

## ტყვიის გავლენა გარემოზე და ცოცხალ ორგანიზმზე

ნ. ყალაბეგაშვილი, დ. იოსელიანი, გ. ბალარჯიშვილი, ლ. სამხარაძე, ი. მიქაძე

*ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი*

*პ. მელიქიშვილის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტი*

*დღესდღეობით კაცობრიობის წინაშე არსებული ყველაზე აქტუალური და გლობალური პრობლემა ეკოლოგიური პრობლემაა.*

გარემოს დაბინძურებას ძალიან ბევრი ფაქტორი იწვევს: სამრეწველო და თბოენერგეტიკული კომპლექსები, საყოფაცხოვრებო და სოფლის მეურნეობის ნარჩენები, ნავთობგადამამუშავებელი და წიაღისეულის მომპოვებელი საწარმოები და ა.შ. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ქიმიური დამაბინძურებლების – მძიმე მეტალების, პესტიციდების, ნავთობპროდუქტების, აზოტოვანი სასუქებისა და სხვათა უდიდესი ჯაჭვი თანამედროვე ბიოსფეროში. მრავალი მათგანი დიდი ხნის განმავლობაში არ იშლება, რჩება ბუნებაში და ხვდება კვების პროდუქტებში.

მძიმე მეტალებით დაბინძურების მნიშვნელოვანი მასშტაბებია საზღვარგარეთ. ასე მაგალითად, გერმანიაში დაბინძურებულად მიჩნეულია 50000 მიწის ნაკვეთი, ნიდერლანდებში 100 ათასი, დანიაში 10 ათასამდე, დიდ ბრიტანეთში დაბინძურებული ფართობი 200 ათასი ჰექტარია.

მძიმე მეტალებით ტერიტორიის დაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენენ ქარხნები, რომლებშიც ნარჩენების დაწვა წარმოებს. ამ დროს წარმოქმნილი დამაბინძურებლების – სპილენძის, ტყვიის, თუთიის და კადმიუმის კონცენტრაცია 10 წლის შემდეგ აღებულ სინჯებშიც კი უმნიშვნელოდ იცვლება. აშშ-ში Superfluid პროგრამა ითვალისწინებს 1231 ნაკვეთის გასუფთავებას, მათ შორის სამუშაოს ნახევარი უკვე შესრულებულია.

ეს პრობლემა მწვავედ დგას საქართველოს წინაშეც. მსოფლიოს ჯანდაცვის ორგანიზაციის მონაცემებით, საქართველოს ავადობის 17%, ხოლო სიკვდილიანობის 19% გამოწვეულია გარემოს დაბინძურებით. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ მნიშვნელოვან ფაქტორად იქცა ატმოსფერული ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ტყვიით დაბინძურება.

დედამიწაზე ყოველდღიურად მისი გაბნევა 90 ათას ტონას შეადგენს, ხოლო გამონაბოლქვ აირებთან ერთად ნიადაგის ზედაპირზე წელიწადში 250 ათას ტონაზე მეტი გროვდება [1], რომელიც შემდეგ ხვდება ადამიანის ორგანიზმში სასუნთქი გზით, სასმელი წყლით და მცენარეული და ცხოველური პროდუქტებით [2].

ტყვიის ტოქსიკურობის გავლენა ორგანიზმზე ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული: რაოდენობაზე, მოქმედების ხანგრძლივობაზე, მიღების გზაზე, ასაკზე, სქესზე, გენეტიკაზე და ა.შ. მაღალი და სისტემური ტოქსიკურობის გამო ის რამდენიმე ელემენტთან ერთად, სახელმწიფო ჯანდაცვის პრიორიტეტად ითვლება, რადგან მცირე დოზასთან შეხებასაც კი ადამიანის ბევრი ორგანოს დაზიანება შეუძლია. ტყვიას კანცეროგენული, ანუ კიბოს პოტენციურად გამომწვევი ნივთიერების კლასიფიკაციას აძლევს ჯანდაცვის რამდენიმე წამყვანი ორგანიზაცია: შეერთებული შტატების ეროვნული ტოქსიკოლოგიის პროგრამა (NTP), ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის კიბოს კვლევის საერთაშორისო სააგენტო (IARC) და სხვ.

ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის (WHO) შეფასებით, ტყვიის ექსპოზიციის შედეგად განვითარებული დაავადებები შეადგენს დაავადებათა გლობალური ტვირთის 0,6%-ს. დაავადებათა ტვირთი განსაკუთრებით მაღალია განვითარებად ქვეყნებში. მაღალი დოზებით ტყვიით მოწამვლა სასიკვდილოა. ტყვიით მოწამვლა ვითარდება, როდესაც ტყვია გროვდება სხეულში თვეებისა და წლების განმავლობაში. ის აღწევს თავის ტვინში, ღვიძლში, თირკმელებში და ძვლებში. დროთა განმავლობაში მისი აკუმულირება კბილებში და ძვლებშიც ხდება. ძვალში არსებული ტყვია ორსულობის დროს ორგანიზმში გადადის და ნაყოფს რისკის ქვეშ აყენებს. სისხლში ტყვიის მაღალი დონე განსაკუთრებით საშიშია პატარა (6 წლამდე) ასაკის ბავშვებისათვის. დიდი რაოდენობით ტყვიას იერიში თავის ტვინზე და ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე მიაქვს. დიდ და ხანგრძლივ დოზას შეუძლია გამოიწვიოს კომა, კუნთოვანი სისუსტე, ანემია, ჰიპერტენზია და ნევროლოგიური დარღვევები, რომელთა გამოსწორებაც შემდგომში შეუძლებელი ხდება [3].

ორგანიზმის ტყვიით მოწამვლის რისკ-ფაქტორებია: ტყვიის შემცველი საწვავის წვისაგან დაბინძურებული ჰაერი, საღებავები, სარემონტო და სამშენებლო მასალები, უხარისხო სათამაშოები,

საკვები საღებავები, ტყვიის შემცველი ზოგიერთი ქილები, ტყვიით დაბინძურებული ნიადაგი და წყალი. აშშ-ში მიჩიგანის შტატის ქ. ფლინტში 13 ადამიანი ემსხვერპლა ტყვიით დაბინძურებულ წყალს, რაც იაფფასიანმა ტყვიის მიღებმა გამოიწვია.

ოქროსა და ვერცხლის გარდა, ძველად რომის იმპერიაში ძვირფას ლითონად ითვლებოდა ტყვიაც: მისგან კეთდებოდა სასმისები და ჭურჭელი. სწორედ ეს გარემოება აღმოჩნდა საბედისწერო რომაელი პატრიციებისთვის, რომლებიც განსაკუთრებით ხშირად ხმარობდნენ ამ „ძვირფას“ ლითონისაგან დამზადებულ ჭურჭელს. მათი ორგანიზმი იმდენად უძლებდებოდა, რომ 20-25 წლის ჭაბუკები უკვე ღრმა მოხუცებად გრძობდნენ თავს, ხოლო ახალგაზრდა ქალბატონებს შეილოსნობის უნარი ეკარგებოდათ. სამწუხაროდ, ტყვიის დამღუპველმა მოქმედებამ არა მარტო რომის იმპერია დააზარადა. ცნობილია, რომ რუსეთის სამეფო კარის წარმომადგენლები სუსტი ჯანმრთელობით და ნერვული სისტემის აშლილობით გამოირჩეოდნენ. ამის მიზეზი, როგორც ირკვევა, იყო საუკუნეების წინ კრემლში წყალგაყვანილობისათვის ტყვიის მიღების გამოყენება, რის შედეგადაც ორგანიზმი თაობიდან თაობამდე იწამლებოდა ტყვიის ნაერთებით.

ტყვია და მისი ნაერთები დღესაც დიდ საშიშროებას უქმნიან განსაკუთრებით დიდ ქალაქებში მცხოვრებ მოსახლეობას, რომლებიც ავტომანქანების გამონაბოლქვ აირებთან ერთად ყოველდღიურად 15-20 მკ ტყვიას ჩაისუნთქავენ, რომლის დიდი ნაწილიც ძირითადად ღვიძლსა და თირკმელებში იღვქება. მაღალი კონცენტრაციის მიუხედავად, ტყვია არ გამოამჟღავნებს ხოლმე თავის ავ ზნეს ადამიანის მთელი სიცოცხლის მანძილზე. როგორც მედიკოსებმა დაადგინეს, მისი მაპროვოცირებელი შეიძლება გახდეს ორგანიზმში ჟანგბადის ხანგრძლივი უკმარისობა.

სხვადასხვა წყაროზე დაყრდნობით, ტყვიით გარემოს დაბინძურების ინდიკატორად დღესდღეობით ფართოდ გამოიყენება კბილის ქსოვილი [4]. 1994 წელს ესპანეთში პირველად ჩატარეს კვლევა ტყვიაზე, როგორც გარემოს დაბინძურების მარკერზე. აღმოჩნდა, რომ ტყვიის შემცველობა ასაკთან ერთად მატულობდა, ის გაცილებით დიდი რაოდენობით აღინიშნებოდა მუდმივ, ვიდრე დროებით კბილებში და მისი კონცენტრაცია მეტი იყო ქალაქში, ვიდრე ქალაქგარეთ მცხოვრებ მოსახლეობაში [5]. 1999 წელს ქუვეითში ჩატარებული კვლევის შედეგად ტყვიის შემცველობა კბილის ქსოვილში უფრო მაღალი აღმოჩნდა სამრეწველო რაიონებში, ვიდრე გარეუბნებში [6]. ანალოგიური კვლევები ჩატარდა ეთიოპიაში და კოსოვოში [7]. 2013 წელს გარემოს დაბინძურების მონიტორინგისათვის გამოიყენეს კბილის მაგარი ქსოვილები, როგორც გარემოს დაბინძურების ინდიკატორი [8].

ანალოგიური კვლევები ჩატარდა 2011-2013 წწ. საქართველოში, კერძოდ, თბილისის რამდენიმე რაიონში, 3-4 წლის ასაკის, საბავშვო ბაღის 525 აღსაზრდელში. გამოკვლევებით დადგინდა, რომ კბილის კარიესის გავრცელება შედარებით ნაკლები იყო ეკოლოგიურად უფრო ხელსაყრელ პირობებში მცხოვრებ ბავშვებში, ვიდრე იმ ბავშვებში, რომლებიც ცხოვრობდნენ ეკოლოგიურად არასასურველ გარემოში და შესაბამისად შეადგენდა 37% და 46%-ს [9].

ადამიანის ჯანმრთელობაზე უარყოფითი ზეგავლენის გამო მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მიერ ჰაერის ხარისხის ინდიკატორებად და დაბინძურების კრიტერიუმებად მიჩნეულია ექვსი ყველაზე გავრცელებული დამაბინძურებელი, როგორცაა შეწოვილი მყარი ნაწილაკები (PM), გოგირდის დიოქსიდი (SO<sub>2</sub>), აზოტის დიოქსიდი (NO<sub>2</sub>), ნახშირბადის მონოქსიდი (CO), ტროპოსფერული ოზონი (O<sub>3</sub>) და ტყვია (Pb) [10].

საქართველოში 2006 წლის მონაცემებით ტყვიის კონცენტრაცია ატმოსფერულ ჰაერში რამოდენიმეჯერ აღარბედა დასაშვებ ნორმას [11]. ქ. თბილისის ინტენსიური მოძრაობის მაგისტრალზე (დ. აღმაშენებელი, თამარ მეფის გამზირი) ჩატარებული გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ტყვიის შემცველობა ტრანსპორტის ინტენსიური მოძრაობის დროს ატმოსფერულ ჰაერში აღემატებოდა ქალაქის განაპირა უბნის ჰაერში ტყვიის შემცველობის კონცენტრაციას. თბილისის ცენტრალურ მაგისტრალზე მცხოვრებ პირთა უმრავლესობის 25%-ს შარდსა და თმაში ტყვიის საკმაოდ მაღალი კონცენტრაცია აღმოაჩნდა. მოქალაქეებს აღინიშნებოდათ გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგია, პიპერტონული და გულის იშემიური დაავადებები. შესწავლილ პირთა 60%-ს სისხლში კარბოქსიჰემოგლობინი აღმოაჩნდა. დღესდღეობით გარემოს ეროვნული სააგენტო ტყვიის შემცველობის მონიტორინგს 4 ქალაქში აწარმოებს – თბილისში (2008 წლიდან), რუსთავში, ბათუმში და ქუთაისში (2014 წლიდან). ჩატარებული კვლევების თანახმად ჰაერში ტყვიის შემცველობა ყოველ წელს მცირდება და კლების ტენდენცია დღემდე გრძელდება. ეროვნულმა სააგენტომ შეაჯამა ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის დაბინძურების შესახებ მდგომარეობა და დაადგინა, რომ საგანგაშო მდგომარეობა არ არის ჰაერში ტყვიის შემცველობასთან დაკავშირებით.

ამ მიმართულებით საქართველოსთვის ყველაზე აქტუალური პრობლემა ტყვიის შემცველობაა ნიადაგში, თუმცა სამწუხაროდ, არ მოიპოვება სისტემატიზირებული ინფორმაცია ნიადაგის დაბინ-

ძურების შესახებ და არც ამ ტიპის ანგარიშგება ხორციელდება. თუმცა, აღსანიშნავია მხოლოდ დისერტანტების მიერ შესრულებული ცალკეული სამუშაოები.

1998-2004 წლებში შესწავლილი იქნა მცხეთის რაიონში გამავალი ავტოსატრანსპორტო გზების მიმდებარე ნიადაგის სახნავ ფენაში ტყვიის შემცველობა გზიდან 5-150 მ-მდე მანძილზე. ასევე შესწავლილი იქნა მცენარეთა და წყლის ნიმუშები. ტყვიის შემცველობა ნიადაგში შეადგენდა 124,2 → 77,5 მგ/კგ-ს. 6 წლის შემდეგ ტყვიის რაოდენობა იყო ~150%-ით გაზრდილი. შესწავლილი იქნა აგრეთვე ტყვიის შემცველობა იგივე ობიექტებზე ხორბალში და სიმინდში. აღმოჩნდა, რომ ტყვია ხორბლის მარცვალში 3-ჯერ უფრო ნაკლები იყო, ვიდრე ბზეში. ე.ი. ხორბლის მიწისზედა მასა (მარცვლის გარეშე) ამჟღავნებს ტყვიის დაგროვებისადმი მიდრეკილებას. ხოლო სიმინდის მარცვალში ტყვიის შემცველობა ორჯერ ნაკლები აღმოჩნდა ჩალასთან შედარებით [12].

მძიმე მეტალების (Zn, Pb და Fe) შემცველობა იყო განსაზღვრული 2001-2002-2003 წლებში გარდაბნის რაიონის ნიადაგებში. დადგინდა, რომ სამივე მეტალის კონცენტრაცია ნიადაგში აღემატებოდა ზღკ-ს [13], და აგრეთვე ნიადაგის ნიმუშების აღების სიღრმის მატებასთან ერთად მძიმე მეტალების შემცველობა იყო ნაკლები. უნდა აღინიშნოს საინტერესო ფაქტი: სამივე ელემენტის კონცენტრაცია სიმინდის კულტურის ქვეშ ნიადაგში იყო უფრო მეტი, ვიდრე სიმინდის კულტურის გარეშე ნიადაგში.

ამერიკის, კერძოდ ნიუ-იორკის ჯანდაცვის დეპარტამენტმა (2011, 2015 და 2017წწ.) შეამოწმა იმპორტირებული ქართული პროდუქტი. აშშ-ში, საკვებისა და მედიკამენტების ადმინისტრაციის მიერ დაწესებული ნორმით ტყვიის შემცველობა საკვებ პროდუქტში არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 ppm-ს. ჩატანილ სანელებლებში შემოწმებით დადგინდა ტყვიის მაღალი შემცველობა. ერთ მათგანში იგი შეადგენდა 27000 ppm-ს. საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობით ტყვიის შემცველობა სანელებლებში არ უნდა აღემატებოდეს 5 მგ/კგ-ს. მიმდინარე წელს ტექნიკურ უნივერსიტეტში შემოწმდა ტყვიის შემცველობა 10 სანელებელში, რომელმაც უჩვენა 7-10142 ppm. აქედან ნათლად ჩანს, რამდენად აქტუალურია მძიმე მეტალებისაგან, კერძოდ, ტყვისაგან ნიადაგის გასუფთავების საკითხი.

რეკომენდებულია მძიმე მეტალებისაგან ნიადაგის გასუფთავების სამი მეთოდი: ექსკავაცია, ადგილზე სტაბილიზაცია და ფიტორემედიაცია. ექსკავაცია დროებითი ღონისძიებაა და საბოლოოდ მაინც საჭირო ხდება ახალ ადგილზე მიწის გასუფთავება [14]. ადგილზე სტაბილიზაციის უპირატესობაა მძიმე მეტალების ფიქსაცია არსებულ ნაკვეთზე [15]. სინთეზური და ბუნებრივი ფილტრატები საკმაოდ ეფექტურად ახდენენ მძიმე მეტალების იონების იმობილიზაციას, თუმცა ეს პროცესი შედარებით ძვირად ღირებულია და იწვევს ბუნებრივი რესურსების არაგანახლებად ხარჯვას.

ფიტორემედიაცია არა მარტო ასუფთავებს ნიადაგს დამაბინძურებლებისაგან, არამედ იგი ზრდის მოსავლიანობასაც. მცენარეები, აორთქლებენ რა წყალს ფოთლებით, მუშაობენ როგორც ტუმბოები და ამოტუმბავენ ფესვების საშუალებით ნიადაგიდან სხვადასხვა გახსნილ ნივთიერებებს. დამაბინძურებელი ნივთიერებები რჩება და თანდათან გროვდება ნიადაგის ზედა ფენებში და მცენარეების ფესვებში. ეს მეთოდი დაპატენტებულია აშშ-ში [16].

ცნობილია მრავალი სამუშაო, რომელშიც შესწავლილია ტყვიის მიმართ ჰიპერაკუმულატორი მცენარეები, რომელთაც შეუძლიათ ტყვისგან ნიადაგის გაწმენდა: ასეთებია ლურჯი Fescue, water hyacints, ინდური მდოგვი [17], ლავანდა [18], მზესუმზირისა [19] და მრავალი სხვა. ბალახეული მცენარეებისგან ტყვიის აკუმულატორად მიხნეულია არმერია, ამბროზია, პიონი და სახალისის წიწიბურა [20]. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს მრავალწლიან ბალახს მცოცავი ფესვებით. ზაფხულში წიწიბურას სამჯერ თიბავენ. ამ კულტურას შეუძლია ერთი წლის განმავლობაში 1 ჰა ნიადაგიდან შთანთქოს 24 კგ ტყვია და 2 კგ კადმიუმი. ერთ და იგივე ადგილზე წიწიბურას დათესვით რამდენიმე წელიწადში შესაძლებელია ტყვიის კონცენტრაციის მნიშვნელოვნად შემცირება. ტყვიის აკუმულატორებს მიაკუთვნებენ ლუცერნას, სიმინდს, მზესუმზირას, ბაბუაწვევრას, აბზინდას [21].

მძიმე მეტალების ჰიპერაკუმულატორი მცენარეები, როგორც წესი, შთანთქავენ მაღალი ტოქსიკურობის მქონე ელემენტების (Cd, Pb) მშრალი მასის 0,2%-მდე, ხოლო უფრო ნაკლებად ტოქსიკური ელემენტების (Zn, Ni, Cu) 2%-ზე მეტს. ამიტომ ტყვიის კონცენტრაცია მცენარეებში ჩვეულებრივად არ აღემატება 50 მგ/კგ-ს. თვით ინდური მდოგვი, რომელიც საუკეთესო ჰიპერაკუმულატორად ითვლება, შთანთქავს მხოლოდ 200 მგ/კგ-მდე ძალიან დაბინძურებულ ნიადაგებში. პრობლემა გადაწყდა, როცა აღმოაჩინეს, რომ მცენარეებში მძიმე მეტალის მოხვედრას ასტიმულირებს ზოგიერთი ნივთიერება, მაგ., EDTA, რომელიც მძიმე მეტალთან წარმოქმნის მყარ, მაგრამ ხსნად კომპლექსურ ნაერთს. მაგ., ნიადაგში, რომელიც შეიცავდა 1200 მგ/კგ მძიმე მეტალს, EDTA-ს შეტანის შემდეგ ინდურ მდოგვში მძიმე მეტალის კონცენტრაცია გაიზარდა 1600 მგ/კგ-მდე.

მიღებულმა შედეგებმა მეცნიერებს საშუალება მისცა ევარაუდათ, რომ მცენარეები მცირედ ხსნად მიიშე მეტალებს ითვისებენ იმის შედეგად, რომ მათი ფესვები ნიადაგში გამოყოფენ რაღაც კომპლექსწარმოქმნელ ბუნებრივ ნივთიერებებს. მაგ., ცნობილია, რომ მცენარეებში რკინის დეფიციტის დროს მცენარის ფესვები ნიადაგში გამოყოფენ ე.წ. ფიტოსიდეროფორებს, რომლებსაც ნიადაგში არსებული რკინის შემცველი მინერალები გადაჰყავს ხსნად მდგომარეობაში [22].

ფიტორემედიაციისთვის მნიშვნელოვანია გამოყენებული იქნეს ახალგაზრდა მცენარეები, რადგან მათი ფესვები უფრო ინტენსიურად აკუმულირებენ ტოქსიკურ ელემენტებს. ტექნოლოგია მისაღებია ისეთი რაიონებისათვის, რომლებიც დაშორებულია მჭიდროდ დასახლებული ტერიტორიიდან [23].

სასურველია, ფიტორემედიაცია გამოყენებული იქნას საქართველოში მიიშე მეტალებისაგან დაზინძურებული ნიადაგების გასასუფთავებლად. ამ ტექნოლოგიის უპირატესობებია: ეფექტურობა, დაბალი ღირებულება, შთანთქმელი დამაბინძურებლების ფართო სპექტრი, ეკოლოგიურობა. ჩვენი მიზანია გავრქედდეს კვლევები ამ მიმართულებით დაბინძურებული ნიადაგების პირვანდელი სახემდე აღსადგენად.

### ლიტერატურა

1. Велясюк П.А., Шкварук Н.М., Сапатый С.Е., Шамотиенко Г.Д. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных и человека. Киев. Наукова Думка, 1974, с. 220.
2. Кобзев В.А. Взаимодействие загрязняющих почву тяжелых металлов и почвенных микроорганизмов // Метеорология, вып. 10, М., 1976, с. 119-141.
3. Лернер Л.А., Седых Э.М., Игошина Э.В. Определение содержания свинца в почвах методом непламенной атомно-адсорбционной спектрометрии // Почвоведение, №2, 1978, с. 115-122.
4. Amr MA., Helal AF. Analysis of Trace Elements in Teeth by ICP-MS: Implications for Caries. Journal of Physical Science, 2010; 21:1-12.
5. Gil F., Perez M.L., Facio A., Villanueva E., Tojo R., Gil A. Dental lead levels in the Galician population, Spain. The Science of the Total Environment, 1994, 156: 145-150.
6. Bu-Olayan AH., Thomas B.V. Dental lead levels in residents from industrial and suburban areas of Kuwait. Sci. Total Environ., 1999; 226: 133-137.
7. Kamberi B., Kqiku L., Hoxha V., Dragusha E. Lead concentrations in teeth from people living in Kosovo and Austria. Coll. Antropol., 2011; 35: 79-82.
8. Miculescu Floran, Miculescu Marian, Ciocan Lucian, Toma, Pencealon Ernuteanu Adrian, Matei Ecaterina. Correlation of Spectrometric Methods in Hard Tissue Heavy Elements Concentration Study. U.P.B. Sci. Bull., Series A, vol. 75, 2013, ISSN 1223-7027.
9. ნანა სულაძე. ატმოსფერული ჰაერის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გავლენა კბილის მაგარი ქსოვილების მინერალიზაციაზე, დისერტაცია, 2015.
10. Глобальная Экологическая Перспектива: ГЕО окружающая среда для развития. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде, 2007, 40-77.
11. Mindorashvili A. Environmental quality of the state of facilities in Georgia and some of the social problems associated with it. The Newsletter 2006, No100: 12-45.
12. ე. გახოკიძე. ავტომაგისტრატების მიმდებარე სავარგულების გამოკვლევის შედეგები და ამოცანები. დისერტაცია. თბილისი, 2006წ.
13. ხათუნა ხუტაშვილი. „გარდაბნის თბოეექტროსადგურის ზეგავლენა აგროლანდშაფტზე და მისი რადიოეკოლოგიური დახასიათება. დისერტაცია, თბილისი, 2011.
14. C. Garbisu and I. Alkorta. "Basic concepts on heavy metal soil biomediation". The European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection, vol. 3, no. 1, 2003, pp. 58-66.
15. Y. Chen, X. Li and Z. Shen. ~Leaching and uptake of heavy metals by ten different species of plants during an EDTA-assisted phytoextraction process". Chemosphere, vol. 57, no. 3, 2004, pp. 187-196.
16. Macus G. Theodore. Method of removing heavy metals in soils and water. Patent US 20120208261 AI. 2012. Aug. 16.
17. Brian Kaller. Using plants to clean contaminated soil. Originally published by Restoring Mayberry. August 11, 2014.
18. Violina R., Angelova, Dimitar F., Gekov, Voselin K., Krasimir J. Potential of Lavender (*Lavandula vera* L.) for Phytorem. of Soils Contaminated with Heavy Metals. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering, vol. 9, No. 5, 2015.

19. Phytoremediation of Lead and Cadmium Contaminated Soils using Sunflower Plant. Nasser Sewalem, Soad Elfeky and Fatma El-Shintinawy. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, vol. 10, No.1, pp. 122-134.
20. Растения очищают почву. Копилка садовых советов. Под ред. Е. Буланиной, 2012г.
21. В. Душенков, И. Раскин. Рангерский университет (Нью-Джерси), США.
22. Фиторемедиация: зеленая революция в экологии, стр. 1, 2009-11-2400:42:23.
23. Tangahu B.V., Abdullah S.R., Basri H., Idris M., Anuar N. and Mukhlisin M. A Review of Heavy Metals (As, Pb and Hg) Uptake by Plants through Phytoremediation. International Journal of Chemical Engineering, vol. 2011 (2011), Article ID 939161, 31 p.

Chemical Ecology

#### **LEAD EFFECT ON THE ENVIRONMENT AND LIVING ORGANISMS**

**N. Kalabegashvili, D. Ioseliani, G. Balarjishvili, L. Samkharadze, I. Mikadze**

*Iv. Javakishvili Tbilisi State University*

*P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry*

#### **Summary**

In the article are considered ecological problems caused by lead existing in nature, its toxicity, harmful effect of lead on both environment and living organisms. Modern methods of soil purification from lead are recommended. Use of phytoremediation method is preferable for Georgian conditions.

Химическая экология

#### **ВЛИЯНИЕ СВИНЦА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ**

**Н. Калабегашвили, Д. Иоселиани, Г. Баларджишвили, Л. Самхарадзе, И. Микадзе**

*Тбилисский государственный университет им. И. Джавахишвили*

*Институт физической и органической химии им. П. Меликишвили*

#### **Резюме**

В статье рассмотрены экологические проблемы, вызванные существующим в природе свинцом, его токсичность, вредное влияние свинца как на окружающую среду, так и на живые организмы. Рекомендованы современные методы очищения почвы от свинца. Предпочтительным является использование метода фиторемедиации для условий Грузии.