

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ
ТРАДИЦІЙНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВСоломон А. М.¹, к.т.н., доцент

Кафедра харчових технологій та мікробіології

<https://orcid.org/0000-0003-2982-302X>¹Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-15>

Сьогодні кисломолочні продукти виробляються у багатьох країнах. Їх біотехнологія залишається складним процесом, який комбінує мистецтво стародавнього ремесла і сучасні наукові досягнення в області мікробіології та технології, хімії та біохімії. В даний час кисломолочні продукти розглядаються як основа здорового харчування людини, сприяючи збереженню здоров'я, попередженню ряду захворювань і збільшенню тривалості життя. Головне завдання кисломолочних продуктів в тому, що це «живі продукти». Вони містять молочнокислі бактерії, які пригнічують ріст і розвиток хвороботворних і гнильних мікроорганізмів. Поряд зі сприятливим впливом на нормальну мікрофлору кишківника, кисломолочні продукти виконують функції забезпечення організму необхідними поживними речовинами і корисними біологічно активними продуктами. В останні роки збільшується інтерес до молочнокислих продуктів як до важливої складової функціонального харчування. У свою чергу, виробники молочної продукції, реагуючи на зростаючий попит ринку, прагнуть розширювати асортимент, випускаючи все нові види кисломолочних напоїв. Основною тенденцією при розширенні асортименту є виробництво товарів, які надають сприятливий вплив на організм людини. Продукти змішаного молочнокислого і спиртового бродіння завжди відрізнялися своєрідним смаком. Дріжджі пом'якшують відчуття кислоти, роблячи смак ніжнішим, кислотність при цьому помітно не знижується. Також дріжджі збільшують повноту смакових відчуттів за рахунок газування і своєрідного відтінку аромату. **Метою** даної роботи є наукове обґрунтування кисломолочного напою змішаного бродіння з підвищеною біологічною цінністю і стабільною якістю на основі традиційних кисломолочних продуктів. Продукти змішаного молочнокислого і спиртового бродіння, є переважно національними продуктами, за винятком кефіру, специфічний смак якого і порівняльна простота використання природної закваски зробили цей напій загальнонаціональним і найбільш вживаним на всій території України. Мікрофлора традиційних кисломолочних продуктів досить різноманітна. Її головною характерною особливістю є поєднання великого числа штамів як молочнокислої, так і дріжджової мікрофлори. З іншого боку, ще з найдавніших часів використовували кисломолочні продукти, не тільки в їжу, але і як цілющий засіб від багатьох хвороб. Саме тому традиційні кисломолочні продукти - це невичерпне джерело для інновацій в даній області.

Ключові слова: молоко, молочнокислі бактерії, дріжджі, функціональні продукти, поживні речовини, кисломолочні продукти

MODERN DIRECTIONS OF RESEARCH
OF TRADITIONAL FERMENTED MILK PRODUCTS

*Alla Solomon¹, PhD, Technics, Associate Professor,
Department of Food Technologies and Microbiology
<https://orcid.org/0000-0003-2982-302X>*

¹Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2021-17-15>

Today fermented milk products are produced in many countries. Their biotechnology remains a complex process that combines the art of ancient craft and modern scientific advances in microbiology and technology, chemistry and biochemistry. Currently, fermented milk products are considered as the basis for a healthy human diet, contributing to the preservation of health, the prevention of a number of diseases and an increase in life expectancy. The main task of fermented milk products is that they are “live products”. They contain lactic acid bacteria that inhibit the growth and development of pathogens and putrefactive microorganisms. Along with a beneficial effect on the normal intestinal microflora, fermented milk products perform the functions of providing the body with the necessary nutrients and useful biologically active products. In recent years, there has been an increasing interest in lactic acid products as an important component of functional nutrition. In turn, manufacturers of dairy products, responding to the growing market demand, strive to expand their assortment, releasing more and more types of fermented milk drinks. The main trend in expanding the range is the production of goods that have a beneficial effect on the human body. Products of mixed lactic acid and alcoholic fermentation have always been distinguished by their peculiar taste. Yeast softens the sensation of acidity, making the taste softer, while the acidity does not noticeably decrease. Yeast also increases the fullness of the taste sensation due to soda and a peculiar flavor of the flavor. **The purpose** of this work is the scientific substantiation of a fermented milk drink of mixed fermentation with increased biological value and stable quality based on traditional fermented milk products. Products of mixed lactic acid and alcoholic fermentation are predominantly national products, with the exception of kefir, the specific taste of which and the comparative ease of use of natural sourdough have made this drink nationwide and most consumed throughout Ukraine. The microflora of traditional fermented milk products is quite diverse. Its main distinguishing feature is the combination of a large number of strains of both lactic acid and yeast microflora. On the other hand, since ancient times, fermented milk products have been used, not only for food, but also as a healing remedy for many diseases. That is why traditional fermented milk products are an inexhaustible source of innovation in this area.

Key words: milk, lactic acid bacteria, yeast, nutrients, functional products, fermented milk products

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналізуючи найрізноманітніші літературні джерела, як сучасні, так і що відносяться до більш ранніх років можна відзначити, що інтерес до традиційних кисломолочних продуктів був і залишається досить значним. Головні завдання досліджень в цій області – отримати промислові продукти, що відповідають за якістю і властивостями продуктів домашнього походження і пояснити лікувальні, або з урахуванням сучасної термінології, функціональні властивості, історично приписувані будь-якому традиційному кисломолочному напою.

Сьогодні прийнято кілька критеріїв, згідно з якими визначається належність того чи іншого продукту до функціональних. Функціональність традиційних кисломолочних продуктів, як правило, пов'язана з їх пробіотичними властивостями [1,2].

Як відомо, сутність поняття «пробіотик», це живі клітини мікроорганізмів або компоненти живих клітин, які при застосуванні в адекватних кількостях викликають поліпшення здоров'я організму-господаря [8]. Для того, щоб мікроорганізм вважався пробіотичним повинен володіти технологічними і фізіологічними властивостями. З технологічної точки зору він повинен бути фено- і генотипічно класифікованим, стійким до несприятливого середовища шлунка (підвищена кислотність і жовчні солі). Фізіологічні аспекти включають позитивну дію пробіотика на макроорганізм: пригнічення росту патогенної мікрофлори, продукування бактеріоцинів, стимулювання імунорегуляції, антиракові властивості. [3,8,12].

При визначенні функціональності традиційних продуктів основна проблема полягає саме в багатокомпонентності мікрофлори. Перший етап зазвичай полягає у виділенні та ідентифікації мікроорганізмів продукту, потім вивчаються їхні пробіотичні та імунологічні властивості.

Дослідження пригнічення росту патогенних мікроорганізмів є обов'язковим елементом.

Здатність мікроорганізмів пристосуватись до кишкового епітелію є найважливішою властивістю пробіотиків. Вони приєднуються до епітелію за допомогою рецепторів, забезпечуючи тим самим колонізаційну резистентність. Таким чином, можна сказати, що більшість молочнокислих бактерій, які ізолюються з традиційних кисломолочних продуктів в тій чи іншій мірі, володіють пробіотичною активністю, їм притаманна висока здатність до колонізації епітелію травного тракту, забезпечуючи стабілізацію нормального складу мікробіоценозу кишківника.

Сприятливий вплив дріжджів на функціональну цінність кисломолочних та інших харчових продуктів відомо досить давно [14]. Дріжджі підвищують харчову цінність продуктів, синтезуючи ряд вітамінів, особливо аскорбінову кислоту і вітаміни групи В, ряд штамів, вже визначених як пробіотики, підвищують загальну прохідність шлунково-кишкового тракту і стійкі до впливу більшості антибіотиків. Крім цього дріжджі мають виражену антибактеріальну дію відносно сторонньої технічно шкідливої мікрофлори молочних продуктів (цвіль, маслянокислі бактерії) і щодо хвороботливих мікроорганізмів.

Таким чином, інтерес до традиційних кисломолочних продуктів величезний, оскільки різноманітність їх мікрофлори, специфічні смакові характеристики, підтверджені віковим досвідом лікувально – профілактичних властивостей, дають можливість не тільки повторювати технології традиційних продуктів, а й моделювати нові.

Формулювання мети і задач. Використання багатоштамових заквасок в технології кисломолочних продуктів широко застосовується вже не одним поколінням фахівців молочної промисловості. Майже з самого початку застосування кисломолочних продуктів був встановлений принцип складання заквасок з двох або більше штамів. За допомогою цього принципу, можна створити закваску більш різнобічної якості шляхом введення штамів, що підвищують активність, поліпшують аромат, консистенцію продукту. Крім того, використання декількох штамів одного виду має сприяти більшій стійкості закваски до несприятливих умов: якщо під їх впливом один-два штами втратять свою активність, сквашування буде здійснено іншими штамами.

Метою даної роботи є наукове обґрунтування кисломолочного напою змішаного бродіння з підвищеною біологічною цінністю і стабільною якістю на основі традиційних кисломолочних продуктів.

Методи досліджень. Для проведення комплексу фізико-хімічних досліджень і вивчення властивостей об'єктів застосовувалися стандартні і загальноприйняті методи. В роботі використовувалися наступні стандартні методи досліджень: ГОСТ 30648.4-99. «Продукты молочные для детского питания. Титрометрические методы определения кислотности» [17], ДСТУ 8550:2015 «Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН

потенціометричним методом»[18], ДСТУ 8447:2015 «Продукти харчові. Метод визначення дріжджів і плісневих грибів» [19].

Результати досліджень та їх обговорення. Одноштамові закваски до останнього часу широко застосовували в Австралії і Новій Зеландії при виробництві масла і сиру. Перевага цього принципу полягає в тому, що штами можуть бути ретельно вивчені, підібрані до умов виробництва і при підборі заквасок не потрібно вносити коригування на можливі зміни в метаболізмі бактерій при спільному культивуванні. Однак такі закваски мають суттєві недоліки: неможливо поєднувати в одній культурі властивості активних кислото- і ароматоутворювачів.

Саме багатокомпонентні закваски дозволяють досягти необхідних органолептичних та фізико-хімічних властивостей готового продукту. Наприклад, при отриманні кислого молока і сиру застосовують *Lactococcus lactis ssp. lactis*, *Lactococcus lactis ssp. lactis biovar diacetylactis*. Ці види, а також *Lactococcus lactis ssp. cremoris* вводять в закваски і для отримання сметани.

Нові види кисломолочних продуктів так само, як правило, конструюються з використанням багатокомпонентних заквасок, до складу яких включені мікроорганізми, що утворюють симбіози або консорціуми при спільному розвитку [4]. Це дозволяє отримати кисломолочний продукт із зниженою кислотністю, але з пробіотичними характеристиками.

Крім молочнокислих мікроорганізмів сьогодні широко використовуються і біфідобактерії [17]. Для отримання кисломолочного продукту готують молочну суміш, яку пастеризують і охолоджують до температури заквашування. Потім вносять комбіновану закваску в кількості 3-5% з культур біфідобактерій, пропіоновокислих бактерій, ацидофільної палички і лактококів. Сквашування здійснюють при температурі 32-37°C до утворення згустку кислотністю 90-105°Т, після цього проводять зневоднення згустку до досягнення масової частки вологи в готовому продукті 83-85 %, охолоджують і фасують. Використовувані культури дозволяють посилити пробіотичні властивості продукту і підвищити його якість.

Пропонується технологія кисломолочного продукту, який заквашується чистими культурами термофільного стрептококу, концентрату живих біфідобактерій з вихідним титром 10^8 - 10^9 КУО. Нормалізоване молоко змішується з вівсяними пластівцями, нормалізовану суміш гомогенізують і пастеризують потім отриману суміш охолоджують до температури заквашування, додають в неї закваску чистих культур термофільного стрептокока спільно з концентратом живих біфідобактерій. Винахід дозволяє розширити асортимент дієтичних кисломолочних продуктів, створити кисломолочний продукт, який не викликає алергічних реакцій, має збалансований смак, високу харчову цінність і високі профілактичні властивості. Автори також пропонують метод отримання кисломолочного продукту з використанням штамів *Lactococcus lactis*, що сприяють розвитку *Bifidobacterium sp. Bacteria* [3,9].

Звертає на себе увагу, те, що в останні роки все активніше до складу заквасочних культур включаються дріжджі. Причому крім модифікацій досить відомих продуктів: кефіру, айрану, створюються нові симбіотичні закваски з чистими культурами дріжджів, що позиціонуються і як культури, що надають смако-ароматичні властивості, так і як пробіотичні композиції [5,6].

Основна складність застосування багатоштамових заквасок – облік взаємовідносин мікроорганізмів. Відомо, що між мікроорганізмами заквасок мікрофлори можуть виникати такі види взаємин: симбіоз, антагонізм і паразитизм. Симбіотичні взаємини характеризуються взаємною користю, яку отримують два або більше мікроорганізмів при спільному розвитку[4]. Можливо, що при цьому один мікроорганізм виробляє речовини (амінокислоти, вітаміни), без яких на даному середовищі не може жити іншим, а цей останній споживає продукти обміну, які пригнічують розвиток першого. Під антагонізмом

розуміють взаємну боротьбу між двома або кількома мікроорганізмами. Причинами антагоністичної дії можуть бути: конкуренція в споживанні необхідного живильного або ростового речовини; накопичення продуктів обміну, наприклад молочної кислоти; зміна рН або окислювально-відновного потенціалу в несприятливу сторону; виділена специфічних антибіотичних речовин, які мають прямий або непрямий вплив на обмін речовин інших видів, або затримують їх ріст, або призводять до повної загибелі.

Характер взаємин між одними і тими ж молочнокислими бактеріями може змінюватися в залежності від складу середовища і умов культивування. Є спостереження про сприятливу дію одних видів молочнокислих бактерій.

В результаті вивчення мікрофлори встановлено, що при розвитку в молоці спільної культури *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* і *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* кислотоутворення відбувається інтенсивніше, ніж при розвитку кожної культури окремо [9,10].

Вважається, що стрептококи готують умови для розвитку молочнокислих паличок, знижуючи окислювально-відновний потенціал до величини, сприятливою для розвитку молочнокислих паличок. З іншого боку, молочнокислі палички виробляють водорозчинну, термостабільну ростову речовину, яку стрептококи не можуть самі продукувати. Найімовірніше, що до складу цієї речовини входить амінокислота.

Антагоністичні взаємини між молочнокислими бактеріями обумовлені, головним чином виділенням специфічних антибіотичних речовин. Здатність штамів *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* виробляти антибіотичні речовини, нізин. Поліпептиди виробляються різними штамми, дещо відрізняються за хімічним складом, тому їх прийнято називати нізинами. Нізини чинять антибіотичну дію на всі стрептококи (в тому числі і на молочнокислі), включаючи групи С і D, пневмококи, коринебактерії, актиноміцети, молочнокислі палички, клостридії та інші спороутворюючі бактерії.

Деякі штами молочнокислих стрептококів в суміші з іншими культурами того ж виду стають переважаючими, навіть якщо вони не продукують антибіотики [11,12]. Можливо, це пов'язано з відмінностями в енергії розмноження, кислото утворення, а також з відмінностями у стійкості до кінцевих продуктів бродіння, потреба в поживних речовинах.

Взаємини між молочнокислими бактеріями і дріжджами в більшості випадків можна назвати симбіотичними. Є чимало досліджень на стимулюючу дію дріжджів по відношенню до молочнокислих бактерій. Молочнокислі бактерії в змішаній культурі з дріжджами зберігають активність протягом багатьох місяців при кімнатній температурі.

Стійкість молочнокислих бактерій до етилового спирту – основного продукту бродіння дріжджів – значно вищий, ніж у самих дріжджів і більшості не молочнокислих бактерій. Деякі молочнокислі бактерії, виділені з вина, витримували вміст у середовищі до 20-22 % спирту. Молочнокислі бактерії, виділені з молочних продуктів, більш чутливіші до спирту, але все ж витримують досить високі його концентрації 12-18 %. Дріжджі в свою чергу проявляють високу стійкість до молочної кислоти – основного продукту життєдіяльності молочнокислих бактерій.

Прикладом міцних симбіотичних взаємовідносин між молочнокислими бактеріями і дріжджами є кефірний грибок. Спільно із *Streptobacterium* дріжджі можуть зберігатися в молоці тривалий час без помітного зниження кількості. Те ж спостерігається при спільному культивуванні в молоці ацидофільних бактерій з дріжджами.

Досліди по сквашування молока спільними культурами стрептококів і дріжджів показали, що кількість дріжджів в заквасці не повинно перевищувати 50 тис./мл. В іншому випадку в заквасці відзначався дріжджовий присмак, іноді – газоутворення.

В результаті тривалого спільного культивування з дріжджами молочнокислі бактерії нерідко змінюють свої морфологічні, культуральні та біохімічні властивості. При цьому підвищується їх енергія кислотоутворення і антибіотична активність. Таким чином,

кінцева мета з'єднання штамів різних видів бактерій – встановлення максимально стабільної рівноваги між штамми, більш швидкого розвитку бактерій і синтезу продуктів їх метаболізму, посилення антагоністичної активності до патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів.

Тому, до складу заквасок включають спеціально підібрані штами з комплексом властивостей, які повинні поєднуватися один з одним і забезпечувати отримання продукту із заданими характеристиками: консистенцією, смаком, ароматом.

Основна роль дріжджів – створення смакоароматичних характеристик за рахунок утворюються метаболітів: органічних сполук, спирту, вуглекислого газу. Лактобактерії, головним чином, відповідають за формування консистенції продукту, формування згустку, густоту, щільність.

При переважанні термофільної мікрофлори напої мають густу щільну консистенцію. Це пов'язано з включенням прошарків екзополісахаридів в казеїнові матриці, збільшенням відстані між казеїновими міцелами, яке, в свою чергу, призводить до підвищення вологоутримуючої здатності і м'якою текстурою.

Передбачуване поєднання мікроорганізмів в заквасці продукту, змішаного бродіння: *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, є типовим для багатьох традиційних кисломолочних напоїв.

А симбіотичний зв'язок цих молочнокислих мікроорганізмів вже давно доведена [13,15,16] і підтверджена сучасними методами досліджень. У продуктах змішаного бродіння ці види мікроорганізмів сприяють формуванню типового приємного смаку і запаху кисломолочних продуктів і досить щільної консистенції. Як вже зазначалося вище *Kluyveromyces lactis* – дріжджі, що зустрічаються в кефірі та деяких видах сиру.

З іншого боку, кінцевими продуктами метаболізму *Kluyveromyces lactis* крім етанолу є органічні нижчі жирні кислоти і їх похідні (оцтова, метилпропіонова, метилбутанова кислоти), альдегіди і кетони. Очікуваний нами результат комбінування дріжджів *Kluyveromyces lactis* і лактобактерій *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* – напій, що володіє досить густою консистенцією, приємним кисломолочним смаком зі специфічним ароматом, властивим продуктам змішаного бродіння.

Комбінування заквасочних культур з різними оптимальними температурами культивування в першу чергу має на увазі визначення режимів бродіння, які можуть забезпечити в рівній мірі розвиток всіх мікроорганізмів і продукування метаболітів, необхідних для формування якісних характеристик продукту в процесі його виробництва і зберігання.

Тому, на першому етапі досліджень було проведено порівняння динаміки процесу сквашування молока молочнокислими мікроорганізмами, дріжджами і молочнокислими організмами в присутності дріжджів.

Дослідження проводили за такою схемою:

Знежирене молоко стерилізували, охолоджували до температури сквашування, потім вносили заквасочні культури і сквашували протягом 12-24 год. У процесі сквашування контролювалася активна і титрована кислотність. По закінченню сквашування проводилося мікроскопіювання зразків, визначалась кількість молочнокислих мікроорганізмів і дріжджів.

Як заквасочні культури використовувалися закваски прямого внесення, які містить *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* в співвідношенні 1:4, відповідно. Рекомендоване дозування закваски – 1 доза 30 г на 1000 кг нормалізованої суміші 10^5 КУО/г, рекомендована температура сквашування 40-42°C.

Заквасочна культура містить дріжджі *Kluyveromyces lactis*, рекомендована норма внесення – 2 дози – 4 г на 1000 кг нормалізованої суміші 10^3 КУО/г.

Оскільки закваска не застосовується самостійно, рекомендацій по температурі сквашування виробник не дає. Згідно з даними оптимальна температура культивування *Kluyveromyces lactis* – 30°C, при 12°C йде повільне зростання дріжджів, при 4°C зростання дріжджів практично немає. Але автори згадують про температуру дозрівання сирів з *Kluyveromyces lactis* – 12°C.

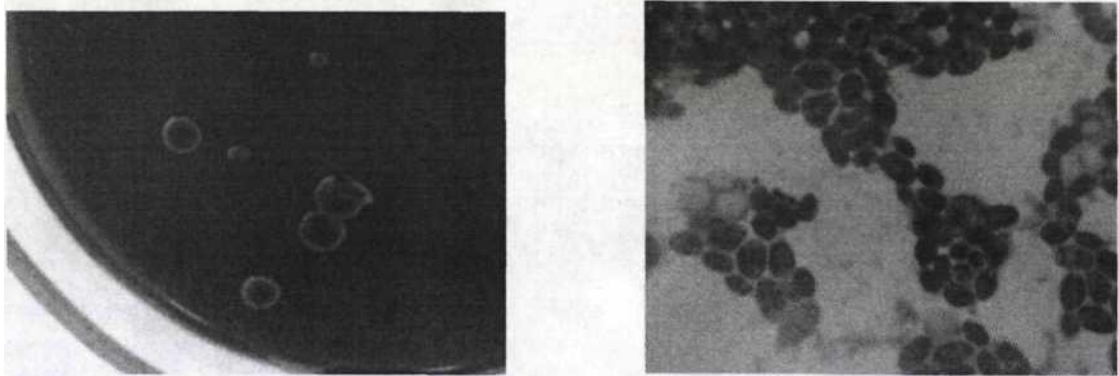
Проведені нами попередні дослідження показали, що дійсно зниження температури помітно впливає на зростання чистої культури. При культивуванні *Kluyveromyces lactis* на щільному живильному середовищі при різній температурі протягом 3 діб при 10°C і 4°C колонії були відсутні, при чому при зміні умов культивування (термостатування при 30°C) зростання культури поновлювався (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив температури на ріст культури *K. lactis*

Температура культивування, °C	30	20	10	4
Кількість колоній, дріжджів	30±5	12±3	-	-

Зовнішній вигляд колоній і морфологія дріжджових клітин не змінювалися (рис. 1).

Рис. 1. Мікроскопічний препарат колонії *K. lactis*

Колонії мали типовий вигляд для *Kluyveromyces lactis*: світло-кремового, округлої форми, з блискучою глянцевою поверхнею. Клітини дріжджів - овальної форми, повністю фарбує метиленовою синню, при температурі культивування 30°C були видні клітини.

Оскільки природними джерелами дріжджів *Kluyveromyces lactis* є природні симбіози мікроорганізмів кефіру і м'яких сирів, то можна припустити, що спільний розвиток *Kluyveromyces lactis* і лактобактерій може позитивно вплинути на розвиток дріжджів при знижених температурах. З іншого боку, з огляду на їх гарне зростання при 30 °C, виникає питання про проведення одностадійного процесу бродіння лактобактерій і дріжджів, мінаючи етап дозрівання.

Тому, для початкового вивчення процесу сквашування, з урахуванням оптимальних температур культивування дріжджів і молочнокислих мікроорганізмів, був проведений наступний експеримент.

Зразки стерилізованого знежиреного молока заквашували нижче вказаними способом:

Зразок 1. Закваскою прямого внесення, що містить *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, сквашування проводилося до моменту утворення згустку;

Зразок 2. Закваскою прямого внесення містить *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* і дріжджі *Kluyveromyces lactis*, сквашування проводилося до моменту утворення згустку;

Зразок 3. Закваскою прямого внесення містить дріжджі *Kluyveromyces lactis*, сквашування проводилося 6 год. Кожен із зразків потім сквашують при трьох температурах: $30 \pm 2^\circ\text{C}$, $35 \pm 2^\circ\text{C}$, $40 \pm 2^\circ\text{C}$.

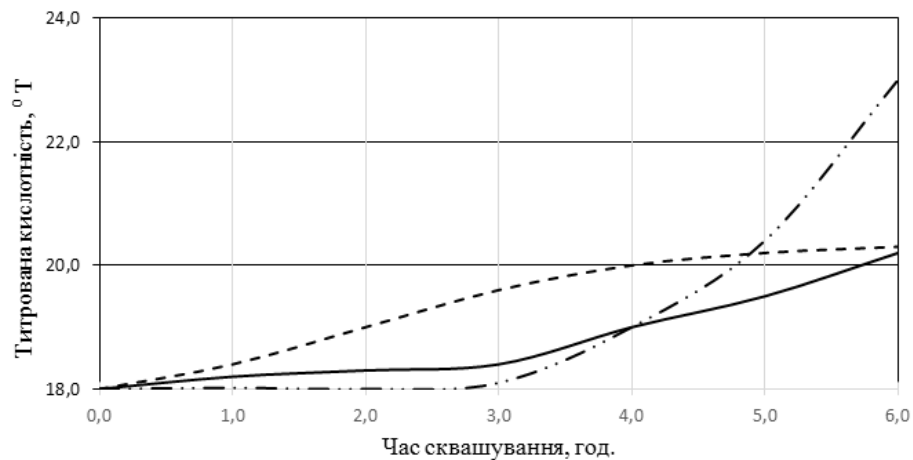


Рис. 2. Динаміка зміни титрованої кислотності при сквашуванні знежиреного молока *Kluyveromyces lactis*

В ході експерименту контролювалися: кислотність зразків перед сквашуванням і по його закінченню, час утворення згустку, кількість молочнокислих мікроорганізмів і дріжджів, проводилося мікроскопіювання зразків.

Результати рис. 2 показали, що при будь-якій температурі сквашування молока дріжджами *Kluyveromyces lactis* не відбувається утворення згустку навіть через 6 годин сквашування. Кислотність протягом 4-х годин залишалася незмінною, і тільки через 6-ть годин помітно підвищувалася. При мікроскопуванні зразків поодинокі дріжджі виявлялися в 2-х полях зору з 10-ти.

Динаміка сквашування зразка 2, закваскою містить молочнокислі мікроорганізми і дріжджі, представлені на рис. 3, процес сквашування зразка протікає ідентично зразку 1

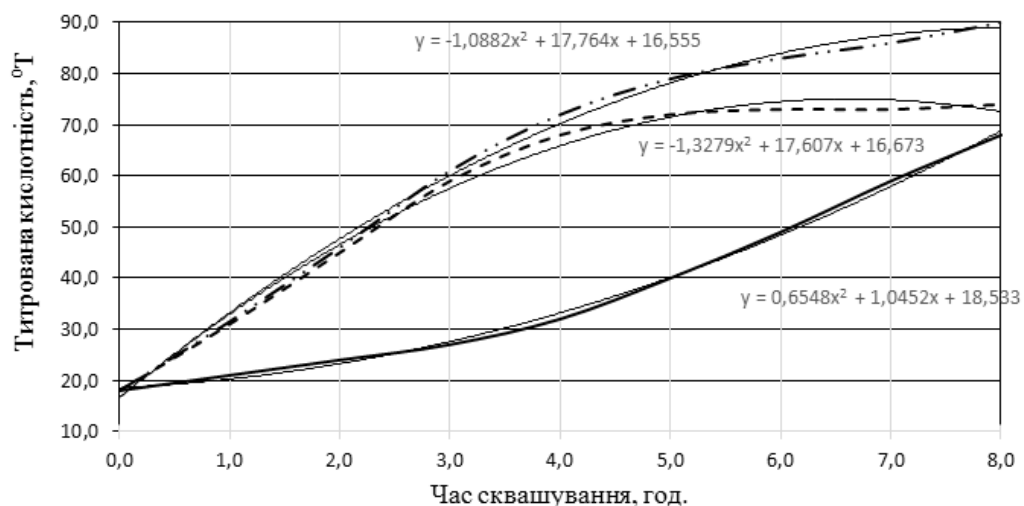


Рис. 3. Динаміка зміни титрованої кислотності при сквашуванні знежиреного молока *Streptococcus salivarius ssp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* і *Kluyveromyces lactis*

У зразку 2 зустрічаються поодинокі і парні дріжджі приблизно в 2-3 полях зору з 10. При температурі 42°C згусток утворювався приблизно за 4-5 год., мікроскопіювання показувало наявність кокових форм і паличок. У зразку 2, крім цього зустрічалися

поодинокі дріжджі і їх скупчення. Кількість дріжджів значимо при зміні температури сквашування не змінювалося.

При 30°C згусток в зразках 1 і 2 утворився тільки через 8 годин. Що стосується мікробіологічної картини, то при зниженні температури в мікроскопічних препаратах переважають кокові форми, з одиничними паличками.

Зміна температури сквашування знижує інтенсивність кислотоутворення, а відповідно змінюються і фізико-хімічні властивості згустків таблиці 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні і мікробіологічні показники зразків

Температура сквашування, °C	В'язкість, мПа/с	Кислотність, °Т	од. рН	Кількість дріжджів, 10 ³ КУО/г	
				До сквашування	Після сквашування
30	213,3	75,0	4,8	-	-
35	295,4	78,0	4,7	-	-
42	317,0	80,0	4,6	-	-
30	199,5	74,0	4,8	8,2	40,6
35	285,9	79,0	4,6	7,4	18,3
42	328,0	81,0	4,3	7,5	23,6
30	110,5	24,0	6,4	7,6	8,4
35	106,4	23,0	6,4	6,8	7,4
42	114,3	28,0	6,1	8,6	9,4

Наведені дані з таблиці 2 показали, що *Kluyveromyces lactis* є лактозброджуючими дріжджами, і поглинання ними лактози проходить із швидкістю порівняльною до поглинання галактози і глюкози, сквашування молока монокультурою не відбувається. Спочатку ми припустили, що це пов'язано з кислотністю середовища, але оптимальним рН для розвитку *Kluyveromyces lactis* становить 4,5 од., тому можна було очікувати, що активна кислотність молока не знизиться до відповідних значень рН, тому помітного зростання дріжджів невідбулось.

Частково цей висновок підтверджувався даними, отриманими при сквашуванні дріжджами *Kluyveromyces lactis* молока, пастеризованого при температурі 72-74°C протягом 30 с режими пастеризації, прийняті для питного молока. У пастеризоване молоко вносилися закваска в кількості 4 мг на 1 л молока. Як і при сквашуванні стерилізованого молока протягом 12 годин кислотність практично не змінювалася, кількість дріжджів теж збільшувалося. За рахунок життєдіяльності залишкової мікрофлори пастеризованого молока, титрована кислотність молока поступово піднімається, і досягається 80-90°Т рН 4,6-4,5, кількість молочнокислих мікроорганізмів досягає 1,2 x 10⁶ КУО/г, а кількість дріжджів також збільшилася приблизно на порядок (рис. 3, 4).

Таким чином, проведені дослідження показують, що зниження температури заквашування не приводить до отримання продукту заданої якості, оскільки навіть при 30°C не спостерігається інтенсифікації росту дріжджів і появи в достатній мірі вираженого специфічного смаку.

З іншого боку, це дозволяє припустити, що дріжджі *Kluyveromyces lactis* стійкі до підвищених температур культивування і більший вплив на їх ріст і розвиток надає активна кислотність середовища.

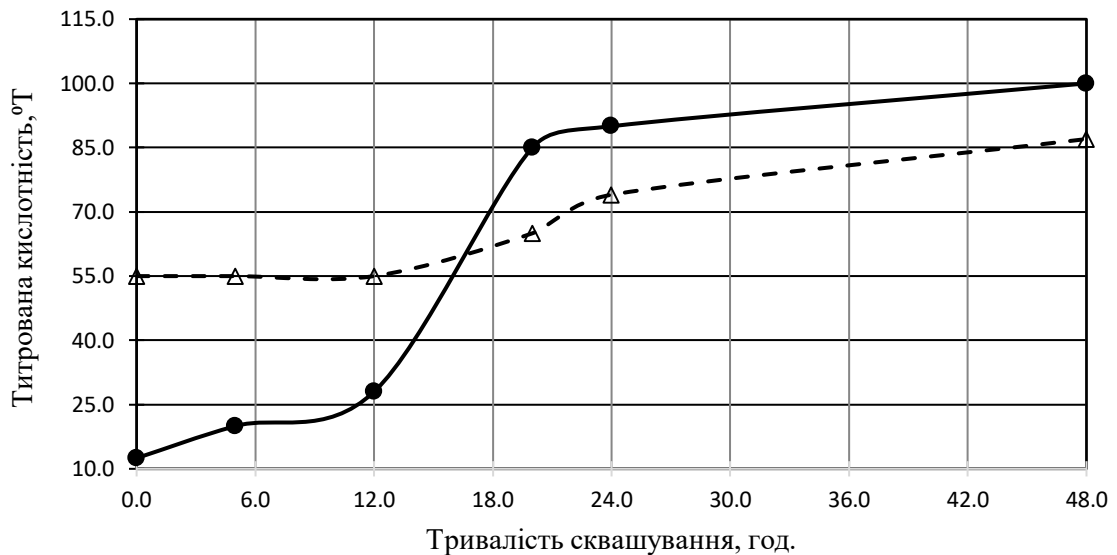


Рис.4. Динаміка сквашування пастеризованого молока *Kluyveromyces lactis* при температурі $30 \pm 2^\circ\text{C}$

Тому процес сквашування може бути проведений при температурі, рекомендованій виробником закваски 40°C , а температура і тривалість процесу дозрівання вимагає окремого дослідження.

Висновок. Більшість кисломолочних продуктів є продуктами змішаного бродіння, для яких характерна наявність бактерій виду *Lactobacillus*, *Lactococcus* і *Leuconostoc* і дріжджовий мікрофлорі *Candida*, *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*, процес сквашування напою змішаного бродіння може проводитися при температурі 40°C , з формуванням специфічних смакових характеристик, за рахунок життєдіяльності залишкової мікрофлори пастеризованого молока, титрована кислотність молока поступово піднімається, і досягається $80-90^\circ\text{T}$ рН 4,6-4,5, кількість молочнокислих мікроорганізмів досягає $1,2 \times 10^6$ КУО/г, а кількість дріжджів також збільшилася приблизно на порядок.

Стимулювання зростання дріжджовий складової закваски - *Kluyveromyces lactis* відбувається тільки при активному розвитку молочнокислої мікрофлори, сприяє підвищенню антагоністичних властивостей продукту по відношенню до деяких умовно-патогенних штамів мікроорганізмів.

Бібліографія

1. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetables. Збірник наукових праць «Аграрна наука та харчові технології». 2018. № 3 (102). С. 168-179.
2. Батурич А. К., Мендельсон Г. И. Питание и здоровье: проблемы XXI века. Пищевая промышленность. 2005. № 5. С. 105-107.
3. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. Eastern-European Journal of Enterprise Technologiethis link is disabled. 2019. 1 (11-97), С. 6-16
4. Соломон А. Н. Выбор и обоснование функциональных бифидостимулирующих ингредиентов для десертных ферментированных продуктов. Сборник научных трудов «Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья». Минск, Выпуск 12. 2018. С. 62-71.
5. Дідух Н.А., Чагаровский О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. ОНАХТ. О.: «Поліграф». 2008. 234 с.

6. Власенко В.В., Соломон А.Н., Крыжак Л.Н. Разработка технологий кисломолочных продуктов с использованием растительных наполнителей. Науч.- техн. журнал. ФГБОУ ВПО «КГТУ». г. Краснодар. 2013. Вип. № 5-6. С. 38-42.
7. Капрельянц Л.В., Петросянц А.П. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. Одеса: Друк, 2011. 269с.
8. Юкало В. Біологічна цінність ферментованих молочних продуктів // *Харчова та переробна промисловість*. 2002. №3. С. 24 - 25.
9. Грек О. В., Ющенко Н. М., Практикум з технології молока та молочних продуктів: навч. посіб. К.: НУХТ, 2015. 431 с.
10. Твердохлеб Г.В., Сажинов Г.Ю. Технология молока и молочных продуктов, Раманаускас 2016. С. 616.
11. Корхонен Х. Технология для функциональных продуктов. *Молочная промышленность*. 2010. № 9. С. 25-28.
12. Дидух Н. А. Новые решения в создании функциональных кисломолочных напитков. *Молочное дело*. 2006. № 11. С. 36-39.
13. Квасников Е.И., Несторенко О.А.. Молочнокислые бактерии и пути их использования. 2012. С.175.
14. Голуб Б. Формирование лечебно-профилактических свойств синбиотических молочных напитков. *Товары и рынки. Международный научно- профессиональный журнал*. 2014. №1(17). С. 67-75.
15. Семко Т.В. Молочні продукти функціонального призначення. Науково-технічний бюлетень НДЦ біобезпеки та екологічного контролю ресурсів АПК. 2016. Т.4. №1. С. 240-243.
16. Бахнова Н.В., Анищенко И.П. Бактериальные концентраты для продуктов функционального назначения. *Молочная пром-сть*. 2008. С. 60-61.
17. ГОСТ 30648.4-99 «Продукты молочные для детского питания. Титриметрические методы определения кислотности».
18. ДСТУ 8550:2015 «Молоко та молочні продукти. Вимірювання рН потенціометричним методом».
19. ДСТУ 8447:2015 «Продукти харчові». Метод визначення дріжджів і плісневих грибів».

References

1. Solomon A. M., Bondar N. N. (2018). Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Zbirnyk naukovykh prats' «Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi»* [Collection of scientific papers «Agricultural science and food technologies»]. No. 3 (102). P. 168-179.
2. Baturin A.K., Mendelssohn G.I.(2005). Pitaniye i zdorov'ye: problemy XXI veka.[Nutrition and health: problems of the XXI century]. *Pishchevaya promyshlennost*. [Food industry]. No. 5. P. 105-107. [in Russian].
3. Solomon, A., Bondar, M., Dyakonova, A. Substantiation of the technology for fermented sourmilk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologiesthis link is disabled*. 2019. 1(11-97), С. 6-16
4. Solomon A.N. (2018). Vybor i obosnovaniye funktsional'nykh bifidostimuliruyushchikh ingrediyehtov dlya desertnykh fermentirovannykh produktov. [Selection and substantiation of functional bifidostimulating ingredients for dessert fermented products]. *Sbornik nauchnykh trudov «Aktual'nyye voprosy pererabotki myasnogo i molochnoho syr'ya»*. [Collection of scientific papers «Topical issues of processing meat and dairy raw materials»]. Minsk, Issue 12. p. 62-71. [in Russian].
5. Didukh N.A., Chagarovsky A.P., Lisogor T.A. (2008). Zakvashival'ni kompozytsiyi dlya vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsional'noho pryznachenni. ONAKHT. O.:

«Polihraf». [Fermenting compositions for the production of dairy products for a functional purpose]. [ONAPT. O.: «Polygraph»]. 234 p. [in Ukrainian].

6. Vlasenko V.V., Solomon A.N., Kryzhak L.N. (2013). Razrabotka tekhnologiy kislomolochnykh produktov s ispol'zovaniyem rastitel'nykh napolniteley. [Development of technologies for fermented milk products using vegetable fillers]. Nauch.- tekhn. zhurnal. FGBOU VPO «KGTU. [Scientific and technical magazine. FGBOU VPO «KSTU»]. Krasnodar. Issue No. 5-6. P. 38-42. [in Russian].

7. Kaprelyants L.V., Petrosyants A.P. (2011). Likuval'no-profilaktychni vlastyivosti kharchovykh produktiv ta osnovy diyetolohiyi. [Therapeutic and prophylactic properties of food and basics of nutrition]. Odesa: Druk [Odessa: Druk]. 269 p. [in Ukrainian].

8. Yukalo V. (2002). Biolohichna tsinnist' fermentovanykh molochnykh produktiv [Biological value of fermented dairy products]. Kharchova ta pererobna promyslovist. [Food and processing industry]. №3. P. 24-25. [in Ukrainian].

9. Hrek O.V., Yushchenko N.M. (2015). Praktykum z tekhnolohiyi moloka ta molochnykh produktiv [Workshop on milk technology and dairy products]. K.: NUKHT. 431 p. [in Ukrainian].

10. Tverdokhleb H.V., Sazhynov H.Yu. (2016). Tekhnolohyya moloka y molochnykh produktov [Technology of milk and dairy products]. Ramanauskas 616 p. [in Ukrainian].

11. Korhonen X.(2003). Tekhnologiya dlya funktsional'nykh produktov. [Technology for functional products]. Molochnaya promyshlennost'. [Dairy industry]. No. 9. P. 25-28. [in Russian].

12. Didukh N.A. (2006). Novyye resheniya v sozdanii funktsional'nykh kislomolochnykh napitkov. [New solutions in the creation of functional fermented milk drinks]. Molochnoye delo. [Dairy business]. No. 11. P. 36-39. [in Russian].

13. Kvasnykov E.Y., Nestorenko O.A. (2012). Molochnokyslye bakteryy y puty ykh yspolzovaniya. [Lactic acid bacteria and ways of their use] S.175. [in Russian].

14. Golub B. (2014). Formirovaniye lechebno-profilakticheskikh svoystv sinbioticheskikh molochnykh napitkov. [Formation of therapeutic and prophylactic properties of synbiotic milk drinks]. Tovary i rynki. Mezhdunarodnyy nauchno- professional'nyy zhurnal. [Products and markets. International scientific and professional journal]. No. 1 (17). P. 67-75. [in Russian].

15. Semko T.V. (2016). Molochni produkty funktsional'noho pryznachennya. [Functional dairy products]. Naukovo-tekhnichnyy byuleten' NDTs biobezpeky ta ekolohichnoho kontrolyu resursiv APK. [Scientific and technical bulletin of the Research Center for Biosafety and Environmental Control of Agricultural Resources]. V. 4. №1. P. 240-243. [in Ukrainian].

16. Bakhnov N.V., Anischenko I.P. (2008). Bakterial'nyye kontsentraty dlya produktov funktsional'nogo naznacheniya. [Bacterial concentrates for functional products]. Molochnaya promst'. [Dairy industry]. P. 60-61. [in Russian].

17. HOST 30648.4-99. Produkty molochnyye dlya detskogo pitaniya. Titrometricheskiye metody opredeleniya kislotnosti». [in Ukrainian].

18. DSTU 8550:2015. «Moloko ta molochni produkty. Vymiryuvannya pH potentsiometrychnym metodom». [in Ukrainian].

19. DSTU 8447:2015 «Produkty kharchovi». Metod vyznachennia drizhdzhiv i plisenevykh hrybiv». [in Ukrainian].