

ПИЩЕВЫЕ ТВЕРДЫЕ ЭМУЛЬГАТОРЫ

Нуштаева Алла Владимировна

*канд. хим. наук, доцент, кафедра физики и химии,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,
РФ, г. Пенза
E-mail: nushtaeva.alla@yandex.ru*

FOOD GRADE SOLID EMULSIFIERS

Alla Nushtaeva

*Candidate of Chemical Sciences, associate professor,
Department of physics and chemistry,
Penza State University of Architecture and Construction,
Russia, Penza*

АННОТАЦИЯ

Природные пищевые порошки (горчичный порошок, молотые имбирь и корица, сухое молоко, крахмал и тальк) использовались в качестве твердых эмульгаторов. Лучшие эмульгирующие свойства проявили горчица и корица. Эмульсии, стабилизированные этими порошками, оставались устойчивыми в течение месяца. Критическая концентрация горчичного порошка и порошка корицы, обеспечивающая защиту от коалесценции, составила 0.3 и 2 % (масс) соответственно. Критическая концентрация, необходимая для защиты от седиментации, составила 15 % (масс) для этих порошков.

ABSTRACT

Natural food insoluble powders (mustard powder, ground ginger, ground cinnamon, milk powder, potato starch, and talc) were used as solid emulsifiers. Mustard and cinnamon demonstrated the best emulsifying properties. Emulsions

stabilized by mustard or cinnamon remained stable in test tubes for one month. The critical concentrations of mustard and cinnamon powder emulsifiers required to prevent coalescence were 0.3 and 2 % (mass), respectively. The critical concentration needed to prevent sedimentation was 15 % (mass) for both powders.

Ключевые слова: твердые частицы, эмульсии, стабилизация, пищевые эмульгаторы.

Keywords: solid particles, emulsions, stabilization, food emulsifier.

ВВЕДЕНИЕ

Твердые частицы нано- и микрометрического размера широко используются для стабилизации эмульсий (эмульсии Пикеринга), пен и капель жидкости в воздушной среде ('liquid marble').

Твердые частицы могут обеспечить более высокую устойчивость эмульсий и пен по сравнению с классическими ПАВ-стабилизаторами. Например, чрезвычайно устойчивыми являются эмульсии, стабилизированные комплексом азосил-гексиламин [1—3; 8]. Варьированием концентрации гексиламина достигаются различные степени гидрофобизации аэросила (вплоть до 180° [6; 7; 14]), что позволяет получить эмульсии обоих типов: масло в воде (М/В) и вода в масле (В/М).

А также твердые частицы-стабилизаторы обладают еще рядом интересных особенностей [4, 5, 9, 13, 18]:

- возможность инкапсулирования внутрь капель дисперсной фазы каких-либо веществ (например, лекарственных препаратов);
- возможность регулировать консистенцию эмульсии за счет изменения концентрации твердых частиц;
- возможность получения пористых материалов из пен и эмульсий, стабилизированных твердыми частицами;
- необычное реологическое поведение: модуль эластичности эмульсии определяется эластичностью как дисперсионной среды, так и межфазных слоев.

Кроме того, как известно, к преимуществам твердых стабилизаторов относятся их экологичность и низкая токсичность по сравнению с синтетическими ПАВ.

Многие пищевые эмульсии содержат твердые частицы, а в некоторых случаях они признаются в качестве основных стабилизирующих агентов — например, это кристаллы жира в масле и маргарине [10; 11]. В качестве твердых стабилизаторов пищевых эмульсий в литературе рассматриваются: белковые частицы — мицеллы казеина в молоке [12], протеин сои [15]; модифицированный крахмал и яичный порошок [16].

Данная работа представляет результаты применения в качестве эмульгаторов некоторых пищевых порошков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Тип примененных твердых эмульгаторов — пищевые нерастворимые порошки: горчичный порошок, молотый имбирь, молотая корица, сухое молоко натуральное, тальк (зарегистрирован как пищевая добавка E553в), крахмал картофельный.

В качестве фазы масла использовалось оливковое масло (рафинированное с добавлением оливкового масла экстра-виржин).

Для приготовления водных дисперсий использовалась дистиллированная вода. Концентрацию порошка в водной фазе — C , % (масс) — рассчитывали из массы сухой навески.

Эмульсии получали методом встряхивания. В пробирку помещали навеску порошка-эмульгатора. Добавляли 3 мл воды и встряхивали. Затем в пробирку приливали 3 мл масла и снова энергично встряхивали в течение 30 с.

Эмульсия считалась агрегативно устойчивой (в отношении коалесценции), если она не разрушалась в течение суток, т. е. выделяла не более 0.3 (10 %) дисперсной фазы. Эмульсия считалась кинетически устойчивой (в отношении седиментации), если она не выделяла ни воду, ни масло также в течение суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Получены устойчивые против коалесценции эмульсии, стабилизированные такими пищевыми нерастворимыми порошками, как горчичный порошок, молотые имбирь, корица, сухое натуральное молоко, тальк (пищевая добавка E553в). Эмульсии, полученные из немодифицированного крахмала, были неустойчивы и расслаивались за 5 мин.

Все порошки (кроме талька) формировали эмульсии прямого типа (масло в воде, М/В). На рис. 1 приведены фотографии образцов эмульсий, стабилизированных горчичным порошком или сухим молоком.

В случае высокой концентрации порошка-эмульгатора (горчица, имбирь, корица, тальк) эмульсии были устойчивы также и против седиментации, в результате чего не выделяли ни воду, ни масло (рис. 2).

Тальк формировал эмульсии обратного типа (вода в масле, В/М).

В контрольном опыте при встряхивании оливкового масла и воды без эмульгаторов эмульсия расслаивалась на отдельные фазы за несколько секунд.



Рисунок 1. Эмульсии, стабилизированные горчичным порошком (слева) и сухим молоком (справа). Концентрация порошка в водной фазе 30 % (масс) в обоих случаях



Рисунок 2. Эмульсия, устойчивая против коалесценции (справа), и эмульсия, устойчивая как против коалесценции, так и против седиментации (слева). Стабилизатор — горчичный порошок 30 и 5 % (масс).

Таблица 1 содержит характеристики эмульгирующей способности пищевых порошков. Здесь эмульгирующая способность оценивалась по критической концентрации эмульгатора (из расчета массы навески сухого порошка) в водной фазе. За критическую концентрацию мы принимали наименьшую концентрацию эмульгатора, обеспечивающую устойчивость: 1) в отношении коалесценции — $C_{cr(1)}$; 2) в отношении седиментации — $C_{cr(2)}$.

Таблица 1.

Характеристика эмульгирующей способности пищевых порошков

№	Пищевой порошок	Тип эмульсии	$C_{cr(1)}$, % (масс)	$C_{cr(2)}$, % (масс)
1	Молоко сухое	O/W	0.5	—
2	Имбирь молотый	O/W	4	30
3	Горчичный порошок	O/W	0.3	15
4	Корица молотая	O/W	2	15
5	Тальк	W/O	1	30
6	Крахмал	O/W	—	—

Объем эмульсий, стабилизированных сухим молоком, не зависел от концентрации порошка. Это объясняется тем, что сухое молоко не содержит твердых частиц, несмотря на то, что не полностью растворимо в воде. Состав

сухого молока — жиры (не менее 26 %), белки (26 %), углеводы (40 %), по данным производителя. Причем жир представлен жидкими моноглицеридами. Таким образом, среди компонентов сухого молока эмульгирующим свойством обладают мицеллярные белки (мицеллы казеина).

Лучшими эмульгаторами проявили себя горчичный порошок и молотая корица. Объем эмульсий, полученных из этих порошков, линейно возрастал при увеличении концентрации порошка от 1 до 10 % (масс), что, видимо, свидетельствует о структурообразовании в дисперсиях горчицы и корицы.

В случае имбиря зависимость объема эмульсии от концентрации порошка проявилась только при $C \geq 20$ % (масс). Надо сказать, что в эмульсиях с имбирем проявились процессы брожения, проявившихся газообразованием по всему объему эмульсии через 2—3 дня. Хотя в это же время эмульсии оставались такими же устойчивыми.

В эмульсиях с горчичным порошком или корицей не наблюдалось брожения, поскольку, например, как известно, горчица является к тому же и природным консервантом и антисептиком.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены эмульсии, стабилизированные пищевыми нерастворимыми порошками: горчичный порошок, имбирь молотый, корица молотая, молоко сухое. Наилучшие эмульгирующие свойства проявили горчичный порошок и молотая корица.

Список литературы:

1. Нуштаева А.В. Взаимная стабилизация эмульсий обратного типа комплексом твердых частиц и короткоцепочного ПАВ // Актуальные проблемы химического образования: Сб. науч. статей Всероссийской научно-практич. конф. — Пенза, 2014. — С. 118—120.

2. Нуштаева А.В., Вилкова Н.Г., Мишина С.И. Влияние концентрации модификатора на устойчивость эмульсий и пен, стабилизированных коллоидными частицами кремнезема // Коллоидный журнал. — 2014 — Т. 76. — № 6. — С. 769—776.
3. Нуштаева А.В., Вилкова Н.Г. Твердые стабилизаторы дисперсных систем: свойства и применение // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 3. — С. 64—67.
4. Нуштаева А.В., Мельникова К., Просвирнина К. Применение золь-гель перехода в эмульсиях, стабилизированных твердыми частицами // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 8. — С. 55—58.
5. Нуштаева А.В., Просвирнина К., Мельникова К. Практика применения твердых эмульгаторов // Естественно-гуманитарные исследования. — 2014. — № 1 (3). — С. 22—25.
6. Нуштаева А.В. Статические углы капель воды и масла на поверхности стекла и кремнезема, модифицированных гексиламином // UNIVERSUM: химия и биология. — 2014. — № 2(3) / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/937> (дата обращения: 08.06.2015).
7. Нуштаева А.В. Фотометрический анализ бинарной системы гексиламин-вода // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. — 2015. — № 1 (9). — С. 59—66.
8. Нуштаева А.В., Мельникова К.С., Просвирнина К.М. и др. Несимметричные пленки твердых частиц на жидкой поверхности // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 1/ [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.science-education.ru/121-18284> (дата обращения: 06.04.2015).
9. Arditty S., Schmitt V., Giermanska-Kahn J., Leal-Calderon F. Materials based on solid-stabilized emulsions // J. Colloid Interface Sci. — 2004. — V. 275. — P. 659—664.

10. Dickinson E. Food emulsions and foams: stabilization by particles // *Current Opinion in Colloid and Interface Sci.* — 2010. — V. 15. — P. 40—49.
11. Ghosh S., Rousseau D. Fat crystals and water-in-oil emulsion stability // *Current Opinion in Colloid and Interface Sci.* — 2011. — V. 16. — P. 421—431.
12. Heertje I., Pâques M. Advances in electronic microscopy, in: E. Dickinson (Ed.), *New physico-chemical techniques for the characterization of complex food systems.* — Blackie Academic & Professional, Glasgow. — 1995. — P. 1—52.
13. Horozov T.S. Foams and foam films stabilized by solid particles // *Current Opinion in Colloid & Interface Science.* — 2008. — V. 13. — P. 134—140.
14. Nushtaeva A.V. Contact angles of selective wetting of hexylamine-modified silica // *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* — 2014. — V. 451. — P. 101—106.
15. Paunov V.N., Cayre O.J., Noble P.F., Stoyanov S.D., Velikov K.P., Golding M. Emulsions stabilised by food colloid particles: Role of particle adsorption and wettability at the liquid interface // *J. Colloid Interface Sci.* — 2007. — V. 312. — P. 381—389.
16. Rayner M., Marku D., Eriksson M., Sjö M. et al. Biomass-based particles for the formulation of Pickering type emulsions in food and topical applications // *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* — 2014. — V. 458. — P. 48—62.
17. Studart A.R., Nelson A., Iwanovsky B. et al. Metallic foams from nanoparticle-stabilized wet foams and emulsions // *J. Mater. Chem.* — 2010. V. 22. — P. 820—823.