

УДК 637.146**Татьяна Шуляк, Наталья Гуща, Наталья Копанец, Виктория Тишкевич**

Учреждение образования «Могилевский государственный университет продовольствия», Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИЗКОЛАКТОЗНЫХ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ**Tatyana Shulyak, Natalia Hushcha, Natalia Kopanets, Victoria Tishkivich
RESEARCH INTO REOLOGIC PROPERTIES OF LOWLACTOSE SOUR MILK PRODUCTS**

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Могилевского государственного университета продовольствия проводятся исследования по созданию научно обоснованных технологий низколактозных кисломолочных продуктов из вторичного молочного сырья для адекватного питания людей, страдающих лактазной недостаточностью. При подборе технологического оборудования для выработки кисломолочных продуктов и транспортирования их по трубопроводам необходимо иметь сведения о такой важной реологической характеристике, как эффективная вязкость продукта. Кисломолочные продукты относятся к продуктам, у которых эффективная вязкость зависит от температуры и градиента скорости. В связи с этим были проведены исследования по изучению эффективной вязкости низколактозных кисломолочных продуктов из вторичного молочного сырья при различных значениях градиента скорости и температуры продуктов.

Объектами исследований являлись низколактозный йогурт с повышенным содержанием сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО), изготовленный из натурального обезжиренного молока с добавлением сухого обезжиренного молока (СОМ) в количестве 7% от массы смеси, и низколактозный кисломолочный напиток из пахты. При производстве продуктов вначале проводили предварительный ферментативный гидролиз лактозы во вторичном молочном сырье под действием ферментного препарата β -галактозидазы «MaxilactL2000», а затем сырье пастеризовали, охлаждали и заквашивали. Ферментативный гидролиз лактозы в обезжиренном молоке с повышенным содержанием СОМО проводили при температуре $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 4 ч, а в пахте – при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 12 ч. При производстве йогурта использовали лиофилизированную йогуртную закваску прямого внесения «Delvo-Yog» (компании «DSM Food Specialties Australia Pty Ltd», Австралия). При производстве низколактозного кисломолочного напитка из пахты применяли лиофилизированную закваску прямого внесения АВТ-5 (компании «Chr. Hansen», Дания), включающую ацидофильную палочку, бифидобактерии и термофильный молочнокислый стрептококк. Всего было исследовано 4 образца: низколактозный йогурт без наполнителя, низколактозный йогурт с плодово-ягодным наполнителем «Мандарин», низколактозный кисломолочный напиток из пахты без наполнителя и низколактозный кисломолочный напиток из пахты с черничным джемом.

Эффективную вязкость низколактозных кисломолочных продуктов исследовали с помощью ротационного вискозиметра марки «VT 7 plus» модификации L (производства Германии). Измерения выполняли при температуре $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$, соответствующей температуре хранения продуктов в холодильной камере, и при комнатной температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Определение текущей эффективной вязкости образцов проводили с использованием стандартного набора цилиндрических роторов на всем диапазоне частот их вращения. По частоте вращения ротора (об/мин) и диаметру цилиндра находили градиент скорости (c^{-1}), используя коэффициенты пересчета в

соответствии с паспортными данными прибора. Для каждого образца продуктов были определены зависимости эффективной вязкости от градиента скорости сдвига. Методом математической статистики были получены уравнения, описывающие их. Установлено, что во всех образцах исследуемых низколактозных кисломолочных продуктов с увеличением градиента скорости эффективная вязкость продуктов снижается.

Эффективная вязкость молочного сгустка в кисломолочных продуктах обусловлена характером связей между его белковыми компонентами. Прочность этих связей определяет устойчивость молочного сгустка к механическим воздействиям. В случае если после нарушения целостности молочного сгустка происходит восстановление связей между его компонентами, то они обусловлены явлением тиксотропии, то есть способностью структур после их разрушения самопроизвольно восстанавливаться во времени. Структурированные системы, возникающие при выработке кисломолочных продуктов, как коагуляционно-конденсационные структуры, должны содержать необратимо-разрушающиеся и тиксотропно обратимые связи. Способность сгустка к восстановлению структуры после механического воздействия можно охарактеризовать числовым параметром, который называется степенью тиксотропного восстановления структуры. В связи с этим в работе определяли и сравнивали между собой эффективную вязкость неразрушенной, разрушенной и восстановленной структур продуктов. Разрушали структуру сгустков путем перемешивания. Для всех образцов применяли одинаковый режим перемешивания. После перемешивания выдерживали сгустки в течение 2 ч и снова контролировали эффективную вязкость восстановленной структуры.

Установлено, что кисломолочные низколактозные напитки на основе пахты и низколактозные йогурты имеют меньшую эффективную вязкость при 20°C, чем те же продукты при 4°C на всем диапазоне частот вращения ротора. Понижение вязкости при повышении температуры объясняется теорией вязкости жидкостей. Известно, что вязкость воды при повышении температуры на 1°C понижается на 2–3%. При производстве низколактозных кисломолочных продуктов использовалось вторичное молочное сырье (пахта и обезжиренное молоко), характеризующееся низким содержанием жира. Следовательно, молочный жир не оказывает существенного влияния на вязкость продуктов. Вязкость низколактозных кисломолочных продуктов на основе вторичного молочного сырья обусловлена в большей степени системой казеин–вода, и при повышении температуры вязкость этих продуктов снижается.

Так как производимые низколактозные кисломолочные продукты не являются идеальными жидкостями, то после механического воздействия на них вязкость в значительной степени снижается. Получено, что вязкость исследуемых образцов продуктов с разрушенной структурой значительно ниже, чем с неразрушенной.

Восстановление структуры сгустков лучше происходит при температуре 4°C, причем в большей степени восстанавливают структуру после механического воздействия низколактозные кисломолочные продукты с плодово-ягодными наполнителями, что, вероятно, обусловлено стабилизатором «пектин», который входит в состав наполнителей. Эффект стабилизации проявляется путем образования дополнительных связей белок-полисахарид, то есть эффект усиливается в результате дополнительного взаимодействия с молочным белком. Кроме того, пектин хорошо проявляет своё стабилизирующее действие в широком спектре температур.

Полученные в работе данные целесообразно использовать при расчете и подборе технологического оборудования для производства, перекачивания и расфасовки низколактозных кисломолочных продуктов из вторичного молочного сырья.