

Дідух Н.А., д-р. техн. наук, доцент,  
Одеська національна академія харчових технологій  
Романченко С.В., аспірант, асистент,  
Луганській національний аграрний університет

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ МОЛОЧНОЇ ОСНОВИ У БІОТЕХНОЛОГІЇ КЕФІРУ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ**

У роботі доведено необхідність розробки технології кисло-молочних напоїв дитячого харчування з використанням культур біфідо- та лактобактерій, наведено основні етапи розробки режиму ферментації молочних сумішей симбіотичними заквасками з використанням даних культур у біотехнології кефіру.

**Ключові слова:** дитяче харчування, ферментація, пробіотики, біфідо- та лактобактерії, коров'яче та козине молоко, показники якості.

In work the necessity of development of technology of child's soul-milk is proved with the use of cultures of bifido- and laktobakteriy, basic design of the mode of fermentation of the suckling's mixtures times are resulted by symbiotic ferments with the use of cultures.

**Keywords:** child's food, fermentation, probiotiki, bifido- and laktobakterii, cow and goat's milk, indexes of quality.

**Постановка проблеми і її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.** Впродовж останніх років в Україні спостерігається тенденція до збільшення народжуваності, що веде до збільшення кількості немовлят та дітей віком до трьох років, яким необхідно споживати продукти зі збалансованим складом [4, 8]. Сьогодні обсяг ринку молочних продуктів дитячого харчування складає близько 1,5 млн. тонн; при цьому біля 75 % продуктів дитячого харчування в країну імпортується і лише 25 % представлено продукцією вітчизняних виробників [8]. Випиваючи 200 см<sup>3</sup> молока, малюк 3-6 років отримує практично половину (40 %), а школяр до 10 років – 1/3 (34 %) необхідної денної норми кальцію. Кальцій та фосфор, що є в молоці, дуже важливі для дітей, що обумовлено їх участю в формуванні кісток, зубів та нервової системи. Такої концентрації кальцію та фосфору, як в молоці, немає в жодному іншому продукті. Окрім того, в молоці є практично усі водо- та жиророзчинні вітаміни.

За даними досліджень МАЗМІ, споживання молока в місті на одного малюка складає від 81 до 90 см<sup>3</sup> і навіть у сільській місцевості його споживання на 76 % нижче норми. Діти практично не споживають кисло-молочні продукти, а сиру споживають лише 0,13 г/добу. За даними досліджень, проведеного МАЗМІ України у листопаді-грудні 2008 року, тільки частина українських малюків до 3-х років регулярно споживає спеціалізовані дитячі молочні та кисло-молочні продукти харчування (25 % – молоко і 21 % – кефір) [8]. Відсутність у раціоні харчування малюків кисло-молочних продуктів сприяє виникненню дисбіотичних порушень в їх кишечнику. В результаті зниження рівня лакто- й особливо біфідобактерій у кишечнику дітей порушуються процеси травлення, погіршується всмоктування речовин, засвоєння заліза та кальцію, синтез вітамінів, втрачається здатність до активізації різних ферментів. Зменшення кількості цих бактерій знижує стійкість кишечника до надлишкового заселення його умовно-патогенними мікроорганізмами, які, в свою чергу, викликають порушення всмоктування амінокислот, азоту, жирних кислот, вуглеводів та вітамінів. Продукти метаболізму та токси-

ни умовно-патогенних бактерій знижують дезінтоксикаційну здатність печінки, пригнічують регенерацію слизового шару кишечника, гальмують перистальтику та призводять до розвитку діареї [1, 3, 5].

Кисломолочні продукти дитячого харчування практично не випускаються вітчизняними виробниками. Однією з причин такого становища є відсутність науково-обґрунтованих технологій виробництва цієї групи молочних продуктів дитячого харчування з подовженим терміном зберігання. Тому розробка та впровадження у виробництво нових технологій кисло-молочних продуктів дитячого харчування з подовженим терміном зберігання є актуальною і потребує вирішення.

Використання у виробництві кисло-молочних продуктів дитячого харчування заквасок лактобактерій безпосереднього внесення, які мають незмінний склад та співвідношення культур, високу концентрацію життєздатних клітин молочнокислих бактерій, забезпечують отримання продуктів високої та стабільної якості з подовженим терміном зберігання є одним із шляхів вирішення даної проблеми.

Введення до складу заквасок для виробництва кисло-молочних продуктів дитячого харчування адаптованих до молока біфідобактерій, які мають високі антагоністичні, пробіотичні, імуномодулюючі властивості забезпечить високі пробіотичні властивості цих продуктів. Біфідобактерії поряд з іншими представниками нормальної мішечної мікрофлори, виконують або регулюють численні функції в організмі дитини. У процесі життєдіяльності вони утворюють органічні кислоти, що призводить до забезпечення нормального середовища у кишечнику малюка, призупиняють розмноження патогенної, гнилісної та газотворюючої мікрофлори кишечника, що є важливим фактором захисту організму, особливо у ранньому віці, від розвитку кишкових інфекцій. Біфідобактерії приймають активну участь у перетравлюванні та всмоктуванні. Вони сприяють процесам ферментативного перетравлювання їжі, тому що посилюють гідроліз білків, зброджують вуглеводи, ом'яляють жири, розчиняють клітковину, стимулюють перистальтику кишечника, сприяють нормальній евакуації кишкового вмісту. Біфідобактерії мають вітаміноутворюючу функцію. Вони приймають участь у синтезі та всмоктуванні вітамінів групи В, вітаміна К, фолієвої та ніотинової кислот, сприяють синтезу незамінних амінокислот, кращому засвоєнню солей кальцію, вітаміну D, володіють антианемічною, антирадіаційною та антиалергічною дією. Важливою функцією біфідобактерій є їх участь в формуванні імунологічної реактивності організму. Біфідобактерії стимулюють

лімфоїдний апарат, синтез імуноглобулінів, збільшують активність лізоциму та сприяють зменшенню проникності судин та тканинних покривів для токсичних продуктів патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів [1, 6, 7].

Розроблено склад закваски зі змішаних культур лакто- та біфідобактерій для виробництва кисломолочних продуктів дитячого харчування – кисломолочного сиру та кефіру. До складу цієї закваски входять змішані культури адаптованих до молока біфідобактерій – *B. bifidum* + *B. longum* + *B. infantis* у співвідношенні 1 : 1 : 10 та змішані культури мезофільних молочнокислих культур – *L. lactis ssp. lactis* + *L. lactis ssp. cremoris* + *L. lactis ssp. diacetylactis* + *Leuconostoc dextranicum* при співвідношенні біфідо- та лактобактерій 1 : 1 і вихідній концентрації культур у молоці  $1,2 \cdot 10^6$  та  $1,0 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>, відповідно [2, 3].

При виробництві кисломолочних продуктів дитячого харчування поряд з коров'ячим молоком можливе використання козиного, яке збагачує молочну основу сироватковими білками та надає продукту гіпоалергенні властивості [5]. Дослідженнями з визначення раціонального співвідношення між коров'ячим та козиним молоком у складі молочної основи для виробництва кисломолочних напоїв дитячого харчування встановлено, що 50-60 % молочної основи повинно складати козине молоко, 40-50 % – коров'яче молоко.

**Мета** даної роботи – обґрунтування параметрів ферментації молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока для виробництва кефіру дитячого харчування з використанням симбіотичної закваски зі змішаних культур біфідо- та лактобактерій.

У роботі вирішувалися такі **завдання**:

- дослідження зміни титрованої, активної кислотності та в'язкості молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока, рекомендованих для виробництва кисломолочних продуктів дитячого харчування, в процесі ферментації їх розробленою симбіотичною закваскою в порівнянні з контрольним зразком;

- дослідження зміни кількості життєздатних клітин біфідо- та лактобактерій в 1 см<sup>3</sup> молочної основи з коров'ячого та козиного молока та кількості життєздатних клітин лактобактерій в 1 см<sup>3</sup> коров'ячого молока в процесі ферментації;

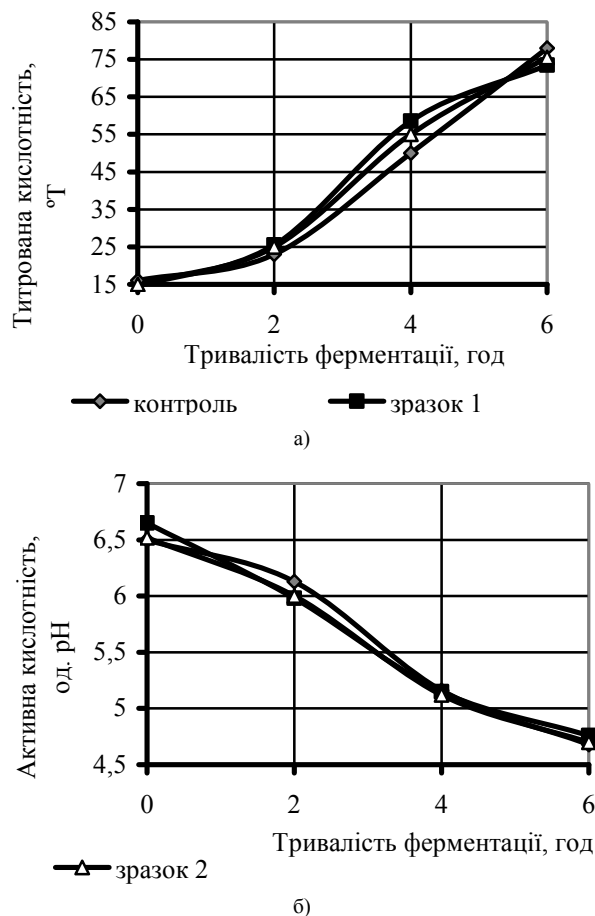
- визначення показників якості сквашених молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока у порівнянні з контрольним згустком, отриманим ферментацією коров'ячого молока;

- надання рекомендацій щодо параметрів ферментації молочної основи з коров'ячого та козиного молока симбіотичною закваскою зі змішаних культур біфідо- та лактобактерій для виробництва кефіру дитячого харчування.

#### Викладення основного матеріалу.

У якості пробіотичного компоненту до складу закваски включено монокультури біфідобактерій (ББ) *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* та *Bifidobacterium infantis*, адаптовані до молока, які містять в 1 г не менше  $1 \cdot 10^9$  КУО. Ці штами біфідобактерій (ББ) колонізують кишечник малюків, технологічні, стійкі до дії соляної кислоти, жовчі, фенолу, індо-

лу, мають здатність приживатися у кишечнику дітей. Адаптацію вибраних культур ББ до молока здійснювали шляхом культивування монокультур ББ, вирощених на тіогліколевому середовищі, у стерилізованій при температурі 119...121 °С протягом 19...21 хв молочній суміші, яка містила молоко з масовою часткою жиру 1,5 %, фруктозу у кількості 1 % від маси суміші, при температурі 37 °С протягом 11...13 год до досягнення активної кислотності 4,6...4,7 од. рН з подальшим швидким охолодженням до температури



**Рис. 1.** Зміна титрованої (а) та активної (б) кислотності в процесі ферментації молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока у порівнянні з контрольним зразком при виробництві кефіру дитячого харчування

2...6 °С і зберігання ферментованих згустків при цій температурі не більше 24 годин. Для активізації росту біфідобактерій у молочній основі при виробництві кефіру дитячого харчування як біфідогенний фактор використовували фруктозу в кількості 0,1 % [2].

За молочнокислі мікроорганізми було використано закваску безпосереднього внесення *FD DVS CH-N 19*, до складу якої входять мезофільні молочнокислі лактококи та леконостоки (*L. lactis ssp. lactis* + *L. lactis ssp. cremoris* + *L. lactis ssp. diacetylactis* + *Leuconostoc dextranicum*).

Вихідна концентрація життєздатних клітин лактобактерій при інокуляції складала  $1,0 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>, адаптованих монокультур *B. bifidum*, *B. longum* та *B. infantis* –  $1 \cdot 10^5$ ,  $1 \cdot 10^5$  та  $1 \cdot 10^6$  КУО/см<sup>3</sup>, відповідно.

Нормалізовані суміші, до складу яких було включено знежирене коров'яче, знежирене козине молоко та фруктоза як біфідогенний фактор, гомо-

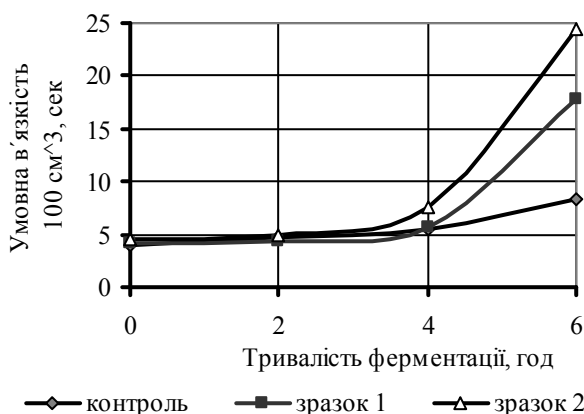


Рис. 2. Зміна умовної в'язкості 100 см<sup>3</sup> молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока в процесі їх ферментації у порівнянні з контрольним зразком при виробництві кефіру дитячого харчування

генізували за температури (65±5) °С при тиску 15±2 МПа, пастеризували за температури (90±2) °С з витримкою 30 хв., охолоджували до температури (37±1) °С, вносили лакто- та біфідобактерії у вказаних співвідношеннях, перемішували 15 хв. і сквашували при температурі (37±1) °С до отримання згустків.

Було складено два зразки: зразок 1 – співвідношення знежирених коров'ячого та козиного молока склало 50:50; зразок 2 – співвідношення знежирених коров'ячого та козиного молока склало 40:60.

За контрольний зразок використовували знежирене коров'яче молоко без додавання фруктози, оброблене за вказаними режимами і сквашене закваскою безпосереднього внесення *FD DVS CH-N 19* (вихідна концентрація лактобактерій 1·10<sup>6</sup> КУО/см<sup>3</sup>) при температурі (30±1) °С.

Першим етапом досліджень стало визначення зміни титрованої та активної кислотності молочної основи в процесі ферментації (рис. 1).

Як свідчать дані, наведені на рис. 1, при ферментації молочних сумішей культурами біфідо- та лактобактерій процес гелеутворення не змінюється у порівнянні з контролем; за шість годин ферментації досягається ізoeлектричний стан білків сумішей (рН=4,6-4,7) під впливом суміші кислот (в основному, молочної та оцтової), накопичених біфідо- та лактобактеріями при розщепленні цукрів. Титрована кислотність сквашених сумішей після ферментації нижча у порівнянні з контролем на 3-5 °Т (рис. 1, а). Це пояснюється тим, що біфідобактерії не є активними кислотоутворювачами і крім молочної, у процесі бродіння накопичують оцтову кислоту, яка є сильнішим електролітом, ніж молочна.

Також впродовж ферментації експериментальних та контрольного зразків визначали умовну в'язкість 100 см<sup>3</sup> сумішей (рис. 2).

Як свідчать наведені дані (рис. 2), згустки, отримані при ферментації молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока симбіотичною закваскою із біфідо- та лактобактерій, мають вищу в'язкість, ніж контрольний зразок. Це пояснюється більш активним розвитком лактобактерій у дослідних зразках в порівнянні з контрольним (рис. 3, а), а також вико-

ристанням у складі закваски, крім лактобактерій, адаптованих до молока біфідобактерій. Лакто- та біфідобактерії при розмноженні виділяють екзогенні полісахариди, які й сприяють отриманню згустків з вищою в'язкістю.

Другим етапом досліджень стало визначення зміни кількості біфідо- та лактобактерій в 1 см<sup>3</sup> молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока в процесі ферментації їх культурами *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium infantis* та молочнокислими мікроорганізмами та зміни кількості лактобактерій в 1 см<sup>3</sup> знежиреного молока при ферментації його молочнокислими мікроорганізмами (рис. 3).

Молочнокислі мікроорганізми активніше розвиваються у дослідних зразках в порівнянні з контрольним (рис. 3, а). Це пояснюється тим, що закваска експериментальних зразків, крім лактобактерій, містить біфідобактерії, які знаходяться у симбіозі з мезофільними молочнокислими лактококами і стимулюють їх ріст у молочній сировині. Симбіоз мезофільних молочнокислих лактококів та біфідобактерій обумовлений наступним: на перших годинах ферментації лактококи розщеплюють лактозу до моноцукрів – глюкози та галактози і починають

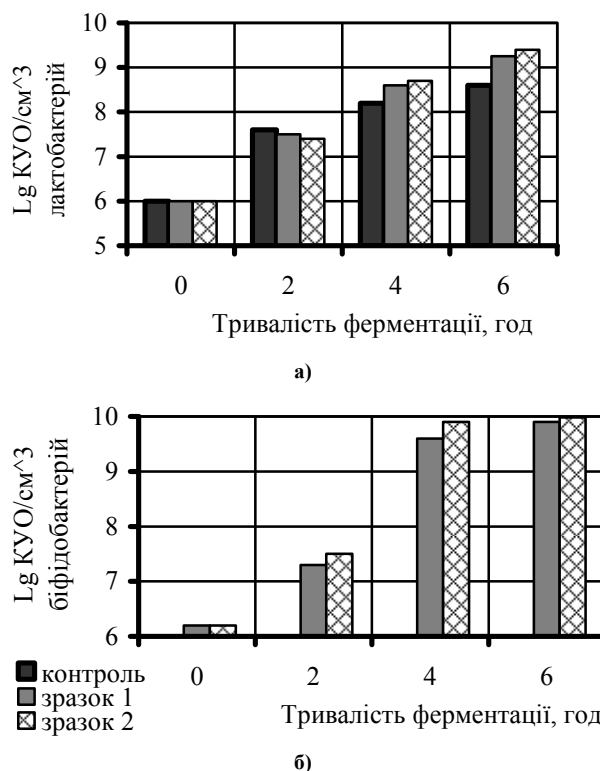


Рис. 3. Зміна кількості лактобактерій (а) та біфідобактерій (б) в 1 см<sup>3</sup> молочних сумішей з коров'ячого та козиного молока та кількості лактобактерій в 1 см<sup>3</sup> знежиреного молока (а) в процесі ферментації при виробництві кефіру дитячого харчування

активно розвиватися; адаптовані до молока монокультури біфідобактерій на перших етапах ферментації зброджують внесену до молочних сумішей фруктозу, після чого – частково лактозу та глюкозу, отриману при розщепленні лактози лактококами; після двох годин ферментації розвиток біфідобактерій активізується і через 4 години сквашування в експе-

**Таблиця 1**  
**Показники якості ферментованих згустків в порівнянні з контролем**

Найменування показника	Молочна суміш		
	контроль	зразок 1	зразок 2
<b>Фізико-хімічні показники</b>			
Титрована кислотність, °Т	78,0±1,5	73,5±0,5	75,0±0,5
Активна кислотність, од. рН	4,67±0,05	4,77±0,05	4,7±0,05
Умовна в'язкість 100 см <sup>3</sup> згустку, сек	8,6±0,5	17,7±0,5	24,5±0,5
Ступінь синерезису, %	32±2	52±2	53±1
<b>Органолептичні показники</b>			
Смак та запах	Чистий, кисло-молочний, без сторонніх присмаків та запахів		
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна, колючий згусток, без відстою жиру та сироватки	Однорідна, ніжна, в'язка, сметаноподібна, без відстою жиру та сироватки	
Колір	Білий, однорідний по всій масі продукту		
<b>Мікробіологічні показники</b>			
Бактерії групи кишкових паличок у 0,1 см <sup>3</sup> продукту	відсутні	відсутні	відсутні
Кількість життєздатних клітин біфідобактерій у 1 см <sup>3</sup> продукту, КУО	–	(9,1±0,2)·10 <sup>9</sup>	(9,8±0,2)·10 <sup>9</sup>
Кількість життєздатних клітин лактобактерій у 1 см <sup>3</sup> продукту, КУО	(6,0±0,5)·10 <sup>8</sup>	(2,5±0,5)·10 <sup>9</sup>	(4,0±0,5)·10 <sup>9</sup>

риментальних зразках переважають біфідобактерії (рис. 3, б). В свою чергу, біфідобактерії вживають значно ширший спектр нутрієнтів, ніж мезофільні молочнокислі лактококи, в тому числі, гідролізують білки, а також синтезують в процесі розвитку вітаміни, які сприяють більш активному розвитку лактококів в експериментальних зразках [2]. Більш активний розвиток біфідобактерій (рис. 3, б) спостерігається у зразку 2, що містить більшу кількість козиного молока, ніж зразок 1. Це, напевне, пояснюється вищим вмістом у цій молочній суміші сироваткових білків, які також є стимуляторами росту

біфідобактерій [1, 2, 6, 7]. Зразок 1 також містить більшу кількість лактобактерій в порівнянні зі зразком 2, що обумовлено вищим вмістом в ньому біфідобактерій.

Третім етапом досліджень стало визначення показників якості ферментованих молочних згустків для виробництва кефіру дитячого харчування (табл. 1). Слід зазначити, що дослідні згустки мають нижчий рівень титрованої кислотності у порівнянні з контролем, що обумовлює їх високі органолептичні показники, зокрема смак та запах. Консистенція отриманих згустків відрізняється від контрольного зразка, вона більш ніжна, м'яка, сметаноподібна, в той же час згусток має досить щільну консистенцію, без відстою сироватки. В'язкість експериментальних зразків вища, ніж контрольного, що обумовлено вищою концентрацією в ньому лактобактерій та наявністю біфідобактерій, причому в'язкість зразка 2 вища, ніж зразка 1. Синеретичні властивості експериментальних зразків вищі, ніж контрольного, але знаходяться на допустимому для кисло-молочних напоїв рівні.

Мікробіологічні показники дослідних згустків відповідають таким, що ставляться до пробіотичних молочних продуктів. Зразок 2 має вищі пробіотичні властивості, обумовлені вищим вмістом в ньому біфідо- та лактобактерій, а також вищу в'язкість, що доводить доцільність використання його за основу для кефіру дитячого харчування.

**Висновки:** використання розробленої симбіотичної закваски біфідо- та лактобактерій дозволяє отримати при ферментації сумішей з коров'ячого та козиного молока у співвідношенні (40-50):(60-50) згустки з нормованими фізико-хімічними, органолептичними, мікробіологічними та реологічними показниками, високими пробіотичними властивостями, які можуть бути рекомендовані за основу для виробництва кефіру дитячого харчування. Тривалість ферментації рекомендованих для виробництва продукту сумішей симбіотичною закваскою біфідо- та лактобактерій при температурі (37±1) °С складає 6 годин.

**Перспективи подальших досліджень:** дослідження процесу зберігання кефіру дитячого харчування; визначення показників якості кефіру дитячого харчування; удосконалення технології виробництва продукту та промислової апробація розробленої технології; розробка НД на виробництво кефіру дитячого харчування.

Поступила 05.2010

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Биодобактерии и использование их в молочной промышленности [Текст] / Красникова Л. В., Салахова И. В., Шаробайко В. И., Эрвольдер Т. М. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1992. – 32 с. – / Обзор. информ. Сер. Молочная пром-сть /.
2. Дідух Н.А. Заквашувальні композиції для виробництва молочних продуктів функціонального призначення [Текст] / Дідух Н.А., Чагаровський О.П., Лисогор Т.А. – Одеса: Видавництво «Поліграф», 2008. – 236 с. – ISBN 978-966-8788-79-6.
3. Закваска біфідобактерій для виробництва кисло-молочних дитячих продуктів [Текст] / Н.А. Дідух, Ю.В. Назаренко, Д.А. Зеня, А.В. Пасинок // Програма і матеріали 76-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 12-13 квітня 2010 р. – Частина II. – К.: НУХТ, 2010. – С. 102.
4. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства, Технология детских молочных продуктов [Текст] / В.В. Кузнецов, Н.Н. Липатова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005 г. – 525 с. – ISBN 5-901065-96-4.
5. Шевелева С.А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса [Текст] // Вопр. питания. – 1999. – № 2. – С.32–39.
6. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. 9-th ed // Ed. John G. Holt. –Baltimore-London: Williams and Wilkins, 1986, Vol. 2. – 1905 p.
7. Biavati B. Probiotics and *Bifidobacteria* / B. Biavati, V. Bottazzi, L. Morelli. – Novara (Italy): MOFIN ALCE, 2001. – 79 p.
8. <http://www.slaviane.net/?163&read>