

გამოხმაურება აკადემიკოს ბიორბი კვინსტაძის მონობრაფიაზე

„თანამედროვე ეკოლოგია: გარემოს მდგომარეობა, დისბალანსის გამომწვევი მიზეზები და რემედიაციული ტექნოლოგიები“ მეცნიერება, თბილისი, 2020 წელი

საკუთარი აზრის გამოთქმა მიიღო დავიწყო იმ-
ით, რომ აკადემიკოს გ.კ. ვესიტაძის ნაშრომი „თანა-
მედროვე ეკოლოგია, გარემოს მდგომარეობა, დის-
ბალანსის გამომწვევი მიზეზები და რემედიაციური
ტექნოლოგიები“ როგორც იტყვიან „სამაგიდო“ და
სახელმძღვანელო წიგნი უნდა გახდეს ეკოლოგი-
ის დარგში მოღვაწე ყველა სპეციალისტისათვის
და არა მარტო მათთვის. ქვეყნების ხელმძღვანელი
სფეროების წარმომადგენლებს დიდ სარგებლობას
მოუტანდათ იმ ღრმა და სრულყოფილი, ამასთან
შემაშფოთებელი ინფორმაციის გათვალისწინება,
რაც აღნიშნულ ნაშრომს განსაკუთრებულ მნიშვნე-
ლობას ანიჭებს.

ნაშრომის პირველ ნაწილში განხილულია თანა-
მედროვე მსოფლიოში არსებული რთული ეკოლო-
გიური მდგომარეობა, რაც მნიშვნელოვან წილად
განპირობებულია ტოქსიკური ნაერთების სულ
უფრო მზარდი რაოდენობით ნიადაგში, წყალში და
ატმოსფეროში, რაც საფრთხეს უქმნის ყველა სახე-
ობისა და გვარის ცოცხალი ორგანიზმების არსებო-
ბას. შესწავლილია, როგორც არაორგანული, ასევე
ორგანული ტოქსიკური ნაერთების მრავალფეროვ-
ნება. მათი გაუვნებელყოფის ქიმიური, მექანიკური
და ფიზიკური მეთოდები. მეორე ნაწილში წარმოდ-
გენილია მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების
სინერგიული მოქმედების, შთანთქმისა და გარდაქ-
მნის მექანიზმები. დადასტურებულია, რომ ეს ბუ-
ნებრივი და ეკოლოგიურად სუფთა ტექნოლოგიები
გაცილებით ეფექტურია ყველა არაბუნებრივ კლა-
სიკურ და თუნდაც ინოვაციურ ტექნოლოგიაზე.

ხაზგასმულია, რომ მომავალში ძირითადი ყუ-
რადღეობა უნდა გამახვილდეს „სელექციურად შერ-
ჩეული მაღალი ეკოლოგიური პოტენციალის მქონე
ერთწლიანი და მრავალწლიანი მცენარეების მიზან-
მიმართულ განაშენიანებაზე და აქტიური არატოქ-
სიკური მიკრობული კონსერვაციუმებით ნიადაგის
ხელოვნურად გამდიდრებაზე (დასნეოვნებაზე). ეს
უნდა განხორციელდეს ე.წ. „მწვანე ბიოგეოფილტ-
რის რეგიონში“, რომელიც ეკვატორის სამხრეთით
და ჩრდილოეთით $\approx 3500 \div 4000$ კმ მანძილზე გან-
თავსებულ ძლიერი დეტოქსიკური აქტივობის მქო-
ნე ხმელეთის ფართობს ეწოდება. მოსახლეობის მო-
სალოდნელი ზრდისა და პლანეტის ეკოლოგიური
მდგომარეობის გაუარესების პირობებში ამ რეგი-
ონს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება.

განსაკუთრებით საინტერესოა ავტორის მსჯე-
ლობა ე.წ. „მწვანე რევოლუციისა“ და „მწვანე ქიმი-
ის“ შესახებ. პირველისაგან განსხვავებით მეორე

ითვალისწინებს „ბუნებისადმი მხოლოდ მეგობრუ-
ლი მიდგომების, მეთოდებისა და ტექნოლოგიების
ფართო დანერგვას პრაქტიკაში“. ეს მიდგომა ით-
ვალისწინებს შემდეგი პრინციპების ამუშავებას:
პრევენცია, ატომების ეკონომია, უსაფრთხო ქიმი-
ური სინთეზი და ქიმიური პროდუქტების მიღება,
ენერგო ეფექტიანობა, განახლებული ნედლეულის
გამოყენება, შუალედური სტადიების შემცირება,
კატალიზი, დეგრადაციის უნარი, ანალიზი დაბინ-
ძურების პრევენციის მიზნით და სხვა.

„მწვანე ქიმია“ ის გლობალური ხასიათის ლო-
ნისძიებაა, რომელსაც ბუნების დაცვის თვალსაზ-
რისით ანალოგი არსებულ კლასიკურ ეკოლოგიურ
ტექნოლოგიებში დღემდე არ გააჩნია“.

შემდეგ ავტორი გადადის ბიოლოგიური ტექნო-
ლოგიების განხილვაზე. აღსანიშნავია, რომ ისინი
გამოირჩევა ბუნებასთან მეგობრული, ნიადაგის
ყველა მაჩვენებლების რემედიაციული ხასიათით
(დაბინძურებული, ეროზირებული და ღარიბი ნი-
ადაგები) არსი მდგომარეობის ბუნებრივი პროცე-
სების მაქსიმალურ გაძლიერებაში იმ დონემდე,
რომ მათი ტექნოლოგიურ პროცესად გამოყენება
გახდეს შესაძლებელი. ეს XXI საუკუნის ტექნოლო-
გიაა, რომელთა შესწავლაში, შექმნასა და გამო-
ყენებაში ბ-ნ გ. კვესეტაძის ღვაწლი განუზომელია.
მან ერთ-ერთმა პირველმა მიაქცია ყურადღება თა-
ნამედროვეობის ტექნოლოგიურად უმნიშვნელო-
ვანეს ბიოეკოლოგიის ძირითად ინსტრუმენტებს -
მცენარეებსა და მიკროორგანიზმებს. „ბუნებაში
არსებული ორგანიზმების ეს ორი ფიზიოლოგიუ-
რად მნიშვნელოვნად განსხვავებული ჯგუფი წარ-
მოადგენს იმ ტექნოლოგიურ აგენტებს, რომელთაც
სერიოზული ეკოლოგიური პოტენციალი გააჩნიათ.
ამასთან მიკროორგანიზმები სწრაფად შლიან უცხო
ნაერთებს (დეკონტამინაცია), მცენარეები კი უნი-
ვერსალური დეტოქსიფიკატორებია, რომლებიც
თითქმის თანაბარი ძალით მოქმედებენ ჰაერში, ნი-
ადაგსა და წყალში. ავტორი იმ მეცნიერთა ჯგუფს
ეკუთვნის ვინც პირველად შეისწავლა მცენარის
ეკოლოგიური პოტენციალის გამოვლენის პროცესი
საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მცენარე-
თა ბოქიმიის ინსტიტუტში გასული საუკუნის 70-ან
წლებში აკადემიკოს სერგი დურმიშიძის ხელმძღვა-
ნელობით.

ამ კვლევებმა გვიჩვენა, რომ მცენარეების გარ-
და ტოქსიკური ბუნების კონტამინანტების შთან-
თქმისა ფესვებისა და ფოთლების მეშვეობით აქვს
უნარი აწარმოოს მათი მეტაბოლური გარდაქმნა

უვნებელ უფრედულ კომპონენტებამდე. ე.ი. მცენარე პირველად მეცნიერების ისტორიაში განიხილება, როგორც ეკოტექნოლოგიური აგენტი, რაც დაედო საფუძვლად ახალ ეკოლოგიურ კონცეფციას.

ნაშრომში ყველგან სჩანს ავტორის იშვიათი უნარი ყველა დაინტერესებული არაპროფესიონალი ადამიანისათვის გასაგებ ენაზე გადმოსცეს ის ურთულესი პროცესები, რომლებიც მცენარისა და მიკროორგანიზმების ერთობლივი (სინერგიული) მოქმედებით ხორციელდება ბუნებაში. ნათლად აჩვენებს, რომ „მცენარე უშუალოდ მონაწილეობს ისეთ სასიცოცხლოდ აუცილებელ პროცესში, როგორიც არის ფოტოსინთეზი და ატმოსფეროში დიდი რაოდენობით არსებული მოლეკულური აზოტის ფიქსაცია“, რითაც უზრუნველყოფს დედამიწას ჟანგბადით, ორგანული ნაერთებით და სხვა სიცოცხლისათვის აუცილებელი კომპონენტებით.

„მცენარე და მიკროორგანიზმი - რამდენად შესაძლებელია ამ ორი ფუნქციურად და ფიზიოლოგიურად განსხვავებული ორგანიზმის მოქცევა ერთი ტექნოლოგიური პროცესის ფარგლებში“ აი უდიდესი ამოცანა, რომლის ამოხსნაც გადაწყვიტა აკადემიკოსმა გ.კვესიტაძემ ზემოთხსენებული ინსტიტუტის მეცნიერთა ჯგუფთან ერთად 30 წლის წინ. როგორც კვლევებმა აჩვენა მცენარისა და მიკროორგანიზმების თანამშრომლობა არა მხოლოდ შესაძლებელი, არამედ სასურველიც აღმოჩნდა. შედეგად ტოქსიკანტების სრული დაშლა და გარდაქმნა დაჩქარდა. დადგინდა, რომ მიკროორგანიზმები, განსაკუთრებით ბაქტერიები და მიცელიური სოკოების ზოგიერთი სახეობა ტექნოგენური ნაერთების აქტიური დესტრუქტორებია. ამას ემატება მცენარეების მიერ უცხო ნაერთების დეგრადაციის უნარი და საფუძველი ეყრება ახალ ინოვაციურ ეკოტექნოლოგიას.

ჩატარდა კოლოსალური სამუშაო: დეტოქსიკაციური პოტენციალის შესწავლის მიზნით შემოწმდა სხვადასხვა კულტურა. გამოკვლეული იქნა მათი უნარი დაშალონ ტოქსიკური ნაერთების ნახშირბადოვანი ჩონჩხი. „დადგინდა იქნა, რომ მხოლოდ მიზანდასახულად შერჩეული მიკროსკოპული სოკოების ცალკეულ შტამებს შესწევთ უნარი, აქტიურად დაშალონ აღნიშნული ტოქსიკანტები უფრედული მეტაბოლიტების დონემდე ან მოახდინონ მათი მიწერალიზაცია (დაშლა, წყალი+ნახშირორჟანგი)“.

ბ-ნ გ.კვესიტაძის ხელმძღვანელობით ინსტიტუტის ლაბორატორიების მეცნიერთა მიერ, საქართველოს თითქმის ყველა კლიმატურ-ნიადაგობრივი ზონის ნიადაგებიდან და მცენარეული სუბსტრატებიდან გამოყოფილია ბაქტერიების, აქტინობაქტერიებისა და მიცელიური სოკოების კულტურების 6000-მდე შტამი. მათ ბაზაზე შერჩეულია ექსტრემალურ პირობებში მოქმედი მიკროორგანიზმების (ექსტრემოფილების) კოლექცია 800 შტამის შემადგენლობით (პროკარიოტინები, ეუკარიოტები). აქ თავმოყრილია ექსტრემალურ პირობებში მოქმედი

სხვადასხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების მწარმოებელი და ტოქსიკური ნაერთების დამშლელი კულტურები.

ავტორის მიერ ნაშრომში შემოთავაზებულია სრულიად ახალი, მცენარისა და მიკროორგანიზმის ერთობლივ მოქმედებაზე აგებული ტექნოლოგია, რომელიც განსაკუთრებით ეფექტურია თბილი და ზომიერი კლიმატური სარტყელის რეგიონებისათვის, რასაც საქართველოც მიეკუთვნება. თუმცა ეს არ ნიშნავს, რომ აღნიშნული ტექნოლოგია გამოუსადეგარია უფრო ცივ კლიმატურ სარტყელში. უბრალოდ აქ გამოიყენება უფრო დაბალ ტემპურატურებზე მოქმედი ე.წ. ფსიქროფილური მიკროორგანიზმების ფორმები. როგორც ავტორი აღნიშნავს თუ მცენარეებში მხოლოდ 20÷30 ფერმენტია ცნობილი, რომლებიც უშუალოდ მონაწილეობენ დეტოქსიკაციის პროცესში, მიკროორგანიზმების სხვადასხვა ტაქსონომიურ ჯგუფებში მათი რიცხვი გაცილებით მეტია და დღემდე სრულად შესწავლილიც კი არ არის. „ისინი მცენარეებთან შედარებით უფრო მარტივად და სწრაფად ახორციელებენ უცხო ნაერთების დეგრადაციას (მიწერალიზაციას). ამავე დროს როგორც გაცილებით უფრო ადვილად ადაპტირებადი ორგანიზმები, ტოქსიკანტების გაუვნებელყოფის საწყის ეტაპზე აქტიურად მოქმედ ტექნოლოგიურ აგენტებად უნდა წარმოვიდგინოთ“.

ეკოლოგიური ტექნოლოგიებისათვის გათვალისწინებული არატოქსიკური და არაპათოგენური, ნიადაგიდან გამოყოფილი მიკრობული შტამები მოითხოვს შენახვის, ზრდისა და გამოყენების შესაბამის მეთოდებს. ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიების ინსტიტუტში, რომლის დირექტორიც 1987 წლიდან დღემდე ბატონი გიორგია ყველა პირობაა შექმნილი ამისათვის. მონოგრაფიაში მოცემულია ბაქტერიული და მიცელიური სოკოების შტამების კულტივირების (შენახვის, გამრავლების და გამოყენების) ყოველი ეტაპის სიღრმისეული და დანვრილებითი აღწერა, აქვეა მითითებული მიღებული ბიომასის ნიადაგში შეტანის პროცესის სრულყოფილად წარმართვისათვის. მოცემულია სათანადო სურათები, ცხრილები და სხვა საილუსტრაციო მასალა.

გაეროს 2019 წლის მონაცემებით მსოფლიოში ნიადაგი ყოველწლიურად გვაძლევს: ხორბალი - 760 მლნ.ტ.; ბრინჯი - 510 მლნ.ტ.; სიმინდი 1100 მლნ.ტ.; კარტოფილი - 350 მლნ.ტ.; შაქარი - 175 მლნ.ტ.; ხორცი - 335 მლნ.ტ.; რძე - 852 მლნ.ტ. და სხვა.

ამავე მონაცემებით ეკოლოგიური მდგომარეობა სწრაფად უარესდება, ყოველწლიურად ეროზიას განიცდის 2 მილიარდი ჰექტარი, გაუდაბნობას 4,5 მლრდ.ჰექტარი, ტყეების მიერ დაკავებული ფართობი მცირდება 10 მლნ. ჰექტარით, თითოეულ მოსახლეზე სახნავ-სათესი 0,4 ჰექტარზე ოდნავ მეტია. დღეისათვის წყლის დეფიციტის მქონე ქვეყნების სიამ 80-ს გადააჭარბა. როგორც ცნობილია სასმელი წყალი საერთო მარაგის 2,5%-ს არ აღემატება. მოსახლეობის დაავადებების თითქმის 80%

უხარისხო სასმელ წყალს უკავშირდება. მთლიანობაში დაახლოებით 2 მლრდ. ადამიანის დაავადებები დაბინძურებული წყლით არის გამოწვეული. მათ შორის: მალარია - 800 მლნ., ტრაქომა - 500 მლნ., მისტოსომოზი - 200 მლნ., გასტროენტერიტები - 400 მლნ., რომელთაგან 4 მლნ. ბავშვი და 18 მლნ. მოზრდილი იღუპება.

ევროგაერთიანების მონაცემებით, არჩეული ეკოლოგიური მდგომარეობის გამო მართო ზღვის ბინადართა 100000-ზე მეტი სახეობა გაუჩინარების ზღვარზეა. პლანეტის მთლიანი ფართობის (510 მლნ.კმ²) 2/3 ანუ 360 მლნ.კმ² წყალს უკავია, დანარჩენი ხმელეთია და მისი 11% უდაბნოა, წყლის უკმარისობის გამო.

ავტორი საინტერესოდ აღწერს საქართველოს ბიომრავალფეროვნებას : „ქვეყანაში რომლის ფართობი 69000 კმ²-ია, მზიანი დღეების რაოდენობა 250÷280-ია, 26 ათასზე მეტი მდინარე იღებს სათავეს, 1000-ზე მეტი ენდემური მცენარე ხარობს და 30-მდე ნიადაგობრივ-კლიმატური ზონაა წარმოდგენილი. ცნობილია, რომ საქართველოში მცენარეების განსაკუთრებული მრავალფეროვნებას მთელ მსოფლიოში აღიარებენ. ამჟამად ქვეყანაში დაცული ტერიტორიების საერთო ფართობი შეადგენს 600490 ჰექტარს, რაც მთელი ტერიტორიის 8,62%-ია. დაცული ტერიტორიების 51% ტყით არის დაფარული. საქართველოში 14 სახელმწიფო ნაკრძალი, 11 ეროვნული პარკი, 19 აღკვეთილი, 41 ბუნების ძეგლი და 2 დაცული ლანდშაფტია. სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების ფართობის წილი მთლიანი ფართობის 43,3%-ია. ყოველივე ზემოთთქმულიდან გამომდინარე, საქართველოში მიზანშეწონილი და აუცილებელიც არის მრეწველობის ახალი დარგის, ეკოლოგიურად მეგობრული ბიოტექნოლოგიური მრეწველობის ჩამოყალიბება. მრეწველობის ნებისმიერ დარგთან შედარებით, ქვეყანაში არსებული მცენარეებისა და ცხოველების გენოფონდი და ყველა ტაქსონომიური ჯგუფის მიკროორგანიზმების კოლექციები და მათი პოტენციალი იმის საწინდარია, რომ ბევრი ახალი ინოვაციური და ეკოლოგიურად მეგობრული ბი-

ოტექნოლოგიის შექმნა შესაძლებელი, რაც მნიშვნელოვნად გააფართოვებდა ქვეყანაში წარმოებული პროდუქციის ასორტიმენტს.

დასკვნა

1) აკადემიკოს გ.კვესიტაძის მიერ შემოთავაზებული (ფაქტიურად მის მიერ შექმნილი) ეკოლოგიური ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს წინასწარ სელექციურად შერჩეული მცენარეებისა და მიკროორგანიზმების ერთობლივ მონაწილეობას ტოქსიკური ბუნების მქონე ნაერთების გარდაქმნაში - ინოვაციურია და ანალოგი არ გააჩნია მსოფლიოში;

2) ეს ტექნოლოგია „მწვანე ქიმიის“ მიმართულებასაც ეთანადება. მასში გათვალისწინებულია „მწვანე ქიმიის“ თითქმის ყველა მოთხოვნა და რეკომენდაცია;

3) შემოთავაზებული რემედიაციური ტექნოლოგიების გამოყენება გარდაუვალია თანამედროვე ეკოლოგიური მდგომარეობის მზარდი პრობლემებიდან გამომდინარე და რაც ადრე მოხდება ეს მით უკეთესი;

4) ნაშრომში განხილული ეკოლოგიური კონცეფციის შექმნას ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიების ინსტიტუტმა აკადემიკოს გიორგი კვესიტაძის ხელმძღვანელობით უდიდესი ძალისხმევა მოახმარა. გამოქვეყნდა 100-ზე მეტი ფუნდამენტალური ნაშრომი ეროვნულ და უცხოურ სამეცნიერო ჟურნალებში, მოხსენებები გაკეთდა 40-ზე მეტ საერთაშორისო კონფერენციებსა და სიმპოზიუმებზე, დაცულია 30-ზე მეტი საკონდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია. წარმოდგენილი ტექნოლოგიების მეცნიერულ დასაბუთებას მიეძღვნა 14 მონოგრაფია ქართულ, ინგლისურ და რუსულ ენებზე.

თამაზ ბაციკაძე,

ტ.მ.დ., პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო და საბუნებისმეტყველო აკადემიის აკადემიკოს-მდივანი, პრეზიდიუმის წევრი, საერთაშორისო საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსი, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი