

УДК 637.146.21'639

И. С. Бушуева, Д. И. Ахтямова

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ И ПИЩЕВОЙ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА ДЕТСКОГО ИЗ КОЗЬЕГО МОЛОКА

Ключевые слова. Козье молоко; кефир; лактулоза; глицин; аскорбиновая кислота; яблочная кислота; рациональное питание, функциональные продукты.

В статье рассматривается проблема, связанная со сбалансированным питанием детей дошкольного и школьного возрастов. Статистика показывает, что в последнее время среди детей, в возрасте от 3 лет и старше, количество аллергических реакций на коровье молоко увеличилось. В связи с тем, что козье молоко богато природными микроэлементами и отличается по сравнению с коровьим молоком высокой питательностью, было решено использовать его для производства кефира детского. Приведена информация по новым разработкам, за счет которых расширяется ассортимент продуктов из козьего молока. Приводятся результаты исследований, проводимые для выявления влияния биологически активных и пищевой добавок на органолептические, физико-химические и микробиологические показатели кефира детского, изготовленного из козьего молока.

Keywords . Goat's milk, kefir, lactulose, glycine, ascorbic acid, malic acid, rational nutrition, functional foods.

The article considers the problem associated with balanced nutrition of children of preschool and school age. Statistics show that in recent years among children aged 3 years and older, the number of allergic reactions to cow's milk increased. Due to the fact that goat's milk is rich in natural trace elements and different compared to cow's milk is highly nutritious, it was decided to use it for the production of yogurt child. Provide information on new developments, through which extends the range of goat milk. The results of research conducted to determine the effect of dietary and nutritional supplements on the organoleptic, physico-chemical and microbiological characteristics of children's kefir made from goat's milk.

Рациональное питание в детском возрасте – один из важнейших факторов, характеризующих степень адаптации к внешнему миру и определяющих возможности роста и развития детского организма. Степень соответствия питания потребностям детского организма определяет состояние иммунологической резистентности, способности преодолевать стрессовые ситуации, темпы физического и психического развития [1].

Производство детского питания высокого качества является очень важным сегментом с высокой социальной значимостью. Поэтому особое внимание следует уделять разработке рецептуры продукта и очень тщательно отбирать качественное сырье (без пестицидов, тяжелых металлов и других загрязняющих веществ) и ингредиенты [2].

В современных условиях питание детей всех возрастных групп характеризуется значительным дефицитом многих микронутриентов, дисбалансом поступления основных питательных веществ. Итак, применение функциональных продуктов, обогащенных пребиотиком лактулозой, позволяет восполнить недостаток пищевых волокон в рационе людей и избежать серьезных заболеваний, возникающих вследствие недостатка веществ, необходимых для правильной работы организма. [3].

В настоящее время в России наблюдается тенденция расширения ассортимента диетических кисломолочных продуктов, предназначенных для детей дошкольного и школьного возрастов. Обследования показали, что большая часть населения России живет с серьезными факторами

риска различных заболеваний. Одним из основных факторов является несбалансированное питание, а также воздействие неблагоприятных факторов окружающей среды. Так начиная с раннего возраста, имеются предпосылки к заболеваниям желудочно-кишечного тракта (дисбактериоз кишечника, диарея и т.д.), в виду того, что Волгоград входит в двадцатку самых «грязных» городов России [4]. Одним из основных принципов, способствующих сбалансированному питанию детей данной возрастной группы, является рациональное использование молочного сырья при производстве диетических кисломолочных продуктов.

Козье молоко в полной мере может удовлетворять потребности детей, как в количественном, так и в качественном отношении в основных пищевых веществах (белки, жиры, углеводы, витамины, ферменты, макро- и микроэлементы). Более того, козье молоко обладает противоаллергенным свойством, так как в составе казеиновой фракции козьего молока отсутствует IS- α -казеина, а в альбуминовой фракции α -лактоальбумин доминирует над β -лактоглобулином, которые являются сильными аллергенами. Благодаря такому составу белков из козьего молока, в желудке образуется менее плотный сгусток, что в свою очередь ведет к значительному облегчению переваривания. Таким образом, использование козьего молока может помочь решить проблему питания детей с аллергической непереносимостью белков коровьего молока [5].

Козье молоко отличается от коровьего по жировому компоненту: жировые глобулы козьего молока значительно меньше по своим размерам, чем глобулы коровьего молока, что увеличивает их доступность для панкреатической липазы ребенка; в жирах козьего молока, существенно выше, чем в жирах коровьего молока, относительное содержание среднецепочечных жиров, которые всасываются непосредственно в венозную сеть, минуя лимфатические капилляры. Все это обеспечивает лучшую усвояемость козьего молочного жира в сравнении с коровьим [5].

В целом козье молоко является источником высококачественного белка, жира, витаминов и минеральных веществ. По сравнению с коровьим молоком в нем примерно на 13% больше кальция, на 25% – витамина В6, на 47% – витамина А; оно в 1,5 раза богаче калием, в 3 раза – ниацином, в 4 раза – медью и на 1/3 – селеном. В нем отсутствует каротин, он переработан организмом в витамин А, в нем значительно больше витамина В12 – кроветворного фактора, контролирующего все обменные процессы в организме. Козье молоко обладает хорошим антирахитическим свойством за счет высокого содержания кальция, фосфора, кобальта, меди, селена, магния, железа, марганца, сиаловой кислоты, входящей в структуру иммунологических барьеров организма [6, 7].

В связи с вышеизложенным, козье молоко рекомендуется применять для производства детских молочных продуктов, в частности, кефира детского. Кефир, как большинство диетических кисломолочных продуктов, служит хорошим источником белков животного происхождения. Они легко перевариваются и усваиваются организмом ребенка, так как содержат все жизненно важные аминокислоты. Сравнение состава незаменимых аминокислот коровьего и козьего молока представлено в таблице 1 [8].

Таблица 1 – Состав незаменимых аминокислот молока, г/100 г белка

	Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин + цистеин	Фенилаланин + тирозин	Треонин	Триптофан	Валин
коровье	4,7	9,5	7,8	3,3	10,2	4,4	1,4	6,4
козье	5,7	10,3	7,8	3,33	8,00	4,8	1,4	6,4

Обеспечение детей высококачественными биологически полноценными функциональными продуктами питания – важная задача, выполнение которой является залогом здоровья нации [9]. В связи с этим, была разработана рецептура и технология производства кефира детского с биологически активными веществами. Продукт создан с использованием биологически активной и пищевой добавок. Биологически активная добавка

«Кумелакт» представляет собой композицию натуральных биологически активных веществ, получаемую путем сочетания медового экстракта проросших семян тыквы, концентрата лактулозы и янтарной кислоты [10]. Данная добавка разработана в Государственном научном учреждении «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Россельхозакадемии».

Введение БАД к пище «Кумелакт» в рацион стимулирует обмен веществ и кроветворение, повышает иммунитет, компенсирует витаминную и минеральную недостаточность, нормализует кислотно-щелочной баланс, способствует очищению организма от шлаков и интенсивному пищеварению. Содержание в БАД натурального меда и лактулозы определило такие ее функциональные свойства как восполнение энергетических затрат организма, профилактика сердечнососудистых заболеваний и заболеваний центральной нервной системы, нормализация и поддержание микробиоценоза кишечника, метаболического гомеостаза.

Использование в БАД семян тыквы в «пробужденном», т.е. пророщенном состоянии предполагает обогащение экстрагента – меда – дополнительным количеством эссенциальных веществ. Мед на 35 % состоит из белка, содержит половину всех аминокислот и является высококонцентрированным источником многих питательных веществ, включая большое количество сахаров, некоторых минеральных веществ, витаминов группы В, а также витаминов С, D и Е. Мед используют как источник энергии и средство, ускоряющее выздоровление, а также для подслащивания других продуктов питания и пищевых добавок [11].

При проращивании семян активно формируются ферментные системы, которые, в свою очередь, катализируют наработку витаминов (резко увеличивается содержание витамина Е, β-каротина, витаминов группы В, витамина С, фолиевой кислоты) и массы других биологически активных веществ (незаменимые аминокислоты, магний, фосфор, железо, медь, кобальт, появляется масса биофлавоноидов и полифенолов), содержание которых в семенах и его проростках возрастает во много раз.

Использование семян хорошего качества, их предварительная ручная очистка, дезинфекция, применение чистой воды и, главным образом, молочной сыворотки, которая содержит все необходимые микроэлементы и питательные вещества для проращивания семян, – это основные приемы, которые позволяют получать высококачественную биомассу пищевых проростков семян тыквы. Пророщенные ядра тыквы обладают противоглистным эффектом, так как содержат аминокислоту кукурбитин, которая является ядом для кишечных паразитов, но абсолютно безопасна для человека, что позволяет эффективно применять тыквенные семечки от глистов у детей. Они являются богатым источником полезного для сердца магния и пищевых волокон. Содержащийся в пророщенных ядрах цинк необходим для

нормальной работы головного мозга, способствует укреплению памяти и снижению утомляемости.

Лактулоза, входящая в состав биологически активной добавки «Кумелакт», относится к классу олигосахаридов и является признанным бифидофактором. Она способна восстанавливать и поддерживать рост бифидобактерий. Во многих развитых странах мира она используется как профилактическое и терапевтическое средство при дисбактериозах. Механизм действия лактулозы основан на том, что она не расщепляется в верхнем отделе желудочно-кишечного тракта, а транзитом проходит в толстый кишечник, где используется бифидобактериями как источник углерода и энергии. В результате метаболизма лактулоза превращается в уксусную, молочную и другие органические кислоты, которые подавляют развитие гнилостной микрофлоры кишечника и подкисляют его содержимое. Вследствие этого улучшается работа желудочно-кишечного тракта, обеспечивается защита от кишечной инфекции, предотвращается отравление организма токсичными продуктами белкового распада, снижается нагрузка на печень и почки, активизируются иммунные реакции, тормозится рост раковых клеток, стимулируется продуцирование витаминов и облегчается выведение фекальных масс, т.е. проявляется послабляющий эффект [10].

Кратко перечислим те эффекты, которых можно добиться при употреблении функциональных продуктов, обогащенных лактулозой: нормализация работы кишечника за счет увеличения количества и качества бифидо- и лактобактерий, профилактика запоров, стимулирование общего иммунитета за счет нормализации микрофлоры кишечника, предупреждение инфекционных заболеваний, подкисление содержимого кишечника (подавление процессов гниения в кишечнике, увеличение процессов брожения), поддержка организма во время и после антибиотикотерапии, сокращение популяции патогенной микрофлоры, предохранение от атопических дерматитов, оказание антиканцерогенного действия – лактулоза снижает активность специфических фекальных ферментов-канцерогенов [3].

Комплексная пищевая добавка «Глималаск» – это сочетание аминокислотной, аскорбиновой и яблочной кислот. Данная добавка разработана в Государственном научном учреждении «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции Россельхозакадемии». При ее разработке ориентировались на то, что она будет использоваться при производстве новых видов алкогольной продукции. Но в дальнейшем ее стали применять при изготовлении колбасных изделий, напитков из пшеницы и других пищевых продуктов.

Аскорбиновая кислота обладает общеукрепляющим и стимулирующим иммунную систему свойствами, является мощным антиоксидантом, нормализует окислительно-восстановительные процессы. Содержащаяся в добавке аминокислота глицин является регулятором

обмена веществ, нормализует и активирует процессы защитного торможения в центральной нервной системе, уменьшает психоэмоциональное напряжение, повышает умственную работоспособность. Биологически активные пищевые кислоты – яблочная, янтарная – участвуют в превращении сахаров и жиров в аденозинтрифосфат, который является источником энергии. Ускоряют образование желчи в печени, способствуют опорожнению желчного пузыря, обладают противовоспалительными свойствами, нормализуют выработку желудочного сока, стимулируют пищеварительные процессы, обладают способностью улучшать усвоение железа из пищи, что важно при лечении анемий. Антиоксидантные свойства кислот усиливают углеводный обмен. Добавки позитивно влияют на организм ребенка за счет того, что сочетание БАД «Кумелакт» и пищевой добавки «Глималаск» дополнительно обогащают кефир детский лактулозой, флавоноидами, полифенольными веществами и органическими кислотами. БАД «Кумелакт», а также пищевая добавка «Глималаск» улучшают работу органов внутренней секреции и общий обмен веществ, а также кефир детский регулирует работу кишечника и подавляет развитие болезнетворных микроорганизмов [10].

Технология производства кефира детского включает следующие операции: прием и очистка молока; подогрев и нормализацию; подогрев и деаэрацию; гомогенизацию; стерилизацию; охлаждение до температуры сквашивания; внесение биологически активной добавки «Кумелакт» и закваски на кефирных грибах; сквашивание; охлаждение и перемешивание; внесение пищевой добавки «Глималаск», перемешивание; розлив; созревание в упаковке; хранение. В процессе производства исключается стадия резервирования козьего молока, что в свою очередь позволяет снизить его обсемененность.

Общеизвестно, что козье молоко обладает специфическим запахом и сладковатым вкусом. Более выраженный своеобразный запах и вкус у козьего молока может возникать, если при содержании коз не регулируются рацион питания, не соблюдаются условия содержания, а также органолептические показатели качества молока зависят от сезонности и видовой принадлежности животного. Следует отметить, что потребителям, привыкшим к коровьему молоку, не всегда нравится вкус и запах козьего молока. Поэтому одним из технологических этапов производства кефира детского является деаэрация молока. Проведение дезодорации улучшает запах и вкус козьего молока, а, следовательно, и кисломолочного напитка.

В качестве термообработки выбрана стерилизация козьего молока при температуре 135-137°C и давлении 0,4-0,6 МПа с выдержкой в течение 3-5 с. Большое внимание уделяется температурным режимам и времени выдержки, так как от этого будет зависеть качество готового продукта. В процессе стерилизации погибают все микроорганизмы, как в вегетативной, так и в

споровой форме [12]. Поэтому молоко, обработанное при высоких температурах, можно направлять на производство детских молочных продуктов.

Важной технологической операцией является сквашивание, во время которого происходит формирование консистенции и вкуса готового продукта. Оно осуществляется в течение 8-12 часов при температуре 20-24 °С [13, 14].

Целью проведения экспериментального исследования являлось выявление перспективности введения биологически активных добавок в рецептуру кефира детского из козьего молока, определение оптимального количества вносимой добавки и стадии, на которой она вносится в продукт. Для осуществления данного эксперимента была проведена адаптация общепринятой технологии к лабораторным условиям, проведена идентификация органолептических, физико-химических и микробиологических показателей, как исходного молочного сырья, так и готового продукта.

НИИ питания РАМН определил адекватный уровень суточного потребления лактулозы, имеющий профилактический эффект: от 2 до 10 г в день для взрослого человека [3]. Исходя из этих исследований, в кефир детский, изготовленный из козьего молока, было решено вводить 5% БАД «Кумелакт». Было рассчитано, что в одной порции кефира детского из козьего молока, лактулозы содержится 14% от суточной нормы потребления.

Для выявления стадии, на которой будет вноситься биологически активная и пищевая добавки, были выработаны образцы кефира: контрольный образец – кефир без добавления биологически активной добавки; опытный образец №1 – кефир с добавлением БАД до заквашивания; опытный образец №2 – кефир с добавлением БАД после заквашивания. В выработанных образцах была определена кислотность и вязкость, а также органолептические показатели.

При производстве кефира детского использовалось козье молоко кислотностью 19°Т. Добавление БАД «Кумелакт» в образец № 1 значительно влияет на возрастание кислотности, которая спустя два часа после начала сквашивания достигает 45°Т, по сравнению с кислотностью контрольного образца (30°Т) и образца № 2 (30°Т). Нарастание кислотности контрольного и образца №2 во время сквашивания одинаковое. Нарастание кислотности образца №1 и контрольного во время сквашивания растут параллельно, что указывает на влияние янтарной кислоты, входящей в состав БАД «Кумелакт», на начальный прирост кислотности образца № 1. Охлаждение кефира до температуры созревания, приводит к снижению роста кислотности контрольного и опытного образца № 1. Охлаждение образца № 2 до температуры созревания и внесение БАД «Кумелакт» влияет на рост кислотности в течение 8 часов после начала созревания, а затем прирост кислотности совпадает с ростом кислотности контрольного образца. В итоге, в конце созревания кислотность образца с БАД составляет 110°Т, а контрольного образца и

образца № 2 равна 130°Т. Из чего можно сделать вывод, что биологически активная добавка замедляет нарастание кислотности во время созревания, т.е. оказывает влияние на развитие дрожжей и уксуснокислых бактерий. В связи с тем, что в процессе ферментации образуется молочная кислота, которая обладает способностью уничтожать патогенную микрофлору, происходит стимулирование пищеварительного процесса и улучшается усвоение питательных веществ.

Добавление пищевой добавки в образцы до сквашивания и после сквашивания показало, что внесение комплексной пищевой добавки «Глималаск» до сквашивания совместно с биологически активной добавкой дает значительный прирост титруемой кислотности, что в свою очередь сказывается неблагоприятно на качестве продукта, а также на развитии микроорганизмов закваски.

Органолептическая оценка изготовленных образцов кефира проводилась по пятибалльной шкале. Дегустаторами образец № 1 был оценен на 4,9 балла, образец № 2 набрал 4,81 балла и контрольный образец кефира из козьего молока набрал наименьшее количество баллов – 4,64. Опытные образцы кефира детского из козьего молока набрали наибольшее количество баллов, в виду того, что вводимые в состав кисломолочных напитков добавки значительно повлияли на вкусовые ощущения. Они содержат лактулозу, медовый экстракт проросших семян тыквы, а также глицин – аминокислоту, которая является регулятором обмена веществ, нормализует и активизирует процессы защитного торможения в центральной нервной системе, повышает умственную работоспособность. Поэтому кефир детский образцов № 1 и № 2 отличаются от контрольного образца сладковатым вкусом. Диаграмма органолептической оценки опытных образцов кефира представлена на рисунке 1.

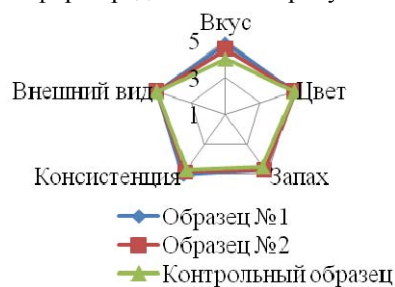


Рис. 1 – Органолептическая оценка кефира детского из козьего молока

Вязкость кефира определялась на капиллярном вискозиметре ВЗ-246. Объем каждого образца – 100 мл. Экспериментальные данные определения вязкости образцов кефира приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, введение биологически активной добавки «Кумелакт» до заквашивания и после сквашивания по сравнению с контрольным образцом не влияет на вязкость готового продукта. Образцы кефира №1 и №2 вытекают, практически, за одно и то же время, с разницей в 1 с. Вследствие того, что физико-химические и органолептические показатели

расходятся незначительно, то в дальнейших экспериментальных исследованиях будут использоваться два образца: образец №1 и контрольный образец.

Особое внимание в последнее время уделяется показателям безопасности молочных продуктов. Проведенные исследования на наличие токсических металлов (свинца, мышьяка, кадмия и ртути) в лабораторных условиях показали, что в козьем молоке данные элементы отсутствуют.

Таблица 2 – Экспериментальные данные вязкости исследуемых образцов

Показатель	Образцы		
	контрольный	№ 1	№ 2
Время истечения, с	25	23	22
°ВУ (°Е)	5	4,6	4,4
Динамическая вязкость, Па·с	0,0364	0,0333	0,0317
Кинематическая вязкость, м ² /с	$3,53 \cdot 10^{-5}$	$3,23 \cdot 10^{-5}$	$3,08 \cdot 10^{-5}$

Качественные характеристики всех опытных образцов кефира детского, полученного из козьего молока, определялись по общепринятым методикам. Исследовали физико-химические показатели образцов кефира детского. Контрольный образец: массовая доля жира – 4,3%, массовая доля белка – 3,01%, массовая доля сухого вещества – 13,13%, массовая доля углеводов – 4,74%, массовая доля витамина Е – 0,4 мг%, массовая доля витамина С – 1,18 мг%. Образец № 1: массовая доля жира – 4,6%, массовая доля белка – 3,03%, массовая доля сухого вещества – 16,13%, массовая доля углеводов – 6,0%, массовая доля витамина Е – 0,59 мг%, массовая доля витамина С – 1,3 мг%.

Микробиологические показатели образцов кефира. Контрольный образец кефира из козьего молока: КМАФАнМ, не более – $4 \cdot 10^4$ КОЕ/г, количество дрожжей – $4 \cdot 10^6$ КОЕ/г, количество молочнокислых микроорганизмов – $1,1 \cdot 10^9$ КОЕ/г. Образец кефира детского № 1: КМАФАнМ – не обнаружено, количество дрожжей – $5,2 \cdot 10^6$ КОЕ/г, количество молочнокислых микроорганизмов – $1,1 \cdot 10^9$ КОЕ/г. По истечению семи суток после изготовления образцов кефира были исследованы микробиологические показатели. Контрольный образец: количество дрожжей – $1,2 \cdot 10^4$ КОЕ/г, количество молочнокислых микроорганизмов – $6 \cdot 10^7$ КОЕ/г. Образец кефира детского № 1: количество дрожжей – $1,4 \cdot 10^4$ КОЕ/г, количество молочнокислых микроорганизмов – $9 \cdot 10^8$ КОЕ/г.

Кроме органолептических показателей качества, определили влияние добавок на сохраняемость кисломолочного продукта при температуре от +2°C до +6°C. Во время наблюдения за ростом кислотности было выявлено, что биологически активная добавка «Кумелакт»

замедляет нарастание кислотности во второй половине сквашивания и во время созревания. Таким образом, микробиологические показатели образцов показывают, что БАД «Кумелакт» не оказывает влияние на количество молочнокислых микроорганизмов в начале хранения, а из результатов на седьмые сутки видно, что данная биологически активная добавка влияет на выживаемость молочнокислых микроорганизмов. Таким образом, срок хранения опытного образца по сравнению с контрольным образцом увеличился.

Изучение органолептических, физико-химических и микробиологических показателей опытных образцов кефира детского, полученного из козьего молока с использованием биологически активной добавки «Кумелакт» и комплексной пищевой добавки «Глималаск», показало, что вкусовые качества данного кисломолочного напитка отвечает высоким потребительским требованиям, а также показателям безопасности, что свидетельствует о перспективности применения усовершенствованной технологии производства кефира детского из козьего молока на предприятиях пищевой промышленности различных форм собственности. Применение пищевых и биологически активных добавок при производстве функциональных кисломолочных напитков из козьего молока позволят расширить спектр отечественных молочных продуктов.

Литература

- 1 Организация лечебного питания детей в стационарах. Пособие для врачей / Под ред. А. А. Баранова, К. С. Ладодо. Москва, 2001. С. 239 с.
- 2 R.O. Bertuzzi, Пищевая промышленность, 12, 17 (2013).
- 3 Д. Леонидов, Переработка молока, 172, 2, 36-38 (2014).
- 4 Д. Назаркин, Здоровье и экология, 117, 11, 6-7 (2012).
- 5 О.А. Матальгина, Вопросы современной педиатрии, 7, 1 71-81 (2008).
- 6 Т.Л. Строумова, Молочная промышленность. – 2005. – №8. – С. 69-70.
- 7 Г.А. Пелевина, Е.С. Артемов, Е.В. Потимко, Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 27, 4, 83-86 (2010).
- 8 Г.М. Лесь, И.В. Хованова, С.В. Зубова, Переработка молока, 168, 10, 74-76 (2013).
- 9 А.А. Короткова, Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. Шифр Информрегистра: 0421100012/0386. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/04.pdf>, 73, 9, (2011).
- 10 И.Ф. Горлов, В.Н. Храмова, М.И. Сложенкина, С.Е. Божкова, Е.А. Селезнева, Инновационные разработки лактулозосодержащих пищевых добавок и БАД, ВолГТУ, Волгоград, 2010. 80 с.
- 11 М. Рисман, Биологически активные пищевые добавки: неизвестное об известном. Арт-Бизнес-Центр, Москва, 1998. С. 37.
- 12 И.Б. Гисин, Технология молока и молочных продуктов, Пищевая промышленность, Москва, 1985. 376 с.
- 13 Л.И. Степанова, Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т. 1. Цельномолочные продукты, ГИОРД, Санкт-Петербург, 1999. 384 с.
- 14 Г.В. Твердохлеб, Технология молока и молочных продуктов, Агропромиздат, Москва, 1991. 463 с.

© И. С. Бушуева – д-р биол. наук, проф. каф. технологии пищевых производств, Волгоградский госуд. технич. ун-тет; Д. И. Ахтямова – магистрант того же вуза, ahtyamova.dinara@yandex.ru.

© I. S. Bushueva – Prof., Volgograd the state technical university; D. I. Ahtyamova - the masters degree candidate, Volgograd the state technical university, ahtyamova.dinara@yandex.ru.