

Дніпродзержинський державний технічний університет

## **ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ОТРИМАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ СИРОВАТКИ ТА ЯГІД**

**Вступ.** Раціональне харчування є найбільш важливим і ефективним фактором, що забезпечує збереження життя і здоров'я людини. З найдавніших часів відома особлива роль молока і молочних продуктів, вироблених з нього, в харчуванні людей.

Найбільш перспективні в процесі організації лікувального та дієтичного харчування – комбіновані кисломолочні продукти як джерело живих клітин мікроорганізмів, які беруть участь у мікроекології шлунково-кишкового тракту людини [1]. У наш час спостерігається загальне погіршення екологічної ситуації на всій планеті, яке призвело до істотного збільшення популярності продуктів оздоровчої дії, спрямованої на підвищення імунітету, попередження старіння тощо. У зв'язку із цим в усьому світі гостро стоїть проблема створення нового покоління продуктів, так званої «здорової їжі», яка відповідала б реаліям сьогодення [2]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я продукти XXI століття повинні не тільки мати збалансований хімічний склад, але й відрізнятися високим вмістом біологічно активних речовин (БАР), таких як вітаміни, природні антиоксиданти, незамінні амінокислоти, що виконують функції герпротекторів, імуномодуляторів тощо [2].

Особлива увага приділяється кисломолочним низькокалорійним напоям з використанням молочної сироватки. Відомо, що використання в раціонах харчування молочної сироватки в комбінації з різними фруктами, ягодами та соками стало модною тенденцією в здоровому харчуванні [3]. Нові інноваційні варіанти функціональних продуктів на молочної сироватці базуються на введенні в неї різних видів натуральної рослинної сировини. В розвинутих країнах споживання напоїв на основі сироватки у споживачів позиціонується із «здоровими» низькокалорійними продуктами та такими поняттями, як «фітнес», «здоров'я», «користь» та ін. [3].

Молочна сироватка – природний побічний продукт переробки кисломолочних і твердих сичугових сирів, казеїну, який містить 6,3% сухих речовин (у тому числі 4,5% лактози), 0,3% молочного жиру, 0,9% білка [4]. Вона характеризується збалансованим вмістом незамінних амінокислот (метіоніну, лізину, гістидину, триптофану тощо), які забезпечують регенерацію білків печінки, плазми крові та гемоглобіну. Молочна сироватка також багата на вітаміни групи В, А, С, Е, нікотинову й фолієву кислоти, холін, біотин тощо; на мінеральні речовини – кальцій, калій, магній, фосфор, – яких міститься 0,6% [4].

Продукти на основі молочної сироватки можуть бути доступними за ціною для переважної частини населення. В Україні молочна сироватка поки що не знайшла належного застосування в харчових продуктах, в тому числі й при виготовленні напоїв та желейних продуктів. Їх асортимент значно обмежений [3]. Набирають все більшу популярність фіто кисломолочні желейні продукти, призначені як для дітей шкільного віку, так і для дієтичного та повсякденного харчування осіб, що проживають в районах з несприятливим екологічним станом. Дані продукти є цінним джерелом амінокислот – ізолейцину, лейцину, треоніну, триптофану, фенілаланіну, тирозину, мінеральних речовин Са, Р, Mg, Fe, Na, Cu, К та вітамінів А, Е, D, В1, В2, РР, В6 [1].

У зв'язку з цим актуальною є розробка інноваційних технологій для отримання біологічно активних продуктів з використанням сироватки, ягідних наповнювачів та желейних компонентів.

**Постановка задачі.** Метою роботи є дослідження та підбір оптимальних умов для виготовлення біологічно активних фіто продуктів із молочної сироватки та ягід з використанням багатокомпонентних бактеріальних заквасок.

Для реалізації цієї мети поставлено наступні задачі:

- провести аналіз молочної сироватки підсирної на придатність для виробництва фіто кисломолочних желейних продуктів, перевірити молочну сироватку за органолептичними показниками на кислотність та мікробний пул до початку внесення бактеріальної закваски;
- дослідити вплив декількох видів бактеріальної закваски на інтенсивність кислотоутворення, тривалість ферментації та біологічну активність сквашеної сироватки;
- дослідити зміну кислотності сироватки в процесі культивування при різних температурних режимах;
- підібрати ягідні наповнювачі як джерело вітамінів та мінеральних речовин, що дадуть змогу покращити специфічні смакові якості молочної сироватки, та дослідити вплив ягідних наповнювачів на смакову якість фіто кисломолочних продуктів;
- підібрати желуючі компоненти та перевірити тривалість зберігання отриманих фіто кисломолочних желейних продуктів;
- провести аналіз та обробку отриманих даних.

Об'єкти дослідження – молочна сироватка, комплексні бактеріальні закваски, фітонаповнювачі та желуючі компоненти (пектин, агар, желатин).

Склад заквасок, що використовуються:

Закваска №1: *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus salivarius subsp. Thermophilus*;

Закваска №2: *Streptococcus salivarius subsp. thermophiles*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*;

Закваска №3: *Lactobacillus casei subsp. rhamnosus*, *Lactobacillus gasseri*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium adolescentis*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*.

Біологічну активність заквасочних культур мікроорганізмів при різних температурах визначали шляхом підрахунку колоній, що вирости на селективному поживному середовищі чашковим методом Коха [5]. Промислове виробництво кисломолочних продуктів з використанням даних заквасочних культур здійснюють в діапазоні температур (+38) - (+42)°С, тому всі експерименти проводились в межах цього температурного діапазону, а саме (+38), (+40) та (+42)°С. Підрахунок колоній проводили через кожні 2 години протягом 10 годин. Кислотність сквашеної молочної сироватки визначали за ГОСТ 3624-92 при обраних температурах, через кожні 2 години протягом 10 годин.

**Результати роботи.** При проведенні дослідження біологічної активності молочної сироватки, сквашеної культурами мікроорганізмів трьох заквасок, в залежності від температури заквашування отримані дані, представлені у табл.1-3.

З таблиць видно, що найбільш ефективний час заквашування молочної сироватки закваскою №1 становить 10 годин, оскільки біологічна активність культури за цей час досягає не менше  $2,6 \cdot 10^9$ ; закваскою №2 – 10 годин, КУО – не менше  $2,5 \cdot 10^9$ ; закваскою №3 – 10 годин, КУО – не менше  $2,1 \cdot 10^9$ . Дослідженнями встановлено, що процес сквашування вести понад 10 годин недоцільно, так як за цей час досягається оптимальне співвідношення біологічної активності та кислотності.

Таблиця 1 – Біологічна активність молочної сироватки, заквашеної бактеріальною закваскою №1, в залежності від температури заквашування

Температура, °C	Час сквашування, год	Біологічна активність заквашеної молочної сироватки	
		КУО/г	lgКУО/г
+38°C	6 год.	$1,0 \cdot 10^7$	lg 7,0
	8 год.	$8,2 \cdot 10^7$	lg 7,91
	10 год.	$1,1 \cdot 10^9$	lg 9,04
+40°C	6 год.	$1,1 \cdot 10^7$	lg 7,04
	8 год.	$1,0 \cdot 10^8$	lg 8,0
	10 год.	$1,9 \cdot 10^9$	lg 9,28
+42°C	6 год.	$4,6 \cdot 10^7$	lg 7,66
	8 год.	$1,2 \cdot 10^8$	lg 8,08
	10 год.	$2,6 \cdot 10^9$	lg 9,41

Таблиця 2 – Біологічна активність молочної сироватки, заквашеної бактеріальною закваскою №2, в залежності від температури заквашування

Температура, °C	Час сквашування, год	Біологічна активність заквашеної молочної сироватки	
		КУО/г	lgКУО/г
+38°C	6 год.	$1,0 \cdot 10^7$	lg 7,0
	8 год.	$7,4 \cdot 10^7$	lg 7,87
	10 год.	$6,8 \cdot 10^8$	lg 8,83
+40°C	6 год.	$1,2 \cdot 10^7$	lg 7,08
	8 год.	$8,1 \cdot 10^7$	lg 7,91
	10 год.	$9,2 \cdot 10^8$	lg 8,96
+42°C	6 год.	$5,2 \cdot 10^7$	lg 7,72
	8 год.	$1,0 \cdot 10^8$	lg 8,0
	10 год.	$2,5 \cdot 10^9$	lg 9,39

Таблиця 3 – Біологічна активність молочної сироватки, заквашеної бактеріальною закваскою №3, в залежності від температури заквашування

Температура, °C	Час сквашування, год	Біологічна активність заквашеної молочної сироватки	
		КУО/г	lgКУО/г
+38°C	6 год.	$1,1 \cdot 10^7$	lg 7,04
	8 год.	$7,9 \cdot 10^7$	lg 7,89
	10 год.	$8,1 \cdot 10^8$	lg 8,91
+40°C	6 год.	$1,3 \cdot 10^7$	lg 7,11
	8 год.	$8,7 \cdot 10^7$	lg 7,94
	10 год.	$1,5 \cdot 10^9$	lg 9,18
+42°C	6 год.	$5,3 \cdot 10^7$	lg 7,72
	8 год.	$1,0 \cdot 10^8$	lg 8,0
	10 год.	$2,1 \cdot 10^9$	lg 9,32

З молочної сироватки, заквашеної культурами, присутніми в бактеріальних заквасках, що заквашувалася при даних температурах, зробили посіви з розведення  $1:10^5$  в чашки Петрі з поживним молочно-гідролізатним середовищем. Для вивчення культу-

ральних властивостей колоній культур, що виростили на чашках Петрі при культивуванні, були обрані колонії, які проросли з посіву розведення  $1:10^5$ . Морфологічні дослідження клітин заквасочних культур 3-х заквасок терміном заквашування 10 годин при температурах  $+38$ ,  $+40$ ,  $+42^\circ\text{C}$ , при культивуванні в поживному гідролізатно-молочному середовищі, проводили за допомогою світлових мікроскопів Біолам, Мікмед (ЛМО, Росія). Результати досліджень дозволяють зробити висновок, що діапазон температур заквашування від  $+38$  до  $+42^\circ\text{C}$  істотно не впливає на морфологічні ознаки даного виду мікроорганізмів, однак підвищення температури заквашування значно підвищує біологічну активність.

Кислотність молочної сироватки, заквашеної культурами, присутніми в бактеріальних заквасках, в процесі заквашування при температурах  $+38$ ,  $+40$ ,  $+42^\circ\text{C}$  через кожні 2 години протягом 10 годин визначали методом визначення кислотності молочних продуктів. За результатами досліджень встановлено, що вихідна кислотність сироватки  $72^\circ\text{T}$ ; найбільш оптимальна температура заквашування молочної сироватки трьома заквасками –  $+42^\circ\text{C}$ .

За результатами проведених досліджень визначено оптимальні умови отримання біологічно активних продуктів із молочної сироватки, що дозволило отримати фіто кисломолочні желейні продукти за різними рецептурами. Для цього кожну з бактеріальних заквасок вносили у прокип'ячену сироватку, яка охолола до  $+37-40^\circ\text{C}$ . На 100 мл сироватки вносили наважку масою 0,1 г закваски та ретельно перемішували. Культивування проводили при температурі  $+42^\circ\text{C}$  у термостаті протягом 10 годин. Після культивування до заквашеної сироватки додавали фіто добавки (сиropи з різних ягід), а також желюючі речовини (желатин, агар, пектин). Отримані фіто кисломолочні желейні продукти охолоджували при температурі  $(-2)^\circ\text{C}-(+6)^\circ\text{C}$  і перевіряли на протязі 10 днів за органолептичними показниками, що дало змогу визначити їх термін зберігання. Отримані фіто кисломолочні желейні продукти протягом 10 діб не змінюють свій вигляд та смакові якості, що дозволяє їх зберігати на протязі 7 днів в холодильнику.

Біологічну активність культур мікроорганізмів, присутніх в отриманих продуктах із молочної сироватки (6 зразків з різними компонентами), заквашеної бактеріальними заквасками, в процесі зберігання протягом 10 діб при температурі  $+2-6^\circ\text{C}$  в холодильнику визначали шляхом підрахунку колоній, що виростили на гідролізатно-молочному поживному середовищі, чашковим методом Коха.

З табл.4 видно, що при температурі  $+2-6^\circ\text{C}$  найкращий термін зберігання фіто кисломолочних желейних продуктів становить 7 діб, при цьому зберігається найбільша біологічна активність заквасочних культур мікроорганізмів. Найбільш можливий термін зберігання функціональних продуктів на основі молочної сироватки, заквашеної культурами бактеріальних заквасок, складає 10 діб, оскільки в даних умовах протягом 10 днів зберігається біологічна активність закваски (не менше  $4 \cdot 10^8$ ).

Таблиця 4 – Залежність біологічної активності культур мікроорганізмів, присутніх у отриманих фіто кисломолочних продуктах, від терміну зберігання

Термін зберігання, доба	Біологічна активність заквашеної молочної сироватки, lg КУО/г					
	зразок 1	зразок 2	зразок 3	зразок 4	зразок 5	зразок 6
1	9,30	9,32	9,34	9,34	9,28	9,30
3	9,26	9,32	9,23	9,23	9,18	9,20
5	9,18	9,20	9,15	9,18	9,11	9,15
7	9,08	9,08	9,04	9,00	9,04	9,08
9	8,94	8,93	8,97	8,96	8,94	8,93
10	8,75	8,74	8,80	8,79	8,62	8,64

Вивчення культуральних та морфологічних властивостей колоній культур показало, що оптимальний строк зберігання отриманих продуктів – 7 діб, так як зберігається необхідна кількість культур мікроорганізмів, використаних при внесенні у сироватку на початку ферментації. На 10 добу є помітне зменшення біологічної активності фіто кисломолочного продукту, що вказує на закінчення строку придатності.

**Висновки.** Встановлено оптимальні умови отримання фіто кисломолочних продуктів на основі молочної сироватки з додаванням ягідних наповнювачів та желуючих компонентів і використанням бактеріальних. Рекомендовано проводити сквашування пробіотичними культурами протягом 10 годин при температурі +42°C.

Розроблено рецептури, за якими отримано фіто кисломолочні желейні продукти на основі молочної сироватки з підвищеною біологічною цінністю за рахунок використання бактеріальних заквасок і фіто компонентів, визначено найбільш оптимальний термін придатності отриманих желейних продуктів, який становить 7 діб при температурі зберігання +2-6°C в умовах холодильника.

Результати проведених досліджень свідчать, що використання вторинної молочної сировини і ягідних концентратів дає змогу отримати продукти з високим вмістом БАР, гарними органолептичними показниками, корисні для здоров'я, економічно доступні та екологічно безпечні.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гаврилова Н.Б. Биотехнология комбинированных молочных продуктов: монография / Гаврилова Н.Б. – Омск: "Вариант-Сибирь", 2004. – 224с.
2. Нанотехнології молочно-рослинних сиркових виробів для оздоровчого харчування з використанням каротиноїдних добавок / Р.Ю.Павлюк, В.В.Погарська, Д.О.Глибокий, Л.В.Руда // Зб. наук. пр. Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х. – 2011. – С.3-11.
3. Павлюк Р.Ю. Нове покоління молочних продуктів у підвищенні імунітету [Текст] / Р.Ю.Павлюк // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: зб. наук. праць у 2-х ч. Ч. 1. – Харків: ХДУХТ, 2003. – С.93-99.
4. Залашко М.В. Биотехнология переработки молочной сыворотки / Залашко М.В. – М.: ВО "Агропромиздат", 1990. – 192с.
5. Сакович Г.С. Физиология и количественный учет микроорганизмов [Электронный ресурс]: учебное издание / Г.С.Сакович. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2005. – 40с.

*Надійшла до редколегії 03.06.2015.*