

Таблиця 3 – Показники питомої швидкості росту та тривалості генерації

Кількість селеніту натрію, мкг/мл	Час культивування, год			
	0-5 год	0-10 год	0-5 год	0-10 год
	Питома швидкість росту, год <sup>-1</sup>		Тривалість генерації	
0	0,3	0,20	2,3	3,4
1	0,31	0,20	2,2	3,4
2	0,31	0,20	2,2	3,4
3	0,31	0,20	2,2	3,4
5	0,28	0,20	2,4	3,4
8	0,28	0,18	2,4	3,8
10	0,27	0,17	2,5	4,0

Згідно з даними таблиці 3 питома швидкість росту (ПШР) мікроорганізмів, у перші 5 годин культивування, у контролі та в пробах із вмістом селеніту натрію 1 мкг/мл, 2 мкг/мл, 3 мкг/мл і 5 мкг/мл була на відносно одному рівні й становила 0,3 – 0,31 год<sup>-1</sup> відповідно. В пробах із вмістом селеніту натрію 5 мкг/мл, 8 мкг/мл, 10 мкг/мл ПШР становила 0,28 та 0,27 год<sup>-1</sup>. Після 10 годин культивування ПШР була на одному рівні для контролю та проб із вмістом селеніту натрію 1 мкг/мл – 5 мкг/мл, а найменшою в пробі із 10 мкг/мл. Зі зниженням питомої швидкості росту збільшувалась, відповідно, й тривалість генерації (найдовшою вона була для проби з концентрацією селеніту натрію 10 мкг/мл).

Таким чином, у процесі роботи виявлено, що найбільш оптимальними й стимулюючими ріст мікроорганізмів концентраціями селеніту натрію є 2 мкг/мл, 3 мкг/мл, які є найбільш раціональними при культивуванні молочнокислих бактерій. Це підтверджено завдяки вимірам оптичної щільності культивованої суспензії та проведенню титрації на молоці. Вищі концентрації (5 мкг/мл, 8 мкг/мл, 10 мкг/мл) селеніту натрію викликають пригнічення росту культивованих мікроорганізмів. При зростанні концентрацій до 5 мкг/мл, 8 мкг/мл, 10 мкг/мл – питома швидкість росту знижується.

В подальшому планується продовження вивчення кінетичних параметрів накопичення біомаси лактобактерій на інших поживних середовищах з додаванням селену та визначення оптимальних умов накопичення біомаси мікроорганізмів.

#### Література

1. Ганіна В.І. Пробиотики. Призначення, властивості і основи біотехнології: Монографія. – М.: МГУПБ, 2001. – 169 с.
2. Глушанова Н.А. Лактобацилли в исследовании и коррекции резидентной микрофлоры человека: Автореф. дис. канд. мед. наук. – Новокузнецк, – 1999. – 23 с.
3. Капрельянц Л.В., Йоргачова К.Г. Функціональні продукти. – Одеса: «Друк». – 2003. – 237 с.
4. Капрельянц Л.В., Хомич Г.А. Функціональні продукти: Тенденції і перспективи. /Харчова наука і технологія, 2012, – № 4. – С. 5 – 8.
5. Chukeatirote E. Potential use of probiotics // Songklanakarin J. Sci. Technol. 2003. – № 25. – P. 67–72.
6. Eszenyi P., Sztrik A., Babka B. Elemental, nano –sized (100-500 nm) Selenium production by probiotic lactic acid bacteria // International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics, Vol. 1, No. 2, July – 2011. – P. 74-79.
7. O'Sullivan D.J. Screening of intestinal microflora for effective probiotic bacteria // J. Ag. Food Chem. – 2001. – № 49. – P. 157-160.

УДК 637.146.34:[579.864+579.8 73.1]; 615.014.6

## ДОСЛІДЖЕННЯ АКТИВНОСТІ ІНКАПСУЛЬОВАНИХ ПРОБІОТИКІВ У ЙОГУРТІ

Воловик Т.М., канд. техн. наук, асистент, Капрельянц Л.В., д-р техн. наук, професор  
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

У статті наведено результати дослідження активності інкапсульованих пробіотичних культур у йогурті у процесі зберігання. Визначено органолептичні та фізико-хімічні показники, а також термін

придатності йогурту, при якому зберігаються споживчі властивості продукту та забезпечується про-  
біотична доза, необхідна організму людини.

The article represents the results of research activity encapsulated probiotic cultures in yogurt during sto-  
rage. Defined sensory and physical-chemical indicators, as well as the shelf life of yoghurt, which preserves the  
consumer properties of the product and is provided probiotic dose needed by the human body.

Ключові слова: інкапсульовані пробіотичні культури, закваска прямого внесення, титрована кислот-  
ність, вологоутримуюча здатність.

**Постановка проблеми в загальному вигляді і її зв'язок із найважливішими науковими і прак-  
тичними завданнями.** Оздоровлення організму людини та забезпечення його активної життєдіяльності  
на основі масового використання кисломолочних продуктів із пробіотичними властивостями вважається  
новим перспективним напрямом у харчовій промисловості. Кисломолочні продукти, такі як йогурти, є  
неперевершеним джерелом не лише незамінних для організму будівельних матеріалів – повноцінного  
білка і кальцію, які легко засвоюються і сприяють росту організму, а також містять пробіотичні мікроор-  
ганізми. Саме лакто- та біфідобактерії здатні пригнічувати ріст і розвиток гнильних мікроорганізмів та  
підвищувати імунну активність людини [1-2]. Проте низька здатність пробіотичних клітин до виживання,  
як у процесі виробництва, так і при зберіганні, є однією з основних проблем кисломолочних продуктів.  
За рахунок використання технології інкапсульовання можна захистити пробіотичні культури від дії кис-  
лого середовища у продуктах харчування.

**Формулювання мети.** Мета роботи – дослідити життєздатність інкапсульованих пробіотиків у кисло-  
молочних продуктах у процесі зберігання. Об'єктами дослідження було обрано інкапсульовані в пектинову  
оболонку лакто- та біфідобактерії, а також закваску прямого внесення компанії «Хрістіан Хансен».

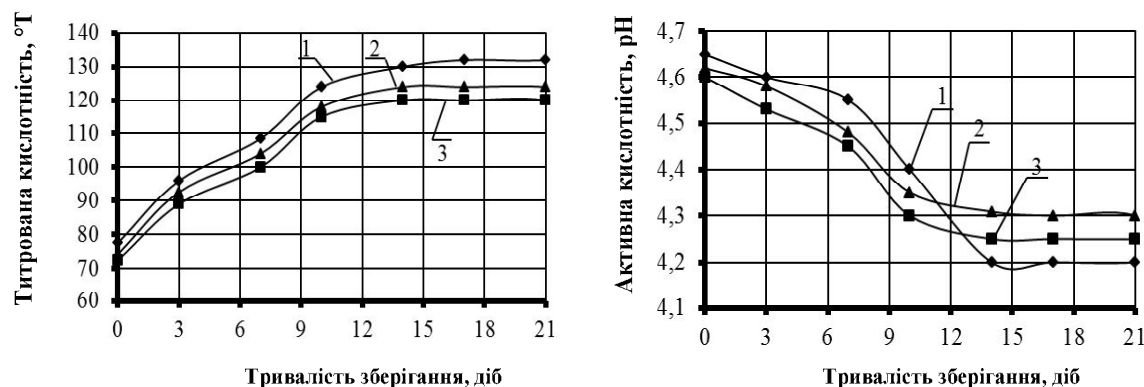
**Виклад основного матеріалу досліджень.** Для досягнення поставленої мети було розроблено тех-  
нологію отримання йогурту з інкапсульованими пробіотичними культурами.

Для вивчення можливості використання інкапсульованих пробіотичних бактерій у кисломолочних  
продуктах у лабораторних умовах було отримано йогурт без інкапсульованих пробіотиків; з інкапсульо-  
ваними біфідобактеріями та інкапсульованими лактобактеріями. Для того, щоб сховати відчуття присут-  
ності гелевих гранул у йогурті, застосовували фруктовно-ягідний наповнювач. В якості закваски для  
отримання йогурту використовували закваску прямого внесення, до якої входили термофільні молочно-  
кислі бактерії [3]. Технологія отримання йогурту ґрунтувалась на використанні традиційних технологіч-  
них операцій: підготовка основних компонентів; сквашування та внесення інкапсульованих пробіотиків і  
фруктивно-ягідного наповнювача.

Отриманий за розробленою технологією йогурт досліджували у процесі зберігання за такими показ-  
никами: органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними.

Проведені дослідження показали, що використання інкапсульованих пробіотиків не приводить до  
значних змін органолептичних показників: консистенція – однорідна, в міру в'язка з наявністю шматоч-  
ків малини та незначним відчуттям гелевих гранул, смак та колір – солодкий, молочно-малиновий колір,  
рівномірний по всій масі.

Протягом усього терміну зберігання йогурту в усіх його зразках спостерігалось також зростання тит-  
рованої та зниження активної кислотностей (рис. 1).



1 - без інкапсульованих пробіотиків (контроль); 2 – містить інкапсульовані біфідобактерії;  
3 – містить інкапсульовані лактобактерії

Рис. 1 – Зміна титрованої та активної кислотностей зразків йогурту в процесі зберігання

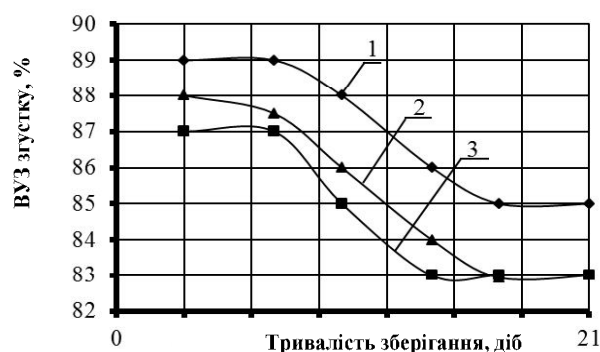
Такий факт обумовлено тим, що під дією ферментів класу гідролаз, які синтезуються пробіотичними клітинами, відбувається гідроліз лактози до глюкози та  $\beta$ -галактози з наступним утворенням молочної та оцтової кислот.

У процесі зберігання протягом 14 днів відзначалося максимальне значення титрованої кислотності у зразках 1 і 3, мінімальне – у зразку 2. При цьому за 14 днів зберігання титрована кислотність зразка 1 досягла 130 °Т, що є максимально допустимим значенням, а у зразку 3, що містить інкапсульовані клітини лактобактерій, вона склала 124 °Т, у зразку 2 – 120 °Т.

У процесі зберігання даних зразків найменше значення активної та найбільше значення титрованої кислотностей спостерігалось у зразку 1, що пояснюється максимальним вмістом клітин лактобактерій протягом усього часу, але при цьому відбувалося зниження органолептичних показників. Динаміка активної кислотності на 14 добу зберігання для зразків 2 і 3 мала виражений мінімум, що відповідає вмісту молочнокислих мікроорганізмів.

Після двох тижнів зберігання в досліджуваних зразках йогурту спостерігалися зміни, як у фізико-хімічних, так і органолептичних показниках: з'явився зайвий виражений кисломолочний смак, спостерігалось відокремлення сироватки, що приводить до зниження споживчих властивостей. Колір йогурту залишався незмінним.

Відзначалися зміни вологоутримувальної здатності. Дані дослідження вологоутримувальної здатності (ВУЗ) зразків йогурту у процесі зберігання приведені на рис. 2.



1 – без інкапсульованих пробіотиків (контроль); 2 – містить інкапсульовані біфідобактерії;  
3 – містить інкапсульовані лактобактерії

**Рис. 2 – Зміна вологоутримувальної здатності зразків йогурту в процесі зберігання**

Протягом 6 днів зберігання ВУЗ залишалася для зразків 1 і 3 стабільною проте через 6 днів відбувалося різке її зниження, а зниження для зразків 2 спостерігалися через 3 доби.

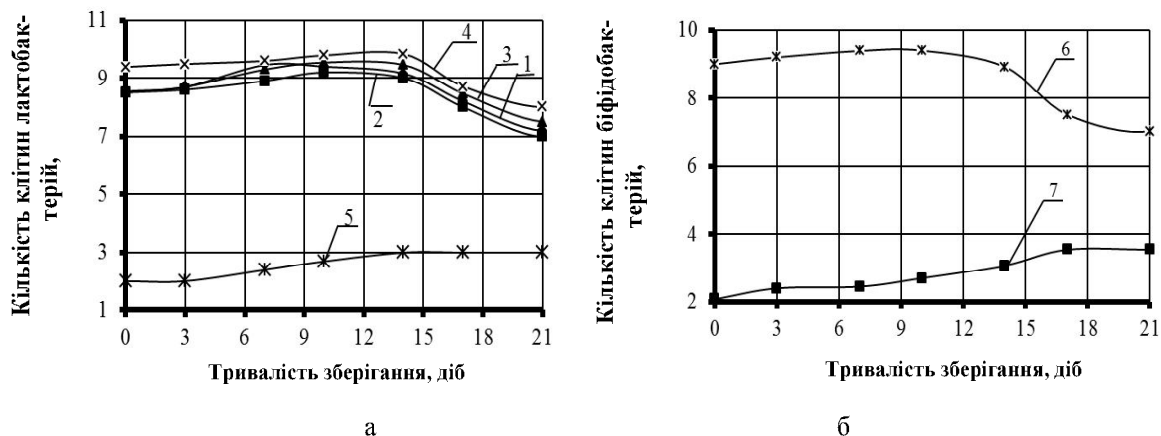
Максимальне значення ВУЗ відзначалося у зразку 1, що сприяє виникненню кислотної коагуляції. Мінімальні значення ВУЗ, у порівнянні зі зразком 1, були відзначені у зразках 2 і 3, що вказує на незначне відокремлення сироватки, яке з'явилося на 14 добу зберігання. Великої уваги заслуговує і зміна кількості життєздатних клітин лакто- і біфідобактерій у процесі зберігання. Результати зміни життєздатності клітин лакто- і біфідобактерій у процесі зберігання подані на рис. 3.

Слід зазначити, що зміна активності біфідо- і лактобактерій спостерігалася практично у всіх зразках протягом усього терміну зберігання. У зразку 1, що не містив інкапсульованих мікроорганізмів, протягом першого тижня зберігання кількість клітин склала  $3 \cdot 10^9$  КУО/г. Значно зменшилася кількість клітин лактобактерій у зразках 2 і 3 при цих же термінах зберігання. Як показали результати, життєздатність інкапсульованих пробіотичних культур лактобактерій зразка 4 на 14 добу зберігання збільшилася і склала  $10^9$  КУО/г, а кількість лактобактерій у зразків 1 і 2 зменшилася в 1,06 і 1,09 разів.

Це пов'язане з тим, що за рахунок наявності пектинових речовин, таких як пребіотику у складі захисної оболонки сприяло розвитку незначної кількості клітин *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402. Життєздатність клітин лактобацил у гранулах на 14 добу зберігання склало  $7 \cdot 10^9$  КУО/г.

Протягом 21 доби зберігання, кількість клітин лактобактерій в інкапсульованій формі зразка 4 збереглося в 1,1 рази більше в порівнянні зі зразком 1. Це свідчить про те, що захисна оболонка з пектину справді дозволяє захистити та зберегти клітини лактобацил протягом зберігання.

Кількість життєздатних клітин *Bifidobacterium bifidum-1* в іммобілізованій формі в даному продукті протягом 14 днів зберігання склала  $6 \cdot 10^8$  КУО/г, що забезпечує пробіотичну дозу у йогурті. Слід зазначити, що незначна кількість клітин біфідобактерій дифундувала в рідку фазу йогурту і на 14 добу склала в ньому  $10^3$  КУО/г.



1 – без інкапсульованих пробіотиків (контроль); 2 – рідка фаза йогурту, що містить інкапсульовані біфідобактерії; 3 – рідка фаза йогурту, що містить інкапсульовані лактобактерії; 4 – гранули, що містять інкапсульовані лактобактерії; 5 – клітини лактобактерій, які дифундували в гранули, що містять біфідобактерії; 6 – гранули, що містять інкапсульовані біфідобактерії; 7 – клітини біфідобактерій, які дифундували в рідку фазу йогурту

**Рис. 3 – Зміна кількості життєздатних клітин *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 (а) і *Bifidobacterium bifidum-1* (б) у досліджуваних зразках йогурту у процесі зберігання**

Важливим критерієм оцінки всіх зразків йогурту протягом усього часу зберігання були органолептичні показники. Всі зразки йогурту протягом 14 діб зберігання мали чистий кисломолочний смак і запах, зі злегка вираженим солодкуватим присмаком, обумовленим наявністю в нормалізованій суміші фруктовово-ягідного наповнювача. На 21 добу зберігання всі зразки мали зайвий кислий смак і запах, а також спостерігалось невелике відокремлення сироватки, що знижує їхні споживчі властивості [4].

**Висновки.** Отримані результати показують, що використання технології іммобілізації пробіотичних мікроорганізмів у виробництві кисломолочного продукту дозволяє захистити їх від кислого середовища протягом 14 діб зберігання та забезпечити необхідною кількістю пробіотичних клітин організм людини.

#### Література

1. Щербак О. Йогурт: смачно, корисно, поживно // Продукты и ингредиенты. 2010, – № 5, – С. 61-62.
2. Кравцова О. Якість йогуртів [Текст] / О. Кравцова, Т. Скорченко // Харчова і переробна промисловість. – 2007. – № 11, – С. 21-23.
3. Воловик Т.М. Капсульовані форми пробіотиків у виробництві йогурту [текст] /Т.М. Воловик, М.І. Гоцуленко, Л.В. Капрельянци // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції «Технічні науки: стан, досягнення і перспективи розвитку м'ясної, олієжирової та молочної галузей», 22–23 березня 2012 р. – К.: НУХТ, – С. 51.
4. Воловик Т.Н. Разработка технологии инкапсулирования пробиотических микроорганизмов: дис. канд. техн. наук / Т.Н. Воловик // Одесская национальная академия пищевых технологий – Одесса, 2012. – 153 с.

УДК: 577.152.32: 572.224.4

## КІНЕТИКА ГІДРОЛІЗУ ФРУКТОЗАНІВ ФЕРМЕНТАМИ КУЛЬТУР ДРІЖДЖІВ, ОБРОБЛЕНИХ МУТАГЕНОМ

Янченко К.А., асистент

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Фруктоза – перспективний цукор для виготовлення дієтичної продукції. Одержання продуктів із високою концентрацією фруктози можливе шляхом гідролізу фруктозанів як хімічного, так і ферментативного, при цьому останній має ряд переваг. Попередньо було показано, що культури дріжджів, оброблених мутагеном, продукують фруктанлітичні ферменти інтенсивніше, про що свідчать залежності