

УДК 637.146:664.38

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ЖЕЛЕЙНОГО ДЕСЕРТУ НА ОСНОВІ СИРОВАТКИ

Фабіянська О. Л., асистент кафедри
харчових технологій та мікробіології
<https://orcid.org/0000-0001-8846-8676>

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

<https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-14>

Предмет. Желейні продукти на основі кисломолочної сироватки, отримані з ферментних препаратів відносяться до продуктів підвищеної харчової цінності. Виробництво оздоровчих продуктів на основі кисломолочної сироватки є одним з перспективних напрямків її використання. Для збільшення обсягів виробництва молочної продукції, у т.ч. з оздоровчими властивостями, сьогодні раціонально використовувати вторинну кисломолочну сировину. У поєднанні з фруктовими та овочевими соками, плодово-ягідними пюре, кисломолочну сироватку використовують для приготування різноманітних напоїв, які мають не лише приємний і освіжаючий ефект, але і оздоровчі властивості. Тому запропоновано створення десертного желейного продукту на основі низьколактозної сироватки з імбиром та жимолостю. Предмет дослідження – сироватка кисломолочна, ферментний препарат β -галактозидази, плоди жимолості, сухий імбир, низьколактозний десерт. **Мета.** Розробка науково обґрунтованої технології десерту желейного на основі гідролізованої кисломолочної сирної сироватки з використанням рослинних компонентів оздоровчого призначення. **Методи.** При виконанні наукової роботи були використані такі методи досліджень: фізико-хімічні методи досліджень – дають інформацію про фізико-хімічні показники об'єктів харчування; хімічні та біохімічні методи досліджень – несуть інформацію про вміст мікро- та макроживих речовин в досліджених об'єктах харчування; мікробіологічні методи досліджень є джерелом інформації відносно мікробіологічних показників молочної сировини протягом технологічного процесу, а також під час зберігання. **Результати.** Науково обґрунтована технологія низьколактозного сироваткового желейного десерту оздоровчого призначення; визначені основні технологічні параметри (процес гелеутворення та зберігання), які забезпечують отримання високоякісної готової продукції з високою харчовою, біологічною цінністю та оздоровчими властивостями. **Сфера застосування результатів.** Обґрунтовано використання плодів жимолості і імбиру сухого для виробництва сироваткових желейних продуктів оздоровчого призначення. Встановлені параметри гідролізу лактози сироватки для отримання низьколактозної сироватки для виробництва желейних десертів для здорового харчування. Поглиблено знання щодо впливу рослинних сировинних компонентів на процес гелеутворення при виробництві низьколактозних сироваткових желе оздоровчого призначення на всіх переробних підприємствах молочного напрямку.

Ключові слова: сироватка, рослинна сировина, жимолість, імбир, низьколактозний желейний десерт, лактоза, гідроліз, фізико-хімічні характеристики, мікробіологічні показники, якість, технологія.

FEATURES OF WHEY-BASED JELLY DESSERT TECHNOLOGY

Olena Fabiianska, assistant

Department of Food Technologies and Microbiology

<https://orcid.org/0000-0001-8846-8676>

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

<https://doi.org/10.31073/foodresources2023-20-14>

Subject. Jelly products based on milk whey, obtained from enzyme preparations, belong to products of increased nutritional value. The production of health products based on milk serum is one of the promising areas of its use. To increase the volume of production of dairy products, including ones with health-improving properties, today it is rational to use secondary dairy raw materials. In

combination with fruit and vegetable juices, fruit and berry purees, whey is used to prepare various beverages that have not only a pleasant and refreshing effect, but also health-improving properties. Therefore, it is proposed to create a dessert jelly product based on low-lactose whey with ginger and honeysuckle. The subject of the research is milk cheese whey, β -galactosidase enzyme preparation, honeysuckle fruits, dry ginger, low-lactose dessert. **Purpose.** Development of a scientifically based technology of a jelly dessert based on hydrolyzed milk cheese whey with the use of plant components for health purposes. **Methods.** The following research methods were used when performing the scientific work: physical and chemical research methods – to provide information on the physico-chemical indicators of food items; chemical and biochemical methods of research – to provide information about the content of micro- and macronutrients in the studied food objects; microbiological methods of research as a source of information regarding the microbiological indicators of milk raw materials during the technological process, as well as during storage. **Results.** Scientifically based technology of low-lactose whey jelly dessert for health purposes; the main technological parameters (the process of gelation and storage) are determined, which ensure the production of high-quality finished products with high nutritional, biological value and health-improving properties. **Scope of results.** The use of honeysuckle fruits and dry ginger for the production of whey jelly products for health purposes is substantiated. The parameters of whey lactose hydrolysis to obtain low-lactose whey for the production of jelly desserts for healthy nutrition are established. Knowledge of the influence of plant raw materials on the gelation process during the production of low-lactose whey jelly for health purposes at all dairy processing enterprises has been deepened.

Key words: whey, vegetable raw materials, honeysuckle, ginger, low-lactose jelly dessert, lactose, hydrolysis, physical and chemical characteristics, microbiological indicators, quality, technology.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останні десятиріччя в Україні, як і у більшості інших країн, суспільство усвідомило важливість правильного здорового і лікувально-профілактичного харчування. Це стало завданням сучасної людини і дуже вплинуло на асортимент продуктів, запропонованих харчовою промисловістю, в першу чергу, молочною, оскільки молочні продукти є найбільш значною групою функціональних продуктів. Розширити асортимент молочних продуктів з певними лікувальними і оздоровчими властивостями можливо лише за рахунок освоєння нових прогресивних технологічних процесів, до яких, у першу чергу, належать біотехнологічні операції, що включають обробку молочної сировини ферментними препаратами. Ферментативний гідроліз основних складових молока – білків і вуглеводів дає можливість по-новому вирішувати питання, пов'язані зі створенням продуктів харчування для осіб, які страждають непереносимістю молочного цукру [1].

Сьогодні молочні продукти з незбираного молока є продуктами повсякденного раціону харчування у нашій країні, і тому мають величезне значення за рахунок їх дієтичних властивостей.

Однак не кожна людина може вживати традиційні молочні продукти, особливо, категорія осіб, яка страждає на галактоземію. Ця проблема, досить гостро стоїть для 12...17% населення Європи, зокрема для 11 ... 23% населення України, і для більш ніж 70% населення світу, які відповідно до статистичних даних, страждають непереносимістю лактози або мають лактазну нестачу [2].

У країнах Азії, Африки, Латинської Америки (для жовтої і негроїдної раси) основною причиною галактоземії є генетична складова.

У нашій країні це, напевно, ще й пов'язано з несприятливою екологічною обстановкою, яка призводить до зниження імунітету, дефіциту в організмі β -галактозидази, внаслідок чого з'являється проблема непереносимості лактози.

Для збільшення обсягів виробництва молочної продукції, у т.ч. з оздоровчими властивостями, сьогодні раціонально використовувати вторинну молочну сировину. Щорічно при виробництві твердих, кисломолочних сирів і казеїну отримують біля 2,4 млн т молочної сироватки (підсирної, сирної і казеїнової відповідно), з яких переробляється на харчові цілі лише 25% [3].

Для створення продуктів оздоровчого спрямування до їх складу додають біологічно активні речовини (антиоксиданти, вітаміни, фенольні речовини, фітопрепарати та ін.), які використовуються для профілактики багатьох захворювань, у тому числі серцево-судинних і онкологічних. Природні антиоксиданти (токоферолі, фенольні і поліфенольні сполуки, аскорбінова кислота), потрапляючи до організму людини з продуктами харчування, виконують захисну дію, запобігаючи окисненню найважливіших компонентів біологічних мембран клітин [4].

Використання сироватки дає можливість і отримати продукт з дієтичними, профілактичними, лікувальними властивостями та забезпечити безвідходне виробництво у молочній промисловості [5].

Желейні продукти на основі молочної сироватки, отримані з ферментних препаратів, належать до продуктів підвищеної харчової цінності. У них поєднуються цінні компоненти, як от: біологічно активні речовини, вітаміни, біологічно повноцінні білки, незамінні амінокислоти, мікроелементи тощо.

Виробництво оздоровчих продуктів на основі молочної сироватки є одним з перспективних напрямків її використання. Використовуючи різні фізіологічно функціональні інгредієнти, можна варіювати їх профілактичну спрямованість [6, 7].

Незважаючи на величезну важливість лактози, зустрічаються випадки, коли її наявність у продуктах харчування, особливо у молочних продуктах, небажана. Існує категорія хворих людей, як дітей, так і дорослих, з порушенням вуглеводного обміну, яка володіє зниженою толерантністю до лактози, що входить до складу молочних продуктів [8, 9].

У повсякденній практиці існують і використовуються синонімічні терміни цієї, грубо кажучи, патології – гіполактазія, непереносимість лактози, інтолерантність до лактози [10]. Під лактазною недостатністю розуміють недостатню кількість ферменту лактази, що розщеплює молочний цукор, що обумовлюється віковими, генетичними і етнічними аспектами. Вперше захворювання непереносимості лактози було описано в 1959 році і охарактеризоване профузною діареєю [11].

Найбільш поширеним методом корекції лактазної недостатності є використання молочних продуктів, які самі по собі є продуктами, що містять незначну кількість лактози (масло, сир, сири, кисле молоко, йогурти). Так, наприклад, у сирі менше лактози ніж в молоці. Однак, споживання сиру і йогурту в їжу дітей не рекомендується, оскільки у них більше чутлива травна система [12].

У світі виробляють комерційні препарати β -галактозидази, виділені з штамів мікроорганізмів, наприклад з плісені роду *Aspergillus* або дріжджів роду *Kluveromyces*. Додавання таблетованої або рідкої β -галактозидази до молока покращує його переносимість.

β -галактозидаза – основний гідролізуючий фермент, який супроводжує розщеплення лактози молока. Останнім часом, з ферментів класу гідролаз особливо широко використовуються глікозидози, що розщеплюють глікозидний зв'язок у вуглеводах та їх похідних [13].

Активними продуцентами β -галактозидази є молочнокислі бактерії, такі як *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* та інші. Виділяють лактазу також зі спороносних бактерій *Bacillus coagulans*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* [14].

Молочна сироватка – побічний продукт у виробництві твердих сирів, кисломолочного сиру й казеїну. Залежно від виду продукту, який виробляють, одержують підсирну, сирну і казеїнову сироватки. Вміст лактози у молочній сироватці постійний і складає понад 70% сухих речовин. Він залежить від індивідуальних властивостей і фізіологічного стану тварин. Крім лактози у сироватці містяться моно-, оліго- і аміноцукри.

У молочній сироватці міститься 0,05...0,5% жиру, що зумовлено якістю вихідної сировини й технологією виробництва основного продукту. У сепарованій сироватці масова частка жиру становить 0,05...0,1%.

Молочний жир у сироватці більш диспергований, ніж у незбираному молоці, що позитивно впливає на його засвоюваність.

У молочну сироватку переходять майже всі солі і мікроелементи молока, а також солі, які вводять при виробництві основного продукту. Їх кількість у сироватці, знаходиться в прямій залежності від раціону харчування, навколишнього середовища, пори року, а також породи тварин і її фізіологічних особливостей. Основними макроелементами молочної сироватки є кальцій, фосфор, магній, калій, натрій, хлор [15].

При розробці і виробництві продуктів, збагачених вітамінами і мінеральними речовинами, потрібно керуватися основними принципами, сформульованими вітчизняними та зарубіжними вченими з урахуванням основних даних сучасної науки про роль харчування і окремих поживних речовин у підтримці здоров'я і життєдіяльності людини, про реальну структуру харчування та фактичну забезпеченість вітамінами, макро- і мікроелементами населення нашої країни [16].

До фенольних сполук відносяться флавоноїди, катехіни, антоціани, поліфенольні сполуки, дубильні речовини та ін, для яких характерно наявність у структурі бензольних кілець і гідроксильних груп. Найбільш активними антиоксидантами є фенольні сполуки, у складу яких входять два і більше бензольних ароматичних кілець (флавоноїди та поліфенольні сполуки).

Фенольні сполуки сприяють профілактиці захворювань шлунково-кишкового тракту, серцево-судинної, сечовидільної, імунної систем людини, так як мають жовчогінний, антиканцерогенний, капіляротонізуючий, протизапальний та інші ефекти.

Джерелами антиоксидантів і фенольних речовин є, насамперед, рослинна сировина (фрукти, плоди, овочі, чай, лікарські дикорослі, культивовані та інтродуковані рослини). При цьому різні вегетативні частини рослин відрізняються по кількості фенольних сполук; їх вміст залежить також від фази вегетативного розвитку рослин [17].

Жимолость (рис. 1) – чудова плодова рослина, невибаглива, зимостійка з красивим листям і смачними ягодами. Початківці садівники часто запитують: «жимолость – це дерево або кущ?» У природі – близько двохсот видів, які використовуються і як декоративні, і як плодові рослини. Декоративна витка форма Капріфоль (*Lonicera caprifolium*) і Запашна (*Lonicera xylosteum*) – це великі декоративні виткі рослини, красиві ліани. Жимолость їстівна або Бружмель (*Lonicera edulis*) – це гарний півтораметровий кущ, який обдаровує нас найбільш ранніми ягодами в саду. Ягоди і смачні, і дуже корисні. У ранніх сортів – дозрівання плодів настає навесні, вже до кінця травня, коли ми особливо потребуємо свіжих ягід і вітамінів. Вважається, що саме завдяки цілющим властивостям рослина отримала свою назву: «життя» та «молодість» – життєва молодість.



Рис. 1. Жимолость та її плоди

У жимолості їстівної не тільки красиві кущі, але дуже смачні і цілющі ягоди. Корисні властивості цієї ягоди – широко відомі. Вони містять моносахариди, широкий комплекс вітамінів і органічних кислот. Їх їдять свіжими, печуть пироги, варять варення і компоти, можна заморожувати і сушити на зиму.

Ягоди корисні для профілактики і лікування хвороби судин і серця, для поліпшення зору, сприяють зниженню тиску, мають в'язучу дію. Чай з листя в народній медицині вважається загальнозміцнюючим і протизапальним. Хоча частина лікарів-травників не рекомендує його вагітним, тому що такий чай може мати сильну проносну і сечогінну дію. Звичайне вживання жимолості як садових ягоди і фруктів піде на користь всім, і дітям, і літнім людям. У плодах виявлені вуглеводи та споріднені сполуки: цукри (5–10%): глюкоза, фруктоза, галактоза, сахароза, рамноза, сорбіт; пектини (до 1,5%); вітаміни: каротиноїди (тетратерпеноїди), аскорбінова кислота (вітамін С) –20–170 мг%, філохінон (вітамін К1), тіамін (вітамін В1), рибофлавін (вітамін В2), фолієва кислота (вітамін В9), інозит, вітамін Р (до 2800 мг%); органічні кислоти (1,5–4,5%): лимонна, яблучна, бурштинова, щавлева; бутилові естери яблучної та лимонної кислот (зумовлюють гіркоту плодів); іридоїди: секологанін, сверозид, логанін; периклименозидова, секологанінова і логанінова кислоти; ефірна олія; фенолкарбонові кислоти та їх похідні (15–100 мг%): хлорогенова, кавова, п-кумарова; катехіни (120–620 мг%); лейкоантоціани (250–720 мг%); антоціани (900–1400 мг%): 3-рутинозид ціанідину, 3-моноглюкозид ціанідину; флавоноли і флавоноли (до 70 мг%): рутин – до 48 мг%, ізокверцитрин – 5–12 мг%, кверцитрин – 2–10 мг%, лютеолін – 5–14 мг%, глюколутеолін, діосмін – до 5 мг%; дубильні речовини; амінокислоти: аспарагінова і глутамінова кислоти, лейцин, аланін; макро- і мікроелементи: К – 30–50 мг%, Са, Na, Fe, P, Mg, Zn, Al, Si, Cu, Ba, J. У надземній частині також містяться сапоніни.

Імбир (*Zingiber*) належить до роду багаторічних трав'янистих рослин із родини імбирових (*Zingiberaceae*). Вважають, що його латинська назва перекладається з санскриту як «рогатий корінь». Батьківщиною імбиру є Західна Індія, Південно-Східна Азія. Його вирощують в субтропічних і тропічних районах Японії, Китаю, Західної Африки, Бразилії, Аргентини, Ямайки [18, 19].

Спеції з імбиру характеризуються особливим ароматом, легкою гостротою та гіркотою. Як оздоровчу спецію, дорослим рекомендують 2–4 грами порошку імбиру в супи, до м'ясних та овочевих страв і навіть дітям при зниженні апетиту та диспепсичних явищах: від 1–4 років – 0,5–1 грам на добу, 4–10 років – 1–2 грами, 10–16 років – 2–3 грами на добу [20].

Багатогранний спектр фармакологічних властивостей імбиру зумовлений хімічним складом його коренів та екстрактів із нього. Зокрема, в коренях імбиру виявлено численні діючі речовини, основними з яких є: ефірна олія, вміст якої становить 1–4,3%, лінолева, олеїнова, нікотинова кислоти, сесквітерпенові сполуки (гінгерол, гінгеролен, гінгеренон А, Б, цингерол, цингібєрен, р-бісаболон, магаоли, куркумен), флавоноїди, які посилюють секреторні процеси всіх травних залоз та мають жовчогінні властивості, а також аспарагін, кальцій, магній, марганець, залізо, фосфор, калій, натрій, вітаміни С, А, В1, В2.

Формулювання мети і задач. Виробництво оздоровчих продуктів на основі молочної сироватки є одним з перспективних напрямків її використання. Використовуючи різні фізіологічно функціональні інгредієнти, можна варіювати їх профілактичну спрямованість. Для забезпечення групи населення, інтолерантної до лактози, повноцінним харчуванням, необхідні низьколактозні або безлактозні продукти. Ефективний шлях вирішення цієї проблеми полягає в попередньому розщепленні лактози за допомогою ферментних препаратів β -галактозидази.

Розробка нових ресурсозберігаючих технологій, заснованих на переробці молочної сироватки, дозволяє розширити асортимент молочних продуктів і задовольнити зростаючі потреби населення у нетрадиційних видах молочних продуктів, максимально використовувати всі компоненти молока, додати їм оздоровчих властивостей.

Аналіз структури переробки молочної сироватки показує, що проблема повного і раціонального її використання є і в наші дні, тому дослідження переробки сироватки та пошук альтернативних способів її обробки як сировини для приготування хлібобулочних

продуктів, сироваткових напоїв, желе на основі сироватки та інших продуктів заслуговує на увагу.

При широкому асортименті сироваткових напоїв різних видів, варто розробляти нові технології желейних продуктів на основі кисломолочної сироватки [21].

Предмет дослідження – сироватка кисломолочна, ферментний препарат β -галактозидази, плоди жимолості, сухий імбир, низьколактозний желейний десерт оздоровчого призначення.

Метою даної роботи була розробка науково обґрунтованої технології десерту желейного на основі гідролізованої кисломолочної сироватки з використанням рослинних компонентів оздоровчого призначення.

Методи досліджень. Для проведення експериментальних досліджень в якості основної сировини використовували кисломолочну сироватку, отриману при виробництві сиру кисломолочного кислотнo-сичужним способом з використанням бакконцентрату *L. lactis ssp.* безпосереднього внесення *FD DVS CH-N 11* («CHR. Hansen», Данія). Як додаткову сировину було використано свіжі ягоди жимолості, сухий імбирний порошок, цукор-пісок згідно вимог ДСТУ 4623-2006, желатин згідно з ТУ У 24.6-00418030-002:2007, ванілін згідно з ТУ У 24.6-00418030-002:2007.

Перелік фізичних, хімічних, біохімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних методів досліджень у відповідності до напрямків роботи наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Методи досліджень, використані при проведенні експериментальних досліджень

№ з /п	Показник, од. вимір.	Методи визначення
Методи досліджень хімічного та біохімічного складу		
1	Органолептичні показники	Органолептичним способом
2	Масова частка білку, %	Молоко. Визначення загального білку методом Кьельдаля за ГОСТ 23327-78
3	Масова частка сухих речовин, %	Метод визначення вологи та сухих речовин за ГОСТ 3626-73
4	Антиоксидантна активність, од. акт.	За методом, який базується на каталізі переносу електрону продуктом в системі «відновлений нікотінамідаденіндинуклеотид – фероціанід калію»
Фізико-хімічні методи досліджень		
5	Титрована кислотність, °Т	Титрометричним методом за ГОСТ 3624-92
6	Активна кислотність, рН	Потенціометричним методом за ГОСТ 26781-85
7	Температура, °С	За ГОСТ 25754-85
Мікробіологічні методи досліджень		
8	Бактерії групи кишкової палички	Посівом на середовище Кеслера за ГОСТ 9225-84
9	Кількість мезофільних аеробних та факультативно анаеробних мікроорганізмів, КУО/см ³	ГОСТ 10444.15-94

Результати досліджень та їх обговорення. При виборі і використанні ферментного препарату важливою характеристикою являється його активність, яка визначає швидкість і ефективність протікання каналізованої ним реакції. Тому необхідним етапом наукових досліджень є вивчення β -галактозидазної активності ферментного препарату β -галактозидаза фірми Chr. Hansen для його подальшого використання у виробництві низьколактозного сироваткового желейного десерту.

З економічної і енергозберігаючої точки зору для подальших досліджень було обрано дозу ферментного препарату Na-Lactase 0,04%.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу активної кислотності на тривалість процесу гідролізу лактози. Для підкислення сирної сироватки і зниження рівня рН використовували 0,1 н розчин молочної кислоти, для підвищення рівня активної кислотності використовувати 10% розчин двоокису натрію. Гідроліз проводили при температурі 40°C протягом 6 годин. Результати фіксували також через кожну годину. Визначали йодометричним методом масову частку лактозу і розраховували ступінь гідролізу. Найбільш високу активність ферментний препарат проявляє у межах кислотності 5,4...6,6, причому для отримання низьколактозного десерту з сироватки, яка має більш низький рівень рН у порівнянні з підсирною, достатньо проводити гідроліз для сироватки з рівнем рН 5,4 – 4 години, що дозволяє досягти ступеня лактози 72%. При дослідженні сироватки з активною кислотністю у межах 5,8...6,2 од. рН достатньо гідролізувати лактозу протягом 3,5 год і досягти ступеня розщеплення 78...80% відповідно.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу температури на тривалість процесу гідролізу лактози. При виборі температур для проведення процесу гідролізу у сироватці керувались тим, що цей процес повинен проводитись при температурних режимах, які не сприяють мікробіологічному псуванню сироватки. У якості дослідних температур були обрані наступні: 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 45°C і 50°C. Результати досліджень протягом 6 годин фіксували через кожну годину. Визначали йодометричним методом масову частку лактозу і розраховували ступінь гідролізу. Раціональною температурою для гідролізу лактози у молоці ферментним препаратом Na-Lactase є 40 – 45°C, оскільки за цієї температури проявляється максимальна активність, і ступінь гідролізу лактози через 4 години процесу складає 72...89%. Встановлення даної температури корелює з даними технічної документації ферментного препарату.

У якості фітосировини обрано ягоди жимолості і сухий порошок імбиру.

Для встановлення раціональної концентрації жимолості ягоди подрібнювали у пюре і вносили до нормалізованої суміші сироватки з цукром, ваніліном і желатином у кількості від 2 до 10% з інтервалом 2%.

Раціональну концентрацію встановлювали за органолептичними показниками (колір, смак, запах, консистенція), показником антиоксидантної активності, титрованої кислотності нормалізованої суміші.

У якості контрольного зразка використовували желейний десерт без рослинних компонентів, до рецептурного складу якого входять ті ж складові, без дикорослої сировини.

Концентрацію імбиру брали від 0,05 до 2,5% від маси готового продукту.

Усі компоненти змішували разом (гідролізована сирна сироватка, цукор, ванілін, жимолость, імбир, желатин) і піддавали гелеутворенню. Рослинну сировину готували так: ягоди сортували, мили, обсушували і отримували пюре.

Найкращі сенсорні характеристики мають зразки желейного десерту з масовою часткою пюре жимолості 4% – сумарний бал 25 із 25 максимально можливих, та з масовою часткою імбиру 0,1% – сумарний бал 25.

Отримані зразки желейних десертів повністю відповідають нормативній документації за усіма органолептичними показниками.

Гелеутворення – основний технологічний процес при виробництві сироваткових желе, який за традиційною технологією протікає при температурі 4±2°C протягом 3-4 годин.

Тому доцільним є дослідження процесу гелеутворення при виробництві десертного желейного продукту з додаванням рослинної сировини (дослідний зразок) і без додавання рослинної сировини (контрольний зразок).

До рецептури дослідного зразку входить сироватка гідролізована молочна, пюре жимолості, сухий порошок імбиру, цукор, ванілін, желатин.

До рецептури контрольного зразку входить сироватка гідролізована молочна, цукор, ванілін, желатин.

Процес гелеутворення дослідного зразка, який містить рослинні компоненти відбувається швидше, і на 4 годину процесу гранична напруга зсуву становить 2121,0 Па, що може бути пояснено вмістом у пюре жимолості пектинових сполук, які додатково зв'язують вільну вологу і утворюють желеподібну структуру. Контрольний зразок рослинних компонентів не містить, тому гелеутворення відбувається лише за рахунок желатину і на 4 годину гелеутворення гранична напруга зсуву становить 1985,2 Па.

Однією з характеристик будь-якого продукту є термін його зберігання. Впровадження у виробництво технологій одержання нових видів сироваткових продуктів потребує дослідження змін органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості желюваних продуктів на основі сироватки.

Зберігати желювані продукти доцільно за температури $4 \pm 2^\circ\text{C}$, оскільки при підвищенні температури втрачається желеподібна структура продукту. Використовувати температури зберігання нижче 0°C , в технологіях вказаних продуктів неприпустимо, оскільки при їх заморожування змінюються структура продукту та структура його складових компонентів (білків, структуроутворювачів та біологічно активних речовин). Тому розроблений продукт зберігали при температурі $4 \pm 2^\circ\text{C}$ впродовж 21 доби для встановлення граничного терміну його зберігання.

В процесі зберігання контролювали показники якості готового продукту порівняно з контрольным зразком, що відображено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Зміна органолептичних показників желейного десерту
на основі гідролізованої сироватки у процесі зберігання**

Показник	Характеристика продукту в процесі зберігання, діб			
	1	7	14	21
Контрольний зразок желе				
Смак та запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з ароматом ваніліну, смак солодкий			З присмаком сироватки, кислуватий присмак
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна желеподібна структура, без відокремлення сироватки, колір світло-бузковий			Однорідна, втрачається щільна структура, спостерігається відокремлення сироватки
Дослідний зразок желе				
Смак та запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з присмаком жимолості та імбиру, з ароматом ваніліну, смак солодкий			З присмаком сироватки, занадто кислий смак
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна желеподібна структура, без відокремлення сироватки, колір приємний, світло-бузковий			Однорідна, втрачається щільна структура, спостерігається відокремлення сироватки і потемніння

Зміна фізико-хімічних та мікробіологічних показників контрольного та дослідного зразків в процесі зберігання представлена у таблиці 3.

**Зміна фізико-хімічних та мікробіологічних показників желейних продуктів
на основі сироватки в процесі зберігання**

Показник	Характеристика продукту			
	в процесі зберігання, діб			
	1	7	14	21
1	2	3	4	5
Контрольний зразок желе				
Титрована кислотність, °Т	53	55	60	65
Активна кислотність, од. рН	5,40	5,28	5,20	4,90
КМАНФAM, КУО/см ³	5*10 ³	8*10 ³	9*10 ³	5*10 ⁴
БГКП в 0,1 г продукту	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні
Дослідний зразок желе				
Титрована кислотність, °Т	55	58	60	68
Активна кислотність, од. рН	5,35	5,26	5,20	4,80
КМАНФAM, КУО/см ³	1*10 ³	3*10 ³	5*10 ³	7*10 ³
БГКП в 0,1 г продукту	відсутні	відсутні	відсутні	відсутні

Граничним терміном зберігання желейного десерту на основі гідролізованої сироватки оздоровчого призначення обрано температуру 4±2°C впродовж 14 діб.

Динаміка фізико-хімічних показників є такою. Титрована кислотність зростає протягом усього терміну зберігання і на 14 добу становить 60 °Т в обох зразках; активна кислотність знижується і на 14 добу зберігання становить 4,9 і 4,8 у контрольному і дослідному зразках відповідно.

Стосовно мікробіологічних показників, бактерії групи кишкової палички відсутні протягом усього терміну визрівання, а кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на 14 добу становить 5*10³ і 9*10³ КУО/см³ у дослідному і контрольному зразках відповідно.

Наведені результати досліджень процесу гідролізу лактози молочної сироватки та встановлення впливу на активність ферментних препаратів технологічних параметрів; встановлені раціональні концентрації сировинних рослинних компонентів (жимолості та імбиру), розроблені параметри технологічних процесів виробництва низьколактозного сироваткового желе оздоровчого призначення, дозволили запропонувати науково-обґрунтовану рецептуру і розробити технологію виробництва желе на основі гідролізованої сироватки з підвищеною біологічною цінністю.

Кінцева рецептура (в кг на 1000 кг продукту без урахування втрат) для низьколактозного желейного десерту оздоровчого призначення: молочна сирна сироватка – 778; пюре жимолості – 40; імбир – 1,5; цукор – 150; ванілін – 0,5; желатин – 30.

Узагальнення результатів досліджень, які викладено вище, дозволило запропонувати технологічну схему виробництва желейного десерту на основі молочної сироватки представлену на рис. 2.

Молочна сирна сироватка, отримана при виробництві кисломолочного сиру, після оцінки якості і охолодження при необхідності до температури 4±2°C направляється на резервування.

Технологічний процес починається з підготовки компонентів. Цукор-пісок, ванілін, желатин і імбир попередньо розпаковують і зважують згідно до рецептури нормалізованої суміші. Цукор-пісок просіюють на просіювачі для видалення можливих сторонніх включень.

Ягоди жимолості сортують, швидко обдають гарячою водою і подрібнюють до стану однорідного пюре.

Кисломолочну сироватку нагрівають на підігрівачі і направляють на очищення від казеїнового пилу за температури 40-45°C. За цієї же температури сироватку резервують і залишають для гідролізу лактози за температури 40-45°C впродовж 4 годин.

При цьому до резервуару вносять ферментний препарат β -галактозидази у кількості 0,04%.

Ферментативний гідроліз відбувається за температури 40-45°C впродовж 4 год, при цьому відбувається розщеплення лактози до моноцукрів – глюкози і галактози. Ступінь гідролізу молочного цукру досягається 70...80%.

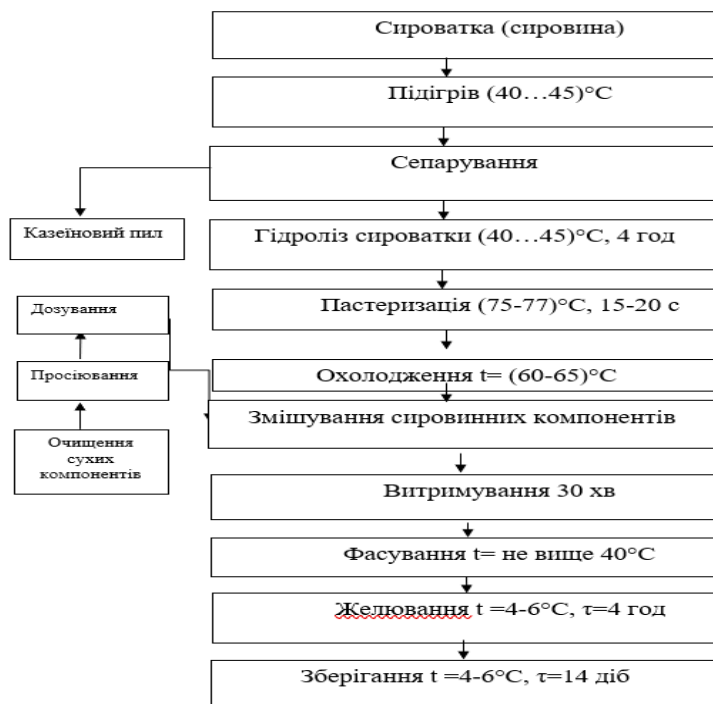


Рис. 2. Технологічна схема виробництва сироваткового желе

Використання гідролізу лактози дозволяє споживати продукт людям з лактазною недостатністю.

Після гідролізу лактози гідролізовану сироватку направляють на пастеризацію для знищення мікрофлори у вегетативній формі та інактивації ферментів. Пастеризацію проводять при температурі 75-77°C з витримкою 15-20 сек.

Отриману пастеризовану суміш охолоджують до температури 60-65°C і вносять до неї усі підготовані сировинні компоненти, суміш ретельно перемішують. Далі добавляють при безперервному перемішуванні желатин та цукор-пісок. В отриманій суміші визначають активну кислотність.

Суміш залишають у спокої на 30 хвилин для набухання сухих речовин. Отриману нормалізовану суміш фасують при температурі не нижче ніж 40°C, для того, що не почалося гелеутворення.

Готовий розфасований продукт поміщають в камеру для охолодження і охолоджують до температури 4-6°C. Після того, як низьколактозний желейний десерт оздоровчого призначення охолодили направляють на желювання яке триває 4 год. Під час якого утворюється желеподібна консистенція. Оскільки в якості стабілізатора використовують желатин, то в процесі желювання відбувається зв'язування вільної вологи, за рахунок чого утворюється відповідна консистенція і структура желе.

Термін зберігання желе за температури 4±2°C впродовж 14 діб.

У готовому продукті на кінець терміну зберігання визначено показники якості готового продукту, які наведені у таблиці 4.

**Показники якості готового низьколактозного сироваткового желейного десерту
для здорового харчування**

Найменування показника	Характеристика
Смак і запах	Чисті, без сторонніх присмаків і запахів, з присмаком жимолості та імбиру, з солодким смаком
Консистенція і зовнішній вигляд	Однорідна, щільна желеподібна структура, без відокремлення сироватки, колір приємний, світло-бузковий
Титрована кислотність, °Т	60
Активна кислотність, од. рН	5,20
КМАНФМ, КУО/см ³	5*10 ³
БГКП в 0,1 см ³ продукту	Відсутні

Висновки. На основі узагальнення теоретичного матеріалу і результатів експериментальних досліджень розроблено науково обґрунтовану технологію виробництва желе на основі гідролізованої кисломолочної сирної сироватки з жимолостю та імбиром оздоровчого призначення.

1. Отримані раціональні параметри процесу гідролізу лактози ферментним препаратом Na-Lactase – 40-45°C протягом 4 годин, оскільки при цих параметрах досягається максимальний ступінь гідролізу лактози – 70...80%, що обумовлює вміст лактози у продукті до 1,2%, що дозволяє позиціонувати готовий продукт як низьколактозний.

2. Підібрані раціональні концентрації пюре жимолості у складі нормалізованої суміші – 4% та імбиру – 0,1% від маси готового продукту.

3. Встановлені технологічні параметри виробництва низьколактозного десерту з сироватки (параметри процесу желювання): температура 4±2°C, тривалість 4 год.

4. Встановлені раціональні параметри зберігання готового продукту: температура 4±2°C впродовж 14 діб.

5. Розраховані рецептури на сироваткове желе на основі гідролізованої молочної сироватки та розроблено науково обґрунтовану технологію виробництва сироваткового желе обліпихою і імбиром з підвищеною біологічною цінністю.

6. Визначено показники якості готового продукту на граничний термін зберігання (14 діб).

Бібліографія

1. Назаренко Ю. В., Ященко С. Ю. Особливості використання молочної сироватки та етентату, отримання високоякісних напоїв оздоровчого харчування. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2016. Вип. 1. С. 127–142.
2. Rosado J. L. Lactose digestion and maldigestion. Nutr. Res. Rev. 1997. V. 10. P. 137 – 149.
3. Павлюк Р. В., Погарська В. В., Абрамова Т. С. Технологія тонізуючих нанонапоїв на основі молочної сироватки, збагачених кріопастами з овочів і фіто екстрактами. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2015. Вип. 1. С. 37–49.
4. Новгородська Н. В. Бринза з імуномодуючими властивостями. International independent scientific journal. Kraków, 2020. № 14. V. 1. С. 8–17.
5. Павлюк Р. Ю., Погарская В. В., Абрамова Т. С. Разработка функциональных оздоровительных нанонапитков на основе молочной сыворотки. Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. № 6(10). С. 59–64.
6. Aditi Kakan, Sudhakar Changade and Santosh Chopde. Effect of incorporation of Paneer whey on dough characteristics and organoleptic attributes of milk bread. Asian J. Dairy & Food Res DR-1002, P. 2-6.

7. Бархатова Т. В. Фруктовые десерты на основе молочной сыворотки. Матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Основные направления повышения качества молочных продуктов». Адлер, 2004. С. 89–90.
8. Донской Н. С. Применение ферментативного гидролиза лактозы. Молочная промышленность. 2008. № 11. С. 74–75.
9. Калинина Е. Д. Использование фермента β -галактозидазы в производстве сгущенных молочных продуктов. VII-я Международная науч.-техн. конф., Могилев, 2009. С. 279–280.
10. Соломон А. М. Характеристика рослинної сировини в якості функціональних інгредієнтів у кисломолочних напоях. Міжнар. наук.-практ. конф. «Інноваційні технології у тваринництві та харчовій галузі», Вінниця : ВНАУ, 2019. 5 с.
11. Соломон А. М., Новгородська Н. В., Бондар М. М. Кисломолочні десерти з подовженням терміном зберігання: монографія. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2019. 155 с.
12. Соломадина Л. В. Новые низколактозные продукты с использованием ферментных препаратов. Пищевая промышленность. 1998. № 7. С. 20–21.
13. Чагаровський, О. П. Хімія молочної сировини: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Одеса: «Сімекс-прінт», 2013. 268 с. ISBN 978-966-2601-44-2.
14. Ганина В. И. β -галактозидазная активность молочнокислых бактерий и бифидобактерий. Молочная промышленность. 2002. № 8. С. 36–37.
15. Храмов А. Г., Василисин С. В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки СПб.: ГИОРД, 2004. 576 с.
16. Тихомирова Н. А. Технология продуктов функционального питания. М.: ООО «Франтэра», 2002. 213 с.
17. Лебеда А. Ф. Лекарственные растения: самая полная энциклопедия. М.: АТС-ПРЕСС КНИГА, 2006. 912 с.
18. Baumler S. Heilpflanzen Praxis Heute.-Munchen, 2007. 989 p.
19. Weiss R. F. Fintelman Lehrbuch der Phytotherapie Hyppokrates. 1999. 485 p.
20. Falch B. Ingwer - nicht nur ein Gewurz. Dtsch. Apothek Ztg. 1997. Bd. 137. P.4267-4278.
21. Шидловская В. П. Неферментативное покоричневение молока и молочных продуктов при тепловой обработке и хранении. Молочная промышленность. 2000. № 12. С. 39–42.

References

1. Nazarenko, Yu. V., Yashchenko, S. Iu. (2016). Osoblyvosti vykorystannia molochnoi syrovatky ta etentatu, otrymannia vysokoiakisnykh napoiv ozdorovchoho kharchuvannia. [Peculiarities of using whey and etentate, obtaining high-quality health drinks]. Prohresyvnii tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade]. Issue 1. P. 127–142. [in Ukrainian].
2. Rosado, J. L. (1997). Lactose digestion and maldigestion. Nutr. Res. Rev. V. 10. P. 137–149. [in Great Britain].
3. Pavliuk, R. V., Poharska, V. V., Abramova, T. S. (2015). Tekhnolohiia tonizuiuchykh nanonapoiv na osnovi molochnoi syrovatky, zbahachenykh kriopastamy z ovochiv i fito ekstraktamy. [Technology of tonic nanodrink based on milk serum, enriched with cryopaste from vegetables and phyto extracts]. Prohresyvnii tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli. [Progressive equipment and technologies of food production, restaurant industry and trade]. Issue. 1. P. 37–49. [in Ukrainian].
4. Novhorodska, N. V. (2020). Brynza z imunomoduliuichymy vlastyviostiamy. [Cheese with immunomodulating properties]. International independent scientific journal. [International independent scientific magazine]. Kraków, № 14. Issue. 1. P. 8-17. [in Poland].
5. Pavliuk, R. Iu., Poharskaia, V. V., Abramova, T. S. (2014). Razrabotka funktsyonalnykh ozdorovytnykh nanonapytkov na osnove molochnoi syvorotky. [Development of functional wellness nanodrink based on milk serum]. Vostochno-Evropeiskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiyi. [East European Journal of Advanced Technologies]. № 6(10). P. 59–64. [in Ukrainian].
6. Effect of incorporation of Paneer whey on dough characteristics and organoleptic attributes of milk bread. [Effect of Incorporation of Paner Vgei on Dug Characteristics and Organoleptic Attributes of Milk Bread] Aditi Kakan, Sudhakar Changade and Santosh Chopde. Asian J. Dairy & Food Res [Asian Y. Dairy & Food Res]. DR-1002, R. 2-6. [in India].

-
7. Barkhatova, T. V. (2004). Fruktovye deserty na osnove molochnoi syvorotky. [Fruit desserts based on whey]. Mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. «Osnovnye napravleniya povysheniya kachestva molochnykh produktov». Adler, P. 89-90. [in russian].
 8. Donskoi, N. S. (2008). Prymenenye fermentativnoho hydrolyza laktozy. [Application of fermentative hydrolysis of lactose]. Molochnaia promyshlennost. [Dairy industry]. № 11. P. 74–75. [in Ukrainian].
 9. Kalynyna, E. D. (2009). Yspolzovanye fermenta β -halaktozydazy v proyzvodstve shushchennykh molochnykh produktov. [The use of the enzyme β -galactosidase in the production of condensed dairy products]. VII–ia Mezhdunarodnaia nauch.-tekhn. konf., Mohylev, P. 279–280. [in Belarus].
 10. Solomon, A. M. (2019). Kharakterystyka roslynnoi syrovyny v yakosti funktsionalnykh inhrediiientiv u kyslomolochnykh napoiakh. [Characteristics of plant raw materials as functional ingredients in fermented milk drinks]. Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Innovatsiini tekhnolohii u tvarynnystvi ta kharchovii haluzi», Vinnytsia : VNAU, 5 p. [in Ukrainian].
 11. Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., Bondar, M. M. (2019). Kyslomolochni deserty z podovzhenym terminom zberihannia: monohrafiia. [Sour milk desserts with extended shelf life: monograph]. Vinnytsia: RVV VNAU, 155 p. [in Ukrainian].
 12. Solomadyna, L. V. (1998). Novye nyzkolaktoznye produkty s yspolzovanyem fermentnykh preparatov. [New low-lactose products using enzyme preparations]. Pyshchevaia promyshlennost. [Food industry]. № 7. P. 20 – 21. [in Ukrainian].
 13. Chaharovskiy, O. P. (2013). Khimiia molochnoi syrovyny: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv. [Chemistry of dairy raw materials: a study guide for students of higher educational institutions]. Odesa: «Simeks-print». [Simex print]. 268 p. ISBN 978-966-2601-44-2. [in Ukrainian].
 14. Hanyna, V. Y. (2002). β -halaktozydaznaia aktyvnost molochnokyslykh bakteriy y byfydobakteriy. [β -galactosidase activity of lactic acid bacteria and bifidobacteria]. Molochnaia promyshlennost. [Dairy industry]. № 8. P. 36 – 37. [in Ukrainian].
 15. Khrantsov, A. H., Vasylysyn, S. V. (2004). Spravochnyk tekhnoloha molochnoho proyzvodstva. [Handbook of dairy production technologist.]. Tekhnolohiya y retseptury. [Technology and recipes]. T. 5. Produkty yz obezhyrennoho moloka, pakhty y molochnoi syvorotky SPb.: HYORD. 576 p. [in Ukrainian].
 16. Tykhomyrova, N. A. (2002). Tekhnolohiya produktov funktsionalnoho pytania. [Functional food technology]. M.: ООО „Франтера”. [Frantera]. 213 p. [in russian].
 17. Lebeda, A. F. (2006). Lekarstvennye rasteniya: samaia polnaia entsyklopediya. [Medicinal plants: the most complete encyclopedia]. M.: ATS-PRESS KNYHA. [ATS-PRESS BOOK]. 912 p. [in russian].
 18. Baumler, S. (2007). Heilpflanzen Praxis Heute. Munchen. 989 p. [in Germany].
 19. Weiss, R. F. (1999). Fintelman Lehrbuch der Phytotherapie Hyppokrates. 485 p. [in Germany].
 20. Falch, B. (1997). Ingwer – nicht nur ein Gewurz. Dtsch. Apothek Ztg. Bd. 137. P. 4267-4278. [in Germany].
 21. Shydlovskaya, V. P. (2000). Nefermentativnoe pokorychnevenye moloka y molochnykh produktov pry teplovoi obrabotke y khranenyi. [Non-enzymatic browning of milk and dairy products during heat treatment and storage]. Molochnaia promyshlennost. [Dairy industry]. № 12. P. 39–42. [in Ukrainian].
-