

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВАРЕНОГО МОЛОКА СГУЩЕННОГО С САХАРОМ

М.А. Глушаков, Т.И. Шингарёва, Л.Е. Макаренко

Исследовано влияние режимов тепловой обработки молока сгущённого с сахаром при производстве вареного молока сгущённого с сахаром на формирование крупных кристаллов лактозы, снижающих качество консистенции готового продукта. Предложены режимные параметры тепловой обработки, которые обеспечивают получение вареного молока сгущённого с сахаром высокого качества.

Введение

Одним из перспективных видов продукции молочной консервной промышленности является вареное молоко сгущенное с сахаром («варёная сгущёнка»). Данный продукт появился на рынке сравнительно недавно, но при этом снискал широкое признание, как среди рядовых потребителей, так и в различных отраслях пищевой промышленности (прежде всего – в производстве кондитерских изделий). В то же время, при производстве этой продукции имеют место технологические особенности: варка сгущёнки, закатанной в жестяные банки и последующее их охлаждение без возможности перемешивания, что сопровождается нерегулируемой выкристаллизацией лактозы. В результате крупные (более 10 мкм в диаметре) кристаллы лактозы проявляются уже после двух недель хранения «варёной сгущёнки». Из-за этого общая продолжительность хранения «варёной сгущёнки» составляет лишь 4 месяца.

Отличительной и при этом очень важной особенностью технологии «вареной сгущенки» от технологии классических сгущённых молочных консервов с сахаром является дополнительная операция – термическая обработка или «варка» закатанного в жестяные банки молока сгущённого с сахаром. По окончании «варки» готовое варёное молоко сгущённое с сахаром охлаждают. При этом в закатанные банки невозможно внести затравку и провести перемешивание содержимого, что и является причиной нерегулируемой выкристаллизации лактозы [1].

Решению проблемы нерегулируемой выкристаллизации лактозы в «варёной сгущёнке» при хранении уделяют внимание ряд исследователей [2, 3]. В этом направлении ими предложено несколько технологических решений. Согласно одному из способов предлагается получать готовый продукт с повышенной массовой долей влаги, при которой лактоза не выкристаллизуется. В то же время положительный результат за счёт исключения выкристаллизации лактозы в предлагаемом способе нивелируется нежелательным снижением вязкостных показателей готового продукта. В соответствии со вторым способом предлагается ферментативная обработка исходной нормализованной молочной смеси с помощью ферментного препарата β -галактозидазы (лактазы). Однако широкого внедрения в производства указанный метод не получил по причине высокой себестоимости ферментного препарата, а также необходимости задействования дополнительного ёмкостного оборудования в течение длительного времени – 8 ч и более. Имеются сведения о положительном эффекте использования лимонной кислоты в производстве «варёной сгущёнки», обеспечивающей существенное замедление процесса выкристаллизации лактозы, однако указанные данные требуют проверки.

Таким образом, предлагаемые технологические решения, направленные на повышение качества «варёной сгущёнки», обладают определёнными недостатками, сдерживающими их внедрение в производство. Поэтому поиск альтернативных решений является актуальным. Целью данной работы является изучение особенностей выкристаллизации лактозы в варёном молоке сгущенном с сахаром, анализ основных факторов, оказывающих влияние на процесс выкристаллизации, и разработка эффективной ресурсосберегающей технологии производства варёного молока сгущённого с сахаром.

Результаты исследований и их обсуждение

На первом этапе предстояло изучить динамику выкристаллизации лактозы в «варёной сгущёнке» в процессе хранения. Для этого молоко цельное сгущенное с сахаром закатывали в банку номер 7 (400г) и далее подвергали варке согласно используемым в производстве технологическим режимам. Нагрев банок с «варёной сгущёнкой» до температуры «варки» ($95^{\circ}\text{C} - 100^{\circ}\text{C}$) проводили с помощью горячей воды в течение 20 мин. Продолжительность варки составляла 2 ч. По окончании процесса «варки» банки с «варёной сгущёнкой» охлаждали с помощью холодной воды до температуры $(40 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ в течение 20–30 мин с последующим доохлаждением на открытом воздухе до температуры $0^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}$ [1].

По результатам исследований обнаружено, что в варёном молоке сгущённом с сахаром однородная гомогенная консистенция сохраняется в течение первых двух недель хранения. На протяжении последующего времени хранения в продукте формируются крупные (видимые) кристаллы лактозы диаметром до 2–3 мм, вызывающие порок консистенции (рисунок 1).

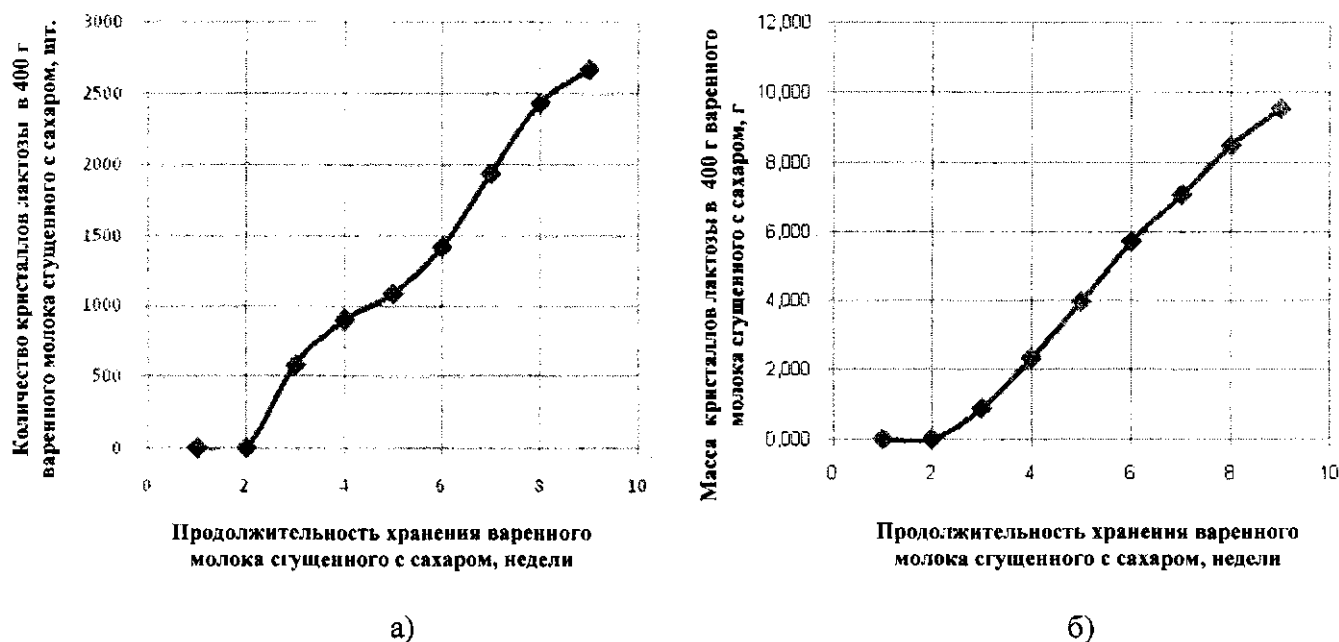


Рисунок 1 – Зависимость количества (а) и общей массы (б) видимых кристаллов лактозы в варёном молоке сгущённом с сахаром от продолжительности хранения

Известно, что растворимость вещества, в том числе лактозы, зависит от температуры [4]. Поэтому направленное варьирование процесса подогрева, варки и охлаждения молока сгущённого с сахаром с целью обеспечения массовой выкристаллизации лактозы может обеспечить формирование тонкодиспергированных кристаллов лактозы, что снизит вероятность возникновения порока консистенции. Кроме того, важную роль в формировании консистенции «варёной сгущёнки» играет равномерность распределения лактозы в объёме расфасованной сгущёнки. Возникновение разности концентраций лактозы в отдельных слоях (зонах) сгущёнки может являться одним из значимых факторов возникновения порока консистенции в «варёной сгущёнке» при хранении.

В расфасованном молоке цельном сгущённом с сахаром лактоза распределена равномерно, однако при нагреве банок со сгущёнкой до температуры варки и при последующем их охлаждении до температуры хранения между внутренними и наружными слоями сгущёнки возникает температурный градиент. В результате при нагреве банок в наружных слоях сгущёнки растворимость лактозы значительно возрастает, и лактоза перераспределяется на периферийные слои. Во время охлаждения банок с «варёной сгущёнкой» возникает температурный градиент, имеющий обратное направление. В результате лактоза должна перераспределяться с периферии во внутренние слои. Очевидно, что при создании больших темпера-

турных градиентов в банках со сгущёнкой имеют место диффузионные процессы [4]. Поэтому снижение интенсивности нагрева и охлаждения банок со сгущёнкой при проведении соответствующих технологических операций может способствовать снижению доли видимых кристаллов лактозы. В связи с этим мы изучали влияние интенсивности процесса нагрева молока цельного сгущённого с сахаром до температуры варки (нагрев в течение 60 мин – опыт 1) и интенсивности охлаждения уже готовой «варёной сгущёнки» (охлаждение в течение 60 мин – опыт 2). Параллельно выработывали контрольный образец «варёной сгущёнки», который в соответствии со стандартной технологической инструкцией нагревали до температуры варки в течение 20 мин, а по окончании процесса варки готовую «варёную сгущёнку» быстро в течение 20 мин охлаждали холодной водой до температуры 10 °С. Процесс варки всех выработываемых образцов проводили при температуре 95 °С–100 °С в течение 2 ч.

Полученные образцы «варёной сгущёнки» проверяли на наличие видимых кристаллов лактозы после двух месяцев хранения. Проверка показала, что в опыте 1 количество видимых кристаллов лактозы, а также их общая масса практически вдвое ниже по сравнению контролем (2470 шт. видимых кристаллов общей массой 8,43 г), в то же время в опыте 2 получены результаты, близкие к контрольному образцу (2210 шт. видимых кристаллов общей массой 8,11 г). Таким образом, при выработке «варёной сгущёнки» можно рекомендовать к использованию медленный подогрев (в течение 60 мин до температуры варки) банок со сгущёнкой, что обеспечивает двухкратное снижение доли видимых крупных кристаллов лактозы.

Для получения тонко диспергированных кристаллов лактозы в производстве молока цельного сгущённого с сахаром его в вакуум-кристаллизаторах охлаждают до температуры массовой кристаллизации, составляющей (37 ± 1) °С [1, 3]. При этой температуре вносят заправку – мелкокристаллическую лактозу для интенсификации процесса выкристаллизации. Выдержка (термостатирование) «варёной сгущёнки» при температуре массовой выкристаллизации лактозы должна обеспечить формирование множественных центров выкристаллизации и частично либо полностью нивелировать проблему консистенции данного продукта. Для этого, используя медленный подогрев, проводили процесс варки банок со сгущёнкой при температуре 95 °С–100 °С в течение 2 ч. По окончании процесса варки банки с «варёной сгущёнкой» быстро в течение 5–15 мин охлаждали до температуры термостатирования (температурный диапазон от 10 °С до 95 °С) и выдерживали при ней в течение 1 ч. После термостатирования образцы «варёной сгущёнки» при необходимости доохлаждали холодной водой до температуры хранения 0 °С–10 °С и закладывали на хранение.

По окончании двух месяцев хранения в банках с «варёной сгущёнкой» определяли количество образовавшихся видимых кристаллов лактозы, а также их общую массу. Выявлен сложный характер зависимости исследуемых параметров от температуры термостатирования (рисунок 2). Отмечено, что термостатирование банок с «варёной сгущёнкой» в температурном диапазоне 70 °С–80 °С, а также при температуре 95 °С имеет существенный положительный эффект. При использовании указанных режимов термостатирования количество образовавшихся видимых кристаллов лактозы не превышает 180 шт. в одной банке, а их масса составляет не более 1,0 г. Среди рекомендуемых режимов особый интерес представляет термостатирование при 95 °С, так как указанная температура соответствует температуре варки, что позволяет полностью исключить проведение теплообменных операций, что гарантирует одинаковую температуру и соответственно высокое качество во всех банках «варёной сгущёнки» независимо от вида, ёмкости и других технических особенностей оборудования, используемого для варки сгущёнки. Фактически проведение термостатирования при температуре 95 °С можно рассматривать, как продолжение процесса варки сгущёнки.

Поскольку процесс выкристаллизации лактозы в «варёной сгущёнке» протяжён во времени, то для улучшения консистенции продукта необходимо обеспечить формирование множественных центров кристаллизации за период термостатирования. В связи с этим представляло интерес изучить влияние продолжительности термостатирования «варёной сгущёнки» на качество её консистенции. Проводились исследования, в ходе которых образцы «варёной

сгущёнки» термостатировали при температуре 95 °С в течение 0,5; 1,0; 1,5; 2,5 и 3,5 ч. По окончании термостатирования банки с варёной сгущёнкой в соответствии с существующей технологической инструкцией охлаждали холодной водой до температуры (40±10) °С в течение 20–30 мин с последующим доохлаждением и хранением при температуре 0 °С – 10 °С.

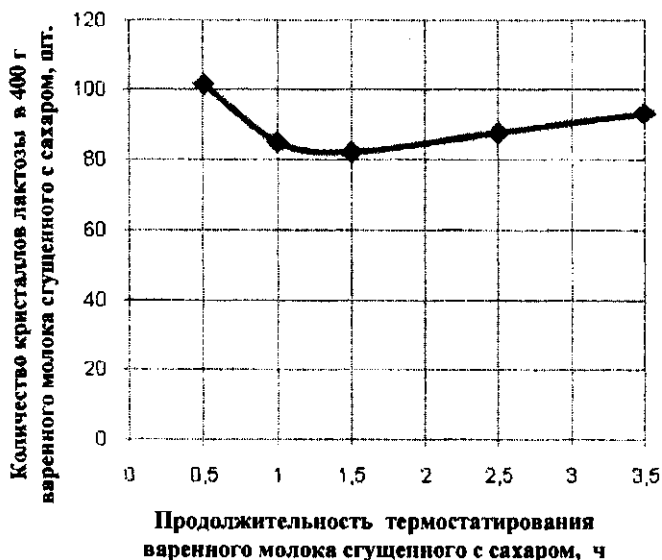


а)

б)

Рисунок 2 – Зависимость количества (а) и общей массы (б) видимых кристаллов лактозы в варёном молоке сгущённом с сахаром от температуры термостатирования

Результаты проведенных исследований показали, что минимальное количество видимых кристаллов лактозы и их общей массы в образцах «варёной сгущёнки» формируется при проведении термостатирования от 1,0 до 2,5 ч (рисунок 3).



а)

б)

Рисунок 3 – Зависимость количества (а) и общей массы (б) видимых кристаллов лактозы в варёном молоке сгущённом с сахаром от продолжительности термостатирования при температуре 95 °С

В то же время при удлинении продолжительности термостатирования до 3,5 ч, и в особенности его сокращении до 0,5 ч пороки консистенции проявлялись более выражено. Реко-

мендуемая продолжительность термостатирования «варёной сгущёнки» составляет 1,0–2,5 ч, то есть имеет достаточно широкий временной коридор, что позволяет наиболее полно учесть производственные особенности конкретного предприятия.

По результатам проведенных исследований для получения «варёной сгущёнки» высокого качества можно рекомендовать удлинение продолжительности нагрева банок со сгущёнкой до температуры варки до 1 ч, а также удлинение продолжительности технологической операции варки молока сгущённого с сахаром до 3,0–4,5 ч (таблица 1). Использование указанных технологических режимов позволяет сократить количество видимых кристаллов лактозы, а также их общую массу в «варёной сгущёнке» по сравнению с использованием стандартных технологических режимов производства в 30 раз.

Таблица 1 – Рекомендуемые технологические режимы производства варёного молока сгущённого с сахаром, следующие после этапа розлива сгущёнки в банки и их закатки

Наименование технологической операции	Температура проведения технологической операции, °С	Продолжительность технологической операции, ч
Подогрев банок со сгущёнкой до температуры варки	от 20 до 95–100	1,0
Варка сгущёнки, в том числе:	95–100	3–4,5
– собственно варка	95–100	2,0
– термостатирование	95–100	1–2,5

Заключение

В результате проведенных исследований выявлен характер формирования видимых кристаллов лактозы в варёном молоке сгущённом с сахаром в процессе хранения. Показано, что однородная гомогенная консистенция в готовом продукте сохраняется только в течение первых двух недель хранения. Установлено, что удлинение продолжительности нагрева банок с молоком сгущённым с сахаром до температуры варки с 20 мин до 1 ч обеспечивает снижение количества крупных кристаллов лактозы в два раза. Получена зависимость формирования количества видимых кристаллов лактозы, а также их общей массы в варёном молоке сгущённом с сахаром от температуры и продолжительности его термостатирования, согласно которой минимальное количество видимых кристаллов лактозы в варёном молоке сгущённом с сахаром формируется при его термостатировании в течение 1,0–2,5 ч при температуре 95 °С.

Литература

- 1 Молоко варёное сгущённое с сахаром «Егорка». ТИ 100098867.038 – 2003. Изм. №5 от 20.01.2011г.
- 2 Глушаков, М.А. Проблемы повышения качества варёного молока сгущённого с сахаром / М.А. Глушаков, Т.И. Шингарёва // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – №10. – С. 28–29.
- 3 Чекулаева, Л.В. Технология продуктов консервирования молока и молочного сырья / Л.В. Чекулаева, К.К. Полянский, Л.В. Голубева. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 249 с.
- 4 Воюцкий, С.С. Курс коллоидной химии / С.С. Воюцкий. – М.: Химия, 1976. – 512 с.

Поступила в редакцию 29.04.2011