

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის
ვ.გულისაშვილის სახელობის სამთო მეტყევეობის ინსტიტუტი

გიული წერეთელი

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი კორომების გავლენა მკვდარი
ორგანული მასის ფორმირებასა და ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე

სპეციალობა: 06.03.03 “ტყემცოდნეობა
და მეტყევეობა”

სადისერტაციო ნაშრომი სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა
კანდიდატის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:
ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი,
პროფესორი ნ.ტარასაშვილი

თბილისი
2004

სარჩევი

ნაშრომის საერთო დახასიათება.

თავი I. საკითხის შესწავლის ისტორია.

I.1. ჩამონაყარი.

I.2. მკვდარი საფარი.

I.3. ბიოლოგიური აქტივობა.

თავი II. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყეების თანამედროვე მდგომარეობა.

თავი III. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები.

III.1. გეოლოგიური აგებულება, რელიეფი და ჰიდროლოგია.

III.2. კლიმატი.

III.3. ნიადაგები.

III.4. მცენარეული საფარი.

თავი IV. კვლევის ობიექტები და მეთოდიკა.

თავი V. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი ტყეების ნიადაგების შედარებითი დახასიათება.

თავი VI. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი კორომების გავლენა ჩამონაყარის ფორმირებაზე.

თავი VII. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი კორომების გავლენა მკვდარი საფრის ფორმირებაზე.

თავი VIII. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი კორომების გავლენა ბიოლოგიურ აქტივობაზე.

დასკვნები და რეკომენდაციები.

ლიტერატურა.

ნაშრომის საერთო დახასიათება

თემის აქტუალობა. საქართველოში წიწვოვან ტყეებს საკმაოდ დიდი ფართობი უკავიათ. 1996 წლის ტყის ფონდის მონაცემებით ფიჭვნარებს 122,050 ათ.ჰა უკავიათ, ნაძვნარებს – 138,58 ათ. ჰა, სოჭნარებს – 189,782 ათ.ჰა., რაც საქართველოს ტყით დაფარული ფართობის 16,3%-ს შეადგენს (გიგაური, 2001). 1998 წლის ტყის ფონდის მონაცემებით, ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონში ფიჭვნარებს 15606 ჰა უკავიათ, ნაძვნარებს – 20569 ჰა, სოჭნარებს – 3942 ჰა. წიწვოვანი ტყეები ძირითადად გაბატონებული არის საშუალო და დიდი დაქანების ფერდობებზე, ამიტომ ისინი მნიშვნელოვან დაცით ფუნქციებს ასრულებენ. ქვეყნის საბაზრო ეკონომიკურ ურთიერთობებზე გადასვლა მოითხოვს ტყეების პროდუქტიულობის ამაღლებას. სატყეო მეცნიერებისა და პრაქტიკის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიზანს და ამოცანას მაღალპროდუქტიული, ბიოლოგიურად მდგრადი წიწვოვანი კორომების აღზრდა-ფორმირება წარმოადგენს. ამ პრობლემის სრულყოფილად გადაწყვეტა ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლების მეცნიერულად დასაბუთებული ღონისძიებების შემუშავების გარეშე შეუძლებელია. ამ მხრივ მცენარის მიერ საკვები ელემენტების შეთვისების საქმეში მნიშვნელოვან როლს CO₂ ასრულებს, რომელიც ხელს უწყობს მცენარეში ფიზიოლოგიური პროცესების გააქტიურებას. ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა მკვდარი ორგანული მასის მინერალიზაციის ინტენსივობის მაჩვენებელია, რომლითაც ისაზღვრება ნიადაგის ნაყოფიერება. ბორჯომის ხეობის წიწვოვანი ტყის ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლას, მის რეგულირებას როგორც ნიადაგის ნაყოფიერების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მახასიათებელს, აქვს დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა, რითაც განისაზღვრება სადისერტაციო თემის აქტუალობა.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის ძირითად მიზანს წარმოადგენდა ბორჯომის ხეობაში წიწვოვანი ფორმაციების გავლენის დადგენა ტყის ნიადაგებზე, ჩამონაყარისა და მკვდარი საფრის ფორმირებაზე და ბიოლოგიურ აქტივობაზე.

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე დასახული იყო შემდეგი ამოცანები:

- წიწვოვანი ფორმაციების ნიადაგების შედარებითი დახასიათება;
- ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების ქვეშ ჩამონაყარის ოდენობისა და მკვდარი საფრის მარაგების დადგენა კორომის სიხშირეებსა და ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით;
- ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების მკვდარ საფარსა და ნიადაგში გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობის განსაზღვრა კორომის სიხშირეებსა და ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით.

მცენიერული სიახლე. ჩატარებული კვლევების საფუძველზე შესრულდა წიწვოვან ფორმაციათა ნიადაგების შედარებითი დახასიათება; დადგინდა ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების ქვეშ ჩამონაყარის ოდენობა და მკვდარი საფრის მარაგები, მათი სტრუქტურა, გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა კორომის სიხშირეებსა და ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით.

პრაქტიკული მნიშვნელობა. მიღებული შედეგები შეიძლება საფუძვლად დაედოს ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონში წიწვოვანი ტყეების პროდუქტიულობის ამაღლების ღონისძიებებს.

აპრობაცია. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები წარდგენილ და განხილულ იქნა სამთო მეტყვეობის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს სხდომაზე (2003წ.), ამავე ინსტიტუტის ტყის ნიადაგმცოდნეობისა და მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიის სხდომებზე (1998, 1999, 2002 წ.წ.) და გარემოს დაცვის ინსტიტუტში ახალგაზრდა სპეციალისტთა სამეცნიერო-პრაქტიკულ კონფერენციაზე (2000წ.).

პუბლიკაცია. სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია 9 სამეცნიერო ნაშრომი.

მოცულობა და სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება 8 თავისა და დასკვნებისაგან; მოიცავს 166 გვერდს, 31 ცხრილს, 2 სქემას. გამოყენებულია 218 დასახელების ლიტერატურა: 26 ქართულ და 192 უცხო ენაზე.

თავი I. საკითხის შესწავლის ისტორია

ამ თავში იხილება ლიტერატურული წყაროები, რომლებიც ეხება ტყის ჩამონაყარს, მკვდარ საფარსა და ბიოლოგიურ აქტივობას.

I.1. ჩამონაყარი

ტყის ჩამონაყარის ოდენობა ბევრადაა დამოკიდებული ადგილის გეოგრაფიულ მდებარეობაზე და მის კლიმატურ თავისებურებებზე, კორომის სიხშირეზე, სახეობრივ შემადგენლობაზე, ბონიტეტზე, ხნოვანებაზე, ტყის ტიპზე და სხვა.

ს.ზონის (С.Зонн, 1954) მონაცემებით საშუალოდ მიღებულია, რომ ნიადაგის ზედაპირზე ყოველწლიურად მოდის ჩამონაყარის შემდეგი ოდენობა: ლარიქსის ტყის ჩამონაყარის ოდენობა 2,7ტ/ჰა, მუხნარების – 3,9ტ/ჰა, ფიჭვნარების – 4,1ტ/ჰა, ნაძვნარების – 6,0ტ/ჰა.

რ. გოცირიძის (1971) და რ.გოცირიძის (Гоциридзе, 1974) მიერ შესწავლილი იქნა ბოჭორის სატყეოს ფიჭვნარები, ჩრდილო და სამხრეთ ექსპოზიციაზე, 100-105 წლის, 0,6-0,7 სიხშირის, წლიური ჩამონაყარის საერთო მასა ჩრდილო ექსპოზიციაზე შეადგენს 14,54 ც/ჰა-ზე, ხოლო სამხრეთ ექსპოზიციაზე 6,9 ც/ჰა-ზე, რაც 7,6 ც-ით ნაკლებია. დადგინდა, რომ ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვისას ორივე ექსპოზიციის ფიჭვნარები ერთმანეთისგან განსხვავდებიან აზოტისა და ნაცრეს ელემენტების შემცველობით.

ნ.ტარასაშვილის (Н.Тарасашвили, 1974) მიერ შესწავლილ იქნა ნაძვნარი, ფიჭვნარი, სოჭნარი ტყის ჩამონაყარი, სხვადასხვა სიხშირის, ხნოვანების, ტყის ტიპის მიხედვით ზ.დ.-დან სხვადასხვა სიმაღლეზე. დადგინდა, რომ ნაძვნარების ჩამონაყარის ოდენობა ჰაერმშრალ მდგომარეობაში ქვედა ზონაში მერყეობს 2800-3600კგ/ჰა-ზე, ხოლო ზედა ზონაში – ჩამონაყარის ოდენობა ტოლია 2600-4000 კგ/ჰა-ზე; სოჭნარების ჩამონაყარის ოდენობა შესაბამისად – 3000-3200კგ/ჰა; ზედა ზონაში – 4200-4700კგ/ჰა, ფიჭვნარების – 2300-2600 კგ/ჰა და 2400-2500 კგ/ჰა; ქვედა ზონაში ჩამონაყარის მაქსიმალური ოდენობა მოდის გაზაფხულზე (მაისი) და შემოდგომაზე (ოქტომბერ-ნოემბერი), ხოლო ზედა ზონაში – მაის-ივნისში და სექტემბერ-ოქტომბერში. დადგინდა, რომ ჩამონაყარის საერთო მასიდან წიწვებზე მოდის 60-75%, ტოტებზე – 12-22%, გირჩებზე – 17% და სხვადასხვა – 5-6%.

მ.ბადუდინას (Бадудина, 1978) მიერ შესწავლილ იქნა ტელერმანის ტყის მასივში ვერხვის ჩამონაყარის დინამიკა სამ სხვადასხვა ხნოვანებაში: 31, 45 და 56წ.

ჩამონაყარის საერთო ოდენობა 56 წლის ნარგაობაში მეტია (1125კგ/ჰა), ვიდრე 31 (11კგ/ჰა) და 45წ. (90კგ/ჰა) ხნოვანებაში. ეს აიხსნება ჩამონაყარში ვერხვის ნაყოფების დიდი წილით. მაღალ ხნოვანებაში იზრდება ტოტებისა და ფესვების წილიც. ჩამონაყარში გამოყოფილია ფრაქციები.

ა.ატკინის (Аткин, 1983) მონაცემებით ყაზახეთის ფიჭვნარების ჩამონაყარის საშუალო წლიური ოდენობა შეადგენს 1,0-2,0 ტონას ჰექტარზე.

მ.ვაიჩისის, ვ.ონიუნასის (Вайчис, Онюнас, 1983) მონაცემებით ლიტვის წიწვოვანების ჩამონაყარის ოდენობა წელიწადში ტოლია 2,8-4,5ტ/ჰა; რბილფოთლოვანების – 3,7-4,5ტ/ჰა; მაგარფოთლოვანების – 4,2-4,6ტ/ჰა.

მ.გოლუბეცის, ვ.ოდინაკისა და სხვათა (Голубец, Одинак и др., 1983) მიხედვით, დნესტრის ბასეინის წიფლნარ-სოჭნარი ტყის მცენარეული ჩამონაყარი აბსოლუტურად მშრალ მდგომარეობაში მერყეობს 2,9-4,8ტ/ჰა-ს შორის.

ი.ელაგინის (Елагин, 1983) გამოკვლევებით, მოსკოვის ოლქის ფიჭვნარების I ბონ. კლასის წლიური ჩამონაყარის მასა შეადგენს 5ტ/ჰა-ს, ხოლო II და III ბონ. - 2,7-5,0ტ/ჰა-ს შორის მერყეობს. ყველაზე მეტი ჩამონაყარი მოდის ცივ პერიოდში (ოქტომბერი-აპრილი), სწორედ ამ პერიოდში ცვივა ფოთლების, წიწვების, ქერქის ძირითადი ოდენობა, ხოლო ტოტები და გირჩები წელიწადის თბილ პერიოდში ცვივა. უხვ ნალექიან რაიონებში წლის თბილ პერიოდში წიწვები ცვივა მცირე ოდენობით 16-18%, ხოლო არასაკმარისი ტენიანობისას იგივე პერიოდში 2-3-ჯერ მეტია. ფრაქციულ შემადგენლობაში ძირითადია წიწვი – 60%, ტოტი – 25%.

ნ.ზუბარევასა და ა.ანისკინას (1983) მონაცემებით, ცენტრალური იაკუტიის ფიჭვნარებში (115-155წ.) ჩამონაყარის დაგროვებაზე არსებით გავლენას ახდენს ხნოვანება. ჩამონაყარის წლიური მასა შეადგენს 1,5-2,0ტ/ჰა-ზე. ირკვევა, რომ ჩამონაყარის დაგროვებაზე არსებით გავლენას ახდენს ნიადაგობრივი პირობები და ყოველი წლის კლიმატური თავისებურება. ხნოვანების მატებასთან ერთად ჩამონაყარის ოდენობა მცირდება. ჩამონაყარის მასაში ჭარბობს წიწვის ფრაქციული ოდენობა (75%), შემდეგ ტოტები (14%), ქერქი (3%) და გირჩები (8%).

პ.კილის (Кылли, 1983) მონაცემებით ესტონეთის ნაძვნარებში ჩამონაყარის დაგროვება იწყება მაისის ბოლოს, ხოლო ოქტომბრის ბოლოდან იწყება ახალი ჩამონაყარის დაგროვება, რაც გაზაფხულზე დაგროვილ ჩამონაყარზე მეტია.

ა.მალიუკოვიჩის (1983) მონაცემებით, ბერეზინსკის ნაკრძალში (ბელორუსია) შესწავლილ იქნა ფიჭვნარი ტყე ტიპების მიხედვით. ფიჭვნარების ჩამონაყარის მაქსიმალური ოდენობა მოდის შემოდგომაზე. დადგინდა, რომ ჩამონაყარის ოდენობა იცვლება ტყის ტიპებისა და ადგილსამყოფელის მიხედვით. ასე მაგალითად, ხავსიანი ფიჭვნარის ჩამონაყარის მასა ტოლია 2,5ტ/ჰა, მოცვიანი ფიჭვნარის ჩამონაყარი - 2,5ტ/ჰა, მანანიანი ფიჭვნარის - 2,1ტ/ჰა და ლიქენიანი ფიჭვნარის - 2,1ტ/ჰა. ჩამონაყარის საერთო მასაში ჭარბობს წიწვის ფრაქცია. წიწვის ქიმიური შემადგენლობა მდიდარია Ca, Fe, Zn, ღარიბია N, K, P, Mg.

ი.შარმანის (Sarman., 1984) მონაცემებით, ჩეხოსლოვაკიის დრაგანსკის მაღლობის ნაძვნარებში ჩამონაყარი დაგროვების პიკს გაზაფხულზე (მარტი, მაისი) და შემოდგომაზე (ოქტომბერი) აღწევს. ჩამონაყარის ფრაქციებში წიწვებზე მოდის 67,8%, ქერქსა და ტოტებზე 15%, გირჩებზე და თესლებზე 6,61%, ცხოველების ნარჩენებზე - 5,25%; მშრალი ჩამონაყარის მასა შეადგენს 4,8ტ/ჰა-ს.

მ.გროზევას (Грозева, 1986) მიხედვით ბულგარეთის რილის მთიან მასივში წიწვოვანი ტყის ჩამონაყარის მაქსიმალური ოდენობა დაგროვდა ზაფხულის ბოლოს და შემოდგომის დასაწყისში. ჩამონაყარის ფრაქციულ შემადგენლობაში ხნოვანების მიუხედავად წიწვები ჭარბობს.

საშუალო წლიური ჩამონაყარი I, III და IV ხნოვანების კლასის ტყეებში მერყეობს 1,5-დან 3,0 ტ/ჰა-ზე.

ვ.სტაკანოვის, ე.კადეროვის (Стаканов, Кадеров, 1986) მონაცემებით კრასნო-იარსკის ტყე-სტეპის ფიჭვნარების ჩამონაყარი ზამთრის პერიოდში შეადგენს 20-დან 300კგ/ჰა-მდე; სავეგეტაციო პერიოდში (მაისი-აგვისტო) 20 წლიან ფიჭვნარში - 100კგ-მდე, 40 წლიანში - 200კგ-მდე და 90 წლიანში - 400კგ-მდე ჰექტარზე. მაქსიმალური ჩამონაყარი მოდის სექტემბერ-ოქტომბერში, სადაც 76% წიწვებია. ავტორის აზრით ჩამონაყარი წიწვების რაოდენობა დამოკიდებულია უფრო მეტად ჰაერის ტემპერატურაზე და ნაკლებად ნალექებზე. არყნარებში 2-3-ჯერ მეტი ჩამონაყარი გროვდება, ვიდრე ფიჭვნარებში.

გ.პოპოვის (Попов, 1986) მონაცემებით ბულგარეთში ჩრდილოეთ სტრანდჟის მუხნარი და წიფლნარი ტყის წლიური ჩამონაყარი შეადგენს 3,076-5,356 ტ/ჰა-ს აბსოლუტურად მშრალი მასიდან. ჩამონაყარის დაგროვება დაკავშირებულია

შემადგენლობაზე, ხნოვანებაზე და სიხშირეზე.

ვ.ნიკონოვის (Никонов, 1987) მიხედვით კოლის ნახევარკუნძულის ჩრდილოეთით ფიჭვნარი ტყის ჩამონაყარის წლიური ოდენობა შეადგენს 1,5-4,9 ტ/ჰა-ს.

მ.ლოუმენის (Lowman Margaret, 1988) მონაცემებით სამხრეთ უელსის (ავსტრალია) ტენიანი ტიპის ტყეების საშუალო წლიური ჩამონაყარის ოდენობა შეადგენს 7,5ტ/ჰა-ს. ზომიერად ცივ ტყეში ჩამონაყარის მაქსიმალური ოდენობა მოდის შემოდგომა-გაზაფხულზე, სუბტროპიკულ ტყეში –ზაფხულზე, ზომიერად თბილ ტყეში კი ზაფხულის დასაწყისში. ჩამონაყარის დაგროვება ტენიან ტყეში მერყეობს 6 თვე და ნაკლები პერიოდი. ჩამონაყარის ფრაქციული შემადგენლობა შემდეგია: ფოთლები – 54%, ხის ნარჩენები – 35% და დანარჩენი – 11%.

ი.გალარდოს, ი.სანტა რეინას და სხათა (Gallardo, Santa Regina and etc., 1989) მონაცემებით ესპანეთის სალამანკას პროვინციის მუხნარ ტყეში ჩამონაყარის საშუალო წლიურმა ოდენობამ შეადგინა 6,7ტ/ჰა, წაბლნარ ტყეში – 6,6ტ/ჰა, ფიჭვნარში – 7,2ტ/ჰა. ავტორთა აზრით ჩამონაყარის ოდენობა დამოკიდებულია როგორც სახეობრივ შემადგენლობაზე, ისე ამინდის თავისებურებებზე.

რ.იუკი, ტ.ჰიკანენის (Raulo Iuki, Hikanen, 1989) მონაცემებით ფინეთის სამხრეთ და ცენტრალურ ნაწილში ლეგა მურყნარი ტყის ჩამონაყარის საშ. წლიური მარაგი მერყეობს 1,27-3,76ტ/ჰა-ს შორის, ხოლო შამი მურყნარის კი 1,46-3,45ტ/ჰა-ს შორის. ჩამონაყარის მაქსიმალური ოდენობა მოდის სექტემბერ-ოქტომბერში. ფრაქციულ შემადგენლობაში ფოთლებმა შეადგინა 70-80% საერთო რაოდენობიდან, თესლებმა – 0,5-1,0%, მწერების ნარჩენებმა – 4-5% და სხვ. – 4-11%.

ვენ უიანგუანგის და ვი ბინგერის (Wen Yuanguang, Wee Binger, 1989) მონაცემებით ჩინეთის სუბტროპიკული მარადმწვანე ფართოფოთლოვანი ტყის მაქსიმალური წლიური ჩამონაყარის ოდენობა ტოლია – 7,99ტ/ჰა საერთო წლიური მოცულობიდან. მუხნარი ტყის ჩამონაყარის ფრაქციული შემადგენლობა შეადგენს 76%-ს.

აპადჰაის და სინგის (Upadhyay, Singh, 1989) მიერ შესწავლილ იქნა ჰიმალაის ცენტრალურ ნაწილში ათი სახეობის მერქნიანი მცენარე. დადგინდა, რომ ჩამონაყარის დაგროვების ინტენსივობაზე არსებით გავლენას ახდენს მერქნიანი სახეობები, აგრეთვე ადგილსამყოფელის პირობებიც. ჩამონაყარის მინერალიზაციის

პროცესის ინტენსივობა დამოკიდებულია საშუალო წლიურ ტემპერატურაზე, ზღვის დონიდან სიმაღლეზე და ლიგნინის შემცველობაზე.

ტეილორის, პარსონის, პარკინსონის (Taylor Barry R., Parsons William F.I., Parkinson Dennis, 1989) მიერ კვლევა ჩატარდა კანადის კლდიანი მთების ალვის ხისა და მურყანის ტყის მასივებში. დადგინდა, რომ ნელა გახრწნადი (ალვის ხე) ტიპის ჩამონაყარის მინერალიზაცია შეიძლება დაჩქარდეს მდიდარი საკვები ელემენტებით და სწრაფად გახრწნადი (მურყანი) ტიპის ჩამონაყარით.

ლინ პენგის, ლუ ჩანგის, ვანგ გონგის (Lin Peng, Lu Chang, Wang Gong, 1990) მონაცემებით, ჩინეთის მანგრის ტყის ჩამონაყარის საშუალო წლიური პროდუქტიულობა შეადგენს 1255გრ/მ². ჩამონაყარის ფრაქციების შემადგენლობა ასეთია: ჭარბობს ფოთლები – 64%, ყვავილები – 11%, ნაყოფი – 21% და ტოტები – 4,4%.

ე.მოლჩანოვის (Молчанов, 1990) მიერ შესწავლილ იქნა ჩამონაყარის დინამიკა ყირიმის სამხრეთ სანაპიროს სუბტროპიკული რაიონის ტყეში. ჩამონაყარის ოდენობა იცვლება ასოციაციის სახეობრივი შემადგენლობის, თითოეული სახეობის ბიოლოგიური თავისებურებების ზემოქმედებით. წლების მიხედვით ჩამონაყარის მასის ცვალებადობა აიხსნება პროდუქტიულობის პერიოდულობით და დაკავშირებულია გასული და მიმდინარე წლის მეტეოროლოგიურ პირობებზე. შესწავლილ ასოციაციებში მკვდარი საფარის მარაგის სიდიდე არ არის დაკავშირებული წლიური ჩამონაყარის ოდენობასთან, არამედ დამოკიდებულია გახრწნის სისწრაფესთან.

ბ.პანდიტის, ს.საბრამანიანის, რ.რაგვანდრას (Pandit, Sabrahmanyam, Reghavendra, 1990) მონაცემებით ინდოეთის შტატ გუჯარათის ფოთლოვანი ტყის ჩამონაყარის საერთო მასამ შეადგინა 35,395ტ/ჰა, აქედან ყველაზე მეტი ჩამონაყარი მოვიდა მარტის თვეში და შეადგინა – 9,07ტ/ჰა.

მელქანია უმას (Melkania Uma 1990) მონაცემებით, ჰიმალაის წმინდა და შერეული ტყის ჩამონაყარის დაგროვების სისწრაფე დამოკიდებულია ტყის ტიპზე, ტემპერატურაზე და ტენიანობაზე, აგრეთვე აზოტისა და ლიგნინის შემცველობაზე.

ვ.მერზლის (Мерзлый, 1990) მიერ არხანგელსკის ოლქის პინეჟევსკის ნაკრძალში ჩატარებული კვლევების მიხედვით ლარიქსის ჩამონაყარის წლიურმა

ოდენობამ შეადგინა 1,4-1,8ტ/ჰა. ჩამონაყარის ფრაქციულ შემადგენლობაში ჭარბობს წიწვები.

ვ.ზიდონგის, პ.ფუგანის (Wu Zhidong, Peng Fuguan, 1990) მონაცემებით სამხრეთ ჩინეთის წიწვოვანი ტყის წლიური ჩამონაყარი აღწევს 4ტ/ჰა, ხოლო ფართოფოთლოვან ტყეებში კი მეტია - 6,3ტ/ჰა. მერქანი ყოველწლიურად აბრუნებს ჩამონაყარში 118,5კგ/ჰა აზოტსა და ნაცრის ელემენტებს.

ო.შერბაკოვასა და ი.პეტროვის (Шербакова, Петров, 1991) მიერ შესწავლილია ჩამონაყარის დინამიკა უკრაინის წიფლნარებსა და რცხილნარებში. დადგინდა, რომ მთელი წლის განმავლობაში ჩამონაყარის დაგროვება, მისი მარაგი და ფრაქციული შემადგენლობა, მკვდარი საფრის სისქე, მარაგი, მინერალიზაცია დამოკიდებულია, სხვა ფაქტორებთან ერთად, კორომის შემადგენლობასა და სიხშირეზე, განსაკუთრებით წიწვოვანებისა და ფოთლოვანების თანაფარდობისას.

ნ.ტარასაშვილმა, გ.ვაჩნაძემ და სხვ. (2001) შეისწავლეს ფიჭვნარების ჩამონაყარის ოდენობა ბორჯომის ხეობაში, სადაც წლიური ჩამონაყარი მერყეობს 2100-2300კგ/ჰა შორის. ჩამონაყარი მაქსიმუმს იძლევა გაზაფხულზე და შემოდგომაზე. მისი დაგროვება დამოკიდებულია ტყის ტიპზე, კორომის სიხშირეზე, ბონიტეტსა და მთაში ვერტიკალურ გავრცელებაზე.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ტყის ჩამონაყარის შესახებ დაგროვილია საკმაოდ ვრცელი და საინტერესო მასალა, თუმცა ამ მხრივ ინფორმაცია საქართველოს ტყეების შესახებ საკმაოდ მწირია.

I.2. მკვდარი საფარი

ტყის მკვდარ საფარს დიდი მნიშვნელობა აქვს ტყეში ნიადაგწარმოქმნის პროცესების მიმდინარეობაში. ის არეგულირებს ტყის ნიადაგის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს, სითბოსა და აერაციის რეჟიმს. მკვდარი საფრის დაშლისას თავისუფლდებიან მნიშვნელოვანი ბიოგენური ელემენტები, რომლებიც განაპირობებენ ნიადაგის ნაყოფიერებას და თვით კორომის პროდუქტიულობას.

თითქმის ორი ასეული წელია ტყის მკვდარი საფარი წარმოადგენს კვლევის ობიექტს. მისი შესწავლის ინტერესი მრავალი ქვეყნის მეტყვევებსა და ნიადაგ-

მცოდნეებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა დანიელი სწავლულის პ.მიულერის (Muller) კვლევების შემდეგ, რომელმაც 1876 წელს დანიის წიფლის ტყეებში გამოყო მკვდარი საფრის ორი ძირითადი ტიპი: მული – რბილი ჰუმუსი და მორი – უხეში ჰუმუსი. მიულერის მიხედვით, მული განირჩევა ტყის ჩამონაყარის ნარჩენების მჭიდრო შერევით, სიფხვიერით, წვრილკომპოზიციანი ან მარცვლოვანი სტრუქტურით, მომატებული ფორიანობით და სუსტი მჟავე ან ნეიტრალური რეაქციით. მული წარმოიქმნება წიფლნარ ტყეში ტყის ცხოველების, განსაკუთრებით ჭიების, ინტენსიური ცხოველმოქმედებით. უხეში ჰუმუსი განირჩევა მკვრივი შენებით და წარმოიქმნება წიფლის ფესვებისა და სოკოების მონაწილეობით. ის შედგება თვალისა და ადვილად გასარჩევი ნახევრად დაშლილი მცენარეული ნარჩენებისაგან, მის წარმოქმნაში ცხოველები მცირედ ან საერთოდ არ მონაწილეობენ. მისთვის დამახასიათებელია მკვეთრად გამოხატული მჟავე რეაქცია. პ.მიულერის ეს ცნება არ იყო მკაფიოდ განსაზღვრული, მაგრამ ის მაინც დაედო საფუძვლად ტყის მკვდარი საფრის კლასიფიკაციას.

ვ.ფირსოვასა და თ.პავლოვას (Фирсова, Павлова, 1983) მიხედვით, გ.ვისოცკი, ს.ზახაროვი, გ.მოროზოვი და სხვ. პ.მიულერისაგან განსხვავებით თვლიდნენ, რომ მკვდარი საფარი არის მცენარის ნარჩენების ძლიერ დაშლილი მასა, რომელიც მეტ-ნაკლებად განსხვავებულია თვით ნიადაგისაგან.

რუსი მკვლევარები, ვ.დოკუჩაევიდან დაწყებული, ტყის მკვდარ საფარს განიხილავენ როგორც თავისებურ არანიადაგობრივ მიწისზედა წარმონაქმნს.

ტყის ბიოგეოცენოზებში მკვდარი საფარი წარმოადგენს სპეციფიკურ წარმონაქმნს. მკვდარი საფრის ბიოგეოცენოტური ბუნება დაახასიათა ვ.სუკაჩევმა. გ.მოროზოვისა (Морозов, 1926) და მ.ტკაჩენკოს (Ткаченко, 1952) შრომების შემდეგ მიღებულ იქნა მკვდარი საფრის დაყოფა ორ დიდ ჯგუფად: უხეშჰუმუსიანი ანუ სუსტად დაშლილი (ტორფიანი) და რბილჰუმუსიანი ანუ ძლიერ დაშლილი (ნემომპალა). პირველი ახასიათებს წიწვოვანებს, ხოლო მეორე ფოთლოვანებს. შერეულ ტყეებში ფორმირდება შუალედური ტიპის მკვდარი საფარი. მკვდარი საფრის ასეთი დაყოფა საკმაოდ ზოგადია და საჭიროებს დეტალურ, დაწვრილებით შესწავლას.

ნ.სტეპანოვი (Степанов, 1929), ნ.რემეზოვი (Ремезов, 1953), ვ.შუმაკოვი

(Шумаков, 1958) ტყის მკვდარ საფარს ყოფენ ნიადაგის მიწისზედა საფრის ხასიათის მიხედვით, ე.ი. საფუძვლად უდებენ ჩამონაყარის შემადგენლობას. ვ.შუმაკოვმა (Шумаков, 1958) მცენარის ქეჩისებრ საფარში გამოყო ტყის მკვდარი საფრის ტიპი, მის შიგნით კი განსაზღვრა გაბატონებული ფრაქციების სახეები. ამ კლასიფიკაციებმა ვერ მიიღეს ფართო გავრცელება. შემდგომ ეს პრინციპი (ჩამონაყარის შემადგენლობა) განავითარეს ნ.რემეზოვმა და პ.პოგრებნიაკმა (Ремезов, Погребняк, 1965), გ.პოსტოლაკემ (Постолаке, 1976) და სხვ.

ი.მელეხოვის (Мелехов, 1957) კლასიფიკაციის მიხედვით, მკვდარი საფარი დაყოფილია მისი სიმძლავრისა და მჟავიანობის მიხედვით. ჰესელმანის (Hesselman, 1929) მიერ ტყის მკვდარ საფარში გამოყოფილ იქნა შემდეგი ფენები L – ტყის ახალი ჩამონაყარი, F – გახრწნილი, H – ჰუმუფიცირებული. ტყის მკვდარი საფრის ასეთ დაყოფას მხარს უჭერდა ნ.რემეზოვი. ეს ცნება არ იყო მკაფიოდ განსაზღვრული, მაგრამ ის მაინც საფუძვლად დაედო თანამედროვე დასავლეთ ევროპის ტყის მკვდარი საფრის კლასიფიკაციას, სადაც გამოყოფენ უკვე სამ ტიპს: მული, მორი და მათ შორის გარდამავალი მოდერი.

პ.მიულერის შემდეგ ბევრ ქვეყანაში განსაზღვრეს ტყის მკვდარი საფრის ტიპები. ამერიკულ ლიტერატურაში (Heiberg, 1937) ტყის უხეში ჰუმუსი დაყვეს ნოტიო ჰუმუსად, ტორფად, მჟავე ჰუმუსად, დეფად, მორად და სხვ., ხოლო შემდეგ მულში გამოყვეს: რბილი ჰუმუსი, ფოთლოვანი ნეშომპალა, ნეიტრალური ჰუმუსი ანუ მული.

ს.კოშელკოვი (Кошельков, 1961) თავის კლასიფიკაციას აგებს ტყის მკვდარი საფრის მორფოლოგიური თვისებების საფუძველზე, რამაც ფართო გავრცელება პოვა ტაიგის ზონაში. ფიჭვისა და ნაძვის ტყეებში მკვდარი საფრის ძირითადი ტიპების დადგენისათვის ავტორი მორფომეტრული თვისებების საფუძველზე გვთავაზობს მათ შემდეგნაირ დაყოფას: სუსტი უხეშჰუმუსიანი, უხეშჰუმუსიანი, ტორფისებური და ტორფიანი.

ს.კოშელკოვის (Кошельков, 1961), კ.მანაკოვის (Манаков, 1961), ვ.სმირნოვის (Смирнов, 1971) და სხვ. მიხედვით ტყის მკვდარი საფარი აღინიშნება A_0 ინდექსით და მისი ქვეპორიზონტები A_0^I – გასული წლის ჩამონაყარი, A_0^{II} – ნახევრად გახრწნილი მცენარეული ნარჩენები, A_0^{III} – კარგად გახრწნილი ერთგვაროვანი მასა.

თავისი გენეტიური არსით ფენების ასეთი დაყოფა შეესაბამება დასავლეთ ევროპულ კლასიფიკაციას.

ს.ზონმა (Зонн, 1964) გააერთიანა მკვდარი საფრის რამოდენიმე კლასიფიკაცია სამ მსხვილ ზონალურ ჯგუფში: 1. ტყე-ტუნდრის ზონის ტორფისებური; 2. ტაიგის ზონის უხემჭუმუსიანი და მშრალტორფისებრი; 3. ტყე-სტეპის ზონის მსუბუქჭუმუსიანი. შემდგომში ს.ზონმა ტყის მკვდარი საფარი დაყო ოთხ ჯგუფად ჭუმუსოვანი ნივთიერებების შეამდგენლობის მიხედვით. 1974 წელს მან თ.ურუშაძესთან (Урушадзе) ერთად მოგვცა მკვდარი საფრის დაყოფის კლასიფიკაცია, როგორც მორფოლოგიური ისე ბიოქიმიური ნიშანთვისებების მიხედვით, რამაც მოიპოვა დიდი აღიარება.

ტყის ტიპისა და მკვდარი საფრის თვისებების შეხამებით არის აგებული ნ.ტარასაშვილის (1962) და (Тарасшвили, 1979) კლასიფიკაციები. ნ.ტარასაშვილი (Тарасшвили, 1979) წიწვოვან ტყეებში გამოყოფს მკვდარი საფრის სამ ტიპს: უხეში, გარდამავალი და რბილი. ტიპების გამოყოფის ძირითად კრიტერიუმად მიღებულია შემდეგი მაჩვენებლები: სიმძლავრე, მარაგი და მკვდარი საფრის აგებულება, გენეტიური ჰორიზონტების ურთიერთდამოკიდებულება, გარემოს მჟავიანობა. მაგრამ, ავტორი კლასიფიკაციის აგებისას მას უკავშირებს ტყის ტიპებს. დადგინდა, რომ მთის რეგიონის მშრალ ნაძვნარებში ყალიბდება რბილი მკვდარი საფარი, თივაქასრიან და წივანიანში – გარდამავალი, ტენიანი და ნოტიო და აგრეთვე მშრალ ზედა სარტყელში – უხეში. ანალოგიური დაყოფა გაკეთებულია ფიჭვისა და სოჭის ფორმაციებშიც.

ლ.კარპაჩევსკი (Карпачевский, 1981) აღნიშნავს, რომ ბიოგეოცენოზის ვერტიკალური აგებულების თვალსაზრისით ტყის მკვდარი საფარი წარმოადგენს ნიადაგისაგან განსხვავებულ ბიოგეოჰორიზონტს, მაგრამ მარტო ამით არ გამოყოფენ მას ბიოგეოცენოზის ცალკე კომპონენტად, ის მთელი თავისი თვისებებით მკვეთრად განსხვავდება ნიადაგისაგან. მის შემადგენლობაში ჭარბობს ორგანული ნივთიერებები, გარდა ამისა ის დინამიურია, მისი სიმძლავრე და მარაგი მკვეთრად იცვლება არა მარტო წლების განმავლობაში, არამედ წლის განმავლობაშიც. ყველა ეს მონაცემი უფლებას აძლევს ავტორს, რომ ტყის მკვდარი საფარი გამოყოს, როგორც ცაკლე - დამოუკიდებელი ბუნებრივი სხეული.

ლ.კარპაჩევსკი (Карпачевский, 1982) გვთავაზობს მკვდარი საფრის დაყოფას ქვეტიპებად – მული, მოდერი, მორი, მშრალტორფიანი და ტორფიანი. მულიანი მკვდარი საფრისათვის დამახასიათებელია ფენები, ძირითადად, ზედა 01, ხოლო ქვედა 03 - ფრაგმენტულად; ძალიან მცირე სიმძლავრის მოდერისათვის – 01, 02, ფრაგმენტულად 03; მორი ხასიათდება ყველა სამივე შრით; მშრალტორფიანი მკვდარი საფრისათვის დამახასიათებელია შეფარდება 02:01, სადაც 03 შრე ფრაგმენტულადაა წარმოდგენილი; ტორფიანი მკვდარი საფრისათვის დამახასიათებელია სამივე შრე, ამასთან 03 შრე მეტია 01 შრეზე. ავტორის აზრით, ამ დროისათვის არ არსებობს მკვდარი საფრის დაყოფის ობიექტური კრიტერიუმები.

ს.ზონი (Зонн, 1983) სატყეო ნიადაგმცოდნეობაში ტყის მკვდარ საფარს განიხილავს, როგორც ბიოლოგიური აკუმულაციის ჰორიზონტს, სპეციფიკური და არასპეციფიკური ორგანული მჟავების, ნიადაგში ორგანულ-მინერალური შენაერთებისა და სუბსტრატების დაბრუნების წყაროს. ტყის მკვდარ საფართანაა დაკავშირებული ნიადაგების ტიპებისა და ქვეტიპების დონეზე არსებული განსხვავებები.

ნ.დილისი (Дылис, 1983) ტყის მკვდარ საფარს განიხილავს, როგორც ბიოგეოცენოზის განსაკუთრებულ კომპონენტს და აღნიშნავს, რომ კიდევ უფრო უკეთესია მისი განხილვა როგორც სატყეო ბიოგეოცენოზის განსაკუთრებული ქვესისტემისა. ამის შესაბამისად ტყის მკვდარი საფარი უნდა იქნას შესწავლილი კომპლექსურად მათი კავშირებისა და ურთიერთკავშირების ყველა მრავალფეროვნების გათვალისწინებით. ავტორი არამიზანშეწონილად მიიჩნევს მკვდარი საფრის ნიადაგის ნაწილად, მის გენეტიურ, ზედა ჰორიზონტად ჩათვლას. ხოლო ლ.გრიშინას (Гришина, 1983) მიაჩნია, რომ, პირიქით, მკვდარი საფარი წარმოადგენს ნიადაგის გენეტიურ ჰორიზონტს და არა მინერალური ჰორიზონტების ერთობლიობას. მკვდარი საფარი ასრულებს ნიადაგის ჰორიზონტის, მთელ რიგ ფუნქციებს, ამიტომ ავტორს სრულიად გამართლებულად მიაჩნია მისი ნიადაგის პროფილთან მიკუთვნება. მკვდარი საფარი გავლენას ახდენს წყლის, ჰაერის, ტემპერატურის, ჟანგვა-აღდგენით და ნიადაგის კვების რეჟიმზე და ხანდახან მათ განსაზღვრავს კიდევ. ამიტომ, ტყის ნიადაგების განსაზღვრისას და მათი შეფასებისას გათვალისწინებულ უნდა იქნას ტყის მკვდარი საფრის შემადგენლობა და

მორფოლოგიური აგებულება.

ლ.კარპაჩევსკი (Карпачевский, 1983) აღნიშნავს, რომ ბიოგეოცენოლოგიური თვალსაზრისით მკვდარი საფარი არის თავისებური ბიოგეოპორიზონტი, რომელიც განსხვავებულია ნიადაგის სხვა პორიზონტებისაგან, მათ შორის ჰუმუსოვანი პორიზონტისაგან. ჰუმუსოვანი პორიზონტი A_1 – არის გარდაქმნილი სუბსტრატი შეცვლილი მცენარეების, მიკროორგანიზმების, სოკოების, ცხოველების და მკვდარი საფრის გავლენით. ავტორი შესაძლებლად თვლის გამოყოს მკვდარი საფრის ბიოგეოცენტური ფუნქციის 5 ჯგუფი: ნიადაგური, ფიტოცენტური, მიკროცენტური, მიკრობცენტური და ზოოცენტური.

ა.საპოჟნიკოვა (Сапожников, 1982, 1983, 1984) ანალიზისა და ლიტერატურული წყაროების განზოგადოების საფუძველზე მოგვცა მკვდარი საფრის თავისი ბაზისური ნომენკლატურა. მისი აზრით, ტყის მკვდარი საფრის კლასიფიკაციის პრობლემას აქვს სამი ურთიერთდაკავშირებული ასპექტი: ბაზისური, რეგიონალური და გამოყენებითი.

ბოლო წლებში ტყის მკვდარი საფრის კლასიფიკაციის პრობლემას დიდ ყურადღებას აქცევენ ლ.ბოგატირევი და ა.ფლიოსი (Богатырев, Флесс, 1983); ლ.ბოგატირევი (Богатырев, 1990); ლ.ბოგატირევი და სხვ. (Богатырев и др., 1993).

ლ.ბოგატირევი და ა.ფლიოსი (Богатырев, Флесс, 1983) თავიანთ შრომებში გვაძლევენ მკვდარი საფრის შემდეგ კლასიფიკაციას. მკვდარი საფრის პორიზონტების არსებობის მიხედვით დგინდება ტიპი; გამოიყოფა მკვდარი საფარი - პრიმიტიული – LFH, რთული – LF_1F_2H , პოლიგენეზისური – $LF_1(თ_1)F_2H$; მკვდარი საფარი ქვეტიპის სისქის მიხედვით იყოფა: მცირე სისქის <10სმ, საშუალო სისქის – 10-20სმ, სქელი – >20სმ. მკვდარი საფრისა და ჩამონაყარის შეფარდების კოეფიციენტით განისაზღვრება გვარი: ძლიერ დაშლილი – 2-10, საშუალოდ დაშლილი 10-20, სუსტად დაშლილი – 20-50, დაუშლელი – 50; სახეობების მიხედვით დაყოფა ხდება ჰუმუსოვანი პორიზონტის სისქით, გამოიყოფა სახეობები: შეუკვრელი – ჰუმუსოვანი პორიზონტი არ არის, სუსტად შეკვრული – 1-5სმ, საშუალოდ შეკვრული – 5-10სმ, ძლიერ შეკვრული – >10სმ. ეს კლასიფიკაცია საშუალებას იძლევა შეფასდეს ადგილსამყოფელის არსებული და პოტენციური პროდუქტიულობა, მცენარის სახეობის მიუხედავად, რაც შეიძლება გამოყენებულ იქნას სატყეო მეურნეობაში,

სამეცნიერო და პრაქტიკული მიზნებისათვის.

ა.საპოჟნიკოვის (Сапожников, 1990) მონაცემებით, ტყის მკვდარ საფარზე არსებობს თანამედროვე შეხედულებათა ამსახველი 4 კონცეფცია. მის მიერ შემოთავაზებულია შემდეგი განსაზღვრება: მკვდარი საფარი - არის ნიადაგის პროფილის მინერალური ნაწილის ზედა ორგანული მასის ფენა, ფორმირებული უპირატესად მცენარეული ჩამონაყარით, რომელიც არის ლპობის სხვადასხვა სტადიაზე და დამოკიდებულია კონკრეტულ პირობებზე და ნიადაგის ზედაპირზე მოხვედრის დროზე. ეს განსაზღვრავს მის თანდათანობით და თანამიმდევრულ ჰომოგენიზაციასა და მის გენეტიურ ქვეჰორიზონტებად დანაწილებას. უმეტესად ტყის ნიადაგების შესაფასებლად მკვდარი საფრის შემდეგი ნიშნებია: სიმძლავრე, მარაგი, აგებულება, შემადგენლობა, დანაწევრების ხარისხი (დესტრუქციულობა), აღნაგობა. ისეთი თვისება როგორცაა აგებულება, დისპერსიულობა, შებმულობა, წყვეტილობა შეიძლება გამოყენებულ იქნას ბაზისური მორფოლოგიური კლასიფიკაციის ასაგებად. მკვდარი საფრის შემადგენლობის გათვალისწინებით შესაძლებელი ხდება გენეტიური კლასიფიკაციის აგება 5-6 ტაქსონომიური დონით. პერსპექტიულია, აგრეთვე, მორფოლოგიური პარამეტრების გამოყენება მკვდარი საფრის აგებულების განსაზღვრისათვის.

მკვდარი საფრის კლასიფიკაციის პრობლემა აქტუალურია და მნიშვნელოვანია პრაქტიკული მიზნებისათვის (ტყის ინვენტარიზაცია, სატყეო ტიპოლოგიური სამუშაოები), რაც განაპირობებს მის აუცილებელ შესწავლას, როგორც ტყის ბიოგეოცენოზის განსაკუთრებული კომპონენტისა.

ტყის მკვდარი საფრის შესწავლა, როგორც ბიოგეოცენოზის განსაკუთრებული ჰორიზონტისა, მცენარესა და ნიადაგს შორის ურთიერთდამოკიდებულების დადგენის საშუალებას გვაძლევს. ეს განპირობებულია იმით, რომ მკვდარი საფარი პირველ რიგში წარმოადგენს ორგანიზმების ცხოველმოქმედების რეზულტატს, მეორე მხრივ, მკვდარი საფარი თავის თავში დიდი რაოდენობით ნაცრის ელემენტების კონცენტრირებას ახდენს, რითაც აქტიურად მოქმედებს ნიადაგზე და ცვლის მის შემადგენლობას. მესამე - მისი დაშლის შედეგად თავისუფლდება ნაცრის ელემენტები და თბოენერგია, რაც ხელს უწყობს მათ აკუმულაციას და მოძრავი ნაერთების გამოტანის რეგულირებას. მეოთხე - მკვდარი საფარი წარმოადგენს

მცენარეთა და ცხოველთა მოქმედების ყველაზე აქტიურ ჰორიზონტს ბიოგეოცენოზში. მეხუთე – ის წარმოადგენს ტყის ნიადაგების ჰუმუსის ძირითად წყაროს. მეექვსე – მკვდარი საფრის შემადგენლობაში ჭარბობენ ორგანული ნივთიერებები, რომელთა ნაწილი მრავალი წლის განმავლობაში ინარჩუნებს მცენარეული ნაშთების ფორმას (ფოთოლი, წიწვი, ტოტი); მეშვიდე - მკვდარი საფრის სიმძლავრე და მარაგი მკაფიოდ ცვალებადობს წლის განმავლობაში და დროში.

ტყის მკვდარი საფრის დინამიური დახასიათება, მისი თვისებების შესწავლა აუცილებელია პლანეტის ნახშირბადული ბალანსის შესაძლო ცვლილებების ადეკვატური შეფასებისათვის (Добровольский и др., 1999).

მკვდარი საფარი ხასიათდება შემდეგი ნიშნებით: სიმძლავრით, მარაგით, შემადგენლობითა და აგებულებით.

ნიადაგის აღწერისას ხშირად მიუთითებენ მკვდარი საფრის სიმძლავრეზე, თუმცა ამ სიდიდის სიზუსტე დიდი არ არის. მკვდარი საფრის სიმძლავრის მაჩვენებელი საკმაოდ სუბიექტურია, ამიტომ იხმარება სხვა პარამეტრები – მკვდარი საფრის მარაგი, რომლის ცვალებადობაც დამოკიდებულია მარაგის დინამიკაზე მთელი წლისა და წლების განმავლობაში, რაც დაკავშირებულია ჩამონაყარის სეზონურ დაგროვებაზე და მის დაშლაზე, რითაც ის პრინციპულად განსხვავდება ნიადაგის ჰორიზონტისაგან. მკვდარი საფრის მარაგი იზრდება ვეგეტაციის პერიოდის დასაწყისში და ბოლოში, მცირდება ზაფხულში.

მკვდარი საფრის დამახასიათებელი მესამე მნიშვნელოვანი პარამეტრია შემადგენლობა. მკვდარი საფარი შედგება სხვადასხვა ხარისხით დაშლილი წიწვებისა და ფოთლებისაგან, გახრწნილი ორგანული სუბსტრატისაგან, მასალა, რომელსაც დაკარგული აქვს თავისი პირვანდელი სახე. მკვდარ საფარში ბევრია ცხოველთა სხვადასხვა ნარჩენი, ძირითადად უხერხემლოთა და მათი ცხოველმოქმედების პროდუქტები. მკვდარ საფარში შედის აგრეთვე უხერხემლო ცხოველთა (მატლი, ჭიაყელა, მწერები) მიერ შემოტანილი ნიადაგი.

მკვდარი საფრის მეოთხე პარამეტრი არის აგებულება. მკვდარ საფარში გამოიყოფა სამი ქვეჰორიზონტი - ნიადაგის ნომენკლატურის მიხედვით მკვდარი საფარი აღინიშნება ინდექსით - A_0 , ხოლო A_0 ფენაში შეიძლება გამოიყოს სამი ქვეჰორიზონტი.

რუსი მეცნიერები (Степанов, 1929; Кошельков, 1961; Манаков, 1961; Смирнов, 1971; Аткин, Смирнова, 1983) მას აღნიშნავენ A_0^I , A_0^{II} , A_0^{III} , დასავლეთში შესაბამისად აღნიშნება L,F,H (Нესელმან, 1929; Ведрова, 1989). გასული საუკუნის 80-იან წლებში ФАО-ს მითითებით მიღებულია შემდეგი აღნიშვნა 01, 02, 03 (Карпачевский, 1982).

ლ.კარპაჩევსკი (Карпачевский, 1973, 1981) გვთავაზობს მკვდარი საფრის ისევე, როგორც ჩამონაყარის ორ ნაწილად დაყოფას: პირველი აქტიური (წიწვი, ფოთოლი, თესლი, ფუტურო, ხავსი, ბალახი) და მეორე არააქტიური (მსხვილი და წვრილი ტოტები, გირჩი და ქერქი). აქტიური ფრაქციის დაგროვება ხდება რითმულად და მისი მარაგების ცვალებადობა მნიშვნელოვნად ნაკლებია ვიდრე, არააქტიურის. აქტიური ნაწილის დაშლა წარმოებს შედარებით სწრაფად და ის იოლად ერთვება მიკროფლორისა და ფაუნის გარდაქმნის ციკლში (ტკიპა, ჭიაყელა, მატლი). მკვდარი საფრის სწორედ აქტიური ნაწილიდან საკვები ელემენტების გამოთავისუფლების სიჩქარის შესწავლას აქვს დიდი მნიშვნელობა ბიოლოგიური წრებრუნვის მიმართულების დასადგენად.

ტყის მკვდარი საფრის დაშლის მექანიზმზე, ამ პროცესის ინტენსივობაზე და მასზე გარემო ფაქტორების გავლენაზე ლიტერატურაში საკმაო მასალები მოიპოვება.

აღმოსავლეთ საქართველოს წიფლის ტყის მკვდარი საფრის მექანიკური ზემოქმედების მეთოდებიდან ბუნებრივი განახლების ხელშემწყობად გ.ტარასაშვილსა და თ.კაშიბაძეს (1959) მიაჩნიათ მკვდარი საფრის აჩეჩვა ზოლებად და ბაქნებად, რაც აძლიერებს ბიოქიმიური პროცესების განვითარებას, რის შედეგადაც გროვდება ნაცროვანი ელემენტები. მკვდარი საფარის მინერალიზაციის პროცესთან დაკავშირებით მცირდება ნახშირბადის საერთო რაოდენობა, იზრდება წყალში ხსნადი კალციუმი, გარდა ამისა ნიადაგის ჰუმუსოვან ფენაში გროვდება აზოტი და გოგირდი, რაც წარმოადგენს მიკროორგანიზმებისათვის ხელსაყრელ სუბსტრატს.

ნ.ტარასაშვილის (1960, 1962) მიერ შესწავლილ იქნა ბორჯომ-ბაკურიანის ნამკნარ-სოჭნარებში მკვდარი საფარი. დადგინდა მისი ტიპები: “უხეში”, “გარდამავალი” და “რბილი”. “უხეში” ტიპის მკვდარი საფარი გროვდება ძირითადად ბაკურიანის რეგიონში, ხოლო ბორჯომის რაიონში კი “გარდამავალი”, იშვიათ შემთხვევაში კი “რბილი” ტიპი. საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში იგივე ავტორის მიერ (Тарасашвили, 1964-1974) შესწავლილ იქნა მუხნარი და წაბლნარი ტყეების

მკვდარი საფარის მთლიანი ქიმიური შემადგენლობა, მკვდარ საფარზე მოქმედი ფაქტორების - ზონალობის, ტყის ტიპის, ხნოვანების, საბურველის შეკრულობის, ექსპოზიციისა და დაქანების გავლენა.

თ.კაშიბაძე, ნ.ტარასაშვილის (Кашибадзе, Тарасашвили, 1967) მიერ შესწავლილ იქნა აღმოსავლეთ საქართველოს წიწვოვანი ტყის მკვდარი საფარი. დადგინდა, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება მკვდარი საფარის მარაგები. ნაძვნარი ტყის მკვდარი საფარის მარაგი 800მ-ზე ზ.დ.-დან შეადგენს 60-80ტ/ჰა, ხოლო 1800მ-ზე – 90-120ტ/ჰა; სოჭნარის შესაბამისად – 15-30ტ/ჰა და 35-70ტ/ჰა; ფიჭვნარის - 1-2ტ/ჰა და 4-7ტ/ჰა. ავტორები აღნიშნავენ, რომ მკვდარი საფარის მარაგები იცვლება შემადგენლობის, ხნოვანების, სიხშირისა და საბურველის შეკრულობის მიხედვით.

ნ.ტარასაშვილისა და თ.კაშიბაძის (Тарасашвили, Кашибадзе, 1972, 1975, 1976, 1978, 1978a) მიერ შესწავლილია საქართველოს მთის ტყეებში მკვდარი საფარის თვისებები და მისი გავლენა ნიადაგწარმომქმნელ პროცესებზე, მარაგები და სისქე, ტყის ტიპების, სიხშირისა და ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით. დადგინდა, რომ ქვედა ზონაში მჟაველიან ნაძვნარში მკვდარი საფარის მარაგია 90-99ტ/ჰა, წივანიან ნაძვნარში – 50-53ტ/ჰა, მშრალი ტიპის ნაძვნარებში – 27-30ტ/ჰა; ზედა ზონაში მჟაველიან ნაძვნარში – 140,3ტ/ჰა, წივანიან ნაძვნარში 98,4ტ/ჰა. ავტორებს შესწავლილი აქვთ სოჭნარებისა და ფიჭვნარების მკვდარი საფარიც. დადგინდა, რომ ნაძვნარების მკვდარი საფარის მარაგები მეტია ვიდრე ფიჭვნარების და სოჭნარების. წიწვოვანი ტყის მკვდარი საფარი დაყოფილია სამ ტიპად: “უხეში”, “გარდამავალი”, “რბილი”.

რ.კილის (Кыли, 1977) მიერ შესწავლილი იქნა ესტონეთის ნაძვნარ-ფიჭვნარი და მუხნარი ტყის მკვდარი საფარი. ნაძვნარების მკვდარი საფარის მარაგი – 7,6ტ/ჰა-ს შეადგენს. მკვდარი საფარის გახრწნა დამოკიდებულია ჩამონაყარის შემადგენლობაზე, ფიტოცენოზის სტრუქტურაზე, ნიადაგის უხერხემლოებისა და მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე, ნიადაგის ტენიანობასა და ტემპერატურაზე, კლიმატურ და სხვა ადგილობრივ პირობებზე.

მ.ვაიჩისის და ვ.ონიუნასის (Ваичис, Онюнас, 1977) მიერ კვლევა წარმოებდა სამხრეთ ბალტიისპირეთის ფოთლოვან და წიწვოვან ტყეებში. დადგინდა, რომ ტყის მკვდარი საფარის მარაგსა და ნიადაგის დატენიანების ხარისხს შორის არსებობს

გარკვეული კავშირი, აგრეთვე მკვდარ საფარსა და კორომის სიხშერესა და ხნოვანებას შორის. როგორც წიწვოვანი, ასევე ფოთლოვანი ტყის მკვდარ საფარში აღინიშნება ლიგნინი, უჯრედისი და მცირე ხარისხით ცელულოზა. ნაცრიანობა იზრდება ყველა მკვდარ საფარში ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდით.

დ.ბორსუკის (Борсук, 1978) მიერ შესწავლილ იქნა ბესკიდის წიფლის ტყეების ჩამონაყარი და მკვდარი საფრის მარაგები. მკვდარი საფრის მარაგი წიფლის ტყეებში მერყეობს 73,7-168,8ც/ჰა-ზე. აღნიშნული წიფლის ტყე ხასიათდება ორგანული ნარჩენების მინერალიზაციის მაღალი ხარისხით, რაც ხელს უწყობს ამ ცენოზის მაღალ პროდუქტიულობას.

ლევერის და კლემედსონის (Lefevre, Klemmedson, 1980) მიერ კვლევა ჩატარდა აშშ-ს ბოვერ გრილკის სატყეო საცდელი სადგურის ყვითელი ფიჭვის ტყეებში მუხის მონაწილეობით. დადგინდა, რომ მკვდარი საფრის მარაგი ფიჭვნარებში ტოლია 3,1კგ/მ², ხოლო მუხის შერევით – 6,6კგ/მ². იზრდება აზოტის პროცენტული რაოდენობა, როგორც მკვდარ საფარში ისე ნიადაგში 15სმ-მდე.

ი.ლაზარევა, რ.ეინტროპის (Лазарева, Эйнтроп, 1981) სტატიაში მოტანილია შედეგები შერეულ ტყეებში არყის გავლენის შესახებ მკვდარ საფარზე. დადგინდა, რომ არყის შერევა სხვა სახეობებთან აუმჯობესებს მკვდარი საფრის შემადგენლობას, იზრდება საერთო ნაცრიანობა, Ca, P, N, მოძრავი K, მცირდება მჟავიანობა. მინერალიზაციის სულ მცირედ მომატებით, მცირდება ორგანული ნახშირბადის და ცელულოზის შემცველობა. არსებითი ცვლილებებია, როცა ტყეში შერეულია 60%-მდე არყი.

ი.ბლინცევის, პ.ასიუტინის (Блинцев, Асютин, 1982) მიერ შესწავლილი იქნა ნაძვნარი და ფიჭვნარი მაღლი ბონიტეტის ტყის მკვდარი საფარი. დადგინდა, რომ ფიჭვნარში გროვდება ნაკლები რაოდენობის მკვდარი საფარი, ვიდრე ნაძვნარში.

ე.პროკოპოვიჩის (Прокопович, 1982) მიერ შესწავლილ იქნა ვასიმსკოეს ნაკრძალში (ურალი) ნაძვნარების სხვადასხვა ტყის ტიპში მკვდარი საფარი. დადგინდა, რომ ნაძვნარი მაღალბალახოვან-გვიმრიანი ტყის ტიპში გროვდება – 41800კგ/ჰა, ნაძვნარში ცაცხვის შერევით – 18100კგ/ჰა, გვიმრიან ნაძვნარში – 10600კგ/ჰა.

ა.საპოჟნიკოვის (Сапожников, 1982) მიერ კვლევა ჩატარდა შორეული

ჩრდილოეთის ტყეებში. ძირითადი ყურადღება დათმობილია მკვდარი საფრის საწყის შემადგენლობაზე და აღნაგობაზე. გამოვლენილია მკვდარი საფრის ქვეჰორიზონტების – A_0^I , A_0^{II} დიაგნოსტიკური როლი. ნაჩვენებია რეგიონის პირობებში A_0^{III} ქვეჰორიზონტის დაბალი დიაგნოსტიკური მაჩვენებელი. დადგენილია, რომ სუსტად დესტრუქცირებული მკვდარი საფრის დაგროვებისას სუსტდება ჰუმიფიკაციის პროცესი.

ა.ატკინის (Аткин, 1983) მონაცემებით, ყაზახეთის ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგი ზედა ზონაში ტოლია 2-3ტ/ჰა, ხოლო ქვედა ზონაში – 28-31ტ/ჰა. მკვდარი საფრის დაგროვება და მინერალიზაცია განისაზღვრება ეკოლოგიური ფაქტორებით: ტყის ტიპით, დატენიანების რეჟიმით, მცენარის სახეობით, სიხშირით, ხნოვანებით.

ა.ატკინის და ლ.სმირნოვას (Аткин, Смирнова, 1983) მიერ შესწავლილი იქნა ფიჭვნარების და ფოთლოვანების მკვდარი საფარი. ფიჭვნარებში გამოყოფილ იქნა მკვდარი საფრის სამი ფენა: ზედა ფენა – A_0^I – 0,5-1,1სმ მცირედ გახრწნილი, შუა A_0^{II} – 1-2სმ მცირედ გახრწნილი და A_0^{III} – 2-4სმ გახრწნილი. ფოთლოვანებში გამოიყო სამი ფენა – A_0^I – 0,3-0,9სმ, A_0^{II} – 0,8-1,2სმ და A_0^{III} – 0,9-1,4სმ. შესწავლილი იქნა მკვდარი საფრის ფრაქციული შემადგენლობა, რაც დამოკიდებულია მცენარეების სახეობრივ შემადგენლობაზე. ფოთლოვანებში მკვდარი საფრის მარაგი მშრალ ტიპში ტოლია 10-15ტ/ჰა, ხოლო გრილ ტიპში – 6-7ტ/ჰა.

მ.გოლუბეცის, ი.ოდინაკი და სხვათა (Голубец, Одинак и др., 1983) მიერ კვლევები ჩატარდა დნესტრის ზედა ბასეინის მთისა და ბარის ტყეებში. მკვდარი საფრის მარაგებია: წიფლნარებში – 6,7-16,9ტ/ჰა; წიფლნარ-სოჭნარებში – 9,8-11,2ტ/ჰა; ბარის მუხნარებში 6,7ტ/ჰა. ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან და ნიადაგის გაღარიბებასთან ერთად, მკვდარი საფრის მარაგი ნიადაგის ზედაპირზე იზრდება. წიფლნარებში მკვდარი საფრის პირველი ფენის წილად გაზაფხულზე მოდის 32-56%, შემოდგომაზე მცირდება 18-51%-მდე; მუხნარებში შესაბამისად 33-37% და 31-35%.

ლ.გრიშინის (Гришин, 1983) მონაცემებით, მკვდარ საფარზე გავლენას ახდენს წყლის, ჰაერის, ტემპერატურის და ნიადაგის კვების რეჟიმი. ტყის ნიადაგების განსაზღვრისას გათვალისწინებულ უნდა იქნას მკვდარი საფრის შემადგენლობა და მორფოლოგიური აგებულება.

ვ.ფირსოვას და თ.პავლოვას (Фирсова, Павлова, 1983) მონაცემებით, მკვდარი საფრის მარაგი ჩრდილოეთ ტაიგის ფიჭვნარებში შეადგენს 45-64 ტ/ჰა-ს, შუა და სამხრეთ ტაიგის ტყეებში კლებულობს 31-47ტ/ჰა-მდე, ხოლო ტყე-სტეპის ზონაში 20-44ტ/ჰა-ს ტოლია.

გ.სელივანოვას (Селиванова, 1983) მიერ შესწავლილ იქნა სამხრეთ სიხოტე-ალინის ნაძვნარი და სოჭნარ-ნაძვნარი ტყის მკვდარი საფრის სეზონური დინამიკა, სადაც შეიმჩნევა ორი მაქსიმუმი – ზაფხულის და გვიანი შემოდგომის.

ვ.კორსუნოვის (Корсунов, 1983) მონაცემებით, მკვდარი საფრის მაქსიმალური დაგროვება ხდება ზაფხულ-შემოდგომაზე და გრძელდება ზამთარშიც.

ი.რიხტერისა და ტ.რიხტერის (Рихтер, 1983) მონაცემებით, მკვდარ საფარზე გავლენას ახდენს ფიტოცენოზის შემადგენლობა, ხნოვანება, სიხშირე, ტყის ტიპი, კლიმატური პირობები, სამეურნეო საქმიანობა (ჭრები). ჭრიდან 15 წლის შემდეგ ნაძვნარებში ჩამონაყარის მასა 10,1%-ია და მკვდარი საფრის მარაგი 47,3%-ით შემცირდა. სასუქების შეტანისას ჩამონაყარის მასა გაიზარდა 9-23%-ით, მკვდარი საფრის მარაგი კი არ შეცვლილა. ბიოლოგიური მელიორაციის გამოყენებით ჩამონაყარის მასა გაიზარდა 25-16,5%-ით.

მარტყოფთან ახლოს მუხნარ-რცხილნარი ტყის ყავისფერ კარბონატულ ნიადაგებზე მ.თვალავადის (Твалавадзе, 1983) მიერ ჩატარებული ცდების შედეგად მკვდარი საფრის მაქსიმალური ოდენობა აღინიშნება ნოემბერ-დეკემბერში, როდესაც ძველ მკვდარ საფარს ემატება შემოდგომის ჩამონაყარი. აპრილის დასაწყისში მარაგი შეადგენს 122-137ც/ჰა, ინტენსიური დაგროვება ხდება გაზაფხულ-ზაფხულში და შემოდგომაზე და იგი აღწევს 89-93-105ც/ჰა.

აჯამეთის ნაკრძალში გვიმრიან მუხნარში მკვდარი საფრის მარაგი თ.ურუშადისა და გ.ტარასაშვილის (Урушадзе, Тарасашвили, 1983) მონაცემებით ტოლია 6340კგ/ჰა, ხოლო კრაზნიან მუხნარში – 5340კგ/ჰა.

ი.ცარიკის (Царик, 1983) მიერ შესწავლილ იქნა კარპატების სუბალპური და ალპური ზონის ტყის მკვდარი საფარი. დადგინდა, რომ მკვდარი საფრის დაგროვებაზე გავლენას ახდენს სიმაღლე ზ.დ.-დან. სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება მკვდარი საფრის მარაგიც, რაც აიხსნება ჰაერსა და ნიადაგში ტემპერატურის დაცემით, ატმოსფერული ნალექების გაზრდით.

ა.შევჩუკის, ვ.იამკოვოის (Шевчук, Ямковой, 1983) მიერ კარპატებში (ზესკიდი) შესწავლილ იქნა წაბლის ტყის მკვდარი საფარი. სასურველი გარემო პირობები, ორგანული ნარჩენების გახრწნა და მკვდარი საფრის მინერალიზაცია ხელს უწყობს ნივთიერებათა წრებრუნვის ინტენსიფიკაციას. მკაცრ კლიმატურ პირობებში ტყის ზედა საზღვარზე წრებრუნვის ინტენსიფიკაცია მკვეთრად შემცირებულია. ავტორთა აზრით აუცილებელია გატარდეს სამეურნეო ღონისძიებები მკვდარი ორგანული ნივთიერებების დესტრუქციის სტიმულირებისათვის.

ნ.ტარასაშვილი და გ.ვაჩნაძე (Тарасашвили, Вачнадзе, 1985) უკეთებენ რა ანალიზს მკვდარი საფრის ჩამოყალიბებას, ერთ-ერთ მთავარ ფაქტორად კორომის სიხშირეს, საბურველის შეკრულობას და ზ.დ.-დან სიმაღლეს მიჩნევენ. მათი აზრით საქართველოს წიწვოვანი ტყის სხვადასხვა ტიპის მკვდარი საფრის წყალგამტარობა მერყეობს 100-312ტ/ჰა-მდე.

ი.შუდრას (Шудра, 1986) მიერ შესწავლილია ღვოვის მწვანე ზონის ტყეების ჩამონაყარისა და მკვდარი საფრის დაგროვების ხასიათი. დადგინდა, რომ რეკრეაციული დატვირთვის გაზრდით ჩამონაყარი და მკვდარი საფრის მარაგი მცირდება, შესაბამისად 1,8-2,1-ჯერ. მცირდება აგრეთვე NPK შემცველობაც. მკვდარი საფრის სისქე მცირდება 2,6-დან 0,3სმ-მდე, საბოლოო ჯამში მცირდება ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვა და უარესდება ფესვების საშუალებით მცენარეთა კვება.

გ.პოპოვის (Попов, 1986) გამოკვლევებით ჩრდილო სტრანდიჟის მუხნარ-წიფლნარი ტყის მკვდარი საფრის მარაგი შეადგენს 9,4-13,7ტ/ჰა-ს. მკვდარი საფრის სისქე შემოდგომაზე 8სმ-ია (ახალ ჩამონაყართან ერთად), ადრე გაზაფხულზე კი 2-3სმ. ავტორი ასკვნის, რომ მუხის შემადგენლობაში 40% წიფლის შერევა საშუალებას იძლევა დაჩქარდეს მკვდარი საფრის მინერალიზაციის პროცესი.

თ.ლაზარევას, ტ.ვუორიმაას (Лазарева, Вуоримаа, 1987) მიერ შესწავლილია კარელიის ტყეებში რეკრეაციული დატვირთვის გავლენა მოცვიანი ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგზე, შემადგენლობასა და ქიმიზმზე. მკვდარი საფრის ტრანსფორმაცია მიდის გამკვრივების გზით და ნივთიერებების დესტრუქციით. ჰუმინიფიკაციისა და მინერალიზაციის პროცესები მუხრუჭდება. გამოვლენილია ორგანული მასის თანდათანობითი შემცირება.

რ.ედმონდსის (Edmonds, 1987) მიერ ვაშინგტონის დასავლეთ შტატში (აშშ) შესწავლილ იქნა მკვდარი საფრის დაგროვებისა და საკვები ელემენტების გადაადგილების სისწრაფე ტყის ოთხ ეკოსისტემაში. დადგინდა რომ წიწვოვანებში წვრილი ტოტები გროვდება უფრო სწრაფად, ვიდრე გირჩები და მსხვილი ტოპტები. N, Mg, Mn და Ca წიწვოვან ჩამონაყარში არამოდრავია.

ვ.ნიკონოვის (Никонов, 1987) მონაცემებით, კოლის აღმოსავლეთით ტყის მკვდარი საფრის მარაგი შეადგენს 5,3კგ/მ². ავტორის აზრით მკვდარი საფრის მარაგი დამოკიდებულია კორომის სიხშირესა და ვარჯის შეკრულობაზე.

მენენდესისა და აგუადოს (Menendez, Aguado, 1987) მიერ კვლევა ჩატარდა კუბის მარადმწვანე ტყეში. დადგინდა, რომ ყოველწლიურად იზრდება მკვდარი საფრის მოცულობა 1/4-ით.

სა ნინგუს (Sa Ninghu, 1988) მონაცემებით, ჩინეთის მუხის ტყეში გროვდება მკვდარი საფარი 10,5ტ/ჰა, ლარიქსის ტყეში 16,0ტ/ჰა. საყურადღებოა ნიადაგის ტენის, ტემპერატურული რეჟიმისა და ეროზიული პროცესების გავლენა.

მ.ბორგნეტი, რ.ჯანინის (Borghetti, Giannini, 1988) მიერ შესწავლილია დუგლასის ტყის მკვდარი საფრის მარაგი, რომელიც საშუალოდ ტოლია 1616კგ/ჰა წელიწადში, მარაგი მცირდება ზამთარში და მაქსიმუმს აღწევს აგვისტოდან ოქტომბრამდე.

ტ.მოჩალოვას (Мочалова, 1989) მიერ კვლევა ჩატარდა კოსტრომის ოლქში. მკვდარი საფრის მარაგი ფიჭვნარებში ტოლია 17,4±1,4ტ/ჰა, სისქე 3,8±0,4სმ, ხოლო არყნარებში 13,3±0,9ტ/ჰა, სისქე 3,6±0,4სმ.

ნ.პაგანოს (Pagano, 1989) მიერ 3 წლის განმავლობაში შესწავლილ იქნა რიო კლაროს (ბრაზილია) მუნიციპალიტეტის ნახევრადფოთლოვან ტყეში ზ.დ.-დან 630მ-ზე მკვდარი საფრის მარაგი. ყოველწლიურად მკვდარი საფრის მოცულობამ შეადგინა 8643±133,76კგ/ჰა.

ე.ვედროვას (Ведрова, 1989) მონაცემებით, მკვდარი საფრის შემადგენლობაში 90%-ს წარმოადგენს სხვადასხვა ხარისხში გახრწნილი ჩამონაყარი. დადგინდა, რომ კედრის, ფიჭვის და ლარიქსის მკვდარი საფრის მარაგი 5-ჯერ მეტია, ვიდრე ნაძვის და თანაფარდობა შეადგენს 137,6-144,9-146,7ც/ჰა-ს. არყისა და ვერხვის მკვდარი საფრის მარაგი მცირეა – 38,4ც/ჰა და 91,6ც/ჰა. ფიჭვის მკვდარ საფარში ნათლად ჩანს

სამივე ქვეპორიზონტი, კედრის ქვეშ მხოლოდ L და F ქვეპორიზონტი, ხოლო ლარიქსის ქვეშ F და H. ნაძვის ტყის მკვდარი საფრის 96%-ს შეადგენს L ქვეპორიზონტი, არყისა და ვერხვის მკვდარი საფარი იდენტურია და სამივე ქვეპორიზონტითაა წარმოდგენილი.

ლ.არუნისა და ს.გუპტას (Arun, Gupta, 1989) გამოკვლევებით (ინდოეთი) ფოთლოვან ტყეში მკვდარი საფრის საერთო მარაგია 5134კგ/ჰა. მისი დაშლის ინტენსივობაზე ზემოქმედებს ნიადაგის ტემპერატურა და ტენიანობა. ტენიან ნიადაგში უფრო სწრაფად იშლება მკვდარი საფარი, რასაც ხელს უწყობს მასში მოსახლე მიკროორგანიზმები.

ლი ვენ იაუს და სხვ. (Liu Wen-yao and etc. 1990) მიერ შესწავლილ ფოთლოვან ტყეებში მკვდარი საფრის რაოდენობა შესამჩნევად მეტია, ვიდრე წიწვოვანებში, მაქსიმალური მარაგია 3,2ტ/ჰა.

ს.როუტისა და ს.გუპტას (Rout, Gupta 1990) მიერ კვლევა მიმდინარეობდა ინდოეთის ჩრდილოეთით «სივალიქსის» მთის ფერდობებზე, სუბტროპიკული ტყის ეკოსისტემებში. მკვდარი საფრის დიდი ნაწილი გროვდება ინტენსიური ჩამონაყარის პერიოდში ანუ ზამთარსა და ზაფხულში, ხოლო შემცირება ხდება წვიმების სეზონში. საშუალო წლიური მარაგი ფიჭვნარებში შეადგენს 18,628კგ./ჰა-ს, შერეულ კორომებში – 6,11კგ/ჰა, ხოლო ბუჩქნარებში 2,639კგ/ჰა.

ლ.ვან-იაუს და ზ.ზენგის (Wan-yao, Zheng 1990) მიერ კვლევა ჩატარდა იუნანის პროვინციის (ჩინეთი) ცენტრალურ ნაწილში მკვდარი საფრის ნიადაგდაცვითი და წყალშენახვითი როლის დასადგენად. შესწავლილ იქნა ნიადაგის ზედაპირული ჩარეცხვის ინტენსივობა, ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა. მკვდარი საფრის მაქსიმალური მარაგია 28,9ტ/ჰა. მიღებული შედეგები ამტკიცებენ მკვდარი საფრის მნიშვნელოვან როლს ეკოსისტემებში ეკოლოგიური ბალანსის შენარჩუნებაში.

ე.მოლჩანოვის (Молчанов, 1990) მონაცემებით, სუბტროპიკული რაიონის ყირიმის სამხრეთ სანაპიროს ტყეების მკვდარი საფრის მარაგი შესწავლილ ასოციაციებში არ არის დამოკიდებული წლიურ ჩამონაყარზე, არამედ დამოკიდებულია მისი გახრწნის სისწრაფეზე.

ს.ბოტეჩერის და პ.კალიცის (Boettecher, Kalisz, 1990) მიერ კვლევა წარმოებდა ცუგისა და ლირიოდენდრონის ტყის მასივებში აპალაჩების (აშშ-ს აღმოსავლეთი

ნაწილი) მკვეთრი დაქანების ფერდობებზე. მკვდარი საფრის მარაგი მცირდება ლირიოდენდრონის ვარჯის ზონაში ცუგასთან შედარებით. დაასკვნეს, რომ შერეულ მერქნიან კორომებში მკვეთრი დაქანების ფერდობებზე შეიმჩნევა ცალკეული ხეების გავლენა მკვდარი საფრის დაგროვებაზე, ამის გამო იქმნება ნიადაგური საფარის მოზაიკური სტრუქტურა.

ლ.ბოგატირევის (Богатирев, 1991) მიერ შესწავლილ იქნა მკვდარი საფრის მორფოლოგია, ქიმიური შემადგენლობა და მარაგი ფიჭვის ეკოსისტემის პრისურსკის ტყის მასივებში. დადგინდა, რომ მკვდარ საფარში ბიოფილური ელემენტების შემცველობის გაზრდა აიხსნება თიხის სიმდიდრით, რომელიც ფარავს მინერალურად ღარიბ ქვიშნარ-გაეწერებულ ნიადაგებს.

გ.დობროვოლსკის და სხვათა (Добровольский и др., 1999) მიერ განხილულია ტყის მკვდარი საფრის კლასიფიკაცია. ავტორთა აზრით, მკვდარი საფარი ტყის ნიადაგებში ასრულებს ეკოლოგიური ფუნქციების დიდ ნაწილს.

ამგვარად, მკვდარი საფარის შესახებ დაგროვილი მასალა მეტად მრავალ-ფეროვანია და საინტერესო, თუმცა ჯერ კიდევ სრულად არ არის შესწავლილი მისი მარაგების დინამიკა ზ.დ.-დან სიმადლეებისა და კორომის სიხშირეების მიხედვით.

I.3. ბიოლოგიური აქტივობა

ტყესა და ნიადაგს შორის ნივთიერებათა ცვლის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგში მიმდინარე ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობას. ამ პროცესების ენერჯის ერთ-ერთი დამახასიათებელი მაჩვენებელი, ნივთიერებათა სიჩქარის მიმმართველი, ბიოლოგიურ წრებრუნვაში ჩაბმული არის ნიადაგის ჰაერი და მასში ნახშირორჟანგის შემცველობა.

ნიადაგის ჰაერის ძირითადი კომპონენტები იგივეა, რაც ატმოსფეროს ე.ი. აზოტი, ჟანგბადი, ინერტული გაზები, ნახშირორჟანგი და წყლის ორთქლი. რაოდენობრივი თვალსაზრისით ძირითადი განსხვავება ატმოსფერულ და ნიადაგის ჰაერს შორის წარმოადგენს მათში ნახშირორჟანგის შემცველობა. ატმოსფეროში ის 0,03%-მდეა, ხოლო ნახშირორჟანგის შემცველობა ნიადაგის ზედა ჰორიზონტების ჰაერში, ამერიკელი მკვლევარების მონაცემებით, შეადგენს 0,2-1%, ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება მეტიც იყოს. ატმოსფერულ ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა 21%-მდეა, ხოლო ნიადაგის ჰაერი ჟანგბადით ისე მდიდარი არ არის, მაგრამ მათ

შორის ფარდობითი განსხვავება დიდი არაა. როგორც კ.ბლეკი (Блэк, 1973) აღნიშნავს, ატმოსფეროსა და ნიადაგის ჰაერში ჟანგბადისა და ნახშირორჟანგის ჯამური პროცენტი დაახლოებით ერთნაირია. ლ.კარპაჩევსკის (Карпачевский, 1981) მონაცემებით, ნიადაგი, როგორც ბუნებრივი სხეული, არის ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის ერთ-ერთი მთავარი მომწოდებელი წყარო. დადგენილია, რომ ტყეში მისი კონცენტრაცია იცვლება 0,03%-დან (ტყის ზედა საზღვარზე) 0,8%-მდე (მიწის ზედაპირზე) და 2-5% და მეტი ნიადაგის ფორებში არსებულ ჰაერში. ასეთი თანაფარდობა ადასტურებს ნივთიერებათა წრებრუნვის პროცესში ნიადაგის CO_2 -ის მნიშვნელოვან როლს.

ცნობილია, აგრეთვე, რომ მცენარის ფესვები არა მარტო გამოყოფენ CO_2 -ს ნიადაგში, არამედ ენერგიულად ითვისებენ მისგან ნახშირბადს. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ნიადაგის ჰაერი, ძირითადად შეიცავს ჟანგბადსა და ნახშირორჟანგს. ს.ზონის (Зонн, 1954) მონაცემებით, სტრუქტურულ ნიადაგებში ჟანგბადის შემცველობა მერყეობს 16-21%-ის ფარგლებში. ჩვეულებრივ, სიღრმის მატებასთან ერთად ჟანგბადის რაოდენობა მცირდება, ხოლო ნახშირორჟანგის რაოდენობა სხვადასხვა ნიადაგებში მერყეობს 0,1-4,0%-ის ფარგლებში.

ვ.ლატარიას მიხედვით (1981) ჰ.ლუნდერგარდს (Lundergard, 1924) მოცემული აქვს ყამირისა და ხორბლოვანების ქვეშ არსებული ნიადაგების ჰაერში CO_2 -ის რაოდენობა, რომლის მიხედვითაც ნიადაგურ ჰაერში არსებული ნახშირორჟანგის საერთო რაოდენობის დაახლოებით ერთი მესამედი მცენარის ფესვთა სისტემის სუნთქვაზე მოდის, ორი მესამედი კი მიკროორგანიზმების ცხოველყოფილობაზეა დამოკიდებული.

ცნობილია, რომ CO_2 -ის კონცენტრაციის 10-12%-ზე ზევით ხდება ფესვების კვდომა. ასეთი დაგროვება შეიძლება მოხდეს ტორფიან ჰორიზონტებში, აგრეთვე ჰაერის მაღალი ტენიანობის შემთხვევაში ნიადაგში შეიძლება დაგროვდეს CO_2 -ის მაღალი კონცენტრაცია, ატმოსფეროში მისი სუსტი დიფუზიის გამო (Зонн, 1964). ასეთივე მოვლენას შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ტროპიკული ტყის ნიადაგებში 50-60სმ-ზე უფრო ღრმა ფენებში. ს.ზონისა და ლი ჩენ კუეის (Зонн, Ли Чен-квей, 1960) აზრით, ტროპიკული მცენარეების ფესვთა სისტემის არაღრმად განვითარების ერთ-ერთ მიზეზს სწორედ ნიადაგში CO_2 -ის დიდი რაოდენობით დაგროვება

წარმოადგენს.

ზომიერი ჰავის პირობებში, პერიოდულად ჭარბი დატენიანებისა და გრუნტის წყლების ნიადაგის ზედაპირზე სიახლოვის დროს, ზოგჯერ აღინიშნება CO₂-ის რაოდენობის მატება 8-9%-მდე, რაც ასევე რაღაც ხარისხით უარყოფითად მოქმედებს მცენარეზე.

ნიადაგიდან გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობაზე მოქმედებენ მცენარის ფესვთა საერთო მარაგი, რაც მეტია ფესვები, მით მეტი CO₂ გამოიყოფა. ცნობილია, რომ ფესვები სუნთქვის პროცესში გამოყოფენ CO₂-ის საერთო რაოდენობის 33-36%-ს (Мина, 1963).

ჰ.ლუნდერგარდი ნიადაგის ზედაპირზე CO₂-ის გამოყოფის პროცესს ნიადაგის “სუნთქვას” უწოდებს (Мина и др., 1963), რომელიც დამოკიდებულია CO₂-ის პროდუქტიულობაზე და ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის გაზების დიფუზიის სისწრაფეზე, რაც დაკავშირებულია კლიმატურ პირობებთან და ნიადაგის ფიზიკურ-წყლიერ და ჰაეროვან თვისებებთან.

ა.ნიზოვას (Низова, 1960) განმარტებით, ნახშირორჟანგის გამოყოფას ნიადაგიდან პირობითად უწოდებენ “სუნთქვას”. ეს პროცესი გამოიხატება მცენარის ფესვთა სუნთქვით, მიკროორგანიზმებით, ორგანული ნარჩენების გახრწნით. ამიტომ, ნიადაგის ზედაპირიდან CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა შეიძლება განხილულ იქნას ნიადაგში მიმდინარე როგორც ფიზიოლოგიური ისე მიკრობიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების კომპლექსური მაჩვენებელი. ამდენად მიჩნეულ იქნას ნიადაგის ნაყოფიერების ერთგვარ კრიტერიუმად.

სხვადასხვა ნიადაგები “სუნთქვის” სხვადასხვა ინტენსივობით ხასიათდებიან. ჰუმუსით მდიდარი და სტრუქტურული ნიადაგები ზომიერი ტენიანობისა და ტემპერატურის პირობებში “სუნთქავენ” უფრო ძლიერად, ვიდრე უსტრუქტურო და ჰუმუსით ღარიბი ნიადაგები.

ნიადაგის ჰაერის შემცველობა და CO₂-ის დაგროვება მჭიდრო კავშირშია ნიადაგის ფიზიკურ თვისებებთან, მექანიკურ შემადგენლობასთან. რაც უფრო სტრუქტურულია ნიადაგი, რაც უფრო ფხვიერია მისი აღნაგობა, მსუბუქია მექანიკური შემადგენლობა და დაბალია ტენიანობა, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს აირცვლა (Мина и др., 1963).

ნაკლები მნიშვნელობა აქვს CO₂-ის გამოყოფისას თანამონაწილე ქიმიურ რეაქციებს (Зонн, 1964). მეტად საინტერესო მონაცემები აქვს ნ.ჰანსს (Nohrstedt Hans, 1985), რომელმაც ტყის ეკოსისტემების ნიადაგის სუნთქვა შეისწავლა მჟავიანობასთან დაკავშირებით. ნიადაგის სუნთქვა მცირდება მჟავიანობის გაზრდით, შემცირებით (pH=4,2-ზე დაბალი) კი უმჯობესდება ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციის სისწრაფე. ოპტიმალური პირობებია, როდესაც pH=4-5. მჭიდრო კავშირი ნიადაგის სუნთქვას, pH-სა და კორომის პროდუქტიულობას შორის შეიძლება გამოდგეს ნიადაგის ნაყოფიერების განსაზღვრის მახასიათებლად.

დღეისათვის არსებობს საკმაოდ ბევრი შრომა ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შესახებ, რომელთა ავტორები აღნიშნავენ CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობის დამოკიდებულებას ადგილობრივ ფიზიკო-გეოგრაფიულ პირობებთან, ჰიდროთერმულ რეჟიმთან, აბიოტურ ფაქტორებთან (Мина, 1954, 1964; Зонн, Ли Чен-квей 1960; Rajvanshii Gupta, 1986, Кузьмин, Веремеенко и др. 1989).

ს.ზონის (Зонн, 1964) მონაცემებით, CO₂-ის გამოყოფა მაქსიმალურ მნიშვნელობას აღწევს ტყე-სტეპების ბიოგეოცენოზებში და კლებულობს ტყე-სტეპიდან, როგორც ჩრდილოეთისაკენ, ისე სამხრეთისაკენ. ჩრდილოეთით ეს პროცესი მუხრუჭდება სითბოს ნაკლებობის გამო, უხვი ტენისა და მკვდარ საფარში ცოცხალი ორგანიზმების მცირე დასახლებით. სამხრეთით CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა მუხრუჭდება მაღალი ტემპერატურისა და ტენის უკმარისობის გამო.

როგორც უკვე აღინიშნა, ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფის დინამიკა პირდაპირ კავშირშია ნიადაგის ტენიანობასა და ტემპერატურასთან (Овчаренко, 1974; Шурикова, 1978; Ломидзе, 1981; Блинцов, Асютин, 1986; Мендешев, Жердева, 1989; Rajvanshii Gupta, 1986).

ვ.მინას (Мина, 1960) მონაცემებით, ნიადაგის ზედმეტი დატენიანება ამცირებს სუნთქვას, რასაც თან სდევს ნიადაგის ჰაერში CO₂-ის დაგროვება. ნიადაგის გამოშრობისას კი საწინააღმდეგო მოვლენაა შემჩნეული, გაძლიერებულია ნიადაგის “სუნთქვა” და შემცირებულია CO₂-ის კონცენტრაცია ნიადაგის ჰაერში.

რ.მოროზოვასა და გ.ბოგდანოვას (Морозова, Богданова, 1965) მონაცემებით, ნიადაგის ტენიანობის ზრდა, ოპტიმალური დატენიანებისას (სრული ტენიანობიდან 60%), იწვევს CO₂-ის მოცულობის ზრდას. ტენიანობის მომატებისას ნიადაგის

ბიოლოგიური აქტივობა კლებულობს.

ჯ.ლომიძის (Ломидзе, 1977) მიხედვით, ოპტიმალური ტემპერატურის დროს ხდება ნიადაგის ფაუნის ოპტიმიზაცია, ბიოქიმიური პროცესების დაჩქარება, რომელიც ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ორგანული ნარჩენების სწრაფი მინერალიზაციისათვის, რომლის საბოლოო პროდუქტიც არის CO₂.

გ.ანტონოვის და ო.კოსტოვის (Антонов, Костов, 1990) მიერ ნაჩვენებია მჭიდრო კორელაციული კავშირი ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობასა და ნიადაგის ტემპერატურის დღე-ღამურ და სეზონურ დინამიკას შორის.

ნიადაგში CO₂-ის გამოყოფის დაწყების მომენტი დამოკიდებულია ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურაზე. რ.მოროზოვასა და გ.ბოგდანოვას (Морозова, Богданова, 1965) მონაცემებით CO₂ ნიადაგში არ გამოიყოფა 10°C-ზე დაბალი ტემპერატურის დროს.

ამინდი ნიადაგის “სუნთქვის” ინტენსივობაზე დიდ გავლენას ახდენს, კერძოდ წლის თბილ და ტენიან პერიოდებში ნახშირორჟანგის გამოყოფა ანუ ბიოლოგიური აქტივობა იზრდება, წლის ცივ და მშრალ პერიოდებთან შედარებით.

რიგი მეცნიერებისა CO₂-ის კონცენტრაციის ცვლილებას სწავლობენ დღე-ღამის განმავლობაში. ვ.მინას (Мина, 1957) მიერ დადგინდა, რომ ნიადაგის ჰაერში CO₂-ის კონცენტრაცია იცვლება ზედა ჰორიზონტებში ნაშუადღევს და საღამოს საათებში იზრდება, დილით კი ეცემა. ქვედა ჰორიზონტებში CO₂-ის კონცენტრაცია დღე-ღამის განმავლობაში ერთნაირია.

ა.ოვჩარენკოს (Овчаренко, 1974) დაკვირვებით, CO₂-ის ინტენსიური დაგროვება ხდება დღისით 13⁰⁰სთ-ზე, როცა მაღალია ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა, იგივე აზრისაა სტეპანოვი, პავლოვი (Stefanovie, Pavlovii, 1990). ლ.გრიშინის და სხვ. (Гришин и др. 1978) მონაცემებით, დღე-ღამური მაქსიმუმი შუადღისას ფიქსირდება, საღამოს CO₂-ის გამოყოფა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე დილის საათებში.

მრავალი მკვლევარის მიერ დადგენილია, რომ მცენარის ფესვთა სისტემის მოქმედება დიდად არის დამოკიდებული ნახშირბადივან კვებასთან.

დჟ.კიტრედჯის (Китредж, 1951) მონაცემებით, წლიური ჩამონაყრის ყველაზე დიდი ოდენობა აღინიშნება, როდესაც კორომის მიმდინარე წლიური შემატება კულმინაციას აღწევს, ახალგაზრდა და მწიფე ასაკში ჩამონაყარი კი მცირეა.

ს.ზონმა და ლი ჩენ კუეიმმა (Зонн, Ли Чен-куей, 1960) კვლევა ჩატარეს ჩინეთის მარადმწვანე და ბამბუკის ტყეებში. ნახშირორჟანგის გამოყოფა მკვდარი საფრის ზედაპირზე წლის განმავლობაში მერყეობს მარადმწვანე ბიოგეოცენოზებში 1,301-6,66კგ/ჰა 1სთ-ში, ბამბუკის ცენოზში – 1,337-4,903კგ/ჰა. ნახშირორჟანგის გამოყოფა მკვდარი საფრიდან მეტია, ვიდრე ნიადაგიდან. მისი გამოყოფა დიდადა დამოკიდებული ნალექებისა და ტენიანობის რაოდენობასთან, სიღრმით ნახშირორჟანგის რაოდენობა მატულობს.

ა.პარშევნიკოვის (Паршевников, 1960) მონაცემებით, კოლის ნახევარკუნძულზე ნაძვნარის ნიადაგებიდან უფრო მეტი CO₂ გამოიყოფა, ვიდრე ფიჭვნარის ნიადაგებიდან. ეს აიხსნება იმით, რომ ნაძვნარის ნიადაგში მეტი ჰუმუსის, მოძრავი ფოსფორისა და კალციუმის რაოდენობაა, ვიდრე ფიჭვნარების ნიადაგში.

ვ.კორნევის (Корнев, 1962) მიერ ცდები ჩატარდა ბრიანსკის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის საცდელ ტერიტორიაზე 44 წლის წმინდა ფიჭვნარებში, კორდიან-სუსტად გაეწერებულ ქვიშნარ ნიადაგებზე. დადგინდა, რომ ბიოლოგიური აქტივობა მკვდარი საფრის ქვედა ფენაში ეცემა. CO₂-ის გამოყოფა ზედა ფენაში 24 საათის განმავლობაში ტოლია 380-550 მლგრ./100გრ ჰაერმშრალ მკვდარ საფარში; შუა ფენაში 210-330 მლგრ, რაც ზედა ფენის 55-60%-ს შეადგენს, ქვედა ფენაში კი ეცემა 80-200მლგრ./100გრ ნიადაგზე, რაც შუა ფენის აქტივობის 40-60%-ს შეადგენს და ზედა ფენის 20-25%-ს. ფიჭვნარი ტყის მკვდარი საფრის ზედა ფენა ხასიათდება მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით.

ს.ზონის (Зонн, 1964) აზრით, ნიადაგში CO₂-ის დაგროვება დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: მკვდარი საფრის გახრწნის დროზე, ნიადაგის მიწისზედა ნაწილში და ნიადაგში CO₂-ის დიფუზიის ინტენსივობაზე, მკვდარ საფარში მოსახლე ცოცხალი ორგანიზმების ცხოველმოქმედებაზე, მათი ფორმირების ზონალურ პირობებზე. CO₂-ის განაწილება ნიადაგის ჰაერში ექვემდებარება საერთო კანონზომიერებას. მისი შემცველობა იზრდება სიღრმეზე თბილ პერიოდში და რამდენადმე იკლებს ცივ პერიოდში. CO₂-ის კონცენტრაცია (მოცულობითი პროცენტი) სიღრმეში ერთ მეტრზე ქვემოთ საშუალოდ იცვლება შემდეგნაირად: სამხრეთ ტაიგის ბიოგეოცენოზებში ტოლია 1,5-1,7%, ტყე-სტეპებში ადის 2,5%-მდე, სტეპებში 3,7-4,0%, ხოლო ტროპიკებში 10%-ს აღემატება.

რ.მოროზოვას და გ.ბოგდანოვას (Морозова, Богданова, 1965) მიხედვით, ნიადაგის ზედაპირიდან გამოყოფილი CO₂-ის მოცულობა ბიოლოგიური აქტივობის ერთ-ერთი მაჩვენებელია და შესაბამისად ნიადაგის ნაყოფიერების განმსაზღვრელია. ავტორთა აზრით CO₂ წარმოიქმნება ფესვების სუნთქვის, ნიადაგის ფაუნისა და მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედებით. CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა დამოკიდებულია ტყისა და ნიადაგის ტიპზე. დიდი რაოდენობით CO₂ გამოიყოფა მკვდარ საფარში.

ი.იურკევიჩის, ლ.სმოლიაკის და ბ.ბარინის (Юркевич и др. 1966) მიერ CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა შესწავლილ იქნა ტყის ჭაობებში. დადგინდა, რომ სიღრმით მისი რაოდენობა კანონზომიერად იზრდება. დიდი მნიშვნელობა აქვს გრუნტის წყლების დონეს. მისი 50სმ და ქვევით დაწვევისას ხდება ფესვებისა და მიკროორგანიზმების სიცოცხლისუნარიანობის გააქტიურება და CO₂-ის გამოყოფაც ინტენსიურად მიმდინარეობს.

ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1967) მიერ ბორჯომის ხეობაში შესწავლილი იქნა ნაძვნარების ნიადაგსა და მკვდარ საფარში CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა. ქვედა ზონის მკვდარ საფარში CO₂-ის ოდენობა მაისში, ივლისსა და ოქტომბერში შესაბამისად ტოლია 12,9, 17,0 და 15,3 კგ/ჰა საათში, ხოლო ნიადაგში შესაბამისად 9,7, 12,4 და 10,7 კგ/ჰა საათში. ზედა ზონაში CO₂-ის ოდენობა მკვდარ საფარში შესაბამისად შეადგენს 4,8, 6,9 და 6,1 კგ/ჰა საათში. ნიადაგში შესაბამისად 3,5, 4,2 და 3,9 კგ/ჰა სთ-ში. ე.ი. ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით CO₂-ის ოდენობა მცირდება.

ნ.ტარასაშვილის და თ.კაშიბაძის (Тарасашвили, Кашибадзе, 1970, 1972) მონაცემებით CO₂-ის ოდენობა სიმაღლის მატებასთან ერთად კლებულობს, რაც ორგანული ნივთიერებების დაგროვების შენელებაზე მიუთუთებს. ხოლო იმავე ავტორთა (1972a) მიერ ბორჯომ-ბაკურიანის ნიადაგების შესწავლისას დადგინდა, რომ ნაძვნარი ცენოზის მკვდარი საფრიდან გამოიყო 8,2კგ/ჰა საათში, ნიადაგიდან 5,4კგ/ჰა; სოჭნარი ცენოზიდან შესაბამისად 10,4 და 6,6კგ/ჰა საათში; ფიჭვნარი ცენოზიდან – 6,7 და 5,4კგ/ჰა საათში; წიფლნარიდან – 12,3 და 7,9კგ/ჰა საათში. როგორც ჩანს, CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა ყველაზე მეტია წიფლნარებში, ხოლო წიწვოვანებიდან სოჭნარებში.

ა.ოვჩარენკოს (Овчаренко, 1974) მიერ შესწავლილ იქნა კოლხეთის ნიადაგებში CO_2 -ის გამოყოფა. წლის განმავლობაში ნიადაგის ჰაერის შემადგენლობა იცვლება მეტეოროლოგიური პირობების, ფიზიკური და ქიმიური შემადგენლობის, ტენიანობის, ნიადაგის ტემპერატურისა და ტენიანობის, ნარჩენი ორგანული ნივთიერებების, მიკროორგანიზმების ცხოველმობის გავლენით. დღის პირველ საათზე ნიადაგის ზედა ფენაში გროვდება 0,8-2,2% CO_2 , სიღრმეში 1,6-2,4%.

ვ.შურიკოვას (Шурикова, 1978) მიერ დადგინდა, რომ O_2 -ის შთანთქმისა და CO_2 -ის განმყოფისას უდიდესი გავლენა აქვს ჩამოურეცხავ ნიადაგში ტემპერატურას და საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგში ტენიანობას. O_2 -ის შთანთქმა და CO_2 -ის გამოყოფა ჩამოურეცხავ ნიადაგში უფრო ნაკლებია, ვიდრე საშუალოდ ჩამორეცხილ ნიადაგში. 10-20° ტემპერატურისა და 13,0-32,5%-მდე ტენიანობისას ჩამოურეცხავ ნიადაგში O_2 -ის შთანთქმა და CO_2 -ის გამოყოფა იზრდება, ხოლო საშუალოდ ჩამორეცხილში შესაბამისად 10-25°-მდე და 154,2-35,5%-მდე, შემდგომ ტენიანობის გაზრდა იწვევს O_2 -ის შთანთქმისა და- CO_2 -ის გამოყოფის დაცემას.

ლ.გრიშინას და სხვ. (Гришина и др., 1978) მიერ ვალდაის ბიოგეოცენოზებში ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ნიადაგიდან CO_2 -ის გამოყოფის ამპლიტუდა საკმაოდ დიდია – 0,1-დან 8კგ/ჰა-მდე სთ-ში.

წიგნში ა.როდე, ნ.ნოგინას (В кн. ред. Роде, Нагина, 1980) რედაქტორობით განხილულია ნიადაგის “სუნთქვა” რუსეთის ვაკის აღმოსავლეთ ნაწილში თბილ პერიოდში. ნიადაგის “სუნთქვის“ ინტენსივობა საკმაოდ დიდია – 5-6კგ/ჰა საათში. აქ მაღალი აქტივობის პერიოდი მოკლეა - 2-2,5 თვე.

ჯ.ლომიძის (Ломидзе, 1981) მიერ კვლევა ჩატარდა თრიალეთის ქედის მუხნარ-რცხილნარ ტყის ყომრალ ნიადაგში. დადგინდა, რომ CO_2 -ის გამოყოფის ინტენსივობა პირდაპირ დამოკიდებულებაშია ტენიანობასთან, ტემპერატურასთან და ნიადაგის დატკეპვნის ხარისხთან. CO_2 -ის კონცენტრაციის გაზრდა ნიადაგის ჰაერში მარტიდან იწყება და გრძელდება ივლის-აგვისტომდე, შემდეგ აღინიშნება მისი კლება. რეკრეაციული დატვირთვა ძლიერ გავლენას ახდენს CO_2 -ის კონცენტრაციაზე: ნიადაგის 0-20სმ ფენაში სიღრმით იკლებს, თუმცა ნიადაგის მთლიან პროფილში დატკეპვნის გავლენა CO_2 -ის კონცენტრაციაზე შესამჩნევია. CO_2 -ის კონცენტრაცია ივნისის თვეში დაუზიანებელ ნიადაგში 1,2%-ია (მოცულობითი პროცენტი), სუსტად

დაზიანებულ ნიადაგში 1,1%, ძლიერ დაზიანებულ ნიადაგში 0,7%.

ბ.გასანოვის (Гасанов, 1983) მიერ შესწავლილ იქნა აზერბაიჯანის ტყის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა. დადგინდა, რომ ზაფხულის პერიოდში CO₂-ის რაოდენობა მაღალია, ვიდრე შემოდგომაზე. ლენქორანის რაიონში ყველაზე მეტად ბიოლოგიურად აქტიურია ტყის ყვითელ-ყომრალი ნიადაგები, ხოლო მცირე კავკასიონის ფერდობებზე - ტყის ყომრალი ნიადაგები. ტყის ყომრალ-ლესივირებულ ნიადაგში CO₂-ის რაოდენობა ივლისის თვეში შეადგენს 1,7მლგრ/ლ (0,054%), ნოემბერში – 2,85მლგრ/ლ (0,146%); ასევე ყვითელ ყომრალ ნიადაგებში შესაბამისად – 2,74 მლგრ/ლ (0,139%) და 4,20მლგრ/ლ (0,218%).

ი.კომისაროვას (Комисарова, 1983) მიერ კვლევა ჩატარდა სიხოტე-ალინის ნაკრძალში და ნიკიტინის ბოტანიკური ბაღის მუხნარ კორომებში. გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა სიხოტე-ალინის ნაკრძალში ტოლია 4-14იკგ/ჰა საათში, ხოლო ნიკიტინის ნაკრძალში 3-9იკგ/ჰა საათში. დადგინდა, რომ მკვდარი საფრიდან CO₂-ის გამოყოფის სისწრაფე დამოკიდებულია მიკრობიოლოგიური პროცესების აქტივობაზე.

ე.პოპოვას (Попова, 1985) მიერ შესწავლილ იქნა ირკუტსკის ანგარისპირეთში ფიჭვის ტყის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა, რომლის მაჩვენებლები კარგად გამოხატავენ ნიადაგის პოტენციური და ეფექტური ნაყოფიერების დონეს ისეთი პარამეტრებით, როგორცაა ჰუმუსის მარაგი, საერთო და ჰიდროლიზური N, გაცვლითი Ca, Mg.

ი.ბლინცოვისა და პ.ასიუტინის (Блинцов, Асютин, 1986) მიერ გაანალიზებულია ბელორუსიის მაღალპროდუქტიული ფიჭვნარი და ნაძვნარი ტყის ნიადაგებიდან CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა. ფიჭვნარების ნიადაგებში ბიოლოგიური პროცესები რამდენადმე ღრმად მიმდინარეობს, ვიდრე ნაძვნარების ნიადაგებში. ბიოლოგიური აქტივობა დამოკიდებულია ტყის ტიპზე, სიხშირეზე, ნიადაგის დატენიანებაზე.

რ.რაჯვანშის და ს.გუპტას (Rajvanshi, Gupta, 1986) მიერ კვლევა ჩატარდა ინდოეთის ტყის ნიადაგებში. ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობას ჰქონდა კარგად გამოხატული სეზონური დინამიკა. გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა მერყეობს 90-120მლგრ/მ²-ზე სთ-ში. აღინიშნა კორელაციური კავშირი ნიადაგის სუნთქვის

ინტენსივობასა და სხვადასხვა აბიოტურ ფაქტორებთან: ტემპერატურასთან, მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ტენიანობასთან და ნალექების რაოდენობასთან.

ს.როუტი და ს.გუპტას (Rout, Gupta, 1989) მიერ მორნის (ინდოეთის) მთებში შესწავლილ იქნა ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობა და ნახშირბადოვანი ბალანსი სისტემაში “ნიადაგი - მკვდარი საფარი”. კვლევა მიმდინარეობდა ფოთლოვან და ფიჭვნარ ცენოზებში, აგრეთვე მეჩხერ ქვეტყეში. წლიურ ბალანსს საზღვრავდნენ მკვდარი საფრის ფორმირებით, გახრწნით და CO₂-ის გამოყოფით. ნიადაგის სუნთქვის უდიდესი მნიშვნელობა დაფიქსირდა შერეულ ტყეებში – 714 მლგრ/მ² საათში, ფიჭვნარებში - 344 მლგრ/მ² და მეჩხერებში - 274 მლგრ/მ² საათში, აქედან გამოყოფილი CO₂-ის 6-28% მოდის მკვდარ საფარზე. ნიადაგის სუნთქვის სისწრაფე მაღალ კორელაციურ კავშირშია ნიადაგისა და მკვდარი საფრის ტენიანობასთან.

ა.მენდემოვისა და ს.ჟერდევას (Мендешов, Жердева, 1989) მიერ CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა შესწავლილ იქნა სამხრეთ კუსტანაიკის ოლქის შავ მიწებში და ცელინოგრადის ოლქის მუქ წაბლისფერ სახნავ და ყამირ ნიადაგებში. დადგინდა, რომ მოხვნა-დამუშავება ზრდის ორგანული ნარჩენების დაშლას და ხელს უწყობს CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობის გაზრდას.

ს.ტაცუშის, ტ.ჰიროშის (Tatsushi, Hiroshi, 1989) მიერ იაპონიაში 2 წლის განმავლობაში წარმოებდა დაკვირვება ნიადაგის სუნთქვაზე ხამეციპარისის კულტურებში. CO₂-ის წლიური დაგროვება ფერდობის ქვედა ნაწილში ხამეციპარისის კულტურებში ტოლია 4,4-4,8ტ/ჰა, ზოლო ზედა ნაწილში 5,5ტ/ჰა. მიღებული მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობა აირეკლება ძირითადად ნიადაგის ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციით და არ არის დამოკიდებული მცენარეულ ჩამონაყარსა და პროდუქტიულობაზე.

პ.კუზმინისა და სხვათა (Кузмин и др. 1989) მიერ შესწავლილ იქნა დასავლეთ უკრაინისა და კურსკის მხარის შავმიწების გაკორდებულ-გაეწერებული ლებიანი ნიადაგები. ნიადაგის ჰიდროთერმული რეჟიმის გაუმჯობესებით ნიადაგის საერთო ბიოლოგიური აქტივობა იზრდება 40-45%-ით გაზაფხულზე და 8-15%-ით ზაფხულში; იზრდება აგრეთვე ნიადაგის ცელულოზალიტური აქტივობა, ნიადაგის ჰაერში CO₂-ის კონცენტრაცია, ფერმენტაციული აქტივობა; გაუმჯობესდა მცენარის მინერალური კვების პირობები.

ვ.იპადჰაი, რ.სინგჰის (Upadhyay, Singh, 1990) მიერ ჰიმალაის ტყეებში შესწავლილ იქნა დეგრადირებული და ხელუხლებელი ნიადაგების სუნთქვა. სუნთქვის 90, 70 და 80%-ით ვარიაბილობა აიხსნება ნიადაგის სიმკვრივით, აზოტის შემადგენლობით და ჰაერის ტემპერატურით, გახრწნილი ფესვების წილით.

ბ.ულელოვას და ს.ზლატოსკოვას (Ulehlova, Zlatuskova, 1990) მიერ შესწავლილ იქნა მცენარე “მორავეს” ხელუხლებელი ტყის ნიადაგების სუნთქვა. საზღვრავდნენ სუნთქვას 30%, 60% და 100% დატენიანებით ნიადაგის ტენიანობიდან; აგრეთვე, ამ ტენიანობის დროს ნიადაგის NO_3 -ში და NH_4 აზოტის შემცველობას. ინკუბაციური ექსპერიმენტი წარმოებდა A_0 (0-1სმ), A (1-8სმ) და A/B (8-50სმ) ჰორიზონტების ნიმუშებიდან. CO_2 -ის უდიდესი გამოყოფა ($132\text{გრ.მ}^2/100\text{გრ დღეში}$) აღინიშნა A_0 ჰორიზონტში 60%-იანი დატენიანების დროს.

გ.ანტონოვისა და ო.კოსტოვის (Антонов, Костов, 1990) მიერ შესწავლილ იქნა ბულგარეთის სტარა-პლანინის ტყის ზონის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა. სუბალპური სარტყლის მთა-მდელოს ნიადაგებში CO_2 -ის რაოდენობა შეადგენს 49კგ/ჰა-ს დღეში და $3507\text{კგ/ჰა წელიწადში}$. მაღალმთის ქვესარტყლის ზედა ნაწილში მუქი ფერის მთა-მდელოს ნიადაგებში გამოიყოფა $58,5\text{კგ/ჰა CO}_2$ დღეში და $5529\text{კგ/ჰა წელიწადში}$ და ამ ქვესარტყლის ქვედა ზონის ყომრალ ნიადაგებში CO_2 -ის რაოდენობა შეადგენს 73კგ/ჰა-ს დღეში და $6677\text{კგ/ჰა-ს წელიწადში}$. შესწავლილია დამოკიდებულება ნიადაგის სუნთქვას, ჰუმუსის შემცველბასა და მარაგს შორის, აგრეთვე, აკუმულაციური ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სიმძლავრეს შორის.

კ.სტეფანოვის და პ.პავლოვის (Stefanovie, Pavlovii, 1990) მიერ კვლევა ჩატარდა იუგოსლავიაში მალენის მთის ბიოგეოცენოზებში. ნაჩვენებია ნიადაგის სუნთქვის მიკროკლიმატურ პირობებთან, ნიადაგისა და მცენარეული საფარის ხასიათთან დამოკიდებულების ფართო ვარირება. ტყის ბიოგეოცენოზებში არყის გაბატონებით CO_2 -ის ემისია-გამოყოფა ივნის-ოქტომბერში ნიადაგის ზედაპირიდან 10 სმ-ზე შეადგენს $0,34-4,5-3,10-3,63\text{მლგრ/სთ-ში}$ (ნიადაგის ტენიანობის დროს $0-10\text{სმ ფენაში} - 17-31\%$); ბიოცენოზში წიფლის გაბატონებით CO_2 -ის ემისია აღწევს - მაის-ოქტომბერში იგივე სიმაღლეზე $2,42-5,52-4,40-5,39\text{მლგრ/საათში}$. დღე-ღამის განმავლობაში CO_2 -ის მაქსიმალური ემისია აღინიშნა $12-13$ სთ-ზე. წიფლის ბიოცენოზში ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობა მკვდარსაფრიან და მკვდარი საფრის

გარეშე პირობებში შეადგენს მაისში – 86-126მლგრ/მ² სთ-ში და 66-111მლგრ/მ² სთ-ში. ნიადაგის სუნთქვაზე მკვდარი საფრის უდიდესი მასტიმულირებელი გავლენა აღინიშნა აგვისტოში.

გ.ვაჩნაძის, ნ.ტარასაშვილის და სხვ. (2001) მიერ შესწავლილ იქნა ბორჯომის ხეობის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა. ნიადაგიდან და ტყის მკვდარი საფრიდან CO₂-ის გამოყოფა გაზაფხულიდან ზაფხულისაკენ მატულობს, შემოდგომის ბოლოსკენ კი მცირდება. ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან ერთად CO₂-ის გამოყოფა ნიადაგიდანაც და მკვდარი საფრიდანაც კანონზომიერად ეცემა. ასე მაგალითად, ივლისის თვეში ქვედა ზონაში მკვდარი საფრიდან გამოიყო 13,0კგ/ჰა CO₂ სთ-ში და ნიადაგიდან 9,4კგ/ჰა სთ-ში, ზედა ზონაში შესაბამისად – 6,9 და 4,2კგ/ჰა სთ-ში.

ამრიგად ბიოლოგიურ აქტივობაზე არსებობს ვრცელი ლიტერატურა, მაგრამ რჩება მთელი რიგი ნაკლებად გაშუქებული საკითხებისა.

თავი II. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყეების თანამედროვე მდგომარეობა

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი ტყით საკმაოდ მდიდარია და გამოირჩევა თავისი მრავალფეროვანი ტყის ფორმაციებით. აქ მდებარეობს ბორჯომისა და ბაკურიანის სატყეო მეურნეობები და ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალი. ბორჯომის სატყეო მეურნეობის საერთო ფართობი 1998 წლის ტყეთმომწიფობის მასალებით შეადგენს 23300ჰა-ს, ტყით დაფარულია 21883ჰა, საერთო მარაგი 6714,3 ათასი მ³. ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ტყიანობის პროცენტი შეადგენს 93,9%-ს. 1998 წლის ტყეთმომწიფობის მასალების მიხედვით, ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის საერთო ფართობი შეადგენს 30944ჰა-ს, აქედან ტყით დაფარულია 28896ჰა, საერთო მარაგით 7129,2 ათას მ³. ტყიანობის პროცენტი შეადგენს 93,4%-ს. ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალი, რომლის საერთო ფართობი შეადგენს 17959ჰა-ს, 1999 წლიდან შედის ბორჯომ-ხარაგაულის ეროვნული პარკის შემადგენლობაში. ტყით დაფარული ფართობი ტოლია 16251ჰა-ს, საერთო მარაგი კი 3659,2 ათას მ³-ს (ტყეთმომწიფობის 1990

წლის მონაცემებით).

როგორც ცხრ. 1-დან ჩანს, მერქნიანი სახეობებიდან წამყვანი ადგილი ბორჯომისა და ბაკურიანის სატყეო მეურნეობებში უკავიათ ნაძვისა და წიფლის კორომებს, ხოლო სახელმწიფო ნაკრძალში გაბატონებული სახეობაა ფიჭვი (43,0%), შემდეგ ნაძვი (23,9%) და წიფელი (19,0%).

ცხრილი 1

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყის ფონდი

სატყეო მეურნეობა	გაბატონებული მერქნიანი სახეობები													
	ნაძვი		სოჭი		ფიჭვი		წიფელი		მუხა		სხვა დანარჩ.		სულ	
	ჰა	%	ჰა	%	ჰა	%	ჰა	%	ჰა	%	ჰა	%	ჰა	%
ბორჯომის ს.მ. 1998 წლის ტყეთმომწობით	8806	40.2	3090	14.1	3029	13.8	4895	22.4	1109	5.1	954	4.4	21883	100
ბაკურიანის ს.მ. 1998 წლის ტყეთმომწობით	7871	27.2	424	2.5	5593	19.4	11924	41.3	1005	3.5	2079	7.1	28896	100
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი 1990 წლის ტყეთმომწობით	3892	23.9	428	2.6	6984	43.0	3082	19.0	1439	8.9	426	2.6	16251	100

ბორჯომის ხეობაში არსებული ტყეების დახასიათებისას მნიშვნელოვანია ტყეების განაწილება ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით.

როგორც ცხრილიდან (ცხრ. 2) ჩანს, სატყეო მეურნეობებში ყველაზე მეტი ტყის მასივები განლაგებულია ზღვის დონიდან 1251მ-დან 2000მ-მდე, კერძოდ, ბორჯომის სატყეო მეურნეობაში იგი ტოლია 16905ჰა-ს ანუ 72,6%, ხოლო ბაკურიანის სატყეო მეურნეობაში 28314ჰა ანუ 91,5%. რაც შეეხება ნაკრძალის კორომებს, იგი განლაგებულია ზ.დ.-დან 751მ-დან 2001მ-მდე და ზევით. ყველაზე მეტი ფართობი უკავიათ ზ.დ. 1251მ-დან 1500მ-მდე განლაგებულ კორომებს ფართობით 6435ჰა ანუ 39,6%. ტყეების ასეთი არათანაბარი განაწილება ზ.დ.-დან ვერტიკალური სიმაღლის მხედვით მათი ბიომრავალფეროვნების ფართო სპექტრის ძირითადი განმსაზღვრელია.

ცხრილი 2

საერთო ფართობების განაწილება ზღვის დონიდან სიმაღლეების მიხედვით

ს.მ.-ის დასახელება		0-250	250-500	501-750	751-1000	1001-1250	1251-1500	1501-1750	1751-2000	2001-2250	2251 და მეტი	სულ
ბორჯომის ს.მ.	ჰა	-	-	734	2440	3221	6853	5567	4485	-	-	23300
	%	-	-	3.1	10.5	13.8	29.4	23.9	19.3	-	-	100
ბაკურიანის ს.მ.	ჰა	-	-	-	217	1702	5384	12192	10738	681	30	30944
	%	-	-	-	0.7	5.5	17.4	39.4	34.7	2.2	0.1	100
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი	ჰა	-	-	-	265	4134	6435	3435	1845	134	-	16251
	%	-	-	-	1.7	25.4	39.6	21.1	11.4	0.8	-	100

ტყეში ორგანული ბიომასის დაგროვების პროცესი და საერთოდ ტყის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კორომის სიხშირესა და წარმადობაზე – ბონიტეტზე. კორომის ბონიტეტის ცნებაში ნიადაგის ნაყოფიერების ხარისხია ნაგულისხმევი, რომელიც გამოხატულებას პოულობს კორომში მერქნის მარაგის სახით. ამ თვალსაზრისით, ჩვენთვის საინტერესოა ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონში გაბატონებული ტყეების განაწილება ბონიტეტისა და ტაქსაციური სიხშირეების მიხედვით.

ცხრილი 3

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყით დაფარული ფართობების განაწილება სიხშირეების მიხედვით

სატყეო მეურნეობის დასახელება		ს ი ხ შ ი რ ე ე ბ ი								სულ	საშ. სიხშირე
		დაბალი		საშუალო			მაღალი				
		03	04	05	06	07	08	09	1.0		
ბორჯომის ს.მ.	ჰა	282	1642	6623	8293	332.3	1384	235	101	21883	0.59
	%	1.3	7.5	30.3	37.9	15.2	6.3	1.1	0.4	100	
ბაკურიანის ს.მ.	ჰა	785	2563	7305	11949	5168	964	142	20	28896	0.58
	%	2.7	8.9	25.3	41.4	17.8	3.3	0.5	0.1	100	
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი	ჰა	666	2230	4810	5101	2405	715	308	16	16251	0.56
	%	4.2	13.7	29.6	31.4	14.8	4.4	1.9	0.1	100	

ბორჯომის სატყეო მეურნეობის კორომთა საშუალო ბონიტეტი III,1 კლასის, ბაკურიანის – III,3, ხოლო სახელმწიფო ნაკრძალის III,2 კლასის ტოლია. ცალკეული სახეობების ბონიტეტის კლასი შემდეგნაირად ნაწილდება: სოჭნარი კორომების საშუალო ბონიტეტი ბორჯომის სატყეო მეურნეობაში – II,8, ბაკურიანის – II,5, ხოლო

სახელმწიფო ნაკრძალში – II,9; ფიჭვნარი კორომების შესაბამისად – III,2; II,9 და III,2; ნაძვნარის – III,1; II,8 და III,0.

როგორც ცხრილის (ცხრ. 3) ანალიზიდან ჩანს, საშუალო სიხშირის კორომების ხვედრითი წილი მეტად დიდია. ბორჯომის სატყეო მეურნეობაში საშუალო სიხშირის (0,5-0,7) კორომებს უჭირავთ 83,4% ანუ 15248,33ა; დაბალი სიხშირის (0,3-0,4) კორომები მცირეა - 8,8% ანუ 1924 ჰა-ს; ასევე დაბალია მაღალი სიხშირის (0,8-1,0) კორომების ხვედრითი წილი, იგი 7,8%-ია, რაც ტყით დაფარული ფართობის 1720ჰა-ს შეადგენს. ბაკურიანის სატყეო მეურნეობაში ტყით დაფარული ფართობის საშუალო სიხშირის (0,5-0,7) კორომებს 24422ჰა უკავიათ, რაც პროცენტულად 84,5-ის ტოლია. აქაც მცირეა დაბალი სიხშირის (0,3-0,4) კორომების მაჩვენებელი, იგი 11,6% ანუ 3348ჰა-ის ტოლია. მეტად მცირეა მაღალი წარმადობის კორომების მაჩვენებელიც - 3,9% ანუ 1126ჰა. ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალის ტყით დაფარული ფართობების უმეტესი ნაწილი საშუალო სიხშირისაა (0,5-0,7) და უკავიათ 12316 ჰა ანუ 75,8%; ძალიან მცირეა მაღალი სიხშირის კორომები – 1039ჰა ანუ 2%.

ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ტყით დაფარული ფართობების საშუალო ტაქსაციური სიხშირე არ არის მაღალი და იგი 0,59-ის ტოლია, ასევე ბაკურიანის - 0,58 და სახელმწიფო ნაკრძალის – 0,56.

ტყით სარგებლობის მოწესრიგება, მერქნის პროდუქციაზე მოთხოვნების დაკმაყოფილება კორომების განსაზღვრულ ხნოვანებაში მიიღება. ამიტომ, დიდი მნიშვნელობა აქვს ხნოვანების ჯგუფებისა და კლასების დადგენას.

ბორჯომის სატყეო მეურნეობაში მცირეა ახალგაზრდა, ხნიერი და გადაბერებული კორომების წილი. ტყით დაფარული ფართობების ნახევარზე მეტი მწიფე კორომებზე მოდის (51,7%). ანალოგიური მდგომარეობაა ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტყეებშიც - მწიფე კორომების წილად მოდის 47,6%, ხოლო სახელმწიფო ნაკრძალში მწიფე კორომების პროცენტული რაოდენობა 49%-ის ტოლია.

რელიეფის სირთულით განისაზღვრება ტყის ნიადაგდაცვითი და წყალმარეგულირებელი თვისებების ხარისხი. მთაგორიან პირობებში აუცილებელია ტყეების დიფერენციაცია ფერდობთა დაქანების ხარისხის მიხედვით (გ.გიგაური 2001). ფერდობთა დაქანების სიმკვეთრის შესაბამისად, ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყეები (46,1-73,1%) ძირითადად განლაგებულია ციცაბო დაქანების

ფერდობებზე.

ნიადაგის ნაყოფიერება გარკვეულწილად ტყის ტიპოლოგიური სპექტრითაც განისაზღვრება. საინტერესოა ტყით დაფარული ფართობების განაწილება ტყის ტიპების სამეურნეო ჯგუფების მიხედვით. ესა თუ ის ტყის ტიპი მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს კორომში ტყის მკვდარი საფრის გარკვეული ტიპის ჩამოყალიბებას, მისი დაშლისა და მინერალიზაციის ხარისხს და მასში მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების მიმართულებასა და ინტენსივობას. სწორედ ამ თვალსაზრისითაა საინტერესო ტყის ტიპები და მათი მონაწილების ხვედრითი წილი.

ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ტერიტორიაზე ყველაზე მეტად გავრცელებულია წივანიანი ტყის ტიპი. რომელსაც ტყით დაფარული ფართობის 9815ჰა ანუ 44,9% უკავია; ნაირბალახოვან ტყის ტიპს 8353 ჰა ანუ 37,9%; დანარჩენი ფართობი ისლიანი, ჭყორიანი, მაყვლიანი, იელიანი და ტყის სხვა ტიპებს უჭირავთ მცირე რაოდენობით. ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტერიტორიაზე ყველაზე მეტად ნაირბალახოვანი ტყის ტიპია გავრცელებული (15687ჰა ანუ 54,3%), თივაქასრიან ტყის ტიპს კი უჭირავს 9484ჰა ანუ 32,8%; დანარჩენ ტიპებს - მაყვლიანს, წივანიანს, გვიმრიანს, მაყვლიანს მცირე ფართობები უკავიათ. ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალის ტერიტორიაზე ჭარბობს წივანიანი ტყის ტიპი 6071ჰა ანუ 37,4%; ნაირბალახოვანი ტყის ტიპი 5496ჰა ანუ 33,8%; ტყის დანარჩენ ტიპებს მცირე ფართობები უკავიათ.

ასეთია ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყეების თანამედროვე მდგომარეობის მოკლე მიმოხილვა.

თავი III. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ფიზიკურ-გეოგრაფიული პირობები

III.1. გეოლოგიური აგებულება, რელიეფი და ჰიდროლოგია

საქართველო, როგორც ტიპური მთიანი ქვეყანა ნიადაგური, ჰიდროლოგიური, ბოტანიკურ-გეოგრაფიული, გეოლოგიური თავისებურებებით დაყოფი-

ლია ექვს ლანდშაფტურ ოლქად. ოლქები კი რეგიონებად. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი შედის მცირე კავკასიონის მთიანეთის ოლქის თრიალეთის ქედის რეგიონში (მარუაშვილი, 1964).

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი წარმოადგენს მიხვეულ-მოხვეულ მთიან დერეფანს, რომელიც გამოყოფს აჭარა-იმერეთის ქედს მისგან გეოლოგიურად განუყოფელ თრიალეთის ქედისაგან. ხეობით გაჭრილია აჭარა-იმერეთის სისტემის ნაოჭა პალეოგენური წყებები. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი მთლიანად აგებულია ეოცენის ვულკანური წყებებით.

მდინარეული ქსელის მიერ შექმნილი საშუალო მთიანი ეროზიული რელიეფი გართულებულია ნაირგვარი მიკრორელიეფური ფორმებით, რომელიც გაუჩენია ეროზიული ციკლის წყვეტად მსვლელობას, დამეწყვას.

ეროზია, როგორც საერთოდ მთა-გორიანი პირობებისათვის, აქაც დამახასიათებელ მოვლენას წარმოადგენს. ეროზიულ მოქმედებას ხელს უწყობს ფერდობთა დახრილობა და ატმოსფერული ნალექების უშუალო მოქმედება. ხშირად ვხვდებით ადრინდელ და თანამედროვე წარმოშობის ეროზიულ ციკლებს, რასაც მოწმობენ ძველი და ახალი წარმოშობის ტერასები, ვხვდებით ნაზვავებს, მეწყერებს, ქვაყრილებს და ქანების გამიშვლებებს.

ვულკანური მოქმედებით, რომელიც მეოთხეულ პერიოდში წარმოებდა წარმოიქმნა დაბაძველის, ბაკურიანისა და გუჯარეთის ვულკანური ნაგებობა. ამ ორმა უკანასკნელმა წარმოშვეს გრძელი და ვიწრო ლავური ღვარები, რომლებიც მდინარეთა ხეობებით ჩასულია - პირველი ბორჯომამდე, მეორე კი წალვერამდე. გუჯარეთის ღვარი იწყება სოფ. გუჯარეთის სამხრეთ-დასავლეთით სოფ. თონეთიდან და მიყვება ხეობას ჯერ ჩრდილოეთიდან, შემდეგ დასავლეთიდან - სულ 20კმ-ის მანძილზე. ბაკურიანის ლავურ ღვარს ჩრდილო-დასავლეთის მიმართულება აქვს და 13-14კმ-ის სიგრძისაა.

თორის ქვაბულის ძირითად მდინარეებად გვევლინებიან მტკვრის მარჯვენა შენაკადები - გუჯარეთის წყალი (სიგრძე - 39კმ, აუზის ფართობი 316კმ²) და ბორჯომულა (სიგრძე 19კმ, აუზის ფართობი 168კმ²). გუჯარეთის წყალი სათავეს გვირგვინასა და ციხისჯვრის ქედთა შესაყარში ღებულობს, დასავლეთისაკენ მიემართება და მტკვარს ქ.ბორჯომში ერთვის. მისი მარცხენა შენაკადებიდან

უმნიშვნელოვანესია ბაკურიანის წყალი, მიტარბის წყალი, თონეთის წყალი, მარჯვენა შენაკადთა შორის კი ყერძები. ბორჯომულა რამოდენიმე ნაკადულით იწყება ციხისჯვრის ქედის კალთებზე კოდანის შტოქედსა და ცხრაწყაროს უღელტეხილის მიდამოებს შორის, გაედინება ჩრდილო-დასავლეთისაკენ და მტკვარს ერთვის ბორჯომ-პარკში. მისი უდიდესი შენაკადებია თორის წყალი, რომელიც დაბადველის პლატოდან ჩამოედინება და ერთვის ბორჯომულას მარცხნიდან, რკინიგზის სადგურ საკოჭაოს პირდაპირ.

მნიშვნელოვანი წყალსატევებია: კახის ტბა, წეროს ტბა, დაბადვერის ტბა, ტაბაწყურის ტბა, რომელიც ბორჯომ-ახალციხის საზღვარზეა. სოფ. საკოჭაოსა და სოფ. ტბასთან არის პატარა ტბები. მინერალური წყაროებია: ლიბანი, წალვერი, ციხისჯვარი, მაჭარწყალი.

ბ.კლოპოტოვსკის მითითებით (საბაშვილი, 1965), ახალგაზრდა ვულკანური რელიეფი გენეტურად ჯავახეთის ვულკანოგენურ ფორმირებებთანაა დაკავშირებული. მთავარი ვულკანური კერებია: სარგავი, მუხერი და ანდეზიტი, რომელთა ლავები მკვრივი ანდეზიტებისაგან შედგება. ყველაზე გრძელია სარგავის ვულკანის ლავური ნაკადი, რომელიც დიდი თონეთიდან ჩრდილოეთისაკენ – გუჯარეთის წყლისაკენ მიემართება.

ლავური ნაკადების გავრცელებასთან არის დაკავშირებული მდინარეთა დაგუბება და დროებითი ტბიური წყალსატევების წარმოქმნა. ბორჯომთან ლავურმა ნაკადმა განაპირობა მდ. მტკვრის უძველესი ხეობის გადაკეტვა და ბორჯომის მაღლა ტბის წარმოქმნა, რომლის დონის მერყეობას უკავშირებენ მთელ რიგ ტერასებს მტკვრის ხეობაში. მდინარეთა დაგუბების ნაკვალევი და ტბების წარმოქმნა შეიძლება შევამჩნიოთ მთელ რიგ სხვა ადგილებშიც. ალუვიური და დელუვიური დანაგროვები სარგებლობენ მნიშვნელოვანი გავრცელებით დაბლობებისაკენ, ფერდებზე თავის მხრიდან ხელს უწყობენ რელიეფის დარბილებას, ამ დანაგროვებითაა დაფარული ბაკურიანის ქვაბულის ფართო ტერიტორია (Джавахишвили, 1947).

III.2. კლიმატი

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი მდებარეობს თრიალეთის ქედის დასავლეთ ნაწილში და მოიცავს მდ.მტკვრის, გუჯარეთის წყლისა და ბორჯომულას წყლის

ხეობებს. აქ კლიმატური პირობები იქმნება ადგილობრივი ფიზიკურ-გეოგრაფიული პროცესების და ამ რეგიონისთვის დამახასიათებელი საერთო ატმოსფერული ცირკულაციის ურთიერთმოქმედების ბაზაზე, რაც დაკავშირებულია განედის 40-42⁰-ზე გაბატონებულ ცირკულაციასთან.

ჰავათა მრავალფეროვნება გამოწვეულია კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორების (გეოგრაფიული მდებარეობა, სიმაღლე ზღვის დონიდან, ჰაერის მასების ცირკულაცია, მზის ნათების ხანგრძლივობა, რელიეფი და ა.შ.) შეზავებათა თავისებურებებით (კორძახია, 1961).

ამ რეგიონში არის რამოდენიმე მეტეოროლოგიური სადგური, რომლებიც განლაგებულია ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე, რაც კლიმატური ცვლილების ზუსტი მონაცემების მოპოვების საშუალებას იძლევა. აღნიშნული რეგიონი მეტად რთულია ტემპერატურული რეჟიმის მხრივ. ეს ნათლად ჩანს როგორც საშუალო წლიურ, ისე საშუალო თვიურ ტემპერატურათა განაწილებაში (ცხრ. 4). ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა ბორჯომში (ზ.დ. 794მ-ზე_ უდრის 8,3⁰; ბაკურიანში (1703მ) – 4,4⁰; ხოლო მიმდებარე ქედების თხემებზე 0⁰-ზე ქვემოთაც ეცემა. უთბილესი თვეების (ივლისი-აგვისტო) საშუალო ტემპერატურა ბორჯომში 19⁰, ბაკურიანში 14⁰, ხოლო თხემებზე 9-10⁰ არ აღემატება. შესაბამისად უცივესი თვის – იანვრის საშუალო ტემპერატურა ბორჯომში 2,8⁰, ბაკურიანში – 5,5⁰, ხოლო თხემებზე 9⁰-მდე ეცემა.

ცხრილი 4

ჰაერის ტემპერატურა საშუალო თვიური და წლიური

სადგური	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IXD	X	XI	XII	წლიური
ბორჯომი	-2.1	-0.8	3.0	8.4	13.6	16.8	19.8	20.1	15.8	10.2	4.5	00	9.1
ბორჯომ. პარკი	-2.8	-1.4	2.4	7.7	13.0	16.0	19.0	19.0	14.8	9.3	3.6	-0.8	8.3
ცემი	-4.2	-2.8	1.0	6.5	11.7	15.0	17.8	18.0	14.0	8.8	3.2	-1.7	7.3
ბაკ. სანერგე	-5.5	-5.0	-1.8	3.2	8.4	11.2	14.0	14.0	10.0	6.3	1.5	-3.0	4.4
ცხრაწყარო	-10.9	-9.9	-6.2	-1.7	3.7	6.9	9.6	9.6	6.3	2.4	-2.9	-5.9	0.1

მნიშვნელოვანია აგრეთვე ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურის საშუალო

მაქსიმალური და საშუალო მინიმალური მონაცემები. ბორჯომის მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებით, ნიადაგის ზედაპირზე საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურა 25⁰-ია, ხოლო საშ. მინიმალური 4⁰; ბაკურიანის შესაბამისად - 21⁰ და 4⁰; ცემის - 25⁰ და 0⁰ (ცხრ. 5).

ხეობის რელიეფის ხასიათთან და ტემპერატურულ რეჟიმთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული უყინვო დღეთა რაოდენობის განაწილებაც. იგი ბორჯომში 187 დღეს უდრის, ხოლო ბაკურიანში - 118 დღეს. აქედან გამომდინარე, სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა არათანაბარია.

ცხრილი 5

ნიადაგის ზედაპირის ტემპერატურა საშუალო თვიური, მაქსიმალური და მინიმალური

ტემპ. ნიადაგის ზედაპირის		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IXD	X	XI	XII	წლიური
ბორჯომი	საშ.	-4	-3	3	11	17	22	25	24	18	10	3	-3	10
ტყის ნიადაგი	საშ.მაქს.	1	4	14	30	37	43	46	46	37	24	13	4	25
	საშ.მინიმ.	-8	-6	-2	2	8	12	15	14	10	5	0	-5	4
ცემი	საშ.	-6	-5	1	9	16	20	24	24	18	10	3	-4	9
ტყის ნიადაგი	საშ.მაქს.	2	5	11	28	37	42	47	47	39	27	15	5	25
	საშ.მინიმ.	-12	-11	-6	0	5	9	12	12	8	2	-3	-10	0
ბაკურიანი	საშ.	-9	-8	-5	3	12	16	20	20	14	7	-1	-7	5
ტყის ნიადაგი	საშ.მაქს.	0	1	4	17	33	37	42	43	35	32	11	1	21
	საშ.მინიმ.	-18	-17	-13	-5	2	5	9	8	4	-1	-8	-15	4

ატმოსფერული ნალექების მიხედვით ბორჯომის ხეობა აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა რაიონთა შორის ერთ-ერთი უხვნალექიანია. ნალექების წლიური საშუალო რაოდენობა მ.კორძახიას (1961) მონაცემებით 550მმ-დან 800მმ-მდე აღწევს. იგი ბორჯომში უდრის 613მმ, ბაკურიანში 734მმ-ს, ციხისჯვარში 602მმ-ს (ცხრ. 6). ნალექებიდან ჭარბობს წვიმა, მოდის თოვლი, იშვიათად სეტყვა. ნალექებიან დღეთა რიცხვი ქვედა ზონაში საშუალოდ 136 დღეა წელიწადში, ხოლო ზედა ზონაში 170-175 დღე.

ცხრილი 6

ნალექების საშუალო რაოდენობა (მმ)

სადგური	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IXD	X	XI	XII	XI_III	IV_X	წლიური
ბორჯომი	36	37	39	53	76	83	51	46	50	56	50	36	198	415	613
ცემი	42	44	49	57	80	87	54	47	51	58	51	41	227	434	661
ბაკურიანი	40	50	56	70	95	98	68	56	55	59	49	38	233	501	734
ციხისჯვარი	22	29	46	62	96	83	59	34	49	55	43	24	164	438	602

თოვლის მოსვლა მაღალმთიან ზონაში სექტემბრის მეორე ნახევრიდან იწყება, შემდგომ თვეებში, აცივებასთან ერთად, იგი თანდათანობით ქვევით ეშვება და დეკემბრის პირველ დეკადაში შეიძლება მთელ ტერიტორიაზე გავრცელდეს.

ბორჯომში თოვლი საშუალოდ 75 დღის განმავლობაშია, საშუალო სისქით 20-25სმ. ჰაერის ტემპერატურის, ნალექების განაწილებასთან და ჰაერის მასების მოძრაობასთან მჭიდროდ არის დაკავშირებული ტენიანობა და მისი რეჟიმი. ჰაერის საშუალო წლიური ფარდობითი ტენიანობა 75-77% (ცხრ. 7) მაქსიმუმია წლის ცივ პერიოდში - დილით და საღამოს, მინიმუმი კი წლის თბილ სეზონში შუადღისას. ამ ხეობისთვის დამახასიათებელია საშუალო ტენიანი და უგვალვო კლიმატი. სწორედ ამიტომ, რომ ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტერიტორიის დიდი ნაწილი ხშირი ტყეებით არის დაფარული, რაც არ შეიძლება ითქვას მიმდებარე ახალციხის ქვაბულისა და შიდაქართლის ბარის ნაწილებისათვის.

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტერიტორიის მნიშვნელოვანი ნაწილი უქარო ანუ სუსტ ქარიან არედ უნდა ჩაითვალოს, რადგან ქარების საშუალო სიძლიერე 1-2მ/წმ-ს არ აღემატება. იშვიათად ქარის სიძლიერე 8მ/წმ აღემატება. ქარის მიმართულება და სიჩქარე დამოკიდებულია რელიეფზე, ჰორიზონტის გახსნილობაზე, ექსპოზიციაზე და ტყის საფარზე. ბორჯომში გაბატონებულია ჩრდილო-აღმოსავლეთის ქარი, წაღვერში დასავლეთისა და აღმოსავლეთის ქარები.

ცხრილი 7

ჰაერის წლიური და თვიური საშუალო ფარდობითი ტენიანობა (%)

¹	სადგური	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IXD	X	XI	XII	წლიური
1	ბორჯომი	78	78	77	74	76	76	74	73	77	80	83	80	77
2	ბაკურიანი	75	76	76	74	76	77	78	76	80	80	78	76	75

მ.კორძახიას (1961) საქართველოს მთიანი ტერიტორიის ფონზე ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი გაერთიანებული აქვს სუბტროპიკულ კონტინენტურ კლიმატიდან ზღვიურ კლიმატზე გარდამავალ ოლქში ანუ ნოტიო ზღვიურ კლიმატიდან მთის ზომიერ ნოტიო კონტინენტურზე გარდამავალ მთის კლიმატში, ცივი ზამთრით და ხანგრძლივი ზაფხულით. ბორჯომის ხეობის ფარგლებში კი

გამოყოფილი აქვს შემდეგი კლიმატური ტიპები (ზონები):

1. ზომიერად ნოტიო, ზომიერად ცივი ზამთრითა და არაცხელი ზაფხულის კლიმატით. კლიმატის ეს ტიპი ვრცელდება მდ.მტკვრის და მისი მოზრდილი შენაკადების ხეობების ქვემო ნაწილში ზღვის დონიდან 1000-1100მ-მდე;
2. ზომიერად ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრითა და ხანგრძლივი, გრილი ზაფხულით. მოიცავს ხეობის ტერიტორიის დიდ ნაწილს და ვრცელდება დაახლოებით 1100მ-დან 1900მ-მდე;
3. ზომიერად ნოტიო კლიმატი ცივი ზამთრითა და მოკლე გრილი ზაფხულით. იგი ხეობის ფარგლებში ზღვის დონიდან 1900მ-დან 2500-2600მ-მდე მდებარე ტერიტორიას მოიცავს;
4. მაღალი მთის უზაფხულო კლიმატი. ეს უკანასკნელი ცალკეული მეტ-ნაკლები სიდიდის კუნძულების სახითაა წარმოდგენილი ზ.დ. 2500-2600მ მაღლა აზიდულ ტერიტორიაზე. დაყოფიდან ნათელია ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ჰავის მრავალფეროვნება და მისი ვერტიკალური ზონალობა.

III.3. ნიადაგები

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი შედის აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგურ ოლქში, რომელიც მოიცავს ვაკეებისა და მთების მხარეს სურამის ქედიდან აღმოსავლეთით. მასში შედის მდ.მტკვრის შუა წელის თითქმის მთელი აუზი. სამხრეთიდან აღმოსავლეთით ნიადაგურ ოლქს საზღვრავს თრიალეთის ქედის მაღალმთიანი ზონა, ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან მას ესაზღვრება კავკასიონის, ქართლის, თიანეთისა და სხვა ქედების მაღალმთიანი ზონა.

მ.საბაშვილს (1952) აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგური ოლქი დაყოფილი აქვს ოთხ ზონად. ბორჯომის ხეობა მოთავსებულია მთა-ტყეთა ნიადაგურ ზონაში, რომელსაც უკავია აღმ. საქართველოს მთიანი ზოლის უმეტესი ნაწილი. ზღვის დონიდან დაახლოებით 700-2000მ-ის ფარგლებში, ველებისა და ტყე-ველების ზონასა და მთა-მდელოთა ზონას შორის.

ადგილის კლიმატური პირობებისა და მცენარეული საფარის შესაბამისად აღმოსავლეთ საქართველოს მთა-ტყეთა ნიადაგურ ზონაში გამოყოფილია ნიადაგური რაიონები. ბორჯომის ხეობის ტერიტორია მთლიანად შედის თრიალეთის ქედის

ჩრდილო ფერდობის საშუალო მთიანი ზოლის ყავისფერი, ყომრალი და გაეწერებული ყომრალი ნიადაგების რაიონში.

თრიალეთის ქედის მთა-ტყის ნიადაგების ზონაში მკაფიოდაა გამოხატული ზონალური განლაგება. ამ ზონის ქვედა სარტყელში გავრცელებულია ყავისფერი ნიადაგები. ბორჯომის ხეობაში ეს ნიადაგები თითქმის არ არის. ზღვის დონიდან 1100-1300მ-დან 1600-1700მ-მდე ყომრალი ნიადაგებია გავრცელებული. თრიალეთის ქედის მთა-ტყის ზონის შუა ნაწილში მცირე გავრცელება აქვს კირქვებზე და კირნარ კონგლომერატებზე განვითარებულ ნეშომპალა-კარბონატულ ნიადაგებს. შერეული ფოთლოვან-წიწვოვანი ტყეების სარტყელში საკმაოდ დიდი ადგილი უკავიათ ღია ფერის გაეწერებულ ყომრალ ნიადაგებს. მკაფიოდ გამოხატული გაეწერებული ნიადაგები გვხვდება ბორჯომის ხეობის წიწვოვანი ტყის ზედა სარტყელში, კერძოდ ნაძვნარ ტყეებში.

თრიალეთის ქედის მთა-ტყის ზონის ციცაბო ფერდობებზე, ქვედა, შუა და ზედა სარტყელში დიდი ადგილი უკავიათ სუსტად განვითარებულ, მცირე სისქის და ზოგან ჩამორეცხილ ნიადაგებს. ასეთი ნიადაგების დიდი მასივი ახასიათებს ბორჯომის ხეობასაც.

თრიალეთის ქედის მთა-ტყის ზონის რაიონში მ.საბაშვილის (1952) მიერ გამოყოფილია ქვერაიონები, კერძოდ, ბორჯომის ხეობის ყომრალი და გაეწერებული ყომრალი ნიადაგების ქვერაიონი. ქვერაიონი მოთავსებულია მდ. ბორჯომულასა და გუჯარეთის წყლის აუზში, მოიცავს დიდ ტერიტორიას და მრავალფეროვანი ნიადაგური პირობებით ხასიათდება. აქ ტყის შუა სარტყელში ძირითადად გავრცელებულია ყომრალი, ხოლო ტყის ზედა სარტყელში გაეწერებული ყომრალი ნიადაგები. გუჯარეთის წყლის ხეობის ზედა ნაწილში დიდი ფართობი უჭირავს ყომრალი, გარდამავალი სახის ტყე-მდელოს ნიადაგებს.

ყომრალი ნიადაგების შესწავლის მიზნით ვრცელი კვლევები აქვს ჩატარებული ვ.გულისაშვილს (1946), ვ.ლატარიას (Латария, 1948), გ.ტარასაშვილს (Тарасашвили, 1956), გ.ტალახაძეს (Таладзе, 1938, 1951, 1964), მ.საბაშვილს (Сабашвили, 1948), მ.საბაშვილს (1965), ლ.აზმაიფარაშვილს (Азмаипарашвили, 1961), ლ.მახათაძეს (Махатадзе, 1966), ნ.ტარასაშვილს (Тарасашвили, 1965, 1978), ს.ზონს (Зонн, 1950, 1964, 1974), ს.ზონსა და თ.ურუშაძეს (Зонн, Урушадзе, 1964), თ.ურუშაძეს (1972, 1977, 1997),

თ.ურუშაძეს (Урушадзе, 1987) და სხვ.

გ.ტარასაშვილმა (Тарасашвили, 1956) ყომრალი ნიადაგების ტიპი დაყო მაძღარ, მუქ ყომრალ და ღია ყომრალ ქვეტიპებად. გ.ტალახაძის (1964) მიხედვით, ყომრალი ნიადაგები იყოფა ორ ჯგუფად: სუსტად განვითარებული ყომრალი ნიადაგები და ტიპიური ყომრალი ნიადაგები, სადაც იგი ნიადაგის გენეტიურ ნიშნად გათიხებას მიიჩნევს.

მ.საბაშვილის (1965) მიხედვით, ყომრალი ნიადაგები იყოფა შემდეგ ქვეტიპებად: ტიპიური გაუწერებელი, გაეწერებული და ტყე-მდელოს (გამდელო-ებული). ყომრალი ნიადაგების შესახებ დეტალური კვლევები ჩაატარა თ.ურუშაძემ (1972, 1977, 1997). მან ჩამოაყალიბა მთიან პირობებში ამ ნიადაგები გენეტიური თავისებურებანი, გეოგრაფიული გავრცელების კანონზომიერებანი და მოგვცა მათი კლასიფიკაცია და სრული დახასიათება.

თ.ურუშაძის (1977) მიხედვით, საქართველოს ყომრალი ნიადაგები იყოფა ოთხ ქვეტიპად: ტიპიური (არადიფერენცირებული პროფილით), ლესივირებული, ცრუგაეწერებული (დიფერენცირებული პროფილით) და გაეწერებული.

აღმოსავლეთ საქართველოს ყომრალი ნიადაგები განვითარებულია პალეო-ზოური და ქვედაიურული ასაკის ქვიშნარებზე, თიხაფიქალებზე, ფიქალებზე და თიხიან კირქვებზე. აღმოსავლეთ საქართველოს ყომრალი ნიადაგები ესაზღვრება ქვედა ნაწილში ყავისფერ და ზედა ნაწილში მთა-ტყე-მდელოს ნიადაგებს.

ყომრალი ნიადაგები ფორმირდებიან მუხნარი, წიფლნარი, წაბლნარი, ფიჭვნარი და სოჭნარი ტყეების ქვეშ. ყომრალი ნიადაგები ნიადაგწარმოქმნის შედარებით ახალგაზრდა ასაკით ხასიათდებიან, რაც აიხსნება მათი ჯერ კიდევ ჩამოუყალიბებელი პროცესით.

ყომრალი ნიადაგები ხასიათდებიან კარგად გამოხატული მკვდარი საფრით, რომელიც შედგება ფოთლების, ტოტების და ქერქის ჩამონაცვენისაგან, ყომრალი შეფერვით, კომპოვანი სტრუქტურით, ზედა ჰორიზონტში კაკლოვანი ან ნაწილობრივ მარცვლოვანი სტრუქტურით, ხირხატიანობით, რომელიც სიღრმით მატულობს, სიღრმით მექანიკური შემადგენლობის გაზრდით. მექანიკური შემადგენლობით ყომრალი ნიადაგები მიეკუთვნებიან საშუალო და მსუბუქ თიხნარებს, იშვიათად მძიმეს. ფიზიკური თიხისა და ლექის შემცველობა სიღრმით

შესამჩნევად იზრდება. ყომრალი ნიადაგები ხასიათდებიან სუსტი მჟავე რეაქციით, რომელიც სიღრმით კეზულობს, აღნიშნული ნიადაგები ჰუმუსიანი და ღრმად ჰუმუსირებულია. ნიადაგები სუსტად ან საშუალოდ არამაძლარია, უზრუნველყოფილი არიან აზოტით, გაცვლით კათიონებში მკვეთრად ჭარბობს კალციუმი, შთანთქმული კათიონების ჯამი საშუალოა. ყომრალ ნიადაგებში თითქმის ყველა ოქსიდები შედარებით თანაბარი განაწილებით ხასიათდება, ზოგიერთ შემთხვევაში ერთნახევარი ოქსიდები უმნიშვნელოდ გროვდება.

ყომრალი ნიადაგების თიხა მინერალები წარმოდგენილია ჰიდროქსებით, მონტმორილონიტის შერეულშრიანი წარმონაქმნით, ქლორიტით და კაოლინიტით. აღნიშნული ნიადაგები ხასიათდებიან რკინის ჰიდროქსიდების მაღალი შემცველობით.

III.4. მცენარეულობა

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონი, ისევე, როგორც მთლიანად საქართველო ხასიათდება მეტად დასერილი მთაგორიანი რელიეფით, კლიმატური და ნიადაგური პირობების ნაირგვარობით, რაც მცენარეთა დაჯგუფების მნიშვნელოვან ნაირსახეობას აპირობებს და იცვლება მთის ვერტიკალურ ზონებთან ერთად. აქ მცენარეთა ვერტიკალური სარტყლიანობა მრავალ შემთხვევაში სწორი ჰორიზონტალური ხაზით არ იწყება და არც მთავრდება. ტყეების ჯგუფები ლაქებად ან ენისებურად შეიძლება შეგვხვდეს იმ ტყის ზონის ზღვრის უფრო მაღლა ან უფრო დაბლა, ვიდრე საერთოდ მოცემული სახეობებისთვისაა დადგენილი. ტყის სახეობათა ასეთი თავისებური ვერტიკალური გავრცელება ქმნის ტყის მცენარეულობათა სიჭრელს.

მცენარეულობის გავრცელების ვერტიკალური ზონალობის შესწავლას დიდი ხნის ისტორია აქვს. საქართველოს მცენარეული ზონები, როგორც ნ.კეცხოველი (1959) აღნიშნავს, პირველად ვახუშტი ბაგრატიონმა მოგვცა, შემდგომ კი ერთი საუკუნის დაგვიანებით XIX საუკუნეში მცენარეთა გავრცელების ვერტიკალური ზონალობის შესწავლის ცდები მოგვცეს ვაგნერმა, რიზებახმა, კუზნეცოვმა, რადემ, უფრო მოგვიანებით, უკვე XX საუკუნეში ი.მედვედევა, ა.გროსჰეიმმა, სოსნოვსკიმ,

ა.დოლუხანოვმა. ს.ქურდიანმა.

საქართველოს მცენარეულობის გავრცელების ვერტიკალური ზონალობა ფუნდამენტურად შესწავლილი აქვს ვ.გულისაშვილს (Гулишавили, 1964). ვ.გულისაშვილის (1974, 1977) მიხედვით ბორჯომის ხეობა მოთავსებულია შიდა ქართლის მცენარეთა ვერტიკალურ ზონაში და გამოიყოფა შემდეგი ზონები:

1. 400-500მ-დან 1000მ-მდე მუხის ტყეების ბუნებრივი ზონაა. ეს სარტყელი წარმოდგენილია ხშირ შემთხვევაში წმინდა და შერეული მუხის კორომებით. ქართულ მუხასთან შერევით იზრდება რცხილა, ჯაგრცხილა, კოპიტი, ცაცხვი, მინდვრის ნეკერჩხალი, ლეკის ხე, პანტა, მაჟალო, თამელი.

ქვეტყეში გვხვდება კუნელი, ზღმარტლი, შინდი, შინდანწლა, ტყემალი, თხილი და სხვა. ბალახოვან საფარში გვხვდება ტყის ფურისულა, ხარისძირა, სვინტრი, წივანა, ტყის თივაქასრა, ირმისმხარა და სხვა.

2. 1000-1500-1600მ უკავია წიფლის ტყეების ბუნებრივ ზონას. ამ ზონის მთავარ სახეობას წარმოადგენს წიფელი, რომელიც ქმნის მაღალი წარმადობის ტყეებს 1000-1500მ-ის ფარგლებში. იგი როგორც ჩრდილის მცენარე ქმნის ხშირ წმინდა კორომებს, რის გამოც ტყის სხვა სახეობები მასთან ერთად ვერ სახლდებიან. წიფელთან ერთად გვხვდება ჩრდილის სახეობები: რცხილა, ცაცხვი, მთის ბოყვი, ნეკერჩხალი და სხვ. დიდი დაქანების ფერდობებზე ხშირად გვხვდება ფიჭვნარი. ქვეტყის სახეობებიდან ხშირია დიდგულა, ჭანჭყატი, ცხრატყავა, მოცვი და სხვა. ბალახოვანი საფარისათვის დამახასიათებელია ჩიტისთვალა, წივანა, ქრისტესბეჭედა და სხვა.

3. 1500-2000მ-მდე უკავია ნაძვის ტყეების ზონას. ამ ზონაში გავრცელებულია მაღალი წარმადობის ტყეები. აქ გავრცელებულია ნაძვნარი, ნაძვნარ-სოჭნარი და ნაძვნარი ფიჭვის შერევით. დიდი დაქანების ფერდობებზე გვხვდება წმინდა ფიჭვნარები, ხშირია ფიჭვნარ-ნაძვნარებიც, ხოლო ნეძურას ხეობაში, სადაც ჰაერის მაღალი ტენიანობაა, გაბატონებული სახეობა სოჭია. ამ მცენარეებთან ერთად გვხვდება რცხილა, პანტა, ცაცხვი, ლეკის ხე, მთის ბოყვი; ქვეტყეში ცხრატყავა, მახველი, ჭანჭყატი და სხვა; ბალახოვანი საფარიდან წივანა, ჩიტისთვალა, ქრისტესბეჭედა, მჟაველა, გვიმრა.

4. 2100-2300 მეტრამდე განლაგებულია სუბალპური მცენარეულობის ბუნებრივი ზონა, სადაც გავრცელებულია სუბალპური მეჩხერი ტყეები და

სუბალპური მდელოები. სუბალპურ მეჩხერებს ქმნის არყი, მაღალმთის ნეკერჩხალი, ჭნავი, ზოგჯერ სოჭი, ნაძვი და ფიჭვი. ქვეტყეში გავრცელებულია მდგნალი, მთის მოცხარი, დეკა. ხეებს შორის განვითარებულია სუბალპური მაღალტანიანი ბალახები: დიყი, ხარისშუბლა, თავყვითელა, სოსანი, ჩხამა.

5. 2300-3000მ-მდე მთის ფერდობები უკავია ალპური მცენარეულობის ზონას. ამ ზონისათვის დამახასიათებელია ორი ტიპის მცენარეულობა: ალპური ხალები და მკვრივკორდიანი მდელოები, რომლებსაც ქმნიან მთის წივანა, თივაქასრა, ურცი, კურდღლისფრჩხილა, სამყურა და სხვა ბალახეული მცენარეულობა.

თავი IV. კვლევის ობიექტები და მეთოდика

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი ტყეების ჩამონაყარის, მკვდარი საფრის დინამიკისა და მარაგების, ნიადაგისა და მკვდარი საფრის ბიოლოგიური აქტივობის შესწავლის მიზნით შერჩეულ იქნა კვლევის ობიექტები, ბორჯომისა და ბაკურიანის სატყეო მეურნეობების და ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალის ტერიტორიაზე ფიჭვნარ, ნაძვნარ და სოჭნარ კორომებში 1996-1999 წ.წ.-ში.

აღნიშნული საკითხების შესწავლა წარმოებდა წიწვოვანი ტყეების გავრცელების ქვედა (800-1200მ ზ.დ.) და ზედა (1600-2000მ ზ.დ.) ზონის მაღალი (0,7-0,9) და დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის კორომებში. (0,7 სიხშირის კორომები პირობითად მივაკუთვნეთ მაღალ სიხშირეს).

გამოყოფილი იყო მუდმივი სანიმუშო ფართობები. კერძოდ, ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალის (სან. ფართობი 1; 2), ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ნეძვის სატყეოს (სან. ფართობი 3; 4; 5; 6; 13; 14), ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტბის სატყეოს (სან. ფართობი 7; 9; 10; 11; 12) ციხისჯვრის სატყეოს ტერიტორიებზე (სან. ფართობი 8).

სანიმუშო ფართობები მოეწყო და საშუალო სატაქსაციო მაჩვენებლები აღწერილი იყო ნ.ანუჩინის (Анучин, 1982) მეთოდური მითითებების მიხედვით.

სანიმუშო ფართობებზე გაკეთებულ იქნა ნიადაგის 18 ჭრილი ვ.სუკაჩოვის (Сукачев, 1961), ს.ზონის და თ.ურუშაძის (Зонн, Урушадзе, 1974) მიხედვით, სადაც

მოხდა ნიადაგის პროფილის მორფოლოგიური შენებისა და მათი გენეტიკური ჰორიზონტების აღწერა. აღებულ იქნა თითოეული ჰორიზონტიდან ნიადაგის ნიმუშები, მათი გრანულომეტრული და ზოგიერთი ქიმიური მაჩვენებლის განსაზღვრისათვის.

ტყის ჩამონაყარის დინამიკა და მისი აღრიცხვა წარმოებდა სანიმუშო ფართობზე მოწყობილ წიწვშემკრებებზე ზომით 1X1 მ-ზე, თითოეულ სანიმუშო ფართობზე 5-10 ცალის ოდენობით. შეგროვილი ჩამონაყარი დახარისხდა ცალკეული ფრაქციების – წიწვის, გირჩის, ტოტის მიხედვით. განისაზღვრა მათი პროცენტული შემცველობა და საერთო ბიომასა გადაყვანილ იქნა ერთ ჰექტარზე.

სპეციალური ლითონის შაბლობით ზომით 20X20 სმ-ზე აღებულ იქნა ტყის მკვდარი საფრის ნიმუშები, თითოეულ სანიმუშო ფართობზე 8-10 ნიმუში. აღებული ნიმუშების მიხედვით განისაზღვრა მკვდარი საფრის მარაგები. მისი სტრუქტურის დასადგენად მოხდა ცალკეული ქვეჰორიზონტების გამოყოფა ს.ზონის (Зонн, 1954) მეთოდიკით. ამ ფენების მოცულობითი წონა განისაზღვრა ა.სკოროდუმოვის (Скородумов, 1939) მეთოდით, ხოლო მკვდარი საფრის დაშლა-მინერალიზაციის ინტენსივობა ა.კოვალევსკის (Ковалевский, 1956) “მარაგის კოეფიციენტი”.

წიწვოვანი ფორმაციების ბიოლოგიური აქტივობა შესწავლილ იქნა ს.მაკაროვის (Макаров, 1955, 1957) მეთოდებით.

ნახშირორჟანგის გამოყოფა შესწავლილ იქნა მკვდარი საფრიდან და ნიადაგის როგორც ზედა ჰორიზონტიდან, ასევე მის მომდევნო ჰორიზონტიდან თითოეულ სანიმუშო ფართობზე 3-3-ჯერადი განმეორებით. აღრიცხვა წარმოებდა შუადღის საათებში, უქარო წყნარ ამინდში, ჰაერის ატმოსფერული წნევისა და ტემპერატურის გათვალისწინებით.

ლაბორატორიულ პირობებში განსაზღვრულ იქნა ჰუმუსი ტიურინის მეთოდით (Аринушкина, 1982), ნიადაგის მჟავიანობა – ელექტროპოტენციომეტრით.

შთანთქმული ფუძეები – კალციუმი და მაგნიუმი – ტრილონომეტრული მეთოდით, ხოლო შთანთქმული წყალბადი – გედროიცის მეთოდით (Аринушкина, 1982).

ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა – პიპეტის მეთოდით.

თავი V. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი ტყეების ნიადაგების შედარებითი დახასიათება

ტყის ბიოგეოცენოზების კვლევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან საკითხს მცენარესა და ნიადაგს შორის ურთიერთგავლენა წარმოადგენს.

“ნიადაგი – ეს არის ბუნებრივი სხეული; მისი ცხოვრება ხორციელდება ცოცხალი ორგანიზმების მეშვეობით. ნიადაგს არა აქვს გადაადგილების უნარი და ევოლუციას განიცდის ცოცხალი ორგანიზმების ზემოქმედებით.

მცენარეულობა – ეს ცოცხალი ორგანიზმებია, რომლებიც ვითარდებიან მათში ჩადებული მემკვიდრეობითი თვისებების მეშვეობით და ფლობენ უნარს პირობების ცვლილებებს შეეგუონ, ისინი წარმოქმნიან ენერგიას და გადაადგილების უნარი გააჩნიათ” (Зонн, 1982).

ტყის წარმადობის ამაღლების, სატყეო-სამეურნეო ღონისძიებების მეცნიერული დასაბუთებისათვის, აუცილებელია ტყის ბიოგეოცენოზის პროცესების დრმა ცოდნა. ამ პროცესების შესწავლაში ერთ-ერთ პირველ ადგილს იკავებს მცენარეულობასა და ნიადაგს შორის ურთიერთდამოკიდებულების შემეცნება.

სიცოცხლისათვის მნიშვნელოვანი მრავალრიცხოვანი მინერალური შენაერთების ნიადაგიდან, ქანიდან და ჰაერიდან მობილიზებით, ტყის მცენარეები თავის არეალში ახორციელებენ ნაცრის ელემენტებისა და აზოტის თავისებურ წრებრუნვას მათი თანდათანობითი გაცემით.

ტყის ნიადაგების თავისებურებათა გამოკვლევას დიდი მეცნიერულ-პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგანაც ტყის, როგორც ცოცხალი ორგანიზმის ზრდა-განვითარება წარმოუდგენელია ნიადაგის გარეშე (გიგაური, 2001).

საქართველოს მთა-ტყის ზონაში ტყის მცენარეულობის გავლენას ნიადაგწარმოქმნელ პროცესებზე წლების განმავლობაში სწავლობდნენ: გ.ტარასაშვილი (Тарасашвили, 1956), გ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე (1962), ლ.აზმაიფარაშვილი (1961), ვ.გულისაშვილი (Гулисашვილი, 1964), თ.კაშიბაძე (Кашибадзе, 1964, 1965), ნ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე (Тарасашვილი, Кашибадзе, 1972ა, 1978, 1982), თ.კაშიბაძე, ნ.ტარასაშვილი (1973), ლ.მახათაძე (Махатадзе, 1966), ნ.ტარასაშვილი (Тарасашვილი,

1965, 1979), თ.ურუშაძე (Урушадзе, 1967, 1970, 1971, 1972, 1974, 1974ა 1976, 1978, 1987), თ.ურუშაძე (1972, 1977, 1997), თ.ურუშაძე, ნ.ტარასაშვილი (Урушадзе, Тарасашвили, 1970), თ.ჯაფარიძე და თ.ურუშაძე (Джапаридзе, Урушадзе, 1973), ს.ზონი (Зонн, 1974), თ.ურუშაძე, ლ.მახათაძე, ი.აბაშიძე (Урушадзе, Махатадзе, Абашидзе, 1975), ნ.ტარასაშვილი, თ.ურუშაძე, ჯ.ლომიძე (Тарасашвили, Урушадзе, Лომიძე, 1981), ნ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე, ი.კუზმინი (Тарасашвили, Кашибадзе, Кузмин, 1989), ჯ.ლომიძე (Лომიძე, 1980, 1985, 1989).

გ.ტარასაშვილისა და თ.კაშიბაძის (1962) მიერ შესწავლილ იქნა საქართველოს ფართოფოთლოვან ტყეებში ნიადაგსა და მცენარეულობას შორის აზოტისა და მინერალური ელემენტების ბიოლოგიური ბრუნვის საკითხები.

ვ.გულისაშვილი (Гулисашвили, 1964) მრავალჯონის აღნიშნავდა ნიადაგების განმსაზღვრელ როლს ტყეების გავრცელებასა და მათ ზრდა-განვითარებაზე. ამასთან ერთად მისი ნაშრომებიდან აშკარად ჩანს ტყის ბიოგეოცენოზების გავლენა ნიადაგების ევოლუციასა და გენეზისზე. იგი არა ერთხელ მიუთითებდა, რომ თითოეული ისტორიული ოლქის ბუნებრივ ზონას შეესატყვისება ნიადაგის გარკვეული ტიპი, თუმცა არ გამორიცხავდა ერთი და იგივე ტიპის ნიადაგის ორ ან მეტ ბუნებრივ ზონაში ფორმირების შესაძლებლობას.

თ.კაშიბაძის (Кашибадзе, 1964, 1965) მიერ შესწავლილი იქნა აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს ფოთლოვან ტყეებში ქვეტყის გავლენა ნიადაგწარმოქმნელ პროცესებზე და ნიადაგის ნაყოფიერებაზე. ავტორის აზრით ერთ-ერთი აუცილებელი და წამყვანი ფაქტორი ტყის პროდუქტიულობის გაზრდისა არის ნიადაგური პირობები, მაგრამ ნიადაგის ნაყოფიერების გაზრდის უდიდესი ეფექტური ღონისძიებაა ტყის შემადგენლობის რეგულირება და ქვეტყის სახეობები, რის შედეგადაც შესაძლებელია ნიადაგწარმოქმნელი პროცესების დაჩქარება და მერქნიანი მცენარეების პროდუქტიულობის ამაღლება.

თ.ურუშაძე (Урушадзе, 1970, 1974, 1987), თ.ურუშაძე (1972, 1977, 1997) მიერ შესწავლილ იქნა ტყის ნიადაგების გენეზისი, გეოგრაფია და მათი კლასიფიკაცია. გამოიყო ნიადაგის ახალი ტიპი. მის მიერ შესწავლილია ნათელი ტყის ნიადაგების საფარის თავისებურებანი და აღმოსავლეთ საქართველოს ჭალის ტყის ნიადაგების მიკრომორფოლოგია, საქართველოს ტყის ნიადაგებში მიმდინარე ნიადაგწარმოქმნის

პროცესები.

ნ.ტარასაშვილისა და თ.კაშიბაძის (1982) მიერ გამოკვლეულ იქნა მერქნიან მცენარეთა გავლენა ნიადაგის თავისებურებებზე და მისი ნაყოფიერების აღდგენის სისწრაფეზე.

ჩვენს მიერ კვლევა ჩატარდა ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონში გავრცელებული ტყეების ქვედა (800-1200მ ზ.დ.) და ზედა (1600-2000მ ზ.დ.) ზონის მაღალი (0,7-0,9) და დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის ფიჭვნარ, ნაძვნარ და სოჭნარ კორომებში.

ტყეების გავრცელების ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის ფიჭვნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოგვყავს ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 11, ბორჯომის სახ. ნაკრძალის, ლიკანის სატყეოს ტერიტორია, კვ. 3. ს.ზ.დ.-დან 850-900მ; ექსპოზიცია სამხრეთ-დასავლეთი; დაქანება 10°; შემადგენლობა 10 ფჭ.; სიხშირე 0,7-0,9; III ბონიტეტი; VII ხნოვ. კლასი; მოზარდის არ არის; აღმონაცენი – ნაძვი, რცხილა, მუხა; კორომის საშ. სიმაღლე 25მ; საშ. დიამეტრი 36სმ; ტყის ტიპი – ფიჭვნარი წივანიანი.

A₀^I – 0-1სმ – ფიჭვის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი;

A₀^{II} – 1-2,5სმ – ფიჭვის სუსტად გახრწნილი გირჩები, წიწვები და ტოტები. კარგად შეიმჩნევა სოკოს მიცელიუმი;

A₀^{III} – 2,5-5სმ – ფიჭვის წიწვების, ტოტებისა და გირჩების ძლიერ გახრწნილი ფენა, მუქი ყომრალი შეფერილობის;

A – 5-8სმ – ყავისფერი, მონაცრისფრო ელფერით, კაკლოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურის, მშრალი, თიხნარი, მომკვრივო, გვხვდება წვრილი ფესვები, მცირე ღორღი, გადასვლა ნათელი;

B₁ – 8-19სმ – ყავისფერი, გოროხოვან-კაკლოვანი, მშრალი, თიხნარი, უფრო მკვრივი, უმნიშვნელო ფესვები, ღორღი, გადასვლა თანდათანობითი;

B₂ – 19-31სმ – ღია ყავისფერი, მსხვილგოროხოვან-მსხვილკაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მკვრივი, უმნიშვნელო ფესვები და ღორღი, გადასვლა თანდათანობითი;

BC – 31-50სმ – ღია ყავისფერ-ჩალისფერი, სტრუქტურა არ არის

გამოხატული, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, ჭარბობს ნაშალი ქანისა და ღორღის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტი

ნიადაგი - ყომრალი ტიპიური, 10% HCl-დან არ შხუის

განხილული ნიადაგის ძირითადი მორფოლოგიური ნიშნებია: მკვდარი საფარის საშუალო სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მცირე სისქე; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; კაკლოვან-მარცვლოვანი და მსხვილ-გორიხოვან-მსხვილკაკლოვანი სტრუქტურა; მშრალი, სიღრმით ტენიანი; თიხნარი მექანიკური შედგენილობა; მომკვრივო ზედა და ქვედა ჰორიზონტებში, შუა ჰორიზონტებში კი მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 8) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა საკმაოდ მცირეა და მერყეობს 3,2-5,5%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციისა და ფიზიკური თიხის შემცველობა პროფილის სიღრმეზე თანდათანობით კლებულობს, ლექის ფრაქციის შემცველობა 10,3-24,2%-მდე მერყეობს, ხოლო ფიზიკური თიხის 43,0-53,3%-მდე. აღნიშნული ნიადაგი საშუალო თიხნარია. გამოკვლეული ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა (pH =5,9-6,9), სიღრმით მჟავიანობა მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰუმუსიან ჰორიზონტში 5,0%-ია, სიღრმით მკვეთრად ეცემა და ქვედა ჰორიზონტში 0,2-ის ტოლია (ცხრ. 9).

ნიადაგი ფუძეებით არამადარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 27,0-31,5 მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე. პროფილის სიღრმეზე შთანთქმული კათიონების ჯამი მცირდება. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი Ca, რომლის შემცველობა შეადგენს 73,8-76,3%-ს ჯამიდან. გაცვლითი წყალბადის შემცველობა უმნიშვნელოა 1,7-2,9% ჯამიდან. (ცხ. 9).

ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის ფიჭვნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 12, ბორჯომის სახ. ნაკრძალის, ლიკანის სატყეოს ტერიტორია, კვ. 3. ს.ზ.დ.-დან 900მ; ექსპოზიცია სამხრეთ-დასავლეთი; დაქანება 15-20°; შემადგენლობა 10 ფჭ.; სიხშირე 0,4; III ბონიტეტი; VI ხნოვ. კლასი; მოზარდი არ არის; აღმონაცენი – მუხა, ნაძვი; კორომის საშუალო სიმაღლე 20მ; საშ. დიამეტრი 28სმ; ტყის ტიპი – ფიჭვნარი ქრისტესბეჭდიანი.

- A_0^I – 0-1,5სმ – ფიჭვის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი;
- A_0^{III} – 1,5-3სმ – ფიჭვის წიწვების, ტოტებისა და გირჩების ძლიერ გახრწნილი მასა;
- A – 3-9სმ – ყავისფერი, წვრილმარცვლოვანი სტრუქტურის, გრილი, თიხნარი, მოფხვიერო, წვრილი ფესვები, სოკოს მიცელიუმის ძაფები, უმნიშვნელო ღორღი, გადასვლა თანდათანობით;
- B – 9-24სმ – ყავისფერი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, გრილი, თიხნარი, მომკვრივო, იშვიათად წვრილი ფესვები, ღორღი და ქანის ნატეხები, გადასვლა თანდათანობით;
- BC – 24-35სმ – ღია ყავისფერი, გორხოვან-კაკლოვანი, მშრალი, თიხნარი, მკვრივი, დიდი რაოდენობით ღორღი და ქანის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტი

ნიადაგი - ყომრალი ტიპიური, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის მცირე სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის საშუალო სისქე; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; წვრილმარცვლოვან გორხოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა; გრილი; თიხნარი; ზედა ჰორიზონტში მოფხვიერო, ქვედაში კი მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 8) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა მცირეა და მერყეობს 2,4-4,9%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციის შემცველობა 24,9-25,9%-მდე მერყეობს, ფიზიკური თიხის შემცველობა 40,8-54,0% ფარგლებში მერყეობს. ორივე ფრაქციის შემცველობა პროფილის მიხედვით კლებულობს. ნიადაგი საშუალო თიხნარია.

ფიქვნარების ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა

ჭრ. 1	ნიადაგის ადგილმდებარეობა	ჰორიზონტი, სიღრმე (სმ)	ნაწილაკების ზომა (%)						
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
1	ბორჯომის სახ. ნაკრძალი 10ფჭ. 0,8-0,9სიხ. ს.ზ.დ. 850-900მ	A 5.0-8	3.2	28.1	15.4	11.8	17.3	24.2	53.3
		B ₁ 8-19	4.1	23.2	09.9	10.7	21.4	20.7	52.8
		B ₂ 19-31	3.6	30.0	20.7	16.9	15.5	17.1	49.5
		BC 31-50	5.0	26.2	25.3	13.5	19.2	10.3	43.0
2	ბორჯომის სახ. ნაკრძალი 10ფჭ. 0,4 სიხ. ს.ზ.დ. 900მ	A 3-9	2.4	15.4	28.2	5.6	22.6	25.8	54.0
		B 9-24	4.9	15.4	27.0	12.7	15.1	24.9	52.7
		BC 24-35	4.1	30.9	24.2	9.7	5.5	25.9	40.8
7	ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო 10ფჭ. 0,7-0,8 სიხ. ს.ზ.დ. 1700მ	A 9-25	2.4	23.4	19.1	26.8	7.1	21.2	55.1
		B ₁ 25-46	3.6	20.1	28.6	7.8	21.7	18.2	47.7
		B ₂ 46-65	1.9	31.2	27.7	5.0	17.2	17.0	39.2
		BC 65<	2.5	28.2	28.0	9.0	17.8	14.2	41.0
8	ბაკურიანის ს.მ. ციხისჯვრის სატყეო 10ფჭ. 0,4 სიხ. ს.ზ.დ. 1650მ	A 3-26	3.2	11.5	23.0	20.0	5.1	37.2	62.3
		B 26-50	2.0	7.8	27.8	6.8	19.8	35.8	62.4
		BC 50<	7.0	3.9	20.1	7.3	7.5	54.2	69.0

ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა ($pH=6,2-6,7$), სიღრმით მჟავიანობა მცირდება (ცხრ. 9). ჰუმუსის შემცველობა A_1 ჰუმუსიან ჰორიზონტში 3%-ია, სიღრმით მკვეთრად ეცემა.

ნიადაგი ფუძეებით არამადარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 28,2-29,8მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე; პროფილის მიხედვით თითქმის თანაბრადაა განაწილებული და სიღრმით კლებულობს. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა შეადგენს 70,8-76,0% ჯამიდან. გაცვლითი კათიონების ჯამიდან გაცვლითი წყალბადის შემცველობა უმნიშვნელოა - 1,7-2,1%. (ცხ. 9).

ფიჭვნარების ნიადაგის ზოგიერთი ქიმიური მაჩვენებელი

ჭრილის ¹	ჰორიზონტი, სიღრმე (სმ)	pH	ჰუმუსი %	შთანთქმული ფუძეები მგ.ექვ./100 გრ ნიადაგზე			ჯამი მგ ეკვ.	% ჯამიდან		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺
1	A 5.0-8	5.9	5.0	23.8	6.8	0.9	31.5	75.5	21.6	2.9
	B ₁ 8-19	6.3	1.0	21.5	6.7	0.5	28.7	74.9	23.3	1.7
	B ₂ 19-31	6.6	0.6	21.4	7.6	-	29.0	73.8	26.2	-
	BC 31-50	6.9	0.2	20.6	6.4	-	27.0	76.3	23.7	-
2	A 3-9	6.2	3.0	21.1	8.2	0.6	29.9	70.8	27.5	1.7
	B 9-24	6.3	0.6	22.2	6.4	0.5	29.1	76.0	21.9	2.1
	BC 24-35	6.7	0.3	20.0	8.2	-	28.2	70.9	29.1	-
7	A 9-25	6.4	8.2	23.8	6.8	0.1	30.7	77.5	22.1	0.3
	B ₁ 25-46	6.4	2.8	22.2	7.6	0.1	29.9	74.2	25.5	0.3
	B ₂ 46-65	6.6	0.9	21.7	7.5	-	29.2	74.3	25.7	-
	BC 65<	6.7	0.6	20.5	6.9	-	27.4	74.8	25.2	-
8	A 3-26	6.3	11.0	35.6	3.5	0.2	39.3	90.6	8.9	0.5
	B 26-50	6.8	2.7	31.2	5.4	-	36.6	85.2	14.8	-
	B _B 50<	6.9	0.5	30.4	5.1	-	35.5	85.6	14.4	-

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული ნიადაგები მიეკუთვნება ყომრალებს. მათ აქვთ პროფილის შემდეგი შენება: A₀^I-A₀^{II}- A₀^{III}-A-B₁-B₂-BC.

ქვედა ზონის როგორც დაბალი (0,3-0,4), ისე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის ფიჭვნარების ნიადაგებს ახასიათებთ შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი ქვეჰორიზონტებით; მცირე სისქის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; მექანიკური შედგენილობით საშუალო თიხნარი.

ქვედა ზონის ფიჭვნარების ნიადაგები სუსტი მჟავაა, ჰუმუსის შემცველობა მაღალი სიხშირის ზედა ჰორიზონტში 5,0%-ია, ხოლო დაბალი სიხშირის დროს ნიადაგის ზედა ჰორიზონტში 3%. სიღრმით ჰუმუსის შემცველობა მკვეთრად ეცემა. აღნიშნული ნიადაგები ფუძეებით არამაძლარია, ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი, აღინიშნება გაცვლითი წყალბადის უმნიშვნელო შემცველობა.

ტყეების გავრცელების ზედა ზონის მაღალი სიხშირის ფიჭვნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოგვყავს ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა. ჭრილი 17, ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტბის სატყეოს ტერიტორია; ს.ზ.დ.-დან 1700მ;

ექსპოზიცია სამხრეთ-დასავლეთი; დაქანება 15-20°; შემადგენლობა 10 ფქ.; სიხშირე 0,7-0,8; III ბონიტეტი; V ხნოვ. კლასი; მოზარდის ნაძვი; აღმონაცენი – ნაძვი, მუხა; კორომის საშუალო სიმაღლე 20მ; საშ. დიამეტრი 32სმ; ტყის ტიპი – ფიჭვნარი ქრისტესბეჭედიანი.

A^I – 0-1,5სმ – ფიჭვის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი;

A^{II} – 1,5-4სმ – ფიჭვის გირჩების, წიწვების და ტოტების ნაწილების ნაშთები, სოკოს მიცელიუმი;

A^{III} – 4-9სმ – მუქი ყომრალი შეფერილობის ნემომპალისებრი მასა, მცენარეთა ნაშთების გარჩევა შეუძლებელია;

A – 9-25სმ – ყავისფერი მონაცრისფრო, მარცვლოვანი სტრუქტურის, მონესტიანო, თიხნარი, მომკვრივო, წვრილი ფესვები, გადასვლა თანდათანობით;

B₁ – 25-46სმ – ყავისფერი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, მონესტიანო, თიხნარი, მკვრივი, უმნიშვნელო ფესვები და ღორღი, გადასვლა აშკარა;

B₂ – 46-65სმ – ღია ყავისფერი, გოროხოვან-კაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, ღორღისა და ნაშალი ქანის ნატეხები მცირე რაოდენობით, გადასვლა თანდათანობით;

BC – 65< – ღია ყავისფერი, სუსტად გამოხატული მარცვლოვანი სტრუქტურა, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით ქანის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტი

ნიადაგი - ყომრალი ტიპიური, 10% HCl-დან არ შხუის

განხილული ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: კარგად განვითარებული მკვდარი საფარი; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი 16სმ-ს აღწევს; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; კაკლოვან-მარცვლოვანი და გოროხოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა; ნესტიანი; თიხნარი; ზედა და ქვედა ჰორიზონტებში მომკვრივო, შუა ჰორიზონტი - მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 8) განხილული ნიადაგი საშუალო თიხნარებს მიეკუთვნება. 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა საკმაოდ მცირეა

და მერყეობს 1,9-3,6%-ის ფარგლებში, სიღრმით ლექის ფრაქციისა (21,2-14,2%) და ფიზიკური თიხის (55,1-39,2%) შემცველობა კლებულობს.

ნიადაგი სუსტი მჟავა ($\text{pH}=6,4-6,7$), სიღრმით აქტიური მჟავიანობის მაჩვენებელი მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში საკმაოდ მაღალია (8,2%), სიღრმით მისი რაოდენობა მკვეთრად ეცემა – 0,6%-მდე ყველაზე ქვედა ჰორიზონტში (ცხრ. 9).

ნიადაგი ფუძეებით არამადლარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი პროფილის სიღრმით მცირდება, 100გრ. ნიადაგზე 36,6-დან 27,4 მგ.ეკვ.-მდე კლებულობს (ცხრ. 9). შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა შეადგენს 74,3-77,8%-ს ჯამიდან.

ზედა ზონის დაბალი სიხშირის (0,3-0,4) ფიჭვნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი ¹⁸, ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ციხისჯვრის სატყეოს ტერიტორია; ს.ზ.დ.-დან 1650მ; ექსპოზიცია ჩრდილო-დასავლეთი; დაქანება 6-10°; შემადგენლობა 10 ფჭ.; სიხშირე 0,3-0,4; II ბონიტეტი; IV ხნოვ. კლასი; მოზარდი ნაძვი, ფიჭვი; აღმონაცენი – ერთეული ნაძვი; კორომის საშუალო სიმაღლე 18მ; საშ. დიამეტრი 28სმ; ტყის ტიპი – ფიჭვნარი ნაირბალახოვანი.

A_0^I – 0-2სმ – ფიჭვის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი;

A_0^{III} – 1-3სმ – ფიჭვის წიწვების, ტოტებისა და გირჩების ძლიერ გახრწნილი მასა, მუქი ყომრალი ფერის;

A – 3-26სმ – ყავისფერი, წვრილმარცვლოვანი, მშრალი, თიხნარი, მომკვრივო, წვრილი ფესვები, უმნიშვნელო ღორღი, გადასვლა თანდათანობითი;

B – 26-50სმ – ყავისფერი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, მონესტიანო, თიხნარი, მკვრივი, უმნიშვნელო ფესვები, ღორღი, გადასვლა აშკარა;

BC – 50< – ღია ყავისფერი, წვრილგოროხოვან-კაკლოვანი, მონესტიანო, თიხნარი, მკვრივი, დიდი რაოდენობით ღორღი და ქანის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტი

ნიადაგი – ტიპური ყომრალი, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის მცირე სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი საკმაოდ მძლავრი; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; წვრილმარცვლოვან წვრილ-გორიხოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა; მოტენიანო; თიხნარი; ზედა ჰორიზონტში მომკვრივო, ქვედაში კი მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა მცირეა და მერყეობს 2,0-7,0%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციის შემცველობა 35,8-54,2%-მდე მერყეობს და სიღრმით მატულობს, ფიზიკური თიხის ცვალებადობა დიდი არ არის, სიღრმით მატულობს და 62,3-69,0% ფარგლებში მერყეობს. ნიადაგი მძიმე თიხნარია.

ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა (pH=6,3-6,9), სიღრმით მჟავიანობა მცირდება (ცხრ. 9). ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში დიდია (11,0%), სიღრმით მკვეთრად ეცემა (0,5%) ყველაზე ქვედა ჰორიზონტში. ნიადაგი უკარბონატია.

ნიადაგი ფუძეებით არამადარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 35,5-39,1 მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე და სიღრმით კლებულობს. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის პროცენტული შემცველობა მერყეობს 85,2-91,0% ფარგლებში გაცვლითი კათიონების ჯამიდან. ყველა კათიონი თითქმის თანაბრადაა განაწილებული.

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული ზედა ზონის ფიქვნარების ნიადაგები მიეკუთვნება ყომრალებს. მათ აქვთ პროფილის შემდეგი შენება: A₀^I-A₀^{II}-A₀^{III}-A-B₁-B₂-BC.

ზედა ზონის როგორც დაბალი (0,3-0,4), ისე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის ფიქვნარების ნიადაგებს ახასიათებთ შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი ქვეჰორიზონტებით; საკმაოდ მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; წვრილმარცვლოვანი და მარცვლოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა; ტენიანი; მკვრივი; მექანიკური შედგენილობის მიხედვით მაღალი სიხშირის კორომის ნიადაგი საშუალო თიხნარია, ხოლო დაბალი სიხშირის კორომი - მძიმე თიხნარი.

ზედა ზონის ფიქვნარების ნიადაგები სუსტი მჟავაა, სიღრმით მჟავიანობა

მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში საკმაოდ მაღალია (8,2-11,0%) და სიღრმით მკვეთრად ეცემა.

აღნიშნული ნიადაგები ფუძეებით არამადარია, ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი.

ჩვენს მიერ განხილული ფიქვნარების ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნებია: საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი; ზედა ზონის მაღალ სიხშირეში უფრო კარგად გამოხატული, ვიდრე ქვედა ზონაში (ასევეა ჰუმუსოვანი ჰორიზონტიც); ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; სხვადასხვა სტრუქტურა და ტენიანობა; აღნიშნული ნიადაგები საშუალო და მძიმე თიხნარებია.

ფიქვნარების ნიადაგები სუსტი მჟავა (pH=5,9-6,9) სიღრმით მჟავიანობა მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა მაღალია, ჰუმუსოვან ჰორიზონტში 3,0%-დან 11,0%-მდე, შემცველობა სიღრმით მკვეთრად ეცემა და ქვედა ჰორიზონტში 0,2-0,5%-ია (ცხრ. 9).

განხილული ნიადაგები ფუძეებით არამადარია. შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 27,0-39,1 მგ.ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე. პროფილის სიღრმით კი მათი რაოდენობა მცირდება. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა საერთო ჯამიდან შეადგენს 66,2-91,0%-ს. ქვედა ზონის ნიადაგებში გაცვლითი წყალბადის შემცველობა უმნიშვნელოა – 1,7-2,9% გაცვლითი კათიონების ჯამიდან.

ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის ნაძვნარი კორომის ნიადაგის დასახასიათებლად მოგვყავს ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 13, ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ნეძვის სატყეოს ტერიტორია, “დიდი ქექიას ტყე”; ს.ზ.დ.-დან 850მ; ექსპოზიცია ჩრდილო-დასავლეთი; დაქანება 10-15°; შემადგენლობა 8ნძ., 2სჭ.; სიხშირე 0,8; III ბონიტეტი; VI-VII ხნოვ. კლასი; მოზარდი ნაძვის, ერთეული სოჭის; აღმონაცენი არ არის; კორომის საშუალო სიმაღლე 24-25მ; საშ. დიამეტრი ნაძვის 37სმ, სოჭის – 33სმ; ტყის ტიპი – ნაძვნარი მჟაველიანი.

Ao^I – 0-1სმ – ნაძვისა და სოჭის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი, დაშლის პროცესი არ არის შესამჩნევია;

Ao^{II} – 1-2სმ – შედარებით გახრწნილი ბიომასა მინერალიზაციის

პროცესით. არის სოკოს მიცელიუმის ძაფები;

A₀^{III} – 2-6სმ – ძლიერ მინერალიზებული ფენა, რომელიც ერევა ჰუმუსოვან ჰორიზონტს;

A – 6-12სმ – მუქი ყავისფერ-ყომრალი, მარცვლოვანი სტრუქტურის, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, ერთეული წვრილი ფესვები (ძირითადად ბალახის), სოკოს მიცელიუმის ძაფები, ერთეული ქვები, გადასვლა თანდათანობით;

AB – 12-21სმ – ყავისფერი, მარცვლოვან-კაკლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, მცირე რაოდენობით ფესვები, გადასვლა თანდათანობით;

B – 21-35სმ – მოყავისფრო-მოყომრალი, კაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, უმნიშვნელო ფესვები და ქვები, გადასვლა თანდათანობით;

BC – 35-70სმ – ყავისფერი თეთრი ლაქებით, სტრუქტურა ნაკლებად გამოხატული, ნესტიანი, თიხნარი, მკვრივი, ერთეული ფესვები, დიდი რაოდენობით ქვები, სიღრმით კარბონატული;

დედაქანი – ანდეზიტი

ნიადაგი – ყომრალი, 10% HCl-ის ზემოქმედებით შხუის 50-70სმ სიღრმიდან

განხილული ნიადაგის ძირითადი მორფოლოგიური ნიშნებია: მკვდარი საფარის საშუალო სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მცირე სისქე; მუქი ყავისფერ-ყომრალი შეფერილობა, სიღრმით ყავისფერი; მარცვლოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; თიხნარი; მომკვრივო, ქვედა ჰორიზონტებში მკვრივი; უკარბონატო, ხოლო BC ჰორიზონტში კარბონატული.

ნაძვარების ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა

ქრ. ¹	ნიადაგის ადგილმდებარეობა	ჰორიზონტი, სიღრმე (სმ)	ნ ა წ ი ლ ა კ ე ბ ი ს ზ ო მ ა %-ში						
			1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
3	ნეძვის სატყეო 85ძ. 2სჭ. ს.ზ.დ. 850მ	A 6-12	4.7	19.6	25.0	6.0	17.4	27.3	50.7
		AB 12-21	3.2	25.2	20.1	5.3	19.5	26.7	51.5
		B 21-35	3.0	21.0	23.2	5.9	14.8	32.1	52.8
		BC 35-70	3.5	23.2	18.6	6.2	14.5	34.0	54.7
4	ნეძვის სატყეო 85ძ. 2სჭ. ს.ზ.დ. 850-860მ	A 4-14	1.2	10.3	32.2	13.8	7.5	35.0	56.3
		AB 14-33	0.2	7.4	34.6	9.4	13.2	35.2	57.8
		BC 33-74	0.2	9.9	23.0	16.1	14.6	34.2	64.9
9	ტბის სატყეო 95ძ. 1სჭ. ს.ზ.დ.1470მ	A 10-15	3.0	19.5	27.1	7.0	18.5	24.9	50.4
		AB 15-24	2.8	18.9	23.3	5.9	20.1	29.0	55.0
		B ₁ 24-45	2.6	21.0	20.5	6.0	17.1	32.8	55.9
		B ₂ 45-67	0.7	18.0	21.7	7.7	16.4	35.5	59.6
		BC 67-96	0.5	19.2	20.3	5.9	19.3	34.8	60.0
10	ტბის სატყეო 85ძ. 2სჭ. ს.ზ.დ. 1410მ	A 6-19	1.6	19.0	26.0	9.3	20.5	23.6	53.4
		AB 19-40	0.8	21.6	23.5	11.4	16.9	25.8	54.1
		B 40-64	0.5	23.5	21.3	8.8	12.6	28.3	54.7
		BC 64-90	0.2	21.4	19.7	6.0	22.8	30.1	58.9

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 10) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა საკმაოდ მცირეა და მერყეობს 3,0-4,7%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციის შემცველობა 26,7-34,0%-მდე მერყეობს, ხოლო ფიზიკური თიხის შემცველობა – 50,7-54,7%-მდე; ლექის ფრაქციისა და ფიზიკური თიხის შემცველობა პროფილის სიღრმეზე მატულობს, აღნიშნული ნიადაგი მძიმე თიხნარია.

გამოკვლეული ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა (pH=5,9-6,4), ქვედა ჰორიზონტებში კი ნეიტრალური (pH=7,3) (ცხრ. 11). ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰუმუსიან ჰორიზონტში 14,6%-ია, ე.ი. საკმაოდ მაღალია; სიღრმით მკვეთრად ეცემა და ქვედა ჰორიზონტში 0,8-ის ტოლია. ნიადაგი ქვედა ჰორიზონტში კარბონატულია.

ნიადაგი ფუძეებით არამადღარია. შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 20,7-34,7 მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე. პროფილის სიღრმეზე შთანთქმული კათიონების

ჯამი საკმაოდ მცირდება. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი Ca, რომლის შემცველობა შეადგენს 83,9-88,4%-ს ჯამიდან. გაცვლითი წყალბადის შემცველობა უმნიშვნელოა - 1,7-1,2% გაცვლითი კათიონების ჯამიდან და სიღრმით კლებულობს.

ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის ნაძვნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 14, ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ნეძვის სატყეოს ტერიტორია, მდ.ნეძურას მარცხენა სანაპირო, “დიდი ქექიას ტყე”; ს.ზ.დ.-დან 850-860მ; ექსპოზიცია ჩრდილო-დასავლეთი; დაქანება 10-15°; შემადგენლობა 8ნძ., 2სჭ.; სიხშირე 0,4; III ბონიტეტი; VI ხნოვ. კლასი; ქვეტყე – ერთეული ჭანჭყატი, შქერი; მოზარდი მცირე რაოდენობით ნაძვი, სოჭი; აღმონაცენი – მცირე რაოდენობით სოჭი, ნაძვი, ერთეული ნეკერჩხალი; კორომის საშ. სიმაღლე 20მ; საშ. დიამეტრი ნაძვის 26სმ, სოჭის – 34სმ; ტყის ტიპი – ნაძვნარი ნაირბალახოვანი.

A₀^I – 0-1,5სმ – ძირითადად ნაძვის ჩამონაყარი წიწვების, გირჩებისა და ტოტების სახით;

A₀^{III} – 1,5-4სმ – უკვე გახრწნილი ბიომასა, მინერალიზებული, მცენარეთა ნაშთების გარჩევა შეუძლებელია;

A – 4-14სმ – ყავისფერი, მარცვლოვანი სტრუქტურის, ნესტიანი, თიხნარი, ფხვიერი, დიდი რაოდენობით ფესვები, გადასვლა აშკარა;

AB – 14-33სმ – ყავისფერი, მარცვლოვან-კომპოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, ერთეული ფესვები და ქვები, გადასვლა თანდათანობითი;

B – 33-74სმ – მოყავისფრო, კაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მკვრივი, ერთეული ფესვები, ქანის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტ-ბაზალტი

ნიადაგი – ყომრალი, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის მცირე სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი საშუალო სიმძლავრის; ყავისფერი შეფერილობა; მარცვლოვანი სტრუქტურა, სიღრმით კაკლოვანი; ნესტიანი;

თიხნარი; ზედა ჰორიზონტში ფხვიერი, ქვედაში კი მკვრივი.

ცხრილი 11

ნაძენარების ნიადაგის ზოგიერთი ქიმიური მაჩვენებელი

ჭრილის 1	ჰორიზონტი, სიღრმე (სმ)	pH	ჰუმუსი %	CaCO ₃	შთანთქმული ფუძეები მგ.ეკვ./100გრ ნიადაგზე			ჯამი მგ ეკვ.	% ჯამიდან		
					Ca ++	Mg++	H+		Ca++	Mg++	H+
3	A 6-12	5.9	14.6	არ არის	29.1	5.0	0.6	34.7	83.9	14.4	1.7
	AB 12-21	6.1	4.3	"	26.3	4.7	0.4	31.4	83.8	15	1.2
	B 21-35	6.4	1.0	"	21.9	3.2	0.3	25.4	86.2	12.6	1.2
	BC 35-70	7.3	0.8	5.1	18.3	2.4		20.7	88.4	11.6	
4	A 4-14	6.1	10.1	არ არის	30.3	4.6	0.9	34.8	87.1	13.3	2.6
	AB 14-33	6.3	2.3	"	28.5	3.1	0,5	32.1	88.8	9.6	1.6
	BC 33-74	6.8	0.4	"	25.4	3.6		29	87.6	12.4	
9	A 10-15	6.0	12.3	"	21.1	13.2	1.1	35.4	59.6	37.3	3.1
	AB 15-24	6.2	7.1	"	20.9	3.2	0.8	24.9	83.9	12.8	3.3
	B ₁ 24-45	6.2	3.1	"	22.7	2.4	0.7	25.8	88	9.3	2.7
	B ₂ 45-67	6.4	1.8	"	24.3	2.6	0.4	27.3	89	9.5	1.5
	BC 67-96	6.5	0.5	"	24.9	5.6		30.5	87.6	18.4	
10	A 6-19	6.0	9.5	"	24.2	10.1	1.7	36	67.2	28.1	4.7
	AB 19-40	6.1	4.0	"	21.7	4.1	0.8	26.6	81.6	15.4	3
	B 40-64	6.4	1.2	"	25.2	2.7	0.2	28.1	87.7	9.6	0.7
	BC 64-90	6.6	0.6	"	24.6	3.2		27.8	88.5	11.5	

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 10) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა ძალიან მცირეა და მერყეობს 0,2-1,2%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციის შემცველობა 34,2-35,2%-მდე უმნიშვნელოდ მერყეობს, ფიზიკური თიხის შემცველობა პროფილის მიხედვით მატულობს და 56,3-64,9% ფარგლებში მერყეობს. ნიადაგი მბიმე თიხნარია.

ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა (pH=6,1-6,8), სიღრმით მჟავიანობა მცირდება (ცხრ. 11). ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში 10,1%-ია, ე.ი. ძალიან მაღალი; სიღრმით მკვეთრად ეცემა და ქვედა ჰორიზონტში 0,4%-ია.

ნიადაგი ფუძეებით არამადარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი პროფილის

სიღრმით კლებულობს და მერყეობს 29,0-34,8მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა შეადგენს 87,1-88,8% გაცვლითი კათიონების ჯამიდან. გაცვლითი კათიონების ჯამიდან გაცვლითი წყალბადის შემცველობა უმნიშვნელოა – 2,6-1,6% (ცხრ. 11).

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული ნიადაგები მიეკუთვნება ყომრალებს. მათ აქვთ პროფილის შემდეგი შენება: $A_0^I-A_0^{II}-A_0^{III}-A-AB-B-BC$.

ქვედა ზონის როგორც დაბალი ისე მაღალი სიხშირის ნაძვნარების ნიადაგებს ახასიათებთ შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი ქვეჰორიზონტებით; საშუალო სისქის ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; ყავისფერი შეფერილობა; მარცვლოვანი სტრუქტურა, სიღრმით კაკლოვანი; უკარბონატო; მაღალ სიხშირეში BC ჰორიზონტი კარბონატული. ქვედა ზონის ნაძვნარების ნიადაგები სუსტი მჟავა (pH=6,1-6,8), მაღალ სიხშირეში ნიადაგი ქვედა ჰორიზონტში ნეიტრალურია (pH=7,3); ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში ძალზედ მაღალია – 14,6% და 10,1-ია, სიღრმით მკვეთრად მცირდება და ქვედა ჰორიზონტებში შესაბამისად 0,8%-ის და 0,4%-ის ტოლია (ცხრ. 11). აღნიშნული ნიადაგები ფუძეებით არამადარია, ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი, აღინიშნება გაცვლითი წყალბადის უმნიშვნელო შემცველობა.

მაღალი სიხშირის ნაძვნარი კორომების ნიადაგის დასახასიათებლად მოგვყავს ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 19, ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტბის სატყეოს ტერიტორია; ს.ზ.დ.-დან 1770მ; ექსპოზიცია სამხრეთ-დასავლეთი; დაქანება 5-7°; შემადგენლობა 9ნძ. 1სჟ.; სიხშირე 0,8-0,9; II ბონიტეტი; VII-VIII ხნოვანების კლასი; მოზარდი ნაძვი; აღმონაცენი – ნაძვი; კორომის საშუალო სიმაღლე 22მ; საშ. დიამეტრი 36სმ; ტყის ტიპი – ნაძვნარი ჩიტისთვალიანი.

A_0^I – 0-2სმ – ნაძვის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი, რომელიც ინარჩუნებს თავის ფორმას;

A_0^{II} – 2-5სმ – შედარებით გახრწნილი ბიომასა, მინერალიზაციის პროცესით, სოკოს მიცელიუმის ძაფები;

A_0^{III} – 5-10სმ – მუქი ყომრალი შეფერილობის, ძლიერ გახრწნილი ბიომასა, მცენარეთა ნაშთების გარჩევა შეუძლებელია;

- A – 10-15სმ – მონაცრისფრო-ყავისფერი, მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, ძლიერ ჰუმუსიანი, მოფხვიერო, დიდი რაოდენობით ფესვები, გადასვლა თანდათანობითი;
- AB – 15-24სმ – ყავისფერი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, ფესვები, მცირე ზომის ქანის ნატეხები ერთეულად, გადასვლა აშკარა;
- B₁ – 24-45სმ – მონაცრისფრო-ყომრალი, მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მკვრივი, ფესვები, ერთეულად ქანის ნატეხები, გადასვლა თანდათანობითი;
- B₂ – 45-67სმ – მონაცრისფრო-ყომრალი, წვრილმარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მკვრივი, მცენარეული ფესვები, ქანის ნატეხები მცირე რაოდენობით, გადასვლა თანდათანობითი;
- BC – 67-96სმ – მონაცრისფრო-ყომრალი, სუსტად გამოხატული სტრუქტურა, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით ქანის სხვადასხვა ზომის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტ-ბაზალტი

ნიადაგი - ყომრალი მჟავე, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: კარგად განვითარებული მკვდარი საფარი; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი ჰუმუსის საკმაოდ მაღალი შემცველობით; ყავისფერ-მონაცრისფრო შეფერილობა, სიღრმით მონაცრისფრო-ყომრალი; მარცვლოვანი სტრუქტურა; ტენიანი; თიხნარი; მოფხვიერო, სიღრმით მკვრივი, ქვედა ჰორიზონტი - მომკვრივო. მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა მცირეა და მერყეობს 3,0-0,5%-ის ფარგლებში, სიღრმით საკმაოდ მცირდება; ლექის ფრაქციის შემცველობა 24,9-35,5% ფარგლებში მერყეობს, ფიზიკური თიხის შემცველობა სიღრმით მატულობს 50,4%-დან 60,0%-მდე (ცხრ. 10); ნიადაგი მძიმე თიხნარია. ნიადაგი სუსტი მჟავა (pH=6,0-6,5), სიღრმით მჟავიანობის მაჩვენებელი მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში საკმაოდ მაღალია (12,3%), სიღრმით მისი რაოდენობა მკვეთრად ეცემა და ყველაზე ქვედა ჰორიზონტში 0,5%-ის ტოლია (ცხრ. 11). ნიადაგი ფუძეებით არამადარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 24,9-35,4 მგ.ეკვ.-მდე 100გრ.

ნიადაგზე. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა შეადგენს 59,6-88,0% გაცვლითი კათიონების ჯამიდან. გაცვლითი H შემცველობა გაცვლითი კათიონების ჯამიდან მერყეობს 3,1-1,5%-ის ფარგლებში და სიღრმით კლებულობს (ცხრ. 11).

ზედა ზონის დაბალი სიხშირის ნაძვნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა. ჭრილი ¹10, ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტბის სატყეოს ტერიტორია; ს.ზ.დ.-დან 1710მ; ექსპოზიცია სამხრეთ-აღმოსავლეთი, დაქანება 15-20°; შემადგენლობა 8ნძ. 2სჟ.; სიხშირე 0,4; III ბონიტეტი; VII ხნოვანების კლასი; მოზარდი ნაძვი, სოჭი, წიფელი; აღმონაცენი ნაძვი; კორომის საშ. სიმაღლე 25მ; საშ. დიამეტრი 36სმ; ტყის ტიპი – ნაძვნარი ჩიტისთვალთან-წივანიანი.

A^{0I} – 0-1,5სმ – ნაძვის წიწვების, გირჩების, ქერქის და ტოტების ჩამონაყარი, დაუშლელი, სოკოს მიცელიუმის ძაფები;

A^{0II} – 1,5-3სმ – შედარებით გახრწნილი ბიომასა, მინერალიზაციის პროცესით;

A^{0III} – 3-6სმ – ძლიერ გახრწნილი ბიომასა, მუქი ყომრალი შეფერილობის;

A – 6-19სმ – ყავისფერი-მონაცრისფრო, მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით ფესვები, ჰუმუსიანი, გადასვლა აშკარა;

AB – 19-40სმ – ყავისფერი, მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მკვრივი, ფესვები, ერთეული ქანის ნატეხები, გადასვლა თანდათანობითი;

B – 40-64სმ – მოყავისფრო, წვრილმარცვლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, მცირე რაოდენობით ფესვები, ქანის ნატეხები, გადასვლა თანდათანობითი;

BC – 64-90სმ – მოყავისფერო-მოყომრალი, წვრილმარცვლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით ქანის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტი-ბაზალტი

ნიადაგი - ყომრალი, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის საშუალო სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი მძლავრი; ყავისფერ-მონაცრისფრო შეფერილობა; მარცვლოვანი სტრუქტურა, სიღრმით წვრილმარცვლოვანი; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; თიხნარი; მომკვრივო.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 10) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა მცირეა და სიღრმით კლებულობს 1,6%-დან 0,2%-მდე. ლექის ფრაქციის შემცველობა 23,6-30,1%-მდე მერყეობს, ფიზიკური თიხის ცვალებადობა – 53,4-58,9%-ის ფარგლებშია, ორივე ფრაქციის შემცველობა სიღრმით მატულობს. ნიადაგი მძიმე თიხნარია.

ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა (pH=6,0-6,6), სიღრმით მჟავიანობა მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში მაღალია (9,5%), სიღრმით მცირდება, ქვედა ჰორიზონტში 0,6%-ია (ცხრ. 11). ნიადაგი ფუძეებით არამაძლარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 26,6-36,0 მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე და სიღრმით კლებულობს. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი Ca, რომლის პროცენტული შემცველობა მერყეობს 67,2-88,5% ფარგლებში გაცვლითი კათიონების ჯამიდან. გაცვლითი წყალბადის რაოდენობა მცირეა, სიღრმით კლებულობს 4,7%-დან 0,7%-მდე (ცხრ. 11).

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული ზედა ზონის ნაძვნარების ნიადაგები მიეკუთვნება ყომრალეებს და აქვთ პროფილის შემდეგი შენება: A₀^I-A₀^{II}-A₀^{III}-A-AB-B₁-B₂-BC.

ზედა ზონის როგორც დაბალი (0,3-0,4), ისე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის ნაძვნარების ნიადაგებს ახასიათებთ შემდეგი საერთო მორფოლოგიური ნიშნები: კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი ქვეჰორიზონტებით; სქელი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; ყავისფერ-მონაცრისფრო შეფერილობა; მარცვლოვანი სტრუქტურა; ტენიანი; მომკვრივო. ზედა ზონის ნაძვნარის ნიადაგები სუსტი მჟავეა, სიღრმით მჟავიანობა მცირდება (pH=6,0-6,6). ჰუმუსის შემცველობა მაღალი სიხშირის დროს საკმაოდ მაღალია (12,3%), დაბალი სიხშირის დროს მაღალი (9,5%). ორივე სიხშირეში სიღრმით მკვეთრად ეცემა შესაბამისად – 0,5-0,6%-მდე. აღნიშნული ნიადაგები ფუძეებით არამაძლარია, ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი, რომლის შემცველობა

სიღრმით მატულობს, ხოლო გაცვლითი წყალბადის რაოდენობა კი პირიქით კლებულობს.

ჩვენს მიერ განხილული ნაძვნარების ნიადაგების მორფოლოგიური ნიშნებია: საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი ქვეჰორიზონტებით; კარგად გამოხატული ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; ყავისფერი და ყავისფერ-მონაცრისფრო შეფერილობა; მარცვლოვანი სტრუქტურა; სხვადასხვა სიმკვრივე და ტენიანობა. აღნიშნული ნიადაგები მძიმე თიხნარებია. ნაძვნარების ნიადაგები სუსტი მჟავა, სიღრმით აქტიური მჟავიანობის მაჩვენებელი მცირდება; ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის კორომის ნიადაგის ქვედა ჰორიზონტში აღინიშნება კარბონატობა 5,1%-ის ოდენობით, რის გამოც ამ ჰორიზონტში რეაქცია სუსტი ტუტეა $\text{pH}=7,3$ (ცხრ. 11). ნაძვნარების ნიადაგების ზედა ჰორიზონტებში ჰუმუსის შემცველობა საკმაოდ მაღალია, სიღრმით მკვეთრად ეცემა და ქვედა ჰორიზონტში საკმაოდ მცირეჰუმუსიანია. განხილული ნიადაგები ფუძეებით არამადარია. შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 20,7-36,0 მგ.ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე, პროფილის სიღრმით კი მათი რაოდენობა მცირდება. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის პროცენტული შემცველობა საერთო ჯამიდან მერყეობს 59,6-89,7%-ის ფარგლებში. აღინიშნება გაცვლითი წყალბადის შემცველობა, რომელიც სიღრმით კლებულობს და მისი პროცენტული შემცველობა 4,7-0,7%-ის ფარგლებშია გაცვლითი კათიონების ჯამიდან.

ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის სოჭნარი კორომის ნიადაგის დასახასიათებლად მოგვყავს ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 15, ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ნეძვის სატყეოს ტერიტორია, მდ.ნეძურას მარცხენა ნაპირი, “ჩადუნლების ახო”; ს.ზ.დ.-დან 900მ; ექსპოზიცია ჩრდილო-დასავლეთი; დაქანება 10-15⁰; შემადგენლობა 7სჭ. 3ნძ; სიხშირე 0,8-09; II-III ბონიტეტი; VII ხნოვანების კლასი; მოზარდი სოჭის და ნაძვის - ჯგუფურად, ერთეული წიფელი, რცხილა; აღმონაცენი არ არის; კორომის საშ. სიმაღლე 25-28მ; საშ. დიამეტრი სოჭის – 37სმ, ნაძვის 29სმ; ტყის ტიპი – სოჭნარი მკვდარსაფრიანი.

A_0^I – 0-2სმ – სოჭისა და ნაძვის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების გაუხრწნელი ჩამონაყარი;

A_0^{II} – 2-4,5სმ – შედარებით გახრწნილი წიწვები, გირჩები და ტოტები;

A₀^{III} – 4,5-8სმ – ძლიერ მინერალიზებული, ჰუმუსის ზღვრამდე მისული ფენა;

A – 8-25სმ – მუქი ყავისფერი მოშავო, კაკლოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურის, ტენიანი, მსუბუქი თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით სოჭისა და ნაძვის ფესვები, გადასვლა მკვეთრი;

AB – 25-60სმ – ყავისფერ-ყომრალი, მსხვილმარცვლოვან-კაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მკვრივი, დიდი რაოდენობით ფესვები სიგრძით 6-7სმ-მდე, ღორღი, გადასვლა თანდათანობითი;

B – 60-80სმ – უფრო ღია ყავისფერ-ყომრალი, კაკლოვან-კომტოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, ნაკლებად მკვრივი, ერთეულად ფესვები და ქანის ნატეხები, გადასვლა თანდათანობითი;

BC – 80 < – იგივეა რაც წინა ჰორიზონტი, განსხვავება იმაშია, რომ დიდი რაოდენობითაა ქანის ნატეხები;

დედაქანი – ანდეზიტი

ნიადაგი - ყომრალი ტიპური, 10% HCl-დან არ შხუის

განხილული ნიადაგის ძირითადი მორფოლოგიური ნიშნებია: მკვდარი საფარის მძლავრი სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის სისქე 17სმ-მდე; მუქი ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერ-ყომრალი; კაკლოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურა, ქვედა ჰორიზონტში კაკლოვან-კომტოვანი; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; ზედა ჰორიზონტი მსუბუქი თიხნარი, სიღრმით თიხნარი; მომკვრივო, სიღრმით მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 12) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა მცირეა, სიღრმით მატულობს და მერყეობს 3,0-7,1%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციის შემცველობა არათანაბარია, სიღრმით კლებულობს და 30,2-11,5%-მდე მერყეობს, ფიზიკური თიხის შემცველობა – 43,6-50,6% ფარგლებშია, სიღრმით მატულობს. აღნიშნული ნიადაგი საშუალო თიხნარია.

გამოკვლეული ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა (pH=6,0-6,5), სიღრმით მჟავიანობა კლებულობს (ცხრ. 13). ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰუმუსიან ჰორიზონტში 10,9%-ია, ე.ი. საკმაოდ მაღალია; სიღრმით ეცემა და ქვედა

ჰორიზონტში 2,2%-ის ტოლია. ნიადაგი ფუძეებით არამადარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 27,4-30,6 მგ. ეკვ. 100გრ. ნიადაგზე. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა შეადგენს 66,3-75,3% ჯამიდან. გაცვლითი წყალბადის შემცველობა (5,4-1,8%) სიღრმით კლებულობს და ქვედა ჰორიზონტში საერთოდ არ არის. (ცხ. 13).

ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის სოჭნარების ნიადაგის დასახასიათებლად მოვიყვანოთ ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 16, ბორჯომის სატყეო მეურნეობის ნემვის სატყეოს ტერიტორია, მდ.ნემურას მარცხენა ნაპირი; ს.ზ.დ.-დან 900მ; ექსპოზიცია ჩრდილო-დასავლეთი; დაქანება 5-10°, შემადგენლობა 8სჟ., 2ნძ.; სიხშირე 0,4-0,5; III ბონიტეტი; VIII ხნოვ. კლასი; მოზარდი სოჭი, ერთეული ნაძვი, წიფელი, თელა, უთხოვარი; აღმონაცენი – სოჭი, ერთეული ნეკერჩხალი, ცაცხვი, თელა; კორომის საშ. სიმაღლე 25მ; საშ. დიამეტრი სოჭის – 42სმ, ნაძვის 20სმ; ტყის ტიპი – სოჭნარი მჟაველიანი.

A₀^I – 0-1,5სმ – სოჭისა და ნაძვის ჩამონაყარი წიწვების, გირჩებისა და ტოტების სახით, ჯერ კიდევ გაუხრწნელი;

A₀^{II} – 1,5-3სმ – სოჭისა და ნაძვის შედარებით გახრწნილი ბიომასა;

A₀^{III} – 3-5სმ – ძალზე ფხვიერი, მინერალიზებული, ჰუმუსის ზღვრამდე მისული ფენა;

A – 5-22სმ – მუქი ყავისფერი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით ფესვები, ერთეული ღორღი, გადასვლა მკვეთრი;

AB – 22-39სმ – ყავისფერი, კომტოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მკვრივი, უმნიშვნელო ფესვები და ღორღი, გადასვლა აშკარა;

BC – 39-61სმ – ღია ყავისფერი, გოროხოვან-კაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, ძლიერ მკვრივი, ერთეული ფესვები და ღორღი.

დედაქანი – ანდეზიტ-ბაზალტი

ნიადაგი - ყომრალი ტიპიური, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის მცირე სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის საკმაოდ დიდი სისქე; მუქი ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; კაკლოვან-მარცვლოვანი,

სიღრმით გორხოვან-კაკლოვანი სტრუქტურა; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; თიხნარი; ზედა ჰორიზონტში მომკვრივო, ქვედაში კი ძლიერ მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით (ცხრ. 12) 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა ძალიან მცირეა, ქვედა ჰორიზონტებში კიდევ უფრო მცირდება და მერყეობს 1,5-4,9%-ის ფარგლებში. ლექის ფრაქციის შემცველობა არათანაბარია - 16,7-25,4%-მდე მერყეობს, ფიზიკური თიხის შემცველობა პროფილის სიღრმით მატულობს და 47,7-52,3% ფარგლებში მერყეობს. ნიადაგი საშუალო თიხნარია.

ნიადაგი სუსტი მჟავე რეაქციისაა ($pH=5,9-6,2$), სიღრმით მჟავიანობა მცირდება (ცხრ. 13). ჰუმუსის შემცველობა A_1 ჰორიზონტში მაღალია (9,6%), სიღრმით მკვეთრად კლებულობს. ნიადაგი ფუძეებით არამადღარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 33,0-36,5მგ.ეკვ./100გრ. ნიადაგზე. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი ჩა, რომლის შემცველობა შეადგენს 68,2-75,0%-ს გაცვლითი კათიონების ჯამიდან. აღინიშნება გაცვლითი წყალბადის შემცველობა, რომელიც სიღრმით კლებულობს (4,8-3,3%). (ცხ. 13).

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული ნიადაგები მიეკუთვნება ყომრალებს. მათ აქვთ პროფილის შემდეგი შენება: $A_0^I-A_0^{II}-A_0^{III}-A-AB-B-BC$.

ქვედა ზონის როგორც დაბალი, ისე მაღალი სიხშირის სოჭნარების ნიადაგებს ახასიათებთ შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული მკვდარი საფარი სამივე ქვეჰორიზონტით; მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; მუქი ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; ზედა ჰორიზონტში კაკლოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურა, ქვედა ჰორიზონტში გორხოვან-კაკლოვანი; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; მომკვრივო, სიღრმით მკვრივი; მექანიკური შედგენილობის მიხედვით საშუალო თიხნარია.

სოჭნარების ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა

ჭრილი 1	ნიადაგის ადგილმდებარეობა	ჰორიზონტი, სიღრმე (სმ)	ნ ა წ ი ლ ა კ ე ბ ი ს ზ ო მ ა % - შ ი						
			1-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
5	ნემვის სატყეო 7სჭ. 35ბ. ს.ზ.დ. 900მ	A 8-25	3.9	35.4	17.1	10.2	3.2	30.2	43.6
		AB 25-60	3.0	24.8	25.6	7.8	15.2	23.6	46.6
		B 60-80	4.5	27.7	25.1	9.2	9.0	24.9	43.1
		BC 80<	7.1	33.4	8.9	13.1	18.0	11.5	50.6
6	ნემვის სატყეო 8სჭ. 25ბ. ს.ზ.დ. 900მ	A 5-22	4.5	19.6	28.2	12.6	15.4	19.7	47.7
		AB 22-39	4.9	20.2	26.8	7.4	15.3	25.4	48.1
		BC 39-61	1.5	22.1	24.1	13.8	21.8	16.7	52.3
11	ტბის სატყეო 10სჭ.+ნბ. ს.ზ.დ.1750მ	A 9-23	3.5	24.5	14.3	17.2	19.1	21.4	57.7
		AB 23-41	4.3	12.9	19.4	8.7	19.3	35.4	63.4
		B 41-60	2.7	15.8	17.6	11.4	18.4	34.1	63.9
		BC 60<	1.4	9.0	17.1	6.3	20.5	45.7	72.5

მჟავიანობის მიხედვით სუსტი მჟავია, სიღრმით მჟავიანობა მცირდება; ჰუმუსის შემცველობა A ჰორიზონტში ძალზედ მაღალია – 10,9-9,6%, სიღრმით მკვეთრად მცირდება. აღნიშნული ნიადაგები ფუძეებით არამადარია, ქარბობს გაცვლითი კალციუმი, აღინიშნება გაცვლითი წყალბადი, რომელიც სიღრმით კლებულობს.

ზემოთ მოტანილი მასალებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ერთი და იგივე ზონაში სიხშირის ცვალებადობა გავლენას არ ახდენს ნიადაგის მორფოლოგიურ თვისებებზე.

სოჭნარების ნიადაგის ზოგიერთი ქიმიური მაჩვენებელი

ჭრილის 1	ჰორიზონტი, სიღრმე (სმ)	pH	ჰუმუსი %	შთანთქმული ფუძეები მგ.ექვ./100გრ ნიადაგზე			ჯამი მგ კვ.	% ჯამიდან		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	H ⁺
5	A 8-25	6.0	10.9	18.5	7.9	1.5	27.9	66.3	28.3	5.4
	AB 25-60	6.2	2.8	20.3	9.3	1.0	30.6	66.3	30.4	3.3
	B 60-80	6.4	2.6	20.5	6.4	0.5	27.4	74.8	26.4	1.8
	BC 80<	6.5	2.2	20.7	6.8	-	27.5	75.3	24.7	-
6	A 5-22	5.9	9.6	25.2	6.8	1.6	33.6	75.0	20.2	4.8
	AB 22-39	6.0	2.6	24.9	10.1	1.5	36.5	68.2	27.7	4.1
	BC 39-61	6.2	2.0	22.7	9.2	1.1	33.0	68.8	27.9	3.3
11	A 9-23	6.3	8.7	25.4	5.9	1.3	32.6	77.9	18.1	4.0
	AB 23-41	6.6	4.1	23.3	5.5	1.1	29.9	77.9	18.4	3.7
	B 41-60	6.7	2.3	23.5	4.5	0.6	28.6	82.2	15.7	2.1
	BC 60<	6.7	1.4	23.2	3.9	-	27.1	85.6	14.4	-

ზედა ზონის მაღალი სიხშირის სოჭნარი კორომების ნიადაგის დასახასიათებლად მოგვყავს ერთ-ერთი ჭრილის მორფოლოგიური აღწერა.

ჭრილი 111, ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის ტბის სატყეოს ტერიტორია; ს.ზ.დ.-დან 1750მ; ექსპოზიცია დასავლეთი; დაქანება 15-20°; შემადგენლობა 10სქ.+ნმ.; სიხშირე 0,8-0,9; II ბონიტეტი; VII ხნოვანების კლასი; მოზარდი სოჭის და ნაძვის - საიმედო, რომელიც ჯგუფური გავრცელებით ხასიათდება ძირითადად პატარა ზომის ყალთალებში; ქვეტყე არ არის; კორომის საშუალო სიმაღლე 25-26მ; საშ. დიამეტრი 38-40სმ; ტყის ტიპი - სოჭნარი წივანიანი.

A^I - 0-2სმ - სოჭის წიწვების, გირჩებისა და ტოტების ჩამონაყარი;

A^{II} - 2-5,5სმ - შედარებით გახრწნილი ჩამონაყარი, ნახევრად მინერალიზებული;

A^{III} - 5,5-9სმ - ჰუმუსირებული, ამორფული ფენა, სოკოს მიცელიუმით;

A - 9-23სმ - მუქი ყავისფერი, კაკლოვან-მარცვლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მომკვრივო, დიდი რაოდენობით ფესვები, აღინიშნება სოკოს მიცელიუმი, გადასვლა აშკარა;

AB - 23-41სმ - ყავისფერი, მარცვლოვან-კაკლოვანი, ტენიანი, თიხნარი, მკვრივი, მცირე რაოდენობით ფესვები და ღორღი, გადასვლა

თანდათანობით;

B – 41-60სმ – ყავისფერი, კაკლოვან-კომტოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, ღორღი, გადასვლა თანდათანობით;

BC – 60< – ღია ყავისფერი, გოროხოვან-კაკლოვანი, ნესტიანი, თიხნარი, მკვრივი, ქანის ნატეხები.

დედაქანი – ანდეზიტ-ბაზალტი

ნიადაგი – ყომრალი, 10% HCl-დან არ შხუის

ამ ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის მძლავრი სისქე; ჰუმუსოვანი ჰორიზონტის მძლავრი სისქე; ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; ზედა ჰორიზონტი კაკლოვან-მარცვლოვანი, ქვედა ჰორიზონტში გოროხოვან-კაკლოვანი; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; თიხნარი; A₁ ჰორიზონტში – მომკვრივო, სიღრმით მკვრივი.

მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით 1-0,25მმ ფრაქციის შემცველობა მცირეა, სიღრმით კიდევ უფრო მცირდება და 3,5-1,4%-ის ფარგლებში მერყეობს; ლექის ფრაქციისა და თიხის შემცველობა სიღრმით მატულობს, ლექის ფრაქცია 21,4-45,7% ფარგლებში მერყეობს, ფიზიკური თიხის შემცველობა 57,7-72,5%-ია (ცხრ. 12); ნიადაგი მძიმე თიხნარია.

ნიადაგი სუსტი მჟავა (pH=6,3-6,7), სიღრმით მჟავიანობის მაჩვენებელი მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში 8,7%-ია, სიღრმით კლებულობს და ქვედა ჰორიზონტში 1,4%-ია (ცხრ. 13). ნიადაგის პროფილი მთლიანად ჰუმუსირებულია. ნიადაგი ფუძეებით არამამდარია, შთანთქმული კათიონების ჯამი მერყეობს 27,0-31,5 მგ.ეკვ.-მდე 100გრ. ნიადაგზე. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი Ca, რომლის შემცველობა მერყეობს 73,8-76,3%-ის ფარგლებში გაცვლითი კათიონების ჯამიდან. გაცვლითი H პროფილის ზედა ჰორიზონტებშია და იგი მერყეობს 2,9-1,7%-ის ფარგლებში გაცვლითი კათიონების ჯამიდან (ცხრ. 13).

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული სოჭნარი ტყის ნიადაგისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მორფოლოგიური ნიშნები: მკვდარი საფარის საშუალო სისქე; კარგად გამოხატული, მძლავრი მკვდარი საფარი ქვეჰორიზონტებით; ასევე მძლავრი ჰუმუსოვანი ჰორიზონტი; მუქი ყავისფერი შეფერილობა, სიღრმით ღია ყავისფერი; ზედა ჰორიზონტში კაკლოვან-მარცვლოვანი სტრუქტურა, ქვედა

ჰორიზონტში გოროხოვან-კაკლოვანი; ტენიანი, სიღრმით ნესტიანი; ქვედა ზონის ნიადაგები მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით საშუალო თიხნარია, ზედა ზონისა – მძიმე თიხნარი; მომკვრივო, სიღრმით მკვრივი.

სოჭნარი ტყის ნიადაგები სუსტი მჟავე რეაქციისა, სიღრმით მჟავიანობა მცირდება. ჰუმუსის შემცველობა ზედა ჰორიზონტში მაღალია, სიღრმით მცირდება, ქვედა ჰორიზონტში საკმაოდ მცირე ჰუმუსიანია. ნიადაგი ფუძეებით არამადლარია. შთანთქმული კათიონებიდან ჭარბობს გაცვლითი Ca, აღინიშნება გაცვლითი წყალბადი, რომელიც სიღრმით კლებულობს.

ამრიგად, ჩვენს მიერ შესწავლილი მასალებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ სიხშირეების ცვალებადობა გავლენას არ ახდენს ნიადაგის მორფოლოგიურ თვისებებზე. ერთი და იგივე ზონაში დაბალი სიხშირის კორომების მექანიკური და ქიმიური მაჩვენებლები უმნიშვნელოდ განსხვავდებიან მაღალი სიხშირის კორომების ნიადაგებისაგან, თუმცა მკვდარი საფარი ნაკლები სისქისაა, რაც აიხსნება მინერალიზაციის პროცესის ინტენსივობით.

ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან ერთად იცვლება ნიადაგებისა და მკვდარი საფრის მორფოლოგიური და ქიმიური თვისებები. შთანთქმულ კათიონებში მატულობს გაცვლითი H^+ იონის შემცველობა. ნიადაგის სიღრმის მიხედვით მისი მექანიკური შედგენილობა მძიმდება, ხოლო მჟავიანობა და ჰუმუსის შემცველობა კლებულობს.

თავი VI. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი კორომების გავლენა ჩამონაყარის ფორმირებაზე

ტყის ბიოგეოცენოზებში მიმდინარე ნივთიერებათა ბრუნვის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ტყეში წლიური ჩამონაყარის ოდენობასა და მის შემადგენლობას, ვინაიდან ისინი მნიშვნელოვნად განაპირობებენ ორგანული ნივთიერების დაშლის ინტენსივობას და ნიადაგში დაბრუნებული საკვები ელემენტების ოდენობას.

ბიოლოგიურ წრებრუნვაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ჩამონაყარი,

რომელიც ნიადაგის ზედაპირზე გროვდება. ჩამონაყარს მიეკუთვნება: წიწვები, ფოთლები, ბალახეული მცენარის ნარჩენები, ტოტები, გირჩები და სხვ. წაქცეული ხეები ჩამონაყარში არ იგულისხმება, მათ მიაკუთვნებენ ნაყარს. ბიოლოგიურ წრებრუნვაში ჩამონაყარსა და ნაყარს შორის მკვეთრი განსხვავებაა. ნაყარი საკმაოდ ლოკალურია და ხანგრძლივი, ზოგჯერ დაშლის პროცესი 70-100 წელს იწელება. ნაყარში მონაწილე ნაცრის ელემენტები ნელა შეითვისებიან და მოიხმარებიან ბიოგეოცენოზების სხვა კომპონენტებით. სრულიად განსხვავებული მდგომარეობაა ჩამონაყარში, ის მთელი წლის განმავლობაში გადადის მკვდარ საფარში. თვით ჩამონაყარის დაშლა ხშირად იწყება ჯერ კიდევ ხეებზე და უკვე იქიდან ფაქტიურად წარმოადგენს წრებრუნვის ეტაპს.

ლ.კარპაჩევსკის (Карпачевский, 1981) მიხედვით, ჩამონაყარის შემადგენლობა არსებითად იცვლება როგორც სივრცეში, ისე დროში. ჩამონაყარში სხვადასხვა ფრაქციის პროცენტული მონაწილეობა არაერთგვაროვანია და ძალზე მერყეობს, რაც ყველაზე მეტად ტოტებისა და გირჩების ფრაქციის მიმართ შეიმჩნევა. ამიტომ ავტორს მიზანშეწონილად მიაჩნია გამოყოს ჩამონაყარის ორი ფრაქცია: აქტიური (ფოთლები, წიწვები, ფესვი, ქერქი და სხვა) და არააქტიური (ტოტები, გირჩები).

ჩამონაყარი არის ნიადაგში ნაცრის ელემენტების დაბრუნებისა და მასში ორგანული ნივთიერებების მარაგის შევსების ძირითადი წყარო. ის იძლევა მთავარ ენერგეტიკულ მასალას, აუცილებელს მიკროორგანიზმების, მწერებისა და ცხოველების განვითარებისათვის, რომლებიც თავიანთი ცხოველმოქმედებით გადაამუშავენ ჩამონაყარს და გარდაქმნიან მას ნეშომპალად და სხვა შენაერთებად, მცენარისათვის ადვილად შესათვისებელ ფორმად.

ჩამონაყარს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნიადაგის წყლიერი და თბური რეჟიმის რეგულირებაში. ის არის ძირითადი რგოლი საკვები ელემენტების გაცვლისა ნიადაგსა და მცენარეს შორის. ჩამონაყარის არ არსებობის შემთხვევაში შეუძლებელია მკვდარი საფარის ჩამოყალიბება, რომელზეც დიდადაა დამოკიდებული ტყეში წყლიერი და თბური რეჟიმის, აგრეთვე, საკვები ელემენტების ბრუნვის რეგულირება.

ჩამონაყარის სიდიდეს განსაზღვრავს მრავალი ფაქტორი: კლიმატური პირობები, მიმდინარე და გასული წლის ამინდი, ფოთლის მჭამელი მწერების მოქმედების ხარისხი. ჩამონაყარის მოცულობა შეიძლება შეადგენდეს რამოდენიმე

ცენტრიდან რამოდენიმე ტონამდე. ყველა ტყისათვის დამახასიათებელია ჩამონაყარის ჩამოყალიბება მთელი სავეგეტაციო პერიოდის მანძილზე. თვალნათლივ განირჩევა ჩამონაყარის მარაგები წლების მიხედვით.

ჩამონაყარის ხარისხი პირველ რიგში განისაზღვრება საწყისი მასალით. სხვადასხვა სახეობის ფოთლები და წიწვები აშკარად განირჩევიან ნაცრის ელემენტების, მთრიმლავი ნივთიერებების, ფისის და სხვ. შემადგენლობით, ასევე განირჩევიან ბიო-ქიმიური თვისებებით. მაგრამ ჩამონაყარის ქიმიზმში არის ზოგიერთი კანონზომიერება: პირველ რიგში, აუცილებელია აღინიშნოს სხვადასხვა მცენარის ბიოქიმიური შემადგენლობის საერთო მსგავსება. ჰუმუსის წარმოქმნისათვის ისეთი მნიშვნელოვანი ნივთიერება როგორცაა ლიგნინი, ცელულოზა და ჰემიცელულოზა, მრავალი მცენარისათვის მსგავსია, ამიტომ მის შემადგენლობაში განსხვავება განისაზღვრება პირველ რიგში დაშლის პირობებით, მათ შორის ჩამონაყარის რაოდენობით, ნიადაგის თავისებურებებით, მიკროორგანიზმებისა და ცხოველების ზემოქმედებით.

წიწვებისა და ფოთლების ჩამონაყარის ქიმიური შემადგენლობა განიცდის ერთი და იგივე ცვლილებებს. მწვანე ფოთლებთან და წიწვებთან შედარებით ჩამონაყარი ღარიბია აზოტით, ფოსფორით, კალიუმით და მდიდარია კალციუმით. ნიადაგის ზედაპირზე ჩამონაყართან ერთად ხდება 20-80კგ ნაცრის ელემენტების და 10-40კგ აზოტის დაგროვება (Карпачевский, 1981). მათი შემდგომი ბედი განისაზღვრება ჩამონაყარის დაშლის პირობებით, რომელზედაც არის დამოკიდებული ნაცრის ელემენტების დამაგრების ხარისხი მკვდარ საფარში.

ჩამონაყარი წარმოადგენს რთულ ორგანულ წარმონაქმნს, მასში აკუმულირებული დიდი რაოდენობით ენერგიითა და ნივთიერებებით. ორგანულ ნივთიერებებში განთავსებული ენერგია მოიცავს ნიადაგის ნაცროვან ელემენტებს, რაც ტყის ჩამონაყარის სახით კვლავ უბრუნდება ნიადაგს რთული ორგანულ-მინერალური შენაერთების სახით. უმეტეს შემთხვევაში ისინი მოძრავია და აქედან გამომდინარე მცენარისთვის უფრო ხელმისაწვდომია. ამიტომ, ჩამონაყარი ტყეში მცენარის კვების ერთ-ერთ უმთავრეს წყაროს წარმოადგენს და ამასთანავე, არის ფაქტორი, რომელიც გავლენას ახდენს ნიადაგის თვისებებზე.

ჩვენს მიერ ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი ტყეების ჩამონაყარის

ოდენობა შესწავლილ იქნა ფიჭვნარებში, ნაძვნარებსა და სოჭნარებში, მათი მთაში ვერტიკალური გავრცელების ქვედა (800-1200მ ზ.დ.-დან) და ზედა (1600-2000მ ზ.დ.-დან) ზონებში, როგორც დაბალი (0,3-0,4), ისე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის კორომებში.

წიწვოვანი ტყეების წლიური ჩამონაყარის ბიომასის ოდენობა ძირითადად დამოკიდებულია კორომის სიხშირეზე და მთაში მათ ვერტიკალურ გავრცელებაზე: რაც უფრო მაღალია კორომის ვარჯის შეკრულობა (სიხშირე), მით უფრო მეტია ჩამონაყარის წლიური მასა.

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვან ტყეებში ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ტყის წლიური ჩამონაყარის ბიომასა მეტწილად დამოკიდებულია კორომის ვარჯის შეკრულობაზე, სიხშირეზე. ასე მაგალითად, ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის (0,3-0,4) ფიჭვნარების ჩამონაყარის რაოდენობა ტოლია 2,1ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალი სიხშირის - 2,6ტ/ჰა-ს. მათ შორის სხვაობა 0,5ტ/ჰა-ს ტოლია. ანალოგიურადაა ზედა ზონის დაბალ და მაღალ სიხშირეებშიც, შესაბამისად - 2,3ტ/ჰა და 2,5ტ/ჰა (ცხრ. 14), სხვაობა მათ შორის 0,2 ტ/ჰა-ს ტოლია, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ რაც უფრო მაღალია კორომის სიხშირე, მით მეტია ჩამონაყარის რაოდენობა და ეს ბუნებრივიცაა, რაც უფრო მეტია კორომის ვარჯის შეკრულობა, მით უფრო დიდია ორგანული მასის მარაგი.

ცხრილი 14

წიწვოვანი ტყეების წლიური ჩამონაყარის მრავალწლიანი სამუალო ოდენობა (ტ/ჰა)

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან მ-ში	სიხშირე	ბონი- ტეტი	ხნოვ. კლასი	ჩამონაყარის ოდენობა ტ/ჰა
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი სან. ფარ. 11	ფიჭვნარი წიწვანანი	850-900	0.8-0.9	III	VII	2.6
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი სან. ფარ. 12	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭედანი	900	0.3-0.4	III	VI	2.1
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. 17	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭედანი	1700	0.7-0.8	III	V	2.5
ბაკურიანის ს.მ. სან. ფარ. 18	ფიჭვნარი- ნაირბალახოვანი	1650	0.4-0.5	II	IV	2.3
ბორჯომის ს.მ. ნეძვის სატყეო «დიდი ქექია» სან. ფარ. 13	ნაძვნარი- მყაველიანი	850	0.7-0.8	III	VI-VII	5.5
ბორჯომის ს.მ. ნეძვის სატყეო, სან. ფარ. 14	ნაძვნარი- ნაირბალახოვანი	850-860	0.4	III	VI	3.1
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. 19	ნაძვნარი- ჩიტისთავლიანი	1770	0.8-0.9	II	VII-VIII	7.1
ბაკურიანის ს.მ. ტბის	ნაძვნარი-	1710	0.4-0.5	II-III	VII	5.6

სატყეო, სან. ფარ. ¹¹⁰	ჩიტისთვალთან- წივანიანი					
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, «ჩადუნლების ახო», სან. ფარ. ¹⁵	სოჭნარი- მკვდარსაფრიან- მჟაველიანი	900	0.8-0.9	II	VII	6.4
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, სან. ფარ. ¹¹³	სოჭნარი- წივანიანი	950	0.8-0.9	II-III	VII	3.2
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო «ჩადუნლების ახო», სან. ფარ. ¹⁶	სოჭნარი- მჟაველიანი	900	0.4-0.5	II	VII	4.9
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, სან. ფარ. ¹¹⁴	სოჭნარი- წივანიანი	950	0.3-0.4	II-III	VII-VIII	2.8
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. ¹¹¹	სოჭნარი- წივანიანი	1750	0.8-0.9	II	VII	5.1
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. ¹¹²	სოჭნარი- წივანიან- ნაირბალახოვანი	1750	0.4-0.5	III	VIII	4.1

ანალოგიურად იზრდება ნაძვნარებისა და სოჭნარების წლიური ჩამონაყარის რაოდენობა სიხშირესთან დაკავშირებით. ასე მაგალითად, ნაძვნარების ჩამონაყარის რაოდენობა ქვედა ზონის დაბალ სიხშირეში ტოლია 3,1ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალ სიხშირეში 5,5ტ/ჰა-ს, მათ შორის სხვაობა 2,4ტ/ჰა-ს ტოლია, რაც მიუთითებს სწორედ იმაზე, რომ სიხშირის ცვალებადობა დიდ გავლენას ახდენს ტყის ჩამონაყარის ოდენობაზე. ზედა ზონის ნაძვნარების ჩამონაყარის ოდენობაც მსგავსად იცვლება, დაბალ სიხშირეში ტოლია 5,6ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალ სიხშირეში 7,1ტ/ჰა-ს (ცხრ. 14), მათ შორის სხვაობა 1,5 ტ/ჰა-ს შეადგენს.

სოჭნარების გავრცელების ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში ჩამონაყარის რაოდენობა ტოლია 2,8-4,9ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალი სიხშირეში – 3,2-6,4ტ/ჰა-ს. რაც შეეხება ზედა ზონის სოჭნარებს, აქაც ჩამონაყარის რაოდენობა ანალოგიურად იცვლება სიხშირეებთან დამოკიდებულებაში, კერძოდ, დაბალ სიხშირეში იგი ტოლია 4,1ტ/ჰა-ს ხოლო მაღალ სიხშირეში 5,1 ტ/ჰა-ს (ცხრ. 14), მათ შორის სხვაობა 1,0 ტ/ჰა-ს შეადგენს, რაც კიდევ ერთხელ მიუთითებს აღნიშნულ კანონზომიერებაზე..

ჩვენს მიერ მოპოვებული ლიტერატურული მასალებიდან ირკვევა, რომ ტყის ჩამონაყარის წლიური რაოდენობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კორომის სიხშირეზე (Попов, 1986; Щербакова, Петров, 1991 და სხვ.), ხოლო ჩვენი კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემები ემთხვევა ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1974), ნ.ტარასაშვილის, გ.ვაჩნაძის და სხვ. (1997, 2001) მიერ მიღებულ მონაცემებს.

ტყეში ჩამონაყარის წლიურ ოდენობაზე გავლენას ახდენს სიმაღლე ზღვის დონიდან, როგორც უკვე აღვნიშნეთ წიწვოვანი ტყეების ყველა ცენოზში ჩამონაყარის ოდენობა კანონზომიერად იცვლება ვაკიდან მაღლა მთისაკენ. ჩვენს მიერ ჩატარებული კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ ტყის ჩამონაყარის ხასიათი, მისი დაგროვების დინამიკა, საერთო მასა და სტრუქტურა მკვეთრად რეაგირებენ გარემო ფაქტორთა ცვალებადობაზე. მთაში სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება ტყეში წლიური ჩამონაყარის საერთო მასა, როგორც დაბალი, ისე მაღალი სიხშირის დროს. ასე მაგალითად, ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონაში ჩამონაყარის წლიური ოდენობა ტოლია 2,35ტ/ჰა-ს, ხოლო ზედა ზონაში წლიური ჩამონაყარის მასა 2,40ტ/ჰა-ს ტოლია (ცხრ. 15). ნაძვნარების წლიური ჩამონაყარის რაოდენობა ქვედა ზონაში ტოლია 4,315ტ/ჰა-ს, ხოლო ზედა ზონაში 6,377ტ/ჰა-ს (ცხრ. 15). სოჭნარების ჩამონაყარის შესწავლამ დაგვანახა, რომ წლიური ჩამონაყარის ოდენობა, მისი სტრუქტურა დაახლოებით ნაძვნარებისა და ფიჭვნარების ანალოგიურია. ცხრ. 15-დან ჩანს, რომ სოჭნარების გავრცელების ქვედა ზონაში წლიური ჩამონაყარის მასა 4,339ტ/ჰა-ს ტოლია, ხოლო ზედა ზონაში – 4,595ტ/ჰა-ს. სამივე ფორმაციაში მთაში სიმაღლის მატებასთან ერთად იზრდება ტყეში წლიური ჩამონაყარის მასა (ცხრ. 15-ში მოტანილია საშ. მონაცემები მაღალი და დაბალი სიხშირეებისათვის).

ცხრილი 15

წიწვოვანი ტყეების ჩამონაყარის დაგროვების დინამიკა თვეების მიხედვით (კგ/ჰა)

ტყის ფორმაცია	ს. ზ.დ. მ-ში	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII-III	მთელი წლის
ფიჭვი	850-900	260	230	210	180	200	250	370	200	450	2350
	1700	250	340	280	200	180	210	330	200	410	2400
ნაძვი	850-860	550	570	500	380	260	380	470	350	845	4315
	1710-1770	750	780	870	620	490.5	632	710	540	985	6377.5
სოჭი	900-950	510	540	460	350	324	450	510	445	750	4339
	1750	500	570	540	320	355	500	550	450	810	4595

მთაში ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად ტყის ცენოზებში ჩამონაყარის წლიური მასის ზრდა მოცემული აქვთ ნ.ტარასაშვილს (Тарасашвили, 1974), აპადჰაის და სინგხს (Упадхаи, Шингх, 1989), ნ.ტარასაშვილს, გ.ვაჩნაძეს და სხვ.

(1997, 2001). ჩვენს მიერ შესწავლილი წიწვოვანი ტყის ჩამონაყარის ბიომასის რაოდენობის ცვლილება მათ ვერტიკალურ გავრცელებასთან დაკავშირებით იდენტურია აღნიშნულ ავტორთა მონაცემებისა და იგი საერთო კანონზომიერებების ფარგლებშია მოქცეული.

ტყის ჩამონაყარის ოდენობა მნიშვნელოვნად იცვლება ტყის ტიპებთან კავშირში. სოჭნარების ჩამონაყარის შესწავლამ დაგვანახა, რომ წლიური ჩამონაყარის ოდენობა ტენიან ტიპში მეტია, ვიდრე მშრალ ტიპში. ცხრილი 14-დან ჩანს, რომ ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის მჟაველიან სოჭნარებში ჩამონაყარის ბიომასა 6,4ტ/ჰა-ს აღწევს, ხოლო იგივე სიხშირის წივანიან სოჭნარებში – 3,2ტ/ჰა-ს. დაბალი სიხშირის მჟაველიანი სოჭნარების ბიომასა 4,9ტ/ჰა-ს ტოლია, ხოლო იგივე სიხშირის წივანიანი სოჭნარების 2,8ტ/ჰა-ს. აქ მოტანილი მასალა ადასტურებს სწორედ იმას, რომ ტენიან ტიპში, ამ შემთხვევაში მჟაველიანი ტყის ტიპში, როგორც მაღალ, ისე დაბალ სიხშირეში თითქმის ორჯერ მეტია ჩამონაყარის ბიომასა, ვიდრე მშრალი ტიპის წივანიან ტყის ტიპში. ანალოგიურადაა ზედა ზონაშიც: მაღალი სიხშირის წივანიან სოჭნარებში ჩამონაყარის ბიომასა 5,1ტ/ჰა-ს ტოლია, ხოლო დაბალი სიხშირის წივანიან-ნაირბალახოვან სოჭნარებში 4,1ტ/ჰა-ს (ცხრ. 14). მსგავსი კანონზომიერებაა ფიჭვნარებისა და ნაძვნარების ტყის ტიპებშიც. იდენტური მონაცემები აქვთ მიღებული ნ.ტარასაშვილს (Тарасашвили, 1974), ნ.ტარასაშვილს, გ.ვაჩნაძეს და სხვ. (1997, 2001).

ხნოვანების მატებასთან ერთად ტყის სიხშირე და მისი საბურველის შეკრულობა მცირდება, აღინიშნება ჩამონაყარის კლების ტენდენცია. კორომის ასაკი გარკვეულ ხნოვანებამდე წარმოადგენს არაპირდაპირ ფაქტორს, რომელიც გავლენას ახდენს ჩამონაყარის ოდენობაზე. რაც უფრო მაღალია კორომის ვარჯის შეკრულობა, მით მეტია ჩამონაყარის წლიური მასა, ეს უკანასკნელი მკვეთრად იზრდება ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად. ხნოვანების მატებასთან ერთად ჩამონაყარის ოდენობა იზრდება მანამ, სანამ კორომის საბურველის შეკრულობა რღვევას არ დაიწყებს. გარდა ამისა, ხნოვანების მატებასთან ერთად ჩამონაყარში იზრდება წიწვების, გირჩების, ქერქისა და ტოტების ოდენობაც, რაც ზრდის ჩამონაყარის საერთო მასას.

ტყის ჩამონაყარის რაოდენობაზე ხნოვანების გავლენის შესახებ მონაცემები

მოტანილია დჟ.კიტრეჯის (Китредж, 1952), მ.ბადუდინას (Бадудина, 1978), ნ.ზუბარევა, ა.ანისკინას (Зубарева, Анискина, 1983), ვ.სტაკანოვისა და ე.კადერევის (Стаканов, Каdereв, 1986), გ.პოპოვის (Попов, 1986), მ.გროზევის (Грозева, 1986), ო.შერბაკოვასა და ი.პეტროვის (Щербакoвa, Петров, 1991) და სხვ. შრომებში.

ჩვენს მიერ კვლევა თითქმის ერთი ხნოვანების კლასის კორომებში წარმოებდა, ამიტომ ხნოვანებითი კლასების მიხედვით ტყის ჩამონაყარის რაოდენობის მონაცემები ნაშრომში არ არის.

აღსანიშნავია, რომ ფოთლოვანი ტყის ცენოზებში უფრო მეტი ჩამონაყარი გროვდება, ვიდრე წიწვოვან ცენოზებში. ჩვენს მიერ შესწავლილი წიწვოვანების სამივე ცენოზში ჩამონაყარის ოდენობა ტოლია 2,1-7,1ტ/ჰა-ს, ხოლო ვენუიანგის (Wen Yuangaing, 1989) მიხედვით, ჩინეთის სუბტროპიკული მარადმწვანე ფართო-ფოთლოვანი ტყის მაქსიმალური წლიური ჩამონაყარის ოდენობა შეადგენს 7,99ტ/ჰა-ს, ხოლო გ.ჰანდიტისა (Handit, 1990) მონაცემებით, ინდოეთის გუჯახეთის შტატის ფოთლოვანი ტყის ჩამონაყარის საერთო მასა შეადგენს 35,395ტ/ჰა-ს. მსგავსი მონაცემები აქვთ მ.ლოუმენს (Lowmen, 1988), ი.გალარდოს (Gallardo, 1989) და სხვ.

თვალნათლივ გამოირჩევა ჩამონაყარის საერთო მასა წლების მიხედვით.

მ.ლოუმენის (Lowmen, 1988) მიერ ჩამონაყარის რაოდენობა შესწავლილ იქნა სამი წლის განმავლობაში. მიღებული შედეგები შემდეგია: $6,2 \pm 0,21$ ტ/ჰა, $7,3 \pm 0,57$ ტ/ჰა და $10,0 \pm 0,74$ ტ/ჰა. ე.მოლჩანოვის (1990) აზრით, ჩამონაყარის მასის მერყეობა წლების მიხედვით განპირობებულია მცენარეთა პროდუქტიულობის პერიოდულობით და დაკავშირებულია გასული და მიმდინარე წლის მეტეოროლოგიურ პირობებზე.

მშრალი, გვალვიანი წლის პერიოდში ჩამონაყარი გროვდება ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე ტენიანი წლის განმავლობაში. ასევე გვალვიან პერიოდში მკვეთრად იზრდება წიწვების ჩამონაყარის მასა (Зонн, 1954; Lin Peng, Lu Chang-ju, 1990; Мерзлий, 1990; Wu Zhidong, Peng Fuguan, 1990).

ტყის ჩამონაყარის დაგროვების ოდენობა დამოკიდებულია ტყეების სახეობრივ შემადგენლობაზე. ჩვენი მონაცემებით, წიწვოვანი ტყეებიდან ფიჭვნარები ჩამონაყარის ყველაზე დაბალი მაჩვენებლებით ხასიათდებიან ($2,3-2,4$ ტ/ჰა), თითქმის ორჯერ ნაკლებით, ვიდრე ნაძვნარი ($4,3-6,4$ ტ/ჰა) და სოჭნარი ($4,3-4,6$ ტ/ჰა) ტყის ჩამონაყარი (ცხრ. 15).

ვ.სტაკანოვისა და ე.კადეროვის (Стаканов, Кадеров, 1986) მონაცემებით, არყნარში 2-3-ჯერ მეტი ჩამონაყარი გროვდება, ვიდრე ფიჭვნარებში.

რ.იუკის (Raulo Iyki, 1989, 1989) მონაცემებით, ჩამონაყარის საშუალო წლიური რაოდენობა შეადგენს “ლეგა” მურყნარისათვის 1,27ტ/ჰა, ხოლო “შამი” მურყნარისათვის – 1,46-3,45ტ/ჰა-ს, მსგავსი მონაცემები აქვთ ვ.აპადჰაი, ი.სინგხი (Upadhyay, Singh, 1989), რომლებმაც შეისწავლეს 10 სახეობის მერქნიანი მცენარის ჩამონაყარის დინამიკა; ი.გალარდოს და სხვ. (Gallardo etc. 1989), ე.მოლჩანოვის (Молчанов, 1990) აზრით ჩამონაყარის რაოდენობა დამოკიდებულია მერქნიან მცენარეთა სახეობებზე, თითოეული სახეობის ბიოლოგიური თავისებურებებზე, ადგილსამყოფელისა და ამინდის პირობებზე. ჩამონაყარის დაგროვება, რაოდენობა და ქიმიზმი დამოკიდებულია კორომის ხნოვანებაზე, ბონიტეტზე და შემადგენლობაზე, რაც მთავარია მათი ფორმირების ზონალურ და ადგილობრივ პირობებზე.

ტყეში ჩამონაყარის რაოდენობა წლის განმავლობაში ერთნაირი არ არის. ის იცვლება წლის სეზონების მიხედვით. ჩვენი მონაცემებით წიწვოვანი ტყის სამივე ფორმაციაში ჩამონაყარის დაგროვების პროცესი ორი მაქსიმუმით ხასიათდება. ქვედა ზონაში (800-1200მ ზ.დ.-დან) გაზაფხულზე ჩამონაყარის მაქსიმალური ოდენობა აპრილ-მაისზე მოდის. ასე მაგალითად, ნაძვნარების ჩამონაყარის რაოდენობა აპრილ-მაისში ტოლია 550-570კგ/ჰა (ცხრ. 15), ხოლო შემოდგომაზე ოქტომბერ-ნოემბერში, შესაბამისად 470-350კგ/ჰა. ზედა ზონაში (1600-2000მ ზ.დ.) კლიმატური პირობების გაუარესების გამო, მაქსიმალური ჩამონაყარი მოდის მაისის ბოლოსა და ივნისში, ნაძვნარების ჩამონაყარის ოდენობა ამ თვეებში ტოლია 750-870კგ/ჰა, შემოდგომის მაქსიმუმი კი სექტემბერსა და ოქტომბრის თვეებზე მოდის. ნაძვნარების ჩამონაყარი ამ თვეებში 632-710კგ/ჰა-ს ტოლია. ანალოგიური კანონზომიერებაა ფიჭვნარებისა და სოჭნარების ჩამონაყარშიც (ცხრ. 15).

ამ საკითხის ირგვლივ ლიტერატურაში არის სხვადასხვა შეხედულებები. ს.ზონის (Зонн, 1954) მიხედვით, ფოთლოვან ტყეში ჩამონაყარი მეტი რაოდენობით გროვდება შემოდგომაზე, ხოლო წიწვოვან ტყეში კი მისი მაქსიმალური დაგროვება ხდება ზამთარში, უკვე გაზაფხულზე ჩამონაყარი გარდაიქმნება ახალ წარმონაქმნად – ტყის მკვდარ საფრად.

ჩვენი მონაცემები ემთხვევა ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1974) მონაცემებს, რომლის მიხედვით ტყეების გავრცელების ქვედა ზონაში ჩამონაყარის მაქსიმალური რაოდენობა გროვდება გაზაფხულზე (მაისი) და შემოდგომაზე (ოქტომბერ-ნოემბერი), ხოლო ზედა ზონაში მაის-ივნისში და სექტემბერ-ოქტომბერში.

ნ.ტარასაშვილის, გ.ვაჩნაძის და სხვ. (2001) მონაცემებით, ფიჭვნარების ქვედა ზონაში გაზაფხულზე, ჩამონაყარის მაქსიმალური რაოდენობა მოდის მაისის თვეზე (350კგ/ჰა), ხოლო შემოდგომა-ოქტომბერზე (450კგ/ჰა), ზედა ზონაში კი გაზაფხულზე ჩამონაყარის მაქსიმუმი მაისის (350კგ/ჰა) ბოლოსა და ივნისზე (300კგ/ჰა), შემოდგომაზე სექტემბერსა (250კგ/ჰა) და ოქტომბერზე (400კგ/ჰა) მოდის. ეს მონაცემები ჩვენი მონაცემების იდენტურია (ცხრ. 15). მსგავსი კვლევები აქვთ პ.კილლის (Кылли, 1983), ა.მალიუკოვიჩს (Малюкович, 1983), ი.ელაგინს (Елагин, 1983), ი.შარმანს (Sharman, 1984), მ.გროზევას (Грозева, 1986), ვ.სტაკანოვს და სხვ. (Стаканов и др., 1986), რ.იუკი (დაულო იუკი 1989).

განსხვავებული მონაცემები აქვს მ.ლოუმენს (Lოუმენ, 1988), მისი მონაცემებით ავსტრიის ზომიერად ცივ ტყეში ჩამონაყარის მაქსიმალური რაოდენობა მოდის შემოდგომა-გაზაფხულზე, ხოლო სუბტროპიკულ ტყეებში – ზაფხულზე, ზომიერად თბილ ტყეებში კი – ზაფხულის დასაწყისზე.

ტყის მკვდარი საფრის ჩამოყალიბების, მისი დაშლისა და მინერალიზაციის პროცესების მიმდინარეობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ტყის ჩამონაყარის ფრაქციებად (წიწვი, ტოტი, ქერქი, გირჩა) დახარისხებასა და მის პროცენტულ რაოდენობას (იხ. სქემა 1). ხის ცალკეული ორგანო განსხვავდება ერთმანეთისაგან ქიმიური შემადგენლობით და მათი გარდაქმნა ორგანული ნივთიერებიდან არაორგანულ ნივთიერებად არაერთგვაროვნად მიმდინარეობს, რაც აისახება ნივთიერებათა ბიოლოგიურ ბრუნვაზეც.

წიწვოვანი ტყეების ჩამონაყარის ოდენობა ცალკე ფრაქციების მიხედვით

1	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ. (მ)	სიხშირე	ფრაქციები						სულ	
				წიწვი		ტოტი		გირჩი		კგ/ჰა	%
				კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%	კგ/ჰა	%		
1	ფიჭვნარი-	850-900	0.7-0.8	1718.6	66.1	566.8	21.8	314.6	12.1	2600	100
2	წივანიანი	900	0.4-0.5	1348.2	64.2	366.3	17.3	388.5	18.5	2100	
3	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭდიანი	1700	0.7-0.8	1600.0	64.0	532.5	21.3	367.5	14.7	2500	
4	ქრისტესბეჭდიანი ფიჭვნარი- ნაირბალახიანი	1650	0.4-0.5	1444.4	62.8	466.9	20.3	388.7	16.9	2300	
5	ნაძვნარი-	850	0.7-0.8	3479.8	62.7	738.2	13.3	1332.0	24.0	5550	100
6	მჟაველიანი	850-860	0.4-0.5	1851.2	60.1	585.0	19.0	643.8	20.9	3080	
7	ნაირბალახოვანი	1770	0.8-0.9	4354.4	61.2	1238.0	17.4	1522.6	21.4	7115	
8	ნაძვნარი- ჩიტისთვალისანი ნაძვნარი-ჩიტის- თვალისანი-წივანიანი	1710	0.4-0.5	3310.7	58.7	1037.7	18.4	1291.6	22.9	5640	
9	სოჭნარი-	900	0.8-0.9	3941.6	61.3	1395.3	21.7	1093.0	17.0	6430	100
10	მჟაველიანი	950	0.8-0.9	2044.8	63.3	213.6	22.3	841.6	13.8	3200	
11	სოჭნარი-წივანიანი	900	0.4-0.5	3128.0	63.5	1004.9	20.4	793.1	16.1	4926	
12	სოჭნარი-	950	0.3-0.4	1730.4	61.8	655.2	23.4	414.4	14.8	2800	
13	მჟაველიანი	1750	0.8-0.9	3084.0	60.8	1176.0	23.1	816.0	16.1	5076	
14	სოჭნარი-წივანიანი	1750	0.4-0.5	2460.0	59.9	989.0	23.9	665.0	16.2	4114	
	სოჭნარი- ნაირბალახოვანი										

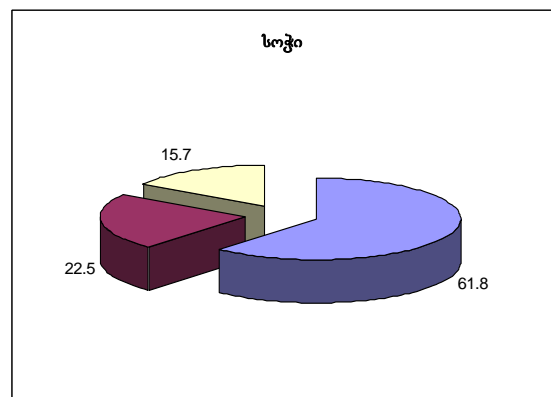
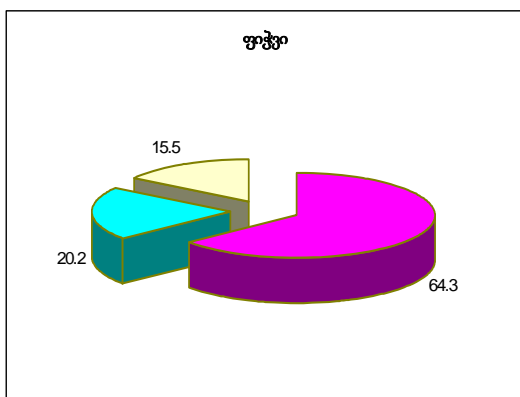
ტყის ჩამონაყარის ფრაქციულ შემადგენლობაზე დაკვირვებამ დაგვანახა, რომ წიწვოვან ცენოზებში ჩამონაყარის შემადგენლობა ვარჯის შეკრულობის (სიხშირის) მიხედვით განიცდის ცვლილებებს, რაც უფრო მაღალია ვარჯის შეკრულობა, მით უფრო მეტია ჩამონაყარის საერთო მასაში წიწვის შემცველობა. მაღალი სიხშირის კორომებში ჩამონაყარის საერთო მასაში წიწვის შემცველობა 60-70%-ს შეადგენს, დანარჩენი მოდის ტოტებსა – 13-25% და გირჩებზე – 17-25%. დაბალი სიხშირის კორომებში ჩამონაყარის საერთო ბიომასაში წიწვის შემცველობა ნაკლებია და შეადგენს საერთო მასის – 59-65%, ტოტები და ღერო – 19-24%, გირჩები – 15-23% (ცხრ. 16).

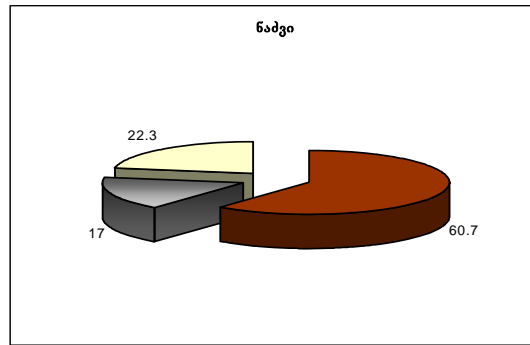
მსგავსი მონაცემი აქვთ მიღებული ნ.ტარასაშვილს (Тарасашвили, 1974), ნ.ტარასაშვილს, გ.ვაჩნაძეს და სხვ. (1997, 2001).

წიწვოვანი ფორმაციების ჩამონაყარის ფრაქციულ შემადგენლობაში ჭარბობს წიწვები, რომელთა რაოდენობა 60-80%-ის ფარგლებშია, რასაც ადასტურებენ შემდეგი

ავტორები: ა.მალუკოვიჩი (Малюкович, 1983), მ.გროზევა (Грозева, 1986), ვ.სტაკანოვი და სხვ. (Стаканов и др., 1986), ვ.მერზლი (Мерзлый, 1990). რ.გოცირიძის (Гоциридзе, 1974) მონაცემებით, ფიჭვის ჩამონაყარში ჭარბობს წიწვები – 70-71%, შემდეგ ფესვები – 20-22% და ტოტები – 6-7%. ნ.ზუბარევა და ა.ანისკინას (Зубарева, Анискина, 1983) მონაცემებით ფიჭვნარი ტყის ჩამონაყარის მასაში ჭარბობს წიწვის ფრაქცია (75%), შემდეგ ტოტები (14%), ქერქი (3%), გირჩი (8%). ი.ელაგინის (Елагин, 1983) მონაცემებით ფრაქციებში ძირითადი არის წიწვი – 60%, ტოტი – 25% და დანარჩენი – 15%. ა.შარმანის (Sarman, 1984) მონაცემებით, ჩეხოსლოვაკიის დრაგანსკის მაღალმთიან ნაძვნარებში ჩამონაყარის ფრაქციებში წიწვზე მოდის 67,8%, ქერქსა და ტოტებზე 15%, გირჩებსა და თესლებზე – 6,61%, ცხოველების ნარჩენებზე – 5,05%. ე.მოლჩანოვის (1990) მიერ შესწავლილ იქნა ჩამონაყარის დინამიკა ყირიმის სამხრეთ სანაპიროს სუბტროპიკული რაიონის ტყეებში, სხვადასხვა სახეობის ფრაქციულ შემადგენლობაში წიწვები (70-80%) და ფოთლები (60-80%) თითქმის ერთნაირია. ჩვენს მიერ ამ საკითხის ირგვლივ ლიტერატურულ წყაროებში მრავალი მასალაა მოპოვებული (Зонн и др., 1964; M.Lowmen, 1984; R.Iyki, 1989; Lin Pang, Lu Chang-ju etc. 1990).

კორომის ხნოვანების მატებასთან ერთად ჩამონაყარში წიწვის, გირჩის და ტოტის ოდენობა იზრდება. წიწვოვანი ტყის ფორმაციებში წლიური ჩამონაყარის მასა ერთი წლის განმავლობაში ვერ ასწრებს მთლიან მინერალიზაციას, მისი უმეტესი ნაწილი დაუშლელი რჩება და მასში დაგროვილი საკვები ნივთიერებები განიცდიან შენელებულ გარდაქმნას, რის გამოც საკვები ელემენტები მცენარისათვის მიუწვდომელი ხდება. აქედან გამომდინარე, ტყეში ფორმირებული მკვდარი საფარის მასა ბევრად აღემატება წლიური ჩამონაყარის ოდენობას.





სქემა 1. ფიჭვის, ნაძვის და სოჭის ტყის ჩამონაყარის საშუალო პროცენტული განაწილება ცალკეული ფრაქციების მიხედვით

ფიჭვი – წიწვი – 64,3%
 ტოტი - 20,2%
 გირჩი – 15,5%

ნაძვი – წიწვი – 60,7%
 ტოტი - 17,0%
 გირჩი – 22,3%

სოჭი – წიწვი – 61,8%
 ტოტი - 22,5%
 გირჩი – 15,7%

ამრიგად, კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ჩამონაყარის წლიური ოდენობა ძირითადად დამოკიდებულია ტყის ტიპზე, კორომის სიხშირეზე და შედარებით ნაკლებად მთაში მის ვერტიკალურ გავრცელებაზე. მიუხედავად იმისა, რომ მთაში სიმაღლის მატებასთან ერთად იცვლება ჰაერისა და ნიადაგის ტენიანობა, ტემპერატურა, მცენარეთა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა და სხვ., ისინი ნაკლებ გავლენას ახდენენ ჩამონაყარის წლიურ ოდენობაზე. როგორც ქვედა ისე ზედა ზონაში, რაც უფრო მაღალია ვარჯის შეკრულობა ე.ი. რაც უფრო მაღალია კორომის სიხშირე, მით უფრო მეტია ტყის ჩამონაყარის წლიური მასა.

ტყის ჩამონაყარის რაოდენობაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ტყის ტიპი. ტენიანი ტყის ტიპი უფრო მეტი რაოდენობის ჩამონაყარით ხასიათდება, ვიდრე მშრალი ტიპისა.

თავი VII. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვანი კორომების გავლენა მკვდარი საფრის ფორმირებაზე

ტყის მკვდარი საფარი განსაკუთრებული ბუნებრივი სხეულია (Карпачевский, 1981). ვ.ვერნადსკი წერდა, რომ ტყის მკვდარი საფრის მიერ გაფილტრული წყალი ქიმიურად იმდენად სუფთაა, რომ მასზე სუფთა წყლის მიღება არც ერთ ლაბორატორიაში არა არის შესაძლებელი. ტყეში ნიადაგის ზედაპირზე გროვდება ფოთლების, ტოტების, ქერქის, ნაყოფისა და სხვ. ნარჩენების ფენა. ტყის ზოგიერთ

ფორმაციაში მკვდარი საფრის ფენა ეფემურია – ხანმოკლეა და ფორმირდება მხოლოდ ფოთოლცვენის პირველ თვეებში; სხვა შემთხვევაში ეს არის მუდმივი ფენა, რომლის სიმძლავრე შესაძლებელია მნიშვნელოვნად მერყეობდეს.

მკვდარ საფარს გააჩნია მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი მთელი რიგი თვისებები, რომლითაც ის არსებითად განსხვავდება ბიოგეოცენოზის სხვა შემადგენელი კომპონენტებისაგან. მკვდარი საფრისათვის დამახასიათებელია შედარებით კომპაქტური აგებულება, შრეებრიობა (გარკვეული ერთგვაროვნება წარმოქმნის აშკარად გამოხატულ შრეს).

მკვდარი საფრის შესწავლა, მისი ფორმირების ხასიათი, ბიოგეოცენოზების სხვა კომპონენტებზე გავლენის ხარისხი წარმოადგენს მნიშვნელოვან და აქტიურ საკითხს, რომელიც მკვლევართა დიდი ყურადღების ცენტრშია. გარდა ამისა, მკვდარ საფარს შეუძლია დიაგნოსტიკური როლი ითამაშოს ბიოგეოცენოზის ტიპების გამოყოფაში. მკვდარი საფრის დაგროვება, როგორც უკვე ზემოთ აღინიშნა ბიოგეოცენოზური პროცესია, რომელიც დამოკიდებულია არა მხოლოდ დაგროვილი ჩამონაყარის ხარისხზე და რაოდენობაზე, არამედ მიკრო და ზოოცენოზთა ურთიერთდამოკიდებულებაზე.

ტყის მკვდარი საფარი წარმოადგენს ორგანული ნარჩენების ჰუმუფიკაციის შედეგს, რომელიც სწრაფად განიცდის გარემო პირობების ზემოქმედებას და აქტიურად მოქმედებს ნიადაგის თვისებებზე (Тарасашвили, 1983).

ტყის მკვდარი საფრის ენერგიული დაშლა ხელს უწყობს მცენარისათვის საჭირო საკვები ელემენტების სწრაფ გამოთავისუფლებასა და შესათვისებელ ფორმებში გადაყვანას, რის შედეგადაც ძლიერდება ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვა, რაც თავის მხრივ აისახება ტყის პროდუქტიულობის ზრდაზე. ტყის მკვდარი საფრის დაშლის მექანიზმზე, ამ პროცესის ინტენსივობაზე და მასზე გარემო ფაქტორების გავლენაზე ლიტერატურაში საკმაო მასალა მოიპოვება. ჯერ კიდევ გ.მოროზოვი (Морозов, 1926) აღნიშნავდა, რომ მკვდარი საფრის ფორმირება, მისი მარაგი, შემადგენლობა დამოკიდებულია თერმულ პირობებზე, ტენიანობაზე და მცენარეულ საფარზე.

შემდგომი წლებში მრავალი მკვლევარის მიერ (Шумаков, 1958; Зонн, 1954; Ремезов, 1956; Кошельков, 1961, 1964; Родин, Базилевыч, 1965; Вайчис, 1975; Фирсова,

Павлова, 1983) დადგინდა, რომ მკვდარი საფრის მარაგი მნიშვნელოვნად იცვლება, კლებულობს ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ და წიწვოვანი ტყეებიდან ფოთლოვანებისაკენ. თუმცა ზოგიერთი მკვლევარის მიერ (Василевская, 1958; Молчанов, 1961, Корнев, 1966) აღინიშნება, რომ შუაგულ ტაიგაში ჩამონაყარის მასის მატებასთან ერთად, მათი სრული მინერალიზაციისათვის საჭირო არასაკმარისი თბური პირობების შემთხვევაში, მკვდარი საფრის მარაგი მეტია ვიდრე ჩრდილო და სამხრეთ ტაიგაში.

ფოთლოვან ტყეებში უფრო მეტი მკვდარი საფარი გროვდება, ვიდრე წიწვოვან ტყეებში. ჩინეთისა და ინდოეთის ფართოფოთლოვანი ტყეების ეკოსისტემებში შესწავლილ იქნა მკვდარი საფრის მარაგები. დადგინდა, რომ ფოთლოვან ტყეში მკვდარი საფრის რაოდენობა შესამჩნევად მეტია (Raut, Gupta, 1990; Liu Wen-yao, Zheng Zheng, 1990; Lekha Arun, Gupta, 1989; Liu Wen-yao, Iung Gui fen, 1990). ევროპელი და ამერიკელი მკვლევარების მიხედვით, ცენტრალური ევროპის წიწვოვან ტყეებში მკვდარი საფრის მარაგი რამდენადმე მცირეა იმავე განედის რუსეთის ვაკისა.

საქართველოში მკვდარი საფრის შესწავლის პირველი ცდები გასული საუკუნის 40-იან წლებში დაიწყო და შემდგომ 60-იანი წლებიდან იწყება უფრო ღრმა კვლევები. ამ დროისათვის შესწავლილი იყო სხვადასხვა ნიადაგურ ტიპებში მკვდარი საფრის სეზონური და წლიური რაოდენობა, აგრეთვე მკვდარი საფრის მარაგების დინამიკა. მკვდარ საფარს იკვლევდნენ: გ.ტარასაშვილი (Тарасашвили, 1956), გ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე (1959), ნ.ტარასაშვილი (1960, 1962), ნ.ტარასაშვილი (Тарасашვილი, 1964, 1974ა), თ.კაშიბაძე, ნ.ტარასაშვილი (Кашибадзе, Тарасашვილი, 1967), ნ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე (Тарасашვილი, Кашибадзе, 1972, 1975, 1976, 1978, 1978ა), ნ.დჟევისაშვილი (Джебисაშვილი, 1983), მ.თვალავაძე (Твалаваძე, 1983), თ.ურუშაძე, გ.ტარასაშვილი (Урушадзе, Тарасашვილი, 1983), ნ.ტარასაშვილი, გ.ვაჩნაძე (Тарасашვილი, Ваचनाძე, 1983, 1985), ნ.ტარასაშვილი, გ.ვაჩნაძე და სხვ. (2001).

საქართველოს პირობებში ტყის მკვდარი საფრისათვის ნ.ტარასაშვილის (Тарасашვილი, 1979), ს.ზონისა და თ.ურუშაძის (Зонн, Урушадзе, 1974) კლასიფიკაციას ვიყენებთ, რომლის თანახმად მკვდარი საფარი იყოფა სამ ტიპად: უხეში, გარდამავალი და რბილი, ხოლო აგებულების მიხედვით გამოიყოფა სამი ქვეპორიზონტი და მათ აღვნიშნავთ – A_0^I , A_0^{II} , A_0^{III} ისევე, როგორც რუსი მეცნიერები.

წიწვოვანი ტყეების მკვდარი საფრის მარაგები შესწავლილ იქნა ბორჯომის ხეობის ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების ქვეშ ტყეების ვერტიკალური გავრცელების ქვედა (800-1200მ ზ.დ.) და ზედა (1600-2000მ ზ.დ.) ზონებში, როგორც დაბალ (0,3-0,4), ასევე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის კორომებში.

ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონაში (800-1200მ ზ.დ.) მკვდარი საფრის მარაგები მაღალი სიხშირის კორომებში საშუალოდ შეადგენს 20,1 ტ/ჰა (ცხრ. 17). მკვდარი საფრის დაშლის მკაფიო მაჩვენებლად ითვლება მისი ქვეჰორიზონტების ურთიერთშეფარდება. ასე მაგალითად, ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის კორომის მკვდარ საფარში გამოიყოფა სამი ქვეჰორიზონტი A_0^I , რომლის პროცენტული შემადგენლობა უდრის 19,9%, A_0^{II} – 30,3% და A_0^{III} – 49,8% (ცხრ. 18), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მკვდარი საფრის დაშლა ჰუმფიკაციის პროცესის უპირატესობით მიმდინარეობს, მაგრამ საკმაო რაოდენობითაა წარმოდგენილი წინა წლების ჯერ კიდევ არამინერალიზებული A_0^{II} ქვეჰორიზონტიც.

ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონაში მკვდარი საფრის მარაგები დაბალი სიხშირის დროს უდრის 17,6ტ/ჰა (ცხრ. 17). მკვდარ საფარში გამოიყოფა ორი ქვეჰორიზონტი, რომლის პროცენტული შემადგენლობა ასეთია A_0^I – 42,6% და A_0^{II} – 57,4% (ცხრ. 18).

ფიჭვნარების გავრცელების ზედა ზონაში (1600-2000მ ზ.დ.) მაღალი სიხშირის (0,7-0,8) კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები ტოლია 27,8 ტ/ჰა (ცხრ. 17), სადაც გამოიყოფა სამი ქვეჰორიზონტი A_0^I , რომლის პროცენტული შემადგენლობა უდრის 18%, A_0^{II} – 29,8% და A_0^{III} – 52,2% (ცხრ. 18), რაც საერთო წონის ნახევარს შეადგენს და ჰუმფიკაციის მაღალ დონეზე მიუთითებს.

ცხრილი 17

ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგები და მათი დაშლის კოეფიციენტები

ტ/ჰა

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	სიხშირე	მკვდარი საფარი		
				სისქე (სმ)	მარაგი (ტ/ჰა)	დაშლის სისწრაფე - "მარაგის კოეფიციენტი"
სან. ფარ. 11 ბორჯომის სახ. ნაკრძალი	ფიჭვნარი წივანია	850-900	0.8-0.9	0-5.5	20.1	8
სან. ფარ. 12 ბორჯომის სახ. ნაკრძალი	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭედი ანი	900	0.3-0.4	0-3	17.6	8

ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო სან. ფარ. 17	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭედი ანი	1700	0.7-0.8	0-9	27.8	11
ბაკურიანის ს.მ. ციხისჯვრის სატყეო სან. ფარ. 18	ფიჭვნარი- ნაირბალახოვან ი	1650	0.4-0.5	0-3	24.0	10

ფიჭვნარების გავრცელების ზედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები უდრის 20,0ტ/ჰა (ცხრ. 17). მკვდარ საფარში გამოიყოფა ორი ქვეპორიზონტი, რომლის პროცენტული შემადგენლობა ასეთია A_0^I – 34,2% და A_0^{II} – 65,8% (ცხრ. 18), რაც ამ პორიზონტის მაღალ ჰუმუფიკაციაზე მიგვანიშნებს.

ცხრილი 18

ფიჭვნარების მკვდარი საფრის ქვეპორიზონტების შეფარდება

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	სიხშირე	მკვდარი საფრის ქვეპორიზონტის		მკვდარი საფრის მარაგი	
				ინდექსი	სისქე	ტ/ჰა	%
სან. ფარ. 11 ბორჯომის სახ. ნაკრძალი	ფიჭვნარი წივანიანი	850-900	0.8-0.9	A_0^I	0-1	4.0	19.9
				A_0^{II}	1-2.5	6.1	30.3
				A_0^{III}	2.5-5.0	10.0	49.8
				სულ		20.1	100
სან. ფარ. 12 ბორჯომის სახ. ნაკრძალი	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭედიანი	900	0.3-0.4	A_0^I	0-1.5	7.5	42.6
				A_0^{III}	1.5-3	10.1	57.4
				სულ		17.6	100
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო სან. ფარ. 17	ფიჭვნარი- ქრისტესბეჭედიანი	1700	0.7-0.8	A_0^I	0-1.5	5.0	18.0
				A_0^{II}	1.5-4	8.3	29.8
				A_0^{III}	4-9	14.5	52.2
				სულ		27.8	100
ბაკურიანის ს.მ. ციხისჯვრის სატყეო სან. ფარ. 18	ფიჭვნარი- ნაირბალახოვანი	1650	0.4-0.5	A_0^I	0-1	8.2	34.2
				A_0^{III}	1-3	15.8	65.8
				სულ		24.0	100

ამრიგად, ჩვენს მიერ განხილული ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგები მეტია ზედა ზონაში, ვიდრე ქვედა ზონაში, რაც უნდა აიხსნას იმით, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად და ჰიდროთერმული პირობების გაუარესებასთან ერთად მნიშვნელოვნად შენელებულია ჩამონაყარის მინერალიზაციის პროცესი. მკვდარ საფარს აქვს კარგად გამოხატული ქვედა A_0^{III} ქვეპორიზონტი. გარდა ამისა, ორივე ზონის მკვდარი საფრის წლიური მარაგები მაღალ სიხშირეში უფრო მეტია, ვიდრე დაბალ სიხშირეში. როგორც ცხრილში (ცხრ. 18) მოტანილი მასალებიდან ჩანს, მაღალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრები წარმოდგენილია სამივე ქვეპორიზონტით, ხოლო დაბალი სიხშირის პირობებში A_0^{II} ქვეპორიზონტი აღარ ფიგურირებს, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ იქ მინერალიზაციის

პროცესი უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს და წინა წლებში წარმოქმნილი ორგანული მასა ფაქტიურად მინერალიზებულია და აღარ ქმნის საკუთრივ ფენას.

ფიჭვნარების მსგავსად, ანალოგიური კვლევებია ჩატარებული ნაძვნარებშიც. დადგინდა, რომ ნაძვნარების გავრცელების ქვედა ზონაში (800-1200მ ზ.დ.) მკვდარი საფრის მარაგები მაღალი სიხშირის კორომებში საშუალოდ შეადგენს 88,3 ტ/ჰა (ცხრ. 19). მკვდარ საფარში გამოიყოფა სამი ქვეჰორიზონტი A_0^I 16,5ტ/ჰა ანუ 18,1%, A_0^{II} – 18,9ტ/ჰა ანუ 20,7% და A_0^{III} – 55,8ტ/ჰა ანუ 61,2% (ცხრ. 20).

ნაძვნარების გავრცელების ქვედა ზონაში მკვდარი საფრის მარაგები დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის დროს უდრის 47,6ტ/ჰა (ცხრ. 19). მკვდარ საფარში გამოიყოფა ორი ქვეჰორიზონტი, რომლის პროცენტული შემადგენლობა ასეთია A_0^I – 33,8% და A_0^{II} – 66,2% (ცხრ. 20).

ნაძვნარების გავრცელების ზედა ზონაში (1600-2000მ ზ.დ.) მაღალი სიხშირის (0,8-0,9) კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები ტოლია 131,8 ტ/ჰა (ცხრ. 19), სადაც გამოიყოფა სამი ქვეჰორიზონტი - A_0^I 24,4ტ/ჰა ანუ 18,5%, A_0^{II} – 44,3ტ/ჰა ანუ 33,6% და A_0^{III} – 63,1ტ/ჰა ანუ 47,9%.

ნაძვნარების გავრცელების ზედა ზონის დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები უდრის 95,7ტ/ჰა (ცხრ. 19). მკვდარ საფარში გამოიყოფა სამივე ქვეჰორიზონტი - A_0^I – 22,0ტ/ჰა ანუ 23,0%, A_0^{II} – 23,9ტ/ჰა ანუ 25,0% და A_0^{III} – 49,8ტ/ჰა ანუ 52% (ცხრ. 20), რაც ამ ჰორიზონტის მაღალ ჰუმუფიკაციაზე მიგვანიშნებს.

ცხრილი 19

ნაძვნარების მკვდარი საფრის მარაგები და მათი დაშლის კოეფიციენტები

ტ/ჰა

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	სიხშირე	მკვდარი საფარი		
				სისქე (სმ)	მარაგი (ტ/ჰა)	დაშლის სისწრაფე, "მარაგის კოეფიციენტი"
ბორჯომის ს.მ. ნეძვის სატყეო «დიდი ქექია» სან. ფარ. 13	ნაძვნარი-მჟაველიანი	850	0.7-0.8	0-6	88.3	16
ბორჯომის ს.მ. ნეძვის სატყეო სან. ფარ. 14	ნაძვნარი-ნაირბალახოვანი	850-860	0.4	0-4	47.6	16
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო სან. ფარ. 19	ნაძვნარი-ჩიტისთავლიანი	1770	0.8-0.9	0-10	131.8	19
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო სან. ფარ. 110	ნაძვნარი-ჩიტისთავლიან-წივანიანი	1710	0.4-0.5	0-6	95.7	17

ნამვენარი ტყის მკვდარი საფრის ქვეჰორიზონტების შეფარდება

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	სიხშირე	მკვდარი საფრის ქვეჰორიზონტის		მკვდარი საფრის მარაგი	
				ინდექსი	სისქე	ტ/ჰა	%
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო «დიდი ქექია» სან. ფარ. 13	ნამვენარი- მჟაველიანი	850	0.7-0.8	A ^{0I}	0-1	16.0	18.1
				A ^{0II}	1-2	18.3	20.7
				A ^{0III}	2-6	54.0	61.2
				სულ		88.3	100
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო სან. ფარ. 14	ნამვენარი- ნაირბალახოვან ი	850-860	0.4	A ^{0I}	0-1.5	16.1	33.8
				A ^{0III}	1.5-4	31.5	66.2
				სულ		47.6	100
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო სან. ფარ. 19	ნამვენარი- ჩიტისთაველიანი	1770	0.8-0.9	A ^{0I}	0-2	24.4	18.5
				A ^{0II}	2-5	44.3	33.6
				A ^{0III}	5-10	63.1	47.9
				სულ		131.8	100
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო სან. ფარ. 110	ნამვენარი- ჩიტისთაველიან- წივანიანი	1710	0.4-0.5	A ^{0I}	0-1.5	22.0	23.0
				A ^{0II}	1.5-3	23.9	25.0
				A ^{0III}	3-6	49.8	52.0
				სულ		95.7	100

ამრიგად, ნამვენარების მკვდარი საფრის მარაგები მეტია ზედა ზონაში, ვიდრე ქვედა ზონაში. ორივე ზონის მაღალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები უფრო მეტია, ვიდრე დაბალი სიხშირის კორომებში. ისევე როგორც ფიჭვნარებში, აქაც მკვდარი საფრის მარაგების ასეთი შეფარდება დამოკიდებულია ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად და კლიმატური პირობების გაუარესებასთან, რაც გამოიხატება ჩამონაყარის გახრწნის შენელებული პროცესით.

სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები შესწავლილ იქნა ტყის ტენიან და მშრალ ტიპებში.

ქვედა ზონის (800-1200მ ზ.დ.), მაღალი სიხშირის ტენიანი ტიპის მჟაველიანი სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები საშუალოდ შეადგენს 16,5ტ/ჰა, ხოლო წივანიანი სოჭნარების მკვდარი საფრისა – 15,7ტ/ჰა (ცხრ. 21). ტყის ორივე ტიპის მკვდარ საფარში გამოიყოფა სამი ქვეჰორიზონტი. მჟაველიან სოჭნარში - A^{0I} - 4,1ტ/ჰა ანუ 25,1%, A^{0II} – 5,4ტ/ჰა ანუ 32,7% და A^{0III} – 7,0ტ/ჰა ანუ 42,2%; წივანიან სოჭნარში - A^{0I} - 4,6ტ/ჰა ანუ 29,3%, A^{0II} – 5,0ტ/ჰა ანუ 31,8% და A^{0III} – 6,1ტ/ჰა ანუ 38,9% (ცხრ. 22).

სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები და მათი დაშლის კოეფიციენტები

ტ/ჰა

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	სიხშირე	მკვდარი საფარი		
				სისქე (სმ)	მარაგი (ტ/ჰა)	დაშლის სისწრაფე, “მარაგის კოეფიციენტი”
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო «ჩადუნლების ახო», სან. ფარ. ¹⁵	სოჭნარი- მკვდარსაფრიან- მყაველიანი	900	0.8-0.9	0-8	16.5	3
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, სან. ფარ. ¹³	სოჭნარი- წივანიანი	950	0.8-0.9	0-7	15.7	5
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო «ჩადუნლების ახო», სან. ფარ. ¹⁶	სოჭნარი- მყაველიანი	900	0.4-0.5	0-5	13.8	3
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, სან. ფარ. ¹⁴	სოჭნარი- წივანიანი	950	0.3-0.4	0-4	12.6	5
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. ¹¹	სოჭნარი- წივანიანი	1750	0.8-0.9	0-9	25.0	5
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. ¹²	სოჭნარი- წივანიან- ნაირბალახოვან ი	1750	0.4-0.5	0-6	20.3	5

როგორც ვხედავთ, ტყის ორივე ტიპში მკვდარი საფრის მარაგები მაღალია და წარმოდგენილია სამივე ქვეჰორიზონტით, სადაც A_0^{II} ქვეჰორიზონტის მონაწილეობა საკმაოდ მაღალია (32,7% და 31,8%), რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ამ პირობებში მკვდარი საფრის დაშლის ინტენსივობა საკმაოდ შენელებულია.

ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგებიც შესწავლილ იქნა ტყის ტენიან და მშრალ ტიპებში.

ქვედა ზონის (800-1200მ ზ.დ.), დაბალი სიხშირის ტენიანი ტიპის მყაველიანი სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები საშუალოდ შეადგენს 13,8ტ/ჰა, ხოლო წივანიანი სოჭნარების მკვდარი საფრისა – 12,6ტ/ჰა (ცხრ. 21). ტყის ორივე ტიპის მკვდარ საფარში გამოიყოფა ქვეჰორიზონტები: მყაველიან სოჭნარში - A_0^I – 4,9ტ/ჰა ანუ 35,5%, A_0^{II} – 5,2ტ/ჰა ანუ 37,7% და A_0^{III} – 3,7ტ/ჰა ანუ 26,8%; წივანიან სოჭნარში - A_0^I – 6,9ტ/ჰა ანუ 54,8%, A_0^{II} – 5,7ტ/ჰა ანუ 45,9% (ცხრ. 22).

სოჭნარების მკვდარი საფრის ქვეპორიზონტების შეფარდება

დაკვირვების ადგილი	ტყის ტიპი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	სიხშირე	მკვდარი საფრის ქვეპორიზონტის		მკვდარი საფრის მარაგი	
				ინდექსი	სისქე	ტ/ჰა	%
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო «ჩადუნლების ახო», სან. ფარ. 15	სოჭნარი- მკვდარსაფრიან- მუაველიანი	900	0.8-0.9	A ₀ ^I	0-2	4.1	25.1
				A ₀ ^{II}	2-4.5	5.4	32.7
				A ₀ ^{III}	4.5-8	7.0	42.2
				სულ		16.5	100
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, სან. ფარ. 113	სოჭნარი- წივანიანი	950	0.8-0.9	A ₀ ^I	0-2	4.6	29.3
				A ₀ ^{II}	2-5	5.0	31.8
				A ₀ ^{III}	5-7	6.1	38.9
				სულ		15.7	100
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო «ჩადუნლების ახო», სან. ფარ. 16	სოჭნარი- მუაველიანი	900	0.4-0.5	A ₀ ^I	0-1.5	4.9	35.5
				A ₀ ^{II}	1.5-4	5.2	37.7
				A ₀ ^{III}	4-5	3.7	26.8
				სულ		13.8	100
ბორჯომის ს.მ. ნემვის სატყეო, სან. ფარ. 114	სოჭნარი- წივანიანი	950	0.3-0.4	A ₀ ^I	0-2.5	6.9	54.8
				A ₀ ^{II}	2.5-4	5.7	45.2
				სულ		12.6	100
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. 111	სოჭნარი- წივანიანი	1750	0.8-0.9	A ₀ ^I	0-2	5.9	23.6
				A ₀ ^{II}	2-5.5	8.4	33.6
				A ₀ ^{III}	5.5-9	10.7	42.8
				სულ		25.0	100
ბაკურიანის ს.მ. ტბის სატყეო, სან. ფარ. 112	სოჭნარი- წივანიან- ნაირბალახოვანი	1750	0.4-0.5	A ₀ ^I	0-1.5	5.2	22.7
				A ₀ ^{II}	1.5-3.5	8.1	35.8
				A ₀ ^{III}	3.5-6	9.4	41.5
				სულ		20.3	100

ზედა ზონის მაღალი სიხშირის წივანიანი სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგი ტოლია – 25ტ/ჰა (ცხრ. 21), სადაც გამოიყოფა სამი ქვეპორიზონტი - A₀^I – 5,9ტ/ჰა ანუ 23,6%, A₀^{II} – 8,4ტ/ჰა ანუ 33,6% და A₀^{III} – 10,7ტ/ჰა ანუ 42,8% (ცხრ. 22).

ზედა ზონის დაბალი სიხშირის წივანიანი სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგი ტოლია – 20,3ტ/ჰა (ცხრ. 21), სადაც გამოიყოფა სამი ქვეპორიზონტი - A₀^I – 5,2ტ/ჰა ანუ 22,7%, A₀^{II} – 8,1ტ/ჰა ანუ 35,8% და A₀^{III} – 9,4ტ/ჰა ანუ 41,5% (ცხრ. 22).

ამრიგად, სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგების შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ სოჭნარებში მიუხედავად ჩამონაყარის დიდი ოდენობისა ყალიბდება ფხვიერი სტრუქტურისა და მცირემარაგიანი მკვდარი საფარი, რაც მიუთითებს სოჭნარების მკვდარი საფრის მინერალიზაციის მაღალ ინტენსივობაზე. ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები ერთი და იგივე ტყის ტიპისა და სიხშირის პირობებში იზრდება 20,3ტ/ჰა-დან 25ტ/ჰა-მდე. აღსანიშნავია, რომ მკვდარი საფრის მარაგები ტენიანი ტიპის სოჭნარებში მეტია,

ვიდრე მშრალი ტიპის სოჭნარებში.

სოჭნარები სხვა წიწვოვანებისაგან განსხვავებით ხასიათდებიან მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით, მიუხედავად ჩამონაყარის დიდი მასისა, მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის გამო, ყალიბდება შედარებით მცირე ოდენობისა და ფხვიერი აგებულების მკვდარი საფარი.

ლიტერატურაში არ არსებობს ერთიანი აზრი იმის შესახებ, თუ რომელი ცენოზი წარმოშობს ტყის მკვდარი საფრის ყველაზე მეტ რაოდენობას. თუმცა რიგი მკვლევარებისა (Зонн, 1954; Говоренков, 1972; Вайчис, Онюнас, 1977) ამტკიცებენ, რომ მარაგების უმეტესი ნაწილი მოდის ფიჭვნარებზე, რაც აიხსნება ფიჭვის ჩამონაყარში ნაცრის ელემენტებისა და აზოტის სიღარიბით, დიდი რაოდენობით ტანინისა და მთრიმლავი ნივთიერებების შემადგენლობით, რომლებიც აფერხებენ ჩამონაყარის დაშლას. თუმცა საქართველოს პირობებში ეს ასე არ არის.

ჩვენი მონაცემებით, მკვდარი საფრის საშუალო მარაგი 0,7-0,8 სიხშირის ფიჭვნარებში ტოლია 23,9ტ/ჰა, ნაძვნარებში – 110,1ტ/ჰა და სოჭნარებში – 19,1ტ/ჰა-ს (ცხრ. 23), საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ მკვდარი საფრის მარაგები მეტია ნაძვნარებში, შემდეგ ფიჭვნარებში და სოჭნარებში. მსგავსი მონაცემები აქვთ მიღებული თ.კაშიბაძეს და ნ.ტარასაშვილს (Кашибадзе, Тарасашвили, 1967), ნ.ტარასაშვილს და თ.კაშიბაძეს (Тарасашвили, Кашибадзе, 1975, 1976), ი.ბლინცევს და პ.ასიუტინს (Блинцев, Асютин, 1982), ნ.ტარასაშვილს, გ.ვაჩნაძეს და სხვ. (2001). სრულიად საპირისპირო მონაცემები აქვს მიღებული ნ.დჟებისაშვილს (Джебисашვილი, 1983), რომელსაც შესწავლილი აქვს ბორჯომის ხეობის ფიჭვნარი, ნაძვნარი, წიფლნარი, მუხნარი ტყეები. მისი მონაცემებით მკვდარი საფრის მარაგები ფიჭვნარებში ტოლია 7,18-8,36ტ/ჰა, ხოლო სისქე 5-7სმ, ნაძვნარებში – 5,86-6,86ტ/ჰა, სისქე – 2-2,4სმ.

ცხრილი 23

წიწვოვანი ტყეების მკვდარი საფრის საშუალო მარაგები მაღალი სიხშირის ორივე ზონისათვის

ტ/ჰა

ფორმაცია	სიხშირე	მარაგი (ტ/ჰა)	საშუალო სისქე (სმ)	აღნაგობა	მკვდარი საფრის ტიპი
ფიჭვი	0.7	23.9	5.5-9.0	მკვრივი	“უხეში” “გარდამავალი”
ნაძვი	0.7	110.1	6-10	ძლიერ მკვრივი	“უხეში” “გარდამავალი”
სოჭი	0.7	19.1	7-9	საშუალოდ მკვრივი	“გარდამავალი” “რბილი”

ლიტერატურაში არსებობს შრომები, სადაც მკვდარი საფრის მარაგები შესწავლილია ტყის სხვადასხვა ეკოსისტემებში ((Lefevre, Klemmedson, 1980; Edmonds, 1987; Sa Winghu, 1988; Молчанова, 1989, Boetcher, Kalisz, 1990; Ведрова, 1989).

ტყის მკვდარი საფრის ჩამოყალიბებასა და მისი სტრუქტურის შესწავლის დადგენისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მის სისქესა და სიმკვრივეს. ცხრილი 23-ის მონაცემებით ყველაზე დიდი სისქისა (6-10სმ) და სიმკვრივის საფარი ყალიბდება ნაძვნარებში. ნაძვნარებში მკვდარი საფრის მაქსიმალური სისქისა და მარაგის ფორმირება აიხსნება ჩამონაყარის ორგანული მასის დაშლის დაბალი სიჩქარით.

სოჭნარების მკვდარი საფარი ხასიათდება დაშლის ყველაზე მაღალი სიჩქარით, რის გამოც წლიური ჩამონაყარის ყველაზე დიდი ოდენობის დროსაც კი მასში ფორმირდება მკვდარი საფარი ყველაზე მცირე მარაგით. სოჭნარების მკვდარი საფრის სისქე (7-9სმ) საკმაოდ დიდია, თუმცა აგებულების მიხედვით ისინი ბევრად უფრო ფხვიერია, ვიდრე ფიჭვის და ნაძვის მკვდარი საფრები.

ფიჭვნარების მკვდარი საფარი, მიუხედავად ჩამონაყარის ყველაზე მცირე რაოდენობისა, ხასიათდება საკმაოდ მარაგებითა და საკმაოდ მკვრივია, მისი სისქე კი მცირეა (5,5-9,0სმ) (ცხრ. 23), რაც აიხსნება ფიჭვის წიწვებსა და ტოტებში ლიგნინისა და ფისის მაღალი შემცველობით, რომლებიც აფერხებენ ორგანული მასის გახრწნისა და მინერალიზაციის პროცესს.

ამრიგად, ნაძვნარებში ფორმირდება ყველაზე სქელი და მკვრივი მკვდარი საფარი და აქედან გამომდინარე, მასში ორგანული მასის ყველაზე დიდი მარაგია. ფიჭვნარებში, ნაძვნარებთან შედარებით, მკვდარი საფარის სისქე მნიშვნელოვნად ნაკლებია, თუმცა აღნაგობით საკმაოდ მკვრივია. ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგი თითქმის 5-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ნაძვნარების. სოჭნარების მკვდარი საფარი ხასიათდება საკმაოდ მაღალი სისქით, რაც ჩამონაყარის დიდი ოდენობითაა გამოწვეული, მაგრამ მათ გააჩნიათ ნაკლები სიმკვრივე, ვიდრე ნაძვნარების და მითუმეტეს ფიჭვნარებისას. ამის გამო მკვდარი საფრის ორგანული მასის მარაგი სოჭნარებში მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე წიწვოვანი ტყის სხვა ფორმაციებში.

მკვდარი საფრის სისქესა და სიმკვრივეზე კვლევები ჩატარებული აქვთ ნ.ტარასაშვილს და თ.კაშიბაძეს (Тарасашвили, Кашибадзе, 1975, 1976), ა.ატკინს და

ლ.სმირნოვს (Аткин, Смирнов, 1983), ნ.დუბისაშვილს (Джебисაშვილი, 1983), გ.პოპოვს (Попов, 1986).

საქართველოს წიწვოვანი ტყეებისათვის დამახასიათებელია სხვადასხვა ტიპის მკვდარი საფრის ფორმირება. ნაძვნარებსა და ფიჭვნარებში ყველაზე მეტად გავრცელებულია “უხეში” და “გარდამავალი” ტიპის მკვდარი საფარი. სოჭნარებში “გარდამავალი” და “რბილი” ტიპები. ტყის სხვადასხვა ფორმაციებში განსხვავებული ტიპის მკვდარი საფრის ჩამოყალიბება აიხსნება ჩამონაყარის დაშლის არაერთგვაროვანი სიჩქარით. ნაძვნარებში და ფიჭვნარებში დაშლა ნელა მიმდინარეობს, რის გამოც იქმნება “უხეში” და “გარდამავალი” ტიპის მკვდარი საფარი. სოჭნარებში ჩამონაყარის დაშლის ბევრად უფრო ენერგიული პროცესია, რის გამოც ყალიბდება “გარდამავალი” და “რბილი” ტიპის მკვდარი საფარი (ცხრ. 23). ანალოგიური დაყოფები აქვთ ნ.ტარასაშვილს (1960, 1962), ნ.ტარასაშვილსა და თ.კაშიბაძეს (Тарасашვილი, Кашибадзе, 1972, 1975), ნ.ტარასაშვილს და სხვ. (1997).

მკვდარი საფრის როლი ბიოგეოცენოზის პროცესში მნიშვნელოვნად იზრდება მთის პირობებში ვაკესთან შედარებით, იმდენად რამდენადაც მაღალმთიან პირობებში ძლიერდება ბიოგეოცენოზების მიჯნაზე მკვდარი საფრისა და ჩამონაყარის განაწილება დაქანების მიხედვით (Зонн, Урушадзе, 1974). ი.ცარიკის (Цирек, 1983) მიხედვით, დაქანების მატებისას მკვდარი საფრის მარაგი მცირდება. მთაგორიანი რელიეფის პირობებში მკვდარი საფრის განაწილება და ფორმირება ერთნაირად არ მიმდინარეობს. მკვდარი საფრის მინიმალური მარაგები აღინიშნება სამხრეთ ფერდობებზე; საშუალო მარაგი სამხრეთ-აღმოსავლეთ და აღმოსავლეთ ფერდობებზე, ხოლო ყველაზე მაღალი მარაგები ფორმირდება ჩრდილოეთის ფერდობებზე. ექსპოზიცია და ფერდობის დაქანების სიმკვეთრე არაპირდაპირი ზემოქმედების ფაქტორს წარმოადგენს. საინტერესოა რ.გოცირიძის (Гоцириძე, 1974) გამოკვლევები ბოშურის სატყეოს ფიჭვნარებში, სადაც ტყის მკვდარი საფრის მარაგი ჩრდილო ექსპოზიციაზე შეადგენს 122 ტ/ჰა-ს, ხოლო სამხრეთ ექსპოზიციაზე 94 ტ/ჰა-ს.

ჩვენს მიერ შესწავლილი მასალების მიხედვით ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან და ჰიდროთერმული პირობების გაუარესებასთან ერთად მნიშვნელოვნად იზრდება მკვდარი საფრის მარაგები. ასე მაგალითად, მთაში სიმაღლის

მატებასთან ერთად ფიჭვნარებში ტყის მკვდარი საფრის მარაგი იზრდება 17,6 – 20,1 ტ/ჰა-დან 24,0-27,8ტ/ჰა-მდე. (ცხრ. 17) ნაძვნარში 47,6-88,3ტ/ჰა-დან 95,7-131,8ტ/ჰა-მდე (ცხრ. 19), ხოლო სოჭნარებში ტყის მკვდარი საფრის მარაგი იზრდება 13,8-16,5ტ/ჰა-დან – 20,3-25,0ტ/ჰა-მდე (ცხრ. 21). ჩვენს მიერ მოპოვებული მასალები შეესაბამება ლიტერატურულ მონაცემებს (Кашибадзе, Тарасашвили, 1967; Тарасашвили, Кашибадзе, 1975; Голубец, Одинак и др. 1983; Царик, 1983; Шевчук, Ямковой, 1983; ნ.ტარასაშვილი და სხვ., 2001) და მათ კიდევ უფრო დამაჯერებელს ხდის.

ტყის მკვდარი საფრის რაოდენობა იცვლება კორომის სიხშირის მიხედვით. ჩვენი მონაცემებით, დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები შესაბამისად ტოლია 17,6-24,0ტ/ჰა; 47,6-95,7ტ/ჰა; 13,8-20,3ტ/ჰა, ხოლო მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის ფიჭვნარ, ნაძვნარ და სოჭნარ კორომებში მკვდარი საფრის მარაგი შესაბამისად ტოლია 20,1-27,8ტ/ჰა; 88,3-131,8ტ/ჰა; 15,7-25,0ტ/ჰა (ცხრ. 17; 19; 21), რაც იმაზე მიუთითებს, რომ დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები გაცილებით დაბალია, ვიდრე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის კორომებში. ამასვე ადასტურებენ შემდეგი მკვლევარები ნ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე (Тарасашвили, Кашибадзе, 1975, 1978), ა.ატკინი (Аткин, 1983), ი.რიხტერი და ტ.რიხტერი (Рихтер, 1983), ნ.ტარასაშვილი, გ.ვაჩნაძე (Тарасашвили, Ваचनाдзе, 1985), ვ.ნიკონოვი (Никонов, 1987), ნ.ტარასაშვილი და სხვ. (2001).

ტყის მკვდარი საფრის მარაგების ცვალებადობა დამოკიდებულია ტყის ტიპზე. ჩვენი მონაცემებით მკვდარი საფრის მარაგები ტენიანი ტიპის ფორმაციებში უფრო მეტია, ვიდრე მშრალ ტიპში. ასე მაგალითად, ზღვის დონიდან ერთი და იგივე სიმაღლესა და ერთი და იგივე სიხშირის მჟაველიან სოჭნარებში მკვდარი საფრის მარაგი ტოლია 16,5ტ/ჰა, ხოლო წივანიანი ტყის ტიპის სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგი 15,7ტ/ჰა ტოლია (ცხრ. 5). მსგავსი მონაცემები მოიპოვება ლიტერატურულ წყაროებშიც (Рябуха, 1972; ნ.ტარასაშვილი, 1974; Барсук, 1978; Прокопович, 1982; Аткин, 1983; Аткин, Смирнова, 1983; Рихтер и др. 1983; Фирсова, Павлова, 1983; ნ.ტარასაშვილი და სხვ., 2001).

ა.ატკინისა და ლ.სმირნოვას (Аткин, Смирнова, 1983) მიერ შესწავლილ იქნა ფოთლოვნების მკვდარი საფარი ტყის ტიპების მიხედვით. მშრალ ტიპში მკვდარი

საფრის მარაგი ტოლია – 10-15ტ/ჰა-ს, ხოლო გრილ ტიპში 6-7ტ/ჰა.

ტყის მკვდარი საფრის მარაგი, სიმძლავრე და აგებულება დამოკიდებულია, აგრეთვე, ხნოვანებაზე, ბონიტეტზე, კლიმატურ პირობებზე და სხვ.

ა.ბოგატირევისა და ა.ფლიოსის (Богатирев, Флесс, 1983) მიერ შესწავლილ იქნა ჩრდილოეთ ტაიგის ნაძვნარები და ფიჭვნარები ბონიტეტის მიხედვით. დადგინდა, რომ მკვდარი საფარი უკუდამოკიდებულებაშია ბონიტეტთან. IV ბონიტეტის კლასის ტყის მკვდარი საფრის მარაგი შეადგენს 12-30ტ/ჰა-ზე, ხოლო V ბონიტეტის კლასის 60-100ტ/ჰა-ზე.

ტყის მკვდარი საფრის ფორმირების სპეციფიკაზე გავლენას ახდენს ხნოვანება (ნ.ტარასაშვილი, 1974; Тарасашвили, Кашибадзе, 1976; Аткин, 1983; Рихтер и др., 1983). ა.ატკინისა და ლ.სმირნოვას (Аткин, Смирнова, 1983) მიერ დადგინდა, რომ ახალგაზრდა ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგი ტოლია 30-39ტ/ჰა, 110 წლის ფიჭვნარების – 50ტ/ჰა, 140 წლის და მეტი – 40ტ/ჰა, ე.ი. ხნოვანების მატებასთან ერთად მცირდება მკვდარი საფრის მარაგიც. ჩვენ არ შეგვისწავლია ხნოვანების გავლენა, ამიტომ სანიმუშო ფართობები შერჩეული იყო მწიფე კორომებში.

ტყის მკვდარი საფრის მარაგები დამოკიდებულია კლიმატურ პირობებზე (Рихтер и др., 1983). მშრალი კლიმატური პირობებიდან ტენიანისაკენ იზრდება მკვდარი საფრის მარაგები, რაც თვალნათლივ ჩანს ვ.ფირსოვასა და ლ.პავლოვას (Фирсова, Павлова, 1983) მიერ ყოფილ საბჭოთა ტერიტორიაზე არსებულ ტყის სხვადასხვა ტიპის ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგების მონაცემების გაანალიზებისას. აღნიშნულია, რომ კლიმატურ პირობებთან დაკავშირებით მკვდარი საფრის მარაგები მერყეობს 1 ტონიდან 88 ტონამდე ჰექტარზე, ე.ი. ტყის ამ ელემენტების პარამეტრი ფართო დიაპაზონით გამოირჩევა. მკვდარი საფრის დაგროვებაზე გავლენას ახდენს ნიადაგის ტენიანობა და ტემპერატურა. ტენიანი ნიადაგების მკვდარი საფარი უფრო სწრაფად იზრდება (Кылли, 1977; Цирек, 1983; Гришин, 1983; Liu Wan yao, Zheng Zheng, 1990; Lekha Arun, Gupta, 1989; Sa Ninghu, 1988). ლიტერატურული წყაროები (Карпачевский, Киселева, 1968; Голубец, Одинак и др., 1983; Корсунов, 1983; Твалавадзе, 1983; Селиванова, 1983; Попов, 1986; Jount Molt, 1989; Borgnetti, Giannini, 1988; Rout, Gupta, 1990) ადასტურებენ, რომ ტყის მკვდარი საფრის მარაგები მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდიან წლის განმავლობაში.

კერძოდ, მისი რაოდენობა საგრძნობლად მცირდება ზაფხულიდან შემოდგომამდე, მასიური ფოთოლცვენის დაწყებამდე და კულმინაციას აღწევს ზაფხულში, როდესაც ტყეში იქმნება ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმი გარდაქმნის პროცესის გააქტიურებისათვის. ტყის მკვდარი საფრის მაქსიმალური რაოდენობა აღინიშნება გვიან შემოდგომით, მასობრივი ფოთოლცვენის შემდეგ.

როგორც ლიტერატურული მიმოხილვაში აღვნიშნეთ მკვდარ საფარში გამოიყოფა 3 ქვეჰორიზონტი, რომლის სრული დახასიათებაც მოგვყავს ქვემოთ.

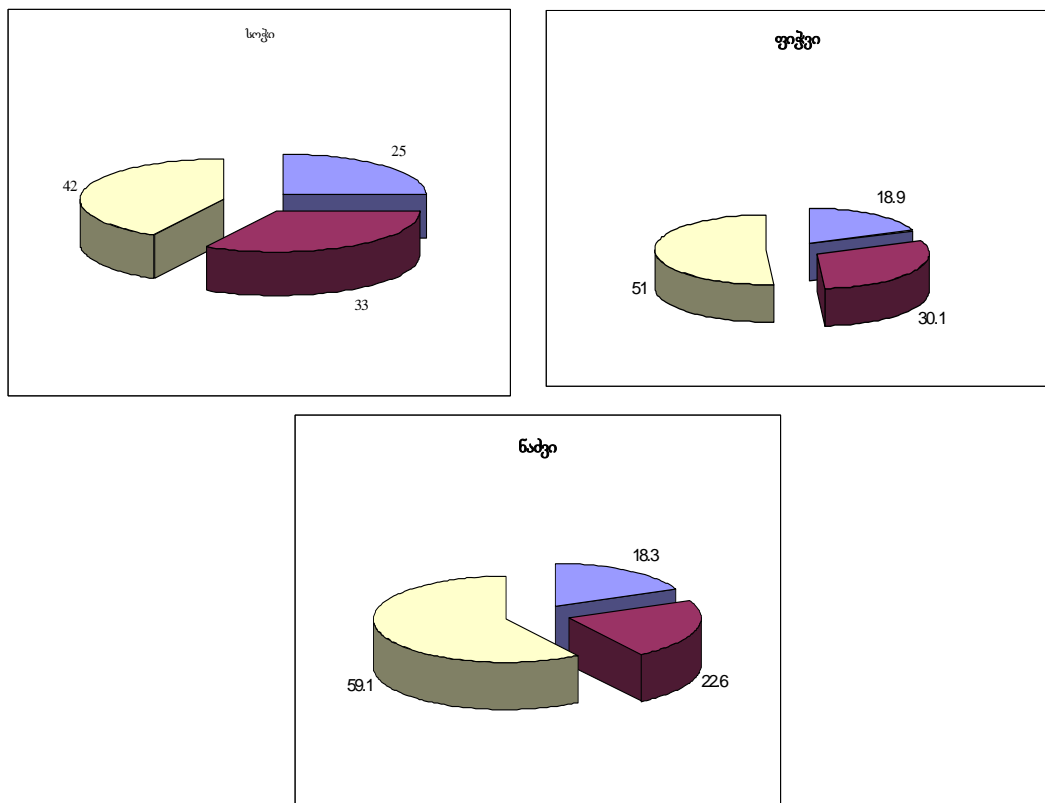
პირველი ქვეჰორიზონტი A_0^I აგებულია შარშანდელი (შემოდგომა) და წლევეანდელი (გაზაფხული) წლის ჩამონაყარით, ე.ი. ჩამონაყარი ჩამოყრილი ტყეში სიცოცხლის პაუზამდე და პაუზის შემდეგ. ის შედგება ფოთლებისა და წიწვებისაგან, რომლებიც თითქმის დაუშლელია და ინარჩუნებენ თავიანთ ფორმას, მათზე შეიმჩნევა სოკოები და ბაქტერიების კოლონიები; დაკარგული აქვთ პიგმენტები (ქლოროფილი, ანტოციანი), შეფერილია მუქი ნაცრისფერი ტონით, ზოგჯერ ღია და მუქი ყომრალი. ჩვეულებრივ, ეს ჰორიზონტი ადვილად განირჩევა დანარჩენი ფენებისაგან. რიგ შემთხვევაში მის მიხედვით აფასებენ წლის ჩამონაყარის სიდიდესაც.

მეორე ქვეჰორიზონტი A_0^{II} წარმოადგენს ყომრალ მასას, რომელიც შედგება წიწვების, ფოთლების, ტოტების ნაწილების ნაშთებისაგან, უხერხემლო ცხოველთა მიერ შეჭმული ფოთლის ნარჩენი ძარღვებისაგან, პატარა ცხოველების ჯავშნისა და სხვა ორგანული მასალის ნაშთებისაგან. კარგად შეიმჩნევა სოკოების მიცელიუმი, გრიფები და მცენარეთა ფესვები. ამ ქვეჰორიზონტში ხდება უხერხემლო ცხოველთა მაქსიმალური დაგროვება. ტენიან პირობებში ის არის მექანიკურად შეკავშირებული მასა, ხოლო მშრალ პერიოდში შეკავშირება იმდენად მცირდება, რომ ქვეჰორიზონტი ნაწილებად იყოფა.

მესამე ქვეჰორიზონტი A_0^{III} – წარმოადგენს მუქ ყომრალს, ტენიან პირობებში თითქმის შავ, ნეშომპალა მასას, მასში მცენარეთა ნაშთების გარჩევა შეუძლებელია. მშრალ მდგომარეობაში ფხვიერია, ტენიანში კი თითებს შორის იწებება ერთგვაროვან მასამდე. უცხოურ ლიტერატურაში მას უწოდებენ ჰუმიფიკაციის შრეს.

ტყის მკვდარი საფრის დაშლის მკაფიო მაჩვენებლად ითვლება მისი მორფოლოგიური ქვეჰორიზონტების ურთიერთშეფარდება, რომლებიც დაშლის

სხვადასხვა ფაზას წარმოადგენენ. ამ ქვეპორიზონტების სიმძლავრითა და მარაგებით შეიძლება ვიმსჯელოთ მკვდარი საფრის დაშლის ხელშემწყობ და დამამუხრუჭებელ პირობებზე. მკვდარი საფრის სწრაფი დაშლისას, მინერალიზაციის აქტიური პროცესის დროს მკვდარი საფარი სწრაფად იშლება ყველა ფაზაში, განსაკუთრებით კი ბოლო ფაზაში, ამიტომ მკვდარი საფრის Ao^{III} ქვეპორიზონტი სუსტადაა გამოხატული, გამოიყოფა მხოლოდ ერთი ქვეპორიზონტი - Ao^I , მაგრამ თუ მკვდარი საფრის დაშლა ჰუმეფიკაციის პროცესის უპირატესობით მიმდინარეობს, მაშინ დაშლის პროცესი მის ბოლო ფაზაში შენელებულია და მკვდარ საფარს კარგად აქვს გამოხატული Ao^{III} ქვეპორიზონტი. Ao^I და Ao^{II} არსებობა მიუთითებს მკვდარი საფრის დაშლის ხელსაყრელ პირობებზე (იხ. სქემა 2).



სქემა 2. მაღალი სიხშირის წიწვოვანი კორომების მკვდარი საფრის მარაგების ქვეპორიზონტების პროცენტული განაწილება

ფიჭვი – Ao^I – 18,9%	ნაძვი – Ao^I – 18,3%	სოჭი – Ao^I – 25,0%
Ao^{II} – 30,1%	Ao^{II} – 22,6%	Ao^{II} – 33,0%
Ao^{III} – 51,0%	Ao^{III} – 59,1%	Ao^{III} – 42,0%

ვ.ფირსოვასა და ი.პავლოვას (Фирсова, Павлова, 1983) მონაცემებით,

ჩრდილოეთ ტაიგის ფიჭვნარის მკვდარი საფრის მეტი მარაგი გროვდება As^{III} ქვეპორიზონტში, რაც უმეტეს შემთხვევაში 2-ჯერ მეტია, ვიდრე As^I ქვეპორიზონტში.

ტყის მკვდარი საფრის დაყოფა ქვეპორიზონტებად მოყვანილია შემდეგ შრომებში: ა.ატკინი და თ.სმირნოვა (Аткин, Смирнова, 1983); ა.საპოჟნიკოვი (Сапожников, 1982), მ.გოლუბეცი და სხვ. (Голубец и др., 1983), გ.პოპოვი (Попов, 1986), ე.ვედროვა (Ведрова, 1989) და სხვ.

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის წიწვოვან ტყეებში მკვდარი საფრის As^{II} და As^{III} ქვეპორიზონტების მაღალი წონა მიუთითებს მკვდარ საფარში მიმდინარე მინერალიზაციის პროცესზე. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა As^{III} ქვეპორიზონტი. (ცხრ. 18, 20, 22).

ნაძვნარების მკვდარი საფრის As^{III} ქვეპორიზონტის წონა მკვდარი საფრის საერთო წონის 47,9-66,2%-ს შეადგენს (ცხრ. 20), ხოლო სოჭნარების მკვდარი საფრის As^{III} ქვეპორიზონტის წონა საერთო წონის 38,9-42,8%-ის ფარგლებშია (ცხრ. 22), რაც მინერალიზაციის მაღალ ხარისხზე მიანიშნებს. რაც შეეხება ფიჭვნარების მკვდარი საფრის As^{III} ქვეპორიზონტს, მისი წონა საერთო წონის 49,8-65,8%-ს შეადგენს (ცხრ. 18).

ტყის მკვდარი საფრის დაშლის ყველაზე ობიექტურ მაჩვენებლად უნდა ჩაითვალოს მისი წონის შეფარდება წლიური ჩამონაყარის წონასთან, რომელსაც “მკვდარი საფრის მარაგის კოეფიციენტი” ეწოდება (Ковалевский, 1956). რაც უფრო მაღალია ეს კოეფიციენტი, მით უფრო შენელებულია დაშლის ინტენსივობა. აღნიშნული კოეფიციენტის თანახმად, ბორჯომის ხეობის წიწვოვანი ტყეებიდან ყველაზე ნელა იშლება ნაძვნარების მკვდარი საფარი, რომლის დაშლის კოეფიციენტი 16-19-ს (ცხრ. 19) შორის მერყეობს, ე.ი. საქმე გვაქვს შენელებულ პროცესთან. ფიჭვნარების დაშლის კოეფიციენტი ჩვენი მონაცემებით 8-დან 11-მდე (ცხრ. 17) მერყეობს, ე.ი. საქმე გვაქვს საშუალო სისწრაფის დაშლის პროცესთან, ხოლო სოჭნარების დაშლის კოეფიციენტი 3-5-ის ფარგლებშია, ე.ი. საქმე გვაქვს სწრაფ დაშლასთან (ცხრ. 21).

ტყეში ნივთიერებათა ბიოლოგიურ ბრუნვაზე დიდ გავლენას ახდენს ტყის მკვდარი საფრის დაგროვების ხასიათი და მისი მინერალიზაციის სისწრაფე. ტყის მკვდარი საფრის დაგროვების და დაშლის მექანიზმის პროცესების ინტენსივობაზე

ლიტერატურაში საკმაო მასალა მოიპოვება. გ.ტარასაშვილის და თ.კაშიბაძეს (1959) მონაცემებით მკვდარი საფრის მინერალიზაციის პროცესთან დაკავშირებით მცირდება ნახშირბადის საერთო რაოდენობა. ნ.ტარასაშვილის და თ.კაშიბაძის (Тарасашвили, Кашибадзе, 1978) მონაცემებით კი მკვდარ საფარში ბიოქიმიური პროცესების გააქტიურება აჩქარებს მის მინერალიზაციას და ნიადაგის ნაყოფიერებაც უმჯობესდება. ნაცრის ელემენტები და აზოტი ხელს უწყობს მინერალიზაციის პროცესს და განსაზღვრავს ბიოგეოცენოზებში მკვდარი საფრის გახრწნისა და ნივთიერებათა წრებრუნვის სიჩქარეს (Селиванова, 1983; Шевчук, Ямковой, 1983).

მ.თვალავაძის (Твалавадзе, 1983) აზრით, მინერალიზაციის ხარისხი მეტია წლის პირველ ნახევარში (აპრილი, ივნისი), ვიდრე წლის მეორე ნახევარში (ივლისი აგვისტო, სექტემბერი). მისი აზრით, ახალი ჩამონაყარის მთლიანი მინერალიზაციისათვის საჭიროა 5 წელი.

მენენდესის და აგუადოს (Menendez, Aguado, 1987) მიერ კვლევა წარმოებდა კუბის მარადმწვანე ტყეებში. დადგინდა, რომ ყოველწლიურად იხრწნება მკვდარი საფრის მოცულობის $1/4$.^{1/4}მ.მოლჩანოვის (Молчанов, 1990) მონაცემებით, მკვდარი საფრის მარაგი არ არის დამოკიდებული წლიურ ჩამონაყარზე, არამედ დამოკიდებულია მისი გახრწნის სისწრაფეზე. ა.ლაზარევას და სხვ. (Лазарева и др., 1987) მიერ შესწავლილ იქნა რეკრეაციის გავლენა მკვდარ საფარზე, დადგინდა, რომ იგი ანელებს მინერალიზაციის პროცესს.

მკვდარი საფრის მინერალიზაციის პროცესებზე შემდეგი შრომებია მიძღვნილი: ნ.ტარასაშვილი (Тарасашвили, 1974ა), ნ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე (Тарасашвили, Кашибадзе, 1978ა), დ.ბარსუკი (Барсук, 1978), ა.ატკინი (Аткин, 1983), ა.ატკინი, ლ.სმირნოვა (Аткин, Смирнова, 1983), გ.პოპოვი (Попов, 1986), ე.ვედროვა (Ведрова, 1989) და სხვ.

ტყის მკვდარი საფრის ტიპი, დაგროვების ხასიათი, აღნაგობა, ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და მათში მოსახლე მიკროორგანიზმები განაპირობებენ ორგანული ნივთიერებების არაორგანულ ნივთიერებებად გარდაქმნის პროცესის ხასიათსა და სიჩქარეს. მკვდარი ორგანული მასის დაშლის სიჩქარე განისაზღვრება მათი ქიმიური შედგენილობითა და მიკროორგანიზმების ბიოლოგიური აქტივობით. ლიტერატურაში მოიპოვება მასალები მკვდარი საფრის ქიმიური შემადგენლობის

შესახებ (Тарасашвили, 1964; Тарасашвили, Кашибадзе, 1978a; Lefevre, Klemmedson 1980; Лазарева, Эйнтроп, 1981; Шевчук, Ямковой, 1983; Селиванов, 1983; Шудра, 1986; Edmonds 1987; Boettcher, Kalisz, 1990; Богатырев, 1991).

წიწვოვნების მკვდარი საფრის გარდაქმნის მიმართულებაზე და სიჩქარეზე გავლენას ჩამონაყარში ფისოვან-ლიგნინიანი ნივთიერებების არსებობა განაპირობებს, მათი მაღალი შემცველობისას ჩამონაყარის დაშლის სიჩქარე მნიშვნელოვნად მცირდება. ვ.დობროვოლსკის და სხვ. (Добровольский и др. 1999) გამოკვლევებით, წიწვოვანი ტყის ჩამონაყარში ორგანული ნივთიერებების დაშლის სიჩქარე პირველი თვეების განმავლობაში პრაქტიკულად თითქმის მთლიანად განისაზღვრება არახსნადი ფრაქციების შედგენილობით – ლიგნინითა და ცელულოზით, ვინაიდან ხსნადი ფრაქციები (გლუკოზა, ფრუქტოზა და ფენოლური გლუკოზიდები) მთლიანად ქრებიან პირველი ოთხი თვის განმავლობაში.

ინგრიდ კოგელის (Kogel Ingrid, 1986) მიხედვით, ლიგნინი არის ერთ-ერთი მეტად გავრცელებული ორგანული პოლიმერული ნაერთი ტყის მკვდარ საფარში. ამასვე ადასტურებენ მ.ვაიჩისი და ვ.ონიუნასი (Вайчис, Онюнас, 1977). მისი მოლეკულური სტრუქტურისა და ჰეტეროგენული თვისებების გამო არ არის დადგენილი მისი გამოყოფა შეუცვლელი ფორმით და მისი ზუსტი განსაზღვრა ტყის ჰუმუსში. ფისოვან-ლიგნინიანი ნივთიერებებით ყველაზე მდიდარია ფიჭვნარები, ამიტომ მათში დაშლის პროცესი მეტად შენელებულია, რაც შეეხება სოჭნარების ჩამონაყარს, ის ფისოვან-ლიგნინიან ნივთიერებებს მცირე რაოდენობით შეიცავს, რაც გამოხატულებას პოულობს მისი დაშლის სიჩქარეში.

ამრიგად, ზემოთ წარმოდგენილი მასალები შესაძლებლობას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნები მკვდარი საფრის ფორმირების, ორგანული მასის დაგროვება-დაშლის და მინერალიზაციის პროცესებზე.

მართალია, ტყის მკვდარი საფრის მარაგი მიანიშნებს ტყეში მცენარეებისათვის საკვებ ნივთიერებათა პოტენციური მარაგის ოდენობაზე, მაგრამ მისი ჩართვა ტყეში ნივთიერებათა ბიოლოგიურ ბრუნვაში შესაძლებელია მხოლოდ მკვდარი ორგანული მასის დაშლის, მისი გახრწნისა და მინერალიზაციის პროცესის მეშვეობით, მისი გააქტიურებით.

მთაში ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან გარემო ფაქტორების ცვლილება

დიდ გავლენას ახდენს მკვდარი საფრის ფორმირებაზე, მის სტრუქტურაზე, ლპობისა და მინერალიზაციის ინტენსივობაზე. სამივე ფორმაციაში მატულობს მკვდარი საფრის მარაგი, სისქე. მნიშვნელოვნად მცირდება მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა. ქვედა და ზედა ზონისათვის ფიჭვნარებსა და ნაძვნარებში ვითარდება “უხეში” და “გარდამავალი” ტიპის ტყის მკვდარი საფარი, ხოლო სოჭნარებში “გარდამავალი” და “რბილი” ტიპის მკვდარი საფარი.

თავი VIII. ბორჯომის ხეობის წიწვოვანი კორომების გავლენა ბიოლოგიურ აქტივობაზე

ნიადაგსა და ატმოსფეროს შორის არსებული აირცვლის პროცესი განსაზღვრავს ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობასა და მცენარეთა ზრდა-განვითარებას.

სისტემაში ატმოსფერო-მცენარე-ნიადაგი ნახშირორჟანგი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნახშირბადის მიმოქცევის, ნიადაგწარმოქმნის პროცესსა და მცენარეთა ნახშირბადოვან კვებაში.

ნიადაგში მიმდინარე ნივთიერებათა ცვლის პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს ტყესა და ნიადაგს შორის არსებული ბიოლოგიური პროცესების ინტენსივობას. სწორედ ამ პროცესების ენერჯის ერთ-ერთ მაჩვენებელს წარმოადგენს ნიადაგის ჰაერის შემადგენლობა, მასში ნახშირორჟანგის შემცველობა და მისი ნიადაგის ზედაპირზე საბოლოო გამოყოფა (Мина, 1957).

ნიადაგში CO_2 -ის წარმოქმნა განპირობებულია ძირითადად ბიოლოგიური ფაქტორებით, კერძოდ, მკვდარი ორგანული ნივთიერების და ნიადაგის ჰუმუსის მიკროორგანიზმების გახრწნითა და მცენარეთა ფესვების სუნთქვით.

ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1967) მიხედვით ვ.სმირნოვი აღნიშნავს, რომ ნიადაგის ნახშირორჟანგი ნიადაგში მიმდინარე ცხოველმყოფელი პროცესების ინტენსივობის მაჩვენებელია. იგი მცენარის ნახშირბადოვანი კვების ერთ-ერთი წყაროა და ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესში მცენარეთა მიერ აზოტის, ფოსფორისა და სხვა საკვები ნივთიერებების შეთვისებას და აჩქარებს მცენარეებში ფიზიოლოგიურ პროცესებს. ნიადაგის მიერ ნახშირორჟანგის გამოყოფა ამდიდრებს

ატმოსფეროს ზედა ფენას – ჰაერს ნახშირორჟანგით, რაც აუმჯობესებს მცენარეთა კვებას ჰაერის ნახშირბადით. მცენარის კვების ძირითადი წყაროა ატმოსფეროს ნახშირორჟანგი. ვ.ლატარიას (1981) მიხედვით, ატმოსფეროს ჰაერიდან მცენარის მიერ CO₂-ის შეთვისების ფაქტი აღნიშნული იყო ჯერ კიდევ XIX საუკუნის 50-იან წლებში ჟ.ბესენგის მიერ.

ატმოსფეროს ჰაერში CO₂-ის ცვალებადობა დაკავშირებულია ფოტოსინთეზსა და მცენარის სუნთქვაზე, აგრეთვე ნიადაგის ნახშირორჟანგის პროდუქტიულობაზე, რომლებიც ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან დაკავშირებულები ნახშირბადის წრებრუნვის საშუალებით.

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა არის ბიოქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესების ინტეგრალური სისტემა, რომელიც განსაზღვრავს ტყის ეკოსისტემათა ფიტოპროდუქტიულობას.

კ.ტიმირიაზევა (ვ.ლატარია, 1981 მიხედვით) მოგვცა დებულება, რომლის მიხედვითაც მცენარე ნახშირორჟანგს არა მარტო ატმოსფეროდან, არამედ ნიადაგიდანაც ღებულობს ფესვთა სისტემის საშუალებით.

ნიადაგის ჰაერში CO₂-ის გამოყოფა მიმდინარეობს მცენარის ფესვთა სისტემის სუნთქვის, ნიადაგში მცხოვრები მიკროორგანიზმებისა და ფაუნის სასიცოცხლო პროცესების, ჰუმუსისა და სხვა ორგანული ნივთიერებების მინერალიზაციისა და ზოგიერთი ქიმიური რეაქციის შედეგად.

ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1967) მიხედვით, პ.ბარაკოვის, ფ.გელცერის, ს.ზონის და სხვათა გამოკვლევებითაც დასტურდება, რომ CO₂-ის გამოყოფაზე დიდ გავლენას ახდენს მცენარეთა ფესვთა სისტემა და მიკროორგანიზმების ცხოველმოქმედება.

ვ.მინას (Мина, 1957), ს.ზონისა და ლი ჩენ კუეის (Зонн, Ли Чен-куэй, 1960, ს.ზონის (Зонн, 1964), ი.მოროზოვასა და ბოგდანოვას (Морозова, Богданова, 1965), ი.იურკევიჩის და სხვ. (Юркевич, 1966), ჯ.ლომიძის (Ломидзе, 1977), ლ.კარპაჩევსკის (Карпачевский, 1981), აპადჰაი და სინგხის (Upadhyay, Singh, 1990) და სხვათა გამოკვლევებითაც დგინდება, რომ ტყის ნიადაგებში თავისუფალი CO₂-ის ძირითადი მასა წარმოიქმნება მცენარეთა ფესვების სუნთქვის შედეგად, მიკროორგანიზმების მიერ ორგანული ნივთიერებების დაშლით და ნიადაგის ფაუნის

ცხოველმოქმედებით.

როგორც ცნობილია CO₂ გამოიყოფა ორგანული ნივთიერებების დაშლის შედეგად, როგორც ამ პროცესის საბოლოო პროდუქტი, ამიტომ მისი რაოდენობისა და ნიადაგში სიღრმით განაწილების ცოდნით შეიძლება ვიმსჯელოთ დაშლის პროცესების ენერგიაზე და მცენარის მიერ ფესვებით მის შეთვისებაზე.

ცუდი აერაციის პირობებში ნიადაგში ჟანგბადის მიწოდება შეფერხებულია, მატულობს ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია, რაც ანელებს მცენარეთა ზრდა-განვითარებასა და იწვევს ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის დაქვეითებას.

საქართველოს ტყეებში ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობას სწავლობდნენ: გ.ტარასაშვილი და თ.კაშიბაძე (1959), ნ.ტარასაშვილი (Тарасашвили, 1967), ნ.ტარასაშვილი და თ.კაშიბაძე (Тарасашвили, Кашибадзе, 1972, 1972ა), ჯ.ლომიძე (Ломидзе, 1975, 1977, 1981), ე.ნაკაიძე (Накаидзе, 1990), გ.ვაჩნაძე და სხვ. (2001), ნ.ტარასაშვილი და სხვ. (1997).

მიუხედავად ამისა, საქართველოს ტყის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა არ არის საკმაოდ შესწავლილი. ჩვენს მიერ ტყის ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა შესწავლილი იყო ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ფიჭვის, ნაძვის და სოჭის ტყეების გავრცელების ქვედა (800-1200მ ზ.დ.) და ზედა (1600-2000მ ზ.დ.) ზონის, როგორც მაღალი (0,8-0,9), ისე დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის კორომებში.

ჩვენს მიერ თითოეულ ცენოზში კვლევა წარმოებდა სამი წლის განმავლობაში, როგორც ცხრ. 23; 25; 27-დან ჩანს, თითოეული წლის მონაცემები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რაც უნდა აიხსნას მოცემული წლების განმავლობაში კლიმატური პირობების, კერძოდ, ტემპერატურის, ატმოსფერული წნევის, ტენიანობის და სხვათა ცვალებადობით. მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ სამი წლის მონაცემები შეგვეჯამებინა და განხილვის საგნად გაგვეხადა საშუალო მონაცემები.

ცხრილი 23

ფიჭვნარების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ვერტიკალურ გავრცელებასთან და სიხშირესთან დაკავშირებით წლების მიხედვით

დაკვირვების ადგილი, სიხშირე	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	ჰორიზონტი	1997		1998		1999	
			ივნისი	სექტემბერი	ივნისი	სექტემბერი	ივნისი	სექტემბერი
			CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი, 0,7-0,9	850-900	A ₀	3.74	2.90	4.52	3.15	3.14	2.47
		A	2.91	2.30	4.08	2.94	2.88	2.08
		B ₁	3.35	2.71	4.38	3.06	3.00	2.27
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი, 0,4	900	A ₀	2.31	1.53	3.08	2.74	2.32	1.88
		A	2.16	1.45	2.63	2.58	2.00	1.52
		B	2.46	1.38	2.80	2.66	2.27	1.75
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,7-0,8	1650	A ₀	2.60	2.73	3.90	3.48	2.80	2.61
		A	1.99	2.30	3.72	2.95	2.48	2.10
		B ₁	2.55	2.66	3.50	3.25	2.65	2.52
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ციხისჯვრის სატყეო, 0,3-0,4	1650	A ₀	1.30	0.93	2.08	1.42	1.33	0.95
		A	1.04	0.81	1.73	1.38	1.10	0.90
		B	1.12	0.71	1.82	1.48	1.26	1.05

განვიხილოთ თითოეული ცენოზის მონაცემები ცალ-ცალკე ზონებისა და სიხშირეების მიხედვით.

ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა ზაფხულიდან შემოდგომისაკენ მცირდება. ასე მაგალითად, ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში CO₂ გამოიყოფა ტყის მკვდარი საფრიდან 3,80 კგ/ჰა, ხოლო ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 3,29 კგ/ჰა, B₁ – 3,57კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად 2,84კგ/ჰა, 2,44კგ/ჰა და 2,68კგ/ჰა (ცხრ. 24). მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოსახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,085%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,074%, B₁ – 0,080%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,063%, 0,055% და 0,060%.

ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა ზაფხულიდან შემოდგომისაკენ მცირდება. ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში CO₂ გამოიყოფა ტყის მკვდარი საფრიდან 2,57კგ/ჰა, ხოლო ნიადაგის A ჰორიზონტიდან

2,27კგ/ჰა, B – 2,51კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად 2,05კგ/ჰა, 1,85კგ/ჰა და 1,93კგ/ჰა.

ცხრილი 24

ფიჭვნარების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ვერტიკალურ გავრცელებასთან და სიხშირესთან დაკავშირებით (სამი წლის სამ. მონაცემების მიხედვით)

დაკვირვების ადგილი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	ჰორიზონტები	ნახშირორჟანგის გამოყოფა								
			ივნისი			სექტემბერი			საშუალო		
			მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი, 0,7-0,9	850-900	A ₀	1.67	3.80	0.085	1.25	2.84	0.063	1.46	3.32	0.075
		A	1.45	3.29	0.074	1.07	2.44	0.055	1.27	2.87	0.064
		B ₁	1.57	3.57	0.080	1.18	2.68	0.059	1.38	3.13	0.070
ბორჯომის სახ. ნაკრძალი, 0,4	900	A ₀	1.13	2.57	0.058	0.90	2.05	0.046	1.05	2.37	0.053
		A	1.00	2.27	0.051	0.81	1.85	0.042	0.91	2.06	0.046
		B	1.01	2.51	0.056	0.85	1.93	0.043	0.98	2.22	0.050
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,7-0,8	1650	A ₀	1.36	3.10	0.069	1.29	2.94	0.066	1.33	3.02	0.068
		A	1.20	2.73	0.061	1.08	2.45	0.055	1.14	2.59	0.058
		B ₁	1.28	2.90	0.065	1.24	2.81	0.063	1.26	2.85	0.064
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ციხისჯვრის სატყეო, 0,3-0,4	1650	A ₀	0.69	1.57	0.035	0.48	1.10	0.025	0.59	1.33	0.030
		A	0.56	1.29	0.029	0.45	1.03	0.023	0.51	1.16	0.026
		B	0.61	1.40	0.031	0.47	1.08	0.024	0.55	1.24	0.028

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,058%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,051%, B – 0,056%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,046%, 0,042% და 0,043%.

ფიჭვნარების გავრცელების ზედა ზონის მაღალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა დამოკიდებულია წლის პერიოდებზე. ზაფხულში, როდესაც ნიადაგი უფრო მეტადაა გამთბარი CO₂ -ის გამოყოფა მაქსიმუმს აღწევს, შემოდგომაზე კი ეცემა. ასე მაგალითად, ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან 3,10 კგ/ჰა CO₂ გამოიყოფა, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 2,73კგ/ჰა, B₁ – 2,90კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად 2,94კგ/ჰა, 2,45კგ/ჰა და 2,81კგ/ჰა.

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,069%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,061%, B₁ – 0,065%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,066%, 0,055% და 0,063% (ცხრ. 24).

ფიჭვნარების გავრცელების ზედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში CO₂ გამოიყოფა ტყის მკვდარი საფრიდან 1,57 კგ/ჰა, ხოლო ნიადაგის A ჰორიზონტში 1,29კგ/ჰა, B – 1,40კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად 1,10კგ/ჰა, 1,03კგ/ჰა და 1,08კგ/ჰა.

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოსახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,031%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,029%, B – 0,031%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,025%, 0,023% და 0,024%.

ამრიგად, ორივე ზონის მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის კორომებში CO₂ -ის გამოყოფის ინტენსივობა ტყის მკვდარ საფარში უფრო მეტია, ვიდრე დაბალ (0,3-0,4) სიხშირის კორომებში. ანალოგიურადაა ნიადაგიდან გამოყოფის დროსაც. გარდა ამისა, ნიადაგის სიღრმის მატებასთან ერთად უმნიშვნელოდ მატულობს ნახშირორჟანგის რაოდენობაც, რაც აიხსნება იმით, რომ CO₂ უფრო მძიმე გაზია, ვიდრე ჰაერი.

ფიჭვნარების ნიადაგისა და ტყის მკვდარი საფრის ბიოლოგიური აქტივობა მნიშვნელოვნად ცვალებადობს კორომის სიხშირისა და ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით, აგრეთვე, სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაშიც.

ნამძვნარების გავრცელების ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში CO₂ გამოიყოფა ტყის მკვდარი საფრიდან 5,75 კგ/ჰა, ნიადაგის A ჰორიზონტში 4,82კგ/ჰა, AB – 5,33კგ/ჰა. მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოსახება შემდეგნაირად: მკვდარ საფარში – 0,130%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,108%, AB – 0,120%;

ცხრილი 25

ნამძვნარების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ვერტიკალურ გავრცელებასთან და სიხშირესთან დაკავშირებით წლების მიხედვით

დაკვირვების ადგილი, სიხშირე	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	ჰორიზონტი	1997		1998		1999	
			ივნისი	სექტემბერი	ივნისი	სექტემბერი	ივნისი	სექტემბერი
			CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში
ბორჯომის სატყ. მეურ. ნემვის სატყეო, 0,8	850	A ₀	6.14	4.28	6.28	4.35	4.83	3.28
		A	5.02	2.68	5.30	4.07	4.14	2.79
		AB	5.70	3.58	5.76	4.21	4.53	3.10
ბორჯომის სატყ. მეურ.	850-860	A ₀	4.68	3.10	5.82	4.60	4.74	2.92

ნებვის სატყეო, 0,4		A AB	4.32 3.85	2.84 3.06	4.53 5.09	4.00 4.49	3.12 4.11	1.71 2.50
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,8-0,9	1770	A ₀ A AB	5.13 3.68 4.79	3.72 2.12 3.64	6.12 5.35 5.35	4.42 3.65 4.20	4.70 3.87 4.65	2.96 2.39 2.87
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,4	1710	A ₀ A AB	3.84 2.78 3.44	2.28 1.94 1.99	4.47 3.82 4.14	3.10 2.27 2.78	3.12 2.67 2.92	1.91 1.37 1.65

სექტემბერში CO₂ -ის გამოყოფა შემცირებულია. ასე მაგაკლითად, მკვდარი საფრიდან ერთ საათში გამოიყო 3,97კგ/ჰა, A ჰორიზონტიდან 3,18კგ/ჰა და AB ჰორიზონტიდან 3,63კგ/ჰა, რაც მოცულობით პროცენტებში შემდეგნაირად აისახება: მკვდარ საფარში - 0,089%, A ჰორიზონტში 0,071% და AB ჰორიზონტში 0,081% (ცხრ. 16).

ნამკვანარების ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 5,08კგ/ჰა CO₂, ხოლო ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 3,99კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან - 4,35კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად 3,54კგ/ჰა, 2,85კგ/ჰა და 3,35კგ/ჰა.

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში - 0,121%, ნიადაგის A ჰორიზონტში - 0,089%, AB ჰორიზონტში - 0,097%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,089%, 0,064% და 0,075%.

ზედა ზონის მაღალი სიხშირის ნამკვანარებში მკვდარი საფრიდან ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 5,34კგ/ჰა R₀₂, ხოლო ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 4,30კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან - 4,93კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად 3,70კგ/ჰა, 2,72კგ/ჰა და 3,57კგ/ჰა.

ცხრილი 26

ნამკვანარების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ვერტიკალურ გავრცელებასთან და სიხშირესთან დაკავშირებით (სამი წლის საშ. მონაცემების მიხედვით)

დაკვირვების ადგილი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	ჰორიზონტები	ნახშირორჟანგის გამოყოფა								
			ივნისი			სექტემბერი			საშუალო		
			მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %
ბორჯომის სატყ. მეურ. ნებვის სატყეო, 0,8	850	A ₀	2.54	5.75	0.130	1.75	3.97	0.089	2.14	4.86	0.109
		A	2.13	4.82	0.108	1.40	3.18	0.071	1.76	4.00	0.090
		AB	2.35	5.33	0.120	1.60	3.63	0.081	1.97	4.48	0.101
ბორჯომის სატყ.	850-860	A ₀	2.39	5.08	0.121	1.75	3.54	0.089	1.90	4.31	0.097

მეურ. ნებვის სატყეო, 0,4		A	1.76	3.99	0.089	1.26	2.85	0.064	1.51	3.42	0.077
		AB	1.92	4.35	0.097	1.48	3.35	0.075	1.70	3.85	0.087
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,8-0,9	1770	A ₀	2.35	5.34	0.120	1.63	3.70	0.083	1.99	4.52	0.102
		A	1.90	4.30	0.097	1.20	2.72	0.061	1.55	3.51	0.079
		AB	2.18	4.93	0.111	1.58	3.57	0.080	1.87	4.25	0.095
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,4	1710	A ₀	1.68	3.81	0.086	1.07	2.43	0.055	1.37	3.12	0.070
		A	1.36	3.90	0.069	0.82	1.85	0.042	1.09	2.47	0.055
		AB	1.54	3.50	0.079	0.94	2.14	0.048	1.24	2.82	0.063

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტებში გამოსახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,120%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,097%, AB ჰორიზონტში – 0,111%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად – 0,083%, 0,061% და 0,080% (ცხრ. 26).

ნაძვნარების გავრცელების ზედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 3,81კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტში 3,09კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 3,50კგ/ჰა; მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოსახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,086%, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან – 0,069%, AB ჰორიზონტიდან – 0,079%;

სექტემბრის თვეში ნახშირორჟანგის გამოყოფა რამდენადმე მცირდება . ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 2,43კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 1,85კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 2,14კგ/ჰა; მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოსახება შემდეგნაირად: მკვდარ საფარში – 0,055%, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან – 0,042%, AB ჰორიზონტიდან – 0,048%;

ამრიგად, ნაძვნარების გავრცელების ორივე ზონის მაღალი (0,8-0,9) სიხშირის კორომებში CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა ტყის მკვდარ საფარსა და ნიადაგში უფრო მეტია, ვიდრე დაბალ (0,3-0,4) სიხშირის კორომების მკვდარ საფარსა და ნიადაგში. ამასთან, ნიადაგის სიღრმის მატებასთან ერთად უმნიშვნელოდ მატულობს ნახშირორჟანგის რაოდენობაც, რაც გამოწვეულია შენელებული დიფუზიით და CO₂ - ის “ჩადინებით” ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებიდან სიღრმეში, როგორც უფრო მძიმე გაზი, ვიდრე ჰაერი.

ნაძვნარების ნიადაგისა და ტყის მკვდარი საფრის ბიოლოგიური აქტივობა უმნიშვნელოდ ცვალებადობს კორომის სიხშირესა და ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით; ეს უნდა აიხსნას იმით, რომ CO₂-ის გამოყოფა

დაკავშირებულია გარემო ფაქტორებზე, კერძოდ, ტემპერატურისა და წნევის ცვალებადობაზე.

სოჭნარების გავრცელების ქვედა ზონის მაღალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 6,97კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 6,07კგ/ჰა, მომდევნო AB ჰორიზონტიდან – 6,42კგ/ჰა. სექტემბერში CO₂-ის გამოყოფა შემცირებულია. მკვდარი საფრიდან ერთ საათში გამოიყო 4,95კგ/ჰა, A ჰორიზონტიდან 4,13კგ/ჰა და AB ჰორიზონტიდან 4,51კგ/ჰა. მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში - 0,157%, A ჰორიზონტში 0,137% და AB ჰორიზონტში 0,145%; სექტემბერში შესაბამისად მკვდარ საფარში – 0,111%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,092%, AB – 0,102% (ცხრ. 28).

სოჭნარების ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფრიდან ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში გამოიყოფა 4,88კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 4,21კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 4,57კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად მკვდარი საფრიდან 3,27კგ/ჰა, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 2,83კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 3,46კგ/ჰა.

ცხრილი 27

სოჭნარების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ვერტიკალურ გავრცელებასთან და სიხშირესთან დაკავშირებით წლების მიხედვით

დაკვირვების ადგილი, სიხშირე	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	ჰორიზონტი	1997		1998		1999	
			ივნისი	სექტემბერი	ივნისი	სექტემბერი	ივნისი	სექტემბერი
			CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში
ბორჯომის სატყ. მეურ. ნეძვის სატყეო, 0,8-0,9	900	A ₀	7.70	5.38	7.38	5.34	5.83	4.13
		A	5.70	3.74	7.05	4.79	5.46	3.86
		AB	6.53	4.71	7.12	4.82	5.61	4.00
ბორჯომის სატყ. მეურ. ნეძვის სატყეო, 0,4-0,5	900	A ₀	5.24	3.02	5.28	3.82	4.12	2.97
		A	3.88	3.02	5.02	3.11	3.73	2.36
		AB	4.74	3.97	4.96	3.57	4.01	2.84
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,8-0,9	1750	A ₀	4.46	4.30	6.00	5.22	4.78	-
		A	3.80	2.67	5.15	3.81	4.22	-
		AB	3.83	3.07	5.78	4.19	4.43	-
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,3-0,4	1750	A ₀	4.15	2.66	4.42	3.28	3.19	-
		A	2.88	2.05	3.27	2.85	2.28	-
		AB	3.03	2.13	4.08	3.11	3.00	-

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,109%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,095%, AB ჰორიზონტში – 0,103%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,074%, 0,064% და 0,078%.

ცხრილი 28

სოჭნარი კორომის მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ვერტიკალურ გავრცელებასთან და სიხშირესთან დაკავშირებით (სამი წლის სამ. მონაცემების მიხედვით)

დაკვირვების ადგილი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	ჰორიზონტი	ნახშირორჟანგის გამოყოფა								
			ივნისი			სექტემბერი			საშუალო		
			მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %
ბორჯომის სატყ. მეურ. ნებვის სატყეო, 0,8-0,9	900	A ₀	3.08	6.97	0.157	2.19	4.95	0.111	2.63	5.96	0.134
		A	2.68	6.07	0.137	1.82	4.13	0.092	2.25	5.10	0.115
		AB	2.83	6.42	0.145	1.99	4.51	0.102	2.41	5.46	0.123
ბორჯომის სატყ. მეურ. ნებვის სატყეო, 0,4-0,5	900	A ₀	2.15	4.88	0.109	1.44	3.27	0.074	1.80	4.07	0.091
		A	1.86	4.21	0.095	1.25	2.83	0.064	1.55	3.52	0.079
		AB	2.02	4.57	0.103	1.53	3.46	0.078	1.77	4.01	0.090
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,8-0,9	1750	A ₀	2.24	5.08	0.114	2.10	4.76	0.107	2.17	4.92	0.110
		A	1.94	4.39	0.099	1.51	3.42	0.077	1.72	3.90	0.087
		AB	2.06	4.68	0.105	1.60	3.63	0.081	1.83	4.15	0.093
ბაკურიანის სატყ. მეურ. ტბის სატყეო, 0,3-0,4	1750	A ₀	1.73	3.92	0.088	1.31	2.97	0.067	1.52	3.44	0.077
		A	1.24	2.81	0.063	1.08	2.45	0.055	1.16	2.63	0.059
		AB	1.49	3.37	0.076	1.16	2.62	0.058	1.32	2.99	0.067

ზედა ზონის მაღალი სიხშირის სოჭნარებში მკვდარი საფრიდან ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში გამოიყოფა 5,08კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 4,39კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 4,68კგ/ჰა; ხოლო სექტემბერში შესაბამისად მკვდარი საფრიდან 4,76კგ/ჰა, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 3,42კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 3,63კგ/ჰა.

მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტებში გამოისახება შემდეგნაირად: ივნისის თვეში მკვდარ საფარში – 0,114%, ნიადაგის A ჰორიზონტში – 0,099%, AB ჰორიზონტში – 0,105%; სექტემბრის თვეში შესაბამისად - 0,107%, 0,077% და 0,081% (ცხრ. 28).

სოჭნარების გავრცელების ზედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 3,92კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 2,81კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 3,37კგ/ჰა; მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად:

მკვდარ საფარში – 0,088%, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან – 0,063%, AB ჰორიზონტიდან – 0,076%.

შემოდგომაზე, სექტემბერის თვეში ნახშირორჟანგის გამოყოფა მცირდება და ერთი საათის განმავლობაში ტყის მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 2,97კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 2,45კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან – 2,62კგ/ჰა; მიღებული მონაცემები მოცულობით პროცენტში გამოისახება შემდეგნაირად: მკვდარ საფარში – 0,067%, ხოლო ნიადაგის A ჰორიზონტიდან – 0,055%, AB ჰორიზონტიდან – 0,058% (ცხრ. 28).

ამრიგად, სოჭნარების გავრცელების ორივე ზონის მაღალი (0,8-0,9) სიხშირის კორომებში CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა ტყის მკვდარი საფრიდან უფრო მეტია, ვიდრე დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის კორომებში. ანალოგიურადაა ნიადაგიდან გამოყოფის დროსაც.

სოჭნარების ნიადაგისა და ტყის მკვდარი საფრის ბიოლოგიური აქტივობა იცვლება კორომის სიხშირისა და ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად.

ცხრილი 29

წიწვოვანი კორომების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის დინამიკა (სამი წლის სამ. მონაცემები)

ტყის ფორმაცია	ჰორიზონტები	ნახშირორჟანგის გამოყოფა								
		ივნისი			სექტემბერი			საშუალო		
		მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %	მლგრ/ლ სთ	კგ/ჰა სთ	მოც. %
ფიჭვი	A ₀	1.22	2.76	0.061	0.98	2.23	0.050	1.10	2.49	0.055
	A	1.06	2.39	0.053	0.85	1.94	0.043	0.95	2.16	0.048
	B	1.14	2.59	0.058	0.84	1.42	0.047	0.99	2.01	0.052
ნაძვი	A ₀	2.24	5.00	0.114	1.51	3.41	0.077	1.86	4.21	0.096
	A	1.79	4.05	0.091	1.17	2.65	0.060	1.48	3.35	0.075
	AB	2.00	4.53	0.102	1.40	3.17	0.071	1.70	3.85	0.087
სოჭი	A ₀	2.3	5.21	0.177	1.76	3.99	0.089	2.03	4.60	0.103
	A	1.93	4.37	0.099	1.42	3.21	0.072	1.68	3.70	0.086
	AB	2.10	4.76	0.107	1.52	3.55	0.080	1.84	4.16	0.094

წიწვოვან კორომებში ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე ჩატარებული ცდების შედეგად მიღებული მასალიდან ირკვევა, რომ ფიჭვნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფა ზაფხულიდან შემოდგომისაკენ კლებულობს. ასე მაგალითად, ივნისის თვის საშუალო მონაცემები (კორომის

სიხშირისა და მათი სიმაღლეზე გავრცელების საშუალო მაჩვენებლების მიხედვით) ერთი საათის განმავლობაში გამოყოფილი CO₂ შეადგენს მკვდარი საფრიდან – 2,7კგ/ჰა, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,39კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 2,59კგ/ჰა; სექტემბრის თვეში შესაბამისად – 2,23კგ/ჰა, 1,94კგ/ჰა და 1,42კგ/ჰა (ცხრ. 29).

ნამძნარების მკვდარი საფრიდან (საშუალო მონაცემები) ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში გამოყოფილი CO₂ შეადგენს მკვდარი საფრიდან – 5,00კგ/ჰა, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 4,05კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 4,53კგ/ჰა; სექტემბრის თვეში შესაბამისად – 3,41კგ/ჰა, 2,66კგ/ჰა და 3,17კგ/ჰა, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ შემოდგომაზე ნახშირორჟანგის გამოყოფა საკმაოდ მცირდება, რადგან ცვალებადობას განიცდის ტემპერატურა და ატმოსფერული წნევა, ე.ი. ხდება ბიოლოგიური აქტივობის შენელება (ცხრ. 29).

სოჭნარების მკვდარი საფრიდან (საშუალო მონაცემები) ივნისის თვეში ერთი საათის განმავლობაში გამოყოფილი CO₂ შეადგენს მკვდარი საფრიდან – 5,21კგ/ჰა, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 4,37კგ/ჰა, მომდევნო AB ჰორიზონტიდან 4,76კგ/ჰა; სექტემბრის თვეში შესაბამისად მკვდარი საფრიდან – 3,99კგ/ჰა, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 3,21კგ/ჰა, მომდევნო AB ჰორიზონტიდან 3,55კგ/ჰა (ცხრ. 29).

სოჭნარების, ისევე როგორც ფიჭვნარებისა და ნამძნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფა მცირდება ზაფხულიდან შემოდგომისაკენ. ზაფხულში CO₂-ის მაქსიმალური გამოყოფა აიხსნება მცენარეთა ფოტოსინთეზისა და ნიადაგის მიკროორგანიზმთა აქტიური მოქმედებით.

რიგი მკვლევარებისა აღნიშნავენ, რომ ბალახეულ და ხე-მცენარეთა სავეგეტაციო პერიოდში CO₂-ის გამოყოფის მაქსიმუმი მოდის შუა ზაფხულში, როდესაც ნიადაგი გამთბარია, მიკროორგანიზმთა მოქმედება აქტიურია, ხოლო შემოდგომაზე CO₂-ის გამოყოფა ეცემა.

ვ.მინას (Мина, 1957) გამოკვლევებით, ორლოვის ოლქის ტყეების ნიადაგში CO₂-ის მაღალი კონცენტრაცია შეიმჩნევა მაისის ბოლოდან ივლისის შუა რიცხვებამდე, შემოდგომაზე ნიადაგის ტემპერატურის დაცემისას ნახშირორჟანგის შემცველობა ნიადაგში მცირდება. სავეგეტაციო პერიოდის პირველ ნახევარში – ივლისის შუა რიცხვებამდე CO₂-ის უდიდესი რაოდენობა გამოიყოფა, ხოლო ა.პარშევნიკოვის (Паршевников, 1960) მონაცემებით, კოლის ნახევარკუნძულზე

ივლის-აგვისტოს დასაწყისში ტყის ნიადაგის ზედაპირზე CO₂-ის საკმაოდ დიდი რაოდენობა გამოიყოფა, რაც მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის მაჩვენებელია. ამ დროს მაღალია ჰაერის ტემპერატურა, ნიადაგი კი ტენიანია.

რ.მოროზოვა და გ.ბოგდანოვას (Морозова, Богданова, 1965) მონაცემებით, CO₂-ის გამოყოფის მაქსიმუმი მოდის შუა ივლისზე და შემოდგომაზე ეცემა.

ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1967) მიერ შესწავლილი ნაძვნარების ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფის მაღალი ინტენსივობა უმეტესად ფიქსირდება ზაფხულში და შედარებით დაბალია შემოდგომით. უმცირესი შემცველობა აღინიშნება ვეგეტაციის დასაწყისში – მაისში, რაც ჩვენი მონაცემების მსგავსია. ამასვე ადასტურებს ნ.ტარასაშვილი და სხვ. (1997) და გ.ვაჩნაძე და სხვ. (2001) მონაცემებიც.

ლ.გრიშინას და სხვ. (Гришина и др., 1978) მონაცემებით, ვალდაის ბიოგეოცენოზებში გაზაფხულზე ნახშირორჟანგის რაოდენობა მეტია, ვიდრე შემოდგომაზე. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში მაქსიმუმი დაფიქსირდა ივლისის ბოლოსა და აგვისტოში.

მსგავსი მონაცემები მიღებული აქვთ ნ.ტარასაშვილს და თ.კაშიბაძეს (Тарасашвили, Кашибадзе, 1972a), ა.როდეს და ნ.ნოგინას (Роде, Ногина, 1980), ჯ.ლომიძეს (Ломидзе, 1981), ბ.გასანოვს (Гасанов, 1983), ს.ტაცუმის და ტ.ხიროშის (Tatsushi, Hiroshi, 1989), გ.ვაჩნაძეს და სხვ. (Вачнадзе и др., 2001) და სხვ.

შედარებით განსხვავებული მონაცემებია ინდო-ჩინეთისა და იაპონის ბიოგეოცენოზების ნიადაგების სუნთქვის დინამიკის შესწავლისას, კერძოდ, რ.რაჯვანშისა და ს.გუპტას (Rajvanshi, Gupta, 1986) მიერ ინდოეთის ბიოგეოცენოზებში ნიადაგის სუნთქვის ინტენსივობა მცირე იყო ზაფხულში და ზამთარში, მაქსიმალური ტემპი აღინიშნება წვიმების დროს.

ს.ტაცუმის და ტ.ხიროშის (Tatsushi, Hiroshi, 1989) მიერ კვლევა წარმოებდა იაპონიის ხამეციპარისის კულტურებში, სადაც ნიადაგის სუნთქვის დინამიკა პიკს აღწევს ზაფხულში.

აპადჰაის და სინგხის (Upadhyay, Singh, 1990) მიერ შესწავლილი ჰიმალაის ტყის ნიადაგის სუნთქვის უდიდესი ინტენსივობა დაფიქსირებულია წვიმების დროს, ზამთრის ან ზაფხულის სეზონის შემდეგ.

ცხრილი 29-დან ჩანს, რომ ფიჭვნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან

CO₂-ის გამოყოფა ყველაზე მცირეა – ერთ საათში მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა საშუალოდ 2,49კგ/ჰა, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,16კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 2,01კგ/ჰა.

ნამკვნიარების მკვდარი საფრიდან ერთ საათში გამოიყოფა საშუალოდ 4,21კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,35კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან კი - 3,85კგ/ჰა (ცხრ. 29).

სოჭნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფა მეტია, ვიდრე ნამკვნიარებისა და ფიჭვნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან. ერთ საათში მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა საშუალოდ 4,60კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,70კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 4,16კგ/ჰა (ცხრ. 29).

მიღებული მონაცემებიდან გამომდინარე სოჭნარების მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა მაღალია, ვიდრე ნამკვნიარებისა და ფიჭვნარების.

ჩვენს მიერ მიღებული მონაცემები შეესაბამება ნ.ტარასაშვილისა და თ.კაშიბაძის (Тарасашвили, Кашибадзе, 1970) მიერ შესწავლილ ტყის ყომრალი ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობას მცირე კავკასიონის მთიანეთში. დადგინდა, რომ სოჭის ბიოლოგიური აქტივობა – 9-15კგ/ჰა-ს ტოლია სთ-ში, ნამკვის – 5-13ტ/ჰა სთ-ში.

ს.ზონის (Зонн, 1954) მონაცემებით, მუხის წმინდა კორომში გროვდება CO₂-ის მეტი რაოდენობა, ვიდრე შერეულ კორომში, რაც უნდა აიხსნას მკვდარი საფრის შედარებით ნელი დაშლით, რომლის დროსაც ნიადაგში ნახშირორჟანგს ექმნება “ჩადინების” უკეთესი პირობები, ვიდრე შერეულ კორომებში, სადაც მკვდარი საფრის სწრაფი მინერალიზაციის შედეგად CO₂ დიდი რაოდენობით ამოდის ჰაერში.

ვ.მინას (Мина, 1957) მიერ ჩატარებული კვლევებით, ნიადაგის ჰაერში, როგორც ზედა ისე ქვედა ჰორიზონტებში CO₂-ის უდიდესი რაოდენობა გროვდება მუხნარ და არყნარ კორომებში (10სმ-მდე 0,6-0,9%, 2მ-მდე 2,3%); ნამკვნიარ და ფიჭვნარ კორომებში CO₂-ის რაოდენობა მნიშვნელოვნად დაბალია (10სმ-მდე 0,3-0,4%, 2მ-ზე 1%).

ი.კომისაროვას (Комисарова, 1986) მონაცემებით, სიხოტე-ალინის მშრალ მუხნარებში CO₂-ის გამოყოფა ნიადაგიდან ტოლია 8კგ/ჰა სთ-ში, კედრიან-ფოთლოვან სარტყელში – 3,4-5,4კგ/ჰა სთ-ში, სოჭნარ-ნამკვნიარ სარტყელში – 10-14კგ/ჰა სთ-ში, მოსკოვის ოლქის წიწვიან-ფოთლოვან სარტყელში – 6,4კგ/ჰა სთ-ში, ყირიმის სამხრეთ სანაპიროს მუხნარ-ღვიანში 5,5კგ/ჰა სთ-ში, საიდანაც ნათლად ჩანს, რომ

CO₂-ის გამოყოფა ნიადაგიდან დამოკიდებულია კორომის შემადგენლობაზე.

ა.ბლინცოვის და პ.ასიუტინის (Блинцов, Асютин, 1986) მიერ შესწავლილი ბელორუსიის მაღალპროდუქტიული ფიჭვნარების ნიადაგში ბიოლოგიური პროცესები რამდენადმე ღრმად მიმდინარეობს, ვიდრე ნაძვნარების ნიადაგში. ნაჩვენებია, რომ ბიოლოგიური აქტივობა დამოკიდებულია კორომის შემადგენლობაზე, სიხშირესა და ნიადაგის დატენიანებაზე.

ლიტერატურული მონაცემებით ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა დამოკიდებულია კორომის შემადგენლობაზე (Мина и др., 1963; Морозова, Богданова, 1965; Паршевников, 1960; Тарасашвили, Кашибадзе, 1972ა; Rout, Gupta, 1989).

მოპოვებული მასალების ანალიზმა დაგვანახა, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად ნახშირორჟანგის გამოყოფა, როგორც ტყის მკვდარი საფრიდან, ასევე ნიადაგის ზედაპირიდან კანონზომიერად ეცემა ტყის ყველა შესწავლილ ფორმაციაში, რაც გამოწვეულია მთაში ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად კლიმატური პირობების გაუარესებით, კერძოდ კი ჰიდროთერმული პირობების გაუარესებით.

ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის კლიმატური პირობებიდან გამომდინარე, ფიჭვნარების, ნაძვნარების და სოჭნარების გავრცელების ზედა ზონაში სავეგეტაციო პერიოდი შემცირებულია ერთი თვით და შეადგენს ოთხ თვეს.

ფიჭვნარების ქვედა ზონაში მკვდარი საფრიდან ერთ საათში საშუალოდ გამოიყოფა 2,84კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,46კგ/ჰა და შემდეგი ჰორიზონტიდან 2,67კგ/ჰა, ხოლო ზედა ზონის ფიჭვნარების მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 2,17კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 1,88კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 2,04კგ/ჰა (ცხრ. 30).

ცხრილი 30

წიწვოვანი ტყის მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა ზ.დ.-დან მათი გავრცელების მიხედვით (საშ. მონაცემები)

ტყის ფორმაცია	დაკვირვების ობიექტი	სიმაღლე ზ.დ.-დან (მ)	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში
ფიჭვი	მკვდარი საფარი	850-900	2.84
			2.46
	ნიადაგი	1650-1700	2.67
			2.17
მკვდარი საფარი	1650-1700	1.88	
		2.04	

ნაძვი	მკვდარი საფარი	900	4.58
	ნიადაგი		3.71
	ნიადაგი		4.16
	მკვდარი საფარი	1710-1770	3.82
	ნიადაგი		2.99
	ნიადაგი		3.53
სოჭი	მკვდარი საფარი	850-900	5.05
	ნიადაგი		4.61
	ნიადაგი		4.73
	მკვდარი საფარი	1750	4.18
	ნიადაგი		3.26
	ნიადაგი		3.57

ნაძვნარების ქვედა ზონაში მკვდარი საფრიდან ერთ საათში საშუალოდ გამოიყოფა 4,58კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,71კგ/ჰა და შემდეგი ჰორიზონტიდან 4,16კგ/ჰა, ხოლო ზედა ზონის ნაძვნარების მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 3,82კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,99კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 3,53კგ/ჰა (ცხრ. 30).

სოჭნარების გავრცელების ქვედა ზონაში მკვდარი საფრიდან ერთ საათში საშუალოდ გამოიყოფა 5,01კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 4,61კგ/ჰა და შემდეგი ჰორიზონტიდან 4,73კგ/ჰა, ხოლო ზედა ზონის სოჭნარების მკვდარი საფრიდან გამოიყოფა 4,18კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,26კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან 3,57კგ/ჰა (ცხრ. 30).

ნ.ტარასაშვილის (Тарасашвили, 1967) მიერ შესწავლილ იქნა ბორჯომის ხეობის ნაძვნარი ცენოზის ნიადაგისა და მკვდარი საფრის ბიოლოგიური აქტივობა. დადგინდა, რომ ზედა ზონაში CO₂-ის რაოდენობა მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან გამოიყოფა ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე ქვედა ზონის მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან.

ნ.ტარასაშვილის, გ.ვაჩნაძის და სხვ. (Тарасашвили, Вачнадзе и др. 2002) მიერ შესწავლილ იქნა ბორჯომის ხეობის ნაძვნარების ბიოლოგიური აქტივობა და აქაც ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან დაკავშირებით CO₂-ის რაოდენობა მცირდება. აღნიშნულ მკვლევართა მონაცემები შეესაბამება ჩვენს მიერ მიღებულ მონაცემებს. გარდა ამისა, წიწვოვან ფორმაციებში მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შემცირება ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად აღნიშნულია რიგი მკვლევარების შრომებში (Зонн, 1964; Тарасашвили 1967; Тарасашвили, Кашибадзе 1972; Антонов, Костов, 1990; ნ.ტარასაშვილი და სხვ. 1997; გ.ვაჩნაძე და

სხვ., 2001).

ჩვენს მიერ შესწავლილი მასალებიდან ნათლად ჩანს, რომ სამივე ცენოზში მაღალი ბიოლოგიური აქტივობა აღინიშნება მკვდარ საფარში, ვიდრე ნიადაგში, ე.ი. მკვდარი საფრიდან მეტი ნახშირორჟანგი გამოიყოფა, ვიდრე ნიადაგიდან (ცხრ. 30), რასაც ადასტურებს რიგ მკვლევართა შრომები (Зонн, Ли Чен-куэй, 1960; Морозова, Богданова, 1965; Rout, Gupta, 1989; Ulehlova, Zlatuskova, 1990). ნ.ტარასაშვილი და თ.კაშიბაძის (Тарасашвили, Кашибадзе, 1972) მონაცემებით, ნიადაგი ნაკლებ CO₂-ს შეიცავს, ვიდრე მკვდარი საფარი. სხვაობა მერყეობს 1,3-6,9კგ/ჰა სთ-ში. მსგავსი მონაცემებია მიღებული იგივე მკვლევართა მიერ (1972ა) ბორჯომ-ბაკურიანის ტყეების შესწავლისას.

ი.კომისაროვის (Комисарова, 1986) კვლევიდან ჩანს, რომ სიხოტე-ალინის სოჭნარ-ნაძვნარებში გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობის 50%-მდე მოდის მკვდარი საფრის ხარჯზე, მშრალ მუხნარებში – 30%, მუხნარ-ღვიანში – 8%, კედროვან-ფოთლოვანში – 13%, მოსკოვის ოლქის წიწვოვან-ფოთლოვანებში – 6%. აგივე ავტორის 1983 წლის მონაცემებით მკვდარსაფრიანი ნიადაგიდან CO₂-ის გამოყოფა 1,2-1,5-ჯერ მეტია, ვიდრე მკვდარი საფრის გარეშე ნიადაგიდან.

ა.პარშევნიკოვის (Паршевников, 1960) მიერ დადგენილია, რომ CO₂-ის გამოყოფის ინტენსივობა მაღალია მკვდარსაფრიანი ნიადაგიდან, ვიდრე ნიადაგიდან მკვდარი საფრის გარეშე. აპადჰაის და სინგხის (Upadhyay, Singh, 1990) მონაცემებით, მკვდარი საფრის მოცილება ამცირებს ნიადაგის სუნთქვის საერთო დონეს 18%-ით. ვ.კორნევის (Корнев, 1962) შესწავლილი აქვს მკვდარი საფრის ბიოლოგიური აქტივობა ფენების მიხედვით, სადაც ბიოლოგიური აქტივობა ქვედა ფენაში ეცემა ზედა ფენებში კი მატულობს.

წინა თავში ტყის მკვდარი საფრის ჩამოყალიბებისა და მისი სტრუქტურის განხილვისას აღინიშნა, რომ ზღვის დონიდან სიმაღლის მატებასთან ერთად ყალიბდება მძლავრი, მკვრივი აგებულების და დიდი მასის უხეში მკვდარი საფარი, რაც პირველყოვლისა დაკავშირებულია კორომის ბიოლოგიური აქტივობის შემცირებასთან, რომლის გამოსახულებას ნახშირორჟანგის გამოყოფილი რაოდენობა წარმოადგენს.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, CO₂-ის წარმოქმნის ძირითად წყაროს წარმოადგენს

ტყის მკვდარი საფარი, სადაც გამოიყოფა ნახშირორჟანგი, რომლის უმეტესი ნაწილი ამოდის ნიადაგის ზედაპირზე, სადაც ხდება მცენარის ფოთლებითა და წიწვებით მისი შეთვისება, ხოლო დარჩენილი მცირე ნაწილი “ჩაედინება” ნიადაგში. გარდა ამისა, CO₂ წარმოიქმნება ნიადაგის ჰუმუსოვან ფენაში, სადაც ხდება ჰუმუსის დაშლა და ფესვებიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა. ნიადაგის პროფილში ჩვეულებრივად დგინდება CO₂-ის რაოდენობის მატება სიღრმესთან დაკავშირებით, რაც გამოწვეულია შენელებული დიფუზიით და CO₂-ის “ჩადინებით” ნიადაგის ზედა ფენიდან სიღრმეში, როგორც უფრო მძიმე გაზისა, ვიდრე ჰაერი (Зонн, 1954, 1964; Зонн, Ли Чен куэй, 1960; Юркевич и др. 1966; Морозова, Богданова, 1965). ჩვენს მიერ შესწავლილ სამივე ცენოზშიც სიღრმით გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა მატულობს მსგავსად ზემოთ მოყვანილი ავტორების მონაცემებისა.

ბიოლოგიური აქტივობა სეზონურ ცვლილებებს განიცდის. დადგენილია, რომ ნახშირორჟანგის გამოყოფის ინტენსივობა მჭიდროდაა დაკავშირებული ბიოგენურ ფაქტორებთან, რომელიც წარმოიქმნება არაცოცხალ გარემოზე ცოცხალ ორგანიზმთა ზემოქმედების შედეგად და განიცდის ცვლილებებს დროსა და სივრცეში.

ტყის ბიოგეოცენოზებში მიმდინარე პროცესებში დიდ როლს ასრულებს ნიადაგში მოსახლე მიკროორგანიზმები, რომელთა შემადგენლობა მრავალფეროვანია: ბაქტერიები, აქტინომიცეტები, სოკოები და სხვ., რომლებიც მონაწილეობენ ცელულოზის, მცენარეთა და ცხოველთა ორგანული ნარჩენების დაშლასა და მინერალიზაციაში. ისინი მონაწილეობენ ნიადაგწარმოქმნის პროცესში.

სამთო მეტყვეობის ინსტიტუტის ტყის ნიადაგმცოდნეობისა და მიკრობიოლოგიის ლაბორატორიის მეცნიერ-თანამშრომლის ე.ნაკაიძის (1997-1999) მიერ შესწავლილ იქნა ბორჯომის ხეობის ტყის ნიაგების ბიოლოგიური აქტივობა. დადგინდა აქ მოსახლე მიკროორგანიზმების სისტემატიკური ჯგუფები, კერძოდ, ძირითადად გაბატონებულია ბაქტერიები (65%), აქტინომიცეტები (28%) და სოკოები (3%).

კლიმატური პირობების ცვალებადობის შესაბამისად ქვედა ზონის ნიადაგებში მოსახლე მიკროორგანიზმების რაოდენობა ბევრად აღემატება ზედა ზონის ნიადაგებში მოსახლე მიკროორგანიზმებს, შესაბამისად იცვლება ამ ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობაც.

მაღალი სიხშირის ტყის ნიადაგებში ბაქტერიებისა და სოკოების რაოდენობა მეტია, ხოლო აქტივობის დაბალი, დაბალი სიხშირის კორომებთან შედარებით. სოკოებისა და ბაქტერიების ძირითადი მასა მოთავსებულია ნიადაგის მკვდარ საფარში, აქტივობისა კი ნიადაგის A ჰორიზონტში.

ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა მკაცრ კორელაციურ კავშირშია ტყის ჩამონაყარის დაშლის მაჩვენებლებთან და მკვდარი საფრის მარაგთან. მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის დროს, მკვდარი საფრის გარდაქმნის პროცესი დაჩქარებულად მიმდინარეობს, რის გამოც დაუშლელი ორგანული მასა მცირე რაოდენობით გროვდება, ხოლო დაბალი ბიოლოგიური აქტივობის დროს ხდება ტყის მკვდარი საფრის მარაგის მნიშვნელოვანი გაზრდა.

ზემოთ ჩვენს მიერ მოტანილი მონაცემები შეესაბამება მკვდარი საფრის მარაგებსა და მათი დაშლის სიჩქარის მაჩვენებლებს. სოჭნარებში, მიუხედავად ჩამონაყარის საკმაოდ დიდი მასისა, მაღალი ბიოლოგიური აქტივობის გამო ყალიბდება მცირე ოდენობისა და ფხვიერი აგებულების მკვდარი საფარი. ნაძვნარებში პირიქით, შედარებით დაბალი ბიოლოგიური აქტივობის გამო ყალიბდება დიდი მასის და “უხეში” ტიპის მკვდარი საფარი. ფიჭვნარების მკვდარი საფარი მათი ადგილსამყოფელის სიმშრალის გამო დაბალი ბიოლოგიური აქტივობით ხასიათდება და თავისი მორფოლოგიური ნიშნებით ნაძვნარების მკვდარ საფარს უახლოვდება.

ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან გამოყოფილი ნახშირორჟანგი სიხშირეების მიხედვით კანონზომიერად ცვალებადობს. კერძოდ, დაბალი სიხშირის ფიჭვნარების მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში გამოიყოფა 1,85 კგ/ჰა CO₂ (საშუალო მონაცემები); ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 1,61კგ/ჰა, მომდევნო ჰორიზონტიდან – 1,73კგ/ჰა, ხოლო მაღალ სიხშირეში შესაბამისად 3,17კგ/ჰა, 2,73კგ/ჰა, 2,99კგ/ჰა. აქედან ნათლად ჩანს, რომ მაღალი სიხშირის ფიჭვნარებში გამოყოფილი CO₂ თითქმის 1-1,3კგ/ჰა-ით მეტია, ვიდრე ვაბალი სიხშირის პირობებში (ცხრ. 31).

ცხრილი 31

წიწვოვანი ტყის მკვდარი საფრისა და ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა სიხშირეების მიხედვით (საშ. მონაცემები)

ტყის ფორმაცია	სიხშირე	დაკვირვების ობიექტი	CO ₂ კგ/ჰა სთ-ში
ფიჭვი	0.7-0.9	მკვდარი საფარი	3.17
		ნიადაგი	2.73
		ნიადაგი	2.99
	0.4	მკვდარი საფარი	1.85
		ნიადაგი	1.61
		ნიადაგი	1.73
ნაძვი	0.7-0.9	მკვდარი საფარი	4.69
		ნიადაგი	3.75
		ნიადაგი	4.36
	0.3-0.4	მკვდარი საფარი	3.71
		ნიადაგი	2.94
		ნიადაგი	3.33
სოჭი	0.7-0.9	მკვდარი საფარი	5.44
		ნიადაგი	4.50
		ნიადაგი	4.80
	0.3-0.4	მკვდარი საფარი	3.75
		ნიადაგი	3.07
		ნიადაგი	3.50

დაბალი სიხშირის ნაძვნარების მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში გამოიყოფა 3,71კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 2,94კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან 3,33კგ/ჰა, მაღალი სიხშირის კორომებიდან შესაბამისად 4,69კგ/ჰა, 3,75კგ/ჰა და 4,36კგ/ჰა (საშ. მონაცემები). გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა დაახლოებით 1,0კგ/ჰა-ით მეტია, ვიდრე მაღალ სიხშირეში.

დაბალი სიხშირის სოჭნარების მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში გამოიყოფა 3,75კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის A ჰორიზონტიდან 3,07კგ/ჰა, AB ჰორიზონტიდან 3,50კგ/ჰა, მაღალი სიხშირის კორომებიდან შესაბამისად 5,44კგ/ჰა, 4,50კგ/ჰა და 4,80კგ/ჰა (საშ. მონაცემები). გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა დაახლოებით 1,5კგ/ჰა-ით მეტია, ვიდრე მაღალ სიხშირის პირობებში.

ცრილ 31-ში მოტანილი მონაცემებიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ჩვენს მიერ შესწავლილი სამივე ცენოზის მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა სიხშირეების ცვალებადობასთან დაკავშირებით მეტია, ვიდრე ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან, სადაც CO₂-ის რაოდენობა უმნიშვნელოდ იცვლება. ჩვენს მიერ შესწავლილი მასალებიდან ნათლად ჩანს, რომ სამივე ცენოზში მაღალი ბიოლოგიური აქტივობა აღინიშნება მკვდარ საფარში, ვიდრე ნიადაგში, ე.ი. მკვდარი საფრიდან მეტი ნახშირორჟანგი გამოიყოფა, ვიდრე ნიადაგიდან.

ამრიგად, ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ფიჭვნარების, ნაძვნარების და სოჭნარების ნიადაგიდან და მკვდარი საფრიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა

გაზაფხულიდან ზაფხულისაკენ მატულობს, შემოდგომის ბოლოსათვის კი ისევ მცირდება. ნახშირორჟანგის გამოყოფა კანონზომიერად ცვალებადობს სიხშირეების მიხედვით, კერძოდ, ორივე ზონის მაღალ სიხშირეში მეტი CO₂ გამოიყოფა, ვიდრე დაბალ სიხშირეში. მთაში ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან ერთად იცვლება ტყის ზრდის გარემო პირობები, უარესდება ჰიდროთერმული მაჩვენებლები, როგორცაა: ჰაერისა და ნიადაგის ტემპერატურა, ტენიანობა, მცენარეთა სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა, ყალიბდება მძლავრი, მკვრივი აგებულების და დიდი სისქის მკვდარი საფარი, ყოველივე კი იწვევს ჩვენს მიერ შესწავლილ ტყის ყველა ფორმაციაში ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შენელებას. ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან ერთად CO₂ გამოყოფა როგორც ტყის მკვდარი საფრიდან ასევე ნიადაგიდან კანონზომიერად ეცემა.

დასკვნები და რეკომენდაციები

1. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონში ფიჭვნარების ქვეშ ფორმირდება ყომრალი ტიპის ნიადაგები პროფილის შემდეგი შენებით: A₀^I, -A₀^{II}-A₀^{III}-A-B₁-B₂-B_B. ეს ნიადაგები ხასიათდება კარგად გამოხატული მკვდარი საფრით, ჰუმუსის დაბალი შემცველობით, მჟავიანობა მერყეობს სუსტი მჟავედან ტუტე რეაქციამდე, ფუძეების არამადღარობით, შთანთქმულ გაცვლით კათიონებში გაცვლითი წყალბადის უმნიშვნელო შემცველობით, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით, ფიჭვნარების გავრცელების ზედა ზონის ნიადაგები ქვედა ზონასთან შედარებით გამოირჩევა უფრო მძლავრი მკვდარი საფრით, ჰუმუსის მეტი შემცველობით და უფრო მჟავე რეაქციით;

- ნაძვნარების ქვეშ ფორმირდება ყომრალი ტიპის ნიადაგები პროფილის შემდეგი შენებით: A₀^I, -A₀^{II}-A₀^{III}-A-AB-B-BC. ეს ნიადაგები ხასიათდებიან კარგად გამოხატული, მძლავრი მკვდარი საფრით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, სუსტი მჟავიანობით, ფუძეების არამადღარობით, შთანთქმულ კათიონებში ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი, წყალბად იონის უმნიშვნელო შემცველობით, მძიმე თიხნარი მექ

ანიკური შემადგენლობით. ნაძვნარების ზედა ზონის ნიადაგები ქვედა ზონასთან შედარებით უფრო მძლავრი მკვდარი საფრით გამოირჩევა;

- სოჭნარების ქვეშ ფორმირდება ყომრალი ტიპის ნიადაგები პროფილის შემდეგი შენებით: A_0^I , $-A_0^{II}$ - A_0^{III} - A - AB - B - BC . ეს ნიადაგები ხასიათდება კარგად გამოხატული მძლავრი და საშუალო სისქის მკვდარი საფრით, ჰუმუსის მაღალი შემცველობით, სუსტი მჟავე რეაქციით ($pH=5,9-6,7$), ფუძეების არამძლობით, შთანთქმულ კათიონებში ჭარბობს გაცვლითი კალციუმი, წყალბად იონის უმნიშვნელო შემცველობით, თიხნარი მექანიკური შემადგენლობით;

2. წიწვოვანი კორომების ჩამონაყარის წლიური ოდენობა ძირითადად დამოკიდებულია სიხშირეზე და ნაკლებად მთაში ვერტიკალურ გავრცელებაზე.

- ფიჭვნარების ჩამონაყარის რაოდენობა დაბალ სიხშირეში საშუალოდ ტოლია 2,2ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალ სიხშირეში 2,5ტ/ჰა-ს, ქვედა ზონის ფიჭვნარების ჩამონაყარი საშუალოდ ტოლია 2,35ტ/ჰა, ზედა ზონის კი 2,4ტ/ჰა;

- ნაძვნარების ჩამონაყარის რაოდენობა დაბალ სიხშირეში საშუალოდ ტოლია 4,34ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალ სიხშირეში 6,30ტ/ჰა-ს, ქვედა ზონის ნაძვნარების ჩამონაყარი საშუალოდ ტოლია 4,31ტ/ჰა, ზედა ზონის კი 6,38ტ/ჰა;

- სოჭნარების ჩამონაყარის რაოდენობა დაბალ სიხშირეში საშუალოდ ტოლია 3,91ტ/ჰა-ს, ხოლო მაღალ სიხშირეში 4,90ტ/ჰა-ს, ქვედა ზონის სოჭნარების ჩამონაყარი საშუალოდ ტოლია 4,34ტ/ჰა, ზედა ზონის კი 4,60ტ/ჰა;

- ტენიან ტყის ტიპში უფრო მეტი რაოდენობის ჩამონაყარი გროვდება ვიდრე მშრალ ტიპში;

- წიწვოვანი კორომებიდან ყველაზე მეტი ჩამონაყარი ნაძვნარებს გააჩნიათ, შემდეგ სოჭნარებსა და ფიჭვნარებს;

- წიწვოვანი ტყის ჩამონაყარის ფრაქციულ შემადგენლობაში ჭარბობს წიწვის შემცველობა. მაღალი სიხშირის კორომების ჩამონაყარის საერთო მასაში წიწვის შემცველობა 60-70%-ს შეადგენს, ტოტების – 13-25%-ს და გირჩების – 17-25%-ს. დაბალი სიხშირის კორომებში შესაბამისად 59-65%, 19-24% და 15-23%;

3. დაბალი (0,3-0,4) სიხშირის წიწვოვან კორომებში მკვდარი საფრის მარაგები გაცილებით დაბალია, ვიდრე მაღალი (0,7-0,9) სიხშირის კორომებში, ასევე მთაში ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან ერთად სამივე ფორმაციაში მატულობს მკვდარი

საფრის მარაგი, მისი სისქე და სიმკვრივე;

- ფიჭვნარების მკვდარი საფრის მარაგები მერყეობს 17,6ტ/ჰა-დან 27,8ტ/ჰა-მდე, სადაც ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფარის მარაგი ტოლია 17,6ტ/ჰა, ხოლო მაღალი სიხშირისას 20,1ტ/ჰა. ზედა ზონის დაბალი სიხშირის მკვდარი საფარის მარაგი 24,0ტ/ჰა, ხოლო მაღალი სიხშირისას 27,8ტ/ჰა;

- ნამძვნარების მკვდარი საფრის მარაგები მერყეობს 47,6ტ/ჰა-დან 131,8ტ/ჰა-მდე, სადაც ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფარის მარაგი ტოლია 47,6ტ/ჰა, ხოლო მაღალი სიხშირისას 88,3ტ/ჰა. ზედა ზონის დაბალი სიხშირის მკვდარი საფარის მარაგი 95,7ტ/ჰა, ხოლო მაღალი სიხშირისას 131,8ტ/ჰა;

- სოჭნარების მკვდარი საფრის მარაგები მერყეობს 12,6ტ/ჰა-დან 25,0ტ/ჰა-მდე, სადაც ქვედა ზონის დაბალი სიხშირის კორომებში მკვდარი საფარის მარაგი მერყეობს 12,6ტ/ჰა _ 13,8ტ/ჰა-მდე, ხოლო მაღალი სიხშირისას 15,7-16,5ტ/ჰა. ზედა ზონის დაბალი სიხშირის მკვდარი საფარის მარაგი 20,3ტ/ჰა, ხოლო მაღალი სიხშირისას 25,0ტ/ჰა;

- წიწვოვანი კორომებიდან საშუალოდ ყველაზე მეტი მკვდარი საფრის მარაგები ნამძვნარებშია (90,9ტ/ჰა), შემდეგ ფიჭვნარებში (22,4ტ/ჰა) და სოჭნარებში (18,7ტ/ჰა);

- მკვდარი საფრის მარაგები მეტია ტენიანი ტიპის ფორმაციებში, ვიდრე მშრალ ტიპში;

- ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ქვედა და ზედა ზონის ფიჭვნარებსა და ნამძვნარებში ვითარდება “უხეში” და “გარდამავალი” ტიპის ტყის მკვდარი საფარი, ხოლო სოჭნარებში “გარდამავალი” და “რბილი” ტიპის მკვდარი საფარი;

4. წიწვოვან კორომებში მთაში ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებასთან ერთად იცვლება გარემოს ჰიდროთერმული პირობები და მასთან ერთად CO₂-ის გამოყოფა კანონზომიერად ეცემა, როგორც ტყის მკვდარი საფრიდან ასევე ნიადაგიდან. ამასთანავე, ქვედა და ზედა ზონის მაღალ სიხშირეში მეტი ნახშირორჟანგი გამოიყოფა, ვიდრე დაბალ სიხშირეში;

- ფიჭვნარების გავრცელების ქვედა ზონის მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში CO₂-ის გამოყოფა საშუალოდ 2,84კგ/ჰა-ს შეადგენს, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,46კგ/ჰა-ს და შემდეგი ჰორიზონტიდან 2,67კგ/ჰა-ს. ხოლო ზედა ზონის ფიჭვნარების

მკვდარი საფრიდან 1სთ-ში გამოიყოფა საშუალოდ 2,17კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 1,88კგ/ჰა და მომდევნო ჰორიზონტიდან 2,04კგ/ჰა;

- ნაძვნარების გავრცელების ქვედა ზონის მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში CO₂-ის გამოყოფა საშუალოდ 4,58კგ/ჰა-ს შეადგენს, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,71კგ/ჰა-ს და შემდეგი ჰორიზონტიდან 4,16კგ/ჰა-ს. ხოლო ზედა ზონის ნაძვნარების მკვდარი საფრიდან 1სთ-ში გამოიყოფა საშუალოდ 3,82კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,92კგ/ჰა და მომდევნო ჰორიზონტიდან 3,53კგ/ჰა;

- სოჭნარების გავრცელების ქვედა ზონის მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში CO₂-ის გამოყოფა საშუალოდ 5,05კგ/ჰა-ს შეადგენს, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 4,61კგ/ჰა-ს და შემდეგი ჰორიზონტიდან 4,73კგ/ჰა-ს. ხოლო ზედა ზონის სოჭნარების მკვდარი საფრიდან 1სთ-ში გამოიყოფა საშუალოდ 4,18კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,26კგ/ჰა და მომდევნო ჰორიზონტიდან 3,57კგ/ჰა;

- ფიჭვნარების ქვედა და ზედა ზონის მაღალ სიხშირეში მკვდარი საფრიდან საშუალოდ გამოიყოფა 3,17კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 2,73კგ/ჰა, ხოლო დაბალ სიხშირეში შესაბამისად 1,85კგ/ჰა და 1,61კგ/ჰა CO₂;

- ნაძვნარების ქვედა და ზედა ზონის მაღალ სიხშირეში მკვდარი საფრიდან საშუალოდ გამოიყოფა 4,69კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,75კგ/ჰა, ხოლო დაბალ სიხშირეში შესაბამისად 3,71კგ/ჰა და 2,94კგ/ჰა CO₂;

- სოჭნარების ქვედა და ზედა ზონის მაღალ სიხშირეში მკვდარი საფრიდან საშუალოდ გამოიყოფა 5,44კგ/ჰა CO₂, ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 4,50კგ/ჰა, ხოლო დაბალ სიხშირეში შესაბამისად 3,75კგ/ჰა და 3,07კგ/ჰა CO₂;

- ზ.დ.-დან სიმაღლის მატებისა და კორომის სიხშირეების საშუალო მონაცემების მიხედვით, წიწვოვან კორომებში ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობა უფრო მაღალია სოჭნარებში, ვიდრე ნაძვნარებსა და ფიჭვნარებში. სოჭნარებში მკვდარი საფრიდან 1 სთ-ში გამოიყოფა 4,60კგ/ჰა CO₂. ნიადაგის ზედა ჰორიზონტიდან 3,70კგ/ჰა და მომდევნო ჰორიზონტიდან 4,16კგ/ჰა. ნაძვნარებიდან შესაბამისად – 4,21კგ/ჰა, 3,35კგ/ჰა და 3,85კგ/ჰა, ასევე ფიჭვნარებიდან – 2,49კგ/ჰა, 2,16კგ/ჰა და 2,01კგ/ჰა;

- ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონში ფიჭვნარების, ნაძვნარებისა და სოჭნარების მკვდარი საფრიდან და ნიადაგიდან ნახშირორჟანგის გამოყოფა გაზაფხულიდან

ზაფხულისაკენ მატულობს, შემოდგომის ბოლოსათვის კი ისევ მცირდება;

- სამივე ცენოზში მკვდარ საფარში უფრო მაღალი ბიოლოგიური აქტივობა აღინიშნება, ვიდრე ნიადაგში. ნიადაგის პროფილში გამოყოფილი CO₂-ის რაოდენობა სიღრმით მატულობს;

5. ბორჯომ-ბაკურიანის რეგიონის ტყეები ასრულებენ რა წყალშემნახ, ნიადაგდაცვით და კურორტოლოგიურ ფუნქციებს, მათი ექსპლოატაცია დიდ სიფრთხილეს მოითხოვს. ამიტომ, სატყეო-სამეურნეო ღონისძიებების პარალელურად უნდა გატარდეს ტყეების პროდუქტიულობის ამაღლების ბიოლოგიური მეთოდები, რაც გამოიხატება ტყის ბიოგეოცენოზებში ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვის პროცესების გააქტიურებაში და განაპირობებს ბიოლოგიურად მდგრადი და მაღალპროდუქტიული კორომების ფორმირებას;

განხილული ცენოზებიდან სოჭნარები ყველაზე უფრო მაღალი ბიოლოგიური აქტივობით გამოირჩევიან. მათში შედარებით სწრაფად მიმდინარეობს მკვდარი ორგანული მასის დაშლისა და მინერალიზაციის პროცესები, რაც ხელს უწყობს ტყეში ნივთიერებათა ბიოლოგიური ბრუნვის დაჩქარებას და ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებას, ყოველივე ეს კი აისახება სოჭნარების მაღალპროდუქტიულობაში.

6. ინტენსიური ბიოლოგიური აქტივობა დამახასიათებელია 0,7-0,8 სიხშირის კორომებისათვის, ამიტომ მდგრადი და მაღალპროდუქტიული ტყეების ფორმირებისათვის საჭიროდ მიგვაჩნია საქართველოს ტყეების საშუალო სიხშირის ამაღლება 0,7-0,8 სიხშირემდე.

გამოყენებული ლიტერატურის სია

1. ბორჯომის სატყეო მეურნეობის, ტყის მეურნეობის ორგანიზაციისა და განვითარების სახელმწიფო დეპარტამენტი, სახაზინო საწარმო “ტყეპროექტი” – თბილისი, 1998წ. გვ. 302
2. ბაკურიანის სატყეო მეურნეობის, ტყის მეურნეობის ორგანიზაციისა და განვითარების სახელმწიფო დეპარტამენტი, სახაზინო საწარმო “ტყეპროექტი” – თბილისი, 1998წ. გვ. 294

3. ბორჯომის სახელმწიფო ნაკრძალის, ტყის მეურნეობის ორგანიზაციისა და განვითარების სახელმწიფო დეპარტამენტი, სახაზინო საწარმო “ტყეპროექტი” – თბილისი, 1990წ. გვ. 155
4. გ.გიგაური – საქართველოს ტყის ბიოლოგიური მრავალფეროვნება, თბილისი, 2000წ., გვ. 160
5. გ.გიგაური – ტყეთმომწეობა. გამომც. “განათლება”, თბილისი, 2001წ. გვ. 356
6. რ. გოცირიძე – ტყე და გარემო, გამომც. “საბჭოთა საქართველო”, თბილისი, 1971წ. გვ.90
7. ვ.გულისაშვილი – ზოგადი მეტყევეობა. გამომც. “განათლება” თბილისი, 1974, გვ. 67-90
8. ვ.გულისაშვილი – საქართველოს ბუნება და ბუნებრივი ზონები. გამომც. “საბჭოთა საქართველო”, თბილისი, 1977, გვ/ 41-129; 164-168; 197
9. გ.ვაჩნაძე, ნ.ტარასაშვილი და სხვ. – ნამდნარების ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობის თავისებურებანი მათ ვერტიკალურ გავრცელებასთან დაკავშირებით. სამთო მეტყევეობის ინსტ. შრომები ტ. XXXVIII, გამომც. “მეცნიერება”, თბილისი, 2001, გვ. 218-230
10. თ.კაშიბაძე, ნ.ტარასაშვილი – ფიჭვის კულტურების გავლენა დასავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგის პროდუქტიულობაზე – თბ. სატ. ინსტ. შრომები. ტ.22, თბილისი 1973წ. გვ. 151-157
11. ნ.კეცხოველი – საქართველოს მცენარეული საფარი. საქ. მეცნ. აკად. გამომც. თბილისი, 1959წ. 441გვ.
12. მ.კორძახია – საქართველოს ჰავა. საქ. მეცნ. აკად. გამომც. თბილისი, 1961, გვ. 228-235, 246
13. ი.ლატარია – მდელოს ყავისფერი ნიადაგები და მათი ნაყოფიერების ამაღლება. გამომც. “საბჭოთა საქართველო”, თბილისი, 1981, გვ. 179-192
14. ლ.მარუაშვილი – საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. “ცოდნა”, თბილისი, 1965წ. გვ. 397-399
15. მ.საბაშვილი – ნიადაგმცოდნეობა. სახ. უნივერსიტეტი. თბილისი, 1952, გვ. 349-360
16. მ.საბაშვილი – საქართველოს სსრ ნიადაგები. გამომც. “მეცნიერება”, თბილისი,

1965, გვ. 397-399

17. გ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე – აზოტისა და მინერალური ნივთიერებების ბიოლოგიური ბრუნვა ნიადაგსა და მცენარეს შორის აღმოსავლეთ საქართველოს ფართოფოთლოვან ტყეებში. სატ. ინსტ. შრომები ტ.11, 1962, გვ. 65-77
18. გ.ტარასაშვილი, თ.კაშიბაძე – აღმოსავლეთ საქართველოს ფოთლოვან ტყეებში წიფლის ტყის მკვდარი საფრის გავლენა ტყის ბუნებრივ განახლებაზე და ტყის უხეშ საფართან ბრძოლის მეთოდები. სატ. ინსტ. შრომები ტ.8, თბილისი, 1959, გვ. 125-140
19. ნ.ტარასაშვილი – მკვდარი საფრის ტიპები ბორჯომ-ბაკურიანის ნაძვნარ-სოჭნარ კორომებში. სატ. ინსტ. შრომები ტ.9, თბილისი, 1960, გვ. 253-262
20. ნ.ტარასაშვილი – აღმოსავლეთ საქართველოს ნაძვნარ-სოჭნარების მკვდარი საფარი. სატ. ინსტ. შრომები ტ.11, 1962, გვ. 90-110
21. ნ.ტარასაშვილი, გ.ვაჩნაძე და სხვ. – აღმოსავლეთ საქართველოს ფიჭვნარების ნიადაგების ბიოლოგიური აქტივობა. აგრარული მეცნ. პრობლემები. სამეცნ. შრ. კრებული ტ.2, თბილისი 1997, გვ. 27-31
22. ნ.ტარასაშვილი, გ.ვაჩნაძე და სხვ. – ფიჭვნარების გავლენა ნიადაგის ნაყოფიერებაზე. აგრ. მეცნ. პრობლემები. სამეცნ. შრ. კრებული ტ.2, თბილისი, 1997წ. გვ. 31-35
23. ნ.ტარასაშვილი, გ.ვაჩნაძე და სხვ. – გარემო ფაქტორთა გავლენა ფიჭვნარებში ტყის ჩამონაყარისა და მკვდარი საფარის ფორმირებაზე – სამთო მეტყ. ინსტ. შრ. ტ.38, “მეცნიერება”, თბილისი, 2001, გვ. 28-39
24. თ.ურუშაძე – საქართველოს ტყის ნიადაგები. გამომც. “საბჭოთა საქართველო” თბილისი, 1972, გვ. 42-51
25. თ.ურუშაძე – საქართველოს მთა-ტყის ნიადაგები. “საბჭოთა საქართველო” თბილისი, 1977, გვ. 73-147
26. თ.ურუშაძე – საქართველოს ძირითადი ნიადაგები. “მეცნიერება”, თბილისი, 1997, გვ. 81-102
27. Азмаипарашвили Л.С. – Изучение водоохранно-защитных свойств лесов горных склонов, находящихся под лесными культурами. Тр. Тб. ин-та леса. т.10. М. 1961 ст. 43-63

28. Аткин А.С. – Особенности накопления и химизм лесной подстилки в сосняках Казахского мелкосопочника. Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Изд. «Наука» М. 1983. ст. 9-10.
29. Аткин А.С., Смирнова Л.К. – Формирование и накопление лесной подстилки в лесах южного Урала. Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Изд. «Наука» М. 1983. ст. 10-11.
30. Анучин Н.П. – Лесная таксация. Изд. «Лесная промышленность» М., 1982. ст. 551
31. Аринушкина Е.В. – Руководство по химическому анализу почв. Изд. Мос. универ. 1982, ст.490.
32. Бадудина М.Д. – Сезонная динамика опада в осинниках лесостепи – Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогеоценозов. Тез. док. всесоюз. сов. Днепрпетровск. 1978, ст. 39-40
33. Блинцов И.К., Асютин П.Ф. – Химический состав и запас лесной подстилки хвойных насаждений на дерново-полево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах . «Лесовед. и лесное х-во» №17 Минск, 1982, ст. 17-20
34. Блинцов И.К., Асютин П.Ф. – Биологическая активность дерново-полево-подзолистых пылевато-суглинистых почв под хвойными насаждениями. «Лесовед. и лесное х-во» №2 Минск, 1986, ст. 24-29
35. Блэк КА.. – Растение и почва. «Колос», М. 1973, ст. 101-133
36. Богатырев Л.Г., Флесс А.Д. – О строении и классификации подстилок в лесных биогеоценозах северной Тайги. Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Изд. «Наука» М. 1983. ст. 22-23
37. Богатырев Л.Г. – О некоторых географических закономерностях формирования подстилок в лесных экосистемах. Геогр. и прир. ресурсы. Новосибирск. «Наука» 1990, ст. 91-98
38. Богатырев Л.Г., Шенина Т.Г., Дуженко В.С. – Формальные критерии для классификации лесных подстилок. Почвоведение №12, 1993 ст. 57-64
39. Богатырев Л.Г., Фомина Т.В. – Характеристика подстилок сосняков Присурского лесного массива. Вести МГУ. сер. 17 №3 1991, ст. 28-29
40. Борсук Д.В. – Запасы подстилки в бучинах Бескид. Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогеоценозов. Тез. док. всесоюз. сов. Днепрпетровск, 1978. ст. 42-43
41. Василевская Л.С.. – Изменение количества и состава лесной подстилки по типам леса. сб. науч. тп. по лесн. хоз-ву. бюл. НИИЛХ т.12, 1958 ст. 43-51

42. Вайчис М.В. – Генезис и свойства лесных почв южной Прибалтики. Вильнюс. Минтис 1975 ст. 408
43. Вайчис М.В. Онюнас В.М. – Типы лесных подстилок и их связь с почвами и лесами в южной Прибалтике. Почвоведение №2, 1977 ст. 93-100
44. Вайчис М.В., Онюнас В.М. – Аккумуляция и свойства лесных подстилок в хвойных и лиственных формациях Литовской ССР. Роль подстилки в лесных биогеоценозах. «Наука» М. 1983 ст. 35-36
45. Ведрова Э.Ф. – Подстилки и подстилочные растворы под разными древесными породами. Тез док. 8 всесоюз. съезда почвоведов. кн. 4 комис. 5. Новосибирск, 1989 ст. 151-154
46. Гасанов Б.И. – Буроземообразование в лесных почвах Азербайджана. Изд. «Элм» Баку. 1983 ст. 107-109
47. Говоренков Б.Ф. – Круговорот элементов между растительностью и почвой в сосняке и лиственнике на Карельской перешейке. В кн. География, генезис и плодородие почв. Л. 1972. ст. 103-130
48. Голубец М.А., Одинак Я.П. и др. – Запасы, структура и динамика подстилки в лесных биогеоценозах верховой бассейна Днестра. «Наука», М. 1983, ст. 44-45
49. Гоциридзе Р.С. – Рост и развитие хвойного леса – Изд. «Сабчота сакартвело» , Тб. 1974, ст. 175
50. Гришина Л.А., Владыченский А.С. и др. – Содержание углекислоты в приземном слое воздуха разных типов биогеоценоза Валдая. Кн. Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогеоценозов. Днепропетровск, 1978. ст. 66-67
51. Гришина Л.А. - Роль подстилки как генетического горизонта почв. «Наука», М. ст. 48-49
52. Гулисашвили В.З. – Природные зоны и естественно-исторические области Кавказа. «Наука», Москва, 1964 ст. 277-283, 154-243
53. Джавахишвили А.Н. – Геоморфологические районы Грузинской ССР. Изд. Акад Наук СССР, М., Л., 1947 ст. 35-38
54. Джапаридзе Т.М., Урушадзе Т.Ф. – Особенности девственных ельников Грузии. «Мецниереба» Тб. 1973, ст. 18-48
55. Джебисашвили Н.В. – Закономерности изменения запасов и свойств подстилок горных хвойных и лиственных лесов Грузии. «Наука» М. 1983, ст. 55-56
56. Дылис Н.В. – Лесная подстилка в биогеоценологическом освещении. «Наука», М. 1983,

ст. 60-62

57. Добровольский Г.В., Трофимов С.Я. и др. – Скорость разложения лесных подстилок южнотаежных ельников. Лесоведение №1, Наука, М., 1999, ст.3-10
58. Елагин И.Н. – Географические особенности динамики накопления и массы опада в сосняках. «Наука», М., 1983, ст. 66
59. Зонн С.В., Алешина А.К. – К вопросу о разложении опада дубовых лесов и взаимодействия зольных элементов его с почвами. Тр. ин-та леса. т.7, изд. Акад. Наук СССР, 1953, ст. 130
60. Зонн С.В. – Горно-лесные почвы северо-западного Кавказа. Изд. АН СССР, М., Л. «Наука» 1950, ст. 304
61. Зонн С.В. – Влияние леса на почвы. Изд. АН СССР, М. 1954, ст. 100
62. Зонн С.В. – Почвы как компонент лесного биогеоценоза. В кн. Основы лесной биогеоценологии. под ред. В.Н.Сукачева, Н.В.Дылиса. М., Наука, 1964, ст. 372-458
63. Зонн С.В. – О некоторых дискуссионных вопросах лесной биогеоценологии и изучении почв как компонентов горно-лесных биогеоценозов. Тр. Тб. ин-та леса, т. 21. Изд. «Мецниереба», Тб. 1974, ст. 30-47
64. Зонн С.В. – Биогеоценологические и генетические основы классификации лесных подстилок. Изд. «Наука», 1983, М. ст. 80-81
65. Зонн С.В., Ли Чей-куэй – К характеристике энергетики биологических процессов в тропических лесных почвах. Почвоведение №12 1960, ст. 1-6
66. Зонн С.В., Урушадзе Т.Ф. – Научные основы и методические указания к биогеоценологическому изучению почв горных лесов. Изд. «Мецниереба», Тб. 1974, ст. 113
67. Зубарева Н.Н., Анискина А.А. – Динамика опада в лесах центральной Якутии. «Наука», М., 1983, ст. 81
68. Карпачевский Л.О., Киселева Н.К. – О методике учета опада и подстилка в смешанных лесах. Лесоведение №3, 1968. ст. 73-83
69. Карпачевский Л.О. – Некоторые особенности разложения лесного опада. В кн. Проблемы лесного почвоведения. М. «Наука», 1973, ст. 51-65
70. Карпачевский Л.О. – Лес и лесные почвы. Изд. Лесная промышленность, М., 1981, ст. 262
71. Карпачевский Л.О. – Современные подходы к классификации лесной подстилки. «Биогеоцен. исслед. в лесах юж. Сихотэ Алиня» Владивосток, 1982, ст. 5-12
72. Карпачевский Л.О. – Подстилка – особый биогеогоризонт лесного биогеоценоза.

- «Наука» М., 1983, ст. 88-89
73. Кашибадзе Т.В. – Влияние подлесочных пород на почвообразовательные процессы и продуктивность почв в лиственных лесах Восточной Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т. 13, «Лесная промышленность» М., 1964, ст. 69-77
 74. Кашибадзе Т.В. – Влияние подлесочных пород на почвообразовательные процессы и продуктивность почв в широколиственных лесах Западной Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т. 15, «Лесная промышленность» М., 1965, ст. 190-202
 75. Кашибадзе Т.В. Тарасашвили Н.Г. – Сравнительная характеристика подстилок хвойных лесов Восточной Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, «Лесная промышленность» М., 1967, ст. 59-68
 76. Китредж Дж. – Влияние леса на климат, почвы и водный режим. Изд. Иностранной литературы, М., 1951, ст. 199-231
 77. Ковалевский А.К. – Органический опад в свежих суборах Полесья. Совещ. по лесному почвоведению при инст. леса АН СССР, 1956.
 78. Комисарова И.Ф. – Газовый режим подстилок некоторых горно-лесных почв. «Наука», М., 1983, ст. 91
 79. Комисарова И. Ф.– Связь выделения CO₂ из почв с компонентами биогеоценоза. Общие проблемы биогеоценологии. II всесоюз. совещ. М., 1986, ст. 235-239
 80. Корнев В.П. – Биохимическая и ферментативная активность подстилок сосновых насаждений. Почвоведение, №11, Изд. АН СССР, М., 1962, ст. 109-114
 81. Корнев В.П. – Лесная подстилка, ее строение, формирование и роль в биокруговороте зольного питания и азота в саяках центральной части подзоны широколиственных лесов. Брянск, 1966, ст. 85
 82. Корсунов В.М. – Биогеохимическая роль лесной подстилки в почвообразовании. «Наука», М., 1983, ст. 97-98
 83. Кошельков С.П. – О формировании и подразделении подстилок в хвойных южнотаежных лесах. Почвоведение, №10, 1961, ст. 19-29
 84. Кошельков С.П. – Групповой состав органического вещества лесных подстилок хвойных лесов южной Тайги. Почвоведение №1, 1964, ст.23-31
 85. Кузьмин П.К., Веремеенко С.И. и др. – Биологическая активность мелиорируемых дерновоподзолистой и черноземной почв. Тез. док. 8 всесоюз. съезда почвоведов, кн. 2, Комис. 2-3, Новосибирск, 1989, ст. 303
 86. Кылли Р.К. – Динамика образования лесной подстилки в ельниках. «Наука», М., 1983, ст. 112-113

87. Кылли Р.К. – Динамика фракционного и зольного состава лесных подстилок на буропсевдоподзолистых, бурых лесных и рендзинных почвах. Почвоведение, №2, 1977, ст. 81-92
88. Лазарева И.П., Вуоримаа Т.А. – Формирование подстилок в рекреационных лесах. «Исслед. лесных почв Карелии», Петрозаводск, 1987, ст. 51-59
89. Лазарева И.П., Эйнтроп Р.В. – К вопросу о применении метода главных компонентов в исследовании влияния березы на свойства лесных подстилок в смешанных насаждениях. «Микроэлементы в биосфере Карелии и сопред. р-ов». Петрозаводск, 1981, ст. 64-77
90. Латария В.Н. – К вопросу о свойствах органического вещества буроземных почв. Тр. Груз. СХИ т. 28, 1948, ст. 3-13
91. Ломидзе Дж.В. – Влияние различных рубок в дубово-грабовых лесах Восточной Грузии на изменение почвенных режимов. Диссертационная работа, Тб., 1977, ст. 74-77
92. Ломидзе Дж.В. – Бурые лесные почвы буковых лесов Кинтришского заповедника. Тр. Тб. ин-та горного лесовод. т. 28, Тбилиси, 1980, ст. 104-112
93. Ломидзе Дж.В. – Изменение концентрации CO₂ в почве под влиянием рекреационных нагрузок. Изд. сообщ. АН ГССР №2, 1981, ст. 405-407
94. Ломидзе Дж.В. – Некоторые водно-физические свойства почв орудного редколесья. Тр. ин-та гор. лесовод. т. 23, Тбилиси, 1985, ст. 3-12
95. Ломидзе Дж.В. – Особенности физико-химических свойств коричневых почв окрестностей г.Тбилиси. Экология горных лесов. сб. ин-та гор. лесовод. т. 36, 1989, ст. 66-71
96. Макаров Б.И. – К методике определения газообмена между почвой и атмосферой и содержания углекислоты в почвеном воздухе. Почвоведение №2, 1955, «Наука», М., ст. 85-87
97. Макаров Б.И. – Упрощенный метод определения дыхания почвы (и биологической активности). Почвоведение изд. АН СССР, М., №9, 1957, ст. 119-122
98. Малюкович А.И. – Динамика опада и трансформация химических элементов в подстилках сосновых фитоценозов. «Наука», 1983, М., ст. 120
99. Манакон К.Н. – Поглощение растительностью минеральных элементов и азота в лесах Кельского полуострова. Почвоведение №8, 1961, ст. 34-42
100. Махатадзе Л.Б. – Темнохвойные леса Кавказа. Изд. «Лесная промышленность» М., 1966, ст. 49-52

101. Мелехов И.С. – Об отложении лесной подстилки в зависимости от типа леса. Тр. Архангельского лесотех ин-та. т. 17 1957, ст. 124-138
102. Мендешев А., Жердова С.В. – Динамика выделения CO₂ орошаемыми степными почвами Северного Казахстана. Изд. АН КазССР. Сер. биол. №1, 1989, ст. 77-79
103. Мерзлый В.Н., Пучнина Л.В. – Характеристика древесного опада в лиственных лесах северной подзоны тайги европейской части СССР. Экология №5, 1990, ст. 81-83
104. Мина В.Н. – Биологическая активность лесных почв и ее зависимость от физико-географического условия и состава насаждения. Почвоведение №10, 1957, ст. 73-79
105. Мина В.Н., Макаров Б.Н., Маукевич В.Б., Штатнов В.И. – Методы изучения воздушного режима почв при стационарных исследованиях. Почвоведение №6, 1963, ст. 48-57
106. Мина В.И. – Опыт сравнительной оценки методов определения интенсивности дыхания почв. «Почвоведение» №10, 1963, ст. 96-100
107. Морозов Г.Ф. – Учение о лесе. М., Л., 1926, ст. 368
108. Морозова Р.М., Богданова Г.И. – К вопросу о биологической активности лесных почв. Плодородие почв Карелии, изд. «Наука», М., Л., 1965, ст. 56-70
109. Молчанов А.А. – Круговорот органического вещества в процессе роста сосняка-черничника. Сооб. лаб. лесоведения М. вып. 5 1961, ст. 34-45
110. Молчанов Е.Ф. – Почвенно-биоценотические исследования в лесах западного берега Крыма (на примере заповедника «Мыс Мартьян»). Гор. Никит. бот. сад. ВА СХНИЛ Ялта, 1990, ст. 88
111. Мочалова Т.К. – Основные показатели состояния подстилки в лесных биогеоценозах. Тез. док. всесоюз. съезда почвовед. кн. 4 ком. 5 Новосибирск, 1989, ст. 170
112. Накаидзе Е.Э. – Динамика микробиологической активности бурых лесных почв еловых лесов Восточной Грузии и их изменение под влиянием рекреационных нагрузок. Дисс. канд. биол. наук. Тб., 1990, ст. 144
113. Низова А.А. – К вопросу о биологической активности почв. Почвоведение №10, 1960, ст. 96-101
114. Никонов В.В. – Почвообразование на северном пределе сосновых биогеоценозов. Изд. «Наука», Л., 1987, ст. 13-28
115. Овчаренко А.Д. – Динамика состава почвенного воздуха подзолисто-глеевых почв Колхиды. Почвоведение. №12, 1974, ст. 126-136
116. Паршевников А.Л. – К характеристике биологической активности лесных почв Кольского полуострова. Почвоведение №12, 1960

117. Постолаке Г.Г. – Лесная подстилка в круговороте веществ. Штиинца. Кишинев, 1976, с. 180
118. Попова Э.В. – Биологическая активность почв сосновых лесов Иркутского Приангарья. «Биол. активность лес. почв» Красноярск, 1985, ст. 47-54
119. Прокопович Е.В. – Свойства подстилок основных типов леса Васимского заповедника. «Биогеоценол. исслед. на Урале». Свердловск, 1982, ст. 187
120. Ремезов Н.П. – О роле леса в почвообразовании. Почвоведение №2, 1953, ст. 32-43
121. Ремезов Н.П. – Роль биологического круговорота элементов в почвообразовании под пологом леса. Почвоведение №7, 1956, с. 68-80
122. Ремезов Н.П., Погребняк П.С. – Лесное почвоведение. Изд. Лесн. пром.» М., 1965, с.324
123. Рихтер И.Э., Рихтер Т.А. – Изменение массы и свойств лесной подстилки под влиянием лесохозяйственных мероприятий. «Наука» М., 1983, ст. 173-174
124. Роде А., Нагина Н. – Подзолистые почвы центральной и восточной частей европейской территории СССР. АН СССР, ВАСХНИЛ «Наука», Л., 1980, ст. 88-91
125. Родин Л.Е., Базилевич Н.И. – Динамика ограниченного вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. «Наука», М., Л., 1965, ст. 252
126. Рябуха Е.В. – Накопление лесной подстилки в насаждениях Украинского полесья . Лесоведение №1, 1972, ст. 26-35
127. Сабашвили М.Н. – Почвы Грузии. Изд. АН СССР, 1948, ст. 396
128. Сапожников А.П. – Региональные черты формирования лесных подстилок на Дальнем Востоке. «Биогеоцен. исслед. в лесах Юж. Сихоте –Алиня, Владивосток, 1982, ст. 13-20
129. Сапожников А.П. – Региональные и прикладные проблемы классификации лесных подстилок. «Наука» М., 1983, ст. 178-180
130. Сапожников А.П. – Лесная подстилка – номенклатура, классификация и индексация. Почвоведение №5, 1984, ст. 96-105
131. Сапожников А.П. – Некоторые теоретические аспекты изучения лесных подстилок. Проб. лесовед. и лесовод. Тез. док. (конф), 41-М, Минск, 1990, ст. 289-291
132. Селинова Г.А. – Биогеоценотическая характеристика лесных подстилок южного Сихотэ-Алиня. Почвоведение №8, 1983, ст. 100-106
133. Смирнов В.В. – Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах Европейской части СССР. «Наука», М., 1971, ст. 362

134. Справочник по климату СССР – Вып. 14, часть 2, Л., 1967, ст. 373
135. Справочник по климату СССР – Вып. 14, часть 4, Гидрометеорологическое изд. Л., 1970, ст. 424
136. Стаканов В.Д., Кадеров Э.А. – Динамика опада и водно-физические свойства лесной подстилки в насаждениях Красноярской лесостепи. Геогр. и природ. ресурсы. Лесоведение и лесоводство №2, 1986, ст. 172-176
137. Степанов Н.Н. – Химические свойства лесной подстилки как основного фактора естественного лесовозобновления. Тр. лес. опыт. делу Центр. опыт. станция, вып. 23, Л., 1929, ст. 34-56
138. Сукачев В.Н. – Методические указания к изучению типов леса. Изд. АН СССР, М., 1961
139. Сукачев В.Н. – Избранные труды. Т.1, 1972, ст.
140. Талахадзе Г.Р. – Материалы изучения генезиса и агрегатности карбонатных слитов почв. Вестник СХИ Грузии №1, Тб., 1938, ст. 72-76
141. Талахадзе Г.Р. – Некоторые условия определяющие природу лесных почв Восточной Грузии. Почвоведение №5, 1951, ст. 266-279
142. Талахадзе Г.Р. – Основные почвенные типы Грузии. «Цодна», Тб., 1964, ст. 218
143. Тарасашвили Г.М. – Горно-лесные и горно-луговые почвы Восточной Грузии. Изд. АН ГССР, Тб., 1956, ст. 152
144. Тарасашвили Н.Г. – Особенности лесной подстилки дубовых и каштановых лесов Грузии. Тр. Тб. ин-та леса. т. 13, «Лесная пром.» М., 1964, ст. 69-77
145. Тарасашвили Н.Г. – Почвы основных типов буковых лесов Восточной Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т.15, изд. «Лесная пром.», 1965, ст. 202-216
146. Тарасашвили Н.Г. – Биологическая активность почв ельников Восточной Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т.16, изд. «Лесная пром.», 1967, М., ст. 53-57
147. Тарасашвили Н.Г. Динамика накопления опада в разных типах леса хвойных пород Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т.21, изд. «Мецниереба.», 1974, ст. 265-273
148. Тарасашвили Н.Г. – О специфике формирования подстилок горных лесов. Тр. Тб. ин-та леса, т.23, Тб., 1974а, ст. 294-305
149. Тарасашвили Н.Г. – Подстилки горных хвойных лесов и научные основы повышения плодородия почв и производительности древостоев. Дисс. Док. биол. наук. Тб., 1979, ст. 403
150. Тарасашвили Н.Г., Вачнадзе Г.С. – Подстилка хвойных лесов Грузии и ее роль в формировании биогеоценоза. «Наука» М., 1983, ст. 192-193

151. Тарасашвили Н.Г. Вачнадзе Г.С – Лесная подстилка как фактор определяющий водорегулирующие свойства горных лесов. Социально-экологические функции горных лесов. Тр. ин-та гор. лесов. Тб. т. 33, 1985, ст. 3-12
152. Тарасашвили Н.Г. Вачнадзе Г.С. – Биологическая активность лесной подстилки и почвы в горных еловых лесах Грузии. Бюл. почв. ин-та. Вып. 55, М., 2002, ст. 113-123
153. Тарасашвили Н.Г. Кашибадзе Т.В. – Биологическая активность бурых лесных почв малого Кавказского хребта. Всес. съезд. почвовед. Тез. док. кн 1, Алма-Ата, 1970, ст. 166-167
154. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Свойства лесной подстилки и ее влияние на почвообразовательные процессы. Тр. Тб. ин-та леса, т.19-20, изд. «Лесная пром.», Тб., 1972, ст. 263-272
155. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Влияние смешанных древостоев на плодородие почв. Тр. Тб. ин-та леса, т.19-20, изд. «Лесная пром.», 1972а, Тб., ст. 273-286
156. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Динамика накопления подстилок в разных типах хвойных лесов Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т.24, Тб., 1975, ст. 21-30
157. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Подстилка и динамика ее формирования в искусственных насаждениях. Воп. горн. лесовед. и лесовод. в Грузии. т.25. «Сабчота Аджара», Батуми, 1976, ст. 60-63
158. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Влияние сомкнутости полога древостоя на изменение свойств подстилок и почв. Тр. ин-та леса т. 26, «Саб. Аджара», Батуми, 1978, ст. 29-31
159. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Динамика разложения подстилок хвойных лесов. Воп. горного лесовед и лесовод. в Грузии, т.27, тр. ин-та гор. лесовод. Тб., 1978а, ст. 75-81
160. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В. – Восстановление почвенного плодородия под воздействием искусственных насаждений. тр. ин-та гор. лесовод. т. 29, Тб., 1982, ст. 20-39
161. Тарасашвили Н.Г., Кашибадзе Т.В., Кузьмин И.В. – Влияние смешания лесных пород на повышение почвенного плодородия и производительности древостоев. Проб. гор. лесовод. тр. ин-та гор. лесоводства т. 36 ТБ., 1989, ст. 63-72
162. Тарасашвили Н. Г., Урушадзе Т.Ф., Ломидзе Д.В. _ Горно-лесные почвы, специфика и пути повышения их производительности – Проблемы горного лесоводства – ТБ. 1981, ст. 32-43

163. Твалавадзе М.В. – Поступление химических элементов с подстилкой в дубово-грабниковых лесах Восточной Грузии. «Наука», М., 1983, ст. 194-195
164. Ткаченко М.Е. – Общее лесоводство. М., Л., Гослесбумиздат. 1952, ст. 186
165. Урушадзе Т.Ф. – Состояние изучения бурых горно-лесных почв. Тр. ин-та леса, т. 16, «Лесн. пром.», М., 1967, ст. 310-318
166. Урушадзе Т.Ф. – Почвы темнохвойных биогеоценозов. Тез. док. 4 съезда почвоведов. Алма-Ата, 1970, ст. 75-76
167. Урушадзе Т.Ф. – Особенности основных подтипов бурых лесных почв Грузии. Тр. ин-та леса, т.18, «Сабчота Сакартвело», Тб., 1971, ст. 289-301
168. Урушадзе Т.Ф. - Особенности почвенного покрова светлых лесов. Тр. ин-та леса т. 19-20, Тб. 1972, ст. 236-272
169. Урушадзе Т.Ф. – Микроморфология почв пойменных лесов Восточной Грузии. Тр. ин-та леса, т. 19-20, Тб. 1972а, ст. 307-316
170. Урушадзе Т.Ф. – Почвы дубовых лесов Восточного Закавказья и некоторые вопросы их классификации. Тр. Тб. ин-та леса, т.21, «Мецниереба», Тб., 1974, ст. 286-301
171. Урушадзе Т.Ф. – Опыт классификации лесных почв Грузии. Тр. Тб. ин-та леса, т.23, Тб., 1974а, ст. 305-316
172. Урушадзе Т.Ф. – Элементарные процессы почвообразования в лесных почвах Грузии. Воп. горн. лесовед. и лесовод. в Грузии. Тр. Тб. ин-та леса т. 25, «Сабч. Адж.», Батуми, 1976, ст. 22-25
173. Урушадзе Т.Ф. – Сравнительная характеристика горно-лесных почв Грузии. . Воп. горн. лесовед. и лесовод. в Грузии. Тр. Тб. ин-та леса т.27, Тб. 1978, ст. 82-88
174. Урушадзе Т.Ф. – Почвы горных лесов Грузии. «Мецниереба», Тб., 1987, ст. 58-106
175. Урушадзе Т.Ф., Махатадзе Л.Б., Абашидзе Я.Л. – Елово-буковые леса Восточной Грузии и вопросы их оптимальной структуры. Тр. Тб. ин-та леса, т. 24, Тб., 1975, ст. 3-14
176. Урушадзе Т.Ф., Тарасашвили Н.Г. – Изменение бурых лесных почв под ельниками на разных высотах над уровнем моря. Тез. док. 4 всесоюз. делег. съезда почвовед. Алма-Ата, «Наука», кн. 3 1970, ст. 152-153
177. Урушадзе Т.Ф., Тарасашвили Г.Н. – Подстилки и почвы низинных лесов Западной Грузии. «Наука», М., 1983, ст. 198
178. Фирсова В.П., Павлова Т.С. – Почвенные условия и особенности биологического круговорота вещества в горных сосновых лесах. «Наука», М., 1983, ст. 164
179. Царик И.В. – Структура и запасы подстилки в биогеоценозах субальпийского поясов

- Карпат. «Наука», М., 1983, ст. 206-207
180. Шевчук А.И., Ямковой В.Т. - Роль подстилок в биотическом круговороте зольных элементов и азота в буковых лесах Бескид (Карпаты). «Наука», М., 1983, ст. 216-217
 181. Шербакова О.П., Петров Ю.А. – Сезонная динамика лесной подстилки и опада в насаждениях заповедника «Росточье». Лесоведение и лесоводство №8, 1991, ст. 134-136
 182. Шудра Ю.В. – Влияние рекреационной нагрузки на лесную подстилку. «Лес. х-во» лесбум. и деревообаб. пром-сть, №17, Киев, 1986, ст. 19-21
 183. Шумаков В.С. – Принципы классификации, номенклатуры и картирования лесных подстилок. Сб. раб. по лесн. х-тву №35, Гослесбумиздат. М., 1958, ст. 199-217
 184. Шурикова В.И. – Поглощение O₂ и выделение CO₂ темно-серыми лесными почвами разной смытости. Почвовед. №1, 1978, ст. 82-87
 185. Юркевич И.Д., Смоляк Л.П., Гарин Б.Э. – О содержании кислорода в почвенной воде и углекислоты в почвенном воздухе лесных болот. «Наука», Почвоведение №2, М., 1966, ст. 41-50
 186. Антонов Г., Костов О. – Динамика на почвенното дишане към горната граница на гората в средна стара планина. Почвова и агрохим, №5, 1990, ст. 62-68
 187. Boetcher S., Kalisz R. – Singhe-trec influenceon soil propeerties in the mountains of western Kentucky. Ecology 71, #4, 1990 p.1365-1372 Л. И Л, №12, 1990
 188. Borgnetti Marco, Giannini Raffaello and etc. – Destribuzione della biomassa, produzione di lettiera e contenuto di elementi minerali in una piantagione di deuglasia. Ann. Accad. Ital. sci. Forest, 1988, p. 370 Л.и Л. №1, 1991
 189. Edmonds Robert L. – Decomposition rates and ratrient dynamics in small diameter woody litter in four forest ecosystems in Washington. USA «Can. I. Forest Res.» 17, #6, 1987, p. 499-509 Л. и Л. №12, 1987
 190. Gallardo I., Santa Regina I, San Migael C. – Geolog biogeogumicos en bosgues e/e Rojarasea. Rev. ecol. et biol. Sol. (Мфиш) 26, #1, 1989, p.35-46 Л. и Л., №8, 1990
 191. Грозева Мария – Количеств, състав и динамика на дървения опад в представителна бялборови насаждения от Рила планина. «Горскостоп наука», 23 №2, 1986, с.37-42 Л. и Л., №1, 1987
 192. Heiberg S. – Nomenclature of forest humus layers, I. Forestry, V. 35 #1, 1937
 193. Iuki R., Tatu H. – Harmaa Ia fervalepa Karikesato – Folia forest, #738, 1989, p. 1-25 Л. и Л., №8, 1990
 194. Kogel Ingrid – Estimation and decomposition pattern of the lignin component in forest

- humus layers. "Soil Biol. and Biochem" 18, #6, 1986, p. 589-594 Л.и Л., №12, 1987
195. Lin Feng, Lu Chang-yi, Wang Gong-li – Изучение динамики опада в лесной подстилке монгрового леса из *Bruguiera Sexangula* на О. Хаинань (КНР). Acta, phytocol of geobot. sin. 14 #1, 1990, p. 69-74 Л. и Л., №8, 1990
196. Lin Wan-yaom, Zheng Zheng – Предварительное изучение водоохранной функции подстилок в лесу образованном *Pinus yunnanensis*. Acta phytocol of geobot. Sin 14. #2, 1990, p.191-196 Л. и Л., №5, 1991
197. LiuWen-yaom, Ling Gui fen, He Ai-jun – Динамика питательных веществ в опаде и лесной подстилке в вечнозеленых широколиственных лесах и насаждениях *Pinus yunnanensis* в центральном Юньнани. Acta Bot. Sin. 32 #8, 1990, p. 637-646 Л.и Л., №7, 1991
198. Lekha Arun, Gupta S. – Decomposition of *Populus* and *Leucaela* leaf litter in an auroforestry system. Inf. J. Ecol. and Environ. Sci. 15 #2, 1989, p.97-108 Л. и Л., №7, 1991
199. Lefevra R., Klemmedson J. – Effect of Gambel oak on forest floor and soil of an ponderosa pine forest. "Soil Sei Soc. Amer S" 44, #4, 1980, p.842-846 Л.и Л., №2, 1982
200. Lowman Margaret D. – Litterfall and leaf decay in three Australian rainforest formations. J. Ecol. 76, #12, 1988, p.451-465 Л. и Л., №1, 1989
201. Melkania Uma, Penday Nee – Effect of substrate quality and environmental attributes on litter decomposition in Himalayan temperate forests. Dev. Ecol. Perspect. Ust. Yokohama, INTECOL, 1990, p. 346 Л. и Л., №3, 1991
202. Menendes Leda, Aguado Alberto, Gomez Alfredo – Determinacion de la constante de descomposicion de la hojarasca mediante simulacion matematica. Cienc Biol. #18, 1987, p. 46-52 Л. и Л., №8, 1990
203. Nohrstedt Hans – Biological activity in soil from forest stands in Central Swedenan related to site properties. Orjan. "Microbial. Ecol." 11, #3, 1985, p. 259-266 Л.и Л., №2, 1986
204. Pandit B., Subrahmanyam S., Reghavendra Rao K. – Litter production; the dry deciduous ecosystem of GIR forest (Gujarat), India. Dor. Ecol. Yokohama, INTECOL, 1990, p. 397 Л. и Л., №3, 1991
205. Попов Груд – Горската подстилка при смесена горуново-букови екосистеми в Северна Странджа. «Гор. стоп. гор. пом. ет» 42, №2, 1986, ст. 7-9 Л. и Л., №9, 1986
206. Rajvanshi R., Gupta S. – Soil respiration and carbon balance in a tropical *Dalbergia sissoo* forest ecosystem. "Flora", 178, #4, 1986, p. 251-260 Л. и Л., №1, 1987
207. Rout S., Gupta S. – Soil respiration in relation to abiotic factors, forest floor litter, root biomass and litter quality in forest ecosystems of Sinaliks in northern India. Acta ecol. oecol.

- plany. 10, #3, 1989, p. 229-244 Л. и Л., №2, 1990
208. Rout S., Gupta S. – Forest floor litter fall and Nitrient return in subtropical forest ecosystems of Sinaliks in northern India. *Flora*, 184, #5, 1990, p. 325-339 Л. и Л., №5, 1991
209. Sarman I. – Zasola a dynamika energie v onadu smrkoveho porosta. *Acta Univ., ogr.*, 153, #1, 1984, p. 103-112 Л. и Л., №6, 1987
210. Sa Ninghu – Подход к определению оптимального количества лесной подстилки. *Acta ecol sin.* 8 #2, 1988, p. 147-154 Л. и Л., №1, 1989
211. Stefanovic Kovinka, Pavlovii P. – Lzdvajange CO₂ izzemljista nekih sumskih rajednica na Maljenu. *Acts Geol, Jugosl. A.*, 39, #2, 1990, p. 107-115 Почв. №11, 1991
212. Simono Tatsushi, Takeda Hiroshi, Iwatsubo Goro, Tsutsami Toshio – Сезонные изменения интенсивности почвенного дыхания под культурами *Chamaecyparis obtasa* и *Cryptomeria japonica*. *Rull. Kyoto Univ. Forests.* #61, 1989, p. 46-59 Л. и Л. №10, 1990
213. Taylor Barry R., Parsons William F., Parkinson Dennis – Decomposition of populus feemuloides leet litter accelerated is abbition of *Alnus eriupa* litter. *Can I. Forest Res.* 19, #5, 1989, p. 674-679 Л. и Л., №6, 1990
214. Upadhyay V., Singh I. – Patterns of nutrient immobilization and release in decomposing forest liteer in Central Himalaya, India. *S. Ecol.* 77, #1, 1989, p. 127-147 Л. и Л., №7, 1990
215. Upadhyay V., Singh R. – Soil carbon balance in Himalayan Forests. *Ecol. Vokohama*, 1990, p. 399 Почв. №7, 1991
216. Ulehlova B., Zlatuskova S., Zahora I. – Respiration and transformation of nitrogen in the floodplain forest Soil at Lednice na Morave. *Agrok. em. es. Talejt*, 39 #3-4, 1990, p. 487-491 Л. и Л., №5, 1991
217. Wen Yuanguang, Wei Binger, Li Iiejuan – Изучение образования лесной подстилки и ее динамики в субтропических лесах. *Sei, Silv. sin.* 25, #6, 1989, p. 542-548 Л. и Л., №8, 1990
218. Wu Zhidong, Peng Fuguan, Che vuping, Vin Ruiling, Gu Xixian – Особенности биологического круговорота веществ в некоторых типах искусственных лесов и их влияние на почвы в субтропиках Южного Китая. *Acta pedol. sin.* 27, #3, 1990, p. 250-261 Л. и Л., №4, 1991