

## **АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО МОДЕЛЮВАННЯ СТАБІЛЬНИХ ХАРЧОВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ АЦИДОФІЛЬНОЇ ПАЛИЧКИ**

**Н.В. Кондратюк, В.Л. Большакова, Є.П. Пивоваров, П.П. Пивоваров**

*Проаналізовано нинішній стан і проблеми формування ринку пробіотичних продуктів на основі ацидофільної палички. Розглянуто можливі механізми стимулювання розвитку мікроорганізмів у моделях харчових систем і розкрито роль складових живильного середовища в процесі формування та накопичення біомаси. Обґрунтовано необхідність розробки альтернативних транспортних форм для ацидофільної палички у складі живильного середовища.*

**Ключові слова:** моделювання, інкапсулянт, пробіотики, природні імунокоректори, ацидофільна паличка, функціональні продукти.

## **АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ СТАБИЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АЦИДОФИЛЬНОЙ ПАЛОЧКИ**

**Н.В. Кондратюк, В.Л. Большакова, Е.П. Пивоваров, П.П. Пивоваров**

*Проанализировано нынешнее состояние и проблемы формирования рынка пробиотических продуктов на основе ацидофильной палочки. Рассмотрены возможные механизмы стимулирования развития микроорганизмов в моделях пищевых систем и раскрыта роль составляющих питательной среды в процессе формирования и накопления биомассы. Обоснована необходимость разработки альтернативных транспортных форм для ацидофильной палочки в составе питательной среды.*

**Ключевые слова:** моделирование, инкапсулянт, пробиотики, природные иммунокорректоры, ацидофильная палочка, функциональные продукты.

## **ANALYSIS APPROACH TO MODELING STABLE FOOD SYSTEMS WITH LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS**

**N. Kondratjuk, V. Bolshakova, Y. Pyvovarov, P. Pyvovarov**

*The article is devoted to topical issues of application of simulation in the conditions of formation of process steps of manufacturing-based foods containing Lactobacillus acidophilus with subsequent encapsulation process.*

*The authors performed an assessment of the current state of the market of food products containing Lactobacillus acidophilus, identified existing problems of implementation and prospects of development of innovative activity in developing technologies encapsulated acidophilus products and products based on them. Advantages of such proposals in existence in the market of fermented milk products. Suggest possible directions for expansion of product groups culinary products that contain Lactobacillus acidophilus. The article describes the methodological approaches to the study of the components of culture medium on the viability and activity of Lactobacillus acidophilus. Determined the effectiveness of strategy implementation in the conditions of Ukrainian enterprises.*

**Keywords:** modeling, encapsulant, probiotics, natural immunomodulators, Lactobacillus acidophilus, functional products.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Раціон сучасної людини повинен містити значну кількість функціональних продуктів харчування, оскільки саме такий підхід не дозволить зруйнувати органи та системи організму внаслідок її перебування в стані підвищеної нервової напруги, депресії, стресу. Споживання корисних компонентів їжі не тільки зміцнить захисні властивості організму, а ще й сприятиме адекватній адаптації людини до навколишнього середовища.

Значне місце у вітчизняній і зарубіжній літературі останніх років відводиться розробці нових видів кисломолочних продуктів, здатних оздоровити організм людини. Основою технологічного моделювання зазначеної групи товарів є ацидофільна паличка, яка у складі закваски, потрапляючи в стравохід людини, проявляє високі антагоністичні властивості щодо широкого спектра умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів. Крім того, існуючи нетривалий час у кислому середовищі шлунка, вона виробляє антибіотикоподібні речовини (лізин, низин, нікозін, лакталін) і проявляє стійкість до антибіотиків, що потрапляють до організму внаслідок лікування запальних процесів; нормалізує мікрофлору кишечника тощо [1].

Особливої уваги потребує питання досить короткого життєвого циклу продуктів на основі ацидофільної палички, оскільки нею в процесі життєдіяльності продукується значна кількість молочної кислоти, що знижує рН оточуючого середовища і унеможливіло подальше існування мікроорганізмів. Ця проблема потребує значної уваги науковців і технологічних рішень. Вдосконалення та модернізація технологічних ліній і ділянок виробництва продуктів на основі ацидофільної палички неможливі без дослідження процесів, на яких побудовано концепцію та стратегію нових технологій, інформація про які на сьогодні залишається недостатньо висвітленою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пробиотично активна ацидофільна паличка довела свої переваги під час корекції різних видів дисбактеріозів у разі включення її до складу харчових продуктів. Так авторами [2-4] було розроблено способи виробництва «Білкового кисломолочного продукту», «Кисломолочного продукту» та «Симбіотичного кисломолочного продукту», які полягають у збагаченні комбінованими заквасками молочної основи з пахтою, молочної суміші зі знежиреного молока та концентрата підсирної сироватки та суміші соєвого та коров'ячого молока відповідно. Розробки мають рідку консистенцію і тільки розширюють асортимент напоїв пробиотичної дії. Вчені Омського аграрного університету ім. П.А. Столипіна нещодавно розробили широкий спектр продуктів із щільною консистенцією, збагачених пробиотичними композиціями з ацидофільною паличкою: сирний продукт «Умнік» із вітаміно-мінеральним преміксом «Імуно плюс» [5] та «Кисломолочний пастоподібний продукт» [6]. На жаль, вищезазначені продукти мають досить нетривалий термін зберігання, а деякі з розробок містять пробиотичні культури, які потребують специфічних умов внесення або культивування, що знижує їх економічну ефективність.

Вчені Київського національного університету харчових технологій досягли успіхів у виробництві морозива ацидофільного з підвищеною біологічною цінністю. Ідея розробки ґрунтується на гіпотезі, що в замороженому стані мікроорганізми перебувають у глибокому анабіозі, який завершується з ростом температури зовнішнього середовища [7]. Зазначений продукт зберігається достатньо довго, проте має обмеження щодо рекомендацій до споживання.

З вищенаведеного можна визначити необхідність проведення моделювання складових продуктів на основі ацидофільної палички та встановити такі критерії: широкий спектр позитивної дії мікроорганізмів на організм людини; традиційні або спрощені умови внесення та культивування; непатогенність і нетоксичність, здатність до виживання і життєдіяльності в умовах кишкового мікросередовища; стабільність, життєздатність та органолептична привабливість упродовж тривалого часу.

**Мета статті** – визначити критерії моделювання харчових систем на основі ацидофільної палички для позначення перспективи створення технологій нових продуктів пробиотичної дії.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Виробництво продуктів із пробиотичними мікроорганізмами базується на удосконаленні біотехнологічних процесів і зводиться, з одного боку, до використання традиційних для молочної промисловості штамів молочнокислих бактерій, створених за допомогою нових методів

селекції, а з іншої – до розробки нового покоління комбінованих кисломолочних продуктів із застосуванням нового виду пробіотичних мікроорганізмів [8].

За результатами моніторингу сучасних розробок можна визначити, що вдосконалені кисломолочні продукти являють собою нову генерацію молочних продуктів, склад яких поступово ускладнюється. Вони стають багатокomпонентними, комбінованими, мають задані функціональні властивості.

На першому етапі аналізу пошуку шляхів моделювання складу продуктів на основі ацидофільної палички пропонується звернути увагу на вибір пробіотичних мікроорганізмів. Вони повинні бути безпечними, мати різні властивості і бути тільки природного походження. Особливим критерієм оцінювання оптимальності вибору є участь «бранців» у процесах життєзабезпечення людей різного віку.

На цьому етапі досліджуються культурально-фізіологічні властивості молочнокислих паличок, дозволених у харчуванні людей від перших днів життя до похилого віку. Результати випробовувань наведені в табл. 1.

Таблиця 1

**Культурально-фізіологічні властивості молочнокислих паличок**

№ з/п	Показник	Номер штаму			
		47	51	62	63
1	Фарбування за Грамом	+	+	+	+
2	Утворення каталази, рухливість	-	-	-	-
3	Розвиток у лакмусовому молоці	ВЗ	ВЗ	ВЗ	ВЗ
4	Утворення NH <sub>3</sub> з аргініну	-	-	-	-
5	Утворення CO <sub>2</sub> (якісна реакція)	+	+	+	+
6	Температура росту: оптимальна гранична	37 20-45	37 20-45	37 20-45	37 20-45
7	Гранична кислотність, °Т	260	270	300	290
8	Розвиток в молоці за Т °С: 15 40 45	- + +	- + +	- + +	- + +
9	Терморезистентність за нагрівання (30 хв): 55 °С 63	+ -	+ -	+ -	+ -
10	Розвиток з NaCl %: 4 6	- -	- -	- -	- -
11	Розвиток у гідролізованому молоці з жовчю, %: 20 40	+ +	+ +	+ +	+ +
12	Розвиток у молоці з 0,4% фенолу	+	+	+	+

Як свідчать дані, представлені в таблиці, всі досліджувані штами паличок були грампозитивними, нерухомими, каталазонегативними, не утворювали NH<sub>3</sub> з аргініну, відновлювали та згортали лакмусове молоко, не зростали за 15° С, розвивалися за 40...45° С, були стійкими до прогрівання за 55° С (30 хв), але не витримували прогрівання за 63° С. Крім того, усі досліджувані штами росли в гідролізованому молоці з 20% жовчі, та не росли в гідролізованому молоці з 4 та 6% NaCl. Оптимальна температура для розвитку виділених мікроорганізмів встановлена 37° С, а гранична кислотність знаходилась у межах 150...300° Т.

Як бачимо з таблиці, молочнокислі бактерії можуть задовольняти свої потреби у вуглеводному живленні за рахунок незначної кількості джерел енергії, тобто моно- та дисахаридів. Прикладами таких є глюкоза, лактоза, сахароза, мальтоза.

Тому наступний етап моделювання дозволив оцінити вміст джерел енергії для досліджуваних штамів. В якості контролю використовували основне живильне середовище без вуглеводів. Отримані дані представлені в табл. 2.

Таблиця 2

### Здатність молочнокислих паличок ферментувати вуглеводи

№ штаму	Ксилроза	Рамноза	Галактоза	Сахароза	Лактоза	Арабіноза	Мальтоза	Глюкоза
47	-	-	+	+	+	-	+	+
51	-	-	+	+	+	-	+	+
62	-	-	+	+	+	-	+	+
63	-	-	+	+	+	-	+	+

Встановлено, що виділені штами мають здатність ферментувати галактозу, лактозу, сахарозу, мальтозу та глюкозу, але жоден зі штамів не ферментує ксилозу, рамнозу та арабінозу. Отримані дані дозволять здійснити регуляцію показників якості та безпечності готового виробу, тобто строки зберігання зробити керованими.

Проведений аналіз підходів для визначення етапів моделювання харчових систем із вмістом ацидофільної палички дозволили визначити критерії, що регулюють життєву активність ацидофільних продуктів. Було визначено, що для отримання продуктів із пролонгованим терміном придатності, слід використовувати у моделях харчових живильних середовищ такі складові, які

забезпечують критерії уповільненого зростання мікроорганізмів. А саме: не використовувати джерел енергії, або додавати їх у кількості, за якої мікроорганізми не матимуть можливості активно метаболізувати; вводити до складу середовища розчин NaCl (4...6%); включити до складу модельного середовища неорганічні солі (наприклад, ортофосфати), які без ризику порушення безпеки дозволять підтримувати рН середовища на рівні, що забезпечить існування мікроорганізмів у живому, але не в активному стані.

Важливо відмітити, що за результатами органолептичного оцінювання отримані моделі, на жаль, не здатні конкурувати з існуючими аналогами. Проте їх використання у якості суміші, призначеної для капсулювання, ніщо не перешкоджає. Оболонка капсули надійно захистить смакову недосконалість модельного середовища від критичного споживача, надавши готовим капсульованим продуктам нейтрального, або будь-якого іншого смаку, використавши при цьому можливі палітри смако-ароматичних композицій [1].

**Висновки.** Проведений аналіз підходів моделювання дозволив винайти шляхи та провести моделювання об'єктів, в результаті чого були отримані харчові композиції на основі ацидофільної палички з використанням речовин, які керують утримують життєву активність мікроорганізмів, дозволяючи при цьому отримати продукти з більш тривалим терміном придатності. Створені системи у смаковому сенсі є недосконалими, однак мають усі необхідні властивості для того, щоб пройти стадію капсулювання як запобіжного засобу надшвидкої втрати технологічних, фізіологічних та органолептичних властивостей готового продукту, залишаючись корисними для організму людини.

#### Список джерел інформації / References

1. Кондратюк Н. В. Наукове обґрунтування використання капсульних продуктів із пробіотичними властивостями у складі збивної десертної продукції / Н. В. Кондратюк // Одеська нац. академія харчових технологій : зб. наук. праць. – Одеса: ОНАХТ, 2011. – Т. 39, ч. 2. – С. 191–196.

Kondratiuk, N.V. (2011), “Scientific rationale for the use of capsule products with probiotic properties as part of churned dessert products” [“Наукове обґрунтування використання капсульних продуктів із пробіотичними властивостями у складі збивної десертної продукції”], ОНАХТ, Odessa. № 39. Vol. 2. pp. 191–196.

2. Пат. 2222953 Российская Федерация А23С9/12. Способ производства белкового кисломолочного продукта / Гунская В. А., Борисова Г. В., Филиппова Н. М., Пащенко Н. М. : заявитель и патентообладатель Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина. – № 2002101991/13 ; заявл. 21.02.02 ; опубл. 10.02.04, Бюл. № 4.

Grunskaja, V.A., Borisova, G.V., Filibnova, N.M., Parmenova, N.M. (2004), A method of producing a protein fermented milk product. Russian Federation. Pat. 2222953.

3. Пат. 2484631 Российская Федерация, А23С9/12. Способ получения кисломолочного продукта / Грнская В. А., Габриелян Л. С. ; заявитель и патентообладатель Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина. – № 2012112844/10 ; заявл. 02.04.12 ; опубл. 20.06.13, Бюл. № 17. – 7 с.

Grunskaja, V.A., Gabrielian, D.S. (2013), A method for producing fermented milk product. Russian Federation. Pat. 2484631.

4. Пат. 2451451 Российская Федерация, А23С9/12. Способ получения симбиотического кисломолочного продукта / Давыдова Т. М., Лисин П. А. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный аграрный университет». – № 2010124435/10 ; заявл. 15.06.10 ; опубл. 27.05.12.

Davydova, T.M., Lisin, P.A. (2012), A method for producing a symbiotic fermented milk product. Russian Federation. Pat. 2451451.

5. Пат. 2465775 Российская Федерация, А23С19/055. Способ получения сырного продукта «Умник» / Сорокина Е. В., Гаврилова Н. Б., Молибога Е. А. ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный аграрный университет». – № 2011114310/10 ; заявл. 12.04.11 ; опубл. 10.11.12, Бюл. № 31.

Sorokina, E.V., Gavrilova, N.B., Moliboga, E.A. (2012), A method for producing a cheese product "Umnik". Russian Federation. Pat. 2465775.

6. Пат. 2376779 Российская Федерация, А23С23/00. Способ производства кисломолочного пастообразного продукта / Гаврилова Н. Б., Пасько О. В., Гладилова О. А. Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный аграрный университет». – № 2008106343/13 ; заявл. 18.02.08 ; опубл. 27.12.09, Бюл. № 36.

Gavrilova, N.B., Pasko, O.V., Gladilova, O.A. (2009), A method of producing fermented milk spread. Russian Federation. Pat. 2376779.

7. Пат. 27650 Ужэина, А23G 9/04. Спосіб виробництва морозива ацилофільного з підвищеною біологічною цінністю / Хомічак Л. М., Поліщук Г. С., Калініна Г. П., Антонюк М. М., Згурський А. В. ; заявник та патентоутримувач Національний університет харчових технологій. – № 200707139 ; заявл. 25.06.07 ; опубл. 12.11.07, Бюл. № 24. – 2 с.

Homichak, L.M., Polishhuk, G.Je., Kalinina, G.P., Antonjuk, M.M., Zours'kvi, A.V. (2007), The method of manufacturing ice cream acidophilic with high biological value. Ukraine. Pat. 27650.

8. Kondratiuk, N.V., Bolszakowa, W.L., Piwowarow, P.P., Piwowarow, E.P. (2015), “Doskonalenie technologii acydofilnych produktów środkiem kapsułkowania”, *Intern. Science-Practical Conf. «Innowacyjne rozwiązania naukowo-techniczne w przemyśle spożywczym»*, Spolom, Lviv, pp. 68-76.

**Кондратюк Наталія Вячеславівна**, канд. техн. наук, доц., кафедра харчових технологій, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара. Адреса: пр. Гагаріна, 72, м. Дніпропетровськ, Україна, 49010. E-mail: [kondratjuk\\_nata@mail.ru](mailto:kondratjuk_nata@mail.ru).

**Кондратюк Наталья Вячеславовна**, канд. техн. наук, доц., кафедра пищевых технологий, Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара. Адрес: пр. Гагарина, 72, г. Днепропетровск, Украина, 49010. E-mail: [kondratjuk\\_nata@mail.ru](mailto:kondratjuk_nata@mail.ru).

**Kondratjuk Natalia**, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Associate Professor, Department of the food technology, Dnipropetrovsk national university by Oles Gonchar. Address: Gagarina av., 72, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49010. E-mail: [kondratjuk\\_nata@mail.ru](mailto:kondratjuk_nata@mail.ru).

**Большакова Валентина Леонтьівна**, заступник начальника відділу з організаційних питань, інформації та зовнішніх стосунків, Державне підприємство «Дніпростандартметрологія». Адреса: вул. Барикадна, 23, м. Дніпропетровськ, Україна, 49000. E-mail: [betavl@rambler.ru](mailto:betavl@rambler.ru).

**Большакова Валентина Леонтьевна**, заместитель начальника отдела по организационным вопросам, информации и внешним связям, Государственное предприятие «Днепростандартметрология». Адрес: ул. Барикадная, 23, г. Днепропетровск, Украина, 49000. E-mail: [betavl@rambler.ru](mailto:betavl@rambler.ru).

**Bolshakova Valentina**, Deputy Chief of Department for Administration, Information and External Relations, State enterprise «Dniprostandartmetrologiia». Address: Barikadna str., 23, Dnipropetrovsk, Ukraine, 49000. E-mail: [betavl@rambler.ru](mailto:betavl@rambler.ru).

**Пивоваров Павло Петрович**, д-р техн. наук, проф., кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: [pcub@ukr.net](mailto:pcub@ukr.net).

**Пивоваров Павел Петрович**, д-р техн. наук, проф., кафедра технологии питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: [pcub@ukr.net](mailto:pcub@ukr.net).

**Pivovarov Pavlo**. Doctor of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Science, D.Sc.), Professor, Department of Food Technology. Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkovsky str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. E-mail: [pcub@ukr.net](mailto:pcub@ukr.net).

**Пивоваров Євген Павлович**, д-р техн. наук, доц., кафедра технології харчування, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: [pcub@ukr.net](mailto:pcub@ukr.net).

**Пивоваров Евгений Павлович**, д-р техн. наук, доц., кафедра технологии питания, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: [pcub@ukr.net](mailto:pcub@ukr.net).



**Pivovarov Jevsen**. Doctor of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Science, D.Sc.), Associate Professor, Department of Food Technology. Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkovsky str., 333, Kharkov, Ukraine, 61051. E-mail: pclub@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.  
Отримано 15.03.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 637.5.037:637.521.001.76

## **ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ НАПІВФАБРИКАТІВ М'ЯСНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ**

**М.О. Янчева**

*Наведено результати аналітичних досліджень із вивчення сучасного стану та перспектив розвитку технологій замороженої м'ясної продукції. Сформульовано наукову концепцію та визначено шляхи забезпечення технологічної стабільності напівфабрикатів м'ясних заморожених за умов реалізації ланцюга «заморожування – холодильне зберігання – розморожування».*

**Ключові слова:** інновації, м'ясні напівфабрикати, заморожування, криопротекторна дія.

## **ИННОВАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЯХ ПОЛУФАБРИКАТОВ МЯСНЫХ ЗАМОРОЖЕННЫХ**

**М.А. Янчева**

*Приведены результаты аналитических исследований, касающихся изучения современного состояния и перспектив развития технологий замороженной мясной продукции. Сформулирована научная концепция и определены пути обеспечения технологической стабильности полуфабрикатов мясных замороженных при реализации цепи «замораживание – холодильное хранение – размораживание».*

**Ключевые слова:** инновации, мясные полуфабрикаты, замораживание, криопротекторное действие.

## **INNOVATIONS IN THE TECHNOLOGIES OF MEAT FROZEN SEMI-PRODUCTS**

**M. Yancheva**

*The results of analytical researches concerning the study of contemporary state and perspectives of the development of refrigerated meat products*