საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

თამარ საჩანელი

გუდის ყველის მომწიფებაში მონაწილე ბაქტერიების გამოყოფა და მათი პრობიოტიკული თვისებების საფუძველზე ახალი ტექნოლოგიების შემუშავება

სადოქტორო პროგრამა **სასურსათო ტექნოლოგიები**

შიფრი 0104

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2019 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში

აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტი

სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტი

ხელმძღვანელი: პროფესორი ნინო გაგელიძე

რეცენზენტები: ასოც. პროფესორი მალხაზ ბერეჟიანი

პროფესორი ზაურ ლომთათიძე

დაცვა შედგება ---------- წლის ”------” ----------, --------- საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სადისერტაციო კოლეგიის სხდომაზე,

კორპუსი ----------, აუდიტორია ----------

მისამართი: 0192, თბილისი, დ. გურამიშვილის გამზირი N17.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ის ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატისა - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოს მდივანი ----------

შესავალი

ნაშრომის აქტუალურობა. არქეოლოგიურ მასალებზე დაყრდნობით, ნეოლითის ხანიდან მოყოლებული, ჩვენს ქვეყანაში რძის სხვა პროდუქტებ-თან ერთად, ყველიც იწარმოებოდა. მცხეთის არქეოლოგიურ მუზეუმში 28 საუკუნის სიძველის თიხის საყველე ჭურჭელი ინახება. ამ ჭურჭლის სრულყოფილი ფორმა კი მიუთითებს, რომ ეს კულტურა კიდევ უფრო ძველია.

ტექნოლოგიისა და საგემოვნო თვისებათა განსაკუთრებული თავისებურებით გამოირჩევა თუშური გუდის ყველი. არქეოლოგებმა აღმოაჩინეს, რომ თუშური გუდის მსგავსი ყველი იწარმოებოდა კავკასიის საქართველოს ნაწილში ქრისტეშობამდე მე-4 ათასწლეულში. ცხვრის ყველი ყოველთვის იყო საქართველოს ყველის წარმოების ისტორიის ნაწილი. ცხიმით მდიდარი თუშური გუდის ყველი მთლიანად ცხვრის რძისგან მზადდებოდა.

საქართველოს მთიანი რეგიონების მცირე მწარმოებლები ქვეყანის ინდუსტრიალიზაციის პერიოდშიც ინარჩუნებდნენ, უნიკალური ტრადიციული გუდის ყველის ტექნოლოგიასა და დამზადების ძირითად პრინციპებს. დღემდე თუშური გუდა ძირითადად მცირე ფერმერულ მეურნეობებში მზადდება, რომლებსაც დამზადების ტრადიციული ტექნოლოგიური პროცესი ძირითადად შენაჩუნებული აქვთ.

მიუხედავად ამისა, არსებობს რამდენიმე მიზეზი, რამაც გამოიწვია გუდის ყველის ხარისხის დაკნინება ბოლო 100 წლის განმავლობაში: 1. თუშური გუდის ყველი ნაღებმოუხდელი რძისგან კეთდებოდა, რის გამოც ცხიმიანობით გამოირჩეოდა და ამიტომ ძალიან გემრიელი იყო. ეს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობა, სამწუხაროდ, დღეს ზოგჯერ ირღვევა; 2. მსოფლიოში უნიკალური თუშური ცხვრის ჯიშის დაკნინება მოხდა; 3. დღეისათვის, გუდა, რომელშიც ხდებოდა თუშური გუდის ყველის მომწიფება, შეცვალა პოლიეთილენის პარკებმა.

თუშების აზრით, პოლიეთილენის პარკებში ყველის მომწიფება უარყოფით გავლენას არ ახდენს მის გემოზე და ხარისხზე, თუმცა, ეს საკითხი საფუძვლიანადაა შესასწავლი.

თუშური გუდის ყველი 24.01.2012-დან ,,საქპატენტის'' მიერ დარეგისტრირებულია როგორც გეოგრაფიული აღნიშვნა, რომელიც მხოლოდ თუშეთში მზადდება.

თუშური გუდის ყველი არც დღეს კარგავს აქტუალურობას. 2017 წელს Slow Food-ის მიერ იტალიაში ჩატარებულ ყველის საერთაშორისო ფესტივალზე კოოპერატივი ,,ალაზნისთავის'' მიერ წარდგენილმა თუშური გუდის ყველმა ფესტივალის მთავარი ჯილდო დაიმსახურა, რადგან ამ ყველს ბუნებრიობის, გემოს და ტრადიციების შენარჩუნებით ამზადებენ.

საქართველოსთვის დამახასიათებელია ნიადაგის, ბალახეულობისა და მიკროფლორის მრავალფეროვნება, რაც ასახვას პოულობს თუშური გუდას განსაკუთრებულ არომატსა და საგემოვნო თვისებებში.

ყველის მიკრობული შემადგენლობა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორია ყველის გემოსა და არომატის ფორმირებისთვის. საქართველოს ტრადიციული ყველების, მათ შორის, თუშური გუდას დამზადების დროს არ იყენებენ სტარტერულ კულტურებს. შესაბამისად, მეტად აქტუალურია თუშური გუდის ყველის ფორმირებაში მონაწილე ავტოქტონური მიკრობიოტასთვის დამახასიათებელი უნიკალური, ჯერ კიდევ შემორჩენილი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების ბიომრავალფეროვნების ამსახველი კოლექციის შექმნა, მათი პრობიოტიკული და ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი სახეობების გამოვლენა და გამოყენება სტარტერ კულტურებად ახალი ფერმენტირებული რძის პროდუქტების, როგორც ფუნქციური საკვების, საწარმოებლად.

კვლევის მიზანი. კვლევის მიზანს წარმოადგენდა თუშური გუდის ყველის მიკროფლორის შემადგენელი დომინანტი კომპონენტების დადგენა და მათი კულტურალურ-მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური

და პრობიოტიკული მახასიათებლების შესწავლის საფუძველზე პერსპექტიული შტამების შერჩევა ბიოტექნოლოგიური მიზნებისთვის გამოსაყენებლად.

კვლევის ამოცანები. დასახული მიზნის მიღწევა მოითხოვს შემდეგი ამოცანების განხორციელებას:

1. თუშეთის სხვადასხვა სოფლიდან საანალიზოდ ყველის ნიმუშების აღება და მათი ფიზიკურ-ქიმიური მახასიათებლების შესწავლა
2. რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების გამოყოფა, მათი წმინდა კულტურების მიღება და კოლექციის შექმნა
3. გამოყოფილი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიული იზოლატების კულტურალურ-მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიურ-ბიოქიმიური მახასიათებლების შესწავლა
4. გამოყოფილი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიული იზოლატების პრობიოტიკული თვისებების შესწავლა
5. შერჩეული იზოლატების გამოყენებით თუშური ყველის წარმოების ბიოტექნოლოგიური სქემის შემუშავება.

კვლევის მეცნიერული სიახლე. კვლევის შედეგების საფუძველზე გამოვლინდა ტრადიციული ქართული ყველის - თუშური გუდასთვის დამახასიათებელი მიკრობიოტა.

ენდემური ბაქტერიების კვლევის ისტორიის მანძილზე პირველად იქნა გამოყოფილი თუშური გუდის ყველისთვის დამახასიათებელი პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიები. შესწავლილი იქნა მათი პრობიოტიკული (ანტიბაქტერიული აქტივობა, ნაღვლის და მჟავის მიმართ ტოლერანტობა) და ბიოტექნოლოგიურად მნიშვნელოვანი მახასიათებლები (პროტეოლიზური, ლიპოლიზური და აციდოფიკაციური აქტივობები).

ჩვენი კვლევების საფუძველზე შეიქმნა რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების კონსორციუმი გუდის ყველის წარმოებაში სტარტერი კულტურების სახით გამოსაყენებლად.

ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება.

- შეიქმნა თუშური გუდის ყველის მიკრობული მრავალფეროვნების ამსახველი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების კოლექციები, რომელთაც აქვთ როგორც სამეცნიერო, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა ქვეყნის ბიოტექნოლოგიური პოტენციალის განვითარებისათვის.
- შეიქმნა მაღალი პრობიოტიკული და ბიოქიმიური თვისებების მქონე რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების კონსორციუმი, რომლის გამოყენება შესაძლებელია სტარტერულ კულტურებად ყველის წარმოებაში. შექმნილი კონსორციუმების გამოყენება ხელს შეუწყობს სტანდარტული გემოსა და არომატის გუდის ყველის ფორმირებას და, ზოგადად, ყველის წარმოების განვითარებას ქვეყანაში. მაღალი პრობიოტიკული მახასიათებლების მქონე ბაქტერიული შტამების გამოყენება ყველის წარმოებაში აქცევს ამ პროდუქტს ფუნქციურ საკვებად.
- შემუშავდა რეკომენდაციები ბაქტერიული დედოების მოსამზადებლად.
- შეიქმნა გუდის ყველის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა ჩვენ მიერ შექმნილი ბაქტერიული დედოს საფუძველზე.

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა. სადისერტაციო ნაშრომი მოიცავს შესავალს, ლიტერატურის მიმოხილვას, ექსპერიმენტულ ნაწილს, დასკვნებსა და გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხას. ექსპერიმენტული ნაწილში აღწერილია კვლევის ობიექტები და გამოყენებული მეთოდები, მიღებული შედეგები და მათი განსჯა. დისერტაცია გაფორმებულია 25 ცხრილით, 11 ნახაზით და 13 სურათით. ლიტერატურის ნუსხა მოიცავს 203 ნაშრომს. დისერტაცია გადმოცემულია 154 გვერდზე.

1. ექსპერიმენტული ნაწილი

კვლევის ობიექტები და მეთოდები

ჩვენი კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა თუშეთის სხვადასხვა სოფლებიდან აღებული გუდის ყველის 14 ნიმუში და 1 ხბოს მაჭიკი და მათგან გამოყოფილი მიკროორგანიზმები.

თუშური გუდის ყველის ნიმუშებში განსაზღვრული იყო ტენიანობა და მშრალი ნივთიერება 102±2 °C-ზე გამოშრობით, მჟავიანობა - ტიტრიმეტრული მეთოდით, ცხიმის მასური წილი - გერბერის მეთოდით, საერთო აზოტი და ცილები - კელდალის მეთოდით, მარილის შემცველობა - ვერცხლის ნიტრატით. ყველიდან მიკროორგანიზმების გამოყოფა ხდებოდა სერიული განზავების მეთოდით შესაბამის სელექტიურ საკვებ არეებზე. რძემჟავა ბაქტერიების გამოსაყოფად და კულტივირებისათვის გამოიყენებოდა MRS აგარი, ბულიონი და M17 აგარი, საფუვრების გამოსაყოფად - ზახაროვის არე, პროპიონმჟავა ბაქტერიების გამოსაყოფად - Kreb's Yeast Lactate Medium (PI) და Propionigenium modestum Medium (PII), ხოლო PCA - მიკრობთა საერთო რაოდენობის დასათვლელად.

პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიების ანტიმიკრობული აქტივობის განსაზღვრა 12 ტესტ-კულტურის მიმართ ხდებოდა აგარში დიფუზიის მეთოდით (ბლოკების მეთოდი), ნაღვლის მჟავების მიმართ ტოლერანტობის დადგენა - იზოლატების ზრდის ინტენსივობის მიხედვით შესაბამის საკვებ არეზე 2 % ნაღვლის მჟავას დამატებით, ხოლო დაბალი მჟავიანობის (pH 2) მიმართ ტოლერანტობის - pH 2-ზე ზრდის მიხედვით. იზოლატების სხვადასხვა მორფოლოგიური (უჯრედისა და კოლონიების ფორმა, გრამის წესით შეღებვა), ფიზიოლოგიური (ტემპერატურა, NaCl-ის კონცენტრაცია) და ბიოქიმიური (კატალაზური აქტივობა, ნახშირბადის სხვადასხვა წყაროს ფერმენტაცია, ურეაზული აქტივობა, არგინინის ჰიდროლიზი, ესკულინის ჰიდროლიზი, ჰემოლიზი, ჟელატინის ჰიდროლიზი) თვისებები შევისწავლეთ კლასიკური მიკრობიოლოგიური მეთოდებით.

კაზეინის ჰიდროლიზის უნარის დადგენა ხდებოდა უცხიმო რძიან აგარზე, ხოლო ლიპოლიზური აქტივობის დადგენა ხებოდა 1% ტვინ-80-ის შემცველ შესაბამის საკვებ არეებზე ნაზრდის ირგვლივ ნათელი ზონების წარმოქმნის მიხედვით; აციდოფიკაციური უნარის განსაზღვრა - უცხიმო რძეში კოლტის წარმოქმნის დროისა და კონსისტენციის მიხედვით. პერსპექტიული პრობიოტიკული თვისებების მქონე შტამების ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლა ხდებოდა აგარში დიფუზიის მეთოდით (ბლოკების მეთოდი).

ჩვენ მიერ დამზადებული ყველის (როგორც ბაქტერიული დედოს გამოყენებით, ისე მის გარეშე) ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების შესწავლა მოხდა ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011-ის მიხედვით, ხოლო მიკრობული უსაფრთხოების - კოლიფორმების, პათოგენური მიკროორგანიზმების, მათ შორის, სალმონელების და *Staphilococcus Aureus*-ის არსებობით საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობით დადგენილი სანწდან 2.3.2.00-00-ის შესაბამისად, ГОСТ 9225-84, ГОСТ 52814-2007 და ГОСТ 30347-97-ის მიხედვით.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები თავების მიხედვით

ქართული ტრადიციული ყველის - თუშური გუდას, ქიმიური შედგენილობა. სხვადასხვა რძის სახეობის (ცხვრის ან ძროხის რძისაგან და ან მათი ნარევისაგან დამზადებული) და მომწიფების ტექნოლოგიით (გუდაში და პოლიეთილენის პარკებში მომწიფებული) დამზადებულ თუშური გუდის ყველებს შორის ქიმიური და მიკრობიოლოგიური შედგენლობის მიხედვით განსხვავების შესწავლა მოხდა თუშეთის რვავე თემის სხვადასხვა სოფელში აღებულ ყველის 14 ნიმუშში.

თუშური გუდის ყველის სხვადასხვა ნიმუშში მშრალი ნივთიერების მასური წილი იცვლება 60 %-დან - 75 %-მდე, ანუ 50 %-ზე მეტია, რაც შესაბამისობაშია თუშური გუდას საქპატენტით განსაზღვრულ მონაცემთან. ყველის გუდაში ჩაწყობისას მჟავიანობა ჯერ დაბალია და 40-45 °T აღწევს;

ყველის თავების მარილწყალში ჩადების შემდეგ ყველის მჟავიანობა მკვეთრად იცვლება და 1 თვის თავზე მაქსიმუმს აღწევს. ჩვენს ნიმუშებში ტიტრული მჟავიანობის მკვეთრი განსხვავება გამოწვეულია მათი მომწიფების სხვადასხვა ეტაპზე ყოფნით. ცილის შემცველობა, ასევე, განსხვავებული იყო სხვადასხვა ნიმუშში და მერყეობდა 25 %-დან - 44 %-მდე, რაც შეესაბამება ლიტერატურულ მონაცემებს. ლიტერატურულ მონაცემებთან თანხვედრაშია, ასევე, ცხიმიანობა ცხვრის რძით დამზადებულ თუშურ გუდაში და შეადგენს 40-55 %-ს, ძროხის რძით დამზადებული ყველის შემთხვევაში - შედარებით დაბალია და შეადგენს 36-43 %-ს. მარილის შემცველობა საქპატენტის მიხედვით 4-7 %-ია. ამ საზღვრებში ჯდება მხოლოდ V, VII და XI ნიმუშები, დანარჩენ ნიმუშებში მარილის რაოდენობა დაახლოებით 8-13 %. ეს დადასტურდა აგრეთვე ორგანოლეპტიკურად. მაღალი მარილიანობის მიზეზიც შესაძლებელია იყოს მომწიფების ხანგრძლივობა და შენახვის პირობები.

თუშური გუდის ყველის მიკრობიოტას დომინანტი კომპონენტები. ყველის ნიმუშების მიკროობიოლოგიური ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ყველა მათგანი შეიცავდა მიკროორგანიზმთა განსხვავებულ რაოდენობებს. ყველის ნიმუშების უმრავლესობას ახასიათებდა რძემჟავა ბაქტერიებისთვის განკუთვნილ არეზე მზარდ მიკროორგანიზმთა სიმრავლე. ამ მხრივ გამოირჩეოდა, ცხვრის რძიდან დამზადებული და გუდაში მომწიფებული ნიმუშები (VI და XII) - 7.94×10^4 კწე/გ და 8.8×10^4 კწე/გ, აღნიშნულ ნიმუშებში უხვად იყო ასევე პროპიომმჟავა ბაქტერიები (5.6×10^4 - 5.8×10^4 კწე/გ) და საფუვრები (19.72×10^4 - 10.44×10^4 კწე/გ). გუდაში და პოლიეთილენის პარკში მომწიფებული ნიმუშების (XIV და XV) შედარებამ აჩვენა, რომ პოლიეთილენის პარკში მომწიფებული ყველის ნიმუშებში შედარებით მცირე რაოდენობითაა მიკროორგანიზმთა ყველა შესწავლილი ჯგუფი - რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიები და საფუვრები. რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიები ყველაზე ნაკლები იყო IV ნიმუშში, რომელიც, ასევე, დამზადებულია ცხვრის რძიდან და მომწიფებულია გუდაში, მაგრამ

ყველის ნიმუში აღებულია მომწიფების საწყის ეტაპზე და დაბალი ტიტრული მჟავიანობით ხასიათდება. პროპიონმჟავა ბაქტერიების გამოსაყოფად გამოყენებული 2 საკვები არიდან (PI და PII) PI უფრო ნაყოფიერი აღმოჩნდა პროპიონმჟავა ბაქტერიების გამოსავლენად ყველის თითქმის ყველა ნიმუშში (4.2 - 5.1 lg კწე/გ); მხოლოდ V და XII ნიმუშებიდან PII საკვებ არეზე გაზრდილი ბაქტერიების კწე ოდნავ აღემატებოდა PI-ზე გაზრდილთა კწე-ს. ყველის ყველა ნიმუშში საფუვრების რაოდენობა იყო მეტ-ნაკლებად მსგავსი (4.1 – 4.6 lg კწე/გ), მხოლოდ 2 ნიმუში (XII და VI) გამოირჩეოდა საფუვრების სიმრავლით (5.3 – 5.0 lg კწე/გ). ჩვენი აზრით, საფუვრების ასეთი სიჭარბე არაა დამახასიათებელი თუშური გუდასთვის და გამოწვეული უნდა იყოს ალოქტონური (გარე) საფუვრებით.

ამრიგად, თუშური გუდის ყველის ყველა ნიმუშის მიკრობიოტას შემადგენელი დომინანტი კომპონენტები იყო რძემჟავა ბაქტერიები (ლაქტოკოკები და ლაქტობაცილები), ასევე, პროპიონმჟავა ბაქტერიები და საფუვრები.

პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიების სელექტიურ საკვებ არეებზე შერჩეულ იქნა განსხვავებული ფორმისა და ფერის კოლონიები და მიღებულ იქნა მათი სუფთა კულტურები მრავალჯერადი გადათესვით პეტრის ჯამებზე ცალკეული კოლონიების მიღების ტექნიკის გამოყენებით. გრამის წესით შეღებვისა და კატალაზას ტესტის მიხედვით შემდგომი კვლევებისთვის შეირჩა პროპიონმჟავა ბაქტერიების სელექტიურ საკვებ არეებზე გამოყოფილი გრამდადებითი და კატალაზა უარყოფითი 98 იზოლატი და რძემჟავა ბაქტერიების სელექტიურ საკვებ არეებზე გამოყოფილი გრამდადებითი და კატალაზა დადებითი 69 იზოლატი.

შექმნილი კოლექცია შენახულია 50 %-იან გლიცერინში -35 °C ტემპერატურაზე.

რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების ანტიმიკრობული აქტივობა და ტოლერანტობა ნაღვლის მჟავებისა და დაბალი მჟავიანობის მიმართ. თუშური გუდის ყველიდან ჩვენ მიერ გამოყოფილი რძემჟავა და

პროპიონმჟავა ბაქტერიების ანტიბაქტერიული აქტივობის შესწავლა მოხდა პათოგენური და პირობითპათოგენური მიკროორგანიზმების ფართო სპექტრის მიმართ. ინდიკატორულ შტამებად გამოყენებული იყო შემდეგი სახეობები: *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 14990, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Enterococcus faecalis* ATCC 19433, *Listeria monocytogenes, Salmonella enterica* DSM 50912, *E.coli* ATCC 8739, *E.coli* DSM 613, *Micrococcus luteus* ATCC 4698, *Serratia marcescens* 13890, *Pseudomonas stutzeri* ATCC 17588.

რძემჟავა ბაქტერიების 69 იზოლატიდან 53-ს აღმოაჩნდა ანტიბაქტერიული აქტივობა ერთი ან მეტი ტესტ-კულტურის მიმართ. მხოლოდ *Enterococcus faecalis* ATCC 29212-ის მიმართ არ გამოავლინა არც ერთმა იზოლატმა ინჰიბიტორული აქტივობა. შესწავლილი რძემჟავა ბაქტერიების სხვადასხვა რაოდენობამ გამოავლინა სხვადასხვა ტესტ-კულტურის ზრდის დამთრგუნველი მოქმედება. რძემჟავა ბაქტერიების 17 იზოლატს ჰქონდა 7 და მეტი ინდიკატორული ბაქტერიული კულტურის მიმართ მგრძნობელობა. განსაკუთრებით გამოირჩეოდა იზოლატი სამუშაო ნომრით L 17, რომელმაც 10 ტესტ-კულტურის ზრდის ინჰიბირება მოახდინა. ანტიბაქტერიული აქტივობის მქონე იზოლატიდან გამოიკვეთა 5, რომლებმაც რამდენიმე ტესტ-კულტურის მიმართ გამოავლინეს ინჰიბირების ზონის მაქსიმალური დიამეტრი: იზოლატმა სამუშაო ნომრით L 16 – 6 ტესტ-კულტურის მიმართ, L 4, L 8, L 15 და L 17 – 3-3 ტესტ-კულტურის მიმართ.

პროპიონმჟავა ბაქტერიების 98 იზოლატიდან ანტიმიკრობული აქტივობა აღმოაჩნდა 37-ს; არც ერთმა იზოლატმა არ დათრგუნა *Enterococcus faecalis* ATCC 19433-ის ზრდა-განვითარება. პროპიონმჟავა ბაქტერიების 1 იზოლატს (GC 7(3)) ჰქონდა 4 ინდიკატორული ბაქტერიული კულტურის მიმართ მგრძნობელობა და 3 იზოლატს - 3-3 ინდიკატორული კულტურის მიმართ. ეს იზოლატებია პირობითი ნომრებით: GC 4(6), GP 11(6) და GP 4(3).

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ თუშური გუდის ყველიდან გამოყოფილ რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების იზოლატების დიდ ნაწილს ახასიათებთ ტესტ-კულტურების ფართო სპექტრის ზრდის დათრგუნვის უნარი და ძლიერი ინჰიბიტორული აქტივობა საკვები პროდუქტების გაფუჭებაში მონაწილე პათოგენების მიმართ. თუმცა, ამ მხრივ, მეტი აქტივობით გამოირჩეოდნენ რძემჟავა ბაქტერიები, რომელთა მიერ გამოვლენილი ინჰიბირების ზონები იყო უფრო დიდი დიამეტრის და 33 იზოლატს ახასიათებდა 4 და მეტი ტესტ-კულტურის ზრდის დათრგუნვის უნარი. პროპიონმჟავა ბაქტერიებიდან მხოლოდ დაახლოებით მესამედს ჰქონდა ანტიბაქტერიული აქტივობა ერთი ან მეტი ინდიკატორული კულტურის მიმართ და მათგან მხოლოდ ერთს - 4 ტესტ-კულტურის მიმართ და, ამ შემთხვევებშიც, ინჰიბირების ზონების დიამეტრები იყო პატარა.

პრობიოტიკული სტარტერი კულტურების შესარჩევად მნიშვნელოვანი თვისებებია ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა და pH 2-ზე ზრდის უნარი. შევისწავლეთ ჩვენ მიერ გამოყოფილი პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიების ტოლერანტობა ნაღვლის მჟავების მიმართ და ესკულინის ჰიდროლიზის უნარი Bile Aesculin Agar-ზე. პროპიონმჟავა ბაქტერიების ყველა იზოლატი კარგად გაიზარდა ნაღვლის შემცველ აგარზე, ამასთან ყველა იზოლატს ახასიათებდა ესკულინის ჰიდროლიზი, რაც გამოხატული იყო საკვები არის გაშავებით ბაქტერიული ბიომასის გარშემო და რაც დამახასიათებელია ყველის მომწიფებაში მონაწილე პროპიონმჟავა ბაქტერიის ყველა სახეობისათვის. რძემჟავა ბაქტერიების 53 იზოლატიდან Bile Aesculin Agar-ზე ზრდა ახასიათებდა 50-ს; ხოლო 2 % ნაღვლის მარილების შემცველ არეზე - 41 შტამს.

pH 2-ზე ზრდის უნარი პროპიონმჟავა ბაქტერიების 15 იზოლატმა გამოავლინა და ყველა შემთხვევაში ნაზრდი იყო კვალის სახით. რძემჟავა ბაქტერიების იზოლატებიდან 18-ს ჰქონდა ზრდის უნარი, ამასთან 8

იზოლატის შემთხვევაში ნაზრდი იყო უკეთესი, ხოლო დანარჩენი 10-ის შემთხვევაში შეფასდა როგორც სუსტი და არა დაკნინებული.

რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების იდენტიფიკაციისათვის მნიშვნელოვანი ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური მახასიათებლებლები. რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების სახეობრივი იდენტიფიკაციისათვის შესწავლილ იქნა მათი ფიზიოლოგიური მახასიათებლებლები, როგორებიცაა: სხვადასხვა ტემპერატურაზე (4 °C, 10 °C, 25 °C, 40 °C და 45°C) და NaCl-ის სხვადასხვა კონცენტრაციაზე ზრდა (2.5%, 4 %, 6 % და 8 %).

დადგინდა, რომ შესწავლილმა ყველა 53 რძემჟავა ბაქტერიის იზოლატმა კარგი ზრდის უნარი გამოავლინა 37 °C-ზე; იზოლატებიდან კარგი ზრდა 4 °C-ზე ახასიათებდა მხოლოდ 9-ს; 10 °C-ზე - 8-ს; 25 °C-ზე ზრდის ინტენსივობის შესწავლისას დადგინდა, რომ 14 იზოლატს ახასიათებდა საშუალო და 13 იზოლატს - კარგი ზრდა. 40 °C-ზე 13-13 იზოლატს ჰქონდა საშუალო და კარგი ზრდა; 45 °C-ზე კი 10 იზოლატს ახასიათებდა საშუალო და 12 იზოლატს - კარგი ზრდა, ანუ რძემჟავა ბაქტერიების იზოლატებიდან ზოგი არ იზრდებოდა ან ცუდად იზრდებოდა 4 °C და 10 °C ტემპერატურებზე, ზოგი კი პირიქით - მაღალ ტემპერატურებზე (40 °C და 45 °C ტემპერატურებზე), რაც დამახასიათებელია რძემჟავა ბაქტერიების სხვადასხვა გვარისათვის.

პროპიონმჟავა ბაქტერიების უმრავლესობას ახასიათებდა კარგი ზრდის უნარი მაღალ ტემპერატურაზე, თითქმის ყველა შტამს 4 °C და 10 °C ტემპერატურებზე ახასიათებდა ცუდი ზრდა: მათგან 4 °C-ზე საშუალო ზრდა აღინიშნა მხოლოდ 2 იზოლატში, 10 °C-ზე - 6-ში საშუალო და მხოლოდ ორში - კარგი ზრდა; 40 °C-ზე არ გაიზარდა მხოლოდ 4 იზოლატი, ხოლო 4- °C-ზე კი - მხოლოდ 6.

რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების იზოლატების უმრავლესობა იზრდებოდა მარილიანობის ყველა შესწავლილ მაჩვენებელზე. ეს განსაკუთრებით ეხება პროპიონმჟავა ბაქტერიებს, რომელთა შორის 6 %

მარილიანობისას არ გაიზარდა მხოლოდ 1 იზოლატი, ხოლო 8 % მარილიანობისას - 9. რძემჟავა ბაქტერიებს შორის NaCl-ის 8 % კონცენტრაციის შემთხვევაში 53-დან 13 იზოლატს არ ახასიათებდა ზრდა, 17 იზოლატს ახასიათებდა დაკნინებული ზრდა, 9 იზოლატს - სუსტი ზრდა, 7-ს - საშუალო და მხოლოდ 3-ს - კარგი ზრდა (L 51, L 66, L 70). ე.ი. პროპონმჟავა ბაქტერიები უკეთ უძლებენ მაღალი მარილიანობის პირობებში ზრდას, ვიდრე რძემჟავა ბაქტერიები. თუმცა საერთო მაჩვენებელი რძემჟავა ბაქტერიებს შორისაც მაღალია, რაც ყველის მაღალ მარილიანობასთან ბაქტერიების ადაპტირებით აიხსნება: ყველის ნიმუშებში მარილის რაოდენობა ვარირებდა 6 %-დან 13 %-მდე შუალედში.

ყველის მომწიფებისას მიმდინარე მნიშვნელოვანი ბიოქიმიური პროცესები მიკრობიოტას ცხოველქმედების შედეგია, რომლის უმნიშვნელოვანესი კომპონენტი რძემჟავა ბაქტერიებია. ისინი ყველის მომწიფების მთელი პერიოდის განმავლობაში თამაშობენ მნიშვნელოვან როლს - ახდენენ შაქრების ფერმენტაციას მჟავას წარმოქმნით, რაც იწვევს pH-ის დაწევას, დელამოს წარმოქმნას და შრატის გამოყოფას.

სახეობრივი იდენტიფიკაციის მიზნით შევისწავლეთ პროპიონმჟავა ბაქტერიების ზრდის უნარი სხვადასხვა ნახშირბადის წყაროზე (არაბინოზა, გალაქტოზა, გლიცერინი, გლუკოზა, ცელობიოზა, ნატრიუმის ლაქტატი, ლაქტოზა, მალტოზა და საქაროზა). ყველის მომწიფებისთვის მნიშვნელოვან სახეობებს, რომლებსაც მიეკუთვნება *P.freudenreichii, P. acidi-propionici* ახასიათებთ არაბინოზაზე დადებითი რეაქცია, *P. shermanii, P. thoenii, P. jensenii* უარყოფითი რეაქცია. ჩვენს შემთხვევაში 98 შტამიდან 29 შტამს ახასიათებდა მჟავას წარმოქმნის უნარი არაბინოზაზე და გლიცეროლზე, რაც დამახასიათებელია *P. freudenreichii*-ისა და *P. acidi-propionici*-სთვის. ბერგის სარკვევის მიხედვით, პროპიონმჟავა ბაქტერიებს, გარდა *P. acidi-propionici*, არ ახასიათებთ ცელობიოზას ფერმენტაციის უნარი: ჩვენ მიერ გამოყოფილ ყველა შტამს ჰქონდა დადებითი რეაქცია. ლაქტოზას ფერმენტაცია ახასიათებს 96 შტამს.

სახეობრივი იდენტიფიკაციის მიზნით, ასევე, შევისწავლეთ რძემჟავა ბაქტერიების ზრდის უნარი ნახშირბადის სხვადასხვა წყაროზე (არაბინოზა, გალაქტოზა, ფრუქტოზა, გლიცეროლი, გლუკოზა, ქსილოზა, ნატრიუმის ლაქტატი, ლაქტოზა, სორბიტი, მანიტი, ინულინი, მალტოზა და საქაროზა).

იზოლატების დახასიათება მოხდა მათი ფერმენტაციული პროფილის მიხედვით ნახშირბადის სხვადასხვა წყაროს ფერმენტაციის უნარის მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ შესწავლილი 53 იზოლატიდან არც ერთს არ ჰქონდა ინულინის ჰიდროლიზის უნარი; ყველას ჰქონდა გლუკოზას, ლაქტოზას (4 იზოლატის გარდა) და გალაქტოზას ფერმენტაციის უნარი; გლუკოზიდან გაზის წარმოქმნის მიხედვით 16 იზოლატი მივაკუთვნეთ ჰეტეროფერმენტულ რძემჟავა ბაქტერიებს.

ჰემოლიზური აქტივობის განსაზღვრა ხდება პრობიოტული მიკროორგანიზმების უსაფრთხოების შესაფასებლად. ჰემოლიზის უნარი არის ძირითადი ვირულენტობის ფაქტორი პათოგენური ბაქტერიებისათვის, თუმცა ჰემოლიზური ტესტის საშუალებით ხდება აგრეთვე ბიოსურფაქტანტების წარმოქმნის უნარის შესწავლა ბაქტერიებში. პროპიონმჟავა ბაქტერიების შესწავლილი 49 იზოლატიდან 22-ს აღმოაჩნდა β-ჰემოლიზის უნარი. ჩვენი კვლევების შედეგად გამოვლინდა, რომ შესწავლილი პროპიონმჟავა ბაქტერიებიდან 18 %-ს ჰქონდა α-, ხოლო 39 %-ს - β-ჰემოლიზის უნარი.

ჰემოლიზური აქტივობა მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს აგრეთვე რძემჟავა ბაქტერიებისათვის. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* არ აქვს ჰემოლიზის უნარი (ზოგიერთ სახეობას შეუძლია წარმოქმნას სუსტი α-რეაქცია); *Streptococcus thermophilus*-სთვის სისხლიან აგარზე დამახასიათებელია α-ჰემოლიზი; *Enterococcus faecium* ზოგიერთ შტამს შეიძლება ჰქონდეს α-ჰემოლიზის უნარი.

შესწავლილი 53 რძემჟავა ბაქტერიიდან მხოლოდ 5 იზოლატს აღმოაჩნდა β-ჰემოლიზის უნარი და ამის გამო, ჩვენ ისინი აღარ

განვიხილეთ ყველის დამზადებისთვის გამოსაყენებელ კულტურათა შორის.

შევისწავლეთ პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიების ურეაზული აქტივობა. პროპიონმჟავა ბაქტერიების შემთხვევაში ურეაზა უარყოფითი რეაქცია ჰქონდა 49-დან 19 შტამს. რაც შეეხება რძემჟავა ბაქტერიებს, ჩვენ მიერ გამოყოფილი რძემჟავა ბაქტერიების ყველა იზოლატი აღმოჩნდა ურეაზა უარყოფითი. უნდა აღინიშნოს, რომ ურეაზული აქტივობა სტარტერული ლაქტობაქტერიებიდან დამახასიათებელია მხოლოდ *S. thermophilus*-სთვის. რძემჟავა პროდუქტების სტარტერების შესაქმნელად უპირატესობა ეძლევა ურეაზა-ნეგატიურ ან სუსტი აქტივობის მქონე შტამებს. შარდოვანას მცირე რაოდენობით შეიცავს ძროხის რძე (0,2-0,4 გ/ლ), შესაბამისად, ურეაზული აქტივობის მქონე შტამების გამოყენება იწვევს რძეში არსებული შარდოვანას ჰიდროლიზს და განაპირობებს რძის pH-ის გაზრდას და აციდოფიკაციის პროცესის შენელებას, თუმცა ჩვენ მიერ შესწავლილმა ურეაზა დადებითმა პროპიონმჟავა ბაქტერიების შტამებმა უფრო სწრაფად მოახდინეს მაწვნის შედედება, ვიდრე ურეაზა უარყოფითმა რძემჟავა ბაქტერიებმა.

თავისუფალი ამინომჟავები გარკვეულ როლს ასრულებს ყველის გემოს წარმოქმნაში. არგინინი პროდუქტს არასასიამოვნო სიმწარეს ანიჭებს. არგინინიდან ამიაკის წარმოქმნა შესწავლილი რძემჟავა ბაქტერიების 53 იზოლატიდან აღინიშნა 43-ში. ასეთი სახეობები გამოიყენება რძის მრეწველობაში, პურის ცხობაში, ფერმენტირებული ბოსტნეულის წარმოებაში.

ყველის წარმოებაში გამოსაყენებელი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მახასიათებლები. რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების ყველის წარმოებაში გამოსაყენებელად საჭიროა ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მახასიათებლების შესწავლა, როგორებიცაა კაზეინის ჰიდროლიზი, ლიპოლიზური აქტივობა და აციდოფიკაციის უნარი.

კაზეინის ჰიდრილიზის უნარის დადგენა მოხდა უცხიმო რძიან აგარზე კოლონიების ირგვლივ ნათელი ზონების წარმოქმნის მიხედვით, პროპიონმჟავა ბაქტერიების 49 იზოლატიდან 29-ს ახასიათებდა კაზეინის ჰიდროლიზის უნარი და ოთხ მათგანს ჰქონდა ძალიან დიდი ნათელი ზონა ჩანათესის ირგვლივ.

რძემჟავა ბაქტერიების 53 იზოლატის პროტეოლიზური აქტივობის (კაზეინის ჰიდროლიზი) შესწავლამ აჩვენა, რომ 12 იზოლატს ჰქონდა სუსტი პროტეოლიზური აქტივობა, ხოლო 4-ს (L 34, L 35, L 66, L 67) ეს უნარი ძლიერად ჰქონდა გამოხატული.

მაღალი პროტეოლიზური აქტივობის შტამებს სპეციალურად არჩევენ ძალიან ბევრი რძემჟავა პროდუქტის დედოების შესაქმნელად. ამ აქტივობას განსაკუთრებით დიდი ყურადღება ყველის მომწიფების პროცესში ენიჭება.

აციდოფიკაციური აქტივობა ერთ-ერთი მახასიათებელია რძის ფერმენტირებული პროდუქტების წარმოებაში გამოყენებული სტარტერი კულტურებისთვის, რადგან ეს თვისება მნიშვნელოვნად განაპირობებს რძის პროდუქტების სტრუქტურასა და კონსისტენციას. რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების მიერ წარმოქმნილი ორგანული მჟავა განაპირობებს კაზეინის მჟავურ კოაგულაციას. ჩვენ მიერ გუდის ყველიდან გამოყოფილი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების აციდოფიკაციური აქტივობა ფასდებოდა კოლტის წარმოქმნის ხანგრძლივობით ცხიმმოხდილ რძეში 37 °C-ზე მათი ინკუბაციისას. პროპიონმჟავა ბაქტერიების იზოლატების უმრავლესობამ უფრო სწრაფად წარმოქმნეს კოლტი, ვიდრე რძემჟავა ბაქტერიების იზოლატებმა; შესწავლილი პროპიონმჟავა ბაქტერიების დაახლოებით 90 %-მა 8 სთ-ში მოახდინეს კაზეინის კოაგულაცია, სამმა იზოლატმა - 4 სთ-ში, და მხოლოდ ორმა - 14 სთ-ში. ამასთან წარმოქმნილი კოლტი იყო მყარი კონსისტენციის ზედაპირული შრატის წარმოქმნის შემთხვევაშიც კი.

რძემჟავა ბაქტერიების იზოლატებიდან მხოლოდ ერთმა წარმოქმნა კოლტი 4 სთ-ში და მხოლოდ 26 %-მა 8 სთ-ში. თუმცა, უნდა აღინიშნოს,

რომ რძემჟავა ბაქტერიების 43 %-ის შემთხვევაში რძის სწრაფი (0-12 საათში) შედედების უნარი დაფიქსირდა. მხოლოდ ერთმა იზოლატმა, სამუშაო ნომრით L 28, არ შეადედა რძე 24 საათშიც კი.

ყველის არომატის ფორმირებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავები, რომლებიც ყველის მიკროორგანიზმების ლიპოლიზური აქტივობის შედეგად წარმოიქმნება. გუდის ყველიდან გამოყოფილი პროპიონმჟავა ბაქტერიების ლიპოლიზური აქტივობის შესწავლის შედეგად დადგინდა, რომ 49 იზოლატიდან 24-ს აღმოაჩნდა ეს უნარი. მათგან ყველაზე დაბალი ლიპოლიზური ზონა ჰქონდა იზოლატს სამუშაო ნომრით 18 და შეადგენდა 10 მმ, ხოლო ყველაზე მაღალი მაჩვენებელი - იზოლატს სამუშაო ნომრით 50 და იყო 42 მმ.

რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების იზოლატების იდენტიფიკაცია შესწავლილი მახასიათებლების საფუძველზე და მათი ურთიერდამოკიდებულება. გუდის ყველიდან გამოყოფილი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების იზოლატების იდენტიფიკაცია მოვახდინეთ ჩვენ მიერ შესწავლილი მორფო-ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური მახასიათებლების გაანალიზების საფუძველზე.

რძემჟავა ბაქტერიების 53 იზოლატის მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური მახასიათებლების, ასევე, ნახშირწყლების ფერმენტაციის პროფილის მიხედვით, დადგინდა თუშური გუდის ყველში რძემჟავა ბაქტერიების ოთხი გვარის არსებობა: *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* და *Enterococcus*.

გლუკოზის ფერმენტაციისას მჟავასთან ერთად გაზის წარმოქმნის უნარის მიხედვით რძემჟავა ბაქტერიების იზოლატები დავყავით ჰომოფერმენტულ და ჰეტეროფერმენტულ ბაქტერიებად. სულ, 37 ჰომოფერმენტული და 16 ჰეტეროფერმენტული იზოლატი.

ორი იზოლატის (სამუშაო ნომრებით L 1 და L 12) უჯრედები უძრავი ჩხირებია მომრგვალებული ბოლოებით; წარმოადგენენ ობლიგატურ ჰომოფერმენტულ ბაქტერიებს; მჟავას წარმოქმნიან გალაქტოზიდან,

მალტოზიდან, ფრუქტოზიდან, ლაქტოზიდან, საქაროზიდან, ქსილოზიდან, გლიცეროლიდან, ლაქტატიდან და გლუკოზიდან; არ შეუძლიათ მანიტოლის, სორბიტოლის და ინულინის ფერმენტაცია; ახასიათებთ 45 °C ტემპერატურაზე ზრდა. იზოლატს სამუშაო ნომრით L 1 ახასიათებდა 8 % მარილიანობისას ზრდა, ხოლო L 12-ს იზოლატს - 4 % მარილიანობისას, ორივეს ახასიათებდა ესკულინის და არგინინის ჰიდროლიზი და ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა, თუმცა იზოლატმა სამუშაო ნომრით L 1 უკეთესი შედეგი აჩვენა ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობის მიხედვით. არც ერთ იზოლატს არ ახასიათებდა ჟელატინის ჰიდროლიზის უნარი. ზემოთ აღნიშნული მახასიათებლების მიხეთვით იზოლატები L 1 და L 12 მივაკუთვნეთ *Lb. acidophilus* გვარს. კაზეინის ჰიდროლიზის უნარი ჰქონდა მხოლოდ *Lb. acidophilus* L 1; ანტიბაქტერიული მგრძნობელობა მას ჰქონდა 4 ტესტ-კულტურის მიმართ, ხოლო *Lb. acidophilus* L 12-ს - 3 ტესტ-კულტურის მიმართ; არც ერთს არ ახასიათებთ ჰემოლიზი.

ლაქტობაცილების გვარიდან 1 იზოლატი - სამუშაო ნომრით L 35, იდენტიფიცირებული იქნა როგორც *Lb. helveticus* სახეობა. ეს სახეობა მიეკუთვნება ფერმენტირებული რძის პროდუქტების და ყველის ბევრი სახეობისათვის დამახასიათებელ სტარტერ კულტურას, განსაკუთრებით, მაგარი და ნახევრად-მაგარი ყველების შემთხვევაში.

Lactobacillus helveticus L 35-ის უჯრედები უძრავი ჩხირებია. გვხვდება ცალკეული უჯრედების და ჯაჭვის სახით. მიეკუთვნება ობლიგატურ ჰომოფერმენტულ მიკროორგანიზმებს. ზრდის მაქსიმალური ტემპერატურაა 40 °C, თუმცა იზრდება 10 °C ტემპერატურაზეც. ახასიათებს კაზეინის, ესკულინის და არგინინის ჰიდროლიზის უნარი, მაგრამ არ შეუძლია ჟელატინის ჰიდროლიზი. მჟავას წარმოქმნის არაბინოზიდან, მალტოზიდან, ფრუქტოზიდან, ქსილოზიდან, ლაქტოზიდან, გალაქტოზიდან, ლაქტატიდან და გლუკოზიდან; არ წარმოქმნის მჟავას საქაროზიდან, მანიტოლიდან, გლიცეროლიდან, სორბიტოლიდან. ახასიათებს 2 % ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა. ჰემოლიზი არ

ახასიათებს. იზრდება 4 % NaCl-ის არსებობის პირობებში. ანტიბაქტერიული მგრძნობელობა ახასიათებს 3 პათოგენის მიმართ.

ერთი იზოლატი სამუშაო ნომრით L 69 მივაკუთვნეთ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* სახეობას. ეს კულტურა მიეკუთვნება ჰომოფერმენტულ რძემჟავა ბაქტერიებს. დამახასიათებელია უძრავი, ჩხირის ფორმის უჯრედები მომრგვალებული ბოლოებით. გვხვდება ცალკეულად ან მოკლე ჯაჭვების სახით. იზოლატს *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* L 69 ახასიათებდა მჟავას წარმოქმნა არაბინოზიდან, მალტოზიდან, ფრუქტოზიდან, საქაროზიდან, გლიცეროლიდან, ქსილოზიდან, ლაქტოზიდან, გალაქტოზიდან, ლაქტატიდან და გლუკოზიდან. არ ახასიათებდა მჟავას წარმოქმნა სორბიტოლის, მანიტოლის და ინულინის ნახშირბადის წყაროდ გამოყენების შემთხვევაში. შტამს ჰქონდა ესკულინის, არგინინის და ჟელატინის ჰიდროლიზის უნარი; ახასიათებდა 2 % ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა; არ ჰქონდა ჰემოლიზის უნარი; იზრდებოდა, როგორც 10 °C, ასევე 45 °C ტემპერატურაზე. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 1 პათოგენის მიმართ.

ჰეტეროფერმენტული ლაქტობაცილებიდან იზოლატი სამუშაო ნომრით L 36 იდენტიფიცირებულ იქნა როგორც *Lb. brevis* და იზოლატი სამუშაო ნომრით L 53 - როგორც *Lb. rhamnosus*. ისინი მნიშვნელოვანი სახეობებია, რადგან მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ყველის მომწიფების პროცესში, წარმოქმნიან რა სენსორული მახასიათებლების გასაუმჯობესებლად მნიშვნელოვან არომატულ ნაერთებს.

Lb. brevis L 36 ახასიათებდა ყველა შესწავლილი შაქრის ფერმენტაციის უნარი, ინულინის გარდა. იზრდებოდა 10 °C-ზე, მაგრამ 40 °C ტემპერატურაზე - არა. არ ჰქონდა ესკულინის და არგინინის ჰიდროლიზის უნარი. ახასიათებდა კაზეინის ჰიდროლიზის უნარი. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 3 პათოგენის მიმართ.

Lb. rhamnosus L 53 ასევე ახასიათებდა ყველა შესწავლილი შაქრის ფერმენტაციის უნარი, ინულინის გარდა. იზრდებოდა როგორც 10 °C-ზე,

ასევე 45 °C ტემპერატურაზე. იზრდებოდა 8 % მარილიანობის პირობებში. ახასიათებდა ესკულინის, არგინინის და ჟელატინის ჰიდროლიზი. ახასიათებდა 2 % ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 1 პათოგენის მიმართ.

გამოყოფილი იზოლატებიდან ორი - L 5 და L 31 მივაკუთვნეთ *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*-ის სახეობას. ორივე შტამი წარმოქმნიდა მჟავას L-არაბინოზიდან, მალტოზიდან, ფრუქტოზიდან, საქაროზიდან, გალაქტოზიდან, გლუკოზიდან, ლაქტოზიდან, მანიტოლიდან და ლაქტატიდან; მჟავას არ წარმოქმნიდნენ ინულინიდან, ვარიაბელური შედეგები მივიღეთ გლიცეროლის, სორბიტოლის და ქსილოზას შემთხვევაში. *L. lactis* subsp. *lactis* L 5 ახასიათებდა ესკულინის ჰიდროლიზის უნარი, ასევე 2 % ნაღვლის შემთხვევაში ზრდა. პროტეოლიზური აქტივობის შესწავლამ აჩვენა, რომ არ ჰქონდა კაზეინის ჰიდროლიზის უნარი, ჟელატინს არ ათხევადებდა, რაც დამახასიათებელია რძემჟავა ბაქტერიების ამ სახეობისათვის. ჰქონდა არგინინის ჰიდროლიზის უნარი. იზოლატი იზრდებოდა, როგორც დაბალ (10 °C), ასევე მაღალ (45 °C) ტემპერატურაზე; სუსტი ზრდა ახასიათებდა 8 % მარილიანობის შემთხვევაში. ანტიბაქტერიული აქტივობის შესწავლისას მოახდინა 7 ტესტ-კულტურის ზრდის სრული ინჰიბირება.

L. lactis subsp. *lactis* L 31 ახასიათებდა ესკულინის ჰიდროლიზის სუსტი უნარი. ახასიათებდა სუსტი ზრდა, როგორც დაბალ (10 °C), ასევე მაღალ (45 °C) ტემპერატურაზე; სუსტი ზრდა ახასიათებდა 8 % მარილიანობის შემთხვევაშიც. არ აღმოაჩნდა კაზეინის და ჟელატინის ჰიდროლიზის უნარი. არ ჰქონდა არგინინის ჰიდროლიზის უნარი. ანტიბაქტერიული აქტივობა ახასიათებდა 3 პათოგენის მიმართ.

რძემჟავა ბაქტერიების იზოლატი სამუშაო ნომრით L 29 მივაკუთვნეთ *L. lactis* subsp. *cremoris* სახეობას. ნახშირბადის წყაროს ფერმენტაციის უნარის შესწავლისას აღმოჩნდა, რომ მას ახასიათებდა მჟავას წარმოქმნა არაბინოზიდან, მალტოზიდან, ფრუქტოზიდან, საქაროზიდან,

ლაქტოზიდან, გალაქტოზიდან, ლაქტატიდან და გლუკოზიდან. ჰქონდა ესკულინის, არგინინის, ჟელატინის ჰიდროლიზის უნარი. იზრდებოდა როგორც 10 °C, ასევე 45 °C ტემპერატურაზე. ახასიათებდა 2% ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა. არ ჰქონდა კაზეინის ჰიდროლიზის უნარი. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 8 პათოგენის მიმართ.

1 იზოლატი, სამუშაო პირობითი ნომრით L 66 იდენტიფიცირებულ იქნა როგორც *Enterococcus faecalis*. მას არ ახასიათებდა მჟავას წარმოქმნის უნარი სორბიტოლზე და ინულინზე; ჰქონდა არაბინოზას, მალტოზის, ფრუქტოზის, საქაროზის, გლიცეროლის, ქსილოზის, ლაქტოზის, გალაქტოზის, ლაქტატის, გლუკოზის და მანიტოლის ფერმენტაციის უნარი. ახასიათებდა ესკულინის, არგინინის და ჟელატინის ჰიდროლიზი. ახასიათებდა 2 % ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა. არ ჰქონდა კაზეინის ჰიდროლიზის უნარი. იზრდებოდა როგორც 10 °C, ასევე 45 °C ტემპერატურაზე. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 3 პათოგენის მიმართ.

გამოყოფილი იზოლატებიდან 2 მივაკუთვნეთ *Leuconostoc*-ის გვარს, რომელიც მიეკუთვნება ჰეტეროფერმენტულ რძემჟავა ბაქტერიებს. მათგან ერთი იზოლატი, სამუშაო ნომრით L 28, იდენტიფიცირებულ იქნა როგორც *Leuconostoc pseudomesenteroides,* ხოლო იზოლატი, სამუშაო ნომრით L 51 - *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*.

L. Pseudomesenteroides L 28 ახასიათებდა ყველა შესწავლილი ნახშირბადის წყაროს ფერმენტაციის უნარი, გარდა საქაროზისა და ინულინის. იზრდებოდა როგორც 10 °C, ასევე 45 °C ტემპერატურაზე. იზრდებოდა 8 % მარილიანობის პირობებში. ახასიათებდა ესკულინის, არგინინის და ჟელატინის ჰიდროლიზი. ახასიათებდა 2 % ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 6 პათოგენის მიმართ.

Leuc. mesenteroides subsp. *mesenteroides* L 51 ახასიათებდა ყველა შესწავლილი ნახშირბადის წყაროს ფერმენტაციის უნარი, გარდა

ქსილოზის, გლიცეროლის და სორბიტოლის. იზრდებოდა როგორც 10 °C, ასევე 45 °C ტემპერატურაზე. ასევე - 8 % მარილიანობის შემთხვევაში. ახასიათებდა ესკულინის და ჟელატინის ჰიდროლიზი. არ ახასიათებდა არგინინის და კაზეინის ჰიდროლიზი. ჰქონდა 2 % ნაღვლის მიმართ ტოლერანტობა. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა 1 პათოგენის მიმართ.

რძემჟავა ბაქტერიების იდენტიფიცირებული სახეობებიდან მათი მახასიათებლების საფუძველზე შევარჩიეთ ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი სახეობები: ჰომოფერმენტული *Lb. acidophilus* L 1, *Lb. helveticus* L 35, *L. lactis.* subsp. *lactis* L 5, *L. lactis* subsp. *cremoris* L 29 და ჰეტეროფერმენტული *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* L 51 და *Lb. rhamnosus* L 53.

პროპიონმჟავა ბაქტერიების 49 იზოლატის მორფო-ფიზიოლოგიური, პრობიოტიკული, ბიოქიმიური და სხვა ტექნოლოგიურად მნიშვნელოვანი მახასიათებლების შესწავლის შედეგად 9 იზოლატი სამუშაო ნომრებით 3, 4, 8, 15, 18, 21, 29, 40 და 45 იდენტიფიცირებულ იქნა როგორც *P.acidi-propionici* და 7 იზოლატი, სამუშაო ნომრებით 59, 90, 92, 93, 94, 96 და 98, - როგორც *P.thoenii*.

იზოლატებს, რომლებიც მივაკუთვნეთ *P.acidi-propionici*-ს სახეობას, ახასიათებდათ მალტოზას, არაბინოზას, საქაროზას, ცელობიოზას და გლიცეროლის ფერმენტაციის უნარი. ყველა იზოლატს ჰქონდა ესკულინის ჰიდროლიზის უნარი და არ ათხევადებდნენ ჟელატინს; არ ახასიათებდათ *β*-ჰემოლიზის უნარი; იზრდებოდნენ 45 °C ტემპერატურაზე, გარდა იზოლატისა სამუშაო ნომრით 40. იზოლატები სამუშაო ნომრებით 4, 8, 15, 18, 21 იზრდებოდნენ 8 % მარილიანობის პირობებში. კაზეინის ჰიდროლიზი ახასიათებდათ იზოლატებს - 8, 15, 18, 21, 40, 45, ხოლო იზოლატებს - 15, 40, 45, ჰქონდათ ლიპოლიზური აქტივობა. ყველა იზოლატს ახასიათებდა ურეაზული აქტივობა, გარდა იზოლატისა 40.

თითოეულ მათგანს, გარდა იზოლატისა სამუშაო ნომრით 45, ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდა თითო პათოგენის მიმართ.

იზოლატებს, რომლებიც მივაკუთვნეთ *P.thoenii*-ის სახეობას, ახასიათებდათ ყველა შესწავლილი ნახშირბადის წყაროს ფერმენტაციის უნარი, გარდა არაბინოზასი და ვარიაბელური შედეგები აღინიშნა გალაქტოზას შემთხვევაში. ყველას ჰქონდა ჟელატინის ჰიდროლიზის უნარი, გარდა იზოლატისა სამუშაო ნომრით 97; ყველა იზოლატს ახასიათებდა ურეაზული აქტივობა, გარდა იზოლატებისა 90, 92, 94 და 98; ახასიათებდათ β-ჰემოლიზის უნარი. ყველა იზოლატი იზრდებოდა 45 °C ტემპერატურაზე და 8% მარილიანობის პირობებში. ლიპოლიზური აქტივობა ჰქონდათ შემდეგ იზოლატებს: 92, 93, 94 და 97-ს. ანტიმიკრობული მგრძნობელობა ახასიათებდათ იზოლატებს სამუშაო ნომრებით 59, 90 და 96 თითო პათოგენის მიმართ, ხოლო იზოლატს, სამუშაო ნომრით 93-ს - სამი პათოგენის მიმართ.

ამ და ტექნოლოგიურად მნიშვნელოვანი მახასიათებლების შესწავლის საფუძველზე სტარტერ კულტურებად შერჩეულ იქნა *P.acidi-propionici* 8, *P.acidi-propionici* 15 და *P.acidi-propionici* 40. თითოეული მათგანი შეირჩა სხვადასხვა მახასიათებლის საფუძველზე, რაც საშუალებას იძლევა მივიღოთ კომბინირებული დედო. *P.acidi-propionici* 8 არ ახასიათებდა ლიპოლიზის უნარი, მაგრამ ახასიათებდა ურეაზული აქტივობა, იზრდებოდა 45 °C ტემპერატურაზე, 8 % მარილიანობის პირობებში და pH 2-ზე; *P.acidi-propionici* 15 ჰქონდა ლიპოლიზის უნარი, ასევე, იზრდებოდა 45 °C ტემპერატურაზე და 8 % მარილიანობის შემთხვევაში, ახასიათებდა ურეაზული აქტივობა. რაც შეეხება *P.acidi-propionici* 40, ჰქონდა მაღალი ლიპოლიზური აქტივობა და აციდოფიკაციის უნარი, თუმცა არ იზრდებოდა 45 °C ტემპერატურაზე და 8 % მარილიანობის პირობებში.

რადგან პრობიოტიკული მიკროორგანიზმები უნდა იყოს უსაფრთხო, შესაბამისად, მათ არ უნდა ახასიათებდეთ ჰემოლიზისა და ჟელატინის

გათხევადების უნარი. ეს კრიტერიუმები მაღალ პრობიოტიკულ და ბიოქიმიურ თვისებებთან ერთად გამოვიყენეთ რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების სახეობების შერჩევისას ყველის დედოში გამოსაყენებლად.

შევისწავლეთ ჩვენ მიერ შერჩეული რძემჟავა ბაქტერიების 6 და პროპიონმჟავა ბაქტერიების 3 შტამის ურთიერთდამოკიდებულება აგარში დიფუზიის მეთოდით (ბლოკების მეთოდი). არც ერთი შტამის დამოკიდებულება არ იყო ანტაგონისტური სხვა შტამების მიმართ, ამიტომ შეიქმნა რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების კომბინაცია შემდეგი შემადგენლობით: *Lb. acidophilus* L 1, *Lb. helveticus* L 35, *L. lactis.* subsp. *lactis* L 5, *L. lactis* subsp. *cremoris* L 29, *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* L 51, *Lb. rhamnosus* L 53, *P.acidi-propionici* 8, *P.acidi-propionici* 15, *P.acidi-propionici* 40.

თუშური გუდას დამზადების ტექნოლოგიური სქემა. თუშური გუდის ყველის, ისევე, როგორც ქართული ყველის არც ერთი სახეობის დამზადებისას, ბაქტერიული დედოების გამოყენების გამოცდილება საქართველოში არ არსებობს, მაშინ როცა მრავალ ქვეყანაში წარმატებით იყენებენ სტარტერ კულტურებს და ყველის დამზადების ზოგადი ტექნოლოგიური სქემის ერთ-ერთი ეტაპია.

ჩვენს ექსპერიმენტში ტექნოლოგიური პროცესის თანმიმდევრობა უცვლელად შევინარჩუნეთ, როგორც მოცემულია თუშური გუდას პატენტში, თუმცა რძის შეთბობისა და გაფილტვრის შემდეგ შევიტანეთ ჩვენი კვლევების შედეგების საფუძველზე შექმნილი კონსორციუმი, რომელიც შეგვქონდა რძეში თხევადი ფორმით, ყველის ამოსაყვანად საჭირო რძის მოცულობის 5 %-ის ოდენობით. თხევად ბაქტერიულ დედოდ გამოყენებული კონსორციუმის შემადგენელი თითოეული ბაქტერიის რაოდენობა იყო 10^{10} - 10^{11} კწე/მლ-ში.

ყველის დასამზადებლად რძე გავფილტრეთ სპეციალურ საწურ ბადეზე, რომელშიც ჩაფენილი იყო სხვადასხვა სამკურნალო ბალახი: ჭინჭარი და ვაციწვერა, რაც, აგრეთვე, ფილტრის როლს ასრულებს. გაწურვის შემდგომ, რძეში შევიტანეთ ყველის კვეთი 2 მლ 10 ლიტრზე და

ჩვენ მიერ შექმნილი ბაქტერიული დედო 5 %-ის ოდენობით, ხოლო მეორე ნიმუშში შევიტანეთ მხოლოდ კვეთი. რძის ტემპერატურა კვეთის შეტანის პროცესში იყო 35-37 °C. რძეს კარგად მოვურიეთ (მორევა გრძელდება 2-3 წუთი), რომ მასში ფერმენტის ხსნარი და დედო თანაბრად განაწილებულიყო. რძის ჭურჭელს სახურავი დავახურეთ, რომ რძე არ გაცივებულიყო და დავტოვეთ მოსვენებულ მდგომარეობაში დელამოს მიღებამდე. მიღებული ნადედი დავჭერით და მოვათავსეთ ნაჭრის ტომარაში და დაწნეხეთ საყველე მასა ტომარაზე ხელის დაჭერით. დავათბუნეთ ერთი-ორი საათი და შემდეგ ყველი ჩავდეთ პოლიეთილენის პარკში, რომელშიც ჩასხმული იყო 18-20 % სუფრის მარილის შემცველი შრატი. ყველს ჩადების წინ დავაყარეთ 100-150 გ მსხვილად დაფხვნილი მარილი. ყველის ჩაწყობის შემდეგ კარგად მოვუკარით თავი პოლიეთილენის პარკს და დაწოლილ მდგომარეობაში მოვათავსეთ 18 °C ტემპერატურაზე. მომწიფება გრძელდებოდა 60 დღის განმავლობაში. პერიოდულად ხდებოდა ყველის გადატრიალება, რათა ყველს სიმაგრის მიღებამდე ფორმა არ დაეკარგა. ქვემოთ მოცემულია თუშური გუდის ყველის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა.

თუშური გუდის ყველის დამზადების ტექნოლოგიური სქემა

1-2	•წედლი რძე •გაწურვა (ვაციწვერა, ჭინჭარი)
3-4	•შეთბობა 35-37 °C-მდე •ჩვენ მიერ შექმნილი ბაქტერიული დედოს დამატება 5 % ოდენობით.
5-6	•მაჭიკის ფერმენტის დამატება •დელამოს დაჭრა
7-8	•მეორადი შეთბობა 36-38 °C-მდე • ზედმეტი შრატის მოცილება
9-10	•მშრალი დამარილება •გუდაში ისხმება შრატი, რომელსაც დამატებული ჰქონდა 18-20 % მარილი
11	•გუდაში ჩაწყობა და მომწიფება 18 °C-ზე 60 დღის განმავლობაში

ჩვენ მიერ შექმნილი კონსორციუმის გამოყენებით მომზადებული ყველის ორგანოლეპტიკური მახასიათებლების შესწავლა მოხდა ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011-ის მიხედვით.

მომწიფების 60 დღიანი პერიოდის შემდეგ ყველს ჰქონდა თეთრი, ოდნავ მოყვითალო შეფერილობა, კონსისტენცია ერთგვაროვანი და მკვრივი, ვერტიკალურ ჭრილში სხვადასხვა ზომის ნასვრეტებით, გემო - ოდნავ მოტკბო, არომატი - პიკანტური. საცდელ ყველში ფორების ზომა იყო უფრო დიდი საკონტროლოსთან შედარებით, რაც მას ანიჭებდა მეტად სასიამოვნო იერსახეს საკონტროლო ყველთან შედარებით; სუნი საცდელ ვარიანტში იყო ნეიტრალური, ხოლო საკონტროლოში - შედარებით მძაფრი. განსხვავებული იყო ასევე ყველის ტექსტურა: საცდელ ვარიანტში ტენიანობა მეტად იყო შენარჩუნებული.

ევროკავშირის რეგულაციების მოთხოვნების შესაბამისად, საქართველოში მოქმედი კანონმდებლობით დადგენილი სანწდან 2.3.2.00-00-ის მიხედვით, დადგენილია კვეთით დამზადებული ყველისათვის არსებული მიკრობიოლოგიური ნორმები (პუნქტი 6.2.6.1.). ორივე ნიმუშში (კონტროლი და ბაქტერიული დედოთი დამზადებული) განვსაზღვრეთ ნჩჯბ (კოლიფორმები), პათოგენური მიკროორგანიზმები, მათ შორის, სალმონელები და *S. Aureus*.

საცდელ ვარიანტში არ აღმოჩნდა ეს მიკროორგანიზმები, ხოლო საკონტროლო ნიმუშში, რომელიც დამზადებული იყო ბაქტერიული დედოს გამოყენების გარეშე, ნჩჯბ-ს რაოდენობა იყო 5×10^{-1}კწე/გ და *S. aureus* - 237×10^{-1}კწე/გ.

განსაზღვრულ იქნა, აგრეთვე, რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების რაოდენობა როგორც საკონტროლო, ისე ბაქტერიული დედოს გამოყენებით დამზადებულ ყველში. აღმოჩნდა, რომ საცდელ ვარიანტში რძემჟავა ბაქტერიების რაოდენობა იყო 7.2×10^8 და პროპიონმჟავა ბაქტერიების რაოდენობა - 5.6×10^7 კწე/გ, ხოლო საკონტროლო ვარიანტში - შესაბამისად, 8.4×10^4 და 3.7×10^4 კწე/გ.

2. ზოგადი დასკვნები

ექსპერიმენტული კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების საფუძველზე გამოტანილია შემდეგი დასკვნები:

- თუშური გუდის ყველში მომწიფების სხვადასხვა ხანგრძლივობიდან გამომდინარე, იცვლება (იზრდება) ყველის ტიტრული მჟავიანობა და მარილიანობა, შესაბამისად, მცირდება ტენის შემცველობა. ცილა მშრალ მასაში სხვადასხვა ნიმუშში მერყეობდა 25-დან 44 %-მდე. ძროხის რძით დამზადებულ ყველის ნიმუშებში ცხიმიანობა შედარებით დაბალია, რაც კორელაციაშია ძროხის და ცხვრის რძეების ცხიმიანობასთან
- თუშური გუდის ყველის შესწავლილი ნიმუშები შეიცავდა მიკროორგანიზმთა განსხვავებულ რაოდენობებს. ყველა ყველის ნიმუშის მიკრობიოტას შემადგენელი დომინანტი კომპონენტები იყო რძემჟავა ბაქტერიები (ლაქტობაცილები და ლაქტოკოკები), ასევე პროპიონმჟავა ბაქტერიები და საფუვრები
- შეიქმნა თუშური გუდის ყველის მიკრობული მრავალფეროვნების ამსახველი რძემჟავა და პროპიონმჟავა ბაქტერიების კოლექციები, რომელთაც აქვთ როგორც სამეცნიერო, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა ქვეყნის ბიოტექნოლოგიური პოტენციალის განვითარებისათვის
- პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიების ანტიმიკრობული აქტივობის 12 ტესტ-კულტურის მიმართ, ნაღვლისა და დაბალი მჟავიანობის (pH 2) მიმართ ტოლერანტობის შესწავლის შედეგად გამოვლინდა პერსპექტიული პრობიოტიკული შტამები
- სხვადასხვა მორფოლოგიური (უჯრედისა და კოლონიების ფორმა, გრამის წესით შეღებვა), ფიზიოლოგიური (ტემპერატურა, NaCl-ის კონცენტრაცია) და ბიოქიმიური (კატალაზური აქტივობა, ნახშირბადის სხვადასხვა წყაროს ფერმენტაცია, ურეაზული აქტივობა, არგინინის ჰიდროლიზი, ესკულინის ჰიდროლიზი, ჰემოლიზი, ჟელატინის ჰიდროლიზი) თვისებების საფუძველზე იზოლატები

იდენტიფიცირებულია, როგორც *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*, *L. lactis.* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Lb. rhamnosus*, *P.acidi-propionici*

- ყველის წარმოებისთვის მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური მახასიათებლების (კაზეინის ჰიდროლიზი, აციდოფიკაციური და ლიპოლიზური აქტივობა) და პრობიოტიკული თვისებების მქონე პერსპექტიული შტამების ურთიერთდამოკიდებულების საფუძველზე შეიქმნა კონსორციუმი შემდეგი შემადგენლობით: *Lb. acidophilus* L 1, *Lb. helveticus* L 35, *L. lactis.* subsp. *lactis* L 5, *L. lactis* subsp. *cremoris* L 29, *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* L 51, *Lb. rhamnosus* L 53, *P.acidi-propionici* 8, *P.acidi-propionici* 15, *P.acidi-propionici* 40.
- შემუშავდა თუშური გუდის ყველის დამზადებისა და მომწიფების ტექნოლოგიური სქემა, რომელშიც პროცესის ტრადიციული თანმიმდევრობა უცვლელად შევინარჩუნეთ, თუმცა რძის შეთბობისა და გაფილტვრის შემდეგ შევიტანეთ ჩვენი კვლევების შედეგების საფუძველზე შექმნილი კონსორციუმი თხევადი ფორმით, ყველის ამოსაყვანად საჭირო რძის მოცულობის 5 %-ის ოდენობით. თხევად ბაქტერიულ დედოში კონსორციუმის შემადგენელი თითოეული ბაქტერიის რაოდენობა იყო 10^{10} - 10^{11} კწე/მლ-ში.
- ბაქტერიული დედოს შეტანა დადებით გავლენას ახდენს პროდუქტის მიკრობიოლოგიურ უსაფრთხოებაზე, ორგანოლეპტიკურ მახასიათებლებზე, ასევე, შენარჩუნებულია პროპიონმჟავა და რძემჟავა ბაქტერიების მაღალი რიცხვი, რაც ყველის ფუნქციურ საკვებად გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა. შექმნილი კონსორციუმის გამოყენება ხელს შეუწყობს სტანდარტული გემოსა და არომატის გუდის ყველის ფორმირებას და, ზოგადად, ყველის წარმოების განვითარებას ქვეყანაში.

ნაშრომის აპრობაცია. 2016-2019 წლებში კვლევის შედეგების წარდგენა ხდებოდა პერიოდულად, დოქტორანტის სემინარებზე და კოლოქვიუმებზე.

დისერტაციასთან დაკავშირებული საკითხები წარდგენილი იყო საერთაშორისო კონფერენციაზე: 1st South Caucasus Food Analytical International Conference. 29-30 March 2018, Tbilisi, Georgia. https://www.southcaucasus-analytics.org

დისერტაციის ძირითადი დებულებები მოხსენებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის აგრარული მეცნიერებების და ბიოსისტემების ინჟინერინგის ფაკულტეტის სასურსათო ტექნოლოგიების დეპარტამენტის გაფართოებულ სხდომაზე 2019 წლის 3 მაისს. დისერტაცია რეკომენდებულია საჯარო დაცვისათვის.

დისერტაციის მასალების მიხედვით გამოქვეყნებული შრომების სია

1. საჩანელი თ.ზ., ამირანაშვილი ლ.ლ., გაგელიძე ნ.ა. თუშური გუდის ყველიდან გამოყოფილი რძემჟავა ბაქტერიების ანტიბაქტერიული აქტივობა. *საქართველოს საინჟინრო სიახლენი.*, 2018, 4, 88, 86-89
2. საჩანელი თ., ამირანაშვილი ლ., გაგელიძე ნ. თუშური გუდის ყველის მიკრობიოტას დომინანტი კომპონენტები. *საქართველოს სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე.*, 2019, 1, 41, 88-92
3. საჩანელი თ., ამირანაშვილი ლ., გაგელიძე ნ. თუშური გუდის ყველის რძემჟავა ბაქტერიების ზოგიერთი ბიოქიმიური მახასიათებელი. *ინტელექტუალი.*, 2019, 37, 193-200.

Abstract

Tushuri Guda Cheese is distinguished by special peculiarities of technology and the gustative features. Sheep's cheese have always been a part of cheese-making history of Georgian small producers in mountain regions keeping up the tradition. The traditional technology of Guda cheese making is retained, but there are many reasons responsible for the decline of its quality during the last period: A hundred years ago, Tushetian Guda cheese had been prepared only from unprocessed, creamy milk; it was distinguished by fattiness and was very tasty. Unfortunately, this very important condition is not always followed; The second reason is degradation of the unique race of Tushetian sheep. Moreover, the traditional Guda is changed by the plastic bags.

Diversity of soils, vegetation and microbiota, characteristic for Georgia are reflected on a special flavor and taste of Tushuri Guda cheese. The microbial constitution of cheese is one of the key factors for its taste and aroma formation. The starter cultures are not used in traditional Georgian cheese making, as well as for Guda cheese. Therefore, creation of the collection of the unique, yet existing lactic- and propionic acid bacteria, which are characteristic for the indigenous microbiota and take part in the formation of Guda cheese, is very actual today; as well as revelation of species distinguished by probiotic properties and technological purposes, which may applied as starter cultures for the production of new products of fermented milk.

The aim of the presented study was establishment of the dominant components of the microbiota of Tushuri Guda cheese and selection of the prospective strains according to their morphological, physiological, biochemical and probiotic characters, for further application in biotechnology.

The lactic- and propionic acid bacteria characteristic for Guda-cheese have been isolated at first during the history of investigation of the endemic bacteria. Collection of the lactic- and propionic acid bacteria reflecting the microbial diversity of the Tushuri Guda-cheese has been created. This collection has both the scientific and practical meaning for the development of biotechnological potential of Georgia.

The probiotic (antibacterial activity, tolerance towards bile and acid) and biotechnologically significant properties (proteolytic, lipolytic, acidification activities) of the bacteria have been studied. According to studied characters the consortium of lactic- and propionic acid bacteria was created for further application in Guda-cheese industry as starter culture.

Our investigations have demonstrated that tested samples of Tushuri Guda cheese contains different amount of microorganisms. The dominant components of the microbiota of all studied samples were lactic acid bacteria (*Lactobacillus* and *Lactococcus*), as well as propionic acid bacteria and yeasts.

The titric acidity and salinity of the Guda cheese changed (increased) according to duration of the ripening. The humidity decreased correspondingly. Content of proteins in different samples varied between 25-44%. In samples prepared from cow milk the fattiness was comparatively low, that correlates with the fattiness of cow and sheep milks. The prospective probiotic strains of propionic- and lactic acid bacteria were revealed during the investigation of tolerance towards 12 pathogenic and conditionally pathogenic test-cultures, as well as by tolerance towards bile and low acidity (pH 2).

According to different morphological (shape of cells and colonies, Gram staining), physiological (temperature, concentration of NaCl) and biochemical (catalytic activity, fermentation of different carbon sources, urease activity, arginine hydrolysis, aesculin hydrolysis, hemolysis, gelatin hydrolysis) properties following species were identified: *Lb. acidophilus*, *Lb. helveticus*, *L. lactis.* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Lb. rhamnosus*, *P.acidi-propionici.* The consortium for the application in cheese making was created according to the significant characteristics for cheese industry (casein hydrolysis, acidification and lipolytic activity) and relation between strains with prospective probiotic properties. The technological scheme of the preparation and ripening of Tushuri Guda-cheese has been elaborated. The traditional order in cheese-preparing process was retained. Though, after heating and filtration of milk our created consortium (in liquid form) was added in amount of 5% out of total volume of milk used for cheese-making. Number of each bacteria of the consortium in the liquid bacterial starter was 10^{10} - 10^{11} cfu/ml. Addition of the bacterial starter positively influences on the microbiological safety of the product and its organoleptic characteristics. High amount of propionic- and lactic acid bacteria was retained as well, which makes possible to use cheese as a functional food. Application of the created consortia will support the formation of Guda-cheese with standard taste and aroma and development of cheese industry in our country as well.