

ЖДАНОВ ВЯЧЕСЛАВ АНАТОЛЬЕВИЧ

РГБ ОД

17 июля 2000

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА  
ПЕНООБРАЗОВАНИЯ МОЛОКА**

Специальность 05.18.04 - технология мясных, молочных  
и рыбных продуктов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

КЕМЕРОВО 2000

Диссертация выполнена в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности.

Научные руководители: - заслуженный деятель науки и техники РС  
доктор технических наук, профессор  
Л.А. Остроумов;  
-кандидат технических наук  
А.Ю. Просеков

Официальные оппоненты: - доктор технических наук,  
профессор Т.А.Краснова  
-кандидат технических наук  
С.А.Лоцманов


Ведущая организация: Кемеровский молочный комбинат

Защита состоится " 14 " июня 2000 г. в 11.30 часов на заседании диссертационного совета Д 064.67.01 в Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности по адресу: 650060, Кемерово, бульвар Строителей, 47.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кемеровского технологического института пищевой промышленности.

Автореферат разослан " 13 " 05 2000 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета,  
канд. техн. наук, профессор

 Н.Н. Потипаева

95-106.7,0  
952 0

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Молоко - полноценный продукт питания. Пищевая ценность молока объясняется его универсальным составом. Известно свыше 200 различных компонентов молока, содержание которых непостоянно и подвержено изменениям в ходе технологических операций.

Молоко испытывает неизбежные механические воздействия при протекании по трубопроводам и перекачивании насосами. К преднамеренным механическим воздействиям относятся: сбивание, центрифугирование, перемешивание, гомогенизация. Одним из первичных последствий перечисленных механических воздействий является пенообразование.

Молоко склонно к пенообразованию. Обильное пенообразование снижает эффективность ряда технологических процессов (транспортировку, резервирование, сепарирование, розлив и др.), оказывает дестабилизирующее действие на мембранные оболочки жировых шариков, ухудшает физико-химические и сенсорные показатели молочных продуктов, которые нельзя устранить никакими технологическими приемами.

Вопросам изучения пенообразующей способности молока и молочных продуктов, состава и свойств пены, изменений под действием различных факторов посвящены работы П.А. Ребиндера, Г.В. Твердохлеб, А.П. Белоусова, Ю.А. Вышемирского и других ученых.

Влияние на процесс пенообразования таких факторов, как температура, вязкость молока, воздействие технологических процессов изучены недостаточно, а имеющиеся в литературе сведения противоречивы. Дальнейшее исследование факторов, влияющих на пенообразующую способность молока, остается актуальным, а изыскание условий и разработка научно-обоснованных рекомендаций по снижению или устранению вредных последствий пенообразования на качество молочных продуктов представляются крайне важными.

**Цель и задачи исследований.** Целью настоящей работы является исследование основных закономерностей пенообразующей способности молока в зависимости от его состава, физико-химических свойств и различных технологических факторов.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить пенообразующую способность сырого молока с различными физико-химическими показателями в ходе его транспортирования и резервирования;
- изучить пенообразующую способность молока по сезонам года;
- изучить влияние различных технологических процессов (пастеризации, гомогенизации, розлива) и режимов (временных, температурных) на процесс пенообразования;
- разработать научно-обоснованные рекомендации по снижению пенообразования на различных этапах обработки и переработки молока;
- разработать технологию производства нового молочного продукта с пониженной способностью к пенообразованию;

- разработать нормативную документацию на новую продукцию;
- произвести расчёт экономической эффективности, полученной от устранения последствий пенообразования.

**Научная новизна работы.** Изучена пенообразующая способность молока. Установлена зависимость пенообразующей способности от химического состава и физических свойств молока, исследован процесс пенообразования при транспортировке и резервировании молока в накопительных емкостях.

Установлена зависимость пенообразования от механических и термических воздействий на молоко в процессе его обработки и переработки (пастеризации, гомогенизации, розливе).

Выявлено влияние пенообразования на качество готовой продукции.

**Практическое значение работы.** Разработаны рекомендации по выбору рациональных способов транспортировки, резервирования молока и режимов проведения технологических процессов обработки и переработки молока.

Предложен новый метод пеногашения с использованием рафинированного дезодорированного подсолнечного масла в эмульгированном виде.

Разработана технология и нормативная документация на производство нового вида топленого молока "Солнышко" (ТУ 9222 - 050 - 0206815 - 00) с пониженной способностью к пенообразованию при розливе.

Подсчитан экономический эффект, полученный от использования рекомендованных режимов резервирования молока, который составляет до 6,6 рублей на 1 тонну сырого молока (средний объём перерабатываемого молока на Кемеровском молочном комбинате составляет 100-150 тонн в сутки).

**Апробация работы.** Основные положения и результаты работы обсуждены на 4-ой научно-практической конференции "Образование и наука: проблемы и перспективы" /Юрга, 2000 год/. Работа обсуждена на кафедре технологии молока и молочных продуктов Кемеровского технологического института пищевой промышленности и рекомендована к защите.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 9 работ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, результатов исследований и их анализа, выводов и рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа изложена на 118 страницах, содержит 28 таблиц, 28 рисунков и 5 приложений. Список литературы включает 160 наименований.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Общая схема исследований приведена на рис. 1. Исследования проводились поэтапно.



Рис. 1 Общая схема исследований

На первом этапе изучали пенообразование при транспортировке молока в автоцистернах и резервировании в накопительных ёмкостях на Кемеровском молочном комбинате. Исследовали массовую долю белка, жира, влаги, лактозы, кислотность образцов молока пяти молочных хозяйств и условия резервирования на молочном комбинате.

На втором этапе исследовали и анализировали влияние сезонных изменений химического состава молока и основных технологических процессов (пастеризации, гомогенизации, розлива) на процесс вспенивания молока.

На третьем этапе устанавливали зависимость физико-химических и органолептических показателей качества готовой продукции от пенообразующей способности молока. Объектами исследований явились молоко пастеризованное и топленое различной жирности.

На четвертом, заключительном этапе, разработана технология производства нового вида топленого молока с пониженной способностью к пенообразованию при розливе. На продукт разработана нормативная документация.

При проведении исследований применяли методы физико-химического и микробиологического анализа, использовали метод математического планирования эксперимента, структурно-механические свойства определяли вискозиметрически. Размеры дисперсной фазы (пузырьков воздуха) определяли методом микрофотографирования. Органолептические свойства нового продукта оценивали по разработанной 60-бальной шкале.

Достоверность экспериментальных данных определяли методом математической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### Исследование процесса пенообразования при транспортировке и резервировании молока

Изучали пенообразующую способность молока при транспортировке в автоцистернах на молочный комбинат (температура молока 8-10°C). Результаты исследования представлены в табл. 1.

Таблица 1

Пенообразующая способность молока при транспортировании

№ постав- щика	Объём заполнения цистерны, %	Пено-образующая способность, мм	Время жизни пены, с
1	95±4,70	18±0,90	45±2,24
2	80±3,80	23±1,12	36±1,76
3	60±2,96	29±1,39	29±1,38
4	40±2,00	31±1,52	20±1,54
5	20±0,95	34±1,64	14±0,68

Установлено, что пенообразующая способность молока зависит от объёма заполнения цистерны. При 95% заполнении цистерны наблюдается минимальное пенообразование - 18 мм. Рост пенообразующей способности молока в 1,9 раза отмечен при уменьшении объёма перевозимого молока до 20%. Это, вероятно, связано с тем, что с уменьшением объёма заполнения цистерны увеличивается количество воздуха, необходимого для формирования высокого столба пены. С повышением столба пены сокращается время её жизни.

Установлено, что на время жизни пены оказывает влияние размер воздушных пузырьков. Чем больше в пене пузырьков диаметром менее 1,0 мм, тем габильнее система. При полном заполнении цистерны молоком фракционный остаток пузырьков представлен всеми размерами дисперсной фазы, а при снижении количества перевозимого молока наблюдается исчезновение пузырьков диаметром менее 0,1 мм и пена становится менее устойчивой.

В табл. 2 приведены результаты исследования процесса пенообразования молока при его резервировании на молочных заводах в танках ёмкостью до 25 тонн.

Таблица 2

Пенообразующая способность молока  
при резервировании

Молочное хозяйство	Содержание, %		Высота столба пены, мм	Время жизни пены, с
	жира	белка		
"Ваганово"	4,0	3,1	36	17
"Титово"	3,7	2,9	29	12
"Новостройка"	4,1	3,1	40	20
"Глубокое"	3,2	3,0	22	8
"Панфилово"	3,8	2,8	32	14

Анализ результатов, представленных в табл. 2 показал, что пенообразующая способность молока и время жизни пены зависят от состава исходного молока, в частности, от массовой доли жира в молоке. Липиды молока, выступая в роли поверхностно - активных веществ (ПАВ) и сорбируясь на границе раздела фаз "плазма - воздух" способствуют образованию пены в молоке и повышают её устойчивость.

При исследовании зависимости фракционного состава дисперсной фазы от условий резервирования молока (объёма заполнения танка, режима работы мешалки) было установлено, что получить молоко с неустойчивой (быстро разрушающейся) пеной возможно при максимальном заполнении танка и чередовании 15 минутных периодов работы и остановки мешалки.

Влияние составных частей молока  
на пенообразующие свойства

При исследовании количественного и качественного влияния белков на пенообразующую способность молока установили, что количество белка (в рассматриваемом диапазоне концентрации от 2,8 до 4,2%) не оказывает существенного влияния на рост пенообразующей способности молока (рис. 2). Так, при количестве белка 2,8% уровень пенообразования составил 28 мм. При увеличении содержания белка в 1,4-1,6 раза пенообразующая способность выросла в 1,1 2-1,15 раза.



Рис. 2 Влияние белков на пенообразующую способность молока  
Условные обозначения:

- ▲ — пенообразующая способность молока, мм;
- — количество белка в пене молока, %.

Установлено, что пена не является концентратом молочных белков. При содержании белка в молоке в количестве 3,6% в пене было определено такое же количество белка. При снижении пенообразующей способности происходит снижение уровня миграции белка в пену. Выявлено, что чем больше белка в исходном молоке, тем меньше его количество в пене.

Очевидно, для участия в образовании пены необходим не белок, а иной компонент молока. Как установлено в ходе исследований, таким компонентом является молочный жир. Зависимость пенообразующей способности цельного молока от содержания жира (температура молока 8-10°C) продемонстрирована на рис. 3.

Повышение жирности молока с 3,2% до 4,2% (в 1,2 раза) привело к повышению пенообразующей способности в 2,3 раза. Полученная закономерность обусловлена проявлением поверхностно активных свойств по отношению к разделу фаз "плазма - воздух" липидными компонентами молока. Пенообразование приводит к агрегации жировых шариков, которые в повышенном количестве не только создают затруднения для синерезиса жидкости, но и флотируют (вовлекаются) в поверхность раздела фаз в момент образования за счёт гидрофобизации поверхности и выступают в роли поверхностно активных веществ и тем самым стабилизируют пену.

Повышение жирности молока, как установлено исследованиями, приводит к повышению жирности пены (рис. 4). При концентрации жира в молоке менее 2% его количество в пене составило менее 2%, а при концентрации жира до 4% его содержание увеличивается в 5 раз.

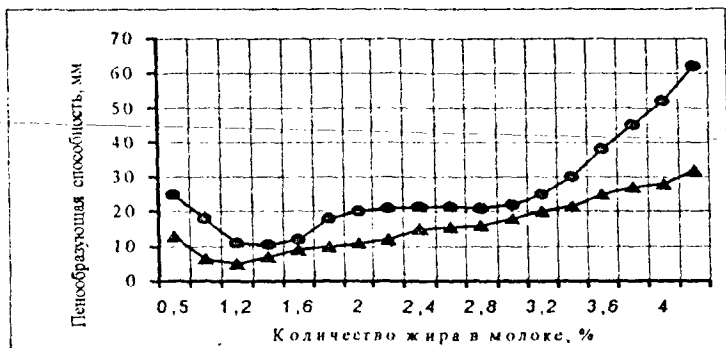


Рис. 3 Изменение пенообразующей способности молока в зависимости от концентрации жира в молоке

Условные обозначения:

● — пенообразующая способность, мм;

▲ — высота столба пены за время, равное периоду полураспада, мм;

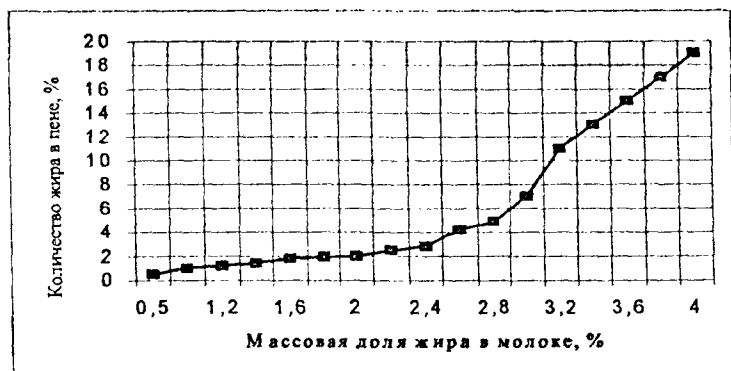


Рис. 4 Содержание жира в пене молока

Образование повышенного количества вовлеченных жировых шариков в пограничную поверхность воздушных пузырьков подтверждено микрофотографиями пенных пленок (рис. 5; 6).

Приведённые данные свидетельствуют о высокой концентрации жира в плёнках пены молока повышенной жирности. Жировые шарики более крупного размера представлены в виде устойчивых агрегатов, сосредоточенных на поверхности воздушных пузырьков и "прилипших" к их поверхности.



Рис.5 Внешний вид пенной плёнки  
молока жирностью менее 2,0%

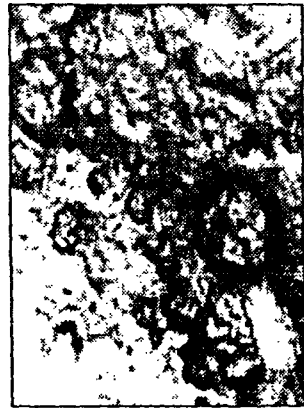


Рис. 6 Внешний вид пенной плёнки  
молока жирностью 3,8%

Полученные данные убедительно доказывают, что в формировании пены цельного молока активное участие принимает жировая фаза молока.

В табл. 3 приведена зависимость пенообразующей способности молока от температуры.

Таблица 3

Зависимость пенообразующей способности молока от температуры

Жирность молока, %	Пенообразующая способность, % при температуре, °С					
	2	5	10	15	20	25
2,8	30±1,45	27±1,32	23±1,10	20±0,09	19±0,94	16±0,8
3,0	32±1,50	28±1,34	23±1,11	21±1,01	19±0,94	16±0,8
3,2	34±1,60	31±1,53	27±1,32	25±1,23	23±1,10	20±0,95
3,4	37±1,80	34±1,62	30±1,47	28±1,40	26±1,19	22±1,04
3,6	49±1,92	38±1,90	38±1,82	32±5,02	29±1,41	24±1,14
3,8	52±2,56	49±2,35	45±2,20	40±1,08	32±1,60	25±1,23
4,0	68±3,80	60±2,98	55±2,64	42±2,00	36±1,62	27±1,31
4,2	70±3,43	67±3,32	65±3,20	45±2,20	39±1,92	29±1,4

Повышение температуры, независимо от содержания жира, понижает спенивание молока, причём заметное падение пенообразующей способности аблюдается при снижении содержания жира в молоке менее 3,2%. Данные аблицы подтверждают влияние агрегатного состояния молочного жира на количество образованной пены.

В дальнейшем изучали влияние углеводов, а именно, лактозы на пенообразующую способность молока. Среднее содержание лактозы в молоке составляет 4,6 - 4,8%. Колебания пенообразующей способности в этом интервале незначительны и составляют 6,9% (рис. 7), т.е. содержание лактозы в молоке не оказывает большого влияния на пенообразование. Исследование молочной пены на содержание лактозы показало, что молочный сахар не участвует в формировании дисперсной среды.

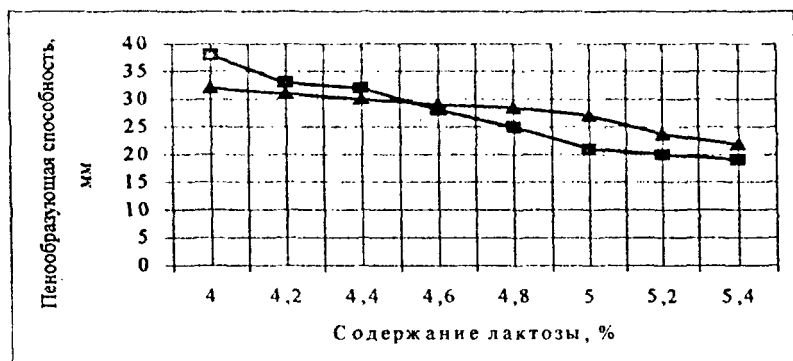


Рис. 7 Зависимость пенообразующей способности молока от содержания лактозы

Условные обозначения:

- содержание лактозы в пене;
- пенообразующая способность.

С повышением количества сахара в молоке его содержание в пене снижается, очевидно, вследствие гидратации и снижения свойств, обусловленных зарядом молекулы.

Известно, что молекулы казеина в молоке находятся в виде глобул, на которых, из-за избытка поверхностной энергии, адсорбируются молекулы лактозы. Это приводит к конформационным изменениям адсорбированных на плёнках пены молекул, и они теряют способность участвовать в формировании молочной пены.

Изучая действие кислотности (активной и титруемой) на пенообразующие свойства молока установили, что с нарастанием титруемой кислотности повышается пенообразующая способность. Увеличение кислотности на 2°Т привело к росту пенообразующей способности на 6,3% (рис. 8).

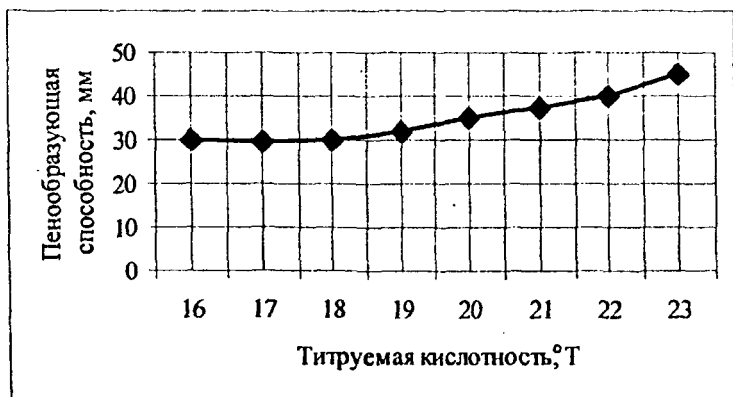


Рис. 8 Влияние титруемой кислотности на пенообразующую способность молока

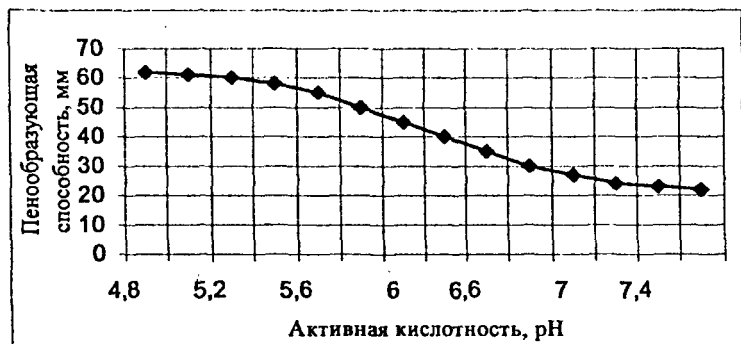


Рис. 9 Влияние активной кислотности на пенообразующую способность молока

Активная кислотность в большей степени влияет на пенообразование. Чем ближе значения активной кислотности к изоэлектрической точке белка ( $\text{pH} = 4,6 - 4,8$ ), тем выше пенообразующая способность.

Таким образом, результаты исследований по влиянию составных частей молока на его пенообразующие свойства позволили установить активное действие жировой фазы и кислотности на пенообразование.

При исследовании процесса пенообразования ( $Y$ , мм) методом полного факторного эксперимента в зависимости от различных факторов (температуры

молока ( $X_1$ ), количества жира в молоке ( $X_2$ ) и количества белка ( $X_3$ ) было получено уравнение регрессии, имеющее следующий вид:

$$Y = -99 - 2,25X_1 - 66,2X_2 + 132X_3 + 0,127X_1^2 + 11,2X_2^2 - 17,7X_3^2 - 0,108X_1X_2X_3;$$

Данное уравнение послужило основой для выбора рациональных режимов резервирования молока.

### Исследование влияния различных технологических факторов на процесс пенообразования

Тепловое воздействие на составные части молока при пастеризации оказывает существенное влияние на его пенообразующую способность. Результаты исследований процесса пенообразования в молоке, подвергнутого пастеризации при  $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$  и  $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 28-32 мин, 25-30 и 10-15 с, соответственно приведены на рис. 10.

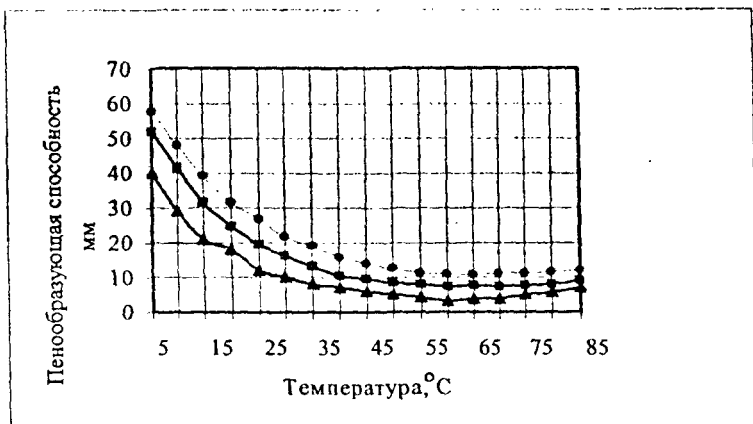


Рис.10 Пенообразующая способность молока, подвергнутого различным режимам пастеризации

Условные обозначения:

- — ● - температура  $(85 \pm 2)^\circ\text{C}$ , время  $30 \pm 2$  мин;
- — ■ - температура  $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ , время 25 - 30 с;
- ▲ — ▲ - температура  $(65 \pm 2)^\circ\text{C}$ , время 10-15 с.

Анализ полученных результатов показал, что чем выше температура пастеризации, тем ниже пенообразующая способность молока. Молоко с температурой  $5^\circ\text{C}$ , пастеризованное при 65, 70,  $85^\circ\text{C}$  образует пену высотой 58, 52, 40 мм, соответственно. Повышение температуры до  $20^\circ\text{C}$  приводит к снижению пенообразующей способности на 36,0; 35,2 и 25,0%, соответственно. Отмечено, что с повышением температуры пенообразования снижаются различия в пенообразующей способности молока, пастеризованного при различных режимах.

Это связано, по всей вероятности, с изменениями, которые претерпевают составные части молока - частично денатурируют сывороточные белки (в большей степени денатурируют иммуноглобулины). Денатурация сывороточных белков сопровождается частичной или полной потерей их растворимости и уменьшением степени гидратации.

В меньшей степени изменение пенообразующей способности связано с казеиновым комплексом, белки которого являются термоустойчивыми (приведенные температуры пастеризации не оказывают существенного влияния на пенообразующую способность).

По этой же причине изменения, происходящие с лактозой, (карамелизация, изомеризация, меланоидинообразование) практически не происходят.

В большей степени происходят изменения с жирами молока - белки и фосфолипиды частично переходят с поверхности жирового шарика в плазму. При пастеризации дисперсность жира повышается - именно это, главным образом, оказывает существенное влияние на снижение пенообразующей способности молока.

Более существенные изменения претерпевает состав пены пастеризованного молока по сравнению с пеной сырого молока: содержание белка уменьшается на 9,4% (температура пастеризации 65°C); концентрация жира уменьшается на 10; 40 и 50% при температуре пастеризации 65, 70 и 85°C, соответственно; количество лактозы остаётся неизменным (ранее установлено, что данный компонент молока фактически не принимает участия в формировании пены).

Значительное влияние на пенообразующие свойства молока оказывает гомогенизация. Негомогенизированное молоко обладает повышенными пенообразующими свойствами по сравнению с молоком, гомогенизированным. Гомогенизация приводит к дроблению жировой фазы молока. Размеры жировых шариков (до определённых пределов) влияют на вязкостные и поверхностные характеристики молока, которые в свою очередь, оказывают влияние на процесс пенообразования (чем больше размеры жировых шариков молока, тем выше пенообразующая способность молока).

Гомогенизация, вероятно, приводит не только к дроблению жировых шариков, но и механически разрушает белковые частицы, которые, как было ранее установлено, участвуют в формировании пены молока. Гомогенизация позволяет снизить пенообразующую способность молока в 1,1-1,3 раза.

Нежелательным явлением считаем пенообразование при фасовке молочной продукции в потребительскую тару. Оно снижает скорость процесса розлива, увеличивает потерю массы фасуемой продукции, с пеной теряется часть важных компонентов молока.

При фасовке молока с температурой 10°C и массовой долей жира 2,5% в бутылку пенообразующая способность составила 17 мм; при фасовке в бутылку молока жирностью 3,2% она выросла на 5,6%; при фасовке в пакеты молока с массовой долей жира 2,5 и 3,2% пенообразующая способность возросла на 22,7 и 34,6%, соответственно.

При повышении температуры фасования с 10 до 40 °С пенообразующая способность снизилась: для молока с содержанием жира 2,5% и фасованного в пакеты - на 59,1%; для молока с содержанием жира 3,2% и фасованного в пакеты - на 51,5%; для молока с содержанием жира 2,5% фасованного в бутылки объемом 1 литр - на 70,6% и для молока ( жирность 3,2%) фасованного в бутылки объемом 1 литр - на 66,7%.

Пена, полученная при розливе молока в бутылки, разрушается быстро и не оказывает существенного отрицательного влияния на ход технологического процесса. Наибольшие трудности наблюдаются при фасовке топленого молока в бутылки. Его вырабатывают из нормализованного сливок гомогенизированного коровьего молока, подвергнутого длительной термической обработке при температуре 95 - 99°С в течение 3 - 4 часов.

Топленое молоко хорошо пенится и при фасовке снижает скорость технологического процесса. В табл. 4 приведены значения пенообразующей способности топленого молока жирностью 2,5%, выпускаемого Кемеровским молочным комбинатом по ТУ 49886 - 82 при розливе в бутылки.

Таблица 4

Пенообразующая способность топленого молока

Температура, °С	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Пенообразующая способность, мм	38± ±1,84	34± ±1,72	30± ±1,42	27± ±1,30	24± ±1,20	21± ±1,00	19± ±0,90	17± ±0,80	15± ±0,70

Установлено, что с повышением температуры молока пенообразующая способность снижается. Факт более интенсивного пенообразования при низких температурах можно объяснить увеличением вязкости и изменением агрегатного состояния жировых шариков.

При разработке рациональных режимов розлива топленого молока учитывали его температуру, время заполнения бутылки вместимостью 1л, скорость движения ленты конвейера. Установили, что с повышением температуры пенообразование молока снижается, оптимальное время заполнения бутылки 5 сек. при скорости конвейера 0,1м/с.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Результаты экспериментальных исследований использовали для разработки технологии производства нового вида топленого молока с пониженной пенообразующей способностью при розливе.

Существует мнение, что многие органические соединения, в том числе растительные масла, обладают пеногасящими свойствами. При этом они проявляют антагонистическое действие с пенообразователем (стабилизатором). Пе-

ногасящая способность эмульгированного подсолнечного масла представлена на рис. 11.

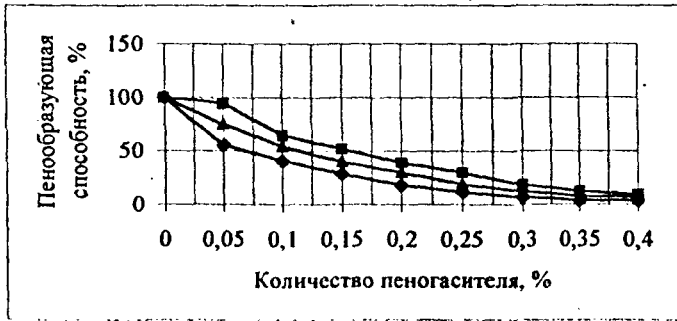


Рис. 11 Пеногасящая способность подсолнечного масла

Условные обозначения:

- ▲ молоко топленое 2,5 % жирности;
- ▲ молоко топленое 4,0 % жирности;
- молоко топленое 6,0 % жирности.

Анализ полученных результатов показал, что подсолнечное масло обладает определенными пеногасящими свойствами. Это свойство интенсивно начинает проявляться при концентрации 0,2% и выше. Отметим, что чем выше массовая доля жира в топленом молоке, тем больше необходимо пеногасителя.

По физико-химическим показателям молоко топленое "Солнышко" должно соответствовать требованиям, представленным в табл. 5.

Таблица 5

Физико-химические показатели топленого молока «Солнышко»

Жирность молока	Массовая доля жира%, не менее		Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не менее	Кислотность, °Т, не более	Степень чистоты по эталону	Температура, °С, не более	Фосфата
	общего	растительного					
2,5%	2,5	0,20	1027	22	I	10	отсутствует
4,0%	2,0	0,26	1025	22	I	10	
6,0%	6,0	0,34	1024	22	I	10	

Схема технологического процесса изготовления топленого молока "Солнышко" представлена на рис. 12.

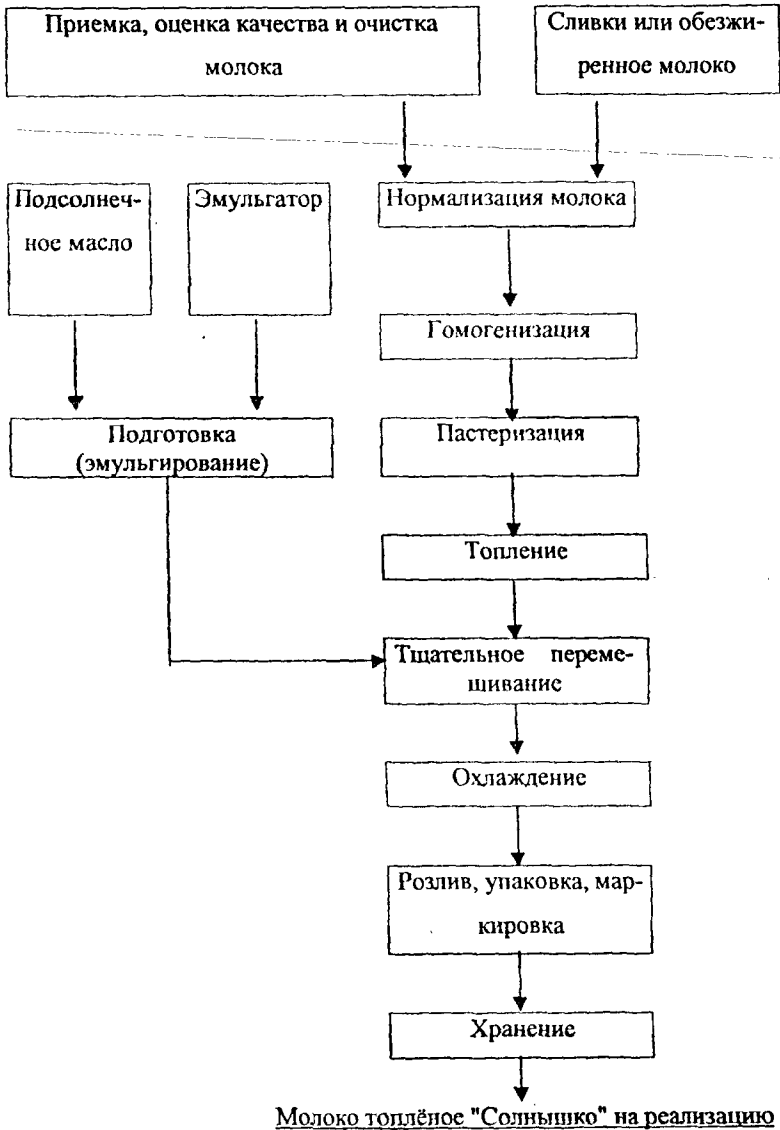


Рис. 12 Технологическая схема производства топленого молока "Солнышко"

По органолептическим показателям топленое молоко "Солнышко" должно соответствовать требованиям, указанным в табл. 5.

## Органолептические показатели топленого молока "Солнышко"

Наименование показателя	Характеристика
Внешний вид и консистенция	Однородная жидкость без осадка и отстоя жира
Вкус и запах	Чистый, свойственный высокой пастеризации, без посторонних привкусов и запахов
Цвет	Светло-кремовый

На новый продукт разработана нормативная документация (ТУ 9222 - 050 - 0206815 - 00). Срок хранения молока с учетом результатов микробиологического и органолептического анализа - не более 36 часов со времени окончания технологического процесса при температуре  $(6\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .

## ВЫВОДЫ

1. Исследованы основные закономерности пенообразующей способности молока в зависимости от его физико-химических свойств, состава и воздействия различных технологических факторов.

2. Установлено, что уменьшение естественного пенообразования при транспортировке сырья на молочные заводы возможно при максимальном заполнении автоцистерн.

3. Выявлено, что условия резервирования молока в накопительных танках существенно влияют на процесс пенообразования. Снижение вспенивания молока отмечено при максимальном уровне заполнения танка и периодическом перемешивании сырья (чередование 15-ти минутных периодов вымешивания с 15-ти минутными перерывами в работе мешалки).

4. Определено влияние составных компонентов молока на изменение его пенообразующей способности. Белок не оказывает существенного влияния на пенообразование цельного молока. Наиболее активное участие в формировании пенной структуры принимает жировая фаза молока (жирность пены в 3-5 раз превышает жирность исходного молока). Увеличение концентрации лактозы с 4 до 4,8% снижает пенообразующую способность молока на 9,7%. Увеличение кислотности с 18 до 20  $^{\circ}\text{T}$  приводит к увеличению пенообразующей способности молока на 6,3%.

5. Установлено влияние температуры на пенообразующую способность молока. Понижение температуры с 15 до 5 $^{\circ}\text{C}$  увеличивает пенообразующую способность молока на 30%.

6. Исследовано влияние пастеризации и гомогенизации на пенообразующую способность молока. Негомогенизированное молоко обладает повышенными пенообразующими свойствами по сравнению с гомогенизированным в 1,1-1,3 раза. Повышение температуры пастеризации молока приводит к понижению его пенообразующей способности.

7. Исследован процесс пенообразования при розливе. С понижением температуры и увеличением жирности готовой продукции отмечен рост пенообразующей способности.

8. Разработана технология производства нового вида топленого молока с пониженными пенообразующими способностями при розливе (ТУ 9222 - 050 - 0206815 - 00). В качестве антивспенивателя использовано масло подсолнечное в эмульгированном виде в количестве 2,0-2,3% в зависимости от жирности молока.

9. Экономическая эффективность от снижения потерь жира при соблюдении предложенных условий резервирования молока составляет 6,6 рублей на одну тонну перерабатываемого сырого молока (в сутки Кемеровский молочный комбинат перерабатывает 100-150 тонн молока).

**По материалам диссертации опубликованы следующие работы:**

1. Жданов В.А. Пенообразование при механическом воздействии на молоко // Сборник научных работ "Технологии и процессы пищевых производств". - Кемерово, 1999.- С.179-180.

2. Жданов В.А. К вопросу о влиянии пенообразования на качество молока и молочных продуктов // Сборник научных работ "Проблемы и перспективы здорового питания".- Кемерово, 2000.- С.22.

3. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Особенности пенообразующей способности молока // Сборник научных работ "Проблемы и перспективы здорового питания".- Кемерово, 2000.- С.151.

4. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Управление процессом пенообразования в молоке // Сборник научных работ "Проблемы и перспективы здорового питания".- Кемерово, 2000.- С.152.

5. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Зависимость времени жизни пены от состава её дисперсной фазы // Образование и наука: проблемы и перспективы: Тезисы докладов 4-ой научно-практической конференции.- Юрга, 2000.- С.56.

6. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Исследование пенообразующей способности молока при его транспортировке на молочные заводы // Образование и наука: проблемы и перспективы: Тезисы докладов 4-ой научно-практической конференции.- Юрга, 2000.- С.57.

7. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Пенообразующая способность молока при различных температурах // Сборник научных работ "Биотехнология и процессы пищевых производств".- Кемерово, 2000.- С.22.

8. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Влияние жировой фазы молока на его пенообразующие свойства. // Сборник научных работ "Биотехнология и процессы пищевых производств".- Кемерово, 2000 - С.23.

9. Жданов В.А., Просеков А.Ю. Пенообразующая способность молока при резервировании // Сборник научных работ "Биотехнология и процессы пищевых производств".- Кемерово, 2000 - С.24.