

საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

SarabiZe nana

mikroelementebis (B, Mn) gavlena Cais
produqtiulobasa da xarisxe
imereTis pirobebSi

სპეციალობა: 06.01.10 სუბტროპიკული კულტურები

სოფლის მეურნეობის
მეცნიერებათა კანდიდატის
სამეცნიერო ხარისხის
მოსაპოვებლად წარმოდგენილი

დ ი ს ე რ ტ ა ც ი ა

სამეცნიერო ხელმძღვანელი
მიქელაძე ალექსანდრე დავითი ძე
სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა
დოქტორი, პროფესორი

ქუთაისი
2006 წელი

შინაარსი

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება _____	4
ლიტერატურული მიმოხილვა _____	7
თავი 1. მიკროელემენტების ფიზიოლოგიური და აგროქიმიური როლი	7
თავი 2. დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული რაიონების ნიადაგურ- კლიმატური პირობების მოკლე დახასიათება _____	20
2.1. კლიმატური პირობები _____	20
2.2. ნიადაგური პირობები _____	28
ექსპერიმენტული ნაწილი _____	34
თავი 3. კვლევის ობიექტი და მეთოდოლოგია _____	34
თავი 4. ბორი და მანგანუმი იმერეთის (ტყიბულის რაიონი) ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგებში _____	38
4.1. ბორისა და მანგანუმის საერთო შემცველობა ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში და მათი განაწილება ნიადაგის პროფილში	38
4.2. მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა ტყიბულის ზონაში ჩაის პლანტაციით დაკავებულ ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგებში _____ _____	43
4.3. ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების სეზონური დინამიკა ნიადაგში _ _____	46
4.4. ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების მიგრაცია ნიადაგის სიღრმეში _ _____	54
თავი 5. მინდვრის ცდის შედეგები _____	63
5.1. საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება მინდვრის ცდის დაყენებამდე _____	63
5.2. საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება მინდვრის ცდის დაყენებიდან 3 წლის შემდეგ _____	65
5.3. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქის მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე _____	69
5.4. მიკროელემენტების შემცველობა ჩაის მცენარეში _____	76
5.5. მიკროელემენტების შემცველობის დინამიკა ჩაის მცენარეში _	82

5.6. მინერალური სასუქების გავლენა ჩაის მცენარის მიერ მიკროელემენტების გამოყენებაზე _____	91
5.7. მიკროელემენტების გამოტანა ჩაის მცენარის მიერ _____	94
5.8. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე _____	101
თავი 6. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა ჩაის პლანტაციაში. _____	107
დასკვნები _____	110
რეკომენდაცია წარმოებას _____	112
გამოყენებული ლიტერატურა _____	113

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა: მეჩაიეობა და ჩაის პროდუქციის წარმოება იმერეთის ეკონომიკური პოტენციალის ერთ-ერთი ძირითადი და განმსაზღვრელი დარგია. მხარის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარების პრობლემები ძალაში ტოვებს მეჩაიეობის განვითარების პრიორიტეტულობას.

ტყიბულის ზონა თავისი ბუნებრივი მახასიათებლებით უნიკალურია ჩაის მაღალხარისხოვანი პროდუქციის მისაღებად. აქ წარმოებული ჩაის ნედლეული ქიმიური და ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებით მნიშვნელოვნად გამოირჩევა საქართველოს სხვა რეგიონებში მიღებული პროდუქციისაგან და შეესაბამება საერთაშორისო სტანდარტებს.

ბოლო წლებში განვითარებული ცნობილი პოლიტიკური და სოციალურ-ეკონომიკური მოვლენების გამო ტყიბულის რეგიონში მკვეთრად შემცირდა ჩაის ფოთლის წარმოება და გადამუშავება. საზოგადოებრივ მეურნეობებში დარჩენილი ჩაის პლანტაციები შესაბამისი აგროტექნიკური ღონისძიებების გაუტარებლობის შედეგად ტყე-ბუჩქნარად იქცა.

რამდენადაც რეგიონი შესაძლოა კვლავ გახდეს ჩაის მაღალხარისხოვანი პროდუქციის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მწარმოებელი საქართველოში, რის საფუძველსაც არსებული საწარმოო პოტენციალი და ბუნებრივი პირობები იძლევა,

აუცილებელია ჩაის პლანტაციაში აღდგენითი აგროტექნიკური ღონისძიებების გატარება, რომელთაგან ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი როლი ჩაის პლანტაციების განოყიერებამ უნდა შეასრულოს.

იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგებზე ჩაის პლანტაციების განოყიერების საკითხებზე გამოკვლევები გასული საუკუნის 60-იან წლებში დაიწყო. ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობის ამალღების საქმეში ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) როლის შესასწავლად იმერეთის პირობებში მნიშვნელოვანი კვლევითი სამუშაოები ჩაატარეს პ.თენეიშვილმა, გ.გამყრელიძემ, გ.მარგველაშვილმა, ლ.ნემსიწვერიძემ, დ.გურაბანიძემ და სხვებმა; მიუხედავად დაგროვილი მდიდარი ექსპერიმენტული მასალისა, იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგებზე გამოკვლევები ჩაის კულტურისათვის მიკროსასუქების (B,Mn) გამოყენების საკითხებზე ნაკლებადაა ჩატარებული. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების ეფექტური დოზებისა და შეთანაწყობის დადგენა, რომელიც ხელს შეუწყობს ჩაის ფოთლის მაღალი და ხარისხიანი მოსავლის მიღებას, აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. კვლევის ძირითად მიზანს შეადგენდა შეგვესწავლა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგებზე ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გამოყენების ეფექტურობა ჩაის პლანტაციაში.

კვლევის ამოცანას შეადგენდა შეგვესწავლა:

1. მიკროელემენტების (B,Mn) სხვადასხვა დოზების გავლენა ჩაის ფოთლის 2. მოსავალსა და ხარისხზე;
3. ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების სეზონური დინამიკა;
4. ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების მიგრაცია ნიადაგის სიღრმეში;
5. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქის მზარდი დოზების გავლენა ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგების აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე მათი სისტემატურად შეტანის პირობებში;
6. მიკროელემენტების შემცველობა ჩაის მცენარეში;
7. მიკროელემენტების შემცველობის დინამიკა ჩაის მცენარეში;
8. მინერალური სასუქის გავლენა ჩაის მცენარის მიერ მიკროელემენტების (B,Mn) გამოყენებაზე;
9. მიკროელემენტების გამოტანა ჩაის მცენარის მიერ;

10. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე;

11. მიკროსასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა ჩაის პლანტაციებში.

მეცნიერული სიახლე. იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგების პირობებში შესწავლილია მიკროსასუქების ეფექტურობა ჩაის პლანტაციებში, დადგენილია მიკროსასუქების (B,Mn) მზარდი დოზების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე; განსაზღვრულია საკვები ელემენტების (B,Mn) შემცველობა და გამოტანა ჩაის მცენარის მიერ; შესწავლილია მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების სეზონური დინამიკა და მიგრაცია ნიადაგის სიღრმეში. გამოანგარიშებულია მიკროსასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა ჩაის პლანტაციაში.

სამუშაოს პრაქტიკული ღირებულება. იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე ჩაის პლანტაციაში რეკომენდირებულია მიკროსასუქების შემდეგი დოზების შეტანა: B2+Mn6 კგ/ჰა N300P150K100-ის ფონზე; ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი ამ შემთხვევაში შეადგენს 3820 კგ/ჰა; პირობითი წმინდა შემოსავალი – 114 ლარი/ჰა; უკუგება ყოველ დახარჯურ ლარზე – 1,74 ლარი.

აპრობაცია. კვლევის შედეგები ასახულია საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მეჩაიეობის კათედრის 2003-2005 წ.წ. ანგარიშებში. სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენებულ იქნა ახალგაზრდა ქიმიკოსთა VI რესპუბლიკურ კონფერენციას ი.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში 2005წლის 13-14 დეკემბერს და განხილულ იქნა საქართველოს სუბტროპიკული მეურნეობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მემცენარეობის, სუბტროპიკული კულტურებისა და სატყეო საქმისა და აგრობიოლოგიურ მეცნიერებათა დეპარტამენტების გაერთიანებულ სხდომაზე.

პუბლიკაცია. სადისერტაციო თემის ირგვლივ გამოქვეყნებულია ექვსი ნაშრომი

ლიტერატურული მიმოხილვა

თავი 1. მიკროელემენტების ფიზიოლოგიური და აგროქიმიური როლი

არც ისე შორეულ წარსულში, 70-80 წლის წინათ, ითვლებოდა, რომ მცენარის ნორმალური ზრდისა და განვითარებისათვის საკმარისია 10 ელემენტი: ნახშირბადი, ჟანგბადი, წყალბადი, აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, მაგნიუმი, რკინა და გოგირდი. აღნიშნული ელემენტები ნამდვილად აუცილებელია მცენარის სიცოცხლისათვის, მაგრამ ისინი ითვლებიან აუცილებელიდან მხოლოდ ძირითად ელემენტებად; ყოველგვარი ცდა გაეზარდათ მცენარე თუნდაც რომელიმე ერთი მათგანის გამოკლებით მთავრდებოდა წარუმატებლობით.

ამჟამად, მტკიცედ არის დადგენილი, რომ გარდა ზემოთჩამოთვლილი ელემენტებისა, მცენარის განვითარებისათვის აუცილებელია ბორი, სპილენძი, მანგანუმი, მოლიბდენი, თუთია და სხვა. ზოგიერთი მცენარისათვის აუცილებელია ასევე იოდი, ალუმინი და სხვა.

არცერთი მაკრო- ან მიკროელემენტი არ შეიძლება შეიცვალოს რომელიმე სხვა ელემენტით ან რამდენიმე სხვა ელემენტებით; ნებისმიერი მათგანის არ არსებობისას ან მკვეთრი ნაკლებობისას მცენარის სიცოცხლე შეუძლებელია.

ტერმინი „მიკროელემენტები“ ყოველთვის ერთმნიშვნელოვნად არ გამოიყენება. გეოლოგები მიკროელემენტებს მიაკუთვნებენ იშვიათ და გაფანტულ ქიმიურ ელემენტებს, რომლებიც დედამიწის ქერქში 0,01% და უფრო ნაკლები შემცველობითაა; ბიოლოგები მიკროელემენტების ქვეშ მიიჩნევენ ელემენტებს, რომლებიც მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებში მცირე რაოდენობითაა – 0,001% და ნაკლები. პროფესორ ე.ტროიცკის (1960) აზრით, „ყოველი ქიმიური ელემენტი, რომელთა მცირე დოზები განაპირობებს ბიოლოგიური პროცესის ნორმალურ მიმდინარეობას, შეიძლება იყოს მიკროელემენტი. ერთი და იგივე ქიმიური ელემენტი შეიძლება ერთ შემთხვევაში იყოს მიკროელემენტი, ხოლო სხვა შემთხვევაში – მაკროელემენტი-იმ როლისაგან დამოკიდებულების მიხედვით, რომელსაც ის ასრულებს ცოცხალი ნივთიერების სისტემაში“. აღნიშნულ განსაზღვრას (იაკუშევსკაია, 1973) უფრო სწორად მიიჩნევენ; მას საფუძვლად უდევს არა რაოდენობრივი მაჩვენებლები, არამედ თითოეული ელემენტის ხარისხობრივი მახასიათებელი, მისი როლი ბიოლოგიურ სისტემებში.

მიკროელემენტების კვლევის ფუძემდებლად ითვლება ფრანგი მეცნიერი როლენი (1869-1870), რომელმაც, პირველად აღმოაჩინა მანგანუმისა და თუთიის დადებითი გავლენა უმდაბლეს მცენარეებზე. მე-19 საუკუნის სამოცდაათიან წლებში იგი წერდა, რომ აზოტის, ფოსფორმჟავას, კალიუმის და კალციუმის გარდა, მცენარეთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელია თუთია, მანგანუმი და სხვა ელემენტები. შემდგომი გამოკვლევები, რომლებშიც პირველად იყო ნაჩვენები თუთიის მნიშვნელობა უმაღლესი მცენარეების განვითარებისათვის, ეკუთვნის დიდ რუს მეცნიერს კ.ა.ტიმირიაზევს (1872) (ციტირებულია, კატალიმოვი, 1965).

ყოფილ საბჭოთა კავშირში მიკროელემენტებზე სწავლებას საფუძველი ჩაუყარეს აკადემიკოსებმა ვერნადსკიმ (1940, 1965) და ფერსმანმა (1939). მიკროელემენტების მოქმედების შესწავლაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის: გოლდშმიტს (1938), გლაზოვსკაიას (1964), მალიუგას (1963), პერელმანს (1968), საუკოვს (1966), ვინოგრადოვს (1962,1965), დობროვოლსკის (1956), კოვალსკის (1970), კოვდას და სხვა (1959), ლუკაშევს (1964), ვლასიუკს (1969), ვოინარს (1960), კატალიმოვს (1957,1965), პეივეს (1961,1980), შკოლნიკს (1974), ზირინს და სხვა(1979), რინკისს (1972) და სხვ.

მიკროელემენტების ფიზიოლოგიური და აგროქიმიური როლი მრავალმხრივია. ისინი აუმჯობესებენ ნივთიერებათა ცვლას მცენარეში, ეწინააღმდეგებიან ფუნქციონალურ დარღვევებს და ხელს უწყობენ ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური პროცესების ნორმალურ მიმდინარეობას, გავლენას ახდენენ ქლოროფილის სინთეზის პროცესებზე და ამაღლებენ ფოტოსინთეზის ინტენსივობას. მიკროელემენტების გავლენით იზრდება მცენარის გამძლეობა სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისადმი, გარემოს არახელსაყრელი პირობებისადმი, როგორცაა ნიადაგში ტენის ნაკლებობა, დაბალი ან ამაღლებული ტემპერატურები, გამოზამთრების მძიმე პირობები და ა.შ.

მიკროელემენტები შედიან დიდი რაოდენობით ფერმენტების შემადგენლობაში. ფერმენტების როლი მცენარის სიცოცხლეში ძალზე დიდია: ისინი მნიშვნელოვნად აჩქარებენ ბიოქიმიურ რეაქციებს. ორგანული ნივთიერებების სინთეზის, დაშლისა და გაცვლის ყველა ბიოქიმიური რეაქცია ფერმენტების მონაწილეობით მიმდინარეობს. ფერმენტატულ რეაქციებში მონაწილეობას იღებს მიკროელემენტები.

ამჟამად დადასტურებულია, რომ მიკროელემენტები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ნივთიერებათა ცვლაში და სიცოცხლის ერთ-ერთ საფუძველად ითვლება,

რამდენადაც ნივთიერებათა სინთეზისა და გარდაქმნის თითქმის ყველა პროცესი ფერმენტების მონაწილეობით ხორციელდება; ამ ორგანული ნივთიერებების შემადგენლობაში კი შედიან მიკროელემენტები.

მეტალებით გააქტიურება აღწერილია დაახლოებით 200 ფერმენტისათვის, ე.ი. დღეისათვის ცნობილი ფერმენტების დაახლოებით ერთი მესამედისათვის.

ცალკეული მიკროელემენტის ნაკლებობისას, რომელიც გარკვეული ფერმენტის შემადგენლობაში შედის, ამ უკანასკნელის აქტივობა მკვეთრად იკლებს. მაგალითად, ა.ს.ოკანენკომ და ლ.კ.ოსტროვსკაიამ (1961) დაადგინეს, რომ სპილენძის ნაკლებობისას მკვეთრად იკლებს სპილენძის შემცველი ფერმენტების - პოლიფენოლოქსიდაზას და ასკორბინაქტოქსიდაზას აქტივობა.

ფერმენტებთან და ცილებთან მიკროელემენტების კავშირი შეიძლება იყოს მყარი და არამყარი. არამყარი კავშირები აქვთ მიკროელემენტებს, რომლებიც მსგავს მოქმედებას ახდენენ ჟანგვა-აღდგენითი პროცესების მიმართულებაზე, ფოტოსინთეზზე, ნახშირწყლების დინამიკაზე, ვიტამინების დაგროვებაზე და სხვა მთელ რიგ ფერმენტაციულ პროცესებზე. მათ ეკუთვნით ის მიკროელემენტები, რომლებიც ბიოქიმიურ რეაქციებში შედიან როგორც 2-ვალენტური მეტალები (მაგალითად, Zn^{2+} , Co^{2+}) (ანსპოკი, 1978).

ი.ვ.პეივე (1961) მიუთითებს, რომ ამა თუ იმ მიკროელემენტის გამოყენების საკითხის გადაწყვეტისას აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული არა მარტო მოცემული მიკროელემენტის, არამედ, აგრეთვე სხვა მიკროელემენტების არსებობაც ნიადაგში; უმთავრესად, ერთნაირი ვალენტობის მქონე და მცენარეული ფერმენტების მოლეკულის შემადგენლობაში ნაწილობრივ ურთიერთშეცვლის უნარის მქონე მიკროელემენტები. ამასთან ერთად, ცნობილია ფერმენტები და ვიტამინები, რომლებთანაც მიკროელემენტები ძალზე მყარად არიან დაკავშირებულნი. ისინი შედიან მოლეკულის შემადგენლობაში და გამორჩევიან მაღალი სპეციფიურობით, და, მაშასადამე, შეუცვლელია. მაგალითად, სპილენძი მჭიდროდ არის დაკავშირებული პოლიფენოლოქსიდაზასთან და ასკორბინაქტოქსიდაზასთან; თუთია-კარბონგიდრაზასთან და ა.შ.

თვით ფერმენტების სინთეზი მცენარულ უჯრედებში შეიძლება დაკავშირებული იყოს ისეთ ბიოქიმიურ რეაქციებთან, რომლებშიც პირდაპირ ან ირიბად მონაწილეობენ მიკროელემენტები (ანსპოკი, 1978); მიკროსასუქების გამოყენების პრაქტიკაში

აუცილებელია გათვალისწინებული იქნეს ასევე ცალკეულ მიკროელემენტებს შორის ანტაგონიზმის მოვლენა. უნდა აღინიშნოს, რომ სინერგიზმის და ანტაგონიზმის მოვლენის გამოსახვის ხარისხი და მიმართულება მცენარის ზრდასთან ერთად იცვლება, რამდენადაც იცვლება მცენარის მოთხოვნილება საკვებ ნივთიერებებზე და უჯრედში ნივთიერებათა ცვლა.

მიკროელემენტები და ნივთიერებათა ცვლა. ბოლო ათწლეულების დიდ მიღწევად ითვლება აზოტოვან ცვლაში მიკროელემენტების ფუნქციის გარკვევა, რაც დაკავშირებულია ფლავოპროტეინული ფერმენტების შემადგენლობაში მეტალების არსებობის დასაბუთებასთან. ცალკეულ მიკროელემენტს, მოლეკულური აზოტის ფიქსაციის გაძლიერების გამო, უდიდესი სამეცნიერო და პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება.

1933 წელს H.Bortels-ის მიერ დასაბუთებულ იქნა მოლიბდენის მნიშვნელოვანი როლი *Azotobacter chroococcum*-ბაქტერიების მიერ მოლეკულური აზოტის ფიქსაციაში. მოგვიანებით, იგივე ავტორის მიერ დადგენილი იქნა მოლიბდენის საჭიროება ანაერობული აზოტმაფიქსირებელი ბაქტერიების – *Clostridium pasteurianum*-ისათვის. შემდგომში გამოვლენილი იქნა სპილენძის, ბორის, ვანადიუმის, ვოლფრამის მონაწილეობა ამ პროცესში. გაირკვა, რომ ვანადიუმს და ვოლფრამს შეუძლიათ აზოტფიქსაციის პროცესში ნაწილობრივ შეცვალონ მოლიბდენი (ციტირ.ანსპოკი, 1978).

კოჟრის ბაქტერიებით მოლეკულური აზოტის ფიქსაციაზე მოლიბდენის დადებითი გავლენის ერთ-ერთ მიზეზად ითვლება, მისი მოქმედებით ასევე დეჰიდროგენაზის აქტივობის ამაღლება, რაც უზრუნველყოფს გააქტივებული წყალბადის უწყვეტ მოდინებას, რომელიც აუცილებელია ატმოსფერული აზოტის აღსადგენად.

მოლიბდენი და სპილენძი დადებითად მოქმედებენ პარკოსანი კულტურების კოჟრებში ამინომჟავების და ცილების სინთეზზე. ბორის, სპილენძის, თუთიის ნაკლებობა განაპირობებს თავისუფალი ამინომჟავების შემცველობის მნიშვნელოვან ზრდას, რაც მიუთითებს ზემოთ მითითებული მიკროელემენტების ნაკლებობის პირობებში ცილების სინთეზის რღვევაზე.

რიგი მიკროელემენტები დადებითად მოქმედებენ ფოტოსინთეზზე. მაგალითად, ბორი, თუთია, მოლიბდენი და სხვა, ამაღლებს ფოტოსინთეზის აქტივობას. ისეთი ელემენტები, როგორცაა, სპილენძი, მოლიბდენი, ბორი, მანგანუმი, კობალტი,

დადებითად მოქმედებენ მცენარის ფოთლებში ქლოროფილის სინთეზზე და ამცირებენ მის დაშლას სიბნელეში. ბორი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი და სხვ. აუმჯობესებენ ნახშირწყლების გადანაცვლებას, განსაკუთრებით საქაროზის გადაადგილებას ფოთლებიდან ღეროში და რეპროდუქტიულ ორგანოში.

დადგენილია, რომ ბორი, სპილენძი, თუთია, მოლიბდენი და მანგანუმი აუმჯობესებენ ნივთიერებათა გადაადგილების ენერგეტიკულ მხარეს და ქმნიან კომპლექსურ შენაერთებს არა მარტო შაქრებთან, არამედ, აგრეთვე სხვა ორგანული შენაერთების დიდ რაოდენობასთან, ამიტომ, შეიძლება დავუშვათ, რომ მათ აქვთ უნარი გააუმჯობესონ არა მარტო ნახშირწყლების, არამედ, აგრეთვე, სხვა ორგანული ნივთიერებების გადაადგილება. შაქარი ითვლება ცილების, ცხიმების, ალკალოიდების, ვიტამინების, ზრდის სტიმულატორების და სხვა ორგანული შენაერთების სინთეზისათვის საწყის მასალად, რომელიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ნივთიერებათა ცვლაში.

ცილოვან სინთეზზე გავლენას ახდენს ბორი, სპილენძი. მოლიბდენის სიმცირე განაპირობებს მცენარეებში ამინომჟავების რაოდენობის შემცირებას.

მიკროელემენტები გავლენას ახდენენ მცენარეში მინერალური ელემენტების გადაადგილებაზე და გადანაწილებაზე. ნიშანდებული ატომების გამოყენებით დადგენილია, რომ ბორი აჩქარებს ფოსფორის გადაადგილებას ღეროდან ფოთლებში. ბორის გავლენით იზრდება ფოსფორის შემცველობა ზედა ახალგაზრდა ფოთლებში, ხოლო, ქვედა ფოთლებში პირიქით, მცირდება. აღნიშნული მიუთითებს ბორის დადებით როლზე ნახშირწყლების სინთეზსა და გადაადგილებაში.

მიკროელემენტები თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს მცენარის სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადების წინააღმდეგ ბრძოლაში. მაგალითად, სპილენძის გავლენით იზრდება კარტოფილის გამძლეობა ფიტოფტოროზისადმი; მიკროელემენტები ამაღლებენ მცენარის გამძლეობას არახელსაყრელი გარემო პირობებისადმი.

ბორი მცენარეში პირველად აღმოჩენილ იქნა 1875 წელს და მაზემმა (1915) ძალიან მალე შესძლო დაბეჯითებით დაესაბუთებინა ბორის აუცილებლობა მცენარისათვის (კატალიმოვი, 1965).

ბორი მრავალმხრივ როლს ასრულებს მცენარის ცხოველმყოფელობაში, რაც, როგორც ჩანს, განპირობებულია მისი უნარით მრავალ ორგანულ ნივთიერებასთან წარმოქმნას კომპლექსური შენაერთები. ის სხვა მიკროელემენტებისაგან იმით

განსხვავდება, რომ არ შედის ფერმენტების შემადგენლობაში, ან შეიძლება დაკავშირებული იყოს ჯერ-ჯერობით უცნობ ფერმენტთან (კატალიმოვი, 1965; ჩერნავინა, 1970).

ბორის შემცველობა სხვადასხვა მცენარეში განსხვავებულია და 2-3მგ-დან 100 მგ-მდე მერყეობს 1 კგ მშრალ წონაზე. შედარებით მდიდარია ბორით ყვავილები, ფოთლები და ფესვები; ყველაზე ნაკლებია ღეროში. მცენარის სხვადასხვა ორგანოში მისი ასეთი განაწილება შემთხვევითი არ არის. იგი დაკავშირებულია ბორის ბიოლოგიურ როლზე მცენარეში. იგი გავლენას ახდენს უჯრედის კედლის კომპონენტების ფორმირებაზე (ბობკო, 1949); იგი აუცილებელია უჯრედის ზრდისათვის, მომწიფებისათვის, დიფერენცირებისათვის და დაყოფისათვის (კატალიმოვი, 1965). ჩაის მცენარის ბორით კვების პირობების გაუმჯობესებით იზრდება ყლორტების რაოდენობა და წონა, მცირდება ყრუ ყლორტების რაოდენობა 6,8%-ით (შავიშვილი, 1973). ბორით კარგად უზრუნველყოფის პირობებში ჩაის მცენარეში ფოტოსინთეზის ინტენსივობა 54%-ით და მეტადაც იზრდება (შავიშვილი, 1973).

ბორის ნაკლებობისას მანდარინის მცენარეებს უხმებათ ცალკეული ყლორტების ზრდის წერტილი, ძლიერ იკლებს ყვავილობა და გამონასკვის რაოდენობა, ნაყოფი დაკნინებულია, კანი სქელი, რბილობი უგემოვნო (ბზიავა, დათუაძე, 1973).

შესწავლილია ბორის გავლენა ნუკლეინის ცვლის პროცესზე (შკოლნიკი, სალავიევა, 1961; ტიმაშევი, 1963), ცილოვანი ნივთიერებების სინთეზზე (შკოლნიკი, 1939; ბორშჩენკო, 1970), მისი ირიბი გავლენა შაქრების გადაადგილებაზე (შკოლნიკი, 1939; Skok, 1957).

რიგ მკვლევართა (შკოლნიკი, კრუპნიკოვა, დმიტრიევა, 1964) შრომებში მიუთითებენ ბორის გავლენის შესახებ აუქსინების სინთეზზე და ბორის უნიკალურ როლზე – მის მონაწილეობაზე ფენოლურ ცვლაში (შკოლნიკი, აბიშევა, 1971; კრუპნიკოვა, სმირნოვი, 1981). ორლებნიან მცენარეებში ზრდის წერტილის ხმოზა ბორის ნაკლებობისას გამოწვეულია ფენოლის ჭარბი რაოდენობით და ამის საფუძველზე მცენარის მოწამვლით. ეს პროცესი განსაკუთრებით ძლიერია მაღალი ტემპერატურის პირობებში.

ბორის ნაკლებობისას მცენარეში ვითარდება სხვადასხვა უარყოფითი სპეციფიკური სიმპტომები. განსაკუთრებით სპეციფიკური სიმპტომები ბორის ნაკლებობისას ორლებნიან მცენარეებში ზრდის წერტილის ხმოზა და ფესვების ზრდის

შენელება (შკოლნიკი, 1974). ბორის ნაკლებობისას შაქრის ჭარხალი ავადდება გულის სიდამპლით; სელის ზრდის წერტილი ხმება და მცენარე ავადდება ბაქტერიოზით; კარტოფილის ტუბერებს უვითარდება ქეცი; ვაზზე შეინიშნება ფოთლის ნეკროზი, ვაშლის ნაყოფზე ვლინდება ლაქიანობა (კატალიმოვი, 1965).

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ბორს მცენარეთა სასქესო ორგანოების მომწიფებასა და განაყოფიერებისათვის. ბორის გამოთიშვა საკვები ხსნარიდან, თუნდაც უშუალოდ თესლის დამწიფების წინ, ამცირებს თესლის რაოდენობასა და ხარისხს. თვით ის ფაქტი, რომ სანაყოფე ორგანოები, სხვა ნაწილებთან შედარებით მეტ ბორს შეიცავენ, ნათლად ადასტურებს ბორის მნიშვნელობას განაყოფიერებისათვის.

მ.ი.შკოლნიკის (1967) შეხედულებით ბორის ნაკლებობით გამოწვეულ ცვლილებებს მცენარეში ასეთი თანმიმდევრობა ახასიათებთ: თავდაპირველად ჭარბი რაოდენობით გროვდება აუქსინები და ფენოლები, რომლებიც იწვევენ მთელ რიგ დარღვევებს, მათ შორის აუარესებენ ნუკლეინის ცვლის პროცესებს, ცილების ბიოსინთეზს და სხვ. შემდეგ ირღვევა უჯრედის გარსის სტრუქტურა და ფერხდება უჯრედის დაყოფა, რასაც მოსდევს ზრდის კონუსის ცვლილება. ბორის ნაკლებობის ბოლო ეტაპზე მცენარის ქსოვილი მუქდება, რაც შედეგია იმისა, რომ დიდი რაოდენობით დაგროვილი პოლიფენოლები გაჟონავს ციტოპლაზმაში და ურთიერთმოქმედებს პოლიფენოლოქსიდაზასთან, რის შედეგადაც წარმოიქმნება ტოქსიკური ფენოლური ნაერთები, რაც იწვევს მცენარის მოწამვლას.

მთელი რიგი მკვლევარების მონაცემებით, ბორი გავლენას ახდენს მცენარეში ელემენტების შეღწევადობაზე. ბორის გავლენით მცენარეში იზრდება კალციუმის შემცველობა. ბორიანი მიკროსასუქები ასევე ადიდებენ მცენარეებში კალციუმისა და ფოსფორის შესვლას.

ჩაის მცენარეში ბორის ნაკლებობა აღმოჩენილი იქნა უგანდაში (ცენტრალური აფრიკა) სავეგეტაციო ცდის პირობებში. თავდაპირველად ყავისფერი ლაქები ჩნდება ფოთლის ყუნწთან, შემდეგ კი ფოთლის ზედაპირზე. ფოთლის განვითარებასთან ერთად იზრდება ყავისფერი ლაქების რაოდენობა, რომლებიც ვრცელდება ცენტრალურ და გვერდით ძარღვებს შორის; ფოთლის ნორმალური ზრდა ფერხდება, ისინი ხდებიან დაგრებილი და დაკნინებული; ყლორტის ზრდის წერტილი კვდება (Chenery, 1958).საკვებ არეში ბორის სიჭარბის შემთხვევაში იგი ყველაზე მეტი რაოდენობით გროვდება ფოთლებში, ამიტომ ბორის სიჭარბის მავნე გავლენა უპირველესად

მჟღავნდება ქვედა ფოთლების სიდამწვრით; ისინი ყვითლდებიან, შეიმჩნევა განაპირა ქსოვილების კვდომა, რომელიც შემდეგ პროგრესირდება, დაზიანებული ფოთლები ნაადრევად ცვივან.

ნივთიერებათა ცვლაში ბორის მნიშვნელოვანი როლის გამო ბორიანი სასუქის შეტანით აღნიშნული ელემენტით მცენარის კვების პირობების გაუმჯობესება ხელს უწყობს როგორც მოსავლიანობის გადიდებას, ისე, პროდუქციის ხარისხის მნიშვნელოვნად გაუმჯობესებას (კატალიმოვი, 1965).

საქართველოს სუსტად გაეწრებულ წითელმიწებში (ოჩხამური) ბორის შეტანამ უზრუნველყო ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის 10-12%-ით გაზრდა (ლეჟავა, 1954). სუსტ ეწერ ნიადაგებზე (ინგირი) ბორისაგან მიღებული ეფექტი დაბალია – ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებამ შეადგინა 4-5%; ი.გამყრელიძის და ქ.თალაკვაძის (1966) მონაცემებით, ბორმაგნიუმთან სასუქებმა (ბორის მჟავას წარმოების ანარჩენები, შემცველობით- B_2O_3 -18% და MgO -3%), აღნიშნული მიკროელემენტით საშუალოდ უზრუნველყოფილ წითელმიწებზე (ანასელი და ზვანი) ჩაის ფოთლის მოსავალი 14 წლის საშუალო მონაცემებით გაზარდა 3-6%-ით; ბორიანი სასუქებით განოციერებული ვარიანტებიდან მიღებული ნედლეულის ბაზაზე დამზადებული მზა ჩაი, ხასიათდება საკმაოდ მაღალი ხარისხობრივი მაჩვენებლებით. ჩაის ნაყენის ხარისხის, არომატის და გემოს გაუმჯობესებამ სამეურნეო კრეფისას აღებული ჩაის ფოთლის გადამუშავების შემთხვევაში შეადგინა 0,24ბალი, ხოლო 2 ფოთლიანი დუყების ნედლეულის გამოყენების შემთხვევაში გადამუშავების შემთხვევაში – 0,40 ბალი(ხარებავა და სხვა, 1969). მიუხედავად მოსავლის უმნიშვნელო მატებისა, ავტორები მიზანშეწონილად თვლიან სხვა აგროტექნიკურ ღონისძიებებთან ერთად გამოყენებულ იქნას ბორმაგნიუმის სასუქები, რამეთუ ბორი ხელს უწყობს მცენარის გამძლეობას გარემოს არახელსაყრელი პირობებისადმი და ზოგიერთი სოკოვანი და ბაქტერიული დაავადებებისადმი.

მანგანუმის ფიზიოლოგიური როლის შესახებ გამოკვლევები დაწყებული იყო ბერტრანის მიერ ჯერ კიდევ მე-19 საუკუნის ბოლოს (ციტირებულია, შკოლნიკი, 1974).

ე.ე.უსპენსკი (1915) სწავლობდა მანგანუმის სხვადასხვა კონცენტრაციის გავლენას მცენარის სხვადასხვა ორგანოების – წყალმცენარეების, სოკოების, ხავსების და უმაღლესი მცენარეების-ცხოველმყოფელობაზე და მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ თავისი ჟანგვითი უნარის წყალობით მანგანუმი სპეციალურ როლს ასრულებს მცენარეული

ორგანიზმების უჯრედებში აუცილებელი ჟანგვა-აღდგენითი პირობების შენარჩუნებისათვის. უსპენსკის ეს შეხედულებები დადასტურებული იქნა შემდგომ გამოკვლევებში და სწორედ მისი დამსახურებაა მანგანუმის ფიზიოლოგიური როლის ამ უმნიშვნელოვანესი მხარის აღიარება. მანგანუმის აკუმულაციას ზოგიერთ უმდაბლეს და უმაღლეს მცენარეებში იგი უკავშირდება მათი ცვლის თავისებურებებს-ტანიდების და ორგანული მჟავების დაგროვებას. ე.ე.უსპენსკის შეხედულებები დადასტურებული იქნა ლ.ლევანიდოვის (თანამშრომლებთან ერთად) შრომებში, რომლებიც სწავლობდნენ მანგანუმის როლს ამ ელემენტით მდიდარ მცენარეებში ე.წ.„მანგანოფილებში“. როგორც გაირკვა, მანგანუმის ამდღეული კონცენტრაცია ამ მცენარეების ქსოვილში დაკავშირებულია მათი ბიოქიმიური შედგენილობის თავისებურებებთან. მანგანუმის კონცენტრატორებად ჩვეულებრივად ითვლება ტანიდებით მდიდარი მცენარეები, ე.ი.მთრიმლავი ნივთიერებებით მდიდარი მცენარეები; როგორც ჩანს, ასეთი მცენარეები დიდი რაოდენობით შეიცავენ ალკალოიდებს. ლ.ლევანიდოვის (1961) ჰიპოთეზის თანახმად, მანგანუმის და ტანიდების დაგროვების ურთიერთკავშირი გამოწვეულია იმით, რომ ეს უკანასკნელი ითვლებიან ძლიერ აღმდგენლებად, ხოლო მანგანუმი – ძლიერ დამჟანგველად. მანგანუმი – დამჟანგველი აწონასწორებს აღმდგენლების – ტანიდების დიდ რაოდენობას.

საკითხი იმის შესახებ, თუ როგორი ფორმით იმყოფება მანგანუმის უმაღლესი ჟანგეულები მცენარეში, ჯერ კიდევ აუხსნელი რჩება, მაგრამ ლ.ლევანიდოვის და სხვ. (1961) შრომები საშუალებას იძლევა ერთ-ერთ ასეთ ფორმად ჩათვლილ იქნას მანგანუმის და ლიმონის მჟავას კომპლექსური შენაერთები. ლ.ლევანიდოვის და ლ.ორდინეცის (1970) შრომაში მოტანილია ინფორმაცია მანგანუმის უმაღლესი ჟანგეულებით ტანიდების ფერმენტატული და არაფერმენტატული დაჟანგვის შესახებ.

ჰიპოთეზა, ტანიდების როგორც ძლიერი აღმდგენლების და მანგანუმის შენაერთების, როგორც ძლიერი დამჟანგველების ურთიერთკავშირის შესახებ, ლ.ლევანიდოვის აზრით შეიძლება გავრცელებული იქნას, ასევე, მანგანუმი-ალკალოიდების სისტემაზეც, რადგანაც, ალკალოიდებიც, ასევე შედარებით ძლიერი აღმდგენლები არიან (შკოლნიკი, 1974).

მანგანუმი შედის იმ ფერმენტებში, რომლებიც მონაწილეობენ მცენარის სუნთქვაში. ეს ელემენტები დაკავშირებულია იმ ფერმენტებთანაც, რომელნიც მონაწილეობენ აზოტოვანი ნაერთების ცვლაში. მანგანუმი ხელს უწყობს ნიტრატული

ფორმის აზოტის აღდგენას და ამიაკურის დაჟანგვას, რის შედეგადაც მცენარეში ძლიერდება ნივთიერებათა ცვლა და ორგანული ნივთიერების სინთეზი. მანგანუმის დეფიციტი ძლიერ უარყოფითად მოქმედებს მცენარეებზე სწორედ მაშინ, როდესაც მათ ვანოყიერებთ ნიტრატული და არა ამიაკური აზოტით.

ექსპერიმენტული მასალით დადასტურებულია, რომ მანგანუმი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ქლოროფილის წარმოქმნაში. დადგენილია პირდაპირი დამოკიდებულება მანგანუმის რაოდენობასა და ქლოროფილის შემცველობას შორის. ექვს არ იწვევს მანგანუმის როლი ფოტოსინთეზის გაძლიერებაში.

მანგანუმის ფიზიოლოგიური როლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მხარეა მისი მონაწილეობა რნმ და დნმ ბიოსინთეზში (შკოლნიკი, 1974). პ.ვლასიუკმა, ზ.კლიმოვიცკაიამ, ზ.ლობანოვამ და ლ.პროკოპიენიუკმა (1973) აღმოაჩინეს მანგანუმის მნიშვნელოვანი როლი მცენარის გენეტიკური ფუნქციის რეგულირებაში.

შესწავლილია მცენარეში მანგანუმისა და რკინის ურთიერთდამოკიდებულება; ე.ტროიცკის (1960) შრომებში ნაჩვენებია, რომ მანგანუმის ნაკლებობისას მცენარეში ზედმეტი რაოდენობით გროვდება რკინის ჟანგი, რაც იწვევს მცენარის მოწამვლას. მანგანუმის მაღალი კონცენტრაციის დროს კი ხდება მცენარის უჯრედებში რკინის იმობილიზაცია რკინის ორგანულ-ფოსფორული ჟანგის სახით, რის შედეგადაც მცენარეები ავადდებიან ქლოროზით.

მანგანუმი სპეციფიკურ როლს ასრულებს ასკორბინმჟავას ბიოსინთეზში, შედის იმ ფერმენტების შემადგენლობაშიც, რომლებიც განაპირობებენ ასკორბინმჟავას სინთეზს.

დადგენილია ასევე მანგანუმსა და კალციუმს შორის ანტაგონისტური დამოკიდებულება. ეს უკანასკნელი ეწინააღმდეგება მანგანუმის შეღწევას მცენარეში, და ასევე, აძნელებს მცენარის მიერ უკვე შეთვისებული მანგანუმის გადაადგილებას ფოთლებისაკენ.

რამდენადაც მანგანუმი მცენარეში ააქტიურებს ფერმენტებს, მისი ნაკლებობა მჟღავნდება ნივთიერებათა ცვლის მრავალ პროცესზე, სახელობრ, ნახშირწყლების და პროტეინების სინთეზზე.

მანგანუმის ნაკლებობის ნიშნები მცენარეებში ყველაზე ხშირად აღინიშნება კარბონატულ, ძლიერ მოკირიანებულ, ასევე ზოგიერთ ტორფიან და სხვა ნიადაგებზე, რომელთა pH 6,5-ზე მაღალია.

მანგანუმის ნაკლებობა საწყის ეტაპზე შესამჩნევი ხდება ახალგაზრდა ფოთლებზე შედარებით ღია ფერით ან გაუფერულებით (ქლოროზი). რკინის ქლოროზისაგან განსხვავებით ერთლებნიანებში ფოთლის ქვედა ზედაპირზე ჩნდება ნაცრისფერი, ნაცრისფერ-მწვანე, მურა ფერამდე ლაქები. ორლებნიანებში ნიშნები იგივეა, როგორც რკინის, მხოლოდ მწვანე თვლები ისე მკვეთრად არ გამოირჩევა გაყვითლებულ ქსოვილებზე. გარდა ამისა, ძალიან სწრაფად ჩნდება მურა ფერის ნეკროზული ლაქები. ფოთლები ასევე, უფრო სწრაფად კვდებიან, ვიდრე რკინის ნაკლებობისას. მანგანუმის ნაკლებობის ცნობილ ნიშნად ითვლება მურა ფერის ლაქიანობა, განსაკუთრებით მანგანუმზე დიდი მოთხოვნილების შვრიის მცენარეზე (ანსპოვი, 1978).

ქვიშნარ ნიადაგებზე შაქრის ჭარხლის ფოთლები საწყის ეტაპზე ხდება ნათელი მწვანე ფერის, შემდეგ ძალზე ღია მწვანე ფერის და, ბოლოს, ისინი იგრიხებიან და დეფორმირდებიან. საკმარისია ნიადაგში შეტანილ იქნეს მანგანუმი, რომ მცენარე ძალიან სწრაფად გამოკეთდება (განიევი, 1958). მანგანუმი მცენარეში შედის მთელ სავეგეტაციო პერიოდში. ამასთან, შაქრის ჭარხლის ახალგაზრდა მცენარის ფესვებში და ფოთლის ჩანასახში მანგანუმი უფრო მეტი რაოდენობით არის აღმოჩენილი, ვიდრე შედარებით მოზერებულ იგივე ორგანოებში.

მცენარის ზრდა-განვითარებაზე უარყოფით გავლენას ახდენს მანგანუმის როგორც ნაკლებობა, ისე მისი ჭარბი რაოდენობით შემცველობა ნიადაგში. ა.ვინოგრადოვი (1965) მიუთითებს, რომ მანგანუმით მდიდარ ნიადაგებზე (ჭიათურის ზონა, საქართველო) განვითარებული ზოგიერთი მცენარე განიცდის არასასურველ მორფოლოგიურ ცვლილებებს. ზოგიერთ ეწერ ნიადაგებზე აღნიშნული მანგანუმის სიჭარბემ შეიძლება მავნე გავლენა მოახდინოს მცენარის განვითარებაზე (პეივე, 1954). ამიტომ, მანგანუმთან სასუქების გამოყენება აუცილებლად უნდა მოხდეს ნიადაგის თავისებურებების გათვალისწინებით.

ჩაის მცენარეში მანგანუმის დეფიციტის პირობებში (ცეილონზე) აღნიშნული იქნა მანგანუმის ნაკლებობის სიმპტომები, რომელიც გამოიხატა ძველ და ახალგაზრდა ფოთლებზე ყვითელი ნეკროზული ლაქების გაჩენაში. ფოთლის ფირფიტის ნაპირზე არსებული ლაქები გადადიან მურა ფერის ზოლში და ფოთლის კიდე იგრიხება; ფოთლის ფირფიტის ცენტრი რჩება მუქი მწვანე და პრიალა, დუყები – პატარა, მუქი და უხეში (Tolhurst, 1963). მანგანუმის ნაკლებობასთან ბრძოლის ეფექტურ, მაგრამ

დროებით საშუალებად ავტორი თვლის მანგანუმის სულფატის 0,2%-იანი ხსნარით ჩაის ბუჩქის შესხურებას. მცენარის დაავადების ნიშნები მჟღავნდება არა მარტო მანგანუმით შიმშილისას, არამედ, აგრეთვე, მცენარეში აღნიშნული ელემენტის ჭარბი რაოდენობით შესვლის პირობებში (Burghardt, 1956).

მანგანუმის ფიზიოლოგიური როლი დასაბუთებულია სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის მანგანუმის სისუქების გამოყენებით, რომელთა გავლენით მნიშვნელოვნად მაღლდება მათი მოსავალი. ჩაის კულტურისათვის მანგანუმის სისუქების შეტანისას ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი შ.ჭანიშვილის (1956) მონაცემებით 22%-ით გაიზარდა; ი.სარიშვილის და სხვ. (1971) მონაცემით – 25%-ით; ა.ბერიძის (1974) მონაცემით – 10,6%-ით; ბ.გომიაშვილის და მ.ჩებოტარევას (1977,1982) მონაცემით, მანგანუმის სხვადასხვა შემცველობის ნიადაგებზე დაყენებულ სავეგეტაციო ცდებში გოგირდმჭავა მანგანუმის დადებითი გავლენა ჩაის მცენარეზე აღინიშნა მანგანუმით ღარიბ ნიადაგზე.

თავი 2. დასავლეთ საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკული რაიონების

ნიადაგურ-კლიმატური პირობების მოკლე დახასიათება

2. 1. კლიმატური პირობები

შავი ზღვის სანაპირო ტენიან სუბტროპიკულ ზონაში შედის აჭარის, გურიის, იმერეთის, სამეგრელოს და აფხაზეთის რეგიონები. ეს ზონა ჩრდილოეთით კავკასიონის მთის ფერდობებზე, ჩრდილო განედის 44°30'-სა და აღმოსავლეთ გრძედის 38°50'-ზე იწყება, სამხრეთით გრძელდება თურქეთის სახელმწიფო საზღვრამდე, სადაც მისი გეოგრაფიული კოორდინატებია: ჩრდილო განედის 41°31'-სა და აღმოსავლეთის გრძედის 41°38'-ს შორის. დასავლეთით მას ესაზღვრება შავი ზღვა, ხოლო აღმოსავლეთით ლიხის მთის კალთები.

შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკული ზონის სიგრძე სამხრეთიდან ჩრდილოეთის მიმართულებით 400 კმ აღემატება, ხოლო, სიგანე ყველაზე უფრო განიერ ნაწილში 120 კმ-მდე აღწევს. სუბტროპიკული კულტურები ზღვის დონიდან 600 მ სიმაღლემდეა გავრცელებული. იგი ითვლება სუბტროპიკული ზონის ვერტიკალურ საზღვრად, თუმცა იმერეთის ზონის ცალკეულ უბნებში ჩაი და სხვა კულტურები კარგად ხარობენ ზღვის დონიდან 700-800მ სიმაღლეზე.

შავი ზღვის სანაპირო სუბტროპიკული ზონის ტერიტორია იყოფა დაბლობ და მთაგორიან ნაწილად. დაბლობი ნაწილი კოლხიდის დაბლობის სახელწოდებითაა ცნობილი. ის ჩრდილოეთით იწყება მდ.კელასურთან (სოხუმი), აღმოსავლეთით აღწევს ზესტაფონამდე, ხოლო, სამხრეთით მდინარე კინტრიშთან (ქობულეთის რაიონი) მთავრდება. კოლხეთის დაბლობი 300000ჰა-მდე აღწევს (ხარებავა, 1964).

შავი ზღვის სანაპიროზე არსებული კლიმატური პირობები განპირობებული არ არის მისი განედური მდებარეობით (ჩრდილო განედის 41°30' და 44°30'). აქ საშუალო წლიური ტემპერატურა ნორმალურზე 2-3°-ით მაღალია. ამავე დროს ამ ზონაში ნალექების წლიური რაოდენობა გაცილებით მეტია, ვიდრე იმავე განედებზე სხვა ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში.

შავი ზღვის სანაპიროზე თბილი და ტენიანი კლიმატის არსებობას ხელს უწყობს შემდეგი პირობები:

1. თბილი და ღრმა ზღვის სანაპიროზე მდებარეობა; ცნობილია, რომ წყლის დიდი აუზები, ოკეანეები, ტბები სითბოს აკუმულატორის როლს ასრულებენ. ზღვა გაცილებით უფრო ნელა თბება და ცივდება, ვიდრე ხმელეთი. წლის ცივ პერიოდში მისი ტემპერატურა უფრო მაღალია, ვიდრე ხმელეთისა და ის ხმელეთისათვის სითბოს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან წყაროს როლს ასრულებს. თბილ პერიოდში კი ის აგრილებს ხმელეთს.
2. ჩრდილოეთისა და ჩრდილო-დასავლეთის მხრიდან კავკასიონის მთების არსებობა.

შავი ზღვის სანაპიროზე სუბტროპიკულ მცენარეთა გავრცელებას ძირითადად ზამთრის ყინვები ზღუდავს. სუბტროპიკული მცენარეები ჩრდილოეთიდან შემოჭრილი ცივი ჰაერის მასებისაგან ზიანდებიან. ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან შავი ზღვის სანაპიროს ცივი მასებისაგან იცავს კავკასიონის მთები. ჩრდილოეთის ცივი დინება ზოგჯერ დასავლეთიდან შემოუვლის კავკასიონის მთებს, გადმოივლის შავ ზღვას და შემოდის სანაპიროზე, მაგრამ ეს დინება თბილი ზღვის გავლის დროს თვითონაც თბება და ზღვის სანაპიროზე საკმაოდ „შემთბარი“ აღწევს; და თუ ამ ცივმა დინებამ გადმოლახა მთაგრეხილი, დაეშვა დაღმავალი დინების სახით, ყოველ 100მ-ზე დაშვებისას 0,5°-ით თბება და სუბტროპიკულ რაიონებში მისი ტემპერატურა უკვე საკმაოდ მაღალია.

შავი ზღვის სანაპიროს სუბტროპიკული ზონა განიცდის დასავლეთიდან ჰაერის თბილი და წყლის ორთქლით მდიდარ, ხოლო, სამხრეთ-აღმოსავლეთიდან ჰაერის

თბილი და მშრალი დინების გავლენას, რომელთაც შემოაქვთ აქ სითბო და ნალექები.

სუბტროპიკული ზონა სამი მხრიდან შემოფარგლულია აფხაზეთის, სამეგრელოს, იმერეთის, გურიისა და აჭარის მთებით, დასავლეთიდან კი ის გაშლილია შავი ზღვისაკენ, საიდანაც მოედინება დასავლეთის ჰაერის ნაკადები. უკანასკნელები მოედინებიან ატლანტიკის ოკეანიდან, შავ ზღვაზე გადმოსვლისას კიდევ უფრო მდიდრდებიან წყლის ორთქლით და ხსენებული მთების გავლენით წარმოიშვება ნალექები.

ტენიანი სუბტროპიკული ზონა ხასიათდება რელიეფის მრავალფეროვნებით, თვეებისა და სეზონების მიხედვით ნალექების რაოდენობისა და განაწილების მნიშვნელოვანი ცვლილებებით, მიკროკლიმატის დიდი სიჭრელით, განსაკუთრებით, თერმული პირობებით.

აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი აქ სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში დაახლოებით 4000-4500°C შეადგენს. ჩაის მწვანე ფოთლის ნორმალური მოსავლის მისაღებად საჭირო აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მინიმალური რაოდენობა დაახლოებით 3500°C-ია, მაგრამ არ არის გამორიცხული აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის უფრო დაბალი მაჩვენებლის პირობებშიც ჩაის ბუჩქის განვითარება (კვარაცხელია და სხვ., 1950).

ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურა 37-დან 41°C-მდე მერყეობს, ხოლო ყველაზე თბილი თვის საშუალო ტემპერატურა 23°C-ს შეადგენს.

ჰაერის ტემპერატურის აბსოლუტური მინიმუმების საშუალო-ბათუმში - 4°C-ია, ჩაქვში - 4°C, მახარაძეში-9°C, ანასეულში - 6°C, ფოთში-4°C, ზუგდიდში-8°C, სოხუმში-5°C, სამტრედიამი - 7°C, წყალტუბოში - 8°C, ქუთაისში - 7°C.

ნალექების საშუალო რაოდენობა დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის რაიონებში ძალზე განსხვავებულია (იხ.ცხრილი 1).

ნალექების ყველაზე მეტი რაოდენობა მოდის ბათუმში - 2500მმ; ჩრდილოეთისაკენ ნალექების რაოდენობა თანდათან იკლებს და სოხუმში იგი 1400მმ-ს შეადგენს წელიწადში. მ.დარასელია (1949) აღნიშნავს, რომ აღნიშნულ ზონაში ჭარბობს შემოდგომისა და ზამთრის ნალექები, ხოლო მათი მინიმალური რაოდენობა მოდის გაზაფხულზე (ბათუმი, ოზურგეთი, ზუგდიდი); რიგ რაიონებში კი ნალექი სეზონების მიხედვით შედარებით თანაბრად არის განაწილებული (სოხუმი).

ტენიანი სუბტროპიკების ნალექების რეჟიმის დამახასიათებელი თავისებურებაა

მათი თავსხმა წვიმების ხასიათი.

მ.დარასელიას (1949) მონაცემებით, ცალკეულ შემთხვევაში თავსხმა წვიმები აქ 100-150 მმ-ს შეადგენს დღე-ღამეში, ხოლო ზოგჯერ უფრო მეტსაც. თავსხმა წვიმის ინტენსივობა ზოგ შემთხვევაში 2,5-3მმ-ს შეადგენს წუთში, ე.ი.უახლოვდება ტროპიკულ თავსხმას.

**მეტეოროლოგიური პირობების საშუალო მრავალწლიანი მონაცემები
გ.ტ.სელიანინოვის მიხედვით**

ცხრილი 1

პუნქტები	საშუალო წლიური ტემპერატურა °C	ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა, მმ-ში	ჰაერის საშუალო შეფარდებითი ტენიანობა, %	საშუალო მოდრუბ ლულობა, %	მზის ნათების საათების რიცხვი	ნალექიან დღეთა რაოდენობა
ბათუმი	14,4	2465	81	66	1774	162
ჩაქვი	14,0	2409	80	58	-	155
ოზურგეთი	13,5	1924	80	60	1883	187
ფოთი	14,5	1606	76	62	1848	153
ზუგდიდი	13,7	1508	70	60	-	147
სოხუმი	14,9	1371	72	62	2073	146
თბილისი	12,6	518	64	58	-	114

დასავლეთ საქართველოში გავრცელებულ სუბტროპიკულ კულტურებს შორის ჩაის ბუჩქი ვეგეტაციის ყველა თვეში ყველაზე მეტ მოთხოვნას ამჟღავნებს ტენზე. დადგენილია, რომ ჩაის ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის აუცილებელია სავეგეტაციო პერიოდში ნალექები არა ნაკლები 800მმ. თუმცა ტენის მარაგის სწორად გამოყენების პირობებში, ჩაის მცენარის ზრდა-განვითარება შესაძლებელია ნალექების უფრო ნაკლები რაოდენობის პირობებშიც.

ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა საკმაოდ კანონზომიერად არის განაწილებული: ზაფხულში ის უფრო მეტია, ვიდრე ზამთარში და ჭარბობს 70%, ხოლო სამხრეთ რაიონებში მაღლდება 80%-მდე, რაც ჩაის ინტენსიური ზრდისათვის სავსებით საკმარისია.

ტემპერატურა და ტენიანობა დასავლეთ საქართველოში ძლიერ არის დამოკიდებული ქარების სიძლიერესა და მიმართულებაზე.

ქარებს ნამდვილი მუსონების ხასიათი აქვთ – ისინი პერიოდული სეზონური ქარებია. ზამთრის პერიოდში ჭარბობს ჩრდილო-აღმოსავლეთის, კავკასიონის ქედიდან

დაღმავალი ქარები, მშრალი და თბილი ზამთარში, ცხელი და კიდეც უფრო მშრალი-გაზაფხულზე. ზაფხულში დაღმავალი ქარები იცვლება სამხრეთ-დასავლეთის ტენიანი ზღვის ქარებით.

დასავლეთ საქართველოში ნიადაგების გამოშრობაზე და მცენარეულობაზე დიდ გავლენას ახდენს ჩრდილო-აღმოსავლეთის ქარები, რომლებიც ხშირად საკმაოდ დიდ სიძლიერეს აღწევენ. განსაკუთრებით ძლიერად ვლინდება მათი გავლენა იმერეთის ღია, დაბლობ ადგილებში (საბაშვილი, 1936).

მიუხედავად შედარებით მცირე ფართობისა (დაახლოებით 3000 კვადრატული კილომეტრი) ტენიანი სუბტროპიკული ზონა, მკვეთრად გამოხატული კლიმატური და ნიადაგობრივი პირობების მრავალფეროვნების გამო კიდეც იყოფა მთელ რიგ მიკრორაიონებად.

იმერეთის ჩაის მწარმოებელი რაიონები მიეკუთვნებიან მესამე ქვეკლიმატურ ზონას-დასავლეთ საქართველოს შავიზღვისპირეთის აღმოსავლეთ ზონას.

იმერეთის ტერიტორია, ისე როგორც მთელი დასავლეთ საქართველო, სამი მხრიდან შემოსაზღვრულია მაღალი მთიანი ქედებით და ღია დასავლეთის მხრიდან (შავი ზღვის მხრიდან). აქ გაბატონებულ დასავლეთის ქარებს თან მოაქვს ტენის მნიშვნელოვანი რაოდენობა, რაც ტემპერატურის რეჟიმთან შეთანაწყობით ხელსაყრელ პირობებს ქმნის ისეთი სუბტროპიკული კულტურების განვითარებისათვის, როგორც არის ჩაი, კეთილშობილი დაფნა და სხვ.

იმერეთის ზონაში ჩაის წარმოების პირობების საქართველოს ძირითად სუბტროპიკულ რაიონებთან შედარების მიზნით მოგვყავს ზოგიერთი პუნქტის მეტეოროლოგიური მონაცემები (ცხრილი 2)

მეორე ცხრილში მოტანილი ციფრობრივი მასალიდან ჩანს, რომ იმერეთის ჩაის მწარმოებელ რაიონებში ყველა შესაძლებლობა არსებობს მეჩაიეობის შემდგომი განვითარებისათვის და ჩაის ფოთლის მაღალი მოსავლის მიღებისათვის.

შედარებით თბილი ზამთარი, რომელიც დამახასიათებელია წყალტუბოს, ხონის, სამტრედიის, ტყიბულის და ჭიათურის რაიონებისათვის (მაღალმთიანი სოფლების გამოკლებით, სადაც ყინვები ბევრად მკაცრია), სითბოს და ნალექების საკმარისი მარაგი და სხვა ხელსაყრელი ფაქტორები, სავსებით შესაფერის პირობებს ქმნიან ჩაის წარმოების შემდგომი მკვეთრი ამაღლებისათვის.

საშუალო მრავალწლიური მეტეოროლოგიური მონაცემები

პუნქტები	ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა, °C	აქტიურ (10°C-ზე მაღლა) ტემპერატურათა ჯამი, °C	ჰაერის მაქსიმალური ტემპერატურის საშუალო მაჩვენებელი, °C	ჰაერის აბსოლუტური მინიმალური ტემპერატურის საშუალო მაჩვენებელი, °C	ნალექების საშუალო წლიური რაოდენობა მმ	ჰაერის საშუალო შეფარდებითი ტენიანობა %
ბათუმი	14,4	4200	18,6	-4	2465	79
ჩაქვი	14,0	4200	18,6	-4	2427	77
ფოთი	14,5	4300	18,4	-4	1651	75
ზუგდიდი	13,8	4100	19,2	-8	1501	73
ანასეული	13,3	3900	18,5	-6	1747	75
ოზურგეთი	13,6	3900	19,0	-9	2032	79
წყალტუბო	14,6	4500	20,2	-8	1378	69
ხონი	14,3	4600	19,6	-7	1514	69
სამტრედია	14,4	4500	19,7	-7	1325	69
ქუთაისი	14,5	4500	19,6	-7	1333	69
აჯამეთი	14,1	4300	19,5	-7	1157	73
ორპირი	12,8	4000	18,2	-9	1373	73

მეტეოროლოგიური პირობები ცდის ჩატარების წლებში. სტაციონალური მინდვრის ცდა მიკროელემენტების (B, Mn) ეფექტიანობის შესასწავლად ლაყენებული იყო ტყიბულის რაიონში სოფ. ორპირის ტერიტორიაზე. აღნიშნულ რაიონში ყვითელმიწა-გაეწრებული ნიადაგების გავრცელების ტერიტორიაზე კლიმატი მ.კორძახიას (1961) სქემის მიხედვით თბილი, ტენიანი სუბტროპიკული პროფილისაა.

ჰაერის წლიური საშუალო ტემპერატურა ქვეზონაში 12,8-13,3°C-ის ფარგლებში მერყეობს. ყველაზე ცივი თვე იანვარია. ამ თვის ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 2,8-3,0°C-მდეა; ზამთარი ჩაეულბრივ უყინვო და რბილია, გამონაკლისის სახით, როცა არქტიკული (ან კავკასიონის) ცივი ჰაერის მასები შემოიჭრება, მაშინ სუბტროპიკებისათვის შეუფერებელი საკმაოდ სუსხიანი ცივი ზამთარი იცის.

ყველაზე ცხელი თვის-აგვისტოს საშუალო ტემპერატურა 19-20°C-ია. აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის მაქსიმალური რაოდენობა 4000°C-ია;

მრავალწლიანი მონაცემების მიხედვით ორპირში ნალექების წლიური რაოდენობა 1373მმ-ია; ნალექის მეტი რაოდენობა წლის თბილ პერიოდში მოდის; ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა მაღალია ზაფხულში და იგი 79-82%-საც აღწევს.

ცდის ჩატარების წლებში მეტეოროლოგიური პირობების დახასიათების მიზნით მოგვეყავს 2003, 2004 და 2005 წ.წ. მეტეოროლოგიური დაკვირვებების ზოგიერთი მონაცემები (ცხრილი3).

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ მინდვრის ცდის ჩატარების სამივე წელს ჩაის ბუჩქის ვეგეტაციის პერიოდში ხელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობები იყო არა მარტო ტემპერატურული მაჩვენებლების მიხედვით, არამედ, აგრეთვე, სავეგეტაციო პერიოდში მოსული ნალექების განაწილების მხრივაც.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, კვლევის ჩატარების ცალკეულ წლებში მეტეოროლოგიური მონაცემები განსხვავებულია. განსხვავებულია ისინი ნალექების რაოდენობისა და განაწილების, ტემპერატურის და ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობის მიხედვით. აღინიშნა ნალექების არათანაბარი განაწილება წლის დროების მიხედვით.

ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურა მრავალწლიური მონაცემების მიხედვით შეადგენს 12,8°C, ხოლო დაკვირვების წლებში – 2003-2004-2005 წ.წ. – შესაბამისად შეადგინა – 12,7; 13,0 და 13,2°C. ყველაზე დაბალი ტემპერატურა +2,8°C აღინიშნა 2003 წლის იანვარში; მაქსიმალური ტემპერატურა +20,3°C 2005 წლის აგვისტოში.

ცდის ჩატარების პერიოდში ნაკლებ ნალექიანი იყო 2003 წელი (1591,4მმ). სავეგეტაციო პერიოდში მოსული ნალექების რაოდენობამ გადააჭარბა ამ პერიოდის საშუალო მრავალწლიურ მაჩვენებლებს, რამაც დადებითად იმოქმედა ტენის დაგროვების ბალანსზე ჩაის ბუჩქის ვეგეტაციის პერიოდში.

ზოგიერთი მეტეოროლოგიური მონაცემები

თვეები	ჰაერის საშუალო თვიური ტემპერატურა, (°C)				ნალექების რაოდენობა (მმ)				ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა (%)			
	საშუალო მრავალწლიური	წლები			საშუალო მრავალწლიური	წლები			საშუალო მრავალწლიური	წლები		
		2003	2004	2005		2003	2004	2005		2003	2004	2005
იანვარი	3.3	2.8	3.0	2.9	97	112.3	149.6	177.7	70	66	69	70
თებერვალი	4.2	3.5	4.3	4.5	118	137.3	208.8	105.9	72	76	78	79
მარტი	8.4	9.0	9.3	9.7	91	114.2	128.0	86.6	68	78	77	79
აპრილი	13.2	14.0	14.5	15.0	125	113.2	108.2	130.8	70	79	78	78
მაისი	16.8	16.5	16.7	16.9	95	173.7	160.1	152.6	74	78	77	79
ივნისი	18.5	18.0	18.6	18.9	119	247.9	109.2	195.9	76	79	79	80
ივლისი	19.3	19.5	20.0	20.2	120	173.8	157.6	183.2	80	80	81	81
აგვისტო	19.2	19.3	20.2	20.3	98	180.2	129.9	176.9	79	80	80	82
სექტემბერი	18.4	18.7	18.9	19.1	130	110.9	137.6	124.6	74	78	77	78
ოქტომბერი	13.5	13.4	15.0	15.1	122	52.5	220.5	66.9	77	75	76	79
ნოემბერი	12.5	12.2	11.0	11.2	130	24.8	106.9	180.3	67	74	75	77
დეკემბერი	6.3	5.5	4.5	4.7	128	150.6	163.6	290.3	69	72	72	74
საშუალო წლიური	12.8	12.7	13.0	13.2	1373	1591.4	1780	1871.7	73	76	77	78

2004 წელს მოსულმა ნალექებმა შეადგინა 1780 მმ და 189 მმ-ით გადააჭარბა წინა წელს. ნალექების მაქსიმუმი მოვიდა ოქტომბერში, ივნისში კი 109,2მმ; მაისის თვეში – ჩაის ბუჩქის ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდში კი მოსული ნალექების რაოდენობამ შეადგინა 160,1 მმ, რამაც განაპირობა აღნიშნულ წელს მოსავლის მატება. განსაკუთრებით უხვნალექიანი იყო 2005 წელი. ნალექების წლიურმა ჯამმა შეადგინა 1871,7მმ; ჩაის ვეგეტაციის პერიოდში მოსულმა ნალექებმა მნიშვნელოვნად გადააჭარბა საშუალო მრავალწლიურ მაჩვენებელს; მაღალია აღნიშნულ წელს ჰაერის შეფარდებითი ტენიანობა – 78%.

საერთო ჯამში, სავეგეტაციო პერიოდში აგრომეტეოროლოგიური პირობები ცალკეული წლების მიხედვით ხელსაყრელი იყო ჩაის ბუჩქის ზრდა-განვითარებისათვის. თუმცა, აქვე გვინდა აღვნიშნოთ, რომ მაღალი აგროტექნიკისა და ხელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობების ფონზე 2005 წელს წინა წლებთან შედარებით მიღებული იქნა ჩაის მწვანე ფოთლის მაღალი მოსავალი.

2. 2. ნიადაგური პირობები

ამიერკავკასიაში შავი ზღვის სანაპირო ზოლის ნიადაგების შესწავლა საუკუნის წინ დაიწყო. აქ შეიძლება აღვნიშნოთ ისეთი მკვლევარები, როგორებიც არიან ა.კრასნოვი (1893), ვ.დოკუჩაევი (1900), ბ.პოლინოვი (1956), კ.გლინკა (1915), ს.ზახაროვი (1929), დ.გედევანიშვილი (1936), მ.საბაშვილი (1936), მ.დარასელია (1949), ვ.ფრიდლანდი (1967) ს.ზონი (1959,1974); ა.მოწერელია (1974); ნ.შონია (1981) და მრავალი სხვა.

აღნიშნულ მკვლევართა გამოკვლევების შედეგად დადგენილია, რომ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ძირითადი ტიპის ნიადაგები, რომლებზეც გაშენებულია ჩაის სამრეწველო პლანტაციები, არიან – წითელმიწები, ყვითელმიწები და სუბტროპიკული ეწერი ნიადაგები.

ჯერ კიდევ 1936 წელს, მ.საბაშვილი ტენიანი სუბტროპიკული ზონის ნიადაგების შესახებ მიუთითებდა შემდეგს: „სუბტროპიკული ტენიანი კლიმატის პირობებში ნიადაგწარმოქმნის პროცესის ძირითადი ხასიათისა და თავისებურების გამოსახატავად, ყველაზე თვალსაჩინოა წითელმიწა და ყვითელმიწა ნიადაგები და მათი გაეწრებული სახესხვაობები; მათ დომინანტური ზონალური გავრცელება აქვთ მთისწინა ზოლში და

თავიანთი სპეციფიურობით მკვლევართა განსაკუთრებულ ინტერესს იპყრობენ“.

ძირითადი აგრონომიული თვისებებისა და მაჩვენებლების მიხედვით აღნიშნული ნიადაგები ძლიერ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

წითელმიწა ნიადაგები ძირითადად მაგმატურ ქანებზე – ანდეზიტებზე, ბაზალტებსა და პორფირიტულ ტუფებზეა განვითარებული.

ეს ნიადაგები ფართოდაა გავრცელებული აჭარაში, გურიაში, აფხაზეთის სამხრეთ ნაწილში, ნაწილობრივ ზუგდიდში, წალენჯიხაში, ხონსა და სხვა რაიონებში. აღნიშნულ ნიადაგებს, რკინისა და ალუმინის ჟანგების დიდი რაოდენობით შემცველობის გამო, მკაფიო მოწითალო ან ნარინჯისფერი აქვთ. წითელმიწა ზედა ჰუმუსოვანი ფენის სისქე 15-20 სმ-მდე აღწევს ეს ფენა შეფერვით, ფხვიერი აგებულებით და საკმაოდ გამოსახული წვრილი გორბოვანი სტრუქტურით ხასიათდება. მიუხედავად თიხიანი შედგენილობისა, მას ახასიათებს კარგი მიკროაგრეგატულობა, ანიონების შთანთქმის უნარი და წყალმართვ-ჰაეროვანი თვისებები.

წითელმიწები მდიდარია ჰუმუსით. მისი რაოდენობა 6-7, ზოგჯერ 10-12%-მდე აღწევს.

წითელმიწები უმეტესად ფერდობ ან სუსტად დაქანებულ ფერდობებზე გვხვდება. ნაკლებად დაქანებულ ფერდობებზე გაეწრებულია. ასეთები ფართოდ არის გავრცელებული სუბტროპიკული ზონის ჩრდილოეთ და აღმოსავლეთ რაიონებში. წითელმიწებზე ძირითადად ჩაი, ციტრუსები, ტუნგის ხე და სხვა სუბტროპიკული მცენარეებია გავრცელებული.

ეწერი ნიადაგები (სუბტროპიკული ეწერი) ფორმირებულნი არიან დანალექ ქანებზე. ამ ნიადაგების მექანიკურ შედგენილობაზე გავლენას ახდენს როგორც ეწერწარმოქმნის პროცესის დონე, ასევე დედაქანის გრანულომეტრია. ამასთან დაკავშირებით ბუნებაში გავრცელებულია სილნარი, თიხნარი და თიხიანი მექანიკური შედგენილობის ეწერი ნიადაგები.

ამ ნიადაგებს დიდი ტერიტორია უჭირავს შავი ზღვის სანაპირო სუბტროპიკული ზონის დაბლობ ნაწილში, უმეტესად კოლხეთის დაბლობის ჩრდილოეთ და აღმოსავლეთ ნაწილში. ამ ტიპის ნიადაგები გვხვდება მდინარეების, ბზიფის, კოდორის, ენგურის, რიონის, ცხენისწყლის, ყვირილას და სხვა ტერასებზე. ასეთი ნიადაგებისათვის დამახასიათებელია ძლიერი გამორეცხვა და გაეწრება. სუბტროპიკული ეწერები მდიდარია ერთნახევარი ჟანგეულებით, ორშტეინის

მარცვლებით.

გაეწრების მიხედვით არჩევენ სუსტ, საშუალო და ძლიერ ეწერებს. უფრო ფართოდ არის გავრცელებული საშუალო და ძლიერი ეწერები, რომელთაც ახასიათებთ საკმაოდ დიდი სისქე, მძიმე თიხნარი ან თიხიანი შედგენილობა და 50-60-დან 80-100სმ სიღრმეზე მელიჭვილის ფენის არსებობა.

ეწერი ნიადაგების ყველა სახეობა მოითხოვს წინასწარ გაკულტურებას, წყლის რეჟიმის მოწესრიგებას, საკვები ნივთიერებებით გამდიდრებას. მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება ეს ნიადაგები გამოყენებულ იქნენ სუბტროპიკული კულტურების გასაშენებლად. ეწერი ნიადაგები ძირითადად გამოყენებულია ჩაის კულტურისათვის, ხოლო, უფრო ნაკლებად – ციტრუსოვნების და სხვა კულტურებისათვის.

იმერეთის ზონაში ჩაის პლანტაციების გაშენებულია ყვითელმიწა და წითელმიწა ნიადაგებზე.

ყვითელმიწები განვითარებულნი არიან უკარბონატო თიხა-ფიქალებზე, ქვიშაქვებზე და ძალზე იშვიათად სუსტ კარბონატულ ფიქალებზე და უძველეს ტბა-მდინარის ნაფენებზე (საბაშვილი, 1936); ყვითელმიწები ხასიათდებიან მძიმე თიხნარი და თიხიანი მექანიკური შედგენილობით, მხოლოდ იშვიათ შემთხვევებში აღინიშნება მსუბუქი თიხნარი სახესხვაობები, რომლებიც განვითარებული არიან უმეტესად კონგლომერატებზე (საბაშვილი, 1936).

იმერეთის ზონის ყვითელმიწები თავიანთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით უახლოვდებიან წითელმიწა ნიადაგებს, მაგრამ ნაყოფიერებით, სტრუქტურით და წყალგამტარობით ჩამორჩებიან მათ.

ა.ე.ბერიძის (1963) მონაცემებით წითელმიწა ყამირი ნიადაგი (ოზურგეთი) შეიცავს – საერთო აზოტს-0,24%; საერთო ფოსფორს 0,15%, ჰუმუსს – 7,95%, მაშინ როცა ყვითელმიწა სუსტი ეწერი ნიადაგები (წყალტუბოს რაიონი) შესაბამისად შეიცავენ 0,13; 0,06 და 1,72%.

ყვითელმიწა ნიადაგები ხასიათდება ნიადაგური პროფილის საკმაოდ სიღრმით, მძიმე თიხნარი და თიხიანი მექანიკური შედგენილობით, ზოგიერთ ადგილებში ზედა ჰორიზონტიდან ლექის ფრაქციის გამოტანით (გაეწრებით), ფუძეებით არამამძრობით, მჟავე და სუსტი მჟავე არეს რეაქციით; ყვითელმიწა ნიადაგის ტიპური (ბუნებრივი) პროფილი შედგება შემდეგი გენეზისური ჰორიზონტებისაგან:

A-AB-B-BC-C.

იმერეთის რეგიონში ყვითელმიწა ნიადაგები გავრცელებულია ზესტაფონის, ხარაგაულის, წყალტუბოს, ხონის, სამტრედიის, ბაღდადის, თერჯოლის, ვანის და ტყიბულის რაიონის ტერიტორიაზე.

იმერეთის ნიადაგური საფარის შესწავლასთან დაკავშირებით გარკვეული სამუშაოებია ჩატარებული ა.გოგატიშვილის და ნ.იაშვილის მიერ (1966). ამ ბოლო პერიოდში საინტერესო სამუშაო ჩატარა ამ მხარის მკვიდრმა ნიადაგმცოდნე ქალბატონმა-როზა ლორთქიფანიძემ, რომელმაც მნიშვნელოვანი მონოგარფიული ნაშრომი (1997წ.) მიუძღვნა ამ რეგიონს.

ნიადაგების არსებული კლასიფიკაციის და დიაგნოსტიკის გათვალისწინებით, აგრეთვე, საკუთარი კვლევის მასალებზე დაყრდნობით რ.ლორთქიფანიძის (1997) მიერ იმერეთის რეგიონში გამოყოფილი იქნა შემდეგი ქვეტიპის ყვითელმიწები: 1. ყვითელმიწა არამადლარი, 2. ყვითელმიწა სუსტად არამადლარი და 3. ყვითელმიწა სუსტად არამადლარი, გაეწრებული ნიადაგები.

ყვითელმიწა სუსტად არამადლარ სახესხვაობებს შორის მცირე გავრცელებით ხასიათდება გაეწრებული სახესხვაობები. ისინი ძირითადად გვხვდებიან წყალტუბოს, თერჯოლის და ტყიბულის ტერიტორიებზე, სადაც რელიეფი უფრო რბილი მოხაზულობით ხასიათდება.

რ.ლორთქიფანიძის (1997) გამოკვლევებით ყვითელმიწა სუსტად არამადლარი გაეწრებული ნიადაგის ქვეტიპს, სუსტად არამადლარი ნიადაგებისაგან განსხვავებით ახასიათებს პროფილის ზედა გაეწრებული ნაწილის (ჰორ. A₂) შედარებით ღია მორუხო ჩალისფერი შეფერილობა; ელუვიურ ჰორიზონტს აქვს ნათელი ყვითელი შეფერვა; მექანიკური შედგენილობის მიხედვით მძიმე თიხნარი და მსუბუქი თიხა შედგენილობა. ხასიათდება ზედა ფენებიდან წვრილი დისპერსიული ნაწილაკების და ერთნახევარი ჟანგულის გამოტანით, ქვედა ფენებში მათი გადიდებით; სამაგიეროდ, აკუმულაციურ ფენებში SiO₂ შემცველობით.

ჩვენს მიერ საცდელ ნაკვეთზე გაკეთებული იქნა ნიადაგის სრული ჭრილი. ჰორიზონტების მიხედვით აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში განისაზღვრა მექანიკური შედგენილობა და ზოგიერთი აგროქიმიური მაჩვენებლები. შედეგები მოტანილია მე-4 და მე-5 ცხრილებში.

ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგის მექანიკური ანალიზის მონაცემები;
ორპირი, 2003 წელი

ჭრილის ადგილმდებარეობა	ნიმუშის ალების სიღრმე, სმ	ფრაქციები მმ; %						
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01
ტყიბული ორპირი ჩაის პლანტაცია (საცდელი ნაკვეთი)	0-15	2,2	24,4	25,5	12,3	26,1	9,5	47,9
	25-35	4,5	12,1	17,2	14,9	22,7	28,6	66,2
	45-60	6,3	22,7	16,9	19,6	16,5	18,0	54,1
	80-95	7,0	23,4	12,6	8,5	30,7	17,8	57,0
	115-125	8,0	20,5	8,5	12,2	39,4	13,4	65,0

ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგის ზოგიერთი აგროქიმიური მაჩვენებლები;
ორპირი; 2003 წელი

ჭრილის ადგილმდებარეობა	ნიმუშის ალების სიღრმე, სმ	pH KCl-ის გამონაწერში	CaCO ₃ %	ჰუმუსი, %	საერთო, %	მოძრავი, მგ/100 გ	შთანთქმული ფუძეები მგ.ექვ/100გ							
					N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	H	ჯამი
ტყიბული; ორპირი; ჩაის პლანტაცია (საცდელი ნაკვეთი)	0-15	4,1	-	3,6	0,19	0,11	1,1	4,4	7,5	13,0	14,9	6,7	0,15	21,75
	25-35	4,1	-	2,2	0,12	0,09	1,1	4,0	3,8	9,0	14,8	5,6	0,15	20,55
	45-60	4,2	-	1,0	0,09	0,06	1,0	2,5	2,1	10,0	12,5	3,2	0,13	15,83
	80-95	4,5	-	0,7	0,04	0,03	0,7	1,9	1,1	8,0	4,9	0,5	0,13	5,53
	115-125	5,1	-	0,25	0,03	0,03	0,3	0,7	0,5	6,0	8,5	3,5	0,09	12,09

საკვლევი ნიადაგი ხასიათდება (ცხრილი 4) მძიმე თიხნარი და თიხა მექანიკური შედგენილობით. ფიზიკური თიხის (<0,01მმ) ფრაქციის შემცველობა 47,9-66,2%-ს შორის ცვალებადობს. სიღრმით უფრო მძიმე შედგენილობის ხდება. ლექის ფრაქცია (<0,001მმ) – 0-15 სმ სიღრმეში დაბალია – 9,5%; 25-35სმ სიღრმეში მკვეთრად გაზრდილია და 28,6% შეადგენს. ნიადაგის პროფილში ქვევით მისი რაოდენობა თანდათან იკლებს.

საკვები ელემენტების შემცველობა ნიადაგში მაღალი არ არის. ჰიდროლიზური აზოტის შემცველობის მიხედვით ნიადაგი საშუალოდ უზრუნველყოფილია; მოძრავი ფოსფორით და გაცვლითი კალიუმით ღარიბი ნიადაგის არის რეაქცია მჟავა – pH KCl-

ის გამონაწერში 4,1-5,1-ია;

საკვლევი ნიადაგი ფუძეებით სუსტად არამაძღარია. შთანთქმულ ფუძეთა ჯამი 0-35 სმ სიღრმეში 20,55-21,75 მგ.ექვ.-ია 100გ ნიადაგზე. შთანთქმით კომპლექსში მონაწილეობს წყალბადიონი;

აღნიშნული ნიადაგების ნაყოფიერების შენარჩუნებისა და ამაღლებისათვის საჭიროა მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენება. კარგ შედეგს იძლევა სიდერაციაც.

ექსპერიმენტული ნაწილი

თავი III. კვლევის ობიექტი და მეთოდика

კვლევის ობიექტი. სტაციონალური მინდვრის ცდა ბორიანი და მანგანუმიანი მიკროსასუქების დოზების ეფექტურობის შესასწავლად დაყენებულ იქნა 2003 წელს წინასწარ შესწავლილ ნაკვეთზე.

საცდელი ნაკვეთი მდებარეობს ტყიბულის რაიონში სოფ.ორპირის ტერიტორიაზე სოფლის ცენტრიდან 2 კმ-ის დაშორებით.

საცდელი ნაკვეთი შერჩეულია 1932 წელს გაშენებულ ძველ ჩაის პლანტაციაში. ნიადაგის პირველადი დამუშავება ჩატარებულია 1931 წელს საპლანტაჟო გუთნით 45 სმ სიღრმეზე; პლანტაცია (ჯიში "კიმიანი" და "იაპონური წვრილფოთოლა") გაშენებულია შპალერული წესით -1,75×0,35მ.

ცდის სქემა და მეთოდика. ჩაის ფოთლის მოსავლის წინასწარი აღრიცხვის მიზნით საცდელი ნაკვეთი დაყოფილი იქნა დანაყოფებად; ყოველ დანაყოფში შედიოდა 2 სააღრიცხვო და 3 დამცველი რიგი. ორ დანაყოფს შორის დამცველი ზოლი 4 მეტრია. დანაყოფის სიგრძე – 20მ; სააღრიცხვო დანაყოფის ფართობი შეადგენს 70მ²; მინდვრის ცდა დაყენებული იქნა 4-ჯერადი განმეორებით.

2002 წელს ჩაის ფოთლის მოსავლის წინასწარი აღრიცხვის საფუძველზე, მინდვრის ცდის ყოველი ვარიანტისათვის შერჩეული იქნა დანაყოფები. შერჩევა ჩატარდა იმ ანგარიშით, რომ თითოეული ვარიანტისათვის შერჩეული დანაყოფები მთლიანად და საშუალოდ იძლეოდნენ ერთნაირ ან დაახლოებით ერთნაირ მოსავალს,

1-2%-ის ფარგლებში გადახრით, და ასევე, ყველა ვარიანტის დანაყოფების თანაბარი განლაგებით მთელ ნაკვეთზე.

მინდვრის ცდა დაყენებულ იქნა შემდეგი სქემით:

1. უსასუქო – საკონტროლო
2. N300P150K100-ფონი
3. NPK+B1
4. NPK+B2
5. NPK+B3
6. NPK+Mn3
7. NPK+Mn6
8. NPK+Mn9
9. NPK+B1+Mn3
10. NPK+B2+Mn6
11. NPK+B3+Mn9

საცდელ ნაკვეთზე ჩაის პლანტაციის მოვლის ყველა აგროტექნიკური ღონისძიება ტარდებოდა აგროწესების სრული დაცვით.

ჩაის მწვანე ფოთლის კრეფა სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში ტარდებოდა 7-8-ჯერ.

მინდვრის ცდაში გამოყენებული იყო შემდეგი სასუქები: 34%-იანი ამონიუმის გვარჯილა, 18%-იანი მარტივი სუპერფოსფატი, 40%-იანი კალიუმის მარილი, 17,5%-იანი ბორის მყავა, 12%-იანი მანგანუმის შლამი; სასუქები შეტანილი იქნა ხელით, საცდელ დანაყოფზე თანაბარი გაფანტვის წესით, შემდგომში ნიადაგში ჩაკეთებით.

მიკროსასუქების შეტანა ხდებოდა ადრე გაზაფხულზე (აპრილი) აზოტიანი სასუქების დოზის ნახევართან ერთად.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათების მიზნით, მინდვრის ცდის აგეგმვის შემდეგ, სასუქების შეტანამდე აღებული იქნა ნიადაგის ნიმუშები სამ სიღრმეზე – 0-15, 15-30 და 30-45სმ.

კვლევის ამოცანაში შემავალი რიგი საკითხების შესწავლის მიზნით ნიადაგის ნიმუშების აღება ხდებოდა მცენარის განვითარების ფაზების მიხედვით (სავეგეტაციო პერიოდში 3-ჯერ), ყოველი დანაყოფის 3 წერტილში, ესე იგი ვარიანტის 12 წერტილიდან. შემდეგ მათ ვაერთებდით და ვღებულობდით საშუალო ნიმუშებს

ნიადაგის ფენების მიხედვით.

საცდელი ნაკვეთიდან და ტყიბულის რაიონში ათამდე სოფლის ტერიტორიაზე ჩაის პლანტაციით დაკავებული ფართობებიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშებში ჩატარდა აგროქიმიური ანალიზები შემდეგი მეთოდით:

1. ჰუმუსი – ტიურინის მეთოდით
2. საერთო აზოტი, ფოსფორი და კალიუმი – გინზბურგ-შჩეგლოვა-ვულფიუსის დაჩქარებული მეთოდით
3. ჰიდროლიზური აზოტი – ტიურინ-კონონოვას მეთოდით
4. მოძრავი ფოსფორი-ონიანის მეთოდით
5. გაცვლითი კალიუმი – მასლოვას მეთოდით
6. pH-წყლისა და KCl-ის სუსპენზიაში – pH-მეტრზე, პოტენციომეტრული მეთოდით.
7. გაცვლითი მჟავიანობა – დაიკუხარას მეთოდით
8. ჰიდროლიზური მჟავიანობა-კაპენის მიხედვით.

მიკროელემენტების საერთო ფორმების განსაზღვრისათვის ნიადაგის წონაკი დამუშავებული იქნა – $\text{HNO}_3 + \text{HF}$ მჟავათა ნარევი; დარჩენილი დაუშლელი ნაწილი ხსნარში გადაყვანილი იქნა $0,5\text{H HNO}_3$ -ის საშუალებით.

ნიადაგიდან და მცენარიდან მიღებულ ხსნარებში მიკროელემენტების განსაზღვრა ხდებოდა Perkin-Elmer-ის ფირმის სპექტროფოტომეტრზე, მოდელი 403.

ნიადაგის ნიმუშებში განსაზღვრული იქნა აგრეთვე:

- ტენიანობა - 105°C -ის ტემპერატურაზე გამოშრობის მეთოდით.
- მანგანუმის მოძრავი ფორმა-ამონიუმის აცეტატის ბუფერულ ხსნარში pH-ით 4,8, კრუჰსკის და ალექსანდროვის მეთოდით.

საბოლოო განსაზღვრა ტარდებოდა ატომურ-აბსორბციომეტრზე.

- ბორის მოძრავი ფორმა-ხინალიზარინის მეთოდით.

ჩაის ფოთლის ნიმუშები - 3 ფოთლიანი დუყები აღებულ იქნა ყველა ვარინტის ორი განმეორებიდან. ნიმუშების აღებისთანავე ხდებოდა მათი ფიქსაცია კოხის აპარატში, შემდეგ კი, გაშრობის შემდეგ იფქვებოდა ნიმუშები და ტარდებოდა სათანადო ანალიზები.

საანალიზოდ ჩაის ფოთლის ნიმუშები სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში იღებოდა 3-ჯერ.

მცენარის ნიმუშებში განისაზღვრა:

- მიკროელემენტები (B,Mn) საანალიზო მასალის სველი დანაცვრის შემდეგ ატომურ-აბსორბციული მეთოდის საშუალებით.
- მშრალი ნივთიერება-წონაკის გამოშრობის მეთოდით 50-60°C ტემპერატურაზე 3-4 საათის განმავლობაში, შემდგომი გამოშრობით 105°C ტემპერატურაზე, მუდმივ წონამდე მიყვანით.
- ტანინი-ლევენტალის მეთოდით.
- ექსტრაქტული ნივთიერებები – ვორონცოვის მიხედვით.

მინდვრის ცდის შედეგების დამაჯერებლობის სტატისტიკური შეფასებისათვის ვიყენებდით მათემატიკური დამუშავების დისპერსიულ მეთოდს (ჭანიშვილი, 1973; დოსპეხოვი, 1973).

მინერალური სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის ანგარიშს ვაწარმოებდით არსებული მეთოდური მითითებებით („მეთოდური მითითებანი საწარმოო ცდებში სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრისათვის“, მოსკოვი, 1981; „სოფლის მეურნეობაში სასუქებისა და ქიმიზაციის სხვა საშუალებების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განსაზღვრის მეთოდური მითითებები“, მოსკოვი, 1980 წელი).

ნიადაგისა და მცენარის ნიმუშებში ანალიზების ჩატარებისას გამოყენებული იყო სახელმძღვანელო წიგნები: „ნიადაგის კვლევის აგროქიმიური მეთოდები“ (რუსულ ენაზე, მოსკოვი, 1975); ო,ონიანისა და გ.მარგველაშვილის „ნიადაგის ქიმიური ანალიზი“ (1975) და „მცენარის ქიმიური ანალიზი“ (1978).

თავი 4. ბორი და მანგანუმი იმერეთის (ტყიბულის რაიონი) ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგებში.

4.1. ბორისა და მანგანუმის საერთო შემცველობა ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში და მათი განაწილება ნიადაგის პროფილში.

ბორი

ბორის შემცველობა ლითოსფეროში 12მგ/კგ შეადგენს; ბორით შედარებით მდიდარია დანალექი ქანები, ვიდრე მაგმატური (ვინოგრადოვი, 1957, 1962).

მაგმატური ქანებიდან ბორით უფრო ღარიბია ფუძე და ულტრაფუძე ქანები;

ვ.გოლდშმიდტის (1938) და ჰ.ჰარდერის (1965) მიხედვით ისინი ბორს შეიცავენ რამდენჯერმე ნაკლები რაოდენობით, ვიდრე მჟავე ქანები. ვ.სიმონოვის (1971) მიერ ასევე აღნიშნულია ამ ელემენტის დაბალი შემცველობა დასავლეთ საქართველოს ძირითად ქანებში-5მგ/კგ (ცხრილი 6). უნდა აღინიშნოს, რომ ბორის კონცენტრაცია დანალექ, მძიმე მექანიკური შედგენილობის ქანებში დამოკიდებულია მათში თიხის შემცველობაზე, ნაწილაკების ზომასა და მინერალოგიურ შემადგენლობაზე, მათი წარმოქმნის პირობებზე.

კირიანი ნიადაგები შეიცავენ დაახლოებით 6მგ/კგ ბორს, თიხოვანი ფიქალები- 81მგ/კგ, თანამედროვე ალუვიური დანალექები-47მგ/კგ, ხოლო ზებრისებრი თიხები – 39მგ/კგ (ცხრილი 6).

ტყიბულის რაიონის ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგები მდიდარია ბორით. მისი საერთო შემცველობა აქ 35-დან 75მგ/კგ-მდე მერყეობს.

ჩვენს მიერ ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე ყამირ და საცდელ ნაკვეთზე გაკეთებული ანალიზებით დადასტურდა ზემოთ მოყვანილი მონაცემები (ცხრილი 7). ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში საერთო ბორის შემცველობა ნიადაგის პროფილის მიხედვით 30-დან 80მგ/კგ-მდე ფარგლებში მერყეობს (ყამირი ნიადაგი). აღნიშნულ მონაცემებთან ახლოა ჩაის პლანტაციის ქვეშ გაკულტურებული ნიადაგის ანალიზის მონაცემებიც, სადაც აღნიშნული ელემენტის საერთო შემცველობა 40-68მგ/კგ-ს შეადგენს. საერთო ბორის მაღალი შემცველობა განპირობებულია ნიადაგწარმომქმნელი ქანების შედგენილობით, ბორის შემცველი მინერალების არსებობით, ან ტრანზიტული ხსნარებიდან ნიადაგის მაგარი ფაზით შთანთქმის საფუძველზე აღნიშნული ელემენტის დაგროვებით; (მოტუხოვა, 1972).

ცხრილი 6

მიკროელემენტების შემცველობა დასავლეთ საქართველოს ქანებში (გამომწვარ ნაშთზე ვ.სიმონოვის მიხედვით, 1971)

ქანები			ელემენტების შემცველობა, მგ/კგ			
			B	Mn	Cu	Zn
მაგმატური	მჟავე	გრანიტი	14	453	24	52
	საშუალო	ანდეზიტი	8	640	32	71
		დეციტი	21	580	42	58
		ორთოფირი	11	550	25	55
		პორფირიტი	10	560	38	60

	ფუძე ქანები	ანდეზიტო-ბაზალტები	5	940	55	80
		ბაზალტი	9	1230	67	122
დანალექი		ქვიშნარები	12	210	7	50
		კირქვები	6	470	19	47
		თიხა-ფიქალები	81	230	41	50
		მერგელები	29	490	28	45
		რქატყუარა ფიქალი	5	700	5	26
		ფიქალოვანი თიხები	19	76	33	51
		თანამედროვე ალუვიური ნაფენები	47	774* 5000**	50	65
		წითელი ფერის გამოფიტვის ქერქი	17	647	92	-
		ზებრისებრი თიხა	39	140	70	70
		კირქვიანი ელუვები	30	750	93	135
		გრანიტების და ქვიშნარების გამოფიტვის ქერქი	12	375	14	127
		ელუვიური თიხა ნაფენები	62	950	90	115

* -მდინარეთა ნაფენები, მდ.რიონის გარდა;

** -მდ.რიონის ნაფენები ქ.სამტრედიასთან.

ნიადაგის პროფილის მიხედვით ბორი არათანაბრად არის განაწილებული (ცხრილი 7). მისი ყველაზე მაღალი შემცველობა აღინიშნა 0-70სმ ფენაში, რაც დაკავშირებულია ნიადაგის მექანიკურ და მინერალოგიურ შედგენილობასთან (პეივე, 1960; მოტუზოვა, 1972). ნიადაგში ბორის შემცველობასა და ილიტის რაოდენობას შორის (ილიტური რეფლექსის სიმაღლე რენტგენდიფრაქტოგრამაზე) არსებობს მჭიდრო კორელაციური დამოკიდებულება. დიფრაქტოგრამაზე ილიტური რეფლექსი შედარებით მაღლაა ლამის ფრაქციაში ნიადაგის სამ ზედა ჰორიზონტებთან შედარებით (მოტუზოვა, 1972). ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შესაბამისად 0-80 სმ ფენაში მეტია ბორის შემცველობა.

გამოფიტვისა და ნიადაგწარმოქმნის დროს ბორისა და სხვა მიკროელემენტების (მანგანუმი, სპილენძი, თუთია) შემცველობა პირველადი მინერალების შემადგენლობაში პროგრესულად იკლებს, ასე რომ, დასავლეთ საქართველოს ნიადაგებში პირველად მინერალებზე მოდის ნიადაგში მისი საერთო შემცველობის 5% (მოტუზოვა, 1972). თიხა მინერალებით ბორის ინტენსიური ფიქსაციის გამო (Harder, 1961, 1970) ისინი დიდი რაოდენობით შეიცავენ აღნიშნულ ელემენტს.

ი. პეივეს (1960), სტოიანოვის (1973) და სხვათა მიერ შესწავლილია ერთნახევარი

ჟანგეულებით ბორის შებოჭვის საკითხები.

ბერგერის, ტრუოგის (1945), პარკსის, შოუს (1942), პარკსის, უაიტის (1952) გამოკვლევებით ბორი შეიძლება შებოჭილი იქნეს ნიადაგისა და მცენარეების ორგანული ნივთიერებებით (ვიტამინები, კოენზიმები, ფერმენტული სუბსტრატები) და წარმოქმნას კომპლექსური შენაერთები pH-ის ფართო ინტერვალში. მ.კატალიმოვის და ს.რიაბოვას (1958) მონაცემებით, სხვადასხვა ნიადაგებში ორგანულ ნივთიერებებთან დაკავშირებულია 0,5-დან 8,2-მდე კილოგრამი ბორი 1 ჰექტარ სახნავ ფენაში.

მცენარისათვის ბორის ძირითადი წყარო ნიადაგში მისი წყალხსნადი შენაერთებია (კატალიმოვი, რიაბოვა, 1958; პეივე, რინკისი, 1959).

წყალხსნადი ბორის შემცველობა ნიადაგში განპირობებულია რიგი ფაქტორებით, რომელთაგან ყველაზე მნიშვნელოვანია – ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა (მასში თიხა ნაწილაკების პროცენტი), ჰუმუსის შემცველობა და ნიადაგის ხსნარის pH (ზირინი, პაცუკევიჩი, 1964).

ყვითელმიწა გაეწრებული და წითელმიწა ნიადაგები განსაკუთრებით ღარიბია წყალხსნადი ბორით.

ცხრილი 7

ბორისა და მანგანუმის საერთო შემცველობა ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში, მგ/კგ (ჰაერმშრალ წონაკზე გადაანგარიშებით).

ტყიბული, ორპირი, 2003 წელი

ჭრილის ადგილმდებარეობა	სიღრმე,სმ	B'	Mn
ყამირი ჭრილი 1	0-3	80	1350
	3-10	75	1140
	10-25	66	880
	25-46	60	450
	46-85	56	200
	85-105	41	100
	105-144	33	80
ჩაის პლანტაცია, საცდელი ნაკვეთი	0-10	68	1440
	10-30	64	920
	30-55	60	520
	45-60	58	300
	80-95	45	130
	115-125	42	90

450°C პირობებში გამომწვარ წონაკზე.

(ვინოგრადოვი, 1947; მენადარიშვილი, 1962; ზარდალიშვილი, მეტრეველი, 1963; კოდუა, 1967).

აღნიშნული ავტორების მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით, წყალხსნადი ბორის შემცველობა დასავლეთ საქართველოს ნიადაგებში 0,15-დან 0,7მგ/კგ-მდე მერყეობს. ტყიბულის ზონაში ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით წყალხსნადი ბორის შემცველობა როგორც ყამირ, ისე ჩაის პლანტაციით დაკავებულ ნიადაგებში 0-15სმ სიღრმეზე 0,11-0,2მგ/კგ-ის ფარგლებში მერყეობს (ცხრილი 8).

ბორის მოძრავი შენაერთების წილი მისი მთლიანი მარაგიდან საშუალოდ 0,5%-ის ტოლია. მისი ასეთი დაბალი ხსნადობა განპირობებულია, ერთის მხრივ, თიხა მინერალებით მისი ფიქსაციით (მოტუხოვა, 1972; სტოიანოვი, 1973) და, მეორეს მხრივ, გამოტუტვის ინტენსიური პროცესებით.

მანგანუმი

ლითოსფეროში მანგანუმის კლარკი შეადგენს 1000მგ/კგ (ვინოგრადოვი, 1962). მანგანუმით მდიდარია მაგმატური ქანები, განსაკუთრებით ფუძე ქანები (940-1230მგ/კგ, ცხრილი 6). დანალექ ქანებს შორის მანგანუმის მაღალი შემცველობით ხასიათდება რქატყუარა ფიქალები (700მგ/კგ), თანამედროვე ალუვიური ნაფენები (774მგ/კგ) და ელუვიური თიხა ნაფენები (950მგ/კგ); აღნიშნული ელემენტით ყველაზე ღარიბია ფიქალოვანი თიხები (76მგ/კგ); მისი დაბალი შემცველობა (140მგ/კგ) აღინიშნა ზებრისებრ თიხებშიც (ცხრილი 6).

მანგანუმით ძირითადი ქანების სიმდიდრემ განაპირობა მისი მაღალი შემცველობა ნიადაგებში. საერთო მანგანუმის შემცველობა ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგის პროფილში ყამირზე 90-1350მგ/კგ ფარგლებში მერყეობს, ხოლო, ჩაის პლანტაციით დაკავებულ ნიადაგში (საცდელი ნაკვეთი) 90-დან 1440მგ/კგ-მდე ფარგლებში (ცხრილი 7).

ტყიბულის ზონაში გავრცელებული ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგები (ისე როგორც დასავლეთ საქართველოს სხვა მჟავე ნიადაგები) პროფილში მანგანუმის განაწილების მიხედვით ეკუთვნიან ნიადაგებს, სადაც მანგანუმის აკუმულაცია ხდება ზედა ჰუმუსიან ფენაში. ჩვენი მონაცემებით, მანგანუმის შემცველობა სიღრმეში პროფილის მიხედვით მკვეთრად იკლებს და კლება მნიშვნელოვან სიდიდეს აღწევს

(ცხრილი 7). ეს ფაქტი კარგად არის ცნობილი ლიტერატურაში და ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში მანგანუმის მკვეთრად გამოხატული ბიოლოგიური აკუმულაციით აიხსნება. აღნიშნული მდგომარეობა მანგანუმს ახასიათებს, როგორც ელემენტს, ნივთიერებათა ბიოლოგიურ წრებრუნვაში აქტიურად მონაწილეს.

მანგანუმი ნიადაგში გვხვდება პირველადი და მეორადი მინერალების შემადგენლობაში, მათ შორის მანგანუმის ჟანგეულების შემადგენლობაში; იგი დაკავშირებულია რკინის ჟანგეულებთან და ორგანულ ნივთიერებასთან, ხოლო, მისი მცირე ნაწილი იმყოფება ადვილად ხსნად შენაერთებში გაცვლით ფორმაში.

ნიადაგში მანგანუმი ორგანულ ნივთიერებებთან წარმოქმნის ხელატებს – კომპლექსურ შენაერთებს მრავალ ორგანულ მჟავებთან (მჟაუნმჟავას, ღვინის, ვაშლის მჟავები) და ორგანულ-მინერალურ შენაერთებთან.

მოძრავი მანგანუმი ნიადაგში სხვადასხვა შენაერთების სახითაა. მისი მოძრაობა დამოკიდებულია რიგ ფაქტორებზე; ჟანგვა-აღდგენის პირობებზე, ნიადაგის ხსნარის მჟავიანობაზე, ნიადაგის ტენიანობაზე, ნიადაგის მიკროფლორის აქტივობაზე და სხვ. (ზირინი, ბოლშაკოვი, 1964).

4. 2. მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა ტყიბულის ზონაში ჩაის პლანტაციით დაკავებულ ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგებში

საქართველოს ნიადაგებში მიკროელემენტების სხვადასხვა ფორმების შემცველობაზე მეცნიერული შრომები გამოქვეყნებული აქვს ა.ჯ.მენაღარიშვილს (1962), ო.ი.ზარდალიშვილს და ი.ი.ქართველიშვილს (1982), ო.ი.ზარდალიშვილს და თ.გ.მეტრეველს (1962) და სხვ., მოპოვებული მდიდარი ანალიზური მონაცემები უჩვენებენ, რომ საქართველოს ნიადაგებში მიკროელემენტების როგორც საერთო, ისე მოძრავი ფორმების შემცველობა დიდ ინტერვალში მერყეობს. ისინი იცვლებიან არა მარტო ნიადაგის ტიპების მიხედვით, არამედ თვით ერთიდაიგივე ტიპის ნიადაგის შიგნითაც.

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა მიკროელემენტების – ბორი და მანგანუმის მოძრავი ფორმების შემცველობა ტყიბულის რაიონში სოფ.საწირის, ორპირის, კურსების, ხრესილის, ცუცხვათის, მუხურას, სოჩხეთის, ძიროვანის, ჯვარისას და ბუეთის ტერიტორიებზე გავრცელებულ ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგებში. ნიმუშები

აღებულ იქნა 2002 წლის მაისში ჩაის დაბალმოსავლიან (2-4ტ/ჰა), საშუალომოსავლიან (4-6ტ/ჰა) და მაღალმოსავლიან (6-8ტ/ჰა) პლანტაციებიდან (მოსავლიანობის მონაცემები აღებულია 2001 წელს).

ჩატარებული ანალიზების შედეგებმა გვიჩვენეს, რომ შესათვისებელი ბორის და მანგანუმის შემცველობა ნიადაგში ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლიანობის ზრდასთან ერთად მცირდება. მაგ. დაბალმოსავლიან ჩაის პლანტაციებში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა 75-85მგ/კგ ფარგლებში მერყეობს. საშუალომოსავლიან პლანტაციებში – 60-75მგ-მდე, ხოლო მაღალმოსავლიან ჩაის პლანტაციებში 40-50მგ-მდე კილოგრამ ნიადაგში. გარდა მანგანუმისა, მაღალმოსავლიან ჩაის პლანტაციებში დაბალმოსავლიანთან შედარებით, შეინიშნება მოძრავი ბორის შემცირების კანონზომიერებაც.

მიკროელემენტების შემცველობას ვსწავლობდით როგორც შერეულ ნიმუშებში, ისე ინდივიდუალურ ჭრილებში. ნიმუშებს ვიღებდით გენეტიკური ჰორიზონტების მიხედვით. მიღებული მასალიდან გაირკვა, რომ პროფილში მიკროელემენტების შემცველობა უმეტეს შემთხვევაში მეტია ნიადაგის ზედა ფენებში. თუმცა, საკმაოდაა ისეთი შემთხვევებიც, როდესაც მათი მოძრავი ფორმები ჭარბობს ქვედა ფენებში. ასე რომ, ამ მხრივ რაიმე მტკიცე კანონზომიერება არ არსებობს.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ტყიბულის ზონაში ჩაის პლანტაციით დაკავებულ ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგში, სადაც ბოლო 12-13 წელია თითქმის არ შეტანილა მინერალური სასუქები, აღინიშნება როგორც ძირითადი საკვები ელემენტების, ისე მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების დაბალი შემცველობა.

ნიადაგში მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია მიკროსასუქების მოსალოდნელი ეფექტიანობისა. აუცილებლად მიგვაჩნია უახლოეს პერიოდში მიღებული იქნას გადამჭრელი ზომები აღნიშნულ ნიადაგებზე ჩაის კულტურის განოყიერების სისტემაში ძირითად მინერალურ სასუქებთან ერთად მანგანუმიანი და ბორიანი სასუქების აუცილებელი გამოყენების შესახებ. ამ მიზნით შეიძლება რეკომენდაცია მიეცეს ადგილობრივი სასუქის – მანგანუმის შლამის და ბორის მჟავას გამოყენებას.

მიკრო (Mn, B) და მაკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობა

ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგებში

ნიმუშის №	ადგილ-მდებარეობა	ნიმუშის აღების სიღრმე	ჩაის ფოთლის მოსავლი-ანობა,ტ/ჰა	pH (KCl)-ის სუსპენზიაში	მგ/კგ ნიადაგზე		მგ 100გ ნიადაგზე		
					Mn	B	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	ორპირი	0-15	3-4	4.0	75	0.2	2.9	6.5	15.0
2.	ორპირი	15-30		4.1	60	0.11	1.8	3.4	11.0
3.	ორპირი	0-15	4-6	4.1	60	0.16	3.3	7.3	16.0
4.	ორპირი	15-30		4.1	52	0.09	2.2	4.0	11.0
5.	ორპირი	0-15	6-8	3.95	40	0.12	4.2	8.5	14.0
6.	ორპირი	15-30		4.0	27	0.07	3.0	6.4	12.0
7.	საწირე	0-15	2-4	4.0	78	0.2	2.7	9.0	13.0
8.	საწირე	15-30		4.0	53	0.12	1.6	7.0	9.0
9.	საწირე	0-15	5-6	4.1	74	0.15	3.5	9.5	14.0
10.	საწირე	15-30		4.1	58	0.09	2.3	6.7	11.0
11.	საწირე	0-15	7-8	3.95	43	0.11	4.5	10.5	17.0
12.	საწირე	15-30		4.0	30	0.07	3.1	5.7	15.5
13.	ცუცხვათი	0-15	3-4	4.0	85	0.19	2.9	6.3	14.0
14.	ცუცხვათი	15-30		4.1	68	0.11	1.9	3.2	12.0
15.	ცუცხვათი	0-15	4-6	4.1	70	0.16	3.4	8.0	15.0
16.	ცუცხვათი	15-30		4.1	55	0.08	2.1	4.7	13.0
17.	ცუცხვათი	0-15	6-8	3.95	47	0.12	4.4	9.5	17.0
18.	ცუცხვათი	15-30		4.0	35	0.06	2.9	5.5	15.5
19.	სოჩხეთი	0-15	3-4	4.1	76	0.18	2.7	5.5	13.0
20.	სოჩხეთი	15-30		4.1	50	0.11	1.6	2.1	11.5
21.	სოჩხეთი	0-15	5-6	4.0	68	0.15	3.3	7.3	14.0
22.	სოჩხეთი	15-30		4.0	56	0.08	1.7	3.1	12.4
23.	სოჩხეთი	0-15	7-8	4.0	42	0.11	4.5	9.4	16.0
24.	სოჩხეთი	15-30		4.0	31	0.06	3.0	4.4	14.5
25.	მუხურა	0-15	2-4	3.95	80	0.20	2.6	6.5	16.0
26.	მუხურა	15-30		4.0	66	0.13	1.5	3.0	15.0
27.	მუხურა	0-15	4-6	4.0	65	0.16	3.4	8.0	15.0
28.	მუხურა	15-30		4.0	47	0.09	1.7	4.0	13.5
29.	მუხურა	0-15	6-8	4.1	50	0.12	4.0	10.0	15.0
30.	მუხურა	15-30		4.1	32	0.07	2.8	4.7	13.0
31.	კურსები	0-15	2-4	4.0	70	0.2	3.0	6.7	16.0
32.	კურსები	15-30		4.1	53	0.12	1.8	3.5	15.0

33.	კურსები	0-15	4-5	4.1	60	0.16	3.3	7.5	15.0
34.	კურსები	15-30		4.1	50	0.08	2.3	4.0	13.5
35.	კურსები	0-15	5-7	4.0	42	0.13	4.4	8.0	15.0
36.	კურსები	15-30		4.0	28	0.07	3.1	6.5	13.0
37.	ხრესილი	0-15	2-3	4.0	72	0.2	2.9	8.7	15.0
38.	ხრესილი	15-30		4.1	55	0.12	1.7	7.1	11.0
39.	ხრესილი	0-15	3-6	4.0	63	0.15	3.5	9.4	16.0
40.	ხრესილი	15-30		4.0	51	0.08	2.2	6.9	11.0
41.	ხრესილი	0-15	6-8	4.0	45	0.12	4.4	10.2	14.0
42.	ხრესილი	15-30		4.1	29	0.07	3.0	6.3	12.0
43.	ძიროვანი	0-15	2-4	4.1	74	0.19	2.9	6.4	13.0
44.	ძიროვანი	15-30		4.1	58	0.12	2.0	3.0	9.0
45.	ძიროვანი	0-15	4-5	4.0	66	0.17	3.3	7.5	14.0
46.	ძიროვანი	15-30		4.0	53	0.09	2.1	4.5	11.0
47.	ძიროვანი	0-15	5-7	4.0	42	0.11	4.5	8.8	17.0
48.	ძიროვანი	15-30		4.1	31	0.07	2.8	5.6	15.5
49.	ჯვარისა	0-15	2-3	4.1	75	0.18	3.0	5.7	14.0
50.	ჯვარისა	15-30		4.1	56	0.12	1.7	2.3	12.0
51.	ჯვარისა	0-15	3-6	4.0	65	0.15	3.3	7.3	15.0
52.	ჯვარისა	15-30		4.1	52	0.08	1.8	3.4	13.0
53.	ჯვარისა	0-15	6-8	4.1	45	0.11	4.4	8.6	17.0
54.	ჯვარისა	15-30		4.1	33	0.07	3.0	4.5	15.5
55.	ბუეთი	0-15	2-3	4.0	74	0.20	2.9	6.8	13.5
56.	ბუეთი	15-30		4.0	53	0.13	1.6	3.1	9.2
57.	ბუეთი	0-15	3-6	4.1	67	0.16	3.4	7.8	14.4
58.	ბუეთი	15-30		4.1	54	0.09	1.8	4.2	11.2
59.	ბუეთი	0-15	6-8	4.0	43	0.12	4.1	9.5	17.3
60.	ბუეთი	15-30		4.1	32	0.08	2.9	4.8	15.0

4.3. ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების სეზონური დინამიკა ნიადაგში

მთელ რიგ მკვლევართა მონაცემებით, გენეტიკურად განსხვავებული ნიადაგები განსხვავდებიან მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების ცვალებადობის ხარისხით. მათ დინამიკაზე არსებით გავლენას ახდენს სასუქების სისტემატური შეტანა, მათი მზარდი დოზები, კლიმატური პირობები, მცენარის ბუნება და სახეობა და კულტურული

მცენარეების სავეგეტაციო პერიოდისათვის დამახასიათებელი მრავალი სხვა ფაქტორი.

საქართველოში მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების დინამიკაზე დაკვირვებები ჩატარებულია სხვადასხვა ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში (ზარდალიშვილი, ქართველიშვილი, 1982; ზეიკიძე, 1985; მჭედლიშვილი, 1979;).

ჩვენს მიერ გამოკვლევები ჩატარდა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე. 2003-2005 წლებში მინდვრის ცდის პირობებში ისწავლებოდა ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების შემცველობის დინამიკა.

ნიადაგის ნიმუშები ჩაის მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში აღებული იქნა ოთხჯერ. ჩაის რიგთაშორისებში ნიმუშის აღება ხდებოდა ბურღით ყოველი ვარიანტიდან 12 წერტილზე 3 სიღრმეზე;

წყალხსნადი ბორის დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში ბორის მჟავას სხვადასხვა დოზით შეტანის პირობებში წარმოდგენილია მე-9 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ წყალხსნადი ბორის შემცველობა ნიადაგში დაბალია. უსასუქო და ფონის ვარიანტზე მისი რაოდენობა 0,19-0,2 მგ/კგ-ის ფარგლებშია, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ არსებული ინდექსების მიხედვით საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი წყალხსნადი ბორის შემცველობის მიხედვით ღარიბია.

წყალხსნადი ბორის განაწილება ნიადაგის ჰორიზონტების მიხედვით არათანაბარია. მათი მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა 0-15სმ სიღრმის ფენაში. ქვემოთ, სიღრმეში წყალხსნადი ბორის შემცველობა იკლებს.

ცხრილის მონაცემები უჩვენებენ, რომ ბორიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად იზრდება წყალხსნადი ბორის შემცველობა ნიადაგში. ასე, მაგალითად, თუკი უსასუქო და ფონის (N300P150K100) ვარიანტზე წყალხსნადი ბორის შემცველობა 0-15სმ სიღრმეში არ აღემატება 0,14-0,16მგ/კგ (2005წ.27.04), ბორიანი სასუქების შეტანის ვარიანტებზე მისი რაოდენობა იზრდება 0,26-0,32-0,35მგ-მდე კგ ნიადაგზე.

ცდის ყველა ვარიანტზე, წყალხსნადი ბორის შედარებით მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა გაზაფხულზე –ჩაის მცენარის ვეგეტაციის დაწყების პერიოდში, სასუქების შეტანის შემდეგ. ჩაის მცენარის ვეგეტაციის ბოლოსაკენ მისი რაოდენობა თანდათან იკლებს, რაც მოცემულ პერიოდში მცენარის მიერ აღნიშნული ელემენტის მაღალი მოხმარებით უნდა აიხსნას. ასე, მაგალითად, წყალხსნადი ბორის შემცველობა NPK+B3 ვარიანტზე დინამიკაში შემდეგნაირად იცვლება (2005წელი): აპრილი – 0,35-0,15; ივნისი

– 0,33-0,14; აგვისტო – 0,30-0,12; ოქტომბერი – 0,29-0,12.

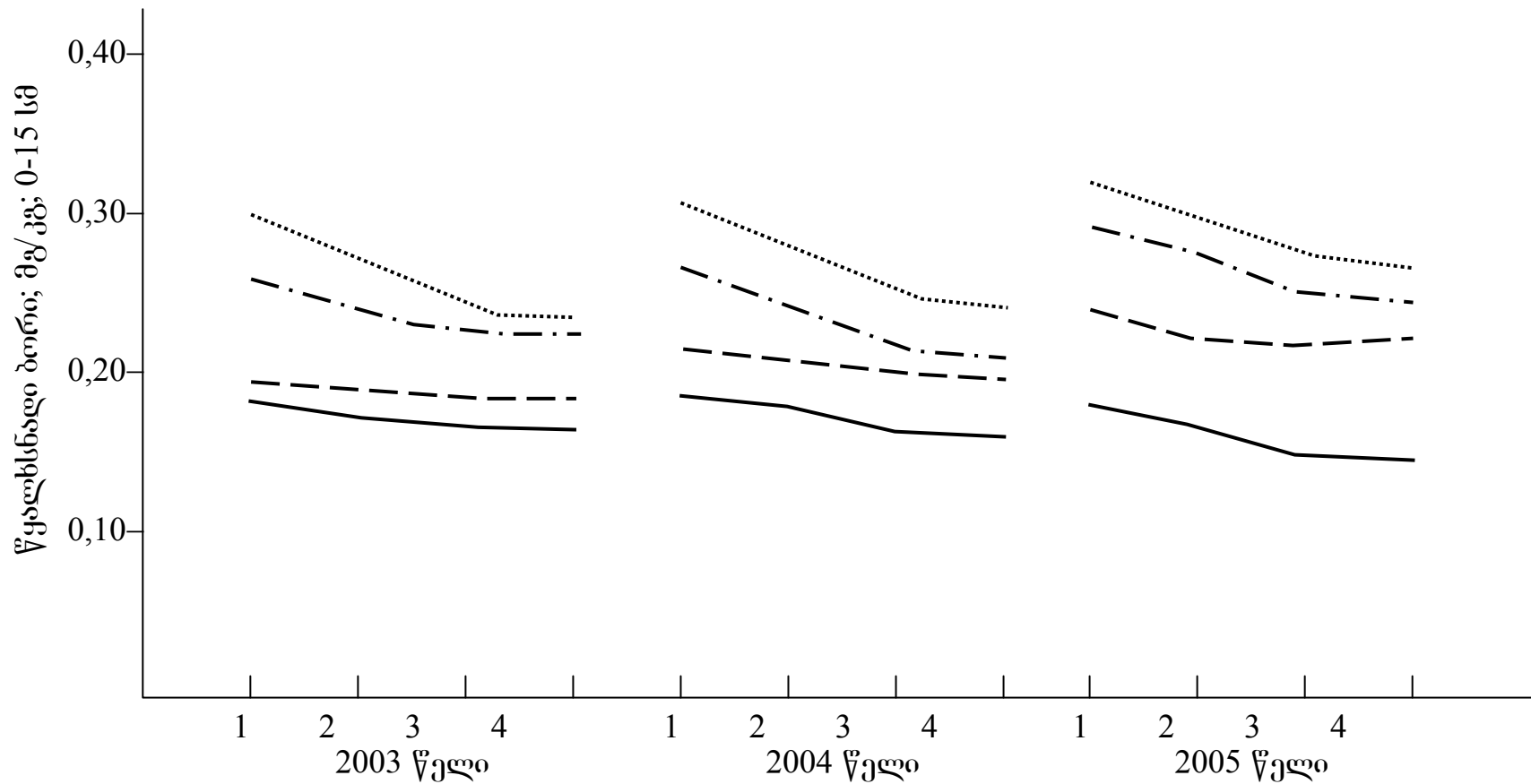
წყალხსნადი ბორის სეზონური დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში სასუქების გამოყენებასთან კავშირში თვალსაჩინოდ არის ასახული პირველ დიაგრამაზე.

ცხრილი 9

**წყალხსნადი ბორის შემცველობის დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში; მგ/კგ;
(მინდვრის ცდა ჩაიზე)**

48

ვარიანტი	ნიმუშის აღმოსილრმე სმ	ცდის დაყენებადე 10.03.2003წ.	2003 წელი				2004 წელი				2005 წელი			
			24.04	20.06	16.08	15.10	26.04	15.06	12.08	14.10	27.04	12.06	15.08	16.10
უსასუქო	0-15	0.19	0.19	0.17	0.16	0.15	0.18	0.17	0.15	0.14	0.16	0.15	0.14	0.13
	15-30	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.09	0.09	0.07	0.06	0.06
N300P150K 100-ფონი	0-15	0.20	0.20	0.18	0.15	0.14	0.16	0.15	0.12	0.12	0.14	0.13	0.12	0.10
	15-30	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06
NPK+B1	0-15	0.19	0.20	0.19	0.17	0.17	0.22	0.21	0.20	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
	15-30	0.09	0.11	0.10	0.09	0.09	0.11	0.10	0.09	0.09	0.11	0.11	0.10	0.09
NPK+B2	0-15	0.20	0.25	0.22	0.20	0.18	0.22	0.22	0.22	0.22	0.33	0.33	0.22	0.22
	15-30	0.09	0.12	0.10	0.09	0.09	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
NPK+B3	0-15	0.20	0.28	0.25	0.22	0.22	0.33	0.22	0.22	0.22	0.33	0.33	0.33	0.22
	15-30	0.09	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11



დიაგრამა 1. წყალხსნადი ბორის შემცველობის დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში (მინდვრის ცდა ჩაიზე)

1. აპრილი; 2. ივნისი; 3. აგვისტო; 4. ოქტომბერი

— უსასუქო, - - - NPK+B1, - . - NPK+B2, NPK+B3

დიაგრამიდან ჩანს, რომ როგორც უსასუქო, ისე ბორიანი სასუქის სხვადასხვა დოზით შეტანის ვარიანტებზე, წყალხსნადი ბორის შედარებით მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა გაზაფხულზე, შემდგომში ადგილი აქვს მის თანადათან კლებას ვეგეტაციის ბოლოსაკენ. როგორც ჩანს, აპრილში, როდესაც ნიადაგში ტენიანობა და ტემპერატურა ხელსაყრელია და მასში უხვად მოიპოვება მცენარეული ნარჩენები, ცელულოზის დამშლელი მიკროფლორის მოქმედება ინტენსიური ხდება, რასაც მივყავართ ჰუმუსოვანი ნივთიერებების მინერალიზაციამდე, რითაც თავისუფლდება ბორი. ზაფხულის თვეებში წყალხსნადი ბორის შემცველობის შემცირება მცენარის მიერ აღნიშნული ელემენტის მაღალი მოხმარებით (ნიადაგიდან მისი გაზრდილი რაოდენობით გამოტანით) უნდა აიხსნას.

დიაგრამიდან ჩანს, რომ წყალხსნადი ბორის შემცველობის დინამიკის გამომსახველი მრუდები ბორიანი სასუქების შეტანიდან მესამე წელს (2005) უფრო მაღლა გავლებული, ვიდრე პირველ და მეორე წელს. აღნიშნული ფაქტი იმაზე მიუთითებს, რომ ბორიანი სასუქების შეტანით ნიადაგის ნაყოფიერება წყალხსნადი ბორის შემცველობის მიხედვით თანადათან მაღლდება.

უსასუქო ვარიანტზე კი, როგორც დიაგრამიდან ჩანს, წყალხსნადი ბორის შემცველობის მიხედვით აღნიშნება ნიადაგის ნაყოფიერების კლების ტენდენცია.

მოძრავი მანგანუმი ნიადაგში იმყოფება სხვადასხვა შენაერთების სახით. მისი მოძრაობა განპირობებულია ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციებით, ნიადაგის ხსნარის რეაქციით, ნიადაგის ტენიანობით, მიკროფლორის აქტივობით (ზირინი, ბოლომკოვა, 1964).

მცენარის მანგანუმით კვების საკითხების სწორად გაგებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მოძრავი მანგანუმის შემცველობის დინამიკის შესწავლას.

იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში მოძრავი მანგანუმის შემცველობის დინამიკის შესწავლისათვის ნიადაგის ნიმუშები ჩაის მცენარის ვეგეტაციის პერიოდში აღებულ იქნა ოთხჯერ ზემოთ აღწერილი მეთოდის შესაბამისად. შედეგები მოტანილია მე-10 ცხრილში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ნიადაგში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა 0-15სმ სიღრმეში უსასუქო და ფონის ვარიანტებზე 63-73მგ/კგ-ის ფარგლებში მერყეობს, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ არსებული ინდექსების მიხედვით საცდელი ნაკვეთის

ნიადაგში მოძრავი მანგანუმი საშუალო შემცველობითაა.

მოძრავი მანგანუმის შემცველობა ნიადაგის ჰორიზონტებში არათანაბარია. მათი მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა 0-15სმ სიღრმის ფენაში. ქვევით, სიღრმეში კი მოძრავი მანგანუმის შემცველობა იკლებს.

მე-10 ცხრილის მონაცემები უჩვენებენ, რომ მოძრავი მანგანუმის შემცველობა ნიადაგში იზრდება მანგანუმიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად. ასე, მაგალითად, თუკი უსასუქო და ფონის (N300P150K100) ვარიანტებზე მოძრავი მანგანუმის შემცველობა 0-15სმ სიღრმეზე 70-71მგ-ია (2004წ.26.04), მანგანუმიანი სასუქის შეტანის ვარიანტებზე მისი რაოდენობა იზრდება 74,1-75-76,2მგ-მდე კვ ნიადაგზე.

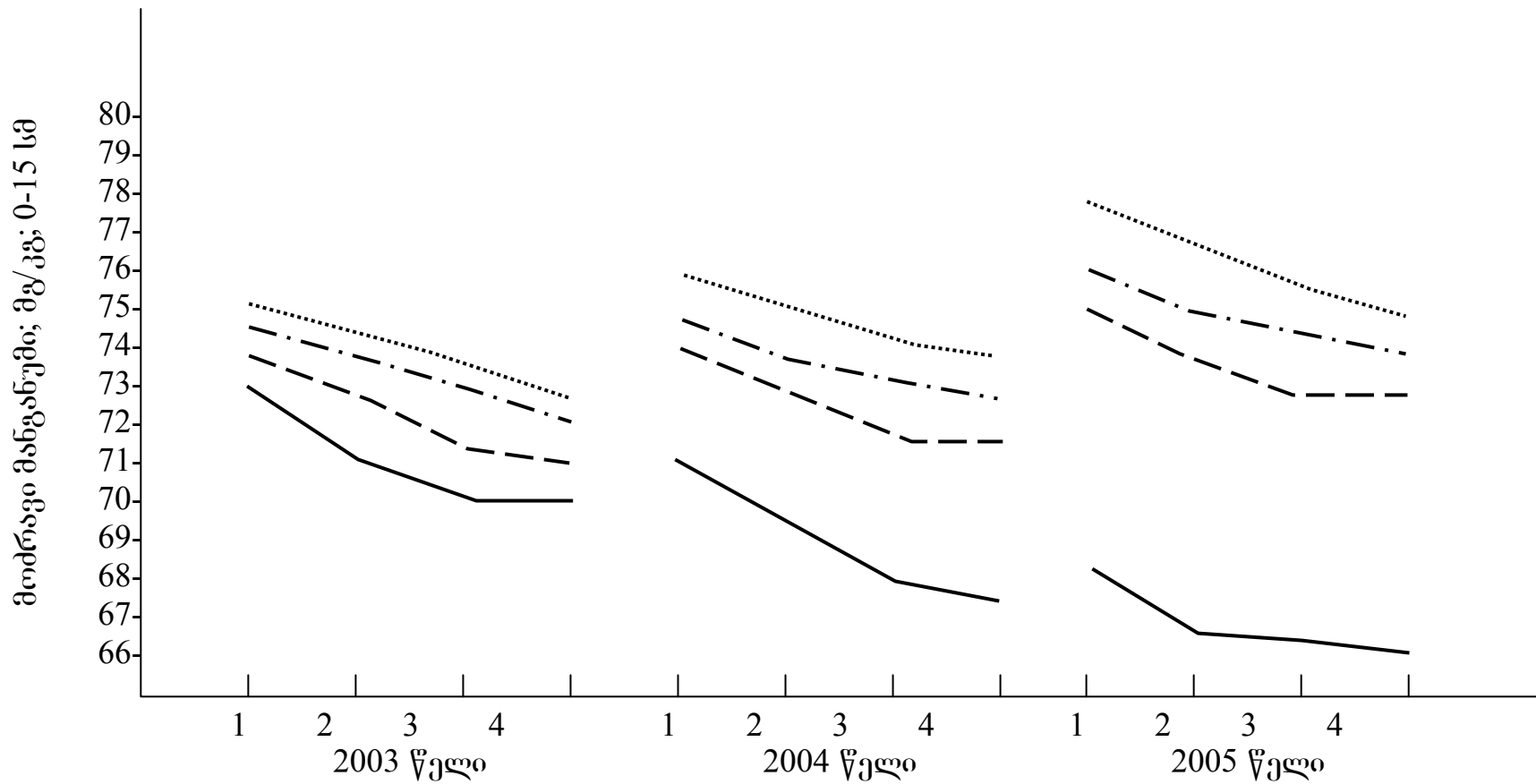
ცდის ყველა ვარიანტზე მოძრავი მანგანუმის შედარებით მაღალი შემცველობა აღინიშნა აპრილში, ჩაის მცენარის ვეგეტაციის დაწყების პერიოდში, ხოლო, შემდგომში, ვეგეტაციის ბოლოსაკენ მისი რაოდენობა თანდათან იკლებს, რაც აღნიშნულ პერიოდში მცენარის მიერ ამ ელემენტის მაღალი მოხმარებით უნდა აიხსნას. ასე, მაგალითად, მოძრავი მანგანუმის შემცველობა ვარიანტზე-NPK+Mn9 დინამიკაში შემდეგნაირად იცვლება (2005წელი): აპრილი-77,7-63; ივნისი-77-62; აგვისტო-76,2-58; ოქტომბერი – 75-57მგ/კვ ნიადაგზე; მოძრავი მანგანუმის შემცველობის სეზონური დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში სასუქების გამოყენებასთან კავშირში თვალსაჩინოდ არის ასახული მე-2 დიაგრამაზე.

დიაგრამიდან ჩანს, რომ როგორც უსასუქო, ისე მანგანუმიანი სასუქის სხვადასხვა დოზით შეტანის ვარიანტებზე მოძრავი მანგანუმის შედარებით მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა გაზაფხულზე – აპრილში, ჩაის მცენარის ვეგეტაციის დაწყების პერიოდში; აღნიშნული ფაქტი ამ პერიოდში ნიადაგში ხელსაყრელი ტენისა და ტემპერატურის პირობებით უნდა აიხსნას, რამაც განაპირობა ნიადაგის მიკროფლორის მაღალი აქტიურობა, ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციებისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნა. ვეგეტაციის ბოლოსაკენ აღინიშნა მოძრავი მანგანუმის თანდათან კლება.

მოძრავი მანგანუმის შემცველობის დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში; მგ/კგ;

(მინდვრის ცდა ჩაიზე)

ვარიანტი	ნიმუშის აღების სიღრმე სმ	ცდის დაყენებამდე 10.03.2003წ.	2003 წელი				2004 წელი				2005 წელი			
			24.04	20.06.	16.08	15.10	26.04	15.06	12.08	14.10	27.04	12.06	15.08	16.10
უსასუქო	0-15	73	73.0	71.0	70.0	70.0	71.0	70.0	68.0	67.0	68.0	66.0	66.0	65.0
	15-30	60	60.0	58.0	58.0	57.0	58.0	56.0	55.0	54.0	55.0	54.0	53.0	53.0
N300P150K100- ფონი	0-15	73	73.0	71.0	70.0	70.0	70.0	68.0	67.0	66.0	66.0	65.0	63.0	63.0
	15-30	61	61.0	60.0	58.0	58.0	59.0	58.0	56.0	54.0	55.0	54.0	52.0	52.0
NPK+Mn3	0-15	73	73.5	73.0	72.0	71.0	74.1	73.5	72.0	72.0	75.0	74.0	73.0	73.0
	15-30	60	60.0	60.0	59.0	59.0	60.0	58.0	57.0	56.0	61.0	59.0	56.0	55.0
NPK+ Mn 6	0-15	73	74.2	73.2	72.5	71.5	75.0	74.0	73.6	73.3	76.5	75.0	74.5	74.2
	15-30	60	60.0	60.0	59.0	59.0	60.5	59.5	58.4	57.5	62.6	61.0	57.0	56.3
NPK+ Mn 9	0-15	73	75.0	74.0	73.2	72.1	76.2	75.5	75.0	74.0	77.7	77.0	76.2	75.0
	15-30	61	61.5	61.0	60.0	60.0	62.0	60.0	59.4	58.5	63.0	62.0	58.0	57.0



დიაგრამა 2. მოძრავი მანგანუმის შემცველობის დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში (მინდვრის ცდა ჩაიზე)

1. აპრილი; 2. ივნისი; 3. აგვისტო; 4. ოქტომბერი

— უსასუქო, - - - NPK+Mn3, - · - NPK+Mn6, ··· NPK+Mn9

მე-2 დიაგრამიდან ჩანს, რომ მოძრავი მანგანუმის დინამიკის ამსახველი მრუდები მანგანუმის სასუქების შეტანიდან მეორე და მესამე წელს დიაგრამაზე უფრო მაღლაა გავლებული, ვიდრე პირველ წელს. აღნიშნული ფაქტი მიუთითებს, რომ მანგანუმის სასუქების შეტანით ნიადაგის ნაყოფიერება მოძრავი მანგანუმის შემცველობის მიხედვით თანდათან მაღლდება.

უსასუქო ვარიანტზე კი, როგორც დიაგრამიდან ჩანს, მოძრავი მანგანუმის შემცველობის მიხედვით აღინიშნება ნიადაგის ნაყოფიერების კლების ტენდენცია.

4. 4. ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების მიგრაცია ნიადაგის სიღრმეში

ნიადაგში სასუქების შეტანისას მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, არა მარტო საკვები ნივთიერებების რაოდენობა ნიადაგში, არამედ, აგერთვე მათი განაწილება და გადაადგილება სიღრმეში.

ნიადაგში ბორისა და მანგანუმის მიგრაციის საკითხი ძალზე რთულია და განისაზღვრება რიგი ფაქტორებით: 1. ნიადაგის შედგენილობით (მექანიკურით, ქიმიურით, არის რეაქციით, წყლის რეჟიმით და ა.შ.); 2. კლიმატური პირობებით (ნალექი, ტენი, ტემპერატურა); 3. მცენარეული საფარით; 4. თანამგზავრი სასუქებით; 5. მიკროსასუქების ფორმებით.

ი.პ. სერდობოლსკიმ (1949) აღმოაჩინა, რომ აერაციის პირობების შეცვლა ძალზე მოქმედებს მანგანუმის შენაერთების ხსნადობაზე. აღნიშნული დადასტურებული იქნა ო.ი. ზარდალიშვილის (1957) გამოკვლევებით მდელოს-ალუვიურ სარწყავ კარბონატულ ნიადაგზე: მან დაადგინა, რომ ნიადაგის ქვედა ფენებში, რომლებიც ხასიათდებიან ცუდი აერაციით, იკლებს მოძრავი მანგანუმის შემცველობა.

დ. დერის და ნ. გ. ზირინის (1965) გამოკვლევებით, ბორი და მანგანუმი შავმიწა, კორდიან-ეწერ და რუხ ნიადაგებში გროვდებიან ჰუმუსოვან ჰორიზონტში.

ზებრისებრ თიხებზე განვითარებული წითელმიწები ნიადაგის პროფილში ბორისა და მანგანუმის განაწილების მიხედვით ეკუთვნიან ნიადაგებს, რომლებშიც ბორისა და მანგანუმის აკუმულირება ხდება ზედა ჰუმუსირებულ ფენაში (სიმონოვი, 1971). ლ. ა. ბარაბაძის (1977) მონაცემებით საერთო ბორისა და მანგანუმის შემცველობა

ნიადაგის სიღრმეში მკვეთრად მცირდება და შემცირება ზოგჯერ ათმაგ სიდიდეს აღწევს. აღნიშნული ფაქტი კარგად არის ცნობილი ლიტერატურაში და ნიადაგის ზედა ჰორიზონტებში ბორისა და მანგანუმის მკვეთრად გამოხატული ბიოლოგიური აკუმულაციით აიხსნება. აღნიშნული მოვლენა ბორისა და მანგანუმს ახასიათებს, როგორც ნივთიერებათა ბიოლოგიურ წრებრუნვაში აქტიურად მონაწილე ელემენტებს.

ლ.ა.ბარაბაძის (1983) მიერ ჩატარებული ანალიზების მონაცემებით ნათლად ჩანს, რომ ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების შემცველობა ნიადაგის ზედა, 0-15სმ ფენაში ყველაზე მაღალია და თანდათანობით მცირდება ნიადაგის სიღრმეში პროფილის მიხედვით. ეს ამტკიცებს შეხედულებას იმის შესახებ, რომ ელემენტის მობილურობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე (დერი, ზირინი, 1965).

მიკროელემენტების განაწილება ნიადაგის გენეტიკური ჰორიზონტების მიხედვით მჭიდრო კავშირშია მათში მიმდინარე ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებთან. ვ.ბ.კოვდას (1959), ა.ნ.გიულახმედოვის (1961), ა.ხ.ნიაზოვის (1970) და სხვ. შრომებიდან ცნობილია, რომ ნიადაგის გენეტიკური ჰორიზონტების მიხედვით მიკროელემენტების გავრცელება დამოკიდებულია ჰუმუსის შემცველობაზე, კარბონატობაზე და მათ მექანიკურ თვისებებზე.

ა.ნ.გიულახმედოვმა და ი.ა.ჯაფაროვმა (1980) ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დაადგინეს, რომ მანგანუმის ყველაზე მაღალი შემცველობა მთა-ტყის ნიადაგებში აღინიშნა 0-16სმ ჰორიზონტში – 1000მგ/კგ ნიადაგზე; მაშინ, როდესაც სიღრმის მატებასთან ერთად, ჰუმუსის შემცველობის შემცირებისა და მექანიკური შედგენილობის – მძიმე თიხნარიდან მსუბუქ თიხნარამდე შეცვლასთან ერთად – აღნიშნული ელემენტის შემცველობა 123სმ სიღრმეზე 500მგ-მდე შემცირდა კგ ნიადაგზე. მანგანუმის განაწილების ასეთ მოვლენას ავტორები მისი ბიოლოგიური ფიქსაციით ხსნიან.

ა.ს.ხაჩატრიანის (1980) მონაცემებით მოძრავი მანგანუმის შემცველობა მთის შავმიწა ნიადაგების სახნავ ფენაში მაღალია და საკმაოდ ფართო ფარგლებში (150-337 მგ/კგ) მერყეობს, ამასთან ერთად, იგი მეტია ნიადაგის ჰუმუსიან ჰორიზონტებში და პროფილის მიხედვით სიღრმეში თანდათან იკლებს, რაც ბიოლოგიური აკუმულაციის შედეგია. საერთო მანგანუმის შემცველობა აღნიშნულ ნიადაგებში 730-1000მგ/კგ (საშუალო – 880მგ/კგ) ფარგლებში მერყეობს. მისი რაოდენობა ნიადაგის პროფილის

მიხედვით ზოგჯერ იკლებს, ხოლო, ზოგჯერ არაკანონზომიერად იცვლება.

ი.ი.ქართველიშვილი (1974) სწავლობდა მიკროელემენტების (B,Mn,Mo და Zn) შემცველობას აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგებში და მათი ეფექტიანობის პირობებს. აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ტიპის ნიადაგების ანალიზმა უჩვენა, რომ როგორც ბორის, ისე მანგანუმის ყველაზე მაღალი შემცველობა იყო ზედა ფენებში და მათი შემცველობა სიღრმეში, ნიადაგის პროფილის მიხედვით მკვეთრად იკლებდა.

ლ.ვ.დავითულიანის (1980) მონაცემებით აღმოსავლეთ საქართველოს სამხრეთ მთიანეთის შავმიწა ნიადაგებში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა 0-20სმ ფენაში შეადგენს 40,5მგ/კგ; სიღრმეში ეს რაოდენობა იკლებს და 40-60სმ ფენაში 30მგ/კგ შეადგენს.

შეიძლება კიდევ მრავალრიცხოვანი მონაცემების მოტანა ნიადაგში ბორისა და მანგანუმის გადაადგილებასთან დაკავშირებით, მაგრამ, ჩვენის აზრით, ზემოთ მოტანილი მონაცემები სავსებით საკმარისია იმისათვის, რომ წარმოდგენა შეგვექმნას სხვადასხვა მკვლევართა შეხედულებებსა და მოპოვებულ მასალებზე მანგანუმის მიგრაციასთან დაკავშირებით.

ნიადაგში შეტანილი ბორისა და მანგანუმის მიგრაცია ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში. გამოყენებულ იქნა აღნიშნულ ნიადაგზე დაყენებული მინდვრის ცდა. ნიადაგის ნიმუშები აღებული იყო 2003 წელს სასუქების შეტანის წინ მინდვრის ცდის ვარიანტების მიხედვით 0-10; 10-20; 20-30; 30-40; 40-50 და 50-60 სმ სიღრმეზე. მოძრავი ბორი განსაზღვრული იქნა ხინალიზარინის მეთოდით, ხოლო მოძრავი მანგანუმი-ამონიუმის აცეტატის ბუფერულ ხსნარში pH-ით 4,8, კრუპსკის და ალექსანდროვას მეთოდით. მინდვრის ცდის დაყენებიდან სამი წლის შემდეგ განმეორებით იქნა აღებული ნიმუშები იგივე სიღრმეზე. ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შეტანილი ბორის გადამოდრავება სიღრმეში წარმოდგენილია მე-11 ცხრილში, რომლის მონაცემები მიუთითებენ, რომ მოძრავი ბორის ძირითადი მასა აღნიშნულ ნიადაგში შეკავებულია 0-30სმ ფენაში და ძალზე სუსტად გადაადგილდება ქვედა ჰორიზონტებში, რასაც პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს. დადგენილი იქნა აგრეთვე, რომ რაც უფრო მაღალია ნიადაგში შეტანილი ბორის მჟავას (ბორიანი სასუქის სახის) დოზა, მით უფრო მეტია ბორის გადაადგილება სიღრმეში. ასე, მაგალითად, ვარიანტზე NPK+B3 კგ/ჰა, ცდის დაყენებიდან სამი წლის შემდეგ, მოძრავი ბორის შემცველობამ 0-10სმ სიღრმეზე შეადგინა - 0,38მგ/კგ ნიადაგზე; 10-20სმ სიღრმეზე -

0,30მგ; 20-30სმ სიღრმეზე – 0,19მგ; 30სმ-ის ქვევით – 0,11 და 0,03მგ/კგ ნიადაგზე. NPK-ს ვარიანტზე მოძრავი ბორის შემცველობამ სიღრმეების მიხედვით შესაბამისად შეადგინა 0,17; 0,12; 0,07; 0,05 და 0,03 მგ/კგ ნიადაგზე.

მოძრავი ბორის მიგრაცია ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში თვალსაჩინოდ არის გამოსახული მე-3 დიაგრამაზე, რომლიდანაც ჩანს, რომ ნიადაგის 0-60სმ სიღრმის ფენაში არსებული მოძრავი ბორის მთლიანი რაოდენობის 82-88% დამაგრებულია 30-40სმ-მდე სიღრმის ფენაში.

ამრიგად, იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შეტანილი ბორი ძირითადად მაგრდება შეტანის ზონაში და ძალზე უმნიშვნელოდ გადაადგილდება მის ქვედა ჰორიზონტებში. აღნიშნული მოვლენა აიხსნება ელემენტის ბიოლოგიური აკუმულაციით და მისი ფიქსაციით მცენარეული ნარჩენების ორგანულ ნივთიერებებში და ნიადაგის ჰუმუსში (მადანოვი და სხვ.,1972).

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა აგრეთვე ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შეტანილი მანგანუმის მიგრაცია ნიადაგის სიღრმეში. შედეგები მოტანილია მე-12 ცხრილში, რომლის მონაცემები მიუთითებენ, რომ მოძრავი მანგანუმის ძირითადი რაოდენობა აღნიშნულ ნიადაგში შეკავებულია 0-30სმ ფენაში და ძალზე სუსტად გადაადგილდება ქვედა ჰორიზონტებში. დადგენილი იქნა აგრეთვე, რომ რაც უფრო მაღალია ნიადაგში შეტანილი მანგანუმის დოზა, მით უფრო მეტია მანგანუმის გადაადგილება სიღრმეში. ასე, მაგალითად, ვარიანტზე NPK+Mn9 კგ/ჰა, ცდის დაყენებიდან სამი

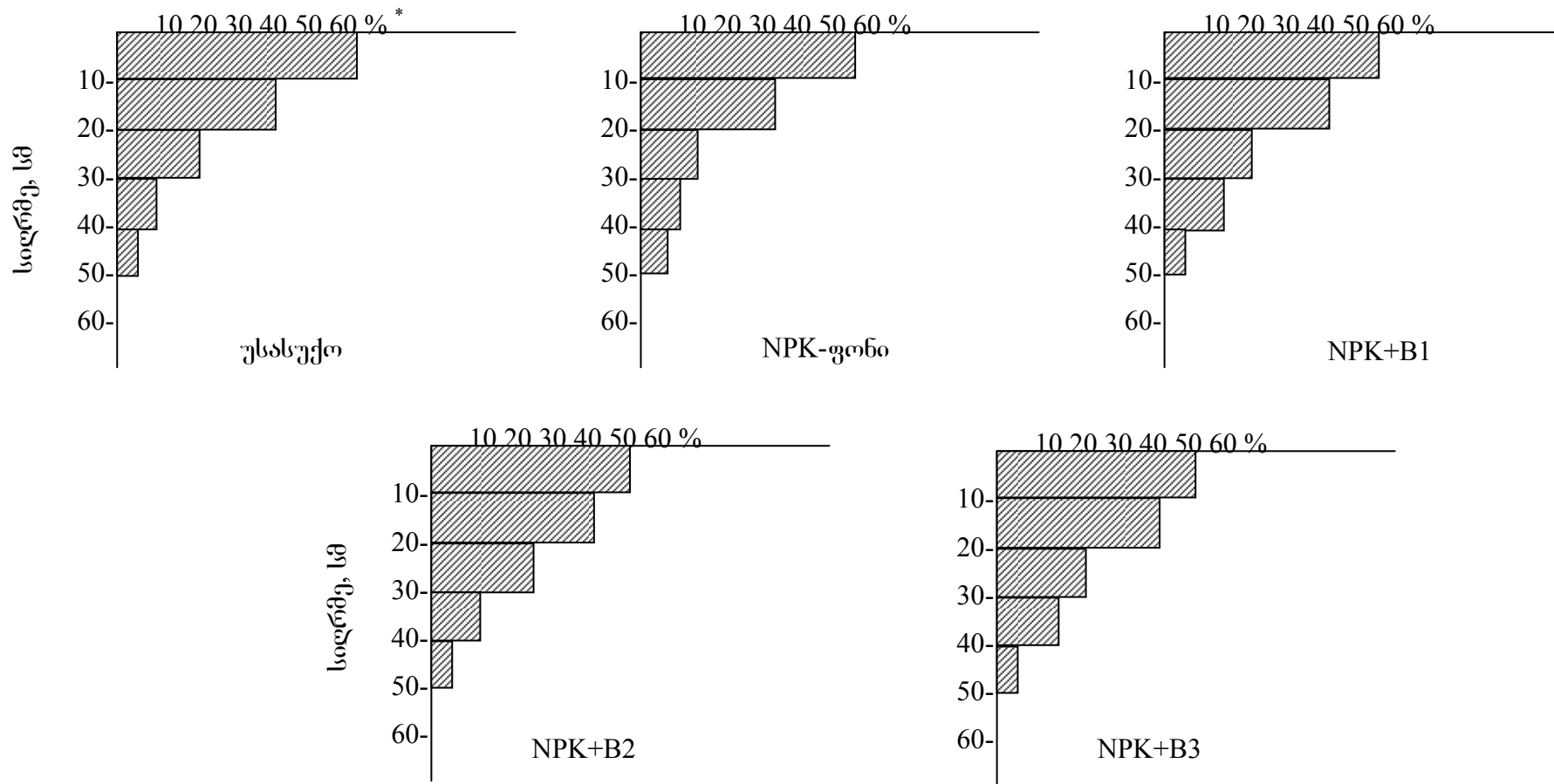
ცხრილი 11

მოძრავი ბორის მიგრაცია ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში

(მინდვრის ცდა ჩაიზე; ორპირი)

ვარიანტი	ნიადაგის ნიმუშის აღების სიღრმე, სმ- ობით	B მგ/კგ ნიადაგზე		
		ცდის დაყენებამდე (2003წ.)	ცდის დაყენებიდან 3 წლის შემდეგ	მატება სასუქის შეტანისაგან
1	2	3	4	5
უსასუქო- საკონტროლო	0-10	0.21	0.18	-
	10-20	0.19	0.13	-
	20-30	0.11	0.08	-
	30-40	0.06	0.03	-
	40-50	0.02	0.02	-
	50-60	-	-	-

NPK- გაზი	0-10	0.21	0.17	-
	10-20	0.19	0.12	-
	20-30	0.11	0.07	-
	30-40	0.07	0.05	-
	40-50	0.03	0.03	-
	50-60	-	-	-
NPK+B1	0-10	0.22	0.28	0.06
	10-20	0.19	0.24	0.05
	20-30	0.12	0.15	0.03
	30-40	0.06	0.09	0.03
	40-50	0.02	0.02	-
	50-60	-	-	-
NPK+B2	0-10	0.21	0.34	0.13
	10-20	0.19	0.28	0.09
	20-30	0.11	0.17	0.06
	30-40	0.07	0.11	0.04
	40-50	0.02	0.03	0.01
	50-60	-	-	-
NPK+B3	0-10	0.21	0.38	0.17
	10-20	0.19	0.30	0.11
	20-30	0.10	0.19	0.09
	30-40	0.06	0.11	0.05
	40-50	0.02	0.03	0.01
	50-60	-	-	-

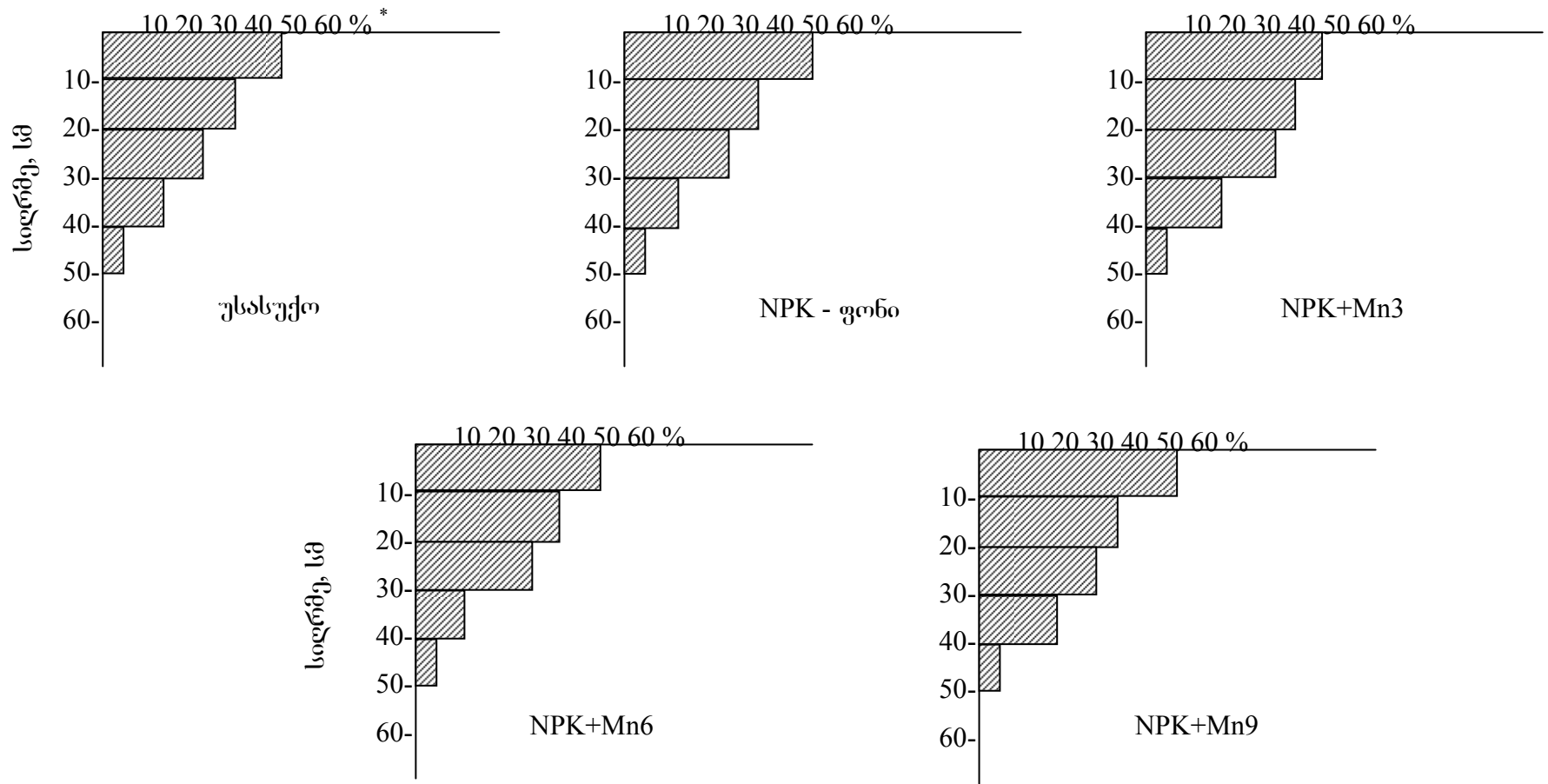


დიაგრამა 3. ბორის მიგრაცია ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში (ორპირი; ჩაი; 2005 წ)

* - %, ნიადაგის 0-60 სმ სიღრმის ფენაში ბორის მთლიანი ჯამიდან

მოძრავი მანგანუმის მიგრაცია ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში
(მინდვრის ცდა ჩაიზე; ორპირი)

ვარიანტი	ნიადაგის ნიმუშის აღების სიღრმე, სმ- ობით	Mn მგ/კგ ნიადაგზე		
		ცდის დაყენებამდე (2003წ.)	ცდის დაყენებიდან 3 წლის შემდეგ	მატება სასუქის შეტანისაგან
უსასუქო- საკონტროლო	0-10	76.0	70.0	-
	10-20	65.0	62.0	-
	20-30	58.5	55.0	-
	30-40	28.5	26.0	-
	40-50	3.0	3.0	-
	50-60	-	-	-
NPK- ფონი	0-10	76.0	71.0	-
	10-20	65.5	63.0	-
	20-30	56.0	54.5	-
	30-40	31.0	26.0	-
	40-50	3.2	3.0	-
	50-60	-	-	-
NPK+ Mn 3	0-10	75.0	78.0	3.0
	10-20	65.4	66.3	0.9
	20-30	57.0	57.8	0.8
	30-40	31.0	31.4	0.4
	40-50	3.2	3.4	0.2
	50-60	-	-	-
NPK+ Mn6	0-10	76.0	80.0	4.0
	10-20	66.0	67.0	1.0
	20-30	58.0	58.7	0.7
	30-40	30.5	30.8	0.3
	40-50	3.3	3.4	0.1
	50-60	-	-	-
NPK+ Mn9	0-10	76.0	81	5.0
	10-20	64.0	65.5	1.5
	20-30	59.0	60.0	1.0
	30-40	29.5	29.9	0.4
	40-50	3.0	3.0	-
	50-60	-	-	-



დიაგრამა 4. მანგანუმის მიგრაცია ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში (ორპირი; ჩაი; 2005 წ)

* - %, ნიადაგის 0-60 სმ სიღრმის ფენაში მანგანუმის მთლიანი ჯამიდან

წლის შემდეგ მოძრავი მანგანუმის შემცველობამ 1-10 სმ სიღრმეზე შეადგინა 81მგ/კგ ნიადაგზე; 10-20 სმ სიღრმეზე – 65,5მგ/კგ; 20-30 სმ სიღრმეზე – 60მგ; 30სმ-ის ქვევით – 29,9 და 3,0 მგ/კგ ნიადაგზე. NPK-ს ვარიანტზე მოძრავი მანგანუმის შემცველობამ სიღრმეების მიხედვით შესაბამისად შეადგინა 71; 63; 54,5; 26 და 3მგ/კგ ნიადაგზე.

მოძრავი მანგანუმის მიგრაცია ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში თვალსაჩინოდ არის გამოსახული მე-4 დიაგრამაზე, რომლიდანაც ჩანს, რომ ნიადაგის 0-60 სმ სიღრმის ფენაში არსებული მოძრავი მანგანუმის მთლიანი რაოდენობის 85-87% დამაგრებულია 30-40 სმ-მდე სიღრმის ფენაში.

ამრიგად, იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შეტანილი მან-განუმი ძირითადად მაგრდება შეტანის ზონაში და ძალზე უმნიშვნელოდ გადა-ადგილდება მის ქვედა ჰორიზონტებში. აღნიშნული ფაქტი ჩვენი აზრით ნიადა-გის ზედა ჰორიზონტებში მანგანუმის ბიოლოგიური აკუმულაციით აიხსნება.

თავი 5. მინდვრის ცდის შედეგები

5. 1. საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება მინდვრის ცდის დაყენებამდე

ნიადაგის სახნავი ფენის შესწავლას ცდის დაყენებამდე და დაყენების შემდეგ დიდი მნიშვნელობა აქვს.

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლების შესწავლის მიზნით, მისი აგეგმვის შემდეგ, მაგრამ სასუქების შეტანამდე (10.03 აღებული იყო შერეული ნიმუშები მიღებული მეთოდიკის მიხედვით. ყოველი ვარიანტიდან, ჩაის რიგთაშორისებში, ბურღით ვიღებდით ნიმუშებს 12 წერტილიდან 3 სიღრმეზე (0-15; 15-30 და 30-45სმ) და მათგან ვადგენდით ფენების მიხედვით საშუალო ნიმუშებს.

ჩატარებული ანალიზის მონაცემები მოტანილია მე-13 და მე-14 ცხრილებში.

როგორც მე-13 ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ხასიათდება ჰუმუსის საშუალო შემცველობით – 0-15სმ სიღრმის ფენაში იგი 3,4-3,6%-ია. პროფილში, სიღრმეში მისი შემცველობა იკლებს.

დაბალია ნიადაგში საერთო აზოტის და ფოსფორის შემცველობა. საერთო აზოტი 0-15სმ სიღრმეში 0,18-0,19%-ია, ხოლო საერთო ფოსფორი 0,11-0,12%; სიღრმეში, ქვევით, მათი შემცველობა იკლებს.

ჰიდროლიზური აზოტის შემცველობის მიხედვით ნიადაგი საშუალოდ უზრუნველყოფილია. მისი შემცველობა 0-15 სმ სიღრმის ფენაში 4,3-4,5 მგ/100გ ფარგლებში მერყეობს. მოძრავი ფოსფორი 7,5-8,1 მგ-ია 100გ ნიადაგზე, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ღარიბია მცენარისათვის შესათვისებელი ფორმებით.

საკვლევი ნიადაგი ხასიათდება საერთო კალიუმის საშუალო შემცველობით – 1,1% 0-15 სმ სიღრმის ფენაში. გაცვლითი კალიუმის რაოდენობა კი დაბალია – 13-15მგ/100გ ნიადაგზე. მათი რაოდენობა სიღრმეში იკლებს.

როგორც ჩატარებულმა აგროქიმიურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენეს საცდელი ნაკვეთის ნიადაგი ხასიათდება შთანთქმული ფუძეების ჯამის დაბალი, ხოლო, გაცვლითი მჟავიანობის მაღალი შემცველობით, რაც განპირობებულია აღნიშნულ ნიადაგში დიდი რაოდენობით მოძრავი Al-ის არსებობით.

ცხრილი 13

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური მაჩვენებლები მინდვრის ცდის დაყენებამდე.

2003 წელი. ტყიბული. ორპირი.

ვარიანტი	ნიადაგის სიღრმე, სმ	pH KCl	გაცვლითი მჟავიანობა, მგ/ექვ. 100გ	ჰუმუსი, %	ძირითადი საკვები ელემენტები						შთანთქმული ფუძეების ჯამი, მგ.ექვ./100
					საერთო ფორმები, %			შესათვისებელი ფორმები, მგ/100			
					N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
უსასუქო	0-15	4.1	3.6	3.6	0.19	0.11	1.1	4.3	7.5	13.0	3.5
	15-30	4.1	4.4	2.2	0.12	0.09	1.1	4.0	2.3	9.0	4.1
	30-45	4.2	5.7	1.4	0.09	0.07	1.0	2.7	2.0	10.0	8.0
ფონი	0-15	4.0	3.5	3.4	0.18	0.12	1.1	4.4	8.1	15.0	4.1
	15-30	4.1	5.0	2.3	0.13	0.09	1.0	3.9	2.9	11.0	7.5
	30-45	4.2	6.5	1.8	0.08	0.06	0.9	2.5	2.2	10.5	7.9

ცხრილი 14

ბორისა და მანგანუმის საერთო და მოძრავი ფორმების შემცველობა საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში მინდვრის ცდის დაყენებამდე.

2003 წელი, ტყიბული, ორპირი

ვარიანტი	სიღრმე, სმ	საერთო, მგ/კვ		მოძრავი, მგ/კვ	
		B	Mn	B	Mn
უსასუქო	0-15	68	1050	0.20	70
	15-30	64	820	0.11	61
N300P150K100- ფონი	0-15	66	1100	0.19	72
	15-30	62	850	0.11	60

NPK+B1	0-15	70	1010	0.20	68
	15-30	61	830	0.12	60
NPK+B1	0-15	69	1045	0.19	70
	15-30	63	810	0.11	62
NPK+B1	0-15	68	1055	0.20	68
	15-30	63	820	0.12	61
NPK+ Mn 3	0-15	70	1100	0.19	72
	15-30	62	840	0.12	63
NPK+ Mn 6	0-15	66	1030	0.20	70
	15-30	60	820	0.11	62
NPK+ Mn 9	0-15	67	1050	0.20	68
	15-30	61	830	0.12	60

ცხრილიდან ჩანს, რომ ნიადაგის არის რეაქცია მჟავა, pH KCl-ის სუსპენზიაში 4,0-4,1-ია, რაც ჩაის კულტურის განვითარებისათვის სავსებით ნორმალური და შესაბამისია.

მე-14 ცხრილიდან ჩანს, რომ ორპირის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში მაღალია საერთო ბორის და მანგანუმის შემცველობა. მათი რაოდენობა 0-15სმ სიღრმის ფენაში შესაბამისად 66-70 და 1010-1100 მგ/კგ-ის ფარგლებში მერყეობს. ნიადაგის სიღრმეში მათი რაოდენობა იკლებს.

საცდელ ნაკვეთზე სასუქების შეტანის წინ მოძრავი (წყალხსნადი) ბორის შემცველობა დაბალია. 0-15სმ სიღრმეში იგი 0,19-0,20მგ/კგ ფარგლებში მერყეობს.

სიღრმეში მოძრავი ბორის შემცველობა მცირდება და 15-30სმ ფენაში 0,11-0,12მგ/კგ-ის ტოლია.

ცხრილი 14-დან ჩანს, რომ საცდელ ნაკვეთზე 0-15სმ სიღრმის ფენაში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა შეადგენს 68-72მგ/კგ; სიღრმეში მოძრავი მანგანუმის შემცველობა იკლებს და 15-30სმ ფენაში 60-62მგ/კგ-ის ფარგლებში მერყეობს.

მანგანუმის მოძრავი ფორმების შედარებით მაღალი შემცველობა ზედა ჰორიზონტებში მიუთითებს, რომ მისი მობილიზება დამოკიდებულია ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობაზე, ორგანული ნივთიერებების შემცველობაზე და ენერგეტიკულ სუბსტრატზე, რომელიც აუცილებელია მიკროორგანიზმების მოქმედებისათვის.

5.2. საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება მინდვრის ცდის დაყენებიდან 3 წლის შემდეგ

სასუქების სისტემატური და ხანგრძლივი გამოყენების შედეგად იზრდება არა მარტო მოსავალი და მცენარისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების რაოდენობა, არამედ, იცვლება მათი შეფარდებაც. შეტანილი სასუქები დიდ გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ, ფიზიკურ-ქიმიურ, ქიმიურ და სხვა თვისებებზე. სასუქების ხანგრძლივად და სისტემატურად შეტანისას, ნიადაგში ადგილი აქვს ღრმა ცვლილებებს, რომელთა შედეგად იზრდება ნაყოფიერება.

ნიადაგის ნაყოფიერების შესწავლა სასუქების რაციონალური გამოყენების ძირითადი პირობაა. იმისათვის, რომ დაგვედგინა ძირითადი მინერალური სასუქების (აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი) და მიკროსასუქების სისტემატური შეტანის გავლენა ნიადაგის აგროქიმიურ მაჩვენებლებზე 2005 წლის შემოდგომაზე (ჩაის ბუჩქის ვეგეტაციის ბოლოს) ზემოთ აღწერილი მეთოდის შესაბამისად, ვარიანტების მიხედვით აღებული იქნა ნიადაგის ნიმუშები, რომელშიც ჩატარდა სათანადო აგროქიმიური ანალიზები. შედეგები მოტანილია მე-15 და მე-16 ცხრილებში.

მე-15 ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანის შედეგად ცდის ვარიანტების მიხედვით შეიმჩნევა ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის ზოგიერთი ცვლილებები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჰუმუსის, საერთო აზოტის, ფოსფორის და კალიუმის შემცველობა თითქმის არ შეცვლილა. არ შეცვლილა აგრეთვე შთანთქმული ფუძეების ჯამი და pH-ის მაჩვენებელი. აღინიშნა ნიადაგის მჟავიანობის გაზრდის ტენდენცია, რაზეც მიუთითებს გაცვლითი მჟავიანობის მომატება – თუმცა მცირე რაოდენობით.

ცხრილიდან ჩანს, რომ საკვლევ ნიადაგში, უსასუქო ვარიანტთან შედარებით გაიზარდა გაცვლითი კალიუმისა და მოძრავი ფოსფორის შემცველობა. ასე, მაგალითად, თუკი უსასუქო ვარიანტზე გაცვლითი კალიუმი 0-15 სმ სიღრმეში შეადგენს 11მგ/100გ ნიადაგზე, N300P150K100-ის ვარიანტზე K_2O რაოდენობა ტოლია 16,0 მგ/100გ ნიადაგზე, მოძრავი ფოსფორის შემცველობა უსასუქო ვარიანტზე შეადგენს 6,0მგ/100გ ნიადაგზე, N300P150K100-ვარიანტზე – 14,5მგ/100გ ნიადაგზე.

მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ვარიანტები ჰიდროლიზური აზოტის შემცველობის მიხედვით. ასე, მაგალითად, უსასუქო ვარიანტზე მისი შემცველობა სიღრმის მიხედვით შეადგენს 4,0-3,8-2,5 მგ/100გ ნიადაგზე, ხოლო N300P150K100 ვარიანტზე – შესაბამისად 7,5-5,5-3,6მგ/100გ ნიადაგზე. ამრიგად, აღნიშნულ ვარიანტზე, ჰიდროლიზური აზოტის შემცველობამ ზედა სიღრმეში მიაღწია ისეთ სიდიდემდე, როცა მიღებული ინდექსის მიხედვით, ნიადაგი აზოტით უზრუნველყოფილად ითვლება.

2005 წელს ჩაის ვეგეტაციის ბოლოს აღებულ ნიადაგის ნიმუშებში განისაზღვრა აგრეთვე მიკროელემენტების – ბორისა და მანგანუმის როგორც საერთო, ისე მოძრავი ფორმები. შედეგები მოტანილია მე-16 ცხრილში.

მე-16 ცხრილიდან ჩანს, რომ სამი წლის განმავლობაში მიკროსასუქების შეტანის შედეგად მიკროელემენტების საერთო ფორმების შემცველობა ნიადაგში თითქმის არ შეცვლილა.

ცხრილი 15

საცდელი ნაკვეთის ნიადაგის აგროქიმიური დახასიათება მინდვრის ცდის დაყენებიდან 3 წლის შემდეგ

2005 წელი. ტყიბული. ორპირი.

ვარიანტი	ნიადაგის სიღრმე, სმ	pH (KCl)	გაცვლითი მჟავიანობა, მგ/ექვ. 100გ	შთანთქმული ფუძეების ჯამი. მგ.ექვ. 100გ	ჰუმუსი, %	ძირითადი საკვები ელემენტები					
						საერთო ფორმები, %			შესათვისებელი ფორმები, მგ/1კგ		
						N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
უსასუქო	0-15	4.1	3.7	4.2	3.55	0.19	0.11	1.1	4.0	6.0	11.0
	15-30	4.2	4.3	7.4	2.3	0.11	0.08	1.0	3.8	2.0	8.0
	30-45	4.2	5.6	8.0	1.5	0.09	0.08	1.0	2.5	1.8	8.0
N300P150K100 ფონი	0-15	4.0	4.7	4.1	3.6	0.20	0.11	1.1	7.5	14.5	16.0
	15-30	4.1	5.2	6.3	2.4	0.12	0.09	1.1	5.5	5.5	15.5
	30-45	4.1	6.5	7.7	1.8	0.09	0.08	1.0	3.6	2.5	15.0

უსასუქო ვარიანტზე აღინიშნა მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების

რაოდენობის შემცირება, რაც ძირითადად ჩაის მოსავლის მიერ მათი გამოტანით უნდა აიხსნას. კიდევ უფრო მეტად შემცირდა მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების რაოდენობა სრული მინერალური სასუქების შეტანის ვარიანტზე, რაც ამ ვარიანტზე მომატებული მოსავლის მიერ გაზრდილი გამოტანით უნდა აიხსნას.

ცხრილი 16

ბორისა და მანგანუმის საერთო და მოძრავი ფორმების შემცველობა საცდელი ნაკვეთის ნიადაგში მინდვრის ცდის დაყენებიდან 3 წლის შემდეგ
2005 წელი, ტყიბული. ორპირი

ვარიანტი	სიღრმე,სმ	საერთო, მგ/კგ		მოძრავი, მგ/კგ	
		B	Mn	B	Mn
უსასუქო	0-15	67	1040	0.16	67
	15-30	65	840	0.09	55
N300P150K100- ფონი	0-15	68	1100	0.14	64
	15-30	63	870	0.08	54
NPK+B1	0-15	70	1000	0.27	64
	15-30	62	830	0.12	54
NPK+B2	0-15	70	1050	0.34	65
	15-30	63	820	0.13	55
NPK+B3	0-15	69	1060	0.36	64
	15-30	62	830	0.16	54
NPK+ Mn 3	0-15	70	1100	0.15	75
	15-30	64	840	0.08	61
NPK+ Mn 6	0-15	69	1050	0.14	77
	15-30	63	830	0.08	62
NPK+ Mn 9	0-15	70	1050	0.15	79
	15-30	63	840	0.08	64

ბორიანი სასუქების შეტანით გაიზარდა ნიადაგში წყალხსნადი ბორის შემცველობა. ასე, მაგალითად, თუკი უსასუქო ვარიანტზე მისი შემცველობა ცდის დასასრულს (2005წ.) 0,16 მგ/კგ-ია, B-2 შეტანის ვარიანტზე მან – 0,34, ხოლო, B-3 შეტანის ვარიანტზე – 0,36მგ/კგ შეადგინა; მანგანუმიანი სასუქების შეტანას გავლენა არ

მოუხდენია ნიადაგში წყალხსნადი ბორის შემცველობაზე.

მანგანუმის სასუქების შეტანით გაიზარდა ნიადაგში მანგანუმის შემცველობა და Mn-9 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე 0-15სმ სიღრმეში 79მგ/კგ შეადგინა, ნაცვლად 67მგ/კგ-ისა უსასუქო ვარიანტზე. ბორიანი სასუქების შეტანას გავლენა არ მოუხდენია ნიადაგში მანგანუმის შემცველობაზე.

ამრიგად, ბორიანი და მანგანუმის სასუქების შეტანის ვარიანტებზე მოძრავი ბორისა და მანგანუმის შემცველობამ ნიადაგის ზედა სიღრმეში მიაღწია ისეთ სიდიდემდე, როცა მიღებული ინდექსის მიხედვით, ნიადაგი ბორითა და მანგანუმით საშუალოდ უზრუნველყოფილად ითვლება.

5.3. ბორიანი და მანგანუმის სასუქების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე

იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე სტაციონალური მინდვრის ცდა მიკროსასუქების მზარდი დოზების ეფექტურობის დასადგენად ჩაის პლანტაციაში დაყენებული იქნა ტყიბულის რაიონში სოფ.ორპირის ტერიტორიაზე 2003 წელს.

ბორისა და მანგანუმის მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე ნაჩვენებია მე-17 ცხრილში, რომელშიც მოსავლიანობის მონაცემები მოტანილია ცალკეული წლების მიხედვით და აგრეთვე სამი წლის საშუალო მონაცემები როგორც კილოგრამობით ჰექტარზე, ისე პროცენტობით. მიღებული მონაცემების საფუძველზე აღვნიშნავთ შემდეგს:

2003 წელი

2003 წელს უსასუქო ვარიანტზე დაბალია მოსავალი და იგი 1040 კგ-ს არ აღემატება ჰექტარზე. ძირითადი მინერალური სასუქების (N300P150K100) შეტანის ვარიანტზე ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი შესამჩნევად გაიზარდა 1791 კგ/ჰა-ით, ანუ 172%-ით გადააჭარბა უსასუქო ვარიანტს.

კიდევ უფრო გაიზარდა ჩაის ფოთლის მოსავალი მიკროსასუქების შეტანის შედეგად, თუმცა თითოეული მიკროელემენტის ცალკეულად შეტანის შემთხვევაში მიღებული ეფექტი განსხვავებულია.

მიკროელემენტების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე
იმერეთის ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგზე
ტყიბული, სოფ.ორპირი

ვარიანტი	2002წ.		2003წ.			2004წ.			2005წ.			2003-2005წ.წ.საშუალო			
	მოსავლის წინასწარი აღრიცხვა, კგ/ჰა	%	მოსავალი, კგ/ჰა	მატება		მოსავალი, კგ/ჰა კგ/ჰა	მატება		მოსავალი, კგ/ჰა %	მატება		მოსავალი, კგ/ჰა	მატება		
				კგ/ჰა	%		კგ/ჰა	%		კგ/ჰა	%		კგ/ჰა	%	1კგ მიკრო- ელემენტზე კგ
უხასუქო	1071	100	1040	-	-	1120	-	-	2020	-	-	1393	-	-	
N300P150K100- ფონი	1082	101	2831	-	100	2985	-	100	3636	-	100	3151	-	100	
NPK+B1	1103	103	3000	169	6	3180	195	6.5	3890	254	7	3357	206	6	206
NPK+B2	1092	102	3170	339	12	3443	458	15	4145	509	14	3586	435	14	217
NPK+B3	1066	99.5	3199	368	13	3473	488	16	4218	582	16	3630	479	15	160
NPK+ Mn 3	1103	103	3057	226	8	3250	265	9	3863	227	6	3390	239	8	80
NPK+ Mn 6	1093	102	3265	434	15	3535	550	18	4274	638	17	3691	540	17	90
NPK+ Mn 9	1060	99	3284	453	16	3564	579	19	4290	654	18	3713	562	18	62
NPK+B1+ Mn 3	1103	103	3114	283	10	3320	335	11	3972	336	9	3469	318	11	79
NPK+B2+ Mn 6	1092	102	3397	566	20	3663	678	22.7	4399	763	21	3820	669	21	84
NPK+B3+ Mn 9	1082	101	3425	594	21	3677	692	23	4436	800	22	3846	695	22	58
P,%	-		7.8			7.0			6.2						
უ.ა.ს.,კგ/ჰა	-		82			91			103						

მოძრავი ბორით ღარიბ ნიადაგში ბორიანი სასუქების სხვადასხვა დოზით შეტანის პირობებში ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებამ ძირითადი მინერალური სასუქების ფონზე შეადგინა – 169-339-368კგ/ჰა ანუ 6-13%. შედარებით მაღალი ეფექტით გამოირჩევა ვარიანტი, სადაც N300P150K100-ის ფონზე შეტანილია B2 კგ/ჰა. აღნიშნულ ვარიანტზე მოსავლის მატებამ ფონთან შედარებით შეადგინა 339კგ/ჰა ანუ 12%. ბორის დოზის შემდგომი გადიდება განაპირობებს მოსავლის ზრდას, მაგრამ მატება წინა დოზასთან შედარებით უმნიშვნელოა.

ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ მანგანუმით საშუალოდ უზრუნველყოფილ ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შეტანილი მანგანუმის სასუქისაგან მიღებული ეფექტი მაღალია. მოსავლის მატებამ ფონთან შედარებით – 226-434 და 453კგ/ჰა-ზე ანუ 8-16% შეადგინა. მანგანუმის გამოცდილი დოზებიდან (Mn3; 6; 9კგ/ჰა) ჩაის ფოთლის მოსავლის შედარებით მაღალი მატება – 434 კგ/ჰა – მიღებულია ვარიანტზე, სადაც სრული მინერალური სასუქების ფონზე შეტანილია Mn6კგ/ჰა; მანგანუმის დოზის შემდგომი გაზრდა იწვევს მოსავლიანობის მატებას, 19კგ/ჰა, მაგრამ მოსავლის აღნიშნული მატება ცდომილების ფარგლებშია.

ბორიანი და მანგანუმის სასუქების ცალ-ცალკე შეტანასთან ერთად მინდვრის ცდაში ისწავლებოდა მათი ერთობლივად, სხვადასხვა დოზებით შეტანის ეფექტურობაც (ვარიანტი 9,10,11). მთელ ცდაში მოსავლის ყველაზე მაღალი მატება უსასუქო და ფონის ვარიანტებთან შედარებით აღინიშნა მე-10 ვარიანტზე, სადაც სრული მინერალური სასუქების ფონზე მიკროსასუქები ერთობლივად არის შეტანილი შემდეგი დოზებით B2+ Mn6 კგ/ჰა. ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალმა აღნიშნულ ვარიანტზე 3397კგ/ჰა შეადგინა. მატება ფონთან შედარებით 566კგ/ჰა ანუ 20%-ია. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ შემდეგ ვარიანტზე (B3+Mn9) მიღებული მოსავალი ჭარბობს წინა ვარიანტს, მაგრამ მატება მცირეა და იგი ცდომილების ფარგლებშია.

2004 წელი

2004 წელს წინა წელთან შედარებით ცდის ყველა ვარიანტზე მიღებულია მაღალი მოსავალი, რაც, ერთის მხრივ, ხელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობებისა და, მეორეს მხრივ, მაღალ დონეზე განხორციელებული აგროტექნიკური ღონისძიებებით უნდა აიხსნას.

აღნიშნულ წელსაც შენარჩუნებულია სასუქების ეფექტურობის იგივე კანონზომიერებანი, რაც დადგენილი იყო წინა წელს.

ძირითადი მინერალური სასუქების შეტანის ვარიანტზე მოსავალი 1865 კგ/ჰა-ით, ანუ 166,5%-ით აღემატება უსასუქო ვარიანტს. ბორიანი სასუქების გამოცდილი დოზებიდან შედარებით მაღალეფექტურია B2კგ/ჰა, რომლის შეტანის შემთხვევაში ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალმა შეადგინა 3443 კგ/ჰა, მატება ფონთან შედარებით 458კგ/ჰა ანუ 15%-ია.

მე-17 ცხრილიდან ჩანს, რომ მაღალია მანგანუმიანი სასუქისაგან მიღებული ეფექტიც. Mn3 კგ/ჰა დოზით შეტანის ვარიანტზე მიღებული ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი 265 კგ/ჰა ანუ 8,9%-ით ჭარბობს ფონის ვარიანტს (NPK). მანგანუმიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად, გაიზარდა ჩაის ფოთლის მოსავალიც და Mn6 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე 3535 კგ შეადგინა ჰექტარზე. მატება ფონთან შედარებით 550კგ/ჰა ანუ 18%-ია, წინა დოზასთან შედარებით კი - 285 კგ/ჰა ანუ 8,8%. მანგანუმიანი სასუქების დოზების შემდგომი გაზრდა -(Mn-9კგ-მდე) ასევე ზრდის ჩაის ფოთლის მოსავალს, მაგრამ მატება, წინა დოზასთან შედარებით, უმნიშვნელოა - 29კგ/ჰა.

ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების ერთობლივად შეტანით კიდევ უფრო გაიზარდა ჩაის ფოთლის მოსავალი, ამ მხრივ საუკეთესო აღმოჩნდა მე-10 ვარიანტი - NKP+B2+Mn6; ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი აღნიშნულ ვარიანტზე 3663 კგ-ია ჰექტარზე. მატება ფონთან (NKP) შედარებით 678კგ/ჰა ანუ 22,7%-ია. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების დოზების შემდგომი გაზრდით, მათი ერთობლივად გამოყენების პირობებში (NKP+B3+Mn9) ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის მნიშვნელოვანმა მატებას ადგილი არ ჰქონია.

2005 წელი

2005 წელს ჩაის ფოთლის მოსავალმა განოყიერებულ ვარიანტებზე გადააჭარბა 4 ტონას. წინა წლებთან შედარებით ყველა ვარიანტზე მიღებულია მაღალი მოსავალი, რაც ხელსაყრელი მეტეოროლოგიური პირობებითაა და მაღალი აგროტექნიკური ფონით უნდა აიხსნას.

2005 წელსაც ძირითადად შენარჩუნებულია წინა წლებში (2003-2004წ.წ.) აღნიშნული კანონზომიერებები მიკროსასუქების გავლენის შესახებ ჩაის მოსავალზე. ამ წელსაც ბორიანი სასუქებიდან მაღალი ეფექტურობით გამოირჩეოდა დოზა - B2 კგ/ჰა, ხოლო, მანგანუმიანი სასუქებიდან დოზა - Mn6 კგ/ჰა; ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების ერთობლივად შეტანის ვარიანტებიდან საუკეთესო იყო მე-10 ვარიანტი - NKP+B2+Mn6; მოსავალმა აღნიშნულ ვარიანტზე 4399 კგ/ჰა შეადგინა და 21%-ით

გადააჭარბა ფონის ვარიანტს.

მე-17 ცხრილში მოტანილია აგრეთვე ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის სამი წლის საშუალო მონაცემები. ცხრილიდან ჩანს, რომ სამი წლის საშუალო მონაცემებით უსასუქო ვარიანტზე დაბალია მოსავალი და იგი 1393კგ-ს არ აღემატება ჰექტარზე. ძირითადი მინერალური სასუქების (N300P150K100) შეტანის ვარიანტზე ჩაის ფოთლის მოსავალი შესამჩნევად გაიზარდა და 1758 კგ/ჰა-ით, ანუ 126%-ით გადააჭარბა უსასუქო ვარიანტს.

ბორიანი სასუქის დაბალი დოზით – B1 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე მოსავალმა 206კგ/ჰა ანუ 6%-ით გადააჭარბა ძირითადი მინერალური სასუქების (NKP-ფონი) შეტანის ვარიანტს. ბორიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად, იზრდება ჩაის ფოთლის მოსავალიც და B2 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე იგი სამი წლის საშუალო მონაცემებით 3586კგ/ჰა აღწევს. მატება ფონის ვარიანტთან შედარებით 435 კგ/ჰა ანუ 14%-ია, ხოლო, წინა დოზასთან (NKP+ B1) შედარებით 229კგ/ჰა ანუ 6,8%-ია; ბორიანი სასუქების დოზების შემდგომი გაზრდა ასევე ზრდის ჩაის ფოთლის მოსავალს, მაგრამ მატება NKP+ B2 დოზასთან შედარებით უმნიშვნელოა – 44კგ/ჰა (1%).

მანგანუმის დაბალი დოზით – Mn3 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე 2003-2005 წ.წ. საშუალო მონაცემებით მოსავალი 239კგ/ჰა ანუ 8%-ით ჭარბობს ფონის ვარიანტს (NKP). მანგანუმის სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად გაიზარდა ჩაის ფოთლის მოსავალიც და Mn6 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე სამი წლის საშუალო მონაცემებით 3691 კგ შეადგინა ჰექტარზე. მატება ფონთან შედარებით 540 კგ/ჰა ანუ 17%-ია; წინა დოზასთან შედარებით კი 301 კგ/ჰა ანუ 8,9%-ია. მანგანუმის სასუქების დოზების შემდგომი გაზრდა (Mn 9 კგ-მდე) ასევე ზრდის ჩაის ფოთლის მოსავალს, მაგრამ მატება, წინა დოზასთან შედარებით სამი წლის საშუალო მონაცემებითაც უმნიშვნელოა – 22 კგ/ჰა;

როგორც ცხრილიდან ჩანს, 2003-2005წ.წ. საშუალო მონაცემებითაც კიდევ უფრო იზრდება ჩაის ფოთლის მოსავალი ბორიანი და მანგანუმის სასუქების ერთობლივად შეტანით. ამ მხრივ საუკეთესოა მე-10 ვარიანტი –NPK+B2+Mn6 კგ/ჰა; ჩაის ფოთლის მოსავალი აღნიშნულ ვარიანტზე სამი წლის საშუალო მონაცემებით 3820 კგ-ია ჰექტარზე. მატება ფონთან (NKP) შედარებით 669 კგ/ჰა ანუ 21%-ია. ბორიანი და მანგანუმის სასუქების დოზების შემდგომი გაზრდით, მათი ერთობლივად გამოყენების პირობებში (NKP+B3+Mn9) ჩაის ფოთლის მოსავლის მნიშვნელოვან მატებას აღვილი არ ჰქონია.

თუ ვიმსჯელებთ შეტანილი მიკროსასუქების (მოქმედი ნივთიერება) ყოველი ერთი კილოგრამიდან მიღებული მოსავლის მატებით ბორიანი სასუქების გამოცდილი დოზებიდან ყველაზე ეფექტურია - B2 კგ/ჰა, რომლის შეტანის შედეგად ყოველი კილოგრამი მოქმედი ნივთიერებიდან მიღებულია მატება 217 კგ ჩაის ფოთოლი. ბორიანი სასუქების შემდგომი დოზა - B3 კგ/ჰა ასევე დადებითად მოქმედებს მოსავლის სიდიდეზე, მაგრამ მატება წინა დოზასთან შედარებით ნაკლებია.

მანგანუმიანი სასუქების გამოცდილი დოზებიდან (3; 6; 9) ყოველი 1 კგ მანგანუმის შეტანით მიღებული მოსავლის მატება ყველაზე მაღალია ვარიანტზე NKP+Mn6 კგ/ჰა - 90 კგ ჩაის ფოთოლი, ხოლო აღნიშნული მიკროელემენტების ერთობლივად გამოყენების ვარიანტებიდან ამ მხრივ საუკეთესოა - NKP+B2+Mn6 კგ/ჰა, რომელზეც ყოველი 1 კგ შეტანილი მიკროსასუქებიდან ჩაის ფოთლის მოსავლის მატება 84 კგ-ია. ცხრილიდან ჩანს, რომ მინდვრის ცდის დაყენების შემდეგ, საკონტროლო ვარიანტზე, სადაც არ შეიტანება სასუქები, მოსავალი ყოველწლიურად იზრდება და ცდის მიმდინარეობის მესამე წელს (2005წ.) მოსავალმა 2020 კგ/ჰა მიაღწია.

ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის რაოდენობაზე გავლენა მოახდინა არა მარტო სასუქების შეტანამ და ხელსაყრელმა მეტეოროლოგიურმა პირობებმა, არამედ, აგრეთვე, აგროტექნიკის საერთო ფონმა. ადრე, 90-იანი წლების დასაწყისამდე პლანტაცია ნოყიერდებოდა და აგროტექნიკური ღონისძიებებიც დროულად და ხარისხიანად სრულდებოდა. ჩვენს ქვეყანაში განვითარებული მძიმე ეკონომიკური კრიზისის გამო პლანტაციაში წლების განმავლობაში ვერ ხორციელდებოდა სათანადო აგროტექნიკური ღონისძიებები. პლანტაციები ძალზე დასარევლიანდა და ჩაის ბუჩქმაც დაიწყო დაკნინება; იკლო ჩაის ფოთლის მოსავლიანობამაც. ჩვენს მიერ, მთელ საცდელ ნაკვეთზე ჩატარდა ჩაის პლანტაციის მოვლის აგროტექნიკური ღონისძიებების მთელი კომპლექსი (სარეველებისაგან სისტემატური გაწმენდა, საზამთრო გადაბარვა, რიგთაშორისების რეგულარული კულტივაცია, სადრენაჟო სისტემის წესრიგში მოყვანა და სხვ.), რომელმაც გააუმჯობესა მცენარის კვება და რომელმაც, განსაზღვრა ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობის კანონზომიერი ამაღლება.

ამრიგად, აღნიშნული მინდვრის ცდის შედეგების გაანალიზების საფუძველზე, შეიძლება აღინიშნოს, რომ იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე ჩაის ფოთლის მაღალი მოსავლის მისაღებად მიზანშეწონილია ძირითადი მინერალური სასუქების N300P150K100-ის ფონზე ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების ერთობლივად შეტანა

B2+Mn6 კგ/ჰა.

მოსავლის მონაცემები დამუშავებლია მათემატიკურად დისპერსიული მეთოდით. ცხრილში მოტანილია ცდის სიზუსტის დახასიათების ძირითადი მაჩვენებლები:

1. უ.ა.ს-უმცირესი არსებული სხვაობა. ცნობილია, რომ თუკი ორ შესადარებელ ვარიანტს შორის სხვაობა აღემატება უ.ა.ს., მაშინ ეს ვარიანტები არსებითად განსხვავდებიან. ჩვენს შემთხვევაში

უ.ა.ს.=82 კგ/ჰა (2003წ.)

უ.ა.ს.=91 კგ/ჰა (2004წ.)

უ.ა.ს.=103 კგ/ჰა (2005წ.)

როგორც მოტანილი ციფრებიდან ჩანს, ჩვენს შემთხვევაში როგორც ბორის, ისე, მანგანუმის მზარდი დოზების ყველა ვარიანტი განსხვავდება „საკონტროლო“ და „ფონის“ ვარიანტებისაგან „ უ.ა.ს.“-ის მნიშვნელობაზე მეტი სიდიდით, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ შესადარებელი ვარიანტებს შორის არსებული სხვაობა დამაჯერებელია.

2. ცდის სიზუსტე.

ჩვენს შემთხვევაში $P=7,8\%$ (2003წ.)

$P=7,0\%$ (2004წ.)

$P=6,2\%$ (2005წ.)

მრავალწლიანი კულტურებისათვის დასაშვებია ცდის სიზუსტე 7-8%-მდე. ეს მიუთითებს, რომ ჩვენს შემთხვევაში ცდა ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების მზარდი დოზების ეფექტურობის შესასწავლად მთლიანობაში ზუსტია.

5.4. მიკროელემენტების შემცველობა ჩაის მცენარეში

საკვები ელემენტების შემცველობა მცენარეში არაერთნაირია და იგი დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე – ნიადაგურ და აგროტექნიკურ პირობებზე, გამოყენებულ სასუქებზე, მეტეოროლოგიურ პირობებზე, მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებაზე და მისი განვითარების ფაზებზე (ორლოვა, 1971; მადანოვი და სხვ., 1972).

ჩაის ბუჩქის გაშენების სამეურნეო მიზანი ახალგაზრდა ფოთლიანი ყლორტების (დუყების) მიღებაა, რომელთა წარმოქმნაში მნიშვნელოვან როლს ბუჩქის ძველი (გაუხეშებული) ფოთლები ასრულებს. ლიტერატურული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ისე როგორც ყველა მრავალწლოვანი მცენარეებისათვის, ჩაის მცენარისთვისაც დამახასიათებელია საკვები ელემენტების დაგროვება ძველ ფოთლებში და მათი მეორადი გამოყენება ნივთიერებათა ცვლაში; ეს არსებით როლს ასრულებს ჩაის მცენარის კვების რეჟიმში.

გ.გოლეთიანის (1960) გამოკვლევებით ძველი (გაუხეშებული) ფოთლების მოცილებით ჩაის ფოთლის მოსავალი პირველი კრეფის ჩატარებისას 45%-ით მცირდება, ხოლო, მთლიანად წლის განმავლობაში – 20%-ით; ამიტომ, მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ დუყებთან ერთად შეგვესწავლა ძველი ფოთლების ქიმიური შემცველობაც.

ჩაის მცენარის ფოთლის ქიმიური შედგენილობა მაკროელემენტების – N, P, K, Ca, Mg-მიხედვით საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი, მიკროელემენტების მიმართ კი ყურადღება ნაკლებადაა გამახვილებული.

ბორი მცენარეებში 100მგ/კგ-ზე (მშრალ ნივთიერებაზე) ნაკლები რაოდენობითაა. ბორს მცირე რაოდენობით შეიცავს ერთწლიანი მცენარეები, შედარებით მეტს შეიცავს-ორლებნიანები, კიდევ უფრო მეტს – რძე-წვენიის სისტემის მცენარეები (სივოროტკინი, 1952). ჩაის მცენარეს ბორის შემცველობის მიხედვით საშუალო ადგილი უკავია (ობუხოვი, ბარაბაძე, 1981). მისი შემცველობა ძველ ფოთლებში უსასუქო ვარიანტზე 13,2-დან 26,3 მგ/კგ-მდე მერყეობს, ხოლო დუყებში – 11,6-დან 17,9-მდე მგ/კგ მშრალ მასაზე (ბარაბაძე, 1983). ანალოგიური მონაცემებია მიღებული სხვა მკვლევარების მიერ როგორ დასავლეთ საქართველოში, ასევე შრი-ლანკაში (მეტრეველი, 1961; სიმონოვი, 1971). ინდოეთის პირობებში, ასამის შტატში, ბორის შემცველობა ჩაის ფოთოლში მნიშვნელოვნად მაღალია და 30-დან 50 მგ/კგ-მდე მერყეობს მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით (Harler 1971).

ი.ბარაბაძის გამოკვლევებით (1983) მნიშვნელოვნად მეტ ბორს შეიცავს ჩაის ძველი (გაუხეშებული) ფოთლები, ვიდრე ახალგაზრდა. ანალოგიური კანონზომიერება იყო დადგენილი თ.მეტრეველის (1961) ვ.სიმონოვის (1971) და სხვა მკვლევართა მიერ. ძველ ფოთლებში ბორის დაგროვების მიუხედავად, ი.ჩერნავინას (1970) და სხვ. გამოკვლევებით, მას არ შეუძლია რეუტილიზირება. ამიტომ, მცენარეში ელემენტის

სიმცირის პირობებში, ყველაზე უფრო წვეროს კვირტები რჩებიან მოსვენების მდგომარეობაში და სწრაფად კვდებიან (Pethijagoda, Krishnapiillai, 1971).

ლ.ბარაბადის (1981) გამოკვლევებში უსასუქო ვარიანტზე ბორის შემცველობის ვარიაციის კოეფიციენტი ჩაის ძველ ფოთლებში შეადგენს 20,3%, ხოლო დუყებში – 13,2%; მინერალური სასუქის (NKP) გამოყენებასთან ერთად ჩაის ძველ ფოთლებში ბორის შემცველობა ნაკლებად იცვლება, ხოლო, დუყებში მნიშვნელოვნად იზრდება და ვარიაციის კოეფიციენტი აღწევს 31,2%-ს.

ბორის შესვლა მცენარეში, ისე როგორც სხვა მიკროელემენტების, დამოკიდებულია ნიადაგის ტიპზე; თიხა ნიადაგებზე – მასიურ-კრისტალური ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე განვითარებულ წითელმიწებზე, ზებრისებრ თიხებზე განვითარებულ წითელმიწებზე, ყვითელმიწა – სამუალო ეწერ მსუბუქ თიხა და კორდიან-ლებიან თიხნარ ნიადაგებზე ბორის შემცველობა დუყებში, შესაბამისად ტოლია 6,18; 9,35; 8,6 და 7,37 მგ/კგ, ხოლო ძველ ფოთლებში – 10,45; 11,9; 12,0 და 7,37 მგ/კგ მშრალ ნივთიერებაზე (სიმონოვი, 1971).

ჩატარებული გამოკვლევების (კატალიმოვი, 1965; ზირინი, მოტუზოვა, ობუხოვი, 1971) თანახმად, ბორის შემცველობა მცენარის სხვადასხვა ნაწილში განსხვავებულია – მისი ყველაზე მაღალი შემცველობა აღინიშნება ყვავილებში. მცენარის ვეგეტატიურ ორგანოებს შორის ბორის ყველაზე მცირე შემცველობა აღინიშნა ღეროში, ყველაზე მეტი-ფოთლებში. ჩაის მცენარეში ბორის ყველაზე მცირე შემცველობა აღინიშნება თესლში, ხოლო, ყველაზე მაღალი-ფოთლებში (ცხრილი 18); ბორის შემცველობა ჩაის ყვავილში არ არის შესწავლილი.

მ.კატალიმოვის (1965), ნ.ზირინისა და გ.მოტუზოვას (1972) გამოკვლევებით, ბორიანი სასუქების შეტანა ნიადაგში მნიშვნელოვნად ადიდებს ბორის შესვლას მცენარეში და მის საერთო გამოტანას. ანალოგიურად მიმდინარეობს ეს პროცესი ჩაის მცენარეშიც – წითელმიწა ნიადაგში ბორიანი სასუქების შეტანისას ჩაის დუყებში ბორის შესვლა 154%-ით იზრდება (თალაკვაძე, ბარაბაძე, 1976);

მიკროელემენტების შემცველობა ჩაის ბუჩქში, მგ/კგ მშრალ მასაზე
სუფსა; (სიმონოვი, 1971)

მცენარის ორგანოები	ელემენტები			
	B	Mn	Cu	Zn
დუყი	6.02	405	11.2	27.40
ფოთოლი	11.00	1360	9.20	10.00
ღერო	4.80	435	5.00	11.90
თესლი	2.62	100	7.02	6.70
ფესვი	3.34	213	4.64	12.0

ჩაის ბუჩქში მანგანუმის შემცველობა პროცენტის მეათასედიდან მეათედამდე ფარგლებში მერყეობს და დამოკიდებულია, უწინარესად, თვით მცენარის ბიოლოგიურ თავისებურებებზე და აღნიშნული ელემენტის მოძრავი ფორმის შემცველობაზე. მანგანუმის მაღალი შემცველობით ხასიათდება ტანიდებით, ორგანული მჟავებით და ალკალოიდებით მდიდარი მცენარეები (უსპენსკი, 1915; ლევანიდოვი, 1961). ასეთი მცენარეები იწოდება მანგანოფილებად. მანგანოფილურს მიეკუთვნება ჩაის მცენარეც. კულტურულ მცენარეებს შორის იგი გამოირჩევა მანგანუმის მაღალი შემცველობით (მოსეშვილი და სხვ. 1962).

ლ.ბარაბაძის და სხვ.(1981) გამოკვლევებით მანგანუმის შემცველობა ჩაის ბუჩქის ძველ ფოთლებში 1730-3570 მგ/კგ შეადგენს (მშრალ მასაზე); ახალგაზრდა ფოთლები (დუყები) გაცილებით ნაკლებ მანგანუმს შეიცავს 530-849 მგ/კგ (მშრალ მასაზე). უნდა აღინიშნოს, რომ მითითებული შეფარდება დამახასიათებელია სხვადასხვა ნიადაგებზე განვითარებული ჩაის ბუჩქებისათვის (ტროიცკი, 1949; მეტრეველი, 1961; სარიშვილი და სხვ. 1974; 1976; სიმონოვი, 1971; გომიაშვილი, ჩებოტარევა, 1977) და შენარჩუნებულია მანგანუმის სიმცირის პირობებშიც კი (სარიშვილი და სხვ. 1975). ამრიგად, ჩაის მცენარისათვის დამახასიათებელია მანგანუმის აკუმულაცია ძველ გაუხეშებულ

ფოთლებში.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ტანიდებით მდიდარი მცენარე შეიცავს ბევრ მანგანუმს, მაგრამ აღნიშნული ნივთიერებების შემცველობა ჩაის მცენარეში არ არის პირდაპირ კორელაციურ დამოკიდებულებაში ფოთლებში მანგანუმის შემცველობასთან. რაც უფრო ახალგაზრდაა ფოთოლი, მით მეტია მასში ტანიდების შემცველობა (ბოკუჩავა, 1958; ჯმუხაძე, 1958; ხოჭოლავა, 1977), ხოლო მანგანუმის შემცველობა, პირიქით, დაბალია.

მანგანუმის შემცველობა მცენარეში ძლიერ იცვლება ნიადაგის ტიპის მიხედვით. ამ მხრივ ჩაიც არ წარმოადგენს გამონაკლისს. საქართველოს სუბტროპიკულ ეწერ ნიადაგებზე ჩაის ფოთოლში აღინიშნა მანგანუმის უფრო მაღალი შემცველობა (1200-1780მგ/კგ), ვიდრე წითელმიწებზე ჩაის ფოთოლში (350-650 მგ/კგ მშრალ მასაზე), (მეტრეველი, 1961).

მასიურ-კრისტალური ქანების გამოფიტვის პროდუქტებზე განვითარებულ წითელმიწა თიხიან ნიადაგებზე, ზებრისებრ თიხებზე განვითარებულ წითელმიწებზე, ყვითელმიწა საშუალო ეწერ მსუბუქ თიხნარ და კორდიან-ლებიან თიხიან ნიადაგებზე მანგანუმის შემცველობა დუყებში, შესაბამისად ტოლია 488; 850; 149 და 649 მგ/კგ, ხოლო, ძველ ფოთლებში – 915; 2360; 3092 და 1846 მგ/კგ მშრალ მასაზე (სიმონოვი, 1971). ინდოეთში, ასამის შტატის პირობებში, სადაც ჩაი გაშენებულია მსუბუქ ქვიშიან, ქვიშნარ, თიხნარ და მკვრივ თიხა ნიადაგებზე მანგანუმის შემცველობა მის ფოთლებში 500-დან 100 მგ/კგ-მდეა მშრალ მასაზე (Harler, 1971).

მცენარეში მანგანუმის შესვლაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნიადაგის არის რეაქცია. ნიადაგის მოკირიანების შემდეგ და კირის დოზების გაზრდასთან ერთად მრავალ სასოფლო-სამეურნეო კულტურაში იკლებს მანგანუმის შესვლა, ხოლო ნიადაგის არის გამჟავების პირობებში, პირიქით, იმატებს (კატალიმოვი, 1965).

დადგენილია, რომ მანგანუმის შემცველობა მცენარის სხვადასხვა ორგანოში განსხვავებულია. ვ.სიმონოვის (1971) გამოკვლევების მიხედვით, ჩაის მცენარეში მისი ყველაზე მაღალი შემცველობა აღინიშნება ძველ ფოთლებში – 1360 მგ/კგ მშრალ მასაზე; შემდეგ მანგანუმის შემცველობის კლების მიხედვით მოდის ღერო – 435, დუყი – 405 და ფესვები – 213 მგ/კგ მშრალ მასაზე; მისი ყველაზე დაბალი შემცველობა კი აღინიშნა თესლში – 100მგ/კგ მშრალ მასაზე (ცხრილი 18).

ჩაის მცენარეში მანგანუმის შესვლა დამოკიდებულია ნიადაგში მის

შემცველობაზე. ნიადაგში მანგანუმის მოძრავი შენაერთების გაზრდასთან ერთად, იზრდება მისი შემცველობა ჩაის ფოთოლში (გოძიაშვილი, ჩებოტარევა, 1982). აღნიშნული მოვლენა ყველაზე ნათლად მჟღავნდება ნიადაგში მანგანუმის დაბალი შემცველობის პირობებში (სარიშვილი, ჯიბლაძე, გოძიაშვილი, 1975).

მიუხედავად დაგროვილი მდიდარი სამეცნიერო მასალისა, იმერეთის მიკროზონაში ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგებზე, რომელიც ჩაის მაღალი ხარისხოვანი პროდუქციის წარმოების მიხედვით მნიშვნელოვნად განსხვავდება საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების სხვა რაიონებში წარმოებული პროდუქციისაგან, გამოკვლევები მიკროსასუქების გამოყენებაზე, ჩაის მცენარეში მიკროელემენტების შემცველობაზე, აღნიშნული ელემენტების მოსავლით გამოტანაზე და სხვა, აქამდე არ ჩატარებულა.

ჩვენს მიერ შესწავლილ იქნა მიკროელემენტების – ბორისა და მანგანუმის შემცველობა ჩაის ბუჩქის სხვადასხვა ორგანოში – ძველ (გაუხეშებულ) ფოთოლში, დუყში, ღეროში, თესლსა და ფესვში. გამოკვლევები ჩატარდა 2003-2005 წლებში. მცენარის ნიმუშები აღებულ იქნა ტყიბულის რაიონში, სოფ.ორპირში ჩაის პლანტაციაში. მიკროსასუქების ეფექტურობაზე დაყენებული მინდვრის ცდის უსასუქო და NKP+B3+Mn9 ვარიანტებიდან. ჩატარებული ანალიზის შედეგები მოტანილია მე-19 ცხრილში.

მე-19 ცხრილიდან ჩანს, რომ ბორისა და მანგანუმის შემცველობა ჩაის მცენარის სხვადასხვა ორგანოში განსხვავებულია. ბორის ყველაზე მაღალი შემცველობა აღინიშნება ძველ, გაუხეშებულ ფოთოლში – 19,4მგ/კგ მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით, შედარებით ნაკლები რაოდენობა – 15,8მგ/კგ აღინიშნება ახალგაზრდა ფოთლებში – დუყში; ღეროში B-ის შემცველობა – 13 მგ/ეგ-მდეა; თესლში – 6,3, ხოლო ფესვში – 7,1 მგ/კგ.

მიკროელემენტების შემცველობა ჩაის ბუჩქის სხვადასხვა ორგანოში; მგ/კგ მშრალ მასაზე

ტყიბული, ორპირი; 2003-2005წ.წ.საშუალო

ვარიანტი	მცენარის ორგანო	ელემენტი	
		B	Mn
უსასუქო	ძველი ფოთოლი	19.4	2387
	დუყი	15.8	611
	ღერო	13.0	616
	თესლი	6.3	150
	ფესვი	7.1	207
NPK+B3+ Mn 9	ძველი ფოთოლი	22.9	3336
	დუყი	18.5	890
	ღერო	14.1	898
	თესლი	7.0	162
	ფესვი	7.7	212

ძირითადი (NKP) და მიკროსასუქების ერთობლივად გამოყენების შემთხვევაში ჩაის მცენარის ყველა ორგანოში გაიზარდა ბორის შემცველობა, თუმცა მცენარის სხვადასხვა ორგანოში მისი განაწილების კანონზომიერება იგივეა.

ამრიგად, ჩაის მცენარის ორგანოები მათში ბორის შემცველობის მიხედვით ლაგდება შემდეგი კლებადი რიგით: ძველი ფოთოლი> დუყი> ღერო> ფესვი> თესლი.

მანგანუმის შემცველობა მნიშვნელოვნად მაღალია ძველ ფოთოლში – 2387 მგ/კგ მშრალ მასაზე; შესამჩნევად ნაკლებია მისი შემცველობა ღეროსა და დუყში – შესაბამისად 611 და 616 მგ/კგ; ფესვში Mn-ის შემცველობა მეტია, ვიდრე თესლში და შესაბამისად შეადგენს – 207 და 150 მგ/კგ მშრალ მასაზე.

მანგანუმის შემცველობა ჩაის მცენარის სხვადასხვა ორგანოში შესამჩნევად იზრდება სასუქების გამოყენების ფონზე (ცხრილი 19), თუმცა, ამ შემთხვევაშიც მცენარის სხვადასხვა ორგანოში მისი განაწილების კანონზომიერება იგივეა.

ამრიგად, ჩაის მცენარის ორგანოები მათში მანგანუმის შემცველობის მიხედვით

ლაგდება შემდეგი კლებადი რიგით: ძველი ფოთოლი>ღერო>დუყი > > ფესვი> თესლი.

5.5. მიკროელემენტების შემცველობის დინამიკა ჩაის მცენარეში

მცენარის ორგანოებში მინერალური კვების ელემენტების დაგროვების დინამიკა მნიშვნელოვანი ხარისხით ასახავს აღნიშნულ ელემენტებზე მცენარის განსხვავებულ მოთხოვნილებას ზრდისა და განვითარების პერიოდების მიხედვით (რიბაჩენკი, 1975). ამიტომ, მცენარე სხვადასხვა ფაზაში საკვები ელემენტების განსხვავებულ რაოდენობას შეიცავს (ბობკო, 1963; პარიბოკი, 1959; კატალიმოვი, 1965).

ჩვენს მიერ ჩატარებული იქნა დაკვირვება ჩაის მცენარეში ბორისა და მანგანუმის შემცველობის დინამიკაზე იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე დაყენებული მინდვრის ცდის ბაზაზე.

მცენარის ნიმუშები ჩაის სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში აღებული იქნა სამჯერ: მაისში, აგვისტოში და ოქტომბერში.

ბორის შემცველობის დინამიკა ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) ფონზე ბორიანი სასუქების სხვადასხვა დოზით შეტანასთან კავშირში წარმოდგენილია მე-20 და 21-ე ცხრილებში.

ცხრილების მონაცემები მიუთითებენ ჩაის მცენარეში ბორის შესვლის მკვეთრად გამოხატულ დინამიკაზე ვეგეტაციის პერიოდების მიხედვით.

ცდის ყველა ვარიანტზე, ჩაის ძველ ფოთლებში ბორის შედარებით მაღალი შემცველობა აღინიშნა მაისის თვეში (ჩაის ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდში), ოქტომბერში კი ადგილი აქვს მისი შემცველობის კლებას. ასე, მაგალითად, ბორის შემცველობა NPK+B2 ვარიანტზე დინამიკაში იცვლება შემდეგნაირად (2004წ.) მაისი – 20,2; აგვისტო-19,0; ოქტომბერი – 18 მგ/კგ მშრალ მასაზე.

ჩაის ძველ ფოთლებში ბორის მაღალი შემცველობა მაისის თვეში აიხსნება ჩაის ინტენსიური ვეგეტაციით, როცა იწყება გაძლიერებული წვენმოძრაობა მცენარეში. ამასთან, მაისის თვეში ფოთლებს ყველაზე დიდი ასაკი აქვთ, ხოლო ელემენტ ბორს ახასიათებს მით მეტი ლოკალიზება ფოთლებში, რაც მეტია მათი ასაკი.

ბორის შემცველობის დინამიკა ჩაის ბუჩქის ძველ ფოთლებში. მგ/კგ მშრალ მასაზე

ტყიბული, ორპირი

ვარიანტი	2003 წელი			2004 წელი			2005 წელი		
	20.05	18.08.	15.10	17.05	20.08	12.10	22.05	20.08	16.10
უსასუქო-საკონტროლო	20.5	19.0	17.0	20.0	18.5	17.0	19.4	18.3	16.8
N300P150K100-ფონი	15.2	14.8	3.5	14.8	14.0	13.0	14.2	13.8	1.9
NPK+B1	16.3	15.5	14.0	19.5	18.3	16.2	20.0	12.9	17.0
NPK+ B2	18.4	17.2	16.4	20.2	19.0	18.0	21.3	20.4	18.8
NPK+ B3	21.0	20.0	18.0	22.1	21.5	20.6	22.9	22.0	21.1

ბორის შემცველობის დინამიკა ჩაის ბუჩქის დუყებში. მგ/კგ მშრალ მასაზე

ტყიბული, ორპირი

ვარიანტი	2003 წელი			2004 წელი			2005 წელი		
	20.05	18.08.	15.10	17.05	20.08	12.10	22.05	20.08	16.10
უსასუქო-საკონტროლო	16.1	15.3	15.0	16.0	15.2	14.8	15.8	15.0	14.4
N300P150K100-ფონი	14.5	14.0	13.6	14.2	13.8	13.4	13.7	13.3	13.0
NPK+B1	14.9	14.4	14.0	15.7	15.0	14.6	16.5	16.0	15.6
NPK+ B2	15.8	15.2	14.8	16.8	16.0	15.4	17.6	17.2	16.8
NPK+ B3	16.7	16.0	15.5	17.7	17.0	16.3	18.5	18.0	17.5

ჩაის ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდი (მაისის თვე) გავლენას ახდენს ახალგაზრდა ფოთლებში ბორის გადიდებული რაოდენობით შესვლაზე. ცხრილიდან ჩანს, რომ ჩაის დუყში ბორის შედარებით მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა მაისის თვეში. შემდგომში, აგვისტოსა და ოქტომბერში ადგილი აქვს მის თანდათანობით კლებას. ასე, მაგალითად, ბორის შემცველობა ჩაის დუყებში NPK+B3 ვარიანტზე დინამიკაში შემდეგნაირად იცვლება (2004 წელი): მაისი 17,7; აგვისტო – 17; ოქტომბერი – 16,3მგ/კგ მშრალ მასაზე.

მაშასადამე, ჩაის მცენარის როგორც ძველი, ისე ახალი ფოთლები (დუყები) უფრო მეტი რაოდენობით შეიცავენ ბორს მაისში, ვიდრე აგვისტოში, როცა დგება ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდის დასასრული.

როგორც ჩანს, აღნიშნული მოვლენა დაკავშირებულია თვით მცენარის ბიოლოგიასთან. სავეგეტაციო სეზონის მეორე ნახევარში თანდათან იკლებს მცენარის ვეგეტატიური მოქმედება, ადგილი ეთმობა გენერაციული ორგანოების ფორმირებას და მომწიფებას (ბახტაძე, 1971; გოჩოლაშვილი, ზალდასტანიშვილი, 1963).

ჩაის ვეგეტაციის დასასრულს გენერაციული ორგანოების მომწიფება განსაკუთრებით მკაფიოდ აისახა ძველ ფოთლებში ბორის შემცველობის შემცირებაზე, რამდენადაც მცენარე აღნიშნულ პერიოდში ნაყოფის ფორმირებისათვის საჭიროებს დიდი რაოდენობით ბორს (რატნერი, 1965; კატალიმოვი, 1965); ამასთან, ჩაის მცენარისათვის დამახასიათებელია უხვი ყვავილობა და ერთ ბუჩქზე წარმოიქმნება 800-მდე ყვავილი (ჩხაიძე, მიქელაძე, 1979).

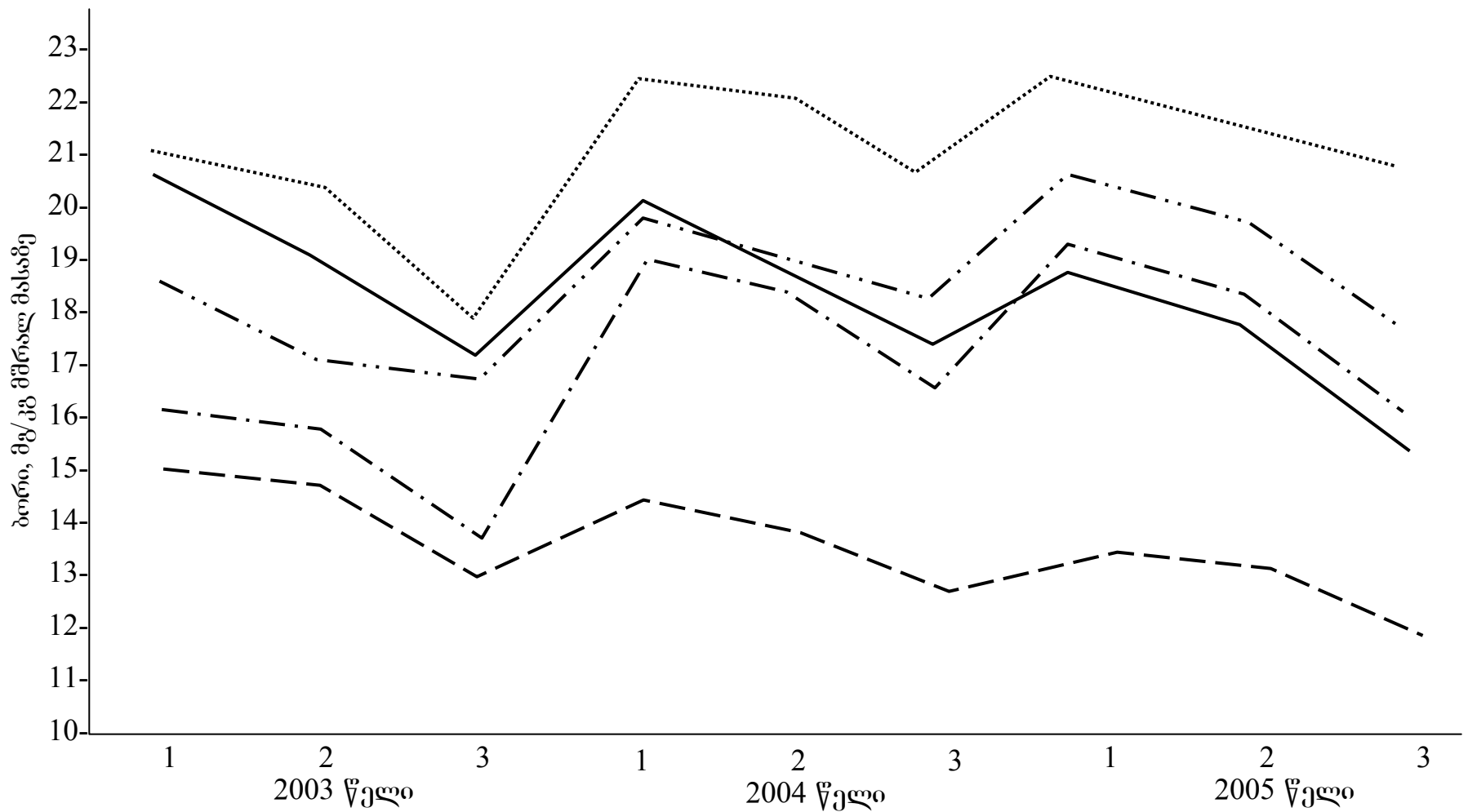
ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში ბორის შემცველობის სეზონური დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში სასუქების გამოყენებასთან კავშირში თვალსაჩინოდ არის ასახული მე-5 და მე-6 დიაგრამებზე, საიდანაც ჩანს, რომ ბორის შედარებით მაღალი შემცველობა შეიმჩნევა მაისში (ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდში). ვეგეტაციის ბოლოსაკენ კი ადგილი აქვს მის თანდათან კლებას.

მანგანუმის შემცველობის დინამიკა ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) ფონზე მანგანუმის სასუქების სხვადასხვა დოზით შეტანასთან კავშირში წარმოდგენილია 22-ე და 23-ე ცხრილებში.

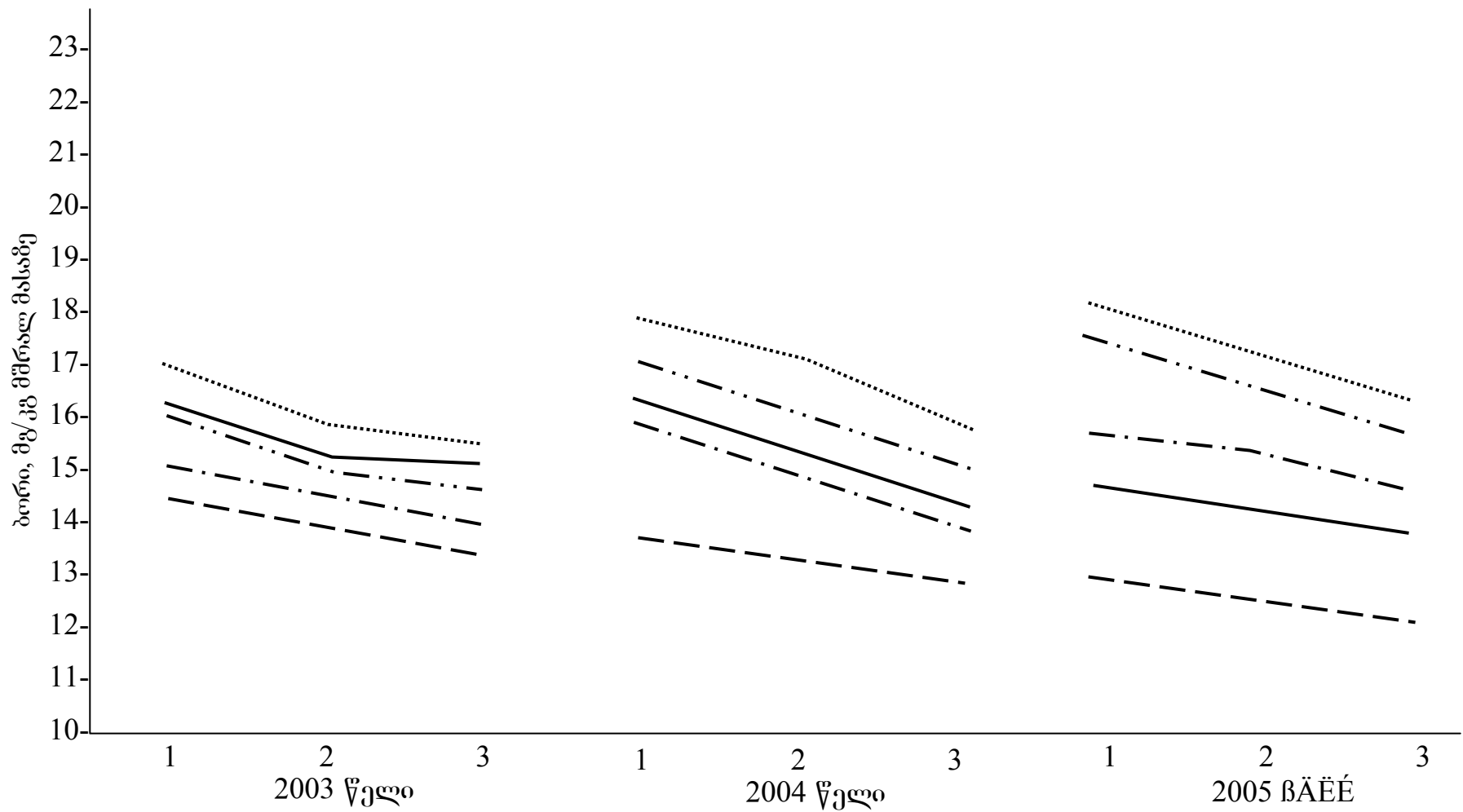
ცხრილებში მოტანილი ციფრობრივი მასალა მიუთითებს ჩაის მცენარეში მანგანუმის შესვლის მკვეთრად გამოხატულ დინამიკაზე ვეგეტაციის პერიოდების მიხედვით.

ცდის ყველა ვარიანტზე, ჩაის ძველ ფოთლებში მანგანუმის შედარებით მაღალი შემცველობა აღინიშნა მაისის თვეში (ჩაის ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდში), შემდგომში, ვეგეტაციის ბოლოსაკენ ადგილი აქვს მისი შემცველობის მკვეთრ კლებას. ასე, მაგალითად, მანგანუმის შემცველობა (NPK+Mn6) კგ/ჰა ვარიანტზე დინამიკაში შემდეგნაირად იცვლება (2005წ.): მაისი-3290; აგვისტო-2660, ოქტომბერი - 2478 მგ/კგ მშრალ მასაზე.

ჩაის დუყებში მანგანუმის შემცველობის სეზონური დინამიკა ვეგეტაციის პერიოდების მიხედვით წარმოდგენილია 23-ე ცხრილში.



დიაგრამა 5. ბორის შემცველობის დინამიკა ჩაის ძველ ფოთლებში
 1. მაისი; 2. აგვისტო; 3. ოქტომბერი
 — უსასუქო; - - - NPK; - · - · NPK+B1; - - - NPK+B2; ····· NPK+B3



დიაგრამა 6. ბორის შემცველობის დინამიკა ჩაის დუყებში

1. მაისი; 2. აგვისტო; 3. ოქტომბერი
 — უსასუქო; — — NPK; — · — NPK+B1; — · — NPK+B2; ····· NPK+B3

მანგანუმის შემცველობის დინამიკა ჩაის ბუჩქის ძველ ფოთლებში. მგ/კგ მშრალ
მასაზე

ტყიბული, ორპირი

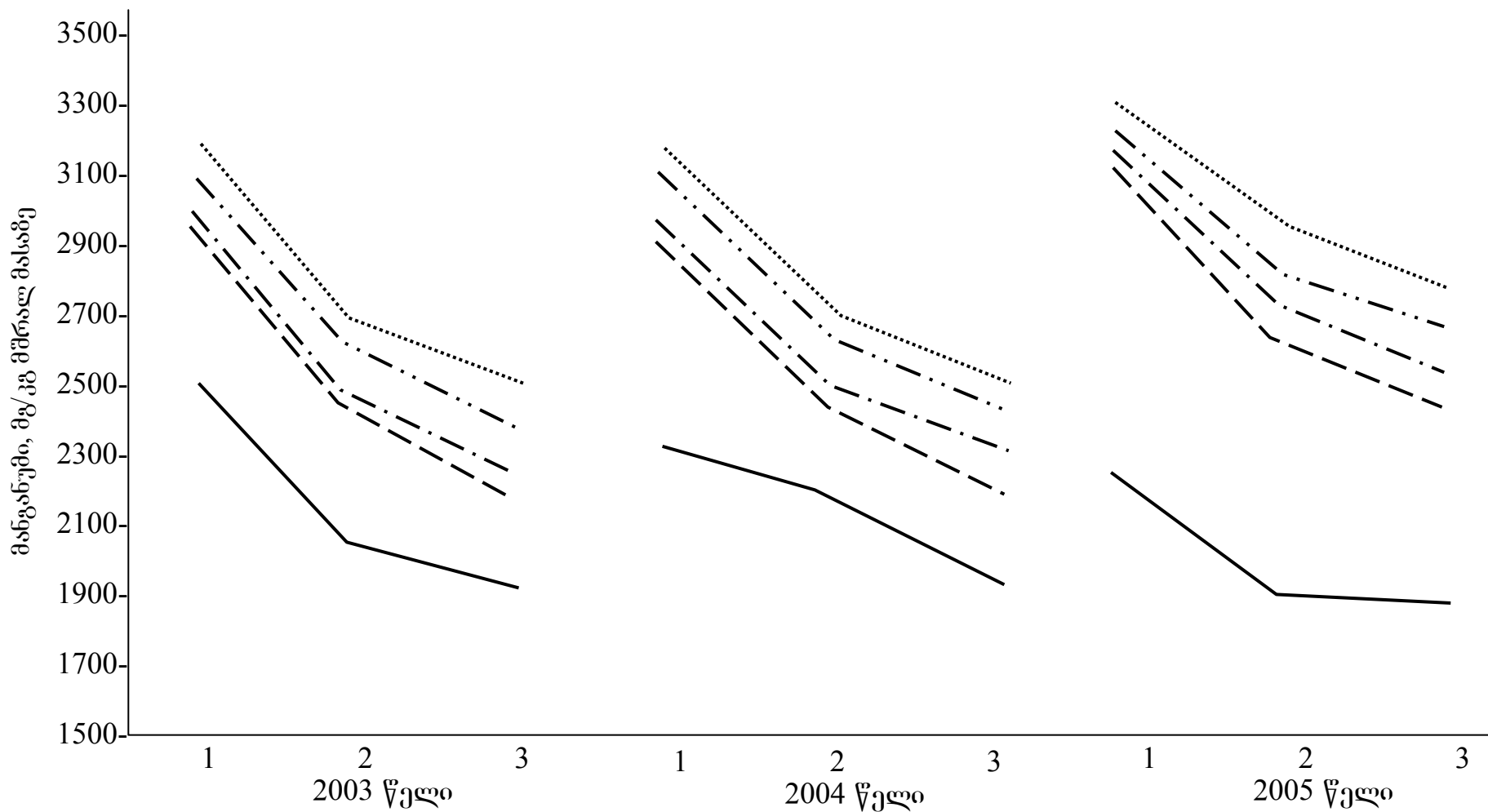
ვარიანტი	2003 წელი			2004 წელი			2005 წელი		
	20.05	18.08.	15.10	17.05	20.08	12.10	22.05	20.08	16.10
უსასუქო- ფონი	2445	2020	1925	2417	2002	1912	2387	1990	1900
N300P150K100- ფონი	2910	2415	2240	3070	2475	2284	3200	2524	2310
NPK+ Mn3	2940	2450	2280	3112	2520	2335	3246	2600	2435
NPK+ Mn6	2975	2495	2380	3166	2571	2373	3290	2660	2478
NPK+ Mn9	3020	2540	2375	3198	2608	2407	3336	2699	2507

23-ე ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ჩაის დუყებში მანგანუმის შესვლის დინამიკა ბორის შესვლის დინამიკის უკუპროპორციულია; მანგანუმის შედარებით მაღალი შემცველობა დუყებში აღინიშნება ინტენსიური ვეგეტაციის ბოლოში - აგვისტოს თვეში. ეს მიუთითებს გენერაციული ორგანოების ფორმირებისათვის მასზე ნაკლებ მოთხოვნაზე, ან მძიმე მეტალებს შორის ანტაგონიზმზე - Mn-სა და Cu-ს შორის; Mn-სა და Zn-ს შორის (ჩერნავინა, 1970; შკოლნიკი, 1974; მენგელი 1979).

ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში მანგანუმის შემცველობის სეზონური დინამიკა იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში სასუქების გამოყენებასთან კავშირში თვალსაჩინოდ არის ასახული მე-7 და მე-8 დიაგრამებზე.

დიაგრამებიდან ჩანს, რომ მანგანუმის შედარებით დაბალი შემცველობა აღინიშნა მაისში. მისი მაქსიმალური შემცველობა აღინიშნა აგვისტოში, ხოლო, ოქტომბერში ვეგეტაციის დასასრულს ადგილი აქვს მის თანდათან კლებას.

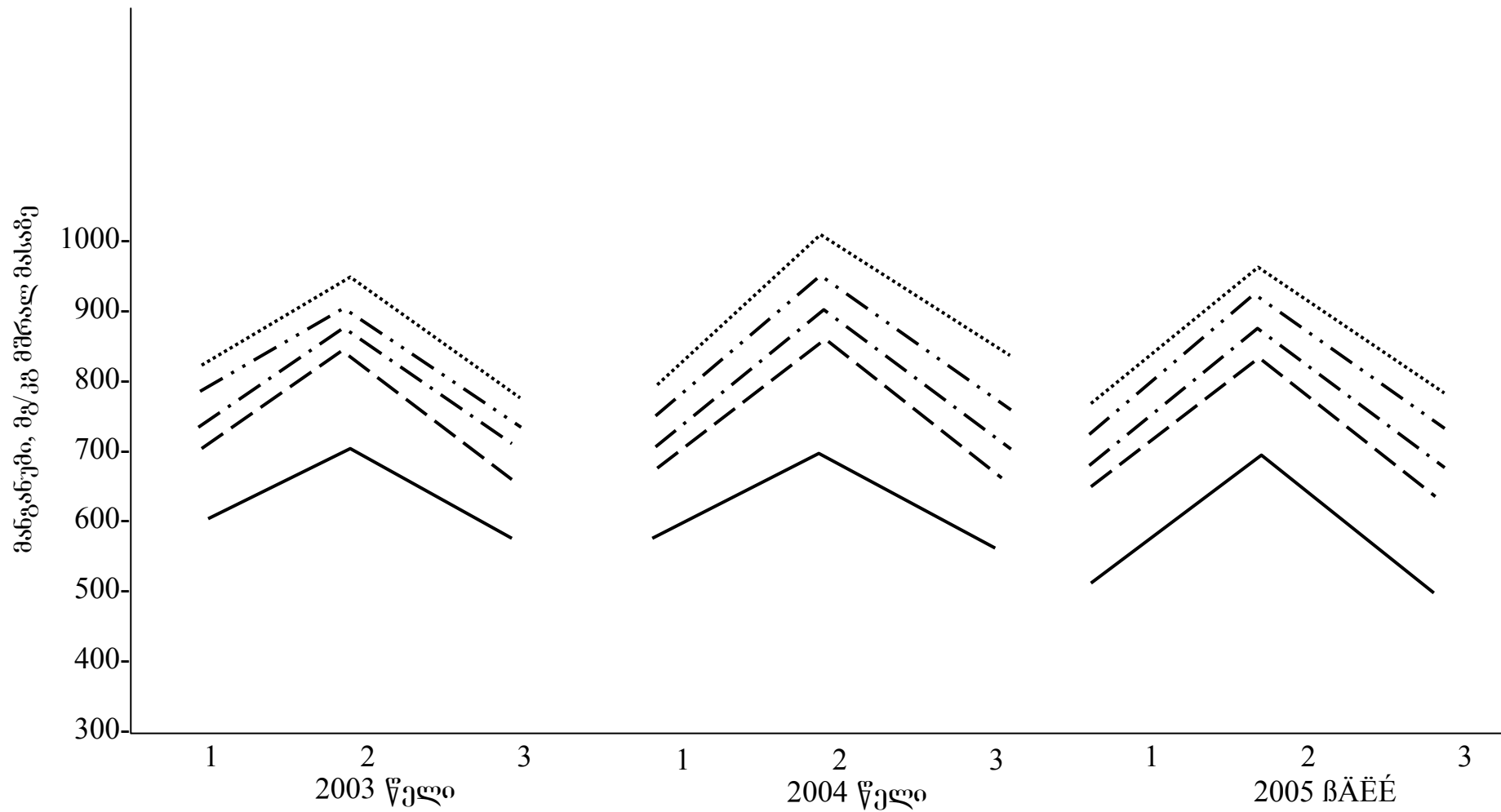
ჩვენი მონაცემებით, ჩაის დუყებში მანგანუმის შემცველობის მიხედვით ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდსა და ინტენსიური ვეგეტაციის დასასრულის პერიოდს შორის მიღებული განსხვავებები დამაჯერებელია.



დიაგრამა 7. მანგანუმის შემცველობის დინამიკა ჩაის ძველ ფოთლებში

1. მაისი; 2. აგვისტო; 3.ოქტომბერი

— უსასუქო; - - - ფონი; - · - · NPK+Mn3; ····· NPK+Mn6; - - - - NPK+Mn9



დიაგრამა 8. მანგანუმის შემცველობის დინამიკა ჩაის ღუეებში

1. მაისი; 2. აგვისტო; 3. ოქტომბერი

— უსასუქო; - - - ფონი; — NPK+Mn3; — NPK+Mn6; — NPK+Mn9

მანგანუმის შემცველობის დინამიკა ჩაის ბუჩქის დუყებში. მგ/კგ მშრალ მასაზე
ტყიბული, ორპირი

ვარიანტი	2003 წელი			2004 წელი			2005 წელი		
	20.05	18.08.	15.10	17.05	20.08	12.10	22.05	20.08	16.10
უსასუქო-ფონი	626	750	613	618	720	610	611	710	608
N300P150K100-ფონი	755	912	776	782	916	816	810	925	832
NPK+ Mn3	786	940	818	812	950	833	838	958	863
NPK+ Mn6	822	961	846	841	970	860	863	976	885
NPK+ Mn9	847	985	885	866	991	880	890	998	909

5.6. მინერალური სასუქების გავლენა ჩაის მცენარის მიერ
მიკროელემენტების გამოყენებაზე

ელემენტების შთანთქმა ითვლება რთულ ბიოლოგიურ პროცესად და დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: მცენარის ასაკზე, წყლით უზრუნველყოფაზე, ტემპერატურაზე, იონების ანტაგონიზმზე და სინერგიზმზე (ხოფფი, მედერსენი, 1962). ერთი ელემენტის შემცველობის შეცვლა ნიადაგში ცვლის მცენარეში სხვა ელემენტების შესვლას (რინკისი, 1972), რის გამოც, მცენარეში საკვები ელემენტების შესვლისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მინერალური სასუქების დაბალანსებული გამოყენება.

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა უჩვენეს, რომ ძირითადი მინერალური სასუქების (სუსტი ფიზიოლოგიური მჟავიანობის მქონე ამონიუმის გვარჯილა, ფიზიოლოგიურად მჟავე 40%-იანი კალიუმის მარილი და ქიმიურად მჟავე მარტივი სუპერფოსფატი) შეტანის შედეგად შეიცვალა მცენარის კვების რეჟიმი, რამაც გავლენა მოახდინა მცენარეში მიკროელემენტების შესვლაზე. აღნიშნული სასუქების (N300P150K100) შეტანის პირობებში ძალზე შემცირდა ბორის შემცველობა როგორც ძველ ფოთოლში, ისე დუყებში. (ცხრილი 20 და 21) უსასუქო ვარიანტზე (2003წ. 20.05) ბორის შემცველობა ძველ ფოთოლში 20,5, ხოლო დუყებში – 16,1 მგ/კგ-ია; N300P150K100 (ფონი) შეტანის

ვარიანტზე ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში ბორის შემცველობა შესაბამისად 15,2 და 14,5 მგ/კგ-ია მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით; ჩაის მცენარის ფოთლებში ბორის შემცველობის შემცირება დაკავშირებულია მისი შესათვისებელი ფორმის რაოდენობის შემცირებით ნიადაგში. როგორც მ.კატალიმოვი (1965) აღნიშნავს, მცენარეში ბორის შესვლა და გადაადგილება ძირითადად დამოკიდებულია ნიადაგში მის შემცველობაზე.

ჩვენი გამოანგარიშებით, კორელაციის კოეფიციენტი ნიადაგში და ჩაის ძველ ფოთლებში ბორის შემცველობას შორის ტოლია $r=0,72$, ხოლო ნიადაგში და ჩაის დუყებში ბორის შემცველობას შორის - $r=0,76$.

ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოკვლევების შედეგებით დადგინდა, რომ შეტანილი ძირითადი მინერალური სასუქები გავლენას ახდენენ ჩაის მცენარის მიერ მანგანუმის შთანთქმაზე. ვარიანტზე სადაც ფონის სახით შეტანილია N300P150K100 კგ/ჰა, მნიშვნელოვნად გაიზარდა ჩაის ძველ ფოთლებში მანგანუმის შემცველობა (ცხრილი 22).

22-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ უსასუქო ვარიანტზე მანგანუმის შემცველობა ჩაის ძველ ფოთლებში 2387 მგ/კგ-ია (2005წ.22.05), ხოლო, N300P150K100 (ფონი) ვარიანტზე – 3200 მგ/კგ. აღნიშნული ცვლილება აიხსნება ნიადაგის ხსნარის შემჟავებით, რაც მობილიზებას უკეთებს მანგანუმის გადასვლას მოძრავ მდგომარეობაში (კატალიმოვი, 1965).

ანალოგიური სურათია გამოვლენილი ჩაის დუყებში მანგანუმის შესვლასთან დაკავშირებით. უსასუქო ვარიანტზე (ცხრილი 23; 2005წ. 22.05) მანგანუმის შემცველობა ჩაის დუყებში 611 მგ/კგ-ია, ხოლო, N300P150K100 (ფონი) ვარიანტზე – 810 მგ/კგ.

ძირითადი მინერალური სასუქების ფონზე ბორიანი სასუქების შეტანით აღინიშნება ჩაის მცენარით ბორის გაზრდილი რაოდენობით გამოყენება. ბორიანი სასუქების შეტანით შესამჩნევად იზრდება ბორის შემცველობა ჩაის ძველ ფოთლებში: უსასუქო ვარიანტზე ბორი ძველ ფოთლებში (ცხრილი 20; 2005წ.22.05) 19,4 მგ/კგ-ია, ხოლო B1; B2 და B3 შეტანის ვარიანტებზე შესაბამისად 20,0; 21,3 და 22,9 მგ/კგ-ია.

ბორიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად იზრდება ბორის შემცველობა დუყებშიც. ასე მაგალითად თუკი ბორის შემცველობა დუყში ფონის ვარიანტზე (ცხრილი 21; 2005წ. 22.05) 13,7 მგ/კგ-ია, B1; B2 და B3 შეტანის ვარიანტებზე შესაბამისად 16,5; 17,6 და 18,5 მგ/კგ-ია მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით.

ანალოგიურად ბორისა, ძირითადი მინერალური სასუქების ფონზე მანგანუმისა

სასუქების შეტანით იზრდება მანგანუმის შემცველობა ჩაის ძველ ფოთლებში (ცხრილი 22; დიაგრამა 7.) უსასუქო ვარიანტზე მანგანუმი ძველ ფოთოლში 2387 მგ/კგ-ია (2005 წ. 22.05), ხოლო Mn3; Mn6 და Mn9 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტებზე შესაბამისად – 3246; 3290 და 3336 მგ/კგ.

მანგანუმიანი სასუქების მზარდი დოზების შეტანასთან ერთად გაიზარდა მანგანუმის შემცველობა დუყებშიც. ასე, მაგალითად, თუკი მანგანუმის შემცველობა დუყებში უსასუქო ვარიანტზე 611 მგ/კგ-ია (ცხრილი 23; 2005წ. 22.05), მანგანუმის დოზების - Mn3; Mn6 და Mn9 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტებზე შესაბამისად – 838; 863 და 890 მგ/კგ მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით.

მოტანილი ციფრობრივი მასალის ანალიზმა უჩვენა, რომ რაც უფრო მაღალია ნიადაგის ნაყოფიერება მიკროელემენტების შემცველობის მიხედვით, მით მეტია ჩაის მცენარით აღნიშნული ელემენტების გამოყენება; ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გამოყენების გარეშე, იმერეთის ყვითელმიწა-გაწრებულ ნიადაგზე მარტოდენ ძირითადი სასუქების (NPK) გამოყენებით მოსალოდნელია აღნიშნული მიკროელემენტებით ნიადაგის გაღარიბება.

5.7. მიკროელემენტების გამოტანა ჩაის მცენარის მიერ

ჩაის მცენარის მიერ საკვები ელემენტების გამოტანა ნიადაგიდან დამოკიდებულია მოსავლის დონეზე, ნასხლავი მასალისა და ჩამოცვეილი ფოთლების რაოდენობაზე და მათში საკვების ელემენტების შემცველობაზე. ყოველწლიურად, მცენარეული მასალა შპალერული ნასხლავისა და ჩამოცვეილი ფოთლების მასალის სახით რჩება ადგილზე ჩაის პლანტაციის რიგთაშორისებში და ნიადაგის ზედაპირზე წარმოქმნის საფენს; მცენარეული ნარჩენების გახრწნის შემდეგ მათში დაგროვილი საკვები ელემენტები გარდაიქმებიან ნიადაგში და კვლავ გამოიყენებიან მცენარის მიერ. აღნიშნული პროცესი მიმდინარეობს თანდათანობით და მას ახლავს ფილტრაციული წყლებით ელემენტების გარკვეული რაოდენობის დანაკარგი.

ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა ჩაის მცენარის მიერ მთლიანად გამოტანილი და ნაწილობრივ დაბრუნებული მიკროელემენტების – ბორის და მანგანუმის რაოდენობა, მონაცემები მოტანილია 24-ე და 25-ე ცხრილებში.

ნასხლავი მასალის რაოდენობა ცდის ვარიანტების მიხედვით 2640-5340 კგ/ჰა ფარგლებში მერყეობს (ცხრილი 24). ნასხლავი მასალის რაოდენობის მიხედვით NPK ვარიანტი უსასუქო ვარიანტს 1710 კგ-ით ჭარბობს ჰექტარზე, ხოლო, ბორიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად პროპორციულად იზრდება ნასხლავი მასის რაოდენობა. მისი ყველაზე დიდი რაოდენობა მიღებულია ვარიანტზე NPK+B3 კგ/ჰა (5340 კგ/ჰა);

ბორის შემცველობა ნასხლავ მასალაში უსასუქო ვარიანტზე 18 მგ-ია კილოგრამზე. N300P150K100 შეტანის ვარიანტზე (ფონი) ბორის შემცველობა ნასხლავ მასალაში მნიშვნელოვნად იკლებს, ხოლო ბორიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად იზრდება მისი შემცველობა ნასხლავ მასალაში და მაქსიმალურ შემცველობას აღწევს NPK+B3 ვარიანტზე (20,9 მგ/კგ).

ნასხლავი მასალის მიერ ბორის გამოტანამ უსასუქო ვარიანტზე შეადგინა 47,5 გ/ჰა; ფონის (NPK) ვარიანტზე ნასხლავის მასალის რაოდენობის გადიდებამ გამოიწვია ბორის გაზრდილი რაოდენობით გამოტანა და მან 61 გ/ჰა შეადგინა, მატება უსასუქოსთან შედარებით 13,5 გრამია ჰექტარზე; N300P150K100-ის

ჩაის მცენარის მიერ ზორის გამოტანა და მისი შემცველობა ნიადაგში
ტყიბული; ორპირი; 2005 წ.

ვარიანტი	ნასხლავი მასალის რაოდენობა, კგ/ჰა	ზორის შემცველობა ნასხლავ მასალაში, მგ/კგ	ნასხლავი მასალით გამოტანილი ზორის რაოდენობა, გ/ჰა	ჩამოცვენილი ფოთლების რაოდენობა კგ/ჰა	ზორის შემცველობა ჩამოცვენილ ფოთლებში, მგ/კგ	ჩამოცვენილი ფოთლებით გამოტანილი ზორის რაოდენობა გ/ჰა	ჩაის ფოთლის მოსავალი, კგ/ჰა	ზორის შემცველობა ჩაის დუყებში, მგ/ჰა	ჩაის ფოთლის მოსავლით გამოტანილი ზორის რაოდენობა, გ/ჰა	მომრავი ზორის შემცველობა ნიადაგში	
										მგ/კგ	კგ/ჰა
უსასუქო	2640	18.0	47.5	2002	19.4	39	2020	15.8	32	0.16	0.4
N300P150K100-ფონი	4350	14.0	61	3628	14.2	51	3636	13.7	50	0.14	0.35
NPK+B1	4575	18.7	85	3873	20.0	76	3890	16.5	64	0.26	0.65
NPK+ B2	5230	19.8	103	4123	21.3	88	4145	17.6	73	0.32	0.8
NPK+ B3	5340	20.9	112	4196	22.9	96	4218	18.5	78	0.35	0.9

ფონზე ბორიანი სასუქების 1; 2 და 3 კგ/ჰა დოზით შეტანის პირობებში მნიშვნელოვნად იზრდება ნასხლავი მასალის რაოდენობა, იზრდება მასში ბორის შემცველობაც, საბოლოო ჯამში კი შესაბამისად იზრდება გამოტანილი ბორის რაოდენობაც, რომელმაც აღნიშნულ ვარიანტებზე შეადგინა – 85; 103 და 112 გ/ჰა.

ცდის ვარიანტების მიხედვით ანალოგიური კანონზომიერება აღინიშნა ჩამოცვენილი ფოთლების წონითი რაოდენობის მიხედვით, რომელმაც ვარიანტების მიხედვით შეადგინა 2002-4196 კგ/ჰა-ზე; ყველაზე დაბალია ჩამოცვენილი ფოთლების წონა უსასუქო ვარიანტზე – 2002 კგ/ჰა; ძირითადი მინერალური სასუქების (N300P150K100) შეტანით მნიშვნელოვნად გაიზარდა ჩამოცვენილი ფოთლების წონითი რაოდენობა და მან 3628 კგ/ჰა შეადგინა. ბორიანი სასუქების მზარდი დოზების შეტანით პროპორციულად გაიზარდა ჩამოცვენილი ფოთლების რაოდენობა და B1; B2 და B3 ვარიანტებზე შესაბამისად შეადგინა 3873; 4123 და 4196 კგ/ჰა.

ჩამოცვენილ ფოთლებში ბორის შემცველობა უსასუქო ვარიანტზე 19,4 მგ-ია კილოგრამ მშრალ მასაზე. ბორის მინიმალური შემცველობა ფოთლებში აღინიშნა ფონის ვარიანტზე, რაც ძირითადად აზოტის მაღალი დოზის (N300) შეტანით უნდა იყოს გამოწვეული. ბორიანი სასუქების შეტანამ დადებითი გავლენა მოახდინა ფოთლებში ბორის შემცველობაზე. B1; B2 და B3 დოზების შეტანით ფოთლების მშრალ მასაში ბორის შემცველობამ 20; 21,3 და 22,9 მგ შეადგინა კგ-ზე;

ჩამოცვენილი ფოთლების მიერ გამოტანილმა ბორმა უსასუქო ვარიანტზე შეადგინა 39 გ/ჰა-ზე. გაიზარდა ბორის გამოტანა ფონის ვარიანტზეც – 51 გ/ჰა; ბორიანი სასუქების დოზების გაზრდასთან ერთად გაიზარდა ბორის გამოტანაც ფოთლების მიერ; ყველაზე დიდი რაოდენობით ბორი იქნა გამოტანილი ვარიანტზე - NPK+B3, სადაც მან 96 გრამი შეადგინა ჰექტარზე.

ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლით ბორის გამოტანამ უსასუქო ვარიანტზე შეადგინა 32 გ/ჰა (ცხრილი 24). NPK-ს ვარიანტზე აღნიშნული მაჩვენებელი გაიზარდა 50 გ/ჰა-მდე. მნიშვნელოვნად გაიზარდა აღნიშნული ელემენტის გამოტანა ბორიანი სასუქების შეტანით და B1; B2 და B3 ვარიანტებზე შესაბამისად შეადგინა 64; 73 და 78 გ/ჰა; აღნიშნული ფაქტი აიხსნება ამ ვარიანტებზე ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლის გაზრდით და ჩამოცვენილ ფოთლებში ბორის შემცველობის მომატებით.

უსასუქო ვარიანტზე ნასხლავ მასალაში მანგანუმის შემცველობა 1252 მგ-ია კგ მშრალ მასაზე. N300P150K100 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე ნასხლავ მასალაში მანგანუმის

შემცველობამ 2147 მგ/კგ შეადგინა და უსასუქო ვარიანტს გადააჭარბა 895 მგ-ით კგ-ზე. მანგანუმის სსსუქების დოზების გაზრდასთან ერთად გაიზარდა ჩაის მცენარის ნასხლავი მასალის რაოდენობა და მასში მანგანუმის შემცველობაც (ცხრილი 25).

25-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ უსასუქო ვარიანტზე ნასხლავმა მასალამ შეადგინა 2640 კგ/ჰა; ხოლო Mn3; Mn6 და Mn9 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტებზე შესაბამისად – 4565; 4877 და 4892 კგ/ჰა; აღნიშნულ ვარიანტებზე მანგანუმის შემცველობამ ნასხლავ მასალაში შესაბამისად შეადგინა – 2205; 2260 და 2295 მგ/კგ;

როგორც ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, ნასხლავ მასალაში მანგანუმის შემცველობა ძალზე მაღალია ბორის შემცველობასთან შედარებით, რამაც განაპირობა მანგანუმის მნიშვნელოვნად მეტი რაოდენობით გამოტანა. ასე, მაგალითად, უსასუქო ვარიანტზე ნასხლავი მასალით მანგანუმის გამოტანამ შეადგინა 3305 გ/ჰა; NPK-ს ვარიანტზე მანგანუმის გამოტანა უსასუქოსთან შედარებით სამჯერ გაიზარდა და 9339 გრ შეადგინა ჰექტარზე; NPK-ს ფონზე მანგანუმის სსსუქის შეტანით, დოზით Mn6 კგ/ჰა; ნასხლავი მასალის წონითი რაოდენობის მკვეთრად გადიდების გამო, და მასთან ერთად, მასში აღნიშნული ელემენტის შემცველობის მომატების გამო, გაიზარდა ნასხლავი მასალით მანგანუმის გამოტანა და შეადგინა 11022 გ/ჰა; მანგანუმის სსსუქის დოზის შემდგომი გადიდებით (Mn9) შესაბამისად იზრდება ნასხლავი მასალით მანგანუმის გამოტანაც და იგი 11227 გრამია ჰექტარზე.

ანალოგიური კანონზომიერება აღინიშნა ჩამოცვენილი ძველი ფოთლების მიერ მანგანუმის გამოტანის შემთხვევაშიც. ჩამოცვენილი ფოთლების რაოდენობამ ცდის ვარიანტების მიხედვით შეადგინა 2002-4277 კგ/ჰა-ზე (ცხრილი 25); ჩამოცვენილ ფოთლებში მანგანუმის შემცველობამ შეადგინა – 2387-3336 მგ/კგ-ზე; ყველაზე დაბალია იგი (2387 მგ/კგ) უსასუქო ვარიანტზე და ყველაზე მაღალია NPK+Mn9 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტზე – 3336 მგ/კგ; აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩაის მცენარის ფოთლებით მანგანუმის გამოტანამ უსასუქო ვარიანტზე შეადგინა 4779 გ/ჰა; 2,4-ჯერ მეტია მანგანუმის გამოტანა (უსასუქოსთან შედარებით) ფონის ვარიანტზე, სადაც მან 11610 გრამი შეადგინა ჰექტარზე. მანგანუმის – 3; 6 და 9 კგ/ჰა დოზებით შეტანის ვარიანტებზე ჩაის ძველი ფოთლებით მანგანუმის გამოტანამ შესაბამისად შეადგინა 12497; 14012 და 14268 გრამი ჰექტარზე; მაშასადამე, ჩაის ძველ ფოთლებს გაცილებით მეტი რაოდენობით გამოაქვთ მანგანუმი, ვიდრე ნასხლავ მასალას.

ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლით ბორთან შედარებით, მანგანუმი გამოიტანება

ძალზე დიდი რაოდენობით და უსასუქო ვარიანტზე შეადგენს 1234 გრამს ჰექტარზე (ცხრილი 25); კიდევ უფრო მაღალია ჩაის მწვანე ფოთლით მანგანუმის გამოტანა ფონის ვარიანტზე, რაც აღნიშნულ ვარიანტზე ჩაის ფოთლის გაზრდილი მოსავლით და ჩაის დუყებში მანგანუმის მომატებული შემცველობით უნდა აიხსნას.

მანგანუმის დოზების – Mn3; 6 და 9 კგ/ჰა შეტანის ვარიანტებზე ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალმა შესაბამისად შეადგინა – 3863; 4274 და 4290 კგ/ჰა; ჩაის მწვანე ფოთოლში მანგანუმის შემცველობამ შესაბამისად – 838; 863 და 890 მგ/კგ-ზე; ანალოგიურად ზემოთ აღნიშნულისა, გაიზარდა ასევე ჩაის ფოთლის მოსავლით მანგანუმის გამოტანაც, რამაც შესაბამისად შეადგინა – 3237; 3688 და 3818 გ/ჰა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნასხლავი მასალით და ჩაის ძველი, ჩამოცვენილი ფოთლებით გამოტანილი მანგანუმის რაოდენობა რამდენჯერმე მეტია ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავლით გამოტანილი მანგანუმის რაოდენობასთან შედარებით (ცხრილი 25);

მიკროელემენტებით ჩაის მცენარის შემდგომი უზრუნველყოფის განსაზღვრისათვის ჩვენს მიერ შესწავლილი იქნა მათი მოძრავი შენაერთების მარაგი ნიადაგის 0-20სმ სიღრმის ფენაში, რომელშიც გავრცელებულია ჩაის მცენარის შემწოვი ფესვთა სისტემის ძირითადი მასა.

ჩაის მცენარის მიერ მანგანუმის გამოტანა და მისი შემცველობა ნიადაგში
ტყიბული; ორპირი; 2005 წ.

ვარიანტი	ნასხლავი მასალის რაოდენობა, კგ/ჰა	მანგანუმის შემცველობა ნასხლავ მასალაში, მგ/კგ	ნასხლავი მასალით გამოტანილი მანგანუმის რაოდენობა, გ/ჰა	ჩამოცვენილი ფოთლების რაოდენობა კგ/ჰა	მანგანუმის შემცველობა ჩამოცვენილ ფოთლებში, მგ/კგ	ჩამოცვენილი ფოთლებით გამოტანილი ბორის რაოდენობა გ/ჰა	ჩაის ფოთლის მოსავალი, კგ/ჰა	მანგანუმის შემცველობა ჩაის დუყებში, მგ/ჰა	ჩაის ფოთლის მოსავლით გამოტანილი ბორის რაოდენობა, გ/ჰა	მომრავი მანგანუმის შემცველობა ნიადაგში	
										მგ/კგ	კგ/ჰა
უსასუქო-საკონტროლო	2640	1252	3305	2002	2387	4779	2020	611	1234	68	170
N300P150K100-ფონი	4350	2147	9339	3628	3200	11610	3636	810	2945	66	165
NPK+ Mn3	4565	2205	10065	3850	3246	12497	3863	838	3237	75	187
NPK+ Mn6	4877	2260	11022	4259	3290	14012	4274	863	3688	76.5	191
NPK+ Mn9	4892	2295	11227	4277	3336	14268	4290	890	3818	77.7	194

მოძრავი ბორის და მანგანუმის მარაგი ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში 0-20სმ ფენაში უსასუქო ვარიანტზე შესაბამისად შეადგენს 0,4 და 170 კგ/ჰა (ცხრილები 24 და 25). აზოტიანი ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანით მათი მარაგი ნიადაგში უსასუქო ვარიანტთან შედარებით იკლებს და შესაბამისად შეადგენს 0,35 და 165 კგ/ჰა; B1; B2 და B3 დოზების შეტანის ვარიანტებზე გაიზარდა ნიადაგში მოძრავი ბორის მარაგები და შესაბამისად შეადგინა 0,65; 0,8 და 0,9 კგ/ჰა; Mn3; Mn6 და Mn9 დოზების შეტანის ვარიანტებზე მოძრავი მანგანუმის მარაგებმა ნიადაგში შესაბამისად შეადგინა – 187; 191 და 194 კგ/ჰა; მაღალია კორელაცია ნიადაგში მიკროელემენტების მოძრავი ფორმების შემცველობასა, ჩაის ბუჩქის სხვადასხვა ორგანოში აღნიშნული ელემენტების შემცველობასა, ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალსა და ჩაის მცენარით აღნიშნული ელემენტების გამოტანას შორის.

5.8. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გავლენა ჩაის მწვანე ფოთლის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე

ჩაის ბუჩქი ეკუთვნის იმ მცენარეთა რიცხვს, რომლებიც ძალზე მგრძობიარედ რეაგირებენ ნიადაგში შეტანილ სასუქებზე. შეტანილი სასუქები, გამოყენებული დოზების მიხედვით, მკვეთრ გავლენას ახდენენ არა მარტო ჩაის მწვანე ფოთლის საერთო მოსავალზე, არამედ აგრეთვე ჩაის ფოთლის ქიმიურ შემადგენლობაზე, ხარისხზე და მზა პროდუქციის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზეც.

ლიტერატურაში არსებობს ურთიერთსაწინააღმდეგო მოსაზრებები ჩაის ხარისხზე სასუქების გავლენის შესახებ. მკვლევართა ერთი ჯგუფი, ჩაის ნედლეულის და მზა პროდუქციის ხარისხის შემცირების მიზეზად მიიჩნევს ჩაის პლანტაციაში აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიანი სასუქების შეტანას; სხვა მკვლევარები ზემოთ აღნიშნულს უარყოფენ და პირიქით, მითითებულ სასუქებს თვლიან ფაქტორებად, რომლებიც დადებითად მოქმედებენ ჩაის ხარისხზე.

ა.ნ.ნიჟარაძე (1946) აღნიშნავს, რომ „ფოსფორიანი სასუქების შეტანა ზრდის ფოსფოროვანი ეთერების შემცველობას ჩაის ფოთოლში და მასთან ერთად ადიდებს ფოთლების უნარიანობას გამოიმუშაოს ტანინი“.

მთრიმლავი ნივთიერებები, აღნიშნავს ვ.ე.ვორონცოვი (1946), ითვლება ძირითად გემოვნურ ბაზად, რომლის ფონზე იქმნება არომატული და დამატებითი გემოვნური საწყისები.

როგორც ქართველი, ისე უცხოელი მკვლევარების მიერ ჩაის ხარისხის საერთოდ აღიარებულ მაჩვენებლად ითვლება ნედლეულში ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობა. ისინი წარმოადგენენ ცხელ წყალში ხსნადი ყველა სასარგებლო ნივთიერების ჯამს, განსაკუთრებით ტანიდების, რომელიც ექსტრაქტის უმეტეს ნაწილს წარმოადგენს. ჩაის ხარისხის შეფასებაში ტანიდების უდიდეს როლზე ერთხმად მიუთითებს ყველა მკვლევარი (ოპარინი, 1935; ვორონცოვი, 1946; კურსანოვი, 1950; ხოჭოლავა, 1977).

მინერალური სასუქების გავლენა ჩაის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე შესწავლილია მრავალი ქართველი მკვლევარის მიერ. როგორც აღნიშნავს მ.ბზიავა (1967) და ო.ონიანი (1978), ჩაის მწარმოებელი ქვეყნების (ინდოეთი, შრი-ლანკა და სხვა) დიდი მკვლევარები – მანი, კუპერი, ჰარლერი, კარპენტერი და ჰარისონი – ამტკიცებენ, რომ აზოტიანი სასუქების გამოყენება ამცირებს ჩაის ხარისხს, ხოლო ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქები (კუპერის და ჰარისონის მიხედვით) არ მოქმედებენ მის ხარისხზე; აკადემიკოსი ა.კურსანოვის (1952) და აკადემიკოსი ო.ონიანის (1976) გამოკვლევებმა უჩვენეს ფოსფორიანი სასუქების დადებითი გავლენა ჩაის ხარისხზე; ს.გაბუნias (1948) გამოკვლევების შედეგების მიხედვით კალიუმის სასუქები არ ახდენენ გავლენას ჩაის ხარისხზე, ხოლო ო.ონიანის (1977) მიხედვით, აზოტიანი და ფოსფორიანი სასუქების ფონზე შეტანილი კალიუმის სასუქები, მოსავლის გაზრდასთან ერთად აუმჯობესებენ ჩაის ფოთლის ხარისხსაც. რ.გუსეინოვის (1973) მიხედვით მინერალური სასუქების (NPK) ზომიერი დოზები ზრდიან ჩაის ფოთოლში ტანიისა და სხვა ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობას. ს.გაბუნias (1937) და მ.ბზიავას (1967) გამოკვლევებით დადგენილია, რომ ჩაის ფოთოლი და მისგან გადამუშავებული პროდუქცია, აზოტიანი სასუქების ოპტიმალური დოზით გამოყენების პირობებში, უმნიშვნელოდ ჩამორჩებიან უსასუქო ვარიანტს. ვ.ბოლქვაძის (1972) მონაცემებით, ფოსფორიანი და კალიუმის სასუქების ფონზე შეტანილი აზოტიანი სასუქი დოზით – არა უმეტეს 150 კგ/ჰა, ხელს უწყობს როგორც ჩაის ფოთლის, ისე მზა პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებას. აზოტიანი სასუქების დოზების შემდგომი გაზრდით, მისი ხარისხი უარესდება.

ო.ონიანის (1978) გამოკვლევების მონაცემებით, აზოტი შეტანილი დოზით 150კგ/ჰა-ზე, არ იწვევს ჩაის ხარისხობრივი მაჩვენებლების შემცირებას, არ ამცირებს ტანინის, ექსტრაქტული ნივთიერებების, კოფეინის და კატეხინების შემცველობას. აზოტიანი სასუქების უფრო მაღალი დოზებით შეტანა აუარესებს მის ხარისხს.

უმეტესობა მკვლევარების აზრით, ეს მდგომარეობა შეიძლება აიხსნას იმით, რომ აზოტით განოყიერებული ჩაის ბუჩქებში მიმდინარეობს ყლორტების სწრაფი ზრდა და მათი ფორმირება შედარებით მოკლე ვადებში, ვიდრე უსასუქო ბუჩქებზე. აღნიშნულის შედეგად, ასეთ ყლორტებში შედარებით მოკლე ვადებში ვერ ხერხდება ტანინის ისეთი რაოდენობით დაგროვება, როგორც ეს ხდება უფრო ხანგრძლივი დროის განმავლობაში ყლორტების ფორმირების პროცესში უსასუქო ვარიანტებზე. მეორეს მხრივ, რაღაც ხარისხით, ეს შეიძლება განპირობებული იყოს, ჩაის მცენარის ნორმალური განვითარებისათვის აუცილებელ საკვებ ელემენტებს შორის არა შესაბამისი შეთანაწყობით.(გაბუნია, 1958). მ.ბოკუჩავას და ვ.პოპოვის (1954) გამოკვლევებით, ჩაის არომატის ფორმირებაში მონაწილეობენ ასევე ამინომჟავები (რომელთა შემცველობა მნიშვნელოვნად იზრდება ჩაის კულტურის ქვეშ აზოტიანი სასუქების გამოყენებით), თუმცა, ცილების დიდი რაოდენობა ამცირებს შავი ჩაის ხარისხს.

იმერეთის ზონაში აზოტიანი, ფოსფორიანი და კალიუმიათა სასუქების გავლენა ჩაის ფოთლის ხარისხობრივ მაჩვენებლებზე შესწავლილი აქვთ გ.მარგველაშვილს (1969), ლ.ნემსიწვერიძეს (1974), მ.გურაბანიძეს (1974) და სხვ. აღნიშნული ავტორები თავიანთ შრომებში მიუთითებენ ძირითადი მინერალური სასუქების რაციონალური დოზების დადებით გავლენაზე ჩაის ფოთოლში ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობაზე.

ლ.ბარაბაძის (1983) გამოკვლევებით ხანგრძლივად განოყიერებულ ჩაის პლანტაციებში მიზანშეწონილია განოყიერების სისტემაში ჩართული იქნეს ბორის შემცველი და მანგანუმის შემცველი სასუქები. ჩაის ფოთლის მაღალ მოსავალთან ერთად მაღალხარისხოვანი ნედლეულის მისაღებად, საჭიროა მცენარეში (დუყებში) მაკრო და მიკროელემენტების შეფარდების დაბალანსება, რისთვისაც გამოყენებული უნდა იქნეს შესაბამისი სასუქები.

ჩაის ფოთლის ხარისხზე ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გავლენის შესასწავლად, ჩვენს მიერ, მინდვრის ცდის ვარიანტებიდან ალებულ მცენარის ნიმუშებში ჩატარებული იქნა ანალიზები. სამფოთლიან ნორმალურ დუყებში

განსაზღვრული იქნა ტანინი და ექსტრაქტული ნივთიერებები. სავეგეტაციო პერიოდში ნიმუშების აღება ხდებოდა ორჯერ – მაისში და აგვისტოში. შედეგები მოტანილია 26-ე და 27-ე ცხრილებში.

ჩაის მწვანე ფოთოლში, ორი ძირითადი ხარისხობრივი მაჩვენებლის – ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრამ გვიჩვენა, რომ მათი მაღალი შემცველობა ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდთან (მაისი) შედარებით აღინიშნა ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდის ბოლოს (აგვისტოში). ჩვენი მონაცემები დასტურდება კ.ჯმუხაძის (1958) მრავალწლიანი გამოკვლევებით. ჩვენი ქვეყნის ჩაის მწარმოებელ ყველა რაიონში ჩაის მწვანე ფოთლის ხარისხის განმსაზღვრელი ყველა მაჩვენებელი განიცდის სეზონურ ცვალებადობას. ისინი იზრდებიან გაზაფხულიდან ზაფხულისაკენ; მაქსიმუმს აღწევენ აგვისტოში და კვლავ იკლებენ შემოდგომისკენ. აღნიშნულ მოვლენას მკვლევარები უკავშირებენ ჰაერის ტემპერატურას და შეფარდებით ტენიანობას. როგორც ჩანს, აღნიშნული მიზეზები განსაზღვრულ როლს თამაშობენ მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობის დინამიკაში, რის გამოც იცვლება ამ ელემენტების შეფარდება ჩაის ფოთოლში.

ჩაის დუყებში დამყანგველი ფერმენტების შესწავლით დადასტურდა მათი სეზონური ცვალებადობის ხასიათი - ფერმენტების აქტიურობა მაღალია ივლისში და აგვისტოში (ბოკუჩავა, 1958). შესაძლებელია ეს ნაწილობრივ დაკავშირებული იყოს, დუყებში მანგანუმისა და რკინის შემცველობის გადიდებასთან ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდის ბოლოს – აგვისტოში. აღნიშნული ელემენტები მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ როგორც ფერმენტების აქტივატორები, ხოლო ფერმენტების როლი დიდია მთრიმლავი ნივთიერებების წარმოქმნაში.

26-ე ცხრილში მოტანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) შეტანით ჩაის ფოთოლში აღინიშნა ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შესამჩნევი მატება. ასე, მაგალითად, უსასუქო ვარიანტზე მაისის თვეში ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერების შემცველობამ შეადგინა 23,7 და 43,6% მაშინ, როცა - ფონის (N300P150K100) ტანინის რაოდენობა – 25,6%-ია, ხოლო ექსტრაქტული ნივთიერების – 45%.

კიდევ უფრო ამაღლდა ჩაის ხარისხობრივი მაჩვენებლები ბორიანი სასუქების შეტანით. B1; B2 და B3 დოზების გამოყენებით ტანინის შემცველობამ დუყებში შესაბამისად შეადგინა – 25,8; 25,9 და 26%; ხოლო ექსტრაქტული ნივთიერებების

შემცველობამ შესაბამისად–45,4%; 45,8 და 45,9%; სწორედ, აღნიშნულ ვარიანტებზეა მიღებული ჩაის მწვანე ფოთლის მაღალი მოსავალი.

როგორც ჩანს, ბორიანი სასუქების შეტანით მოსავლის გაზრდას თან ახლავს ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების წარმოქმნისა და დაგროვების გაძლიერება.

მაღალია ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების რაოდენობა აგვისტოში და შესაბამისად 25,5-28,7 და 45,6-46,9%-ის ფარგლებში მერყეობს, რაც ტყიბულის ზონაში მიღებული ჩაის მაღალ ხარისხზე მიუთითებს.

ანალოგიური კანონზომიერებაა მიღებული მანგანუმთან სასუქების გამოყენების შემთხვევაშიც. როგორც 27-ე ცხრილიდან ჩანს უსასუქო ვარიანტზე ტანინის შემცველობა 23,7-25,5%-ია, ხოლო ექსტრაქტული ნივთიერებების – 43,6-45,6%; მანგანუმთან სასუქის მზარდი დოზების შეტანით - Mn3; Mn6 და Mn9 კგ/ჰა – ტანინის შემცველობამ აგვისტოს თვეში შესაბამისად შეადგინა – 27,7; 27,9 და 28,3%; ხოლო ექსტრაქტული ნივთიერებების რაოდენობამ შესაბამისად – 46,7; 46,9 და 47%.

ამრიგად, ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) ფონზე შეტანილი ბორიანი და მანგანუმის სასუქები ჩაის ფოთლის მოსავლის გაზრდასთან ერთად, უზრუნველყოფენ ჩაის მწვანე ფოთლებში (დუყებში) ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობის მომატებას და დაგროვებას.

26-ე და 27-ე ცხრილებში მოტანილი მათემატიკური დამუშავების მონაცემები მიუთითებენ, რომ ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობის მიხედვით ვარიანტებს შორის არსებული სხვაობა დამაჯერებელია.

ცხრილი 26

ბორიანი სასუქების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთოლში ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობაზე

ტყიბული; ორპირი; 2003-2005წ.წ. საშუალო

ვარიანტი	მაისი				აგვისტო			
	ტანინი		ექსტრაქტული ნივთიერებები		ტანინი		ექსტრაქტული ნივთიერებები	
	%	M±m	%	M±m	%	M±m	%	M±m
უსასუქო	23.7	23.7±0.035	43.6	43.6±0.034	25.5	25.5±0.033	45.6	45.6±0.030
N300P150K100-ფონი	25.6	25.6±0.038	45.0	45.0±0.037	27.5	27.5±0.040	46.5	46.5±0.040
NPK+B1	25.8	25.8±0.040	45.4	45.4±0.034	28.0	28.0±0.038	46.6	46.6±0.036

NPK+ B2	25.9	25.9±0.039	45.8	45.8±0.039	28.5	28.5±0.032	46.9	46.9±0.038
NPK+ B3	26.0	26.0±0.038	45.9	45.9±0.039	28.7	28.7±0.036	46.9	46.9±0.034
უ.ა.ს.	0.40		0.35		0.46		0.51	

ცხრილი 27

მანგანუმიანი სასუქების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის ფოთოლში ტანინისა და
ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობაზე
ტყიბული; ორპირი; 2003-2005წ.წ. საშუალო

ვარიანტი	მაისი				აგვისტო			
	ტანინი		ექსტრაქტული ნივთიერებები		ტანინი		ექსტრაქტული ნივთიერებები	
	%	M±m	%	M±m	%	M±m	%	M±m
უსასუქო	23.7	23.7±0.035	43.6	43.6±0.034	25.5	25.5±0.033	45.6	45.6±0.030
N300P150K100- ფონი	25.6	25.6±0.038	45.0	45.0±0.037	27.5	27.5±0.040	46.5	46.5±0.040
NPK+ Mn3	25.8	25.8±0.040	45.5	45.5±0.041	27.7	27.7±0.038	46.5	46.5±0.036
NPK+ Mn6	26.0	26.0±0.034	45.7	45.7±0.036	27.9	27.9±0.039	46.7	46.7±0.032
NPK+ Mn9	26.3	26.3 ±0.038	46.0	46.0±0.039	28.3	28.3±0.041	46.9	46.9±0.031
უ.ა.ს.	0.44		0.38		0.42		0.43	

თავი 6. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა ჩაის პლანტაციაში

სოფლის მეურნეობის წარმოებაში ქიმიზაციის საშუალებების გამოყენების ძირითადი ამოცანაა ფართობის ყოველი ერთეულიდან მაქსიმალური რაოდენობით პროდუქციის მიღება მინიმალური დანახარჯების პირობებში. ამასთან, განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა პროდუქციის თვითღირებულების შემცირებას.

მაკრო და მიკროსასუქების ერთობლივი შეტანა ნიადაგში მათი გამოყენების ერთ-ერთი ყველაზე რაციონალური ხერხია. იგი იძლევა შრომის დანახარჯების დიდ ეკონომიას და ამაღლებს სასუქების აგრონომიულ ეფექტიანობას (ეჟოვი და სხვ. 1983).

მოსავლის აბსოლუტური მატების სიდიდე ყოველთვის არ ითვლება ამა თუ იმ საშუალების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის განმსაზღვრელად. ნამდვილი ეფექტის დადგენისათვის აუცილებელია განისაზღვროს სასუქების გამოყენებასთან დაკავშირებული ხარჯები, აგრეთვე მიღებული წმინდა შემოსავალი და წარმოების რენტაბელობა.

იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე ჩაის პლანტაციაში მიკროსასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის მაჩვენებლები მოტანილია 28-ე ცხრილში. გაანგარიშებისას მხედველობაში იქნა მიღებული სასუქების შეტანასთან, ნამატი მოსავლის აღებასთან, ტრანსპორტირებასთან და რეალიზაციასთან დაკავშირებული მექანიზებული თუ ხელით ჩატარებული სამუშაოები.

მიკროსასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობის გაანგარიშების მონაცემები (ცხრილი 28) უჩვენებენ, რომ მიკროსასუქების სხვადასხვა დოზით შეტანა განსხვავებულად მოქმედებს ეკონომიკურ ეფექტიანობაზე.

28-ე ცხრილიდან ჩანს, რომ იმერეთის ბორით დაბალ უზრუნველყოფილ ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე ბორიანი სასუქების შეტანით მიღებული ეკონომიკური ეფექტი დაბალია. ბორიანი სასუქების გამოცდილი დოზებიდან შედარებით უკეთესი ეკონომიკური ეფექტიანობის მაჩვენებლებით გამოირჩევა – B2 კგ/ჰა. ბორის აღნიშნული დოზით შეტანის ვარიანტზე ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებამ ფონთან შედარებით შეადგინა 4,4 ცენტნერი ჰექტარზე, ნამატი მოსავლის ღირებულებამ – 176 ლარი, გაწეულმა ხარჯებმა – 123 ლარი. მოგება მხოლოდ 53 ლარია. 1 კგ ჩაის მწვანე ფოთლის თვითღირებულება – 28 თეთრი, ყოველ დახარჯულ ლარზე უკუგება –

1,43 ლარი; ბორიანი სასუქების გამოყენებით მიღებული დაბალი ეკონომიკური მაჩვენებლები განპირობებულია ძვირადღირებული ბორიანი სასუქის – 17,5%-იანი ბორის მჟავას გამოყენებით.

მაღალი ეკონომიკური ეფექტიანობით გამოირჩევა მანგანუმიანი სასუქები. მანგანუმის სხვადასხვა დოზებიდან საუკეთესო აღმოჩნდა-Mn6 კგ/ჰა; აღნიშნულ ვარიანტზე მოსავლის მატებამ ფონთან შედარებით შეადგინა 5,4 ც/ჰა ღირებულებით 216 ლარი, პირობითი წმინდა შემოსავალი 179 ლარია ჰექტარზე, 1 კგ ჩაის მწვანე ფოთლის ღირებულებამ შეადგინა 7 თეთრი, ხოლო ყოველ დახარჯულ ლარზე უკუგებამ - 5,8 ლარი.

ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების ერთობლივად შეტანის ვარიანტებიდან საუკეთესოა NPK+B2+ Mn6. აღნიშნულ ვარიანტზე მოსავლის მატება ფონთან შედარებით 6,7 ცენტნერია ჰექტარზე ღირებულებით 268 ლარი; პირობითი წმინდა შემოსავალი - 114 ლარი ჰექტარზე, ყოველ დახარჯულ ლარზე უკუგება - 1,74 ლარი.

ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების გამოყენების ეკონომიკური ეფექტიანობა ჩაის პლანტაციებში
(2003-2005 წლების საშუალო)

№	ვარიანტი	მოსავალი, კგ/ჰა	მოსავლის მატება, ც/ჰა	ნამატი მოსავლის ღირებულება, ლარი	ხარჯები (სასუქის ღირებულება, შეტანა, ნამატი მოსავლის აღება, რეალიზაცია), ლარი	პირობითი წმინდა შემოსავალი, ლარი/ჰა	რენტაბელობა, %	1 კგ ნამატი მოსავლის თვითღირებუ- ლება, ლარი	ყოველ დახარჯულ 1 ლარზე მიღებული უკუგება, ლარი
1	უსასუქო	1393	-	-	-	-	-	-	-
2	N300P150K100- ფონი	3151	-	-	-	-	-	-	-
3	NPK+B1	3357	2.1	84	64	20	31	0.30	1.31
4	NPK+B2	3586	4.4	176	123	53	43	0.28	1.43
5	NPK+B3	3630	4.8	192	186	6	3	0.39	1.03
6	NPK+ Mn 3	3390	2.4	96	17	79	464	0.07	5.6
7	NPK+ Mn 6	3691	5.4	216	37	179	484	0.07	5.8
8	NPK+ Mn 9	3713	5.6	224	46	178	387	0.08	4.9
9	NPK+B1+ Mn 3	3469	3.2	128	77	51	66	0.24	1.7
10	NPK+B2+ Mn 6	3820	6.7	268	154	114	74	0.23	1.74
11	NPK+B3+ Mn 9	3846	6.9	276	220	56	25	0.32	1.25

დასკვნები

1. იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგი მძიმე მექანიკური შედგენილობისაა. საკვლევი ნიადაგი მოძრავი ფოსფორის და გაცვლითი კალიუმის შემცველობის მიხედვით ღარიბია, ჰიდროლიზური აზოტით კი - საშუალოდ უზრუნველყოფილი. წყალხსნადი ბორის შემცველობა ნიადაგში დაბალია, მოძრავი მანგანუმის შემცველობის მიხედვით კი-ნიადაგი საშუალოდ უზრუნველყოფილია.
2. მინერალური სასუქების გამოყენება განაპირობებს ყვითელმიწა გაეწრებული ნიადაგის გამდიდრებას საკვები ელემენტებით. თუკი უსასუქო ვარიანტზე ცდის დასასრულს (2005 წ.) ბორისა და მანგანუმის მოძრავი ფორმების შემცველობა 0-15 სმ სიღრმეზე შეადგენდა შესაბამისად – 0,16 და 67 მგ/კგ ნიადაგზე, მიკროსასუქების სისტემატურად შეტანის შედეგად მათმა რაოდენობამ შეადგინა შესაბამისად -0,36 და 79 მგ/კგ ნიადაგზე.
3. იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში მიკროელემენტების – B,Mn-მოძრავი ფორმების შემცველობის სეზონური დინამიკის შესწავლის საფუძველზე დადგენილ იქნა მათი რაოდენობის მკვეთრად გამოხატული ცვალებადობა სავეგეტაციო პერიოდების ვადების მიხედვით. მათი მაღალი შემცველობა აღინიშნა გაზაფხულზე-ჩაის მცენარის ვეგეტაციის დაწყების პერიოდში; შემდგომში ადგილი აქვს მათი რაოდენობის თანდათან კლებას ვეგეტაციის ბოლომდე, რაც მოცემულ პერიოდში მცენარის მიერ აღნიშნული ელემენტების მაღალი მოხმარებით უნდა აიხსნას.
4. იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგში შეტანილი მიკროელემენტები (B,Mn) ძირითადად (82-88%) მაგრდებიან შეტანის სიღრმეში (0-30სმ) და ძალზედ უმნიშვნელოდ გადაადგილდებიან ქვედა სიღრმეში, რაც ნიადაგის ზედა ფენაში მათი ბიოლოგიური აკუმულაციით უნდა აიხსნას.
5. იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე ჩატარებულ სტაციონალურ მინდვრის ცდაში ძირითადი მინერალური სასუქების (NPK) ფონზე შეტანილი მიკროსასუქები მნიშვნელოვნად ამაღლებენ ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალს. მიკროსასუქების სამი წლის განმავლობაში ყოველწლიური შეტანის პირობებში ოპტიმალური აღმოჩნდა – B2 კგ/ჰა და Mn6 კგ/ჰა დოზების შეტანა N300P150K100 კგ/ჰა ფონზე. აღნიშნული მიკროსასუქებისგან მიღებული ეფექტი მაღალია მათი როგორც ცალ-ცალკე, ისე ერთობლივად გამოყენების პირობებში.
6. ბორისა და მანგანუმის შემცველობა ჩაის მცენარის სხვადასხვა ორგანოში

განსხვავებულია; ჩაის მცენარის ორგანოები მათში ბორის შემცველობის მიხედვით ლაგდება შემდეგი კლებადი რიგით: ძველი ფოთოლი>დუყი>ღერო>ფესვი>თესლი, ხოლო მანგანუმის შემცველობის მიხედვით შემდეგი კლებადი რიგის მიხედვით: ძველი ფოთოლი>ღერო>დუყი>ფესვი>თესლი.

7. ბორის შედარებით მაღალი შემცველობა ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში აღინიშნება მაისში (ინტენსიური ვეგეტაციის პერიოდში). ვეგეტაციის ბოლოსაკენ კი - ადგილი აქვს მის თანდათან კლებას.

ჩაის ძველ ფოთლებსა და დუყებში მანგანუმის დაბალი შემცველობა აღინიშნება მაისში; შედარებით მაღალი შემცველობა აგვისტოში, ხოლო შემდგომში, ვეგეტაციის ბოლოსაკენ ადგილი აქვს მის თანდათან კლებას.

8. ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე დადგენილია, რომ რაც უფრო მაღალია ნიადაგის ნაყოფიერება მიკროელემენტების შემცველობის მიხედვით, მით მეტია ჩაის მცენარით აღნიშნული ელემენტების გამოყენება. ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების შეტანის გარეშე, იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე მარტოდენ ძირითადი სასუქების (NPK) გამოყენებით მოსალოდნელია აღნიშნული მიკროელემენტებით ნიადაგის კიდევ უფრო მეტად გაღარიბება.

9. ძირითადი მინერალური სასუქების ფონზე (NPK) შეტანილი ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქები, ჩაის ფოთლის მოსავლის გაზრდასთან ერთად, უზრუნველყოფენ ჩაის მწვანე ფოთლებში (დუყებში) ტანინისა და ექსტრაქტული ნივთიერებების შემცველობის მომატებას და დაგროვებას. მათი რაოდენობა დაბალია უსასუქო ვარიანტზე და აგვისტოს თვეში შესაბამისად შეადგენენ 25,5 და 45,6%-ს; N300P150K100+ B2 ვარიანტზე აღნიშნული მაჩვენებლები იზრდება და შესაბამისად შეადგენს 28,5 და 46,9%-ს, ხოლო N300P150K100+ Mn6 კვ/ჰა ვარიანტზე შესაბამისად 28,3 და 46,9%-ს.

10. ეკონომიკური ეფექტიანობის ანალიზმა უჩვენა, რომ იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე (წყალხსნადი ბორის დაბალი და მოძრავი მანგანუმის საშუალო შემცველობის პირობებში), ძირითადი მინერალური სასუქების ფონზე, ბორიანი და მანგანუმიანი სასუქების ერთობლივად შეტანის ვარიანტზე - N300P150K100+ B2+ Mn6 ჩაის ფოთლის მოსავლის მატებამ შეადგინა 6,7ც/ჰა; პირობითმა წმინდა შემოსავალმა - 114 ლარი/ჰა; ყოველ დახარჯულ ლარზე უკუგებამ - 1,74 ლარი.

რეკომენდაცია წარმოებას

იმერეთის ყვითელმიწა გაეწრებულ ნიადაგზე და ანალოგიურ ნიადაგობრივ-კლიმატურ პირობებში ჩაის პლანტაციებში რეკომენდირებულია:

წყალხსნადი ბორის დაბალი და მოძრავი მანგანუმის საშუალო შემცველობის ნიადაგში B2+ Mn6 კგ/ჰა შეტანა N300P150K100 ფონზე. ჩაის მწვანე ფოთლის მოსავალი ამ შემთხვევაში შეადგენს 3820 კგ/ჰა; პირობითი წმინდა შემოსავალი - 114 ლარი/ჰა; უკუგება ყოველ დახარჯულ ლარზე – 1,74 ლარი.

ფოსფორიანი და კალიუმისანი სასუქები ნიადაგში შეტანილ უნდა იქნეს ნიადაგის საზამთრო გადაბარვისას ჩაის მწკრივთაშორისის მთელ ფართობზე, 10-12 სმ სიღრმეზე, ბუჩქის ყელიდან 10 სმ დაშორებით.

აზოტიანი სასუქი (ამონიუმის გვარჯილა) შეიტანება წილადობრივად: 60% 1 მარტიდან 1 აპრილამდე, დანარჩენი 40% კი - ივლისში. სასუქი თანაბრად ნაწილდება მწკრივთა შორის, მთელ ფართობზე, ფესვის ყელიდან 10 სმ დაშორებით 5 სმ სიღრმეზე.

მიკროსასუქები (ბორის მჟავა, მანგანუმის შლამი) შეიტანება აზოტიან სასუქებთან ერთად გაზაფხულზე ვეგეტაციის დაწყებისას.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. ბარაბაძე ლ.ა. მანგანუმის მოძრავი ფორმების ცვალებადობა ჩაის პლანტაციის ხანგრძლივად განოყიერებულ ნიადაგში და მისი შემცველობა მცენარეში. //ახალგაზრდა ასპირანტთა საერთაშორისო კონფერენციის მოხსენებათა თეზისები. მახარაძე-ანასეული. 1977. გვ. 83.
2. ბარაბაძე ლ.ა. მინერალური სასუქების ხანგრძლივად გამოყენების გავლენა მიკროელემენტების მდგომარეობაზე სისტემაში წითელმიწა-ჩაის ბუჩქი. ავტორეფერატი. სმმკანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1983. 24გვ.
3. ბერიძე ა.გ. მანგანუმისანი სასუქების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე ეწერი ნიადაგების პირობებში. //სუბტროპიკული კულტურები, 1974. №5 გვ. 23-25.
4. ბზიავა მ.ლ. სასუქების გავლენა ჩაის ნედლეულისა და მზა პროდუქციის ხარისხზე. //სუბტროპიკული კულტურები. 1967. №4. გვ. 64-69.

5. ბოლქვაძე ვ.ი. აზოტიანი სასუქების დოზების გავლენა ჩაის ნედლეულის ქიმიურ შედგენილობაზე და შავი ჩაის ხარისხზე მისი შენახვის პირობებში. //ავტორეფერატი ტექნიკურ მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. სოხუმი, 1972. გვ. 42.
6. გაბუნია ს.მ. აზოტიანი სასუქების გავლენა ჩაის ხარისხზე. //ჩაისა და ციტრუსების მეურნეობის საკ. სამეც. კვლევითი ინსტიტუტის შრომები. 1937. №8. გვ. 3-13.
7. გაბუნია ს.მ. კალიუმის სასუქების გავლენა ჩაის ხარისხზე. // ჩაისა და სუბტროპ. კულტურების საკ.სამეც. ინსტიტუტის ბიულეტენი, 1948. №4. გვ. 135-146.
8. გაბუნია ს.მ. აზოტიანი სასუქების მაღალი დოზების გავლენა შავი ბაიხის ჩაის ხარისხზე. ჩაის სამრეწველო ს/კ ინსტიტუტის შრომები. 1958. №2. გვ.83-93.
9. გამყრელიძე ი.დ., თალაკვაძე ქ.ბ. ბორმაგნიუმის სასუქების ეფექტურობა ხანგრძლივად განოყიერებულ ჩაის პლანტაციაში. // სუბტროპიკული კულტურები, 1966. №1. გვ.85-87.
10. გამყრელიძე გ.ლ., ნემსიწვერიძე ლ.ვ., ახვლედიანი უ.ბ. ფოსფორ-კალიუმის სასუქების პერიოდულად შეტანის ეფექტურობა ჩაის პლანტაციებში იმერეთის პირობებში. // მინერალური სასუქების VIII საერთაშორისო კონგრესისადმი მიძღვნილი შრომათა კრებული. თბილისი 1976. გვ. 185-191.
11. გედევანიშვილი დ.პ. სუბტროპიკული რაიონების ნიადაგები მათი ათვისების პრობლემებთან კავშირში. – წიგნი: “საბჭოთა სუბტროპიკების ნიადაგები”.მ. 1936. გვ.198-201.
12. გოგატიშვილი ა.დ., იაშვილი ნ.ნ. – ტყიბულის რაიონის სოფ. კურსების კოლმეურნეობის ნიადაგები . საქ. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები. ტ. 12. 1966.
13. გომიაშვილი ბ.ა., ჩეხოტარევა მ.ვ. მანგანუმის ქცევა ჩაის პლანტაციაში წითელმიწებზე მინერალური სასუქების ხანგრძლივად გამოყენების პირობებში. // “აგროქიმია”, 1977. №5. გვ. 101-104. (რუსულ ენაზე).
14. გომიაშვილი ბ.ა., ჩეხოტარევა მ.ვ. მანგანუმშემცველი სასუქების გამოყენება ჩაის პლანტაციაში. // “ქიმია სოფლის მეურნეობაში” 1982. №5 გვ. 20-23. (რუსულ ენაზე).
15. დავითულიანი ლ.ვ. მიკროელემენტების დოზების და შეფარდებების გავლენა ბუნებრივი სათიბების პროდუქტიულობასა და ხარისხზე. აღ. საქართველოს სამხრეთ

მთიანეთის შავმიწისებრ ნიადაგებზე. ავტორეფერატი დისერტაციის სმმ კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1980. გვ. 24.

16. ზარდალიშვილი ო.ი. მიკროელემენტების ბორის და მანგანუმის გავლენა შაქრის ჭარხლის განვითარებაზე და მოსავალზე ქართლის მდელოს ალუვიურ ნიადაგებზე. ავტორეფერატი დისერტაციის ს.მ.მ. კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი. 1957. გვ.23.

17. ზარდალიშვილი ო.ი., მეტრეველი თ.გ. მოლიბდენის, ბორისა და მანგანუმის შესათვისებელი ფორმების შემცველობა კოლხეთის დაბლობის ცენტრალური ზონის ნიადაგებში. წიგნში “მიკროელემენტები და ნიადაგის ბუნებრივი რადიაქტივობა”. დონის როსტოვი. 1962. გვ. 34-35.

18. ზარდალიშვილი ო.ი., მეტრეველი თ.გ. მოძრავი ბორის, მანგანუმის და მოლიბდენის შემცველობა დასავლეთ საქართველოს სუბტროპიკული ზონის ზოგიერთ მეურნეობებში. // საქ. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები. 1963. ტ.11. გვ. 99-114.

19. ზეიკიძე ნ.ა. მიკროსასუქების (ბორის, თუთიის და მოლიბდენის) გავლენა პომიდორის მოსავალზე და ხარისხზე ქ. თბილისის საგარეუბნო ზონის მდელოს ყავისფერი ნიადაგების პირობებში. //ავტორეფერატი ს.მ.მ.კ. ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 1985. გვ. 26.

20. თალაკვაძე ქ.ბ., ბარაბაძე ლ.ა. მიკროელემენტების ეფექტურობა ხანგრძლივად განოყიერებულ ჩაის პლანტაციაში. აგროქიმიის განყოფილების ანგარიში ჩაისა და სუბტროპ. კულტურათა ს.ს.კ. ინსტიტუტში. თემა 03.01.08. ანასეული. 1976. გვ. 174-176.

21. თენგიშვილი პ.პ., გურაბანიძე მ.ნ. აზოტიანი სასუქების დოზების და ფორმების გამოყენების საკითხები იმერეთის ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგზე. //მინერალური სასუქების VIII საერთაშორისო კონგრესისადმი მიძღვნილი შრომათა კრებული. თბილისი. 1976. გვ. 228-234.

22. იმერეთის ნიადაგები და სოფლის მეურნეობა. ლორთქიფანიძე რ. გამომცემლობა “საქართველო” თბილისი – 1997.

23. კოდუა მ.გ. მოძრავი მანგანუმის და ბორის შემცველობა აფხაზეთის ზოგიერთ ნიადაგებში. // სუბტროპიკული კულტურები. 1967. №4. გვ. 161-163.

24. კოლხეთის დაბლობის მელიორაცია და სასოფლო-სამეურნეო ათვისება. მოწერელია

ა.ვ. მოსკოვი. 1974. (რუსულ ენაზე).

25. ლეჟავა ვ.ვ. მიკროელემენტების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე. საქ. მეც. აკად. მოამბე. 1954. №8. გვ. 15.

26. მარგველაშვილი გ.ნ. ფოსფორი ყვითელმიწა-გაეწრებულ ნიადაგში და ფოსფორიანი სასუქების გავლენა ჩაის ფოთლის მოსავალზე. //ავტორეფერატი ს.მ.მ. კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1969. გვ.34.

27. მენაღარიშვილი ა.ჯ. ბორისა და მანგანუმის შემცველობა საქართველოს ნიადაგებში და მათი ეფექტიურობა. წიგნში “მიკროელემენტები და ნიადაგების ბუნებრივი რადიაქტივობა”. დონის როსტოვი. 1962. გვ. 31-33. (რუსულ ენაზე).

28. მეტრეველი თ.გ. ბორისა და მანგანუმის შემცველობა ზოგიერთ მცენარეში სხვადასხვა ნიადაგებზე. საქ. ნიადაგმცოდნეობის ს/კ ინსტიტუტის შრომები. 1961. ტ. 10. გვ. 181-190.

29. “მეჩაიეობა”. კვარაცხელია ტ.ყ., აკულოვა ტ.ა., ქანთარია გ.ფ., მენაღარიშვილი ა.ჯ. მოსკოვი, 1950. (რუსულ ენაზე).

30. “მეჩაიეობა”. ჩხაიძე გ.ი. მიქელაძე ა.დ. თბილისი. 1989.

31. მიკროელემენტების გამოყენება მიწათმოქმედებაში. ზარდალიშვილი ო.ი., ქართველიშვილი ი.ი. თბილისი “საბჭოთა საქართველო”. 1982. გვ. 126.

32. მინერალური სასუქების გავლენა ნიადაგის თვისებებზე და ჩაის პლანტაციის მოსავლიანობაზე. გოლეითიანი გ. ო. თბილისი. “საბჭოთა საქართველო”, 1960. გვ. 150.

33. მოსეშვილი ი., მოსეშვილი ა., ხავთასი დ., თალაკვაძე გ. მანგანუმი საქართველოს ზოგიერთ ნაყოფებსა და ღვინოში. //თბილისის უნივერსიტეტის შრომები. სერია ქიმ. მეცნ., 1962. ტ.82. გვ.33-42.

34. მცენარის ქიმიური ანალიზი. ონიანი ო.გ., მარგველაშვილი გ.ნ. განათლება. 1978. 415 გვ.

35. მჭედლიშვილი ც.გ. მანგანუმი და თუთია საქ. რუხ – ყავისფერ ნიადაგებში და მათი გამოყენების ეფექტიურობა სიმინდისა და ხორბლის კულტურაზე. //ავტორეფერატი ს.მ.მ. კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. 1979. გვ.25. ბაქო.

36. ნიადაგის ქიმიური ანალიზი. ონიანი ო.გ., მარგველაშვილი გ.ნ. თბილისი. განათლება. 1975. 507 გვ.

37. ნიჭარაძე ა.ნ. ფოსფორიანი შენაერთების როლი ჩაის ფოთლის ნივთიერებათა ცვლაში. ჩაის წარმოების ბიოქიმია. კრ.5. 1946.
38. ონიანი ო.გ. სასუქების გავლენა ჩაის ხარისხზე. //აგროქიმიური მომსახურების ცენტრალური ინსტიტუტის თბილისის ფილიალის შრომები. 1976. გამომ. 4. ნაწ. 2. გვ. 40-44.
39. ონიანი ო.გ. კალიუმის სასუქების გავლენა ჩაის ხარისხზე. საქ. ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიის და მელიორაციის ს/კ ინსტიტუტის შრომები. 1977, ტ.18. გვ. 3-11.
40. ონიანი ო.გ. მინერალური სასუქების მზარდი დოზების გავლენა ჩაის მოსავალსა და ხარისხზე. //საქ. ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიის და მელიორაციის ს/კ ინსტიტუტის შრომები. 1978. ტ. XIX. გვ. 91-106.
41. სარიშვილი ი.ფ., ჯიბლაძე შ.გ., სარიშვილი ლ.ი. – მანგანუმის სასუქებით ჩაის მცენარის გამოკვების საკითხები. //სუბტროპიკული კულტურები, 1971. №2. გვ. 136-141.
42. სარიშვილი ი.ფ., ეგორაშვილი ნ.ვ. მინერალური სასუქების სისტემატური გამოყენების გავლენა ჩაის პლანტაციების ნიადაგების გაკულტურებაზე. //ნიადაგმცოდნეთა X საერთაშორისო კონგრესის შრომები. მ. 1974.ტ.IV. გვ. 63-69. (რუსულ ენაზე).
43. სარიშვილი ი.ფ., ეგორაშვილი ნ.ვ. ბურჭულაძე ი.თ., მინერალური სასუქების ხანგრძლივად გამოყენების გავლენა Mn, Mg, Fe, Al შემცველობაზე წითელმიწა ნიადაგში და ჩაის ბუჩქის ფოთლებში. // აგროქიმია, 1976. №3. გვ. 97-101. (რუსულ ენაზე).
44. სარიშვილი ი.ფ., ჯიბლაძე შ.გ., სარიშვილი ლ.ი., ეგორაშვილი ნ.ვ. საქართველოს ტენიანი სუბტროპიკების ნიადაგებზე მანგანუმით ჩაის ბუჩქის უზრუნველყოფის დიაგნოსტიკის საკითხები. // წიგნში: მცენარის ანალიზი, როგორც მათი კვების დიაგნოსტიკის მეთოდი და მაკრო და მიკროსასუქების ეფექტიანობა. თბილისი, 1978. გვ. 113-122.
45. საქართველოს ფოსფორიტები. ბერიძე ა.ე. თბილისი. 1963.
46. საქართველოს წითელმიწა და ეწერი ნიადაგები და მათი გამოყენება სუბტროპიკული კულტურებისათვის. დარასელია მ.კ. მახარაძე-ანასელი. 1949 წ.

47. საქ. სსრ ტენიანი სუბტროპიკული ზონის ნიადაგები. საბაშვილი მ.ნ. თბილისი, 1936.
48. საცდელი საქმის მეთოდთა კანონები. შ.თ. თბილისი. "მეცნიერება". 1973.
49. სუბტროპიკული კულტურების განოყიერება. ბზიავა მ.ლ. თბილისი. "საბჭოთა საქართველო". 1973. 369 გვ.
50. სუბტროპიკული მცენარეების ეკოლოგია. ხარებავა მ.ფ. გამომც. "ცოდნა". თბილისის, 1964.
51. ქართველიშვილი ი.ი. მიკროელემენტების - B, Mn, Mo და Zn - შემცველობა აღმოსავლეთ საქართველოს ნიადაგებში. ნიადაგმცოდნეობის ინსტიტუტის შრომები. ტომი XV. თბილისი. 1974.
52. შავიშვილი ლ.მ. მაგნიუმისა და მიკროელემენტების B, Zn, Cu და Mo გავლენა ჩაის მცენარის ზოგიერთ ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიურ პროცესებზე. //ავტორეფერატი ბიოლოგ. მეც. კანდიდატის ხარისხის მოსაპოვებლად. თბილისი, 1973. 22 გვ.
53. ნ.შონია სამეცნიერო საველე ექსკურსიის გზამკვლევი, მიძღვნილი ნიადაგმცოდნეთა VI საერთაშორისო ყრილობისადმი. თბილისის 1981.
54. კანონები შ.თ. – მანგანუმისა და მანგანუმის სასუქების მნიშვნელობა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის გამოყენების პერსპექტივები საქართველოს სსრ პირობებში. – წიგნში: მიკროელემენტები სოფლის მეურნეობაში და მედიცინაში. რიგა, (რუსულ ენაზე). 1956. გვ. 125-134.
55. ხარებავა გ.ი., თალაკვაძე ე.ბ., ძნელაძე ზ.ი. ბორმანგანუმის სასუქების გავლენა შავი ჩაის ხარისხზე. // სუბტროპიკული კულტურები, 1969. №3. გვ. 38-40.
56. агрохимические методы исследования почв. М. Наука. 1975.
57. Анспок П.И. Микроудобрения. Л.: «Колос». Ленинградское отделение. 1978. 271 с.
58. Барабадзе Л.А., Обухов А.И. Влияние длительного применения минеральных удобрений на состояние марганца в системе «почва-чайный куст». // Агрохимия, 1981, №10. с.125-134.
59. Бзиава М.Л., Датуадзе О.В. влияние признаки голодания субтропических культур. – М.: Колос, 1973, 7с.
60. Бобко Е.В. О некоторых биохимических реакциях бора в растениях. Труды ин-та физиол. растений АН СССР, 1949, т.6. с. 2-78.
61. Бобко Е.В. Избранные сочинения. М.: Сельхозиздат, 1963, 359 с.

62. Бокучава М.А., Попов В.Р. Значение аминокислот в образовании аромата чая при взаимодействиях их с дубильными веществами в условиях повышенной температуры. Докл. АН СССР, 1954, т.99. №1 с. 145-148.
63. Бокучава М.А. Биохимия чая и чайного производства. М.: Изд-во АН СССР, 1958, 586 с.
64. Борщенко Г.П. Белкосинтезирующая система корней гороха при борной недостаточности. – В кн.: Физиологическая роль микроэлементов у растений, Л., 1970, с. 61-71.
65. Вернадский В.И. Биохимические очерки. 1922-1932 г.г. М. –Л.: Изд-во АН СССР, 1940, с. 249.
66. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы земли и ее окружения. М. «Наука», 1965, 374 с.
67. Виноградов А.П. Бор в почвах Союза. – Почвоведение, 1947, №2 с. 82-95.
68. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957, с.237.
69. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных изверженных горных породах земной коры. Геохимия, 1962, №7. с. 555-571.
70. Виноградов А.П. Микроэлементы и задачи науки. //Агрохимия, 1965, №8 с. 20-31.
71. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. Киев: «Наукова думка» 1969, с. 616.
72. Власюк П.А., Климовицкая З.М., Лобанова З.И., Прокопивинок Л.М. Состав хроматина растений в зависимости от наличия в среде ионов Mn. Физиология и биохимия культурных растений, 1973, №3.
73. Войнар А.О. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. М.: Высшая школа, 1960, 544 с.
74. Воронцов В.Е. Биохимия чая. Тбилиси: Пищепромиздат, 1946. – 278 с.
75. Ганиев Х.В. Значение микроэлементов в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства. Таджикгосиздат, 1958.
76. Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методика исследований природных ландшафтов. Учеб. пособие. М. Изд-во МГУ, 1964, 230 с.

77. Глинка К.Д. Почвоведение, 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Девриен, 1915. 708 с.
78. Гольдшмит В.М. Принципы распределения химических элементов в минералах и горных породах. // Успехи химии, 1938, т.7. вып.2.с.288-320.
79. Гусейнов Р.К. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы, обмен веществ и урожайность чайного куста. // Научные труды ВИУА. 1973. вып.4. с. 305-354.
80. Гюльяхмедов А.Н., Джафаров Я.А. Закономерности распределения Mn, Cu, Co и Mo в почвах, растениях и водах Джейранчельского массива Азерб. ССР. В сб. «Эффективность применения микроудобрений в республиках Закавказья». Тбилиси, 1980.
81. Джемухадзе К.М. Основы биохимического контроля чайного производства. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 168 с.
82. Добровольский В.В. Микроэлементы и жизнь. М.: Молодая гвардия. 1956. 124 с.
83. Докучаев В.В. Предварительный отчет об исследованиях на Кавказе земель 1899 г. Изд. Географического общества, 1900 г. т. 12. Тифлис.
84. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. «Колос», 1973.
85. Дьери Д., Зырин Н.Г. Особенности динамики Mn, Cu, Co, Zn, Mo в системе почва-растение. // Агрохимия. №2. 1965.
86. Захаров С.А. Почвы опытных станций и совхозов «Чай-Грузия». Тифлис: «Чай-Грузия», 1929. 271 с.
87. Зонн С.В. – Развитие почв на красноземной коре выветривания. Изд. АН. СССР, сер.биол.№5, 1959.
88. Зонн С.В. Почвообразование и почвы субтропиков и тропиков. М. 1974.
89. Зырин Н.Г., Пацукевич З.В. Бор в породах и почвах Крыма. – Агрохимия, 1964. №6 с. 123-127.
90. Зырин Н.Г., Большакова В.А. Содержание марганца, цинка и молибдена в почвах виноградников Крыма. // Агрохимия, 1964, №7. с. 80-91.
91. Зырин Н.Г., Мотузова Г.В., Обухов А.И. Потребление микроэлементов мандариновым деревом в субтропиках Западной Грузии. - //Субтропические культуры, 1971, №5 с. 119-124.
92. Зырин Н.Г., Мотузова Г.В. Обеспеченность микроэлементами цитрусовых культур в Западной Грузии. - // Агрохимия, 1972, №8 с. 88-97.

93. Зырин Н.Г., Мотузова Г.В., Симонов В.Д., Обухов А.И. Микроэлементы (бор, марганец, медь, цинк) в почвах Западной Грузии. В кн.: Содержание и формы соединений микроэлементов в почвах. М., 1979, с. 3-159.
94. Каталымов М.В. Микроэлементы и их роль в повышении урожайности. Госхимиздат. Москва, 1957. 63 с.
95. Каталымов М.В., Рябова С.И. О содержании подвижного бора в почвах и методика его определения. Почвоведение, 1958, №8, с. 63-68.
96. Каталымов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. М. Химия, 1965.
97. Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. М.: Наука, 1970, 180 с.
98. Ковда В.А. Якушевская И.В., Тюрюханов А.Н. Микроэлементы в почвах СССР. М.: Изд-во МГУ, 1959, 65 с.
99. Краснов А.И. К флоре бассейна р. Чакви, Труды общества естествознания, при Харьковском университете. 1893, т. 28.
100. Крупникова Т.А., Смирнов Ю.С. Содержание фенольных соединений в растениях в зависимости от снабжения бором. – Ботан. Ж., 1981, т. 66, №4 с. 536-542.
101. Курсанов А.Л., Бровченко М.И. Состав дубильных веществ и качество чайного листа. В кн.: Биохимия чайного производства. М., 1950, сб.6. с. 31–38.
102. Курсанов А.Л. Синтез и превращения дубильных веществ в чайном растении. М. Изд-во АН. СССР. 1952. 52 с.
103. Леванидов Л.Я. Биохимические факторы миграции марганца в биосфере. В.сб. «Марганец как микроэлемент в связи с биохимией и свойствами танидов». Челябинск, 1961.№4.
104. Леванидов Л.Я., Давыдов С.Т. «Марганец как микроэлемент в связи с биохимией свойств танидов». – Челябинск: «Челяб. книжн. изд-во», 1961, 186 с.
105. Леванидов Л.Я., Ордынец Л.Т. Ферментативное и неферментативное окисление марганца. В сб. «Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине. Тезисы докладов VI Всесоюзного совещания по микроэлементам». Л. 1970.
106. Лукашев К.И. Геохимическое поведение элементов в гипергенном цикле миграции.

Наука и техника, 1964, 463 с.

107. Маданов П.В., Фатьянов А.С., Войкин Л.В., Маданов В.П. Микроэлементы и микроудобрения в подзолистой зоне Русской равнины. – Казань: Изд-во Казан. Изд-во Казан. ун-та, 1972. 555 с.

108. Малюга Д.П. Биохимический метод поисков рудных месторождений. М.: АН СССР. 1963. 264 с.

109. Мотузова Г.В. Формы соединений микроэлементов (В, Мп, Сu, Zn) в субтропических почвах Западной Грузии. Диссер...к.б.н. М. 1972. 274 с.

110. Обухов А.И., Барабадзе Л.А. Поведение бора в системе «Почва-чайный куст». В кн.: Тезисы докладов 6-му делегатскому съезду Всесоюзного общества почвоведов. Тбилиси, 1981. с. 106.

111. Орлова Э.Д. Влияние микроудобрений на поступление микроэлементов в листьях, зерне и соломе яровой пшеницы. – В кн.: Микроэлементы в почвах, растительности и водах южной части Западной Сибири. Новосибирск, 1971, с. 98-112.

112. Островская Л.К. Физиологическая роль меди и основы применение медных удобрений. Киев, 1961.

113. Опарин А.И. Биохимическая теория чайного производства. В кн.: Биохимия чайного производства. М., 1935. сб.1. с. 6-17.

114. Парибок Т.А. Содержание и распределение некоторых микроэлементов в растениях в процессе их роста и развития. –В кн.: Применение микроэлементов в сельском хозяйстве и медицине. Рига, 1959. с.145-150.

115. Пейве Я.В. Микроэлементы в сельском хозяйстве нечерноземной полосы СССР. Изд.АН. СССР. М. 1954.

116. Пейве Я.В., Ринькис Г.Я. Методы быстрого определения доступных растениям микроэлементов (Сu, Zn, Мо, Со и В) в почвах. // Почвоведение. 1959. №9, с.65-72.

117. Пейве Я.В. Бор и молибден в почвах Латвии. Почвоведение, 1960 №9 с. 3-43.

118. Пейве Я.В. Биохимия почв. «Сельхозгиз». М. 1961.

119. Пейве Я.В. Агрохимия и биохимия микроэлементов. М. «Наука», 1980.

120. Перельман А.И. Геохимия эпигенетических процессов. М.: Недра, 1968, 331 с.

121. Польшов Б.Б. Красноземная кора выветривания и ее почвы. – В. кн.: Академик Б.Б. Польшов, М., 1956, с. 365-385.
122. Ринькис Г.Я. Оптимизация минерального питания растений. Рига: «Зинатне», 1972, 355 с.
123. Рыбаченко В.Г. Поглощение фосфора корневой системой табака и распределение его по органам надземной части растения. // Агрoхимия, 1975. №5. с. 77-81.
124. Соуков А.А. Геохимия. М.Наука. 1966. 487 с.
125. Селянинов Г.Т. Граница субтропиков. Ленинград. 1936.
126. Сердобольский И.П. Щелочно-кислотные и окислительно-восстановительные условия питания растений марганцем, железом и нитратами. Труды юбилейной сессии, посвященной 100 летию со дня рождения В.В.Докучаева, 1949.
127. Симонов В.Д. Микроэлементы (В, Мп, Сu, Zn, V, Сг, Ni) в почвах Западной Грузии. Диссер. к.б.наук. М., 1971. 152 с.
128. Сывороткин Г.С. О содержании бора в растениях, обладающих млечной системой. В кн. Микроэлементы в жизни растений и животных. М., 1952. с. 274-279.
129. Тимашев Н.Д. Влияние внекорневой подкормки картофеля бором в сочетании с гиббереллином на отдельные стороны фосфорного обмена. – В кн.: Микроэлементы в с/х и в медицине. Киев, 1963, с. 72-76.
130. Троицкий А.И. Обмен минеральных элементов между почвой и растительностью. В кн.: Проблемы советского почвоведения. М. –Л., 1949, с. 95-145.
131. Троицкий Е.П. Основные проблемы учения о микроэлементах в системе «почва-растение». – Вестник МГУ, 1960 №5 с. 48-56.
132. Успенский Е.Е. Марганец в растений. Журнал опытной агрономии, 1915. т.16.с. 299-328 и 425-535.
133. Ферсман А.Е. Геохимия. т.IV. Л.: Госхимиздат, 1939, с. 355.
134. Фридланд В.М., Карманов И.И. Почвы влажных и полусухих субтропических областей СССР. –М.: Колос, 1967, с. 65.
135. Хачатрян А.С. Содержание некоторых микроэлементов в горных черноземах Степанаванского района Арм. ССР и их эффективность под картофелем. //В сб.

- «Эффективность применения микроудобрений в республиках Закавказья», Тбилиси, 1980.
136. Хофф Д., Медерсен Х., Химические методы количественного определения марганца, доступного для растений. В кн.: Микроэлементы. М., 1962, с. 151-160.
137. Хочолава И.А. Технология чая. М.: Пищевая пром-сть. 1977. 303 с.
138. Чернявина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. – М.: Высшая школа, 1970, 309 с.
139. Школьник М.Я. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений. – Днепропетровск: изд-во АН СССР, 1939, 222 с.
140. Школьник М.Я., Крупникова Т.А., Дмитриева Н.Н. Влияние борной недостаточности на некоторые стороны обмена ауксинов у подсолнечника и кукурузы. – Физиология растений, 1964, т.11.вып.6,№2. с. 188-194.
141. Школьник М.Я. Микроэлементы в питании растений. – В кн.: Физиология с.-х. растений М., 1967., т.2.с. 128-209.
142. Школьник М.Я., Абытева Л.Н. Влияние борной недостаточности на содержание катехинов, лейкоантоцианов и флавонолов в гречихе – Ботан. журнал, 1971, т. 56 №4, с. 543-548.
143. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. Д. Наука, 1974. 323 с.
144. Якушевская И.В. Микроэлементы в природных ландшафтах. М.: Изд-во МГУ, 1973. с. 99.
145. Berger K.C. Truog E. Boron availability in relation to soil reaction and organic matter content.-Proc. soil Sci. Soc. Amer.,1945, p.10, 113-116.
146. Bwrghardt H. Beitrage zum Eisen-Mangan-Antagonismus der Pflanzen.-Flora, Jena, 1956, Bd.143. _N1. S.1-30.
147. Chenery E.M., Boron deficiency in tea.-Natre, 1958, vol. 181, N4606, p.426.
148. Harler G.R. Tea soils.-World Grops, 1971, vol.23, N5 p.275.
149. Harder H. Einbau von Bor in detritische Tonminerale.-Geochim.Cosmochim. Acta, 1965. v.21.N3/4, p.284-294.
150. Harder H. Boron content of sediments as a tool in facies analysis.-Sedimentary Geology, 1970, v.4.N2, p.153-175.

151. Parks R.Q., Show B.T. Possible mechanism of boron fixation in soil.-Proc. Soil Sci Soc. Amer., 1942, v.6, p.30-40.
152. Parks W.L. White J.L. Boron retention by clay and humus systems saturated with various cations.-Proc. Soil Sci Soc. Amer., 1952, v.16, N3 p.298-300.
153. Pethijagoda U. Krishnapillai S. Studies on the tea: Experimentally-induced minor-nutrient-deficiency symptoms.-Tea Quart., 1971, v.42, p.1-2, p.19-29.
154. Sarishvili I.F. Jibladze S.G., Godsiashvili B.A.; The problem of diagnostics in providing the Tea Buch with manganese.-In: Le controle de l'alimentation des plantes cultivees. Budapest: Akad. Kiado, 1975. v.1.p.599-607.
155. Skok J. Relationships of boron nutrition to a radio-sensitivity of sunflower plants.-Plant Physiol., 1957, v.32, p.3-308.
156. Tolhurst J.A.H. Zinc deficiency in tea.-Pamphlet, Tea Research institute of East Africa, 1973, N21/73, 16pp. Kericho, Kenya.