

სუფთა ბაიბო

ჩვენი აზრვეანია!

საქართველოს ზუსნების მკვლევართა კავშირი „ორქისი“, პერიოდული გამოცემა №7, 2018 წელი

საოლითი – მღუნარი ქვა

მვკ





საოლითი – ზღუდარი ქვა

ცეოლითური მინერალები აღმოჩენილი იყო ძირითადად ბაზალტებში, ანდეზიტებსა და სხვა ვულკანური წარმოშობის ქანებში, რომლებშიც ისინი წარმოქმნიან მსხვილ, კარგად ჩამოყალიბებულ კრისტალებს. ბუნებრივი ცეოლითების სამრეწველო საბადოები არის: აშშ-ში, იაპონიაში, რუსეთში, ბულგარეთში, იტალიაში, უნგრეთში, ახალ ზელანდიაში და სხვ. საქართველოში მოიპოვება ამ ძვირფასი ნედლეულის ფართო ასორტიმენტი: კლინოპტილოლითი, ჰეილანდიტი, მორდენიტი, ანალციმი, ლომანტიტი, ფილიფსიტი.



საოლითი

ცეოლითების უნიკალური კათიონმიმოცვლითი და აბსორბციული თვისებების აღმოჩენამ, რომელიც შერწყმულია მოლეკულურ-საცრულ ეფექტთან, თავიდანვე გამოიწვია მეცნიერთა დიდი დაინტერესება. აქედან გამომდინარე, მათ იყენებენ მრეწველობაში, სოფლის მეურნეობაში, ეკოლოგიაში და სხვა. ბუნებრივი ცეოლითის – კლინოპტილოლითის მაღალი მექანიკური სიმტკიცე, ქიმიური მდგრადობა, ფორიანობა, შთანთქმისა და იონმიმოცვლის უნარი განაპირობებს მის გამოყენებას:

- ❖ აირადი და თხევადი სისტემების გასაშრობად და გასასუფთავებლად, ავტომობილების და საწარმოთა გამონაბოლქვი აირების გასაწმენდად მჟავა კომპონენტებისაგან (CO_2 , SO_2) და სხვა;
- ❖ ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად, სასმელი წყლის გასასუფთავებლად;
- ❖ სოფლის მეურნეობაში მოსავლიანობის, ბიოქიმიური მაჩვენებლების გასაზრდელად. ნიადაგის სტრუქტურის გასაუმჯობესებლად, ამონიუმისა და სხვა რომელიმე იონების შთანთქმისათვის, სხვადასხვა ტიპის ლითონების შესაბოჭად თავიანთი ფორების მეშვეობით და სხვა;
- ❖ ნებისმ იერ კრისტალურ პოზიციაში, მაქსიმალური დატვირთვით ერთი იონის შეცვლას მეორეთი, რაც მას ანიჭებს მაღალი ხარისხის სორბციულ თვისებებს.

ის ინარჩუნებს ტენს ნიადაგში, იცავს მცენარეების ფესვებს სხვადასხვა დაავადებებისაგან. ბუნებრივი ცეოლითები წარმოადგენენ ტეტრაედრული სტრუქტურული კარკასის მქონე ალუმოსილიკატებს, რომელთა ღრუები დაკავებულია კათიონებით და წყლის მოლეკულებით. როგორც კათიონების, ისე წყლის მოლეკულების შედარებით თავისუფალი მოძრაობის შესაძლებლობა განაპირობებს კათიონურ მიმოცვლას და ხშირ შემთხვევაში შექცევად დეჰიდრატაციას.

ბუნებრივი ცეოლითის – კლინოპტილოლითის პროდუქცია, რომელსაც უშვებს საწარმოო გაერთიანება „სამთო ქიმიის“ წარმოება „საქცეოლითი“, გათვალისწინებულია სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგში გამოსაყენებლად. ეს ქართული ცეოლითშემცველი ტუფი შეიცავს კლინოპტილოლითის დაახლოებით 60-80%, რაც წარმოადგენს საკმაოდ მაღალ მაჩვენებელს.

ცეოლითების ზოგადი ქიმიური ფორმულა შემდეგი სახისაა: $\text{Mx/n} [\text{Al}_x \text{Si}_y \text{O}_2 (x + y)p \cdot \text{H}_2\text{O}]$, სადაც M – ერთვალენტიანი ან ორვალენტიანი კათიონებია. ბუნებრივ ცეოლითებში, ჩვეულებრივ, არის ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, იშვიათად ლითიუმი, ბარიუმი და სტრონციუმი; n – კათიონის მუხტია. ცეოლითები, თიხებისაგან განსხვავებით, იონ-მიმოცვლის პროცესში არ იჯირჯვება და არ იკუმშება.

რაც შეეხება მის ქიმიურ შემადგენლობას ის შემდეგნაირად გამოიყურება – SiO_2 59.70-62.58%; Al_2O_3 12.17-13.00%; Fe_2O_3 1.15-2.60%; FeO 0.35-0.42%; CaO 3.02-6.20%; MgO 1.01-1.50%; Na_2O 1.80-5.40%; K_2O 1.02-1.80%.

უნდა აღინიშნოს ის, რომ ბუნებრივი ცეოლითების საბადოების აღმოჩენის სამუშაოები ქართველმა გეოლოგებმა დაიწყეს მე-20 საუკუნის 30-40-იან წლებში აკადემიკოს ა. თვალჭრელიძის ხელმძღვანელობით და გააგრძელეს პროფესორმა ე. გვახარიამ, აკადემიკოსებმა გ. ძონენიძემ და ნ. სხირტლაძემ. კლინოპტილოლით-ჰეილანდიტის შემცველი ტუფები აღმოჩენილია ძეგვი-თეძამის რაიონში, მორდენიტის შემცველი – ბოლნისში, ანალციმის – ქუთაისის მახლობლად, ფილიფსიტის – გურიასა და სამხრეთ საქართველოში, ხოლო ლომონტიტის შემცველი ქანები – თბილისის მახლობლად. ცეოლითების კვლევისა და გამოყენების სფეროში ინტენსიური სამუშაოები მიმდინარეობს ამჟამადაც.

საქართველოში მდებარე თეძამის საბადოს ცეოლითი ერთ-ერთი საუკეთესოა მსოფლიოში. ის გამოირჩევა მინერალ კლინოპტილოლითის მაღალი შემცველობით, რომელიც აღწევს 80%-ს. თეძამის საბადოს ცეოლითებს იყენებენ აზოტის სასუქის მწარმოებელი ქარხნები

ჩამდინარე წყლების ფენოლისაგან გასაწმენდად და ამონიუმის გვარჯილაში დანამატად. ცეოლიტის მოიხმარს სასმელი წყლის მრავალი სადგური, ის დიდი რაოდენობით იგზავნებოდა იაპონიაში ქალაქის საწარმოებლად, ლიბიაში, ეგვიპტესა და სხვა ქვეყნებში ნიადაგის სტრუქტურის გასაუმჯობესებლად და მასში ტენის შესანარჩუნებლად. ყველა ცნობილი ადსორბენტიდან ცეოლიტები ყველაზე მეტად ჰიდროფილურია, ანუ, პირველ რიგში, სელექტურად შთანთქავენ (ადსორბირებენ) წყლის ორთქლს. ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ ჩერნობილის ავარიის შემდეგ რადიოაქტიურად დაბინძურებული ზონის გასაწმენდად საქართველოდან გაიგზავნა 100000 ტონაზე მეტი ცეოლიტი. თეძამის საბადოს კლინოპტილოლიტის რადიოაქტიური ელემენტების Cs-ისა და Sr-ის შთანთქმის ყველა სხვა ცნობილ ცეოლიტებზე უფრო მაღალი უნარი აღმოაჩნდა.

სხვა მრავალ გამოსაყენებელ თვისებებთან ერთად ეს ნედლეული მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნებში ხშირად გამოიყენება ნიადაგის ხარისხის გასაუმჯობესებლად, რადგანაც ის შთანთქავს ამონიუმის იონებს, ინარჩუნებს ტენს, წარმოადგენს მიკროელემენტების წყაროს და რაც მთავარია შთანთქავს ზოგიერთ ტოქსიკურ ლითონს (Pb, Cu, Zn და სხვა). მისი სორბციული და კათიონ-მიმოცვლითი თვისებების მქონე უნარიდან გამომდინარე, მას ზოგჯერ იყენებენ ჩამდინარე წყლების გასაწმენდათაც კი. კლინოპტილოლიტს ხშირად იყენებენ მეცხოველეობისა და მეფრინველეობის ფერმებში დამახასიათებელი არასასიამოვნო სუნის გასაქრობად, ასევე ის გამოიყენება პარფიუმერიაშიც – სპოზს ოფლის სუნს.

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე, საქართველოს ბუნების მკვლევართა კავშირი “ორქისის” მუშა ჯგუფის მიერ, მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება, რომ პროექტის – “დავასაუფთავოთ საქართველო” – ფარგლებში განგვეხორციელებინა კვლევა, რომელიც გულისხმობს, საქართველოში არსებული რომელიმე სტიქიური ნაგავსაყრელის ბიორემედეაციას ისეთი იაფი ნედლეულის გამოყენებით, როგორცაა ქართული კლინოპტილოლიტი. ამისათვის, საჭირო იყო კვლევისათვის შეგვერჩია ისეთი სტიქიური ნაგავსაყრელი, რომელიც გამორჩეული იქნებოდა ანტისანიტარული მდგომარეობით და მძაფრი სუნით, ნიადაგში რომელიმე ტოქსიკური მძიმე ლითონის მაღალი შემცველობით და შესაბამისად ტერიტორიულად განლაგებული დასახლებულ მოსახლეობასთან ახლოს.

ასეთ ადგილად კი შეირჩა ქ. მარნეულში ყაზბეგის ქუჩისა და ქობულეთის ქუჩის გადაკვეთაზე მდებარე სტიქიური ნაგავსაყრელი, რომელიც მდებარეობს მდინარე ალგეთის პირას და, ასევე, მოსახლეობასთან საკმაოდ ახლოს. უნდა აღინიშნოს, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიაზე იგრძნობოდა მძაფრი არასასიამოვნო სუნი, რომელიც საკმაოდ აწუხებდა და დისკომფორტს უქმნიდა იქ მცხოვრებ მოსახლეობას (იხილეთ სურ. 1).



სურ. 1. ქ. მარნეულში ყაზბეგის ქუჩისა და ქობულეთის ქუჩის გადაკვეთაზე მდებარე სტიქიური ნაგავსაყრელი

მოცემული ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო ნიმუშები (რომელიც აღებული იქნა ა. წ. აგვისტოს თვეში) აღმოჩნდა დაბინძურებული ისეთი მძიმე ლითონით, როგორიცაა თუთია. ასევე, მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგებმა მიგვანიშნეს მიმდებარე ტერიტორიის საკმაოდ მძიმე ანტისანიტარულ მდგომარეობაზე (იხილეთ ცხრილი 1-2).

ცხრილი 1.

მარნეულში (ყაზბეგის ქუჩა) განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშში ზოგიერთი მძიმე ლითონის შემცველობა (20.07.2018)

№	დასახელება	ერთეული	გაზომვის შედეგები	ზღვ (მგ/კგ), სღვ (მგ/კგ)	გამოყენებული მეთოდი
1	კადმიუმი	მგ/კგ	1.26	2.0	ISO 11885:2007
2	ტყვია		8.28	32	
3	თუთია		303.46	220	
4	სპილენძი		54.97	132	
5	ვერცხლინწყალი		--	--	

ცხრილი 2.

მარნეულის ნაგავსაყრელის (ყაზბეგის ქუჩა) მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის ნიმუშებში მიკრობიოლოგიური ანალიზის შედეგები

ნიმუშის დასახელება	ტოტალური კოლიფორმები, კნე/გ	E-coll, კნე/გ	ენტეროკოკი, კნე/გ	გამოცდის მეთოდი
მარნეული, ყაზბეგის ქ. ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორია	530	130	920	Методическое указание по санитарно-микробиологическим исследованиям в почве (Утв МИНЗДРАВ-ом 19.02.1981 N 2293-81)

როგორც ვხედავთ, სტიქიური ნაგავსაყრელის მიმდებარე ტერიტორიიდან აღებულ ნიმუშებში ქიმიურმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ზდკ-ზე გადაჭარბებული კონცენტრაცია აღმოჩნდა თუთიის შემთხვევაში (303.45 მგ/კგ), რაც მიანიშნებს იმას, რომ მოცემულ სიტუაციაში ამ ტერიტორიის მოსუფთავების შემდგომ შესაძლებელი იქნება, რომ მოხდეს ნაგავსაყრელის ნიადაგის დამუშავება კლინოპტოლოლითით (მისი ხარისხის გაუმჯობესების თვალსაზრისით) და შესაბამისად მოხდეს შედარებითი ანალიზის ჩატარება.

შეღარებითი ანალიზი

შეღარებითი ანალიზის ჩასატარებლად განხორციელდა შემდეგი ქმედებები:

- 1) შერჩეული სტიქიური ნაგავსაყრელის მოსუფთავება ნარჩენებისაგან;
- 2) მოსუფთავების შემდგომ ნაგავსაყრელის ტერიტორიის სხვადასხვა წერტილიდან ნიადაგის საანალიზო ნიმუშების აღება, მასში ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზის ჩატარების თვალსაზრისით;
- 3) ნარჩენებისაგან დასუფთავებული ნაგავსაყრელის ტერიტორიის დამუშავება (კლინოპტოლოლითის ნიადაგის ზედა ფენებში შერევა) ჩვენს მიერ შერჩეული საკვლევი სორბენტით;
- 4) გარკვეული დროის პერიოდის შემდგომ (3 თვე, 6 თვე) კვლავ საანალიზო ნიმუშების აღება ტერიტორიის იგივე წერტილებიდან ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ანალიზების ჩასატარებლად
- 5) შეღარებითი ანალიზის ჩატარება და შესაბამისად მიღებული შედეგების შეფასება (ანუ სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე არსებული ნიადაგის ხარისხის ცვლილების დადგენა);

- 6) მცენარეების შერჩევა (კლიმატური მახასიათებლების გათვალისწინებით) და დარგვა და-მუშავებულ ტერიტორიაზე;
- 7) რეკომენდაციების შემოთავაზება.

მოსალოდნელი შედეგები:

- ❖ ბიორემედიაციის შედეგად სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორია გამოყენებულ იქნება რეკრიაციული მიზნით.
- ❖ მოსახლეობისათვის უზრუნველყოფილი იქნება უსაფრთხო საცხოვრებელი და დასასვენებელი გარემო პირობები.

2018 წლის 17 ოქტომბერს “ორქისი“-ის წარმომადგენლების მიერ, მორიგი ექსპედიციის ფარგლებში, ქ. მარნეულში, ყაზბეგისა და ქობულეთის ქუჩების გადაკვეთაზე მდებარე სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორია მოსუფთავებულ იქნა იქ არსებული ნარჩენებისაგან (ქ.მარნეულის თვითმმართველობისა და მერიის წარმომადგენლების დახმარებით) და ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან საანალიზო ნიმუშების აღების შემდგომ ნიადაგი დამუშავდა ქართული კლინოპტილოლითის გრანულებით (მოხდა ნიადაგის შერევა-დაბარვა). უნდა აღინიშნოს, რომ დაახლოებით 5 მ2 ფართობზე დახარჯულ და შესაბამისად შერეულ იქნა 60 კგ-მდე სორბენტი. ტერიტორიაზე დაგეგმილი სამუშაოები დასრულდა ბანერის დაყენებით, რომელზეც გამოსახულია წარწერა – „ნუ დაყრით ნაგავს!“ (იხილეთ სურ. 2-6).

ქ. მარნეულში (ყაზბეგის ქუჩა) სტიქიური ნაგავსაყრელის მოსუფთავება - ბიორემედიაცია ორქისისა და ადგილობრივი თვითმმართველობის წარმომადგენლების მონაწილეობით







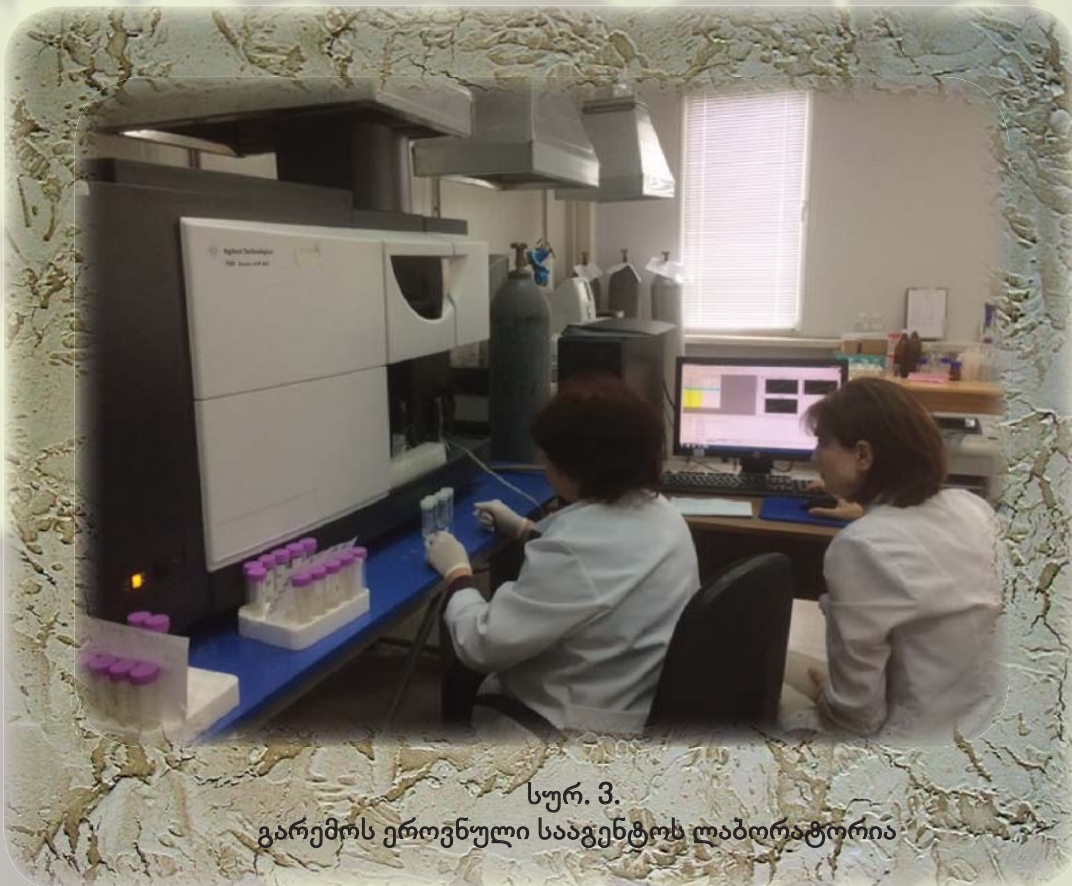
2 თვის შემდგომ იმავე ტერიტორიიდან, იგივე თანმიმდევრობით ისევ ავიღეთ ნიადაგის ნიმუშები, რომლებშიც განისაზღვრა კვლავ იგივე კომპონენტები რაც პირველ შემთხვევაში.

შედარებითი ანალიზის შედეგები წარმოდგენილია ცხრილებში 3-4 და გრაფიკებზე 1-6.

ცხრილი 3-ზე წარმოდგენილია მოსუფთავებული ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო ნიმუშების შედეგები (სორბენტის შერევამდე) მძიმე მეტალების (Zn, Cu, Pb, Cd) შემცველობაზე, ხოლო ცხრილი 4-ზე კი ანალოგიური ექსპერიმენტის შედეგები რომელიც მიღებულია, ტერიტორიის სორბენტით დამუშავების 2 თვის შემდგომ აღებულ ნიმუშებში.

ექსპერიმენტალური ნაწილი

საანალიზო ნიმუშებში (ნიადაგი) მძიმე ლითონების ანალიზი (Pb, Cd, Zn, Cu, Hg) განსაზღვრულ იქნა გარემოს ეროვნული სააგენტოს გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტის ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ანალიზის აკრედიტირებულ ლაბორატორიაში. მძიმე მეტალები იზომებოდა ატომურ-აბსორბციული მეთოდის გამოყენებით, კერძოდ, კი პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრ ICP-MS-ის მეშვეობით (ISO 11885:2007). შემოთავაზებული ტექნიკა და მეთოდი გვაძლევს საშუალებას ერთდროულად გავატაროთ რამოდენიმე ათეული ნიმუში აპარატზე და, შესაბამისად, მასში განისაზღვროს, ასევე, რამოდენიმე ათეული კომპონენტი ერთდროულად. უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მეთოდი გამოირჩევა საკმაოდ მაღალი მგრძნობიარობით იმდენად, რამდენადაც ჩვენს პირობებში მეტალების ატომიზაცია ხდება ლაზერული სხივის მეშვეობით. ყოველივე ეს საგრძნობლად ზრდის მეთოდის მგრძნობიარობას. შესაბამისად, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნიკა არის პლაზმურ-ემისიური სპექტრომეტრი – ICP-MS, რომელიც ხასიათდება განსაზღვრის მაღალი მგრძნობიარობით (იხილეთ სურ. 3-4).



სურ. 3.
გარემოს ეროვნული სააგენტოს ლაბორატორია



სურ. 4.
გარემოს ეროვნული სააგენტოს ლაბორატორია

ცხრილი 3-ზე წარმოდგენილია მოსუფთავებული ტერიტორიიდან აღებული ნიადაგის საანალიზო ნიმუშების შედეგები (სორბენტის შერევამდე) მძიმე მეტალების (Zn, Cu, Pb, Cd) შემცველობებზე, ხოლო ცხრილი 4-ზე კი ანალოგიური ექსპერიმენტის შედეგები, რომელიც მიღებულია ტერიტორიის სორბენტით დამუშავებიდან 2 თვის შემდგომ აღებულ ნიმუშებში. მიღებული შედეგები ასევე წარმოდგენილია გრაფიკებზე 3-8.

ცხრილი 3.

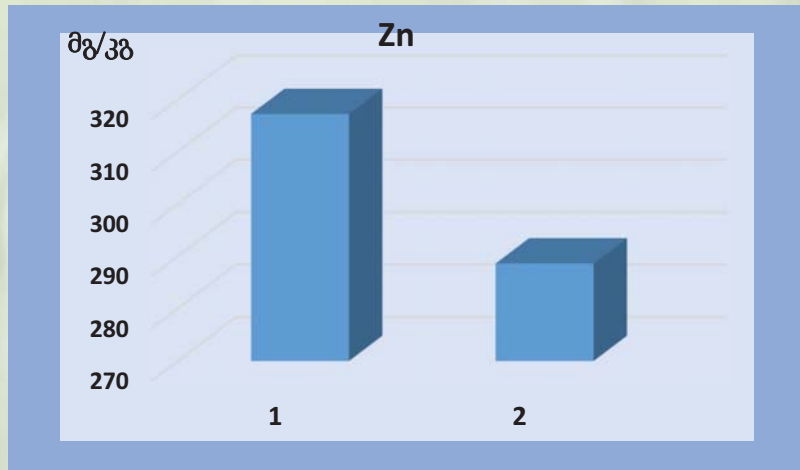
მარნეულში (ყაზბეგის ქუჩა) განლაგებული სტიქიური ნაგავსაყრელის მოსუფთავებული ტერიტორიიდან (სორბენტის შერევამდე) აღებული ნიადაგის ნიმუშებში ზოგიერთი მძიმე ლითონის შემცველობა (17.10.2018)

№	დასახელება	ერთეული	გაზომვის შედეგები	ზღვ (მგ/კგ), სღვ (მგ/კგ)	გამოყენებული მეთოდი
1	კადმიუმი	მგ/კგ	1.25	2.0	ISO 11885:2007
2	ტყვია		14.28	32	
3	თუთია		317.25	220	
4	სპილენძი		64.80	132	
5	ვერცხლისწყალი		N.D*	--	

ცხრილი 4.

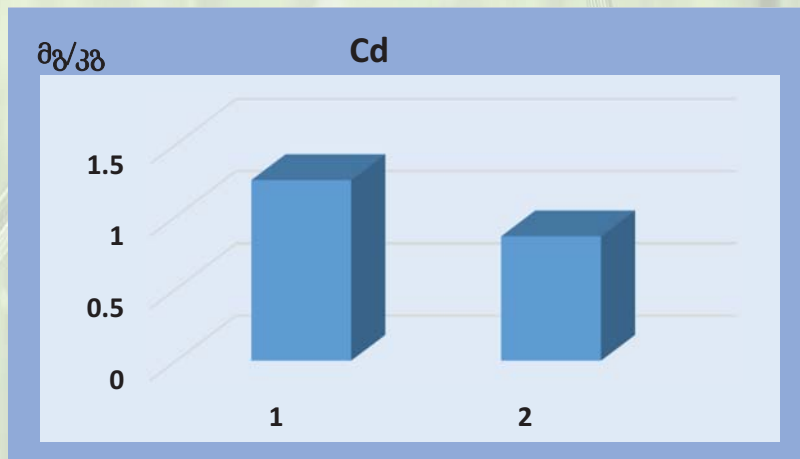
მარნეულის (ყაზბეგის ქუჩა) სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიიდან (ნიადაგის სორბენტით დამუშავებიდან 2 თვის შემდგომ) საანალიზო ნიმუშებში ზოგიერთი მძიმე ლითონის შემცველობა (17.12.2018წ.)

№	დასახელება	ერთეული	გაზომვის შედეგები	ზღვ (მგ/კგ), სღვ (მგ/კგ)	გამოყენებული მეთოდი
1	კადმიუმი	მგ/კგ	0.86	2.0	ISO 11 885:2007
2	ტყვია	მგ/კგ	12.83	32	ISO 11 885:2007
3	თუთია	მგ/კგ	288.64	220	ISO 11 885:2007
4	სპილენძი	მგ/კგ	44.22	132	ISO 11 885:2007
5	ვერცხლისწყალი	მგ/კგ	---	--	ISO 11 885:2007



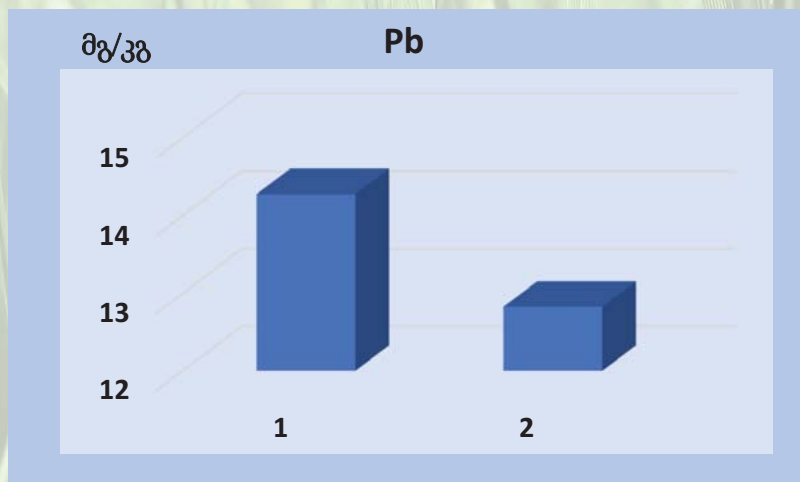
გრაფ.1.

- 1) Zn-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევამდე
- 2) Zn-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევიდან



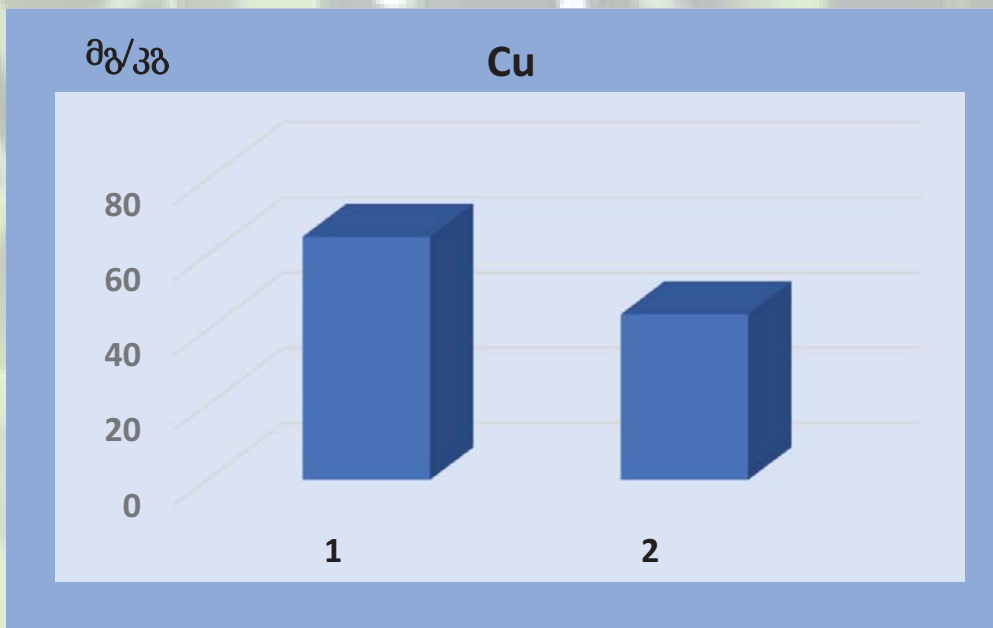
გრაფ.2.

- 1) Cd-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევამდე
- 2) Cd-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევიდან



გრაფ.3.

- 1) Pb-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევამდე
- 2) Pb-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევიდან



გრაფ.4.

- 1) Cu-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევამდე
- 2) Cu-ის შემცველობა ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე სორბენტის შერევიდან

2 თვის შედეგები

როგორც ვხედავთ, კლინოპტილოლითის შერევამ სტიქიური ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე არსებულ ნიადაგში დაგვანახა ის, რომ მას გააჩნია უნარი შთანთქმოს, ან შებოჭოს თავის სტრუქტურაში არსებულ ფორებში ზოგიერთი მძიმე მეტალი და შესაბამისად აქვს უნარი, (როგორც ეს ცნობილია ლიტერატურიდანაც), გააუმჯობესოს ნიადაგის შემადგენლობა და გაამდიდროს ის ისეთი ელემენტებით როგორებიცაა კალიუმი, ნატრიუმი, კალციუმი და მაგნიუმი. მიღებულმა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ 2 თვის განმავლობაში (სორბენტის შერევიდან) კადმიუმის კონცენტრაცია ნიადაგში შემცირდა 31%-ით, ტყვიის 10%-ით, თუთიის 9%-ით, ხოლო სპილენძისა კი 30%-ით (გრაფ. 1-4). უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ შედარებითი ანალიზი უნდა გაგრძელდეს. საჭიროება მოითხოვს, გარკვეული დროის შემდეგ (2 ან 4 თვის შემდგომ) კვლავ იმავე ტერიტორიიდან აღებული იყოს ნიადაგის ნიმუშები, რათა მივიღოთ ახალი შედეგები და, შესაბამისად, ახალი შეფასებები და დასკვნები. ჩვენი აზრით, არ იქნებოდა ცუდი, თუ სტიქიური ნაგავსაყრელების ტერიტორიები, მოსუფთავების შემდგომ, დამუშავდება ჩვენს მიერ შერჩეული ამ იაფფასიანი სორბენტით, რაც საშუალებას მოგვცემს, რომ სტიქიური ნაგავსაყრელების ადგილებზე შევქმნათ არა მარტო ნარჩენებისაგან მოსუფთავებული ადგილები, არამედ ნოყიერი, მცენარეებისათვის მისაღები გარემო და, შესაბამისად, მცირე ფართობის რეკრეაციული ზონები.



ქიმიურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი
ნუგზარ ბუაჩიძე

სარედაქციო კოლეგია: მარიამ ქიმერიძე
მანანა გიქოშვილი
დიზაინი: თამარ ტყაბლაძე

www.cleanup.ge
www.orkisi.ge





პროექტი „დავასუფთავოთ საქართველო“ (ფაზა III)
ხორციელდება შვედეთის მთავრობის ფინანსური უზრუნველყოფით,
საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს
მხარდაჭერით, შ.პ.ს. „საქართველოს მყარი ნარჩენების
მართვის კომპანიასთან“ თანამშრომლობით



შპს საქართველოს მყარი
ნარჩენების მართვის კომპანია

