

რატომ უფერულდება მარჯნის რიფები

ავტორი: რუსუდან თედორაძე

მარჯნის რიფებს - პლანეტის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს და საოცარ ეკოსისტემას გადაშენების საფრთხე ემუქრება. ამ საფრთხის მაუწყებელი პირველი საგანგაშო სიგნალია მარჯნების -ე.წ. „გაუფერულება“(ინგლ. bleaching),ანუ ფერის დაკარგვა, რაც გამოწვეულია პოლიპის მიერ მისი სიმბიონანტი ერთუჯრედიანი წყალმცენარის -(Symbiodinium) „განდევნით“, როგორც ცნობილია ეს წყალმცენარეები ცხოვრობენ პოლიპის უჯრედებში და მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მის კვებაში. ზოგიერთი მონაცემებით მარჯნების საკვების 90%-ს შეადგენს ორგანული ნივთიერება, რომელიც სიმბიონანტი წყალმცენარის ფოტოსინთეზის შედეგად წარმოიქმნება. პოლიპი, თავის მხრივ, წყალმცენარისთვის წარმოადგენს თავშესაფარს, ამარაგებს მას დეფიციტური ბიოგენური ელემენტებით (აზოტი ; ფოსფორი; ნახშირორჟანგი). საფრთხე წარმოშვა გლობალური დათბობის ფონზე სანაპირო წყლებში ტემპერატურის მატებამ, რაც ეტყობა, გავლენას ახდენს სიმბიოზურ კავშირზე და პოლიპი ახდენს ჯანმრთელი მაფოტოსინთეზირებელი წყალმცენარის განდევნას. შეძლებს თუ არა პოლიპი და მისი სიმბიონანტი წყალმცენარე შეცვლილ პირობებში ადაპტაციას, ჯერ-ჯერობით უცნობია.

თუ მარჯნების გაუფერულების პირველ მიზეზად სახელდება სანაპირო წყლების დათბობა, მაშინ მიმდინარე გლობალური დათბობის ფონზე, 25-50 წლის შემდეგ სავარაუდოთ მარჯნის რიფები აღარ იარსებებენ. ამ მოსაზრებას არ იზიარებს ავსტრალიელი , ტაუნსვილის ჯეიმს კუკის უნივერსიტეტის მარჯნების შემსწავლელი ცენტრის მეცნიერი ენდრიუ ბეირდი(Andrew H. Baird). მან ავსტრალიის სხვადასხვა სამეცნიერო ინსტიტუტების თანამშრომლებთან ერთად ჩატარებული კვლევების საფუძველზე განაცხადა, რომ ჯერ-ჯერობით არ შეგვიძლია ვივარაუდოთ მარჯნების მომავალი. ამის მიზეზია, რომ თითქმის არაა შესწავლილი მარჯნებისა და მისი სიმბიონანტი წყალმცენარის ურთიერთდამკიდებულების -„ურთიერთგაგების“ფიზიოლოგიური მექანიზმი.

ჟურნალ-Trends in Ecology and Evolution-ში ბრეიდმა და მისმა თანაავტორებმა გამოაქვეყნეს ამ საკითხის შესწავლის მიმოხილვა:

გაუფერულების მიზეზი შეიძლება იყოს წყალმცენარის მაფოტოსინთეზირებელი სისტემის, კერძოდ, ფოტოსისტემა-II-ის ინჰიბირება ულტრაიისფერი სხივებით. სხვადასხვა წყალმცენარეში განათების კრიტიკული ზღვარი, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს ფოტოსისტემის ინჰიბირება, სხვადასხვაა და ის ცვალებადია, თუ ორგანიზმი იმყოფება სტრესულ მდგომარეობაში. სტრესულ მდგომარეობაში იგულისხმება ორგანიზმის

არასპეციფიკური საპასუხო რეაქცია გარემოს გამდიოზიანებელზე, მათ შორის ტემპერატურის მომატებაზეც.

ფოტოინჰიბირების პირველი ეტაპია – „ჟანგვითი სტრესი“, ანუ სიმბიონანტის უჯრედებში ხდება ჟანგბადის რეაქტიული ფორმის (reactive oxygen species, ROS) დაგროვება, რომელსაც შეუძლია მნიშვნელოვნად შეაფერხოს უჯრედების მუშაობა. ეს რომ არ მოხდეს, უჯრედებში არის სპეციალური ანტიოქსიდანტების სისტემა და თუ ის ეფექტურად ასრულებს ფუნქციას, უჯრედში არ ხდება ჟანგბადის დაგროვება, მაგრამ თუ დაცვის სისტემა არაეფექტურია და დაზიანება მაინც ხდება, მაშინ საქმეში ერთვება რეპარაციის („შეკეთების“) სისტემა, რომლის წყალობით ხდება ცილის დაზიანებული მოლეკულების ჩანაცვლება ახლით. ცხადია, თუ მარჯნის პოლიპები იცავენ სიმბიონანტებს (წყალმცენარეს) ძლიერი სინათლისაგან, მაშინ მათ შეუძლიათ შეაფერხონ ფოტოინჰიბირებით გამოწვეული გაუფერულება, რადგანაც პოლიპს შეიძლება ჰქონდეს საკუთარი ფლუროსცენციული პიგმენტი, რომელიც შთანთქავს ხილულ სხივებს და შემდგომ ასხივებს მას ნათების სახით. ასეთ პიგმენტებს შეიცავს წყალმარჩხი რიფების 97%-ი. მეცნიერებმა აღმოაჩინეს აგრეთვე, რომ პოლიპები რომლებიც შეიცავენ მცირე რაოდენობით ფლუროსცენციულ პიგმენტებს, ხშირად ექვემდებარებიან გაუფერულებას, თუმცა გასარკვევია, რამდენად ეწინააღმდეგება პიგმენტები საკუთარ სითბურ და არა სინათლის ზემოქმედებას. ასევე ცნობილია, რომ სიმბიონანტს და მასპინძელს იცავს ე.წ. „მიკოსპორინის მსგავსი ამინომჟავები“ (Mycosporine-like amino-acids), რომლებიც შთანთქავენ ულტრაიისფერ სხივებს და შემდეგ ასხივებენ სითბოს სახით. ცნობილია, რომ მარჯნის პოლიპებს თავად არ შეუძლიათ ამ ამინომჟავის გამომუშავება და მას იღებენ სიმბიონანტის ან მოპოვებული საკვებისაგან. მარჯნის პოლიპებს გააჩნიათ ანტიოქსიდანტური სისტემა და სითბური შოკის ცილები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მომატებული ტემპერატურის პირობებში უჯრედების ნორმალურ ფუნქციონირებას. მარჯნები, რომლებიც დიდი რაოდენობით შეიცავენ ამ ცილებს, ნაკლებად ექვემდებარებიან გაუფერულებას. მიუხედავად იმისა, რომ მარჯნები საჭირო საკვებს იღებენ ავტოტროფული სიმბიონანტებიდან, მრავალი მათგანი ინარჩუნებს უნარს, საკვები ელემენტები „გადაყლაპოს“ სხვა ნაწლავ-ღრუიანების მსგავსად. ასეთი „მტაცებლები“ უკეთ იტანენ გაუფერულებას. ამასთანავე თუ პოლიპი გადადის კვების ამ ტიპზე, სიმბიონანტს საშუალება აქვს ნაკლებად დამოკიდებული იყოს მასპინძელზე და შეუძლია უკეთესად დაიცვას თავი რეაქტიული ჟანგბადის მოქმედებისაგან და შეამციროს დაზიანება.

მარჯნის პოლიპების გაუფერულების მიზეზების შესწავლაში პროგრესის მიუხედავად, ბევრი საკითხი გაურკვეველია, კერძოდ, გაცეხას იწვევს ის ფაქტი, რომ სიმბიონანტების „გამომეცება“ იწყება ტემპერატურაზე „რომელიც 1-2 °C-ით მეტია ზაფხულის ტემპერატურის საშუალო მაქსიმუმზე. ბევრი ორგანიზმი, რომელიც დამოკიდებულია სიმბიონანტებზე (პოლიპები, აქტინიები, ღრუბლები) 29-32°C-ზე იღუპებიან, ეს ტემპერატურა კი ტროპიკებისათვის ნამდვილად არ არის მაღალი. 35°C-ს კარგად იტანენ მსხვილი წყალმცენარეები, ხოლო ტროპიკული თევზებისათვის კრიტიკული ტემპერატურა 34,7-40°C-

ს ფარგლებშია. გამორიცხული არაა ვივარაუდოთ, რომ ნამდვილად სიმბიოზური ურთიერთობები ირღვევა მომატებული ტემპერატურის პირობებში.

ნორმალურ პირობებში სიმბიონანტები გამოყოფენ სიგნალებს, რომლებიც ხვდებიან მასპინძლის მიერ წარმოქმნილ მემბრანაზე. მემბრანა სიგნალების გადაცემაში ასრულებს მედიატორის როლს. თუ სიმბიონანტები არიან სტრესის მდგომარეობაში, მაშინ კავშირი მასპინძელთან შეიძლება დაირღვეს და ამან გამოიწვიოს მასპინძლის მიერ მისი „გამომეცება“ ან იმ უჯრედების განადგურება, სადაც სიმბიონანტები სახლობენ.

მეორე შესაძლო ვარიანტი შეიძლება იყოს თვითონ მარჯნის პოლიპის სტრესი, რომლის შედეგადაც ის კარგავს კონტროლს სიმბიონანტი წყალმცენარის რაოდენობაზე. ნორმალურ პირობებში წყალმცენარის პოპულაციის რაოდენობა პოლიპის შიგნით არის სტაბილური და ის არაა დიდი, თუმცა ამ უჯრედების გაყოფა მიმდინარეობს უფრო სწრაფი ტემპით ვიდრე პოლიპის დაყოფა. ცნობილია, რომ ნორმალურ პირობებში პოლიპის მიერ გამოძევებული წყალმცენარის უჯრედები დაშლილია, ე.ი. მათ არ შეუძლიათ ფოტოსინთეზის წარმოება, მაშინ როდესაც მაღალი ტემპერატურით გამოწვეული გაუფერულების დროს, გამოძევებული წყალმცენარის უჯრედები არ არის დაზიანებული და მათ შეუძლიათ ფოტოსინთეზის წარმოება. შესაბამისად, ჩნდება მოსაზრება, რომ სტრესის პირობებში მარჯნის პოლიპები კარგავენ უნარს გაარჩიონ სიმბიონანტის ჯანმრთელი და დაზიანებული უჯრედები. ე.ი შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მარჯნები უფერულდება წყალმცენარესთან „ურთიერთგაგების“ დაკარგვის გამო.

დასასრულს შეიძლება ვთქვათ, რომ მარჯნების გაუფერულების ფიზიოლოგიური და მოლეკულურ-ბიოლოგიური ასპექტების შესწავლა არ გვადლევს საშუალებას, ცვალებადი კლიმატის პირობებში ვივარაუდოთ მარჯნების პოპულაციური დინამიკა.

წყარო : Andrew H. Baird, Ranjeet Bhagooli, Peter J. Ralph, Shunichi Takahashi. Coral bleaching: the role of the host // Trends in Ecology and Evolution. 2009. V. 24. № 1. P. 16–20 .