

уменьшая сопротивление реостата. Сигнал на блок управления 12 поступает большей величины и последний через исполнительный механизм 15 включает нагреватель 16 (например, работающий на токах высокой частоты ТВЧ). Нагрев цепи 4 токами высокой частоты (ТВЧ) обоснован тем, что не будет прогрева окружающей среды, а только нагревается то, что размещено в открытом пазу магнитопровода, каковой является цепь 4. Наибольшая плотность тока будет в той части проводника, которая находится у открытой части паза магнитопровода. Величина воздействия ТВЧ на поверхность цепи 4 пропорциональна величине поступившего сигнала с датчика контроля габарита цепи 18. При поверхностном прогреве цепи 4 связь льда с последней ослабляется и воздействием звездочки 3 на лед последний скалывается с цепи 4. При полном освобождении цепи 4 от льда ролик 19 опускается под воздействием подпружиненной штанги 23 в крайнее нижнее положение и сигнал от датчика уровня 18 имеет минимальную величину, а соответственно, блок управления 12 через исполнительный механизм 15 отключает нагреватель 16 [4].

Блок управления морозильной камеры осуществляет следующие операции:

- 1) включение привода конвейера;
- 2) включение замораживания камеры;
- 3) замораживание мороженого;
- 4) контроль обледенения цепи;
- 5) размораживание цепи;
- 6) размораживание камеры;
- 7) выключение привода.

#### Выводы

1. Повышения качества и себестоимости продукции можно достигнуть только за счет улучшения надежности линии.



2. Для повышения надежности линии необходима технологическая и конструктивная проработка участков с непрогнозируемыми отказами.

3. Наиболее ответственным участком в линии с непрогнозируемыми отказами является камера для закаливания мороженого.

4. Причиной отказов в камере является обледенение цепи транспортера.

5. Для устранения обледенения цепи целесообразно применение токов высокой частоты.

#### Библиографический список

1. Федоренко И.Я. Проектирование технических устройств и систем: принципы, методы, процедуры: учебное пособие / И.Я. Федоренко. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 282 с.

2. Николаев Е.Н. Термическая обработка металлов токами высокой частоты / Е.Н. Николаев, И.М. Коротин. – М.: Высшая школа, 1977. – 214 с.

3. Пат. 2331028 Российская Федерация, МПК7 F25D13/06, F25D3/10. Устройство для замораживания продуктов / Н.И. Капустин, О.В. Барыбина; заявитель и патентообладатель. Н.И. Капустин. – № 2007108613/13; заявл. 07.03.2007; опубл. 10.08.2008, Бюл. № 22. – 4 с.

4. Пат. 2395045 Российская Федерация, МПК F 25 D 13/06, F 25 D 3/10. Устройство для замораживания продукта / Н.И. Капустин, С.А. Тарасов, В.А. Демин, О.В. Хомякова; заявитель и патентообладатель Капустин Николай Игнатьевич. – № 2009103584; заявл. 03.02.2009; опубл. 20.07.10, Бюл. № 20. – 5 с.

УДК 637.3.(571.15)

Н.М. Сурай,  
А.А. Майоров,  
В.Н. Гетманец

### ИССЛЕДОВАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ СЫРНОЙ МАССЫ ИЗ СЫВОРОТКИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СЫРА

**Ключевые слова:** сычужный сыр, сгусток, сырное зерно, сыроизготовитель,

влага, осветлитель, сыворотка, центрифуги, мягкие сыры.

### Введение

При производстве натурального сычужного сыра на этапе разрезки сгустка, обработки сырного зерна образуется некоторое количество мелких частичек, которые попадают в сыворотку. Размер этих частичек – менее 1 мм в диаметре. Применение современных сырных форм с микроотверстиями позволяет задерживать частички сырной массы с размерами более 0,3-0,4 мм. Более мелкие частички теряются с сывороткой [1, 2].

Большое количество мелких частичек сырного зерна попадает в сыворотку при ее отливе из сыроизготовителя на этапе обработки сырного зерна. Для сбора этих частичек обычно применяют матерчатые фильтры. Собранную массу этих частичек используют при производстве плавящихся сыров. Однако далеко не всегда сыродельный завод, специализированный на производстве натурального сыра, выпускает и плавящиеся сыры.

### Методика исследований

Для изучения потенциала от реализации дополнительного сырьевого ресурса проводили исследования по измерению количества твердых частичек в сыворотке. Образцы сыворотки массой 430 г, полученной при производстве сыра «Витязь», подвергали центрифугированию в течение 10 мин. при 3000 об/мин. От каждой выработки отбирали по 5 образцов сыворотки, отливаемой на этапе обработки сырного зерна, и 5 образцов сыворотки, получаемой из отделителя сыворотки. Измеряли суммарную массу осадка и массовую долю влаги в нем.

### Результаты и анализ исследований

Данные по 7 выработкам сыров приведены в таблице 1. Во всех случаях исходная масса сыворотки была равна 2150 г.

Расчетные данные показывают, что при выработке сыра в сыроизготовителе вместимостью 10 т можно получить более 18 кг концентрата, состоящего из микрочастиц сырной массы и сыворотки. Концентрат представляет собой высоковязкую сметанообразную массу кремового цвета.

Массовая доля влаги в образцах из сыроизготовителя и из отделителя сыворотки немного превышает 80%. Сыворотка из отделителя содержала на 5,8% нерастворимых сухих веществ больше, чем сыворотка из сыроизготовителя. Это вызвано, очевидно, истиранием сырного зерна при проходе по барабану отделителя.

В целом, потери массы сырного зерна с сывороткой не превышают 2%, но всевозрастающая необходимость в очистке сыворотки от твердых частиц, особенно при использовании мембранных методов разделения ставит эту задачу в разряд первоочередных. В современных условиях жесткого контроля за экологической обстановкой, повышения эффективности экономической деятельности по переработке молока, вопросам рационального использования сырьевых ресурсов уделяется все большее внимание [3].

Для очистки сыворотки на предприятиях применяют горизонтальные центрифуги, внешний вид которых изображен на рисунках 1 и 2.

Рабочим элементом аппарата является цилиндрический барабан с фильтровальной тканью, приводимый во вращение электродвигателем. Из 10 т подсырной сыворотки можно с применением такого аппарата отделить до 20 кг белковой массы.

В Сибирском НИИ сыроделия Россельхозакадемии разработан вертикальный осветлитель сыворотки центробежного типа. Рабочим органом аппарата является конический перфорированный барабан (ротатор), приводимый во вращение электродвигателем. Сыворотка, поступающая в ротатор, под действием центробежной силы проходит через перфорационные отверстия, а твердые частицы, не прошедшие через отверстия, скользят по поверхности перфорированного барабана и попадают в верхний приемный бункер. Внешний вид аппарата и его устройство приведены на рисунках 3 и 4.

Для изучения перспектив применения получаемых концентратов были проведены гранулометрические исследования полученных осадков. Осадки промывались в дистиллированной воде, подкисленной уксусной кислотой до pH = 4,6, разбавлялись в 20 раз и пробы, налитые в чашки Петри, оставляли для осаждения. После осаждения частичек влагу испаряли, а сухой остаток подвергали сканированию для получения изображения. Полученное изображение с помощью специальной программы обрабатывали для получения спектра размеров частиц. Спектр распределения строился в координатах «размер частицы – доля в общей площади сканированного изображения». Общая площадь проекции частичек на поверхность принималась равной 100%. На рисунке 5 приведены характерные спектры распределения размеров частичек сырной массы из сыворотки из сыроизготовителя и сыворотки из отделителя.

Свойства осадков из сыворотки, полученной при выработке сыра

№	Сыворотка из сыроизготовителя			Сыворотка из отделителя		
	масса осадка, г	массовая доля влаги, %	масса сухих веществ осадка, г	масса осадка, г	массовая доля влаги, %	масса сухих веществ осадка, г
1	4,150	82,14	0,741	4,223	81,18	0,795
2	3,948	81,35	0,736	4,062	80,67	0,785
3	4,295	81,80	0,782	4,255	81,17	0,801
4	3,938	82,09	0,705	4,149	80,86	0,794
5	3,921	81,32	0,733	4,239	81,07	0,802
6	4,142	82,34	0,731	4,142	81,03	0,786
7	3,836	80,85	0,735	4,084	80,71	0,788

продуктов без предварительного измельчения, в частности, при выработке мягких сыров из сыворотки.



Рис. 1. Осветлитель сыворотки фирмы «Chalon Megard»(Франция)



Рис. 2. Осветлитель сыворотки Фирмы «Tescolat» (Италия)



Рис. 3. Осветлитель сыворотки СибНИИС

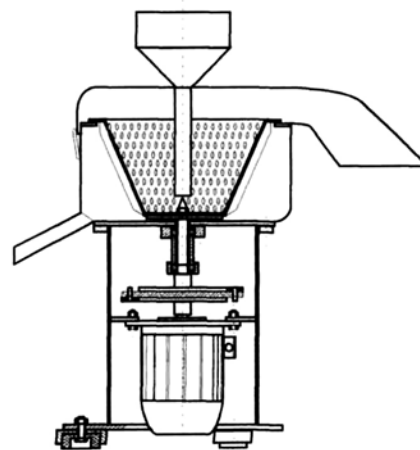
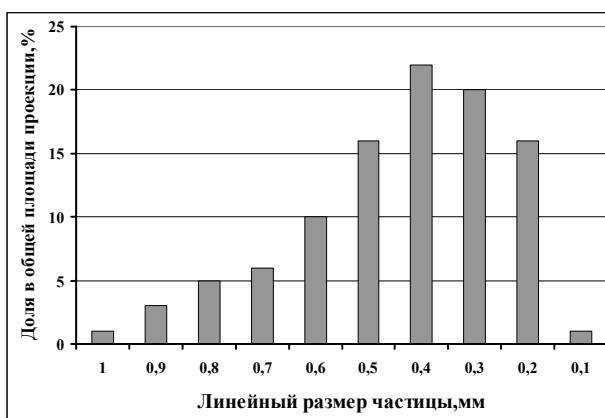
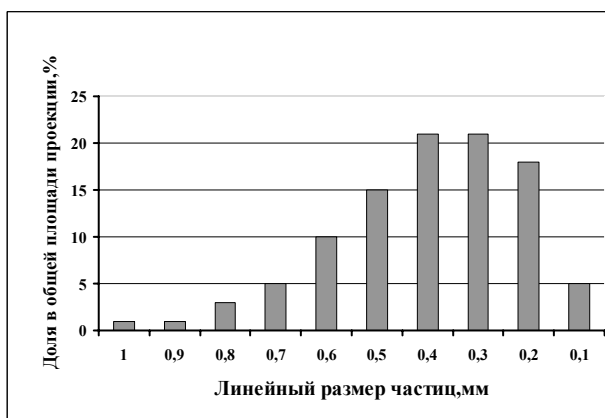


Рис. 4. Схема устройства осветлителя сыворотки

Суммарная доля частиц с размерами более 0,7 мм в сыворотке из сыроизготовителя составила 15%, а в сыворотке из отделителя эта доля была равна 10%. Большая часть частиц сырной массы имела размеры менее 0,7 мм. Это говорит о возможности использования концентрата в технологиях производства молочных



а



б

Рис. 5. Распределение по размерам частиц сырной массы в сыворотке из сыроизготовителя (а); распределение по размерам частиц сырной массы в сыворотке из отделителя (б)

### Заключение

При выработке натурального сычужного сыра, например, сыра «Витязь» из 10000 кг исходной смеси получают 952 кг



сыра и собирается около 8200 кг подсырной сыворотки. Очистка сыворотки с применением центробежного разделения дает около 15 кг белкового осадка, содержащего почти 20% сухих веществ сырной массы. Нетрудно подсчитать, что из этого количества можно было бы получить более 5 кг сыра. Поэтому вопрос возврата этого пищевого молочного сырья в эффективный технологический процесс является актуальным. Для исследования возможности использования белкового осадка в технологии выработки сыра из сыворотки планируется провести эксперименты по использованию полученного концентрата в производстве мягких сыров.

### Библиографический список

1. Пащенко Л.П. Биологически активные добавки в питании человека / Л.П. Пащенко, И.М. Жаркова, Н.Н. Булгакова, А.С. Прохорова, С.Л. Люблинский, С.И. Черняев // Пищевая промышленность. – 2002. – № 7. – С. 82-83.
2. Русских В.М. Установка для пастообразных молочных продуктов / В.М. Русских, Н.Ю. Суворова, И.А. Шергина, И.Н. Делицкая, О.М. Елисеев, Н.А. Шергин // Молочная промышленность. – 2002. – № 2. – С. 59.
3. Суюнчев О.А. Технология оригинального сыра на основе биотрансформации казеина и сывороточных белков / О.А. Суюнчев, А.Г. Храмцов, Ф.Ф. Лафишев // Биотехнология: состояние и перспективы развития: тр. 1-го Междунар. конгресса. – М.: ЗАО «ПИК МАКСИМА», – 2002. – С. 369.