

УДК [637.146.34:637.247]:  
[663.674:637.345–022.45]– 021.465

doi:10.20998/2413-4295.2018.09.35

## БІОТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОТРИМАННЯ ЙОГУРТНОЇ ОСНОВИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НИЗЬКОЛАКТОЗНОГО МОРОЗИВА

А. А. ТРУБНИКОВА\*, Т. Є. ШАРАХМАТОВА, К. О. МАМІНТОВА, О. С. ЦУПРА

кафедра технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів, ОНАХТ, м.Одеса, УКРАЇНА  
\*email: sc228004@ukr.net

**АНОТАЦІЯ** У роботі обґрунтовано вибір закваски для виробництва йогуртної основи як компонента низьколактозного морозива, представлені дослідження технологічних властивостей йогуртної основи для виробництва низьколактозного морозива. Проаналізовані інформаційні джерела щодо використання мікроорганізмів, які найактивніше продукують фермент лактазу при виробництві йогуртної основи, і обґрунтований вибір композиції мікробіологічних культур за  $\beta$ -галактозидазною активністю та кислотоутворенням. Вивчена можливість використання маслянки з підвищеною масовою часткою сухих речовин в якості основного компоненту для виробництва суміші морозива. Встановлена раціональна концентрація сухого знежиреного безлактозного молока, що входить до рецептури йогуртної основи (5,0 % від її маси). Досліджено процес ферментації молочної основи DVS культурами (YF-903+La-5) та DVS закваскою «Йогурт» VIVO. Зразки сквашеної йогуртної основи із застосуванням закваски DVS «Йогурт» VIVO мають більш щільний згусток та кращі технологічні показники - піноутворювальну здатність та стійкість піни. Визначені показники (смак, запах, консистенція), які будуть впливати на якість морозива. Визначені основні фізико-хімічні показники отриманої йогуртної основи (масова частка лактози та масова частка білків), що забезпечують раціональний вміст у готовому низьколактозному морозиві основних компонентів хімічного складу (збільшений вміст білків (5,41 %), цукрів: глюкози та галактози (3,47 %) та знижений вміст лактози (3,01 %). Отримані зразки йогуртної основи характеризувались високим вмістом корисної мікрофлори (біфідо- та лактобактерій). Найбільш вірогідне число лактобактерій –  $2,5 \cdot 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>, біфідобактерій –  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>. Отримана йогуртна основа проявляє пробіотичну дію. Наведена технологічна схема виробництва пробіотичної йогуртної основи з маслянки.

**Ключові слова:** йогуртна основа; маслянка; низьколактозне морозиво; показники якості; піноутворювальна здатність; стійкість піни; молочнокислі мікроорганізми

## BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF A YOGURT BASE FROM BUTTERMILK FOR THE PRODUCTION OF LOW-LACTOSE ICE CREAM

A. TRUBNIKOVA\*, T. SHARAKHMATOVA, K. MAMINTOVA, O. TSUPRA

Department of technology of milk, fats and perfumes and cosmetic products, Odessa national Academy of food technologies, Odessa, UKRAINE

**ABSTRACT** The work substantiates the choice of leaven for the production of yoghurt base as a component of low-lactose ice-cream, researches of technological properties of the yoghurt base for production of low-lactose ice-cream are presented. The sources of information on the use of microorganisms that are most active in the production of lactase enzyme in the production of yogurt base are analyzed, and the choice of composition of micro-biological cultures based on  $\beta$ -galactosidase activity is substantiated. The possibility of using a buttermilk with an increased mass fraction of dry matter as the main component of a mixture of ice cream is studied. A rational concentration of dry, defatted, de-lactose milk is established, which is included in the formulation a yogurt base (5.0% of its weight). The process of fermentation of the milk basis of DVS cultures (YF-903 + La-5) and DVS Yogurt VIVO was investigated. Samples of the fermented yoghurt base with the use of DVS "Yogurt" VIVO ferment have a more dense clot and the best technological indicators - the foaming ability and foam stability. The indicators (taste, smell, consistency) that will affect ice cream are determined. The main physicochemical parameters of the obtained yoghurt base (the mass fraction of lactose and the mass fraction of proteins) were determined, which will ensure a rational content in the finished low-lactose ice cream of the main components of the chemical composition (increased content of proteins (5.41%), sugars: glucose and galactose (3, 47%) and reduced lactose content (3.01%). The obtained samples of yogurt base were determined by high content of useful microflora (Bifidobacterium and lactobacilli). The most probable number of lactobacilli is  $2.5 \cdot 10^8$  CFU/cm<sup>3</sup>, Bifidobacterium is  $3.0 \cdot 10^9$  CFU/cm<sup>3</sup>. The resulting yogurt base has a probiotic effect. The given technological scheme of production of probiotic yogurt basis from buttermilk.

**Key words:** yoghurt base; buttermilk; low-lactose ice cream; quality indices; foam forming ability; foam stability; lactic acid microorganisms

### Вступ

Молочні продукти – необхідна складова щоденного раціону харчування. За своїм хімічним

складом молоко – унікальний продукт харчування, так як в ньому містяться всі речовини, без яких організм людини не може нормально розвиватися [1].

У молоці міститься до 5 % лактози, яка нормалізує процеси бродіння в кишково-шлунковому

тракті та сприяє всмоктуванню в кишечник кальцію та інших мінеральних речовин. Однак для того, щоб лактоза приносила користь, необхідно, щоб вона правильно засвоювалась. Цьому сприяє фермент лактаза, що міститься в організмі людини. Під дією цього ферменту лактоза розщеплюється на прості цукри – глюкозу і галактозу, які легко засвоюється організмом. Деякі люди страждають на непереносимість лактози і внаслідок цього відчувають дискомфорт після вживання молока та молочних продуктів. Це пов'язано із зниженим утворенням ферменту лактази в кишечнику або недостатньою його активністю. Симптоми порушення засвоєння лактози, викликані відсутністю (алактазія) або недостатністю лактази (гіполактазія), називають непереносимістю лактози.

За оцінками [2, 3] 70–75% населення світу страждають від лактазної недостатності. Поширення цієї патології в Україні складає в залежності від регіонів 15-35% дорослого населення [4].

Люди, що страждають на лактозну непереносимість вимушені обмежувати або повністю виключати з раціону харчування традиційні молочні продукти, або приймати препарати лактази постійно. Обмеження споживання молочних продуктів позбавляє людей легкодоступних джерел кальцію, вітаміну D, магнію, калію, білків та інших поживних речовин. Кальцій необхідний в будь-якому віці для зростання і підтримки кісток. Брак споживання кальцію у дітей і дорослих може призвести до остеопороза. Тільки в молочних продуктах кальцій легко засвоюється. Крім того, молоко і молочні продукти знижують ризик гіпертонії, колоректального раку і діабету [5-14].

Оскільки більшість людей з непереносимістю лактози можуть переносити деяку кількість лактози в своєму раціоні, їм не потрібно повністю відмовлятися від молока та молочних продуктів. Вважається, що дорослі і підлітки з малою абсорбцією лактози, можуть споживати 12 г лактози на добу, збільшення споживання лактози може викликати різноманітні прояви порушення травлення, ускладнити фізичний стан здоров'я чутливої людини, тим самим знизити рівень якості життя [15].

Тому необхідність розробки спеціалізованих низьколактозних молочних продуктів (в тому числі і морозива) для цієї групи людей є цілком обґрунтованою.

Виробництво морозива, як в Україні, так і за її межами є доволі процвітаючою галуззю та має перспективи для розширення асортименту, удосконалення існуючих рецептур. Але такі захворювання як лактозна непереносимість, ожиріння не дають можливості хворим споживати морозиво, одержане за традиційною технологією. Тому видалення лактози з молочної сировини, зменшення калорійності морозива за рахунок зниження вмісту жиру, підвищення біологічної цінності морозива та надання йому функціональних властивостей за

рахунок введення мікрофлори закваски, пребіотиків і інших інгредієнтів дозволить розширити асортимент, коло споживачів та збільшити попит на морозиво, яке приносить не тільки задоволення, але й користь.

В країнах ЄС вміст лактози в низьколактозних продуктах не повинен перевищувати 1г на 100 г готового продукту (в Україні нормативи не прийняті). Згідно з термінологією (ДСТУ 2212): молоко низьколактозне – молоко, в якому частково гідролізована або частково вилучена лактоза.

Молочна промисловість деяких країн, в тому числі і України, випускає молоко, в якому лактоза попередньо розщеплена (ферментом  $\beta$ -галактозидазою) на глюкозу та галактозу. Таке безлактозне молоко можна використовувати у виробництві молочних продуктів та морозива [16].

Існують технології отримання низьколактозних заморожених десертів та м'якого морозива з використанням ферментних препаратів  $\beta$ -галактозидази, де пропонується проводити гідроліз лактози до 50 % [17–21].

Виробництво морозива з молочнокислими бактеріями є одним із шляхів зниження вмісту лактози. В кисломолочних продуктах лактози менше, тому що при сквашуванні молока із частини лактози утворюється молочна кислота. Тому, люди, що страждають на гіполактазію, нормально засвоюють кисломолочні напої (в 100 г кисломолочних напоїв міститься 3,8–4 г лактози) [16].

На молочному ринку України найбільш динамічним по зростанню споживання є йогурт – кисломолочний продукт з високою масовою часткою сухих речовин, який грає важливу роль в харчуванні людей, які страждають на лактазну недостатність. Цей продукт, на відміну від молока, не викликає негативної реакції у людей з нестачею ферменту лактази, причому даний ефект обумовлений не тільки присутністю в ньому лактази мікрофлори заквасок, а й складом йогурту. Йогурти сприяють виведенню з організму шкідливих речовин і в цілому нормалізації травлення. Епідеміологічні дослідження свідчать про зниження ризику захворювання на рак кишечника при регулярному споживанні йогуртів. Антимутагенні властивості йогурту пов'язані з продуктами його ферментації. Японські вчені встановили, що йогурти ефективні при лікуванні легких випадків радіоактивного опромінення. Дослідження останніх років показали, що традиційні заквашувальні бактерії, що входять до складу йогуртів, знищують бактерії, що провокують виразки шлунку і дванадцятипалої кишки. Дослідники відзначають необхідність щоденного вживання йогуртів для підтримки в травному тракті нормальної мікрофлори [22].

Існує три способи отримання йогуртового морозива [16]. За першим способом йогуртове морозиво отримують змішуванням 30 % йогурта з 70 % традиційного морозива; за другим способом – вихідна суміш компонентів заквашується йогуртовими культурами перед фризераванням;

третій спосіб передбачає внесення йогуртових культур в готове морозиво. Однак морозиво, отримане за третім способом не можна назвати йогуртовим.

Також до перспективних напрямків вдосконалення технології морозива відноситься комплексне використання вторинної молочної сировини, зокрема маслянки. Раціональне використання вторинних молочних ресурсів (маслянки, знежиреного молока, молочної сироватки) дозволяє найбільш повно використовувати складові частини молока, збільшити ресурси сировини, підвищити рівень ефективності виробництва та рівень забезпечення населення молочними продуктами.

Маслянка є високоякісною дістичною молочною сировиною, яка утворюється на стадіях збивання або сепарування вершків при виробництві вершкового масла методами збивання або перетворення високожирних вершків, і являє собою їх рідку частину, що не збивається.

Специфічною особливістю маслянки, в порівнянні зі знежиреним молоком, є більш високий вміст молочного жиру (приблизно в 10 разів). Молочний жир маслянки тонкодиспергований, основна маса жирових кульок не перевищує розміри 1 мкм. У розподілі ліпідного комплексу характерним є переважання у всіх продуктах насичених і ненасичених тригліцеридів (78,4–92,9 %). При виготовленні масла способом збивання в нього переходить менша частина фосфоліпідів (0,76–0,87 %), а в маслянку – більша (1,66–1,70 %). У той же час спосіб перетворення високожирних вершків дозволяє збагатити масло фосфоліпідами (1,56 %), а в маслянці кількість їх знижується (0,97 %). Цінність маслянки зумовлена переходом до неї оболонки жирових кульок. Маслянка може служити джерелом високоцінного молочного білка, що містить амінокислоти, які володіють ліпотропними властивостями (метіонін, цистин та ін.). Біологічні властивості білків маслянки особливо ефективно проявляються в поєднанні з комплексом присутніх у ній вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, С, Е, пантотенової кислоти й ін. В маслянці міститься до 5 % лактози, яка бере участь у нормалізації процесів бродіння в кишечнику, що попереджає інтенсивний розвиток гнильних процесів і аутоінтоксикації в результаті всмоктування продуктів гнильного розпаду. Маслянка містить повний комплекс мінеральних речовин, в тому числі всі мікроелементи, присутні у незбираному молоці. В цілому більш повноцінною є маслянка, отримана при виробленні вершкового масла методом збивання [23,24].

Високі харчова та біологічна цінність маслянки обумовлюють необхідність її повного збору та використання виключно для виробництва продуктів харчування.

## Мета роботи та методи досліджень

**Метою** роботи є отримання йогуртної основи із зниженим вмістом лактози та високими технологічними та пробіотичними властивостями для виробництва низьколактозного морозива.

Для досягнення поставленої мети було поставлено та виконано наступні завдання:

– проаналізувати інформаційні джерела щодо використання мікроорганізмів, які продукують фермент лактазу, і обґрунтувати вибір композицій мікробіологічних культур з метою отримання йогуртної основи із зниженим вмістом лактози та пробіотичними властивостями для виробництва низьколактозного морозива;

– підібрати раціональну кількість сухого знежиреного безлактозного молока для нормалізації молочної основи, яка визначає концентрацію сухих речовин у морозиві;

– обґрунтувати вибір інгредієнта для нормалізації йогуртної основи за масовою часткою СЗМЗ;

– дослідити динаміку кислотоутворення при сквашуванні молочної основи традиційною для йогурту мікрофлорою (*S. thermophilus*, *L. bulgaricus*), у композиції з біфідобактеріями і ацидофільною паличкою у складі DVS культури;

– визначити піноутворювальну здатність та стійкість піни йогуртної основи;

– визначити органолептичні, фізико-хімічні і мікробіологічні властивості суміші маслянки зі знежиреним безлактозним молоком.

Об'єктами досліджень були: маслянка, отримана способом періодичного збивання (ТОВ «Гормолзавод №1», м. Одеса); сухе знежирене безлактозне молоко (Valio Ltd, Фінляндія), що має наступний склад: масова частка жиру – 1,0 %; масова частка цукрів – 40 % (в т.ч. масова частка лактози – 0,1 %); масова частка білків – 47 %; масова частка мінеральних речовин – 1,2 %; сухі бактеріальні закваски FD DVS YF-L903 (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*), FD DVS La-5 (*Lactobacillus acidophilus* La-5) («Хр.Хансен», Данія); суха бактеріальна закваска «Йогурт» (VIVO) (*Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*) (ТОВ «ВІВО-АКТИВ», Україна).

Методи досліджень, які використовували при проведенні експериментів: титрована кислотність – за ГОСТ 3624-92; органолептичні показники – за ДСТУ 3662-97; масова частка сухих речовин – за ДСТУ 8552:2015; активна кислотність – потенціометричним методом – за ДСТУ 8550:2015; масова частка білка – рефрактометричним способом за [25] та формольним титруванням за [25]; масова частка жиру – безцентрифужним методом (по Г. Ініхову) за [25]; масова частка лактози – йодометричним методом за [25]; масова частка мінеральних речовин – за [26];

піноутворювальна здатність за ГОСТ 23409.26-78; мікробіологічні показники: кількість бактерій групи кишкових паличок – за ДСТУ IDF 73 А; найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів – за ГОСТ 9225-84; кількість біфідобактерій – за ДСТУ 7355:2013.

#### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Нині асортимент пробіотичних штамів для виробництва молочних продуктів значно розширився й представлений живими клітинами молочнокислих бактерій або інактивованою пробіотичною мікрофлорою, продуктами метаболізму або стимуляторами росту мікрофлори (пребіотиками), а також синбіотиками – комбінованими препаратами, що містять пробіотики і пребіотики [27]. Доцільним вважається використання комбінованих пробіотиків, симбіотичні штами яких мають широкий спектр фізіологічних ефектів. Такі пробіотики забезпечують можливість запобігти або знизити ризик розвитку багатofакторних захворювань, оскільки пробіотичні властивості є штамоспецифічними [27, 28].

Клінічними дослідженнями показано, що комбіновані пробіотики мають більш виражений ефект, ніж пробіотики, що містять монокультуру пробіотичних бактерій [28,29].

За даними звіту об'єднаного комітету експертів ФАО/ВООЗ (2001), *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* є ефективними при запальних захворюваннях кишечника. Сучасні дослідження свідчать, що *Lactobacillus acidophilus* має протиінфекційні властивості стосовно патогенів: *Shigella*, *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Rotavirus*, *H. pylori*. У дослідженнях *in vitro* показано, що *Lactobacillus acidophilus* мають здатність інгібувати ріст аеробних бактерій шляхом секреції молочної кислоти [28–33].

За останні роки значно збільшилась кількість дітей і дорослих, які страждають непереносимістю лактози через дефіцит ферменту лактази, становить інтерес використання молочнокислих мікроорганізмів, які здатні продукувати позаклітинно цей фермент і розщеплювати лактозу у молочній сировині до моноцукрів: галактози та глюкози, які легше засвоюються організмом. Таким чином у молочних продуктах знижується вміст лактози.

Згідно літературного аналізу, молочнокислі культури мають досить високу  $\beta$ -галактозидазну активність в порівнянні з іншими мікроорганізмами, найвищу активність зброджувати лактозу мають термофільний стрептокок, болгарська паличка та ацидофільна паличка [35–39].

Згідно з даними [36] серед молочнокислих стрептококів найбільшою активністю зброджувати лактозу володіють термофільні молочнокислі стрептококи. Фермент  $\beta$ -галактозидаза, що виробляється *Streptococcus thermophilus*, більш активно гідролізує лактозу молока, проявляючи при

цьому високу активність і стабільність. Чисті культури *Streptococcus thermophilus* зброджують глюкозу гліколітичним шляхом з утворенням L (+) – ізомерів молочної кислоти. Галактоза, що утворюється при ферментному гідролізі лактози, не утилізується даними мікроорганізмами і залишається в продукті. Масова частка лактози, що розщеплюється *S. thermophilus*, становить 0,8–1,2 %; залишковий вміст лактози в кисломолочних продуктах, отриманих ферментацією цими культурами, становить 3,6–3,9 %.

Доведено, що *S. Thermophilus* активно гідролізує лактозу, є кислотоутворювачем, забезпечуючи тим самим бактерицидний ефект відносно патогенних мікроорганізмів, а також здатний синтезувати і виділяти полісахариди [36,37].

*Lactobacillus bulgaricus* має виражену протеолітичну активність і виділяє валін – амінокислоту, яка стимулює розвиток *Streptococcus thermophilus*. При зброджуванні глюкози переважно утворює D (–)– ізомери молочної кислоти (вже виділені штами *L. bulgaricus*, що утворюють L (+)–молочну кислоту); галактозу не розщеплюється. Штами *Lactobacillus bulgaricus* утворюють також ацетальдегід, який надає продуктам специфічний смак і аромат, і антибіотичні речовини, що пригнічують небажану мікрофлору в кишечнику. Своім розвитком термофільний стрептокок випереджає болгарську паличку, знижуючи окислювально-відновний потенціал і pH молока, що створює сприятливі умови для розвитку *Lactobacillus bulgaricus* [34,36].

*Lactobacillus acidophilus* є сильним кислотоутворювачем, при ферментації молока розщеплює 0,9–1,0 % лактози, утворюючи L (+) або DL–ізомери молочної кислоти. Зброджування лактози чистими культурами *Lactobacillus acidophilus* здійснюється гліколітичним шляхом з утилізацією глюкози і галактози [32, 36].

Біфідобактерії володіють низькою  $\beta$ -галактозидазною активністю, тому погано розвиваються в молоці. Активізація зростання біфідобактерій в молоці за рахунок високої  $\beta$ -галактозидазної активності інших заквашувальних культур пов'язана з підвищенням власної  $\beta$ -галактозидазної активності біфідобактерій. В цих умовах біфідобактерії набувають властивість накопичувати необхідні для свого зростання сполуки: глюкозу і олігосахариди. У зв'язку з цим культивування біфідобактерій спільно з молочнокислими культурами, що володіють високою  $\beta$ -галактозидазною активністю, зокрема, з *Lactobacillus acidophilus* є доцільним [31, 36,39]. Спільне культивування лакто– і біфідобактерій стимулює накопичення летких жирних кислот і діацетила, що покращує органолептичні властивості продукту.

Тому в якості заквашувальних культур було обрано: *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* та пробіотики - *Bifidobacterium lactis* та *Lactobacillus acidophilus*. Було проаналізовано

заквашувальні препарати, які містять зазначені молочнокислі мікроорганізми, та вибрані закваски: суха закваска безпосереднього внесення «Йогурт» VIVO (ТОВ «ВІВО-АКТИВ»), до складу якої входять змішані культури *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* + *Lactobacillus acidophilus* + *Bifidobacterium lactis*, та сухі бактеріальні закваски безпосереднього внесення фірми «Хр.Хансен» (Данія): FD DVS YF-L903, до складу якої входять змішані культури *Streptococcus thermophilus* + *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, у комбінації з закваскою FD DVS La-5, яка містить монокультури *Lactobacillus acidophilus*.

Таким чином, вибір композицій мікробіологічних культур, які найактивніше продукують  $\beta$ -галактозидазу та проявляють пробіотичну дію з метою отримання йогуртової основи із зниженим вмістом лактози для виробництва низьколактозного морозива є актуальною проблемою і зумовила необхідність проведення досліджень у цій галузі.

#### Виклад основного матеріалу

Йогуртну основу виробляли із маслянки, яка відповідала вимогам ТУ У 46.39.079-96 «Маслянка-сировина. Технічні умови».

Оскільки йогурт з маслянки в подальшому буде використаний як один з основних компонентів для виробництва низьколактозного морозива, то головне завдання – отримати йогурт з якомога нижчим вмістом лактози і з граничною кислотністю (згідно з вимогами ДСТУ 4343:2004) для поліпшення органолептичних властивостей морозива.

Сквашували суміш до значення кислотності – 125...135°Т (до рН 4,6).

Процес ферментації проводили за традиційною технологією отримання йогурту.

Нормалізацію маслянки за сухими речовинами проводили додаванням сухого знежиреного безлактозного молока, що розроблене для людей з непереносимістю лактози, відповідно до рецептур, зазначених в табл. 3.

Сухе знежирене безлактозне молоко має наступний склад: масова частка жиру – 1,0 %; масова частка цукрів – 40 % (в т.ч. масова частка лактози – 0,1 %); масова частка білків – 47 %; масова частка мінеральних речовин – 1,2 %.

Додавання саме сухого знежиреного безлактозного молока дозволяє отримати йогуртну основу із підвищеним вмістом сухих речовин (в першу чергу білків) та СЗМЗ, та знизити вміст лактози у суміші. Збільшення загального вмісту сухих речовин в маслянці, особливо білків, та використання в заквасках енергійних кислотоутворювачів призведе до формування більш щільних міцних згустків, і тенденція до відокремлення сироватки буде, таким чином, знижена.

Вміст СЗМЗ у маслянці 8,6 %. Для йогурту мінімальний вміст СЗМЗ повинен бути 9,5 %, для морозива – 10 %. Тому збільшити СЗМЗ можливо завдяки внесенню в маслянку сухого знежиреного безлактозного молока.

Вміст сухого знежиреного безлактозного молока варіювали в межах 2,5...7,5 % з інтервалом 2,5%.

Таблиця 1 – Рецептатура на йогурт, кг на 100 кг продукту

Найменування компонента	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Маслянка-сировина	97,5	95,0	92,5
Сухе знежирене безлактозне молоко	2,5	5,0	7,5
Закваска DVS, ум. од. акт.	100,0	100,0	100,0
Всього:	100,0	100,0	100,0

Сухе знежирене безлактозне молоко (згідно рецептури) попередньо розчиняли в невеликій кількості маслянки при температурі 35...40 °С, суміш залишали для набухання протягом 20...40 хв. Розчинене сухе знежирене безлактозне молоко вносили в основний об'єм підігрітої до температури 35...40 °С маслянки, перемішували і фільтрували. Отриману суміш пастеризували при температурі 85...87 °С з витримкою 5...10 хв. Цей режим забезпечує знищення патогенної мікрофлори в молочній суміші, більшої частини вегетативної сапрофітної мікрофлори, сприяє інактивації ферментів, гормонів, токсинів. Створюються сприятливі умови для розвитку мікрофлори закваски і поліпшується консистенція продукту. Підготовлені зразки суміші охолоджували до температури заквашування 37...40 °С (заявлена виробником) і вносили закваску DVS «Йогурт» VIVO або комбінацію заквашувальних культур DVS: YF-L903 + La-5. Суміш розливали в стерильні ємності об'ємом 0,4 дм<sup>3</sup>, сквашували при температурі 37...40 °С. Закінчення сквашування визначали за утворенням щільного згустку з активною кислотністю 4,6 од.рН, при ферментації також здійснювали контроль титрованої кислотності. Отриманий продукт охолоджували до температури 4...6 °С.

Раціональну кількість сухого знежиреного безлактозного молока для нормалізації молочної основи, яка визначає концентрацію сухих речовин у морозиві, вибирали за органолептичними показниками (смак, запах, консистенція) в зразках йогуртної основи, які в основному будуть впливати на сенсорні характеристики морозива, за кількістю лактози, за піноутворювальною здатністю та стійкістю піни.

Масова частка сухих речовин суттєво впливає на органолептичні показники отриманих зразків

йогуртної основи, особливо на консистенцію згустку. Так, при концентрації доданого сухого знежиреного безлактозного молока в кількості 2,5 % згусток нагадував консистенцію нев'язкого тягучого йогурту. Із збільшенням масової частки сухого знежиреного безлактозного молока до 5,0 %, в зразках поліпшується консистенція – підвищується в'язкість і щільність згустків. Але збільшення концентрації сухого знежиреного безлактозного молока до 7,5 % призвело до отримання згустку з хорошою щільністю, але неоднорідною, борошністою консистенцією. Тому з подальших досліджень виключено зразок № 3.

Вміст лактози у зразках йогуртної основи до та після сквашування наведений в табл. 2.

Таблиця 2 – Масова частка лактози (%) у зразках йогуртної основи, отриманої із використанням закваски «Йогурт» VIVO

Зразок	Масова частка лактози в молочній суміші до сквашування, %	Масова частка лактози в молочній суміші після сквашування, %
Зразок 1	4,39 ± 0,06	3,10 ± 0,06
Зразок 2	4,29 ± 0,06	3,01 ± 0,06
Зразок 3	4,18 ± 0,06	2,88 ± 0,06

Масова частка лактози в процесі сквашування зменшилась на 28...33 %, пояснюється молочнокислим бродінням, під час якого на молочний цукор діє фермент лактаза, який виділяється молочнокислими бактеріями.

Отримана йогурта основа у перспективі планується до використання як інгредієнт низьколактозного морозива. Оскільки морозиво молочне (згідно ДСТУ 4733:2007) – збитий та заморожений харчовий продукт, вироблений з молока та/або продуктів його перероблення з додаванням необхідних для його виробництва інгредієнтів (з масовою часткою сухих речовин не менше 28,5%), важливими технологічними характеристиками отриманої йогуртної основи є піноутворювальна здатність та стійкість піни (табл. 5).

Піноутворювальна здатність – кількість піни, що виражена об'ємом або висотою стовпа, яка утворюється з постійного об'єму розчину при дотриманні певних умов протягом заданого часу. Стійкість піни – здатність піни зберігати загальний об'єм, дисперсний склад після закінчення певного проміжку часу.

Піноутворюючі властивості молочної сировини залежать від її кількісного та якісного складу. Молочні білки за своєю суттю є ефективними піноутворювачами й унаслідок поверхневої активності та здатності до додаткової гідратації як позитивно, так і негативно впливають на піноутворюючу здатність молочної сировини. Усі

важливі властивості білків визначаються їх просторовою структурою [40].

Жирова фаза молочної сировини відіграє роль поверхнево-активної речовини та, сорбуючись на межі поділу фаз, сприяє піноутворенню. Особливістю хімічного складу сколотин є наявність фосфоліпідів, які мають властивості зменшувати поверхневий натяг на межі «рідина-повітря», сприяючи отриманню пінної структури за умов механічного збивання. Носієм функціональних властивостей фосфоліпідів сколотин є лецитин, що перебуває у вигляді білково-лецитинового комплексу в оболонці жирової кульки. Лецитину притаманні важливі технологічні властивості, зокрема він виконує функції природного піноутворювача та сприяє утворенню дрібнозернистих і стійких пін. Наявність фосфоліпідів синергетично впливає на піноутворюючі властивості білків сколотин [23,40].

Лактоза не має піноутворювальної активності. Але змінивши свої властивості під дією температури або молочнокислої мікрофлори, лактоза може суттєво впливати на здатність молочних систем утворювати піни. Чим більшою мірою лактоза піддається гідролізу, тим більше зростає піноутворююча властивість системи [40–42].

Здатність до піноутворення залежить від кислотності середовища. Маси, що містять білок, проявляють максимальну піноутворювальну здатність в ізоелектричній точці (ІЕТ), яка відповідає рН для молочних білків 4,58 – 4,60. При зниженні рН молоко володіє кращими піноутворювальними властивостями [42].

Піни отримували шляхом збивання йогуртної основи за температури 20 °С протягом 30 сек.

Піноутворювальна здатність маслянки-сировини становила 4,2±2,0 %, а стійкість піни – 20 хв. Нестійкість піни маслянки-сировини пояснюється тим, що вміст макромолекул білків у маслянці не є достатнім для утворення стійкої піни. Нестійкість пояснюється також невисокою в'язкістю маслянки. Тому для вирішення цієї проблеми в маслянку додавали сухе знежирене безлактозне молоко, що має високу концентрацію білків (47%).

Таблиця 3 – Піноутворювальна здатність (%) та стійкість піни (хв.) у зразках йогуртної основи, отриманої із використанням закваски «Йогурт» VIVO

Зразок	Піноутворювальна здатність (ПУЗ), %	Стійкість піни, хв.
Зразок 1	9,7±2,0	68,0±1,5
Зразок 2	12,2±2,0	96,0±1,5
Зразок 3	15,3±2,0	103,0±1,5

Із збільшенням концентрації сухого знежиреного безлактозного молока у йогуртній основі від 2,5 % до 7,5 % піноутворювальна здатність та стійкість піни збільшуються (табл. 3). Це, насамперед, пов'язано із збільшенням кількості білків, які є поверхнево-активними речовинами і сприяють підвищенню її в'язкості та кращому поглинанню дисперсної фази в піну при механічному збиванні йогуртної основи.

Зразок 3 (згідно рецептури кількість сухого знежиреного безлактозного молока – 7,5 % від маси суміші) мав найвищу піноутворювальну здатність та стійкість піни, але мав занадто в'язку консистенцію, СЗМЗ зразка 3 становило 14,8 %, що забагато. До того ж, сухе знежирене безлактозне молоко має високу вартість, тому подальші дослідження проводитиме із зразком 2 (кількість сухого знежиреного безлактозного молока – 5,0 % від маси суміші).

В табл. 6 наведені технологічні показники для зразків йогуртної основи, отриманої із застосуванням різних бактеріальних заквасок.

Незначне збільшення піноутворювальної здатності та стійкості піни (табл.6) в зразку 2, сквашеному закваскою DVS «Йогурт» VIVO, пояснюється гідролізом лактози під дією молочнокислих мікроорганізмів, при якому накопичуються продукти гідролізу лактози, що мають

полярні участки молекули (карбонільні угруповання). Чим більше накопичується продуктів гідролізу під дією молочнокислої мікрофлори, тим більше зростає піноутворювальна здатність системи.

Таблиця 4 – Піноутворювальна здатність (%) та стійкість піни (хв.) у зразках йогуртної основи, отриманої із застосуванням різних бактеріальних заквасок

Зразок	Піноутворювальна здатність (ПУЗ), %	Стійкість піни, хв.
Зразок 2 з закваскою DVS «Йогурт» VIVO	12,2±2,0	96,0±1,5
Зразок 2 з комбінацією заквасок: FD DVS YF-L903 + FD DVS La-5	10,1±2,0	87,0±1,5

В процесі сквашування йогуртної основи (зразок 2) обраними заквасками визначали рівень кислотності через кожну годину. Результати досліджень наведені на рис. 1 (зміни активної кислотності йогуртної основи при сквашуванні) та рис. 2 (зміни титрованої кислотності йогуртної основи при сквашуванні).

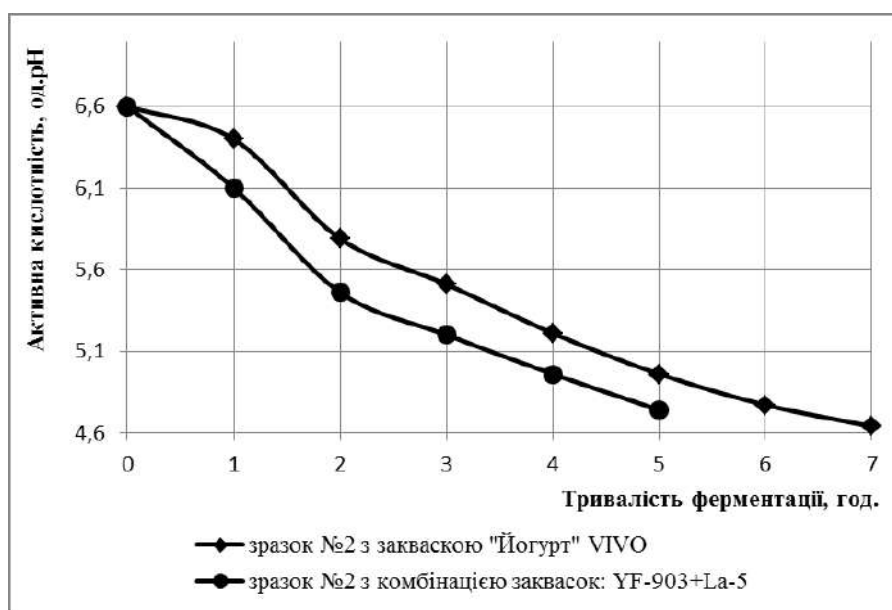


Рис. 1 – Зміна активної кислотності зразків йогуртної основи при ферментації

Сквашування молочної основи комбінацією заквасок: FD DVS YF-L903 + FD DVS La-5 завершується через 5 годин (до кислотності 125 °Т (рН 4,68), а закваскою «Йогурт» VIVO – через 7 годин (до кислотності 134 °Т (рН 4,6). Протягом зазначеного часу в усіх досліджуваних зразках досягається ізоелектричний стан білків під впливом або тільки молочної кислоти, або суміші

молочної й оцтової кислот, накопичених мікрофлорою заквашувальних культур при зброджуванні лактози. Молочну кислоту накопичують Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, а суміш молочної й оцтової кислот – Bifidobacterium lactis. Активна кислотність зразків складає 4,62 – 4,68 рН.

Консистенція та структура йогурту суттєво залежать від здатності заквашувальних культур утворювати високов'язкі екзогенні полісахариди. Найбільшу їх кількість продукують *L. acidophilus*, *L. bulgaricus* та *S. thermophilus*.

Порівняння отриманої йогуртної основи з різними видами закваски показало, що зразки із

застосуванням закваски «Йогурт» VIVO мають кращі технологічні показники (вищу піноутворювальну здатність та стійкість піни) та хороші органолептичні властивості, ніж зразки з комбінацією заквашувальних культур DVS: FD YF-903 + La-5.

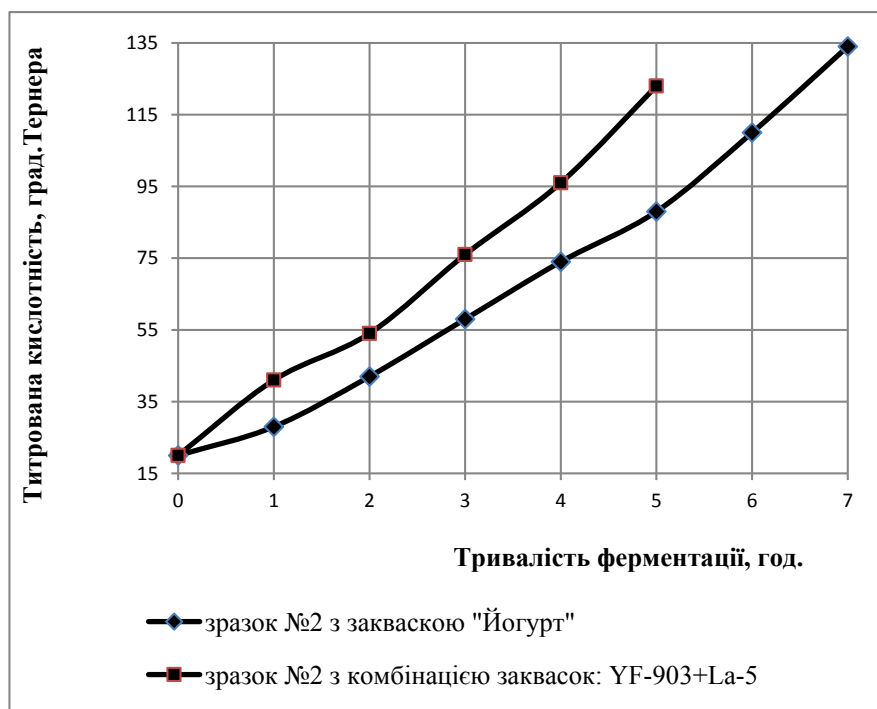


Рис. 2 – Зміна титрованої кислотності зразків йогуртної основи при ферментації

Зразки сквашеної йогуртної основи із застосуванням закваски «Йогурт» VIVO мають чистий, виражений кисломолочний смак і запах, колір – молочно-білий, рівномірний по всій масі; однорідну, ніжну, в'язку, сметаноподібну консистенцію, без газоутворення, без відділення сироватки. Кількість лактози після ферментації в зразку із застосуванням закваски «Йогурт» VIVO складала 3,01 %.

Згустки зразка 2 з комбінацією заквашувальних культур DVS: YF-L903 + La-5 мають однорідну, щільну, злегка тягучу, без газоутворення, без відділення сироватки консистенцію та менш виражений кисломолочний смак і запах.

Для подальших досліджень обрано зразок сквашеної йогуртної основи із застосуванням закваски «Йогурт» VIVO.

Технологічний процес виробництва йогуртної основи складався з наступних етапів, які зображені на рис. 3.

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники отриманої йогуртної основи з маслянки наведені в табл. 5 та 6.

Таблиця 5 – Фізико-хімічні показники йогуртної основи з маслянки

Найменування показника	Значення показника
Масова частка сухих речовин, % в тому числі:	13,34 ± 0,01
– масова частка жиру, %	0,53 ± 0,1
– масова частка лактози, %	3,01 ± 0,06
– масова частка білків, %	5,41 ± 0,05
– масова частка мінеральних речовин, %	0,72 ± 0,05
Титрована кислотність, °Т	134 ± 1
Активна кислотність, од.рН	4,62±0,01

Таблиця 6 – Мікробіологічні показники сквашеної йогуртної основи

Найменування показника	Значення показника
Найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів, КУО/см <sup>3</sup>	(2,5±0,9)·10 <sup>8</sup>
Кількість біфідобактерій, КУО/см <sup>3</sup>	(3,0±0,2)·10 <sup>9</sup>
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 см <sup>3</sup>	Відсутні



Визначення БГКП у 0,1 см<sup>3</sup> зразків сквашеної йогуртної основи свідчить про їх відсутність у дослідженому об'ємі, що доводить правильність вибору режиму пастеризації вихідної йогуртної основи. А кількість лакто- і біфідобактерій свідчить про високу пробіотичну дію.

Отже, параметри ферментації йогуртної основи, складеної із маслянки та сухого знежиреного

безлактозного молока, закваскою «Йогурт» VIVO з підвищеними пробіотичними властивостями наступні: температура (37...40) °С, тривалість 7 годин. Отримана ферментована йогуртна основа в подальшому буде використана як компонент при розробці низьколактозного морозива.

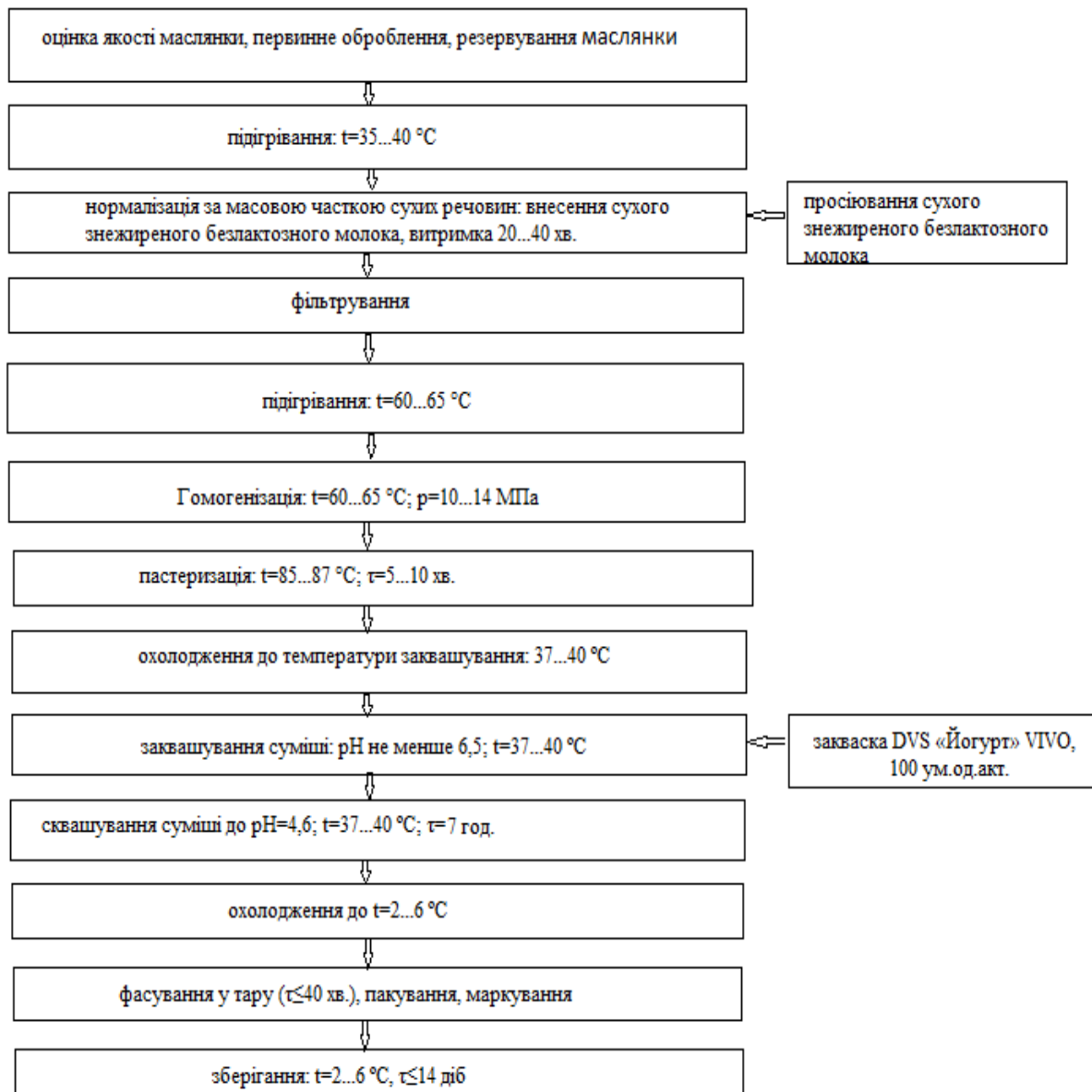


Рис. 3 - Технологічний процес виробництва йогуртної основи з маслянки

### Висновки

1. Найактивнішими мікробіологічними культурами, які продукують фермент лактазу, з метою отримання йогуртової основи із зниженим вмістом лактози для виробництва низьколактозного морозива є заквашувальні культури до складу яких

входять: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, а *Bifidobacterium lactis* надає продукту пробіотичні властивості. Для досліджень обрано DVS культури (YF-903+La-5) та закваску «Йогурт» VIVO, які містять дані культури.

2. Встановлено раціональна масова частка сухого знежиреного безлактозного молока, що входить до рецептури йогуртної основи – 5,0 % від її маси, що забезпечує підвищення СЗМЗ до 12,5 %.

Встановлено, що сквашування йогуртної основи з комбінацією заквашувальних культур DVS: FD YF-903 + La-5 проходить за 5,0 годин (до pH 4,68), а з закваскою «Йогурт» VIVO – за 7 годин (до pH 4,62). Зразки сквашеної йогуртної основи із застосуванням закваски «Йогурт» VIVO мають кращі технологічні показники (вищу піноутворювальну здатність та стійкість піни) та хороші органолептичні властивості, ніж зразки з комбінацією заквашувальних культур DVS: FD YF-903 + La-5.

3. Основні фізико-хімічні показники ферментованої йогуртної основи (збільшений вміст білків (5,41 %) та знижений вміст лактози (3,01%) мають вирішальне значення, що забезпечує вміст у готовому низьколактозному морозиві основних компонентів хімічного складу.

4. Отримані зразки ферментованої йогуртної основи характеризувались високим вмістом корисної мікрофлори (найбільш вірогідне число молочнокислих мікроорганізмів –  $2,5 \cdot 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>, біфідобактерій –  $3,0 \cdot 10^9$  КУО/см).

**Наступні етапи роботи:** визначення співвідношення йогуртної основи та рідкого безлактозного концентрату з маслянки, отриманого мембранними методами із збереженням вмісту мінеральних речовин, у складі низьколактозного морозива; підбір додаткових компонентів для морозива (цукрозамінників, стабілізаторів тощо); розробка технології низьколактозного морозива та її промислова апробація, розробка нормативних документів на морозиво низьколактозне.

#### Список літератури

- Suchy, F. J. NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health / F. J. Suchy, P. M. Brannon, T. O. Carpenter, J. R. Fernandez, et al. // *NIH Consensus and State-of-the-science Statements*. – 2010. – Т. 27. – №. 2. – С. 1-27.
- Delacouer, H. Diagnosis of genetic high resolution melting analysis / H. Delacouer, et al. // *Ann Biol Clin (Paris)*. – 2017. – 75(1) – 67-74.
- Corgneau, M. Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers / M. Corgneau, J. Scher, L. Ritie-Pertusa, D. T. Le, et al. // *Critical reviews in food science and nutrition*. – 2017. – 57. – №. 15. – P. 3344-3356. –doi:10.1080/10408398.2015.1123671.
- Україні 3. Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо відповідальності за корупційні правопорушення» від 7 квітня 2011 року № 3207-VI //Електронний ресурс].—2011. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua>.
- Heuman, M. B. Lactose intolerance in infants, children, and adolescents / M. B. Heuman, B. Melvin // *Pediatrics*. – 2006. – Т. 118. – №. 3. – P. 1279-1286.
- Zaitlin, P. Mistaken beliefs and the facts about milk and dairy foods / P. Zaitlin, J. Dwyer, G. R. Gleason // *Nutrition Today*. – 2013. – Т. 48. – №. 3. – P. 135-143. – doi: 10.1097/NT.0b013e3182941c62.
- Misselwitz, B. Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment / B. Misselwitz, D. Pohl, H. Frühauf, M. Fried, et al. // *United European gastroenterology journal*. – 2013. – Т. 1. – №. 3. – P. 151-159.
- Nicklas, T. A. Self-perceived lactose intolerance results in lower intakes of calcium and dairy foods and is associated with hypertension and diabetes in adults // T. A. Nicklas, H. Qu, S. O. Hughes, M. He, et al. // *The American journal of clinical nutrition*. – 2011. – Т. 94. – №. 1. – P. 191-198. – doi:10.3945/ajcn.110.009860.
- Heaney, R. P. Dairy intake, dietary adequacy, and lactose intolerance / R. P. Heaney // *Advances in nutrition*. – 2013. – Т. 4. – №. 2. – P. 151-156. – doi:10.3945/an.112.003368.
- Пеухкури, К. Данные исследований непереносимости лактозы / К. Пеухкури, Х. Хапонен // *Молочные продукты Valio Zero Lactose*. – 2008. – С. 5.
- Di Rienzo, T. Lactose intolerance: from diagnosis to correct management / T. Di Rienzo, G. D'angelo, F. D'avversa, M. C. Campanale, et al. // *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. – 2013. – Т. 17. – №. 2. – P. 18-25.
- Lomer, M. Lactose intolerance in clinical practice—myths and realities / M. C. Lomer, G. C. Parkes, J. D. Sanderson // *Alimentary pharmacology & therapeutics*. – 2008. – Т. 27. – №. 2. – P. 93-103. – doi: 10.1111/j.1365-2036.2007.03557.x.
- Matthews, S. B. Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem / S. B. Matthews, J. P. Waud, A. G. Roberts, A. K. Campbell // *Postgraduate Medical Journal*. – 2005. – Т. 81. – №. 953. – P. 167-173. – doi: 10.1136/pgmj.2004.025551.
- Matthews, S. B. Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem / S. B. Matthews, J. P. Waud, A. G. Roberts, A. K. Campbell // *Postgraduate Medical Journal*. – 2005. – Т. 81. – №. 953. – P. 167-173. – doi: 10.1136/pgmj.2004.025551.
- Suchy, F. J. NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health / F. J. Suchy, P. M. Brannon, T. O. Carpenter, J. R. Fernandez, et al. // *NIH Consensus and State-of-the-science Statements*. – 2010. – Т. 27. – №. 2. – P. 1-27. – doi:10.7326/0003-4819-152-12-201006150-00248.
- Лифляндский, В. Г. Новейшая энциклопедия здорового питания / В. Г. Лифляндский. – СПб.: Издательский Дом «Нева», 2004. – 384 с.
- Срешова, В. Д. Разработка технологии низколактозного мороженого: дис. канд. техн. наук: 27.10.11. Ставрополь, 2011. 152 с.
- Пат. 4333954 США A23G9/00; A23G9/32; A23G9/02; A23G9/04. Soft ice cream and process for production thereof / Trzeciecki, Jan (Naerum, DK) заявл. 11.07.1980.; опубл. 06.08.1982.
- Шарахматова, Т. С. Розробка технології безлактозного морозива, збагаченого пробіотичними культурами / Т. С. Шарахматова // *Харчова наука і технологія*. – 2010. – №. 2. – С. 83-87.
- Храмцов, А. Г. Исследования в области получения безлактозных молочных продуктов / А. Г. Храмцов, И. А. Евдокимов, И. К. Куликова, В. Д. Ерешова – *Материалы Международной научно-практической*

- конференції «Молочная индустрия-2009». – М.: АНО «Молочная промышленность». – 2009.
21. **Евдокимов, И. А.** Получение продуктов с пониженным содержанием лактозы / **И. А. Евдокимов, И. К. Куликова, В. Д. Ершова** // *Вестник Северо-Кавказского федерального университета*. – 2010. – №. 2. – С. 64-68.
22. **Носкова, В. И.** Разработка йогурта низколактозного маложирного: дис. канд. техн. наук: 05.18.04. М., 2006. 183 с.
23. **Храмцов, А. Г.** Технология продуктов из вторичного молочного сырья / **А. Г. Храмцов, С. В. Василисин, С. А. Рябцева, Т. С. Воротникова**. – 2009.
24. **Вышемирский, Ф. А.** Пахта: минимум калорий-максимум биологической ценности / **Ф. А. Вышемирский, Н. Н. Ожгихина** // *Молочная промышленность*. – 2011. – №. 9. – С. 54-56.
25. **Инихов, Г. С.** Методы анализа молока и молочных продуктов / **Г. С. Инихов, Н. П. Брино**. – М.: Пищевая промышленность. – 1971. – Т. 275.
26. **Марх, А. Т.** Технохимический контроль консервного производства / **А. Т. Марх, Т. Ф. Зыкина, В. Н. Голубев**. – М.: Агропромиздат. – 1989. – Т. 304. – С. 7.
27. **Корниенко, Е. А.** Современные принципы выбора пробиотиков / **Е. А. Корниенко** // *Детские инфекции*. – 2007. – Т. 6. – №. 3.
28. **Надточий, Л. А.** Инновации в биотехнологии. Часть 2. Пищевая комбинаторика. – учебно-методическое пособие / **Л. А. Надточий, О. Ю. Орлова**. – СПб.: Изд-во Ун-та ИТМО, – 2014. – 43 с.
29. **Хамагаева, И. С.** Исследование пробиотических свойств комбинированной закваски / **И.С. Хамагаева, И.В. Бояринцева, Н.Ю. Потапчук** // – *Техника и технология пищевых производств*. – 2013. – № 1. – С. 1-5.
30. **Абатуров, А. Е.** Бактерицидная активность пробиотических средств / **А. Е. Абатуров, О. Н. Герасименко, И. Л. Высочина, Е. Л. Кривуша, Е. А. Агафонова, и др.** // *Здоровье ребенка*. – 2013. – №. 8 (51).
31. **Juvonen, R.** Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages / **R. Juvonen, V. Virkajärvi, O. Priha, A. Laitila** // *VTT Tiedotteita-Research Notes*. – 2011. – Т. 2599.
32. **Ирkitова, А. Н.** Свойства, экологические аспекты и практическое значение ацидофильной палочки / **А. Н. Ирkitова, Я. Р. Каган, И. Я. Сергеева** // *Актуальные проблемы техники и технологии переработки молока* – 2011. – № 8. – С. 207–239.
33. **Корниенко, Е. А.** Применение пробиотиков в педиатрии: анализ лечебного и профилактического действия с позиций доказательной медицины / **Е. А. Корниенко** // *Лечащий врач*. – 2015. – Т. 9.
34. **Гинзбург, О. П.** Третье поколение йогуртных культур уoflex®-новые возможности / **О. П. Гинзбург** // *Переработка молока*. – 2011. – №. 9. – С. 8-9.
35. **Фадеева, Н. А.** Роль микрофлоры тонкой кишки в развитии вторичной лактазной недостаточности: дис. канд. мед. наук: 14.01.28. М., 2014. 152 с.
36. **Дидух, Н. А.** К вопросу производства ферментированных молочных напитков диабетического назначения / **Н. А. Дидух, Н. А. Могилянская** // *Молочна промисловість*. – №3(46) – 2008. – С.44-47.
37. **Потемська, О. І.** β-галактозидазна активність бактерій, як критерій відбору штамів до складу бактеріальних препаратів / **О. І. Потемська, Н. Ф. Кігель, С. Г. Даниленко, К. В. Копилова** // *Харчова наука та технологія*. – 2017. – Т. 11. – №. 3.
38. **Tsuda, H.** Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food Guidelines for the evaluation of probiotics in food / **H. Tsuda, T. Miyamoto** // *Food science and technology research*. – 2010. – Т. 16. – №. 1. – P. 87-92.
39. **Полтавська, О. А.** Біфідобактерії I Іх Біологічні Властивості / **О. А. Полтавська, Н. К. Коваленко** // *Мікробіологія і біотехнологія*. – 2008. – №. 1 (2). – С. 8-17.
40. **Просеков, А. Ю.** Концептуальные аспекты пенообразования в молочных системах / **А. Ю. Просеков** // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2002. – №. 2. – С. 24-27.
41. **Дейниченко, Г. В.** Вплив стабілізаторів на процес піноутворення в модельних системах коктейлів на основі сколотин / **Г. В. Дейниченко, Т. І. Юдіна, О. В. Старостеле** // *Обладнання та технології харчових виробництв*. – 2013. – Вип. 31. – С. 155-163.
42. **Иванец, В. Н.** Исследование пенообразующих свойств молока при обработке в роторно-пульсационном аппарате / **В. Н. Иванец, Г. Е. Иванец, Е. А. Светкина** // *Техника и технология пищевых производств*. – 2012. – №. 2 (25).

#### Bibliography (transliterated)

1. **Suchy, F. J., Brannon, P. M., Carpenter, T. O., Fernandez, J. R., et al.** NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health. *NIH Consensus and State-of-the-science Statements*, 2010, **27**(2), 1-27.
2. **Delacouer, H., et al.** Diagnosis of genetic high resolution melting analysis, *Ann Biol Clin (Par-is)*, 2017, **75**(1), 67-74.
3. **Corgneau, M., Scher, J., Ritie-Pertusa, L., Le, D. T., et al.** Recent advances on lactose intolerance: Tolerance thresholds and currently available answers. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2017, **57**(15), 3344-3356, doi:10.1080/10408398.2015.1123671.
4. **Ukraini Z.** Pro vnesennya zmin do deyakikh zakonodavchikh aktiv Ukraini shchodo vidpovidalnosti za koruptsiyni pra-voporushennya» vid 7 kvitnya 2011 roku № 3207-VI, *Yeletkronniy resurs*], 2011, Available at: <http://zakon1.rada.gov.ua>, 2011.
5. **Heyman, M. B., Melvin, B.** Lactose intolerance in infants, children, and adolescents, *Pediatrics*, 2006, **118**, 3, 1279-1286.
6. **Zaitlin, P., Dwyer, J., Gleason, G. R** Mistaken beliefs and the facts about milk and dairy foods, *Nutrition Today*, 2013, **48**, 3, 135-143, doi: 10.1097/N0b013e3182941c62
7. **Misselwitz, B., Pohl, D., Frühauf, H., Fried, et al.** Lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and treatment, *United European gastroenterology journal*, 2013, **1**, 3, 151-159.
8. **Nicklas, A., Qu, H., Hughes, O., He, et al.** Self-perceived lactose intolerance results in lower intakes of calcium and dairy foods and is associated with hypertension and diabetes in adults., *The American journal of clinical nutrition*, 2011, **94**, 1, 191-198, doi:10.3945/ajcn.110.009860.

9. **Heaney, R. P.** Dairy intake, dietary adequacy, and lactose intolerance, *Advances in nutrition*, 2013, 4, 2, 151-156, doi:10.3945/an.112.003368.
10. **Peukhkuri, K., Khaponen, Kh.** Dannye issledovaniy neperenosimosti lak-tozy, *Molochnye produkty Valiio Zero Lactose*, 2008, 5.
11. **Di, Rienzo, D'angelo, G., D'aversa, F., Cam-panale, M. C., et al.** Lactose intolerance: from diagnosis to correct management, *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2013, 17, 2, 18-25.
12. **Lomer, M. C. E., Parkes, G. C., Sanderson, J. D.** Lactose intolerance in clinical practice—myths and realities, *Alimentary pharmacology & therapeutics*, 2008, 27, 2, 93-103, doi: 10.1111/j.1365-2036.2007.03557.x.
13. **Matthews, B., Waud, J. P., Roberts, A. G., Campbell, A. K.** Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem, *Postgraduate Medical Journal*, 2005, 81, 953, 167-173, doi: 10.1136/pgmj.2004.025551.
14. **Matthews, B., Waud, J. P., Roberts, A. G., Campbell, A. K.** Systemic lactose intolerance: a new perspective on an old problem, *Postgraduate Medical Journal*, 2005, 81, 953, 167-173, doi: 10.1136/pgmj.2004.025551.
15. **Suchy, F. J., Bran-non, P. M., Carpenter, O., Fernandez, J. R., Gilsanz, V., Gould, J. B., Miller, N. J.** NIH consensus development conference statement: lactose intolerance and health, NIH Consensus and State-of-the-science Statements., 2010, 27, 2, 1-27, doi:10.7326/0003-4819-152-12-201006150-00248.
16. **Liflyandskiy, V. G.** Noveyshaya entsiklopediya zdorovogo pitaniya, SPb.: Izdatelskiy Dom «Neva», 2004, 384 s.
17. **Ereshova, V. D.** Razrabotka tekhnologii nizkolaktoznogo morozhenogo: dikand. tekhn. nauk: 27.10.11, Stavro-pol, 2011, 152 s.
18. Pat. 4333954 SShA A23G9/00; A23G9/32; A23G9/02; A23G9/04. Soft ice cream and process for production thereof, Trzeciecki, Jan (Naerum, DK) zayavl. 11.07.1980.; opubl. 06.08.1982.
19. **Sharakhmatova, E.** Rozrobka tekhnologii bezlaktoznogo moroziva, zbagachenogo probiotichnimi kulturami, *Kharchova nauka i tekhnologiya*, 2010, 2, 83-87.
20. **Khramtsov, A. G., Yevdokimov, I. A., Kulikova, I. K., Yereshova, V. D.** Issledovaniya v oblasti polucheniya bezlak-toznykh molochnykh produktov Materi-aly Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Molochnaya industriya-2009». – M.: ANO «Molochnaya promyshlennost», 2009.
21. **Yevdokimov, I. A., Kulikova, I. K., Ereshova, V. D.** Poluchenie produktov s ponizhennym soderzhaniam laktozy. *Vestnik Severo-Kavkazskogo federal-nogo universiteta*, 2010, 2, 64-68.
22. **Noskova, V. I.** Razrabotka yogurta nizkolaktoznogo malo-zhirnogo: dikand. tekhn. nauk: 05.18.04. M., 2006. 183 s.
23. **Khramtsov, A. G., Vasilisin, V., Ryab-tseva, A., Vorotnikova, S.** Tekhnologiya produktov iz vtorichnogo molochnogo syrya, 2009.
24. **Vyshemirskiy, F. A., Ozhgikhina, N. N.** Pakhta: minimum kaloriy-maksimum biologicheskoy tsennosti, *Molochnaya promyshlennost*, 2011, 9, 54-56.
25. **Inikhov, G. S., Brijo, N. P.** Metody analiza moloka i molochnykh produktov, M.: Pishchevaya pro-myshlennost, 1971, 275.
26. **Markh, A., Zykina, F., Golubev, V. N.** Tekhnokhimicheskiy kontrol konservnogo pro-izvodstva, M.: Agropromizdat, 1989, 304, 7.
27. **Kornienko, Ye. A.** Sovremennyye printsipy vybora probiotikov, *Detskyye infektsii*, 2007, 6, 3.
28. **Nadtochiy, L. A., Orlova, O. Yu.** Innovatsii v biotekhnologii. Chast 2. Pishchevaya kombinatorka. uchebno-metodicheskoe posobie, SPb, Izd-vo Un-ta ITMO, 2014, 43.
29. **Khamagaeva, I. S., Boyarintseva, I. V., Potapchuk, N. Yu.** Issledovanie probioticheskikh svoystv kombinirovannoy zakvaski, *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2013, № 1, 1-5.
30. **Abaturov, A. Ye., Gerasimenko, O. N., Vysochina, I. L., Krivusha, Ye. L., Agafonova, Ye. A., Girina, I. A., Uzilevskaya, I. A.** Bakteritsidnaya aktivnost probioticheskikh sredstv, *Zdorove rebenka*, 2013, 8 (51).
31. **Juvonen, R., Virkajärvi, V., Priha, O., Laitila, A.** Microbiological spoilage and safety risks in non-beer beverages, *VTT Tiedotteita-Research Notes*, 2011, 2599.
32. **Irkítova, A. N., Kagan, Ya. R., Sergeeva, I. Ya.** Ekologicheskie aspekty i prak-ticheskoe znachenie atsidofilnoy palochki, *Aktualnye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka*, 2011, № 8, 207–239.
33. **Kornienko, Ye. A.** Primenenie probiotikov v pediatrii: analiz lechebnogo i profilakticheskogo deystviya s pozi-tsiy dokazatelnoy meditsiny, *Lechashchiy vrach*, 2015, 9.
34. **Ginzburg, O. P.** Trete pokolenie yogurtnykh kultur yoflex®-novyye vozmozhnosti, *Pererabotka moloka*, 2011, 9, 8-9.
35. **Fadeeva, N.A.** Rol mikroflory tonkoy kishki v razvi-tii vtorichnoy laktaznoy nedostatochnosti: dikand. med. nauk: 14.01.28. M., 2014. 152 s.
36. **Didukh, N. A., Mogilyanskaya, N. A.** K voprosu proizvodstva fermentirovannykh molochnykh napitkov diabeticheskogo naznacheniya, *Molochna promislolist*, 2008, №3(46), 44-47.
37. **Potemskaya, O. I., Kigel, N. F., Danilenko, S. G., Kopilova, K. V.** β-Galaktozidazna Aktivnost Baktyeriy, Yak Krityeriy Vidboru shtamiv do skladu bakteryialnikh pryeparativ, *Kharchova nauka ta tekhnologiya*, 2017, 11, 3.
38. **Tsuda, H., Miyamoto, T.** Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Report of a joint FAO/WHO working group on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food Guidelines for the evaluation of probiotics in food, *Food science and technology research*, 2010, 16, 1, 87-92.
39. **Poltavska, O. A., Kovalenko, N. K.A.** Bifidobakterii i ix Biologichni vlastivosti, *Mikrobiologiya i biotekhnologiya*, 2008, 1 (2), 8-17.
40. **Prosekov, A. Yu.** Kontseptualnye aspekty penoobrazovaniya v molochnykh sistemakh, *Khranenie i pererabotka selkhozsyrya*, 2002, 2, 24-27.
41. **Deynichenko, G. V., Yudina, I., Starostelev, O. V.** Vplyv stabilizatoriv na protses pinout-vorennya v modelnikh sistemakh kokteyliv na osnovi sko-lotin, *Obladnannya ta tekhnologii kharchovykh virobnytstv*, 2013, 31, 155-163.
42. **Ivanets, V. N., Ivanets, G. Ye., Svetkina, Ye. A.** Issledovanie penoobrazuyushchikh svoystv moloka pri obrabotke v rotorno-pulsatsionnom apparate, *Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv*, 2012, 2 (25).

### Сведения об авторах (About authors)

**Трубнікова Анастасія Анатоліївна** – аспірант кафедри технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039; E-mail: sc228004@ukr.net.

**Anastasia Trubnikova** – postgraduate of department of technology of milk, fats and perfumes and cosmetic products, Odessa national Academy of food technologies, Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine, 65039; E-mail: sc228004@ukr.net.

**Шарахматова Тетяна Євгенівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039; E-mail: sharahmatova@ukr.net.

**Tetyana Sharakhmatova** - PhD, Associate Professor of department of technology of milk, fats and perfumes and cosmetic products, Odessa national Academy of food technologies, Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine, 65039; E-mail: olchiktsupra@gmail.com.

**Мамінтова Карина Олександрівна** – магістр кафедри технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039; E-mail: mamintovak@gmail.com.

**Karina Mamintova** – the undergraduate of department of technology of milk, fats and perfumes and cosmetic products, Odessa national Academy of food technologies, Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine, 65039; E-mail: mamintovak@gmail.com.

**Цупра Ольга Сергіївна** – магістр кафедри технології молока, жирів та парфумерно-косметичних засобів, Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039; E-mail: olchiktsupra@gmail.com.

**Olha Tsupra** – the undergraduate of department of technology of milk, fats and perfumes and cosmetic products, Odessa national Academy of food technologies, Kanatnaya, 112, Odessa, Ukraine, 65039; E-mail: olchiktsupra@gmail.com.

*Будь ласка, посилайтесь на цю статтю наступним чином:*

**Трубнікова, А. А.** Біотехнологічні аспекти отримання йогуртної основи для виробництва низьколактозного морозива / **А. А. Трубнікова, Т.Є. Шарахматова, К. О. Мамінтова, О. С. Цупра** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях.* – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 243-255. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.35.

*Please cite this article as:*

**Trubnikova, A., Sharahmatova, T., Mamintova, K., Tsupra, O.** Biotechnological aspects of a yogurt base from buttermilk for the production of low-lactose ice cream. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, 9 (1285), 243-255, doi:10.20998/2413-4295.2018.09.35.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Трубнікова, А. А.** Биотехнологические аспекты получения йогуртной основы для производства низьколактозного мороженого. / **А. А. Трубнікова, Т.Є. Шарахматова, К. О., Мамінтова, О. С. Цупра** // *Вестник НТУ «ХПІ», Серія: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 9 (1285). – С. 243-255. – doi:10.20998/2413-4295.2018.09.35.

**АННОТАЦИЯ** В работе обоснован выбор закваски для производства йогуртной основы как компонента низьколактозного мороженого, представленные исследования технологических свойств йогуртной основы для производства низьколактозного мороженого. Проанализированы информационные источники по использованию микроорганизмов, которые активно продуцируют фермент лактазу при производстве йогуртной основы, и обоснован выбор композиции микробиологических культур по  $\beta$ -галактозидазной активностью и кислотообразованию. Изучена возможность использования пахты с повышенной массовой долей сухих веществ в качестве основного компонента для производства смеси мороженого. Установлена рациональная концентрация сухого обезжиренного безлактозного молока, входящего в рецептуру йогуртной основы (5,0% от ее массы). Исследован процесс ферментации молочной основы DVS культурами (YF-903 + La-5) и DVS закваской «Йогурт» VIVO. Образцы сквашенной йогуртной основы с применением закваски DVS «Йогурт» VIVO имеют более плотный сгусток и лучшие технологические показатели - пенообразующую способность и устойчивость пены. Определили показатели (вкус, запах, консистенция), которые будут влиять на качество мороженого. Определены основные физико-химические показатели полученной йогуртной основы (массовая доля лактозы и массовая доля белков), обеспечивающие рациональное содержание в готовом низьколактожном мороженом основных компонентов химического состава (повышенное содержание белков (5,41%), сахаров: глюкозы и галактозы (3,47%) и пониженное содержание лактозы (3,01%). Полученные образцы йогуртной основы характеризовались высоким содержанием полезной микрофлоры (бифидо- и лактобактерий). Наиболее вероятное число лактобактерий -  $2,5 \cdot 10^8$  КОЕ / см<sup>3</sup>, бифидобактерий -  $3,0 \cdot 10^9$  КОЕ / см<sup>3</sup>. Полученная йогуртная основа имеет пробиотические свойства. Приведенная технологическая схема производства пробиотической йогуртной основы из пахты.

**Ключевые слова:** йогуртная основа; пахта; низьколактозное мороженое; показатели качества; пенообразующая способность; устойчивость пены; молочнокислые микроорганизмы.

*Поступила (received) 20.02.2018*