

გიყვარს თუ არა რძე?

(ანუ რას გვეუბნება ევოლუცია)

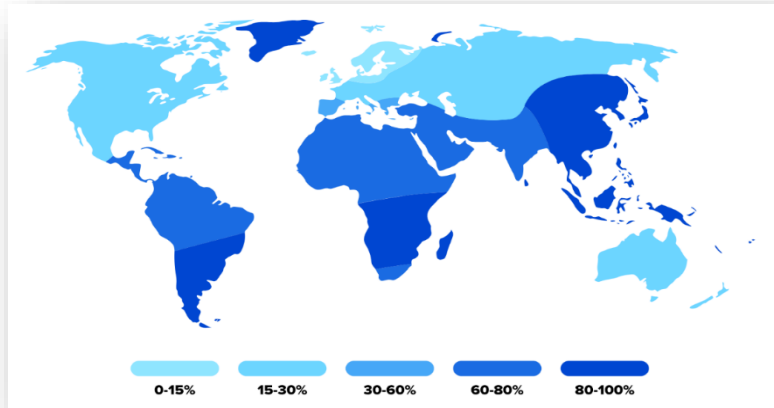
მომზადდა მაია ზიბზიბაძემ

გიყვარს რძე და მისი პროდუქტები?

როგორც არ უნდა იყოს შენი პასუხი, საინტერესოა, რომ რძის სიყვარულს განსაზღვრავს არა მხოლოდ საგემოვნო თვისებები, არამედ მისი გადამუშავების უნარი. ეს უნარი, როგორც ერთ-ერთი ნიშან-თვისება, ადამიანების ნაწილს აქვს, ნაწილს კი - არა. ზოგიერთი იძულებულია, მთელი სიცოცხლის განმავლობაში უარი თქვას რძეზე ან მხოლოდ ულექტოზო რძე და მისი პროდუქტები მიიღოს. რატომ არის მათთვის რძე მავნებელი? ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად საჭიროა ბიოლოგიის სხვადასხვა მიმართულების ერთმანეთთან დაკავშირება. ამ ნაწილში შევეცადოთ, კითხვას პასუხი გავცეთ ევოლუციის ცოდნაზე დაფუძნებით. ქვემოთ მოცემულ ტექსტში „გიყვარს თუ არა რძე?“, ახსნილია რძის აუტანლობასთან დაკავშირებული ზოგიერთი მიზეზი. მასზე დაყრდნობით და თანმხლები კითხვების დახმარებით, შეგვიძლია ნაბიჯ-ნაბიჯ მივიღეთ პასუხამდე.

ნებისმიერი ახალშობილი ძუძუმწოვრის სიცოცხლე სრულად არის დამოკიდებული რძეზე, როგორც საკვებზე. ჩვილის ბუნებრივი კვების შემთხვევაშიც რძე მისი პირველი საკვები და ენერგიის მთავარი წყაროა. ამას განაპირობებს ლექტოზა, დისაქარიდი, რომელიც ბუნებრივად გვხვდება რძეში. მისი ფერმენტული დაშლის ერთ-ერთი პროდუქტია გლუკოზა, რომელსაც იყენებს ორგანიზმი ენერგიის მისაღებად.

მსოფლიო მოსახლეობის დიდ უმრავლესობაში ძუძუთი კვების შეწყვეტის შემდეგ ორგანიზმი ბუნებრივად ამცირებს ლექტაზას, როგორც არასაჭირო ფერმენტის გამომუშავებას. აღნიშნულის გამო მოზრდილებში რძის გადამუშავება რთულდება და მიმდინარეობს არასასიამოვნო სიმპტომებით: აირების დაგროვება, მუცლის ტკივილი, დიარეა, ბოყინი, მუცლის “ყურყური” და სხვა. ეს მდგომარეობა ცნობილია ლექტოზას აუტანლობის სახელწოდებით. ზრდასრულობაში ლექტოზას აუტანლობა ნორმალური მოვლენაა, ვინაიდან ძუძუმწოვრებში რძის მონელება საჭირო იყო მხოლოდ ლექტაციის დროს.



ლაქტოზას მიმართ დამოკიდებულება განსხვავებულია სხვადასხვა პოპულაციაში. აუტანლობა უფრო ხშირია ადმოსავლეთ აზიისა და სამხრეთ-დასავლეთ აფრიკის ხალხებში, არაბული, ებრაული, ბერძნული და იტალიური წარმოშობის ადამიანებში.

საქართველოში ლაქტოზას აუტანლობის მქონე ადამიანების პროცენტული რაოდენობა არ არის დაზუსტებული. გამომდინარე იქიდან, რომ ქართველები მიეკუთვნებიან ფართო წარმოშობის კავკასიურ ჯგუფს, მრავალფეროვანი გენეტიკური ფონით, მიგრაციების ისტორიით და მეზობელ პოპულაციებთან ინტენსიური ურთიერთქმედებით, ლაქტოზასადმი დამოკიდებულება სხვადასხვანაირია. იმ რეგიონებში, სადაც ისტორიულად მეცხოველეობა არ იყო ფართოდ გავრცელებული, ლაქტოზას მიმართ აუტანლობა უფრო მაღალია.

საშუალოდ, მსოფლიო მასშტაბით, ზრდასრული ადამიანების მხოლოდ მცირე ნაწილი (35%) აგრძელებს ლაქტოზას წარმოქმნას ზრდასრულობაში და შეუძლია რძის ადვილად შეთვისება. ამ მდგომარეობას უწოდებენ ლაქტოზას მიმართ ტოლერანტობას. მაგრამ როგორ შეიძინა ადამიანმა ლაქტოზასადმი ტოლერანტობა?

გენეტიკური კვლევები აჩვენებს, რომ ეს სასარგებლო ნიშან-თვისება ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 7000-10000 ათასწლეულებს შორის გაჩნდა, მაშინ, როდესაც დაიწყო ცხოველების - ძროხის, თხის, ცხვრის, აქლემის მოშინაურება და მათი რძის მოხმარება. გასათვალისწინებელია, რომ არსებული არქეოლოგიური და გენეტიკური მონაცემების მიხედვით, თანამედროვე ადამიანი, როგორც სახეობა, დედამიწაზე ცხოვრობს 200-300 ათასი წელია. ასე, რომ ჩვენი სახეობისთვის ეს ნიშან-თვისება საკმაოდ ახალია. ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის/აუტანლობის გეოგრაფიული განაწილება სრულ თანხვედრაშია მეცხოველეობისა და რძის პროდუქტების მოხმარების გეოგრაფიულ განაწილებასთან. ქვეყნების მიხედვით, ინფორმაცია

განათლების **E** სახლი

ლაქტოზას აუტანლობის სტატისტიკური მახასიათებლების შესახებ შეგიძლიათ იხილოთ ბმულზე: [Lactose Intolerance by Country 2024 \(worldpopulationreview.com\)](https://worldpopulationreview.com/lactose-intolerance-by-country/)

ცხოველთა მოშინაურების პერიოდში წარმოიშვა ლაქტაზას გენთან დაკავშირებული შემთხვევითი მემკვიდრული ცვლილებები, რომლებმაც უზრუნველყო ლაქტაზას წარმოქმნა ზრდასრულ ასაკშიც. ეს მუტაციები სასარგებლო აღმოჩნდა ადამიანთა იმ პოპულაციებში, რომლებიც მისდევდნენ მეცხოველეობას და რომლებიც რძეს საკვებად იყენებდნენ ზრდასრულობაშიც. რძე ძალიან მდიდარია სასარგებლო ორგანული ნივთიერებებით და მინერალებით. ის უსაფრთხოა როგორც სასმელი, რადგან ახლად აღებულ მდგომარეობაში თავისუფალია პათოგენური მიკროორგანიზმებისგან. შესაბამისად, მუტაციის მფლობელებისთვის ის გახდა სრულფასოვანი კვებისა და დაავადებებისგან დაცვის საფუძველი. ლაქტოზას მონელების ნიშან-თვისებამ მნიშვნელოვანი უპირატესობა მიანიჭა მის მფლობელებს და შდევად, სწრაფად განმტკიცდა და გავრცელდა. ნიშან-თვისების გავრცელება უფრო სწრაფად ხდებოდა პერიოდებში, რომლებიც უკავშირდებოდა მასობრივ შიმშილსა და დაავადებებს. ამ დროს რძე ხდებოდა შეუცვლელი და ხშირად ერთადერთი კვების წყარო. ასეთ მძიმე პირობებში გადარჩენილი ინდივიდები ლაქტოზას მონელების უნარს გადასცემდნენ თავიანთ შთამომავლებს.

კითხვები:

1. ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის გეოგრაფიული განაწილება ძალიან არათანაბარია. რა არის ამის მიზეზი?
2. ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის მოვლენას ხშირად იყენებენ ადამიანის ევოლუციის დამამტკიცებელ მტკიცებულებად. როგორ ამტკიცებს ეს ნიშან-თვისება, რომ ადამიანები კვლავ განაგრძობენ ევოლუციას და ექვემდებარებიან ბუნებრივი გადარჩევის გავლენას?
3. განსაზღვრე, რამდენად მცდარია (მ) ან ჭეშმარიტია (ჭ) ქვემოთ მოყვანილი დებულებები. მოიყვანე მტკიცებულებები შენი მოსაზრების არგუმენტად.

#	დებულება	მ	ჭ	არგუმენტი
1	თანამედროვე ადამიანთა უმრავლესობა ავლენს ტოლერანტობას ლაქტოზას მიმართ.			
2	ტოლერანტობა ლაქტოზასადმი წარმოადგენს ფიზიოლოგიური შეგუებულობის მაგალითს			
2	ლაქტაზას მიმართ ტოლერანტობის გეოგრაფიული განაწილება შემთხვევით ხასიათს ატარებს			
3	ლაქტოზას მიმართ ტოლერანტობა წარმოიშვა მასტაბილიზირებელი ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად			
5	ადამიანი, როგორც სახეობა, ექვემდებარება ევოლუციის ძალების მოქმედებას, აგრძელებს განვითარებას და შეგუებას საარსებო პირობებთან.			

კითხვები პასუხებით:

1. ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის გეოგრაფიული განაწილება ძალიან არათანაბარია. რა არის ამის მიზეზი?

ლაქტოზას მონელების უნარი, როგორც ნიშან-თვისება, სასარგებლო აღმოჩნდა და, შესაბამისად, გავრცელდა იმ გეოგრაფიულ რეგიონებში, სადაც ადამიანები მისდევდნენ მეცხოველეობას. სწორედ აქ აღმოჩნდა ეს ნიშან-თვისება უპირატესობის მიმნიჭებელი და განმტკიცდა თაობიდან თაობაში. სხვაგან მსგავსი მუტაციები არ მოექცა ბუნებრივი გადარჩევის ზეწოლის ქვეშ, ვინაიდან არ უზრუნველყოფდა უპირატესობას არსებობისათვის ბრძოლაში.

გარდა ამისა, ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის ნიშნის გავრცელებაზე გავლენა იქონია ადამიანების მიგრაციებმაც.

ბუნებრივია ისიც, რომ ლაქტოზას გენთან დაკავშირებული მუტაციები წარმოიშვა ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად, მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში.

2. ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის მოვლენას ხშირად იყენებენ ადამიანის ევოლუციის დამამტკიცებელ არგუმენტად. როგორ ამტკიცებს ეს ნიშან-თვისება, რომ ადამიანები კვლავ განაგრძობენ ევოლუციას და ექვემდებარებიან ბუნებრივი გადარჩევის გავლენას?

გენეტიკური კვლევების მიხედვით, ლაქტოზას მონელების უნარი უკავშირდება მუტაციას, რომელიც წარმოიშვა 7000-10000 წლის წინ, ანუ დედამიწაზე ადამიანის ცხოვრების ისტორიის ერთ-ერთ უახლეს ეტაპზე, „ახლახან“. ეს ამტკიცებს, რომ ადამიანის ევოლუცია მიმდინარეობდა სულ მცირე ხნის წინ და სავარაუდოდ, ახლაც მიმდინარეობს..

გარდა ამისა, ლაქტოზასადმი ტოლერანტობის წარმოქმნა და გავრცელება მართლაც ექვემდებარება ევოლუციის კლასიკურ კანონზომიერებას, ვინაიდან შემთხვევითი მემკვიდრული ცვლილება, რომელმაც უზრუნველყო ლაქტოზას წარმოქმნა ზრდასრულ ასაკში, სასარგებლო აღმოჩნდა ადამიანთა იმ პოპულაციებში, რომლებიც მისდევდნენ მეცხოველეობას. ლაქტოზას მონელების ნიშან-თვისებამ მნიშვნელოვანი უპირატესობა მიანიჭა მის მფლობელებს არსებობისათვის ბრძოლაში. შიმშილობებისა და დაავადებების პირობებში, ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად, გადარჩებოდნენ ის ინდივიდები, რომლებსაც შეეძლოთ რძის საკვებად გამოყენება. გადარჩენილები კი გადასცემდნენ ამ სასარგებლო ნიშან-თვისებას შთამომავლებს.

3. განსაზღვრე, რამდენად მცდარია (მ) ან ჭეშმარიტია (ჭ) ქვემოთ მოყვანილი დებულებები. მოიყვანე მტკიცებულებები შენი მოსაზრების არგუმენტად.

#	დებულება	მ	ჭ	არგუმენტი
1	თანამედროვე ადამიანთა უმრავლესობა ავლენს ტოლერანტობას ლაქტოზას მიმართ.			სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, თანამედროვე ადამიანთა მხოლოდ უმცირესობა, საშუალოდ 35%, ავლენს ტოლერანტობას ლაქტოზასადმი.
2	ტოლერანტობა ლაქტოზასადმი წარმოადგენს ფიზიოლოგიური შეგუებულობის მაგალითს			ტოლერანტობა ლაქტოზასადმი წარმოადგენს ფიზიოლოგიური შეგუებულობის მაგალითს: ის მიმდინარეობს მოლეკულური და ბიოქიმიური პროცესების დონეზე და გამოიხატება ფერმენტ ლაქტაზას წარმოქმნასა და დისაქარიდ ლაქტოზას დაშლაში.
2	ლაქტაზას მიმართ ტოლერანტობის გეოგრაფიული განაწილება შემთხვევით ხასიათს ატარებს			ლაქტაზას მიმართ ტოლერანტობის, როგორც ნიშან-თვისების, გავრცელება ატარებს კანონზომიერ ხასიათს და გეოგრაფიულად თანხვედრა იმ რეგიონებს, სადაც წარმოიშვა, განვითარდა და გავრცელდა მეცხოველეობა.
3	ლაქტოზას მიმართ ტოლერანტობა წარმოიშვა მასტაბილიზირებული ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების შედეგად			ლაქტოზას მიმართ ტოლერანტობა წარმოიშვა მამოძრავებელი ბუნებრივი გადარჩევის შედეგად, რომელმაც ადამიანის წინაშე დააყენა ახალი საჭიროება - ზრდასრულობის ასაკში რძის საკვებად გამოყენების უნარის არსებობა. შედეგად იმ პოპულაციებში, სადაც ეს უნარი მნიშვნელოვანი იყო, შესაბამისი ალელის სიხშირე მნიშვნელოვნად გაიზარდა საწყის პოპულაციასთან შედარებით.
5	ადამიანი, როგორც სახეობა, ექვემდებარება ევოლუციის ძალების მოქმედებას, აგრძელებს განვითარებას და შეგუებას საარსებო პირობებთან			ლაქტოზასადმი ტოლერანტობა არის ერთ-ერთი ნიშან-თვისება, რომელიც განვითარდა ადამიანის ევოლუციური განვითარების უახლეს ისტორიაში ბუნებრივი გადარჩევის ზეწოლის შედეგად.

გამოყენებული წყაროები:

1. Lactase Persistence. Colwin Yee. University of the Pacific.
[10.4: Lactase Persistence - Biology LibreTexts](#)
2. T₋₁₃₉₁₀ DNA variant associated with lactase persistence interacts with Oct-1 and stimulates lactase promoter activity *in vitro*. Rikke H. Lewinsky, Tine G.K. Jensen, Jette Møller, Allan Stensballe, Jørgen Olsen, Jesper T. Troelsen. *Human Molecular Genetics*. Volume 14, Issue 24, 15 December 2005, Pages 3945–3953.
<https://academic.oup.com/hmg/article-abstract/14/24/3945/2355865>
3. World-wide distributions of lactase persistence alleles and the complex effects of recombination and selection. Anke Liebert; Saioa López; Bryony Leigh Jones; Nicolas Montalva; Pascale Gerbault; Winston Lau; Mark G. Thomas; Neil Bradman; Nikolas Maniatis & Dallas M. Swallow. *Human Genetics*. Volume 136, pages 1445–1453, (2017)
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00439-017-1847-y>
4. Why Did Europeans Evolve Into Becoming Lactose Tolerant? Brian Handwer. NATURE. 2022. <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/famine-and-diseases-likely-drove-europeans-ability-to-digest-milk-180980483>
5. How humans' ability to digest milk evolved from famine and disease - Landmark study is the first major effort to quantify how lactose tolerance developed. Ewen Callaway. NATURE. 2022. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-02067-2>
6. Got lactase? (berkeley.edu)
<https://evolution.berkeley.edu/evo-news/got-lactase/>
7. Case Study: Understanding Lactose Intolerance.
https://docs.google.com/document/d/1duo6wUs_OEtcsAH9kWHJKXvNrrGDjuzmActkwJxrvls/edit?tab=t.0