

ბიოქიმია და გარემო

ავტორი [თინათინ ზარდიაშვილი](#)

ბიოქიმიის განვითარებამ ადამიანებს საშუალება მისცა, სასიცოცხლო პროცესები უფრო მეტად ეკონტროლებინა, თუმცა ამასთანავე წამოიჭრა კომპლექსური პრობლემები გარემოს დაბინძურებასთან დაკავშირებით. წერილში რამდენიმე აქტივობაა წარმოდგენილი, რომლებიც ჩვენ ყოფას ეხება.

ინფორმაციის დამუშავების შემდეგ მოსწავლეს ეცოდინება:

- ქსენობიოტიკი – ნებისმიერი ნივთიერება, რომელიც აღმოჩენილია ცოცხალ ორგანიზმში, მაგრამ მისთვის დამახასიათებელი არ არის;
- ბიოდეგრადირებადი/კომპოსტირების უნარის მქონე პლასტიკი – იშლება ბაქტერიის ან სხვა ცოცხალი ორგანიზმის მიერ;
- კომპლექსი ე.წ. „მასპინძელი-სტუმარი“ – ფერმენტ – სუბსტრატული კომპლექსის მსგავსი ერთობლიობაა;
- ფერმენტების მონაწილეობით ხდება ოკეანეში ჩაღვრილი ნავთობისა და ინდუსტრიული ნარჩენების დაშლა;
- ფერმენტები შედის ბიოლოგიური დეტერგენტების შემადგენლობაში, მათი გამოყენებით რეცხვა ენერგოეფექტურია, მიმდინარეობს დაბალ ტემპერატურაზე.

საკითხის დამუშავების შემდეგ მოსწავლე შეძლება:

- იმსჯელოს ანტიბიოტიკებით გამოწვეულ პრობლემებზე იმ მცენარეებში, რომლებიც კანალიზაციის, ჩამდინარე წყლებით ირწყვება;
- დაადგინოს სახამებლის მნიშვნელობა ბიოდეგრადირებად პლასტიკში;
- შეაფასოს „მასპინძელი-სტუმარი“ კომპლექსის მნიშვნელობა დამაბინძურებლებისგან გარემოს გასუფთავების პროცესში;
- იმსჯელოს, რატომ არის მნიშვნელოვანი, რომ ნებისმიერი მეცნიერი ახალი კვლევისა და პროდუქტის შექმნის პროცესში აფასებდეს ქიმიური რეაქტივების, ნარჩენებისა და პროდუქტების გავლენას გარემოზე.

ქსენობიოტიკები. ორგანული ქიმიის სწრაფ განვითარებას მეთორმეტე საუკუნეში მოჰყვა პესტიციდების, წამლებისა და ისეთი ქიმიური ნაერთების სინთეზი, რომელიც უცხოა ცოცხალი ორგანიზმებისთვის. ასეთ ნაერთებს ეწოდება ქსენობიოტიკები. ისინი ძირითადად ტოქსიკური, ბიოლოგიურად მდგრადი ნაერთებია. ზოგი მათგანი (მდგრადი დამაბინძურებლები) ხვდებიან ნიადაგში, შემდეგ კი ცხოველების ცხიმოვან ქსოვილებში, ბოლოს ერთვებიან კვებით ჯაჭვში.

1950 წლიდან 1980 წლამდე 2 მლნ. ტონა DDT აწარმოვეს და გამოიყენეს მავნებლების წინააღმდეგ. ის ზრდიდა მოსავლიანობას და დაავადების გამომწვევების წინააღმდეგ მცენარეების მდგრადობას. ის მნიშვნელოვანი იყო მალარიასა და ღენგეს ცხელებასთან საბრძოლველად, რადგან ხოცავდა ამ დაავადებების გამომწვევი მიკრობების გადამტან მწერებს. დროთა განმავლობაში განვითარდა DDT - რეზისტენტული მწერების პოპულაცია. ნივთიერება პრაქტიკულად მდგრადია და შეუძლია დაგროვდეს ცხოველის ორგანიზმში, ტოქსინი საფრთხეს უქმნიდა ადამიანის ჯანმრთელობასაც. ბევრ ქვეყანაში 1970-80 წლებში ინსექტიციდი აიკრძალა. შეზღუდულად სარგებლობდნენ მხოლოდ იმ რეგიონებში, სადაც მალარია იყო გავრცელებული. DDT-ს გამოყენებამ ფოტოზე გამოსახული არწივის სახეობა გადაშენების პირას მიიყვანა. მისი მეტაბოლიზმში ჩართვის გამო კვერცხის ნაჭუჭი გახდა მყიფე და მსხვრევადი, ვეღარ იცავდა ჩანასახს. ამ ინსექტიციდის აკრძალვის შემდეგ კი ამ არწივის რაოდენობა რამდენიმე ასეულიდან 150 000-მდე გაიზარდა.

ქსენობიოტიკების მეტაბოლიზმი მათ ქიმიურ სტრუქტურაზეა დამოკიდებული. ისინი შესაძლოა ბოლომდე მოინელოს მიკროორგანიზმმა, მცენარემ ან ცხოველმა. ამავე დროს ზოგი სინთეზური ნაერთი წარმოქმნის ტოქსიკურ მეტაბოლიტს, ისინი ცვლიან მეტაბოლიზმის მიმდინარეობას. მოქმედებენ რეპროდუქციულ აქტიურობაზე, ზრდასა და განვითარებაზე. ზოგი ქსენობიოტიკი უცვლელი რჩება ფერმენტების ზემოქმედებისას, ან ასეთი სახით გროვდება ორგანიზმში, ან გამოიყოფა ორგანიზმიდან.

გარემოში ქსენობიოტიკის დაშლის სიჩქარეზე გავლენას ახდენს მისი ფუნქციური ჯგუფი და პოლარობა. პოლარული ნაერთი წყალში ხსნადია და ადვილად გარდაიქმნება ცოცხალ ორგანიზმში ფოტოქიმიური ოქსიდაციის გზით. არაპოლარული ჰიდროფობური ქსენობიოტიკები კი ადვილად გადიან მემბრანაში და გროვდებიან მიკროორგანიზმის უჯრედში ან ცხოველის ცხიმოვან ქსოვილში. როცა ეს ნივთიერებები ჩაერთვებიან კვებით ჯაჭვში, მათი რაოდენობა ექსპონენციალურად, ანუ გეომეტრიული პროგრესიით იზრდება. დაგროვილი ნივთიერების კონცენტრაცია ყველაზე მაღალია კვებითი ჯაჭვის ბოლო მტაცებელში.

მძიმე მეტალების ტოქსიკურობა. მძიმე მეტალებია ვერცხლისწყალი, კადმიუმი, ტყვია. ისინი მრავალი ქიმიური წარმოების ნაწილია. ეს მეტალები ახდენენ ცილების დენატურაციას, ამიტომ აინჰიბირებენ ფერმენტების მოქმედებას. მოქმედებენ უჯრედის ჟანგვით პროცესებზე. ისინი ტოქსიკურია, ყველაზე ძლიერად მოქმედებს კვებითი ჯაჭვის ბოლო რგოლებზე.

ფარმაკოლოგიურად აქტიური ნივთიერებები და დეტერგენტები. ქსენობიოტიკების ცალკე ჯგუფია ანტიბიოტიკები და დეტერგენტები. ისინი არიან ნიადაგსა და წყლის ეკოსისტემებში. ანტიბიოტიკებისადმი რეზისტენტულ შტამებს უფრო რთული დაავადებების გამოწვევა შეუძლია. ზოგი მათგანი მოქმედებს იმუნურ სისტემაზე, ენდოკრინულ ჯირკვლებზე. იზრდება ინფექციის გავრცელების რისკი და ითრგუნება რეპროდუქციული ფუნქცია. სახლის მოვლისა და ინდუსტრიული დეტერგენტები შეიცავენ მოლეკულებს, რომლებიც ამცირებენ წყლის ზედაპირულ დაჭიმულობას და ამარტივებენ მყარი ზედაპირების წმენდის პროცესს.

ბიოლოგიური დეტერგენტები – შეიცავენ მრავალ ფერმენტს, რომლებსაც გამოყოფენ თერმოფილური მიკროორგანიზმებისგან. ისინი ცხიმებს შლიან უფრო დაბალი ტემპერატურის წყალში. ამავე დროს დაბალია მათი დენატურაციის უნარი, უმრავლესობა ბიოდეგრადირებადია და არ აქვს ნარჩენი პროდუქტები. ამავე დროს მათი გამოყენება ზოგავს ენერგიას და ამცირებს არაბიოლოგიური დეტერგენტების გამოყენებას. ფერმენტები და მიკროორგანიზმები გამოიყენება ნავთობის ჩაღვრის

დროს, ინდუსტრიული ნარჩენების დასაშლელად. ეს ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული: ქიმიური ბუნება და ნარჩენების არამდგრადობა, ჩაღვრის ლოკაცია, ტემპერატურა და სხვა. ენზიმების ნარევი, სურფაქტანტები და სხვა ნაერთები გამოიყენება ნავთობისა და ნარჩენების შემადგენლობაში არსებული ნაერთების დასაშლელად. უკვე ბევრი დამშლელი შტამი აღმოაჩინეს ისეთ ადგილებში, სადაც ხშირია ნავთობის ჩაღვრის შემთხვევები, მაგალითად, გალფი, მექსიკა, Deepwater Horizon.

მასპინძელი-სტუმარი კომპლექსები. მიუხედავად იმისა, რომ ფერმენტული პროცესები მაღალ შერჩევითი და ეფექტურია, ბევრი ფერმენტი არამდგრადია გარემოში და ოპტიმალურ აქტივობას ავლენენ pH-ის და ტემპერატურის ვიწრო დიაპაზონში. ზოგიერთი სინთეზური მოლეკულა თავისუფალია შეზღუდვებისგან და შერჩევითად უკავშირდება გარემოს დამაბინძურებლებს. შედეგად მიიღება დიდი მოლეკულები, ე.წ. „მასპინძელი-სტუმარი“, ეს წარმოადგენს ფერმენტ-სუბსტრატული კომპლექსების იმიტაციას. სადაც ფერმენტის სინთეზური ანალოგია „მასპინძელი“, გარემოს დამაბინძურებელი კი – „სტუმარი“.

ისინი ერთმანეთს უკავშირდებიან ვაანდერ-ვაალსის ძალებით, იონური და წყალბადური ბმებით. მათ შორის კოვალენტური ბმა არ წარმოიქმნება. მათ უნდა ჰქონდეთ კომპლემენტური, სამგანზომილებიანი სტრუქტურა. უმარტივეს შემთხვევაში „მასპინძელი“ შეიცავს ღრმულს, ის „სტუმარს“ უკავშირდება ვანდერვაალსის ძალით. ფუნქციური ჯგუფის არსებობის შემთხვევაში მყარდება წყალბადური ან იონური ბმები, იზრდება სელექციურობა, მაგრამ ამავე დროს იზრდება მგრძნობელობა pH-ისა და ტემპერატურის მიმართ.

მოლეკულური ბიოლოგიის მიმართულებით მომუშავე იაპონელმა მეცნიერებმა აღმოაჩინეს ბაქტერია, რომელსაც შეუძლია პოლიეთილენტერეფტალატის, იგივე ლავსანის დამშლელი ბაქტერია – *Ideonella Sakaensis*. ლავსანი მსოფლიო ნარჩენების საერთო რაოდენობის 1/6-ს შეადგენს. ამ ბაქტერიის ძირითადი საკვები ლავსანია. დამლისას წარმოიქმნება ნივთიერებები, რომლებიც საკვების დასამზადებლად გამოიყენება. ამავე დროს გამოთავისუფლდება ნახშირორჟანგი და წყალი. მეცნიერები ცდილობენ, შექმნან ასეთი ბაქტერიების შტამები, რაც გარემოს პოლიეთილენისგან გაათავისუფლებს. დიდ ბრიტანეთში ჯონ მაკგიანიმ სხვა მეცნიერებთან ერთად შემთხვევით აღმოაჩინა ე.წ. „მუტანტი“ ფერმენტი, რომელიც ბაქტერიებზე სწრაფად შლის პოლიეთილენტერეფტალატს.

დავალება: 2010 წლის 20 აპრილს მექსიკის ყურეში, მისისიპის მახლობლად ნავთობის ჩაღვრა დაიწყო. ეს იყო ნავთობის ინდუსტრიაში ყველაზე მასშტაბური დაბინძურება. 87 დღის განმავლობაში 49 მილიონი ბარელი ნავთობი ჩაიღვარა. ჭაბურღილი დახურეს 2010 წლის 19 სექტემბერს. ნედლი ნავთობი წყლის ზედაპირზე ამოვიდა. განსაკუთრებული საფრთხე ოკეანის ფრინველებს შეექმნათ.

- ნივთიერების კლასიფიკაციის სქემაში რა ადგილი უკავია ნავთობსა და ოკეანის წყალს?
- რა სახის ხსნარი მიიღება ოკეანის წყალში ნავთობის ჩაღვრისას და როგორია მისი ფიზიკური თვისებები?
- ნავთობისგან ოკეანის გასუფთავების რომელი მეთოდები გამოიყენეს და რა ქიმიური საფუძველი აქვს თითოეულის გამოყენებას?
- რა საფრთხე შეექმნა ოკეანის ეკოსისტემას ნავთობის ჩაღვრის გამო?

გამოყენებული ლიტერატურა:

- Oxford IB Diploma – Chemistry – 2014;
- [Deep water Horizon](#)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Deepwater_Horizon