

НАНОЭМУЛЬСИИ (*Nanoemulsions*)

*«Одиночный всплеск цветных эмульсий
В области сердца без ритма пульса.
Это знак многоточья в начале фразы,
Это то, что не видно, но чувствуешь сразу».*

Е. Райзер



«Пейте, дети, молоко – будете здоровы!» – эта фраза из популярного детского мультфильма была призвана пробудить любовь к молоку, наверное, не у одного поколения малышей. Малыши выросли, но и в зрелом возрасте многие продолжают относиться к молоку, как к жидкости. Жидкость-то жидкость, но не совсем обычная!

Гомогенизированное молоко представляет собой наноэмульсию – мельчайшие капельки липидов (т.е. жиров), находящихся в подвешенном состоянии и равномерно распределенных в воде. Однако возможен и обратный случай – капельки воды, растворенные в липидах. Тем не менее, и в первом, и во втором случаях молекулы вещества, «не желая» однородно смешиваться с молекулами растворителя, упорядочиваются и формируют независимые структуры нанометрового размера – средний размер капель составляет от 50 до 100 нм.

В большинстве случаев эмульсии (рис. 1) содержат 10–20 масс.% дисперсной липидной фазы, стабилизированной 0,5–2% эмульгатора, например, лецитина, препятствующего объединению крохотных диспергированных капель.

Поскольку размер капель дисперсной фазы в наноэмульсиях весьма мал, для их приготовления требуются высокоэнергетические методы. Наибольшее распространение в промышленной и лабораторной практике получили методы гомогенизации под высоким давлением и микрофлюидизации, несколько реже применяются диспергирование при ультразвуковом воздействии и *in situ* эмульгация.

В случае гомогенизации под высоким давлением смесь липидной фазы и воды пропускается сквозь чрезвычайно узкое сопло форсунки под большим давлением (3–15 МПа), что приводит к формированию стабильной наноэмульсии с весьма узким распределением капель дисперсной фазы по размерам. Существенным недостатком данного метода являются большие энергозатраты.

На первом этапе метода микрофлюидизации две жидкости (липидная фаза и вода) смешивают в гомогенизаторе с образованием грубой эмульсии. Последняя поступает в специальный аппарат «микрофлюидизатор» (запатентован компанией Microfluidics), в котором, собственно, и формируется наноэмульсия. Пропускание смеси жидкостей через рабочую камеру аппарата можно проводить многократно вплоть до достижения требуемого размера капель дисперсной фазы.

К достоинствам наноэмульсий относятся:

- большая площадь удельной поверхности и поверхностная энергия, делающие наноэмульсии высокоэффективной транспортной системой;
- более высокая стабильность и стойкость к расслаиванию, флокуляции, коалесценции, седиментации по сравнению с макроэмульсиями;
- возможность изготовления на основе наноэмульсий кремов, пен, жидкостей и аэрозолей;
- низкая токсичность, что открывает возможность использования наноэмульсий в медицине и косметике.

Наноэмульсии используют в медицине и фармакологии, например, для парентерального питания, т.е. внутривенного введения питательных веществ или лекарственных препаратов. Применение наноэмульсий позволяет пролонгировать

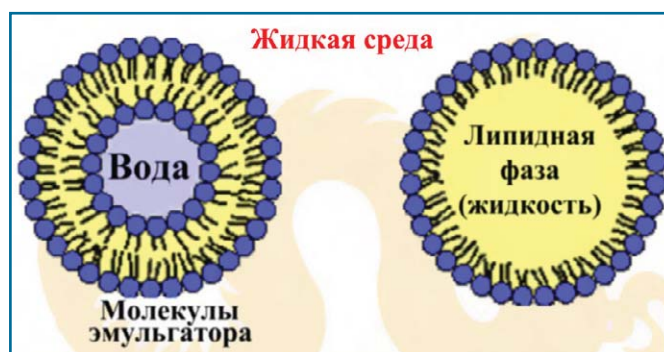


Рис. 1. Структура эмульсии

действие, повысить эффективность и снизить побочные эффекты, уменьшив дозу лекарственных препаратов, уменьшить реакцию (боль, воспаление) в месте введения, перевести в раствор нерастворимые лекарственные препараты. Среди препаратов, вводимых с использованием наноэмульсии, можно упомянуть нитроглицерин, таксол и диазепам.

Помимо медицины наноэмульсии достаточно активно используют в производстве косметики, для изготовления антибактериальных и дезинфицирующих препаратов (в частности, для проникновения в покрытые липидной защитой микроорганизмы) и микробиологии (для доставки плохо растворимых питательных компонентов в клетки).

Литература:

1. <http://www.microfluidicscorp.com>
2. <http://www.nanotech-now.org>