

Оксана Вітряк¹, Жанна Замай², Катерина Фабріченко³

¹кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій і організації ресторанного господарства
Державний торговельно-економічний університет (Київ, Україна)

E-mail: vitrox@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6614-1928>. ResearcherID: [GMW-4168-2022](https://orcid.org/0000-0002-6614-1928)

²кандидат технічних наук, доцент кафедри харчових технологій та екології,
Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: zamaizhanna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2879-4677>. ScopusID: 6506101557; 6506148493

³здобувач вищої освіти

Національний університет «Чернігівська політехніка» (Чернігів, Україна)

E-mail: katykha0612@gmail.com

БЕЗЛАКТОЗНІ ЙОГУРТИ З ДОДАВАННЯМ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

У статті теоретично обґрунтовано та доведено спосіб отримання безлактозних молочних продуктів шляхом одночасного внесення ферментного препарату β -галактозидази і заквасочних йогуртових культур. Розроблено модельні харчові композиції та технологію безлактозного йогурту з додаванням рослинних компонентів. Визначено оптимальне співвідношення яблука, гарбуза, кориці, як 12, 4 та 1 % відповідно, що дає змогу отримати безлактозний молочний продукт з покращеними органолептичними властивостями та підвищеною біологічною цінністю. Проаналізовано фізико-хімічні і мікробіологічні показники та розраховано харчову цінність отриманих продуктів. Розроблений безлактозний йогурт з додаванням рослинної сировини має сукупні синбіотичні функції, сприятиме розширенню асортименту продуктів, рекомендованих для осіб з непереносимістю лактози.

Ключові слова: безлактозні молочні продукти; йогурт; непереносимість лактози; ферментні препарати; β -галактозидаза; рослинна сировина; харчова цінність.

Табл.: 2. Бібл.: 15.

Актуальність теми дослідження. В Україні збільшується попит на молочні продукти, що є стимулом до вдосконалення їхніх технологій. Проте 20-30 % українців не можуть вживати молочні продукти через вміст у них лактози, тому актуальним є розроблення низьколактозної та безлактозної молочної і кисломолочної продукції з новими смаками та покращеним вітамінно-мінеральним складом.

Постановка проблеми. На сьогодні більша частина населення України приділяє увагу своєму здоров'ю та вживає молочні і кисломолочні продукти майже щодня. Щоб задовольнити потреби споживачів, виробники молочної галузі намагаються розширити асортимент продукції шляхом додавання рослинної сировини. Так, відоме молоко зі смаком полуниці ТМ Млековіта, молочний напій Какао ТМ Яготинське, або йогурт із малиною та м'ятою по-грецьки ТМ Lekker, йогурт Малина-Конопля ТМ Danone, а також молочні продукти з імбиром і, навіть, огірком.

Проте у світі збільшується кількість людей, хворих на гіполактазію (непереносимість лактози). Згідно з даними ВООЗ, у світі приблизно 75 % населення має гіполактазію різного ступеню вираженості. Здебільшого ця патологія поширена в країнах Азії, Африки (90 % населення), Південної Європи (70 % жителів) і Південної Америки. В Україні, за оцінкою різних дослідників, непереносимість лактози діагностується приблизно у 16 % населення. [1]

Тому доцільним є збільшення виробництва безлактозної харчової продукції. Безлактозну молочну продукцію отримують у результаті переробки коров'ячого молока, вона містить усі його компоненти, за винятком однієї речовини – лактози, що видалена або гідролізована до більш простих компонентів, і тому не вимагає для свого засвоєння ферменту – лактази. Усі інші цінні складові в молоці зберігаються, нічого стороннього, синтетичного не додається. [2]

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відома корисна дія пробіотиків для здоров'я людини: продукти з пробіотиками містять живі мікроорганізми, які при потрапленні в організм у достатній кількості можуть нормалізувати кишкову мікробіоту. Не менш важлива присутність у продукті та пребіотиків: харчових компонентів, що можуть вибірково стимулювати зростання і/або активність штамів кишкових бактерій, здатних їх

ферментувати. Водночас є синбіотики, до складу яких входять як пробіотики, так і пребіотики, що виявляє корисну для здоров'я активність як результат синергетичної дії цих двох компонентів.

До продуктів із пробіотиками належать: йогурти, кефір, маслянка, ацидофільне молоко тощо. Пребіотиками є олігосахариди, основні джерела яких: корінь цикорію, топінамбур, овочі, цільнозернові продукти та інші. Цікавими є дослідження (І. Власенко, Т. Семко, О. Іваніщевої, 2022) щодо розробки нового кисломолочного напою з вторинної сировини, а саме маслянки, з використанням природних про- і пребіотиків. До складу продукту готового продукту входить синьо-зелена мікроводорість *Spirulina platensis*, як джерело біологічно цінних компонентів [3].

Дослідження та аналіз тенденцій удосконалення технологій молочної продукції (Р. Jelen, О. Tossavainen, 2013) сприяли розробленню й виготовленню продуктів для людей з непереносимістю лактози з використанням різних екзогенних ферментів лактази (таких як β -галактозидаза та тилактаза) та пробіотичної їжі (що містить штами *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium animalis*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus reuteri*, *Lactobacillus acidophilus* або *Lactobacillus rhamnosus*) [4].

Проаналізовано види молочних бактерій, введення яких до складу кисломолочних продуктів сприяє кращому засвоєнню кальцію в дітей і дорослих [4]:

1. *Bifidobacterium longum*. Добавки йогурту та біфідобактерій у пацієнтів із непереносимістю лактози змінювали метаболічну активність мікробіоти товстої кишки та полегшували симптоми непереносимості.

2. *Bifidobacterium animalis* і *Lactobacillus plantarum* – пробіотичний продукт (комбінація нових пробіотичних штамів *B. animalis subsp. animalis* IM386 і *L. plantarum* MP2026), який має потенціал для полегшення деяких шлунково-кишкових симптомів у пацієнтів із непереносимістю лактози, зокрема сприяє значному зниженню частоти випорожнень.

3. Постійне вживання йогурту, що містить живі *Lactobacillus bulgaricus* і *Streptococcus thermophilus*, полегшувало травлення у людей із порушенням всмоктування лактози.

4. *Lactobacillus reuteri* демонструє позитивний вплив на здоров'я людини, зменшуючи частоту нудоти, метеоризм і діарею. Цей пробіотик підвищує активність бета-галактозидази та покращує секрецію інсуліну, ймовірно, завдяки посиленому вивільненню інкрету.

5. Штам DDS-1 *Lactobacillus acidophilus* покращує абдомінальні симптоми (діарея, спазми, блювання) порівняно з плацебо під час вживання великої кількості лактози.

6. *Lactobacillus rhamnosus*. Зниження запальної реакції після вживання молочних продуктів, збагачених *L. rhamnosus*

До пребіотиків належать овочі та фрукти з високим вмістом клітковини. Так, відомі дослідження (В. Гніцевич, Т. Юдіна, Ю. Гончар, О. Васильєва, Л. Дьячук, 2020, 2021) щодо реологічних та органолептичних характеристик емульсійних систем з використанням ферментованого пюре м'якоти гарбуза та низьколактозної молочної сироватки (згущеної та сухої підсирної) [5; 6]. У роботі (К. Балабай, Р. Павлюк, 2019) розглянуто використання рослинних добавок у молочних продуктах, представлено технології кисломолочних напоїв із різним співвідношенням фруктових-овочевих заморожених добавок, а саме: топінамбура (4,0 %), гарбуза (10,0 %), яблука (4,0-7,0 %), апельсинів (2,0-5,0 %) та лимонів (2,0-5,0 %). Додатковою сировиною були: кориця, коріандр, куркума, буркун, чабрець, цедра лимона та апельсина [7].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Згідно зі статистикою, йогурт посідає одне з перших місць серед кисломолочних продуктів у раціоні людей багатьох країн світу [8]. Річне споживання нині сягає 2,5 кг на людину [9]. Йогурти вживають всі верстви населення, від дітей до людей похилого віку. На сьогодні асортимент безлактозних молочних і кисломолочних продуктів є недостатній для осіб, що страждають на непереносимість лактози. Крім того, практичний інтерес становить використання м'якоті гарбуза та інших пребіотиків для розроблення нових молочних продуктів оздоровчого спрямування.

Метою статті є розроблення технології та дослідження якості безлактозного йогурту з використанням рослинної сировини (яблук, гарбуза, кориці).

Виклад основного матеріалу. Для приготування безлактозного йогурту використовують лактазу. Коли ферментний препарат додають до молока одночасно з йогуртовою культурою, то більшість лактаз майже повністю інактивуються за високої кислотності ($\text{pH} < 5,5$), що відбувається після 2,5-3 годин вистоювання. Тому кількість внесеної лактази має бути відносно високою для отримання безлактозного продукту. Нині на ринку є кислотостійкі лактази, які повинні бути спеціально промарковані, оскільки не інактивуються через низький рН у кінцевому продукті.

У виробництві йогурту є переваги використання лактаз – це збільшення солодкості продукту за рахунок розщеплення лактози до глюкози і галактози, що дає змогу зменшити загальну кількість доданого цукру на 1,5-2 г на 100 г продукту без зміни смакових якостей. А також, при використанні спеціальної йогуртової культури зменшується окислення продукту протягом терміну придатності. Очевидно, це відбувається через те, що деякі йогуртові бактерії мають низьку активність за відсутності лактози або через уповільнення переходу від одного джерела вуглеводів до іншого [10].

Бактеріальні або грибові ферментні препарати лактази можуть містити супутні ферменти, такі як інвертаза, амілаза, пектиназа, що викликають небажані реакції розщеплення сахарози на глюкозу і фруктозу, на текстуру збагачених пектином або іншими речовинами йогуртів під час виробництва або зберігання. Тому, краще використовувати спеціальні лактази, в яких відсутні такі ферменти. Так, більшість ферментних препаратів β -галактозидази виготовляють за допомогою молочних дріжджів *Kluyveromyces lactis*, які не мають такої активності. При виготовленні десертів на основі крохмалю з використанням такого безлактозного молока суттєвих текстурних відмінностей не виявлено [11].

Йогурт є найбільш уживаним молочним продуктом, присутнім у раціоні всіх верств населення, завдяки своїм смаковим та поживним властивостям. Це гарний засіб для потрапляння пробіотиків до кишківника людини. Систематичне споживання йогурту сприяє нормалізації процесів травлення й випорожнення, є корисним при запальних захворюваннях кишківника, сприяє контролю рівня глюкози у крові [12]. Однак, йогурти, виготовлені за традиційними рецептурами, містять недостатню кількість мінеральних речовин та пробіотиків, щоб задовольнити потребу організму в них. Саме рослинна сировина здатна їх збагатити на каротиноїди, біофлавоноїди, аскорбінову кислоту, фолати тощо. Це використання лікарських трав, фруктів, ягід, овочів та злаків, у вигляді джемів, сиропів, соків, паст, пюре та ін. [13].

Перспективними рослинними компонентами для використання у технології йогуртів є яблука і гарбуз, які надають при вживанні пребіотичний ефект за рахунок високого вмісту клітковини [14].

Яблука містять вітаміни (групи В, а також, С, Е, К, РР), мікро- і макроелементи (Fe, К, Са, Mg, Mb, Na, Ni, P), антиоксиданти, не володіють алергенними властивостями. Яблучна, винна і лимонна кислота зупиняють процеси гниття та бродіння у кишківнику. Пектин, що міститься у плодах, запобігає закрепам, знижує рівень холестерину у крові. Флавоноїли (катехіни) допомагають попередити захворювання серця.

Гарбуз багатий на вітаміни А, С, РР, групи В, містить мінеральні речовини К, Mg, Fe, Zn, а також, значний уміст клітковини. Цей плід рекомендують включати до раціону при хронічних закрепах, запаленнях сечовивідної системи, нирковій недостатності тощо. Наявність у гарбузі значної кількості пектину сприяє виведенню з організму токсичних речовин і шкідливого холестерину. Вітамін Е у поєднанні з каротином, що містяться у гарбузі, уповільнюють старіння клітин організму, а також зміцнюють імунну систему. До складу гарбуза входить Са, який у поєднанні з вітамінами групи В і С виводить з організму надлишки солей, що запобігає підвищенню артеріального тиску.

Користь кориці складно перебільшити. Вона містить, окрім білків, жирів і вуглеводів, ряд вітамінів, амінокислоти, мікро- та макроелементи, жирні насичені, мононенасичені та поліненасичені кислоти (Омега-3, Омега-6). Вітамінний склад кориці на 100 г: ретинол (15 мкг); холін (11 мг); фолати (6 мкг); аскорбінова кислота (3,8 мг); альфа-, гамма та дельта-токоферолі (2,32; 10,44; 0,26 мг відповідно); філохінон (31,2 мкг); бетаїн (3,9 мг) тощо. Серед мінеральних речовин, що містяться в кориці, – залізо, калій, кальцій, магній, марганець, мідь, натрій, селен, фосфор та цинк. Велика кількість вітамінів і мінералів, присутніх у кориці, сприяє підвищенню життєвого тонуусу організму. Ця приправа особливо надає ефект за наявності виразок шлунку, оскільки знижує кислотність і сприяє перетравленню їжі.

Найбільший уміст вітаміну С має яблуко (10 мг/100г), найбільший уміст калію та кальцію є в кориці (437 і 1002 мг/100г), а в гарбузі найбільший уміст цинку (0,24 мг/100г) [14]. Отже, збагачення вищеназваними рослинними інгредієнтами безлактозного йогурту підвищує його антиоксидантну активність та харчову і біологічну цінність.

У процесі дослідження використовували: гарбуз, згідно з ДСТУ 3190-95 «Гарбузи продовольчі свіжі. Технічні умови»; яблука, згідно з ДСТУ 8133:2015 «Яблука свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови»; корицю, згідно з ДСТУ ISO 6539-2016 «Прянощі. Кориця»; закваску, згідно з ДСТУ 7355:2013 «Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначання кількості біфідобактерій»; ферментний препарат, згідно з ДСТУ 4457:2005 «Препарати ферментні. Загальні технічні умови».

За показниками якості (органолептичними, фізико-хімічними, мікробіологічними та показниками безпечності) готовий продукт – йогурт повинен відповідати ДСТУ 4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови». Оцінювали готовий продукт за такими органолептичними показниками: консистенція, зовнішній вигляд, смак, колір, запах. Кислотність визначали шляхом титрування, уміст жиру бутирометричним методом, кількість молочнокислих бактерій на твердому поживному середовищі МРС методом підрахунку колоній, БГКП у середовищі Кеслер (розведення 10-ти кратне).

Ферментний препарат β -галактозидазу вводили після пастеризації та охолодження молока разом із закваскою (йогуртовою культурою) (Зразок 1) та роздільно у часі: спочатку ферментний препарат, а через 2,5 години – закваску (Зразок 2). За результатами органолептичного та фізико-хімічного аналізів встановлено, що кращим виявився зразок 1 (кислотність 92 °Т, жирність 2,6 %). Отже, доцільним є внесення ферментного препарату із закваскою до молока одночасно, через пригнічення активності деяких йогуртових культур за високої кислотності продукту.

За результатами попередніх досліджень, враховуючи органолептичні показники, визначили оптимальне співвідношення пюре гарбуза та яблука, яке становить 70:30 відповідно. Щоб зберегти в гарбузі та яблуках якомога більше мікроелементів і вітамінів, а також розм'якшити, їх піддали термічній обробці в духовці: запікали за температури 200 °С протягом 20-30 хвилин, а потім подрібнювали блендером. При цьому вміст заліза в яблуках не зменшився.

Подальші дослідження мали за мету встановлення оптимальної концентрації гарбузового і яблучного пюре. Було приготовлено 10 зразків йогурту з наступним співвідношенням йогурту, гарбузового і яблучного пюре та кориці у відсотках відповідно: № 1 – безлактозний білий йогурт без рослинних компонентів; № 2 – 83:8:8:1; № 3 – 90:4,5:4,5:1; № 4 – 83:12:4:1; № 5 – 90:6:3:1; № 6 – 83:4:12:1; № 7 – 90:3:6:1; № 8 – 76:18:5:1; № 9 – 83:16:0:1; № 10 – 83:0:16:1. Розроблені модельні харчові композиції безлактозного йогурту з рослинними добавками наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Модельні харчові композиції безлактозного йогурту

Сировина	Зразок №									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Молоко пастеризоване, жирність 2,6%	100	83	90	83	90	83	90	76	83	83
Гарбуз	-	8	4,5	12	6	4	3	18	16	-
Яблуко	-	8	4,5	4	3	12	6	5	-	16
Кориця	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Закваска	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Фермент	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
Всього	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Джерело: розроблене авторами.

За розробленою технологією безлактозних йогуртів: пастеризоване молоко (вміст жиру 2,6 %, титрована кислотність 18 °Т) охолодили до температури заквашування 38 °С та додали ферментний препарат β-галактозидазу і заквасочні культури (штами: *Streptococcus thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*) одночасно з відповідною частотою перемішування. Готову суміш поставили в термостат, розігрітий до 38 °С, на 8 годин. Після дозрівання згустку йогурт розлили по стаканах по 100 г та додали відповідну концентрацію рослинних інгредієнтів. Усе ретельно перемішували протягом 2-3 хвилин і поставили до холодильника для охолодження на 30-40 хвилин.

Проведено органолептичне оцінювання отриманих зразків йогуртів, при цьому користувалися стандартною методикою оцінювання. Середні значення органолептичних показників зразків наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – Органолептичні показники досліджених йогуртів

№ зразка	Колір	Консистенція	Запах	Смак	Зовнішній вигляд
1	4,66	4,66	4,83	4,66	4,66
2	4,66	4,83	5,00	4,66	4,83
3	4,66	4,5	4,50	4,50	5,00
4	4,83	4,66	4,83	4,83	5,00
5	4,66	4,33	5,00	4,50	4,83
6	4,83	5,00	5,00	5,00	5,00
7	4,50	4,66	5,00	4,00	4,83
8	5,00	4,66	4,00	3,67	4,66
9	5,00	4,33	3,83	3,66	4,33
10	4,66	4,50	4,66	4,00	4,83

Джерело: розроблене авторами.

За даними табл. 2 можна зробити висновок, що зразки йогуртів № 8, 9, 10 мали надто насичений смак рослинних компонентів, що перебивало смак йогурту. Значимо, що додавання окремо яблучного і окремо гарбузового пюре дозволяє одержати значно менш яскравий смак, ніж при додаванні цих компонентів разом. Йогурти № 3, 5, 7 мали дуже легкий смак, майже не відчувались наповнювачі. Зразки йогуртів № 2, 4, 6 мали майже оптимальні співвідношення рослинних компонентів, у той же час лише у зразку

№6 поєднання яблука у кількості 12 % та гарбуза у кількості 4 % надало готовому продукту ніжний солодкуватий смак, який не потребував додаткового внесення цукру. Таким чином, найкращим співвідношенням йогурту, гарбуза, яблука та кориці є 83:4:12:1.

Аналіз фізико-хімічних показників йогуртів засвідчив, що титрована кислотність отриманих зразків була в межах 84-121 °Т, вміст жиру становив 2,5-2,6, що відповідає ДСТУ4343:2004 «Йогурти. Загальні технічні умови». У йогуртах із рослинними наповнювачами жирність знизилась на 0,1 %, за рахунок додавання саме цих компонентів.

Подальші мікробіологічні дослідження проводили для найбільш оптимального зразку йогурту (зразок № 6) з додаванням 4 % гарбузового пюре, 12 % яблучного пюре, 1 % кориці. Для оцінки кількості КУО використовували тверде поживне середовище МРС, на якому посіяли йогурт з гарбузом, яблуком і корицею, після трьох днів термостатування підраховували кількість молочнокислих бактерій в 1 см³ йогурту, що становило 1·10⁷ і є нормою. Дослідження на наявність бактерій групи кишкової палички проводили в розчині Кеслера при десятикратному розведенні. Через добу термостатування в розчині Кеслера було виявлено, що газоутворення не почалось та поплавки не піднялися на поверхню рідини. Можна зробити висновок, що в йогурті бактерії групи кишкової палички відсутні.

Отже, отриманий безлактозний йогурт з рослинними інгредієнтами є смачним, якісним і безпечним для споживача.

Розрахунок харчової цінності отриманого продукту здійснювали, спираючись на довідкову літературу [15]. Безлактозний йогурт з гарбузом, яблуком та корицею містив білку 3,49 г, жирів 2,5 г, вуглеводів 5,88 г. Енергетична цінність (калорійність) становила 60 ккал (251 кДж).

Висновки. Теоретично обґрунтовано спосіб отримання безлактозних молочних продуктів шляхом внесення ферментного препарату β-галактозидази і заквасочних йогуртових культур одночасно. Розглянуто використання рослинних компонентів у технології безлактозного йогурту та розроблено модельні харчові композиції йогуртів з рослинною сировиною. Визначено оптимальне співвідношення рослинних компонентів: яблука, гарбуза, кориці, як 12, 4 та 1% відповідно, що надає готовому продукту високі органолептичні показники та харчову і біологічну цінність. Проаналізовано фізико-хімічні та мікробіологічні показники йогуртів, отримані продукти відповідають нормативній документації та є безпечними для споживача. Отриманий безлактозний йогурт має сукупні синбіотичні функції та рекомендований для осіб з непереносимістю лактози.

Список використаних джерел

1. Шадрін, О. Г. Проблеми діагностики лактазної недостатності у дітей раннього віку / О. Г. Шадрін, К. О. Хомутовська // Дитячий лікар. – 2014. – № 5(34). – С. 5-9.
2. Молоко безлактозне: популярний тренд або реальна користь [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://fitomarket.com.ua/ua/fitoblog/moloko-bezlaktoznoe-populjarnij-trend-ili-realnaja-polza>.
3. Власенко, І. Г. Технологія кисломолочного напою з вторинної молочної сировини / І. Г. Власенко, Т. В. Семко, О. А. Іваніщева // Науковий вісник ТДАТУ. – 2022. – Вип.12, Т. 2. – С. 215-228.
4. Jelen, P. Low lactose and lactose-free dairy products – Prospects, technologies and applications / P. Jelen, O. Tossavainen // Aust. J. Dairy Technol. – 2013. – № 58. – P. 161-165.
5. Justification emulsify properties of semi-finished product based on low-lactose milk whey / V. Gnitsevych, T. Yudina, Y. Honchar, O. Vasylieva, L. Diachuk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2020. – Vol. 3, Is. 11 (105): Technology and Equipment of Food Production. – Pp. 21-29.
6. Гніщевич, В. А. Технологія та якість напівфабрикату на основі м'якоті гарбуза для оздоровчого харчування / В. А. Гніщевич, В. І. Кущенко // Обладнання та технології харчових виробництв. – Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2021. – № 2 (43). – С. 5-11.

7. Балабай, К. С. Розробка технології комбінованих кисломолочних напоїв із застосуванням заморожених дрібнодисперсних добавок / К. С. Балабай, Р. Ю. Павлюк // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність : тези доп. Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 15 трав. 2019 р.). – Харків : ХДУХТ, 2019. – Ч. 1. – С. 52-53.

8. Мотузка, Ю. Інновації на ринку йогуртів функціонального призначення / Ю. Мотузка // Стан і перспективи харчової науки та промисловості : зб. тез доп. Міжнар. наук.-тех. конф. (м. Тернопіль, 10-11 жовтня 2019 р.). – Тернопіль : ТНТУ, 2019. – С. 166-167.

9. Як йогурт завоював світ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://marketer.ua/ua/yoghurt-brand-history>.

10. Фабриченко, К. Ю. Вивчення впливу рослинної сировини на органолептичні та фізико-хімічні властивості безлактозного йогурту / К. Ю. Фабриченко // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2023) : матеріали тез доп. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Чернігів, 25-26 трав. 2023 р.) : у 2 т. – Т. 1. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2023. – С. 317-318.

11. Dekker, P. J. T. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits / P. J. T. Dekker, D. Koenders, M. J. Bruins // *Nutrients*. – 2019. – № 55. – P. 1-14.

12. Yadav, H. Antidiabetic effect of probiotic dahi containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in high fructose fed rats / H. Yadav, S. Jain, S. H. Sinha // *Nutrition*. – 2017. – № 23. – Pp. 62-68.

13. Самілик, М. М. Створення функціональних кисломолочних продуктів [Електронний ресурс] / М. М. Самілик, М. М. Цирулик // International scientific and practical conference Technical sciences : history, the present time, the future, EU experience (Wloclawek, Republic of Poland, September 27-28, 2019). – Wloclawek : Baltija Publishing, 2019. – P. 118-121.

14. Технологія продуктів харчування функціонального призначення : монографія / за ред. М. І. Пересічного. – Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. – 718 с.

15. Харчова хімія: аналіз та хімічний склад харчових продуктів / В. О. Василечко, Я. Ф. Ломницька, Я. П. Скоробогатий, М. В. Бужанська. – Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2020. – 306 с.

References

1. Shadrin, O.H., & Khomutovska, K.O. (2014). Problemy diahnozyky laktaznoi nedostatnosti u ditei rannoho viku [Problems of diagnosis of lactase deficiency in young children]. *Dytiachyi likar – Children's doctor*, 5(34), 5-9.

2. Moloko bezlaktozne: populiarniy trend abo realna koryst [Lactose-free milk: a popular trend or a real benefit]. (December 1, 2023). <https://fitomarket.com.ua/ua/fitoblog/moloko-bezlaktoznoe-populjarnij-trend-ili-realnaja-polza>.

3. Vlasenko, I.H., Semko, T.V., & Ivanishcheva, O.A. (2022). Tekhnolohiia kyslomolochnoho napoiu z vtorynnoi molochnoi syrovyny [Technology of fermented milk drink from secondary dairy raw materials]. *Naukovyi visnyk TDATU – Naukovyi visnyk TDATU*, 12(2), 215–228. DOI: 10.31388/2220-8674-2022-2-17.

4. Jelen, P., & Tossavainen, O. (2013). Low lactose and lactose-free dairy products. Prospects, technologies and applications. *Aust. J. Dairy Technol*, 58, 161–165.

5. Gnitsevych, V., Yudina, T., Honchar, Y., Vasylieva, O. & Diachuk, L. (2020). Justification emulsify properties of semi-finished product based on low-lactose milk whey. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3, 11(105): *Technology and Equipment of Food Production*, 21-29. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.204588.

6. Hnitsevych, V.A., & Kushchenko, V.I. (2021). Tekhnolohiia ta yakist napivfabrykatu na osnovi miakoti harbuza dlia ozdorovchoho kharchuvannia [Technology and quality of a semi-finished product based on pumpkin pulp for health food]. *Obkladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv – Equipment and technologies of food production*, 2(43), 5-11. DOI: 10.33274/2079-4827-2021-43-2-5-11.

7. Balabai, K.S., & Pavliuk, R.Yu. (2019). Rozrobka tekhnolohii kombinovanykh kyslomolochnykh napoiu iz zastosuvanniam zamorozhenykh dribnodispersnykh dobavok [Development of the technology of combined fermented milk drinks with the use of frozen finely dispersed additives]. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference Development of food*

production, restaurant and hotel industries and trade: problems, prospects, efficiency – *Rozvytok kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho ta hotelnoho hospodarstv i torhivli: problemy, perspektyvy, efektyvnist: tezy dop. Mizhnar. nauk.-prakt. konf.* (pp. 52-53, Vol. 1). KhDUHT.

8. Motuzka, Yu. (2019). Innovatsii na rynku yohurtiv funktsionalnoho pryznachennia [Innovations on the functional yogurt market]. *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference Status and prospects of food science and industry – Stan i perspektyvy kharchovoi nauky ta promyslovosti* (pp. 166-167). TNTU.

9. How yogurt conquered the world. (September 25, 2023). <https://marketer.ua/ua/yoghurt&brand&history/>

10. Fabrychenko, K.Yu. (2023). Vyvchennia vplyvu roslynnoi syrovyny na orhanoleptychni ta fizyko-khimichni vlastyvoli bezlaktoznoho yohurtu [Study of the influence of plant raw materials on the organoleptic and physico-chemical properties of lactose-free yogurt]. *Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference Comprehensive quality assurance of technological processes and systems (KZYATPS - 2023) – Kompleksne zabezpechennia yakosti tekhnolohichnykh protsesiv ta system (KZIATPS – 2023)*. Chernihiv Polytechnic National University (Vol. 1, pp. 317-318).

11. Peter, J., Dekker, T., Koenders, D., Maaik, J. & Bruins, T. (2019). Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients*, 55, 1-14.

12. Yadav, H., Jain, S., & Sinha, S. (2017). Antidiabetic effect of probiotic dahi containing *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in high fructose fed rats. *Nutrition*, 23, 62–68.

13. Samilyk, M.M., & Tsyruyk, R. V. (2019). Stvorennia funktsionalnykh kyslomolochnykh produktiv [Creation of functional fermented milk products]. *Proceedings of International scientific and practical conference Technical sciences History, the present time, the future, EU experience – International scientific and practical conference Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience* (pp. 118-121). Wloclawek, Republic of Poland, September 27-28, 2019. Wloclawek: Baltija Publishing.

14. Peresichnyi, M.I. (Ed.). (2008). *Tekhnolohiia produktiv kharchuvannia funktsionalnoho pryznachennia [Technology of functional food products]*. Kyiv nats. torh.-ekon. un-t.

15. Vasylychko, V.O., Lomnytska, Ya.F., Skorobohaty, Ya.P., & Buzhanska, M.V. (2020). *Kharchova khimiia: analiz ta khimichniy sklad kharchovykh produktiv [Food chemistry: analysis and chemical composition of food products]*. Vyd-vo Lviv. torh.-ekon. un-tu.

Отримано 14.12.2023

UDC 637.146.34:663.911.1

Oksana Vitriak¹, Zhanna Zamaï², Kateryna Fabrychenko³

¹ PhD in Technical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Technologies and Organization of Restaurant Management
State University of Trade and Economics (Kyiv, Ukraine)

E-mail: vitrox@ukr.net **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6614-1928> **ResearcherID:** [GMW-4168-2022](https://orcid.org/GMW-4168-2022)

² PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Technologies and Ecology
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)

E-mail: zamaizhanna@gmail.com **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2879-4677> **ScopusID:** [6506101557](https://orcid.org/6506101557); [6506148493](https://orcid.org/6506148493)

³ Applicant for higher education, gr. MHT-221
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)
E-mail: katykha0612@gmail.com

LACTOSE-FREE YOGURTS WITH THE ADDITION OF PLANT RAW MATERIALS

Today, the demand for low-lactose and lactose-free dairy products is growing in Ukraine and the world due to the increase in the number of people suffering from hypolactasia (lactose intolerance).

It is expedient to develop new technologies for lactose-free dairy and fermented milk products, namely yogurts, as the most popular group of dairy products. The use of plant raw materials in the technology of lactose-free yogurts will add prebiotic properties to the finished product.

The purpose of the research is to develop a technology and study the quality indicators of lactose-free yogurt with the addition of plant raw materials (apple, pumpkin, cinnamon), which will expand the range of products recommended for people with lactose intolerance.

The enzyme preparation β -galactosidase was used to prepare lactose-free yogurt. Pumpkins and apples were subjected to heat treatment at the temperature of 200°C for 20-30 minutes. To determine the organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters of the finished product, generally accepted and standardized research methods are used.

Based on the results of research, the rational amount and conditions of use of the lactase (β -galactosidase) enzyme preparation, as well as the optimal ratio of pureed apple, pumpkin and cinnamon, were determined, which makes it possible to obtain a lactose-free dairy product with improved organoleptic properties and increased biological value.

The article theoretically substantiates and proves the method of obtaining lactose-free dairy products by simultaneous introduction of the β -galactosidase enzyme preparation and sourdough yogurt cultures. Model food compositions and technology of lactose-free yogurt with the addition of plant components have been developed. The optimal ratio of plant components: apple, pumpkin, cinnamon has been determined as 12, 4 and 1%, respectively, which gives the finished product high organoleptic indicators and biological value. Physico-chemical and microbiological indicators have been analyzed and the nutritional value of the obtained products has been calculated. The developed lactose-free yogurt with the addition of plant raw materials has combined symbiotic functions and is recommended for people with lactose intolerance.

Keywords: *lactose-free dairy products; yogurt; lactose intolerance; enzyme preparations; β -galactosidase; vegetable raw materials; nutritional value.*

Табл.: 2. Бібл.: 15.