

2. Синкевич Т., Ридель К.П. Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе. – М.: «Агропромиздат», 1989.
3. Заяц Я.М., Ющанка І.Б. Да пытання электракаагуляцыі бялкоу бульбянога соку. – Мн.: Весці акадэміі аграрных навук Беларусі, 1994, №3.

Кривовязенко Д.И., ст. преподаватель
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА КОАГУЛЯЦИЮ БЕЛКОВ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Ключевые слова: Переработка, коагуляция белков, коллоидная система, энергия взаимодействия, концентрация ионов.

Аннотация. В работе показаны силы, действующие на коллоидную систему, значимость их влияния на энергию взаимодействия белковых молекул.

По данным Международного молочного фонда, в настоящее время, до 50% молочной сыворотки сливают в канализацию, тем самым создавая проблему защиты окружающей среды [1]. Использование белка молочной сыворотки позволило бы увеличить эффективность переработки молока, снизить отрицательное воздействие сточных вод молочных предприятий на окружающую среду. Все это доказывает необходимость и целесообразность организации полного сбора и переработки молочной сыворотки, как с экономической, так и с экологической точек зрения.

В настоящее время разработаны или разрабатываются различные способы выделения белков из сыворотки: тепловые, химические, механические, электрические, и их сочетания. Основным недостатком известных способов является неполное выделение белков и высокая энергоёмкость.

Устранить или снизить отмеченный недостаток можно электрохимическим способом коагуляции белков, суть которого состоит в следующем.

Согласно теории Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека [2] устойчивость коллоидной системы зависит от соотношения энергий межмолекулярного притяжения W_m , электростатического отталкивания W_z , диполь-дипольного взаимодействия частиц W_d . Коагуляция наступает тогда, когда суммарная энергия межмолекулярного и диполь-дипольного притяжения (W_m+W_d) превысит энергию электростатического отталкивания или же общая энергия системы (W) станет меньше или равна нулю.

Суммарная энергия взаимодействия белковых молекул зависит от ряда факторов. Наиболее действенными являются – температура коллоидной среды, напряженность электрического поля, потенциал диффузионной части двойного слоя белковых молекул. Путем моделирования на ЭВМ установлена значимость этих факторов. Наибольший интерес представляет влияние потенциала диффузной части двойного слоя ϕ_0 на границе раздела поверхность белковой молекулы – коллоидная среда на суммарную энергию W . Коагуляция начинается при $\phi_0=25\dots 30\text{мВ}$.

Известно, что величина потенциала ϕ_0 зависит от концентрации анионов и катионов. Эту концентрацию можно регулировать пропуская определенное количество электричества через белоксодержащую среду, расположенную между токопроводящими электродами, разделенными между собой токопроводящей мембраной.

Концентрация ионов в жидкой фазе (1) и на поверхности мембраны белковой клетки (2).

$$C^0 = C^{\text{нач}} + \frac{q}{F}(\eta_a - \eta_k) \quad (1)$$

$$C^S = C^0 \pm \frac{q\delta^2\Delta n}{zFD\tau} \quad (2)$$

где $C^{\text{нач}}$ – начальная концентрация активных ионов в жидкой фазе; η_a, η_k – выход по току анионов и катионов соответственно; q – удельное количество электричества, протекающего через среду; δ – толщина диффузного слоя; z – заряд ионов; F – число Фарадея; D – коэффициент диффузии ионов в растворе; τ – время обработки; Δn – разность чисел переноса ионов в мембране белковой клетки и растворе.

Принимая, что основными активными ионами является H^+ и OH^- , которые создают на поверхности белковой клетки группы кислотных и

основных зарядов, суммарная плотность поверхностного заряда белковой клетки [3].

$$\rho_n = \frac{\rho_b C_n^2 + K_a (\rho_b - \rho_a) C_n - \frac{K_w K_a}{K_b} \rho_a}{C_n^2 + \left(\frac{K_w}{K_b} + K_a\right) C_n + \frac{K_w K_a}{K_b}}, \quad (3)$$

где K_a, K_b, K_w – константы диссоциации кислотной, основной группы и воды соответственно; ρ_a, ρ_b – плотность зарядов кислотной и основной групп.

Потенциал на поверхности частицы

$$\varphi_n = \frac{\rho_n R_{ц}}{2 \varepsilon_c} \ln\left(\frac{h + \sqrt{R_{ц}^2 + h^2}}{R_{ц}}\right), \quad (4)$$

где $R_{ц}$ – радиус белковой частицы; ε_c – относительная диэлектрическая проницаемость белоксодержащей среды; h – расстояние между частицами.

Допуская, что потенциал диффузионной части двойного слоя вокруг белковой клетки примерно равен потенциалу на поверхности белковой клетки из уравнения (1)...(4) находят необходимое значение концентрации ионов и количества электричества при котором коагуляция белков максимальна.

Нашими исследованиями установлено, что изменение концентрации ионов в молочной сыворотке, расположенной в анодной и катодной зонах электродной системы, позволяет коагулировать до 90% белков при температуре не выше 30⁰С.

ЛИТЕРАТУРА

1. Храмов А.Г., Нестеренко П.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: Учебное пособие. – М.: ДеЛиПринт, 2004. – 587 с.
2. Дерягин Б.В. Теория гетерокоагуляции, взаимодействие и влияние разнородных частиц в растворах электролитов // Коллоидный журнал – 1954, вып.16 т.6.
3. Эстрелла-Льонис В.Р., Духин С.С. Поляризационные взаимодействия и электрокоагуляция // Коллоидный журнал – 1981, вып.5 т.43.