

терморегулятором. Давление пара не должно превышать 1,5—2 атмосфер. Кроме терморегулятора, аппарат одновременно должен иметь термометр, причем температура в аппарате не должна превышать 85—87°.

Аппарат желательно размещать в изолированном помещении, обеспеченном приточно-вытяжной вентиляцией с превалированием притока, что уменьшает выбивание паров трихлорэтилена из аппарата.

При больших конвейерных аппаратах, где при очистке и ремонте необходимо вести работу в замкнутом пространстве, рабочие должны быть обеспечены шланговыми противогазами.

Карусельная моечная машина требует оборудования рабочего помещения приточной вентиляцией для компенсации мощной вытяжки из машины.

Вытяжная вентиляция должна пускаться до начала работы во избежание попадания в воздух помещения скапливающихся в аппарате паров трихлорэтилена. Во всех случаях работы с трихлорэтиленом, особенно на конвейерных и карусельных аппаратах, требуется тщательный технический и санитарный инструктаж рабочих. Все рабочие, соприкасающиеся с трихлорэтиленом, должны быть обеспечены резиновыми перчатками и фильтрующими противогазами.

Рабочие должны подвергаться периодическим медицинским осмотрам (не реже одного раза в год) с обязательным привлечением терапевта и невропатолога.

С. М. БЕССОНОВ и Н. А. МАЗОХИНА

Термостойкость солодового молока

ЗИ Центрального института питания (Москва)

Солодовое молоко, широко применяемое в быту в качестве заменителя натурального молока, обладает пониженной термостойкостью. Потребители нередко лишены возможности прокипятить полученное молоко, так как оно свертывается при нагревании. Это обстоятельство вызывает справедливые нарекания на качество солодового молока.

Настоящая работа ставила своей задачей изучить влияние ряда факторов на процесс термической коагуляции солодового молока и изыскать эффективные способы повышения его стойкости.

Солодовое молоко представляет смесь из равных частей молока и экстракта, полученного из пшеничной муки и солода («50% молоко»). Существует и другой рецепт со снижением натурального молока до 25% за счет увеличения солодового экстракта («25% молоко»).

Тепловая коагуляция солодового молока заключается в основном в осаждении казеината кальция, находящегося в молоке в состоянии коллоидального раствора. Этот процесс протекает с наибольшей полнотой, когда pH среды совпадает с изоэлектрической точкой казеиногена (pH = 4,9). Однако заметное свертывание молока наблюдается при гораздо более высоком pH.

Нами были поставлены опыты по определению минимальной концентрации водородных ионов, при которой уже наступает заметное свертывание натурального и солодового молока при его кипячении. Опыты ставились на пробах сборного натурального молока, поступавшего на Московский завод диетических молочных продуктов в июне—июле 1943 г., и на различных образцах 50% и 25% солодового молока выработки того же завода и специально приготовленных нами в лабораторных условиях. В молоке определялась общая и активная кислот-

ность (определение последней производилось каломельно-хингидронным методом). Далее, свежее молоко подкислялось децинормальным раствором соляной кислоты и нагревалось до кипения. Подкисление производилось постепенно — каждый раз количество кислоты, добавляемой к 25 мл молока, увеличивалось на 0,25 мл. Подкисленное молоко нагревалось в небольших эрленмейеровских колбочках до закипания. Коагуляция молока считалась наступившей, если на стенках колбы после кипячения оставались заметные хлопья свернувшегося белка. Так определялась минимальная доза соляной кислоты, вызывающая коагуляцию при кипячении. Затем в новой порции того же молока, подкисленного до установленного предела, определялась титруемая и активная кислотность. Так устанавливался рН точки коагуляции молока. Эти опыты повторялись неоднократно. Полученные нами средние данные помещены в табл. 1. Там же указан коэффициент буферной емкости молока, вычисленный по формуле ван Слайка¹, и приведены средние данные, характеризующие общую и активную кислотность и буферную емкость солодового экстракта.

Т а б л и ц а 1

Продукт	Титруемая кислотность (в градусах Тернера)			Активная кислотность			Коэффициент буферной емкости
	начальная	точки коагуляции	разность	рН начальный	рН точки коагуляции	разность	
Натуральное молоко	16,1	21,4	5,3	6,68	6,31	0,37	0,021
50% солодовое молоко	10,1	13,4	3,4	6,67	6,42	0,25	0,013
25% солодовое молоко	9,6	9,1	0,5	6,54	6,41	0,13	0,008
Солодовый экстракт	5,7	—	—	6,43	—	—	0,003

На основании этих цифр отмечаем следующее:

1. Титруемая кислотность солодового молока характеризуется некоторым средним значением между градусом кислотности натурального молока и солодового экстракта.

Активная кислотность солодового молока 50% состава почти одинакова с таковой натурального молока, что объясняется проявлением буферных свойств последнего.

Солодовое молоко 25% состава вследствие повышенного содержания экстракта обладает пониженным рН.

2. Солодовое молоко коагулирует при более высоком уровне рН, что следует рассматривать как результат нарушения солевого равновесия и изменения природы воздействия различных ионов на систему казеино-кальциевых солей в натуральном молоке при добавлении к нему солодового экстракта.

3. Солодовое молоко обладает пониженной буферной емкостью, что объясняется весьма низким буферным действием солодового экстракта: Чем больше доля экстракта в солодовом молоке, тем ниже коэффициент буферной емкости последнего.

4. Сравнительно небольшое нарастание активной кислотности, измеряемое десятными долями единицы рН, настолько снижает термостой-

¹ Коэффициент ван Слайка показывает, сколько миллилитров нормального раствора соляной кислоты надо прилить к одному миллилитру молока, чтобы снизить рН последнего на одну единицу.

кость молока, что последнее не выдерживает кипятильной пробы. Однако натуральное молоко, как и другие биологические жидкости, обладает весьма большой буферной емкостью. Поэтому требуется значительное подкисление натурального молока, чтобы снизить его рН до критической величины. Солодовое молоко, коагулирующее при более высоком рН и обладающее пониженной буферной емкостью, выдерживает значительно меньшее нарастание общей кислотности. Особенно нестойким в этом отношении является 25% молоко.

Прежде чем перейти к дальнейшей характеристике термостабильных свойств солодового молока, следует несколько уточнить применяемую нами терминологию. С точки зрения нашей задачи — изучения условий коагуляции солодового молока в результате обычного, практикуемого в быту кипячения термостойким можно считать всякое молоко, если оно выдерживает пробу на кипячение. Однако с помощью одной этой пробы нельзя установить, выдержит ли данный образец молока дальнейшее хранение, другими словами, дальнейшее нарастание кислотности, или рН данного образца уже близок к той критической величине, при которой наступает коагуляция молока, нагретого до кипения. Ответить на этот вопрос было бы крайне желательно и прежде всего в интересах практической стороны дела. Солодовое молоко проходит достаточно длинный путь от завода до конечного потребителя, что связано с нарастанием кислотности, а следовательно, с понижением устойчивости молока по отношению к нагреванию. Отсюда ясно, что солодовое молоко, поступающее в торговую сеть, должно обладать определенным гарантийным «запасом прочности». Измерить этот запас и найти объективное числовое выражение его представляется безусловно необходимым. Исходя из этих соображений, мы применили для характеристики термостабильных свойств солодового молока особый показатель — «термопрочность».

Под термопрочностью мы понимаем предельную способность молока выдержать кипячение при нарастающей активной кислотности.

Термопрочность измеряется «градусом прочности», т. е. числом кубических сантиметров децинормального раствора соляной кислоты, которое необходимо добавить к 100 см³ солодового молока, чтобы свернуть его при кипячении.

В свое время Моррес предложил определять градус свежести молока, титруя его децинормальным раствором серной кислоты до момента коагуляции казеиногена при комнатной температуре.

Градусы Морреса не получили признания. Его методика оказалась мало пригодной для гигиенической оценки молока, каковую собственно и имел в виду Моррес. Однако этот показатель в той модификации, которая предложена нами, можно с успехом применить для определения степени термопрочности солодового молока.

Методика определения градуса прочности (описанная нами выше) вполне доступна в условиях производства. Она сводится к постепенному подкислению нагреваемого до кипения молока до того предела, пока не наступит заметная коагуляция белка. Еще более простым будет нахождение предельного градуса прочности.

Термопрочность молока предопределяется величиной активной кислотности и буферной емкости и уровнем рН точки коагуляции молока. Взаимосвязь всех этих элементов можно выразить математически с помощью формулы ван Слайка для коэффициента буферной емкости молока. В частном случае, когда количество добавляемой к молоку кислоты равно градусу прочности молока, эта формула примет следующий вид:

$$\text{коэффициент буферной емкости } P = \frac{(\text{градусу прочности}) \cdot 0,1}{100 \cdot (\text{изменение рН})}.$$

Обозначая градус прочности через K и изменение pH как разность между начальным pH молока (pH') и pH точки коагуляции (pH''), получим:

$$P = \frac{K \cdot 0,1}{100 (pH' - pH'')}.$$

откуда

$$K = P \cdot (pH' - pH'') \cdot 1000.$$

По нашим наблюдениям, градус прочности свежего натурального молока равен в среднем 7,6. Для солодового молока, приготовленного по основной рецептуре (50% экстракта + 50% натурального молока), эта цифра снижается более чем вдвое, до 3,1°, и для молока с повышенным содержанием экстракта (75% экстракта + 25% натурального молока) она падает до 1°, причем молоко, отвечающее этой последней рецептуре, во многих случаях имело нулевую прочность, т. е. не выдерживало кипячения даже без добавления соляной кислоты.

На основании всех этих данных приходим к следующим выводам. Солодовое молоко, приготовленное с 25% содержанием натурального молока, обладает незначительной инициальной термопрочностью. Без добавления специальных защитных средств, стабилизирующих теплостойкость молока, его не следует выпускать в продажу.

Солодовое молоко 50% состава характеризуется более высоким градусом прочности, но все же вдвое меньшим, чем тот, которым обладает натуральное молоко. Поэтому добавление стабилизаторов желательно и в этом случае и безусловно необходимо для тех образцов молока, термопрочность которых будет ниже среднего уровня.

Характеристика буферных свойств некоторых заменителей, применяемых в производстве солодового молока

Цельное натуральное молоко нередко полностью или частично заменяется в производстве солодового молока целым рядом других молочных продуктов. В качестве таких заменителей чаще всего фигурируют молочные консервы (сухое цельное и обезжиренное молоко, сгущенный обрат) и сметана.

Нами было проведено сравнительное определение титруемой и активной кислотности и буферной емкости цельного натурального и обезжиренного молока.

Одновременно мы проверили, в какой мере процесс сгущения обратов влияет на активную кислотность и буферные свойства его. С этой целью полученный из натурального молока обрат подвергался сгущению в вакуум-аппарате до 30% содержания сухих веществ. Сгущенный обрат был затем восстановлен до прежней концентрации сухого остатка. Результаты определения титруемой и активной кислотности и буферной емкости этих двух образцов в сопоставлении с теми же показателями исходного цельного молока приведены в табл. 2.

Таблица 2

Продукт	Титруемая кислотность	pH	Коэффициент буферной емкости
Натуральное молоко . .	15,5	6,62	0,021
Полученный из него обрат	15,5	6,64	0,021
Тот же обрат, сгущенный и восстановленный	15,5	6,54	0,019

На основании полученных нами данных приходим к следующим выводам:

1. Сепарирование молока не отражается заметно на его буферных свойствах и активной кислотности.

2. Сгущение и последующее восстановление обраты незначительно сказываются на его буферной емкости, но несколько повышают активную кислотность, что может отрицательно повлиять на термостойкость солодового молока, приготовленного с добавлением восстановленного обраты.

Рецептурой на 25% солодовое молоко предусмотрено добавление 5% сметаны для нормализации жирности получаемого продукта.

Желая установить, в какой мере добавление сметаны влияет на активную и титруемую кислотность и буферную емкость солодового молока, мы поставили серию опытов, результаты которых приведены в табл. 3.

Таблица 3

Продукт	Титруемая кислотность	pH	Коэффициент буферной емкости
Сметана 25% жирности . .	154,0	5,36	—
Солодовое молоко без сметаны	8,5	6,59	0,008
То же с добавлением 5% сметаны	12,8	6,15	0,011
То же с добавлением 10% сметаны	16,3	5,96	0,11

Как видно из этих цифр, добавление сметаны несколько увеличивает буферную емкость солодового молока, но в то же время в значительной степени повышает титруемую и, что особенно важно, активную кислотность молока. Уже в молоке с 5% содержанием сметаны pH значительно ниже точки коагуляции солодового молока (6,41). В результате все образцы, приготовленные нами с добавлением сметаны, не выдержали кипяточной пробы.

Аналогичные данные были получены нами при добавлении сметаны несколько более высокой жирности (30%).

Повышение титруемой и активной кислотности в результате добавления сметаны установлено нами в опытах и с солодовыми экстрактами, и с натуральным молоком.

Все полученные нами данные говорят о том, что добавление сметаны к солодовому молоку значительно повышает активную кислотность последнего и тем самым отрицательно влияет на его термостойкость.

Добавление сметаны без защиты солодового молока специальными стабилизаторами не может быть рекомендовано.

Повышение термостойкости солодового молока с помощью стабилизаторов

В солодовом молоке мы находим те же буферные системы, что и в натуральном молоке. Главнейшими из них являются белки молока, соли фосфорной кислоты, цитраты и бикарбонаты.

Повышение буферной емкости молока возможно либо посредством повышения концентрации перечисленных выше буферных веществ, либо введением новых буферов. Последний путь представляется менее желательным, поскольку он связан с существенным нарушением физиологических особенностей молока. При выборе же химических реагентов, добавление которых должно повысить концентрацию присутству-

ющих в молоке буферов, надлежит руководствоваться следующими соображениями. Каждая буферная система в максимальной степени проявляет свое буферное действие лишь при строго определенном pH. Так, буферный коэффициент бикарбонатов достигает максимума при $\text{pH} = 6,2$. Наибольший эффект цитратов проявляется при более низком pH. Фосфаты натрия и калия показывают максимальный коэффициент при $\text{pH} = 6,8$. Фосфорнокислый кальций при концентрации всех компонентов, характерной для молока, проявляет максимальное буферное действие при $\text{pH} = 4,8$. Уттиер считает, что буферный коэффициент казеина в молоке является величиной, которой можно пренебречь при $\text{pH} = 6,0$ и выше. Роджерс, сопоставляя буферные кривые обраты и полученной из него сыворотки, также приходит к выводу, что казеин в молоке проявляет свое буферное действие лишь в пределах pH от 5,7 до 4,3. Учитывая эти данные и принимая во внимание, что pH точки коагуляции солодового молока при кипячении равен в среднем 6,4, приходим к выводу, что нашей цели — повышению теплостойкости солодового молока — более всего отвечают фосфаты натрия и калия и бикарбонаты.

Руководствуясь всем изложенным, мы проверили в наших опытах действие трех стабилизаторов: двуметаллического фосфорнокислого натрия (Na_2HPO_4), бикарбоната (NaHCO_3) и карбоната натрия (Na_2CO_3). Кроме того, мы испытали буферную соль, предложенную проф. Войткевичем, состоящую из двуметаллического и однометаллического фосфата натрия.

В методическом отношении наши опыты были поставлены следующим образом. Испытуемые вещества добавлялись к солодовому молоку в виде водных растворов, после чего определялась титруемая и активная кислотность молока. Вслед за тем образец постепенно подкислялся децинормальным раствором HCl и нагревался до кипения; таким путем устанавливался градус прочности молока. Одновременно определялась титруемая кислотность и pH точки коагуляции молока. На основании полученных данных вычислялся коэффициент буферной емкости.

Защитное действие Na_2HPO_4 . В табл. 4 приведены результаты испытания защитного действия этой соли. Опыты проводились с 50% солодовым молоком.

Т а б л и ц а 4

Содержание соли (в % к молоку)	Активная кислотность		Градус прочности	Коэффициент буферной емкости
	pH начальный	pH точки коагуляции		
0	6,65	6,38	3,0	0,011
0,05	6,74	6,37	4,0	0,011
0,10	6,79	6,37	5,0	0,012
0,20	6,94	6,34	8,0	0,013
0,30	7,00	6,37	10,0	0,016
0,40	7,12	6,31	15,0	0,018
0,50	7,12	6,29	16,0	0,019

Как видно из этих цифр, добавление фосфата не отражается на исходной титруемой кислотности молока, но снижает его активную кислотность. Коэффициент буферной емкости молока по мере добавления фосфата постепенно возрастает. В то же время pH точки коагуляции в общем несколько снижается. В результате этих изменений наблюдается значительное повышение градуса прочности молока. Уже при добавлении 0,2% соли термостойкость молока возрастает почти втрое (с 3 до 8°), достигая средней прочности свежего натурального молока.

Опыты с применением двузамещенного фосфата натрия были повторены на другом образце солодового молока — 25% состава. Исходный образец этого молока был настолько непрочен, что не выдерживал пробы на кипячение. Результаты этих опытов оказались аналогичны тем, которые наблюдались и в первом случае, с той лишь разницей, что для повышения градуса прочности 25% солодового молока до уровня прочности натурального молока потребовалось ввести 0,3% соли, т. е. на 0,1% больше, чем для защиты солодового молока 50% рецептуры.

Таким образом, двуметаллический фосфорнокислый натрий может быть с успехом использован в качестве стабилизатора, повышающего термopочность солодового молока.

Буферная смесь, предложенная проф. Войткевичем. Смесь проф. Войткевича состоит из одно- и двуметаллического фосфата натрия, взятых в следующей пропорции: на 12 весовых частей первого 10 частей второго. Действие указанной смеси, проверенное на двух образцах солодового молока — 50% и 25% состава, оказалось положительным и проявилось в нарастании буферной емкости и в некотором снижении рН точки коагуляции молока.

Термopочность солодового молока в результате добавления смеси несколько возросла, но в значительно меньшей мере, чем при воздействии одного двузамещенного фосфата. Даже при введении максимальной дозы смеси (0,5%) градус прочности подзащитного продукта оказался значительно ниже уровня термopочности натурального молока. Добавление каждой последующей десятой доли процента смеси повышает прочность солодового молока в среднем на 1°, тогда как введение такого же количества одного двузамещенного фосфата увеличивает прочность на 2,6°. Причину этого находим в том, что в комплексе Войткевича буферное действие при подкислении молока проявляет один лишь компонент — двуметаллический фосфат натрия, на долю которого приходится только 45% общего веса смеси.

Бикарбонат натрия (NaHCO_3). Результаты проверки защитного действия этой соли на 25% солодовом молоке приведены в табл. 5.

Таблица 5

Содержание соли (в % к молоку)	Активная кислотность		Градус прочности	Коэффициент буферной емкости
	рН начальный	рН точки коагуляции		
0	6,73	6,41	3,0	0,009
0,025	7,05	6,48	5,0	0,009
0,05	7,16	6,34	8,0	0,010
0,10	7,25	6,27	13,0	0,013
0,20	7,45	6,25	24,0	0,021

Как видно из этих цифр, двууглекислая сода обладает значительным защитным эффектом. Добавление соды воздействует на все три фактора, предопределяющие термopочность солодового молока: уменьшает начальную активную кислотность, увеличивает его буферную емкость и снижает рН точки коагуляции молока при кипячении.

Добавление каждой последующей десятой доли процента соды повышает термopочность молока в среднем на 1°, тогда как то же количество двуметаллического фосфата натрия увеличивает прочность на 2,6°. Это объясняется различием молекулярного веса упомянутых соединений: молекулярный вес соды (NaHCO_3) — 84,01, молекулярный вес фосфата ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) — 358,24. Другими словами, в одном и том

же весовом количестве вещества сода содержит в 4 раза больше молекул, чем двузамещенный фосфорнокислый натрий.

Одновременно с испытанием буферного эффекта двууглекислой соды нами было проверено защитное действие карбоната натрия (Na_2CO_3).

Ясно выраженные щелочные свойства этой соли отразились и на характере ее защитного действия. Введение карбоната натрия в значительной степени подщелачивает молоко. Так, при добавлении 0,2% соли к 25% солодовому молоку мы уже не имели возможности определить pH молока, так как он находился за пределами, доступными для определения pH каломельно-хингидронным методом, которым мы пользовались в нашей работе. Титруемая кислотность молока в этом случае упала почти до нуля. pH точки коагуляции во всех опытах этой серии был даже несколько выше, чем в исходном молоке. Коэффициент буферной емкости почти не менялся. Таким образом, защитное действие карбоната натрия проявилось только в снижении начальной активной кислотности, т. е. в подщелачивании молока. Тем не менее карбонат натрия обладает значительным защитным эффектом. Добавление к молоку каждой последующей десятой доли процента этой соли повышает его прочность в среднем на 6,5°.

Выводы

1. Солодовое молоко менее устойчиво по отношению к нагреванию, чем натуральное молоко. Пониженная термостойкость солодового молока объясняется малой буферной емкостью последнего и высоким уровнем pH, при котором наступает заметная коагуляция молока, нагретого до кипения.

2. Показателем термостойкости солодового молока может служить «градус прочности», равный произведению коэффициента буферной емкости молока на разность между начальным pH молока и pH точки коагуляции его при кипячении.

По нашим наблюдениям, градус прочности свежего натурального молока равен в среднем 7,6. Для солодового молока, содержащего 50% натурального, градус прочности снижается более чем вдвое — до 3,1. Солодовое молоко с 25% содержанием натурального обладает незначительной термостойкостью, градус прочности его равен в среднем единице.

3. Инициальная термopочность солодового молока может быть увеличена путем добавления стабилизаторов, действие которых проявляется в снижении активной кислотности молока, увеличении его буферной емкости и снижении pH точки коагуляции молока при кипячении.

Из числа испытанных нами стабилизаторов наибольший защитный эффект проявили бикарбонат натрия (NaHCO_3) и двухметаллический фосфорнокислый натрий (Na_2HPO_4). Буферная смесь, предложенная проф. Войткевичем, хотя и обладает защитными свойствами, но в гораздо меньшей степени. Добавление карбоната натрия (Na_2CO_3) значительно повышает термopочность, но слишком подщелачивает солодовое молоко.