

ნახშირორქანი და ოკეანეების შემჯავება

compound interest თარგმანი: ღაშა ხუციშვილი



ოქანეების შემჯავება „ნახშირბადის დიოქსიდის“ (ნახშირორჟანგი, ნახშირბადის დიოქსიდი და ნახშირბად(IV)-ის ოქსიდი სინონიმებია) პრობლემაში გადის ხოლმე. ჩვენ კარგად ვიცით, თუ რა გავლენა შეიძლება იქონიოს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გაზრდამ კლიმატზე და კლიმატის ცვლილების უარყოფით ასპექტებსაც ვიცნობთ: ამინდის უფრო ხშირი ცვალებადობა, შედარებით მაღალი გლობალური საშუალო ტემპერატურა... რასაკვირველია, ოქანეების შემჯავება გლობალურ დათბობასთან შედარებით ნაკლები სისწრაფით წავა, მაგრამ მისმა შედეგებმა არანაკლებად სერიოზულ წერტილამდე შეიძლება მიგვიყვანოს.

დავინწყით ფუნდამენტებით. ზღვის წყალს სუსტი ტუტე რეაქცია აქვს. ნახშირორჟანგს შეუძლია გაიხსნას წყალში და, ერთი შეხედვით, ეს შეიძლება გაგიხარდეთ, რადგან ეს გამოიწვევს ატმოსფეროში ნახშირბადის დიოქსიდის კონცენტრაციის შემცირებას, მაგრამ ეს, აგრეთვე, ოკეანეების შემჟავებასაც გამოიწვევს, რაც ზღვისწყლის ტუტიანობას შეამცირებს. რა თქმა უნდა, ეს პროცესი დაჩქარებული იქნება, რაც უფრო გამდიდრდება ნახშირორჟანგით ატმოსფერო.

მჟავიანობა და ტუტეიანობა შეგვიძლია გავზომოთ pH სკალით. ხარტ თუ არა ქიმიკოსი, სკოლის ქიმიის გაკვეთილიდან უნდა გახსოვდეთ, თუ რა არის იგი. შეგახსენებთ, რომ იგი მჟავიანობას და ტუტეიანობას ზომავს სკალაზე, რომელსაც უმეტესად 0-დან 14-ის ჩათვლით აქვს ინტერვალი. ჩვეულებრივ/ნორმალურ/სტანდარტულ პირობებში pH-ის 7-ის ქვემოთ მოცემული მნიშვნელობები მჟავა არედ ითვლება, ხოლო 7-ის ზემოთ მნიშვნელობები - ტუტედ. დღესდღეობით ზღვისწყლის pH 8.1-ია, რაც სუსტ ტუტე რეაქციას აღნიშნავს.

მჟავიანობა წყალბადის იონების კონცენტრაციით იზომება ხსნარში. ნახშირბადის დიოქსიდი ატმოსფეროდან იხსნება ზღვის წყალში, შედის წყალთან რეაქციაში და წარმოქმნის ნახშირმჟავას. ეს უკანასკნელი მაშინათვე დისოცირდება (იხლიჩება) წყალბადის იონად და ჰიდროკარბონატის იონად. სწორედ ამ პროცესის შედეგად წარმოქმნილი წყალბადის იონები არიან „დამნაშავეები“ ოკეანეების შემჟავებაზე.

ნახშირორჟანგის რაოდენობის ზრდის გამო ოკეანეების შემჟავება ახალი მოვლენა არაა; მეტიც, ოკეანის pH ინდუსტრიამდელი ეპოქის შემდეგ შემცირდა. 1800-იან წლებში ზღვისწყლის pH დაახლოებით 8.2 იყო, დღესდღეობით იგი 0.1-ით შემცირებულია და 8.1-ია.

იმის თქმა ადვილია, რომ „მეცნიერები ამ მცირე ცვლილების გამო ქვეყანას ყრიანო“, რადგან pH-ის 0.1-ით შეცვლა უმნიშვნელო ცვლილებად ჟღერს, მაგრამ იმისათვის, რომ სრულიად გაიგოთ, თუ რას წარმოადგენს ეს ცვლილება, საჭიროა გაიაზროთ, რომ pH ლოგარითმული სკალით იზომება. უფრო მარტივად რომ ვთქვათ, pH-ის ერთი მათედიტ ცვლილება წყალბადის იონების კონცენტრაციის 10-ჯერ ცვლილებას გამოიწვევს. პროცენტებში ეს ცვლილება 25%-ს უტოლდება. ე.ი. ოკეანის მჟავიანობა 25%-ით გაიზარდა ბოლო ასწლეულებში!

ადამიანები კიდეც და კიდეც უწყობენ ხელს ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გაზრდას საწვავის წვითა და ხეების ჩეხვით... 2017 წელს 400 მნ-ის ზღვარს გავცდით. ატმოსფეროში მეტი ნახშირორჟანგი ნიშნავს მეტ ნახშირორჟანგს ოკეანეში.

დღევანდელი გათვლებით, თუ ასე გაგრძელდა, საშუალო ოკეანის ზედაპირის pH 2100 წლისთვის 7.7-ზე ჩამოვა, რაც მჟავიანობის 150%-იან ზრდას წარმოადგენს. რა თქმა უნდა, ეს გათვლები სამართლიანი იმ შემთხვევისთვის, თუ ასეთი სიჩქარით განვავრცობთ ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის ზრდას ატმოსფეროში. ფაქტია, ჩვენ ვერ დავუწევით ნახშირბადის დიოქსიდის რაოდენობის გაზრდას ატმოსფეროში, რათა დავაკავოთ ოკეანეების pH, თუმცა, თუ ვიმოქმედებთ ისე, რომ შევამციროთ გამოყოფილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა, სერიოზულ შედეგებს შევამცირებთ მაინც. მაგრამ მაინც, ამერიკის წინა პრეზიდენტი თვლიდა, რომ კლიმატის ცვლილება ჩინელების „ხუმრობა-პრანკი“ იყო...

თქვენ შეიძლება ფიქრობთ: „მერე რა, შემჯავდეს ოკეანე და შემცირდეს pH, რას გამოიწვევს?“, „რომ შემცირდეს თან, განა რამდენი ნახშირორჟანგი უნდა დასჭირდეს რომ pH 7-ზე დაბლა ჩამოვიდეს?“. რა თქმა უნდა, ოკეანის სუსტი ტუტიდან სუსტ მჟავა რეაქციაზე გადასასვლელად კოლოსალური რაოდენობის ნახშირორჟანგი დასჭირდება, მაგრამ...

სამწუხაროდ, პასუხი არის კი. ოკეანეების შემჯავებას ადამიანები ესე პირდაპირ ვერ მიხვდებიან ადამიანები, თუმცა გასაკვირი არაა, რომ ის ორგანიზმები, რომლებიც ოკეანეში ბინადრობენ, მაშინათვე იგრძნობენ...

ყველაზე მეტად ოკეანეების შემჯავება გავლენას მოახდენს ნიჟარიან ორგანიზმებზე: მოლუსკებზე, ხამანწკებზე და კიბოსნაირებზე. ისინი კარბონატის იონებს ზღვის წყლიდან იღებენ, რათა თავიანთი კალციუმის კარბონატშემცველი ნიჟარა ააშენონ. ეს შესაძლებელია, რადგან კალციუმის კარბონატი ოკეანის ზედაპირზე ზენაჯერია, რაც აძლევს საშუალებას ნიჟარიან ორგანიზმებს შესაბამის პირობებში გამოლექონ და გამოიყენონ იგი.

პრობლემას კარბონატის ქიმია „წარმოქმნის“. კარბონატის იონებს აქვთ უნარი შეუერთდნენ წყალბადის იონებს, რაც კარბონატის იონების კონცენტრაციას შეამცირებს. ერთი მხრივ, კარგია, რადგან ეს რეაქცია ხელს უწყობს წყალბადის იონების მოცილებას წყლიდან, რაც არბილებს მჟავიანობას, მაგრამ ნიჟარიანი ორგანიზმებისთვის ეს პრობლემას წარმოადგენს, რადგან, თუ მათ გარემოში არსებული წყალი კარბონატის იონებით უჯერია, ჩვეულებრივ პირობებში უხსნადი კალციუმის კარბონატი, რომლისგანაც ნიჟარა შედგება, იწყებს გახსნას.

კვლევაში აჩვენა, რომ ბევრი ნიჟარიანი ორგანიზმისთვის, კალცინირების სიჩქარე შემცირდება რაც უფრო დაიკლებს pH-ის დონე, თუმცაღა უნდა აღინიშნოს, რომ ეს საყოველთაოდ ჭეშმარიტი არაა - ზოგიერთმა ნიჟარიანმა ორგანიზმმა პირიქით, გაზრდილი კალცინირების სიჩქარე გამოავლინა გარკვეულ პირობებში. მარჯანიც კალციუმის კარბონატს იყენებს კედლის შენებისთვის, რის გამოც ოკეანის შემჯავიანება დიდი გავლენა დიდ გავლენას მოახდენს მასზე. მოკლედ, ნათელია, რომ სხვადასხვა ორგანიზმი სხვადასხვანაირად პასუხობს შეცვლილ მჟავიანობის დონეს.

ადამიანის გადმოსახედიდან, კიბორჩხალებსა და ხამანწკებს შეიძლება ოკეანეში სარგებელი არ მოაქვთ, მაგრამ ნიჟარიანი ორგანიზმები კვებითი ჯაჭვის დასაწყისში არიან. თუ ოკეანის შემჯავება გავლენას მოახდენს ამ ორგანიზმთა პოპულაციაზე, ჯაჭური რეაქციით, იგი გავლენას იქონიებს იმ ორგანიზმებზე, რომლებიც ნიჟარიანებით იკვებებიან, მათ შორის თევზის ზოგიერთ სახეობაზე. თევზების პოპულაციის შემცირება თევზის ინდუსტრიისთვის დიდი ეკონომიკური პრობლემა იქნება.

მხოლოდ ნიჟარიანები როდი განიცდიან ოკეანის შემჯავებას. უამრავი ორგანიზმი ქიმიურ სიგნალებს იყენებს ცხოველქმედებისთვის, მაგალითად: მტაცებლების დეტექტირებისთვის, საცხოვრებელი ადგილის შესარჩევად ანდა რეპროდუქციისთვის. კვლევების მიხედვით, [ოკეანის შემჯავება მასიგნალეული მოლუკულების სტრუქტურის ცვლილებას გამოიწვევს](#), რაც, ცხადია, უარყოფითად იმოქმედებს ამ ორგანიზმებზე.

ზოგიერთი ადამიანი უარყოფს, რომ ოკეანის შემჯავება პრობლემას წარმოადგენს, რადგან ეს პირველი შემთხვევა არაა, როდესაც ოკეანის მჟავიანობა შეიცვალა... მილიონობით წლის წინაც იგივე მოხდა. რამდენადაც ეს ფაქტი მართალია, მართებული არაა, რომ ოკეანის შემჯავებამ ადრე პრობლემა არ წარმოშვა. მეტიც, დედამიწაზე მცხოვრები ორგანიზმების ყველაზე დიდ გადაშენებას უკავშირდება ოკეანეების შემჯავება... 255 მილიონი წლის წინ, როდესაც თითქმის ყველა წყალში მცხოვრები ორგანიზმი გაქრა.

პერმული სისტემის მე-2 ფაზაში, მასობრივი გადაშენების დროს, უზარმაზარი ვულკანური ამოფრქვევების შედეგად ციმბირში კოლოსალური რაოდენობის ნახშირორჟანგი გაიფრქვა ჰაერში. 10 000 წლის განმავლობაში [pH-ის დონემ ოკეანეებში 0.7-ით დაიკლო](#). მართალია, სხვა ფაქტორებმაც ითამამეს წყალში მცხოვრები ორგანიზმების გაქრობაზე, მაგრამ მათ შორის ოკეანის შემჯავებამ უდიდესი წვლილი შეიტანა ამ პროცესში. ეს ცვლილება დაახლოებით 10 000 წლის წინ მოხდა, როდესაც ოკეანის pH-მა 0.4-ით დაიკლო 100 წელში - უპრეცედენტო ცვლილების სიჩქარე, რის გამოც სხვადასხვა ორგანიზმები ამ ცვლილებას ვერ შეეგუენ.

ზოგადად, კონსპირაციისტების ერთ-ერთი არგუმენტი შემდეგია ხოლმე: „ბუნება თავისით დააბალანსებს ყველაფერს, როცა საჭიროა“. დიახ, კომპლექსური ქიმიური სისტემა ყოველთვის იპოვის ახალ ბალანსს, მაგრამ ამას ათეულობით ათასი წელი სჭირდება. ჩვენ ვიცით, რომ ოკეანის შემჯავება მიმდინარეობს, რადგან ოკეანის ზედაპირულმა pH-მა ინდუსტრიამდელი პერიოდის შემდეგ დაიკლო. რაც უნდა გავაკეთოთ ჩვენ არის ის, რომ რაც შეიძლება შევამციროთ ატმოსფეროს ნახშირორჟანგით დაბინძურება.

გამოყენებული ლიტერატურა და დამატებითი საკითხავი:

- [Ocean acidification: the other CO2 problem](#) (£) – S Doney and others;
- [Anthropogenic carbon and ocean pH](#) (£) – K Caldeira and M Wickett;
- [Impact of ocean acidification on marine organisms](#) – K Kroeker and others;
- [Ocean acidification and the Permo-Triassic mass extinction](#) – M Clarkson and others;
- [Ocean acidification and its impact on calcifying organisms](#) (£) – J Orr and others
- [The geological record of ocean acidification](#) (£) – B Hönisch and others;
- [Negative yet variable effects of ocean acidification on marine organisms](#) – K Kroeker and others;
- [Visualising ocean acidification](#) – OceanAcidification.net.