
ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

FOOD TECHNOLOGY

УДК 637.146.34:579.678

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.4.4>

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗЛАКТОЗНОГО ЙОГУРТУ З ДОТРИМАННЯМ ПРИНЦИПІВ СИСТЕМИ НАССР

Болгова Н.В. – кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри технології і безпеки харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету

ORCID ID: 0000-0002-0201-0769

Scopus-Author ID: 57217302672

Самілик М.М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології і безпеки харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету

ORCID ID: 0000-0002-4826-2080

Scopus-Author ID: 57217312425

Назаренко Ю.В. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри технології і безпеки харчових продуктів
Сумського національного аграрного університету

ORCID ID: 0000-0003-4870-4667

Researcher ID: W-6022-2018

Соколенко В.В. – старший викладач кафедри технології
і безпеки харчових продуктів

Сумського національного аграрного університету

ORCID ID: 0000-0002-2049-7013

Researcher ID: V-8632-2018

Робота присвячена виробництву безлактозного йогурту з дотриманням принципів системи НАССР. Кисломолочні продукти, що створені з використанням молочнокислих і біфідобактерій, розглядаються як основа функціонального харчування людини, сприяють профілактиці низки захворювань. Позитивний ефект зумовлений наявністю пробіотиків та пребіотиків. Джерелом молочнокислих бактерій є кисломолочні напої, зокрема, йогурти. Йогурт отримують сквашуванням нормалізованої молочної суміші термофільними стрептококами і болгарською паличкою. Поряд з якістю потрібно враховувати і безпеку продукції, в основі якої лежить впровадження та дотримання принципів системи НАССР. З метою виробництва безлактозних продуктів здебільшого

використовують фермент лактазу. Під дією ферменту лактоза розщеплюється на глюкозу та галактозу, надаючи продукту солодкуватого присмаку. З урахуванням цього перед нами стоїть завдання отримати продукт з правильним смаком та функціональною спрямованістю. Особливо це актуально з огляду на різновікові групи споживачів, які страждають непереносимістю лактози. Запропоновано рецептуру безлактозного йогурту з такими харчовими добавками та наповнювачами, як: сухе знежирене молоко, сукралоза, лактулоза, пектин, вітамін D, фермент лактаза. Зважаючи на проаналізовану інформацію, можна вважати, що запропоновані рецептурні компоненти для виробництва безлактозного йогурту забезпечують його користь та надають функціональних властивостей. Безлактозний йогурт виготовляють за класичною технологією. Таким чином, розробка, виробництво якісної та безпечної продукції – актуальне питання не лише виробника, а й науковця. Метою дослідження є аналіз рецептури та технології безлактозного йогурту, дотримання вимог системи HACCP під час виробництва. В роботі проаналізована та обґрунтована актуальність вибраної теми. У результаті проведеного аналізу аргументовано вибір рецептурних компонентів для виробництва безлактозного йогурту. На основі літературних доказів встановлена функціональність продукту. Задokumentовано результат аналізу небезпечних факторів та підтверджено вибір КТК.

Ключові слова: безлактозний йогурт, HACCP, сукралоза, лактулоза, пектин, вітамін D, лактаза, безпечність, критичні точки контролю, виробництво.

Bolgova N.V., Samilyk M.M., Nazarenko Y.V., Sokolenko V.V. Technology for the production of lactose-free yoghurt in compliance with the principles of the HACCP system

The work is devoted to the production of lactose-free yogurt in compliance with the principles of the HACCP system. Fermented milk products with the use of lactic acid and bifidobacteria are considered as the basis of human functional nutrition, contribute to the prevention of a number of diseases. The positive effect is due to the presence of probiotics and prebiotics. Fermented milk drinks, in particular yoghurts, are the source of lactic acid bacteria. Yoghurt is obtained by fermenting the normalized milk mixture with thermophilic streptococci and Bulgarian bacillus. Along with quality, it is necessary to take into account the safety of products, which is based on the implementation and observance of the principles of the HACCP system. For the production of lactose-free products, in most cases, the enzyme lactase is used. Under the action of an enzyme, lactose is broken down into glucose and galactose, providing a product with a sweetish taste. Taking this into account, we are faced with the task of obtaining a product with the right taste and functional focus. This is especially true given the different age groups of consumers suffering from lactose intolerance. A formulation of lactose-free yogurt with the following food additives and fillers is proposed: skimmed milk powder, sucralose, lactulose, pectin, vitamin D, lactase enzyme. Taking into account the analyzed information, it can be considered that the proposed prescription components for the production of lactose-free yoghurt provide its benefits and have functional properties. Lactose-free yoghurt is made using classical technology. Thus, the development, production of high-quality and safe products is a topical issue not only for the manufacturer, but also for the scientist. The aim of the study is to analyze the formulation and technology of lactose-free yoghurt, compliance with the requirements of the HACCP system during production. The work analyzes and substantiates the relevance of the chosen topic. As a result of the analysis, the choice of prescription components for the production of lactose-free yoghurt is reasoned. The functionality of the product has been established on the basis of literary evidence. The result of the hazard analysis was documented and the choice of the CPC was confirmed.

Key words: lactose-free yogurt, HACCP, sucralose, lactulose, pectin, vitamin D, lactase, safety, critical control points, production.

Вступ. Кисломолочні продукти, що створені з використанням молочнокислих і біфідобактерій, розглядаються як основа функціонального харчування людини, сприяють профілактиці низки захворювань. Позитивний ефект зумовлений наявністю пробіотиків та пребіотиків [1; 2]. Джерелом молочнокислих бактерій є кисломолочні напої, зокрема, йогурти. Йогурт отримують сквашуванням нормалізованої молочної суміші термофільними стрептококами і болгарською паличкою. Поряд з якістю потрібно враховувати і безпечність продукції, в основі якої лежить впровадження та дотримання принципів системи HACCP.

Постановка проблеми. Виробництво безлактозного йогурту ґрунтується на використанні ферменту лактази. Під дією ферменту лактоза розщеплюється на глюкозу та галактозу, надаючи продукту солодкуватого присмаку. З огляду на це перед нами стоїть завдання отримати продукт з правильним смаком та функціональною спрямованістю. Особливо це актуально з урахуванням різновікових груп споживачів, які страждають непереносимістю лактози. Таким чином, розробка, виробництво якісної та безпечної продукції – актуальне питання не лише виробника, а й науковця [3].

Метою дослідження є аналіз рецептури та технології безлактозного йогурту, дотримання вимог системи НАССР під час виробництва. Предмет дослідження – безлактозний йогурт, показники безпечності. Об'єкт досліджень – технологія виробництва безпечного продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З огляду на той факт, що молочні продукти відносять до продуктів широкого вжитку, які містять необхідні для організму людини білки, жири, вуглеводи, кальцій, калій тощо, науковці з різних країн вивчають питання виробництва безлактозної продукції [4].

У роботі [5] розроблено рецептуру низьколактозного морозива. Розроблено технологічну схему виробництва. Вивчено вплив низьколактозних компонентів на в'язкість та структуру морозива. За рахунок внесення в продукт лакто- та біфідобактерій підтверджено пробіотичні властивості.

У роботах [6–8] проаналізовані різні способи виробництва безлактозного молока: внесення ферменту, мембранна фільтрація. Встановлено, що виробництво безлактозного молока з використанням мембранної ультрафільтрації дозволяє отримати продукт з вмістом лактози менше 0,01%, що не такий солодкий на смак, як за традиційного способу.

У роботі [9] проаналізовано асортимент низьколактозних та безлактозних сумішей для дітей раннього віку. Аналіз літературних джерел дозволив авторам стверджувати, що діти на грудному вигодовуванні не переносять лактозу і, як результат, потребують адаптованих сумішей.

У роботі [10] вирішується питання переробки молочної сироватки на низьколактозний напівфабрикат. Відповідно до розробленої технології отримано продукт з вмістом лактози 0,61% та запропоновано його використання як функціональної добавки для людей, які не переносять лактозу.

У роботі [11] розроблено рецептури молочно-фруктових десертів і напоїв на основі безлактозної молочної сироватки. Встановлено, що для отримання молочної сироватки з більш низьким вмістом лактози доцільно використовувати закваску «Свій йогурт». Проведені дослідження фізико-хімічних характеристик готового продукту підтверджують доцільність використання молочної сироватки зі зниженою кількістю лактози.

У роботі [12] досліджено ринок низьколактозних продуктів, обґрунтовано рецептуру і спосіб виробництва низьколактозного кисломолочного продукту на основі сироватки з папаєю. Розробка цього функціонального продукту рекомендована для спеціальних груп споживачів, а саме дітей, підлітків і літніх людей.

Потрібно пам'ятати, що поряд із якісними характеристиками продукту сучасний споживач звертає увагу на безпечність. В основі системи безпечності харчових продуктів лежать принципи, що засновані на системі НАССР, які є обов'язковими для всіх харчових підприємств.

У роботах [13; 14] досліджено процес інтеграції України в міжнародних економічних відносинах. Проведено аналіз переваг та можливих ризиків впровадження

принципів НАССР на вітчизняних переробних підприємствах. Доведено ефективність такого інструменту.

У роботах [15; 16] запропоновано шляхи успішної реалізації системи безпечності, проаналізовано небезпечні фактори впливу починаючи від виробника і закінчуючи споживачем, обґрунтовано вибір критичних точок контролю.

У роботі [17] розроблені методичні основи розробки та впровадження системи НАССР на підприємствах з виробництва питного молока. На основі «дерева рішень» обґрунтовано вибір критичних точок контролю та розроблено систему їх простежування, контролю та моніторингу. Встановлено, що такий підхід до виробництва безпечної продукції дозволить молокопереробному підприємству залишатися конкурентним та затребуваним.

У роботі [18] досліджено питання впровадження та використання системи НАССР на підприємстві роздрібної торгівлі з виробництва булочних виробів. Авторами запропоновано алгоритм визначення критичних точок контролю та заходи, що унеможливають появу небезпечних ризиків як на етапі виробництва, так і реалізації продуктів харчування. Використання та дотримання запропонованих рекомендацій унеможливить потрапляння шкідливої та небезпечної продукції до споживача.

У роботі [19] проведено аналіз харчової безпечності та її вплив на конкурентоспроможність у закладах швидкого харчування. Доведено ефективність провадження системи НАССР з урахуванням витрат на розробку та документування, навчання персоналу, послуги зовнішніх консультантів, сприяючи довірі споживачів та захищаючи бренд.

Відповідно до проведеного аналізу наукових праць можна зробити висновок, що виробництво безпечної безлактозної продукції для широкого вжитку є актуальною та своєчасною темою.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зважаючи на сучасні прагнення з розширення асортименту слід обов'язково зважати на вимоги нормативних документів. Всі йогурти, у тому числі і безлактозні, повинні відповідати ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови».

Основною сировиною для виробництва безлактозного йогурту є молоко коров'яче незбиране, молоко знежирене та суха бактеріальна закваска. Молоко повинне відповідати вимогам ДСТУ 3662:2018 «Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови». Загальна рецептура досліджуваного продукту представлена в таблиці 1.

Відповідно до запропонованої рецептури застосовують такі харчові добавки та наповнювачі, як: сухе знежирене молоко, сукралоза, лактулоза, пектин, вітамін D, фермент лактаза.

Сукралоза – синтетичний, хлорорганічний, термостабільний підсолоджувач, що отриманий із сахарози шляхом спеціальної обробки. Приблизно в 600 разів солодший за цукор. Завдяки особливостям методу виготовлення сукралоза фактично не містить калорій і знижує ризик карієсу. На відміну від більшості підсолоджувачів, такий замінник цукру рекомендований до застосування вагітними жінками і дітьми молодшої вікової групи. Сукралоза не сприяє вивільненню інсуліну і безпечна для людей, які страждають на цукровий діабет і непереносимість глюкози. Саме тому сукралоза вважається одним з найбезпечніших підсолоджувачів на сьогодні [20–23].

Таблиця 1

Рецептура безлактозного йогурту, кг/т

Найменування компонентів	Планові витрати
Молоко незбиране з м.ч.ж. 3,4%	458,01
Молоко знежирене м.ч.ж. 0,05 %	471,89
СОМ	21,52
Сукралоза	0,08
Пектин	0,51
Лактулоза	4,04
Йодис-концентрат	0,51
Закваска	10 г на 100 кг
Вітамін D	4 каплі
Фермент лактаза	0,71
Фруктовий наповнювач	53,54

Лактулоза – це синтетичний дисахарид, що складається з однієї молекули фруктози і галактози, з'єднаних β -глікозидним зв'язком. Вона синтезується з лактози молочних продуктів. Міжнародна непатентована назва лактулози – 4-0- β -D-галактопіранозил-D-фруктоза. Її хімічна формула виглядає так: $C_{12}H_{22}O_{11}$, молекулярна маса – 342,3 г/моль. Лактулоза характеризується як пребіотик [24; 25]. Вживання лактулози протягом двох тижнів дозволяє збільшити кількість біфідобактерій у кишечнику до 47,4%. Це, своєю чергою, зменшує кількість клостридій [26]. Вживання цього пребіотика дозволяє знизити вміст токсичних метаболітів, ферментів; покращує абсорбції кальцію; в товстому кишечнику розщеплюється до органічних кислот, знижуючи рН та пригнічуючи розвиток гнильної мікрофлори; спостерігається збільшення секреції жовчі [27–29].

Аналіз досліджень використання лактулози в технології харчових продуктів підводить до таких важливих її властивостей, як висока біфідогенність та технологічність.

Пектин – харчова добавка E440, що найчастіше в молочній промисловості використовується як стабілізатор та структуроутворювач [30; 31].

Пектин у рецептурі кисломолочних продуктів запобігає синерезису, дозволяючи знизити температуру розливу без впливу на консистенцію готового продукту. Завдяки сорбційним властивостям сприяє виведенню з організму важких, радіоактивних металів, канцерогенів. Пектини також є субстратом та поживним середовищем для розвитку бактерій кишкової мікрофлори, пригнічують життєдіяльність частини умовно-патогенних бактерій [32; 33].

У рецептурі йогурту використали термостійкий йодис-концентрат, який відповідає ТУ У 14326060.003-98 «Сировина для йодування продуктів «Йодис-концентрат». Внесення цього компонента насичує продукт йодом та не впливає на фізико-хімічні та технологічні показники йогурту під час зберігання [33–35].

Вітамін D і кальцій вважаються важливими дієтичними складниками, які впливають на формування кісткової маси. Вітамін D відіграє важливу роль у засвоєнні кальцію, що безпосередньо впливає на кальцієво-фосфатний баланс [36–38].

Фермент лактаза каталізує розщеплення лактози на прості цукри – глюкозу та галактозу [39; 40]. Молочні продукти без лактози та зі знизеним вмістом цукру

вважаються більш корисними для здоров'я і користуються попитом у споживача лише у разі, якщо смак не поступається звичайним молочним продуктам.

Зважаючи на проаналізовану інформацію, можна вважати, що запропоновані рецептурні компоненти для виробництва безлактозного йогурту забезпечують його користь та надають функціональних властивостей.

Безлактозний йогурт виготовляють за класичною технологією, яку представлено на рис. 1.

Технологічний процес складається з таких операцій, як: приймання сировини, оцінка її якості лабораторією згідно з чинними нормативними документами; охолодження молока до $4\pm 2^\circ\text{C}$; очистка молока за температури $+6^\circ\text{C}$; резервування за $4\pm 2^\circ\text{C}$ до 4 годин; підігрів до температури сепарування $40\text{--}45^\circ\text{C}$; охолодження до $4\pm 2^\circ\text{C}$ і резервування; нормалізація; приготування допоміжних компонентів (сухе знежирене молоко, пектин, йодис-концентрат, лактулоза, сукралоза); внесення у нормалізовану суміш, нагріту до температури $37\text{--}40^\circ\text{C}$, перемішування $40\text{--}60$ хв. до повного розчинення та набухання; підігрів суміші до температури гомогенізації (65°C); гомогенізація під тиском $15+1,5$ МПа; пастеризація за температури 92°C без витримки; охолодження до температури заквашування $38\text{--}42^\circ\text{C}$; внесення у суміш ферменту лактази, перемішування 5 хв. і залишення у спокої на $15\text{--}20$ хвилин для розщеплення молочного цукру (лактози) до моносахаридів.

Процес розщеплення лактози контролюють за допомогою приладу (кріоскопа) показником «точка замерзання». Точка замерзання у молоці становить мінус $0,520^\circ\text{C}$.

Точка замерзання в молоці з додаванням ферменту лактази після витримування становить від мінус $0,815^\circ\text{C}$ (відповідно, вміст лактози менший за $0,15\%$) до мінус $0,830^\circ\text{C}$ (відповідно, вміст лактози менший $0,1\%$); заквашування закваскою прямого внесення за температури $38\text{--}42^\circ\text{C}$, перемішування $20\text{--}30$ хв.; сквашування суміші за $38\text{--}42^\circ\text{C}$ протягом $6\text{--}8$ годин до досягнення активної кислотності рН $5,05\text{--}4,95$ і титрованої кислотності $65\text{--}70^\circ\text{T}$; охолодження згустку у разі періодичного перемішування до температури $20\text{--}25^\circ\text{C}$. Тривалість процесу охолодження не більше 2 годин; внесення фруктового наповнювача згідно з рецептурою; фасування за температури $20\text{--}25^\circ\text{C}$, маркування, доохолодження до $4\pm 2^\circ\text{C}$ та зберігання.

Охолодження продукту до температури $4\pm 2^\circ\text{C}$ проходить протягом 20 годин з моменту закінчення розфасовки. Розфасований у герметичне пакування і охолоджений до температури $4\pm 2^\circ\text{C}$ безлактозний йогурт зберігається протягом 14 діб з моменту завершення технологічного процесу.

З огляду на обізнаність споживача та вимоги й конкурентну спроможність сучасного ринку молочних продуктів виробник має випускати в реалізацію не лише якісний, натуральний, функціональний продукт, а й безпечний.

З метою виробництва безпечного продукту виробник має проаналізувати небезпечні фактори, а саме фізичний, хімічний, біологічний. Користуючись «деревом рішень» та міжнародними практиками, аналізуємо можливі ризики в технологічному процесі виробництва безлактозного йогурту. Починаємо аналізувати із сировини. Вважається, що сировина, яка використовується за рецептурою і не пройшла відповідну термічну обробку, є потенційно небезпечною з точки зору можливих патогенних мікроорганізмів. Відповідно до висновку, якого дійшла група фахівців (НАССР), технологічна операція з термічної обробки (пастеризація) буде заходом контролю та критичною точкою контролю (КТК) небезпечного біологічного фактора (рис. 1).

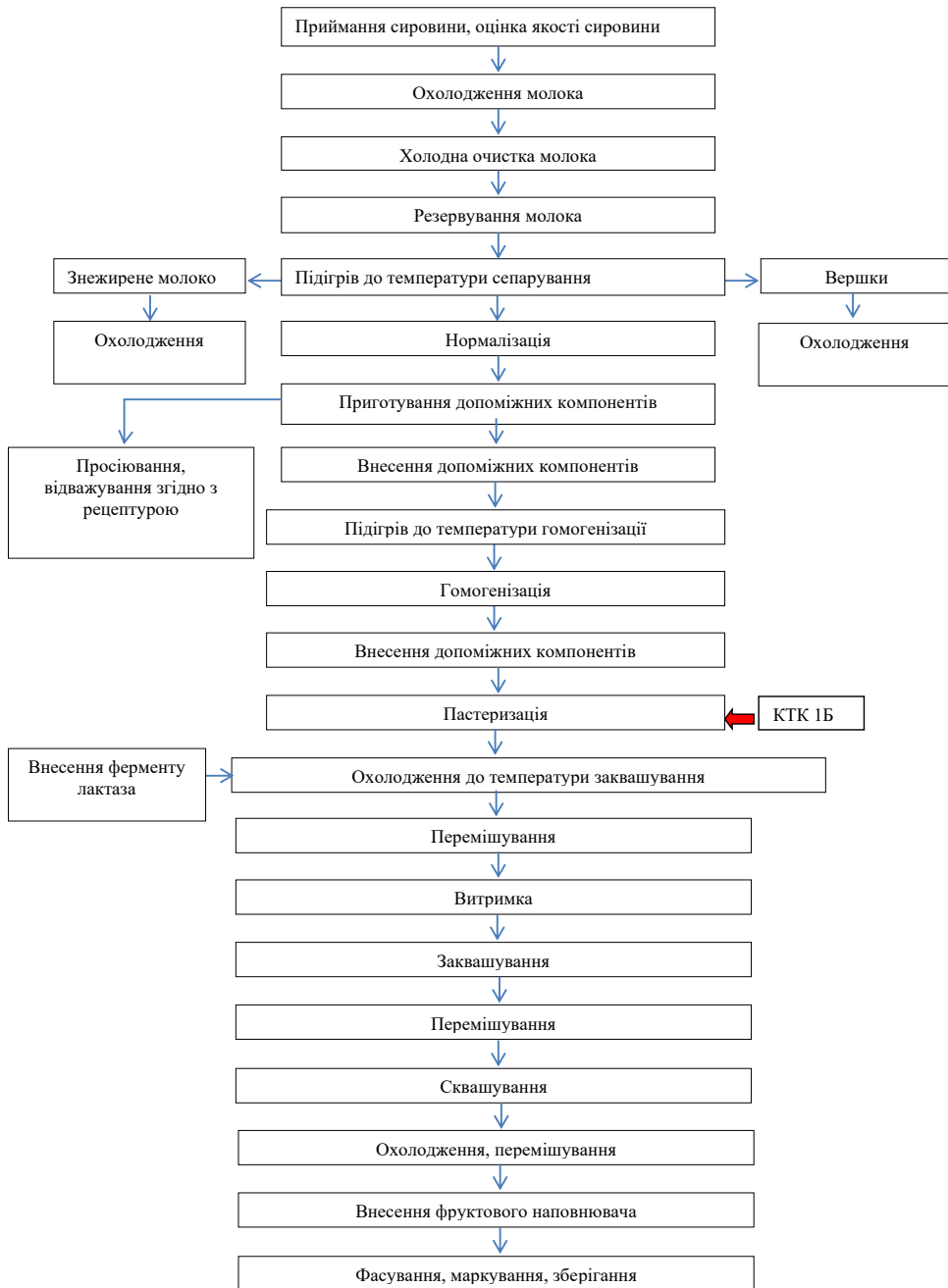


Рис. 1. Технологічна схема виробництва безлактозного йогурту

План НАССР відповідно буде базуватися на високотемпературній пастеризації (без витримки) та включатиме КТК 1Б, розроблену з метою запобігання наявності вегетативних патогенів у готовому продукті (табл. 2). План НАССР, як і вся

документована система, може змінюватися та/або адаптуватися для будь-яких кисломолочних продуктів та технічних рішень. Аналіз небезпечних чинників та визначення КТК для виробництва безлактозного йогурту враховує приймання молочних складників, їх зберігання та теплову обробку, а немолочні компоненти, що входять у рецептуру, вважаються такими, що не вимагають обмежень часу чи температури зберігання. Початкова мікробіологічна забрудненість цих продуктів аналізується згідно з рекомендаціями виробника. Однак слід пам'ятати, що будь-які зміни програми мають бути проаналізовані з точки зору ризиків та можливості появи КТК.

Слід також зазначити, що система безпечності вимагає повної поінформованості для потенційного споживача продукту. Тому в описі продукту слід вказати всі складники рецептури, умови зберігання і, що важливо, потенційних споживачів. Потрібно обов'язково звернути увагу на те, що продукт безлактозний і може бути рекомендований тим групам людей, які страждають на непереносимість лактози.

Висновки і пропозиції. У роботі проаналізовано та обґрунтовано актуальність вибраної теми. В результаті проведеного аналізу аргументовано вибір рецептурних компонентів для виробництва безлактозного йогурту. На основі літературних доказів встановлена функціональність продукту. Задokumentовано результат аналізу небезпечних факторів та підтверджено вибір КТК.

Таблиця 2

План НАССР

КТК	Ризики	Критичні межі	Моніторинг				Коригувальні дії	Перевірка	Документи
			що	як	частота	хто			
Пастеризація	Б – вегетативні патогени	Температура $\geq 92 \leq 98^\circ\text{C}$	Температура	Перевірка, запис	Кожні 2 год.	Оператор	Відділити продукт, провести оцінку якості та безпечності (переробка / утилізація), задокументувати дії	Порівняння показників термометрів, манометрів. Перевірка записів. Калібрування обладнання.	Журнали: контролю температури, контролю КТК, калібрування обладнання. Блок-схеми виробництва продукту. Записи коригувальних дій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Radiomodifying Effect of X-Ray Radiation on Microflora of Yogurts with Ultradisperse Powders of *Beta vulgaris* / Samilyk M.M., Gelih A.O., Kalinkevich O.V., Bolgova N.V., Shelest I.V., Trofimenko Y.V. 2020 *IEEE 10th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP)* (9–13 Nov. 2020). Sumy : IEEE, 2020. P. 02IT05-1–02IT05-5. DOI: 10.1109/NAP51477.2020.9309550.

2. Samilyk M. Influence of the structure of some types of fillers introduced to the yogurt recipe on changes in its rheological indicators / M. Samilyk, A. Helikh, T. Ryzhkova, N. Bolgova, Y. Nazarenko. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. No. 2/11(104). P. 46–51. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.1995273.

3. Коваленко Т.В. Удосконалення рецептури йогурту з використанням рослинної сировини / Т.В. Коваленко, Н.В. Болгова. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet: proceedings of IX International scientific and practical Internet-conference* (23 October 2020). Prague : Oktan-Print s.r.o., 2020 P. 20–21. DOI: 10.46489/FAHM-01.

4. Dekker P. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits / P. Dekker, D. Koenders, M.J. Bruins. *Nutrients*. 2019. 11(3). P. 551. URL: <https://doi.org/10.3390/nu11030551>.

5. Трубнікова А.А. Розробка технології низьколактозного морозива на основі безлактозного концентрату маслянки / А.А. Трубнікова, О.Б. Чабанова, Т.С. Шараматова, С.М. Бондар, Є.М. Савчак. *Вісник НТУ «ХП»*, Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. Харків : НТУ «ХП». 2018. № 45 (1321). С. 214–227. DOI:10.20998/2413-4295.2018.45.30.

6. Минин П.С. Технология производства безлактозного молока с применением баромембранных процессов / П.С. Минин, В.А. Тимкин. *Переработка молока : отраслевой специализир. журнал*. 2019. № 12. С. 52–53.

7. Тимкин В.А. Технология производства безлактозного молока методом диафильтрации / В.А. Тимкин, П.С. Минин. *Молочная промышленность: научно-технич. и производств.* 2018. № 12. С. 58–59.

8. Бань М.Ф. Тенденции развития рынка безлактозного молока в Республике Беларусь / М.Ф. Бань, Н.М. Кириленко. *Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения : сборник научных статей международной научно-практической конференции (г. Гомель, 4 ноября 2016 г.) / под. науч. ред. В.Е. Сышко и Е.В. Рошиной. Гомель : Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, 2016. С. 101–103.*

9. Антипова Т.А. Исследования в области разработки низколактозных смесей для детского питания / Т.А. Антипова, С.В. Фелик, С.В. Симоненко, А.Е. Седова. *Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции: сб. матер. III Междунар. научн.-практ. (г. Краснодар, 8–19 апреля 2019 г.)*. 2019. Ч. 2. С. 28–32. URL: http://www.vniitti.ru/conf/conf2019/articles/AntipovaT.A._FelikS.V._SimonenkoS.V._SedovaA.E._statya.pdf.

10. Краснова Ю.В. Создание низколактозной молочной сыворотки с использованием бактериальной β -галактозидазы / Ю.В. Краснова, С.Н. Бутова, Е.Р. Вольнова, Ю.В. Николаева. *Health, Food & Biotechnology*. 2019. № 1(4). С. 105–113. DOI: [org/10.36107/hfb.2019.i4.s282](https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i4.s282).

11. Бурова Т.Е. Биотехнология низколактозных молочно-фруктовых десертов и напитков на основе молочной сыворотки / Т.Е. Бурова, О.Е. Рачевская. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2016. № 8 (50). Ч. 2. С. 9–14. DOI: 10.18454/IRJ.2016.50.215.

12. Тихомирова Н.А. Низколактозный кисломолочный продукт с растительными компонентами / Н.А. Тихомирова, З.В. Волокитина, Б.Т. Нгуев. *Молочная промышленность: научно-технич. и производств.* 2020. № 6. С. 35–37.

13. Кузьма В.В. Впровадження системи управління безпекою харчових продуктів на основі концепції НАССР. *Modern Economics*. 2019. № 14. С. 115–120. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V14\(2019\)-19](https://doi.org/10.31521/modecon.V14(2019)-19).

14. Семко Т.В. Безпечність продукції по принципах НАССР. *ЛОГОС. Мистецтво наукової думки*. 2018. № 1. С. 152–153.

15. Семко Т.В. Вимоги ЄС щодо безпеки харчових продуктів та особливості впровадження системи НАССР у м'ясній промисловості України / Т.В. Семко, О.А. Іваніщева. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 11. С. 155–165. URL: <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-18>.

16. Іваніщева О. Особливості впровадження системи НАССР на м'ясопереробних підприємствах України / О. Іваніщева, О. Пахомська. *Молодий вчений*. 2020. № 9(85). С. 98–101. URL: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-9-85-23>.

17. Микійчук М.М. Етапи розроблення системи НАССР на молокопереробному підприємстві / М.М. Микійчук, С.Д. Остап'юк. *Енергетика і автоматика*. 2017. № 1. С. 123–131.

18. Мардар М. Використання принципів НАССР для забезпечення якості та безпеки продуктів на підприємствах роздрібної торгівлі / М. Мардар, І. Устищенко, О. Кручек, А. Макар. *Наукові праці ОНАХТ*. 2018. № 48. С. 171–182. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v0i48.811>.

19. Петровська І.О. Впровадження системи НАССР у закладах швидкого харчування / І.О. Петровська, О.Г. Мітал, С.А. Мітал. *Економіка та підприємництво*. 2020. № 1(112). С. 119–124. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2020-1-20>.
20. Адамчук Т.В. Регламенти використання підсолоджувача сукралози Е 955. *Сучасні проблеми токсикології*. 2011. № 5. С. 107.
21. Baird I.M. Repeated dose study of sucralose tolerance in human subjects / I.M. Baird, N.W. Shephard, R.J. Merritt, G. Hildick-Smith. *Food Chemical Toxicology*. 2000. Vol. 38 (Supplement 2). P. 123–129. DOI: 10.1016/S0278-6915(00)00035-1.
22. Schiffman S.S. Sucralose, A Synthetic Organochlorine Sweetener: Overview of Biological Issues / S.S. Schiffman, K.I. Rother. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*. 2013. T. 16, No. 7. P. 399–451. DOI: 10.1080/10937404.2013.842523.
23. Short-Term Consumption of Sucralose with, but Not without, Carbohydrate Impairs Neural and Metabolic Sensitivity to Sugar in Humans / J.R. Dalenberg, B.P. Patel, R. Denis, M.G. Veldhuizen, Y. Nakamura, P.C. Vinke et. al. *Cell Metabolism*. 2020. Vol. 31(3). P. 493–502.e7. DOI: 10.1016/j.cmet.2020.01.014.
24. Гніцевич В.А. Розробка технології напівфабрикату для рибних січених виробів геродістичного призначення / В.А. Гніцевич, А.В. Слащева, В.М. Любієва. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2016. Вип. 33. С. 19–27.
25. Iorgachev E. Симбіотичні добавки в технології вафельних виробів / E. Iorgachev, H. Korkach, T. Lebedenko, O. Kotuzaki. *Food Science and Technology*. 2019. № 13(1). URL: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i1.1310>.
26. Яковлева Л.В. Клінічна ефективність лактулози / Л.В. Яковлева, О.Б. Леницька, Є.О. Ковальова, Д.М. Бабенко. *Дитячий лікар*. 2012. № 5. С. 48–54.
27. Кутах Д. Новые перспективы развития рынка лактулозы в Украине. *Аптека. ua*. 2011. URL: <https://www.apteka.ua/article/69031>.
28. Zdunczyk Z. Physiological effects of lactulose and inulin in the caecum of rats / Z. Zdunczyk, J. Juskiewicz, M. Wroblewska, B. Krol. *Arch. Anim. Nutr.* 2004. Vol. 58 (1). P. 89–98.
29. Tuohy K.M. A human volunteer study to determine the prebiotic effects of lactulose powder on human colonic microbiota / K.M. Tuohy, C.J. Ziemer, A. Klinder, Y. Knöbel, B.L. Pool-Zobel, G.R. Gibson. *Microbial Ecology in Health and Disease*. 2002. Vol. 14. P. 165–173. <https://doi.org/10.1080/089106002320644357>.
30. Болгова Н.В. Функціональні продукти харчування на основі молочної сироватки. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь : ТДАТУ*. 2016. Вип. 16, Т. 1. С. 105–112.
31. Болгова Н.В. Пектин у технології виробництва функціональних молочних продуктів. *Технології XXI века : Сборник тезисов по материалам 22-й международной научной конференции (12–17 сентября 2016 г.)*. Сумы, 2016. Ч. 1. С. 54–55.
32. Кукин М.Ю. Применение пектина для создания продуктов здорового питания / М.Ю. Кукин, А.Г. Николаев. *Молочная промышленность*. 2016. № 3. С. 67–68.
33. Гойко І.Ю. Дослідження впливу пектину на сквашування молочної суміші для отримання кисломолочного напою / І.Ю. Гойко, І.А. Івасенко. *Харчова промисловість*. 2012. № 13. С. 15–18.
34. Gruba S.O. Йододефіцитні захворювання у пацієнтів із когнітивними проявами та їх профілактика / S.O. Gruba, U.O. Naumova. *Медсестринство*. 2021. № 4. С. 41–43. URL: <https://doi.org/10.11603/2411-1597.2020.4.11872>.
35. Dalievska C.D. Changes in physicochemical and microbiological parameters of yogurt with the addition of biologically active iodine during storage / C.D. Dalievska, O. Pokotylo. *New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science*. 2021. No. 3(47). DOI: 10.26886/2414-634X.3(47)2021.13.
36. Polzonetti V. Dietary Intake of Vitamin D from Dairy Products Reduces the Risk of Osteoporosis / V. Polzonetti, S. Pucciarelli, S. Vincenzetti, P. Polidori. *Nutrients*. 2020. No. 12 (6). P. 1743. DOI: 10.3390/nu12061743.

37. Caroli A. Invited review: Dairy intake and bone health: a viewpoint from the state of the art / A. Caroli, A. Poli, D. Ricotta, G. Banfi, D. Cocchi. *J Dairy Sci.* 2011. Nov. 94(11). P. 5249-62. DOI: 10.3168/jds.2011-4578.
38. Combined low vitamin D and K status amplifies mortality risk: a prospective study / Van Ballegooijen A.J., Beulens J.W.J., Kieneker L.M., de Borst M.H., Gansevoort R.T., Kema I.P. et al. *European Journal of nutrition.* 2021. No. 60(3). P. 1645–1654. URL: <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02352-8>.
39. “Lactase”. URL: <https://www.britannica.com/science/lactase>.
40. Causes and diagnosis of lactose intolerance. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK310263/>.

REFERENCES:

1. Samilyk, M.M., Gelih, A.O., Kalinkevich, O.V., Bolgova, N.V., Shelest, I.V., Trofimenko, Y.V., & et al. (2020). Radiomodifying Effect of X-Ray Radiation on Microflora of Yogurts with Ultradisperse Powders of Beta vulgaris. *2020 IEEE 10th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP)*. (pp. 02IT05-1–02IT05-5). Sumy: IEEE. DOI: 10.1109/NAP51477.2020.9309550 [in Ukrainian].
2. Samilyk, M., Helikh, A., Ryzhkova, T., Bolgova N., & Nazarenko, Y. (2020). Influence of the structure of some types of fillers introduced to the yogurt recipe on changes in its rheological indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2/11(104), 46–51. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.1995273 [in Ukrainian].
3. Kovalenko, T.V., & Bolgova, N.V. (2020). Udoskonalennia retseptury yohurtu z vykorystanniam roslynnoi syrovyny [Improving the recipe of yogurt using vegetable raw materials]. *Food Additives. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IX International scientific and practical internet conference. Prague.* (pp. 20–21). Oktan-Print s.r.o. DOI: 10.46489/FAHM-01 [in Ukrainian].
4. Dekker, P., Koenders, D., & Bruins, M.J. (2019). Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients*, 11(3), 551. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/nu11030551>.
5. Trubnikova, A.A., Chabanova, O.B., Sharakhmatova, T.Ie., Bondar, S.M., & Savchak, Ye.M. (2018). Rozrobka tekhnolohii nyzkolaktoznoho morozyva na osnovi bezlaktoznoho konsentratu maslianky [Development of low-lactose ice cream technology based on lactose-free buttermilk concentrate]. *Visnyk NTU “KhPI”, Seriya: Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiakh – Bulletin of NTU “KhPI”, Series: New solutions in modern technologies.* Kharkiv: NTU “KhPI”, 45(1321), 214–227. DOI: 10.20998/2413-4295.2018.45.30 [in Ukrainian].
6. Minin, P.S., & Timkin, V.A. (2019). Tehnologija proizvodstva bezlaktoznoho moloka s primeneniem baromembrannykh processov [Technology for the production of lactose-free milk using baromembrane processes]. *Pererabotka moloka: otraslevoj specializ. zhurnal – Milk Processing: Industry Specialist journal*, 12, 52–53 [in Russian].
7. Timkin, V.A., & Minin, P.S. (2018). Tehnologija proizvodstva bezlaktoznoho moloka metodom diafil'tracii [Technology for the production of lactose-free milk by diafiltration]. *Molochnaja promyshlennost': nauchno-tehnich. i proizvodstv – Dairy industry: scientific and technical. and production*, 12, 58–59 [in Russian].
8. Ban', M.F., & Kirilenko, N.M. (2016). Tendencii razvitiya rynka bezlaktoznoho moloka v Respublike Belarus' [Development trends of the lactose-free milk market in the Republic of Belarus]. *Sojuz nauki i praktiki: aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya tovarovedeniya: sbornik nauchnykh statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii – Union of Science and Practice: Actual Problems and Prospects for the Development of Commodity Science: Collection of Scientific Articles of the International Scientific and Practical Conferenc.* (pp. 101–103). Gomel: Belorusskij torgovo-jekonomicheskij universitet potrebitel'skoj kooperacii [in Belarussian].

9. Antipova, T.A., Felik, S.V., Simonenko, S.V., & Sedova, A.E. Issledovaniya v oblasti razrabotki nizkolaktoznyh smesej dlja detskogo pitaniya [Research into the development of low-lactose infant formula]. *Innovacionnye issledovaniya i razrabotki dlja nauchnogo obespecheniya proizvodstva i hraneniya jekologicheski bezopasnoj sel'skohozjajstvennoj i pishhevoj produkcii: sb. mater. III Mezhdunar. nauchn.-prakt. – Innovative research and development for scientific support of production and storage of environmentally friendly agricultural and food products: collection of articles. mater. III Int. scientific-practical.* (pp. 28–32). Krasnodar. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.36603/6> [in Russian].
10. Krasnova, Ju.V., Butova, S.N., Vol'nova, E.R., & Nikolaeva, Ju.V. (2019). Sozdanie nizkolaktoznoj molochnoj syvorotki s ispol'zovaniem bakterial'noj β -galaktozidazy [Creation of low lactose whey using bacterial β -galactosidase]. *Health, Food & Biotechnology*, 1(4), 105–113. DOI: [org/10.36107/hfb.2019.i4.s282](https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i4.s282) [in Russian].
11. Burova, T.E., & Rachevskaja, O.E. (2016). Biotehnologija nizkolaktoznyh molochno-fruktovyh desertov i napitkov na osnove molochnoj syvorotki [Biotechnology of low-lactose milk-fruit desserts and drinks based on milk whey]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal – International research journal*, 8(50), 2, 9–14. DOI: [10.18454/IRJ.2016.50.215](https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.50.215) [in Russian].
12. Tihomirova, N.A., Volokitina, Z.V., & Nguiev, B.T. (2020). Nizkolaktoznyj kislomolochnyj produkt s rastitel'nymi komponentami [Low-lactose fermented milk product with plant components]. *Molochnaja promyshlennost': nauchno-tehnich. i proizvodstv – Dairy industry: scientific and technical. and production*, 6, 35–37 [in Russian].
13. Kuzoma, V.V. (2019). Vprovadzhennia systemy upravlinnia bezpechnistiu kharchovykh produktiv na osnovi kontseptsii HACCP [Implementation of a food safety management system based on the HACCP concept]. *Modern Economics*, 14, 115–120. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V14\(2019\)-19](https://doi.org/10.31521/modecon.V14(2019)-19) [in Ukrainian].
14. Semko, T.V. (2018). Bezpechnist produktsii po pryntsyph HACCP [Product safety according to HACCP principles]. *ΛΟΗΟΣ. Μυστηστυvo naukovoi dumky – ΛΟΓΟΣ. The art of scientific thought*, 1, 152–153 [in Ukrainian].
15. Semko, T.V., & Ivanishcheva, O.A. (2018). Vymohy YeS shchodo bezpechnosti kharchovykh produktiv ta osoblyvosti vprovadzhennia systemy HACCP u miasnii promyslovosti Ukrainy [EU requirements for the safety of food products and the peculiarities of the implementation of the HACCP system in the meat industry of Ukraine]. *Prodovolchi resursy – Food resources*, 11, 155–165. Retrieved from: <https://doi.org/10.31073/foodresources2018-11-18> [in Ukrainian].
16. Ivanishcheva, O., & Pakhomska, O. (2020). Osoblyvosti vprovadzhennia systemy HACCP na miasopererobnykh pidpryiemstvakh Ukrainy [Features of HACCP system implementation at meat processing enterprises of Ukraine]. *Molodyi vchenyi – A young scientist*, 9(85), 98–101. Retrieved from: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-9-85-23> [in Ukrainian].
17. Mykyichuk, M.M., & Ostapiuk, S.D. (2017). Etapy rozroblennia systemy HACCP na molokopererobnomu pidpryiemstvi [Stages of HACCP system development at a milk processing enterprise]. *Enerhetyka i avtomatyka – Energy and automation*, 1, 123–131 [in Ukrainian].
18. Mardar, M., Ustyenko, I., Kruchek, O., & Makar, A. (2018). Vykorystannia pryntsyviv HACCP dlja zabezpechennia yakosti ta bezpechnosti produktiv na pidpryiemstvakh rozdribnoi torhivli [Using HACCP principles to ensure product quality and safety in retail outlets]. *Naukovi pratsi ONAKhT – Scientific works of ONAHT*, 48, 171–182. DOI: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v0i48.811> [in Ukrainian].
19. Petrovska, I.O., Mital, O.H., & Mital, S.A. (2020). Vprovadzhennia systemy HACCP u zakladakh shvydkoho kharchuvannia [Introduction of the HACCP system in fast food establishments]. *Seriia: Ekonomika ta pidpryiemnytstvo – Series: Economics and*

Entrepreneurship, 1(112), 119–124. DOI: <https://doi.org/10.32840/1814-1161/2020-1-20> [in Ukrainian].

20. Adamchuk, T.V. (2011). Rehlamenti vykorystannia pidsolodzhuvacha sukralozy E 955 [Regulations for the use of sucralose sweetener E 955]. *Modern problems of toxicology*, 5, 107 [in Ukrainian].

21. Baird, I.M., Shephard, N.W., Merritt, R.J., & Hildick-Smith, G. (2000). Repeated dose study of sucralose tolerance in human subjects. *Food Chemical Toxicology*, 38 (2), 123–129. DOI: 10.1016/S0278-6915(00)00035-1.

22. Susan S., Schiffman, & Kristina I., Rother. (2013). Sucralose, A Synthetic Organochlorine Sweetener: Overview of Biological Issues. *Journal of Toxicology and Environmental Health. Part B, Critical Reviews*, 16, 7, 399–451. DOI: 10.1080/10937404.2013.842523.

23. Dalenberg J.R., Patel B.P., Denis R., Veldhuizen M.G., Nakamura Y., Vinke P.C. & et. al. (2020). Short-Term Consumption of Sucralose with, but Not without, Carbohydrate Impairs Neural and Metabolic Sensitivity to Sugar in Humans. *Cell Metabolism*, 31(3), 493–502.e7. DOI: 10.1016/j.cmet.2020.01.014.

24. Hnitsevykh, V.A., Slashcheva, A.V., & Liubiieva, V.M. (2016). Rozrobka tekhnolohii napivfabrykatu dlia rybnykh sichenykh vyrobiv herodiietychnoho pryznachennia [Development of semi-finished product technology for hereditary fish products]. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv – Equipment and technologies of food production*, 33, 19–27 [in Ukrainian].

25. Iorgachev, E., Korkach, H., Lebedenko, T., & Kotuzaki, O. (2019). Symbiotychni dobavky v tekhnolohii vafelnykh vyrobiv [Symbiotic additives in wafer products technology]. *Food Science and Technology*, 13(1). Retrieved from: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i1.1310> [in Ukrainian].

26. Iakovlieva, L.V., Lenytska, O.B., Kovalova, Ye.O., Babenko, & D.M. (2012). Klinichna efektyvnist laktulozy [Clinical efficacy of lactulose]. *Dytiachyi likar – Pediatrician*, 5, 48–54 [in Ukrainian].

27. Kutah, Dar'ja. (2011). Novye perspektivy razvitija rynka laktulozy v Ukraine [New prospects for the development of the lactulose market in Ukraine]. *Apteka.ua – Pharmacy.ua*. Retrieved from: <https://www.apteka.ua/article/69031> [in Ukrainian].

28. Zdunczyk, Z., Juskiewicz, J., Wroblewska, M., & Krol, B. (2004). Physiological effects of lactulose and inulin in the caecum of rats. *Arch. Anim. Nutr.*, 58(1), 89–98.

29. Tuohy K.M., Ziemer C.J., Klinder A., Knöbel Y., B.L. Pool-Zobel B.L., & Gibson G.R. (2002). A human volun teer study to determine the prebiotic effects of lactulose powder on human colonic microbiota. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 14, 165–173. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/089106002320644357>.

30. Bolgova, N.V. (2016). Funktsionalni produkty kharchuvannia na osnovi molochnoi syrovatky [Functional foods based on whey]. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu – Collection of scientific works of Tavriya State Agrotechnological University*. Issue 16, Vols. 1, pp. 105–112. Melitopol: TSATU [in Ukrainian].

31. Bolgova, N.V. (2016). Pektyu u tekhnolohii vyrobnytstva funktsionalnykh molochnykh produktiv [Pectin in the technology of production of functional dairy products]. *Tekhnologii XXI veka: Sbornik tezisov po materialam 22j mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii – Technologies of the XXI century: Collection of abstracts based on the materials of the 22nd international scientific conference*. Pp. 54–55. Sumy [in Ukrainian].

32. Kukin, M.Ju., & Nikolaev, A.G. (2016). Primenenie pektina dlja sozdaniia produktov zdorovogo pitaniia [Using pectin to create healthy foods]. *Molochnaja promyshlennost' – Dairy industry*, 3, 67–68 [in Russian].

33. Hoiko, I.Iu., & Ivasenko, I.A. (2012). Doslidzhennia vplyvu pektynu na skvashuvannia molochnoi sumishi dlia otrymannia kyslomolochnoho napoiu [Study of

the effect of pectin on the fermentation of the milk mixture to obtain a fermented milk drink]. *Kharchova promyslovisht – Food Industry*, 13, 15–18 [in Ukrainian].

34. Gruba, S.O., & Naumova, U.O. (2021). Yododefitsytni zakhvoriuvannia u patsiientiv iz kohnityvnymy proiavamy ta yikh profilaktyka [Iodine deficiency diseases in patients with cognitive manifestations and their prevention]. *Medsestrynstvo – Nursing*, 4, 41–43. Retrieved from: <https://doi.org/10.11603/2411-1597.2020.4.11872> [in Ukrainian].

35. Citation, D. Dalievska, & O., Pokotylo. (2021). Changes in physicochemical and microbiological parameters of yogurt with the addition of biologically active iodine during storage. *New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science*, 3(47). DOI: 10.26886/2414-634X.3(47)2021.13.

36. Valeria, Polzonetti, Stefania, Pucciarelli, Silvia, Vincenzetti, & Paolo, Polidori. (2020). Dietary Intake of Vitamin D from Dairy Products Reduces the Risk of Osteoporosis. *Nutrients*, 12, 6, 1743. DOI:10.3390/nu12061743.

37. Caroli, A., Poli, A., Ricotta, D., Banfi, G., & Cocchi, D. (2011). Invited review: Dairy intake and bone health: a viewpoint from the state of the art. *J Dairy Sci*, 94(11), 5249–62. DOI: 10.3168/jds.2011-4578.

38. Van Ballegooijen A.J, Beulens J.W.J., Kieneker L.M., de Borst M.H., Gansevoort R.T., Kema I.P., & et al. (2021). Combined low vitamin D and K status amplifies mortality risk: a prospective study. *European journal of nutrition*, 60(3), 1645–1654. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02352-8>.

39. “Lactase”. Retrieved from: <https://www.britannica.com/science/lactase>.

40. Causes and diagnosis of lactose intolerance. Retrieved from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK310263/>.