

მელიორაცია და ირიგაცია Melioration and Irrigation

მჟავური წვიმების გავლენა ცოცხალ ორგანიზმებზე

გიორგი ზომასურიძე-ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
გეოგრაფიის დეპარტამენტის დოქტორანტი

საკანძო სიტყვები: მჟავური წვიმა, ცოცხალი ორგანიზმები, აგრარული კულტურები

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია მჟავური წვიმების გავლენა წყალსატევების ბინადრებსა და აგრარულ კულტურებზე. მჟავური წვიმას შეუძლია გამოიწვიოს თევზის ზოგიერთი სახეობის დაზიანება, პოპულაციისა და ბიომრავალფეროვნების შემცირება. დაბალი pH-ის ღონეს პირდაპირი ტოქსიკური გავლენა აქვს თევზებსა და აგრარულ კულტურებზე. pH-ის ღონის შემცირება იწვევს ზოგად სტრესს, რომელმაც შესაძლოა არ გამოიწვიოს თევზის რომელიმე სახეობის განადგურება, მაგრამ გამოიწვიოს მათი ზომისა და წონის შემცირება.

ზოგიერთ სახეობას შეუძლია იარსებოს გარკვეული სიმჟავის წყლებში, მაგალითად სალამანდრებს, ქარიყლაპიას, სკალარიასა და კალმახს, ხოლო ბაყაყებსა და მტკნარი წყლის ქორჭილას უფრო მჟავა გარემოშიც შეუძლიათ ბინადრობა.

მჟავური წვიმების გავლენა მაშინვე აისახება ბოსტნეულ კულტურებზე, რომლებიც ზიანდება და იწყებს ხმობას. მცენარეებიდან ლურჯი მოცვი არის მჟავიანობის მიმართ უფრო რეზისტენტული, ვიდრე ოხრახუში, ბოლოკი, როზმარინი და პაპრიკა.

კვლევის შედეგად გამოიკვეთა, რომ მტკნარი წყლის ბინადრები მჟავიანობის მიმართ უფრო რეზისტენტულები არიან, ვიდრე მარილიანი წყალსატევების ორგანიზმები.

შესავალი

ატმოსფერო ყოველთვის შეიცავს ატივინარებულ მდგომარეობაში, როგორც მყარ, ისე თხევად ნაწილაკებს. ნაწილაკები ატმოსფეროში შეიძლება მოხდეს კოსმოსური სივრციდან ან დედამიწის ზედაპირიდან.

ატმოსფეროს დაბინძურების ორგანიზაციის წყარო არსებობს: ბუნებრივი და ანთროპოგენური. ბუნებრივი: ვულკანები, უდაბნოს ქარიშხლები, ნიადაგის და ქანების გამოფიტვა, ტყის ხანძრები, ცოცხალი ორგანიზმების გახრწნის პროცესები, მიკროორგანიზმები, მცენარეთა მტკერი და სხვა. ანთროპოგენურ წყაროებს კი ადამიანის ყოფა-ცხოვრების და სამეურნეო საქმიანობის თითქმის ყველა სფერო წარმოადგენს. ატმოსფეროს დაბინძურების მძლავრი წყაროა: სამრეწველო საწარმოები, განსაკუთრებით სათბობ-ენერგეტიკული, მეტალურგიული, ქიმიური და მანქანათმშენებლობის მიმართულებით. დამაბინძურებლებიდან ერთ-ერთ პირველ ადგილზეა ავტოტრანსპორტი. ატმოსფეროში მოხვედრილი აზოტის ჟანგეულების თითქმის ნახევარს სწორედ ავტოტრანსპორტი გამოყოფს. საავტომობილო ძრავები როგორც დიზელის, ასევე ბენზინის წვის შედეგად ჰაერში გამოწვევს სახით ორასამდე მანერ ნაერთს გამოაფრქვევს. მათ შორისაა: CO₂-ნახშირორჟანგი, CO-ნახშირჟანგი, NO₂-აზოტის ჟანგი, ნახშირწყალბადები, მათ შორის კანცეროგენური ბენზაპირენი, ალდეჰიდები, გოგირდის ანჰიდრიდი და სხვა. ასეთი ნაწილაკებით ჰაერის დამტკერიანება მოქმედებს ატმოსფეროს გამჭვირვალობასა და ხილვადობაზე.

ჰაერში ატივინარებული უწყვეტი ნაწილაკების ზომა სხვადასხვაა. მიწისპირა ჰაერის ფენებში ისინი უფრო მსხვილია, ვიდრე მაღალ ფენებში. სხვადასხვა წარმოშობის აეროზოლების ნაწილაკების ზომა შეიძლება იყოს 10⁻⁷ და 10⁻³ სმ. და უფრო დიდი რადიუსის, ამიტომ ისინი ატმოსფეროში ატივინარებულ მდგომარეობაში დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფებიან და ჰაერის დინებათა მეშვეობით მოძრაობენ როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით.

მჟავური წვიმა ეს ატმოსფეროს თვითგაწმენდის შედეგია. წყლის უმცირესი წვეთები, რომლებისგანაც შედგება ღრუბლები, განუწყვეტლივ მიიტაცებენ შეწონილ ნაწილაკებს და ხსნად აიროვან მიკრო-გამაბინძურებლებს. ატმოსფეროში მოხვედრილი ზოგიერთი ნივთიერება, მაგალითად გოგირდის (IV) ოქსიდი SO₂

და აზოტის (II) ოქსიდი NO ღრუბლებში არსებულ წყლის უმცირეს ნაწილაკებთან ურთიე-რთქმედების შედეგად წარმოქმნის მჟავებს და დედამიწაზე მჟავური წვიმების სახით ბრუნდება.



ტერმინი მჟავური წვიმა 1872 წელს დაამკვიდრა შოტლანდიელმა ქიმიკოსმა რობერტ ანგუს სმიტმა. მანვე დაამტკიცა პირველმა, რომ არსებობს კავშირი მჟავურ წვიმასა და დაბინძურებულ ატმოსფეროს შორის.

აირების მჟავებად გარდაქმნის პროცესი და ატმოსფეროდან წვიმების სახით გამოყოფა ახალი არ არის. იგი ბუნებაში ადრეც არსებობდა. მჟავურ წვიმებს ბუნებრივად განაპირობებდა ვულკანების ამოფრქვევით, ბაქტერიების აქტივობით გამოყოფილი გოგირდისა და აზოტის ნაერთები, თუმცა ბოლო ათწლეულებში ადამიანის სამეურნეო საქმიანობამ ამ პროცესებს განსაკუთრებით დიდი მასშტაბები შესძინა.

სუფთა წვიმის წყლის pH 5.6-5.7 საზღვრებში იცვლება. მჟავური წვიმის pH ხშირად 3-4-ს აღწევს. მაგალითად შოტლანდიაში 1974 წელს მოსული წვიმის pH-მა შეადგინა 2.4. ლოს-ანჯელესში კი რეგისტრირებული იყო წვიმა, რომლის pH 2-ს, ლიმნის წვენი მახასიათებელს გაუტოლდა.

მჟავურმა წვიმებმა მთელ რიგ რეგიონებში გამოიწვიეს კატასტროფული შედეგები, მაგალითად შვედეთში, ნორვეგიაში, აშშ-სა და კანადაში მატულობს შემჟავებული ტბების რაოდენობა, რაც გამოუსწორებელ ზიანს აყენებს მათში მობინადრე ჰიდრობიონტებს.

მჟავური წვიმების გადატანა ღრუბლების საშუალებით შეიძლება მოხდეს დაბინძურებული არიდან საკმაოდ მოშორებულ ტერიტორიაზე. მაგალითად ნორვეგიაში, რომელიც თითქმის არ ატუტყყიანებს გარემოს გოგირდის ნაერთებით და მისი ენერგეტიკაც ჰიდროელექტროსადგურებზეა დაფუძნებული – ტბების ნახევარში ცოცხალი ორგანიზმები არ ბინადრობს. მიზეზი ის არის, რომ ნორვეგია წარმოადგენს ოროგრაფიულ ხაფანგს ღრუბლების სისტემისათვის, ამიტომ მისი ტერიტორია ბინძურდება ცენტრალური ევროპიდან და დიდი ბრიტანეთიდან ქარების მიერ გადმოტანილი მჟავური წვიმებით.

წყალსატევებში მოხვედრილი მჟავური ატმოსფერული ნალექები მნიშვნელოვნად ცვლიან ამ წყალსატევების ეკოსისტემებს. მცირდება pH, იცვლება ჰიდროქმიური რეჟიმი, იზრდება ტოქსიკურობა. როცა pH ნაკლებია 6.5-ზე ტბებსა და წყალსატევებში მცირდება ორგანიზმების სახეობები, ირღვევა კვებითი ჯაჭვები. გამოკვლევებით დადგენილია, რომ როცა pH ტოლია 5.6-ის ეს არის ზღვარი, რომლის ქვემოთაც წყლის ეკოსისტემებში იწყება შეუქცევადი ბიოლოგიური პროცესები.

წყალსატევების შემჟავება სხვადასხვა სახეობის თევზებზე სხვადასხვაგვარად მოქმედებს. როდესაც pH აღწევს 5-ს, თევზების უმეტესობის ქვირითი ველარ იჩეკება. ორაგული, კალმახი, ჭანარი ისპობა, როცა pH ნაკლებია 6-ზე, ხოლო ისეთი სახეობის თევზებს, როგორიცაა ქარიყლაპია და ქორჭილა, შეუძლიათ არსებობა ისეთ გარემოში, რომლის pH 5-ია. როდესაც pH ტოლია 4-ის ან 5-ის, თევზების ლაყურებში შეინიშნება იონური და მჟავა-ტუტოვანი ბალანსის დარღვევა.

დადგენილია, რომ pH-ის შემცირების დროს თევზების განადგურება ხდება ალუმინის ტოქსიკური ზემოქმედების გამო. ამ დროს თევზის ლაყურებზე დაგროვილი ალუმინის ჰიდროქსიდი იწვევს ლაყურების დისფუნქციას.

მჟავური წვიმა ნიადაგიდან გამორეცხავს ალუმინს, რომელიც წყალშემკრები აუზის მეშვეობით ხვდება ტბებსა და წყალსატევებში. შესაბამისად როცა ტბებში pH-ის დონე დაიწვეს, ალუმინის დონე მოიმატებს, რასაც პირდაპირი ტოქსიკური გავლენა აქვს თევზის ორგანიზმზე. მან შეიძლება არ გამოიწვიოს თევზის რომელიმე სახეობის განადგურება, მაგრამ იმოქმედოს მათი წონის და ზომის შემცირებაზე. თევზებისთვის ოპტიმალურ არედ ითვლება $6.5 \leq \text{PH} \leq 8.5$, ხოლო შედარებით უვნებლად $5.5 \leq \text{PH} \leq 9$.

მასალები და მეთოდი

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო დაგვედგინა რაიმე სახის კავშირი წყალსატევების ბინადარი ცოცხალი ორგანიზმების pH-ის რეზისტენტულობასა და მათი საარსებო გარემოს მარილიანობას შორის.

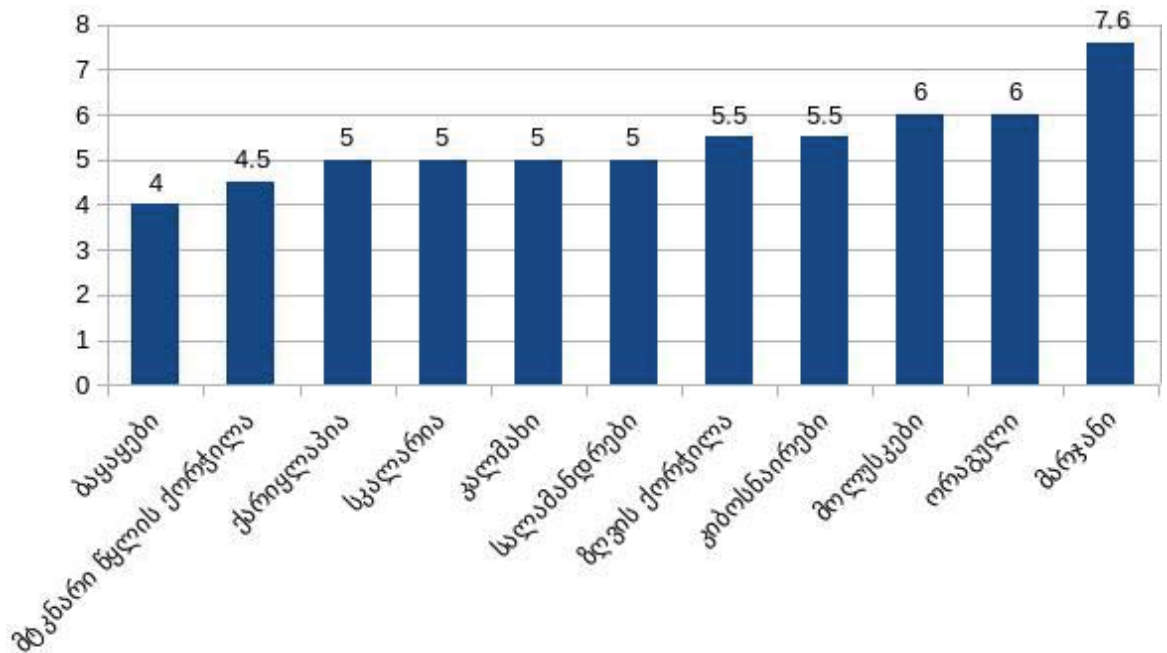
კვლევისათვის გამოვიყენეთ ცოცხალი ორგანიზმების pH-ის მიმართ რეზისტენტულობის მონაცემები <https://lakescientist.com> და <https://fondriest.com>-იდან და მათი საარსებო გარემოს მარილიანობის მონაცემები <https://biology.stackexchange.com>-დან.

ბაყაყები, სალამანდრები, მტკნარი წყლის ქორჭილა და ქარიყლაპია მტკნარი წყლის ბინადრები არიან. სკალარია, კალმახი, კიბოსნაირები, მოლუსკები და ორაგულის სახეობებიდან ზოგიერთი მტკნარ წყლებში

ბინადრობს, ზოგიც მარილიანში ან სეზონურად იცვლიან გარემოს, ხოლო ზღვის ქორჭილა და მარჯანი მხოლოდ მარილიან წყლებში გვხვდება.

აღნიშნული ორგანიზმებიდან pH-ის მიმართ ყველაზე რეზისტენტულები არიან ბაყაყები და მტკნარი წყლის ქორჭილა. ბაყაყების pH-ის მინიმალური დონე 4-ს შეადგენს, მტკნარი წყლის ქორჭილასი კი 4.5-ს. მჟავიანობის მიმართ საკმაოდ რეზისტენტულია ქარიყლაპია, სკალარია, კალმახი და სალამანდრების სხვადასხვა სახეობა, რომელთა pH-ის მინიმალური დონე 5-ია. ზღვის ქორჭილასა და კიბოსნაირების pH-ის მინიმალური არე 5.5-ს შეადგენს, ხოლო მოლუსკების, ორაგულისა და მარჯნებისა 6-იდან 7.6-მდე იცვლება.

<https://lakescientist.com>-ისა და <https://fondriest.com>-ის მონაცემების მიხედვით, აღნიშნული სახეობებისთვის ავაგეთ დიაგრამა, რომელზეც მოცემულია მათი არსებობისათვის მინიმალური pH-ის დონეები.



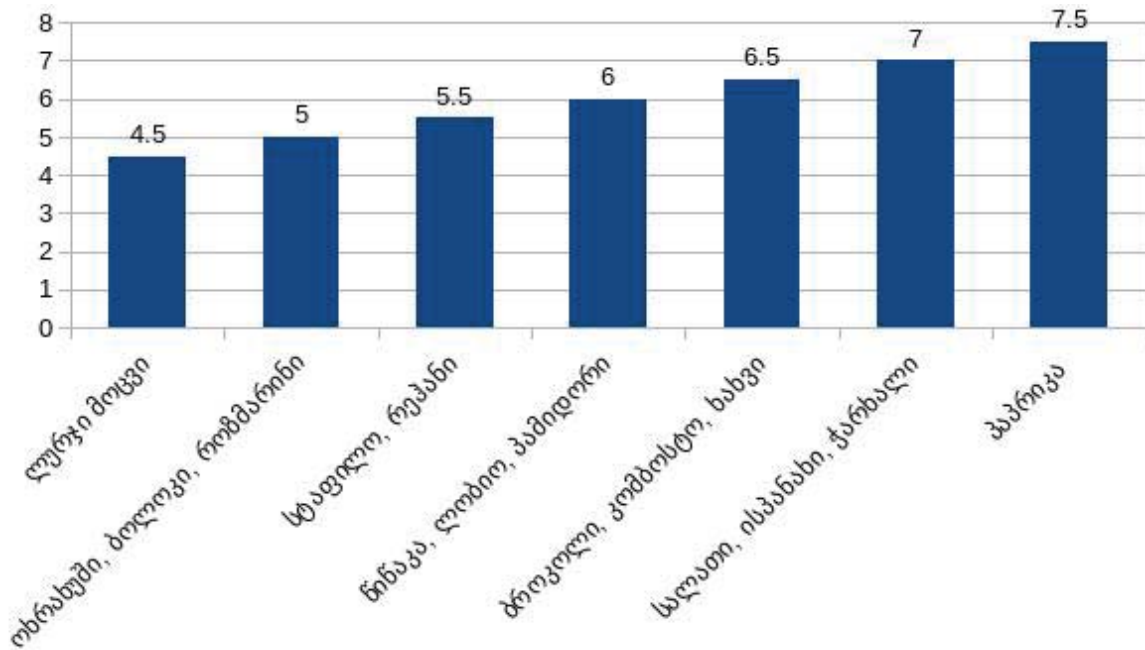
ნახ. 1. წყალსატევის ბინადარი ორგანიზმები pH მაჩვენებლის მიმართ რეზისტენტულობის მიხედვით

წყალსატევის ბინადარი ორგანიზმების მინიმალური pH სიდიდეებისა და მათი საარსებო გარემოს მარილიანობის შეფასების შედეგად გამოიკვეთა ის, რომ მტკნარი წყლის ბინადრები მჟავიანობის მიმართ უფრო რეზისტენტულები არიან, ვიდრე მარილიანი წყალსატევების ორგანიზმები.

მტკნარი წყლის ორგანიზმებიდან მჟავიანობის მიმართ ყველაზე რეზისტენტულები ბაყაყები არიან, ხოლო მარილიანი წყალსატევების ბინადრებიდან ზღვის ქორჭილა და კიბოსნაირები.

მტკნარი წყლების შემჟავება უარყოფით გავლენას ახდენს მდინარეებზე და ტბებზე მობინადრე ფრინველებზეც, რადგან თევზის რაოდენობის შემცირება იწვევს მათი საკვების ნაკლებობას.

გარდა წყალსატევის ბინადრებისა მჟავური წვიმები გავლენას ახდენს აგრარულ კულტურებზეც. მათი რეზისტენტულობა მჟავიანობის მიმართ განსხვავებულია. ამ მაჩვენებლის შესაფასებლად გამოვიყენეთ მონაცემები <https://albopepper.com>-დან. დადგინდა, რომ ლურჯი მოცვის არსებობისათვის pH-ის მინიმალური დონე 4.5-ს შეადგენს, მჟავიანობის მიმართ რეზისტენტულია ოხრაზუში, ბოლოკი, როზმარინი. <https://albopepper.com>-ის მონაცემების მიხედვით ავაგეთ დიაგრამა, რომელზეც დავითანეთ აგრარული კულტურები მათი მჟავიანობის მიმართ რეზისტენტულობის მიხედვით.



ნახ. 2.

აგრარული კულტურები pH მაჩვენებლის მიმართ რეზისტენტულობის მიხედვით

მჟავური წვიმები აზიანებს მცენარეულ საფარს, ტყის მასივებს. ასეთი წვიმების მიმართ განსაკუთრებით მგრძნობიარენი არიან ტყის ფოთლოვანი და წიწვოვანი ხეცენარეები: მუხა, რცხილა, ნაძვი. წვიმის წვეთების ფოთლებზე მოხვედრისას იშლება ფოთლის დამცავი აპკი – ეპიდერმისი, რაც ზრდის მცენარის დაავადების ალბათობას, ნიადაგში ჩაფონვისას კი აზიანებს ფესვთა სისტემას, ნიადაგიდან გამორეცხავს კალიუმს და კალციუმს. ნიადაგი ღარიბდება საკვები ნივთიერებებით და შესაბამისად მცირდება მოსავლიანობაც.

გარკვეული სახეობის ბოსტნეულს ესაჭიროება ნიადაგის გარკვეული pH, რომლის ცვლილება უარყოფითად აისახება მოსავლიანობაზე. ჭარბი მჟავიანობის შესამცირებლად ნიადაგში ახდენენ კირის შეტანას, რაც იწვევს pH-ის მაჩვენებლის მომატებას.

დასავლეთ საქართველოს წითელმიწა და ყვითელმიწა-ეწერი ნიადაგები მჟავე ნიადაგების რიცხვს მიეკუთვნება და წარმოადგენს ჩაის, ციტრუსების, სუბტროპიკული კულტურების გავრცელების საუკეთესო გარემოს. თუმცა ბუნებრივად მჟავე ნიადაგებზე აზოტოვანი სასუქების ხანგრძლივმა გამოყენებამ და მჟავერმა წვიმებმა უარყოფითად იმოქმედა ნიადაგის თვისებებსა და მცენარეებზე. მრავალწლიან სუბტროპიკულ კულტურებზე მჟავური წვიმების უარყოფითი გავლენა პირველ ხანებში თითქმის შეუმჩნეველია, მაგრამ ის მაშინვე აისახება ბოსტნეულ კულტურებზე, რომლებიც ზიანდება და იწყებენ ხმობას.

მჟავური წვიმა ნიადაგში მოხვედრისას შლის ისეთ ნივთიერებებს, როგორიცაა: ტყვია, ნიკელი, ვერცხლისწყალი, უხსნად მარილებს გარდაქმნის ადვილადხსნად ნაერთებად, რომლებიც დაუბრკოლებლად ხვდება ჯერ მიწისქვეშა წყლებში, შემდეგ კი ტბებსა და ოკეანეებში.

მჟავური წვიმა ასევე აზიანებს შენობა-ნაგებობებს, ქანდაკებებს, არქიტექტურულ ძეგლებს, რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებს, რადგან შლის კირქვასა და მარმარილოს.

შედეგები და განზოგადება

- მტკნარი წყლის ბინადრები უფრო მეტად რეზისტენტულები არიან მომატებული მჟავიანობის მიმართ, ვიდრე მარილიანი წყლის ორგანიზმები.
- მარილიანი წყალსატევების ბინადრებიდან მჟავიანობის მიმართ ყველაზე რეზისტენტულია ზღვის ქორჭილა, ყველაზე მოწყვლადი – მარჯანი.
- აგრარული კულტურებიდან მომატებული მჟავიანობის მიმართ ყველაზე გამძლეა ლურჯი მოცვი, ყველაზე მოწყვლადი პაპრიკა.

დასკვნა

ადამიანს არ შესწევს უნარი გააკონტროლოს და მართოს ბუნებრივი პროცესები, მაგრამ შეუძლია მეტ-ნაკლებად გამოასწოროს საკუთარი ნამოქმედარი. ამისათვის აუცილებელია ფაბრიკა-ქარხნები ალიჭურვოს სპეციალური აირების გამწმენდი ფილტრებით, ავტომობილების გამონაბოლქვის მილზე დამონტაჟდეს კატალიზატორები, რაც შეამცირებს მავნე აირების გაფრქვევას ჰაერში. აუცილებელია ასევე საწვავი გაიწმინდოს გოგირდისა და აზოტის ნაერთებისაგან. ნავთობპროდუქტები თანდათანობით ჩანაცვლდეს უფრო სუფთა წყლის, ქარისა და მზის ენერგიებით, შემცირდეს ატმოსფეროში მტვრის, ჭვარტლის, აეროზოლების გაფრქვევა და სხვა. შედეგად შემცირდება მჟავური წვიმების რაოდენობა, აღდგება ოზონის შრე, გამოსწორდება დედამიწის ეკოლოგიური მდგომარეობა და შესაბამისად გაუმჯობესდება ადამიანებისა და ცოცხალი ორგანიზმების სასიცოცხლო მაჩვენებლები.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. ფალავანდიშვილი შ., ურუშაძე თ., ქვრივიშვილი თ., ჯაში დ., ნიადაგის ეკოლოგია, თბილისი, 2009
2. ლოლობერიძე მ., წყლის ეკოსისტემები: დაცვა და რაციონალური გამოყენება, თბილისი, 1992
3. <https://albopepper.com>
4. <https://biology.stackexchange.com>
5. <https://chemistry.ge>
6. <https://fondriest.com>
7. <https://lakescientist.com>

Acid Rain Effects on Living Organisms

Giorgi Khomasuridze-PhD student of TSU, Department of Geography

Key words: Acid Rain, Living Organisms, Crops

Abstract

This article describes the acid rain effects on aquatic organisms and agricultural crops. Acid rain can harm species of some fish, reduce population numbers and decrease biodiversity. Low pH is directly toxic to fish and crops. In addition, low pH levels cause chronic stress that may not eliminate some species of fish, but leads to lower body weight and smaller size.

Several species can tolerate some amount of acid, for example salamanders, pike and trout. Frogs and perch can tolerate water that is more acidic than abovementioned species.

Acid rain has immediate effects on vegetable crops and make them damaged and dried. Blueberry is more acid resistant, than parsley, radish, rosemary and paprika.

The study determined, that habitants of freshwater are more resistant with low pH rate, than saline water organisms.