

უაკ 577.4

გარემოს ქიმიური დაბინძურების სწავლების პრობლემატიკისა და მეთოდის ზოგიერთი ასპექტი საშუალო სკოლაში

¹თურქაძე ციცინო, ²კამკამიძე ნათია, ³ზოჭოიძე ინგა

- ¹ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის დეპარტამენტის ას. პროფესორი, ტ.მ.კ.
- ²ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის ას. პროფესორი, ტ.მ.კ.
- ³ა. წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტის ას. პროფესორი, ქ.მ.კ.

ანოტაცია

ზოგადსაგანმანათლებლო საშუალო სკოლებში ეკოლოგიის პროგრამული კურსი აუცილებლად უნდა მოიცავდეს გარემოს დაბინძურების პრობლემათა შესწავლას, რაც მასწავლებელთა მხრიდან გაახლებული პედაგოგიური მიდგომებისა და მეთოდების გამოყენებას მოითხოვს.

მოცემულ სტატიაში წარმოდგენილია გარემოს ქიმიური დაბინძურების პრობლემები და მათი სწავლების მეთოდის ზოგიერთი საკითხები. წარმოდგენილი სამუშაო ეხება გარემოს ქიმიურ დამაბინძურებლებს - არაორგანულ და ორგანულ ნაერთებს. შესაბამისად, არაორგანული ნაერთებიდან განიხილება მძიმე მეტალებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემების გადმოცემისა და სწავლების მეთოდის საკითხები, ხოლო ორგანული ნაერთებიდან დიოქსინების ეკოლოგიური პრობლემის გადმოცემისა და სწავლების მეთოდის საკითხები.

სტატიაში მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა ტერმინების - „მძიმე მეტალები“ და „დიოქსინები“ - განმარტებას, დიოქსინების პრობლემის დახასიათებას, მათი წარმოქმნის გზებისა და აღკვეთის პრობლემების განხილვას. მოცემულია მძიმე მეტალების ყველაზე მეტად ტოქსიკური წარმომადგენლების - ტყვიის, ვერცხლისწყალისა და კადმიუმის დახასიათება, ამ მეტალებით გარემოს დაბინძურების წყაროების მიმოხილვა და მათი მოქმედების ტოქსიკურობა.

აღნიშნული საკითხის სწავლებისას, რა თქმა უნდა, ყურადღება უნდა მიექცეს პროგრამის შესაბამისობას საშუალო სკოლის სხვა დისციპლინების პროგრამების მიმართ. აღნიშნულის გამო, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია საკითხი - გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლების შესახებ ჩაირთოს ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლის მე-11 კლასის სასწავლო პროგრამაში - მძიმე მეტალების პრობლემათა სწავლება გათვალისწინებით იმისა, რომ მოსწავლეებს უკვე გავლილი აქვთ არაორგანული ქიმიისა და ზოგადი ბიოლოგიის კურსები და ამავდროულად ეცნობიან ორგანული ქიმიისა და ადამიანის ანატომიის კურსებს, ხოლო დიოქსინების პრობლემის სწავლება გათვალისწინებით იმისა, რომ მოსწავლეებს პარალელურად უკვე გავლილი აქვთ მასალის შესაბამისი საკითხები ორგანული ქიმიისა (ნაჯერი, უჯერი და არომატული ნახშირწყალბადები) და ადამიანის ანატომიის კურსებში.

შესავალი.

უკანასკნელ ხანებში ზოგადსაგანმანათლებლო საშუალო სკოლებში დიდი ყურადღება მიექცა ეკოლოგიის სწავლების საკითხებს. ამ მხრივ მნიშვნელოვანი ნაბიჯები იდგმება განათლებისა და გარემოს დაცვის სამინისტროთა შესაბამისი სამსახურების მიერ. მაშინ, როცა დაჩქარებული ტემპებით მიმდინარეობს და დასრულების პროცესშია საშუალო სკოლაში ეკოლოგიური აღზრდის სისტემური პროგრამების განვითარების კონცეფციის შემუშავება, შესაბამისად დღის წესრიგში დგება საკითხი ეკოლოგიის პროგრამული საკითხების სწავლების მეთოდის მხრივ. ეკოლოგიური განათლება უნდა განვიხილოთ როგორც შემეცნების უწყვეტი პროცესი, რაც მოითხოვს პედაგოგიური მიდგომებისა და მეთოდების მუდმივ განახლებას ჩვენი სამყაროს ცვლადი პირობების გათვალისწინებით [1].

გარემოს ქიმიური დაბინძურების პრობლემის წარმოჩენა. კაცობრიობის განვითარების თანამედროვე ეტაპი ეკოლოგიური მდგომარეობის დამაბულობით გამოირჩევა და ეს ეკოლოგიური კრიზისი ბიოსფეროს საშიში დაბინძურებით ხასიათდება. მძიმე მეტალებით გარემოს დაბინძურების პრობლემა მწვავედ დადგა კაცობრიობის წინაშე, რადგან მათი მოქმედება დიდ საფრთხეს უქმნის ცოცხალი ორგანიზმების სიცოცხლეს.

მსოფლიოში არსებული ეკოლოგიური პრობლემების წარმოქმნის მიზეზად ძირითადად გარემოს ძლიერი დაბინძურება განიხილება. აღნიშნულის მხრივ უდიდესი ყურადღება ეთმობა გარემოს ქიმიური დაბინძურების საკითხს, რაც მრავალი ქიმიური ნაერთის ბუნებაში მოხვედრით არის გამოწვეული. ერთ-ერთი მეცნიერის გამონათქვამის მიხედვით დამაბინძურებლად შეიძლება განვიხილოთ ყველაფერი, რაც არ არის თავის ადგილას. მაგალითად, ქიმიურ ლაბორატორიაში ჭურჭელში შენახული რეაქტივი, ვთქვათ ნატრიუმის ნიტრატი (რომელიც სოფლის მეურნეობაში გამოიყენება როგორც სასუქი), არ წარმოადგენს გარემოს დამაბინძურებელს, მაგრამ როდესაც იგი მოხვდება სამელ წყალში - განიხილება როგორც გარემოს ქიმიური დამაბინძურებელი.

გარემოში მოხვედრილი ქიმიური ნაერთები წყლის, ჰაერის ან საკვების საშუალებით ხვდებიან ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში. მათი მოქმედების შედეგია მწვავე მოწამვლები და წლების მანძილზე გამოვლენილი სხვადასხვა დაავადებები (შემდგომ თაობებშიც კი).

გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლები შეიძლება დაიყოს არაორგანული და ორგანული ქიმიური ნაერთების მიხედვით, რაც თავის მხრივ ცალ-ცალკე განსახილველ საკითხებად შეიძლება წარმოვადგინოთ. სწორედ ამიტომ, მოცემულ ნაშრომში ცალ-ცალკეა წარმოდგენილია გარემოს ქიმიურ დამაბინძურებლებით - არაორგანული და ორგანული ნაერთებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემების სწავლების პრობლემატიკისა და მეთოდის ზოგიერთი მნიშვნელოვანი ასპექტი.

არაორგანული ნაერთები (მძიმე ლითონები). გარემოს დამაბინძურებელ არაორგანულ ნაერთებს შორის გავრცელებისა და მოქმედების საშიშროების მხრივ ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი არაორგანულ ნიტრატებსა და მძიმე მეტალებს უჭირავს. ამჯერად ჩვენ ყურადღებას გავამახვილებთ მძიმე მეტალებით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემების გადმოცემისა და სწავლების მეთოდის საკითხებზე, თუმცა ვთვლით, რომ ნიტრატებით გარემოს დაბინძურებისა და სწავლების პრობლემაც არა ნაკლებ მნიშვნელოვანი და საყურადღებოა.

ასევე, ტყვიის ნაერთები - Pb_3O_4 და $PbSO_4$ - ფართოდ გამოყენებიან ქიმიურ მრეწველობაში სხვადასხვა თეთრი ფერის საღებავების დასამზადებლად. ამჟამად მათი გამოყენება შეზღუდულია. ძველად ტყვიის შემცველი ნაერთებით ძველი ბერძნები ღებავდნენ თავიანთ ჭურჭელს. ძველ რომში კი მეტალური ტყვია გამოიყენებოდა წყალგაყვანილობის მილების დასამზადებელ მასალად, ხოლო ტყვიისაგან დამზადებული ჭურჭელი რომაელ პატრიცთა ფუფუნების საგანს წარმოადგენდა, რამაც მეცნიერთა ვარაუდით გამოიწვია რომის იმპერიის ნგრევა.

ტყვია, როგორც ტოქსიკური მეტალი. უკანასკნელ ხანებში დეტალურად იქნა შესწავლილი ცოცხალ ორგანიზმზე ტყვიის ზემოქმედების საკითხები. ადამიანის დღიურ რაციონში საშუალოდ დაახლოებით 250 მკგ ტყვია ხვდება, რაც 10-ჯერ მცირეა ტყვიის ტოქსიკურ დოზაზე.

ტყვიის უარყოფითი ეფექტი განსაკუთრებით ვლინდება ნერვულ სისტემაზე. მცირე დოზებით ტყვიის ხანგრძლივი ზემოქმედების დროს ხდება თავის ტვინის მოქმედების დარღვევა, რაც ბავშვებში ნერვულ-ფსიქიკური და ფიზიკური განვითარების შეფერხებას იწვევს, რის შედეგადაც აღინიშნება თავის ტკივილები, თავბრუსხვევა, გადაღლილობა, გაღიზიანება, ძილის დარღვევა, მეხსიერების დაქვეითება და სხვა. ტყვიით ხანგრძლივი ინტოქსიკაცია იწვევს ათეროსკლეროზს. ახლახანს აშშ-ის მეცნიერები მივიდნენ დასკვნამდე, რომ ტყვიით ტოქსიკაცია არის მიზეზი მოსწავლეთა აგრესიულობის ზრდისა და მათი სწავლის მონაცემების დაქვეითებისა.

ტყვიის ნაერთების ადამიანზე მოქმედება იწვევს ქრონიკულ დარღვევებს სისხლწარმოქმნაში და შედეგად ვითარდება სხვადასხვა სახის ანემია (სისხლნაკლოვანება). აღმოჩნდა, რომ არასრულფასოვანი კვების დროს ე.ი. როცა ორგანიზმი ვერ ღებულობს საჭირო რაოდენობის კალციუმისა და ფოსფორის, ასევე რკინის, სპილენძისა და მაგნიუმის ნაერთებს, ორგანიზმის მიერ ტყვიის შეწოვა იზრდება და იგი ძვლებში იჭერს კალციუმის ადგილს, რის შედეგადაც ირღვევა გამვალების პროცესი და ადგილი აქვს ორგანიზმის სხვადასხვა დაავადებების გამოვლენას.

ვერცხლისწყალი. ვერცხლისწყლით გარემოს დაბინძურების წყაროების მიმოხილვა. ქიმიური სიბოლო - Hg. იგი ერთადერთი მეტალია, რომელიც ნორმალურ პირობებში თხევად აგრეგატულ მდგომარეობაშია.

ვერცხლისწყალი ფართოდ გამოიყენება მრეწველობაში. მაგალითად, მეტალებისა და ცემენტის წარმოება, Hg-ის შემცველი ჰერბიციდების (სარეველა მცენარეების საწინააღმდეგო საშუალებები) დამზადება, ამიტომ გარემო მნიშვნელოვნად ბინძურდება Hg-ითა და მისი ნაერთებით.

ვერცხლისწყალი, როგორც ტოქსიკური მეტალი. ვერცხლისწყალი ადვილად აქროლადი მეტალია, მისი ორთქლი ძლიერ ტოქსიკურია (ორგანიზმში ხვდება სასუნთქი გზით) - იწვევს ცენტრალური ნერვული სისტემის მოშლას. Hg-ის ორთქლით მოწამვლისას ასევე შეინიშნება მეხსიერების და საორიენტაციო რეაქციების დაქვეითება. აქვე აუცილებელია მოსწავლეებს გავახსენოთ საყოფაცხოვრებო პირობებში (თერმომეტრი, წნევის საზომი აპარატი) ვერცხლისწყალის გამოყენების შესახებ და მათი ყურადღება გავამახვილოთ ვერცხლისწყლის დაღვრის შემთხვევაში შესაძლო ხიფათსა და უსაფრთხოების წესებზე. კერძოდ, ვერცხლისწყლის ნარჩენები უნდა შეგროვდეს დიდი სიფრთხილით, ადგილი, სადაც დაიღვარა ვერცხლისწყალი უნდა დამუშავდეს გოგირდის ფხვნილით და მიღებული ნარჩენები დაიმარხოს მიწაში.

ვერცხლისწლის ნაერთების ტოქსიკურობის თვალსაჩინოდ წარმოდგენისათვის მოვიყვანოთ შემდეგი ისტორიული ფაქტი: 1956 წელს იაპონიაში მდ. მინამატას მიდამოებში დაფიქსირდა განსხვავებული დაავადება, რომლის დროსაც ვითარდებოდა კიდურებისა და მოძრაობის პარალიზება, ავადმყოფებს დაკარგული ჰქონდათ ტკივილის შეგრძნება, დაუქვეითდათ მხედველობა. ამ დაავადებას "მინამატა" უწოდეს. ქიმიური ანალიზებით საბოლოოდ დადგინდა, რომ ამ დაავადების მიზეზი იყო $Hg(CH_3)_2$ -ით მოწამვლა, რომელიც წარმოიქმნა მახლობლად მდებარე ერთ-ერთი წარმოების მიერ Hg-ით მდიდარი ნარჩენების მდ. მინამატაში ჩადინების შედეგად.

დიდხანს ყურადღება არ ექცეოდა წყლის რესურსების დაბინძურებას წარმოების შედეგად წარმოქმნილი ვერცხლისწყლითა და მის ნაერთებით, რადგან მიიჩნეოდნენ, რომ წყალში ვერცხლისწყალი დაკარგავდა თავის აქტივობას. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ წყალში მცხოვრები მიკროორგანიზმები ვერცხლისწყალსა და მის ნაერთებს გარდაქმნიან ორგანულ ნაერთად - დიმეთილ-ვერცხლისწყლად - $Hg(CH_3)_2$. აღნიშნული ნაერთი წყლიდან ხვდება ცოცხალ ორგანიზმებში (თევზებში და სხვა ზღვის პროდუქტებში) და შემდეგ ადამიანის ორგანიზმში.

დიმეთილვერცხლისწყალი უფრო მეტად ტოქსიკურია, ვიდრე Hg-ის სხვა არაორგანული ნაერთები. $Hg(CH_3)_2$ უფრო სწრაფად და ადვილად ხსნადია ცხიმებში, ვიდრე Hg-ის არაორგანული ნაერთები, ამიტომ კუჭ-ნაწლავის მიერ Hg-ის ორგანული ნაერთების $\approx 75\%$ შეიწოვება, $Hg(CH_3)_2$ -ის ორგანიზმიდან გამოყოფის დრო 70 დღე-ღამეს შეადგენს, მაშინ როცა Hg-ის არაორგანული ნაერთების ორგანიზმიდან გამოყოფას 4-5 დღე-ღამე სჭირდება.

კადმიუმი. კადმიუმით გარემოს დაბინძურების წყაროების მიმოხილვა. კადმიუმი, როგორც Pb და Hg, არ წარმოადგენს სიცოცხლისათვის აუცილებელ მეტალს.

Cd და მისი ნაერთები ჰაერში სამრეწველო გამონახობლებიდან ხვდება, ხოლო აქედან იგი ნიადაგსა და საკვებ პროდუქტებში გადადის. Cd დიდი რაოდენობით გამოიყოფა პლასტმასების წვის შედეგად, რადგან მისი შემცველი ნაერთები გამოიყენებიან როგორც პლასტმასების სტაბილიზატორები.

კადმიუმი, როგორც ტოქსიკური მეტალი. კადმიუმი მაღალტოქსიკური მეტალია. ის მოქმედებს სხვადასხვა ორგანოებზე და სისტემებზე. ორგანიზმში ხვდება დაბინძურებული წყლიდან, საკვებიდან და ჰაერიდან.

ცხოველებზე ჩატარებული კვლევები მოწმობენ, რომ კადმიუმი შეიძლება იყოს ძლიერი კანცეროგენი (სიმსივნის გამომწვევი), მაგრამ დღესდღეობით, თანამედროვე მონაცემებით, კადმიუმი ადამიანისათვის არ განიხილება როგორც უპირობო კანცეროგენი. 1966 წლის მონაცემებით კადმიუმი განიხილება როგორც ჰიპერტონიული დაავადების (წნევის ცვლილება) გამომწვევი ფაქტორი. კადმიუმი ასევე იწვევს გულის იშემიურ დაავადებებსა და თირკმელის უკმარისობას.

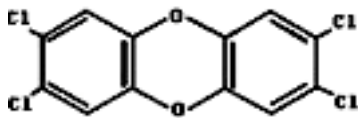
კადმიუმის მაღალი შემცველობით გამოირჩევა თამბაქო. ეს მცენარე ახდენს კადმიუმის მარილების აკუმულაციას თავის ფოთლებში, საიდანაც იგი მწველთა ფილტვებში აღწევს. აღნიშნულის გამო, მწველთა უმრავლესობა ფილტვებისა და სასუნთქი გზების ონკოლოგიური დაავადებებით ავადდება, ხოლო არამწველებში იწვევს ბრონქიტებს, ფარინგიტებს და სასუნთქი გზების სხვა დაავადებებს.

ორგანული ნაერთები (დიოქსინები). გარემოს ქიმიურ დამაბინძურებლებს შორის მნიშვნელოვანი წილი მოდის ისეთ ორგანულ ნაერთებზე, რომლებიც ცოცხალ ორგანიზმზე ძლიერი უარყოფითი ზემოქმედებით ხასიათდებიან. დღესდღეობით, ეკოლოგიური თვალსაზრისით, ორგანული ნაერთებიდან ყველაზე მეტად ტოქსიკურ

ნაერთებს ე.წ. დიოქსინები წარმოადგენენ. აღნიშნულის გამო, მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ საშუალო სკოლის კურსში ყურადღება დაეთმოს დიოქსინების პრობლემის დახასიათებას, მათი წარმოქმნის გზებისა და აღკვეთის პრობლემების განხილვას.

მიზანშეწონილად მიგვაჩნია დიოქსინების პრობლემის სწავლება წარვმართოთ შემდეგი პუნქტების გათვალისწინებით:

რას წარმოადგენენ დიოქსინები. ტერმინი "დიოქსინი" პირობით ხასიათს ატარებს და ამით აღინიშნება ქლორშემცველი ორგანული ნივთიერებების გარკვეული კლასი, რომელშიც დაახლოებით დიოქსინთა 200-მდე წარმომადგენელი ერთიანდება. დიოქსინები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ქლორის ატომის შემცველობით, რომლის რიცხვი დიოქსინის მოლეკულაში 1÷8 მერყეობს.



2,3,7,8-ტეტრაქლორდობენზოდიოქსინი

დიოქსინებიდან ყველაზე მეტად ტოქსიკურ ნაერთს 2,3,7,8-ტეტრაქლორდობენზოდიოქსინი (2,3,7,8-TXDD) წარმოადგენს. თუკი დიოქსინის მოლეკულაში არ არის ქლორის ატომი, ის ისეთივე ტოქსიკურია, როგორც მაგალითად, ბენზინი.

დიოქსინები წარმოადგენენ უფერო კრისტალურ ნივთიერებებს, კარგად იხსნებიან ცხიმებში და ორგანულ გამხსნელებში. ისინი გარემოში მდგრადი ნაერთებია: არ გარდაიქმნიებიან ფიზიკური, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ფაქტორების მოქმედებით, დედამიწაზე არ არსებობს ბაქტერია, რომელიც ახდენდეს მათ ეფექტურად დაშლას.

დიოქსინები ადამიანის ორგანიზმში ძირითადად ხვდებიან საკვებთან ერთად და ნაკლებად ჰაერთან და წყალთან ერთად. დიოქსინების 90% ადამიანის ორგანიზმში ცხოველური საკვებიდან ხვდება. მათ ყველაზე მეტად შეიცავს ცხიმოვანი პროდუქტები: თევზი, ხორცი, ყველი და კარაქი.

დიოქსინები გარემოში ძალზე მცირე კონცენტრაციებით არსებობენ, ამიტომ მათი აღმოჩენა მთელ რიგი ანალიზური მეთოდების გამოყენებითაა შესაძლებელი.

დიოქსინთა ორგანიზმზე მოქმედება ტოქსიკური ეფექტების ძალზე ფართო სპექტრით ხასიათდება. ჩამოვთვალოთ ზოგიერთი მათგანი:

1. ემბრიოსტატიკური და ტერატოგენული (განვითარების ეფექტები) - სპონტანური აბორტები, ანომალური განვითარების შთამომავლობა;
2. იმუნოტოქსიკური, ანალოგიური შიდსის ვირუსის მოქმედებისა;
3. ჰისტოპათოლოგიური (ავადმყოფობა „ქლორაქნეს“ გამომწვევი) - კანის ცხიმოვანი ჯირკვლების უჯრედთა ცვლილება, მათი გადაქცევა კერატინშემცველ ცისტებად და წყლულოვანი დაავადებები;
4. ნეიროტოქსიკური, რომელიც გამოიხატება მომატებულ ნევროზულობაში, დეპრესიული მდგომარეობით, გონებრივი განვითარების დონის დადაბლებაში;
5. მამაკაცური ჰორმონების სინთეზის დარღვევა, რაც მომავალი თაობის ფემინიზაციას იწვევს;
6. კანცეროგენული, რომელიც იწვევს ავთვისებიანი სიმსივნის წარმოქმნას.

დიოქსინთა წარმოქმნის წყაროები და მასთან ბრძოლის ხერხები. უპირველეს ყოვლისა უნდა აღინიშნოს, რომ დიოქსინები გარემოში ბუნებრივად არ არსებობენ და მათი წარმოქმნა ძირითადად უკავშირდება ადამიანის საყოფაცხოვრებო და სამრეწველო მოღვაწეობის განვითარებას. მეცნიერთა კვლევის საფუძველზე დადგენილი იქნა, რომ დიოქსინები წარმოიქმნებიან ქიმიური მრეწველობის მიერ სხვადასხვა ორგანული ნაერთების სინთეზის დროს არასასურველი თანაური პროდუქტის სახით.

მაგალითად, მე-20 საუკუნის 40-იანი წლებიდან დაიწყო ქლორშემცველი ორგანული ნაერთების ინტენსიური წარმოება და მათი გამოყენება პესტიციდებად. აქვე აუცილებელია მოსწავლეებს განვუმარტოთ ტერმინი - პესტიციდი: პესტიციდები წარმოადგენენ ქიმიურ და ბიოლოგიურ პრეპარატებს, რომლებიც გამოიყენება მავნებლების, მცენარეთა დაავადებების, სარეველა მცენარეების, შესანახი სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის მავნებლების, საყოფაცხოვრებო მავნებლების და ცხოველთა გარე პარაზიტების საწინააღმდეგოდ.

მაგალითად, აღმოჩნდა, რომ ერთ-ერთი პესტიციდის - 2,4-D-ს წარმოების დროს ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობისას არასასურველი თანაური პროდუქტის სახით წარმოიქმნებოდა დიოქსინი და მზა პროდუქტში მინარევის სახით ხვდებოდა.

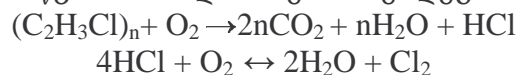
ბუნებაში დიოქსინების წარმოქმნის გზებს შორის აღსანიშნავია შემდეგი ქიმიური პროცესები:

- საყოფაცხოვრებო და სამედიცინო ნარჩენების წვა
- ქლორშემცველი ორგანული ნაერთების გარდაქმნა

საყოფაცხოვრებო და სამედიცინო ნარჩენების წვა. აშშ-ის გარემოს დაცვის სამსახურთა მონაცემებით, 1996 წელს დიოქსინთა ჯამური გამონატყორცნი შეადგენს დაახლოებით 10 კგ/წელიწადში. ამ რაოდენობის ნახევარი თანაბარწილად მოდის ნაგავსაწვავ ქარხნებზე და სამედიცინო ნარჩენების წვაზე.

მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების (მუყაო, ქაღალდი, საკვები ნარჩენები, პლასტმასები, რეზინა) მასა 6-7-ჯერ აღემატება სამედიცინო ნარჩენების მასას, მაგრამ ამ უკანასკნელში ძალზე დიდია პლასტმასების (ძირითად პოლივინილ-ქლორიდისაგან - $(C_2H_3Cl)_n$ დამზადებული) შემცველობა.

პოლივინილქლორიდის წვისას მიმდინარეობს შემდეგი რეაქციები:



მაღალი ტემპურატურა, ორგანული ნივთიერებების (ძირითადად არომატული ნივთიერებების) და ქლორის არსებობა ის პირობებია, რომელთა დროსაც მიმდინარეობს დიოქსინთა წარმოქმნა. წამყვან სახელმწიფოებში ნაგავსაწვავ ქარხნებში განხორციელებული პროცესი $850^{\circ}C$ -ზე მიმდინარეობს და ამ დროს დიოქსინები იწვიან, მაგრამ გამონაბოლქვი აირების გაცივებისას ისინი ნაწილობრივ ისევ წარმოიქმნებიან.

აშშ-სა და დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში დიოქსინებით ტოქსიკაციის პრობლემას დიდი ყურადღება ეთმობა. აქ მიიღეს გადაწყვეტილება 6700 სამედიცინო ნარჩენების საწვავი ქარხნის ლიკვიდაციის შესახებ. მიმდინარეობს კომპანია საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დახარისხებისა და პლასტმასური ნაკეთობების დაცალკავების შესახებ. შვეციაში - მსოფლიოს გარემოს დაცვის ლიდერ-სახელმწიფოში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების დახარისხება მრავალი წელია პრაქტიკულად ხორციელდება. ნიდერლანდებში ნაგავსაწვავი ქარხნები დიოქსინთა წარმოქმნის ძირითად წყაროს წარმოადგენდნენ. 1990 წელს მათი გამონატყორცნი შეადგენდა 412 გ/წელიწადში. მილიარდი დოლარით ღირებული ქარხნების რეკონსტრუქციის შემდეგ, 1996 წელს დიოქსინთა გამონატყორცნი შემცირდა 4,1გ-მდე/წელიწადში.

ქლორშემცველი ორგანული ნაერთების გარდაქმნა. დიოქსინები ასევე შესაძლებელია წარმოიქმნას ქლორშემცველი ორგანული პესტიციდების გარემოში გარდაქმნის შედეგად. აღნიშნულის გამო, ასეთი პესტიციდების გამოყენება ძლიერ შეზღუდული ან აკრძალულია.

მე-20 საუკუნის 40-90-იან წლებში ქლორორგანული პესტიციდები ფართოდ გამოიყენებოდა სოფლის მეურნეობაში. ერთ-ერთი ფართოდ გამოყენებული

ქლორორგანული პესტიციდი იყო ე.წ. **DDT**. მისი შემქმნელი პ. მიულერი დაჯილდოებულ იქნა ნობელის პრემიით, რადგან **DDT**-ს გამოყენებით კაცობრიობამ დაამარცხა მალარიის, ყვითელი ჭირისა და ტიფის ეპიდემიები (პრეპარატი გამოიყენებოდა ამ დაავადების გადამტანი მწერების - კოლოების საწინააღმდეგოდ), მაგრამ შემდეგში გამოვლინდა ამ პრეპარატის გამოყენების ძალიან მძიმე ეკოლოგიური შედეგები. უკანასკნელ ხანებში დადგენილია, რომ მაღალი ტოქსიკურობით ხასიათდება როგორც თავად **DDT**, ასევე გარემოში ამ ნაერთის ფოტოქიმიური (მზის სხივების მოქმედებით) გარდაქმნის შედეგად წარმოქმნილი დიოქსინები.

ქლორორგანული პესტიციდები ფიზიკური, ქიმიური და მიკრობიოლოგიური ფაქტორების მოქმედებით ძალიან ნელა იშლებიან, აქვთ თვისება დაგროვდნენ ნიადაგში, მცენარეში და ა.შ.

ქლორორგანული პესტიციდები სახიფათოა იმით, რომ მოქმედებენ რეპროდუქციულ ფუნქციაზე (განსაკუთრებით ემბრიონის განვითარების სტადიაზე). მათი მოქმედება დიოქსინთა მოქმედების მსგავსია, ამიტომ იწვევენ ცოცხალი ორგანიზმის შინაგანი ორგანოების პათოლოგიასა და დაავადებებს.

დასკვნა.

ამრიგად, წარმოდგენილ იქნა გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლებით გამოწვეულ ეკოლოგიურ პრობლემათა სწავლების საკითხები და მათი სწავლების მეთოდიკა. ჩვენს მიერ განხილული იქნა გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლები - მძიმე მეტალები და დიოქსინები. მნიშვნელოვანი ყურადღება ეთმობა ტერმინის - „მძიმე მეტალები“ განმარტებას, მოცემულია მძიმე მეტალების ყველაზე მეტად ტოქსიკური წარმომადგენლების - ტყვიის, ვერცხლისწყალისა და კადმიუმის დახასიათება, ამ მეტალებით გარემოს დაბინძურების წყაროების მიმოხილვა და მათი მოქმედების ტოქსიკურობა. დიოქსინები ძლიერ ტოქსიკურ ნაერთებს წარმოადგენენ და ცოცხალ ორგანიზმზე უარყოფითი მოქმედების ფართო სპექტრით ხასიათდებიან. მათი წარმოქმნის გზებს შორის აუცილებელია აღინიშნოს და ყურადღება გამახვილდეს საყოფაცხოვრებო და სამედიცინო ნარჩენების წვასა და ქლორშემცველი ორგანული ნაერთების გარდაქმნაზე.

აღნიშნული საკითხის სწავლებისას, რა თქმა უნდა, ყურადღება უნდა მიექცეს პროგრამის შესაბამისობას საშუალო სკოლის სხვა დისციპლინების პროგრამების მიმართ. აღნიშნულის გამო, მიზანშეწონილად მიგვაჩნია საკითხი - გარემოს ქიმიური დამაბინძურებლების შესახებ ჩაირთოს ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლის მე-11 კლასის სასწავლო პროგრამაში - მძიმე მეტალების პრობლემათა სწავლება გათვალისწინებით იმისა, რომ მოსწავლეებს უკვე გავლილი აქვთ არაორგანული ქიმიისა და ზოგადი ბიოლოგიის კურსები და ამავდროულად ეცნობიან ორგანული ქიმიისა და ადამიანის ანატომიის კურსებს, ხოლო დიოქსინების პრობლემის სწავლება გათვალისწინებით იმისა, რომ მოსწავლეებს პარალელურად უკვე გავლილი აქვთ მასალის შესაბამისი საკითხები ორგანული ქიმიისა (ნაჯერი, უჯერი და არომატული ნახშირწყალბადები) და ადამიანის ანატომიის კურსებში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. М. Антия. Экологическое образование в школе. // ქართული ელექტრონული სამეცნიერო ჟურნალი: პედაგოგიური მეცნიერებები და ფსიქოლოგია. №2(5)-2004, გვ. 42-50.
2. Пурмаль А.П. Антропогенная токсикация планеты. часть 1. Статьи Соросовского Образовательного журнала. №9. 1998. С. 39-51. <http://www.issep.rssi.ru>
3. ნალექსიძე. ეკოლოგიური ბიოქიმიის საფუძვლები. თბილისი: თსუ, 1999
4. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек. Изд-во торг. дом ГРАНД. М.: 2000
5. ც. თურქაძე. ეკოლოგიური ბიოქიმია (რჩეული თავები). ქუთაისი: ქსტუ. 2005
6. С. А. Куценко. Основы токсикологии. Санкт-Петербург. 2002. <http://medline.ru/monograf/toxicology>
7. Зеленин К. Е. Что такое химическая экотоксикология. Статьи Соросовского Образовательного журнала. №6. 2000. С. 32-36 . <http://www.issep.rssi.ru>
8. Благой Ю.П. Взаимодействие днк с биологический активными веществами (ионами металлов, красителями, лекарствами) Статьи Соросовского Образовательного журнала. №10. 1998. С.18-24. <http://www.issep.rssi.ru>
9. Р.Х. Райс, Л.Ф. Гуляева. Биологические эффекты токсических соединений. М.:2004. Интернет. <http://toxicology.narod.ru/book.html>
10. Хуродзе Р.А, Кормилицын В.И., Цицкишвили М.С. Инженерная экология.Тб. Технический университет. 1996
11. Мельников Н.Н. Мельникова Г.М. Пестициды в современном мире. Статьи Соросовского Образовательного журнала. №6. 1997. С. 56-64.
12. Будников К. Г. Диоксины и родственные соединения как экотоксиканты. Статьи Соросовского Образовательного журнала №6. 1997 . С. 38-44. <http://www.issep.rssi.ru>
13. Дибензо-*n*-диоксины. Методы синтеза, химические свойства и оценка опасности. // Успехи химии. 1996. № 1.
14. Douglas E. Latch, Jennifer L. Packer, William A. Arnold & Kristopher McNeill: Photochemical conversion of triclosan to 2,8-dichlorodibenzo-*p*-dioxin in aqueous solution. J Photochem Photobiol A 2003, 158(1):63–66.
15. Маршалл В. Основные опасности химических производств. М: «Мир». 1989.
16. Dioxins. Sources, exposure, transport and control. Ohio, 1980, v.1,2
17. Bovey R.W., Young A.L. The science of 2,4,5-T and associated phenoxyherbicides. Chemical and Engineering News, 1983, v. 61, p 23;

Article received: 2006-04-28

Article received after processing: 2007-05-30