

524 /
1996 / 2

ISSN—0132—1247



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის

ბოაზა

BULLETIN

OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

153

№ 1

1996

თბილისი • TBILISI



საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის
ბულეტენი

BULLETIN
OF THE GEORGIAN ACADEMY
OF SCIENCES

ტომი 153

№ 1

1996

თბილისი * TBILISI

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამეცნიერო ჟურნალი
„მოამბე“ გამოდის ორ თვეში ერთხელ ქართულ და ინგლისურ ენებზე

მთავარი რედაქტორი – აკადემიკოსი ა.თავხელიძე

ს ა რ ე დ ა ქ ტ ი ო კ ო ლ ე გ ი ა

თ.ანდრონიკაშვილი, თ.ბერიძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), ე.გამყრელიძე, თ.გამყრელიძე, გ.გველესიანი, ვ.გომელაური, რ.გორდენიანი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), მ.ზაალიშვილი, გ.კვეციტაძე, ი.კილურაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ.კობალიშვილი, ჯ.ლომინაძე, რ.მეტრეველი, დ.მუსხელიშვილი (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ.ონიანი, მ.სალუქვაძე (მთავარი რედაქტორის მოადგილე), თ.ურუშაძე, გ.ციციშვილი, გ.ქოლოშვილი

პასუხისმგებელი მდივანი ლ.გვერდწითელი

რედაქციის მისამართი: 380008, თბილისი-8, რუსთაველის პრ. 52, ტელ. 99-75-93.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის საწარმოო-საგამომცემლო გაერთიანება
„მეცნიერება“, 380060, თბილისი დ.გამრეკელის ქ 19, ტელ. 37-22-97.

გადაეცა წარმოებას 20.01.1997. ხელმოწერილია დასაბეჭდად 28.03.1997. ფორმატი 70x100¹/₁₆
აწეობილია კომპიუტერზე მეცნიერებათა აკადემიის ინფორმატიკის განყოფილებაში.
ოფსეტური ბეჭდვა. პირობითი ნაბ. თაბ. 9,5. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბაზი 9,5.
ტირაჟი 300. შეკვ. № 99 ფასი სახელშეკრულებო.

20874

ქვირფასო კოლეგებო!

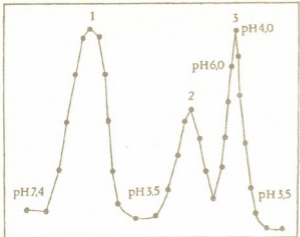
1996 წლიდან საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წამყვანი სამეცნიერო ჟურნალი „საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე“ გამოიცემა როგორც ქართულ, ისე ინგლისურ ენებზე. ჟურნალი ძირითადად აქვეყნებს საქართველოს სამეცნიერო დაწესებულებებში შესრულებულ გამოკვლევათა შედეგებს. ჟურნალის ინგლისურ ენაზე გამოცემა საშუალებას მოგვცემს გავაცნოთ ფართო სამეცნიერო საზოგადოებას მეცნიერების თანამედროვე მიღწევები საქართველოში და იმავდროულად მოვიზიდოთ ჩვენს ჟურნალში თანამშრომლობისათვის სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერები.

ვიმედოვნებთ, რომ თქვენ ჩვენი ჟურნალის გამოწერით ხელს შეუწყობთ იმ სიძნელეთა დაძლევას, რომლებიც თან ახლავს მის გამოცემას და ამასთანავე გამოიყენებთ თქვენს ავტორიტეტსა და გავლენას მისი პოპულარიზაციისათვის.

მთავარი რედაქტორი,
საქართველოს მეცნიერებათა
აკადემიის პრეზიდენტი, აკად.

ა. თავხელიძე

ა.თავხელიძე



სურ.2. CS-Gal-ლექტინის აფინური ქრომატოგრაფია ტრის-აკრილზე იმობილიზებულ გალაქტოზის სვეტზე (6 X 0,6 სმ).
1-ლი პიკი-ელუცია აგლუტინაციის ბუფერით (40 mM KH₂PO₄, 0,9% NaCl, pH 7,4; მე-2 და მე-3 პიკი - ელუცია 0,2 M გლიცინ-HCl-ის ბუფერით (pH 3,5), ელუციის სიჩქარე - 0,6 მლ/წთ.

ვრცეხავდით აგლუტინაციის ბუფერით (40mM KH₂PO₄, 0,9% NaCl, pH 7,4) და გადაგვექონდა ამონიუმის სულფატით დაკონცენტრირებული და დიალიზირებული 10-15 მგ ცილის პრეპარატი. სვეტში პრეპარატის 5-ჯერადი გატარების შემდეგ სვეტს იმობილიზებული ლექტინებით ვტოვებდით ოთახის ტემპერატურაზე 24 სთ-ით და შემდეგ ვახდენდით ელუციას ჯერ აგლუტინაციის ბუფერით, რომლითაც ჩამოირეცხება ერთროციტების სვეტის მიერ დაუკავშირებული ცილა, ხოლო შემდეგ 20mM გლუკოზით, 20mM გალაქტოზით და ბოლოს 0,2 M გლიცინ-HCl-ის ბუფერით (pH3,2), რითაც საბოლოოდ აიცილებოდა ცილის ადსორბცია სვეტზე (სურ.1). როგორც სურათიდან ჩანს, გლუკოზით

ელუირდება ორი დამოუკიდებელი პიკი (A,B), გალაქტოზით - გარაკაპებული ერთი პიკი (სურ.1., C). გალაქტოზოსპეციფიკურ ლექტინს დამატებით ვასუფთავებდით ტრის-აკრილზე იმობილიზებულ გალაქტოზის სვეტზე (6 X 0,6სმ) (სურ.2). სურათიდან ჩანს, რომ ცდების ამ სერიაში გლიცინ -HCl-ის ბუფერით (pH3,5) ლექტინის ელუცია იწყება pH 6,5-ზე და მთავრდება pH 3,5 -ზე (ელუენტის pH). ამ შემთხვევაშიც პიკი გარაკაპებულია. ვახდენდით მიღებული ფრაქციების დიალიზს აგლუტინაციის ბუფერის მიმართ (40mM KH₂PO₄, 0,9% NaCl, pH 7,4), ვაკონცენტრირებდით, ვზომავდით ცილის რაოდენობას და ვამოწმებდით ჰემაგლუტინაციურ აქტივობაზე. შედეგები წარმოდგენილია 1 ცხრილში. როგორც ცხრილიდან ჩანს, აფინური ქრომატოგრაფიით გასუფთავების შემდეგ მკვეთრად

ცხრილი 1

ტრის-აკრილზე იმობილიზებული გალაქტოზის სვეტზე გასუფთავებული CS-Gal-ლექტინის სპეციფიკური აქტივობა

გასუფთავების ეტაპები	ლექტინის სპეციფიკური აქტივობა	გასუფთავების ხარისხი საწყის ეტაპთან შედარებით
I საწყისი ექსტრატი	0,8	-
II ამონიუმის სულფატით 0-80% გაჯერებისას გამომარილებული	2,3	3,0
III ტრის -აკრილზე იმობილიზებულ გალაქტოზის სვეტზე გასუფთავებული	2560	3200

პეტროლოგია

ნ.თათრიშვილი, გ.ზარიძე. სამი პრობლემა – სამი სტერეოტიპი 44

მანჰანათმცოდნეობა

თ.ჯავახიშვილი. ბაგირგზის ვაგონის კაბინის გრძივი რხევები დაკიდების
წერტილის ვიბრაციის გათვალისწინებით 49

ავტომატური მართვა და გამომთვლითი ტექნიკა

დ.ხელაშვილი, დ.ცისკარიძე, დ.მასხარაშვილი. ნაბეჭდ და ხელნაწერ ასო-
ნიშანთა კომპიუტერული ამოცნობის ამოცანა ენის
თავისებურებების გათვალისწინებით 54

ნიადაგთმცოდნეობა

თ.ურუშაძე, ნ.მოსიძე, ა.ურუშაძე. რკინა მდ. მტკვრის აუზის ალუვიურ
ნიადაგებში 57

მემცენარეობა

თ.ანდრონიკაშვილი, ი.შათირიშვილი, მ.დობტურიშვილი, თ.ოღლიშვილი.
ბუნებრივი ცეოლითების ზემოქმედების სპეციფიკა მარც-
ვლოვანი კულტურებისა და ზოგიერთი სარეველას თესლების
გალივებაში 61

ბოტანიკა

ი. დანელია. *Tulipa lipskyi* Grossh. (Liliaceae) კარიოლოგიური და ტაქსო-
ნომიური შესწავლისათვის 65

* D.Kikodze. The Vegetation of Colchis Nature Reserves –

ბენეტიკა და სელექცია

ნ.ნიჭაბაძე, ა.შათირიშვილი. ულტრაიისფერი სხივების ლეტალური და
მუტაგენური მოქმედების შესწავლა ღვინის საფუვრის
ადგილობრივი პოპულაციების სპილენძისადმი განსხვავებული
მდგრადობის მქონე შტამებში 68

აღამიანისა და ცხოველთა ფიზიოლოგია

ზ.მჭედლიშვილი, რ.სოლომონია, დ.მიქელაძე. ეპილეფსიური კრუნჩხვები
და [H] მუსციმოლის დაკავშირება კრუშინსკი-მოლოდკინას
ხაზის ვირთაგვების თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში 72

გ.ჭკადუა. ტრანსმემბრანული ტრანსპორტის კლასიფიკაციის პრინციპები 76

ბიოფიზიკა

ი.გვერდწითელი, ზ.ჯიბუტი, მ.ფხაკაძე. ფოტონები და ცოცხალი უჯრედები 80

ნ.ვაშაყმაძე. ცოცხალი ორგანიზმების კონტრაქტულ სისტემათა ფუნქცი-
ონირების დინამიური მოდელი 83

- ე.დავითაშვილი, ქ.მენაბდე, გ.ალექსიძე, ნ.ალექსიძე. *Coriandrum sativum* დან ლექტიური აქტივობის მქონე ცილების გამოყოფა და გასუფთავება 86
- რ.ახალკაცი, თ.ბოლოთაშვილი, ნ.ალექსიძე. კონკანავალინ A-თი ვირ-თაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების ტერმინალური შაქრების ზონდირება 90
- ვ.ტაბიძე, თ.ბერიძე. *Allium Porrum* ქლოროპლასტური დნმ-ის გლიციინის ტ-რნმ-ის, არგინინის ტ-რნმ-ისა და CF₁ ატფ-აზის α-სუბერთეულის გენების ნატიფი სტრუქტურა: შედარებითი შესწავლა ერთ- და ორლებნიან მცენარეთა შესაბამის უბნებთან. 94

მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

- თ.ბუაჩიძე, ლ.თოფურია. ფუზანტიდან მიღებული ინვერტაზას იმობილიზაცია არაორგანულ მატარებელზე 97

ენტომოლოგია

- ე.ცხადაია. ნაძვის დიდი ლაფანქამიას *Dendroctonus Micans* Kug. (Coleoptera, Ipsidae) ფრენითი აქტივობის ნეიროენდოკრინული მექანიზმები 101

ზოოლოგია

- ე.ყვავაძე, მ.ბუხსიანიძე. გვარი *Dendrodrilus* (Oligochaeta, Lumbricidae) კავკასიის ფაუნაში 105

პარაზიტოლოგია და ჰელმინთოლოგია

- ბ.ყურაშვილი. საქართველოს გარეულ და შინაურ ფრინველებში რეგისტრირებული ტრემატოდების სისტემატიკური მიმოხილვა 109

ექსპერიმენტული მედიცინა

- მ.დგებუაძე. თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი ნივთიერების ინტერსტიციის ცვლილებების ასაკობრივი და სქესობრივი თავისებურებანი 117

- ა.აბურჯანია, თ.მუსელიანი, ს.ციცხვაია. ელექტროგამტარობის ახალი ფენომენი და მისი გამოყენება 120

- * J.Kristesashvili, M.Dokhturishvili. The Main Diagnostic Principles of Mullerian Malformations -

პალეობიოლოგია

- ი.შატილოვა, ნ.მჭედლიშვილი. ოჯახ Eupteleaceae-ს წარმომადგენელი დასავლეთ საქართველოს ნეოგენურ ნალექებში 124

- ე. ხარაბაძე. გველების ხერხემლის მალეების ანატომიური ტერმინოლოგია და განსაზღვრის მეთოდოლოგია 128

მეცნიერების ისტორია

- * M.Andronikashvili, G.Chogoshvili. On Babylonian Mathematical Terms -

ნ.ბერიკაშვილი (საქ. მეცნ.აკად. წევრ-კორესპონდენტი)

წინააღმდეგობის ფუნქტორის შესახებ¹

წარმოდგენილია 29.12.1994

1. წინააღმდეგობის ფუნქტორის ცნება². ჰომოლოგიის თეორიის მიზნებისთვის ავტორის მიერ შემოყვანილი D ფუნქტორის ბოლო გამოყენებები [2,3,4,11,12,13], აძლიერებს ჰიპოთეზას, რომ უნდა არსებობდეს რაღაც ფუნქტორი მსგავსი ფუნქტორისა D , რომელიც მორგებული იქნება ჰომოტოპიურ ამოცანებზე და რომელიც აგების დროს ჰომოლოგიის ჯგუფების ნაცვლად გამოიყენებს ჰომოტოპიის ჯგუფებს, რომლის კონსტრუირება ნაკარნახები იქნება იდეით, რომ მაღალი რიგის წინააღმდეგობის კოჩაქვები აგებული უნდა იყოს ხოლმე ისეთ შემთხვევებშიაც, როცა წინა წინააღმდეგობის კოჩაქვები არაა ნული. თუ გავითვალისწინებთ D ფუნქტორის თვისებებს, საბოლოო შედეგი ასე უნდა გამოიყურებოდეს.

ვთქვათ, $\pi_* = \{\pi_1, \pi_2, \pi_3, \dots, \pi_n, \dots\}$ არის გრადუირებული აბელის ჯგუფი. წინააღმდეგობის ფუნქტორი $DO(X, \pi_*)$ არის კონტრავარიანტული ფუნქტორი ტოპოლოგიურ სივრცეთა კატეგორიაზე მნიშვნელობებით სიმრავლეთა კატეგორიაში მონიშნული წერტილით. ამასთან, ყოველი X სივრცისთვის გამოყოფილია ქვესიმრავლე $DO(X, \pi_*)$. უნდა კმაყოფილდებოდეს შემდეგი თვისებები:

Pr.1. თუ $f: X \rightarrow Y$ უწყვეტი ასახვაა, მაშინ $DO(f) [\overline{DO}(Y, \pi_*)] \subset \overline{DO}(X, \pi_*)$.

Pr.2. თუ $f: X \rightarrow Y$ ინდუცირებს მთელრიცხოვან ჰომოლოგიის ჯგუფების იზომორფიზმს, მაშინ $DO(f): DO(Y, \pi_*) \rightarrow DO(X, \pi_*)$ და $DO(f): \overline{DO}(Y, \pi_*) \rightarrow \overline{DO}(X, \pi_*)$ არიან ურთიერთცალსახა ასახვები.

Pr.3. სერის ისეთი ფიბრაციისათვის $F \rightarrow E \rightarrow X$, რომლის ფიბრი n -მარტივია ყოველი n -ისთვის განმარტებულია ელემენტი $do(E) \in DO(X, \pi_*)$ და მას ქვია ფიბრაციის წინააღმდეგობა. თუ $f: Y \rightarrow X$ არის ასახვა და $F \rightarrow E^* \rightarrow Y$ არის ინდუცირებული ფიბრაცია, მაშინ $do(E^*) = DO(f)[do(E)]$.

Pr.4. სერის ფიბრაციას $F \rightarrow E \rightarrow X$, რომლის ფიბრი n -მარტივია ყოველი n -ისთვის მაშინ და მხოლოდ მაშინ აქვს მკვეთი ფართეული, როცა $do(E) \in \overline{DO}(X, \pi_*)$.

Pr.5. თუ გრადუირებულ ჯგუფს π_* აქვს მხოლოდ ერთი არატრივიალური კომპონენტი, ვთქვათ π_n , მაშინ ფუნქტორი DO არის სინგულარული კომპოლოგია $H^{n-1}(X, \pi_n)$. როცა ფენაზე დადებულია შესაფერისი პირობები $do(E)$ არის კლასიკური პირველი წინააღმდეგობა.

Pr.6. ფუნქტორი DO აგებულია X სივრცის კოჩაქვების და π_i ჯგუფების ტერმინებში. არსებობს კრიტერიუმი, რათა დადგინდეს, რომ ორი კოჩაქვური

¹ წინამდებარე ნაშრომში გადმოცემული გამოკვლევა შესაძლებელი გახდა მეცნიერების ინტერნაციონალური დაფინანსების გრანტის № RVC000 თანადახმარების საფუძველზე.

² ნაწილი შედეგებისა მოხსენებულ იქნა გაუსის სიმპოზიუმზე, მიუნხენი, 1993 წლის 2-7 აგვისტო.



წარმოდგენა იძლეოდეს DO-ის ერთი და იმავე ელემენტს, ხოლო ელემენტისთვის არსებობს კრიტერიუმი, რომ ის ეკუთვნოდეს DO -ს.

ვთქვათ, $\Omega Y \rightarrow PY \rightarrow Y$ არის გზათა ფიბრაცია მარტივად ბმული Y სივრცისა, სადაც PY არის ყველა გზის სივრცე, რომლებიც იწყებიან ფიქსირებულ $* \in Y$ წერტილში. ვთქვათ, $\Omega Y \rightarrow EY \rightarrow Y \times Y$ არის გზათა ფიბრაცია მარტივად ბმული სივრცისა Y , სადაც EY არის Y -ის ყველა გზის სივრცე (სივრცე PY მოქიმალია, ხოლო სივრცე EY ჰომოტოპიურად ეკვივალენტურია Y -ისა). მეორე ფიბრაციას (ტრივიალურად) აქვს მკვეთი ფართეული დიაგონალზე. ვთქვათ, $do(PY) \in DO(Y, \pi_*(\Omega Y))$ და $do(EY) \in DO(Y \times Y, \pi_*(\Omega Y))$ აღნიშნავენ წინააღმდეგობებს Pr.3-ის აზრით.

ტრივიალური და კარგად ცნობილი დაკვირვება რომ $f: X \rightarrow Y$ ჰომოტოპიურია მუდმივი ასახვისა $f: X \rightarrow * \in Y$ მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა გზათა პირველი ფიბრაციიდან ამ ასახვით ინდუცირებულ ფიბრაციას აქვს მკვეთი ფართეული, ხოლო $f, g: X \rightarrow Y$ მაშინ და მხოლოდ მაშინ არიან ჰომოტოპიური როცა გზათა მეორე ფიბრაციიდან $X \xrightarrow{f \times g} Y \times Y$ ასახვით ინდუცირებულ ფიბრაციას აქვს მკვეთი ფართეული, შეერთებული Pr.3 და Pr.4-თან იძლევა შემდეგ შედეგებს:

შედეგი 1. მარტივად ბმული სივრცისთვის Y ასახვა $f: X \rightarrow Y$ არის ჰომოტოპიური მუდმივი ასახვისა მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა $DO(f)[do(PY)] \in \overline{DO}(X, \pi_*(\Omega Y))$.

შედეგი 2. მარტივად ბმული სივრცისათვის Y ასახვები $f, g: X \rightarrow Y$ არიან ჰომოტოპიური მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა $DO((f \times g) \circ \Delta)[do(EY)] \in \overline{DO}(X, \pi_*(\Omega Y))$, სადაც $(f \times g) \circ \Delta$ არის კომპოზიცია $X \xrightarrow{\Delta} X \times X \xrightarrow{f \times g} Y \times Y$ და Δ არის დიაგონალური ასახვა.

2. წინააღმდეგობის ფუნქტორი $DO_{p,q}(B, \pi_*)$. ამ პარაგრაფის მიზანია აიგოს და შესწავლილ იქნეს წინააღმდეგობის ფუნქტორი პირველი არატრივიალური შემთხვევისთვის, როცა π_* ისეთია, რომ $\pi_i = 0, i \neq p, q$. ეს კერძო შემთხვევა დაკავშირებულია მეორე წინააღმდეგობის თეორიასთან [6,7,8,9,10,14]. აღმოჩნდა რომ ფუნქტორის აგების კონსტრუქცია გაივლის ფიბრაციის პოსტნიკოვ-მურის დეკომპოზიციაზე. აქ ჩვენ ვიგულისხმებთ, რომ მკითხველი იცნობს [5] შრომის შედეგებსა და აღნიშვნებს.

განვიხილოთ გრადუირებული ჯგუფი $\pi_* = \{\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n, \dots\}$ ისეთი რომ $\pi_n = 0$ თუ $n \neq p, q$. ვთქვათ, ტოპოლოგიური სივრცისათვის B და კოციკლისათვის $z^{p+1} \in Z^{p+1}(B, \pi_p), M_{z^{p+1}}^{**}(B, \pi_p, \pi_q)$ არის დაგრეხილი დიფერენციალური მოდული განმარტებული [5]-ში. განვიხილოთ ყველა წყვილი $(z_B^{p+1}, w^{q+1}), z_B^{p+1} \in Z^{p+1}(B, \pi_p), w^{q+1} \in H^{q+1}(M_{z_B^{p+1}}^{**}, \pi_p, \pi_q)$. სიმრავლე ასეთი წყვილებისა აღვნიშნოთ $T(B, \pi_*) = \{(z_B^{p+1}, w^{q+1})\}$. ცხადია, რომ T არის კონტრავარიანტული ფუნქტორი ტოპოლოგიურ სივრცეთა კატეგორიაზე მნიშვნელობებით სიმრავლეთა კატეგორიაში. ჩვენ ვიტყვით, რომ $(z_B^{p+1}, w^{q+1}) \in T(B, \pi_*)$ არის ეკვივალენტური წყვილისა $(\bar{z}^{p+1}, \bar{w}^{q+1}), (z_B^{p+1}, w^{q+1}) \sim (\bar{z}^{p+1}, \bar{w}^{q+1})$, თუ არსებობს ისეთი, $c^p \in C^p(B, \pi_p)$ რომ $z^{p+1} - \bar{z}^{p+1} = \delta c^p, \bar{w}^{q+1} = \varphi_{c^p}^*(w^{q+1})$. აქ $\varphi_{c^p}^*$ არის კოჰომოლოგიების ასახვა,

ინდუცირებული ჯაჭვური ასახვით $\varphi_p: M_{x^{p+1} + \delta x^p} \rightarrow M_{x^{p+1}}$ [5]. თანაფარდობის ეკვივალენტობის თანაფარდობა.

განმარტება 1. $DO_{p,q}(B, \pi_*)$ -ით აღვნიშნოთ სიმრავლე ეკვივალენტობის კლასებისა. ცხადია $DO_{p,q}$ არის კონტრავარიანტული ფუნქტორი ტოპოლოგიურ სივრცეთა კატეგორიაზე. განვმარტოთ ქვესიმრავლე $\overline{DO_{p,q}(B, \pi_*)} \subset DO_{p,q}(B, \pi_*)$, როგორც სიმრავლე $DO_{p,q}(B, \pi_*)$ -ის ყველა ისეთი ელემენტისა d , რომ მას აქვს წარმომადგენელი $(0, \omega^{q+1})$ და ω^{q+1} აქვს წარმომადგენელი $m^{q+1} \in W^{q+1}$, $m^{q+1} = \sum m^i, q+1-i$, ნულოვანი $(q+1, 0)$ -კომპონენტით, $m^{q+1,0} = 0$. თუ $f: B_1 \rightarrow B$, მაშინ $DO_{p,q}(f) [\overline{DO_{p,q}(B, \pi_*)}] \subset \overline{DO_{p,q}(B_1, \pi_*)}$

თეორემა 1. თუ ასახვა $f: B_1 \rightarrow B$ ინდუცირებს მთელრიცხოვან ჰომოლოგიების იზომორფიზმს, მაშინ

$$DO_{p,q}(f): DO_{p,q}(B, \pi_*) \rightarrow DO_{p,q}(B_1, \pi_*)$$

და

$$DO_{p,q}(f): \overline{DO_{p,q}(B, \pi_*)} \rightarrow \overline{DO_{p,q}(B_1, \pi_*)}$$

არიან ურთიერთცალსახა ასახვები.

შედეგი 3. თუ $f, g: B_1 \rightarrow B$ არიან ჰომოტოპიურნი, მაშინ $DO_{p,q}(f) = DO_{p,q}(g)$.

შედეგი 4. თუ $B = |K|$, სადაც K არის დალაგებული სიმპლექსური კომპლექსი და თუ \bar{K} არის სიმპლექსური სიმრავლე მიკავშირებული მასთან, მაშინ რადგან $\bar{K} \subset S(B)$ ინდუცირებს ჰომოლოგიების იზომორფიზმს, იგი ინდუცირებს ურთიერთცალსახა ასახვას $DO_{p,q}(B, \pi_*) \rightarrow DO_{p,q}(\bar{K}, \pi_*)$.

ვთქვათ, $F \rightarrow E \rightarrow B$ არის სერის ფიბრაცია და ვთქვათ $\pi_i(F) = 0$, $i < q$, $i \neq p$. ჩვენ მიზანია E -ფიბრაციას შევუსაბამოთ ელემენტი $do(E) \in DO_{p,q}(B, \pi_*(F))$ რომელსაც დავარქმევთ ფიბრაციის წინააღმდეგობას. ავირჩიოთ მკვეთი ფართეული სკელეტონზე $|S(B)|^p$, აღვნიშნოთ ის s_{B^p} -ით და განვიხილოთ მისი წინააღმდეგობის კოციკლი $z^{p+1}(s_{B^p}) \in Z^{p+1}(B, \pi_p(F))$. განვიხილოთ კომპლექსი $P(B, \pi_q, z^{p+1}(s_{B^p}))$, რომელიც განმარტებულია [5]-ში და ავავოთ ასახვა $f_z: |P(z^{p+1})| \rightarrow B$ კუბური P სიმრავლის რეალიზაციისა. განვიხილოთ ინდუცირებული ფიბრაცია $F \rightarrow E' \rightarrow |P(z^{p+1})|$. კანონიკური წესით აიგება მკვეთი ფართეული P -ის p -სკელეტონზე, რომელიც აღმოჩნდება გაგრძელებადი $(p+1)$ -სკელეტონზე. ეს ასე კეთდება. P -ის $(p-1)$ -უჭრედებზე განვმარტოთ მკვეთი ფართეული როგორც s_{B^p} -ით ინდუცირებული მკვეთი ფართეული; ისეთ p -უჭრედებზე, რომელთაც აქვთ სახე $t(\sigma^i) \times \tau^{-i+p}$, $i > 0$, ის განვმარტოთ აგრეთვე, როგორც ინდუცირებული s_{B^p} -ით. $t(\sigma^0) \times \tau^p$ -ზე განვმარტოთ მკვეთი ფართეული როგორც ასახვა $\tau^p: P \rightarrow F$ რომელიც წარმოადგენს ჰომოტოპიის ჯგუფის ელემენტს $\tau^p \in \pi_p(F)$. ამ მკვეთი ფართეულს აქვს გაგრძელება P -ის $(p+1)$ -სკელეტონზე და ავირჩიოთ ერთერთი ასეთი გაგრძელება, $s_{p^{p+1}}$. მას აქვს გაგრძელება P -ის q -სკელეტონზე, ავირჩიოთ ერთი მათგანი, s_{p^q} , ვთქვათ $z_p^{q+1}(s_{p^q}) \in Z^{q+1}(P(B, \pi_q, z^{p+1}(s_{B^p})), \pi_q) = Z^{q+1}(M_{z^{p+1}}^{**}(B, \pi_p, \pi_q))$ არის მისი წინააღმდეგობის კოციკლი. ჩვენ გვაქვს წყვილი კოციკლებისა, $(z^{p+1}(s_{B^p}), z_p^{q+1}(s_{p^q}))$, რომელიც

განმარტავს წყვილს $(z^{p+1}(s_{B^p}), w^{q+1}) \in T(B, \pi_p, \pi_q)$ სადაც w^{q+1} არის $z_p^{q+1}(s_{p^q})$ კოციკლის კოჰომოლოგიის კლასი.

განმარტება 2. ზემოთ განმარტებულ წყვილს დავარქვათ ფიბრაციასთან მიკავშირებული MP - წყვილი.

თეორემა 2. სერის ყოველი ფიბრაციისათვის $F \rightarrow E \rightarrow B$ რომლის ფიბრი n -მარტივია თუ $n \leq q$ და $\pi_i(F) = 0, i < q, i \neq p$, ელემენტი $\text{do}(E) \in \text{DO}_{p,q}(B, \pi_*(F))$ შეთანადებული მასთან როგორც ელემენტი შემცველი E -ს რომელიმე MP -წყვილისა, არის კორექტულად განმარტებული. თუ $F \rightarrow E_1 \rightarrow B_1$ არის $f: B_1 \rightarrow B$ ასახვით ინდუცირებული ფიბრაცია, მაშინ $\text{do}(E_1) = \text{DO}_{p,q}(f)[\text{do}(E)]$.

წინადადება 1. ტრივიალური ფიბრაციისათვის $F \rightarrow F \rightarrow *$ წინააღმდეგობის ელემენტი do არის პოსტნიკოვის ინვარიანტი (აილენბერგ-მაკლაინის k -ინვარიანტი), $\text{do} \in \text{DO}_{p,q}(*, \pi_p(F), \pi_q(F)) = H^{p+1}(\pi_p(F), p, \pi_q(F))$.

თეორემა 3. სერის ფიბრაციას $F \rightarrow E \rightarrow B$ რომლის ფიბრი n -მარტივია, როცა $n \leq q$ და $\pi_i(F) = 0, i < q, i \neq p$ აქვს მკვეთი ფართეული $(q+1)$ -სკელეტონზე მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა $\text{do}(E)$ ეკუთვნის ქვესიმრავლეს $\overline{\text{DO}}_{p,q}(B, \pi_*)$.

დამტკიცებაში გამოიყენება შემდეგი წინადადება.

წინადადება 2. თუ წყვილი (z_B^{p+1}, w_B^{q+1}) ეკვივალენტურია E -ს MP -წყვილის მაშინ თვითონ ისიც არის E -ს MP -წყვილი.

გაიხსენოთ [5], რომ ჭგუფი $H^p(B, \pi_p)$ მოქმედებს ჭგუფზე $H^p(M_{z^{p+1}}(B, \pi_p, \pi_q))$.

კრიტერიუმი 1 (ორი წყვილისთვის რომ ისინი ეკვივალენტურნი იყვნენ). ვთქვათ (z_B^{p+1}, w_B^{q+1}) და $(\bar{z}_B^{p+1}, \bar{w}_B^{q+1}) \in T(B, \pi_*)$. მაშინ: (i) თუ \bar{z}_B^{p+1} არ არის ჰომოლოგიური z_B^{p+1} -ისა მაშინ ეს წყვილები არ არიან ეკვივალენტურნი. (ii) თუ \bar{z}_B^{p+1} ჰომოლოგიურია z_B^{p+1} -ისა მაშინ ჩვენ შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ $\bar{z}_B^{p+1} = z_B^{p+1}$ და ჩვენ ვვაქვს ორი წყვილი (z_B^{p+1}, w_B^{q+1}) და $(z_B^{p+1}, \bar{w}_B^{q+1})$. ისინი ეკვივალენტურნი არიან მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა \bar{w}_B^{q+1} ეკუთვნის w_B^{q+1} -ის ორბიტას კოჰომოლოგიის ჭგუფისა $H^{q+1}(M_{z_B^{p+1}}, \pi_q)$ მასზე $H^p(B, \pi^p)$ -ით მოქმედების მიმართ.

კრიტერიუმი 2 (ელემენტისთვის $d \in \text{DO}_{p,q}(B, \pi_*)$ რომ ის ეკუთვნოდეს $\overline{\text{D}}_{p,q}(B, \pi_*)$ -ს. თუ $(z^{p+1}, w^{q+1}) \in d \in \text{DO}_{p,q}(B, \pi_*)$, მაშინ თუ z^{p+1} არ არის ჰომოლოგიური ნულის d არ არის $\overline{\text{D}}_{p,q}(B, \pi_*)$ -ში. თუ z არის ჰომოლოგიური ნულის, ჩვენ შეგვიძლია ვიგულისხმოთ რომ $z = 0$; მაშინ $d \in \overline{\text{D}}_{p,q}(B, \pi_*)$ მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა $H^p(B, \pi_p)w^{q+1}$, ორბიტა ელემენტისა w^{q+1} ჭგუფში $H^{q+1}(M_{z^{p+1}}, \pi_q) = H^{q+1}(B \times L(\pi_p, p), \pi_q)$, კოჰომოლოგიის ჭგუფის $H^p(B, \pi_p)$ მოქმედებისას გადაკვეთს $\text{Ker}\{H^{q+1}(B \times L(\pi_p, p), \pi_q) \rightarrow H^{q+1}(B, \pi_q)\}$. თუ $q < 2p$ მაშინ $H^p(B, \pi_p)w^{q+1} = w^{q+1} + H^p(B, \pi_p)w^{q+1}$, სადაც "o" არის შეუღლება $H^p(B, \pi_p) \otimes H^{q+1}(M_{z^{p+1}}, \pi_q) \rightarrow H^{q+1}(M_{z^{p+1}}, \pi_q)$.

ჩვენ ვხედავთ ზემო თეორემებით და კრიტერიუმებით, რომ აგებული ფუნქტორი არის წინააღმდეგობის ფუნქტორი პირველი პარაგრაფის აზრით.

ზოგადი ინფორმაცია $do(E)$ -ს შესახებ არის შემდეგი.

წინადადება 3. ჩვენ ისე შეგვიძლია ავირჩიოთ წარმომადგენელი წყვილი $(z^{p+1}, m^{q+1}) \in do(E)$ ისეთი, რომ თუ $m^{q+1} = m^{0,q+1} + (m^{1,q} + m^{2,q-1} + \dots + m^{q-p+1,p}) + m^{q+1,0}$ მაშინ: (i). ყოველი O -სიმპლექსისთვის B -ს $m^{0,q+1}$ არის F -ის პოსტნიკოვის ინვარიანტში მდებარე ფიქსირებული კოციკლი $Z^{p+1}(L(\pi_p, p), \pi_q)$ -დან. (მაშასადამე $\delta_{\pi_p} m^{0,q+1} = 0$); (ii). სტაბილურ განზომილებებში, $q < 2p$, მეორე შესაყრები შეგვიძლია გავაივივოთ $(q+1)$ -კოციკლთან კომპლექსისა $B \otimes L(\pi_p, p)$ კოეფიციენტებით π_q -ში. მისი კოჰომოლოგიის კლასი $h^{q+1} \in H(B \otimes L(\pi_p, p), \pi_q)$ ცალსახად არის განსაზღვრული E -ით; (iii). თუ $z^{p+1} = 0$ და $q > p$ ნებისმიერია, მაშინ მესამე შესაყრები არის კლასიკური მეორადი წინააღმდეგობის კოციკლი და მეორე შესაყრები არის $(q+1)$ -კოციკლი კომპლექსისა $B \times L(\pi_p, p)$ კოეფიციენტებით π_q -ში, ოღონდ მისი კოჰომოლოგიის კლასი არ არის განსაზღვრული ცალსახად E -თი.

თეორემა 3. კრიტერიუმი 2, წინადადება 1, წინადადება 2 და ალგორითმი მოქმედებისა $H^p(B, \pi_p)$ ჯგუფისა ჯგუფზე $H^{q+1}(M_{z^{p+1}})(B, \pi_p)$ კერძოდ ჯგუფზე $H(B \times L(\pi_p, \pi_q))$ [5], იძლევა საბოლოო კრიტერიუმს $(q+1)$ -სკელეტონზე კვეთის არსებობისა. ეს ფაქტი ფორმულირებულა ალგებრული ტოპოლოგიის სტანდარტულ ტერმინებში გადმოცემული იქნება მომდევნო წერილში.

3. წინააღმდეგობის ფუნქტორი და ჰომოტოპია. $DO_{p,q}$ ფუნქტორისათვის შედეგები 1 და 2 ფორმულირდებიან შემდეგნაირად.

შედეგი 6. მარტივად ბმული Y სივრცისათვის, რომლისთვისაც $\pi_i(\Omega Y) = 0, i < q, i \neq p$, ასახვა $f: X \rightarrow Y$ ($q+1$) -განზომილებიან პოლიედრისა არის ჰომოტოპიური მუდმივ ასახვასთან მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა $DO_{p,q}(f)[do(PY)] \in DO_{p,q}(X, \pi_*(\Omega Y))$.

შედეგი 7. მარტივად ბმული Y სივრცისათვის ასახვები $f, g: X \rightarrow Y$ ($q+1$) -განზომილებიან პოლიედრისა არიან ჰომოტოპიური მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა $DO_{p,q}((f \times g) \circ \Delta) [do(EY)] \in DO_{p,q}(X, \pi_*(\Omega Y))$, სადაც $(f \times g) \circ \Delta$ არის კომპოზიცია $X \xrightarrow{\Delta} X \times X \xrightarrow{f \times g} Y \times Y$ და Δ არის დიაგონალური ასახვა.

$do(EY)$ -ის შესახებ ინფორმაციას იძლევა შემდეგი ლემა.

ლემა 1. ვთქვათ, $q < 2p$. თუ $\pi_i(\Omega Y) = 0, i < q, i \neq p$, მაშინ $\Omega Y \rightarrow EY \rightarrow Y \times Y$, ფიბრაციის წინააღმდეგობის ელემენტს $do_{p,q}(EY) \in DO_{p,q}(Y \times Y, \pi_*(\Omega Y))$, $\pi_i(Y) = 0, i < n$, აქვს ისეთი წარმომადგენელი $(z_{Y \times Y}^{p+1}, m^{q+1})$, რომ (i) $z_{Y \times Y}^{p+1}$ ნულია $Y \subset Y \times Y$ დიაგონალის სიმპლექსებზე. (ii). $(q+1, 0)$ -კომპონენტი $m^{q+1,0}$ არის $Y \times Y$ სივრცის $(q+1)$ კოციკლი კოეფიციენტებით $\pi_q(\Omega Y)$, რომელიც $(q+1)$ -განზომილებიან სინგულარულ სიმპლექსზე, რომელსაც აქვს ფორმა $\Delta^{q+1} \xrightarrow{\sigma^{q+1} \times \tau^{q+1}} Y \times Y$ ისეთი რომ Δ^{q+1} სიმპლექსის საზღვარი გადაისახება დიაგონალში $Y \subset Y \times Y$, მნიშვნელობად აქვს ასახვა $S^p \rightarrow \Omega Y$ განხილული როგორც ასახვა $S^{p+1} \rightarrow Y$ რომელიც ზედა ნახევარსფეროზე არის σ^{q+1} და ქვედა ნახევარსფეროზე არის τ^{q+1} . (iii) $m^{0,q+1}$ არის O -განზომილებიანი სინგულარული კოჭაქვი, რომელიც $Y \times Y$ -ის ყოველ სიმპლექსზე არის ΩY -ის პოსტნიკოვის ინვარიანტი. (iv) კოციკლს m^{q+1} აქვს ფორმა $m^{q+1} = m^{0,q+1} + m^{q+1,0}$.

მე-7 შედეგის გამოყენების მაგალითად მივუთითებთ სტინროლის შემდეგი თეორემის [14] დამტკიცებას, რომელიც მიმდინარეობს $DO_{p,q}$ ფუნქტორის ტერმინებში, ლემის გამოყენებით.

წინადადება 3. ვთქვათ, $f, g: |K|^{q+1} \rightarrow Y$, $2p > q > 2$, ორი ასახვაა $(q+1)$ -განზომილებიან დალაგებულ სიმპლექსური კომპლექსისა Y -ში, $\pi_i(\Omega Y) = 0$, $i < q$, $i \neq p$, ისეთი რომ $f || |K|^q = g || |K|^q$. ვთქვათ, $d^{q+1}(f, g) \in Z^{q+1}(K, \pi_{q+1}(Y))$ არის განმასხვავებელი კოციკლი (ყოველი სიმპლექსისათვის σ^{q+1} განმარტებული როგორც კლასი ასახვისა $S^{q+1} \rightarrow Y$ ზედა ნახევარსფეროზე როგორც f და ქვედა ნახევარსფეროზე როგორც g). მაშინ f არის ჰომოტოპიური g -სი მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა კოჰომოლოგიის კლასი $\{d^{q+1}(f, g)\}$ ეკუთვნის ქვეგუფს $\text{Im}(Op(w^{q+1}): H^p(K, \pi_p(\Omega Y)) \rightarrow H^{q+1}(K, \pi_q(\Omega Y)))$, სადაც $w^{q+1} \in H^{q+1}(K(\pi_p(\Omega Y), p), \pi_q(\Omega Y))$ არის ΩY სივრცის პოსტნიკოვის ინვარიანტი.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ა.რამშვიდის სახ.მათემატიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *Н.Берикашвили*. ТР. Тб. мат. Института, **51**, 1976, 1-105.
2. *Н.Берикашвили*. Сообщения АН ГССР, **125**, 1987, 257-259.
3. *Н.Берикашвили*. Сообщения АН ГССР, **125**, 1987, 473-475.
4. *N.Berikashvili*. Universität Heidelberg Mathematisches Institut, Heft Nr. 72 (1993).
5. *N.Berikashvili*. Bull. Georgian Acad. Sci., **152**, 1995.
6. *В.Болтянский*. Мат. сб., **46**, 1958, 91-124.
7. *S.Eilenberg, S.MacLane* Ann. of Math., **60**, (1954), 513-557
8. *R.Hermann*. Bull. Amer. Math. Soc. **65** 1(1959), 5-8.
9. *R.Hermann* Illinois J. Math. **4** (1960), 9-27.
10. *E.G.Kundert*. Ann of Math., **54**, (1954), 215-246.
11. *S.Saneblidze*. Manuscripta Math., **76**, (1992), 111-136.
12. *S.Saneblidze*. Manuscripta math., **81**, (1993), 93-111.
13. *S.Saneblidze*. J.Pure and Appl. Algebra, **91**, (1994), 317-327.
14. *N.Steenrod*. Ann. of Math., **48**, (1947), 290-320.

ნ.სხირტლაძე

სპეციალურკოეფიციენტებიანი ტრიგონომეტრიული მწკრივები

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ.ჭიჭიაშვილმა 17.05.1995

განვიხილავთ ნამდვილი ცვლადის 2π პერიოდულ ინტეგრებად ფუნქციებს, უფრო ზუსტად ლუწსა და კენტ ფუნქციებს. შემდგომში ვიგულისხმებთ, რომ

$$\sigma[f] = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} a_k \cos kx \quad (1)$$

$$\bar{\sigma}[f] = \sum_{k=1}^{\infty} a_k \sin kx \quad (2)$$

$$\sigma[f] = \sum_{k=1}^{\infty} b_k \sin kx \quad (3)$$

$$\bar{\sigma}[f] = -\sum_{k=1}^{\infty} b_k \cos kx \quad (4)$$

ძირითადად განვიხილავთ ფუნქციებს $f \in L[(-\pi, \pi)]$, რომელთათვისაც $\bar{f} \in L[(-\pi, \pi)]$, ე.ი. (2)-(4) თანაფარდობებში სმირნოვის [1] სათანადო დებულების თანახმად $\bar{\sigma}[f] = \sigma[\bar{f}]$.

შემდგომში $S_n(x; f)$ სიმბოლოთი აღვნიშნავთ ფურიეს მწკრივის კერძო ჯამს. ხოლო $H_n(x; f)$ იქნება $\sigma[f]$ მწკრივის ძლიერი $(c, 1)$ საშუალო,

$$e.ი. \quad H_n(x; f) = \frac{1}{n+1} \sum_{k=1}^n |s_k(x; f) - f(x)|. \quad (5)$$

თუ გვაქვს მოცემული (3) ფურიეს მწკრივი, მისთვის განვიხილავთ ე.წ. ბელმანის [2] გარდაქმნას, კერძოდ იგულისხმება, რომ ყოველი ნატურალური n რიცხვისათვის

$$d_n(f) \equiv d_n = \sum_{k=n}^{\infty} \frac{b_k}{k} \equiv \sum_{k=n}^{\infty} \frac{b_k(f)}{k} \quad (6)$$

არსებობს. ჩვენ განვიხილავთ იმ შემთხვევებს, როდესაც \bar{f} ინტეგრებადია და მაშინ აზრი აქვს ლუს [3] მიერ განხილულ ფუნქციას

$$\varphi(x; f) \equiv \varphi(x) = \left(2 \operatorname{tg} \frac{x}{2} \right)^{-1} \int_0^{\frac{x}{2}} \bar{f}(t) dt; \quad x \in]0; \pi[$$

$$\varphi(0) = \varphi(\pi) = 0 \quad (7)$$

$\sigma[\varphi]$ დაკავშირებულია ბელმანის გარდაქმნასთან, ამ მიმართულებით საკმარისად დაწვრილებითი ინფორმაცი-ს მოცემულია ლ.ჭიჭიაშვილის მონოგრაფიაში ([4]. გვ. 122-123). ქვემოთ ვიგულისხმებთ, რომ

$$p_M = p_m(f) \equiv \sum_{n=1}^m d_n \equiv \sum_{n=1}^m d_n(f) \quad (8)$$

$$\sigma_q \equiv \sigma_q(f) \equiv \sum_{m=1}^q p_m (q+1)^{-1} \quad (9)$$

სტატიაში გადმოცემულია ჩვენ მიერ მიღებული დებულებები, დაკავშირებულნი: ა) $S_n(x;f)$ და $H_n(x;f)$ გამოსახულებების C და L ნორმით კრებადობის საკითხებთან; ბ) φ -ლუს ფუნქციის შემოსახვრულობის პრობლემასთან.

შემდგომში ჩანაწერი $c_k \downarrow 0$ აღნიშნავს შემდეგ ფაქტებს:

$$\Delta c_k = c_k - c_{k-1} \geq 0, k=1,2,3,\dots \text{ და } \lim_{k \rightarrow \infty} c_k = 0$$

თეორემა 1. ა) ვთქვათ, f ლუწი უწყვეტი ფუნქციაა და $a_k \downarrow 0$ მაშინ $\sigma[f]$ მწკრივის კრებადობა და ძლიერი შეჯამებადობა C სივრცის ნორმით ეკვივალენტურია. ბ) თუ f ფუნქცია კენტია და უწყვეტია, ხოლო $b_k \downarrow 0$, $\sigma[f]$ მწკრივის კრებადობა და ძლიერი შეჯამებადობა C სივრცის ნორმით ეკვივალენტურია.

თეორემა 2. ა) ვთქვათ, $(a_k)_{k \geq 0}$ ამონეგეილი მიმდევრობაა და $a_k \downarrow 0$. ვიგულისხმობთ, რომ ეს მიმდევრობა განსაზღვრავს ლუწი ინტეგრებად f ფუნქციას, ისე რომ $\sigma[f]$ არის (1) სახის, მაშინ $\sigma[f]$ მწკრივის კრებადობა და ძლიერი შეჯამებადობა L ნორმით ეკვივალენტურია, ბ) დავუშვათ, რომ $(b_k)_{k \geq 1}$ მონოტონურად კლებადი მიმდევრობაა და $\sum_{k=1}^{\infty} \Delta b_k \ln(k+1) < +\infty$, სადაც $\Delta b_k = b_k - b_{k+1}$. მაშინ არსებობს კენტი ინტეგრებადი f

ფუნქცია ფურიეს მწკრივით (3) და $\sigma[f]$ მწკრივის კრებადობა და ძლიერი შეჯამებადობა L სივრცის ნორმით ეკვივალენტურია.

რაც შეეხება φ ფუნქციის შემოსახვრულობის საკითხს, ამ მიმართულებით დადგენილია

თეორემა 3. დავუშვათ, რომ f ფუნქცია კენტი ინტეგრებადი ფუნქციაა და მისი ფურიეს მწკრივის სახეა (3). ვიგულისხმობთ, რომ $b_k \geq 0$ ($k=1,2,\dots$), ხოლო $(d_n)_{n \geq 1}$ და $(p_m)_{m \geq 1}$ მიმდევრობების ზოგადი წევრები განისაზღვრებიან შესაბამისად (8) და (9) თანაფარდობებით. თუ $A(f) = \sup_{m \geq 1} p_m(f) < +\infty$, მაშინ არსებობს $A_1(f) \in]0; \infty[$ ისეთი რომ

$$\sup_{x \in]0; \pi[} |\varphi(x)| \leq A_1(f)$$

თეორემა 4. ვთქვათ, f არის კენტი ინტეგრებადი ფუნქცია, რომლის ფურიეს მწკრივის სახეა (3). დავუშვათ, რომ $(d_n)_{n \geq 1}$; $(p_m)_{m \geq 1}$ და $(\sigma_q)_{q \geq 1}$ მიმდევრობები განისაზღვრებიან (6), (8) და (9) თანაფარდობებით. თუ $A_2(f) = \sup_{q \geq 1} \sigma_q < +\infty$, მაშინ

$$\text{არსებობს } A_3(f) \in]0; \infty[\text{ ისეთი რომ } \sup_{x \in]0; \pi[} |\varphi(x)| \leq A_3(f)$$

სადაც φ განსაზღვრულია (7) პირობით.

არსებითია ის ფაქტი, რომ დადგენილია კავშირი, ერთის მხრივ, თეორემა 3-ში მონაწილე $A(f)$ და $A_1(f)$ დადებით მუდმივებს შორის, ხოლო მეორეს მხრივ, $A_2(f)$ და $A_3(f)$ დადებით კონსტანტებს შორის, რომლებიც თეორემა 4-ში მონაწილეობენ.

შესწავლილია φ ფუნქციის შემოსაზღვრულობის საკითხი იმ შემთხვევაში, როცა b_k ($k=1,2,\dots$) რიცხვები მუდმივ ნიშანს არ ინარჩუნებენ.

ი.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. V. Smirnov. C.R., 188, 1929, 131-133.
2. R. Bellman. Bull. Math. Soc., 50, 1944, 741-744
3. Loo ching Tsün. Amer. J. Math., 71, 1949, 269-282.
4. Л.Б. Жижиашвили. Некоторые вопросы теории тригонометрических рядов Фурье и их сопряженных. Тбилиси, ТГУ, 1993.



ვ. რუხაძე

მეზოკომპაქტობის მსგავსი ზოგიერთი თვისება

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ბერეკაშვილმა 16.01.1995

ნაშრომში ჩვენს მიერ განხილული ყველა სივრცე სავსებით რეგულარულია, ხოლო ასახვები - უწყვეტი.

შემოტანილია სივრცეთა ორი კლასი, რომელთაგან პირველი - ძლიერ მეზოკომპაქტურ სივრცეთა კლასი - შედის, ხოლო მეორე - მეზოსრულ სივრცეთა კლასი მოიცავს მეზოკომპაქტურ სივრცეთა კლასს.

დადგენილია ჩვენს მიერ შემოტანილ სივრცეთა კლასების დამოკიდებულება სივრცეთა ცნობილ კლასებთან.

გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ე ბ ა 1 [1]. X სივრცის ქვესიმრავლეთა \mathcal{F} ოჯახს ეწოდება კომპაქტურად - სასრული, თუ X სივრცის ნებისმიერი კომპაქტური * ქვესიმრავლე თანაიკვეთება \mathcal{F} ოჯახის ელემენტთა არაუმეტეს სასრულ რაოდენობასთან.

გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ე ბ ა 2 [1]. X სივრცეს ეწოდება მეზოკომპაქტი, თუ მის ნებისმიერ ღია დაფარვაში ჩაიწერება კომპაქტურად - სასრული ღია დაფარვა.

გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ე ბ ა 3 [3]. X სივრცეს ეწოდება k - მეტასრული, თუ ნებისმიერი $x \in \beta X \setminus X$ წერტილისათვის, სადაც βX არის X სივრცის სტოუნ-ჩეხის კომპაქტიფიკაცია, მოიძებნება X სივრცის ისეთი წერტილოვნად - სასრული ღია $\mathcal{U}_x = \{U\}$ დაფარვა, რომ $x \notin [U]_{\beta X}$, ყოველი $S \in \mathcal{U}_x$ სიმრავლისთვის ოჯახიდან.

გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ე ბ ა 4. X სივრცეს ეწოდება მეზოსრული, თუ ნებისმიერი $x \in \beta X \setminus X$ წერტილისათვის მოიძებნება X სივრცის ისეთი კომპაქტურად - სასრული ღია $\mathcal{U}_x = \{U\}$ დაფარვა, რომ $x \notin [U]_{\beta X}$, ყოველი $S \in \mathcal{U}_x$ სიმრავლისათვის \mathcal{U}_x ოჯახიდან.

განსაზღვრებიდან უშუალოდ გამომდინარეობს: ყოველი მეზოკომპაქტური სივრცე მეზოსრულია; მეზოსრულ სივრცეთა კლასი მოიცავს დიდონეს აზრით სრულ სივრცეთა კლასს და შედის k - მეტასრულ სივრცეთა კლასში.

დამტკიცებულია შემდეგი წინადადებები:

1) $\prod_{x \in S} X_x$, ნამრავლი მეზოსრულია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა მეზოსრულია ყოველი X_x სივრცე.

2) თუ X მეზოსრული სივრცეა, $X' \subset X$ და ნებისმიერი $x \in X \setminus X'$ წერტილისათვის არსებობს X სივრცის ღია ქვესიმრავლეთა ისეთი $\{W_i\}_{i=1}^{\infty}$ ოჯახი, რომ $x \in \bigcap_{i=1}^{\infty} W_i \subseteq X \setminus X'$, მაშინ X' სივრცე მეზოსრულია.

ამ უკანასკნელი წინადადებიდან უშუალოდ გამომდინარეობს:

შ ე დ ე გ ი. მეზოსრული სივრცეები შემკვიდრეობითა F_{σ} -სიმრავლეების მიმართ.

ენობილია, რომ მეტაკომპაქტური ფსევდოკომპაქტი კომპაქტია [4]. შემდეგი თეორემა წარმოადგენს ამ შედეგის განზოგადებას.

თეორემა 1. ყოველი k -მეტასრული ფსევდოკომპაქტური სივრცე კომპაქტია.

შედეგი 2. ყოველი მეზოსრული ფსევდოკომპაქტური სივრცე კომპაქტია.

ტოპოლოგიური X სივრცისათვის $C(X)$ აღნიშნავს X სივრცის კომპაქტურ ქვესივრცეებად სივრცეს ვიეტორისის ტოპოლოგიით.

თეორემა 2. X სივრცე მეზოსრულია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა მეზოსრულია $C(X)$ სივრცე.

განსახილვეთ 5. ვთქვათ $x \in X$ და \mathcal{U} არის X სივრცის ქვესივრცეებად ოჯახი. ვიტყვი, რომ \mathcal{U} ლოკალურად სასრულია x წერტილში, თუ არსებობს x წერტილის ისეთი O_x მიდამო, რომელიც თანაიკვეთება \mathcal{U} ოჯახის ელემენტთა არაუმეტეს სასრულ რაოდენობასთან.

$L(\mathcal{U})$ არის \mathcal{U} ოჯახის ლოკალურად სასრულობის წერტილთა სიმრავლე.

[5]-ში შესწავლილია X სივრცეთა ისეთი კლასი, რომ X სივრცის ნებისმიერ ღია დაფარვაში ჩაიწერება ისეთი წერტილოვნად-სასრული ღია დაფარვა, რომლის ლოკალურად სასრულობის წერტილთა სიმრავლეც ყველგან მკვრივია X სივრცეში.

შემოტანილია შემდეგი

განსახილვეთ 6. X სივრცეს ეწოდება ძლიერ მეზოკომპაქტური, თუ X სივრცის ნებისმიერ ღია დაფარვაში ჩაიწერება ისეთი კომპაქტურად-სასრული ღია დაფარვა, რომლის ლოკალურად სასრულობის წერტილთა სიმრავლეც ყველგან მკვრივია X სივრცეში.

$A(X)$ არის X სივრცის ყველა იზოლირებულ წერტილთა სიმრავლე. [5; §4, ლემა 2]-დან მიიღება

შედეგი 3. თუ X ძლიერ მეზოკომპაქტური სივრცეა და $[I(X)] = X$, მაშინ X ძლიერ მეზოკომპაქტურია.

განსახილვეთ 7. X სივრცის A ქვესივრცეს ეწოდება მეზოკომპაქტურად განლაგებული X სივრცეში, თუ A ქვესივრცის ნებისმიერი ღია $\{U_s\}_{s \in S}$ დაფარვისათვის არსებობს X სივრცის ღია ქვესიმრავლეთა ისეთი კომპაქტურად-სასრული $\{W_\tau\}_{\tau \in T}$ ოჯახი, რომ $A \subset \bigcup_{\tau \in T} W_\tau$ და ყოველი $\tau \in T$ ინდექსისათვის

მოიძებნება ისეთი $s \in S$ ინდექსი, რომ $W_\tau \cap A \subset U_s$.

წინადადება 3. თუ X სივრცის F ქვესიმრავლე მეზოკომპაქტურადაა განლაგებული X სივრცეში, $X \setminus F \subset I(X)$ და $[I(X)] = X$ მაშინ X ძლიერ მეზოკომპაქტურია.

წინადადება 4. თუ F არის X სივრცის მეზოკომპაქტური ქვესივრცე და არსებობს X სივრცის რეტრაქტია F ქვესივრცეზე, მაშინ F მეზოკომპაქტურადაა განლაგებული X სივრცეში.

შედეგი 4. თუ X სივრცის F ქვესივრცე მეზოკომპაქტურია, $X \setminus F \subset I(X)$, $[I(X)] = X$ და არსებობს რეტრაქტია X სივრცისა F ქვესივრცეზე, მაშინ X ძლიერ მეზოკომპაქტურია.

ტოპოლოგიური X სივრცისათვის, ვთქვათ, $A(X) = X \times D$, სადაც $D = \{0; 1\}$ ორწერტილოვანი სიმრავლეა. p არის $A(X)$ სივრცის პროექტია X სივრცეზე. ტოპოლოგიური $A(X)$ სივრცის ბაზა შედგება $X \times \{1\}$ სივრცის ერთწერტილოვანი სიმრავლეებისა და $p^{-1} G \cap M$ სახის სიმრავლეებისაგან, სადაც G ღიაა X სივრცეში,

ხოლო M არის $X \times \{I\}$ სივრცის სასრული ქვესიმრავლე.

წინადადება 5. თუ X მეზოკომპაქტია, მაშინ $A(X)$ ძლიერ მეზოკომპაქტია.

განსახილვეთ 8. ვიტყვით, რომ ტოპოლოგიურ X სივრცეს აქვს (mk) -თვისება, თუ X სივრცის ჩაკეტილ ქვესიმრავლეთა ნებისმიერი დისკრეტული $\mathcal{F} = \{F_s\}_{s \in S}$ ოჯახისათვის არსებობს X სივრცის ღია ქვესიმრავლეთა ისეთი კომპაქტურად-სასრული $\mathcal{U} = \{U_s\}_{s \in S}$ ოჯახი, რომ ყოველი $s \in S$ ინდექსისათვის $F_s \subset U_s$ და $[L(\mathcal{U})] = X$.

წინადადება 6. ყოველ ძლიერ მეზოკომპაქტურ სივრცეს აქვს (mk) -თვისება.

თეორემა 3. ნორმალური სივრცე ძლიერ მეზოკომპაქტია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა იგი მეტაკომპაქტია და აქვს mk -თვისება.

წინადადება 7. ვთქვათ $f: X \rightarrow Y$ ღია სრულყოფილი ასახვა. ნორმალური X სივრცე ძლიერ მეზოკომპაქტია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა ძლიერ მეზოკომპაქტია Y სივრცე.

ამ უკანასკნელი წინადადებიდან მიიღება

შედეგი 5. კომპაქტისა და ნორმალური ძლიერ მეზოკომპაქტის ნამრავლი ძლიერ მეზოკომპაქტია.

დამტკიცებულია [5], რომ მაიკლის წრფისა და ბუნებრივი ტოპოლოგიით აღებული ირაციონალურ რიცხვთა J სივრცის $M \times J$ ნამრავლის ნებისმიერ ღია დაფარვაში ჩაიწერება ისეთი წერტილოვნად-სასრული ღია დაფარვა, რომლის ლოკალურად სასრულობის წერტილთა სიმრავლეც ყველგან მკვრივია ამ ნამრავლში. მარტივი საჩვენებელია, რომ $M \times J$ სივრცე არ არის ძლიერ მეზოკომპაქტი. მართლაც, დაეუვათ, რომ $M \times J$ ძლიერ მეზოკომპაქტია. რადგან $M \times J$ აკმაყოფილებს თვლადობის პირველ აქსიომას, (თეორემა 1.12 და 1.14 (b) [1]-ის ძალით მიიღება, რომ $M \times J$ პარაკომპაქტია. მივიღეთ წინააღმდეგობა.

ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
 უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *V.J. Mancuso*. Pacific J. Math., 33, 1970, 345-355.
2. *Б.А. Пасышков*. Отображения и функторы. М., 1984., 72-102.
3. *Н.В. Величко*. Сиб. мат. ж., 13, 3, 1972, 541-557.
4. *W. Stephen Watson*. Proc. Amer. Math. Soc., 81, 1, 1981, 151-152.
5. *И.К. Абраменко*. Сборник МГПИ, М., 1986, 3-9.
6. *Р. Энгелькинг*. Общая топология, М., 1986.
7. *J.R. Boone*. Pacific J. Math., 44, 1973, 69-74.
8. *К. Морита*. math. Japonical, 1, 1948, 60-68.
9. *G.T. Whyburn*. Trans. Amer. Math. Soc., 74, 1953, 349-350.
10. *В.М. Ульянов*. Семинар по общей топологии. М., 1981, 156-161.
11. *Marlon. C. Rayburn*. Proc. Amer. Math. Soc., 106, 1, 1989, 223-229.

მ.აშორდია

განზოგადებულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა
 სისტემისათვის მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანის
 ამოხსნადობის შესახებ

წარმოდგინა აკადემიკოსმა ი.კილურაძემ 15.02.1996

ვთქვათ, $t_1, \dots, t_n \in [a, b]$; $A = (a_{ik})_{i,k=1}^n: [a, b] \rightarrow R^{n \times n}$ არის სასრული ვარიაციის კომპონენტებიანი მატრიცული ფუნქცია; $a_{ik}(t) \equiv a_{1ik}(t) - a_{2ik}(t)$, სადაც a_{jik} არის $[a, t_i[$ და $]t_i, b]$ ინტერვალებზე არაკლებადი ფუნქცია, როცა $j \in \{1, 2\}$ და $i, k \in \{1, \dots, n\}$; $A_j(t) \equiv (a_{jik}(t))_{i,k=1}^n (j=1, 2)$; $f = (f_i)_{i=1}^n: [a, b] \times R^n \rightarrow R^n$ არის მატრიცული A ფუნქციის შესაბამისი კარათეოდორის კლასის ვექტორული ფუნქცია, ხოლო $\varphi: BV_s([a, b], R^n) \rightarrow R (i=1, \dots, n)$ კი არიან საზოგადოდ არაწრფივი ფუნქციონალები.

განზოგადებულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა

$$dx(t) = dA(t).f(t, x(t)) \tag{1}$$

სისტემისათვის განვიხილოთ შემდეგი მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანა

$$x_i(t_i) = \varphi_i(x) \quad (i = 1, \dots, n). \tag{2}$$

შრომაში მოყვანილია (1), (2) ამოცანის ამოხსნადობისა და ცალსახად ამოხსნადობის საკმარისი პირობები. ანალოგიური შედეგები ჩვეულებრივ დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემისათვის მრავალწერტილოვანი სასაზღვრო ამოცანებისათვის მოყვანილია [1, 2]-ში.

შრომაში გამოყენებულია შემდეგი აღნიშვნები და განსაზღვრებები;

$R =]-\infty, +\infty[$, $R_+ = [0, +\infty[$; $[a, b](a, b \in R)$ - ჩაკეტილი სეგმენტი. $R^{n \times m} - n \times m$ - განზომილებიან ნამდვილ $X = (x_{ij})_{i,j=1}^{n,m}$ მატრიცთა სივრცე ნორმით

$$\|X\| = \max_{j=1, \dots, m} \sum_{i=1}^n |x_{ij}|; R_+^{n \times m} = \{x_{ij}\}_{i,j=1}^{n,m}: x_{ij} \geq 0 (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m)\}. R^n = R^{n \times 1} - n-$$

განზომილებიან ნამდვილ $x = (x_i)_{i=1}^n$ ვექტორთა სივრცე; $R_+^n = R_+^{n \times 1}$

$X(t-)$ და $X(t+)$ - მატრიცული $X: [a, b] \rightarrow R^{n \times m}$ ფუნქციის მარცხენა და მარჯვენა ზღვრები $t \in [a, b]$ წერტილში ($X(a-) = X(a)$, $X(b+) = X(b)$). $d_1 X(t) = X(t) - X(t-)$, $d_2 X(t) = X(t+) - X(t)$; $\|X\|_s = \sup\{\|X(t)\|: t \in [a, b]\}$

$BV_s([a, b], R^{n \times m})$ - სასრული ვარიაციის მატრიცულ ფუნქციათა სივრცე $\|\bullet\|_s$ ნორმით. $BV_s([a, b], R_+^n) = \{x \in BV_s([a, b], R^n): x(t) \in R_+^n, \text{ როცა } t \in [a, b]\}$.

თუ $D \subset R$ ინტერვალია, მაშინ $C(D, R^n)$ არის უწყვეტ ვექტორულ $x: D \rightarrow R^n$ ფუნქციათა სიმრავლე; $C(D, R_+^n) = \{x \in C(D, R^n): x(t) \in R_+^n, \text{ როცა } t \in [a, b]\}$.

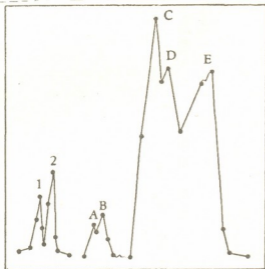
თუ $g: [a, b] \rightarrow R$ არაკლებადი ფუნქციაა, $x: [a, b] \rightarrow R$ და $a \leq s \leq t \leq b$, მაშინ

$$\int_s^t x(\tau) dg(\tau) = \int_s^t x(\tau) dg(\tau) + x(t)d_1 g(t) + x(s)d_2 g(s),$$



იზრდება ლექტინის სპეციფიკური აქტივობა, მაგალითად, ტრის-აკრილ-გალაქტოზის იმობილიზებულ გალაქტოზას სვეტზე გასუფთავებულ გალაქტოზოსპეციფიკური (CS - Gal) ლექტინის სპეციფიკური აქტივობა დაახლოებით 3000-ჯერ გაიზარდა (ცხრ. 1). სპეციფიკური აქტივობას ვანგარიშობლით ნოვაკის მიხედვით - ტიტრი⁻¹ X მგ/მლ⁻¹ [7]. აღსანიშნავია, რომ 2 და 3 ფრაქციის (სურ.2) სპეციფიკური აქტივობა პრაქტიკულად იდენტურია.

მიღებული ლექტინების მოლეკულური მასების დასადგენად გამოვიყენეთ გელ-ქრომატოგრაფიის მეთოდი. სორბენტებიდან შევარჩიეთ აკრილექსი (P-200), რომელიც დექსტრანისაგან განსხვავებით არ ავლენს მგრძნობელობას ლექტინის

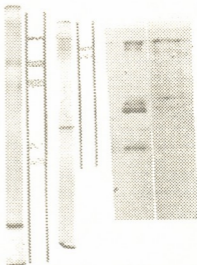


სურ.3. *Coriandrum sativum*-დან გამოყოფილი ცილოვანი ფრაქციის გელ-

ქრომატოგრაფია აკრილექს P-200-ის (32 X 1,6 სმ) (I) და Toypearl HW-55 (63 x 2.5 სმ) (II) სვეტზე.

I - 1 ლექტინური აქტივობის მქონე ფრაქცია, 1-2 - ლექტინური აქტივობის არამქონე ფრაქცია.

II-A-ლექტინური აქტივობის არმქონე ფრაქცია, II-B - გლუკოზო-სპეციფიკური ლექტინი, II-C დთ II-A- გლუკოზო და გალაქტოზოსპეციფიკური ლექტინების ნარევი.



სურ.4. *Coriandrum sativum*-დან გამოყოფილი ლექტინის შემცველი ცილოვანი ფრაქციების ელექტროფორეზი.

I - აკრილექს P-200-ზე გამოყოფილი ლექტინური აქტივობის მქონე ცილოვანი ფრაქციის ელექტროფორეგრაფია (7,5% პოლიაკრილამიდის გელი);

II-ტრის-აკრილ-გალაქტოზის სვეტზე გასუფთავებული CS-Gal- ლექტინის ელექტროფორეგრაფია (7,5% პოლიაკრილამიდის გელი);

III - ტრის-აკრილ-გალაქტოზის სვეტზე გასუფთავებული CS-Gal-ლექტინის ელექტროფორეგრაფია (პოლიაკრილამიდის გელის გრადიენტი - 10-25%);

III-1 - სტანდარტული ცილების ნარევი (თირეოგლობულინი - MM 390kDa, ფერიტინი - MM 220 kDa, ხარის შრატის ალბუმინი - MM 67kDa, კატალაზა - MM 60kDa, ლაქტატდეჰიდროგენაზა - MM 36kDa),

III-2 - CS-Gal-ლექტინი.

სადაც $\int_{]s,t[} x(\tau) dg(\tau)$ არის ლებეგ-სტილტიესის ინტეგრალი ღია $]s,t[$ ინტერვალზე,

აღებული g -ს შესაბამისი μ_g ზომით (თუ $s = t$, მაშინ $\int x(\tau) dg(\tau) = 0$).

მატრიცულ ფუნქციას ეწოდება არაკლებადი, თუ მისი ყოველი კომპონენტი არის არაკლებადი.

თუ $G = (g_{ij})_{i,j=1}^{l,n} : [a,b] \rightarrow R^{l \times n}$ არის არაკლებადი მატრიცული ფუნქცია და $D \subset R^{n \times m}$, მაშინ $L([a,b], D; G)$ არის სიმრავლე ყველა იმ მატრიცული $X = (x_{jk})_{j,k=1}^{n,m} : [a,b] \rightarrow D$ ფუნქციებისა, რომელთათვისაც

$$\int_a^t |x_{jk}(t)| dg_{ij}(t) < +\infty \quad (i = 1, \dots, l; j = 1, \dots, n; k = 1, \dots, m);$$

$$\int_s^t dG(\tau) \cdot X(\tau) = \left(\sum_{j=1}^n \int_s^t x_{jk}(\tau) dg_{ij}(\tau) \right)_{i,k=1}^{l,m}, \text{ როცა } a \leq s \leq t \leq b.$$

თუ $D_1 \subset R^n$ და $D_2 \subset R^{n \times m}$, მაშინ $K([a,b] \times D_1, D_2; G)$ არის კარათეოდორის კლასი, ე.ი. სიმრავლე ისეთი $F = (f_{jk})_{j,k=1}^{n,m} : [a,b] \times D_1 \rightarrow D_2$ ასახვებისა, რომ ყოველი $i \in \{1, \dots, l\}$, $j \in \{1, \dots, n\}$ და $k \in \{1, \dots, m\}$ -თვის: ა) $f_{jk}(\bullet, x) : [a,b] \rightarrow D_2$ ფუნქცია არის $\mu_{g_{ij}}$ -ზომადი ყოველი $x \in D_1$ -თვის; ბ) $f_{jk}(\bullet, \bullet) : D_1 \rightarrow D_2$ არის უწყვეტი $\mu_{g_{ij}}$ -თითქმის ყველა $t \in [a,b]$ -თვის და $\sup\{|f_{jk}(\bullet, x)| : x \in D_0\} \in L([a,b], R; ; g_{ij})$ ყოველი $D_0 \subset D_1$ კომპაქტისათვის.

თუ $G_j : [a,b] \rightarrow R^{l \times n}$ ($j = 1, 2$) არაკლებადი მატრიცული ფუნქციებია, $G = G_1 - G_2$ და $X : [a,b] \rightarrow R^{n \times m}$, მაშინ

$$\int_s^t dG(\tau) \cdot X(\tau) = \int_s^t dG_1(\tau) \cdot X(\tau) - \int_s^t dG_2(\tau) \cdot X(\tau), \text{ როცა } a \leq s \leq t \leq b;$$

$$K([a,b] \times D_1, D_2; G) = \bigcap_{j=1}^2 K([a,b] \times D_1, D_2; G_j).$$

თუ B_1 და B_2 ნორმირებული სივრცეებია, მაშინ $\Phi : B_1 \rightarrow B_2$ ოპერატორს ეწოდება დადებითად ერთგვაროვანი, თუ $\varphi(\lambda x) = \lambda \varphi(x)$ ყოველი $\lambda \in R_+$ და $x \in B_1$ -თვის. $\Phi : BV_s([a,b], R^n) \rightarrow R$ ოპერატორს ეწოდება არაკლებადი, თუ $x, y \in BV_s([a,b], R^n)$ -თვის, რომელთათვისაც $x(t) \leq y(t)$, როცა $t \in [a,b]$, შესრულდება უტოლობა $\varphi(x)(t) \leq \varphi(y)(t)$, როცა $t \in [a,b]$.

ვექტორულ $x \in BV_s([a,b], R^n)$ ფუნქციას ეწოდება (1) სისტემის ამონახსნი თუ

$$x(t) = x(s) + \int_s^t dA(\tau) \cdot f(\tau, x(\tau)), \text{ როცა } a \leq s \leq t \leq b.$$

განზოგადებულ ჩვეულებრივ დიფერენციალურ უტოლობათა $dx(t) - dA(t) \cdot f(t, x(t)) \leq 0 (\geq 0)$ სისტემის ამონახსნის ქვეშ გაიგება ისეთი ვექტორული ფუნქცია $x \in BV_s([a, b], R^n)$, რომ

$$x(t) - x(s) - \int_s^t dA(\tau) \cdot f(\tau, x(\tau)) \leq 0 (\geq 0), \text{ როცა } a \leq s \leq b.$$

გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ე ბ ა. ვიტყვი, რომ მატრიცული $(c_{ij})_{i,j=1}^n \in BV_s([a, b], R^{n \times n})$ ფუნქციისა და დადებითად ერთგვაროვანი $(\varphi_{0i})_{i=1}^n: BV_s([a, b], R_+^n) \rightarrow R_+^n$ ოპერატორისაგან შემდგარი $((c_{ij})_{i,j=1}^n; (\varphi_{0i})_{i=1}^n)$ წყვილი მიეკუთვნება $U(t_1, \dots, t_n)$ სიმრავლეს თუ $c_{ii}(i \neq 1; i, l = 1, \dots, n)$ ფუნქციები არიან არაკლებადი $[a, b]$ -ზე და უწყვეტნი t_i წერტილში, $d_j c_{ii}(t) \geq 0$ თუ $t \in [a, b]$ ($j = 1, 2; i = 1, \dots, n$) და შემდეგ ამოცანას

$$[dx_i(t) - \text{sign}(t-t_i) \sum_{l=1}^n x_l(t) dc_{il}(t)] \text{sign}(t-t_i) \leq 0 \quad (i = 1, \dots, n),$$

$$(-1)^j d_j x_i(t_i) \leq x_i(t_i) d_j c_{ii}(t_i) \quad (j = 1, 2; i = 1, \dots, n);$$

$$x_i(t_i) \leq \varphi_{0i}(|x_1|, \dots, |x_n|) \quad (i = 1, \dots, n)$$

არ გააჩნია არანულოვანი არაუარყოფითი ამონახსნი.

თ ე ო რ ე მ ა 1. ვთქვათ, პირობები

$$(-1)^{\sigma+1} f_k(t, x_1, \dots, x_n) \text{sign}[(t-t_i)x_i] \leq \sum_{l=1}^n p_{\sigma ikl}(t)|x_l| + q_k(t, \|x\|)$$

$\mu_{\sigma ik}$ - თითქმის ყველა $t \in [a, b] \setminus \{t_i\}$ -თვის ($i, k = 1, \dots, n$) და

$$[(-1)^{\sigma+1} f_k(t_i, x_1, \dots, x_n) \text{sign} x_i - \sum_{l=1}^n \alpha_{\sigma ikl} |x_l| -$$

$$-q_k(t_i, \|x\|)] d_j \mu_{\sigma ik}(t_i) \leq 0 \quad (j = 1, 2; i, k = 1, \dots, n)$$

შესრულებულია R^n -ზე ყოველი $\sigma \in \{1, 2\}$ -თვის და, ვთქვათ,

$$|\varphi_i(x_1, \dots, x_n)| \leq \varphi_{0i}(|x_1|, \dots, |x_n|) + \gamma \left(\sum_{l=1}^n \|x_l\| \right) \quad (i = 1, \dots, n)$$

უტოლობები შესრულებულია $BV_s([a, b], R^n)$ -ზე, სადაც $\alpha_{\sigma ikl} \in R$ ($j, \sigma = 1, 2; i, k, l = 1, \dots, n$), $(p_{\sigma ikl})_{k,l=1}^n \in L([a, b], R^{n \times n}; A_\sigma)$ ($\sigma = 1, 2; i = 1, \dots, n$), $q = (q_k)_{k=1}^n \in K([a, b] \times R_+, R_+^n; A_\sigma)$ ($\sigma = 1, 2$) არიან მეორე არგუმენტის მიმართ არაკლებადი ვექტორული ფუნქციები, $\gamma \in C(R_+, R_+)$ და

$$\lim_{\rho \rightarrow +\infty} \frac{1}{\rho} \int_a^b d(A_1(t) + A_2(t)) \cdot q(t, \rho) = 0, \quad \lim_{\rho \rightarrow +\infty} \frac{\gamma(\rho)}{\rho} = 0.$$

ვთქვათ, გარდა ამისა, მოიძებნება ისეთი მატრიცული $(c_{ij})_{i,j=1}^n \in BV_s([a, b], R^{n \times n})$ ფუნქცია, რომ

$$((c_{ij})_{i,j=1}^n; (\varphi_{0i})_{i=1}^n) \in U(t_1, \dots, t_n) \quad (3)$$

$$\sum_{\sigma=1}^2 \sum_{k=1}^n \int_s^{t_i} p_{\sigma ikl}(\tau) da_{\sigma ik}(\tau) \leq c_{il}(t) - c_{il}(s)$$

$$\text{თუ } a \leq s < t < t_i \text{ ან } t_i < s < t \leq b \quad (i, l = 1, \dots, n) \quad (4)$$

და

$$\sum_{\sigma=1}^2 \sum_{k=1}^n \alpha_{\sigma ikjl} d_j a_{\sigma ik}(t_i) \leq d_j c_{il}(t_i) \quad (j = 1, 2; i, l = 1, \dots, n) \quad (5)$$

მაშინ (1), (2) ამოცანა ამოხსნადია.

თეორემა 2. ვთქვათ, პირობები

$$(-1)^{\sigma+l} [f_k(t, x_1, \dots, x_n) - f_k(t, y_1, \dots, y_n)] \text{sign}[(t-t_i)(x_i-y_i)] \leq \sum_{l=1}^n p_{\sigma ikl}(t) |x_i-y_i|$$

 $\mu_{a_{\sigma ik}}$ -თითქმის ყველა $t \in [a, b] \setminus \{t_i\}$ -თვის ($i, k = 1, \dots, n$)

და

$$\{(-1)^{\sigma+j+l} [f_k(t_i, x_1, \dots, x_n) - f_k(t_i, y_1, \dots, y_n)] \text{sign}(x_i-y_i) - \sum_{l=1}^n \alpha_{\sigma ikjl} |x_i-y_i| \} d_j a_{\sigma ik}(t_i) \leq 0$$

$$(j = 1, 2; i, k = 1, \dots, n)$$

შესრულებულია R^n -ზე ყოველი $\sigma \in \{1, 2\}$ -თვის და, ვთქვათ,

$$|\varphi(x_1, \dots, x_n) - \varphi(y_1, \dots, y_n)| \leq \varphi_{\sigma i}(|x_i - y_i|, \dots, |x_n - y_n|) \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

უტორობები შესრულებულია $BV_s([a, b], R^n)$, სადაც $\alpha_{\sigma ikjl} \in R$ ($j, \sigma = 1, 2; \dots, i, k, l = 1, \dots, n$), $(p_{\sigma ikl})_{k,j=1}^n \in L([a, b], R^{n \times n}; A_{\sigma})$ ($\sigma = 1, 2; i = 1, \dots, n$). ვთქვათ, გარდა ამისა, მოიძებნებაისეთი მატრიცული $(c_{il})_{i,j=1}^n \in BV_s([a, b], R^{n \times n})$ ფუნქცია, რომ (3)-(5) პირობები

სრულდება. მაშინ (1), (2) ამოცანას გააჩნია ერთი და მხოლოდ ერთი ამონახსნი.

საქართველოს თავდაცვის სამინისტრო

ლიტერატურა

1. *И.Т.Кигурадзе, Б.Пужа*. Диф. уравн., 12, 12, 1976, 2139-2148.
2. *И.Т.Кигурадзе*. Итоги науки и техники. Акад. наук, М., 30, 1987, 3-103.
3. *T.H.Hildebrandt*. Illinois J.Math 3, 1959, 352-373.
4. *S.Schwabik, M.Tyrdy, O.Vejvoda*. Differential and Integral Equations: Boundary value problems and adjoints. Academia, Praha, 1979.
5. *J.Groh*. Illinois J.Math. 24, 2, 1980, 244-263.
6. *მ.აშორდია*. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 115, 4, 1984, 17-20.

ლ.ფანჯიძე

ს.სტეჩკინის ერთი შედეგის მრავალჯერადი ანალოგის შესახებ

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ.ჭიჭინაშვილმა 12.02.1996

1953 წელს სტეჩკინმა [1] დაამტკიცა შემდეგი შედეგის სამართლიანობა:

ვთქვათ, $\eta: [0,1] \rightarrow (0; +\infty)$ ფუნქცია არაკლებადია, $\tau^{-1}\eta(\tau) \leq c\delta^{-1}\eta(\delta)$, როდესაც

$0 < \delta < \eta \leq 1$ და რომელიმე $\alpha \in [0,1]$ რიცხვისთვის მწკრივი $\sum_{n=1}^{\infty} n^{-\alpha} \eta(n^{-1})$ განშლადია.

მაშინ არსებობს დადებით რიცხვთა ისეთი კლებადი (B_n) მიმდევრობა, რომ

$B_n \downarrow 0$, $\sum_{n=1}^{\infty} n^{-\alpha} B_n = \infty$ და

$$\sum_{n=1}^N B_n \leq N\eta(N^{-1}), (N=1,2,\dots).$$

უფრო მეტიც, დამტკიცებიდან [1] გამომდინარეობს, რომ $B_n \leq \eta(n^{-1})$ ყოველი n -თვის, $n \geq 1$.

ს.სტეჩკინის ეს შედეგი გამოიყენება ფუნქციითა თეორიის სხვადასხვა საკითხების შესწავლისას [2], [3].

ჩვენ მოგვყავს ამ შედეგის ჯერადი ანალოგი იმ შემთხვევაში, როდესაც $\alpha=1$.

თეორემა. ვთქვათ, ფუნქცია $U: [0,1]^n \rightarrow [0;+\infty)$ არაკლებადია ყოველი ცვლადის მიმართ,

$$(t'_k)^{-1} U(t_1, \dots, t'_k, \dots, t_n) \geq C(t''_k)^{-1} U(t_1, t_2, \dots, t_n)$$

ყოველი $0 < t'_k < t''_k \leq 1$, $0 \leq t_i \leq 1$, $(k=1, n \ i=1, n, i \neq k)$ რიცხვებისათვის და

$$\sum_{m_1=1}^{\infty} \sum_{m_2=1}^{\infty} \dots \sum_{m_n=1}^{\infty} (m_1 m_2 \dots m_n)^{-1} U(m_1^{-1}, m_2^{-1}, \dots, m_n^{-1}) = \infty.$$

მაშინ არსებობს დადებით რიცხვთა ისეთი მიმდევრობა $(B_{m_1, m_2, \dots, m_n})$, რომ იგი არაზრდადია ყოველი ინდექსის მიმართ,

$$\sum_{m_1=1}^{\infty} \sum_{m_2=1}^{\infty} \dots \sum_{m_n=1}^{\infty} (m_1 m_2 \dots m_n)^{-1} U(m_1^{-1}, m_2^{-1}, \dots, m_n^{-1}) = \infty,$$

$$\sum_{m_1=1}^{N_1} \sum_{m_2=1}^{N_2} \dots \sum_{m_n=1}^{N_n} B_{m_1, m_2, \dots, m_n} \leq CN_1 N_2 \dots N_n U(N_1^{-1}, N_2^{-1}, \dots, N_n^{-1})$$

ყოველი $N_k=1, 2, \dots (k=1, n)$ რიცხვებისათვის და

$$B_{m_1, m_2, \dots, m_n} \leq U(m_1^{-1}, m_2^{-1}, \dots, m_n^{-1})$$

როდესაც $m_k=1, 2, \dots (k=1, n)$.

უნდა აღინიშნოს, რომ ეს შედეგი გამოიყენება მრავალი ცვლადის ფუნქციათა თეორიაში სხვადასხვა საკითხების შესწავლისას.

ი.ჭავჭავიძეილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *С.Б.Стечкин*. Изв. АН СССР, сер. "математика", **17**, 1953, 87-98.
2. *Н.К.Бари*. Тригонометрические ряды. М., 1961.
3. *П.А.Ульянов*. Изв. АН СССР, сер. "математика", **32;3**, 1968, 649-686.



მიმართ და სორბენტი Toypearl HW-55 (სურ. 3, I-II). სამწუხაროდ, არც ერთ შემთხვევაში სრული დაყოფა ვერ მოხერხდა, თუმცა გაირკვა, რომ B-პიკის ცილები გლუკოზოსპეციფიკურია, ხოლო C- და A- პიკები - გლუკოზო- და გალაქტოზოსპეციფიკური ლექტინების ნარევის წარმოადგენენ.

ცილების შემდგომ სერიაში მოვახდინეთ ქრომატოგრაფიულად გამოყოფილი ცილოვანი ფრაქციების ელექტროფორეზი პოლიაკრილამიდის გელის გრადიენტში (10%-25%) იონოგენური დეტერგენტის Na-დოდეცილსულფატის თანაობისას [3] და მის გარეშე, 7,5% პოლიაკრილამიდის გელში (ნატიური ცილებისათვის). როგორც სურათ 4-დან ჩანს, ტრის-აკრილ-გალაქტოზას სვეტზე გასუფთავებული CS-Gal-ლექტინი (სურ. 4-III) პოლიაკრილამიდის გელში დაიყო ორ ფრაქციად შესაბამისი მოლეკულური მასებით 75 და 67 kD, აღსანიშნავია, რომ 7,5% პოლიაკრილამიდის გელშიც აღნიშნული ლექტინი აგრეთვე ორ ფრაქციად დაიყო (სურ. 4- II). აკრილექს P-200-ზე მიღებული ჭამური ფრაქციის ელექტროფორეგრამაზე (7,5% პოლიაკრილამიდის გელზე) (სურ. 4 - I) გამოვლინდა ცილის 5 ფრაქცია.

ამრიგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ *Coriandrum sativum*-ში გამოვლენილია ორი გლუკოზოსპეციფიკური (CS-Glu I და CS-Glu II) და ერთი გალაქტოზოსპეციფიკური (CS-Gal) ლექტინი, რომელთა მოლეკულური მასები 50-80 kD ფარგლებში მერყეობს. ყველა გამოვლენილი ლექტინი გლიკოპროტეინული ბუნებისაა.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *H.Хамму, Е.Давиташвили, Н.Алексидзе.* Сообщ. АН Грузии, **142**, 3, 1991, 617-620.
2. *J.Ochoa, T.Kristiansen.* FEBS Lett., **90**, 1, 1978, 145-148.
3. *U.Laemmly.* Nature, 227, 1970, 680-685.
4. *O.Lowry et al.* J.Biol. Chem., 193, 1951, 265.
5. *W.J.Peumans et al.* "Planta". **180**, 1984, 222-228.
6. *O.Mäkelä.* Ann. Med. Exp. et Boil. Fennianae, **35**, 1957, Suppl. 11, 53.
7. *Th.P.Nowak et al.* J.Biol. Chem. 252, 17, 1977, 6026-6030.



რ. აბალკაცი, თ. ბოლოთაშვილი, ნ. ალექსიძე (საქ. მეცნ. აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

კონკანავალინ A-თი ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების ტერმინალური შაქრების ზონდირება

წარდგენილია 22.02.1996

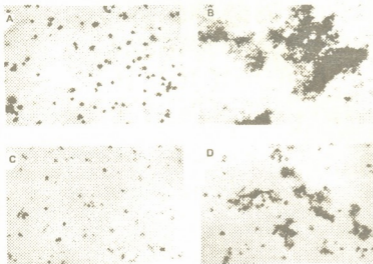
ნერვული უჯრედების მემბრანების შესწავლას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ბირთვულ-ციტოპლაზმური ურთიერთობების მექანიზმების გამოკვლევაში [1-4] როგორც ირკვევა, მრავალი გლიკოპროტეინი გლიკოკონიუგატების სახით მონაწილეობს ბირთვული მემბრანის აქტივობაში, რომელთა მოდულატორებად შეიძლება იყოს ლექტინები და ლექტინის მსგავსი ცილები.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ შევისწავლეთ კონკანავალინ A-ს (Con A) გავლენა ვირთაგვას თავის ტვინის ნერვული უჯრედების ბირთვების აგლუტინაციაზე ბირთვის გარეთა მემბრანის ტერმინალური ნახშირწყლების ზონდირებისა და Con A დამაკავშირებელი ცილების იდენტიფიკაციის მიზნით.

ცდებს ვატარებდით ორივე სქემის თეთრ ვირთაგვებზე წონით 100-120 გ. ვირთაგვას თავის ტვინიდან იზოლირებულ უჯრედულ ბირთვებს ვღებულობდით შოვოს მეთოდით [5]. ბირთვების რაოდენობაზე ვმსჯელობდით ცილის შემცველობის მიხედვით [6]. ბირთვის ფრაქციის სისუფთავეს ვამოწმებდით მიკროსკოპით. ბირთვების სუსპენზიას გაცენტრიფუგირებდით, ნალექს ვუშატებდით ფოსფატის ბუფერს (ფბ-1) მომზადებულს 0,9%-იან NaCl-ზე (20mM K-ფოსფატის ბუფერი, pH 5,0, 0,9% NaCl), შეფარდებით 1:3 და ვაპოპოგენიზირებდით. ცენტრიფუგირების (16000g/20 წთ) შედეგად მიღებულ სუპერნატანტს - ფბ-ში ხსნადი ცილის ფრაქციას ვღვრიდით, ნალექს (ბირთვების უბეში მემბრანული ფრაქცია) ვრეცხავდით ფბ-1-ით (pH 5,0) მასში ხსნადი ცილების სრულ მოცილებამდე. ნალექს ვუშატებდით 40 mM K-ფოსფატის ბუფერზე (pH 7,4)-ზე (ფბ-2) მომზადებულ 0,1% ტრიტონ X-100 ხსნარს, ვაპოპოგენიზირებდით და ვტოვებდით საექსტრაქციოდ $\pm 4^{\circ}\text{C}$ 30 წთ-ის განმავლობაში, ვაცენტრიფუგირებდით (16000g/20 წთ) და მიღებულ სუპერნატანტს (ტრიტონ X-100-ით ექსტრაპირებული მემბრანული ცილები) ვინახავდით გაყინულ მდგომარეობაში.

ლექტინურ აქტივობას ვსაზღვრავდით ბოცვრის თრიფსინიზებული ერითროციტების ჰემაგლუტინაციის რეაქციით მიკროგატიტრით ტაკაჩის მიხედვით U-ს მსგავსი ფოსოების მქონე პლანშეტებზე. ბირთვების აგლუტინაციას ვაწარმოებდით ოთახის ტემპერატურაზე სასაგნე მინაზე შემდეგი შემადგენლობის საინკუბაციო ხსნარში: 0,32 M საქაროზა, 1mM MgCl₂ 1mM K-ფოსფატის ბუფერი (pH 6,3) Con A თანაობისას ან მის გარეშე ექსპოზიციის დროს იყო 30 წთ. ლექტინურ აქტივობაზე ვმსჯელობდით ცილის იმ მინიმალური რაოდენობით, რომელიც იწვევდა ბოცვრის თრიფსინიზებული ერითროციტების აგლუტინაციას [7]. ცილების ექსტრაქციების ლექტინდამაკავშირებელ უნარს ვსაზღვრავდით ჰაპტენ-ინჰიბიტორული ტექნიკით ე.ი. ცილის იმ მინიმალური კონცენტრაციით, რომელიც აკავებდა კონკანავალინ A-თი ბოცვრის თრიფსინიზებული ერითროციტების აგლუტინაციას.

ცდების პირველ სერიაში ვიკვლევდით ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების აგლუტინაციას Con A-თი. Con A-თვის სპეციფიკური ჰაპტენების გამოსავლენად უჯრედების ბირთვებს წინასწარ ვანიკუბირებდით მონოსაქარიდებსა და მათ წარმოებულბთან (N-აცეტილ-D-გლუკოზამინი, α -მეთილ-D-მანოპირანოზიდი, D-მანოზა, D-გლუკოზა), იმ შაქრებთან, რომლებიც შეიძლება ყოფილიყვნენ Con A აგლუტინაციური აქტივობის შემაკავებელი. აგლუტინაციას ვსაზღვრავდით მიკროსკოპში [7] საინკუბაციო არეზე მომზადებული ძლიერ განსხვავებული მეთილენის ლურჯით ბირთვების შეღებვის შემდეგ.



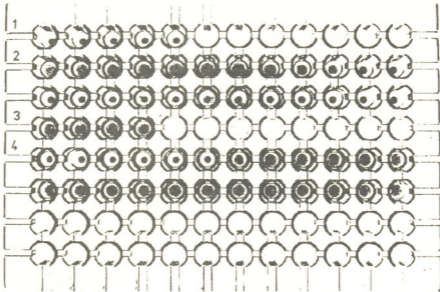
სურ.1. ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული უჯრედული ბირთვების აგლუტინაცია კონკანავალინ A-თი.

- A. კონტროლი - ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული სუმარული უჯრედული ბირთვები (გაიდიდება 16 X 4).
- B. ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული სუმარული უჯრედული ბირთვები+კონკანავალინ A (გაიდიდება 16 X 4).
- C. ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული სუმარული უჯრედული ბირთვები + კონკანავალინ A + N-აცეტილ-D-გლუკოზამინი.
- D. ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული სუმარული უჯრედული ბირთვები + კონკანავალინ A + α -მეთილ-D-მანოპირანოზიდი.

ციას არ იწვევდა. ამ ფაქტებიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების გარეთა მემბრანაზე უმეტესად წარმოდგენილია გლიკოპროტეინები მონოსაქარიდების ტერმინალური წარმოებულბებით N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის სახით. ბირთვების მემბრანის გლიკოპროტეინები ალბათ უფრო მცირე რაოდენობით შეიცავენ α -D-მანოპირანოზას ან შესაძლოა ისეა ეკრანიზებული, რომ ნაკლებადაა ხელმისაწვდომი Con A-თვის. უნდა აღინიშნოს, რომ ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვებისაგან განსხვავებით, ღვიძლის უჯრედული ბირთვები ინიშნებიან ფლუორესცენ-იზოთიოციანატ- WGA-თი (FITC-WGA), რაც იმის დამამტკიცებელია, რომ ღვიძლის უჯრედების ბირთვებში WGA-დაკავშირებული N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის ნაშთები იმყოფებიან ბირთვის მემბრანის გარეთა (ციტოზოლის) მხარეს [1]. ეს დამამტკიცებელია

პირველი სურათიდან ჩანს, რომ საინკუბაციო არეში Con A-ს თანაობისას ხდება ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების აგლუტინაცია (სურ. 1, B). აგლუტინაცია მთლიანად კავდება N-აცეტილ-D-გლუკოზამინით (სურ. 1, C) და უფრო სუსტად α -მეთილ-D-მანოპირანოზიდით (სურ. 1, D) როცა ჰაპტენების საბოლოო კონცენტრაცია იყო 0,3 M.

ხორბლის ჩანასახების ლექტინი - WGA, რომლის აქტიური ცენტრი კომპლემენტარულია N-აცეტილ-D-გლუკოზამინის დი- და ტრისაქარიდების მიმართ [7], Con A-გან განსხვავებით, ბირთვების აგლუტინა-



სურ.2. ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების ტრიტონ X-100-ით ექსტრაჰირებული ცილების გავლენა კონკანავალინ A-თი ბოცვრის თრიფსინიზებული ერთროციტების აგლუტინა-ციურ აქტივობაზე.

1. კონტროლი - 100 მკლ სააგლუტინაციო ბუფერი (0,9% NaCl + 20mM K-ფოსფატის ბუფერი, pH 7.4) + 50 მკლ თრიფსინიზებული ერთროციტები.
2. იტიტრება კონკანავალინ A (2,5 მკგ/100 მკლ სააგლუტინაციო ბუფერი) + 50 მკლ თრიფსინიზებული ერთროციტები.
3. კონტროლი - კონკანავალინ A-თი ბოცვრის თრიფსინიზებული ერთროციტების აგლუტინაცია (კონკანავალინ A-ს კონცენტრაცია მუდმივია - 0,03905 მკგ/50 მკლ).
4. იტიტრება ტრიტონ X-100 ექსტრაჰირებული ცილები (1,25 მკ ცილა/ 50 მკლ სააგლუტინაციო ბუფერში) + Con A (Con A-ს კონცენტრაცია ყველა ფოსოში მუდმივია - 0,03905 მკგ/50 მკლ + 50 მკლ თრიფსინიზებული ერთროციტები).

ელექტრონულ-მიკროსკოპული გამოკვლევებითაც. კერძოდ, დადასტურებულია WGA- დამაკავშირებელი ცენტრების არსებობა ღვიძლის ბირთვული მემბრანის ფორებში [1]. ცდების იმავე პირობებში ნაჩვენებია, რომ ბირთვის ფორებთან WGA-ს დაკავშირება იწვევს ცილების ბირთვული ტრანსპორტის შეკავებას. ფაქტების გათვალისწინებით, ჩვენ მივედით იმ დასკვნამდე, რომ ვირთაგვას თავის ტვინში ასეთივე ფუნქციას შესაძლებელია ასრულებს არა WGA, არამედ კონკანავალინ A-ს მსგავსი ლექტინი.

ვირთაგვას თავის ტვინის უჯრედული ბირთვების მემბრანაზე ლექტინ-დამაკავშირებელი უბნების რაოდენობას ვსაზღვრავლით ცილის მინიმალური რაოდენობით, რომელიც იწვევდა Con A-თი გამოწვეული ჰემაგლუტინაციის შეკავებას მათი ერთად პრინციპუბაციის და გამოვხატავდით პირობით ერთეულებში ლექტინის რაოდენობის შეფარდებით ლექტინდამაკავშირებელ ცილასთან (ლ/ლდც). ლექტინდამაკავშირებელ აქტივობას ვსაზღვრავდით ასე: ვადგენდით ლექტინის Con A-ს ტიტრს (სურ. 2,2) რომლის დროსაც Con A-ს 4-ჯერ განზავება აღარ იწვევდა ბოცვრის თრიფსინიზებული ერთროციტების აგლუტინაციას. ჩვენ ცდებში Con A-

თვის ასეთი კონცენტრაცია იყო 0,03905 მკგ/150 მკლ (სურ. 2,3). ფოსოების საცდელ რიგში შევიტანეთ 50 მკლ სააგლუტინაციო ბუფერი (0,9% NaCl + 20mM K-ფოსფატის ბუფერი pH 7.4). პირველ ფოსოში შეგვჭონდა 1,25 მკ ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული უჭრედული ბირთვების ტრიტონ X-100-ით ექსტრაჰირებული ცილა და ვტიტრავდით, შემდეგ თითოეულ ფოსოში ვუმატებდით 0,03903 მკგ Con A, ნარევს ვტოვებდით ოთახის ტემპერატურაზე 30 წთ, ვუმატებდით ბოცერის თრიფსინიზებული 50 მკლ 2% ერითროციტების ხსნარს და 2 სთ-ის განმავლობაში ვაკვირდებოდით აგლუტინაციას. როგორც სურ. 2,4-დან ჩანს, პირველ 6 ფოსოში აგლუტინაცია არ არის, იგი იწყება მე-7 ფოსოდან. ეს მიუთითებს, რომ 0,03905 მკგ Con A-ს აგლუტინაციური აქტივობა მთლიანად შეკავებულია ტრიტონ X-100-ით ექსტრაჰირებული ცილებით კონცენტრაციისას 39,0625 მკგ/150 მკლ. შესაბამისად შეფარდება ლ/ლდც, ასეთ პირობებში ტოლია (0,03905 მკგ/39,0625 მკგ) $9,9 \times 10^{-4}$.

როგორც ირკვევა, ვირთაგვას თავის ტვინის იზოლირებული უჭრედული ბირთვების გარეთა მემბრანა ამჟღავნებს თვისობას Con A-ს მიმართ, რომლის ინჰიბიტორულ ჰაპტენს წარმოადგენს N-აცეტილ-D-გლუკოზამინი. Con A-ს ბირთვის მემბრანასთან დაკავშირებაზე უფრო სუსტ გავლენას ახდენს α -მეთილ-D-მანოპირანოზიდი.

ამგვარად, ნაჩვენებია კონკანავალინ A-თი ვირთაგვას თავის ტვინის უჭრედული ბირთვების აგლუტინაცია. Con A-ს აგლუტინაციური აქტივობა ინჰიბირდება ჰაპტენის N-აცეტილ-D-გლუკოზამინით შეფარდებისას ლექტინი/ცილა $9,9 \times 10^{-4}$. Con A-ს დამაკავშირებელ ცილას წარმოადგენს ტრიტონ X-100-ით ექსტრაჰირებული ფრაქცია, რომლის გამოყოფა, გასუფთავება და მისი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების და ფუნქციური როლის შესწავლა წარმოადგენს ჩვენი კვლევის შემდგომ მიზანს.

ივ.გავაბიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. D.R.Finlay, D.D.Newmeier, T.M.Price, D.J.Forbes. J.Cell Biol. **104**, 1987, 189-200.
2. C.Featherstone, M.K.Darby, L.Gerace. J.Cell Biol. **107**, 1988, 1289-1297.
3. M.G.Dabauvalle, R.Benavente, N.Chaly. Chromosoma. **97**, 1988, 193-197.
4. I.E. Liener, N.Sharon, I.J.Goldstein. Ed. The Lectins, N.Y., 1986.
5. I.Shauveau, J.Moule, C.Rouiller. Exp. Cell Res., **11**, 1956, 317-321.
6. O.H. Lowry et al. J.Biol. Chem. **193**, 1961. 265-275.
7. М.Д.Луцик, Е.Н.Панасюк, А.Д.Луцик. Лектины. Львов, 1981.

ზ.სანიკიძე

ერთი პირველი გვარის ინტეგრალური განტოლების
მიახლოებითი ამოხსნა რეგულარიზაციის მეთოდით

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ.ვახანიამ 22.02.1996

განვიხილოთ ინტეგრალური განტოლება

$$\alpha_1 \int_{-x_0}^{x_0} \varphi(t) \cos(x-t) \operatorname{Intg} \frac{|x-t|}{2} dt + \int_{-x_0}^{x_0} N(x,t) \varphi(t) dt = f(x), \quad (1)$$

სადაც $\varphi(t)$ საძიებელი, ხოლო $f(x)$ მოცემული ფუნქციაა;

$$N(x,t) = -\alpha_1 \cos x \cos t \operatorname{Intg} \frac{|t|}{2} - \alpha_2 [\sin |x-t| - \cos x \sin |t|] + \alpha_3 (1 - \cos x)$$

(α_1, α_2 და $\alpha_3 = \text{const}$).

ჩვენ შემდგომში ყველგან ვიგულისხმებთ, რომ $f(x) = \alpha_4 (1 - \cos x)$ ($\alpha_4 = \text{const}$), ამასთან $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ და α_4 მუდმივები განსაზღვრულია ისე, როგორც [1]-ის II თავში. ცნობილია, რომ (იხ. იქვე) ამ შემთხვევაში (1) განტოლებაზე მიიყვანება ორი თითქმის ტოლი რადიუსის მქონე დრეკადი ცილინდრის ურთიერთქმედების ამოცანა. [1]-ში მოცემულია, აგრეთვე, (1) განტოლების ამოხსნის რიცხვითი სქემა, რომელიც ემყარება საძიებელი $\varphi(t)$ ამონახსნის უბან-უბან მუდმივი ფუნქციით შეცვლის მეთოდს ინტეგრების შუალედის გარკვეული წესით დაყოფის შემთხვევაში. იქვე, გარდა ამისა, მოყვანილია შესაბამისი რიცხვითი გამოთვლების ზოგიერთი კონკრეტული შედეგი.

მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული სქემა მარტივი და საკმაოდ მოხერხებულია რეალიზაციისათვის, მისი (ისევე როგორც სხვა ანალოგიური გამოთვლითი სქემების) მათემატიკური დაფუძნება დაკავშირებულია მნიშვნელოვან სიძნელეებთან და დღემდე არ არის განხორციელებული. ამ სიძნელეთაგან ერთ-ერთ ძირითად ფაქტორს განაპირობებს ის გარემოება, რომ (1) წარმოადგენს პირველი გვარის განტოლებას სუსტი (ლოგარითმული) განსაკუთრებულობით. გარდა ამისა, მოცემული სქემის ავტორის შემდგომი გამოკვლევებისა და რიგი ცნობილი შედეგების [2] საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ საძიებელი ამონახსნი ინტეგრების შუალედის ბოლოების მახლობლობაში საზოგადოდ არ არის შემოსაზღვრული. ამასთან დაკავშირებით შესასწავლია, აგრეთვე, (1)-ში შემავალი ინტეგრალების აღნიშნული სქემის მიხედვით სასრული ჯამებით აპროქსიმაციის კრებადობის საკითხი.

შეორე მხრივ, [1]-ში ნაჩვენებია, რომ (1) განტოლება შეიძლება მიყვანილ იქნეს გარკვეულ სინგულარულ ინტეგრო-დიფერენციალურ განტოლებაზე, რომელიც ფორმით ანალოგიურია აეროდინამიკის (თვითმფრინავის ფრთის) თეორიიდან ცნობილი ე.წ. პრანდტლის განტოლებისა [2]. აღნიშნული მსგავსების მიუხედავად, ეს განტოლებები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან მათში შემავალი სიდიდეების ფიზიკური შინაარსით, რაც განაპირობებს შესაბამისი საძიებელი ამონახსნების მნიშვნელოვნად განსხვავებულ თვისებებს, რომლებიც არსებით როლს ასრულებენ ამ განტოლებათა შემდგომი კვლევის თვალსაზრისით. ამ მიმართულებით განსაკუთრებით აღსანიშნავია ლ.მალნარაძის ცნობილი შედეგი [2], სადაც

რეგულარიზაციის გარკვეული პროცესის გამოყენებით პრანდტლის განტოლება მიიყვანება ეკვივალენტურ ფრედგოლმის მეორე გვარის განტოლებაზე.

ჩვენს მიერ გამოყენებულია რეგულარიზაციის ანალოგიური მეთოდი, რომელიც (1) განტოლების ამონახსნის კონკრეტული თვისებების გათვალისწინებით საშუალებას გვაძლევს შესაბამისი განტოლება მოცემულ შემთხვევაში მივიყვანოთ ფრედგოლმის მეორე გვარის ინტეგრალურ განტოლებამდე:

$$\Gamma(x) - \int_{-\alpha}^{\alpha} K(x, t) \Gamma(t) dt = F(x) \quad (-\alpha < x < \alpha), \quad (2)$$

სადაც

$$K(x, t) = \int_0^x \frac{R(s, t)}{\sqrt{\alpha^2 - s^2}} \cos[\lambda(x) - \lambda(s)] ds, \quad (3)$$

$$R(x, t) = \frac{\sqrt{\alpha^2 - t^2} \psi(t) - \sqrt{\alpha^2 - x^2} \psi(x)}{t - x}, \quad (4)$$

$$F(x) = -\frac{\alpha_1 \sin \lambda(x)}{2\alpha\alpha_2} \left[\int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{\sqrt{\alpha^2 - t^2} \psi(t) \Gamma(t)}{t} dt - \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{\sqrt{\alpha^2 - t^2} f(t)}{t} dt + \right. \\ \left. + \frac{2}{\pi} \Gamma(\alpha) \right] + \int_0^x \left[f(s) - \frac{2\Gamma(\alpha)s}{\alpha^2 - s^2} \right] \sin[\lambda(x) - \lambda(s)] ds + \\ + \int_0^x \left[\frac{2\Gamma(\alpha)}{\sqrt{\alpha^2 - s^2}} - \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 - s^2}} \int_{-\alpha}^{\alpha} \frac{\sqrt{\alpha^2 - t^2}}{t - x} f(t) dt \right] \cos[\lambda(x) - \lambda(s)] ds, \\ f(x) = -\frac{1}{1+x^2} \left[2\Gamma(\alpha) + \frac{2\alpha_5 \Gamma(\alpha) + \alpha_4}{\alpha} \arctg x \right] \quad (\alpha_5 = \text{const}),$$

$$\psi(x) = -\frac{2\alpha_2}{\alpha_1(1+x^2)}, \quad (5)$$

$$\lambda(x) = -\frac{2\alpha_2}{\alpha_1} \arctg x, \quad \alpha = \text{tg } x_0.$$

ჩვენი განხილვის შემდგომ ეტაპს წარმოადგენს (2) განტოლების შესწავლა მისი გარკვეული ოპერატორული თვისებების გამოკვლევის თვალსაზრისით. კერძოდ, მტკიცდება შემდეგი უტოლობა:

$$\|J\Gamma\|_{H_{1/2}} \leq A \|\Gamma\|_C \quad (A = \text{const}), \quad (6)$$

სადაც

$$(J\Gamma)(x) \equiv \int_{-\alpha}^{\alpha} K(x, t) \Gamma(t) dt,$$

ხოლო C და $H_{1/2}$ -ით შესაბამისად აღნიშნულია $[-\alpha, \alpha]$ სეგმენტზე უწყვეტ ფუნქციათა და ჰელდერის $1/2$ მაჩვენებლიანი სივრცეები სათანადო ნორმების

ჩვეულებრივად მიღებული განმარტებებით. (6) შეფასება საშუალებას გვაძლევს დავაფუძნოთ (2) განტოლებისა და, შესაბამისად, მოცემული ამოცანის ამოხსნის ზოგიერთი რიცხვითი მეთოდი, იმის გათვალისწინებით, რომ ფრედგოლმის მეორე გვარის განტოლებებისათვის მიახლოებითი პროცესების აგებისა და დაფუძნების მეთოდები მათემატიკურ ლიტერატურაში ცნობილია.

მიუხედავად ამისა, უნდა აღინიშნოს, რომ ცნობილი სქემების უშუალო გამოყენება (2) განტოლების შემთხვევაში დაკავშირებულია გარკვეულ სირთულეებთან, ძირითადად, $K(x,t)$ ფუნქციის ზოგიერთი სპეციფიკური სტრუქტურული თვისების გამო. კერძოდ, (3), (4) და (5) ფორმულების თანახმად გვაქვს:

$$K(x,t) = -\frac{2\alpha_2\sqrt{\alpha^2-t^2}}{\alpha_1(1+t^2)} \int_0^x \frac{\cos[\lambda(x)-\lambda(s)]}{(t-x)\sqrt{\alpha^2-s^2}} dt + \frac{2\alpha_2}{\alpha_1} \int_0^x \frac{\cos[\lambda(x)-\lambda(s)]}{(1+s^2)(t-s)} ds. \quad (7)$$

[2]-ში მოყვანილი ცნობილი შედეგების თანახმად (იხ. §30), (7)-ში მოცემული პირველი ინტეგრალი (და შესაბამისად პირველი შესაქრები) შემოსაზღვრულია. რაც შეეხება მეორე ინტეგრალს, მას გააჩნია ლოგარითმული განსაკუთრებულობა, რის გამოც $K(x,t)$ წარმოადგენს შემოუსაზღვრელ ფუნქციას.

ამასთან დაკავშირებით, ჩვენს მიერ ქვემოთ აღწერილი სქემა რამდენადმე განსხვავდება ფრედგოლმის ინტეგრალური განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის ჩვეულებრივი სქემებისაგან. იგი ითვალისწინებს (2) ინტეგრალურ განტოლებაში შემავალი ფუნქციების დიფერენციალურ თვისებებს და, ამასთან, როგორც უკვე აღინიშნა, (6) უტოლობის გამოყენებით იძლევა შესაბამისი გამოთვლითი პროცესის $H_{1/2}$ სივრცეში დაფუძნების საშუალებას.

დავყოთ $[-\alpha, \alpha]$ მონაკვეთი $\xi_j = -\alpha + \frac{2\alpha}{n}j$ ($j = 0, 1, \dots, n$) წერტილების საშუალებ-

ბით n ტოლ ნაწილად, ამასთან, ყოველ $[\xi_k ; \xi_{k+1}]$ შუალედზე $\Pi(t)$ ფუნქციის მივუახლოვდეთ გამოსახულებით:

$$L_k^{(n)}(\Gamma; t) = \frac{t - \xi_{k+1}}{\xi_k - \xi_{k+1}} \Gamma(\xi_k) + \frac{t - \xi_k}{\xi_{k+1} - \xi_k} \Gamma(\xi_{k+1}) \quad (k = 0, 1, \dots, n-1).$$

აღნიშნული აპროქსიმაციის შედეგად მიღებული სქემის რიცხვითი რეალიზაციისათვის საჭიროა შემდეგი სახის ინტეგრალების გამოთვლა:

$$\int_0^x \frac{\cos[\lambda(\xi_j) - \lambda(S)]}{(1+S^2)\sqrt{\alpha^2-S^2}} \int_{\xi_k}^{\xi_{k+1}} (t - \xi_{k+1}) \frac{(1+S^2)\sqrt{\alpha^2-t^2} - (1+t^2)\sqrt{\alpha^2-S^2}}{(1+t^2)(t-S)} dt dS$$

$$(j = 0, 1, 2, \dots, n),$$

რაც ხორციელდება სათანადოდ შერჩეული მიახლოებითი ფორმულებით, რომლებიც იძლევიან შესაბამისი ფუნქციონალურ-კვადრატული კოეფიციენტების ნებისმიერი წინასწარ დასახელებული სიზუსტით გამოთვლის საშუალებას.

ნ.მუსხელიშვილის სახ.გამოთვლითი
მათემატიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *И.Я.Штаерман*. Контактная задача теории упругости, М.-Л., 1949.
2. *Н.И.Мухелишвили*. Сингулярные интегральные уравнения, М.-Л., 1946.

ა.მესხი

ორწონიანი უტოლობები ჰაიზენბერგის ჯგუფებზე განსაზღვრული სინგულარული ინტეგრალებისათვის

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი.კილურაძემ 06.03.1996

ნაშრომში ნაპოვნია საკმარისი პირობები წონათა წყვილებისათვის, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორწონიანი ძლიერი ან სუსტი ტიპის უტოლობების მართებულობას ჰაიზენბერგის ჯგუფებზე განსაზღვრული სინგულარული ინტეგრალებისათვის. ანალოგიური პირობებები ადრე განხილული იყო [1,2]-ში, ხოლო ჰაიზენბერგის ჯგუფებისათვის ზოგიერთ კერძო შემთხვევაში [3]-ში. წინამდებარე ნაშრომი ეხება წონათა უფრო ფართო კლასებს.

ვთქვათ, H^n -ით აღნიშნულია ჰაიზენბერგის ჯგუფი [4],[5], რომელიც წარმოადგენს $x=(x_0, x_1, \dots, x_{2n})=(x_0, x') \in R^{2n+1}$ სახის ელემენტების ერთობლიობას, სადაც გამრავლების ოპერაცია განსაზღვრულია შემდეგნაირად:

$$xy = \left(x_0 + y_0 + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_i y_{n+i} - x_{n+i} y_i), x' + y' \right).$$

$x \in H^n$ ელემენტის ნორმა განისაზღვრება ტოლობით

$$|x|_{H^n} = \left[x_0^2 + \left(\sum_{i=1}^{2n} x_i^2 \right)^{\frac{1}{2}} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

დადებითი t რიცხვისათვის $\delta_t = (t^2 x_0, tx')$ არის H^n -ზე განსაზღვრული გარდაქმნათა ერთპარამეტრიანი ჯგუფი. რიცხვს $Q = 2n+2$ ეწოდება H^n ჯგუფის ერთგვაროვანი განზომილება. ჰაიზენბერგის ჯგუფებზე განსაზღვრული ჰაარის ზომა ემთხვევა ლებეგის ზომას $dx = dx_0, dx_1, \dots, dx_{2n}$.

ვიტყვიან, რომ H^n -ზე განსაზღვრული ფუნქცია f არის m ხარისხის H^n -ერთგვაროვანი, თუ ნებისმიერი დადებითი t რიცხვისათვის სრულდება ტოლობა $f(\delta_t x) = t^m f(x)$.

H^n -ზე განსაზღვრულ თითქმის ყველგან დადებით, ლოკალურად ინტეგრებად ω ფუნქციის ვუწოდოთ წონა. $L_\omega^p(H^n)$ -ით აღნიშნოთ ყველა $f: H^n \rightarrow R$ ზომად ფუნქციათა კლასი, რომელთათვისაც სრულდება უტოლობა

$$\|f\|_{L_\omega^p(H^n)} = \left(\int_{H^n} |f(x)|^p \omega(x) dx \right)^{\frac{1}{p}}, \quad 1 \leq p < \infty$$

ვთქვათ, სიმრავლე

$$B(x, r) = \{y \in H^n : |xy^{-1}|_H < r\}$$

წარმოადგენს $x \in H^n$ ცენტრის მქონე r რადიუსიან ბურთს.

განსაზღვრება 1. ვიტყვი, რომ წონა w ეკუთვნის $A_p(H^n)$ კლასს, $1 < p < \infty$ თუ მოიძებნება ისეთი დადებითი მუდმივი c_p , რომ ნებისმიერი B ბურთისათვის H^n -იდან სრულდება უტოლობა

$$\frac{1}{|B|} \int_B w(x) dx \left(\frac{1}{|B|} \int_B w^{1-p'}(x) dx \right)^{p-1} < C_p, p' = \frac{p}{p-1}$$

ხოლო w ეკუთვნის $A_1(H^n)$ კლასს თუ, არსებობს ისეთი დადებითი მუდმივი c_1 , რომ ნებისმიერი B ბურთისათვის H^n -დან მართებულია უტოლობა

$$\frac{1}{|B|} \int_B w(x) dx \leq c_1 \operatorname{ess\,inf}_B w(x).$$

H^n -ზე განსაზღვრული ნამდვილი f ფუნქციისათვის განვიხილოთ სინგულარული ინტეგრალი

$$Tf(x) = p.v. \int_{H^n} k(xy^{-1})f(y) dy = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \int_{|xy^{-1}|_H > \varepsilon} k(xy^{-1})f(y) dy,$$

სადაც გული $k: H^n \rightarrow \mathbb{R}$ აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

1. მოიძებნა ისეთი დადებითი მუდმივი c_0 , რომ ნებისმიერი $x \in H^n$ ელემენტისათვის სრულდება უტოლობა

$$|k(x)| \leq \frac{c_0}{|x|_H^Q}$$

2. k არის $-Q$ ხარისხის ერთგვაროვანი ფუნქცია,

3. $\int_{S_H} K(x) d\sigma(x) = 0$, სადაც $S_H = \{x \in H^n : |x|_H = 1\}$,

4. $\int_0^t \frac{\omega(K, t)}{t} dt < \infty$, $\omega(k, t)$ არის k გულის უწყვეტობის მოდული

$$\omega(K, t) = \sup \left\{ |K(x) - K(y)| : x, y \in S_H, |xy^{-1}|_H \leq t \right\}.$$

განსაზღვრება 2. ფუნქციის $\rho: H^n \rightarrow \mathbb{R}_+^1$ ეწოდება რადიალური, თუ მოიძებნება ისეთი ფუნქცია $\beta: \mathbb{R}_+^1 \rightarrow \mathbb{R}_+^1$, რომ ნებისმიერი $x \in H^n$ წერტილისათვის $\rho(x) = \beta(|x|_H)$ (მოშავალში β -ს ნაცვლად კვლავ ρ სიმბოლოს გამოვიყენებთ).

როგორც ცნობილია [6],[7], თუ w ეკუთვნის $A_p(H^n)$ კლასს, $1 < p < \infty$, მაშინ T ოპერატორი შემოსაზღვრულია $L_w^p(H^n)$ სივრცეში.

თეორემა 1. ვთქვათ, $1 < p < \infty$, σ და u დადებითი ზრდადი ფუნქციებია $(0, \infty)$ ინტერვალზე, რადიალური ფუნქცია ρ ეკუთვნის $A_p(H^n)$ კლასს, თუ $v = \sigma\rho$, $w = u\rho$. თუ (v, w) წვეილი აკმაყოფილებს პირობას

$$\sup_{t>0} \left(\int_t^\infty v(\tau) \tau^{-Qp-1} d\tau \right)^{\frac{1}{p}} \left(\int_0^t w^{1-p'}(\tau) \tau^{Q-1} d\tau \right)^{p-1} < \infty,$$

მაშინ მოიძებნება ისეთი დადებითი მუდმივი c_1 , რომ ნებისმიერი f ფუნქციისათვის $L_w^p(H^p)$ -დან სრულდება უტოლობა

$$\int_{H^n} |Tf(x)|^p v(|x|_H) dx \leq C_1 \int_{H^n} |f(x)|^p \omega(|x|_H) dx \quad (1)$$

თეორემა 2. ვთქვათ, $1 < p < \infty$, σ და u დადებითი კლებადი ფუნქციებია $(0, \infty)$ ინტერვალზე, რადიალური ფუნქცია ρ ეკუთვნის $A_p(H^p)$ კლასს, $v = \sigma\rho$, $\omega = u\rho$. თუ (v, w) წყვილი აკმაყოფილებს პირობას

$$\sup_{t>0} \left(\int_0^{\frac{t}{2}} v(\tau) \tau^{Q-1} d\tau \right) \left(\int_t^\infty W^{1-p'}(\tau) \tau^{-1-\frac{Q}{p-1}} d\tau \right)^{p-1} < \infty$$

მაშინ მოიძებნება ისეთი დადებითი მუდმივი c_2 , რომ ნებისმიერი f ფუნქციისათვის $L_w^p(H^p)$ -დან სრულდება (1) უტოლობა.

ანალოგიური თეორემები ევკლიდეს სივრცეებზე განსაზღვრული სინგულარული ინტეგრალებისათვის დამტკიცებულია [8]-ში.

თეორემა 3. ვთქვათ, σ და u დადებითი ზრდადი ფუნქციებია $(0, \infty)$ ინტერვალზე, რადიალური ფუნქცია ρ ეკუთვნის $A_1(H^p)$ კლასს, $v = \sigma\rho$, $\omega = u\rho$. თუ (v, w) წყვილი აკმაყოფილებს პირობას

$$\sup_{t>0} \left(\int_t^\infty \frac{v(\tau)}{\tau} d\tau \right) \operatorname{ess\,sup}_{\tau \in (0,t)} \frac{1}{\omega(\tau)} < \infty,$$

მაშინ არსებობს ისეთი დადებითი მუდმივი c_3 , რომ ნებისმიერი f ფუნქციისათვის $L_w^1(H^p)$ -დან ნებისმიერი დადებითი λ რიცხვისათვის მართებულია უტოლობა

$$\int_{\{|x|_H > \lambda\}} v|x|_H dx \leq C_3 \lambda^{-1} \int_{H^n} |f(x)| w(|x|_H) dx. \quad (2)$$

თეორემა 4. ვთქვათ, σ და u დადებითი კლებადი ფუნქციებია $(0, \infty)$ ინტერვალზე, რადიალური ფუნქცია ρ ეკუთვნის $A_1(H^p)$ კლასს, $v = \sigma\rho$, $\omega = u\rho$. თუ (v, w) წყვილი აკმაყოფილებს პირობას

$$\sup_{t>0} \left(\int_0^t v(\tau) \tau^{Q-1} d\tau \right) \operatorname{ess\,sup}_{\tau \in (t, \infty)} \frac{1}{\tau^Q \omega(\tau)} < \infty,$$

მაშინ არსებობს ისეთი დადებითი მუდმივი c_4 , რომ ნებისმიერი f ფუნქციისათვის $L_w^1(H^p)$ -დან და ნებისმიერი λ დადებითი რიცხვისათვის მართებულია (2) უტოლობა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის

ა.რაზმაძის სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. B. Muckenhoupt, R. Wheeden. *Studia Math.*, **55**, 3, 1976, 279-294.
2. Е. Г. Гусейнов. *Мат. сборник*, **132**(174), 1977, 28-44.
3. V. Guliyev. *Georgian Math. J.*, **1**, 24, 1995, 367-3



4. *G.B.Folland, T.M.Stein*. Hardy spaces on homogeneous groups. Princeton, New Jersey, 1982.
5. *E.N.Taylor*. Amer. Math. Soc., Providence, 1986.
6. *S.Hoffman*. Indiana Univ. Math. J. 42, 1, 1-14.
7. *A.Gogatishvili, V.Kokilashvili*. In Topological Vektor Spaces, Algebras and Related Areas. Longman. Pitman Research Notes in Mathematics, 316, 1994, 251-362.
8. *D.Edmunds, V.Kokilashvili*. Ganad. Math. Bull. 38 3, 1995, 295-303.



ზ. სვანიძე, ლ. სვანიძე, გ. ცინცაძე (საქ. მეცნ. აკად. აკადემიკოსი)

მიკროელემენტების ჯგუფური კონცენტრირება ნიადაგების ანალიზში ხელატწარმომქმნელი სორბენტის გამოყენებით

წარმოდგენილია 25.02.1996

მძიმე ტოქსიკური მეტალების შემცველობა - განაწილების განსაზღვრა ნიადაგებში, მათი ეკოგეოქიმიური მდგომარეობის შეფასების მიზნით, წარმოადგენს ეკოლოგიური შესწავლის ერთ-ერთ საკვანძო საკითხს.

კლვევა ჩატარებულ იქნა ქუთაისის ტერიტორიასთან ახლომდებარე სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებიდან მსხვილი დასახლებული პუნქტების ფარგლებში, სადაც ნიადაგების ტოქსიკური ნივთიერებებით, კერძოდ, კადმიუმით, თუთიით და სპილენძით დატუქვიანების შესაძლებლობა საგსებით რეალურია.

ნიადაგების დასახსიათებლად, კერძოდ, ეკოლოგიური მდგომარეობის შეფასებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგებში არსებული ქიმიური კომპონენტების, განსაკუთრებით ტოქსიკური ელემენტების მოძრავი ფორმების შესწავლას, რამდენადაც ნიადაგების შედგენილობის სწორედ ეს მოძრავი, მობილური ნაწილი ახდენს უშუალო ფიზიოლოგიურ გავლენას კულტურული მცენარეულობის ვეგეტაციის პირობებზე. აქედან გამომდინარე, უნდა განვასხვაოთ ნიადაგებში ამა თუ იმ ელემენტის შემცველობა მისი მობილური ნაწილისაგან, ანუ იმ ფორმისაგან, რომელიც აქტიურად მონაწილეობს ნიადაგებში მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებში. ამ ფორმებიდან აღსანიშნავია ნიადაგის ხსნარებში იონური, მოლეკულური ან კოლოიდური სახით ნაწილაკების ზედაპირზე აღსორბირებული ან ორგანულ სუბსტანციასთან დაკავშირებული ფორმები. აღვიღად რეაგირებენ რა გარემო პირობების ცვალებადობაზე, ამ ფორმების ლაბორატორიული შესწავლის მეთოდს წარმოადგენს ნიადაგის ნიმუშებიდან გამონატუტების მომზადება და შემდგომ ამ გამონატუტების ქიმიური ანალიზი, რომელიც უნდა იყოს ექსპრესული, მარტივი და საიმედო. ამ მოთხოვნებს დღეისათვის აკმაყოფილებს სორბციული მეთოდი ხელატწარმომქმნელი ბოჰკოვანი სორბენტების გამოყენებით [1,2].

ნაშრომში კადმიუმის, თუთიის და სპილენძის ერთდროული კონცენტრირებისათვის გამოყენებულია ხელატწარმომქმნელი ბოჰკოვანი სორბენტი ПОЛИО-РГС VII M[3].

ანალიზის მსვლელობა. ნიადაგებიდან გამონატუტების მომზადება: ოთახის ტემპერატურაზე გამოშროალი ნიმუშიდან ვიღებთ ნიადაგის 100გ წონაქს $d < 1\text{მმ}$ -ზე მარცვლების ზომით, მასზე ვასხამთ 500მლ მოცულობის დისტილირებულ წყალს, რომელიც შემკავებულია $\text{pH} \sim 2$ -მდე HCl -ის დამატებით, ნარევეს ვანჭლრევთ მექანიკურ სანჭლრეველაზე 10 წუთის განმავლობაში, ვაყოვნებთ 24 საათს, შემდეგ ვფილტრავთ და ვახდენთ ფილტრატის ქიმიურ ანალიზს.

სორბენტის მომზადება: სორბენტს (0,5გ) შესაძლო მინარევებისაგან გასუფთავების მიზნით ვამუშავებთ ძალზე სუფთა მარკის 1M-ის HCl -ის ხსნარით 20 წუთის განმავლობაში, შემდეგ ვრეცხავთ 2-3-ჯერ ბიდისტილირებული წყლით და



ვათავსებთ 0,1 M-ის NaOH-ის ხსნარში 30 წუთის განმავლობაში. სორბენტს კვლავ ვრეცხავთ ბილისტილატით pH~8-მდე. ცდებს ვატარებდით სტატიკურ პირობებში.

სინჯის მომზადება: 500მლ საანალიზო ხსნარი დაგვყავს pH~6,5 მნიშვნელობამდე 0,1M-ის, NaOH-ის ან HCl-ის საშუალებით.

კონცენტრირება. სორბცია: საანალიზო ხსნარს ვამატებთ 0,25გ სორბენტს და ვანჯღრევთ 30 წუთის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე. შემდეგ სორბენტს ამოვიღებთ მინის წკირით, გავწურავთ, გავრეცხავთ 3-4-ჯერ დისტილირებული წყლით.

დესორბცია: ელემენტებით დატვირთულ სორბენტს ვამატებთ 2 M-ის 10მლ HNO₃ -ს და ვაყოვნებთ 20 წუთის განმავლობაში, რის შემდეგაც სორბენტს ამოვიღებთ მინის წკირით.

განსაზღვრა: ელიუატში ელემენტებს ვსაზღვრავთ ატომურ-აბსორბციული მეთოდით [4-6]. განსაზღვრის ოპტიმალური პირობები მოცემულია 1 ცხრილში.

Cd, Zn, Cu აბსორბციული განსაზღვრის ოპტიმალური პირობები ცხრილი 1

პარამეტრები	მიკროელემენტები		
	Cd	Zn	Cu
ტალღის სიგრძე ნმ	228,8	213,9	324,8
ზერელის სიგანე ნმ	2	1	0,7
ალი	აცეტილენ ჰაერი		
ლენტას გადაადგილების სიჩქარე მმ/წთ	240	240	240

ელემენტების განსაზღვრის სისწორე შემოწმებულია დამატების მეთოდით (ცხრ.2).

ელემენტების განსაზღვრის შემოწმება დამატების მეთოდით ცხრილი 2

ელემენტები	შემცველობა, მკგ/ლ	შეყვანილია, მკგ/ლ	ნაპოვნია, მკგ/ლ	Sr
Cd	0,022	0,01	0,033	0,03
Zn	14	5	19,4	0,01
Cu	16	2	18,3	0,02

შემუშავებული მეთოდით გამოყენებულ იქნა ქუთაისის ტერიტორიასთან ახლომდებარე ნიადაგებში მიკროელემენტების განსაზღვრისათვის. შედეგები მოცემულია 3 ცხრილში.

მძიმე მეტალების შემცველობა ნიადაგებში

N ნიმუშის აღების ადგილი	ნიადაგის ტიპები	მიკროკომპონენტების შემცველობა, მკგ/კგ		
		Cd	Zn	Cu
1. ქუთაისი	ფოროვანი თიხნარი	8,00	16,0	0,48
2. თერჯოლა	კარბონატუ- ლი თიხნარი	1,2	16,0	0,14
3. გელათი	სტრუქტურუ- ლი თიხნარი	2,32	12,00	0,14
4. ს. სიმონეთი	თიხამიწა	4,8	-	0,05
5. ს. ეწერი	კარბონატული თიხნარი	6,4	6,8	0,18
6. ს. კურსები	თიხნარი	3,2	12,6	0,12
7. ს. მოწამეთა	ჩონჩხისებური თიხნარი	12,4	8,4	0,1
8. მდ.რიონის მარცხენა სანაპირო	თიხამიწა	2,8	24,6	0,10
9. სამტრედია	თიხნარი	4,6	16,8	0,08

როგორც ფაქტობრივი მასალიდან ჩანს, მდგომარეობა მძიმე მეტალების შემცველობის თვალსაზრისით არასახარბიელოა, რაც გამოწვეულია ანთროპოგენური ფაქტორებით მრავალდარგობრივ მიწათმოქმედებასთან დაკავშირებულ სამეურნეო საქმიანობასა და სხვა მელიორაციულ ღონისძიებებთან. ყოველივე ეს გასათვალისწინებელია შემდგომი კვლევისას, რათა დაისახოს კონკრეტული ღონისძიებანი ზემოთქმულის აღმოსაფხვრელად.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *Г.В.Мясоедова, С.Б.Саввиц.* Хелатообразующие сорбенты. М., 1984, 172.
2. *Г.В.Мясоедова, Н.И.Щербинина, С.Б.Саввиц.* ЖАХ, 38, 8, 1983, 1503-1514.
3. *Г.В.Мясоедова, Н.И.Щербинина, З.С.Сванидзе, Г.М.Варшал, Б.Ф.Мясоедов.* ЖАХ. 41, 3, 1986, 472.
4. *И.Х.Хавезов, Д.Цалев.* Атомно-абсорбционный анализ. Л., 1983, 143 с.
5. *М.Э.Брицке.* Атомно-абсорбционный спектрофотометрический анализ. М., 1982, 222с.
6. *Б.В.Львов.* Атомно-абсорбционный спектральный анализ. М., 1966, 392 с.

ლ.ხანაშვილი (აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი), მ.ბეროშვილი, ნ.კომაია, ვ.აიელაშვილი,
ლ.მცხვეთაძე, რ.ქელია

ბუნებრივი სილიკატების ტრიმეთილსილილირება

წარმოდგენილია 11.01.1996

სილიციუმორგანულ ნაერთებს გააჩნიათ მთელი რიგი უნიკალური თვისებები, ამიტომ მათ პოვეს მრავალმხრივი გამოყენება მრეწველობის სხვადასხვა დარგში. სილიციუმორგანული მონომერული ნაერთების, ოლიგომერებისა და პოლიმერების მისაღები საწყისი ნაერთებია ორგანოქლორსილანები, რომლებიც თავის მხრივ სილიციუმთან ალკილ - ან არილქლორიდების ურთიერთმოქმედებით მიიღება.

ამჟამად მიმდინარეობს ინტენსიური კვლევა-ძიება, რომ ბუნებაში ფართოდ გავრცელებული სილიკატები გამოყენებულ იქნეს სხვადასხვა ტიპის სილიციუმორგანული ნაერთების მისაღებად. სილიციუმორგანული ნაერთები შეიძლება მიღებულ იქნეს არაორგანული სილიკატების ტრიმეთილსილილირებით, რომლის ძირითადი არსია სილიკატებში შემავალ მეტალთა კატიონების შეცვლა ტრიმეთილსილილის (R_3Si - ან R_2HSi) ჯგუფით. ამ მეთოდის გამოყენებით მარტივი ბუნებრივი და ხელოვნური სილიკატებისაგან მიღებულ იქნა სილიციუმორგანული ნაერთები, რომელთა ჯაჭვი შეიცავს SiO_2 -ის ფრაგმენტებს [1-4].

მოცემული ნაშრომის მიზანს შეადგენს საქართველოში ფართოდ გავრცელებული სილიკატებისაგან სილიციუმორგანული ნაერთების მიღების შესაძლებლობის შესწავლა. ამ მიზნით ჩატარებულ იქნა კლინობტილოლიტის, დიატომიტის, გუმბრინის, პერლიტის, ობსიდიანის, ასკანგელის ტრიმეთილსილილირება ტრიმეთილქლორსილანითა და ჰექსამეთილდისილოქსანით. გამოყენებული სილიკატების ნიმუშების ქიმიური შედგენილობა მოცემულია ცხრილში.

ცხრილი

სილიკატების ქიმიური შედგენილობა, % (მას.)

სილიკატი	SiO_2	Na_2O	Al_2O_3	CaO	K_2O	Fe_2O_3	H_2O	დანარჩენი
კლინობტილოლიტი	70,7	12,8	3,3	3,9	1,7	1,6	-	1,5
დიატომიტი	85,4	2,4	0,2	0,5	0,2	0,7	7,2	3,1
გუმბრინი	72,1	11,8	2,8	2,1	1,8	0,5	2,5	6,4
პერლიტი	70,9	15,5	3,6	0,5	4,0	0,5	0,3	4,9
ობსიდიანი	74,6	14,8	2,8	0,9	4,3	0,6	0,1	1,6
ასკანგელი	70,1	13,8	2,8	2,1	1,8	0,5	2,5	2,5

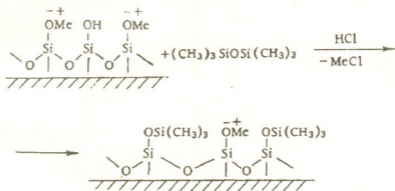
მასილირებელ აგენტად გამოყენებულ იქნა შემდეგი სისტემები: ჰექსამეთილდისილოქსანი (ჰმდს) - იზოპროპილის სპირტი - დიოქსანი - მარილმჟავა (I), ჰმდს - იზოპროპილის სპირტი - დიმეთილფორამიდი - მარილმჟავა (II), ჰმდს - იზოპროპილის სპირტი - ტრიმეთილქლორსილანი - მარილმჟავა ან HCl გახსნილი



იზოპროპილის სპირტში (III). გამხსნელებად აგრეთვე გამოყენებულ იქნა აცეტონი, დიმეთილსულფოქსიდი და მათი ნარევები.

ზემოთ მოცემული სილიკატების ფხვნილების (< 50 მკმ) I და II სისტემებით ტრიმეთილსილილირებისას სარეაქციო არეში წარმოიქმნება ლაბისებური მასა. ლაბა გამოყოფილ იქნა სარეაქციო არიდან და შესწავლილ იქნა იწ სპექტროსკოპიითა და ელემენტური ანალიზით. აღმოჩნდა, რომ ნებისმიერი სილიკატისაგან მიღებული ლაბის ვაკუუმში გამოშრობით (200°C , 2 მმ Hg. სვ.) მიიღება თეთრი ფხვნილები, რომლებშიც ნახშირბადის შემცველობა 3,4 - 5,8% (მას) აღწევდა.

საწყის სილიკატებში SiO_2 -ის შემცველობა 70-85% (მას) აღწევს, ამიტომ ტრიმეთილსილილირებით მიღებულ ფხვნილებში მოლური ფარდობა $\text{SiO}_2:(\text{CH}_3)_3\text{Si} \approx 10:1$. სარეაქციო არის ორგანულ ფენაში ხსნადი სილიციუმორგანული ნაერთები არ აღმოჩნდა. ამრიგად, გამოყენებული მეთოდით შესაძლებელია სილიკატების ზედაპირზე ტრიმეთილსილილის ჯგუფების დამაგრება შემდეგი სქემის მიხედვით:



ზედაპირზე დამაგრებული ტრიმეთილსილილის ჯგუფები სილიკატის ფხვნილებს ანიჭებენ ჰიდროფობურ თვისებებს (არ სველდებიან წყლით), სამაგიეროდ იზრდება ორგანოფილური თვისებები.

შესწავლილ იქნა ბუნებრივი სილიკატების ტრიმეთილსილილირება (III) სისტემით, რომელიც მასილილირებელ აგენტად შეიცვას ტრიმეთილქლორსილანს. ამ შემთხვევაშიც სარეაქციო არეში ლაბა წარმოიქმნება. მხოლოდ ასკანგელისა და გუმბრინისაგან მიღებულ იქნა თხევადი სილიციუმორგანული პროდუქტები მცირე რაოდენობით (გამოსავალი 5-8% მას.). მიღებული სითხეების მოლეკულური მასები 870-1050 აღწევს, ხოლო მათ იწ სპექტრებში აღმოჩნდა მეთილის ჯგუფისა და Si-O-Si- ბმებისთვის დამახასიათებელი შთანთქმის ზოლები, შესაბამისად 1260 სმ^{-1} და 1056 სმ^{-1} უბნებში. მიღებული სილიციუმორგანული ნაერთები წარმოადგენენ SiO_4^{4-} და $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ იონების ტრიმეთილსილილირების პროდუქტებს, რომელთა გადაყვანა სილიციუმორგანულ ნაერთებში საკმაოდ ადვილია [1,2]. მიღებულ ნაერთებში ჰიდროქსილის ჯგუფის შემცველობა 0,21 - 0,38% (მას.) აღწევს. შედარებისათვის, ცემენტის ტრიმეთილსილილირებისას, რომელიც შეიცავს იზოლირებულ SiO_4^{4-} და $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ იონებს, სილიციუმორგანული ნაერთები 30-45% გამოსავლიანობით მიიღება [5].

ამრიგად, კარკასული ან ფენოვანი აღნაგობის სილიკატებისაგან თხევადი სილიციუმორგანული ნაერთების მიღება ფაქტიურად არ ხდება, რაც გამოწვეულია იმით, რომ მასილილირებელი სისტემები ვერ ახერხებენ სილიკატების სტრუქტურის დარღვევას. გუმბრინისა და ასკანგელისაგან მცირე რაოდენობით

სილიციუმორგანული ნაერთების მიღება შეიძლება აიხსნას მოცემულ ნიმუშებში დისკრეტული იონების (SiO_4^{4-} და $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$) არსებობით.

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *G.W.Lentz*. Inorg. Chem., 3, 1964, 574.
2. *B.B.Currell, H.G.Midgley, M.A.Seaborne*. J. Chem. Soc.,(D), 1972, 1420.
3. *I.Gotz, R.Masson*, J. Chem. Soc., (D), 1970, 2683.
4. *I.P.Cinskley, S.I.Kohama*. J. Amer. Chem. Soc., Polym. Preprint, 20, I, 1979, 949.
5. *М.Г.Берошвили, Р.В.Чедия, Б.А.Арзиани, Л.М.Хананашвили*. Тезисы докладов VII Всесоюзной конференции по химии, технологии производства и практическому применению кремнийорганических соединений, Тбилиси, 1990, 175.



ნ. კობახიძე, მ. გვერდწითელი

ციკლოალკანების ალგებრული შესწავლა

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. უგრეხელიძემ 20. 03. 1996

მოლეკულური გრაფების თანაზიარობის მატრიცები და მათი მრავალრიცხოვანი მოდიფიკაციები ეფექტურად გამოიყენება თანამედროვე თეორიულ ორგანულ ქიმიაში (1). ამ მატრიცების ერთ-ერთ ტიპს წარმოადგენს რნბ-მატრიცები, რომელთა დიაგონალური ელემენტებია ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრები, ხოლო არადიაგონალური - ქიმიური ბმების ჯერადობა (2). ABC მოლეკულისათვის რნბ-მატრიცას გააჩნია სახე:

$$\begin{array}{ccc}
 1 & 2 & 3 \\
 A & B & C
 \end{array}
 \begin{vmatrix}
 Z_A & \Delta_{AB} & \Delta_{AC} \\
 \Delta_{AB} & Z_B & \Delta_{BC} \\
 \Delta_{AC} & \Delta_{BC} & Z_C
 \end{vmatrix}
 \quad (1)$$

სადაც: Z_A, Z_B, Z_C, A, B, C ქიმიური ელემენტების რიგობრივი ნომრებია; Δ_{AB}, Δ_{AC} და Δ_{BC} ქიმიური ბმების ჯერადობებია A და B, A და C, B და C ატომებს შორის.

ციკლობუტანის შემთხვევაში რნბ-მატრიცა შეიძლება ჩაიწეროს როგოც:

$$\begin{array}{cccccc}
 & \text{H}^6 & & \text{H}^7 & & \\
 \text{H}^5 & - \text{C}^1 & - & \text{C}^2 & - & \text{H}^8 \\
 & | & & | & & \\
 \text{H}^{12} & - \text{C}^4 & - & \text{C}^3 & - & \text{H}^9 \\
 & | & & | & & \\
 & \text{H}^{11} & & \text{H}^{10} & &
 \end{array}
 \begin{vmatrix}
 6 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 6 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 1 & 6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1
 \end{vmatrix}
 \quad (2)$$

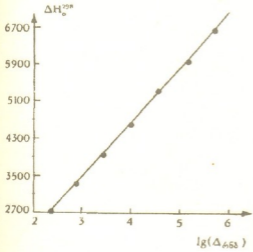
ცხრილში მოცემულია $\text{Ig}(\Delta_{\text{A65B}})$ მნიშვნელობები რამდენიმე ციკლოალკანისათვის და ზოგიერთი შესაბამისი ფიზიკურ-ქიმიური პარამეტრები.

ცხრილი

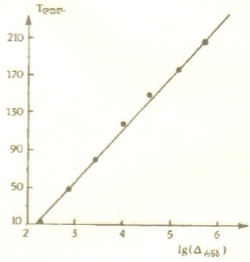
Cycloalkane	$\lg(\Delta_{f66})$	ΔH_0^{298} [4]	$T_{ფულ}$ [4]
C_4H_8	2,28	2743,9	13
C_5H_{10}	2,87	3320,0	49,3
C_6H_{12}	3,43	3951,8	80,8
C_7H_{14}	4,00	4653,9	119
C_8H_{16}	4,58	5310,3	149
C_9H_{18}	5,15	5979,8	178
$C_{10}H_{20}$	5,72	6635,8	201

$\Delta H_0^{298} \sim \lg(\Delta_{f66})$ და $T_{ფულ} \sim \lg(\Delta_{f66})$ მრუდები აგებულია კომპიუტერზე (სურ.1, სურ.2). მათ შესაბამის განტოლებებს გააჩნიათ შემდეგი სახე:

$$\Delta H_0^{298} = 1146,50 \lg(\Delta_{f66}) + 62,69 \quad (3)$$



სურ. 1.



სურ. 2.

$$T_{ფულ} = 55,57 \lg(\Delta_{f66}) - 109,68 \quad (4)$$

კორელაციის კოეფიციენტი r ორივე შემთხვევაში ტოლია $r = 0,999$, ასე რომ, ადგილი აქვს ბრწყინვალე კორელაციას.

ამგვარად, $\lg(\Delta_{f66})$ შეიძლება განვიხილოთ როგორც ტოპოლოგიური ინდექსი „აღნაგობა-თვისება“ კორელაციისათვის ციკლოალკანების ჰომოლოგიურ რიგში.

ი.ჭავჭავაძის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი



მ.თვალჭრელიძე

შავი ზღვის გამყინვარების შემდგომი ტრანსგრესია და ქობულეთის დაბლობის პალეოგეოგრაფია გვიანპლეისტოცენსა და პოლოცენში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე.გამყრელიძემ 15.02.1996

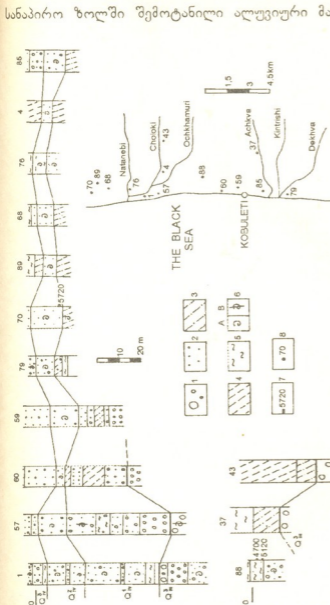
გვიანპლეისტოცენში, უკანასკნელი გამყინვარების მაქსიმალური ფაზის დროს შავი ზღვის დონე თანამედროვესთან შედარებით 90-110 მ-ით დაბლა მდებარეობდა, მსოფლიო ოკეანეს კი -120-130 მ დონე ეკავა, ისევე როგორც ხმელთაშუა ზღვას. შავ ზღვასა და ამ უკანასკნელს შორის არსებობდა ცალმხრივი კავშირი ბოსფორის სრუტით. გამყინვარების შემდგომ პერიოდში, დაახლოებით 15000 წლის წინ დაიწყო ოკეანისა და შავი ზღვის ტრანსგრესია. თავდაპირველად მათი გლაციოვესტატიკური აწევის ტემპები განსხვავებული იყო. 8000-7000 წლის წინ შავი ზღვისა და ოკეანის დონეები გათანაბრდა. მას შემდეგ მათი ვესტატიკა სინქრონულია [1,2].

საქართველოს შავიზღვისპირეთში გვიანპლეისტოცენურ-პოლოცენური ზღვის ვესტატიკა და მასთან დაკავშირებული სედიმენტოგენეზის თავისებურება ნათლად არის ასახული ქობულეთის დაბლობზე. ეს ძირითადად განაპირობა რაიონის მორფოლოგიურმა თავისებურებამ, ტერიგენული მასალის მკვებავი პროვინციის სიახლოვემ და იმდროინდელი ზღვის სანაპირო ზოლის დინამიკამ.

მყინვარების მაქსიმალური დნობის პერიოდს ქობულეთის დაბლობზე შეესაბამება კონტინენტური, უხეშმარცვლოვანი ალუვიური წყება. იგი წარმოადგენს ახალექსინური დროის მდინარეთა გამოზიდვის კონუსებს (ნახ. 1. ქაბურღილი 1, 57, 60, 59, 37, 43). მძლავრი გამოზიდვის კონუსები ჰქონდათ მდ. პალეონატანებსა და პალეოჩოლოკს. მეორე გამოზიდვის კონუსი მდებარეობდა ქობულეთის სამხრეთ პერიფერიაზე და წარმოადგენდა მდ.კინტრიშისა და მისი შენაკადების თანამედროვე გამოზიდვის კონუსის პალეონალოგს. გამოზიდვის კონუსები აღწევდნენ ზღვის ნაპირს, რომელიც იმ დროისათვის თანამედროვესთან შედარებით დასავლეთით მდებარეობდა. მდინარეთა გამოზიდვის კონუსებს შორის არსებობდა ზღვის უბე (ქაბ. 57), რადგანაც ზღვისპირეთის ამ მონაკვეთში ვერ ხერხდებოდა ზღვის დონის გლაციოვესტატიკური აწევის კომპენსირება მდინარეთა ალუვიონით.

ქაბურღილებში, რომლებიც თანამეოროვე ნაპირის სიახლოვესაა, მდინარეთა გამოზიდვის კონუსების სახურავი ღრმად მდებარეობს (ქაბ. 1,57,60), ხოლო ხმელეთის სიღრმეში გამოზიდვის კონუსების სახურავი შედარებით ნაკლებ სიღრმეზეა (ქაბ. 43, 37). აქედან გამომდინარე, ჩანს, რომ პალეოდაბლობის ზედაპირის დახრის კუთხე მნიშვნელოვნად მეტი იყო, ვიდრე თანამედროვესი. იგი ძირითადად აგებული იყო სუსტად დამუშავებული ლოდნარი მასალითა და გვარგვალებით. მათი ტრანსპორტირება ხდებოდა აქარა-თრიალეთის ნაოჭა ზონის დასავლეთი დაბოლოებიდან ვიურმული მყინვარების მაქსიმალური დნობის პერიოდში.

მყინვარების დნობის პერიოდში ოკეანისა და შესაბამისად შავი ზღვის აწევის ტემპი საკმაოდ მაღალი იყო. მნიშვნელოვანი იყო ასევე მდინარეების მიერ ზღვის



ნახ. 1. 1 - ლოდნარი, გვარგვალეები, ხვინჯკა, 2 - ქვიშა, 3 - ქვიშნარი, 4 - თიხნარი, 5 - თიხა, 6 - ა) ზღვიური ფაუნა, ბ) ზღვიური ფაუნის დეტრიტტი, 7 - რადიოლოგიური ასაკი, 8 - კბურდილის ნომერი

სგრესიული ფაზა დადგენილია კბურდილებში (კაბ. 70, 89, 68, 76, 4, 85, 1, 57, 60, 59, 79, 88), არსებული ზღვიური ფაუნით - Chiona, Spicula, Nassarus, Cardium და სხვ.

ზღვის დონის აწევის თანადროულად ხდებოდა პალეოდაბლობის დახრის კუთხის შემცირება. ეს გამოწვეული იყო სანაპირო ზოლში აკუმულაციური ნალექების სიმძლავრეების გაზრდით და მათი თანდათანობითი შემცირებით ხმელეთის სიღრმისაკენ.

ახალშავზღვიური ტრანსგრესიული ფაზის ტემპი ქვედა ჰოლოცენის შემდეგ თანდათან მატულობდა და დაახლოებით 6000-5000 წლის წინათ მან მიაღწია

დასაწყისში (10000-9500 წლის წინ), თავდაპირველად, მდინარეთა ეროზიის ბაზისის აწევასთან დაკავშირებით, ახალქვსინურ უხეშმარცვლოვან წყებაზე დაილეკა შედარებით წვრილმარცვლოვანი ალუვიური გენეზისის ნალექები (კაბ. 1, 57, 60, 59, 37, 43). ზღვის სანაპირო ზოლის სიახლოვეს განლაგებულ კაბურდილებში (კაბ. 1, 57) ჩანს, რომ ქვედა ჰოლოცენის სხვადასხვა ეტაპებზე მდინარეთა ალუვიონი ველარ უზრუნველყოფდა ზღვის დონის აწევის კომპენსირებას, რის გამოც ზღვამ დაფარა ხმელეთის გარკვეული ნაწილი.

ქვედა ჰოლოცენის ბოლოს, ქობულეთის დაბლობზე მდინარეთა აკუმულაციის პროცესის ინტენსივობა ველარ ახდენს ზღვის დონის აწევის კომპენსირებას. ამის შედეგად მთელ ზღვისპირეთში ზღვა მნიშვნელოვან მანძილზე იჭრება ხმელეთის სიღრმეში (გამყინვარების შემდგომი ტრანსგრესიის ახალშავზღვიური ტრანსგრესიული ფაზა). ნაწილობრივ ამ პროცესს ხელს უწყობდა სანაპირო ზოლის დინამიკის შეცვლა, რაც გამოწვეული იყო ზღვის ნაპირის მორფოლოგიის შეცვლით.

ახალშავზღვიური ტრანს-

განვითარების მაქსიმალურ ფაზას მთელი ჰოლოცენის განმავლობაში. ქაბ. 70-ში, ზღვის დონიდან - 10,4 - 11,8 მ. სიღრმის ინტერვალში მოპოვებული ზღვიური ორსაგდულიანების ასაკია 5720 ± 55 წ. (TB - 482).

ქობულეთის სამხრეთ პერიფერიაზე (მდ. კინტრიშის შესართავი) ახალშავზღვიური ტრანსგრესიული ფაზის ნალექები ქმნის 4,5 - 5,0 მ აბსოლუტური სიმაღლის ზღვიურ ტერასას, ხოლო ქობულეთის დაბლობზე, როგორც ეს ქაბურღილებიდან ჩანს, იმავე ასაკის ნალექები თანამედროვე ზღვის დონეზე დაბლაა განლაგებული. ეს აიხსნება განედური მიმართულების რღვევის არსებობით ქობულეთის სამხრეთ დაბლობზე (მდ. კინტრიშის ხეობის გასწვრივ), რომლის ჩრდილოეთი ფრთა (კინტრიშ-ნატანების მდინარეთაშუეთი) დაძირვას განიცდის.

ახალშავზღვიური ფაზის შემდეგ შავი ზღვის დონე განიცდიდა ოსცილაციას. ამ პროცესზე, კერძოდ კი ზღვის დონის დაწვევაზე მიუთითებს ის ფაქტი, რომ ქაბ. 88-ში, ახალშავზღვიურ ზღვიურ ნალექებზე განლაგებული თიხიანი ტორფებიდან მოპოვებული მერქნის აბსოლუტური ასაკებია: -4,5 მ ზღვის დონიდან - 5100 ± 55 წ. (TB - 485) და -3 მ-დან - 4770 ± 55 წ.: (TB - 484). ზღვის დონის დაწვევის ფაქტს ადასტურებს ქაბ. 88-ის რაიონში არსებული ადრებრინჯაოს ხანის დასახლება „ისპანი“, რომელიც ამჟამად დაფარულია 4მ სიმძლავრის ტორფით. არქეოლოგიური ძეგლის ქვედა კულტურული შრე (-3 - 3,5 მ ზღვის დონიდან), განლაგებულია ზღვიურ ნალექებზე. მისი ასაკი არქეოლოგიური მასალის მიხედვით 131 მიეკუთვნება III ათასწლეულის დასაწყისს ჩვენს ერამდე. ზედა კულტურული ფენა 4500-4400 წლისაა. მასზე განლაგებული ტორფის დასტების საგების აბსოლუტური ასაკებია - 4480 ± 200 წ. (TB - 1133) და 4450 ± 150 წ. (TB - 1136). ზღვის დონის დაწვევა გრძელდებოდა 5000-4500 წლების ინტერვალში.

4400-4000 წლების შუალედში მოხდა ზღვის დონის აწევა [1], რომელსაც შემდეგ მოჰყვა ფანაგორიული რეგრესიული ფაზა. აღნიშნულ ფაზას დროში შეესაბამება მდ. ჩოლოქისა და ოჩხამურის შეერთების ზონაში არსებული ადამიანთა დასახლება („ნამქედური“). არქეოლოგიური ძეგლის ქვედა კულტურული შრე მიეკუთვნება II ათასწლეულის შუა ხანას ჩვენს წელთაღრიცხვამდე [3]. იგი მდებარეობს მდ.ოჩხამურის დონიდან 2,5 მ სიღრმეზე. ეს გვაძლევს საშუალებას დავუშვათ, რომ როდესაც აქ დასახლდნენ ადამიანები, მაშინ ქობულეთის დაბლობის ამ ნაწილის აბსოლუტური სიმაღლე, სულ მცირე 2,5 - 3,0 მ-ით დაბალი უნდა ყოფილიყო თანამედროვესთან შედარებით (დაახლოებით 3500 წლის წინათ). წინააღმდეგ შემთხვევაში, გრუნტის წყლების მაღალი მდებარეობის გამო, იქ არ იქნებოდა ხელსაყრელი პირობები ცხოვრებისათვის. იმ დროისათვის მდინარეთა ეროზიის ბაზისიც - შავი ზღვის დონე შესაბამისად დაწეული უნდა ყოფილიყო.

ფანაგორიულ რეგრესიულ ფაზას მოჰყვა ნიმფეური ტრანსგრესიული ფაზა. ზღვის დონის აწევის თანადროულად ხდებოდა ქობულეთის დაბლობის ტოპოგრაფიული ზედაპირის ამაღლება. ამას თან ერთვოდა მდინარეთა კალაპოტებისა და შესაბამისად გრუნტის წყლების დონეების აწევა, რაც იწვევდა დაქაობების პროცესის ინტენსივობის ზრდას. ნიმფეური ტრანსგრესიული ფაზის მაქსიმალური განვითარების დროს „ნამქედურის“ მაცხოვრებლები იძულებული იყვნენ მიეტოვებინათ საცხოვრებელი (2200-2000 წლის წინ) და გადასახლებულიყვნენ ხმელეთის სიღრმეში. ნიმფეური ტრანსგრესიული ფაზა გაგრძელდა ჩვენი ათასწლეულის შუა პერიოდამდე.



ნიმფეური ტრანსგრესიული ფაზის პერიოდში ზღვა შეიჭრა ხმელეთის სიღრმეში. ამ პერიოდში ჩამოყალიბდა ნაპირგასწვრივი ქვიშის ზვინულები, რომლებიც თანამედროვე ტალღისცემის გარეთ მდებარეობს (ზღვის ნაპირიდან 50-130 მ). რელიეფის უარყოფით ფორმებში გრძელდებოდა ინტენსიური ტორფწარმოქმნის პროცესი.

ნიმფეურ ტრანსგრესიული ფაზის დროს ზღვის დონე თანამედროვესთან შედარებით +2,0 - 2,5 მ-ით მაღლა მდებარეობდა. ამ პერიოდში ჩამოყალიბებულ ნაპირგასწვრივ ზვინულებს სანაპირო ზოლის სხვადასხვა უბნებზე ერთი და იგივე შეფარდებითი სიმაღლეები აქვს. ზღვის სანაპირო ზოლში არსებული სტრუქტურული ბლოკების დიფერენცირებული, ვერტიკალური მოძრაობების შედეგად, ზვინულების აბსოლუტური სიმაღლე სუფსა-ნატანების მდინარეთაშუეთში +9,5 - 11,0 მ-ია, ხოლო ქობულეთის მიდამოებში +4 - 4,5 მ.

ჩატარებული კვლევის შედეგები გვაძლევს საშუალებას დავუშვათ, რომ ქობულეთის ზღვისპირა ვაკე წარმოადგენს პოლოცენურ წარმონაქმნს, მისი ფორმირების ძირითადი ფაქტორებიდან შეიძლება გამოიყოს: ზღვის დონის ევსტატიკა, სანაპირო ზოლის ნეოტექტონიკური მოძრაობა, ზღვის ნაპირის მორფო-დალითოლინამიკა და მდინარეთა მყარი ნატანის მოცულობები. ამ ორი უკანასკნელი ფაქტორის ეფექტი იმდენად მნიშვნელოვანი იყო, რომ მიუხედავად ზღვის ტრანსგრესიისა და ხმელეთის ნეოტექტონიკური დაძირვისა, ზღვის უბეების ნაცვლად წარმოიშვა აკუმულაციური დაბლობი, რომელიც აგებულია ნალექთა განსხვავებული გენეტიკური ტიპებითა და ფაციესებით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ა.ჭანელიძის სახ. გეოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *П.В.Федоров*. Колебания уровня морей и океанов за 15000 лет. М., 1982.
2. *Ф.А.Щербаков*. Отражение изменений уровня моря в разрезах позднечетвертичных морских отложений. Колебания уровня морей и океанов за 15000 лет. М., 1982.
3. *Т.К.Микеладзе, Д.А.Хахутаишвили*. Древне - Колхидское поселение "Намчедури", Тбилиси, 1982.

ნ.თათროშვილი, გ.ზარიძე (საქართველოს მეცნ.აკად.წევრ-კორესპონდენტი)

სამი პრობლემა – სამი სტერეოტიპი

წარმოდგენილია 18.03.1996

1. ტექტონიკური პროცესები გამოწვეულია მაგმის აქტივიზაციით და არა პირიქით. გეოლოგიაში ყველა მკვლევარი ყოველგვარ ზოგადგეოლოგიურ თუ პეტროლოგიურ და მადანწარმოშობის (მეტალოგენურ), აგრეთვე სეისმურ პროცესებს იხილავს დამკვიდრებული სტერეოტიპით – ამ პროცესების ტექტონიკით გამოწვეულს, მასთან დაკავშირებულს, მის მომდევნოს, ე.ი. პრიმატი მიკუთვნილი აქვს ტექტონიკას (გეოლინამიკას), მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ ამჟამად უკვე საყოველთაოდ აღიარებულ და დამაჭერებლად დადგენილ დებულებას იმის შესახებ, რომ ტექტონიკური პროცესები გამოიწვევიან დედამიწის ზედა მანტიაში განვითარებული პროცესებით – ზედა მანტიაში (ასტენოსფეროში) ნივთიერების აქტივიზაციით, დროდადრო მის ბლანტ და „თხევად“ მდგომარეობაში გადასვლას, დინების უნარის (გადაადგილების) შექმნას, ცხადი გახდება, რომ ტექტონიკური პროცესები განპირობებულია (გამოწვეულია) მაგმატიზმით ამ სიტყვის ფართო მნიშვნელობით და არა პირიქით. გავიხსენოთ მაგმის განმარტება: მაგმა არის სილიკატური მდნარი, რომელიც ჩაისახება დედამიწის აქტიურ ზონებში – ზედა მანტიაში ან ლითოსფეროში. ხელსაყრელ პირობებში იგი გადაადგილებას იწყებს დედამიწის ზედა ჰორიზონტების მიმართულებით და შეიძლება დედამიწის ზედაპირზე ამოიფრქვეს ან მის ქერქში გაჩერდეს და სათანადო ფორმის სხეულები წარმოშვას. თქმულის საფუძველზე ისმის კითხვა – რამდენად მეცნიერულად სამართლიანია მიღებული გამოთქმა – მაგმატიზმის (მეტამორფიზმის, მადანწარმოშობის და სხვ.) ტექტონიკური პროცესებით გამოწვევის შესახებ, როდესაც ფაქტიურად ჩვენ პირიქით დამოკიდებულებასთან გვაქვს საქმე.

აზრი იმის შესახებ, რომ ტექტონიკური პროცესები ლითოსფეროს ქვეშე განლაგებულ ნივთიერების აქტივიზაციით არის გამოწვეული, არახალია. ამ მხრივ ცნობილია გერმანელი გეოფიზიკოსის ვეგენერის ჰიპოთეზა [2], რომელიც ადრე სასტიკად იქნა გაკრიტიკებული. ამჟამად კი, როგორც ცნობილია, ეს ჰიპოთეზა განახლებული სახით მეცნიერულად დასაბუთებული „ლითოსფერული ფილების ტექტონიკის“ სახელწოდებით იქნა აღდგენილი, რომელსაც ამჟამად ჩვენც ვიზიარებთ, მიუხედავად მასში არსებული ზოგიერთი შეუსაბამობისა.

მინდა გავიხსენო, რომ ჩემს სადოქტორო ნაშრომში [3], რომელიც დავიცავი 1945 წელს, ტექტონიკური პროცესები განხილულია ვეგენერის ჰიპოთეზის (ქერქქვეშე მასების დინების) პრინციპის გამოყენებით, ჩემს მიერ გადამუშავებული სახით [3, გვ 325-327]. მიუხედავად იმ დროისათვის ვეგენერის ჰიპოთეზის უაღრესად არაპოპულარობისა მისი საფუძვლები მე პროგრესიულად მივიჩნიე, რაც სადისერტაციო შრომისათვის გაბედულ ნაბიჯს ნიშნავდა.

ნახევარი საუკუნის წინათ (1945 წელს) ჩემს მიერ გამოთქმული აზრი ტექტონიკური პროცესების ქერქქვეშე მასების (გამლდვარი ბაზალტური საგების, ზედა მანტია, ასტენოსფერო) დინებით ახსნის შესახებ პრინციპში გამართლებულად

უნდა ჩაითვალოს, თუმცა მაშინ ჩემს მიერ შემოთავაზებული მექანიზმი არასრულყოფილი აღმოჩნდა. ამ მექანიზმის დადგენისათვის საჭირო გახდა უშველბელი კოლექტივის მიერ (გეოლოგების, გეოფიზიკოსების, ფიზიკოსების, ქიმიკოსების, კონსტრუქტორების, პეტროლოგების და სხვ.) წლების განმავლობაში კლევა-ძიების განხორციელება ოკეანის ფსკერის ქვეშ განლაგებული შრისა. იგი განახორციელეს ამერიკელებმა, თანამედროვე ტექნიკის და აპარატურის გამოყენებით, რომლითაც უხვად იყო აღჭურვილი სპეციალურად აგებული ოკეანური გემი-ლაბორატორია „ჩელენჯერი“. ამ გლობალურ პროექტზე ასეულობით მილიონი დოლარი დაიხარჯა.

როგორც ცნობილია, ასტენოსფერო ლითოსფეროს ქვეშ არის განლაგებული და აქვს პლასტიკური (ბლანტი) დინების უნარი, რაც 1914 წელს ბარელმა აღნიშნა. მისი ანალოგიურია ცნება „თხევადი ქერქვეშა შრის“ არსებობის შესახებ, რომელიც ჯერ კიდევ 1873 წელს გააზრებულ იქნა დენას მიერ დედამიწის ქერქში განვითარებული ოროგენული და სხვა პროცესების ახსნის მიზნით. შემდეგ ასტენოსფეროს ცნება განმტკიცდა „ტალადენის“ (ВОЛНОВАЯ) ცნების შემოღების შედეგად. თეორიული გაანგარიშებით დადგინდა ზედა მანტიაში ასტენოსფეროს სიბლანტის (ВЯЗКОСТЬ) მინიმალური სიდიდე (10^{19} - 10^{21}) პაუზი და ქერქში პლასტიკური გადაადგილების დროს შესაძლო წინაღობა [6].

ასტენოსფეროს საშუალო სიღრმე გაანგარიშებულია, იგი დაახლოებით 100-300 კმ ფარგლებშია, შუალედოკეანური ქედების ქვეშ კი 30-50 კმ სიღრმეზე მდებარეობს. ითვლება, რომ ასტენოსფერო წარმოადგენს დედამიწის ქერქის ჰორიზონტული და ვერტიკალური პროცესების გამომწვევ მიზეზს [1].

ამგვარად, ერთაზროვნად და გაბედულად შეიძლება ითქვას, რომ ტექტონიკური (გეოდინამიკური) პროცესების გამომწვევი მიზეზი არის მაგმა. ნათქვამია: „ჩვეულება რჩულზე უმტკიცესიაო“, მაგრამ ამ სტერეოტიპის დაძლევა გამართლებულია და გეოლოგიურმა მეცნიერებამ უნდა დასძლიოს იგი.

2. ვულკანური ამონთხევები იწყებენ მოქმედებას ტექტონიკური ფაზების (ბიძგების) პაუზის დროს და არა ამ ფაზასთან დაკავშირებით

კავკასიის მაგმატიზმის შესწავლისას ტექტონიკასთან ურთიერთობაში დამებადა კითხვა: რატომ ხდება, რომ ვულკანური აქტივობა, რომელიც სათანადო სტრუქტურებში (გეოსინკლინებში) დედამიწის ქერქის დაღმავალ მოძრაობასთან (გაჭიმვასთან) არის დაკავშირებული, ოროგენულ (დანაოქების) სტადიაში მიმდინარეობს შეკუმშვის დროს (ოროგენული ვულკანიზმი).

არაერთგზის დაკვირვებამ და ანალიზმა დამანახვა, რომ ოროგენული ვულკანიზმი დაკავშირებულია არა ტექტონიკურ ფაზის მორიგ იმპულსთან (ბიძგთან), არამედ მოკლე დროის განმავლობაში მომხდარ „წამიერ“ (გეოლოგიური გაგებით) შეკუმშვის შეჩერებასთან (პაუზასთან), რაც როგორც ცნობილია მიმდინარეობს წყვეტილად. ამ პაუზის განმავლობაში, როგორც ჩანს, გეოდინამიკურ პროცესში ჩართული მიწის ქერქის გაჭიმვა და ვულკანური აქტივობა ხორციელდება [5].

აღნიშნული მოვლენის საილუსტრაციოდ მოვიყვანო რამდენიმე მაგალითს: კავკასიონზე გვიანოროგენული ვულკანიზმი სივრცობრივად დაკავშირებულია გრანზინინკლინორიუმთან (ოროგენულ ჩანალუნთან), რომელშიც დაღეპილია კონტინენტური ზღვიური მასალა. იგივე შეიძლება ითქვას ჩრდილო-აღმოსავლეთ ავსტრალიის გვიანოროგენული ვულკანიზმის შესახებ, აგრეთვე კავკასიონის

სამხრეთი ფერდის ზედაიურულ, ზედაცარცულ და პლიოცენურ ტუტე ვულკანიზმის შესახებ (ფერადი წყება, მთავრის წყება, ნამანევის განფენი), რომლის დროსაც ვულკანიზმი განხორციელდა სათანადოდ ლაგუნურ და კონტინენტურ ზღვის აუზებში. ჩვენი მოსაზრების დამადასტურებელი მაგალითები მოიპოვება ანდეზიტი – ცნობილ არაუკანის სარტყელში (ტორდილიო და რიო-დამასკი), სადაც კიბერიული ასაკის კონტინენტური ტლანქი მასალაა დალექილი და განვითარებულია ანდეზიტური ვულკანიზმი. კიდევ უფრო თვალსაჩინო მაგალითს წარმოადგენს ბაზალტური ლავებით აგებული აღზაგლური ასაკის დისლოცირებული წალკის წყება (სამხრეთ-აღმოსავლეთი საქართველო), რომელიც წარმოიშვა ფართო მასშტაბის ტბურ აუზში ან კონტინენტური ზღვის პირობებში. აქ გარკვეულად ჩანს, რომ ვულკანური აქტივობა სრულიად წყდება დანალექი შრეების დანაოქების პროცესის დაწყებასთან დაკავშირებით და განახლება (მეორდება) მისი გაყუჩების (პაუზის) შუალედში [3]. ამ საკითხზე დამაჩვენებელ მაგალითს იძლევიან ვულკანურ კუნძულთა რკალები, რომლებიც როგორც ცნობილია, განლაგებული არიან სიღრმული ნაპრალების გასწვრივ და კვეთენ არა მხოლოდ ლითონფეროს დედამიწის ქერქის ჩათვლით, არამედ აგრეთვე ზედა მანტიას, სადაც ისინი 600-800 კილომეტრის სიღრმემდე იჭრებიან. ამ მხრივ ინტერესს წარმოადგენს დიდი კურილების კუნძულთა რკალი, რომელსაც გეოსინკლინური განვითარების წინა ისტორია არა აქვს გავლილი [1]. იგი განვითარდა ოკეანური ტიპის დედამიწის ქერქზე. მის არეალში მოხოროვიჩიჩის ზედაპირი ჰქმნის ასიმეტრულ ღრმულს, რომლის მაქსიმალური დაძირვა ფიქსირდება მცირე კურილების კუნძულებისა და ღრმავლურ ღარს შორის. აქ დედამიწის ქერქის მაქსიმალური სიმძლავრე 30 კილომეტრს აღწევს.

გეოლოგიური მონაცემებისა და შემადგენლობის საფუძველზე დიდი კურილების დისლოცირებული ვულკანური წარმონაქმნების თანამიმდევრული რიგი ფორმაციებში გამოხატული, რომლებიც ერთიმეორისაგან უთანხმო განლაგებით ხასიათდებიან, არის შემდეგი [6].

- რიოლიტ-ანდეზიტური; ქვედა მიოცენი;
- ბაზალტ-რიოლიტური; შუა მიოცენი;
- ბაზალტური; ზედა მიოცენი;
- ბაზალტ-ანდეზიტური; პლიოცენი;
- ანდეზიტ-ბაზალტური; ადრემეოთხეული;
- ბაზალტ-ანდეზიტ-დაციტური; გვიან მეოთხეული;
- ბაზალტ-დაციტ-ანდეზიტური; თანამედროვე.

ჩამოთვლილი ვულკანიტების მიოცენური და მიოცენურის შემდგომი განზოგადოებული ფორმაციები სათანადოდ იქნებიან: რიოლიტ-ბაზალტ-ანდეზიტური და ბაზალტ-დაციტ-ანდეზიტური.

უნდა ვიფიქროთ, რომ ტემპერატურული სოლიდუსის მდგომარეობაში მყოფი ლერცოლითური (?) შემადგენლობის ზედა მანტიის (ასტენოსფერო) სარტყლის ბაზალტური მდნარი ($T \sim 1300^{\circ}\text{C}$), რომელიც პერიოდულად წარმოიშობა (ზედა მანტიიდან გამოდნება) სათანადო ხელშემწყობი პირობების შედეგად (ლითონფეროს რაგვარობა, მასში წარმოშობილი გამჭოლი ნაპრალები) იწყებს გადაადგილებას – ლითონფეროში შექრას დედამიწის ქერქის ჩათვლით, სადაც სხვადასხვა წოლის ფორმის სხეულებს წარმოშობს და ბოლოს დედამიწის ზედაპირზე (ხმელეთზე და წყლის აუზების ფსკერზე) ამოინთხევა. აღწერილ პროცესს კოლოსალური ენერგია სჭირდება, რომელიც პრაქტიკულად მთლიანად იხარჯება, ამიტომ ნაოქა



სახელმწიფო უნივერსიტეტის პეტროგრაფიის კათედრის გაფართოებულ სხდომაზე, შემდეგ კი იგი განიხილა ყოფილი საბჭოთა კავშირის უმაღლესი განათლების სამინისტროსთან არსებულმა გეოლოგექსპერტთა კომისიამ, სადაც მოსმენილ იქნა წინასწარგამოყოფილი რეცენზენტების დასკვნები. ამის შემდეგ დასახელებულმა სამინისტრომ წიგნს სახელმძღვანელოს სარეკომენდაციო „გრიფი“ მიანიჭა [4].

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ა.ჯანელიძის სახელობის გეოლოგიური
ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *В.А.Апродов*. Вулканы. М., 1982.
2. *А.Вегенер*. Происхождение материков и океанов. М., 1924.
3. *Г.М.Заридзе*. Закономерности развития вулканизма (Магматизма) в Грузии и связанное с ним рудообразование. Тбилиси, 1947, 400с.
4. *Г.М.Заридзе*. Петрография, М., 1988, 477с.
5. *Г.М.Заридзе*. Внимание! Метасоматоз, Тбилиси, 1992, 187с.
6. *Е.К.Мархиши*. Роль вулканизма в формировании земной коры (на примере Курильской островной дуги), М., 1967, 253с.



თ.ჯავახიშვილი

ბაგირგზის ვაგონის კაბინის გრძივი რხევები დაკიდების
 წერტილის ვიბრაციის გათვალისწინებით

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა.ძიძიგურმა 8.02.1996

ბაგირგზების ექსპლუატაციის პროცესში ადგილი აქვს მზიდი და საწვევი ბაგირების რხევას, რაც იწვევს ვაგონის დაკიდების წერტილის ვიბრაციას. განივი ქარის არარსებობის შემთხვევაში აღნიშნული წერტილის ვიბრაცია ხდება ძირითადად ვერტიკალურ სიბრტყეში, რომელიც გადის მზიდი ბაგირის ღერძის გასწვრივ. უფრო არსებითია დაკიდების წერტილის განივი ვიბრაცია, თუმცა რიგ შემთხვევებში, შეიმჩნევა აგრეთვე მისი პერპენდიკულარული მცირე ამპლიტუდიანი გრძივი ვიბრაცია მზიდი ბაგირის გასწვრივ. ბაგირგზის ვაგონის დაკიდების წერტილის ვიბრაცია იწვევს სახსრულად დაკიდებული კაბინის (ძარის) გრძივ რხევას (ქანაობას), რაც თავის მხრივ მოქმედებს დაკიდების წერტილის მოძრაობის ხასიათზე, მაგრამ ქანაობის მცირე ამპლიტუდისა და ბაგირგზის ტრასის მცირე დახრის შემთხვევაში, განსახილველი ამოცანის გადაწყვეტისას, პირველი მიახლოებით, ასეთი გავლენა შეიძლება უგულვებელვყოთ.

დაკიდების წერტილის ვიბრაციის სიხშირის კაბინის რხევის საკუთარი რხევის სიხშირესთან გარკვეული თანაფარდობის დროს შეიძლება ადგილი ჰქონდეს პარამეტრულ რეზონანსს. განივ და გრძივ ვიბრაციას ზოგად შემთხვევაში აქვს სხვადასხვა სიხშირეები და ამიტომ ვაგონის კაბინის რხევას განვიხილავთ ცალ-ცალკე ვიბრაციის ამ სახეობებისათვის.

აქ აღარ შევჩერდებით ვაგონის დაკიდების მზიდი ბაგირის იძულებითი განივი და საწვევი ბაგირის გრძივი რხევების წარმოქმნის მიზეზებსა და ხასიათზე და მივიღებთ აღნიშნული წერტილის ვიბრაციის პარამონიულ კანონს.

კაბინის გრძივი რხევის ამპლიტუდა იზღუდება არაწრფივი აღმდგენი ძალის და წინაღობის ძალის ერთდროული მოქმედებით. ამასთან მივიღოთ [1], რომ წინაღობის ძალა დამოკიდებულია კაბინის ქანაობის სიჩქარეზე და მისი ვერტიკალიდან გადახრაზე.

აღნიშნული შენიშვნების გათვალისწინებით კაბინის რხევის განტოლებას დაკიდების წერტილის განივი ვიბრაციის დროს აქვს სახე

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2h(1+\beta\varphi^2)\frac{d\varphi}{dt} + \omega_0^2 [1 + m\cos(\omega_1 t + \alpha_1)] \cdot \sin\varphi + \frac{A\omega_1^2 \sin\varepsilon}{l_1} \cdot \cos(\omega_1 t + \alpha_1) \cdot \cos\varphi = 0, \quad (1)$$

სადაც φ განზოგადებული კოორდინატა - კაბინის გადახრა ვერტიკალური ღერძიდან;

$$2h = \frac{\beta_1}{m_2(l^2 + \rho^2)} > 0;$$

$$\beta = \frac{\beta_2}{\beta_1} \text{ - მუდმივი კოეფიციენტი;}$$

β_1, β_2 - წინაღობის კოეფიციენტები;

m_2 - ვაგონის კაბინის და საკიდრის მასა;

l - მანძილი ვაგონის დაკიდების წერტილიდან კაბინის და საკიდრის მასების ცენტრამდე;

ρ - კაბინის (საკიდრით) ინერციის რადიუსი ვაგონის დაკიდების ღერძის პარალელური ღერძის მიმართ, რომელიც გადის მასების ცენტრში;

$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{l_1}}$ - კაბინის თავისუფალი რხევის საკუთარი სიხშირე მცირე ამპლიტუდების დროს;

g - თავისუფალი ვარდნის აჩქარება;

$$I_1 = \frac{l^2 + \rho^2}{l} \text{ - კაბინის (საკიდრით) დაყვანილი სიგრძე;}$$

$$m = \frac{A\omega_1^2 \cos \varepsilon}{g} \ll 1 \text{ - პარამეტრის (სიხისტის) მოდულაციის სიღრმე;}$$

$\varepsilon = \text{const}$ - ვაგონის მოძრაობის ტრაექტორიის მხების დახრის კუთხე;

A, ω_1, α_1 - დაკიდების წერტილის განივი ვიბრაციის ამპლიტუდა, სიხშირე და საწყისი ფაზა.

გადავიდეთ უგანზომილებო დროზე $\tau = \omega_1 t + \alpha_1$ და შევცვალოთ $\sin \varphi \approx \varphi + \gamma \varphi^3$ და

$\cos \varphi \approx 1 + \gamma_1 \varphi^2$ ($\gamma = -\frac{1}{6}$, $\gamma_1 = -\frac{1}{2}$), მაშინ პირველი რეზონანსული სიხშირისათვის

($\omega_1 = 2\omega$) მივიღებთ

$$\ddot{\varphi} + \varphi = \xi \varphi - 2\beta \dot{\varphi} - \gamma \varphi^3 - m \varphi \cos 2\tau - 2\beta \varphi^2 \dot{\varphi} - \mu_1 (1 + \gamma_1 \varphi^2) \cos 2\tau, \quad (2)$$

სადაც $\xi = 1 - \frac{\omega_0^2}{\omega^2} \ll 1$ აშლის კოეფიციენტი;

$\beta = \frac{h}{\omega} \ll 1$ - დანაკარგების კოეფიციენტი;

$$\mu_1 = \frac{4A \sin \varepsilon}{l_1}$$

(2) განტოლების გამოყვანისას მეორე და მაღალი რიგის მცირეები უგულვებელყოფილია.

გამოვიყენოთ ვან-დერ-პოლის მეთოდი და (2) განტოლების ამოხსნა მოვქმედოთ შემდეგი სახით

$$\varphi = u \cos \tau + v \sin \tau, \quad \dot{\varphi} = -u \sin \tau + v \cos \tau, \quad (3)$$

სადაც $u(\tau)$ და $v(\tau)$ τ არგუმენტის ნელა ცვალებადი ფუნქციებია.

შევნიშნოთ, რომ (2) განტოლების მარჯვენა მხარის ბოლო შესაკრები გასაშუალოებისას ვერ იქონიებს გავლენას შედეგზე და ამიტომ დამოკლებულ განტოლებებს ექნება სახე

$$\begin{aligned} \dot{u} &= -\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\xi\varphi - 2\vartheta\dot{\varphi} - \gamma\varphi^3 - m\varphi \cos 2\tau - 2\beta\vartheta\varphi^2\dot{\varphi}) \sin \tau d\tau = \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{3}{4}\gamma B^2 - \xi - \frac{m}{2} \right) v - \left(1 + \frac{\beta B^2}{4} \right) \vartheta u = \varphi_1(u, v); \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \dot{v} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (\xi\varphi - 2\vartheta\dot{\varphi} - \gamma\varphi^3 - m\varphi \cos 2\tau - 2\beta\vartheta\varphi^2\dot{\varphi}) \cos \tau d\tau = \\ &= \frac{1}{2} \left(\xi - \frac{3}{4}\gamma B^2 - \frac{m}{2} \right) u - \left(1 + \frac{\beta B^2}{4} \right) \vartheta v = \varphi_2(u, v), \end{aligned}$$

სადაც $B^2 = u^2 + v^2$.

გამოვიკვლიოთ სტაციონარული ამონახსნები. პირველი სტაციონარული ამონახსნა - წონასწორობის მდგომარეობა ($u_0 = v_0 = B_0 = 0$) შესაძლებელია სისტემაში $\gamma, \xi, \vartheta, m$ პარამეტრების სიმცირის ფარგლებში ნებისმიერი მნიშვნელობის დროს.

მეორე სტაციონარულ ამონახსნს ნულისაგან განსხვავებული ამპლიტუდით ვპოულობთ (4)-დან

$$\begin{aligned} -\frac{1}{2} \left(\xi - \frac{3}{4}\gamma B_0^2 + \frac{m}{2} \right) v_0 &= \left(1 + \frac{\beta B_0^2}{4} \right) \vartheta u_0; \\ \frac{1}{2} \left(\xi - \frac{3}{4}\gamma B_0^2 - \frac{m}{2} \right) u_0 &= \left(1 + \frac{\beta B_0^2}{4} \right) \vartheta v_0. \end{aligned} \quad (5)$$

უქანასკნელ განტოლებათა სისტემის ამონახსნა B_0^2 -ის მიმართ გვაძლევს

$$B_0^2 = \frac{-b_1 \pm \sqrt{D}}{2a_1}, \quad (6)$$

$$\text{სადაც კოეფიციენტები } a_1 = -\frac{1}{4} \left(\frac{9}{4}\gamma^2 + \beta^2\vartheta^2 \right); \quad b_1 = \frac{3}{2}\gamma\xi - 2\vartheta^2\beta;$$

$$c_1 = \frac{m^2}{4} - \xi^2 - 4\vartheta^2; \quad D = b_1^2 - 4a_1c_1.$$

სტაციონარული ამპლიტუდის არსებობის პირობას აქვს სახე

$$m^2 > 4\xi^2 + 16\vartheta^2, \quad (7)$$

ხოლო აშლის კოეფიციენტის ზღვრული მნიშვნელობები, რომელიც მიიღება პირობიდან $B_0^2 = 0$, ტოლია

$$\xi_1 = \sqrt{\frac{m^2}{4} - 4\vartheta^2}; \quad \xi_2 = -\sqrt{\frac{m^2}{4} - 4\vartheta^2}. \quad (8)$$

გამოვიკვლიოთ სტაციონარული რხევების მდგრადობა შეშფოთების მეთოდით [2]. მახასიათებელ განტოლებას

$$\left(\frac{\partial \varphi_1}{\partial u} - \lambda\right) \left(\frac{\partial \varphi_2}{\partial v} - \lambda\right) - \frac{\partial \varphi_1}{\partial v} \cdot \frac{\partial \varphi_2}{\partial u} = 0 \quad (9)$$

წულოვანი სტაციონარული ამპლიტუდის შემთხვევაში მახასიათებელი მაჩვენებლის λ მიმართ აქვს ამოხსნა

$$\lambda_{1,2} = -\vartheta \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{m^2}{4} - \xi^2}. \quad (10)$$

წონასწორობის მდგომარეობის არამდგრადობა მოითხოვს $\text{Re} \lambda > 0$ პირობის შესრულებას, ან რაც იგივეა

$$\xi^2 < \frac{m^2}{4} - 4\vartheta^2. \quad (11)$$

მეორე სტაციონარული რეჟიმისათვის (9)-ს ამოხსნას აქვს სახე

$$\lambda_{1,2} = -\left(1 + \frac{\beta B_0^2}{4}\right) \vartheta \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3}{2} \gamma \xi B_0^2 - \frac{9}{16} \gamma^2 B_0^4 - \xi^2 + \frac{m^2}{4}}, \quad (12)$$

ხოლო აღნიშნული მოძრაობის მდგრადობა განისაზღვრება პირობით

$$a_1 E^2 + b_1 E + C_1 > 0, \quad E = B_0^2. \quad (13)$$

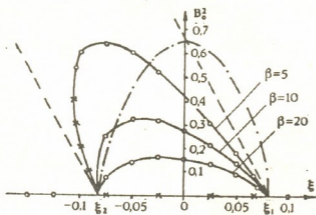
(13) კვადრატული უტოლობის ამოხსნა ($a_1 < 0, D > 0$) გვაძლევს

$$B_0^2 \in \left(\frac{-b_1 + \sqrt{D}}{2a_1}; \frac{-b_1 - \sqrt{D}}{2a_1} \right). \quad (14)$$

ზღვრული ციკლების საერთო ხასიათის გათვალისწინებით [3] შეიძლება

დავასკვნათ, რომ მდგრადია რხევები ამპლიტუდით $B_0^2 = \frac{-b_1 - \sqrt{D}}{2a_1}$ და არამდგრადია

ამპლიტუდით $B_0^2 = \frac{-b_1 + \sqrt{D}}{2a_1}$.



სურ. 1.

ამპლიტუდურ-სიხშირული მახასიათებლები (ასმ) პარამეტრების მნიშვნელობისათვის $\omega_0 = 1,808$ 1/წმ, $\omega_1 = 3,616$ 1/წმ, $m = 0,2$; $\vartheta = 0,0277$ და β კოეფიციენტის სხვადასხვა მუდმივი სიდიდის დროს მოცემულია სურათზე, სადაც მდგრადი სტაციონარული ამპლიტუდები აღნიშნულია წრეხაზებით, ხოლო არამდგრადი - ჭრებით. ასმ-დან ჩანს,

რომ არსებობს აშლის შეზღუდული არე $\xi_1 - \xi_2$, რომლის შიგნით შესაძლებელია რხევების აგზნება. კრიტიკული მოდულაციის სიღრმე შეადგენს $m_{კ} = 4,9$.

მახასიათებლების შეკრულობა განპირობებულია არაწრფივი წინაღობის არსებობით და როდესაც $\beta \rightarrow 0$ მრუდები იხსნება (სურ. პუნქტირი). ამპლიტუდის მაქსიმალური მნიშვნელობა

$$B_{\sigma \max}^2 = \frac{m - 4\theta}{\beta\theta} \quad (15)$$

რხევების არაიზოქრონულობა იწვევს მახასიათებლის არამდგრადი შტოს არსებობას, ხოლო აღმდგენი ძალის არაწრფივობის გაუთვალისწინებლად ($\gamma = 0$) ასმ - ები სიმეტრიულია ორდინატთა ღერძის მიმართ (სურ. შტრიხ-პუნქტირი).

პრაქტიკულად, სამგზავრო ვაგონების კაბინის ვერტიკალიდან დასაშვები გადახრა, ავარიის აღმოფხვრისათვის საჭირო საიმედოობის გათვალისწინებით, შეადგენს დაახლოებით $30^\circ \dots 50^\circ$. სურათზე მოცემული შემთხვევისათვის, $A = 0,15$ მ., $\varepsilon = 0$, $\beta = 5$, $\xi = 0$ რხევის ამპლიტუდა $B_0 \approx 36^\circ$, რაც ქმნის ავარიის საფრთხეს. მდგომარეობა შეიძლება უფრო გართულდეს ξ - ს უარყოფითი მნიშვნელობების დროს.

კვლევები გვიჩვენებს, რომ ვაგონის დაკიდების წერტილის გრძივი ვიბრაციისას კანონით $\xi = H \cos(pt + \delta)$ როგორც პირველ, ასევე მეორე რეზონანსულ სიხშირეზე, მოდულაციის სიღრმის სიმცირის გამო, პარამეტრული რეზონანსი არ აღიძვრება; მეორე რეზონანსულ სიხშირეზე ($\omega = p$) ადგილი აქვს კაბინის იძულებით გრძივ რხევებს, რომელთა რეზონანსული მრუდები $\mu = \frac{H}{I_1} \sin \varepsilon$ და β კოეფიციენტების მცირე

სიდიდეებისათვის ($\mu \leq 0,025$, $\beta \leq 5$) უმნიშვნელოდ განსხვავდება შესაბამისი წრფივი სისტემის მახასიათებლებისაგან. ამ შემთხვევაში, მართალია, არ არსებობს ავარიის პირდაპირი საფრთხე ($B_0 \leq 0,4$ რად), მაგრამ იქმნება ბაგირების ექსპლუატაციის და მგზავრთა ტრანსპორტირების მეტად არასასურველი პირობები.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, საჭიროა სისტემის რეზონანსიდან განრიდება და ბაგირაგზის ეფექტური მართვის ხერხების და საშუალებების დამუშავება.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *В.В.Болотин*. Динамическая устойчивость упругих систем. М., 1956, 600 с.
2. *В.В.Мигулин, В.И. Медведев, Е.Р. Мустель* и др. Основы теории колебаний. М., 1988, 392 с.
3. *А.А.Андронов, А.А. Витт, С.Э. Хайкин*. Теория колебаний. М., 1981, 568 с.

შპს 681.1

ავტომატური მართვა და
ბამოთვლითი ტექნიკა

დ.ხელაშვილი, დ.ცისკარიძე, დ.მასხარაშვილი

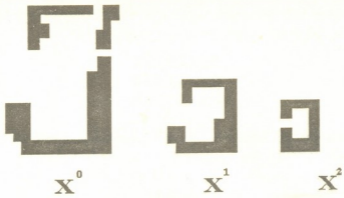
ნაბეჭდ და ხელნაწერ ასო-ნიშანთა კომპიუტერული ამოცნობის ამოცანა ენის თავისებურებების გათვალისწინებით

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ.კეკელიძემ 20.02.1996

შეტანილი ტექსტიდან სიმბოლოთა ამოცნობის პროცესი შედგება რამდენიმე ეტაპისაგან. პირველ საფეხურზე წარმოებს კონტურის აღდგენა, ყოველი სიმბოლოს კონტურში შესაძლებელია დაშვებული იყოს აპარატურული დეფექტები, ეს შეიძლება იყოს კონტურის გაწყვეტა (დაკარგული წერტილით) ან პირიქით, კონტურის გასწვრივ ჩაჯდეს ზედმეტი წერტილები. ამ ფაზაში ლოგიკური ოპერაციების (გამრავლების) ჩატარებით ასეთი დეფექტების უმეტესი ნაწილი სწორდება.

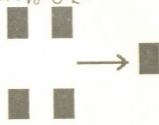
მეორე ფაზა არის ყველაზე მნიშვნელოვანი სიმბოლოთა ამოცნობის პროცესში. ამ საფეხურზე აღიწერება ამოსაცნობი სიმბოლო ენის დამწერლობის სპეციფიკიდან გამომდინარე ნიშან-თვისებების მიხედვით. ამ გზით მიღებულ ნიშან-თვისებათა სიმრავლე თითოეული ასოსათვის კონკრეტულ დამწერლობაში მუდმივი სიდიდეა და არ არის დამოკიდებული ასო-ნიშანთა გარეგან სახეზე (მოხაზულობა, ხაზის სისქე, დახრის კუთხე და ა.შ.). აღწერილი სიმბოლოს პარამეტრები მესამე ფაზაში დარდება ბიბლიოთეკაში შენახული იდეალური სიმბოლოს პარამეტრებს მათი იდენტიფიკაციის მიზნით. მაგრამ იმ შემთხვევაში თუ სიმბოლოს კონტური დეფექტური რჩება მათზე ლოგიკური ოპერაციების ჩატარების შემდეგაც იმ დონემდე, რომ მიღებულ პარამეტრებში დაიშვება შეცდომა და ვერ ხერხდება ასოს გამოცნობა, მაშინ მეოთხე ფაზაში კოდირების მათემატიკური აპარატის საშუალებით სწორდება ეს პარამეტრები მისი შემდგომი დამუშავებისათვის. ხოლო იმ შემთხვევაში თუ სიმბოლოს იდენტიფიკაცია მაინც ვერ მოხერხდა, მაშინ ეკრანზე გამოდის სიმბოლოს გრაფიკული მოხაზულობა. მომხმარებელი უკვე ვიზუალურად მოახდენს ამ სიმბოლოს იდენტიფიკაციას.

ნაბეჭდ ან ხელნაწერ სიმბოლოთა ამოცნობა.სკანირებული სიმბოლო შედგება წერტილებისაგან, ამიტომ სიმბოლო შეგვიძლია განვიხილოთ როგორც ერთებისა და ნულებისგან შემდგარი მატრიცა, სადაც ერთიანები განსაზღვრავენ სიმბოლოს კონტურს, ამიტომ X ნიმუშის გრაფიკული გამოსახულებიდან მიიღება მისი ორობითი ეკვივალენტი, ამ რიცხვებზე ლოგიკური გამრავლების საშუალებით ხდება ნიმუშის კონტურის აღდგენა, 1 ნახ.-ზე ნაჩვენებია X ნიმუშზე ჩატარებული ოპერაციების შედეგები.



ნახ. 1.

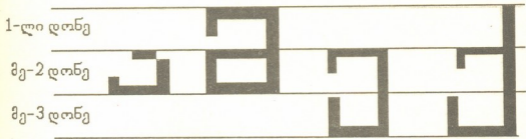
X^2 ნიმუში მიიღება X ნიმუშიდან, შემდეგი მარტივი ალგორითმის რეალიზაციით: მარტივის 4 წერტილიდან მიიღება 1 წერტილი



კონტურის მაქსიმალური ფილტრაციის შემდეგ აღიწერება სიმბოლოს კონკრეტული დამწერლობისთვის დამახასიათებელი სპეციალური პარამეტრები, კერძოდ, ქართულ ასოთა მოხაზულობისათვის გამოყოფილია ხუთი ასეთი პარამეტრი, რომელთა ერთობლიობაც ქმნის „იდეალურ სიმბოლოთა“ ბიბლიოთეკას.

სკანირებულ სიმბოლოთა აღწერისას მიიღება პარამეტრების სიმრავლე $E(x, i)$, $i=1,5$; x -სიმბოლოა, $x = \text{ა.პ.}$ რაც საშუალებას გვაძლევს ცალსახად მოვახდინოთ ასო-ნიშანთა კლასიფიკაცია მათი იდეალურ სიმბოლოთა კრებულთან შედარების გზით. შესაძლებელია, სიმბოლოთა წინასწარი დამუშავების შემდეგ მიღებული x სიმბოლო არ დაემთხვეს ამ კრებულის არც ერთ წევრს, მაშინ ეკრანზე გამოდის x სიმბოლოს გრაფიკული სახე, მისი იდენტიფიკაცია ხდება ვიზუალურად მომხმარებლის მიერ და შემდგომ ეს x სიმბოლო ჩაიწერება ბიბლიოთეკაში.

2 ნახ.-ზე ნაჩვენებია პირველი პარამეტრის ფორმირების მექანიზმი იმ შემთხვევაში, როდესაც ასო-ნიშნები განლაგებულია ტრადიციულ „3-დონიან“ ველში.



ნახ. 2

შევთანხმდეთ, რომ მე-2 დონეში განლაგებულ ასოთა ჯგუფს მივანიჭოთ მნიშვნელობა 1; 1-ლ და 2-ზე განლაგებულ ასოთა ჯგუფს 3; 2-ზე და 3-ზე -

მნიშვნელობა 2; ხოლო 1-2-3-ზე განლაგებულს - მნიშვნელობა 4; ამის მიხედვით, მხოლოდ პირველი პარამეტრის გათვალისწინებით გვექნება:

$$E(a, 1, 0, 0, 0, 0);$$

$$E(b, 3, 0, 0, 0, 0);$$

$$E(c, 2, 0, 0, 0, 0);$$

$$E(d, 4, 0, 0, 0, 0);$$

დანარჩენი პარამეტრების შინაარსს და მნიშვნელობას აღარ ავხსნით, ვიტყვით მხოლოდ, რომ ისინი აზუსტებენ კონტურის თავისებურებებს და საშუალებებს იძლევიან მოვახდინოთ კონტურის ცალკეული ფრაგმენტის შესწავლა. მოვიყვანოთ რამდენიმე ასოს პარამეტრების მნიშვნელობას იდეალურ სიმბოლოთა ბიბლიოთეკიდან

X \ I	1	2	3	4	5
ა	1	8	0	1	2
ბ	3	10	1	1	2
გ	2	8	1	2	3
დ	2	8	0	2	2
თ	1	1	1	3	1
პ	3	12	0	1	3
ს	3	6	0	1	1
ძ	3	12	1	1	2
ჩ	3	3	1	2	3

ეს პარამეტრები ცალსახად აღწერენ თითოეულ სიმბოლოს, რაც საცესებით საკმარისია მათი იდენტიფიკაციისათვის.

ნაბეჭდი ტექსტისთვის, რომელიც სკანირებულ იქნა სხვადასხვა ტიპის სკანერით, რომელთა სიზუსტე არის 400 წერტილი დიუმზე, და შემდგომ დამუშავებული წარმოდგენილი ალგორითმით გამოცნობის სიზუსტე შეადგენს 98%-ს, მიღებული ტექსტური ფაილი კი დედნის 1%-ს.

ივ.ჭავჭავიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი



თ.ურუშაძე (აკადემიის წევრ - კორესპონდენტი), ნ.მოსიძე, ა.ურუშაძე

რკინა მდ. მტკვრის აუზის ალუვიურ ნიადაგებში

წარმოდგენილია 25.01.1996

რკინას მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის ნიადაგმცოდნეობაში, რადგანაც ფართოდაა გავრცელებული აზრი მის დიაგნოსტიკურ მნიშვნელობაზე. ს.ზონმა [1] გვიჩვენა, რომ რკინის ნერთების წგუფების და ფორმების შეფარდების და განაწილების მიხედვით შესაძლებელია ცალკეული ნიადაგების დიაგნოსტიკება. მაგალითად, ტუნდრის ზედაპირულად-ლებიანი ნიადაგების, ჰუმუს-რკინის ეწერების, ბარის ტიპური ყომრალი ნიადაგების, მთის ოლქების ტიპური ყომრალი ნიადაგების, წითელმიწების, ყვითელმიწების და ა.შ. ამასთან ერთად არაა ცნობები ალუვიური ნიადაგების შესახებ.

ალუვიური ნიადაგები ფართოდაა გავრცელებული საქართველოს ბარის ნაწილში. მათი საერთო ფართობი შეადგენს 133 200 ჰა, ანუ მთელი ტერიტორიის 2,1%-ს [2].

სტატიაში მოყვანილია მდ. მტკვრის აუზის (აღმოსავლეთი საქართველო) ალუვიურ ნიადაგებში რკინის ძირითადი ფორმების შესწავლის მასალები. ეს ნიადაგები განლაგებულია სუბტროპიკული ტყე-სტეპის ზონაში. ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა შეადგენს 10,2 - 12,8°C. იანვრის საშუალო ტემპერატურა - 1,3 - 1,6°C. ივლისის საშუალო ტემპერატურა - 20,5 - 21,7°C. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა უდრის ექვს-შვიდ თვეს. ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა 450-550 მმ. ბუნებრივი მცენარეულობა წარმოდგენილია მუხებით, ვერხვებით, ტირიფებით. დიდ ფართობებზე ეს ნიადაგები გამოიყენება სასოფლო-სამეურნეო კულტურების ქვეშ.

გამოკვლევები ჩატარდა სამ ნაკვეთზე: 1) ხაშურის მახლობლად (ოსიასური) - ჭრ.ოს-1 (ალუვიური ნიადაგი) მდ.მტკვრის პირას, ჭრ. ოს-2 (ალუვიური ნიადაგი) - ნაპირიდან 100 მ-ში და შედარებისათვის ჭრ. ოს-4 (შავმიწა) ნაპირიდან 4 კმ-ში 1 ტერასაზე; 2) ქარელთან - ჭრ.ქრ-1 (მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი - "ლამი") ნაპირიდან 1 კმ-ში 1 ტერასაზე; ჭრ.ქრ-2 (ალუვიური ნიადაგი) ნაპირიდან 30 მ-ში და ჭრ-5 (ალუვიური ნიადაგი) ნაპირიდან 250 მეტრში და 3) თბილისის მიდამოებში (დიღმის ვაკე): ჭრ.თბ-1 (ალუვიური ნიადაგი) მდ.მტკვრის ნაპირიდან 10 მ-ში; თბ-6 (ალუვიური ნიადაგი) ნაპირიდან 50 მ-ში და თბ-8 (მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი) ნაპირიდან 1 კმ-ში 1 ტერასაზე.

განსაზღვრული იყო რკინის შემდეგი ფორმები: არასილიკატური - მერა-ჩექსონით, ამორფული - თამით, დაკრისტალიზებული - სხვაობით არასილიკატურ და ამორფულ რკინას შორის და სილიკატური - სხვაობით მთლიან და არასილიკატურ რკინას შორის.

ალუვიური ნიადაგები ხასიათდება მცირე ან საშუალო სიმძლავრით, შრეობრივი შენებით, ტუტე რეაქციით, კარბონატულობით, დაბალი და საშუალო შთანთქმის ტევადობით, გაცვლით კატიონებში Ca მკვეთრი სიქარბით, მსუბუქი მექანიკური შედგენილობით. მდელოს-ყავისფერი ნიადაგები ხასიათდება მძლავრი პროფილით,

ტუტე რეაქციით, კარბონატულობით, საშუალო შთანთქმის ტევადობით, მძიმე მექანიკური შედგენილობით.

ცხრილი 1

ნიადაგების ზოგიერთი თვისება

პრ. №	აღვილმდებარეობა	პორიზონტი სიღრმე, სმ	pH	CaCO ₃ %	შთანთქმული კატიონები					
					Ca	Mg	ჯამი	% ჯამიდან		
								Ca	Mg	
ოს-1	ოსიაური, მდინარის პირას, ალუვიური ნიადაგი	A - 0 - 15	8,4	6,6	14,8	2,5	17,3	85	15	
		BC - 15 - 30	8,5	7,4	18,1	3,8	21,9	83	17	
		CA - 30 - 50	8,4	6,7	17,1	3,3	21,4	80	20	
ოს-2	ოსიაური, მდინარიდან 100 მ-ში, ალუვიური ნიადაგი	A - 0 - 14	8,5	3,0	16,5	3,4	19,9	83	17	
		BC - 14 - 28	8,6	3,2	15,6	5,1	20,7	75	25	
		CA - 28 - 55	8,1	2,3	16,1	5,3	21,4	75	25	
ოს-4	ოსიაური, მდინარიდან 4 კმ-ში, 1 ტერასა, შავმიწა	A - 0 - 15	8,1	0,7	17,4	6,1	23,5	74	26	
		B ₁ - 15 - 35	8,2	0,9	17,7	5,5	23,2	76	24	
		B ₂ - 35 - 55	8,3	1,2	15,6	4,9	20,5	76	24	
		BC ₂ - 55 - 90	8,4	1,8	15,8	7,0	22,8	70	30	
ქრ-2	ქარელი, მდინარიდან 30 მ-ში, ალუვიური ნიადაგი	AC - 0 - 12	8,4	3,7	18,1	6,3	24,4	74	26	
		CA - 12 - 25	8,3	3,2	18,2	5,3	23,5	77	23	
ქრ-5	ქარელი, მდინარიდან 250 მ-ში, ალუვიური ნიადაგი	AC - 0 - 18	8,2	3,3	17,4	4,1	21,5	81	19	
		CA - 18 - 40	8,3	3,8	14,6	4,5	19,5	76	24	
		CA ₁ - 40 - 60	8,4	4,0	15,7	4,2	19,9	79	21	
ქრ-1	ქარელი, მდინარიდან 1 კმ-ში, 1 ტერასა, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი	A ₁ ^I - 0 - 14	8,2	10,3	17,4	6,1	23,5	74	26	
		A ₁ ^{II} - 14 - 28	8,3	15,0	16,5	5,2	21,7	76	24	
		B - 28 - 55	8,4	12,7	17,4	5,8	23,2	75	25	
		BC - 55 - 90	8,4	12,0	16,7	4,8	21,5	77	23	
თბ-1	თბილისი-დიღომი, მდინარიდან 10 მ-ში, ალუვიური ნიადაგი	AC - 0 - 15	8,4	5,5	17,7	5,7	23,4	76	24	
		BC - 15 - 45	8,5	5,6	18,1	6,3	24,4	74	26	
		CA - 45 - 85	8,2	5,3	16,1	4,9	21,0	77	23	
თბ-6	თბილისი-დიღომი, მდინარიდან 50 მ-ში, ალუვიური ნიადაგი	AC - 0 - 15	8,5	4,9	17,4	6,1	23,5	74	26	
		BC - 15 - 40	8,6	5,7	17,7	5,6	23,3	76	24	
		CA - 40 - 70	8,6	5,8	14,8	5,3	20,1	74	26	
თბ-8	თბილისი-დიღომი, მდინარიდან 1 კმ-ში, მდელოს-ყავისფერი ნიადაგი	A - 0 - 20	8,1	0,9	12,7	5,2	17,9	71	29	
		AB - 20 - 45	8,1	0,8	17,4	4,0	21,4	81	19	
		B - 45 - 75	8,0	0,8	16,7	7,0	23,7	70	30	

რკინა ნიადაგებში

კრ. №	პორიზონტი სიღრმე, სმ	Fe ₂ O ₃ მთლი- ანი შემ- ცველ.	სილიკატური		არასილიკატუ- რი		თავისუფალი			
			%	% .	%	%	ამორფული		დაკრისტალუბ.	
			მთლიან.		მთლიან.		%	%	%	%
მს - 1	A - 0 - 15	6,54	4,26	65,1	2,28	34,9	1,03	15,7	1,25	19,1
	BC - 15 - 30	6,69	5,20	77,7	1,49	22,3	0,81	12,1	0,68	10,2
	CD 30 - 50	6,76	4,63	68,5	2,13	31,5	0,96	14,2	1,17	17,3
მს - 2	A 0 - 14	6,69	4,58	68,5	2,11	31,5	0,98	14,6	1,13	16,9
	BC 14 - 28	6,54	4,20	64,2	2,34	35,8	1,02	15,6	1,32	20,2
	CD 28 - 55	6,66	4,37	65,6	2,29	34,4	1,09	16,4	1,20	18,0
მს - 4	A 0 - 15	5,11	3,38	66,1	1,73	33,8	0,78	15,3	0,95	18,6
	B ₁ 15 - 35	4,73	2,44	51,0	2,34	48,9	1,64	34,3	0,70	14,6
	B ₂ 35 - 55	4,94	2,41	48,8	2,53	51,2	1,12	22,7	1,41	28,5
	BC ₂ 55 - 90	5,18	2,94	56,8	2,24	43,2	1,08	20,8	1,16	22,4
ძრ - 2	AC 0 - 12	7,42	4,47	60,2	2,95	39,8	1,52	20,5	1,43	19,3
	CD 12 - 25	7,31	4,36	59,6	2,95	40,3	1,65	22,6	1,30	17,8
ძრ - 5	AC 0 - 18	6,69	4,24	63,4	2,45	36,6	1,28	19,1	1,17	17,5
	CD 18 - 40	6,69	3,97	59,3	2,72	40,7	1,20	17,9	1,52	22,7
	CD ₁ 40 - 60	6,54	3,94	60,2	2,60	39,7	1,23	18,8	1,37	20,9
ძრ - 1	A ₁ ^I 0 - 14	5,88	2,74	46,6	3,14	53,4	1,53	26,0	1,61	27,4
	A ₁ ^{II} 14 - 28	5,09	2,14	42,0	2,95	57,9	1,32	25,9	1,63	32,0
	B ₁ 28 - 55	5,46	2,40	43,9	3,06	56,0	1,62	29,7	1,44	26,4
	BC 55 - 90	5,51	2,27	41,2	3,24	58,8	1,29	23,4	1,95	35,4
თბ - 1	AC 0 - 15	5,05	3,08	60,9	2,97	39,0	0,80	15,8	1,17	23,2
	BC 15 - 45	4,90	2,45	50,0	2,45	50,0	0,98	20,0	1,47	30,0
	CD 45 - 85	4,44	1,90	42,8	2,54	57,2	1,05	23,6	1,49	33,6
თბ - 6	AC 0 - 15	4,77	2,26	47,4	2,51	52,6	1,31	27,5	1,20	25,1
	BC 15 - 40	5,83	3,49	59,9	2,34	40,1	1,08	18,5	1,26	21,6
	CD 40 - 70	5,83	3,28	56,3	2,55	43,7	1,15	19,7	1,40	24,0
თბ - 8	A 0 - 20	6,32	3,37	53,3	2,95	46,7	1,65	25,6	1,30	20,6
	AB 20 - 40	6,21	3,15	50,7	3,06	49,3	1,78	28,7	1,28	20,6
	B 45 - 75	7,96	5,01	62,9	2,95	37,1	1,25	15,7	1,70	21,4

ალუვიური ნიადაგები ხასიათდება მთლიანი რკინის სხვადასხვა შემცველობით, რაც დაკავშირებულია ალუვიონში მის სხვადასხვა შემცველობასთან. სილიკატური რკინა, როგორც წესი, აღემატება თავისუფალ რკინას (გარდა მდელის-ყავისფერი ნიადაგისა - ქრ.ქრ.-1). ეს მიუთითებს ალუვიურ ნიადაგებში გამოფიტვის სუსტ გამოხატულებაზე.

ალუვიურ ნიადაგებში არაა რაიმე კანონზომიერება ნიადაგების პროფილში სილიკატური რკინის განაწილების მხრივ. ასე, მაგალითად, ქრ.ოს-1 და თბ-ნ ნიადაგებში აღინიშნება სილიკატური რკინის დაგროვება პროფილის შუა ნაწილში, ქრ.ოს-2, თბ-1, ქრ-2 და ქრ-5 სილიკატური რკინის მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება ზედა პორიზონტში. არც შედარებისთვის აღებულ ნიადაგებში (შავმიწა,

მდელოს-ყავისფერი) არ აღინიშნება რაიმე კანონზომიერება. ამასთან, შავმიწაში სილიკატური რკინის შემცველობა სიღრმით მატულობს, რაც ეთანხმება ლიტერატურულ მონაცემებს [1]. მდელოს-ყავისფერ ნიადაგებში აღინიშნება როგორც სილიკატური რკინის რაოდენობის გადიდება სიღრმით (ქრ.თბ-8), ისე მისი შემცირება (ქრ.ქრ-1).

აგრეთვე არაა რაიმე კანონზომიერება არასილიკატური რკინის განაწილებაში. ასე, მაგალითად, არასილიკატური რკინის დაგროვება აღინიშნება ნიადაგური პროფილის სხვადასხვა ნაწილებში: ზედაში (ქრ.ოს-1, თბ-6, ქრ-1), შუაში (ქრ.ოს-2, ქრ-5), ქვედაში (ქრ.თბ-1). ამის გარდა, ქრ.ქრ-2-ში არასილიკატური რკინა თანაბრადაა განაწილებული. მდელოს-ყავისფერ ნიადაგებში ზოგჯერ აღინიშნება რკინის განაწილების ისეთი ხასიათი, რომელიც ცნობილია ლიტერატურული წყაროებით [3].

მსგავსი სურათი აღინიშნება ამორფული რკინის მიმართაც. ზოგიერთ ნიადაგში (ქრ.ოს-1, თბ-6, ქრ-5) აღინიშნება ბიოგენური აკუმულაცია ზედა ჰორიზონტებში, ზოგიერთში კი ამორფული რკინის შემცველობა სიღრმით იზრდება (ოს-2, თბ-1, ქრ-2). ამორფული რკინის ბიოლოგიური აკუმულაცია აღინიშნება მდელოს-ყავისფერი ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში (ქრ.თბ-8, ქრ-1) და მისი დაგროვება შავმიწის შუა ნაწილში (ქრ.ოს-4). ამორფული რკინის სხვა დიაგნოსტიკური მაჩვენებლები არ მქონდნენ.

უფრო მეტად არეული სურათი აღინიშნება დაკრისტალეზებული რკინის მიმართ. აქაც რკინის განაწილების ხასიათს აქვს ქრელი სურათი.

ამგვარად, ალუვიურ ნიადაგებში რკინის ნაერთების ჭგუფების და ფორმების შეფარდება და განაწილება არ შეიძლება იყოს ამ ნიადაგების დიაგნოსტიკური მაჩვენებელი. უფრო მეტიც, რკინის გამოკვლევამ მდელოს-ყავისფერ ნიადაგებსა და შავმიწაში არ დაადასტურა მათი დიაგნოსტიკური როლი ამ ნიადაგების მიმართ.

შეიძლება გავაკეთოთ დასკვნა, რომ შემადგენლობის ცალკეული მაჩვენებლები არ შეიძლება იყოს ნიადაგების დამაჯერებელი დიაგნოსტიკური მაჩვენებლები. ნიადაგების დიაგნოსტიკა შეიძლება შემადგენლობის ცალკეული მაჩვენებლების შეხამებით, რაც უზრუნველყოფს დასკვნების მაღალ საიმედოობას.

საქართველოს აგარული უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *С.В.Зонн. Железо в почвах. М., 1982.*
2. საქართველოს ნიადაგები. თბილისი, 1983.
3. *Э.К.Накаидзе. Коричневые и лугово-коричневые почвы Грузии. Тбилиси, 1977.*

თ.ანდრონიკაშვილი (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი),
ი.მათიურიშვილი, მ.დოხტურიშვილი, თ.ოღლიშვილი

ბუნებრივი ცეოლითების ზემოქმედების სპეციფიკა მარცვლოვანი კულტურებისა და ზოგიერთი სარეველას თესლების გაღვივებაში

უკანასკნელ ხანებში მემცენარეობაში ფართო გამოყენებას პოულობენ დანალექი წარმოშობის ბუნებრივი ცეოლითები, ძირითადად კი კლინობტილოლიტმემცველი ტუფები.

ჩატარებული კვლევებითა და საწარმოო გამოცდებით დადგენილ იქნა, რომ მინერალური სასუქების ფონზე ნიადაგში ბუნებრივი ცეოლითების შეტანა, ბევრ შემთხვევაში განაპირობებს მოსავლიანობის ზრდას, სასოფლო სამეურნეო კულტურების ხარისხოვანი მაჩვენებლების გაუმჯობესებას, ახანგრძლივებს მინერალური სასუქების მოქმედებას, ამცირებს გარემოს დაბინძურების საშიშროებას და განაპირობებს მცენარის მიერ ისეთი სასარგებლო ელემენტების გამოყოფას, როგორცაა კალიუმი და მაგნიუმი [1]. ბუნებრივი ცეოლითების კეთილსასურველი გავლენა ბევრადაა განპირობებული ნიადაგის ტიპით, ცეოლითის კატიონური შემადგენლობით, დოზითა და მისი ნიადაგში შეტანის ხერხით.

შემჩნეულია მარცვლოვანი კულტურების მოსავლიანობის ზრდა, კლინობტილოლიტმემცველი ტუფების ზემოქმედებით. ასე მაგალითად, ბუნებრივი ცეოლითების შეტანამ მინერალურ სასუქებთან ერთად ყარაბახის სტეპის (აზერბაიჯანი) წაბლისფერ ნიადაგებსა და ქვემო ქართლის (საქართველო) ნაკლებად პროდუქტიულ ბიცობიან რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში გამოიწვია საშემოდგომო ხორბლის მოსავლიანობის ზრდა [1]. იმავე კულტურისათვის მსგავსი შედეგები იქნა მიღებული უკრაინის ქვიშრობ, ქვიშნარ, კორდიან-ეწერ ქვიშრობ ნიადაგებში [2,3]. მოსავლიანობის გარკვეულმა ტემპს ადგილი აქვს, როგორც საშემოდგომო ქერისათვის მინერალური სასუქებისა და კლინობტილოლიტმემცველი ტუფების გავლენით დიდი კავკასიონის სამხრეთ აღმოსავლეთ ფერდობის ეროზირებულ მთიან რუხ-ყავისფერ ნიადაგებში [1], ისე შვრიისათვის იაკუტიის მკვანე მინერალური ეწერი ნიადაგებისა და მკვანე ზედა ტორფნარისათვის [4]. უკანასკნელ შემთხვევაში დადებითი ეფექტი გამოწვეულია ხონგურულუს საბადოს კლინობტილოლიტის კალციუმის ფორმით. ამ კლინობტილოლიტის ნატრიუმის ფორმა უარყოფით გავლენას ახდენს ქერის ზრდაზე.

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო ბუნებრივი ცეოლითების როლის გამოვლენა საშემოდგომო ხორბლისა და ქერის თესლის გაღვივების პროცესზე, აგრეთვე ისეთ სარეველებზე, როგორცაა შალკი, თივაქასრა, ბოლოკა, ველური წიწიბურა, შვრიუკა, ხოვერა. კვლევის ობიექტები-საშემოდგომო ხორბალი (ადგილობრივი ჯიში უფხო 1) და საშემოდგომო ქერი (პალიდიუმ 187) თეძამის საბადოს (საქართველო) კლინობტილოლიტმემცველი ტუფი, ქანში 60% ცეოლითის შემცველობით.

განისაზღვრა თესლების გაღივებისა და აღმოცენების ენერჯია. აღმოცენება ესაა 7-10 დღის გაღივების თესლების რაოდენობა გამოსახული პროცენტებში, გასაღივებლად აღებული თესლების საერთო რაოდენობასთან მიმართებით. თესლების აღმოცენება უნდა უახლოვდებოდეს 100%.

პირველი 3-4 დღის გაღივების თესლების რაოდენობა გვიჩვენებს გამოსაკვლევ თესლების გაღივების ენერჯიას პროცენტებში. აღმოცენების განსაზღვრისათვის თანმიმდევრობით ითვლებოდა ოთხი სინჯი 100 თესლით, რომლებიც თავსდებოდა თერმოსტატში 20 °C ტემპერატურაზე. თესლების გაღივებაზე დაკვირვება ხდებოდა ყოველდღე (იწერებოდა გაღივებული თესლების რაოდენობა). გაღივებულ თესლად ითვლებოდა ისეთი, რომელსაც კანი უვითარდებოდა ნორმალურად და ჰქონდა სიგრძე არანაკლებ თესლის სიგრძისა [5]. გასაღივებლად თესლის გადარგვა ხდებოდა როგორც დაუმუშავებელი სახით, ისე 18 საათის განმავლობაში დამუშავებული ხელატების წყალხსნარით, ბიოლოგიურად აქტიური პრეპარატებით, რომლებიც შეიცავენ მიკროელემენტებს, შემდგომში გამოშრობით ოთახის ტემპერატურაზე.

კლინოპტილოლიტ შემცველი ტუფი გამოიყენებოდა როგორც სუფთა სახით, ისე ხელატებით გამდიდრებული. უკანასკნელი მზადდებოდა შემდეგნაირად - ხელატი ერეოდა წყალში 1:5 თანაფარდობით, ცეოლითთან შემდგომი ჰომოდენიზაციით ფხვიერი მასის მიღებამდე.

ცეოლითები, როგორც დაუმუშავებელი, ისე ხელატებით დამუშავებული ქუცმაცდებოდა პულსისებურ მდგომარეობამდე და თხელ ფენად ფენინებოდა ფილტრის ქაღალდზე, რომელიც გათვალისწინებული იყო მარცვლოვანი კულტურებისა და სარეველას თესლების გასაღივებლად. (ცხრ. 1).

მიღებული მონაცემები თესლების გაღივებისა და აღმოცენების ენერჯიის მიხედვით მოცემულია 1 და 2 ცხრილებში. როგორც 1 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, კლინოპტილოლიტ შემცველი ტუფების გავლენით, საშემოდგომო ხორბლის შემთხვევაში ადგილი აქვს გაღივებასა და აღმოცენების ენერჯიის ზრდას. განსაკუთრებით ნათლად ვლინდება ეს 3 და 5 ვარიანტში. საშემოდგომო ქერის შემთხვევაში ბუნებრივი ცეოლითები პრაქტიკულად უმნიშვნელო გავლენას ახდენენ თესლების გაღივებაზე, აბსოლუტურ ფონთან შედარებით. ცხრილი 2-ის მონაცემები მოწმობენ, რომ ბუნებრივი ცეოლითები სრულად თრგუნავენ სარეველების თესლების გაღივებას, ამავე დროს უარყოფით გავლენას არ ახდენენ მაცვლოვან კულტურებზე (ცხრ. 2).

მიღებული შედეგები წინასწარია და ითხოვენ შემდგომ შემოწმებას ვეგეტატიურ და საველე პირობებში.

საქართველოს
მეცნიერებათა აკადემიის
პ.მელიქიშვილის სახ.
ფიზიკური და ორგანული
ქიმიის ინსტიტუტი

საგარეჯოს რაიონის
სასოფლო-სამეურნეო
კულტურების
მეთესლეობისა და სანერგე
მასალების ხარისხის
სახელმწიფო ინსპექცია,
საქართველო.

გურჯაანის სასოფლო-
სამეურნეო ინსტიტუტი,
საქართველო.

ცხრილი 1

ცეოლითების გავლენა საშემოდგომო ხორბლისა და ქერის თესლების
გალივეებისა და აღმოცენების ენერგიაზე

ვარიანტი	საშემოდგომო ხორბალი		საშემოდგომო ქერი	
	გალივეების ენერგია	აღმოცენება	გალივეების ენერგია	აღმოცენება
1. აბსოლუტური ფონი	88,3%	88,3%	93,2%	95,2%
2. ხელატის წყალხსნარით დამუ- შავებული თესლი	91%	91,3%	88,2%	90,8%
3. კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 1გ.	95%	97%	89%	91,8%
4. კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 2გ.	93%	94%	89,5%	93,2%
5. ხელატიტ გამდიდრებული კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 1გ.	94,5%	95,3%	90,2%	94,2%
6. ხელატიტ გამდიდრებული კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 2გ.	92,5%	94%	89%	93,2%
7. ხელატიტ გამდიდრებული კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 3გ.	88%	91%	-	-

* ცხრილში მოყვანილი ექსპერიმენტის ოთხი განმეორების საშუალო მონაცემები

ცხრილი 2

ცეოლითების გავლენა მარცვლოვანი კულტურებისა და სარეველების
თესლების გალივეებისა და აღმოცენების ენერგიაზე

ვარიანტი	სარეველები		მარცვლოვანი კულტურები	
	გალივეების ენერგია	აღმო- ცენება	გალივეების ენერგია	აღმოცე- ნება
1. ხელატის ხსნარით გამდიდრებუ- ლი კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 3გ. სარეველები	0	0		
2. ხელატის ხსნარით გამდიდრებუ- ლი კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 3გ ხორბლისა და სარეველების თეს- ლების ნარევი.	0	0	92,5%	96,2%
3. კლინობტილოლიტშემცველი ტუფი - 1გ ქერისა და სარეველების თესლების ნარევი.	0	0	92,3%	932,8%

* ცხრილში მოყვანილი ექსპერიმენტის ოთხი განმეორების საშუალო მონაცემები

ლიტერატურა

1. *Г.В.Цицишвили, Т.Г.Андроникашвили, М.А.Кардава.* Природные цеолиты в земледелии. Тбилиси, 1993, 128.
2. *Г.А.Мазур, Н.З.Стаценко, Т.И.Григора, Д.В.Городецкий.* Тез. докл. Республиканской научно-практической конференции "Использование природных цеолитов сокирницкого месторождения в народном хозяйстве," 1990. 23-24 октября. г.Виноградово, Закарпатской области, Черкаassy, 1991., 85-87.
3. *И.О.Кух, М.И.Шевчук.* Там же, 89-90.
4. *А.П.Чевычелов, А.К.Коноровский, Д.Р.Шинглер.* Сб: Перспективы применения цеолитовых пород месторождения Хонгуруу. Якутск. 1993, 47-53.
5. *В.С.Косинский, А.М.Рубанов, В.В.Ткачев, А.А.Сучилина.* Основы земледелия и растениеводства. М., 1980, 332.

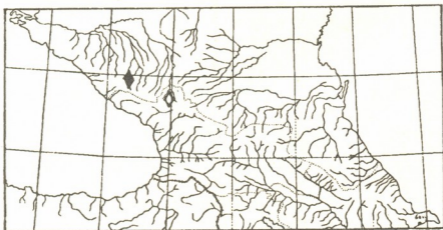
ი. დანელია

Tulipa lipskyi Grossh. (Liliaceae) კარიოლოგიური და ტაქსონომიური შესწავლისათვის

წარმოადგინა აკადემიის წევრ - კორესპონდენტმა განახლებილმა 4.03.1996

გვარი *Tulipa* L. აერთიანებს დაახლოებით 100 სახეობას გავრცელებულთ ვერაზიისა და ჩრდ. აფრიკის ზომიერ სარტყლებში. კავკასია (მცირე აზიასთან ერთად) წარმოადგენს მოცემული გვარის სახეობათწარმოშობის ერთ-ერთ ცენტრს. ამ რეგიონში გავრცელებული 10 სახეობიდან 6 - ენდემურია. ჩვენთვის საინტერესო სახეობა *T.lipskyi* Grossh. წარმოადგენს ჩრდ. კავკასიის ლოკალურ ენდემს (დას. კავკასიონი, მდ. ყუბანის სათავეები), რომლის გავრცელების არეალი დღეისათვის შემოიფარგლება ერთი წერტილით [1] (იხ. რუკა). ციტოლოგიური გამოკვლევა ადრე არ ჩატარებულა. ქრომოსომული რიცხვი და კარიოტიპი ჩვენს მიერ პირველად არის მოყვანილი.

ცოცხალი მასალა გამოკვლევისათვის შეგროვებულია 8.07.1988 წ. კრასნოდარის მხარეში (კავკასიის სახელმწიფო ბიოსფერული ნაკრძალი, მთა იატირგვარტას მწვერვალი, 2700 მ.ზ.დ.). საჭერბარიუმო მასალა ინახება სანკტ-პეტერბურგის ვ.ლ.კომაროვის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტის ჰერბარიუმში (LE).



სურ.1. *T.lipskyi* Grossh. გავრცელების არეალი

ციტოლოგიური შესწავლისათვის ვიყენებდით მეტაფაზურ ფირფიტებს ფესვაკების მერისტემის უჯრედებიდან. წინასწარი დამუშავება 0,25% კოლხიციინით 3 სთ, ფიქსაცია კარნუას ფიქსატორში (3:1), შეღებვა ფელგენის მეთოდით (წინასწარი ჰიდროლიზით 50% HCl-ში 20 წთ ოთახის ტ°-ზე). მორფომეტრიული შესწავლა ხდებოდა მეტაფაზური ფირფიტების მიკროფოტოგრაფიებზე. ქრომოსომათა



მორფოლოგიური დახასიათებისათვის ესარგებლობდით ცენტრომერულ ინდექსით

$$I^c = \frac{s}{s+1} (\%), \text{ სადა } s \text{ მოკლე მხარის სიგრძეა, ხოლო } l - \text{ გრძელი მხარის სიგრძე}$$

მიკრომეტრებში (μm). ქრომოსომათა მორფოლოგიური ტიპების დადგენა ხდებოდა არსებული [2] კლასიფიკაციის საფუძველზე. განისაზღვრა კარიოტიპში ქრომოსომათა ჯამური სიგრძე (ΣL) და კარიოტიპის ფორმულა (K_{2n}).

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად დადგინდა, რომ *T.lipskyi* დიპლოიდი ქრომოსომული რიცხვით $2n = 24$ (სურ.2). კარიოტიპი წარმოდგენილია: ერთი წყვილი (III) მეტაცენტრული (M), 4 წყვილი (V, VII, VIII, X) სუბმეტაცენტრული და 7 წყვილი (I, II, IV, VI, IX, XI, XII) სუბაკროცენტრული (SA) ქრომოსომებით (სურ.3). ქრომოსომათა ორ წყვილს (VI, XI) გააჩნია თანამგზავრები (s). თანამგზავრები წერტილოვანია, მოკლე ძაფზე. VI წყვილის ქრომოსომებს ისინი გააჩნიათ გრძელ მხარზე, ხოლო XI წყვილში - მოკლე მხარზე. ქრომოსომათა სიგრძე 6,7 μm - დან 11,3 μm - მდე. $\Sigma L = 106,0 \mu m$.



სურ. 2. *T.lipskyi*-ს მეტაფაზური ფორფიტა. ფესვაკის მერისტემიდან ($2n = 24$)



სურ. 3. *T.lipskyi*-ს ქრომოსომათა ჰაპლოიდური ნაკრები

კარიოტიპის ფორმულაა: $K_{2n} = 2M + 8SM + 10SA + 4SA^s$

ჩვენს მიერ შესწავლილი სახეობა *T.lipskyi* განეკუთვნება სექცია *Eriostemones* (Boiss.) Engl.:

T.lipskyi Grossh. 1928, Fl. Cauc., ed. I, I:223; Grossh., 1940, Fl. Cauc., ed. 2, 2:152; id. 1949, Opred.rast. Cauc.: 620; Galushko. 1978, Fl. North.Cauc. I:155. -

T.caucasica Lipsky, 1902, Schedis ad Herb. Fl.Ross., 4:12-13, N942; Vved., 1935, Fl. USSR, 4:353.

Typus: "Prov. Kuban, fontes fl.Kuban, Uczkulan, in declivibus montium, 9000'-10000', 24^{junio}, 1900, N.Desoulavy"(LE!).

განხილული სახეობის სტატუსის შესახებ განსხვავებული შეხედულებანი არსებობს. გროსჰეიმი თავის ნაშრომში [3] აღნიშნავდა, რომ "*T.lipskyi* დგას გვარ *Tulipa*-ში განცალკევებით და არ ამჟღავნებს ნათესაურ კავშირებს ამ გვარის დღეს არსებულ არც ერთ სახეობასთან. სავარაუდოა, რომ იგი წარმოადგენს ძველი წარმოშობის რელიქტურ ფორმას, მეორე მხრივ, გვარ *Tulipa*-ს მონოგრაფი ვენდელზო მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით აახლოებს ამ სახეობას ირანულ-თურქულ *T.humilis* Herbert-თან. სანკტ-პეტერბურგის ბოტანიკის ინსტიტუტში დაცული *T.lipskyi*-ს ტიპობრივი მასალა მის მიერ 1974 წელს გადარკვეულ იქნა როგორც *T.humilis*.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად შეიძლება ითქვას, რომ მიუხედავად ბევრი საერთო მაკრომორფოლოგიური ნიშნების არსებობისა, ეს სახეობები კარგად განსხვავდებიან რიგი ფენოტიპური ნიშნებით. ეს განსაკუთრებით ეხება ფოთლების ფორმასა და განლაგებას, ყვავილსაფარის ფოთოლაკების შეფერილობას. მკვეთრი სხვაობა შეინიშნება ამ სახეობების ციტოლოგიური თავისებურებების შედარებისას. ჩვენი შესწავლის შედეგების შედარებამ ლიტერატურაში არსებულ *T. humilis*-ის კარიოლოგიურ მახასიათებლებთან [4] აჩვენა, რომ ისინი განსხვავდებიან ქრომოსომათა მორფოლოგიური ტიპების მიხედვით. საკმაოდ განსხვავდებიან ისინი აგრეთვე ძირითადი პალინოლოგიური მაჩვენებლებითაც [5]. ყველაფერი ზემოთქმული ადასტურებს *T. lipskyi*-ს როგორც სახეობის დამოუკიდებლობას.

რაც შეეხება *T. lipskyi*-ს განსაკუთრებულ ადგილს გვარ *Tulipa*-ში, შეიძლება ითქვას, რომ მიუხედავად მისი უდავოდ უფრო მეტად დიფერენცირებული კარიოტიპისა, სექცია *Eriostemones* სხვა კავკასიური წარმომადგენლების კარიოტიპებთან შედარებით [5], მათ გააჩნიათ ბევრი საერთო სექციური მორფოლოგიური და ბიოსისტემატიკური ნიშნები. ეს შეეხება როგორც ქრომოსომულ რიცხვს, ქრომოსომათა ძირითადი მორფოლოგიური ტიპებს, ასევე მტერის მარცვლის ფორმას, ზომებს და ეგზინის ორნამენტაციას [6].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე შეიძლება იატყვას, რომ *T. lipskyi* წარმოადგენს დამოუკიდებელ სახეობას, რომელიც ძირითადი ტაქსონომიური, კარიოლოგიური და პალინოლოგიური ნიშნებით განეკუთვნება გვარ *Tulipa* სექცია *Eriostemones*-ს.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ნ. კეცხოველის სახ. ბოტანიკის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *М.Д.Алтухов*. Ботан. журн., **49**, 2, 1964, 262-263.
2. *Н.Д.Агапова., В.Г.Гриф*. Ботан. журн., **67**, 9, 1982, 1280-1284.
3. *А.А.Гроссгейм*. Анализ флоры Кавказа. Баку. 1936, 267с.
4. *D.H.Blakey., C.G.Vosa*. Heterochromatin and Chromosome Variation in Cultivated Species of Tulipa. Pl.Syst. Evol. **139**, 1981, 47-55.
5. *И.М.Данелия*. Ботан. журн., **74**, 2, 1989, 193-200.
6. *И.М.Данелия., В.Н.Косенко*. Ботан. журн. **3**, 1990, 293-298.

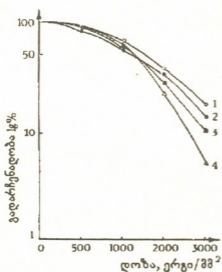


ნ.ნიქაბაძე, ა.შათირიშვილი

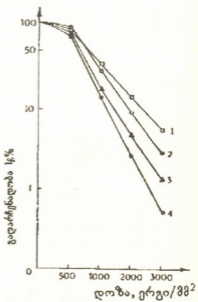
ულტრაიისფერი სხივების ლეტალური და მუტაგენური მოქმედების შესწავლა ღვინის საფუერის ადგილობრივი პოპულაციების სპილენძისადმი განსხვავებული მდგრადობის მქონე შტამებში

წარმოადგინა აკადემიის წევრ - კორესპონდენტმა დ.ჭოხაძემ 29.02.1996

საქარომიცეტების მონათესავე შტამებში რადიორეზისტენტულობის გენეტიკურად განპირობებული განსხვავებანია გამოვლენილი. უკიდურესად ჰომოზიგოტურ შტამებში შესწავლილია ცალკეული გენის გავლენა ამ პროცესზე [1,2]. ღვინის საფუარი სოკოები ექვემდებარებიან რა მზის რადიაციისა და სპილენძის შემცველი ფუნგიციდების ზემოქმედებას, მათში მიმდინარეობს გადარჩევის პროცესი რეზისტენტული ფორმების სასარგებლოდ, რაც ადაპტური პოლიმორფიზმის სახით ვლინდება [3,4].



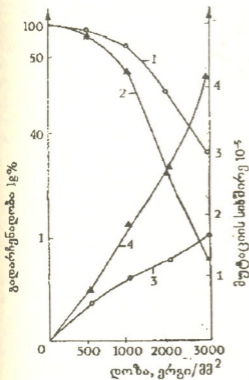
სურ. 1. საფუერის უჭრედთა გადარჩენადობის დამოკიდებულება უი-სხივების დოზაზე. შტამები: 1 - CR 21, 2 - CR 2, 3 - CR 15, 4 - CR 5.



სურ. 2. საფუერის უჭრედთა გადარჩენადობის დამოკიდებულება უი-სხივების დოზაზე. შტამები: 1 - CS 3, 2 - CS 11, 3 - CS 6, 4 - CS 4.

მეღვინეობის ორი განსხვავებული რაიონიდან (ქინძმარაული, ნუკრიანი) სათანადოდ შემუშავებული მეთოდით [4], გამოყოფილია ღვინის საფუერის *Saccharomyces cerevisiae v.vini*/ 750 შტამი. მათ სპილენძის იონებისადმი მკვეთრად გამოხატული ადაპტური პოლიმორფიზმი აღმოაჩნდათ. შევარჩიეთ 25 სპილენძისადმი მდგრადი და 25 შედარებით მგრძობიარე შტამი. მათში შევისწავლეთ უი-სხივებისადმი დამოკიდებულება. 3-დღიანი კულტურების ერთნაირი ტიტრის ($1 \cdot 10^6$

უჯრედი მლ.) შტამები შეგვეკონდა შტრიხის სახით სრულ აგარიან არეზე და ვახდენდით 1000, 2000, 3000 ერგი/მმ² წმ. დოზით დასხივებას. სპილენძისადმი მდგრადმა შტამებმა იმავდროულად რადიორეზისტენტულობაც გამოავლინეს, კერძოდ 3000 ერგი/მმ² წმ. დოზით დასხივების შემდეგ არეზე კარგი ზრდის უნარი აღმოაჩნდა 17(68%), სუსტი 7(28%) შტამს, ხოლო ვერ ვითარდებოდა 1(4%). სპილენძისადმი მგრძობიარე შტამების ზრდა მთლიანად აღმოჩნდა ინჰიბირებული. ამ დოზით ზემოქმედების შემდეგ. 2000 ერგი/მმ² წმ. დოზით ზემოქმედების შემდეგ მგრძობიარე შტამებიდან ზრდის უნარი შეინარჩუნა 3(12%)-მა, სუსტი ზრდის უნარი 11(44%) შტამმა, ვერ ვითარდებოდა 11(44%) შტამი. სპილენძისადმი მდგრად შტამებს კარგი ზრდის უნარი აღმოაჩნდათ.



სურ. 3. საფუვრის უჯრედთა გადარჩენადობისა და მუტაციის ინდუქციის სიხშირის დამოკიდებულება უი-სხივების დოზაზე. შტამები: 1 და 3 - CR 24; 2 და 4 - CS 17.

ზემოქმედებას. მისი ინტენსიობა კახეთის ამ რეგიონში საკმაოდ მაღალია, რამაც გამოიწვია პოპულაციის შემადგენელ შტამებში ქმედითუნარიანი მარეპარირებელი სისტემის ჩამოყალიბება.

ორ CR 24 და CS 17 შტამში გადარჩენადობის შესწავლის პარალელურად აღირიცხებოდა უი-სხივებით adel და ade2 ლოკუსში მუტაციის ინდუქცია (სურ.3). ორივე შტამში აღენიშნური მუტაციების ინდუქციის სიხშირე დოზის ზრდის კვლობაზე მატულობდა. CR 24 შტამში მუტანტთა ინდუქცირება გაცილებით დაბალი სიხშირით მიმდინარეობდა, ვიდრე CS 17 შტამში. 3000 ერგი/მმ² წმ. დოზით

5 სპილენძისა და უი-სხივებისადმი მგრძობიარე და 5 ამავე ფაქტორებისადმი რეზისტენტულ შტამში ჩატარებულია მოწოდებული მეთოდით [5], რადიორეზისტენტი ანალიზი. კერძოდ შევისწავლეთ დიპლოიდური ვეგეტატიური უჯრედების გადარჩენადობის დამოკიდებულება უი-სხივების ზემოქმედების ხანგრძლივობაზე (სურ.1-3). ყველა შესწავლილი შტამის გადარჩენადობის მრუდი 5-ის ფორმის აღმოჩნდა. შტამები ნაირგვარ მგრძობიარეობას ავლენდნენ უი-სხივებისადმი. ლეტალური მოქმედების 50%(ლმ 50%) მგრძობიარე შტამებში: CS6, CS 4, CS 11, CS 17, CS 3 შესაბამისად 600, 650, 800, 800, 850 ერგი/მმ² წმ. იყო, ხოლო მდგრად შტამებში: CR 16, CR 5, CR 24, CR 15, CR 21 იგივე მაჩვენებელი შესაბამისად 1300, 1300, 1300, 1400, 1700 ერგი/მმ² წმ. შეადგინა. CR 21 შტამი ყველა დოზის მიმართ მდგრადი აღმოჩნდა. იგი ყველაზე მგრძობიარე CS 6 შტამზე 2,8-ჯერ მდგრადი აღმოჩნდა. ღვინის საფუვრის პოპულაციები გამოყოფილია კუსტარული მეურნეობიდან, რომლებიც სისტემატურად ექვემდებარებოდნენ მზის რადიაციის

ზემოქმედებისას ინდუცირებულ მუტანტთა რაოდენობა CS 17 შტამში იყო $4,3 \cdot 10^5$ უჯრედზე, CR 24 შტამში კი $1,7 \cdot 10^5$ უჯრედზე. დაახლოებით ამავე ეფექტს CS 17 შტამში 1000 ერგი/მმ² წმ. დოზა ახდენდა და $1,9 \cdot 10^5$ უჯრედზე შეადგენა. CS 17 შტამში ინდუცირებულ 57 ადენინურ მუტანტში პეტერგოფის გენეტიკური ტესტშტამების მეშვეობით [5], ჩატარებულია ფუნქციური ტესტი ალელიზმზე. გამოირკვა, რომ 14 მუტანტში adel ლოკუსი იყო მუტირებული, 43-ში კი ade2 ლოკუსი. ade2 ლოკუსი 3,07 ჯერ მეტი სიხშირით მუტირებდა adel ლოკუსთან შედარებით. 14 adel მუტანტიდან 2(14%) აღმოჩნდა leaky, ხოლო 43 ade2 მუტანტიდან კი 13(30,2%). რენტგენისა და უი-სხივების მოქმედების გენური სპეციფიურობა adel-ade2 სისტემაზე პირველად პეტერგოფის გენეტიკურ ხაზებში იქნა დადგენილი [6]. რენტგენის სხივებისთვის ade2/adel 2.04 იყო, ხოლო უი-სხივებისათვის - 2,83. კახეთის პოპულაციიდან გამოყოფილ ღვინის საფუარი სოკოების შტამებში ადენინის მიმართ აუქსოტროფ მუტანტებში ნიტოზოალკილშარდოვანამ ade2 ლოკუსი 6,7 ჯერ მეტი სიხშირით დაახიანა, ხოლო უი-სხივებმა კი 2,7-ჯერ (7). *S.cerevisiae*-ს კარბონდილის DV 147 შტამში ade2 ლოკუსი აზოტოვანი მჟავას მოქმედებით 10 ჯერ ხშირად იცვლებოდა ვიდრე adel [8]. მსგავსი შედეგი მიღებულია მოგვიანებით აგრეთვე პეტერგოფის გენეტიკურ ხაზებში. გამა გამოსხივებისათვის ade2/adel აღმოჩნდა 3.27 ხოლო უი-სხივებისათვის კი 2,87. [9]. *S.cerevisiae*-ს ორ გენეტიკურად განსხვავებულ დიპლოიდურ შტამში უი-სხივებით ადენინური მუტანტების ინდუქცია 3000 ერგი/მმ² წმ. დოზით ზემოქმედებისას $2,5 \cdot 10^5$ და $1,6 \cdot 10^5$ სიხშირით უჯრედზე ხდებოდა. ორ ჰაპლოიდ შტამში კი $15 \cdot 10^4$ და $14 \cdot 10^4$ სიხშირით უჯრედზე [10]. ავტორები დიპლოიდ და ჰაპლოიდ შტამებს შორის მუტაციის ინდუქციის ამდაგვარ განსხვავებას მარკერთა შორის მიტოზური სეგრეგაციით ხსნიან.

ჩვენს მიერ შესწავლილ მგრძობიარე CS 17 შტამში მუტაციის ინდუქციის სიხშირე გაცილებით მაღალი აღმოჩნდა, ვიდრე *S.cerevisiae*-ს შტამში. CR 24 რეზისტენტულ შტამში კი ეს პროცესი ზემოთ მოყვანილი ერთ-ერთი შტამის მსგავსი იყო. მიღებული შედეგი მიუთითებს, რომ ღვინის საფურის ბუნებრივ პოპულაციებში გადარჩევის პროცესი ორი მიმართულებით: სპილენძის იონებისადმი და უი-სხივებისადმი რეზისტენტული ფორმების სასარგებლოდ მიმდინარეობს.

ივ.ჭავჭავაძის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *W.Laskowski*. Zbl. Bacteriol., Orig. **184**, 1962. 251
2. *И.А.Захаров, С.В.Ковалцова, Т.Н.Кожина, И.В.Федорова, Б.В.Яровой*. Мутационный процесс у грибов. Л., 1980.
3. *И.И.Чучулашвили, М.П.Самадашвили*. Сообщ. АН ГССР, **98**, I, 1980.125
4. *ა.შათირიშვილი, ი.ჭუჭულაშვილი*. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, 138, 1, 1990, 125.
5. *И.А.Захаров, С.А.Кожин, Т.Н.Кожина, И.В.Федорова*. Сборник методик по генетике дрожжей сахаромисетов. Л., 1984.
6. *И.И.Чучулашвили*. Автореф. канд. Дисс. 1971.

7. *И.П.Арман, А.Б.Давин.* Генетика **5**, N 9, 1969. 129.
8. *С.Г.Инге-Вечтомов, С.А.Кожин.* В сб. Исследования по генетике. т.2, 1964.77.
9. *Е.Л.Иванов, С.А.Ковалцова, В.Г.Королев.* Генетика **19**, 7, 1983.1063.
10. *Д.А.Горденин, С.Г.Инге-Вечтомов.* Генетика, **17**, 5, 1981.822.

ზ.შქელიშვილი რ.სოლომონია, დ.მიქელაძე

ეპილეფსიური კრუნჩხვები და $[^3\text{H}]$ მუსციმოლის დაკავშირება კრუშინსკი-მოლოდკინას ხაზის ვირთაგვების თავის ტვინის სხვადასხვა უბნებში

წარმოადგინა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ.მოსიძემ 19.02.1993

მრავალრიცხოვანი გამოკვლევების შედეგად დადგენილია უამინოერბომჟავა (გაემ)-ერგული ნეიროტრანსმისიის სპეციფიკური დარღვევების მნიშვნელობა ეპილეფსიური კრუნჩხვების აღმოცენებაში. არსებობს მკვეთრად გამოხატული კავშირი ნერვულ ქსოვილში გაემ-ის დაქვეითებულ კონცენტრაციას, გაემ-ერგული ნეირონების შემცირებულ რაოდენობას, გლუტამინის მჟავას დეკარბოქსილზას დაქვეითებულ აქტივობას და/ან რაოდენობას და ცხოველის ეპილეფსიურ სტატუსს შორის [1-5].

კრუშინსკი-მოლოდკინას (KM) ხაზის ვირთაგვებს ახასიათებთ გენერალიზებული ტონურ-კლონური კრუნჩხვები აუდიოგენური სტიმულაციის შედეგად და ფართოდ გამოიყენებიან ეპილეფსიის ნეირობიოლოგიური ასპექტების შესასწავლად [6]. KM ვირთაგვების თავის ტვინის ცალკეულ სტრუქტურებში გაემ რეცეპტორის მდგომარეობის შესასწავლად ეპილეფსიური კრუნჩხვების შემდეგ გამოკვლეული იყო გაემა რეცეპტორის სპეციფიკური ლიგანდის - $[^3\text{H}]$ მუსციმოლის დაკავშირება გაემა რეცეპტორებთან. შესწავლილი იყო შემდეგი სტრუქტურები: ახალი ქერქი, ჰიპოკამპი და სმენის ბორცვები.

ცდებისათვის გამოყენებული იყო მამრი KM ვირთაგვები (ცხოველები იწონიდნენ 150-200 გ. ხოლო მათი ასაკი შეადგენდა 60-70 დღეს). საკონტროლო ცდები ტარდებოდა იმავე წონის და ასაკის ვისტარის ხაზის მამრ ვირთაგვებზე. ყველა ცხოველი იმყოფებოდა დღე-ღამის ბუნებრივ ციკლში. საკვები და წყალი ეძლეოდათ რაიმე შეზღუდვის გარეშე. 60 დღის ასაკში ხდებოდა ცხოველების ტესტირება კრუნჩხვითი აქტივობის დასადგენად აკუსტიკურ კამერაში, რომელიც აღჭურვილი იყო სტანდარტული კედლის ელექტროზარით. აქტივობის შეფასება ხდებოდა კრუნჩხვის რეიტინგის სკალის მიხედვით [7]. ექსპერიმენტში გამოყენებული იყვნენ ის ცხოველები, რომლებიც აგროვებდნენ კრუნჩხვითი აქტივობის მაქსიმალურად დიდ ქულას (კლონური კრუნჩხვები, რომლებსაც თან ახლდა ოთხივე კიდურის ტონური გაჭიმვა). ვისტარის ხაზის ვირთაგვები გამოყენებული იყო როგორც საკონტროლო ცხოველები და მათი ტესტირება ხდებოდა ისევე, როგორც KM ვირთაგვებისა. ვისტარის პოპულაციის დაახლოებით 10% ამქლავებდა კრუნჩხვით აქტივობას. ეს ცხოველები ამოღებული იყო ცდებიდან. ლიგანდების რეცეპტორებთან დაკავშირების შესასწავლად ხდებოდა ცხოველების დეკაპიტაცია. თავის ტვინის ამოღება და ცალკეული სტრუქტურების გამოყოფასთან დაკავშირებული მანიპულაციები ხდებოდა ყინულოვან ზედაპირზე. ნეოკორტექსის ტემპორალური უბნის ექსტირპაცია ხდებოდა ბილატერალურად. ჰიპოკამპის გამოყოფა ხდებოდა დაკბილულ ხვეულთან ერთად. შეგროვილი მასალა ინახებოდა თხევად აზოტში

$-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურაზე, ცდის დღემდე. თავის ტვინიდან სტრუქტურულ მუსციმოლის გამოყოფისას ვხელომძღვანელობდით ვირთაგვას თავის ტვინის ატლასით [8]. ნედლი სინაფსური მემბრანების ფრაქციის მიღება და ^3H მუსციმოლის რეცეპტორებთან დაკავშირების გამოკვლევა ხდებოდა მაქსიმალური მიერ აღწერილი მეთოდის მიხედვით [9] მცირედი მოდიფიკაციით. მემბრანების ინკუბაცია ($20-25\text{ }\mu\text{g}$ ცილა თითოეულ ალიქვოტურ სინჯზე) მიმდინარეობდა $200\text{ }\mu\text{g}$ საბოლოო მოცულობის სტანდარტულ სინკუბაციო ხსნარში ^3H მუსციმოლის ($13-17.1\text{ Ci/mM}$; NEN, აშშ) მზარდი კონცენტრაციების თანდასწრებით ($2-35\text{ nM}$). არასპეციფიკური დაკავშირების გამოსაანგარიშებლად სინკუბაციო ხსნარს ემატება გაემ-ის 1000-ჯერ გაზრდილი კონცენტრაცია. სპეციფიკური დაკავშირების მაჩვენებლის დადგენა ხდებოდა ტოტალურიდან არასპეციფიკური დაკავშირების მაჩვენებლის გამოკლებით. რადიოაქტივობა იზომებოდა სტანდარტული თხევადი სცინტილაციური ტექნიკით. ცილის რაოდენობის განსაზღვრა ხდებოდა პეტერსონის მეთოდის მიხედვით [10]. დისოციაციის კონსტანტის (K_d) და დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის (B_{max}) გაანგარიშება ხდებოდა კომპიუტერული პროგრამით EBDA [11]. მიღებული შედეგების სტატისტიკური დამუშავება ხდებოდა ცვლადების ანალიზის მეთოდით ANOVA. ფაქტორებად აღებული იყო ვირთაგვების ხაზები და დროის ინტერვალები აუდიოგენური სტიმულაციის შემდეგ. ყველა მნიშვნელოვანი შედეგი მოხსენებულია.

ცხრილი 1

^3H მუსციმოლის ჰიპოკამპის, ნეოკორტექსის და სმენითი ბორცვების მემბრანებთან დაკავშირების აფინიტეტის (K_d) (nM) გასაშუალოებული მნიშვნელობები აუდიოგენური სტიმულაციიდან 30 წამის, 7 დღის და 30 დღის შემდეგ

ვირთაგვას ხაზი		KM			ვისტარი		
დრო სტიმულაციიდან	30 წამი	7 დღე	30 დღე	30 წამი	7 დღე	30 დღე	
ჰიპოკამპი	9,6	10,7	10,7	6,4	6,7	9,7	
ნეოკორტექსი	16	19,7	19,4	18	17,8	14,8	
სმენითი ბორცვები	22,7	22	21,4	20,4	27,8	17,5	

თრითირებული მუსციმოლის მზარდი კონცენტრაციების დაკავშირება გაემ რეცეპტორებთან ატარებდა გაჯერებად ხასიათს (მონაცემები ნაჩვენები არ არის). ^3H მუსციმოლის დაკავშირების სკატჩარდის მრუდები იყო ხაზოვანი ყველა შესწავლილი სტრუქტურისათვის. K_d და B_{max} მაჩვენებლები იმყოფებოდნენ $6-22\text{ nM}$ და $363-1359\text{ ფმოლი/მგ}$ ცილა (ცხრილი 1) ფარგლებში შესაბამისად. დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის მიხედვით აღინიშნებოდა შემდეგი თანაფარდობა: სმენითი ბორცვები $>$ ნეოკორტექსი $>$ ჰიპოკამპი. K_d და B_{max} სიდიდეების განსაზღვრა ხდებოდა აუდიოგენური სტიმულაციიდან 60 წამის , 7 დღის და 30 დღის შემდეგ. იმისათვის რომ დაგვედგინა შესაძლო თანდაყოლილი განსხვავებები K_d და B_{max} სიდიდეებში KM ხაზის და საკონტროლო ცხოველებში, ამ სიდიდეების განსაზღვრა ხდებოდა ბოლო აუდიოგენური სტიმულაციიდან 30 დღის შემდეგ. ჩვენი დაკვირვების თანახმად აუდიოგენური სტიმულაციიდან 30 დღის შემდეგ აღებული K_d და B_{max} მონაცემები პრაქტიკულად არ განსხვავდება უფრო გვიან (მაგ. 60 დღის შემდეგ) აღებული მონაცემებისგან. ამდენად 30 დღის პერიოდი საკმარისია იმისთვის, რომ აუდიოგენური სტიმულაციით გამოწვეული ამ მახასიათებლების შესაძლო ცვლილებები დაუბრუნდნენ თავის საწყის, სტიმულაციამდელ მნიშვნელობებს.

არცერთ შესწავლილ სტრუქტურაში არ აღინიშნებოდა დაკავშირების აფინიტეტის სტატისტიკურად სარწმუნო რაიმე ცვლილება, არც ეპილეფსიური და საკონტროლო ცხოველების შედარებისას და არც სხვადასხვა დროის ინტერვალების შემდეგ ერთი და იმავე ვირთაგვების ხაზის შიგნით (ცხრილი 1). დაკავშირების აფინიტეტზე მიღებული შედეგების საპირისპიროდ, [^3H] მუსციმოლის დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის ცვლილებას ადგილი ჰქონდა ორივე ხაზის ვირთაგვებში. (ცხრილი 2). სამივე შესწავლილ სტრუქტურაში ადგილი ჰქონდა B_{\max} -ის საწყისი მნიშვნელობების სტატისტიკურად სარწმუნო ცვლილებას. KM ხაზის ვირთაგვების ნეოკორტექსისა და ჰიპოკამპში B_{\max} -ის საწყისი მნიშვნელობა მნიშვნელოვნად დაბალი იყო ვიდრე საკონტროლო ცხოველებში (75 და 19% შესაბამისად). ხოლო KM ხაზის ვირთაგვების სმენით ბორცვებში ადგილი ჰქონდა ამ სიდიდის მომატებას საკონტროლო ცხოველებიდან აღებულ მონაცემთან შედარებით (ცხრილი 2). აუდიოგენური სტიმულაციიდან 30 წამის შემდეგ ადგილი ჰქონდა B_{\max} -ის სიდიდის გაზრდას KM ხაზის ვირთაგვების ნეოკორტექსისა და ჰიპოკამპში 27 და 66%-ით შესაბამისად, მაშინ როცა სმენით ბორცვებში აღინიშნებოდა ამ სიდიდის 21%-ით შემცირება საწყის სიდიდესთან შედარებით. ვისტარის ხაზის ცხოველებში მხოლოდ ჰიპოკამპში ჰქონდა ადგილი დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის სარწმუნო ცვლილებას (შემცირდა 42%-ით საწყის მაჩვენებელთან შედარებით). აუდიოგენური სტიმულაციიდან 7 დღის შემდეგ ხაზის ვირთაგვების ჰიპოკამპში B_{\max} განაგრძობდა ზრდას და საწყის სიდიდესთან შედარებით მოიმატა 52%-ით, ხოლო ნეოკორტექსისა და სმენით ბორცვებში ადგილი ჰქონდა ამ პარამეტრის მნიშვნელოვან შემცირებას საწყის სიდიდესთან შედარებით. საკონტროლო ცხოველებში B_{\max} -ის სიდიდე ჰიპოკამპში აუდიოგენური სტიმულაციიდან 7 დღის შემდეგ დაუბრუნდა თავის საწყის მაჩვენებელს, ხოლო საკონტროლო ცხოველების დანარჩენ ორ სტრუქტურაში ამ პარამეტრის რაიმე სარწმუნო ცვლილებას ადგილი არ ჰქონდა.

ცხრილი 2

[^3H] მუსციმოლის ჰიპოკამპის, ნეოკორტექსის და სმენითი ბორცვების მემბრანებთან დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის (B_{\max} , ფმოლი/მგ ცილა) აუდიოგენური სტიმულაციიდან 30 წამის, 7 დღის და 30 დღის შემდეგ

ვირთაგვას ხაზი		KM			ვისტარი		
დრო სტიმულაციიდან	30 წამი	7 დღე	30 დღე	30 წამი	7 დღე	30 დღე	
ჰიპოკამპი	461	552	363	267	686	634	
ნეოკორტექსი	1360	490	818	999	1119	973	
სმენითი ბორცვები	1047	441	1318	991	774	1041	

ჩვენს მიერ გამოყენებული იყო ღია ველის ტესტად ცნობილი საკვლევი ქცევის შესასწავლი ტესტი [12] რათა შეგვედარებინა KM და ვისტარის ხაზის ვირთაგვების ადაპტაციის უნარი ახალ გარემოსთან. მიღებული მონაცემები მიუთითებენ, რომ ჰორიზონტალური აქტივობა საკონტროლო ცხოველებში შეადგენს 80 ერთეულს, მაშინ როცა KM ვირთაგვებში - 30 ერთეულს ($p < 0.01$) ვერტიკალური აქტივობა საკონტროლო ცხოველებში თითქმის ოთხჯერ მეტი იყო KM-თან შედარებით (19 და 5 ერთეული, შესაბამისად), ხოლო დეფეკაციის სიხშირე KM ვირთაგვებში სამჯერ მეტი იყო საკონტროლო მაჩვენებელთან შედარებით. ეს მონაცემები მიუთითებენ, რომ KM ვირთაგვებში ადგილი აქვს ადაპტაციური უნარის საგრძნობ შესუსტებას.

არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ KM და ვისტარის ხაზის ცხოველები არ განსხვავდებიან ერთმანეთისგან გაემა რეცეპტორების აფინიტეტით მისი ლიგანდების მიმართ, მაგრამ მათ შორის ადგილი აქვს მნიშვნელოვან განსხვავებებს ლიგანდების დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის მიხედვით სამივე შესწავლილ სტრუქტურაში. KM ხაზის ვირთაგვებში აღინიშნება დაკავშირების ცენტრების მაქსიმალური რაოდენობის სტატისტიკურად სარწმუნო შემცირება, თუმცა, როგორც ჩანს ეს მოვლენა არ ატარებს უნივერსალურ ხასიათს ტვინის ყველა სტრუქტურისათვის. კერძოდ, KM ვირთაგვების სმენით ბორცვებში B_{\max} -ის მაჩვენებელი უფრო დიდია, ვიდრე საკონტროლო ცხოველებში. KM ვირთაგვების თავის ტვინის ცალკეული უბნები ხასიათდება [^3H] მუსციმოლის დაკავშირების სპეციფიკური წესით ეპილეფსიური კრუნჩხვიდან დროის სხვადასხვა ინტერვალების შემდეგ.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
ი.ბერიტაშვილის სახ.ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *R.S.Fischer*. Brain Res.Rev., **14**, 1989, 245-278.
2. *R.R.Matsumoto*. Brain Res. Rev., 1989, 203-225.
3. *C.E.Ribak et al.*, Brain Res., **363**, 1986, 78-80.
4. *R.C.Roberts et al.*, Brain Res. **361**, 1985, 324-328.
5. *R.A.E Balky and A.B.Harrys*. Brain Res., **206**, 1981. 387-404.
6. *L.V.Kroushinski et al.*, Physiological Effects of Noise. New York Plenum. 1970, 150-183.
7. *R.J.Racine*, Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol., **32**, 1972, 281-294.
8. *H.Paints and B.Watson*. The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates. Sydney, 1986.
9. *G.Maksy*. J.Neurochem., **50**, 6, 1988, 281-294.
10. *G.L.Peterson*. Anal. Biochem., **83**. 1977, 329-333.
11. *G.A.McPherson*, A Collection of Radioligand Binding Analysis Programs. Elseviere Science Publishers BV. The Netherlands, 1985.
12. *C.S. Hall*, J.Comp. Physiol., **17**, 1934, 89-108.



გ.ჭკალუა

ტრანსმემბრანული ტრანსპორტის კლასიფიკაციის პრინციპები

წარმოადგინა აკადემიკოსმა თ.ოისელიანმა 19.12.1995

ნივთიერების ტრანსპორტი, მათი გადაადგილება ერთი უბნიდან მეორისაკენ, აუცილებელი რგოლია არა მარტო ნივთიერებათა ცვლის, არამედ ცოცხალი ორგანიზმის ცხოველქმედების პროცესებისა.

ტრანსპორტში იგულისხმება როგორც ნივთიერების გადატანა სხეულის ერთი უბნიდან მეორისაკენ, ისე მათი ტრანსპორტი უჯრედის გარე არედან უჯრედის შიგნით. ერთ შემთხვევაში ნივთიერებას არ ხვდება ბარიერი მემბრანის სახით, ხოლო მეორე შემთხვევაში ნივთიერებას ესაჭიროება ბარიერის, მემბრანის გადალახვა. ამის საფუძველზე ბიოლოგიური ტრანსპორტი დავყავით ორ დიდ კლასად - ნაკადურ (არაბიოლოგიურ) და ტრანსმემბრანულ (ბარიერულ) ტრანსპორტად. პირველს მიეკუთვნება აქსოლანოზური, ცერებროსპინალური, ლიმფური ნაკადები და სისხლის მიმოქცევა. ჩვენი შესწავლის საგანია ბიოლოგიური მემბრანა და მასთან დაკავშირებული მანქანური სისტემები, რომელთა მუშაობასაც უზრუნველყოფს ბარიერული ტრანსპორტი, ამიტომ მასზე შევაჩერებთ ყურადღებას. ძირითადი ამოცანაა ბარიერული ტრანსპორტის კლასიფიკაცია.

მემბრანა არა მარტო ბარიერია, არამედ ის ამქლავნებს სატრანსპორტო თვისებებსაც. ლიპიდური ბიშრის სტრუქტურული ორგანიზაციიდან გამომდინარე, მემბრანა არ ატარებს ჰიდროფილურ და დიდი ზომის მქონე მოლეკულებს, მაგრამ მეორე მხრივ მათი გადატანა ხორციელდება მემბრანაში ლოკალიზებული სპეციალური სატრანსპორტო სისტემებით, რომლებიც ხასიათდება დიდი მრავალფეროვნებით. [1] ეს მექანიზმები შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად. ერთ შემთხვევაში მას საფუძვლად უდევს მემბრანის ლიპიდურ წარმოქმნილი ლაბილური სტრუქტურული ცვლილებები. ეს არის მარტივი დიფუზიის მექანიზმი. მეორე შემთხვევაში მხოლოდ სატრანსპორტო სისტემის კონფორმაციულ ცვლილებას ექნება ადგილი (მემბრანა არ იცვლის თავის სტრუქტურას). ასეთებია გადადილებული დიფუზია, პირველადი აქტიური ტრანსპორტი, გარდაქმნითი ტრანსპორტი, შეზღუდული დიფუზია ლიპიდში ხსნადობით, ზომით და მუხტით. მესამე შემთხვევაში თავად მემბრანა იცვლის თავის სტრუქტურას. ესაა ციტოზის და წალეკვითი გადატანის საფუძველი. ასე რომ, სტრუქტურული დეფექტები, ლიპიდური ბიშრე, ფორა, არზი, გადამტანი, ფერმენტული სისტემა, საქაჩავი, გადამტანთა ჯაჭვი, მემბრანის სტრუქტურის ცვლილება ყველა შესაძლო მექანიზმია, რომელთა მეშვეობით შესაძლებელია მემბრანაში ნივთიერების ტრანსპორტი.

თავისი სირთულით გამოირჩევა ინფორმაციის გადაცემა. ის აერთიანებს როგორც ნაკადურ, ისე ბარიერულ ტრანსპორტს. რადგან ჩვენ გვინტერესებს ბარიერული ტრანსპორტი, ამიტომ განვიხილავთ ინფორმაციის ტრანსპორტის იმ რგოლს, რომელშიც მონაწილეობს მემბრანა. ასეთია უჯრედიდან უჯრედზე და უჯრედის გარედან შიგნით ინფორმაციის გადატანა. უჯრედიდან უჯრედზე ინფორმაციის ტრანსპორტისას სინაპსის ბუნებიდან გამომდინარე, ინფორმაციის მატარებელი

შეიძლება იყოს ნეიროტრანსმიტერის მოლეკულა, პოტენციალთა სხვაობის ცვლილება ან ორივე ერთად.

უჯრედის შიგნით ინფორმაციის გადაცემისას მონაწილეობენ პლაზმატურ მემბრანაში მოთავსებული მექანიზმები, რის შედეგადაც მიიღება მეორადი მესენჯერი, რომელიც უზრუნველყოფს შიდაუჯრედული სიგნალის გადაცემას.

საკიროა სისტემაში მოვიყვანოთ ზემოთ განხილული მონაცემები და გადატანის მოლეკულურ მექანიზმებზე დაყრდნობით მოვახდინოთ ტრანსმემბრანული ტრანსპორტის კლასიფიკაცია, ე.ი. სისტემაში უნდა მოვიყვანოთ ეს მექანიზმები. აქედან გამომდინარე, უფრო გამართლებულია კლასიფიკაციის პრინციპის საფუძველი ვეძებოთ იმ პარამეტრებში, რომელთაც განსაზღვრავს გადატანის მოლეკულური მექანიზმი, ვინაიდან ისინი წარმოადგენენ მის მახასიათებელ ნიშნებს. ასეთებია: კინეტიკური მრუდის ფორმა, ენერჯის წყარო, მიმართულება გრადიენტის მიმართ, გადასატანი ნივთიერება. ლიტერატურაში სხვადასხვა ავტორის მიერ სხვადასხვა პრინციპია აღებული. მაგალითად: თუ რა გადადის, სად ხდება ტრანსპორტი, როგორია სატრანსპორტო მექანიზმის ბუნება, [2] აქტიურია თუ პასიური პროცესი, "uphill" ტრანსპორტია თუ "downhill".

როცა კლასიფიკაციის პრინციპად აღებულია თუ სად ხდება ტრანსპორტი, კლასიფიკაცია მიიღებს მხოლოდ აღწერილობით ხასიათს. ამის მიზეზია ის ფაქტი, რომ ერთი და იმავე ნივთიერების ტრანსპორტი მიკროორგანიზმებშიც და ცხოველებშიც თითქმის ერთი და იმავე მექანიზმით ხორციელდება [2]. არც იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი მოლეკულური მექანიზმების ცალკეულ სისტემატიკურ კატეგორიებში დაჯგუფება, როცა კლასიფიკაციის პრინციპად აღებულია გადასატანი ნივთიერების რაობა, ვინაიდან სხვადასხვა ნივთიერება შესაძლოა გადადიოდეს ერთი და იმავე მექანიზმით და ადგილი ექნება გამეორებას.

ლიტერატურაში უმეტესი ავტორის მიერ კლასიფიკაციის პრინციპად მიჩნეულია ენერჯის წყარო [1]. ვნახოთ, თუ რა შედეგი მიიღება ამ შემთხვევაში. ამ პრინციპის საფუძველზე შეიძლება გამოვყოთ ორი ჯგუფი - აქტიური ტრანსპორტი (I) და პასიური ტრანსპორტი (II). ცალკე გვექნება კიდევ ორი ჯგუფი წალეკვითი გადატანა, ციტოზი (III) და ინფორმაციის ტრანსპორტი (IV). ორივე ეს ჯგუფი ენერგოდამოკიდებულია, ამიტომ შეგვეძლო მათი გაერთიანება პირველ ჯგუფში (აქტიური ტრანსპორტი), მაგრამ მასში შემავალი მექანიზმებისაგან განსხვავებით წალეკვითი გადატანა [IV], ციტოზი, ინფორმაციის ტრანსპორტი გამოირჩევა თავისი სირთულით. ამიტომ მათი გამოყოფა განპირობებულია არა კლასიფიკაციის პრინციპის (ენერჯის წყარო) საფუძველზე, არამედ იმ ფაქტით, რომ ორივე ჯგუფი ხასიათდება მექანიზმის სირთულით. მაშინ საინტერესოა, თუ რატომ მოვათავსეთ ისინი სხვადასხვა ჯგუფებში.

წალეკვითი გადატანის [IV] და ციტოზის შემთხვევაში ნივთიერება ტრანსპორტირდება უჯრედის ერთი მხრიდან მეორე მხარეს, ხოლო მემბრანა განიცდის თანმიმდევრულ სტრუქტურულ ცვლილებებს. ინფორმაციის ტრანსპორტისას კი ინფორმაცია ერთი უბნიდან გადაეცემა მეორეს. ამ დროს ნივთიერება არ გადაიტანება. ამ პროცესში მონაწილეობენ პირველადი მესენჯერები, მემბრანაში ლოკალიზებული შუალედური რგოლები და მეორადი მესენჯერები. ასე რომ, მიუხედავად იმისა, რომ ციტოზი, წალეკვითი გადატანა, ინფორმაციის ტრანსპორტი სირთულით გამოირჩევა, მათი მოლეკულური მექანიზმიდან გამომდინარე, ისინი რადიკალურად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ეს იძლევა იმის საფუძველს, რომ ისინი სხვადასხვა ჯგუფში მოვათავსოთ. კლასიფიკაციის იმავე



პრინციპის (ენერჯის წყარო) და მოლეკულური მექანიზმის ბუნების საფუძველზე შესაძლებელია ჯგუფებში ქვეჯგუფების გამოყოფა. პირველი ჯგუფის ქვეჯგუფებია პირველადი და მეორადი აქტიური ტრანსპორტი, გარდაქმნითი ტრანსპორტი. საინტერესოა, რომ პირველად აქტიურ ტრანსპორტში გავაერთიანეთ საქაჩავით იონების გადატანა და გადამტანთა ჯაჭვით e და H ტრანსპორტი. ამის საფუძველს იძლევა ის გარემოება, რომ ორივე შემთხვევაში საწყისად გამოიყენება მეტაბოლიზმის პროდუქტი. საქაჩავი, იყენებს რა ATP-ის ენერჯიას, უზრუნველყოფს იონების ტრანსპორტს კონცენტრაციული გრადიენტის საწინააღმდეგოდ. გადამტანთა ჯაჭვი იყენებს ნადH, სუქცინატს, ფადH და უზრუნველყოფს e და H ტრანსპორტს.

მეორე ჯგუფის ქვეჯგუფებია: მარტივი დიფუზია, შეზღუდული დიფუზია ლიპიდში ხსნადობით, ზომით, მუხტით, გაადვილებული დიფუზია.

თუ კლასიფიკაციის პრინციპად ავირჩევთ მიმართულებას გრადიენტის მიმართ, თითქმის ისეთივე სურათი გვექნება, რაც წინა პარამეტრისას, იმ განსხვავებით, რომ ისეთი ქვეჯგუფი, როგორცაა მეორადი აქტიური ტრანსპორტი, შუალედური რგოლი იქნება ორ ჯგუფს uphill და downhill ტრანსპორტს შორის.

სქემა 1

ჯგუფი	ქვეჯგუფი	მექანიზმი	მაგალითები
სწორხაზოვანი ტრანსპორტი (დიფუზია)	მარტივი დიფუზია შეზღუდული დიფუზია ლიპიდში ხსნადობით შეზღუდული დიფუზია ზომით და მუხტით	კინკი და ანალოგიური დროებითი ხვრელები ლიპიდური ბიშრე ფორა	წყალი არაპოლარული ნაერთი, ორგანული გამხსნელი იონები
მრუდხაზოვანი ტრანსპორტი	გაადვილებული დიფუზია II აქტიური ტრანსპორტი აქტიური ტრანსპორტი გადაქმნითი ტრანსპორტი	გადამტანი, არხი გადამტანი საქაჩავი გადამტანთა, ჯაჭვი ფერმენტული სისტემა	შაქრები, იონები ამინომჟავა იონები e H შაქრები
წყვეტილი (ქვანტური) ტრანსპორტი	წალეკვითი გადატანა ციტოზი	მემბრანის სტრუქტურული ცვლილებები	შარდოვანა პატარა მოლეკულები მიკრომოლეკულები ჰორმონები
ინფორმაციის ტრანსპორტი		რეცეპტორი და გადამტანთა ჯაჭვი	I და II მესენჯერული სისტემა

თუ კლასიფიკაციის პრინციპად ავიღებთ სატრანსპორტო მექანიზმის ბუნებას [2], მაშინ გვექნება სამი ჯგუფი: 1) არასპეციფიკური დიფუზია ლიპიდურ შრეში და მემბრანის პოლარულ უბანში; 2) სპეციფიკური ტრანსპორტი გადამტანების

მონაწილეობით, აქ გაერთიანებულია ის სისტემებიც, სადაც გადასატანი ნივთიერება განიცდის ქიმიურ ცვლილებას; 3) მექანიზმი, როცა ადგილი აქვს მემბრანის არქიტექტონიკის ცვლილებას, როგორცაა ციტოზი. ცალკე, მეოთხე ჯგუფში იქნება ინფორმაციის ტრანსპორტი.

ყველა ზემოთ განხილული პარამეტრი დაშორებულია კინეტიკური ექსპერიმენტის მონაცემებისაგან. ამ შემთხვევაში ვგებულობთ პროცესის სიჩქარეს და შემდეგ ვაგებთ კინეტიკურ მრუდს. ვნახოთ რა სურათი მიიღება, თუ კლასიფიკაციის პრინციპად ავიჩივებთ ამ პარამეტრს. სქემას შემდეგი სახე ექნება (სქემა I). ამ პარამეტრის საფუძველზე გამოიყოფა სამი ჯგუფი: სწორხაზოვანი ტრანსპორტი (I), მრუდხაზოვანი ტრანსპორტი (II), წყვეტილი (ქვანტური) ტრანსპორტი (III). ისევ ამ პრინციპის და მოლეკულური მექანიზმის ბუნებიდან გამომდინარე, ჯგუფებში შეგვიძლია გამოვყოთ ქვეჯგუფები. პირველი ჯგუფის ქვეჯგუფები იქნება: მარტივი დიფუზია, შეზღუდული დიფუზია ლიპიდში ხსნადობით, შეზღუდული დიფუზია ზომით და მუხტით. მრუდხაზოვანი ტრანსპორტის ქვეჯგუფებია: გადადილებული დიფუზია [3], მეორადი აქტიური ტრანსპორტი, აქტიური ტრანსპორტი, გარდაქმნითი ტრანსპორტი, ხოლო მესამე ჯგუფში გაერთიანდება ისეთი ქვეჯგუფები, როგორცაა ციტოზი და წალეკვითი გადატანა. მეოთხე ჯგუფი, რომელიც არ დაემორჩილება მოცემული პრინციპით კლასიფიკაციას, იქნება ინფორმაციის ტრანსპორტი.

თუ შევაჯამებთ ზემოთ განხილულს, ნათელია, რომ თუ კლასიფიკაციის პრინციპად ავიღებთ ისეთ პარამეტრებს, თუ რა გადადის ან სად ხდება ტრანსპორტი, შეუძლებელია მექანიზმების სისტემაში მოყვანა. თუ კლასიფიკაციის პრინციპად ავიღებთ კინეტიკური მრუდის ფორმას, შედეგი შედარებით უფრო სრულყოფილი იქნება, ვიდრე ისეთი პარამეტრების შემთხვევაში, როგორცაა ენერჯის წყარო, მიმართულება გრადიენტის მიმართ, ვინაიდან ამ შემთხვევაში შესაძლებელია სამი ჯგუფის გამოყოფა (სხვა შემთხვევაში გამოიყოფა მხოლოდ ორი). გარდა ამისა, ნათლად ჩანს წალეკვითი გადატანის და ციტოზის ბუნება, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ციკლის გაწყვეტას და ტრანსპორტი ქვანტურ სახეს ღებულობს. აღსანიშნავია, რომ სატრანსპორტო მექანიზმის ბუნების საფუძველზეც შესაძლოა სამი ჯგუფის გამოყოფა, მაგრამ კინეტიკური მრუდის ფორმისაგან განსხვავებით არ გამოიკვეთება წალეკვითი გადატანის და ციტოზის ბუნების სპეციფიკურობა. ასე რომ, ყველაზე მეტი ინფორმაციის მატარებელი კინეტიკური მრუდის ფორმაა, ამიტომ კლასიფიკაციის პრინციპად ეს პარამეტრი ავირჩიოთ.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ი. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის
 ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. Я.Кагава. Биомембраны. М., 1985.
2. А.Котик, Н.Яначек. Мембранный транспорт. М., 1985.
3. O.S.Anderson. R.E.Koeppe. *Physiolo. Rev.* 172, 4, 1992.
4. "Membrane Transport and Metabolism" Proc. Symp. Prague. 1960.



ი. გვერდწითელი (საქართველოს მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი), ზ. ჯიბუტი, მ. ფხაკაძე

ფოტონები და ცოცხალი უჯრედები

წარმოდგენილია 10.01.1996

ცნობილია, რომ ნახევარგამტარებში, ძირითად მდგომარეობაში ელექტრონები სავალენტო ზონაში იმყოფებიან და ახორციელებენ ბმას ატომებს შორის. რაიმე გარე ზემოქმედებით ელექტრონები სავალენტო ზონიდან შეიძლება გადაყვანილი იქნენ გამტარებლობის ზონაში და ამ გადასვლების შედეგად იზადებიან ანტიბმადი ნაწილაკები: კვაზიელექტრონები გამტარებლობის ზონაში და ხვრელები სავალენტო ზონაში. ნაჩვენებია, რომ ანტიბმადი ნაწილაკების კონცენტრაციის ზრდით მცირდება ბმის ენერგია ატომებს შორის და ხდება მისი იზოტროპიზაცია. ანტიბმად მდგომარეობაში მყოფი ელექტრონების კონცენტრაციის ზრდის შედეგად შეიძლება მიღწეულ იქნეს მათი კონცენტრაციის ისეთი მნიშვნელობა, როდესაც მოცემული სისტემა ვეღარ რჩება მდგრადი არსებულ მდგომარეობაში - ხდება ფაზური გადასვლა. იმ კონცენტრაციას, როდესაც ანტიბმადი (ელექტრონები და ხვრელები ნახევარგამტარის შემთხვევაში) ნაწილაკების ელექტრონული სიმკვრივის განაწილება სისტემის ნებისმიერ წერტილში განსხვავებულია ნულისაგან, ვუწოდებთ კრიტიკულ კონცენტრაციას და აღვნიშნავთ n_{cr} -ით. ნახევარგამტარებისათვის, როგორც ნაჩვენებია [1]-ში $n_{cr} = \alpha(m^*/M)^{3/2}N$, სადაც α ატომების რხევის ამპლიტუდასთან დაკავშირებული ერთი რიგის უგანზომილებო კოეფიციენტი, m^* - ელექტრონების ეფექტური მასა, M - ატომების მასა, N - ატომების კონცენტრაცია. მაგ. Si-ში ატომების კონცენტრაცია $\sim 5.10^{22} \text{ სმ}^{-3}$ -ია. ერთი შეხედვით ბმადიდან ანტიბმად მდგომარეობაში გადასული ელექტრონების კონცენტრაციაც ისეთი უნდა იყოს, რომ მოხდეს ერთდროულად კრისტალის ყველა ატომის ბმის ენერგიის შემცირება. მაგრამ გამოთვლებმა გვიჩვენა, რომ კაუბალში ეს მდგომარეობა მიიღწევა $\sim 8.10^{19} \text{ სმ}^{-3}$ კონცენტრაციის მიღებისას. ამის მიზეზი მდგომარეობს იმაში, რომ აგზნებული მდგომარეობა არ არის ლოკალიზებული მოცემულ ატომთან, ის საერთოა $\sim 10^3$ ატომისათვის და ეს მიიღწევა კვაზინაწილაკების დიდი სითბური სიჩქარეების ხარჯზე. როდესაც კვაზინაწილაკების კონცენტრაცია აღემატება მის კრიტიკულ მნიშვნელობას, იწყება დნობის პროცესი, ფაზური გადასვლა მყარი სხეული-სითბე. მყარი სხეული, რომელიც შედგება უამრავი ურთიერთქმედი ნაწილაკებისაგან, შედარებით მცირე გარეშე ზემოქმედების შედეგად განიცდის მკვეთრ შინაგან გარდაქმნას. ასეთი გარდაქმნა შესაძლებელია მხოლოდ კვაზინაწილაკებისა და ატომების კოლექტიური მოძრაობის შედეგად. უნდა აღინიშნოს, რომ კრიტიკული კონცენტრაცია ფლუქტუაციების შედეგად შეიძლება მიღწეული იყოს კრისტალის რაიმე არეში, მაშინ როცა მთელ მოცულობაში კვაზინაწილაკების კონცენტრაცია ნაკლებია კრიტიკულზე.

ამგვარად, როგორც ჩანს კრიტიკული კონცენტრაციის გამოსახულებიდან, ის ფაქტორად არ იცვლება ტემპერატურის ცვლის პირობებში. განისაზღვრება მულტივი ნახევარგამტარების გვარობის მახასიათებელი პარამეტრებით და არ არის დამოკიდებული კვაზინაწილაკების ამ კონცენტრაციის მიღწევის გზაზე. ეს უკანასკნელი დასკვნა გვაძლევს საშუალებას, რომ სითბო ბევრ პროცესსა და

მოვლენაში თამაშობს გარე ამგზნების როლს, რომელიც იწვევს ბმადი ელექტრონების კვანტური მდგომარეობის ცვლილებას. ასეთი ამგზნების როლი შეიძლება შეასრულოს სინათლემ, წნევამ, ინჟექციამ და სხვ. ეს მოსაზრებები შეიძლება გამოყენებული იყოს ტექნოლოგიის მაღალტემპერატურული მეთოდების შესაცვლელად დაბალტემპერატურულით, ასევე დეფექტების სტიმულირებული წარმოქმნის [2], სტიმულირებული დიფუზიის [3], ლაზერული გამოწვის [4] და სხვა მოვლენების ასახსნელად.

ლაზერულ გამოწვასთან დაკავშირებული ექსპერიმენტული სამუშაოების [5-11] შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დნობის პროცესი იწყება სინათლით გენერირებული კვაზინაწილაკების ისეთ კონცენტრაციაზე, რომელიც ემთხვევა კრიტიკულს. ზოგიერთ ექსპერიმენტში [7, 12] უშუალოდ დაკვირვებულია GaAs-სა და InSb-ის გოფირირებული ზედაპირების გასწორება მათი ისეთი ლაზერული იმპულსის ზემოქმედების შედეგად, რომელთა ენერგია არ იყო საკმარისი დნობის ტემპერატურის მისაღწევად. ფოტოამგზნებული კვაზინაწილაკების კონცენტრაცია ემთხვევა კრიტიკულ კონცენტრაციას, რომელიც შეფასებულია ზემოთ მოყვანილი ფორმულით. ექსპერიმენტულ სამუშაოებში [11, 13-15], სადაც ლაზერული ზემოქმედების შედეგად მიღებული კვაზინაწილაკების კონცენტრაცია ნაკლებია კრიტიკულზე, რეკრისტალიზაციის პროცესი მიდის კრისტალური ჩანართების წარმოქმნით და ხასიათდება ადიტიურობით [11, 13]. აღსანიშნავია, რომ ნიმუშის გაცხელება ლაზერული ზემოქმედების შედეგად არ აღემატება 200 °.

ზოგიერთ ექსპერიმენტში [11, 16-19] დაკვირვებულია დეფექტების სელექციური გამოწვა დასხივების დროს, კვაზინაწილაკების კონცენტრაციის ცვლილების შედეგად მათი აქტივაციის ენერგიის შემცირება, მაშინ როცა ეს ეფექტი არ მიიღება კრისტალის გახურებით.

დაკვირვებულია, რომ თუ ფოტონებით კრისტალის დასხივების შედეგად ვერ მიიღწეოდა კვაზინაწილაკების კრიტიკული კონცენტრაცია, დნობის პროცესი არ შეიმჩნეოდა, მაგრამ ძლიერად მცირდებოდა ქიმიური ბმის ძალები. ეს ეფექტი ცნობილია ფოტოქიმიური ეფექტის სახელწოდებით [20].

ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ სისტემის არამდგრად მდგომარეობაში გადასაყვანად საკმარისია ამ სისტემაში ბმადი და ანტიბმადი ორბიტალების არსებობა და მეთოდი გარეშე ზემოქმედებისა, რომელიც შეცვლის ელექტრონების კვანტურ მდგომარეობას. ამ მოსაზრების სამართლიანობა დამტკიცებულია მხოლოდ ნახევარგამტარებისათვის, ე.ი. ნივთიერებისათვის, რომელიც ხასიათდება ატომებს შორის კოვალენტური ბმით. კოვალენტური ბმით ხასიათდება ასევე ორგანული შენაერთების უმეტესობა. სწორედ ამიტომ ვიმედოვნებთ, რომ ზემოთ მოყვანილი მოსაზრებები სამართლიანი იქნება ორგანული ნივთიერებებისათვისაც. ამგვარად, ნაპოვნია შესაძლებლობა, რომ გარეშე ზემოქმედებით ფიქსირებული ტემპერატურის მქონე ნიმუშში აღვძრათ ისეთი პროცესები, რომელთა შესაბამისი ტემპერატურაც აღემატება ნიმუშის ტემპერატურას. თუ გავითვალისწინებთ ამ გარემოებას და ჩანართელი და ავთვისებიანი უჯრედების სიცოცხლის ზღვრის მნიშვნელობის სხვადასხვაობას, შეიძლება ვიქონიოთ იმედი, რომ ფოტონური ზემოქმედებით შესაძლებელია ორგანული ნივთიერების გაწმენდა ავთვისებიანი უჯრედებისაგან.

ი.ჭავჭავიშვილის სახელობის
თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

შპს 547.963.3.

ბიოქიმიკა

ვ.ტაბიძე, თ.ბერიძე (საქ.მეცნ. აკადემიის აკადემიკოსი)

Allium Porrum ქლოროპლასტური დნმ-ის გლიცინის ტ-რნმ-ის, არგინინის ტ-რნმ-ისა და CF₁ ატფ-აზის α -სუბერთეულის გენების ნატიფი სტრუქტურა: შედარებითი შესწავლა ერთ- და ორლებნიან მცენარეთა შესაბამის უბნებთან

წარმოდგენილია 3.09.1993

სულ ახლახანს ჩვენ მიერ სეკვენირებულ იქნა პრასის (*Allium porrum*, fam. Liliaceae) ქლოროპლასტური დნმ-ის 1,1 ათასი ნუკლეოტიდური წყვილის სიგრძის ფრაგმენტი, რომელიც შეიცავს გლიცინის ტ-რნმ-ის (UCC) გენის 3¹ ნაწილს, არგინინის ტ-რნმ-ის (UCU) გენს და CF₁ ატფ-აზის α -სუბერთეულის გენის 3¹ ბოლოს [1].

ჩვენ მიერ ნაჩვენებ იქნა, რომ აღნიშნულ ფრაგმენტში გენთა განლაგება იდენტურია ე.წ. "თამბაქოს-მსგავსი" გენთა განლაგებისა, მაგრამ მკვეთრად განსხვავდება სხვა ერთლებნიან მცენარეებისაგან, როგორცაა ხორბალი და ბრინჯი, სადაც ამ გენების შემცველმა უბანმა ინტენსიური რეკომბინაციული პროცესები განიცადა [2,3].

აღნიშნულ ნაშრომში ჩატარებულია ზემოდასახელებული დნმ-ის ფრაგმენტის შედარებითი შესწავლა ერთ და ორლებნიან მცენარეთა ქლოროპლასტური დნმ-ის შესაბამის უბნებთან. მიღებული შედეგები საშუალებას იძლევა ახალი ინფორმაცია მივიღოთ ქლოროპლასტური გენების სტრუქტურული ორგანიზაციისა და ევოლუციის შესწავლის საქმეში.

ქლოროპლასტებში ტ-რნმ-ის გენები მაღალი კონსერვატულობით ხასიათდებიან [4]. 1 ცხრილში ნაჩვენებია პრასის ქლოროპლასტური ტ-რნმ-ის მსგავსების ხარისხი სხვა უმაღლეს მცენარეთა ქლოროპლასტური ტ-რნმ-ის მიმართ. ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობების ანალიზი მიუთითებს პრასის არგინინის ტ-რნმ (UCU) გენის იდენტურობაზე თამბაქოს, ბრინჯისა და ხორბლის არგინინის ტ-რნმ-ის (UCU) გენების მიმართ, მაშინ როდესაც ხავსის არგინინის ტ-რნმ (UCU) 89% ჰომოლოგიას ამჟღავნებს. მხოლოდ ერთადერთი C-T ცვლილება იქნა შემჩნეული პრასის გლიცინის ტ-რნმ-ის (UCC) შედარებისას ერთ და ორლებნიან მცენარეთა მიმართ. ხავსში დამატებით კიდევ ერთი C-T ცვლილება იქნა შემჩნეული 27-ე პოზიციაში.

შესწავლილი ფრაგმენტის პირველი 254 ნუკლეოტიდური წყვილი შეესაბამება გლიცინის ტ-რნმ-ის (UCC) ინტრონის ნაწილს. ამ უბნის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობათა შედარებამ თამბაქოს, ხავსისა და ხორბლის შესაბამის უბნებთან მაქსიმალური ჰომოლოგია გამოამჟღავნა პრასსა და თამბაქოს შორის (79%), 60% ჰომოლოგია აჩვენა პრასსა და ხავსს შორის და მხოლოდ 53% ორ ერთლებნიან მცენარეთა პრასსა და ხორბალს შორის. აღნიშნული ინტრონის უკანასკნელი 90 ნუკლეოტიდური წყვილი მისი 3¹ ბოლოდან ამჟღავნებს 85%, 88% და 81% ჰომოლოგიას თამბაქოს, ხორბლისა და ხავსის შესაბამის უბნებთან. აღნიშნული

თანმიმდევრობანი შესაძლოა ქმნიდნენ ორ მარყუქს, რაც დამახასიათებელია 11 კლასის ინტრონებისათვის [1,2]. ბრინჯის ქლოროპლასტური გენომის შესაბამის უბანში ინტრონი ნაპოვნი არ არის. ამის შესაძლო მიზეზად მიჩნეულია გენომში მრავალჯერადი რეკომბინაციული პროცესების არსებობა, რასაც ადგილი ჰქონდა "თამბაქოს-მსგავსი" გენომიდან მისი ევოლუციის დროს. 28 ათასი ნუკლეოტიდური წყვილის სიგრძის ინვერსიამ გლიცინის ტ-რნმ-ის (UCC) ფორმილმეთიონინის ტ-რნმ-ის (CAU) გენებს შორის ბრინჯის ქლოროპლასტური დნმ-ის გენომში წარმოქმნა ტ-რნმ-ის ფსევდოგენი, რომლის 5¹ ბოლო წარმოადგენს ფორმილმეთიონინის ტ-რნმ-ს, ხოლო 3¹ ბოლო კი გლიცინის ტ-რნმ-ის მეორე ეგზონს [3].

ცხრილი 1

პრასის ტ-რნმ-ის ნუკლეოტიდურ თანმიმდევრობათა ჰომოლოგიის ხარისხი სხვა უმაღლეს მცენარეთა ქლოროპლასტურ ტ-რნმ-თან

	არგინინის ტ-რნმ-ის გენი (UCU)	ჰომოლოგის %
პრასი	GCGTCCATTGTCTAATGGATAGGACAGAGGTCTTCTAAA CCT	-
თამბაქო	TTGGTATAGGTTCAAATCCTATTGGACGCA GCGTCCATTGTCTAATGGATAGGACAGAGGTCTTCTAAACCT	100
ხავსი	TGGTATAGGTTCAAATCCTATTGGACGCA GCGTCCATCGTCTAAAGGATAGGACAGAGGTTTTCTAAACCT	89
ბრინჯი	CCAGTATAGGTTCGAATCCTATTGGACGTA GCGTCCATTGTCTAATGGATAGGACAGAGGTCTTCTAAACCT	100
ბორბალი	TGGTATAGGTTCAAATCCTATTGGACGCA GCGTCCATTGTCTAATGGATAGGACAGAGGTCTTCTAAACCT	100
გლიცინის ტ-რნმ-ის ბენის 3 ¹ ბოლო (UCC)		
პრასი	CCCTAGCCTCCAAGCTAACGATGCGGGTTCGATTCCCGCTACCCGCT	-
თამბაქო	CCCTAGCCTCCAAGCTAACGATGCGGGTTCGATTCCCGCTACCCGCT	98
ხავსი	CCCTAGCCTCCAAGCTAACGATGCGGGTTCGATTCCCGCTACCCGCT	96
ბრინჯი	CCCTAGCCTCCAAGCTAACGATGCGGGTTCGATTCCCGCTACCCGCT	98
ბორბალი	CCCTAGCCTCCAAGCTAACGATGCGGGTTCGATTCCCGCTACCCGCT	98

შესწავლილი ფრაგმენტი შეიცავს CF₁ ატფ-აზის α-სუბერთეულის გენის კარბოქსილ-ტერმინალურ უბანს. ჩვენ დავასეკვენირეთ ამ გენის 413 ნუკლეოტიდური წყვილის სიგრძის უბანი, რომელიც 137 ამინომჟავას ნაშთს შეესაბამება. ცხრილი 2 წარმოადგენს აღნიშნულ ამინომჟავათა თანმიმდევრობათა შედარებას ბრინჯის, თამბაქოს და ხავსის ქლოროპლასტურ გენებთან. 84% მსგავსება იქნა ნაპოვნი ერთლებნიან პრასსა და ორლებნიან თამბაქოს შორის. ეს სიდიდე შესაძლებლად მაღალია ვიდრე ჰომოლოგია, რომელიც ნაპოვნია ორ ერთლებნიან მცენარეთა, პრასსა და ბრინჯს შორის (79%). იგივე ჰომოლოგიაა შემჩნეული (79%) პრასსა და ხავსს შორის.

ცხრილი 2

50

AQIKAMKQVAGKLEELAQFAELEAFAQFASDLDKATQNQLARGQRLREL (a)
 S. L..... Q..... A... TS..... R..... (b)
 L..... (c)
 L..... N.N..... R..... (d)

100

LKQSQSDPLTVEEQIATIIYGARGYLDLSLEIGQIKKFLIKLRTYLKKNKP (a)
 AN.. P..... T..... V.... DE.. KH.. DT... (b)
 A..... M..... TN..... V. VR.. VE..... T... (c)
 A.. S... M... T.VN... V. T.EV..... E.. E... VT... (d)

137

QFQEIVSSTKTFTEEAETFLKEAIGEHTELFLLEEQT (a)
 I.. S..... IL..... Q. QL. R. S. Q... (b)
 I..... AL..... Q. QMDR. I. Q.. A (c)
 A.. IR... V..... NL..... T.. I... F.. EK (d)

პრასის CF₁ ატფ-აზის α-სუბერთეულის კარბოქსილ-ტერმინალური უბნის ამინომჟავათა თანმიმდევრობების შედარება (a) ბრინჯის (b), თამბაქოს (c) და ხავსის (d) შესაბამის უბნებთან.

წერტილებით აღნიშნულია იდენტური ამინომჟავების განლაგება პრასის ცილის ეკვივალენტურ პოზიციებში.

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები მიუთითებს, რომ განსხვავებით სხვა ერთლებნიანებისაგან, როგორცაა ხორბალი და ბრინჯი, პრასის ქლოროპლასტური დნმ-ის შესწავლილმა ფრაგმენტმა არ განიცადა მნიშვნელოვანი დივერგენცია თამბაქოს ქლოროპლასტური გენომის შესაბამის უბანთან. აღნიშნულმა ფრაგმენტმა შეინარჩუნა "თამბაქოს-მსგავსი" გენთა განლაგება და ევოლუციის დროს ინტენსიური რეკომბინაცია არ განიცადა.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია

ს.დურმიშიძის სახელობის მცენარეთა ბიოქიმიის
 ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *В.Д. Табидзе, М.Г. Картвелишвили, А.Г. Джинчарадзе, Т.Г. Беридзе.* Биохимия, **59**, 3, М., 1994, 309-314.
2. *2.F. Quigly, J.H. Weil.* Curr. Genet. **9**, (1985), 495-503.
3. *3.H. Shimada, M. Sugiura.* Curr. Genet. **16**, 1989, 293-301.
4. *4.M. Sugiura.* Plant Mol. Biol. **19**, 1992, 149-168.



მიკრობიოლოგია და ვირუსოლოგია

თ.ბუაჩიძე, ლ.თოფურია

ფუზანტიდან მიღებული ინვერტაზას იმობილიზაცია
არაორგანულ მატარებელზე

წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ.კვეციტაძემ 22.02.1996

ფერმენტი ინვერტაზა (β -ფრუქტოფურანოზიდაზა, ფკ 3.2.1.26) აკატალიზებს საქაროზის ჰიდრალიზს და გარდაქმნის მას გლუკოზისა და ფრუქტოზის თითქმის ეკვიმოლარულ ნარევეში (45% ფრუქტოზა და 55% გლუკოზა). ინვერტაზას იმობილიზაცია და იმობილიზებული ინვერტაზების გამოყენება ინვერტირებული შაქრის სიროფების მისაღებად განხილულია რიგ ნამუშევრებში [1,2], რომლებშიც აღწერილია ინვერტაზას მიღება სხვადასხვა წყაროებიდან. იმობილიზაციისათვის გამოყენებულია სხვადასხვაგვარი ორგანული და არაორგანული მატარებლები და ამასთანავე იმობილიზაციის სხვადასხვა მეთოდები. თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სამუშაოებში მიღებული იმობილიზებული ინვერტაზები არ გამოირჩევიან სტაბილურობით. ამასთან, დღემდე არ შეგვხვდრია ფუზანტიდან მიღებული და იმობილიზებული ინვერტაზას შესახებ რაიმე ლიტერატურული მონაცემები.

ჩვენი სამუშაოს მიზანია ფუზანტიდან მიღებული ინვერტაზას იმობილიზაცია არაორგანულ მატარებელზე კოვალენტურად დაკავშირების მეთოდით და იმობილიზაციის ოპტიმალური პირობების შერჩევა.

ექსპერიმენტული ნაწილი. მეთოდოკა. სამუშაოში გამოყენებული გვქონდა მიკრომიცეტებიდან მიღებული ფუზანტიდან გამოყოფილი ინვერტაზას ფერმენტული პრეპარატი, რომელიც მიღებული იყო მცენარეთა ბიოქიმიის ინსტიტუტში [3], პრეპარატის აქტიურობა ტოლი იყო 720 ერთ/გ. ინვერტაზას აქტივობის ერთეულად მიღებულია პრეპარატის ის რაოდენობა, რომელიც შლის 1 μ M საქაროზას 1 წუთის განმავლობაში მოცემულ პირობებში (საქაროზის 6% -იანი ხსნარი, pH 4,7, $t=50^{\circ}$), ცილის შემცველობა პრეპარატში 17,2%-ის ტოლია.

მატარებლებად გამოყენებული გვქონდა 3 სახის სილიკაგელი (ნიჟნი ნოვგოროდის კვების პროდუქტების კვლევითი ინსტიტუტი), რომელთა ფორების დიამეტრი ტოლი იყო 750, 1500 და 2500 \AA , ხვედრითი ზედაპირები კი შესაბამისად 90, 35 და 17 $\text{მ}^2/\text{გ}$. ჩვენ შევარჩიეთ სილიკაგელი MCA-750, რომლის ფორების ზომაა 800 \AA , ხვედრითი ზედაპირი 57 $\text{მ}^2/\text{გ}$ [4]. სილიკაგელი მოდიფიცირდებოდა γ -ამინოპროპილტრიეტოქ-სილილანით და მიღებული იყო სილიკაგელების 3 ნიმუში ზედაპირზე ამინოჯგუფების სხვადასხვა რაოდენობით შემდეგი ხერხით: ტენიანი სილიკაგელი MCA-750 მუშავდებოდა იმავე მოცულობის 2%-იანი მოდიფიკატორის (γ -ამინოპროპილ-ტრიეტოქსილილანი) წყალხსნარით, რის შემდეგ ყოვნდებოდა 4 საათის განმავლობაში 120-130 $^{\circ}$ [5]. ამინოჯგუფების რაოდენობა სილიანიზირებულ სილიკაგელზე ისაზღვრებოდა 0,1 N HCl-ით შებრუნებული ტიტრირებით და შეადგენდა 0,14, 0,22 და 0,51 მგ ექვ/გ მატარებელზე [6]. იმობილიზაციისათვის

მოსამზადებლად მოდიფიცირებული მატარებელი მუშავდებოდა გლუტარის ალდეჰიდით (Merck, გერმანია) რომელსაც ვიყენებდით, როგორც შემკერავ რეაგენტს.

იმობილიზაციას ვატარებდით შემდეგი მეთოდით: ფერმენტული პრეპარატის სხვადასხვა რაოდენობა (25,50,75,100 მგ) იხსნებოდა 10მლ 0,1 N აცეტატურ ბუფერში pH 4,6 და ვუმატებდით 1 გ იმობილიზაციისათვის გამზადებულ სილიკაგელს. პროცესს ვატარებდით სანჯღრევლაზე დადგმულ კოლბებში (80 ნჯღრევა/წთ) 70-80 წუთის განმავლობაში. იმობილიზებული ფერმენტული პრეპარატი ირეცხებოდა 0,1 M აცეტატური ბუფერით pH 4,6, შემდეგ 2M NaCl -ის ხსნარით და ბოლოს ისევ იმავე ბუფერით მანამდე, სანამ ნარეცხში ცილა აღარ დაფიქსირდებოდა.

ინვერტაზული აქტივობა ისახლვრებოდა აღმდგენელი ნივთიერებების რაოდენობით, რომლებიც წარმოიქმნებოდნენ ფერმენტული რეაქციის დროს. აღმდგენელი შაქრები ისახლვრებოდა სომოჯის მეთოდით [7].

იმობილიზებული ფერმენტული პრეპარატის ინვერტაზულის აქტივობის განსაზღვრისათვის 20 მგ ტენიანი პრეპარატის წონაკს ვათავსებდით კოლბაში, რომელშიც ესხა 20 მლ 6% -იანი საქაროზა 0,1 M აცეტატურ ბუფერში pH 4,6 და ვდგამდით სანჯღრევლაზე 15 წუთით, 50°-ზე. შემდეგ ვიღებდით სინჯებს და ვსახლვრავდით მათში აღმდგენელი შაქრების რაოდენობას სომოჯის მეთოდით. ამავე დროს აღმდგენელი შაქრების რაოდენობას ამ სინჯებში ვსახლვრავდით გლუკოზოოქსიდაზური მეთოდითაც [8]. ცილის კონცენტრაციას ნატიურ და იმობილიზებულ პრეპარატებში, აგრეთვე ჩარეცხილ წყლებში ვსახლვრავდით ლოურის მეთოდით [9].

შედგებები და მათი განხილვა. იმობილიზაციის პროცესში ვიკვლევდით ნატიური ფერმენტის რაოდენობას, არე pH-ის გავლენას, ფერმენტის დაკავშირებისათვის საჭირო დროს მატარებელთან სხვადასხვა ტემპერატურაზე, აგრეთვე ამინოკვლეფების კონცენტრაციას მატარებლის ზედაპირზე და შემკერავი რეაგენტის კონცენტრაციის გავლენას მიღებულ იმობილიზებულ ფერმენტულ პრეპარატზე.

ფერმენტული პრეპარატის იმობილიზაციის ოპტიმალური რაოდენობის დასადგენად ვიღებდით პრეპარატის სხვადასხვა წონაკებს 6-დან 15 მგ-მდე 1 გ მატარებელზე გადაანგარიშებით. როგორც ცხრილიდან ჩანს, არსებობს პირდაპირი დამოკიდებულება სარეაქციოდ აღებულ ცილის რაოდენობასა და მატარებელთან დაკავშირებულ ცილის რაოდენობას შორის, ამასთანავე დაფიქსირებულია აბსოლუტური აქტივობის ზრდა. საინტერესოა, რომ მაქსიმალური ხვედრითი აქტივობა აღნიშნულია, როდესაც დავაკავშირეთ 9,5 მგ ცილა 1 გ მატარებელზე, ხოლო შემდგომი ცილის რაოდენობის ზრდა იწვევდა აბსოლუტურ და ხვედრით აქტივობათა რამდენადმე დაქვეითებას, რაც ალბათ გამოწვეულია ცილების მოლეკულათშორისი ურთიერთქმედებებით [10].

შესწავილია სარეაქციო არე pH-ის გავლენა ინვერტაზას იმობილიზაციის პროცესზე 3,0-7,5 ფარგლებში. ნახაზზე წარმოდგენილი მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ყველაზე აქტიური იმობილიზებული ინვერტაზას ნიმუშები მიღებულია pH 4,4-4,7 ფარგლებში.

იმობილიზაციას ვატარებდით დროის სხვადასხვა ინტერვალში 30-დან -180 წთ-მდე სარეაქციო არის pH ტოლი იყო 4,6, ტემპერატურა 5-6°. როგორც შედეგებმა გვიჩვენეს, (ხვედრითი აქტივობა 310 ერთ/გ), 70-80 წუთი აღმოჩნდა საკმარისი საკონტაქტო დრო, რათა ფერმენტული პრეპარატი მაქსიმალურად

დაკავშირებოდა მოდიფიცირებულ მატარებელს. 80 წუთის შემდეგ (2 სთ, 3 სთ) იმობილიზებული ფერმენტის ხვედრითი აქტივობა აღარ იზრდებოდა (302 ერთ/გ).

ტემპერატურის გავლენის შესწავლისას ინვერტაზას იმობილიზაციის პროცესზე, აღმოჩნდა, რომ ყველაზე ოპტიმალური ტემპერატურა (2-დან 15-მდე) ფერმენტის დასაკავშირებლად მატარებელთან არის 5-6° (ხვედრითი აქტივობა 353 ერთ/გ). ტემპერატურის შემდგომი ზრდა იწვევდა ხვედრითი აქტივობის რამდენადმე შემცირებას (310-288 ერთ/გ).

მატარებლის ზედაპირზე ამინოჯგუფების რაოდენობის გავლენის დადგენამ დაგვანახა, რომ ამინოჯგუფების რაოდენობის გაზრდა 0,14-დან 0,24 მგ.ექვ/გ მატარებელზე იწვევდა დაკავშირებულ ცილის რაოდენობის გაზრდასაც (7,35-9,5 მგ/გ) და აგრეთვე იმობილიზებული ინვერტაზას აბსოლუტური აქტივობის ზრდას. ამინოჯგუფების რაოდენობის შემდგომი ზრდა მატარებლის ზედაპირზე იწვევდა დაკავშირებულ ცილის რაოდენობის ზრდას, მაგრამ ხვედრითი აქტივობის შემცირებას. აქტივობის ასეთი დაქვეითება, ჩვენი აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს სტერეო დაბრკოლებებით, რომლებიც წარმოიქმნებიან ცილის კოვალენტური დაკავშირებისას მატარებლის ზედაპირთან [10].

დადგენილ იქნა აგრეთვე სარეაქციო არისათვის საჭირო შემკერავი რეაგენტის - გლუტარის ალდეჰიდის ოპტიმალური რაოდენობა. გლუტარის ალდეჰიდის კონცენტრაცია 1,25-დან 5,0 M/გ-მდე მოდიფიცირებულ სილიკაგელზე, პრაქტიკულად არ ახდენდა ზეგავლენას იმობილიზებული ინვერტაზას როგორც აბსოლუტურ, ასევე ხვედრით აქტივობაზე (310-304 ერთ/გ). გლუტარის ალდეჰიდის 10-ჯერადი სიჭარბე უკვე საკმარისი იყო სტაბილური შედეგების მისაღებად. მატარებლის დამუშავება დაბალი კონცენტრაციის (0,6 M/გ მატარებელზე) გლუტარის ალდეჰიდის ხსნარით იწვევდა მატარებელთან დაკავშირებულ ცილის რაოდენობის მნიშვნელოვან შემცირებას (6,5 მგ) და აგრეთვე ხვედრითი აქტივობის შემცირებას (1,55 ერთ/მგ ცილაზე).

ნატიური ფერმენტის რაოდენობის გავლენა იმობილიზებული ფერმენტის აქტივობაზე

დამატებული 1 გ მატარებელზე		დაკავშირებულია 1 გ მატარებელს		საწყისი რაოდენობის რამდენი % დაკავშირდა	
25,2	6,00	8,3	5,3	33	88
31,5	7,50	11,0	6,6	35	88
48,3	11,5	17,9	9,6	37	85
63,0	15,0	15,1	11,6	24	77

ამრიგად, ჩატარებული სამუშაოს შედეგების მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ ინვერტაზას იმობილიზაციის ოპტიმალური პირობები. მიკრომიცეტთა ფუზანტიდან მიღებული ინვერტაზას იმობილიზაცია მიზანშეწონილია ჩატარდეს მოდიფიცირებულ სილიკაგელზე MCA-750-ზე, რომელიც შეიცავს 0,2-0,3 მგ.ექვ. ამინოჯგუფებს 1 გ მატარებელზე და იგი უნდა დამუშავდეს 2,5 M გლუტარის ალდეჰიდის ხსნარით, როდესაც იმობილიზაციისათვის აღებულია 50-75 მგ ფერმენტული პრეპარატი 1 გ მატარებელზე, იმობილიზაციის არის pH 4,6-4,7, ინკუბაციის დრო 8- წუთი, ტემპერატურა 5-6 °.

ლიტერატურა

1. *А.И.Кестнер*. Успехи химии, **43**, 1974, 1495.
2. *J.Boudrant, C.Cheftel*. Biotechnol. Bioeng. **18**, 1975. 827.
3. ლ.გოგოძე. საკანდიდატო დისერტაციის რეფერატი. თბილისი, 1995.
4. *И.И.Меяилова, О.В.Ломако и др.* 11 Всесоюзный симпозиум "Получение и применение иммобилизованных ферментов" г.Абовян, 1977, 57.
5. *М.И.Мотина, Н.И.Самошина* и др. Прикладная биохимия и микробиол. **14**, 3, 1978, 410.
6. *И.А.Елтеков, А.В.Киселев et al.* Chromatographia **6**, 1973, 187.
7. *M.Somogyi*. J. Biolog. Chem. **195**, 1952.19.
8. *В.Щербухин, А.И.Миронова, Л.В.Кондырева, В.С.Грюнер*, Прикл. биохим. и микробиол. **6**, 4, 1970. 467-470.
9. *О.Н.Lowry, N.I.Rosebrough, A.L.Farr, R.I.Randel* J. Biol. Chem. **193**, 1, 1951.
10. *О.М.Потомак, Е.С.Воровьева*. Вести МГУ, Сер. хим. **6**, 17. 1966.



ე.ცხადაია

ნაძვის დიდი ლაფანჭამიას *Dendroctonus Micans* Kug. (Coleoptera, Ipsidae) ფრენითი აქტივობის ნეიროენდოკრინული მექანიზმები

წარმოადგინა საქ.მეცნ.აკად.წევრ - კორესპონდენტმა ი.ელიავამ 14.06.1993

ნაძვის დიდი ლაფანჭამიას ბიოლოგიური თავისებურებებიდან გამომდინარე, მისი განსახლების და საერთოდ მიგრაციული პროცესების განმაპირობებელი ფრენითი აქტივობის ნეიროენდოკრინული მექანიზმების შესწავლას დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ მანებლის გავრცელების ინტენსივობის დასადგენად. განსხვავებით ლიად მცხოვრები მწერებისაგან მდებარი ნაძვის დიდი ლაფანჭამიასთვის დამახასიათებელია ხანმოკლე ფრენითი აქტივობა. ეს პერიოდი 1-2 საათამდე გრძელდება, რის შემდეგაც ხოჭო იჭრება ნაძვის ხის ლაფანში, აკეთებს სადღეე სასვლელს და იწყებს კვერცხის დებას [1].

ფრენითი აქტივობის ნეიროენდოკრინული მექანიზმები შესწავლილია სხვადასხვა მწერზე. დადგენილია, რომ კვერცხისდების პერიოდში ფრენის უნარის დაკარგვა დაკავშირებულია ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის რაოდენობის მომატებასთან. იუვენილური ჰორმონის წყაროს მწერის ორგანიზმში მიმდებარე სხეულები წარმოადგენენ, რომლებშიც ამ ჰორმონის სინთეზისათვის საჭირო ნეიროსეკრეტის მიწოდება ხდება თავის ტვინის ნეიროსეკრეტორული უჯრედებიდან კარდილური სხეულების გავლით. გარდა ამისა დადგენილია, რომ აქტიური ფრენის დროს მწერის ნეიროენდოკრინული სისტემის აქტივობა ითრგუნება საფრენი კუნთებიდან ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიმავალი აფერენტული იმპულსების ზეგავლენით. ფრენითი აქტივობის დაქვეითებისას მცირდება აფერენტული იმპულსების ნაკადი, რის შედეგად იზრდება ნეიროენდოკრინული სისტემის აქტივობა. ამის გამო ჰემოლიმფაში მატულობს იუვენილური ჰორმონის რაოდენობა. ეს ვითარება, ერთი მხრივ, იწვევს საფრენი კუნთების დეგენერაციას, მეორე მხრივ, ხელს უწყობს ოოგენეზის პროცესების დასრულებას - კვერცხში ყვითრის დაგროვებას [2-5].

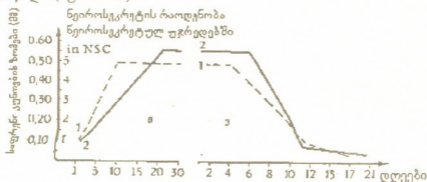
ჩვენ შევისწავლეთ ნაძვის დიდი ლაფანჭამიას მდებარი ხოჭოების საფრენი კუნთების მდგომარეობის და ნეიროენდოკრინული სისტემის აქტივობის ურთიერთდამოკიდებულება იმაგოს სტადიის განმავლობაში, მისი გავრცელების ადგილებში ნაძვნარ ტყეებში ხეების სიმჭიდროვის, ასაკობრივი შედგენილობის და ფიზიოლოგიური მდგომარეობის გათვალისწინებით.

მდებარი ნაძვის დიდი ლაფანჭამიას თავის ტვინი მიმდებარე სხეულებით დავაფიქსირეთ ბუნების საფიქსაციო სითხეში. თავის ტვინის ნეიროსეკრეტორული უჯრედების და მიმდებარე სხეულების სეკრეტორული აქტივობის დასადგენად ანათლები შევღებეთ პარალელშიდ-ფუქსინით, და ალციანის ლურჯი-ფლოქსინით. ვიზუალურად ვადგენდით ოვარიოლების მდგომარეობას, ხოლო საფრენი კუნთების განვითარების ხარისხის და ფრენისუნარიანობის დასადგენად ხდებოდა მათი

პრეპარირება და ფიქსირებული კუნთების ბოჭკოების კონების გაზომვა ოკულარ-მიკრომეტრით. მიღებული მონაცემები დამუშავდა სტატისტიკურად.

ნაძვის დიდი ლაფანჭამიას თავის ტვინში ნეიროსეკრეტორული უჯრედები ლოკალიზებულია მის მედიალურ ნაწილში და წარმოდგენილია AI, A2 და B- ტიპის უჯრედებით [6]. ჭუპრობის ფაზიდან ახლადგამოსული ხოჭოების თავის ტვინის ნეიროსეკრეტორული უჯრედების ციტოპლაზმაში, დამატებითი კვების შთელ პერიოდში (დაახლოებით ერთი თვე) მიმდინარეობს ნეიროსეკრეტის სინთეზი და დაგროვება. თავდაპირველად როგორც A, ისე - B ტიპის უჯრედებში ნეიროსეკრეტი გროვდება ბირთვის ირგვლივ წვრილი მარცვლების სახით. აღნიშნულ უჯრედებს შორის შეინიშნება ნეიროსეკრეტის სტრუქტურაში განსხვავება. კერძოდ, A-ტიპის უჯრედებში ნეიროსეკრეტი თანდათან მსხვილმარცვლოვანი ხდება და ბოლოს მთლიანად ავსებს ამ უჯრედების ციტოპლაზმას, რაც შეუძლებელს ხდის სეკრეტის მარცვლოვნობის გარჩევას. B-ტიპის უჯრედებში კი მარცვლოვნობა ყოველთვის მკვეთრადაა გამოხატული. დამატებითი კვების ბოლოსათვის თავის ტვინის ნეიროსეკრეტორული უჯრედები შეიცავენ ნეიროსეკრეტის მაქსიმალურ რაოდენობას (სურ. I. ა1).

ხოჭოს იმაგინალური სტადიის საწყის პერიოდში საფრენი კუნთები წარმოდგენილია მკერდის ნაწილის ორივე მხარეს 0,10 მმ სიგანის თხელი ბოჭკოების სახით. დამატებითი კვების შთელ პერიოდში აღინიშნება საფრენი კუნთების ზომაში თანდათანობით მომატება. უშუალოდ ფრენის დაწყების წინ მათი განვითარება აღწევს მაქსიმუმს - 0,60 მმ და ამ მომენტისათვის კუნთები მთლიანად ავსებენ მკერდის ნაწილს (სურ. I. ა2).



სურ. 1. a. ნეიროსეკრეტის რაოდენობის მატება ნეიროსეკრეტორულ უჯრედებში (I) და საფრენი კუნთების განვითარება დამატებითი კვების პერიოდში.

b. ნეიროსეკრეტის რაოდენობა ნეიროსეკრეტორულ უჯრედებში (I) და საფრენი კუნთების (II) დეგენერაცია კვერცხისდების განმავლობაში

განსახლების შემდეგ ხეში შეჭრის მომენტიდან დაწყებული ნეიროსეკრეტორული უჯრედების სეკრეტის სტრუქტურაში აღინიშნება მნიშვნელოვანი ცვლილებები: როგორც A-, ისე B-ტიპის უჯრედების ნეიროსეკრეტი ხდება წვრილმარცვლოვანი, აგრეთვე შეინიშნება ნეიროსეკრეტის გადანაწილება აქსონებისაკენ. უჯრედების აპიკალურ ნაწილში ჩნდება ნეიროსეკრეტებისაგან თავისუფალი უბნები. აღსანიშნავია, რომ ამ პერიოდში ნეიროსეკრეტორული უჯრედების აქსონებში უკვე ვლინდება ნეიროსეკრეტი, რომლებიც თავის მხრივ კარდიალური სხეულების გავლით უკავშირდებიან მიმდებარე სხეულებს. მიმდებარე სხეულები მნიშვნელოვნად არის

გაღიღებული ვიდრე წინა შემთხვევაში და მათში უკვე არსებული ნეიროსეკრეტორული სინთეზდება იუვენილური ჰორმონი და იწყება მისი გამოყოფა ჰემოლიმფაში.

ხოქოს ხეში შეჭრის მომენტიდან დაწყებული ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის რაოდენობა მატულობს, რაც კვერცხისდების დაწყებამდე უზრუნველყოფს ოვარიოდების ჰედა ოოციტებში ყვითრის დაგროვებას, რის გამოც ისინი ზომაში მატულობენ. ამის შემდეგ ხოქო იწყებს კვერცხისდებას. კვერცხისდების განმავლობაში, რაც 17-21 დღე მიმდინარეობს წყვეტილად, ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის რაოდენობა მალაღია, რაც უზრუნველყოფს ვიტელოგენეზს კვერცხების მომდევნო პორციებში. კვერცხისდების განმავლობაში უშუალოდ კვერცხების ყოველი ახალი პორციის დადების წინ ნეიროსეკრეტორულ უჯრედებში აღინიშნება ნეიროსეკრეტის თანდათანობით შემცირება და კვერცხისდების ბოლოსათვის მისი შემცველობა მინიმუმამდე ეცემა (სურ. I. ბ1). პარალელურად მცირდება დადებული კვერცხების რაოდენობაც.

განსახლების შემდეგ კვერცხების პირველი პორციის დადებამდე უკვე შეიმჩნევა ცვლილებები საფრენი კუნთების მდგომარეობაში, კერძოდ, ისინი რამდენადმე შემცირებულია. შემდგომში კვერცხისდების განმავლობაში ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის მალალი შემცველობის გამო ხდება საფრენი კუნთების თანდათანობითი განლევა და კვერცხისდების ბოლოსათვის ისინი წარმოადგენენ თხელ, წვრილ 0,7-0,8 მმ სიგანის ბოქოებს (სურ. I. ბ2). კვერცხისდების შემდეგ ბოქოები ილუპებიან.

რიგ შემთხვევებში, როდესაც ხოქოს უხდება დასასახლებელი ხის შერჩევა შედარებით მოშორებით, მისთვის დამახასიათებელია წყვეტილი ფრენა ხანგრძლივი შესვენებებით, რაც თავისთავად იწვევს ნეიროენდოკრინული სისტემის ნაწილობრივ გააქტიურებას, ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის გამოყოფას და საფრენი კუნთების ფრენისუნარიანობის დაჰვეითებასთან ერთად ვიტელოგენეზის პროცესის დაწყებას. ასეთ ბოქოებში წინა შემთხვევებთან შედარებით რამდენადმე შენელებულია საფრენი კუნთების დეგენერაციის და ვიტელოგენეზის მიმდინარეობა, ვინაიდან ხეში შეჭრამდე ნეიროენდოკრინული სისტემის ნაწილობრივი ამოქმედების გამო ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის არსებული რაოდენობა ვერ უზრუნველყოფს ამ პროცესების მთელი სიმძლავრით ჩართვას.

ბუნებაში ნაძვის დიდი ლაფანქამიას ხანმოკლე ფრენის პერიოდი შეიძლება აიხსნას იმით, რომ უმეტეს შემთხვევებში ისინი ძირითადად ბუდესთან ახლომდგომ ხეებზე სახლდებიან და ამის გამო ადრევე წყდება საფრენი კუნთებიდან ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიმავალი აფერენტული იმპულსების ნაკადი და მთელი სიმძლავრით აქტიურდება ნეიროენდოკრინული სისტემა, ჰემოლიმფაში მკვეთრად იზრდება იუვენილური ჰორმონის კონცენტრაცია, რომელიც შედარებით მოკლე დროში უზრუნველყოფს საფრენი კუნთების დეგენერაციის და ვიტელოგენეზის პროცესებს.

ამრიგად ნაძვის დიდი ლაფანქამიას საფრენი კუნთების ფრენისუნარიანობა და ვიტელოგენეზის პროცესები მჭიდრო ურთიერთკავშირშია ჰემოლიმფაში იუვენილური ჰორმონის რაოდენობასთან. ამ პროცესების მიმდინარეობის ინტენსივობა კი განპირობებულია ტყეში ნაძვის ხეების სიმჭიდროვით, ასაკობრივი შედგენილობით და ფიზიოლოგიური მდგომარეობით.



ლიტერატურა

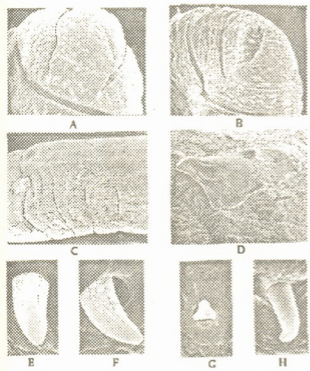
1. *Д.Н.Кобахидзе, Б.В.Мурусидзе, Д.Г.Жарков.* Материалы сессии Зак. совета по координации науч.иссл.работ по защите растений. Баку, 1968, 639-642.
2. *J.H.Borden, C.E.Slater.* *Z.vergl. Physiol.* Bd.61, N 3, 1968, 366-368.
3. *О.М.Бочарова-Месснер, И.В.Чудакова.* Сб. Вопросы функциональной морфологии и эмбриологии насекомых. М., 1968, 27-43.
4. *О.М.Бочарова-Месснер, И.В.Чудакова, В.Я.Новак.* Онтогенез, 2, 2, 1970, 209-213.
5. *О.М.Бочарова-Месснер, И.В.Чудакова.* ЖОБ, 32, 2, 1971, 229-237.
6. *Э.А.Цхадая,* Сообщения АН ГССР, 110, 1, 1983, 165-168.

ე.ყვავაძე, მ.ბუხსიანიძე

გვარი *Dendrodrilus* (*Oligochaeta, Lumbricidae*) კავკასიის ფაუნაში

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი.ელიავამ 15.09.1995

ჭიაყელების სისტემაში, რომელიც შემოთავაზებულ იქნა ომოდოს [1] მიერ გვარი *Dendrobaena* გაყოფილია ორ ქვეგვარად: *Dendrobaena* და *Dendrodrilus*-ად. ქვეგვარში *Dendrodrilus* დასახელებული ავტორის მიერ გაერთიანებულია მხოლოდ ერთი სახეობა *Dd.rubidus*. ქვეგვარის დიაგნოზი მოიცავს შემდეგ ნიშნებს: კიროვანი ჭირკვლები 10 სეგმენტში დიკერტიკულებს წარმოქმნიან, თესლმიმღებების ზვრელები მოთავსებულია c ჯაგრების ზახზე ან თესლმიმღებები არაა განვითარებული, სიგრძივი კუნთები ბუმბულსებურია, ქრომოსომათა ჰაპლოიდური რიცხვია 17.



შემდგომი გამოკვლევებით *Dd.rubidus*- სათვის დადგენილი იქნა U-სებური ნეფრიდიალური ბუშტები [2] და ამასთან დაკავშირებით ქვეგვარი *Dendrodrilus* იქნა აყვანილი გვარის რანგში [3-5]. თუმცა ბევრი სპეციალისტი არ თვლიდა მიზანშეწონილად გვარი *Dendrodrilus*-ის გამოყოფას და *Dd.rubidus* განიხილავდა *Dendrobaena*-ს გვარში [6,7].

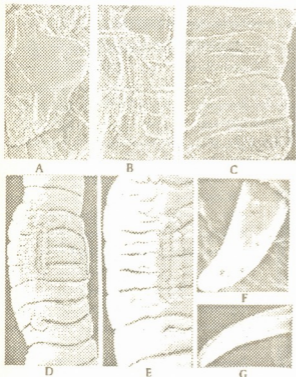
როგორც რასტრული ელემენტარული მიკროსკოპული გამოკვლევებით იქნა დადგენილი, სასქესო ჯაგრების ფორმა ზოგიერთი გვარისათვის კარგი ტაქსონომიური ნიშანია [8]. ამ მიზნით იქნა შესწავლილი არეალის სხვადასხვა წერტილში მოპოვებული *Dd.rubidus tenuis* და *Dd.rubidus subrubicunda* სასქესო ჯაგრების ფორმა. რასტრული ელემენტარული მიკროსკოპული

გამოკვლევებით აღნიშნული ჭიაყელებისათვის დადგენილ იქნა სამწახნაგოვანი სასქესო ჯაგრები (სურ.1, E, F, G). ამ ნიშნის სხვა კრიტერიუმებთან შეთანაწყობით გვარი *Dendrodrilus*-ის დიაგნოზის ახლებურად ფორმირება და გაფართოება შესაძლებელია.

იმის გამო, რომ გვარ *Dendrobaena*-ს სახეობათა უმეტესობას ოთხწახნაგოვანი (ოთხღარიანი) სასქესო ჯაგრები გააჩნია და ჯაგრები არაა ერთმანეთთან დაახლოებული და დაწყვილებული, გვარი *Dendrodrilus* დასახლებული ტაქსონისაგან მკვეთრად გამოირჩევა. ქვემოთ მოცემულია გვარ *Dendrodrilus*-ის გაფართოებული დიაგნოზი და *Dd.rubidus* და *Dd.rubidus subrubicunda* ილუსტრირებული აღწერა.

გვარი *Dendrodrilus* Omodeo, 1956

ტიპური სახეობა *Enterior rubidus* Savigny, 1826



დიაგნოზი. ჯაგრები ოდნავაა დაახლოებული და დაწყვილებული. სასქესო ჯაგრები სამწახნაგოვანია (სამღარიანია). პიგმენტაცია მოწითალო-ყავისფერია. თესლმიმღებები ორი წყვილია, ან არაა განვითარებული. მათი ხვრელები *c* ხაზზეა განლაგებული. სათესლე ბუშტუკები 2 ან 3 წყვილია. კიროვანი ჭირკვლები 10 სეგმენტში წარმოქმნის დივერტიკულებს. სიგრძივი კუნთები ბუმბულისებურია.

Dendrodrilus rubidus tenuis (Savigny, 1826)

სქესმწიფე ჭიაყელების სიგრძე 27-62 მმ-ია, სიგანე სარტყლის მიდამოში 2,5-3 მმ. სეგმენტთა რიცხვია 60-112. თავის ლაპოტი (2/3) ეპილობურია (სურ.1,A). პიგმენტაცია მოწითალო-ყავისფერია. ჯაგრები ოდნავაა დაახლოებული, სარტყლის შემდეგ

$aa:ab:bc:cd:dd = 29:10:21:13:58$. სეგმენტების 16, 25-29 *ab* ჯაგრები სასქესოა და მათი დისტალური ბოლო სამწახნაგოვანია (სურ.1,E,F,G). ლოკომოტორული ჯაგრები ძირითადად გლუვია და გააჩნია პატარა განივი ჩაღრმავებანი (სურ.1,H). მდედრობითი სასქესო ხვრელები 14 სეგმენტზეა *b* ჯაგრების ზევით. მდედრობითი სასქესო ხვრელებიდან *b* ჯაგრებამდე 0,07-0,09 მმ-ია. მამრობითი სასქესო ხვრელები 15 სეგმენტზეა, ჭირკვლოვანი მინდვრები კარგადაა განვითარებული, მაგრამ მეზობელ სეგმენტებზე არ გადადიან (სურ.2,C). სარტყლის ვენტრალურ მხარეზე ბრტყელი სპერმატოფორებია განლაგებული (სურ.1,C,D;2,A). სასქესო მუთაქები მოთავსებულია 28-30 ან 29-30 სეგმენტებზე (სურ.2,B). ორი წყვილი სათესლე ბუშტუკი მოთავსებულია 11 და 12 სეგმენტებში. კიროვანი ჭირკვლები 10 სეგმენტში დივერტიკულებს წარმოქმნიან. ჩიჩაბვი 15-16 სეგმენტებშია მოთავსებული, ზოლო კუნთოვანი კუჭი - 17-18-ში. ტიფლოზოლი 59-97 სეგმენტებში მთავრდება. უკანა ნაწლავი მოიცავს 3-18 სეგმენტს. სიგრძივი კუნთები ბუმბულისებურია.

გავრცელება. კოსმოპოლიტია. კავკასიაში ფართოდაა გავრცელებული.

ეკოლოგიური თავისებურებანი. კავკასიაში *Dd.rubidus tenuis* ძირითადად ლობად მერქანსა და კომპოსტში ბინადრობს. იგი მრავალრიცხოვანია მთავარი

ლიტერატურა

1. *И.Г.Гвердцители, А.Б.Герасимов, М.Г.Пхакадзе, А.А.Церцвадзе.* Сообщения АН ГССР, **115**, 9, 1984, 513.
2. *И.Г.Гвердцители, А.Б.Герасимов, З.Г.Гогуа, З.В.Джибути, М.Г.Пхакадзе.* Сообщения АН ГССР, **127**, 3, 1987, 517.
3. *И.Г.Гвердцители, А.Б.Герасимов, З.Г.Гогуа, З.В.Джибути, М.Г.Пхакадзе.* Сообщения АН ГССР, **128**, 2, 1987, 293.
4. *И.Г.Гвердцители, А.Б.Герасимов, З.В.Джибути, М.Г.Пхакадзе.* Поверхность, II, 1985, 132.
5. *А.Б.Двуреченский, Г.А.Качурин, Е.В.Нидаев, Л.С.Смирнов.* В кн. Импульсный отжиг полупроводниковых материалов. М., 1982.
6. *Н.В.Хайбуллин.* Материалы полупроводниковой электроники. Л., 1984, 52.
7. *В.Н.Абакумов, Ж.И.Алферов, Ю.В.Ковальчук, Е.Л.Портной.* ФТП, **17**, 12, 1983, 2224.
8. *Н.Б.Хайбуллин, Л.С.Смирнов.* ФТП, **19**, 4, 1985, 569.
9. *Р.Балтрамсюнас, Р.Гамка, В.Куокштис, Я.Синюс.* ФТП, **21**, 12, 1987, 2224.
10. *В.Н.Абакумов, О.В.Зеленова, Ю.В.Ковальчук, Е.Л.Портной, В.В.Смирницкий, И.А.Соколов.* Письма в ЖТФ, **8**, 22, 1982, 1365.
11. *З.В.Джибути.* Автореф. канд.дисс. Тбилиси, 1989.
12. *К.В.Руденко, С.В.Жук, Г.Г.Громов.* ФТП, **21**, 10, 1987, 1750.
13. *В.Б.Голубков, З.В.Джибути, М.О.Мдивнишвили, Л.В.Мельник, Д.Н.Размадзе, А.А.Церцвадзе.* Тезисы докл. IV респ. конф. молодых ученых и спец. по физике полупроводниковых приборов. Тбилиси, 1980, 151.
14. *M.Bertolotti, G.Vitali, E.Rimini, G.Goti.* J.Appl. Phys. **51**, 1, 1979, 259.
15. *G.Vitali, M.Bertolotti, L.Atagni.* In: Laser-solid Interactions and Laser Processing. N.Y. 1979, III.
16. *М.Бертолотти, В.В.Емцев, Т.В.Машовец, Ф.Скудиери.* ФТП, **15**, 8, 1981, 1639.
17. *Т.Д.Джафаров.* Фотостимулированные атомные процессы в полупроводниках. М., 1984, 134.
18. *З.В.Джибути, Н.Д.Долидзе.* Письма в ЖТФ, **17**, 5, 1991, 41.
19. *С.А.Авсаркисов, З.В.Джибути., Д.Н.Рехвиашвили.* Тезисы докл. V респ. конф. молодых ученых и спец. по вопросам микроэлектроники и физики п/п приборов. Тбилиси, 1983, 5.
20. *А.Б.Герасимов, З.В.Джибути, Г.Д.Чирадзе.* Сообщения АН Грузии. **142**, 1, 1991.



ნ.ვაჟაშვილი

ცოცხალი ორგანიზმების კონტრაქტულ სისტემათა ფუნქციონირების დინამიური მოდელი

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ.კ.ვაქანიძემ 30.01.1996

ცოცხალი ორგანიზმების განსხვავებულ კონტრაქტულ სისტემათა აქტიური კომპონენტები - მიკრომილაკები, რეცეპტორული ცილები, განივზოლიანი კუნთოვანი უჯრედების მიკროფილამენტები და ა.შ. - შედგება ძირითადად ფიბრილური ცილებისაგან, რომელთაც დრეკადობისა და კონფორმაციული ძრაობის უნართან ერთად ახასიათებს გარე ველში პოლარიზაციაც [1-3].

განსხვავებული კუმშვადი სისტემების სტრუქტურისა და შეკუმშვის დეტალური აღწერა [4-6], კერძოდ, - განივზოლიანი კუნთოვანი უჯრედების სარკომერებისა, გადმოცემულია მრავალრიცხოვან მონოგრაფიასა თუ სტატიებში. მიუხედავად ამისა, დღემდე არ არსებობს ერთიანი თვალსაზრისი იმ ძალთა ბუნების შესახებ, რომელიც იწვევს ამ ობიექტთა შეკუმშვას. ამ მიმართულებით, წარმოდგენილ შრომაში იგება ცოცხალი ორგანიზმების კუმშვადი სისტემების ფუნქციონირების დინამიური მოდელი. დრეკადობისა და კონფორმაციული ძრაობის შეუღლება გარე ველის პოლარიზაციის თვისებებთან, ჩვენი აზრით, განსაზღვრავს ამ სისტემათა ფუნქციონირების უნარიანობას [7]. როგორც ცნობილია, განივზოლიანის და გულის კუნთების მუშაობა განპირობებულია სარკომერის სტრუქტურული ელემენტების მიკროფილამენტების (აქტომიოზინური კომპლექსების) ბოლოებს შორის მანძილების ცვლილებით. განვიხილოთ მიკროფილამენტთა მექანიკური თვისებები. დავუშვათ, რომ იგი დრეკადი ელემენტია დისიპაციით. გარე $F(t)$ ძალის მოქმედების შედეგად, მექანიკური ოსცილატორის მოძრაობა, როგორც ცნობილია, აღიწერება შემდეგი განტოლებით:

$$\ddot{i}(t) + \lambda \dot{i}(t) + \Omega_0^2 i(t) = \frac{F(t)}{m^*} \quad (1)$$

$$i(0) = I_0, \quad \dot{i}(0) = V_0,$$

სადაც $i(t)$ სიგრძეა, $\Omega_0^2 = \frac{\sqrt{K}}{m^*}$ - საკუთარი სიხშირე, k - დრეკადობის

კოეფიციენტი, m^* - ეფექტური მასა, λ - დისიპაციის კოეფიციენტი.

მორე მხრივ, სარკომერთა მიკროფილამენტი, უჯრედთა რეცეპტორული ცილები და ა.შ. ისეთნიარადაა ორიენტირებული, რომ მათი დისტალური ბოლოები ლოკალიზებულია შესაბამისად სარკომერის ან უჯრედის შიგნით და მისსავე გარე ზედაპირზე, ანუ ისეთ არეებში, რომელთა შორის არსებობს ტრანსმემბრანული პოტენციალთა სხვაობა $\Delta\phi_0$ (სიმშვიდის პოტენციალი). გალიზიანებისას, ე.ი. უჯრედშორისი გარემოს იონური შედგენილობის ცვლილებებისას, ან ელექტრული სტიმულაციის შემთხვევაში იცვლება ტრანსმემბრანული პოტენციალი (წარმოიქმნება ქმედების პოტენციალი) და ამის შედეგად მიკროფილამენტის პოლარიზაციის ცვლილებაც. ამგვარად, ხორციელდება ელექტრონული სიმკვრივის გადანაწილება, - წარმოიქმნება პოლარიზაციული დენი $J(t)$. მიკროფილამენტები, ისევე, როგორც რეცეპტორული ცილები, ხასიათდება სუპერსპირალური უბნების

არსებობით, რაც განაპირობებს პოლარიზაციული დენის სპირალურობასაც. $J(t)$ პოლარიზაციის დენისათვის სამართლიანია შემდეგი განტოლება:

$$\ddot{J}(t) + \gamma \dot{J}(t) + \omega_0^2 J(t) = \frac{I}{L} \dot{\phi}(t), \quad (2)$$

სადაც $L = \frac{\mu_0 \mu}{l(t)} N^2 S$ ინდუქციურობაა, μ_0 -მაგნიტური მუდმივა, μ - მაგნიტური შეღწევადობა, N - ხვიათა რიცხვი, S - განივკვეთა, w_0 - საკუთარი სიხშირე, ხოლო γ - დისიპაციის კოეფიციენტი.

ხვიათა შორის სპირალურ უბნებში წარმოიქმნება მკუმშავი ძალა, რომელიც განისაზღვრება შემდეგნაირად [8]:

$$F(t) = \frac{\mu_0 \mu N^2}{2} \frac{S J^2(t)}{l(t)}. \quad (3)$$

ტრანსმემბრანული პოტენცილის ცვლილებებისას წარმოქმნილი ხანმოკლე პოლარიზაციული დენი $J(t)$ წარმოშობს $F(t)$ ძალას, რომლის გათვალისწინება აუცილებელია (1) განტოლებაში.

ამის შედეგად ნათელია, რომ სწორედ ტრანსმემბრანული პოტენცილის ცვლილებებისას (1) განტოლება (3) ძალის გათვალისწინებით აღწერს მიკროფილამენტის ან რეცეპტორული ცილის ყოფაქცევას. რამდენადაც (1) და (2) განტოლება ურთიერთდაკავშირებულია, ამიტომ (3)-ის გათვალისწინებით, გვექნება შემდეგი განტოლებათა სისტემა:

$$\begin{aligned} \ddot{i}(t) + \lambda \dot{i}(t) + \Omega_0^2 i(t) &= \frac{a}{l^2(t)} J^2(t), \\ \ddot{J}(t) + \gamma \dot{J}(t) + \omega_0^2 J(t) &= \frac{l(t)}{2a} \dot{\phi}(t), \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც $a = \frac{\mu_0 \mu}{2} N^2 S$.

(4) განტოლებათა სისტემა წარმოადგენს ც.ო კ.ს დინამიურ მოდელს.

შევნიშნოთ, რომ $F(t)$ მკუმშავი ძალის შეფასება თვისობრივად ეთანხმება ექსპერიმენტულ მონაცემებს [7]. კუმშავი სისტემების უფრო დეტალურად შესწავლის მიზნით გამოვიყენებთ მიკროსკოპულ მიდგომას. განვიხილოთ (A , ϕ) გარე კვაზისტაციონარულ ველში ცალკეული მაკრომოლეკულა ან ასეთივე სისტემა. რელატივისტური ეფექტების გათვალისწინებისას ელექტრონულ ჰამილტონიანში აუცილებელია სიჩქარეებზე დამოკიდებული ელექტრონთაშორისი ურთიერთქმედების გათვალისწინება [8-10].

ამ შემთხვევაში არსებითია - ბრეიტ-დარვინის ურთიერთქმედების I წევრი: $\Delta \hat{H}_1$

$$\Delta \hat{H}_1 = -\frac{1}{4C^2} \sum_{i>j} \frac{(\hat{J}(i) \cdot \hat{J}(j))}{|\vec{r}_{ij}|}, \quad (5)$$

სადაც

$$\hat{J}(i) = \frac{\ell}{m} \hat{\pi}(i); \quad \hat{\pi}(i) = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \vec{r}_i} - \frac{\ell}{c} \vec{A}(i),$$



$\hat{J}(i)$ ელექტრონული დენის ოპერატორია; $\bar{A}(i)$ - ვექტორული პოტენციალი. ნათელია, რომ სათანადო ელექტრონულ ენერჯიასა და ამის გამო პოტენციალური ზედაპირის გამოსახულებაში გვექნება დამატებითი წევრი:

$$\Delta W_1(\bar{R}, \bar{A}, \varphi) = -\frac{1}{4C^2} \langle \Psi(N, R) | \sum_{i>j} \frac{\hat{J}(i)\hat{J}(j)}{|\bar{r}_{ij}|} | \Psi(N, R) \rangle. \quad (6)$$

$\Delta W_1(\bar{R}, \bar{A}, \varphi)$ -ზე გარკვეული ოპერაციების შემდეგ მივიღებთ $F(t)$ -თვის (3) ტოლობას.

დანარჩენი წევრების $\Delta \hat{H}_l (l = 2, 3, \dots)$ გათვალისწინება გვაძლევს $F(t)$ -ძალის შესაბამის შესწორებებს [1,2]; მაგალითად,

$$\Delta \hat{H}_2 = -\frac{1}{4c^2} \sum_{i>j} \frac{(\bar{r}_{ij} \cdot \hat{J}(i))(\bar{r}_{ij} \cdot \hat{J}(j))}{|\bar{r}_{ij}|^3}, \dots \quad (7)$$

ამგვარად, ქვანტურ-მექანიკური მიდგომის საფუძველზე, კლასიკურისაგან განსხვავებით, შესაძლებელია მივიღოთ კონტრაქტული სისტემების ფუნქციონირების უფრო სრულყოფილი სურათი და კერძოდ, ამ სისტემათა აქტიური ელემენტების მკუმშავი ძალისთვის შედარებით ზუსტი გამოსახულება.

სარკომერთა ცილები და ნეირორეცეპტორები წარმოადგენს $\sim 10^5$ ატომების შემცველ სისტემებს. ამის გამო საესებით გასაგები ხდება კლასიკური მიდგომის გამოყენების მიზანშეწონილობა განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როდესაც კონტრაქტულ სისტემათა ფუნქციონირების თვისობრივი დინამიკის სურათი საკმარისია.

ი.ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

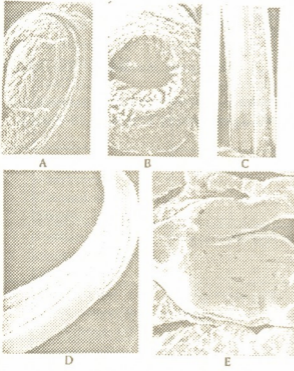
ლიტერატურა

1. *H.Shichi*. Biochemistry of vision. New-York, 1984.
2. *F.Hucho*. Neurochemistry. VCH, D-6940, FRG, Weinheim, 1990.
3. *E.Bock*. J. Neurochemistry. 30, New-York, 7-14, 1978.
4. *C.B.Klee, T.H.Crouch, R.G.Richman*. Calmodulin Ann.Rev. Biochem., 49, 1980. 489-515.
5. *E.Lazarides*. Intermediate Filaments as Mechanical Integrators of Cellular Space. Nature, 283. 1980. 249-256.
6. *S.Reinis, C.Goldman*. The chemistry of Behavior., New-York, 1982.
7. *Н.С.Васильева-Вашакмалзе*. Динамика механохимических систем живых организмов. Труды ТГУ, 230, №13, 1982, 5-15.
8. *Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц*. Теоритическая физ. Т.2. Теория поля. М., 1988.
9. *R.McWeeny, B.T.Sutcliffe*. Methods of Molecular Quantum Mechanics. New-York-London, 1980.
10. *K.Nakamoto*. Infrared and Raman Spectra of Coordination Compounds. New-York, 1992.

კავკასიონის ჩრდილო ფერდობების სუბალპური და ალპური სარტყლის ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში.

მასალა. ახალციხე, მდ. წყალთბილას ხეობა, ერთი სქესმწიფე ეგზ., მაისი, 1971; გიოლ-გიოლის ნაკრძალი, რცხილის ლობად მერქანში, 15 სქესმწიფე ეგზ., სექტემბერი, 1977; კინტრიშის ნაკრძალი, ლობად მერქანში, 3 სქესმწიფე ეგზ., ნოემბერი, 1977; ალგეთის ნაკრძალი, ლობად მერქანში, 4 სქესმწიფე ეგზ., მაისი, 1987; დილიჯანის ნაკრძალი, წიფლის ლობად მერქანში, 3 სქესმწიფე ეგზ., მაისი, 1978; კავკასიის ნაკრძალი, 3 სქესმწიფე ეგზ., მაისი, 1980; ზაქათალის ნაკრძალი, 2 სქესმწიფე ეგზ., ოქტომბერი, 1980; რიწის ნაკრძალი, ლობად მერქანში, 1 სქესმწიფე ეგზ., ივლისი, 1982; სათაფლიის ნაკრძალი, 2 სქესმწიფე ეგზ., სექტემბერი, 1985; დაღესტნის ნაკრძალი, 2 სქესმწიფე ეგზ., ივლისი, 1982 ყაბარღო-ბაღყარეთი, მდ ადიღსუს ხეობა, H = 2160-2230 მ, 22 სქესმწიფე ეგზ., სექტემბერი, 1987; კუტკაშენის მიდამოები, 3 სქესმწიფე ეგზ., მაისი, 1987; ბაწარას ნაკრძალი, H=2000 მ. 1 სქესმწიფე ეგზ., ივლისი, 1990 (ე.ყვავაძის კოლექცია).

Dendrodrilus rubidus subrubicunda (Eisen, 1874)



სქესმწიფე ქიყელების სიგრძეა 34-46 მმ, სიგანე სარტყლის მიდამოში 2,0-2,5 მმ. სეგმენტთა რიცხვია 77-112. პიგმენტაცია მოწითალო-ყავისფერია. თავის ლაპოტი (2/3) ეპილოზურია (სურ.3,A). ზურვის პირველი ფორა 5/6 სეგმენტშორის დარზეა. ჯაგრები ოდნავაა დაწყვილებული და დაახლოებული, სარტყლის შემდეგ $aa:ab:bc:cd:dd = 14:6:14:9:40$. სეგმენტების 16,25-31 *ab* ჯაგრები სასქესოა და მოთავსებულია პაპილებზე. მათი დისტალური ბოლო სამწახნაგოვანია (სამლარიანია) (სურ.3,C,D). სასქესო ჯაგრების წახნაგები თანაბარი სიდიდისაა. ლოკომოტორულ ჯაგრებს კარგად შესამჩნევი ჩაღრმავებები გააჩნია. მდებარებითი სასქესო ზვრელები 14 სეგმენტზეა *b* ჯაგრების ზემოთ.

მანძილი *b* ჯაგრებიდან მდებარებით სასქესო ზვრელებამდე 0,05-0,07 მმ. მამრობითი სასქესო ზვრელები 15 სეგმენტზეა, ჯირკვლოვანი მინდვრები გადადიან მეზობელ სეგმენტებზე. სარტყელი მოთავსებულია 25-32 სეგმენტებზე (სურ.2,F). სასქესო მუთაქები გადაჭიმულია 28-დან 30 სეგმენტამდე, იშვიათად ისინი მოიცავენ 31 სეგმენტსაც. დისკოსებური სპერმატოფორები მოთავსებულია 25-26 სეგმენტებზე (სურ.2,B,D;3,E). სამი წყვილი სათესლე ბუშტუკებისა 9,11,12 სეგმენტებშია. თესლმიმღებები განლაგებულია 9,10 სეგმენტებში, ისინი იხსნებიან 9/10, 10/11 სეგმენტშორის დარებზე *c* ჯაგრების ხაზზე. კიროვანი ჯირკვლები 10 სეგმენტში წარმოქმნიან დივერტიკულებს. ჩიჩახვი მოიცავს 15-16, ზოლო კუნთოვანი კუჭი 17-18

სეგმენტს. ტიფლოზოლი მთავრდება 69-99 სეგმენტში. უკანა ნაწლავს უკავია 6-დან 13-მდე სეგმენტი. გასწვრივი კუნთები ბუმბულისებურია.

გავრცელება. კოსმოპოლიტია. კავკასიის ფაუნისათვის იშვიათი ქვესახეობაა.

მასალა. სოფელ ურაველის (ახალციხე) მიდამოები, დაქობებულ ნიადაგში, 11 სექტემბრიდან ეგზ., მაისი, 1971; შიკაბოხის (სომხეთი) ნაკრძალი, 5 სექტემბრიდან ეგზ., აპრილი 1983; თბილისის მიდამოები, დაქობებულ ნიადაგში, 15 სექტემბრიდან ეგზ., აპრილი, 1991 (ე.ყვავაძის კოლექცია).

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *P. Omodeo*. Arch. zool. ital., 41, 1956, 129-212.
2. *T.S. Perel*. Zool. Anz. 191, 5/6, 1973, 310-317.
3. *T.C. Перель*. Зоол. Ж. 55, 6, 1976, 823-836.
4. *G.E. Gates*. Megadrilogica, 2, 1, 1975, 1-8.
5. *J.W. Reynolds*. The Earthworms (Lumbricidae and Sparganophilidae) of Ontario. The Royal Ontario Museum, 1977, 1-141
6. *A. Zicsi*. Naturk. Jahrb. der Stadt Linz, 11, 1965, 125-201.
7. *Э.Ш.Квавадзе*. Дождевые черви (Lumbricidae) Кавказа. Тбилиси, 1985, 3-236.
8. *Э.Ш.Квавадзе*. Структура половых щетинок-таксономический признак для рода Eisenia (Oligochaeta:Lumbricidae) Тбилиси, 1991, 1-12.



შპს 595.132

პარაზიტოლოგია და კელეინთოლოგია

ბ.ყურაშვილი (საქ.მეცნ.აკად.წევრ-კორესპონდენტი)

საქართველოს გარეულ და შინაურ ფრინველებში
 რეგისტრირებული ტრემატოდების სისტემატიკური მიმოხილვა

წარმოდგენილია 1.04.1996

რეგისტრირებული სახეობები წარმოდგენილია ზოოლოგიური სისტემატიკის მიხედვით, პარაზიტების კლასებისა და ოჯახების ჩვენებით.

№	პარაზიტების დასახელება	მასპინძლები	მოპოვების ადგილი	ავტორები
1	2	3	4	5
კლასი Trematoda Rud., 1808 – ტრემატოდები				
ოჯახი Brachylaimidae				
Stiles et Hassall, 1898				
1	Brachylaima fuscatum (Budolphi, 1819)	კოლხური ხოხობი, მტრელი, მცირე ბატასინი	სამტრედიისა და მარნეულის რაიონები	სკრიაზინი (1924), გუშანსკაია (1952), ყურაშვილი (1957, 1961)
2	Postharmostatom commutatum (Diesing, 1858) Skrjabin, 1923	კავკასიური შურთხი	ყაზბეგის მთები	დინიკი (1938), გუშანსკაია (1952), ყურაშვილი (1957)
3	Postharmostomem ularicum Kurashvili, 1956	კავკასიური შურთხი	თიანეთის რაიონი	ყურაშვილი (1956, 1957, 1961)
4	Clinostomum complanatum (Bud., 1819) Braun, 1899	ჩვ. რუხი ყანჩა დიდი თეთრი ყანჩა	ბაზალეთისა და ჯანდარის ტბები, ოზურგეთის რაიონი	ყურაშვილი (1956, 1957, 1961)
5	Euchinostomum skrjabini Kurashvili, 1948	ჩვ. რუხი ყანჩა ქარცი ყანჩა	ბაზალეთის ტბა, დილომი, წალკა	ყურაშვილი (1948, 1950, 1957, 1961)
ოჯახი, Cyclocoelidae Stossich, 1902				
6	Cyclocoelum obscurum (Leydy, 1887) Harrah, 1922	აღმოსავლური წრიპა, შავი შაშვი	ბორჯომის რაიონის მაღალმთიანეთი	ბაუერი (1941), ყურაშვილი (1957)
7	Allopyge adolphi (Stossich, 1902) Witenberg, 1923	კოლხური ხოხობი	სამტრედიის მიდამოები	გუშანსკაია (1952), ყურაშვილი (1957)

8	<i>Heamatotrephus tringae</i> (Brandes, 1892) Stossich, 1902	იხვინჯა	მდინარე მტკვარი (მცხეთის რაიონი)	ყურაშვილი (1957, 1961)
9	<i>Hyptiasmus arcuatus</i> (Brandes, 1892) Kossak, 1911	მცირე ბატასინი	მარნეულის რაიონი	ყურაშვილი (1957, 1961)
10	<i>Hyptoasmus oculus</i> Kossak, 1911	მცირე ბატასინი	მარნეულის რაიონი	ყურაშვილი (1953, 1957)
11	<i>Skrjabinocoelum petrowi</i> Kurashvii, 1953	ჩიბუხა	ბოლნისის რაიონი	ყურაშვილი (1953, 1957)
12	<i>Typhlocoelum sisowi</i> (Skriabin, 1913) Dubois, 1959	გარეული იხვი ფართოცხვირა იხვი, ჭიკვარა, ქოჩორა ყვინთია, შინაური იხვი	სამტრედიის, გარდაბნის, მარნეულისა და ბოლნისის რაიონები, ზუგდიდი	ბურჯანიძე (1943), ყურაშვილი (1957, 1959, 1961), გაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა - სვატეცევა, გაფარიძე (1976), შვეცკოვი (1962)

ოჯახი *Dicrocoeliidae* Odhner, 1911

13	<i>Dicrocoelum macrostomum</i> Odhner, 1911	მწვერი	სამტრედიის რაიონი	გუშანსკაია (1952), ყურაშვილი (1957)
14	<i>Brachylecithum attenuatum</i> (Dujardin, 1845)	შავი შაშვი	აფხაზეთი, სოფ. დიმი (ბაღდადის რაიონი), ლაგოდების სახელმწიფო ნაკრძალი, სამტრედიის მიდამოები	გუშანსკაია (1952), ყურაშვილი (1941, 1957, 1957, 1961)
15	<i>Brachylecithum laniicola</i> (Layman, 1926)	ასპუტაკა	სამტრედიის მიდამოები	ყურაშვილი (1941, 1957)
16	<i>Corrigia victori</i> Guschanskaja, 1952	მწვერი	სამტრედიის მიდამოები	გუშანსკაია (1952), ყურაშვილი (1957)
17	<i>Lyperosomum pawlowsky</i> Strom, 1928	ღილა	საქართველო	პავლოვი (1962)
18	<i>Platynosomum fallax</i> Heidegger et Mendheim, 1938	სამბრული მწვანე კოდალა	თელავის რაიონი, ლაგოდების სახ. ნაკრძალი, სამტრედიის მიდამოები	ყურაშვილი (1957, 1961)
19	<i>Skrjabinus popowi</i> Kassimov, 1952	კავკასიური შურთხი	ლაგოდების სახ. ნაკრძალი	ყურაშვილი (1957, 1961)

ოჯახი *Diplostomidae* Poirier, 1886

20	Diplostomum spathaceum (Bud., 1819) Braun, 1893-S.Lato	თოლია, მცირე თოლია	სოხუმის პორტი	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957, 1961)
21	Posthodiplostomum cuticola (Nordmann, 1832) Dubois, 1936	რუხი ყინა (მეტაცერკარიები სარკისებრ კობრში)	საგარეჯოს რაიონი	ყურაშვილი, გოგებაშვილი, პეტრიაშვილი (1982)
ოჯახი Echinochasmidae Odhner, 1911				
22	Echinochasmus dietzevi Yssaitschikov, 1927	თეთრთვალა ყვინთია, შავყელა მურტალა	ფოთის რაიონი	ყურაშვილი (1955, 1957, 1916)
23	Mesorchis pseudoechinatus (Olsson, 1876) Dietz, 1909	მცირე თოლია, თეთრთვალა ყვინთია ჩვ.თოლია	სოხუმში, ფოთი, პალიასტომისა და კუმისის ტბები, მარნეული, ლაგოდეხი	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957, 1961)
24	Schiginella colymbi (Schigin, 1956)	წითელთავა ყვინთია	ხრამის წყალსაცავი, სოხუმის მიდამოები	ყურაშვილი (1957, 1961)
ოჯახი Echinostomatidae Dietz, 1909				
25	Echinostoma revolutum (Froelich, 1802)	გარეული იხვი, შინაური იხვი, ფართოცხვირა იხვი, შინაური ქათამი	პალიასტომისა და ბაზალეთის ტბები, საქართველოს შინაურ ფრინველებში ყველგან	ყურაშვილი (1941, 1956, 1957, 1961), ბურჯანიძე (1943), ჭაფარიძე (1956), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჭაფარიძე (1976)
26	Echinostoma chloropodis (Zeder, 1800)	მელოტა	საქართველო	პავლოვი (1962)
27	Echinostoma miyagawai Yshii, 1932	გარეული იხვი, შინაური ბატი, შინაური იხვი	ბაზალეთისა და ლისის ტბები, სოხუმის მიდამოები, დუშეთი, თეთრი წყარო	ყურაშვილი (1950, 1957), ჭაფარიძე (1966)
28	Echinostoma paraulum Dictz, 1809	გარეული იხვი, ფართოცხვირა იხვი, მყივანი გელი, წითელთავა ყვინთია, შინაური იხვი, მტრედი	გარდაბანი, ლანჩხუთი, სამტრედიის რაიონი, ზუგდიდი, დუშეთი	ყურაშვილი (1950, 1953, 1956, 1957, 1961), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჭაფარიძე (1976)
29	Echinostoma robustum Yamaguti, 1935	გარეული იხვი, წითელთავა ყვინთია, შინაური იხვი, ევროპული გვრიტი, შინაური ბატი, ინდაური	სამტრედიის რაიონი	ყურაშვილი (1941, 1957, 1961), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჭაფარიძე (1976)



30	<i>Echinostoma stantschinscii</i> Semenov, 1927	ჩიბუხა	ფოთი (რიონის ქალები)	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961)
31	<i>Echinoparyphium aconiatum</i> Dietz, 1909	გარეული იხვი	სამტრედია	რიჟიკოვი (1956)
32	<i>Echinoporyphium mordwilkoii</i> Skrjabin, 1915	ტყის ქათამი, შავი კოვილო	ქალადიდი (ფოთის რაიონი)	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961)
33	<i>Echinoparyphium recurvatum</i> (Linstow, 1873)	წყლის ბულა, პიკვა-რა, იხვინჯა, ბოლო-სადგისა იხვი, შინაუ-რი ბატი, იხვი, ქათამი	ფოთი, მარნეული, წალკა, სამტრედია, ხობი, წალენჯიხა	ყურაშვილი (1956, 1957, 1961), ჯაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჯაფარიძე (1976)
34	<i>Poryphostomum radiatum</i> (Dujardin, 1845) Dietz, 1909	დიდი ჩვამა	ჯანდარის ტბა	ყურაშვილი (1941, 1957, 1961)
35	<i>Patagifer bilobus</i> (Bud., 1819) Dietz, 1909	ივეოსი	ბაზალეთის, პალიას-ტომისა და ჯანდარის ტბები, გარდაბანი, სოხუმის მიდამოები	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961)
36	<i>Petasier (Petasier) exaeretus</i> Dietz, 1909	დიდი ჩვამა	ჯანდარის ტბა, სოხუმის მიდამოები	ყურაშვილი (1941, 1957, 1961)
37	<i>Petasier (Petasier) megacantha</i> (Kotlan, 1922)	დიდი მურტალა, თეთრთვალა ყვინთია	ფოთი, გულაუთის რაიონი	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961)
38	<i>Petasier (Neopetasier) jubilarum</i> (Elperin, 1937)	გარეული იხვი	პალიასტომის ტბა	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961)
39	<i>Chaunocephalus ferox</i> (Rud., 1795) Dietz, 1909	ყარყატი	თბილისის მიდამოები, საგარეჯო, სამტრედია	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961)
40	<i>Hypoderaeum conoideum</i> (Bloch, 1782) Dietz, 1909	გარეული იხვი, რუხი ბატი, დიდი ბატსინი, შინაური იხვი, ინდაური	ლისის ტბა, სამტრედია	ყურაშვილი (1941, 1957, 1961), შვეცოვი (1952), ჯაფარიძე (1962)
41	<i>Hypoderaeum gnedini</i> Baschkirova, 1941	გარეული იხვი, წითელთავა ყვინთია, მელოტა, რუხლოყება მურტალა, შინაური იხვი	ლაგოდები, ლანჩხუთი, ფოთი, სამტრედია	ყურაშვილი (1955, 1957, 1961), შვეცოვი (1952, 1955), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჯაფარიძე (1976)

42	<i>Hypderaeum vigi</i> <i>Baschkirova</i> , 1941	გარეული და შინა- ური იხვი, ბოლოსად- გისა იხვი	სამტრედია, ფოთი	შვეცოვი (1952, 1955), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჭაფარიძე (1976)
43	<i>Pegosomum</i> <i>saginaturn</i> (Ratz, 1898) Ratz, 1909	დიდი თეთრი ყანჩა	გარდაბანი	ყურაშვილი (1957)
44	<i>Pegosomum petrowi</i> <i>Kuraschvili</i> , 1949	დიდი თეთრი ყანჩა	მარნეული, ლაგოდე- ხი, კუმისის წყალსა- ცავი	ყურაშვილი (1949, 1950, 1953, 1957, 1961)
45	<i>Pegosomum</i> <i>spiniferum</i> Ratz, 1909	დიდი თეთრი ყანჩა, რუხი ყანჩა	მარნეული, გარდაბანი	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957, 1961)
ოჯახი Eucotyliidae Skrzabin, 1924				
46	<i>Eucotyle nefridia</i> (Creplin, 1846) <i>Colhn</i> , 1904	გარეული იხვი	პალიასტომის ტბა	ყურაშვილი (1957, 1961)
47	<i>Eucotyle zakharowi</i> <i>Skrjabin</i> , 1920	გარეული იხვი	გარდაბანი	ყურაშვილი (1957, 1961)
48	<i>Tamerlania zarudnyi</i> <i>Skrjabin</i> , 1924	ჩვ.სახლის ბედურა	თბილისის მიდამოები	ყურაშვილი (1941, 1957, 1961)
ოჯახი Eumegacetidae Travassos, 1922				
49	<i>Eumegacetes</i> <i>emendatus</i> Braun, 1901	ჩვ.სახლის ბედურა	თბილისის მიდამოები	ყურაშვილი (1940, 1941, 1957, 1961)
50	<i>Eumegacetes ibericus</i> <i>Kuraschvili</i> , 1941	ჩვ.სახლის ბედურა	თბილისის მიდამოები	ყურაშვილი (1940, 1941, 1957, 1961)
ოჯახი Notocotyliidae Lühe, 1909				
51	<i>Notocotylus</i> <i>attenuatus</i> (Bud., 1809)	გარეული იხვი, მყი- ვანი გელი, წითელთა- ვა ყვინთია, შინაური იხვი	გარდაბანი, დმანისი, ბოლნისი, პალიას- ტომის ტბა, ხრამის წყალსაცავი, სამ- ტრედია	ბურჯანიძე (1949), შვეცოვი (1951), რიტიკოვი (1956), ყურაშვილი (1957, 1961), ჭაფარიძე, სავატეევა (1967), ყურაშვილი, ელიავა- სავატეევა, ჭაფარიძე (1976)
52	<i>Notocotylus</i> <i>imbricatus</i> (Looss, 1893) U.Szidat, 1935	გარეული იხვი	საქართველო	„გელანის“ მუზეუმის კოლექცია

ოჯახი Ornithobilharziidae Azimov, 1970

53	<i>Bilharziella polonica</i> (Kow., 1895) Looss, 1899	შინაური იხვი	სამტრედია, ზუგდიდი	შვეცოვი (1952), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატიევა, ჭაფარიძე (1976), ავტორთა კოლექტივი (1983)
54	<i>Dendritobilharzia purverulenta</i> (Braun, 1801), Looss, 1899, Skryabin, 1924	გარეული და შინაური იხვი	გარდაბანი, ლაგოდეხი, ლისის ტბა, თბილისის ზღვა, ფოთი	ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატიევა, ჭაფარიძე (1976)
55	<i>Trichobilharzia ocellata</i> (La Valette, 1855) Brumpt, 1931	იხვინჭა	საქართველო	რიჭიკოვი (1956)

ოჯახი Opisthorchiidae Braun, 1901

56	<i>Opisthorchis felineus</i> Rivolta, 1884) Blanchard, 1895	ქარცი ყანჩა	გარდაბანი, თბილისის მიდამოები	ყურაშვილი (1957, 1961)
57	<i>Opisthorchis simulans</i> (Looss, 1896)	გარეული იხვი, რუხი ყანჩა	სამტრედიის მიდამოები, მარნეული, გარდაბანი	რიჭიკოვი (1956), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატიევა, ჭაფარიძე (1976)
58	<i>Metorchis xanthosomus</i> (Creplin, 1846) Braun, 1902	ქიკვარა, შინაური იხვი	მარნეული, მდ. ცხენისწყალი (აბაშის რაიონი), ზუგდიდი	ყურაშვილი (1957, 1961), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატიევა, ჭაფარიძე (1976)

ოჯახი Plagiorchidae Lühe, 1899

59	<i>Plagiorchis maculosus</i> (Bud., 1802)	ჩვ.სოფლის მერცხალი, უფეხურა	გარდაბანი, ფოთი, სამტრედია, თბილისი, ლაგოდეხის ნაკრძალი	ყურაშვილი (1955, 1956, 1957, 1961)
----	---	-----------------------------	---	------------------------------------

ოჯახი Prosthogonimidae Nicoll, 1924

60	<i>Prosthogonimus ovatus</i> (Bud., 1809) Luhe, 1899	კოლხური ხოხობი, შინაური ქათამი, შინაური იხვი, ინდური	სამტრედიის მიდამოები, წალკა, გაგრა	ბურჯანიძე (1943) გუშანსკაია (1952), ჩერტკოვა (1952), ყურაშვილი (1957), სავატიევა (1963), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატიევა, ჭაფარიძე (1976)
----	--	--	------------------------------------	--

ოჯახი Psilostomidae Looss, 1900				
61	<i>Psilochasmus oxyurus</i> (creplin, 1925) Lühe, 1909	გარეული იხვი, აბა- ლავი იხვი, შინაური იხვი, ქათამი	ლაგოდებისა და სენაკის რაიონები, სამტრედია, ხობი	ყურაშვილი (1953, 1956, 1957, 1961), რიტიკოვი (1956), ყურაშვილი, ელიავა- სავატევევა, ჭაფარიძე (1976)
62	<i>Psilochasmus langicirritus</i> Skryabin, 1913	ბოლოსადგისა იხვი, თეთრთვალა ყვინთია, შინაური იხვი, შინაური ბატი	ხრამის წყალსაცავი, ფოთის მიდამოები, სამტრედია, ოზურ- გეთი, დუშეთი	ყურაშვილი (1957, 1961), ყურაშვილი, ელიავა-სავატევევა, ჭაფარიძე (1976)
ოჯახი Stomylotrematidae Poche, 1926				
63	<i>Stomglotrema spasskii</i> Sobolev, 1943	გოჭა	სოხუმის მიდამოები	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957, 1961)
ოჯახი Strigeidae Bailliet, 1919				
64	<i>Strigea falconis</i> Szidat, 1928	მწივანი არწივა, კავკასიური ქორი, ველის ბოლობეჭდა	ბორჯომი, გულდუთი, გარდაბანი	ბაუერი (1941), ყურაშვილი (1957, 1961), სავატევევა (1963), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა-სავატევევა, ჭაფარიძე (1976), სულარიკოვი (1984)
65	<i>Apatemon gracilis</i> (Rud., 1819)	წითელთავა ყვინთია, გარეული იხვი, შინა- ური იხვი, ბატი, თეთრშუბლა ბატი, მცირე ბატასინი, ჩვეულებრივი კოკონა, შავი გარიელი	ჯანდარისა და ბაზა- ლეთის ტბები, ხრამის წყალსაცავი, მარნეუ- ლი, ფოთი, აბაშა, სამტრედია, ხობი, ზუგდიდი, წალენჯიხა	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957, 1961), შვეცოვი (1952), ჭაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა- სავატევევა, ჭაფარიძე (1976)
66	<i>Apatemon fuliigula</i> Yamaguti, 1933	რუხი ყანჩა	ბაზალეთისა და ჯანდარის ტბები, მარნეული	რიტიკოვი (1956)
67	<i>Apharyngostrigea cornu</i> (Zeder, 1800) Ciuzea, 1927	მცირე თეთრი ყანჩა	ბაზალეთისა და ჯანდარის ტბები, გარდაბანი, ქალაქი	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957, 1961)
68	<i>Apharyngostrigea garciai</i> Tubangui, 1933	მცირე თეთრი ყანჩა	ბაზალეთისა და ჯანდარის ტბები	ყურაშვილი (1950, 1953, 1957)

69	Cotylurus cornutus (Rud., 1808) Szidat, 1928	წითელთავა ყვინთია, თეთრშუბლა ბატი, პრანწია, ზღვის ყვინთია, შავი გარიელი, მტრედი, დიდი ბატასინი, შინაური იხვი, ბატი	ჯანდარის, ბაზალეთისა და პალიასტომის ტბები, მარნეული, სამტრედია, აბაშა, ხოზი, ქარელი	ყურაშვილი (1953, 1957, 1961), ჯაფარიძე (1966), ჯაფარიძე, სავატეევა (1967), ყურაშვილი, ელიავა-სავატეევა, ჯაფარიძე (1976)
70	Cotylurus hebraicus Dubois, 1934	გარეული და შინაური იხვი	სამტრედიის მიდამოები, წალენჯიხა	ჯაფარიძე (1966), ყურაშვილი, ელიავა- სავატეევა, ჯაფარიძე (1976)
71	Ophiosoma patagiatum (Creplin, 1846) Szidat, 1928	ჩვეულებრივი თოლია, წყლის ბულა	კუმისის წყალსაცავი, ნატახტარი	ყურაშვილი (1953, 1955, 1956, 1957, 1961)

ლიტერატურა

1. *Г.Е.Курашвили*. Гельминты охотничье - промысловых птиц Грузии в фаунистическом и экологическом освещении. М., 1957.
2. *ბ.ყურაშვილი, ი.ელიავა - სავატეევა, ლ.ჯაფარიძე*. შინაური ფრინველების ჰელმინთები საქართველოში. თბილისი, 1976.
3. *ბ.ყურაშვილი*. ადამიანისა და ცხოველთა ტრემატოდები საქართველოში. თბილისი, 1961.
4. *В.Е.Судариков*. ТрEMATоды фауны СССР. М., 1984.
5. ТрEMATоды птиц причерноморских и прикаспийских районов. Тбилиси, 1983.

მ.დგებუაძე

თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი ნივთიერების ინტერსტიციის ცვლილებების ასაკობრივი და სქესობრივი თავისებურებანი

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა.ასათიანმა 20.02.1996

ნებისმიერი ორგანოს ასაკობრივი ცვლილებების შესწავლისას მკვლევარები ყურადღებას მიაპყრობენ შემაერთებული ქსოვილის მდგომარეობას. არც თირკმლები გახლავთ ამ მხრივ გამონაკლისი - ამ ორგანოს შემაერთებული ქსოვილის ასაკობრივი ცვლილებები მრავალ შრომაშია განხილული, თუმცა ბევრი რამ ამ საკითხის ირგვლივ კვლავ სადისკუსიო რჩება, სქესობრივ ასპექტში კი იგი ფაქტურად შეუსწავლელია.

აუტოფსიური მასალის გამოკვლევისას ზოგიერთი ავტორის მიერ დადგენილია თირკმლის ქერქოვანი ნივთიერების ინტერსტიციური ფიბროზული ქსოვილის შეფარდებითი რაოდენობის სტატისტიკურად სარწმუნო მომატება ასაკის მომატებასთან ერთად [1], რაც სხვა ავტორების მიერ არ იყო ნანახი [2,3], თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ამ გამოკვლევებშიც ინტერსტიციული ფიბროზული ქსოვილის საშუალო პროცენტი ხანდაზმულების თირკმელში მეტი იყო ახალგაზრდებთან შედარებით.

ავტორთა ნაწილის შეხედულებით, დაბერებისას პარენქიმის ყველაზე აშკარა პისტოლოგიური ცვლილებაა მედულის ინტერსტიციული ფიბროზი, რომელიც შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ფიზიოლოგიური; ხოლო ინტერსტიციული ფიბროზი ქერქში, პირიქით, ყოველთვის მიუთითებს პათოლოგიაზე [4].

წარმოდგენილ ნაშრომში ჩვენ შევეცადეთ რაოდენობრივი გამოკვლევების საფუძველზე ამ სადისკუსიო საკითხების ერთგვარ დაკონკრეტებას.

ჩვენ მიერ შესწავლილი იყო პრაქტიკულად ჩანმრთელი ადამიანების აუტოფსიური თირკმლები სიმწიფის ასაკის პირველ პერიოდში (12 ქალი - 21-35 წელი, 15 მამაკაცი - 22-35 წელი), სიმწიფის ასაკის მეორე პერიოდში (15 ქალი - 36-55 წელი; 22 მამაკაცი - 36-60 წელი) და ხანდაზმულ ასაკში (13 ქალი - 56-74 წელი, 12 მამაკაცი - 61-74 წელი). გარდა ამისა, შესწავლილი იყო ინტაქტური თეთრი ვირთაგვას თირკმლები იმ ასაკობრივ პერიოდებში, რომლებიც დაახლოებით შეესაბამებიან ადამიანის ზემოაღნიშნულ ასაკობრივ პერიოდებს: სიმწიფის პირველ ასაკში (9,5-15 თვე: დედალი ვირთაგვა - 6, მამალი ვირთაგვა - 6), სიმწიფის მეორე ასაკში (15,5-20 თვე: დედალი ვირთაგვა - 6, მამალი ვირთაგვა - 6) და დაბერების წინა ასაკში (20,5-26 თვე: დედალი ვირთაგვა - 6, მამალი ვირთაგვა - 7). 5-7 მიკრონი სისქის პარაფინის ანათლები იღებებოდა ჰემატოქსილინ-ეოზინით და პიკროფუქსინით ვან გიზონის მეთოდით. მორფომეტრული გამოკვლევისათვის გამოყენებული იყო ოკულური ბადე "BK -4", წერტილოვანი თვლის და "სტატისტიკური კონტროლის ქვეშ ვიზუალური კლასიფიკაციის" მეთოდები [5-7]; გაზომილი და შემდეგ გამოთვლილი იყო პროცენტებში ქერქოვანი და ტვინოვანი

ნივთიერების ინტერსტიციის ($q_{35\%}$ და $q_{65\%}$) გამოსახულების ფართობის საშუალო წილი და მათი სარწმუნო ინტერვალები (L). მიღებული შედეგები წარმოდგენილია 1 და 2 ცხრილებში.

როგორც 1,2 ცხრილებიდან ჩანს, ტვინოვანი ნივთიერების ინტერსტიციის გამოსახულების ფართობის საშუალო წილი ($q_{65\%}$) ყველა შესწავლილ ასაკობრივ ჯგუფში, როგორც ადამიანის, ასევე ვირთაგვას თირკმელში სტატისტიკურად სარწმუნოდ მეტია ქერქოვანი ნივთიერების ინტერსტიციის გამოსახულების ფართობის საშუალო წილზე ($q_{35\%}$). ამასთან, ყველა შესწავლილ ასაკობრივ პერიოდში ქალის და დედალი ვირთაგვას თირკმელში მამაკაცის და მამალი ვირთაგვას თირკმელთან შედარებით როგორც $q_{65\%}$, ასევე $q_{35\%}$, სტატისტიკურად სარწმუნოდ ნაკლებია. $q_{65\%}$ სტატისტიკურად სარწმუნოდ იმატებს ასაკის მომატებასთან ერთად, რაც შეეხება $q_{35\%}$, იგი სტატისტიკურად სარწმუნოდ იმატებს მხოლოდ ხანდაზმული, შესაბამისად დაბერებისწინა ასაკიდან.

ცხრილი 1

ადამიანის თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი ნივთიერების ინტერსტიციის გამოსახულების ფართობის წილის მაჩვენებლები სიმწიფის ასაკის პირველ, მეორე პერიოდში და ხანდაზმულ ასაკში

ასაკი	ქალი		მამაკაცი	
	$q_{35\%} \pm L\%$	$q_{65\%} \pm L\%$	$q_{35\%} \pm L\%$	$q_{65\%} \pm L\%$
სიმწიფის ასაკის I პერიოდი	12,8 ± 0,6	24,6 ± 0,6	16,4 ± 0,6	27,8 ± 0,6
სიმწიფის ასაკის II პერიოდი	13,8 ± 0,6	34,8 ± 0,6	17 ± 0,6	37,8 ± 0,6
ხანდაზმული ასაკი	21,8 ± 0,6	40,6 ± 0,6	26,2 ± 0,6	43,2 ± 0,6

ცხრილი 2

ვირთაგვას თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი ნივთიერების ინტერსტიციის გამოსახულების ფართობის წილის მაჩვენებლები სიმწიფის პირველ, მეორე და დაბერებისწინა ასაკში

ასაკი	დედალი ვირთაგვა		მამალი ვირთაგვა	
	$q_{35\%} \pm L\%$	$q_{65\%} \pm L\%$	$q_{35\%} \pm L\%$	$q_{65\%} \pm L\%$
სიმწიფის I ასაკი	8,5 ± 1,3	16,5 ± 1,3	12,5 ± 1,3	21 ± 1,3
სიმწიფის II ასაკი	9,5 ± 1,3	24,5 ± 1,3	14 ± 1,3	30 ± 1,3
დაბერების-წინა ასაკი	17,5 ± 1,3	33 ± 1,3	22,5 ± 1,3	37,5 ± 1,3

ამრიგად, ჩვენ ვერ გავიზიარებთ იმ შეხედულებას, რომ მხოლოდ ტვინოვანი ნივთიერების ინტერსტიციული ფიბროზი შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც ფიზიოლოგიური, ხოლო ინტერსტიციული ფიბროზი ქერქოვან ნივთიერებაში, პირიქით, ყოველთვის მიუთითებს პათოლოგიაზე [4]. ჩვენი მონაცემები არ ემთხვევა

არც ზოგიერთი ავტორის მიერ მიღებულ მონაცემებს იმის შესახებ, რომ ასაკის მომატებასთან ერთად ადგილი აქვს თირკმლის ქერქოვანი ნივთიერების ინტერსტიციული ფიბროზული ქსოვილის შეფარდებითი რაოდენობის სტატისტიკურად სარწმუნო მომატებას და, რომ ამ დროს სქესობრივი განსხვავებანი არ აღინიშნება [1].

უნდა ვივარაუდოთ, რომ ინტერსტიციის ზემოაღნიშნული ცვლილებები გარკვეულ გავლენას მოახდენს თირკმლის მიკროცირკულაციაზე, რადგან ინტერსტიციის მოცულობის გაზრდისას მცირდება კაპილარების რაოდენობა, მათი ზედაპირის ფართობი, ამავე დროს იზრდება მანძილი პერიტუბულურ კაპილარებსა და მილაკებს შორის. ყოველივე ეს კი ხელს უწყობს თირკმელში სისხლის მიმოქცევის მოშლას, გაცვლითი პროცესების დარღვევას [8].

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
 უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *B.Kappel, S.Olsen. Virchows Arch.A., 387, 3, 1980, 271-277.*
2. *J.Hestbech, H.E.Hansen, A.Amdisen, S.Olsen. Kidney Intern., 12, 3, 1977, 205-213.*
3. *A.Bohle, D.Glomb, K.E.Grund, S.Mackensen. Virchows Arch., 376, 3, 1977, 221-232.*
4. *G.Marchal, E.Verbeken, R.Oyen. Ultrasound Med. Biol., 12, 12, 1986, 999-1009.*
5. *Г.Г.Автаңдилов. Морфометрия в патологии. М., 1973, 248с.*
6. *М.А.Дгебуაძე. Автореферат канд. дисс. Тбилиси, 1985, 166с.*
7. *М.А.Дгебуაძე, С.Б.Стефанов, З.И.Кацитаძე. Тез.докл. конферен. молодых ученых Ин-та эксперим. морфологии им. А.Н.Натишвили АН ГССР, Тбилиси, 1984, с.70-73.*
8. *A.Bohlt, S.Mackensen-Haen, B.Stark-Jakob. Klin Wschr., 59, 18, 1981, 1043-1051.*

ა.აბურჯანია, თ.მუსელიანი, ს.ციცხვაია

ელექტროგამტარობის ახალი ფენომენი და მისი გამოყენება

წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ.მოსიძემ 25.03.96

არასინუსოიდური სითხის ელექტროგამტარობა $G(C, T, V)$ არის სამი ცვლადის ფუნქცია. კონდუქტომეტრული ანალიზის დროს იყენებენ ცვლადების ხელოვნური გამორიცხვის მეთოდს. V ნაკადის სიჩქარის გაზომვისას ცდილობენ უცვლელად შეინარჩუნონ C შედგენილობა და T ტემპერატურა, ხოლო შედგენილობის გასაზომად აუცილებელია ნაკადის სიჩქარისა და ტემპერატურის მუდმივად შენარჩუნება. საკონტროლო ტექნოლოგიური პროცესების დინამიკა ყოველთვის არ იძლევა გარედან ასეთი ჩარევის საშუალებას. სხვანაირად კი ცალკეული პარამეტრის ცვლილებით გამოწვეული ელექტროგამტარობის ნაზრდების ერთმანეთისაგან გამორჩევა შეუძლებელია, ვინაიდან მათ არ გააჩნიათ რაიმე განმასხვავებელი ნიშანთვისება. პარამეტრების სელექციური გაზომვის უზრუნველყოფა არის კონდუქტომეტრიის ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემა.

თუ მოძრავ სისხლში ელექტრულ დენს გავატარებთ დინების მიმართ სხვადასხვა კუთხით, დავინახავთ, რომ მისი ელექტროგამტარობა ანიზოტროპიულია. ამ მოვლენას უკავშირებენ ერთროციტებს, მათი ღერძული აკუმულაციის ორიენტაციის (ს.ველიკი, გ.რორინი, 1924); არაერთგვაროვანი განაწილების (ე.სიკმენი, 1937); სტრუქტურული მდგომარეობის (ა.ჩიქევსკი, 1959); აგრეგატიული მდგომარეობის (ნ.შადრინა, ბ.ზელიკონი 1973); გეომეტრიული ფორმის (კ.კარო, ტ.პედლი, ტ.შროტემ 3, უ.სიდ, 1981) და სხვა შეცვლას [1-6]. ყველა ეს ჰიპოთეზა საფუძვლიანია და საგულისხმო, მაგრამ ჩვენ მიგვაჩნია, რომ არის კიდევ ერთი შესაძლო მექანიზმი მოვლენის ასახსნელად - იონური ატმოსფეროს ფორმის შეცვლა.

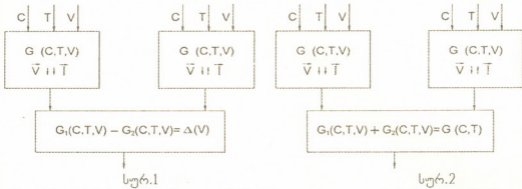
ჰიპოთეზებისა და სიჩქარეთა განაწილების ღერძული სიმეტრიის ანალიზი გვაფიქრებინებს, რომ ელექტროგამტარობის ანიზოტროპია დინების მიმართ ერთგვაროვანია. ვარაუდი გამართლდა პირველსავე ექსპერიმენტში: აღმოჩნდა, რომ ელექტრული გამტარობის ნაზრდები დინების მიმართულებით და მის საწინააღმდეგოდ სიდიდით ტოლია და ნიშნით განსხვავებული

$$\Delta(\vec{I} \downarrow \downarrow \vec{V}) = -\Delta(\vec{I} \uparrow \uparrow \vec{V}). \quad (1)$$

ელექტროგამტარობა სიჩქარის შეცვლის შედეგად ერთი მიმართულებით იზრდება, ხოლო საწინააღმდეგო მიმართულებით იმავე სიდიდით მცირდება. ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ, რომ ელექტროგამტარობის ნაზრდები, რომლებიც მიიღებიან შედგენილობისა და ტემპერატურის შეცვლის შედეგად, არ არის დამოკიდებული მოძრაობის მიმართულებაზე. ანიზოტროპიის ერთგვაროვნობა გვაძლევს უნიკალურ ფიზიკურ საფუძველს გამოვყოთ სიჩქარის ცვლილების შედეგად მიღებული ელექტროგამტარობის ნაზრდი სხვა ნაზრდებისაგან და ავავსოთ სიჩქარის სელექციური საზომი ხელსაწყო (სურ. 1). ამისათვის საჭიროა კონსტრუქციებისა და საზომი სქემების სათანადოდ შერჩევა, რათა ელექტროგამტარობას დინების მიმართ გამოვაკლოთ ელექტროგამტარობა დინების საწინააღმდეგოდ.

$$G_1(\bar{I} \downarrow \downarrow \bar{V}) - G_2(\bar{I} \downarrow \uparrow \bar{V}) = \Delta(V). \quad (2)$$

შედგენილობისა და ტემპერატურის ცვლილებით მიღებული ნაზრდები ერთნაირად შევლენ როგორც საკლებში, ასევე მაკლებში და სხვაობაში ერთმანეთს გააბათილებენ. ასეთი გზით მიღებული გამტარობათა სხვაობა არის ცალსახა ფუნქცია მოძრაობის სიჩქარისა. ასეთია ფენომენის პირველი, ჩვენ მიერ განსაზღვრული ფუნქციური დანიშნულება, რომელსაც იგი წარმატებით ასრულებს სისხლის ხელოვნური მიმოქცევის აპარატში ნაკადის სიჩქარის გაზომვის დროს. ხელსაწყო არ რეაგირებს შედგენილობისა და ტემპერატურის ცვლებადობაზე,



გამორჩევა სტაბილურობითა და სიზუსტით. დაცულია პატენტებით [7-9]. ელექტროგამტარობის ანიზოტროპიის ერთგვაროვნობა აიხსნება სიბლანტის ანიზოტროპიის ერთგვაროვნობით. ეს თვისება, როგორც ჩვენთვის არის ცნობილი, არ არის გათვალისწინებული ნავეი-სტოქსის მოძრაობის განტოლებაში და გამტარობის ფორმულაში.

მიგვაჩნია, რომ საჭიროა კონსტრუქციების, საზომი სქემებისა და ტექნოლოგიების ოპტიმიზაცია, გამოყენების სფეროების დადგენა და სერიული წარმოების ორგანიზაცია; ექსპერიმენტების სერიების ჩატარება როგორც არანიუტონისებურ, ასევე ნიუტონისებურ სითხეებზე; შედეგების მიზნობრივი მანქანური დამუშავება და ზუსტი რაოდენობრივი მონაცემების მიღება; ელექტროგამტარობისა და სტოქსის ძალის ფორმულაში სათანადო შესწორებების შეტანა. საჭიროა, აგრეთვე ოპტიმალური უკუკავშირების დადგენა სისხლის ნაკადის სიჩქარესა და გულის შეკუმშვის სიხშირეს შორის გათვალისწინებით; ხელოვნური გულის მათემატიკური მოდელის დამუშავება ანალიზისა და სინთეზის ამოცანების გადაწყვეტის მიზნით.

კონსტრუქციების სათანადოდ შერჩევის გზით ჩვენ შეგვიძლია ფენომენი ასეთივე წარმატებით ვამუშაოთ ელექტროგამტარობაზე სიჩქარის ცვლილების გავლენის მოსახსნელად. ამისათვის საჭიროა ელექტროგამტარობას დინების მიმართულებით დაუშვამოთ ელექტროგამტარობა დინების საწინააღმდეგო მიმართულებით

$$G_1(\bar{I} \downarrow \downarrow \bar{V}) + G_2(\bar{I} \downarrow \uparrow \bar{V}) = G(C,T). \quad (3)$$

ნაკადის სიჩქარის ცვლებადობით გამოწვეული ნაზრდები შესაკრებებში შედიან სხვადასხვა ნიშნით და ჯამში ერთმანეთს აბათილებენ (სურ.2). ასეთი პრინციპით აგებული კონდუქტომეტრი უშეცდომოდ აკონტროლებს ხელოვნურ თირკმელში, ფილტვში, ორგანოების გადანერგვის ექსპერიმენტში მიმდინარე პროცესებს. იგი არ რეაგირებს ნაკადის სიჩქარის ცვლებადობაზე.

ამრიგად, ელექტროგამტარობის ანიზოტროპიის დინების მიმართ ერთგვაროვნობის ფენომენი ადვილად წყვეტს არანიუტონისებური სითხეების 9. "ზოამბე", ტ.153, №1, 1996

შედგენილობისა და ნაკადის სიჩქარის სელექციური გაზომვის ამოცანებს. თვით ფენომენი და მისი გამოყენების მეთოდები არ ეწინააღმდეგება არსებულ თეორიას და ექვს არ იწვევს.

ასეთია ფენომენის აღმოჩენისა და პრაქტიკული მიზნებისათვის გამოყენების ცდის ისტორია. ამით დამთავრდა პირველი და დაიწყო მეორე, უფრო საინტერესო ეტაპი ფენომენის კვლევისა; სისხლის ნაკადის სიჩქარის საზომში, ერთ-ერთი ექსპერიმენტის დაწყების წინ, გამორეცხვის მიზნით გავატარეთ ფიზიოლოგიური ხსნარი. ხელსაწყომ, მოულოდნელად, უშეცდომოდ დააფიქსირა ხსნარის სიჩქარის ყოველი შეცვლა. აღმოჩნდა, რომ მოძრავი იონური წყალხსნარების ელექტროგამტარობაც ანიზოტროპიულია და, რაც მთავარია, ეს ანიზოტროპია ერთგვაროვანია დინების მიმართ. ეფექტი მით უფრო მკვეთრად არის გამოხატული, რაც მეტია სხვაობა ანიონებისა და კათიონების რადიუსებს შორის. ჩვენ მიგვაჩნია, რომ მოვლენის ფიზიკური მექანიზმი დაკავშირებულია იონური ატმოსფეროს ფორმის და, შესაბამისად, სიბლანტის შეცვლასთან. ასეთი დასკვნა კი რადიკალურად ეწინააღმდეგება კლასიკურ თეორიას, რომლის თანახმადაც ნიუტონისებური სითხის ელექტროგამტარობა და, შესაბამისად, სიბლანტე, არ არის დამოკიდებული მოძრაობის სიჩქარეზე. ამაზე დაფუძნებული სითხეების კლასიფიკაციის კრიტერიუმში, მოძრაობის ნაგვი-სტოქსის განტოლება და კონდუქტომეტრიის თეორიული საფუძვლები. პრაქტიკული გაზომვების დროს კი ელექტროგამტარობის მოძრაობის ეფექტი აშკარად შეიმჩნევა. ქიმიურ წარმოებაში იონური წყალხსნარების დინების სიჩქარის ყოველი შეცვლა კონცენტრაცია მზომის მიერ ფიქსირდება, როგორც კონცენტრაციის შეცვლა. გემზე მოთავსებული ზღვის წყლის მარილიანობის საზომი გემის სიჩქარის ყოველ შეცვლაზე იცვლის ჩვენებას. კიდევ მეტი, ექსპერიმენტის საფუძველზე ააგო ა.ხორნაძე [10] თავისი სითხის ნაკადის სიჩქარის კონდუქტომეტრული საზომი, რომელიც მუშაობს მუდმივ დენზე და არ გამორიცხავს ელექტროლურ მოვლენებს. ექსპერიმენტული ეფექტი უდევს საფუძვლად ლ.ბირზისის [11] ორელექტროდიან ბოგირულ კონდუქტომეტრს, რომლის საშუალებითაც მან გაზომა მარილების წყალხსნარების ნაკადის სიჩქარე მუდმივი შედგენილობისა და ტემპერატურის დროს. სხვა ავტორებიც ამჩნევენ მოძრაობის ეფექტს ნიუტონისებურ სითხეებში, მაგრამ რადგან თეორია არ სცნობს მას, იძულებულნი არიან შეამცირონ ხელსაწყო გაზომვის მგრძობიარობა და ასე დამალონ თეორიისაგან უარყოფილი რეალური ფუნქციური დამოკიდებულება. იკარგება სიზუსტე და მასთან ერთად ძვირადღირებული ქიმიური ნაერთები. შეუსაბამობა თეორიასა და პრაქტიკას შორის ამცირებს კონდუქტომეტრული გაზომვების ეფექტურობას.

ამრიგად, ელექტროგამტარობის ახალი ფენომენი შეიძლება ჩამოვყალიბოთ შემდეგნაირად: მოძრავი სითხის ელექტროგამტარობა ანიზოტროპიულია და ეს ანიზოტროპია დინების მიმართ ერთგვაროვანია. ფენომენი საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ ელექტროგამტარობის ნაზრდების დიფერენცირება ცალკეული პარამეტრების მიხედვით, ვაწარმოთ სელექციური კონდუქტომეტრული გაზომვები. ამისათვის დავამუშავეთ კონსტრუქცია ელექტროლიტური უჯრედისა, რომლის მეშვეობითაც გამოიყოფა მოძრავი სითხის ორი ერთნაირი ზომის სვეტი. ერთში ელექტრულ დენს ვატარებთ დინების მიმართულებით, ხოლო მეორეში დინების საწინააღმდეგოდ. დენების ტრანსფორმირების შედეგად ვღებულობთ გამტარობათა პროპორციულ ძაბვებს. ნაკადის სიჩქარის გასაზომად ამ ძაბვებს ვაკლებთ ერთმანეთს, ხოლო კონცენტრაციის გასაზომად ვახდენთ მათ შეკრებას.

ხელსაწყოების სიზუსტე, მიღებული სელექციურობის ხარჯზე, ერთი რიგით მაღალია ანალოგებთან შედარებით [12 - 15].

მიგვაჩნია, რომ საჭიროა კვლევის გაგრძელება ფენომენის რაოდენობრივი მახასიათებლების დასადგენად, რათა სათანადო ცვლილებები შევიტანოთ სითხეების კლასიფიკაციის კრიტერიუმში, მოძრაობის განტოლებასა და ელექტროგამტარობის ფორმულაში.

ფენომენი ჩვენს მიერ რეალიზებულია უნივერსალური დანიშნულების კონდუქტომეტრულ კონცენტრაციამზომებსა და ხარჯმზომებში, რომლის საშუალებითაც შეიძლება გავზომოთ ნებისმიერი ელექტროგამტარი სითხის კონცენტრაცია და ნაკადის სიჩქარე, მიღწეულია გარე ველების, შუნტებისა და ანტენური ეფექტების გავლენის სრული კომპენსაცია. კონსტრუქციები მაქსიმალურად მარტივი, სტაბილური და იაფია. დაცულია პატენტები. გამოყენების სფეროებია: სითხეების კონდუქტომეტრული ანალიზი ქიმიურ წარმოებაში, მედიცინაში, ბიოლოგიაში, ოკეანოლოგიაში და სხვაგან.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ლიტერატურა

1. *К.Каро, Т.Педли, Т.Шротем, У.Сид.* Механика кровообращения. М., 1981. 179-286.
2. *Р.Тома.* "Arch. klin med". **38**, 1910, 565-636.
3. *Р.Тома.* Die Experimentalll Matematische Belandlung des Blutkreilafs. Abt Teil". 4, 11. 1927. 1103-1258.
4. *А.Л.Чижевский.* Структурный анализ движущейся крови. М., 1959. 474.
5. *Н.Х.Шадрина, Б.Б.Зеликсон, В.А.Левтов, Е.И.Трифонова.* Физиол. Ж. СССР., VIII, №4. 1972, 557-562.
6. *Е.Сигман, А.Колин, А.Катц, К.Иохим.* "Am. J. Physiol." **118**, 1, 1937. 708-719.
7. *Lucy Bizzis.* J. Appl. Physiol., **21**, 1, 1966.
8. *А.Horne.* Patent of the USA №3, 374672. 6.07.65. 16.03.68
9. А.С. СССР №1436984. 3.05.84. Бюл. №41, 1988.
10. А.С. СССР №1664280. 14.04.88. Бюл. №27, 1991.
11. А.С. СССР №858769. 20.12.78. Бюл. №32, 1981.
12. А.С. СССР №1835518. 10.12.90. Бюл. №41, 1993.

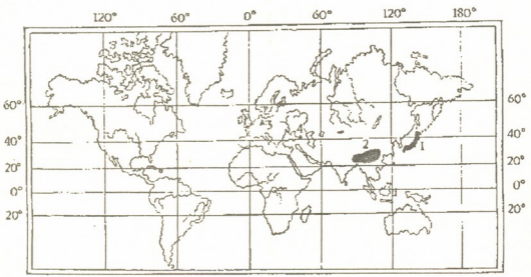
ი. შატილოვა, ნ. მკელდიოშვილი

ოჯახ *Eupteleaceae* -ს წარმომადგენელი დასავლეთ საქართველოს ნეოგენურ ნალექებში

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. გაბუნია 13.02.1996

ოჯახი *Eupteleaceae* თანამედროვე ფლორაში წარმოდგენილია ერთი გვარით *Euptelea*, რომლის შემადგენლობაში მკვლევართა უმეტესობა [1] გამოყოფს ორ სახეობას - *Euptelea pleiosperma* Hook. et Thoms. და *E. polyandra* Sieb. et Zucc. ბ. ზამიატინი [2] მიუთითებს სამი სახეობის არსებობაზე და გარდა ზემოთ ჩამოთვლილისა, მოჰყავს კიდევ *E. franchetii* Van Tiegh.; თუმცა ამ მოსაზრებას ყველა ბოტანიკოსი არ იზიარებს და ხშირად მას აერთიანებენ *E. pleiosperma* -თან.

მკვლევარებს შორის აზრთა სხვადასხვაობაა აგრეთვე ოჯახ *Eupteleaceae* -ს სისტემატიკური მდებარეობის შესახებ. აენგლერი [3] მას აკლუთენებს *Magnoliales* -ს, ა. ტახტაჯიანი [4] გამოყოფს ევბტელიებს დამოუკიდებელ რიგად *Eupteleales*, ხოლო ა. კრონკვისტი [5] აკლუთენებს მას *Hamamelidales* -ს.

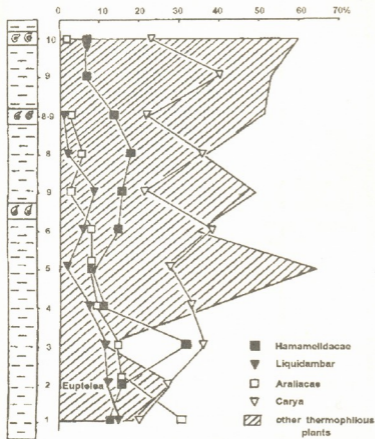


სურ. 1. თანამედროვე და განამარბებული ევბტელიების გავრცელების რუკა: 1. *Euptelea pleiosperma* Hook. et Thoms.; 2. *E. polyandra* Sieb. et Zucc.; 3. *Euptelea pollis germanicus* Kr. (ეოცენი); 4. *Euptelea pollis* sp. (მიოცენი).

ოთხ აღმოსავლეთაზიურ გვარს - *Cercidiphyllum*, *Euptelea*, *Tetracentron* და *Trochodendron*, რომელიც მხოლოდ 6 სახეობას აერთიანებს, პენდრიუსი [6] მიიჩნევს სხვა ორლებნიანთაგან სისტემატიკურად იზოლირებულ ჰომოგენურ ჯგუფად. ყველა ამ გვარს ავტორი მიაკლუთენებს რიგ *Trochodendrales*-ს. მთელი რიგი თვისებებისა, რომელთაგან ერთ-ერთი მტვრის მარცვლების აგებულებაა, უფლებას აძლევს პენდრიუსს განიხილოს ისინი, როგორც შუალედურნი *Magnoliidae*-სა და *Rosiidae-Hamamelidae* -ს შორის. რაც შეეხება ა. კრონკვისტს [7], იგი, უშვებს რა



სურ.2. ოჯახ Eupteleaceae-ს თანამედროვე და განამარხებული წარმომადგენლების მტკრის მარცვლები: ა. *Eupteleapollis sp.*-ის განამარხებული მტკერი დასავლეთ საქართველოს ნეოგენური ნალექებიდან; ბ. თანამედროვე სახეობის *Euptelea pleiosperma* Hook. et Thoms. -ის მტკერი.



სურ. 3. სუბტროპიკულ და სითბოსმოყვარულ მცენარეთა მტკრის მარცვლების პროცენტული შემადგენლობა დასავლეთ საქართველოს (მდ. გუდოუ) მეოტური ნალექების პალინოლოგიურ კომპლექსებში.

ლიტერატურაში ძალზე იშვიათად გვხვდება ევპტელიების შესახებ. არსებობს მითითებები, რომ ამ გვარის ნაშთები ცნობილია

კავშირის არსებობას *Trochodendrales*-სა და *Hamamelidales*-ს შორის, უფრო გამართლებულად მიიჩნევენ *Eupteleaceae*-ს მიკუთვნებას ჰამამელიდებს.

ევპტელიები - ხეები ან ბუჩქები, რომლებიც ამჟამად ძალზე შეზღუდული არეალით ხასიათდებიან. *Euptelea pleiosperma* პატარა ფოთოლმცვენი ხეა, რომელიც ხარობს ჩინეთსა და ინდოეთში. ხოლო *E. polyandra* იაპონიის ენდემური ჯიშია (სურ.1). ეს ორი სახეობა ეკოლოგიურადაც განსხვავდება. იაპონური ევპტელია იზრდება ღია მზიან ადგილებზე, მდინარეებისა და ნაკადულების მახლობლად, ტენიანი მთის ძირებიდან 400-1500 მ სიმაღლემდე. ჰიმალიურ-ჩინური ევპტელია კი ხშირად ილიან და დაბურულ მთის ხეობებში იზრდება [4].

მონაცემები გვარ *Euptelea*-ს მტკრის მარცვლების შესახებ გვხვდება ჩვენ ცხინტანის [8,9], მზავადასა და დილიჭერის [1] შრომებში. სამი სახეობის მტკრის მარცვლების დაწვრილებითი აღწერა მოცემულია ჯ.პრაგლოვსკის [10] სტატიაში.

Euptelea pleiosperma-სა და *E. polyandra*-ს მტკრის მარცვლები ჩვენს მიერაც იქნა შესწავლილი. პირველი სახეობისათვის დამახასიათებელია სამი ნათლად გამოხატული ღარის არსებობა, მაშინ როდესაც მეორეს 6 ღარი აქვს.

პალეოგენური ნალექებიდან [11,12]. ყველაზე სარწმუნოა ვ. კრუჩის [13] მონაცემები, რომელმაც აღწერა *Euptelea pollis germanicus* Kr. -ის მტერის მარცვლები გერმანიის ეოცენური ნალექებიდან (სურ. 1).

დასავლეთ საქართველოს ზედამიოცენური ნალექების სპოროვან-მტერიანულ სპექტრებში ჰამამელისებრთა მრავალრიცხოვან მტერის მარცვლებთან ერთად, ჩვენ შეგვხვდა ევპტელიას მტერიც. ეს პირველი მონაპოვარია, რომელიც მოწმობს ამ გვარის არსებობას საქართველოს პალეოფლორაში.

აღწერილი მარცვლები ჩვენ მივაკუთვნეთ ხელოვნურ გვარს *Euptelea pollis* Kr., თავს ვიკავებთ რა ჭერჭერობით სახეობის განსაზღვრისაგან. *Euptelea pollis* sp. -ის სახელწოდებით გამოყოფილი მტერის მარცვლები სფეროიდალურია, 30-40 მმკ დიამეტრისაა, სამლარინაა (სურ. 2ა). ღარები ფართოა და საკმაოდ გრძელი, მომრგვალებული ბოლოებით. ღარების კიდეები თანაბარია და ნათლად გამოხატული, მემბრანა მსხვილმარცვლოვანია. ეკზინის სისქე 0,8-1 მმკ-ს აღწევს. მარცვლის სკულპტურა წერილი ბადისებრია. დასავლეთ საქართველოს ნეოგენური ნალექებიდან შესწავლილი ფორმა განსხვავდება *Euptelea pollis germanicus* Kr. - ის მტერის მარცვლებსაგან უფრო მსხვილი ზომებითა და აპერტურების რიცხვით. ღარების აგებულებითა და რაოდენობით კი ისინი უახლოვდებიან თანამედროვე *Euptelea pleiosperma* -ს (სურ. 2ბ).

დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე გვიან მიოცენურში მდიდარი და ნაირგვარი მცენარეულობა ხარობდა. სუბტროპიკულ ტყეებს უფრო მაღალ ჰიფსომეტრულ დონეებზე ცვლიდა ზომიერადთბილი და ზომიერი ჰავის ცენოზები. ქვედა, შესაძლებელია, შუა სარტყლის ტყეების შემადგენლობაში შედიოდა როგორც მარადმწვანე, ასევე ფოთოლმცვენი მცენარეები. სქარბობდნენ დაფნისებრნი, მირზინისებრნი, მარადმწვანე მუხები, მაგნოლია, არალია, კარია, ჰამამელისებრნი და სხვ. ამ ფორმაციას მიეკუთვნებოდა აგრეთვე ევპტელიაც. პალინოლოგიური სპექტრების შემადგენლობის მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, ევპტელიები არ თამაშობდნენ მთავარ როლს ფოტოცენოზებში. ისინი წარმოადგენდნენ საკმაოდ იშვიათ კომპონენტებს იმ ტყეებისა, რომლებიც გვიან მიოცენურში გავრცელებული იყო დასავლეთ საქართველოს მთის ქვედა და შუა სარტყლებში.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ლ. დავითაშვილის სახ. პალეობოტანიკის
 ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. M.S.Zavada, D.L.Dilcher. Annals of the Missouri Botanical Garden, 73, 1986, 348-381.
2. Б.Н.Замятин. Деревья и кустарники СССР, т. III, 10-12, М.-Л., 1954.
3. A.Engler. Sillabus der Pflanzenfamilien. Berlin, 1964.
4. А.Л.Тахтаджян. Жизнь растений, т.5(1), М., 1980.
5. A.Cronquist. An Integrated system of classification of Flowering plants. New York, 1981.
6. P.Engdross. Annals of the Missouri Botanical Garden, 73,2, 1986. 297-325.
7. A.Cronquist. The Evolution and Classification of Flowering Plants. New York, 1988.
8. C.T.Chang. Acta Bot. Sinica, VII, 4, 1958, 227-230



9. Чжан Цзинь-тань. Флора и систематика высших растений, 173-227, М., 1964.
10. J. Praglowski. Pollen et Spores, XVI, 1977, 4, 458-467.
11. J. Müller. The Botanical Review, 47, 1, 1981, 1-142.
12. J. A. Wolfe. Brittonia, 25, 1973. 334-355.
13. W. Krutzsch. Geologie, Jahrg. 15, B.55, 1966, 16-71.

ე. ხარაბაძე

გველების ხერხემლის მალეების ანატომიური ტერმინოლოგია და განსაზღვრის მეთოდოლოგია

წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. გაბუნიაშვილმა 3.11.1995

ქართული პერპეტუალური და, კერძოდ, ანატომიური ტერმინოლოგია სათანადო დონეზე დღესაც არ არის დამუშავებული. წინამდებარე ნაშრომი მიზნად ისახავს ამ ხარვეზის ნაწილობრივ შევსებას.

გველების ხერხემლის მალეების ანატომიური ტერმინოლოგია და ნომენკლატურა ქართულ და რუსულ ენებზე დღეისათვის ჩვენ ჯერ არ გავაჩნია, ამიტომ ნიმუშად გამოვიყენე ამ საკითხისადმი მიძღვნილი სამი შედარებით ახალი პუბლიკაცია [1-3] და, აგრეთვე, არჩილ ჯანაშვილის სახელმძღვანელო [4].

ქართული ტერმინოლოგია. თითოეულ ქართულ ტერმინს თან ახლავს ხმარებული შემოკლება (ფრჩხილებში) და შესაბამისი ინგლისური ანატომიური ტერმინი. ზოგიერთ მათგანს საჭირო შემთხვევაში მოსდევს აუცილებელი მოკლე განმარტება.

ატლასის განივი მორჩი (*tp*), *transverse process of atlas* - იგივე პლევრაპოფიზი.

დიაპოფიზები (*d*), *diapophysis* - მალის სხეულის წინა ნაწილში, ორივე მხარეს განლაგებული ბორცვები პარაპოფიზების ზემოთ, შესაბამის ნეკნებთან შესასახსრებლად.

ეპაპოფიზი - იხილე სუბნევრალური ქედი.

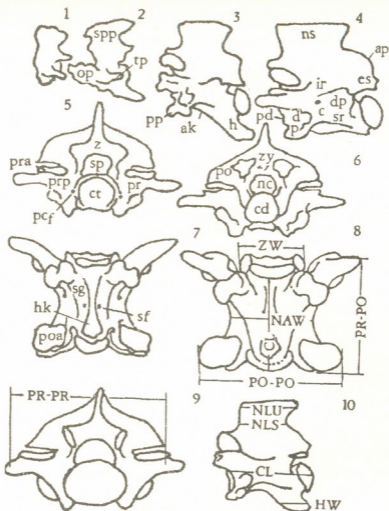
ეპიზიგაპოფიზარული მორჩი (*es*), *epizygapophyseal spine* - ეწოდება პატარა გამონაზარდს, რომელიც კოლუმბრიდების და კროტალიდების ოჯახების მხოლოდ რამდენიმე გვარის წარმომადგენლებს გააჩნიათ. იგი მოთავსებულია პოსტზიგაპოფიზარული სასახსრე ზედაპირების ზემოთ, ნევრალური თალის უკანა მხარეს.

ზიგანტრული ხერხელები (*zf*), *zygantral foramen* - მოთავსებულია ზიგანტრუმის ფოსოს სიღრმეში. ისინი მდებარეობენ ზიგანტრული სასახსრე ზედაპირების მიმართ აშკარად დორზო-ლატერალურად.

ზიგანტრუმი (*z*), *zygantrum* - ნევრალური თალის უკანა ნაწილში მდებარე წვეილი ფოსო ნევრალური არხის ზემოთ. მათ ფსკერზე განლაგებულია სასახსრე ზედაპირები, რომლებიც ესახსრებიან მომდევნო მალის ზიგოსფენს.

ზიგოსფენი (*z*), *zygosphene* - ნევრალური არხის ზემოთ მდებარე ნევრალური თალის სოლისებრი წინა-მედიალური გამონაზარდი. აქვს ორი სასახსრე ზედაპირი წინამდებარე მალის ზიგანტრუმთან შესასახსრებლად.

ზურგის მორჩი (*spp*), *spinal process*.



სურ. 1. 1-7-გველის ხერხემლის მალის ანატომიური დეტალები და ინგლისური აბრევიატურა: 1. ატლასი; 2. ეპისტროფეუსი; 3. კისრის მალა (გვერდხედი); 4. ტანის მალა (გვერდხედი); 5-7. იგივე (წინა, უკანა და ვენტრალური ხედები). 8-10 - უმნიშვნელოვანესი განზომილებები (შემოკლებები იხილე ტექსტში).

ინტერზიგაპოფიზარული ქედი (*ir*), *interzygapophyseal ridge* - მეტნაკლებად პორიზონტალური ნაოჭი ან ქედი, რომელიც აერთებს პრეზიგაპოფიზარულ და პოსტიზიგაპოფიზარულ საყრდენებს.

კბილისებრი მორჩი (*op*), *odontoid process*.

ლამინა (*l*), *laminae* - ნევრალური თალის კედელი.

ლატერალური ხვრელი (*lf*), *lateral foramen* - იგივე პედიკულარული ხვრელი. მდებარეობს ნევრალური თალის თითოეული პედიკულის ძირში.

ლიმფაპოფიზები (*ls*), *lymphapophysis* - ლატერალურად დაწყვილებული ვენტრალური გამონაზარდები, რომლებიც გააჩნიათ მხოლოდ კულის მალეებს.

მალის სხეული, ანუ ცენტრუმი (*c*), *centrum* - საკუთრივ მალის სხეული, რომელიც მოთავსებულია ნევრალური არხის ქვემოთ, მალის სასახსრე ფოსოსა და მისსავე როკს შორის.

მალის სხეულის ვენტრალური ღრმული (*sg*), *subcentral groove*.

მალის სხეულის სასახსრე როკი, ანუ კონდილუსი (*cd*), *condyle* - მალის სხეულის უკანა სასახსრე ზედაპირი. აქვს, თითქმის, ნახევარსფეროსებრი ფორმა. ესახსრება მომდევნო მალის სასახსრე ფოსოს, ანუ კოტილუსს.

მალის სხეულის სასახსრე ფოსო, ანუ კოტილუსი (*ct*), *cotyle* - მალის სხეულის წინა ჩაზნექილობა, რომელშიც თავსდება წინამდებარე მალის შესაბამისი როკი, ანუ კონდილუსი.

მალის სხეულის ქვეშ მდებარე ქედი (*sr*), *subcentral ridge* - წყვილი ქედი მალის სხეულის ვენტრო-ლატერალურ ზედაპირზე. მიემართებიან დიაპოფიზებიდან უკან, სასახსრე როკის მიმართულეებით.

მალის სხეულის ქვეშ მდებარე ხვრელი (*sf*), *subcentral foramen* - ვენტრალურ ღრმულებში მდებარე წყვილი ხვრელი ჰემალური კილის ორივე მხარეს.

ნევრალური არხი (*nc*), *neural canal* - ზურგის ტვინის არხი.

ნევრალური თალი (*na*), *neural arch* - მალის სხეულის ზემოთ მდებარე თალი, რომელშიც გადის ნევრალური არხი.

ნევრალური თალის დაღმავალი ნაწილი (*dp*), *descending part of neural arch*.

ნევრალური მორჩი (*ns*), *neural spine* - იგივე ნევრაპოფიზი, ანუ დორზალური გამონაზარდი. მდებარეობს ნევრალური თალის შუა ხაზზე. მისი ფორმა ფირფიტისებურია. ზოგიერთ შემთხვევაში სუსტად არის განვითარებული ან სრულიად რედუცირებული სახით გვევლინება.

ნევრაპოფიზი - იხილე ნევრალური მორჩი.

პარადიაპოფიზი (*pd*), *paradiapophysis* - იგივე სინაპოფიზი. წარმოადგენს წყვილ გამონაზარდს მალის სხეულის გვერდებზე, პრეზიგაპოფიზის ქვემოთ, სასახსრე ფოსოს კიდესთან. პრეკაულდალურ ნაწილში მათ ესახსრებათ ნეკნები, ხოლო კაულდალურ ნაწილში ისინი ქმნიან სხვადასხვა ფორმის გამონაზარდებს (პემპოფიზებს).

პარაკოტილარული ხვრელი (*pcf*), *paracotylar foramen*.

პარაპოფიზარული მორჩი (*pp*), *parapophyseal process* - წყვილი, შედარებით მცირე ზომის მორჩები. მდებარეობენ პარაპოფიზების წინავენტრალურ ნაწილში და მიემართებიან წინ და ქვემოთ. ზოგიერთ შემთხვევაში სუსტად არიან განვითარებულნი.

პარაპოფიზი (*p*), *parapophysis* - ნეკნების ქვედა სასახსრე წყვილი ბორცვი. მდებარეობენ მალის სხეულის ორივე მხარეს, დიაპოფიზების ქვემოთ.

პედიკულარული ხვრელი - იხილე ლატერალური ხვრელი.

პლევრაპოფიზი (*pl*), *pleurapophysis* - იხილე ატლასის განივი მორჩი.

პოსტზიგაპოფიზარული სასახსრე ზედაპირი (*poa*), *postzygapophyseal articular surface*.

პოსტზიგაპოფიზი (*po*), *postzygapophysis* - წყვილი უკანა გამონაზარდი. გაჩნიათ ქვემოთ მიმართული სასახსრე ზედაპირები მომდევნო მალის პრეზიგაპოფიზებთან შესახსრებლად.

პრეზიგაპოფიზარული სასახსრე ზედაპირი (*pra*), *prezygapophyseal articular surface*.

პრეზიგაპოფიზი (*pr*), *prezygapophysis* - წყვილი წინა გამონაზარდი. გააჩნიათ ზემოთ მიმართული სასახსრე ზედაპირები წინამდებარე მალის პოსტზიგაპოფიზებთან შესასახსრებლად.

პრეზიგაპოფიზის დამატებითი მორჩი (*prp*), *prezygapophysyal process* - ქიცვისებური გამონაზარდი, რომელიც მოთავსებულია პრეზიგაპოფიზარული სასახსრე ზედაპირის ქვეშ. ეს მორჩი გააჩნიათ მხოლოდ გველებს. ზოგჯერ იგი სუსტად არის განვითარებული ან სრულიად რედუცირებულია.

პტერაპოფიზი (*ap*), "*aliform process*" - გააჩნიათ მხოლოდ ზოგიერთი ნამარხი ზღვის გველის მალეებს (მაგალითად, ოჯახი *Palaeopheididae*).

სინაპოფიზი - იხილე პარადიაპოფიზი.

სუბნევრალური ქედი (*sp*), *subneural process* - იგივე ეპაპოფიზი. მდებარეობს ნევრალური არხის ფსკერზე.

ჰემალური კილი (*hk*), *haemal keel* - სუსტად განვითარებული ჰიპაპოფიზი.

ჰემალური კილის (ჰიპაპოფიზის) წინა ნაწილი (*ak*), *anterior keel*.

ჰემაპოფიზი (*ha*), *haemapophysis* - გააჩნიათ მხოლოდ კულის მალეებს.

ჰიპაპოფიზი (*h*), *hypapophysis* - კენტი ვენტრალური მორჩი. ის, ხშირად, ქიცვისებრია ან სიგმოიდური ფორმისა და გვერდებიდან შებრტყელებულია. ჰიპაპოფიზი გააჩნია გველების უმრავლესობას კისრის მალეებში, ხოლო ტანისა და კულის მალეებში იგი ოჯახების: ტიფლოზიდეების, ანილიდეების, ბოიდეების, ქსენოპელტიდეებისა და უმეტესი კოლუმბრიდეების წარმომადგენლებს რედუცირებული აქვთ და წარმოადგენს სხვადასხვა ფორმის ჰემალურ კილს.

ინგლისური ტერმინების ნუსხა ხმარებული შემოკლებებით. ნამარხი გველებისადმი მიძღვნილ ნაშრომებში მიღებულია ინგლისური და არა ლათინური აბრევიატურა. ინგლისურენოვან ლიტერატურაში ხმარებული ტერმინების აბრევიატურა ქვემოთ მოყვანილია ინგლისური ანბანის თანმიმდევრობით.

ak - *anterior keel* - ჰემალური კილის (ჰიპაპოფიზის) წინა ნაწილი

ap - "*aliform process*" - პტერაპოფიზი

c - *centrum* - მალის სხეული, ანუ ცენტრუმი

cd - *condyle* - მალის სხეულის სასახსრე როკი, ანუ კონდილუსი

ct - *cotyle* - მალის სხეულის სასახსრე ფოსო, ანუ კოტილუსი

d - *diapophysis* - დიაპოფიზები

dp - *descending part of neural arch* - ნევრალური თალის დაღმავალი ნაწილი

es - *epizygapophysyal spine* - ეპიზიგაპოფიზარული მორჩი

h - *hypapophysis* - ჰიპაპოფიზი

ha - *haemapophysis* - ჰემაპოფიზი

hk - *haemal keel* - ჰემალური კილი

ir - *interzygapophysyal ridge* - ინტერზიგაპოფიზარული ქედი

l - *laminae* - ლამინა

lf - *lateral foramen* - ლატერალური ხვრელი

ls - *lymphapophysis* - ლიმფაპოფიზები

na - *neural arch* - ნევრალური თალი

nc - *neural canal* - ნევრალური არხი

ns - *neural spine* - ნევრალური მორჩი

op - *odontoid process* - კბილისებრი მორჩი

p - *parapophysis* - პარაპოფიზი

pcf - *paracotylar foramen* - პარაკოტილარული ხვრელი

pd - *paradiapophysis* - პარადიაპოფიზი

pl - *pleurapophysis* - პლევრაპოფიზი (იგივე *tp*)

po - *postzygapophysis* - პოსტზიგაპოფიზი

poa - *postzygapophyseal articular surface* - პოსტზიგაპოფიზარული სასახსრე ზედაპირი

pp - *parapophyseal process* - პარაპოფიზარული მორჩი

pr - *prezygapophysis* - პრეზიგაპოფიზი

pra - *prezygapophyseal articular surface* - პრეზიგაპოფიზარული სასახსრე ზედაპირი

prp - *prezygapophyseal process* - პრეზიგაპოფიზის დამატებითი მორჩი

sf - *subcentral foramen* - მალის სხეულის ქვეშ მდებარე ხვრელი

sg - *subcentral groove* - მალის სხეულის ვენტრალური ღრმული

sp - *subneural process* - სუბნევრალური ქელი

spp - *spinal process* - ზურგის მორჩი

sr - *subcentral ridge* - მალის სხეულის ქვეშ მდებარე ქელი

tp - *transverse process of atlas* - ატლასის განივი მორჩი (იგივე *pl*)

z - *zygosphene* - ზიგოსფენი

zf - *zygantral foramen* - ზიგანტრული ხვრელები

zu - *zygantrum* - ზიგანტრუმი

* * *

ნამარხი გველების ხერხემლის მალეების განსაზღვრის მეთოდის საფუძვლად უძვეეს მათი მორფოლოგიის თავისებურებანი და შედარებითი ანატომიური ანალიზი. სახეობების გარკვევის ამგვარ ხერხს აქვს ის დადებითი მხარე, რომ ხერხემლის მალეები უფრო ხშირად და უფრო კარგად ინახება განამარხებულ მდგომარეობაში, რადგანაც მათი რაოდენობა გაცილებით სქარბობს ჩონჩხის სხვა ნაწილთა რაოდენობას. ამის გამო მალეების შემონახვის ალბათობა შედარებით მეტია. წინამდებარე მეთოდი საშუალებას გვაძლევს, დავაზუსტოთ ამომწყდარი და თანამედროვე სახეობების სისტემატიკური ადგილი.

გადაშენებული გველების ხერხემლის მალეების გასარკვევად დიდი მნიშვნელობა აქვს ზოგიერთ, შედარებით, მყარ მათ ნიშან-თვისებას [1,2,3,5]. განვიხილოთ ისინი.

ზიგოსფენი - მისი ფორმა ზემოდან, წინიდან, აგრეთვე, მისი სიგანე (*zw*), სასახსრე ზედაპირის დახრილობა და მისი დორზო-ვენტრალური სისქე (*zh*).

ინტერზიგაპოფიზარული ქედები - მათი ძირითადი ფორმა და დახრილობა.

მალის სხეული, ანუ ცენტრუმი - მისი ფორმა, ქედები, გამონაზარდები, სიგრძე (*cl*) და სიგანე (*cw*, = *naw*).

მალის სხეულის სასახსრე როკი, ანუ კონდილიუსი - მისი სიგრძე (*col*), აქვს თუ არა საყელო, როკი დახრილია თუ არა.

მალის სხეულის სასახსრე ფოსო, ანუ კოტილუსი - მისი ფორმა, სიმაღლე (*cth*) და სიგანე (*ctw*).

ნევრალური არხი - მისი საერთო ფორმა, სიმაღლე წინიდან (*nch*) და უდიდესი სიგანე (*ncw*).

ნევრალური თალი - მისი სიმაღლე (*nah*), სიგანე (*naw*), აღკუთრულია თუ არა იგი პტერაპოფიზეებით ან ეპიზიგაპოფიზარული მორჩებით.

ნევრაპოფიზი - მისი ფორმა, წარზიდულია იგი უკან, წინ თუ ორივე მხარეს, მისი დორზალური კიდე ბლაგვია თუ ბასრი, მის ზედა კიდეზე არის თუ არა ორნამენტი. მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, ნევრაპოფიზის სიმაღლეს წინა კიდედან (*nhi*), სიგრძეს დორზალური კიდის გასწვრივ (*nlu*) და, ასევე, მის უმცირეს სიგრძეს (*nls*).

პარადიაპოფიზი - აქვს მას ერთი თუ ორი სასახსრე ზედაპირი, როგორია მათი ფორმა და განლაგება, პარაპოფიზარული მორჩი სცილდება ქვემოთ მალის სხეულს თუ არა. მნიშვნელობა აქვს, აგრეთვე, მის ფორმასაც.

პოსტზიგაპოფიზები - მათი საერთო ფორმა, სიგანე (*pow*), სიგრძე (*pol*), მანძილი სასახსრე ზედაპირების გარე კიდეებს შორის (*po-po*), სიგრძე პოსტზიგაპოფიზის უკანა ქედის პრეზიგაპოფიზის წინა კიდეზე (*po-pr*).

პრეზიგაპოფიზები - მათი საერთო ფორმა, მანძილი მარჯვენა და მარცხენა სასახსრე ზედაპირების გარე კიდეებს შორის (*pr-pr*), პარაპოფიზარული მორჩების ფორმა, სიგრძე და მათი მიმართულება.

პრეზიგაპოფიზის დამატებითი მორჩი - მისი ფორმა, ცვალებადობა და განაწილება ხერხემლის გასწვრივ, მიმართულება (ხედი ზემოდან და წინიდან).

ჰემალური კილი - მისი ფორმა, სიგრძე, მდებარეობა.

ჰიპაპოფიზი - მისი მოყვანილობა, რამდენად უკან ან წინ არის იგი მიმართული.

ქვემოთ მოყვანილია გველების ხერხემლის მალეების განზომილებების ის ძირითადი შეფარდებები, რომელთაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვთ რკვევისა და განსაზღვრისათვის (შემოკლებები იხილე ზემოთ). მათი თანმიმდევრობა მოცემულია უოლტერ აუფენბერგის [1] მიხედვით: *cl/naw*, *nlu/nls*, *naw/po-po*, *cl/col*, *nlu/nh*, *cl/z*, *ctw/cth*, *cl/nlu*. *zw/naw*, *nlu/cl*, *pr-pr/pr-po*, *zw/cl*, *cl/zw*, *pr-pr/naw*.

დასასრულ, მადლობას ვუხდის ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორ ვიჩესლავ ჩხიკვაძეს ტექსტზე მუშაობისას გაწეული დახმარებისათვის.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემია
 ლ.დავითაშვილის სახ. პალეობიოლოგიის
 ინსტიტუტი

ლიტერატურა

1. *W. Auffenberg*. The Fossil Snakes of Florida. *Tulane studies in zoology*, **10**, 3, New Orleans, 1963, 1-216.
2. *J.-C. Rage*. Serpentes. In: *Encyclopedia of Paleoherpétology*, **11**, Stuttgart-New York, 1984, 1-80.
3. *Z. Szyndlar*. Fossil Snakes from Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, **28**, 1, Warszawa-Krakow, 1984, 1-156.
4. ა. ჯანაშვილი. ხერხემლიანთა ზოოლოგიის პრაქტიკუმი. თბილისი, 1968, 1-150.
5. *В. М. Чихвадзе, Г. А. Зерова*. *Сообщ. АН ГССР*. **112**, 3, 1983, 653-656.

