

**ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ
СЕЛЬСКАГА СПАДАРЧАЙ ВЫТВОРЧАСЦІ**

УДК 637.146

*Н. Н. ФУРИК, Н. К. ЖАБАНОС, Л. Л. БОГДАНОВА, Л. В. САФРОНЕНКО,
Н. В. ДУДКО, Е. М. КОНОНОВИЧ*

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КИСЛОМОЛОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ «БИОСТИЛЬ»

Институт мясо-молочной промышленности

(Поступила в редакцию 26.03.2008)

Введение. Функциональные продукты кроме энергетической ценности обладают способностью оказывать благотворное, оздоровительное воздействие на организм человека. В функциональном питании большое место отводится кисломолочным продуктам, приготовленным путем сквашивания молока или адаптированных молочных смесей штаммами молочнокислых бактерий, в процессе жизнедеятельности которых накапливается комплекс биологически активных веществ, обладающих лечебно-профилактическим действием. При подборе культур для ферментации молочного сырья основное внимание уделяется бифидо- и лактобактериям, которые являются представителями нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) человека. Многочисленными исследованиями [1–4] установлено, что кисломолочные продукты, ферментированные пробиотическими бифидо- и лактобактериями, нормализуют микробиоценоз ЖКТ, стимулируют иммунную систему и защитные функции организма. По данным исследователей [5], механизм стимуляции пробиотиками роста нормальной микрофлоры ЖКТ состоит в ингибировании роста патогенных микроорганизмов; активации иммунокомпетентных клеток; стимуляции роста эндогенной микрофлоры в результате продукции витаминов и других ростостимулирующих факторов; нейтрализации токсинов; изменении микробного метаболизма, проявляющегося в повышении или снижении активности ферментов. Нормализация микрофлоры ЖКТ является основной задачей в решении проблемы ухудшения здоровья населения. Такие продукты являются особенно необходимыми для жителей Республики Беларусь, где после аварии на Чернобыльской АЭС ухудшилась экологическая обстановка. Они способны внести существенный вклад в повышение эффективности терапии острых кишечных инфекций и ряда других заболеваний ЖКТ, так как способствуют восстановлению микроэкологического равновесия и функций ЖКТ человека.

Цель исследований – создание функциональных кисломолочных продуктов с использованием широкого спектра пробиотических микроорганизмов, которые одновременно являлись бы поставщиками питательных веществ и обладали оздоровительным эффектом.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в отделе микробиологии Института мясо-молочной промышленности в 2006–2007 гг. В данных исследованиях роль сквашивающей молочной основы выполняли поливидовые бактериальные концентраты «КМТС» и «БКс», состав которых разработан в Институте мясо-молочной промышленности. Поливидовой концентрат содержит мезофильные лактококки *Lactococcus lactis ssp.* с добавлением или без добавления стрептококка *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Контаминация сырья была фиксированной и составляла $3 \cdot 10^6$ КОЕ/см³ (в соответствии с ТУ РБ 100377914.486–2000). Для полу-

чения оптимального сочетания микробиологических показателей и органолептических свойств готового продукта к поливидовому концентрату дополнительно вводили моновидовые бактериальные концентраты бифидобактерий, лактобацилл и пропионовокислых бактерий в следующих концентрациях: $2 \cdot 10^4$ КОЕ/см³; $2 \cdot 10^5$ КОЕ/см³; $2 \cdot 10^6$ КОЕ/см³; $2 \cdot 10^7$ КОЕ/см³, так как известно, что бифидобактерии необходимы для поддержания и нормализации микробиоценоза кишечника, повышения специфической резистентности организма, улучшения белкового и минерального обмена; лактобактерии – для повышения иммуномодулирующей активности и улучшения рециркуляции желчных кислот и холестерина; пропионовокислые бактерии – для увеличения бифидогенного эффекта. Пропионовокислые бактерии способны также связывать и элиминировать из организма микотоксины, включая афлатоксин, стимулировать иммунные механизмы защиты, поскольку их молодые культуры выделяют в питательную среду соединения с антиоксидантной активностью, которые проявляют выраженное антимутагенное действие.

Определение количества клеток лактококков в готовом продукте проводили согласно ГОСТ 10444.11. Содержание *Lactobacillus plantarum* и *L. casei* определяли по количеству выросших колониеобразующих единиц (КОЕ/см³) в течение 2–3 сут при температуре (37±1)°С на модифицированных питательных средах для лактобацилл или среде Рогоза. Содержание пропионовокислых бактерий в продукте определяли по количеству бактерий, выросших в анаэробных условиях на селективной среде с лактатом кальция при (30±1)°С в течение 8 сут. Содержание бифидобактерий в продукте определяли по их росту на селективной среде при температуре (37±1)°С с образованием колоний в течение 2–5 сут. Микроскопирование препаратов проводили по ГОСТ 9225. Кислотность молочного сырья и продуктов определяли по ГОСТ 3624. Скваживание инокулированных молочных основ проводили при температуре (30±2)°С. Для сквашивания использовали молочные основы, составленные в различных соотношениях из молочного сырья (молоко цельное, молоко обезжиренное, пахта, подсырная сыворотка).

Результаты и их обсуждение. На первом этапе работы проводили оптимизацию температурных режимов ферментации сырья исследуемыми комбинациями бактериальных концентратов, состоящих из мезофильных и термофильных микроорганизмов. Исследовали развитие бактерий при различных температурах: 26, 28, 30 и 32 °С. Как видно из табл. 1, понижение температуры до 26 °С вело к замедлению развития термофильного штамма *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, что нарушало состав поливидовой комбинации. На развитие пробиотических микроорганизмов изменение температуры значительного влияния не оказало. В дальнейших исследованиях ферментирование молочных основ бактериальными концентратами, содержащими термофильный стрептококк, проводили при температуре (30±2)°С, а бактериальными концентратами, содержащими мезофильные лактококки, – при (28±2)°С.

Таблица 1. Состав микрофлоры сквашенной молочной основы при различных температурах

Вид бактерий	Количество жизнеспособных клеток (млрд КОЕ/ см ³) в обезжиренном молоке, сквашенном при температуре			
	26 °С	28 °С	30 °С	32 °С
<i>Bifidobacterium</i>	$(8,5 \pm 1,04) \cdot 10^6$	$(1,05 \pm 0,25) \cdot 10^7$	$(9,68 \pm 0,68) \cdot 10^6$	$(7,32 \pm 0,71) \cdot 10^6$
<i>Lactobacillus plantarum/casei</i>	$(6,76 \pm 0,512) \cdot 10^5$	$(1,11 \pm 0,14) \cdot 10^6$	$(9,85 \pm 0,52) \cdot 10^5$	$(1,02 \pm 0,28) \cdot 10^6$
<i>Propionibacterium</i>	$(1,0 \pm 0,141) \cdot 10^6$	$(6,075 \pm 0,96) \cdot 10^6$	$(3,6 \pm 0,531) \cdot 10^6$	$(3,5 \pm 0,54) \cdot 10^6$
<i>Lactococcus lactis ssp.</i>	$(7,85 \pm 0,29) \cdot 10^8$	$(2,65 \pm 0,27) \cdot 10^9$	$(1,975 \pm 0,3) \cdot 10^9$	$(1,68 \pm 0,27) \cdot 10^9$
<i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>	$(4,3 \pm 0,19) \cdot 10^7$	$(1,18 \pm 0,3) \cdot 10^8$	$(2,47 \pm 0,46) \cdot 10^8$	$(2,5 \pm 0,14) \cdot 10^8$
<i>Lactococcus lactis ssp.</i> и <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>	$(8,65 \pm 0,29) \cdot 10^8$	$(9,85 \pm 0,27) \cdot 10^8$	$(1,975 \pm 0,3) \cdot 10^9$	$(1,68 \pm 0,27) \cdot 10^9$

Дальнейшие исследования показали, что при введении бифидобактерий в поливидовый концентрат нарастание их количества в готовом продукте было прямо пропорционально дозе внесения: за время сквашивания титр клеток в продукте увеличился в 5–7 раз. Доза внесения бифидобактерий не оказала влияния на время сквашивания различных молочных основ, составляющее 9,25 ч и титруемую кислотность продуктов, которая колебалась в пределах 62–67°Т (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Основные параметры процесса ферментации обезжиренного молока при внесении разных доз бактериального концентрата бифидобактерий

Доза внесения моно-видового концентрата бифидобактерий, КОЕ/см ³	Количество бифидобактерий в готовом продукте, КОЕ/см ³	Время образования сгустка, ч	Активная кислотность после охлаждения, pH	Титруемая кислотность, °Т		Органолептические показатели готового продукта
				до охлаждения	после охлаждения до 23°С	
2·10 ⁷	(9,5±1,04)·10 ⁷	9,25	4,63	63	72	Сгусток среднетплотный с пузырьками газа, вязкий, вкус чистый кисломолочный щиплющий, запах кисломолочный
2·10 ⁶	(8,2±0,512)·10 ⁶	9,25	4,55	67	77	Сгусток среднетплотный с пузырьками газа, вкус чистый кисломолочный слегка щиплющий, запах кисломолочный
2·10 ⁵	(0,82±0,04)·10 ⁶	9,25	4,66	62	78	Сгусток плотный, вязкий, вкус чистый кисломолочный слегка щиплющий, запах кисломолочный
2·10 ⁴	(1,7±0,26)·10 ⁵	9,25	4,64	66	75	Сгусток плотный, вязкий, вкус чистый кисломолочный слегка щиплющий, запах кисломолочный

Согласно органолептической оценке, различные молочные основы, сквашенные поливидовым бактериальным концентратом совместно с разным количеством бифидобактерий, имели чистый кисломолочный запах, кисломолочный слегка щиплющий вкус. Таким образом, для получения минимального количества бифидобактерий (1·10⁶·КОЕ/г) в готовом продукте, которое регламентируется для кисломолочных продуктов СанПиН 11–63 РБ, доза внесения бифидобактерий должна быть не менее 2·10⁶ КОЕ/см³.

Из данных табл. 3 видно, что дополнительное введение в сквашивающую основу лактобацилл стимулирует развитие лактококков поливидового концентрата, но при увеличении дозы лактобацилл до 1·10⁶–1·10⁷ КОЕ/см³ происходит ухудшение органолептических характеристик сквашенной молочной основы (отстой сыворотки, кислый вкус, снижение вязкости), поэтому оптимальная доза внесения лактобацилл для сквашивания нормализованной смеси должна составлять не более 2·10⁵ КОЕ/см³.

Т а б л и ц а 3. Основные параметры процесса ферментации обезжиренного молока с разными дозами внесения моновидового бактериального концентрата мезофильных лактобацилл

Доза внесения, моно-видового бактериального концентрата мезофильных лактобацилл, КОЕ/см ³	Кол-во мезофильных лактобацилл в готовом продукте, КОЕ/см ³	Время образования сгустка, ч	Активная кислотность после охлаждения, pH	Титруемая кислотность, °Т		Органолептические показатели готового продукта
				до охлаждения	после охлаждения до 23 °С	
2·10 ⁷	(1,3±0,56)·10 ⁹	9,5	4,63	63	85	Сгусток среднетплотный, средневязкий с отстоем сыворотки, вкус чистый кисломолочный, излишне кислый, запах кисломолочный
2·10 ⁶	(9,3±0,52)·10 ⁸	9,5	4,55	67	80	Сгусток плотный, средневязкий, вкус чистый кисломолочный слегка кисловатый, запах кисломолочный
2·10 ⁵	(6,3±0,25)·10 ⁷	9	4,66	62	78	Сгусток плотный, вязкий, вкус и запах кисломолочный
2·10 ⁴	(3,5±0,24)·10 ⁶	9	4,64	66	75	Сгусток плотный, вязкий, вкус и запах кисломолочный

При внесении дополнительных доз моновидового концентрата пропионовокислых бактерий наблюдалось их активное развитие совместно с бактериями поливидового концентрата при любой дозе инокуляции: при внесении 2·10⁶ и 2·10⁷ КОЕ/см³ пропионовокислые бактерии достигли уровня поливидовой микрофлоры, но при этом удлинялось время ферментации до 11–11,5 ч и оказывалось значительное влияние на качество молочной основы, продукт приобрел специ-

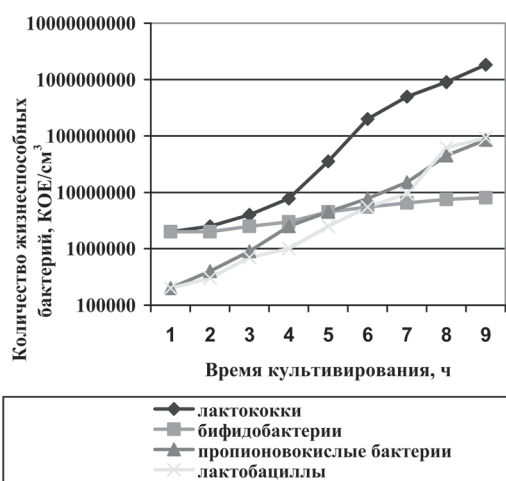


Рис. 1. Динамика развития пробиотических микроорганизмов при совместном культивировании в молочной основе

ческий сладковатый вкус. При дозе инокуляции пропионовокислых бактерий, равной дозе бактериально-го поливидового концентрата или превышающей ее, ухудшалась плотность и вязкость сгустка. Таким образом, для сквашивания молочной основы оптимальная доза внесения моновидового концентрата пропионовокислых бактерий составляет $2 \cdot 10^5$ КОЕ/см³.

На втором этапе работы, после уточнения оптимальной дозы внесения каждого из моновидовых концентратов пробиотических микроорганизмов, была изучена динамика их развития при совместном культивировании в молочной основе. Как видно из данных рис. 1 и табл. 4, подобранные дозы внесения пробиотических микроорганизмов можно использовать и при их совместном культивировании, что позволит получать продукты с заданным составом микрофлоры.

Таблица 4. Содержание жизнеспособных клеток лактококков и пробиотических микроорганизмов в продуктах кисломолочных «Биостиль»

Вид бактерий	Количество жизнеспособных клеток, КОЕ/см ³ в разных молочных основах			
	молоко	молоко : пахта		
		50:50	20:80	80:20
<i>Bifidobacterium</i>	$(9,5 \pm 1,04) \cdot 10^6$	$(0,78 \pm 0,25) \cdot 10^7$	$(8,56 \pm 0,68) \cdot 10^6$	$(9,1 \pm 0,71) \cdot 10^6$
<i>Lactobacillus plantarum/casei</i>	$(8,2 \pm 0,512) \cdot 10^5$	$(0,52 \pm 0,14) \cdot 10^6$	$(9,0 \pm 0,52) \cdot 10^5$	$(8,76 \pm 0,28) \cdot 10^5$
<i>Propionibacterium</i>	$(1,0 \pm 0,141) \cdot 10^6$	$(2,0 \pm 0,96) \cdot 10^6$	$(1,45 \pm 0,531) \cdot 10^6$	$(1,36 \pm 0,54) \cdot 10^6$
<i>Lactococcus lactis ssp.</i> и <i>Streptococcus salivarius subsp. thermophilus</i>	$(7,0 \pm 0,29) \cdot 10^8$	$(7,5 \pm 0,27) \cdot 10^8$	$(7,45 \pm 0,3) \cdot 10^8$	$(7,34 \pm 0,27) \cdot 10^8$

По содержанию пробиотических микроорганизмов продукты «Биостиль» отвечают требованиям, предъявляемым к кисломолочным продуктам Международным стандартом № 243–2003, согласно которому содержание молочнокислых микроорганизмов в кисломолочных продуктах должно быть не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г, бифидобактерий – не менее $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г (табл. 5).

Таблица 5. Соответствие основных показателей кисломолочного продукта «Биостиль» Международному стандарту «Кисломолочные продукты» № 243–2003

Показатель	Продукты кисломолочные «Биостиль»	Международный стандарт
Массовая доля жира	Не более 2,8%	Меньше 10%
Количество молочнокислых микроорганизмов	Не менее $1 \cdot 10^7$ КОЕ/г	Не менее 10^7 КОЕ/г
Количество бифидобактерий	Не менее $1 \cdot 10^6$ КОЕ/г	Не менее 10^6 КОЕ/г
Содержание немолочных компонентов	Не более 35%	Не более 50%
БГКП (колиформы)	Не обнаружены	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в т. ч. <i>Staphylococcus aureus</i> и сальмонеллы	Не обнаружены	Не допускаются

Также были исследованы показатели безопасности продуктов «Биостиль». Установлено, что показатели безопасности продуктов соответствовали требованиям, предъявляемым [6]: бактерии группы кишечной палочки и плесневые грибы отсутствовали. Благодаря высокому содержанию пробиотических микроорганизмов кисломолочные продукты «Биостиль» могут использоваться не только для питания, но и в лечебно-профилактических целях для нормализации микрофлоры ЖКТ.

На третьем этапе работы была изучена динамика изменения количества полезной микрофлоры в продуктах кисломолочных «Биостиль» в процессе хранения при $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 10 сут. Как видно на рис. 2, отмирание клеток лактококков и термофильного стрептококка идет интенсивнее

в течение первых 5 сут, потом оно замедляется и практически останавливается. После 10 сут хранения количество жизнеспособных клеток лактококков и термофильного стрептококка в продукте уменьшилось на 4,84%. Бифидобактерии и пропионовокислые бактерии в течение первых 5 сут сохранялись в продуктах практически в неизменном количестве, потом их количество начало снижаться: активнее у бифидобактерий (на 4,39%), менее интенсивно у пропионовокислых бактерий (на 2,48%). Количество лактобацилл *Lactobacillus casei* снижалось равномерно в течение всего срока хранения и уменьшилось после 10 сут на 2,7%. Однако в целом при хранении продуктов в течение 10 сут общее количество полезной микрофлоры снижалось незначительно (до 5%).

Заключение. В результате проведенных исследований разработан функциональный кисломолочный продукт «Биостиль», обогащенный широким спектром пробиотических микроорганизмов, оказывающих оздоравливающий эффект на организм человека. Разработана и утверждена необходимая нормативная и технологическая документация (ТУ ВУ 100377914.536–2007, ТИ ВУ 100377914.545–2007, РЦ РБ 100377914.487–503–2007). Разработанная технология апробирована на Дятловском сыродельном заводе: изготовлена опытная партия 2 видов продуктов. Процесс ферментации молочной основы жирностью 2,5% длился 10–11 ч. Консистенция продукта была однородная, вязкая, сгусток был средней плотности, кислотность 93–98 °Т. По физико-химическим, микробиологическим и органолептическим показателям изготовленные продукты «Биостиль» полностью соответствовали требованиям ТНПА.

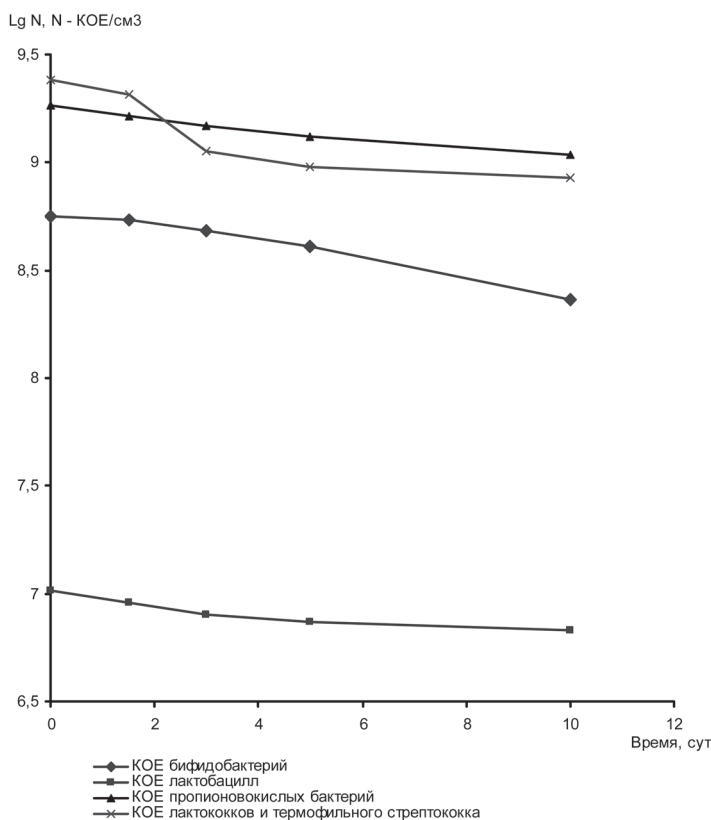


Рис. 2. Динамика изменения количества микрофлоры продукта кисломолочного «Биостиль» 2%-ной жирности в процессе хранения в течение 10 сут

Литература

1. Алешкин В. А., Тихонова Н. Т., Жакевич И. М. и др. Новое направление бактериотерапии – комплексные пробиотики // Пробиотические микроорганизмы – современное состояние вопроса и перспективы использования: Сб. матер. междунар. конф. М., 2002. С. 45.
2. Шевелева С. А. Пробиотики, пребиотики и пробиотические продукты. Современное состояние вопроса // Вопросы питания. 1999. № 2. С. 33–34.
3. Шендеров Б. А. Медицинская микробная экология и функциональное питание: В 3 т. Пробиотики и функциональное питание. М.: Издательство Грантъ, 2001. С. 212.
4. Marteau P., Pochart P., Rantamaki P. et al. Potential of using lactic acid bacteria for therapy and immunomodulation in man // FEMS Microbiology Lett. 1993. N 12. P. 207–220.
5. Коровина Н. А., Захарова И. Н., Малова Н. Е., Скуинь Н. А. Роль пребиотиков и пробиотиков в функциональном питании детей // Лечащий врач. 2005. № 2. С. 17–23.
6. Гигиенические требования к качеству и безопасности пищевых продуктов: СанПиН 11 – 63 РБ 98. Введ. 01.08.99. Минск: Респ. центр гигиены и эпидемиологии, Минздрав Респ. Беларусь, 1999.

N. N. FURYK, N. K. ZHABANOS, L. L. BAHNANAVA, L. V. SAFRONENKO, N. V. DUDKO, K. M. KONONOVICH

FUNCTIONAL SOUR-MILK PRODUCTS 'BIOSTYLE'

Summary

The «know-how» of sour-milk products 'Biostyle' with the use of polyspecific bacterial concentrates *Lactococcus* ssp. and/or *Streptococcus thermophilus* and monospecific bacterial concentrates *Lactobacillus* ssp., *Propionibacterium* ssp. and *Bifidobacterium* ssp. is developed. The ratio of all kinds of cultures in the structure of starters microflora used for receiving sour-milk products is selected. Optimum parameters of fermentation of products are determined. Dynamics of change in the quantitative structure of probiotic microorganisms in sour-milk products 'Biostyle' after their manufacture and in 10 days of storage of a product is investigated at a temperature of + 4°C.