

მზია კობია

საქართველოს მაღალმთიანი საძოვრების  
ბიომრავალფეროვნება:  
მაკროედაფონის სტრუქტურა, კვება, მონიტორინგი

თბილისი  
2011

უაკ (UDC)592+591.5

კ - 809

**რედაქტორი:** ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი **ნინო მელაშვილი**

**რეცენზენტები:** ეროვნულ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი,  
ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი  
**ირაკლი ელიავა**

საქართველოს საწარმოო ძლებისა და ბუნებრივი რესურსების შემსწავლელი  
ცენტრის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი,  
სოფლის-მეურნეობის კადემიურ მეცნიერებათა დოქტორი  
**ჯემალ მაჭავარიანი**

ნაშრომი შესრულებულია ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ზოოლოგიის ინსტიტუტის ბაზაზე, შოთა რუსთაველის ეროვნული  
სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებითა და მხარდაჭერით.

აქვე გვსურს უღრმესი მადლობა გადავუხადოთ ამ ორგანიზაციების  
თითოეულ

თანამშრომელს მხარდაჭერისა და თანადგომისათვის, რის გარეშეც  
ნამდვილად შეუძლებელი იქნებოდა ამ ნაშრომის შესრულება.

ნაშრომი გათვალისწინებულია ბიოლოგებისთვის,  
ეკოლოგებისთვის, ფერმერებისთვის და სოფლის მეურნეობის  
მუშაკებისთვის.

ISBN 978-9941-0-3359-9

## სარჩევი

შესავალი .....	4
თავი I. ნიადაგის საპროფაგები – მცენარეული საფარის მომხმარებლები.....	9
თავი II. საკვლევი ტერიტორიების კლიმატური პირობები და ნიადაგები .....	21
თავი III. ექსპერიმენტალური კვლევა: მასალა და მეთოდიკა ა.....	28
<b>თავი IV. მაღალმთიანი საოვრების ნიადაგების ფაუნა (მაკროფაუნა) და მათი დახასიათება .....</b>	<b>33</b>
IV.1 წალკა-დმანისის ზეგანი .....	33
IV.1.2 ნიადაგის ცხოველთა ჯგუფური შემადგენლობის დახასიათება .....	33
IV.1.3 საპროფაგების ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობა .....	35
IV.1.4 უხერხემლოთა ვერტიკალური განაწილების თავისებურებანი .....	36
IV.1.5 დიპლოპოდების რიცხოვნობის სეზონური ცვალებადობა .....	36
IV.1.6 ნიადაგის საპროფაგების ბიომასა .....	37
IV.1.7 ნიადაგის უხერხემლოთა კომპლექსის ტროფიკული სტრუქტურა .....	38
IV.2 სტუმანწიფის რაიონი .....	39
IV.2.1 ნიადაგის ცხოველთა ჯგუფური შემადგენლობის დახასიათება .....	39
IV.2.2 მაკროფაუნის ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობა და ბიომასა .....	41
IV.2.3 მაკროფაუნის ტროფიკული სტრუქტურა .....	43
<b>თავი V. ნიადაგის საპროფაგების კვებითი აქტივობის მარკინებლები მაღალმთიან მდელოების ეკოსისტემებში .....</b>	<b>44</b>
V.1 ორწვიფიფეხიანი მრავალფეხები – DIPLOPODA .....	44
V.1.1. Catamicrophyllum caucasicum Verhoeff, 1900 .....	44
V.1.2 Megaphyllum brachyurum .....	46
V.1.3 Julus sp .....	49
V.1.4 Brachydesmus ferrugineus .....	50
V.2 ტინის ჭიები – ONISCOIDEA .....	51
V.2.1 Parcilticus sp .....	51
V.2.2 Armadillidium sp .....	51
V.2.3 Trachelipus sp .....	53
V.3 ქურბელები – DERMAPTERA .....	55
V.3.1 Anechura bipunctata .....	55
<b>თავი VI. უჯრედის დაშლაში ნიადაგის საპროფაგების აქტივობის რაოდენობრივი შეფასება .....</b>	<b>57</b>
<b>თავი VII. მაღალმთიან ზონაში მობინადრე საპროფაგების ენერგეტიკული მოთხოვნილებების განსაზღვრა .....</b>	<b>63</b>
<b>თავი VIII. ნიადაგის საპროფაგების როლი მაღალმთიან მდელოების ნიადაგებში მცენარეული ნარჩენების დესტრუქციაში .....</b>	<b>65</b>
დასკვნები .....	69
რეკომენდაციები .....	70
ბამოყენებული ლიტერატურა .....	72
რეზიუმე ინგლისურში.....	78

## შესავალი

ნიადაგი - დედამიწის ქერქის გარეთა შრის განსაკუთრებული ცოცხალი და არაცოცხალი ორგანიზმების ცხოველქმედების შედეგად მიღებული ცოცხალი წარმონაქმნია - «Биокосное вещество» (Вернадский, 1954—60) და გვევლინება ხმელეთის ეკოლოგიური სისტემის უმთავრეს კომპონენტად. სწორედ, ამ კომპონენტის ბაზაზე მიმდინარეობს მცენარეული საფარის განვითარება, რაც თავის მხრივ შეადგენს სხვა დანარჩენი ორგანიზმების მთელი რიგი კვებითი ჯაჭვების უმთავრეს შემადგენელს. ნიადაგის უხერხემლოები მიკროორგანიზმებთან ერთად, როგორც კვებითი ჯაჭვის შემადგენელი რგოლები, უშუალოდ მონაწილეობენ მცენარეული ნარჩენებიდან მინერალური ელემენტების გამოთავისუფლებაში. ამას გარდა ნიადაგში მობინადრე უხერხემლოები გვევლინებიან ნიადაგის იმ წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის შემქმნელებად, რომელიც ხელს უწყობს მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნასა (Гиляров, 1960) და ნიადაგის ჰუმუსის ჰორიზონტის ფორმირებას.

ყოველივე ეს მთლიანობაში შეადგენს დედამიწის ეკოლოგიური სისტემის საფუძველს, მის ბიოსფეროს. ამ შემთხვევაში არც ადამიანები არ წარმოადგენენ გამონაკლისს: თითოეული ადამიანის კეთილდღეობა პირდაპირ არის დამოკიდებული მიწის რესურსების არსებობასა და მდგომარეობაზე, ნიადაგების მოსავლიანობაზე. მიუხედავად ამისა, ჩვენი პლანეტის განვითარების მთელი ისტორიის განმავლობაში ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად იკარგება სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მქონე მიწის რესურსის მნიშვნელოვანი რაოდენობა.

ნიადაგის უმნიშვნელოვანესი სამეურნეო მახასიათებელი მისი ნაყოფიერებაა. დაუმუშავებელი მიწების ბუნებრივი ნაყოფიერების შენარჩუნება ნივთიერებათა ბიოლოგიური წრებრუნვით ხორციელდება. ნიადაგში ორგანული ნაერთების ტრანსფორმაციაში უშუალო მონაწილეობას ნიადაგის უხერხემლოები - საპროფაგები ღებულობენ, რომლებიც მცენარეული ნარჩენებით იკვებებიან. საპროფაგები საჭმლის მომნელებელ სისტემაში საკვების გატარების შედეგად ახდენენ მათ მაცერაციას და მინერალურ მასასთან შერევას. სავალეების კეთების პროცესში, ცხოველებს ორგანული ნარჩენები შეაქვთ ნიადაგის სიღრმეში. ნიადაგის ბინადართა ამ ფუნქციის დუბლირება არც ერთი სხვა ცოცხალი ორგანიზმისათვის არ არის დამახასიათებელი (Striganova, 1971). ნიადაგის ბინადართა ცხოველქმედება დედამიწაზე ნიადაგის საფარის ფორმირების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია. უხერხემლოების, როგორც ნიადაგ-წარმომქმნელების უზარმაზარი როლი შესანიშნავად წარმოჩინდება უკვე კლდოვან წარმონაქმნებზე ნიადაგის ფორმირების საწყის სტადიებთან გაცნობისას (Стеняев, 1958).

მაღალპროდუქტიული ნიადაგების ეკოსისტემებში ნიადაგის უხერხემლოების უმნიშვნელოვანეს მასას (70-80%) შეადგენს საპროფაგების დაჯგუფება, რომელთა ცხოველქმედებასთან არის დაკავშირებული მცენარეული ნარჩენების გადამუშავება. მეცნიერების მიერ დამდგენილია, რომ საპროფაგების მიერ ხდება მცენარეული ნარჩენების საერთო მასის 25% გადამუშავება.

ნიადაგის ცხოველთა აქტიურობა განსაზღვრავს მცენარეული ნარჩენების დაშლის სისწრაფესა და მინერალიზაციას, აქედან გამომდინარე ორგანულ ნივთიერებათა მიმოქცევის ტემპებსაც. მცენარეული საფენის დაშლის ხასიათი, მისი სტრუქტურა და ჰუმუსის ჰორიზონტის ფორმირება მთლიანად დამოკიდებულია ნიადაგის მიკრო- და

მაკროედაფონის (მრავალფეხები, ტენის ჭიები, ჭიაყელები, მწერები და მათი მატლები) წარმომადგენლების ცხოველქმედებაზე.

ძალიან დიდია ნიადაგში მობინადრე უხერხემლოთა როლი ნიადაგის სხვადასხვა შრეების შერევაში, წყალგამტარიანობისა და აერაციის ზრდაში, მისი ფიზიკური და ქიმიური თვისებების გაუმჯობესებაში და ორგანიკის თავისი ცხოველმყოფელობის პროდუქტებით გამდიდრებაში. მაკროედაფონის წარმომადგენლები საპროფაგ-ჰუმიფიკატორების როლს ასრულებენ და აქტიურად მონაწილეობენ მცენარეული ნაყარის ორგანული ნაერთების ნიადაგის სიღრმეში შეტანაში და ნიადაგის მინერალური ჰორიზონტის გამდიდრებაში, რაც იწვევს მისი პროფილის გაღრმავებასა და ფორმირებას. უხერხემლო-საპროფაგები ახდენენ მწვანე მცენარეების მიერ აკუმულირებული ენერჯისა და კვების ელემენტების გამოთავისუფლებას. ნიადაგის ცხოველთა საპროფიტული კომპლექსი წარმოადგენს ძირითად ჯგუფს, რომლის მოქმედება განსაზღვრავს ბიოლოგიური წრებრუნვის სიჩქარეს, პირველადი პროდუქტიულობის დონეს და რაც მთავარია, გვევლინება როგორც ნიადაგის რეჟიმის მგრძობიარე ინდიკატორები და მათი გამოყენება შესაძლებელია ნიადაგის დიაგნოსტიკისათვის (Гиляров, 1949, 1965).

ბუნებრივ ეკოსისტემებში პირველადი პროდუქციის თითქმის 90% კვდომის შემდეგ ხვდება ნიადაგში მცენარეული ნაყარის სახით და ნიადაგის საპროფიტულ ორგანიზმებთან ერთად ერთვება ამ ორგანიზმების მიერ გამოთავისუფლებული ენერჯისა და კვების ელემენტების წრებრუნვაში.

ბოლო დროს მეცნიერების მიერ განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიენიჭა ნიადაგში მობინადრე უხერხემლო-საპროფაგების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების, დეტრიტულ საკვებ ჯაჭვში მათი როლის შესწავლასა და სხვადასხვა ეკოსისტემების ენერგეტიკულ ბიუჯეტში მათი წვლილის შეფასებას. ნიადაგში ცოცხალი ორგანიზმები აბიოტური ფაქტორების ზეგავლენის ქვეშ, რთულ ეკოლოგიურ კავშირებში თანაარსებობენ. მათ შორის ყველაზე მეტად მნიშვნელოვანი და აღსანიშნავია ცხოველებს შორის არსებული ტროფიკული კავშირები, რომლებიც თანასაზოგადოებებში განიხილება, როგორც ენერჯის ერთი ორგანიზმიდან მეორეში გადაცემის მექანიზმი. დეტრიტული კვებითი ჯაჭვი, როგორც ცნობილია იწყება მცენარეული და ცხოველური ნარჩენებით. მცენარეული ნარჩენების მექანიკური დაშლის პროცესში ნიადაგის ცხოველები და მიკროორგანიზმები არა ერთხელ ენაცვლებიან ერთმანეთს. მცენარეული ნაყარის ერთ-ერთ უმთავრეს დამშლელებად საფენის საპროფაგები, რომლებიც (Gere, 1956; Стриганова, 1976; Курчева, 1967) დეტრიტულ კვებით ჯაჭვში, როგორც პირველადი დამშლელები (Стриганова, 1980) გვევლინებიან. საპროფაგები ახდენენ რა ნარჩენების დაქუცმაცებას, მონაწილეობენ მის მინერალიზაციასა და ჰუმიფიკაციაში (Гиляров, 1965, 1967, 1970). პირველადი დამშლელი საპროფაგების გარკვეულ ჯგუფებს, საშუალება აქვთ მოახდინონ მცენარეული ქსოვილების უჯრედის და ცხიმების, ნახშირწყლების და ცილების დაშლა და ასიმილირება. ამ ორგანიზმების საკვების მონელებაში საკუთარი ენზიმების გარდა, აქტიურ მონაწილეობას ღებულობენ ნაწლავური სიმბიონტები (Стриганова, 1980).

მკვდარ ორგანულ მასაში ვითარდება მრავალფეროვანი საპროფიტული მიკროფლორა, რომელიც ლპობის პროცესში მყოფი სუბსტრატის განუყოფელი ნაწილია. საპროფიტული უხერხემლოები მცენარეული ნარჩენების გარდა ფართოდ იყენებენ ორგანულ ნარჩენებში არსებულ მიკროორგანიზმებს. ამასთანავე აღსანიშნავია, რომ საპროფაგები თავისი კვებითი აქტივობით, ნიადაგში და ნიადაგის ზედაპირზე მცენარეული ნარჩენების მექანიკური

დაშლითა და გაფხვიერების შედეგად, ქმნიან ბაქტერიების და სოკოებისათვის ოპტიმალურ პირობებს, რითაც ახდენენ მათი მოქმედების სტიმულირებას. სიკვდილის შემდეგ კი საპროფაგები უკვე თავისი ნარჩენებით ერთვებიან ორგანული სუბსტრატის შემადგენლობაში და ხდება მათი გადამუშავება უკვე სხვა საპროტროფული ორგანიზმების მიერ.

ნიადაგის ზოოლოგიაში ცხოველთა მეტაბოლიზმისა და პროდუქტიულობის შესწავლა დაკავშირებულია მცენარეული საფარის ჰუმფიკაციისა და მინერალიზაციის პროცესებში ნიადაგის საპროფაგების რაოდენობრივ შეფასებასთან. ნიადაგის საპროფაგების მეტაბოლისტური აქტივობა განისაზღვრება არამარტო მიღებული საკვების რაოდენობით, არამედ მცენარეული ნაყარის ქიმიური და მექანიკური თვისებებითაც (Стриганова, 1980) და დამოკიდებულია ცხოველთა ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე. ნიადაგის ზოოლოგებმა საპროფაგების მეტაბოლიზმის რაოდენობრივი მხარის შესწავლა დაიწყეს მეტაბოლიზმის პროცესების სიჩქარეზე გარემო ფაქტორების გავლენის, ცხოველთა ფიზიოლოგიური მდგომარეობის გათვალისწინებით, როგორც აქტივობის პერიოდში, ისე მთელი სიცოცხლის განმავლობაში.

მოხმარებული საკვების კალორიულობის რაოდენობრივი განსაზღვრა ნიადაგის საპროფაგების მცენარეული ნარჩენების ენერჯის ტრანსფორმაციაში, მათი მონაწილეობის ხარისხის შეფასება დეტრიტულ კვებით ჯაჭვში, საშუალებას გვაძლევს დავაკვირდეთ საკვებთან ერთად მოხმარებული ორგანული ნივთიერებების ენერჯის გადაცემის დინამიკას და გამოვავლინოთ ამ ჯაჭვში ენერჯის გადაცემაში ცხოველთა მონაწილეობის რაოდენობრივი პარამეტრები.

ბიოგეოცენოლოგიური კვლევებისათვის ყველაზე მოსახერხებელი და ამავე დროს ნაკლებ შესწავლილი არიან შედარებით მარტივი სტრუქტურის ეკოსისტემები. სწორედ ასეთად გვევლინებიან მაღალმთიანი რეგიონები, სადაც ცოცხალი ორგანიზმებისათვის საკმაოდ მკაცრ პირობებში მიმდინარეობს ასეთი სტრუქტურის ეკოსისტემების ფორმირება-ჩამოყალიბება.

მაღალმთიანი მდელოების პირველადი პროდუქტიულობის შეფასება მოითხოვს ამ ეკოსისტემების ყველა კომპონენტის კომპლექსურ გამოკვლევას და მათი ურთიერთქმედების შესწავლას, მით უმეტეს, რომ ნიადაგის ცხოველები უშუალო ზეგავლენას ახდენენ მცენარეების პროდუქტიულობაზე.

წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია:

1. მაღალმთიანი საძოვრების ნიადაგის მობინადრე უხერხემლოთა სახეობრივი შემადგენლობის, მათი განაწილების და ტროფიკული სტრუქტურის შესწავლა;
2. უხერხემლო-საპროფაგების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების განსაზღვრა;
3. მცენარეული ნარჩენების მინერალიზაციის პროცესებში საპროფაგების როლის რაოდენობრივი შეფასება.

დღეს, გლობალური დათბობისა და ადამიანის ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული ეკოლოგიური ცვლილებების ფონზე, მეცნიერებისათვის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემად გვევლინება მაღალმთიანი ეკოსისტემების შესწავლა და მისი განვითარებისთვის მაქსიმალური ხელშეწყობა.

საქართველოს მაღალმთიანი რეგიონებში ძირითადად განვითარებულია სოფლის მეურნეობის ისეთი მნიშვნელოვანი დარგი, როგორცაა მეცხოველეობა. აქედან გამომდინარე საქართველოს მაღალმთიანეთის მნიშვნელოვანი ნაწილი გამოყენებულია

სადოვრებად, ხოლო მიმდებარე ტერიტორიები კი დათმობილი აქვს სასოფლო სამეურნეო ტექნიკურ კულტურებს (კარტოფილი, მარცვლოვნები და სხვა).

სადოვრების დატვირთულობაზე ბევრად არის დამოკიდებული ნიადაგის მკროფაუნის სტრუქტურის სტაბილურობა. სადოვრების მეტისმეტ გადატვირთულობას ხშირად გამოუსწორებელ შედეგებამდე მივყავართ, რაც გამოიხატება ნიადაგის ტკეპნა-შემჭიდროებაში და მცენარეული საფარის რღვევაში, ყოველივე ეს იწვევს ნიადაგწარმოქმნის პროცესებში აქტიურად ჩართული და მნიშვნელოვანი სახეობების ფაუნისტური კომპლექსიდან ამოვარდნას (Wallis De Vries, et al., 2007). აქედან გამომდინარე ყოველივე ზემოთქმული გავლენას ახდენს არა მარტო ნიადაგების, არამედ ამ სადოვრებით მოსარგებლე საქონლის პროდუქტიულობაზე და მამასადამე, საერთოდ მეცხოველეობის განვითარებაზე.

მეცნიერების დიდ ინტერესს იწვევს ნიადაგში მობინადრე საპროფაგების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების და სხვადასხვა ტიპის ეკოსისტემებში მიმდინარე ბიოლოგიურ წრებრუნვაში მათი როლის შესწავლა. მითუმეტეს მაღალია ეს ინტერესი მაღალმთიანი ეკოსისტემების პირობებში, სადაც ისინი შეადგენენ მცენარეული საფენისა და ნიადაგის ბიომასის მნიშვნელოვან ნაწილს. მათ მიერ ხდება ნიადაგის ნიშის დაკავება მისი პროფილის დიფერენცირების დაწყებამდე (Стебаев, 1963). მაღალმთიანეთში არსებული აბიოტური ფაქტორების ექსტრემალურობა ინტენსიურ ძოვასთან ერთად განაპირობებენ სადოვრების დეგრესიის ხარისხს, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს ნიადაგის უხერხემლოთა გარკვეული სახის სისტემატიკური მრავალფეროვნების რედუქციას, კონცენტრაციას ქვების ქვეშ და სხვა დაცულ მიკრობიოტოპებში. მთლიანობაში მაღალმთიანეთის პირობებში არსებული თანასაზოგადოებების სტრუქტურა გამოირჩევა თავისი სიმარტივით, რაც თავის მხრივ ამარტივებს მკაცრ კლიმატურ პირობებში მობინადრე ნიადაგის ცხოველთა კომპლექსების შესწავლას. ნიადაგის ცხოველთა სასიცოცხლო მაჩვენებლების რაოდენობრივი შესწავლა საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ ამ ორგანიზმების ადაპტაციის მექანიზმები, რომლებიც გამომუშავებულია გარემო პირობების ექსტრემალურობით. განსაკუთრებულ ინტერესს კი იწვევს მაღალმთიანი სადოვრების სპეციფიკურ პირობებში მობინადრე ნიადაგის ცხოველთა როლის, როგორც ჰუმიფიკატორებისა და მინერალიზატორების შესწავლა.

ნიადაგის უხერხემლო ცხოველები, როგორც უკვე ავლინშნეთ, გვევლინებიან ნიადაგის რეჟიმის ბიოინდიკატორებად და რა თქმა უნდა მაღალმთიანი სადოვრების ნიადაგების მკროფაუნის სტრუქტურის შესწავლა და კვებით ჯაჭვში მათი როლის შეფასება გვესახება მოცემული ტიპის ეკოსისტემებში ეკოლოგიური მონიტორინგის ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ მეთოდად.

საქართველოს პირობებში მაღალმთიანი სადოვრების უხერხემლო-საპროფაგების (მრავალფეხები, ტენის ჭიები, ჭიაყელები, მწერები და მათი მატლები) ძირითადი ჯგუფების სახეობრივი შემადგენლობის, მათი ნიადაგების ფენებში ჰორიზონტალური და ტროფიკული სტრუქტურების შესწავლა, დესტრუქციულ პროცესებში საპროფაგების როლის შეფასება და სხვადასხვა ეკოსისტემების ენერგეტიკულ ბიუჯეტში მონაწილეობის დადგენა, ჩვენი აზრით საშუალებას იძლევა სოფლის მეურნეობის მუშაკებისა და ფერმერებისათვის, შემუშავდეს რეკომენდაციები სადოვრების გამოყენების რეგულირებისა და ნიადაგის სასარგებლო ფაუნის დაცვისათვის, რაც ხელს შეუწყობს ნიადაგის ბუნებრივი პროდუქტიულობის შენარჩუნებასა და გაუმჯობესებას.

წარმოდგენილი ნაშრომი მნიშვნელოვანი და ფასეულია როგორც საქართველოს, ისე სხვა ქვეყნების მაღალმთიანი რეგიონებისთვისაც.

ნაშრომი განხორციელდა შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მიერ დაფინანსებული #GNSF/ST-08/2-372 პროექტის - „მაღალმთიანი საძოვრების რეაბილიტაციისათვის: ნიადაგების მაკროფაუნა და ბიომრავალფეროვნება“, ფარგლებში.

ნაშრომი შესრულებულია ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიის ინსტიტუტის ბაზაზე, შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის დაფინანსებითა და მხარდაჭერით.

აქვე გვსურს უღრმესი მადლობა გადავუხადოთ ამ ორგანიზაციების თითოეულ თანამშრომელს მხარდაჭერისა და თანადგომისათვის, რის გარეშეც ნამდვილად შეუძლებელი იქნებოდა ამ ნაშრომის შესრულება.



გასინჯეთ ყამირი ნიადაგის პატარა ნიმუში და დაინახავთ რომ მასში უფრო მეტია ბალახეულის ფესვები, ჭიების, ხოჭოების და მათი მატლების სავალები ვიდრე მიწა. და ყველაფერი ეს ნიადაგს თხრის, ბურღავს, აფხვიერებს და შედეგად მიიღება შეუდარებელი ცოცხალი „ღრუბელი“ (Докучаев, 1884). იმ დროისთვის მთელი რიგი აგრონომები თვლიდნენ, რომ ნიადაგს არაფერი არ ესაჭიროებოდა, მხოლოდ თესვით და აიღეთ მოსავალი. სამწუხაროდ ასეთი ტიპის მიწათმოქმედები თავისი ქმედებით მხოლოდ ანადგურებენ აკადემიკოს დოკუჩაევის ცოცხალ „ღრუბელს“. გადახნული და გაფხვიერებული ნიადაგი სწრაფად იტკეპნება და კვლავ ჰაერგაუმტარი ხდება, რაც თავის მხრივ ხელს უშლის ნიადაგში მობინადრე ცოცხალი ორგანიზმების აქტიურ ცხოველქმედებას, მცირდება მათ მიერ ორგანიკის გადამუშავება-გამოყოფა, იქმნება ნიადაგში ნახშირბადისა და მისი ნაერთების დეფიციტი, ველარც ატმოსფეროდან ხდება ნიადაგში ამ ნივთიერების მოხვედრა, მცირდება მცენარეულობისათვის საკვები ნივთიერებების რაოდენობა რასაც ემატება რესტრუქტურისებული ნიადაგის ტენიანობის სიჭარბე ან სიმცირე. შედეგად ხდება ნიადაგის დაშლა-დეგრადირება. არსებობს დეგრადირებული ნიადაგების აღდგენის სხვადასხვა მეთოდები, თუმცა ეს მეთოდები მხოლოდ მოკლევადიანი და ნაკლებ ეფექტური არიან მხოლოდ და მხოლოდ ნიადაგის მაკროფაუნის - ცოცხალი ორგანიზმების ნაკლებობის გამო.

XIX-XX საუკუნეების მიჯნაზე აგრონომმა ოვსინსკიმ (1898) შესძლო ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდა 10-ჯერ და ამასთანავე დაადგინა, რომ ნიადაგის სრულყოფილად აღდგენა შესაძლებელია მხოლოდ ნიადაგის ბინადართა - ჭიაყელების, მრავალფეხების, მწერების მატლებისა და სხვ. ცოცხალი ორგანიზმების აქტიურობით.

ჯერ კიდევ 50-იან წლებში ნიადაგის ზოოლოგები თვლიდნენ, რომ საპროფაგების და ზოგადად ნიადაგის უხერხემლოების როლი განისაზღვრებოდა, მხოლოდ მცენარეული ნარჩენების მექანიკური დაქუცმაცებითა და მიკროორგანიზმების ზემოქმედების ქვეშ მყოფი მცენარეული ნარჩენების ზედაპირის ზრდით (Drift, 1951; Dunger, 1958, 1963; Nielsen, 1962). ნიადაგის ცხოველების კვებითი პროცესების არასაკმარისი ცოდნა, არ იძლეოდა ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების ტრანსფორმაციაში მათი კონკრეტული მონაწილეობის განსაზღვრის საშუალებას. ნიადაგის ცხოველების კვებისა და საკვების მონელების ბიოლოგიის შესწავლის სირთულე განისაზღვრებოდა არა მარტო ამ ცხოველების სხეულის ზომების სიმცირით, არამედ მათი კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების განსაზღვრის სტანდარტული მეთოდების და იმ მონაცემების არ არსებობით თუ დაშლადი მცენარეული ნარჩენების რა კომპონენტები გვევლინებიან უხერხემლო საპროფაგების კვების ძირითად ობიექტებად.

საპროფაგები, ატარებენ რა მცენარეული ნარჩენების დიდ მასას ნაწლავებში, ახდენენ მათ მექანიკურ დაქუცმაცებას და მინერალურ მასებთან შერევას. მათი ეს ფუნქცია არ დუბლირდება არც ერთი სხვა ცოცხალი ორგანიზმის მიერ.

სინამდვილეში, დესტრუქციულ პროცესებში ნიადაგის ცხოველების მონაწილეობა სულაც არ განისაზღვრება მხოლოდ მცენარეული ნარჩენების ქსოვილების მექანიკური დაქუცმაცებით. მრავალი ცხოველის (მრავალფეხები, ჭიაყელები, ტენის ჭიები, მოლუსკები, ენქიტრეიდები და სხვ.) ნაწლავებში მიმდინარეობს მცენარეული უჯრედების შემადგენლობის ინტენსიური მინერალიზაცია (Стриганова, 1971). ნიადაგში მობინადრე უხერხემლოების მთელ რიგ წარმომადგენლებში (ჭიაყელები, ორფრთიანების ლარვები) დარეგისტრირებულია მცენარეული მასალის პირველადი ჰუმიფიკაცია. ჯერ კიდევ

დარვინის (Darwin, 1881) დროიდან გვხვდება ინფორმაცია მცენარეული ნარჩენების ჰუმიფიკაციაში ჭიაყელების როლის შესახებ. მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში მცენარეული ნარჩენების ჰუმიფიკაციასა და მინერალიზაციაში ნიადაგის ცხოველებისა და მიკროორგანიზმების როლის შესწავლას მრავალი მეცნიერის არა ერთი სამეცნიერო კვლევა და ნაშრომი მიძღვნილი. ამ ნაშრომებში ნათლად ჩანს, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ნიადაგის ცხოველების როლი ორგანულ ნივთიერებათა წრებრუნვაში; შეაქვთ რა მცენარეული ნარჩენები ნიადაგში, ისინი მიკროორგანიზმებთან ერთად ახდენენ მათ დაშლასა და მინერალიზაციას. ნიადაგის ცხოველების მონაწილეობის შედეგად მცენარეული ნარჩენების დაშლა ბევრად უფრო სწრაფად მიმდინარეობს, ვიდრე მხოლოდ მიკროფლორის ზემოქმედებისას. უხერხემლო საპროფაგებით მჭიდროდ დასახლებული ნიადაგები გამოირჩევიან ორგანული მასალის სწრაფი და სრული მინერალიზაციით, რაც თავის მხრივ უზრუნველყოფს ნივთიერებათა ბიოლოგიურ წრებრუნვაში ელემენტების ჩართულობის მაღალ ტემპსა და პირველადი პროდუქტიულობის მაღალ დონეს (Гиляров, 1968).

ნიადაგის უხერხემლოთა ცხოველქმედება მჭიდროდ არის დაკავშირებული ნიადაგის ჰუმუსის ჰორიზონტის სიმძლავრესა და ფესვთა სისტემის ნიადაგის სიღრმეში შეღწევადობასთან (Гиляров, 1949, 1968). თავის დროზე მ. ს. გილიაროვის (1965) მიერ ნაჩვენები იყო, რომ განსხვავებული ზონალობის ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია ნიადაგის მოსახლეობის სპეციფიკური კომპლექსები. ამასთანავე ისინი განსხვავდებიან მცენარეული ნარჩენების დამშლელების შემადგენლობითაც, რომლებიც ე.წ. საპროფილურ კომპლექსში არიან გაერთიანებული (Стриганова, 1980).

ნიადაგის უხერხემლოთა საპროფილურ კომპლექსში იკვეთება სხვადასხვა ფუნქციონალური დაჯგუფებები, რომლებიც მონაწილეობენ მცენარეული ნარჩენების გადამუშავებაში და დეტრიტული კვებითი ჯაჭვის სხვადასხვა დონეს წარმოადგენენ, ესენია: საპროფიტოფაგები ანუ თვით საპროფაგები, რომლებიც იკვებებიან მცენარეთა ფოთლების, ბალახეულის, ფესვთა და ხემცენარეთა მერქნის მკვდარი ქსოვილებით; დეტრიტოფაგები – რომლებიც მოიხმარენ საწყისი სტრუქტურის უკვე აღარ მქონე მცენარეულ ნარჩენებს, რომელთა შორისაც შეიძლება შეგვხვდეს ცხოველთა საფარის ნარჩენები, საპროფიტების უკვე მკვდარი ან ცოცხალი უჯრედები, უმარტივესები, ამორფული ორგანული დეტრიტი; მიკროფიტოფაგები - მოიხმარენ საპროფიტული მიკროორგანიზმების უჯრედებს, რომლებიც ვითარდებიან ლპობის პროცესში მყოფ მცენარეულ ნარჩენებში. საპროფილური კომპლექსის ამ დაჯგუფებებში არსებობს მკვეთრი განსხვავებები, როგორც კვებით შერჩევითობაში, ასევე საჭმლის მომწელებელი ტრაქტის მორფო-ფუნქციონალურ მახასიათებლებში და ენზიმურ აქტივობაში (Стриганова, 1980; Striganova, 1987). ნიადაგის ცხოველებისათვის მცენარეული ქსოვილები მიღწევადი, მხოლოდ მიკროორგანიზმებთან და უმარტივესებთან ობლიგატური კავშირების დამყარების შემდეგ ხდებიან. ნიადაგში მცენარეული ნარჩენები აბიოტური ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად სწრაფად იცვლიან, როგორც მექანიკურ ისე ქიმიურ თვისებებს. სწორედ ამიტომ, საპროფაგების სპეციალიზებული ჯგუფებისათვის საკვების ესა თუ ის ტიპი გარკვეული დროის განმავლობაში საპროფაგებისათვის შეზღუდულია. ეს არის კვების რაციონის სხვადასხვა შემადგენლების კომბინირების ერთ-ერთი მიზეზი, რომელიც აღინიშნებოდა უხერხემლოთა მრავალ ჯგუფში, მაშინ ეს მოვლენა ამ ჯგუფებში განიხილებოდა, როგორც საკვების არჩევითობის არ არსებობა. სინამდვილეში საკვები ობიექტების ცვლა ცხოველებში

სულაც არ არის შემთხვევითი. მცენარეულ ნარჩენებში საპროფაგები ორგანული ნაერთების გარკვეულ ჯგუფებს მოიხმარენ. კონკრეტულ პირობებში ისინი ირჩევენ მასალას (Cairns, et al., 1997), რომელიც მათთვის ყველაზე მეტ საკვებ ფასეულობას წარმოადგენს. რა თქმა უნდა საკვები ობიექტების რეგულარული ცვლა არავითარ შემთხვევაში არ გამოირიცხავს მათ კვებით არჩევითობას, არამედ პირიქით გამოხატავს ამ არჩევითობის სირთულეს.

ნიადაგის საპროფაგების კვების ეს თავისებურებები, ნიადაგის ორგანული შემადგენლობის სპეციფიკურობით არის განპირობებული. ამ ცხოველების არსებობის საფუძვლად გვევლინება მკვდარი ორგანული ნივთიერებები, თუმცა მათთვის დამახასიათებელია ერთის მხრივ საპროტროფულ ორგანიზმებსა და მეორეს მხრივ მწვანე მცენარეებს შორის ენერგეტიკული და ნივთიერებათა ცვლის მაღალი დინამიზმი. უხერხემლო საპროფაგების კვებით სპეციალიზაციას და მცენარეული ნარჩენების სტრუქტურული და ქიმიური დაშლის სხვადასხვა ეტაპზე, საკვები ნივთიერებების სწრაფ და სრულ მოხმარებასთან მათ ადაპტაციას მივყავართ ნიადაგში ორგანული ნაერთების ტრანსფორმაციის აჩქარებასთან (Стриганова, 1976).

ნიადაგის საპროფიტული კომპლექსი წარმოადგენს, უხერხემლო ცხოველთა ძირითად ჯგუფს, რომელთა მოქმედება განსაზღვრავს ნიადაგში მიმდინარე მთელი რიგი პროცესების, კერძოდ კი ბიოლოგიური წრებრუნვის სიჩქარესა და პირველადი პროდუქტიულობის დონეს და რაც მთავარია, გვევლინება რა ნიადაგის რეჟიმის მგრძობიარე ინდიკატორად, გამოიყენება ნიადაგის დიაგნოსტიკისათვის.

საპროფიტოფაგებში პირველადი და მეორადი დამშლელების ჯგუფები გამოიყოფა (Dunger, 1958, 1963). ღუნგერი, მიმართავდა შედარებით მარტივ გზას და მიიჩნევდა, რომ პირველადი დამშლელები ახორციელებენ მხოლოდ მცენარეული ნარჩენების მექანიკურ დაქუცმაცებას, ხოლო მათ რეალურ დამშლელებად კი მიკროორგანიზმებს ასახელებდა. მეორადი დამშლელები, ახდენენ რა უკვე მკვდარი მცენარეული ნარჩენების უჯრედების კედლების მონელებას, უშუალოდ მონაწილეობენ მცენარეული ნარჩენების ქიმიურ გადამუშავებაში. დღესდღეობით უკვე დამტკიცებულია, რომ საპროფაგების ეს ჯგუფები აქტიურად და ეფექტურად მონაწილეობენ მცენარეული მასალის ტრანსფორმაციისა და მინერალიზაციის პროცესებში. საპროფიტოფაგებს თავის მხრივ მცენარეული ნარჩენების ქიმიური გადამუშავების ხასიათის მიხედვით ყოფენ ორ კატეგორიად – მინერალიზატორებად და ჰუმიფიკატორებად (Стриганова, 1971). მინერალიზატორების ჯგუფს განეკუთვნებიან ტენის ჭიები, ზოგიერთი სახეობის ხემემფრთიანების მატლები, მრავალფეხები, კოლემბოლები, ჯავშიანი ტკიპები, მოლუსკები. ჰუმიფიკატორების კატეგორიაში შედიან ჭიაყელები, ორფრთიანების (Tipulidae, Bibionidae) მატლები, ზოგიერთი მოლუსკები, რომლებიც იკვებებიან მცენარეული საფენით.

მინერალიზატორები გამოირჩევიან ცელულოზის დაშლის მაღალი ეფექტურობით, მათ ნაწლავებში მიმდინარეობს დიდი რაოდენობით მცენარეთა საკვები ელემენტების ფორმირება, ექსკრემენტები კი ძლიერ მინერალიზებული არიან. მცენარეულ ნარჩენებში უჯრედისის აქტიური დაშლა საბოლოო ჯამში ნიადაგში მიმდინარე ჰუმიფიციერების პროცესების სტიმულაციას ახდენს, რომელსაც მიკროფლორის შესაბამისი ჯგუფები ახორციელებენ. ნიადაგში ჰუმუსის აგრეგატების ცენტრებად გვევლინებიან ცხოველთა ექსკრემენტები, რაც იყო ნაჩვენები სხვადასხვა მეცნიერის მიერ საპროფაგების მაგალითზე – კოლემბოლებზე (Schaller, 1950), ჭიაყელებზე (Laatsch, 1948; Zachariae, 1967; Козловская, 1976) და სხვა.

აქტიური მინერალიზატორების ნაწლავებში საკვებთან ერთად ჩაყლაპული ცელულოზის დამშლელი მიკროორგანიზმების მასიური გამრავლება მრავალი მეცნიერის მიერ არის დადგენილი (Kozlowskaja, Striganova, 1977). ამის შედეგად საკვებ მასაში, საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის გავლის დროს, მიმდინარეობს უჯრედისის ინტენსიური დაშლა, ლიგნინის გამოთავისუფლება და მცენარეული ქსოვილების დაშლის პროდუქტების მინერალიზაცია (Стриганова, 1971, 1980).

ჰუმიფიკატორების ნაწლავებში აღწერილია ჰუმუსოვანი ნივთიერებების ახლადწარმონაქმნები და მათი სტაბილიზაცია ჰუმინო-თიხნარის კომპლექსების ფორმის სახით. ამკარაა, რომ ჰუმიფიკატორების ძირითად ენერგეტიკულ რესურსად აზოტის შემცველი ნაერთები გვევლინებიან. მათ ნაწლავებში სიმბიოზური მიკროორგანიზმების დახმარებით ხორციელდება აზოტშემცველი ნაერთების მინერალიზაცია, რომელსაც თან ახლავს მიკრობიალური რესინთეზი და ჰუმუსის ფორმირება (Cole, et al., 2004). საპროფაგების ექსკრემენტებში რესინთეზის პროცესის შედეგად C:N თანაფარდობა საკვებთან შედარებით მკვეთრად მცირდება. ამ თანაფარდობის შემცირების ხარისხი შეესაბამება ჰუმიფიკაციის პროცესის ინტენსივობას (Стриганова, 1980). იგივე სიდიდე, სხვადასხვა სახის მცენარეული ნარჩენების მონელების ხარისხის მაჩვენებლად შეიძლება მოგვევლინოს. გლომერისების (Diplopoda) ზოგიერთ სახეობაში ადგილი აქვს ექსკრემენტებში მცენარეულ ნაყართან შედარებით C:N თანაფარდობის შემცირებას და ამ შემცირების ინტენსივობა ცხოველების სხვადასხვა სახის საკვებით კვების დროს განსხვავებული იყო (Marcuzzi, 1970).

მინერალიზატორებისა და ჰუმიფიკატორების ნაწლავებში მიმდინარე მცენარეული ნარჩენების ტრანსფორმაციაში არსებული სხვაობა განსაკუთრებით მკვეთრად გამოჩნდა საპროფაგების მიერ საკვების მონელების შესწავლის პროცესში. უფრო ზუსტად კი ერთი და იგივე ადგილსამყოფელში მოხინაძრე საპროფაგების გამოსაკვებად ერთნაირი საკვების გამოყენების დროს ჩატარებული კვლევებისას. მაგალითად, აზერბაიჯანში უხერხემლო საპროფაგების დომინირებულ ჯგუფებზე (მრავალფეხები და Tipulidae-ს ლარვები) კვებითი აქტივობის შესასწავლად ჩატარებული კვლევების დროს ტიპულიდების ლარვების ექსკრემენტებში აღინიშნა უჯრედისის შემცველობის შემცირება, ამასთანავე ადგილი ჰქონდა ნაცრის შემცველობის ზრდას ტიპულიდებში 26-დან 32%-მდე, ხოლო მრავალ ფეხებში კი 41%-მდე. მას გარდა ტიპულიდების მატლების შემთხვევაში აღინიშნა ჰუმუსის ნივთიერებების შემცველობის მატება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მათ ორგანიზმში ადგილი აქვს მცენარეული მასალის ჰუმიფიცირების საწყის სტადიას (Striganova, Valiachmedov, 1976).

მცენარეული ნარჩენების დაშლა-გადამუშავებაში ნიადაგში მოხინაძრე ცხოველების მონაწილეობა შეიძლება დაყვანილ იქნას შემდეგ პუნქტებამდე: ატარებენ რა მცენარეული ქსოვილების თავის ნაწლავებში, ცხოველები ახდენენ მათ დაქუცმაცებას და მიკროორგანიზმების, ფიზიკური და ქიმიური ზემოქმედებისათვის ზედაპირული ფართის გაზრდას. ნიადაგში ცხოველების ვერტიკალური მიგრაციის დროს მცენარეული ნარჩენები შედის ნიადაგის ღრმა ფენებში, სადაც ხდება ორგანული და მინერალური ნაწილაკების შერევა. ცხოველების გადაადგილება ხელს უწყობს ნიადაგის აერაციას, რაც თავის მხრივ ორგანული ნივთიერების შლის დროს მიმდინარე ანაერობული პროცესების სტიმულირება ხდება. სიმბიოტური ორგანიზმების მიერ გამოყოფილი საკუთარი ენზიმების მოქმედების დახმარებით უხერხემლოები ყოფენ ნახშირწყლებისა და სხვა ნივთიერებების გარკვეულ

ნაწილს, რითაც ათავისუფლებენ ლიგნინს, რომელიც საკმაოდ რთულ შენაერთში იმყოფება უჯრედისთან. მრავალი ცხოველის ცილოვანი ცვლის ერთ ერთ პროდუქტად გვევლინება ამიაკი. ნიადაგში მობინადრე ცხოველების ნაწლავებში მიმდინარეობს ლიგნინის ამიაკთან კონდენსირება, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰუმიფიცირების პროცესების დაჩქარებაში. ნიადაგის უხერხემლოების ნაწლავებში მიმდინარე საჭმლის მონელების პროცესში აღინიშნება მცენარეული ნარჩენების ნაწილობრივი მინერალიზაცია, ხოლო ზოგიერთ ჯგუფებში ნაწილობრივი ჰუმიფიკაციაც (Стриганова, 1971).

ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების დაშლის პროცესში საპროფაგების ცალკეული სახეობების აქტივობის შესახებ წარმოდგენის შექმნის საშუალებას იძლევა ნიადაგის ცხოველების კვებითი აქტივობის ისეთი მაჩვენებლები, როგორცაა სადღეღამისო რაციონი და მცენარეული ნარჩენების შეთვისებადობა. საპროფაგების აქტიურობის საზომად მიიჩნევა მათ მიერ გადამუშავებული მცენარეული ნარჩენების რაოდენობა. უხერხემლოთა ცალკეული ჯგუფების კვების პროცესზე უშუალო დაკვირვება იძლევა საშუალებას ზუსტად დადგინდეს მათი კვების ობიექტები და მცენარეული მასალის ის თვისობრივი ცვლილებები, რომელიც მხოლოდ ამ ჯგუფის ცხოველებისათვის არის დამახასიათებელი.

მცენარეული ნარჩენების ბიოგენური დაშლის პროცესში მნიშვნელობა ენიჭება არა მარტო ცხოველების მიერ ასიმილირებული ორგანული ნაერთების მასას, არამედ მოუნელებელ ნარჩენებსაც, რომლებიც მექანიკური და ენზიმური გადამუშავების შემდეგ პირველადი დამშლელების ნაწლავებში დეტრიტოფაგების საკვები ხდებიან. ამიტომ კვებითი აქტივობის კვლევის დროს გამოიყენება ისეთი მაჩვენებლები, როგორცაა:

1. მოხმარებული მცენარეული მასალის რაოდენობა და
2. ასიმილირებული საკვების რაოდენობა.

მცენარეული ნარჩენების პირველად დამშლელებში შესაძლებელია გაიზომოს მიღებული საკვების და მოუნელებელი ნარჩენების რაოდენობა. საპროფაგების ნიადაგწარმოქმნის პროცესებში მონაწილეობის პირველი რაოდენობრივი შეფასება დაკავშირებულია მოხმარებული საკვების რაოდენობასთან (Gere, 1956). კვების, ნივთიერებათა ცვლისა და ნიადაგის უხერხემლოთა მონაწილეობა ნივთიერებათა წრებრუნვაში შედის იმ პრობლემების ფართო წრეში, რომელიც დაკავშირებულია მიწისზედა ეკოსისტემების მეორადი პროდუქტიულობის შესწავლასთან. დღეისათვის შემუშავებულია საერთაშორისო სისტემა მეტნაკლებად მნიშვნელოვანი პრობლემებისა, რომლებიც გამოიყენებიან მეორადი პროდუქტიულობის კვლევებში და აქედან გამომდინარე მიღებულია მათი უნიფიცირებული აღნიშვნები (Petrusewicz, 1967). წარმოგიდგენთ ნიადაგის ცხოველების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შესწავლის დროს გამოიყენებულ ზოგიერთ სიმბოლოს:

**C (Consumption)** - ცხოველების მიერ მოხმარებული საკვების რაოდენობა;

**A (Assimilation)** - ცხოველების მიერ მოხმარებული საკვების შეთვისებული ნაწილი;

**FU (Rejecta)** - ცხოველების მიერ მოხმარებული საკვების შეთვისებელი ნაწილი;

**R (Respiration)** - ხარჯი სუნთქვასა და ნივთიერებათა ცვლაზე;

**P (Production)** - სხეულის ზრდა (ყველა ეს მაჩვენებელი გათვლილია დროის ერთეულზე).

კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შედარებითი შეფასებისათვის გამოიყენება საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი

$$K_A = \frac{(C \times U)}{W}$$

სადაც C - სადღეღამისო რაციონია (მგ), U - საკვების შეთვისებადობა (%) და W – ინდივიდის ცოცხალი მასა (მგ) (Стриганова, 1975). მცენარეული ნაყარის პირველად დამშლელელებში - მრავალფეხებში, ტენის ჭიებში, რომლებიც მხოლოდ მცენარეულ ნაყარს ყოველ ვარი მინერალური მინარეების გარეშე მოიხმარენ, სადღეღამისო რაციონის გამოთვლა ხდებოდა წონითი (გრავიმეტრული) მეთოდით, ანუ ცდის დაწყების და დასასრულის დროს სხეულის მასების სხვაობის გამოთვლით. რეზულტატების გამოსახვა ხდებოდა სხეულის აბსოლიტურად მშრალ მასაზე გათვლით (საკვების მოხმარების კოეფიციენტი). კვებითი რაციონის სიდიდის გამოსახვა შესაძლებელია წონით და ენერგეტიკულ ერთეულებში. ასიმულირებული საკვების (A) რაოდენობის განსაზღვრა ხდება მოხმარებულ საკვებსა და მოუნელებელ ნარჩენებს შორის სხვაობის გამოთვლით. შეთვისებული საკვების რაოდენობა და საკვების მოხმარების კოეფიციენტი ცვალებადობს, როგორც სხვადასხვა, ისე ერთი და იგივე სახეობის წარმომადგენლებში.

ნიადაგის საპროფაგების უმრავლესობის ექსკრემენტები, ძირითადად შედგებიან მოუნელებელი მცენარეული და მინერალური ნარჩენების ნაწილაკებისაგან. ნივთიერებათა ცვლის საბოლოო პროდუქტები კი იმდენად უმნიშვნელო რაოდენობისაა, რომ მათი იგნორირება თავისუფლად არის შესაძლებელი. აქედან გამომდინარე უხერხემლოთა მრავალი ჯგუფისათვის საკვების შეთვისებადობის განსაზღვრა შესაძლებელია წონითი მეთოდით, როცა ხდება მოხმარებული და დეფეკაციის დროს გამოყოფილი მცენარეული მასალის შედარება. უპირველეს ყოვლისა ეს შეეხება იმ უხერხემლოებს, რომლებიც იკვებებიან თავისი სტრუქტურის შენარჩუნებელი მცენარეული ქსოვილებით, ანუ პირველად დამშლელებს.

ნიადაგის ცხოველების კვებითი აქტივობა, განსაკუთრებით კი ნიადაგის ზედა ფენებში მცხოვრები ცხოველებისა, მჭიდროდ არის დამოკიდებული ადგილსამყოფელის ჰიდროთერმული პირობებისაგან. ზომიერი კლიმატის მქონე რაიონებში მოხინაძრე ტენის ჭიებისა და დიპლოპოდების აქტიური კვების პერიოდებად მიიჩნევა გაზაფხული და შემოდგომა – სეზონები რომლებიც გამოირჩევიან ცხოველთა კვებისა და ზრდისათვის საუკეთესო ტემპერატურითა და ტენიანობით (Gere, 1956). ადგილსამყოფელის ჰიდროთერმული რეჟიმის გარდა ცხოველთა კვების სადღეღამისო რაციონი და საკვების შეთვისების კოეფიციენტი, აგრეთვე დამოკიდებულია მათ ასაკსა და ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაზე.

საპროფაგების მიერ მცენარეული ნაყარის მოხმარების სისწრაფე, თვით საკვების ხარისხითაც განისაზღვრება - კერძოდ, მისი მექანიკური მდგრადობითა და ბიოქიმიური თვისებებით - ფენოლების, ტანინების, ლიგნინის შემცველობით (Bocock, 1964; Heath and King, 1964). ზოგიერთი ავტორების მიერ ნაჩვენებია მცენარეულ ნაყარში ლიგნინისა და ფენოლების შემცველობასა და ცხოველების მიერ მათი მოხმარების სხვა ავტორების მიერ მცენარეულ ნაყარში პოლიფენოლების შემცველობასა და მათთვის ცხოველების მიერ უპირატესობის მინიჭებას შორის კავშირს ვერ ხედავენ (Neuhauser, Hartenstein, 1978). სტირიანოვას (1980) მიერ მრავალფეხებზე ჩატარებულ კვლევებში საკვებში უჯრედისის შემცველობასა და საკვების მოხმარების კოეფიციენტის (k%) სიდიდეს შორის აღინიშნა მკაფიო უკუკავშირი. ხოტკოს (Chotko, 1977) მიერ ჩატარებულმა კვლევებმა კი აჩვენეს, რომ მრავალფეხა Chromatoiulus sjaelandicus-ი უპირატესობას ანიჭებს არყისა და ტირიფის

ფოთლის ნარჩენებს, რცხილს, ვერხვისა და მურყანის ფოთლებთან შედარებით. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ სიცოცხლისუნარიანობა არყის ფოთლების ნარჩენებით კვების დროს თუ იყო 73%, სხვა შემთხვევაში 85-93% შეადგენდა. ანალოგიური კვლევები იყო ჩატარებული Romatouilus kessler-თან, რომელიც მის ადგილსამყოფელში უფრო ხშირად შემხვედრი მცენარეული (ალვის ხე, აკაცია, გარგარი, იფანი) ნარჩენებით იკვებება, მათგან ყველაზე უფრო სრულად მის მიერ ალვის ხის ფოთლების ნარჩენები მოიხმარება. ხემცენარეების ფოთლის ნარჩენების გარდა R. kessleri საკვებად ბალახების ნარჩენებიც გამოიყენება (Пришутова, Миноранский, 1986). ამრიგად, ირკვევა, რომ საპროფაგების მიერ გარკვეული სახის მცენარეული ნაყარის მოხმარების სისწრაფე არ იძლევა წამოდგენას თუ რა საკვებ ღირებულებას წარმოადგენს ცხოველებისათვის ესა თუ ის მცენარეული ნარჩენი. მაგალითად, მრავალფეხა Pachyulus foetidissimus -ის მიერ მუხის ფოთლების მოხმარება უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე რცხილის ფოთლები, თუმცა საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი ამ შემთხვევაში ერთმანეთისაგან არც განსხვავდება - 37.6% მუხის ფოთლის შემთხვევაში და 39.4% რცხილის ფოთლების მოხმარების დროს. მიუხედავად იმისა, რომ ცხოველების მიერ მუხის უხეში ფოთლები ნაკლები სიამოვნებით მოიხმარება, რცხილისა და მუხის ფოთლების ნარევი მრავალფეხების მიერ ორივე სახის ფოთლები მოიხმარებიან ერთნაირად, თუმცა, ცხოველთა სიცოცხლის უნარიანობა მუხის ფოთლებში უფრო მაღალია (Striganova, 1971). გერმანიის ფოთლოვან ტყეში ჩატარებულმა კვლევებმა გვიჩვენეს, რომ დიპლოპოდები უპირატესობას ანიჭებდნენ მოცვის ფოთლებს, ხოლო როდოდენდრონს პრაქტიკულად უარყოფდნენ (Boller, 1986).

ცხოველების მიერ მოხმარებული მცენარეული ნარჩენების რაოდენობა, აგრეთვე დამოკიდებულია საკვებისა და ჰაერის ტენიანობისაგან. მრავალფეხა Glomeris marginata-ს მიერ მოხმარებული საკვები 18°C ტემპერატურისა და 55% ტენიანობის დროს შეადგენდა 5.2%, ხოლო 70% ტენიანობის დროს – 9-21% (Drift, 1951). Leptoiulus noricus, L. saltuvagus -ისა და Enantiulus nanus სახეობის მრავალფეხებისათვის 15-20°-ია, ასეთი ტემპერატურული რეჟიმის დროს საკვების შეთვისება თითქმის 79% შეადგენდა (Boller, 1986).

ნიადაგის ცხოველების სადღეღამისო რაციონის გამოთვლის საფუძველზე ვან დერ დრიფტმა გაარკვია, რომ რაციონი ცხოველთა მასის პროპორციულია 2/3 ხარისხში (Drift, 1951). მის მიერ შემოთავაზებული იყო ფორმულა:  $C = g \cdot 2/3 \cdot K$ , სადაც C - დღეღამური რაციონია, მშრალი მასის ერთეულებში, g - ცხოველთა აბსოლუტურად მშრალი მასა, K – ცხოველთა მოცემული ეკოლოგიური ჯგუფის მუდმივი კოეფიციენტი. ვან დერ დრიფტის მიერ კვლევები ტარდებოდა წიფლნარის ნაფენში მოზინადრე დიპლოპოდებზე. გერემ (1956) გამოთვალა ვან დერ დრიფტის კოეფიციენტი უნგრეთის მუხნარ-რცხილნარის ტყის ნიადაგების ბინადარი Glomeris-ის და Chromatouilus -ისათვის და ნახა რომ ეს სიდიდე საკმაოდ სერიოზულად ვარირებს. Glomeris-ისათვის ეს „კონსტანტა“ 0.21-0.27-ის ფარგლებში მერყობდა, Chromatouilus -ისათვის 0.11-0.14 უნდა აღინიშნოს რომ გერმანელი მეცნიერის მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემები ვან დერ დრიფტის შედეგებთან შედარებით უფრო მაღალია, რასაც იგი კვლევის დროს ტემპერატურულ რეჟიმში არსებული სხვაობით ხსნიდა.

საკვების მოხმარების კოეფიციენტი ცხოველის სხეულის მასაზე არის დამოკიდებული. ზრდასრული ასაკის სხვადასხვა სახეობის მრავალფეხებში (S. kessleri, P. flavipes, P. foetidissimus) შეინიშნებოდა საკვების მოხმარების კოეფიციენტის (k%) უკუპროპორციული დამოკიდებულება ცხოველის სხეულის მასის მიმართ: თუ 100-200 მგ მასის მქონე

ცხოველებში საკვების მოხმარების კოეფიციენტი იყო 60-80%, 400 მგ მასის შემთხვევაში ის მხოლოდ 21-25%-ს შეადგენდა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ *P. foetidissimus*-ის ზრდასრულ მდედრებში კვების მოთხოვნილებები მატულობდა კვერცხის მომწიფების პერიოდში. ამ დროს ცხოველთა მასის მატება ხდება (Striganova, Mazantseva, 1979). სხეულის მასასა და საკვების მოხმარების კოეფიციენტს შორის ანალოგიური დამოკიდებულება არის დადგენილი იზოპოდებში (Shashak et al., 1976).

კვების პროცესში საპროფაგები ითვისებენ ხსნად ნახშირწყლებს, უჯრედის და ცილებს; გამომუშავებულ ენერგიას ისინი მოახმარენ მეორადი პროდუქციის (ზრდა და გამრავლება) ფორმირებას და ცვლის პროცესებს. მრავალფეხები *Glomeris* ასიმილირებული ენერგიის 70% უჯრედის, 19% ცხიმების და 10,5% ხსნადი ნახშირწყლების ხარჯზე ლებულობენ (Bocock, 1963).

ცხოველების ზრდასთან ერთად იცვლება მათ მიერ საკვების შეთვისებადობაც. *P. foetidissimus*-ის მუხის ფოთლებით კვების დროს ცხოველების ზრდასთან ერთად საკვების შეთვისებადობა იცვლებოდა 55.2-დან 19.4%-მდე.

ზოგიერთი სხვადასხვა სახეობის მრავალფეხებისა და ტენის ჭიებში საკვების კუთრი შეთვისებადობის კოეფიციენტის შედარების შედეგად დადგინდა რომ ეს მაჩვენებელი დამოკიდებულია მათი ზრდის ტემპზე (Стриганова, 1980). ავტორი კუთრი შეთვისებადობის კოეფიციენტის სიდიდიდან გამომდინარე გამოყოფს სამ ჯგუფს: 1.  $K_A < 10\%$ ; 2.  $K_A = 10-20\%$  და 3.  $K_A > 30\%$ . პირველი ჯგუფის ( $K_A < 10\%$ ) საპროფაგებისათვის დამახასიათებელია ზრდის ნელი ტემპით (მრავალფეხები - *P. foetidissimus*, *Ch. projectus*, *S. kessleri*, ტენის ჭიები - *Armadillidium*, *Desertillio*). ამ სახეობების წარმომადგენელთათვის დამახასიათებელია აქტიური კვების შედარებით ხანგრძლივი პერიოდი, რაც შესაძლებელია ჰქონდეთ შედარებით მუდმივი ჰიდროთერმული რეჟიმის მქონე ადგილსამყოფელში მოხინაძრე ცხოველებს. მაგალითად, ფართოფოთლოვან ტყეებში მოხინაძრე ცხოველებს. მეორე ჯგუფში ( $K_A = 10-20\%$ ), გაერთიანებული არიან ნიადაგის ბინადართა ის სახეობები, რომლებიც გამოირჩევიან მაღალი ტემპერატურების მიმართ მეტი მგრძობელობით და რომელთათვისაც დამახასიათებელია რეგულარული ფიზიოლოგიური მოსვენების პერიოდები ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში. მესამე ჯგუფში ( $K_A > 30\%$ ) განეკუთვნებიან ის ცხოველები, რომლებიც ბინადრობენ სეზონური ჰიდროთერმული რეჟიმის მკვეთრი ცვალებადობის პირობებში. ამ შემთხვევაში, ცხოველთა კვებითი აქტივობის და ზრდის ხანმოკლე პერიოდები იცვლება ხანგრძლივი დიაპაუზით.

კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები ძირითადად, სხვადასხვა ბიოტოპებში ნიადაგის საპროფაგების მოქმედების რაოდენობრივ მხარეს გამოხატავენ. შეთვისებული საკვების რაოდენობა (30-40%) იმის მაჩვენებელია, რომ ნიადაგის საპროფაგები მცენარეული ნარჩენების აქტიური მოხმარებლები და დამშლელები არიან. ამასთანავე ისინი ახდენენ მცენარეულ ნარჩენებში არსებული ენერგეტიკული მარაგის მნიშვნელოვანი ნაწილის გამოთავისუფლებას.

მინერალიზატორების ნაწლავებში მიმდინარე უჯრედის დაშლის თანმხლები პროცესია უჯრედის და ლიგნინის გლუკოზიდური კავშირებიდან ლიგნინის გამოთავისუფლება. ბევრი საპროფაგის ნაწლავებში (დიპლოპოდები, ტენის ჭიები, ორფრთიანების ლარვები) მიმდინარეობს ლიგნინისა და მათ მიერ გამოყოფილი ამიაკის კონდენსირება. ეს პროცესი განიხილება, როგორც ერთერთი მნიშვნელოვანი ეტაპი ლიგნინის აქტივიზაციაში, რაც ჩართულია ჰუმუსის წარმოქმნის პროცესებში (Коронова,



1963). მცენარეული ნარჩენებში ძირითადი ნახშირშემცველი ნაერთებია უჯრედისი და ჰემიციელულაზა. საპროფაგების მიერ მოხმარებული ფოთლების ნარჩენებში თითქმის 50% შეადგენს ნახშირბადი. უჯრედისის დაშლის პროცესში საპროფაგების ნაწლავებში აღინიშნება მიკროორგანიზმების რაოდენობრივი აფეთქება, ისინი ახორციელებენ უჯრედისის მოლეკულების დაშლის საწყის ეტაპებს. ორგანული ნაერთების მინერალიზაცია იწყება პირდაპირ საპროფაგების ნაწლავებში და ეს პროცესი სრულდება მათ ექსკრემენტებში უკვე მიკროორგანიზმების მონაწილეობით. ორგანული ნაერთების დაშლა მიმდინარეობს ნაწლავების სხვადასხვა ნაწილებში. ბ. სტრიგანოვამ (1970) თავის კვლევებში აჩვენა, რომ უჯრედისის აქტიური დაშლა სიმბიონტური მიკროორგანიზმების მონაწილეობით მრავალფეხა *P. foetidissimus* -ის ნაწლავების შუა ნაწილში მიმდინარეობს. დიპლოპოდების ზემოქმედების შედეგად ხდება პექტინისა და უჯრედისის დაშლის პროცესის გააქტიურება, განსაკუთრებით კი ცხოველთა ექსკრემენტებში. ლ. კოზლოვსკაიას (1976) მიერ დიპლოპოდებზე ჩატარებული კვლევების შედეგად (*S. kessleri*) დადგინდა, აზოტშემცველი შენაერთების დესტრუქციის პროცესზე ფლუორისცირებული ბაქტერიების დომინირებული ზემოქმედება. ბოლერმა (Boller, 1986) აჩვენა, რომ მჟავიანობისა და მიკრობული დაშლის წილად მოდის მცენარეული ნარჩენების 14%, ხოლო თუ ჩავთვლით დიპლოპოდებსა და სხვა საპროფაგებს, მაშინ 30%.

მცენარეული ნარჩენების ჰუმიფიკაციის პროცესში იზოპოდების როლის შესწავლის დროს დადგენილი იყო რომ მათ ექსკრემენტებში ჰუმინო- და ფულვომჟავების რაოდენობა და მჟავის ექსტრაქტის რაოდენობა მნიშვნელოვნად დაბალია, საკვებში მათ შემცველობასთან შედარებით (Стриганова, 1968). ტენის ჭიები არ მონაწილეობენ ჰუმიფიკაციის პროცესებში, ხოლო მათ ნაწლავებში მიმდინარეობს საკვების ორგანული ნაერთების მინერალიზაციის აქტიური პროცესი. ცხოველთა ნაწლავებში მინერალიზაციის პროცესების სტიმულირებას ახდენენ შესაბამისი სიმბიონტური ბაქტერიები, რომლებიც ასრულებენ ორგანული ნაერთების დაშლის პროცესებს. ამ პროცესებში მიმდინარეობს ცხოველების მიერ მოხმარებულ მცენარეულ ნარჩენებში არსებული ჰუმუსის ნაერთების ნაწილობრივი ჩართვა: ექსკრემენტებში ჰუმატების ექსტრაქტების ოპტიკური სიმკვრივე უფრო დაბალია, ვიდრე მათ საკვებში (Стриганова, 1971, 1976).

მცენარეული ნარჩენების დაშლისა და ორგანული ნაერთების ტრანსფორმაციის პროცესებში ნიადაგის საპროფაგების როლის რაოდენობრივი შეფასებისათვის აუცილებელია, საპროფილურ კომპლექსში შემავალი პოპულაციების ცალკეული სახეობების მეშვეობით გატარებული ენერჯის და საკვები ნივთიერებების განსაზღვრა. ნიადაგის ბინადართა ტროფიკული ურთიერთობების პირდაპირი შესწავლა გართულებულია მათი ზომების სიმცირის გამო. შედარებით დეტალური კვებითი აქტივობის რაოდენობრივი კვლევა შესწავლილია საპროფაგების საფენების ფორმებზე. ჯერ კიდევ მცირეა მონაცემები ნიადაგის მინერალურ შრეებში მოხინაძრე უხერხემლოთა ტროფიკული ურთიერთობების შესახებ.

დეტრიტულ კვებით ჯაჭვში ცხოველთა ტროფიკული კავშირების შედარებით გვიანი პერიოდის კვლევების შედეგად მოხდა ჰეტეროტროფებში პირველი ორი დონის გამოყოფა (Стриганова, 1980). თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ დეტრიტული კვების ჯაჭვი შედგება 5 და მეტი რგოლისაგან, შემდეგი რგოლების დაწვრილებით არ განხილვა, იმდენად რამდენადაც ისინი პრინციპიალურად არ განსხვავდებიან საძოვრის კვებითი რგოლისაგან. სტრიგანოვას (1980) მიერ შექმნილი დეტრიტული კვებითი ჯაჭვის სქემა დაწვრილებით

სურათს ქმნის საპროფილურ კომპლექსში მიმდინარე ტროფიკული ურთიერთობების შესახებ, რომელიც ოდუმის (1975) მიერ „შავ ყუთად“ იწოდებოდა. მცენარეული ნარჩენების მექანიკური და ქიმიური დაშლის პროცესში უხერხემლოები და მიკროორგანიზმები არა ერთხელ ცვლიან ერთმანეთს. უხერხემლო-საპროფილურ კვებითი შერჩევითობისა და მათი საჭმლის მონელების პროცესების შესწავლის თანამედროვე დონე, საშუალებას იძლევა გამოვყოთ ორგანული ნარჩენების კომპონენტები, რომლებიც ამა თუ იმ ფორმებისათვის ენერგეტიკულ და საკვებ წყაროს წარმოადგენს.

სტაბილური ბიოცენოზების ენერგეტიკულ ბიუჯეტში ჯავშნიანი ტკიპების მონაწილეობის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ განსხვავებული ეკოსისტემების ცხოველების თანასაზოგადოებებისათვის ენერგეტიკული პრინციპები უცვლელი რჩება (Engelmann, 1961). რაოდენობრივმა კვლევებმა გარკვევით აჩვენა, რომ ნიადაგის ართროპოდების ზოგიერთი ჯგუფის (ორიბატიდები, ტენის ჭიები, ხოჭო-სკარაბეიდები) ეკოლოგიური ეფექტურობა იმავე დონისაა (8.5-დან 30%-მდე), როგორც წყლის ცხოველთა ცალკეული ჯგუფებისა (5.5-დან 21%-მდე).

ო'ნილმა (O'Neil, 1968) შეისწავლა ტყის მსხვილი მრავალფეხას *Narceus americanus*-ის ორი პოპულაციის მიერ, დაცემული ხეების მერქნით კვების პროცესში, ენერგეტიკული მოხმარება. ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ წლიური გადაანგარიშების შემთხვევაში ეს მრავალფეხები ითვისებენ 1.6-2.2 კკა/მ<sup>2</sup> ენერგიას. მათი როლი ეკოსისტემაში განისაზღვრება არა მარტო ხემცენარეების მერქნის გადამუშავებაში და საკუთარი ბიომასაში გარდაქმნაში, არამედ საკმაოდ დიდი რაოდენობის ექსკრემენტების გამოყოფაშიც, რაზეც იხარჯება მოხმარებული საკვების 85%.

გერაიზადემ (1968) თავის კვლევებში აჩვენა, რომ სხვადასხვა სახეობის მცენარეებში განსხვავებული რაოდენობის ენერგიის აკუმულირება ხდება.

ნიადაგის საპროფილურ ენერგეტიკული პარამეტრები გამოიხატება, ე.წ. ბიოლოგიური პროდუქტიულობის ტოლობით, რომელსაც ასეთი სახე აქვს:

$E$  (ენერგია) მოხმარების  $(C = \text{ფიქსირებული } (P) + \text{მეტაბოლიზმის } (R) + \text{გამოყოფის } (FU))$ , სადაც  $P + R = \text{გამოყენებულს}$ .  $A$  - ეს არის ასიმილირებული ენერგია (იხარჯება ზრდასა და სუნთქვით მეტაბოლიზმზე), რომელიც თავის მხრივ შედგება გაფანტულისა და შემდეგი ტროფიკული დონისათვის პოტენციურად მიღწევადი. ნიადაგის ცხოველები საკმაოდ ეფექტურად ახდენენ მოხმარებული საკვების შეთვისებას (40-50%) და  $P/C$  10-20%-ია.  $A$ -ს უმეტესი ნაწილი იხარჯება სუნთქვის დროს (45-85%) და მხოლოდ 15-50% იხარჯება ზრდასა და გამრავლებაზე (Luxton, 1982, Petersen, Luxton, 1982). ტენის ჭიების *Philoscia muscorum*-ის პოპულაცია შემდეგნაირად ახდენს მოხმარებული ენერგიის გადანაწილებას: მთელი წლის განმავლობაში მათ მიერ მოიხმარება 70კგ/მ<sup>2</sup> მათგან პროდუქტიულობაზე - 1.95, სუნთქვაზე - 11.3, გამრავლებაზე - 0.22, ექსკრეციაზე - 0.1, ექსკრემენტებთან ერთად გამოიყოფა - 56.5 კგ. გათვლებმა აჩვენეს, რომ მოცემული ეკოსისტემის ბინადარი ტენის ჭიების სუნთქვა შეადგენს ხრწნად მასალაში შემავალი ენერგიის 0.82% და რომ ამ პოპულაციაში საკვებთან ერთად მთელი წლის განმავლობაში წარმოებული მცენარეული საფარის 5% გადის (Hassal, 1977). *Tracheoniscus ratkei* ტენის ჭიების მიერ ენერგიის სრული მოხმარება უტოლდება 2799 კკა/მ<sup>2</sup>, გამოყოფილი ენერგიის რაოდენობაა 1871 შეთვისებული კი - 927 კკა/მ<sup>2</sup> (Wite, 1968). მოხმარებული ენერგიის 2/3 (31-33 კგ/მ<sup>2</sup>) ფეკალიებთან ერთად ბრუნდება ეკოსისტემაში და მხოლოდ 1% გამოიყენება მრავალფეხა *E. nanus* მიერ (Boller, 1986).

ანალოგიური დაწვრილებითი კვლევები ლაბორატორიულ პირობებში ჩაატარა ჰოლტერმა (Holter, 1973, 1974, 1975, 1977, 1979) კოპროფაგებზე, კერძოდ კი ნეხვის ხოჭოების მატლებზე. ამ ცდების შედეგებში, რომლის დროსაც მატლები იკვებებოდნენ ძროხის ნაკელით, ავტორს მოჰყავს რამოდენიმე სეზონის განმავლობაში პოპულაციის მიერ განვლილი მეტაბოლური პროცესების რაოდენობრივი გათვლები. მათ მიერ საკვების სადღეღამისო მოხმარების, ასიმილირებული საკვების რაოდენობის, ნივთიერებათა ცვლასა და ქსოვილების ზრდაზე გაწეული ხარჯის კვლევის საფუძველზე ჰოლტერი განსაზღვრავდა აქტიური კვების პერიოდში (5-6 კვირა) ამ მატლების პოპულაციაზე გავლილი ენერჯის რაოდენობას. ლაბორატორიულ პირობებში შეისწავლიდნენ II და III ასაკის მატლების მიერ მოხმარებული საკვების რაოდენობას და პროდუქციაზე გაწეულ ენერგეტიკულ ხარჯებს, კვლევები ტარდებოდა მუდმივი 17°C ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში. მატლების ასიმილაციის ეფექტურობა 7-10% შეადგენს, რაც მნიშვნელოვნად დაბალია სხვა პირველად დამშლელებთან შედარებით. ამასთანავე საკმაოდ მაღალი საკვების მოხმარების კოეფიციენტი: II ასაკის მატლებისათვის ეს სიდიდე შეადგენს - 380-430%, ხოლო III თაობისათვის - 175-300%. ასიმილირებული საკვების სიმცირე ამ შემთხვევაში კომპენსირდება დიდი რაოდენობის საკვების მოხმარებით. *Aphodius rufipes* L.-ის მატლების ენერგეტიკული ბიუჯეტის შედარებას ახდენდნენ სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმის (5°-24°) პირობებში. სავსე პირობებში მატლების ზრდის ეფექტურობა უფრო მაღალი იყო ლაბორატორიულ პირობებთან შედარებით. მოცემული მატლების პოპულაციის მიერ გატარებული ენერჯის წლიური რაოდენობა 390 კკალ/მ<sup>2</sup> შეადგენს. პოპულაციის მიერ 1972 წელს ასიმილირებული ენერჯია შეადგენდა 1.8%, ხოლო 1974 წელს მათ მიერ ასიმილირდებოდა მთელი ენერჯის 3.8%. ეს მონაცემები ნათლად გვიჩვენებენ რომ მატლების მიერ ენერგეტიკულ წრებრუნვაში საკმაოდ დიდი წვლილის შეტანა ხდება. იქიდან გამომდინარე, რომ ეს ხოჭოები შეადგენენ დომინანტ ჯგუფებს მინდვრისა და სამოვრების ეკოსისტემებში, მათი ბიომასისა პარამეტრებიდან და მეტაბოლური აქტივობიდან გამომდინარე თავისუფლად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ისინი აქტიურად მონაწილეობენ ორგანული შენაერთების ტრანსფორმაციაში. მიუხედავად იმისა, რომ მათ მიერ ხდება ნეხვის მცირე რაოდენობის ასიმილირება, მათ ექსკრემენტებში დადგენილია ძალიან მაღალი მიკრობიალური აქტივობა გადამუშავებულ ფუნასთან შედარებით (Holter, 1977). კალორიმეტრული მეთოდებით ჩატარებული კვლევის შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ კოპროფაგების ექსკრემენტებში ენერგეტიკული პოტენციალი მნიშვნელოვნად მაღალია მოხმარებულ საკვებთან შედარებით. ასიმილირებული ენერჯია თუ შეადგენს 450 კალორიას, ექსკრემენტების ენერჯია 3100 კალორიას აღწევს. კოპროფაგების მატლები ახდენენ ნეხვში არსებული პირველადი რაოდენობის ორგანული ნაერთის თითქმის 40%-ის ტრანსფორმირებას, დანარჩენი 60%-ის გარდაქმნა უკვე მიკროორგანიზმების აქტივობაზეა დამოკიდებული. ჭიაყელების მიერ ნეხვის ნიადაგში შეტანის ხარჯზე ხდება ორგანული ნაერთების 50%-ის დაშლა, ხოლო *A. rufipes*-ის მატლები შლიან 14-20%.

ბოკოკმა (Bocock, 1963), შეისწავლა რა მრავალფეხა *Glomeris marginata*-ს კვების რეჟიმი, დაადგინა, რომ ასიმილირებული ენერჯის 70% მიიღება ჰოლოცელულოზიდან, დანარჩენი კი ცხიმების და ხსნადი კარბოჰიდრატებიდან. იგი აგრეთვე, აღნიშნავდა, რომ ექსკრემენტების შემადგენლობაში საკვებთან შედარებით უფრო მეტი აზოტი და ამონიუმია. მრავალფეხების ექსკრემენტები, ჭიაყელების ექსკრემენტების მსგავსად მდიდარია ჰუმუსით,

შარდოვანათი და ამონიუმის მარილებით. აზოტისა და ამონიუმის მაღალი შემცველობა აიხსნება მათ ნაწლავებში მიკროორგანიზმების დაღუპვითა და ავტოლიზით.

მეცნიერების დიდ ინტერესს იწვევს ნიადაგში მობინადრე საპროფაგების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების და სხვადასხვა ტიპის ეკოსისტემებში მიმდინარე ბიოლოგიურ წრებრუნვაში მათი როლის შესწავლა. მითუმეტეს მაღალია ეს ინტერესი მაღალმთიანი ეკოსისტემების პირობებში, სადაც ისინი შეადგენენ მცენარეული საფენისა და ნიადაგის ბიომასის მნიშვნელოვან ნაწილს. მათ მიერ ხდება ნიადაგის ნიშის დაკავება მისი პროფილის დიფერენცირების დაწყებამდე (Стеняев, 1963). მაღალმთიანეთში არსებული აბიოტური ფაქტორების ექსტრემალურობა ინტენსიურ ძოვასთან ერთად განაპირობებენ სამოვრების დეგრესიის ხარისხს, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს ნიადაგის უხერხემლოთა გარკვეული სახის სისტემატიკური მრავალფეროვნების რედუქციას, კონცენტრაციას ქვების ქვეშ და სხვა დაცულ მიკრობიოტოპებში. მთლიანობაში მაღალმთიანეთის პირობებში არსებული თანასაზოგადოებების სტრუქტურა გამოირჩევა თავისი სიმარტივით, რითაც ამარტივებს და ამკაცრებს ნიადაგში მობინადრე ცხოველთა კომპლექსების შესწავლას. ნიადაგის ცხოველთა ცხოველმყოფელობის მაჩვენებლების რაოდენობრივი შესწავლა საშუალო ბას იძლევა შევისწავლოთ ამ ორგანიზმების ადაპტაციის მექანიზმები, რომლებიც გამომუშავებულია გარემო პირობების ექსტრემალურობით. განსაკუთრებულ ინტერესს კი იწვევს მაღალმთიანი სამოვრების სპეციფიურ პირობებში მობინადრე ნიადაგის ცხოველთა როლის, როგორც ჰუმიფიკატორებისა და მინერალიზატორების, შესწავლა.

ყოველივე ზემოთქმული აშკარა დამამტკიცებელია იმისა, თუ რამდენად არის დამოკიდებული ნიადაგის ნაყოფიერება და პროდუქტიულობა ისეთ მნიშვნელოვან კომპონენტზე, როგორც არიან მასში მობინადრე ცხოველები და მათი ცხოველმოქმედება (სურ. 1).

## თაზო II. საკვლევი ტერიტორიების კლიმატური პირობები და ნიადაგები

ნიადაგწარმოქმნის პროცესი პირველადი სუქცესიური პროცესებიდან იწყება, და გამოიხატება ფიზიკურ და ქიმიურ გამოფიტვაში, რასაც თავის მხრივ მიყვავართ ისეთი მთის ნიადაგების ძირეული ჯიშების გაფაშარავებისკენ, როგორებიცაა ბაზალტები, გრანიტები, თიხნარები, ქვიშნარები და სხვა. დროთა განმავლობაში ამ გამოფიტული შრეების დასახლება იწყება მთელი რიგი მიკროორგანიზმებით, რომლებიც ახდენენ სუბსტრატის გარდაქმნას და ორგანული ნაერთებით გამდიდრებას. ამ მოქმედების შედეგად პირველად ნიადაგებში მიმდინარეობს მცენარეებისათვის ისეთი უმნიშვნელოვანესი ელემენტების დაგროვება, როგორიცაა ფოსფორი, კალიუმი, კალციუმი და სხვა. და ამის შემდეგ უკვე ხდება პირველადი ნიადაგების დასახლება მცენარეებით და მცენარეული თანასაზოგადოებების ფორმირება იწყება, რაც თავის მხრივ გარკვეულ სახეს აძლევს ბიოგეოცენოზს.

თანდათანობით ნიადაგწარმოქმნის პროცესებში ერთვებიან ნიადაგის უფრო ღრმა შრეები და შედეგად ნიადაგების უმრავლესობა ღებულობს გამოხატულ შრეობრივ პროფილს, რომელიც ნიადაგის ჰორიზონტებად არის დაყოფილი. მიმდინარეობს ნიადაგის ჩასახლება ნიადაგის ორგანიზმების კომპლექსით – ედაფონით: ბაქტერიებით, სოკოებით, მწერებით, ჭიებით და მთხრელი ცხოველებით. ედაფონი და მცენარეები მონაწილეობენ ნიადაგური დეტრიტის ჩამოყალიბებაში, რომელსაც დეტრიტოფაგები მოიხმარენ და ატარებენ თავის საჭმლის მომნელებელ ტრაქტში, კერძოდ ჭიები და მწერების მატლები. მაგალითად, ჭიაცილები მთელი წლის განმავლობაში ერთ ჰექტარ ნაკვეთზე ახდენენ 50 ტონა ნიადაგის გადამუშავებას. მცენარეული დეტრიტის გადამუშავების შედეგად წარმოიქმნება ჰუმინური ნივთიერებები - შედარებით სუსტი ორგანული და ფულვომჟავები - რომლებიც შეადგენენ ნიადაგის ჰუმუსის საფუძველს. მათი შემადგენლობა განსაზღვრავს ნიადაგის სტრუქტურულობასა და მცენარეების მიერ მინერალური საკვები ელემენტების მიღწევადობას. სწორედ ნიადაგის ჰუმუსის სიმძლავრე და სიმდიდრე შეადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების საფუძველს.

ნიადაგის, როგორც ეკოლოგიური გარემოსთვის, ძირითად თვისებად შეიძლება ჩაითვალოს მისი ფიზიკური სტრუქტურა, მექანიკური და ქიმიური შემადგელობა, მჟავიანობა, ორგანული ნაერთების შემცველობა, აერაცია და ტენიანობა. ნიადაგში სწორედ ამ მაჩვენებლების ურთიერთმიმართება ქმნის ნიადაგების მრავალფეროვნებას.

ჩვენ მიერ, მიზნად დასახული ამოცანების განსახორციელებლად შერჩეული იყო საქართველოს ორი მაღალმთიანი რეგიონი: სამხრეთ საქართველოში - წალკა-დმანისის ზეგანი (ზღვის დონიდან 1700-1800 მ) და აღმოსავლეთ საქართველოში - ჯვრის უღელტეხილი (ზღვის დონიდან 2395 მ), ყაზბეგის მთის (ზღვის დონიდან 1900 მ) ფერდობები.

სამხრეთ საქართველოს მთიანეთის ცენტრალური ნაწილის ერთ-ერთი შემადგენელი ნაწილია წალკა-დმანისის ვულკანური ზეგანი, რომელიც თავის მხრივ თითქმის პარალელურად არის ორიენტირებული მთავარი კავკასიონის ქედის მიმართ და განლაგებულია აჭარა-იმერეთისა და თრიალეთის ქედების სამხრეთით (Абих, 1902). ზეგანის ფორმირება გარშემორკალული ქედების (აბული, სამსარი, ჯავახეთი, და სხვა) აქტიური ვულკანური მოქმედების შედეგია. ამ ქედების ამგები ვულკანური ქანები დიდ როლს თამაშობენ ზეგანის შემადგენელ ნაწილში, როგორც შავმიწებისა და მთა-მდელოთა ნიადაგების დედა ქანები, მოვაკებულ ნაწილში ამ მხრივ ფრიად მნიშვნელოვანია

ლიოსისებრი თიხების არსებობა, რომელზეც მეტი გავრცელება აქვთ საშუალო სახისა და გამოტუტვილ შავმიწებს.

წალკა-დმანისის ზეგანისათვის დამახასიათებელია მთიანი დატალღული რელიეფი დიდი რაოდენობის დადმართებისა და მოვაკებული ნაკვეთებით. ნიადაგწარმოქმნილი დედაქანები შემალღებულ ნაწილებში ანდეზიტო-ბაზალტი, ბაზალტი და მათი გამოფიტვის შედეგად დარჩენილი ძლიერ კარბონატული პროდუქტებია, ხოლო რელიეფის შედარებით სწორ და დაბლობ ადგილებში აღნიშნული ტიპის ნიადაგები გადაფარულია კარბონატული თიხნარით, ქვა-ქვიშა და სხვა სახის ამონთხეული ქანებისა და წარმონაქმნების ნარჩენებით (Петриашвили, Яшвили, 1979). წალკა-დმანისის ვულკანური ზეგანი შედარებით წყალუხვია და მის დეპრესიებში მრავლად არის დაჭაობებული ნაკვეთები.

ნიადაგის საფარი ძირითადად წარმოდგენილია მთის შავმიწებით, რომლებიც ფორმირებულია სუბალპური მდელოების ქვეშ. მთის შავმიწა ნიადაგები იყოფა: ტიპიურ შავმიწებად და შავმიწებისებურ ნიადაგებად, ეს უკანასკნელი გავრცელებულია მაღალმთიანეთში, დაახლოვებით ზღვის დონიდან 2000 მ და ხასიათდება პროფილის სიმძლავრით და ფხვიერებით. ეს ნიადაგები მდიდარია ჰუმუსით, საშუალოდ 8% აღწევს (ტალახაძე, 1963). ზღვის დონიდან 1300-1700 მ სიმაღლეზე წალკის რაიონში გავრცელებულ მთის ჩვეულებრივ შავმიწებს - ჰუმუსის შემცველობა აქტიურ ფენაში 3-4%-ის ფარგლებში მერყეობს, ამ შემთხვევაში სიღრმით ჰუმუსის შემცველობა თანდათან მცირდება, ხოლო ტიპიურ შავმიწებში ჰუმუსის შემცველობა 10-12% აღწევს (ურუშაძე, 1997). ეს ნიადაგები ხასიათდებიან მტკიცე მიკროაგრეგატული შემადგენლობით, სიფხვიერითა და საერთო ფორიანობით. მთის ათვისებული შავმიწა ნიადაგებიდან ისინი ყველაზე მაღალბონიტეტური ნიადაგებია. ჩვენს მიერ ნიადაგის ფაუნის შესწავლა ტარდებოდა დაბა წალკის შემოგარენში, სადაც შერჩეული იყო ორი ნაკვეთი. პირველი ნაკვეთი განლაგებულია ზღვის დონიდან 1650 მ-ის სიმაღლეზე, წალკის წყალსატევის სამხრეთ დასავლეთ ნაწილში. ნაკვეთის მცენარეული საფარი წარმოდგენილია მარმუჭის (*Alchimilla*), ისლისა (*Carex*) და ველის წივანას (*Festuca pratensis* Huds.) საფარით. ნიადაგის პროფილი შემოკლებულია და წარმოდგენილია შავი მარცვლოვანი მძიმე თიხნარით. მთელ სიღრმეზე ჭრილის გაკეთების შედეგად გამოჩნდა, რომ ჰუმუსოვანი ფენის სიღრმე თითქმის 35 სმ-ს აღწევს.

მეორე ნაკვეთის მცენარეული საფარი ძირითადად წარმოდგენილი იყო კეწეწურა (*Koeleria gracilis*), ჩვეულებრივი ნამიკრეფიას (*Agrostis capillaris*), ჭადრა სამყურას (*Trifolium canescens*), კურდღლისფრჩხილას (*Lotus caucasicus*) და ძირთეთრას (*Pastinaca aemena*) ნათესებით. აქ ნიადაგის პროფილი კარგად არის განვითარებული და წარმოდგენილია შავი მჭიდრო მძიმე თიხნარი. ჰუმუსის შრე 32სმ-ს აღწევს (პეტრიაშვილი, იაშვილი, 1979). წალკის რაიონის მთის შავმიწა ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობა 19%-ია (სურ. 1). აქედან გამომდინარე ნიადაგისთვის დამახასიათებელია შთანთქმის მაღალი უნარიანობა (შთანთქმული კათიონების რაოდენობა აღწევს 56-63 მგ-ეკვ/100 გ) Ca-ისა და Mg-ის ჭარბი შემცველობით. ნიადაგის რეაქცია მაღალ ფენებში pH - 5.5-6.5, ხოლო ქვედა შრეებში ნეიტრალურს უახლოვდება.

მცენარეული საფარი წალკის რაიონში წარმოდგენილია სტეპის ფორმაციებით, რომლებიც თანდათანობით გადადის მთა-მდელოს ფორმაციებში. ძირითადად გავრცელებულია უროსებრნი (*Andropogon ischaemum*), ვაციწვერასებრნი (*Stipa*), ველის წივანას (*Festuca pratensis* Huds.) და მარცვლოვან-ბალახოვანი ასოციაციით, აქვე უნდა

აღინიშნოს, რომ ეს საფარი სახეობრივი შემადგენლობის მხრივ ძალიან მდიდარია და თავის მხრივ ხელს უწყობს მძლავრი ჰუმუსოვანი პროფილის მქონე ნიადაგის ფორმირებას. კარგად არის განვითარებული მდელოს მცენარეულობა, რაც კლიმატის მაღალი ტენიანობის შედეგია (კეცხოველი, 1935).

შესწავლილი სიმაღლის სარტყელისათვის დამახსიათებელია ზომიერად ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი ზაფხულით, ნალექების ორი მაქსიმუმით წელიწადში. საშუალო წლიური ტემპერატურა 2 -დან 6 -მდე მერყეობს. ყველაზე ცივი იანვრის თვის - 7°-11°, ხოლო ყველაზე თბილი თვისათვის (აგვისტო) 14°-25°-მდე. წლიური ტემპერატურის ამპლიტუდა 24-25 გრადუსს არწევს. ნალექების წლიური რაოდენობა 542-638 მმ შეადგენს. ნალექების ყველაზე მეტი რაოდენობა აღინიშნება მაისსა და ივნისში. ჰაერის ტენიანობა საშუალოდ 83% აღწევს (სურ. 2). ვეგეტაციური პერიოდი არ აღემატება 180 დღეს. ნიადაგის ზედა შრე 10 სმ-ის სიღრმეზე ხშირად იყინება, რითაც არის განპირობებული სეზონური დინამიკის თავისებურებები და ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობა. ჰიდროლოგიური რეჟიმის მიხედვით წალკა-დმანისის ვულკანური ზეგანი განეკუთვნება მაღალმთიანი ჭაობის ქვეზონას.

სტეფანწმინდის რაიონში, სადაც ძირითადად გავრცელებულია მთა-მდელოს კორდიან-ტორფიანი ნიადაგები ბ-ნ თენგიზ ურუშაძის (1997) მონაცემების თანახმად მთა-მდელოიანი ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში ჰუმუსის შემცველობა 5% არ აღემატება, ხოლო ქვედა ჰორიზონტებში - ზოგჯერ 1%-ზე მეტია. ჰუმუსის ტიპი ფულვატური ან ჰუმატურ-ფულვატურია. შესაბამისად მთა-მდელოს ტორფიან ნიადაგებში 0-10 სმ ფენაში უხეში ჰუმუსის შემცველობა 15-18% შეადგენს და სიღრმით მისი რაოდენობა მკვეთრად ეცემა.

სტეფანწმინდის რაიონში მთა-მდელოთა ზონას დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც ბუნებრივ საკვებ ბაზას მეცხოველეობისათვის. მთის მასივი აქ წარმოდგენილია სუბალპურ და ნაწილობრივ ალპურ ზონაში გაბატონებული მთა-მდელოთა კორდიანი ნიადაგებით, სუბალპური სარტყლის ქვედა ნაწილში საკმაოდ დიდი ადგილი უკავია მეორად მთა-მდელოთა ნიადაგებს, რომლებიც ყოფილი ტყის ნიადაგების საფუძველზე წარმოიქმნენ. ალპურ ზონაში ნიადაგური პროფილი მცირე და საშუალო სისქით ხასიათდება, ჭარბობს კორდიან-ტორფიანი და პრიმიტიული მთა-მდელოთა ნიადაგები (საბაშვილი, 1965). ნიადაგები აქ შავია და გადაჰკრავს მორუხო ფერი, მჭიდრო და წვრილ მარცვლოვანი სტრუქტურა აქვს. ჰუმუსოვანი შრის სისქე 28 სმ-ს აღწევს. გამოირჩევა ნაკლები მჟავიანობით (pH-6-6.4) და კორდიანობით (საშუალოდ 10 სმ სისქე).

იურული ქანები მეოთხეული და თანამედროვე ცინულოვანი და მდინარის დანალექებით არის გადაფარული. ყაზბეგის მთის მასივის შემადგენლობაში გვხვდება არა მარტო ლავური წარმონაქმნები არამედ ქვედა იურული დანალექი შრეებიც, რითაც ქმნის მძლავრ ფუნდამენტს, რაზედაც აღმართულია ყაზბეგის მთის უზარმაზარი ორთავიანი ვულკანური წარმოშობის, ზღვის დონიდან 5047მ სიმაღლის მქონე მწვერვალი. მწვერვალიდან სხვა და სხვა მიმართულებით ეშვებიან ლავის ნალვენთები, რომლებიც მდ. თერგისაკენ ეშვებიან (Схиртладзе, 1958).

ნაკვეთი, სადაც ტარდებოდა კვლევები განლაგებულია ყაზბეგის ქედის ჩრდილო ფერდობზე მდ. თერგის აუზში.

სტეფანწმინდის რაიონი გამოირჩევა სხვადასხვა შედგენილობის სუბალპური და ალპური მდელოების მცენარეული ფორმაციებით. ყველაზე ტიპიურად სუბალპური მდელოს მცენარეულობა, უმთავრესად მარცვლოვანი, მარცვლოვან-ნაირბალახოვანი და

ნაირბალახოვანი თანასაზოგადოებების სახით არის წარმოდგენილი. მარცვლოვანი ჯიშის ძირითადი კორდშემქმნელი სახეებიდან გვხვდება: ტიმოთელა (*Phleum pratense*), ჭრელი შვრიელა (*Bromus variegatus*), ნამიკრეფია (*Agrostis planifolia*), ოქროშვრია (*Trisetum flavescens*) და სხვა, პარკოსნებიდან ყველაზე მეტად არის გავრცელებული სამყურა (*Trifolium canescens*). ნაირბალახოვანი მცენარეულობა მდიდარი სახეობრივი შემადგენლობითაა წარმოდგენილი. სუბალპური ზონა ძირითადად წარმოდგენილია დეკას (*Rhododendron caucasicum*) სახით, რომელიც ზოგან ძალიან ხშირ რაყებს ქმნის და ხელს უწყობს მთა-მდელოების ტორფიანი ნიადაგების წარმოქმნას. ქსეროფიტული მცენარეულობიდან ყველაზე დიდი ადგილი აბზინდას (*Artemisia absinthium*) უკავია და განვითარებულია დაახლოებით ზღვის დონიდან 1700-1800 მ სიმაღლეზე, უფრო მაღლა მას ცვლის აქა-იქ არსებული კლდე-ნაზვავთა მცენარეულობა.

სტეფანწმინდის რაიონის სუბალპური სარტყელის კლიმატი გამოირჩევა მაღალი ტენიანობით, ხანგრძლივი ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი გრილი ზაფხულით. მასიური ვეგეტაციის პერიოდი იწყება აპრილის ბოლოს და ოქტომბრის თვემდე გრძელდება.

ყველაზე დაბალი ტემპერატურა აღინიშნება დეკემბერსა და იანვარში  $-3^{\circ}$ ,  $-5^{\circ}$ . მეტნაკლებად თბილი თვეებია ივლისი და აგვისტო ( $15^{\circ}$ - $17^{\circ}$ ). ნალექების საერთო რაოდენობა წლის განმავლობაში 800-900 მმ-ია (სურ. 3). ნალექების ყველაზე მეტი რაოდენობა (90-100 მმ) მოდის მაისისა და ივნისის თვეებში. ჰაერის ტენიანობა საკმაოდ მაღალია და ზაფხულის თვეებში 75% აღწევს.

ჯვრის უღელტეხილის ტერიტორია განეკუთვნება კავკასიონის სამხრეთ ფერდობს და ძირითადად შედგება ზემოიურული კარბონატული ჯიშის ქანებისაგან. ფართოდ არის განვითარებული აგრეთვე ახალგაზრდა ფენები, ეფუზიური სახეობის - ლავა და პიროკლასტოლიტები, მათი შემადგენლობაში ვარირებენ ანდეზიტები და დაციტები (Урушадзе, 1971).

ჯვრის უღელტეხილის ზონისათვის დამახასიათებელია მთა-მდელოთა ნიადაგების შედარებით დიდი სისქე. აქ რელიეფი ნაკლებად არის დანაწევრებული და დაფარულია მჭიდრო ბალახეული საფარით, რაც ხელს უწყობს ნიადაგის დამაგრებას, ზედაპირულ ფენებში კორდების განვითარებას და ნიადაგში ორგანული ნივთიერებების დიდი რაოდენობით დაგროვებას. მთა-მდელოთა ნიადაგების მასივები ძირითადად გამოყენებულია, როგორც ბუნებრივი სავარგულები (სამოვრები, სთიბები), რომელთაც ძალიან დიდი გამოყენებითი მნიშვნელობა აქვთ. განხილული ზონის სამოვრები შედარებით ნაკლებად არის და ტვირთული და აქედან გამომდინარე, მათ ბალახეული საფარის ნაკლები დაშლა ახასიათებს. ეს ზედაპირის ძლიერი დასერილობითა და დიდ ნაწილში სამოვრების ძნელად მისადგომობით. სუბალპურ და ალპურ მდელოებზე უმეტეს ფართობზე ბალახეულში ჭარბობს ნემსიწვერასნაირნი (*Geranium gymnocaulon*); ამ ბალახეულისათვის თავის მხრივ არ არის დამახასიათებელი გაკორდების პროცესი. ამ ზონის მაღალმთიან ნაწილში მარცვლოვანებიდან ყველაზე მეტად გავრცელებულია ნაირბალახოვან-ქასრიანთა დაჯგუფება (საბაშვილი, 1965).

სტეფანწმინდის რაიონისგან განსხვავებით ხასიათდება უფრო ტენიანი კლიმატით, ცივი ზამთრითა და შედარებით ხანმოკლე ზაფხულით. მცენარეული საფარის მასიური ვეგეტაცია იწყება მაისის ბოლოს. ჰაერის საშუალო ტემპერატურა  $-11^{\circ}$ , ხოლო აბსოლუტური მინიმუმი  $-30^{\circ}\text{C}$  შეადგენს. ყველაზე თბილ თვეებში (ივლისი-აგვისტო) საშუალო თვიური ტემპერატურა  $10^{\circ}$ - $14^{\circ}$  უტოლდება, ხოლო აბსოლუტური მაქსიმუმი  $30^{\circ}\text{C}$



(კორძაძია, 1961). ჯვრის უღელტეხილზე დიდი რაოდენობის ნალექი მოდის და წლიური რაოდენობა თითქმის 1500მმ-ს უტოლდება. ნალექების ძირითადი რაოდენობა (232 მმ) მოდის ივნისის თვეში. მთელი წლის განმავლობაში 135 დღე ნისლიანი, მათგან მაქსიმალური რაოდენობა ზაფხულში უწევს. ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში ჯვრის უღელტეხილზე ჰაერის ტენიანობა 75% შეადგენს.

მეოთხე სურათზე წარმოდგენილია 24 საათიანი ტემპერატურული დინამიკა ნიადაგის ზედაპირზე და 20 და 30 სმ-ის სიღრმეზე.

ნიადაგის ტენიანობა განისაზღვრება ზედაპირული დატენიანებით და სხვადასხვა ექსპოზიციების ფერდობებზე ძლიერ განსხვავებულია. სამხრეთ ექსპოზიციის ძლიერ ქვადორიანი ნიადაგები შედარებით ნაკლები ტენიანობით გამოირჩევიან ჩრდილოეთის, აღმოსავლეთის და დასავლეთის ექსპოზიციების ნიადაგებთან შედარებით. აქ ნიადაგის ტენიანობა 70-75%-ია, ხოლო შედარებით მშრალ ამინდში ტენიანობა 15-20%-მდე ეცემა. სამხრეთ ფერდობის ექსპოზიციის ტენიანობა მშრალ პერიოდში შეადგენს 10-15%, ხანდახან 7%-მდეც ეცემა.

ცენტრალური კავკასიის სუბალპური სარტყელის ნიადაგების ჰიდროლოგიური რეჟიმის დამახასიათებელ თვისებად შეიძლება ჩაითვალოს სუსტად გამოხატული სეზონურობა. 0-15 სმ შრეში ნიადაგის ტენიანობა ყოველთვის მაღალია, 15-30 სმ-ის სიღრმის შრესთან შედარებით.

სტეფანწმინდის რაიონის სუბალპურ ზონაში ძირითადად ორი ტიპის ნიადაგებია ჩამოყალიბებული - სუბალპური მდელოს ქვით განვითარებული მთა-მდელოს ტიპის (მარცვლეული და მარცვლეულ-ბალახოვანი მცენარეული საფარი) და მთა-მდელოს ტიპის ნიადაგები, რომელიც სუბალპური ტყეებში გვხვდება (საბაშვილი, 1965). სუბალპურ და ალპურ სარტყლებში განვითარებული მთა-მდელოს ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია ზედა ჰორიზონტების მუქი შეფერილობა, მცირე სისქე, ნიადაგური პროფილის სუსტი დიფერენციაცია, ძლიერი ხირხატიანობა, ბალახების ფესვების და ტორფის სახით ორგანული მასების დაგროვება, ჰუმუსი 1-დან 15,2%-მდე. ნიადაგები ღრმადჰუმუსირებულია, ქვედა ჰორიზონტში ჰუმუსის შემცველობა ზოგჯერ 4,8% შეადგენს (ურუშაძე, 1997). ეს ნიადაგები ხასიათდებიან ჰუმუსის დიდი შემცველობით (1-დან 24%-მდე). ჰუმუსთან კორელაციაშია აზოტიც, როგორც საერთო ისე ჰიდროლიზატიც. მაგალითისთვის, უფრო გასაგები რომ იყოს, შემოგთავაზებთ ერთი ჭრილის დახასიათებას: ზღვის დონიდან 1900მ-ის სიმაღლეზე, დასავლეთის ექსპოზიცია, დახრილობა 30°C, ნაკვეთი დაფარულია ჭრელი წივანას (*Festuca varia-Miatotherboesa.*) ასოციაციის საფარით. ნიადაგი შავია მონაცრისფროსკენ გარდამავალი, მკვრივი წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურით. ჰუმუსოვანი ფენის სიმძლავრე აღწევს 28 სმ-ს. აღნიშნული ნიადაგები მთელი პროფილის გაყოლებაზე მჟავა და საშუალო ან მაღალჰუმუსოვანია, ღრმადჰუმუსოვანია და სუსტად ან საშუალოდ დატვირთულია. ამასთანავე მთა-მდელოს ნიადაგები მთა-მდელოს ტყის ნიადაგებისაგან განსხვავებით, ნაკლებ მჟავა და pH - 6.0 - 6.4, შედარებით მაღალ ჰუმუსოვანია (10%) და ხასიათდება C/N-ის ფართე შეფარდებებით და შთანთქმის უფრო მეტი მოცულობით (36 მგ-ეკვ/100გ ნიადაგზე) და Al-ის დიდი შემცველობით.

სტეფანწმინდის რაიონის სუბალპური სარტყელის მცენარეული საფარისათვის დამახასიათებელია პოლიდომინანტური, ძირითადად ბალახოვან-ცერცოვან-მარცვლოვანი ასოციაციების არსებობა. კვლევის რაიონში ფერდობები დაფარულია ტიპური სუბალპური ფორმაციებით: Brometo-agrostideta, Galamagrostideta, Deschampsieta, Hordeeta, Poeta.

სტეფანწმინდის რაიონის სუბალპურ ზონაში ჩამოთვლილი ფორმაციები შემდეგნაირად არის გადანაწილებული: Brometo-agrosdeta და აგრეთვე Hordeeta, გვხვდება შედარებით სწორ რელიეფზე, მშრალ და ღორღიან ნიადაგებზე; Festuca ovenae - სამხრეთი ექსპოზიციის მშრალ ფერდობებზე.

საერთო ფიტომასა საშუალოდ 27.2 ტ/ჰა შეადგენს, საიდანაც 22.7 მოდის მიწისქვედა ნაწილზე (83%), ხოლო დანარჩენი 4.6 ტ/ჰა მოდის მიწისზედა საფარზე (16.8%) საფენის მარაგი შეადგენს 2.65 ტ/ჰა (ორგანული ნივთიერებების საერთო მარაგის 7.9%). გეობოტანიკური კვლევების შედეგად გამოყოფილია ფიტომასის სეზონური მდგომარეობის 7 ფაზა. კვლევების შედეგები წარმოდგენილია 1 ცხრილში. ფიტომასა თავის მინიმუმს აღწევს ზაფხულის შუალედ ფაზაში, ხოლო მარაგი - ზამთრის ფაზაში (Нахуцришвили и др. 1980).

ჯვრის უღელტეხილზე მცენარეული საფარის ძირითადი ნაწილი (70-80%) წარმოდგენილია Nordus stricta-ს Iibbaldia parviflora-ს ასოციაციით, რომელიც განთავსებულია ტორფიან ნიადაგებთან ერთად სწორ რელიეფზე. ამავე სიმაღლეზე სამხრეთ ექსპოზიციის ფერდობებზე გვხვდება Festucetum mixtoherbosum, Festuca varia და Inula grandulosa (Нахуцришвили,1971) ასოციაცია.

ფიტომასის საერთო სიდიდე სეზონურად ყველა ფაზაში საშუალოდ შეადგენს 38.3 ტ/ჰა; 68.7% მოდის მცენარეული საფარის მიწისქვედა ნაწილზე (26.3ტ/ჰა), ხოლო მიწის ზედაწილი - 7.33 ტ/ჰა-ს შეადგენს, რაც საერთო ფიტომასის 19.3%-ია. საფარის რაოდენობა 5.4ტ/ჰა შეადგენს. აქ ისევე როგორც სტეფანწმინდის რაიონში მცენარეული საფარის ფიტომასის რაოდენობა სეზონური მდგომარეობის ფაზებზეა დამოკიდებული (ცხრ.2). ფიტომასის მაქსიმუმი აღინიშნა სექტემბერ-ოქტომბერში (სეზონური მდგომარეობის შემოდგომის ფაზა). შემოდგომაზე საფენის რაოდენობის მატება შეიძლება აიხსნას მცენარის ფესვის ახლოს მდებარე ნაწილების ჩამოცვენით, რაც მრავალი სახეობის მცენარეებისთვის არის დამახასიათებელი (Нахуцришвили и др. 1980).

**სტეფანწმინდის რაიონის მცენარეული საფარის ფიტომასა  
(ტ/ჰა აბს . მს რ. წონა) (ნახუცრიშვილის მიხედვით)**

ცხრილი 1

სეზონური მდგომარეობის ფაზები	საერთო მარაგი	მთვით ქვედა ნაწილი	მთვით ზედა ნაწილი	დეტრიტი
ადრე ზაფხულის (აპრილი-მაისი)	23.52	<u>20.6</u> 87.6	<u>4.9</u> 12.4	<u>2.3</u> 9.7
ზაფხულის (მაისი-ივნისი)	26.1	<u>21.9</u> 83.9	<u>4.2</u> 16.09	<u>2.24</u> 8.58
ადრე საზაფხულო (ივნისი-ივლისი)	27.4	<u>22.7</u> 83.03	<u>4.65</u> 17	<u>1.9</u> 6.9
საზაფხულო (ივლისი-აგვისტო)	31.7	<u>25.6</u> 80.9	<u>6.06</u> 19.14	<u>2.6</u> 8.24
გვიანი ზაფხულის (აგვისტო-სექტემბერი)	29.5	<u>23.9</u> 81.1	<u>6.00</u> 20.35	<u>2.97</u> 10.1
შემოდგომის (სექტემბერ-ოქტომბერი)	27.7	<u>22.2</u> 80.2	<u>5.6</u> 20.1	<u>3.3</u> 11.85
ზამთრის (დეკემბერ-იანვარი)	26.8	<u>22.7</u> 84.7	<u>4.1</u> 15.35	<u>3.6</u> 13.3

მრიცხველში ნაჩვენებია - ფიტომასის აბსოლუტური მაჩვენებელი;  
 მნიშვნელში - საერთო მარაგის პროცენტი

ამიერკავკასიის მდინარისპირა ტერასული ტყეების ფორმირება უძველეს ალუვიურ ნიადაგებზე ხდება. ნიადაგი ამ ტერიტორიებზე საკმაოდ ტენიანია და ცუდად გამობატული სტრუქტურით ხასიათდება. ალაგ-ალაგ გვხვდება ქვები. ნიადაგის სინოტივე სიღრმესთან ერთად მატულობს. ხემცენარეებიდან დომინირებენ: ალვის ხე (Populus hibrida), ტირიფი (Salix australior), თეთრი აკაცია (Robinia pseudoacacia), ჭალის მუხა (Quercus longipes), ჯაგრცხილა (Carpinus orientalis), რცხილა (Carpinus caucasica) და სხვ. (Гулисашვილი и др., 1975).

**ჯვრის უღელტეხილზე მცენარეული საფარის ფიტომასის განაწილება  
 სეზონური ფაზების მიხედვით  
 (ტ/კა აბს. მშრ. წონა) (ნახურციშვილის მიხედვით)**

ცხრილი 2

სეზონური მდგომარეობის ფაზები	საერთო მარაგი	მთის ქვედა ნაწილი	მთის ზედა ნაწილი	დეტრიტი
ადრე გაზაფხულის (აპრილი-მაისი)	28.96	$\frac{23.2}{80.1}$	$\frac{5.8}{19.9}$	$\frac{5.3}{18.2}$
გაზაფხულის (მაისი-ივნისი)	30.8	23.97	6.87	4.9
ადრე საზაფხულო (ივნისი-ივლისი)	32.1	$\frac{24.7}{76.9}$	$\frac{7.43}{23.1}$	$\frac{5.5}{17.09}$
საზაფხულო (ივლისი-აგვისტო)	35.2	$\frac{27.3}{77.5}$	$\frac{7.9}{23.1}$	$\frac{4.5}{12.9}$
გვიანი ზაფხულის (აგვისტო-სექტემბერი)	41.2	$\frac{32.02}{77.7}$	$\frac{9.2}{22.3}$	$\frac{6.6}{16.1}$
ზამთრის (დეკემბერ-იანვარი)	31.3	$\frac{24.8}{78.25}$	$\frac{6.5}{20.75}$	$\frac{6.04}{19.3}$

მრიცხველში ნაჩვენებია - ფიტომასის აბსოლუტური მაჩვენებელი;  
 მნიშვნელში - საერთო მარაგის პროცენტი

წარმოდგენილი საფარი ძირითადად ალუვიალური ქვიშა-ბალახოვანი ტიპისაა. საფენი 1-2 სმ სიმძლავრისაა.

**თაზო III.** ექსპერიმენტალური კვლევა: მასალა და მეთოდოლოგია

დასახული მიზნებისა და ამოცანების შესასრულებლად გარდა გარკვეული საცდელი ტერიტორიებისა კვლევის ობიექტად შევარჩიეთ უხერხემლო საპროფაგების ის სახეობები, რომლებიც თავისი რიცხოვნობით და ბიომასით დომინირებდნენ მაღალმთიანი მდელოების ეკოსისტემების მაკროფაუნის კომპლექსებში. საპროფაგების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების განსაზღვრა შესაძლებელი გახდა მცენარეული ნარჩენების პირველადი მომხმარებელი საპროფაგების წარმომადგენელთა რვა სახეობისათვის:

Myriapoda – Diplopoda – ორწყვილფეხიანი მრავალფეხები	
ოჯახი - Julidae	მოპოვების ადგილი
Megaphyllum brachyurum (Attems , 1899)	სტეფანწმინდის რაიონი ჯვრის უღელტეხილი თბილისის მიდამოები, მდ. ვერეს ხეობა
Julus sp.	სტეფანწმინდის რაიონი
Catamicrophyllum caucasicum (Verhoeff, 1900)	წალკა-დმანისის ზეგანი
ოჯახი - Polydesmidae	
Brachydesmus ferrugineus (Lohmander, 1936)	სტეფანწმინდის რაიონი
Isopoda- Oniscoidea – ტენის ჭიები	
ოჯახი - Porcellionidae	
5. Parcilisticus sp.	სტეფანწმინდის რაიონი
6. Trachelipus Budde-Lund, 1908	სტეფანწმინდის რაიონი
ოჯახი - Armadillididae	
7. Armadillidium Latreille, 1804	სტეფანწმინდის რაიონი
Insecta – Dermaptera- ყურბელები	
ოჯახი - Forficulidae	
8. Anechura bipunctata Fabricius	სტეფანწმინდის რაიონი

ყველა საკვლევი სახეობა საპროფიტოფაგების, მიწის ზედა მცენარეული ნარჩენების მომხმარებელ ცხოველთა ჯგუფს განეკუთვნება. აქვე გვინდა ვისარგებლოთ შემთხვევით და უღრმესი მადლობა გადავუხადოთ პროფესორ სერგეი გოლოვასს, რომელმაც აქტიური მონაწილეობა მიიღო ჩვენ მიერ მოპოვებული მასალის რკვევა-იდენტიფიკაციაში.

კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების (კვების რაციონი და საკვების შეთვისებადობა) განსაზღვრა მიმდინარეობდა ლაბორატორიულ პირობებში, მუდმივი ტემპერატურული რეჟიმის მიახლოებით 20°C პირობებში. საკვებად გამოვიყენეთ მათი ბინადრობის ბუნებრივ პირობებში მოპოვებული მცენარეული ნარჩენები. გამოყენებული იყო როგორც ფოთლოვანი ისე ფესვების ნარჩენები. ზოგიერთ ცდებში საკვებად გამოვიყენეთ რცხილას ფოთლების ნარჩენები, რომლებიც მთელი წლის მანძილზე ეყარა მიწაზე.

მასალის მოპოვება მიმდინარეობდა გაზაფხულსა და შემოდგომაზე, ნიადაგის ზედა ფენებში უხერხემლოთა აქტიური ცხოვრების პერიოდში.

სუბალპური სარტყელის ზონაში საპროფაგები გვხვდებოდა ნიადაგის ზედა შრეებში და კონცენტრირებულად გზის პირას ნაყარი ქვების ქვეშ.

ლაბორატორიულ პირობებში ცხოველებს ვინახავდით 500 მ<sup>3</sup> მინის ჭურჭელში, რომელშიც მოთავსებულია ნიადაგი და ტენიანი ფოთოლი. საკვების რაციონისა და სკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტის განსაზღვრა მიმდინარეობდა გრავიმეტრული მეთოდით (Стриганова, 1975, 1987). თითოეულ სახეობასთან ცდა ტარდებოდა 10-20 განმეორებადობით. ცდების მიმდინარეობის დროს ცხოველები განთავსებული იყვნენ ჭურჭელში სათითაოდ პეტრის ჯამებში (დიამეტრით 4.5 სმ) საკვებთან ერთად.

ცდის დაწყების წინ საკვების წინასწარ გამოშრობას ვახდენდით საშრობ კარადაში 80°C ტემპურატურის პირობებში, ვწმინდავდით ფუნჯით რათა არ შეყოლოდა მინერალური და სხვა ზედმეტი ნაწილაკები. თითოეული პეტრის ჯამში ვათავსებდით წინასწარ აწონილ 200-დან 1000მგ-მდე საკვებს. შემდეგ საკვებს ვალბობდით ადუღებულ წყალში 2 საათის განმავლობაში და შემდეგ ფილტრის ქაღალდის მეშვეობით ვაშრობდით, რათა არ შეყოლოდა წყალი. ცხოველთა ცოცხალი მასის განსაზღვრა ხდებოდა ელექტრონული სასწორის მეშვეობით, ცდის დაწყების და დასრულების შემდეგ. ცდის ხანგრძლივობა 4-6 დღელამეს შეადგენდა. ცდის დასრულების შემდეგ მიმდინარეობდა საკვებისა და ექსკრემენტების მშრალი წონის განსაზღვრა. ცდის მიმდინარეობის განმავლობაში ტენიანობის 75%-მდე შესანარჩუნებლად დამატებით ვახდენდით საკვების დანამვას. საკვებად სამყურას ფესვების გამოყენების დროს პარალელურად ვახდენდით ფესვების ნარჩენების აბსოლუტურად მშრალი მასის დადგენას ცდის დაწყებისა და დასასრულის შემდეგ. კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების გამოთვლას ვაწარმოებდით შემდეგი ფორმულების გამოყენებით

$$C = \frac{W_0 - W_t}{T} \quad (1)$$

$$A = C - FU \quad (2)$$

$$\frac{1}{A} = \frac{C - FU}{C} \quad (3) \text{ (Vinberg, 1962, 1964).}$$

- სადაც, C - კვებითი რაციონის სიდიდეა (მგ/ეგზ/დღელამეში)  
 W<sub>0</sub> - საკვების საწყისი მასა (მგ);  
 W<sub>t</sub> - ნარჩენი საკვების მასა (მგ);  
 T - ცდის ხანგრძლივობა (დღელამე);  
 A - ასიმილირებული ნივთიერების მასა (მგ/ეგზ/დღელამეში);  
 $\frac{1}{A}$  - საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი (%);

FU - მოუნელებელი და ცვლის პროდუქტების ნარჩენების მასა (მგ).

სხვადასხვა მასის მქონე უხერხემლოთა კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შედარების მიზნით გამოვიყენეთ საკვების მოხმარების კოეფიციენტის სიდიდე (k%) - ეს არის მოხმარებული საკვების მასა შეფარდებული სხეულის მასასთან (W)

$$k = C/W * 100\% \text{ (Стриганова, 1977)}$$

ცხოველთა სხეულის მშრალი მასის განსაზღვრა ხდებოდა სერიებად 100° ტემპერატურაზე მუდმივი მასის მიღებამდე.

მიღებული შედეგები სტატისტიკურად არის დამუშავებული და წარმოდგენილია მე-3 ცხრილში.

საკვებისა და ექსკრემენტების ენერგეტიკული ექვივალენტის განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ ვინბერგის (1968) კალორიმეტრული მეთოდი, რომელსაც საფუძვლად უდევს ორგანულ ნაერთებზე  $K_2Cr_2O_7$ -ის ჟანგვითი მოქმედება. ცდები ტარდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიის ინსტიტუტში.

**მაღალმთიანი ნიადაგებში მოზინადრე საკვლევი საპროფაგების სხეულის ცოცხალი და მშრალი მასის შეფარდება**

ცხრილი 3

ცხოველთა სახეობები	საშუალო ცოცხალი მასა მგ	ცოცხალი და მშრალი მასის შეფარდება %
ტენის ჭიები		
Parcillisticus sp.	27.6	26.6±0.8
Trachelipus sp.	18.6	26.4±1.6
Armadillidium s p.	9.65	33.6±1.0
მრავალფეხები		
Megaphyllum brachyurum	16.3	38.65±1.5
Julus sp.	37.4	40.05±1.9
Catamicrophyllum caucasicum	19.6	42.4±2.4
Brachydesmus ferrugineus	5.9	39.5±1.4
ყურბელები		
Anechura bipunctata	13.5-17.4	21.4±0.8

100 მლ მოცულობის საცდელ 100 მლ მოცულობის საცდელ ჭურჭელში ვათავსებდით 20-40 მგ მშრალი მასის მქონე მასალას და ვუმატებდით 50 მლ 0.1  $K_2Cr_2O_7$ -ის ხსნარს. წვა მიმდინარეობდა  $Ag_2SO_4$  (100 მგ) კატალიზატორის თანამონაწილეობით. კოლბას ვაცხელებდით 15 წუთის განმავლობაში საშრობ კარადაში 140°C ტემპერატურაზე. გაგრილების შემდეგ ვამატებდით ყოველ 10 მლ დამჟანგავზე 15 მლ დისტილირებულ წყალს. დარჩენილი დამჟანგავის კონცენტრაციას ვსაზღვრავდით სპექტროფოტომეტრზე 590მმკ სიგრძის ტალღაზე. ორგანული ნაერთის კალორიულობის გამოთვლას ვაწარმოებდით ოქსიკალორიულობის კოეფიციენტის ( $3.38\text{კკალ}/O_2$ ) საშუალებით. კალიბრირების მრუდის ასაგებად ვიყენებდით გლუკოზას. ექსკრემენტებისა და საკვების კალორიულობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ხუთჯერადი განმეორებადობით.

საპროფაგების ნაწლავებში გახრწნილი მცენარეული ქსოვილების უჯრედისის დაშლის ხარისხის შესაფასებლად გამოვიყენეთ უჯრედისის შემცველობის შედარება. ამისათვის ვიყენებდით უჯრედისის ჯაჭვური ჰიდროლიზის მეთოდს, რომლის გამოყენების დროს ადგილი აქვს უჯრედისის დაშლას მონოსაქარიდების დონეზე (Стриганова, 1970).

სინჯარებში შეგვექონდა 20-35 მგ საცდელი სუბსტრატი მასზე ვასხამდით 2 მლ 80%-იან კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და 1.5 სთ-ის განმავლობაში ვახდენდით დაჟანგვას ოთახის ტემპერატურაზე. ამის შემდეგ გამოხდილი წყლით ხსნარს ვავსებდით 30 მლ-მდე და ნარევს ვაცხელებდით წყლით სავსე ჭურჭელში 2.5 სთ-ის განმავლობაში უჯრედის სრულ ჰიდროლიზამდე. ხსნარის გაგრილების შემდეგ ვფილტრავდით და ფილტრატს ვავსებდით 20 მლ-მდე გამოხდილი წყლით.

ხსნარში მიღებული გლუკოზის რაოდენობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით სპექტროფოტომეტრით 620 მმკ სიგრძის ტალღაზე ანტრონის რეაქტივის მეშვეობით. მრუდის აგება ხდებოდა გლუკოზაზე.

ანტრონის რეაქტივის შემადგენლობა იყო შემდეგი: 200 გ ანტრონი, 8 მლ აბსოლიტური სპირტი, 30 მლ გამოხდილი წყალი და 100 მლ კონცენტრირებული გოგირდმჟავა (კუთრი წონა - 1.94). 1 მლ საცდელ ხსნარს ვუმატებდით 5 მლ ანტრონის რეაქტივს. სინჯარებს ვაცხელებდით 7 წთ-ის განმავლობაში. ხსნარის შეფერილობა გლუკოზის შემცველობის პირდაპირპროპორციული იყო.

სხვადასხვა ხარისხის დაშლილობის მქონე მცენარეულ ნარჩენებში ყოველთვის არის მონო- და დისახარიდების უმნიშვნელო რაოდენობა. მათი შემცველობის განსაზღვრა ხდებოდა ცხელი წყლით ექსტრაქციის მეშვეობით. ამისათვის სუბსტრატის 10-20 მგ-ის სუსპენზირებას ვახდენდით 10 მლ გამოხდილ წყალში 10 წთ-ის განმავლობაში ცხელ წყლიან აბაზანაში. ნარევის გაფილტვრის შემდეგ ფილტრატს ვავსებდით 10 მლ-მდე და ანტრონის მეთოდის მეშვეობით ვახდენდით გლუკოზის შემცველობის განსაზღვრას.

ჰიდროლიზის პროცესში გამოყოფილი გლუკოზის რაოდენობის განსაზღვრისთვის გლუკოზის საერთო რაოდენობას უნდა გამოვაკლოთ საწყისი რაოდენობა ნივთიერების მასის ერთეულზე გათვლით. უჯრედის დაშლის ხარისხის გამოთვლას ვაწარმოებდით = 0.9-გ ტოლობის მეშვეობით. უჯრედის შემცველობა გამოისახება სუბსტრატის მშრალი მასის %-ში. უჯრედის შემცველობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით ყოველ ცდაში სამჯერადი განმეორებადობით.

მცენარეულ ნარჩენებში და ექსკრემენტებში ნაცრის შემცველობის განსაზღვრას ვაწარმოებდით მუფელის ლუმელში მშრალი მასალის გახურების საშუალებით. გასახურებლად ფაიფურის ტიგელები გამოიყენება. საკვლევი მასალის საწყისი მასა 100-200 მგ შეადგენდა გახურება მიმდინარეობდა 4 სთ-ის განმავლობაში 500° ტემპერატურაზე, ამ პროცედურის გამეორება ხდებოდა მეორე დღეს. ნაცრის შემცველობას ყოველი სინჯისთვის განვსაზღვრავდით ათჯერადი განმეორებადობით.

ქიმიური ანალიზებისათვის გამოიყენებოდა აბსოლუტური მშრალი მასის მიღებამდე გამომშრალი სუბსტრატი, რომელთა დაქუცმაცებას ვახდენდით ფაიფურის ჯამში და ვცვრიდით 0.1 მმ დიამეტრის მქონე საცერში.

წარმოდგენილ ნაშრომში გამოყენებულია ტერმინოლოგია, რომელთა ახსნა-განმარტება მიგვაჩნია აუცილებლად:

„ედაფონი“ - მიკრო- და მაკროედაფონის წარმომადგენელი ნიადაგის უხერხემლოების ერთიანობა.

კონკრეტული ეკოსისტემის უხერხემლოთა კომპლექსის, პედობიონტების რიცხოვნობისა და ბიომასის კვლევის, მისი სტრუქტურის შეფასების დროს უფრო მართებულია ტერმინ „ფაუნა“-ს მაგივრად ტერმინ „ედაფონი“-ს გამოყენება მორდკოვიჩი (1995). ორგანული ნივთიერებების ნომენკლატორულ სქემაში ზოგიერთი მეცნიერის

აზრით ტერმინი „ედაფონი“ მოიცავს ცოცხალი ორგანიზმების ერთიანობას, ე.ი. ნიადაგის ბინადართ, რომლებიც შეადგენენ ორგანული ნივთიერებების ცოცხალ ნაწილს (Орлов и др., 2005). „ედაფონი“ თავის თავად მოიცავს 4 მორფო-ფუნქციონალურ ჯგუფს: ნანო-, მიკრო-, მეზო- და მაკროედაფონი, რაც თავის მხრივ შეესაბამება ნანო-, მიკრო-, მეზო- და მაკროფაუნას (Мордкович, 1995).

ნაშრომში მოცემულია მაკროედაფონის იმ წარმომადგენლების დახასიათება, რომლებიც მაღალმთიან ეკოსისტემებში მიმდინარე დესტრუქციულ პროცესებში ასრულებენ წამყვან როლს. მიკროედაფონს განეკუთვნებიან ინდივიდები რომელთა ზომაა <2 მმ, ხოლო მეზოედაფონს განეკუთვნებიან, მათ შორის არიან ჯავშნიანი და გამაზოიდური ტიპები და კოლემბოლები. მაკროედაფონის ჯგუფს განეკუთვნებიან ინდივიდები, რომელთა ზომა >2 მმ აღემატება - ესენია ჭიაყელები, ენხიტრეიდები (სინჯების ხელით გარჩევის შედეგად ამოყვანილი ინდივიდები), ფესხასსრიანები.

„ნიადაგის ბიოტა“ - ეს არის მიკრო- და მაკროედაფონის წარმომადგენელთა შემცველი ნიადაგის ორგანიზმების კომპლექსი.

„ფიტოდეტრიტი“ - მკვდარი მცენარეული ნარჩენები, რომლებიც მოიცავენ, როგორც ტყის საფენს, ისე მკვდარი ფესვების ნარჩენებს.

„დესტრუქცია“ - „დაშლა“, - „ტრანსფორმაცია“ - ეს არის იმ პროცესებისა და მოვლენების ერთიანობა, რომელიც განაპირობებს მკვდარი ორგანული, ძირითადად მცენარეული წარმოშობის ნივთიერებების დაშლას. ტერმინი მოიცავს როგორც მექანიკურ, ისე ქიმიურ დაშლას (Орлов, 2005), ცხოველთა მიერ მოხმარება-მონელებას, მინერალიზაციასა და ჰუმIFIკაციას.

„უხერხემლოთა კვებითი აქტივობა“ - საპროფაგების კომპლექსის მიერ დროის ერთეულში მოხმარებული ორგანული ნივთიერებების (ფიტოდეტრიტი) რაოდენობა.

საპროტროფული ბლოკის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების გამოთვლის დროს გამოყენებული იყო, როგორც ლიტერატურული, ისე ნიადაგის საპროფაგების ძირითადი ჯგუფების კვების აქტივობის საკუთარი მონაცემები.

„დესტრუქციული ან ბიოგენური ელემენტების დინება“ - დესტრუქციულ პროცესებში საპროფაგების კომპლექსის მიერ დროის ერთეულში ჩართული ორგანული ნივთიერებების (ფიტოდეტრიტი) ან ბიოგენური ელემენტების რაოდენობა.

„ბიოგენური ელემენტები“ - სხვადასხვა ტიპის უჯრედებისა და ორგანიზმების ცხოველმყოფელობისა და ფუნქციონირებისთვის აუცილებელი ელემენტები.

„ბიოგენური ელემენტების დინების კუთრი ინტენსივობა“ - გამოხატავს დროის ერთეულში საპროფაგების მასის ერთეულის მიერ მოხმარებული ბიოგენური ელემენტების რაოდენობას და გამოიხატება ტოლობაში I/B, სადაც I - ეს არის დინების სიდიდე, გ/მ<sup>2</sup> წელიწადში, B - არის საპროფაგების მასაში არსებული ელემენტების მარაგი (C და N) გ/მ<sup>2</sup> (Ганин, 1994; 2006; 2009; Безкоровайная, 2009).



#### **თაზო IV. მაღალმთიანი სამოვრების ნიადაგების ფაუნა (მეზოქაინოზოი) და მისი ღახასიათება**

ნაშრომი მიმართულია დღეისათვის ერთ-ერთი აქტუალური საკითხის - მაღალმთიანი რეგიონების, ალპური და სუბალპური სამოვრების ეკოსისტემების ყველა კომპონენტის კომპლექსური კვლევის და მათი ურთიერთქმედების შესწავლისადმი. ზოგადად მეცნიერებისათვის პრობლემა ფრიად მნიშვნელოვანია იმდენად რამდენადაც, ნიადაგის უხერხემლოები, მათი სასიცოცხლო აქტივობა უშუალო ზეგავლენას ახდენს მეცნარეების პროდუქტიულობაზე, ნიადაგის ნაყოფიერებაზე და გვევლინებიან, როგორც ნიადაგის რეჟიმის საუკეთესო ბიოინდიკატორები. ცნობილია, რომ ბუნებრივ ეკოსისტემებში პირველადი პროდუქციის თითქმის 90% კვდომის შემდეგ ხვდება ნიადაგში მეცნარეული ნაყარის სახით და ნიადაგის საპროფიტულ ორგანიზმებთან ერთად ერთვება ამ ორგანიზმების მიერ გამოთავისუფლებული ენერჯისა და კვების ელემენტების წრებრუნვაში.

მაღალმთიანი სამოვრების ნიადაგში მოხინაძრე უხერხემლოთა სახეობრივი შემადგენლობის, მათი განაწილების და ტროფიკული სტრუქტურის შესასწავლად ჩვენ მიერ შერჩეული იყო საქართველოს ორი - წალკისა და სტეფანწმინდის რაიონი, სადაც მეცხოველეობა პრიორიტეტულ დარგებად მოიაზრება და აქედან გამომდინარე იქ არსებული სავარგულები ძირითადად სამოვრებად გამოიყენება.

მოცემულ თავში წარმოდგენილია ამ რეგიონებში ჩატარებული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე შემუშავებული მაღალმთიანი სამოვრების ნიადაგების უხერხემლო ცხოველთა კომპლექსის ღახასიათება.

##### **IV.1. წალკა-ღმანისის ზეზანი**

##### **IV.1.2 ნიადაგის ცხოველთა ჯგუფური შემადგენლობის ღახასიათება**

მასალის მოპოვება და კვლევითი სამუშაოები მიმდინარეობდა სამ ნაკვეთში. ორი მათგანი (I და III) განთავსებული იყო შემადგენლობაზე ზღვის დონიდან 1650 მ-ის სიმაღლეზე და II ნაკვეთი კი მათ შორის 1620 მ-ის სიმაღლეზე. მონაკვეთებს შორის მანძილი 1-1.5 კმ-ია. ტერიტორია ძირითადად წარმოადგენს საკმაოდ დიდი დატვირთვის მქონე სამოვარს. მასალის მოპოვება ორმოს ამოთხრის შემდეგ მიწის ხელით გარჩევით მიმდინარეობდა, ეს მეთოდი ნიადაგის ზოოლოგიაში ფართოდ გამოიყენება (Гилларов, 1975). სინჯის ზომა სტანდარტულია 50 X 50 სმ.

თითოეულ ნაკვეთში გასვლები წარმოებდა გაზაფხულზე (მაისი, ივნისი, ივლისი) და შემოდგომაზე (ოქტომბერი). სინჯის სიღრმე 50 სმ აღწევდა. უხერხემლოთა რაოდენობისა და ბიომასის თვლა ტარდებოდა ცალკეული შრეების მიხედვით. ბიომასის განსაზღვრა ფიქსირებულ მდგომარეობაში წარმოებდა. ნიადაგის ხელით გარჩევის დროს ხდებოდა უხერხემლო საპროფიტების ისეთი ჯგუფების აღწერა, როგორცაა, ჭიაყელები, მრავალფეხები, მწერები, მოლუსკები.

მაკროფაუნის წარმომადგენელთა ჯგუფური შემადგენლობა და რიცხოვნობა წარმოდგენილია ცხრილში 4. ჭიაყელების 13 სახეობაა დაფიქსირებული - *Nicodrilus jassyensis jassyensis*, *N. caliginosus trapezoides*, *N. roseus roseus*, *Eisenia grandis perelae*, *E. foetida foetida*, *E. tetraedra tetraedra*, *Dendrobaena alpina alpina*, *D. veneta*, *D. pentheri*, *D. octaedra*, *D. kurashvillii*, *D. byblica byblica*, *D. lacteum* (Квавадзе, 1979, 1985).

**წალკის რაიონის ნიადაგების მაკროფაუნის ძირითადი წარმომადგენლები  
და მათი რიცხოვნობა**

ცხრილი 4

ჯგუფები	საცვლი ნაკვეთები		
	I შამალგა	II ლაკრძია	III შამალგა
Lumbricidae	344.0	219.0	266
Myriopoda	188	5	429
Insecta	155	103	153
სულ	687	327	848.7

ამ ნაკვეთებში ისევე, როგორც მთელ სამხრეთ საქართველოს ზეგანზე დომინანტ სახეობად *Nicodrilus jassyensis jassyensis*, სტეპის სახეობა გვევლინება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ეს სახეობა დეპრესიაში არ გვხვდება, აქ უფრო მრავლად გვხვდება ტენის მოყვარული სახეობები - *Dendrobaena alpina alpina*, *D. veneta* და *D. schemachaensis* (Квавадзе, 1979).

ნიადაგურ სინჯებში მწერებს შორის 6 რიგის და 11 ოჯახის წარმომადგენლები არიან აღრიცხული: Cicadidae (Homoptera), Forficulidae (Dermaptera), Carabidae, Scarabaeidae, Elateridae, Tenebrionidae, Byrrhidae, Curculionidae (Coleoptera), Geometridae (Lepidoptera), Tenthredinidae, Formicidae (Hymenoptera), Asilidae, Muscidae (Diptera).

ნიადაგში ძირითადად ხოჭოების მატლები გვხვდებოდნენ, მათი რიცხოვნობა თითქმის საერთო რაოდენობის 80% უახლოვდება. დეპრესიულ მონაკვეთში მატლების სიმრავლე ნაკლებად შეიმჩნეოდა, რაც შეიძლება აიხსნას იმით რომ ნიადაგის მოსახლეობა აქ ძირითადად სტეპის სიმშრალის მოყვარული ფორმებით არის წარმოდგენილი. ამ ცხოველებისათვის ოპტიმალურ ტემპერატურულ რეჟიმად შედარებით უფრო მაღალი ტემპერატურებია მიჩნეული, სწორედ ამიტომ ისინი უფრო მეტი რაოდენობით კარგად გამთბარ ნიადაგებში გვხვდებიან. ზრდასრული ხოჭოებიდან ძირითადად ბზუალები, ჭუპრობიდან ახლად გამოსული ცვირგრძელები და ფირფიტულვაშიანები ჭარბობდნენ მწერების სახეობრივი და ჯგუფური შემადგენლობის მიხედვით შესწავლილი ნაკვეთები მაინცდამაინც არ განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან (ცხრ. 5), მწერების ნიადაგში მობინადრე მატლების რიცხოვნობაც ყველა ნაკვეთში თითქმის ერთნაირია.

სამივე საკვლევ ნაკვეთზე მრავალფეხებიდან აღინიშნა Julidae-ს ოჯახის წარმომადგენელი მხოლოდ ერთი სახეობა: *Catamicrophyllum caucasicum* (Verhoeff, 1900), რომელიც საკმაოდ ფართოდ არის გავრცელებული საქართველოში და კავკასიაში. ეს სახეობა აღინიშნებოდა თბილისის მიდამოებში წმ. დავითის მთაზე (Attems, 1901; Jawlowski, 1929), ტაბაწყურის ტბის პირას (Lomander, 1936), აზერბაიჯანში (Стриганова, Логинава, 1984) და ცნობილი იყო როგორც *Anuroleptophyllum caucasicum* (Attems, 1901), მაგრამ 1995 წელს ჰენრიკ ენგჰოფის მიერ ჩატარებული რევიზიის შედეგად გადაყვანილი იქნა სინონიმში და დღეისათვის ცნობილია უკვე ამ დასახელებით (Enghoff, 1995).

**წალკის რაიონში დარეგისტრირებული მწერების მატლების  
სახეობრივი შემადგენლობა**

ცხრილი 5

ოჯახი	გვარები	სახეობრივი შემადგენლობა	სახეობები
Cicadidae	Cicadida sp.	1	
Forficulidae	Anechura	1	Anechura bipunctata
Carabidae	Carabida sp.	1	
	Carabus	4	C. maurus, C. adamsi, C. 35ranulates, C. clathratus
	Notiophilus	1	N. biguttatus
	Clivina	1	Clivina s p.
	Bembidion	2	B. unicolor, Bembidion sp.
	Calathus	1	C. fuscipes
	Pterostichus	2	Pt. varviscolor, Pt. lepidus
	Zabrus	3	Z. spinioes, Z. trinii, Zabrus sp.
	Amara	5	A.eurynota, A. aenae, Amara s p. a, b, g
	Ophonus	1	O. rufipes
Harpalus	8	H.distinquendus, H. smaragdinus, H. latus, H. rufipes, H. tardus, H. rufitarsis, H. aeneipennis, Harpalus sp.	
Scrabaridae	Amphimallon	1	A. solstitialis aetosus
	Rhizotrogus	1	R. aequinoctialis
Elateridae	Selatos omulb	1	S. latus
	Athous	1	A. niger
	Agriotes	3	A.gurgistanus , A. sputator, A. brevis
Tenebrionidae	Cylindrinotus	2	C. brevicollis, C. gibbicollis
Byrrhidae	Byrrhus	1	Byrrhus sp.
Curculionidae	Adelongatha sp.	1	
Geometridae	Geometrida sp.	1	
Tentredinidae	Tentredinida sp.	1	
Formicidae	Formicida sp.	1	
Asilidae	Asilida sp.	1	
Muscidae	Muscida sp.	1	

გამოკვლეულ ტერიტორიაზე მაკროფაუნის კომპლექსში მრავალფეხების ეს წარმომადგენელი ყველაზე მრავალრიცხოვანია დი მისი პოპულაციის სიმჭიდროვე საერთო რაოდენობის თითქმის 33% შეადგენს. სურათზე (5) წარმოდგენილია Catamicrophyllum caucasicum -ის შრეობრივი განაწილება სეზონების მიხედვით. როგორც სურათიდან გარკვევით ჩანს დეპრესიაში მრავალფეხები ერთეულზე გვხვდება, შედეგად ამ ადგილებში მაკროფაუნის საერთო რიცხოვნობა ორჯერ ნაკლებია, პირველ და მესამე ნაკვეთებთან შედარებით (ცხრ. 4).

აღსანიშნავია, რომ მოლუსკებიდან ნანახია ერთი სახეობა Helicidae-ს ოჯახის წარმომადგენელი Euompalia selecta (Kliku).

**IV.13 საპროფაუნის ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობის რიცხობრიობა**

მაკროფაუნის ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობის რაოდენობრივი შედარება სამივე საცდელ ნაკვეთზე, წარმოდგენილია სურათზე 6. მესამე ნაკვეთზე, რომელიც უხერხემლოთა

რიცხოვნობის მიხედვით ყველაზე მდიდარია, მრავალფეხები შეადგენდნენ 50.6%, სიმრავლის მიხედვით მეორე ადგილზე არიან ჭიაყელები - 31.4%, ხოლო მწერები კი მხოლოდ 18% შეადგენენ უხერხემლოთა საერთო რაოდენობიდან.

პირველ ნაკვეთზე დომინირებენ ჭიაყელები და მათი რაოდენობა უხერხემლოთა საერთო რაოდენობის 50% შეადგენენ და მათი აბსოლუტური რაოდენობა მესამე ნაკვეთთან შედარებით 1.5-ჯერ მეტია. მრავალფეხების სიმჭიდროვე ორჯერ ნაკლებია და შეადგენენ 27.5%, ხოლო მწერების რაოდენობა მხოლოდ 22.5%. მეორე ნაკვეთი შედარებით ღარიბად არის დასახლებული გამოირჩევა ჭიაყელების მკვეთრი რაოდენობრივი დომინირებით, მათი რაოდენობა შეადგენს უხერხემლოთა საერთო რაოდენობის 67%. მრავალფეხები პრაქტიკულად არ არიან - 1.5%, ხოლო მწერები შეადგენენ 31.5%. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ I და III ნაკვეთებზე თუ საერთო რაოდენობა საპროფაგების თითქმის ერთნაერია II ნაკვეთზე მათი რაოდენობა 1.5-ჯერ ნაკლებია.

#### **IV.14 უხერხემლოთა ვერტიკალური განაწილების თავისებურებანი**

მაკროფაუნის წარმომადგენელთა უმრავლესობა სამივე ნაკვეთზე ძირითადად გვხვდება 50სმ-ის სიღრმემდე. შედარებით მჭიდროდ დასახლებულია ზედა 30სმ-მდე ფენები. 30-50სმ-ის სიღრმეზე უხერხემლოები გვხვდებიან მხოლოდ ერთეულების სახით ცხვირგრძელების და ფირფიტულვაშიანთა მატლები (Kokhia, et al., 2010).

ჩვენ მიერ დეტალურად არის შესწავლილი შემადღებულ (I და III) ნაკვეთებზე სინჯების აღების განსხვავებულ დროს *Catamicrophyllum caucasicum*-ის განაწილება. დიდი ინტერესი გამოიწვია სეზონურმა დინამიკამ (სურ. 5). დეპრესიაში, II ნაკვეთზე მრავალფეხები პრაქტიკულად ერთეულების სახით გვხვდებოდნენ და წლის ყველა დროს კონცენტრირებული იყვნენ ნიადაგის ზედა შრეებში. ზამთარში ცალკეული ინდივიდები საკმაოდ ღრმად ჩადიან ნიადაგში. ამ შემთხვევაში შეიძლება აიხსნას ნიადაგის სტრუქტურითა (Рыбалов и др. 2002) და მასში არსებული კარგად აერირებადი ნაპრალების არსებობით, სადაც გროვდება საკმაო რაოდენობის ორგანული ნარჩენები და ზამთრის განმავლობაში მრავალფეხების მიერ გამოიყენება საკვებად. გაზაფხულზე მაისის თვეში ცხოველების ძირითადი მასა კონცენტრირებულია შედარებით მეტად გამთბარ ზედა შრეში. ზაფხულის განმავლობაში მრავალფეხების რაოდენობა ძირითადად 10-20 სმ-ის სიღრმის შრეში მატულობს. ეს შრე ნაკლებად ექვემდებარება ტენიანობის ცვალებადობას. შემოდგომაზე აქ ინდივიდების რიცხოვნობის მატება განსაკუთრებით კარგად შეიმჩნევა პირველ ნაკვეთზე. მრავალფეხები იკვებებიან ფესვებისა და საფენის ნარჩენებით, ხოლო სასიცოცხლო ციკლის აქტიურ პერიოდში მათი განაწილება თანხვედრა ძირითადი საკვები რესურსების ლოკალიზების ადგილს.

ნიადაგის ზედა ფენებში მრავალფეხების კონცენტრაცია ნიადაგის ზედა შრეებში განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული მაისსა და ივნისის თვეებში. ოქტომბრის თვეში დიპლოპოდების მნიშვნელოვანი ნაწილი წყვეტს კვებას და გამოსაზამთრებლად მიდის ნიადაგის ღრმა შრეებში, რადგან ამ ადგილებში ოქტომბრის ბოლოს უკვე იწყება სიცივეები.

#### **IV.15 დიპლოპოდების რიცხოვნობის სეზონური ცვალებადობა**

დიპლოპოდების რიცხოვნობის სეზონური ცვალებადობის შესწავლის შედეგები წარმოდგენილია მე-6 ცხრილში.

მრავალფეხების განსაკუთრებით დიდი რაოდენობა პირველ და მესამე ნაკვეთებში აღინიშნა მაის-ივნისში, ხოლო შემოდგომაზე დაფიქსირდა მათი რიცხოვნობის მკვეთრი ვარდნა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ კვლევის პერიოდი განსაკუთრებით ცივი ზაფხულითა და მაღალი ნალექიანობით გამოირჩეოდა. ოქტომბერში I და III ნაკვეთებზე მრავალფეხათა რაოდენობა პრაქტიკულად ერთნაერია. ზამთრის განმავლობაში I ნაკვეთზე აღინიშნა მათი რაოდენობის მნიშვნელოვანი შემცირება 192-დან 128 ეგზ/მ<sup>2</sup>-მდე. III ნაკვეთში კი მრავალფეხების რიცხოვნობა პრაქტიკულად არ შეცვლილა (ცხრ. 6). საზაფხულო აღრიცხვების პერიოდში კვლავ შეიმჩნეოდა რიცხოვნობის შემცირება I ნაკვეთზე - 33%, ხოლო III - ნაკვეთზე კი 45%-ით. ამრიგად, ზაფხულში III ნაკვეთზე მრავალფეხების რაოდენობა თითქმის განახევრდა, რაც სამოვრების გადატვირთვითაც შეიძლება იყოს გამოწვეული (Dumont et al., 2007). აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საპროფაგების რიცხოვნობის ეს ცვლა აუცილებლად უნდა იყოს მხედველობაში მიღებული დესტრუქციის პროცესებში მათი როლის შეფასების დროს.

**Catamicrophyllum caucasicum-ის რიცხოვნობის სეზონური დინამიკა ეგზ/მ<sup>2</sup>**  
ცხრილი 6

ნაკვეთი	თვე			
	მაისი	ივნისი	ივლისი	ოქტომბერი
I	128.0	348.0	86.0	192.0
II	2.0	-	2.0	10.0
III	203.0	1206.0	112.0	198.0

ამ სახეობის მრავალფეხების რაოდენობის მკვეთრი რყევადობა სხვა ავტორების მიერაც აღინიშნებოდა (Стриганова, Логинова, 1984). მცირე კავკასიონის აზერბაიჯანის ალპურ მდელოებზე ავტორების მიერ აღინიშნებოდა, მრავალფეხების ამ სახეობის საერთო რიცხოვნობის 26 ეგზ/მ<sup>2</sup>-დან 157.6 ეგზ/მ<sup>2</sup>-მდე ცვალებადობა (Samedov, Bababekova, 1980).

ამ შედეგმა თავისი გამოსახულება ჰპოვა სურათზე 7.

**IV.16 ნიადაგის საპროფაგების ბიომასა**

საკვლევი მასალის ბიომასის შეწავლის შედეგები წარმოდგენილია მე-7 ცხრილში.

ბიომასის მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩევა III ნაკვეთი, სადაც კონცენტრირებულია მრავალფეხების საერთო რაოდენობის თითქმის 18%. ივნისის თვეში Anuroleptophyllum caucasicum-ის ბიომასა სამივე ნაკვეთზე თუ შეადგენდა 952გ/მ<sup>2</sup> (64%), ერთი წლის შემდეგ მაისის თვეში იგივე მაჩვენებელი მხოლოდ 193 გ/მ<sup>2</sup>-ს (13%) აღწევდა, ხოლო ივლისში კი - 118 გ/მ<sup>2</sup> (8%).

**Catamicrophyllum caucasicum (Verhoeff, 1900) -ის ბიომასის განაწილება გ/მ<sup>2</sup>**  
ცხრილი 7

ნაკვეთი	თვე			
	მაისი	ივნისი	ივლისი	ოქტომბერი
I	48.6	110.5	35.9	67.7
II	4.4	-	4.6	22.0
III	140.1	842.1	78.4	133.1
სულ	193.1	952.6	118.9	222.8

ზოგადად საკვლევ ნაკვეთებზე მაკროფაუნის სხვადასხვა ჯგუფების წარმომადგენელთა ბიომასის კვლევის შედეგები მე-8 ცხრილშია წარმოდგენილი.

**მაკროფაუნის ცალკეული ჯგუფების ბიომასა წალკის რაიონში გ/მ<sup>2</sup>**  
ცხრილი 8

მაკროფაუნის ძირითადი ჯგუფები	ნაკვეთები		
	I	II	III
Lumbricidae	555.5	383.9	425.0
Myriopoda	262.7	31.0	1193.7
Insecta	103.6	162.0	168.5
Mollusca	2.85	1.5	42.0
სულ	924.65	678.3	1829.2

ბიომასის განსაკუთრებით მაღალი მაჩვენებლებით გამოირჩეოდა მესამე ნაკვეთი - 1800 გ/მ<sup>2</sup>. რა თქმა უნდა ამ შემთხვევაში ბიომასის ძირითად ნაწილს შეადგენდნენ მრავალფეხები, რომლებიც რაოდენობრივად დომინირებდნენ ამ მონაკვეთზე. მათი ბიომასა მთელი ზოოფაუნის ბიომასის 65% შეადგენს, მაშინ როცა ჭიაყელების ბიომასა ამავე მონაკვეთზე მხოლოდ 23%-ია, ხოლო მწერების ბიომასა კი - 9%. მესამე ნაკვეთი მოლუსკების ბიომასითაც გამოირჩეოდა და თითქმის 40 გ/მ<sup>2</sup>-ს აღწევდა.

პირველ ნაკვეთზე უხერხემლოთა ბიომასა ორჯერ უფრო მცირეა მესამე მონაკვეთთან შედარებით. ამ ადგილას რაოდენობრივად უკვე ჭიაყელები დომინირებდნენ და მათი ბიომასა შეადგენდა 60%, მრავალფეხების ბიომასა თითქმის მეოთხედია მესამე ნაკვეთთან შედარებით (24%) ხოლო მწერების ბიომასამ ამ ნაკვეთზე მობინადრე უხერხემლოთა საერთო ბიომასის 11% შეადგინა.

მეორე დეპრესიულ ნაკვეთზე დომინირებულ მდგომარეობას ინარჩუნებენ ჭიაყელები (66%), თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ მათი ბიომასის აბსოლუტური მაჩვენებელი პირველ და მესამე საცდელ ნაკვეთებთან შედარებით ნაკლებია. მწერების ბიომასა თითქმის მესამე ნაკვეთზე არსებულ მდგომარეობას ინარჩუნებს და 28%-ს უტოლდება.

ცხოველთა ბიომასის შრეობრივი გადანაწილების კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია მერვე სურათზე, სადაც გარკვევით არის გამოხატული, რომ როგორც რაოდენობრივად, ისე ბიომასითაც განსაკუთრებით გამოირჩევა ზედა პირველი შრე (0-10 სმ), სადაც პრაქტიკულად თავმოყრილია ცხოველთა მთელი ბიომასა.

**IV.1.7 ნიადაგის უხერხემლოთა კომპლექსის ტროფიკული სტრუქტურა**

გამოკვლევულ ნაკვეთებში აშკარად შეიმჩნეოდა საპროფაგების რაოდენობრივი დომინირება - ჭიაყელები, მრავალფეხა-დიპლოპოდები მცენარეული ნარჩენების ეს აქტიური დამშლელები. მათი რიცხოვნობის პრევალირება აშკარა იყო ყველა ნაკვეთში, რამაც მკვეთრი გამოხატულება ნახა მეცხრე სურათზე.

მდელოს ნიადაგებში ცხოველებისთვის ძირითად საკვებ რესურსს შეადგენს ფესვთა ნარჩენები, ხოლო მრავალფეხები მცენარის მიწის ზედა ნარჩენებსაც იყენებენ საკვებად. მწერების მატლებს შორისაც მოიპოვებიან საპროფილური კომპლექსის წარმომადგენლები. პირველ რიგში აღსანიშნავია ფირფიტულვაშიანი ხოჭოების მატლები.

გამოკვლეული საძოვარი მინდვრების ნიადაგებში დიდი რაოდენობით გვხვდებოდნენ ისეთი ხოჭოების მატლები, როგორცაა - *Geotrupes stercorarius*, *Aphodius erraticus*, *P. subteraneus*, *A. depressus*, *A. foetens*, *A. rufus*, *A. immundus*, *A. fimetarius*, *Onthophagus amuntas*, *O. vacca*, *O. fracticornis*, *Copris lunaris* (Джамбазишвили, 1970). განსაკუთრებით აღსანიშნავია მათი სიმრავლე პირველ და მეორე ნაკვეთებზე.

ფიტოფაგები ძირითადად აქ წარმოდგენილი იყო *Adelognatha* და *Phanerognatha*-ს გვარის ცხვირგრძელების მატლების სახით, შავტანიანები - *Cilindrinotus brevicolis*, *Cilindrinotus sp.*, ბზულა ხოჭოები - *Carabus maurus*, *C. adamsi*, *C. granulates* და სხვ., და ტკაცუნების მატლები - *Selatosomus latus*, *Athous niger*, *Agriotes obscure*, *A. staroki* (Гурғенидзе, 1983).

მტაცებლების კომლექსი წარმოდგენილია *Clivina*-ს, *Carabus*, *Notiophilus* და სხვა *Carabidae*-ს ოჯახის წარმომადგენელი გვარებით. ორფრთიანების მატლები კი ძირითადად *Asilidae*-ს ოჯახის წარმომადგენლებით არის წარმოდგენილი.

საპროფაგების რაოდენობა ყველა მონაკვეთზე მაკროფაუნის საერთო რაოდენობის 80%-ს აღწევს. ეს მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ წალკის რაიონის მდელოების ეკოსისტემებში ნიადაგის იარუსში ენერჯის ძირითადი ნაკადი მიმართულია დეტრიტული საკვები ჯაჭვების გავლით.

## IV.2 სტეფანავანის რაიონი

### IV.2.1 ნიადაგის ცხოველთა ჯგუფური შემადგენლობის დახასიათება

დიდი კავკასიონის მთა-მდელოიანი ნიადაგების კვლევა ტარდებოდა მცენარეული საფარის შემადგენლობით განსხვავებულ 4 ნაკვეთში: I - სამყურა-ნამიკრეფიას (*Trifolium*, *Agrostis*) ასოციაცია, განთავსებულია მაღალ ფერდობზე ზღვის დონიდან 1900მ; II - ისლიჭრელივანას (*Carex*, *Festuca varia*) ასოციაცია; განლაგებულია ჩრდილო-დასავლეთის ექსპოზიციის ტენიან ფერდობზე (ზღვის დონიდან 1900მ) და III-IV ნაკვეთების თვის დამახასიათებელია ძირხვენა-ნაირბალახოვანი ასოციაციები, რომელიც მდებარეობს ერთმანეთის გვერდით, ოდნავ მაღლა. ეს ორი ნაკვეთი შედარებით განსხვავებულ რეჟიმში იმყოფებიან: მესამე ნაკვეთი (ისევე როგორც I და II) შემოღობილია და არ იძოვება, ხოლო IV - არ არის შემოღობილი და შესაბამისად საკმაოდ ინტენსიურად არის დატვირთული ანუ იძოვება.

I და II ნაკვეთებზე მაკროფაუნის აღწერა ტარდებოდა 2009 წელს, ხოლო III-IV ნაკვეთებზე კი 2010 წელს. კვლევები ძირითადად ტარდებოდა 2009 წლის ივნის-ივლისში და სექტემბერ-ოქტომბერში. მასალის მოპოვება ხდებოდა 20 სმ სიღრმეზე გათხრილი ორმოებიდან. უფრო ღრმად ჩასვლა ნიადაგში ვერ ხერხდებოდა, რადგანაც დიდი რაოდენობით გვხვდებოდა ღორღი და ფიქალოვანი ნატეხები.

ნიადაგის ხელით დამუშავების დროს ვახდენდით მრავალფეხების, ჭიაყელების, ტენის ჭიების, მწერების მატლებისა და ნიადაგის მაკროფაუნის სხვა წარმომადგენლების ჯგუფებად განცალკევებასა და დათვლას. უხერხემლოთა რაოდენობრივი და სახეობრივი შემადგენლობა წარმოდგენილია ცხრილში 9. ჩვენ მიერ გამოკვლეულ ბიოგეოცენოზებში ჭიაყელები წარმოდგენილი არიან სულ ორი სახეობით: I ნაკვეთზე დარეგისტრირებულია *Dendrobaena shmidtii*, ხოლო II-ზე კი ამ სახეობის გარდა აღინიშნა მცენარეული საფენისათვის დამახასიათებელი სახეობის *Dendrobaena octaedra*-ს ერთეული ეგზემპლარები.

ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოვლენილია ნიადაგში მცხოვრები მწერების 50-ზე მეტი სახეობა, რომლებიც განეკუთვნებიან 8 რიგს და 21 ოჯახს, კერძოდ: Diplura, Dermaptera, Homoptera, Coccinea, Hemiptera, Coleoptera (ოჯ.: Dascillidae, Carabidae, Silpidae, Elateridae, Tenebrionidae, Ptinidae, Chryzomelidae, Bestrichidae, Curculionidae, Cerambycidae, Hymenoptera (ოჯ.: Entredinidae), Lepidoptera, Diptera, (ოჯ.: Syrphidae, Bibionidae, Stratomyidae, Tabanidae, Rhagionidae, Asilidae, Limonidae, Tipulidae, Empididae, Muscidae). აგრეთვე გვხვდებოდა ხოჭოებისა და ორფრთიანთა ჭუპრები (Элиава И.Я., и др.1977).

ჩვენს მიერ აღნიშნულ მწერთა უმრავლესობა განეკუთვნება ხემეშფრთაანთა რიგს, მაგრამ სამხრეთ საქართველოსგან განსხვავებით აქ ორფრთაანთა ტაქსონომიური შემადგენლობა გაცილებით მდიდარია და წარმოდგენილია 10 ოჯახით, რომელთა შორის სახეობრივად Muscidae-ს ოჯახია ყველაზე მრავლად წარმოდგენილი, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ბზუალა ხოჭოები წალკის რაიონთან შედარებით მწირად (მხოლოდ 8 სახეობა: Pterostichus chydus, Pt. lepidus, Pterostichus sp., Calathus melanocephalus, Calathus sp., Amara sp., Harpalus latus, H. tardus) არის წარმოდგენილი. რაოდენობრივად დომინირებულ სახეობებში აღსანიშნავი არიან ფირფტულგაშიანები (18 სახეობა: Aphodius orratus, A. fossor, A. punctipennis, A. sordidus, A. rufus, A. alpinus, A. gfigaticus, A. depressus, Heptaulacus, Geotrupes stercorarius, G. caucasicus, Caccobius schreberi, Onthophagus bifissicornis, O. fracticornus, O. Vacca, Onitellus fulvus, Hoplia pollinosa (ჯამბაზიშვილი, 1966). მრავალრიცხოვანი არიან ცხვირგრძელებისა და შავტანა ხოჭოების ოჯახები, თითოეული მათგანი ორ-ორი სახეობით არის წარმოდგენილი. ი. ჯამბაზიშვილის მონაცემებით სტეფანწმინდის რაიონში გვხვდება Oodes celispolita და Blaps scabrioscula montana (Tenebrionidae). წალკის რაიონში ამ სახეობებს დომინირებული მდგომარეობა ეკავათ. ეს ფაქტი შეიძლება აიხსნას ნიადაგის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სისუსტით, ნიადაგის ღორღიანობითა და ცივი კლიმატით.

სტეფანწმინდის რაიონში გამოკვლეულ I და II ნაკვეთებზე წარმოდგენილი ხოჭოების ოჯახების მრავალფეროვნება იმის მაჩვენებელია, რომ ინტენსიური ძოვება და საძოვრების დატვირთვა უარყოფითად არ მოქმედებს ხოჭოების ტაქსონომიურ შემადგენლობაზე.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ყურბელების დიდი რაოდენობა სტეფანწმინდის რაიონში, რომელიც ერთადერთი სახეობით Anechura bipunctata-თი არის წარმოდგენილი. ისინი მასობრივად გვხვდებიან გზისპირა ქვიან ფერდობებზე და კონცენტრირებული არიან ქვების ქვეშ მდებარე ბუდეებში. თითოეულ ბუდეში მათი რაოდენობა 10-დან 21-მდე მერყეობს (ახალგაზრდა ინდივიდების ჩათვლით).

სტეფანწმინდის შემოგარენში ჩვენ მიერ დარეგისტრირებულია ორწყვილფეხიანი მრავალფეხების (Diploda) 8 სახეობა: Megaphyllum brachyurum, Julus sp., Chromatijulus brachyurus, Chr. Divaricatus, Chr. rossicus, Brachydesmus ferrugineus, Br. karavaeovi, Polydesmus lucchatus. ერთეულების სახით ისინი გვხვდებიან პრაქტიკულად ყველა მონაკვეთში, განსაკუთრებით კი ივნის-ივლისში. მრავალფეხები ძირითადად კონცენტრირდებოდნენ ქვების ნაყარების ქვეშ.

ტენის ჭები ნაპოვნია I, II და IV ნაკვეთებში. ისინი მასობრივად გვხვდებიან ივნის - აგვისტოში. ტენის ჭიებს, ისევე როგორც მრავალფეხებს ვპოულობდით ქვების ქვეშ. ივნისში ისინი ძირითადად ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში გვხვდებიან. ივლისის თვეში ტენის ჭიები გვხვდებოდნენ უფრო ღრმა შრეებში - 10-20სმ-ის სიღრმეზე. სტეფანწმინდის რაიონში ტენის ჭიები წარმოდგენილი არიან: Armadillidium, Parcelisticus და Trachelipus-ის გვარების წარმომადგენლებით.



სტეფანწმინდის რაიონში მაკროფაუნის კომპლექსში მწერები შეადგენენ სახეობათა საერთო რაოდენობის 79.4, მაშინ როცა მრავალფეხების რაოდენობა შეადგენს 18.7%, ტენის ჭიების-4.8% და ჭიაყელები მხოლოდ 3.2%-ია.

**IV.2.2 გეოგრაფიის ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობა და ბიომასა**

მაკროფაუნის ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობისა და ბიომასის შესწავლის შედეგად მიღწეული მონაცემები შესაბამისად წარმოდგენილია მე-9 და მე-10 ცხრილებში. ჭიაყელების რიცხოვნობა პირველ ნაკვეთში ვარირებდა 10-დან 26 ეგზემპლარამდე/მ<sup>2</sup>, ხოლო ბიომასა 6.6-დან 9.9 გ/მ<sup>2</sup>. მეორე ნაკვეთში შესაბამისად 5-7 ეგზე/მ<sup>2</sup> და 1.8-3.0 გ/მ<sup>2</sup>. აქედან გამომდინარე აშკარად ჩანს, რომ მეორე ნაკვეთი რიცხოვნობითა და ბიომასით მნიშვნელოვნად ჩამორჩება პირველ ნაკვეთს, აქვე ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მდგომარეობა შენარჩუნდა კვლევების მიმდინარეობის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

**სტეფანწმინდის რაიონის საცდელ ნაკვეთებზე მაკროფაუნის ძირითადი ჯგუფების რაოდენობა (ეგზე/მ<sup>2</sup>)**

ცხრილი 9

გეოგრაფიის ჯგუფი	ნაკვეთი			
	I	II	III	IV
Lumbricidae	26.0	7.0	-	-
Myriapoda	10.0	6.0	7.0	3.0
Onib coidea	157.0	18.0	-	8.0
Inb ecta	20.5	24.7	104.0	51.6
სულ	213,5	55.7	111.0	62.6

პირველ საცდელ ნაკვეთში ტენის ჭიები შეადგენენ ამ ნაკვეთზე დაფიქსირებული უხერხემლოების საერთო რაოდენობის 73.5%, ხოლო მწერები, ჭიაყელები და მრავალფეხები შესაბამისად - 9.6, 12.2 და 4.7%. მეორე ნაკვეთი - ყველაზე ღარიბი აღმოჩნდა ნიადაგის უხერხემლოთა დასახლების მიხედვით ჭიაყელების რაოდენობა თითქმის ოთხჯერ ნაკლებია, პირველ ნაკვეთთან შედარებით, ხოლო ტენის ჭიების რიცხოვნობა რვაჯერ ჩამორჩება. თუმცა, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ორივე ნაკვეთზე ტენის ჭიების რაოდენობა ფარდობითი გამოსახვით დომინირებს, ხოლო ჭიაყელების წილი პრაქტიკულად ერთნაერია.

ყველა ნაკვეთში მწერების ძირითადი მასა თავმოყრილი აღმოჩნდა 0-10 სმ სიღრმის ფენაში. გამოწვევის წარმოდგენს მხოლოდ IV ნაკვეთი, სადაც მეორე, 10-20 სმ სიღრმის შრე უფრო მჭიდროდ აღმოჩნდა დასახლებული ვიდრე ზედა ფენა. ჩვენი აზრით, ეს მოვლენა შეიძლება აიხსნას საძვრის დეგრესიით (მცენარეული საფენის ჩატკეპნიტა და აქედან გამომდინარე, ნიადაგური საფარის შემჭიდროვებით) (Ke Xin, et al., 2005).

სტეფანწმინდის რაიონში ყველაზე მრავალრიცხოვანი აღმოჩნდნენ ფირფიტულვაშიანი ხოჭოების მატლები - 87.5 ეგზე/მ<sup>2</sup>. მიუხედავად იმისა, რომ აღინიშნებოდა ყურბელების თითქოს და დიდი რაოდენობა, მათი რიცხოვნობა ფრიად დაბალი აღმოჩნდა - 0.1 ეგზე/მ<sup>2</sup>, ხოლო ბიომასა, მხოლოდ 0.007გ/მ<sup>2</sup>-ს შეადგენდა. ყურბელების რიცხოვნობა პიკს აღწევდა ივნის-ივლისში.

ოთხივე გამოკვლეულ ნაკვეთზე მაკროფაუნის ძირითადი ჯგუფების რიცხოვნობის პროცენტული შეფასება ნაჩვენებია მე-9 სურათზე.

**სტეფანწმინდის რაიონის საცდელ ნაკვეთებზე მაკროფაუნის  
ძირითადი ჯგუფების ბიომასა (გ/მ<sup>2</sup>)**

ცხრილი 10

მეზოფაუნის ლომინანტი ჯგუფები	ბიომასა (გ/მ <sup>2</sup> )
Lumbricidae	13.54
Myriapoda	1.42
Oniscoidea	0.008
Insecta	5.3

მეორე ნაკვეთში დიდი მნიშვნელობა ენიჭებათ მწერებს (ძირითადად ბზუალა ხოჭოები და ორფრთიანთა ლარვები) (სურ. 9) მესამე ნაკვეთში დომინირებენ მწერები (93,7%), მათი აბსოლუტური რაოდენობა აქ ხუთჯერ მეტია ვიდრე I ნაკვეთში - ჭიაყელები და ტენის ჭიები აქ საერთოდ არ აღინიშნებოდა. მწერების მაქსიმალური რაოდენობა IV ნაკვეთში ფუნაგორია ხოჭოების ხარჯზე აღინიშნა (82.4%).

**სტეფანწმინდის რაიონში გამოკვლეული სახეობების რიცხოვნობა და ბიომასა**

ცხრილი 11

სახეობა	რიცხოვნობა ინდ/მ <sup>2</sup>	ბიომასა გ/მ <sup>2</sup>
Megaphyllum brachyurum	0.9	23.4
Brachydesmus ferrugineus	0.3	3.7
Julus sp.	0.5	39.65
Parcilisticus sp.	0.08	8.6
Trachelipus sp.	0.1	6.5
Armadillidium sp.	0.06	1.65
Anechura bipunctata	0.1	6.8

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მრავალფეხები - *Megaphyllum brachyurum* ჩვენ მიერ შედარებით დიდი რაოდენობით ნაპოვნია ჯვრის უღელტეხილზე (0.13 ეგზ/მ<sup>2</sup>, აქ მათი ბიომასა შეადგენდა 8.1 გ/მ<sup>2</sup>). სტეფანწმინდის რაიონში დიპლოპოდებიდან დომინირებდნენ - *M. brachyurum*, *Julus sp.* და *Brachydesmus ferrugineus*, რომელთა რიცხოვნობა და ბიომასა მე-11 ცხრილშია წარმოდგენილი. მრავალფეხების საერთო რიცხოვნობა სტეფანწმინდის რაიონის ნიადაგების მაკროფაუნის საერთო რაოდენობის 4.8%, ხოლო ბიომასა კი 2.7% შეადგენს.

ტენის ჭიებიდან ყველაზე მრავალრიცხოვანი იყვნენ - *Trachelipus sp.* - 0.1 ეგზ./მ<sup>2</sup>, მათი ბიომასა შეადგენდა 6.5 გ/მ<sup>2</sup>; ყველაზე მცირერიცხოვანი აღმოჩნდა *Armadillidium sp.* - 0.06 ეგზ./მ<sup>2</sup>. ტენის ჭიები ყველაზე მრავალრიცხოვანნი იყვნენ პირველ ნაკვეთზე, სადაც ისინი ყველა შესწავლილი ნაკვეთების მაკროფაუნის საერთო რაოდენობის 35.5% შეადგენს (სურ. 9).

I და II ნაკვეთებში სხვადასხვა წელს ნიადაგის უხერხემლოების რიცხოვნობის პიკი სხვა დასხვა თვეებზე მოდის და ძირითადად განისაზღვრება წამყვანი სახეობების რიცხოვნობის აფეთქებით. III და IV ნაკვეთებზე რიცხოვნობის პიკი ივნისზე მოდის - IV ნაკვეთზე მაკროფაუნის რიცხოვნობა ნაკლებ სტაბილურია. რაც სავსებით კანონზომიერია, რადგანაც ბალახოვანი საფარის სიფაშარავე განაპირობებს ამ რეგიონში მეტეოპირობებისადმი ცხოველთა მეტ მგრძობელობას.

მაკროედაფონის ღარიბი შემადგენლობა და დაბალი რიცხოვნობა შეიძლება აიხსნას ჰუმუსის ჰორიზონტის თხელი ფენითა და ნიადაგის ღორღიანობით.

#### IV.2.3 მიწოფაუნის ტროფიკული სტრუქტურა

სტეფანწმინდის რაიონში მდებარე გამოკვლევულ ნაკვეთებზე მაკროფაუნის კომპლექსებში საპროფაგების ერთგვარი უპრატესობა შეინიშნებოდა: ჭიკელები, მრავალფეხა-დიპლოპოდები და ტენის ჭიები მცენარეული ნარჩენების აქტიური დამშლელი არიან. გამოკვლევულ რეგიონში საპროფაგებისათვის საკვებს წარმოადგენს მცენარეთა ფესვების ნარჩენები (Tingey, et al., 2000), ხოლო დიპლოპოდები და ტენის ჭიები ამასთან ერთად მცენარის ზედა ნაწილების ნარჩენებსაც მოიხმარენ აქტიურად. მწერების მატლებს შორისაც გვხვდებიან საპროფაგები. პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს ორფრთიანთა ლარვები: Tipulidae, Bibionidae და ფირფიტულვამიანი ხოჭოების ლარვები. ფიტოფაგების კომპლექსში მოცემულ რეგიონში ისევე როგორც წალკის რაიონში წარმოდგენილია ცხვირგრძელა, შავტანა და ზოგიერთი სხვა სახეობის ტკაცუნა ხოჭოებით - *Athous circassicus*, *Ath. Circumidactus*, *Agriotos sputator* და სხვა ისეთი ოჯახებით როგორცაა *Chrisomelidae*, *Cerambycidae*, *Bostrichidae* და ა.შ.

მტაცებლების დაჯგუფება ძირითადად წმოდგენილია ბზუალებით: *Pterostichus chydeus*, *Pt. lepdus*, *Calathus melanocephalus*, *Amara sp.*, *Harpalus latus* და აგრეთვე ორფრთიანთა ოჯახებით: *Syrphidae*, *Asilidae*, *Rhagionidae*, *Empididae* და სხვა.

მოლუსკები წარმოდგენილი იყვნენ საკმაოდ მცირე რაოდენობით საქართველოში ყველაზე მეტად გავრცელებული *Hygromiidae*-ს ოჯახის წარმომადგენელი *Xerocrassa derbentina*-ს სახით.

ტროფიკული ჯგუფების პროცენტული თანაფარდობა რიცხოვნობის მიხედვით წარმოდგენილია სურ. 10.

საპროფაგების რაოდენობა ყველა ნაკვეთში შეადგენს დაახლოებით 50%-ს ანუ მთელი მაკროფაუნის ნახევარს. ფიტოფაგების რაოდენობა - 42.3%, ხოლო მტაცებლებისა სულ 7.5%. ეს მონაცემები გვიჩვენებს, რომ სტეფანწმინდის რეგიონში, ისევე როგორც წალკის რაიონში ენერჯის ძირითადი ნაკადი ნიადაგში მიმართულია დეტრიტული კვებითი ჯაჭვის გავლით.

**თაზო V. ნიადაგის საპროფაგების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები  
მაღალმთიანი ველოების ეკოსისტემაში**

საკვლევ ბიოცენოზებში ნიადაგის მეზოედაფონი წარმოდგენილი იყო ყველა ტიპის კვებითი სპეციალიზაციის წარმომადგენელით. ეკოსისტემის მდგომარეობის დიაგნოსტიკისათვის შეიძლება გამოყენებული იყოს საპროფაგებისა და მტაცებლების რიცხოვნობის შეფარდება. დაზიანებული და დაშლილი ბიოცენოზებისთვის დამახასიათებელია მტაცებლების სიმრავლე. ნაკლებ დაზიანებულ ეკოსისტემებში აღინიშნება ლარვების რიცხოვნობის მკვეთრი მატება, მაშინ როცა ფიტოფაგების უმრავლესობა ნამდვილად კარგად გრძნობს თავს ნაკლებდაშლილ ბიოცენოზებში და ნიადაგებში, სადაც კარგად არის განვითარებული საკვები ბაზა, რის დამადასტურებელია მათი რიცხოვნობაც.

მცენარეული ნარჩენების ხრწნისა და მინერალიზაციის პროცესებში ნიადაგის საპროფაგების რიცხოვნული მონაწილეობის შეფასება ეფუძნება მათი კვებითი აქტივობის განსაზღვრას - მათი სადღეღამისო რაციონის რაოდენობაზე და საკვების შეთვისებაზე. ცხოველების მიერ მცენარეული ნარჩენების მოხმარების სისწრაფე გვევლინება, დესტრუქციულ პროცესებში ჩართული ორგანული ნაერთების მასის მახასიათებელი.

მცენარეული მასალის მექანიკური დაქუცმაცება (Rybalov, 2003) თავისთავად აჩქარებს მიკროორგანიზმების მიერ მათ დაშლას, რაც მრავალჯერადად ზრდის მის ზედაპირს და უფრო ხელმისაწვდომს ხდის საპროტროფული ორგანიზმებისათვის. ამრიგად, უნდა ითქვას, რომ საპროტროფული კვებითი აქტივობა ახდენს მცენარეული ნარჩენების მიკრობიალურ დაშლის სტიმულირებას.

ამ თავში მოყვანილია ჩვენ მიერ შესწავლილი სუბალპური მდელოების საპროფილური კომპლექსის ძირითადი ბირთვის - მრავალფეხების, ტენის ჭიებისა და ყურბელების კვებითი მოთხოვნილებების კვლევის შედეგები. კვლევები ძირითადად ტარდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ზოოლოგიის ინსტიტუტის ბაზაზე.

აქვე გვინდა ვისარგებლოთ შემთხვევით და მადლობა გადავუხადოთ ინსტიტუტის ყველა თანამშრომელს, რომელთა თანადგომის გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა ამ ნაშრომის შესრულება.

**5.1 ორწვილოვნებიანი მრავალფეხები – DIPLOPODA**

**5.1.1 *Catamicrophyllum causicum* (Verhoeff, 1900)**

კვებითი აქტივობის პარამეტრების განსაზღვრისთვის ცდები ტარდებოდა უფროსი ასაკის ცხოველებზე 10 ჯერადი განმეორებით, მათი კვება ხდებოდა ფესვების მკვდარი ნარჩენებითა და მიწის ზედაპირზე არსებული მცენარეული ნაყარით. საცდელ სერიაში ცხოველთა ცოცხალი მასა მერყეობდა და 19-დან 79 მგ-მდე. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია მე-13 ცხრილში.

**კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები  
(საკვები - რცხილის ფოთლის ნაყარი)**

ცხრილი 13

ცხოველთა მასა საშუალო		კომპოზიციენტები				
მასა ცოცხალი W მგ	მასა შშრალი W მგ	C მგ/კგ <sup>3</sup>	C/W შშრ. %	A/C %	A/W შშრ. %	A მგ
42.5	17.1	5.9	39.02	79.9	30.9	5.2

C. caucasicum-ის შემთხვევაში აღინიშნებოდა მცენარეული ნარჩენების მოხმარების სიჩქარის მაჩვენებლების ინდივიდუალური განსხვავება. საერთო ჯამში C. caucasicum-ის საკვების მოხმარების კოეფიციენტი მერყეობს 13-დან 66%-მდე, აქვე უნდა აღინიშნოს რომ ეს მაჩვენებელი მცირდებოდა სხეულის მასის ზრდასთან ერთად (სურ. 11).

მცენარეული ნარჩენების შეთვისებადობის კოეფიციენტი ყველა ინდივიდის შემთხვევაში ძალიან მაღალია, რაც დამახასიათებელია შემოკლებული აქტივობის სეზონის მქონე ადგილსამყოფელში მოსახლე საპროფაგებისათვის. უფრო მომცრო ზომის ცხოველებისთვის ეს მაჩვენებელი უფრო მაღალია. მაგ.: ინდივიდებში, რომელთა შშრალი მასა 7-10 მგ-ია, საკვების შეთვისებადობა მიახლოებით 80% შეადგენს, ხოლო 25-30 მგ მასის მქონე ცხოველებში ეს მაჩვენებელი 64%-ია.

მიღებული შედეგები მნიშვნელოვნად განსხვავდება მცირე კავკასიონის ალპურ ზონაში (ყარაბახის ზეგანი) მოზინადრე ამავე სახეობის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლებისაგან (Стриганова, Логинова, 1984).

მე-12 სურათზე ნაჩვენებია ამ მრავალფეხას იდენტური მასის მქონე ორი პოპულაციის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შედარება. წალკის რაიონის სქესმწიფე ცხოველების ტერმინალური მასა სულ 42-50 მგ-ს შეადგენს, მაშინ როცა ყარაბახის ზეგანის პოპულაციის შემთხვევაში მათი მასა 140 მგ-ს აღწევს. C. caucasicum -ის ამ პოპულაციის კვების მთლიანი რაციონი და საკვების შეთვისებადობა უფრო დაბალია, ხოლო ასაკობრივი ცვალებადობა უმნიშვნელო. საკვები შეთვისებადობის ხვედრითი კოეფიციენტი არ აჭარბებდა 12.5% (Стриганова, Логинова, 1984).

ამ ორი პოპულაციის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლებს შორის არსებული სხვაობა შეიძლება აიხსნას ყარაბახისა და წალკა-დმანისის ზეგანისთვის დამახასიათებელი კლიმატური პირობებით. კერძოდ, ყარაბახის ზეგანზე საშუალო მინიმალური ტემპერატურა 4°-ზე მეტი აღინიშნება ივნისიდან აგვისტოს ჩათვლით, ხოლო წალკის რაიონში ამ დროს ტემპერატურა 14°-25° აღწევს და ამასთანავე შენარჩუნებულია ჰაერის ტენიანობაც (83%). ამრიგად, წალკა-დმანისის რაიონის სუბალპურ ზონაში დიპლოპოდების კვებითი აქტივობის პერიოდში ჰაერის ტემპერატურა უფრო მაღალია, რაც განაპირობებს ენერგეტიკული ცვლის შედარებით მაღალ დონეს და ზრდის პერიოდის ხანგრძლივობას.

ჩვენს ცდებში უმეტეს შემთხვევაში აღინიშნებოდა C. caucasicum-ის ინდივიდების მასის მატება საშუალოდ 0.17მგ-ით (ეგზ/დღედამეში). შეთვისებული ნივთიერების კონვერტირების ეფექტურობის კოეფიციენტის სიდიდე (K%) იყო ძალზედ დაბალი - 3.3%. ექსპერიმენტულ სერიაში ცხოველთა უმრავლესობა იყო სქესმწიფე და მათი სხეულის მასის ზრდა ხდებოდა სარეზერვო ნივთიერებების დაგროვების ხარჯზე, რაც აუცილებელია ხანგრძლივი დიაპაუზის რეალიზაციისათვის.

## V.12 Megaphyllum brachyurum

მრავალფეხა Megaphyllum brachyurum-ის კვებითი აქტივობა გამოკვლეულია მთავარი კავკასიონის მთიანი პროფილის სხვადასხვა სიმაღლეზე განლაგებულ სამ ადგილსამყოფელში: ტყის სარტყელში (თბილისის მიდამოების ტერასული ტყეები), სუბალპურ (სტეფანწმინდის რაიონი) და ალპურ (ჯვრის უღელტეხილი) დაბალბალახოვან მდელოებზე. ჩატარებული ცდების შედეგები წარმოდგენილია მე-14 ცხრილში.

### Megaphyllum brachyurum-ის კვებითი აქტივობა

ცხრილი 14

პოპულაცია	t°	სხეულის საშუალო მასა		C მგ/დ ღელ.	კომპონენტები			
		W მგ ცოცხალი	W მგ მშრალი		C/W %	A/C %	A/W %	მგ
		თბილისის მიდამოები	22°		28.0	9.9	28.1	307.3
1. იუვენულ. ჯგუფი								
2. ზრდასრ. ჯგუფი	22°	171.7	57.9	47.1	83.1	86.0	72.3	40.4
სტეფანწმინდა	22°	26.02	10.04	3.8	38.8	75.8	28.99	2.9
ჯვრის უღელტეხილი	22°	66.4	31.9	3.96	12.3	60.3	7.7	2.5
	10°	69.7	33.4	2.2	6.5	69.8	4.9	1.5

#### 1. თბილისის მიდამოების ფართოფოთლოვანი ტყეების პოპულაცია (700 მ.ზ.დ.)

თბილისის მიდამოებში მოპოვებულ Megaphyllum brachyurum-ის პოპულაციის წარმომადგენლების გამოსაკვებად გამოვიყენეთ გამოზამთრებული რცხილის ფოთლების ნარჩენები. ამ პოპულაციაში გამოვყავით ორი წონითი კატეგორია: იუვენულოური - ცოცხალი მასით 28 მგ და ზრდას რული ინდივიდები - 171.7 მგ. შედეგები წარმოდგენილია მე-14 ცხრილში. Megaphyllum brachyurum-ის იუვენულოური ინდივიდებისათვის დამახასიათებელი აღმოჩნდა ფოთლოვანი ნარჩენების მოხმარების ძალიან მაღალი სიჩქარე.

დღელამის განმავლობაში იუვენულოური ფორმები მოიხმარდნენ ნარჩენების ისეთ რაოდენობას, რომელიც სამჯერ აღემატება მათი სხეულის მშრალ მასას, ხოლო Megaphyllum brachyurum-ის ზრდასრულ ინდივიდებში რაციონის სიდიდე სხვა სახეობის დიპლოპოდების ზრდასრულ ფორმებთან შედარებით საკმაოდ მაღალი აღმოჩნდა (სურ.13). იმ ფორმებში, რომელთა გავრცელება შემოიფარგლება ტყის ლანდშაფტით, აღინიშნება მასის ერთეულზე საკვების მოხმარების კანონზომიერი შემცირება. გამონაკლისს შეადგენს Megaphyllum brachyurum-ი, რადგან ამ სახეობის ზრდასრული ინდივიდების K% სიდიდე აჭარბებს *Cylindroiulus ruber*-ის ყველაზე პატარა მასის (16 მგ) მქონე ინდივიდის ანალოგიურ სიდიდეს. Megaphyllum brachyurum - ის საკვების მოხმარების ინტენსივობა შუა აზიის თბილნარებში მოხმარებულ *Dangaroiulus valiachmedov*-ის მსგავსია, 60 მგ სხეულის მასის მქონე ინდივიდების k% თითქმის 133% აღწევს (Стриганова, 1980).

საკვების მოხმარების მაღალი სისწრაფე და ზრდა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც გარემოს არახელსაყრელ პირობებში (ზაფხულის სიმშრალით გამოწვეული გვალვები,

მაღალი ტემპერატურა და ა.შ.) ბინადრობასთან მიმართებაში კვებისა და ზრდის პერიოდის შემოკლებასთან ადაპტაცია. ამ სახეობის მრავალფეხებთან ჩატარებული მოკლევადიანი ცდების დროსაც კი დაფიქსირდა სხეულის მასის მატება დღეღამეში საშუალოდ 3.4 მგ-ით, რაც დიპლოპოდების ზრდის მაღალ ტემპზე მოწმობს. ეს ხშირად აღინიშნება იმ ფორმებში, რომელთაც ხანგრძლივი დიაპაუზა და აქტიური ცხოველმოქმედებისათვის ხანმოკლე პერიოდი ახასიათებთ (Toyota et al., 2006). ჩვენ შემთხვევაში კი თბილისის მიდამოებში მოზინადრე ცხოველებში, დიპლოპოდებში აღინიშნება ზაფხულში ჰაერის მაღალი ტემპერატურისა და სიმშრალის პერიოდში დიპლოპოდებმა შეწყვიტეს ზრდა და კვება.

საკვების მოხმარების სისწრაფისა და ფაქტიური რაციონის შედარებამ, უფრო დიდი მასის მქონე ინდივიდებში დაგვანახა კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების დაქვეითება (სურ. 14).

### 2. სტეფანწმინდის რაიონის სუბალპური მდელოების პოპულაცია (1 700 მ.ზ.დ.)

სუბალპურ ზონაში ბინადარი ზრდასრული მრავალფეხების სხეულის მასა გაცილებით დაბალია და მერყეობს 20-36მგ-ის ფარგლებში. წყლის შემცველობამ მათ ორგანიზმში საშუალოდ შეადგნა 40.5%. საკვების მოხმარების კოეფიციენტი მხოლოდ 38.8%-ია, რაც მნიშვნელოვნად დაბალია ტყის სარტყელში მოზინადრე პოპულაციას თან შედარებით. საკვების ხვედრითი შეთვისების კოეფიციენტი 20%-ზე მეტია, რაც დამახასიათებელია პესიმალურ პირობებში მოზინადრე ნიადაგის საპროფიტული კომპლექსისათვის. აქ მკვეთრად ვლინდება ცხოველების საკვების შეთვისებადობის გაზრდის ხარჯზე ფაქტიურ რაციონთან ადაპტაცია, რაც დამახასიათებელია სითბოს დეფიციტის პირობებში მოზინადრე ფორმებისათვის. ფაქტიური რაციონის სიდიდე მერყეობს 2.1-3.6 მგ/ეგზ/დღეღამეში.

საკვების მოხმარების კოეფიციენტის ( $k_A$ ) მნიშვნელობა ყველაზე მცირე და დიდი მასის მქონე ინდივიდებში მნიშვნელოვნად განსხვავდება. მაგ.: 21.5 მგ ცოცხალი მასის მქონე ცხოველებში თუ შეადგენდა 47.6%, 36 მგ მასის მქონე ინდივიდებში ეს სიდიდე უტოლდებოდა 22.1% (სურ. 15).

ცდის მიმდინარეობის განმავლობაში აღინიშნებოდა ცხოველთა მასის უმნიშვნელო მატება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მთელი ასიმილირებული საკვები გამოიყენებოდა მეტაბოლური პროცესების დასაკმაყოფილებლად.

### 3. ჯვრის უღელტეხილის ალპური ზონის პოპულაცია (2 395 მ.ზ.დ.)

საცდელ სერიაში გამოყენებული იქნა *Megaphyllum brachyurum*-ის პოპულაცია, რომელთა სხეულის მასა 50-დან 90მგ-ს შეადგენდა. წყლის შემცველობა მათ სხეულში საშუალოდ შეადგენდა 47%. ამ პოპულაციაში აღინიშნებოდა მნიშვნელოვანი ინდივიდუალური რყევები; მაგ.: ინდივიდებში, რომელთა სხეულის მასა 32-34 მგ-ს შეადგენდა საკვების მოხმარების კოეფიციენტი შეადგენდა 5-დან 28,6%-ს. ანალოგიური სხვაობა აღინიშნა საკვების შეთვისების კოეფიციენტში, რომელიც ამ ინდივიდებში 9.2%-დან 24.5% შეადგენდა.

ჯვრის უღელტეხილის ნიადაგებში მოზინადრე მრავალფეხები, სტეფანწმინდის პოპულაციასთან შედარებით გამოირჩევიან უფრო დიდი ზომებით (საშუალოდ 66 მგ). მათ

საკვების კოეფიციენტი სამჯერ უფრო დაბალი აქვთ, რაც განპირობებულია მათი ადგილსამყოფელის მკაცრი კლიმატური პირობებით, კერძოდ დაბალი ტემპერატურით. საკვების მონელების შენელება მათში კომპენსირდება საკვების მაღალი შეთვისების ხარჯზე, ისევე როგორც სტეფანწმინდის პოპულაციაში (სურ. 16). თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ფაქტიური რაციონის სიდიდე გაანგარიშებული სხეულის მასის ერთეულზე ამ შემთხვევაში რამდენადმე ნაკლები იყო (ცხრ. 14).

ჯვრის უღელტეხილის კლიმატური პირობები გამოირჩევა განსაკუთრებული სმკაცრით. ბალახოვანი კორდების მობინადრენი ზაფხულის პერიოდშიც კი განიცდიან სითბოს ნაკლებობას, ამიტომ სტეფანწმინდის პოპულაციის კვებითი აქტივობის უფრო მაღალი მაჩვენებლები შეიძლება აიხსნას მათი ბინადრობის ადგილის უფრო ხელსაყრელი კლიმატური პირობებით. იგივე მიზეზით შეიძლება აიხსნას ამავე სახეობის მრავალფეხების ტყის პოპულაციაში მიღებული მაჩვენებლები. ისინი, როგორც უკვე იყო აღნიშნული ბინადრობენ თბილი კლიმატის პირობებში და საკვების მოხმარების სიჩქარე და ფაქტიური რაციონიც მაღალმთიანი პოპულაციებთან შედარებით რამდენჯერმე მაღალია (სურ. 17). სუბალპურ მდელოებზე გაზაფხულის და ზაფხულის განმავლობაში ბალახოვან კორდებში და ნიადაგის ზედაპირზე ნარჩუნდება საკმაო რაოდენობის ტენი. აქედან გამომდინარე, ჰაერის ტენიანობა უშუალოდ ნიადაგის ფენის სიახლოვეს, საფარქვეშ თითქმის 100% უტოლდება. ასე რომ საპროფაგების კვებითი აქტივობის შემზღუდველ ფაქტორად თავისუფლად შეიძლება ჩაითვალოს სითბოს ნაკლებობა. რამაც განაპირობა ტყის სარტყლის ზემოთ დიპლოპოდების საკვები რაციონის შემცირება საკვების მოხმარების სიჩქარის შემცირების ხარჯზე.

ჯვრის უღელტეხილის პოპულაციაში ცდები ჩავატარეთ სხვადასხვა ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში, კერძოდ შევადარეთ დიპლოპოდების კვებითი აქტივობა 22°C და 10°C-ის პირობებში (ცხრ. 14) ორივე შემთხვევაში ცდები დავაყენეთ ერთნაირი მასის მქონე ცხოველებზე. 10°C ტემპერატურის პირობებში საკვების მოხმარების სიჩქარე ორჯერ ნაკლები იყო. ამ შედეგმა დაადასტურა ჩვენ მიერ ზემოთ მოყვანილი მონაცემები იმის შესახებ რომ დაბალი ტემპერატურა აფერხებს საკვების მონელებას, რაც თავის მხრივ გამოწვეულია ენზიმური რეაქციების შენელებით. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ უფრო დაბალი ტემპერატურის პირობებში მცირდება ენერგეტიკული ცვლისათვის საჭირო დანახარჯებიც და ასეთი ტემპერატურული რეჟიმის პირობებში ცხოვრებასთან ადაპტირებულ ცხოველებში აღინიშნება სარეზერვო შენაერთების დაგროვების ინტენსიფიცირება.

მოკლე სამდღიანი ცდების დროს 10° C ტემპერატურის პირობებში *M. brachyurum*-ის პოპულაციაში აღინიშნა სხეულის მასის მატება დღეღამეში 0.41 მგ-ით. ჯვრის უღელტეხილზე არცთუ ისე იშვიათად ადგილი აქვს ტემპერატურის ხანმოკლე მკვეთრ ვარდნას, რაც იწვევს კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების მნიშვნელოვან რყევას და ეს ცვალებადობა თავის მხრივ ასახვას პოულობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესებზე.

დიდია სხვაობა *M. brachyurum*-ის მთის მდელოებისა და ტყიანი სარტყლის (იუვ. ჯგ.) პოპულაციებში კვებითი აქტივობის მაჩვენებლებში. ამ შემთხვევაში თითქმის ერთნაირი სხეულის მასის მქონე ცხოველებში ტყის პოპულაციის წარმომადგენლები ათჯერ უფრო აქტიურად იკვებებიან, ვიდრე სტეფანწმინდის პოპულაციის წარმომადგენელი დიპლოპოდები (ცხრ. 14). ეს უპირველესად აიხსნება იმით, რომ იუვენილური ჯგუფის წარმომადგენელი ინდივიდები შეთვისებული ენერჯის უდიდეს



ნაწილს ახმარენ ზრდას. ამას გარდა, მათ თავისი სიცოცხლის პირველ წელს ვეგეტატიური სეზონის განმავლობაში რამდენიმეჯერ აღენიშნებათ კანის ცვლა. კანის ცვლის წინ და შემდეგ კი ცხოველები 2-3 დღის განმავლობაში წყვეტენ კვებას, ხოლო კანის ცვლის შუა პერიოდებში ცხოველებისთვის დამახასიათებელია ძალიან მაღალი კვების აქტიურობა, რადგან ამ პერიოდში ისინი ახდენენ გარკვეული რაოდენობის რეზერვების შექმნას კვებითი აქტივობის შემდგომი პერიოდისათვის. ნაკლები აქტიურობით გამოირჩევიან ტყის პოპულაციის წარმომადგენელი დიპლოპოდები, მაგალითად, *Pachijulus foetidissimus*, რომელთაც კვებავდით აგრეთვე რცხილის ფოთლოვანი ნარჩენებით მათი საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი მხოლოდ 39.4% შეადგენდა, ხოლო საკვების მოხმარების კოეფიციენტი კი 20.7%.

### V.13 *Julus sp.*

ამ სახეობის მრავალფეხები შეგროვილი იყო სტეფანწმინდის რაიონში ნაყარი ქვების ქვეშ, სადაც მათ ძირითად საკვებს შეადგენს ქვების ქვეშ დაგროვილი მცენარეული დეტრიტი.

კვლევები ძირითადად ტარდებოდა ზრდასრულ ცხოველებზე, რომელთა სხეულის მასა 52-დან 108 მგ-მე მერყეობდა, ხოლო ორგანიზმში წყლის შემცველობა 40.5% შეადგენდა. ცდების შედეგები წარმოდგენილია მე-15 ცხრილში.

ამ შემთხვევაში სხეულის დიდი მასის მქონე ინდივიდებში აღინიშნება საკვებს მოხმა რების კოეფიციენტისა და საკვების ხვედრითი შეთვისების შემცირება (სურ. 18).

#### *Julus sp.*- ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები

სხეულის საშუალო მასა		C მგ/დღედ. მგ	კოეფიციენტები			
W მგ ცოცხალი	W მგ მშრალი		C/W %	A/C %	A/W %	A მგ
179.3	32.1	6.6	21.1	54.7	11.8	3.6

*Julus sp.*-ის წარმომადგენლების მნიშვნელოვნად დიდი ზომის დიპლოპოდები შევისწავლეთ სტეფანწმინდის რაიონში. მათ მიერ მოხმარებული საკვების კოეფიციენტი 1.5-ჯერ დაბალია, ვიდრე უფრო მცირე ზომის *Megaphyllum brachyurum* წარმომადგენლებთან, სადაც ფაქტიური რაციონის სიდიდე ასევე დაბალია მცენარეული ნარჩენების ნაკლები ათვისებადობის გამო.

ამ რაიონში შესწავლილ სხვა საპროფაგებთან შედარებით *Julus sp.*-ს აღმოაჩნდა ყველაზე დაბალი კვებითი აქტივობა (ცხრ. 14), რაც მათ აახლოვებს ფართოფოთლოვანი ტყეების მოზინადრე სპროფაგებთან, რომელთაც ახასიათებს გახანგრძლივებული ზრდისა და კვების პერიოდი. ასეთივე მახასიათებლები გააჩნია მაგ., *Unciger foetidus* ტყის მრავალფეხას კარპატებიდან, თუმცა მათ მიერ რცხილის ფოთლების ნარჩენების შეთვისების კოეფიციენტი ოთხჯერ უფრო ნაკლებია ვიდრე *Julus sp.*-ისა (Стриганова, 1974).

## V.14 *Brachydesmus ferrugineus*

სტეფანწმინდის რაიონში მცენარეული ნაყარის პირველადი მომხმარებლებიდან ყველაზე ხშირად გვხვდებიან Polydesmidae-ს ოჯახის წარმომადგენელი *Brachydesmus ferrugineus*. პოლიდესმიდების შეგროვება ძირითადად მოხდა ქვის ნაყარის ქვეშ და მის სიახლოვეს ბალახეულში.

ცდებისათვის ამ სახეობის მრავალფეხებიდან გამოვიყენეთ ზრდასრული ინდივიდები, რომელთა სხეულის მასა მერყეობდა 11-დან 18 მგ-მდე, ხოლო წყლის შემცველობა მათ ორგანიზმში შეადგენდა 42.7%. შედეგები მოყვანილია 16 ცხრილში.

### ***Brachydesmus ferrugineus* - ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები**

ცხრილი 16

სხეულის საშუალო მასა		C	კოეფიციენტები			
W მგ ცოცხალი	W მგ მშრალი	მგ/დღე. მგ	C/ W %	A/ C %	A/ W %	A მგ
11.3	4.5	8.2	182.2	68.3	160.0	5.6

საკვების მოხმარების კოეფიციენტი მერყეობდა 82%-დან 200%-მდე. საჭიროა აღინიშნოს, რომ კვებითი აქტივობის ინდივიდუალური მაჩვენებლების ასეთი მკვეთრი მერყეობები აღინიშნებოდა თითქმის ყველა ერთნაირი მშრალი მასის მქონე ინდივიდებში. მაგალითად, 6მგ მშრალი მასის მქონე ორ ინდივიდში საკვების მოხმარების კოეფიციენტი მერყეობდა 146.5-დან 214.9%-მდე.

მიუხედავად საკვების მოხმარების კოეფიციენტის ასეთი მკვეთრი მერყეობისა მაინც შეიძლება გამოვლინდეს ამ სიდიდის შემცირების ტენდენცია უფრო დიდი მასის მქონე ცხოველებში (სურ. 19).

კარპატების პოლიდესმიდების (*Polydesmus complanatus*) კვებითი აქტივობის მაჩვენებლებთან შედარებით სხვაობა ფრიად მნიშვნელოვანია. ამ სახეობის მიერ საკვების მოხმარების კოეფიციენტი 11%-ს შეადგენდა, ხოლო საკვების შეთვისებადობა ამ სიდიდეზე ორჯერ ნაკლებია (Стриганова, 1980). ანალოგიური მაჩვენებლები *Brachydesmus ferrugineus*-ის შემთხვევაში შესაბამისად შეადგენს 68.3% და 160%. ცდის განმავლობაში ცხოველების სხეულის მასის მატებამ დღეღამეში 0.34 მგ შეადგინა.

სტეფანწმინდის რაიონში დიპლოპოდების კვებითი აქტივობის განსაზღვრამ აჩვენა მნიშვნელოვანი სახეობათაშორისი განსხვავებები (სურ. 20).

სურათიდან გარკვევით ჩანს, რომ მცენარეული ნაყარის ყველაზე აქტიური მომხმარებელი არის პოლიდესმიდა *B. ferrugineus*-ი, რომელიც სხვა დანარჩენ დიპლოპოდებთან შედარებით სხეულის მცირე ზომით გამოირჩევა (11.3 მგ ცოცხალი მასა) და ბუნებრივია მათი ეგზომ დიდი საკვების მოთხოვნილება, რაც აიხსნება მათ მიერ მოხმარებული საკვების დიდ ნაწილის (150%) ნივთიერებათა ცვლაზე, ენერგეტიკული მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებაზე და ზრდის პროცესებზე ხარჯვით.

ნაკლებ კვებით აქტივობას იჩენდნენ *Julus* sp. წარმომადგენელი დიპლოპოდები, რომელთა სხეულის მასა თითქმის შვიდჯერ აღემატება *B. ferrugineus* -ის სხეულის მასას და შესაბამისად ნივთიერებათა ცვლის პროცესებზეც ეს მრავალფეხები ხარჯავდნენ მოხმარებული საკვების მხოლოდ 4%.

სტეფანწმინდის რაიონის დიპლოპოდებიდან საკვების მაქსიმალურ რაოდენობას ითვისებდნენ *M. Brachyurum* (75.8%), რომლებიც ნივთიერებათა ცვლის პროცესებზე 29% ხარჯავენ.

## V.2 ტენის ჭიკბი - ONISCOIDEA

### V.2.1 *Parcilsticus* sp.

ცდები ტარდებოდა სტეფანწმინდის რაიონში შეგროვილ სქესშიფე ცხოველებზე, რომელთა სხეულის ცოცხალი მასა 61.5-დან 135 მგ-მდე მერყეობდა და წყლის შემცველობა შეადგენდა 26.6%.

ცდის შედეგები წრმოდგენლია მე-17 ცხრილში.

### ***Parcilsticus* sp.- ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები (საშუალო)**

ცხრილი 17

სხეულის საშუალო მასა		C	კოეფიციენტები			
W მგ ცოცხალი	W მგ შშრალი	მგ/დღედ. მგ	C/ W %	A/ C %	A/ W %	A მგ
107.3	27.2	10.3	38.8	72.4	27.6	7.3

ცალკეულ ინდივიდებში საკვების მოხმარების კოეფიციენტის სიდიდებში შეიმჩნეოდა მნიშვნელოვანი ვარიაციები - 18.2-დან 71.5%-მდე. ამ სიდიდის მაჩვენებლების მკვეთრი ინდივიდუალური რყევა აღინიშნებოდა თითქმის ერთნაირი სხეულის მასის მქონე ინდივიდებში; მაგ.: 23.4 და 24.4 მგ მასის მქონე ცხოველებში საკვების მოხმარების კოეფიციენტი შესაბამისად შეადგინა 65.3 და 33.2%, ანალოგიური განსხვავებები აღინიშნა 27.4 და 27.5 მგ მასის მქონე ცხოველებში შესაბამისად -71.5 და 22.9%. მნიშვნელოვანი რყევები აღინიშნა მცენარეული ნაყარის შეთვისებადობის მაჩვენებელშიც - 32-დან 83%-მდე. ტენის ჭიების ამ სახეობის წარმომადგენლებში აღინიშნა უკუკავშირი საკვების მოხმარებასა და შეთვისებადობას შორის. მაგ. ინდივიდებში მასით 25.2 და 25.3 მგ საკვებს მოხმარების კოეფიციენტი შესაბამისად შეადგენს 32.9 და 45.05%, ხოლო შეთვისებადობის კოეფიციენტი - 85.4 და 66.2%-ია. მიუხედავად საკვების შეთვისებადობის ასეთი სხვაობისა, ამ ინდივიდებს ერთი და იგივე რაციონი აქვთ. 21-ე სურათზე წარმოდგენილია თანაფარდობა ამ ტენის ჭიების სრულ და ფაქტიურ რაციონებს შორის.

ხვედრითი შეთვისებადობის კოეფიციენტი ასევე ვარიირებდა 10-დან 48.5%-მდე. სახეზეა *Parcilsticus* sp.- ის სხეულის მასის ზრდასთან ერთად შეთვისებადობის კოეფიციენტისა და ხვედრითი შეთვისებადობის კოეფიციენტის შემცირების ტენდენცია (სურ. 22).

ნივთიერებათა ცვლაზე ეს ტენის ჭიები ცდის პროცესში ხარჯავდნენ ორგანული ნივთიერების მშრალი მასის 31%-ს.

### V.2.2 *Armadillidium* sp.

ცდებში გამოიყენებოდა სტეფანწმინდის რაიონში შეგროვილი ცხოველების სხეულის მასით 15-დან 48მგ-მდე. წყლის შემადგენლობა მათ სხეულში შეადგენდა 33.6%-ს.

საცდელ სერიაში *Armadillidium* sp. ხასიათდებოდა კვებითი აქტივობის ძალიან მაღალი მაჩვენებლებით (ცხრილი 18).

Armadillidium sp.- ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები  
ცხრილი 18

სხეულის საშუალო მასა		C	კოეფიციენტები			
W მგ ცოცხალი	W მგ მს რალი	მგ/დღე ლ. მგ	C/ W %	A / C %	A/ W %	A მგ
27.5	9.3	8.1	98.5	8 2.1	64.6	7. 2

მნიშვნელოვანი ცვალებადობა აღინიშნებოდა საკვების მოხმარების კოეფიციენტში, ამასთან ერთად აშკარად გამოიხატებოდა კვებითი მოთხოვნილების დამოკიდებულება სხეულის მასასთან, რაც დაკავშირებულია ენერგეტიკულ ცვლასთან. მაგ. 6.3 და 16.1 მგ მასის მქონე ინდივიდებში ხვედრითი შეთვისებადობის კოეფიციენტმა შეადგინა შესაბამისად 75.7 და 54%, ნივთიერებათა ცვლაზე მათი ხარჯი 76.98 და 55.6% შეადგენს. Armadillidium-ის ოჯახის სხვადასხვა სახეობების კვებითი აქტივობის და სხეულის მასის მაჩვენებლების კავშირი, ჩვენ მიერ მიღებულ შედეგებთან შედარებით ნაჩვენებია სურ. 23.

დადგენილია, რომ ამ სახეობის ტენის ჭიები, ლაბორატორიულ პირობებში ცდის მიმდინარეობის განმავლობაში ინდივიდების ნაწილი იკვებებოდა, მაგრამ ექსპერემენტებს არ გამოყოფდა, რის გამოც მოკლევადიანი ცდის განმავლობაში წონაში მატულობდნენ. ხოლო ინდივიდები, რომლებიც ცდის განმავლობაში გამოყოფდნენ მოუნელებელი საკვების ნარჩენებს წონაში კლებულობდნენ. ამის მიზეზი იყო მათი ნაკლებ აქტიური კვება, რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს იმ ვარაუდს, რომ ტენის ჭიების ზოგიერთი სახეობის წარმომადგენლებში საკვების მოხმარება, მონელება და მოუნელებელი ნარჩენების გამოყოფა დროში არის განაწილებული. ეს შეხედულება დაფუძნებულია სტატისტიკურ გამოთვლებზე, რომელშიც ხდებოდა დღე-ღამის სხვადასხვა დროის მონაკვეთში, სხვადასხვა დღესა და სეზონში ერთი და იგივე ადგილსამყოფელში მოზინადრე ცარიელი და სავსე ნაწილაკების მქონე ტენის ჭიების რიცხოვნობის შედარება (York, 1973).

საკვების მიღებისა და მონელების ხანგრძლივობა 2-3 დღე-ღამეს შეადგენს, რის შემდეგაც ხდება კვების დროებითი შეჩერება და ამ პერიოდში ტენის ჭიები აგრძელებენ არსებობას მოხმარებული ენერჯის ხარჯზე, ამიტომაც ინდივიდების 60-70%-ს ერთჯერადი შემოწმებისას ნაწილაკები შეიძლება ცარიელი ჰქონდეთ.

ანალოგიური წყვეტა კვების პროცესში აღინიშნებოდა თბილისის შემოგარენში მოზინადრე A. Vulgare-ს წარმომადგენლებში, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს რომ ეს მდგომარეობა არ ატარებდა დროში მკაცრად რეგლამენტირებულ ხასიათს (Стриганова. Кондева, 1980).

აქედან გამომდინარე, ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ ამ მოკლევადიანი ცდების პერიოდი დაემთხვა ცხოველების კვების პაუზის პერიოდს და ამიტომაც მათი ნაწილი არ იკვებებოდა. არ არის გამორიცხული, რომ ყოველივე ეს დაკავშირებული იყოს ტენის ჭიებისათვის ხელსაყრელი პირობების შტექმნის სირთულეებთან. ცნობილია, რომ ტენის ჭიების მთელი რიგი სახეობებისათვის, განსაკუთრებით კი ჰიდროთერმული რეჟიმის მკვეთრი რყევის პირობებში მოზინადრე სახეობებისათვის (Uvarov, Scheus. 2004) დამახასიათებელია კვების იმპულსური რიტმი. მცირე ხნით არახელსაყრელი (მცენარეული ნარჩენების გამოშრობა, მაღალი ტემპერატურა) პირობების დადგომისთანავე ტენის ჭიები წყვეტენ კვებას და იმალებიან თავშესაფარში. ტენიანობისა და ტემპერატურის ნორმალურ ნიშნულებზე

დაბრუნებისთანავე ცხოველები უბრუნდებიან ცხოვრების ნორმალურ რიტმს, კვებასა და ზრდას.

ჩვენს მიერ გამოკვლეული *Armadillidium* sp.-ის წარმომადგენლებისათვის დამახასიათებელია კვებითი აქტივობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები. თუმცა უნდა აქვე აღინიშნოს, რომ ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები რამდენადმე აღემატება ამავე გვარის სხვა სახეობის წარმომადგენლების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლებს; მაგ.: *A. Pallasii* - ყირიმიდან და *A. Vulgare* ამიერკავკასიიდან (თბილისი, მთაწმინდა) და ყირიმიდან. ამ შემთხვევაში საკვებად მუხის მცენარეული ნაყარი გამოიყენებოდა. ცდებში მონაწილე ინდივიდების საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი მერყეობდა 79-85% ფარგლებში, ხოლო რაც შეეხება *A. Pallasii* და *A. Vulgare*-ს კვებითი აქტივობის შესაბამისი მაჩვენებლები შეადგენდა 40-78% და 23-33%-ს. *A. Vulgare*-ს ყირიმის პოპულაციის შემთხვევაში საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი მერყეობდა 35-65%-მდე. *Armadillidium*-ის კავკასიის პოპულაციაში ცდების დროს, სადაც საკვებად რცხილის ფოთლოვან ნარჩენებს ვიყენებდით, ცხოველების სხეულის მასის მატებასთან დაკავშირებით კვებითი აქტივობის ძირითადი მაჩვენებლების საკმაოდ მკვეთრი შემცირება აღინიშნებოდა. ჩვენი კოლეგების მიერ ჩატარებულ ადრინდელ ცდებში კი პირიქით *A. Vulgare*-ს სქესმწიფე ინდივიდებში ტენის ჭიების სხეულის მასის მატებასთან ერთად ადგილი ჰქონდა საკვების მოხმარების კოეფიციენტის ზრდას (Стриганова. Кондева, 1980), ხოლო აზერბაიჯანულ პოპულაციაში, რომელიც იკვებებოდა სტეპის ბალახოვანი მცენარეების ნარჩენებით, შეინიშნებოდა საკვების მოხმარებისა და შეთვისებადობის სიჩქარის მატება.

23-ე სურათიდან გარკვევით ჩანს, რომ მიუხედავად ბიოტოპური პირობებისა და საკვების ტიპის განსხვავებისა *A. Vulgare*-ს სამივე პოპულაცია, ხასიათდება კვებითი აქტივობის მსგავსი მაჩვენებლებით. *Armadillidium*-ის სხვა ორ სახეობას მათ გაცილებით მაღალი მაჩვენებლები ჰქონდათ. აქვე უნდა აღინიშნოს *A. pallasii*-ს და *Armadillidium* sp.-ს სტეფანწმინდის პოპულაციის საკვების რაციონის სიდიდის მსგავსება. დიპლოპოდების და ტენის ჭიების ზრდასრული ინდივიდების საკვების მოთხოვნილების ზრდა შეიძლება აიხსნას გამრავლებასთან დაკავშირებული ენერგოხარჯების გაზრდით, რაც გამოწვეულია მდებარე ინდივიდებში კვერცხის ფორმირებასა და მამრებში შეწყვილებისათვის პარტნიორის ძებნაზე დახარჯული ენერგიით (Стриганова, 1971). შესაძლოა *A. vulgare*-ს თბილისის პოპულაციაში კვებითი რაციონის ზრდა დაკავშირებული იყო ტენის ჭიების გამრავლების პროცესებთან, ჩვენი ცდების განმავლობაში ტენის ჭიები არ მრავლდებოდნენ და შესაბამისად ლაბორატორიულ პირობებში ზრდაზე გაწეული ენერგოხარჯებიც უმნიშვნელო იყო.

### V.2.3 *Trachelipus* sp.

ამ სახეობის წარმომადგენელი ტენის ჭიები ყველაზე მრავალრიცხოვანი პოპულაციაა სტეფანწმინდის რაიონში ჩვენ მიერ დარეგისტრირებულ ტენის ჭიებს შორის. მათი კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შესასწავლად ცდებს ვაყენებდით ზრდასრულ ინდივიდებზე, რომელთა სხეულის მასა 29-დან 114 მგ-ს შორის მერყეობდა, ხოლო სხეულში წყლის შემცველობა 26-27% შეადგენდა. საკვებად ვიყენებდით, როგორც ცხრილის ფოთლების ნაყარს ასევე სამყურას ფესვების ნარჩენებსაც. ცდები 48 სთ-ის განმავლობაში გრძელდებოდა.

მიღებული შედეგები წარმოდგენილია მე-19 ცხრილში.

**Trachelipus sp.-ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები**

ცხრილი 19

საკვები	სხეულის საშუალო მასა		C მგ/დღეღამე მგ	კოეფიციენტები			
	W მგ ცოცხალი	W მგ მშრალი		C/W %	A/C %	A/W %	A მგ
რცხილა	64.9	17.03	8.0	53.2	78.3	56.1	7.6
სამყურა	45.1	13.6	35.3	287.5	83.4	212.1	24.05

როგორც ჩანს ცხოველების ფესვების ნარჩენებით კვების დროს კვების რაციონი საკმაოდ მაღალია და 11-დან 73-მგ/დღეღამეში მერყეობს. იგივე მაჩვენებელი ტენის ჭიების რცხილას ფოთლების ნარჩენებით კვების დროს ოთხჯერ ნაკლებია. ეს შედეგი მკაფიოდ გვიჩვენებს, თუ რამდენად აქტიურად იკვებებიან და რამდენად პრიორიტეტულია მათთვის ის საკვები რომელიც დამახასიათებელია მათი ადგილსამყოფელისათვის (Waid, 1974).

მიუხედავად ამისა, ამ სახეობის ტენის ჭიები საკმაოდ აქტიურად იკვებებიან ფოთლოვანი ნარჩენებითაც. ამის დამადასტურებელია ამ ნარჩენების შეთვისებადობის კოეფიციენტის სიდიდე ტენის ჭიებში მაღალია და სხვადასხვა სახეობის წარმომადგენლებში უმნიშვნელოდ განსხვავდება. მათი სხეულის მასის მატება ცდის განმავლობაში შეადგენს 0.4 მგ/დღეღამეში. *Trachelipus sp.*-ის სახეობის ტენის ჭიებში შეინიშნებოდა სხეულის მასის ერთეულზე საკვების მოხმარების შემცირების ტენდენცია. სხეულის მასის ზრდას თან ერთად (სურ. 25ბ).

ანალოგიურ პროცესს ჰქონდა ადგილი საკვების შეთვისებადობის ხვედრითი კოეფიციენტის მაჩვენებელში. 25-ე ა და ბ სურათებზე წარმოდგენილია ლაბორატორიულ პირობებში ორი სახის საკვების გამოყენების შემთხვევაში *Trachelipus sp.*-ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შედარება. აქ გარკვევით ჩანს სხვაობა *Trachelipus sp.*-ის რცხილის ფოთლებისა და ფესვის ნარჩენებით კვების შემთხვევაში საკვების მოხმარების სიჩქარეში. ამრიგად, *Trachelipus sp.*-ის სამყურას ფესვების მოხმარების შემთხვევაში მაღალი ფაქტიური რაციონი საკვების მოხმარების სისწრაფით განისაზღვრება.

სამყურას ფესვების შედარებით მაღალი შეთვისებადობა მისი აზოტის შემცველობის დიდი რაოდენობით, ხოლო ამ საკვების ფაქტიური რაციონის სიდიდე შეიძლება აიხსნას ფესვებში ლიგნინო-ცელულოზური შენაერთების მცირე შემცველობით. სწორედ ამ მიზეზით ამ ნარჩენების მოხმარება და დაქუცმაცება ცხოველების მანდიბულებით არის გაადვილებული.

*Trachelipus sp.*-ის გვარის ტენის ჭიების კიდევ ერთი წარმომადგენლის *T. ratkei*-ს ყირიმის პოპულაციის მუხის ფოთლით კვების და *Trachelipus sp.*-ის რცხილის ფოთლის ნარჩენებით კვებითი აქტივობის შედეგების შედარება ნაჩვენებია 27-ე სურათზე, სადაც გარკვევით ჩანს ამ შედეგების მსგავსება. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ *Trachelipus sp.*-ის დიდი რაოდენობა სტეფანწმინდის რაიონში განაპირობებს ამ ტენის ჭიების მნიშვნელოვან როლს მცენარეული ნარჩენების დესტრუქტურიზაციაში.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევები საშუალებას იძლევა მოვახდინოთ სხვადასხვა სახეობის ტენის ჭიების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შედარება, რამაც ასახვა ჰპოვა 27-ე ს სურათზე, სადაც გარკვევით ჩანს, რომ მცენარეული ნარჩენების ყველაზე უფრო აქტიური მოხმარებლები არიან *Armadillidium sp.* და ყველაზე უფრო პასიურები არიან *Parcillisticus sp.*-ის წარმომადგენლები. ასეთი სხვაობა კვებითი აქტივობის

მაჩვენებლებს შორის გამოწვეულია არა მარტო სახეობრივი კუთვნილებით, არამედ ზრდასა და ენერგოცვლაზე გაწეული დანახარჯებითაც. გამოკვლეული სახეობებიდან ენერგო დანახარჯები ყველაზე მეტი რაოდენობით ჰქონდათ *Armadillidium* sp.-ს (66.3%), ხოლო *Parcisticus* sp. ენერგოცვლაზე მოიხმარდა საკვების მხოლოდ 31% ამის გარდა უნდა აღინიშნოს, რომ *Armadillidium* sp. ყველაზე მცირე ზომისანი არიან. აგრეთვე, ყურადღება უნდა მიექცეს ნაწლავური სიმბიონტების ენზიმურ აქტივობასაც, რაც თავის მხრივ საკმაოდ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნიადაგის საპროფაგების კვებითი აქტივობის განსაზღვრაში.

### V.3 ქურბაქობა - DERMAPTERA

#### V.3.1 *Anechura bipunctata*

სტეფანწმინდის რაიონში მოპოვებული ყურბელების გამოსაკვებად ვიყენებით სამყურას ფესვებისა და რცხილის ფოთლების ნარჩენებს. როგორც ცნობილია საპროფაგების უმეტესობისათვის საკვებისადმი გამორჩეულობაა დამახასიათებელი. საპროფაგებისათვის დამახასიათებელი ეს თვისება არა ერთხელ ყოფილა შესწავლის საგანი, როგორც სავსე იხეივანულ ლაბორატორიულ პირობებში (Стриганова, 1969a). საკვების არჩევადობის ხარისხის განსაზღვრის ძირითადი კრიტერიუმია მცენარეული ნარჩენების დესტრუქციის ანუ დაშლის სიჩქარე (Dunger, 1958). ცდები ყურბელების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების განსაზღვრის მიზნით ტარდებოდა ლაბორატორიულ პირობებში, 20-ჯერადი განმეორებადობით სხვადასხვა ტიპის საკვების გამოყენებით. ცდების კვლევის შედეგები წარმოდგენილია მე-20 ცხრილში.

#### ***Anechura bipunctata*-ს კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები რცხილისა და სამყურას ფესვებით კვების დროს**

ცხრილი 20

საკვები	სხეულის საშუალო მასა		C მგ/დღეღამე მგ	კოეფიციენტები			
	W მგ ცოცხალი	W მგ მშრალი		C/W %	A/C %	A/W %	A მგ
რცხილა	58.7	9.01	19.04	263.7	89.2	252.9	18.4
სამყურა	64.3	14.2	6.2	47.4	91.3	35.9	5.43

ცდებში რცხილის ფოთლების ნარჩენებით კვების დროს ვიყენებით ყურბელებს, რომელთა სხეულის მშრალი მასა 5-17მგ-ს შეადგენდა. წყლის შემცველობა მათ სხეულში შეადგენდა 12.5%.

რცხილის ფოთლების ნარჩენებით კვების დროს სადღეღამისო რაციონში შეინიშნებოდა კვებითი აქტივობის საკმაოდ მკვეთრი ინდივიდუალური ცვლილებები. მკვეთრად გამოისახა კავშირი კვების რაციონსა და სხეულის მასას შორის (სურ. 28).

მიღებული შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ყურბელები რცხილის ფოთლის ნარჩენების უფრო აქტიური მომხმარებლები არიან და საკვების მოხმარებისა და შეთვისებადობის კოეფიციენტი რამდენადმე მაღალია, ვიდრე სამყურას ფესვების ნარჩენებით კვებისას. ამ უკანასკნელის ნაკლები მოხმარება კომპენსირდება მისი მაღალი შეთვისებადობით (სურ. 29).

მაღალია საკვების შეთვისების მაჩვენებელიც, ამ შემთხვევაში დიდი გადახრა საშუალო რეზულტატიდან მაინც არ შეიმჩნეოდა. ძალიან მაღალი გამოდგა საკვების

შეთვისებადობის კოეფიციენტი სამყურას ფესვებით კვების დროს, თუმცა ამ დროს ცხოველები უფრო მეტ ენერგიას ხარჯავდნენ მეტაბოლურ პროცესებზე. მოკლევადიანი ცდების განმავლობაში აღინიშნებოდა სხეულის მასის დიდი კლება, ჩვენი ვარაუდით ეს შედეგი შეიძლება ინტენსიური აორთქლებით ყოფილიყო გამოწვეული.

ბუნებრივ ადგილსამყოფელში - ქვების ქვეშ, ნიადაგის ნაპრალებში ისინი დიდი კოლონიების სახით ცხოვრობენ. შეიძლება ითქვას, რომ ეს პირობა ხელს უწყობს ცხოველებს შეინარჩუნონ მაღალი აქტივობა და ტენიანობის სტაბილური დონე. აქედან გამომდინარე, შეიძლება ითქვას, მიუხედავად იმისა რომ, ჩვენ მიერ გამოკვლეული დერმაპტერებისათვის დამახასიათებელია საკმაოდ მაღალი სადღეღამისო რაციონი, ცდის მიმდინარეობის პროცესში დაცალკეებული ყურბელები მაინც ვერ ახდენენ იმ ენერგიის აღდგენას, რომელსაც ხარჯავენ აორთქლებაზე.

ჩეხების მიერ მაღალმთიან სამოვრებზე ჩატარებულმა კვლევებმა (Turčec, 1974) აჩვენეს, რომ *Anechura bibunctata* ბალახოვანი ნარჩენებით კვების დროს ითვისებდნენ მიღებული საკვების 53%, რაც ჩვენ მიერ მიღებულ შედეგებს მნიშვნელოვნად ჩამორჩება.



**თაზო VI. უჯრედის ღაშლაში ნიადაგის საპროფიტების აქტივობის  
რაოდენობრივი შეფასება**

ნიადაგი მრავალი ცოცხალი ორგანიზმის საარსებო გარემოა. ნიადაგის ბინადართაგან უმცირესი ზომის არიან ბაქტერიები, წყალმცენარეები, ერთუჯრედიანი ორგანიზმები და სოკოები, რომელთა მიერ არის დასახლებული ნიადაგის წყლები. აღსანიშნავია, რომ ნიადაგის 1 მ<sup>3</sup>-ი შეიძლება დასახლებული იყოს 1014-მდე ორგანიზმით. ნიადაგის შედარებით მოზრდილი ბინადრები არიან მაკროედაფონის ისეთი წარმომადგენლები, როგორც არიან ჭიაყელები, ტკიპები, მრავალფეხები, ხოჭოები, ჭიანჭველები და სხვა. ისინი აქტიურად იკვებებიან მცენარეული ნარჩენებით. ახდენენ მათ გადამუშავება-მინერალიზაციას და მაშასადამე, მონაწილეობენ ნიადაგის პროფილის შექმნაში.

ნიადაგის ძირითადი მოცულობის თითქმის 50-60% და მისი მასის 90-97% მინერალური კომპონენტები შეადგენს. ნიადაგის მინერალური შემადგენლები რა თქმა უნდა მკვეთრად განსხვავდება იმ ნიადაგის ტიპური შემადგენლობისაგან, რომლის საფუძველზეც არის იგი წარმოქმნილი და რაც უფრო ხნოვანია ნიადაგის ფენა მით უფრო დიდია ეს სხვაობა.

ბუნებრივ ეკოსისტემებში პირველადი პროდუქციის თითქმის 90% კვდომის შემდეგ ხვდება ნიადაგში მცენარეული ნაყარის სახით და ნიადაგის საპროფიტულ ორგანიზმებთან ერთად ერთვება ამ ორგანიზმების მიერ გამონთავის უფლებული ენერჯისა და კვების ელემენტების წრებრუნვაში.

ამდენად, ფრიად მნიშვნელოვანია ნიადაგში მობინადრე ორგანიზმების მცენარეული ნარჩენების მინერალიზაციაში მონაწილეობის შესწავლა. მცენარეული ნარჩენების პირველადი დამშლელების ზოგიერთი სახეობები აქტიურად მონაწილეობენ უჯრედის დაშლაში (Стриганова, 1980). ამ დროს ცხოველთა ნაწლავებში აქტიურდება ცელულოიტური ნაწლავური მიკროორგანიზმების განვითარება (Kozlovskaja, Striganova, 1977; Козловская, 1976). ნიადაგის საპროფიტებს შორის შეიძლება გამოიყოს უჯრედის აქტიური დამშლელების ჯგუფი, რომლებიც მათი საკვების რაციონში არსებული უჯრედის 80%-ის უტილიზაციას ახდენენ. ესენი არიან დიპლოპოდები და უდაბნოში მობინადრე ტენის ჭიები (Стриганова, 1980; Стриганова, 1970; Стриганова, Валиахмедов, 1975). ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ისეთი საპროფიტების ნაწლავებში, როგორც არიან ორფრთიანთა (Tipulidae, Bibionidae) ლარვები, ჭიაყელები, აგრეთვე აღინიშნება ცელულოიტური მიკროორგანიზმების აქტივობა (Tracey, 1951; Seguy, 1955; Priesner, 1961), თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ მათ მიერ უტილიზირებული უჯრედის რაოდენობა მის საკვებში შემცველობასთან მიმართებაში ფრიად უმნიშვნელოა (Стриганова, 1980). საპროფიტების ზოგიერთი სახეობა საერთოდ მოკლებულია უჯრედის შეთვისების უნარს, იმდენად რამდენადაც მათ არ გააჩნიათ სპეციფიური ნაწლავური სიმბიონტები. აღსანიშნავია, რომ ასეთი ცელულოიტური აქტივობის უნარი შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ერთი ჯგუფის ცალკეულ წარმომადგენლებშიც კი, მიუხედავად მათი ფილოგენეტიკური სიახლოვისა. უჯრედის დაშლის სიჩქარე მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნაწლავებში ცელულოზის დამშლელი მიკროორგანიზმების რიცხოვნობაზე. დიპლოპოდების ზოგიერთ სახეობებში, როგორცაა *P. foetidissimus* და *J. cholchicus*, აღმოჩენილია უკუდამოკიდებულება საკვების მოხმარების კოეფიციენტსა და მასში არსებული უჯრედის რაოდენობას შორის (Стриганова, 1980).

ჩვენი კვლევების მიმდინარეობის დროს ვსწავლობდით უჯრედისის შემცველობას საკვებსა და ცხოველთა ექსკრემენტებში და ამასთანავე ვახდენდით მიღებული სიდიდეების შედარებას. უხერხემლო-საპროფაგების მიერ მცენარეული ქსოვილების შემადგენლობაში არსებული უჯრედისის გადამუშავებაში მონაწილეობის აქტივობის შესასწავლად დავაყენეთ ცდების სპეციალური სერია, რომელშიც ცხოველების კვებას ვაწარმოებდით სპეციალურად ამ ცდებისთვის ჩამოტანილი, ერთწლიანი გამოზამთრების შემდეგ მოპოვებული რცხილის ფოთლების ნაყარით. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ საკვების სერჩევა განაპირობა ცხოველების მიერ მისმა ადვილად მოიხმარებამ და კარგად შეთვისებამ. ამ შემთხვევაში ფოთლები შეიცავდნენ თითქმის 58% უჯრედისს, თბილისის მიდამოებიდან მოპოვებული *M. brachyurum*-ის გამოსაკვებად გამოყენებული ფოთლები შეიცავდნენ მხოლოდ 9% უჯრედისს. 21-ე ცხრილში წარმოდგენილია ცდების მიმდინარეობის პროცესში მცენარეულ საკვებსა და ექსკრემენტებში უჯრედისის შემცველობის ფარდობითობის გამოთვლის შედეგად მიღებული მონაცემები.

ცხრილიდან გარკვევით ჩანს, რომ პირველადი დამშლელების ნაწლავებში ცელულოზური აქტივობა მერყეობს საკმაოდ ფართო ფარგლებში; მცირედაა განსხვავებული უჯრედისის შემცველობა სტეფანწმინდაში მოხინაძრე ცხოველების ექსკრემენტებისა და საკვების შემადგენლობაში, მაშინ როცა, ჯვრის უღელტეხილის *M. brachyurum*-ის პოპულაციაში, ტენის ჭია *Parcilisticus sp.*-ის და *C. caucasicum*-ის საკვებში მისი შემცველობა პრაქტიკულად 2-3ჯერ აღემატება მათ ექსკრემენტებში არსებული უჯრედისის შემცველობას.

აქ მოტანილი მონაცემები შევადარეთ კვების სადღეღამისო რაციონის შესასწავლად ჩატარებულ ცდების შედეგებს (ცხრილი 22). სადაც გარკვევით გამოჩნდა, რომ დიპლოპოდები უჯრედისის 88-94% მოიხმარენ, ტენის ჭიები 82-86%, ხოლო ყურბელების მიერ საკვების მონელების პროცესში მასში არსებული უჯრედისის პრაქტიკულად მთელი მარაგი მოიხმარება.

**უჯრედისის შემცველობა რცხილის ფოთლებსა და საცდელ ცხოველთა ექსკრემენტებში**

ცხრილი 21

საპროფაგების სახეობები	მასალის შემოკვების ალბიდი	უჯრედისის შემცველობა %	
		ექსკრემენტებში	შეზარღვა საკვებსა და ექსკრემენტებში
DIPLOPODA <i>A. caucasicum</i>	წალკის რაიონი	15.8	0.27
<i>M. brachyurum</i> იუვენილური ჯგ. ზრდასრული ჯგ.	თბილისის მიდამოები	6.6	0.8
		5.7	0.7
<i>M. brachyurum</i>	სტეფანწმინდა	52.4	0.9
<i>M. brachyurum</i>	ჯვრის უღელტეხილი	18.1	0.3
<i>Julus sp.</i>	სტეფანწმინდა	51.6	0.9
<i>B. ferrugineus</i>	სტეფანწმინდა	52.0	0.9
ONISCOIDEA <i>Parcilisticus sp.</i>	სტეფანწმინდა	28.6	0.5
<i>Trachelipus s p.</i>	სტეფანწმინდა	56.4	0.97
DERMAPTERA <i>A. bipunctata</i>	სტეფანწმინდა	4.8	0.08

**შენიშვნა:**

- I. სტეფანწმინდაში ნიადაგის ბინადართა საკვებში უჯრედისის შემცველობაა - 57.9%
- II. თბილისის მიდამოებში მოპოვებულ ცხოველების საკვებში კი 8.17%

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების განმავლობაში უჯრედისის ყველაზე აქტიური მომხმარებელი მრავალფეხა - *B. Ferrugineus*-ის წარმონადგენლები აღმოჩნდნენ (94.4%), ამ სახეობისათვის დამახასიათებელი აღმოჩნდა კვების აქტივობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ უჯრედისის ასეთივე აქტიური მომხმარებელია *C. caucasicum*-ის პოპულაცია წალკის რაიონიდან, რომელიც დღეღამის განმავლობაში საკვებში არსებული უჯრედისის 90% მოიხმარს.

23-ე ცხრილში წარმოდგენილია *M. brachyurum*-ის პოპულაციაში ცელულოზური აქტივობა სადღეღამისო რაციონზე გათვლით. ამ შემთხვევაში აღმოჩნდა, რომ უჯრედისის ყველაზე აქტიური მომხმარებელი არიან *M. brachyurum*-ის ჯვრის უღელტეხილის პოპულაციაში, რომლებიც რაციონში არსებული უჯრედისის 93.8%-ს მოიხმარენ.

**ნიადაგის უხერხემლოთა მიერ რცხილის ფოთლებში არსებული უჯრედისის უტილიზაცია**

ცხრილი 22

ცხოველთა სახეობა	უჯრედისის რაოდენობა (მგ)		დღეღამეში უტილიზებული უჯრედისის რაოდენობა	
	დღეღამის რაციონში	მშპკრემენტებში	მასა მგ	რაციონში არსებული %
DIPLOPODA				
<i>C. caucasicum</i>	1.55	0.15	1.4	90.3
<i>Julus sp.</i>	0.72	0.08	0.6	88.9
<i>B. Ferrugineus</i>	5.2	0.29	4.9	94.4
ONISCOIDEA				
<i>Parcilsticus sp.</i>	5.9	0.81	5.1	86.3
<i>Trachelipus sp.</i>	4.4	0.76	3.7	82.9
DERMAPTERA				
<i>A. bipunctata</i>	3.7	0.02	3.7	99.4

ყველაზე ნაკლები აქტივობით გამოირჩეოდა ამ სახეობის ტყის პოპულაცია. ჩვენის აზრით აქ ადგილი აქვს დიპლოპოდების სხეულის მასასა და უჯრედისის მოხმარებას შორის უკუპროპორციულ დამოკიდებულებას, იმდენად რამდენადაც ეს მრავალფეხები ყველაზე დიდი მასის მქონენი არიან (171 მგ-ცოცხალი მასა).

**M. brachyurum -ის პოპულაციების მიერ უჯრედისის მოხმარება**

ცხრილი 23

ცხოველთა მოაოვების ალბილი	უჯრედისის რაოდენობა			
	საკვავში	მსკრამენტავში	ღელვამის რაციონში მბ	შეთვისებული ღელვამში მბ
თბილისის მიდამოები იუვენილური ჯგ. ზრდასრული ჯგ.	8.17	0.09	0.83	0.74
		0.14	0.75	0.61
სტეფანწინდა	57.9	0.42	2.0	1.57
ჯვრის უღელტეხილი	57.9	0.15	2.6	2.44

Parcilisticus sp. და Trachelipus -ის გვარების წარმომადგენელი ტენის ჭიები შესაბამისად რცხილის ფოთლებში შემავალი უჯრედისის 88 და 83% უტილიზებას ახდენდნენ. უჯრედისის დაშლის ინტენსივობაში სხვაობა შეიძლება აიხსნას ტენის ჭიების ნაწლავური მიკროფლორის განსხვავებული ცელულოზური აქტივობით. საპროფაგების სხვა და სხვა წარმომადგენლები განსხვავებულად მოიხმარენ უჯრედისს. ცნობილია, რომ ტყის ზონის მრავალფეხებს შორის უჯრედისის ყველაზე აქტიური მომხმარებლები არიან P. foetidissimus, Julius colchicus და სხვ. (Striganova, 1971) უდაბნოს ფორმები D. valiakhmedovi (Striganova, Valiakhmedov, 1976); ტენის ჭიებიდან უჯრედისის აქტიური მომხმარებით გამოირჩევიან უდაბნოს ბინადარი ფორმები Hemilepistus -ის და სხვა გვარების წარმომადგენლები (Striganova B.R., Valiakhmedov B.V.1976; Kozlovskaja, Striganova, 1977).

ანალოგიური მეთოდების გამოყენებით გამოვიკვლიეთ უჯრედისის შემცველობა ფესვის ნარჩენებსა და იმ ტენის ჭიების ექსკრემენტებში რომელთა საკვებად ცდებში ვიყენებდით ამ ნარჩენებს. შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში 24.

**ტენის ჭიებისა და ყურბელების მიერ უჯრედისის მოხმარება სამყურას ფესვებით კვების დროს**

ცხრილი 24

ცხოველთა სახეობა	უჯრედისის რაოდენობა				
	მსკრამენტავში		ღელვამის რაციონში მბ	შეთვისებული ღელვამში	
	მბ	%		მბ	%
Trachelipus sp.	0.26	13.68	6.63	6.36	96
A. bipunctata	57.9	0.42	2.0	1.57	98.5

ცდებმა აჩვენა, რომ სამყურას ფესვებში უჯრედისის შემცველობა 19.5% შეადგენდა, ხოლო დაშლილი უჯრედისის რაოდენობის გამოთვლას საერთოდ მოხმარებული მშრალი ნივთიერების რაოდენობიდან ვახდენდით. სამყურას ფესვების ნარჩენებით ცდებში საპროფაგების ორ წარმომადგენელს Trachelipus sp. და A. bipunctata-ს კვებავდით. ორივე წარმომადგენლისთვის უჯრედისის მოხმარების კოეფიციენტი აღმოჩნდა ფრიად მაღალი - 96-98%.

ცნობილია, რომ უჯრედისი მცენარეული უჯრედების კედლების ძირითად შემადგენელ მასალას წარმოადგენს. მისი დაშლის პროცესში, უჯრედების შიგთავსი სწრაფად მოინელება და ამასთანავე ხდება მინერალური მარილების სახით ნაცრის ელემენტების სახით გამოთავისუფლება. რაც იმის მაჩვენებელია, რომ მცენარეული ქსოვილების მინერალიზაციის პროცესი უკვე ცხოველის ნაწლავებში იწყება (Striganova B.R., Valiakhmedov B.V. 1976). ცდის შედეგები, რომელიც ჩატარებული იყო ჩვენ მიერ შესწავლილ მრავალფეხებზე *M. brachyurum* წარმოდგენილია 25 ცხრილში.

საპროფაგების ექსკრემენტებში ნაცრის ელემენტების შემცველობამ მოიმატა პრაქტიკულად 2-3ჯერ (სურ. 30). გამოწვევის შეადგინა *A. bipunctata*-ს სამყურას ფესვებით კვებამ. აქ აღინიშნა საკვებთან შედარებით ექსკრემენტებში ნაცრის ელემენტების სიმცირე, რაც საშუალებას გვაძლევს ვიფიქროთ, რომ ექსკრემენტებში მიმდინარეობს მიკრობიალური მასის და მიკროორგანიზმების ორგანული მეტაბოლიტების შესამჩნევი მატება.

მცენარეული ქსოვილების მინერალიზაციის პროცესები სხვა ავტორების მიერაც აღინიშნება, მაგალითად, ქიმიური ანალიზების შედეგად ნაჩვენებია, რომ საჭმლის მონელების პროცესში ტენის ჭია *H. cristatus* -ის ნაწლავებში ვითარდება მინერალიზაციის პროცესი და ნაცრის ელემენტების შემცველობა ექსკრემენტებში სამჯერ აღემატება საკვებში არსებული ნაცრის ელემენტების შემცველობას. ანალოგიური პროცესები აღინიშნება ტენის ჭიებში *H. fedschenkoi*-ის საკვებში, კერძოდ კი ჯინჭრის ღეროებში ნაცრის ელემენტები შეადგენდა 11%, ხოლო ექსკრემენტებში 40.4% (Стриганова, 1980; Striganova B.R., Valiakhmedov B.V., 1976).

**M. brachyurum -ის საკვებსა და ექსკრემენტებში ნაცრის ელემენტების შემცველობა**

ცხრილი 25

ცხოველთა მოკოვების ალბილი	სუბსტრატში არსებული ნაცრიანობა	
	საკვებში	ექსკრემენტებში
თბილისის მიდამოები		
იუვენილური ჯგ.	9.04	24.3
ზრდას რული ჯგ.	9.04	27.9
სტეფანწმინდა	7.93	14.35
ჯვრის უღელტეხილი	7.93	27.25

მცენარეული ქსოვილების მინერალიზაციის პროცესი აღინიშნებოდა აგრეთვე ტენის ჭია *Porcellio scaber*-ის ნაწლავებშიც, სადაც ექსკრემენტებში ნაცრიანობა ორჯერ აღემატებოდა საკვების (ალვის ხის ფოთლები) ნაცრიანობას (Wieser, 1965). მრავალფეხა *P. flavipes*-ის ბალახოვანი ნარჩენებით კვების შემთხვევაში თუ საკვების ნაცრიანობა შეადგენდა 20% და ექსკრემენტებისა - 38%, მუხის ფოთლების ნაყარით კვების შემთხვევაში ნაცრიანობა შესაბამისად შეადგენდა 28 და 13% (Бызова, 1970).

31 და 32 სურათებზე ნაჩვენებია უჯრედისის და ნაცრის ელემენტების შემცველობის ცვალებადობა მრავალფეხებში, ხოლო 33 სურათზე ნაჩვენებია ეს ცვალებადობა ტენის ჭიების რცხილის ფოთლებისა და სამყურას ფესვების ნარჩენებით კვების შემთხვევაში.

საპროფაგების მიერ უჯრედისის გადამუშავების შედეგად გამოთავისუფლებული ენერჯის მოხმარების გაანალიზება და ინტერპრეტაცია ძალიან ფრთხილად და დაკვირვებით უნდა მოხდეს. სხვადასხვა ავტორის მიერ მოცემულ მონაცემებს შორის სხვაობა უჯრედისის ენერგეტიკული ექვივალენტის განსაზღვრის მეთოდიკებს შორის არსებულმა განსხვავებამაც

შეიძლება მოგვცეს (Bocock, 1963). ჩვენ შემთხვევაში მოხმარებული უჯრედის ენერგეტიკულ ექვივალენტს მისი მჟავური ჰიდროლიზის შედეგად მიღებული მონოსაქარიდების რაოდენობის მიხედვით ვსაზღვრავდით.

მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ საქართველოს მაღალმთიანი მდელოების ნიადაგებში მოხინაძრე საპროფაგები მათ საკვებში არსებული უჯრედის ნახევარზე მეტს მოიხმარენ. სწორედ საკვების გადამუშავების შედეგად გამოთავისუფლებული და მოხმარებული ენერჯის რაოდენობით განისაზღვრება საპროფაგების როლი მცენარეული ნარჩენების მინერალიზაციასა და ენერგეტიკულ წრებრუნვაში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ

საპროფაგების თვისება მოიხმარონ და გადაამუშავონ დიდი რაოდენობის უჯრედისი, განსაზღვრავს საკვების ათვისებადობის ძალიან მაღალ კოეფიციენტს (Neuhauser, Hartenstein, 1978). როგორც ცნობილია უჯრედისი მოხმარებული საკვების 70-80% შეადგენს.

**თაზი VII. მაღალმთიანი ნიადაგების საპროფაგების ენერგეტიკული მოთხოვნები**

კვლევის პროცესში ჩატარდა გამოკვლეული საპროფაგების საკვებისა და ექსკრემენტების კალორიულობის განსაზღვრა სველი წვის მეთოდის გამოყენებით, ცდის შედეგები წარმოდგენილია 26 ცხრილში.

ცხრილი 26

საპროფაგების სახეობები	მასალის შემოვების აღზილი	კალორიულობა (კალ/გ)			
		საკვებში		ექსკრემენტებში	
		რცხილა	შსკვები	რცხილა	შსკვები
DIPLOPODA C. caucasicum	წალკის რაიონი	4.9		4.5	
M. brachyurum	სტეფანწმინდა	4.9		3.75	
M. brachyurum იუვენული ფგ- ზრდას რული ფგ.	თბილისი მიდამოები	1.27 1.27		1.56 0.814	
M. brachyurum	ჯვრის უღელტეხილი	4.9		4.2	
Julus sp.	სტეფანწმინდა	4.9		4.7	
ONISCOIDEA Parcilisticus sp.	სტეფანწმინდა	4.9		3.4	
Trachelipus sp.	სტეფანწმინდა	4.9	4.8	4.1	4.02
DERMAPTERA A.bipunctata	სტეფანწმინდა	4.9	4.8	4.04	2.95

მიღებული შედეგების მიხედვით გამოვთვალეთ სრული სადღეღამისო და ფაქტიური რაციონის ენერგეტიკული ექვივალენტები, რომელთა საშუალო მაჩვენებლები წარმოდგენილია ცხრილში 27.

**მაღალმთიან ზონაში მოზინადრე საპროფაგების ენერგეტიკული მოთხოვნები**

ცხრილი 27

საპროფაგების სახეობები	W მგ	C კალ/გ	FU კალ/გ	A კალ	A/C %	K კალ	k <sub>A</sub> კალ
DIPLOPODA C.caucasicum	17.1	28.9	4.7	23.05	79.7	169.3	135.0
Julus sp.	32.4	14.2	18.2	18.2	56.2	100.9	56.7
B. ferrugineus	6.1	45.1	11.2	33..9	75.2	739.3	555.7
M. brachyurum ჯვრის დელტეხილი	10.4	18.6	2.6	16.0	81.7	178.8	153.8
ONISCOIDEA Parcilisticus sp.	27.2	50.5	10.1	40.4	80.0	185.7	148.5
Trachelipus sp.	17.03	39.2	8.61	30.6	78.1	230.2	176.2
DERMAPTERA A.bipunctata	9.01	93.3	11.0	89.3	88.2	1032.2	991.1

ცნობილია, რომ კალორიმეტრული მეთოდით კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების განსაზღვრისას, პრაქტიკულად ყოველთვის უფრო მაღალი შედეგები ფიქსირდება, გრავიმეტრული მეთოდის შედეგებთან შედარებით, მაგალითად, *B. ferrugineus*, *M. brachyurum* (ორივე პოპულაცია) და ტენის ჭიები *Parcilisticus* sp.-ის საკვების შეთვისების ენერგეტიკული ექვივალენტი ამ შემთხვევაში უფრო მაღალია, მაშინ როცა საპროფაგების დანარჩენ წარმომადგენლებში თითქმის ისეთივე შედეგები იყო მიღებული, როგორც გრავიმეტრული მეთოდით. საკვების შეთვისების ყველაზე დაბალი მაჩვენებელი დაფიქსირდა *Julus* sp რაც, ამ შემთხვევაში არ შეიძლება აიხსნას ამ მრავალფეხების სხეულის დიდი ზომით, რადგან თითქმის იგივე მასის მქონე *M. brachyurum*- ის ჯვრის უღელტეხილის პოპულაციაში დაფიქსირდა თითქმის 30%-ით მეტი საკვების შეთვისების კოეფიციენტის ენერგეტიკული ექვივალენტი. ჩვენის აზრით, აქ მაინც გადამწყვეტი მნიშვნელობა საცხოვრებელი ადგილის კლიმატურ პირობებს შეიძლება მივანიჭოთ.

ცხრილში გარკვევით ჩანს, რომ მრავალფეხებისათვის დამახასიათებელია ენერგიის მოხმარების კოეფიციენტის აშკარა დამოკიდებულება სხეულის მასასთან. ამ დამოკიდებულებამ ასახვა ჰპოვა 35 სურათზე.

მოხმარებული ენერგიის სიდიდე ცხოველის მასასთან ხარისხობრივ დამოკიდებულებაშია და ეს დამოკიდებულება გამოიხატება შემდეგი ტოლობით:

$$k = 3.53 \times W^{-1.03}$$

ენერგეტიკული მოთხოვნილებების განსაზღვრა მოვახდინეთ აგრეთვე, ტენის ჭიებსა და ყურბელების პოპულაციებზე, რომელთა საკვებად ვიყენებდით სამყურას ფესვებს.

მაღალმთიან ზონის ნიადაგების საპროფაგების ენერგეტიკული მოთხოვნილებები ფესვების ნარჩენებით კვების დროს

ცხრილი 28

საპროფაგების სახეობები	W მგ	C კალ/გ	FU კალ/გ	A კალ	A/C %
ONISCOIDEA					
<i>Trachelipus</i> sp.	13.6	169.4	16.6	152.8	90.2
DERMAPTERA					
<i>A. bipunctata</i>	14.2	29.3	1.8	27.5	93.9

როგორც ჩანს, აქ ტენის ჭიებში *Trachelipus* sp. ძალიან მაღალია ენერგეტიკული მოთხოვნილება და თითქმის ხუთჯერ აღემატება ამავე პოპულაციის ენერგეტიკულ მოთხოვნილებას რცხილის ფოთლებით კვების დროს, თუმცა აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სხვაობის კომპენსირება საკვების ძალიან მაღალი შეთვისებადობით ხორციელდება

ჩატარებულმა კვლევებმა მკაფიოდ დაგვანახა, თუ რამდენად მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ჩვენ მიერ გამოკვლეული, საქართველოს მაღალმთიანი მდელოების ნიადაგების ეკოსისტემებში მობინადრე საპროფაგები ენერგეტიკულ წრებრუნვაში.



**თაზო VIII. ნიადაგის საპროფაგების როლი მაღალმთიანი მდელოების  
ნიადაგებში მცენარეული ნარჩენების დესტრუქციაში**

ლაბორატორიულ პირობებში ჩვენ მიერ შესწავლილი უხერხემლო საპროფაგების მცენარეული ნაყარით (ფოთლები, ფესვები) კვება მთლიანად აკმაყოფილებს მათ მოთხოვნილებას კვების ელემენტებით და ენერგიით, რომელიც საჭიროა ნივთიერებათა ცვლისა და განვითარებისათვის. ამრიგად დასტურდება ადრე დადგენილი მოსაზრება იმის თაობაზე, რომ უხერხემლო საპროფაგებს შეუძლიათ მონაწილეობა მიიღონ მცენარეული ნარჩენების დაშლაში და ორგანულ მასალად ტრანფორმაციაში. მათ აქვთ უნარი ეფექტურად გამოიყენონ მწვანე მცენარეების მიერ აკუმულირებული საკვები ელემენტები და ენერგია. ეს პირველ რიგში ეხება იმ ფიტოსაპროფაგებს, რომლებიც იკვებებიან არასრულად დაშლილი მკვდარი ქსოვილებით, რომელთაც ჯერ კიდევ შენარჩუნებული აქვთ უჯრედული სტრუქტურა.

კაკვასიონის მაღალმთიანი მდელოს ნიადაგებში შესწავლილ დიპლოპოდებს, ტენის ჭიებს და ყურბელებს შორის აღმოჩენილია მნიშვნელოვანი სახეობათაშორისი, პოპულაციათაშორისი და ასაკობრივი განსხვავებები ნაყარის შეთვისების კოეფიციენტში, რაც დაკავშირებულია ცალკეული სახეობების საქმლის მონელების ფიზიოლოგიურ თავისებურებებთან.

აღსანიშნავია, რომ მაღალმთიანი სამოვრების ნიადაგებში საპროფაგების რაოდენობა სკვამოდ მცირეა. გარდა ამისა მთის ფერდობებზე ისინი კონცენტრირდებიან ქვის ნაყარის გასწვრივ და ქვების ქვეშ, სადაც ნიადაგი არ იტკეპნება საქონლის მიერ. ამიტომ სუბალპურ ტერიტორიებზე, რომლებიც იძოვება, საპროფაგების განაწილება და ზოოგენური აქტივობა ლოკალიზებულია კლდეების და ქვანაყარის ახლომდებარე ნიადაგში. მიუხედავად ამისა ამ საპროფაგებს შეაქვთ მნიშვნელოვანი წვლილი დესტრუქციული პროცესების საერთო ბალანსში. გამოთვლილი იყო რაციონის სიდიდის და პოპულაციის სიმჭიდროვის გათვალისწინებით, მაგალითად წალკის რაიონში *C. caucasicum*-ის პოპულაციას შეუძლია დღე-ღამეში მოიხმაროს 0.9-2.03 გრ/მ<sup>2</sup> მცენარეული ნაყარი.

ამ რაოდენობიდან ისინი მოინელებენ 0.7 დან 1.7გრ/მ<sup>2</sup> მშრალ ნივთიერებას, რაც შეადგენს მოხმარებული საკვების 78-80%. იქიდან გამომდინარე, რომ წალკის რაიონში ვეგეტატიური აქტივობის პერიოდი წელიწადში აღწევს 180 დღეს (6 თვე) და მთლიანობაში ამავე პერიოდს ემთხვევა დიპლოპოდების კვებითი აქტივობაც, შეიძლება ითქვას რომ, მაშინ მათ წელიწადში შეუძლიათ დაშალონ ან გადაამუშავონ თითქმის 162 გრ/მ<sup>2</sup> მცენარეული ნაყარი.

ამ შემთხვევაში ჩვენი მონაცემები ემთხვევა სხვა მეცნიერების მოსაზრებას იმის შესახებ, რომ ვეგეტაციური პერიოდის განმავლობაში აქ დაშლას დაახლოებით 165 გრ/მ<sup>2</sup> ნაყარი ასწრებს (Салаев, 1955). ამგვარად, *C. caucasicum*-ის პოპულაცია საერთო რიცხოვნობით 272 ეგზ/მ<sup>2</sup> წელიწადში გადაამუშავებენ დაახლოებით 98% გახრწილ მცენარეულ ნარჩენებს, მრავალფეხების *C. caucasicum*-ის მიერ დაშლილი მცენარეული ნაყარი წალკის რაიონის სხვადასხვა ნაკვეთის მდელოებზე ნაჩვენებია ცხრ. 29. როგორც ვხედავთ ყველა მონაცემებით *C. caucasicum* ყველაზე აქტიურია მესამე ნაკვეთში, რაც განპირობებულია მათი მაღალი რიცხოვნობით ამ ნაკვეთში.

ეს მონაცემები ბევრად აჭარბებენ *C. caucasicum*-ის კვებით მონაცემებს, აზერბაიჯანის ბელოусовых მდელოებზე წლის განმავლობაში, სადაც მათი მაღალი რიცხოვნობისას მათ შეეძლოთ 56გრ/მ<sup>2</sup> მცენარეული მასალის გადამუშავება (Стриганова, Логинова, 1984). *C.*

caucasicum-ის ყველაზე მაღალი აქტივობა ივნისში და ოქტომბერში აღინიშნება. ამ პერიოდს ემთხვევა ცხოველთა მაღალი რიცხოვნობა ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში და მათი მაღალი კვებითი აქტივობა (გაზაფხულის და შემოდგომის პიკი).

სტეფანწმინდის რაიონში ყველა სეზონში დეტრიტის მასის საერთო სიდიდე აღწევს 2.69ტ/ჰა, რაც შეადგენს მცენარეული მარაგის 9.8%. დეტრიტის მაქსიმალური რაოდენობა აქ აღინიშნება სექტემბერ-ოქტომბერში (3.28ტ/ჰა) და სეზონური მდგომარეობის ზამთრის ფაზაში - 3.57ტ/ჰა, ხოლო მინიმუმი იყო ივნის-ივლისში 1.9ტ/ჰა (ცხრ. 1) სტეფანწმინდის რაიონში ვეგეტაციის პერიოდში დაშლას ასწრებს 138გრ/მ<sup>2</sup> მცენარეული ნაყარი. ჯვრის უღელტეხილზე დეტრიტის მარაგი თითქმის ორჯერ მეტია - 5.44ტ/ჰა. აქაც, როგორც სტეფანწმინდის რაიონში დეტრიტის მაქსიმალური რაოდენობა სექტემბერ-ოქტომბერში (6.64ტ/ჰა) აღინიშნება, ხოლო მინიმალური ივლის-აგვისტოში (4.54ტ/ჰა) (ცხრ. 2). ჯვრის უღელტეხილზე ვეგეტაციის პერიოდში იშლება მხოლოდ 115გრ/მ<sup>2</sup> მცენარეული ნაყარი (Нахуцришвили и др. 1980) (ცხრ. 29).

**მრავალფეხების მიერ წალკის რეგიონში გადამუშავებული მცენარეული ნარჩენების რაოდენობის სეზონურობა (გ/მ<sup>2</sup>/თვე)**

ცხრილი 29

კვლევის ღრო	I ნაკვეთი	II ნაკვეთი	III ნაკვეთი
მაისი	18.6	0.31	30.07
ივნისი	51.0	-	174.0
ივლისი	12.4	0.31	15.5
ოქტომბერი	27.9	1.55	29.45

ეს იმაზე მეტყველებს, რომ ჯვრის უღელტეხილზე დესტრუქციული პროცესები დაბალი ტემპერატურის გამო სტეფანწმინდის რაიონთან შედარებით შენელებულია, ამიტომაც ნიადაგში გროვდება ნაკლებად დაშლილი მცენარეული ნარჩენები (Uvarov, Scheus. 2004). ანალოგიური სურათია მაღალ განედებზე, სადაც დესტრუქციული პროცესების სიჩქარის მთავარ ფაქტორს ტემპერატურა წარმოადგენს. ამ პირობებში უხერხემლო-საპროფაგების როლი განსაკუთრებულად დიდია, თუმცა საკვების მოხმარების სისწრაფე და მონელება მათში რამდენამდე შენელებულია, დაბალ განედებზე მცხოვრებ პოპულაციებთან შედარებით.

შესწავლილ რაიონებში საპროფაგების მიერ დაშლილი ნაყარის რაოდენობა ნაჩვენებია ცხრილში 30.

სტეფანწმინდის რაიონში ყველაზე მრავალრიცხოვანი სახეობის *M. brachyurum*-ის პოპულაციას აქტიური კვების პერიოდში (5 თვე) შეუძლია გადაამუშაოს 0.4% მცენარეული ნაყარი დაშლილი დეტრიტის საერთო მასიდან. ჯვრის უღელტეხილზე ეს მრავალფეხები აქტიური კვების განმავლობაში (4 თვე) მოიხმარენ მხოლოდ 0.03-0.005% მშრალ ნივთიერებას დაშლილი მცენარეული ნაყარიდან. მრავალფეხები *M. brachyurum* ყველაზე აქტიურად მოქმედებენ საქართველოს ტყეების დაბლობი ზონის ნიადაგებში. თბილისის მიმდებარე ტერასულ ტყეებში კვებითი აქტივობის პერიოდში (7თვე) ისინი გადაამუშავენ 200 მგ/მ<sup>2</sup>-მდე ნაყარის მშრალ მასას, საიდანაც ისინი ასიმილირებენ 130გ და მოიხმარენ ნივთიერებათა ცვლისა და მატების პროცესში (Кохия, 1983).

მიუხედავად დიპლოპოდების მცირერიცხოვნებისა სტეფანწმინდის რაიონში საკმაოდ მაღალი კვებითი აქტივობის მაჩვენებლებით გამოირჩეოდა დიპლოპოდების,

პოლიდესმიდების ოჯახის წარმომადგენელი *B. ferrugineus* რომლებიც საშუალოდ მოიხმარდნენ 0.3% მცენარეულ მასალას დაშლილი ნაყარის საერთო მასიდან.

ამგვარად, სტეფანწმინდის რაიონის ყველა სახეობის დიპლოპოდებს უნარი აქვთ დაშალონ 0.9 მგ მცენარეული ნივთიერება, ხოლო აქტიური კვებისას რომელოც იწყება მაისის ბოლოს (მცენარეების ვეგეტაციისას) და გრძელდება ოქტომბრის ბოლომდე - 1.3 გრ/მ<sup>2</sup>, რაც შეადგენს დაშლილი მცენარეული ნაყარის მთლიანი მასის 1.0%.

**საპროფაგების მიერ სხვადასხვა რეგიონში გადამუშავებული მცენარეული ნარჩენების რაოდენობა (გ/მ<sup>2</sup>/თვე)**

ცხრილი 30

საპროფაგების სახეობა და მორფოლოგიის აღზომები	ფოთლოვანი ნაყარი
DIPLOPODA	
<i>M. brachyurum</i> - სტეფანწმინდა	0.1
<i>M. brachyurum</i> - თბილისი	28.3
<i>M. brachyurum</i> - ჯერის უღელტეხილი	0.015
<i>Julus</i> sp. - სტეფანწმინდა	0.1
<i>B. ferrugineus</i> - სტეფანწმინდა	0.07
ONISCOIDEA	
<i>Parcilisticus</i> sp. - სტეფანწმინდა	0.025
<i>Trachelipus</i> sp. - სტეფანწმინდა	0.024
<i>Armadillidium</i> sp. - სტეფანწმინდა	0.015
DERMAPTERA	
<i>A. bipunctata</i> - სტეფანწმინდა	0.06

მსგავსი შედეგები აქვს მიღებული ბოლერს (Boller, 1986), რომელიც გამოკვლევებს ატარებდა ფოთლოვანი ტყის მონაკვეთში. აქ საფენის ქვეშ დიპლოპოდები *Leptoiulus noricus*, *L. saltuvagus* და *Nantiulus nanus* აქტიური კვებისას (ივნისი-ოქტომბერი) გადამუშავებდნენ დაახლოებით 2გ/მ<sup>2</sup> ფოთლოვან ნაყარს.

ანალოგიური გაანგარიშებები გაკეთდა ტენის ჭიების შემთხვევაშიც. *Trachelipus* -ის გვარის წარმომადგენლები, რომელთა რიცხოვნობა აღწევდა 0.1ეგზ/მ<sup>2</sup>, აქტიური კვებისას გადამუშავებდნენ 120 მგ მშრალ ნივთიერებას, რაც შეადგენს მოხმარებული მცენარეული ნაყარის საერთო მასის 0.07%-ს.

უფრო აქტიურები იყვნენ ტენის ჭიები *Parcilisticus* sp., რომლებიც მცირე რიცხოვნობისას (0.08ეგზ/მ<sup>2</sup>) მოიხმარდნენ საკვების ისეთივე რაოდენობას - დაშლილი დეტრიტის საერთო მასის -0.07%-ს.

ჩვენ მიერ შესწავლილი საპროფაგებიდან ყველაზე მრავალრიცხოვანი იყო *Armadillidium* sp. ამ ტენის ჭიებს არ შეუძლიათ მნიშვნელოვანი რაოდენობის მცენარეული მასის დაშლა *Armadillidium* sp. აქტიური კვებისას შეუძლია დაშალოს 75 მგ მშრალი ნივთიერება, რაც შეადგენს დაშლილი მცენარეული მასალის საერთო მასის მხოლოდ 0.05%.

ამგვარად ჩვენს მიერ შესწავლილი სამი სახეობის ტენის ჭიას შეუძლია წელიწადში მოიხმაროს დაახლოებით 320 მგ მცენარეული ნაყარი, რაც დაშლილი დეტრიტის საერთო მასის 0.23% შეადგენს.

გაანგარიშებებმა აჩვენა, რომ ყურბელა *A. bipunctata* -ს პოპულაციას რიცხოვნობით 0.1 ეგზ/მ<sup>2</sup>, კვების დღე-ღამური რაციონის გათვალისწინებით, შეუძლიათ დაახლოებით 285,0

მე წელიწადში დაშალონ მშრალი მცენარეული ნაყარი, რაც შეადგენს დაშლილი მცენარეული მასის 0.2%-ს.

ფესვებით ნაყარის კვებისას ტენის ჭია *Trachelipus* sp. უფრო აქტიური იყო, ვიდრე ფოთლოვანი ნაყარით კვებისას. აქტიური კვებისას ისინი მოიხმარდნენ 0.4%-ს დაშლილი მცენარეული ნაყარიდან ან 0.5გ/მ<sup>2</sup> სამყურას მშრალ ფესვებს.

ზემოთმოყვანილი მონაცემები საშუალებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ მცენარეული მასალის ყველაზე აქტიური მომხმარებლები არიან წალკის რაიონის მრავალფეხები *C. caucasicum*, რაც განპირობებულია მათი მრავალრიცხოვნობით შავმიწა ნიადაგში.

სტეფანწმინდის რაიონში დესტრუქციულ პროცესებში ძირითად როლს, მცენარეული ნაყარით კვებისას თამაშობენ დიპლოპოდები. ტენის ჭიების და ყურბელების მოქმედება ერთნაერად უმნიშვნელოა და შედარებით მცირეა.

ეს მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილი ნიადაგის საპროფაგები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ საქართველოს მაღალმთიანი მინდვრის ეკოსისტემების დესტრუქციულ პროცესებში. ამიტომ, მაღალმთიანი ველების სამეურნეო დანიშნულებით გამოყენების დაგეგმვისას გათვალისწინებულ უნდა იქნას ამ ცხოველების ადგილსამყოფელების და თავშესაფრების (სადაც ისინი თავს იყრიან არახელსაყრელი სეზონების დროს) დაცვის საკითხი.

უხერხემლო საპროფაგების ცხოველქმედება მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს ფესვების და მიწისზედა ნაყარის დესტრუქციისა და მინერალიზაციის ტემპს.

## დასკვნები

1. როგორც მოსალოდნელი იყო, მდელოთა ნიადაგების მაკროფაუნა ტყეებისაგან მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. ეს უფრო დომინანტ ჯგუფების შემადგენლობაში ვლინდება; რაც შეეხება ძირითად ჯგუფებს, ისინი უცვლელია. ყველა სიმაღლეზე და ყველა ასოციაციაში აშკარა პრიორიტეტული მდგომარეობა ჭიაყელებს უკავიათ, ხოლო დანარჩენი ჯგუფები, მათ შორის მწერებისა და მრავალფეხების, დაბალი რიცხოვნობით ხასიათდებიან. სწორედ ჭიაყელების ხარჯზე მაკროფაუნის სიმჭიდროვე საკმაოდ მაღალია, განსაკუთრებით კი ქვედა სარტყელში (1250-1300 მ).

2. კავკასიის მთის სისტემის სუბალპური დაბალბალახოვანი მდელოების მაკროფაუნის სიმჭიდროვე მერყეობს ფართო ფარგლებში 55-დან 850 ეგზ/მ<sup>2</sup>. სხვადასხვა ტიპის მიკრობიონტებში ნიადაგის უხერხემლოებით დასახლების დონე განსხვავებულია, უხერხემლოების რაოდენობის მერყეობა დამოკიდებულია მეზორელიევის და მასთან დაკავშირებულ ჰიდროთერმულ რეჟიმთან.

3. მცირე კავკასიონის სუბალპური მდელოების ცხოველთა შემადგენლობაში დომინირებულ ჯგუფს წარმოადგენს ჭიაყელები და ორწყვილფეხიანი მრავალფეხები. დიდ კავკასიონზე მეზოფაუნის კომპლექსის დომინანტ ჯგუფს განეკუთვნებიან ტენის ჭიებიც. ნიადაგის ცხოველების ტროფიკულ სტრუქტურაში საპროფაგები შეადგენენ 50-80%. ამგვარად, ამ თანასაზოგადოებაში ენერჯის ძირითადი ნაკადი მიმართულია დეტრიტული კვების ჯაჭვით.

4. სუბალპურ მდელოებზე უხერხემლოების ძირითადი მასა კონცენტრირებულია ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში (0-10 სმ) და ნიადაგის ზედაპირზე ქვების ქვეშ. განსაკუთრებით მაღალია მათი სიმჭიდროვე ქვების ნაყარის ქვეშ გზის პირას, რაც ადასტურებს ეკოტონურ ეფექტს.

5. შესწავლილი რვა სახეობის საპროფაგებში (ტენის ჭიები, დიპლოპოდები, ყურბელები) აღინიშნება საკვების მაღალი შეთვისებადობა - 60-70%, რომელიც განისაზღვრებოდა გრავიმეტრული და კალორიმეტრული მეთოდებით.

საკვების მაღალი შეთვისებადობა ჩვენ მიერ განიხილება, როგორც უხერხემლო-საპროფაგების ადაპტაცია მაღალი მთის ადგილსამყოფელის პესიმალურ პირობებთან, რომელიც განპირობებულია გაზაფხულ-ზაფხულის პერიოდში ტემპერატურის დეფიციტით.

6. *M. brachyurum*-ის მაგალითზე ნაჩვენებია კვებითი აქტივობის პოპულაციათაშორის მერყეობა ადგილსამყოფელის ტემპერატურულ რეჟიმთან დამოკიდებულებაში. მაღალი მთის პირობებში ტემპერატურის დეფიციტის ზრდასთან ერთად საკვების მოხმარების სისწრაფე ეცემა თითქმის შვიდჯერ 800 დან 2395-მდე ზ.დ. ფაქტიური რაციონის სიდიდე კი მცირდება 72% დან 8%-მდე ცხოველის სხეულის მასის ერთეულზე.

7. შესწავლილი საპროფაგების ნაწლავებში დადგენილია მაღალი ცელულოზოლიტური აქტივობა. საჭმლის მონელების პროცესში მათ მიერ ხდება 70% დან 90%-მდე საკვებ რაციონში შემავალი უჯრედის დაშლა. უჯრედის ყველაზე აქტიურ დამშლელებად ყურბელები - *A. bipunctata* გვევლინებიან, რომელთა ექსკრემენტებში უჯრედის მხოლოდ კვალია დარჩენილი.

8. ნიადაგის უხერხემლო საპროფაგები ალპურ მდელოზე აქტიურ მონაწილეობას დებულობენ მიწის ზედა ნაყარის დესტრუქციაში, რითაც ხელს უწყობენ მის სწრაფ და

სრულ მინერალიზაციას. ამრიგად, ნიადაგში მობინადრე საპროფაგები აქტიურად არიან ჩართული და აჩქარებენ ბიოლოგიურ წრებრუნვას მაღალმთიან ეკოსისტემებში.

## რეკომენდაციები

1. ტყე-მთის ზონის ფარგლებში ყველაზე საყურადღებოა ბრძოლა ნიადაგის ეროზიასთან, რომელსაც რიგ რაიონებში აქვს საკმაოდ ძლიერი განვითარება. ამიტომ ნიადაგების ნაყოფიერების გადიდების საქმეში პირველი რიგის ღონისძიებათა შორის უნდა აღინიშნოს ნიადაგის ეროზიასთან ბრძოლა ხელოვნური ტერასების, ნიადაგსაფარი კულტურების, წყალდამჭერი და წყალგამყვანი კვლებისა და სხვა საშუალებებით.

2. ნიადაგების ნაყოფიერებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის გასაზრდებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს სასუქების გამოყენებასა და სიდერაციას, რომელიც ხელს უწყობს ნიადაგის გამდიდრებას ორგანული ნივთიერებებით, აზოტით და ზედაპირული ფენის დამაგრებას.

3. სტეფანწმინდის რაიონში მთა-მდელოთა ზონას დიდი მნიშვნელობა აქვს, როგორც ბუნებრივ საკვებ ბაზას მეცხოველეობისათვის. ამ მხრივ საყურადღებოა საძოვრების გაახლება, მათი გაუმჯობესება ბალახეულის შეთესვით, ქვების ამოკრეფისა და სხვა ღონისძიებების საშუალებით.

4. საძოვრების გაუმჯობესების ღონისძიებათა შორის აღსანიშნავია, პირუტყვის ზედმეტი და მოუწერიგებელი ძოვების დარეგულირება. ამ გზით შეიძლება მოხდეს მარცვლოვანების გადარჩენა ძლიერი განადგურებისაგან და მის ადგილას საკვებად გამოუსადეგარი ბალახეულის (შხამა და სხვა) განვითარება, რაც საგრძნობლად ამცირებს სუბალპური მეურნეობების სამეურნეო ღირებულებას.

5. საძოვრების გასაუმჯობესებლად ფრიად მნიშვნელოვანია დაჭაობებული ნაკვეთების ამოშრობა, ზედაპირული ჩამონადენი წყლების მოშორება, სასუქების შეტანა, ბალახეულის შეთესვა, რაც საგრძნობლად აუმჯობესებს ბალახეულის ფლორის ტულ შედგენილობას და ადიდებს მის მოსავლიანობას.

6. საძოვრების წარმადობის გადიდების ერთერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ღონისძიებად შეიძლება ჩაითვალოს მათი სულადობით რაციონალური დატვირთვა და ძოვების ვადების დაცვა (Scimone, et al., 2007). საძოვრების მცენარეული და ნიადაგური საფარის არსებული მდგომარეობის მიხედვით დასვენება (დაყამირება), რაც თავის მხრივ გულისხმობს მათი ექსპლოატაციის დროებით შეჩერებას, ბალახეული საფარის აღსადგენად. აღსანიშნავია, რომ ამ მხრივ უფრო დიდი დრო დასჭირდება ძლიერ ეროზირებულ დამეკნილ საძოვრებს.

7. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ ნიადაგწარმოქმნის პროცესებში წამყვან როლს (Соколова, 2009) ნიადაგში მობინადრე მაკროფაუნის წარმომადგენლები ასრულებენ, რომელთა ცხოველმოქმედებაზე დამოკიდებული ნიადაგის აერაცია, შრეთა შერევა, კვებითი აქტივობის შედეგად წარმოქმნილი ორგანული ნაერთებით გამდიდრება და ნიადაგის მძლავრი ჰუმუსის შრის შექმნა რაც თავის მხრივ შეადგენს ნიადაგის ნაყოფიერების საფუძველს. აქედან გამომდინარე, აუცილებელ პირობად მიგვაჩნია უხერხემლო ცხოველთა ნიადაგის ფორმების მრავალფეროვნების დაცვა-სენარჩუნება.

8. ბუნებრივი საძოვრების გაუმჯობესების გზები: საძოვრების გაუმჯობესების ძირითადი საშუალებებია: საძოვრების გაწმენდა სარეველებისაგან (საკვებად უვარგისი, მავნე და შხამიანი) და ეკალნარისაგან, მინერალური და ორგანული სასუქებით გამდიდრება, სადაც არის შესაძლებლობა საძოვრების მორწყვა და ქვებისგან გასუფთავება.

მაღალმთიან საძოვრებზე სარეველებთან ბრძოლის საუკეთესო საშუალებაა შერჩევით ჰერბიციდების გამოყენება, თუმცა ბუნების დაცვითი კანონების გათვალისწინებით აუცილებელია შხამქიმიკატების გამოყენებაში აუცილებელია გარკვეული შეზღუდვების დაცვა.

არაქიმიური მეთოდებიდან საძოვრების სარეველებთან ბრძოლის ერთ-ერთ საუკეთესო საშუალებად გვევლინება ძოვების შემდეგ, ბალახეულის დამარცვლიანებამდე – ყვავილობის პერიოდში მოთიბვა.

სასუქებიდან ყველაზე ეფექტურია აზოტ-ფოსფოროვანი სასუქების გამოყენება. სასურველია შედარებით იაფი და ნაკლებსახიფათო ეკოლოგიურად სუფთა სასუქების გამოყენება.

9. ჩვენი აზრით ერთ-ერთი ყველაზე ეფექტურ საშუალებად ნიადაგების აღსადგენად შეიძლება ჩაითვალოს ვერმიკულტურის გამოყენება. ჩატარებული სამუშაოების ეფექტის გაძლიერება შესაძლებელია დამატებით ვერმიკულტურის შეტანით და ახალი სახეობების, განსაკუთრებული ბიოლოგიური თვისებების მქონე მცენარეთა დათესვით. ნიადაგის ნაყოფიერების გაუმჯობესების პროცესი მიმდინარეობს ნიადაგის ზედაპირზე აქტიური ორგანული ნივთიერებების (ჰუმუსის) და მასთან დაკავშირებული ქიმიური ენერჯის დაგროვების ხარჯზე. ჰუმუსის მატების დაჩქარება კი შესაძლებელია ვერმიკულტურის შეტანით (Стриганова, Барне, 2005). აქვე უნდა გაესვას ხაზი, რომ ვერმიკულტურა ანუ ჭიაყელები სასურველია იყოს მოცემულ ტერიტორიაზე არსებულ საკვებთან ადაპტირებული იყოს („Районированная вермикультура“). ჭიაყელების რაოდენობრივი ცვალებადობა დამოკიდებულია ნიადაგის თვისობრივი მახასიათებლებზე. ხვნა-თესვა, ნიადაგის მორწყვა, მცენარეული საფარის კულტივირება და ორგანული ნაერთების არსებობა ნიადაგში - ეს არის ყველა ის პირობა რაც ჭიაყელების ცხოველმოქმედებასთან ერთად ხელს შეუწყობს ნიადაგის ნაყოფიერების ზრდას. სწორედ ჰუმუსი არის ის, რის მეშვეობითაც ნიადაგი ახერხებს ორგანული ნაერთების საკვები ელემენტების სახით შენარჩუნებას და იგი ხელმისაწვდომი ხდება მცენარეებისთვის. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ვერმიკულტურის ზრდა-გამრავლებისათვის აუცილებელია შესაბამისი მცენარეული საფარის არსებობა (Некрасова и др.2010).

10. ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევებიდან გამომდინარე აუცილებელ რეკომენდაციად უნდა ჩაითვალოს ადგილობრივი მცირე ფერმერებისა და მოსახლეობის ინფორმირებისადმი ყურადღების გაზრდა. ამ მიზნით აუცილებელია არა მარტო ბროშურებისა და ბუკლეტების მომზადება, არამედ სავალდებულოა სოფლის მეურნეობის სამინისტროს შესაბამისმა სამსახურებმა და სპეციალისტებმა რეგიონებში ჩატარონ ტრენინგები-შეხვედრები. უნდა მომზადდეს საინფორმაციო პოსტერები რომლებზეც უბრალო და მარტივ, არასპეციალისტი მოსახლეობისათვის გასაგებ ენაზე განთავსებული იქნება ინფორმაცია თუ როგორი უნდა იყოს საძოვრების მოხმარების რეჟიმი და რა როლს ასრულებს ნიადაგის ფაუნა ქვეყნის ერთ-ერთი უმთავრესი რესურსის აღდგენა-შენარჩუნებაში.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. Абих Г. 1902. Геология Армянского нагорья. Восточная часть. Зап. Кавказское отделение, Русское Географическое общество. т.23, с. 67
2. Attems C. 1901. Miriopoden. Dritte Asiatische Forschungsreihe des Grafen E. Zichy. Budapest-Leipzig, Bd. 2, p.227-310. Rev. ecol. et biol. Sol.
3. Безкоровайная И. Н. 2009. Роль почвенных беспозвоночных в деструкции органического вещества лесных экосистем Енисейского меридиана. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, Красноярск –
4. Бызова Ю.Б. 1970. Об оценке роли диплопод в круговороте кальция. Зоологический журнал, т. 49, в. II. сс. 1638-1642
5. Восоцк K.L. 1964 Changes in the amounts of dry matter, nitrogen, carbon and energy in decomposing woodland leaf litter in relation to the activity of Soil fauna. J. of Ecology, V.52, #2, pp.273-283
6. Boller F. 1986. Diplopoden als Streuzersetzer in einem Lärchenwald. Berchtesgaden. V.88, S. 111. (Forschungsber. Nationalpark Berchtesgaden, 9) ISBN 3-922325-08-4.
7. Cairns M.A., Brown S., Helmer E.H., Baumgardner G.A. Root biomass allocation in the world's upland forests // Oecologia (Berlin). 1997. V. 111. P. 1–11.
8. Chotko E. у. 1977. The role of some species of diplopods in leaf litter decomposition. Ecol. Bull. #25. pp. 548-530
9. Cole L., Dromph K. M.; Boaglio V.; Bardgett R. D. 2004. Effect of density and species richness of soil makrofauna on nutrient mineralisation and plant growth. Biology and fertility of soils, vol. 39, n°5, pp. 337-343
10. Darwin Ch. 1981. Earthworms and vegetable mould. L.
11. Drift van der J. 1951. Analysis of the animal community in a beech forest floor. Tijdsche. entomol. V.94.
12. Drift van der J., Jansen E. 1977. Grazing of springtails on hyphal mats and its influence on fungal growth and respiration. Ecol. Bull. #25, pp. 203-209.
13. Dumont B., Rook A. J., Coran Ch. and Röver K.-U. 2007. Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 2. Diet selection. *Grass and Forage Science* 62:2, 159–171
14. Dunger W. 1958. Über die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Macrofauna in Auenwald. Zool. Jahrb. Abt. 8.3. Bd. 86, #2, s.s. 139-180
15. Dunger W. 1963. Leistungsfähigkeit bei Streuzersetzung. Soil organisms. Amsterdam, pp/92-102.
16. Джамбазишвили Я.С. 1966. Материалы к изучению фауны пластинчатых жуков (scarabaeidae), распространенных в Казбегском районе. Сообщения АН ГССР, т. 43, №1, сс. 197-202
17. Джамбазишвили Я.С. 1970. К изучению фауны пластинчатых жуков (Scarabaeidae) Малого Кавказа. Л.: Наука, Энтомологическое обозрение, т.49, №1, сс. 103-107
18. Докучаев В. В. О происхождении русского чернозёма, 1884.
19. Engelmann M.D. 1961. The role of Soil arthropods in the energetic of an old field community. Ecol. Monogr. V.31, pp.221-238.
20. Enghoff, H. 1995. A Revision of the *Paectophyllini* and *Calyptrorhynchini* - Millipedes of the Middle-East (Diplopoda, Julida, Julidae). Journal of Natural History, 29(3): p. 685-786.
21. Вернадский В.И. Живое вещество Соч.: Избр. соч. В 5 т. М., 1954—60;. М.
22. Винберг Г.Г. 1962. Энергетический принцип изучения трофических связей и продуктивности экологических систем. Зоологический журнал. т.41, вып. III, с.с. 1618-1630



23. Винберг Г.Г. 1964. Пути количественного изучения потребления и усвояемости пищи водными животными. Журнал Общей Биологии, е. 25, сс. 74-80
24. Винберг Г.Г. 1968. Методы определения продукции водных животных: Методическое руководство и материалы, Минск: Выш. школа, сс. 5-25
25. Ганин, Г. Н. 1994. Роль почвенной мезофауны в биогенном круговороте элементов в лесных и луговых экосистемах Приамурья. Экология, 1994. № 5-6. С. 59-67.
26. Ганин Г. Н. 2006. Некоторые правила организации сообщества педобионтов (на примере мезофауны Приамурья). Изв. РАН. Серия биол.. № 4. С. 613-623
27. Ганин Г. Н. 2009. Сообщества мезопедобионтов юга Дальнего востока России. Реферат диссертации на соискание уч. степени доктора биологических наук. Хабаровск, с.23
28. Герайзаде А.П. 1968. Калориметрическое определение энергии аккумулированной в растительном веществе некоторых биоценозов Азербайджана. Докл. АН АзССР. т.24. №7, сс. 64-66.
29. Gere G. 1956. Examination of the feeding biology and humification function of Diplopoda and Isopoda. Acta Biol. Acad. Sci. Hung., #6, ¾, pp.257-271.
30. Гиляров М.С. 1949. Диагностика и география почв в свете почвеннозоологических исследований. Успехи современной биологии, т. 28, вып. 3(6)
31. Гиляров М.С. 1960. Почвенные беспозвоночные как фактор плодородия почв. ЖОБ, т. 21, вып.2, сс. 81-89.
32. Гиляров М.С. 1965. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, с. 273.
33. Гиляров М.С. 1967. Беспозвоночные животные и лесные биоценозы. Лесоведение, №2, сс. 27-36
34. Гиляров М.С. 1968. Почвенный ярус биоценозов суши. Успехи совр. биологии, т.66, вып. 1, сс. 121-135
35. Гиляров М.С. 1970. Беспозвоночные-разрушители подстилки и пути повышения их полезной деятельности. Экология, №2, сс. 8-21.
36. Гиляров М.С. 1971. Роль почвенных животных в круговороте веществ в биогеоценозах. Очередные задачи биогеоценологии и итоги работ биогеоценологическиз стационаров, ч.1, Л.:, сс. 23-27.
37. Гиляров М.С. 1975. Условия обитания беспозвоночных животных разных размерных групп в почве. Методы почвенно-зоологических исследований. М.:,сс. 78-90
38. Гиляров М.С. 1978. Зоологические приемы повышения почвенного плодородия почв. Биол. методы оценки природной среды. М., сс. 78-90
39. Гиляров М.С. 1987. Учет крупных беспозвоночных (мезофауна). Количественные методы в почвенной зоологии. М., «Наука», сс. 9-26
40. Гулисашвили В.З., Махатадзе Л.Б., Прилипко Л.И. 1975. Растительность Кавказа. М.: Наука, с. 233
41. Гургенидзе Л.Н. 1983. Распределение личинок проволочников в черноземных почвах Южногрузинского нагорья. Фауна и экология беспозвоночных животных Грузии. Тбилиси, Мецниереба, сс. 83-89
42. Hassal M. 1977. Consumption of leaf litter by the terrestrial isopod *Philoscia muscorum* in relation to food availability in a dune grassland ecosystem. Ecol. Bull. #26. pp. 550-553.
43. Haeth G.W., King L.C. 1964. Litter breakdown in deciduous forest soils. Trans. 8<sup>th</sup> Intern. Congr. Sci. Bucharest, V.3, p.p. 979-987.
44. Holter P. 1973. A chromic oxide method for measuring consumption in dung-eating *Aphodius* larvae. Oikos. Bd. 24. #24 #2, pp/ 117-122.
45. Holter P. 1974. Food utilization of dung-eating *Aphodius* larvae (*S carabaeidae*). Oikos. Bd. 25. #1, pp.71-79

46. Holter P. 1975. Energy budget of a natural population of *Aphodius rufipes* larvae (*scarabaeidae*). Oikos., Bd. 26, #2, pp. 177-186
47. Holter P. 1977. An experiment of dung removal by *Aphodius larvae* (*scarabaeidae*) and earthworms. Oikos, Bd.28, #1, pp. 130-136
48. Holter P. 1979. Effect of dung-beetles (*Aphodius sp.*) and earthworms on the disappearance of cattle dung. Oikos. Bd. 32, #3, pp. 393-403
49. Jawlowski H. 1929. Über einige neue Diplopoden-Arten aus Klein Asien und aus Transkaukasien. Ann. mus. Zool. polon. V.8.,pp.49-53
50. კეცხოველი, ნ. 1935. საქართველოს მცენარეულობის ძირითად ტიპები. თბილისი, თსუ, ტ. 30, გვ. 438
51. Ke Xin, Winter, K., Filser, J. 2005. Effects of soil makrofauna and farming management on decomposition of cover litter: a microcosm experiment. Soil Biology & Biochemistry (Vol. 37) (No. 4) 731-738
52. Квавадзе Э.Ш. 1979. Дождевые черви Черноземов Грузии. Фауна беспозвоночных коричневых почв и горных черноземов Грузии. Тбилиси, Мецниереба, сс. 143-157
53. Квавадзе Э.Ш. 1985. Дождевые черви Кавказа, Тбилиси, Мецниереба, с. 236
54. Козловская Л.С. 1976. Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв. Л., Наука, с. 211.
55. Kozlovskaja L.S., Striganova B.R. 1977. Food, digestion and assimilation in woodlice and their relations to the Soil microflora. Ecol. Bull. V, #25, pp.240-245.
56. Кононова М.М. 1963. Органическое вещество почвы. М. АН СССР
57. კორძაია მ., 1971. საქართველოს ჰავა, თბილისი, განათლება, გვ. 86
58. Кохия М.С. 1983. Оценка роли диплопод террасных лесов Закавказья в биологическом круговороте. Зоологический журнал, т. 62, сс. 1425-1428
59. Kokhia, M., Lortkipanidze, M., Tskhadaia, E., Melashvili, N., Gorgadze, O. 2010. High Mountain Meadows Makrofauna for Pastures Rehabilitation. ICBEE 2010, 2nd Conference Materials, Cairo, Egypt. pp. 158-162
60. Курчева Г.Ф. 1967. Влияние повышенной численности беспозвоночных и увлажнения на скорость разложения дубовой подстилки. Pedobiologia, Bd.7, H1/3. p, 228-238
61. Laatsch W. 1948. Untersuchungen über die Bildung und Anreicherung von Humusstoffen. Ber. Landtechn. V. 4. s. 1-31
62. Lohmander H. 1936. Über die Diplopoden des Kaukasus gebietes. Göteborgs Kungl. Vetensk.-o. Vitt.-Samh. Handl 5. Följden Ser.B. 5. V.1, pp. 1-196.
63. Luxton M. 1982b. Quantitative utilization of energy by the Soil fauna. Oikos. V. 39, #3, pp. 342-354
64. Marcuzzi G. 1970. Experimental observations on the role of *Glomeris sp.* (*Myriapoda, Diplopoda*) in the process of humification of litter. Pedobiologia, Bd. 10, #6, s. 401-406
65. Мордкович В. Г. 1995. Особенности зообиоты почв Сибири. Почвоведение. 1995. № 7. С. 840.
66. Нахуцишвили Г.Ш. 1971. Экология высокогорных травянистых растений и фитоценозов Центрального Кавказа (водный режим). Тбилиси, Мецниереба, с.199
67. Нахуцишвили Г.Ш., Чхиквадзе А.К., Хецуриани Л.Д. 1980. Продуктивность высокогорных травяных сообществ Центрального Кавказа. Тбилиси, Мецниереба, с. 180
68. Некрасова, С.О., Агафонова, С.В., Струков. В.М. (2010). Повышение плодородия почв в Астраханской области. Астраханский государственный университет, В сб. Тр. Астраханского Университета. –[PDF]. сс.12

67. Neuhauser E.F., Hartensteen R. 1978. Phenolic content and palatability of leaves and to soil isopods and diplopoda. *Pedobiologia*, Bd.18, pp. 99-109
68. Nielsen C.O. 1962. Carbohydrases in soil litter invertebrates. *Oikos*. Bd. 13, #2, pp.200-215
69. Овсинский И.Е., 1898. Новая система земледелия. Варшава
70. Одум Ю. 1975. Основы Экологии. М. Мир, с. 740
71. O'Neil R.V 1968. Population energetic of the millipede *Narceus americanus* (*Beauvovus*). *Ecology*, V. 49, #5, pp. 803-809
72. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Суханова Н.И. 2005. Химия почв. Москва, Высшая школа
73. Петриашвили Р.А., Яшвили Н.Н. 1979. Общая характеристика черноземов Южно-Грузинского нагорья. Фауна беспозвоночных коричневых почв и горных черноземов Грузии. сс. 33-50
74. Petersen, H.A., and M. Luxton. 1982. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39; pp. 287-388
75. Petruszewicz K. 1967. Concept in studies on the secondary productivity of terrestrial ecosystems. *Secondary productivity of terrestrial ecosystems*. Warsaw, pp. 17-49
76. Priesner E. 1961. Nahrungs wahl und Nahrungs verarbeitung bei der Larve von *Tipula maxima*. *Pedobiologia*, Bd. 1, N.1, pp.25-37.
77. Пришутова З.Г. Миноранский В.А. 1986. Исследования пищевой избирательности кивсяка *S. kessleri*. Зоологический журнал, т.65, вып. 2, сс. 221-226
78. Рыбалов Л.Б., Воробьева, Россолимо Т.Е, Залесская Н.Т. 2002, Зонально-ландшафтное распределение фауны и населения многоножек ( Mugiapoda) в бассейне реки Енисей - «Изучение биологического разнообразия на Енисейском экологическом трансекте. Животный мир.» М. Изд-во РАСХН, с 60-69.
79. Rybalov L.B. 2003. Population of soil dwelling invertebrates of the old growth spruce forest of the National Park "Friendship". Biodiversity and conservation of boreal nature - Proc. of symp."10 year Annivers. Nature Rel. Friendship", Vantaa, p. 206-211.
80. საბაშვილი მ. 1965. საქართველოს სსრ ნიადაგები, თბილისი, მეცნიერება, გვ. 552
81. Салаев М.Э. 1955. Условия почвообразования и почвы в системе Малого Кавказа. Труды совещания по генезису, классификации и географии почв Закавказья. Баку, сс. 97-104
82. Samedov N.G., Bababekova L.A. 1980. Landscape variations of mesopopulation amount and biomass in soils of Miner Caucasus region in Azerbaijan. *Pedobiologia*, Bd. 6, pp. 387-392
83. Scimone, M., Rook A. J., Garel J. P. and Sahin N. 2007. Effects of livestock breed and grazing intensity on grazing systems : 3. Effects on diversity of vegetation. *Gras and Forage science* 62:2, 172-184
84. Schaller F. 1950. Biologische Beobachtungen an humus bildenden Bodentieren, insbesondere Collembolen. *Zool. jahrb. Abt. Syst.*, #78, pp.506-525
85. Seguy E. 1955. Introduction a l'etude biologique et morphologique des insects dipteres. Rio de Janeiro
86. Соколова Т.Л. 2009. Почвенная фауна как объект рекреационных нагрузок. Реферат диссертации на соискание уч. степени канд. наук
87. Стебаев И.В. 1958. Животное население первичных наскальных почв и его роль в почвообразовании. Зоологический журнал, т. 36, вып. 10, сс. 1433-1448
88. Стебаев И.В. 1963. Изменение животного населения почв в ходе их развития на скалах и рыхлых продуктах выветривания и лесо-луговых ландшафтах Южного Урала. *Pedobiologia*, #4, сс. 265-309
89. Стриганова Б.Р. 1968. Исследование роли мокриц и дождевых червей в процессах гумификации разлагающейся древесины. Почвоведение, №8, сс. 85-90

90. Стриганова Б.Р. 1969. Оценка усвояемости разных видов листового опада кивсяками (*Diplopoda*). Зоол. Журн. Т.48. вып.6, с.821-826
91. Striganova B.R. 1971. S ignificans of Diplopods activity in litter decomposition. Organismes du sol et production primaire (IV Colloq. Pedobiol. Dijon), Paris, pp. 409-415
92. Стриганова Б.Р. 1974. Распределение двупарноногих многоножек (*Diplopoda*) в предгорьях Карпат и их роль в разложении лесного опада. Зоологический журнал, т. 53, вып. 9, сс. 1303-1314
93. Стриганова Б.Р. 1975. Методы оценки деятельности беспозвоночных-сапрфагов в почве. Методы почвенно-зоологических исследований М. «Наука», сс. 108-127
94. Стриганова Б.Р. 1976. Специфика пищеварительной активности почвенных беспозвоночных как показатель характера разложения растительных остатков. Биологическая диагностика почв. М., «Наука». сс. 268-269.
95. Стриганова, 1977. Адаптация двупарноногих многоножек (*Diplopoda*) к обитанию в почвах с различным гидротермическим режимом. Адаптация почвенных животных к условиям среды. М. Наука. С. 155-166
96. Стриганова, Валиахмедов, 1975. Роль пустынных мокриц в разложении растительных остатков. Зоол. Журн., т. 54, вып. 10, сс. 1560-1562
97. Striganova B.R., Valiakhmedov B.V. 1976. Beteiligung bodenbewohnender saprophagen an der Zersetzung der Laubstreu in Pistazjenzwäldern. Pedobiologia, Bd. 16, H.2, pp.219-227
98. Striganova B.R., Mazantseva G.P. 1979. Age and size structure of a population of *Pachyiulus foetidissimus*, (*Diplopoda*) in the Caucasus. Oikos, Bd.32, pp.416-421
99. Стриганова Б.Р. 1980. Питание почвенных сапрофагов. М., Наука, с 242
100. Стриганова, Б.Р., Кондева, Э.А., 1980. Пищевые потребности и рост наземных мокриц (*Oniscoidea*). Зоол. Журн., т. 59, вып. 12, сс. 1792-1798
101. Стриганова Б.Р., Логинова, Н.Г., 1984. Роль диплопод в биологическом круговороте экосистем альпийских лугов Малого Кавказа. ЖОБ, т. 45, №2, сс. 196-202
102. Striganova B.R. 1987. Soil animals in detritus food webs soil fauna and soil fertility. Proceeding of the 9<sup>th</sup> International Colloquium in soil zoology. М., Nauka, pp. 18-23
103. Стриганова Б.Р., Барне А.Ж. 2005. Использование дождевых червей в промышленных вермикультурах, «Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами», М., КМК, с. 446-454.
104. Схиртладзе Н.И. 1958. Постпалеогеновый эффузивный вулканизм Грузии. Тбилиси, изд- АН ГССР, с. 368
105. ტალახაძე გ.რ. 1963. საქართველოს შავმიწა ნიადაგები. თბილისი, „საბჭოთა საქართველო“, გვ. 323
106. Tingey D.T., Phillips D.L., Johnson M.G. 2000. Elevated CO<sub>2</sub> and conifer roots: effects on growth, lifespan and turnover New Phytologist. V. 147. P. 87–103.
107. Toyota A., Kaneko N., Ito M. T. 2006. Soil ecosystem engineering by the train millipede *Parafontaria laminata* in a Japanese larch forest Soil Biology & Biochemistry 38 1840–1850
108. Tracey M.V. 1951. Cellulose and chitinase of earthworms. Nature, 167, p.776
109. Turčec, F.J. 1974. Detritus consumption and some ecological remarks of the earwigs *Anechura bipunctata* (Fabr.) and *Chelidurella acanthopygia* (Gene) in matgrass pastures. Biologia ČSSR). Bd. 29, H.8, p. 631-635
110. Урушадзе Т.Ф. 1971. Почвы Казбегского района. В кн. Г.Ш. Нахуцришвили – Экология высокогорных травянистых растений и фитоценозов Центарльного Кавказа (Водный режим). Тбилиси, «Мецნიერება», с. 198
111. ურუშაძე თ. 1997. საქართველოს ნიადაგები, „მეცნიერება“, თბილისი

112. Uvarov A.V., Scheus. 2004. Effects of developmental stage and temperature regime on respiratory activity of *Lumbricus rubellus* (Lumbricidae). *Pedobiologia*, 48, 4, 365-371.
113. Элиава И.Я., Элиашвили Т.С., Квавадзе Э.Ш., Гургенидзе Л.Н. 1977. Почвообитающие беспозвоночные Субальпийского пояса Казбеги. Высокогорная экосистема Казбеги. Тбилиси, 1977, сс. 66-69
114. Waid J.S. 1974. Decomposition of roots. in.: *Biology of plant litter decomposition*, London; New York, pp.175-211
115. Wallis De Vries M. F., Parkins on A. E., Dulphy J. P., Sayer M. and Diana E. 2007. Effects of lives tock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems . 4. Effects on animal diversity. *Grass and Forage Science*, Vol/ 62, Issue 2, Page 185-197;
116. White J.J. 1968. Bioenergetics of the woodlouse *Tracheoniscus rathkei* Brandt in relation to litter decomposition in a deciduous forest. *Ecology*, V. 49, #4, pp. 649-704
117. Wieser W. 1965. Untersuchungen über die Ernährung und den Gesamtstoffwechsel von *Porcellio scaber* (Crustacea, Isopoda). *Pedobiologia*, Bd.5, H.4, pp.304-331
118. Zachariae G. 1967. Die streuzers etzung im Köhlgartengebiet. *Progress in soil biology*, Brauns chweig, pp. 490-506.

წარმოდგენილი ნაშრომის მოსამზადებლად ჩვენ მიერ ჩამოთვლილი ლიტერატურის გარდა, გამოყენებულია ინტერნეტ-გვერდიდან [www.sitc.ru](http://www.sitc.ru) მოპოვებული მთელი რიგი ლიტერატურული მასალა.

## **Georgian High Mountain Pastures Biodiversity: Makrofauna's Structure, Feeding Activity and Monitoring**

Nowadays under the assumption of ecological changes caused by global warming and human impact, study of high mountain ecosystems and facilitating maximal development of soil is one of the most actual problems for scientists. In high mountain regions of Georgia livestock farming is the main agricultural branch. Finding an optimal balance between livestock production and grazing impact on animal diversity is important for the development of sustainable grazing systems (Wallis De Vries, et al., 2007). Hence, the considerable amount of meadows in high mountain regions of Eastern Georgia are used as pastures and the others in adjacent areas are occupied with technical cultures (potato, cereal crops). The rate of plant litter decomposition, the soil structure and formation of its humus horizon significantly depends on a vital activity of soil makrofauna.

Ecosystems of relatively simple structures are mostly convenient for biogeocenological researches and at the same time are less studied. High mountain regions are just those areas where in rather extreme conditions for living organisms ecosystems of the most simple structures are formed and developed.

Activity of soil inhabitants determines the rate of plant residues destruction and their mineralization, and accordingly the rates of turnover of organic compounds. The character of plant litter destruction, its structure and humus horizon formation entirely depends on the action of representatives of soil micro- and makrofauna (millipedes, wood lice, earthworms, caterpillars, dipterans' worms, etc).

Investigations of soil invertebrate's metabolism and productivity in soil zoology are connected with the quantitative estimation of soil saprophages' role in the humification and mineralization processes of leaf litter. As metabolic activity of soil saprophages is determined not only by the quantity of applied food, but also by chemical and mechanical properties of the litter (Striganova, 1980) and depended on the physiological condition of animals, soil zoologists began to study a quantitative side of saprophages metabolism, taking into account the influence of environment factors on the speed of metabolic processes, the physiological condition of animals during the activity and the whole life cycle.

Soil invertebrates appear as bioindicators of soil state, and we consider that the study of makrofauna structure of high mountain soils and estimation of their role in trophic chain should be the most effective method of ecological monitoring of such type ecosystems. Their role is significant in mixing of various soil layers, in increasing of water flowing and aeration, in improvement of soil physical and chemical characteristics and in enrichment of organic matter with products of their vital activity. The representatives of makrofauna also play a role of saprophage-humificators and take an active part in bringing organic compounds of plant litter into deep layers of soil and enriching soil mineral horizon which leads to deepening of soil profile and formation. Invertebrate-saprophages release energy and nutrient elements accumulated by green plants. It should be noted that the soil invertebrates can be used as sensitive indicators of soil regime and for soil diagnostics.

The main goals of this work are:

- ▶ to study a quantitative parity of dominant soil inhabitants in High-Mountainous pastures of Georgia
- ▶ to define species composition, horizontal and vertical distributions, seasonal dynamics in soil layers.
- ▶ to study of trophic structures, and define inhabitants' roles in decomposition of plant remains
- ▶ to estimate saprophages role in soil biota
- ▶ to study nutritional and energetic requirements of saprophages inhabited in soils of High Mountain meadows and their role in decomposition and mineralization of plant remains.

Study of High-Mountain soils makrofauna structure and estimation of their role in trophic chain should be the most effective method of ecological monitoring for such type ecosystems. Saprophytic complex of soil

inhabitants is the basic group, whose action determines the rate of biological cycle and the level of primary productivity, and what is essential; they may be used for soil diagnostics as sensitive indicators of soil regime.

Estimation of High-Mountain meadows' primary productivity needs a complex investigation of all components of the ecosystems and their interactions; moreover soil invertebrates affect directly plant productivity.

Try to cut a block of land from the vergin steppe-you will see more roots of grasses, worm passages, bugs, larvas than a land. All of these seethes, drills, sharpens, digs the soil and get incomparable to anything living sponge”(Dokuchaev, 1884).

Many of the agronomists at the time believed that the land should not be ploughed, husked, cultivated, harrowed etc. One should only mow and harvest. Unfortunately, at present a grain grower destroys Dokuchaev's "Alive sponge" by ploughing several times a year. And this is only the beginning of a disaster: a ploughed or loosened soil quickly thickened and becomes air-proof. The main problem emerges as rare soil habitants extract little carbon gas that can't be obtained from the atmosphere either, because of soil air impermeability. The carbon gas deficiency causes carbonic acid decrease in the soil, which facilitates the formation of feeding solutions for the plants. The situation is complicated because of overdrying or extinction of the restricted soil. "Alive sponge" is damaged; the soil degrades and turns into a dust, filled with mineral fertilizers. Some methods of rehabilitation of degraded soils are used: for example, the Greek government pays farmers dotation in case if they leave lands fallow within five years. In Russia the degraded soils are first sowed with siderites followed by ploughing and then manured with further ploughing and so on. All these methods take land away from crop rotations for 5 or more years and are less effective because of soil animals' defficiency.

At the turn of the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century's agronomer Ovsinsky (1898) managed to increase the crop capacity ten times within some years, the damaged soils obtained the primeval features. He proved that the soil is recovered only with the help of the soil living creatures- worms, bugs and larvae.

Representatives of soil makrofauna play the role of saprophages-humificators and take an active part introducing organic compounds of plant litter into deeper layers of soil, enriching soil mineral horizon and thus, deepening and forming soil profile. Invertebrate-saprophages release energy and also nutrient elements that are accumulated by green plants. The saprophytic complex of soil inhabitants is the basic group whose action determines the rate of biological cycle and the level of primary productivity.

## MATERIAL AND METHODS

To study specific composition of soil inhabitants of high mountain ecosystems, their distribution and trophic structure standard methods applied in soil zoology were used (Ghilarov, 1975). Traps were used for gathering and definition of dominant species of soil invertebrates. A role of soil invertebrate-saprophages was shown in plant litter destruction processes, in enhancement of biological cycle of high mountain ecosystems and in maintenance of soil natural fertility.

A complex research of high-mountainous ecosystems and components, their vital activities were investigated in two regions of Georgian High Mountainous pastures: Stephantsminda and Tsalka. The basic groups of high mountain meadows invertebrate-saprohages (millipedes, earthworms, caterpillars and Wood lice) were determined.

In the fields with Lucerne the prevalence of the number of saprophages was clearly expressed and their approximate number was 60%. The structure of invertebrates' population in these places was characterized by the variety of trophic groupings and poly-dominance. In the lower mountain forest zone canopy saprophages predominate and compose 76% of the total number and are represented also with rain worms, woodlice and diplopods. In the mining soils of alpine meadow there was found just one species of diplopods - *Catamicrophyllum caucascum* and their number comprised more than 200 ind. /m<sup>2</sup> or 88%. It is necessary

to note that the presence of rare and endemic forms is characteristic for the makrofauna of the alpine meadow of alpine zone.

Determination of parameters of nutritional activity of invertebrate-saprophages was carried out by both, gravimetric (Striganova, 1975) and biochemical (Vinberg, 1968) methods. Biochemical method is based on oxidative action of  $K_2Cr_2O_7$  on organic matter. For the study of biochemical reactions a spectrophotometer will be used. A degree of decomposition of cell structures of plant remains, content of cellulose in nutriment and excrements of saprophages will be also estimated with a spectrophotometer.

The research territory is represents a pasture with an intensive sheep graze. Registrations of large invertebrates were carried on with a digging up method and the follow-up manual soils sift (Ghilarov, 1975). A probe size was 50x50 cm and the depth - up to 50cm. A registration of each plot was carried on in : June, October, May and July.

The material was gathered on the level of 1600-1650 m asl. in Tsalka region .In each region we chose three sites. The distance between them was 1-1,5 km, two plots of them were located on the hills (1650 m asl) and one was in a depression (1620 m asl) between them.

In Stephantsminda region (1800 m asl) investigations were carried out in four plots. In addition ,the material was gathered in Cross Pass (2395 m asl) and in the surrounding areas of Tbilisi (800 m asl).

The vegetation cover of the research sites in Stephantsminda region consisted of the *Phleum pratense*, *Bromus variegatus*, *Agrostis planifolia*, *Trisetum flavescens*, *Trifolium canescens*. The subalpine zone was mainly presented by *Rhododendron caucasicum*. The xerophytic plants were mostly represented by *Artemisia absinthium*.

During the manual soil sifting procedures the following groups of makrofauna: earthworms, millipedes, insects and molluscs were found in the experimental plots, we chose the following representatives of saprophages to conduct our studies:

Myriapoda – <i>Diplopoda</i>	Habitat
Family - <i>Julidae</i>	
1. <i>Megaphyllum brachyurum</i> (Attems , 1899)	Stephantsminda Region Cross Pass Tbilisi Suburbs, River Vere Gorge
2. <i>Julus sp.</i>	Stephantsminda Region
3. <i>Catamicrophyllum caucasicum</i> (Verhoeff, 1900)	Tsalka-Dmanisi Highlands
Family - <i>Polydesmidae</i>	
4. <i>Brachydesmus ferrugineus</i> (Lohmander, 1936)	Stephantsminda Region
Isopoda- <i>Oniscoidea</i>	
Family - <i>Porcellionidae</i>	
5. <i>Parcilisticus sp.</i>	Stephantsminda Region
6. <i>Trachelipus</i> Budde-Lund, 1908	Stephantsminda Region
Family - <i>Armadillididae</i>	
7. <i>Armadillidium</i> Latreille, 1804	Stephantsminda Region
Insecta – <i>Dermaptera</i>	



Family - *Forficulidae*

8. *Anechura bipunctata* Fabricius

Stephantsminda Region

Only one species- the representative of Molluscs' family *Helicidae*, *Euomphalia selecta* (Kliku) was found in Tsalka region and also were registered 13 species of earthworms - *Nicodrilus jassyensis jassyensis*, *N. caliginosus trapezoides*, *N. roseus roseus*, *Eisenia grandis perelae*, *E. foetida foetida*, *E. tetraedra tetraedra*, *Dendrobaena alpina alpina*, *D. veneta*, *D. pentheri*, *D. octaedra*, *D. kurashvilii*, *D. byblica byblica*, *D. lacteum*.

All investigated species are phytosaprophages and belong to a terrestrial plant remains consumers group.

In each plot registration was carried out in the following terms: June, October, May and July. The depth of the soil is up to 50cm. In each layer the amount and biomasses of invertebrates were calculated.

Three points for material gathering have been selected in each site and at each of them three probes were taken in the depth up to 40-50cm.

Saprophages were contained in glass vessels of 500 cm<sup>3</sup> in the laboratory conditions. Experiments to determine feeding activity readings for each species of soil inhabitant invertebrates were carried out in vitro at temperature +20°C, for 10-20 times within 4-6 days. We tried to keep a constant humidity (about 75%). Both root and leaf residues were used as food.

In view of that the millipedes *M. brachyurum* encountered at all altitudes of experimental areas, we decided to investigate interpopulation differences in coefficients of feeding activity and their dependence on climatic conditions of habitat. Thus, *M. brachyurum* feeding activity was studied in three habitats, located at different altitudes of the mountain profile of the Main Caucasian ridge: in the forest belt - the village Tskhneti (mixed broadleaf forest - 1000 m asl) in subalpine (Stephantsminda - 1800 m asl) and alpine (Cross Pass - 2395 m asl) low grass meadows. The low grass covering of the Cross Pass mostly consisted of *Nordus stricta*'s association of *Iibaldia parviflora*, *Geranium gymnocaulon*, *Festucetum mixtoherbosum*, *Festuca varia*, *Inula grandulosa* and *Geranium gymnocaulon*.

In the forest formation *Populus hybrida*, *Salix australior*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus longipes*, *Carpinus orientalis*, *Carpinus caucasica*, etc. were predominant (Gulisashvili et al., 1975). The underlying rock is alluvial herbaceous-sandy. The cover includes herbs and forbs. The thickness of the litter is 1 to 2cm. The soil is medium loamy, fairly wet and poorly structured. Occasionally, there occur stones. The humidity of the soil increases with depth.

In the forest population of millipedes two age groups were identified - juveniles weighing 28 mg and adults weighing up to 170 mg.

To determine the effects of climatic conditions on the representatives of all millipede population the experiments were conducted in several different ways, in particular during the experiment the part of adult millipedes were placed in a refrigerator at 10 ° C, and the other part as a group of juveniles in our experiments were kept at room temperature - 22°C.

Within the experimental period saprophages were kept separately in Petri cups. Biomasses identification was estimated by a weight of a fixed individual.

The experimental works were conducted under the laboratory conditions at room temperature in the Institute of Zoology.

## RESULTS AND DISCUSSIONS

The vegetation of Tsalka region in Highlands black soil mostly represented by *Stipa*, *Andropogon ischaemum*, *Festuca pratensis* Huds. It's necessary to note that the species composition of plant covering is richly represented, thus encouraging the establishment of a powerful soil profile.

In soil probes the following six orders and eleven families of insects were discovered: *Cicadidae* (Homoptera), *Forficulidae* (Dermaptera), *Carabidae*, *Scarabaeidae*, *Elateridae*, *Tenebrionidae*, *Byrrhidae*, *Curculionidae* (Coleoptera), *Geometridae* (Lepidoptera), *Tentheridinidae*, *Formicidae* (Hymenoptera), *Asilidae*, *Muscidae* (Diptera). Species of Insect's Worms (Tsalka Region) Table 5(see attachment).

Researches clearly showed a leading position of earthworms both in ennobled and depression plots. But it should be noted that in depression a number of makrofauna representatives was several times less in comparison with raised sites. In our opinion the reduced number was caused by higher humidity of soil that was proved with the presence of hygrophilous kinds of makrofauna, such as earthworms and by complete absence of steppe kind *Nicodrilus jassyensis* on the site.

Soil makrofauna structure stability greatly depends on pasture loading. An excessive overloading of pastures often leads to unrecoverable results which can be revealed with tamping and packing of soil and destruction of plant cover. All these events cause withdrawal of important species actively involved in soil forming processes from faunistic complex.

The comparison of basic makrofauna groups' quantity in the investigated plots is resulted in Figure 6 (see attachment).

In the third plot with the highest population of invertebrates, millipedes made 50.6 % from an aggregate number. The second place in abundance held earthworms – 31.4% and insects - only 18 %. In the first plot the quantity of earthworms contained 50 %, but their absolute quantity was 1.5 times more in comparison with the third plot.

Depth of population and occurrence of representatives of makrofauna were 50 cm in all three plots. The most populated were the top horizons of soil, namely to 30 cm, there were only individual species of larvae of weevils and lamellicorns that laid deeper.

The vertical distribution of the main soil inhabitants on the experimental plots is presented in Fig. 8 (see attachment).

High indicators of invertebrates' biomass in the third plot differs. The basic part of a biomass of animals was made by diplopods which dominated in the quantity in this plot..Their biomass exceeded 65% of all amount of animals biomass in this site whereas the biomass of earthworms made 23% from the general amount of invertebrates biomass in the third plot and insects made 9 %. The third site differed in a biomass shells which reached 42 g/m<sup>2</sup> - 2.5% from the general amount of biomass .

Among the investigated plots the third one was with the most densely populated invertebrates, namely - millipedes made 50.6 % from an aggregate number. The second place in abundance held earthworms – 31.4% and insects - only 18%. In the first plot the quantity of earthworms contained 50 %, but their absolute quantity was 1.5 times more in comparison with the third plot.

Seasonal dynamics of quantity of millipedes *Catamicrophyllum caucasicum* in all plots are shown on Fig. 7 (see Georgian version). In the drawings sharp fluctuations of these animals' number are clearly observed. In the second plot during the summer there was a mass destruction of millipedes that had been caused by an abundance of precipitations in the form of hailstones and low temperatures; thus, in autumn in the second plot their number was practically leveled to zero. In May in all three plots the percentage parity was almost identical and fluctuated from 12 to 17 %. It is necessary to consider big seasonal fluctuations of these representatives of saprophages during a quantitative estimation of their activity in destruction processes.

In trophic structure of complexes of makrofauna prevalence of sarpophages is obviously expressed. Earthworms, millipedes are the active destroyers of the plant remains. Naturally, in meadow soils the basic food resource for these sarpophages was the remains of roots, and for millipedes - decaying parts of plants. Among larvae also there were the representatives of saprophytic complex, namely – larvae of lamellicorn bugs. In the investigated pasturage plots there were a considerable quantity of bugs-earth-boring dung beetles. They were especially numerous in the first and second plots.

The grouping of phytophages in meadow soils of the observable area was presented with the representatives of dominating genera of larvae of weevils *Adelognatha* and *Phanerognatha*, darkling beetles - *Cylinndritonus brevicolis*, carabid beetles - *Carabus maurus*, *C. adamsi*, and larvae elaterids - *Selatosomus latus*, *Agriotes obscures*, etc.

The complex of predators was presented with representatives of genera *Clivina*, *Carabus*, *Notiophilus*, etc., and also larvae dipterans etc. The quantity of sarpophages in all three plots made more than 80 % from total makrofauna Fig. 9 (see attachment).

Our studies suggest that the most active consumers of plant litter are Diplopods *Catamicrophyllum caucasicum* from Tsalka region that determined their abundance in the humus-rich soils.

In Stepantsminda region diplopods also played fundamental role in the destructive processes of residues and the activity of woodlice and earwigs was almost equal and relatively low.

In researched plots of Stepantsminda region the following dominant representatives of makrofauna were determined: Earthworms, Millipedes, Insects and Wood lice, and their quantities were 3.2%, 12.7%, 79.4% and 4.8% whereas the biomasses - 13.5, 1.4, 5.3 and 0.008 g/m<sup>2</sup>. In the groups of the low-grass meadow subalpine zone of mountain pastures the level of occupancy of the soil with soil invertebrates varied in different versions of meadow habitat fluctuated between 55-850 ind/m<sup>2</sup>. A number of crucial differences of soil invertebrates depended on the peculiarities of a relief within one site. The majority of the animals were concentrated in upper layers (10-30 cm) of soil and on the surface of the soil under the stone placers. The greatest number of animals was at the edge of the screed. The tendency of transition of soil animals to inhabit the soil surface at high altitudes increased with the height where the main limiting factor was the lack of heat in the soil.

*Megaphyllum brachyurum* feeding activity was researched in three habitats located in different heights of Caucasian mountain profile: forest level (800 m asl), short grassy meadows of subalpine (at 1800m asl) and alpine (at 2 395m asl). The plant residues were used for feeding of Diplopods. Two weight categories were defined in the forest population: juvenile with mass of 28 mg and adult - 171.7 mg.

When comparing the uptake rates and quantities of the actual diet of a millipede *M. brachyurum* reducing rates of feeding activity of larger animals were established. In juvenile *M. brachyurum* a very high rate of consumption of plant material was found. Per day diplopods consumed lots of litter, three times more than the dry weight of animals' body.

The value of the diet in adults was quite high in comparison with other millipedes populating the forests of the Caucasus, *M. brachyurum* is an exception in this series, because value of the percentage of adults of this species is higher than that in the smallest specimens *Cylindroiulus ruber*- weighing 16mg (Striganova, 1980).

The high rate of food consumption can be considered as an adaptation to reduce the period of nutrition and growth under unfavorable conditions (summer drought, high temperatures). In *M. brachyurum* even during short-term tests, an increase in body weight on an average of 3mg. indicates a high growth rate of diplopods that is characteristic to the forms with prolonged diapauses and the short period of active life. In the summer under high temperature cessation in nutrition and growth was observed in the forest population of diplopods.

The populations of *M. brachyurum* inhabiting the subalpine zone of the Caucasus is not significantly different in active food consumption in compared with the forest population with an equal weight, and amounted just 39% . The specific uptake of food exceeds 20%, which is typical for soil saprophages living in pessimal conditions. It clearly shows adaptation to an increase in the actual diet due to the increased digestibility of food, which is typical for the forms inhabiting in conditions of heat shortage. Value of the actual intake ranged from 2-4 mg / ind / per day. The values of  $k_A\%$  in the smallest and largest millipede are significantly different: in individuals with a live weight 21.5mg  $k_A$  are 47.6%, and in individuals with a mass of 36 mg, the figure is 22% (Figure 1).

The population of the Cross Pass experimental series was distinguished by wide fluctuations, for example, in individuals with similar body weight 32-34 mg ratio of food consumption varied almost six fold - from 5 to 28.5%. Similar fluctuations were noted in the ratio of specific uptake - from 9 to 24%.

In Comparison with the subalpine population of the district Stepphantsminda millipedes from the Cross Pass were distinguished by a large size (an average of 66 mg). The rates of food consumption are three times lower than that associated with a lower temperature conditions in their natural habitats. As in millipedes from the subalpine zone, the reduced rate of food consumption is compensated by high assimilability, immediately it should be noted that the value of the actual intake per unit body weight was a bit low in millipede from the Cross Pass (see table).

The relationship between indices of feeding activity  $k\%$  and  $k_A\%$  of body weight was weakly expressed during the quite rapid individual fluctuations of feeding activity.

Climatic conditions of the Cross Pass are characterized by great severity. The inhabitants of grassy turf lack of heat in the summer, of that high levels of feeding activity in representatives of Stepphantsminda population can be attributed to more favorable climatic conditions of their habitats, but in representatives of the species of forest millipede populations living in warm climate, the rate of food consumption and actual intake is a few times high than that of high population (Figure 1). In sub-alpine meadows during the spring and summer grass sod and the soil retains enough humidity. The main factor limiting the feeding activity of saprophages is the lack of heat. Therefore, above the forest belt a decrease in food rations of diplopods at the expense of lowering the rate of food consumption is observed.

Definitions of feeding activity of *M. brachyurum* revealed a relatively high assimilation of food, about 60-90%. The highest digestibility (94.6%) was recorded in the representatives of the juvenile group; in the millipedes from Cross Pass kept in a refrigerator digestibility was almost 10% higher than during their detention at room temperature. An average weight of animals in both experimental series was almost the same. The rate of food consumption at 10°C was twice as lower as illustrated by the above data; the low temperature slowed down the process of digestion due to the reduction rate of enzymatic reaction. At the low temperature the energy exchange consumption reduced. In the animals adapted to the conditions of the low temperature the intensification of the plastic exchange with the accumulation of reserve compounds was observed. In *M. brachyurum* weight gain 0.41 mg per day was observed during brief three-day tests at 10°C. Often during the summer rapid short-term drop in the temperature occurred in Cross Pass, which in its turn caused sharp fluctuations in the feeding activity reflecting changes in metabolism.

The great differences was obtained in comparing of feeding activity indices in populations of *M. brachyurum* from alpine meadow ecosystems and the forest belt (juv. group). At almost the same body weight (about 10mg dry weight), the representatives of forest population were almost ten times more actively fed than diplopods from Stepphantsminda (see table 14 in Georgian version). This result is primarily explained by the fact that animals of the juvenile group spent a large part of the energy on growth; during vegetative season in the first year of life in millipedes several molts were observed. It is known that before and after the molt they do not eat for 2-3 days. Therefore, intermolt periods of feeding activity are very high, because they accumulate certain amount of reserves for the next period of feeding activity.

During the experiment in most individuals a small increase in live weight gain was marked, however this figure was insignificant and indicated that all assimilated food was used by millipede in metabolic processes.

In mountainous regions food consumption speed reduced to 7 times in the height increase from 700 to 2 395 m asl. The amount of factual ration reduced from 72% to 8% per body weight.

The investigation of soil invertebrate's metabolism and productivity in soil zoology are connected with the quantitative estimation of the soil saprophages' role in the hummification and mineralization processes of the leaf litter. The definition ratio of phytosaprophages feeding activity showed high food assimilability (60-70%). We consider the improved food assimilability for invertebrates from the alpine pastures as an adaptation of saprophages to pessimal habitat conditions.

The biochemical method showed that the millipedes consumed 88-94%, wood lice – 82-86% and the dermapterans, especially earwig - about 99.4% of cellular tissue of the applied food. Among the millipeds the maximum amount of cellulose consumed by the representatives of *Polidesmidae* *B. ferrugineus* – 94.4%, *C. caucasicum* as active consumers of cellulose were (90.3%) . The active consumers cellular tissue were woodlouse – *Trachelipus* sp. and *Parcilisticus* sp. ate cellular tissue accordingly – 83 and 86% cellulose contained in the hornbeam litter. Also been determined fiber intake of *Trachelipus* sp. and earwigs – *A. bipunctata* while feeding hornbeam litter and root residues. The amount of fiber in the clover roots was 19.5%, the amount of recycled cellulose to/of both representatives of soil saprophages was high and reached up to 96 -98.5%

In our experiments the amount of assimilated energy cellulose, dietary intaken by saprophages, was determined by the number of monosaccharides that were formed by acid hydrolysis of cellulose. The results showed that soil saprophagous alpine meadow ecosystems were able to recycle more than half of the cellulose contained in food, and they also released a large amount of cellulose while processing food and that determined their role in the mineralization of crop residues and energy turnover. We must also add that the high degradability of cellulose determined the very high level of food assimilation, as the cellular tissue was 70-80% of the total mass of the digested plant material.

As the metabolic activity of soil saprophages was determined not only by the quantity of applied food, but also by chemical and mechanical properties of the litter and depended on physiological condition of animals, soil zoologists began to estimate quantities of saprophages metabolism taking into account the influence of environmental factors on the speed of metabolic processes, physiological condition of animals during the activity and the whole life cycle.

It is known that the calorimetric method almost always shows the overstated results than the gravimetric method. In our case, the energy equivalent of food assimilability was higher for such representatives of saprophages as *B. ferrugineus*, *M. brachyurum* (both highland populations) and woodlice *Parcilisticus* sp., and in other cases were obtained almost the same results as the gravimetric method. The lowest assimilability was proved in the millipedes *Julus* sp., which could not be explained by a large size of animals, because the population of millipedes *M. brachyurum* from Cross Pass with almost the same body mass and the energy equivalent were almost 30% higher. In our opinion all the same habitat are due to climate regime.

We have also determine the energy requirements of wood lice and earwigs at feeding with root residues. As is evident, woodlice consume energy very actively, their daily ration was almost 5 times higher than in feeding of hornbeam litter. The earwigs energy equivalent of the daily ration at feeding with the root of residue, almost four times lower than in time of feeding by leaf litter, but here also should be noted that these differences compensated by the very high assimilability of food.

The results showed that in trophic structures of soil inhabitants' population soil saprophages made up 50-80 % and the basic stream of energy was directed through detrital food chains in a soil cycle and importance of

the role of the representatives of makrofauna investigated within energetic exchange processes in soil complexes of high-mountainous ecosystems.

The quantitative determination of calories of the applied food and a degree of participation of soil saprophages in the energy transformation of vegetative rests through the detritus food chain allowed observing the dynamics of energy transmission of organic substances applied together with food and reveals quantitative parameters of the soil invertebrates' participation in the flow of energy through this chain. By using the calorimetric method it was discovered that the energetic equivalent of assimilability was 30% higher than the results obtained by the gravimetric method.

The determination of the energy requirements for saprophages showed that among diplopods there was a clear dependence of the energy consumption on body weight Fig. 35 (see attachment).

## CONCLUSIONS

The research conducted by us showed that a level of population of soil invertebrates differed almost in 10 times (55-850 ind. / m<sup>2</sup>) in short grass meadow groupings of a subalpine belt of the Big Caucasus. A cardinal distinction of a quantity of soil makrofauna also depended on special features of a mesorelief within one plot.

As a part of the animal population in meadow ecosystems millipedes, wood lice and earthworms were the dominating groups. In trophic structure of animal population soils saprophages made 50-80%. It allowed concluding that the basic stream of energy in a soil circle was directed through detrit food chains.

In mountain conditions the rate of food consumption in millipede decreased almost 7 times at a vertical drop from 1000 to at least 2395. In this case the value of the actual intake was reduced from 72 to 8% per unit of body weight.

The destructive processes in Cross Pass significantly slowed compared with Stepantsminda as a result of low temperatures. On this soil have accumulated semi-decomposed plant residues. A similar phenomenon has been observed at high latitudes, where the main factor controlling the rate of destructive processes is the thermal regime. Activity saprophages animals in these conditions plays a particularly important role, although the rate of food consumption and digestion, they also slowed down in comparison with the populations that live at lower latitudes.

In subalpine meadows the great bulk of makrofauna was concentrated in the top soil horizon (0-30 cm) and on soil surfaces under shelters. The largest number of animals at the edge of stony taluses was higher than it is confirmed by rules of the ecotone effect. During the experiments the tendency of transition of soil animals to dwelling on a soil surface at the big heights was defined with the basic limiting factor of the deficiency of heat in soil increasing with height.

It was proved that soil invertebrates-saprophages in the subalpine meadows were actively involved in the destruction of grasses ground litter, contributing to its rapid and complete mineralization, accelerating the biological turnover in the soils of alpine ecosystems to a considerable extent.

The obtained research results can be used for rehabilitation of High Mountain pastures which are very significant for agricultural life worldwide.

All foregoing allowed us to make some conclusions:

1. As it was expected meadow soil makrofauna significantly differed from forests' soil makrofauna.

It was mostly observed in dominant groups. As for main groups, they were unchangable. In all height levels and in all associations earthworms had the priority condition, though in other groups among them insects and

diplopods were in small quantities. It was due to earthworm density of soil invertebrates that was quite high, especially in the lower alpine zone (1250-1300 m asl).

2. The occupancy level of soil with invertebrates (makrofauna) in short grass meadows of subalpine belt of the Grand Caucasus differed significantly in various variants of meadow habitation (55-850 ind. /m<sup>2</sup>). The basic amount difference of soil invertebrates also depended on the peculiarities of a mesorelief in the range of one plot.

3. In animal population of the Grand Caucasus subalpine meadow the dominant were the groups of millipeds (*Diplopoda*) and in some regions - wood lice (*Oniscoidea*), earthworm (*Lumbricus*). Soil saprophages made up 50-80% in trophic structure of animal population. The main energy current in this ecosystems was directed along the detritus food chain.

4. In the subalpine meadow the main mass of invertebrates was concentrated in the upper soil horizon (0-10cm), and also on the surface of soil under coverings. The most intense number of animals was concentrated at the edge of slide rocks that proved the rule of the ecotone effect. A tendency of transition of soil animals to inhabitation on the surface of the soil at big heights was detected, where the main limiting factor was warmth deficiency in the soil, increasing with the height.

5. The detection of the reading of food activity among the representatives of eight species of phytosaprophages (wood lice, diplopods, dermapterans) showed the high degree of food assimilability (60-70%), which was carried out with the gravimetric and calorimetric methods. The similar value of food assimilability ratio was observed in the inhabitants of tundra and arid landscapes with the shortened period of food activity. The increased food assimilability in invertebrates from high mountain meadows is considered as an adaptation of saprophages to pessimal habitation conditions.

6. On the example of diplopoda *M. brachyurum* a wide existence of interpopulation difference in readings of food activity related to thermal conditions of habitat. In High-Mountain conditions the rate of food consumption decreased for 7 times during the height decrease from 800 to 2395 m a.s.l. The rate of actual ration decreased from 72% to 8% per unit weight.

7. The researched representatives of saprophages complex possessed high cellulolytic activity in bowel. During the digestion from 70% to 90% of cellulose contained in a dietary (something is wrong) is decomposition in their bowels. Earwigs (*A. bipunctata*) were the most active destructors. In their excrements the signs of cellulose were revealed.

8. It was discovered that soil invertebrates' saprophages in subalpine meadow took an active part in decomposition of terrestrial grass waste that forwarded its fast and complete mineralization, facilitating biological cycle of high mountain ecosystems.

## RECOMMENDATIONS

1. The most important struggle against soil erosion is in the forest-mountain area range, which have a rather seriously developed in some regions of Georgia. Therefore, the increase of soil's productivity is a matter of the great importance that could be achieved with the following method among which are the man-made terrace erection, cultivation of soil overlying cultures, water-retaining or water beds and so on.

2. To increase the soil fertility and crop productivity is a very important selection and the use of fertilizer and green manuring strengthens the surface layer of the soil and enriches the soil with organic matters and nitrogen

3. The forest-meadow zone is very important for Stepantsminda region as a source of natural nourishment for a cattle breeding. The attention should be drawn to soil refreshment and enrichment with sowing of grass and the other protective measures.

4. Among the measures to improve the condition of pastures is remarkable the regulation of disordered and a chaotic overloading of pastures. Thus, we can preserve grain crop seeds from elimination and the growth of unsuitable grasses (hellebore & others) that significantly decreases the subalpine grasslands' economical value.

5. Very important to utilise the following renewal measures of pasture, such as marshes reclaiming, surface waters draining, fertilizing, grass sowing that will facilitate significantly improves floral composition herbaceous cover and applauds its harvest.

6. The rational distribution of livestock and protection of the flock period is very important for increase of the pastures productivity (Scimone, et al., 2007). In accordance with the current conditions of the pasture grass covering surface, it is necessary to recreate of the soil covering, which means temporary rest of the soils to renewal of the grass cover. It should be noted that more damaged with erosion grass covering needs a longer rest period.

7. In accordance with the carried researches we can conclude that the soil inhabitants play an important role in a soil-forming process, on inhabitants' activities depends the soil aeration, layers mixture, as a result of organic feeding creation of a powerful humus layer. Proceeding from this we consider the necessary condition to protect-preservation of soil invertebrates' biodiversity.

8. The following methods are to be used for the improvement of natural pastures: to clean pastures from weeds (useless for feeding, harmful or toxic) and barbs, to enrich with organic and mineral fertilizers and where it is possible to water and clean pastures from stones.

Herbicides are considered to be the best methods to struggle with weeds in high-mountain pastures, but according to the existing nature protective law while using toxic sources it is necessary to follow some of some less dangerous measures.

The best non-chemical method to struggle with weeds is to mow grass during the flowering period.

Nitrogen-phosphate fertilizers are considered to be the most effective, cheapest, less harmful and ecologically pure ones.

9. To achieve the effectiveness of the soil rehabilitations adding extra vermiculture should be added and seed new plants possessing special biological properties. The improvement of the grass grounds productivity is due to active organic fertilizers concentrated on the soils' surface (humus) and collected the chemical energy caused by this process. Acceleration of Humus amount addition will be possible by introducing vermiculture. We should emphasize that vermiculture should be specially chosen as a "Regional vermiculture", a fluctuation of worms number depends on characteristics of the soil quality

The development of verticultures gives possibility to grow different types of invertebrates. The number of invertebrates is limited with qualities of soil.

Ploughing-up, moistening, cultivation, vegetable cover and the presence of organic fertilizers - the earthworms, will help to secure the effect of soil fertility. The humus helps soil to keep feeding elements in an available for plants form. The existence of appropriate vegetation cover is necessary for the growth of the vermiculture.

It is not excluded that several items from proposed recommendations might be the theme to our further researches.

10. Based on our studies, the main recommendation should be considered to inform the local population and small farmers. To achieve this goal brochures and booklets should be prepared. The relevant agencies of the Ministry of Agriculture should be informed and experts should conduct training sessions in the regions. Posters should be prepared in simple and understandable language for farmers containing all necessary information how rationally use pastures and show the role of soil fauna in improvement of the soil productivity and fertility as the main resource and wealth of the country.

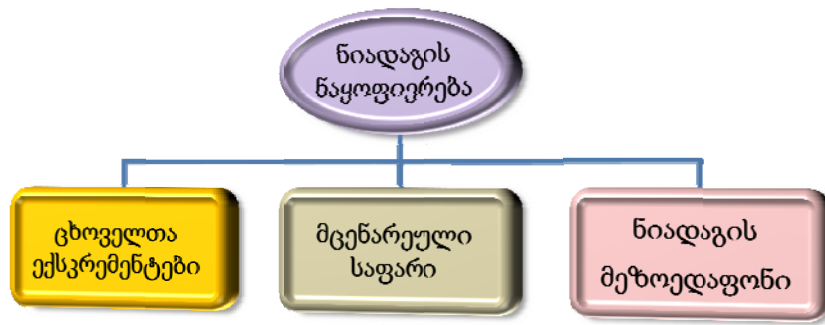


## **ACKNOWLEDGMENTS**

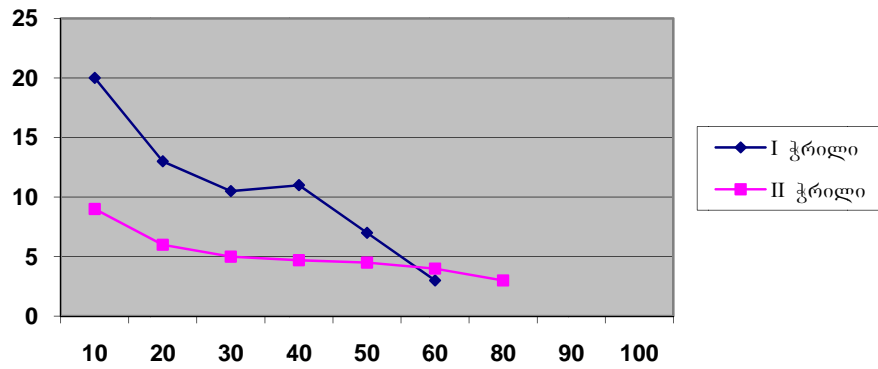
- This study was supported by the grant # GNSF/ST 08/2-372.
- Authors express gratitude to the Georgian National Shota Rustaveli Scientific Fund and Ilia State University for financial and technical support.
- We would like to express a special thanks to Prof. S.I. Golovatch and E.Sh. Kvavadze for their active participation and consultation in the identification materials and in the implementation of this work.
- We would like to thank all the staff of the Institute of Zoology for their support and cooperation
- We would like to thank Ms. Valentina Merabishvili for her assistance with the editing and translation of the compiled material.

To prepare this article besides the well-known published sources we used the literature data, from the Website [www.sitc.ru](http://www.sitc.ru) and lots of other information over the topics.

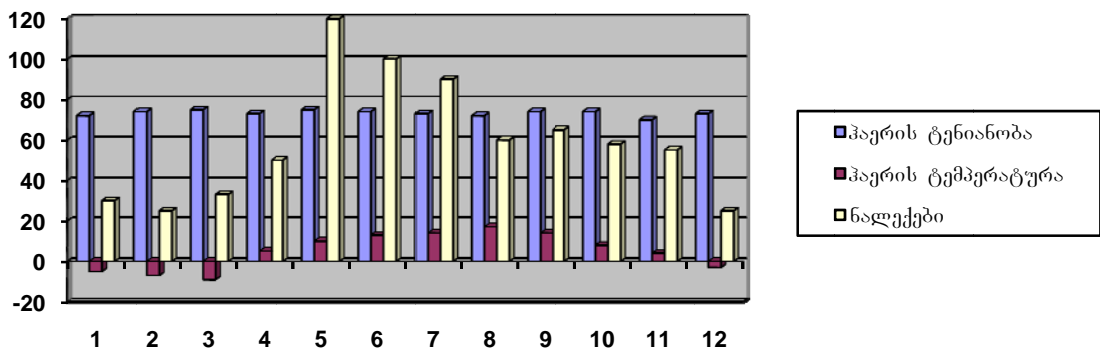




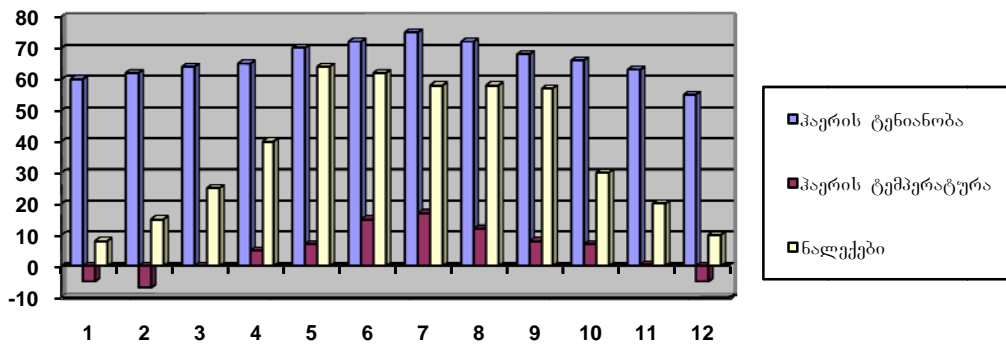
სურ. 1. ნიადაგის ნაყოფიერების ძირითადი კომპონენტები;  
Fig. 1. The main components of soil fertility



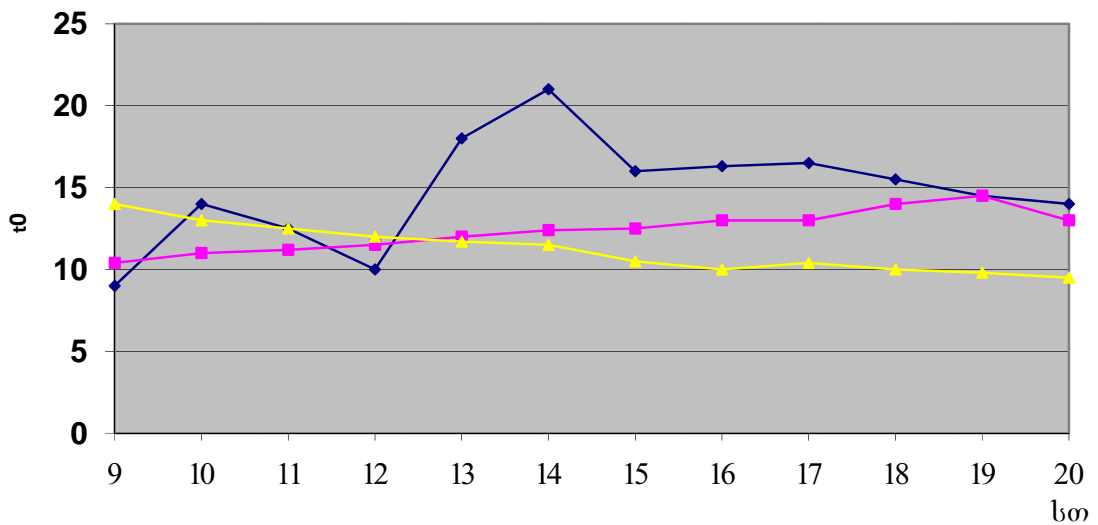
სურ. 2. წალკის რაიონის მთის შავმიწა ნიადაგებში ჰუმუსის პროცენტული შედგენილობა (%)  
Fig. 2. The percentage of humus content in soils of mountain black earths of Tsalka District



სურ. 3. დაბა წალკას რაიონში ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და ნალექების სეზონური ცვალებადობა  
Fig. 3. The temperature, moisture and rainfall seasonal variability in the Tsalka

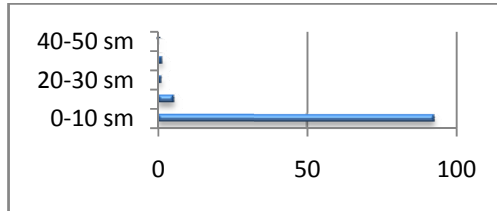


სურ. 4. დაბა სტეფანწმინდას შემოგარენში ჰაერის ტემპერატურის, ტენიანობისა და ნალექების სეზონური ცვალებადობა (კორძახიას ) მიხედვით;  
 Fig. 4. The temperature, moisture and rainfall seasonal variability in the Stepantsminda (by Kordzakhia)

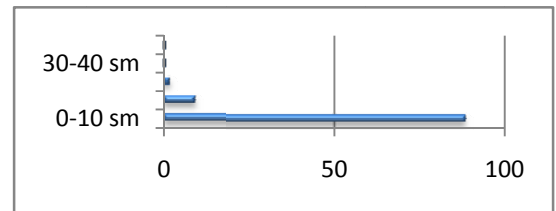


სურ. 5. 24 საათიანი ტემპერატურული დინამიკა ნიადაგის ზედაპირზე (1) და 20 (2) და 30 სმ-ის (3) სიღრმეზე.  
 Fig. 5. 24 hours temperature dynamics of soil surface ( 1 ) on 20 ( 2 ) and 30 cm ( 3 ) depth.

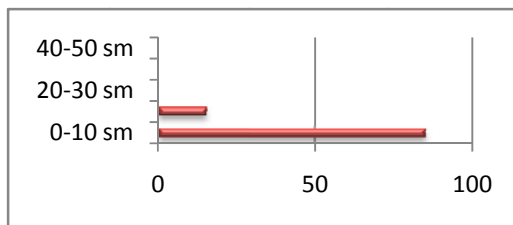
გაზაფხული



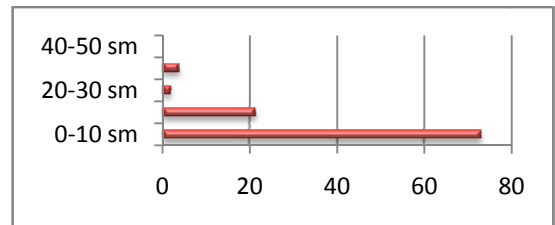
Spring



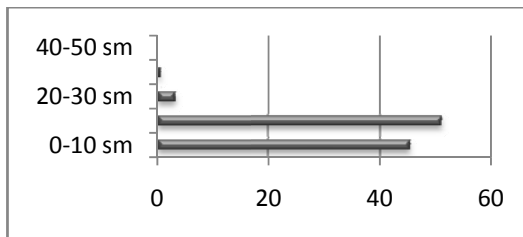
ზაფხული



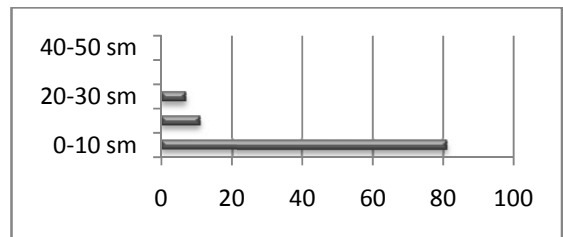
Summer



შემოდგომა



Fall



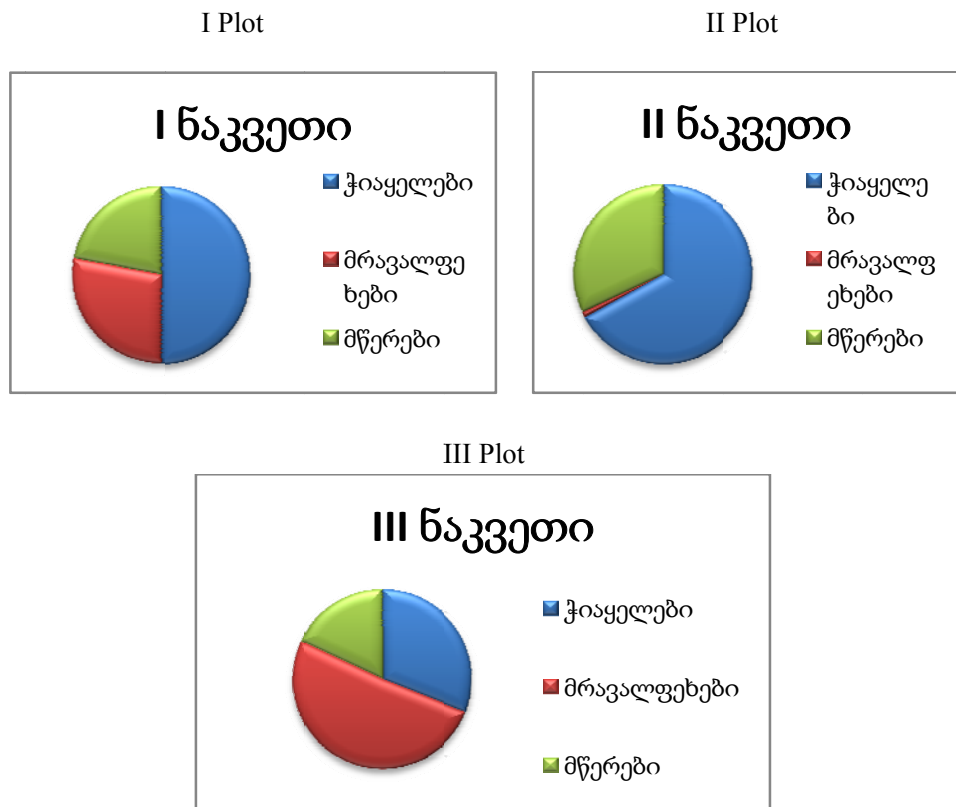
I

III

სურ. 6. წალკის რაიონში შემადლებულ (I და III) ნაკვეთებში

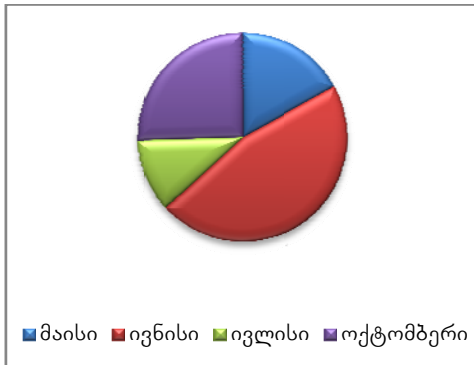
Catamicrophyllum caucasicum-ის განაწილება ნიადაგში;

Fig. 6. The vertical allocation of *Catamicrophyllum caucasicum* in the soil on elevations sites



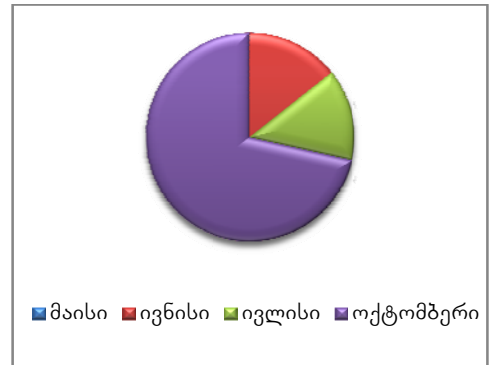
**სურ. 7.** მეზოფაუნის წარმომადგენლების რაოდენობრივი განაწილება წალკის რაიონში  
 1. ჭიაყელები; 2. მრავალფეხები; 3. მწერები  
**Fig. 7.** The quantitative distribution of mesofauna representatives in Tsalka District  
 1. Earthworms; 2. Millipedes; 3. Insects

I ნაკვეთი



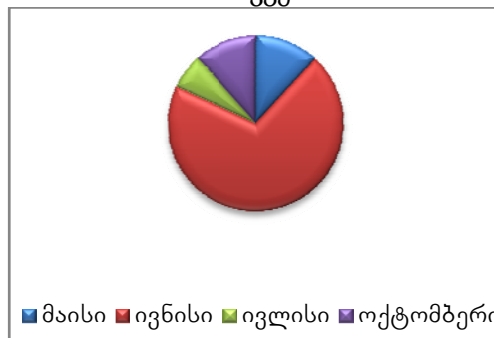
I Plot

II ნაკვეთი



II Plot

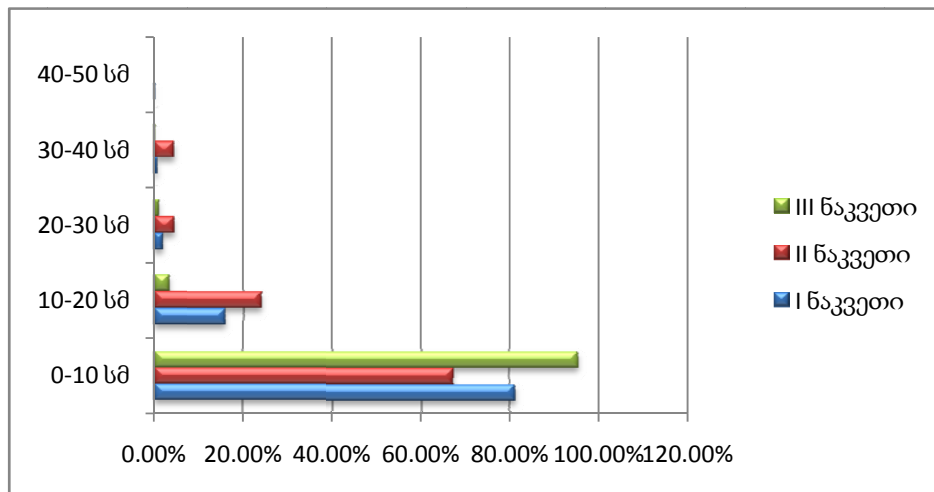
III ნაკვეთი



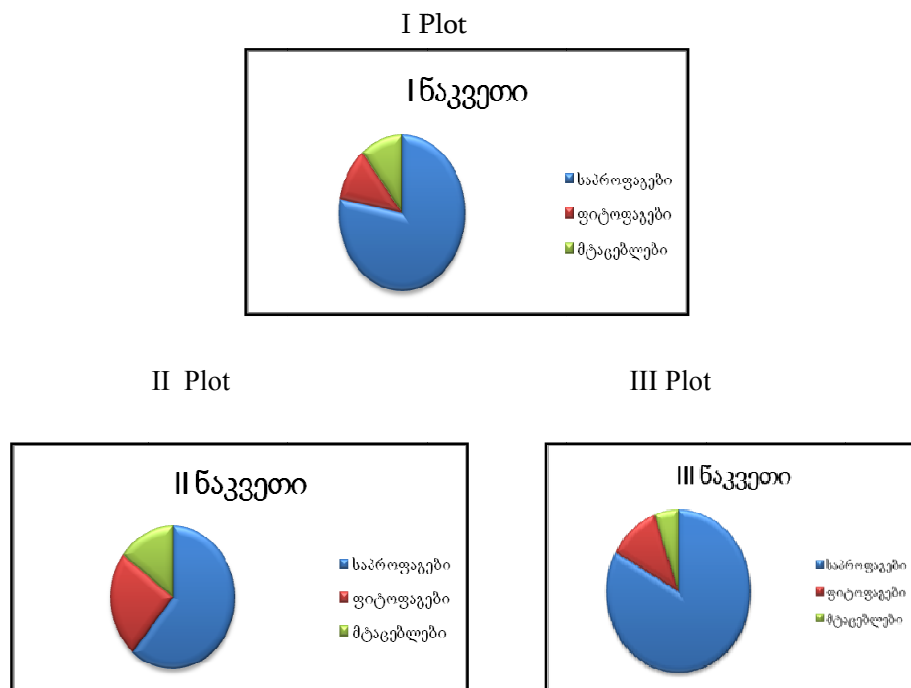
III Plot

სურ. 8. *Catamicrophyllum caucasicum* (Verhoeff, 1900) -ის რიცხოვნობის სეზონური დინამიკა

Fig. 8. Seasonal dynamics of *Catamicrophyllum caucasicum* (Verhoeff, 1900) quantity



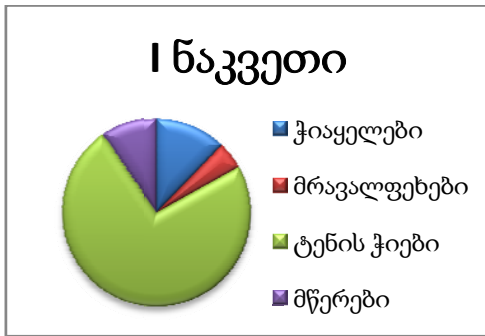
სურ. 9. საცდელ ნაკვეთებზე ნიადაგის მეზოფაუნის ბიომასის ვერტიკალური განაწილება  
 Fig. 9. The vertical distribution of soil mesopauna biomass on Experimental plots



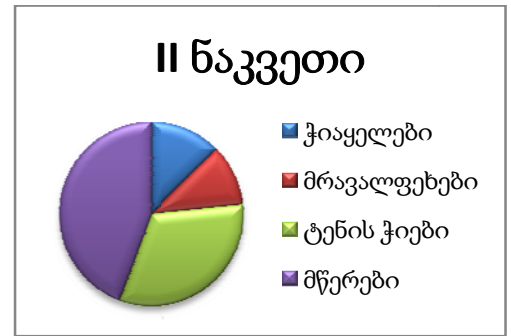
სურ. 10. წალკის რაიონის საცდელ ნაკვეთებზე მეზოფაუნის ტროფიკული ჯგუფების განაწილება (%)

Fig.10. Distribution of mesopauna trophic groups on experimental plots ( %) Tsalka district





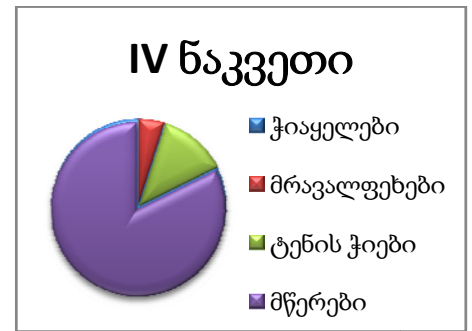
I Plot



II Plot



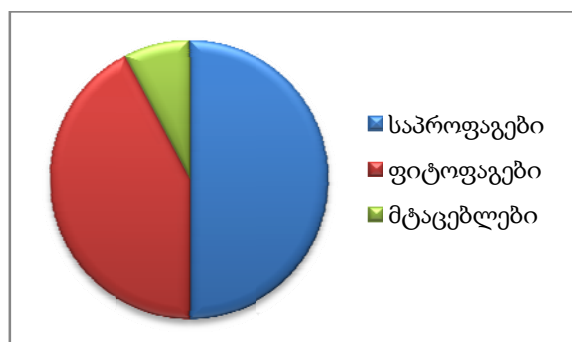
III Plot



IV Plot

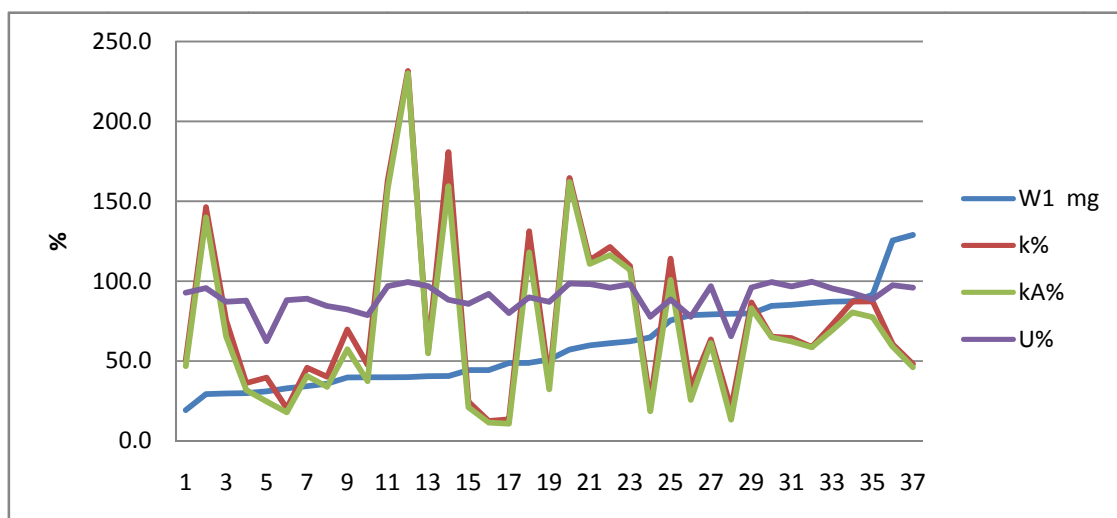
**სურ. 11.** სტეფანწმინდის რაიონის საკვლევ ნაკვეთებზე აღრიცხული უხერხემლოების რიცხოვნობის პროცენტული შეფარდება

Fig.11. The percentage ratio of the invertebrates number in Stephantsminda region



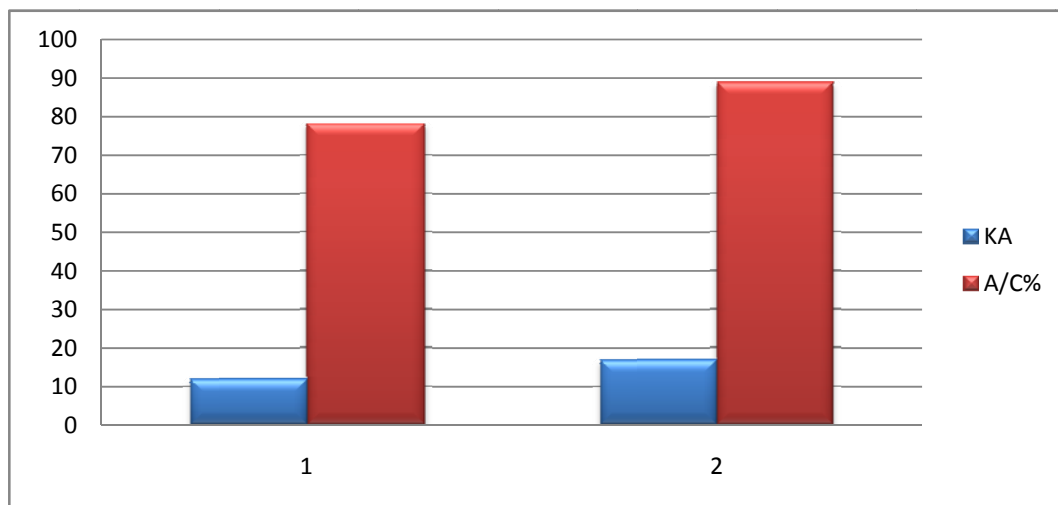
**სურ. 12.** სტეფანწმინდის რაიონში ტროფიკული ჯგუფების შემადგელობის პროცენტული თანაფარდობა

Fig. 12. The percentage composition of the trophic groups in Stephantsminda region



სურ. 13. *C. caucasicum*-ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების დამოკიდებულება სხეულის მასასთან (Wმგ)

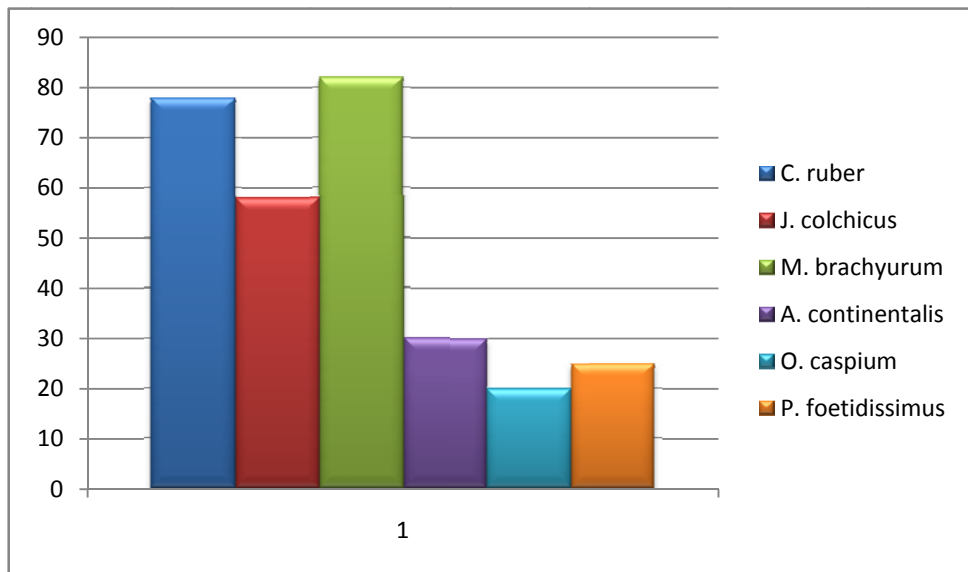
Fig.13. The dependence of feeding activity parameters of body weight in *Catamicrophyllum caucasicum*



სურ. 14. *Catamicrophyllum caucasicum* (Verhoeff, 1900) ორი პოპულაციის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების შედარება

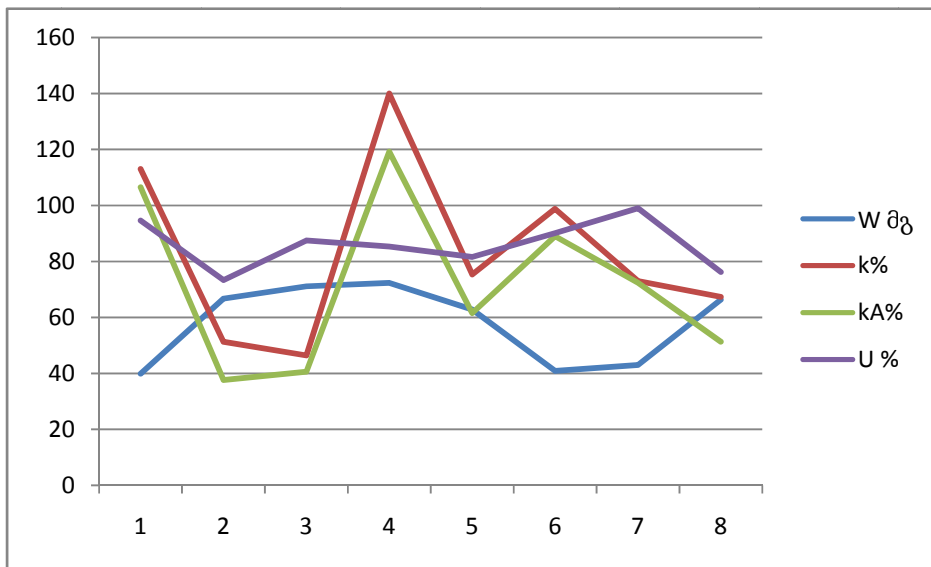
1. ყარაბახის პოპულაცია; 2. წალკა-დმანისის პოპულაცია;

Fig. 14. To compare of food activity indices of *Catamicrophyllum caucasicum* two populations  
1. Karabakh population; 2. Tsalka-Dmanisi population



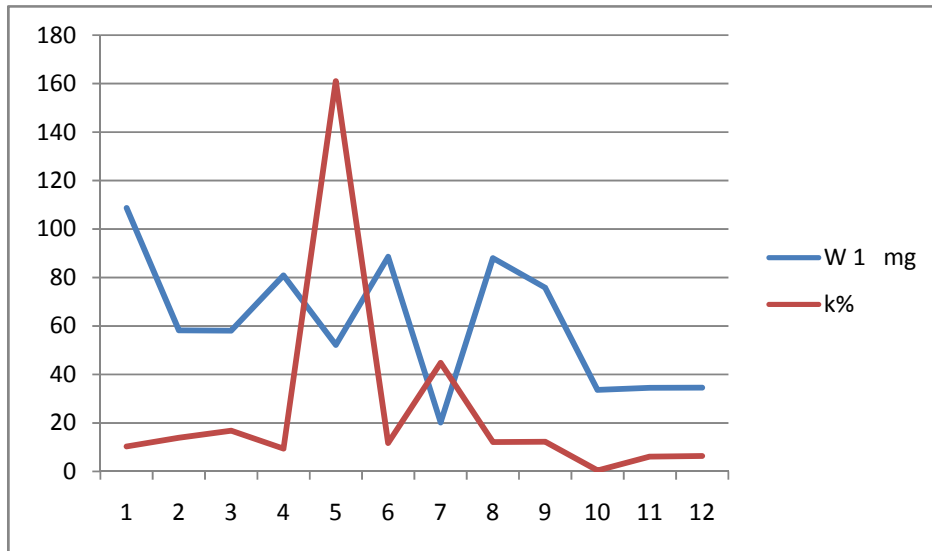
სურ. 15. კავკასიის ფართოფოთლოვანი ტყეების მრავალფეხების საკვების მოხმარების კოეფიციენტი (მონაცემები 1, 2, 4, 5, 6 - Striganova, 1971)

Fig. 15. Caucasus Broad-leaved forests millipedes food consumption coefficients (Data 1,2,4,5,6,- Striganova, 1971)

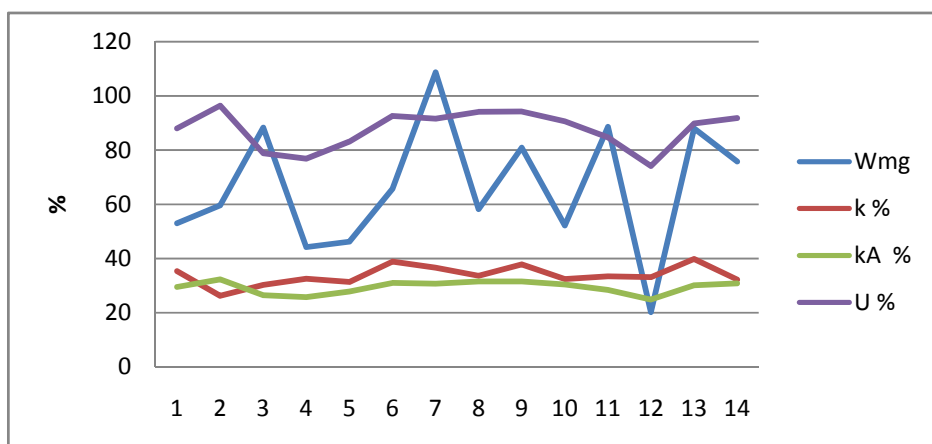


სურ. 16. საკვების მოხმარებისა (k%) და კუთრი შეთვისების (kA%) კოეფიციენტების დამოკიდებულება სხეულის მასის მიმართ (ზრდასრული ჯგ.) თბილისის მიდამოების პოპულაციაში

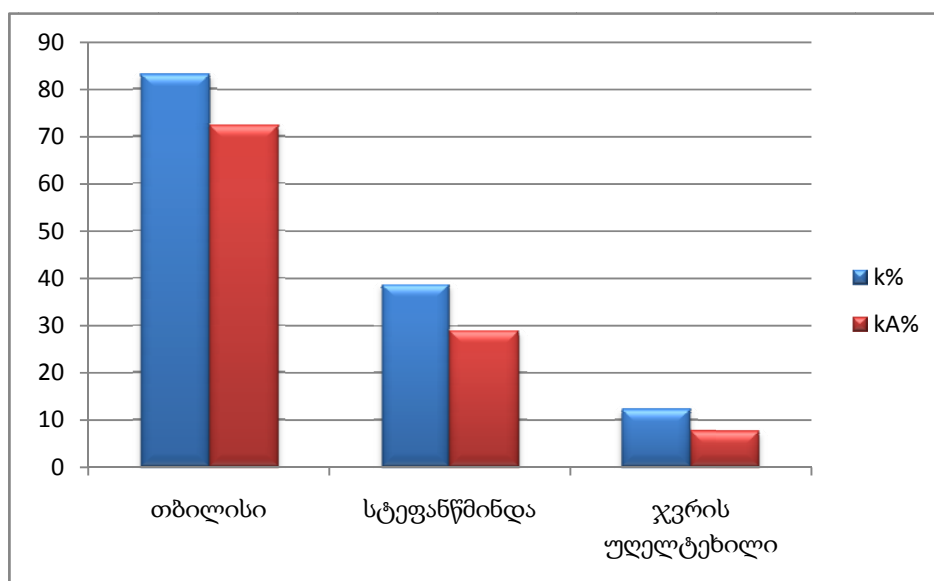
Fig. 16. Food consumption (k%) and specific assimilation (kA%) coefficients dependence of body mass (adult group.) in the Tbilisi suburbs population



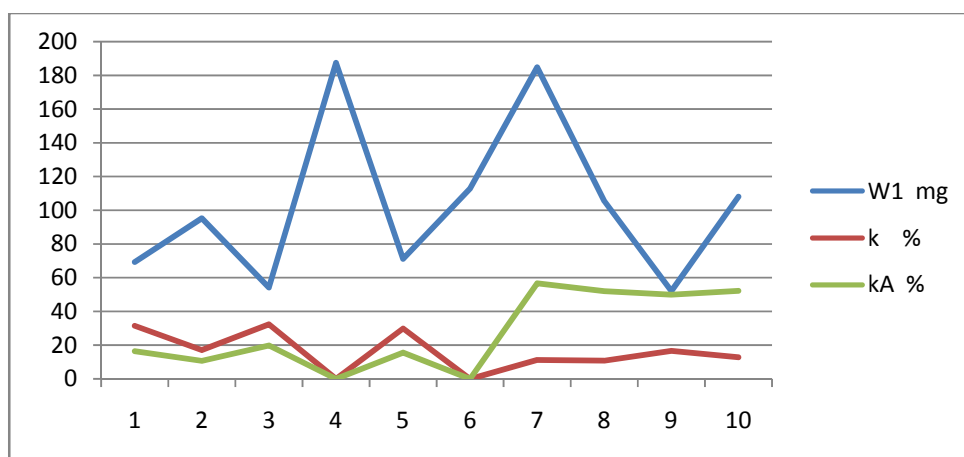
**სურ. 17.** საკვების მოხმარების კოეფიციენტის (k%) და სხეულის მასის ურთიერთდამოკიდებულება *Megaphyllum brachyurum*-ის სტეფანწმინდის პოპულაციაში  
 Fig. 17. The dependence of feeding activity parameters of body weight in Stephantsminda population of *Megaphyllum brachyurum*



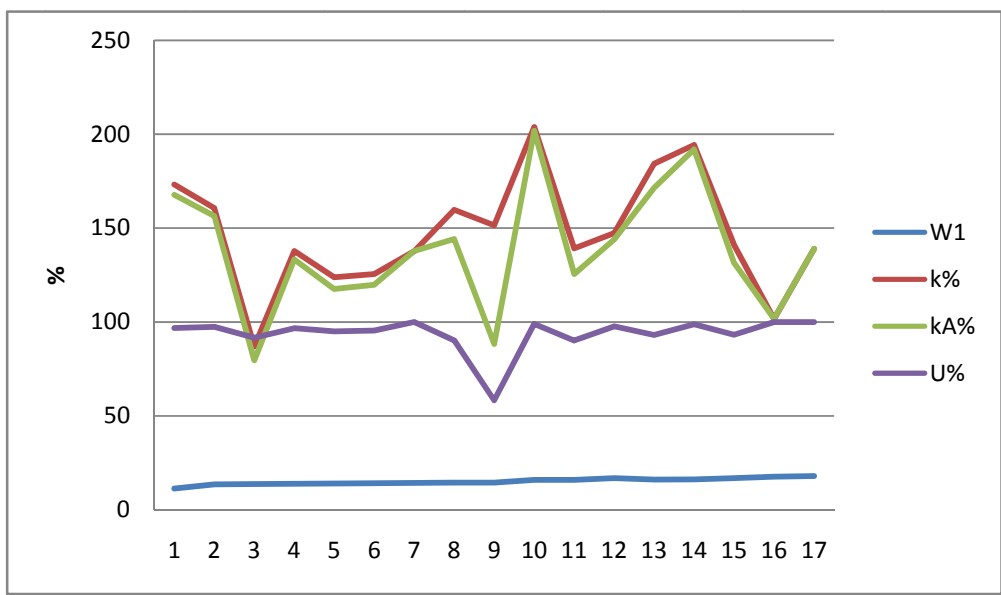
**სურ. 18.** *Megaphyllum brachyurum* -ის ჯვრის უღელტეხილის პოპულაცია კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების დამოკიდებულება სხეულის მასაზე  
 Fig. 18. The dependence of feeding activity parameters of body weight in Cross Pass population of *Megaphyllum brachyurum*



სურ. 19. *Megaphyllum brachyurum*-ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები  $k\%$ -ს აკვების მოხმარების კოეფიციენტი;  $k_A\%$ -ს აკვების კუთრი შეთვისების კოეფიციენტი  
 Fig. 19. The feeding activity parameters of *Megaphyllum brachyurum*

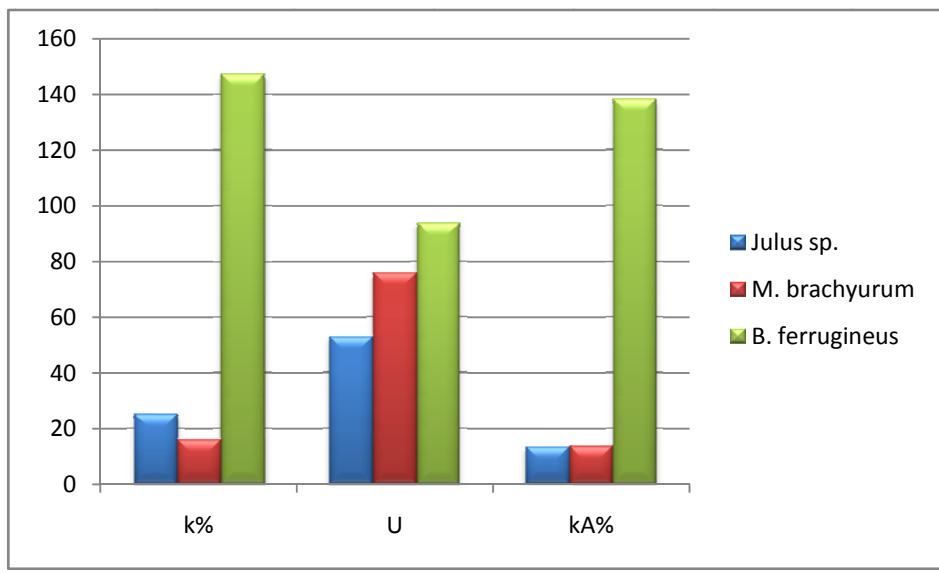


სურ. 20. საკვების მოხმარებისა ( $k\%$ ) და ხვედრითი შეთვისების ( $k_A\%$ ) კოეფიციენტების დამოკიდებულება სხეულის მასაზე  
 Fig. 20. The dependence of feeding activity parameters of body weight in Stepantsminda population of *Julus sp.*



სურ. 21. *B. ferrugineus* -ის სხეულის მასის დამოკიდებულება კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების მიმართ

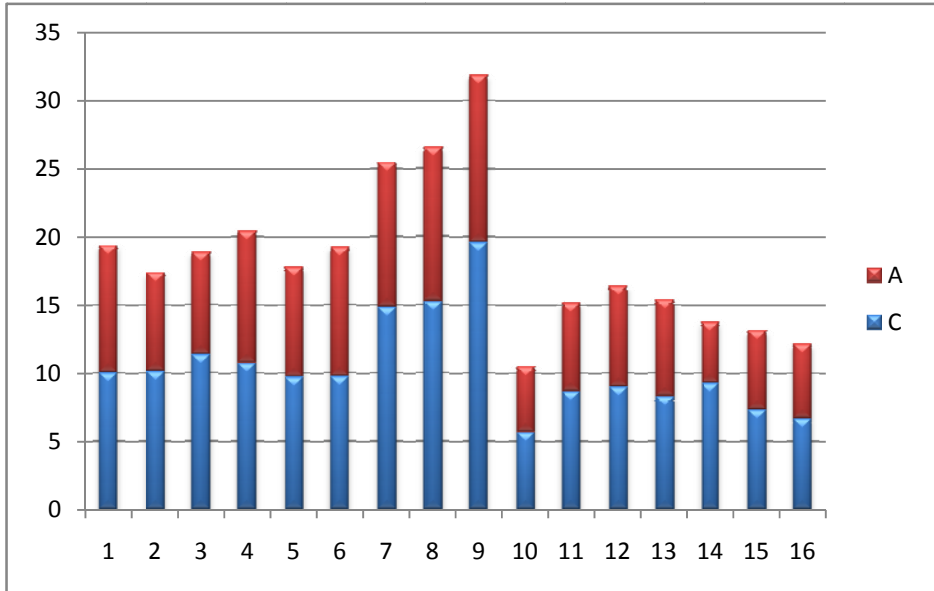
Fig. 21. The dependence of feeding activity parameters of body weight in Stephantsminda population of *Brachydesmus ferrugineus*



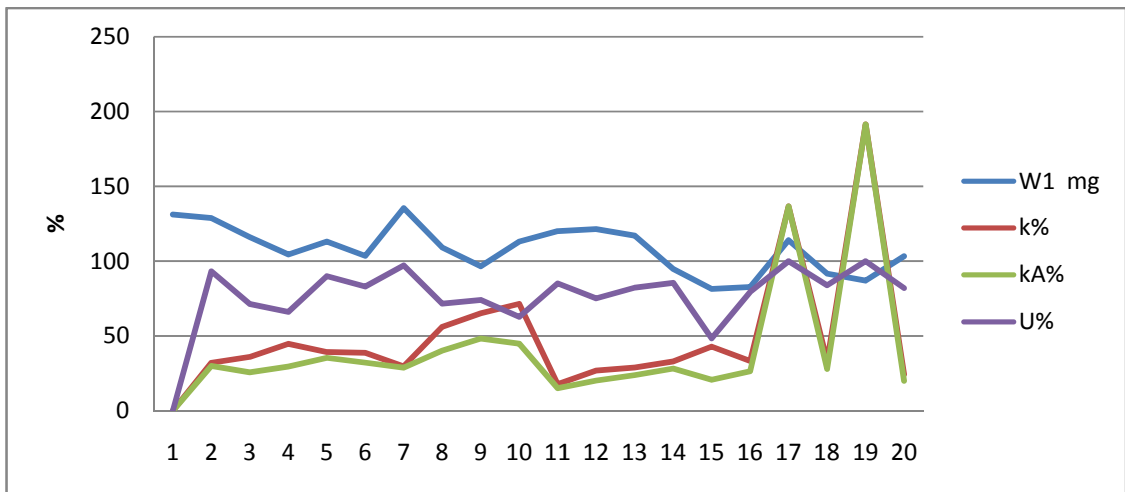
სურ. 22. სტეფანწმინდის რაიონის მრავალფეხების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები

k% - საკვების მოხმარების კოეფიციენტი; A/C% - საკვების შეთვისების კოეფიციენტი;  
 k<sub>A</sub>% - საკვების კუთრი შეთვისების კოეფიციენტი

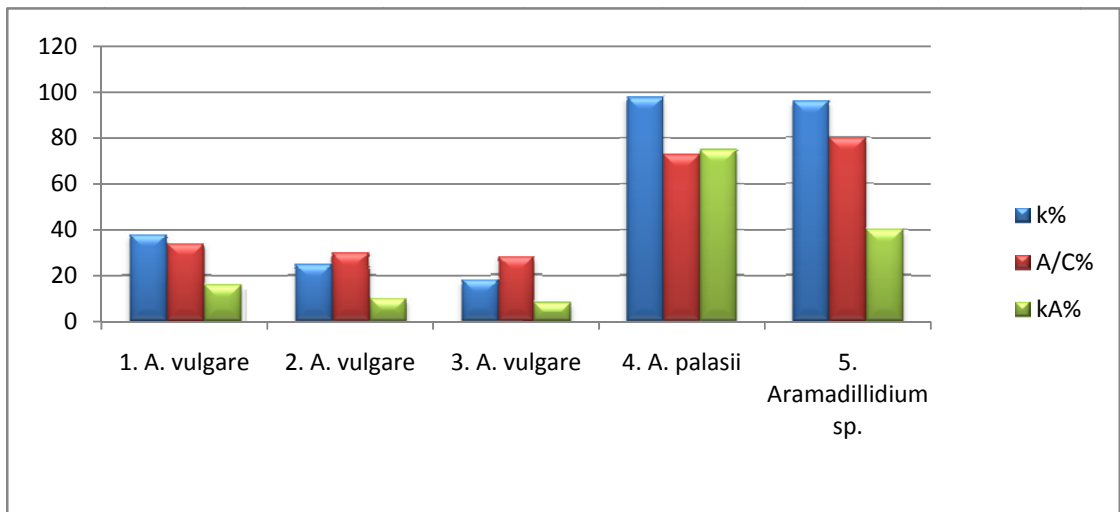
Fig. 22. Indices of millipedes food activity from Stephantsminda region



სურ. 23. Parcilisticus sp.-ის სრული და ფაქტიური რაციონების თანაფარდობა.  
 Fig. 23. Value of gross and actual rations of Parcilisticus sp.



სურ. 24. Parcilisticus sp.- ის სხეულის მასის დამოკიდებულება  
 კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების მიმართ  
 Fig. 24. The dependence of feeding activity parameters of body weight of Parcilisticus sp.

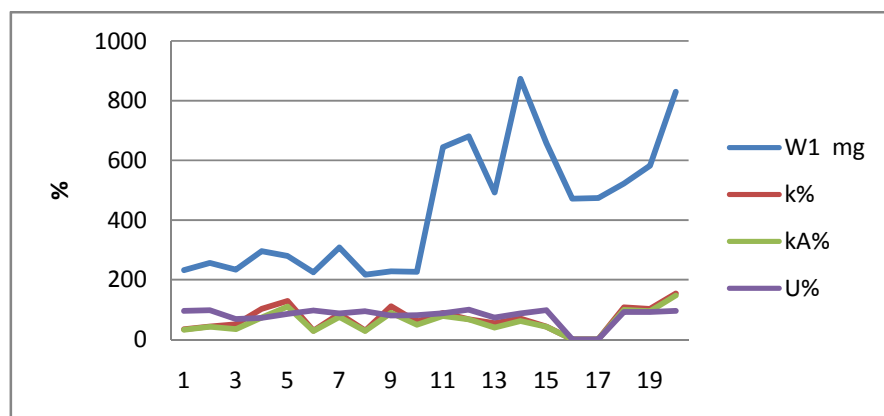


სურ. 25. კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები *A. vulgare*-ს პოპულაციებში

1. *A. vulgare* – აზერბაიჯანი, საკვები ველის ბალახოვანი ნარჩენები (Логина, 1987)
2. *A. vulgare* – ყირიმი, საკვები მუხის ფოთოლი (Стриганова, Кондева, 1980)
3. *A. vulgare* - თბილისი, საკვები მუხის ფოთოლი (Стриганова, Кондева, 1980)
4. *A. pallasii* - ყირიმი, საკვები მუხის ფოთოლი (Стриганова, Кондева, 1980)
5. *Armadillidium sp.* - სტეფანწმინდა, საკვები რცხილის ფოთოლი

Fig. 25. The feeding activity indices in *Armadillidium* populations

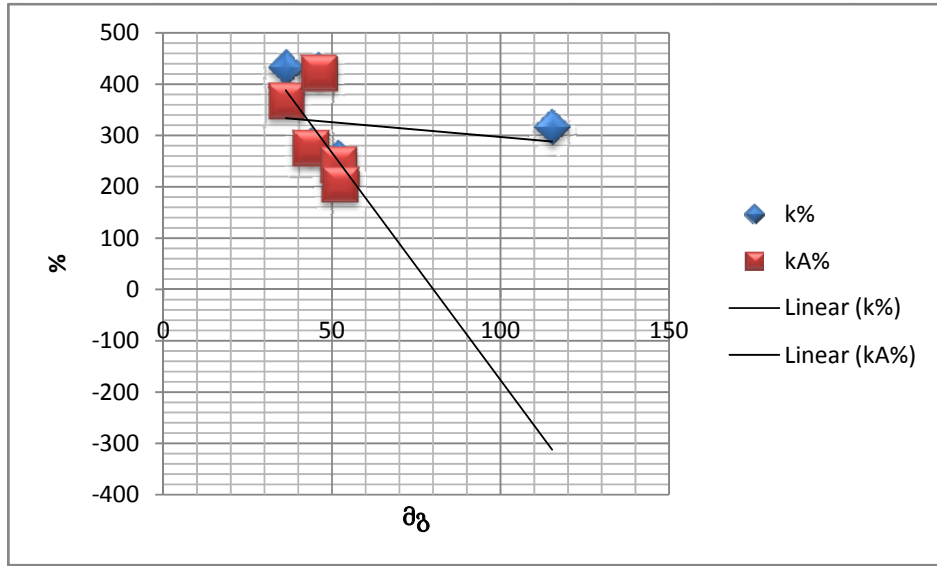
1. *A. vulgare* – Azerbaijan, food the field herbaceous remains (Логина, 1987)
2. *A. vulgare* – Crimea, food Oak leaf (Стриганова, Кондева, 1980)
3. *A. vulgare* - Tbilisi, food Oak leaf (Стриганова, Кондева, 1980)
4. *A. pallasii* - ყირიმი, საკვები მუხის ფოთოლი (Стриганова, Кондеვა, 1980)
5. *Armadillidium sp.* – Stephantsminda, Food hornbeam leaves



სურ. 26. *Trachelipus sp.*-ის სხეულის მასის დამოკიდებულება კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების მიმართ

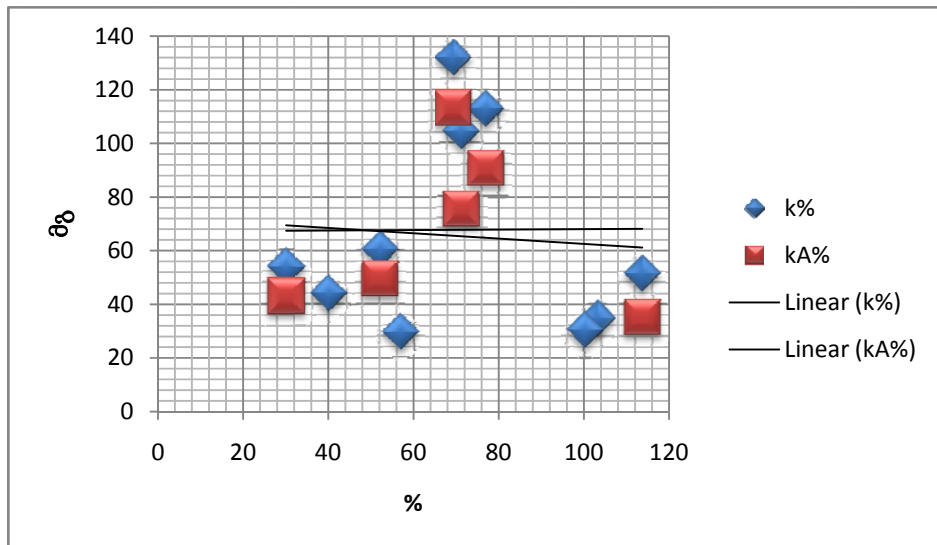
Fig. 26. The dependence of feeding activity parameters of body weight of *Trachelipus sp.*





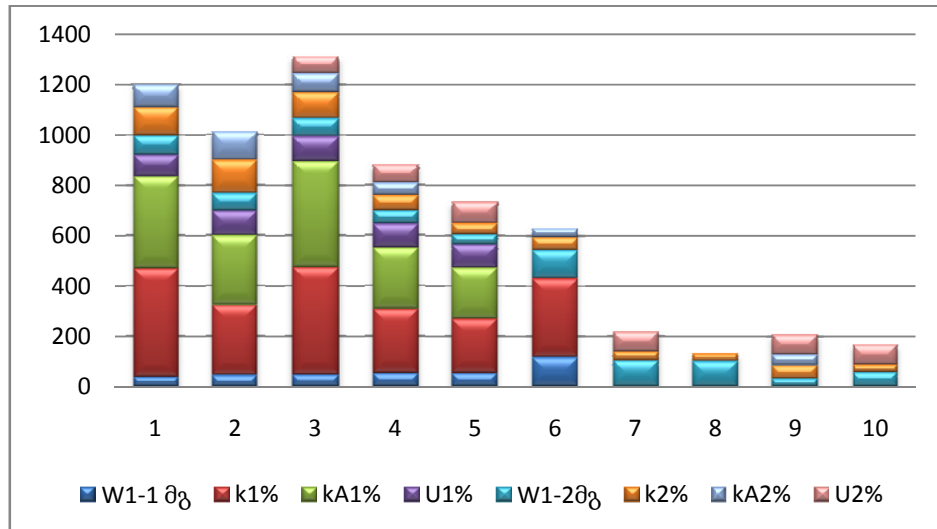
სურ. 27 ა. *Trachelipus* sp.-ის საკვების მოხმარებისა და საკვების ხვედრითი შეთვისებადობის კოეფიციენტების დამოკიდებულება სხეულის მასის მიმართ (საკვები სამყურას ფესვების წარჩენები)

Fig. 27a. The dependence of feeding activity parameters of body weight of *Trachelipus* sp. (feeding the roots of clover)

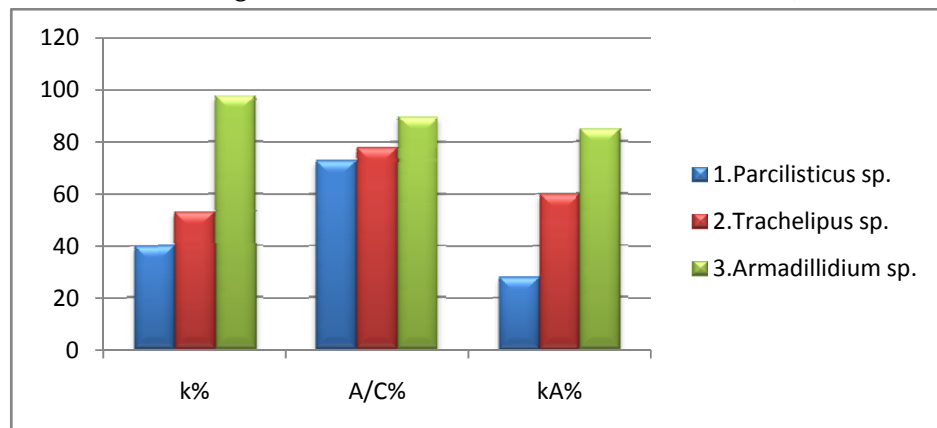


სურ. 27 ბ. *Trachelipus* sp.-ის საკვების მოხმარებისა და საკვების ხვედრითი შეთვისებადობის კოეფიციენტების დამოკიდებულება სხეულის მასის მიმართ (საკვები რცხილის ფოთოლი)

Fig. 27b. The dependence of feeding activity parameters of body weight of *Trachelipus* sp. (feeding the the leaves of hornbeam)

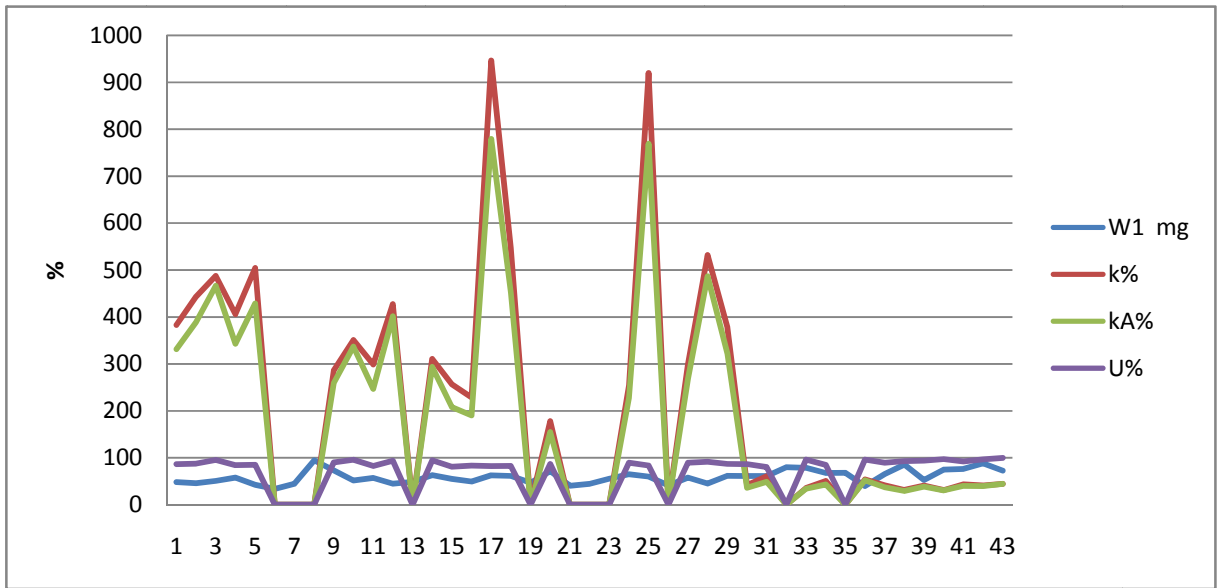


სურ. 28. Trachelipus sp.-ის კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები (საკვები: 1-რცხილის ფოთოლი და 2-სამყურას ფესვები)  
 Fig. 28. Indices of feeding activity of Trachelipus sp. (feeding: 1. - the leaves of hornbeam; 2. Roots of clover)

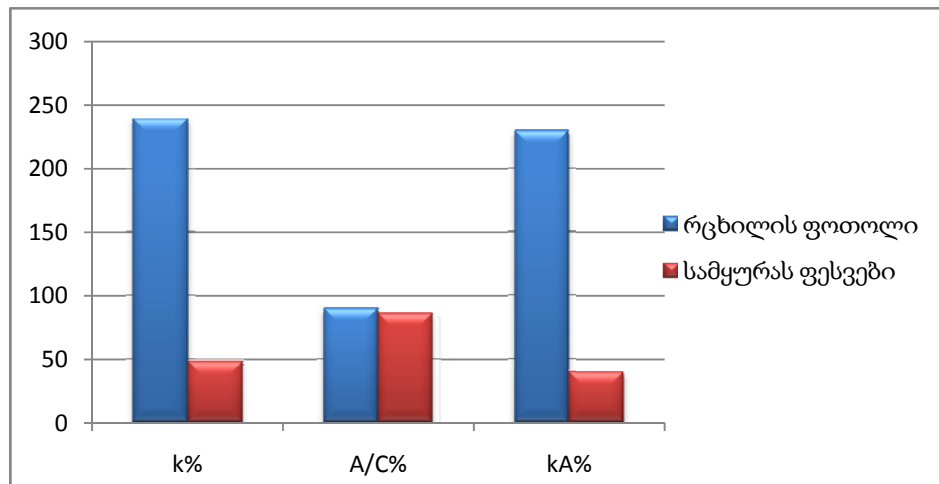


სურ. 29. სტეფანწმინდის რაიონში ტენის ჭიების კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები  
 k% - საკვების მოხმარების კოეფიციენტი; A/C - საკვების შეთვისებადობის კოეფიციენტი; kA% - საკვების ხვედრითი შეთვისებადობის კოეფიციენტი

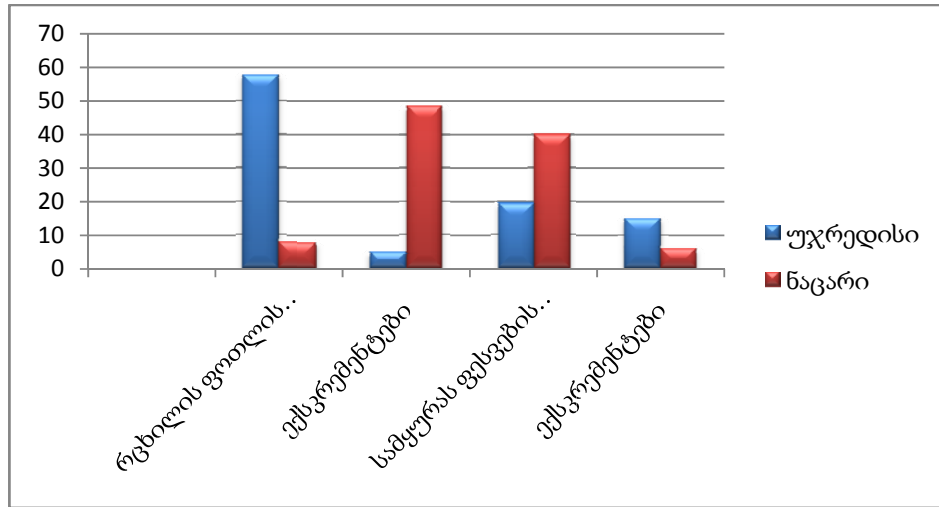
Fig. 29. Indices of feeding activity of woodlice



სურ. 30. *Anechura bipunctata*-ს სხეულის მასის დამოკიდებულება კვებითი აქტივობის მაჩვენებლების მიმართ  
 Fig. 30. The dependence of body mass and feeding activity indices

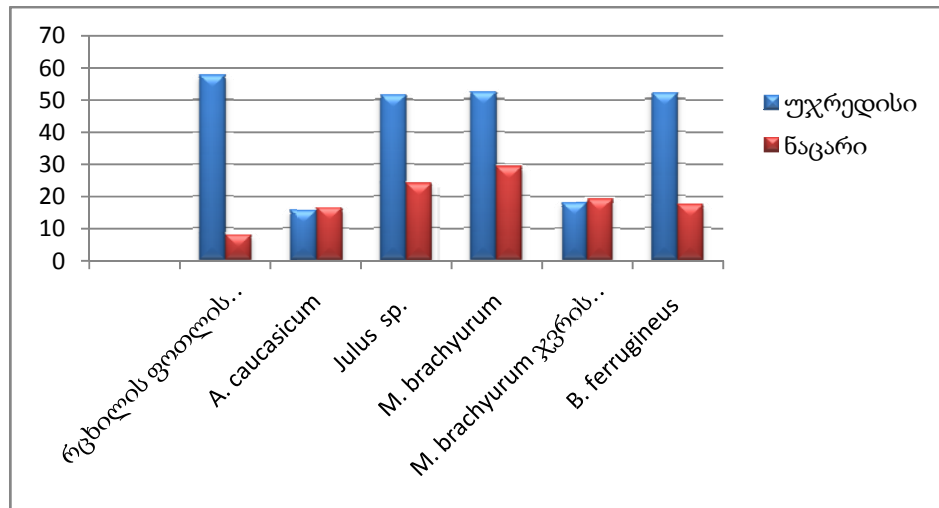


სურათი 31. *Anechura bipunctata*-ს კვებითი აქტივობის მაჩვენებლები რცხილის ფოთლებით და სამყურას ფესვებით კვების დროს  
 Fig. 31. Food Activities Highlights during the hornbeam leaves and roots of clover feeding



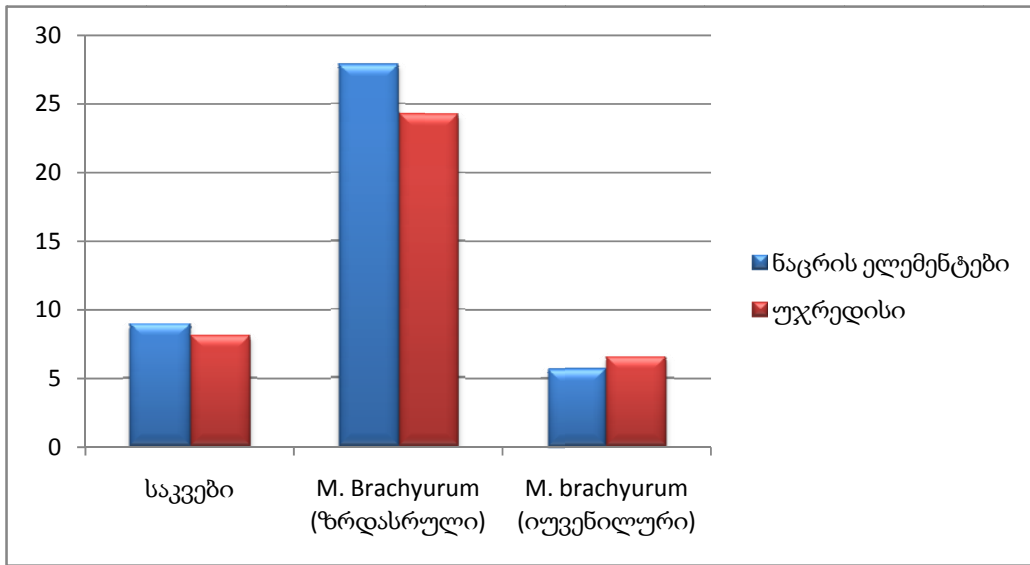
**სურ. 32** რცხილის ფოთლის ნარჩენებით კვების დროს უჯრედისისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობა *A. bipunctata*

Fig.32. Content cellulosa and ash elements during the food of Hornbeam leaf waste of *Anechura bipunctata*

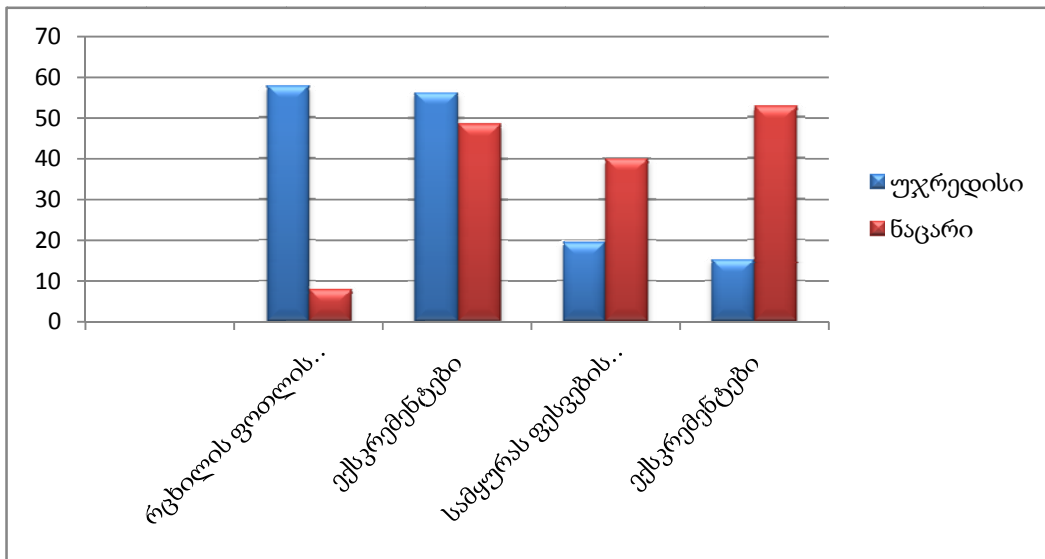


**სურ.33.** რცხილის ფოთლის ნარჩენებით კვების დროს უჯრედისისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობის ცვალებადობა მრავალფეხებში (სტეფანწმინდა, ჯვრის უღელტეხილი)

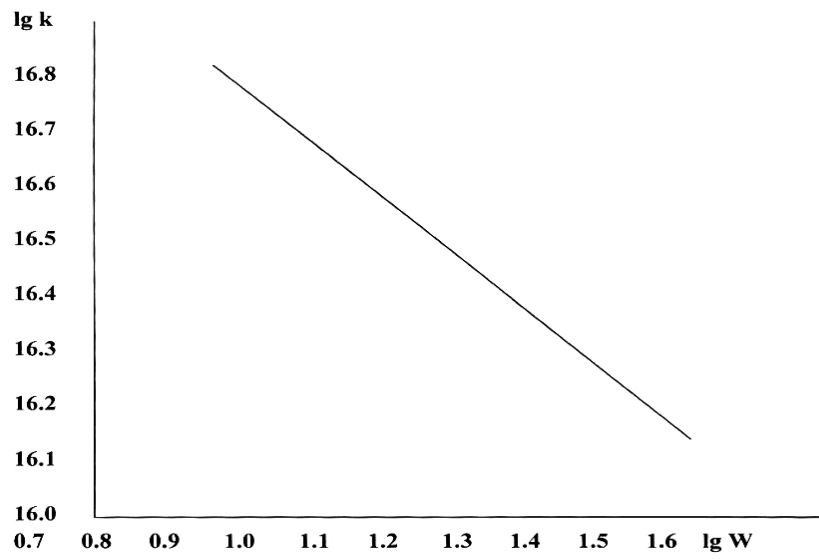
Fig, 33. Hornbeam leaf waste food during cellulose and ash elements contents the fluctuations eliminated of millipedes ( *Stephantsminda Cross Pass* )



**სურ.34.** რცხილის ფოთლის ნარჩენებით კვების დროს უჯრედისისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობა მრავალფეხებში (თბილისის მიდამოები)  
**Fig. 34.** Hornbeam leaf waste and food during the cellulose and ash elements content in millipedes (in the Tbilisi area )



**სურ. 35.** რცხილის ფოთლის ნარჩენებით კვების დროს უჯრედისისა და ნაცრის ელემენტების შემცველობა Trachelipus sp.  
**Fig. 35.** Hornbeam leaf waste and food during the cellulose and ash elements content in Trachelipus sp.



სურ. 36. მრავალფეხების ენერჯის მოხმარების კოეფიციენტის დამოკიდებულება სხეულის მასასთან  
 Fig. 36. Dependence of body mass of millipedes energy consumption ratio