

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Вологодская государственная молочнохозяйственная  
академия имени Н.В. Верещагина»



## «Первая ступень в науке»

*Сборник трудов ВГМХА по результатам работы  
II Ежегодной научно-практической студенческой  
конференции*

*Технологический факультет*

**Посвящается 95-летию со дня рождения профессора О.Г. Котовой**

Вологда – Молочное  
2013 г.

ББК 65.9 (2 Рос – 4 Вол)  
**П-266**

**П-266** Первая ступень в науке. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы II Ежегодной научно-практической студенческой конференции (технологический факультет).– Вологда – Молочное: 2013. - 30 с.

Сборник составлен по материалам работы II Ежегодной научно-практической студенческой конференции, которая проходила 28 марта 2013 года на технологическом факультете.

В сборнике представлены статьи и материалы, в которых рассматриваются актуальные вопросы техники и технологии пищевой промышленности.

ББК 65.9 (2 Рос – 4 Вол)  
**П-266**

**Гусаков Н.А.**, магистрант технологического факультета  
*Научный руководитель - д.т.н., профессор Гнездилова А.И.*

## **Разработка технологии консервированного молокосодержащего продукта с сахаром**

В настоящее время разрабатываются новые технологии, позволяющие вырабатывать молочные консервы с сахаром без операции сгущения, что значительно упрощает технологию, по сравнению с традиционной и дает возможность варьировать физико-химическими и органолептическими показателями качества.

В составе этих продуктов допускается частичная замена молочного жира на растительные масла, что позволяет вырабатывать продукты, сбалансированные по жирно-кислотному составу. Эти продукты получили название молкосодержащих согласно ГОСТ Р 52738-2007 [1]

При замене молочного жира на растительный обычно руководствуются критерием, согласно которому немолочные жиры должны быть идентичны по физико-химическим показателям молочному жиру. Считают, что чем ближе температура застывания растительного масла к температуре застывания молочного жира, тем больше данное масло подходит для использования в молочной промышленности. Техническим недостатком известных рецептур сгущенного молока с сахаром, выработанного с использованием растительных масел, и известных способов его производства является невысокое качество и низкая пищевая ценность вырабатываемых продуктов в сравнении с натуральным сгущенным молоком с сахаром.

Целью настоящего исследования является разработка рецептуры и технологии производства молкосодержащего консервированного продукта (КМП) с сахаром на основе композиции жиров, сбалансированной по жирнокислотному составу и выработка продукта, обладающего повышенным качеством и пищевой ценностью.

Рецептура разработанного консервированного молкосодержащего продукта с сахаром включает компоненты (масс. %):

молоко сухое обезжиренное – 22,5;  
сахар-песок – 43,5 ;  
жировая композиция – 8,5;  
мелкокристаллическая лактоза – 0,02 – 0,03;  
вода – остальное.

В качестве жировой композиции используют смесь растительных масел: кокосового, кукурузного, амарантового и молочного жира, взятых в соотношении: 55:30:5:10. При выборе жировых ингредиентов для разработанного консервированного молкосодержащего продукта с сахаром руководствовались, прежде всего, их влиянием на питательную ценность и физиологическую функциональность.

Для расчета биологической эффективности липидов продуктов питания учеными Института Питания РАМН предложено понятие гипотетически идеального липида, в 100 г которого на долю полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) приходится 6 г, на долю насыщенных жирных кислот (НЖК) - 20 г и на долю олеиновой кислоты - 35 г. Для количественной оценки соответствия жирно-кислотного состава пищевых жиров потребностям организма, важное значение имеет соотношение жирных кислот. Так соотношение ПНЖК/ НЖК должно составлять 0,30-0,35 [2].

Этому требованию не соответствует ни один исследуемый жир. Поэтому была разработана композиция жиров, состоящая из кокосового, кукурузного, амарантового масел и молочного жира, взятых в соотношении: 55:30:5:10, соответственно. При таком составе композиции соотношение ПНЖК/НЖК= 0,33. Данная композиция была использована при выработке КМП с сахаром.

Технология получения консервированного молокосодержащего продукта с сахаром, включает: восстановление сухого обезжиренного молока, внесение сахара, пастеризацию и охлаждение смеси. Перед введением сахара в восстановленную смесь добавляют жировую композицию при указанном выше соотношении компонентов при постоянном интенсивном перемешивании при температуре 50 – 60°C.

После добавления жира проводят эмульгирование, а затем гомогенизацию смеси на плунжерном гомогенизаторе при температуре 50 – 65°C и давлении 10 – 20 МПа.

Кроме того, проводят пастеризацию, после чего смесь фильтруют и интенсивно охлаждают в потоке до температуры усиленной кристаллизации лактозы 33±3°C. Затем в смесь вводят 0,02 – 0,03% затравки, в качестве которой используется сухая мелкокристаллическая лактоза.

Кристаллизацию лактозы осуществляют с целью снятия пересыщения и предупреждения последующего роста кристаллов на стадии хранения при низких температурах. Поэтому кристаллизацию лактозы проводят в ваннах при интенсивном перемешивании и охлаждении до температуры 20°C. После этого продукт фасуют и направляют на хранение.

КМП с сахаром вырабатывают из сухого обезжиренного молока распылительной сушки по ГОСТ 10970-87 путём восстановления его в питьевой воде по ГОСТ 2874-82, внесения сахарного песка по ГОСТ 21-94, масла сладкосливочного несоленого по ГОСТ 37, композиции растительных масел.

Данные физико-химических и органолептических параметров качества выработанного продукта представлены в таблицах 1-2, в сравнении с контролем, в котором в качестве жировой основы использован только молочный жир.

Таблица 1 - Физико-химические показатели качества КМП с сахаром

Наименование показателей	Консервированный молочный продукт с сахаром (контроль)	Консервированный молокосодержащий продукт с сахаром
Массовая доля влаги, %, не более	26,5	26,5
Общая массовая доля сухих веществ, %, в т.ч.:		
жира, %	8,0	8,0
СОМО, %	22,0	22,0
сахарозы, %	43,5	43,5
Кислотность, °Т,	50	50
Коэффициент динамической вязкости продукта, Па·с:	3,70	3,75
Средний линейный размер кристаллов лактозы, мкм:	3,50	3,49

Таблица 2- Органолептические показатели КМП с сахаром

Наименование показателей	Характеристика продукта:	
	Консервированный молочный продукт с сахаром	Консервированный молокосодержащий продукт с сахаром
Вкус и запах	Сладкий, чистый, с выраженным вкусом пастеризованного молока, без каких-либо посторонних привкусов и запахов.	
Консистенция	Однородная по всей массе, без наличия ощущаемых органолептически кристаллов молочного сахара.	
Цвет	Белый с кремовым оттенком, равномерный по всей массе.	

Как следует из таблиц 1 и 2, органолептические и физико-химические показатели качества КМП с сахаром находятся в полном соответствии с требованиями ГОСТ Р 53507-2009 [3]. При этом экспериментально подтверждено сохранение стабильности качественных показателей разработанных продуктов в процессе их хранения, о чем свидетельствуют данные по вязкости и среднему размеру кристаллов лактозы. Вязкость в течении 12 месяцев хранения не превышает 15 Па\*с, средний размер кристаллов меньше допустимого значения 15 мкм.

Все это показывает целесообразность использования композиции жиров в разработке новых видов продуктов, обладающих повышенной

пищевой и биологической ценностью. Выработка таких продуктов позволяет в широком диапазоне варьировать физико-химическими и органолептическими показателями сгущенных молочных продуктов с сахаром и, следовательно, получать продукт с необходимым для конкретного потребителя комплексом свойств.

Использование в качестве сырья сухого обезжиренного молока и композиции жиров позволяет решить такие проблемы как дефицит и высокая стоимость молока в России, снизить себестоимость продукта и тем самым сделать его более доступным покупателю.

На разработанный способ производства КМП с сахаром получен патент [4].

#### Список использованных источников

1. ГОСТ Р 52738-2007. Молоко и продукты переработки молока. Термины и определения. Национальный стандарт РФ.
2. Уманский М.С., Терещук Л.В. Теоретические и практические основы конструирования жировых молочно растительных композиций сбалансированного состава: монография.- Кемерово: 2001.-188 с.
3. ГОСТ Р 53507-2009. Консервы молокосодержащие сгущенные с сахаром. Общие технические условия.
4. Патент РФ № 2377780. Способ производства молокосодержащего концентрированного продукта с сахаром. Гнездилова А.И., Гусаков Н.А., Глушкова А.В. от 10.01.2010, Б.И.№1.

**Коломенкова Ю. В.**, студентка технологического факультета  
*Научный руководитель - д.т.н., профессор Фиалкова Е. А.*

## **Влияние конструктивных особенностей устройств подачи и выхода продукта на процесс гомогенизации в кавитационном гомогенизаторе вихревого типа**

Известно, что на степень дисперсности жировых шариков в процессе гомогенизации влияют как конструктивные параметры вихревой головки, так и эксплуатационные параметры гомогенизатора. К конструктивным параметрам относятся длина и диаметр камеры энергетического разделения, диаметры выходного сопла и выходной диафрагмы. К эксплуатационным параметрам относятся давление гомогенизации, температура продукта на входе в гомогенизатор и подача или производительность гомогенизатора. Причем, как показали предварительные эксперименты, определяющими конструктивными параметрами гомогенизирующего устройства являются: устройства подачи и отвода из него продукта.

Сконструированное изначально вихревое гомогенизирующее устройство являлось аналогом воздушной вихревой трубы. Если переходить от воздушной к вихревой трубе, то, как показали расчеты, в ее централь-

ной части также имеется зона низкого давления и соответственно низких температур. Доказано, что именно эта часть вихревого потока является зоной гомогенизации. Поэтому предполагалось, что наиболее целесообразная конструкция выхода из устройства должна обеспечивать отвод продукта из центральной части трубы, из той зоны, где происходит процесс гомогенизации. Чем дальше жировые шарики находятся в центральной приосевой зоне трубы, тем теоретически выше должна быть степень гомогенизации. Однако эксперименты показали, что увеличение длины вихревой камеры свыше некоторого критического значения (1:15) не дает повышения качества гомогенизации. Очевидно, это связано с отрицательным влиянием трения вихревого потока о стенки вихревой трубы и снижением его окружной скорости. Снижение окружной скорости в свою очередь уменьшает диаметр приосевой зоны низкого давления (зоны гомогенизации) [1].

Целью настоящей работы является анализ влияния конструкции устройства подачи и выхода продукта вихревой головки на степень дисперсности жира в обработанном молоке.

Первый сравнительный опыт повторяет конструкцию классической вихревой гомогенизирующей головки с прямым выходом через ее центральную часть. Опыт проводился с целью сопоставления предлагаемых конструктивных решений входа и выхода с известными ранее. Основным показателем эффективности гомогенизации является размер жирового шарика продукта после гомогенизации. В эксперименте использовалось сырое молоко с УОМЗ. Температура гомогенизации составляла 60 С, т. е. молоко перед гомогенизацией нагревалось до 60 С. Хорошая степень гомогенизации определяется средним размером жирового шарика в гомогенизированном молоке менее 1.2 мкм. Отличная степень гомогенизации достигается при размере шарика 1.1 мкм. Эксперименты проводились при давлениях 10, 12, 14, 16, 18 МПа. При этом средний размер жирового шарика уменьшался от 1.86 до 1.26 мкм. Естественно, чем выше давление, тем больше скорость продукта в вихревой камере, тем больше объем в ней занимает приосевая зона гомогенизации или зона низкого давления и соответственно, чем выше зона гомогенизации, тем меньше средний размер жирового шарика. Кроме того, на графике показано изменение максимального размера жирового шарика в зависимости от давления гомогенизации.

Известно, что в воздушной вихревой трубе для интенсификации энергетического разделения потоков воздуха применяются конические устройства. Для испытания таких устройств была изготовлена специальная гомогенизирующая головка с коническим устройством для выхода продукта. По аналогии с воздушной вихревой трубой было испытано коническое устройство на прямом выходе, чем обеспечивался выход через щель на торце вихревой камеры [2]. Эксперимент показал значительно более высокое качество гомогенизации. В результате получено существенное уменьшение среднего размера жирового шарика до 1,135 мкм, что соответствует хорошей степени гомогенизации.

В связи с тем, что даже прямой выход через кольцевую щель так существенно улучшил степень гомогенизации, было принято решение провести третий опыт с обратным выходом через кольцевую щель. В результате установлено, что обратный кольцевой выход с плоской заглушкой показал самый лучший результат (рисунок 1). Средний диаметр жирового шарика в результате гомогенизации уменьшился до 1.1 мкм. Получена отличная степень гомогенизации.

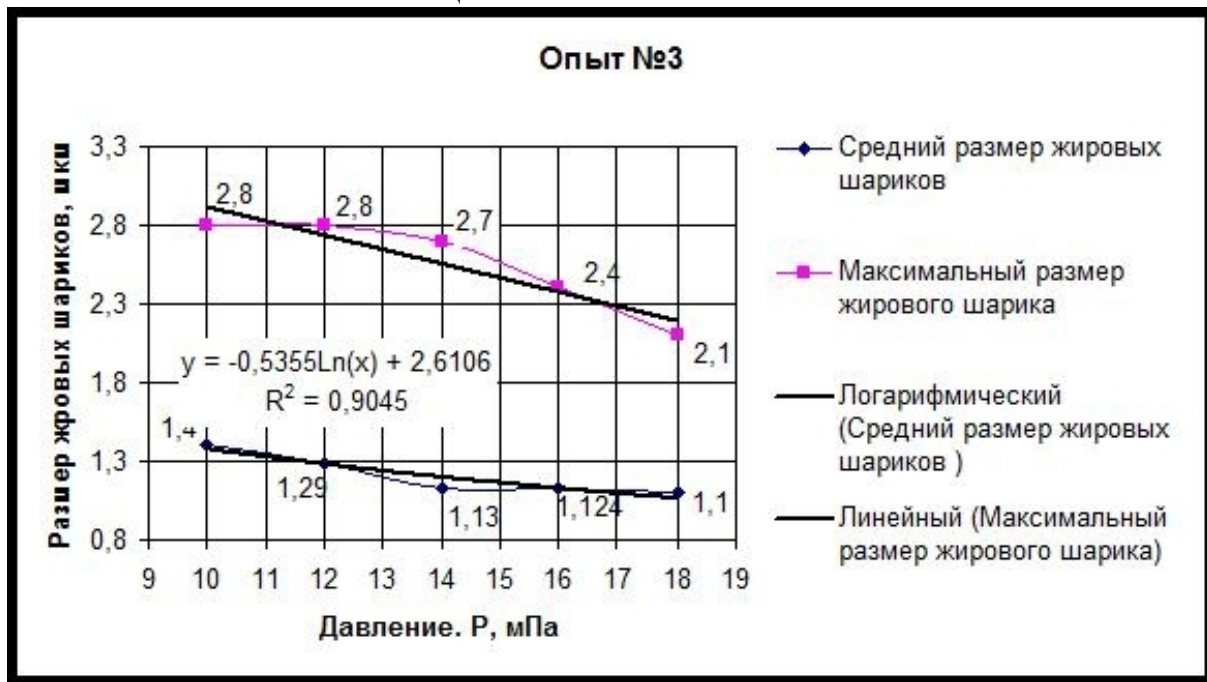


Рисунок 1 – Результаты эксперимента

Такое положительное влияние конических поверхностей на результат гомогенизации привел к идее провести эксперимент с обратным кольцевым выходом и с конической заглушкой. Но оказалось, что такое буквальное следование идее положительного влияния конических поверхностей на процесс гомогенизации не всегда приводит к положительному результату. И четвертый опыт оказался значительно хуже третьего и даже второго опыта с прямым выходом.

Вывод: таким образом, конические устройства в вихревой камере могут оказывать не только положительное, но и отрицательное влияние. Был получен наилучший результат гомогенизации с коническим устройством обратного выхода. Установлено, что при этом определяющую роль играет форма заглушки. Оказалось, что плоская заглушка намного эффективнее, чем коническая. Поэтому эксперименты предполагается продолжить, меняя форму заглушки до выступающего из камеры конуса.

#### Список использованных источников

1. Петрачков В.Б. Разработка вихревого гомогенизатора на основе теоретических и экспериментальных исследований процесса низкотемпературной кавитационной гомогенизации. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.- М., 2006.



2. Баронов В.И. Разработка и исследование вихревых устройств для гомогенизации и эмульгирования пищевых продуктов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.- М., 2009.

**Рогалева О.П.**, студентка технологического факультета  
*Научный руководитель – к.т.н., доцент Грунская В.А.*

## **Технологические особенности производства кисломолочного напитка, обогащенного пробиотической микрофлорой**

В современных условиях комплексное и рациональное использование молочного сырья, в том числе молочной сыворотки, является одним из приоритетных направлений развития молочной промышленности.

Состав молочной сыворотки (содержание белковых азотистых веществ, углеводов, минеральных солей, витаминов, ферментов) характеризует ее высокую пищевую и биологическую ценность и обуславливает целесообразность использования сыворотки в качестве основы для производства продуктов с функциональными свойствами. В связи с этим проведены исследования по разработке технологии обогащенного пробиотической микрофлорой кисломолочного напитка с использованием молочной сыворотки. Реализация поставленной цели требует решения ряда задач, связанных с определением состава закваски и выбором состава молочной основы для напитка, а также изучением влияния основных технологических факторов на свойства напитка.

В состав заквасочной микрофлоры были выбраны ацидофильная палочка и кефирная закваска. Выбор ацидофильной палочки обусловлен тем, что она является характерным представителем пробиотической микрофлоры. Включение в состав комбинированной закваски микрофлоры кефирных грибков, представляющей собой естественно сложившийся симбиоз молочнокислых микроорганизмов, дрожжей и уксуснокислых бактерий, способствует улучшению органолептических показателей продукта. Это происходит, очевидно, за счет накопления разнообразных продуктов молочнокислого и спиртового брожения (диацетила, ацетоина, летучих жирных кислот, этилового спирта, углекислоты и др).

Исследована активность развития заквасочной микрофлоры (ацидофильной палочки и кефирной закваски) в подсырной сыворотке. Ферментацию сыворотки проводили при оптимальной для микроорганизмов температуре (37 °С – для *L.acidophilus*, 25-30 °С – для кефирной закваски), посевные дозы составляли 1-10 %. Активность развития заквасочной микрофлоры оценивали по изменению кислотности, которая, как известно, коррелирует с количеством жизнеспособных клеток микроорганизмов.

Результаты исследований показали, что наиболее активно кислотообразование происходило при использовании комбинированной закваски, содержащей ацидофильную палочку и кефирную закваску. При этом лучшие органолептические показатели отмечались для опытных вариантов при использовании комбинированной закваски, содержащей ацидофильную палочку и кефирную закваску в соотношении 1:2, и температуре сквашивания -30 °С (доза закваски – 5 %). Повышение температуры до 37 °С и увеличение доли ацидофильной палочки в составе закваски приводило к ухудшению органолептических показателей – появлению излишне кислого вкуса продукта.

С целью повышения биологической ценности напитка за счет увеличения содержания сывороточных белков, не имеющих лимитированных незаменимых аминокислот, рассмотрена возможность использования в составе основы напитка УФ-концентрата, получаемого ультрафильтрацией подсырной сыворотки на лабораторной установке фирмы «ТИА». Установлено, что его использование в составе основы напитка положительно влияет на активность развития заквасочной микрофлоры и активность кислотообразования. Определены математические зависимости изменения кислотности от продолжительности сквашивания, достаточно высокое значение коэффициента детерминации подтверждает достоверность полученных результатов (рисунок 1).

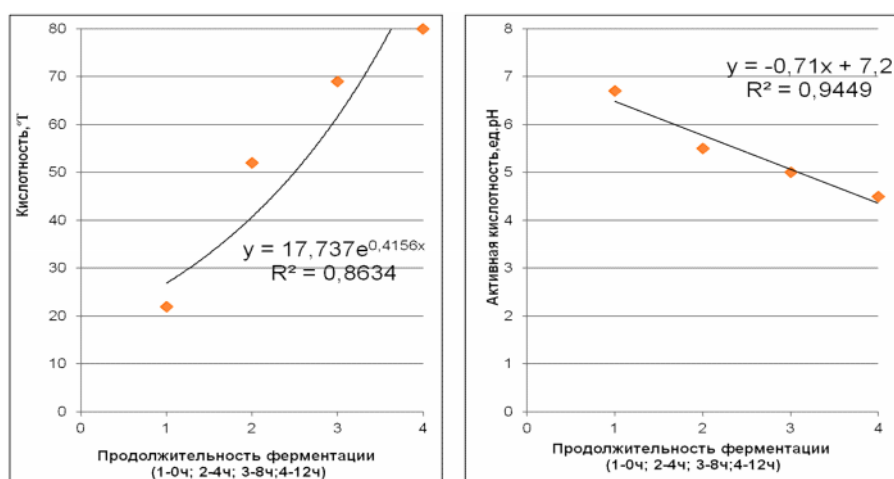


Рисунок 1- Зависимость изменения кислотности от продолжительности сквашивания

Для улучшения органолептических показателей напитка, повышения активности развития заквасочной микрофлоры предложено дополнительно включить в сывороточную основу напитка обезжиренное молоко. Исследовано влияние различного соотношения между подсырной сывороткой (УФ-концентратом) и обезжиренным молоком на процесс сквашивания. Во всех опытных вариантах с частичным использованием обезжиренного молока отмечалось появление сгустка, структурно-механические свойства которого улучшались пропорционально повышению доли обезжиренного

молока в составе основы, что подтверждает исследование вязкости и синергической способности кислотных сгустков опытных вариантов.

Для определения биологической ценности напитка использован метод расчета аминокислотного сора. Определение аминокислотного сора основано на сопоставлении содержания незаменимых аминокислот в белке исследуемого продукта с их содержанием в «идеальном» белке. Лимитирующей аминокислотой, характеризующей биологическую ценность напитка, считается та, сор которой менее 100%. Сравнение аминокислотного состава кисломолочных напитков, вырабатываемых с использованием подсырной сыворотки или УФ-концентрата, полученного ультрафильтрацией подсырной сыворотки, представлено в табл.1. Отсутствие лимитирующих аминокислот, более высокий процент серосодержащих аминокислот при введении в сывороточную основу УФ-концентрата подтверждают биологическую полноценность напитка.

Таблица 1 - Содержание незаменимых аминокислот в напитках

Наименование аминокислоты	Содержание аминокислот		Скор, %
	г/100 г продукта	г/ 100 г белка	
<i>УФ-концентрат (м.д.б=1,1%) + обезжиренное молоко (1:1), фактор концентрирования -1,47</i>			
валин	0,136	6,630	133
лейцин	0,249	12,15	174
изолейцин	0,145	7,070	177
метионин+цистин	0,099	4,830	138
треонин	0,102	4,980	125
лизин	0,196	9,560	174
триптофан	0,039	1,900	190
фенилаланин+тирозин	0,224	10,93	182
<i>УФ-концентрат (м.д.б=2,5%) + обезжиренное молоко (1:1), фактор концентрирования -3,33</i>			
валин	0,327	11,89	238
лейцин	0,662	24,07	344
изолейцин	0,353	12,84	321
метионин+цистин	0,290	10,55	301
треонин	0,276	10,04	251
лизин	0,501	18,22	331
триптофан	0,113	4,110	411
фенилаланин+тирозин	0,499	18,15	303

При введении обезжиренного молока в сывороточную основу происходит улучшение органолептических показателей напитка. Изучение свойств напитков (органолептических, структурно-механических и микро-

биологических характеристик) в зависимости от доли обезжиренного молока в молочно-сывороточной основе показало, что она должна составлять 35-50 %. При этом готовый продукт характеризуется приятным кисло-молочным вкусом, нежной, однородной консистенцией.

В результате выполненных исследований разработана технологическая схема и установлены основные технологические режимы обогащенного кисломолочного напитка, предусматривающие составление молочной смеси из обезжиренного молока и подсырной сыворотки (или УФ-концентрата, получаемого ультрафильтрацией подсырной сыворотки) в соотношении 1:1-1:2, пастеризацию и сквашивание смеси поликомпонентной закваской, содержащей ацидофильную палочку и кефирную закваску в соотношении 1:2 (температура пастеризации 85°C с выдержкой 5 мин, температура сквашивания 30-32 °C, кислотность сгустка 70-90 °T).

Выбранный состав закваски и режимы сквашивания обеспечивают содержание пробиотической микрофлоры в готовом продукте (сотни миллионов клеток в 1 см<sup>3</sup>), соответствующее рекомендуемой Институтом РАМН профилактической дозе.

#### Список использованных источников.

1. Демченко СВ. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки // Пищевая технология, 2008.- № 2-3.-С. 20-23.
2. Гаврилов Г.Б., Кравченко Э.Ф. Пути рационального использования сыворотки//Молочная промышленность.-2012.-№7. с 47-49.
3. Гаврилов Г.Б., Гаврилов Б.Г. Закономерности мембранного концентрирования сывороточных белков.-ISSN 2074-9414. Техника и технология пищевых производств, 2009.-№ 1.-С.26-28.

**Сахарусова Ю.А.**, студентка технологического факультета  
*Научный руководитель - д.т.н., профессор Фиалкова Е.А.*

### **Сравнительная оценка влияния циклических колебаний температуры на содержание сухих веществ в нанофилtrate молочной сыворотки в процессе кристаллизации лактозы**

Процесс кристаллизации состоит из трех этапов: появление зародышей, рост кристаллов и перекристаллизация. Одновременный рост большого количества кристаллов при массовой кристаллизации приводит к образованию мелких частиц. Одновременное зародышеобразование еще в большей степени способствует образованию мелких кристаллов из-за

«конкуренции» за получение растворенного вещества [1]. Присутствие сывороточных белков в больших количествах в кристаллизате нанофилтратата молочной сыворотки оказывает определяющее влияние на процесс кристаллизации лактозы. Здесь логично было бы предположить об отрицательном влиянии белков на процесс кристаллизации лактозы, однако литературные данные противоречивы. Есть даже данные об интенсификации процесса кристаллизации лактозы в присутствии сывороточных белков. Механическое отделение мелких кристаллов от мелассы проблематично, поэтому выбираются такие температурные режимы, которые обеспечивают получение кристаллов наибольших размеров. Наиболее эффективный способ выращивания крупных кристаллов достигается путем циклической температурной обработки кристаллизата [2].

Целью работы было сопоставить изменение содержания сухих веществ в сыворотке с процессом кристаллизации лактозы в ней при циклическом температурном воздействии и найти наиболее эффективный способ отделения лактозы от нанофилтратата.

Для исследования взяты два образца кристаллизата нанофилтратата с концентрацией сухих веществ 50%, которые подвергались циклической температурной обработке. На первом образце температура колебалась от 10° до 80°С. На втором – от 10° до 60°С. Третий образец имел концентрацию 45%, температурные режимы 10° – 60°С.

В первых трех циклах охлаждения снижение температуры от 80 до 10°С приводит к снижению растворимости лактозы от 54 до 13%, что интенсифицирует процесс кристаллизации лактозы. Поэтому сухие вещества при охлаждении снижаются. Однако, содержание сухих веществ в кристаллизате после первого охлаждения (42%) несколько ниже, чем после второго (46,1%). А после третьего охлаждения сухие вещества (46,5%) даже несколько выше, чем после второго. Следовало бы ожидать, что последующие охлаждения будут последовательно снижать содержание сухих веществ в растворе по причине роста интенсификации процесса кристаллизации. Микрофотографирование показало, что размер кристаллов после первого охлаждения на порядок меньше, чем после второго и третьего. Охлаждение кристаллизата происходит достаточно быстро, менее 1,5 часа (88 мин.), что как известно стимулирует образование многочисленных центров кристаллизации. Первое охлаждение вызвало образование очень большого количества центров кристаллизации, из которых образовалась масса мелких кристаллов с большой площадью поверхности, на которой шла интенсивная кристаллизация лактозы из раствора, что и вызвало существенное снижение сухих веществ. При последующем нагревании большая часть мелких кристаллов растворилась и вместе с зародышеобразованием началась перекристаллизация с преимущественным ростом крупных кристаллов. Площадь поверхности крупных кристаллов намного меньше, чем мелких и на этой поверхности кристаллизуется значительно меньше лактозы из раствора. Приблизительно такая же картина наблюдается и после третьего охлаждения. Поэтому лактозы выделилось из рас-

творя приблизительно столько же. После четвертого охлаждения кристаллы сильно укрупняются. Их свободная поверхность становится еще меньше, при этом они не успевают раствориться при пятом нагревании, а, продолжают расти. Мелкие кристаллы растворяются, но их мало. По всей видимости, снижение вязкости раствора при повышении его температуры убыстряет рост крупных кристаллов, который преобладает над растворением. Здесь следует отметить, что подобная аномалия колебания сухих веществ кристаллизата наблюдается в большинстве ранее проведенных экспериментов.

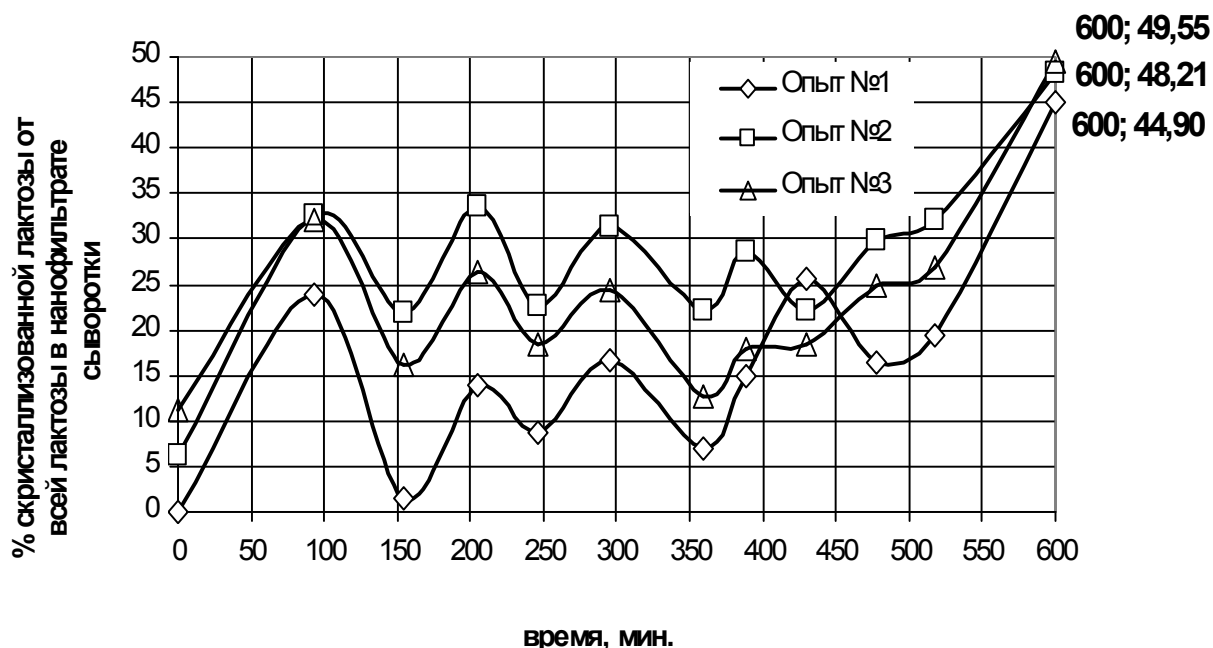
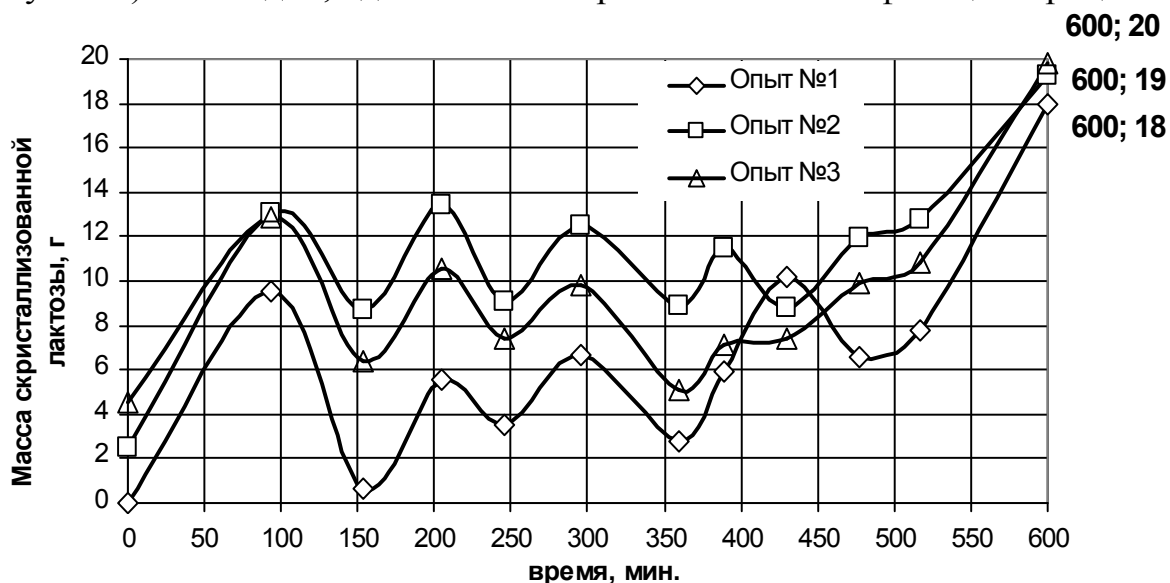


Рисунок 1- Процент выкристаллизовавшейся лактозы из раствора нанофильтрата для трех опытных образцов.

В опыте 2 исследовался кристаллизат нанофильтрата в том же объеме, но с другими температурными режимами. Нижний и верхний предел температурного цикла составлял 10 и 60°C при 50% концентрации раствора. Растворимость лактозы в верхнем температурном пределе цикла составляет не 54, как в предыдущем опыте, а всего 37 %. Поэтому мелкие кристаллы растворяются значительно слабее, рост их в последующих циклах тоже незначителен. Не смотря на пониженное содержание сухих веществ по сравнению с предыдущим циклом, размер образующихся кристаллов мал и отделение их будет весьма проблематичным. Тем не менее, при меньшей продолжительности цикла  $\approx 0.5$  часа, когда за тот же период опыта ( $\approx 550$  мин) производилось не 5, а 10 циклов, в конце 10-го охлаждения размер кристаллов в опыте с меньшим диапазоном температур, даже превышают размер кристаллов первого образца с большим диапазоном колебаний температур (10÷80°C). Здесь еще раз подтверждается идея о том, что интенсивность кристаллизации зависит от частоты циклов колебаний температур.

Наибольший интерес представляет опыт 3, в котором осуществлялась циклическая кристаллизация, но при сниженном до 45% содержании сухих веществ. Оказалось, что снижение содержания сухих веществ с 50 до 45% в конечном счете улучшает качество кристаллизации. Очевидно, это вызвано снижением вязкости раствора. Размер кристалла сопоставим с первым опытом, а содержание сухих веществ в конце опыта (32,6%) самое низкое по сравнению с двумя предыдущими (35% и 33,3%).

Самым же объективным показателем качества кристаллизации будет наряду с размером кристалла, масса выкристаллизовавшейся лактозы. На рисунке 1 показано изменение процента выкристаллизовавшейся лактозы в течение опыта. Из графика видно, что в конце опыта для всех трех образцов результат сопоставим. Выделилась половина всей лактозы, находящейся в кристаллизате. В течение опыта лидирующее места по выкристаллизовавшейся лактозе занимал образец №2, однако, микрофотографирование показало, что в этом опыте образовались такие мелкие кристаллы, которые практически невозможно отделить от кристаллизата. В пересчете на массу из каждой пробы кристаллизата выделилось почти 20 грамм лактозы (рисунок 2). Очевидно, единственной причиной интенсификации процесса



кристаллизации в менее концентрированном кристаллизате является сопутствующее снижение вязкости раствора.

Рисунок 2 - Процесс выделения скристаллизованной лактозы из раствора нанофильтра для трех опытных образцов.

В этой связи открываются перспективы повышения эффективности работы кристаллизатора с воздушным охлаждением и подогревом. В частности сокращение продолжительности процесса кристаллизации, укрупнение гранулометрического состава кристаллов, сокращение энергетических расходов.

Список использованных источников.

1. Хамский Е.В. Кристаллизация в химической промышленности. М.: Химия, 1969. 344 с., ил.

2. Патент №2464321.,Способ производства молочного сахара. Авторы: Куленко В.Г., Фиалкова Е.А. и др.

**Славоросова Е.В.**, магистрант технологического факультета  
*Научный руководитель - д.т.н., профессор Фиалкова Е.А*

## Оптимизация конструкции кристаллизатора

Известно, что оптимальные эксплуатационные режимы работы кристаллизатора с воздушным охлаждением и подогревом (для получения лактозы из осветленного кристаллизата молочной сыворотки с высокой концентрацией сухих веществ 55%) имеют следующие параметры: продолжительность цикла охлаждения и нагревания в горячей и холодной колонках составляет 3 часа. Количество циклов 7[1]. Как известно, интенсификация процесса кристаллизации с циклическими температурными режимами сводится к сокращению периода варьирования температур и расширению диапазона их колебаний [2-4]

Проанализируем термодинамические характеристики кристаллизатора в процессе охлаждения и нагревания кристаллизата в соответствующих колонках в течение одного цикла.

Таблица 1 – Физические свойства кристаллизата и воздуха, параметры кристаллизатора

Параметр, обозначение, единицы измерения	Значение
Плотность $\rho_{кр}$ , кг/м <sup>3</sup>	1300
Коэффициент поверхностного натяжения на границе воздушного пузырька и кристаллизата $\sigma$ , Н/м	$42,5 \cdot 10^{-3}$
Кинематическая вязкость $\nu$ , м <sup>2</sup> /с	$16,16 \cdot 10^{-6}$
Динамическая вязкость $\mu_{кр}$ , Па·с	$21 \cdot 10^{-3}$
Удельная теплоемкость кристаллизата $c_{кр}$ , Дж/(кг·°С)	3290
Теплопроводность кристаллизата $\lambda_{кр}$ , Вт/(м·К)	0,6
Удельная теплота парообразования, $r$ , Дж/кг	$2,38 \cdot 10^6$
Теплопроводность воздуха $\lambda_{в}$ , Вт/(м·К)	0,026
Плотность воздуха $\rho_{в}$ , кг/м <sup>3</sup>	1,2
Коэффициент теплопередачи между воздушным пузырьком и кристаллизатом $K$ , Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	8
Объем колонки кристаллизатора, $V_k$ м <sup>3</sup>	
Расход воздуха в горячей колонке $V_1$ , м <sup>3</sup> /с.	0,0012
Расход воздуха в холодной колонке $V_2$ , м <sup>3</sup> /с.	0,0036
Общая площадь поверхности пузырьков находящихся одновременно в горячей колонке $f$ , м <sup>2</sup>	2,8
Общая площадь поверхности пузырьков находящихся одновременно в холодной колонке $f$ , м <sup>2</sup>	8
Скорость подъема воздушного пузырька $\omega$ , м/с	0,16



Определим, как изменится температура кристаллизата в холодной колонке в процессе трехчасового цикла охлаждения от 60°C путем подачи в него холодного воздуха с температурой 0°C.

В холодной колонке кристаллизат отдает тепло холодному воздушно-му пузырьку, который, проходя через колонку, нагревается до температуры кристаллизата и уносит с собой тепло влаги испаренной из кристаллизата.

Тепловой баланс холодной колонки имеет вид:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3, \quad (1)$$

где  $Q_1$  - количество теплоты, выделяющееся при испарении влаги из кристаллизата внутрь воздушного пузырька

$$Q_1 = \rho_6 \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r \quad (2)$$

$d$  – абсолютная влажность воздуха, кг/кг;

$\tau$  - интервал времени;

$Q_2$  - количество теплоты, полученное воздушным пузырьком от кристаллизата в процессе его нагревания до температуры кристаллизата;

$$Q_2 = K \cdot f \cdot \tau \cdot \Delta t = K \cdot f \cdot \tau \cdot \frac{t_{кр}}{2} \quad (3)$$

$\Delta t$  – температурный напор;

$t_{кр}$  - температура кристаллизата;

$Q_3$  - количество теплоты, выделяемое кристаллизатом.

$$Q_3 = c_{кр} \cdot m_{кр} \cdot (t_n - t_k) = c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k \cdot (t_n - t_k) \quad (4)$$

$t_n$  и  $t_k$  – начальная и конечная температура кристаллизата в интервале времени  $\tau$ ;

Подставляем выражения (2), (3) и (4) в уравнение теплового баланса (1)

$$c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k \cdot (t_n - t_k) = \rho_6 \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r + K \cdot f \cdot \tau \cdot \Delta t \quad (5)$$

Из получившегося выражения (5) находим температуру кристаллизата

$$t_k = t_n - \frac{K \cdot f \cdot \tau \cdot \frac{t_k}{2} + \rho_6 \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r}{c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k} \quad (6)$$

Поскольку изменение параметров кристаллизатора происходит в больших пределах, для упрощения расчетов трехчасовой цикл разбит на десятиминутные интервалы времени  $\tau$ . Расчет конечной температуры  $t_k$  производится именно для этого интервала.

Изменение температуры кристаллизата в горячей колонке в процессе трехчасового цикла охлаждения представлено на графике (рисунок 1).

Как видно из графика (рисунок 1), за три часа при исключительно воздушном охлаждении температура кристаллизата падает до 3°C.

Определим, как изменится температура кристаллизата в процессе трехчасового цикла нагревания от 10°C путем подачи в него горячего воздуха с температурой 60°C.

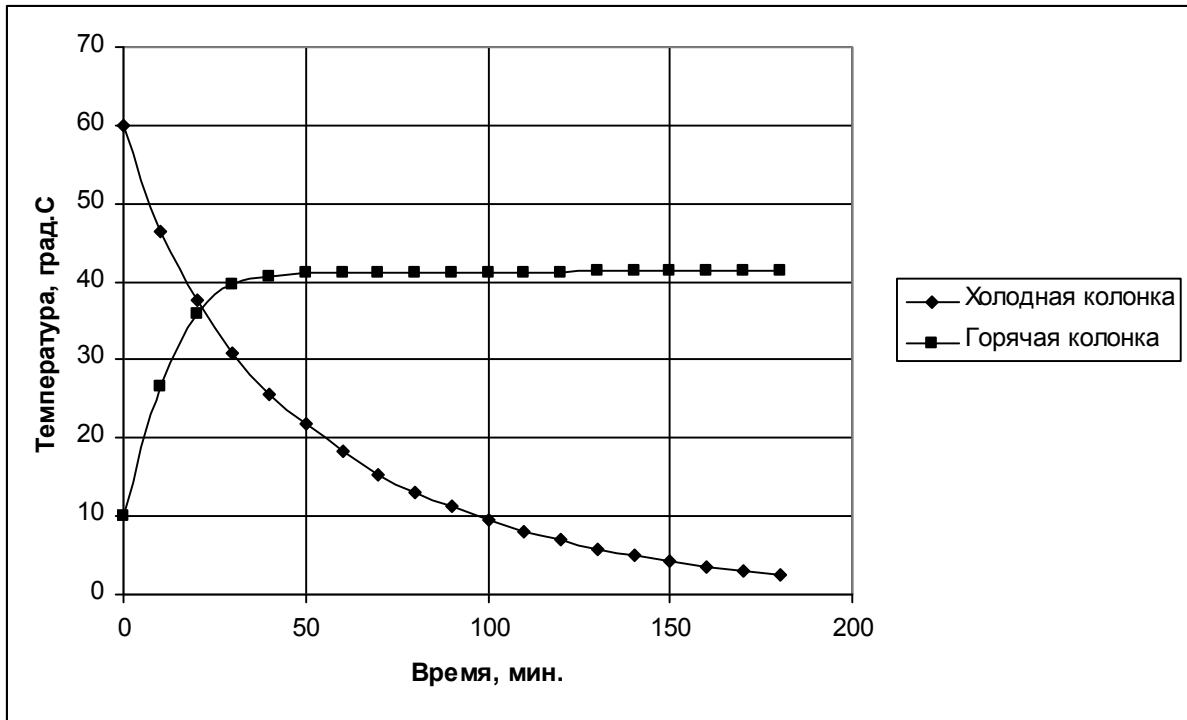


Рисунок 1. График изменения температуры кристаллизата в процессе охлаждения и нагрева.

В горячей колонке кристаллизат получает тепло от горячего воздушного пузырька, который, проходя через колонку, охлаждается до температуры кристаллизата и уносит с собой тепло влаги испаренной из кристаллизата. Тепловой баланс горячей колонки имеет вид:

$$-Q_1 + Q_2 = Q_3, \quad (7)$$

где  $Q_1$  - количество теплоты, выделяющееся при испарении влаги из кристаллизата внутрь воздушного пузырька

$$Q_1 = \rho_g \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r \quad (8)$$

$Q_2$  - количество теплоты, полученное от воздушного пузырька в процессе его охлаждения до температуры кристаллизата;

$$Q_2 = K \cdot f \cdot \tau \cdot \Delta t = K \cdot f \cdot \tau \cdot \frac{(t_g - t_n)}{2} \quad (9)$$

$t_g$  - температура воздуха;

$t_n$  - начальная температура кристаллизата;

$Q_3$  - количество теплоты, получаемое кристаллизатом

$$Q_3 = c_{кр} \cdot m_{кр} \cdot (t_k - t_n) = c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k \cdot (t_k - t_n) \quad (10)$$

Подставляем выражения (8), (9) и (10) в уравнение теплового баланса (7)

$$c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k \cdot (t_k - t_n) = -\rho_g \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r + K \cdot f \cdot \tau \cdot \Delta t \quad (11)$$

Из получившегося выражения (11) находим температуру кристаллизата

$$t_k = t_n + \frac{K \cdot f \cdot \tau \cdot \frac{(t_g - t_n)}{2} - \rho_g \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r}{c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k} \quad (12)$$

Как видно из графика (рисунок 1), за три часа при исключительно воздушном нагревании температура кристаллизата не поднимается выше 42°C.

Экспериментальные исследования процесса кристаллизации лактозы показали, что для оптимизации этого процесса необходимо проводить не менее 10 циклов нагревания и охлаждения кристаллизата с пределами варьирования температур от 10 до 60°C и с периодом цикла нагревания, или охлаждения не более 30 мин. [2]. Как видно из рисунка 1, соблюдение оптимальных температурных режимов путем исключительно воздушного охлаждения и нагревания не представляется возможным. Одним из путей оптимизации температурных режимов кристаллизатора с воздушным охлаждением и подогревом может быть использование жидких теплоносителей с высоким коэффициентом теплоотдачи, например, горячую и холодную воду (температура горячей воды (+90°)С, а холодной – (+1°) С). В качестве теплообменников в холодной и горячей колонке возьмем теплообменные трубки, площадь теплообмена которых составляет 0,196 м<sup>2</sup>.

Таблица 2: Физические свойства теплоносителей и теплообменной трубки

Плотность теплоносителя $\rho_{жс}$ , кг/м <sup>3</sup>	1000
Кинематическая вязкость $\nu_{жс}$ , м <sup>2</sup> /с	10 <sup>-6</sup>
Динамическая вязкость $\mu_{жс}$ , Па·с	10 <sup>-3</sup>
Удельная теплоемкость $c_{жс}$ , Дж/(кг·°С)	4190
Теплопроводность $\lambda_{жс}$ , Вт/(м·К)	0,6
Скорость движения теплоносителей в теплообменных трубках $\omega$ м/с	1
Скорость движения кристаллизата обтекающего трубки, м/с	0,16
Толщина стенки трубки, $\delta$ , м	0,001
Теплопроводность стенки трубки, $\lambda$ , Вт/(м·К)	20

Для расчета коэффициента теплопередачи определим коэффициенты теплоотдачи для внешней и внутренней поверхности теплообменных трубок.

Критерий Нуссельта для внутренней поверхности:

$$Nu_{жс} = A \cdot Re_{жс}^m \cdot Pr_{жс}^n = 0,023 \cdot 13000^{0,8} \cdot 7^{0,43} = 103,82, \quad (13)$$

где  $A, m, n$  – коэффициенты  $A = 0,021 \cdot (1 + 1,77 \cdot \frac{d}{l}) = 0,023$ ;  $m = 0,8$ ;  $n = 0,43$ ;

$l$  – длина витка теплообменной трубки  $l = 0,24$  м;

$d$  – диаметр теплообменной трубки  $d = 0,013$  м.

$Re_{жс}$ ;  $Pr_{жс}$  – критерии Рейнольдса и Прандтля для теплоносителей:

$$Re_{жс} = \frac{\omega \cdot d}{\nu_{жс}} = \frac{1 \cdot 0,013}{0,000001} = 13000;$$

$$Pr_{жс} = \frac{c_{жс} \cdot \mu_{жс}}{\lambda_{жс}} = \frac{4190 \cdot 10^{-3}}{0,6} = 6,983.$$

Коэффициент теплоотдачи:

$$\alpha_{жс} = \frac{Nu_{жс} \cdot \lambda_{жс}}{d} = \frac{103,8 \cdot 0,6}{0,013} = 4790,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}). \quad (14)$$

Подставив в формулу (15) значения коэффициентов теплоотдачи для внешней (14) и внутренней (13) поверхностей теплообменника определяем коэффициент теплопередачи:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{кр}} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_в}} = \frac{1}{\frac{1}{4790,8} + \frac{0,001}{20} + \frac{1}{263,08}} = 246,33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Коэффициент теплопередачи, для предлагаемой конструкции змеевика, составит 246 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

С учетом изменений конструкции кристаллизатора, тепловой баланс холодной колонки имеет вид:

$$Q_1 + Q_2 + Q_4 = Q_3, \quad (16)$$

где  $Q_1$  - определяется по формуле (2);  $Q_2$  - по формуле (3);  $Q_3$  - по формуле (4);

$Q_4$  - количество теплоты, которое отбирает холодная вода от кристаллизатора.

$$Q_4 = K_1 \cdot f_1 \cdot \tau \cdot (t_n - t_{х.в.}) \quad (17)$$

$K_1$  – коэффициент теплопередачи для кристаллизатора и теплоносителя;

$f_1$  – площадь поверхности теплообменника;

$t_n$  – начальная температура кристаллизатора;

$t_{х.в.}$  – температура холодной воды;

Подставляем выражения (2), (3), (4) и (17) в уравнение теплового баланса (16)

$$c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k \cdot (t_n - t_k) = \rho_в \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r + K \cdot f \cdot \tau \cdot \Delta t + K_1 \cdot f_1 \cdot \tau \cdot (t_n - t_{х.в.}) \quad (18)$$

Из получившегося выражения (18) находим температуру кристаллизатора

$$t_k = t_n - \frac{K \cdot f \cdot \tau \cdot \frac{t_k}{2} + \rho_в \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r + K_1 \cdot f_1 \cdot \tau \cdot (t_n - t_{х.в.})}{c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_k} \quad (19)$$

Экспериментальные исследования показали, что оптимальное время охлаждения и нагревания в цикле составляет 30 минут [2]. Расчеты холодной колонки с теплообменными трубками показали, что за указанное время кристаллизат охладился от 60 до 5°С (Рисунок 2), что технически дает возможность обеспечивать оптимальный режим работы холодной колонки кристаллизатора.

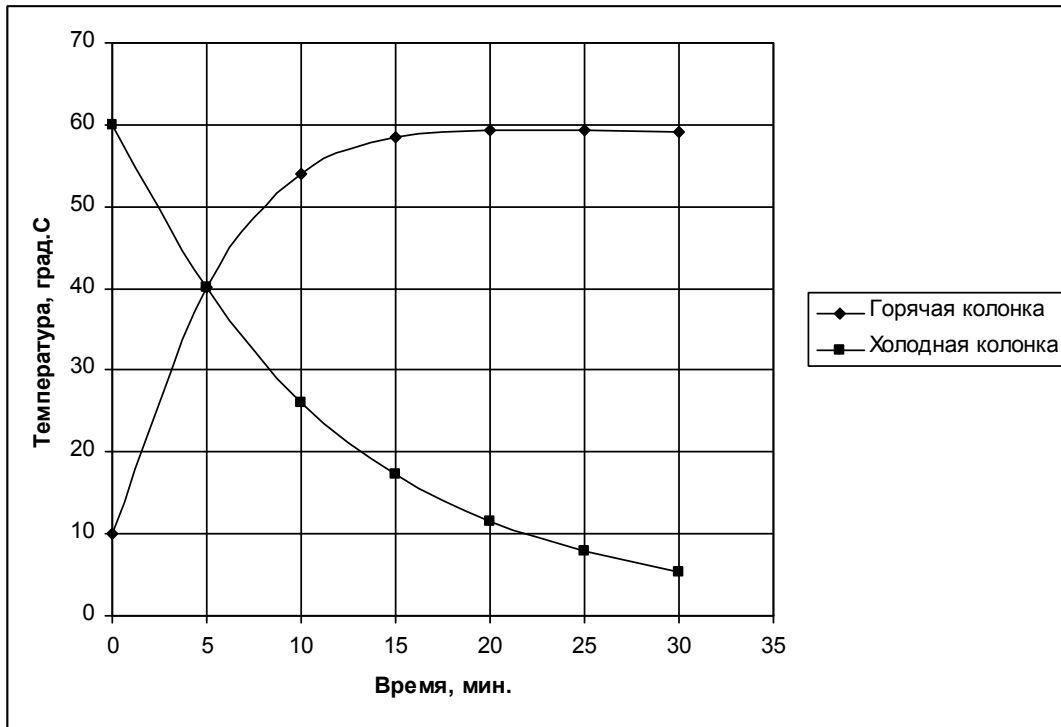


Рисунок 2. График изменения температуры кристаллизата в процессе охлаждения и нагрева при добавлении в колонки теплообменных трубок

Тепловой баланс горячей колонки имеет вид:

$$-Q_1 + Q_2 + Q_4 = Q_3, \quad (20)$$

где  $Q_1$  - определяется по формуле (8);  $Q_2$  - по формуле (9);  $Q_3$  - по формуле (10);

$Q_4$  - количество теплоты, которое отдает горячая вода кристаллизату.

$$Q_4 = K_1 \cdot f_1 \cdot \tau \cdot (t_{г.в.} - t_{кр}) \quad (21)$$

$t_{г.в.}$  - температура горячей воды;

Подставляем выражения (8), (9), (10) и (21) в уравнение теплового баланса (20)

$$c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_{кр} \cdot (t_{кр} - t_{н}) = -\rho_{г} \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r + K \cdot f \cdot \tau \cdot \Delta t + K_1 \cdot f_1 \cdot \tau \cdot (t_{г.в.} - t_{кр}) \quad (22)$$

Из получившегося выражения (22) находим температуру кристаллизата

$$t_{кр} = t_{н} + \frac{K \cdot f \cdot \tau \cdot \frac{(t_{г.в.} - t_{н})}{2} - \rho_{г} \cdot d \cdot V_1 \cdot \tau \cdot r + K_1 \cdot f_1 \cdot \tau \cdot (t_{г.в.} - t_{кр})}{c_{кр} \cdot \rho_{кр} \cdot V_{кр}}$$

За 30 минут кристаллизат нагрелся до 60 °С (Рисунок 2).

Как показали расчеты, использование холодной и горячей воды для охлаждения и нагрева соответствующих колонок позволит интенсифицировать процесс теплообмена и в больших пределах варьировать режимы процесса кристаллизации.

#### Список использованных источников.

1. Качалова Е.А. Разработка установки для кристаллизации лактозы с воздушным охлаждением и подогревом. Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. –ИЦ ВГМХА, 2009. – С. 162.
2. Белозерова Д.А., Куленко В.Г., Шевчук В.Б., Качалова Е.А., Фиалкова Е.А. Влияние циклической температурной обработки кристаллизата на скорость роста кристаллов лактозы. Молочнохозяйственный вестник №2 (6) II кв. 2012, с. 69-75.
3. Патент РФ № 2315056, кл. МПК С07J1/00, А61К31/56, дата публикации 20.01.2008.
4. Патент РФ № 2464321, кл. МПК С13К5/00, А23С21/00, дата публикации 20.10.2012.

**Солецкова Н.Н.**, студентка технологического факультета  
*Научный руководитель – к.т.н., доц. Новокшанова А.Л*

### **Выбор витаминно-минеральных комплексов**

Биологически активные вещества необходимы для нормального функционирования всех органов и систем роста и развития организма человека. К числу таких биологически активных веществ относят витамины и минеральные элементы, участвующие в регуляции и ферментативном обеспечении большинства метаболических процессов. Витамины и минеральные элементы поступают в организм человека с продуктами и питьевой водой. Считается, что соблюдение правил рационального сбалансированного питания позволяет обеспечить организм всеми необходимыми веществами. Однако наблюдения медиков и нутрициологов показывают, что по разным причинам возможны дефициты витаминов и минеральных элементов, которые необходимо восполнять [1, 2, 4].

Для предупреждения дефицита витаминов и минералов имеется большой спектр различных витаминно-минеральных комплексов, в связи, с чем перед потребителем возникает вопрос выбора.

Нами проведен анализ качественного и количественного состава пяти наиболее доступных и распространённых препаратов: «Витрум», «Мультитабс», «Пиковит», «Компливит», «Супрадин». Все они находятся в свободной продаже, позиционируются как поливитаминные комплексы и заявляют о сбалансированной формуле.

В работе были получены данные о процентном соответствии витаминов и минеральных элементов, входящих в состав поливитаминных комплексов, рекомендуемой суточной потребности [3]. В инструкциях к препаратам компонентный состав всех комплексов указан в расчете на одну таблетку, что соответствует суточной дозировке. Исключение составляет «Пиковит». Содержание витаминов и минералов в этом комплексе ука-

зано на одну таблетку, а в дозировке рекомендуется принимать от 5 до 7 таблеток в день. Поэтому в таблице содержание витаминов и минералов (% от рекомендованной суточной потребности) для данной добавки приведено в интервале, соответствующем 5-7 таблеткам.

Результаты свидетельствуют, что все анализируемые комплексы содержат практически полный спектр важнейших водо- и жирорастворимых витаминов. Разница заключается в количественном содержании. Набор минеральных элементов отличается как качественно, так и количественно.

Во всех препаратах есть компоненты, содержание которых выше рекомендованной суточной потребности. Например, в «Пиковит», в случае приема семи таблеток в день, – это витамины D<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, и C. Однако из всех рекомендуемых Министерством здравоохранения РФ минеральных веществ, комплекс содержит только Ca и P. Причем концентрации этих макроэлементов можно назвать следовыми по сравнению с суточной потребностью – 1,25 % и 1,0 % соответственно.

В «Компливит» превышено содержание только витамина B<sub>6</sub>. Витамин относится к группе водорастворимых и не накапливается в тканях, к тому же потребность в нем возрастает при высокобелковой диете и с возрастом. Поэтому существенной нагрузки на организм такое превышение не дает. Содержание остальных витаминов и минералов в данном препарате умеренное от 30 до 70 % от суточной потребности. В этой добавке расширен по сравнению с препаратом «Пиковит» набор минеральных элементов. Всего шесть, из них четыре – микроэлементы: Fe, Zn, Cu и Mn.

Таблица 1 - Содержание витаминов и минералов,% от рекомендованной суточной потребности

Компонент	Рекомендованная суточная потребность	Витрум	Мульти-табс	Компливит	Пиковит	Супрадин
A, МЕ	5000	100	53	66	60-84	66,7
D <sub>3</sub> , МЕ	400	100	50	-	100-140	125
E, МЕ	30	100	50	30	-	0,03
B <sub>1</sub> мг	1,5	100	93	66	84-117	1333,3
B <sub>2</sub> , мг	1,8	94,4	94	71,0	84-117	278
B <sub>3</sub> /PP, мг	20	100	90	37,5	125-175	250
B <sub>5</sub> , мг	5	200	60	100	120-168	232
B <sub>6</sub> , мг	2	100	120	250	75-105	500
B <sub>7</sub> /H, мкг	50	60	-	-	-	500
B <sub>9</sub> , мкг	400	100	50	25	50-70	25
B <sub>12</sub> , мкг	3	200	33	83,3	34-47	166,7
C, мг	90	111	66,7	83	85-119	166,7
Ca, мг	1000	16,2	-	5	6,25-8,75	5,13
P, мг	800	15,6	-	7,5	6,25-8,75	5,8

Окончание таблицы 1

Mg, мг	400	25	19	4,1	-	1,25
K, мкг	2500	1,6	-	-	-	-
Cl, мкг	2300	1,6	-	-	-	-
Fe, мг	18	100	78	28	-	7
Zn, мг	125	125	125	16,7	-	0,4
J, мкг	150	100	100	-	-	-
Cu, мг	1	200	200	75	-	10
Mn, мг	2	125	125	50	-	25
Se, мкг	40	62,5	125	-	-	-
Cr, мкг	50	50	100	-	-	-
Mo, мкг	180	13,9	-	-	-	55,6

Наиболее полно удовлетворяет суточную потребность в витаминах и минералах «Мультитабс». Дополнительно к названным в «Компливит» включает Se и Cr. Суточная норма превышена в два раза для Cu, для Zn, Mg, Se – на 25%, для витамина B<sub>6</sub> – на 20%. Оба препарата, и «Компливит» и «Мультитабс» подходят для предупреждения гиповитаминозов у лиц с невысоким уровнем физической активности при условии адекватного питания.

Содержание большинства витаминов в «Витрум» составляет 100 % от суточной потребности. В два раза этот показатель превышен для витаминов B<sub>5</sub>, B<sub>12</sub> и меди, на 25% – для Zn и Mg и на 11% – для витамина C. Данный комплекс отличается расширенным спектром минеральных элементов. Кроме присутствующих в «Мультитабс», содержит Mo, Co, Si и F, в связи с чем, рекомендуется не только для профилактики гиповитаминоза, но и для лечения авитаминозов и недостатка минеральных веществ, а также в период интенсивных умственных и физических нагрузок.

В аннотации к комплексу «Супрадин» указывается, что состав препарата подобран так, чтобы удовлетворять суточную потребность организма в витаминах. Это не вполне соответствует действительности. Содержание ряда витаминов, превышает суточную потребность: B<sub>1</sub> – в 13,3 раза, B<sub>6</sub> и B<sub>7</sub> – в 5 раз, B<sub>2</sub> – в 2,9 раза, B<sub>3</sub> – в 2,5 раза, B<sub>5</sub> – в 2,3 раза, B<sub>12</sub> и C – в 1,7 раза, D – в 1,25 раза. Количество остальных витаминов и минералов не достаточно для удовлетворения суточной потребности, хотя препарат рекомендуется для лиц активно занимающихся спортом. Например, содержание витамина E составляет лишь 0,03 % от суточной нормы.

Для всех проанализированных комплексов характерно отсутствие или невысокое содержание Ca и витамина D. Следовательно, для нормализации кальциевого обмена необходим прием специализированных препаратов.

В составе всех витаминно-минеральных комплексов есть также вспомогательные компоненты, которые необходимы как наполнители или красящие вещества оболочки. В качестве наполнителей обычно использу-



ются разные формы целлюлозы и крахмала, стеариновая кислота и ее соли. В состав оболочки входят красители: титана диоксид (E171), пунцовый «Понсо» (E124), «Солнечный закат» (E110), хинолиновый жёлтый (E104) и др.

Несмотря на то, что вспомогательные вещества присутствуют в микроколичествах, они могут давать аллергические реакции у некоторых людей. В связи с чем, в аннотациях к препаратам говорится о противопоказаниях при индивидуальной непереносимости к компонентам.

Сравнительно недавно выяснено о нежелательных аллергических реакциях и нарушении внимания у детей в ответ на красители «Солнечный закат» и пунцовый «Понсо». Поэтому в инструкциях к «Витрум», «Мультитабс», «Компливит», «Супрадин» указано, что данные комплексы можно использовать только с 11-12 летнего возраста. Однако «Пиковит» содержит те же вспомогательные вещества, но позиционируется как препарат для детей. К тому же суточная дозировка достигается приемом 5-7 таблеток, в которых количество вспомогательных компонентов очевидно больше, чем в одной таблетке.

Проведенные расчеты показывают следующее.

1. Несмотря на одинаково заявленную сбалансированную формулу, в исследованных комплексах имеются довольно существенные колебания витаминов и минеральных элементов.

2. При выборе витаминно-минерального комплекса необходимо ориентироваться не только на абсолютное содержание его компонентов, но и на относительное соответствие суточной потребности. Если содержание отдельных компонентов в препарате превышает 100% от рекомендуемой суточной нормы, это может провоцировать нарушение обмена веществ в организме и развитие алиментарно-зависимых заболеваний.

3. Следует обращать внимание на вспомогательные вещества, в частности красители, поскольку они могут вызывать аллергические реакции, что особенно опасно для детей.

5. Необходимо принимать во внимание уровень физической активности. При высокой физической активности превышение суточной потребности некоторых витаминов и минералов необходимо, в то время как при низкой физической активности может вызвать аллергические реакции и нарушение метаболических процессов.

#### Список использованных источников.

1. Вировец О.А. О повышенных потерях макро- и микроэлементов при занятии спортом и целесообразности их компенсации биологически активными добавками / О.А. Вировец // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 2. – С. 67-72.

2. Вржесинская О.А. Обеспеченность витаминами и железом московских школьников /О. А. Вржесинская, В. М. Коденцова, А. В. Трофименко А.В. // Вопросы детской диетологии. 2004. – Т. 2, № 5. – С. 22-27.

3. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации. МР 2.3.1.2432-08 – М.: Минздрав РФ, 2008.- 41 с.

4. Роль факторов питания при интенсивных физических нагрузках спортсменов / В. М. Воробьева [и др.] // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80, № 1. – С. 70-71.

**Шарова Т.Ю.**, студентка технологического факультета  
*Научный руководитель - д.т.н., профессор Гнездилова А.И.*

## **Консервированный молокосодержащий продукт с сахаром, обогащенный минеральными веществами и витаминами**

Продукты питания должны удовлетворять потребности человека в основных питательных веществах и энергии, а также выполнять профилактические и лечебные функции. Именно на решение этих задач направлена концепция государственной политики в области здорового питания [1].

Первоочередная задача в области создания обогащенных пищевых продуктов заключается в необходимости использования безопасных источников минеральных веществ и витаминов. Предпочтительно поступление их в организм в органической легкоусвояемой форме.

Поэтому целью исследования является получение продукта повышенной пищевой ценности за счет введения натуральных источников минеральных веществ и витаминов, который будет обладать лечебно-профилактическими свойствами.

Для достижения поставленной цели был проведен поиск натуральных источников для обогащения продукта, составлена рецептура и проведена выработка продукта.

Объектом исследования явился консервированный молокосодержащий продукт (КМП) с сахаром.

Для обогащения КМП с сахаром был использован натуральный источник минеральных элементов, витаминов, пищевых волокон и углеводов – солодовый экстракт ячменя. Его состав приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав ячменного солода на 100 г [2,3]

<b>Пищевые вещества</b>	<b>Единицы измерения</b>	<b>Ячменный солод</b>
Вода	г	8,21
Белки растительные	г	10,28
Усвояемые углеводы	г	71,2
Органические кислоты	г	0,386
Пищевые волокна	г	7,1

Жиры, в т.ч. растительные	г	1,84
<u>Минеральные вещества:</u>	мг	
Кальций		37
Фосфор		303
Натрий		11
Калий		224
Хлориды		-
Магний		97
Железо		4,71
Цинк		2,06
Марганец		1,193
Медь		0,27
Селен		0,377
<u>Витамины:</u>	мг	
С		0,6
В1		0,309
В2		0,308
В5		0,577
В6		0,655
В9		0,038
РР		5,636
А		0,001
Е		0,57
В-каротин		0,011

Солод и солодовые экстракты содержат комплекс витаминов группы В, легкоусвояемых белков, аминокислот, макро- и микроэлементов. Солодовый экстракт богат минеральными веществами: селеном (75 % от суточной потребности), железом (34 %), фосфором (30 %), магнием (24,5 %); пищевыми волокнами (28 %); углеводами (24 %); витаминами: ниацин - РР (22,5 %), пиридоксин – В<sub>6</sub> (22 %); органическими кислотами (19 %).

Солодовые экстракты улучшают образование гликогена в печени, благоприятно влияют на кишечную микрофлору. Кроме того, они содержат комплекс цвето-, вкусо- и ароматообразующих веществ, в связи с чем их применяют для улучшения цвета, вкуса и аромата в пивоварении, хлебопечении, производстве натурального кваса и мучных кондитерских изделий.

Выработанный продукт был исследован по следующим показателям: массовая доля сухих веществ рефрактометрическим методом (по ГОСТ 29245-91 «Консервы молочные. Методы определения физических и органолептических показателей»), вязкость с помощью вискозиметра Гепплера (по ГОСТ 27709-88 «Консервы молочные сгущенные. Метод измерения вязкости») и реологические свойства при помощи «Реотест – 2.1», средний

размер кристаллов лактозы путем микроскопирования препарата на микроскопе BIOLAR (по ГОСТ 29245-91 «Консервы молочные. Методы определения физических и органолептических показателей»), активная кислотность потенциометрическим методом с помощью рН-метра (по ГОСТ Р 53359-2009 «Молоко и продукты переработки молока. Метод определения рН»), активность воды по экспресс-методу с помощью гигрометра Rotronic. Также были определены органолептические показатели по ГОСТ 29245-91 «Консервы молочные. Методы определения физических и органолептических показателей».

Все показатели качества КМП с сахаром и солодовым экстрактом соответствуют и изменяются в пределах, установленных в нормативной документации (ГОСТ Р 53507-2009).

Для оценки уровня обеспечения организма минеральными веществами и витаминами был проведен расчет минерального и витаминного сора продукта с различными долями замены сухого обезжиренного молока (СОМ) солодовым экстрактом в количестве от 5 до 15 %.

Результаты расчета минерального сора представлены в таблице 2, витаминного – в таблице 3.

Таблица 2 – Минеральный скор КМП с сахаром

Наименование витамина	Доля замены СОМ солодовым экстрактом, %			
	0	5	10	15
Кальций	30,70	30,74	30,78	30,83
Фосфор	21,90	22,25	22,60	22,95
Натрий	4,42	4,42	4,43	4,43
Калий	10,43	10,50	10,58	10,65
Магний	8,50	8,78	9,06	9,34
Железо	1,47	1,86	2,24	2,64
Цинк	4,10	4,27	4,41	4,57
Марганец	0,05	0,19	0,32	0,46
Медь	2,15	2,30	2,45	2,60
Селен	-	0,87	1,73	2,60

Из таблицы 2 видно, что содержание кальция и натрия практически не изменилось (на 0,42 и 0,23 % больше, чем в контрольном образце). Незначительное изменение наблюдается по калию – 2,1 %, фосфору – 4,8 %, магнию – 9,9 %, цинк – 11,5 %. Хорошее изменение содержания в готовом продукте у меди и железа – 20,9 и 79,6 % соответственно. С добавлением 15 % солодового экстракта очень значительно увеличивается содержание марганца (824 % по отношению к контрольному образцу). Поскольку вносимая добавка содержит селен, то и выработанный образец содержит этот микроэлемент.

Таблица 3 – Витаминный скор КМП с сахаром

Наименование витамина	Доля замены СОМ солодовым экстрактом, %			
	0	5	10	15
С	2,00	2,01	2,03	2,04
В <sub>1</sub>	4,28	4,54	4,79	5,04
В <sub>2</sub>	19,00	19,20	19,35	19,55
В <sub>6</sub>	6,50	6,90	7,25	7,65
В <sub>9</sub>	-	0,09	0,17	0,26
А	5,33	5,33	5,33	5,34
Е	2,30	2,37	2,43	2,50
РР	1,30	1,77	2,20	2,63

На основании рассчитанных данных, делаем вывод о том, что содержание витамина А практически не изменилось. Его стало больше на 0,1 % в отличие от контрольного образца. Незначительно изменилось содержание витаминов С, В<sub>2</sub>, Е – на 2, 3 и 8 % соответственно. Хорошее изменение наблюдается по содержанию витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>6</sub> - около 18 % у каждого. С добавлением 15 % солодового экстракта значительно увеличивается содержание витамина РР (на 102,3 %). А также внося экстракт в исследуемый продукт, мы вводим витамин В<sub>9</sub>.

Разумеется, наибольшее количество минеральных веществ и витаминов содержится в исследуемом продукте при доле замены 15 %, но применение этой доли замены не рекомендуется из-за повышения вязкости в процессе хранения (хотя оно и не превышает пределы допустимого значения вязкости) и значительного влияния добавки на органолептические показатели продукта.

Таким образом, при внесении солода достигается увеличение пищевой ценности продукта путем увеличения содержания в нем минеральных веществ и витаминов.

#### Список использованных источников.

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873 – р г. Москва. Опубликовано 3 ноября 2010 г. в «РГ» - Федеральный выпуск № 5328 «Основы государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года» (электронный ресурс <http://www.rg.ru/2010/11/03/pravila-dok.html>)
2. Пищевая химия/ Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. и др. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 2-е, перераб. и испр. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с.
3. Биологически активные добавки к пище. Полная энциклопедия/ Сост. Н.А. Натарова. – СПб.: ИД «ВЕСЬ», 2001. - 384 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	<b>Гусаков Н.А.</b> Разработка технологии консервированного молокосодержащего продукта с сахаром .....	3
2.	<b>Коломенкова Ю. В.</b> Влияние конструктивных особенностей устройств подачи и выхода продукта на процесс гомогенизации в кавитационном гомогенизаторе вихревого типа .....	6
3.	<b>Рогалева О.П.</b> Технологические особенности производства кисломолочного напитка, обогащенного пробиотической микрофлорой.....	9
4.	<b>Сахарусова Ю.А.</b> Сравнительная оценка влияния циклических колебаний температуры на содержание сухих веществ в нанофилтрате молочной сыворотки в процессе кристаллизации лактозы. ....	12
5.	<b>Славоросова Е.В.</b> Оптимизация конструкции кристаллизатора.....	16
6.	<b>Солецкова Н.Н.</b> Выбор витаминно-минеральных комплексов.....	22
7.	<b>Шарова Т.Ю.</b> Консервированный молокосодержащий продукт с сахаром, обогащенный минеральными веществами и витаминами .....	26