

УДК 637.146:[579.864+579.873.13]:613.22

**Н.А. Ткаченко**

Одеська національна академія харчових технологій,  
вул. Канатна, 112, Одеса, Україна, 65039,  
тел.: +38 (048) 712 40 45, e-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua

## ЗАКВАШУВАЛЬНІ КОМПОЗИЦІЇ БАКТЕРІЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

**Мета.** Створення заквашувальних композицій із культур біфідо- й лактобактерій для розробки технологій ферментованих молочних продуктів дитячого харчування з підвищеними пробіотичними, в т.ч. антагоністичними властивостями.

**Методи.** Культивування заквашувальних культур біфідо- та лактобактерій здійснювали в стерилізованому молоці, збагаченому фруктозою. Кислотність визначали титриметричним та потенціометричним методами, вологоутримувальну здатність згустку – метод центрифугування, умовну в'язкість ферментованих продуктів – за тривалістю витікання згустку із піпетки, кількість життєздатних клітин лактобактерій – посівом у стерилізоване молоко, кількість клітин біфідобактерій – посівом у тіогліколеве середовище, антагоністичну активність культур лакто- й біфідобактерій – за луночно-дифузійним методом, протеолітичну активність – за сумою трьох вільних амінокислот в перерахунку на тирозин.

**Результати.** Визначено технологічні, пробіотичні, в т.ч. антагоністичні, й протеолітичні властивості лакто- й біфідобактерій прямого внесення, представлених на ринку України. На основі проведених досліджень рекомендовано для технологій ферментованих молочних продуктів дитячого харчування використовувати монокультури *Lactobacillus acidophilus* La-5 та *Bifidobacterium animalis* Bb-12 та змішані культури *L. lactis* ssp. *lactis* + *L. lactis* ssp. *cremoris* + *L. lactis* ssp. *diacetylactis* + *L. mesenteroides* (ЗК). За встановленого співвідношення між ЗК : *L. acidophilus* La-5 : *B. animalis* Bb-12 у складі заквашувальних композицій 1,0 : 0,1 : 1,0 (вихідна концентрація культур при інокуляції –  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$  та  $1 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>, відповідно) отримано кисломолочний продукт з нормованими фізико-хімічними показниками, високими пробіотичними та гіпоалергенними властивостями.

**Висновки.** Розроблено композиції заквашувальних культур із використанням лакто- та біфідобактерій прямого внесення, які забезпечують отримання ферментованих молочних продуктів дитячого харчування (напоїв та білкових продуктів) з підвищеними пробіотичними та гіпоалергенними властивостями.

*Ключові слова:* дитяче харчування, ферментація молока, біфідобактерії, лактобактерії.

Технології виробництва кисломолочних продуктів дитячого харчування, неадаптованих за хімічним складом до жіночого молока, в т.ч. кефіру, йогурту, сиру кисломолочного й виробів з нього, впроваджені сьогодні на молокопере-



робних підприємствах, не гарантують отримання продукції, яка не викликає у малюків алергічні реакції. Для зниження алергенного впливу на організм дітей необхідно зменшувати кількість алергенних фракцій білків, зокрема  $\alpha_{s1}$ -казеїну та  $\beta$ -лактоглобуліну, у молоці коров'ячому, яке є сировиною для дитячих продуктів [4]. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми може бути використання у складі заквашувальних композицій для біотехнологій кисломолочних дитячих продуктів культур лактобактерій, які виробляють активні екзогенні протеази, що дозволяє максимально зменшити у ферментованих дитячих молочних продуктах кількість алергенних фракцій білків, забезпечити гіпоалергенний вплив цих продуктів на дитячий організм та підвищити засвоюваність білків при споживанні [6, 7].

Кисломолочні продукти для дитячого харчування повинні мати невисокий рівень кислотності, тому основу заквашувальних композицій більшості з них складають змішані культури (ЗК) мезофільних молочнокислих лактококків [4]. Комплексні наукові дослідження протеолітичних і технологічних властивостей ЗК у складі бактеріальних концентратів прямого внесення (БК *DVS*) провідних фірм-виробників заквасок («Alce Mofin Group», Італія, «Chr. Hansen», Данія, «Good Food», Італія) [7] дозволили рекомендувати для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування використовувати БК *DVS* фірми «Chr. Hansen» (Данія): заморожені – *F DVS C-301* або *F DVS C-303*, і отримані ліофільним сушінням – *FD DVS CH N-11* або *FD DVS CH N-19*. Усі рекомендовані БК *DVS* містять змішані культури *L. lactis ssp. lactis* + *L. lactis ssp. cremoris* + *L. lactis ssp. diacetylactis* + *L. mesenteroides* з підвищеними протеолітичними властивостями, причому протеолітичні властивості ЗК у складі заморожених БК *DVS* у 2,43–3,52 рази вищі від таких у ліофільно висушених БК *DVS* (за результатами попередніх досліджень [7]).

Для забезпечення високих пробіотичних і антагоністичних властивостей дитячих кисломолочних продуктів до складу заквашувальних композицій слід вводити штами біфідобактерій і лактобацил з доведеними пробіотичними властивостями та, зокрема, високими антагоністичними характеристиками відносно патогенних та умовно-патогенних бактерій. Збагачення кисломолочних дитячих продуктів активними штамами пробіотиків та їх метаболітами також сприятиме подовженню терміну зберігання продуктів, особливо, якщо використовувати як заквашувальні культури БК *DVS* [2, 4, 6, 7].

Попередніми дослідженнями [7] доведено, що для використання у технологіях дитячих кисломолочних продуктів з високими пробіотичними властивостями і невисоким рівнем кислотності доцільно використовувати у заквашувальних композиціях монокультури (МК) *Lactobacillus acidophilus La-5* у складі БК *DVS* фірми «Chr. Hansen» (Данія) – *FD DVS La-5* і *F DVS La-5*. Наявність пробіотичних властивостей та, зокрема, антагоністичної активності по відношенню до патогенних та умовно-патогенних бактерій у МК *L. acidophilus La-5* доведена попередніми дослідженнями [2]. Крім того, дані культури характеризуються досить високою здатністю до протеолізу білків молока [7].



Мета представленої роботи – створення заквашувальних композицій із пробіотичних культур штамів роду *Bifidobacterium*, монокультури *L. acidophilus* La-5 і ЗК для технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування з підвищеними пробіотичними, в т.ч. антагоністичними властивостями.

### Матеріали і методи

На першому етапі досліджень здійснювали вибір пробіотичних культур біфідобактерій прямого внесення, перелік яких наведено в табл. 1.

Таблиця 1

### Характеристика концентратів біфідобактерій

Table 1

#### The characteristic of bifidobacteria bacterial concentrates

Назва	Виробник	Склад	Вид
LYOBAC BIFI	«alce Mofin Group» (Італія)	ЗК <i>B. bifidum</i> BB 03 + <i>B. longum</i> BL 03 + <i>B. breve</i> BR 03	ліофільно висушені культури
LYOBAC 3BIFIDI		ЗК <i>B. bifidum</i> BB 03 + <i>B. longum</i> BL 03 + <i>B. adolescentis</i> BA 03	
FD DVS Bb-12	«Chr. Hansen» (Данія)	МК <i>B. animalis</i> Bb-12	
F DVS Bb-12		МК <i>B. animalis</i> Bb-12	

З метою вибору бактеріальних концентратів *Bifidobacterium* прямого внесення для виробництва дитячих кисломолочних продуктів було проаналізовано їх функціонально-технологічні, протеолітичні й антагоністичні властивості.

Культивування біфідобактерій здійснювали в молоці жирністю 1%, збагаченому фруктозою як біфідогенним фактором (масова частка фруктози – 0,1 % [2, 10]), стерилізованому за температури (120±1) °С протягом 20 хв. Вихідна концентрація біфідобактерій у молоці складала 1×10<sup>6</sup> КУО/см<sup>3</sup>. Ферментацію молока біфідобактеріями здійснювали за температури (37±1) °С до досягнення ізоелектричної точки білків молока (рН 4,6). Отримані згустки охолоджували до температури (20±1) °С і визначали в них показники якості.

Для визначення кислотності використовували титриметричний та потенціометричний методи, вологоутримувальну здатність (ВУЗ) згустку визначали методом центрифугування [3], умовну в'язкість – за тривалістю витікання згустку із піпетки ємністю 100 см<sup>3</sup> з вихідним отвором 5 мм [3]. Визначення кількості життєздатних клітин біфідобактерій здійснювали посівом у тіогліколове середовище [1], антагоністичну активність біфідобактерій – за луночно-дифузійним методом [6], протеолітичну активність – за сумою трьох вільних амінокислот в перерахунку на тирозин [6].



Для обґрунтування складу заквашувальних композицій із ЗК з підвищеними протеолітичними властивостями, МК *L. acidophilus La-5* і МК *B. animalis Bb-12* було складено вісім композицій (табл. 2), в яких вихідну концентрацію лактобацил (як найсильніших кислотоутворювачів із всіх використаних культур) при інокуляції варіювали в межах  $1 \times 10^5 \dots 1 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>.

Таблиця 2

Заквашувальні композиції, складені із БК *DVS* лакто- та біфідобактерій

Table 2

**Starter compositions composed of bacterial concentrates *DVS* of lacto- and bifidobacteria**

№ з/п	Заквашувальна композиція	Вихідна концентрація бактерій, КУО/см <sup>3</sup>		
		ЗК	МК <i>L. acidophilus La-5</i>	МК <i>B. animalis Bb-12</i>
1	<i>F DVS C-301 + F DVS La-5 + F DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
2	<i>F DVS C-303 + F DVS La-5 + F DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
3	<i>F DVS C-301 + F DVS La-5 + F DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
4	<i>F DVS C-303 + F DVS La-5 + F DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
5	<i>FD DVS CH N-11 + FD DVS La-5 + FD DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
6	<i>FD DVS CH N-19 + FD DVS La-5 + FD DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
7	<i>FD DVS CH N-11 + FD DVS La-5 + FD DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$
8	<i>FD DVS CH N-19 + FD DVS La-5 + FD DVS Bb-12</i>	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$	$1 \times 10^6$

Культивування бактерій заквашувальних композицій здійснювали аналогічно культивуванню біфідобактерій. У ферментованих згустках, крім зазначених вище показників якості, визначали кількість життєздатних клітин лактобактерій посівом у стерилізоване молоко.

### Результати досліджень та їх обговорення

За результатами оцінки функціонально-технологічних та пробіотичних властивостей БК *DVS* біфідобактерій (табл. 3) рекомендовано у технологіях дитячих кисломолочних продуктів використовувати БК *FD DVS Bb-12* і *F DVS Bb-12*.



Таблиця 3

## Функціонально-технологічні та пробіотичні властивості біфідобактерій

Table 3

## Functional-technical and probiotic properties of bifidobacteria

Бактеріальний концентрат <i>Bifidobacterium</i>	Тривалість сквашування молока, год.	Титрована кислотність згустку, °Т	Умовна в'язкість, сек.	ВУЗ згустку, %	Кількість біфідобактерій, $\times 10^8$ КУО/см <sup>3</sup>
LYOVAC BIFI	7,0 ± 0,5	81,0 ± 1,0	52,0 ± 3,0	82,0 ± 1,0	4,8 ± 0,5
LYOVAC 3BIFIDI	8,0 ± 0,5	73,0 ± 1,5	63,0 ± 2,0	83,0 ± 1,0	5,3 ± 0,2
FD DVS Bb-12	12,0 ± 1,0	50,5 ± 0,5	34,5 ± 1,5	80,0 ± 1,0	4,5 ± 0,5
F DVS Bb-12	10,0 ± 1,0	49,0 ± 3,0	33,0 ± 1,0	78,0 ± 1,0	3,0 ± 0,1

Примітка: n=5, p≤0,05.

Note: n=5, p≤0.05.

При ферментації молока монокультури *B. animalis Bb-12* утворюють згустки з невисоким рівнем кислотності, в'язкості, ВУЗ і високою концентрацією життєздатних клітин бактерій. Бактеріальні концентрати *LYOVAC BIFI* й *LYOVAC 3BIFIDI* також ферментують молоко з утворенням згустків з високою концентрацією життєздатних клітин бактерій, але титрована кислотність цих згустків досить висока, що може спричинити стрімкий ріст кислотності продуктів у процесі зберігання, що не допустимо у продуктах дитячого харчування. Вищу концентрацію життєздатних клітин МК *B. animalis Bb-12* містить згусток, отриманий ферментацією молока з використанням БК, отриманого ліофільним сушінням (табл. 3). Це пояснюється тим, що ліофільно висушені біфідобактерії на 2 години довше ферментують молоко в порівнянні з замороженими клітинами, тому за цей час накопичується більша кількість життєздатних бактерій. Наявність пробіотичних властивостей у *B. animalis Bb-12* доведена попередніми дослідженнями [2].

З метою оцінки антагоністичних і протеолітичних властивостей обраних БК біфідобактерій, було визначено їх антагоністичні властивості щодо патогенних і умовно-патогенних бактерій (*S. aureus*, *Salmonella*, *E. coli*, *B. subtilis*), а також досліджено здатність до протеолізу білків молока (табл. 4).

З точки зору антагоністичної активності МК *B. animalis Bb-12* можна оцінити як перспективні для практичного використання у складі заквашувальних композицій для дитячих молочних продуктів; найвищу антагоністичну активність ці бактерії проявляють по відношенню до бактерій роду *Salmonella* (табл. 4).



**Антагоністична й протеолітична активність *B. animalis Bb-12*  
у складі бактеріальних концентратів *DVS***

Table 4

**Antagonistic and proteolytic activity of *B. animalis Bb-12*  
in the composition of bacterial concentrates *DVS***

БК <i>DVS</i> <i>Bifidobacterium</i>	Розмір зони пригнічення росту, мм				Вміст тирозину в згустку, мг/100 г
	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella sp.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	
FD <i>DVS</i> Bb-12	11,5±1,0	19,5±1,0	12,5±0,6	14,5±0,7	0,010±0,001
F <i>DVS</i> Bb-12	11,0±1,0	18,5±1,0	12,3±0,4	14,0±0,5	0,009±0,002

Примітка: n=5, p≤0,05.

Note: n=5, p≤0.05.

Протеолітична активність МК *B. animalis Bb-12* – невисока (табл. 4), що обумовлено незначною кількістю активних протеолітичних ферментів, які продукують ці культури в процесі життєдіяльності. Однак, за літературними даними [2, 6, 10], протеолітична активність біфідобактерій може підвищуватися при спільному культивуванні їх з лактобактеріями з високими протеолітичними властивостями.

Функціонально-технологічні властивості складених заквашувальних композицій для виробництва дитячих кисломолочних продуктів наведені в табл. 5.

Встановлено, що ферментація молока заквашувальними композиціями 1-4, складеними із заморожених БК, триває на 0,5 год менше в порівнянні з ферментацією композиціями 5-8, складеними із ліофільно висушених БК (табл. 5). Це пояснюється значно коротшою *lag*-фазою при ферментації молока замороженими концентратами бактерій [2]. Використання для ферментації молока заквашувальних композицій зі співвідношенням МК *B. animalis Bb-12*: МК *L. acidophilus La-5* : ЗК – 1,0 : 1,0 : 1,0 сприяє прискоренню процесу на 0,5 год в порівнянні з ферментацією молока композиціями зі співвідношенням культур 1,0 : 0,1 : 1,0, що зумовлено вищою вихідною концентрацією ацидофільних бактерій, які є сильними кислотоутворювачами. Але при ферментації молока композиціями 3, 4, 7 і 8 отримуємо згустки, які мають значно вищий рівень титрованої кислотності (на 13,0–14,5 °Т), що негативно позначається на кислотності цільового продукту і може викликати швидке її наростання в процесі зберігання. Умовна в'язкість та ВУЗ всіх згустків (табл. 5) знаходяться в межах норми для кисломолочних напоїв та білкових продуктів.



**Функціонально-технологічні властивості заквашувальних композицій,  
складених із БК DVS лакто- та біфідобактерій**

Table 5

**Functional-technical properties of starter compositions composed of bacterial  
concentrates DVS of lacto- and bifidobacteria**

Заквашувальна композиція №	Тривалість сквашування молока, год	Титрована кислотність згустку, °Т	Умовна в'язкість, сек	ВУЗ згустку, %
1	6,25 ± 0,25	59,0 ± 3,0	50,5 ± 1,5	62,0 ± 1,0
2	6,25 ± 0,25	60,0 ± 2,5	49,0 ± 2,0	61,5 ± 1,5
3	5,75 ± 0,25	72,5 ± 1,5	67,5 ± 2,5	70,0 ± 2,0
4	5,75 ± 0,25	74,0 ± 1,0	63,0 ± 2,0	73,0 ± 3,0
5	6,50 ± 0,25	63,0 ± 2,0	63,0 ± 3,0	66,0 ± 1,0
6	6,50 ± 0,25	65,5 ± 1,5	58,0 ± 2,0	64,5 ± 1,5
7	6,00 ± 0,25	77,5 ± 2,5	73,5 ± 1,5	78,0 ± 2,0
8	6,00 ± 0,25	79,0 ± 2,0	71,0 ± 1,0	75,0 ± 3,0

Примітка: n=5, p≤0,05.

Note: n=5, p≤0.05.

Оцінюючи пробіотичні властивості ферментованих згустків за сумарною кількістю пробіотичних культур *B. animalis* Bb-12 і *L. acidophilus* La-5 (табл. 6), слід відзначити, що найвищу сумарну концентрацію життєздатних клітин  $(1,95-4,60) \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup> мають зразки, ферментовані композиціями 5 і 6, незначно поступаються їм за сумарним вмістом бактерій –  $(1,73-3,35) \times 10^9$  КУО/см<sup>3</sup> – зразки, ферментовані композиціями 1 і 2. Зразки, отримані ферментацією молока заквашувальними композиціями 3, 4, 7 і 8 містять нижчу сумарну концентрацію бактерій –  $(6,0-11,1) \times 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>, причому слід відзначити, що у цих зразках як пробіотичні культури переважають ацидофільні бактерії, тоді як у зразках 1, 2, 5 і 6 – біфідобактерії, які є переважальними в кишечнику малюків. Вища концентрація біфідобактерій в зразках 1, 2, 5 і 6 пояснюється нижчою вихідною концентрацією МК *L. acidophilus* La-5, які є сильними кислотоутворювачами і в зразках 3, 4, 7 і 8 пригнічують ріст біфідобактерій.



**Кількість життєздатних клітин лакто- та біфідобактерій у згустках,  
отриманих ферментацією молока складеними композиціями**

Table 6

**The number of viable cells of lacto- and bifidobacteria in clots obtained by  
fermentation of milk using composed compositions**

Заквашувальна композиція №	Кількість життєздатних клітин, КУО/см <sup>3</sup> ,		
	МК <i>B. animalis Bb-12</i> , X·10 <sup>-9</sup>	МК <i>L. acidophilus La-5</i> , X·10 <sup>-8</sup>	ЗК, X·10 <sup>-9</sup>
1	1,8 ± 0,2	1,9 ± 0,6	19,0 ± 6,0
2	2,7 ± 0,4	1,9 ± 0,6	19,0 ± 6,0
3	0,1 ± 0,1	6,0 ± 1,0	5,0 ± 1,0
4	0,2 ± 0,1	6,0 ± 1,0	5,0 ± 1,0
5	2,3 ± 0,6	3,2 ± 1,8	25,0 ± 12,0
6	3,5 ± 0,7	3,2 ± 1,8	25,0 ± 12,0
7	0,2 ± 0,1	7,0 ± 1,0	6,0 ± 1,0
8	0,3 ± 0,1	7,0 ± 1,0	6,0 ± 1,0

Примітка: n=5, p≤0,05.

Note: n=5, p≤0.05.

Максимальну кількість життєздатних клітин ЗК з підвищеними протеолітичними властивостями містять зразки 5 і 6 та зразки 1 і 2 (табл. 6) – (2,5–4,0)×10<sup>10</sup> та (1,3–2,5)×10<sup>10</sup> КУО/см<sup>3</sup>, що, напевне, також пояснюється нижчою вихідною концентрацією лактобацил у цих зразках при заквашуванні молока та симбіозом МК *B. animalis Bb-12* та ЗК, доведеним у попередніх дослідженнях [2]. Така висока концентрація ЗК у цих зразках, напевне, зумовлена вищим вмістом в них біфідобактерій, адже, за результатами попередніх досліджень [2], МК *B. animalis Bb-12* та ЗК утворюють при спільному культивуванні у співвідношенні 1,0 : 1,0 симбіотичну композицію і стимулюють ріст один одного.

Результати визначення антагоністичної та протеолітичної активності заквашувальних композицій, складених із БК *DVS* лакто- та біфідобактерій (табл. 7), також свідчать про доцільність застосування у технології дитячих кисломолочних продуктів заквашувальних композицій з МК *B. animalis Bb-12*, МК *L. acidophilus La-5* та ЗК у співвідношенні 1,0 : 0,1 : 1,0 при вихідній концентрації культур у молоці 1×10<sup>6</sup>, 1×10<sup>5</sup> і 1×10<sup>6</sup> КУО/см<sup>3</sup> відповідно, оскільки композиції 1, 2, 5 і 6 ферментують молоко з утворенням згустків з високими протеолітичними й антагоністичними властивостями.





Таблиця 7

Антагоністична та протеолітична активність заквашувальних композицій,  
складених із БК *DVS* лакто- й біфідобактерій

Table 7

Antagonistic and proteolytic activity of starter compositions composed of  
bacterial concentrates *DVS* of lacto- and bifidobacteria

Заквашувальна композиція №	Розмір зони пригнічення росту, мм, для тест-культури				Вміст тирозину в згустку, мг/100 г
	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella sp.</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>	
1	31,5 ± 1,0	39,0 ± 1,0	29,5 ± 0,3	41,5 ± 0,8	0,782 ± 0,017
2	33,5 ± 0,5	40,5 ± 1,0	31,0 ± 0,5	45,5 ± 1,5	0,796 ± 0,013
3	34,0 ± 1,0	35,5 ± 1,5	25,5 ± 1,5	37,0 ± 0,5	0,612 ± 0,024
4	34,5 ± 1,5	37,0 ± 1,0	27,0 ± 1,0	39,5 ± 1,2	0,616 ± 0,011
5	34,5 ± 1,0	41,0 ± 1,0	31,5 ± 0,8	45,5 ± 1,1	0,346 ± 0,010
6	35,0 ± 1,5	42,0 ± 1,0	33,0 ± 1,0	47,0 ± 1,0	0,231 ± 0,007
7	34,0 ± 0,4	37,0 ± 0,7	26,5 ± 0,5	37,5 ± 1,3	0,283 ± 0,020
8	33,8 ± 0,2	38,2 ± 0,2	28,0 ± 1,5	40,5 ± 1,1	0,197 ± 0,013

Примітка: n=5, p≤0,05.

Note: n=5, p≤0.05.

Спільне використання у складі заквашувальних композицій лактококів, лактобацил та біфідобактерій призводить до синергізму їх протеолітичних властивостей, що забезпечує отримання дитячих кисломолочних продуктів з високим ступенем гідролізу білків, в т.ч. алергенних фракцій (це припущення доведено результатами дослідження фракційного складу білків паст білкових для дитячого харчування, вироблених з використанням розроблених заквашувальних композицій [9], а також медико-біологічними дослідженнями білків паст білкових для дитячого харчування [8]). Найвищі протеолітичні властивості мають зразки 1 і 2, основу заквашувальних композицій в яких складають БК *DVS* зі ЗК, отриманих заморожуванням, які мають найвищі протеолітичні властивості [7]. Отже, можна припустити, що дитячі кисломолочні продукти, вироблені з використанням заквашувальних композицій 1 і 2 матимуть нижчий вміст алергенних фракцій білків (це припущення також доведено дослідженнями фракційного складу білків у пастах білкових для дитячого харчування [9]). До того ж, вартість БК *DVS*, отриманих заморожуванням, на 270–300 грн. нижча, ніж вартість БК *DVS*, отриманих ліофільним сушінням.



Але відмовлятися від використання в технологіях дитячих кисломолочних продуктів заквашувальних композицій із БК *DVS*, отриманих ліофільним сушінням, не доцільно, оскільки ці композиції забезпечують отримання згустків з вищою кількістю життєздатних пробіотичних біфідобактерій (табл. 6), які мають високу антагоністичну активність по відношенню до патогенних і умовно-патогенних бактерій, що, напевне, зумовлено більшою тривалістю ферментації молока (табл. 5). До того ж, для зберігання ліофільно висушених БК *DVS* на підприємстві необхідно мати холодильну камеру з температурою  $(-18)$ - $(-20)$  °С, тоді як для зберігання заморожених БК *DVS* необхідна холодильна камера з температурою  $(-45)$ - $(-50)$  °С.

Для розробки технологій кисломолочних продуктів дитячого харчування доцільно рекомендувати такі заквашувальні композиції: змішані культури *L. lactis ssp. lactis*, *L. lactis ssp. cremoris*, *L. lactis ssp. diacetylactis*, *L. mesenteroides* + МК *Lbc. acidophilus La-5* + МК *B. animalis Bb-12* у співвідношенні 1,0 : 0,1 : 1,0 у складі бактеріальних концентратів *F DVS C-301* (або *F DVS C-303*), *F DVS La-5* і *F DVS Bb-12* відповідно (вихідна концентрація бактерій при інокуляції –  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$  і  $1 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup> відповідно) та змішані культури *L. lactis ssp. lactis*, *L. lactis ssp. cremoris*, *L. lactis ssp. diacetylactis*, *L. mesenteroides* + МК *L. acidophilus La-5* + МК *B. animalis Bb-12* у співвідношенні 1,0 : 0,1 : 1,0 у складі бактеріальних концентратів *FD DVS CH N II* (або *FD DVS CH N 19*), *FD DVS La-5* і *FD DVS Bb-12* відповідно (вихідна концентрація бактерій при інокуляції –  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$  і  $1 \times 10^6$  КУО/см<sup>3</sup> відповідно).

Н.А. Ткаченко

Одесская национальная академия пищевых технологий,  
ул. Канатная, 112, Одесса, Украина, 65039;  
тел.: +38 (048) 712 40 45, e-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua

## ЗАКВАСОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ БАКТЕРИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

### Реферат

**Цель.** Создание заквасочных композиций из культур бифидо- и лактобактерий для разработки технологий ферментированных молочных продуктов детского питания с повышенными пробиотическими, в т.ч. антагонистическими свойствами. **Методы.** Культивирование заквасочных культур бифидо- и лактобактерий осуществляли в стерилизованное молоко, обогащенное фруктозой. Кислотность определяли титриметрическим и потенциометрическим методами, влагоудерживающую способность сгустка – методом центрифугирования, условную вязкость ферментированных продуктов – по продолжительности истечения сгустка из пипетки, количество жизнеспособных клеток лактобактерий – посевом в стерилизованное молоко, количество клеток бифидобактерий – посевом в тиогликолевую среду, антагонистическую активность культур



лакто- и бифидобактерий – по луночно-диффузионному методу, протеолитическую активность – по сумме трех свободных аминокислот в пересчете на тирозин. **Результаты.** Определены технологические, пробиотические, в т.ч. антагонистические, и протеолитические свойства лакто- и бифидобактерий прямого внесения, представленных на рынке Украины. На основе проведенных исследований рекомендовано для технологий ферментированных молочных продуктов детского питания использовать монокультуры *Lactobacillus acidophilus* La-5 и *Bifidobacterium animalis* Bb-12 и смешанные культуры *L. lactis* ssp. *lactis* + *L. lactis* ssp. *cremoris* + *L. lactis* ssp. *diacetylactis* + *L. mesenteroides* (СК). При установленном соотношении между СК : *L. acidophilus* La-5 : *B. animalis* Bb-12 в составе заквасочных композиций 1,0:0,1:1,0 (исходная концентрация культур при инокуляции –  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$  и  $1 \times 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup> соответственно) получен кисломолочный продукт с нормативными физико-химическими показателями, высокими пробиотическими и гипоаллергенными свойствами. **Выводы.** Разработаны композиции заквасочных культур с использованием лакто- и бифидобактерий прямого внесения, которые обеспечивают получение ферментированных молочных продуктов детского питания (напитков и белковых продуктов) с повышенными пробиотическими и гипоаллергенными свойствами.

*Ключевые слова:* детское питание, ферментация молока, бифидобактерии, лактобактерии.

**N.A. Tkachenko**

Odesa National Academy of Food Technologies,  
112, Kanatna Str, Odesa, 65039, Ukraine,  
тел.: +38 (048) 712 40 45, e-mail: nataliya.n-2013@yandex.ua

## STARTER CULTURES COMPOSITIONS FOR DAIRY BABY FOOD PRODUCTION TECHNOLOGIES

### Summary

**Aim.** Creating the fermenting compositions of bifidus bacteria and lactobacilli cultures to develop innovative technologies for fermented milk baby foods with high probiotic and antagonist properties. **Methods.** The cultivation of bifidobacteria and lactobacilli starter cultures took place in sterilized milk environment enriched with fructose. To determine acidity the titration and potentiometric techniques were used; to assess the clot's water retention capacity the centrifugation method was used; to determine the fermented products viscosity – the assessment of the clot's discharge delay was applied when leaving the pipette; to estimate the number of viable lactobacilli cells the sterilized milk inoculation technique was applied, for determining the bifidus bacteria viable cells number – the thioglycolic medium inoculation technique, and to assess the bifidus bacteria and lactobacilli cultures antagonistic activity the wells method was used; the proteolytic activity was assessed under the sum of three free amino acids, when tyrosine-based calculation. **Results.** The technological, probiotic, antagonistic and proteolytic properties of the bifidus bacteria and lactobacilli bacterial concentrates for direct application, presented in the Ukrainian market, have been defined. Basing on performed studies, for baby fermented milk products food technology the use of monocultures *L. acidophilus* La-5, monocultures *B. animalis* Bb-12 and monocultures' mix *L. lactis* ssp. *lactis* + *L. lactis* ssp. *cremoris* + *L. lactis* ssp.



*diacetylactis + L. mesenteroides (SC) is recommended. Recommended ratio between SC : L. acidophilus La-5 : B. animalis Bb-12 in the fermentation starter composition should be set as 1.0: 0.1: 1.0 (initial cultures concentration at inoculation –  $1 \times 10^6$ ,  $1 \times 10^5$  and  $1 \times 10^6$  CFU/cm<sup>3</sup>, respectively), therefore, the obtained cultured dairy product bears the regular physical and chemical parameters, high probiotic and anti-allergic properties. **Conclusions.** Developed fermentation starter cultures composition using the direct application of lacto- and bifidus bacteria concentrates, allow the production of fermented dairy baby food products (beverages and protein products) with high probiotic, hypoallergenic and antagonist properties.*

*Key words: baby food, milk fermentation, bifidus bacteria, lactobacilli.*

### Список використаної літератури

1. ДСТУ 7355:1213 Молоко, молочні продукти та закваски. Метод визначення кількості біфідобактерій. – 14 с.
2. Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6
3. Крусь Г.Н., Шалыгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов. – М.: Колос, 2000. – 386 с.
4. Кузнецов В.В., Липатова Н.Н. Справочник технолога молочного производства. Технология детских молочных продуктов. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 г. – 525 с. – ISBN 5-901065-96-4
5. Про затвердження Державної цільової соціальної програми розвитку виробництва продуктів дитячого харчування на 2012-2016 роки. – Електрон. дан. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/870-2011-п>
6. Robinson R. Dairy microbiology handbook. New York: Wiley-Interscience, 2002. – 784 p.
7. Ткаченко Н.А., Назаренко Ю.В., Авершина А.С., Українцева Ю.С. Заквашувальні композиції для дитячих кисломолочних продуктів з підвищеними протеолітичними властивостями. – Восточно-Европейский журнал передових технологий. – № 2/12 (68). – 2014. – С. 66–71. – doi: 10.15587/1729-4061.2014.23388
8. Ткаченко Н.А., Українцева Ю.С., Авершина А.С. Медико-біологічні дослідження білкових паст для дитячого харчування // Наукові праці ОНАХТ. – 2016. – Т. 48. – С. 105–110.
9. Ткаченко Н.А., Українцева Ю.С. Фракційний склад білків в пастах для дитячого харчування // Збірник наукових праць ЛНУВМтаБ ім. С.З. Гжицького. – Львів. – 2015. – № 4(64). – Т. 17. – С. 165–173.
10. Biavati B., Bottazzi V., Morelli L. Probiotics and Bifidobacteria. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.



### References

1. DSTU 7355:1213 **Milk, milk products and starter cultures. Method of determination of bifidobacteria**. Kiyiv: The Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine; 2014. 14 p.
2. Diduh NA, Chaharovskiy AP, Lysohor TA. Starter compositions for functional dairy products manufacturing. Odessa: Polygraph; 2008. 236 p.
3. Krus GN, Chaligina AM, Volokitina ZV. Methods for analysis of milk and dairy products. Moscow: Kolos; 2000. 386 p.
4. Kuznetsov VV, Lipatova NN. Handbook for the technologist of dairy processing. The technology of baby dairy products. St. Petersburg: GIORD; 2005. 525 p.
5. Zakon3.rada.gov.ua. On approval of the National Programme of baby food production for 2012-2016 [Internet]. 15.08.2011 [cited 2 March 2016]. Available from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/870-2011-п>.
6. Robinson R. Dairy microbiology handbook. New York: Wiley-Interscience; 2002. 784 p.
7. Tkachenko NA, Nazarenko JV, Avershina AS, Ukraintseva JS. Starter compositions for baby cultured milk products with high level of proteolytic properties. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2014; 2:66–71.
8. Tkachenko NA, Ukraintseva JS, Avershina AS. Biomedical research of the protein pastes for baby food. The collection «Research Works» of the Odessa National Academy of Food Technologies. 2016; 48:105–110.
9. Tkachenko NA, Ukraintseva JS. Fractional composition of proteins in the pastes for infant food. Collection of scientific works of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. 2015; 4:165–173.
10. Biavati B, Bottazzi V, Morelli L. Probiotics and Bifidobacteria. Novara: Mofin Alce; 2001. 79 p.

Стаття надійшла до редакції 21.02.2016 р.

