

## პრობიოტიკური მიკროორგანიზმები – *Propionibacterium* ssp.

ტერეზა პაპიანი

დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

პროპიონმჟავა ბაქტერიები მიეკუთვნება პრობიოტიკურ მიკროორგანიზმებს. მათი პრობიოტიკური თვისებები, ჯერ კიდევ ბოლომდე არ არის შეფასებული. ნაშრომში დახასიათებულია რძის პროპიონმჟავა ბაქტერიების პრობიოტიკური თვისებები: მაღალ მჟავიანობაზე ზრდა, ნაღვლის მჟავას მიმართ ტოლერანტობა, პათოგენური მიკროორგანიზმების დათრგუნვის უნარი, ანტიბიოტიკური მგრძობელობა. ასევე სხვადასხვა ფერმენტირებული რძის პროდუქტების შენახვის ვადის გაგრძელება, რაც განპირობებულია პროპიონმჟავას სინთეზის უნარით. პროპიონმჟავა ბაქტერიების თვისებებიდან გამომდინარე შესაძლებელია ადვილად გადაილახოს ტექნოლოგიური დაბრკოლებები წარმოების ოპტიმიზაციის პროცესში. ეს კი საშუალებას იძლევა მომავალში მათი გამოყენების სხვადასხვა ფერმენტირებული პრობიოტიკური საკვების მისაღებად.

### მიმოხილვა

ბუნებრივ „მიკრობიოფაბრიკებს“ – პრობიოტიკებს აქვთ უნარი წარმოქმნან უამრავი სასარგებლო და ბიოლოგიურად აქტიური მეტაბოლიტები, რომლებიც მოქმედებენ ადამიანის ორგანოებზე (განსაკუთრებით ნაწლავურ ფლორაზე) და იწვევენ გამაჯანსაღებელ ქმედებას. პრობიოტიკური მიკროორგანიზმები საინტერესოა თავიანთი ბიოტექნოლოგიური პოტენციალით და ადამიანის ორგანიზმზე სასარგებლო თერაპიული მოქმედების სპექტრით. ეს არის მაღალ მჟავიანობაზე ზრდა, ნაღვლის მჟავას მიმართ ტოლერანტობა, პათოგენური მიკროორგანიზმების დათრგუნვის უნარი, ანტიბიოტიკური მგრძობელობა. ასევე სხვადასხვა ფერმენტირებული რძის პროდუქტების შენახვის ვადის გაგრძელება, რაც განპირობებულია პროპიონმჟავას სინთეზის უნარით.

„პრობიოტიკი“ ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს „სიცოცხლისთვის“. ანტიბიოტიკებისგან განსხვავებით, რომლებიც ნიშნავს „სიცოცხლის წინააღმდეგ“ (აქ იგულისხმება მიკროორგანიზმების წინააღმდეგ). პრობიოტიკების კავშირი ფერმენტირებული საკვების მიღებასთან ჯერ კიდევ დიდი ხნით ადრე შენიშნეს ძველმა ბერძნებმა და რომაელებმა [1].

ტერმინი „პრობიოტიკი“ განსაზღვრავს ნივთიერებებს, რომლებიც ასტიმულირებენ სხვა მიკრობების ზრდას; ეს პირველად აღწერა 1907 წელს მეჩნიკოვმა, ნობელის პრემიის ლაურეატმა. მან აღნიშნა, რომ პრობიოტიკულ მიკრობებს აქვთ სასარგებლო გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე. მან წამოაყენა ჰიპოთეზა, რომ ფერმენტირებული რძის პროდუქტები, რომლებიც შეიცავდა ჩხირის ფორმის ბაქტერიებს (*Lactobacillus spp.*), გახდა ბულგარელების ჯანმრთელობის და დღეგრძელობის მიზეზი [2].

საერთაშორისო ორგანიზაციამ FAO/WHO განსაზღვრა პრობიოტიკები, როგორც „ცოცხალი მიკრობები“, რომლებიც სწორად გამოყენებისას, უზრუნველყოფენ მასპინძლის ჯანმრთელობის სასარგებლო ფუნქციებს. პრობიოტიკები უნდა უძლებდეს კუჭის დაბალ მჟავიანობას, საჭმლის მომნელებელი ფერმენტების და ნაღვლის მჟავების მოქმედებას და პათოგენების წინააღმდეგ ანტიმიკრობულ მოქმედებას, ასევე ანტიბიოტიკების მიმართ მდგრადობას [3].

მცენარეული და ცხოველური წარმოშობის საკვებ პროდუქტებს შორის მაღალი კვებითი და ბიოლოგიური ღირებულებით გამოირჩევა რძე და რძის პროდუქტები. რძის კვებითი ღირებულება გამოიხატება იმაში, რომ ის შეიცავს ადამიანის ორგანიზმისათვის საჭირო ყველა აუცილებელ ნივთიერებებს (ცილები, ცხიმები, ნახშირწყლები, მინერალური ნაერთები, ვიტამინები), კარგად ბალანსირებულ და ადვილად შესათვისებელ ფორმაში. რძის ფერმენტირებული პროდუქტები ასევე მდიდარია პრობიოტიკური მიკროორგანიზმებით.

სტატიაში მიმოხილულია რძის ფერმენტირებული პროდუქტები, რომელთა მაღალი პრობიოტიკური თვისებები განპირობებულია პროპიონმჟავა ბაქტერიებით.

პროპიონმჟავა ბაქტერიები (PCB) გამოიყენება ფერმენტირებული რძის პროდუქტების წარმოებაში სხვა რძემჟავა ბაქტერიებთან ერთად. ასეთი პროდუქტების წარმოების სირთულე განპირობებულია იმით, რომ პროპიონმჟავა ბაქტერიას აქვს მჟავას წარმოქმნის სუსტი ენერგია და არ ახდენს რძის ფერმენტირებას.

კლასიკური პროპიონმჟავა ბაქტერიები ძირითადად გვხვდება რძესა და რძის პროდუქტებში, ასევე ფერმენტირებულ რძეში, მაგრამ გვხვდება სხვა საკვებშიც (ბოსტნეულის მარინადებში, დამარილებულ ხორცში და სხვ.) პროპიონმჟავა ბაქტერიებისთვის დამახასიათებელ ძირითად რეაქციას წარმოადგენს რძის შაქრის, რძის მჟავის და მისი მარილების ბიოქიმიური გარდაქმნა პროპიონმჟავად. ამ დუდილის დროს, გარდა პროპიონმჟავასი წარმოიქმნება ძმარმჟავა, ნახშირორჟანგი, ქარვის მჟავა, აცეტონი, დიაცეტილი და სხვადასხვა აქროლადი არომატული ნახშირწყალბადები – დიმეთილ სულფიდი, აცეტალდეჰიდი, პროპიონალდეჰიდი, ეთანოლი და პროპანოლი. ასევე ვიტამინები (განსაკუთრებით B12), ბაქტერიოცინები, ფერმენტების და სხვა სასიცოცხლო მეტაბოლიტები.

გარდა ამისა, პროპიონმჟავა ბაქტერიების დადებითი ეფექტი არის იმუნური სისტემის სტიმულირება და სისხლში ქოლესტერინის დონის დაქვეითება. მათ აქვთ ანტიმიკრობული მოქმედების ფართო სპექტრი, რაც აფერხებს ზოგიერთი გრამუარყოფითი და გრამდადებითი ბაქტერიების, აგრეთვე ზოგიერთი ობის სოკოს და საფუარის ზრდას [4].

პროპიონმჟავა ბაქტერიები ერთ-ერთი ისეთი მნიშვნელოვანი კლასია, რომელიც თავდაპირველად გამოიყენებოდა შვეიცარიული ყველებისა და გარკვეული ფერმენტირებული საკვების წარმოებისთვის. სამრეწველო მასშტაბით, ისინი გამოიყენება როგორც დომინანტური სასტარტო კულტურები. შვეიცარიული ტიპის ყველი დიდი რაოდენობით იწარმოება მთელ მსოფლიოში შერჩეული პროპიონმჟავა ბაქტერიების გამოყენებით. რძის PAB-ის სახეობებს შორის, სასურველია *Propionibacterium freudenreichii*-ის შერჩეული შტამები, რომლებიც გამოიყენება ინოკულაციური დოზით  $10^3$ – $10^4$  კწე/გ.

ამ ტიპის ყველის მომწიფება ხდება კვირების განმავლობაში  $24^{\circ}\text{C}$ -ზე, pH-ი იზრდება 5,2-ამდე და იქმნება პროპიონმჟავა ბაქტერიის *Propionibacterium freudenreichii* ზრდის კარგი ( $10^9$  კწე/გ) პირობები. პროპიონმჟავა ბაქტერიების ნელი დუდილის დროს წარმოქმნილი ლაქტატიდან მიიღება პროპიონატი, აცეტატი და  $\text{CO}_2$ , რაც ხელს უწყობს შვეიცარიული ყველისათვის დამახასიათებელ დიდ ხვრელების, ე.წ. „თვალეების“ წარმოქმნას [5]. აქროლადი მჟავები ყველს ანიჭებს სპეციფიურ გემოს და სუნს.

ასევე შესწავლილია პრობიოტიკური ყველი ჩედარი. გარდინერმა (2002) დაამზადა ჩედარის ყველის ექვსი პარტია, რომელიც შეიცავდა კომერციულად ხელმისაწვდომი პრობიოტიკური კულტურების სხვადასხვა კომბინაციებს. ყველის მომწიფებაში აქტიურად მონაწილეობდნენ სხვადასხვა რძემჟავა ბაქტერიებიც და *Propionibacterium freudenreichii*-ის შტამებიც. PAB-ის ურთიერთქმედება რძემჟავა ბაქტერიებთან ძალიან მნიშვნელოვანია, რადგან მათ შეუძლიათ გავლენა მოახდინონ ტექსტურაზე, გემოსა და სიმწიფის სტაბილურობაზე [6].

საქართველოში პროპიონმჟავა ბაქტერიები სხვა რძემჟავა ბაქტერიებთან ერთად გვხვდება თუშური გუდის ყველში. თუმცა ამ შემთხვევაში ისინი სასტარტო კულტურებად არ გამოიყენება. მრავლდებიან გუდაში ყველის მომწიფების პერიოდში და ყველის სასიამოვნო გემოს განაპირობებენ.

პროპიონმჟავა ბაქტერიების სხვადასხვა ახალმა ფუნქციებმა და პოტენციურმა შესაძლებლობებმა ისინი მრავალმხრივად გამოსაყენებელ ბაქტერიების ჯგუფში გააერთიანა. მზარდია ასევე ტენდენცია პროპიონმჟავა ბაქტერიების ფერმენტირებულ რძეში პრობიოტიკად გამოყენების შესაძლებლობაზე [7].

მაღალი პრობიოტიკური თვისებები განპირობებულია პროპიონმჟავა ბაქტერიების სხვა მახასიათებლებითაც: მათ აქვთ ძლიერი იმუნომოდულატორული და ანტიმუტაგენური თვისებები, შეუძლიათ შეამცირონ რიგი ქიმიური ნაერთების გენოტოქსიური მოქმედება (მათ შორის საკვებიდან) და ულტრაიისფერი სხივები, არ მოინელება კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, მდგრადია ნაღვლის მჟავების ზემოქმედების მიმართ, უძლებს კუჭის დაბალ (pH2) მჟავიანობას, ასინთეზირებს B ჯგუფის ვიტამინებს (B12), ასტიმულირებს მსხვილ ნაწლავში ბიფიდობაქტერიების ზრდას, თრგუნავს ფერმენტების აქტივობას, რომლებიც მონაწილეობენ მუტაგენების, კანცეროგენების და სიმსივნის ზრდის პრომოტორების ფორმირებაში, ანტიოქსიდანტური ფერმენტების (თავისუფალი რადიკალების განეიტრალება) და მოკლე ჯაჭვის ცხიმოვანი მჟავების (პროპიონური, ძმარმჟავების) სინთეზირებას [8].

პროპიონმჟავა ბაქტერიები რეზისტენტულია ანტიბიოტიკების მიმართ (მაგალითად როგორცაა პენიცილინი, ქლორტეტრაციკლინი, ქლორმიცეტინი, სტრეპტომიცინი, ერითრომიცინი). შესაბამისად, ამ ანტიბიოტიკების კომბინირებული გამოყენება შესაძლებელია როგორც ადამიანებში, ასევე ცხოველებში და ფრინველებში, რიგი დაავადებების მკურნალობისას. ფრინველების სამკურნალოდ შესაძლებელია საკვებთან ან წყალთან შერევით გამოყენებული იქნეს რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების შტამები [9].

პროპიონმჟავას ბაქტერიებისთვის პროპიონის მჟავას დუდილის რეაქციებს უპირველესი მნიშვნელობა აქვს. დუდილის ძირითადი პროდუქტებია პროპიონმჟავა, ძმარმჟავა და CO<sub>2</sub>. პროპიონმჟავა ბაქტერიები ცნობილია, როგორც B ვიტამინების აქტიური მწარმოებლები, განსაკუთრებით B12 ვიტამინის. ამჟამად ვიტამინი B12 მსოფლიოში მხოლოდ პროპიონმჟავა ბაქტერიებით იწარმოება. ვიტამინი B12-ის როლი ადამიანის ორგანიზმში ძალზე მნიშვნელოვანია. ის აკონტროლებს დნმ-ის სინთეზს (შესაბამისად, უჯრედების დაყოფას), სისხლის წითელი უჯრედების მომწიფებას, ზრდის T-სუპრესორების დონეს, რაც ხელს უწყობს აუტოიმუნური პროცესების შეზღუდვას. ვიტამინი B12 მოქმედებს ცილების მეტაბოლიზმზე, მონაწილეობს ცხოველური მეთიონინის, ვალინის, ტრეონინის, ლეიცინის, იზოლეიცინის ოპტიმალური შემცველობის რეგულირებაში [10].

აღსანიშნავია რომ პროპიონმჟავა ბაქტერიებს ბიფიდოგენური თვისებები ახასიათებს. ბიფიდობაქტერიები ნაწლავის მიკრობიომის ერთ-ერთი მთავარი და დომინანტი წარმომადგენელია. არსებობს მოსაზრება, რომ პროპიონმჟავა ბაქტერიების პერორალური მიღების (10<sup>10</sup> კწე/გ ოდენობით ორი კვირის განმავლობაში) შედეგად აღინიშნება მსხვილ ნაწლავში როგორც პროპიონმჟავა ბაქტერიების, ასევე ბიფიდობაქტერიების შემცველობის მკვეთრი ზრდა [11].

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ პროპიონმჟავა ბაქტერიები, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი პრობიოტიკური თვისებებისა, ზრდის სხვადასხვა ფერმენტირებული რძის პროდუქტების შენახვის ვადას, ამდიდრებს მათ პრობიოტიკური მიკროორგანიზმების ცოცხალი უჯრედებით და ვიტამინი B12-ით, ასევე მნიშვნელოვანია მათი მაღალი პოტენციური ბიოტექნოლოგიაში გამოყენების თვალსაზრისით.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Reid, G., Gadir, A.A. and Dhir, R. (2019) Probiotics: Reiterating What They Are and What They Are Not. *Frontiers in Microbiology*, 10, 424.
2. Chuayana, E.L.J., et al. (2003) Antimicrobial Activity of Probiotics from Milk Products. 32.
3. FAO/WHO (2006) Probiotics in Food: Health and Nutritional Properties and Guidelines for Evaluation. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation on Evaluation of Health and Nutritional Properties of Probiotics in Food Including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria, Cordoba, Argentina, 1-4 October 2001 [and] Report of a Joint FAO/WHO Working Group on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, London, Ontario, Canada, 30 April-1 May 2002. FAO Food and Nutrition Paper 85, Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization, Rome.
4. Adams, M. C., and Huang, Y. (2005). Probiotic Propionibacterium. 11/018,911
5. M.T.Fröhlich Wyder H.P.Bachmann. Cheeses With Propionic Acid Fermentation. *J. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 2004, 2, 141-156.
6. Gardiner, G. E., Bouchier, P., O'sullivan, E., Kelly, J., Collins, K., Fitzgerald, G., Ross, R.P., Stanton, C. (2002). A spray-dried culture for probiotic Cheddar cheese manufacture. *International Dairy Journal*, 12, 749-756.
7. საჩანელი თ., ამირანაშვილი ლ., გაგელიძე ნ. თუმური გუდის ყველის მიკრობიოტას დომინანტი კომპონენტები. (2019) საქართველოს სოფლის მეურნეობის აკადემიის მონაშე. 1(41)88-92
8. Foligné, B., Deutsch, S. M., Breton, J., Cousin, F. J., Dewulf, J., Samson, M., Pot, B., Jan, G. (2010). Promising immunomodulatory effects of selected strains of dairy propionibacteria as evidenced in vitro and in vivo. *Appl. Environ. Microbiol.*, 76:8259-8264.
9. Amiranashvili L.L., Gagelidze N.A., Makaradze L.A., Varsimashvili Kh.I., Tolordava L.L., Tinikashvili L.M., Amashukeli N.V., Sachaneli-Qadagishvili T.Z. (2017). The effect of homoprobiotic preparation "Probiogeo" supplemented with drinking water and feed on survivability and growth performance of broiler-chickens. *Annals of Agrarian Science* 15,4,476-479
10. Ali MN, Mohd MK (2011) Enhancement in vitamin B12 production by mutant strains of *Propionibacterium freudenreichii*. *Int J Eng Sci* 3:4921-4925
11. L. Meile *etal.* (2008) Safety assessment of dairy microorganisms: *Propionibacterium* and *Bifidobacterium* . *Int. J. Food Microbiol.*

# Probiotic microorganisms – *Propionibacterium* ssp.

Tereza Papian

*Doctoral student, Technical University of Georgia*

## Abstract

Propionic acid bacteria belong to probiotic microorganisms, probiotic properties of which have not yet been thoroughly investigated. The research describes the probiotic features of milk propionic acid bacteria, including growth at high acidity, tolerance to bile acid, ability to suppress pathogenic microorganisms, and antibiotic susceptibility, as well as the ability to extend the shelf life of various fermented milk products due to the synthesis of propionic acid. Propionic acid bacteria have a robust nature, which makes it easy to overcome technological difficulties in the process of optimizing production. This enables them to be used in the future for the production of various fermented probiotic foods.