

А.М. Захарова, С.В. Орехова, М.А. Захаренко, С.С. Лозманова

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

Разработана технология производства функционального кисломолочного продукта с экстрактом шиповника и пребиотиком галактоолигосахаридом. В статье рассмотрено влияние пребиотика на физико-химические, микробиологические и органолептические показатели кисломолочного продукта. Установлена оптимальная доза галактоолигосахарида. Изучено влияние параметров экстракции на качество получаемого экстракта с целью использования его в производстве кисломолочного продукта.

Галактоолигосахариды, шиповник, бифидобактерии, функциональный продукт.

Введение

Функциональные продукты питания являются наиболее важным и эффективным фактором, обеспечивающим сохранение жизни и здоровья человека. Функциональные свойства продуктам питания придают ингредиенты. Одними из функциональных ингредиентов являются пробиотики и пребиотические продукты, которые оказывают благотворный эффект на здоровье человека, в большей степени реализующийся в желудочно-кишечном тракте [2, 4, 7].

Наиболее изученным и практически реализованным направлением поддержания микробной экологии человека на оптимальном уровне является использование для этих целей продуктов на основе живых микроорганизмов. Не менее перспективным направлением эффективного положительного воздействия на организм человека является использование различного рода пребиотических веществ, которые являются питательной средой для роста и развития полезной микрофлоры кишечника [3, 5, 6].

В связи с вышесказанным перспективным направлением является создание молочных продуктов, обогащенных широким спектром заквасочной микрофлоры и содержащих стимуляторы роста микробного, растительного или животного происхождения (пребиотики) [3, 4].

Цель работы – исследование и разработка технологии функционального кисломолочного продукта.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились молоко обезжиренное, пребиотик – галактоолигосахарид (ГОС) торговой марки Vivinal GOS производства компании Friesland Foods Domo (Нидерланды), экстракт шиповника, функциональный кисломолочный продукт с добавлением ГОС и экстракта шиповника.

При выполнении работы использовали общепринятые, стандартные методы исследования.

Массовую долю белка в молоке определяли рефрактометрическим методом по ГОСТ 25179.

Массовую долю аскорбиновой кислоты определяли методом титрования краской Тильманса.

Массовую долю сахарозы определяли методом йодометрического титрования по ГОСТ 3628 (арбитражный метод). Метод основан на окислении редуцирующих сахаров, содержащих альдегидную группу, йодом в щелочной среде.

Содержание фенольных соединений определяли на спектрометре.

Синергетическую способность сгустков определяли методом центрифугирования: 10 см³ разрушенного сгустка вносили в центрифужную пробирку вместимостью 15 см³ и центрифугировали при установленной частоте вращения в течение 5 мин. После остановки центрифуги в образце измеряли объем выделившейся сыворотки путем декантации ее в градуированную стеклянную центрифужную пробирку на 10 см³. По количеству выделившейся сыворотки судят о способности сгустков к влагоотдаче. Результаты выражают в см³ сыворотки, полученной из 10 см³ сгустков (см³/10 см³).

Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624. Метод основан на нейтрализации кислот и их солей, содержащихся в продукте, раствором едкой щелочи в присутствии индикатора фенолфталеина.

Содержание микроскопических грибов и дрожжей определяли чашечным методом, основанным на количественном подсчете колоний микроорганизмов, выросших на плотных питательных средах при посеве разведений продуктов. Полученные результаты выражали в колониеобразующих единицах (КОЕ), проводя пересчет на 1 г исследуемых образцов и округляя экспериментальные данные в соответствии с ГОСТ 26670.

Количество клеток бифидобактерий определяли по ГОСТ Р 51331. Количественный учет молочнокислых микроорганизмов проводили по ГОСТ 10444.11; БГКП (колиформы) определяли по ГОСТ Р 53430, *Straphylococcus aureus* – по ГОСТ 30347.

Дрожжи и плесени определяли по ГОСТ 10444.12, патогенные, в том числе сальмонеллы, – по ГОСТ Р 52814.

Оценку органолептических показателей кисломолочных продуктов проводили по 5-балльной шкале.

Математическую обработку результатов эксперимента осуществляли методом регрессионного анализа, а также с помощью пакета программ Microsoft Excel 2003.

Результаты и их обсуждение

Из анализа литературных данных известно, что бифидобактерии в молоке развиваются плохо. Рост бифидобактерий в молоке могут стимулировать вещества различной природы: растительные и микроб-

Изменение количества молочнокислых микроорганизмов в процессе ферментации кисломолочного продукта

Доза ГОС, %	Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/см ³			
	Продолжительность ферментации, ч			
	1	2	3	4
0,4	$5 \cdot 10^3$	$6 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^7$
0,8	$3 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^6$	$8 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^8$
1,2	$2 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^9$
1,6	$5 \cdot 10^5$	$9 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^8$	$6 \cdot 10^9$
2,0	$7 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^8$	$9 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^9$
0 (контроль)	$2 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^7$

Как видно из рис. 1, с увеличением дозы ГОС от 0,4 до 1,2 % происходит заметное повышение количества клеток бифидобактерий на начальной фазе роста, которая охватывает промежуток времени между инокуляцией и достижением максимальной скорости деления клеток, по сравнению с контрольным образцом. Дальнейшее увеличение дозы ГОС не оказывает заметного влияния на рост бифидофлоры, так как в этих образцах происходит значительное накопление молочной кислоты и других продуктов обмена, а также вследствие большой плотности бактериальной популяции.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что с увеличением дозы ГОС в продукте наблюдается более интенсивный рост молочнокислой микрофлоры. Увеличение дозы ГОС до 1,2 % приводит к значительному увеличению этих микроорганизмов по сравнению с контрольным образцом. Дальнейшее повышение дозы ГОС до 2,0 % не оказывает существенного влияния на рост молочнокислой микрофлоры, что связано с повышением кислотности среды и накоплением продуктов обмена.

Для оказания благотворного влияния на организм человека кисломолочный продукт должен на протяжении всего срока годности содержать не менее 10^7 КОЕ/см³ общего количества молочнокислых микроорганизмов и не менее 10^6 КОЕ/см³ жизнеспособных клеток бифидобактерий. В связи с этим проведены исследования по установлению общего количества молочнокислых микроорганизмов и количества бифидобактерий в процессе хранения. Готовые образцы хранили при температуре (4 ± 2) °С. Определяли общее количество молочнокислой микрофлоры и бифидобактерий на 1, 3, 5, 7 и 10-е сутки хранения. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

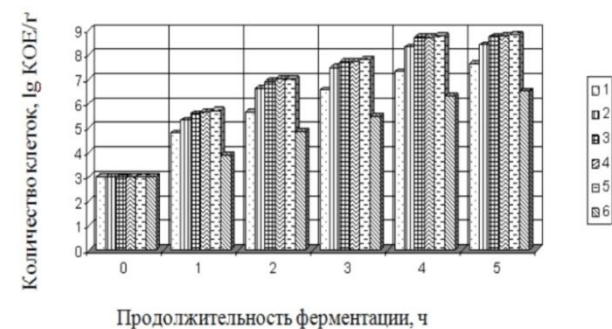


Рис. 1. Кривые роста бифидобактерий в процессе ферментации в зависимости от дозы ГОС: 1 – 0 (контроль); 2 – 0,4; 3 – 0,8; 4 – 1,2; 5 – 1,6; 6 – 2,0 % от массы молока

ные экстракты, витамины, микроэлементы, моно-, олиго- и полисахариды и т.д. В настоящее время перспективным является использование в качестве бифидогенного фактора галактоолигосахаридов (ГОС). Изучали влияния дозы ГОС на физико-химические, синергетические и микробиологические показатели кисломолочного продукта.

При проведении эксперимента использовалось 5 образцов обезжиренного молока с добавлением ГОС в количестве от 0,4 до 2,0 % от массы молока с шагом 0,4 %. Выбранный интервал дозы ГОС определяется необходимостью сохранения требуемого количества микроорганизмов в течение всего срока годности. В качестве контроля применяли обезжиренное молоко без добавления ГОС [1]. Для сквашивания образцов использовалась закваска, состоящая из *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium bifidum* в соотношении 4:1:1

Закваску вносили в количестве 3 % от массы смеси и ферментировали образцы при температуре (36 ± 2) °С до образования плотного сгустка. В готовых образцах определяли титруемую кислотность, синергетические, микробиологические показатели.

При увеличении дозы пребиотика (ГОС) титруемая кислотность нарастала немного интенсивнее, что может быть связано со стимулирующим действием ГОС на микрофлору закваски, в частности на *Streptococcus thermophilus*, который является наиболее сильным кислотообразователем. Так, максимальное показание кислотности было при продолжительности ферментирования 5 часов и дозе ГОС 2 %, оно составило 74 °Т.

Увеличение дозы пребиотика привело к снижению синергетической способности сгустков. Так, при продолжительности центрифугирования 30 мин образца с дозой ГОС 2% количество выделенной сыворотки составило 56 %, а в контрольном образце при той же продолжительности 77 %. Исходя из полученных данных синергетическая способность сгустков снижается при введении ГОС в среднем на 20 %, что связано с влагоудерживающей способностью галактоолигосахаридов [1].

Влияние дозы ГОС на рост и развитие молочнокислых бактерий и бифидобактерий в исследуемых образцах кисломолочных продуктов представлено на рис. 1 и в табл. 1.

Изменение количества клеток бифидобактерий и молочнокислых микроорганизмов в процессе хранения кисломолочных продуктов

Доза ГОС, %	Количество молочнокислых микроорганизмов, КОЕ/см ³ на сутки хранения					Количество клеток бифидобактерий, КОЕ/см ³ на сутки хранения				
	1	3	5	7	10	1	3	5	7	10
0,4	$8 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$	$9 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^7$	$9 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$
0,8	$2 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$
1,2	$5 \cdot 10^9$	$3 \cdot 10^9$	$6 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$8 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^7$	$6 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$	$9 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$
1,6	$6 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^9$	$9 \cdot 10^8$	$5 \cdot 10^8$	$9 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^7$	$4 \cdot 10^7$	$8 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^6$
2,0	$5 \cdot 10^9$	$4 \cdot 10^9$	$1 \cdot 10^9$	$7 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$4 \cdot 10^8$	$2 \cdot 10^8$	$9 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$
0 (контроль)	$2 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$7 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^7$	$3 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^5$

Анализ полученных данных показал, что во всех образцах с добавлением ГОС в процессе хранения количество молочнокислых микроорганизмов и количество клеток бифидобактерий сохранялось на необходимом уровне. В контрольном образце без добавления ГОС уже на 5-е сутки хранения количество молочнокислых микроорганизмов и бифидобактерий было ниже требуемого показателя.

Учитывая полученные данные, можно сделать вывод, что ГОС обладают стимулирующим действием по отношению к бифидобактериям, в частности к штамму *Bifidobacterium bifidum*, при этом необходимый уровень жизнеспособных клеток бифидобактерий сохраняется в процессе установленного срока хранения продукта при дозе ГОС 0,8 %. Данный компонент целесообразно использовать в качестве бифидогенного фактора при производстве кисломолочных продуктов.

Шиповник является ценным поливитаминным, лекарственным и пищевым сырьем. В связи с этим изучена возможность использования экстракта шиповника в производстве функционального кисломолочного продукта.

Изучали влияние параметров экстракции шиповника на содержание биологически активных веществ в получаемом экстракте.

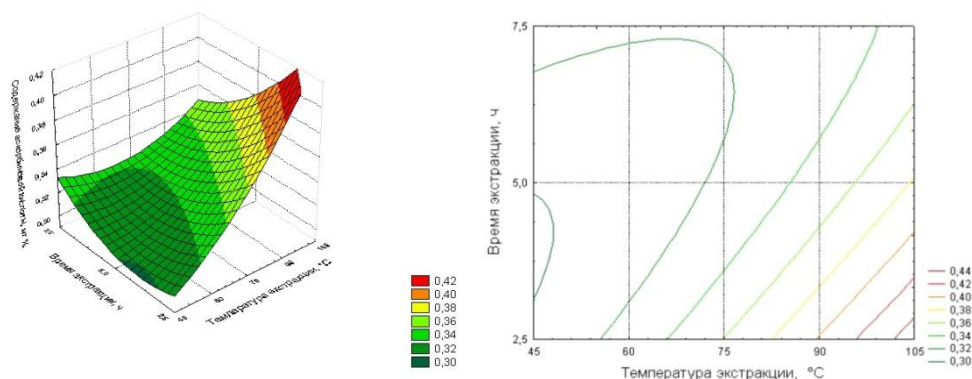


Рис. 2. Зависимость массовой доли витамина С экстракта шиповника от температуры и продолжительности экстрагирования

Как видно из рис. 2, максимальное содержание витамина С (0,44 мг/100 г) в экстракте наблюдается при температуре экстрагирования 95 °С и продолжительности процесса экстрагирования при данной температуре 95 °С приводило к снижению содержания витамина С в экстракте шиповника.

Были выбраны два фактора, оказывающие влияние на извлечение экстрактивных веществ (ЭВ) из фитосырья: температура экстрагирования (X_1) и продолжительность экстрагирования (X_2). Уровни всех факторов определялись технологическими условиями и возможностями эксперимента: температура экстрагирования варьировалась от 45 до 95 °С; продолжительность экстрагирования – от 2,5 до 7,5 ч, с шагом 2,5 ч.

В качестве результирующих параметров выбраны: Y_1 – массовая доля витамина С в экстракте, Y_2 – органолептические показатели экстракта и Y_3 – массовая доля сахаров.

Полученные данные обрабатывали методом регрессивного анализа. Были получены математические модели, описывающие зависимость результирующих параметров от изучаемых факторов. Уравнение для функции отклика Y_1 имеет следующий вид:

$$Y_1 = 0,2741 + 0,0006 \cdot X_1 - 0,0025 \cdot X_2 + 1,9467 - 5X_1^2 - 0,0004X_1X_2 + 0,002X_2^2.$$

На рис. 2 представлены сечения поверхности отклика линиями одинакового уровня при фиксированной продолжительности экстрагирования.

Так, при выдержке 5 ч содержание витамина С составило 0,36 мг/100 г, а при выдержке 7,5 ч его содержание было равно 0,33 мг/100 г.

Так как аскорбиновая кислота является нестойким соединением и при длительном воздействии высокой температуры разрушается, большое влияние оказывает продолжительность экстрагирования.

Уравнение регрессии для функции отклика Y_2 (органолептические показатели) имеет следующий вид:

$$Y_2 = 4,1156 + 0,564X_1 - 3,1467X_2 - 0,0029X_1^2 +$$

$$+ 0,024X_1X_2 + 0,1067X_2^2.$$

На рис. 3 представлены сечения поверхности отклика линиями одинакового уровня при фиксированной продолжительности экстрагирования.

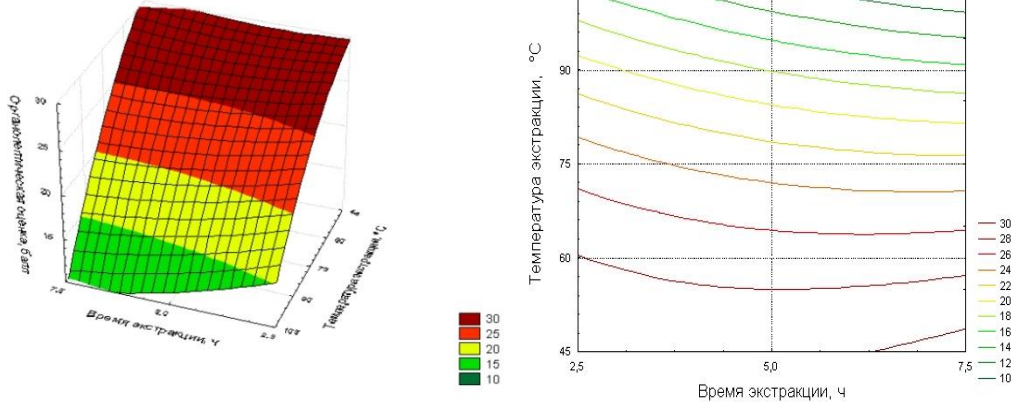


Рис. 3. Зависимость органолептических показателей экстракта шиповника от температуры и продолжительности экстрагирования

Из рис. 3 видно, что наиболее высокую оценку получили образцы с температурой экстракции 95 °С независимо от продолжительности. Образцы с температурой экстрагирования 45 °С имели самые низкие органолептические показатели. Из этого следует, что температура экстрагирования 95 °С является наиболее оптимальной для получения высокой органолептической оценки, при которой вкус, аромат, цвет и прозрачность будут наиболее сбалансированными.

Уравнение регрессии для функции отклика Y_3 (массовая доля сахаров) имеет вид:

$$Y_3 = 33,35547 - 0,7801X_1 - 4,4667X_2 + 0,0071X_1^2 + 0,036X_1X_2 + 0,352X_2^2.$$

На рис. 4 представлены сечения поверхности отклика линиями одинакового уровня при фиксированной продолжительности экстрагирования.

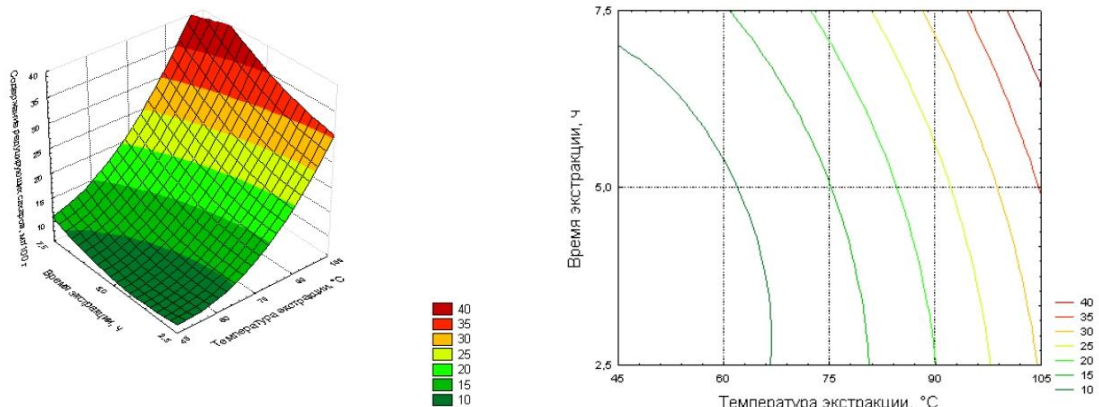


Рис. 4. Зависимость массовой доли редуцирующих сахаров от температуры и продолжительности экстрагирования

Из рис. 4 видно, что с увеличением температуры и продолжительности экстрагирования в экстракте шиповника повышается количество редуцирующих сахаров. Так, в образце с температурой экстрагирования 95 °С продолжительностью 7,5 ч содержание редуцирующих сахаров было наиболее высоким (37,26 мг/100 г), а при температуре 45 °С их содер-

жание составило всего 6,3 мг/100 г, что на 16 % меньше максимального показания.

По имеющимся данным можно судить о том, что данная температура (95 °С) и продолжительность (7,5 ч) являются оптимальными условиями для экстрагирования редуцирующих сахаров из шиповника.

Помимо вышеперечисленных показателей, в экстракте шиповника определяли содержание фенольных соединений. Максимальное значение содержания фенольных соединений наблюдалось при температуре экстрагирования 95 °С и продолжительности 7,5 ч, минимальное – при 45 °С с выдержкой 2,5 ч, из чего можно сделать вывод, что высокая температура и длительная продолжительность экстрагирования (95 °С и 7,5 ч) положительно влияют в том числе и на содержание фенольных соединений в экстракте шиповника.

Таким образом, из экспериментальных данных можно сделать вывод, что наиболее благоприятными параметрами для экстрагирования из шиповника биологически активных веществ является температура 95 °С и продолжительность 7,5 ч.

Следствием выполненной работы явилась разработка технологии производства функционального кисломолочного продукта. Технологический процесс производства кисломолочного продукта с экстрактом шиповника состоит из следующих операций:

- приемка и подготовка сырья;
- внесение ГОС;
- гомогенизация и термическая обработка смеси;
- заквашивание и сквашивание смеси;
- внесение экстракта шиповника;
- охлаждение и перемешивание;
- розлив, упаковка, маркировка.

Отобранное по качеству молоко очищают и нормализуют по массовой доле жира и плотности с таким расчетом, чтобы обеспечить требуемые показатели массовой доли жира и плотности в готовом продукте. Далее молоко подвергается первичной тепловой обработке при температуре (76±2) °С.

Расчитанное по норме количество пребиотика, концентрата сывороточных белков вносится в бункер установки восстановления молока.

После внесения всех компонентов смесь перемешивается, а затем находится в покое для полноценной гидратации белка.

Смесь для производства кисломолочных продуктов из промежуточных резервуаров подают на пастеризационно-охладительную установку, где она подвергается гомогенизации и тепловой обработке. Термически обработанная и охлажденная до темпера-

туры заквашивания смесь подается в танки для сквашивания.

Заквашивание может производиться прямым внесением сухой или замороженной закваски согласно инструкции по внесению закваски. Для производства кисломолочного продукта используется закваска, состоящая из *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* и *Bifidobacterium bifidum* (4:1:1). Закваска вносится при включенной мешалке, после чего смесь перемешивают в течение 30 мин.

Температура заквашивания и сквашивания смеси составляет (36±2) °С, время сквашивания 4–5 ч до получения сгустка с величиной титруемой кислотности (80±5) °Т.

По окончании процесса сквашивания продукт перемешивается и в него добавляется экстракт шиповника в количестве 9 %, затем смесь подается на охладитель пластинчатого типа, где охлаждается до температуры (4±2) °С.

Упаковывание, маркирование, хранение производят в соответствии с требованиями технических условий.

Расфасованный продукт помещают в холодильную камеру, где происходит его охлаждение до температуры не более (4±2) °С и дальнейшее хранение.

По достижении продуктом температуры (4±2) °С технологический процесс считается законченным, продукт готов к реализации.

В ходе работы изучено влияние ГОС на развитие пробиотических микроорганизмов, установлена доза экстракта шиповника, определены рациональные технологические параметры производства функционального кисломолочного продукта.

Для оказания благотворного влияния на организм человека пробиотический кисломолочный продукт должен на протяжении всего срока годности содержать не менее 10⁶ КОЕ/г жизнеспособных клеток бифидобактерий. В исследуемом продукте при использовании пребиотика ГОС в процессе хранения количество жизнеспособных клеток бифидобактерий сохранялось на необходимом уровне (8·10⁷ КОЕ/см³).

Разработанный продукт предназначен для систематического употребления и направлен на восполнение недостатка в организме эссенциальных веществ.

Список литературы

1. Храмцов, А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: ДелиПринт, 2004. – 587 с.
2. Донская, Г.А. Технология обогащения молочных продуктов натуральными ингредиентами / Г.А. Донская, М.В. Кулик // Переработка молока. – 2007. – № 5. – С. 42.
3. Гаврилова, Н.Б. Технология специальных молочных продуктов: современное состояние и перспективы / Н.Б. Гаврилова, Т.В. Рыбченко. – Омск: Изд. ОмГАУ, 2003. – 60 с.
4. Гаппаров, М.Г. Функциональные продукты питания // Пищевая промышленность. – 2003. – № 3. – С. 6–7.
5. Зобкова, З.С. Функциональные молочные продукты // Молочная промышленность. – 2007. – № 4. – С. 35–36.
6. Перковец, М.В. Инулин и олигофруктоза – больше, чем просто пищевые волокна и пребиотики // Молочная промышленность. – 2007. – № 9. – С. 55–56.
7. Перковец, М.В. Про-, пре- и синбиотические молочные продукты // Переработка молока. – 2007. – № 7. – С. 16–18.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»,
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.
Тел./факс: (3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru

SUMMARY**L.M. Zaharova, S.V. Orehova, M.A. Zaharenko, S.S. Lozmanova****INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS
OF FUNCTIONAL FERMENTED MILK PRODUCT**

The technology of manufacturing of the functional fermented milk product with rose hips extract and prebiotic galactooligosaccharides (GOS) is developed. The article considers the influence of the prebiotic on the physico-chemical, microbiological and organoleptic properties of the fermented milk product. The optimum dose of GOS is established. Aiming at using the extract in the manufacture of the fermented milk product, the effect of extraction parameters on the quality of the extract is studied.

Galactooligosaccharides, rose hips, bifidus bacteria, functional product.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia
Phone/Fax: +7(3842) 73-40-40
e-mail: office@kemtipp.ru