

## МОНІТОРИНГ ІНФОРМАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* У СКЛАДІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

**В. Л. БОЛЬШАКОВА**

Відділ з організаційних питань, інформації та зовнішніх стосунків Державного підприємства «Дніпростандартметрологія», Дніпропетровськ, УКРАЇНА  
email: [betavl@rambler.ru](mailto:betavl@rambler.ru)

**АНОТАЦІЯ** Проаналізовано існуючі технології харчових та фармацевтичних продуктів на основі ацидофільної палички. Особливу увагу приділено виду пробіотичних мікроорганізмів *Lactobacillus acidophilus* (LA 5) та продуктів на його основі. Обґрунтовано ідею щодо використання капсульованих форм ацидофільної палички, як засобу пролонгації терміну зберігання продуктів без втрати їх пробіотичних властивостей та технологічної безпеки. Наведено прогнозовані можливості розширення асортименту харчових продуктів з ацидофільною паличкою.

**Ключові слова:** капсульовані пробіотичні мікроорганізми, ацидофільна паличка, функціональні продукти, альгінатні оболонки

**АННОТАЦИЯ** Проанализированы существующие технологии пищевых и фармацевтических продуктов на основе ацидофильной палочки. Особенное внимание уделено виду пробиотических микроорганизмов *Lactobacillus acidophilus* (LA 5) и продуктов на его основе. Обоснована идея использования капсулированных форм ацидофильной палочки, как средства пролонгации срока хранения продуктов без потери их пробиотических свойств и технологической безопасности. Приведены прогнозируемые возможности расширения ассортимента пищевых продуктов с ацидофильной палочкой.

**Ключевые слова:** капсулированные пробиотические микроорганизмы, ацидофильная палочка, функциональные продукты, альгинатные оболочки

## MONITORING OF PROBIOTIC SYSTEMS USING BASED ON *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* IN THE FOOD

**V. BOL'SHAKOVA**

Department of organizational issues, information and external relations of the State enterprise "Dniprostandartmetrology", Dnipropetrovs'k, UKRAINE

**ABSTRACT** The article is devoted to a detailed analysis of existing technologies of food and pharmaceutical products based on *Lactobacillus acidophilus*. Particular attention is given to mean the probiotic microorganism *Lactobacillus acidophilus* (LA 5) and products based on it.

In this article, the emphasis is put on the fact that *Lactobacillus acidophilus* is extensively metabolized in nearly all food environments, while products of metabolism inhibit prolonged preservation of high consumer properties of goods. According to the results of the monitoring of existing information, identified problems are little understood and requires further research.

The article explains the idea of using encapsulated *Lactobacillus acidophilus* forms as a means of prolonging the shelf life of products without losing their probiotic properties and process safety.

Monitoring results can be the basis for technology products containing *Lactobacillus acidophilus* capsule forms that will greatly expand the range of goods with probiotic properties of this type of microorganisms.

The article summarizes the new material on the subject in question, introduced into scientific use the term "encapsulated form of *Lactobacillus acidophilus*", "encapsulation of *Lactobacillus acidophilus*".

The article analyzes the market of food and pharmaceutical products based acidophilic bacillus. Scientifically grounded new approach to increase the shelf life of such products by means of inclusion of probiotic microorganisms in resistant to acids membranes based on sodium alginate. Also in the article presented the possibility of expanding the range of projected food with *acidophilus* bacillus.

**Keywords:** encapsulated probiotic microorganisms, *acidophilus* bacillus, functional products, alginate shells.

### Вступ

Асортимент харчових продуктів, які мають корисний вплив на організм людини, невтримно

зростає. На сьогодні, метою майже усіх науковців і виробників, що працюють у галузі харчових технологій, є створення функціональних або поліфункціональних продуктів, які мають конкуруючі

переваги один перед одним і перед споживачем. Одні пропозиції поповнюють організм людини мікронутрієнтами, інші, – покращують травлення, користь третіх полягає у позитивному впливі на серцево-судинну, нервову системи тощо. Проте й досі існує прогалина в асортименті продуктів, які відновлюють мікрофлору кишечника.

Нормальна мікрофлора кишечника створює належні умови для функціонування та розвитку організму: забезпечує колонізаційну резистентність шлунково-кишкового тракту до патогенних мікроорганізмів, покращує, а у критичних випадках і відновлює захисну функцію імунної системи; сприяє засвоєнню поживних речовин і мікронутрієнтів [1]. Важливу роль у формуванні корисних властивостей як мікрофлори кишечника, так і травного каналу у цілому, відведено пробіотичним мікроорганізмам, що належать до виду *Lactobacillus acidophilus*. Вагомий позитивний вплив цього виду мікроорганізмів полягає у продукуванні антибіотичних речовин, які здатні знешкодити збудників хвороб та нейтралізувати активність шкідливих бактерій в організмі людини [2].

### Мета роботи

Особливо актуальним залишається питання термінів придатності харчових продуктів із вмістом ацидофільної палички, оскільки даному типу мікроорганізмів притаманна підвищена метаболічна активність у харчовому поживному середовищі, яким є молоко та молочні продукти. Тому метою статті стало вивчення існуючої інформації з приводу окресленого питання, що дозволить розробити стратегічний план створення технологій харчових ацидофільних продуктів з пролонгованою корисною дією для людини.

### Викладення основного матеріалу

Перші миті життя людини стають поштовхом для зародження його мікрофлори, яка повинна активно виконувати захисну функцію увесь час існування організму. Молочнокислі бактерії виду *Lactobacillus acidophilus* (ацидофільна паличка) відіграють роль антисептиків, оскільки упродовж свого життєвого циклу, виробляють антибіотичні речовини: низин, лізин, лакталін, нікозин, які пригнічують запальні процеси, запобігають процесам гниття у всіх відділах шлунково-кишкового тракту [3].

На відміну від інших пробіотичних організмів мікробного походження (болгарської палички, біфідобактерій тощо), ацидофільна паличка не відразу руйнується шлунковим соком, що дозволяє їй природним шляхом виробити антибіотичні речовини.

Продукти на основі *L. acidophilus* дуже корисні дітям від самого народження, жінкам «при надії»,

хворим під час реабілітації, літнім людям і тим, хто обирає шлях здорового життя.

За загальними даними моніторингу інформації стало відомо, що найбільш оптимальним середовищем для прояву біологічної активності ацидофільної палички є молоко та продукти його переробки. В результаті метаболічних процесів утворюється молочна кислота, яка знижує рівень рН до критичних значень, що призводить до масової загибелі пробіотичних мікроорганізмів у середині продукту. Такі процеси протікають дуже швидко – упродовж 72 годин, – після чого продукт стає зовсім непридатним для споживання. Це і стає основною умовою економічної непривабливості продуктів даного виду. Звідси випливає, що пошук компромісу є необхідним.

Автори [4] пропонують для підвищення якості готового виробу спосіб отримання білкового кисломолочного продукту, що ґрунтується на приготуванні молочної суміші із подальшими пастеризацією та охолодженням до температури заквашування, внесення закваски молочнокислих мікроорганізмів і біфідобактерій, ацидофільної палички, лактококків та лейконостоків у співвідношенні 8:0,1:0,5:1,4.

Нажаль, автори не уточнюють дані щодо термінів придатності виробу і недостатньо повно описують параметри технологічного процесу.

Розробники [5, 6] вважають доцільним впровадження способу виробництва морозива ацидофільного та сметани для дитячого харчування, що мають підвищену біологічну цінність. Спосіб виробництва морозива включає приготування суміші, її фільтрацію, пастеризацію, охолодження, заквашування закваскою ацидофільної палички у кількості 5 %, сквашування тривалістю 3...5 год, охолодження, заморожування, фасування, загартування, пакування та зберігання морозива протягом 6...8 місяців при температурі мінус 18±2 °С. Щодо способу виробництва сметани, слід описати деякі зміни класичної технології, які полягають у попередньому внесенні легкоплавкої фракції молочного жиру (28...30%) та додаванні у закваску з ацидофільною паличкою біфідобактерій у співвідношенні 0,5:10.

Дані розробки, прогнозовано, мають підвищену біологічну цінність, безумовно наділені пробіотичними властивостями, проте з опису [5] не досить зрозумілим залишається склад поживного середовища, відсутній опис органолептичних показників морозива на основі закваски, а з опису сметани для дитячого харчування недостатньо обґрунтованою залишається кількість внесення колонієутворюючих одиниць біфідобактерій, оскільки у кислому середовищі вони гинуть і на момент споживання можуть не відповідати заявленій кількості.

Однією з найбільш виправданих у лікувально-профілактичному сенсі розробок стало виробництво сухого вуглеводного продукту «Лактовіт» [7], який містить ацидофільну паличку у композиції з біологічно активними та високоадгезивними штаммами лактококків видів *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis ssp. lactis* або ентерококка *Enterococcus faecium*. Проте слід зауважити, що високий вміст цукрів у даній розробці (близько 72%) призводить до ряду обмежень у її споживанні. Також дана розробка належить до розряду фармацевтичних продуктів.

Дослідницька група Омського аграрного університету ім. П.О. Столипіна запропонувала декілька способів одержання композиційних кисломолочних продуктів [8-12]. А саме, симбіотичний кисломолочний продукт [8], який містить соєве молоко, отримане методом екстрагування водорозчинних речовин з підготованого та подрібненого сухого насіння сої, з подальшим розділенням центробіжним способом суспензії та стерилізацією соєвого молока. Підготовлене соєве молоко пропонують розводити у коров'ячому, вносити смакорегулюючі компоненти (цукор, сіль, сухе знежирене молоко), пастеризувати, гомогенізувати, охолоджувати, заквашувати бактеріальною композицією на основі *Lactobacillus acidophilus* БЗ-АВ та кефірних грибків. Врешті отримують продукт з підвищеними органолептичними, мікробіологічними, структурно-механічними показниками та високою харчовою і біологічною цінністю. Слід дещо зауважити про можливість вмісту у соєвому молоці генетично-модифікованих мікроорганізмів.

За даними описів способів одержання сирного продукту «Умнік» [9], кисломолочного пастоподібного продукту [10] і композиції для отримання молочно-білкового біококтейля [11] стало відомо, що саме участь інших пробіотичних мікроорганізмів – термофільного стрептокока, біфідо- та лактобактерій сприяють максимальному прояву корисних властивостей ацидофільної палички. Також слід зауважити, що вітамінно-мінеральні премікси, ферментні препарати [9], фруктові соки та наповнювачі [11] і навіть бджолина обножка [12] також добре поєднуються з мікроорганізмами у складі продуктів. Доповнення такими компонентами збільшує біологічну цінність та покращує органолептичні показники продуктів із вмістом ацидофільної палички.

Позитивний ефект від використання пробіотичних композицій на основі ацидофільної палички описані і в роботах [13-15]. Автори [13] описують високі органолептичні показники йогурту, виготовленого на основі *Lactobacillus casei*. У роботах [14, 15] детально описуються результати досліджень з розробки технології десертів: вегетаріанського на основі ацидофільної палички та соєвого молока [14] і

замороженого десерту на основі суміші пробіотичних мікроорганізмів [15].

Згідно проаналізованої інформації також відзначається присутність загущувачів желатину, пектину, крохмалю [10], які, крім того, покращують і стабілізують консистенцію готового продукту.

## Обговорення результатів

Результати моніторингу інформації про участь пробіотичних мікроорганізмів виду *Lactobacillus acidophilus* у харчових системах дозволили визначити основні критерії збереження найвищих показників якості таких продуктів та сформулювати уяву про технологічний процес виробництва продуктів із пролонгованими термінами зберігання (рис. 1).

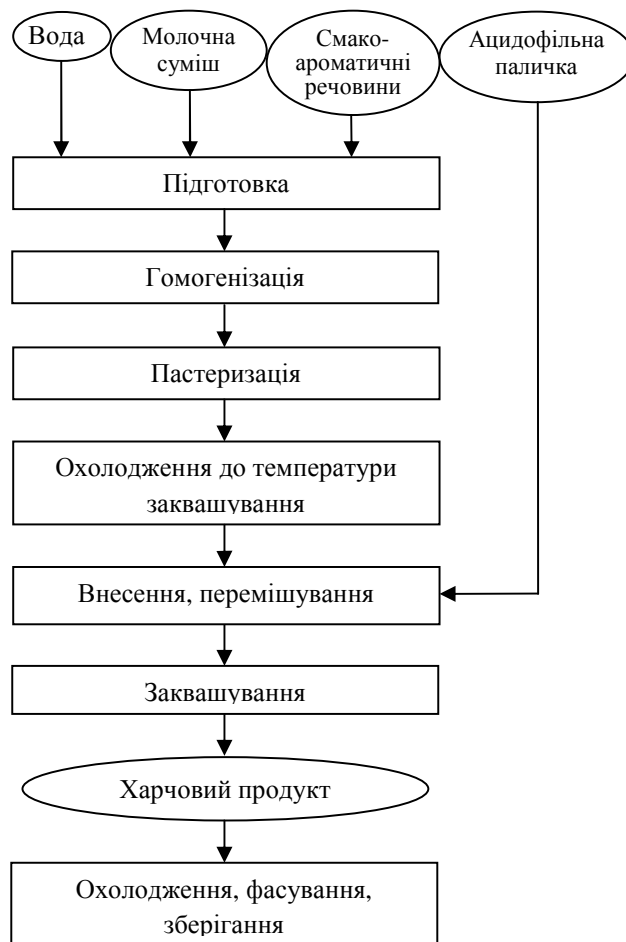


Рис. 1 – Принципова технологічна схема виробництва продуктів із пролонгованими термінами зберігання

Пролонгація термінів забезпечується за рахунок пастеризації. Проте, з наведеної інформації про продукти, строки й досі залишаються небажано короткими.

У наведеній схемі складова «Молочна суміш» може бути створеною як на основі незбираного

молока, так і на основі продуктів його переробки. Проте слід зазначити, що у даних сумішах міститься значна кількість живильних речовин для ацидофільної палички, що сприятиме збільшенню її колоній і, врешті, збільшенню кислотності, що негативно впливає на показники якості продукту і зменшує термін його придатності.

Таким чином, для вирішення основної проблеми зберігання продуктів на основі ацидофільної палички пропонується використати такі технологічні прийоми, за яких рух мікроорганізмів був би обмеженим, а кількість субстрату достатньою для існування у стані анабіозу. Вирішення цього питання полягає у застосуванні нового технологічного рішення – капсулювання.

Зарубіжні вчені [16, 17] науково-обґрунтували доцільність впровадження мікрокапсулювання під час розробки технологій продуктів з ацидофільною паличкою. Так, у роботі [16] описано принцип виробництва твердого сиру з внесенням ацидофільної палички, що пройшла стадію мікрокапсулювання у оболонки з альгінату кальцію. Результати, обговорені у роботі [17], свідчать про доцільність мікроінкапсуляції пробіотичних культур задля збереження їх титру у готових продуктах строком до 28 діб.

Як бачимо, уміщення пробіотичних мікроорганізмів у оболонки на основі солей альгінату має дієвий вплив на пролонгацію термінів зберігання продуктів на основі ацидофільної палички, проте результатом вищезначених розробок є культури мікроорганізмів або їх композицій вкритих оболонкою у сухому стані. Звідси виникає питання про вірогідність повноти переходу мікроорганізмів з іммобілізаційного стану до активного в умовах шлунково-кишкового тракту та можливість створення середовища для колонізації палички в місцях її природного існування.

Вітчизняні вчені Пивоваров Є. П., Кондратюк Н.В. та ін. [18] довели, що, у разі заміни стадії мікрокапсулювання на процес капсулювання, в результаті якого уміщуються в оболонку активовані мікроорганізми, можна досягти максимального пробіотичного ефекту. Розробниками способу доведено, що окрім збереження титру, капсулювання впливає на пролонгацію термінів зберігання продуктів до 4 місяців за умов 4...6 °С.

## Висновки

Таким чином, результати моніторингу інформації щодо використання ацидофільної палички у складі харчових продуктів дозволяють розробити стратегічний план впровадження інновації, яка ґрунтується на принципах капсулювання попередньо активованих мікроорганізмів даного виду у капсулу з альгінату натрію разом із середовищем для існування.

## Список літератури

- 1 **Пивоваров, Є. П.** Перспективи використання капсульних структурованих продуктів у харчуванні / **Є. П. Пивоваров, Н. В. Кондратюк** // *Наук. праці Одеської націон. академії харчових технологій : зб. наук. пр.* – Одеса : ОНАХТ. – 2009. – №. 36. – Т. 2. – С. 194-199.
- 2 **Большакова, В. Л.** Вдосконалення технології ацидофільних продуктів засобом капсулювання / **В. Л. Большакова, Н. В. Кондратюк, П. П. Пивоваров, Є. П. Пивоваров** // *Міжн. наук.-техн. конф. «Новітні науково-технічні рішення в харчовій промисловості».* – Львів: СПОЛОМ. – 2015. – Р. 23-49.
- 3 **Кондратюк, Н. В.** Розробка та вивчення харчових систем на основі *Lactobacillus acidophilus* / **Н. В. Кондратюк, В. Л. Большакова, А. В. Кутня** // *Міжн. наук.-практ. конф. «Актуальні проблеми та перспективи розвитку харчових виробництв, готельно-ресторанного та туристичного бізнесу».* – Полтава: ВНЗ Укоопспілки «ПУЕТ». – 2014. – С. 34-36.
- 4 **Пат. 2222953 Російская Федерация, МПК А23С9/12, А23С23/00** Способ производства белково-кисломолочного продукта / В. А. Грунская, Г. В. Борисова, Н. М. Филиппова, Н. М. Парменова; Заявит. ГОУ Вологодская государственная молочногохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина. - № 2002101991/13; заявл. 20.09.03; опубл. 10.02.04, Бюл. № 3.
- 5 **Пат. 27650 України, МПК А23G 9/04** Спосіб виробництва морозива ацидофільного з підвищеною біологічною цінністю / Л. М. Хомічак, Г. Є. Поліщук, Г. П. Калініна, М. М. Антонюк, А. В. Згурський; Заявит. НУХТ. - № 200707139; заявл. 25.06.07; опубл. 12.11.07, Бюл. № 18.
- 6 **Пат. SU1200875 А, МПК А23С13/6** Способ производства сметаны для детского питания / А. Д. Грищенко, Л. К. Забанова, А. В. Романова, И. С. Хамагаева; Заявит. Восточно-Сибирский технологический институт. - № 3611670; заявл. 25.02.85; опубл. 30.12.85, Бюл. № 48.
- 7 **Пат. 22774 України, МПК А61К35/66, А61К47/26** Сухий вуглеводний продукт лікувально-профілактичної дії «Лактовіт» / С. С. Гуляев-Зайцев, Н. Г. Макосій, Н. Ф. Кігель, Г. К. Тарадій, Г. О. Єресько; Заявит. Технологічний інститут молока та м'яса УААН. - № 199806124; заявл. 10.06.96; опубл. 21.04.98, Бюл. № 3.
- 8 **Пат. 2451451 Російская Федерация, МПК А23С9/12, А23С9/127** Способ получения симбиотического кисломолочного продукта / Т. М. Давыдова, П. А. Лисин; Заявит. Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина. - № 2010124435/10 ; заявл. 15.07.10; опубл. 20.12.11, Бюл. № 15.
- 9 **Пат. 2465775 Російская Федерация, МПК А23С19/055** Способ получения сырного продукта «Умник» / Е. В. Сорокина, Н. Б. Гаврилова, Е. А. Молибога; Заявит. Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина. - № 2011114310/10 ; заявл. 12.04.11; опубл. 10.11.12, Бюл. № 31.
- 10 **Пат. 2376779 Російская Федерация, МПК А23С23/00** Способ производства кисломолочного пастообразного продукта / Н. Б. Гаврилова, О. В. Пасько, О. А. Гладилова; Заявит. Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина. - № 2008106343/13 ; заявл. 18.02.08; опубл. 27.12.09, Бюл. № 36.



- 11 Пат. 2379904 Российская Федерация, МПК А23С23/00 Композиция для получения молочно-белкового биококтейля / С. А. Хитрик, Н. Б. Гаврилова, О. В. Пасько; Заявит. Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина. - № 2008114558/13 ; заявл. 14.04.08; опубл: 27.01.10, Бюл. № 3.
- 12 Бывайлова, Е. А. Разработка технологии обогащенного ацидофильного продукта с повышенной биологической ценностью и пребиотическими свойствами / Е. А. Бывайлова // автореф. дисс. канд. техн. наук. – Ставрополь: ДонГАУ. – 2014. – 30 с.
- 13 Kayanush, J. A. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics / J. A. Kayanush, P. McGrew // *LWT - Food Science and Technology*. – 2007. – V. 40, №10. – P. 1808-1814.
- 14 Heenan, C. N. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert / C. N. Heenan, M. C. Adams, R. W. Hosken, G. H. Fleet // *LWT - Food Science and Technology*. – 2004. – V. 37, № 4. – P. 461-466.
- 15 Hong, S. H. Natural Exopolysaccharides Enhance Survival of Lactic Acid Bacteria in Frozen Dairy Desserts / S. H. Hong, R. T. Marshall // *Journal of Dairy Science*. – 2001. – V. 84, № 6. – P. 1367-1374.
- 16 Mirzaei, H. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese / H. Mirzaei, H. Pourjafar, A. Homayouni // *Food Chemistry*. – 2012. – V. 132, № 4. – P. 1966-1970.
- 17 Souza, C. H. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage / C. H. Souza, S. M. Saad // *LWT - Food Science and Technology*. – 2009. – V. 42, № 2. – P. 633-640.
- 18 Кондратюк, Н. В. Технологічні аспекти підвищення біодоступності препаратів, що містять біфідобактерій / Н. В. Кондратюк, Є. П. Пивоваров, С. К. Воцелко, О. П. Неклеса, О. О. Гринченко // *Мікробіологічний журнал (НАН України)*. – 2014. – С. 124-130.
- 4 Grunskaya, V. A., Borisova, G. V., Filippova, N. M., Parmenova, N. M. 2004. Rus. Patent № 2222953
- 5 Homichak, L. M., Polishchuk, G. Y., Kalinina, G. P., Antonjuk, M. M., Zgurs'kiy, A. V. 2007. Ukr Patent № 27650
- 6 Gryshchenko, A. D., Zabanova, L. K., Romanova, A. V., Hamagayeva, I. S. 1985. SU Patent № 1200875
- 7 Gulyayev-Zaitcev, S. S., Makosiy, N. G., Kigel', N. F., Taradij, G. O. 1998. Ukr Patent № 22774
- 8 Davydova, T. M., Lisin, P. A. 2011, Rus. Patent № 2451451
- 9 Sorokina, E. V., Gavrylova, N. B., Moliboga, E. A. 2011, Rus. Patent №2465775
- 10 Gavriloa, N. B., Pas'ko, O. V., Gladilova, O. A. 2009, Rus. Patent №2376779.
- 11 Hitrik, S. A., Gavriloa, N. B., Pas'ko, O. V. 2010, Rus. Patent № 2379904.
- 12 Byvailova, E. A. Development of rich products technology with high biological value and prebiotic properties / E. A. Byvailova. – Stavropol': DonGAU. – 2014. – 30 s.
- 13 Kayanush, J. A., McGrew, P. Quality attributes of yogurt with *Lactobacillus casei* and various prebiotics / *LWT - Food Science and Technology*. – 2007. – № 40(10). – P. 1808-1814.
- 14 Heenan, C. N., Adams, M. C., Hosken, R. W., Fleet, G. H. Survival and sensory acceptability of probiotic microorganisms in a nonfermented frozen vegetarian dessert / *LWT - Food Science and Technology*. – 2004, – № 37(4). – P. 461-466.
- 15 Hong, S. H., Marshall, R. T. Natural Exopolysaccharides Enhance Survival of Lactic Acid Bacteria in Frozen Dairy Desserts / *Journal of Dairy Science*. – 2001. – № 84(6). – P. 1367-1374.
- 16 Mirzaei, H., Pourjafar, H., Homayouni, A. Effect of calcium alginate and resistant starch microencapsulation on the survival rate of *Lactobacillus acidophilus* La5 and sensory properties in Iranian white brined cheese / *Food Chemistry*. – 2012. – № 132(4). – P. 1966-1970.
- 17 Souza, C. H., Saad, S. M. Viability of *Lactobacillus acidophilus* La-5 added solely or in co-culture with a yoghurt starter culture and implications on physico-chemical and related properties of Minas fresh cheese during storage / *LWT - Food Science and Technology*. – 2009. – № 42 (2). – P. 633-640.
- 18 Kondratjuk, N. V., Pyvovarov, Y. P., Vocelko, S. K., Neklesa, O. P. Technological aspects of improving the bioavailability of drugs containing bifidobacteria / *Microbiological magazine*. – 2014. – P. 124 - 130.

#### Bibliography (transliterated)

- 1 Pyvovarov, Y. P. Prospects of capsulated structured products using in the nutrition. *Proceedings of Odessa National Academy of Food Technologies: scientific research journal*. Odessa : Publishing house ONAFT. – 2009. – № 36(2). – P. 194-199.
- 2 Bol'shakova, V. L. Improving technology means encapsulation acidophilus products. *International Scientific Conference "New scientific and technical solutions in the food industry"* – Lviv: SPOLOM. – 2015. – P. 23-49.
- 3 Kondratjuk, N. V. Development and studying of food systems based on *Lactobacillus acidophilus* / *International scientific-practical conference "Actual problems and prospects of food production, hotel and restaurant and tourism business"*. Poltava: Publishing house VNZ Ukoopspilky «PUET». – 2014. – P. 34-36.

Надійшла (received) 30.05.2015