



Управляемое пенообразование при кипении молока

**АВТОР: ТУПИЦЫНА НАДЕЖДА,
УЧЕНИЦА 9В КЛАССА
МБОУ СОШ № 56 ГОРОДА КИРОВА**

**РУКОВОДИТЕЛЬ: БРЕНДИНА Н.В.,
УЧИТЕЛЬ ФИЗИКИ**

Киров, 2017



Информация

Исследование

Результаты 12

Обсуждение 6

Дневник исследователя 1

Участники 15

Заполнить анкету

Участники:



... и ещё 10 участников

А у вас молоко убежало...



Язык проекта: Русский

Почему при повышении температуры вода нагревается и кипит, а молоко сразу убежало? И как его остановить? Какие существуют для этого хитрости?

Проект нравится 5 участникам



На площадке Глобальной школьной лаборатории опубликован проект

полимеризовавшихся молекул молока, которая закрывает пузырькам выход на поверхность.

Когда под плёнкой скапливается большое количество пузырьков, они её прорывают и молочная пена убежало.

А теперь, зная физику явления, будем учиться управлять образованием пены и исследуем от чего зависит скорость её образования.

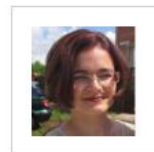
Ключевые слова: кипение, пена, эксперимент, молоко, физика

Рекомендованный возраст: Младшая школа (6–11 лет), Основная школа (12–15 лет), Старшая школа (16–18 лет), Взрослые (19 лет и старше)

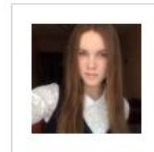
Предметы: Физика, Здоровье и Безопасность, Технологии и техника

Перейти к разделу Исследование

Авторы проекта



bnv



nadyatup

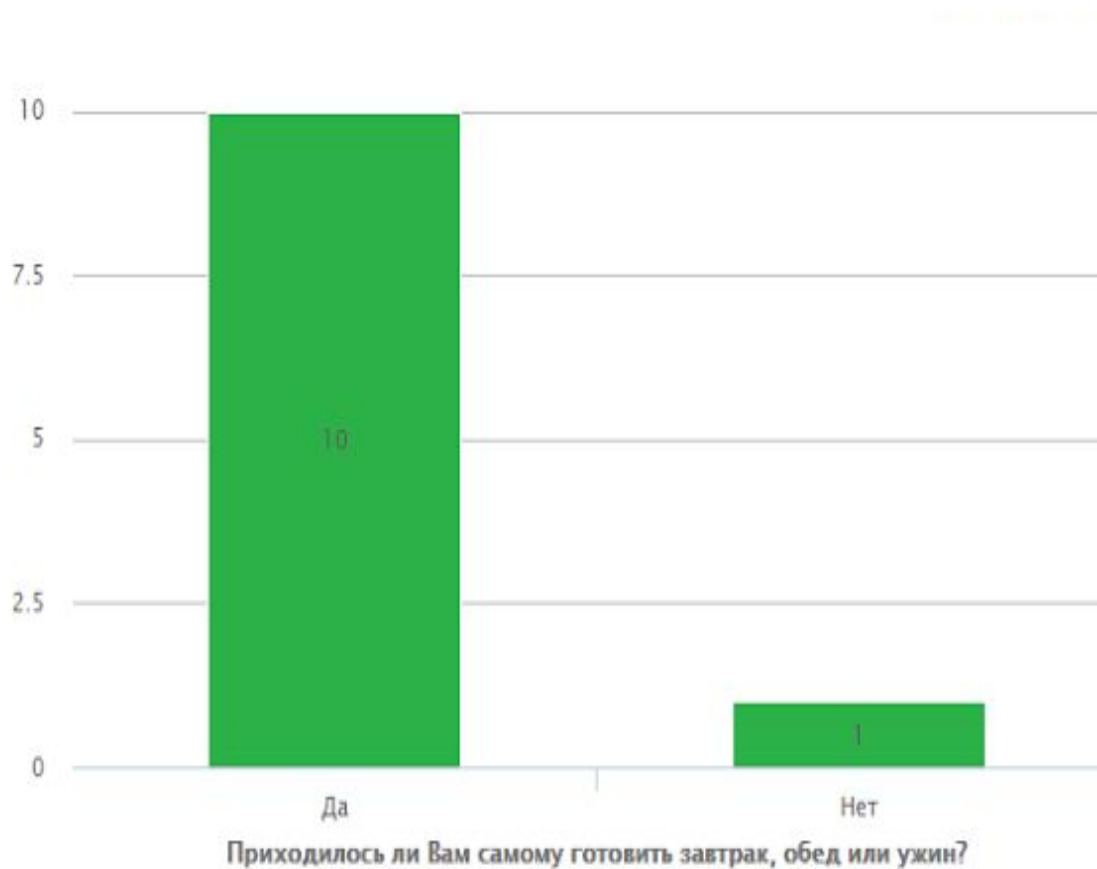
Цель:

***Выяснить, что влияет на
пенообразование при кипении молока и
как управлять этим процессом***

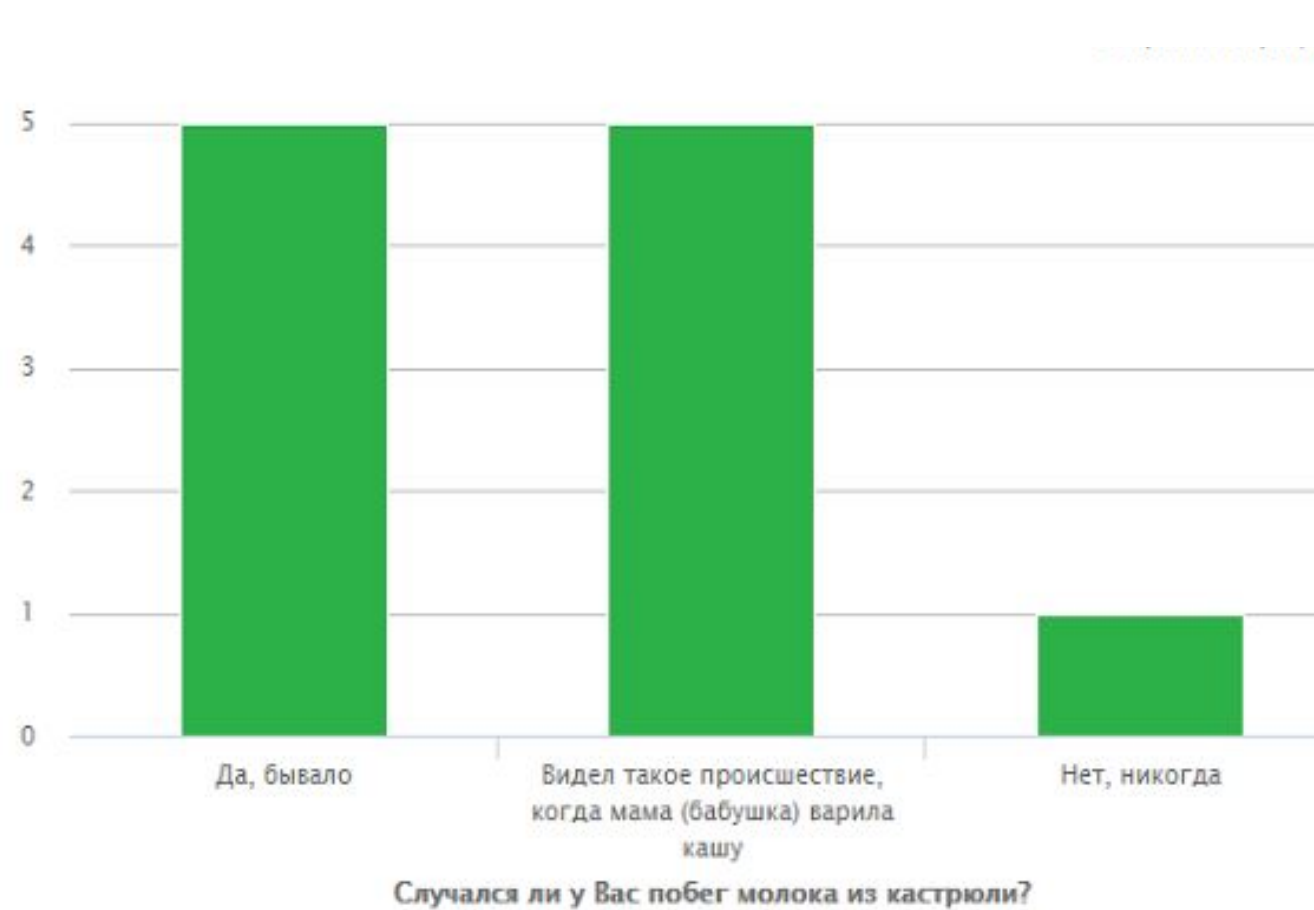
Объект исследования: явление кипения молока

Предмет исследования: определение методов
управления пенообразованием при кипении молока

Сам готовил



Побег молока



Цель:

Выяснить, что влияет на пенообразование при кипении молока и как управлять этим процессом

Задачи:

- 1. Изучить явление кипения молока, выяснить причины пенообразования и “убегания” молока при кипении.**
- 2. Проанализировать причины, предложить методы управления пенообразованием при кипении.**
- 3. Выполнить плановые эксперименты по проверке предложенных методов.**
- 4. Разработать критерии для оценки эффективности методов.**
- 5. Оценить эффективность и сделать выводы о наиболее эффективных методах управления пенообразованием.**

Методы исследования

Изучение научно-популярной литературы

Проведение социологического опроса

Наблюдение физического явления кипения

Проведение планового цифрового эксперимента

Анализ результатов планового эксперимента

Анализ результатов экспериментов участников

Глобальной школьной лаборатории

Цель:

Выяснить, что влияет на пенообразование при кипении молока и как управлять этим процессом

Гипотеза:

«Свободное» (без плёнки) кипение молока, изменение характеристик самой молочной плёнки, изменение характеристик ёмкости для кипения позволят управлять пенообразованием молока при кипении.

Наблюдение явления пенообразования и кипения молока

Цель: наблюдение явления пенообразования и кипения молока, измерение температуры при которой образуется молочная плёнка. Определение методов управления пенообразованием и кипением молока.



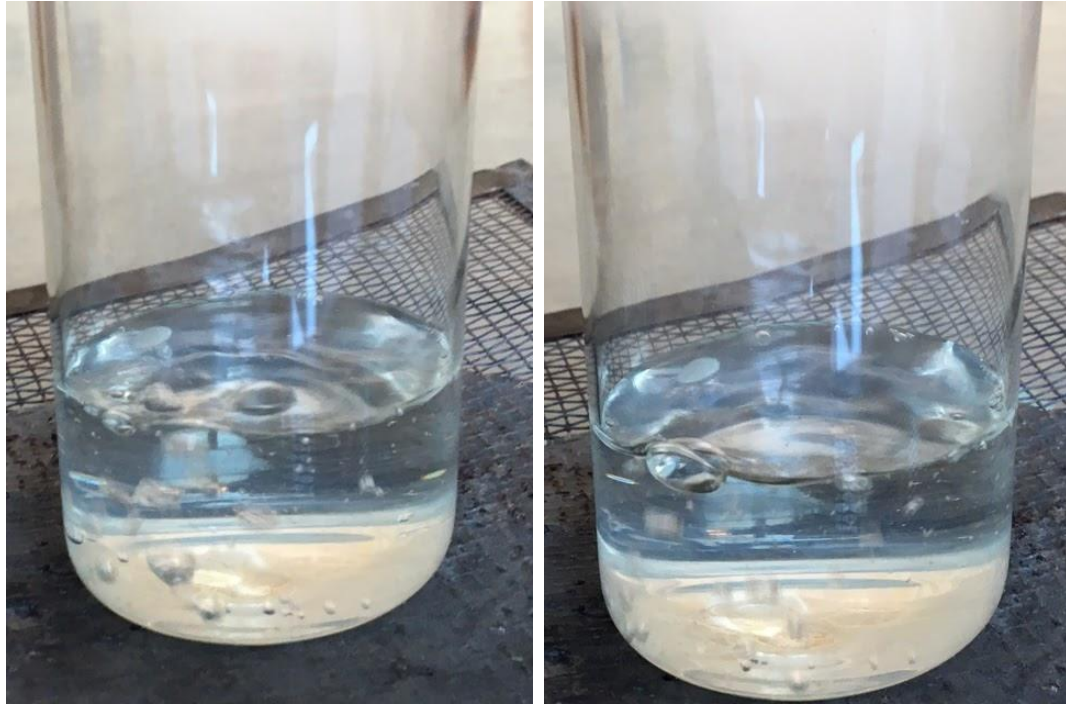
***На дне появляются
пузырьки с паром***



***Пузырьки всплывают
сначала около стенок,
затем по всей
поверхности***

Наблюдение явления пенообразования и кипения молока

Цель: пронаблюдать явления пенообразования и кипения молока, измерить температуру при которой происходят эти явления. На основе наблюдений предложить способы управления кипением молока.



**Пузырьки на поверхности
лопаются.
Вода кипит.**



**На поверхности молока
образуется плёнка.
Количество пузырьков
увеличивается, они
становятся крупнее**

**Пузырьки
прорывают плёнку
около стенок,
поднимают её до
краёв.
МОЛОКО “УБЕЖАЛО”**

Средняя температура образования плёнки $(57 \pm 1)^\circ\text{C}$

Плѐнка на молоке → Молоко “убежало”

**Добиться
“свободного”
кипения молока
(без плѐнки)**

**Изменить
характеристики
ѐмкости для
кипения молока**

**Изменить
характеристики
молочной плѐнки**

Методы для организации “свободного” кипения молока

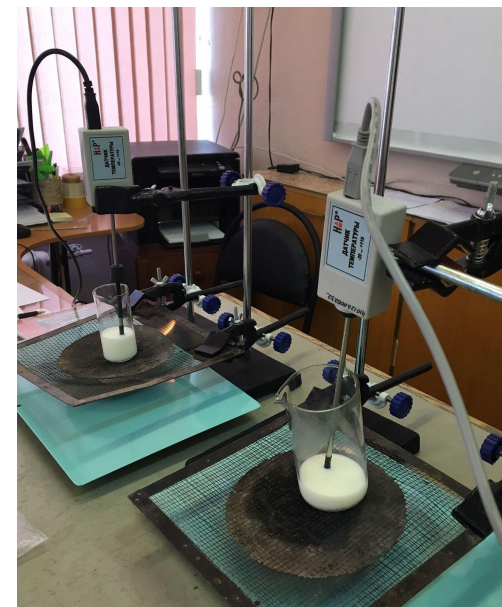
**Удалять
плёнку и пену
механически**



**Создавать на
дне очага
локального
кипения**



**Изменить
диаметр
сосуда**



Эксперименты по проверке первой группы методов

**Удалять
плёнку и пену
механически**



Постоянно помешивать
Маленькая кастрюля
Убрать пенку
медленный огонь
Надо помешивать
К свету
слабый огонь
надо помешивать

Эксперименты по проверке первой группы методов

Создавать на дне область интенсивного кипения



Дополнительные рекомендации



Автор: [lisenok](#), 09.04.2016 [Показать анкету](#)

Положить сверху на кастрюлю ложку или поварешку, положить специальную крышку, которая не дает пене вытекать или помешивать.

Автор: [marke](#), 08.04.2016 [Показать анкету](#)

Молоко лучше всего кипятить в алюминиевой посуде на умеренном огне. Если поставите на сильный огонь, молоко наверняка пригорит. Если молоко поставить на

Автор: [kbpf](#), 03.04.2016 [Показать анкету](#)

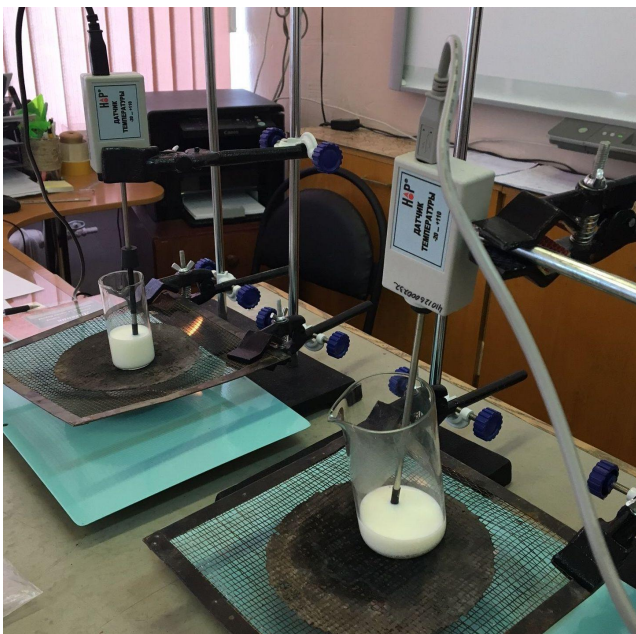
Чтобы молоко не убежало, нужно выцарапывать на своих кастрюлях борозды или класть в них какие-нибудь (желательно, металлические - температура плавления высокая, не сварятся) стерильные шероховатые или извилистые предметы.

Автор: [vladik_56](#), 02.04.2016 [Показать анкету](#)

надо положить ложку в кастрюлю

Эксперименты по проверке первой группы методов

Изменить диаметр сосуда



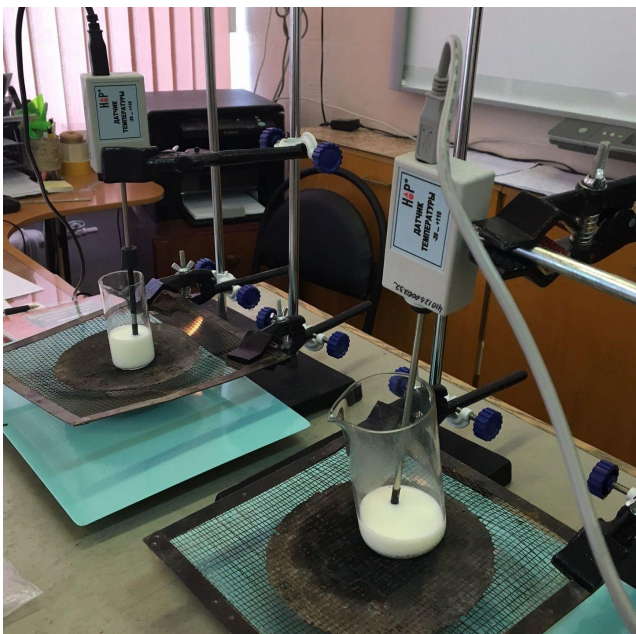
Результаты:

№ опыта	Время закипания молока в стакане диаметром 5см	Время закипания молока в стакане диаметром 3см
1	340 с	440 с
2	313 с	400 с
3	328 с	412 с

Вывод: использовать сосуд небольшого диаметра

Эксперименты по проверке первой группы методов

Изменить диаметр сосуда

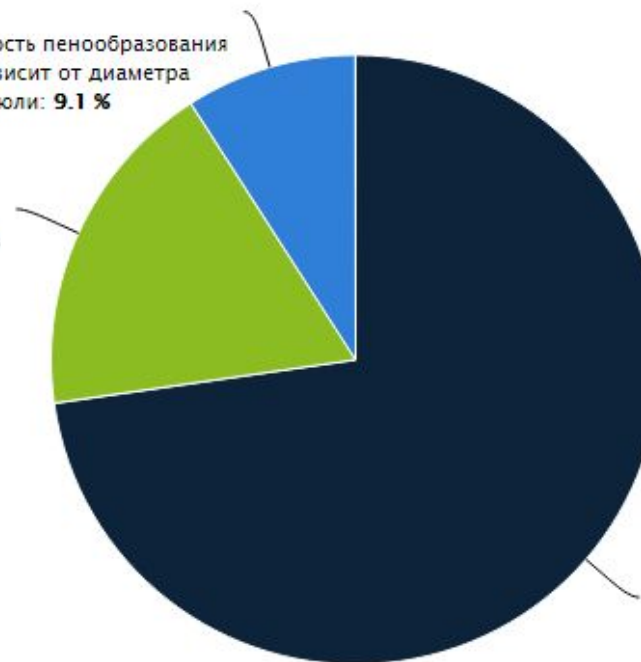


Влияние диаметра кастрюли на скорость закипания

Сохранить график

Скорость пенообразования не зависит от диаметра кастрюли: 9.1 %

Молоко кипит быстрее в кастрюле с меньшим диаметром: 18.2 %



Молоко кипит быстрее в кастрюле с большим диаметром: 72.7 %

Методы изменения характеристик плёнки на молоке

***Добавить
примеси***



***Изменить
жирность
молока***



***Нагревать
на водяной
бане***



Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

**Добавить
примеси**



Сладкое молоко

Масса сахара, г	Температура образования плёнки/ Температура кипения сладкого молока, °C
3,9	62 °C / 99,7°C
7,93	58,6 °C / 100,4°C
11,97	67 °C / 101,3°C

Солёное молоко

Масса соли, г	Температура образования плёнки/ Температура кипения солёного молока, °C
3,4	69 °C / 101,2°C
5,88	68 °C / 101,4°C
10,01	67 °C / 102,8°C

Солёное молоко убегает с высокой пеной стремительно, особенно если солить молоко перед закипанием.

(При растворении соли выделяется дополнительная энергия, время до закипания уменьшается).

Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

**Добавить
примеси**



Молоко и примеси

globallab®
Глобальная школьная лаборатория

Сохранить график

Пенообразование усиливается с добавлением примесей: 18.2 %

Молоко кипит быстрее без примесей: 27.3 %

Быстрее закипает молоко с сахаром: 9.1 %

Быстрее закипает молоко с солью: 45.5 %

Вывод: эффективнее добавлять сахар, а не соль

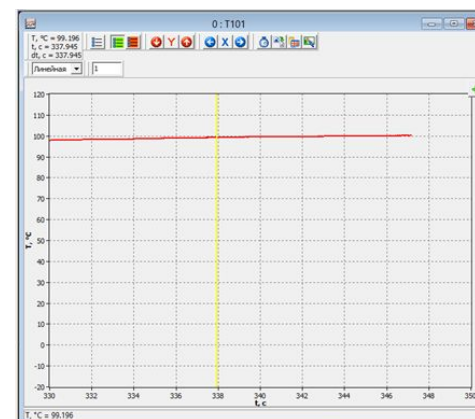
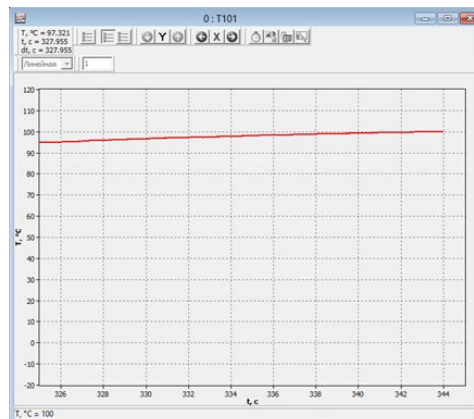
Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

Изменить жирность молока



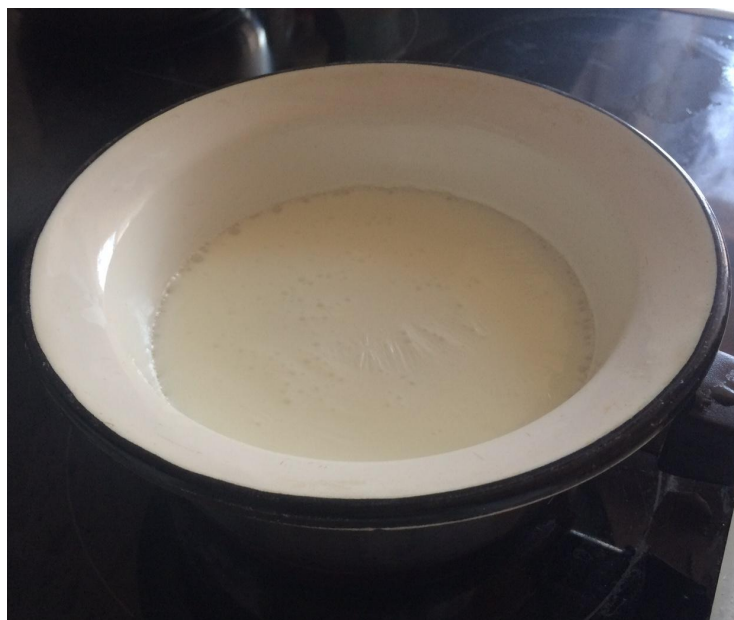
Результаты:

	МДЖ 2,7%	МДЖ 5%
плотность	1,02 г/см ³	1,06 г/см ³
температура кипения	100°C	99°C
характеристики плёнки	образовалась при 56°C, тонкая	образовалась при 71°C, более толстая на внешний вид, имеет желтоватый оттенок



Эксперименты по изменению характеристик плёнки на молоке

Нагревать на водяной бане



Методы изменения характеристик ёмкости для кипения молока

*Смазать
маслом*



*Ополоснуть
холодной водой*



Цель:

Выяснить, что влияет на пенообразование при кипении молока и как управлять этим процессом

Гипотеза:

«Свободное» (без плёнки) кипение молока, изменение характеристик самой молочной плёнки, изменение характеристик ёмкости для кипения позволят управлять пенообразованием молока при кипении.



Какой метод самый эффективный?

Проверка по критериям эффективности

Название метода	Результаты	Доп. предметы	Доп. материалы	Доп. финансовые затраты	Доп. временные затраты	Выводы
удаление молочной плёнки	Постоянное помешивание или удаление плёнки с пеной предотвращает побег молока	+	-	-	++	Метод недостаточно эффективен
создание очагов локального кипения	Образуются крупные пузыри, которые разрывают плёнку. Молоко не убегает.	+	-	-	-	Метод достаточно эффективен
изменение диаметра ёмкости для кипения	При увеличении диаметра кастрюли скорость закипания увеличивается. Нужно брать кастрюлю с меньшим диаметром.	-	-	-	+	Метод недостаточно эффективен
изменение жирности молока	Более жирное молоко закипает дольше, образуется более прочная плёнка	-	-	+	-	Метод недостаточно эффективен

Проверка по критериям эффективности

добавление примесей	При добавлении соли перед закипанием образуется высокая пена, которая	-	+	+	-	Метод недостаточно эффективен. (Более эффективен при добавлении
	стремительно убегает. С сахаром пены значительно меньше.					сахара, чем соли)
нагревание на водяной бане	Молоко кипит равномерно сколь угодно долго	-	-	-	-	Метод эффективен
нанесение масляной полоски	Пена доходит до масляной границы и останавливается	-	+	+	-	Метод недостаточно эффективен
Ополаскивание ёмкости для кипения холодной водой	Молоко кипит, не убегая	-	-	-	-	Метод эффективен

Рекомендации

по управлению пенообразованием при кипении молока

1. Перед наливанием молока в кастрюлю ополосните её холодной водой, не вытирая. Вода заберёт часть энергии.
2. Налейте в кастрюлю молоко не полностью, а до середины.
3. После появления молочной плёнки уменьшите нагрев, замедляя парообразование внутри молока.
4. Периодически помешивайте, разрушая целостность плёнки, или удалите плёнку лопаточкой или ложкой, выпуская избыток давления в пузырях под ней.
5. Положите на дно ложку сахара. Это замедлит процесс пенообразования.
6. Если нужно солить, то сделайте это в начале нагревания молока, а не перед закипанием.
7. Положите на дно перевернутую крышку для консервирования или блюдце. Образующиеся при этом крупные пузыри разорвут плёнку. Для этой цели подойдёт и промышленный молочный сторож.
8. Смажьте край кастрюли сливочным маслом шириной в два пальца. Это остановит поднимающуюся молочную пену.
9. Сверху на кастрюлю положите поварёшку или ложку. Она задержит молочную пену.
10. Нагревайте кастрюлю с молоком на водяной бане. Молоко нагреется равномерно и будет кипеть хоть несколько часов, не убегая.



Информация


Исследование

Результаты  11

Обсуждение  6

Рекомендации по доработке проекта  4

Дневник исследователя  1

Участники  14

Заполнить анкету

А у вас молоко убежало...

Язык проекта: Русский

Участников (14)

[СПИСОМ](#)

[на карте](#)

[география участников](#)



Asanova Aizhan Izbasovna

asanovaaizhan



Vladislav

vladik 56



Alisa

lisenok



cveta

z-raven3



Mark

marke



nadyatup

nadyatup



Chernyadev Ivan

chernyadevi



veron_2

veron 2

Активация W

Чтобы активировать

перейдите к пара

компьютера.



lenara

lenara



Tatyana

bukreeva75



Спасибо за внимание!

***Тупицына Надежда,
МБОУ СОШ № 56 города Кирова***