

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕПАРАТОРОВ СОПЛОВОГО ТИПА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ СКОАГУЛИРОВАННЫХ БЕЛКОВ**

**Е. А. Чеботарев, Н. В. Погорелова, Н. А. Ларкина**

Рассмотрены существующие и определены перспективные направления выделения скоагулированных белков из молочной сыворотки с использованием сепаратора с непрерывной центробежной выгрузкой осадка соплового типа. Дан краткий анализ определенным направлениям.

In reviewed article are considered existing and perspective directions of allocation coagulate proteins from dairy whey with use of a separator with a continuous centrifugal unloading of a deposit nozzle type are determined. The brief analysis is given to the certain directions.

Сепарирование – наилучший с точки зрения эффективности разделения способ удаления скоагулированных сывороточных белков из молочной сыворотки, но и одновременно самый затратный. Эффективность обусловлена достаточно хорошей разделяемостью системы «хлопья белка – сыворотка», затратность – низкой концентрацией дисперсных частиц (менее 1%). Для сравнения: энергозатраты при получении творога раздельным способом в сопловом сепараторе марки ОТД составляют 25 Вт на 1 кг/ч продукта, а при получении белковой массы в сепараторе ОТС – 65 Вт на 1 кг/ч концентрата, что в 2,6 раза больше [1]. Таким образом, использование сепарирования для выделения скоагулированных белков из молочной сыворотки должно сопровождаться снижением энергозатрат на реализацию этого процесса, причем это снижение может обеспечиваться повышением концентрации дисперсных частиц в осадке.

Впервые практическую реализацию сепарирование сыворотки нашло в процессе «Центривей» [2], включающем коагуляцию сывороточных

белков кислотным способом в потоке и последующее разделение суспензии в сепараторе с центробежной непрерывной выгрузкой осадка соплового типа. Однако эффективность такого, достаточно широко разрекламированного в свое время процесса, несколько сомнительна. Во-первых, степень поточной коагуляции сывороточных белков меньше степени коагуляции в аппаратах периодического действия. Во-вторых, прямое сепарирование низкоконцентрированной суспензии «хлопья белка – сыворотка» не позволяет получать высокую степень концентрирования дисперсных частиц, а значит, получаемый продукт требует дополнительной обработки перед его последующем применением.

Материальный баланс процесса разделения в рассматриваемом случае будет иметь вид:

$$\begin{cases} M_{сыв} = M_{осв} + M_{бк} \\ M_{сыв} \cdot S_{сыв} = M_{осв} \cdot S_{осв} + M_{бк} \cdot S_{бк}, \end{cases} \quad (1)$$

где  $M_{сыв}$ ,  $M_{осв}$ ,  $M_{бк}$  – соответственно масса исходной сыворотки, осветленной сыворотки и полученного белкового концентрата;

$S_{сыв}$ ,  $S_{осв}$ ,  $S_{бк}$  – массовая концентрация скоагулированных белков в исходной сыворотке, осветленной сыворотке и белковом концентрате.

Учитывая достаточно высокую эффективность разделения рассматриваемой суспензии, можно принять  $S_{осв} \approx 0$ . Тогда, решив систему уравнений, получим:

$$S_{бк} = S_{сыв} \cdot \frac{M_{бк} + M_{осв}}{M_{бк}} = S_{сыв} \cdot \left( 1 + \frac{M_{осв}}{M_{бк}} \right). \quad (2)$$

Таким образом, для увеличения содержания скоагулированных белковых веществ нужно либо повысить содержание этого компонента в исходной суспензии ( $S_{сыв}$ ), либо уменьшить массу белкового концентрата

( $M_{бк}$ ) увеличивая, таким образом, отношение  $\frac{M_{осв}}{M_{бк}}$ .

Предварительное сгущение суспензии может быть осуществлено отстаиванием, гидроциклонным разделением, а возможно, за счет отстойного центрифугирования с пониженной степенью разделения. Степень сгущения должна быть в пределах 2...3, что обеспечит достаточный эффект при последующем сепарировании.

Предварительное концентрирование выпариванием может сочетаться с коагуляцией белков, что представляется достаточно перспективным [3].

Достаточно интересным, но в настоящее время не достаточно проработанным, является направление сепарирования после совместной коагуляции белков сыворотки и обезжиренного молока. Количество дисперсных фаз в этом случае должно обеспечить выгрузку из барабана сепаратора осадка с концентрацией сухих веществ 10...12%, что достаточно эффективно.

Дальнейшее концентрирование сухих веществ может быть осуществлено с использованием фильтрующей центрифуги.

Основываясь на этом принципе, схему реализации энергосберегающих процессов выделения скоагулированных белков молочной сыворотки с использованием саморазгружающегося сепаратора соплового типа можно представить следующим образом (рисунок).



Рисунок – Схема классификации энергосберегающих процессов выделения скоагулированных сывороточных белков

Первые три направления основаны на повышении  $S_{сыв}$ .

Под двухступенчатым разделением подразумевается использование соплового сепаратора для разделения суспензии сразу же после коагуляции белков в натуральной сыворотке при сгущении, равном 3...3,5, а затем – досгущении при повторном сепарировании или с помощью фильтрующей, а возможно, осадительной центрифуги. Однако это направление представляется достаточно затратным и может реализоваться в обоснованных случаях.

Четвертое направление – увеличение отношения  $\frac{M_{осв}}{M_{бк}}$ , причем оба варианта этого направления, т. е. и рециркуляция [4], и разделение с частотой вращения барабана не более 3000 об/мин [5] проверено экспериментально и осуществимо практически.

Таким образом, использование сепаратора соплового типа позволяет реализовывать несколько направлений, эффективность которых обеспечивается качеством получаемого осадка.

### Литература

1. Промышленные жидкостные сепараторы: Оборудование для пищевой, мясо-молочной и рыбной промышленности: Отраслевой каталог. – М.: ЦНИИТЭИлегпищемаш, 1985. – 230 с.
2. Чеботарев Е. А. Сепарирование молочной сыворотки: Обзорная информация. Серия «Молочная промышленность». Вып. 2. – М.: АгроНИИТЭИПП, 1995. – 33 с.
3. Чеботарев Е. А. Центробежное выделение дисперсных фаз из молочной сыворотки и ее концентратов // Сыроделие и маслоделие, 2001. № 5. – С. 31 – 33.
4. Борисов А. Т. Извлечение белковых веществ из творожной сыворотки на сопловом сепараторе с рециркуляцией и параболическими тарелками: Дис... канд. техн. наук. – М., 1982. – 197 с.
5. Мунхоев Л. И. Разработка бесприводного сепаратора для осветления творожистой сыворотки от коагулированных сывороточных белков: Автореф. дис... канд. техн. наук. – М., 1985. – 16 с.