

სუფთა ბაჩემო

ჩვენი აზრვეანია!

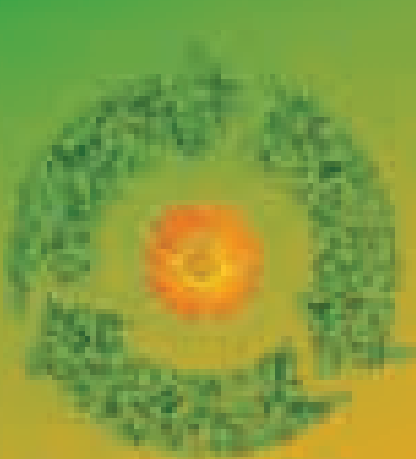
საქართველოს ზუსნების მკვლევართა კავშირი „ორქისი“, პერიოდული გამოცემა №1, 2015 წელი

ნარჩენების გადამუშავების (უბილიზაციის) მეთოდები

გვ.33

არაკონსერვაციული ნაგავსაყრდები და მათში მიმდინარე
ზოგიერთი ქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესები

გვ.15





ნარჩენების გადამუშავების (უბილიზაციის) მეთოდები

მყარი ნარჩენების მართვა წარმოადგენს მზარდ გარემოსდაცვით და ფინანსურ პრობლემას ყველა განვითარებად ქვეყანაში, მათ შორის საქართველოშიც. ქვეყანაში დღეისათვის ნარჩენების განთავსება ტრადიციულად ნაგავსაყრელებზე ხდება, თუმცა არსებობს ნარჩენების მართვის საერთაშორისო გამოცდილება, რაც მოიცავს ნარჩენების გადამუშავების სხვადასხვა ტექნოლოგიას.

წინამდებარე დოკუმენტში წარმოდგენილია ნაგავსაყრელზე ნარჩენების განთავსების ალტერნატიული გზა - ნარჩენების გადამუშავების ყველაზე გავრცელებულ ტექნოლოგიები და მათი საქართველოში გამოყენების შესაძლებლობის ანალიზი, კერძოდ:

- ბიოლოგიური გადამუშავება (კომპოსტირება, ანაერობული დეგრადაცია, მექანიკურ-ბიოლოგიური გადამუშავება);
- ნარჩენების ენერგიად აღდგენა (ნარჩენების ინსინერაცია);
- ნარჩენების გადამუშავების პირობების სისტემა.



ნარჩენების კომპოსტირება

ზემოაღნიშნული მეთოდების გამოყენება უზრუნველყოფს სანიტარული ნაგავსაყრელების ფართობის დაზოგვასა და მისი გამოყენების პერიოდის გახანგრძლივებას. მიუხედავად იმისა, რომ მიწის ღირებულება და ტრანსპორტირების ხარჯები შეიძლება იცვლებოდეს და, ზოგიერთ შემთხვევაში, ძალიან მაღალიც კი იყოს, სანიტარული ნაგავსაყრელების გამოყენება, ნარჩენების განსათავსებლად, დღეისათვის ითვლება ნარჩენების მართვის ყველაზე იაფ საშუალებად.

ბიოლოგიური გადამუშავება

ნარჩენების ბიოლოგიური გადამუშავების სხვადასხვა სისტემების გამოყენება მრავალ ათწლეულს ითვლის. ამ მხრივ აღსანიშნავია კომპოსტირება, რომელიც დღესაც ეფექტურ საშუალებად ითვლება ბალების/პარკების ბიომასის (მოხვეტილი ფოთლები და ხის ტოტების გადანაჭრები) გადასამუშავებლად. მუნიციპალური ნარჩენებიდან ბიომასის კომპოსტირება არ ითვლება მიზანშეწონილად, ვინაიდან მიღებული კომპოსტი უხარისხოა და მისი გამოყენება არ შეიძლება სასუქად.

ბოლო წლებში, ბიოლოგიური გადამუშავების კონცეფცია განიხილება, როგორც მექანიკურ- ბიოლოგიური გადამუშავება (MBT). ამ კონცეფციის ქვეშ ერთიანდება:

- სორტირების შედეგად რეციკლირებადი ნარჩენები;
- ნარჩენების საწვავად გამოყენებადი ფრაქცია, საწარმოების ლუმელებში (ცემენტის წარმოება);
- კომპოსტი - დაბალი ხარისხის კომპოსტი ანუ სტაბილიზირებული ნარჩენი, რომლის განთავსება უსაფრთხოა სანიტარულ ნაგავსაყრელზე;
- ბიოგაზი.

ბიოგაზის მიღების სისტემების (ნარჩენების ანაერობული გადამუშავება - AD) გამოყენება, მუნიციპალური ნარჩენების გადასამუშავებლად, შედარებით გვიან იქნა დანერგილი. დიდი მოცულობის გადამამუშავებელ საწარმოებში, აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენებას ახლავს ოპერირების სირთულე და საკმაოდ ძვირი ტექნოლოგიაა, თუმცა საქართველოში მისი დანერგვა შეიძლება განხილულ იქნეს მექანიკური სორტირების საწარმოსთან ინტეგრირებული ფორმით.



ბიოგაზის გადამამუშავებელი

შესაძლო ვარიანტები

ბიოლოგიური გადამუშავების ძირითადი მიმართულებებია:

- ნარჩენების კომპოსტირების ფანჯრული მეთოდი - ძირითადად გამოიყენება მწვანე ბიომასის კომპოსტირებისას ღია სივრცეში, ბუნებრივი ვენტილაციით. კომპოსტის მიღების პროცესი ხანგრძლივია და ამიტომ გამოიყენება შედარებით მცირე რაოდენობის ბალებისა და პარკების სუფთა მწვანე ნარჩენების გადასამუშავებლად. მიღებული კომპოსტი მაღალი ხარისხით გამოიღრჩევა. აღნიშნული ნარჩენების შედარებით დიდი რაოდენობის გადასამუშავებლად, შეიძლება ხელოვნური აირაციის სისტემის გამოყენება და კომპოსტირების პროცესის დაჩქარება.
- რეაქტორში კომპოსტირება - ნარჩენების კომპოსტირების ეს მეთოდი ჩქარია და უკეთესად ხორციელდება არასასიამოვნო სუნის კონტროლი. აღნიშნული ტექნოლოგია შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს შერეული, წყაროზე სეპარირებული ბიომასის გადასამუშავებლად.



რეაქტორში კომპოსტირება

- ანაეროზული დეგრადაცია - აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენება მიზანშეწონილია ორგანული ნარჩენების მაღალი შემცველობის ნარჩენების გადასამუშავებლად. საბოლოო პროდუქტს წარმოადგენს ბიოგაზი, რომელიც ძირითადად მეთანისა და ნახშირორჟანგის ნარევიანია. აღნიშნული ტექნოლოგიის გამოყენება მიზანშეწონილია ეფექტური მექანიკური სორტირებისა და ორგანული ნარჩენების წყაროზე სეპარირების სისტემების დანერგვის შემდგომ.

მუნიციპალური წარმეტყველების ორგანიზაციის ფრაქციის ასაწარმოებლად დეცენტრალიზაციის ტექნოლოგიის შეძლების დაცვითა და შენარჩუნების წარმეტყველები (საკლავო, ექსპლემენტები). იგი საკმაოდ სწრაფი და სამართლიანად ჩაბრუნებული ტექნოლოგიაა.

• **მეტანოგენ-ბიოლოგიური გადამამუშავება (MBT)** - აღნიშნული ტექნოლოგია მოიცავს სხვადასხვა პროცესების ნაკრებს: რეტეკლორებადი წარმოების სარგებლობის, საწვავის წარმოებას (ფაბრიკის ხარისხის კომპონენტის წარმოება, ასაწარმოებელი დეცენტრალიზაცია - AD-ის მოდერნიზაცია სტანდარტიზირებული წარმოების მოხდაზე, რადგან საინტერესო საგანსაწარმოებელ წარმოების განთავსება უსაფრთხო იქნება).

ზემოაღნიშნული პროცესების კომბინირებული გამოყენება წარმოადგენს წარმეტყველების ინსტრუქციის ბიოტექნოლოგიას.

მეტანოგენ-ბიოლოგიური გადამამუშავება (MBT)

MBT - მეტანოგენ-ბიოლოგიური გადამამუშავების კონცეფცია წარმოადგენს შერეული მუნიციპალური წარმეტყველების გადამამუშავებლად, თუმცა ადგილობრივი თვითმმართველობების მიერ მოხდა მართლაც სისტემების წარმოადგენს, რაც გულისხმობს, მომსახურების მიერ წარმოქმნილი წარმეტყველების რეტეკლორებადი ფრაქციების

სტანდარტიზებულ შედგენილობას (შეშა, შეტანის, ჯალაღი/ვარდის, პლასტიკის). MBT- ტექნოლოგიის გამოყენების საკლავო წარმოადგენს შერეული წარმეტყველებიდან ფაბრიკის ხარისხის რეტეკლორებადი პროდუქტების მიღება, შედგენილი სტანდარტით მიღებულ რეტეკლორებადი მასალისთან შედარებით.

საინტერესო საგანსაწარმოებელ განთავსებაში, წარმეტყველების სტანდარტიზაციის შედეგად გამოყენება დეცენტრალიზებული წარმეტყველების მიერ გარემოში ზემოქმედების უარყოფითი ზეგავლენის შემცირებისათვის. ამ დროს ადგილი აქვს განცხადების მომსახურებით ბიოდეცენტრალიზაციის პროცესს და ნახშირორჟანგის გამოყოფას.

ანაერობული გადამამუშავების გადაწყვეტა

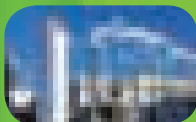
შემაჯავალი პროცესი



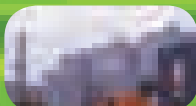
სიცოცხლისუნარიანი ნათესები



ნაკელი



სამრეწველო ნარჩენები



ორგანული ნარჩენების გამოყოფილი წყარო/ მუნიციპალური მყარი ნარჩენები



რესტორნების/საკვების სამრეწველო ნარჩენები



კანალიზაციის

სამრეწველო ნარჩენებისაგან გამწმენდი

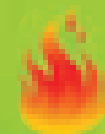
ანაერობული გადამამუშავება



გამომავალი პროცესი



ელექტრო-ენერგია



ბიოგაზი



განახლებული საწვავი



ბიოსასუქი



სელაზლა გამოყენებული წყალი



კომპოსტი

აღსანიშნავია, რომ თუ ნაგავსაყრელზე ნარჩენების გატანამდე არ განხორციელდა ნარჩენების სტაბილიზაციის ტექნოლოგიის გამოყენება, მაშინ ორგანული ფრაქციის დეგრადაცია სანიტარულ ნაგავსაყრელზე განხორციელდება ანაერობულ გარემოში და მოხდება ნახშირორჟანგთან ერთად მეთანის გამოყოფა და შესაბამისად, „სათბურის გაზების“ ემისიების გაზრდა. ნარჩენების სტაბილიზაცია, ანუ აერობული დეგრადაცია, უზრუნველყოფს ნარჩენების მოცულობის შემცირებასაც.

ხსრილი №1.

MBT-ში გამოყენებული მექანიკურ-ბიოლოგიური გადამუშავების ტიპური ელემენტები

საფეხური	შესაძლო ელემენტები						
მექანიკური	ბარაბნული მეთოდი	ეკრანული (სტატიკური ან ვიბრაციით)	მაგნიტური	ძაბრისებური	ხელით განცალკევება	აირით კლასიფიკაცია	ინფრანითელი დეტექცია
საფეხური	შესაძლო ელემენტები						
ბიოლოგიური	კომპოსტირების ღია ფანჯრული მეთოდი	სახლის პირობებში კომპოსტირება	დახურული კომპოსტირება	დახურული კომპოსტირება დანადგარში	ანაერობული დეგრადაცია	ინფილტრაცია	ბიო-გაშრობა

სურათი №1. ქ. ლარნაკას მაღალი ტექნოლოგიების მექანიკურ-ბიოლოგიური გადამუშავების საწარმო



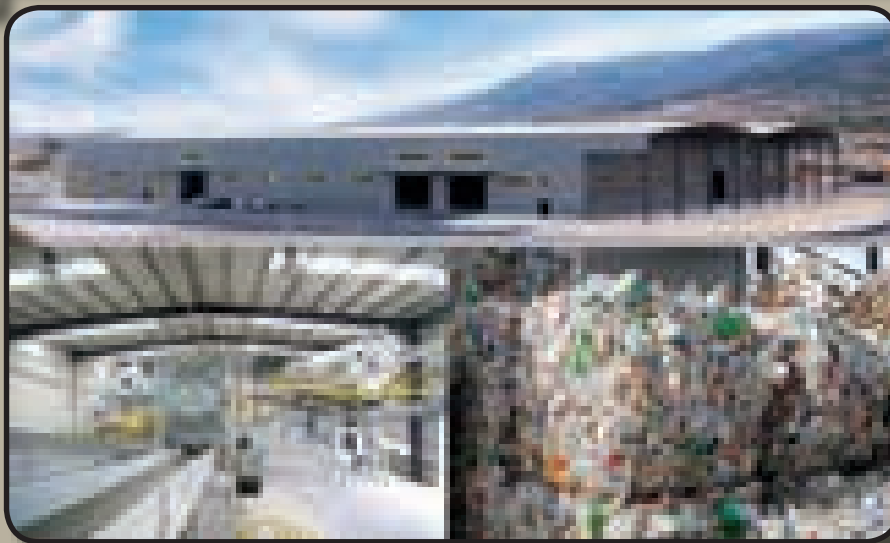
სხრილი №2.

MBT კონცეფცია

N	კონცეფცია	მიზანი	ძირითადი კომპონენტები
1	ნარჩენების სტაბილიზაცია ნაგავსაყრელზე განსათავსებლად	მუნიციპალური მყარი ნარჩენების ბიოდეგრადირების უნარის შემცირება, რეციკლირებადი ფრაქციის მცირე ნაწილის აღდგენა	მექანიკური დამუშავება. აერობული კომპოსტირება.
2	კომპოსტის მიღება მუნიციპალური მყარი ნარჩენებისგან	კომპოსტისთვის გამოყენებული მასალის მიღება რეციკლირებადი ფრაქციის მცირე ნაწილის აღდგენა	მექანიკური დამუშავება. აერობული კომპოსტირება.
3	გამამდიდრებელი მასალის მიღება მყარი მუნიციპალური ნარჩენებიდან	კომპოსტისათვის გამოსაყენებელი მასალის მიღება.	მექანიკური დამუშავება. აერობული კომპოსტირება.
4	ნარჩენისგან მიღებული საწვავი (RDF)	ინსინერატორებისათვის საწვავის მიღება, ასევე რეციკლირებადი ფრაქციის მცირე ნაწილის აღდგენა.	ბიოლოგიური დამუშავება. აერობული კომპოსტირება.
5	საწვავის მიღება ბიო-გამოშრობის მეთოდის გამოყენებით	ინსინერატორებისათვის საწვავის მიღება, ასევე რეციკლირებადი ფრაქციის მცირე ნაწილის აღდგენა.	მექანიკური დამუშავება. ბიო-გამოშრობა
6	ბიოგაზის მიღება	ბიო-გაზის მიღება, ასევე რეციკლირებადი ფრაქციის მცირე ნაწილის აღდგენა.	მექანიკური დამუშავება. ანაერობული გადამუშავება.
7	ბიოგაზისა და ნიადაგის გამამდიდრებელი მასალის მიღება	ბიოგაზისა და ნიადაგის გამამდიდრებელი მასალის მიღება, ასევე რეციკლირებადი ფრაქციის მცირე ნაწილის აღდგენა.	მექანიკური დამუშავება. აერობული კომპოსტირება. ანაერობული გადამუშავება

საწვავის მიღება მექანიკურ-ბიოლოგიური (MBT) გადამუშავებით

მექანიკურ-ბიოლოგიური გადამუშავებით (MBT) შესაძლებელია საწვავის მიღება და გადამუშავება. ამ მეთოდით ძირითადად მიიღება მშრალი ნარჩენები, პალეტების სახით. MBT-ის საწარმოების მიერ წარმოებული საწვავის ძირითად მომხმარებელს წარმოადგენს ცემენტის საწარმოები.



მექანიკურ-ბიოლოგიური გადამამუშავებელი საწარმო

მნიშვნელოვანია, შესწავლილ იქნას არსებობს თუ არა პალეტების საწვავად გამოყენების საშუალება ბაზარზე. ცემენტის საწარმოებისთვის, ნარჩენებისგან მიღებული საწვავის გამოყენება სავალდებულოა განვითარებულ ქვეყნებში. საქართველოში არსებული ცემენტის მწარმოებელი კომპანია „ჭაიდელებერგ ცემენტი“, რომელიც წარმოადგენს გერმანულ კომპანიას, შესაძლებელია განხილული იქნეს პოტენციურ მომხმარებელად.

ცემენტის საწარმოები გამოიყენებენ საწვავად არამარტო MBT-ის პალეტებს, არამედ საკანალიზაციო წყლების გამომშრალ ნალექს და დაქუცმაცებულ ძველ საბურავებს. ნარჩენები ასევე შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს ინსენერატორებში სხვა საწვავთან, მაგალითად, ნახშირთან ერთად.

ნარჩენიდან ენერგიამდე (ინსინერაცია)

ინსინერაცია წარმოადგენს ნარჩენების თერმულ დამუშავებას. ინსინერაცია მოითხოვს დიდ ინვესტიციას და ოპერირებისთვის დიდ ხარჯს. ამასთან ინსინერაციის საწარმოს აშენება სერიოზულ წინააღმდეგობას წარმოადგენს მოსახლეობისა და არასამთავრობო ორგანიზაციების მხრიდან, რადგან განიხილება როგორც, ემისიების, სუნის, გამონაბოლქვის წყარო, თუმცა დღეისათვის ინსინერაციის ტექნოლოგია დაიხვეწა და შეესაბამება მაღალ გარემოსდაცვით სტანდარტებს და შესაძლებელია განხილული იქნას, როგორც ენერგიის და/ან სითბოს მიღების წყარო.

ცხრილში მოცემულია და შედარებულია ემისიები ნარჩენების ინსინერატორი საწარმოდან და ცემენტის საწარმოების ღუმელებიდან, სადაც ნარჩენები გამოყენებულია თანასაწვავად.

ცხრილი №3.

ევრო სტანდარტები ნარჩენების ინსინერაციის შემთხვევაში

დამაბინძურებელი ნივთიერება	ერთეული	ევრო სტანდარტი ინსინერატორისთვის	ევრო სტანდარტი ცემენტის საწარმოს ღუმელებში ნარჩენის კოინსინერაციისთვის.
მტვერი	მგ/ნ მ ³	10	30
HCl	მგ/ნ მ ³	10	10
HF	მგ/ნ მ ³	1	1
SO ₂	მგ/ნ მ ³	50	
NO _x	მგ/ნ მ ³	200	500
Cd+Pb	მგ/ნ მ ³	0.05	0.05
Hg	მგ/ნ მ ³	0.05	0.05
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	მგ/ნ მ ³	0.5	0.5
დიოქსინები და ფურანები	ნგ/ნ მ ³	0.1	0.1

ცხრილი №4.

მსოფლიო ბანკის მიერ რეკომენდებული სტანდარტები, ნარჩენების ინსინერაციის შემთხვევაში, შერჩეულ დამაბინძურებელ ნივთიერებებზე

დამაბინძურებელი ნივთიერება	ერთეული	ემისიის საბაზისო სტანდარტი	ემისიის საშუალო სტანდარტი	ემისიის შედარებით მაღალი სტანდარტი
მტვერი	მგ/N მ ³	30	30	10
HCl	მგ/N მ ³	n.a.	50	10
HF	მგ/N მ ³	n.a.	2	1
SO ₂	მგ/N მ ³	n.a.	300	50
NO _x	მგ/N მ ³	n.a.	n.a.	200
Cd+Tl	მგ/N მ ³	n.a.	n.a.	0.05
Hg	მგ/N მ ³	n.a.	n.a.	0.05
Hg+Cd	მგ/N მ ³	n.a.	0.2	n.a.
Ni+As	მგ/N მ ³	n.a.	1	n.a.
Pb+Cr+Cu+Mn	მგ/N მ ³	n.a.	5	n.a.
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	მგ/N მ ³	n.a.	n.a.	0.5
დიოქსინები და ფურანები	მგ/N მ ³	n.a.	n.a.	0.1

საყოფაცხოვრებო ნარჩენების ან/და მსგავსი ნარჩენების ინსინერაციის შედეგად ნარჩენების მოცულობა მცირდება 95 %-ით. ენერგიის აღდგენა შესაძლებელია თბური ენერგიის სახით, ასევე შესაძლებელია მისი გარდაქმნა ელექტროენერგიად.

დღეისათვის ინსინერაციის ტექნოლოგია წარმოადგენს ცხაურზე მასის წვას. მიღებული ნარჩენები იყრება ბუნკერში საიდანაც ხდება მათი გადატანა ინსინერატორში და, შესაბამისად, წვის პროცესი მიმდინარეობს ლუმელში. ინსინერაციის/წვის ტემპერატურა მერყეობს 950-1200°C. ცხაური იყოფა სამ ნაწილად: პირველ ნაწილში ხდება ნარჩენების გამოშრობა კედლებიდან გამოსხივების საშუალებით. აქვე მიმდინარეობს წვის პროცესიც; მესამე ნაწილში ხდება ნარჩენების სრული წვა და წარმოიქმნება ლუმელის ფსკერზე ფერფლი, რომლის გაცივების შემდეგ ხდება ფერფლიდან მეტალების ამოღება მაგნიტით.

წვის პროცესი ასევე შესაძლებელია განხორციელდეს მდულარე ფენის ინსინერატორში, სადაც პროცესი მიმდინარეობს მდულარე კვიშაში. ამ ტექნოლოგიას აქვს დადებითი და უარყოფითი მხარეები, ცხაურის ტექნოლოგიასთან შედარებით, თუმცა ევროპაში დაახლოებით 90 % ინსინერატორებში გამოყენებულია მასის წვის ცხაურის ტექნოლოგია.

წვის პროცესის დამთავრების შემდეგ მიმდინარეობს მიღებული ნამწვი აირების გაცივება და გასუფთავება. დღეისათვის მნიშვნელოვნად განვითარდა ნამწვი აირების გასუფთავების

ფსკერზე დაგროვილი ფერფლი, გადამუშავების შემდგომ, მეტწილად, გამოიყენება გზის მშენებლობისთვის, ან გზის დაზიანებული ადგილების ამოსავსებად, როგორც ხრემის შემცველი მასალა, თუმცა არსებობს გარკვეული შეზღუდვები, ფსკერზე დაგროვილი ფერფლის გამოყენების შემთხვევაში.

ორთქლი

რეციკლირებული აქტიური ნახშირი

რეციკლირების ვინტილალური

კირი

კირის გადამუშავება

აქტიური ნახშირბადის სასილოსე ორმო

სათავსო

ზვინი

ამიაკის წყალი ნარჩენი

ორთქლის გენერატორი

ფსკერის ნაცრის დამუშავება

ბოილერიდან ჩამოყვრილი ნაცარი

სათავსოდან ჩამოყვრილი ნაცარი

HCl-გამწმენდი

SO₂-გამწმენდი

წყალი

30%-იანი ჰიდროქლორის მჟავა

გაფხის გადამუშავება

გაფხის სასილოსე ორმო

HCl-გადამუშავება

თბოგამცველი სისტემა

www.orkisi.ge

სხრილი №5.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების გამოყენება ენერგიის წყაროდ

საწყისი ენერგიის წყარო	მიღებული ენერგია: სითბოსა და ელენერგიის კომბინაცია	მიღებული ენერგია: მხოლოდ ელენერგია
მყარი მუნიციპალური ნარჩენი 100 %	სითბო 60-65%	
	ელ ენერგია 20-25%	ელ ენერგია 20-25%
	თვითმომხმარება 5%	თვითმომხმარება 5%
	დანაკარგი 10-15%	დანაკარგი 65-70%

ამდენად, ენერგიის მიღება/აღდგენა დამოკიდებულია სითბოს/ორთქლის და ელენერგიის ბაზრის ხელმისაწვდომობაზე. მიღებული სითბოს (წყლის გაცხელება)/ორთქლის გამოიყენება შესაძლებელია ისეთ დასახლებებში, სადაც ხელმისაწვდომია ცენტრალიზებული გათბობის სისტემა ან საწარმოები, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიყენონ ენერგიის ამგვარი ფორმები.

ნარჩენების გადამუშავების პირობების სისტემა

პირობიზი წარმოადგენს ნარჩენების თერმული დამუშავების პროცესს ჟანგბადის გარეშე. გარედან მიწოდებული თბური ენერგიის წყარო გამოყენებულია ენდოთერმული რეაქციის განხორციელებისათვის. ნარჩენების ორგანული ფრაქცია თერმულად არასტაბილურია და, შესაბამისად, პირობიზის პროცესის დროს, მიმდინარეობს მისი დაშლა გაზისებრ, თხევად და მყარ ფრაქციებად, კერძოდ, მიიღება შემდეგი პროდუქტები:

გაზისებრი ფრაქცია - H_2 (წყალბადი), CH_4 (მეთანი), CO და CO_2 .

თხევადი ფრაქცია - ძმარმუავის, აცეტონის, მეთანოლის (მეთილის სპირტი) და ნახშირწყალბადების ნარევი. აღნიშნული ნარევიდან მაღალხარისხიანი საწვავის მიღება, როგორიცაა ევრო დიზელი, დამოკიდებულია შემდგომ ტექნოლოგიურ პროცესზე, რაც თავისთავად ძვირადღირებულ ტექნოლოგიას წარმოადგენს.

მყარი ფრაქცია- სუფთა ნახშირბადი/ნახშირი და ინერტული მასალა მყარი ნარჩენებიდან.



ანთქიზის საწარმო

ნებისმიერი ტექნოლოგიის დანერგვის წინაპირობას წარმოადგენს სექტორში მოქმედი კანონმდებლობა. საქართველოში მყარი ნარჩენების მართვის სფერო რეგულირდება საკანონმდებლო აქტებით, სტრატეგიული დოკუმენტებითა და ნარჩენების მართვის სფეროში ქვეყნის მიერ აღებული საერთაშორისო ვალდებულებებით. მაგალითად, საქართველოს კანონით „გარემოს დაცვის შესახებ“ (1996, მუხლი 5) გარემოს დაცვის ძირითად პრინციპებად, სხვა პრინციპებთან ერთად, განსაზღვრულია:

ა) "ნარჩენების მინიმიზაციის პრინციპი" - საქმიანობის განხორციელებისას უპირატესობა ენიჭება ისეთ ტექნოლოგიას, რომელიც უზრუნველყოფს ნარჩენების მინიმიზაციას; ბ) "რეციკლირების პრინციპი" - საქმიანობის განხორციელებისას უპირატესობა ენიჭება ხელმეორედ გამოყენებად ან გადამუშავებად, ბიოლოგიურად დეგრადირებად ან გარემოსათვის უვნებლად დაშლად ნივთიერებებს, მასალებს და ქიმიურ ნაერთებს.

ამდენად, ნარჩენების გადამუშავების (უტილიზაციის) განხილული მეთოდების/ტექნოლოგიების დანერგვა საქართველოში დაკავშირებულია მნიშვნელოვანი ინვესტიციების განხორციელებასთან, მოქმედი კანონმდებლობისა და საერთაშორისო ხელშეკრულების ფარგლებში აღებული ვალდებულებების მოთხოვნების შესრულებასთან.

ხათუნა ჩიკვილაძე

გეოგრაფიულ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

სტატია მომზადებულია

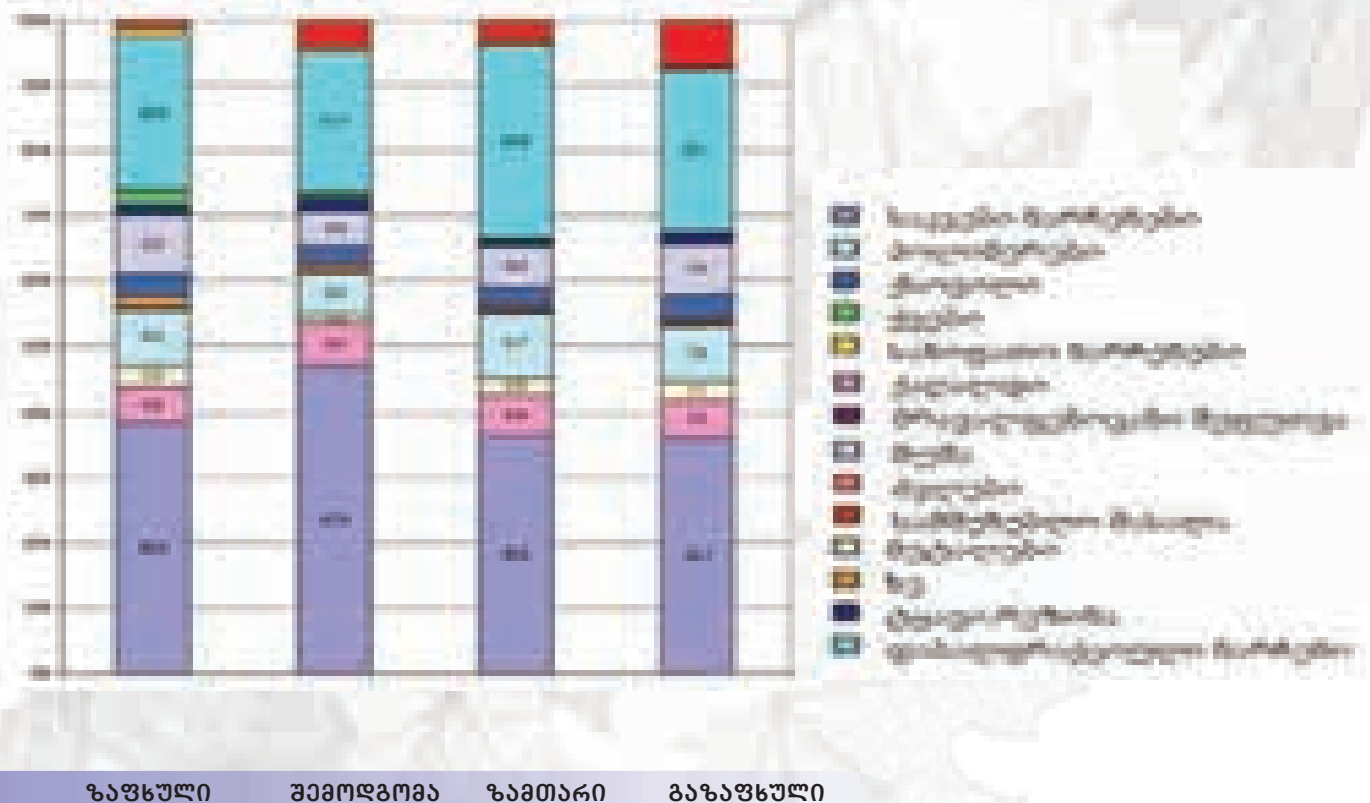
უცხოურ ლიტერატურაზე დაყრდნობით

არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელები და მათი მიმდებარე ზოგირითი ქიმიური და მიკრობიოლოგიური პროცესები

არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელები, მათი ხანგრძლივობის, მრავალფეროვანი შემადგენლობისა და ადგილმდებარეობის გამო საფრთხეს უქმნიან გარემოს ეკოლოგიურ სტაბილურობას და შესაბამისად, მოსახლეობის ჯამრთელობას.

ნარჩენებთან დაკავშირებული მთელი რიგი ეპიდემიოლოგიური პრობლემების გადასაჭრელად, საჭიროა ბუნებაში არსებული ნაგავსაყრელების სანიტარული და ეკოლოგიური მონიტორინგის ჩატარება, რაც გულისხმობს სრული სურათისა და ობიექტური ინფორმაციის მიღებას მათი ქიმიური და მიკრობიოლოგიური შემადგენლობის, აგრეთვე მათი მიმდებარე ტერიტორიების მდგომარეობის შესახებ. კვლევის შედეგების საფუძველზე დადგინდება თუ რამდენად ნეგატიურნი შეიძლება აღმოჩნდნენ ისინი ადამიანების ჯამრთელობისათვის.

უნდა აღინიშნოს, რომ მყარი ნარჩენების ფრაქციული შემადგენლობა დროის მიხედვით განიცდის ცვლილებებს. მაგალითად: XX საუკუნისაგან განსხვავებით, როდესაც ნარჩენების ძირითად შემადგენელ ნაწილს შეადგენდა საკვები ნარჩენები, დღესდღეობით უკვე მადომინირებლები ხდებიან ისეთი კომპონენტები როგორიცაა – ქაღალდი, პოლიმერები, შუშა და სხვა (სურ.1).



სურ. 1. ნარჩენების ფრაქციული შემადგენლობა სეზონების მიხედვით

ნაგავსაყრელების საშუალო ქიმიური შემადგენლობაც მეტ-ნაკლებად განსხვავებულია კლიმატური ზონების მიხედვით.

ცხრილი №1.

ნაგავსაყრელების ქიმიური შემადგენლობა კლიმატური ზონების მიხედვით

კომპონენტები	საშუალო კლიმატური ზონა	სამხრეთ კლიმატური ზონა
ორგანული ნივთიერებები	56-72	56-80
მტვერი	28-44	20-44
საერთო აზოტი	0.9-1.9	1.2-2.7
საერთო ფოსფორი	0.5-0.8	0.5-0.8
საერთო ნახშირბადი	30-35	28-39
<i>K</i>	0.5-1.0	0.8-1.1
<i>Ca</i>	2-3	4.0-5.7

მოცემული კომპონენტები (ცხრილი 1) ხშირად შეიცავენ კანცეროგენულ ნივთიერებებს, რომლებიც თავისთავად უარყოფით ზეგავლენას ახდენენ გარემოზე და მოსახლეობის ჯამრთელობაზე. აქედან გამომდინარე, საშიში ნივთიერებების შემცველობების მიხედვით, ზოგიერთი ქვეყანა ნარჩენებს ანიჭებს სხვადასხვა კლასიფიკაციას (ცხრილი 2).

ხსრილი №2.

ადამიანის ჯამრთელობასა და გარემოზე ნეგატიური ზემოქმედების მიხედვით ნაგავსაყრელების კლასებად დაყოფა

კლასიფიკაცია	საშიშროების ხარისხი	შემადგენლობა
I კლასი	განსაკუთრებით საშიში	Hg, K-ის ქრომატი, K-ის ციანიდი
II კლასი	მაღალი საშიშროების მქონე	Cu-ისა და Pb-ის ნაერთები
III კლასი	ზომიერად საშიში	ოთხქლორიანი ნახშირბადი, ნიკელის ქლორიდი, ტყვიის ოქსიდი
IV კლასი	მცირედ საშიში	თუთიის ნაერთები, ფოსფატები, ამინები
V კლასი	პრაქტიკულად არასაშიში	-----

არაკონტროლირებად ნაგავსაყრელებზე ზოგჯერ შეინიშნება სხვადასხვა ტიპის მცენარეები ან სოკოები (სურ. 2). ისინი ითვისებენ ნიადაგიდან ზოგიერთი კომპონენტის მოძრავ ფორმებს და აქედან გამომდინარე, აქტიურად მონაწილეობენ ნიადაგის თვითგანმენდის პროცესში. ნიადაგში დამაბინძურებლების მოძრავი ფორმების არსებობას კი ხელს უწყობენ მიკროორგანიზმები, რომლებიც საკმაოდ მრავლად არიან ნაგავსაყრელების ნიადაგების შემადგენლობაში.



სურ. 2 ნაგავსაყრელზე ამოსული ბალახოვანი მცენარე და სოკო

სურათზე წარმოდგენილი სოკო და ბალახოვანი მცენარე ამოსულია ჰონკონგის მიტოვებული ნაგავსაყრელის ტერიტორიაზე. ანალიზის შედეგებმა აჩვენეს, რომ ორივე პროდუქტში არის აზოტის მაღალი შემცველობა, რაც არ არის გასაკვირი, რადგან ამ ტიპის ნიადაგის სინჯებშიც ასევე აღმოჩნდა აზოტის მაღალი შემცველობა. ეჭვგარეშეა ისიც, რომ მათში ასევე იქნება ზოგიერთი, მაღალი ტოქსიკურობით გამორჩეული, მძიმე ლითონის მაღალი კონცენტრაციებიც. რასაკვირველია, ასეთი პროდუქტები საშიშია შინაური ცხოველებისათვის.

ნაგავსაყრელებისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიების ნიადაგები იმდენად მდიდარია აზოტის ნაერთებით (მათში საკვები ფრაქციის მაღალი შემცველობიდან გამომდინარე), რომ მკვლევართა აზრით, ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნენ სასუქად მცენარეებისათვის. ამისათვის კი საჭიროა თანამედროვე ტექნოლოგიების ჩართვა ამ პროცესებში, რათა ამ ტიპის ნიადაგები, სრულყოფილად თუ არა ნაწილობრივ მაინც, გაწმენდილ იქნენ სახიფათო ნარჩენებისაგან. ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ დღესდღეობით უკვე მიღებულია ფიზიოლოგიური ხსნარები, რომელთა მეშვეობით შეიძლება მოცემული ტიპის ნიადაგების გამოტუტვა დამაბინძურებლებისაგან, თუმცა შესაფასებელი იქნება, უღირს თუ არა ეს ქმედება ამა თუ იმ ქვეყანას, ფინანსური თვალსაზრისით. უნდა აღინიშნოს ის ფაქტიც, რომ მოცემულ პრობლემაზე მუშაობენ მრავალი ქვეყნის მონიწივე სპეციალისტები.



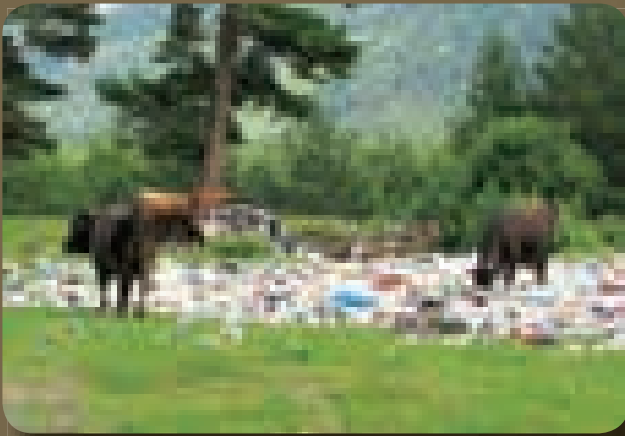
მიუხედავად იმისა, რომ ბაქტერიები აქტიურ მონაწილეობას იღებენ ნარჩენების ორგანული ფრაქციების დესტრუქციის (დაშლის) განხორციელებაში, მაინც ფრაგმენტალურადაა შესწავლილი მათი, ასე ვთქვათ, ქცევები მოცემულ სისტემაში და არ არის სათანადოთ შეფასებული მიკროორგანიზმების როლი გარემოს დაბინძურების პროცესებში. მიუხედავად ამისა, ზოგიერთ ქვეყანაში აქტიურად გრძელდება კვლევები ნაგავსაყრელებისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიებისათვის დამახასიათებელი პათოგენური ბაქტერიების გარკვეული სპექტრის გარშემო. მათგან ყურადსაღებია ბაქტერიების ისეთი გრამ-უარყოფითი ან გრამ-დადებითი სახეობები, როგორიცაა ნაწილის ჩხირი (E-coli), ბრუცელა (brucella), სალმონელა (Salmonella), ენტერობაქტერიები (Enterobacter) და სხვა (იხ. სურ. 3).



სურ. 3 პათოგენური ბაქტერიების ზოგიერთი წარმომადგენელი (E-coli, Brucella, Salmonella)

წარმომადგენელი ბაქტერიები შესწავლილ იქნა სან-ნიკოლას (მექსიკა) ნაგავსაყრელსა და პოლონეთის ერთ-ერთ პოლიგონზე, რომლებიც განლაგებულნი არიან ქალაქის გარეუბნებში და წარმომადგენენ მრავალწლიან ნაგავსაყრელებს. კვლევების შედეგად ნიადაგში იდენტიფიცირდა 30-მდე პათოგენური გრამ-უარყოფითი და გრამ-დადებითი ბაქტერიები, მათ შორის მე-3 სურათზე წარმომადგენელი ბაქტერიებიც. მიკრობიოლოგიური ანალიზი ჩატარებულ იქნა, როგორც ნიადაგისა და ნაჟური წყლის, ასევე ატმოსფერული ჰაერის სინჯებშიც. პათოგენურ ბაქტერიებს შორის აღმოჩნდნენ ისეთი სახეობებიც, რომლებიც საშიშია შინაური პირუტყვისათვის (ძროხებისათვის, ღორებისათვის და ფრინველისთვის). ასე რომ, ამ შემთხვევაში გამოკვლეული ნაგავსაყრელების ტერიტორია შეფასებულ იქნა საკმაოდ უარყოფითად და ჩაითვალა საშიშ პოლიგონად არამარტო შინაური ცხოველებისათვის, არამედ იქ მომუშავე პერსონალისთვისაც კი.

განსაკუთრებით ყურადსაღებია ნაგავსაყრელებისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიების დაბინძურების ხარისხი მძიმე ლითონებით. როგორც ცნობილია, ზოგიერთი მათგანი გამოირჩევა მაღალი ტოქსიკურობით და აქედან გამომდინარე, ამ ტიპის ნაგავსაყრელები ითვლებიან ადამიანებისათვის საშიშ ობიექტებად. შესაბამისად, სხვადასხვა ქვეყანაში მიმდინარეობს საინტერესო კვლევები ამ მიმართულებით. მაგალითად: მაღაზიაში ორ ნაგავ-



მინარე ცხოველები ნაგავსაყრდოვზე

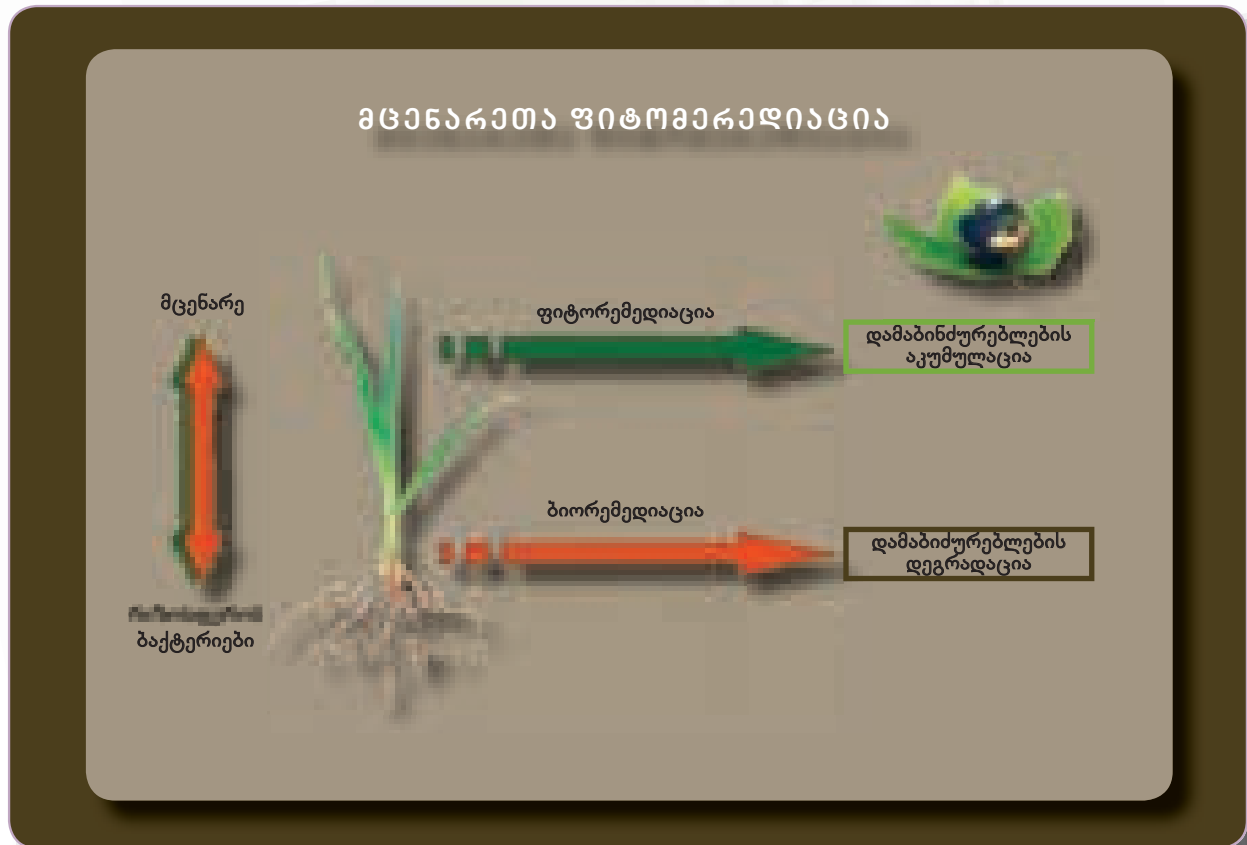
ვსაყრელზე, შესწავლილ იქნა მძიმე ლითონების მიგრაცია ნიადაგში ვერტიკალური მიმართულებით (0-20 მ.). მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ სხვადასხვა მეტალი აკუმულირდება ნიადაგის სხვადასხვა სიღრმეზე, მაგალითად: ტყვიის მაღალი კონცენტრაციები დაფიქსირდა ნიადაგის ზედა ჭრილის ნიმუშებში, სპილენძისა და თუთიის შემცველობები კი ნიადაგის საკმაოდ სიღრმისეულ ქვედა ჭრილების ნიმუშებში, თუმცა ერთ-ერთი ნაგავსაყრელის ტერიტორია აღმოჩნდა საკმაოდ დაბინძურებული და შესაბამისად, საშიში მოსახლეობის ჯამრთელობისათვის, მათში ზოგიერთი მეტალის მაღალი კონცენტრაციის გამო (გადააჭარბეს თავიანთ ნორმატივებს As და Hg).



ცხოველები ნაგავსაყრდოვზე

ნაგავსაყრელების ტერიტორიაზე შესწავლილ იქნა პოლიგონებიდან გამომდინარე ნაჟური წყლებიც. დანიაში, საკვლევი ნიმუშებში აღმოჩნდა, რომ ერთ-ერთი ნაგავსაყრელის გაუფიტრავი ნაჟური წყალი შეიცავს: Cd-ს - 100მკგ/ლ, Ni-ს - 500მკგ/ლ, Zn-ს - 1000მკგ/ლ, Cu-ს - 1000მკგ/ლ, Pb-ს - 800მკგ/ლ., ხოლო ნაჟური წყლის კოლოიდური ფრაქციის შემცველობა, სადაც მეტალები ძირითადად იმყოფებიან კომპლექსებში ორგანიკასთან, შემდეგია: Cd - 38-45%, Ni - 27-56%, Zn - 24-45%, Cu - 86-95%, Pb - 96-99%. როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, მძიმე მეტალები ნაგავსაყრელების სისტემაში უმეტესად არიან ორგანული კომპლექსების სახით.

ჩინეთში სულ უფრო პოპულარული ხდება ფიტორემედიაციის მეთოდი, რომელიც ითვლება საკმაოდ ეფექტურ საშუალებად ნაგავსაყრელებისა და მათი მიმდებარე ტერიტორიების მძიმე ლითონებით დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად. საქმე იმაშია, რომ ზოგიერთი ტიპის მცენარე ახდენს ნიადაგისა და დაბინძურებული ნაჟური წყლების დეზაქტივაციას ზოგიერთი მძიმე მეტალებისაგან, ანუ ითვისებენ რა ისინი დიდი რაოდენობით მეტალების მოძრავ ფორმებს, ამით აქტიურად მონაწილეობენ ამ ობიექტების თვითგანმენდის პროცესებში.

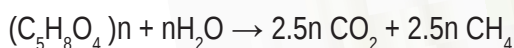


აშშ-ს ჩრდილოეთ კაროლინას უნივერსიტეტის მკვლევარებმა შექმნეს ნარჩენებისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი ფრაქციის ქიმიური და ბიოლოგიური დესტრუქციის ან დაშლის შესაძლო ვარიანტები:

ცელულოზა



ჰემიცელულოზა



მიკრობიოლოგიური პროცესები

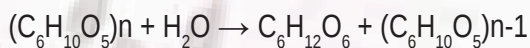
პოლიმერის
ცელულოზის
ცილების

ჰიდროლიზი

გლუკოზა, ამინომჟავები

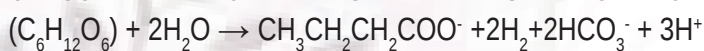


ფიჭოლქვეყნის მცენარეები



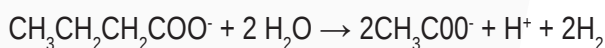
ფერმენტული დუღილი

გლუკოზა – ადვილად აქროლადი ცხიმოვან მჟავები



მიკრობიოლოგიური პროცესები

აცეტატური პროდუქტების მიღება



თითოეული ამ გარდაქმნის შედეგად მიიღება მეთანისა და ნახშირორჟანგის გაზები (ე.წ. სათბურის გაზები), რომლებიც ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი დამაბინძურებლებია და აქედან გამომდინარე, უარყოფით როლს ასრულებენ გლობალური დათბობის პროცესში.

RTJ თანამედროვე კვლევებიდან ნათლად ჩანს, რომ არაკონტროლირებადი ნაგავსაყრელები, რომლებიც მრავლადაა მსოფლიოს ზოგიერთ ქვეყანაში, ძალიან აბინძურებენ მათ მიმდებარე ტერიტორიებს და საერთოდ გარემოს. ისინი დიდ საფრთხეს უქმნიან ადამიანების ჯამრთელობას. მსგავს საშიშროებასთან გვაქვს საქმე საქართველოშიც, რადგან არაკონტროლირებად ნაგავსაყრელებზე ხვდება სახიფათო ნარჩენებიც, რაც ერთიორად ზრდის მათ ნეგატიურ გავლენას გარემოსა და ადამიანების მდგომარეობაზე. აქედან გამომდინარე, ნაგავსაყრელების ტერიტორიები, სადაც აღმოჩნდება დაბინძურების მაღალი ხარისხი, დაუყოვნებლივ უნდა იქნენ განმენდილნი.

ნუგზარ ბუაჩიძე

ქიმიურ მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი

სტატია მომზადებულია

უცხოურ ლიტერატურაზე დაყრდნობით



სარედაქციო კოლეგია: მარიამ ქიმერიძე
ნამი ზუბაშვილი
მანანა გიქოშვილი
დიზაინი: თამარ ტყაბლაძე

www.cleanup.ge
www.orkisi.ge



