

# ПРОИЗВОДСТВО

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСОРЦИУМА МИКРООРГАНИЗМОВ С ВЫСОКИМИ ПРОБИОТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ

*Боярина Ирина Валерьевна*

*Канд. тех. наук, доцент факультета технологий и управления  
Хабаровского государственного университета экономики и права  
г. Хабаровск*

**Аннотация.** В статье представлено научное обоснование о необходимости создания пробиотических кисломолочных продуктов для детского и диетического питания. С этой целью проведено комплексное исследование по созданию консорциума микроорганизмов кефирной грибковой закваски и пропионовокислых бактерий и изучение пробиотических свойств полученной комбинированной закваски при культивировании на молоке и адаптированной смеси. Показана технология производства адаптированных кисломолочных продуктов на основе разработанной ассоциации культур, изучены качественные показатели адаптированных кисломолочных продуктов и хранимоспособность продуктов.

**Abstract.** The article presents the scientific rationale for the need to create probiotic fermented milk products for baby and diet food. To this end, a comprehensive study was carried out to create a consortium of microorganisms of kefir fungal starter culture and propionic acid bacteria and to study the probiotic properties of the resulting combined starter culture in milk and adapted mixture. The production technology of adapted fermented milk products based on the developed association of cultures is shown, the qualitative indicators of adapted fermented milk products and the shelf life of products are studied.

**Ключевые слова:** пробиотики, пробиотические свойства, кефирная грибковая закваска, пропионовокислые бактерии, адаптированная смесь.

**Key words:** probiotics, probiotic properties, kefir fungal yeast, propionic acid bacteria, adapted mixture.

**Введение.** В современных условиях массивного антропогенного воздействия на биосферу страдает не только природа, но и сам человек, в частности, негативные изменения в онтогенезе происходят и на уровне его микроэкологии, нарушая естественный ход ее развития.

С 80-х годов прошлого века и по настоящее время исследователи отмечают дефицит бифидофлоры и снижение ее видового разнообразия у детей раннего возраста, признанных клинически здоровыми. Характерным явлением последних двух десятилетий также стало изменение видового состава бифидофлоры [1, 2, 3].

Период первичного становления микробиоценоза можно без преувеличения назвать базисом здоровья человека в будущем. Вместе с тем, целый ряд факторов может стать причиной возникновения дисбиотических нарушений, и их коррекция требует применения таких пробиотических средств, которые учитывали бы особенности бифидофлоры современных детей. Так, рациональный подход к конструированию и применению новых средств коррекции микрофлоры должен учитывать такое явление, как аутогенная сукцессия – последовательность смены биоценозов в определенной экологической нише [2]. В ходе этого процесса в видовом сообществе происходит последовательное вытеснение одних видов другими вследствие их биоэкологических преимуществ в определенных условиях. В микрофлоре желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) человеческого организма, данная закономерность

прослеживается в смене видового состава бифидофлоры в процессе онтогенеза.

Важно отметить при этом, что вмешательство неблагоприятных внешних факторов, таких как отсутствие грудного вскармливания, эндогенные инфекции, неблагоприятная экология и пр. могут нарушить естественный ход развития микробиоценоза ЖКТ ребенка [4, 5, 3].

Правильный баланс микрофлоры – ключевой фактор в созревании иммунной системы, так как в кишечнике сосредоточено 2/3 всей лимфоидной ткани. Такое распределение не случайно: слой эпителия, выстилающего кишечник, приблизительно равен по площади теннисному корту. Этот эпителий постоянно подвергается негативным внешним воздействиям, в том числе микробных и пищевых антигенов. Как известно, ребенок рождается с «наивной», незрелой иммунной системой. Кишечная микробиота не сформирована полностью, желудок не является полноценным барьером для патогенов. Вскоре после рождения дети на грудном вскармливании развивают нормальную микрофлору с доминированием бифидо- и лактобактерий и низким числом потенциальных патогенов. У детей на искусственном вскармливании процесс формирования нормального микробиоценоза нарушен [6, 7].

В настоящее время пробиотики на основе живых микроорганизмов (в монокультуре или в комбинации) являются наиболее разработанными и широко используемыми специфическими средствами коррекции микробной экологии человека. По мнению специалистов, наиболее

перспективными являются пробиотики на основе живых микроорганизмов с установленными специфическими физиолого-биохимическими эффектами, а также генно-инженерных штаммов с заданными медико-биологическими и технологическими характеристиками.

В этом отношении заслуживают внимание микробные консорциумы, ярким представителем которых являются кефирные грибки. Являясь комбинацией разных микроорганизмов, микробные консорциумы менее чувствительны к воздействию фагов, ингибиторов роста и других вредных для микроорганизмов факторов. Отмечается, что для биоинженерии и индустриальной биотехнологии микробные консорциумы становятся той «горячей точкой» роста, которая будет со временем определять темпы их дальнейшего развития. В последние годы все большее внимание исследователей привлекают пропионовокислые бактерии, обладающие высокими пробиотическими свойствами. Положительная роль пропионовокислых бактерий обусловлена образованием ими пропионовой кислоты, минорных органических кислот, ферментов и большого количества витамина В<sub>12</sub>.

Сочетание микрофлоры кефирной грибковой закваски и пропионовокислых бактерий позволит повысить пробиотические свойства продуктов. В связи с этим, актуальным является создание консорциума микроорганизмов с новыми биотехнологическими свойствами. Разработана комбинированная закваска на основе кефирной грибковой закваски и пропионовокислых бактерий, изучены пробиотические свойства. При изучении роста пропионовокислых бактерий в процессе сквашивания молока и адаптированной смеси комбинированной закваской обнаружено интенсивное их развитие, что свидетельствует о хорошей сочетаемости пропионовокислых бактерий с микрофлорой кефирной грибковой закваски. Количественный учет пропионовокислых бактерий показал, что при всех дозах закваски в конце ферментации количество жизнеспособных клеток составляет  $10^9$  к.о.е. в см<sup>3</sup>, это позволяет получить в готовых кисломолочных продуктах, в том числе детского питания, высокое содержание клеток пропионовокислых бактерий. Необходимо отметить, что разработанная ассоциация микроорганизмов отличается высокой антимуtagenной, антибиотической и витаминобразующей активностью [8,9].

**Цель работы.** Целью данной работы является производство пробиотических кисломолочных

продуктов для детского питания на основе микробной ассоциации культур с высокими биотехнологическими свойствами.

**Объекты и методы исследований.** Объектом исследования служили штаммы пропионовокислых бактерий *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Shermanii* KM 186, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Freudenreichii* AC-2500, *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Shermanii* AC-2503 и кефирная грибковая закваска. Штаммы пропионовокислых бактерий получены из фонда Всероссийской коллекции микроорганизмов Института биохимии и физиологии микроорганизмов (Москва), активизированы биотехнологическим способом, разработанным в Восточно-Сибирском государственном технологическом университете. При проведении эксперимента в качестве сырья для производства пробиотических кисломолочных продуктов были использованы детская молочная смесь «Молочко», отвечающая требованиям ТУ 9222-037-00419006-98 (далее по тексту – адаптированная смесь) и цельное молоко. Основные физико-химические и микробиологические показатели сырья, заквасок и кисломолочных продуктов определяли стандартными и общепринятыми в исследовательской практике методами.

**Результаты работы.** Разработана технология производства адаптированных кисломолочных продуктов «Биодапт» и «Целебный» для детского питания. Технологический процесс производства адаптированных кисломолочных продуктов состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья (очистка, охлаждение, промежуточное хранение);
- термизация, охлаждение и промежуточное хранение молока;
- подогрев и сепарирование молока;
- нормализация и обработка молока лимоннокислыми солями Na и K;
- приемка и подготовка компонентов;
- приготовление нормализованной смеси;
- гомогенизация, стерилизация и охлаждение смеси;
- заквашивание, сквашивание смеси;
- охлаждение и фасовка готового продукта.

Качество кисломолочных продуктов «Биодапт» и «Целебный» для детского питания оценивали по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Качественная характеристика адаптированных кисломолочных продуктов представлена в таблице 1.

Таблица 1

**КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ АДАптиРОВАННЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Показатели	Характеристика и значение	
	«Биодагт»	«Целебный» для детского питания
Внешний вид и консистенция	Однородная, без осадка, с нарушенным сгустком, нежная	Однородная, нежная, сметанообразная
Вкус и запах	Чистый, кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Чистый, кисломолочный, с сладковатым привкусом, специфическим для данного продукта
Цвет	Белый, с кремовым оттенком	
Титруемая кислотность, °Т	(45±2)	(42±2)
Массовая доля жира, %, не менее	3,5	3,5
Массовая доля белка, %, не менее	1,7	1,7
Массовая доля сухих веществ, %, не менее	12,6	12,6
Массовая доля золы, %, не более	0,3	0,3
Витамин В <sub>12</sub> , мкг/мл	450,0	470,0
Витамин В <sub>1</sub> , мкг/кг	85±0,1	133±0,1
Витамин В <sub>2</sub> , мкг/кг	235±0,1	328±0,1
Витамин В <sub>6</sub> , мкг/кг	91±0,2	112±0,2
Количество клеток пропионовокислых бактерий, к.о.е./см <sup>3</sup> , не менее	10 <sup>7</sup>	10 <sup>7</sup>
Количество клеток молочнокислых бактерий, к.о.е./см <sup>3</sup> , не менее	10 <sup>6</sup>	-
БГКП (колиформы) в 3 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 50 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются	Не допускаются
S. aureus в 10 см <sup>3</sup> продукта	Не допускаются	Не допускаются

Адаптированные кисломолочные продукты, характеризуются низкой кислотностью, нежной консистенцией и содержат высокое количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий, что очень важно при производстве продуктов детского питания, обладающих лечебно-профилактическими свойствами.

В ходе дальнейших исследований изучали сроки хранения адаптированных кисломолочных продуктов. Для установления сроков хранения изучали изменения органолептических, физико-химических и микробиологических показателей продуктов в процессе хранения при температуре (6±2) °С. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

**ИЗУЧЕНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ АДАптиРОВАННЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**

Продукт	Продолжительность хранения, сут	Кислотность		Кол-во клеток пропионовокислых бактерий, к.о.е./см <sup>3</sup>	Органолептические показатели	
		Титруемая, °Т	Активная, рН		Консистенция	Вкус и запах
С использованием пропионовокислых бактерий	0	41	5,38	7×10 <sup>10</sup>	Однородная, нежная	Чистый, кисломолочный, сладковатый
	3	42	5,32	6×10 <sup>10</sup>		
	5	43	5,30	6×10 <sup>10</sup>		
	7	44	5,27	5×10 <sup>10</sup>	Однородная, с нарушенным сгустком	Чистый, кисломолочный, сладковатый
	9	45	5,26	4×10 <sup>10</sup>		
	10	46	5,24	3×10 <sup>10</sup>		
	11	47	5,22	2×10 <sup>10</sup>		
	13	47	5,22	1×10 <sup>10</sup>		
	15	49	5,20	8×10 <sup>9</sup>		

С использование м комбинированн ой закваски	0	41				
	3	42	5,38	1×10 <sup>10</sup>	Однородная, нежная	Кисломолочн ый, мягкий, слегка
	5	43	5,33	1×10 <sup>10</sup>		
	7	43	5,31	9×10 <sup>9</sup>	Однородная, с незначительн ым отстоем сыворотки	Кисломолочн ый, слегка сладковатый
	9	44	5,31	8×10 <sup>9</sup>		
	10	45	5,30	7×10 <sup>9</sup>		
	11	46	5,28	6×10 <sup>9</sup>		
	13	47	5,26	5×10 <sup>9</sup>		
15	50	5,24	4×10 <sup>9</sup>			
			5,20	2×10 <sup>9</sup>		

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о том, что адаптированные кисломолочные продукты характеризуются стабильными органолептическими, физико-химическими и микробиологическими показателями в течение 13 суток хранения. При хранении отмечено незначительное повышение кислотности, количество жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий при этом составило для адаптированных кисломолочных продуктов  $1 \times 10^{10}$  к.о.е. в  $\text{см}^3$  и  $4 \times 10^9$  к.о.е. в  $\text{см}^3$  с использованием пропионовокислых бактерий и комбинированной закваски, соответственно. Учитывая высокие санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к продуктам детского питания, срок хранения адаптированных кисломолочных продуктов был выбран с достаточным запасом времени – 10 суток.

**Выводы.** Таким образом, разработка и массовое использование пробиотиков и пробиотических продуктов является микробиологическим базовым приемом поддержания физического и духовного здоровья населения, увеличения продолжительности и активности жизни людей и важнейшей предпосылкой появления нового здорового поколения. Доказано, что пропионовокислые бактерии, а также ассоциация микроорганизмов пропионовокислых бактерий и кефирной грибковой закваски отличаются высокой биохимической активностью при культивировании на адаптированной смеси, в результате чего, разработана серия продуктов детского питания с высоким титром жизнеспособных клеток пропионовокислых бактерий.

#### Список литературы:

1. Шкопоров А.Н., Ефимов Б.А., Володин Н.Н., Кафарская Л.И. Бифидобактерии: традиционный взгляд и современные генетические

исследования // Вопросы практической педиатрии. – 2007-2 (5) – с. 76-79.

2. Рыбальченко О.В., Бондаренко В.П., Добрица В.П. Атлас ультраструктуры микробиоты кишечника человека // СПб. ИИЦ ВМА. – 2008. – 103 с.

3. Жиленкова О. Г. Селекция производственно-перспективных штаммов бифидобактерий, выделенных от детей. Автореф. дис. канд. биологич. наук. Москва, 2011. – 26 с.

4. Кафарская Л.И., Володин Н.Н., Афанасьев С.Г., Шкопоров А.Н., Ефимов Б.А. Особенности микробной колонизации кишечника новорожденных и недоношенных детей в отделении- реанимации и интенсивной терапии // Вестник Российской АМН. – 2006. - №1 – с. 10-15.

5. Кафарская Л.И., Постникова Е.А., Донских Е.Д., Ефимов Б.А. Особенности становления микрофлоры детей раннего возраста // Детские инфекции. – 2006. – Т.5. - №1. – с. 6-11.

6. Mackie R.I., Sghir A., Gaskins H.R. Developmental microbial ecology of the neonatal gastrointestinal tract // Am. J. Clin. Nutr. – 1999. – V.69. – s. 1035-1045.

7. Orrhage K., Nord C.E. Factors controlling the bacterial colonization of the intestine in breast-fed infants // Acta Paediatr Suppl. – 1999. – V. 88. – P. 47-57.

8. Бояринева И.В., Хамагаева И. С., Потапчук Н. Ю. Исследование пробиотических свойств комбинированной закваски // Кемерово: Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №1. – с. 54-58

9. Бояринева И.В., Хамагаева И.С. Исследование биохимической активности пропионовокислых бактерий и комбинированной закваски на основе адаптированной смеси // Кемерово: Техника и технология пищевых производств. – 2013. – №4. – с. 35-38