

Т.Л. Шуляк, Т.И. Шингарева, А.А. Калинова

*Могилевский государственный университет продовольствия, Могилев,
Республика Беларусь*

ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КИСЛОМОЛОЧНЫХ НАПИТКОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

Изучены реологические свойства кисломолочных напитков из пахты, смесей пахты или обезжиренного молока с творожной сывороткой при разных температурах. Определена степень тиксотропного восстановления структуры напитков после механического воздействия. Установлено влияние стабилизатора на реологические свойства готовых напитков. Обоснована целесообразность применения стабилизатора при производстве кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья для повышения вязкости, сохранения однородной консистенции продукта и препятствия отделению сыворотки.

Введение. В странах с развитой молочной промышленностью одним из актуальных направлений является полная переработка вторичного сырья, которая позволяет реализовать принципы безотходной технологии, увеличить ресурсы полноценных продуктов питания, повысить экономическую эффективность производства и исключить загрязнение окружающей среды. Обезжиренное молоко, молочная сыворотка и пахта являются источником биологически ценных компонентов молока, среди которых важное место занимают белки, липиды, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие соединения.

Одно из направлений переработки данных видов молочного сырья – производство кисломолочных напитков. Диетические свойства кисломолочных напитков заключаются в том, что они улучшают обмен веществ, стимулируют выделение желудочного сока и возбуждают

аппетит. Кроме того, продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки целесообразно использовать при диетическом питании из-за низкого содержания жира [1].

Известно, что кисломолочные напитки относятся к структурированным дисперсным системам и при механическом и тепловом воздействии могут изменяться их структурно-механические (реологические) свойства, которые во многом определяют качественные показатели производимого кисломолочного напитка. Поэтому для упрочнения структуры продукта, повышения стойкости при хранении, предотвращения синерезиса часто используют стабилизаторы [2].

Целью данной работы явилось исследование влияния стабилизатора на реологические свойства кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья.

Материалы и методы исследования. В работе использовали обезжиренное молоко, творожную сыворотку и пахту, получаемую с предприятия ОАО «Бабушкина крынка» (г. Могилев).

Сырье (пахту, обезжиренное молоко) подвергали пастеризации при температуре 85-87 °С в течение 10-15 мин или при температуре 90-92 °С в течение 2-3 мин. Молочную сыворотку пастеризовали при температуре 76±2 °С в течение 20 с. После термической обработки сырье охлаждали до температуры сквашивания. Далее смешивали пахту или обезжиренное молоко с молочной сывороткой в соотношении 2:1. Заквашивание молочной основы осуществляли кефирной грибковой закваской или закваской УС-Х11. Температура и продолжительность сквашивания напитков определялась видом закваски. По окончании технологического процесса проводили исследования полученных напитков.

При производстве напитков применяли стабилизатор на основе модифицированного крахмала и камеди рожкового дерева (производство Болгарии). Стабилизатор вносили в количестве 1% от массы молочной основы согласно рекомендациям фирмы-производителя.

Эффективную вязкость напитков определяли на ротационном вискозиметре марки VT 7 plus модификации L (производство Германии). Обработку результатов экспериментальных данных проводили графическим методом с использованием программного приложения Microsoft Excel для ПЭВМ РС. Определение эффективной вязкости для каждого образца осуществляли на всем диапазоне частот вращения подобранного ротора вискозиметра.

Определение условной вязкости напитков осуществляли по продолжительности их истечения (в с) из пипетки объемом 100 см³.

Отстой сыворотки в напитках определяли путем ее отбора с поверхности напитков пипеткой в мерный цилиндр и измерения полученного объема.

Отстой сыворотки P , %, рассчитывали по формуле:

$$P = (V_1 \times 100) / V, \quad (1)$$

где V_1 – объем сыворотки, см³;

V – общий объем напитка, см³.

Результаты исследований и их обсуждение. В первой серии опытов определяли условную вязкость кисломолочных напитков. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

Как видно из рисунков 1 и 2, применение стабилизатора способствует повышению условной вязкости кисломолочных напитков в 1,7-2,4 раза. Причем, наибольшей условной вязкостью характеризовались напитки на основе пахты, полученные как с использованием закваски УС-Х11, так и кефирной грибковой закваски. По сравнению с пахтой кисломолочные напитки на основе смеси пахты и творожной сыворотки и смеси обезжиренного молока и творожной сыворотки в соотношениях 2:1 характеризовались более низкими значениями условной вязкости.

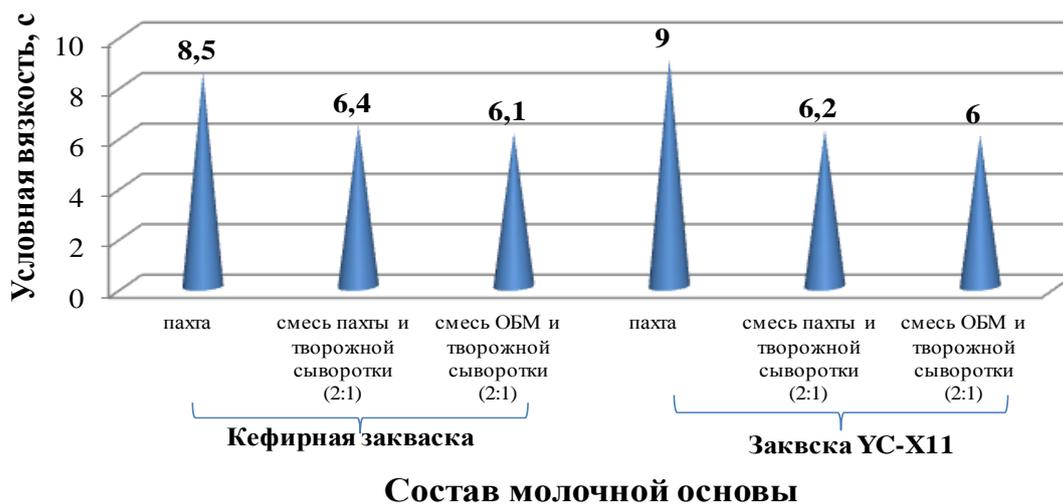


Рисунок 1 – Условная вязкость кисломолочных напитков без стабилизатора

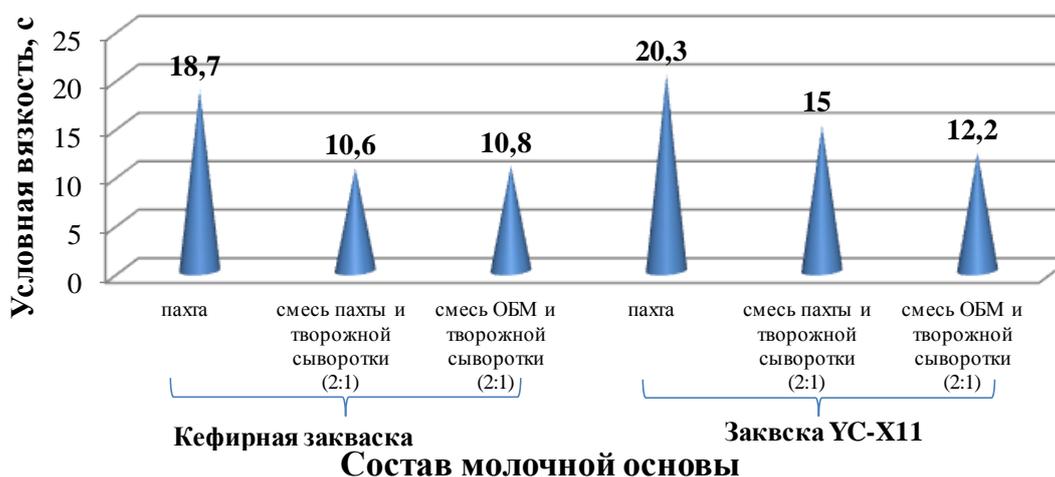


Рисунок 2 – Условная вязкость кисломолочных напитков со стабилизатором

В свежеполученных напитках после доохлаждения в холодильной камере определяли отстой сыворотки. Результаты определения отстоя сыворотки представлены на рисунках 3 и 4. Во всех образцах отстой сыворотки практически не превышал допустимый предел для кисломолочных напитков (2 %). В напитках на основе пахты отделение сыворотки не происходило. Наибольший отстой сыворотки наблюдался у напитков на основе смеси пахты или обезжиренного молока с творожной сывороткой в соотношении 2:1. Использование стабилизатора предотвращало отстой сыворотки в готовых напитках.

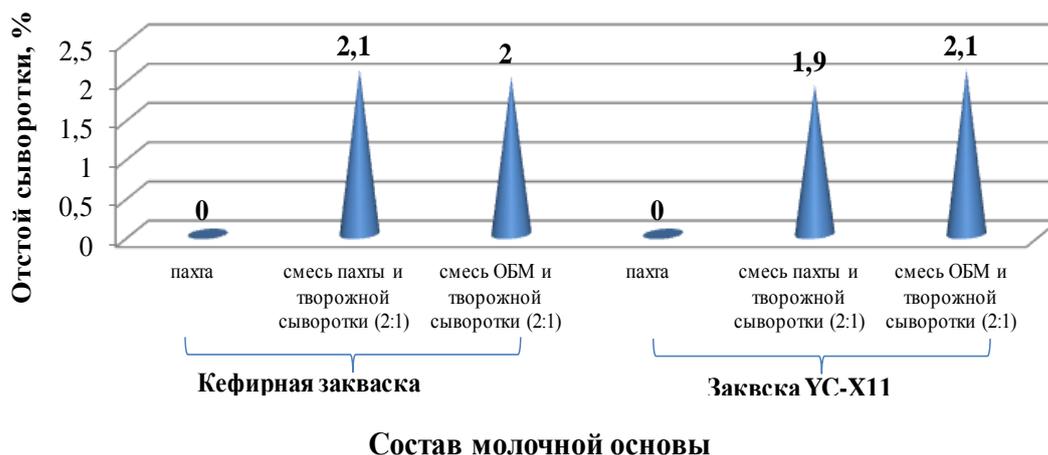


Рисунок 3 – Отстой сыворотки в кисломолочных напитках без стабилизатора

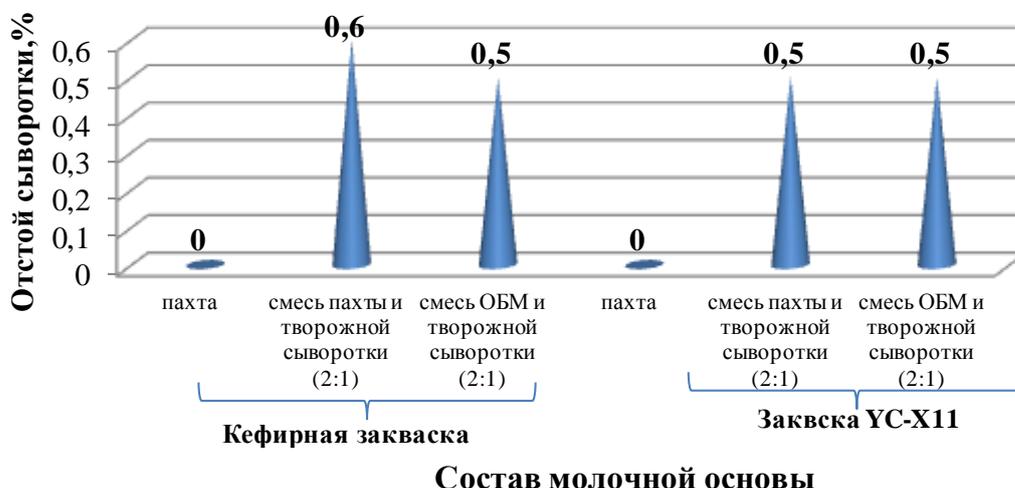


Рисунок 4 – Отстой сыворотки в кисломолочных напитках со стабилизатором

Структурно-механические свойства молочного сгустка обусловлены характером связей между его белковыми компонентами. Прочность этих связей определяет устойчивость молочного сгустка к механическим воздействиям. Если после нарушения целостности молочного сгустка происходит восстановление связей между его компонентами, то оно обусловлено явлением тиксотропии, то есть способностью структур после их разрушения самопроизвольно восстанавливаться во времени [3].

Структурированные системы как коагуляционно-конденсационные структуры, возникающие при выработке кисломолочных напитков,

должны содержать необратимо-разрушающиеся и тиксотропно-обратимые связи.

Характер связей в структуре сгустка (продукта) можно определить путем измерения эффективной вязкости – вязкости, обусловленной образованием в продукте внутренних структур. При этом определяют и сравнивают между собой эффективную вязкость неразрушенной, разрушенной и восстановленной структур [3].

В соответствии с теорией П.А. Ребиндера [4] механизм тиксотропного восстановления структуры продукта описывается двучленной зависимостью:

$$\eta_{\text{в}} = \eta_p + \alpha (\eta_n - \eta_p), \quad (2)$$

где $\eta_{\text{в}}$ – вязкость восстановленной структуры;

η_p – наименьшая вязкость предельно разрушенной структуры;

η_n – наибольшая вязкость практически неразрушенной структуры;

α – степень тиксотропного восстановления структуры.

Изучали влияние стабилизатора на восстановление структуры сгустков после механического воздействия. Измерения проводили при температуре хранения в холодильной камере 4 ± 2 °С и при комнатной температуре 20 ± 2 °С. Измеряли эффективную вязкость образцов с неразрушенной структурой и с разрушенной (после перемешивания). Определение текущей эффективной вязкости проводили с использованием стандартного набора цилиндрических роторов на всем диапазоне частот их вращения. Для всех образцов применяли одинаковый режим перемешивания. После перемешивания выдерживали сгустки в течение 1 ч и снова контролировали вязкость. В таблице 1 представлены результаты исследований тиксотропных свойств кисломолочных напитков при температуре 4 ± 2 °С, а в таблице 2 – при температуре 20 ± 2 °С.

Таблица 1 – Тиксотропные свойства напитков при 4 ± 2 °С

Сырье для кисломолочного напитка	Используемая закваска	Вязкость сгустка при частоте вращения ротора 6 об/мин, мПа·с			Степень тиксотропного восстановления структуры α
		неразрушенного	разрушенного	восстановленного	
1	2	3	4	5	6
со стабилизатором					
Пахта	кефирная закваска	9040	3350	4800	0,25
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	кефирная закваска	3650	1850	2010	0,10
Пахта	УС-Х11	7810	4120	4890	0,21
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	УС-Х11	4960	1820	1950	0,06
без стабилизатора					
Пахта	кефирная закваска	7620	3000	3790	0,17
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	кефирная закваска	2630	1250	1310	0,04
Пахта	УС-Х11	7350	3190	3620	0,1
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	УС-Х11	3870	681	734	0,01

Как видно из таблиц 1 и 2, наибольшую вязкость имел напиток на основе пахты, приготовленный с использованием стабилизатора и кефирной грибковой закваски как при 4 ± 2 °С, так и при 20 ± 2 °С. После выдержки разрушенных сгустков во всех образцах наблюдалось повышение вязкости, что говорит о их частичном восстановлении. Степень тиксотропного восстановления структуры сгустков выше у напитков, приготовленных из пахты с использованием стабилизатора.

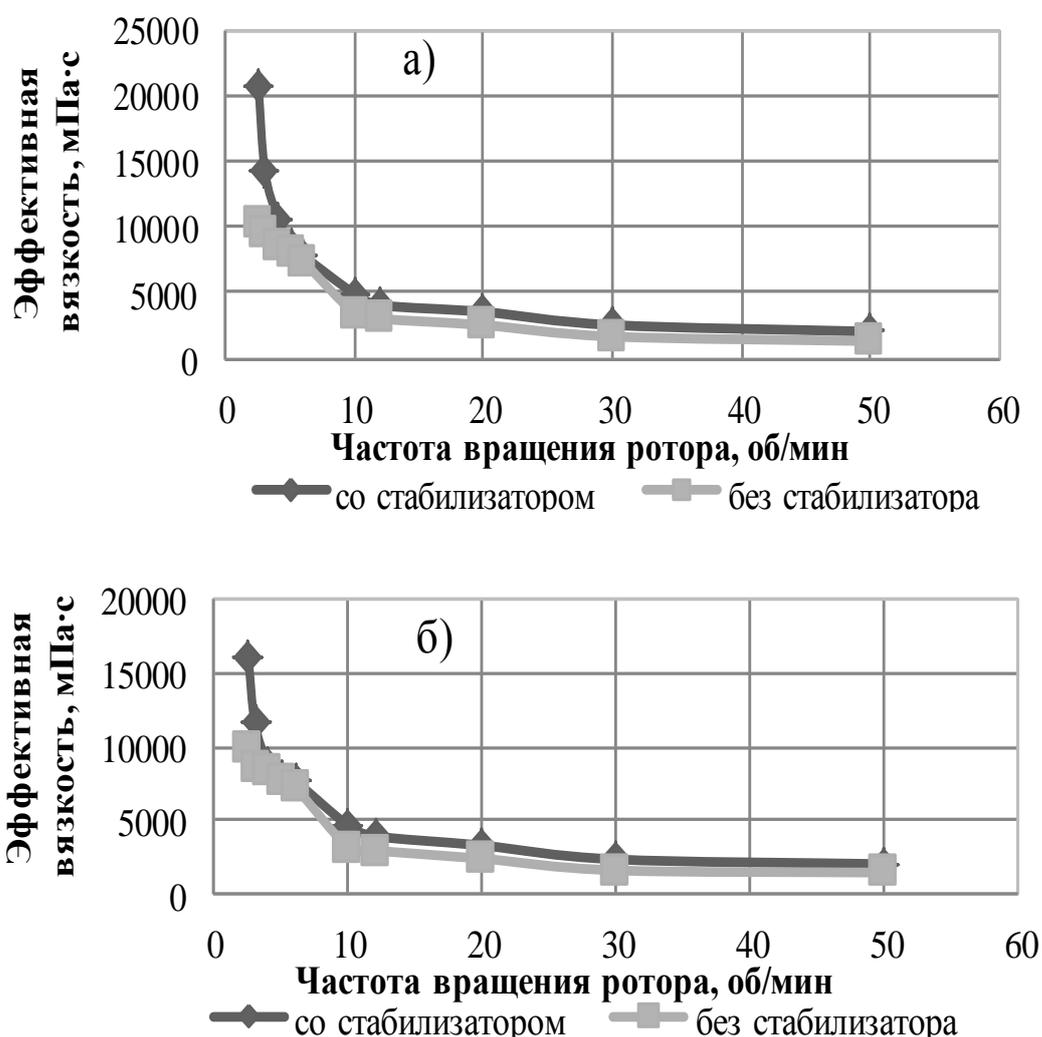
Таблица 2 – Тиксотропные свойства напитков при 20 ± 2 °С

Сырье для кисломолочного напитка	Используемая закваска	Вязкость сгустка при частоте вращения ротора 6 об/мин, мПа·с			Степень тиксотропного восстановления структуры α
		неразрушенного	разрушенного	восстановленного	
1	2	3	4	5	6
со стабилизатором					
Пахта	кефирная закваска	8840	2020	2950	0,14
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	кефирная закваска	3140	1390	1470	0,05
Пахта	УС-Х11	7650	2560	3170	0,12
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	УС-Х11	3690	1099	1284	0,06
без стабилизатора					
Пахта	кефирная закваска	6470	1670	2050	0,08
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	кефирная закваска	2280	810	865	0,04
Пахта	УС-Х11	7260	1120	1720	0,09
Смесь пахты и творожной сыворотки (2:1)	УС-Х11	2770	454	547	0,04

Наименьшая степень тиксотропного восстановления структуры сгустков наблюдается у напитков на основе смеси пахты и творожной сыворотки, приготовленных без стабилизатора. Следовательно, напитки, полученные с применением стабилизатора, обладают большим количеством тиксотропно-обратимых связей, способствующих образованию хорошей консистенции продуктов. При увеличении температуры до 20 ± 2 °С наблюдается снижение эффективной вязкости напитков и, соответственно, снижение степени тиксотропного восстановления структуры сгустков.

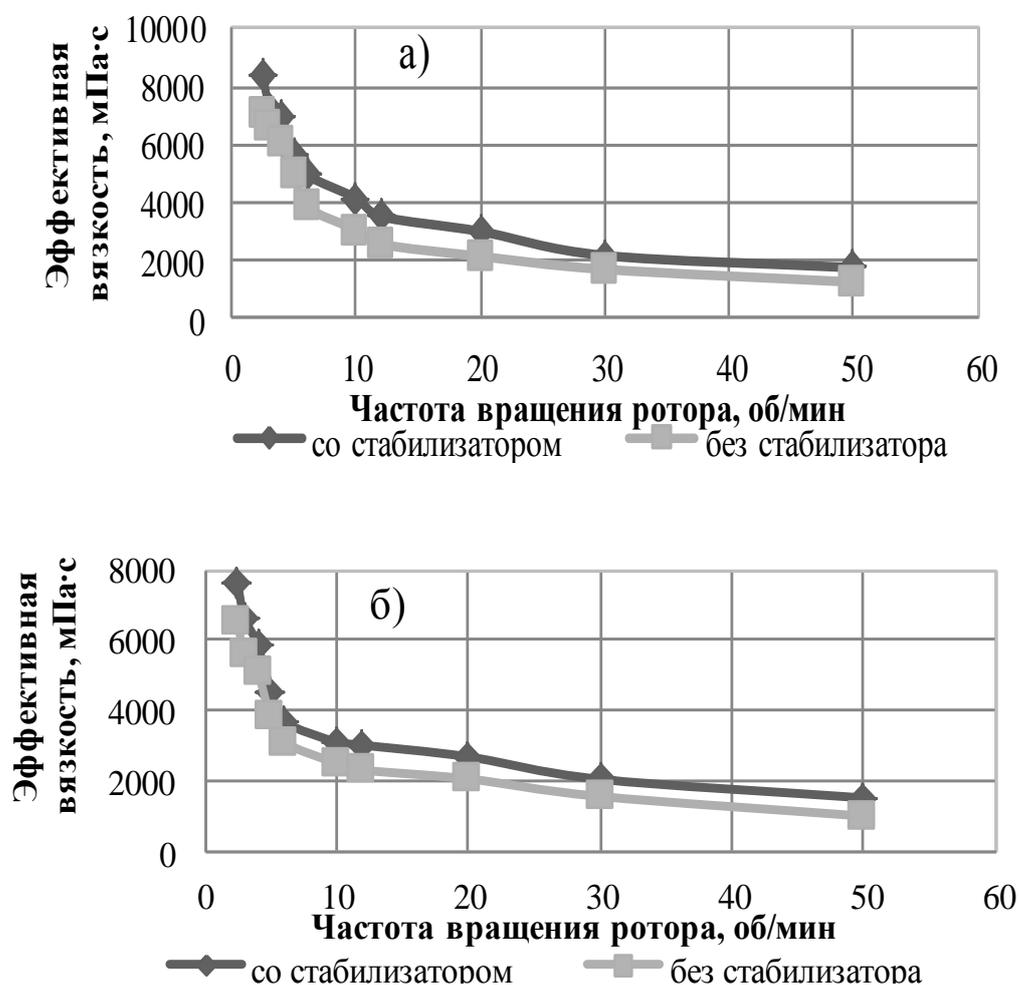
Полученные закономерности наблюдаются и для кисломолочных напитков на основе смеси обезжиренного молока и творожной сыворотки в соотношении 2:1.

Изучена зависимость эффективной вязкости напитков на основе пахты (рис. 5) и смеси пахты и творожной сыворотки в соотношении 2:1 (рис. 5), приготовленных с использованием закваски УС-Х11, от частоты вращения ротора при разных температурах.



а) эффективная вязкость при 4 ± 2 °С; б) эффективная вязкость при 20 ± 2 °С
 Рисунок 5 – Зависимость эффективной вязкости кисломолочного напитка на основе пахты, приготовленного с использованием закваски УС-Х11, от частоты вращения ротора

Как видно из рисунков 5 и 6, при увеличении частоты вращения ротора происходит уменьшение эффективной вязкости продуктов. Напитки на основе пахты имеют более высокую эффективную вязкость, чем напитки на основе смеси пахты и творожной сыворотки в соотношении 2:1 на всем диапазоне частот вращения ротора как при 4 ± 2 °С, так и при 20 ± 2 °С. Использование стабилизатора способствует образованию более вязкой консистенции продукта.



а) эффективная вязкость при 4 ± 2 °С; б) эффективная вязкость при 20 ± 2 °С
 Рисунок 6 – Зависимость эффективной вязкости кисломолочного напитка на основе смеси пахты и творожной сыворотки в соотношении 2:1, приготовленного с использованием закваски УС-Х11, от частоты вращения ротора

Полученные закономерности наблюдаются и для кисломолочных напитков, приготовленных с использованием кефирной грибковой

закваски и напитков на основе смеси обезжиренного молока и творожной сыворотки в соотношении 2:1.

При исследовании кисломолочных напитков в процессе хранения было установлено, что применение стабилизатора способствует сохранению однородной консистенции продукта и препятствует отделению сыворотки. При хранении напитков без стабилизатора происходит значительное отделение сыворотки, особенно у напитков, в состав которых входит творожная сыворотка.

Заключение. Изучено влияние стабилизатора на реологические свойства кисломолочных напитков из пахты, смесей пахты или обезжиренного молока с творожной сывороткой в соотношении 2:1 при температурах 4 ± 2 и 20 ± 2 °С. Установлено, что применение стабилизатора способствует повышению условной вязкости кисломолочных напитков в 1,7-2,4 раза. Напитки на основе пахты имеют более высокую эффективную вязкость, чем напитки на основе смеси пахты или обезжиренного молока с творожной сывороткой, как при 4 ± 2 °С, так и при 20 ± 2 °С. Все исследованные образцы кисломолочных напитков обладали способностью к частичному восстановлению структуры во времени после механического воздействия. Наибольшая степень тиксотропного восстановления структуры сгустков отмечалась у напитков, приготовленных из пахты с применением стабилизатора. С целью улучшения консистенции продукта и предотвращения отделения сыворотки при производстве кисломолочных напитков из вторичного молочного сырья целесообразно использовать стабилизатор.

Литература

1. Храмцов, А.Г. Продукты из обезжиренного молока, пахты и сыворотки / А.Г. Храмцов, Э.Ф. Кравченко, К.С. Петровский. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 296 с.
2. Оллсен, С. Роль стабилизатора в производстве кисломолочных продуктов / С. Оллсен // Молочная промышленность. – 2006. – № 8. – С.50–52.
3. Горбатова, К.К. Физико-химические и биохимические основы производства молочных продуктов / К.К. Горбатова. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.
4. Урьев, Н.Б. Физико-химическая механика и интенсификация образования пищевых масс / Н.Б. Урьев, М.А. Талейсник. – М: Пищевая промышленность, 1976. – 240 с.

T.L.Shuljak, T.I.Shingareva, A.A.Kalinova

STUDYING OF RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF SOUR-MILK DRINKS FROM THE SECONDARY DAIRY RAW MATERIALS

Summary

Rheological behaviour of sour-milk drinks from the secondary dairy raw materials at different temperatures. Degree of thixotropic restoration of frame of drinks after mechanical influence is defined. Influence of the stabilizer on rheological behaviour of ready drinks is positioned. The expediency of application of the stabilizer is proved by production of sour-milk drinks from the secondary dairy raw materials for increase of viscosity, conservation of an unimodal consistence of a product and a hardle to whey branch.