

## რა შეუძლია ეკოლოგიაში გენეტიკას?

კვესიტაძე გ., ციციშვილი მ.

*საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია  
საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია*

**ანოტაცია:** ნაშრომში განხილულია ამ დროს აპრობირებული და სავარაუდოდ დამუშავებული უახლესი მეთოდები დაავადებებიდან დაცვისა და ახალი სახეობების შენახვა-გადარჩენისა, გენეტიკაში ათვისებული მეთოდებით. შედარებით ახალ ეკოლოგიას დიდი იმედები აქვს კიდევ უფრო ახალი მეცნიერებისაგან, როგორცაა ახლადმოხილი გენეტიკა - მეცნიერება, რომლისაგანაც ყველა ბევრს ელის. მაგალითად, რიგი ეკოლოგიური და აგროეკოლოგიური პრობლემებისა, რომლების გადაჭრაში დიდი იმედები ДНК-ტექნოლოგიებზე ემყარებოდა, კომპლექსური ხასიათისაა. მათ რიცხვს ეკუთვნის ნიადაგების ნაყოფიერების პრობლემა. ამ მიზნებისათვის სასუქების გამოყენება არ იძლევა სასურველ შედეგებს, ორი მიზეზის გამო: ჯერ ერთი, აზოტური სასუქების სინთეზი მიმდინარეობს ძვირადღირებული ენერგოტევადი პროცესების თანხლებით. მეორეც, სათანადო კონცენტრაციების შესაქმნელად ნიადაგში სასუქები შეაქვთ ჭარბი კონცენტრაციებით და ისინი ირეცხებიან და წყალსატევების დაჭუჭყინებას იწვევენ. ამასთან დაკავშირებით, საჭიროა შემუშავდეს აზოტის ბიოლოგიური ფიქსაციის საშუალებები. ამ ამოცანის გადაჭრის რამდენიმე ვარიანტი შესაძლებელი: თავისუფლად მცხოვრები აზოტ - მშთანთქმელი ბაქტერიების გამოყენება; ანდაც აზოტფიქსაციის უნარის მქონე ვერმენტის - ნიტროგენაზის წარმოებაში გამოყენება ამიაკის წარმოებისას; ბუნებრივი აზოტფიქსირებადი ბაქტერიების ეფექტურობის ზრდა, მათი შეყვანა კულტურულ მცენარეებში და ასე შემდეგ. მართალია, წინასწარ უნდა იქნეს ჩატარებული სამუშაოები სიმბიოტური ურთიერთობების კვლევისა, ნიტროგენაზის დაცვისა ჭანგბადის ზემოქმედებისაგან და მისი გაშიფვრისა და ასე შემდეგ. ასეთი ფუნდამენტური ამოცანების გადაჭრისთანავე მოსალოდნელია გენური ინჟინერიის დახმარება.

**საკვანძო სიტყვები:** ეკოლოგია, გენეტიკა.

ნიადაგში შეტანილი აზოტოვანი სასუქები, სხვა მკვებავ ნივთიერებებთან ერთად, მცენარეების ზრდა - განვითარებას უწყობენ ხელს. ნიადაგის აზოტით განოყიერებას უზრუნველყოფენ სპეციალური ბაქტერიები, რომლებიც აზოტს ჰაერიდან ითვისებენ. ასეთი ბაქტერიები ორ ჯგუფად იყოფა: ნიადაგში თავისუფლად მცხოვრებნი (მაგალითად *Azotbacter chromococcum*), და ფესვებზე მცხოვრებნი (მაგალითად *Rhizobium meliloti*). ამ მიკრობების მეშვეობით ყოველწლიურად 17,5 მილიონი ტონა აზოტი ფიქსირდება ჰაერიდან. აზოტფიქსატორ ბაქტერიებს აზოტი ამიაკში გადაჰყავთ.

პარკოსანი აზოტფიქსატორი ბაქტერიებიდან ყველაზე ეფექტური არიან ბაქტერიები *Rhizobium l*; ეს ხდება *nif*-ბაქტერიების მეშვეობით. ამ ბაქტერიების გასაზღვრად ბევრი ქვეყანა უშვებს სპეციალურ პრეპარატებს. ამის შედეგად საგრძნობლად გაიზარდა აზოტფიქსაცია და, როგორც შედეგი, მოსავლიანობა. არსებობს აგრეთვე მოსაზრებები მარცვლოვან კულტურებში ДНК-ტექნოლოგიების საშუალებით აზოტფიქსაციის გაძლიერებისა, რაც მნიშვნელოვნად გაზრდის მარცვლეულის მოსავალს.

კომპლექსური ხასიათისაა პრობლემა მრავალრიცხოვანი ნარჩენების (საწარმოო, სოფლო-სამეურნეო, საყოფაცხოვრებო) ათვისებისა: სპეციალურად კონსტრუირებული

მიკროორგანიზმები უზრუნველყოფენ ნარჩენების გადამუშავებას იმ პროდუქტებით, რომლებიც ეხლა ნავთობიდან მიიღება; ამით გადაწყდება პრობლემა ნავთობის მარაგების სასრულობისა; პარალელურად მოგვარდება პრობლემა ბუნების დაცვისა. უკვე დღეისათვის, საკვები მიკრობული ცილის მისაღებად გამოიყენებიან n-ალკანები ნავთობის გაწმენდის ნარჩენებიდან, ან მეთანად მიღებული მეთანოლით ნავთობსაბადოებიდან. ამ მხრივ, დიდი რეზონანსი გამოიწვია ბრაზილიურმა ექსპერიმენტმა შაქრის ლერწმისა და მანიოკისაგან მიღებული სპირტის ავტომობილების საწვავის შესახებ. ამ ცდების შედეგად ბევრ ქვეყანაში შეუდგნენ ნარჩენებიდან საწვავის მიღებას. ბევრი მკვლევარი მგონი ივიწყებს რომ ჩვენი თანამედროვე ცივილიზაცია, ისე როგორც ყველა წინამორბედი, მთლიანად დამოკიდებულია თავის ეკოლოგიურ საფუძვლებზე - ეს მუდამ უნდა გვახსოვდეს, მიუხედავად ინფორმაციული ერის ხიბლისა, რომელიც სულ უფრო თავს იჩენს გლობალურ ეკონომიკაში. მთლიანობაში ხაზგასასმელია, რომ ДНК-ეკოლოგიას შეუძლია მოახდინოს სერიოზული გავლენა სახალხო მეურნეობის ბევრ დარგზე. წარმოების ბიოლოგიზაცია - ეს ტექნოლოგიების ხვალისდელი დღეა და გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქ ექნება ДНК- ტექნოლოგიებს.

ДНК-ტექნოლოგიების უდიდესი პრობლემაა - ენდოეკოლოგიური მოწამვლა ტოქსინებით, მძიმე ლითონებით და რადიონუკლიდებით უჯრედშორისო სივრცეების დონეზე. ისევე როგორც მრავალუჯრედიანი ორგანიზმებისათვის ჰაერი, წყალი, ნიადაგი და ბიოტა წარმოადგენენ თავის საარსებო გარემოს, ასევე ყოველი უჯრედისათვის არსებობს მისი (თავისი) უჯრედშორისო არე ორგანიზმთა შორის. ის წარმოადგენს ბოჭკოებს და მუდმივად მოძრავ საუჯრედთაშორისო სითხეებს, რომელშიც არც ისე დიდი ხანია, შემოედინება სხვა და სხვა ჯურის ქიმიური ტოქსინები, თუ რადიონუკლიდები, მძიმე ლითონები და ა.შ. ბუნებრივია, მათი გამოძევება უჯრედებმა ვერ ისწავლეს ამ მოკლე დროში - ამას ევოლუციის ათასი წლები უნდა. ამის შედეგად ვითარდება ქრონიკული „ინტოქსიკოზი“ საუჯრედთაშორისო სივრცეში. მედიცინამ მოიპოვა საშუალებები ამის წინააღმდეგ. მაგრამ ჯანმრთელობის შენარჩუნება დედამიწის მოსახლეობის ნახევრისათვის წარმოუდგენელი ამოცანაა. თანაც მთავარი ის არი, რომ ეს მთელ ცოცხალ სამყაროს ემუქრება, განსაკუთრებით წყლის ორგანიზმებს. გასაგებია, რომ მთელი ცოცხალი სამყაროს რეაბილიტაცია შეუძლებელია. ადამიანს ბიოსფეროს გარეშე სიცოცხლე არ შეუძლია. ამავ დროს არ შეიძლება სრულად შეწყდეს სხვა და სხვა ტოქსინების გარემოში მოხვედრა - ამას დაჭირდება სრულად შეიცვალოს მთელი არსებული ტექნოლოგია სოფლის მეურნეობასა და მრეწველობაში.

უკანასკნელ წლებში დოკუმენტალურად საბუთდება შემდეგი ტენდენციები: მყინვარების დნობა, ზღვების დონის აწევა, კორალების რიფების კვდომა, ინფექციური დავადებების გავრცელება, მცენარეებისა და ცხოველების მიგრაცია ატმოსფეროს ტემპერატურის ზრდასთან ერთად. თავს იჩენს მთელი რიგი ექსტრემალური ბუნების მოვლენა: არნახული ტყის ხანძრები და გვალვები ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ქვეყნებში ინდონეზიიდან მექსიკამდე, ისტორიაში უდიდესი წყალდიდობები ჩინეთსა და ბანგლადეშში, სასტიკი ქარიშხლები და ეპიდემიები აფრიკასა და ამერიკაში, დამლუპველი თბური ტალღები ევროპასა და ინდოეთში. ასეთი კლიმატური რყევები უდიდეს გავლენას ახდენენ არა მარტო ბუნებაზე, არამედ კაცობრიობაზე. ადრე ამას მოყვებოდა უძველესი ცივილიზაციების დაღუპვა. ამიტომ XXI საუკუნის ბრძოლა კლიმატის ცვლილებასთან ანალოგიური აზრი, აქ, როგორც ომებს - როგორც „ცხელს“, ისევე „ცივს“: გლობალური კლიმატური ცვლილებები მალე გახდება „ცივი ომების“ ეკოლოგიური ექვივალენტი!

მსოფლიო ოკეანის დონის აწევა საგრძნობლად შეამცირებს საცხოვრებლად ვარგის ტერიტორიებს. წარმოიშვება ძნელად გადასაწყვეტი პრობლემები ეკონომიკაში, დემოგრაფიაში, პოლიტიკაში, დაკავშირებული ადამიანების გადასახლებასთან. უდიდესი დანაკარგების ფასად თუ კაცობრიობა შესძლებს ახალ კლიმატურ პირობებს შეეგუოს, ამას ვერ შეეგუება ცხოველებისა და მცენარეების ნაწილი, რაც გამოიწვევს ბიომრავალფეროვნების მკვეთრ შემცირებას - ვერ იარსებებს თანამედროვე ტიპის ბიოსფერო და ეჭვის ქვეშ იქნება ადამიანის არსებობა!

უკანასკნელ ათწლეულებში განვითარებული გლობალიზაციას მივყავართ სიცოცხლის შემცირებამდე დედამიწაზე. არნახულად განვითარებული ვაჭრობა და ტურიზმი ამსხვრევენ ეკოლოგიურ ბარიერებს, რომლებიც მილიონი წლები არსებობდა. ეს საშუალებას აძლევს მცენარეებს და სხვა ცოცხალ ორგანიზმებს შეადწინონ შორეულ ტერიტორიებზე და დაარღვიონ არსებული საჭირო ეკოლოგიური პროცესები, ადგილობრივი სახეობების განდევნით. ასეთმა ბიოშეჭრებმა (ბიოინვაზიებმა) გაანადგურეს თევზის მარაგი ტბა ვიქტორიაში, უვარგისი გახადეს 1 მილიონზე მეტი სახნავი მიწები სამხრეთ ამერიკაში.

სულ ახლახან დაიწყო ჩასახლება ამერიკის კონტინენტზე ევროპული მოლუსკის დრეისენასი. ეს ორმხრივნიჟარიანი მილუსკი მჭიდროდ მაგრდება მყარ საგანზე, ეს იქნება გემის ძრავა, თუ სხვა რაიმე. ევროპის მდინარეებში დრეისენას ყავს ბუნებრივი მტრები - კარპისებრთა ჯიშის თევზები, რომლებიც ანადგურებენ ახალგაზრდა მოლუსკებს, რაც ზღუდავს მათ რიცხოვნობას. ამერიკის კონტინენტზე ეს მოლუსკი აღმოაჩინეს 1988 წელს ტბა სენტ-კლერში, სადაც ის ევროპიდან მოსული გემების ბალასტური წყლებს შემოყვენ. დიდი ტბების სისტემაში დრეისენას მტრები არ ამოაჩნდა და ასეული მილიონები დაიხარჯა მის მიერ გაბიძინილი წყალამღები ნაგებობების გასაწმენდათ. მაგრამ მისი ინვაზია აღმოჩნდა საშიში იმითაც, რომ ის იწვევს ბევრი სხვა თევზისა და მოლუსკის საკვები ბაზის შემცირებას და მათ შემდგომ შემცირება - განადგურებას.

1993 წელს შეერთებული შტატების კონგრესმა გამოსცა ნაშრომი „საშიში არატუხემური სახეობები შეერთებულ შტატებში“, სადაც დაფიქსირებულია, რომ დრეისენამ „დაიპყრო უკვე აღმოსავლეთის 18 შტატი და მისგან ზარალი შეადგენს (აღემატება) 3,3 მილიარდ დოლ. სან-ფრანცისკოს ყურეში მკვლევარებმა უცხო სახეობა აღმოაჩინეს. საშუალოდ, ყოველ 14 კვირაში გემების ბალასტური წყლებით ერთი უცხო სახეობა მკვიდრდება აქ. ამგვარი „ზღვის ბიოლოგიური სიახლე წარმოადგენს „მსოფლიო მნიშვნელობის ეკოლოგიურ და ეკონომიკურ პრობლემას“.

„დრეისენას პრობლემის“ ანალოგიურია შავი ზღვის მნემიოპსისის პრობლემა, რომელიც შემოტანილი იქნა ამერიკიდან მეოცე საუკუნის სამოცდაათიანი წლების ბოლოს. იგი მტაცებელია, ჭამს პლანქტონის მცირე კიბოსნებს და მცირე თევზეულს. ეს ტიპური ევრი - ბიონტია ორი ფაქტორისადმი: წყლის სამლამისადმი - ის ევრიგალური სახეობაა; საკვებისადმი - ის ევრიტროფული სახეობაა. მწელი სათქმელია, როგორი იქნება შავი ზღვის ეკოსისტემა წონასწორობის დამყარების შემდეგ, რა გავლენას მოახდენს მნემიოპსისი მასზე.

გასული საუკუნის ბოლოს ზოოლოგებმა ატეხეს განგაში - მყისიერად ნადგურდებოდენ სხვა და სხვა ბიოტებში არსებული წყალხმელეთის ცხოველები. გაურკვეველი იყო - ეს იყო შემთხვევითი დამთხვევა თუ კანონზომიერება? მაგრამ თეორიული კვლევა - ძიების დრო მალე წავიდა; დადგა დრო რეალრი შეფასებისა. დამტკიცდა, რომ ოზონის შრის შემცირება და მზის ხისტი გამოსხივების ზრდა იწვევს რეპტილიების შემცირებას. ასევე დამლუპველია პესტიციდების ზრდა. უდიდესი „თავის ტკვილია“ - უცხო სახეობის მიერ ძირითადი სახეობების გამიძევნა. ზოგიერთ საცხოვრისებში, მაგალითად კუნძულებსა და სუბტროპიკულ ჭაობიან მიწებში, ინვაზიის პროცესის კონტროლი წარმოადგენს ურთულეს ამოცანას. მთლიანობაში, გლობალური ეკოლოგიური ამოცანების გადასაწყვეტად ДНК-ტეხ-ნოლოგიები ფართოდ გამოიყენება ბიომრავალფეროვნების დაცვასა და ტექნოგეპური დაჭუჭყიანების შემცირებისათვის.

მიკრობული ინსექციდები. ცხოველების ყველა კლასებიდან მწერების კლასი ყველაზე მრავალრიცხოვანია - აღწერილია ერთ მილიონზე მეტი სახეობა მწერებისა. მწერებს უდიდესი ზიანი მიაქვთ სასოფლო - სამეურნეო კულტურებისათვის. გასული საუკუნის 40-ან წლებში სინთეზირებული იქნა ბევრი ქიმიური ნივთიერება მავნე მწერების პოპულაციის საკონტროლოდ. მათ შორის ყველაზე ცნობილი აღმოჩნდა ДДТ - დიქლორდიფენილტრიქლორეთანი. ეს ქლორორგანული ნივთიერება იქნა ჯერ კიდევ მე XIX საუკუნის 70 -ან წლებში სინთეზირებული, ხოლო ინსექციდად გამოყენებული იქნა მეოცე საუკუნის 30-ან წლებში. ის აღმოჩნდა მაღალეფექტურ საშუალებად სხვა დასხვა მწერების

წინააღმდეგ. ამ დროისათვის სინტეზირებულია მრავალი ანალოგიური პრეპარატი: დილდრინი, ალდრინი, ქლორდანი, ლინდანი, ტოკსოფენი. ეს ქლორორგანული ნაერთები პარალიზურ ზემოქმედებას იწვევს მწერის ნერვულ სისტემაში.

კიდევ ერთი კლასია მიკრობული ინსექციდებისა - ფოსფორორგანული ნაერთები, რომლებსაც ადრე გამოიყენებდნენ როგორც საბრძოლო შხამქიმიკატებს. ესენია მელატიონი, პარატიონი, დიაზინონი. მათი მოქმედება ეფუძნება აცეტილქოლინესტერაზის ინჰიბირებას, რაც იწვევს მწერის ტვინის ნეირონების მოშლას. დროთა განმავლობაში ძირითადი მავნებელი მწერები სულ უფრო მდგრადი ხდებოდნენ ძირითადი ქიმიური ინსექციციდებისადმი, რამაც გამოიწვია უფრო დიდი კონცენტრაციების ხმარება. ამავე დროს ეს პრეპარატები ძალიან ეფექტურად მოქმედებენ არამავნე მწერებზეც, რასაც მივყავართ მძიმე შედეგებამდე.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, უკანასკნელი ოცი წელია ინტენსიურად მიმდინარეობს ალტერნატიული მეთოდების ძიება. დიდი იმედებია ამ პრობლემების გადაწყვეტისა რეკომბინანტური ДНК-ს საშუალებით. მიკრობიოლოგიური ინსექციდების ეფექტურობის გასაზრდელად შესაძლებელია მანიპულირება გენებით, რომლებიც მათ ბიოსინთეზს კოდირებენ, მაგალითად ბაქტერიის *Bacillus thuringiensis*-ს გენებით. ისინი სულ უფრო ფართო გამოყენებას პოულობენ, ვინაიდან არ ავლენენ მავნე გავლენას გარემოზე. ზოგიერთი სახეობები ამ ბაქტერიების წარმოქმნიან პროტოქსინს, რომელიც მწერის მომწელებელი პროტეაზის საშუალებით გარდაიქმნება აქტიურ ტოქსინად და იწვევს მის დაღუპვას. ამიტომ ბაქტერია *Bacillus thuringiensis*-ის ბაზაზე მიღებული ბიოლოგიური ინსექციდი შესაძლებელია იყოს კარგი მაკონტროლემელი მავნებელი მწერებისა.

იმისათვის, რომ გაზარდონ *Bacillus thuringiensis*-ის ტოქსინის სპეციფიურობა, მის მასპინძლის უჯრედში შეყავდათ სხვა და სხვა შტამი. ასე შექმნილი ჰიბრიდი გაცილებით უფრო საიმედოა და გარანტიაა მდგრადი სახეობების არგაჩენისა. ეს ტოქსინი გამოყენებული იქნა ზედაპირულ წყლებში შესატანად და დიდი ეფექტურობა გამოამჟღავნა. ასეთივე მეთოდებით შექმნილი იქნა მცენარის ფესვების მღრნელების საწინააღმდეგო პრეპარატები.

უზარმაზარი პესტიციდების ბაზარი; მათ წარმოებაზე ყოველწლიურად 20 მილიარდ დოლარზე მეტი იხარჯება; და ეს რიცხვი ყოველწლიურად იზრდება. ბიოპესტიციდებზე ამ თანხის მხოლოდ 1% მოდის. პროგნოზის მიხედვით მომავალი მაინც ბიოპესტიციდებზე იქნება. ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნების პრობლემა. მატერიალურად უზრუნველყოფილმა მე-XX საუკუნემ წარმოუდგენელი ზარალი მიიყენა ადამიანის ჯანმრთელობასა და გარემო ბუნებას. სამთო მოპოვებებმა მოწამლეს მდინარეების ათასობით კილმეტრები; ტყის დამზადებებმა მოსპობის ზღვარზე მიიყვანეს მრავალი სახეობა ცხოველებისა. ქარხნების მიერ ჰაერისა და წყლის დაბინძურებამ მილიონობით ადამიანის სიცოცხლეს დაემუქრა. სინთეტური ქიმიკატები, როგორც ნელი მოქმედების ბომბი, მოქმედებენ ადამიანის რეპროდუქციულ სისტემებზე და საფრთხეს წარმოადგენენ შემდეგ თაობებშიც. ისინი გამოირჩევიან ნახევარდაშლის გრძელი პერიოდით და დიდხანს რჩებიან გამოყენების შემდეგ გარემოში. საკვების გზებიდან შეღწევისას ისინი ილექებიან ცხიმის ჯირკვლებში, აზიანებენ ენდოკრინულ და რეპროდუქციულ სისტემებს. ჩვენთვის უცნობია მრავალი ახალი მდგრადი ორგანული დამაჭუჭყიანებლების მავნე მოქმედება, მათი დროში შენელებული მოქმედების მხედველობაში მიღებით. ნარჩენების მოცილება ოკეანეში ჩაშვებით, ან დაწვით, იწვევს აირებისა და სხვა ტოქსიკური ნივთიერებების წარმოქმნას და იწვევს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ეკოსისტემების განადგურებას. დადასტურებულია, რომ მსოფლიო დგას დღეს სახეობების განადგურების ეტაპზე, როგორც იყო დინოზავრების ამოხოცვის დროს 65 მილიონი წლის წინად. დედამიწის დღევანდელი მდგომარეობის უზუსტესი დახასიათება შემდეგია: მიდის დედამიწაზე ჩვენთან ერთად მცხოვრები სახეობების რაოდენობის შემცირება. თუ ადრე იზრდებოდა მცენარებისა და ცხოველების სახეობრივი რაოდენობა და ჩვენ სახეზე გვქონდა განსაკუთრებით მდიდარი ბიომრავალფეროვნება, დღეს ჩვენ ვცხოვრობთ ბიომრავალფეროვნობის მასიური გაქრობის ეპოქაში. ფართო აღიარება მცენარეების შენარჩუნების აუცილებლობისა პირველად 1920 წელს გამოითქვა ჰარი ხარლანის და ნიკოლოზ

ვაგილოვის ნაშრომებში. უკანასკნელი 400 წლის განმავლობაში დედამიწიდან გაქრენ 130 სახეობა ფრინველისა და ქვეწარმავლები, მათ შორის 100 სახეობა - უკანასკნელ ასწლეულში. სახეობების შემცირებისას მცირდება გენეტიკური მრავალფეროვნებაც. ბუნებრივი ეკოსისტემების შესანარჩუნებლად საჭირო არის ნაკრძალებში გამოყოფილი იყოს დედამიწის ზედაპირის 30% (სადღესოდ ისინი შეადგენენ მხოლოდ ზედაპირის 2%).

ნამარხი ნარჩენების შესწავლისას პალეონტოლოგები გამოყოფენ მასიური გაქრობის ხუთ პერიოდს; უკანასკნელი იყო 65 მილიონი წლის წინათ ცარცული პერიოდის ბოლოს. მართლაც, ყვავილოვანი მცენარეებისათვის, რომლებიც მთელი მცენარეულობის 90% წარმოადგენენ დედამიწაზე, დივერსიფიკაციის პროცესი დაეწყოთ ცარცული პერიოდის მახლობელ დროში - შედარებით ეხლა, ევოლუციის პერიოდების დროის გათვალისწინებით. მაგრამ ეხლანდერ სახეობების მასიურ გაქრობის ეპოქაში მცენარეები უპრეცედენტო ზარალს განიცდიან: გლობალური გამოკვლევების თანახმად, 240 ათასზე მეტი გამოკვლეული მცენარისაგან ყოველი მერვე განადგურების საფრთხეს განიცდის.

ცხოველების გენოფონდის შენარჩუნება შესაძლებელია ზოოპარკებში, ფერმებსა და სანაშენებში. სხვა გზაა - გენომებისა და სომატური უჯრედების შენახვა იმ სახეობების, ვისი რიცხოვნება დაეცა კრიტიკულზე დაბლა (500 ერთეულზე დაბლა ხერხემლიანებისათვის და 50 ათასზე დაბლა უხერხემლოებისათვის). აუცილებლად უნდა ვიცოდეთ, რომ ერთეული ცხოველის გაქრობისასაც კი იკარგება რაღაც ნაწილი გენებისა, რომლებსაც მრავალფეროვნება შეჰქონდათ ამ სახეობიში. ამრიგად, გენომების კონსერვაციის საშუალებით შესაძლებელია შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა: - ცხოველების სახეობების მრავალფეროვნების შენარჩუნება; - სახეობების გენეტიკური სტანდარტის შენარჩუნება; - მემკვიდრეობითი ანომალიების მქონე სახეობების შენარჩუნება, შედეგების საჭიროების შემთხვევაში ექსტრაპოლაციისათვის ადამიანების მემკვიდრეობრივ ანომალიებზე; - სელექციისათვის განსაკუთრებით მჭირფასი სახეობების შენარჩუნება.

ჩვეულებრივ კოსერვაციისათვის გამოიყენება სპერმატოზოიდები და კვერცხუჯრედები, ან თვით ჩანასახები; იშვიათ შემთხვევაში, ცალკეული უნიკალური ცხოველის შენარჩუნებისათვის, სომატურ უჯრედებს ინახავენ. არის სამი ტიპი კოსერვაციისა: ფიზიოლოგიური, კრიოკონსერვაცია, გენების ბანკის შექმნა. ფიზიოლოგიურ კონსერვაციას მიეკუთვნება ანაბიოზი ბუნებრივ პირობებში; დიაპაუზა - ჩანასახის განვითარების შეჩერება მდედრების სასქესო გზებში (ჩლიქოსნებში, მტაცებლებში და სხვა ძუძუმწოვრებში რამოდენიმე თვეებამდე), და ბოლოს სპერმის შენახვა სასქესო გზებში ჭიანჭველებში (15 წლამდე) და ღამურებში (5 – 7 თვემდე).

კრიოკონსერვაცია ემყარება ბიობიექტების (უჯრედები, ქსოვილები და ორგანოები) ღრმა გაყინვას, რომლებიც ადვილად იტანენ ტენის დაკარგვას (ნემატოდები, ზოგიერთი პროტოზოა). დამუშავებულია მეთოდები სპერმატოზოიდების, გონადების, ლიმფოციტების და სხვა სომატური უჯრედებისა; თვლიან, რომ მინუს 196 გრადუსის შენახვისას სიცოცხლის უნარიანობა შენარჩუნდება ათეული წლები. ამ ვადის უსასრულობამდე გაზრდას ხელს უშლის სპონტანური მუტაცია ბუნებრივი რადიაციისაგან. უკანასკნელ წლებში, ДНК-ტექნოლოგიების განვითარებასთან დაკავშირებით, იქმნება გენების ბანკი, რომლებსაც უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ცოცხალი ორგანიზმების გენურ კვლევებში. ჩვეულებრივად სელექციისათვის იყენებენ უფრო ძველ ჯიშებს. მოსახლეობის ზრდასა და მოხმარების მატებასთან ერთად, სულ უფრო დიდ ფართობებს ახალი მოსავლიანი ჯიშები იკავებენ; ძველი ჯიშები ქრება, რაც გენოფონდის გადარბევას იწვევს; ამიტომ გენოფონდის შენახვის პრობლემა ძალზედ აქტუალურია. ამან გამოიწვია სპეციალიზირებული ცენტრების შექმნა ცალკეულ ბოტანიკური ბაღებსა და გენების ბანკებში. ამ საქმიანობის კოორდინაციას ემსახურებიან სპეციალური მაკოორდინირებელი ორგანოები: 1974 წელს შეიქმნა მცენარეთა გენოფონდის საერთაშორისო საბჭო - International Board for Plant Genetic Resources – IBPGR; მას ეხმარება მცენარეთა გენეტიკური რესურსების საერთაშორისო ინსტიტუტი - International Plant Genetic Resources Institute. აქ შეგროვილი უნიკალური სახეობების რაოდენობა აჭარბებს 6 მილიონს. შეგროვილ

სახეობების 90% - ეს სოფლის მეურნეობისათვის მომავალი განსაკუთრებით პერსპექტიული ჯიშების გამოსაყვანად ვარგისი მასალაა.

ასეულ კულტურულ მცენარეთა სახეობებიდან, რომლებიც ქმნიდნენ დოვლათს მსოფლიოში, ფერმერებმა ათასობით უხვმოსავლიანი ჯიშები გამოიყვანეს. ამან განაპირობა არნახული ზრდა პროდუქტიულობისა. მაგრამ, რაც უფრო ინტენსიურად ვიყენებთ ჩვენ მცენარეულობას, მით უფრო მეტ საფრთხეს უქმნით მომავალს: იმისათვის, რომ ჩვენ არ გავხდეთ მოკლევადიანი ცივილიზაცია, უნდა დავიწყოთ ბიოლოგიური მრავალფეროვნების შენარჩუნება, ვინაიდან ჩვენ ამჟამად მოვიხმართ ჩვენი პლანეტის მთელ ბიოპროდუქციას და ვანადგურებთ უნიკალურ გენოფონდს არა მარტო სახეობების, არამედ მთელი საზოგადოებებისას.

მცენარეთა გეოფონდის შენარჩუნება, გენეტიკური ბანკების გარდა (ისინი შესაძლოა ემსახურებოდნენ სელექციონერებს, ანდა კონსერვირებული იქნენ), შესაძლებელია ბუნებრივ პირობებშიც; ეს უნდა ხდებოდეს სათანადო აქტებისა და ხელშეკრულებების საფუძველზე საერთაშორისო დონეზე. ფართო სახეობრივი შერჩევა შენახული მასალისა, შენახვის მეთოდების საიმედოობა, დროული ჩანაცვლება მასალის და ფუნქციონალური დინამიზმი არიან ძირითადი თვისებები გენების ბანკებისა. რაც შეეხება შენახული მასალის მრავალფეროვნებას, ის რაც უფრო ფართოა, მით უფრო ფართოა კაცობრიობის შესაძლებლობა იცხოვროს მცენარეთა გასაოცარ სამყაროში - ეს განაპირობებს გენების ბანკების შექმნას. რუსეთის მემცენარეობის ინსტიტუტში შენახულია 380 ათასი მცენარის გენები.

საიმედოობა გენოფონდის შენახვისა დამოკიდებულია მცენარეზე და მის დამუშავების მეთოდებზე. უმრავლესი სასოფლო-სამეურნეო კულტურა კარგად ექვემდებარება კრიოშენახვას (დაბალი ტემპერატურების გავლენას ცოცხალ ორგანიზმებზე სწავლობს „კრიობიოლოგია“). მრავალწლიანი ხეებისათვის მისაღებია ხანგრძლივი შენახვა ცოცხალი ქსოვილისა ვეგეტაციურ ფორმაში. ამ დროს საშიშია შენახული მასალის დაავადება ვირუსებით, ბაქტერიებით, სოკოებით. გასაყინად იხმარება სხვა და სხვა ტემპერატურა (გავიხსენოთ, რომ წყალი იყინება 0 გრადუსზე ცელსიუსის სკალით, ხოლო კრიოშენახვისას გამოიყენება უფრო დაბალი ტემპერატურები ცელსიუსის სკალით): მინუს 38 გრადუსი - კრისტალიზაციის ცეტრების გავრცელება; მინუს 79 გრადუსი - მშრალი ყინულის ტემპერატურა; მინუს 150 გრადუსი - თხევადი აზოტის ორთქლის ტემპერატურა; მინუს 196 გრადუსი - თხევადი აზოტის ტემპერატურა. შესანახი კულტურა გადადის ანაბიოტურ მდგომარეობაში და მეტაბოლიზმი უჩერდება. ამ დროს არავითარი ცვლილება არ ვითარდება, თუ არ ჩავთვლით შესაძლო დაზიანებას ბუნებრივი რადიაციისაგან. იშვიათად, ზოგიერთ ნიმუშებში ვითარდება „სიცივის შოკი“ - ნიმუში ავლენს ტემპერატურისადმი მგმობიარობას. ამ დროს უჯრედის ბირთვიდან გამოედინება ციტოპლაზმა. ეს იშვიათი მოვლენაა - კრიოშენახვა საიმედო მითოდია.

ეკოლოგიური რისკები, თუ მხედველობაში მივიღებთ არსებულ მცენარეთა მრავალფეროვნებას და გენეტიკურ ეროვნებას, ძალზე დიდია. განსაკუთრებულ დიდი დაწოლა მოდის სოფლის მეურნეობის სელექციონერებზე, რომლებიც ჩართული არიან მომჭანცველ ბრძოლაში უფრო ძლიერი ჯიშების შესაქმნელად, რომ არ დაუშვან მონოკულტურების დაზიანება და მოსავლიანობის კლება გარემოს პირობების ცვლილებებისას. ბიოლოგიური მრავალფეროვნების აღდგება და დაცვა რჩება ძირითად ფაქტორად სურსათის გლობალური უსაფრთხოების შენარჩუნებისას.

ასევე იწვევს შეშფოთებას ცხოველური სამყარო. დღეს არსებული 9,6 ათას ფრინველიდან 11% ემუქრება გადაშენება; საერთო რიცხოვრიობის ნახევარი კი კლებულობს. ეს გამოწვეულია როგორც საცხოვრისების განადგურებითა და უკონტროლო რეწვით, ასევე ეკოტიკური სახეობების უკონტროლო ინტროდუქციით. დედამიწაზე არსებულ 4,4 ათას ძუძუმწოვრებიდან 11% გადაშენების პირასაა მისული, 14 % ანოლოგიურ დღეშია თუ ზომები არ იქნა მიღებული. 24 ათას თევზების სახეობებიდან, რომლებიც ჩვენს ოკეანებსა და ტბებსა და მდინარეებში ბინადრობენ, ერთი მესამედი გადაშენების პირასაა მისული.

თანამედროვე მეცხოველეობაში ჩამოყალიბებულია ტენდენცია ძველი ნაკლებად პროდუქტიული ჯიშების სწრაფი შეცვლისა ცალკეული „სუპერჯიშებით“. ამრიგად, ზოგი ძველი ჯიშები უკვე გადაშენდა, 20% მეტი გადაშენებას ელოდება. თუ უახლეს დროში არ მიიღება ზომები სასოფლო-სამეურნეო ცხოველების არსებული გენოფონდის შენარჩუნებისათვის, დაკარგული იქნება ჯერ კიდევ ბოლომდე შეუსწავლელი მნიშვნელოვანი ნაწილი გენოფონდისა. საჭიროა ერთობლივი ძალისხმევა და გამოყენება ბიოლოგიური მასალის შენარჩუნების მთელი არსებული მეთოდებისა. საჭიროა ღრმა შესწავლა გენოფონდებისა. ამასთან აღსანიშნავია, რომ მეცხოველეობაში უკვე იხმარება ДНК-ტექნოლოგიების ზოგიერთი მიმართულება: საშუალებას იძლევიან მის გამოყენებას სელექციაში; გამოიკვლიონ გენომის სტრუქტურა, მისი პოლიმორფიზმი; გამოავლინონ მისი ლოკალიზაციის ადგილი კლონირებულ კვლევებში; საშუალებას იძლევიან ფიზიკური რუქის შექმნის რესტრიკტაზების საშუალებით; „მიმართული“ სელექციის საშუალებით თვალყური ადევნონ ცალკეულ გენომს ან მის ელემენტებს; შეისწავლონ ფიზიკური რეკომბინაციის პროცესები.

ასეთია მოკლე ჩამონათვალი იმ შესაძლობლებისა, რასაც ეკოლოგიას უქმნის თანამედროვე გენეტიკა, მისი მთავარი ამოცანის შესასრულებლად: ემსახუროს ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებასა და პროდუქტიულობის გაზრდას!

### ლიტერატურა

1. ციციშვილი მ.ს., ჩხარტიშვილი ა., ქარჩავა გ., ციციშვილი მ.მ. ეკოლოგიის უახლესი პრობლემები. // დამხმარე სახელმძღვანელო, ISBN 978-9941-9532-2-4, Tbilisi 2018, 266 გვ.
2. ციციშვილი მ.ს., ციციშვილი მ.მ., ქარჩავა გ., ხარტიშვილი ა., ესებუა ე., პეტრიაშვილი ე. ზოგადი ეკოლოგიის საფუძვლები. // სასწავლო სახელმძღვანელო. თბილისი, 2018.
3. ციციშვილი მ.ს., ციციშვილი მ.მ. განათლება ეკოლოგიაში.// თბილისი, 2019, 517 გვ.

## WHAT CAN GENETICS DO IN ECOLOGY?

**Kvesitadze G., Tsitskishvili M.**

**Summary:** The paper considers the recently tested modern methods of protection from diseases and storage-rescue of plant species developed in genetics.

**Key words:** Ecology, genetics.