

## **ВЛИЯНИЕ ПРОТЕИНА В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗАТОРА И pH НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭМУЛЬСИИ „МАСЛО – ВОДА” К РАССЛОЕНИЮ**

**УСУПКОЖОЕВА А.А.**

[izvestiva@ktu.aknet.kg](mailto:izvestiva@ktu.aknet.kg)

*В работе приведены результаты исследований влияния стабилизатора и pH на устойчивость эмульсии к расслоению*

Анализ современных достижений науки показал, что стабильность коллоидных систем, состоящих из жидкой дисперсионной среды и твердой дисперсной фазы, а также физико-химические явления в них есть объект активных фундаментальных и прикладных исследований [1,2,3]. Однако еще достаточно много предстоит изучить в области формирования и стабилизации пищевых эмульсий, в которых присутствуют разнообразные ингредиенты, вносящие свой индивидуальный вклад в свойства и физико-химические явления в них.

Протеины широко используются как стабилизаторы пищевых дисперсных систем. Среди протеинов наиболее часто в таком качестве употребляются белки молочной сыворотки. Популярность этих видов протеинов как стабилизаторов пищевых дисперсий объясняется их способностью адсорбироваться на поверхности раздела фаз, снижая избыточную поверхностную энергию и тем самым стабилизируя дисперсную систему [4]. Кроме того, в отличие от низкомолекулярных поверхностно-активных веществ, молочные протеины, являясь гибкими полимерами, образуют эластичную защитную пленку на поверхности раздела фаз. Относительно высокая механическая прочность этих пленок предотвращает слияние частиц дисперсной фазы и обеспечивает стабильность системы на длительное время. Молекулярная структура и агрегативная устойчивость белков во многом определяется электрическими взаимодействиями. Протеины состоят из аминокислот, которые могут ионизироваться, образуя позитивно или негативно заряженные ионы. Характер и интенсивность электрических взаимодействий в системах, содержащих протеины, обусловлен величиной pH дисперсионной среды и присутствием посторонних ионов [4]. Если протеин содержит преимущественно противоположно заряженные группы, то наиболее вероятная конформация, которую принимает молекула, есть компактная форма. С другой стороны, если в молекуле преобладают одинаково заряженные группы, то она приобретает вытянутую конфигурацию, тем самым увеличивая расстояние между зарядами и снижая интенсивность сил электрического отталкивания. Таким образом, электрические взаимодействия играют важную роль в устойчивости дисперсных систем, стабилизированных протеинами. Добавки

электролитов также вносят существенные коррективы в электрические взаимодействия в такие системы, а следовательно определяют их устойчивость.

Пищевые эмульсии, стабилизированные протеинами, становятся объектами пристального внимания широкого круга исследователей и практиков. Особый интерес представляют эмульсии, содержащие протеины сыворотки молока как эмульгаторы. В связи с успешным развитием за последнее десятилетие мембранных и ионообменных методов извлечения протеинов из молочной сыворотки стало возможным обеспечивать пищевую промышленность в достаточном количестве этим сравнительно дешевым и ценным продуктом. Кроме того, за этот период был достигнут большой прогресс в исследовании этих видов протеинов и расширены знания их функциональных свойств: кислотная устойчивость, гелеобразование, образование адсорбционных пленок, пенообразование и эмульгирование [5].

Для эмульсий, стабилизированных протеинами, характерно, что их устойчивость зависит от pH водной фазы и наличия ионов минералов. Из числа исследователей, сделавших существенный вклад в эту область, выделяются две научные школы под руководством проф. МакКлементса Д.Дж. (D.J. McClements) из Массачусетского университета (США) и проф. Дикинсона Э. (E. Dickinson) из Университета Лидс (Англия). Так, ими установлено, что независимо от количества добавок эмульсия разрушается при значении pH, равной изоэлектрической точке изолята протеинов молочной сыворотки ( $\approx$ pH 5). При значениях pH, удаленных от изоэлектрической точки (pH < 4 и pH > 6), эмульсия стабильна. Нагревание эмульсии при pH 7 показало, что при температуре 70 – 80 °C имеет место флокуляция дисперсной фазы и расслоение эмульсии.

Вышеизложенное показывает, что стабильность эмульсий в присутствии электролитов зависит от многих факторов, главными из которых являются вид и свойства эмульгатора, количество и физико-химические свойства добавок и pH раствора.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния протеина и pH на стабильность и физико-химические свойства эмульсий в зависимости от дисперсионной среды.

В качестве стабилизатора в работе применялся сухой изолят белков молочной сыворотки, который был поставлен компанией New Zealand Milk Proteins (Германия). Состав изолята был следующий: содержание белков (с.в.) – 98,9%, лактоза – менее 1%, жир – 0,3%, зола – 1,6%, влага – 4%. Композиционный состав белков:  $\beta$ -лактоглобулин – 79%,  $\alpha$ -лактальбумин – 15%, сывороточный альбумин – 4%, иммуноглобулины – 2%.

Хлорид калия, соляная кислота (HCl 1M), гидроксид натрия (NaOH) и NaN<sub>3</sub> были приобретены у фирмы Merck (Германия). Для подавления микробной активности в состав эмульсии вводился антимикробный агент NaN<sub>3</sub>. Все химические препараты были аналитической чистоты. Для приготовления эмульсии были использованы соевое масло и деионизированная вода.

Водная фаза эмульсии готовилась растворением 0,5% (масс.) порошка белкового изолята и 0,02% (масс.)  $\text{NaN}_3$  в деионизированной воде. Для полного растворения смесь оставалась в течение ночи на магнитной мешалке при температуре 25 °С. Грубодисперсная эмульсия была получена перемешиванием в течение 3 мин. 10% (масс.) соевого масла с 90% (масс.) водной фазы на высокоскоростном смесителе Ultra-Turrax (IKA CmbH & Co. KG, Германия). Окончательная гомогенизация производилась однократным пропуском смеси через гомогенизатор Hochdruckhomogenisator (Германия) при давлении 110 бар. Серия опытных эмульсий с различным содержанием олеиновой кислоты (0, 5, 10, 15, 30, 60 и 100 мл) была приготовлена разбавлением исходной 10%-й эмульсии деионизированной водой до концентрации 1 % (масс.). После задания требуемой величины рН полученные пробы эмульсии оставались на ночь при температуре 25 °С перед проведением измерений.

Для визуальной оценки стабильности эмульсий было проведено измерение интенсивности расслоения фаз. Для этого равные порции каждой пробы помещались в стеклянные пробирки объемом 10 мл и диаметром 16 мм, закрытые герметично, и хранились 24 часа в вертикальном положении при температуре 25 °С. В присутствии ионов интенсивность стабилизирующих электрических сил отталкивания, действующих между частицами масла, снижается. Это вызывает агрегацию частиц масла и в конечном итоге приводит к образованию мутного слоя агрегатов дисперсной фазы над прозрачным слоем водной фазы. Измеряя соотношение высот мутного и прозрачного слоев, оценивалась степень устойчивости эмульсии к расслоению. В частности, определялся так называемый индекс расслоения, который определялся как отношение прозрачного слоя ( $HT$ ) к общей высоте эмульсии в пробирке ( $HO$ ).

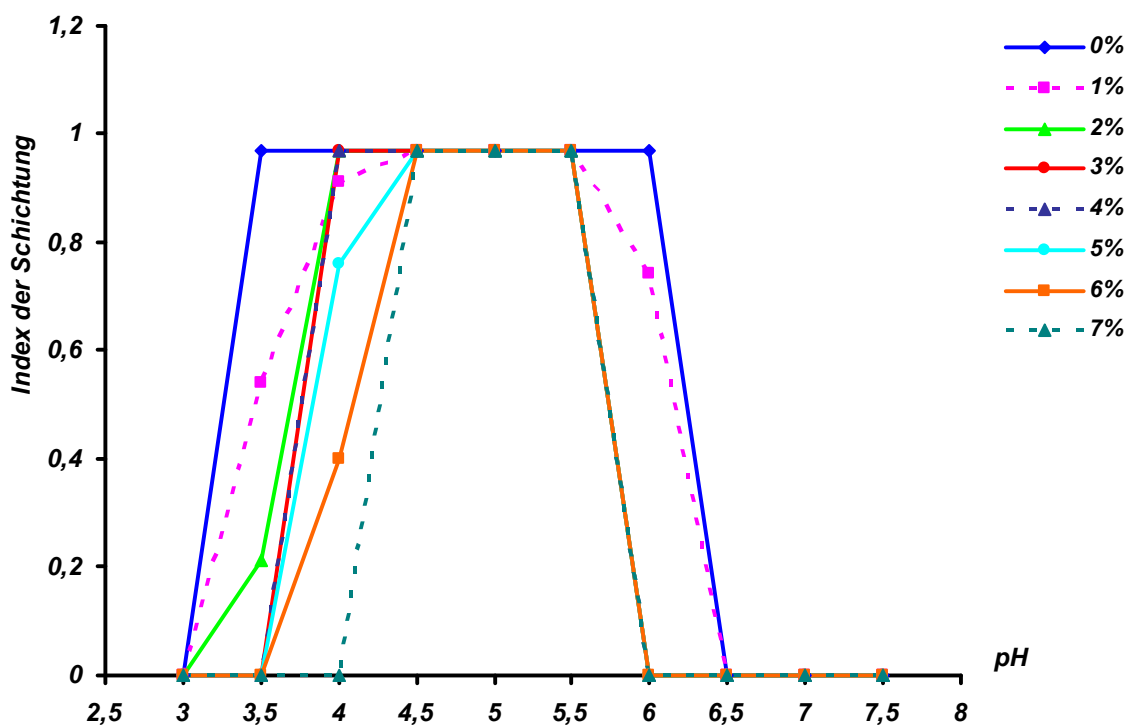


Рис.1. Зависимость индекса расслоения эмульсии от различных значений рН

Как показывают результаты исследований (рис.1), можно отметить, что эмульсия разрушается при значении pH, равной изоэлектрической точке изолята протеинов молочной сыворотки ( $\approx$ pH 5). При значениях pH, удаленных от изоэлектрической точки (pH < 4 и pH > 6), эмульсия была стабильна (в течение 4 недель). Нагревание эмульсии при pH 7 показало, что при температуре 70 – 80 °C имеет место флокуляция дисперсной фазы и расслоение эмульсии. Полученные результаты показывают, что белки молочной сыворотки имеют значительное влияние на стабильность эмульсий. Этот вывод имеет важное практическое значение для производства эмульгированных и обогащенных олеиновой кислотой пищевых продуктов и лечебных препаратов, с длительными сроками хранения.

### Литература

1. Dickinson, E. Protein-stabilized emulsions. *Journal of Food Engineering*, 22, 1994, 59–74.
2. Dickinson, E. Properties of emulsions stabilized with milk proteins: overview of some recent developments. *Journal of Dairy Science*, 80, 1997, 2607–2619
3. Hunter, R. J. (1986). *Foundations of colloid science*. Oxford: Oxford University Press.
4. Kulmyrzaev, A., Chanamai, R., & McClements, D. J. Influence of pH and CaCl<sub>2</sub> on the stability of dilute whey protein stabilized emulsions. *Food Research International*, 33, 2000a, 15–20.
5. Kulmyrzaev, A., Silvestre, M. P. C., & McClements, D. J. Rheology and stability of whey protein stabilized emulsions with high CaCl<sub>2</sub> concentrations. *Food Research International*, 33, 2000 b, 21–25.