

Т. И. Шингарёва, М. А. Глушаков, Н. А. Скапцова
УО «Могилёвский государственный университет продовольствия»

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНОСТИ МОЛОКА НА ПРИГАРООБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПАСТЕРИЗАЦИИ

В работе проведен анализ значимых факторов на пригарообразование молока различной кислотности при пастеризации. Установлено, что при низкотемпературной пастеризации доминирующим фактором, определяющим интенсивность пригарообразования, выступает температура пастеризации, в то время, как фактор кислотности молока менее значим. При высокотемпературной пастеризации роль фактора кислотности молока существенно возрастает. Последнее доказывает целесообразность использования более низких режимов пастеризации для молока повышенной кислотности, не снижая эффективности пастеризации.

Молоко является сложной полидисперсной средой, составные части которой находятся в тесном взаимодействии и, обуславливая устойчивость друг друга, образуют целостную высокоорганизованную систему. Так благодаря высокой поверхностной активности белков формируются оболочки жировых шариков, что обеспечивает стабильность жировой эмульсии в молоке. В свою очередь молочный жир является средой для растворения жирорастворимых витаминов и некоторых пигментов. Известно, что белки в молоке находятся в виде мицелл, таковой структурой они во многом обязаны наличием в молоке двухвалентных катионов кальция и магния, а также их солей – фосфатов. Изменение качественного или количественного состава молока под действием различных зоотехнических и других внешних факторов всегда сопровождается преобразованиями в полидисперсной среде и зачастую потерей устойчивости отдельных составных частей. Последнее может оказывать существенное влияние, как на эксплуатационные характеристики технологического оборудования для переработки молока, так и на свойства готовой молочной продукции.

Поскольку невозможно полностью исключить негативное влияние на молоко внешних факторов, представляется актуальной задача поиска альтернативных путей переработки молока, минимизирующих последствия внешних негативных воздействий.

Для молокоперерабатывающих предприятий нашей Республики в весенне-летний период особенно актуальной является проблема переработки молока с повышенной кислотностью. Известно, что такое молоко имеет более низкую термоустойчивость, что существенно усложняет его термообработку, так как на рабочей поверхности пастеризационного оборудования происходит интенсивное пригарообразование. При этом вопрос выбора рационального режима тепловой обработки такого молока остаётся открытым.

В связи с этим представляло интерес изучение влияния кислотности молока на интенсивность пригарообразования при различных режимах пастеризации.

В работе объектом исследований выступало молоко цельное со следующими физико-химическими показателями: плотность – 1030 кг/м^3 , массовая доля жира – 2,5%, массовая доля сухих веществ – 11,1%. Титруемая кислотность молока варьировалась в пределах 16,0–20,0 °Т с шагом 2,0 °Т. Для пастеризации молока использовались режимы 75, 85, 95 °С с варьированием выдержки при температуре пастеризации 0; 2,5; 5,0 мин.

Пастеризацию молока проводили в ёмкости с удельной рабочей поверхностью 84 м^{-1} . Для обеспечения равномерного нагрева молоко в ёмкости перемешивали.

По окончании пастеризации ёмкость опорожняли и производили её взвешивание. По разнице массы ёмкости до и после пастеризации определяли количество молочного пригара в пересчете на 100г пастеризуемого молока.

Результаты эксперимента показали, что и температурные режимы пастеризации и кислотность молока являются значимыми факторами. При этом их увеличение интенсифицирует процесс пригарообразования. Результаты эксперимента представлены графически на карте Парето (см. рисунок 1).

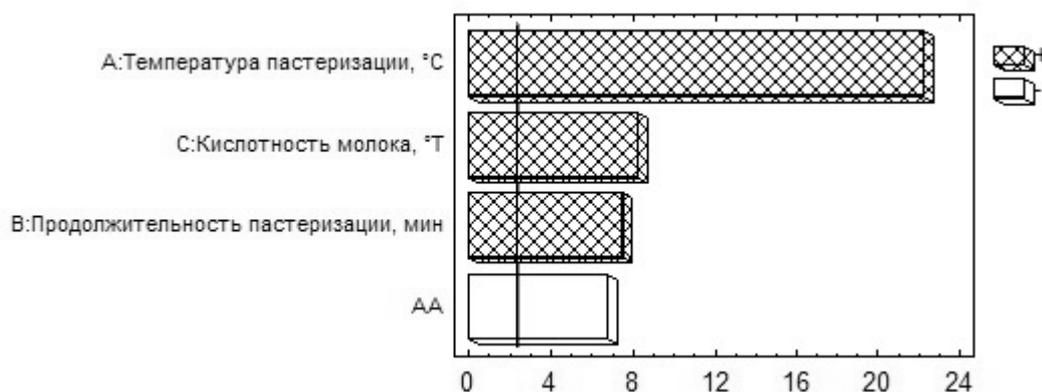


Рисунок 1 – Карта Парето интенсивности пригарообразования при пастеризации молока

На основании экспериментальных данных с учётом значимых факторов получено математическое выражение, адекватно описывающее количество молочного пригара (Π), отложившегося на рабочей поверхности теплообменника ёмкостного типа, в исследуемом диапазоне режимов пастеризации и кислотности молока:

$$\Pi = -32,75 + 0,700 \cdot T + 0,082 \cdot \tau + 0,113 \cdot K - 3,7 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 \quad (1)$$

где K – титруемая кислотность, °T; T – температура пастеризации, °C; τ – продолжительность пастеризации, с.

Для установления и сравнения фактических уровней значимости исследуемых факторов суммировали их значения в единицах шкалы, представленной на карте Парето (рисунок 1). Полученное суммарное значение принимали равным 100% и далее рассчитывали уровни значимости (в процентах от суммарного значения) отдельных факторов.

По результатам расчётов определена высокая значимость температурного фактора (48,1% от общего количества образуемого пригара), в то же время, на долю таких факторов, как кислотность молока и продолжительность (выдержка) пастеризации приходится лишь 17,1% и 19,2%, соответственно.

Экспериментально установлена линейная зависимость между интенсивностью пригарообразования и факторами кислотности молока и продолжительности пастеризации (рисунок 2). В отличие от них температурный фактор нелинейно влияет на интенсивность пригарообразования (рисунок 3).

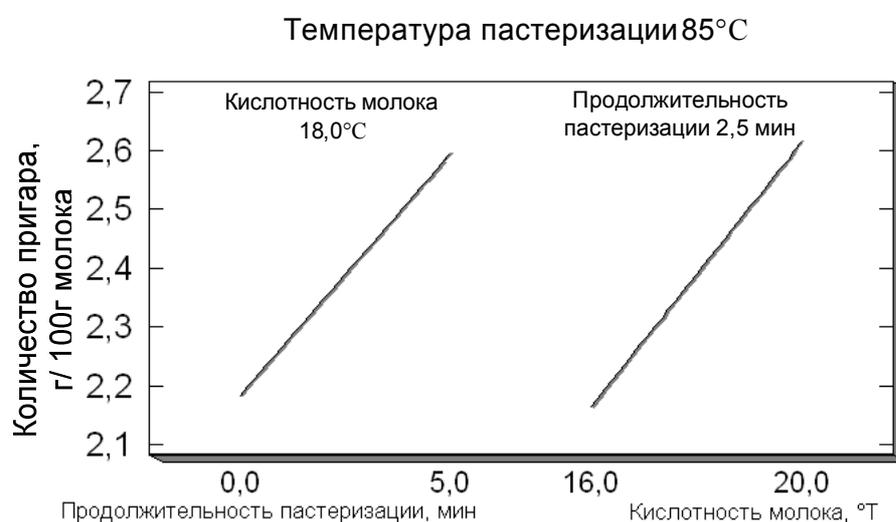


Рисунок 2 – Влияние продолжительности пастеризации и кислотности молока на интенсивность пригарообразования

Установлено, что при повышении температуры пастеризации с 75 °С до 85 °С количество пригара, увеличивается на 1,25 г/ 100г молока, в то же время, в температурном диапазоне (85–95) °С – только на 0,35 г/ 100г молока. Подобное изменение уровня значимости температурного фактора позволяет условно выделить в исследуемом температурном диапазоне две области:

низкотемпературная пастеризация – 80 ± 5 °С;

высокотемпературная пастеризация – 90 ± 5 °С.

В области низкотемпературной пастеризации роль температурного фактора максимальна (рисунок 3), при этом варьирование выдержки при температуре пастеризации и изменение кислотности молока, поступающего на пастеризацию, существенного влияния на интенсивность пригарообразования не оказывают.

Для анализа значимости исследуемых факторов на процесс пригарообразования в области высокотемпературной пастеризации (90 ± 5 °C) выстраивали карту Парето и указанным выше способом рассчитывали удельные доли этих факторов (см. рисунок 4). На основании полученных данных отмечено увеличение роли факторов кислотности молока и продолжительности пастеризации на интенсивность пригарообразования.

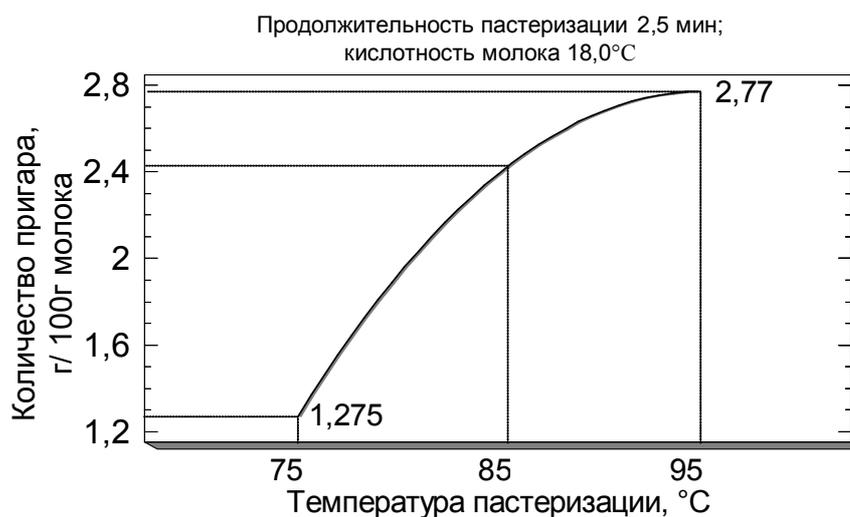


Рисунок 3 – Влияние температуры пастеризации молока на интенсивность пригарообразования

Установлено, что на долю фактора кислотности молока в области высокотемпературной пастеризации приходится 34,5% пригара от его общего количества. Таким образом, потеря термоустойчивости молока из-за его повышенной кислотности является достаточно существенной и максимально проявляется при высокотемпературной пастеризации (90 ± 5) °С.

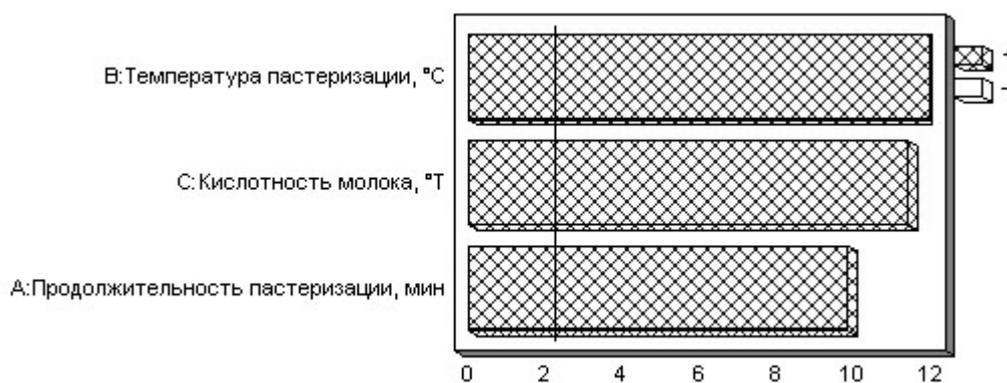


Рисунок 4 – Карта Парето интенсивности пригараобразования при высокотемпературной пастеризации молока

Из выше сказанного следует, что использование высокотемпературных режимов пастеризации для молока повышенной кислотности нецелесообразно, так как при этом значительно возрастает интенсивность пригараобразования. При повышенной кислотности молока следует использовать температуру пастеризации не выше 85 °С с одновременным удлинением продолжительности выдержки молока при температуре пастеризации, что позволит не снижая эффективности пастеризации снизить интенсивность пригараобразования.

При пастеризации молока установлен сложный характер зависимости интенсивности пригараобразования от технологических параметров данного процесса и исходной кислотности молока. Выведено математическое уравнение, описывающее данные зависимости.

Исходя из пригараобразования, образуемого при термообработке молока, экспериментально подтверждена целесообразность разделения пастеризации на две области: низкотемпературную – 80±5 °С и высокотемпературную – 90±5 °С. Установлено, что при низкотемпературной пастеризации доминирующим фактором, определяющим интенсивность пригараобразования, выступает температура пастеризации, в то время, как фактор кислотности молока менее значим – на него приходится от общего количества пригара только 19,2%. При высокотемпературной пастеризации роль фактора кислотности молока существенно возрастает и достигает уровня 34,5%. Последнее доказывает целесообразность

использования более низких режимов пастеризации молока повышенной кислотности, не снижая эффективности пастеризации.

Литература

1. Горбатова, К. К. Химия и физика белков молока. / К. К. Горбатова // – М.:Колос, 1993. – С.52

2. Основные факторы, влияющие на качество мойки и дезинфекции технологического оборудования молочной промышленности // Обзорная информация АгроНИИТЭИММП. – М., 1989. – С. 44.

3. Шингарева, Т. И. Санитария и гигиена молока и молочных продуктов: учебное пособие / Т. И. Шингарева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 330 с.