

საბაკალავრო ნაშრომი

მერაბ ზუხბაია

2013

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

მძიმე მეტალების შედარებითი ანალიზი,
დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს ბიო და
არა-ბიოლვინოებში

მერაბ ზუხბაია

ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა
ფაკულტეტი

ხელმძღვანელები: ირმა ჭანტურია; ნინო ინასარიძე-ბიოლოგის
მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

თბილისი

2013 წ.

სარჩევი

ანოტაცია	3
შესავალი	4-5
თავი 1. ლიტერატურული მიმოხილვა	5-7
1.1 მძიმე მეტალების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე	7-8
1.2 მძიმე მეტალების ღვინოში მოხვედრის გზები	8-9
თავი 2. მეთოდი	9-10
2.1 კონცენტრაციის განსაზღვრის პრინციპი	10-12
კვლევის შედეგები	13-18
დასკვნა	
გამოყენებული ლიტერატურა	

ანოტაცია

ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა მძიმე მეტალების, კერძოდ სპილენძის, რკინისა და თუთიის შემცველობა დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს, როგორც ბიო, ასევე არა-ბიოლვინოებში, ატომბსორბციული სპექტროფოტომეტრის საშუალებით. მძიმე მეტალები, მეტალური თვისებების მქონე ქიმიური ელემენტებია, რომლებიც სხვადასხვა კონცენტრაციებზე, ტოქსიკურ ზეგავლენას ახდენენ ადამიანზე, შესაბამისად მათმა ჭარბმა რაოდენობამ ღვინოში, შესაძლოა გადაწონოს მისი დადებითი თვისებები, განსაკუთრებით კი, თუ გავითვალისწინებთ რომ, ბევრ დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში და ნაწილობრივ საქართველოშიც, ღვინის ყოველდღიური სმის კულტურა არსებობს. შესწავლილ იქნა საქართველოში დამზადებული ბიოლვინოები, რომელთა მიღება ხდება ორგანული მიწათმოქმედების პრინციპების დაცვით მოყვანილი ყურძნისგან-რომელიც ტიპიურად გამორიცხავს ხელოვნურ ქიმიურ სასუქებსა და პესტიციდებს. მძიმე მეტალები, ღვინოში, სხვადასხვა წყაროდან შეიძლება მოხვდეს, მათ შორის, ზემოთ აღნიშნული, ხელოვნური ქიმიური სასუქებიდან და პესტიციდიებიდან; ასეთი ღვინოების შესწავლით, გვინტერესებდა, რამდენად ახდენს გავლენას, მათი არ გამოყენება, ბიოლვინოებში, მძიმე მეტალების კონცენტრაციაზე.

We investigated various heavy metal concentration in organic and non-organic wines, from west and east Georgia, using atomic absorption spectroscopy. Heavy metals are member of loosely defined elements, that exhibit metallic properties; They in different concentrations have toxic effects on human health, so, their presence in wines, above upper levels, may overcome, beneficial effects of wine, especially, if we consider, drinking just one glass of wine a day - a common habit in Europe and partially in Georgia too. We investigated organic wines, made in Georgia, which, by definition, are wines made from grapes grown in accordance with principles of organic farming, which typically excludes the use of artificial chemical fertilizers and pesticides. Sources of heavy metals in wines, may be different, one of the sources may be artificial chemical fertilizers and pesticides; Investigating organic wines, we were interested, if, in organic wines, there's relatively low levels of heavy metals, than in conventionally grown wines.

შესავალი

ნაშრომის აქტუალობა–სამეცნიერო ლიტერატურაში ბევრი ტოქსიკური მეტალია შესწავლილი და ზოგიერთი მათგანისთვის დადგენილია, ადამიანის ორგანიზმში, მათი ჭარბი რაოდენობით აკუმულაციის შემთხვევაში, გამოწვეული უარყოფითი ეფექტები; განსაკუთრებით საზიანოდ მიიჩნევა ოთხი ქიმიური ელემენტი: დარიშხანი, ტყვია, კადმიუმი და ვერცხლისწყალი, თუმცა ტოქსიკურობა ახასიათებს ჩვენს მიერ შესწავლილ ელემენტებსაც, თუ მათი ჭარბი რაოდენობით აკუმულაცია მოხდა ადამიანის ორგანიზმში. უნდა აღინიშნოს რომ, მძიმე მეტალებს ადამიანები, ძირითადად სასურსათო პროდუქტებიდან შეითვისებენ, რის გამოც, არსებობს როგორც საერთაშორისო, ისე ნაციონალური კანონმდებლობის დონეზე განსაზღვრული, მძიმე მეტალების დასაშვები ნორმები. ღვინოებში, მათი კონცენტრაციის ზუსტი განსაზღვრისა და კონტროლის აუცილებლობაზე, აქტიურად დაიწყო დასავლეთში საუბარი, მას შემდეგ რაც 2008 წლის ოქტომბერში, ჟურნალ Chemistry central-ში გამოქვეყნდა Declan P. Naughton და Andrea Petroczi-ის კვლევა, რომლის მიხედვითაც, უმეტესობა ევროპული ქვეყნების ღვინოებისა, შეიცავდნენ პოტენციურად საშიშ დოზებს, სულ მცირე შვიდი მძიმე მეტალისა. თუმცა, უნდა აღინიშნოს რომ, კვლევას სამეცნიერო სფეროში, ბევრი კრიტიკოსი ყავს, გამოყენებული მეთოდის გამო.

არსებობს მრავალი კვლევა, რომელთა მიხედვითაც, ღვინის ზომიერ მიღებას აქვს დადებითი ეფექტები ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მათ შორის ერთ ერთ მთავარ როლს, ფენოლური ნაერთები ასრულებენ, რომელთა შორის, ზოგიერთებს ანტიოქსიდანტური თვისებები აქვთ. თუმცა, თუ ღვინოებში, ჭარბი რაოდენობით აღმოჩნდება მძიმე მეტალები, ჯამური ეფექტი შესაძლოა, პირიქით, საზიანო იყოს ადამიანისთვის, განსაკუთრებით კი, ისეთ პოპულაციებში, სადაც ღვინოს ყოველდღიური მოხმარების კულტურა არსებობს.

ამ კუთხით მნიშვნელოვანია, განისაზღვროს, თუ რა მდგომარეობაა ქართულ ღვინოებში; შესასწავლად ჩვენ გამოვიყენეთ ქართული ბიოღვინოები და არა-ბიოღვინოები.

სამუშაოს მიზანი–განისაზღვროს, როგორც დასავლეთ, ისე აღმოსავლეთ საქართველოს ბიო და არა-ბიოღვინოებში, მძიმე მეტალების მასური კონცენტრაცია, ატომურაბსორბციული სპექტროფოტომეტრის საშუალებით და მოხდეს მათი როგორც ერთმანეთთან, ისე, საერთაშორისოდ დადგენილ ზღვრულ ნორმებთან შედარება. მიღებული მონაცემების მიხედვით, განისაზღვროს: არის თუ არა, მათი კონცენტრაცია, დადგენილი ნორმის ფარგლებში და განსხვავდება თუ არა, მათში მძიმე მეტალების კონცენტრაცია, იმ ღვინოებისგან, სადაც ხდება ხელოვნური ქიმიური სასუქებისა და პესტიციდების გამოყენება.

თავი 1. ლიტერატურული მიმოხილვა

ღვინო არის ალკოჰოლური სასმელი, რომელიც ყურძნის წვენის ფერმენტაციის შედეგად მიიღება. თუმცა არსებობს სხვა ხილის ღვინოებიც, რომლებიც ფერმენტირებულ ალკოჰოლურ სასმელებს წარმოადგენენ, რომელთა მიღება არა ყურძნის, არამედ სხვა ხილიდან ხდება, როგორცაა მაგ. ვაშლი, ალუბალი, მსხალი, ბანანი და სხვა.

ბიოღვინო (იგივე ორგანული ღვინო) ეწოდება ღვინოს, რომელიც ორგანული მიწათმოქმედების პრინციპების დაცვით გაზრდილი ყურძნისგან მიიღება, რომელიც როგორც წესი, გამორიცხავს ხელოვნურ ქიმიურ სასუქებს, პესტიციდებს, ფუნგიციდებსა და ჰერბიციდებს.

მსოფლიოში, ბიოღვინოების მოხმარების დონე იზრდება, მაგ. 2009 წელს, მისი წლიური მოხმარების დონემ, 3.7 %-ით აიწია და გაუსწრო, არა-ორგანული ღვინოების მოხმარების ზრდას, რომელიც იმავე პერიოდში, 2 %-ით გაიზარდა. მსოფლიოში 2000-მდე ბიოღვინოს მწარმოებელი არსებობს, რომელთაგან დიდი რაოდენობა საფრანგეთშია; ბიოღვინოები მოჰყავთ საქართველოშიც და არსებობს, რამოდენიმე სერთიფიცირებული ორგანული ღვინოს მწარმოებელი.

ბიოღვინოების დეფინიციაში, მთავარ საკამათო საკითხს წარმოადგენს, კონსერვანტების (როგორცაა გოგირდის დიოქსიდის) გამოყენება. ზოგიერთ ქვეყანაში, განსაკუთრებით კი ევროპაში, ღვინოს, „ორგანულ ღვინოდ“, ლეგალურად მარკირება შეუძლებელია. ღვინოებს, რომელთაც დამატებული აქვთ სულფიტები, თუმცა, სხვა მხრივ ორგანულადაა მოყვანილი, მარკირებულია „ორგანული ყურძნისგან მიღებული ღვინო“. შეერთებულ შტატებში, ღვინოების სერტიფიცირება ხდება „ორგანულად“, თუ მათ არ აქვთ დამატებული სულფიტები. დამატებით, სხვადასხვა ქვეყნებს, განსხვავებული სასერთიფიკაციო კრიტერიუმები აქვთ და ბიოღვინოდ, რაც მიიჩნევა ერთ ქვეყანაში, შესაძლოა ასეთად არ მიიჩნეოდეს სხვა ქვეყანაში.

არქეოლოგიური გათხრების მიხედვით, იმ ტერიტორიაზე სადაც დღეს საქართველოს სახელმწიფოა, ძვ.წ. აღ 7000 წელს, ხდებოდა ღვინის წარმოება, რაც მას, დღევანდელი მონაცემებით, ღვინის სამშობლოს სტატუსს ანიჭებს.

ღვინოში აღმოჩენილია 1000-მდე სხვადასხვა კომპონენტი. არსებობს ღვინოები, სადაც გარკვეული კომპონენტების შემცველობა მისთვის უნიკალურია და სხვა ტიპის ღვინოებში არ გვხვდება, თუმცა არსებობს კომპონენტები, რომლებიც საერთოა უმეტესობა ღვინოებისთვის.

საერთო კომპონენტთა საშუალო კონცენტრაციები ღვინოებში, შემდეგნაირია:

	კომპონენტი	რაოდენობა 1 ლიტრში
--	------------	--------------------

გახსნილი აირები	CO2 საერთო SO2 თავისუფალი SO2	0.2-0.7 -1.1 გ 80-200-400 მგ 10-50 მგ
აქროლადი ნივთიერებები	წყალი ეთანოლი უმალესი სპირტები ეთანალი ეთერები მქროლავი მჟავები	700-900 გ 8.5-17 % 0.15-0.50 გ 0.005-0.5 გ 0.5-1.5 გ 0.3-0.6 გ
არააქროლადი ნივთიერებები	შაქრები გლიცეროლი ტანინები და საფერავი ნივთიერებები გუმფისი და პექტინები	0.8-180 გ 5-12 გ 0.4-4 გ 1-3 გ
ორგანული მჟავები	ღვინის მჟავა ვაშლმჟავა რძემჟავა ქარვამჟავა ლიმონმჟავა	1-3 გ 0-5 გ 0.2-1.2 გ 0.5-1.5 გ 0-0.5-1 გ
მინერალური მჟავები	სულფატები ქლორიდები ფოსფატები	0.10-0.40 გ 0.02-0.25 გ 0.08-0.56 გ
მეტალები	კალიუმი კალციუმი სპილენძი რკინა ტყვია	0.7-1.5 გ 0.06-0.09 გ 0.0001-0.003 გ 0.002-0.006 გ ნაკლები-0.003 გ

მძიმე მეტალების ზუსტი დეფინიცია არ არსებობს, თუმცა ამ ტერმინში იგულისხმება მეტალური თვისებების მქონე ტოქსიკური ელემენტები. ასევე, ბევრი მსუბუქი მეტალებიც არიან ტოქსიკურები, მაგ. ბერილიუმი და ზოგიერთი მძიმე მეტალები, აუცილებელ ელემენტს წარმოადგენს ადამიანისთვის, როგორცაა მაგ. რკინა.

ძირითად საფრთხეს, ადამიანის ჯანმრთელობისთვის, წარმოადგენს შემდეგი მძიმე მეტალები: ტყვია, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი და დარიშხანი. ეს მეტალები, სამეცნიერო სფეროში აქტიურადაა შესწავლილი.

ყურძენში, მძიმე მეტალები ძირითადად ხვდებიან ნიადაგიდან, თუმცა სავარაუდო დაბინძურების წყარო, შესაძლოა იყოს ყურძნის შესაწამლად გამოყენებული ფუნგიციდები,

ძლიერ დაბინძურებული ატმოსფერო ან ღვინის ფერმენტაციისას, დაბინძურებული საფურების გამოყენება. წითელ და თეთრ ღვინოს შორის, არსებობს სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავებები, სხვადასხვა ელემენტების შემცველობის მიხედვით. უმეტესობა ელემენტები, წითელ ღვინოში უფრო დიდი კონცენტრაციითა, ვიდრე თეთრ ღვინოში.

ზოგიერთი ელემენტები, ყურძენში ბუნებრივად გვხვდება, ხოლო ზოგიერთის შემცველობა ღვინოში, მისი გარეგანი დაბინძურების შედეგია. მაგ. თუთია და სპილენძი ბუნებრივად გვხვდება ყურძენში, მაშინ როცა ტყვია და კადმიუმი ქსენობიოტიკებს წარმოადგენს და მათ ადამიანის ორგანიზმში, ფაქტიურად არანაირი სასარგებლო ბიოლოგიური ფუნქცია არ აქვთ.

ღვინოში მეტალების დეტერმინაციისთვის არსებულ რამოდენიმე მეთოდს შორის, ატომური სპექტროსკოპია ყველაზე სწრაფი და სენსიტიურია. ამ მეთოდებით, ღვინოში არსებული უმეტესობა მეტალების განსაზღვრა შესაძლებელია, mg/L^{-1} და $\mu\text{g}/\text{L}^{-1}$ კონცენტრაციულ ფარგლებში.

1.1 მძიმე მეტალების გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე

ვინაიდან, მეტალის იონები მონაწილეობენ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, ისინი გავლენას ახდენენ ღვინის ხარისხზე. ამასთანავე, მათ შეუძლიათ სხვადასხვა გავლენა იქონიონ ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ღვინოების საშუალებით შესაძლებელია ადამიანისთვის აუცილებელი მეტალების (როგორცაა მაგ. რკინა, თუთია) შეთვისება, თუმცა ნორმაზე მეტი კონცენტრაციით მიღებას, შესაძლოა ადამიანზე ტოქსიკური გავლენა ჰქონდეს. შედეგად, ღვინის წარმოების პროცესში, მათი კონცენტრაციის კონტროლი მნიშვნელოვანია.

ზოგადად, ერთი ჭიქა ღვინის დალევა, თუნდაც, მძიმე მეტალებით ძალიან დაბინძურებულის, არ წარმოადგენს იმდენად დიდ საფრთხეს, რამდენადაც, ასეთი ღვინის, ყოველდღიურად, დიდი ხნის მანძილზე, თითო ჭიქით დალევა.

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

მძიმე მეტალების 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 მაგ. ისეთი მძიმე მეტალი, როგორც ტყვიანა, ნაკლებადაა აბსორბციისთვის მზად, მათი პროანთოცინიდეტთან დაკავშირების გამო. მძიმე მეტალები, ადამიანის ორგანიზმში, სხვადასხვა მექანიზმების საშუალებით შეიძლება მოხვდეს. ბივალენტურ კათიონებს შეუძლიათ სატრანსპორტო ცილების გამოყენება, უჯრედში შესაღწევად. კადმიუმი, უჯრედში შედის კალციუმის არხების საშუალებით. წყალში უხსნადი მძიმე მეტალები, უჯრედში შეიძლება მოხვდეს ფაგოციტოზის გზით.

მძიმე მეტალების ტოქსიკურობა განპირობებულია იმითი რომ, ერთის მხრივ, ისინი ანაცვლებენ, ფიზიოლოგიურად აუცილებელი მეტალებს: მაგ. კადმიუმს შეუძლია ჩაანაცვლოს სპილენძი და რკინა, ციტოპლაზმასა და მემბრანის პროტეინებში. მეორეს მხრივ, თავისუფალი მძიმე მეტალების იონებს შეუძლიათ წარმოქმნან სუპეროქსიდისა და ჰიდროქსილის რადიკალები, რომლებიც თავის მხრივ იწვევენ, ლიპიდების, ნუკლეინის მჟავებისა და ცილების ჟანგვით დაზიანებას.

ადამიანის ორგანიზმში, არსებობს, მათგან, ბუნებრივი დაცვის მექანიზმებიც. ღვიძლში, მეტალოთიონეინის ექსპრესიის შედეგად, ხდება მათი დაკავშირება იონებთან და ისინი ტრანსპორტირდება თირკმლებში, ექსკრეციისთვის.

1.2 მძიმე მეტალების ღვინოში მოხვედრის გზები

ე.წ ბუნებრივი ელემენტები, ეწოდება იმათ, რომელთა კონცენტრაცია არაა დამოკიდებული წარმოების ციკლზე, არამედ დამოკიდებულია იმაზე, თუ, როგორი რაოდენობითაა ის ნიადაგში და მისი შეთვისება რამდენად ხდება ვაზის მიერ. მათ მიეკუთვნება ალუმინი, ბარიუმი, ლითიუმი, სტრონციუმი, მოლიბდენი.

არსებობს ისეთი ელემენტები, რომლებიც ღვინოში, როგორც ბუნებრივი, ისე „ხელოვნური“ წყაროებიდან შეიძლება მოხვდნენ და მათი კონცენტრაცია სხვადასხვა ფაქტორებზეა დამოკიდებული. მათ მიეკუთვნება, კალციუმი და მაგნიუმი; ასევე სპილენძი და თუთია-რომელთა ათვისება ხდება როგორც ნიადაგიდან, ისე ვაზის, ფუნგიციდებით დამუშავების შედეგად და საწარმოო აღჭურვილობებიდან.

რკინის შემცველობა, ნაწილობრივ ბუნებრივი და ნაწილობრივ ხელოვნური (საწარმოო აღჭურვილობა, რკინის კონტეინერები) წყაროებიდან ხდება.

ტყვია, ღვინოში ძირითადად ხვდება ფუნგიციდებით დამუშავების, დალუქული კონტეინერების და დაბინძურებული ატმოსფეროდან (მაგ. გზებთან ახლოს გაშენებული ვენახი) და მცირე რაოდენობა, ნიადაგიდანაც 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 და ასევე, მას აქვს უნარი, აკუმულირდეს ნიადაგში.

ასევე, კვლევებით დადგენილია რომ, ყურძნის სხვადასხვა ნაწილები, განსხვავებული ფარდობით შეიცავენ მძიმე მეტალებს; მაგ Teissedre, Cabanis, Champagnol and Cabanis (1994) - მიერ ჩატარებული კვლევის მიხედვით, რკინის კონცენტრაცია ყურძნის თესლში იყო 352 მკგ/კგ, კანში 90 მკგ/კგ, ხოლო რბილობში, მხოლოდ 3 მკგ/კგ.

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, როგორცაა მაგ. რკინა, თუთია, სპილენძი, არიან დაბალი რისკის შემცველი მეტალები და ტოქსიკური თვისებების გამოსავლენად, დიდი კონცენტრაციით აკუმულაციაა საჭირო.

თავი 2. მეთოდი

აპარატურა:

- ტყვიის და კადმიუმის განსაზღვრა ხდება, გრაფიტული ლუმელის მქონე ატომური სპექტრომეტრით.
- სხვა მძიმე მეტალების შემთხვევაში (ვერცხლისწყლის გარდა) გამოიყენება ატომური სპექტრომეტრი, აღჭურვილი ჰაერ-აცეტილენის ალის კამერით.
- მეტალის შესაბამისი კათოდური ნათურა (მაგ. თუთიის კათოდური ნათურა).
- უკუმაცივარი

თითოეული მეტალის სტანდარტული ხსნარებიდან, მზადდება, მოსალოდნელი კონცენტრაციის შესაბამისი საკალიბრო ხსნარები. მაგ. საკვლევ ნიმუშში, თუთიის მოსალოდნელი რაოდენობის შესაბამისად მზადდება საკალიბრო ხსნარები. 0.1-დან 1.5 მგ/ლ ხსნარები მზადდება შემდეგნაირად:

- 4 ცალ 100 მლ-იან საზომ კოლბაში თავსდება შესაბამისად 0.1, 0.5, 1.0 და 1.5 მლ. თუთიის სტანდარტული ხსნარი
- თითოეულ კოლბას ემატება 1მლ აზოტმჟავა
- კოლბა ნიშნულამდე ივსება ბიდისტილირებული და დეიონიზირებული წყლით.

მძიმე მეტალების აბსორბციის განსაზღვრისთვის, გამოიყენება შემდეგი ტალღის სიგრძეები: ტყვია-217.0 ნმ; ქრომი-425.4 ნმ; ნიკელი-232.2 ნმ; თუთია-213.9 ნმ; სპილენძი-324.8 ნმ; რკინა-248.3 ნმ; კადმიუმი-228.8 ნმ.

Organization internationale de la Vigne et du Vin (O.I.V)-ს დადგენილი აქვს, ღვინეობში, ზოგიერთი მძიმე მეტალის, მაქსიმალური დასაშვები ზღვარი, რომლის მიხედვითაც: ტყვიის მაქსიმალური დასაშვები ზღვარია-150 მკგ/ლ; სპილენძი-1.0 მგ/ლ; თუთია-5მგ/ლ; ნიკელი-0.01 მგ/კგ; კადმიუმი-10 მკგ/ლ; რკინისთვის არაა ზღვარი დადგენილი.

2.1 კონცენტრაციის განსაზღვრის პრინციპი

საკალიბრო ხსნარები, მძიმე მეტალების ცნობილი შემცველობით, გამოიყენება გაზომილ შთანთქმასა და მძიმე მეტალის კონცენტრაციას შორის კავშირის გამოსათვლელად, რომელიც ეფუძნება ლამბერტ-ბერის კანონს.

ატომაბსორბციული სპექტრომეტრი, ორი მთავარი ნაწილისგან შედგება, ესაა ატომიზირი და გამოსხივების წყარო-კათოდური ნათურა.

ატომიზირში ხდება მოლეკულების დისოციაცია თავისუფალ ატომებად. ყველაზე ხშირად გამოყენებული ატომიზირები იყენებენ ალს, უფრო კონკრეტულად კი ჰაერი-აცეტილენის ალს, სადაც ტემპერატურა 2300 °C-ს აღწევს.

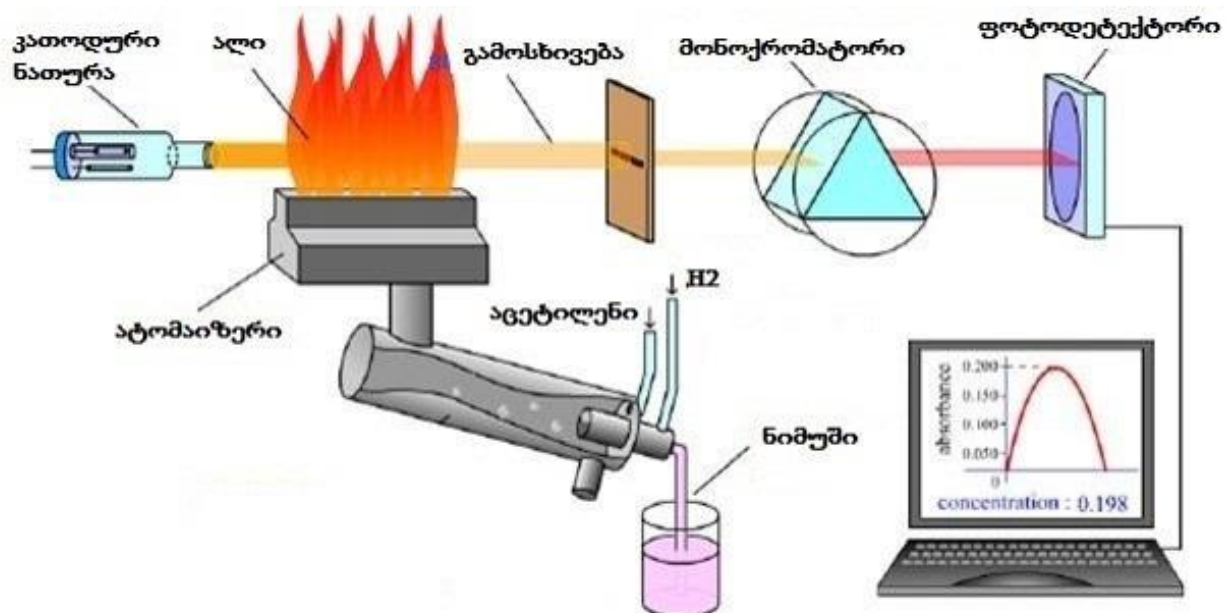
ღვინოში, მძიმე მეტალების, ატომაბსორბციული სპექტრომეტრით განსაზღვრამდე, ხდება ალკოჰოლის მოცილება და ალკოჰოლ-მოცილებული ნიმუშის ავტომატურად შეშხურება ხდება ჰაერი-აცეტილენის ალში, ავტოსემპლერის მიერ.

ალში მიმდინარეობს შემდეგი პროცესები:

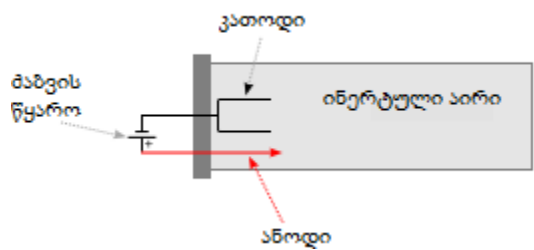
- გამოშრობა-გამხსნელის აორთქლება და ნიმუშის მშრალი ნაწილ-ნაწილაკები რჩება;
- აორთქლება-მყარი ნაწილაკების გარდაქმნა ხდება აირად მოლეკულებში;
- ატომიზაცია-მოლეკულების დისოციაცია თავისუფალ ატომებად;
- იონიზაცია-ელემენტთა იონიზაციის პოტენციალისა და ალში წარმოქმნილი ენერჯის მიხედვით, ატომები შესაძლოა გარდაიქმნან აირად იონებში.

მეორე მნიშვნელოვანი კომპონენტია კათოდური ნათურა; ის შიგნიდან სავსეა არგონით ან ნეონით და გააჩნია: ცილინდრული ფორმის კათოდი-რომელიც, სასურველ ქიმიური ელემენტს შეიცავს და ანოდი. მაღალი ძაბვის მოდება ხდება ანოდსა და კათოდზე, რასაც მოჰყვება ნათურის შიგნით არსებული ინერტული აირების იონიზაცია. იონები იწყებენ მოძრაობას კათოდის მიმართულებით, სადაც, მათი დაჯახების შედეგად, სამიზნე ატომების ამოვარდნა ხდება კათოდიდან. შემდგომ, ამ ატომების ერთმანეთთან დაჯახებით, ხდება მათი აგზნება; აგზნება დროებითი მოვლენაა და ატომები, უბრუნდებიან დაბალ ენერგეტიკულ დონეს, რა დროსაც ისინი გამოყოფენ ფოტონებს, რომელთა დეტექცია ხდება, საპირისპირო მხარეს დამონტაჟებული ფოტოდეტექტორის მიერ.

ფოტოდეტექტორიდან, ელექტრული იმპულსების სახით, ინფორმაცია გადაეცემა კომპიუტერს, სადაც, სპეციალური კომპიუტერული პროგრამის-SpectrAA-ს საშუალებით ხდება, მასზე რამოდენიმე ბრძანების მიცემით, სამიზნე მძიმე მეტალების მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა.



მოქმედების პრინციპი



კათოდური ნათურის დიაგრამა

თავი 3. შედეგები

Descriptives - მხოლოდ ღვინის ტიპის მიხედვით - ბიო-ქარხნული

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
						Cu	ბიო		
	არა-ბიო	12	.3608	.22825	.06589	.2158	.5059	.10	.70
	საერთო	23	.3235	.29215	.06092	.1971	.4498	.01	1.24
Fe	ბიო	11	2.7000	1.43597	.43296	1.7353	3.6647	.30	4.50
	არა-ბიო	12	3.5417	2.22280	.64167	2.1294	4.9540	1.10	7.60
	საერთო	23	3.1391	1.89539	.39522	2.3195	3.9588	.30	7.60
Zn	ბიო	11	2.8364	2.37003	.71459	1.2442	4.4286	.20	6.30
	არა-ბიო	12	.6642	.37223	.10745	.4277	.9007	.15	1.41
	საერთო	23	1.7030	1.96300	.40931	.8542	2.5519	.15	6.30

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Cu	Between Groups	.035	1	.035	.399	.534
	Within Groups	1.843	21	.088		
	Total	1.878	22			
Fe	Between Groups	4.066	1	4.066	1.139	.298
	Within Groups	74.969	21	3.570		
	Total	79.035	22			
Zn	Between Groups	27.080	1	27.080	9.857	.005
	Within Groups	57.694	21	2.747		
	Total	84.774	22			

სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა SPSS სტატისტიკური პროგრამის, კერძოდ, ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის (One-Way ANOVA) გამოყენებით. სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება გამოვლინდა თუთიის შემცველობას შორის ($F(1,21)=9.85$; $p \leq 0.05$)

Descriptives-მხოლოდ რეგიონის მიხედვით - აღმოსავლეთი-დასავლეთი

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Cu	East	12	.4475	.32794	.09467	.2391	.6559	.06	1.24
	West	11	.1882	.17572	.05298	.0701	.3062	.01	.53
	Total	23	.3235	.29215	.06092	.1971	.4498	.01	1.24
Fe	East	12	3.0000	2.29743	.66321	1.5403	4.4597	.30	7.60
	West	11	3.2909	1.43140	.43158	2.3293	4.2525	1.10	6.50
	Total	23	3.1391	1.89539	.39522	2.3195	3.9588	.30	7.60
Zn	East	12	1.3408	1.65966	.47910	.2863	2.3953	.20	6.10
	West	11	2.0982	2.26237	.68213	.5783	3.6181	.15	6.30
	Total	23	1.7030	1.96300	.40931	.8542	2.5519	.15	6.30

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Cu	Between Groups	.386	1	.386	5.433	.030
	Within Groups	1.492	21	.071		
	Total	1.878	22			
Fe	Between Groups	.486	1	.486	.130	.722
	Within Groups	78.549	21	3.740		
	Total	79.035	22			
Zn	Between Groups	3.292	1	3.292	.848	.367
	Within Groups	81.482	21	3.880		
	Total	84.774	22			

სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა SPSS სტატისტიკური პროგრამის, კერძოდ, ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის (One-Way ANOVA) გამოყენებით. სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება გამოვლინდა სპილენძის შემცველობას შორის ($F(1,21)=5.443$; $p=0.03<0.05$)

Descriptive Statistics

Dependent Variable: **Cu - ორივე ფაქტორით**

WineType	Region	Mean	Std. Deviation	N
Bio	East	.3783	.44210	6
	West	.1680	.20717	5
	Total	.2827	.35632	11
Non-Bio	East	.5167	.17224	6
	West	.2050	.16331	6
	Total	.3608	.22825	12
Total	East	.4475	.32794	12
	West	.1882	.17572	11
	Total	.3235	.29215	23

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: **Cu - ორივე ფაქტორით**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.447 ^a	3	.149	1.979	.151
Intercept	2.297	1	2.297	30.504	.000
WineType	.044	1	.044	.583	.454
Region	.389	1	.389	5.170	.035
WineType * Region	.015	1	.015	.195	.664
Error	1.431	19	.075		
Total	4.284	23			
Corrected Total	1.878	22			

a. R Squared = .238 (Adjusted R Squared = .118)

სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა SPSS სტატისტიკური პროგრამის, კერძოდ, ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის (Two-Way ANOVA) გამოყენებით. ამ შემთხვევაშიც სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება გამოვლინდა სპილენძის შემცველობას შორის არა ღვინის ტიპების, არამედ რეგიონების მიხედვით ($F(1,21)=5.170$; $p=0.035 < 0.05$)

Descriptive Statistics

Dependent Variable: **Zn-ორივე ფაქტორით**

WineType	Region	Mean	Std. Deviation	N
Bio	East	2.0033	2.22478	6
	West	3.8360	2.35913	5
	Total	2.8364	2.37003	11
Non-Bio	East	.6783	.23836	6
	West	.6500	.49751	6
	Total	.6642	.37223	12
Total	East	1.3408	1.65966	12
	West	2.0982	2.26237	11
	Total	1.7030	1.96300	23

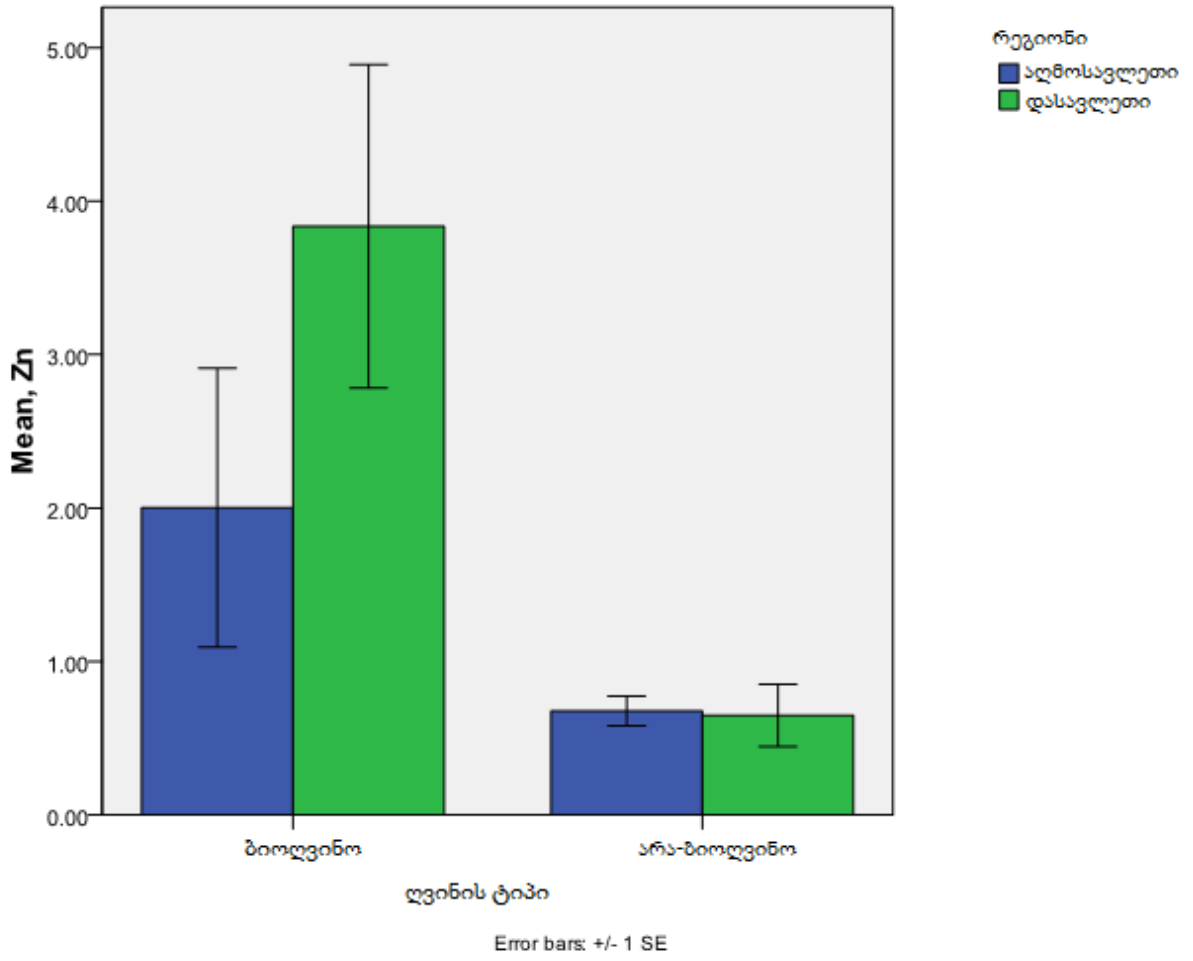
Tests of Between-Subjects Effects

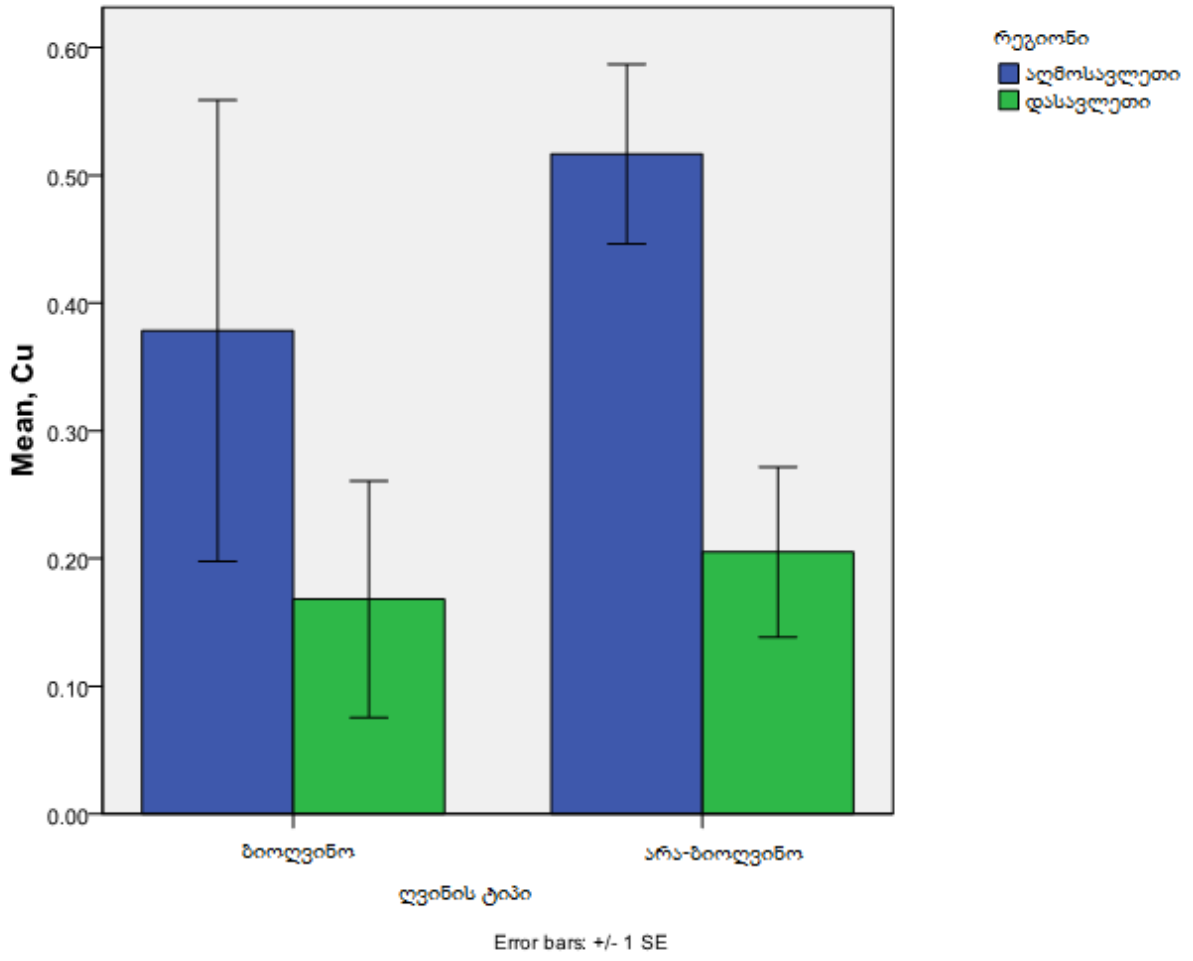
Dependent Variable: **Zn-ორივე ფაქტორით**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	36.242 ^a	3	12.081	4.730	.013
Intercept	73.393	1	73.393	28.733	.000
WineType	29.070	1	29.070	11.381	.003
Region	4.651	1	4.651	1.821	.193
WineType * Region	4.948	1	4.948	1.937	.180
Error	48.532	19	2.554		
Total	151.482	23			
Corrected Total	84.774	22			

a. R Squared = .428 (Adjusted R Squared = .337)

სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა SPSS სტატისტიკური პროგრამის, კერძოდ, ორფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზის (Two-Way ANOVA) გამოყენებით. ამ შემთხვევაშიც სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება გამოვლინდა თუთიის შემცველობას შორის არა რეგიონების, არამედ ღვინის ტიპების მიხედვით ($F(1,21) = 11.381; p = 0.03 < 0.05$)





დასკვნა

- ❖ მიღებული შედეგების მიხედვით, გამოჩნდა რომ, როგორც ბიოღვინოებში, ისე ქარხნულ ღვინოებში, სპილენძის, რკინისა და თუთიის კონცენტრაცია იყო დასაშვები ნორმის ფარგლებში.
- ❖ ქართულ ბიოღვინოებში, თუთიის კონცენტრაცია უფრო მეტია, ვიდრე არა-ბიოღვინოებში.
- ❖ სპილენძის შედარებით მაღალი კონცენტრაცია აღმოსავლეთ საქართველოს ღვინოებში, სავარაუდოდ გამოწვეულია ნიადაგის თავისებურებებით.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. კოლექტ ნავარი, ფრანსუაზ ლანგლადი-ენოლოგია, გვ. 89-102
2. Declan Naughton and Andrea Petroczi; Heavy metal ions in wines: meta analysis of target hazard quotients reveal health risks (2008)
3. Gregorz Formicki, Robert Stawarz, Agnieszka Gren, Renata Muchacka; Cadmium, copper, lead and zinc concentration in low quality wines and alcoholic drinks from Italy, Bulgaria and Poland (2012)
4. J. Robinson (ed) *"The Oxford Companion to Wine"* Third Edition pg 768 Oxford University Press 2006
5. John H. Duffus ""Heavy metals" a meaningless term? (IUPAC Technical Report)" Pure and Applied Chemistry, 2002, Vol. 74, pp. 793–807.
6. Lars Jarup; Hazards of heavy metal contamination; British medical bulletin (2003) 68 (1): 167-182.
7. L.La Pera, G. Dugo, R. Rando, G. Di Bella, R. Maisano and F. Salvo; Statistical study of influence of fungicide treatments on heavy metal concentrations in Sicilian red wine (2008)
8. Maurizio Aceto, Ornella Abollino, Maria Concetta Bruzzoniti, Edoardo Mentasti, Corrado Sarzanini and Mery Mlandrini; Determination of metals in wine with atomic spectroscopy; volume 19, issue 2 (2002)
9. M.G Volpe, F.La Cara, F. Volpe, A.De Mattia, V. Serino, F Pettito, C. Zavallioni, F. Limone, R. Pellecchia, P.P. De Prisco, M. Di Stasio; Heavy metal uptake in the enological food chain (2009)
10. Serife Tokalioglu, Senol Kartal and Alfer A. Gunes; Statistical evaluation of bioavailability of metals to grapes grown in contaminated vineyard soils using single extractants (2007)
11. Spilling, Michael; Wong, Winnie (2008). Cultures of The World Georgia. p. 128
12. Varsha Mudgal, Nidhi Madaan, Anurag Mudgal, R.B singh and Sanjay Mishra; Effect of toxic metals on human health (2009)
13. Visnja Orescanin, Anton Katunar, Ante Kutle and Vladivoj Valkovic; Heavy metals in soil, grape and wine (2008)