

УДК 637.146.3

Ферментация пробиотическими культурами смеси молока и сывороточных экстрактов ягод

Д-р техн. наук, проф. **Красникова Л.В., Жукова А.Д.** krasnikoval@yandex.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

В настоящее время одним из направлений развития здорового питания является употребление в пищу продуктов функционального назначения с использованием растительного сырья, являющегося ценным источником витаминов и антиоксидантов. Подавляющее большинство пробиотиков на рынке молочных продуктов - это кисломолочные напитки, ассортимент которых с каждым годом растет. В состав некоторых из них входит молочная сыворотка.

Творожная сыворотка, накапливающаяся в больших количествах на молокоперерабатывающих предприятиях России, содержит целый комплекс полезных веществ: растворимые белки - альбумины и глобулины, молочный сахар - лактозу, витамины, минеральные вещества и др. К сожалению, значительная часть молочной сыворотки сбрасывается со сточными водами, несмотря на ее пищевую и биологическую ценность. Основной путь решения проблемы комплексной переработки молочного сырья видится в создании безотходных технологий.

*В статье приведены результаты по разработке технологии комбинированного функционального продукта, в состав которого входят цельное молоко и сывороточные экстракты ягод. В качестве пробиотических культур использовались штаммы ацидофильной палочки и смесь мезофильных лактококков: *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis*.*

Ключевые слова: функциональное питание, пробиотик, экстракт, *L. acidophilus*, *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis*, творожная сыворотка, диетическое питание.

Study of features of probiotic cultures fermentation mixture of milk and serum containing extracts of berries

D.Sc., prof. **Krasnikova L.V., Zhukova A.D.**

University ITMO

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

Currently, one of the areas of healthy eating is eating foods functionality using plant and animal materials, serving a valuable source of vitamins and antioxidants. The vast majority of probiotics in dairy products - milk drinks it, the range of which is growing every year. The structure of some of them include whey.

Cheese whey, accumulating in large quantities in dairy plants in Russia, is a source of valuable chemicals - whey, lactose, water-soluble vitamins, minerals, etc. Unfortunately, much of the whey from the factory dairy industry, is discharged into wastewater, despite the ever-increasing volume of secondary raw milk,

its nutritional and biological value. The main way to solve the problem of complex processing of raw milk is to establish non-waste technologies.

The paper presents the results on the development of technology of preparation of the combined functional product, containing in its composition whole milk, cottage cheese whey and dried fruits and berries. As the strain of probiotic cultures Lactobacillus acidophilus and L. acidophilus 5e mixture mesophilic Lactococcus: Lc. lactis, Lc. cremoris, Lc. diacetylactis.

Keywords: functional foods, probiotics, extract, L. acidophilus, Lc. lactis, Lc. cremoris, Lc. diacetylactis, cottage cheese whey, diet food.

Концепция функционального питания зародилась в 80-е гг. прошлого века в Японии, где приобрели большую популярность так называемые функциональные продукты. Эти продукты питания содержат ингредиенты, приносящие пользу человеку, повышают его сопротивляемость заболеваниям, улучшают физиологические процессы в организме, позволяя долгое время сохранять активный образ жизни. Функциональные продукты предназначены широкому кругу потребителей, имеют вид обычной пищи и должны потребляться регулярно в составе установленного рациона питания [4,7,8].

В понятие функционального питания в настоящее время вкладывается также использование биологически активных добавок к пище и продуктов, которые обеспечивают организм человека не столько энергетическим и пластическим материалом, сколько контролируют и оптимизируют физиологические функции, снижают риск возникновения заболеваний и ускоряют процесс выздоровления. Продукты функционального питания могут иметь в своем составе витамины и микроэлементы, антиоксиданты, биофлавоноиды, пробиотики, пищевые волокна, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, белки, гликозиды, пептиды и другие [14].

Пробиотики – живые микроорганизмы, являющиеся нормальными обитателями кишечника здорового человека. Пробиотики не считаются лекарственными препаратами и рассматриваются как профилактическое средство, положительно влияющее на состояние здоровья людей [15,16,17]. Высокая антагонистическая активность ацидофильной палочки, способность разрушать токсичные метаболиты, продуцировать аминокислоты, летучие жирные кислоты и синтезировать витамины свидетельствуют о целесообразности использования этих микроорганизмов в производстве продуктов с лечебно-профилактическими свойствами [9].

Молочная сыворотка является побочным продуктом при производстве сыров, творога и казеина. Ежегодно в России в качестве побочного продукта образуется более 2,2 млн тонн творожной сыворотки; однако промышленной переработке подвергается всего около 30 %. [3]. В последние годы разрабатываются новые технологии, предусматривающие использование молочной сыворотки в продуктах функционального назначения [5,10,12]

Характерно, что в молочную сыворотку переходит в среднем 50 % сухих веществ молока, в том числе большая часть лактозы, растворимые белки, водорастворимые витамины, минеральные вещества. Основной составной частью сухих веществ молочной сыворотки является лактоза, массовая доля которой составляет более 70 % сухих веществ сыворотки. Особенностью лактозы является ее замедленный гидролиз в кишечнике, в связи с чем ограничиваются процессы брожения, нормализуется жизнедеятельность полезной кишечной микрофлоры, замедляются гнилостные процессы и газообразование. Кроме того, лактоза в наименьшей степени используется в организме для жиροобразования [11,12].

Таким образом, молочная сыворотка и продукты из нее являются незаменимыми в питании пожилых людей и людей с избыточной массой тела, а также с малой физической нагрузкой.

Одним из направлений увеличения степени использования вторичных сырьевых ресурсов является производство многокомпонентных молочных продуктов на комбинированной молочно-сывороточной основе. В их рецептуру входят цельное молоко и сывороточные фитоэкстракты. В настоящей работе были использованы сушеные черника и малина с шиповником. В ягодах черники содержатся витамины группы В, РР и С, пектиновые и дубильные вещества, каротин, сахара, органические кислоты, антоцианы, микроэлементы, эфирное масло.

Черника - абсолютный лидер по содержанию марганца среди остальных дикорастущих ягод [1]. Американские исследователи установили, что антоцианы, которыми богаты плоды черники, благодаря уникальной способности подавлять активность свободных радикалов, замедляют процесс старения [13]. Добавление черники способствует улучшению органолептических свойств продукта, напиток приобретает насыщенный розово-фиолетовый цвет и приятный аромат.

Плоды малины содержат органические кислоты - салициловую, яблочную, лимонную, муравьиную, капроновую; сахара (глюкозу - до 4,3 %, фруктозу - до 8%, сахарозу - до 6,5%), дубильные вещества (до 0,3%); пектиновые, азотистые и красящие вещества, соли калия, меди, цианин-хлорид, ацетонин, бензальдегид, витамин С (до 45 мг/100 г), каротин (до 0,3 мг/100 г), следы витаминов группы В и эфирное масло [6]. В малине содержатся флавоноиды - кверцетин, кемпферол, цианидин и эллаговая кислота - являющиеся активными антиоксидантами. Флавоноиды классифицируются как антоцианы и относятся к группе веществ, которые дают малине насыщенный красный цвет. Антиоксидантная активность малины в два раза выше, чем клубники и в три раза выше, чем киви [1,6].

В плодах шиповника содержится до 18 % сахаров, 4-14 % пектиновых веществ, а также дубильных и красящих, органические кислоты (преимущественно яблочная и лимонная), эфирное масло [2]. Изучение состава флавоноидных веществ показало наличие кверцетина, кемпферола, изокверцетина. Общее содержание флавоноидов у шиповника около 4 %, при этом антоциановых веществ - до 45 мг/100 г. Общее содержание токоферолов (витамин Е) 170 м/100 г. Богаты эти ягоды и минеральными элементами: солями кальция, магния, калия, фосфора, марганца, меди, железа, цинка, молибдена. По содержанию железа шиповник далеко обгоняет представителей растительного мира [2,6]. Но самой важной особенностью шиповника является его витаминный состав. В нем содержится много аскорбиновой кислоты (до 4800 мг/100 г), каротина, тиамина, рибофлавина, витаминов К и Р [2].

Целью настоящей работы явилась разработка технологии функциональных продуктов для диетического питания, основанной на ферментации молочно-сывороточной смеси пробиотическими культурами.

При создании функционального кисломолочного напитка творожную сыворотку нагревали до $85 \pm 2^\circ\text{C}$, затем вносили сушеные ягоды и подвергали экстрагированию при $T = 80 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 15 мин.

Для установления гидромодуля между сушеными ягодами и творожной сывороткой были взяты различные соотношения ингредиентов: 1:25; 1:50; 1:100 (таблица 1).

Таблица 1

**Влияние гидромодуля на содержание сухих веществ
в экстракте**

Сушеные ягоды	Гидромодуль	Сухие вещества, %
Черника	1:25	7,9
	1:50	7,7
	1:100	7,3
Шиповник + малина	1:25	8,2
	1:50	7,8
	1:100	7,6

Из таблицы следует, что увеличение количества сушеных ягод в сыворотке способствовало повышению содержания сухих веществ в экстракте. Кроме того, при соотношении ягод и творожной сыворотки 1:25 отмечены наиболее выраженные цветовые и вкусовые характеристики. Поэтому для дальнейших исследований был выбран гидромодуль 1:25.

Для определения влияния кислотности среды на органолептические показатели экстрактов использовали творожную сыворотку, имеющую значение рН 4,4 и сыворотку, которую раскисляли раствором бикарбоната натрия до рН 6,0 (таблица 2).

Таблица 2

Влияние рН среды на органолептические показатели сывороточных экстрактов

Сушеные ягоды	Гидро-модуль	Значение рН сыворотки	Органолептические показатели	
Черника	5	1:2	4,4±0,2	Приятный вкус и аромат, насыщенный фиолетовый цвет
		6,0±0,2	Приятный вкус, цвет грязно-синий, тусклый	
Шиповник + малина	5	1:2	4,4±0,2	Вкус сывороточный, приятный привкус и аромат малины, цвет розово-кремовый
		6,0±0,2	Запах недостаточно выраженный, цвет белый	

Как видно из таблицы, наиболее подходящей для экстрагирования является кислая среда, поэтому в дальнейшем процесс экстрагирования проводили при рН 4,2±0,2. При использовании кислой сыворотки экстракт черники имел интенсивный фиолетовый цвет и приятный вкус с легким оттенком черники. Экстракт шиповника с малиной обладал выраженным ароматом малины с привкусом шиповника и приобретал розово-кремовый цвет.

Полученные сывороточные экстракты смешивали с молоком в разных соотношениях. Для проведения процесса ферментации в молочно-сывороточную смесь вносили 2 % молочной культуры *L. acidophilus* и 3 % молочной культуры мезофильных лактококков: *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis* в соотношении 1:1:1 и выдерживали при температуре 37±1 °С в течение 3,5–4 часов. В таблице 3

представлены органолептические показатели образцов с разным соотношением молока и экстракта ягод и кислотность смеси до и после ферментации.

Таблица 3

Подбор соотношения молока и творожной сыворотки
(Кислотность творожной сыворотки = 55 °Т)

Соотношение молока и сывороточного экстракта	Кислотность молока после внесения экстракта, °Т	Органолептические показатели	Кислотность через 4 ч, °Т
90:10	25±1,0	Вкус чистый кисломолочный, консистенция однородная, сгусток ровный, плотный	55±2,0
85:15	28±1,0	Вкус чистый кисломолочный, консистенция однородная, сгусток ровный, плотный	60±3,0
80:20	32±2,0	Вкус чистый, кисломолочный, консистенция однородная, сгусток ровный, но менее плотный	68±3,0
75:25	36±2,0	Вкус кислый, консистенция жидкая, сгусток слабый	75±4,0
70:30	43±2,0	Вкус кислый, консистенция дряблая, сгусток с выделением сыворотки	78±4,0
50:50	48±2,0	Вкус излишне кислый, консистенция жидкая, хлопьевидная	90±4,0

При соотношении 50:50 происходила коагуляция молока сразу после добавления сыворотки, консистенция становилась жидкой, а вкус излишне кислым. При соотношении 90:10 не было отмечено особенных отличий от контрольного образца (молоко без добавления сывороточного экстракта). Хорошие органолептические показатели были получены при соотношении молока и сыворотки 80:20 (4:1), при этом время свертывания молока сокращалась на 0,5 часа по сравнению с контрольным образцом.

В процессе ферментации изучали динамику титруемой кислотности в смеси молока и сыворотки (рис. 1).

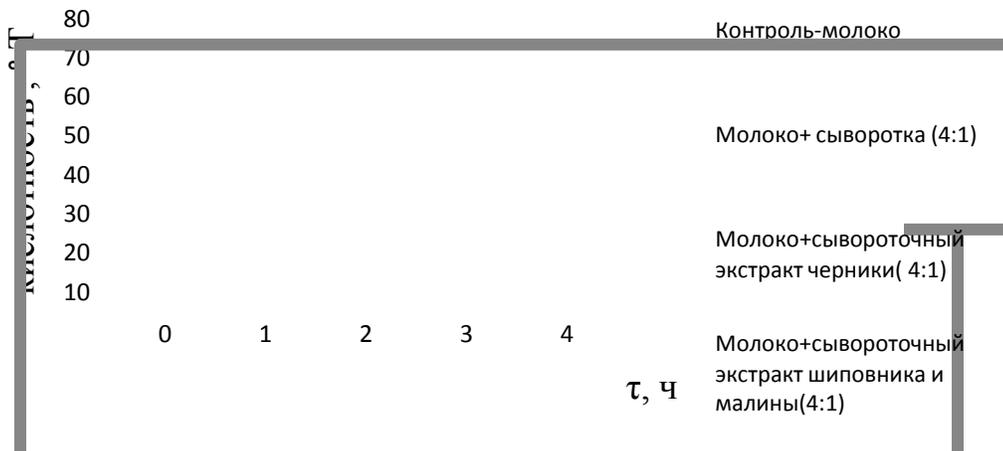


Рис. 1 Динамика титруемой кислотности при ферментации молока и молочно-сывороточной среды с экстрактами ягод

Из рисунка видно, что добавление сывороточных экстрактов повышает кислотообразующую активность молочнокислых бактерий и приводит к увеличению их количества в готовом продукте, и соответственно к сокращению времени свертывания молока. Свертывание молока в контрольном образце происходило через 4 часа, а в образцах с экстрактами - через 3,5 часа.

В молочно-сывороточной среде определяли содержание редуцирующих сахаров до и после ферментации. Результаты представлены на рисунке 2.

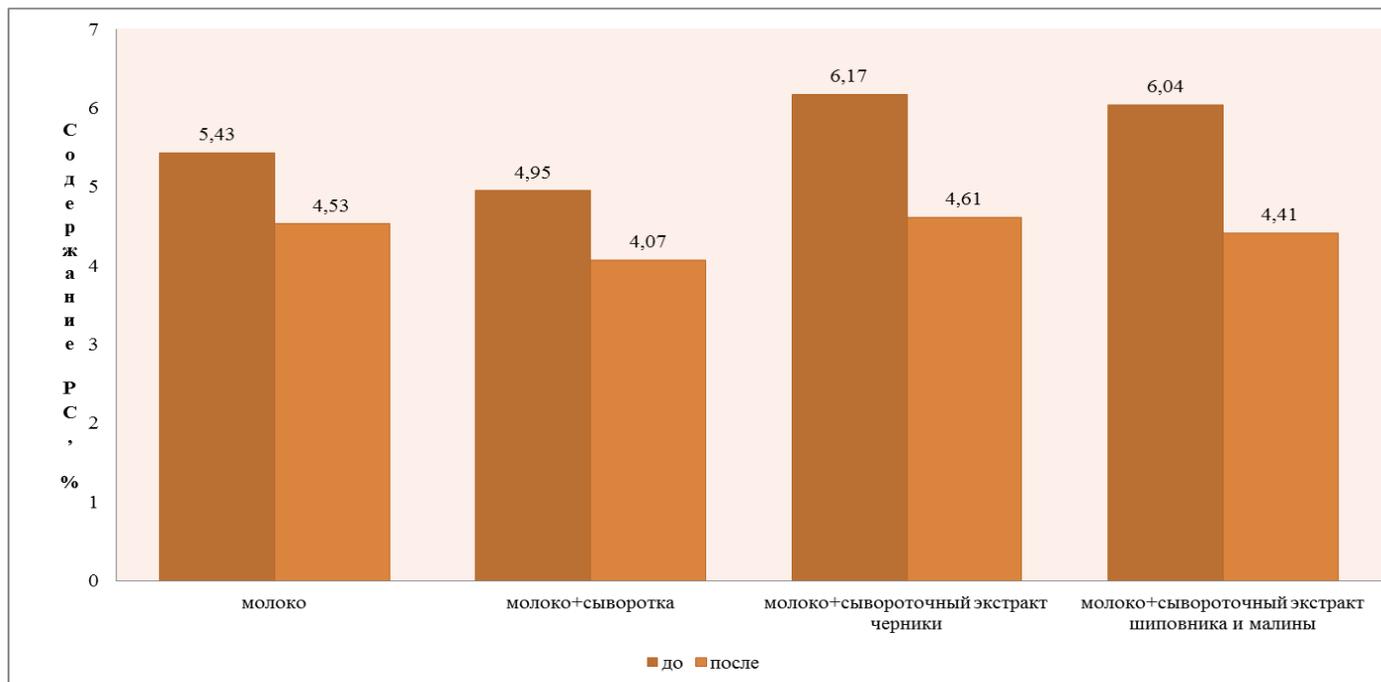


Рис.2. Содержание редуцирующих сахаров в молоке и молочно-сывороточной среде до и после ферментации

Из диаграммы видно, что внесение в молоко сывороточного экстракта ягод незначительно повышало содержание редуцирующих сахаров в смеси. После ферментации их содержание снижалось, при этом наибольший расход редуцирующих сахаров был отмечен в образцах, содержащих ягодные экстракты. В частности, в молоке и молочно-сывороточной смеси израсходовано 0,90 и 0,88 % сахаров соответственно, а в смеси с экстрактами черники и шиповника с малиной – 1,56% и 1,63 % соответственно. По-видимому, биологически активные вещества ягод стимулируют ферментативную активность молочнокислых бактерий.

Определена влагоудерживающая способность (ВУС) сгустков в исследуемых образцах. На рисунке 3 приведены кривые ВУС в контрольном образце и в образцах, содержащих экстракты ягод.

Из рисунка видно, что выделение сыворотки в образцах с ягодными экстрактами больше, чем в контрольном образце, что является вполне логичным. Чтобы повысить влагоудерживающую способность сгустков, нами предусмотрено внесение в продукт гидроколлоидов, в частности пектина.

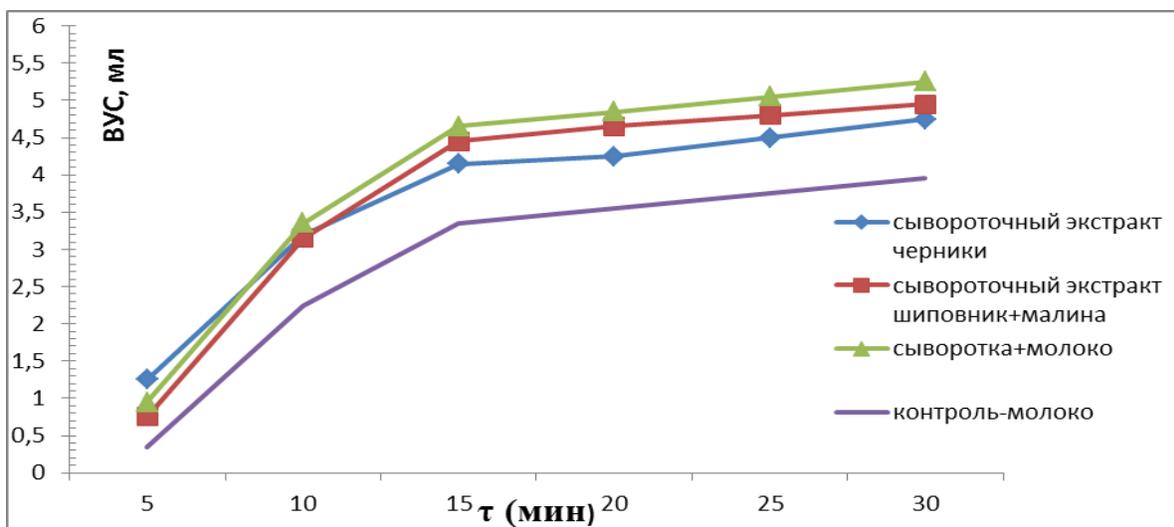


Рис.3. Влагоудерживающая способность сгустков (ВУС)

Таким образом, готовый многокомпонентный молочный продукт можно отнести к функциональным продуктам, поскольку он содержит пробиотические культуры (*L. acidophilus* и смесь мезофильных лактококков: *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. Diacetylactis*), сывороточные экстракты сушеной черники, малины и шиповника, которые не только улучшают вкусовые характеристики, но и повышают его витаминную ценность и антиоксидантные свойства, а также пребиотик – пектин. Продукт обладает пониженной калорийностью, хорошей усвояемостью и может быть рекомендован для лечебно-профилактического питания.

Список литературы

1. *Акопов И. Э.* Важнейшие отечественные лекарственные растения и их применение. Ташкент: Медицина, 1990 – 442 с.
2. *Даников Н. И.* Целебный шиповник. Москва, Эксмо, 2013 – 256 с.
3. *Евдокимов И. А., Храмцов А. Г., Нестеренко П. Г.* Современное состояние переработки молочной сыворотки // Молочная промышленность. – 2008. – № 11. – с. 36-40
4. *Кочеткова А.А.* Функциональное питание / А.А. Кочеткова, В.И. Тужилкин, И.Н. Нестерова, А.Ю. Колеснов, Н.Д. Войткевич // Вопросы питания. - - 2000, №4, с. 8-10.
5. *Кунижев С.М., Шуваев В.А.* Новые технологии в производстве молочных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 203 с.
6. *Махлаюк В.П.* Лекарственные растения в народной медицине. – М.: Нива России, 1992 – 280 с.
7. *Скальный А.В.* Основы здорового питания: пособие по общей нутрициологии / А.В.Скальный, И.А., Рудаков, С.В., Нотова, Т.И.Бурцева, В.В. Скальный., О.В. Баранова. – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2005. – 117 с.
8. *Теплов. В. И., Боряев В. Е., Белецкая Н. М.* Функциональные продукты питания. Учебное пособие. – М.: А-Приор, 2008. – 240 с
9. *Тихомирова Н.А.* Технология продуктов лечебно-профилактического назначения на молочной основе: Учебное пособие. – СПб.: Троицкий мост, 2010.- 448 с.
10. *Храмцов А.Г., Нестеренко П.Г.* Технология продуктов из молочной сыворотки. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 587 с.
11. *Храмцов А. Г.* Феномен молочной сыворотки. - СПб.: Профессия, 2011. – 802 с.
12. *Храмцов А. Г., Василисин С. В.* Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры. Т.5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 567 с.
13. *Чуб В.* Для чего нужны антоцианы // Цветоводство. 2008. №6. С.22-25
14. *Шендеров Б.А.* Медицинская микробная экология и функциональное питание: Пробиотики и функциональное питание – М.: Изд. «Грантъ», 2001. – 288 с.
15. *Шендеров Б.А., Манвелова М.А.* Функциональное питание и пробиотики: Микрoэкологические аспекты.- М. Агар, 1997, 24 с.
16. *Fuller R., Gibson G.R.* Probiotics and prebiotics: microflora management for improved gut health. //Clin. Microbiol Infect 1998, 4: P. 477-480
17. *Gibson G.R., Fuller R.* Aspects of in vitro and In vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. //J. Nutr. 2000: 130 (2) Suppl: P. 391-395.

References

1. *Akopov I. E.* The major domestic herbs and their application. Tashkent: Meditsina, 1990 – 442 p.
2. *Danikov N. I.* Curative dogrose. Moskva, Eksmo, 2013 – 256 p.
3. *Evdokimov I. A., Khramtsov A. G., Nesterenko P. G.* Current state of processing of whey // *Molochnaya promyshlennost'*. – 2008. – № 11. – p. 36-40

4. Kochetkova A.A. Functional food/ A.A. Kochetkova, V.I. Tuzhilkin, I.N. Nesterova, A.Yu. Kolesnov, N.D. Voitkevich // *Voprosy pitaniya*. - - 2000, №4, p. 8-10.
5. Kunizhev S.M., Shuvaev V.A. New technologies in production of dairy products. – M.: DeLi print, 2004. – 203 p.
6. Makhlayuk V.P. Herbs in traditional medicine. – M.: Niva Rossii, 1992 – 280 p.
7. Skal'nyi A.V. Bases of healthy food: a grant on the general nutritsiologiya / A.V.Skal'nyi, I.A., Rudakov, S.V., Notova, T.I.Burtseva, V.V. Skal'nyi., O.V. Baranova. – Orenburg, GOU OGU, 2005. – 117 p.
8. Teplov. V. I., Boryaev V. E., Beletskaya N. M. Functional food. Uchebnoe posobie. – M.: A-Prior, 2008. – 240 p.
9. Tikhomirova N.A. Tekhnologiya of products of treatment-and-prophylactic appointment on a dairy basis: Uchebnoe posobie. – SPb.: Troitskii most, 2010.- 448 p.
10. Khrantsov A.G., Nesterenko P.G. Tekhnologiya of products from whey. – M.: DeLi print, 2004. – 587 p.
11. Khrantsov A. G. Fenomen of whey. - SPb.: Professiya, 2011. – 802 p.
12. Khrantsov A. G., Vasilisin S. V. Reference book of the technologist of dairy production. Technologies and compoundings. T.5. Produkty iz obezzhirennoogo moloka, pakhty i molochnoi syvorotki. – SPb.: GIORD, 2004. – 567 p.
13. Chub V. For what antotsiana// *Tsvetovodstvo*. 2008. №6. P.22-25
14. Shenderov B.A. Meditsinskaya microbic ecology and functional food: Probiotiki i funktsional'noe pitanie – M.: Izd. «Grant'», 2001. – 288 p.
15. Shenderov B.A., Manvelova M.A. Functional food and probiotics: Mikroekologicheskie aspekty.- M. Agar, 1997, 24 p.
16. Fuller R., Gibson G.R. Probiotics and prebiotics: microflora management for improved gut health. // *Clin. Microbiol Infect* 1998, 4: P. 477-480
17. Gibson G.R., Fuller R. Aspects of in vitro and In vivo research approaches directed toward identifying probiotics and prebiotics for human use. // *J. Nutr.* 2000: 130 (2) Suppl: P. 391-395.