

8. Дідух Г.В. Технологія питних молочних напоїв геродієтичного призначення // Г.В. Дідух, Н.А. Дідух // Молочное дело // № 9. – 2006. – С.44–46, № 10. – 2006. – С. 50–53.
9. ПАТ. 36834. Україна, МПК (2008) U 06673. Біфідовмісний геродієтичний молочний напій / Н.А. Дідух, Т.А. Лисогор, С.І. Вікуль. – Бюл. № 21; Заявлено 15.05.2008; Опубл. 10.11.2008. – 12 с. УДК 637.146 : 579.67 : 613.2

## СИМБІОТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АЦИДОФІЛЬНИХ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ З ПІДВИЩЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Дідух Н.А., докт. техн. наук, доцент, Могилянська Н.О., канд. техн. наук, асистент, Власенко О.В., магістр  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

*В роботі наведено основні етапи розробки складу симбіотичного комплексу з *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium longum* з використанням фруктози як біфідогенного фактора для виробництва ацидофільних молочних продуктів з підвищеними функціональними властивостями.*

*In work necessity is shown and the basic design of composition of a symbiotic complex with *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium longum* with the use of fructose as factor of bifidogenic for the production of functional products acidophilic milk products with the raised functional properties.*

Ключові слова: дисбактеріоз, біфідобактерії, ацидофільні молочні продукти, біфідогенний фактор, симбіотичний комплекс, ферментація, пробіотичні властивості.

У ХХІ столітті в концепції «здорового» харчування особлива роль відводиться продуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості. Функціональні продукти одержують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, але й як складний немедикаментозний комплекс, який відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості. Важливою складовою ринку продуктів функціонального призначення є молочні продукти, які в Україні та країнах Європи складають близько 65 % від його загальної ємкості [1, 2]. Понад 80 % ринку молочних продуктів функціонального призначення представлено продуктами з про- та/або пребіотиками, 8 % – продуктами з біологічно активними речовинами, близько 12 % складають інші продукти [2, 3]. Перша група молочних продуктів функціонального призначення найбільш динамічно розвивається і постійно поповнюється новими продуктами, оскільки на дисбактеріоз в Україні, за статистичними даними, хворіє 65...75 % населення (серед дітей – 95 %) [4].

Для профілактики та лікування дисбактеріозів найчастіше використовуються пробіотики – біопрепарати із нормальної мікрофлори кишечника людини. Основними пробіотиками є біфідо- та лактобактерії [5-8]. Біфідобактерій продукують молочну кислоту і ацетат, які забезпечують бактерицидне середовище, декретують речовини-інгібітори росту патогенних бактерій, що підвищують резистентність організму до кишкових інфекцій [5, 7-8]. Лактобацили зменшують активність пероксидази, здійснюють антиоксидантний ефект, мають протипухлинну активність, стимулюють продукцію імуноглобуліну *A (IgA)*, пригнічують ріст патогенної мікрофлори, мають противірусну дію, стійкі до дії антибіотиків [4, 5]. Тому ацидофільні та біфідовмісні кисломолочні продукти посідають особливе місце серед функціональних молочних продуктів завдяки наявності у їх складі життєздатних пробіотичних культур *Lactobacillus acidophilus* або *Bifidobacterium* [5-9]. Однак високий рівень кислотності ферментованих ацидофільних продуктів (напоїв – до 120 °С, білкових продуктів – до 250 °С) суттєво знижує їх споживчі характеристики, обмежує спектр вживання та термін зберігання. Використання для виробництва ферментованих функціональних молочних продуктів заквасок на основі змішаних культур *Lactobacillus acidophilus* та *Bifidobacterium* дало б можливість отримати продукти з підвищеними функціональними властивостями, невисоким рівнем кислотності та подовженим терміном зберігання.

Тому метою даної роботи стала розробка складу симбіотичного комплексу з використанням монокультур *L. acidophilus* La-5, монокультур *B. longum* BL 03, адаптованих до молока, та фруктози як біфідогенного фактора для виробництва ацидофільних кисломолочних продуктів з підвищеними функціональними властивостями.

Для експериментальних досліджень було складено чотири симбіотичні комплекси: комплекс 1 – співвідношення біфідобактерій та лактобацил 1:1, вихідна концентрація культур у молоці –  $1 \cdot 10^5$  КУО/см<sup>3</sup>;

комплекс 2 – співвідношення біфідобактерій та лактобацил 1:1, вихідна концентрація культур у молоці –  $1 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>; комплекс 3 – співвідношення біфідобактерій та лактобацил 10:1, вихідна концентрація *B. longum* BL 03 у молоці –  $1 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>, *L. acidophilus* La-5 –  $1 \cdot 10^5$  КУО/см<sup>3</sup>; комплекс 4 – біфідобактерій та лактобацил 1:10, вихідна концентрація *B. longum* BL 03 у молоці –  $1 \cdot 10^5$  КУО/см<sup>3</sup>, *L. acidophilus* La-5 –  $1 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>.

При виконанні досліджень титровану кислотність зразків визначали титрометричним методом за ГОСТ 3624–92, активну кислотність – потенціометричним методом за ГОСТ 25754–85, температуру – за ГОСТ 25754–85, масову частку жиру – кислотним методом Гербера за ГОСТ 5867–90, умовну в'язкість згустку – за тривалістю витікання 100 см<sup>3</sup> згустку з піпетки з вихідним отвором 5 мм, вологоутримуючу здатність згустку – методом центрифугування, органолептичні показники – органолептично за ГОСТ 13264-88, кількість бактерій групи кишкових паличок – за ГОСТ 9225-84, кількість лактобацил – за ГОСТ 10444.11–89, кількість біфідобактерій – за методом, який базується на вирощуванні біфідобактерій у тіогліколевому середовищі, розлитому високим стовпчиком у пробірки, без доступу кисню [10].

Експериментальні дослідження проводились у два етапи: на першому етапі досліджували процес ферментації молока складеними симбіотичними комплексами з використанням біфідогенного фактора – фруктози; на другому – процес зберігання ферментованих згустків при температурі (4±2) °С.

Для виключення впливу залишкової мікрофлори на розвиток мікроорганізмів, включених до складу симбіотичних комплексів, дослідження проводили на стерилізованому молоці. У нормалізоване молоко до теплової обробки вносили фруктозу; концентрація фруктози складала 0,1 % від маси молока [11]. Стерилізацію нормалізованого молока здійснювали при температурі 120±1 °С протягом 20±1 хв., після чого охолоджували до температури ферментації – (37±1)°С і вносили монокультури *B. longum* BL 03 та *L. acidophilus* La-5 у вказаних співвідношеннях.

У процесі біотехнологічної обробки чотирьох експериментальних зразків складеними симбіотичними комплексами контролювали зміну титрованої і активної кислотності, умовної в'язкості (рис. 1), а також кількості життєздатних клітин біфідобактерій та лактобацил (рис. 2).

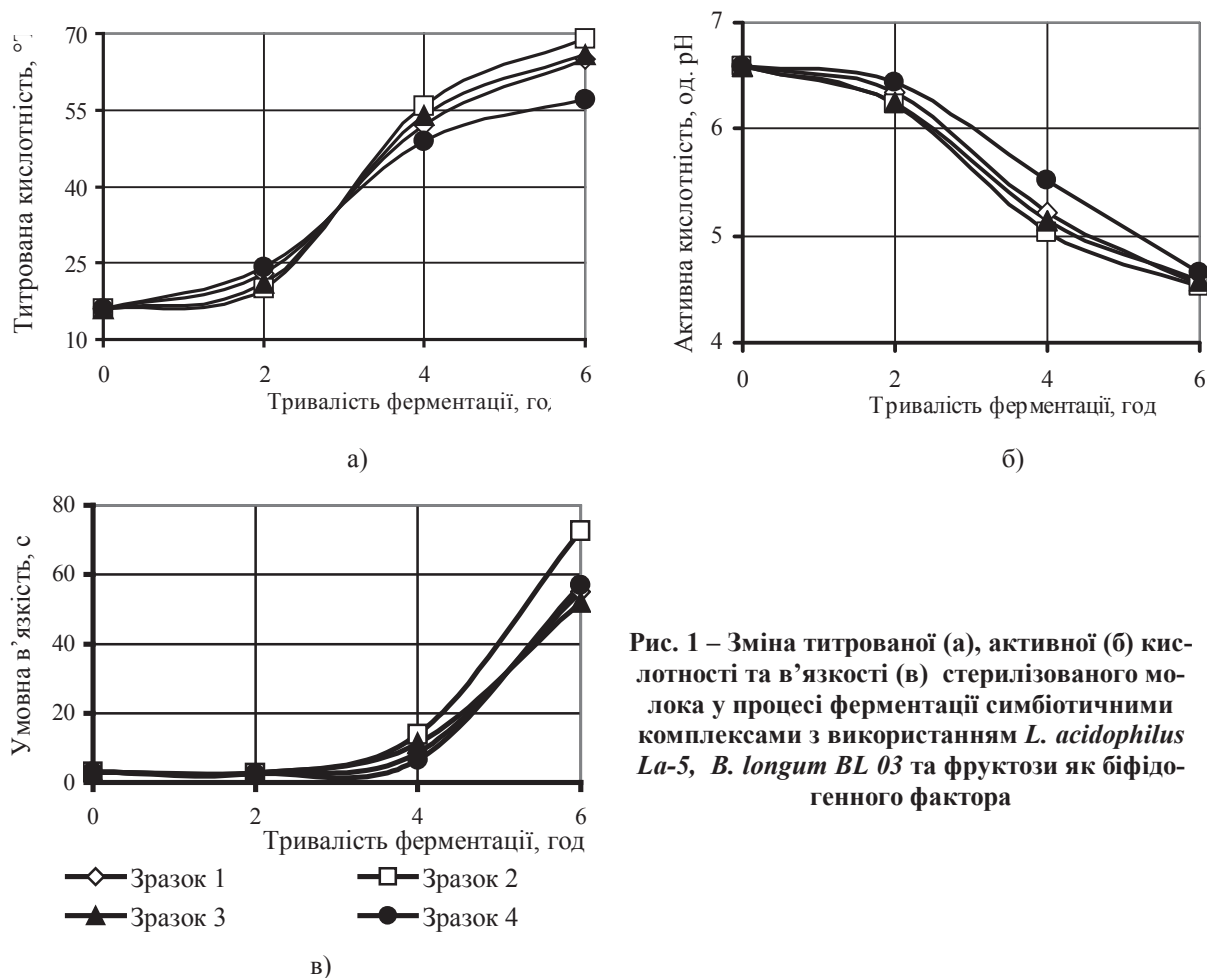


Рис. 1 – Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності та в'язкості (в) стерилізованого молока у процесі ферментації симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора

Як свідчать дані, наведені на рис. 1, б, при ферментації стерилізованого молока складеними симбіотичними комплексами з використанням фруктози як біфідогенного фактора гелеутворення експериментальних зразків триває 5,5...6,0 годин; ізоелектричний стан білків молока відзначається через 5,5 год для зразків 1, 2, 3 і через 6,0 год для зразка 4. Ізоелектричний стан білків молока досягається під впливом суміші молочної та оцтової кислот, що накопичуються *B. longum* та *L. acidophilus* при розщепленні цукрів. Титрована кислотність всіх зразків наростає поступово протягом всього процесу ферментації (рис. 1, а) і в кінці сквашування її рівень становить 57...69 °Т.

Рівень в'язкості усіх зразків змінюється приблизно однаково (рис. 1, в): величина умовної в'язкості сквашених зразків 1, 3 та 4 коливається у межах 52...57 с, найвищу в'язкість (72,7 с) має зразок 2.

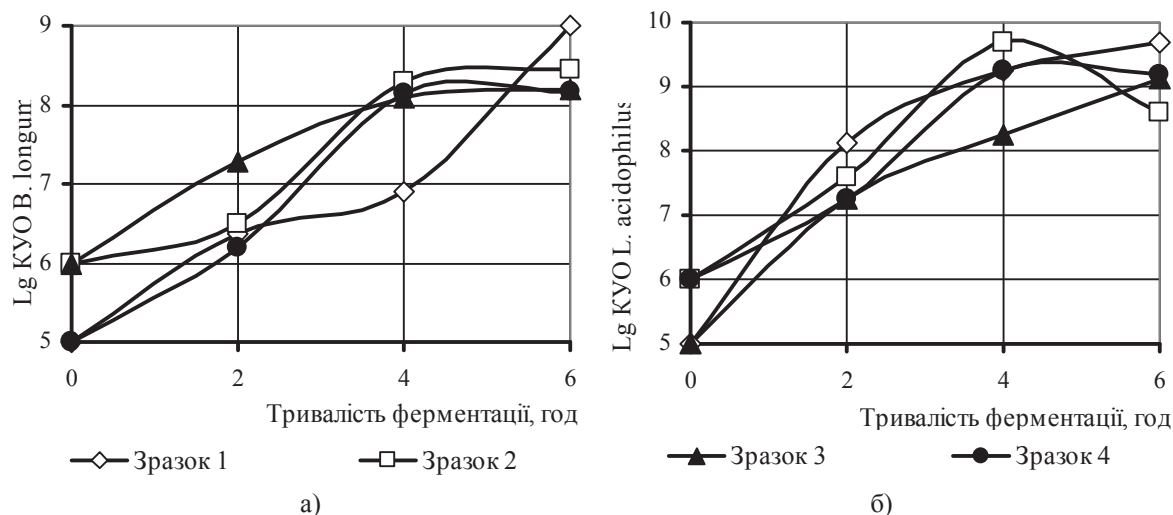


Рис. 2 – Зміна концентрації живих клітин *B. longum* (а) та *L. acidophilus* (б) при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора

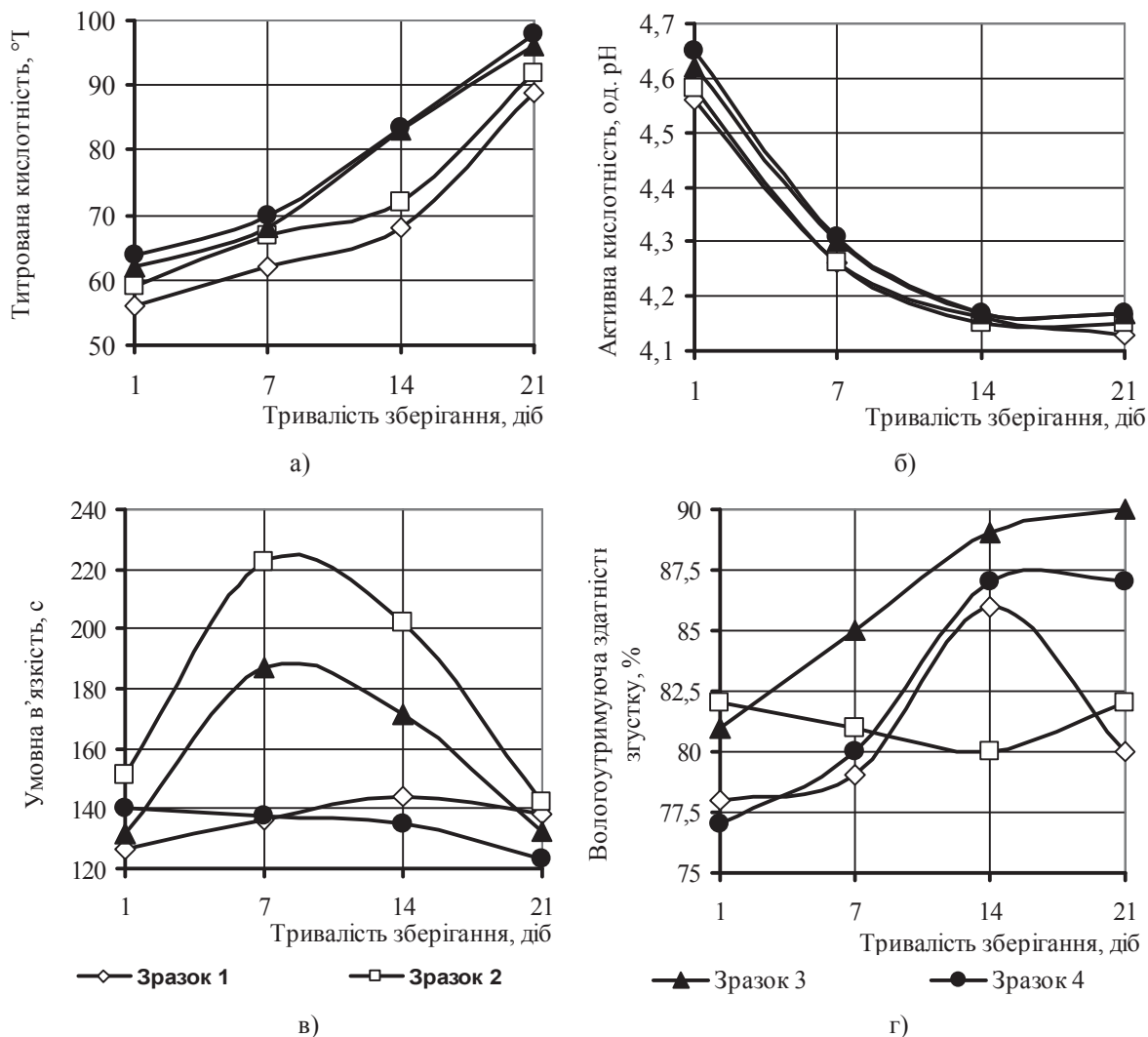
Штам та *B. longum* BL 03, використаний у експериментах, є сильним кислотоутворювачем [5, 8], активність його кислотоутворення суттєво підвищується у процесі адаптації до молока [9]. Ріст *B. longum* BL 03 у складі комплексів 2, 3 та 4 з *Lb. acidophilus* La-5 гальмується на останніх двох годинах ферментації; у зразку 1 відзначається стимулювання росту монокультури *B. longum* на 2...6 годинах культивування (рис. 2, а), що пояснюється вищою β-галактозидазною активністю ацидофільних культур у порівнянні з біфідофлорою [6, 8]. Питома швидкість росту монокультур *Lb. acidophilus* у процесі біотехнологічної обробки складає 0,79...1,21 год<sup>-1</sup>, причому вищі її значення відзначаються для зразка 1 (рис. 2, б); у зразку 2, ферментованому комплексом *Lb. acidophilus* + *B. longum*, через 4 год ферментації відзначається відмирання клітин *Lb. acidophilus*.

Використання складених симбіотичних комплексів дає можливість отримати ферментовані згустки з високими пробіотичними властивостями через 5...6 годин ферментації, оскільки концентрація життєздатних клітин *B. longum* у зразках перевищує  $1 \cdot 10^8$  КУО/см<sup>3</sup> (рис. 2, а); найвищу кількість життєздатних клітин *B. longum* ( $1 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>) та *Lb. acidophilus* ( $7 \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>) має зразок 1. Вміст клітин *L. acidophilus* у всіх зразках на 6 годину ферментації перевищував  $5 \cdot 10^8$  КУО/см<sup>3</sup> (рис. 2, б). При розвитку в молоці у процесі ферментації чисті культури *L. acidophilus* виробляють позаклітинну β-галактозидазу, що гідролізує лактозу молока до моноцукрів – глюкози та галактози, які (поряд з внесеною до молока у процесі нормалізації фруктозою) є поживним середовищем для *B. longum*. В свою чергу, у процесі метаболізму адаптовані до молока монокультури *B. longum* синтезують вільні амінокислоти, які стимулюють ріст та розвиток *L. acidophilus* [6], що сприяє отриманню згустків з високою концентрацією обох використаних у складі симбіотичних комплексів пробіотичних культур.

За рахунок використання *B. longum* у складі симбіотичних комплексів, всі зразки мають м'яку, ніжну, сметаноподібну консистенцію. Згустки мають чистий, свіжий, кисломолочний смак та запах, без сторонніх присмаків та запахів.

Здатність ферментованих функціональних молочних продуктів, збагачених пробіотичними культурами, зберігати показники якості – органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, пробіотичні, при низьких температурах (4±2 °С) протягом тривалого терміну є визначальною для встановлення терміну їх зберігання і раціональних співвідношень між біфідо- та лактокультурами у складі заквашувальних композицій, які дозволяють виробляти ацидофільні продукти з максимально високою концентрацією пробіо-

тичних культур, високими органолептичними, нормованими мікробіологічними та фізико-хімічними показниками, зокрема, невисоким рівнем кислотності, а також подовженим терміном зберігання. Тому другим етапом експериментальних досліджень стало визначення показників якості ферментованих пробіотичних згустків у процесі зберігання за температури  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  протягом 21 доби. В процесі зберігання досліджуваних зразків в них визначали титровану та активну кислотність, в'язкість та вологоутримуючу здатність (ВУЗ) – рис. 3, а також кількість життєздатних клітин *B. longum* та *L. acidophilus* в  $1\text{ cm}^3$  згустків (рис. 4).



**Рис. 3 – Зміна титрованої (а), активної (б) кислотності, в'язкості (в) та ВУЗ (г) зразків, отриманих при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора, у процесі зберігання**

При зберіганні зразків 1...4, отриманих ферментацією *Lb. acidophilus* + *B. longum* протягом 14 діб різко знижується рівень активної кислотності – на 0,45...0,50 од. рН, при цьому титрована кислотність збільшується на 12...19 °Т (рис. 3, а, б, відповідно), тоді як протягом останніх 7 діб зберігання активна кислотність зразків залишається практично сталою, а титрована збільшується на 20...23 °Т. Це пояснюється переважанням кількості лактобацил, які викликають більш значимі зміни активної кислотності, над кількістю біфідобактерій у зразках протягом всього терміну зберігання (рис. 4, а, б). Титрована кислотність зразків невисока протягом 14 діб зберігання, що обумовлює чистий кисломолочний смак згустків без занадто вираженого кислого присмаку. Найнижчі значення титрованої кислотності має зразок 1.

Показники в'язкості та ВУЗ досліджуваних згустків знаходяться у допустимих межах. Найвищу в'язкість мають зразки 2 і 3, найвищу ВУЗ – зразок 3, що обумовлюється сталою кількістю лактобацил у ньому протягом всього процесу зберігання.

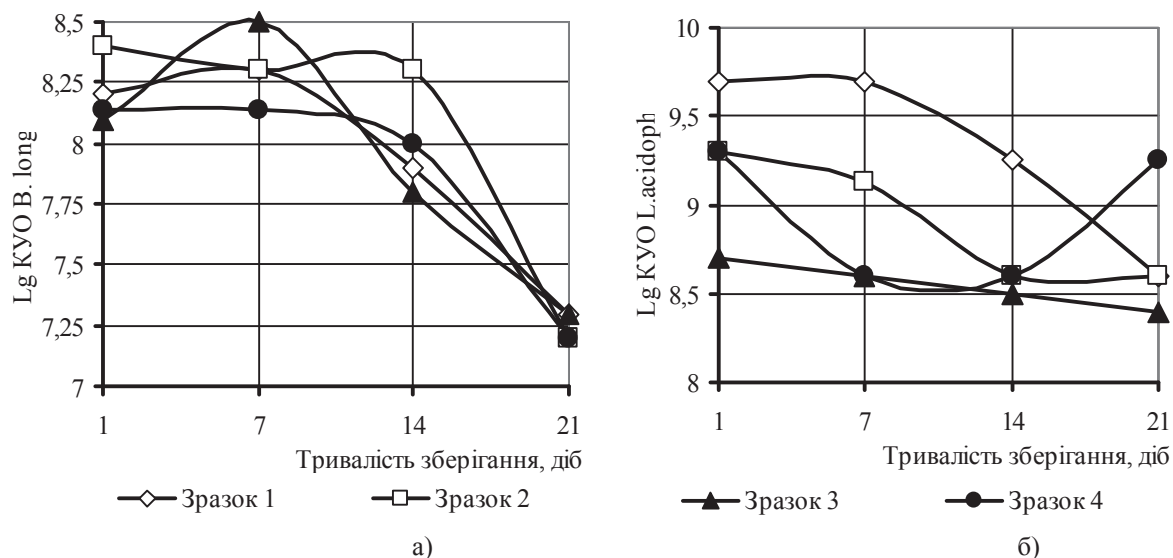


Рис. 4 – Зміна концентрації живих клітин *B. longum* (а) та *L. acidophilus* (б) у зразках, отриманих при ферментації стерилізованого молока симбіотичними комплексами з використанням *L. acidophilus* La-5, *B. longum* BL 03 та фруктози як біфідогенного фактора, у процесі зберігання

Оцінюючи пробіотичні властивості ферментованих згустків, можна констатувати, що за сумарною кількістю клітин пробіотичних культур (*Lb. acidophilus* + *B. longum*) слід віддати перевагу зразку 1, оскільки кількість життєздатних клітин *B. longum* та *Lb. acidophilus* протягом 14 днів зберігання складає  $(0,9 \dots 2,0) \cdot 10^8$  та  $(2,5 \dots 7,0) \cdot 10^9$  КУО/см<sup>3</sup>, відповідно (рис. 4, а, б).

**Висновки.** Для виробництва функціональних молочних продуктів рекомендувати симбіотичний комплекс з використанням *B. longum* BL 03, *Lb. acidophilus* La-5 та фруктози як біфідогенного фактора: співвідношенням біфідобактерій та лактобацил у комплексі повинно складати 1:1, вихідна концентрація клітин у молоці –  $1 \cdot 10^5$  КУО/см<sup>3</sup>, концентрація фруктози – 0,1 % від маси молока.

На кафедрі ТМ та СХП з використанням запропонованого симбіотичного комплексу розроблено біотехнології виробництва функціональних молочних продуктів – простокваші, кефіру, сметани, кисло-молочного сиру та м'яких кислотно-сичужних сирів.

#### Література:

- Капрельянц Л.В., Іоргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
- Тихомирова Н. А. Технологія продуктів функціонального харчування. – М.: ООО «Франтэра», 2002. – 213 с.
- Молочні продукти: вибір та ризики. // Молочна пром-сть. – 2007. – № 3 (38). – С. 29-32.
- Дисбактеріозы – актуальна проблема медицини / А.А.Вороб'єв, Н.А.Абрамов, В.М.Бондаренко, Б.А.Шендеров // Вестник Российской АМН. – 1997. – № 3. – С. 4–7.
- Японские ученые о бифидобактериях. Финансово-аналитическая группа «ПРО-Консалтинг». – 2005. – 48 с.
- Донцова Т.А. Антагоністичні властивості бактерій роду *Lactobacillus* / Донцова Т.А., Швець Г.В., Іваниця В.О // Вісник Одеського державного університету. – Одеса: ОДУ. – 2000. – Т.5. Вип. 1. – С. 235–240.
- Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопр. питания. – 1999. – № 2. – С. 32–39.
- Бифидобактерии и использование их в молочной промышленности / Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И., Эрвольдер Т. М. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с.
- Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / Н.А. Дідух, О.П. Чагаровський, Т.А. Лисогор. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с.
- Інструкція по мікробіологічному контролю виробництва на підприємствах молочної промисловості. – М.: Госагропром. – 1988. – 122 с.
- Чагаровський О.П. Новий біфідовмісний кисло-молочний напій функціонального призначення / О. П. Чагаровський, Н. А. Дідух // Молочна пром-сть. – 2005. – № 1(16). – С. 36–39.