

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

ნათია დვალიშვილი

მძიმე მეტალების განსაზღვრა სათამაშოებში



ნაშრომი შესრულებულია ქიმიის მაგისტრის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი: ლალი ახალბედაშვილი

ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი

თბილისი

2019

სარჩევი

| | |
|--|----|
| შესავალი | 5 |
| თავი I. ლიტერატურის მიმოხილვა | |
| §1.1. მძიმე მეტალების ზოგადი დახასიათება..... | 6 |
| §1.2. მძიმე მეტალების გავლენა ორგანიზმზე..... | 12 |
| §1.3. მძიმე მეტალები სათამაშოებში | 14 |
| თავი II. ექსპერიმენტული ნაწილი | |
| §2.1. მძიმე მეტალების განსაზღვრისთვის გამოყენებული მეთოდები..... | 23 |
| §2.2. ატომურ აბსორბციული სპექტროსკოპია (AAS)..... | 23 |
| დასკვნა..... | 39 |
| გამოყენებული ლიტერატურა | 40 |

ანოტაცია

მძიმე მეტალები მაღალი ატომური მასის მქონე ქიმიური ელემენტების ჯგუფია. მრავალი მათგანი, მაგალითად რკინა, სპილენძი, თუთია, მონაწილეობს ბიოლოგიურ პროცესებში და განსაზღვრული რაოდენობით აუცილებელია ადამიანის, ცხოველის და მცენარის ცხოველქმედებისთვის. მეორე მხრივ, მძიმე მეტალები და მათი ნაერთები მავნე გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმზე, გროვდება უჯრედებში და იწვევს მთელ რიგ დაავადებებს. მძიმე მეტალებს 40-ზე მეტი ქიმიური ელემენტი მიეკუთვნება. მათ შორის განსაკუთრებული ტოქსიკურობით გამოირჩევა ტყვია, ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, დარიშხანი. მძიმე მეტალების შემცველობა ორგანიზმში არ შეიძლება იყოს დასაშვებ კონცენტრაციაზე მაღალი, რადგან ეს მეტალები გამოირჩევიან მაღალი ტოქსიკურობით. პირდაპირი მოქმედების შედეგად შეიძლება მოხდეს ორგანიზმის მოწამვლა, სიმსივნის და სხვადასხვა დაავადებების გამოწვევა. ბავშვებში ეს პროცესები უფრო რთულად მიმდინარეობს, რადგან მათ ზრდა-განვითარება დასრულებული არ აქვთ. ბავშვის ორგანიზმში მძიმე მეტალები შესაძლოა აღმოჩნდეს სათამაშოებიდან. სამწუხაროდ, საქართველოში არ ხდება შემოტანილ სათამაშოებში მძიმე მეტალების განსაზღვრა. ბოლო პერიოდში აღმოჩენილ იქნა, სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ, სათამაშოებში მძიმე მეტალების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე მაღალი მაჩვენებელი, რომელიც უდიდეს საფრთხეს წარმოადგენს ორგანიზმისთვის.

ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენს მძიმე მეტალების (Pb, Cd, Zn, Cu) განსაზღვრა სათამაშოებში. ნიმუშები აღებულია შემთხვევითი შერჩევითობის გზით. ექსპერიმენტების შედეგად დადგინდა, რომ აღებულ 19 სათამაშოდან 3 ნიმუშში აღმოჩნდა მძიმე მეტალების, კერძოდ ტყვიის და კადმიუმის ზღვ-თან შედარებით მაღალი კონცენტრაცია.

ჩატარებული კვლევით ნაჩვენებია, რომ საქართველოში შემოტანილ სათამაშოებში მძიმე მეტალების შემცველობა პრაქტიკულად ნორმების ფარგლებშია. მაგრამ ის მცირეოდენი გამონაკლისიც მოითხოვს ყურადღებას, რათა არ აღმოჩნდეს ასეთი სათამაშოები ბავშვებთან და არ გახდეს ავადმყოფობის მიზეზი.

Annotation

Heavy metals are a group of chemical elements with high atomic mass. Many of them, such as iron, copper, zinc, participate in biological processes and in certain quantities are essential for the human, animal and plant life. On the other hand, heavy metals and their compounds influence the human body, accumulate in cells and cause a number of diseases.

Heavy metals are more than 40 chemical elements. Among them with the special toxicity can be outlined bullet, mercury, cadmium, arsenic. The content of heavy metals in the body cannot be higher than the permissible concentration, because these metals are characterized with high toxicity. Direct action may result poisoning, can lead to tumors and various diseases. These processes are more complicated in children as their growth and development processes are not completed. In children' body heavy metals may get from toys. Unfortunately, in Georgia, heavy metal levels in imported toys are not controlled. Recently, various organizations detected high rates on the maximum permissible concentration of heavy metals in toys, which is a great threat to the organism.

The goal of our research is to determine heavy metals (Pb, Cd, Zn, Cu) in toys. Random samples were selected for trial. Analysis revealed high rate of heavy metals, in particular Lead and Cadmium, in comparison with MPC in the 3 of the 19 samples.

The survey shows that the content of heavy metals in Georgia is practically within the norms. But it requires some exceptional attention to avoid such toys appear with children and cause illness.

შესავალი

გარემოს დაბინძურება ყველაზე ცუდ გავლენას ახდენს ბიოსფეროზე. ეს ყველაფერი კი ცუდად აისახება ადამიანის და ზოგადად ცოცხალი ორგანიზმის განვითარებაზე. სავალალო შედეგებამდე მივყავართ განსაკუთრებით მძიმე მეტალებით დაბინძურებას, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმში შესაძლოა მოხდეს რამდენიმე გზით: ჰაერი, სასმელი წყალი, მტვერი, საკვები და ახლა უკვე სათამაშოები.

სათამაშოებში მძიმე მეტალების არსებობის გამო, მთელი მსოფლიოს მაშტაბით, აქტიურად ატარებენ კვლევებს მძიმე მეტალების განსასაზღვრად. მძიმე მეტალებს შეიცავს როგორც თვითონ სათამაშო ასევე საღებავიც. ბავშვის ორგანიზმში მძიმე მეტალები შესაძლოა მოხვდეს სათამაშოების თამაშისას ან პირში ჩადებით. მძიმე მეტალების დასაშვებ კონცენტრაციაზე მაღალი ოდენობა ორგანიზმში ბევრ დაავადებას იწვევს: ნევროლოგიურ პრობლემებს, ცერებრალურ დამბლას, ინტელექტის დაქვეითებას, განვითარების შეფერხებას, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებებს და სიკვდილსაც კი.

შექმნილი ეკოლოგიური მდგომარეობა კარნახობს ორი ძირითადი პრობლემის გადაწყვეტას:

- სრულყოფილი ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიების შექმნა, რომელიც მაქსიმალურად შეზღუდავს სხვადასხვა მძიმე მეტალის შემდგომ შეღწევას გარემოში.
- ეკოლოგიურად სუფთა სათამაშოების შექმნა, რომელიც შეამცირებს მძიმე მეტალების მოხვედრას ორგანიზმში.

სამაგისტრო ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს მძიმე მეტალების (Pb, Cd, Zn Cu) განსაზღვრა სათამაშოებში, მძიმე მეტალების კონცენტრაციის შემცირების მიზნით.

არსებობს უამრავი მეთოდი ხსნადი და მძიმე მეტალების განსაზღვრისა, მათ შორის არის ნიმუშის დაშლა სველი მეთოდით, რომელიც არის უფრო სწრაფი, საიმედო და ხელმისაწვდომი. ამიტომ მძიმე მეტალების იონების აღმოსაჩენად გამოვიყენე ეს მეთოდი.

თავი I. ლიტერატურული მიმოხილვა

1.1 მძიმე მეტალების ზოგადი დახასიათება

მძიმე მეტალები აღნიშნავს ლითონთა იმ ჯგუფს, რომლებიც მაღალი სიმკვრივით, ატომური მასითა და ატომური ნომრით გამოირჩევა. მძიმე მეტალებად განსაზღვრა დამოკიდებულია დარგსა და კონტექსტზე. მეტალურგიაში მძიმე მეტალები სიმკვრივით განისაზღვრება, ფიზიკაში-ატომური ნომრით, ხოლო ქიმიაში-ქიმიური თვისებების მიხედვით. მძიმე მეტალების განმსაზღვრელ ერთ-ერთ მთავარ კრიტერიუმად 5გ/სმ^3 -ზე მეტ სიმკვრივეს მიიჩნევენ.

უძველესი პერიოდიდან ცნობილი ლითონები: რკინა, სპილენძი, კალა ასევე მზრუნველი ლითონები: ვერცხლი, ოქრო და პლატინა მძიმე ლითონებია. ასევე მძიმე მეტალებს შეკუთვნება ვერცხლისწყალი, ტყვია, კადმიუმი, თუთია, გალიუმი, თალიუმი და სხვა. ზოგიერთ მძიმე მეტალს სასიცოცხლოს მნიშვნელოვანი ფუნქცია აქვს, მაგალითად რკინას, თუთიას. ან პირიქით ზოგიერთი მძიმე მეტალი ძლიერ მომწამლავია, როგორცაა ვერცხლისწყალი, ტყვია, კადმიუმი.

მძიმე მეტალების ფიზიკური და ქიმიური თვისებების დახასიათებისას სიფრთხილესა საჭირო, რადგან ზუსტად არაა განსაზღვრული. მეტ სიმკვრივესთან ერთად, მძიმე მეტალების დამახასიათებელი თვისებაა მსუბუქ ლითონებზე ნაკლები რეაქტიულობა და ნაკლები ხსნადი სულფიდისა და ჰიდროქსიდის ქონდა. ზოგიერთი მძიმე მეტალი. როგორებიცაა თუთია, ვერცხლისწყალი და ტყვია, მსუბუქი ლითონებისგან რთული გასარჩევია, ხოლო ზოგიერთი მსუბუქი მეტალი, როგორებიცაა ბერილიუმი, ტიტანი მძიმე მეტალების მსგავსი თვისებებით გამოირჩევა.

მძიმე მეტალები დედამიწის ქერქში შედარებით მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ თანამედროვე ცხოვრების სხვადასხვა სფეროში გამოიყენება.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მძიმე მეტალებს მიეკუთვნება თუთია. ის პერიოდული სისტემის მეოთხე პერიოდის, მეორე ჯგუფის თანაური ქვეჯგუფის ელემენტია. ატომური ნომერია 30 და აღინიშნება სიმბოლოთი Zn. მარტივი ნივთიერება თუთია ნორმალურ პირობებში მყიფე, გარდამავალი მოვარდისფრო-თეთრი ფერის ლითონია ფერმკრთალდება ჰაერზე, იფარება თუთიის ოქსიდის თხელი ფენით. თუთია ბუნებაში როგორც თვითნაბადი

ლითონი არ გვხვდება. თუთიას მოიპოვებენ პოლიმეტალური მადნებიდან, რომლებიც შეიცავს 1-4% Zn სულფიდის სახით, ასევე Cu, Pb, Ag, Au, Cd, Bi.

თუთიისა და სპილენძის შენადნობი, თითბერი, ცნობილი იყო ჯერ კიდევ ძველ საბერძნეთში, ძველ ეგვიპტეში, ინდოეთში (VII ს.), ჩინეთში (XI ს.). დიდი ხნის განმავლობაში ვერ ხერხდებოდა სუფთა ნივთიერების, თუთიის გამოყოფა. 1746 წელს ანდრეას სიგიზმუნდ მარგრავმა შეიმუშავა წმინდა თუთიის მიღების ხერხი, მისი ჟანგის (ოქსიდის) გახურებით ნახშირთან ერთად უჰაერო სივრცეში თიხის ცეცხლგამძლე ჭურჭელში თუთიის ორთქლის შემდგომი კონდენსაციით მაცივრებში. სამრეწველო მოცულობით თუთიის გამოდნობა დაიწყო XVII საუკუნეში.

თუთიის მიღების ძირითადი ხერხია ელექტროლიტური ხერხი. გახურებულ გამომწვარ კონცენტრატს ამუშავებენ გოგირდმჟავათი; მიღებულ სულფატურ ხსნარს წმენდენ მინარევებისაგან და აბაზანებში ახდენენ მის ელექტროლიზს. თუთია ჯდება ალუმინის კათოდზე, საიდანაც მას ყოველდღე აცილებენ და ადნობენ ინდუქციურ ღუმელებში.

თუთიის ყველაზე გავრცელებული მინერალია სფალერიტი. მინერალის ძირითადი კომპონენტია თუთიის სულფიდი ZnS , ამ მინერალში სხვადასხვაგვარი მინარევები ამ ნივთიერებას აძლევს სხვადასხვაგვარ ელფერს. სწორედ ამიტომ ამ მინერალს უწოდებენ მატყუარა თუთიას. მატყუარა თუთიას თვლიან პირველად მინერალად, საიდანაც წარმოიქმნებოდა თუთიის ყველა სხვა მინერალი: სმიტსონიტი $ZnCO_3$, ცინკიტი ZnO , კალამინი $2ZnO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$. ალთაის მთებში ხშირად გვხვდება ზოლებიანი მადანი მატყუარა თუთიისა და შპატის ნარევი.

დედამიწის ქერქში მასის მიხედვით თუთიის შემცველობა არის $8,3 \times 10^{-3}\%$, ამოფრქვეულ ქანებში მისი შემცველობა შედარებით მეტია ($1,3 \times 10^{-2}\%$), ვიდრე მჟავე ნიადაგებში ($6 \times 10^{-3}\%$). ცნობილია თუთიის 66 მინერალი, მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია ცინკიტი, სფალერიტი, ვილემიტი, კალამინი, სმიტსონიტი, ფრანკ-ლინიტი $ZnFe_2O_4$. თუთია ენერგიული წყლის მიგრანტია, განსაკუთრებულად დამახასიათებელია მისი მიგრაცია თერმულ წყლებში ტყვიასთან ერთად. ამ წყლებიდან ილექება თუთიის სულფიდები, რომელსაც გააჩნია სამრეწველო მნიშვნელობა. თუთია ასევე ენერგიულად მიგრირებს გრუნტის წყალქვეშა წყლებში, მის მთავარ დამლექავს წარმოადგენს H_2S , უფრო ნაკლებ როლს ასრულებს თიხით სორბცია და სხვა პროცესები. თუთია მნიშვნელოვანი

ბიოლოგიური ელემენტია, ცოცხალ ნივთიერება შეიცავს საშუალოდ 5×10⁻⁴% თუთიას.

ჩვეულებრივ ელექტროლიტური თუთიის სიწმინდეა 99,95 %, კონცენტრაციდან მისი გამოყოფის პროცენტია (ნარჩენებისგან დამუშავების გათვალისწინებით) 93-94 %. წარმოების ნარჩენებისაგან მიიღებენ თუთიის სულფატს, Pb, Cu, Cd, Au, Ag; ასევე ზოგჯერ In, Ga, Ge, Tl.

თუთია ტიპური ამფოტერული ლითონია. სუფთა თუთია, ასევე თუთიის ოქსიდი რეაგირებს როგორც მჟავების ხსნარებთან, ისე ფუძეების ხსნარებთან. წყლისხსნარებში თუთიის იონები Zn^{2+} წარმოქმნიან აკვაკომპლექსებს $[Zn(H_2O)_4]^{2+}$ და $[Zn(H_2O)_6]^{2+}$. თუთიის ბიოლოგიური როლი საკმაოდ მაღალია. ის აუცილებელია სპერმის და მამაკაცის ჰორმონის წარმოქმნისთვის, ასევე E ვიტამინის მეტაბოლიზმისთვის, რომელიც ერთვება ტესტოსტერონის წარმოქმნაში. მონაწილეობს ორგანიზმში სხვადასხვა ჰორმონების სინთეზში, მათ შორის არის ინსულინი და ზრდის ჰორმონი. ასევე საჭიროა ორგანიზმში ალკოჰოლის დასაშლელად, რადგანაც შედის ალკოჰოლდეჰიდროგენაზების შემადგენლობაში.

პროდუქტებს შორის, რომლებსაც ადამიანი იყენებს საკვებად, ყველაზე მეტ თუთიას შეიცავს-ხამანწკა. ასევე პრაქტიკულად ყველა პურის მარცვლეული შეიცავს თუთიის საკმარის რაოდენობას და ადვილად ათვისებად ფორმაში. ამიტომაც, ადამიანის ორგანიზმი ბიოლოგიურ მოთხოვნილებას თუთიაზე მთლიანად აკმაყოფილებს მარცვლეულის მოხმარება კვებაში.

თუთიის ნაკლებობა ორგანიზმში იწვევს მთელ რიგ ფუნქციის მოშლას. მათ შორის გაღიზიანებას, მოთენთილობას, დაღლილობას, თვალთახედვის დაქვეითებას, ზოგი ელემენტის დაგროვებას (რკინა, სპილენძი, კადმიუმი, ტყვია), ინსულინის დონის დაწევას, ანემიას და სხვა. თუმცა ასევე საზიანოა თუთიის ჭარბი რაოდენობაც. ორგანიზმში დიდი ხნის განმავლობაში დიდი რაოდენობით თუთიის მარილების, განსაკუთრებით სულფატების და ქლორიდების მიღებამ, შეიძლება გამოიწვიოს მოწამვლა Zn^{2+} -ის იონების ტოქსიკურობის გამო. $ZnSO_4$ -ის თუთიის სულფატის 1 გრამი საკმარისია, რათა გამოიწვიოს მოწამვლის მძიმე ფორმა. $ZnSO_4$ -ით მოწამვლა იწვევს სისხლის ანემიას, ზრდის შეფერხებას და უშვილობას.

სპილენძი ქიმიური ელემენტია, რომელიც გამოისახება სიმბოლოთი Cu (ლათ. cuprum). მისი ატომური ნომერია-29. ატომ.მასა - 63.546. სპილენძი პლასტიკური მეტალია,

ძალიან მაღალი სითბო და ელექტრო გამტარობით. სუფთა სპილენძი საკმაოდ რბილი და დამყოლია და ახლადგახსნილ ზედაპირს აქვს ვარდისფერი ან ფორთოხლისფერი ფერი. ის გამოიყენება როგორც სითბოგამტარი, ელექტროგამტარი და სხვადასხვა მეტალის შენადნობების სახით. სპილენძი ბუნებაში გვხვდება როგორც თვითნაბადი სახით, ასევე ნაერთების სახით. არ იცვლება ჰაერზე, რომელიც არ შეიცავს ტენს და ნახშირბადის დიოქსიდს. წარმოადგენს სუსტ აღმდგენელს, არ ურთიერთქმედებს წყალთან, განზავებულ მარილმჟავასთან. იჟანგება კონცენტრირებული გოგირდმჟავით, კონცენტრირებული აზოტმჟავაში, "სამეფო წყალში", ჟანგბადით, ჰალოგენებით, ჰალოგენებით და არამეტალების ოქსიდებით. გაცხელებისას ურთიერთქმედებს ჰალოგენწყალბადებთან. ნესტიან ატმოსფეროში ქლორი ადვილად ურთიერთქმედებს მეტალურ სპილენძთან. ის აქტიურად შედის რეაქციაში გოგირდთან და აგრეთვე სელენთან სპილენძი ადვილად იხსნება აზოტმჟავაში, ცხელ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავაში და რაც საინტერესოა, რომელიმე ტუტე ლითონის ციანიდის წყალხსნარში წყალბადის გამოყოფით. სპილენძი უჟანგბადო მჟავებში პრაქტიკულად უხსნადია.

ადამიანისა და ცხოველის სიცოცხლისათვის სპილენძი აუცილებელი და მუდმივი ელემენტია. მას ადამიანის ორგანოებიდან ყველაზე დიდი რაოდენობით ლულოვანი ძვლები და ღვიძლი შეიცავს. 100 მლ სისხლში 0.1 მგ სპილენძია (ერიტროციტებში გაცილებით მეტია, ვიდრე ლიმფაში). აქ მისი კონცენტრაცია ცვალებადობს დღე-ღამისა და წელიწადის დროის მიხედვით. ახალდაბადებულის სისხლში ამ ელემენტის შემცველობა გაცილებით დაბალია, ვიდრე დედის სისხლში, ხოლო მოზრდილი ადამიანის ორგანიზმში ღრმა მოხუცებულობამდე თითქმის არ იცვლება. სპილენძი შედის დამჟანგავი ფერმენტების (ტიროზინაზა, ლაქტაზა, ასკორბინოქსიდაზა) შედგენილობაში და აჩქარებს ატმოსფერული ჟანგბადით შესაბამისი სუბსტრატის ჟანგვას, თუმცა სპილენძის, როგორც დამჟანგავის, ბიოლოგიური აქტივობა ყველაზე მეტად ცილოვან ნაერთებში მჟღავნდება. ეს ლითონი ზოგიერთი ფერმენტის მიმართ (ნერწყვის ამილაზას, კატალიზას და სხვ.) ინჰიბიტორის როლშიც გამოდის. აღსანიშნავია სპილენძის კავშირი ვიტამინებთან. ამ ელემენტით მდიდარი საკვებით გამოკვებილ ცხოველებში აღინიშნება B1 ვიტამინის შესამჩნევად გადიდება, ხოლო სპილენძის ბიოტიკური დოზა ბავშვის ორგანიზმში უზრუნველყოფს A და C ვიტამინების ნორმალიზაციას. შესწავლილია სპილენძისა და ჰორმონების ურთიერთდამოკიდებულება. იგი თავისებურად მოქმედებს ჰორმონთა ფუნქციონირებაზე, ზოგიერთი მათგანის

მოქმედებას აძლიერებს, ზოგისას კი აფერხებს; მაგალითად, აძლიერებს ინსულინის მოქმედებას, აფერხებს ადრენალინისას. ცნობილია აგრეთვე სპილენძის კავშირი სასქესო, ჰიპოფიზურ და ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონებთან. გარდა ფერმენტებთან, ვიტამინებთან და ჰორმონებთან ურთიერთდამოკიდებულებისა, სპილენძი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ქსოვილთა სუნთქვაზე, ორგანიზმის ზრდა-განვითარებაზე, სისხლწარმოქმნისა და ძვალწარმოქმნის სხვადასხვა სახეზე, კალციუმისა და ფოსფორის ნორმალურად შეთვისებაზე და რაც მთავარია, ნივთიერებათა ცვლის მიმდინარეობაზე. სავარაუდოა, რომ სპილენძი და თუთია საჭმლის მომნელებელი ტრაქტის მიერ ათვისებისას ურთიერთს კონკურენციას უწევენ, ამიტომაც საკვებში ერთ-ერთი მიკროელემენტის სიჭარბემ შესაძლოა მეორის უკმარისობა გამოიწვიოს. ჯანმრთელ ზრდასრულ ადამიანს დღე-ღამეში 0,9 მგ სპილენძი სჭირდება. სპილენძის ზოგიერთი ნაერთი წყალსა თუ საკვებში ტოქსიკურია. სასმელ წყალში ამ მიკროელემენტის შემცველობა 2 მგ/ლ-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

კადმიუმი — მენდელეევის პერიოდული სისტემის მეხუთე პერიოდის მეორე ჯგუფის თანაური ქვეჯგუფის ქიმიური ელემენტი, ატომური ნომერია 48. აღინიშნება სიმბოლოთი Cd (ლათ. Cadmium). მარტივი ნივთიერება კადმიუმინორმალურ პირობებში — რბილი ჭედადი წელვადი გარდამავალი ლითონია, აქვს მოვერცხლისფრო-თეთრი რუხი ფერი. მშრალ ჰაერზე მდგრადია, ტენიან ჰაერზე მასზე ჩნდება კადმიუმის ოქსიდის თხელი ფენა, რომელიც ხელს უშლის მის შემდგომ ჟანგვას. ერთადერთი მინერალი, რომელიც საინტერესოა კადმიუმის მისაღებად არის - გრინოკიტი, ეგრეთ წოდებული „კადმიუმის მატყურა“. მას მოიპოვებენ სფალერიტთან ერთად თუთიის მადნების გადამუშავებისას. გადამუშავებისას კადმიუმი გროვდება პროცესის თანაურ პროდუქტებში, საიდანაც შემდეგ მას გამოჰყოფენ. კადმიუმი პერიოდულ სისტემაში იმავე ჯგუფშია სადაც, თუთია და ვერცხლისწყალი, და უჭირავს შუალედური ადგილი მათ შორის, ამიტომაც ამ ელემენტების ზოგი ქიმიური თვისებები მსგავსია. ამ ელემენტების სულფიდები და ოქსიდები წყალში პრაქტიკულად უხსნადია. კადმიუმი ნახშირბადთან არ ურთიერთქმედებს და არ წარმოქმნის კარბიდებს.

კადმიუმის ნაერთები საწამლაგია. განსაკუთრებულად საშიშია მისი ოქსიდის ორთქლის შესუნთქვა (CdO). ჰაერის შესუნთქვა 1 წთ-ის განმავლობაში, რომელიც შეიცავს კადმიუმის ოქსიდს 2,5 გრ/მ³, ან 30 წმ-ის განმავლობაში სადაც კონცენტრაციაა 5 გრ/მ³

წარმოადგენს მომაკვდინებელს. კადმიუმი წარმოადგენს კანცეროგენს. კადმიუმის ტოქსიკური ზემოქმედების მექანიზმი ალბათ მდგომარეობს, კარბოქსილების, ამინების და განსაკუთრებულად ცილების მოლეკულების სულფჰიდრიდული ჯგუფების შეკავშირებასთან, რის შედეგად ქვეითდება ფერმენტული სისტემების აქტივობა. კადმიუმის ხსნადი ნაერთები სისხლში მოხვედრის შემდეგ ავადდება ცენტრალური ნერვიული სისტემა, ღვიძლი და თირკმლები, ირღვევა ფოსფორ-კალციუმის მიმოცვლა. ქრონიკული მოწამლვა იწვევს ანემიას და ძვლების დაშლას. კადმიუმი ნორმალური, მცირე რაოდენობით არის ჯანმრთელი ადამიანის ორგანიზმში. კადმიუმი ადვილად გროვდება მზარდ უჯრედებში (მაგალითად სიმსივნის ან სასქესო). ის უკავშირდება უჯრედების ციტოპლაზმატურ და ბირთვულ მასალას და აზიანებს მას. ის ცვლის ჰორმონებისა და ფერმენტების აქტიურობას. ეს განპირობებულია მისი თვისებით დააკავშიროს სულფჰიდრილური (-SH) ჯგუფები.

ტყვია — ქიმიური ელემენტი, რომელიც აღინიშნება სიმბოლოთი Pb (ლათ. Plumbum) და მისი ატომური ნომერია 82. ტყვიას აქვს ყველაზე დიდი ატომური ნომერი მდგრად ელემენტებს შორის, თუმცა მომდევნო უმძიმეს ელემენტს, ბისმუტს, გააჩნია ნახევრად დაშლის პერიოდი, რომელიც ისეთი ხანგრძლივია, რომ შეიძლება ჩაითვალოს მდგრადად. ტყვია რბილი და ძლიერ პლასტიკური მძიმე ლითონია. მყარ მდგომარეობაში მონაცრისფრო-მოცისფრო ფერი აქვს, გამდნარი ტყვია ელვარებს მოვერცხლისფრო-ქრომის ფრად, ხოლო აირად მდგომარეობაში გადასვლისას იგი ბუნდოვან ნაცრისფერ ნისლად იქცევა. ტყვიას ფართო გამოყენება აქვს სხვადასხვა სფეროში. მისგან მზადდება აკუმულიატორები, ვაზნები, გირები, ტოლჩები და სხვა. გამომდინარე იქიდან, რომ ტყვია რადიაციას არ ატარებს, მისგან მზადდება რადიაციასაწინააღმდეგო ფენები. კალისა და ტყვიის შენადნობი ადვილად ღვება დაბალ ტემპერატურაზე და გამოიყენება სადენების ერთმანეთზე მისარჩილავად.

ორგანიზმში მოხვედრისას ტყვია მომწამვლელია. იგი აზიანებს ნერვულ სისტემას და იწვევს უწესრიგობას ტვინში. მეტისმეტად მაღალი კონცენტრაცია იწვევს ასევე სისხლის მიმოქცევის დარღვევას ძუძუმწოვრებში. ისევე როგორც ვერცხლისწყალი, კიდევ ერთი მძიმე ლითონი, ტყვიაც ძლიერი ნეიროტოქსინია და აზიანებს როგორც კან-კუნთოვან, ასევე ძვლოვან ქსოვილებს. ტყვიისგან მოწამვლა დოკუმენტირებულია ჯერ კიდევ ძველი რომის, ძველი საბერძნეთისა და ძველი ჩინეთის პერიოდიდან. მოწამვლა, ჩვეულებრივ, ტყვიის შემცველი საკვებისა და წყლის მიღებით ხდება, მაგრამ შესაძლოა ასევე გრუნტის, მტვერისა

და ტყვიაზე დაფუძნებული საღებავის შემთხვევითი შესუნთქვითაც მოხდეს.

1.2 მძიმე მეტალების გავლენა ორგანიზმზე

ბიოსფეროს დამაბინძურებლებს შორის, მნიშვნელოვანია მძიმე მეტალებით დაბინძურების ხარისხის კონტროლი, რადგან მათი უმრავლესობა ბიოლოგიურად აქტიურმეტალს წარმოადგენს. ადამიანის ორგანიზმზე და მასში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესებზე მეტალებს სხვადასხვა გავლენა შეიძლება ქონდეთ, იმის მიხედვით თუ რა ტიპის მეტალია, როგორ ნაერთებს წარმოქმნის და ასევე როგორი კონცენტრაციითაა. როგორც უკვე ავლინებთ, სავალალო შედეგებამდე მივყავართ მძიმე მეტალებით დაბინძურებას, რომელიც ცოცხალ ორგანიზმში შესაძლოა მოხდეს რამდენიმე გზით: ჰაერი, სასმელი წყალი, მტვერი, საკვები და ახლა უკვე სათამაშოები. ორგანიზმზე მძიმე მეტალების ტოქსიკური ზემოქმედების შედეგია მისი სასიცოცხლო მნიშვნელოვანი სისტემების ფუნქციონირების დარღვევა და არასასურველი პროცესების ინიცირება.

საყოველთაოდ ცნობილია, რომ მძიმე მეტალები ყველაზე საშიში ელემენტებია ადამიანის, ცხოველის და ყველა ცოცხალი ორგანიზმისთვის, განსაკუთრებით კი Cd, Hg, Pb. თითოეულ მძიმე მეტალს, ორგანიზმში მოხვედრისას, შეუძლია ჯანმრთელობას სერიოზული ზიანი მოუტანოს ან ფატალურ შედეგამდეც მიგვიყვანოს.

კადმიუმი (Cd)- ტოქსიკური ელემენტი. მისგან გამოწვეულ დაავადებას იაპონელებმა „იტაი-იტაი“ უწოდეს. ამ დაავადების დროს საშინელი ტკივილები აქვთ ხერხემლისა და ზურგის არეში. ორგანიზმს ართმევს კალციუმს, რაც იწვევს ძვლების ადვილად მსხვრევას. კადმიუმით მოწამვლა ასევე იწვევს ღვიძლის, თირკმელების და ასევე სხვა ორგანოების ფუნქციონირების დარღვევას. კადმიუმი ართმევს ორგანიზმს რკინას კალციუმთან ერთად და ირღვევა დნმ-ის სინთეზი.

ვერცხლისწყალი (Hg)- ტოქსიკურია ყველა ფორმით. ის თავისუფალი ფორმიდან მარტივად გადადის მეთილრტუტის ქლორიდში, რომელიც მარტივად ხვდება ღვიძლში, თირკმელებში, თავის ტვინში. თავის ტვინში მოხვედრისას იწვევს ცენტრალური ნერვული სისტემის სერიოზულ შეუქცევად კუმულაციურ დარღვევებს, რომელიც ავითარებს ცერებრალურ დამბლას, კიდურების დეფორმაციებს (განსაკუთრებით თითების) ყლაპვის გამძლეებას, კრუნჩხვებს და სიკვდილსაც კი. ასევე ვერცხლისწყალი ბლოკავს რიგი

მნიშვნელოვანი ფერმენტების აქტივობას.

ტყვია (Pb)- როგორც ტოქსიკური მეტალი,რამდენიმე ასეული წელია ცნობილია, რაც ბერძენი და არაბი მეცნიერების ნაშრომებში იკითხება. ჩვენ დროში, ყველაზე მეტი დაბინძურება გარემოს ტყვიით ხდება ბენზინზე მომუშავე ავტომობილების გამონაბოლქვიდან, რადგან ტეტრაეთილს უმატებენ ოქტანის რიცხვის გაზრდის მიზნით. ქრონიკულად ტვიით მოწამვლა იწვევს ღვიძლის, ნერვული სისტემის და სხვა ორგანოების დაშლას, ანემიას და სიკვდილს. ორგანიზმში თუ კალციუმის და რკინის ნაკლებობაა უფრო აძლიერებს ტყვიის აქტიურობას.ტყვია ბლოკავს S-H ჯგუფის ცილებს და რნმ-ს.

თუთია (Zn)- შედის 20 ფერმენტზე მეტ შემადგენლობაში. დიდი ოდენობით თუთია არის კუნთებში,ხოლო სისხლში ის არსებობს ერთროციტებში, როგორც ნახშირბადის ანჰიდრაზი. ამის ბალანსის კონცეტრაციის დარღვევა იწვევს გულის იშემიურ დაავადებებს. დიდი ოდენობით თუთიის მარილები იწვევს კუჭის მჟავიანობის დარღვევას, მოწამვლას.

სპილენძი (Cu)- არის მნიშვნელოვანი ელემენტი ფერმენტისთვის. ის შედის ციტოქრომმჟავას, ტროროზას და სხვა პროტეინების შემადგენლობაში.მათი ბიოლოგიური როლი უკავშირდება ჰიდროქსილირების პროცესებს, ჟანგბადის, ელექტრონების და ოქსიდაციური კატალიზის გადაცემას. ჯანსაღი ორგანიზმის ქსოვილებში, სპილენძის კონცეტრაცია მთელი ცხოვრების განმავლობაში მკაცრად შენარჩუნებულია. ქსოვილში სპილენძის ჭარბი რაოდენობა იწვევს სხვადასხვა დაავადებებს: ღვიძლის, თირკმელების და თავის ტვინის ქსოვილების დეგრადაციას, შემოგლობინის შემცირებას. დაახლოებით 95 % სპილენძი სხეულში იმყოფება სისხლის გლიკოპროტეინში. ამ ცილის დეფიციტი კი ცერებრალურ დამბლას ავითარებს.

დარიშხანი(As) - ეკუთვნის ყველაზე ძლიერ და საშიშ მომწავლელ ნივთიერებას. ჟანგბადთან ის მარტივად ურთიერთქმედებს და წარმოქმნის ძლიერ შხამს, დარიშხანის ანჰიდრიდს. როდესაც ხდება დარიშხანით მოწამვლა ის დიდი რაოდენობით გორვდება მუცლის ღრუში, კერძოდ: ნაწლავებში, ღვიძლში, თირკმელებში და კუჭში. თუ ქრონიკულად გრძელდება მოწამვლა მაშინ ის გროვდება კანში, ფრჩხილებში და თმაში. სხვადასხვა ფერმენტების ინჰიბირების გამო არეგულირებს მეტაბოლიზმს. მოწამვლის პროცესში აქსონიპირველია, რის შედეგადაც ხდება პერიფერიული ნეიროპათია და კიდურების დამბლა. დარიშხალი ადამიანისთვის კანცეროგენურია.

თალიუმი (Tl)- ძალიან ტოქსიკურია, ხშირად მას "ქიმიური შიდსს" უწოდებენ.

თალიუმი, უჯრედის მემბრანის მეშვეობით, ძლიერ კომპლექსებს ქმნის, მაგალითად, რიბოფლავთან ერთად არასასურველი კომპლექსია. ეს იწვევს მეტაბოლიზმის დარღვევას და იმუნური სისტემის განადგურებას. თალიუმით მოწამვლა იწვევს გასტროენტერიტს, პერიფერიულნეფროპათიას და სიკვდილისაკ კი.

ქრომი(Cr)- ერთ-ერთი ყველაზე ნაკლებად ტოქსიკური ელემენტია. მწვავე მოწამვლის შემთხვევაში ის შინაგან ორგანოებში გროვდება. ითვლება, რომ სამ ვალენტიანი ქრომი,კომპლექსის სახით ნიკოტინის მჟავასთან დაამინომჟავებთან ქმნის "გლუკოზის ტოლერანტობის ფაქტორს". მისი მოქმედებაა ინსულინის ჰიპოგლიკემიური ეფექტის გაზრდა.

1.3 მძიმე მეტალები სათამაშოებში

ყოველთვის როდესაც სათამაშოებზეა საუბარი, ყველა ადამიანი პირველ რიგში ცდილობს და ფიქრობს რომ ბავშვისთვის ეს იყოს უსაფრთხო. მაგალითად რამდენიმე ათეული წლის წინ, როდესაც ქმნიდნენ სათამაშოებს, არ უკეთებდნენ კუთხეებს, რათა რაიმე ზიანი არ მოეტანა ბავშვისთვის. არ ქმნიდნენ პატარა ზომის დეტალებს, რომ არ გადაეყლაპათ. ხის სათამაშოების შექმნისას კი ცდილობდნენ გამოეყენებინათ ნატურალური საღებავები ან საერთოდ არ შეეღებათ. დროსთან ერთად ვითარდებოდა ქიმიაც და იქმნებოდა სინთეზური ნივთიერებები, რომელიც ფართოდ გამოიყენებოდა სათამაშოების წარმოებაში. რამდენიმე ქვეყანამ დააწესა სათამაშოების უსაფრთხოების დადგენის ვალდებულება და კონტროლდება ქვეყანაში შესული თითოეული სათამაშო. ასევე თვითონ ეს ქვეყნებიც აწარმოებენ ეკოლოგიურად სუფთა და ბავშვისთვის უსაფრთხო სათამაშოებს.თუმცა ყველა ქვეყანა არ ითვალისწინებს დადგენილ ნორმებს და ხშირად ბაზარზე ხვდება საფრთხის შემცველი სათამაშოები.

ევროპის ქვეყნებში ქიმიურ ნივთიერებებზე მკაცრი კონტროლი მიმდინარეობს, რომ არ მოხვდეს ტოქსიკური ნივთიერებები სათამაშოებში. შემოწმება ხდება როგორც ჰიგიენის ასევე ქიმიური შემცველობის. განსაკუთრებით მკაცრად კონტროლდება ის სათამაშოები, რომელსაც პირში იღებენ ბავშვები. ასევე ის სათამაშოები,რომელსაც უშუალოდ ხელით

ეხებიან მაგალითად საღებავები, ფლომასტერები ან ფანქრები. რადგან შიშველი ხელით ხდება უშუალოდ შეხება საღებავთან, დააწესეს სტანდარტები, რომელიც მოცემულია ნახაზზე.

ცხრილი N1. საღებავებში ელემენტების მიგრაციის დასაშვები რაოდენობა

| ელემენტები | Sb | As | Ba | Cd | Cr | Pb | Hg | Se |
|---|----|----|-----|----|----|----|----|----|
| ელემენტების მაქსიმალური დასაშვები რაოდენობა მგ/კგ | 10 | 10 | 350 | 15 | 25 | 25 | 10 | 50 |

ამ საღებავებს შეესაბამება ISO-ს სტანდარტი -8124-3-2001 და ტექნიკური რეგლამენტი „სათამაშოების უსაფრთხოება“. ამის გათვალისწინებით მძიმე მეტალების კვლევა ხდება მარილმჟავით.

საღებავებს რომელსაც ბავშვები ხელით ეხებიან უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ სტანდარტს

ცხრილი N2. საღებავების ზღვ

| ელემენტები | Sb | As | Ba | Cd | Cr | Pb | Hg | Se |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|

| | | | | | | | | |
|---|----|----|-----|----|----|----|----|-----|
| ელემენტების მაქსიმალური დასაშვები რაოდენობა მგ/კგ | 60 | 25 | 250 | 50 | 25 | 90 | 25 | 500 |
|---|----|----|-----|----|----|----|----|-----|

სათამაშოებში მძიმე მეტალების არსებობის გამო მთელი მსოფლიოს მაშტაბით აქტიურად ატარებენ კვლევებს. ბელარუსიაში, რუსეთში, ყაზახეთში, უკრაინაში და სასომხეთში ჩატარდა კვლევები ევროპიდან და ცენტრალური აზიიდან შემოტანილ სათამაშოებში. კონკრეტულად განსაზღვრეს : ტყვია, ვერხლისწყალი, კადმიუმი, ქრომი, დარიშხანი და სტიბიუმი. 569 ნიმუშიდან, სხვადასხვა ქვეყნის სათამაშოებში, 164 ნიმუშში (29 %) აღმოჩნდა ერთი მძიმე მეტალი მაინც, რომელიც ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე მაღალი იყო. ძალიან ხშირ შემთხვევაში საღებავებში ტყვია არის დამატებული, განსაკუთრებით ღია ყვითელ სათამაშოებში. თუ კი ერთ ნივთში ერთად არის ვერცხლისწყალი და ტყვია დასაშვებ ზღვარზე მეტი, იწვევს ძლიერ მოწამვლას და შესაძლოა სიკვდილის გამომწვევი მიზეზიც გახდეს.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მძიმე მეტალების იონები ორგანიზმში მოხვედრისას გროვდება თირკმელსა და ღვიძლში და იქიდან მისი გამოდევნა ძალიან რთულია, ეს კი სხვადასხვა დაავადებებს იწვევს. დიდი რაოდენობით ენტეროსორბენტების მოქმედების შედეგად აღმოაჩინეს პრეპარატი „პექტინი“. ეს პრეპარატი არ შედის რეაქციაში მეტალთა კათიონებთან, სამაგიეროდ ურთიერთქმედებს მეტალთა ოქსიდებთან და ნაკლებად ხსნად მეტალთა ჰიდროქსიდებთან. პექტინი- ეს არის ანიონი პოლიელექტროლიტის, რომელიც ასრულებს მძიმე მეტალებში პეპტიზატორის როლს.

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მძიმე მეტალების მარილების ადსორბციული პროცესების შესწავლა წყლის სისტემაში.

ნიმუშები

პექტინი, ადსორბენტები:

1. შავი ქვანახშირი
2. თეთრი ქვანახშირი

მძიმე მეტალების მარილები

$C_{\text{ფ}} = 0,05$ მოლი ეკვ/ლ

• $ZnCl_2$

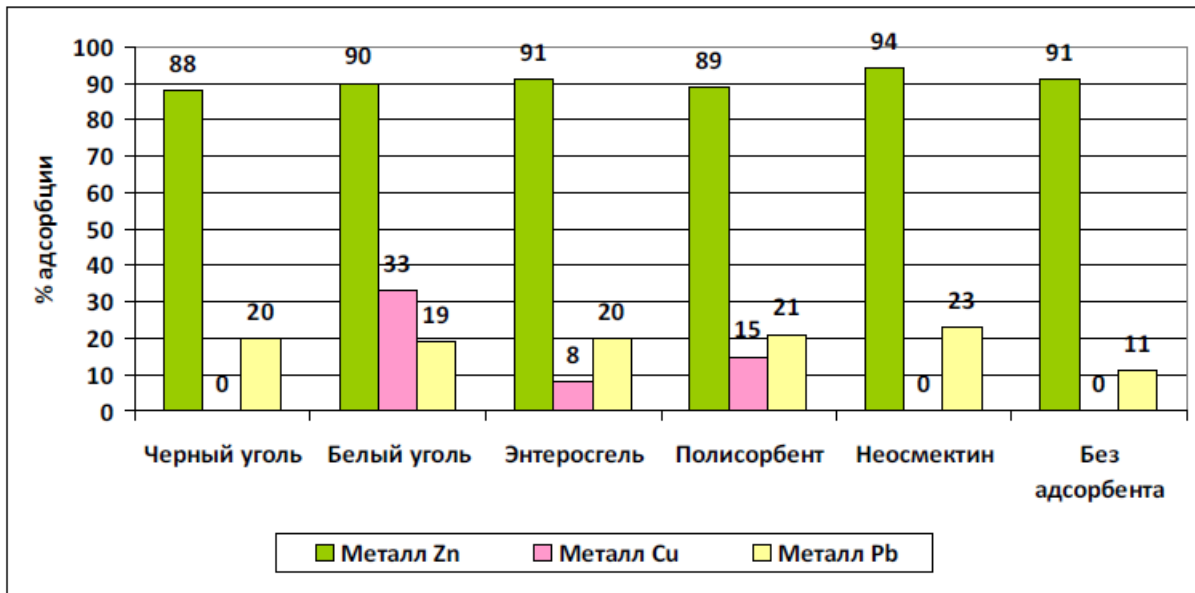
- 3. „ნეოსმექტინი“ • CuSO₄
- 4. პოლისორბენტი • Pb(CH₃COO)₂
- 5. ენტეროგელი.

მეთოდი: ტიტრიმეტრული ტრილონ B , რომელიც იყოფა ორ ეტაპად:

1) 50 მლ მეტალის შემცველ მარილის ხსნარს უმატებენ 0,5გ ადსორბენტს და აყოვნებენ 5 წუთი , გაფილტრავენ და შემდეგ საზღვრავენ მეტალის კონცენტრაციას.

2) 40 მლ მეტალის შემცველ მარილის ხსნარს უმატებენ 10 მლ პექტინს ხსნარს (1გ პექტინს + 100 მლ წყალი) და 0,4გ ადსორბენტს და აყოვნებენ 5 წუთი , გაფილტრავენ და შემდეგ საზღვრავენ მეტალის რაოდენობას.

ანალიზის შედეგად, მეორე ეტაპზე, ჩანს რომ პექტინის და ადსორბენტის ერთობლივი მოქმედების შედეგად მეტალების რაოდენობა მცირეა, პირველთან შედარებით. ზუსტად რომ გაერკვიათ, რომელი იყო უნივერსალური ადსორბენტი, ჩატარდა რიგი ცდები, რომელიც გამოსახულია დიაგრამაზე :



ნახ. 1. ადსორბციის პროცენტული მაჩვენებელი

ყველა რაც ნახაზეა გამოსახული შეიცავს სილიკონის ნაერთებს.

დასკვნა: პექტინის და ადსორბენტის ურთიერთქმედებით მიიღება მეტალის იონის

ნაკლები რაოდენობა, თუმცა უფრო ეფექტური გამხსნელი რეაქციაში შედის სილიკონის ნაერთებთან.

როდესაც ბელორუსიაში მოხდა სათამაშოების კვლევა, აღებული ნიმუშებიდან ყოველი მეოთხე იყო დაბინძურებული მძიმე მეტალით. ნიმუშები იყო აღებული მაღაზიიდან, ბაზრობიდან, ბრენდირებული სათამაშოები და ასევე ევროპიდან შემოტანილი სათამაშოები. ევროპულ სათამაშოებში მძიმე მეტალები აღმოჩნდა 4%, ბაზრობის სათამაშოებში- 50%, მაღაზიიდან აღებულში 1-2%, ბრენდირებულში ძალიან მცირე რაოდენობა თუმცა მაინც აღმოჩნდა.

გარდა ამ დიდი პრობლემისა, მეორე პრობლემა არის თუ კი ასეთ ნივთებს გადავყრით ნაგავში ის შემდეგ გარემოს აბინძურებს და ისევ გვიბრუნდება.

ადამიანის ორგანიზმში ტყვიის შემცველობა დამოკიდებულია რამდენიმე ფაქტორზე: როგორი შემცველობისაა მიწა, მტვერი, ჰაერი, სასმელი წყალი და საკვები.

ცხრილში მოცემულია რისი საშუალებით შეიძლება მოხვდეს ტყვია ორგანიზმში:

ცხრილი N 3. ტყვიის მოხვედრის გზები ადამიანის ორგანიზმში

| რისი საშუალებით მოხვდა ტყვია ორგანიზმში | ტყვიის რაოდენობა % | |
|---|---|----------------------------|
| | ქალაქები შედარებით ნაკლები დაბინძურებით | ქალაქები დიდი დაბინძურებით |
| ჰაერი | 0,3 | 0,7 |
| სასმელი წყალი | 1,5 | 2,8 |
| მიწა და მტვერი | 11,3 | 86,9 |
| საკვები პროდუქტი | 10,7 | 85,8 |

| | | |
|----------------|-------|-------|
| საბოლოო სურათი | 23-33 | 24-67 |
| მკვ/დღე-ღამეში | | |

მძიმე მეტალების ბიოლოგიური როლი ბოლომდე შესწავლილი არ არის. ზოგიერთი მეტალი აუცილებელიც კი არის ორგანიზმისთვის.

ცხრილში N4 მოცემულია ზოგიერთი მძიმე მეტალის შემცველობა ორგანიზმში და მათი ტოქსიკურობა

ცხრილი N4. ზოგიერთი მძიმე მეტალის შემცველობა ორგანიზმში

| მაჩვენებლები | ელემენტები | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|-------------|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | Hg | Pb | Cd | Zn | Cu | Ni | Cr | As |
| ბიოლოგიური როლი | არ არსებობს | არ არსებობს | არ არის შესწავლილი | მნიშვნელოვანია | მნიშვნელოვანია | მნიშვნელოვანია | მნიშვნელოვანია | მნიშვნელოვანია |
| კუნთოვანი ქსოვილი მგ/კგ | 0,02-0,7 | 0,23-3,3 | 0,14-3,2 | 240 | 10 | 1-2 | 240-840 | 0,01-0,65 |
| ძვლის ქსოვილი მგ/კგ | 0,45 | 3,6-30 | 1,8 | 75-170 | 10-260 | 0,7 | 0,1-33 | 0,08-1,6 |
| სისხლი მგ/ლ | 0,0078 | 0,21 | 0,0052 | 0,7 | 1,01 | 0,01-0,05 | 0,006-0,11 | 0,0017-0,09 |
| ყოველდღიური საკვების მიღება | 0,004 -0,002 | 0,06-0,5 | 0,007-3 | 5-40 | 0,50-6 | 0,3-0,5 | 0,01-1,2 | 0,04-,12 |

| | | | | | | | | |
|---|----------|-----|-------|---------|-------|----|-----|-----------|
| მგ | | | | | | | | |
| ტოქსიკური დოზა მგ | 0,4 | 1 | 3-330 | 150-600 | > 250 | 50 | 200 | -50 |
| ლეტალური დოზა გ | 0,15-0,3 | 10 | 1,5-9 | 6 | | | >3 | 0,05-0,34 |
| შემცველობა ორგანიზმში საშუალო ადამიანის (წონა 70კგ). მგ | | 120 | 50 | 2300 | 72 | 1 | | 18 |

1982 წელს თითოეულ მძიმე მეტალზე დამტკიცდა ზღვ და მას „მერცის წესი“ უწოდეს. ამ მერცის წესის მიხედვით ორგანიზმისთვის საშიში მძიმე მეტალები დაყვეს სამ ჯგუფად:

I – As; Be; Cd; Hg; Pb; Tl; Zn

II- B; Co; Cr; Cu; Mo; Ni; Sb; Sc

III- Ba; Mn; Sr; V; W

ასევე დადგენილია ორგანიზმში ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია სისხლში და შარდში, რომელიც მოცემულია მე-5 ცხრილში ცხრილი N5. მძიმე მეტალების ზღვ სისხლში და შარდში

| ელემენტების დასახელება | სისხლი (მკგ/მლ) | შარდი (მკგ/მლ) |
|------------------------|-----------------|----------------|
| Mn (მანგანუმი) | 0,06 | 0,07 |
| Ag (ვერცხლი) | 0,1 | 0,06 |
| As (დარიშხანი) | 0,2 | 0,004 |
| Ba(ბარიუმი) | 0,08 | 0,8 |

| | | |
|---------------|-------|-------|
| Cd (კადმიუმი) | 0,005 | 0,04 |
| Bi (ბისმუტი) | 0,03 | 0,02 |
| Cr (ქრომი) | 0,004 | 0,02 |
| Cu (სპილენძი) | 0,9 | 0,1 |
| Pb (ტყვია) | 0,25 | 0,08 |
| Tl (თალიუმი) | 0,01 | 0,002 |
| Zn (თუთია) | 1,2 | 1,2 |

დღეისათვის მძიმე მეტალების განსაზღვრა სირთულეებთანაა დაკავშირებული. ნიმუშების აღება ხდება შერჩევითობის გზით, მეთოდი ძვირადღირებულია და დიდ დროს მოითხოვს. ამიტომ საჭიროა ისეთი შემოწმების მეთოდი შემუშავდეს, რომელიც იქნება უფრო სწრაფი დასაბუთებული, რომ თითოეული სათამაშო იყოს შემოწმებული და არა შერჩევით. ხშირად სათამაშოს არ აქვს ეტიკეტი დატანილი, შესაბამისად ჩვენ არანაირ ინფორმაციას არ ვფლობთ მისი შემადგენლობის შესახებ და არც ვიცით შეიცავს თუ არა მძიმე მეტალს.

ექსპერტები ერთადერთ გამოსავალს მიიჩნევენ, რომ თითოეულ სათამაშოს, თუ ნივთს უნდა ჰქონდეს დატანილი ეტიკეტი, რომელსაც ექნება ქიმიური შემცველობა მითითებული და მყიდველზე იქნება არჩევანი იყიდის თუ არა. ასეთი მიდგომა მწარმოებელსაც აიძულებს უსაფრთხო სათამაშოები აწარმოოს, კარგი გაყიდვის მიზნით. ზღვრულად დასაშვები ნორმები ყველასთვის ცნობილი უნდა იყოს, რომ მყიდველმა სწორად გააკეთოს არჩევანი. სათამაშოს შექმნისას ყურადღება უნდა მივაქციოთ შემდეგ მითითებებს: სათამაშოს არ უნდა ჰქონდეს სუნი, არაბუნებრივი ფერი, საღებავი არ უნდა გადადიოდეს ხელით შეხებისას, ჰერმეტიკულად დახურული უნდა გაიხსნას. სათამაშოს ეტიკეტზე უნდა იყოს დატანილი ქვეყანა საიდანაც მოხდა იმპორტი, მისამართი, ბავშვის ასაკი რომელი წლიდან შეიძლება თამაში იმ კონკრეტული სათამაშოთი, შემცველობა,

ინსტრუქცია, გამოშვების თარიღი, შენახვის ვადა და როგორ პირობებში ინახება.ეს ეტიკეტი შესაძლოა ერთ სათამაშოზე არ იყოს დატანილი, თუმცა ყუთზე აუცილებლად იქნება და გვაქვს მოთხოვნის უფლება. ზოგიერთ ქვეყნებში ამ წესების გათვალისწინება დაევალათ გამყიდველებსაც, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი ჯარიმდებიან.

თავი II ექსპერიმენტული ნაწილი

2.1 მძიმე მეტალების განსაზღვრისთვის გამოყენებული მეთოდები

სათამაშოებში მძიმე მეტალების (Pb, Cd, Zn, Cu) განსაზღვრისათვის აღებულია სულ 19 საბავშვო სათამაშო, რომელიც დამუშავდა და დაიშალა ნიმუშის სველი მეთოდით და შემდეგ ატომურ აბსორბციულ სპექტროსკოპიული მეთოდით გაიზომა თითოეული მეტალის კონცენტრაციები.

ნიმუშის დაშლა სველი მეთოდით გულისხმობს: ნიმუშების დაქუცმაცებას და შემდეგ გამოწვას მუფელში 550°C-მდე, შემდეგ გადატანას ჭიქებში, სამეფო ხსნარის დამატებით და დაშრობას. შემდეგ ემატება კონცენტრირებული მარილმჟავა და ისიც უნდა დაშრეს. საბოლოოდ გადაგვაქვს დარჩენილი ნაშთი კოლბებში და ემატება 10%-იანი მარილმჟავა. მცირე დაყოვნების შემდეგ ატომურ აბსორბციული სპექტრომეტრით იზომება მძიმე მეტალების კონცენტრაცია.

2.2 ატომურ აბსორბციულ სპექტროსკოპია (AAS)

ატომურ აბსორბციული სპექტროსკოპია (AAS) ანალიზური მეთოდია, რომელიც ელემენტების კონცენტრაციას ზომავს. ამ მეთოდში გამოყენებულია ელემენტების მიერ სინათლის აბსორბცია, რათა გაიზომოს მათი კონცენტრაცია. ატომურ აბსორბციულ სპექტროსკოპიაში რაოდენობრივად იზომება ძირითად ელექტრონულ მდგომარეობაში მყოფი თავისუფალი ატომების მიერ სინათლის სხივის აბსორბცია გაზურ ფაზაში. ატომები შთანთქავენ ულტრაისფერ ან ხილულ სინათლეს და გადადიან უფრო მაღალ ელექტრონულ ენერგეტიკულ დონეზე.

ატომის მიერ სინათლის სხივის შთანთქმას (ან გამოსხივებას), როცა ის იმყოფება (ან გადადის) ძირითად ელექტრონულ მდგომარეობაში, რეზონანსული შთანთქმა (ან გამოსხივება) ეწოდება, შთანთქმულ (ან გამოსხივებულ) ენერგიას კი რეზონანსული ხაზი ან რეზონანსული სიხშირე. ატომის ენერგეტიკული დონეების დისკრეტულობის გამო რეზონანსული ხაზი თეორიულად ძლიერ ვიწროა, თუმცა ადგილი აქვს მის გაფართოებას. ძირითად გაფართოებას მიეკუთვნება:

- ბუნებრივი გაფართოება 10^{-5} ნმ რიგის (განუზღვრელობა ელექტრონის ენერგიასა და მისი ამ ენერგიის მქონე მდგომარეობაში ყოფნის სიცოცხლის ხანგრძლივობას შორის);

-ლორენცის გაფართოება 5×10^{-3} ნმ რიგის (ატომის სხვა ატომებთან დაჯახებით გამოწვეული);

-დოპლერის გაფართოება $1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$ ნმ რიგის (ატომის დეტექტორის მიმართ შემთხვევითი კინეტიკური მოძრაობით გამოწვეული).

რეზონანსული ხაზის სისქე საბოლოოდ აღწევს 2×10^{-3} ნმ-მდე.

საანალიზო ელემენტის კონცენტრაცია განისაზღვრება აბსორბციის მიხედვით. კონცენტრაციის გაზომვები ჩვეულებრივ ტარდება სამუშაო მრუდის საფუძველზე ხელსაწყოს დაგრადუირების მეშვეობით ცნობილი კონცენტრაციის სტანდარტული ხსნარების გამოყენებით. ატომური აბსორბცია ყველაზე უფრო გავრცელებული მეთოდია მეტალების და არამეტალების დეტექტირებისთვის, შეიძლება განისაზღვროს 70-მდე სხვადასხვა ქიმიური ელემენტის კონცენტრაცია გარემოს ობიექტებში, ფარმაცევტულ და ტოქსიკოლოგიურ ანალიზში. აღმოჩენის დიაპაზონი იცვლება მკგ/ლ (ppm)-დან ნგ/ლ (ppb)-მდე.

ცხრილი N6. ზოგიერთი მეტალის ტალღის სიგრძე ატომურ აბსორბციულ სპექტროსკოპიაში

| ელემენტი | ტალღის სიგრძე, ნმ | ელემენტი | ტალღის სიგრძე, ნმ |
|----------|-------------------|---------------|-------------------|
| ქრომი | 357.9 | ნატრიუმი | 589.0 და 589.6 |
| ალუმინი | 309.3 | კადმიუმი | 288.8 |
| ტყვია | 283.3 | სპილენძი | 327.4 |
| ნიკელი | 300.2 | ვერცხლისწყალი | 253.7 |
| თუთია | 213.9 | დარიშხანი | 189.0 |

ელემენტების განსაზღვრის პრინციპი ატომურ აბსორბციულ სპექტროსკოპიაში

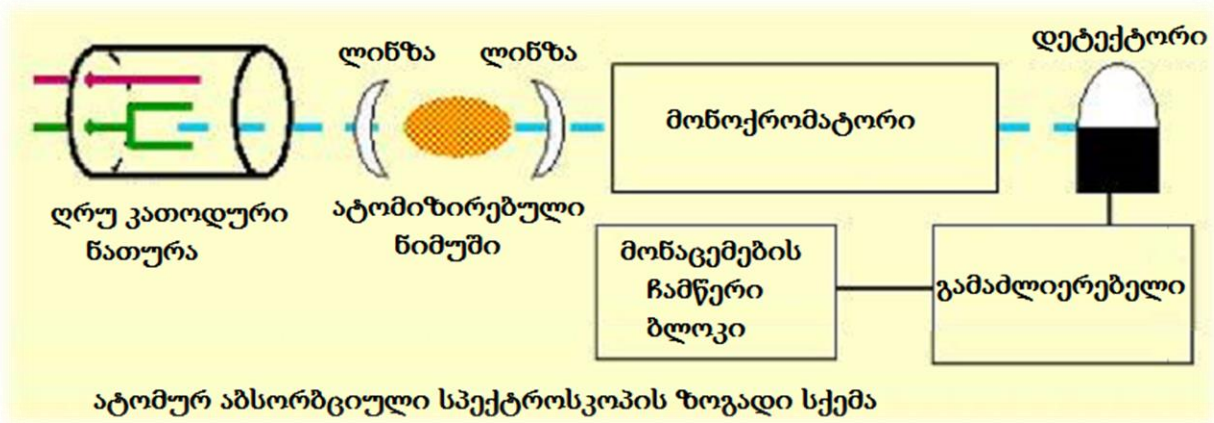
კათოდი, რომელიც ცილინდრული ღრუს ფორმისაა, გამოყოფილ გამოსხივებას აკონცენტრირებს სხივად, რომელიც გაივლის კვარცის ფანჯარაში და მიემართება ნიმუშის ორთქლისკენ. სხვადასხვა ელემენტების ატომები შთანთქავენ სინათლის მათთვის მახასიათებელ ტალღის სიგრძეებს.

ნიმუშის ანალიზი გულისხმობს, ელემენტის მიერ გამოსხივებული სინათლის მიხედვით დაადგინონ, შეიცავს თუ არა ნიმუში კონკრეტულ ელემენტს. მაგ., ნათურა, რომელიც შეიცავს ტყვიას, გამოასხივებს სინათლეს ტყვიის აგზნებული ატომებიდან, წარმოქმნის რა ტალღის სიგრძეების სწორედ ისეთ კონას, რომელიც აბსორბირდება ნიმუშში არსებული ტყვიის ატომების მიერ. ელექტრომაგნიტური გამოსხივების კონა, წარმოქმნილი აგზნებული ტყვიის ატომებიდან გაივლის აორთქლებულ ნიმუშში. გამოსხივების ნაწილი აბსორბირდება ნიმუშში არსებული ტყვიის ატომებით. რაც უფრო მეტია ატომების რიცხვი ორთქლში, მით უფრო მეტი გამოსხივება აბსორბირდება.

ატომურ აბსორბციული სპექტრომეტრის აღნაგობა

ატომურ აბსორბციული სპექტრომეტრი შედგება 4 ძირითადი კომპონენტისაგან:

- 1 - სინათლის წყარო (ჩვეულებრივ ღრუ კათოდური ნათურა ან უელექტროდო განმუხტვის ნათურა)
- 2 – ატომური უჯრედი (ატომიზატორი)
- 3 - მონოქრომატორი
- 4 - დეტექტორი და მონაცემების გადამტანი მოწყობილობა.



ნახ. 2. ატომურ აბსორბციული სპექტროსკოპის ზოგადი სქემა

ღრუ კათოდური ნათურა წარმოადგენს ინერტული აირით არგონით ან ნეონით შევსებულ მინის ცილინდრს. იგი შეიცავს ვოლფრამის ან ნიკელის ანოდს და ცილინდრულ კათოდს, რომელიც დამზადებულია განსასაზღვრავი ელემენტისგან. თითოეულ ელემენტს აქვს თავისი ნათურა, რომელიც გამოიყენება ამ ელემენტის ანალიზისთვის. სწორედ ის ფაქტი, რომ თითოეული ელემენტი საჭიროებს თავის საკუთარ ღრუ კათოდურ ნათურას, ატომურ აბსორბციული სპექტროსკოპის ძირითად ნაკლოვანებას წარმოადგენს.

ღრუ კათოდური ნათურის მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ ანოდსა და კათოდს შორის ხდება რამდენიმე ასეული ვოლტი ძაბვის მოდება, რაც იწვევს გაზის, კერძოდ არგონის ატომების იონიზაციას. გაზის ეს იონიზირებული იონები ახდენენ კათოდის ბომბარდირებას და ამოგლეჯენ მეტალის ატომებს კათოდიდან. ამ პროცესს კათოდის გაშხეფება ეწოდება. ზოგიერთი გაშხეფებული ატომები აგზნებულ მდგომარეობაშია და გამოსხივებს მეტალისთვის დამახასიათებელ გამოსხივებას, როცა ისინი დაუბრუნდებიან ძირითად მდგომარეობას. სწორედ ამ გამოსხივებას იყენებენ საანალიზო ელემენტის შემცველი ნიმუშის დასასხივებლად. კათოდის მასალის ატომები უბრუნდებიან კათოდის ზედაპირს ან ხდება მათი დაფენა ნათურის მინის კედლებზე.

უელექტროდო განმუხტვის ნათურა გამოიყენება ადვილად აქროლადი ელემენტებისთვის, მაგ, დარიშხანი, გერმანიუმი, სელენი, ასევე ელემენტებისთვის, რომელთაგანაც პრაქტიკულად შეუძლებელია კათოდის დამზადება, მაგ. ინერტული აირები,

ჰალოგენები და სხვა. ასეთი ტიპის ნათურებით ელემენტების აღმოჩენის ზღვარი 2-3-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ღრუ კათოდური ნათურის შემთხვევაში.

ატომიზატორი - საანალიზო ელემენტები უნდა იმყოფებოდნენ ატომურ მდგომარეობაში. ატომიზაცია ნაწილაკების დაყოფა ინდივიდუალურ მოლეკულებად და მოლეკულების დაშლა ატომებად. ეს ხდება საანალიზო ნივთიერების მოთავსებით მაღალ ტემპერატურაზე. არსებობს შემდეგი ტიპის ატომიზატორები:

-აღის ატომიზატორი (აღმოჩენის მაღალი ზღვარი 1მკგ/ლ და ზევით)

-ელექტროთერმული (გრაფიტის) ატომიზატორი (აღმოჩენის დაბალი ზღვარი 1ნგ/ლ-მდე)

-ჰიდრიდული ატომიზატორი (გამოიყენება ადვილად აქროლადი ელემენტების განსაზღვრისთვის,მაგ. დარიშხანი, გერმანიუმი, სელენი, ტელური, კალა, ბისმუტი, გერმანიუმი)

-ცივი ორთქლის ატომიზატორი (გამოიყენება ვერცხლისწყლის კვალის აღმოსაჩენად) ან ალში ან გრაფიტის ღუმელში.

ატომური უჯრედის ანუ ატომიზატორის როლი მდგომარეობს იმაში, რომ იგი თავდაპირველად ართმევს თხევად ნიმუშს გამხსნელს და შემდგომ მყარი ნაწილაკები გადაყავს ორთქლში თავიანთ ძირითად კვანტურ მდგომარეობაში. ასეთ ფორმაში ატომები მზადყოფნაშია რომ შთანთქოს სინათლის წყაროდან გამოყოფილი გამოსხივება და შედეგად მოგვცეს კონცენტრაციის პროპორციული გაზომვადი სიგნალი. ძირითადად იყენებენ ორი სახის ატომიზაციას იყენებენ: ალურ და გრაფიტის ღუმელში ატომიზაციას.

ალური ატომიზატორი - ალური ატომიზატორი გამოიყენება ყველა ატომურ სპექტროსკოპიულ ინსტრუმენტებში.გადაყავს საანალიზო ნიმუში თავისუფალ ატომებად ორთქლის ფაზაში თავისუფალი ატომების სახით. საჭიროებს სითბოს დასაჭიროებს გზას ნიმუშების შესაყვანად.ალური ატომური სპექტროსკოპიით (FAA) შეიძლება მხოლოდ სითხეების გაანალიზება, გამოიყენება ჭრილის ტიპის სანთურა გზის სიგრძის გასაზრდელად, რაც ვლინდება ჯამური აბსორბციის ზრდაში. ნიმუშის ხსნარები შეიყვანება

გამაფრქვეველში კაპილარულ მილში შეწოვის შედეგად. გამაფრქვეველში ნიმუში დისპერგირდება უმცირეს ზომის წვეთებად, რომლებიც სწრაფად იშლება ალში.

ატომურ სპექტროსკოპიაში გამოყენებული ალის სახეები: ძირითადად იყენებენაცეტილენი - ჰაერი 2100-2400 °C, აცეტილენი -ჟანგბადი 3050-3150 °C.

ნიმუშის შეყვანის სისტემა ატომურ აბსორბციულ სპექტრომეტრში - ნიმუშის უმცირესი წვეთები ერევა საწვავს (აცეტილენი) და მჟანგავს (აზოტის ქვეჟანგი) და იწვება. ალის ტემპერატურა მნიშვნელოვანია, რადგან იგი გავლენას ახდენს ატომების განაწილებაზე. იგი შეიძლება რეგულირდეს მჟანგავის და საწვავის თანაფარდობით.

მონოქრომატორი - მონოქრომატორი ატომურ აბსორბციული სპექტრომეტრის უმნიშვნელოვანესი ნაწილია. მონოქრომატორის ფუნქციაა დააცალკევოს ათასობით ხაზი, ანუ გამოაცალკევოს შთანთქმის რეზონანსული ხაზი სხვა სპექტრული ხაზებისგან. მონოქრომატორი შედგება შემავალი და გამომავალი ჭრილებისგან და მესერისგან, რომლის ტრიალი საშუალებას იძლევა შეირჩეს საჭირო ტალღის სიგრძის სინათლის ხაზი. კარგი მონოქრომატორის გარეშე დეტექტირება არაზუსტ შედეგებს იძლევა.

მონოქრომატორის საშუალებით შეირჩევა სინათლის სპეციფიური ტალღის სიგრძე, რომელსაც შთანთქავს ნიმუში, და გამოირიცხება სხვა სიგრძის ტალღები. სპეციფიური ტალღის სიგრძის შერჩევა იძლევა საანალიზო ელემენტის განსაზღვრის შესაძლებლობას სხვა ელემენტების თანაობისას. მონოქრომატორისგარჩევითობა 0.02-0.07 ნმ-ის ფარგლებშია.

დეტექტორი და მონაცემების გადამტანი მოწყობილობა - მონოქრომატორის მიერ შერჩეული სინათლე მიემართება დეტექტორისკენ, რომელიც არის ფოტოგამამრავლებელიმილი, რომლის ფუნქციაა გარდაქმნას სინათლე სინათლის ინტენსიურობის პროპორციულ ელექტრულ სიგნალად.ფოტოგამამრავლებელი მილი წარმოადგენს კვარცის ან მინის დაბეჭდილი ვაკუუმის გამჭვირვალე ჭურჭელს, რომელშიც მოთავსებულია ფოტო-კათოდი, ანოდი და დამატებითი ელექტროდები - დინოდები.ელექტრული სიგნალის დამუშავება სრულდება სიგნალის გამაძლიერებელით.

გამოიყენება აგრეთვე ნახევარგამტარული ფოტო-დიოდური მასივი, რომელიც შედგება ცალკეული ფოტოდიოდების ერთობლიობისგან. ასეთი ტიპის დეტექტორი

ეფუძნება მოვლენას, რომლის დროსაც n-ტიპის ნახევარგამტარზე დაცემული სინათლე წარმოშობს ელექტრონი-ხვრელის წყვილს, წარმოქმნილი ელექტრონები განიცდიან n-p გადასვლას, რაც წარმოადგენს დეტექტორის საპასუხო სიგნალს დაცემულ სინათლეზე.

ატომურაბსორბციული სპექტრომეტრის მეთოდის გამოყენებით ისაზღვრება
ხსნარებში შემდეგი მეტალების იონების მცირე კონცენტრაციები:

Al, As, Au, B, Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ge, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Si, Sr, Ti, V, W და Zn.

მეთოდი ფართოდ გამოიყენება სამთო მრეწველობაში: ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრით შეიძლება განისაზღვროს ისეთი მეტალის შემცველობა მთის ქანებში, როგორცაა ოქრო. მეთოდი გამოიყენება: მეტალების კონტროლისთვის ფოლადში, მეტალების იონების კონტროლისთვის წყალში, ელემენტების კვლების ანალიზში საკვებ პროდუქტებში, ელემენტების კვლების ანალიზისთვის კოსმეტიკურ საშუალებებში, ელემენტების კვლების ანალიზისთვის თმებში.

სათამაშოებში მძიმე მეტალების განსაზღვრისათვის აღებულ იქნა 19 სათამაშო. ეს ნიმუშები შეძლებისდაგვარად დაქუცმაცდა და შემდეგ შევდგით მუფელში გამოსაწვავად ტემპერატურის ნელი მატებით 50°-დან 550°-მდე. მოვამორეთ ორგანული ნაწილი. შემდეგ გადავიტანეთ თითოეული ნიმუში 250 სმ³ -იანი ჭიქებში, დავასხით 40მლ სამეფო ხსნარი (30მლ HCl და 10მლ HNO₃) დავდგით ქურაზე, ამწოვ კარადაში და დავაშრეთ. შემდეგ დავუმატეთ 10 მლ კონცენტრირებული მარილმჟავა და ისიც დავაშრეთ. გადავიტანეთ 50სმ³ კოლბებში და შევავსეთ 10%-იანი მარილმჟავით.

აა-სპექტრომეტრის მუშაობის და მძიმე მეტალების კონცენტრაციის განსაზღვრის პრინციპები

საკალიბრო ხსნარები, მძიმე მეტალების ცნობილი კონცენტრაციებით, გამოიყენება გაზომილ შთანთქმასა და მძიმე მეტალების კონცენტრაციას შორის კავშირის გამოსათვლელად, რომელიც ეფუძნება ლამბერტ-ბუგერ-ბეერის კანონს.

ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრი ორი მთავარი ნაწილისგან შედგება, ესაა ატომიზატორი და გამოსხივების წყარო-კათოდური ნათურა(ნახ.3)

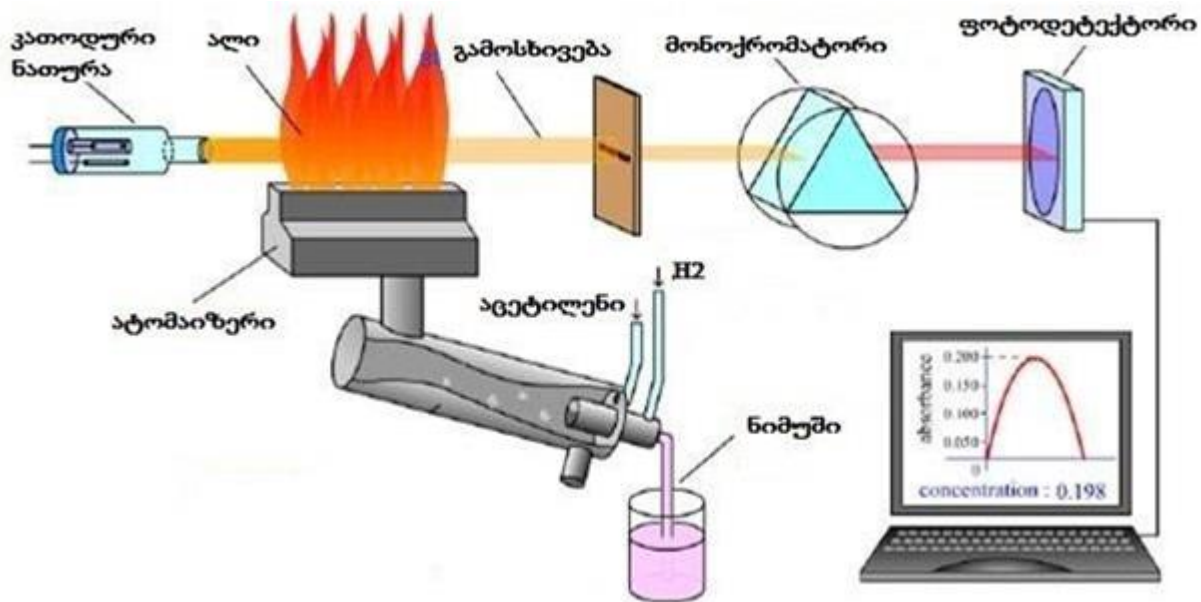
ალურატომიზატორში ნიმუში იშლება ორთქლის ფაზაში თავისუფალი ატომების სახით. ატომურ სპექტროსკოპიაში დარიშხანის განსაზღვრისთვის გამოვიყენეთ ალი- ჰაერი, აცეტილენი.

აღში მიმდინარეობს შემდეგი პროცესები:

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

მეორე მნიშვნელოვანი კომპონენტია კათოდური ნათურა. ის შიგნიდან სავსეა ინერტული აირით და გააჩნია ცილინდრული ფორმის კათოდი, რომელიც სასურველ ქიმიურელემენტს 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 დეტექტირება ხდება, საპირისპირო მხარეს დამონტაჟებული ფოტოდეტექტორის მიერ.

ფოტოდეტექტორიდან, ელექტრული იმპულსების სახით, ინფორმაცია გადაეცემა კომპიუტერს, სადაც, სპეციალური კომპიუტერული პროგრამის- SpectrAA-ს საშუალებით ხდება, მასზე რამდენიმე ბრძანების მიცემით, განისაზღვრება მძიმე მეტალების კონცენტრაცია.



ნახ. 3. აას-ის მუშაობის პრინციპი

გაზომვებისათვის აუცილებელი რეაქტივები და დანადგარები:

- განსაკუთრებული სისუფთავის აზოტის მჟავა
- დეიონიზირებული წყალი;
- ავტომატური პიპეტები;
- საზომი კოლბები (სხვადასხვა მოცულობის);
- განსაკუთრებული სისუფთავის აირისებრი აბეტილენი;
- მეტალთა შემადგენლობის სახელმწიფო სტანდარტული ნიმუშები (ფირმა Perkin Elmer-ის სტანდარტულ ხსნარები);

საკალიბრო ხსნარების მომზადება

საკალიბრო ხსნარები მზადდება საზომ კოლბებში გასაზომი მეტალის სტანდარტული ხსნარის (1000 მგ/ლ) განზავების გზით. (საკალიბრო ხსნარების და ნიმუშების განზავებისთვის გამოიყენება დეიონიზირებული წყალი).

პირველი საფეხური:

- სტანდარტული ხსნარი (1000 მგ/ლ).

მეორე საფეხური:

- სამუშაო ხსნარი I (100 მგ/ლ)

მომზადება: სტანდარტული ხსნარის 10 მლ–ს უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ–მდე.

მესამე საფეხური:

- სამუშაო ხსნარი II (1 მგ/ლ)

მომზადება: სამუშაო ხსნარი I (100 მგ/ლ)-ის 1,0 მლ-ს უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ-მდე.

მეთოხე საფეხური:

- საკალიბრო ხსნარები, (მგ/ლ)

მომზადება: სამუშაო ხსნარის I (100 მგ/ლ), ქვემოთ მოყვანილ რაოდენობებს, უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ-მდე.

| | | | | | | | |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| სამუშაო ხსნარი I, მლ | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 5,0 |
| მეტალი, მგ/ლ | 0,0 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 5,0 |

მეხუთე საფეხური:

- საკალიბრო ხსნარები, (მგ/ლ) ან (მკვ/ლ)

მომზადება: სამუშაო ხსნარის II (1 მგ/ლ), ქვემოთ მოყვანილ რაოდენობებს, უმატებენ 0,5 მლ აზოტმჟავას (1:1) და შეავსებენ ხსნარის მოცულობას 100 მლ-მდე.

| | | | | | | | |
|-----------------------|-----|-------|-------|------|------|------|------|
| სამუშაო ხსნარი II, მლ | 0,0 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 10,0 |
| მეტალი, მგ/ლ | 0,0 | 0,002 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,05 | 0,1 |
| მეტალი, მკვ/ლ | 0,0 | 2,0 | 5,0 | 10 | 20 | 50 | 100 |

100-დან 10 მგ/ლ მასური კონცენტრაციის მქონე მეტალების მომზადებული საკალიბრო ხსნარების შენახვის ვადა პოლიმერული მასალებისაგან გამზადებულ მჭიდროდ დახუფულ ჭურჭელში არაუმეტესი 2 თვისაა; 10 დან 1 მგ/ლ მასური კონცენტრაციის მქონე მეტალების საკალიბრო ხსნარების შენახვის ვადა მჭიდროდ დახუფულ პლასტიკის ჭურჭელში არა უმეტესი 1 თვისაა; 1 დან 0,1 მგ/ლ მასური კონცენტრაციის მქონე მეტალების საკალიბრო ხსნარების შენახვის ვადა მჭიდროდ დახუფულ ჭურჭელში არაუმეტესი 7 დღე-ღამისა. ხსნარებს ინახავენ მაცივარში 4-8°C ტემპერატურაზე. 0,1 მგ/ლ მასური კონცენტრაციის მქონე მეტალების საკალიბრო ხსნარებს უშუალოდ გაზომვის წინ ამზადებენ და იყენებენ არაუგვიანეს 8 საათისა მათი მომზადების მომენტიდან.

ხსნარების მომზადებისას აუცილებელია განზავებისათვის გამოსაყენებელი დეიონიზირებული წყლის და აზოტის მჟავას ხსნარის სისუფთავის კონტროლი. მათში განსასაზღვრავი მეტალების შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს გაზომვების დადგენილი დიაპაზონის ქვედა ზღვარს.

შედეგები და განსჯა

როგორც ზევით ავღნიშნეთ, ექსპერიმენტისათვის შეირჩა 19 ნიმუში სხვადასხვა ქვეყნის ნაწარმის და სახესხვაობის სათამაშოებიდან. ანალიტიკური კონტროლის ჩასატარებლად ჩვენ შევჩერდით ოთხი მეტალის- თუთიის, სპილენძის, ტყვიის და კადმიუმის განსაზღვრაზე, რომელიც უფრო ხშირად გვხდება სათამაშოებში. მაგრამ ამ მეტალებიდან ყველაზე ტოქსიკურია ტყვია და კადმიუმი, რომელთა ზღვ არ აღემატება და 1.9-13.5 მგ/კგ, მხოლოდ თუთიისათვის და სპილენძისათვის, როგორც ნაკლებად ტოქსიკური ელემენტებისათვის, უფრო მეტიც, გარკვეულ კონცენტრაციამდე მათი შემცველობა ორგანიზმში აუცილებელიც არის, ზღვ-ს მნიშვნელობები ლიტერატურაში არ არის მოყვანილი.

მიღებული მონაცემების თანახმად (ცხრილი 7 და ნახაზი 4) თუთიის ყველაზე მაღალი რაოდენობით ხასიათდებიან თოჯინები, 15 ნიმუშში კი თუთიის რაოდენობა არ აღემატება 5 მგ/კგ. სპილენძის შედარებით მაღალ რაოდენობას შეიცავს ნიმუშები N 2 და N 10 (53 და 37 მგ/კგ შესაბამისად, N3, N4 და N 5-ში Cu-ის შემცველობა შეადგენს 5-10 მგ/კგ, დანარჩენებში 0-დან 3.5-მდე მერყეობს (ნახ.5). კადმიუმის და ტყვიის ყველაზე მაღალი და სახიფათო შემცველობით გამოირჩევიან ნიმუშები N 4 და 10 - მაღაზიაში შეძენილი სათამაშო და რუსული წარმოების პლასტილინი შესაბამისად (ნახ.6 და 7). უმნიშვნელო რაოდენობით (1.8 მგ/კგ) შეიცავს კადმიუმს სათამაშო მანქანა, დანარჩენი სათამაშოები 0.5 მგ/კგ-ზე ნაკლები. რაც შეეხება ტყვიას, მხოლოდ 6 ნიმუშში აღინიშნებოდა მისი არსებობა.

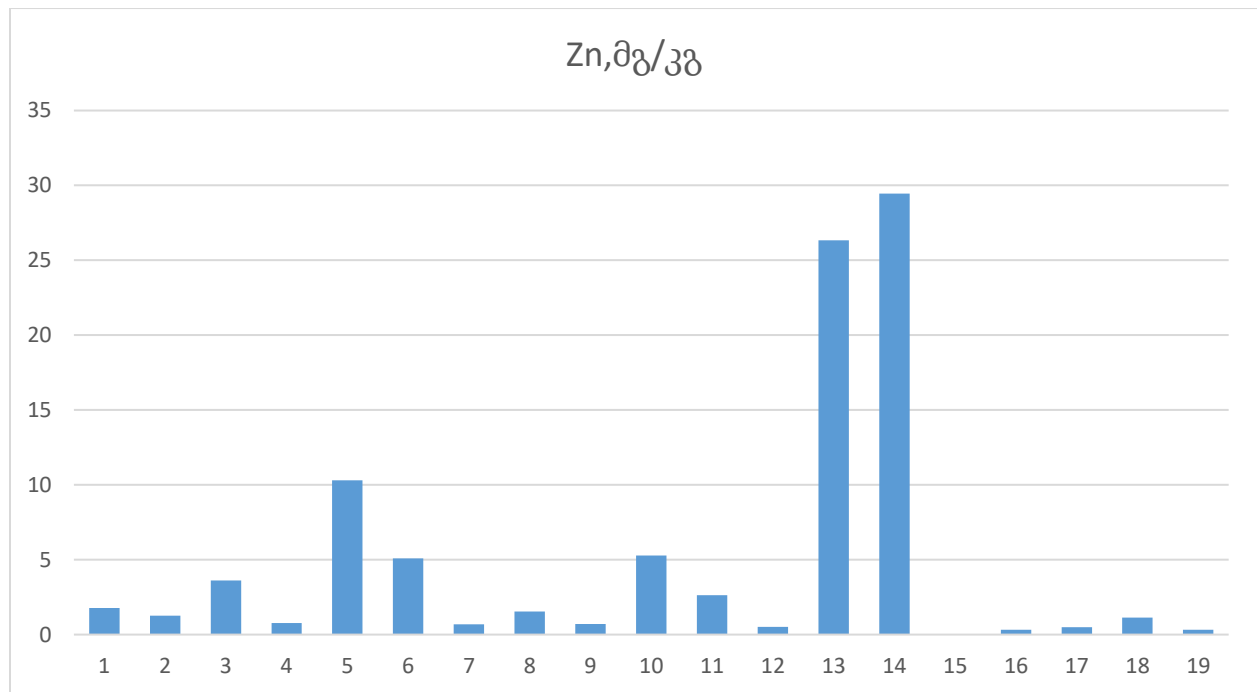
ამგვარად, მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ პრაქტიკულად ყველა შესწავლილ ნიმუშში თუთიის, სპილენძის, კადმიუმის და ტყვიის შემცველობა არ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას, მცირე გამონაკლისის გარდა. მე-10 და მე-13 ნიმუშებში ტყვიის რაოდენობა 2-ჯერ აღემატება ზღვ-ს, მხოლოდ N 4-ში - თითქმის 6-ჯერ. Cd-ის შემცველობა კი მხოლოდ 1.5 ჯერ აღემატება ზღვ-ს იმავე N10 და N4 ნიმუშებში.

ცხრილი 7. სათამაშოებში განსაზღვრული Zn, Cu, Pb და Cd-ის შემცველობა

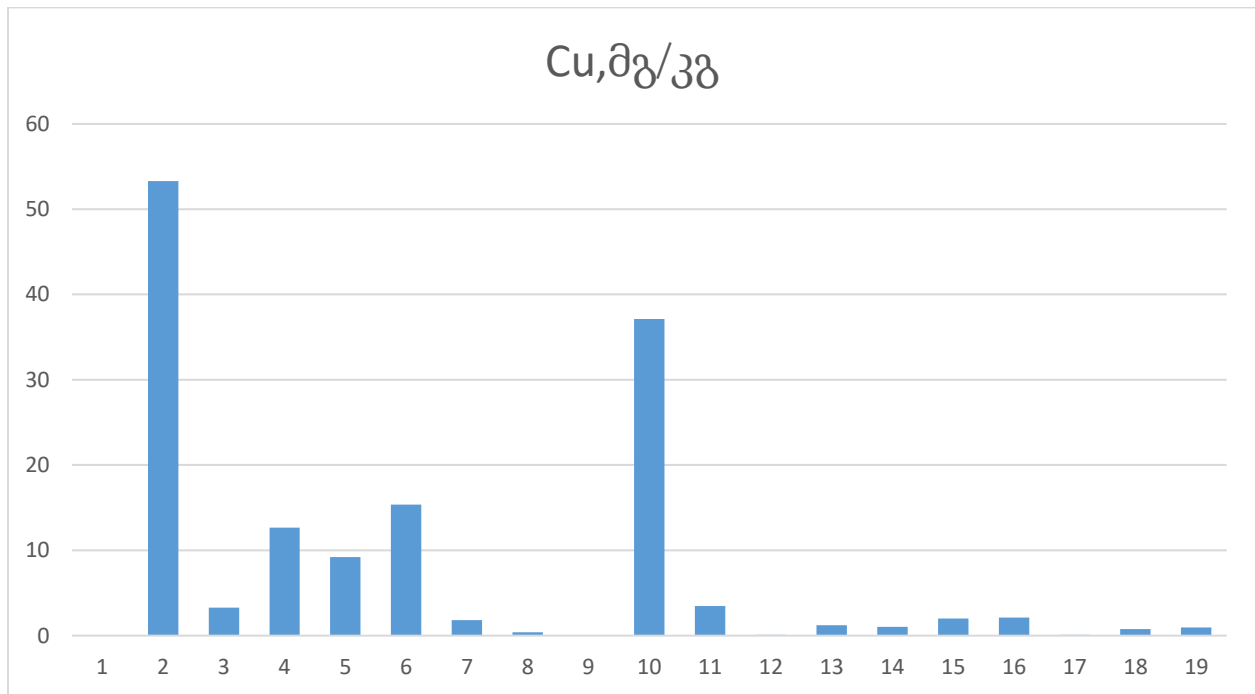
| ნომერის N | სათამაშოს დასახელება | Zn,მგ/კგ | Cu,მგ/კგ | Cd,მგ/კგ | Pb,მგ/კგ |
|--------------|------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | აფთიაქის „საჩხაკუნო“ | 1,770 | 0,0227 | 0,0001 | 0 |
| 2 | მეორადი ამერიკული ლურჯი ბურთი | 1,269 | 53,3067 | 0 | 0 |
| 3 | ბაზრობის სათამაშო ჭიქა და თეფში | 3,621 | 3,294 | 0 | 0 |
| 4 | მაღაზიის მანქანა | 0,779 | 12,662 | 2,88 | 70,93 |
| 5 | ხის კუბიკი | 10,310 | 9,224 | 0 | 0 |
| 6 | ბუმტები ფერადი | 5,091 | 15,371 | 0,055 | 1,998 |
| 7 | ქინდერის ასაწყობი სათამაშო | 0,684 | 1,815 | 0,055 | 0 |
| 8 | ხის კუბიკი (ნახევრადშეღებილი) | 1,532 | 0,405 | 0,129 | 0 |
| 9 | მაკდონალდსის სპაიდერმენი | 0,697 | 0,066 | 0,083 | 0 |
| 10 | პლასტილინი (რუსული) | 5,275 | 37,135 | 2,7352 | 25,308 |
| 11 | პლასტილინი(ჩინური) | 2,624 | 3,484 | 0,4099 | 0 |
| 12 | კინეტიკური ქვიშა | 0,521 | 0,0818 | 0,082 | 0 |

| | | | | | |
|----|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
| 13 | ბარბის თოჯინა | 26,338 | 1,2083 | 0,241 | 25,205 |
| 14 | დიდი ხმოვანი თოჯინა | 29,459 | 1,0451 | 0,413 | 3,164 |
| 15 | მეტალის მანქანა | 0,001 | 2,008 | 1,848 | 13,274 |
| 16 | ტყლარწი ლურჯი | 0,326 | 2,1335 | 0,0873 | 0 |
| 17 | ტყლარწი ყვითელი | 0,491 | 0,0771 | 0,0674 | 0 |
| 18 | ტყლარწი მუქი სქელი | 1,126 | 0,754 | 0,135 | 0 |
| 19 | ტყლარწი ცისფერი თხელი | 0,319 | 0,9554 | 0,084 | 0 |

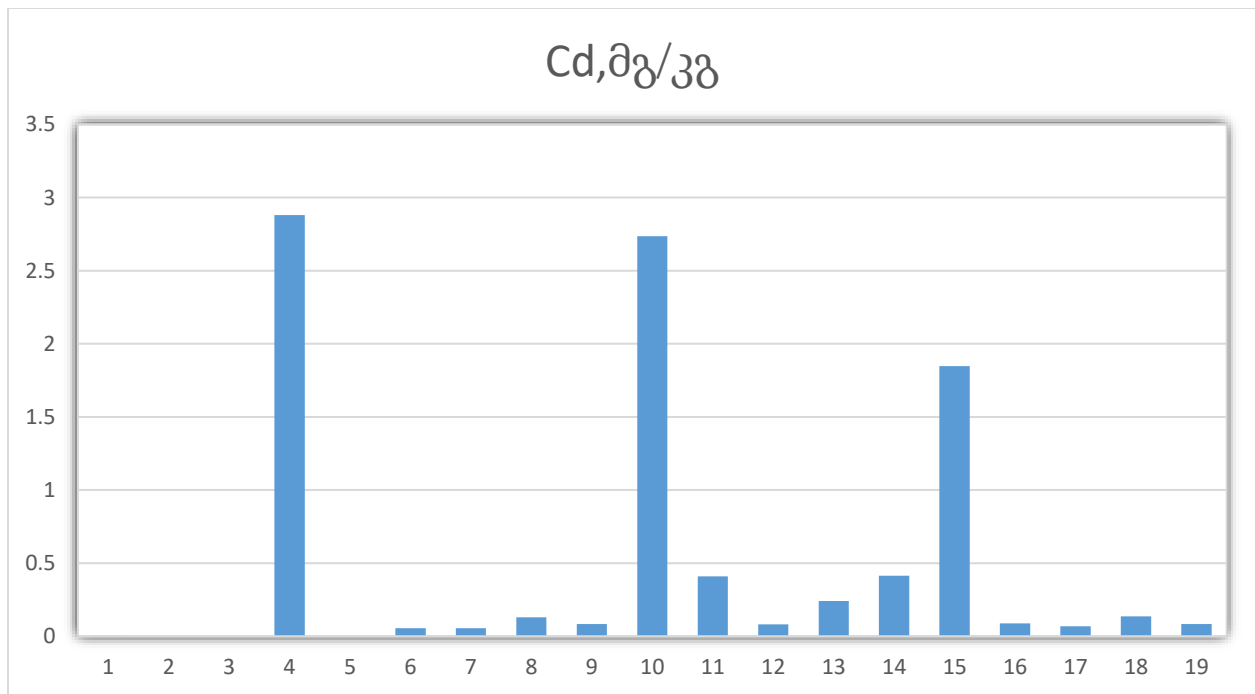
შედეგები გამოსახულია ცხრილების სახითაც



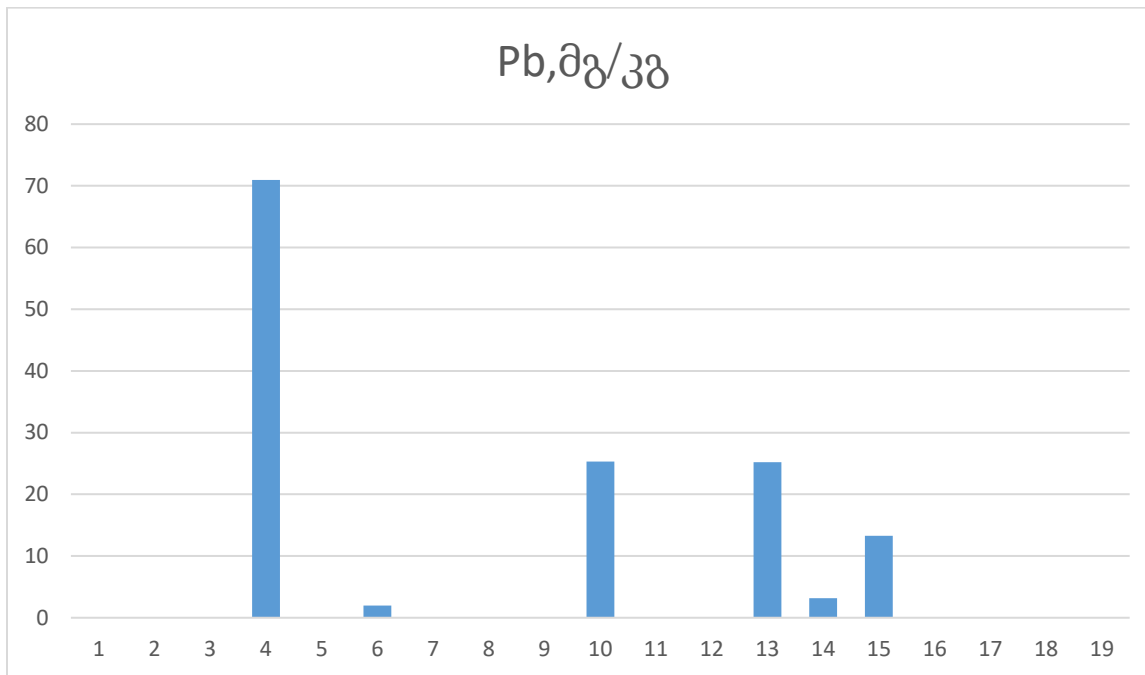
ნახ. 4. Zn-ის შემცველობა შესწავლილ მინუშებში



ნახ. 5. Cu-ის შემცველობა საანალიზო სათამაშოებში



ნახ. 6. Cd-ის შემცველობა საანალიზო სათამაშოებში



ნახ.7. Pb-ის შემცველობა საანალიზო სათამაშოებში

შესაძლებელია ბავშვის უსაფრთხო პროდუქტების წარმოება? "კვლევის შედეგების მიხედვით, ერთი პროდუქტის ჯგუფის სხვადასხვა მწარმოებლებს (მაგალითად, თოჯინები, რბილი სათამაშოები, სასკოლო ნივთები) შეუძლიათ წარმოადგინონ სათამაშოები, რომლებიც შეიცავს ტოქსიკურ ლითონებს. სათამაშოები, რომლებიც არ შეიცავს მძიმე ლითონებს აღმოჩენილია 65% -ში, ხოლო 35%-ში კი მძიმე ლითონები არის. ფაქტობრივად, ეს ნიშნავს იმას, რომ ერთ-ერთი მწარმოებელი იყენებს მასალებს, რომლებიც შეიცავს მძიმე ლითონებს, ან წარმოების ტექნოლოგიას, რომლის დროსაც მძიმე ლითონები ემატება.

მომხმარებელთა პრობლემა ისაა, რომ შეუძლებელია სხვადასხვა ტიპის სათამაშოების იდენტიფიცირება ყიდვისას -ნათქვამია საერთაშორისო ანგარიშში - „ტოქსიკური ლითონები ბავშვთა პროდუქტებში "

ყოველივე ამის შემდეგ, როგორც დ. ჩუმაკოვი ხაზს უსვამს, "ნებისმიერ შემთხვევაში მწარმოებლებს აქვთ უფლება, რადგან იურიდიული თვალსაზრისით მძიმე მეტალების ყოფნა ბავშვთა სათამაშოებსა და საქონელზე დასაშვებია, ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში.

ამჟამად, ბავშვთა სათამაშოების მძიმე ლითონების მაქსიმალური დასაშვები დონე რეგულირდება საბაჟო კავშირის ტექნიკური რეგლამენტით TR TS 008/2011 "ბავშვთა სათამაშოების უსაფრთხოებაზე", GOST 2518593 და GOST ISO 8124-3-2001.

ცხრილი 8. ზოგიერთი მეტალის მაქსიმალური დასაშვები კონცენტრაცია (მგ/კგ)

| მეტალები | Cu | As | Zn | Cd | Cr | Pb |
|--|-------|-----|-----|-----|----|------|
| I კატეგორია: მშრალი ფხვნილისებრი მასალა (გარდა საღებავების და პლასტილინისა) | 622.5 | 3.8 | 375 | 1.9 | - | 13.5 |
| II კატეგორია: თხევადი, წებოვანი მასალა | 156 | 0.9 | 938 | 0.5 | - | 3.4 |
| III კატეგორია: პლასტელინები და საღებავები, რომელსაც უშუალოდ ხელით ამუშავებენ | - | 25 | - | 50 | 60 | 90 |

დასკვნა

- ლაბორატორიულ პირობებში შესწავლილია სხვადასხვა მასალიდან სხვადასხვა მწარმოებლის მიერ დამზადებულ სათამაშოში მძიმე მეტალების (Pb, Cd, Zn, და Cu) არსებობა.
- ექსპერიმენტების შედეგად დადგინდა, რომ აღებულ 19 სათამაშოდან 3 ნიმუშში აღმოჩნდა მძიმე მეტალების, კერძოდ ტყვიის და კადმიუმის ზღვ-ანშედარებით მაღალი კონცენტრაცია.
- ჩატარებული კვლევით ნაჩვენებია, რომ საქართველოში შემოტანილ სათამაშოებში მძიმე მეტალების შემცველობა პრაქტიკულად ნორმების ფარგლებშია. მაგრამ ის მცირეოდენი გამონაკლისიც მოითხოვს ყურადღებას, რათა არ აღმოჩნდეს ასეთი სათამაშოები ბავშვებთან და არ გახდეს ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული სერიოზული პრობლემის მიზეზი.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. http://www.resonancedaily.com/index.php?id_rub=11&id_artc=29994
2. Paul B Tchounwou,* Clement G Yedjou, Anita K Patlolla, and Dwayne J Sutton. Heavy Metals Toxicity and the Environment.
3. <http://biofile.ru/bio/19957.html>
4. Fergusson JE, editor. The Heavy Elements: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. Oxford: Pergamon Press; 1990.
5. Bradl H, editor. Heavy Metals in the Environment: Origin, Interaction and Remediation Volume 6. London: Academic Press; 2002.
6. Chang LW, Magos L, Suzuki T, editors. Toxicology of Metals. Boca Raton. FL, USA: CRC Press; 1996.
7. U.S Environmental Protection Agency (EPA) [accessed 4 March 2009];Cadmium Compounds. 2006.
8. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Справочное издание. Л., «Химия», 1990.
9. <http://mark-med.ru/stati/svinets-v-detskih-igrushkah/>
10. <http://www.dzhussy.ru/page/page21.html>
11. Sharifah Norkhadijah Syed Ismail, Nurul Syifaa Mohamad, Karmegam Karuppiah, Emilia Zainal Abidin, Irniza Rasdi and Sarva Mangala Praveena. Heavy metals content in low-priced toys. Journal of Engineering and Applied Sciences.v. 12, NO. 5, 2017, 1499-1509.



