

УДК 663.8

UDC 663.8

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАПИТКОВ
НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ,
ОБОГАЩЕННЫХ ФИТОКОМПОНЕНТАМИ****DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF WHEY
BASED DRINKS, ENRICHED WITH PLANT
COMPONENTS**Брыкалов Анатолий Валерьевич
д.х.н., профессорBrykalov Anatolii Valerevich
Dr.Sci.Chem., professorПилипенко Надежда Юрьевна
*Кубанский государственный аграрный
университет, Краснодар, Россия*Pilipenko Nadezda Yrevna
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Приводятся данные исследований по применению растительных компонентов в получении напитков из молочной сыворотки функционального назначения

Data of application of researches of vegetative components in reception of drinks from dairy whey of a functional purpose are shown

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, СЫВОРОТКА, ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, КАПИЛЯРНЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ

Keywords: TECHNOLOGY, WHEY, MEDICINAL PLANTS, CAPILLARY ELECTROPHORESIS

В настоящее время актуальность приобретает получение продуктов функционального назначения, в том числе и напитков, что предусматривает использование в качестве одного из основных составляющих – молочную сыворотку, которая содержит комплекс биологически активных веществ. Высокая биологическая ценность молочной сыворотки определяется содержанием в ней белкового, углеводного и липидного комплексов. Состав молочной сыворотки разнообразен и к биологически активным веществам вторичного молочного сырья можно отнести минеральные вещества, витамины, органические кислоты, аминокислоты, углеводы, ферменты [1].

Молочная сыворотка является сырьем для промышленного производства напитков, концентратов биологически активных веществ, продуктов микробного синтеза и биотрансформации органических соединений [2].

Представляет научно-практический интерес исследование состава молочной сыворотки с использованием современного метода капиллярного электрофореза.

Системы капиллярного электрофореза «Капель» (ОАО «НПФ Люмэкс», Россия) используются для анализа объектов окружающей среды, для определения качества пищевой продукции, в фармации, клинической биохимии. К достоинствам метода следует отнести, то, что в кварцевом капилляре достигается высокая эффективность разделения (сотни тысяч теоретических тарелок), за один анализ одновременно определяется несколько компонентов пробы, дозируется минимальный объем анализируемой пробы (микролитры), с использованием автоматического режима повышается точность анализа, а также снижается его трудоемкость и увеличивается производительность [3].

Для электрофоретического разделения катионов, содержащихся в молочной сыворотке, использовали систему КЭФ «Капель 103Р», «Капель 105» (ОАО «НПФ Люмэкс», Россия) с кварцевым капилляром диаметром 75 мкм и длиной 65 см.

Перед каждым измерением капилляр промывался раствором соляной кислоты – 2 мин, затем водой дистиллированной – 2 мин, раствором гидроксида натрия – 2 мин, водой дистиллированной – 2 мин. После этого капилляр промывался рабочим буферным раствором в течении 3 мин.

Рабочий буферный раствор содержал бензимидазол, раствор винной кислоты и 18-крауна-6.

С использованием электрофореграммы, при помощи программного обеспечения к прибору рассчитывалась массовая концентрация компонентов по установленным градуировочным характеристикам.

Массовая концентрация компонента в исследуемой пробе (X) вычислялась по формуле:

$$x = k \cdot C, \quad (1)$$

где k – коэффициент разбавления пробы,

C – концентрация компонента, найденная по градуировочному графику, мг/г

Результат измерения представлялся в виде: $X \pm \Delta$ мг/г

где X - концентрация компонента в пробе, мг/г

Δ – граница абсолютной погрешности определения, мг/г, при доверительной вероятности $P = 0,95$.

Граница абсолютной погрешности Δ вычислялась по формуле:

$$\Delta = \frac{\delta \cdot x}{100}, \quad (2)$$

где δ – граница относительной погрешности измерения, %.

За окончательный результат испытания принимали среднее арифметическое результатов трех параллельных определений [3].

Электрофоретическое разделение для определения массовой концентрации органических кислот проводили с использованием системы КЭФ «Капель 103Р» с кварцевым капилляром, имеющим характеристики такие же, как для электрофоретического разделения катионов в соответствии с методикой [3]. В качестве буферного раствора использовали раствор, содержащий дипиколиновую кислоту, раствор тетраметилэтилендиамина и раствор этилендиаминдиуксусной кислоты. Детектирование осуществляли фотометрически при 254 нм. Электрофорез проводили под напряжением 25 кВ. Термостатирование капилляра осуществляли при температуре 23-24 °С, в течении 10 минут. Обработка результатов осуществлялась по описанным выше формулам (1, 2).

Электрофоретическое разделение для определения массовой концентрации свободных аминокислот в исследуемых объектах проводили в системе КЭФ «Капель 103Р» в соответствии с методикой [3]. Для приготовления основного буфера использовали β -циклодекстрин, дистиллированную воду, раствор гидрофосфата натрия и раствор дигидрофосфата натрия. Электрофорез проводили под напряжением 10 кВ, с температурой 20 °С, в течении 40 минут.

Обработка результатов осуществлялась по описанным выше формулам (1, 2).

Для определения массовой концентрации сахаров в исследуемых образцах использовали систему КЭФ «Капель 105» с кварцевым капилляром диаметром 75 мкм и длиной 65 см в соответствии с методикой [3].

В качестве буферного раствора использовали сорбиновую кислоту, цетилтриметиламмониябромид, раствор гидроксида натрия. Детектирование осуществляли фотометрически при 254 нм. Электрофорез проводили под напряжением 25 кВ. Термостатирование капилляра осуществляли при температуре 20 °С, в течении 10 минут.

Обработка результатов осуществлялась по описанным выше формулам (1, 2).

Для исследования использовали творожную сыворотку молочного комбината ст. Ленинградской, Краснодарского края, а также изомеризованную молочную сыворотку, производимую на молочном комбинате «Ставропольский»

В таблице 1 представлены данные исследований состава образцов творожной сыворотки методом капиллярного электрофореза.

Таблица 1 – Состав образцов сывороток

Наименование показателя	Творожная сыворотка	Изомеризованная молочная сыворотка
Значение pH	4,28±0,21	4,90±0,24
Кислотность,	50±2,5	40±2,0
Массовая доля, %		
- сухих веществ	5,4±0,27	5,3±0,26
- минеральных веществ	0,54±0,02	0,52±0,02
Массовая концентрация катионов, мг/дм ³		
Калий	4090±122,7	3118±93,54
Натрий	836±25,08	1445±43,35
Кальций	1765±52,95	245±7,35
Магний	184±5,52	82±2,46
Массовая концентрация органических кислот, мг/дм ³		
Лимонная кислота	465±13,95	1020±30,6
Молочная кислота	2900±87,0	710±21,3
Массовая концентрация аминокислот, мг/дм ³		
Аргинин	10±0,3	4,5±0,13
Пролин	2±0,1	-
Массовая концентрация витаминов, мг/дм ³		
Никотиновая кислота	37,18±1,12	37,70±1,13
Хлорогеновая кислота	2,52±0,08	-
Массовая концентрация сахаров, мг/дм ³		
Лактоза	23,54±0,71	13,59±0,41
Лактулоза	-	2,46±0,07

Результаты исследований (таблица 1), подтверждают литературные данные о том, что состав молочной сыворотки разнообразен по минеральным и органическим компонентам, которые обеспечивают ее биологическую ценность [1, 4].

Пищевая и биологическая ценность сыворотки являются обоснованием целесообразности ее использования в качестве компонента при разработке технологии функциональных напитков.

На основе молочной сыворотки разработана технология получения сывороточно-соковых напитков функционального назначения с обоснованием рецептуры, которая представлена в таблице 2.

В результате экспериментальных исследований предложена блок-схема получения напитков (рисунок 1).

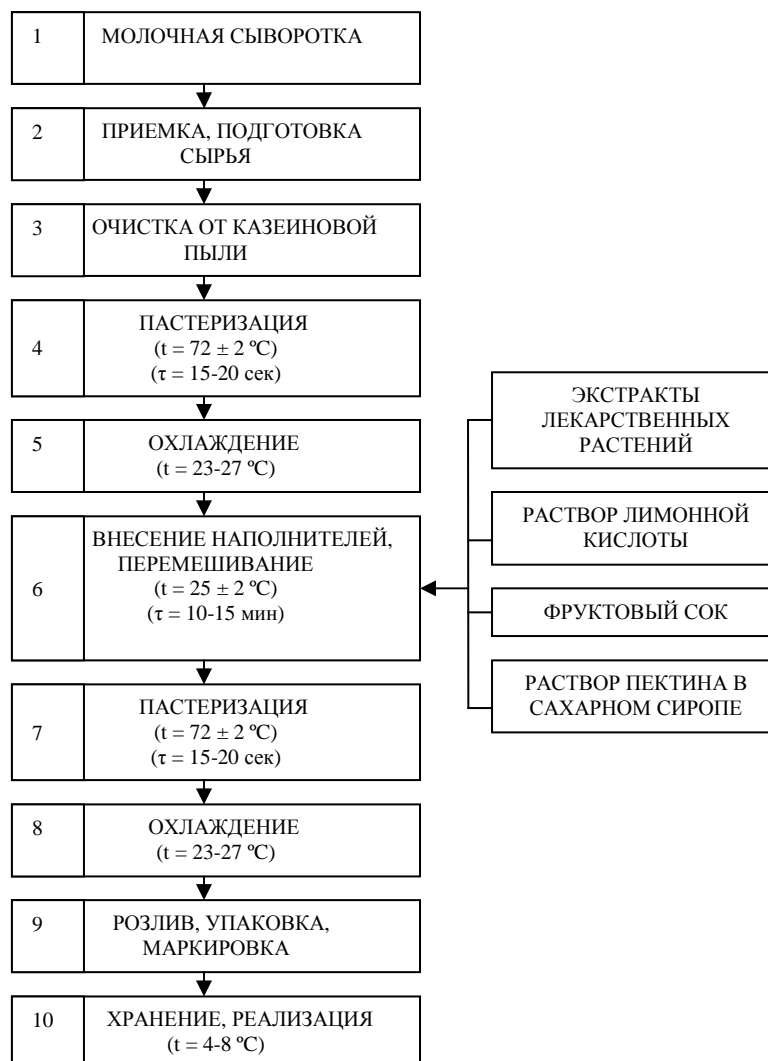


Рисунок 1 – Блок-схема получения напитков

Для улучшения органолептических свойств сывороточных напитков широко применяются пищевые добавки, в том числе и растительного происхождения, которые обеспечивают функциональные свойства готовому пищевому продукту [5, 6].

Таблица 2 – Рецептúra напитков, кг на 1000 кг продукта

Наименование компонентов	Количество, кг		
	с мелиссой лекарственной	с мятой перечной	с эхинацеей пурпурной
Молочная сыворотка	600	600	600
Экстракты лекарственных растений	135	132	130
Фруктовый сок	160	163	165
0,3 % раствор пектина в сахарном сиропе	103,5	103,5	103,5
50 % раствор лимонной кислоты	1,5	1,5	1,5
ИТОГО:	1000	1000	1000

Разработана аппаратурно-процессовая схема производства сывороточно-соковых напитков с использованием имеющегося в отрасли оборудования (рисунок 2).

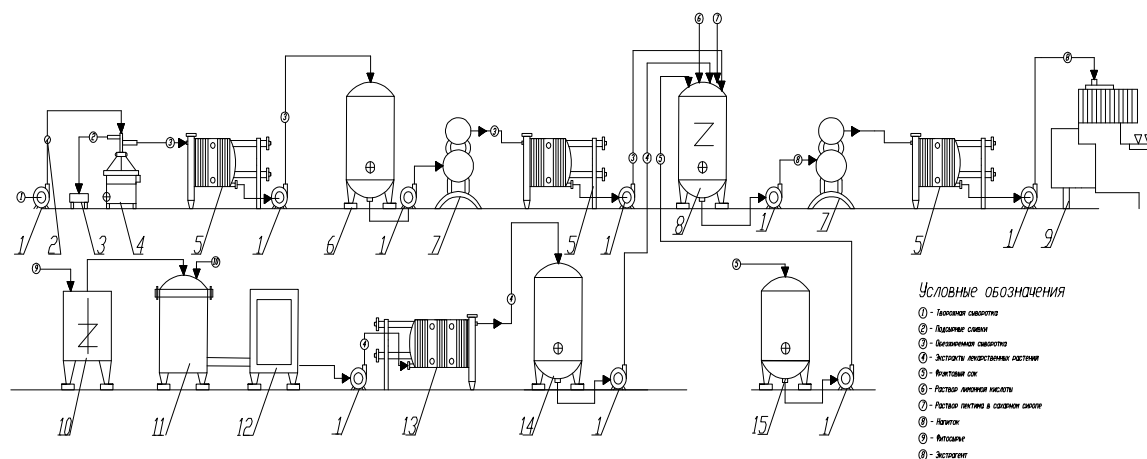


Рисунок 2 – Аппаратурно-процессовая схема производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки

1 – насос центробежный; 2 – счетчик объемный; 3 – ванна для подсырных сливок; 4 – сепаратор для отделения казеиновой пыли и молочного жира; 5 – охладитель пластинчатый; 6 – резервуар для сыворотки; 7 – установка пастеризационная трубчатая; 8 – резервуар для напитка; 9 – фасовочный аппарат; 10 – мельница; 11 – экстрактор; 12 – центрифуга; 13 – пластинчатая пастеризационно-охладительная установка; 14 – резервуар для экстракта лекарственных растений; 15 – резервуар для фруктового сока.

Результаты определения показателей качества напитков свидетельствует о том, что они характеризуются высоким содержанием сухих веществ, содержат полифенольный комплекс флавоноидной природы, гидроксикоричные кислоты, которые являются природными биоантиоксидантами (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели качества напитков

Наименование показателей	Напитки с экстрактом		
	мелиссы лекарственной	мяты перечной	эхинацеи пурпурной
Значение pH	3,97±0,19	3,95±0,19	3,98±0,20
Кислотность, °Т	61±3,05	60±3,00	62±3,10
Массовая доля, %:			
- сухих веществ	9,7±0,48	9,4±0,47	8,8±0,44
-флавоноидов	0,53±0,02	0,69±0,03	0,61±0,03
-гидроксикоричных кислот	0,03±0,002	0,04±0,002	0,05±0,003
-минеральных веществ	0,32±0,02	0,30±0,02	0,31±0,02
Органолептические показатели:			
- внешний вид и консистенция	однородная непрозрачная жидкость с выпадением при хранении незначительного осадка, исчезающего при перемешивании		
- вкус и запах	чистый, кисло-сладкий, освежающий с ароматом мелиссы и сока	кисло-сладкий, с выраженным ароматом мяты	чистый, кисло-сладкий, тонизирующий с ароматом эхинацеи и сока
- цвет	светло желтый		

Методом капиллярного электрофореза исследован состав разработанных напитков (таблица 4).

Таблица 4 – Состав напитков

Наименование показателя	Напиток с экстрактом		
	мелиссы лекарственной	мяты перечной	эхинацеи пурпурной
1	2	3	4
Массовая концентрация катионов, мг/дм ³			
Калий	947±28,4	833±24,9	888±26,6
Натрий	262±7,9	240±7,2	254±7,6
Магний	56±1,7	50±1,5	61±1,8
Кальций	568±17,0	499±14,9	526±15,7
Массовая концентрация органических кислот, мг/дм ³			
Яблочная кислота	23±0,68	53±1,58	47±1,40
Лимонная кислота	24±0,71	50±1,49	25±0,75

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Массовая концентрация витаминов и полифенолов, мг/дм ³			
Аскорбиновая кислота	1,0±0,03	2,5±0,07	2,2±0,06
Хлорогеновая кислота	0,9±0,02	1,0±0,03	1,4±0,04
Никотиновая кислота	12,0±0,36	8,2±0,24	11,0±0,33
Оротовая кислота	3,6±0,10	1,9±0,05	5,0±0,15
Массовая концентрация аминокислот, мг/дм ³			
Аргинин	1,0±0,03	4,0±0,12	1,4±0,04
Лизин	-	0,4±0,01	0,3±0,01
Лейцин	1,0±0,03	1,5±0,04	0,8±0,02
Метионин	0,5±0,01	0,3±0,01	1,2±0,04
Валин	0,3±0,01	0,8±0,02	0,6±0,01
Пролин	6,0±0,18	8,0±0,24	6,3±0,18
Треонин	1,7±0,05	2,1±0,06	0,9±0,02
Серин	0,6±0,01	0,8±0,02	0,4±0,01
Аланин	1,7±0,05	1,5±0,04	1,1±0,03
Глицин	0,1±0,003	0,5±0,01	0,07±0,002
Массовая концентрация сахаров, мг/дм ³			
Лактоза	15240±457,2	13280±398,4	15730±471,9
Сахароза	75115±2253,4	75399±2261,9	67350±2020,5

Результаты исследований (таблица 4) показали, что напитки характеризуются широким набором биологически активных веществ, к которым относятся – органические кислоты, полифенольные соединения, витамины, аминокислоты и углеводы.

Энергетическая ценность полученных напитков находится в пределах 46-48 ккал/100 г продукта, что позволяет отнести их к малокалорийным продуктам.

Проведенная с помощью профильного метода анализа дегустационная оценка разработанных напитков (рисунок 5), показала, что они характеризуются сложным насыщенным ароматом. Вкус напитков кисло-сладкий, сложный для напитков, содержащих экстракты мяты перечной и эхинацеи пурпурной, и в меньшей степени с экстрактом Melissa лекарственной.

Послевкусие напитков приятное и характеризуется продолжительностью.

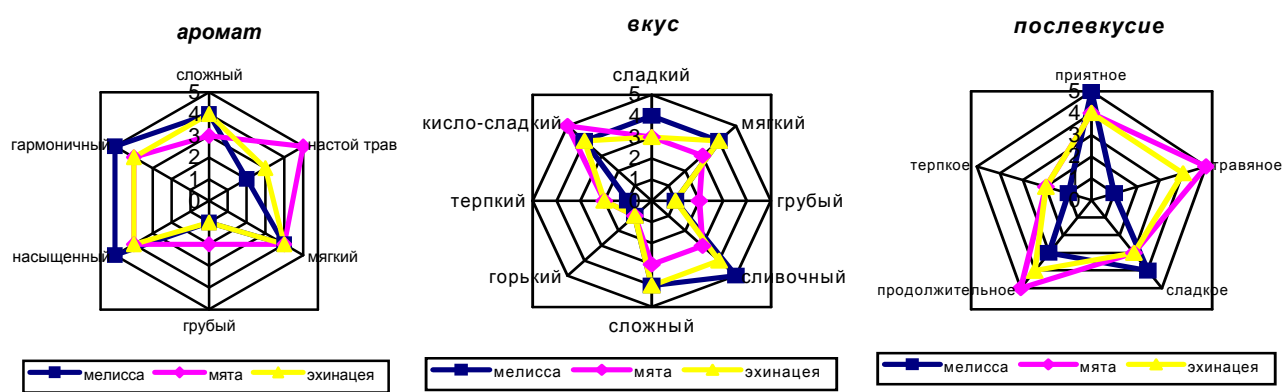


Рисунок 5 – Результаты профильного анализа аромата, вкуса и послевкусия сыворочно-соковых напитков

В полученных напитках были проведены исследования общей антиоксидантной активности (таблица 5).

Таблица 5 – Антиоксидантная активность напитков (срок годности 15 суток)

Напиток, содержащий экстракт	Антиоксидантная активность мг/дм ³ , в пересчете на галловую кислоту
Мята перечной	47,6±2,3
Эхинацеи пурпурной	53,0±2,9
Мелиссы лекарственной	55,8±4,2

По результатам исследований установлено, что срок годности напитков составляет 15 суток при температуре 4±2 °С.

Проведена оценка показателей безопасности сывороточно-соковых напитков на конец срока годности в сравнении с данными СанПиН 2.3.2.1078-01 (таблица 6).

Таблица 6 – Показатели безопасности напитков (срок годности 15 суток)

Наименование показателей	Допустимый уровень для напитков в соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01, мг/кг, не более	Напиток с экстрактом, мг/кг		
		мелиссы лекарственной	мяты перечной	эхинацеи пурпурной
Кадмий	0,03	0,011±0,003	0,009±0,003	0,008±0,003
Свинец	0,3	0,13±0,04	0,15±0,05	0,10±0,03
Мышьяк	0,1	не обнар.	не обнар.	не обнар.
Ртуть	0,005	не обнар.	не обнар.	не обнар.

Полученные данные (таблица 6), свидетельствуют о том, что по показателям безопасности разработанные напитки соответствуют нормативной документации.

С использованием принципов ХАССП определены возникающие степени риска, критические контрольные точки при производстве напитков. Проведен мониторинг и анализ опасных факторов по каждой критической контрольной точке [7]. Качество сывороточно-соковых напитков определяется взаимодействием следующих факторов: качественными показателями сырья (молочная сыворotka, фруктовый сок, экстракты лекарственных растений), уровнем качества технологических процессов и соблюдением функционирования принципов ХАССП по контролю на этапах производства продукции.

Анализ экономической эффективности технологии напитков показал, что данные продукты имеют невысокий уровень себестоимости в пределах 25-27 тыс. руб. за 1 тонну, что определяется использованием в технологии вторичного сырья (молочная сыворotka), а также за счет того, что продукты будут производиться на имеющемся оборудовании и в цехах действующих предприятий. Данные экономические факторы с рентабельностью в пределах 46-55 % позволяют окупить затраты на

промышленное внедрение технологии, выделить средства на рекламную деятельность, маркетинговые исследования.

Список литературы

1. Храмцов А. Г., Нестеренко П. Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: Учеб. пособие. М.: Дели принт, 2004. 587 с.
2. Храмцов А. Г., Василисин С.В. Справочник технолога молочного производства. Т.5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. СПб.: ГИОРД, 2004. 567 с.
3. Современные методы выделения и исследования биологически активных веществ и микроорганизмов / А. В. Брыкалов, Ю. Ф. Якуба, Н. Ю. Пилипенко и др. Краснодар: КубГАУ, 2013. 116 с.
4. Храмцов А. Г. Изучение состава сыворотки возможностями капиллярного электрофореза / А. Г. Храмцов, А. В. Брыкалов, Н. Ю. Пилипенко, Е. М. Головкина // Молочная промышленность. 2011. №5. С.59.
5. Храмцов А. Г. Напитки из сыворотки с растительными компонентами / А. Г. Храмцов, А. В. Брыкалов, Н. Ю. Пилипенко // Молочная промышленность. 2012. №7. С.64 – 66.
6. Сысоева М. Г. Растительные компоненты в напитках из молочной сыворотки / М. Г. Сысоева, К. К. Полянский // Молочная промышленность. 2008. №12. С.73-74.
7. Системы анализа рисков и определение критических контрольных точек НАССР/ХАССП. Государственные стандарты США и России. М.: Феникс, 2003. 542 с.

References

1. Hramcov A. G., Nesterenko P. G. Tehnologija produktov iz molochnoj syvorotki: Ucheb. posobie. M.: Deli print, 2004. 587 s.
2. Hramcov A. G., Vasilisin S.V. Spravochnik tehnologa molochnogo proizvodstva. T.5. Produkty iz obezzhirennoogo moloka, pahty i molochnoj syvorotki. SPb.: GIORД, 2004. 567 s.
3. Sovremennye metody vydelenija i issledovanija biologicheski aktivnyh veshhestv i mikroorganizmov / A. V. Brykalov, Ju. F. Jakuba, N. Ju. Pilipenko i dr. Krasnodar: KubGAU, 2013. 116 s.
4. Hramcov A. G. Izuchenie sostava syvorotki vozmozhnostjami kapilljarnogo jelektroforeza / A. G. Hramcov, A. V. Brykalov, N. Ju. Pilipenko, E. M. Golovkina // Molochnaja promyshlennost'. 2011. №5. S.59.
5. Hramcov A. G. Napitki iz syvorotki s rastitel'nymi komponentami / A. G. Hramcov, A. V. Brykalov, N. Ju. Pilipenko // Molochnaja promyshlennost'. 2012. №7. S.64 – 66.
6. Sysoeva M. G. Rastitel'nye komponenty v napitkah iz molochnoj syvorotki / M. G. Sysoeva, K. K. Poljanskij // Molochnaja promyshlennost'. 2008. №12. S.73-74.
7. Sistemy analiza riskov i opredelenie kriticheskikh kontrol'nyh toчек NASSR/HASSP. Gosudarstvennye standarty SShA i Rossii. M.: Feniks, 2003. 542 s.