



## ABOUT GENETIC ENGINEERING

Copyright © 2023 The Author/s  
Peer review method: Double-Blind  
Accepted: June 11, 2022  
Published: June 23, 2023  
Original scientific article  
DOI suffix: 10.36962/NEC18022023-72



**Mariam Berdzenishvili**  
First-year undergraduate student  
in the Applied Biosciences program  
Faculty of Exact and Natural Sciences,  
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University  
ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-3203-5644>  
E-mail: [mariamberdzenishvili915@ens.tsu.edu.ge](mailto:mariamberdzenishvili915@ens.tsu.edu.ge)

### ABSTRACT

The article includes a brief history of the development of genetic engineering, its positive aspects in modern science, medicine and human life. We are also talking about the negative sides of this methodology, which affects the genetic diversity of the living world. Also, the article presents the potential risks of foods containing genetically modified organisms (GMOs) to the health of humans and other living organisms. It is because of this problem that attention is focused on the issue of whether or not there should be a need to label products containing GMOs in grocery stores.

**Key words:** genetic engineering, genetically modified organisms.

### გენური ინჟინერიის შესახებ

**მარიამ ბერძენიშვილი**

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის  
თბილისის სსახელმწიფო უნივერსიტეტის  
ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის,  
გამოყენებითი ბიომეცნიერებებისა და  
ბიოტექნოლოგიის პროგრამის პირველი კურსის სტუდენტი  
ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0000-3203-5644>  
ელ.ფოსტა: [mariamberdzenishvili915@ens.tsu.edu.ge](mailto:mariamberdzenishvili915@ens.tsu.edu.ge)

### აბსტრაქტი

სტატია მოიცავს გენურ ინჟინერიის განვითარების მოკლე ისტორიას, მის დადებით მხარეებს თანამედროვე მეცნიერებაში, მედიცინასა და ადამიანის ყოფა-ცხოვრებაში. საუბარია ამ მეთოდოლოგიის უარყოფით მხარეებზეც, რაც აისახება ცოცხალი სამყაროს გენეტიკურ მრავალფეროვნებაზე. ასევე, სტატიაში მოცემულია გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების (გმო) შემცველი საკვების პოტენციური რისკები ადამიანისა და სხვა ცოცხალი ორგანიზმების ჯანმრთელობაზე. სწორედ ამ პრობლემის გამო ყურადღება გამახვილებულია საკითხზე - უნდა არსებობდეს თუ არა გმო-ს შემცველი პროდუქტების ეტიკეტირების აუცილებლობა სასურსათო მაღაზიებში.

**საკვანძო სიტყვები:** გენური ინჟინერია, გენმოდიფიცირებული ორგანიზმები.



**შესავალი**

XXI საუკუნე ტექნოლოგიების ერაა. ერთ-ერთი მეცნიერება, რომელიც უზრუნველყოფს დიდ ტექნოლოგიურ მიღწევებს თანამედროვე მსოფლიოში, არის ბიოტექნოლოგია. ის ძალიან სწრაფად ვითარდება და დიდ აღმავლობას განიცდის. მსოფლიოში ათასობით კომპანიაა, რომლებშიც მიმდინარეობს ბიოტექნოლოგიური კვლევები. ის სხვადასხვა დარგს მოიცავს, რომელშიც ინტეგრირებულია ისეთი საგნები, როგორებიცაა გამოყენებითი ბიოლოგიური მეცნიერებები (მოლეკულური ბიოლოგია, უჯრედის ბიოლოგია, ბიოქიმია, მიკრობიოლოგია და სხვ.).

კვლევის ობიექტის მიხედვით ბიოტექნოლოგიაში გამოიყოფენ 3 ძირითად მიმართულებას: მიკრობული ბიოტექნოლოგია, მცენარეთა ბიოტექნოლოგია და ცხოველთა ბიოტექნოლოგია.

გამოყენების სფეროების მიხედვით ბიოტექნოლოგიას ყოფენ 4 ქვედარგად: სამედიცინო ბიოტექნოლოგია, აგრაარული ბიოტექნოლოგია, ინდუსტრიული ბიოტექნოლოგია და გარემოს დაცვის ბიოტექნოლოგია.

სამედიცინო ბიოტექნოლოგიაში მოიაზრება: ფარმაცევტული საშუალებების წარმოება, დაავადებების დიაგნოსტიკა და მისი მკურნალობა.

აგრაარული ბიოტექნოლოგიით იწარმოება: ახალი საკვები პროდუქტები, ვირუსებისა და სხვადასხვა პათოლოგიური აგენტების მიმართ მდგრადი მცენარეები და ცხოველები.

გარემოს დაცვის ბიოტექნოლოგია შეიმუშავებს ტექნოლოგიებს: დაბინძურებული გარემოს აღდგენისა და განმენდისათვის.

ინდუსტრიული ბიოტექნოლოგია კი აწარმოებს სხვადასხვა ქიმიურ საშუალებებს, ბიოსანვას, ტექნიკურ ზეთებს და სხვ.

ბოლო დროს განსაკუთრებულად ვითარდება ნანობიოტექნოლოგია. ნანობიოტექნოლოგიას მინიატურულ ბიოტექნოლოგიასაც უწოდებენ, რადგან ის გულისხმობს ბიოლოგიური პრობლემების გადანყვევებას და ბიოტექნოლოგიურ კვლევებს ნანობიოტექნოლოგიის გამოყენებით. თანამედროვე ბიოტექნოლოგიაში ძირითადად იყენებენ გენურ ინჟინერიას.[1]

გენური ინჟინერია არის მეთოდოლოგია, რომლითაც ხდება ერთი ორგანიზმიდან მეორეში ნებისმიერი გენის გადატანა განსაზღვრული ნიშან-თვისებების მინიჭების მიზნით. ამ მეთოდოლოგიის საშუალებით შესაძლებელია ბუნებაში ჯერ კიდევ არარსებული თვისებების მქონე დეზოქსირიბო



ნუკლეინის მჟავის (დნმ) ჰიბრიდული მოლეკულების გამიზნული, მიზანმიმართული მიღება in vitro (ორგანიზმის გარეთ) პირობებში. აღნიშნული მანიპულაციით ხდება ორგანიზმის გენეტიკური მოდიფიკაცია. გენეტიკური მოდიფიკაციის შედეგად მიიღება ტრანსგენური ორგანიზმი, რომელშიც წარმატებით ფუნქციონირებს სხვა ორგანიზმიდან გადატანილი ტრანსგენი. გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმი (GMO) არის ორგანიზმი, რომლის გენეტიკური მასალა შეცვლილია არაბუნებრივი მეთოდების (ანუ თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური მეთოდების) გამოყენებით. გენურ ინჟინერიას მეცნიერები იყენებენ ორგანიზმის ცალკეული მახასიათებლის შესაცვლელად ან გასაუმჯობესებლად. უნდა აღინიშნოს, რომ გენური ინჟინერიის მეთოდები არ მიეკუთვნება სელექციურ ჯიშთა გამოყვანის მეთოდებს.

**განსხვავება და მსგავსება გენური ინჟინერიის მეთოდებსა და სელექციის მეთოდებს შორის**

სელექცია და გენეტიკური ინჟინერია არის ორი მეთოდი, რომელიც გამოიყენება სასურველი ნიშან-თვისებების მქონე ახალი ორგანიზმების შესაქმნელად. ამასთან, ორივე ხელოვნური მეთოდი, რომელიც ხდება ადამიანის სურვილისამებრ გარკვეული ნიშნის გაუმჯობესების მიზნით. მთავარი განსხვავება სელექციასა და გენურ ინჟინერიას შორის არის ის, რომ გენური ინჟინერიის გამოყენებით შესაძლებელი ხდება მივიღოთ ჰიბრიდული ორგანიზმები არა მარტო ერთი სახეობის ინდივიდებს შორის (როგორც ეს ხდება სელექციის შემთხვევაში), არამედ სრულიად განსხვავებულ ორგანიზმებს შორის. ასეთი შეიძლება იყოს მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმები. მაგალითად, პომიდორმა მიიღო თეთრი დათვის ყინვაგამძლეობის გენი, ბრინჯმა-ადამიანის გენი, კარტოფილმა-ბაქტერიის გენი. გენი ერგება ნებისმიერ ცოცხალ ორგანიზმს

THE NEW ECONOMIST / ახალი ეკონომისტი



(ცხოველს, მცენარეს, მიკროორგანიზმს) გენეტიკური კოდის უნივერსალურობის გამო.

გენურ ინჟინერიას საფუძველი ჩაეყარა XX საუკუნეში. 1972 წელს პოლ ბერგმა შექმნა პირველი რეკომბინანტური დნმ. მან გააერთიანა მაიმუნის ვირუსის SV40-ის დნმ ლამბდას (ბაქტერიოფაგი) ვირუსთან. ჰერბერტ ბოიერტმა და სტენლი ნორმან კონენმა ბაქტერიულ უჯრედში შეიტანეს რეკომბინანტური დნმ. მათ იპოვეს ფერმენტი, რომელიც ქრის ერთ ნერტილში pSC101 პლაზმიდს და შეძლეს გენის ჩასმა და ლიგირება.

1974 წელს შეიქმნა პირველი გენმოდიფიცირებული ცხოველი. რუდოლფ იაენიშმა შექმნა ტრანსგენური თაგვი, მის ემბრიონში უცხო დნმ-ის (დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა, რომელიც უზრუნველყოფს გენეტიკური პროგრამის შენახვასა და მომავალ თაობებში გადაცემას) შეყვანით. (2)

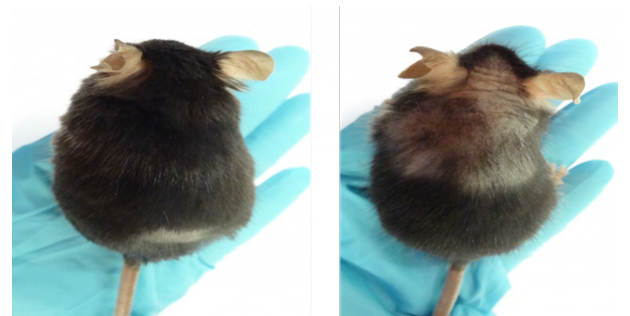
დღესდღეობით გენური ინჟინერია ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში, ახალი წამლების ტესტირებაში, ცოცხალი ორგანიზმების ამა თუ იმ ნიშნის მიხედვით შესწავლაში, უჯრედულ თერაპიაში და მრავალ სხვა სფეროში.

მიღებულია სამკურნალო პრეპარატები, რომელთა გარეშეც თანამედროვე მედიცინა უკვე წარმოუდგენელია. მაგალითად, ინსულინის ინექცია დიაბეტით დაავადებულ ადამიანებში. შაქრიანი დიაბეტი არის ქრონიკული დაავადება, რომელიც ხასიათდება სისხლში გლუკოზის დონის მომატებით. არსებობს შაქრიანი დიაბეტის 2 ტიპი. პირველი ტიპის დიაბეტის დროს პანკრეასის მიერ ვერ გამოიშვება ჰორმონი ინსულინი, რომელიც გლუკოზის დონეს არეგულირებს სისხლში. ინსულინის არარსებობის პირობებში ვითარდება ჰიპერგლიკემია, რაც იწვევს გულის, თირკმელების, თვალის, სისხლძარღვებისა და ნერვული სისტემის მძიმე დაზიანებებს. შესაბამისად, დიაბეტის პირველი ტიპით დაავადებულ ადამიანებს მუდმივად სჭირდებათ ინსულინის თერაპია.

ადრე ინსულინს იღებდნენ მოკლული ღორისა და სხვადასხვა მსხვილფეხა რქოსანის პანკრე-

ასიდან. აქედან გამომდინარე ინსულინი ყველა პაციენტისათვის ხელმისაწვდომი არ იყო. გარდა ამისა, ის იწვევდა ალერგიულ რეაქციებს ზოგიერთ ადამიანში. ამ პრობლემის გადასაჭრელად ინსულინის წარმოება გენური ინჟინერიის მეთოდოლოგიის საშუალებით დაიწყო. ეს იყო პირველი რეკომბინანტური წამალი აშშ-ში. ინსულინის ამ გზით წარმოება უფრო მომგებიანი აღმოჩნდა. ასეთი ინსულინი უფრო სუფთაა, ვიდრე ცხოველური ინსულინი. თანაც ის ამცირებს მის წინააღმდეგ ანტისხეულების წარმოქმნას.[3]

გენური ინჟინერიის მეთოდები გამოიყენება ასევე სხვადასხვა დაავადების შესწავლაში ლაბორატორიული ორგანიზმების გამოყენებით. გენური ინჟინერიის გამოყენებით მიიღეს გენმოდიფიცირებული თაგვები, რომელთაც ხელოვნურად დაუზიანეს Acer1 გენი, იმის შესასწავლად, თუ რა ფუნქცია ჰქონდა ამ გენს. ასეთ თაგვებს დაეწყო ბენვის ცვენა და დაკარგეს ნორმალური სხეულის ტემპერატურა. შედეგად დადგინდა, რომ Acer1 გენი მონაწილეობს კანის დაავადებებში, როგორცაა ფსორიაზი.



ნორმალური თაგვი (მარცხნივ), თაგვი Acer1-გენის მუტაციით (მარჯვნივ). მოდიფიცირებულ თაგვს ჩეულებრივ თაგვზე უფრო ნაკლები თმა აქვს.

გენური ინჟინერიის კიდევ ერთი დადებითი მხარე ისაა, რომ ის ისეთი გლობალური პრობლემების გადაჭრის საშუალებას იძლევა, როგორცაა საკვების დეფიციტი და ეკოლოგიური პრობლემები. დღესდღეობით მოსახლეობა სწრაფად იზდება. მისი ინტენსიური ზრდა იწვევს საკვებზე მოთხოვნის მატებას. მსოფლიო მოსახლეობის გამოსაკვებად არასაკმარისია დედამიწაზე არსებული რესურსები. ამიტომ მეცნიერებმა შექმნეს გენმოდიფიცირებული საკვები, რომელთაც მიანიჭეს სხვადასხვა ცოცხალი სახეობისთვის დამახასიათებელი თვისება. შედეგად მიიღება პროდუქტები, რომელთა მოსავლიანობა და სიცოცხლის ხანგრძლივობა დიდია. GMO კულტურები შექმნილია იმისთვის, რომ მეტი აწარმოონ და





იყოს მდგრადი მავნებლების, სარეველებისა და დაავადებების მიმართ. გლობალური დათბობის პოტენციური ზემოქმედების ასანაზღაურებლად, შემუშავებულია გენმოდიფიცირებული საკვების კულტურების ახალი ჯიშები, რომლებიც უძლებენ მაღალ ტემპერატურას, გვალვას ან აყვავებიან მარილიან წყალში, რათა, სავარაუდოდ, დაეხმარონ მომავალში საკვების პოტენციური დეფიციტის შეჩერებას. ასე რომ, გენმოდიფიცირებული მცენარეების მიღების ძირითადი მიზანია სასურსათო დეფიციტთან გამკლავება, რომელიც მსოფლიოს უკანასკნელ ათწლეულში ემუქრება.

გენურ ინჟინერიაზე საუბრისას გვერდს ვერ ავუვლით მის უარყოფით მხარეებს. გენეტიკური ინჟინერიის ტექნოლოგიის განვითარებამ გამოიწვია შეშფოთება სამეცნიერო საზოგადოებაში პოტენციური რისკების შესახებ. ამ ნაკლოვანებებს შორის ერთ-ერთია გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედება, გენეტიკური მრავალფეროვნების დაკარგვა.

გენმოდიფიცირებული კულტურების მტვერი ან თესვები აბინძურებს ჩვეულებრივ კულტურებს.



მაგალითად, მექსიკაში სიმინდის 59 ჯიში არსებობდა, რომელთა მოყვანა 6-8 ათასი წლის წინ დაიწყო. აშშ-დან ტრანსგენური სიმინდის შემოყვანის შედეგად 2001 წელს მექსიკაში სიმინდის აბორიგენული ველური ჯიში დაბინძურდა.

ბიოტექნოლოგიის საშუალებით ტრანსგენური პროდუქტების შექმნამ საზოგადოებაში დიდი დებატები და აზრთა სხვადასხვაობა გამოიწვია. გენმოდიფიცირებული საკვების ხშირი მოხმარება იწვევს სიმსუქნის პრობლემებსა და ონკოლოგიურ დაავადებებს. ასევე დადგენილია, რომ გენმოდიფიცირებული მცენარეების ბუგრებით გამოკვებილი ჭიამაიები უნაყოფონი ხდებიან.

გენმოდიფიცირებულმა საკვებმა შეიძლება გამოიწვიოს ალერგიის გაზრდილი რისკები. ცხოველებზე ტესტირება შეიძლება ძალიან საკამათო იყოს, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ ცხოველებში შესწავლილმა გენმოდიფიცირებულმა საკვებმა

აღმოაჩინა ორგანოებზე ზემოქმედება პრაქტიკულად ყველა ვითარებაში.

დღესდღეობით უამრავი ჩვენგანი გაცნობიერებულად თუ გაუცნობიერებლად მოიხმარს გენმოდიფიცირებულ პროდუქტებს. არსებობს გენმოდიფიცირებული საკვების სამი კატეგორია: 1) საკვები, რომლებიც თვითონ წარმოადგენს გენმოდიფიცირებულ ორგანიზმს (გმო). ესენია: ხორბალი, ბანანი, კარტოფილი, სოიო, სიმინდი; 2) საკვები, რომელიც შეიცავს ცოცხალ გენმოდიფიცირებულ ორგანიზმს (იოგურტი შეიცავს გენმოდიფიცირებულ რძემჟავა ბაქტერიებს); 3) საკვები, რომელიც წარმოადგენს გენმოდიფიცირებული საკვებიდან დამზადებულ პროდუქტს (ზეთი, პური, ლუდი).

აშშ არის ქვეყანა, რომელიც აწარმოებს ყველაზე მეტ გენმოდიფიცირებულ მცენარეთა კულტურებს. ზოგიერთ სასურსათო კომპანიას არ სურს თავის პროდუქტში გმო-ს შემცველობა გაამჟღავნოს. აშშ-ში არსებობს არაერთი ორგანიზაცია, რომელიც მოითხოვს გმო-ს შემცველი საკვების ეტიკეტირებას. სწორედ ერთ-ერთი ასეთი კომპანიაა Down to Earth, რომელიც აცხადებს, “ჩვენ გვჯერა, რომ მომხმარებლებს უბრალოდ აქვთ უფლება თავად გააკეთონ არჩევანი გენმოდიფიცირებულ და არა-გენმოდიფიცირებულ პროდუქტებს შორის. მიზეზი მარტივია. ბევრი არ არის დარწმუნებული, რომ გმო უსაფრთხოა. მარტივი ჭეშმარიტება ის არის, რომ ადამიანების უმეტესობას უნდა ჰქონდეს უფლება, აირჩიოს რა ჭამოს და რითი კვებოს ოჯახი. ისინი ეწინააღმდეგებიან მარკირებას, რადგან იციან, რომ თუ გენმოდიფიცირებული საკვების ეტიკეტირება მოხდება, დიდი რაოდენობით მომხმარებელი თავს აარიდებს მათ, ისევე როგორც ევროპისა და აზიის ქვეყნებში.” [?] ამ მიზეზების გამო, Down to Earth ALL VEGETARIAN Organic and Natural-ის პოზიციაა, რომ გენმოდიფიცირებული კულტურების განვითარება და მათი დანერგვა ჩვენს სასურსათო მინოდებაში წარმოადგენს ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების რისკებს, რომლებიც ბევრად აღემატება სარგებელს.

რა ნიშანი უნდა ჰქონდეს გენმოდიფიცირებულ სურსათს?

- თუ სურსათი შეიცავს გენეტიკურად მოდიფიცირებულ მხოლოდ ერთ ინგრედიენტს, მაშინ წარწერა „გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმი“ („გმო“) უნდა მიეთითოს სურსათის დასახელებასთან ახლოს.

- თუ სურსათის შემადგენლობაში შედის ორი ან მეტი ინგრედიენტი, რომელთაგან ერთ-ერთი



გენმოდიფიცირებულია, მაშინ წარწერა „გმო“ უნდა განთავსდეს „შემადგენლობაში“ ინგრედიენტთა ჩამონათვალში გენმოდიფიცირებული ინგრედიენტის გასწვრივ.

სურსათი, რომელიც დამზადებულია გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმისგან, ექვემდებარება სავალდებულო აღნიშვნას ეტიკეტზე ნედლეულის წარმოშობის ქვეყნის მიერ წარმოდგენილი დეკლარაციის შესაბამისად. (4)

2000 წელს შემუშავდა საერთაშორისო სამართლებრივი დოკუმენტი - კარტახენას ოქმი. ეს ოქმი ქვეყნებს საშუალებას აძლევს აკრძალოს გენმოდიფიცირებული პროდუქტების იმპორტი თუ მეცნიერულად არ არის დამტკიცებული მისი უსაფრთხოება. ამჟამად მსოფლიოში 64 ქვეყანა კრძალავს გმო-პროდუქციის გაყიდვას შეფუთვაზე შესაბამისი აღნიშვნის გარეშე. მათ შორის არიან: იაპონია, მალაიზია, ახალი ზელანდია და ავსტრალია.

საქართველოში 2015 წლის 1-ლი ივლისიდან მოქმედებს კანონი “სურსათად/ცხოველის საკვებად განკუთვნილი გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმებისა და მათგან წარმოებული გენმოდიფიცირებული პროდუქტების ეტიკეტირების შესახებ”, რომლის მიზანია, მომხმარებელს ინფორმაცია მიანიჭოს, არსებობს თუ არა მისთვის სასურველ პროდუქტში გენეტიკურად მოდიფიცირებული ორგანიზმები. კანონის მიხედვით, იმპორტიორი ან მწარმოებელი ვალდებულია, საქართველოს ტერიტორიაზე გასაყიდი პროდუქციის ეტიკეტზე მიუთითოს ცხადი და ადვილად შესამჩნევი აღნიშვნა “გმო”, თუ საკვებში გმო-ს შემცველი ინგრედიენტის მოცულობა მთლიანი მასის 0,9 პროცენტზე მეტია. [5]

**დასკვნა**

ამგვარად, გენურ ინჟინერიას აქვს როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი მხარეები. მის მიერ შემუშავებული ტექნოლოგიებით შესაძლებელია სხვადასხვა დაავადების მკურნალობა, ადამიანთა

სიცოცხლის ხანგრძლივობის გაზრდა და მათი ცხოვრების წესის გაუმჯობესება. ამასთან, არ უნდა დაგვავიწყდეს მისი უარყოფითი მხარეები და პოტენციური რისკები, რომლითაც საფრთხე ემუქრება ორგანიზმთა გენეტიკურ მრავალფეროვნებას. გენური ინჟინერიის შედეგად მიღებულ გმო საკვებს ბევრი მეცნიერი არ ემხრობა, რადგან იაზრებს უსაფრთხოების რისკებს, ალერგიის, კიბოს და ა. შ. საშიშროებას. სხვები უბრალოდ ფილოსოფიურად ენინააღმდეგებიან გენმოდიფიცირებულ საკვებს. მათ მიაჩნიათ, რომ ლაბორატორიაში „უკეთესი“ საკვების შექმნა საკვების გენეტიკური შეცვლით, ან ცხოველების კლონირებით და ა.შ. უბრალოდ არასწორი და მიუღებელია. გმო იქმნება ისეთი პროცესების გამოყენებით, რომლებიც არ ხდება ბუნებრივად, არამედ ადამიანის გავლენით, რაც აჩენს კითხვებს მათ უსაფრთხოებასთან დაკავშირებით.

და მაინც, დღევანდელი სამყარო წარმოუდგენელია გენური ინჟინერიის გარეშე. ამიტომაც უნდა მოხდეს ამ მეთოდოლოგიის სწორი, გააზრებული და მიზანმიმართული გამოყენება ადამიანის ცხოვრებისა და ჯანმრთელობის გასაუმჯობესებლად და არა პირადი მიზნების (ეკონომიკური სარგებელი) განხორციელებისთვის.

**გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. <https://cutt.ly/MwuKNC43:show:channel>, **last checked, 01.07.2023;**
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_genetic\\_engineering](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_genetic_engineering), **last checked, 01.07.2023;**
3. <https://www.yourgenome.org/facts/what-is-genetic-engineering/>, **last checked, 01.07.2023;**
4. <https://netgazeti.ge/business/29653/>, **last checked, 01.07.2023;**
5. <https://matsne.gov.ge/ka/document/view/2634028?publication=2>, **last checked, 01.07.2023;**