

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ
СЛАБОАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ БРОЖЕНИЯ

Т.А. Kuznetsova, O.B. Ivanchenko

THE USE OF CURD WHEY IN THE TECHNOLOGY OF LOW-ALCOHOL
BEVERAGES OF FERMENTATION

Кузнецова Т.А. – канд. биол. наук, доц. Высшей школы биотехнологии и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург.

E-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru

Иванченко О.Б. – канд. биол. наук, доц. Высшей школы биотехнологии и пищевых производств Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург.

E-mail: obivanchenko@yandex.ru

Kuznetsova T.A. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Higher School of Biotechnology and Food Productions, St. Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great, St. Petersburg.

E-mail: kuznetsova.ta1@spbstu.ru

Ivanchenko O.B. – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Higher School of Biotechnology and Food Productions, St. Petersburg Polytechnic University named after Peter the Great, St. Petersburg.

E-mail: obivanchenko@yandex.ru

Молочная сыворотка является основным вторичным ресурсом в молочной промышленности. Актуальным является использование сыворотки в технологии различных пищевых производств. Исследована возможность использования творожной сыворотки, квасного суслу и ягодных сиропов в технологии слабоалкогольных напитков брожения. Творожная сыворотка была получена при использовании микроорганизмов закваски «ЕКОКОМ» (доза вносимой закваски 1 г / л). Сбраживание молока проводили в течение 12 ч при температуре 38 °С. Физико-химический анализ полученной творожной сыворотки показал, что она содержит 2,13 % белка, 4,78 % лактозы. Отделенную сыворотку подвергали термической обработке при 75 и 95 °С в течение 30 мин. Разработана рецептура напитка на основе квасного суслу и творожной сыворотки в соотношениях 1:1, 1:2 и 2:1 соответственно; проведено его сбраживание дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. В ходе брожения оценивали интенсивность образования углекислоты, количество спирта. Для корректировки вкусо-ароматических показателей полученных вариантов слабоалкогольных напитков использовали технологию сбраживания сыворотки совместным внесением дрожжей и мо-

лочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus* с добавлением малинового или вишневого сиропа. Брожение вели в течение 24 ч при 30 °С. Сироп вносили в концентрации 7 и 20 %. Применение сиропов существенно улучшило органолептические показатели напитков. Оптимальная концентрация вносимых сиропов составила 7 мл на 100 мл продукта. Таким образом, наилучшие органолептические показатели получены у напитка «Вишневый» с дозой сиропа 7 %.

Ключевые слова: творожная сыворотка, лактоза, брожение, квасное сусло, ягодные сиропы, слабоалкогольный напиток.

Whey is the main secondary resource in dairy industry. Using whey in the technology of various food productions is actual. The possibility of using curd whey, kvass wort and berry syrups in the technology of low-alcoholic fermentation drinks had been investigated. Curd whey was obtained with using EKO KOM starter microorganisms (the dose of introduced fermentation 1 g/l). The fermentation of milk was carried out for 12 hours at the temperature of 38 °C. Physical and chemical analysis of obtained curd whey showed that it contained 2.13 % protein, 4.78 % lactose. Separated serum was heat-treated at 75 and 95 °C for 30 minutes.

*The formulation of the drink based on kvass wort and curd whey in the ratios 1: 1, 1: 2 and 2: 1, respectively was worked out; it was fermented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast. During the fermentation, the intensity of carbon dioxide formation and the amount of alcohol were evaluated. To adjust the taste and aroma parameters of obtained low-alcohol drinks, the whey was fermented using combined application of yeast and lactic acid bacteria *Lactobacillus acidophilus* with raspberry or cherry syrup. The fermentation was carried out for 24 hours at 30 °C. The syrup was added at the concentration of 7 and 20 %. The use of syrups significantly improved organoleptic characteristics of drinks. Optimal concentration of applied syrups was 7 ml per 100 ml of product. Thus, the best organoleptic characteristics were obtained with "Cherry" drink with a syrup dose of 7 %.*

Keywords: curd whey, lactose, fermentation, leavened wort, berry syrups, low-alcohol drink.

Введение. Ежегодно в нашей стране в качестве побочного продукта образуется более 2,2 млн тонн творожной сыворотки, но промышленной переработке подвергается всего около 30 % [1, 2]. Сегодня одним из распространенных методов утилизации сыворотки является слив ее в канализацию, что эквивалентно ежегодной потере 1,3 млн тонн молока [3].

Основную часть сухих веществ в сыворотке составляет лактоза. Кроме этого, в сыворотке остается большая часть незаменимых аминокислот молока, микроэлементы – кальций, калий, магний и фосфор. В состав молочной сыворотки входят витамины группы В, витамины С, А, Е, никотиновая кислота, холин и биотин. В сыворотку переходят также пробиотические бактерии, используемые в закваске при получении творога [4].

Учитывая свойства и состав вторичного молочного сырья, целесообразность использования сыворотки в технологии различных пищевых производств не вызывает сомнений [5]. Ее используют в мясopерерабатывающей отрасли [6, 7], рыбopереработке [8], биотехнологии выращивания клеточных культур [9].

Напитки на основе молочной сыворотки чаще всего готовят путем сквашивания молочнокислыми заквасками. Технология отдельных напитков предусматривает одновременно как

брожение лактозы, так и ее окисление. Специальные биотехнологические приемы позволяют получать напитки как безалкогольные [10–12], так и со значительным содержанием спирта, например пивные напитки [13, 14]. В последние годы особое внимание уделяется использованию заквасочных культур *L. acidophilus*, улучшающих реологические характеристики кисломолочных продуктов и продуктов на основе молочного сырья [15].

Безусловно, до сегодняшнего времени сохраняется необходимость разработки технологий, облегчающих процессы переработки и использования молочной сыворотки [16, 17]. Сыворотка может выступать в качестве основы для выработки напитков на основе брожения молочного сахара, что позволит не только увеличить ассортимент напитков, но и повысить их пищевую ценность.

Цель исследования. Разработка рецептуры и технологии напитка брожения на основе творожной сыворотки с добавлением квасного сусли или ягодного сиропа.

Задачи: определить количество основных ингредиентов (белка и лактозы) в творожной сыворотке, полученной при сквашивании молока закваской «ЕКОКОМ»; разработать рецептуры напитков на основе квасного сусли и сыворотки; исследовать физико-химические и органолептические показатели напитков брожения на основе квасного сусли и сыворотки; разработать рецептуру напитка на основе молочной сыворотки с использованием ягодного сиропа; исследовать физико-химические и органолептические показатели напитка брожения на основе сыворотки и ягодного сиропа.

Материалы и методы. Для получения сыворотки использовали закваску «ЕКОКОМ» (Россия, Красноярск), в состав которой входят молочнокислые бактерии – *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Streptococcus thermophilus*. В работе использовали дрожжи быстродействующие *Saccharomyces cerevisiae* (ООО «САФ-НЕВА», СПб.); концентрат квасного сусли (ККС) «Распак» (ООО «Распак», Россия); вишневый и малиновый сиропы (ООО «Вкусный продукт», Москва). Содержание углеводов в ККС – 65 %, белка – 3,5 %.

Физико-химические показатели полученной творожной сыворотки проводили на анализаторе

ре молока «Клевер-2», а спиртосодержащих напитков с помощью анализатора «Колос-2»; массовую долю растворимых сухих веществ в напитке определяли с помощью рефрактометра ИРФ-454Б2М. Определение количества выделившегося углекислого газа анализировали модифицированным экспресс-методом [18]. Для проведения исследования смешивали компоненты по рецептуре и в шприцы объемом 10 см³ набирали 1 см³ приготовленной смеси, после чего носик шприца запаивался. Затем шприцы помещали в термостат при температуре 30±2 °С на 12 ч. По окончании времени инкубации определяли объем выделившегося в шприц углекислого газа.

Органолептические показатели образцов оценивали по пятибалльной шкале. Участники дегустации ранжировали образцы, пользуясь своими индивидуальными вкусовыми предпочтениями, от лучшего (5 баллов) до худшего (1 балл).

КМАФАнМ определяли путем посева образцов глубинным методом на питательную среду МПА в чашки Петри. Посевы инкубировали в термостате при температуре 37 °С 24 ч, а затем оставляли при комнатной температуре (25±2 °С) еще на 48 ч. Микроскопирование фиксированных, окрашенных метиленовым синим препаратов проводилось с помощью микроскопа МикМЕд-5.

Статистическая обработка результатов проводилась общепринятыми методами. Исследования проводились в 3-кратной повторности. Находили среднее значение, доверительный интервал.

Результаты исследования и их обсуждение. Ранее в работах [19, 20] показана возможность использования различных заквасок для получения творога. Полученные образцы сыворотки отличались жирнокислотным составом, обуславливающим неприятные вкусоароматические показатели. Учитывая эти исследования, сквашивание молока проводили закваской «ЕКОКОМ» в течение 12 ч при температуре 38 °С. Затем творог отделяли и образовавшуюся сыворотку использовали в работе. После получения сыворотки ее пастеризовали: подвергали термической обработке при 75 и 95 °С в течение 30 минут и анализировали ее физико-химические и микробиологические показатели. Микробиологические показатели после термической обработки существенно снижались, физико-химические показатели уменьшались незначительно (табл. 1).

Рецептуру напитка брожения разрабатывали с использованием творожной сыворотки и кислого сусли. В эксперименте исследованы 5 образцов с разной долей сыворотки и кислого сусли (табл. 2).

Таблица 1

Показатели творожной сыворотки

Показатель	Нативная сыворотка	Нагревание сыворотки при	
		75 °С	95 °С
КМАФАнМ, КОЕ / мл	38·10 ³	1·10 ²	7±2
Содержание белка, %	2,13	1,96	1,42
Содержание лактозы, %	4,78	4,65	3,68

Таблица 2

Рецептуры напитков брожения

Образец	V сыворотки, мл	V сусли, мл	Сахар, г	Дрожжи, г
1	300	0	21	0,3
2	0	300	21	0,3
3	150	150	21	0,3
4	100	200	21	0,3
5	200	100	21	0,3

Интенсивность образования углекислого газа отражает интенсивность брожения (табл. 3). Кроме простых сахаров для жизнедеятельности и размножения дрожжей необходимы витамины,

минеральные соли, содержащие калий, фосфор, кальций, магний, серу и др., а также доступные для усвоения соединения азота.

Таблица 3

Физико-химическая характеристика образцов напитков брожения с добавлением сыворотки

Показатель	Образец напитков				
	1	2	3	4	5
Белок, %	1,96±1,46	2,00±1,46	2,05±1,46	1,89±1,46	2,06±1,46
Лактоза, %	4,65±0,25	0	3,05±0,25	2,86±0,25	4,03±0,25
V углекислого газа, мл	9,0±0,8	9,0±0,5	10,0±0,3	11,0±0,2	10,5±0,7
Содержание спирта, %	4,5	4,5	4,8	5,6	5,5

Основным источником азота для дрожжей служат аминокислоты и соли аммония. Известно, что сыворотка содержит свободные аминокислоты и, значит, стимулирует метаболизм и размножение дрожжевых клеток.

Необходимо отметить, что минимальное количество спирта и углекислого газа зафиксировано в варианте, содержащем только квасное сусло (образец 2). Заменяя в образцах часть сусла на сыворотку, мы создаем более благоприятную питательную среду для жизнедеятельности дрожжей, что регистрируется по интенсивности накопления углекислого газа и спирта (образцы 3, 4 и 5). Максимальное количество спирта и углекислого газа получено в образце 4.

Брожение проводили 12 ч при температуре 30±2 °С. Образцы напитков были исследованы на анализаторах «Клевер-2» и «Колос-2», результаты анализов представлены в таблице 3. Добавление сыворотки также стимулирует образование спирта, что связано с интенсификацией обменных процессов дрожжей за счет содержания в сыворотке свободных аминокислот.

В дальнейшем была проведена органолептическая оценка всех полученных 5 напитков, которая показала, что цвет напитков напрямую зависит от доли внесенной творожной сыворотки и находится в диапазоне от молочно-белого

цвета до темно-коричневого, но во всех вариантах опыта, за исключением образца 2 (без сыворотки), отмечены ярко выраженный запах и вкус сыворотки, оставляющий послевкусие. Для снижения этого негативного фактора были проведены исследования по использованию для брожения вместе с дрожжами молочнокислых бактерий *Lactobacillus acidophilus*. Высокая кислотность, остаточное содержание лактозы (4–5 %) в сыворотке, используемая температура брожения позволяют предположить возможность использования ацидофильной палочки в технологии напитка.

Вторым этапом работы явилась разработка рецептуры напитка брожения на основе сыворотки с добавлением ягодных сиропов в разных соотношениях (табл. 4). Для улучшения органолептических свойств напитков использовали ягодные сиропы: малиновый – образцы 6 и 8, вишневый сироп – 7, 9.

Напитки сбраживали в течение 24 ч при температуре 30 °С. После этого образцы отставляли еще на 24 ч при температуре 4±2 °С. При этом бактерии и дрожжи оседали на дно в виде осадка, и напиток осветлялся.

Полученные образцы напитков исследовались по физико-химическим (табл. 5) и органолептическим показателям (табл. 6).

Таблица 4

Матрица эксперимента (рецептура)

Номер образца	Сироп	Компонент рецептуры			
		сыворотка, мл	сироп, мл	дрожжи, г	<i>L. acidophilus</i> , г
6	Малиновый	200	20	0,3	0,2
7	Вишневый	200	20	0,3	0,2
8	Малиновый	200	7	0,3	0,2
9	Вишневый	200	7	0,3	0,2

Таблица 5

Физико-химические показатели экспериментальных образцов напитков брожения с добавлением ягодных сиропов

Показатель	Образец			
	6	7	8	9
Белок, %	1,66	1,88	1,45	1,57
Лактоза, %	2,26	2,04	2,15	1,94
Спирт, %	0,95	1,05	1,78	1,92
Экстрактивность, %	29,76	27,31	16,43	15,99
Спирт, об%	0,64	1,49	2,4	2,57
Кислотность, °Т	120	115	75	76
СВ, % (рефрактометр)	20,2	21,0	12,5	12,5

Необходимо отметить, что «использование» ацидофильной палочки при сбраживании влияет на органолептические характеристики напитков, но при этом она сама не проявляет признаков бурного развития.

Кроме этого, внесение сиропа в количестве 20мл/100мл сыворотки, по-видимому, создает повышенное осмотическое давление в среде. Что является неблагоприятным фактором для клеток дрожжей и молочно-кислых бактерий. Такое отрицательное влияние проявляется в

угнетении процесса брожения и обуславливает меньшее накопление спирта в образцах с внесением ягодных сиропов в максимально исследуемом количестве.

Дегустационное исследование позволяет выявить все недостатки и достоинства нового продукта, а иногда это единственный способ сделать заключение о качестве продукта. Важный вклад в аромат и вкус, безусловно, вносят его компоненты, а также имеют значение этапы и условия технологического процесса.

Таблица 6

Органолептические показатели исследуемых напитков

Номер образца	Показатель					Общая оценка
	Консистенция	Цвет	Аромат	Вкус	Пенистые свойства	
6	5	5	4	4	2	20
7	5	5	5	5	2	22
8	4	5	5	5	3	22
9	4	5	5	5	4	23

Аромат напитков брожения, особенно с применением молочной сыворотки, является одним из самых важных показателей, именно благодаря ему у потребителя мгновенно возникает первое впечатление о качестве продукта. Была проведена дегустационная оценка полученных напитков по показателям: цвет, аромат, вкус и др. В таблице 6 приведены результаты влияния различных концентраций сиропов на органолептические показатели готовых напитков.

Выводы. Исходя из проведенных исследований, можно заключить, что внесение вишневого и малинового сиропов положительно влияет на вкусовые характеристики напитков. Однако образцы с добавлением сиропов в количестве 20 % оказались излишне приторными. Снижение концентрации внесенных сиропов не повлияло на внешний вид продукта.

Наилучшие органолептические показатели получены у слабоалкогольного напитка «Вишневый» с дозой внесенного сиропа 7 %.

Литература

1. *Евдокимов И.А., Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г.* Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – С. 36–43.
2. *Щетинин М.П., Дорохова А.С.* Производство и переработка молочной сыворотки в России и Алтайском крае // Ползуновский вестник. – 2013. – № 4. – С. 80–84.
3. *Маркелова В.В.* Разработка технологий пробиотических продуктов из молочной сыворотки, ферментированной экзополисахаридпродуцирующими штаммами *L. acidophilus*: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2013. – 17 с.
4. Технология производства молочных продуктов – заквасочные культуры и их производство: справочник / сост. Г. Байланд. – СПб.: Тетрапак, 2009. – 440 с.
5. *Храмцов А.Г.* Феномен молочной сыворотки. – СПб.: Профессия, 2011. – 804 с.
6. *Черников Е.М., Базарнова Ю.Г.* Состав и функциональные свойства творожной сыворотки в технологии фаршевых изделий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – №1(19). – С. 260–264.
7. Аспекты совершенствования технологии вареных колбас с использованием молочной сыворотки / *В.И. Шупулин, А.Г. Храмцов, Н.Д. Лупандина* [и др.] // Мясная индустрия. – 2014. – № 10. – С. 39–41.
8. *Штанько Т.И.* Технология лососевой икры с использованием молочной сыворотки // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2011. – № 11. – С. 61–66.
9. *Krunić T.Ž., Obradović N.S., Rakin M.B.* Application of whey protein and whey protein hydrolysate as protein based carrier for probiotic starter culture // Food Chemistry. – 30 September 2019. – Vol. 293. – P. 74–82.
10. *Новокушанова А.Л., Ожиганова Е.В.* Медико-биологическое обоснование рецептуры регидрационного напитка с использованием молочной сыворотки для спортсменов // Вопросы питания. – 2013. – Т. 82, № 6. – С. 71–74.
11. *Прибыльский В.Л., Романова З.Н.* Использование молочной сыворотки в технологии хлебного кваса // Пищевая наука и технология. – 2013. – Т. 24, № 3. – С. 29–31.
12. *Шавыркина Н.А., Обрезкова М.В., Школьников М.Н.* Характеристика ферментированных напитков на основе молочной сыворотки и фруктового сока // Вестник КрасГАУ. – 2018. – № 2 (137). – С. 112–117.
13. *Арсеньева Т.П., Борздая Е.В., Стрижнева О.Н.* Разработка пивоподобного напитка на основе пермеата молочной сыворотки // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2015. – № 3. – С. 136–141.
14. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки / *С.В. Демченко, Е.В. Барашкина, О.Л. Малеева* [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2–3. – С. 20–23.
15. Функциональные продукты из молочной сыворотки с использованием антагонистически активных штаммов ацидофильных лактобактерий / *Л.В. Красникова, В.В. Маркелова, Н.Б. Вербицкая* [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 1. – С. 41–43.
16. *Гущин А.А.* Концентрирование творожной сыворотки разделительным выморажива-

- нием // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 10. – С. 168–174.
17. Использование сывороточных ингредиентов в производстве продуктов питания / Д.Н. Володин, М.С. Золоторева, А.В. Костюк [и др.] // Молочная промышленность. – 2017. – № 2. – С. 65–67.
 18. Исследование хлебопекарных свойств амарантовой муки / Е.В. Вознюк, О.Б. Иванченко, М.Л. Доморощенко [и др.] // Вестник КНИТУ. – 2016. – Т. 19, № 22. – С. 150–154.
 19. Калинин Н.С., Базарнова Ю.Г., Кручина-Богданов И.В. Исследование влияния мультиштаммовых заквасок на состав и свойства молочной сыворотки // Инновации в технологии продуктов здорового питания: мат-лы Междунар. науч. конф. – Калининград, 2016. – С. 301–304.
 20. Сеськин М.С., Базарнова Ю.Г. Исследование заквасочных культур для получения творожной сыворотки с улучшенными органолептическими показателями // Вестник Международной академии холода. – 2016. – № 2. – С. 33–37.
 7. Aspekty sovershenstvovanija tehnologii varenyh kolbas s ispol'zovaniem molochnoj syvorotki / V.I. Shipulin, A.G. Hramcov, N.D. Lupandina [i dr.] // Mjasnaja industrija. – 2014. – № 10. – С. 39–41.
 8. Shtan'ko T.I. Tehnologija lososevoj ikry s ispol'zovaniem molochnoj syvorotki // Rybovodstvo i rybnoe hozjajstvo. – 2011. – № 11. – С. 61–66.
 9. Krunic T.Z., Obradovic N.S., Rakin M.B. Application of whey protein and whey protein hydrolysate as protein based carrier for probiotic starter culture // Food Chemistry. – 30 September 2019. – Vol. 293. – P. 74–82.
 10. Novokshanova A.L., Ozhiganova E.V. Medikobiologicheskoe obosnovanie receptury regidracionnogo napitka s ispol'zovaniem molochnoj syvorotki dlja sportsmenov // Voprosy pitaniya. – 2013. – Т. 82, № 6. – С. 71–74.
 11. Pribyl'skij V.L., Romanova Z.N. Ispol'zovanie molochnoj syvorotki v tehnologii hlebnogo kvasa // Pishhevaja nauka i tehnologija. – 2013. – Т. 24, № 3. – С. 29–31.

Literatura

1. Evdokimov I.A., Hramcov A.G., Nesterenko P.G. Sovremennoe sostojanie i perspektivy pererabotki molochnoj syvorotki // Molochnaja promyshlennost'. – 2008. – № 11. – С. 36–43.
2. Shhetinin M.P., Dorohova A.S. Proizvodstvo i pererabotka molochnoj syvorotki v Rossii i Altajskom krae // Polzunovskij vestnik. – 2013. – № 4. – С. 80–84.
3. Markelova V.V. Razrabotka tehnologij probioticheskikh produktov iz molochnoj syvorotki, fermentirovannoj jekzopolisaharidproduciruju-shhimi shtammami L. acidophilus: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – SPb., 2013. – 17 s.
4. Tehnologija proizvodstva molochnyh produktov – zakvasochnye kul'tury i ih proizvodstvo: spravochnik / sost. G. Bajland. – SPb.: Tetrapak, 2009. – 440 s.
5. Hramcov A.G. Fenomen molochnoj syvorotki. – SPb.: Professija, 2011. – 804 s.
6. Chernikov E.M., Bazarnova Ju.G. Sostav i funkcional'nye svojstva tvorozhnoj syvorotki v tehnologii farshevyh izdelij // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishhevyyh proizvodstv. – 2014. – №1(19). – С. 260–264.
12. Shavyrkina N.A., Obrezkova M.V., Shkol'nikova M.N. Harakteristika fermentirovannyh napitkov na osnove molochnoj syvorotki i fruktovej soka // Vestnik KrasGAU. – 2018. – № 2 (137). – С. 112–117.
13. Arsen'eva T.P., Borzdaja E.V., Strizhneva O.N. Razrabotka pivopodobnogo napitka na osnove permeata molochnoj syvorotki // Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishhevyyh proizvodstv. – 2015. – № 3. – С. 136–141.
14. Novye tehnologii proizvodstva funkcional'nyh napitkov na osnove molochnoj syvorotki / S.V. Demchenko, E.V. Barashkina, O.L. Maleeva [i dr.] // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. – 2008. – № 2–3. – С. 20–23.
15. Funkcional'nye produkty iz molochnoj syvorotki s ispol'zovaniem antagonisticheski aktivnyh shtammov acidofil'nyh laktobakterij / L.V. Krasnikova, V.V. Markelova, N.B. Verbickaja [i dr.] // Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. – 2012. – № 1. – С. 41–43.
16. Gushhin A.A. Koncentrirovanie tvorozhnoj syvorotki razdelitel'nym vymorazhivaniem //

- Vestnik KrasGAU. – 2017. – № 10. – S. 168–174.
17. Ispol'zovanie syvorotochnyh ingredientov v proizvodstve produktov pitaniya / *D.N. Volodin, M.S. Zolotoreva, A.V. Kostjuk* [i dr.] // *Molochnaja promyshlennost'*. – 2017. – № 2. – S. 65–67.
18. Issledovanie hlebopekarnyh svojstv amarantovoj muki / *E.V. Voznjuk, O.B. Ivanchenko, M.L. Domoroshhenkova* [i dr.] // *Vestnik KNITU*. – 2016. – T. 19, № 22. – S. 150–154.
19. *Kalinkin N.S., Bazarnova Ju.G., Kruchina-Bogdanov I.V.* Issledovanie vlijanija mul'tishtammovyh zakvasok na sostav i svojstva molochnoj syvorotki // *Innovacii v tehnologii produktov zdorovogo pitaniya: mat-ly Mezhdunar. nauch. konf.* – Kaliningrad, 2016. – S. 301–304.
20. *Ses'kin M.S., Bazarnova Ju.G.* Issledovanie zakvasochnyh kul'tur dlja poluchenija tvorozhnoj syvorotki s uluchshennymi organoleptichesкими pokazateljami // *Vestnik Mezhdunarodnoj akademii holoda*. – 2016. – № 2. – S. 33–37.

