

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

აღმოსავლეთ საქართველოს აჭტიური ზემოქმედების
რაციონებში ბარემოს კომპონენტებში მძიმე
ლითონების შემცველობის განსაზღვრა მათი
ფონური კონცენტრაციების დადგენის მიზნით



(პროექტის დასკვნითი ანგარიში, ტომი II)
2014-2016

2016

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის კომპიუტერული ინჟინერების
ინსტიტუტი

წიგრი № IHM-16-25-01, 16-25-02- GTU- CD-3395- CD-3394

ინსტიტუტის დირექტორი

----- თ. ცინცაძე

დეკემბერი
25 დეკემბერი 2016წ.

სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოს “კახეთის რეგიონში ღრუბლებზე სერვისის
საფინანსო-ეკონომიკური უზრუნველყოფის ეკოლოგიური შედეგების მონიტორინგის
საკითხების კვლევა”

დ ა ს კ ვ ნ ი თ ი ა ნ ბ ა რ ი შ ი

პროექტის ხელმძღვანელი და შემსრულებელი:
ფიზ.-მათ. მეცნ. აკადემიური დოქტორი, გეოგრ. მეცნ. დოქტორი,
პროფესორი ბარი ბუნია

თბილისი–2016

რ ე ფ ე რ ა ტ ი

ანგარიში 27გვ., ფორმულა 1, ცხრილი 5, ლიტერატურა 26, ნახაზი - 3.

საკვანძო სიტყვები: ღრუბლებზე ზემოქმედება, გარემოს დაცვა, მიკროელემენტები, ვერცხლის მიკრომინარეგები, მიკროელემენტები ადამიანის ორგანიზმში და სასურსათო პროდუქტებში, კომპლექსური მონიტორინგი

წინამდებარე ნაშრომში ანთროპოგენური წარმოშობის, მათ შორის, ღრუბლებზე სექცევის საწინააღმდეგო სამუშაოების შედეგად მიღებული, მეტალური მიკრომინარეგების ბუნებრივ გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების მონიტორინგის საკითხების კვლევის მასალაა მოცემული.

ნაშრომში დამუშავებულია ღრუბლებზე სექცევის საწინააღმდეგო სამუშაოების ეკოლოგიური შედეგების მონიტორინგის მეთოდური რეკომენდაციები. ამასთან, რეკომენდირებულია, ავტორის მიერ შემუშავებული, გარემოს ობიექტების კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგისა და მიკრომინარეგების კონცენტრაციების განსაზღვრის ატომურ-აბსორბციული მეთოდები.

გარდა ამისა, განხილულია მიკრომინარეგების როლი ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურებაზე და გაუდაბნობაზე.

აგრეთვე განხილულია ისეთი საკითხები, როგორცაა: კახეთის რეგიონის ეკონომიკური და ბუნებრივი რესურსების თავისებურებანი;

მიკრომინარეგების, მათ შორის, ვერცხლის მიკრომინარეგების, გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე;

ღვინოში მიკრომინარეგების მოხვედრის ძირითადი გზები;

ნალექების ხელოვნური მომატების და ღრუბლებზე სექცევის საწინააღმდეგო სამუშაოების ეკოლოგიური პრობლემები და სხ.

შესრულებული კვლევების შედეგები ადამიანთა ჯანმრთელობისა და ბუნებრივი გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის უსაფრთხოებისა და გაუმჯობესებისკენ მიმართული თეორიული და პრაქტიკული საკითხის დამუშავების პროცესში გამოიყენება. ისინი მრავალჯერ იყო საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციების მსჯელობის საგანი.

ნაშრომს აქვს: გეოფიზიკური, მეტეოროლოგიური, კლიმატოლოგიური, ჰიგიენური, ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობები.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი	ბგ- 4
I კახეთის რეგიონის ეკონომიკური და ბუნებრივი რესურსების თავისებურებანი	5
1.1. კახეთის რეგიონი	5
II მიკრომინარევებით ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების პრობლემები	12
2.1. მიკრომინარევების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	12
2.2. ვერცხლის მიკრომინარევების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე . . .	14
2.3. ღვინოში მიკრომინარევების მოხვედრის ძირითადი გზები	16
III კახეთის რეგიონში ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების თანამედროვე პრობლემები	18
3.1. ნალექების ხელოვნური მომატების და ღრუბლებზე სექციის საწინააღმდეგო სამუშაოების ეკოლოგიური პრობლემები	18
3.2. ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ნეგატიური ეკოლოგიური ეფექტების შეფასების საკითხებისთვის	24
IV ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების და გაუდაბნოების ნიშნების მქონე რეგიონებში გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის შეფასების კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის მეთოდი	26
4.1. გარემოს ტექნოგენური დატვირთვის მონიტორინგისა და შეფასების კომპლექსური მეთოდი	26
4.2. ჩვენს მიერ შემუშავებული გარემოს დამაბინძურებელი ლითონური მიკრომინარევების განსაზღვრის ატომურ-აბსორბციული მეთოდი	30
დასკვნა	32
ლიტერატურა	33

შესავალი

2015 წელს სახელმწიფო სამხედრო სამეცნიერო-ტექნიკურ ცენტრ “დელტას“ მიერ საქართველოში, კახეთის რეგიონში სეტყვის საწინააღმდეგო სისტემა დამონტაჟდა. მსგავსმა სისტემამ, რომლის შექმნაში ჰიდრომეტეოროლოგიური ინსტიტუტის თანამშრომლებს მიუძღვის მნიშვნელოვანი წვლილი, დაახლოებით, 1990 წლის შემდეგ არსებობა შეწყვიტა.

ახალი სისტემის შექმნის უმთავრეს მიზანს კახეთის რეგიონში მევენახეობისა და სახნაურო-სათესი მიწების სეტყვისაგან დაცვა წარმოადგენს.

ღრუბლებზე ზემოქმედების ტექნოლოგიების მიმართ ისე, როგორც ნებისმიერი სხვა გარემოზე ზემოქმედების ტექნოლოგიების მიმართ, ეკოლოგიური უსაფრთხოება არის უმთავრესი მოთხოვნა. ზემოქმედებამ ერთ ატმოსფერულ მოვლენაზე ან პროცესზე, სხვა მოვლენებისა და პროცესების ნეგატიურ ცვლილებებთან არ უნდა მიგვიყვანოს.

ამიტომ სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების მნიშვნელოვანი ასპექტებიდან ერთ-ერთი არის: ბუნებრივ გარემოზე მავნე ფიზიკური ზემოქმედების, გვერდითი ეფექტებისა და გამოყენებული ტექნოლოგიების ეკოლოგიური უსაფრთხოების ზომის შეფასებები.

ნაშრომში, ბუნებრივი გარემოს დაცვის სფეროში საერთაშორისო ვალდებულებებითა და ქვეყნის კანონმდებლობით დადგენილი მოთხოვნების დაკმაყოფილების ხელისშეწყობის მიზნით, დამუშავებულია გარემოს ეფექტური დაცვის მეცნიერულად დასაბუთებული მეთოდოლოგიური მიდგომები, რაც მნიშვნელოვანი გარანტია იქნება საყოველთაოდ მიღებული მდგრადი განვითარების პრინციპების ცხოვრებაში გასატარებლად.

I კახეთის რეგიონის ეკონომიკური და ბუნებრივი რესურსების თავისებურებანი და კვლევის პრიორიტეტული მიმართულება

1.1. კახეთის რეგიონი

კახეთი საქართველოს ერთ-ერთი უმშვენიერესი მხარეა. მისი ულამაზესი პეიზაჟები მოიცავს კავკასიონის მთავარი ქედის თოვლიან მწვერვალებს, რომელთა სიმაღლე 3300-4500 მ-მდეა.

კახეთი საქართველოს აღმოსავლეთ საზღვრისპირა რეგიონია. მას ჩრდილოეთიდან რუსეთის ფედერაცია ესაზღვრება, აღმოსავლეთიდან და სამხრეთიდან კი - აზერბაიჯანის რესპუბლიკა.



აქ გვერდიგვერდაა წარმოდგენილი მთები, ვაკეები და ველ-მინდვრები. ალაზნის ველზე ზომიერად ტენიანი სუბტროპიკული ჰავაა. აქ ზამთარში საშუალოდ 0°C -ია, ზაფხულში კი საშუალოდ $+23...+25^{\circ}\text{C}$. ალაზნის ველზე ნალექების რაოდენობა წლის განმავლობაში 600–დან 1000 მმ-მდე მერყეობს. რაც შეეხება გარე კახეთს (მოიცავს ივრის ზეგანს, გომბორისა და იაღნოს ქედების წინა მთებს), აქ მშრალი სუბტროპიკული ჰავაა. მდებარეობს ზღ. დ. 500-900 მ-ზე. აქ ზამთრის საშუალო ტემპერატურაა - $0,1^{\circ}\text{C}...-2,3^{\circ}\text{C}$, ზაფხულის კი $+23^{\circ}\text{C}...+25^{\circ}\text{C}$. ნალექების რაოდენობა ივრის ზეგანზე დაახლოებით 400-600 მმ-ია. განსხვავებული, შედარებით ცივი ჰავაა ცივგომბორის ქედზე, რაც სიმაღლის მომატებასთანაა დაკავშირებული (ცივგომბორი ზღ. დ. 1800-2000 მ-ზე მდებარეობს).

კახეთის ფართობი 11,31 ათასი კმ²-ია, რაც საქართველოს ტერიტორიის 17,5%-ია. 2013 წლის მდგომარეობით, კახეთში 405 ათასი მოსახლეა, რაც ქვეყნის მთელი მოსახლეობის 9%-ია. ამ მაჩვენებლით კახეთი მეოთხე ადგილზეა იმერეთის, ქვემო ქართლისა და სამეგრელო-ზემო სვანეთის შემდეგ.

რეგიონში 9 ქალაქი და 276 სოფელია, ადმინისტრაციული ცენტრია ქალაქი თელავი.

რეგიონი მკვეთრად აგრარული მონო-ეკონომიკით და ურბანიზაციის დაბალი დონით ხასიათდება. კახეთის მოსახლეობის 80% სოფლად ცხოვრობს. რეგიონის სოფლები მოსახლეობის რიცხოვნობითა და განსახლების სიმჭიდროვით გამოირჩევა. შიდა და გარე მიგრაციის შედეგად რეგიონის მოსახლეობა 2002 წელთან შედარებით 0.2%-ით შემცირდა, 1989 წელთან შედარებით კი - 7.9%-ით.

საქართველოს ტყეების ფართობის 11–12% კახეთის რეგიონშია. კახეთის ტერიტორიის 30% ტყით არის დაფარული და ამ მხრივ მესამე ადგილზეა საქართველოს სხვა რეგიონებთან შედარებით. რეგიონის ტყეების 98% მთის ტყეების კატეგორიას მიეკუთვნება, რომელთაც უდიდესი ეკოლოგიური და ეკონომიკური მნიშვნელობა აქვს. კახეთის ტყეების 15% დაცულ ტერიტორიებშია მოქცეული, რაც ტყეების შენარჩუნებასა და განახლებას უწყობს ხელს.

კახეთში მოსახლეობა ძირითადად დასაქმებულია სახელმწიფოს მიერ განხორციელებულ ინფრასტრუქტურულ პროექტებში, როგორც არის მშენებლობა, რეაბილიტაცია-რეკონსტრუქცია, გზების დაგება-შეკეთება, სანიაღვრე და სარწყავი სისტემების მოწყობა-გაწმენდა და ა.შ.

ეკონომიკა (სოფლის მეურნეობის გარდა) წარმოება კახეთის აგრარული პროფილიდან გამომდინარე, არასასოფლო-სამეურნეო ეკონომიკის წილი უმნიშვნელოა როგორც რეგიონში წარმოებული დამატებით ღირებულებაში, ისე ქვეყნის მთლიან შიდა პროდუქტში. რეგიონის მონო-აგრარული სპეციალიზაციის შედეგად ურბანიზაციის დონე კახეთში დაბალია, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ უახლოეს მომავალში კახეთის ეკონომიკის ფოკუსის გადატანა ინდუსტრიაზე არ მოხდება.

სოფლის მეურნეობის წილი რეგიონის დამატებით ღირებულებაში 2011 წლის მდგომარეობით 24%-ს შეადგენდა, მაშინ როდესაც მრეწველობის წილი მხოლოდ - 9% იყო, ვაჭრობის - 5%, ტრანსპორტისა და კავშირგაბმულობის - 1.2%, მშენებლობის კი - 1.7%. აღსანიშნავია, რომ ტურიზმის წილის შესახებ მონაცემები არ არსებობს, სხვადასხვა მომსახურების სფეროს წილი კი, 2011 წელს მაღალი იყო და 20%-ს შეადგენდა. დანარჩენი დარგების ერთობლივმა წილმა 38% შეადგინა. ბოლო წლებში მშენებლობის მასშტაბის ზრდამ რეგიონში ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე საშენი მასალების (აგური, კრამიტი, სამშენებლო ბლოკი და სხვა) წარმოების განვითარებას შეუწყო ხელი.

რეგიონში მოქმედებს სამთომომპოვებელი და გადამამუშავებელი საწარმოები: ფიქალ-მარმარილოს მოპოვება-გადამამუშავება თელავის მუნიციპალიტეტებში, კირქვის მოპოვება- გადამამუშავება კი - დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტებში. ამ კირქვით რუსთავის ცემენტის ქარხანა მარაგდება.

კახეთის ისტორიული ძეგლების ტერიტორიული კონცენტრაცია, სახელმძღვანელო მეღვინეობის კერები, ბუნებრივი რესურსები, კულტურული-ისტორიული მემკვიდრეობა და გეოგრაფიული მდებარეობა რეგიონში ტურიზმის განვითარების უდიდეს პოტენციალს განაპირობებს.

კახეთის ბუნებრივი მრავალფეროვნება რეკრეაციული ტურიზმის განვითარების შესაძლებლობას ქმნის ახმეტის, გურჯაანის, თელავის, საგარეჯოს, სიღნაღისა და ყვარლის მუნიციპალიტეტებში მნიშვნელოვანია სათავგადასავლო ტურიზმის განვითარება ახმეტის, დედოფლისწყაროს, ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტებში, ეკოტურიზმის განვითარება ახმეტის, დედოფლისწყაროსა და ლაგოდეხის მუნიციპალიტეტებში, ხოლო აგროტურიზმის განვითარება კი კახეთის ყველა მუნიციპალიტეტში.

რეგიონის პოტენციალის გამოყენების შემთხვევაში რეალური გახდება ისეთი ტურისტული მომსახურების პროდუქტების განვითარება, რომლის საფუძველს კახური ღვინის წარმოების უნიკალური ტექნოლოგია და რეგიონის კულტურული-ისტორიული მემკვიდრეობა წარმოადგენს. განსაცვიფრებელი პეიზაჟები და დაცული ტერიტორიები მთებში ლაშქრობების, საცხენოსნო ტურებისა და ველოტურების მოსაწყობად კარგ შესაძლებლობას ქმნის.

რეგიონში მრავლად არის წარმოდგენილი წინაქრისტიანული ძეგლები (გარეჯის უდაბნოში აღმოჩენილია კავკასიის უძველესი ქალაქების ნაშთები რეგულარული გეგმარებით, რომლებიც ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მე-14 - მე-9 საუკუნეებით თარიღდება.

გურჯაანსა (ახტალა) და საგარეჯოში (უჯარმა) ბალნეოლოგიური კურორტებია, რომელთა პოტენციალი გამოსაკვლევია.

აქვე აღსანიშნავია იშვიათი მიკროკლიმატის ადგილების კვლევის აუცილებლობა და ტურისტულ მიმართულებებად ჩამოყალიბება (მაგალითად: მთა ცივი, კოდის მთა, სოფელი მარიაძეგარი (საგარეჯო) და ა.შ.).

ქვეყნის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების 38% კახეთის რეგიონშია. განსაკუთრებით დიდია სახნავი და სათიბ-საძოვარი სავარგულების მოცულობა, ამ კატეგორიის სავარგულების მიხედვით კახეთი პირველ ადგილზეა საქართველოში, რის გამოც იგი მემარცვლეობისა და მეცხოველეობის წამყვანი რეგიონია. კახეთში არსებული სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების სიდიდით გამორჩეულია დედოფლისწყაროს მუნიციპალიტეტი, მას მოსდევს ახმეტა, საგარეჯო და სიღნაღი.

სასოფლო-სამეურნეო მიწების მრავალ უბანზე მიმდინარეობს ნიადაგის წყლისმიერი და ქარისმიერი ეროზია. კახეთის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს საქართველო-აზერბაიჯანის სასაზღვრო მონაკვეთზე განსაკუთრებულ საფრთხეს მდინარე ალაზანი უქმნის.

უკანასკნელი 15 წლის განმავლობაში მდინარემ 100 ჰექტარზე მეტი სახნავი და საძოვარი მიწები ჩარეცხა და ამ ტიპის დანაკარგი ყოველწლიურად მატულობს. შედეგად ადგილობრივი მოსახლეობა შემოსავლის მნიშვნელოვან წყაროს კარგავს მეცხოველეობიდან და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების წარმოებიდან.

კახეთი მევენახეობა-მელვინეობის უძველესი და უნიკალური რეგიონია. აქ მდებარეობს მევენახეობის უნიკალური მიკროზონები, სადაც ტრადიციულად იწარმოება: წარმოშობის ადგილის დასახელებისა და სხვა მაღალხარისხიანი ქართული ღვინოები. დღეს საქართველოს ვენახების 65-70% კახეთშია კონცენტრირებული.

ვენახის ფართობის მიხედვით კახეთი პირველ ადგილზეა, მას იმერეთი და შიდა ქართლი მოსდევს. კახეთში ვენახების მთლიანი ფართობი 33 582,5 ჰექტარს შეადგენს. ვენახების ფართობის სიდიდით გამოირჩევა გურჯაანი - 7618 ჰა, მეორე ადგილზეა ყვარელი - 6382 ჰა, მესამეზე კი - თელავი 6048 ჰა. ყველაზე მცირე ფართობები ახმეტას (1747 ჰა) და დედოფლისწყაროს (1498,5 ჰა) აქვს.

აღსანიშნავია, რომ საქართველოში დარეგისტრირებული ადგილწარმოშობის 18 დასახელების ღვინიდან 14 მხოლოდ კახეთში იწარმოება.

ქართული ღვინის ექსპორტი 2006 წლიდან 2009 წლამდე რუსეთის ემბარგოს გამო მკვეთრად შემცირდა, ხოლო შედარებით სტაბილური ზრდა მხოლოდ 2010 და 2011 წლებშია. ქართული ღვინო ექსპორტზე ძირითადად ყოფილ საბჭოთა ქვეყნებში გადის. 2005-2012 წლებში ყველაზე მეტი გაიყიდა უკრაინაში, ყაზახეთსა და ბელორუსიაში, ყველაზე ნაკლები კი - ყირგიზეთში, თურქმენეთში, უზბეკეთსა და მოლდავეთში.

საქართველოდან ექსპორტზე გადის ყურძნისეული წარმოშობის სხვა ალკოჰოლური სასმელებიც, კერძოდ ბრენდის (კონიაკი) და ჭაჭის არაყი.

2009-2012 წლებში ამ პროდუქციის ძირითადი ბაზარი 10 ყოფილი საბჭოთა რესპუბლიკაა. აქ ქართულ ბრენდს და ჭაჭის არაყს სტაბილურად მზარდი ჯამური გაყიდვები აქვს, თუმცა გაყიდვების ზრდა მხოლოდ უკრაინაში, ბელორუსიასა და უზბეკეთშია, დანარჩენ ქვეყნებში კი ექსპორტს ფრაგმენტული, კლებადი და არასტაბილური ხასიათი აქვს. ჩამოსასხმელი სახით ღვინომასალების ექსპორტში წამყვანი ადგილი ისევ პოსტსაბჭოთა ქვეყნებს უკავია. ამ კატეგორიის პროდუქციის ექსპორტის ყველაზე დიდი წილი უკრაინაზე, ბელორუსიაზე, აზერბაიჯანსა და სომხეთზე მოდის. 2009-2012 წლებში ექსპორტი ზრდადი და სტაბილურია. ჩამოსასხმელი ღვინო ექსპორტზე მცირე რაოდენობით გადის ტაჯიკეთში, ყირგიზეთსა და ლატვიაში. 2009 და 2010 წლებში პოსტსაბჭოთა ქვეყნების გარდა ჩამოსასხმელი ღვინო ექსპორტზე გავიდა მხოლოდ ჩინეთში.

კახეთში მრავალი საოჯახო ღვინის მარანია, რომელიც მცირე და საშუალო ზომის ღვინის წარმოებას წარმოადგენს.

საოჯახო მარნებს სერიოზულ კონკურენციას უწევენ ღვინის მსხვილი კორპორაციების მიერ დაარსებული საწარმოები.

ექსპორტის პოტენციალის ზრდის და მცირე და საშუალო წარმოების განვითარებისთვის საჭიროა არა მარტო ბაზრის ათვისება, არამედ ხარისხის გაუმჯობესებისკენ მიმართული ქმედებები.

მარცვლეული კულტურების წარმოებას კახეთში მრავალსაუკუნოვანი ისტორია აქვს, რასაც მიწის ნაყოფიერება და მარცვლეული კულტურების მრავალფეროვნება უდევს საფუძვლად. ხორბლის ნათესი ფართობისა და წარმოების თვალსაზრისით კახეთი წამყვანი რეგიონია საქართველოში.

სხვა რეგიონებთან შედარებით კახეთში ყველაზე მეტი ფართობი ხორბლის ნათესებს უკავია, თუმცა, წლების მიხედვით, მისი ფართობი თანდათან იკლებს.

მზესუმზირა კახეთის რეგიონისთვის მნიშვნელოვანი ტექნიკური კულტურაა, განსაკუთრებით დედოფლისწყაროს და სიღნაღის მუნიციპალიტეტებისთვის.

ტრადიციულად, ამ კულტურის წარმოება მნიშვნელოვანი შემოსავლის წყარო იყო როგორც ფერმერული მეურნეობების, ასევე შინამეურნეობებისთვის.

ბოლო 10 წლის განმავლობაში მზესუმზირის ნათესი ფართობები მკვეთრად შემცირდა და დღეს მას მხოლოდ მცირე ფართობი უკავია.

„კუსტარულ“ ზეთსახდელებში მზესუმზირის ზეთი საკვები დანიშნულებით იწარმოება, ხოლო მისი ნარჩენისგან „კობტონი“ მზადდება, რომელიც ცხოველებისა და ფრინველებისთვის მაღალკალორიული საკვებია.

მზესუმზირის წარმოებას დიდი პოტენციალი გააჩნია, რადგან ადგილობრივ ბაზარზე ყოველწლიურად იზრდება მცენარეულ ცხიმზე მოთხოვნა, რაც ძირითადად იმპორტის ხარჯზე კმაყოფილდება. დღეს მზესუმზირის წარმოების ძირითადი წილი 95-98% ოჯახურ მეურნეობებზე მოდის, დანარჩენი კი - 2-5% სასოფლო-სამეურნეო საწარმოებს უკავიათ.

კახეთის რეგიონი, რომელსაც იმ კატეგორიის მიწის რესურსები გააჩნია, რომელიც სასოფლო-სამეურნეო მარცვლეული კულტურების მაღალ მოსავლიანობას და პროდუქციის უმაღლეს ხარისხს უზრუნველყოფს, დღეს სრულად არაა ჩართული ქვეყნის სასურსათო უზრუნველყოფაში.

კახეთში მრავალი სახეობის ხილი იწარმოება, აქ არსებული აგროკლიმატური პირობები და ნაყოფიერი ნიადაგები მეხილეობის განვითარების კარგ საფუძველს იძლევა. ამ მხრივ დიდი პოტენციალი აქვს გურჯაანის, ლაგოდეხის, ნაწილობრივ თელავის, სიღნაღისა და ყვარლის მუნიციპალიტეტებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ საკონსერვო მრეწველობას კახეთში ის სპეციფიკა ახასიათებს, რომ გვალვის ან სეტყვის გამო შესაძლოა ხილის სხვადასხვა სახეობის მოსავალი განადგურდეს, რაც საკონსერვო მრეწველობისთვის წყვეტას ნიშნავს, მაგრამ აქ არსებული ნიადაგები და კლიმატური პირობები საწარმოებულ ბაზის გაფართოების შესაძლებლობას იძლევა, რაც ამ რისკს ამცირებს.

კახეთის სოფლის მეურნეობაში მეცხოველეობას ტრადიციულად წამყვანი ადგილი ეკავა. აქ არსებული საძოვრებისა და სათიბების დიდი მასივები და ხელსაყრელი აგროკლიმატური პირობები ამ დარგის განვითარებისთვის საუკეთესოა. მიუხედავად იმისა, რომ კახეთს მცირე წილი უკავია ქვეყნის მეცხოველეობის მთლიან სუფთაობაში, ამ დარგის განვითარების დიდი პოტენციალი არსებობს და დედაქალაქთან მისი სიახლოვე რეგიონის ძლიერ მხარეს წარმოადგენს.

რაც შეეხება კახეთში გარემოს დაცვის საკითხებს, საქართველოს დაცული ტერიტორიების მნიშვნელოვანი ნაწილი კახეთის რეგიონში მდებარეობს და 194 ათასი ჰა უკავია, რაც მთლიანი ქვეყნის დაცული ტერიტორიების ფართობის 37%-ია, ხოლო მთლიანი ქვეყნის ტერიტორიის - 2.8%.

ქვეყნის გარემოსდაცვით სისტემაში ყველაზე წარმატებით დაცული ტერიტორიები ვითარდება გარემოსდაცვით სხვა სფეროებთან შედარებით. ამ მიმართულებით იზრდება როგორც სახელმწიფო დანახარჯები, ასევე უცხოური ორგანიზაციების დაფინანსებაც. 2012 წელს დაცული ტერიტორიების განვითარებისთვის 8.6 მლნ. ლარი გამოიყო, ხოლო 2013 წელს კი 5,6 მლნ. ლარი. დაცული ტერიტორიების ნაწილში, სადაც ტურიზმის განვითარების პოტენციალი დიდია, საერთაშორისო დონორების დახმარებით მოწყობილია ტურისტული ინფრასტრუქტურა კოტეჯებისა და ტურისტული ბილიკების სახით.

როგორც სტატისტიკის მასალა გვიჩვენებს, 2012 წელს საქართველოში საწარმოებიდან სულ გაიფრქვა 38477 ტონა მავნე ნივთიერება, საიდანაც კახეთის რეგიონზე მოდის მხოლოდ 568,3 ტონა (1,48%).

ისე, როგორც მთელ საქართველოში, კახეთშიც, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მთავარი წყარო ავტომობილების გამონაბოლქვია. გარდა ამისა, აქ

ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ერთ-ერთი მთავარი წყარო მოსახლეობის მიერ ფოთლის წვაა.

ბუნებრივი კატასტროფების რისკი მთელ მსოფლიოში, მათ შორის საქართველოში, ძალიან გაიზარდა, რაც მრავალი ფაქტორითაა გამოწვეული: კლიმატის ცვლილებით დაწყებული სოფლის მეურნეობის არასწორი წარმოებით დამთავრებული. ეს პრობლემა კახეთის რეგიონში მწვავედ დგას, ბუნებრივი კატასტროფების შედეგად მიღებული დანაკარგები ყოველწლიურად იზრდება. ხშირია გვალვა გაზაფხულზე, წვიმები მოსაველის აღების პერიოდში, სეტყვა უკვე წელიწადის ნებისმიერ დროს შეიძლება მოვიდეს, ქარიშხლების ინტენსივობაც გაზრდილია. ამ კლიმატური მოვლენების ციკლი მკვეთრად შეცვლილია და სოფლის მეურნეობის განვითარებისთვის ძალიან დიდ საფრთხეს წარმოადგენს, ფერმერები დიდ ზარალს განიცდიან. 2012 წლის 19 ივლისს მოსული სეტყვისა და ძლიერი ქარიშხლის შედეგად მიყენებული ზარალი უპრეცედენტო იყო. 2013 წლის აპრილსა და მაისში თელავისა და გურჯაანის მუნიციპალიტეტებში მოსულმა სეტყვამ ძალიან დიდი ზიანი მიაყენა სოფლის მეურნეობას.

ასევე აღსანიშნავია სეზონური წყალდიდობა და გვალვა, დროში განგრძობადი სტიქია, მაგალითად დაჭაობება. ამჟამად ბუნებრივი კატასტროფების რისკის ქვეშ, სხვადასხვა დიაპაზონით, მთელი კახეთის რეგიონი დგას.

გარემოსდაცვითი განათლების განხორციელებისთვის საჭირო ქმედებები ჩამოყალიბებულია დოკუმენტში „გარემოსდაცვითი განათლება მდგრადი განვითარებისათვის, საქართველოს ეროვნული სტრატეგია და სამოქმედო გეგმა 2012–2014“, სადაც ფორმალური, არაფორმალური და არაოფიციალური მიმართულებებია გამოყოფილი.

ბოლო სამი წლის განმავლობაში დონორების და სახელმწიფო ბიუჯეტიდან დაფინანსებულ პროექტებში გარემოსდაცვითი სხვადასხვა მიმართულების წილი (%-ში) ქვემოდაა მოცემული:

როგორც ზემომოტანილი მიმოხილვიდან ირკვევა, კახეთის რეგიონი – საქართველოს ეკონომიკის მნიშვნელოვან აგრარულ მხარეს წარმოადგენს, სადაც ბუნებრივი გარემოს მონიტორინგისა და დაცვის საქმიანობა სუსტადაა წარმოდგენილი [3].

№№	მიმართულების დასახელება	% - ლი წილი
1	დაცული ტეროტორიები	20
2	გარემოსდაცვითი ინფრასტრუქტურა	0
3	ნიადაგის მართვა	4
4	მდინარეთა მართვა	4
5	განახლებადი და ალტერნატიული ენერჯიები	5
6	ქარსაფარი ზოლები და გამწვანება	2
7	გარემოსდაცვითი განათლება 9	9
8	ტრანსსასაზღვრო თანამშრომლობა	15
9	ბუნებრივი კატასტროფები	13
10	ადამიანური რესურსების მართვა	5
11	სატყეო სექტორი და ბიომრავალფეროვნება	7
12	კლიმატის ცვლილება 9	9
13	ნარჩენების მართვა 5	5
14	ფინანსური მდგრადობა 2	2
შულ		100%

II მიკრომინარევებით ბუნებრივი ბარემოს დაბინძურების პრობლემები

2.1. მიკრომინარევეების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე

მრავალი ქვეყნის ექსპერტთა დასკვნებში და გაეროს ბუნებრივი გარემოს პრობლემების სამეცნიერო კომიტეტის (Scientific Committee on Problems of the Environment, SCOPE) რეკომენდაციებში მითითებულია, რომ გარემოს დაბინძურების მონიტორინგი ნივთიერებათა კრიტიკული ჯგუფებიდან – ბუნებრივი გარემოს სტრესის ინდიკატორებიდან უნდა იქნას დაწყებული. მათ რიცხვში, სხვა ნივთიერებებთან ერთად, ადამიანისა და ბუნებრივი გარემოსთვის განსაკუთრებული საშიშროებას მატარებელი მეტალების: ვერცხლისწყლის, დარიშხანის, ტყვიის, კადმიუმის, ნიკელის, სპილენძისა და თუთიის მიკრომინარევეები (Hg, As, Pb, Cd, Ni, Cu, Zn) არიან დასახელებულნი.

მძიმე მეტალების ზუსტი დეფინიცია არ არსებობს, თუმცა ამ ტერმინში იგულისხმება მეტალური თვისებების მქონე ტოქსიკური ელემენტები. გარდა ამისა, ბევრი მსუბუქი მეტალიც არის ტოქსიკური: მაგალითად, ბერილიუმი.

მიკროელემენტებს ბიოსფეროს თანამედროვე მდგომარეობისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა გააჩნიათ. თუმცა ისინი ცოცხალი ორგანიზმების ქსოვილების ორგანული შენაერთების შემადგენლობაში არ შედიან, მაგრამ, ამავე დროს, მიკროელემენტები უმნიშვნელოვანესი ფიზიოლოგიური პროცესების ბიოკატალიზატორების და ბიორეგულატორების აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენენ.

მრავალი მეცნიერის მიერ შესწავლილია სხვადასხვა მეტალური მიკრომინარევეების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე და ზოგიერთი მათგანისთვის დადგენილია ის უარყოფითი ეფექტები, რაც მათი ჭარბი რაოდენობით აკუმულაციას უკავშირდება. მაგალითად, მაგნიუმის აკუმულაცია ტვინში დაკავშირებულია პარკინსონის დაავადებასთან; კადმიუმი - თირკმლის პრობლემებთან; დარიშხანი დაკავშირებულია ჰიპერტენზიასთან, აქვს სუპრესიული ეფექტი სპერმატოგენეზსა და გონადოტროპინზე, ასევე ტესტოსტერონის გამოყოფაზე. ტყვიით ქრონიკული ინტოქსიკაცია, ზრდასრულ ადამიანებში იწვევს ანემიას, ზოგიერთი ტიპის სიმსივნეს, IQ-ს შემცირებას.

მძიმე მეტალების იონური ფორმა ორგანიზმში შეღწევის შემთხვევაში კარგად ხსნად მარილების სახით, მათ სწრაფ რეზორბციას განაპირობებს შესწევის ყველა გზებისთვის, მათ შორის სასუნთქ გზებში და კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში. მათი შეთვისება ადამიანის ორგანიზმში, ძირითადად, ხდება თავისუფალი იონების სახით. ისინი შეიძლება მიუერთდნენ ფენოლურ ნაერთებს საკვებსა და ღვინოში, რაც ხელს უშლის მათ ათვისებას. წითელი ღვინოები შესაძლოა უფრო სასარგებლო იყოს ადამიანისთვის, ვიდრე თეთრი ღვინოები, რადგან, მაგალითად, ისეთი მძიმე მეტალი, როგორც ტყვიაა, ნაკლებადაა აბსორბციისთვის მზად, მათი პროანთოციანიდებთან დაკავშირების გამო.

მძიმე მეტალები, ადამიანის ორგანიზმში, სხვადასხვა მექანიზმების საშუალებით შეიძლება მოხვდეს. ბივალენტურ კათიონებს შეუძლიათ სატრანსპორტო ცილების გამოყენება უჯრედში შესაღწევად. კადმიუმი, უჯრედში შეღწევის კალციუმის არხების საშუალებით. წყალში უხსნადი მძიმე მეტალები, უჯრედში შეიძლება მოხვდეს ფაგოციტოზის გზით.

უნდა აღინიშნოს რომ, მძიმე მეტალებს ადამიანები, ძირითადად სასურსათო პროდუქტებიდან შეითვისებენ, რის გამოც, არსებობს როგორც საერთაშორისო, ისე ნაციონალური კანონმდებლობის დონეზე განსაზღვრული, მძიმე მეტალების დასაშვები ნორმები.

მძიმე მეტალების ტოქსიკურობა განპირობებულია იმით, რომ: ერთის მხრივ, ისინი ანაცვლებენ ფიზიოლოგიურად აუცილებელ მეტალებს. მაგალითად კადმიუმს შეუძლია ჩაანაცვლოს სპილენძი და რკინა ციტოპლაზმასა და მემბრანის პროტეინებში; მეორეს მხრივ, თავისუფალ მძიმე მეტალების იონებს შეუძლიათ

წარმოქმნან სუპეროქსიდისა და ჰიდროქსილის რადიკალები, რომლებიც, თავის მხრივ, იწვევენ ლიპიდების, ნუკლეინის მუჟავებისა და ცილების ჟანგვით დაზიანებას.

2.2. ვერცხლის მიკრომინარეგების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე

ვერცხლი, თავისი ოქსიდებისა და მარილების უმეტესობის უხსნადობის გამო, დაუბინძურებელ ზედაპირულ წყლებში ძალზე მცირე, სუბმიკრონულ (0.2-0.3 მკგ/ლ), რაოდენობით გვხვდება. ძალზე იშვიათად მისმა შემცველობამ ზედაპირულ და სასმელ წყლებში შეიძლება 5 მკგ/ლ მიაღწიოს. ზღვის წყალში ვერცხლის კონცენტრაცია 0,3-1,0 მკგ/ლ შეადგენს [11,12]. დაბინძურებულ მიწისქვეშა წყლებში ვერცხლი შეიძლება ერთეულიდან ათეულ მგ/ლ კონცენტრაციით მოიპოვებოდეს.

გათვალისწინეს რა, რომ ვერცხლის შემცველობა დაუბინძურებელ ბუნებრივ წყლებში (5მკგ/ლ-მდე) ადამიანის ჯანმრთელობისთვის საფრთხეს არ წარმოადგენს, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციას (World Health Organization:WHO) ვერცხლისთვის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის (ზღკ) სპეციალური სიდიდე არ შემოუღია.

ვინაიდან ხშირად ვერცხლი სასმელი წყლის გასაუვნებლად გამოიყენება და ასეთ წყალში მისი დონე, როგორც წესი, 50 მკგ/ლ-ზე მეტს შეადგენს, ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის “წყლის ხარისხის კონტროლის სახელმძღვანელიში” შენიშნულია, რომ ვერცხლის კონცენტრაციები 0.1 მგ/ლ-მდე ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელია.

შეერთებულ შტატებში, წყლის ხარისხის სტანდარტის შემუშავებისას, ალბათ ამ სიდიდეზე – 100 მკგ/ლ აკეთებდნენ ორიენტირებას. რუსეთის ანალოგიურ ნორმატივებში ეს პარამეტრი ორჯერ – 50 მკგ/ლ, ხოლო ევროპისაში, მთელი, ათჯერ ნაკლებია – (10 მკგ/ლ) [13,14].

ორგანიზმში ვერცხლის შემოსვლის ძირითადი ბუნებრივი გზა არის საკვები პროდუქტები. ის ორგანიზმისთვის ძნელად ასათვისებელი ელემენტია. შემოსული ვერცხლის 90%-ზე მეტი გამოიტანება ორგანიზმიდან, ძირითადად, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მეშვეობით. მიუხედავად ამისა, ვერცხლის ნაწილი აბსორბირდება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, ადვილად უერთდებიან ცილებს (სისხლის გლობულინისა და ჰემოგლობინის დახმარებით და ა.შ.) და გადაიტანებიან მთელ ორგანიზმში.

ორგანიზმში ვერცხლის მთავარ “შესანახ” ადგილად ღვიძლია მიჩნეული. ასევე, ღვიძლია ორგანიზმიდან ვერცხლის გამოყვანაზე ძირითადო პასუხისმგებელი ორგანო. ასევე, ღვიძლია ორგანიზმიდან ვერცხლის გამოყვანაზე ძირითადო პასუხისმგებელი ორგანო.

როგორც ყველა მძიმე მეტალი, ვერცხლი საკმაოდ ნელა გამოიტანება ორგანიზმიდან, თუმცა არც ისე დიდ ხანს, როგორც ბევრი სხვა მათგანი. ღვიძლიდან მისი “ნახევრადგამოტანის” პერიოდმა შეიძლება 50 დღე გასტანოს. მაგრამ ვერცხლის გამუდმებითი შეღწევისას ორგანიზმში მაინც მისი თანდათანობითი დაგროვების ტენდენცია დაიკვირვება.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციამ (WHO) განსაზღვრა ვერცხლის მაქსიმალური დოზა, რომელიც ადამიანის ჯანმრთელობაზე შესამჩნევ მავნე ზემოქმედებას არ ავლენს (ეგრეთწოდებული დონე NOAEL – No Observable Adverse Effect Level – 10 გრამი). ესე იგი ჯმო-ს მეთოდის თანახმად, ადამიანს, რომელმაც თავისი ცხოვრების მანძილზე (საშუალოდ 70 წელი) “შეჭამა ან დალია” ჯამურად 10 გრამი ვერცხლი, ამის გამო ჯანმრთელობასთან გარანტირებულად არავითარი პრობლემები არ უნდა ჰქონდეს. ამ სიდიდის მიხედვით იყო მიღებული რეკომენდაციები სასმელ წყალში ვერცხლის ტოლერანტული შემცველობის შესახებ – 100 მკგ/ლ. ასეთი კონცენტრაცია 70 წლის ცხოვრების განმავლობაში NOAEL-ის დონის ნახევარს იძლევა, რაც ჯანმრთელობისთვის საფრთხით უვნებელია.

ვერცხლი – ყველა უმაღლესი ცოცხალი არსების (დაწყებული მცენარეებიდან, ცხოველებით და ადამიანებით დამთავრებული) ორგანიზმებში მუდმივი კომპონენტი. აღსანიშნავია, რომ ვერცხლის ფიზიოლოგიური როლი ადამიანისა და ცხოველების ორგანიზმში მოცემული მომენტისათვის არასაკმარისად არის შესწავლილი.

ამასთან, ისეთი მოვლენა, როგორც ორგანიზმში ვერცხლის დეფიციტი, არსად არ არის აღწერილი. გარდა ამისა, ვერცხლის მუტაგენური აქტივობა და, ასევე, მისი კანცეროგენული ზემოქმედება არ არის დადგენილი.

ამჟამად ვერცხლი განიხილება არა როგორც უბრალოდ ლითონი, რომელსაც მიკრობების ხოცვა შეუძლია, არამედ როგორც მიკროელემენტი, რომელიც ნებისმიერი ცხოველთა და მცენარეთა ორგანიზმების ქსოვილების აუცილებელი და მუდმივი შემადგენელი ნაწილია.

მკურნალობის მიზნით ვერცხლის მაღალი დოზების (ხსნარის კონცენტრაციით 30-50 მგ/ლ) ხანგრძლივმა (7-8 წლის განმავლობაში) მიღებამ და, აგრეთვე, ვერცხლის ნაერთებთან მუშაობამ საწარმოო პირობებში, შეიძლება ვერცხლის დაღეჟვა ადამიანის კანში და მისი შეფერილობის ცვლილება - არგირია ("კანის გარუჯვა") გამოიწვიოს, რომელიც ვერცხლის იონების ფოტოქიმიური აღდგენის შედეგებით არის განპირობებული.

აგრირიის მოვლენით დაავადებულ პაციენტთა შემოწმებისას ორგანოების და სისტემების ფუნქციონალური მდგომარეობის და, ასევე, ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში ცვლილებები არ იყო გამოვლენილი. მეტიც, ყველა პაციენტს არგირიის ნიშნით უმეტესი ვირუსული და ბაქტერიალური ინფექციების მიმართ წინააღმდეგობა დაეკვირვებოდა.

ამრიგად, თანამედროვე შეხედულებების ჭრილში, ვერცხლი განიხილება როგორც შინაგანი ორგანოების და სისტემების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი მიკროელემენტი და, ასევე, როგორც იმუნიტეტის ასამაღლებელი და პათოგენურ ბაქტერიებზე და ვირუსებზე აქტიურად მოქმედი, ძლიერი საშუალება.

ვერცხლის ანტიმიკრობული მოქმედების ფართო სპექტრი, უმეტეს პათოგენურ მიკროორგანიზმების მასთან მდგრადობის უქონლობა, დაბალი ტოქსიკურობა, ვერცხლის ალერგიული თვისებების შესახებ ლიტერატურაში ცნობების უქონლობა და, ასევე, ავადმყოფების მიერ მისი კარგი ამტანობა – მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში ვერცხლის მიმართ გადიდებულ ინტერესს უწყობს ხელს.

2.3. ღვინოში მიკრომინარეების მოხვედრის ძირითადი გზები

ყურძენში მძიმე მეტალები ძირითადად ნიადაგიდან ხვდებიან, თუმცა სავარაუდო დაბინძურების წყარო, შესაძლოა იყოს ყურძნის შესაწამლად გამოყენებული ფუნგიციდები, ძლიერ დაბინძურებული ატმოსფერო, ან ღვინის ფერმენტაციისას, დაბინძურებული საფუარების გამოყენება.

წითელ და თეთრ ღვინოს შორის, არსებობს სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავებები სხვადასხვა ელემენტების შემცველობის მიხედვით. ელემენტების უმეტესობა წითელ ღვინოში უფრო დიდი კონცენტრაციითა, ვიდრე თეთრ ღვინოში.

როგორც ცნობილია, ბუნებრივი ელემენტები ეწოდება იმათ, რომელთა კონცენტრაცია არაა დამოკიდებული წარმოების ციკლზე, არამედ დამოკიდებულია იმაზე თუ, როგორი რაოდენობითაა ის ნიადაგში და რამდენად ხდება ვაზის მიერ მისი შეთვისება. თანამედროვე პირობებში, ღვინოში მოიპოვება ისეთი ელემენტები, რომელთა წყარო, როგორც ბუნებრივი, ისე შეიძლება ანთროპოგენური წარმოშობის იყოს [4]. ამ ნივთიერებათა კონცენტრაციები ღვინოში სხვადასხვა ფაქტორზეა დამოკიდებული. მათი ათვისება ხდება როგორც ნიადაგიდან, ისე ვაზის ფუნგიციდებით დამუშავების შედეგად და საწარმოო აღჭურვილობებიდან. მაგალითად, რკინის შემცველობა ნაწილობრივ ბუნებრივი და ნაწილობრივ ისეთი

წყაროებითაა განპირობებული, როგორებიც არიან: საწარმოო აღჭურვილობა, რკინის კონტეინერები და ა.შ.

ტყვია, ღვინოში, ძირითადად, ფუნგიციდებით დამუშავების, დალუქული კონტეინერებისა და დაბინძურებული ატმოსფერული ჰაერის ზემოქმედების შედეგად ხვდება (მაგალითად ავტომანქანების სავალ გზებთან ახლოს გაშენებული ვენახები). ღვინოში ამ ნივთიერების მცირე რაოდენობა ნიადაგიდანაც ადვილად შეიძლება მოხვდეს. კობალტი, ქრომი, ნიკელი და ვანადიუმი, როგორც წესი, მცირე კონცენტრაციით გვხვდება ღვინოში და ითვლება, რომ ის, ძირითადად, მეტალის კონტეინერებიდან გადადის, ვიდრე ბუნებრივი წყაროებიდან. კადმიუმი ითვლება, რომ, ძირითადად, დაბინძურებული ჰაერიდან შეიძლება მოხვდეს ღვინოში. მას, ასევე, ნიადაგში აკუმულაციის უნარი გააჩნია.

კვლევებით დადგინდა, რომ ყურძნის სხვადასხვა ნაწილები განსხვავებული რაოდენობით შეიცავენ მძიმე მეტალებს. მაგალითად, Teissedre და სხვ.–მიერ [5]

ჩატარებული კვლევების მიხედვით, რკინის კონცენტრაცია ყურძნის თესლში 352 მკგ/კგ, კანში 90 მკგ/კგ, რბილობში კი, მხოლოდ 3 მკგ/კგ უდრიდა.

თანამედროვე სამეცნიერო ლიტერატურაში ბევრი ტოქსიკური მეტალის თავისებურების შესწავლის შედეგები ფართოდაა გაშუქებული [4,5,6,7,8].

ზოგიერთი მათგანისთვის დადგენილია ადამიანის ორგანიზმში მათი ჭარბი რაოდენობის აკუმულაციით გამოწვეული უარყოფითი ეფექტები.

კადმიუმი, ტყვია, ვერცხლისწყალი და დარიშხანი, მაღალი რისკის შემცველ ტოქსიკურ ელემენტებს მიეკუთვნება და მათი შედარებით მცირე კონცენტრაციასაც შესაძლოა ძლიერ ტოქსიკური გავლენა ჰქონდეს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. მაშინ, როცა, ისეთი ელემენტები, როგორებიცაა, მაგალითად, რკინა, თუთია, სპილენძი დაბალი რისკის შემცველი მეტალები არიან და ტოქსიკური თვისებების გამოსავლენად, ორგანიზმში მათი დიდი კონცენტრაციების აკუმულაციაა საჭირო.

ევროპის ქვეყნებში ღვინოებში ამ ნივთიერებათა შემცველობის ზუსტი განსაზღვრისა და კონტროლის აუცილებლობაზე აქტიურად დაიწვეს საუბარი მას შემდეგ რაც ჟურნალ Chemistry central-ში გამოქვეყნდა Declan P. Naughton და Andrea Petroczi-ის კვლევა [6], რომლის მიხედვითაც, უმეტესობა ევროპული ქვეყნების ღვინოებისა, სულ მცირე, შვიდი მძიმე მეტალის პოტენციურად საშიშ ღოზებს შეიცავდნენ.

ვინაიდან, მეტალის იონები მონაწილეობენ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, ისინი გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე. ამასთან, ამ ელემენტებს შეუძლიათ ადამიანის ჯანმრთელობაზე განსხვავებული ხასიათის გავლენა მოახდინონ.

მაგალითად, ღვინოების საშუალებით შესაძლებელია აუცილებელი მეტალების შეთვისება, ხოლო, ნორმაზე მეტი კონცენტრაციით მიღებას, შეუძლია ადამიანზე ტოქსიკური გავლენა იქონიოს. ამის შედეგად, ღვინის წარმოების პროცესში, მეტალური მიკრომინარეგების შემცველობის კონტროლის წარმოება მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს.

III კახეთის რეგიონში ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების თანამედროვე პრობლემები

3.1. ნალექების ხელოვნური მომატების და ღრუბლებზე სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ეკოლოგიური პრობლემები

ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ტექნიკების რეალიზაციისას გარემოს დაბინძურება განპირობებულია შემდეგი ფაქტორებით:

დასათესი რეაგენტის პიროტექნიკური შედგენილობის წვის პროდუქტებით ატმოსფერული ჰაერის, ნიადაგის ზედაპირის და წყალსატევების წყლის დაბინძურება;

სეტყვის საწინააღმდეგო ნაკეთობის ჩარჩოსა და პიროვაზნის თვითლიკვიდაციის პროდუქტებით ნიადაგის ზედაპირის დაბინძურება.

ატმოსფეროში სეტყვის ღრუბლებში დასათესესად შესატანი რეაგენტის (AgI) და მოწყობილობის გასატენი პიროტექნიკური შენაერთების წვის პროდუქტები, ნაწილობრივ ნალექებით ჩამოირეცხებიან და ხვდებიან ნიადაგში და ღია წყალსატევებში (დაახლოებით 80%), ხოლო ნაწილობრივ (20%) რჩებიან ატმოსფეროში. ეს უკანასკნელი ჰაერის ნაკადებით ვრცელდება, ძირითადად, გაბატონებული ქარების გავრცელების მიმართულებით და შეიძლება დასაცავი რაიონების საზღვრებს გარეთ იყვნენ გამოტანილი.

ბუნებრივ გარემოზე მავნე ფიზიკური ზემოქმედების ფაქტორების რიცხვს შეიძლება მივაკუთვნოთ მეტეოროლოგიური რადიოლოკატორებისა და რადიოსადგურების ელექტრომაგნიტური გამოსხივებები და, ასევე, გვერდითი ეფექტები, როგორც არის დასაცავი და ქარზურგა ტერიტორიებზე ნალექების რეჟიმის წინასწარგანუზრახველი ცვლილები.

ამრიგად, როგორც ჩანს, გარემოს დაბინძურების კონტროლის საქმიანობაში, ინტენსიური სეტყვის საწინააღმდეგო ზემოქმედების რაიონებში, მძიმე მეტალების (PbI₂, AgI) საფუძველზე დამზადებული, სხვადასხვა მაკრისტალიზებული რეაგენტების ღრუბლებში დათესვით, ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების შედეგების კვლევა აქტუალურ მნიშვნელობას იძენს.

უკვე კარგადაა გაცნობიერებული, რომ ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობის შედეგების ზემოქმედებით ამინდი მიზანმიმართულად იცვლება. მეცნიერებმა, რომლებმაც ათეული წლების განმავლობაში დედამიწის ატმოსფეროს მდგომარეობის შესწავლას მიუძღვნეს თავისი შრომები, ამინდზე გამიზნული ზემოქმედების გზების კვლევას დაუთმეს დიდი ძალისხმევა.

მთელ მსოფლიოში, ამინდზე აქტიური ზემოქმედების განხრით წარმოებული სამუშაოები შეიძლება დავეთვათ ექვს ძირითად კატეგორიებად:

- წვიმისა და თოვლის ხელოვნური გამოწვევის მიზნით წარმოებული ექსპერიმენტები;

- ღრუბლებზე სეტყვის საწინააღმდეგო აქტიური ზემოქმედება;

- ელჭექის აცილება;

- ქარიშხლების საწინააღმდეგო მოქმედებები;

- ნისლის გაფანტვა და, ადამიანის დაუფიქრებელი მოქმედებით გამოწვეული, ამინდის მოვლენებზე ზემოქმედება.

ამასთან, ნალექებზე ზემოქმედების პროგრამა ამინდის მოვლენებზე აქტიური ზემოქმედების პროგრამების შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს. ის ორ მიზანს ითვალისწინებს: ნალექების მომატებასა და მათ გადანაწილებას.

კვლევების შედეგად, რიგ ქვეყანაში დამუშავებულია სხვადასხვა მოწყობილობა და ტექნოლოგია ზეგაცივებულ ღრუბლებში ყინულ-წარმოქმნილი ბირთვების შესატანად.

მრავალი ექსპერიმენტი იქნა შესრულებული იმისთვის, რომ ღრუბლებზე ზემოქმედებით წვიმის, თოვლის და სეტყვის მოსვლის რაოდენობის შეცვლის შესაძლებლობა დაედგინათ.

ბევრ ქვეყანაში, ღრუბლებში ყინულწარმოქმნელი ბირთვების დათესვა ფართოდ გამოიყენება უფრო საწარმოო, ვიდრე კვლევის მიზნით.

ასეთი პროგრამები, როგორც წესი, ხორციელდება იმ რწმენით, რომ ამ გზით შესაძლებელია ნალექების გაზრდა სოფლის მეურნეობისათვის საჭირო რაოდენობით, გვალვის ეფექტების შემსუბუქება ან მცენარეულობაზე სეტყვით მიყენებული ზარალის შემცირება.

ეჭვს არ იწვევს, რომ შესაძლებელია ზეგაცივებული ღრუბლების გარდაქმნა ყინულის კრისტალებად და მათი გაფანტვა, თუმცა ყოველთვის არაა შესაძლებელი ზუსტად დადგინდეს იქნა თუ არა მიღწეული მოსალოდნელი ეფექტი.

როგორც ცნობილია, ატმოსფერულ ნალექებს დროსა და სივრცეში გააჩნიათ მნიშვნელოვანი რხევები, რომელთა ფონზე აქტიური ზემოქმედების შედეგად მათი ცვლილებების შეფასებები საკმაოდ რთულ ამოცანას წარმოადგენს.

დიდი მნიშვნელობა აქვთ ეკოლოგიური შედეგების პროგნოზის საკითხებს რაიონებში, სადაც საცდელი ტერიტორიიდან შედარებით ახლო მანძილზე მიმდებარე მეზობელი რეგიონები მდებარეობენ. რიგ შემთხვევაში გაძნელებულია საკვლევი ტერიტორიის ყოველი პუნქტის ბუნებრივი გარემოს მდგომარეობის წინასწარმეტყველება. მაგრამ პროგნოზი მთლიანად რეგიონისთვის საშუალებას იძლევა შეფასდეს ბუნებრივი გარემოს შესაძლო ცვლილებები, მათ შორის იქაც, სადაც ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების მდგომარეობის პროგნოზი არ წარმოებს.

ამრიგად, ნალექების ხელოვნური მომატების ან სეტყვის საწინააღმდეგო მიზნებით ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ნეგატიური შედეგები დაკავშირებულია, უმთავრესად:

- ნალექებისა და გარემოს დამაბინძურებელი რეაგენტების შესაძლო გადანაწილებასთან ხელოვნური ზემოქმედების რაიონების მიმდებარე ტერიტორიებზე;

- აქტიური ზემოქმედების რაიონებში ეკოლოგიური საფრთხის პრობლემებთან;

- მძიმე მეტალების (PbI₂, AgI) საფუძველზე დამზადებული მაკრისტალიზებული რეაგენტების გამოყენებისას, სამუშაო რაიონების ბუნებრივი გარემოს დაბინძურებისა და მავნე მიკრომინარეგების დაგროვების პრობლემასთან.

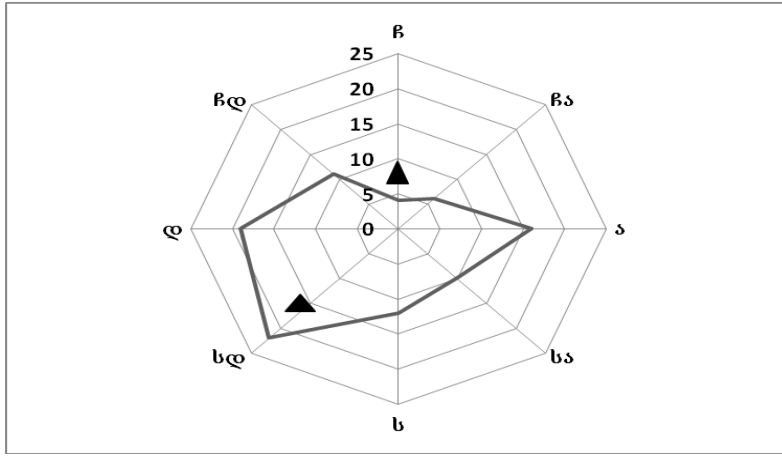
ზემომოტანილი საკითხების მონიტორინგის დამუშავებისას, აუცილებელია ისეთი მეტეოროლოგიური ელემენტის გათვალისწინება, როგორცაა ქარის მიმართულება. აქედან გამომდინარე, კახეთის რეგიონის უდიდესი ქალაქების: თელავის, გურჯაანისა და საგარეჯოს დამახასიათებელი ქარების ვარდის სქემები გვაქვს დამუშავებული (ნახ.1, 2, 3).

მოცემულ სქემებზე სამკუთხედებით დატანილია რეკომენდირებული გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგის წერტილები.

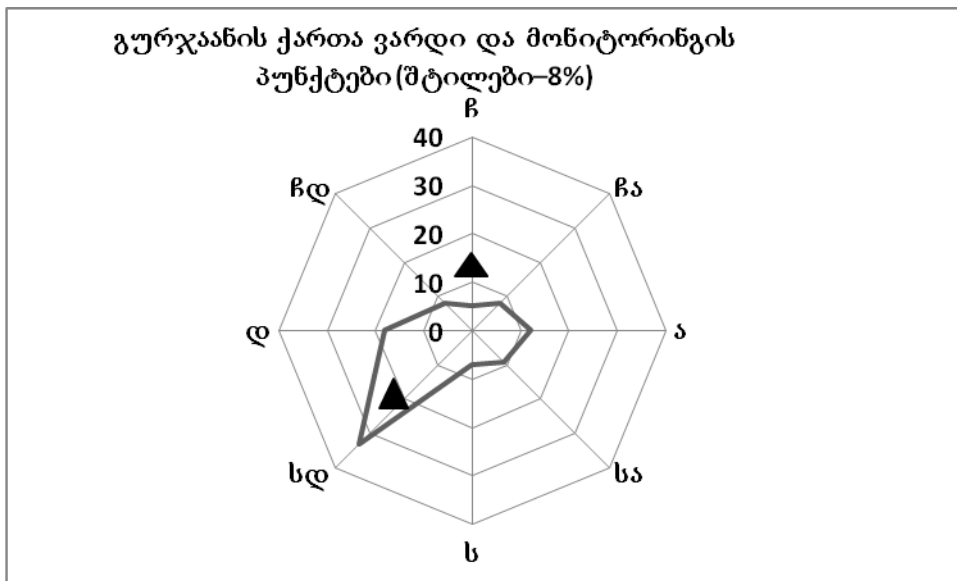
მოცემულ ნახაზებზე ქარების საშუალო მრავალწლიური მიმართულებები პროცენტებში და გაბატონებული და უმცირესი ალბათობის მქონე ქარების მიმართულებით შერჩეული ეკოლოგიური მონიტორინგის წერტილებია დატანილი.

აღნიშნული მიდგომა აქტიური ზემოქმედების ეკოლოგიური შედეგების აღრიცხვის საშუალებას იძლევა.

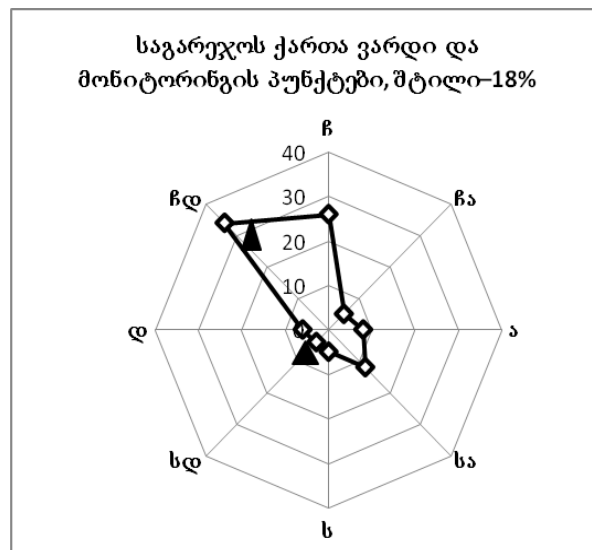
ღრუბლებში აქტიური ზემოქმედების რეაგენტების მრავალწლიური შეტანით გამოწვეული გარემოს დაბინძურების შედეგების კვლევის მონაცემებით [1], წყალსატევებში მათი დაგროვების თავისებურებებია გამოვლენილ



ნახაზი 1. თელავის ქართა ვარდი და მიკრომინარეგების მონიტორინგის პუნქტები (შტილი – 23%)



ნახაზი 2. გურჯაანის ქართა ვარდი და მიკრომინარეგების მონიტორინგის პუნქტები (შტილი – 8%)



ნახაზი 3. საგარეჯოს ქართა ვარდი და მიკრომინარეგების მონიტორინგის პუნქტები (შტილი – 18%)

დადგენილია, რომ რეაგენტის სახით ტყვიის იოდიდის (PbI₂) გამოყენების პერიოდებში, ღია წყალსაცავებში ტყვიის დაგროვება სეზონიდან სეზონამდე 2მკგ/ლ შეადგენდა. რაიონებში, სადაც მიმდინარეობდა ამ ნივთიერების მრავალწლიური გამოყენება, ტყვიით შედარებით მაღალი დონის გარემოს დაბინძურებაა დაფიქსირებული.

ზემოაღნიშნული საშუალებას გვაძლევს ვილაპარაკოთ ამ თემის აქტუალობაზე, მის მნიშვნელოვან მეცნიერულ და პრაქტიკულ ღირებულებაზე.

ამ კუთხით მნიშვნელოვანია განისაზღვროს, თუ რა მდგომარეობაა საქართველოს სინამდვილეში.

როგორც წესი, ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების პროცესში რამოდენიმე კილოგრამი რეაგენტი იხარჯება, რის შედეგადაც შეიძლება ბუნებრივ გარემოში მავნე მინარევების შესამჩნევი დაგროვება მივიღოთ. ამის გამო აუცილებელია შესატანი რეაგენტების რაოდენობის შემცირება, ან მათი ეკოლოგიურად ნაკლებად მავნე რეაგენტებზე შეცვლა.

როგორც მეცნიერ-მკვლევარები ირწმუნებიან [1], ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების მიზნით, იოდოვანი ტყვიიდან იოდოვანი ვერცხლის რეაგენტებზე გადასვლით, საცდელი ტერიტორიის გარემოს მიწისპირა ობიექტებში ვერცხლის დაგროვება არ შეინიშნებოდა. უფრო მეტიც, 2% ვერცხლის საფუძველზე დამზადებულ ყინულწარმოქმნელ შედგენილებაზე გადასვლის შედეგად წყალსატევებში ტყვიიდან თვითგასუფთავების პროცესების გაძლიერება შეინიშნებოდა.

მეორე მხრივ, იოდოვანი ვერცხლის გენერატორების ხანგრძლივი მუშაობისას, მათ ირგვლივ AgI-ის ისეთი კონცენტრაციების დაგროვებაა შესაძლებელი [2], რომელთა შედეგად მცენარეულობის, მიკრობების დაღუპვისა და მუტაციის პროცესებია შესაძლებელი.

3.2. ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ნეგატიური ეკოლოგიური ეფექტების შეფასების საკითხებისთვის

გარკვეული არეალის ფარგლებში ცოცხალ ორგანიზმთა რაოდენობა (ბიომასა) და განაწილება დამოკიდებულია მათი არსებობისათვის აუცილებელ აბიოტურ ფაქტორთა მინიმუმზე. მაგალითად, სხვადასხვა ლითონური ელემენტები აქტიურად მონაწილეობენ ბიოქიმიურ პროცესებში და მათი დეფიციტი ან სიჭარბე ერთნაირად უარყოფითად მოქმედებენ ბუნებრივ გარემოზე. ამრიგად, მისი ნორმალური ფუნქციონირებისათვის მძიმე ლითონებს, მიკროელემენტებსა და ბიომინერალებს შორის გარკვეული ბალანსის დაცვაა საჭირო. აღსანიშნავია, რომ ამ ბალანსის დარღვევის აღმოჩენა საკმაოდ გაძნელებულია და მის დასადგენად სპეციალური მონიტორინგის წარმოება არის აუცილებელი.

როგორც ავღნიშნეთ, ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების მიზნით იოდოვანი ტყვიის და იოდოვანი ვერცხლის შემცველი რეაგენტები გამოიყენება. ატმოსფეროში მოხვედრის შემდეგ ეს ნივთიერებები ნალექებით ქვეყნილ ზედაპირზე ჩამორეცხებიან, რითაც დედამიწის ქვეყნილი ზედაპირის დაბინძურების და გაუდაბნობის პროცესებს უწყობენ ხელს. ხოლო, ამით კი, ეკოლოგიურად სუფთა სოფლის მეურნეობის სასურსათო პროდუქტების, მათ შორის ღვინის, წარმოება იზღუდება.

ამის გამო ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ეფექტურობის შეფასებისას აუცილებელია აღნიშნული ნეგატიური ეფექტების გათვალისწინება. ამისთვის საჭიროა ბუნებრივი გარემოს და მცენარეულობის კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის უტყუარი მონაცემები ვიქონიოთ. ამაში იგულისხმევა, ზემოქმედების რაიონებში ბუნებრივი გარემოს სხვადასხვა კომპონენტების ობიექტების და ბიოცენოზის, დროსა და სივრცეში შეთანხმებული მონიტორინგის ერთობლიობა პრიორიტეტული მავნე მინარევთა შემცველობაზე.

ამჟამად ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში, ჩვენს მიერ, საკმაოდ კარგადაა დამუშავებული ბუნებრივი გარემოს ინტენსიური დაბინძურების რაიონებში კომპლექსური მონიტორინგის მეთოდები [10]. ერთ-ერთი მათგანი ატმოსფერულ ნალექებში მინერალური ნივთიერებათა და მეტალური მიკრომინარეების კვლევას ითვალისწინებს. აღნიშნული მონიტორინგის შედეგებით, დრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების ნეგატიური ეკოლოგიური ეფექტების, მათ შორის, ატმოსფერული ჰაერის და დედამიწის ქვეფენილი ზედაპირის დაბინძურებაში მათი წვლილის შესახებ შეიძლება მსჯელობა.

IV ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების და გაუმჯობესების ნიშნების მქონე რეპორტაჟში ბარემოს ტექნოლოგიური დატვირთვის მონიტორინგის კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის მეთოდი

4.1. მიკრომინარეგებით გარემოს ტექნოლოგიური დატვირთვის მონიტორინგისა და შეფასების კომპლექსური მეთოდი

გარემოს მდგომარეობაზე თავისი უარყოფითი შედეგების თვალსაჩინოებისა და უშუალო გამომჟღავნების გამო, საზოგადოების მხედველობის არეში ეკოლოგიური საფრთხის ისეთი ელემენტები გვხვდება, როგორებიცაა სმოგი და მჟავიანი წვიმები. მსოფლიოში ეკოლოგიური დაძაბულობის ამ ფაქტორების მიმართ ყურადღება სულ უფრო მატულობს და მრავალ ქვეყანაში შემუშავებულია მჟავიანი ნალექების მონიტორინგის პროგრამები.

გარემოზე მჟავიანი წვიმების ნეგატიური ზემოქმედების სრული სურათი ჯერ კიდევ არ არის ბოლომდე შესწავლილი, მაგრამ უკვე ნათელია, რომ მის რიგშია ისეთი მოვლენები, როგორიცაა: ნიადაგის დამლაშება; ნიადაგიდან მცენარეულობისათვის საჭირო საკვები ნივთიერებების გამოტუტვა; ნიადაგიდან მისი მასტაბილიზებული აგენტების გამოყვანა; ნიადაგში მძიმე ლითონების შემცველობის ტოქსიკურ დონემდე მომატება და სხვ. [20, 23, 24].

გარემოს დაბინძურების ეს, ჯერჯერობით, რეგიონული პრობლემა შედარებით უფრო მარტივია და, ხშირად, მკაცრად მიზანმიმართულ პრაქტიკულ გადაჭრას ექვემდებარება.

გაცილებით მნიშვნელოვნად მიიჩნევა დანარჩენი ანთროპოგენური წარმოშობის აბიოტური ნივთიერებათა ნაკადების ბიოსფეროში თანდათანობითი შეღწევის გრძელვადიანი შედეგების აღრიცხვის აუცილებლობა. ასეთი ნივთიერებებით ბიოსფეროს დატვირთვის ნიშნები ნაკლებად არის თვალსაჩინო და ზოგჯერ ზომიერადაც კი გამოიყურება. მაგრამ მათი უარყოფითი ზემოქმედება უფრო გრძელვადიანი და გლობალურია თავისი მასშტაბებით. ამით მათ დედამიწის მთელი ცოცხალი არსებებისათვის მოაქვთ საშიშროება უკიდურესად განუსაზღვრელი შედეგებით.

მიუხედავად იმისა, რომ თავისი ბიომასით კაცობრიობა, როგორც ბიოლოგიური სახეობა, პლანეტის ცოცხალ ნივთიერებათა პროცენტის მეთასხედ ნაწილს შეადგენს, იგი რამდენიმე ათასჯერ მეტ ნარჩენებს წარმოქმნის, ვიდრე ჩვენი პლანეტის მთელი ბიოსფერო. ამასთან, ისინი ყოველ 15 წლის განმავლობაში ორჯერ მატებით ხასიათდებიან. ამ ექსპონენციალურად მზარდი სამრეწველო ნარჩენების ნაკადების ზემოქმედების შედეგად, ისტორიულად დამყარებული ბუნებრივი ციკლები და ევოლუციურად ჩამოყალიბებული სხვადასხვა ნივთიერებათა ბიოგენური დინებები სერიოზულ რღვევას განიცდიან.

ამის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი შედეგია გაუდაბნოების ხელშემწყობი პირობების, მათ შორის: სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დეგრადაციის; საკვლევი ტერიტორიების ჰიდროლოგიური რეჟიმის შეცვლის; წყალდიდობებისა და გვაღვიანობის პერიოდული განმეორებათა შესამჩნევი მატება.

გაეროს პროგრამაში ბუნებრივი გარემოს შესახებ (United Nations Environment Programme) მითითებულია, რომ გარემოს დაბინძურების მონიტორინგი უნდა დაიწყოს კრიტიკული ჯგუფის ნივთიერებებიდან –ბუნებრივი გარემოს სტრესის ინდიკატორებიდან, რომელთა რიგში მძიმე მეტალების მიკრომინარეგები მოიაზრებიან. ასეთების რიცხვში დასახელებულია ისეთი ნივთიერებები, როგორებიცაა ბიოსფეროს პრიორიტეტული დამაბინძურებელი ნივთიერებები, რომელთა მომატება ბუნებრივ გარემოს ობიექტებში პირდაპირ ცხოველთა და ადამიანთა სიცოცხლისათვის საფრთხეზე მიუთითებს.

საპროგნოზო გაანგარიშებები გვიჩვენებენ, რომ სამრეწველო და ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვთა არსებული ტენდენციების შენარჩუნებისას 2025

წლებისთვის გარემოს დაბინძურება მოიმატებს: რკინით - 2-ჯერ; ტყვიით – 10-ჯერ; ვერცხლისწყლით – 100-ჯერ; დარიშხნით – 250-ჯერ. ეს და სხვა ეკოლოგიური ხასიათის მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ პირველყოფლურმა მომხმარებლურმა დამოკიდებულებამ ბუნებრივ გარემოსთან, ბიოსფერო უკიდურესად საშიშ ზღვართან მიიყვანა, რომლის იქით მისი შემდგომი განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ გონივრული მოქმედების შედეგად [21].

ამის მაგალითია საქართველოში, კერძოდ კახეთში, დაწყებული მე-18 საუკუნიდან, ტყეების გაცხოველებული მოსპობისა და მე XX საუკუნის დასაწყისიდან გარემოზე ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ლანდშაფტის მკვეთრი ცვლილება, რამაც გაუდაბნოების პირობების მქონე რაიონის ჩამოყალიბება გამოიწვია. როგორც აკადემიკოსი თ.დავითაია მიიჩნევდა, აღნიშნული რაიონების ჩამოყალიბებამ კახეთში ისეთი საშიში მეტეოროლოგიური მოვლენების გააქტიურება გამოიწვია, როგორცაა სეტყვიანობა და გვალვა [26].

ამჟამად მდგომარეობის კონტროლის ქვეშ მოქცევისა და პრევენციული ზომების შემუშავების მიზნით, პირველ რიგში, მიგვაჩნია აუცილებლად განსახილველ რეგიონში გარემოს კომპლექსური ეკოლოგიური მონიტორინგის წარმოება.

ცნობილია, რომ ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციისა და ლითონური მიკრომინარეგების კვლევით სამრეწველო გამონაბოლქვების მაკრომასშტაბურ, ტრანსსასაზღვრო გადატანაზე და ატმოსფერული ჰაერისა და დედამიწის ზედაპირის დაბინძურებაში მათი წვლილის შეფასებაზე შეიძლება მსჯელობა [20].

ამისათვის ჩვენს მიერ შემუშავებული ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციისა და ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობის კვლევის მეთოდებზე გვინდა გავამახვილოთ ყურადღება [10,21,25,26].

საქართველოში ატმოსფერული ნალექების მინერალიზაციაზე დაკვირვებებს დაახლოებით 50 წელზე მეტი ისტორია გააჩნია. მიღებული მონაცემები გამოყენებულია კავკასიის ტერიტორიაზე მოსულ ნალექებში მინერალურ ნივთიერებათა კონცენტრაციების განაწილების დასადგენად და რიგი მნიშვნელოვანი კვლევების ჩასატარებლად [20,21]. მაგრამ, აღნიშნული დაკვირვებების მასალები საშუალებას არ იძლევა უშუალოდ განვსაზღვროთ ატმოსფეროდან დედამიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალურ ნივთიერებათა რაოდენობა. ეს გახდა შესაძლებელი მხოლოდ ჩვენს მიერ ამის საანგარიშო ფორმულის მიღების შემდეგ, რომელიც საშუალებას იძლევა, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობისა (H მმ) და მათში მინერალური ნივთიერებათა კონცენტრაციების მნიშვნელობებით (q მგ/ლ), ატმოსფეროდან მიწის ზედაპირზე ამ ნივთიერებათა ჩამორეცხილი რაოდენობის (M ტ/კმ² წელიწადში) გაანგარიშებისა [10]:

$$M = qH \cdot 10^{-3} \text{ ტ/კმ}^2$$

ცხრ.4.1-ში მოცემული ფორმულის დახმარებით გაანგარიშებული საქართველოს სხვადასხვა რაიონში დედამიწის ქვეფენილ ზედაპირზე ნალექებით ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა საშუალო მრავალწლიური რაოდენობებია წარმოდგენილი.

ცხრილი 4.1. საქართველოს სხვადასხვა რაიონში მიწის ზედაპირზე ჩამორეცხილი მინერალური ნივთიერებათა რაოდენობა

უნქტები	ნივთიერებები, ტ/კმ ² წლ				
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Σ _i
აბასთუმანი	4.8	1.4	6.1	1.2	18.2
უდაური	6.9	2.2	11.1	1.2	29.7
თბილისი	6.6	1.5	6.7	1.1	22.0
ჩაქვი	14.1	7.2	13.1	3.7	49.6

როგორც ცხრილიდან ირკვევა, საქართველოს ტერიტორიაზე ატმოსფერული ჰაერის ნაკადის საშუალებით ძალზე დიდი რაოდენობის სხვადასხვა მინერალური ნივთიერება გადაიტანება და ილექება მიწის ზედაპირზე. გარდა ამისა, დადგენილია, რომ ამ ნივთიერებათა აღნიშნულზე არანაკლები რაოდენობა ილექება დედამიწაზე გრავიტაციული ძალის მოქმედებით (მშრალი დალექვა) [20], რაც ცხრ.4.1-ში წარმოდგენილ სურათს უფრო ამბავს. საქართველოს ტერიტორიის სხვადასხვა რაიონებში მოსულ ნალექებში ჩვენს მიერ 20 წლის განმავლობაში, მინერალიზაციის გარდა, ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობა განსაზღვრული. ამისათვის სპეციალურად იქნა შემუშავებული და დაპატენტებული მეთოდები, რომლებიც ამ მინარევთა ატომურ-აბსორბციულ განსაზღვრას ითვალისწინებს [19]. მათში მიკრომინარევთა სწრაფი და ეფექტური განსაზღვრისათვის ხელატსწარმოქმნელი ბოჭკოვანი სორბენტი Poliorgs 7M გამოიყენება.

ქვემოთ ცხრ.4.2-ში კახეთის რეგიონში თბილსა და ცივ სეზონებში მოსულ ნალექებში საკვლევი მიკრომინარეგების კონცენტრაციები და ატმოსფეროდან ჩამორეცხილი საშუალო წლიური წონითი სიდიდეებია მოცემული. ცხრილი 4.2. კახეთის რეგიონის ატმოსფერულ ნალექებში მიკრომინარეგების შემცველობა და ქვეყნულ ზედაპირზე მათი ჩამორეცხილი რაოდენობა

პუნქტი	ნალექების სახეობა	მიკროელემენტები, მგ/ლ; კგ/კმ ²			
		Cd	Zn	Cu	Pb
გურჯაანი	წვიმა	0.61	0.75	0.70	0.94
		488	600	560	752
	თოვლი	0.08	0.05	0.02	0.04
		64	40	16	32
საგარეჯო	წვიმა	0.31	0.75	0.75	0.47
		248	600	600	376
	თოვლი	0.002	0.004	0.03	0.05
		2,0	3,0	24	40

როგორც ცხრ.4.2-იდან ჩანს, განსახილველ რეგიონში ლითონური მინარეგების კონცენტრაციები ნალექთა სახეობების მიხედვით მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. წვიმის წყალში მათი კონცენტრაციები, საშუალოდ, დაახლოებით ერთი რიგით მეტია, ვიდრე თოვლის სინჯებში, რაც მეტეოროლოგიური პირობებით არის გამოწვეული. გარდა ამისა, ამ ელემენტების საკმაოდ დიდი ნაწილი ილექება მიწის ზედაპირზე, განსაკუთრებით, წვიმიან ამინდებში.

მეცნიერებისა და პრაქტიკოსების დიდ ინტერესს იწვევს საკვლევ რეგიონში მიღებული სასოფლო სამეურნეო პროდუქტებში აღნიშნული ლითონების მიკრომინარეგების შემცველობა.

ამ საკითხის შესწავლის მიზნით საქართველოს სხვადასხვა რეგიონში, მათ შორის გურჯაანის რაიონში, მოსულ ხილსა და ბოსტნეულში მძიმე ლითონების შემცველობის კვლევა იქნა ჩატარებული.

მიღებული შედეგების ზოგიერთი მონაცემები ცხრ.4.3-შია წარმოდგენილი. ცხრილი 4.3. მძიმე ლითონების შემცველობა გურჯაანის რაიონში მოსულ ხილსა და ბოსტნეულში

პროდუქტი	მიკროელემენტები, მგ/კგ			
	Cd	Zn	Cu	Pb
ყურძენი	0.001	13.3	13.8	0.45
ვაშლი	–	12.8	4.5	0.30
მსხალი	–	12.3	3.9	0.25
პომიდორი	–	12.2	8.8	0.52
ბადრიჯანი	0.008	12.3	7.2	0.49
კომბოსტო	–	12.1	8.9	–

თუ გავითვალისწინებთ, რომ სამედიცინო-ბიოლოგიური მოთხოვნების მიხედვით აღნიშნულ პროდუქტებში ამ ელემენტების კონცენტრაციები განსაზღვრული იყო მნიშვნელობებით: Cd -0.03; Zn - 10.0; Cu - 5.0 და Pb - 0.4-0.5 მგ/კგ, საკვლევი პროდუქტების ეკოლოგიური სისუფთავის საკითხი პრობლემურად გამოიყურება.

4.2. ჩვენს მიერ შემუშავებული გარემოს დამაბინძურებელი ლითონური მიკრომინარეგების განსაზღვრის ატომურ-აბსორციული მეთოდი

ბუნებრივი გარემოს დამაბინძურებელ მინარევთა შედგენილობისა და კონცენტრაციების შესახებ ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად, მათი ცვლილებების მიზეზების გამოვლენისა და პროგნოზირების დამუშავების მიზნით და სხ., საჭიროა გვექონდეს ანალიზის სრული მეთოდი.

ამჟამად ნივთიერების შედგენილობის განსაზღვრის სხვადასხვა მეთოდებს შორის ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრული ანალიზის მეთოდს უჭირავს მნიშვნელოვანი ადგილი. მისი საშუალებით შესაძლებელია სხვადასხვა შედგენილობის და წარმოშობის ობიექტებში ნივთიერებათა ფართო წრის პირდაპირი განსაზღვრა და დროის მცირე მონაკვეთში მიკრომინარევთა შედგენილობაზე ოპერატიული ინფორმაციის მიღება [10].

ბუნებრივ გარემოში მეტალების დეტერმინაციისთვის არსებულ რამოდენიმე მეთოდს შორის, ატომური სპექტრომეტრია ყველაზე სწრაფი და სენსიტიურია.

ამ მეთოდის გამოყენებით ბუნებრივი გარემოს დამაბინძურებელი მეტალების უმეტესობა ჩვენს მიერ უკვე საკმაოდ კარგადაა შესწავლილი.

ბუნებრივი გარემოს კომპონენტებში ტექნოგენური წარმოშობის ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობის ცოდნის დიდმა აუცილებლობამ მისი კვლევის მეთოდების შექმნა განაპირობა [10,20,21].

ამასთან დაკავშირებით, იქნა შემუშავებული აღნიშნული საკითხის კვლევის მეტად მგრძობიარე მეთოდი, რომელიც, პირველ რიგში, ითვალისწინებს, როგორც განსაზღვრის სიზუსტისა და მგრძობიარობის ამაღლებას, ისე გარემოს დამაბინძურების მონიტორინგის პრაქტიკაში მისი მარტივად გამოყენებას.

აღნიშნულის გათვალისწინებით, ჩვენს მიერ იქნა შემუშავებული ატომურ-აბსორბციული მეთოდი [9,19].

უნდა შევნიშნოთ, რომ ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობა გარემოს ობიექტების სინჯებში, ხშირად, ძალიან მცირე მნიშვნელობებით განისაზღვრება (დაახლოებით, 10^{-4} მკგ). ამასთან, თვითონ საანალიზო სინჯების სიდიდეებიც მცირე ზომისაა, რომელიც რამდენიმე მილიგრამიდან - მილიგრამის ასეულ ნაწილს შეადგენს. ეს გარემოება სინჯის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრისას დამატებით სიძნელეებს ქმნის, ვინაიდან ასეთ შემთხვევებში ქიმიური ანალიზის ჩვეულებრივი მეთოდები არაეფექტური არიან.

როგორც აღნიშნულია, ანალიზის მაღალი სიზუსტით ჩატარება მოითხოვს წინასწარ ოპერაციებს ფონის გავლენის ასაცილებლად. ამ მიზნით საანალიზო ნიმუშების ქიმიური დამუშავების მეთოდების გამოყენებაა საჭირო, რომლებიც წინასწარ კონცენტრირებასა და ძირითადი კომპონენტებიდან მცირე ელემენტთა კვალის მოცილებას მოიცავენ.

დღეისათვის შემუშავებულია ელემენტთა კონცენტრირების რიგი მეთოდი ხელატს სორბენტების გამოყენებით, რომლებიც სულ უფრო მეტ გამოყენებას პოულობენ ბუნებრივი გარემოს დამაბინძურების კვლევის პრაქტიკაში [21,22].

აღსანიშნავია, რომ სორბციული კონცენტრირებისა და დაყოფის მიზნით გამოყენებული პრაქტიკული მიდგომები საკმაოდ მარტივებად ხასიათდებიან და, იონთა ცვლის მეთოდებში ხმარებული, კონცენტრირებისა და დაყოფის ხერხების მსგავსნი არიან. ამასთან, ამ ოპერაციების შესრულების ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული სორბენტის სწორ შერჩევაზე, მის მომზადებაზე გამოსაყენებლად, სამუშაოს შესრულების ხერხებისა და პროცესების მსვლელობის პირობების

შერჩევაზე და, ასევე, ელემენტთა კონცენტრირებისა და დაყოფის შემდეგ მათი განსაზღვრის მეთოდებზე. რიგ შემთხვევაში მიკროელემენტების ჯგუფური კონცენტრირების ამოცანა ისმევა, მათი მაკროკომპონენტებიდან გამოყოფით. ამასთან, უკანასკნელ პროცესს მთლიანად ან ნაწილობრივ ასრულებენ იმაზე დამოკიდებულებით, თუ როგორი მეთოდი არის ნაგარაუდები კონცენტრირებული მიკროელემენტების განსაზღვრის მიზნით.

ვინაიდან ხელატწს სორბენტებს შეუძლიათ ურთიერთქმედება რამოდენიმე ან მრავალ ქიმიურ ელემენტებთან, სხვადასხვა ელემენტების კონცენტრირებისა და დაყოფის მიზნით იხმარება ერთი და იგივე სორბენტი. ხელატს სორბენტზე მიკროელემენტების კონცენტრირების შენდევ მათი განსაზღვრა სხვდასხვა მეთოდებით არის შესაძლებელი, მათ შორის, ატომურ-აბსორბციულით.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენს მიერ დამუშავებული მეთოდი მიზნად ისახავს ბუნებრივი გარემოს ობიექტების სინჯებში მძიმე ტოქსიკური ლითონთა მინარევების, მათ შორის: კადმიუმის, თუთიის, სპილენძისა და ტყვიის გამოყოფას ხელატს ბოჭკოვანი სორბენტის POLIORGS-VII M-ის გამოყენებით და შემდეგ მათ განსაზღვრას ატომურ-აბსორბციული მეთოდით.

ამასთან, ჩვენს მიერ, კვლევის შედეგების გაუმჯობესებისა და სუზუსტის ამაღლების მიზნით, საკვლევ სინჯებში მიკროელემენტების კონცენტრირებისათვის ყვითელი ფერის ხელატსწარმომქმნელი ბოჭკოვანი სორბენტი Poliorgs 7M გამოიყენება, რომელიც შეიცავს ამილოქსილის ჯგუფს და პოლიაკრილნიტროლის ბოჭკოს ფუძეზეა დამზადებული. აღნიშნულ მეთოდში მიკროელემენტების – Cd, Zn, Cu, Pb გამოყოფა, pH-ის –8 მნიშვნელობაზე, R – 98-100% შეადგენს, მათი განსაზღვრა კი, ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრიის მეთოდებით წარმოებდა [18,19]. სორბენტის შესაძლო მინარევებისაგან გასუფთავების პროცესების შემდეგ, მიკროელემენტებით დატვირთული სორბენტი თავსდება აზოტმუჟავაში, რის შემდეგ ის ამოიღება იქიდან, ხოლო ელუენტში კი, ხდება მიკროელემენტების განსაზღვრა. განსაზღვრის ოპტიმალური პირობები ცხრ. 4.4 მოცემული.

სორბენტში საკვლევ ელემენტების მიკრომინარევების შესაძლო არსებობის გათვალისწინების მიზნით, უქმი ცდა ტარდება, რომელიც “სუფთა” ბოჭკოვანი სორბენტის ცალკე ანალიზს ითვალისწინებს.

ცხრილი 4.4. მიკროელემენტების განსაზღვრის ოპტიმალური პირობები

პარამეტრები	იკროელემენტები			
	Cd	Zn	Cu	Pb
ტალღის სიგრძე, ნმ	228,8	218,19	324,8	283,3
ხერხელის სიგანე, ნმ	2	1	0,7	0,5
აღი	აცეტილენ – ჰაერი			
ლენტის გადაადგილების სიჩქარე, მმ/წთ	240	240	240	240

ზემოაღნიშნული მეთოდი ჩვენს მიერაა დამუშავებული და იგი მაღალი შედეგიანობით გამოირჩევა [19]. ამასთან, მეთოდის მაქსიმალური ცდომილება 10-15% -ს არ აღემატება.

დასკვნა

მოცემული კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ სექციის საწინააღმდეგო მიზნით აქტიური ზემოქმედება გროვა-წვიმის ღრუბლებზე შეიძლება გარემოს დაბინძურების წყაროდ მოგვევლინოს.

ნაშრომში მიღებულ შედეგებს მნიშვნელოვანი ეკონომიკური და სოციალური ღირებულება გააჩნით. ისინი შეიძლება გამოყენებული იქნენ ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების დონის მართვის პრობლემებისა და ბუნებრივი გარემოს დაბინძურების ეტაპობრივად შემცირების პროგრამების დამუშავებისას. მათი გამოყენება, აგრეთვე, სასარგებლო იქნება გარემოსდაცვითი ღონისძიებების ეფექტურობის შეფასებებისას.

და ბოლოს, შესრულებული კომპლექსური გამოკვლევა საშუალებას გვაძლევს კიდევ ერთხელ დავასკვნათ, რომ გარემოს დაბინძურება არის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გაუდაბნოების ხელშემწყობი ფაქტორი, რომლის მონიტორინგის ჩატარება აუცილებელია განსაკუთრებით საქართველოს გვალვიან რაიონებში. ამ მონიტორინგის მიმართ შემოთავაზებული მიდგომა იძლევა ყველაზე უფრო კარგ შედეგებს გარემოს აბიოტური ფაქტორების ეკოლოგიური მდგომარეობის შესაფასებლად. ამასთან, როგორც ნაჩვენებია, აღნიშნულ საკითხში მნიშვნელოვანი როლი ატმოსფერულ ჰაერს ენიჭება, ვინაიდან მას ეკუთვნის პრიორიტეტი სისტემაში "ატმოსფერო – ქვეყნილი ზედაპირი – მცენარეულობა – ადამიანი" ნივთიერებათა ეფექტურ გადატანაში.

ლიტერატურა

1. Гакиева С.О. Экологические аспекты активных воздействий на облака- Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических работ, ВГИ, Нальчик, 2002, 137с.
2. Малкарова А.М. Влияние противогородовых работ на экологию защищаемых территорий. Геоэкология, Юг России: экология, развитие. №3, 2008г., сс.115-122.
3. გუნია გ. აღმოსავლეთ საქართველოს ინტენსიური ანთროპოგენური ზემოქმედების რაიონებში ატმოსფეროს გაჭუჭყიანების მონიტორინგის არსებული ქსელის ოპტიმიზაცია და მისი გაფართოებული სქემის შემუშავება პრიორიტეტული გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებებისა და ქსელის მოწყობის პირობების გათვალისწინებით. – სამეცნიერო კვლევითი სამუშაოს დასკვნითი ანგარიში. ჰში, თბილისი, 1995, 36გვ.
4. გუნია გ., ზ.სვანიძე, ნ.ურუშაძე. გაუდაბნობის ხელშემწყობი გარემოს
5. აბიოტური ფაქტორების მონიტორინგის შესახებ. ჰში-ს შრომები, 2002, ტ.107,
6. Teissèdre, P.L., Cabanis, M.T., Champagnol, F. and Cabanis, J.C. (1994) Lead distribution in grape berries. Am. J. Enol. Vitic., 45: 220–228.
7. Declan P Naughton, Andrea Petróczi. Heavy metal ions in wines: meta-analysis of target hazard quotients reveal health risks. Chemistry Central Journal, 2008, (30 October 2008).
8. Agostinho Almeida, M. Lourdes Bastos, M. Isabel Cardoso, M. Elisa Soares Determination of lead and aluminium in port wine by electrothermal atomic absorption
9. spectrometry -Journal of Analytical Atomic Spectrometry 7(8) · December 1992.
10. Cabrera-Vique, C; Teissedre, PL; Cabanis, MT; Cabanis, JC. Manganese determination in grapes and wines from different regions of France. Am. J. Enol.V,51(2),2000, pp.103-107.
11. გუნია გ., სვანიძე ზ. ატომზატორ “კაფსულა-აღის” გამოყენება ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის ატომურ-აბსორბციული განსაზღვრისათვის. ჰში-ს შრომები, 2007, ტ.111, გ.194-198.
12. გუნია გ. ატმოსფეროს ეკოლოგიური მონიტორინგის მეტეოროლოგიური ასპექტები.საქ. მეცნ. აკად., ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბ.2005,265გვ.
13. Белеванцев В.И., Бондарчук. И. В. Институт неорганической химии СО РАН. Очерк свойств серебра и его соединений. Применение препаратов серебра в медицине. Новосибирск, 1994. 89-95.
14. Бирг Н.А., Шевчук Э.И. Хроническая интоксикация серебром. Мед.журн. Чувашии. 1995. N1-2. 94-5.
15. По материалам Всемирной Организации Здравоохранения и Агентства по Охране Окружающей Среды Большая Медицинская Энциклопедия (т.23, стр.190-192; т.2, стр.142-143, стр.523- 525; т.18, стр.106)
16. Брызгунов В.С., Липин В.Н., Матросова В.Р. Сравнительная оценка бактерицидных свойств серебряной воды и антибиотиков на чистых культурах микробов и их ассоциациях. Научн.тр. Казанского мед.ин-та. 1964.Т14. 121-2.
17. Валихова С.С., Вольский Н.Н. и др. Способ лечения вич-инфицированных больных. Росс.Патент N 2192870
18. Вайнар А.И. "Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека" 1960 г.
19. Gunia G., Svanidze, Z., Svanidze L. The Determination of Metals' Microadmixture in Atmospheric Air. Bull.Georg.Acad. Sci., 1996, v.154, N.3, p.371-373.
20. სვანიძე ზ., გუნია გ. “საქპატენტი”, ბიულეტენი,3 (12), 1997.
21. Гуния Г.С. Современные проблемы запыленности атмосферы. Обнинск, Мировой Центр Данных (МЦД), 1978.
22. Гуния Г.С. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. Л., Гидрометеиздат, 1985.

23. Гуния Г.С., Сванидзе З.С., Мясоедова Г.В., Мясоедов Б.Ф., 1986. Одновременное концентрирование микроколичеств кадмия и цинка при их атомно-абсорбционном определении в природных водах. - Л.: Гидрометеоздат, Труды ЗакНИИ, 1986, вып. 85(92), с. 103-107.
24. Гуния Г.С., Сванидзе Г.Г. В кн.: Проблемы мониторинга и охраны окружающей среды. Труды III Советско-Канадского симпозиума. Тбилиси, 11-17 апреля 1988.Л., Гидрометеоздат, 1989, с. 140-145.
25. Гуния Г.С., Шалибашвили А.А. Материалы докладов литовской Республиканской гидрометеорологической конференции «Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду Прибалтики» (Друскининкай, 26-27 февраля 1976 г.). Вильнюс, изд. АН ЛитССР, 1976, с. 3-10.
26. Gunia G., Kartvelishvili L. Bull. of the Georgian Acad. of Sci., 1999, v. 159, # 2.
27. Давитая Ф.Ф., Таварткиладзе К.А. Проблема борьбы с градобитием, морозами в субтропиках и некоторыми другими стихийными процессами. Тб., «Мецниереба», 1982.