 585 | 350 | 535 | — | — | — | — | — | — |
| 15 | 115 | 171 | 475 | 610 | 410 | 550 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 20 | 130 | 155 | 470 | 540 | 384 | 528 | — | — | — | — | — | — | — | — |

მე-2 ცხრილის მონაცემებით შეიძლება დავასკვნათ, რომ რუსთავის ცემენტის ვიბროაქტივაციის ოპტიმალური დრო არის 10 წუთი. ნიმუშები 10-წუთიანი ვიბროაქტივაციით უფრო მტკიცეა, ვიდრე საკონტროლო ნიმუშები და ვიბროაქტივირების მეტი ან ნაკლები ხანგრძლივობის დროს დამზადებული ნიმუშები. ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტში ცდების საფუძველზე მიღებული შედეგებით და აგრეთვე ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდებით გა-

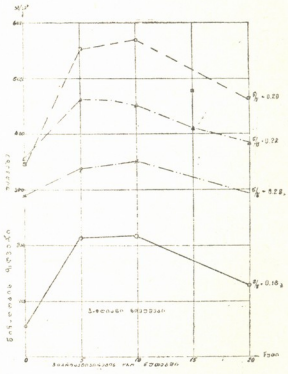
მოიხრება, რომ ოპტიმალურზე მეტი რაოდენობის წყლის დამატება იწვევს ცემენტის ნარევის განშრევადობას, ხოლო უფრო ნაკლები წყლის დამატება — ვიბრატორის გარშემო სიცარიელის წარმოქმნას, რაც ვიბროაქტივაციის ენერგიას შთანთქავს და მისი მოქმედება მინიმუმამდე დაჰყავს.

ოპტიმალური წყლის დამატების დროს ვიბრატორის ენერგია სრულად გადაეცემა ცემენტის ცომს, რაც იწვევს მის საგრძნობ გამაკვრივებას. ამ დროს ცემენტი ინტენსიურად რეაგირობს წყალთან, მისი მარცვლები იშლება და იმსხვრევა. ვიბროაქტივაციის დამთავრების შემდეგ ცემენტის ცომი იმდენად მკვრივდება, რომ შეუძლებელი ხდება სიღრმიდან ვიბრატორის ამოღება. მისი ამოღება შესაძლებელია მხოლოდ ვიბრატორის მუშაობის პროცესში [3].

მიღებული შედეგები (იხ. ცხრილი 2 და ნახ. 1 და 2) საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ ვიბროაქტივაციის დროს 10 წუთამდე გადიდება იწვევს სიმტკიცის მკვეთრ ზრდას (საკონტროლო ნიმუშებთან შედარებით), ხოლო დროის შემდგომი ზრდა არ აღიძვებს სიმტკიცეს.



ნახ. 1. ცემენტის ქვის ნიმუშების სიმტკიცის დამოკიდებულება ვიბრირების დროსთან



ნახ. 2. ცემენტის ქვის ნიმუშების სიმტკიცის დამოკიდებულება ვიბრირების დროსთან

დასაშვებია ვფიქროთ, რომ ვიბროაქტივაციის 10 წუთზე მეტი დრო წარმოქმნის დიდძალ კოლოიდურ ფაზას, რომელიც უშედეგოდ შთანთქავს ვიბრატორის მიერ გამომუშავებულ მექანიკურ ენერგიას. პ. რებინდერის აზრით [4], პოხიერი ფლორუჯანი სტრუქტურის შექმნა იწვევს სისტემის სიმტკიცისა და მედეგობის შემცირებას.

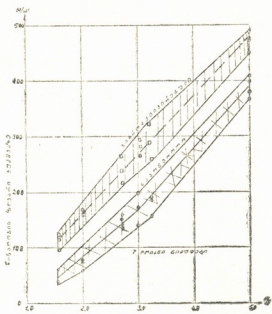
პროდუქტების მაღალი დისპერსიულობა ვიბროდაფქვის დროს და მათში კოლოიდური ფრაქციების უმცირესი ნაწილაკები იწვევენ ფიზიკურ-ქიმიური პროცესების დაჩქარებას.

ცემენტის ცომის მაღალსიხშირიანი და ხანგრძლივი ვიბრირება ოპტიმალური დროის განმავლობაში იწვევს ცემენტის ჰიდრატირების გაღრმავებას და მისი ნაწილაკების მკვრივ განლაგებას, ამის შედეგად კი დიდდება ცემენტის ქვის სიმტკიცე.

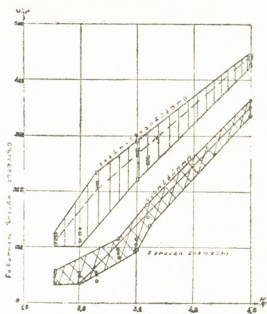


როგორც აღვნიშნეთ, ვიბროაქტივაციის ოპტიმალური დრო 10 წუთია, ხოლო ოპტიმალური წყალცემენტის ფარდობა—0,2. ოპტიმალური წყალცემენტის ფარდობა სამართლიანია ვიბროაქტივაციის ყველა დროისათვის (5, 10, 15 და 20 წუთი). აქედან გამომდინარეობს, რომ ცემენტების ვიბროაქტივაცია მისან-შეწონილია მხოლოდ დაბალი წყალცემენტის ფარდობის გამოყენების შემთხვევაში.

წყალცემენტის ფარდობის გაზრდისას ვიბროაქტივირებული ნიმუშების სიმტკიცე კლებულობს, მაგრამ მათი სიმტკიცე მინც მეტია, ვიდრე საკონტროლო ნიმუშების სიმტკიცე მათთვის ოპტიმალური წყალცემენტის ფარდობის დროს. ვიბროაქტივირებული (5, 10, 15 და 20 წუთი) ნიმუშების სიმტკიცის მკვეთრი შემცირება 0,18 წყალცემენტის ფარდობის დროს შეიძლება აიხსნას გამკვრივებისას წყლის ფაზის ნაკლებობით, რაც იწვევს პოხიერი და ფოროვანი ცემენტის ქვის სტრუქტურის შექმნას.



ნახ. 3



ნახ. 4

ცემენტის ცომის ხანგრძლივი ვიბრირება იწვევს მისი კოაგულირებული რიკსტროპული სტრუქტურის დარღვევას, რის გამოც მკვეთრად იზრდება სიბლანტე, ჩქარდება კლინიკის მინერალების ხსნადობის პროცესი, აღსარბციული და ქიმიური დისპერგიულობა. აგრეთვე ეს იწვევს ხსნარების სწრაფ გადაჯერებას და ახლად შექმნილი ჩანასახის გამოკრისტალდება; მაგრამ კრისტალების ჩანასახებს, რომლებიც ვიბრაციის ქმედების შედეგად განიცდიან რხევას, არ შეუძლია შეიერთონ თავის გარშემო ორჩანასახიანი კრისტალები ხსნარიდან, რის შედეგადაც კრისტალების ზრდა ნელდება და მათი რაოდენობა მოცულობის ერთეულში იზრდება ახლად წარმოქმნილი დამოუკიდებელი კრისტალოპიდრატების ხარჯზე. ამის შედეგად წარმოიქმნება ცემენტის ქვის წვრილკრისტალური სტრუქტურა და იზრდება მისი სიმკვრივე.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დაბალი წყალცემენტის ფარდობისას ცემენტის ვიბროაქტივაცია ეფექტურია, მაგრამ პრაქტიკულად ბეტონების დამზადებისათვის საჭიროა გაცილებით უფრო მაღალი წყალცემენტის ფარდობის გამოყენება (0,4 და მეტი). ამ მიზნით ჩვენ ჩავატარეთ დამატებითი ცდები. ამ ცდებით გვინდოდა დაგვედგინა, თუ რა გავლენას მოახდენდა ცემენტის ქვის სიმტკიცეზე, ვიბროაქტივირებული ცემენტის ცომზე, წყლის შემდგომი დამატება.

ამ საკითხის გამოსაკვლევად დამზადებულ იქნა ნიმუშების 2 სერია. ვიბროაქტივირებული ნიმუშები 0,2 წყალცემენტის ფარდობით იხსნებოდა წყალში და წყალცემენტის ფარდობა იზრდებოდა 0,625-მდე (ვიბროაქტივაციის დრო იყო 10 წუთი).

ამასთან ერთად მზადდებოდა საკონტროლო ნიმუშები (არააქტივირებული) იმავე წყალცემენტის ფარდობით. მიღებული შედეგების მიხედვით შედგენილია მესამე ცხრილი.

ცხრილი 3

ვიბროაქტივირებული და საკონტროლო ნიმუშების სიმტკიცის მაჩვენებლები (ცემენტის ცომის წყალში გახსნის შემდეგ)

| წყალცემენტის ფარდობა | ვიბროაქტივირებული ნიმუშების წინაღობის ზღვარი კუმშვებზე კგ/სმ ² | | საშუალო მოცულობითი წონა კგ/სმ ³ | საკონტროლო ნიმუშების წინაღობის ზღვარი კუმშვებზე კგ/სმ ² | | საშუალო მოცულობითი წონა კგ/სმ ³ |
|----------------------|---|----------|--|--|----------|--|
| | 5-დღიანი | 7-დღიანი | | 5-დღიანი | 7-დღიანი | |
| 0,2 | 570 | 630 | 2255 | 355 | 425 | 2130 |
| 0,313 | 246 | 283 | 2147 | 157 | 181 | 2140 |
| 0,344 | 274 | 281 | 2087 | 102 | 175 | 2000 |
| 0,375 | — | 238 | 2022 | 97 | 145 | 1915 |
| 0,435 | 212 | — | 2035 | 47 | — | 1835 |
| 0,5 | 118 | 158 | 1895 | 45 | 64 | 1825 |
| 0,625 | 113 | — | 1875 | 52 | 67 | 1810 |

აღნიშნული ცხრილის მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გამოირკვა, რომ ვიბროაქტივირებული ცემენტის ცომი წყალში გახსნის შემდეგ კვლავ მეტ სიმტკიცეს გვაძლევს იმავე წყალცემენტის ფარდობის მქონე საკონტროლო ნიმუშებთან შედარებით.

ამავე დროს ვიბროაქტივირებული ცემენტის ცომის ნიმუშები უფრო მკვრივებია.

ზემოთ მოცემული ცხრილები საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ მხოლოდ 3-5-და 7-დღიანი ნიმუშების სიმტკიცეზე. ჩვენთვის საინტერესო იყო 28-დღიანი ნიმუშების სიმტკიცის დადგენაც, ამიტომ ჩვენ დავამზადეთ როგორც საკონტროლო, ისე ვიბროაქტივირებული ნიმუშები 0,2 წყალცემენტის ფარდობით.

ნიმუშების გამოცდით დადგინდა, რომ ვიბროაქტივირებული ცემენტის ცომიდან დამზადებული ნიმუშების სიმტკიცე მკვეთრად აღემატება საკონტროლო ნიმუშების სიმტკიცეს ერთსა და იმავე გამკვრივების დროის განმავლობაში.

ჩატარებული ცდების საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ რუსთავის წინაპორტლანდცემენტის ცომის ვიბროაქტივაცია კარგ ეფექტს იძლევა და მიზანშეწონილია ამ მეთოდის ფართოდ დანერგვა წარმოებაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

დავითიშვილი ლიტერატურა

1. В. И. Сорокер. Пластифицирующие растворы и бетоны. М., ГИЗ, по строит. и архитект., 1953.
2. М. П. Элизон, Я. С. Штейн и А. З. Татишвили. Отчет НИИ строительной техники АС и АССР. Разработка технологии изготовления крупных блоков, М., 1955.
3. Ю. Я. Штаерман, Г. П. Вербицкий, Э. Р. Мюльман. Виброактивация цемента. Москва, 1956.
4. П. А. Ребиндер. Вибродомол—наиболее эффективный современный метод измельчения. Жур. «Строительные материалы», № 1, 1956.

ბოტანიკა

აღიწერული მუშაურობა

პლასტიდური პიგმენტები ვაჟის მერქანში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ჯაფარიძემ 11.1.1958)

მცენარეთა ფიზიოლოგიაში უკანასკნელ დროს სულ უფრო და უფრო იპყრობს მკვლევართა ყურადღებას ე. წ. „ფოთლისგარე ქლოროფილი“. უდავოა, რომ იმ ქლოროფილისა და მისი თანმხლები პიგმენტების შესწავლას, რომლებიც გვხვდებიან ღერძითი ორგანოების ქსოვილებში, დიდი მნიშვნელობა აქვთ. წინამდებარე წერილში მოგვყავს ვაჟის ზოგიერთი ქართული ჯიშის ერთ-წლიანი ყლორტების მერქანში არსებულ პლასტიდური ფიტოქრომული კომპლექსის შესწავლის მონაცემები. ვაჟები დაირგო 1949 წელს მუხრანის სტაციონარის ჯიშთაგამოცდის ნაკვეთზე, სადაც ჯიშების განვითარება მსგავს პირობებში ხდებოდა. კალმები საანალიზოდ აჭრილ იქნა 1955 წლის მარტში. ანალიზამდე მას ვინახავდით ბნელ და გრილ სარდაფში. ქერქისაგან გასუფთავებული მასალის საანალიზოდ მომზადება და ფიტოქრომების დაცილება ხდებოდა დ. ს. ა. კ. ო. ე. ი. კ. ო. ვ. ის მეთოდის მიხედვით [1]. კვლევის შედეგები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

| № № რიგზე | ჯიშების დასახელება | მგ % ცოცხალ წონაზე | | | კაროტინი ქსანტოფილი |
|--------------|--------------------|--------------------|----------|------------|------------------------|
| | | ქლოროფილი | კაროტინი | ქსანტოფილი | |
| 1 | საფერავი ქართლისა | 15,17 | 0,26 | 1,52 | 5 : 6 |
| 2 | საფერავი | 11,15 | 0,24 | — | — |
| 3 | დანახარული | 9,99 | 0,42 | 1,32 | 1 : 3 |
| 4 | შავითა | 9,76 | 0,40 | 0,69 | 1 : 2 |
| 5 | თავვეერი შავი | 9,64 | 0,33 | 0,74 | 1 : 2 |
| 6 | ქინწურა | 9,40 | 0,27 | 0,26 | 1 : 1 |
| 7 | ანდრიული | 9,13 | 0,37 | 1,25 | 1 : 3 |
| 8 | ხარისთვალა | 8,88 | 0,46 | 1,05 | 1 : 2 |
| 9 | ციცქა | 7,94 | 0,52 | 0,83 | 1 : 2 |
| 10 | ბუერა | 7,90 | 0,95 | 1,04 | 1 : 1 |
| 11 | გორული მწვანე | 7,70 | 0,65 | 1,28 | 1 : 2 |
| 12 | რქაწითელი | 6,25 | 0,28 | 0,72 | 1 : 3 |
| საშუალო | | 9,4 | 0,4 | I | I : 2,5 |

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ გადაზამთრებული, ე. ი. ზრდასრული ერთ-წლიანი ყლორტების მერქანის ქსოვილები შეიცავენ სამივე ძირითად პლასტიდურ პიგმენტს: ქლოროფილს, კაროტინსა და ქსანტოფილს. ყურადღებას იპყრობს პიგმენტების რაოდენობის დიდი მერყეობა, რაც ჯიშობრივ თავისებურებებთანაა დაკავშირებული. ასე, მაგ., საფერავის მერქანი შეიცავს ორჯერ მეტ ქლოროფილს, ვიდრე რქაწითელისა. საჭიროა აღინიშნოს აგრეთვე ისიც, რომ



შესწავლილი ჯიშებისათვის არაა დამახასიათებელი პიგმენტების ურთიერთ შედარების რაიმე კანონზომიერება, პირიქით, აქ აღინიშნება მისი დიდი სხვადასხვაობა. მაგრამ ვაზის მერქნისათვის საერთო დამახასიათებელ თვისებად კი შეიძლება ჩაითვალოს ქსანტოფილის შედარებით დიდი შემცველობა, რაც ორჯერ მეტია, ვიდრე კაროტინი. მრავალმერქნიანი ჯიშის ყლორტების მერქანში ეს შეფარდება (კაროტინი : ქსანტოფილთან) სხვაგვარია და უახლოვდება 4:1, რაც დასტურდება აგრეთვე ლიტერატურული მონაცემებითაც [2].

მერქნის პიგმენტების რაოდენობა და ურთიერთ შეფარდების შედარება ვაზის ფოთლის პიგმენტებთან გვიჩვენებს, რომ მერქანში მათი რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია, მაგრამ მერქნის ქსოვილში ისინი ყოველთვის მოიპოვებიან. მათი არსებობა ფიზიოლოგიურად გამართლებული უნდა იყოს, რის გამოკვლევაც მეტად სასურველად მიგვაჩნია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 10.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. И. Сапожников. Разделение и количественное определение фитохромов пластид. Труды Бот. Инс-та им. В. Л. Комарова. Экспериментальная ботаника, серия IV, в. 8. М.—Л., 1951, стр. 140—163.
2. С. Я. Соколов. Хлорофилл в древесине ветвей. Ботанический журнал, т. XXXVIII, № 5, М.—Л., 1953, стр. 661—668.

მეტყეობა

3. მფხვამი

მთის ქანების ზოგიერთი თავისებურება, როგორც სუბსტრატი მარქნიან მცენარეთა არსებობისა და ბანვითარებისათვის

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ვ. გულისაშვილმა 11.2.1958)

ამიერკავკასიის პირობებში ხშირია შემთხვევა, როცა დიდი ქანობის მო-
 შიშვლებულ ფერდობებზე, ამოფრქვეულ ან დანალექ მთის ქანებზე იზრდება
 მერქნიანი მცენარეები: ქართული მუხა, აკაკი, ფიჭვი, ღვია და სხვა.

სატყეო საკულტურო საქმიანობის თვალსაზრისით, საინტერესო და მნიშ-
 ვნელოვანია საკითხი როგორ შეუძლიათ განვითარების უმაღლეს საფეხურზე
 მდგომ მცენარეებს გაიზარდონ მოშინვლებული მთის ქანებზე, სადაც ნიადაგი
 თითქმის არ არის, ან არახელსაყრელი კლიმატური პირობებია.

საფიქრებელია, რომ მათ არსებობას, ტენიანობისა და მინერალური კვებ-
 ბის ასეთ არახელსაყრელ პირობებში, ხელს უნდა უწყობდეს თვით მთის ქანი,
 რომელიც აქ ნიადაგის როლს ასრულებს. ტენსა და საკვებ ნივთიერებას ამ შეუ-
 თხვევაში მცენარე ღებულობს პეტეროგრაფიული იეროგლიფებიდან, რომლებ-
 ზედაც ატმოსფერულ ნალექთა ზეგავლენით, თერმალურ პირობათა განსაზ-
 ღვრული შეთანაწყობის დროს; იქმნება მცენარეთა ზრდა-განვითარების პირო-
 ბები, რაც, თავის მხრივ, აპირობებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესს.

გრუნტისა და კლიმატის ასეთ მძიმე პირობებში მერქნიან მცენარეთა
 ზრდა-განვითარებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მთის ქანის ბზარიანობას
 როგორც დანალექი, ისე ამორფქვეულ ქანებში. მთის ქანის წყლით გამდიდრება
 დაპირობებულია გარემოს სხვადასხვა ფაქტორებისაგან, რომელთა შორის ერთ-
 ერთი მთავარია მათი ბზარიანობა.

როგორც ცნობილია, მთის ქანების ბზარიანობა სხვადასხვაა თავისი წარ-
 მოშობის მიხედვით, მაგრამ ბზარიანობის არსებულ ტიპებს შორის მცენარის
 ზრდა-განვითარების თვალსაზრისით ყველაზე მნიშვნელოვანად უნდა ჩაითვა-
 ლოს ის ტიპი, რომელიც დამოკიდებულია მთის ქანის გამოფიტვის ფიზიკური
 პირობისაგან, რასაც, აგრეთვე, დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგწარმოქმნითი
 პროცესის დაწყებისათვის. ამიტომ მთის ქანების ბზარიანობის შეფასების დროს
 უმთავრესად ყურადღებას ვაქცევთ იმ ბზარებს, რომლებიც წარმოშობილია
 გამოფიტვის პროცესში, რადგან ამ პროცესში ხდება მთის ქანების შინაგან თვი-
 სებათა ცვალებადობა.

უნდა აღნიშნოთ, რომ მთის ქანების ზედა ფენა დიდი დამსხვრეულობით
 ხასიათდება. მთის ქანები დეფორმაციისა და გამოფიტვის პროცესში გარეშე
 ძალთა ზეგავლენით ინგრევა და წვირლ ნაწილებად იქცევა. როგორც ა. მიხა-
 ილოვი აღნიშნავს [2], ამ პროცესის ძირითადი აგენტი წყალია. ჩაიჭონება რა
 ქანში, ჯერ პირველადი ცალკეული ბზარით წყალი თანდათანობით ჩადის პერი-
 ფერიიდან ცენტრში. ამასთანავე ავტორი სხვა ძირითად მიზეზებთან ერთად,
 რომლებიც გამოფიტვის ბზარებს ქმნის და აგანიერებს, თვლის მცენარეთა ფეს-
 ვებს, რომლებიც დამანგრეველ მოქმედებას იჩენს მთის ქანების მიმართ.

როგორც ზემოთ იყო კიდევ ნათქვამი, მცენარის არსებობისა და განვითარების
 ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორად ითვლება ტენი, რომელიც გრუნტისა და



კონდენსირებული წყლების სახითაა ნიადაგსა და გრუნტში. ტენი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ფაქტორია მიკროორგანიზმების არსებობისათვის, რომელთა მნიშვნელობა გამოფიტვის ქერქის ზედა ნაწილში წარმოებს.

სატყეო საკულტურო საქმიანობის თვალსაზრისით, მეტადრე სამხრეთ ექსპოზიციის ფერდობების გატყიანების დროს, ამ საკითხის შესწავლა მით უფრო მნიშვნელოვანია, რომ, პროფ. ვ. გულისაშვილის დასკვნით, თხელ განუვითარებელ ნიადაგებზე გვალვიან პირობებში ხეებისა და ბუჩქების ფესვების უმეტესი ნაწილი (95%) ვრცელდება ნიადაგის დედა ჯიშებში, ხოლო დახარჩენი (5%) — ნიადაგის ზედა ფენებში. აქედან გამომდინარე, დიდ ინტერესს წარმოადგენს ნიადაგ-გრუნტის წყალური პირობები, კერძოდ, წყლის ჩაქონვის სისწრაფე და მთის ქანის წყლიერ-ფიზიკური თვისებები.

ქ. თბილისის მიდამოების მთების ძირითად ნიადაგწარმოქმნელ მთის ქანებს თიხაქვიშები და ნაწილობრივ ამოფრქვეული ქანები წარმოადგენს.

დანალექი ქანები უფრო სწრაფად იფიტება სხვა მკვრივ ქანებთან შედარებით და ხელს უწყობს ფრიად დამსხვრეულ-დაქუცმაცებული ნაწილაკების წარმოქმნას, რომლებიც მიედინება და გროვდება ხევებში ქარისა და წყლის ეროზიის შედეგად, რის შემდეგ მიწის ზედაპირზე გამოჩნდება ჯერ გამოუფიტავი ქანები. თბილისის მიდამოების ფერდობების გატყიანება ხშირად წარმოებს ასეთ დეგრადირებულ ადგილებზე, ამიტომ თიხა-ფიქალებისა და სხვა ცოტად თუ ბევრად გამოფიტული მთის ქანების წყლიერი პირობების შესწავლას, რომლებზედაც გვიხდება ამჟამად მერქნიან ჯიშთა გაშენება, განსაზღვრული ინტერესი უნდა ჰქონდეს.

ამ მთის ქანების წყლიერ თვისებათა შესწავლისათვის ჩვენ მიერ აღებულ იქნა ნახევრადგამოფიტული თიხა-ფიქალებისა და ამოფრქვეული ტუფოგენური ჯიშების ნიმუშები.

მთის ქანების აღებული ნიმუშების შრეებს ერთ შემთხვევაში ჰორიზონტალური და მეორეში კი ვერტიკალური მიმართულება ჰქონდა, როგორც ამას ადგილი აქვს ხოლმე ბუნებაში ქანის ჩაწოლის ხასიათთან დაკავშირებით.

წყალგამტარიანობის განსაზღვრისათვის ნიმუშები თავსდებოდა ექსიკატორზე. ნიმუშებზე იდგმებოდა 250 სმ² მოცულობის ლითონის ცილინდრი წყლით. ცილინდრის ქვედა პირი მიწებებული იყო ნიმუშზე პლასტელინით, ცილინდრის ძირსა და მთის ქანს შორის წყლის გაქონვის თავიდან აცილების მიზნით. მაგრამ წყალგამტარიანობასთან ერთად დედა ჯიშებს საკმაო რაოდენობით ტენის დაგროვებაც უნდა ახასიათებდეს, რაც მათ ტენტევალობას უნდა განსაზღვრავდეს. ტენტევალობა განსაზღვრავს წყლის მაქსიმალურ რაოდენობას, რომელიც საჭიროა როგორც საკვები ნივთიერების გახსნის, ისე მცენარის წყლით მომარაგებისათვის.

ცდებისათვის აღებული მთის ქანების ნიმუშები ხასიათდება როგორც გამოფიტვის სხვადასხვა ხარისხით, ისე შრეებრივობით.

ნიმუშების პირველ ჯგუფს მიკუთვნებული იყო ქანები, რომელთა ზედა ფენების გამოფიტვის ხარისხი და ფენოვნება (შრეებრივობა თიხა-ქვიშებში) მკვეთრად იყო გამოსახული, ხოლო მეორე ჯგუფს — ქანები, რომელთა გამოფიტვა და შრეებრივობა უფრო სუსტი იყო.

ქანების ყველა მიმართულებისა და გამოფიტვის ხარისხისათვის ვილებდით 10 ნიმუშს, მიღებული მონაცემებიდან შემდეგ გამოგვყავდა საშუალო სიდიდეები, რომლებიც განსაზღვრავდა წყალგამტარიანობის უნარს.

სრული წყალტევალობის განსაზღვრისათვის დედა ჯიშის ნიმუში ჰაერ-შშრალ მდგომარეობაში აწონვის შემდეგ ჩაიშვებოდა წყლით სავსე ქურჭელში და ყოველ 5 საათში ერთხელ აიწონებოდა ხოლმე, ვიდრე არ დადგებოდა მუდმივ წონაზე, რის შემდეგ განისაზღვრებოდა მის მიერ შეწოვილი წყლის რაოდენობა.

ქვემოთ მოგვყავს 1 ცხრილი, რომელიც გვიჩვენებს თიხა-ფიქალების წყალგამტარობას.

ცხრილი 1

თიხა ფიქალების წყალგამტარობა

| ნიმუშის აღები ადგილი | №№ რიგზე | ნიმუშის შრეების ჰორიზონტალური განლაგების დროს 10,5 სმ სიღრმეში | | | | | | ნიმუშის შრეების ვერტიკალური განლაგების დროს 12,5 სმ სიღრმეში | | | | | |
|---|----------|--|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|--|---------|------------------|---------|-----------------|---------|
| | | გაჟონვის დასაწყისში | | გაჟონვის დამთავრება | | გაჟონვის ხანგრძლივ. | | გაჟონვის დასაწყისი | | გაჟონვის დამთავ. | | გაჟონვ. ხანგრძ. | |
| | | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი | მწკრივი |
| სამხრეთ ექსპოზიციებზე ლისის ტბის მიდამოებში | 1 | 9 | 30 | 12 | 52 | 3 | 22 | 12 | 13 | 12 | 22 | — | 9 |
| | 2 | 9 | 30 | 12 | 45 | 3 | 15 | 12 | 13 | 12 | 27 | — | 14 |
| | 3 | 9 | 30 | 12 | 58 | 3 | 28 | 12 | 13 | 12 | 18 | — | 5 |
| | 4 | 10 | 00 | 13 | 15 | 3 | 15 | 13 | 11 | 13 | 40 | — | 29 |
| | 5 | 10 | 00 | 14 | 25 | 4 | 25 | 13 | 11 | 13 | 23 | — | 12 |
| | 6 | 10 | 00 | 13 | 40 | 3 | 40 | 13 | 11 | 13 | 15 | — | 5 |
| | 7 | 9 | 30 | 12 | 45 | 3 | 11 | 13 | 25 | 13 | 42 | — | 17 |
| | 8 | 9 | 30 | 13 | 15 | 3 | 45 | 13 | 35 | 13 | 37 | — | 7 |
| | 9 | 9 | 30 | 13 | 10 | 3 | 40 | 13 | 30 | 13 | 55 | — | 10 |
| | 10 | 10 | 00 | 42 | 12 | 3 | 42 | 13 | 40 | 13 | 48 | — | 8 |
| საშუალო | | | | | | 3 | 57 | | | | | — | 11,6 |

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ნიადაგის დედა ჯიშების ქანებისა და ფიქალების ვერტიკალურად განლაგების დროს წყალი საგრძნობლად სასწრაფოდ იჟონებოდა, დაახლოებით იმ სისწრაფით, რაც ტყის ნიადაგებს ახასიათებს. აქვე საჭიროა აღვნიშნოთ, რომ წყლის ამ მიმართულებით გატარების დროს ხდებოდა წყლის ინფილტრაცია ქანის ბზარების პერპენდიკულარულად ძალზე მცირე მანძილზე. მაქსიმალური დრო დაჭირდა წყლის გატარებაზე № 4 ნიმუშს, რომლის ფენოვნობა (შრეობრივობა) ოდნავ შესამჩნევი იყო.

სრულიად საწინააღმდეგოს ვამჩნევთ იმ შემთხვევაში, როდესაც ჭიქას ვდგამთ დედა ჯიშზე, რომლის ფენები ჰორიზონტალური მიმართულებითაა განლაგებული, ე. ი. როდესაც ჭიქა დადგმულია შრეებისა და ბზარების პერპენდიკულარულად. ამ შემთხვევაში წყლის გაჟონვას მონოლიტში საგრძნობლად დიდი დრო დაჭირდება, საშუალოდ 3 საათი და 57', ამ დროის განმავლობაში 10,5 სანტიმეტრის სისქის ნიმუში მთლიანად იყო წყლით გაყვნილი.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ, როდესაც დედა ჯიშების შრეები განლაგებულია ჰორიზონტალურად, ნიმუში პოტენციალთა სხვაობის ძალის საფუძველზე მთლიანად იჟინთება წყლით. თიხა ფიქალებში შრეების ასეთი განლაგების დროს 1 მმ წყლის გატარებისათვის საჭიროა საშუალოდ 2'25".

ვულკანური წარმოშობის დედა ჯიშების წყალგამტარობა მოცემულია მე-2 ცხრილში.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, პსამიტური სტრუქტურის ლითოკრისტალოკლასტური ტუფის ზედა ფენებმა 15 სმ მოცულობის წყალი გაატარა 31 საათსა და 20 წუთში. ტუფოქვიშების ზედა ფენამ ამავე ხნის პერიოდში წყალი თითქმის არ გაატარა. კრისტალოკლასტურმა ტუფმა 250 სმ მოცულობის წყალი სრულად გაატარა 38 საათის განმავლობაში. ლითოკრისტალოკლასტურმა ტუფმა პლაგიოკლასტით წყალი არ გაატარა.

მოფრქვეული ქანების წყალგამტარობა

| მთის ქანების დასახელება | დედა ჯიშის ზედა ფენა | | | დედა ჯიშის ქვედა ფენა | | | შენიშვნა |
|---|---|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|--|
| | გაჟონვის დასაწყისი | გაჟონვის დამთავრ. | გაჟონვის ხანგრძლ. | გაჟონვის დასაწყისი | გაჟონვის დამთავრ. | გაჟონვის ხანგრძ. | |
| ლითოკრის- ტალური ტუფი | 12/X 9 40 | 13/X 16 20 | | 13/X 17 00 | 9 15 | ** | * სუსტად გაატარა |
| ტუფი ქვიშე- ბი | 5 დღე-ღამის განმავლობაში გაატარა წყლის უმნიშვნელო რა- ოდენობა, მაგრამ ქანი იყო დატენიანებული | | | | | | |
| კრისტალო- კლასტური ტუფი | 12/X 10 00 | 13/X 14 38 | 28 38 | * 13/X 15 00 | 16/X 13 25 | | ** ძლიერ უმნიშვ. |
| ლითოკრის- ტალური ტუფი პლა- გიოკლაზით | | | არ. გაატარა | | | | * გაატა- რა სოფ- ლიად 250 სმ ² |

ამრიგად, კრისტალოკლასტური ტუფი, რომელიც პიროქსენის ნამტვრევებთან ერთად შედგება და წარმოდგენილია ავგიტით და მაგნეტიტით, უკეთესი წყალგამტარობით ხასიათდება, რაც მისცემს საშუალებას მერქვიან მცენარეთა ფესვებს მოამარაგონ მცენარე საკვები ნივთიერებითა და წყლით.

მეტად საინტერესოა, აგრეთვე, მთის ქანების წყალტევადობის შესწავლა. შესწავლილი იყო წყალტევადობა იმ მთის ქანებისა, რომლებზედაც წარმოიქმნება სატყეო საკულტურო ფართობების ნიადაგები. ეს ქანები შემდეგია:

1. დახალეკი ქანებიდან ქვიშაფიქალები;
2. ლითოკრისტალური ტუფი ნიმუში „დეგეულას“ ხევიდან ფსამიტური სტრუქტურით, რომლის ცალკეულ ნატეხებში ჭარბობენ პლაგიოკლაზები, რომლებიც წარმოდგენილია პორფირიტებით მიკროლითური სტრუქტურით, ძირითადი მასა ფლუიდალურია გადასული კვარციტების;
3. ტუფო ქვიშები, რომელთა ძირითად მინერალებს პლაგიოკლაზები და კარბონატები წარმოადგენს, ძირითადად მასა შეცვლილია, გათიხებული (ნიმუში „აბანოს“ ხევიდან);
4. კრისტალოკლასტურ ტუფში, რომელიც პიროქსენის ნატეხებისაგან არის შემდგარი, პიროქსენი წარმოდგენილია ავგიტით და მაგნეტიტით; ჯიში ძლიერ შეცვლილია, გათიხებული (ნიმუში აღებულია „აბანოს“ ხევიდან);
5. ლითოკრისტალოკლასტური ტუფი, რომლის სტრუქტურა ლითოკლასტური — ფსამიტურია, შედგება ცალკეული მინერალების მინარევებისაგან, რომელთა შორის ძალზე გამოიყენება პლაგიოკლაზები და პიროქსენის კრისტალების ნამტვრევები, ძალზე გამოქარულია, შეცემენტებულია ტუფით (ნიმუშები „საცივეს“ ხევიდან).

ყველა ეს ჯიში მონაწილეობას ღებულობს ჩვენთვის საინტერესო მთის ფერდობების აგებულებაში, რომელზედაც ნიადაგი თითქმის სრულიად ჩამორეცხნილია და მოითხოვს ხელოვნურ გატყვიანებას, განსაკუთრებით კი სამხრეთ ექსპოზიციებზე.

მთის ქანების ეს ნიმუშები დაყოფილი იყო ორ ჯგუფად. პირველ ჯგუფში შედიოდა ის ნიმუშები, რომლებიც ამოღებულ იქნა მთის ქანის ზედა შრეებიდან და რომელთაც გამოფიტვის პროცესები და შრეობლობა მკვეთრად ეტყობოდათ, მათზე დასახლებულია ხავსი და ლიქნები.

მეორე ჯგუფშია მთის ქანების ის ნიმუშები, რომლებიც ამოღებულ იქნა ღრმა ქანებიდან და რომელთაც გამოფიტვის პროცესები ოდნავ ემჩნეოდა. მე-3 ცხრილში მოყვანილია მათი ტენიანობა და მაქსიმალური ტენტევალობა %-ით.

ცხრილი 3

| ნიდავის დედა ჯი-ში | ჯგუფები | ნიმუშის პირველი წონა გ-ით | ნიმუშის მოშრობის შემდეგ გ-ით | წყლის რაოდენობა გ-ში | ტენიანობა % -ით | ჯიშის წონა სრული წყალტევადროსგ-ით | შეწოვილი წყლის რაოდენობა გ-ით | მაქსიმალური წყალტევადობა %-ით | | |
|--------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|-----|
| დანალექი ჯიშები | მეტად გამოფიტული | 682,0 | 643,5 | 38,5 | 5,7 | 718,5 | 75,0 | 11,7 | | |
| | | 703,2 | 661,3 | 41,9 | 5,9 | 738,5 | 77,2 | 11,6 | | |
| | | 785,0 | 743,8 | 41,2 | 5,2 | 823,8 | 80,8 | 10,7 | | |
| | სუსტად გამოფიტული | 620,0 | 590,0 | 30,0 | 4,8 | 653,1 | 73,1 | 10,6 | | |
| | | 752,1 | 710,3 | 41,8 | 5,5 | 790,0 | 80,0 | 10,6 | | |
| | | 721,8 | 728,7 | 39,1 | 5,4 | 749,5 | 66,8 | 9,8 | | |
| | | 720,0 | 681,3 | 38,7 | 5,3 | 745,6 | 43,3 | 9,4 | | |
| | | 700,0 | 659,4 | 30,6 | 5,9 | 719,6 | 60,2 | 9,1 | | |
| | | 692,0 | 658,5 | 33,5 | 4,8 | 710,3 | 54,8 | 8,4 | | |
| | | 627,5 | 559,8 | 27,7 | 4,4 | 649,8 | 50,0 | 8,3 | | |
| | | ამოფრქვეული ჯიშები | ზედა ფენები | 184,7 | 180,12 | 4,5 | 2,4 | 188,3 | 8,1 | 4,4 |
| | | | | 197,4 | 196,4 | 1,0 | 0,5 | 201,7 | 5,3 | 2,6 |
| 62,4 | 62,1 | | 1,3 | 0,4 | 66,6 | 4,2 | 6,8 | | | |
| ქვედა ფენები | ქვედა ფენები | 41,8 | 41,2 | 0,6 | 1,4 | 43,6 | 2,4 | 5,7 | | |
| | | 108,35 | 108,2 | 0,43 | 0,3 | 110,77 | 2,65 | 2,47 | | |
| | | 193,92 | 193,52 | 0,17 | 0,07 | 198,35 | 4,83 | 2,49 | | |
| | | 171,15 | 168,30 | 2,85 | 1,6 | 174,38 | 6,08 | 3,61 | | |
| | | 173,72 | 171,30 | 2,42 | 1,4 | 177,15 | 5,85 | 3,41 | | |

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ტენტევალობა ყველა თვრამეტ ნიმუშს სხვადასხვა აქვს. ასე, მაგალითად, დანალექი ჯიშების პირველი ჯგუფის ერთ-ერთი ნიმუში ალბის მონეტში 703,2 გ იწონიდა და შეიცავდა 41,9 გ წყალს, რაც წყალტევადობის 5,9%-ს შეადგენდა მშრალი წონიდან. ამ ჯგუფში ტენიანობა მერყეობდა 4,8-დან 5,9%-მდე. მუდმივ წონამდე გამოშრობის შემდეგ ნიმუშები ჩაშვებულ იქნა წყალში 15 საათის განმავლობაში. მათი გაჟღერების შემდეგ, რაც აგრეთვე მუდმივ წონამდე იქნა დაყვანილი, აღმოჩნდა, რომ ამ ნიმუშებმა დამატებით შეითვისეს მშრალ წონასთან შედარებით 10,1-დან 11,7%-მდე წყალი. აქვე საჭიროა აღინიშნოს, რომ ამ ჯგუფის ნიმუშებმა შეითვისეს წყალი სხვადასხვა რაოდენობით მათი წონისა და მოცულობის სხვაობის შესაბამისად. უფრო ღრმა ფენებიდან ამოღებული ნიმუშების მეორე ჯგუფის ბუნებრივი ტენიანობა მერყეობდა 4,4-დან 5,9%-მდე, მხოლოდ მათი სრული გაჟღერების შემდეგ წყალგამტარობამ აიწია 8,3-დან 9,8%-მდე.

ამოფრქვეული მთის ქანების წყალტევადობის განსაზღვრის დროს პირველი ჯგუფის ნიმუშების წყალტევადობა მერყეობდა 0,4-დან 2,4%-მდე, ხოლო ამავე ქანების მეორე ჯგუფის ნიმუშების წყალტევადობა 0,07-დან 1,6%-მდე. ასე, მაგალითად, პირველი ჯგუფის ტუფოქვიშები შეიცავდა 0,5 გ წყალს, ხოლო ამავე ტუფოქვიშების ქვედა ფენებიდან ამოღებული ნაკლებად გამოფიტული ნიმუშების წყალტევადობის პროცენტი იყო 0,07.

ფსამიტური სტრუქტურით ლითოკრისტალოკლასტური ტუფის ზედა ჰორიზონტების ნიმუშები ბუნებრივ პირობებში შეიცავდა 2,4% წყალს, იმ დროს როდესაც მათი ქვედა ჰორიზონტის ნიმუშებში წყლის რაოდენობა არ აღემატებოდა 0,3%-ს.



ლითოკლასტური სტრუქტურის ლითოკრისტალოკლასტური ტუფის გორც ქვედა, ისე ზედა ფენებიდან ამოღებული ნიმუშები ხასიათდებოდა ერთნაირი ტენიანობით, რაც 1,4%-ს უდრიდა. კრისტალოკლასტური ტუფი, რომელიც წარმოადგენდა ავგიტი და მაგნეტიტი, ბუნებრივ პირობებში შეიცავდა 0,4% წყალს, ხოლო მეორე ჯგუფის ნიმუშები — 1,6% წყალს.

საყურადღებოა ის გარემოება, რომ კრისტალოკლასტური ტუფი, რომელიც პიროქსენის ნატეხებისაგან შედგებოდა, ბუნებრივ პირობებში შეიცავდა 0,3 გ წყალს, გაუღნის შემდეგ კი მან დამატებით შეიწოვა 4,2 გ წყალი, რამაც 13-ჯერ გაზარდა მისი წყალშემცველობა.

ამოფრქვეული დედა ჯიში — ტუფოქვიშები პირველად შეიცავდა 2,4%, ხოლო სრული წყალტევადობის მიღწევის შემდეგ მათი ტენიანობა გაიზარდა ორჯერ.

ლითოკრისტალოკლასტური ტუფი, რომელსაც ლითოკრისტალური ფსამიტური სტრუქტურა აქვს, შეიცავდა ბუნებრივ პირობებში 0,6 გ წყალს, რაც შეადგენდა 1,4%, ხოლო სრული წყალტევადობისას დამატებით შეითვისა 1,7 გ წყალი, რამაც 3-ჯერ გაზარდა მისი ტენიანობა. აქვე უნდა დავსაკვიროთ, რომ, როგორც ჩვენმა ცდებმა დაგვანახეს, სხვადასხვა ადგილას აღებული ნიმუშების სრული წყალტევადობის მიღწევას დასჭირდა დროის სხვადასხვა მონაკვეთი.

დასასრულს უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამოფრქვეული დედა ჯიშების ნიმუშების ზემოაღნიშნული თვისებები — წყალგამტარობა და წყალტევადობა ძირითადად დამოკიდებულია მათი სტრუქტურული აგებულებისგან. აქედან გამომდინარე უნდა აღინიშნოს, რომ მთის ქანები, რომლებსაც ახასიათებს მსხვილმარცვლოვანი სტრუქტურა, როგორცაა ფსამიტური და ლითოკლასტური, ხასიათდებიან წყლის გატარების უკეთესი უნარიანობით, ხოლო მიკროლითური სტრუქტურის მქონე ქანებს ასეთი უნარი არ ახასიათებს.

მთის ქანების წყალტევადობასა და წყალგამტარობასთან ერთად ჩვენს მიერ გათხრების სამუშაოებში შესწავლილ იქნა ზოგიერთი მერქნიანი ჯიშის ფესვთა სისტემები. ამ შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ქართულ მუხას (*Quercus iberica Stev*) აქვს უნარი განივითაროს თავისი ფესვთა სისტემა როგორც დანალექი, ისე ამოფრქვეულ მთის ქანებში. ასე, მაგალითად, თესლიდან აღმოცენებულმა მუხამ თხელ ნიადაგებზე, რომლის სიღრმე 11 სმ არ აღემატებოდა, 5 წლის ხნოვანებისას განივითარა ფესვები 28 სმ სიღრმეზე მთის ქანში, საიდანაც ლებულობდა წყალსა და საკვებ ნივთიერებას. აკაის (*Caolis caucasicus Wild*) უნარი შესწევს განივითაროს ფესვთა სისტემა როგორც ამოფრქვეულ, აგრეთვე დანალექ ქანებში. დარავით გაშენებულმა ორწლიანმა აკაის ნერგმა, რომელსაც დარავის წინ ფესვები ვადაჭრილი ჰქონდა, მე-4 წელზე განივითარა როგორც პორიზონტალური, ისე ვერტიკალური ფესვები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ჯიშს ფესვები უვითარდება, აგრეთვე დედა ჯიშის პირველად ბზარებშიც. ამერიკული იფანი (*Fraxinus americana L*), აგრეთვე, ღრმად უშვებს ფესვთა სისტემას დედა ჯიშებში, საიდანაც ლებულობს წყალსა და საკვებ ნივთიერებას.

დასკვნები

1. ამოფრქვეული ტუფოგენური და დანალექი თიხაქვიშებიდან შემდგარი ნიადაგის დედა ჯიშებს უნარი აქვს გაატაროს და შეითვისოს წყლის სხვადასხვა რაოდენობა.

2. ფერდობებზე, სადაც ნიადაგი ჩამორეცხილია, მერქნიანი მცენარეების დასახლება იწყება გამოფიტვის ბზარებიდან.

3. წყალგამტარობისა და შეწოვილი წყლის რაოდენობას (წყალტევადობას) განაპირობებს ბზარიანობა.

4. მეტად გამოფიტული თიხაქვიშების მაქსიმალური წყალტევადობა განისაზღვრება 11,7%-ით, ხოლო უფრო სუსტად გამოფიტულ იგივე ჯიშების წყალტევადობა 9,8% არ აღემატება.

5. ბუნებრივ პირობებში თიხაქვიშებს მაქსიმალური წყალტევადობა აქვს მაშინ, როდესაც შრეები განლაგებულია ჰორიზონტალურად, ეს მდგომარეობა აჩქარებს შინაგანი თვისებების შეცვლას, რომელიც აპირობებს ნიადაგწარმოქმნის პროცესებს.

6. ძლიერ გამოქარული ამოფრქვეული ქანების მაქსიმალური წყალტევადობა განისაზღვრება 6,8%-ით, ხოლო სუსტად გამოქარული იგივე ჯიშების მაქსიმალური წყალტევადობა არ აღემატება 3,6%-ს.

7. როგორც დანალექი, ისე ამოფრქვეულ ჯიშებს უნარი აქვს შეითვისოს წყლის იმდენი რაოდენობა, რამდენიც საჭიროა მერქნიანი მცენარეების დასაკმაყოფილებლად სავეგეტაციო პერიოდში, როდესაც ნალექების რაოდენობა მეტად მცირეა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სატყეო ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 11.2.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. З. Гу л и с а ш в и л и. К вопросу о засухоустойчивости древесных и кустарниковых пород. Труды Тбилисского ботанического института, т. III, 1958.
2. А. Е. М и х а й л о в. Полевые методы изучения трещин в горных породах, 1956.
3. Б. Б. П о л ы н о в. Кора выветривания. Издательство АН СССР, Ленинград, 1934.

0. კიკაბიძე

საქართველოს მთის ტყეების ბუნებრივი განახლების ხელშეწყობისათვის სასოფლო-სამეურნეო მანქანა-იარაღების მუშა-ორბანოების გამოკვლევა და შერჩევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. გულისაშვილმა 15.2.1958)

საბჭოთა კავშირში ტყის ბუნებრივი განახლებისადმი ხელის შეწყობის სა-
მუშაოთა ჩატარება მე-ნ ხუთწლედში დაგეგმილია 3 მილიონ 800 ათას ჰექ-
ტარზე, კერძოდ საქართველოს სსრ რესპუბლიკაში კი — 80 ათას ჰექტარზე.
ტყის ბუნებრივი განახლების ხელშეწყობაში იგულისხმება აქტიური ბრძოლა
ტყის ცოცხალ და მკვდარ საფართან — ნიადაგის ზედაპირის გაფხვიერების
გზით. მკვდარი საფარი წარმოიშობა საშუალო და მაღალი სიხშირის კორომებში
ნიადაგის ზედაპირზე ჩამოცვენილი ხის ფოთლების, წიწვების, გირჩების,
წვრილ-წვრილი ტოტების, ხის კანისა და ცოცხალი საფარის მკვდარი ნაწილე-
ბისაგან. ერთი წლის განმავლობაში ტყის ერთ ჰექტარ ფართობზე ჩამონაყარის
რაოდენობა პროფ. ვ. გულის აშვილის გამოკვლევით, წიწვიანი ჯიშებისა-
თვის 3000—4000 კილოგრამს აღწევს, ხოლო ფოთლოვანებისათვის (კერძოდ
წიფლნარებში) — 12.000 კგ-ს.

ჩამონაყარის სრული გახრწნისა და ჰუმუსად გარდაქმნისათვის ზომიერი
და ცივი ჰავის პირობებში საჭიროა 10—25 წელი. ამ ხნის განმავლობაში ნია-
დაგის ზედაპირს ემატება ტყის ჩამონაყარის ახალ-ახალი რაოდენობა, რის შე-
დეგად წარმოიქმნება ნახევრად გაუხრწნელი, უხეში, მყავე ჰუმუსის ფენა,
რომლის მცირე სისქეც კი (0,5—1 სმ) ძლიერ უშლის ხელს ტყის ჯიშების აღ-
მოცენებასა და აღმონაცენის ზრდა-განვითარებას, ხოლო 5—6 სმ სისქის აღ-
ნიშნული სახის საფარი სრულებით არ უშვებს აღმონაცენს ტყეში.

მეჩხერ კორომებსა და ტყეკაფებზე ჩამონაყარის მინიმალური რაოდენო-
ბისა და ინტენსიური განათების პირობებში ჩამონაყარი სწრაფად იხრწნება
და ადგილი აღარ აქვს მკვდარი საფარის წარმოშობას, მაგრამ, ასეთ პირობებში
სწრაფად ვითარდება საოველა ბაზახები, რომლებიც თავიანთი მეტად განვი-
თარებული ფესვთა სისტემით აკორდებენ ნიადაგის ზედაპირს, ქმნიან დიდი
სისქისა და სიმაღლის მძლავრ ცოცხალ საფარს. ტყის ცოცხალ საფარზე ჩამო-
ვარდნილი ხის თესლი ვერ აღწევს ნიადაგის სიღრმეში და ზედაპირზევე კარ-
გავს აღმოცენების უნარს, ხოლო, თუ თესლი ვადივდა და აღმოცენდა, ცოც-
ხალი საფარი ახშობს აღმონაცენს, არ აძლევს მას ზრდა-განვითარების საშუა-
ლებას. ტყის ბუნებრივი განახლების ხელშეწყობისათვის აუცილებელია ბრძო-
ლა ტყის საფართან.

საფართან ბრძოლის მეთოდებიდან არჩევენ ნიადაგის აჩიქვანა-გაფხვიე-
რებას 8—10 სმ სიღრმეზე, საფარისა და ნიადაგის მინერალური ნაწილის ერთი-
მეორეში არევის მიზნით. ამ შემთხვევაში ნიადაგი არ კარგავს ჰუმუსის მარაგს
და ტყის საფარი ნაცვლად ხელის შემშლელი ფაქტორისა აღმონაცენის საკვე-
ბად იქცევა.

აღნიშნული სახის სამუშაოები სატყეო მეურნეობებში დღემდე ტარდება
ხელის იარაღებით — თხებითა და ბარით (სათანადო მანქანა-იარაღების უქონ-
ლობის გამო), რაც დიდი რაოდენობის მუშა-ხელსა და სახსრებს მოითხოვს.

ამ შრომით ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოვეკლია სასოფლო-სამეურნეო
მანქანა-იარაღების მუშა-ორგანოები, მთის ტყეების ბუნებრივი განახლების
ხელშეწყობის სრულყოფილი მანქანა-იარაღების შესაქმნელად. ამ მიზნით გა-

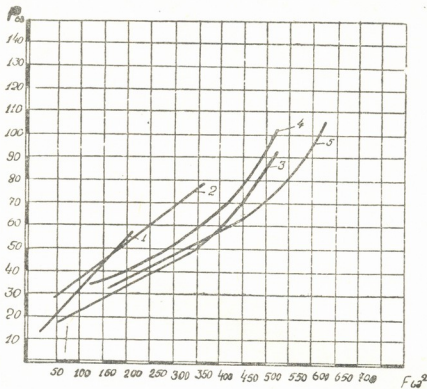


მოვცადეთ 5 სახის მუშა-ორგანო საველე-სამეურნეო და ლაბორატორიულ პირობებში 1955—57 წლების განმავლობაში.

1955 წელს მახარაძის სატყეო მეურნეობის მთის ტყეებში ჩვენ გამოვცადეთ მანქანა-იარაღების შემდეგი სახის მუშა-ორგანოები: 3 ხისტდგარიანი გამაფხვიერებელი თათები, 2. ზამბარულდგარიანი გამაფხვიერებელი თათები, 1 ცალმხარა ბრტყლად მჭრელი თათები, 4. სფერული დისკო მთლიანი მჭრელი პირით და 5. სფერული დისკო ამოჭრილი კიდეებით.

აღნიშნულ სატყეო მეურნეობაში ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე შერჩეულ იქნა 4 საცდელი სახიმუშო ფართობი თითოეული 0,5 ჰექტარი. აღნიშნულ ფართობის შესახებ მოკლე ცნობები მოყვანილია 1 ცხრილში, ხოლო ცდის შედეგები ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე და ნახ. 2-ზე გრაფიკების სახით. ნახ. 1-ის

გრაფიკები შედგენილია № 1 და № 3 საცდელ ფართობებზე მიღებული მონაცემების მიხედვით (მკვდარსაფარიანი ნიადაგებისათვის), ხოლო ნახ. 2-ის გრაფიკები № 2 და № 4 ფართობებზე ჩატარებული ცდებით. მიღებული მონაცემების მიხედვით. ორივე გრაფიკის ორდინატზე გადაზომილია წვევის ძალა P კგ, ხოლო აბსცისაზე — დამუშავებული ზოლის განივკვეთის ფართი $F = a \times b$ სმ². იარაღის მოდების სივანე, ანუ დამუშავებული ზოლის სივანე, ყველა იარაღისათვის,



ნახ. 1

გარდა დისკოებიანი კულტივატორისა, ტოლია და B=70 სმ, ხოლო დისკოებიანი კულტივატორისათვის B=110 სმ.

ნახ. 1-დან ადვილად შეგვიძლია დავინახოთ, რომ ცალმხარა, ბრტყლად-მჭრელი თათები ნიადაგს ამუშავებენ მცირე სიღრმეზე.

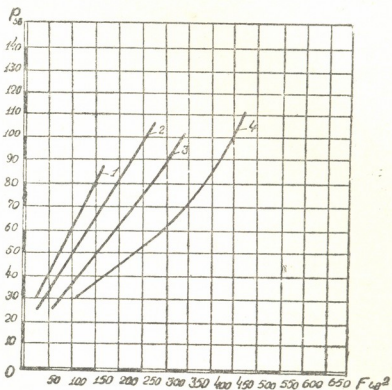
$$a = 2-3 \text{ სმ.}$$

მუშა-ორგანო იშვიათად ედება ფესვთა სისტემას ოვალური წვერის გამო, მაგრამ გაძნელებულია იარაღის ჩაღრმავება ნიადაგში და ხშირია იარაღის გამოჭედა ტყის ნარჩენებით. მძლავრ ცოცხალსაფარიან დაკორდებულ ნიადაგს ეს იარაღი მეტად უმნიშვნელოდ ამუშავებს, რის გამოც ნახ. 2-ზე არაა ნაჩვენები სათანადო მონაცემები ცალმხარა-ბრტყლად მჭრელ თათებზე.

ზამბარულდგარიანი გამაფხვიერებელი თათები საშ. სიხშირის კორომებში, მკვდარსაფარიან ნიადაგებს ამუშავებენ 4—5 სმ სიღრმეზე. იარაღი არ ჩერდება ფესვთა სისტემაზე წამოდების გამო და მუშაორგანო კარგად აფხვიერებს მის მიერ მოჭრილი ნიადაგის ფენას, ხშირია იარაღის გაჩერება ტყის ნარჩენებით მუშა-ორგანოების გამოჭედვის გამო. ცოცხალსაფარიან დაკორდებულ ნიადაგებზე გამოცდის დროს აღმოჩნდა, რომ ეს იარაღი უძლურია ხსენე-

ბული ნიადაგების დამუშავებისას; ის მხოლოდ უმნიშვნელოდ კაწრავს ნიადაგის ზედაპირს.

ხისტდგარიანი გამაფხვიერებელი თათები საკმაო სიღრმეზე ამუშავებენ მკვდარ-საფარიან რბილ ნიადაგებს $a=7-7,5$ სმ (ზოგჯერ უფრო ღრმად), მაღალია ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხიც, მხოლოდ ხშირია ფესვთა სისტემაზე იარაღის წამოღების შემთხვევები. ის თითქმის ჩერდება ყველა ფესვთან, რომელსაც ვერჭრის ($d=20$ მმ და ზევით). ეს იწვევს სამუშაო წევის ძალის გადიდებას და იარაღის დეფორმაციას მსხვილ ფესვებთან დაჯახებების გამო. ცოცხალსაფარიან დაკორდებულ ნიადაგებს ეს იარაღი ამუშავებს 3-4 სმ სიღრმეზე მოღების (ნახ. 2) სივანეში დაუშუშავებელი ზოლების დატოვებით.



ნახ. 2

ჩვენ მიერ ზემოთ ჩამოთვლილი სასოფლო-სამეურნეო მანქანების მუშაორგანოებიდან № 1 და № 3 საცდელ ფართობებზე შედარებით უკეთესი შედეგები აჩვენა სფერულმა დისკოებმა ოვალური ამონაჭრებით. ამ შემთხვევაში ნიადაგის დამუშავების საშუალო სიღრმე 5-6 სმ უდრის. საკმარისია ნია-

ცხრილი 1

| წამყვანი ჯიში კორმ- ში | კორომის სიხშირე | მკვდარი საფარის სისქე სმ-ით | ცოცხალი საფარის საშ. სიმაღლე ჩ-სმ | ფერდობის საშ. და- ქანება გრადუსო- ბით | საცდელი ფარ- თობის სიმაღლე ზღვის დონიდან (მეტრობით) | ნიადაგის საშ. სიმ- კვინდრე მგ/სმ² | ნიადაგის საშ. ტი- ნობა % |
|------------------------------|--------------------|--------------------------------------|--|---|--|--|-----------------------------------|
| წიფელი | 0,6 | 4,2 | — | 16 | 500-600 | 21 | 16 |
| წიფელი | 0,3 | — | 45,2 | 13 | 600-700 | 34 | 14 |
| სოჭი | 0,5 | 2,8 | — | 18 | 1600-1700 | 18,5 | 15,2 |
| სოჭი | 0,2 | — | 38 | 14 | 1700-1800 | 27,5 | 12,8 |

დაგის გაფხვიერების ხარისხი, ადვილი არა აქვს იარაღის გაჩერებას ფესვებზე წამოღების ან ტყის ნარჩენებით გამოჭედვის გამო. იარაღი მტკიცე და საიმელოა, მაგრამ ცოცხალსაფარიან დაკორდებულ ნიადაგებს, როგორც სხვა ზემოთ ჩამოთვლილი მუშაორგანოები, ვერც სფერული დისკოები ამუშავებს საჭიროებისდა მიხედვით (იხ. ნახ. 2, მრუდები 3 და 4).

როგორც ზემოთ დავინახეთ, სფერული დისკოები უკეთ ამუშავებს მკვდარსაფარიან რბილ ნიადაგებს, ვიდრე სხვა რომელიმე ჩვენ მიერ გამოც-



დილი მუშა-ორგანოები, მაგრამ ამ შემთხვევაშიც არაა საკმარისი ნიადაგის დატეხვაების სიღრმე ($a = 5-6$ სმ, ნაცვლად 8 სმ-სა), რის გამო ჩვენ გადავწყვიტეთ შეგვესწავლა და შეგვეჩინა სფერული დისკოს ყველა პარამეტრი მთის ტყეებში ბუნებრივი განახლების ხელშეწყობისათვის მისი სრულყოფის მიზნით. შესწავლილ და შერჩეულ იქნა სფერული დისკოს შემდეგი პარამეტრები: 1. სფერული დისკოს დიამეტრი — D , 2. სიმრუდის რადიუსი — r , 3. ამონაჭერთა რაოდენობა — n , 4. ამონაჭერის სიღრმე — h , 5. ამონაჭერის სიგანე — a , 6. სფერული დისკოს შეტევის კუთხე — α , 7. დისკოს მჭრელ პირზე გამავალი სიბრტყის დახრის კუთხე ვერტიკალურ სიბრტყესთან — φ , 8. დისკოებს შორის მანძილი — l და დამატებითი ტვირთის სიდიდე — Q .

გადავწყვიტეთ მეჩხერ კორომებში ბუნებრივი განახლების ხელშეწყობისათვის გამოგვეყენებია ცხენწევის, საბრუნე ტიპის გუთანის ნიადაგის მცირე სიღრმეზე მოსახნავად, ხოლო ტყეში ფესვთა სისტემის დაუბრკოლებლად გადალახვის მიზნით გუთანზე დაუყენეთ სპეციალური სამარჯვი.

სფერული დისკოს პარამეტრების შერჩევა

სფერული დისკოს დიამეტრი შევარჩიეთ მუშაობის ტექნოლოგიური პროცესის მიხედვით. საშუალო დაქანების მკვდარსაფარიან ნიადაგზე მუშაობის დროს ვაკვირდებოდით დისკოს მიერ მოჭრილი ფენის გადაადგილების ტრაექტორიას სფერული დისკოს ჩაღრმავებულ ზედაპირზე. იარაღის სვლის მაქსიმალური სიჩქარისა $v = 1$ მ/სეკ. და დისკოების მაქსიმალური შეტევის კუთხის $\alpha = 38^\circ$ შემთხვევაში. მხედველობაში მივიღეთ რა ნიადაგის მოჭრილი ფენის მაქსიმალური აწევის სიმაღლე $b = 101$ მმ, დისკოს დიამეტრი ვიანგარიშეთ ფორმულით

$$D = 2(\alpha + b + c) + d,$$

სადაც α ნიადაგის დამუშავების მაქსიმალური სიღრმეა, b —ფენის აწევის სიმაღლე, c —საჭირო დაშორება განმბრჯებ კოჭსა და მოჭრილი ნიადაგის ფენას შორის, d —განმბრჯენი კოჭის დიამეტრი. მათი მნიშვნელობების ჩასმის შედეგად მივიღებთ სფერული დისკოს დიამეტრის ოპტიმალურ სიდიდეს.

$$D = 2(82 + 101 + 6) + 80 = 452 \text{ მმ.}$$

არსებული სტანდარტული დისკოებიდან შევარჩიეთ დისკო $D = 454$ მმ.

დისკოს შეტევის კუთხე α -ს ოპტიმალური სიდიდის დასადგენად ოთხდისკოიანი ორი ბატარეა დავამაგრეთ ორიგინალური კონსტრუქციის ჩარჩოზე, სადაც შესაძლებელია α -ს ცვლა დიდი სიზუსტით $\alpha = 30^\circ \div 44^\circ$ მდგომარისათვის იარაღზე გამოვიყენეთ სხვადასხვა სიგრძის განივი წეხები. უკეთესი შედეგები გვიჩვენა $\alpha = 36^\circ$ და $\alpha = 37^\circ$ -ის შემთხვევაში. ოპტიმალური შეტევის კუთხედ ჩვენ მივიღეთ $\alpha = 36^\circ, 30'$.

დისკოს სიმრუდის რადიუსის საანგარიშოთ გამოვიყენეთ გ. სინეოკოვას ფორმულა

$$\sin \varphi = \frac{D}{2r}$$

აქედან:

$$r = \frac{D}{2 \sin \varphi}.$$

კუთხე φ გ. სინეოკოვის ცხრილის მიხედვით შევარჩიეთ ჩვენ მიერ შერჩეული დიამეტრის დისკოებისათვის, სადაც $\varphi = 30^\circ$. ჩასმის შედეგად მივიღებთ.

$$r = \frac{D}{2 \cdot \sin 30^\circ} = \frac{452}{2 \cdot 0,5} = 452 \text{ მმ.}$$

დისკოების ნორმალური მუშაობისათვის საჭიროა თითოეული დისკოს მიერ გავლებული კვალი ფარავდეს მეზობელი დისკოს მიერ გავლებულ კვალს, ვერტიკალურ სიბრტყეში, $h_2 = 2-3$ სმ. ამრიგად, 2 დისკოს მიერ გავლებულ კვლებს შორის ნიადაგის ბურცობის სიმაღლე კვლის ფსკერიდან ტოლი იქნება $h_1 = a - h_2$, ანუ $h_1 = 8 - 2 = 6$ სმ.

ვიციტო რა h_1 ის მნიშვილობა, დისკოებს შორის მანძილი შეიძლება ვინაგარიშთ ფორმულით

$$l = 2\sqrt{h_1(D - h_1)} \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ ჩასმის შედეგად მივიღებთ}$$

$$l = 2\sqrt{60(452 - 60)} \cdot 0,74 \approx 220 \text{ მმ}$$

სფერული დისკოს ამონაჭერთა რაოდენობა n და ზომები შერჩეულ იქნა სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მანქანა-იარაღების კათედრის ნიადაგის არხზე. არხში სხვადასხვა სიღრმეზე დავამაგრეთ ტყის ჯიშების ახალამოღებული ფესვები, სხვადასხვა მიმართულებით. ნიადაგის სიმკვრივესა და ტენიანობას ვცვლილით ნიადაგის მორწყვითა და დატყეპვით. არხის დაქანება შესაძლებელი იყო 0° -დან 25° -მდე. არხზე გამოვცადეთ დისკოები ამონაჭერთა რაოდენობით $n = 4-12$. ამონაჭერთა ზომების ოპტიმალური მნიშვნელობის დასადგენად ამონაჭერის სიგანე a_1 -ის შეფარდება მჭრელი პირის სიგანე b_1 -თან ვცვალეთ $0,5$ -დან $2,5$ -მდე

$$\frac{a_1}{b_1} = 0,5 = 2,5;$$

ხოლო ამონაჭერის სიღრმე h ვცვალეთ

$$h = \frac{D}{12} = \frac{D}{4} \text{ -მდე.}$$

ცდების შედეგად შევარჩიეთ ამონაჭერთა შემდეგი პარამეტრები:

$$n = 8-10; \quad \frac{a_1}{d_1} = \frac{3}{2}; \quad h = \frac{D}{8} \text{ ,,}$$

სხვადასხვა ზომისა და რაოდენობის ამონაჭრები ამოვიღეთ სტანდარტულ სფერულ დისკოებზე, რომლის $D = 454$ მმ, ხოლო $r = 558$ მმ.

ჩვენ მიერ შერჩეული პარამეტრებით სფერულმა დისკოებმა ლაბორატორიულ პირობებში კარგი შედეგები მოგვცა. განსაკუთრებით გაიზარდა ნიადაგის დამუშავების სიღრმე $\alpha = 10$ სმ-მდე. 25 კგ ტვირთის დამატებით.

ამავე ნიადაგის არხზე გამოცდილ იქნა ცხენწყვეის საბრუნო გუთანა $HOD-23$, რომელზედაც მივამაგრეთ სპეც. სამარჯვი დისკო. ამისათვის გამოვიყენეთ სათესი მანქანის კვალგამსხნელის ბრტყელი დისკო. მისი ოპტიმალური დიამეტრი ვიანგარიშთ ფორმულით

$$D_1 = 2(a + c) + d.$$

სათანადო მნიშვნელობის ჩასმის შედეგად ბრტყელი დისკოს დიამეტრი მივიღეთ

$$D_1 = 2(L20 + 5) + 45 \approx 300 \text{ მმ.}$$

ბრტყელი დისკო ჩარჩოსთან დავამაგრეთ ვერტიკალური და ჰორიზონტალური ღერძებითა და ჭანჭიკებით. ბრტყელი დისკოს დაშორება სახნისის წვეროდან პორიზონტალურ სიბრტყეზე ტოლია $C = 3-4$ მმ. დისკოს მჭრელი პირის ქვედა კილურა წერტილის დაშორება სახნისის წვეროდან ქვევით — ვერტიკალურ სიბრტყეში $m = 6-7$ მმ.



აღნიშნული სახის სამარჯვით საბრუნო გუთნის გამოცდამ ლაბორატორიულ პირობებში კარგი შედეგები მოგვცა. მაგ., ნიადაგის დამუშავების სიღრმე — 12—13 სმ დამატებით ტვირთის გარეშე, ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხი — 76%. საშუალო წვევის ძალა $P = 75$ კგ. სამარჯვი დისკო ჭრის შემხვედრ ფესვებს დიამეტრით — $d=10-12$ მმ. უფრო მსხვილ ფესვებზე გადადის ზელოდან გორებით და თან გადააქვს გუთნის სახნისი ფესვზე წამოდების გარეშე.

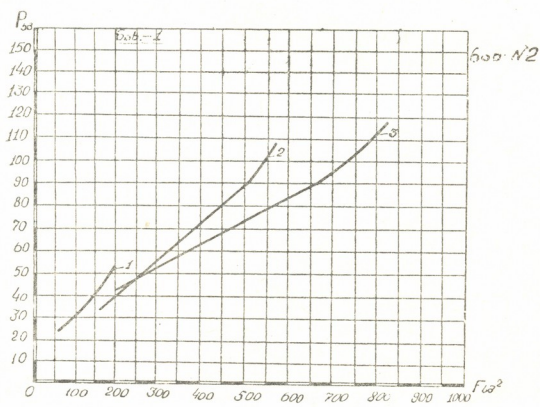
სფერული დისკოებისა და საბრუნო გუთნის გამოცდა

ჩვენ მიერ შერჩეული პარამეტრების სფერული დისკოები ამონაჭრებიანი კიდეებითა და საბრუნო გუთანი სპეციალური სამარჯვით გამოვცადეთ სველ-სამეურნეო პირობებში, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გორის საცდელ-საჩვენებელი სატყეო მეურნეობის მთის ტყეებში 1956 წლის სექტემბერში. მონაცემები საცდელი ფართობების შესახებ იხ. მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

| წამყვანი ჯიშის კორომში | კორომის სიღრმე | მკვდარი საფარის სისქე h_0 სმ | ცოცხალი საფარის სისქე h —სმ | ფართობის საშუალო ზრდა-დღისობით | ფართობის სიმალლე ზღვის დონიდან H მეტრობით | ნიადაგის საშ. სიმკვრივე ρ კგ/სმ | ნიადაგის ტენიანობა (X) % |
|------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------|
| ნაძვი | 0,5 | 3,4 | — | 20 | 1600—1700 | 22,5 | 14,5 |
| ფიჭვი | 0,3 | — | 42 | 14 | 1600—1700 | 37,8 | 11,6 |
| ნაძვი | 0,6 | 3,6 | — | 25 | 1600—1700 | 20,2 | 14,8 |
| ფიჭვი | 0,2 | — | 51 | 18 | 1600—1700 | 36,6 | 12,2 |

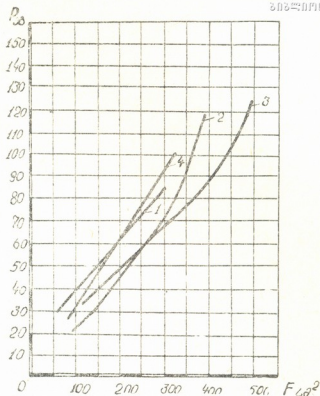
აღნიშნული მუშა-ორგანოებს გარდა ოთხივე საცდელ ფართობზე შედარების მიზნით გამოცდილ იქნა სფერული დისკოები მთლიანი მჭრელი პირით (იხ. ნახ. 3 და 4, მრ. 2). და საბრუნო გუთანი სპეციალური სამარჯვის გარეშე (ნახ. 4, სწორი 4).



ნახ. 3

ცდების შედეგად დამტკიცდა, რომ სფერული დისკოები ჩვენ მიერ შერჩეული პარამეტრებით, ამუშავებს ნიადაგებს საშუალო სიხშირის კორომბში 8 სმ-მდე სიღრმით, რაც საკმარისია აგროტექნიკური მოთხოვნისათვის (იხ. სურ. 2). იარაღის წვევისათვის საკმარისია წყვილი ხარი. დამატებითი ტვირთის რაოდენობა— $Q=70$ კგ. ნიადაგის გაფხვიერების ხარისხი— 62% . აღნიშნული პირობებში საბრუნო გუთანის სპეც. სამარჯვით არ იძლევა დადებით შედეგებს, ხოლო სამარჯვის გარეშე შეუძლებელია გავატაროთ ნიადაგში დაუბრკოლებლად.

ცოცხალსაფარიან დაკორდებულ ნიადაგზე საუკეთესო შედეგი აჩვენა საბრუნმა გუთანმა სპეციალური სამარჯვით. იგი ნიადაგს ხნავს 11—12 სმ სიღრმეზე მოჭრილი ფენის სრული გა-



ნახ. 4



სურ. 1

დაბრუნებით (იხ. სურ. 1). იარაღი არ იჭედება მიწით ან ტყის ნარჩენებით და ადგილი არ აქვს იარაღის გაჩერებას ფესვებზე წანოდების გამო. გუთანის წონა საკმარისი არ აღმოჩნდა ნიადაგში საჭირო სიღრმეზე დისკოს ჩასაღრმავებლად, რის გამოც საჭირო შეიქმნა ტვირთის დამატება $Q_1=25$ კგ რაოდენობით; საბრუნო გუთანის სამარჯვის გარეშე კარგად ღრმავდება ნიადაგში, დამატებითი ტვირთის გამოუყენებლად, მაგრამ, ხშირად ედება ფესვებს და იწვევს იარაღის დეფორმაციას, რის გამოც სამარჯვის გარეშე ის არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ტყის პირობებში. ასევე უარყოფითი შედეგები აჩვენა ცოცხალსაფარიანი ნიადაგების დამუშავებისას სფერულმა დისკოებმა როგორც მთლიანი მჭრელი პირით, ისე ამოჭრილი კიდეებით (ნახ. 4, მრ. 2 და 3).



სურ. 2

სფერული დისკოების გამოყენებით ნიადაგის დამუშავების ღირებულება მცირდება 14-ჯერ, ხოლო მუშახელის რაოდენობა 45-ჯერ. საბრუნო გუთნის გამოყენებით სამუშაოს ღირებულება 3,5-ჯერ, ხოლო მუშახელის რაოდენობა 11-ჯერ მცირდება.

ჩატარებული კვლევის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ საქართველოს მთის ტყეების ბუნებრივი განახლების ხელშეწყობისათვის საჭიროა გამოვიყენოთ ორი სახის მუშა-ორგანო: 1—საბრუნო გუთან სპეციალური სამარჯვით, მძლავრი ცოცხალსაფარიანი ნიადაგების დასამუშავებლად მეჩხერ კორომებში და 2. ამონაჭრებიანი სფერული დისკო ჩვენ მიერ შერჩეული ზომებითა და პარამეტრებით მკვდარსაფარიანი ნიადაგების დასამუშავებლად საშუალო სისშირის კორომებში, ნაცვლად სფერული დისკოებისა, რასაც იყენებდნენ ადრე როგორც მეჩხერებში, ისე საშუალო სისშირის კორომების დასამუშავებლად. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სატყეო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.2.1958)

დავითშვილი ლიტერატურა

1. В. З. Гулисашвили. Лесоводство, Тбилиси, 1945.
2. В. З. Гулисашвили. Горное лесоводство. Гослесбумиздат. 1956.
3. И. М. Зима. Механизация лесохозяйственных и лесомелиоративных работ. Гослесбумиздат, 1952.
4. А. Н. Зеленин. Физические основы теории резания грунтов. 1950.
5. М. Н. Летошнев. Сельскохозяйственные машины. Сельхозгиз, 1955.
6. Г. Н. Синеоков. Дисковые рабочие органы почвообрабатывающих машин, Машгиз, 1949.
7. Н. Д. Юркевич и А. Н. Савченко. Мероприятия по лесовозобновлению, с применением механизации. 1942.
8. გ. შხვაცაბაია. ნიადაგის დამუშავება ფრეზით. თბილისი, 1949.

ნივთობათმცოდნეობა

ა. ხშიძე

საქართველოს მთისა და ბარის შავმიწა ნიადაგების ჰუმუსის შემდგენილობისა და მისი თვისებების შესწავლის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. გედევანიშვილმა 14.11.1957)

უხვი და მყარი მოსავლის მიღება დამოკიდებულია ნიადაგის ეფექტურ ნაყოფიერებაზე, რასაც აპირობებს მისი ორგანული ნაწილის — ჰუმუსის — შედგენილობა და თვისებები. ჰუმუსი ხელს უწყობს ნიადაგში მიმდინარე: ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ პროცესებს. აღნიშნულთა შეთანაწყობით წარმოიქმნება ნიადაგის ეფექტური ნაყოფიერება.

ჰუმუსის შესწავლის საკითხი დიდი ხანია იპყრობს მკვლევართა ყურადღებას. იგი დღესაც წარმოადგენს საბჭოთა ნიადაგმცოდნეების ძირითად საკვლევ საგანს.

არც თუ იცე დიდი ხანია, რაც საქართველოში ამ საკითხის შესწავლა დაიწყო. ამიტომ ჯერჯერობით მთლიანად როდია შესწავლილი საქართველოს ნიადაგების ჰუმუსის შედგენილობა და თვისება. წინამდებარე შრომა წარმოადგენს მცირეოდენ წვლილს საქართველოს შავმიწა ნიადაგების ჰუმუსის შესწავლის საქმეში.

შესადარებლად ავიღეთ ეწერი ნიადაგებიც.

ექსპერიმენტული შესწავლის მიზნით მთის შავმიწა ნიადაგებიდან ავიღეთ ჯავახეთის შავმიწა ნიადაგის ნიმუშები 0—10, 20—30 და 50—60 სმ სიღრმეები; ბარის შავმიწა ნიადაგებიდან — შირაქის შავმიწა ნიადაგების ნიმუშები 80—100 სმ სიღრმემდე (ორი ჭრილი).

ანალიზით გამოირკვა, რომ ეს ნიადაგები შთანქმითი ფუძეების მაღალი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან. მარტო Ca-ზე მოდის 80—92% (ნიადაგის საერთო შთანქმითი ტევადობიდან). Ca-ს ასეთი დიდი რაოდენობა აპირობებს ჰუმუსის შედგენილობაში ჰუმინის მყავის დიდ რაოდენობას, რაც მჭიდრო კავშირშია კალციუმთან.

მთის შავმიწა ნიადაგების ზედა ფენებში ჰუმუსი 5,14%-ს შეადგენს. ჰუმუსის რაოდენობასთან კორელაციაში იმყოფება აზოტიც, რომლის რაოდენობა მერყეობს 0,298%-დან 0,128%-მდე.

ბარის შავმიწა ნიადაგების ზედა ფენებში (0—10 სმ) ჰუმუსი 5,28%-ს შეადგენს, 90—100 სმ-ზე კი — 1,084%-ს. აზოტი შესაბამისად 0,224%-დან 0,034%-მდე მერყეობს.

ჰუმუსისა და აზოტის შეფარდება საქართველოს შავმიწა ნიადაგებში, ჩვენ მიერ აღებული ნიმუშების ანალიზის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, ზედა ფენებში 10—12 სმ-მდე, უფრო ღრმად კი — 13—14 სმ-მდე.

ნიადაგის რეაქცია pH ასეთია: მთის შავმიწა ნიადაგებში — 6,4; 6,8; ბარის შავმიწა ნიადაგებში კი 7,4; 7,6; 7,8 (იხ. ცხრილი 1). მთის შავმიწა ნიადაგები სუსტი მყავიანობით ხასიათდება, რაც გამოწვეული უნდა იყოს ნიადაგწარმოქმნის წინა საფეხურზე ელუვიაციის პროცესების უფრო მეტი გამოხატულებით, რის გამო ადგილი ჰქონდა მყავე რეაქციას, შემდგომში მათი მდე-



ცხრილი 1

მთის და ბარის შვემიწა ნიადაგის ანალიზის შედეგები

| ნიადაგის დასახელება | ტი-მე-ლიტრებში მდებარე CaCO ₃ % | CaCO ₃ % | 0,01 მმ მექანიკ. ანა-ლიზ. | % / o / o | | C ₁ N | % / o / o N | % P ₂ O ₅ | შთანთქმული ფუტეები მ/ტკვ. | | | % Ca-ს საერთო დობიდან |
|-----------------------------------|--|---------------------|---------------------------|-----------|------|------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------|------|-------|-----------------------|
| | | | | სიღრმე | C | | | | Ca | Mg | ჯამი | |
| მთის შვემიწა ნიადაგები (ჯვავხეთი) | 0-10 | 2,10 | 60,75 | 5,16 | 2,95 | 10,20 | 0,295 | 0,076 | 36,65 | 8,80 | 45,45 | 91,03 |
| | 20-30 | 2,70 | 65,75 | 4,35 | 2,48 | 10,41 | 0,220 | 0,072 | 84,72 | 6,25 | 40,55 | 85,92 |
| | 50-60 | 3,58 | 75,00 | 2,64 | 1,69 | 13,20 | 0,134 | 0,062 | 34,70 | 4,30 | 39,02 | 87,60 |
| ბარის შვემიწა ნიადაგი (შორაქი) | 0-10 | 4,56 | 75,00 | 5,28 | 3,12 | 11,15 | 0,280 | 0,154 | 35,55 | 6,05 | 40,55 | 87,66 |
| | 20-30 | 7,76 | 76,25 | 4,62 | 2,64 | 11,35 | 0,210 | 0,144 | 37,44 | 5,40 | 42,84 | 87,38 |
| | 50-60 | 17,20 | 65,75 | 3,69 | 2,11 | 12,05 | 0,180 | 0,095 | 26,23 | 4,30 | 30,33 | 85,91 |
| ეწერტობის ნიადაგი (ეწერი) | 0-10 | — | 75,45 | 3,14 | 1,87 | 14,70 | 0,124 | 0,240 | 20,40 | 7,11 | 27,81 | 77,70 |
| | 25-35 | — | 65,00 | 2,55 | 1,45 | — | 0,096 | 0,168 | 8,24 | 6,90 | 15,20 | 54,21 |

ცხრილი 2

მთის და ბარის შვემიწა ნიადაგების ჰუმუსის შედეგნალობა

| დასახელება | ჰუმუსის მდებარეობა | C ჰუმუსის მცავეში % / o / o | C ფულვიონაგების ფრაქც. % / o / o-ით | | | ნარჩუნებული | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|-------|------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | ფრაქციები | | | C | | | | | | |
| | | | I | II | III | I | II | III | | | | |
| მთის შვემიწა ნიადაგი (ჯვავხეთი) | 0-10 | 15,93 | 4,06 | 26,09 | 4,61 | 34,70 | 2,07 | 21,97 | 29,49 | 2,46 | 12,98 | 1,58 |
| | 20-30 | 13,34 | 4,08 | 26,92 | 4,70 | 35,70 | 12,80 | 33,80 | 22,28 | 28,48 | 9,20 | 1,20 |
| | 50-60 | 9,46 | 3,18 | 31,52 | 4,03 | 38,73 | 22,96 | 13,01 | 41,47 | 14,80 | 9,97 | 20,0 |
| ბარის შვემიწა ნიადაგი (შორაქი) | 0-10 | 4,31 | 4,00 | 21,90 | 7,44 | 33,34 | 5,31 | 27,57 | 30,50 | 17,26 | 19,17 | 1,20 |
| | 20-30 | 10,34 | 3,40 | 20,04 | 8,93 | 32,37 | 19,69 | 5,68 | 25,36 | 25,0 | 24,55 | 12,00 |
| | 50-60 | 13,24 | 2,20 | 20,54 | 7,35 | 30,29 | 19,43 | 6,45 | 25,88 | 25,74 | 18,28 | 15,0 |

ლოსტების ნიადაგების წარმოქმნის მიმართულებით განვითარების გამო, რეაქცია შეიცვალა ნეიტრალური რეაქციით. ამჟამად კი ეს ნიადაგები ნეიტრალური ან სუსტი მჟავე რეაქციით ხასიათდება.

მთის შავმიწა ნიადაგები ამჟამად განვითარების იმ ფაზაში იმყოფებიან, როცა ნეიტრალური რეაქცია მდელოსტების ნიადაგის სტადიაში შედის.

რაც შეეხება ამ ნიადაგებში კარბონატობას, მთის პირობებში იგი ნაკლებია და პროფილში თანაბრადაა განაწილებული. ეს შესაძლოა გამოწვეული იყოს მაგნიუმის გარკვეული რაოდენობის არსებობით, რაც აქ წარმოქმნილია კარბონატის სახით. იგი შესაძლებელია აგრეთვე იყოს კალციუმის კარბონატების სხვადასხვა და წარმოდგენდეს მოლიმატიზირებული კარბონატის მსგავს წყალში უხსნად ნაერთს, რომელსაც 10%-იანი HCl ვერ ხსნიდეს და წყლით გამოწვეულად არ გადადიოდეს. ეს ვერ მოახდენს გავლენას pH-ის მაჩვენებლებზე.

ბარის შავმიწა ნიადაგებში pH გადახრილია ტუტე რეაქციისაკენ და იგი ამ მაჩვენებლებითაც განსხვავდება მთის შავმიწა ნიადაგებისაგან.

ფოსფორი ამ ნიადაგში ყველგან მცირეა, რაც მისი დაბალნაყოფიერების ერთ-ერთი მიზეზია.

ჰუმუსის შედგენილობა, თვისებები, ფრაქციული და ჯგუფობრივი განაწილება

ჩვენ მიერ ჩატარებული ანალიზების საფუძველზე (იხ. ცხრილი 2) გამოირკვა, რომ მთის შავმიწა ნიადაგების ფაშარად შეკავშირებულ ჰუმუსში [2] ნახშირბადის რაოდენობა 0—10 სმ-ის სიღრმეზე 5,35% შეადგენს; 40—60 სმ სიღრმეზე კი იგი 9,45%-ს აღწევს (ნიადაგის საერთო ნახშირბადიდან). წყალში ხსნადი ჰუმუსი სიღრმისაკენ კლებულობს, მთის შავმიწა ნიადაგებში 100 გრამში ის 0,0048—0,0032-ს აღწევს, რაც დამოკიდებულია მის შედგენილობასა და თვისებებზე, აგრეთვე შთანთქმულ ფუძეებზე.

საქართველოს შავმიწა ნიადაგები მცირე რაოდენობით შეიცავენ ფულმო-მჟავებს. სამაგიეროდ ეს ნიადაგები შთანთქმით კომპლექსში მდიდარია ორვალენტოვანი კატიონებით, რომლებიც შეიცავენ წყალში ნაკლებად ხსნად ჰუმუსს.

ჰუმუსის მჟავის ადვილად მოძრავი ფრაქცია [3] 0—10 სმ სიღრმეზე 4,06%-ს, ხოლო 50-60 სმ სიღრმეზე 3,180%-ს შეადგენს. ჰუმინის მჟავის მოძრავი ფორმები უფრო მეტია მთის შავმიწა ნიადაგების ზედა ფენებში. ასევე ითქმის ბარის შავმიწებზეც. ჰუმინის მჟავის მეორე ფრაქცია უფრო მეტია მთის შავმიწა ნიადაგების ღრმა ფენებში, ვიდრე მის ზედა ფენებში. ეს გამოწვეული უნდა იყოს ბარისაგან განსხვავებული: კლიმატით, მცენარეული საფარით და სხვა ბუნებრივ-ისტორიული პირობებით. 0—10 სმ სიღრმეზე ამავე ნიადაგებში ჰუმინის მჟავის მოძრავი ფრაქციების რაოდენობა (საერთო C-დან) 29,15%-ს შეადგენს. 50—60 სმ სიღრმეზე იგი 34,70%-ს აღწევს. ჰუმინის მჟავის მესამე ფრაქცია, რომელიც მტკიცედაა შეკავშირებული ნიადაგის მინერალურ ნაწილთან 0—10 სმ სიღრმეზე 4,04%-ს შეადგენს, 20—30 სმ სიღრმეზე — 4,03%-ს, უფრო ღრმად კი იგი კლებულობს.

რაც შეეხება ფულვომჟავებს, იგი მთის შავმიწა ნიადაგებში შესამჩნევად მატულობს სიღრმისაკენ და 21,38%-დან 41,02-მდე აღწევს. ეს მოვლენა მათი ადვილად ხსნადობითა და სიღრმეზე გადაადგილებით აიხსნება.

მთის შავმიწა ნიადაგებში ორგანული ნახშირბადი სიღრმის შესაბამისად მატულობს, ხოლო ბარის შავმიწა ნიადაგებში კლებულობს. ჩვენი აზრით, ეს გამოწვეული უნდა იყოს მცენარეული საფარის ბოტანიკური შემადგენლობით.

როგორც გეობოტანიკური გამოკვლევებითაა ცნობილი [1], მთის შავმიწა ნიადაგებში ფართოდ მოხაწილეობენ პარკოსნები; ბარის შავმიწა ნიადაგებში კი ორგანული ნივთიერების წარმოქმნელია მარცვლოვანი ბალახმცენარეები.



პარკოსნები უფრო ღრმად ინვითარებენ ნიადაგში ფესვთა სისტემას, ვიდრე მარცვლოვანი მცენარეები. ამის გამო ცხადია, მთის შავმიწა ნიადაგების ქვედა ფენებში, ბარის შავმიწა ნიადაგებთან შედარებით, უფრო მეტი რაოდენობით გროვდება ორგანული ნივთიერება, რის გამოც ორგანული ნახშირბადი მეტი რაოდენობითაა აკუმულირებული, ვიდრე ბარის შავმიწა ნიადაგების ქვედა ფენებში.

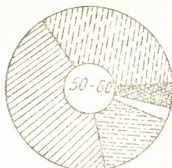
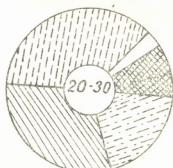
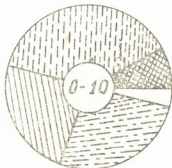
დეკალცინირების შედეგად გამოირკვა, რომ მთის შავმიწა ნიადაგებში ნახშირბადი კალციუმთან უფრო მტკიცეაა შეკავშირებული ზედა ფენებში, ვიდრე ღრმა ფენებში. ბარის შავმიწა ნიადაგებში ამ მხრივ შებრუნებული სურათია.

თუ ამავე თვისებებით, შავმიწა ნიადაგებს შევადარებთ ეწერტიპის ნიადაგებთან, ცხადი ხდება, რომ დეკალცინირებით ნახშირბადი უფრო მეტი რაოდენობით გამოძევდება ამ ნიადაგების ღრმა ფენებში (25—35 სმ), რაც გამოწვეული უნდა იყოს ეწერტიპის ნიადაგებში ერთნახევარჯანგეულებთან ნახშირბადის მტკიცე კავშირით.

ბიტუმებში ნახშირბადის რაოდენობა (სპირტბენზოლის ხსნარით) როგორც მთის, ისე აგრეთვე ბარის შავმიწა ნიადაგებში, სიღრმისაკენ მატულობს. ჰუმინის მჟავის ნახშირბადის შეფარდება ფულვომჟავების ნახშირბადთან მთის შავმიწა ნიადაგების ზედა ფენებში 0—10 სმ სიღრმეზე 1,58-ს შეადგენს, 20—30 სმ სიღრმეზე — 1,20-ს, 50—60 სმ-ზე კი — 0,88-ს.

ჰუმინის მჟავის ნახშირბადისა და ფულვომჟავების ნახშირბადის შეფარდების მაჩვენებლები (მთის შავმიწა ნიადაგებისა) უფლებას გვაძლევს გამოვთქვათ მოსაზრება, რომ ეს გამოწვეულ უნდა იყოს ნიადაგწარმოქმნელი ფაქტორების თავისებურებით, რაც ძირითადად აპრობებს ორგანული ნაწილის პროცესის მიმდინარეობას [4]. ამას ადასტურებს შირაქის (ბარის) შავმიწა ნიადაგების ანალიზის შედეგები (იხ. ცხრილი 2). ამ ნიადაგებში ჰუმინის მჟავის მოძრავ ფორმებში ნახშირბადი 0—10 სმ სიღრმეზე 3,4%-ს შეადგენს, უფრო ღრმად, 50—60 სმ სიღრმეზე კი — 1,04%-ს.

ახსნაქვები



ჰუმინის მჟავა
ფულვინები

ფულვინების მჟავები

ბიტუმენები
ღარაფერი შენარჩუნდა

ნახ. 1

ჰუმუსის მჟავის I და II ფრაქციის ნახშირბადის რაოდენობა სახნავ ფენებში 34%-ს უდრის, უფრო ღრმა ფენებში იგი კლებულობს და 30,20%-ს აღწევს. მეორე კრილიში ეს ფრაქციები 32,8%-დან 24,40%-მდე მერყეობენ. ბარის შავმიწა ნიადაგებში ჰუმინის მჟავის მესამე ფრაქცია, ე. ი. მინერალურ ნაწილთან

მტკიცედ შეკავშირებული ფრაქცია, მეტი რაოდენობით აღმოჩნდა, ვიდრე მთის ნიადაგებში, რაც 7,8-დან 12%-მდე აღწევს.

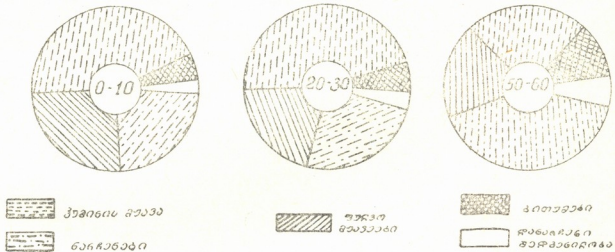
დეკალცინირებით გამოძვეებული ნახშირბადი ბარის შავმიწა ნიადაგების ღრმა ფენებში (50—60 სმ) უფრო მეტი რაოდენობით აღმოჩნდა (13,24%). ეს იმას ადასტურებს, რომ ნახშირბადი უფრო მტკიცე კავშირშია კალციუმთან ბარის შავმიწა ნიადაგების ღრმა ფენებში, ვიდრე მის ზედა ფენებში.

ჰუმინის მჟავის ნახშირბადის შეფარდება ფულვომჟავების ნახშირბადთან ბარის შავმიწა ნიადაგებში ასეთია: 0—10 სმ სიღრმეზე — 1,20 — 1,06; 20—30 სმ-ზე — 1,27—1,35; 50—60 სმ-ზე — 1,17—1,19.

როგორც ვხედავთ, ჰუმინის მჟავის ნახშირბადი ალუვიალურ ფენაში მატულობს, რაც დაკავშირებულ უნდა იყოს ფულვომჟავების შეფარდებასთან.

ნარჩენებში (ნაკლებად ჰიდროლიზებულ ნივთიერებებში) ნახშირბადი ბარის შავმიწა ნიადაგებში უფრო მეტი რაოდენობით დარჩა, ვიდრე მთის შავმიწა ნიადაგებში (იხ. ნახ. 1 და 2).

შირაჟი



ნახ. 2

ჩვენ მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული ცდების საფუძველზე შეიძლება დაესახოს რამდენიმე ავროსაწარმოო ღონისძიება. როგორც ცნობილია, ჰუმინის მჟავის მოძრავი ფორმების პირველი ფრაქცია საქართველოს შავმიწა ნიადაგებში ძლიერ მცირეა. ეს გამოწვეულია წყლის რეჟიმის უარყოფითი გავლენით. ჰუმუსის ფრაქციული შედგენილობის გაუმჯობესებისათვის ურწყავი ნიადაგებისათვის შემოღებული უნდა იქნეს ქარსაცავი ზოლების გაშენება და მრავალწლიანი ბალახების თესვა; სარწყავ ფართობებზე კი უნდა გაუმჯობესდეს რწყვის მეთოდი. წყლის რეჟიმის გაუმჯობესება დადებითად მოქმედებს როგორც ჰუმუსის შედგენილობაზე, ასევე ნიადაგის დისპერსიულობაზე. ალუვილებელია ნიადაგში ორგანული სასუქის შეტანა (ტორფი და სხვა), რაც ჰუმუსის შედგენილობაში გაზრდის ჰუმინის მჟავის მოძრავ ფრაქციებს და გააუმჯობესებს ნიადაგის სტრუქტურულ თვისებებს.

შრომის წითელი დროშის ორდენისანი
 საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.11 1957)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Гроссгейм. Анализ флоры Кавказа, Азербайджанский филиал АН СССР, Баку, 1936.
2. Н. П. Бельчикова. Некоторые закономерности содержания состава гумуса и свойства гуминовых кислот в главных группах почв СССР. Труды органич. вещество почвы, М., 1951.
3. М. М. Кононова. Проблемы и современные методы изучения химии гумуса. АН СССР, 1951.
4. И. В. Тюрин. К Методике анализа для сравнительного изучения состава гумуса и почв. перегной, АН СССР, труды, орг. вещество почв, т. 38, Москва, 1951.
5. И. В. Тюрин. Органические вещества почвы. Сельхозгиз, Л., 1937.

ფიზიოლოგია

აკადემიკოსი ი. ბერიტაშვილი და ნ. ხარხაშვილი

სივრცითი ორიენტაციის წარმოშობის შესახებ აღმნიშვნებში

ცხოველების (კატებისა და ძაღლების) სივრცით ორიენტაციაში ყველა რეცეპტორის მნიშვნელობის საკითხის შესწავლისას გამოირკვა, რომ ამ ცხოველებში საგნების გარემოში პროექციის ან ლოკალიზაციის უნარი და მათ შორის სივრცითი შეფარდების დადგენა, ისევე როგორც ორიენტირებული მოძრაობის წარმოება ამ საგნებისაკენ, არსებითად მხედველობითი და ვესტიბულარული ანალიზატორის მოქმედებით არის განპირობებული. სმენისა და ყნოსვის ანალიზატორის გარკვეულ პირობებში შეუძლია მნიშვნელოვანი როლი შეასრულოს სივრცით ორიენტაციაში. მაგრამ, როგორც ცდებით გამოირკვა, ის ცხოველები, რომლებიც მოკლებული არიან სმენასა და ყნოსვას, მაინც კარგად ახდენენ სივრცეში ორიენტაციას. პირუტყვ, ისინი სრულიად კარგავენ ამ შესაძლებლობას, თუ მათში რაიმე მიზეზის გამო არ მოქმედებს მათი მხედველობითი და ვესტიბულარული რეცეპტორები [1].

ანალოგიური შედეგები იყო მიღებული ჩანმრთელი და შემდეგ ყრუ-მუნჯი ბავშვების გამოკვლევისას [2]. თუ 10—15 წლის ნორმალურ ბავშვს თვალებს აფუხვევთ და შემდეგ ოთახის რომელიმე კუთხეში ან კიდევ მეზობლად მდებარე ოთახში წაიყვანთ, ხოლო შემდეგ ამავე გზით დავბრუნდებით საწყის ადგილას, ეს სრულიად საკმარისი იქნება იმისათვის, რომ მან თვითონ გაიმეოროს მის მიერ განვლილი გზა. ან თუ ბავშვს თვალახვევულ მდგომარეობაში წრის ან ოთხკუთხედის მიხედვით გავატარებთ, მას შეუძლია ერთხელ გავლის შემდეგ თვითონ გაიმეოროს ეს გზა ისევე თვალახვევულმა. ყრუ-მუნჯ-ბავშვს კი (რომელსაც გამოთიშული აქვს ვესტიბულარული აპარატის ფუნქცია) თვალახვევულ მდგომარეობაში არ შეუძლია გაიმეოროს განვლილი გზა რამდენიმეჯერ გატარების შემდეგაც კი. ყრუ-მუნჯი ბავშვი ამ დროს ბლომად ღებულობს კანისა და პროპრიოცეპტულ გალიზიანებას მოსიარულე კიდურებიდან. ცხადია, ეს გალიზიანებანი ადამიანში არ ემსახურება უშუალოდ სივრცით მიმართებათა აღმოცენებას, ე. ი. გადაადგილების დროს განვლილი მანძილის სიდიდისა და წარმოებული მობრუნების კუთხის დადგენას.

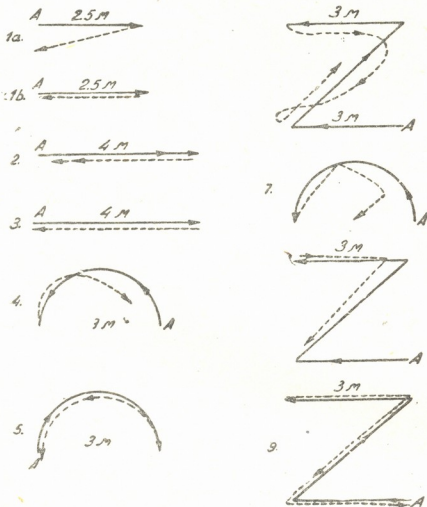
მაგრამ ერთსა და იმავე გზაზე ფეხით მრავალჯერ გატარების შემდეგ ყრუ-მუნჯს წარმოექმნება უნარი გაიაროს ეს გზა დამოუკიდებლად. ცხადია, რომ ამ დროს კიდურების პროპრიოცეპტული გალიზიანებები იქცევა მოციმულე გადაწვევების პირობით სივრცელდად. ეს უნარი ულამბირითო ცხოველებსაც გააჩნიათ, მაგრამ იგი მათში (კატებსა და ძაღლებში) გაცილებით უფრო სუსტად არის გამოხატული. ყრუ-მუნჯ ბავშვებში პატარა მანძილზე ორიენტირებულა გადაწვევების გამოსამუშავებლად საჭიროა 10—15 განმეორება. მაშინ როცა ცხოველებში ეს შესაძლებელი ხდება მხოლოდ ასეული განმეორების შემდეგ.

სივრცითი ორიენტაციის მხრივ ადამიანებსა და ცხოველებს შორის შემჩნეული იყო კიდევ ერთი მეტად არსებითი განსხვავება. თუ ყრუ-მუნჯი ბავშვი თვალში მდგომარეობაში წაივია გარკვეულ ადგილამდის, ან თუ დაინახა, როგორ წავიდა ამ ადგილამდის სხვა ვინმე, მას შეუძლია გაიმეოროს ეს მოძრაობა როგორც თვალში, ისე თვალდასუქულ მდგომარეობაში. ცხოველები კი, რომელთაც დან-



გრეული აქვთ ლაბირინთები, ვერ ახერხებენ გაიმეორონ იგივე გზა, რაც მათ თვალხილულ მდგომარეობაში გაიარეს; ეს განსხვავება, ვასაგებია, დაფუძნებულია იმაზე, რომ ყრუ-მუნჯი აზროვნებს და აზროვნებით პროცესის შედეგად შეუძლია წარმოიდგინოს ესა თუ ის მიზანშეწონილი გზა, თვით ისეთივე კი, რომელიც მას წინასწარ არ უნახავს და თვალდახუჭულსაც კი შეუძლია მიზანდასახული მოძრაობა ამ გზით [3].

ჩვენ ჩავატარეთ შემდგომი გამოკვლევები ადამიანებში სივრცითი ორიენტაციის შესწავლის მიზნით. უპირველეს ყოვლისა, ჩვენ შევეუდმიეთ 5—12 წლის ასაკის ნორმალური ბავშვების გამოკვლევას მოსიარულე კედურებში აღმოცენე-



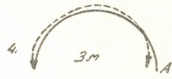
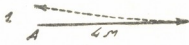
სურ. I. 1.II.1956. ნორმალური გოგონა 7 წლისა (ე. ბ.) თვალები ახვეული აქვს. მთლიანი ხაზი ყველა სურათში გამოხატავს იმ გზას, რომლის მიხედვითაც ბავშვი სკამით ან ფეხით გადაგვყავდა, წყვეტილი ხაზი კი—ბავშვის მიერ განვილი გზას. 1, 2, 3—სწორ ხაზზე სკამით გადაყვანისას; 4 და 5—ნახევარწრეზე; 6—z-ის მიხედვით გადაყვანისას; 7 და 8—ფეხით გატარებისას ნახევარწრის და z-ის მიხედვით; 9—z ნახაზის ჩვენების შემდეგ. ამ ცდების რეგისტრაცია ხდებოდა კინოგადაღებით.

ბული პრობრიცეპტული გაღიზიანებების გამოთიშვის პირობებში. ამ მიზნით ჩვენ ვსვამდით ბავშვს სკამზე და თვალახვეულ მდგომარეობაში გადაგვყავდა იგი ხელით ერთი ადგილიდან მეორე ადგილზე, ისევე, როგორც ამას ვაწარმოებდით ცხოველებში, რომლებიც გადაგვყავდა გალით მწოლიარე მდგომარეობაში [3]. შემდგომ ასეთივე წესით გამოვიკვლიეთ ყრუ-მუნჯები.

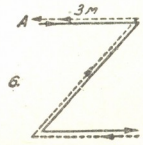
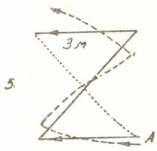
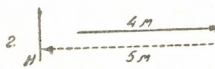
5—7 წლის ნორმალური ბავშვები შერჩეული იყვნენ ბავშვთა ბალიდან, ხოლო 10—12 წლისანი — ნაცნობი ოჯახებიდან. ყრუ-მუნჯი ბავშვები ქ. თბილისის ყრუ-მუნჯთა სკოლიდან იყვნენ მოყვანილი.

ცდები ტარდებოდა დიდ ოთახში, სადაც იყო ყოველგვარი მოწყობილობა კინოგადაღებისათვის. ბავშვები სკამით გადაგვყავდა როგორც ერთი საგნიდან მეორე საგნამდის, ისევე იატაკზე დახაზული ნახაზების მიხედვით (სწორი ხაზი, კუთხე, ნახევარწრე, წრე, ასო z-ის მსგავსი ნახაზი და სხვა). თვალახვეული ბავშვი შეგვყავდა საექსპერიმენტო ოთახში და ვსვამდით სკამზე, რომელიმე ნახაზის საწყის წერტილში. შემდეგ მას ვუხსნიდით, რომ გადავიყვანე გარკვეულ ადგი-

ლამდის და დავაბრუნებთ უკან, რის შემდეგ თვითონ უნდა გაიაროს იგივე გზა. ზოგჯერ ჩვენ გადავწყვედა ერთი მიმართულებით და უკან თვითონ უნდა დაბრუნებულიყო. ცდებში ყრუ-მუნჯ ბავშვებზე ყრუ-მუნჯთა სკოლის მასწავლებელი უხსნიდა მათ იმავე დავალებას. ჩვენ შევარჩიეთ ისეთი ყრუ-მუნჯები, რომელთაც გამოთიშული ჰქონდათ ვესტიბულარული აპარატის ფუნქცია, მაგრამ ამავე დროს შედარებისათვის ავიყვანეთ ისეთი ყრუ-მუნჯებიც, რომელთაც მთლიანად ჰქონდათ შენარჩუნებული ვესტიბულარული აპარატის ფუნქცია. ეს დადგენილი იყო პროფ. ხეჩინაშვილის მიერ ბარანის მეთოდით გამოკვლევისას.



სურ. II. 18.III.1956
ნორმალური, 12 წლის ვაჟი (დ. ბ.). თვლები ახვეული აქვს. 1-2—სწორი ხაზით სკამით გადაყვანისას; 3—კუთხზე; 4—ნახევარწრეზე; 5—Z-ის მიხედვით გადაყვანისას (გაიარა რა ნახაზი, ბავშვმა განაცხადა, რომ გააკეთა რუსული ასო u-ს მსგავსი ნახაზი); 6—Z-ის ნახაზის ჩვენების შემდეგ.



ცდების შედეგების რეგისტრაცია ტარდებოდა ოქმების რეჟულში როგორც იატაკზე ნახაზის, ისე ბავშვის მიერ განვლილი გზის ზუსტი ჩახაზვით.

ცდებით გამოირკვა, რომ ყველა ნორმალურ ბავშვს შეუძლია გაიაროს ის გზა, რა გზითაც იგი გადაიყვანეს სკამით მდგომარე მდგომარეობაში. ზოგი მათ იმეორებს დიდი სიზუსტით, ზოგი კი უშვებს სხვადასხვა უმნიშვნელო ხასიათის გადახრას. საგრძნობი განსხვავებათა ასაკის მიხედვით 6—12 წლამდის ჩვენ მიერ არ ყოფილა შემჩნეული. რამდენიმე მეტრის ფარგლებში გადანაცვლებისას ყველა ჩვენ მიერ ხმარებული ნახაზის მიხედვით 6 წლის ბავშვები ისევე ზუსტად იმეორებენ განვლილ გზას, როგორც 12 წლის ბავშვები. საილუსტრაციოდ მოგვყავს სურ. I და II, სადაც მოცემულია ასეთი ცდების შედეგები 6 წლისა და 12 წლის ბავშვებზე.

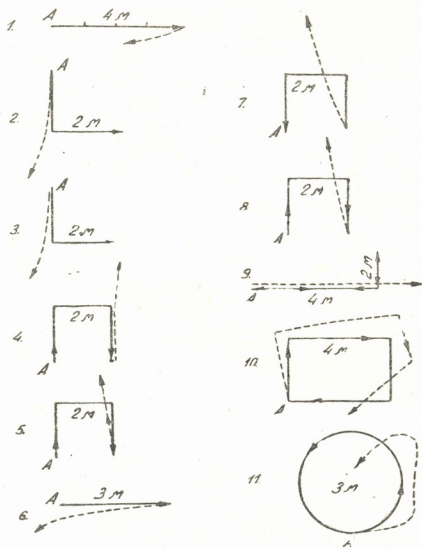
თუ ბავშვს ამავე ნახაზების მიხედვით ფეხით გადავიყვანთ, იგი იმეორებს განვლილ გზას ისეთივე სიზუსტით ან ისეთივე ხასიათის გადახრებით, როგორც სკამით გადაყვანის შემთხვევაში (სურ. I—7, 8).

თუ ბავშვი პირველი გადაყვანისას უშვებს საგრძნობ გადახრას აღნიშნული გზიდან, მეორედ ან მესამედ გადაყვანისას იგი სწორ სვლას აკეთებს. ასე, მაგ., სურ. I-ზე პირველად ბავშვი ვერ მიდის სწორი ხაზის ან ნახევარწრის ბოლო წერტილამდე (2, 4), მეორეჯერ გადაყვანისას კი აღწევს მას (3, 5).



ფეხით გატარებისას ადგილი აქვს როგორც ლაბირინთული რეცეპტორების, ისე მოსიარულე კიდურების რეცეპტორთა გალიზიანებას. თუ ბავშვი თვალახვეულ მღვომარეობაში სკამით გადაყვანისას იმეორებს ვინელოლ გზას ისეთივე სიზუსტით, როგორც ფეხით გატარების შემთხვევაში, მაშინ თავისთავად ცხადია, რომ მხედველობის გამოთიშვისას სივრცითი ორიენტაცია აღამიანებში ძირითადად ლაბირინთული რეცეპტორების საშუალებით ხორციელდება.

თუ ბავშვს ვუჩვენებთ იატაკზე დახაზულ ნახაზს, შემდეგ ავუხვევთ თვალებს და ვთხოვთ გაიაროს იგივე გზა, ჩვეულებრივად იგი მას უფრო ზუსტად გაივლის, ვიდრე თვალახვეულ მღვომარეობაში სკამით გადაყვანისას (სურ. I—9 და II—6). ცხადია, რომ ხაზების მხედველობითი პროექცია გაცილებით



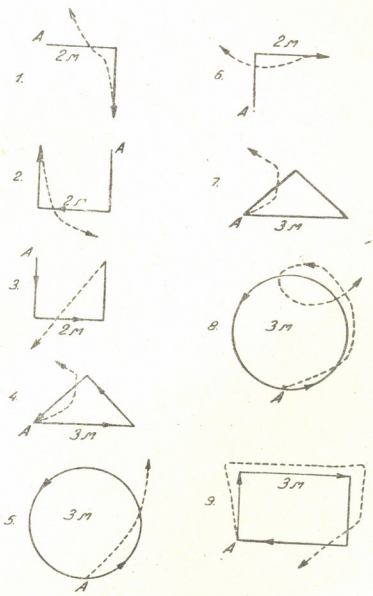
სურ. III. 17.10.1956. ყრუმუნჯი (ე. დ.) 10 წლისა, დაზიანებული აქვს ვესტიბულარული აპარატი. 1—სწორ ხაზზე გადაყვანისას; 2—3—კუთხეზე; 4—ასო n-ს მიხედვით პირველად გადაყვანის შემდეგ; 5—ამავე ნახაზის მიხედვით მესამედ გადაყვანისას; 6—სწორ ხაზზე ფეხით გატარებისას; 7—ასო n-ს მიხედვით პირველად გატარებისას; 8—ამავე ნახაზის მიხედვით მეორედ გატარებისას; 9—მიგვეყვას ფეხით წინ სწორი კუთხით და შემდეგ ვაბრუნებთ უკან იმავე გზით (მთლიანი ხაზი), ბავშვი თვითონ მიდის სწორი ხაზის მიმართულებით და ეტაკება კედელს (წყვეტილი ხაზი); 10—იატაკზე დახაზული ოთხკუთხედის ჩვენების შემდეგ; 11—წინა ცდის შემდეგ წრეზე გადაყვანისას. ბავშვი გადის თითქმის ისეთსავე ფიგურას, როგორც წინა ცდაში.

უფრო ზუსტად ხდება, ვიდრე ვესტიბულარული, ე. ი. ის პროექცია, რომელიც ლაბირინთული რეცეპტორების გალიზიანებით აღმოცენდება. ამას გარდა, ცხადია, რომ ნორმალურ ბავშვებში ორიენტირებული მოძრაობა მხედველობითი პროექციით გაცილებით უფრო ზუსტად ხორციელდება, ვიდრე ვესტიბულარული პროექციისას.

ამრიგად, ნორმალურ ბავშვებში სივრცითი ორიენტაცია შეიძლება განხორციელდეს მოსიარულე კიდურების პროპრიოცეპტული გალიზიანებისაგან დამოუკიდებლად. მხედველობის გამოთიშვისას იმ ლაბირინთულ შეგრძნებებს, რომლებიც თავის რხევის შედეგად ფეხით გატარების ან სკამით გადაყვანის შემ-

თხვევაში აღმოცენდებიან შეუძლიათ განაპირობონ, როგორც განვლილი გზის სიდიდის, ისევე მობრუნების კუთხის სიდიდის აღქმა. ამავე დროს ბავშვი ახდენს განვლილი გზის პროექციის გარემოში. გარდა ამისა, მას ექმნება განვლილი გზის გარკვეული ხატი, რომელიც დიდხანს რჩება და შემდეგ ხელს უწყობს მას ზუსტად ამ გზის მიხედვით გადანივსებში.

გასაგებია, რომ ვესტიბულარული აპარატის მნიშვნელობის ასეთი გაგებისას ყრუ-მუნჯ ბავშვებს, რომელთაც გამოთიშული აქვთ ლაბირინთები, თვალახვეულ მდგომარეობაში არ უნდა შეეძლოთ განვლილი გზის განმეორება ფეხით გატარების ან სკამით გადაყვანის შემთხვევაში. მართლაც, როგორც ცდებით გამოიკვება, ასეთ ყრუ-მუნჯ ბავშვებს არ შეუძლიათ გაიმეორონ თვით სწორი ხაზის



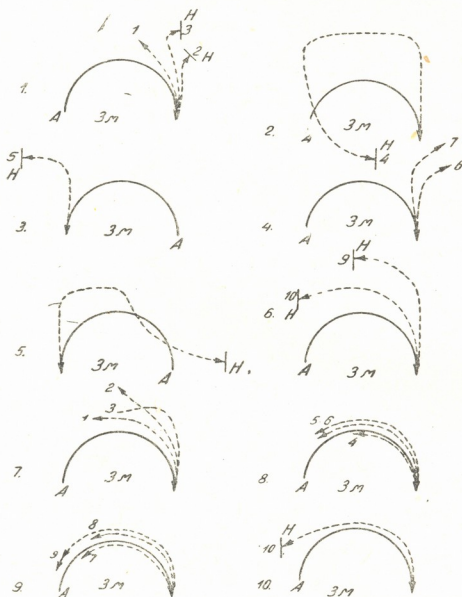
სურ. IV. 12.10.1956.
ყრუ-მუნჯი (ნ. მ.), 8 წლისა.
ლაბირინთები არ ფუნქციონირებენ. თვალები ახვეული აქვს. 1—კუთხოვანი ხაზის მიხედვით გადაყვანისას; 2—ასო n-ს მიხედვით გადაყვანისას; 3—იმავე ნახაზის მიხედვით გადაყვანის შემდეგ ვიზუალურ წასულიყო საწყის წერტილში მოკლე გზით; 4—სამკუთხედის მიხედვით გადაყვანისას; 5—ნახევარწრის მიხედვით გადაყვანისას; 6—კუთხის მიხედვით ფეხით გატარებისას; 7—სამკუთხედის; 8—ნახევარწრის; 9—ოთხკუთხედის ჩვენების შემდეგ.

მიხედვით განვლილი მანძილიც კი. ისინი ჩვეულებრივად გადიან ნებისმიერ მანძლს, ხოლო რაიმე ნახაზის მიხედვით გატარებისას ან გადაყვანისას ჩვეულებრივად მიდიან ან მარტო პირდაპირი, ან მარტო ირიბი ხაზის მიხედვით. მაგრამ, რაც დამახასიათებელია, თუ ჯერ გოჩვენებთ იატაკზე დანახულ ნახაზს და შემდეგ აფუხვეთ თვალებს, მათ შეუძლიათ ზუსტად გაიარონ ამ ნახაზის მიხედვით (სურ. III).

აქედან გამომდინარეობს, რომ ყრუ-მუნჯები თვალახვეულ მდგომარეობაში ვერ ახერხებენ განვლილი მანძილის განმეორებას არა მოძრაობის ცენტრალური

რეგულაციის მოშლის გამო, არამედ იმიტომ, რომ მათში არ აღმოცენდება წარმოდგენა ამ გზის შესახებ (სურ. III).

ჩვეულებრივად ყრუ-მუნჯი ბავშვი, რომელსაც გამოთიშული აქვს ვესტიბულარული აპარატი, სკამით ან ფეხით გადაყვანისას რთული ნახაზების მხედვით პირველად მიდის პირდაპირი ან უმნიშვნელო ირიბი ხაზის მიმართულებით ერთი ან მეორე მხრით. მაგრამ განმეორებითი ცდებისას დაკრწმუნდით, რომ ასეთი ბავშვებიც გრძნობენ წრიულ მოძრაობასა და კუთხურ მობრუნებას. ეს განსაკუთრებით კარგად ჩანდა მაშინ; როცა ადგილი ჰქონდა ძლიერ შემობრუნებას. შემდგომ თავისუფალი მოძრაობისას ყრუ-მუნჯები აკეთებენ წრიულ მოძრაობას ან კუთხურ შემობრუნებას, მაგრამ განვლილი გზის რაიმე მიმსგავსების გარეშე (სურ. IV).

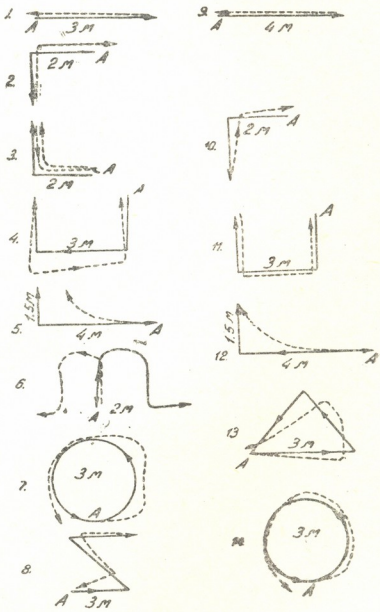


სურ. V. 29.1.1957. ყრუ-მუნჯი (ს. ა.) 10 წლისა. ლაბირინთები არ ფუნქციონირებენ. თვალები ახვეული აქვს. 1—პირველად, მეორედ და მესამედ სკამით გადაყვანისას ნახევარწრის მიხედვით; 2—მეოთხედ; 3—მეხუთედ; 4—მეექვსედ და მეშვიდედ; 5—მერვედ; 6—მეცხრედ და მეათედ გადაყვანის შემდეგ; უმრავლეს შემთხვევაში აკეთებს ირიბ ხაზებსა და ჩერდება წინააღმდეგობასთან დატაკებისას (H); 7, 8, 9, 10—ფეხით ათვერადი გატარებისას. მრუდებზე ციფრებით აღნიშნულია გატარების რიცხვი.

გარდა ამისა, ყრუ-მუნჯები, რომელთაც გამოთიშული აქვთ ვესტიბულარული აპარატის ფუნქცია, ძლიერ ხშირად ურიგვენ მოძრაობის მიმართულებასაც. მაგ., თუ ნახევარწრეზე მარცხნიდან მარჯვნივ გადაყვანის შემდეგ ვთხოვთ მათ წავიდნენ საწინააღმდეგო მიმართულებით, გაყინებთ რა სახით იმ გზისაკენ, საითაც უნდა წავიდნენ, მათ შეუძლიათ წავიდნენ ისევე მარცხნიდან მარჯვნივ, მაგრამ ერთსა და იმავე გზაზე რამდენჯერმე გადაყვანის შემდეგ ისინი სწორ მიმარ-

თულებას იღებენ. როგორც ბარანის სავარძელზე ცდებით გამოირკვა, ყრუ-მუნჯები ჩვეულებრივად განარჩევენ მარჯვნივ ბრუნვას მარცხნივ ბრუნვისაგან [2]. ამრიგად, ის შეგარძნებანი, რომლებზეც დაფუძნებულია გადნაცვლებისა და მიმართულებისა და ხასიათის აღქმა სკამით გადაყვანისას, შეიძლება აღმოცენდნენ ლაბირინთული და მხედველობითი გალიზიანებისაგან დამოუკიდებლად. უნდა ვიფიქროთ, რომ მოძრაობის მიმართულებისა და ხასიათის აღქმა ბრუნვისას ან სკამით გადაყვანისას ხდება არა მარტო მხედველობითი და ვესტიბულარული რეცეპტორებით, არამედ კანის, ჩონჩხის კუნთებისა და შინაგან ორგანოთა რეცეპტორებითაც. მათი გალიზიანება გამოწვეული უნდა იყოს ორგანოებისა და ქსოვილების გადნაცვლებით ინერციის გამო, ცენტრიდანული ძალების მოქმე-

სურ. VI. 20.10.1956.
ყრუ-მუნჯი (ა. ფ.) 10 წლისა. ლაბირინთები ფუნქციონირებენ. თვალები ახვეული აქვს. 1—სწორი ხაზის მიხედვით სკამით გადაყვანისას; 2—კუთხოვანი ხაზის მიხედვით პირველად გადაყვანისას; 3—იმავე ხაზით მეორედ გადაყვანისას. ის მიდის საბოლოო წერტილამდის, შემდეგ თვითონვე ბრუნდება უკან საწყის წერტილში; 4—ასო n-ს ბიხედვით გადაყვანისას; 5—ოთხ მეტრზე გადაყვანისას მარჯვნივ შემობრუნებით; 6—ასო n-ს მიხედვით გადაყვანისა და უკან დაბრუნების შემდეგ; 7—ნახევარწრის მიხედვით გადაყვანისას. 9—14 ნახევრებია იმავე ნახაზების მიხედვით ფეხით გატარების შემდეგ განვლილი გზა.



დების შედეგად. მაგრამ ეს აღქმა რატომღაც არ არის საკმარისი იმისათვის, რომ მის მიხედვით ადამიანმა აღიქვას განვლილი მანძილი, შექმნას მისი წარმოდგენა და აწარმოოს ორიენტირებული მოძრაობა. ამ მოვლენის ბუნება შემდგომ შესწავლას და გამოკვლევას მოითხოვს.

ჩვენ შევისწავლეთ აგრეთვე, თუ როგორ მოქმედებს ყრუ-მუნჯი ბავშვსა და მოძრაობით აქტივობაზე, თუ მას გადავიყვანთ არა ერთხელ, არამედ რამდენიმეჯერ ერთსა და იმავე ნახაზის მიხედვით. ერთ შემთხვევაში 12-ჯერ გავიმეორეთ 10 წლის ყრუ-მუნჯი ბავშვის გადაყვანა სკამით ნახევარწრის მიხედვით და

არ შეგვიმჩნევია მნიშვნელოვანი გაუმჯობესება მისი თავისუფალი სკლის დროს (სურ. V, 1—6). მაგრამ როცა იგი ფეხით გავატარეთ, რამდენიმე გატარების შემდეგ მისი თავისუფალი სკლა მიუახლოვდა ნახევარწრეს, ხოლო მე-7, მე-8 გატარების შემდეგ მან გაიარა ნახევარწრის 3/4 თითქმის ზუსტად ნახაზის მიხედვით (სურ. V, 7—10).

მოდრაობითი ჩვევები, რომლებიც აღმოცენდება ფეხით მრავალჯერ გატარების შემდეგ, საკმაოდ დიდხანს ინახება. ერთ შემთხვევაში ჩვენ ვნახეთ იგი 5 დღის შემდეგაც კი. ეს ჩვევა არ მოქმედებს მოძრაობით აქტივობაზე სკამით გადაყვანისას, ე. ი. არასოდეს არ აღმოცენდება მას.

აქედან გამომდინარეობს, რომ არართული ხასიათის მოძრაობითი ჩვევები შეიძლება აღმოცენდეს ყრუ-მუნჯებში მხედველობითი და ლაბირინთული გაღიზიანების მონაწილეობის გარეშე. უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს ჩვევები გამომუშავდება კინესტეტიკური გაღიზიანების საფუძველზე ჯაჭვური რეფლექსის პრინციპის თანახმად, სადაც ყოველი რგოლი წარმოადგენს წინსვლითი მოძრაობის ან მობრუნების პირობით რეფლექსს იმ კინესტეტიკურ გაღიზიანებათა სპასუხოდ, რომლებსაც წინა რგოლებში ჰქონდა ადგილი.

ყრუ-მუნჯი ბავშვები, რომელთაც შენახული აქვთ ვესტიბულარული აპარატის ფუნქცია, ამჟღავნებენ სივრცითი ორიენტაციის ისეთსავე უნარს, როგორც ნორმალური ბავშვები, როგორც ფეხით გატარების შემდეგ (სურ. VI-14), ისე სკამით გადაყვანის შემდეგ განსაზღვრული ნახაზების მიხედვით (სურ. VI-8). ისინი საკმაოდ ზუსტად გაივლიან განვლილი გზის მიხედვით. გარდა ამისა, მათ შეუძლიათ მოკლე გზითაც კი წავიდნენ საწყისი წერტილიდან საბოლოო წერტილში ან პირუკუ (სურ. VI). ეს გვიჩვენებს, რომ ყრუ-მუნჯები, რომელთაც დაკარგული აქვთ სმენა, მაგრამ შენახული აქვთ ლაბირინთული რეცეპცია, არა მარტო აღიქვამენ განვლილ გზას, არამედ ახდენენ გარემოში ამ გზის საწყისი და საბოლოო წერტილების პროექციას. ამის გამო მათ ადვილად შეუძლიათ აწარმოონ სივრცეში ორიენტაცია ლაბირინთული რეცეპტორების საშუალებით, ისევე როგორც ამას ნორმალური ბავშვები ახერხებენ (სურ. VI).

ამრიგად, 5—12 წლის ნორმალური ბავშვები აღიქვამენ განვლილ გზას და წარმოებულ შემობრუნებებს ლაბირინთული რეცეპტორების დახმარებით, ახდენენ ამ გზის სივრცეში პროექციას და შეუძლიათ აწარმოონ ამ გზების მიხედვით ორიენტირებული მოძრაობა. ნორმალური ვესტიბულარულ მქონე ყრუ-მუნჯ ბავშვებსაც აქვთ ამის უნარი, ხოლო ის ყრუ-მუნჯები, რომელთაც გამოთიშული აქვთ ვესტიბულარული ანალიზატორის ფუნქცია, სრულიად მოკლებული არიან ამ შესაძლებლობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 24.11.1958)

დაცემული ლიტერატურა

1. И. С. Бериташвили. Труды Инст. физиол. АН ГССР, 9, I, 1953.
2. И. С. Бериташвили и С. Н. Хечинашвили. Сообщения АН ГССР, т. XIII, 1952, стр. 427.
3. И. С. Беритов. Вопросы психологии, 2, № 4, 1956.

მასპარეზობის მეთოდები

ვლ. შლენტი (საპარტევლოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და
 ნ. კალანდარიანი

კუჭისა და ნაწლავების ინტრაშტრუქტურული საინფორმაციო მუშაობის სტრუქტურის მდგომარეობა მასპარეზობის ტუბერკულოზის დროს

ტუბერკულოზის პათოგენეზის ერთ-ერთ კარდინალურ საკითხს წარმოადგენს შესწავლა იმ ფიზიოლოგიური მექანიზმებისა, რომლებიც განაპირობებს სხვადასხვა ორგანოთა და ქსოვილთა არაერთნაირ რეზისტენტობას სპეციფიკური გამლიზიანების მიმართ.

ცნობილია, რომ ფილტვების ტუბერკულოზის დროს ზოგიერთ ორგანოში სპეციფიკური პროცესის განვითარება, თითქმის კანონზომიერ მოვლენას წარმოადგენს. ზოგიერთში კი აღნიშნული პროცესი, შეიძლება ითქვას, თითქმის არასოდეს არ ვითარდება. ასე, მაგალითად, ფილტვების ტუბერკულოზის მიმდინარეობაში ხორხის, ხორხსარქველის, თავის ტვინის რბილი გარსების და ნაწლავების სპეციფიკური პროცესით დაზიანება ხშირი მოვლენაა, ხოლო კანში, კუნთებში, კუჭსა და ზოგიერთ სხვა ორგანოში იგი ძალზე იშვიათია.

აღსანიშნავია, რომ ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს ცხოველების კანქვეშა ან ინტრავენუზურად ჩვეულებრივ პირობებში დაინფექტებისას როგორც კუჭში, ისე ნაწლავებში სპეციფიკური პროცესი თითქმის არასოდეს არ ვითარდება.

ტუბერკულოზური პროცესის ამა თუ იმ ორგანოში მეტაკლები სიხშირით დალოკალდება ლიტერატურაში სხვადასხვა მიზეზითაა ახსნილი. ასე, მაგალითად, ავტორთა ერთი ჯგუფი ასეთ მიზეზად თვლის ინფექციის გავრცელების, ავტორთა მეორე ჯგუფი — ორგანოთა ვასკულარიზაციის, ხოლო მესამე ჯგუფი კი — ორგანოთა ინერვაციის თავისებულებებს.

უკანასკნელი დროის ექსპერიმენტული და პათომორფოლოგიური გამოკვლევები ცხადყოფენ, რომ ამა თუ იმ ორგანოსა და ქსოვილში ტუბერკულოზური პროცესის დალოკალებაში წამყვანი მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს მათი საინერვაციო მექანიზმების მდგომარეობას.

შეიძლება დადგენილად ჩაითვალოს, რომ ამა თუ იმ ორგანოში ტუბერკულოზური პროცესის აღმოცენებას წინ უსწრებს შესაბამისი, ორგანოსშიდა საინერვაციო მექანიზმების განსაზღვრული სტრუქტურული ძვრები [6].

ფილტვების ტუბერკულოზის დროს სხვადასხვა ორგანოთა და ქსოვილთა საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობის შესწავლამ ცხადყო, რომ ხორხსა და ხორხსარქველში, ბრონქებში, თავის ტვინის რბილ გარსებში, ნაწლავებსა და მამაკაცის შიგნითა სასქესო ორგანოებში სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებამდე, შედარებით ადრე, ვითარდება მათი ინტრაორგანული საინერვაციო მექანიზმების დასაწყისში ირიტაციული, ხოლო შემდეგ დისტროფიული ცვლილებანი [2, 5, 8]. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ეს უკანასკნელი საფუძვლად უდევს ფილტვების ტუბერკულოზის მიმდინარეობის დროს დასახელებულ ორგანოებში სპეციფიკური პროცესის დალოკალების განსაკუთრებულ სიხშირეს.

ამასთანავე, ფილტვების ტუბერკულოზის დროს კანის, განივზოლიანი კუნთებისა და კუჭის ორგანოსშიდა საინერვაციო მექანიზმები ინარჩუნებენ თავიანთ ნორმულ სტრუქტურას ანდა განიცდიან უმნიშვნელო ირიტაციულ ცვლილებებს [9]. ფილტვების ტუბერკულოზის დროს აღნიშნულ ორგანოთა ინტრაორგანული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის ასეთი „ინტაქტობა“, უნდა

ვიფიქროთ, საფუძვლად უდევს ამ ორგანოებში სპეციფიკური პროცესის დალო-
 კალების განსაკუთრებულ იშვიათობას:

მთელი რიგი ექსპერიმენტული დაკვირვებანი ცხადყოფენ, რომ შესაბამის
 საინერვაციო მექანიზმებზე ზემოქმედების გზით შესაძლებელია ამა თუ იმ ორ-
 განოს რეზისტენტობის დაქვეითება სპეციფიკური (ტუბერკულოზური) ინფექ-
 ციის მიმართ [15].

ამგვარად, როგორც ჩანს, უნდა დავუშვათ, რომ საინერვაციო მექანიზმე-
 ბის სტრუქტურისა და ფუნქციის მდგომარეობას გადაწყვეტი მნიშვნელობა
 აქვს ორგანოთა და ქსოვილთა ტუბერკულოზის მიმართ „მზადყოფნის“, მგრძნო-
 ბელობისა ანდა რეზისტენტობის შექმნაში; სარწმუნოა აგრეთვე, რომ საინერვა-
 ციო მექანიზმების სტრუქტურისა და ფუნქციის მდგომარეობა სხვადასხვა ორ-
 განობსა და ქსოვილებში სპეციფიკური პროცესის მიტნაკლები სიხშირით დალო-
 კალების საფუძველს წარმოადგენს.

აღნიშნულის თვალსაზრისით ინტერესს არ იყო მოკლებული შეგვესწავლა
 საკითხი ტუბერკულოზის დროს კუჭისა და ნაწლავების პერიფერიული საინერ-
 ვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობის შესახებ ლიტერატურაში და
 საკუთარ ექსპერიმენტულ მასალაზე.

ჯერ კიდევ ვ. ლამანმა [11] და ვ. ისაევმა [10] შეისწავლეს კუჭ-ნაწ-
 ლავის ექსტრამურული განაკლები ტუბერკულოზის დროს და გამოთქვეს მო-
 საზრება, რომ ნერვულ ელემენტთა მათ მიერ ნახული სტრუქტურული ცვლი-
 ლებანი განპირობებულია არა იმდენად ადგილობრივი წყლულოვანი პროცესით,
 რამდენად ორგანიზმის ზოგადი ინტოქსიკაციით.

ს. ვაილი [1, 2, 3] გამოიკვლია კუჭისა და ნაწლავების ნერვული აპარატის
 სტრუქტურის მდგომარეობა ტუბერკულოზის სხვადასხვა ფორმის დროს. ავ-
 ტორმა დაადგინა, რომ კუჭ-ნაწლავის ინტრამურულ ნერვულ წარმოქმნებში
 სტრუქტურული ცვლილებების განვითარებას ადგილი აქვს არა მარტო კუჭ-
 სა და ნაწლავში სპეციფიკური პროცესის არსებობის დროს, არამედ ამ უკანას-
 კნელის გარეშე მიმდინარე ფილტვების ტუბერკულოზის შემთხვევებშიც. ამას-
 თანავე, ნერვული აპარატის სტრუქტურული დაზიანება აღინიშნება როგორც
 სპეციფიკური წყლულის, ისე მისგან მოშორებულ უბნებში.

კუჭ-ნაწლავის ინტრამურული ნერვული წარმოქმნების ზემოაღნიშნულ
 სტრუქტურულ ცვლილებებს ფილტვების ტუბერკულოზის დროს დასახელებუ-
 ლი ავტორი განიხილავს როგორც ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ერთ-ერთ
 რეაქტიულ გამოვლენას სპეციფიკური ინტოქსიკაციის მიმართ.

აქვე აღსანიშნავია ს. ვაილის მიერ დადგენილი პარადოქსული ფაქტი: კუჭ-
 სა და ნაწლავებში სპეციფიკური პროცესის გარეშე მიმდინარე ფილტვების ტუ-
 ბერკულოზის დროს ავტორი უფრო მძიმე ცვლილებებს ნახულობდა კუჭის, ვიდ-
 რე ნაწლავების ინტრამურულ ნერვულ აპარატში. თუ კი ორგანოსშიდა ნერვუ-
 ლი წარმოქმნების სტრუქტურული ცვლილებანი პირველადია და წინ უსწრებს
 ორგანოში სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებას, რასაც თვით ავტორი იზა-
 რებს, მაშინ გაუგებარია უფრო მეტი დაზიანება საინერვაციო მექანიზმების
 სტრუქტურის იმ ორგანოსი (კუჭი), რომელიც განსაკუთრებით იშვიათად ზი-
 ანდება სპეციფიკური პროცესით, ვიდრე საინერვაციო მექანიზმების იმ ორ-
 განოსი (ნაწლავები), რომელიც ხშირად ზიანდება სპეციფიკური პროცესით.

ს. ვაილი და ლ. პროტასი [4], სწავლობდნენ რა ნაწლავების ინტრა-
 და ექსტრამურული ნერვული აპარატის სტრუქტურის მდგომარეობას ტუბერ-
 კულოზის ზოგიერთი ფორმის დროს, ნახულობდნენ მთელი რიგი რეაქტიული
 და დისტროფიული ცვლილებებით გამოხატულ სტრუქტურულ ძვრებს. ავტო-
 რებმა დაადგინეს, რომ ნერვულ ელემენტთა დაზიანების ხარისხი სხვადასხვა
 ტუბერკულოზის სხვადასხვა ფორმის დროს. ასე, მაგალითად, მძიმე სტრუქტუ-

რული ცვლილებანი ნაწლავების ინტრა-და ექსტრამურულ ნერვულ მოწყობილობებში არის ჰემოგენურ-დისემინებული ტუბერკულოზის დროს, ფილტვების ფიბროზულ-კავერნული ტუბერკულოზის დროს კი ასეთი ცვლილებანი გაცილებით იშვიათია.

ზემოაღნიშნული მონაცემების საწინააღმდეგოდ ე. რ ა ს კ ი ნ ა [14], რომელიც აგრეთვე სწავლობდა ნაწლავებს ინტრა-და ექსტრამურული ნერვული აპარატის პათომორფოლოგიას ტუბერკულოზის სხვადასხვა ფორმის დროს, უფრო მძიმე სტრუქტურულ ცვლილებებს აღნიშნავს ფილტვების ფიბროზულ-კავერნული ტუბერკულოზის დროს. ტუბერკულოზის ამ უკანასკნელი ფორმისათვის, ავტორის აზრით, ნიშანდობლივია, ტიპიური ნაწლავების პერიფერიული საინერვაციო მექანიზმების გაღიზიანების მოვლენების სიჭარბე.

ნაწლავების პერიფერიული ნერვული მოწყობილობების უფრო მძიმე სტრუქტურულ ცვლილებებს ხანგრძლივად მიმდინარე ფილტვების ფიბროზულ-კავერნული ტუბერკულოზის დროს აღნიშნავს ა რ ჩ. მ ი ქ ე ლ ა ძ ე [13].

კუჭის ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობა ტუბერკულოზის სხვადასხვა ფორმის დროს პათანატომიურ მასალაზე შესწავლილი აქვთ ვლ. ყ დ ე ნ ტ ი ს ა და ლ. შ ა რ ა შ ი ძ ე [7]. ავტორები კუჭში სპეციფიკური პროცესის გარეშე მიმდინარე ფილტვების ტუბერკულოზის სხვადასხვა ფორმის დროს კუჭის ნერვულ წარმოქმნებში ნახულობდნენ ირიტაციული ხასიათის ცვლილებებს; მხოლოდ იშვიათად ჰემოგენურ-დისემინებული ტუბერკულოზის შორწყასულ შემთხვევებში ირიტაციულთან ერთად — მსუბუქ დისტროფიულ ცვლილებებს. კუჭის ნერვული აპარატის სტრუქტურის შედარებითი „ინტაქტობა“ ფილტვების ტუბერკულოზის დროს, ვლ. ყ დ ე ნ ტ ი ს ა და ლ. შ ა რ ა შ ი ძ ე ს აზრით [5], საფუძვლად უდევს სპეციფიკური პროცესის კუჭში დალოკლების იშვიათობას ტუბერკულოზის მიმდინარეობისას.

ამგვარად, ფილტვების ტუბერკულოზის დროს კუჭისა და ნაწლავების პერიფერიული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობის შესახებ ლიტერატურაში არსებული მონაცემები ზოგიერთ საკითხში ერთიმეორის საწინააღმდეგოა. ავტორთა ერთი ჯგუფი (ს. ვ ა ი ლ ი) კუჭის ინტრამურულ ნერვულ მოწყობილობებში აღნიშნავს შედარებით მძიმე, ავტორთა მეორე ჯგუფი (ვლ. ყ დ ე ნ ტ ი და ლ. შ ა რ ა შ ი ძ ე) კი, პირიქით — ნაკლებ სტრუქტურულ ცვლილებებს. შემდეგ, ზოგიერთი ავტორი (ს. ვ ა ი ლ ი) ნაწლავების ინტრამურულ საინერვაციო მექანიზმებში გაცილებით მეტ სტრუქტურულ ცვლილებებზე მიუთითებს ტუბერკულოზის ჰემოგენურ-დისემინებული ფორმის დროს, სხვა ავტორები (ე. რ ა ს კ ი ნ ა და სხვა) კი უფრო მძიმე დაზიანებას ნახულობენ ფილტვების ფიბროზულ-კავერნული ტუბერკულოზის დროს.

უნდა ითქვას, რომ ტუბერკულოზის დროს კუჭ-ნაწლავის ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობის საკითხი ყველა ზემოაღნიშნული ავტორის მიერ შესწავლილია სიქციურ მასალაზე, რადგანაც ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს კუჭისა და ნაწლავების ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობის შესახებ ხელმისაწვდომ ლიტერატურაში ცნობები არ მოიპოვება, გადაწყვიტეთ. დინამიკაში შეგვესწავლა კუჭ-ნაწლავის ორგანიზმი და ნერვული აპარატის სტრუქტურის მდგომარეობა ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს.

გამოკვლევები ნაწარმოებია 15 ზღვის გოჭზე, რომელთა ერთდროულ დაინფექტება მოხდა კანკვეშ ხარის ტიპის ტუბერკულოზის მიკობაქტერიების კულტურის ენულსით (0,01 მგ-ის რაოდენობით). სამ-სამა ცხოველი დახოცილი იქნა დაინფექტებიდან მე-3, მე-4, მე-6, მე-8, მე-10 კვირაზე.

კუჭისა და ნაწლავების ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურის მდგომარეობის შესწავლისათვის აღებულ იქნა ნაჭრები კუჭისა (მცირე,

და დიდი სიმრუდე) დანაწლავების (წვრილი და მსხვილი) სხვადასხვა უბნე-
 ზილან.

მასალა ფიქსირდებოდა 12%-იან ნეიტრალურ ფორმალინში. აღნიშნული
 ორგანოებიდან აღებული გაყინული ნაჭრების ანათლების ნერვულ ელემენტთა
 გავერცხლა ხდებოდა გროს-ბილმოვსკი-ლავრენტიევის და კამპოსის მეთოდე-
 ზით, ხოლო იმავე ორგანოებიდან აღებული ცელიდიინში ჩაყალიბებული ნაჭ-
 რების ანათლები იღებებოდა ჩვეულებრივი მეთოდებით.

დასახელებული მასალის შესწავლამ დაგვანახა, რომ რიგ ორგანოთა
 (ფილტვები, ღვიძლი, ელენთა და სხვა) სპეციფიკური დაზიანების პირობებში
 კუჭისა და ნაწლავების ტუბერკულოზური პროცესით დაზიანებას არცერთ შემ-
 თხვევანში აღვილი არ ჰქონია.



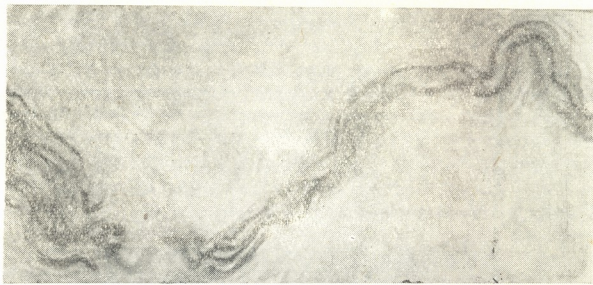
სურ. 1. ვარიკოსული შემსხვილებანი მსხვილი ყალიბის ნერვულ ბოჭ-
 კოთა ლერძცილინდრების სივრცეზე კუჭის მცირე სიმრუდის ლორწ-
 კვეშა წოფში ცხოველის დაინფექტიებიდან 28 დღე-ღამის შემდეგ.
 მიკროფოტოგრაფია. გად. 600-ჯერ.

მასალის მიკრომორფოლოგიურმა გამოკვლევამ გვაჩვენა, რომ კუჭისა და
 ნაწლავების ინტრამორალურ ნერვულ აპარატში აღვილი აქვს ძირითადად ირიტა-
 ციული და იშვიათად მსუბუქი დისტროფიული ცვლილებებით გამოხატულ
 სტრუქტურულ ძვრებს.

კერძოდ, კუჭის კედლის სისქეში არსებული სხვადასხვა ტიპის ნერვული
 წარმოქმნა სხვადასხვა ინტენსივობის სტრუქტურულ ცვლილებებს განიცდის
 დაინფექტიებიდან განვლილი დროის შესაბამისად.

დაინფექტიებიდან მე-3—მე-4 კვირაზე კუჭის ნერვულ მოწყობილებებში
 აღინიშნება ირიტაციული ხასიათის ცვლილებანი, რომელიც არაააა გამოხა-
 ტული აფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში: მსხვილ მიელინიან ნერვულ
 ბოჭკოთა და მათ დაბოლოებათა ლერძცილინდრები დაკლაკნილია, არათანაბრად
 გატლანქებულია და ინტენსიურად არის იმპრეგნირებული ვერცხლით (სურ. 1).
 ირიტაციული ცვლილებანი, მხოლოდ უფრო მსუბუქი ინტენსივობით, აღინიშ-
 ნება აგრეთვე პრეგანგლიური ეფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში —
 საშუალო ყალიბის მიელინიან ნერვულ ბოჭკოებში.

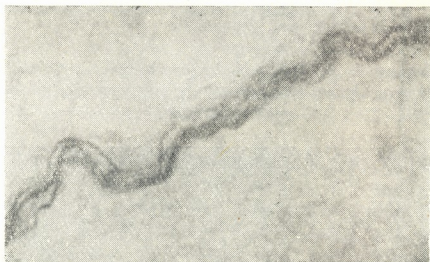
დაინფექტიებიდან მე-6—მე-8 კვირაზე, როდესაც რიგ ორგანოებში (ფილტ-
 ვები, ღვიძლი და სხვ.) აღინიშნება სპეციფიკური დაზიანების მრავლობითი კე-



სურ. 2. ვარიქსული შემსხვილებანი წვრილი ყალიბის ნერვულ ბოჭკოთა ლერძცილინდრების სიგრძეზე კუქის დიდი სიმრუდის ლორწოვან შრეში ცხოველს დაინფექტიებიდან 70 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600-ჯერ.

რები, კუქის ნერვულ წარმოქმნებში ადგილი აქვს ზემოხსენებული სტრუქტურული ცვლილებების გაძლიერებას.

მოგვიანებით, დაინფექტიებიდან მე-10 კვირაზე, ირიტაციულ ცვლილებებთან ერთად მეტად იშვიათად ადგილი აქვს მსხვილი ყალიბის მიელინთან ნერვულ ბოჭკოთა და მათ დაბოლოებათა ლერძცილინდრების ვაკუოლიზაციის სახით



სურ. 3. ვარიქსული შემსხვილებანი მსხვილი ყალიბის ნერვულ ბოჭკოთა ლერძცილინდრების სიგრძეზე თქმის ნაწლავის დისტალური ნაწილის მონაკვეთის ლორწოვან შრეში ცხოველის დაინფექტიებიდან 21 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600-ჯერ.

გამოხატულ მსუბუქ დისტროფიულ ცვლილებებს. ამასთან ერთად, აღინიშნება პოსტგანგლიურ ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნათა — წვრილი ყალიბის უმიელინო ნერვულ ბოჭკოთა მხოლოდ და მხოლოდ ირიტაციული ცვლილებანი (სურ. 2).

ნაწლავების ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების სტრუქტურული ცვლილებანი ძირითადად ისეთივეა, როგორც კუჭის ინტრამურული ნერვული აპარატისა. მხოლოდ ნაწლავების, ერთი მხრივ, აფერენტული ტიპის ნერვულ წარმოქმნათა რეაქტიული (სურ. 3) და მსუბუქი დისტროფიული და, მეორე მხრივ, ეფერენტული სიმპათიკური ნერვული წარმოქმნების რეაქტიული ცვლილებანი (სურ. 4) რამდენადმე უფრო ინტენსიურია და გავრცელებული შედარებით კუჭის შესაბამისი ნერვული აპარატის ცვლილებებისა. ნერვულ მოწყობილობათა სტრუქტურული დაზიანება ოდნავ უფრო მეტადაა გამოხატული წვრილ (ყერძოდ თეძოს), ვიდრე მსხვილ ნაწლავში.



სურ. 4. ვარიქსული შემსხვილებანი წვრილი ყალიბის ნერვულ ბოჭკოთა ლერძცილინდრების სიგრძეზე თეძოს ნაწლავის დისტალური ნაწილის მონაკვეთის ლორწქვეშა შრეში ცხოველის დაინფექტებიდან 60 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 1000-ჯერ.

ნაწლავების კედლის სისქეში არსებული სხვადასხვა ტიპის ნერვული წარმოქმნები შესაბამისი ინტენსიობის სტრუქტურულ ცვლილებებს განიცდის დაინფექტებიდან განვლილი დროის პარალელურად.



სურ. 5. ყალიბის ნერვული ბოჭკოების ინტაქტური ლერძცილინდრები კუჭის მცირე სიმრუდის ლორწქვეშა შრეში ცხოველის დაინფექტებიდან 70 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600-ჯერ.

ხაზგასასმელია, რომ კუჭისა და ნაწლავების ინტრამურულ ნერვულ მოწყობილობათა გარკვეული, მნიშვნელოვანი ნაწილი სავსებით უცვლელია — ინტაქტურია (სურ. 5 და სურ. 6).

ამგვარად, საკუთარი მასალის შესწავლის საფუძველზე ირკვევა, რომ კუჭისა და ნაწლავების ინტრამურული ნერვული აპარატები ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს ძირითადად უცვლელია ანდა განიცდიან მხოლოდ ირიტაციული ხასიათის ცვლილებებს. ამასთან, კუჭ-ნაწლავის ინტრამურული ნერვული მოწყობილობების სტრუქტურული დაზიანება შედარებით მკვეთრად არის გამოხატული მგრძნობიარე ტიპის ნერვულ წარმოქმნებში (მსხვილი ყალიბის მიელინთან ნერვულ ბოჭკოებში), შემდეგ, შედარებით ნაკლები ცვლილებანია პრეგანგლიურ ანუ ცენტრულ ეფერენტულ ნერვულ გამტარებლებში (საშუალო ყალიბის მიელინთან ნერვულ ბოჭკოებში) უმნიშვნელო და ისიც მხოლოდ რეაქტიული ცვლილებანი აღინიშნება პოსტგანგლიურ ანუ პერიპერიულ სიმპათიკურ ეფერენტულ ნერვულ გამტარებლებში (წვრილი ყალიბის უმიელინო ნერვულ ბოჭკოებში).



სურ. 6. წვრილი ყალიბის ნერვული ბოჭკოების ინტაქტური ლერძილინდრები თემოს ნაწლავის დისტალური ნაწილის მონაკვეთის ლორწოვან შრეში ცხოველის დაინფექტირებულ 70 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 2000-ჯერ.

განომდინარე, ერთი მხრივ, იქიდან, რომ ამა თუ იმ ორგანოში ტუბერკულოზური პროცესის აღმოცენებას წინ უსწრებს შესაბამისი ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმების განსაზღვრული სტრუქტურული ძვრები და, მეორე მხრივ, იქიდან, რომ სიმპათიკურ-ადრენალური სისტემის დაზიანება წარმოადგენს აუცილებელ შემადგენელ (შუამდებარე) რგოლს ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის პათოგენეზში, უნდა ვივარაუდოთ, რომ კუჭისა და ნაწლავების ეფერენტული სიმპათიკური ნერვული წარმოქმნების სტრუქტურის შედარებითი „ინტაქტობა“ გასაგებს ხდის სპეციფიკური პროცესის დალოკალების განსაკუთრებულ იშვიათობას ამ ორგანოებში ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მიმდინარეობისას.

დასკვნები

1. ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს კუჭისა და ნაწლავების ინტრამურული საინერვაციო მექანიზმები ინარჩუნებენ ჩვეულებრივ სტრუქტურას, ანდა განიცდიან ძირითადად ირიტაციულ ცვლილებებს.
2. ცვლილებათა სიმძიმე და გავრცელება მატულობს ცხოველის დაინფექტირებიდან ხანდაზმულობის შესაბამისად.

3. კუჭ-ნაწლავის ინტრამურული ნერვული აპარატის სტრუქტურული ცვლილებანი შედარებით მკვეთრია აფერენტულ ნერვულ გამტარებლებზე.

4. ნაწლავების ინტრამურული ნერვული მოწყობილობების სტრუქტურული ცვლილებანი რამდენადმე უფრო ინტენსიურია და უფრო გავრცელებული შედარებით კუჭის შესაბამისი ნერვული აპარატის ცვლილებებისა.

5. ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს კუჭ-ნაწლავის ეფერენტულ სიმბათიკურ ნერვულ წარმოქმნათა სტრუქტურის შედარებითი „ინტრაქტობა“, საფიქრებელია, საუფქვლად უდევს სპეციფიკური პროცესის დალოკალების განსაკუთრებულ იშვიათობას აღნიშნულ ორგანოებში ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მიმდინარეობისას.

საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტროს

ტუბერკულოზის სამეცნიერო-კვლევითი რესპუბლიკური
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 3.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. С. Вайль. Изменения нервного аппарата желудка и кишок при туберкулезе. Архив патологической анатомии и патологической физиологии, т. 3, в. 1, 1937.
2. С. С. Вайль. Об изменениях вегетативной нервной системы при туберкулезе. Архив патологической анатомии и патологической физиологии, т. 3, в. 2, 1937.
3. С. С. Вайль. О поражениях вегетативной нервной системы при гематогенных (генерализованных) формах туберкулеза. Архив патологии, т. 9, в. 1, 1947.
4. С. С. Вайль и Л. Р. Протас. О нарушениях функции кишечника и морфологических изменениях вегетативных нервных приборов его при туберкулезе. Архив патологии, 6, 1950.
5. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. Структурные изменения периферических нервных приборов гортани и надгортанника при туберкулезе. Проблемы туберкулеза, 2, 1953.
6. В. К. Жгенти. Некоторые морфологические данные, развивающие идею нервизма в патологии, Архив патологии, 1, 1954.
7. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. Структурные изменения нервных образований желудка при туберкулезе легких. 1955.
8. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. Структурные изменения иннервационных механизмов мягких мозговых оболочек при туберкулезе, Труды Республиканского научно-исследовательского института туберкулеза Минздрава ГССР, т. VII, 1956.
9. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. К структурным основам возникновения, локализации и исхода туберкулеза. Труды Республиканского научно-исследовательского института туберкулеза Минздрава ГССР, т. VIII, 1957.
10. В. И. Исаев. К вопросу об изменениях кишечных ганглиев при туберкулезе и некоторых других заболеваниях, диссертация на степень доктора медицины, СПб, 1887.
11. В. Ламан. Материалы к патологии ауэрбаховских узлов, диссертация на степень доктора медицины, СПб, 1881.
12. А. Л. Микеладзе. Периферические нервные приборы мужских внутренних половых органов и их структурные изменения при туберкулезе. Тбилиси, 1953.
13. А. Л. Микеладзе. Структурные изменения периферических нервных приборов кишечника при туберкулезе. 1954.
14. Э. З. Раскина. Патоморфология интрамуральных нервных приборов кишечника и экстрамуральных нервных ганглиев при некоторых формах туберкулеза (клинико-анатомические параллели), в кн.: К изучению роли нервной системы в патогенезе и лечении туберкулеза, Л., в. 1, 1954.
15. В. Н. Черниговский и Г. С. Кан. Некоторые вопросы патогенеза туберкулеза в свете теории нервизма И. П. Павлова, в кн.: К изучению роли нервной системы в патогенезе и лечении туберкулеза, Л., в. 1, 1954.

ექსპერიმენტული მადონა

ა. ზურაბაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
 ბ. კვალიაშვილი, ე. სემენკაია, ვ. ნანიშვილი, ვ. შანიძე, მ. კანდელაკი,
 გ. მაჩაბელი და გ. თორღიძე

თავის ქალას დახურული ტრავმისა და სხივური დაზიანების ერთდროული მოქმედება ორბანიზმზე

წარსულში ჩატარებულ კომპლექსურ გამოკვლევებში, რომლებიც გამოქვეყნებულია ჩვენ მიერ 1955 და 1956 წლებში, ნაჩვენებია იყო, რომ ძალღებში თავის ქალას დახურული ტრავმის მიყენების შემდეგ რენტგენით წარმოებულ 400re დასხივებისას სხივური დაზიანება პირველ დღეებში მიმდინარეობს ერთორბანიზმის მკვეთრი დათრგუნვით.

შრომაში „კომპლიკაციურ დაზიანებათა — დარტყმითი ტალღის და რენტგენის სხივების გავლენა ცოცხალ ორგანიზმზე“⁽¹⁾ ნაჩვენებია იყო, რომ ჰაეროვანი ტალღის მოქმედება აჩქარებს სხივური დაზიანების სიმპტომთა განვითარებას. ამავ დროს, დაავადების სურათში წამყვან ადგილს იკავებს სხივური დაზიანებისათვის დამახასიათებელი კლინიკური, პემატოლოგიური და პათო-ნორფოლოგიური ცვლილებები.

ზაზუნებზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად (ა. კვალიაშვილი, მ. ჩქარული, გ. გიორგაძე, ც. აბაკელია) დადგენილია, რომ ზამთრის ძილის პერიოდში სხივური დაავადების განვითარება საგრძნობლად გვიანდება შედარებით იმ შემთხვევებთან, როცა დასხივება წარმოებდა მღვიძარ მდგომარეობაში.

წინამდებარე შრომაში მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა თავის ქალას დახურული ტრავმის გავლენის საკითხი სხივური პათოლოგიის განვითარებაზე.

ქალას დახურულ ტრავმას ვიწვევდით ცხოველის თავის მიდამოში სილის პარკის განმეორებითი დარტყმებით. პარკის წონა 4,5 კგ-ს უდრიდა. დარტყმები წარმოებდა შოკური მდგომარეობის განვითარებამდე: სუნთქვის შეწყვეტა 10—30 წამით შემდგომი აჩქარებით — წუთში 40-მდე; მაჯის აჩქარება წუთში 130—180-მდე; უნებლიე შარდვა და დეფეკაცია.

დასხივებას ვაწარმოებდით უშუალოდ ტრავმის მიყენების შემდგომ დანადგარით PVM-3, ფილტრი სპილენძისა — 0,5 მმ, 200 Kv და 10 m/A. ფოტუსური მანძილი — 80 სმ, დოზა — 500re.

ექსპერიმენტები ჩატარებულია 8 ძალზე. დაკვირვება წარმოებდა 10 დღიდან 2 თვემდე. ამ ხნის განმავლობაში ტარდებოდა კლინიკური ცვლილებების, ღვიძლის ფუნქციური სინჯების, პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის გამოკვლევები. ცხოველის დაღუპვისა და მოკვლის შემდეგ ვსწავლობდით ცალკეულ ორგანოთა და შინაგანი სეკრეციის ჰისტოქიმიკების მაკრო- და მიკროსკოპულ ცვლილებებს და თავისა და ზურგის ტვინის პათოარქიტექტონიკურ ძვრებს.

⁽¹⁾ მოხსენდა იზოტოპებისა და გამოსხივების გამოყენებისადმი მიძღვნილ მე-2 რესპუბლიკურ თათბირს 1956 წლის ივნისში.



დასხივების საკონტროლო ჯგუფში (წარმოებულ იქნა მხოლოდ დასხივების დახურული ტრაემის გარეშე) შესწავლილია 2 ძალდი. ორივე შემთხვევაში სხივური დაავადება, მეორე კვირის დასაწყისიდან, მიმდინარეობდა ძალადი ტემპურატურით — 41°-მდე, აღინიშნებოდა ჰემორაგიული დიათეზის მოვლენები ჰემორაგიული კოლიტისა და კიდურების კანზე პეტეჩიების სახით. მეორე კვირიდან ადგილი ჰქონდა ბეწვის ცვენას. ცხოველები იმყოფებოდნენ მძიმე სხივური დაავადების მდგომარეობაში და დაიღუპნენ დასხივებიდან 11—13 დღის შემდეგ. სისხლის მხრივ აღვივებ ქონდა ერთთროციტების რიცხვის ზომიერ შემცირებას — არანაკლებ 4 მლნ მმ³-ში.

პირველი კვირის დასასრულს აღინიშნებოდა ძვლის ტვინის განადგურება რეტიკულარული და პლანზური უჯრედების მკვეთრი გამრავლებით. ლეიკობლასტური ინდექსი არ აღემატებოდა 27-ს.

ნაწიურწყლოვანი ცვლის შესწავლა ავლენდა შაქრის მცირე მომატებას 107 მგ%-მდე შემდგომი დაკლებით, რომელიც დაღუპვის დღეს აღწევდა 69 მგ%-ს. კოლოიდური სინჯები (ტაკატა-არას, ვალტმანის, სულემის დალექვის, კადმიუმის) მნიშვნელოვან ძვრებს არ იძლეოდა.

პათოლოგოანატომიური შესწავლა ავლენს ისეთივე ცვლილებებს, რომელსაც ჩვეულებრივ ადგილი აქვს მწვავე სხივური დაავადების დროს. მიკრომორფოლოგიურად ძირითადად ნახულია ჰემოდინამიკური აშლილობის მოვლენები ჰიპერემიისა და წერტილოვანი სისხლჩაქცევების სახით, ხოლო მიკროსკოპულად — პარენქიმულ ორგანოთა (გული, ღვიძლი, თირკმლები) ცხიმოვანი და ცილოვანი დისტროფია, გულის კუნთის განივზოლიანობის წაშლა და კეროვანი სისხლჩაქცევები.

მკვეთრი ცვლილებები ნახულია ნაწლავების კედლებში ლორწოვანი გარსების დიფუზური ნეკროზისა და ლორწვევა ქსოვილის შეშუპების სახით. კუჭის კედელში აღინიშნება ექსტრაგვანატების დიდი რაოდენობა, ხოლო ადგილადგილ კეროვანი ნეკროზი და ჰიპერემიის მოვლენები.

ღვიძლის წილაკოვანი შენება დაცულია. უჯრედებში ნეკროზულ ცვლილებებს ადგილი არა აქვს. აღინიშნება ინტერსტიციულ უჯრედთა მკვეთრი პროლიფერაცია (მწვავე ინტერსტიციული ჰეპატიტი), ცხიმოვანი და ცილოვანი დისტროფია და ჰიპერემიის მოვლენები.

თირკმელებში აღინიშნება საშარდე მილაკების ეპითელიუმის დისტროფიული ცვლილებები და ჰიპერემიის მოვლენები.

ელენთაში ნახული იყო ფოლიკულების მკვეთრი ჰიპერპლაზია და კეროვანი სისხლჩაქცევები.

დისტროფიული ცვლილებები; რომელსაც ადგილი აქვს თავის ტვინის ქერქში, მდგომარეობს ნერვულ უჯრედთა გაფუებაში.

ნერვულ უჯრედთა გაფუება მტკავნდება ქერქის ყველა შრეში, მაგრამ უფრო მკვეთრად გამოხატულია III და V შრეში. გაფუებული უჯრედების ბირთვი ჭარბად იღებება; პროტოპლაზმა ამჟღავნებს ფიქსიებურ სტრუქტურას. ადგილი აქვს პერიხუკლარულ შეშუპებას. აქა-იქ ვხვდებით დაშლილ უჯრედებს და ე. წ. უჯრედ-ჩრდილებს.

აღინიშნება ნერვული უჯრედების გამოვარდნილობათა კერები, რომლებიც არ არის განლაგებული სისხლძარღვთა მიმართულებით.

ნერვულ უჯრედთა გაფუებასთან ერთად, მოაბოვება კარგად შენახული უჯრედებით მდიდარი უბნებიც.

შევერცხლის მეთოდი ავლენს დენდრიტული მორჩებისა და ანატიფი პერიციულარული წარმოქმნის პათოსტრუქტურულ ძვრებს. ზოგიერთ უბნებში ამ წარმოქმნათა პათოლოგიური ცვლილებები წარმოდგენილია მათი სრული დაშლა-განადგურებით.



ადგილი აქვს გლიურ რეაქციას ჭეშმარიტი ნეირონოფაგიული მოვლენების სახით. სისხლძარღვთა მხრივ აღსანიშნავია ძარღვის კედლის დისტონია და პერივასკულარული შეშუპება.

უნდა აღინიშნოს, რომ პათოლოგიური ძვრები უფრო მკვეთრად წარმოდგენილია ქერქის „შუბლ-საფეთქლის“ მიდამოებში (ველები 4 და 52).

ანალოგიური ცვლილებები ნახულია მხედველობის ბორცვისა და ნათხემის ქერქის უბნებში. მხედველობის ბორცვის უჯრედები გაფუებულია, ადგილ-ადგილ მაცერირებული და დაშლილი.

კიდევ უფრო ზომიერად ცვლილებები გამოხატულია ამონის რქაში და ზურგის ტვინში.

ცდების იმ ჯგუფში, სადაც წარმოებულია თავის ქალას დახურული დაზიანება დასხივების გარეშე, დაკვირვება ტარდებოდა 2 ძალზე. ერთი მათგანი დაიღუპა 32 დღის შემდეგ, ხოლო მეორე მოკლულია 65 დღის შემდეგ, კლინიკურად დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში, გულის ღრუში სანარკოზო ეთერის შეყვანით.

ქალას დახურული ტრავმა იძლეოდა ხანგრძლივ სობოროზულ მდგომარეობას, რომელიც ვითარდებოდა დაზიანებისთანავე; აღინიშნებოდა საერთო მოდუნება, მოძრაობათა შეზღუდვა, მადის დაკარგვა, რაც გრძელდებოდა რამდენიმე დღეს. უშუალოდ ტრავმის შემდეგ ადგილი ქონდა სკლერაში სისხლჩაქცევებს, სისხლნარევ გამონადენს ცხვირიდან, პირიდან და ზოგჯერ ყურებიდანაც.

სისხლჩაქცევები თანდათან იწოვებოდა, საერთო მდგომარეობა უმჯობესდებოდა, მოძრაობები სავსებით აღდგებოდა. ტემპერატურა — ნორმის ფარგლებში და ზომიერად მომატებული იყო.

პირველ დღეებში ერთიროციტების რაოდენობა არ კლებულობდა. ძვლის ტვინში გამოფიტვის ადგილი არ ჰქონია. პირიქით, აღინიშნებოდა ლეიკოპოეზის გამოცოცხლება პერიფერიაზე ნეიტროფილური ლეიკოციტოზის არსებობით და მარცხნივ გადახრით.

შაქრის მოცულობა სისხლში ეცემოდა 69—79 მგ %-დან 54—52 მგ %-მდე დაკვირვებათა დასასრულს. კოლოიდური სინჯები რაიმე დამახასიათებელ ცვლილებებს არ იძლეოდა.

პათოარქიტექტონიკული გამოკვლევები მიუთითებს, რომ დიდ ჰემისფეროთა ქერქში (ველები: 4, 7, 52 და 17) ადგილი აქვს სისხლძარღვთა ირგვლივ განლაგებულ ნერვულ უჯრედთა გაიშვიათებას და გამოვარდნას. აღნიშნული უბნები შენიშნულია, უმთავრესად, ქერქის III და V შრეებში.

ნერვული უჯრედები იმყოფება ქრომატოლიზის მდგომარეობაში. აქა-იქ ვხვდებით გაფუებულ უჯრედებს, რომლებსაც დაკარგული აქვთ ჩვეულებრივი კონტურები. ადგილი აქვს ნეირონოფაგიას.

დენდრიტული მორჩები ქარბად ივერცხლება და ადგილ-ადგილ დაშლას განიცდის.

აღსანიშნავია, რომ ორივე შემთხვევაში, ტვინის გარსებში, ვხვდებით მრავალ წვრილ სისხლჩაქცევებს.

მიზეწელოვანი ცვლილებები ნახულია მხედველობის ბორცვის ნერვულ უჯრედთა მხრივ. აღსანიშნავია აგრეთვე ნათხემის ქერქის მეორე შრის უჯრედების ვრცელი გამოვარდნილობანი.

ცდების მესამე ჯგუფი, სადაც შესწავლილი იყო კომპლიკაციური დაზიანება, აერთიანებს 4 შემთხვევას. ერთ შემთხვევაში ძალი დაიღუპა მე-13 დღეს, ხოლო დანარჩენი სამი ძალი მოკლულია კლინიკურად სრულიად დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში, დაზიანებათა მიყენებიდან 1—2,5 თვის შემდეგ, გულის ღრუში სანარკოზო ეთერის შეყვანით.



აღსანიშნავია, რომ სხივური დაავადების განვითარება იწყება მაშინ, როცა დესაკ კლინიკურ სურათში ჯერ კიდევ არსებობს ქალას დახურული ტრავმის სიმპტომები. მიუხედავად ამისა ცხოველთა უმეტესობა არ იღუპება და რამდენიმე კვირის შემდეგ თითქმის უბრუნდება პირვანდელ მდგომარეობას.

იმ შემთხვევაში, როცა ცხოველი დაიღუპა, აღინიშნებოდა მწვავე სხივური დაავადებისათვის დამახასიათებელი ცვლილებები, სახელდობრ: ლეიკოპენია 1.180-მდე მმ³; ძვლის ტვინის დაცარიელება პირველ კვირაში; რეტეკულარული პლეოციტოზი, რომელიც აღწევს 28%. ლეიკობლასტური ინდექსი — 88.

გამოჩანსაღებულ ძაღლებში, სისხლის სისტემის მხრივ აღინიშნებოდა ერითროციტების მკვეთრი დაკლება ლეიკობლასტური ინდექსის მომატებით 195-მდე. ამის შემდეგ ერითროციტების რიცხვი პერიფერიაზე ეცემოდა 4 მილით, ჰემოგლობინი 40—50 ერთეულით, შემდგომში ანემიას ცვლიდა პერიფერიული სისხლის და ძვლის ტვინის შემადგენლობის სწრაფი აღდგენის პერიოდი. ლეიკოპენია გამოხატულია გაცილებით უფრო სუსტად (500—100 მმ³), ვიდრე იმ შემთხვევებში, სადაც წარმოებული იყო მხოლოდ დასხივება. ძვლის ტვინში ქსოვილოვანი ელემენტების რიცხვი 18%-ს არ აღემატება (იხ. ცხრ. 1).

რაც შეეხება ნახშირწყლოვან ცვლას, განსხვავებით „სუფთა“ დასხივების შემთხვევებისაგან, შაქრის მომატება აღინიშნება მხოლოდ 28 დღის შემდეგ. დაღუპულ ცხოველს შაქრის მომატება აღინიშნებოდა უკვე მე-5 დღეს (იხ. მრუდი 1). კოლოიდური სინჯებიც ასევე იძლევიან უფრო მკვეთრ ცვლილებებს იმ ძაღლში, რომელიც მე-13 დღეს დაიღუპა.

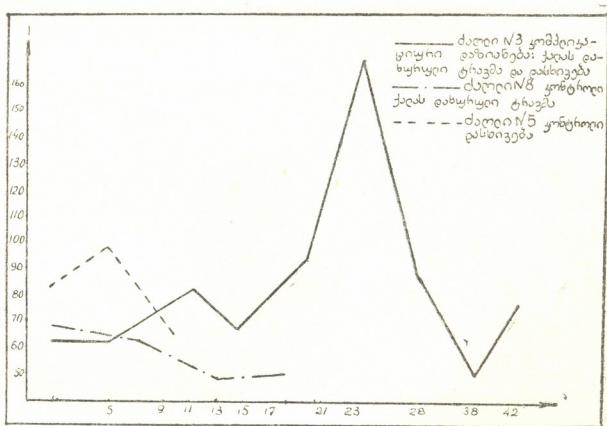
ცხრილი 1

ძვლის ტვინის ფუნქციონალური მდგომარეობა სხვადასხვა ჯგუფებში

| ბაღულებს №№ | ლეიკობლასტ. ინდექსი | ერითრობლასტის მომწიფების ინდექსი | ძვლის ტვინის ინდექსი ნეიტ. უჯრედ % -ით | ქსოვილების | ტრავმის ხასიათი | დღეობით ცრემლობით |
|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|------------|---|-------------------|
| 7 | 105—302 | 0,78—0,96 | 0,45—1,29 | 0,5—72 | თავის ქალას საკონტრაქტო დახურული ტრავმა | 500 |
| 8 | 11—4,04 | 0,8—0,98 | 0,16—1,9 | 0,75—77,6 | | 500 |
| 5 | 1,69—5,6 | 0,9—0,94 | 0,67—2,7 | 3,75—43 | საკონტრაქტო დასხივება | 500 |
| 6 | 1,6—27 | 0,83—0,86 | 0,71—0,87 | 1—58 | | 500 |
| 1 | 0,82—31,33 | 0,33—0,88 | 0,02—1,6 | 1—9,75 | კომპლიკაციური დაზიანება. თავის ქალას დახურული ტრავმა და დასხივება | 500 |
| 2 | 1,9—6,75 | 0,89—0,98 | 0,46—0,75 | 2,5—18 | | 500 |
| 3 | 1,1—197 | 0,68—1 | 0,02—1,5 | 1—4,75 | | 500 |
| 4 | 0,5 { 19,5 98,5 6,5 26,5 | 0,5—1 | 0,02—1,19 | 0,5—17,5 | | 500 |

პათომორფოლოგიურად, გარდა იმგვარივე ცვლილებებისა, რომელიც აღნიშნულია. დასხივების შემთხვევებში, ადგილი აქვს მკვეთრ ცვლილებებს სათესლე ჯირკვლებში: აქა-იქ ფოლიკულების გამომდენი სპერმატოგენული ეპითელიური უჯრედების ნეკროზი, ზოგჯერ უჯრედთა პროლიფერაცია მათი სანა-

თურთა ამოვსებით. ზოგიერთ უბნებში უჭრედთა შორის ინტერსტიციული ქსოვილი გამრავლებულია. ნაწლავის კედლის ინტრამურალურ ნერვულ აპარატში ადგილი აქვს განგლიურ უჭრედთა გაფუებას და შეანის უჭრედების გამრავლებას. კუჭუჭანა ჯირკვალში — კეროვანი სისხლჩაქცევები და სტაზის მოვლენები. ლეიძში — ნეკროზიოზი და დისტროფიული ცვლილებები, სისხლძარღვთა ირგვლივ უჭრედოვანი ინფილტრაცია. ორ შემთხვევაში აღინიშნება სეროზული ბრონქოზემოზი.



მრული 1

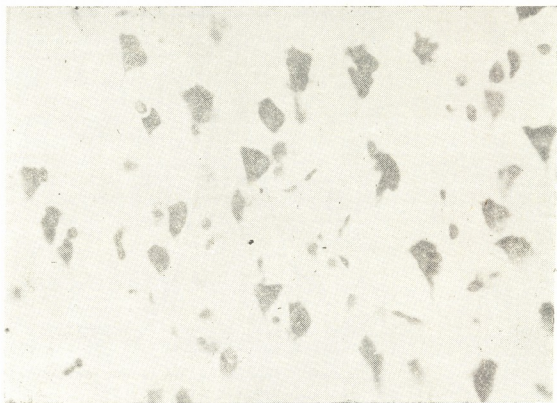
ფარისებრ ჯირკვალში აღინიშნება ზოგიერთი ფოლიკულების კედლის სრული დისტროფია. გამომფენი ეპითელიუმის უმეტესი ნაწილი გაფუებულია, ფოლიკულების სანათურები ამოვსებულია პროლიფერატივ. კოლოიდი არათანაბრად იღებება წვრილ სისხლძარღვებში ადგილი აქვს ჰიპერემიასა და სტაზს.

თირკმელზედა ჯირკვლების ქერქულ წრეში ლიპოიდების მოცულობა შემცირებულია. უჭრედებში აღინიშნება პროტოპლაზმის გაფუება და მარცვლოვანობის წარმოშობა; ბირთვები იღებება სუსტად. კანის ეპითელის მხრივ აღსანიშნავია შემდეგი: დერმაში ჰიალინიზირებული შემაერთებული ქსოვილის გამარჯვლება; თმის ბოლქვები ატროფირებული, დეფორმირებული ან სავსებით მოსპობილია.

იმ ცხოველებში, რომლებიც მოკლულია 1—2,5 თვის შემდეგ, აღინიშნება მწვავე და პათოლოგიური აშლილობისათვის დამახასიათებელი ცვლილებები. იმ შემთხვევაში კი, სადაც ცხოველი დაიღუპა, ადგილი აქვს მწვავე ხასიათის პათოლოგიურ ძვრებს.

ცდების აღნიშნული ჯგუფის 2 შემთხვევაში ცენტრალური ნერვული სისტემის პათოლოგიური ცვლილებები, ძირითადად გამოხატულია ერთი და იმავე ხარისხით. ცვლილებები თავის ტვინის ქერქში (ველები 4, 7, 52 და 17) ატარებს დისტროფიულ ხასიათს და როგორც არეალურად, ისე ლამონარულად დიფუზური გავრცელებისა.

ქერქული ნივთიერების ნერვული უჯრედები ჰიპერკარიოქრომულია. მათი მორჩები გალიზიანებულია, შორ მანძილზე მიიმართება და ზოგიერთი მაგანი კლაკნილია. ადგილ-ადგილ, განსაკუთრებით III და V შრეებში, ვხვდებით შექმუხნილ პირამიდულ უჯრედებს (იხ. სურ. 1). შენიშნულია ნერვულ უჯრედთა გამოვარდნილობის კერები, რომლებიც, ძირითადად, სისხლის ძარღვის ირგვლივ ლაგდება. ადგილი აქვს ნეირონოფაგულ რეაქციას ცრუ ნეირონოფაგიის სახით.



სურ. 1. შენთხვევა მესამე, დიდი ტვინის ქერქის მე-4 ფენის მესამე შრე. პარანქიმულ წარმოქმნათა შედეგის თვისებების მომატება მორჩთა გალიზიანებით. მიკროფოტოგრაფია. შედეგა ნისლით. გადიდება ოკ. 10Xობ. 40

კახალის მეთოდით დამუშავებული მასალის შესწავლისას დიდ ჰემისფეროთა ქერქში მულავნდება დენდრიტული მორჩებისა და ნეირონთა შორისი კავშირების ნატიფ სტრუქტურულ წარმოქმნათა ცვლილებები. აღნიშნული ცვლილებები გამოიხატება ამ წარმონაქმნთა ჰიპერიმპრეგნაციაში და, ადგილ-ადგილ, მათ გამსხვილებაში (იხ. სურ. 2).

მხედველობის ბორცვის ნერვული უჯრედები განიცდის მძიმე დისტროფიულ ცვლილებებს.

ნათხემის ქერქის მეორე შრის უჯრედების (ე. წ. პურკინიეს უჯრედები) მხრივ ადგილი აქვს ზომიერად გამოხატულ ირიტაციას, რაც მდგომარეობს მისი ტინქტორიული თვისების აწევაში.

შევერცხვის მეთოდი ავლენს პურკინიეს უჯრედების პერიცელულარულ კალათისებურ წარმონაქმნთა ირიტაციას და, ზოგიერთ ადგილებში, სინაფსურ წარმონაქმნთა. ჰიპერიმპრეგნაციას და მნიშვნელოვან გამსხვილებას.

ზურგის ტვინში ცვლილებები ატარებს ზომიერი ირიტაციის ხასიათს და წარმოდგენილია ნეირონთა შედეგის თვისების მომატებით.

აღნიშნული ჩგუფის ერთ შემთხვევაში ცენტრალური ნერვული სისტემის პათოსტრუქტურული ძვრები გამოხატულია კიდევ უფრო ზომიერად.

დეტალური გამოსავლით დამთავრებულ შემთხვევას პათოსტრუქტურული ცვლილებების სიმძიმით უკავია განსაკუთრებული ადგილი. თავის ტვინის ქერქში ადგილი აქვს მძიმე განფენილ დეგენერაციულ-დისტროფიულ პროცესს; უჯრედები გაფუებულია, მათი შენება ფიქსებურია, ადგილი აქვს ჰიპერკარიოქრომიას. შენიშნულია აგრეთვე მკვეთრად შექმუხნილი უჯრედებიც. ქერქულ შრეთა ორივე კომპლექსში აღინიშნება ნერვულ უჯრედთა გამოვარდნილობის კერები. ეს კერები ლაგდება როგორც სისხლძარღვთა ირგვლივ, ისე მათ გა-
რეშვით.



სურ. 2. შემთხვევა მესამე. უბანი ქერქის მე-4 ფელის მეხუთე შრიდან. პერიცელულარულ წარმოქმნათა ჰიპერიმპრეგნაცია, გაუხეშება და გაღივება.

მიკროფოტოგრაფია. შევერცხვლა კახალით. გაღივება ოკ. 15 X ობ. იმერსია

ადგილი აქვს პერივასკულარულ შეშუპებას, სისხლძარღვთა კედლების დისტონიას, ნეირონოფაგიულ რეაქციას.

დენტრიტული მორჩები მკვეთრად ჰიპერპრეგნირებულია, შეშუპებულია და ზოგჯერ ფრაგმენტაციას განიცდის. ნატიფი პერიცელულარული წარმონაქმნები ჰიპერიმპრეგნირებული და გაუხეშებულია (იხ. სურ. 3).

ამონის რქის უჯრედოვანი წარმონაქმნების პათოსტრუქტურული ცვლილებები წარმოდგენილია შედარებით უფრო ზომიერად.

ნათხემის ქერქის მეორე შრეში აღინიშნება პურკინიეს უჯრედების დეგენერაციული ცვლილებები. ცალკეულ უბნებში მქლავნდება აღნიშნულ უჯრედთა გამოვარდნათა კერები.

მხედველობის ბორცვის ნერვული უჯრედები გაფუებულია. ადგილი აქვს უჯრედთა დაშლას, მათ გამოვარდნილობას, ნეირონოფაგიას, პერივასკულარულ შეშუპებას.

ზურგის ტვინის ნერვული უჯრედების დაზიანება გამოხატულია ნაკლები ინტენსიობით. ყურადღებას იპყრობს მოტონეირონემის დენტრიტულ მორჩათა და სინაფსურ წარმოქმნათა გაუხეშება.

ამრიგად, ექსპერიმენტული მასალის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ კომბინირი დაზიანების დროს (თავის ქალას დახურული ტრავმა შემდგომი დასხივებით) ორგანიზმის რეაქცია მხოლოდ ერთ შემთხვევაში წარიმართა სხივური პათო-

ლოგის გაძლიერებისაკენ და მე-13 დღეს დამთავრდა ცხოველის დაღუპვით. დანარჩენ სამ შემთხვევაში კი თავის ქალას დახურული ტრავმის შედეგად სხივური დაავადებისათვის დამახასიათებელი კლინიკური გამოვლინებანი, ჰემატოლოგიური ძვრები და ღვიძლის ფუნქციური ცვლილებები შერბილდა; სხვადასხვა ორგანოებში და შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლებში პათომორფოლოგიურმა



სურ. 3. შემთხვევა მეორე. უბანი ქერქის მე-4 ველის მეზუთე შრიდან. დენირიტულ მორჩთა მკვეთრი ჰიპერიმპრეგნაცია, გაუხეშება, გაფუება და კლაკნილობა მიკროფოტოგრაფა, შევერცხვლა კახალით. გადიდება თვ. 15X, ობ. 40

პროცესმა მიიღო უფრო ქრონიკული ხასიათი, ხოლო თავის ტვინში დისტროფიული პროცესი გამოხატულია უფრო ზომიერად, ვიდრე გაურთულებელი სხივური ტრავმის შემთხვევაში.

როგორც ჩანს, ანალოგიურად სხივური დაავადების შერბილებისა ზაზუნებში ზამთრის ძილის პირობებში ქალას დახურული ტრავმის შედეგად განვითარებული შეკავების მდგომარეობა არბილებს ორგანიზმის რეაქციას სხივურ ზემოქმედებაზე.

თბილისის სახელმწიფო
 სამედიცინო ინსტიტუტი

რედაქციას მოუვიდა 12.2.1958)

მკსპკრიმენტული მდინცინა

ბ. ზვინაძემ

**პერიფერიული სისხლის ცვლილებები თირეოტიროსიკოზის დროს
 ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 20.10.1957)

თირეოტიროსიკოზის შესწავლასთან დაკავშირებით სხვადასხვა საკითხზე მრავალი შრომა არსებობს. თუ თირეოტიროსიკოზის დროს პერიფერიული სისხლი შედარებით კარგად არის შესწავლილი, სამაგიეროდ მისი ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ ცვლილებებზე ლიტერატურული მონაცემები ძალზე მცირეა და ამავე დროს მასალაც მცირერიცხოვანია.

ეს საკითხი მცირე მასალაზე დაამუშავეს მ. ო ვ ჩ ე ნ კ ო მ, მ. ბ ა რ ა დ უ ლ ი ნ მ ა, რ. კ ო ს ტ ლ ი ვ მ ა და მ. კ ა პ ი ს მ ა.

პერიფერიული სისხლის ცვლილებები შესწავლილია ოპერაციის მეორე დღიდან მე-10—მე-18 დღემდე. ხსენებულ ავტორთა მიხედვით, ოპერაციის მეორე დღიდან როგორც ჰემოგლობინის, ისე ერითროციტების რაოდენობა მცირდება. შემდეგ დღეებში აღინიშნება მათი რაოდენობის მომატება, თუმცა მე-10 დღეს მხოლოდ შემთხვევათა ნახევარში აღწევს ნორმას.

კ. მ ა კ ა ლ ა თ ი ა ს მონაცემებით (5 შემთხვევა), ოპერაციიდან მე-5, მე-7 დღეს აღინიშნება ნორმოკრომული ტიპის მსუბუქი ხარისხის სისხლნაკლებობა. ლეიკოციტების საერთო რაოდენობა ყველა შემთხვევაში მომატებულია. ლეიკოციტურ ფორმულაში აღსანიშნავია ლიმფოციტების რაოდენობის შემცირება. ერითროციტების დალექვის რეაქცია ყველა შემთხვევაში ზომიერად აჩქარებულია.

თ. კ ო ხ ე რ ი ს აზრით, ოპერაციის შემდეგ ლიმფოციტოზი ქრება. იმ შემთხვევებს, როდესაც ლიმფოციტოზი კვლავ რჩება, ავტორი არ თვლის განკუთვნილებულად.

ჩვენი მასალა მოიცავს ტოქსიკური ჩიყვების 30 შემთხვევას ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ. აღნიშნული შემთხვევები ჩვენ გამოვიკვლიეთ შემდეგ ვადებში: ოპერაციიდან მე-5 დღეს—2 შემთხვევა, მე-6 დღეს—1, მე-7 დღეს—5, მე-8 დღეს—4, მე-9 დღეს—6, მე-10 დღეს—4, მე-11 დღეს—1, მე-12 დღეს—3, მე-16 დღეს—1, მე-20 დღეს—1, 23-ე დღეს—1, 31-ე დღეს—1, სულ 30 შემთხვევა.

ჩვენი მონაცემების მიხედვით ოპერაციების შემდეგ აღსანიშნავია ჰემოგლობინის რაოდენობის მომატება, რასაც ადგილი აქვს 20 შემთხვევაში.

ერთ შემთხვევაში ჰემოგლობინის რაოდენობა უცვლელი დარჩა; დანარჩენ 9 შემთხვევაში კი უმნიშვნელოდ შემცირდა. ერითროციტების რაოდენობა საგრძნობ ცვლილებას არ განიცდის. ფერადობის მაჩვენებელმა თითქმის ყველა შემთხვევაში მოიმატა და ნორმის ფარგლებში მოექცა. ლეიკოციტების რაოდენობამ 20 შემთხვევაში მოიმატა, აქიდან 6 შემთხვევაში ნორმას ოდნავ ასცილდა, თუმცა 9.500-ზე ზევით არც ერთ შემთხვევაში არ ასულა.

ლეიკოციტურ ფორმულაში აღსანიშნავია ლიმფოციტების რაოდენობის შემცირება მკურნალობის წინა პერიოდთან შედარებით. მიუხედავად ამისა, 2 შემთხვევაში ლიმფოციტების რაოდენობა 40%-ს აღწევს. ეოზინოფილების რაოდენობა იჩენს ტენდენციას ნორმალიზაციისადმი, თუმცა მათი რაოდენობა ზოგჯერ საკმაოდ დიდია და ერთ შემთხვევაში (№ 25) 13%-ს აღწევს.

ერითროციტების დალექვის რეაქციამ 18 შემთხვევაში მოიმატა, ერთ შემთხვევაში დარჩა იგივე, ხოლო 11 შემთხვევაში იკლო.

საკუთარი მასალის შესწავლის საფუძველზე ჩვენ მივედით დასკვნამდე:

1. თირეოტოქსიკოზის ოპერაციული მკურნალობის შემდეგ პერიფერიული სისხლის მზრივ უმრავლეს შემთხვევაში ადგილი აქვს ნორმალიზაციას.
2. ოპერაციის შემდეგ პერიფერიული სისხლის ნორმალიზაცია მით უფრო თვალსაჩინოა, რაც უფრო მეტი დროა გასული ოპერაციიდან და პირუკუ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიის
 და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.10.1957)

ისტორია

ს. შარინაძე

 მეორე ხუთწლეული ახალი ტექნიკის ათვისების ისტორიის
 შესავლისათვის საქართველოში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ბოჭორიშვილმა 4.4.1958)

საქართველოს სსრ მრავალათსიანი მუშათა კოლექტივი მეორე ხუთწლეულში ენერგიულად ჩაება ტექნიკის ათვისებისათვის ბრძოლაში. ახალი ტექნიკის ათვისება შეთავსებულ იქნა ახალ პირობებში სოციალისტური მშენებლობის გაშლისათვის ბრძოლასთან, რამაც უდიდესი შედეგები მოგვცა. სოციალისტური მშენებლობის გზაზე უზრუნველყოფილ იქნა წამოჭრილ დაბრკოლებათა დაძლევა.

პარტიამ ფართოდ გაშალა ტექნიკური პროპაგანდა, შეიქმნა ტექნიკური წრეები, ფაბრიკებსა და ქარხნებში ტარდებოდა ტექნიკური კონფერენციები, მასობრივად იქნა გამოცემული ტექნიკური ლიტერატურა.

ძირითადად მუშაობის ცენტრი გადატანილ იქნა წარმოებაში ახლად ჩამოშენებულ მუშებში ტექნიკური უცოდინარობის ლიკვიდაციისათვის, ამასთან საჭირო იყო ძველი მუშების, საინჟინერო-ტექნიკური პერსონალისა და სამეურნეო მუშაკების კვალიფიკაციის ამაღლება, რაც მოითხოვდა ტექნიკური პროპაგანდის მრავალფეროვანი ფორმების ფართოდ გამოყენებას.

ტექნიკური პროპაგანდის საქმეში დიდი როლი დაეკისრა სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტებს. ამასთან ამ საქმეში ტექნიკურმა საწარმოო თათბირებმა წარმოების ორგანიზაციისა და ტექნიკის საკითხების ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირების საქმეში მცირე როლი როდი შეასრულეს.

სახალხო მეურნეობა მოითხოვდა მაღალკვალიფიციურ სპეციალისტებს, რომლებიც წარმატებით გაუძღვებოდნენ კომუნისტური პარტიის მიერ დასახული ამოცანების განხორციელებისათვის ბრძოლას — ახალი ტექნიკის დაუფლებას. ფაბრიკა-ქარხნებში დაიწყო ტექნიკური პროფესიული სწავლება, ჩამოყალიბდა ტექნიკური საზოგადოება სტაციონარული სწავლების ფართო ქსელით, რაც უზრუნველყოფილ იქნა მტკიცე ფინანსური ბაზითა და ტექნიკური ხასიათის ლიტერატურით.

ტექნიკური პროპაგანდის ფართოდ გაშლას თვალსაჩინო შედეგები მოჰყვა. სამრეწველო მუშების რიცხვის ზრდამ, მცირე საწარმოო სტაჟის მქონე მუშების დიდმა პროცენტმა პარტიის წინაშე დააყენა ახალი ამოცანა — გადაჭრიო ამალეებულყო მუშების პოლიტიკური და საწარმოო-ტექნიკური დონე.

მეორე ხუთწლეულის პირველ წელს თბილისის ახალ მშენებლობებსა და ტრანსპორტზე ტექნიკურ სწავლებაში ჩამოშენებულ იქნა 15.257 მუშა (1931 წელს კი მხოლოდ 2.256 მუშა).

1933 წლის პირველ ნახევარში თბილისში ტრანსპორტისა და მრეწველობის ხაზით არსებობდა ტექმინიმუმის 209 წრე, რომელშიც სწავლობდა 5.447 მუშა. თბილისის რკინიგზის კვანძზე 345 წრეში მეცადინეობდა 8.624 მუშა.



რომელთაგან 2.256 მუშამ წლის პირველ ნახევარშივე შეისწავლა ტექნიკური [1]. თბილისის მსხვილ საწარმოებში (როგორცაა, მაგალითად, ორთქლმავალვაგონშემკეთებელი ქარხანა, მაუდ-კამეოლის ფაბრიკა, ორჯონიკიძის სახ. ქარხანა და სხვ.), ტექნიკური სწავლება დაწყებული იქნა 1933 წლის მეორე ნახევარში. ამ საქმეში მათ გამოიყენეს 26 კომისრის სახ. ქარხნის გამოცდილება, სადაც დიდი წარმატებით დამთავრდა ტექნიკური სწავლება წლის პირველ ნახევარში. ტექსწავლებაში ჩაება 25.000 მუშა. გამოცდილების საფუძველზე უფრო დაუფრო გაუმჯობესდა ტექსწავლების ხარისხი, რამაც ხელი შეუწყო საწარმოო გეგმების შესრულებას, თვითღირებულების შემცირებას, პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას.

ამიერკავკასიის რკინიგზაზე გამოცხადებულ იქნა კონკურსი ტექნიკური პრობლემების საუკეთესოდ დასაყენებლად. კონკურსის მიზანი იყო ამ საქმისადმი ერთუზიანობის გაძლიერება. გამარჯვებულთათვის დაწესებულ იქნა სხვადასხვა ჯილდო.

„როცა ფაბრიკაში დავიწყე მუშაობა, — იგონებს მაუდის ფაბრიკის ძველი მუშა ანა ტიჩინა, — ვფიქრობდი, რომ ვერასოდეს შევისწავლიდი მის მარჯობას და გავებდავდი მუშაობას. მაგრამ აი, მე დამეხმარა ტექნიკური მინიმუმის წრე, რომელსაც ოსტატი ხელმძღვანელობდა. გულმოდგინეთ ვსწავლობდი მანქანაზე მუშაობას და იგი საფუძვლიანად შევისწავლე. გავხდი მაღალკვალიდი ციური მუშა“ [2].

ტექნიკური პრობლემების ერთ-ერთ უმაღლეს ფორმას წარმოადგენდა ტექნიკური კონფერენციები, რომლებიც ხელს უწყობდა საწარმოო კოლექტივების ბრძოლას პროდუქციის ხარისხის ამაღლებისა და თვითღირებულების შემცირებისათვის.

26 კომისრის სახელობის მანქანათმშენებელმა ქარხანამ დაიწყო ახალი საფეიქრო მანქანების გამოშვება. როგორც ცნობილია, ასეთი მანქანები საზღვარგარეთიდან შემოგვქონდა. ქარხანაში ჩატარდა კონფერენცია ურთულესი საფეიქრო მანქანების წარმოების ტექნიკის ათვისების საკითხებზე.

მრავალ საწარმოში 26 კომისრის სახელობის ქარხნის გამოცდილების საფუძველზე დაინერგა დაზგების მუშაობის პროცესში გადაბარების მეთოდი. წუნის წინააღმდეგ ბრძოლაში დიდ როლს ასრულებდა ტექნიკური სასამართლოები, როგორც საუკეთესო საშუალება საზოგადოებრივი ზეგავლენისა წუნის მკეთებელთა მიმართ.

ტექნიკის ათვისების საქმეში დიდმნიშვნელოვან ღონისძიებას წარმოადგენდა ტექნიკური კინოფილმების გამოშვება, რომლის დემონსტრაციას თან ახლდა ლექციები. დაარსებულ იქნა ტექნიკის ათვისების საზოგადოება, რომელშიც გაერთიანდა 6000 მუშა და საინჟინრო-ტექნიკური მუშაკი. მოეწყო საბავშვო ტექნიკური სადგური, სადაც გაერთიანდა 150 ბავშვი (ლენინის სახ. რაიონი). მოეწყო ორი მუდმივი ტექნიკური გამოფენა: რკინიგზის საწარმოებისა — ორჯონიკიძის სახელობის კლუბში და სამშენებლო საწარმოებისა — მშენებელთა კლუბში.

1933 წლის პირველ ნახევარში ქართულ ენაზე გამოშვებულ იქნა 71 სახელწოდების ტექნიკური ლიტერატურა 150 ათასი ტირაჟით, რაც გაიზარდა ფაბრიკა-ქარხნებში [3].

სისტემატურად ეწყობოდა მუშათა და სპეციალისტთა მივლინებები მოწინავე გამოცდილების გადმოსატანად. 1932 წელს საბჭოთა კავშირში ასეთ მივლინებებში იყო 322 კაცი; ამიერკავკასიაში საწარმოო ექსპურსიები მოეწყო 2045-ჯერ. საწარმოო ექსპურსიებში თბილისის საწარმოებში მონაწილეობა მიიღო 12.137 კაცმა. მეორე ხუთწლიელის შემდგომ წლებში საწარმოო ექსპურსიებში მონაწილეთა რაოდენობა კიდევ უფრო გაიზარდა.

აარტიამ და მთავრობამ ტექნიკის ათვისების ხარისხის გაუმჯობესების მიზნით რუნველსაყოფად შექმნა საქარხნო-საფაბრიკო სკოლები, წრეები სამაქროებში, წრეები ბრიგადებში, რომელთა მიზანი იყო მუშათა კვალიფიკაციის ამაღლება. ამ საქმეში მოწინავე რიგებში ჩადგნენ კომუნისტები და კომკავშირლები.

ტექნიკური პრობლემების ისეთმა საშუალებებმა, როგორცაა ფოტო, ტექნიკური ფილმები, ტექნიკური ექსპერიმენტული სახელოსნო და ლაბორატორია, უაღრესად დიდი გავლენა მოახდინა მუშებზე, უჩვენა მათ ცული მუშაობის მიზეზები, ასწავლა მუშაობა და მისცა ნაკლის გამოსწორების საშუალება.

შემდგომი უმნიშვნელოვანესი როლი ტექპრობლემებში იყო დამკვირვებ მუშათა დადებითი გამოცდილების გადატანა მუშათა მასებში და ამგვარად მათი დარაზმვა საწარმო-საფინანსო გეგმის მაღალხარისხოვნად შესრულებისათვის.

ტექნიკური პრობლემების გაუმჯობესებისა და მისი ორგანიზაციის საქმეში დიდი როლი შეასრულა პრესამ. საფაბრიკო-საქარხნო მრავალტირაჟიანი გაზეთების მუშაობის კუთვნილებისათვის ცენტრში მოქმედა ტექნიკური სწავლება. საფაბრიკო-საქარხნო გაზეთების რედაქციები თვალყურს ადევნებდნენ მუშათა შრომას. ფაბრიკა-ქარხნების საინჟინრო-ტექნიკური მუშაკები, გამომგონებლები და რაციონალიზატორები ყველაფერს აკეთებდნენ, რომ მუშებს აეთვისებინათ ახალი ტექნიკა.

მოყვანილი ფაქტები ნათელ წარმოდგენას იძლევა იმის შესახებ, თუ როგორ შემოქმედებითი ენერჯითა და მომავლისადმი მტკიცე რწმენით იბრძოდა ახალი ტექნიკის ათვისებისათვის საქართველოს მუშათა კლასი მეორე ხუთწლეულის პირველი წლიდანვე. ამას მოჰყვა კარგი შედეგიც. ტექნიკის დაუფლებულმა მუშებმა უფრო ნაყოფიერად იწყეს მუშაობა, რასაც შედეგად მოჰყვა პროდუქციის სწრაფი ზრდა, თვითღირებულების შემცირება, ხარისხის გაუმჯობესება.

1933 წელს მწყობრში ჩადგა სტალინის სახელობის რიონის პიდროლექტროსადგურის („რიონქესის“) პირველი ორი აგრეგატი. მეორე ხუთწლეულის პირველი ორი წლის განმავლობაში მწყობრში ჩადგა ძიმე მრეწველობის მსხვილი საწარმოები: ზესტაფონის ფეროშენადნობის ქარხანა, კიროვის სახელობის თბილისის ჩარხმშენებელი ქარხანა, ღრმალელის აგურის მექანიზებული ქარხანა და სხვ. მწყობრში ჩადგა აგრეთვე მსუბუქი მრეწველობის საწარმოები: ქუთაისის საკონსერვო ქარხანა, ავარის შაქრის ქარხანა, ბათუმის სამკერვალო ფაბრიკა და მთელი რიგი ჩაის ფაბრიკებისა.

სამრეწველო პროდუქციის ზრდა ახლა უკვე უმთავრესად ახალი ფაბრიკა-ქარხნების, წარმოების ახალი დარგების პროდუქციის ხარჯზე წარმოებდა. ახალი ფაბრიკა-ქარხნების ტექნიკისა და ეკონომიკის ათვისება სამრეწველო აღმავლობის უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენდა.

კიდევ უფრო უკეთესი შედეგები ექნებოდა საქართველოს მრეწველობას მეორე ხუთწლეულში, ადგილი რომ არ ჰქონოდა სერიოზულ ნაკლოვანებებს საწარმოთა ხელმძღვანელობის საქმეში. ჯერ კიდევ არ იყო ხელმძღვანელობაში აღმოფხვრილი ბიუროკრატიულ-კანცელარიული მეთოდები, მმართველობაში ადგილი ჰქონდა ფუნქციონალურ-რაციონალურ მეთოდებს, რაც ძირს უთხრიდა ერთმართველობის პრინციპს. გაბერილი იყო შტატები, რაც იწვევდა ზედმეტ ხარჯებს.

ამ პერიოდში ჩატარდა სკ. კ. პ. (ბ) მე-17 ყრილობა, რომელმაც დაგმო მრეწველობის მმართველობაში არსებული ნაკლოვანებები და მიიღო დადგენილება მრეწველობის მმართველობის სისტემის გარდაქმნისა და გაუმჯობესებისათვის. გაუმჯობესდა კადრების შერჩევა, მისი განაწილება და გამოყენება, გაძლიერდა შესრულების შემოწმება.

წარმოების ტექნიკური შეიარაღების, შრომის მექანიზაციისა და მუშათა კლასის მიერ ახალი ტექნიკის უნარიანად ათვისების შედეგად უზრუნველყო-



ვილ იქნა სამრეწველო პროდუქციის თვითღირებულების შემცირება და შრომის ნაყოფიერების მნიშვნელოვანად გადიდება.

აქ არ შეიძლება არ შეგვხვთ ბათუმის მუშათა მნიშვნელოვან ინიციატივას, რაც მაგალითი გახდა სსრ კავშირის მუშათა კლასისათვის.

ბათუმის ნავთობის გადამამუშავებელი კომბინატის ახალგაზრდა მუშებმა წამოაყენეს წინადადება სოციალისტური ტექნიკური გამოცდის ჩატარების შესახებ. ვახ. „პრავდა“ მიუთითებდა, რომ ეს მეტად მნიშვნელოვანი საქმეა და რომ პარტიული და პროფესიონალური ორგანიზაციების ამოცანაა, დაეხმარონ კომკავშირს ამ საქმეში, ტექნიკურ გამოცდებში ჩააბნად ყველა მუშა. ბათუმელ მუშებს შეგნებელი ჰქონდათ, რომ ტექნიკური გამოცდები თვითმიზანი როდი იყო, არამედ იგი იყო ერთ-ერთი საშუალება პარტიისა და მთავრობის ღირებულებების შესასრულებლად, რასაც შედეგად უნდა მოჰყოლოდა სამრეწველო პროდუქციის ზრდა.

ბათუმელ მუშათა წინადადება იმაში მდგომარეობდა, რომ ყოველ მუშას სავალდებულო წესით შეესწავლა ტექნიკური ცოდნის მინიმუმი და ამის შემდეგ დაეკავებინა სამუშაო ადგილი რთულ დაზგასთან სოციალისტურ საწარმოში.

„სოცტექნიკური გამოცდა პირველად შემოიღეს საბჭოთა კავშირში უძლიერეს საკუბე ბატარეის ბათუმის ნავთობის გადამამუშავებელი ქარხნების მე-13 ბატარეის კომკავშირებმა“ [1].

ბათუმის ნავთობის გადამამუშავებელ ქარხანაში ფართოდ გაიშალა სოციალისტური შეჯიბრება. 1585 მუშიდან სოციალისტურ შეჯიბრებაში ჩაება 1452 კაცი. სისტემატურად მოწმდებოდა ადგილ ვალდებულებათა შესრულება. დამკრეგ მუშათა რაოდენობა 900-მდე აღწევდა. 1934 წლის პირველ ნახევარში ტექნიკურ სწავლებაში ჩაბმული იყო 500-მდე მუშა.

სოციალისტური შეჯიბრების პირველ ეტაპზე სოციალისტური შეჯიბრება არ იყო დაკავშირებული ახალ ტექნიკასთან. მაშინ არც კი გვქონდა ახალი ტექნიკა, მაგრამ სოციალისტური შეჯიბრების ის ეტაპი, რომელიც ცნობილია სტანანოვური მოძრაობით, ჭეშმარიტად დაკავშირებული იყო ახალ ტექნიკასთან. სახელმწიფო ტექნიკური გამოცდების ჩაბარება გადაიქცა სოციალისტური შეჯიბრების ახალი ეტაპის — სტანანოვური მოძრაობის — ბერკეტად. ავიღოთ. მაგალითად, ადგილობრივი მრეწველობის სახალხო კომისარიატის სისტემის საწარმოები. აქ სახელმწიფო ტექნიკური გამოცდა უნდა ჩაებარებინა 5.872 მუშას; აქედან შეფასებით „ფრიალზე“ და „კარგზე“ გამოცდა ჩააბარა 3.104 კაცმა. სულ გამოცდები ჩააბარა 4739 კაცმა (72,5%). ასეთი კარგი შედეგი იმით იქნა მიღწეული, რომ თითქმის ყველა საწარმოში იყო მოწყობილი ტექმინიმუმის წრეები. ტექნიკური სწავლების კარგი ორგანიზაციითა და შედეგებით ადგილობრივი მრეწველობის საწარმოთაგან განსაკუთრებით გამოირჩეოდა: აბრეშუმის, ტყავფეხსაცმლის, მანქანათმშენებლობის, პოლიგრაფიული და სამთამადნო მრეწველობის საწარმოები. ტექნიკურ სწავლებაში გამორჩეოდნენ კომუნისტები და კომკავშირლები, რომლებიც თითქმის ყველგან საუკეთესოდ სწავლობდნენ.

საქართველოს სსრ ადგილობრივი მრეწველობის სახალხო კომისარიატის ხაზით დაარსებულ იქნა მუშათა კვალიფიკაციის ამაღლების ინსტიტუტი, რომელშიც 365 მუშა იმალეობდა კვალიფიკაციას. [4].

1935 წელს საქართველოს ადგილობრივი მრეწველობის სახალხო კომისარიატის სისტემის საწარმოების თითქმის ყველა მუშა იყო ჩაბმული ტექნიკური სწავლების ამა თუ იმ ფორმაში.

არსებობდა აგრეთვე ე. წ. „საწარმოო ტექნიკური კურსები“, რომელიც 1933 წელს დაამთავრა 530 კაცმა; აქედან აბრეშუმის მრეწველობის საწარმოთა ხაზით — 250 კაცმა, სამკერვალო მრეწველობის ხაზით — 93 კაცმა, პოლი-

გრაფიული მრეწველობის ხაზით — 64 კაცმა, ტყავ-ფეხსაცმლის მრეწველობის ხაზით — 44 კაცმა. საინჟინრო-ტექნიკური პერსონალის კვალიფიკაციის ასამაღლებელი კურსები გაიარა 365 კაცმა. ამას შედეგად მოჰყვა პროდუქციის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი გადიდება და თვითღირებულების შემცირება.

ფაბრიკა-ქარხნებში ძველმა, პრიმიტიულმა დაზგებმა და მანქანებმა ადგილი დაუთმო ახალს, მაღალმწარმოებელ დაზგებსა და მანქანებს. მექანიზებულ და რაციონალიზებულ იქნა წარმოება.

როგორც ცნობილია, ძველი რკინიგზის სახელოსნოები 10-საათიანი სამუშაო დღის მუშაობით ერთი თვის განმავლობაში 4—5 ორთქლმავალს უშვებდნენ კაპიტალური რემონტიდან. თბილისის ორთქლმავალმშენებელმა ქარხანამ მეორე ხუთწლეულში 7-საათიანი სამუშაო დღის პირობებში ერთი თვის განმავლობაში უკვე 28-29 ორთქლმავალი გამოუშვა კაპიტალური რემონტიდან. ამასთან საგრძნობლად შეამცირა პროდუქციის თვითღირებულება და გაზარდა შრომის ნაყოფიერება. ყველაფერი ეს მოხდა ახალი ტექნიკის ათვისებისა და მექანიზაციის განხორციელების შედეგად. მაგ., შემკრებ საამქროში წინათ სრულებით არ იყო ლითონის დამამუშავებელი დაზგები. ასეთები მხოლოდ სახარატო საამქროში იდგა. ყველა წვრილმანი სამუშაოსათვის აქ მოდიოდნენ სხვა საამქროებიდან და ეზიდებოდნენ უზარმაზარ ნაწილებსაც კი. ხიდისებრ ამწეს ხელით აწუშავებდნენ, რაც დიდძალ ენერგიასა და მუშახელს მოითხოვდა. ამასთან იგი აფერხებდა მუშაობას. ორთქლმავლებს დომკრატებით სწევდნენ, რასაც 8—9 მუშა ჰქირდებოდა.

მეორე ხუთწლეულში ლიკვიდირებულ იქნა ორთქლმავლის ნაწილების ზედმეტი ტრანსპორტირება, ხიდისებრი ამწე ელექტროფიცირებულ იქნა, რამაც გაათავისუფლა მუშახელი და დააჩქარა მუშაობა. ელექტროფიცირებულ იქნა ორთქლმავლების ასაწევი დომკრატებიც. მასუთი ელექტროდენით შეიცვალა.

საქვებე საამქროს წინათ ჰქონდა ერთი 45-ტონიანი ამწე ონკანი, რომელიც მხოლოდ ჰცივდალოვანი ორთქლმავლების ქვაბებს სწევდა. პნევმატიკასა და ელექტრომოდულუბას არ იყენებდნენ. ქვაბებს შიგნით ჰრაქებზე მუშაობდნენ. ზამთრობით საამქროს ათბობდნენ თუჯის ღუმელებით, რომლებიც ძლიერ ბოლავდა და საჭირო ეფექტს არ იძლეოდა. მეორე ხუთწლეულის დასაწყისში საამქროში უკვე დამატებით მუშაობდა 30-ტონიანი ონკანი, რომელიც დანიშნული იყო მძლავრი ორთქლმავლების ქვაბებისათვის. მთელი საამქრო მოფენილ იქნა კომპრესორულ ჰაერსადენთა ქსელით ავტოგენური შედუღებისათვის. მიღწეულ იქნა პნევმატიკის სრული გამოყენება. ძველი ჰრაქები ქვაბების შიგნით მუშაობის დროს შეიცვალა გადასატანი ნათურებით, საამქროში მოეწყო ორთქლით გათბობა.

ასეთივე შედეგები მოგვცა ახალმა ტექნიკამ და მისმა ათვისებამ რესპუბლიკის თითქმის ყველა საწარმოში. ტექნიკის ათვისებისათვის ბრძოლა მიმდინარეობდა მუშათა კულტურულ-საყოფაცხოვრებო დონის მკვეთრ აღმავლობასთან ერთად. ტექნიკის ათვისებაში დიდი როლი ითამაშა მშრომელთა ინიციატივის, ნიჭისა და უნარის გამოვლინებამ, რაციონალიზატორული და საგამომგონებლო მუშაობის ფართოდ გაშლამ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ი. ჯავახიშვილის სახელობის

ისტორიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 10.1.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ჟურნალი „პარტიული მშენებლობა“ № 9, 1933.
2. ჟურნალი „პარტიულის მშენებლობა“, № 10, 1933.
3. საქართველოს პროფსაბჭოსა და გაზეთ „მუშას“ „წითელი წიგნი“, 1934, გვ. 25.
4. მარქსიზმ-ლენინიზმის ინსტიტუტის საქართველოს ფილიალის არქივი, ფ. 14, საქმე № 566, გვ. 6—8.



მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელი შვილი

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 25.4.1958; შეკვ. № 737; ანაწყობის ზომა 7×11;
 ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 9,23;
 ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უე 0227; ტირაჟი 800

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

დებულება „საპარტველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოაზრეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებ-სა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოაზრეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოაზრე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბილოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.

4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.

5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.

6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოაზრის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენას ვარაუდ შეემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელათ. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შეცვლირებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდა გვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს კურონალის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.

9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიით, სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და აღვიმდებარება დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ქაჩუინის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XX, № 4, 1958

Основное, грузинское издание