# О механизме формирования полисахаридных контейнеров методом ультразвуковой кавитации

И. В. Марченко1, Т.В. Букреева1, Ю.М. Ефремов2, **Т.Н. Паллаева**1

1 ФНИЦ Кристаллография и фотоника" РАН, Москва, 119333, Ленинский проспект, 59

2 МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, 119991, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

эл. почта: borodina@crys.ras.ru

Микроконтейнеры, полученные с применением низкочастотного ультразвука, представляют собой масляное ядро, покрытое оболочкой из биополимеров - белков, полисахаридов или их комбинации. Благодаря простоте получения, такие контейнеры представляют интерес для доставки гидрофобных целевых соединений, которые могут быть растворены в масляном ядре. Наиболее широко изучены контейнеры с оболочкой из белков, однако их недостатком является аллергенность [1]. В связи с этим ранее нами было предложено использовать пару полисахаридов хитозан/ксантановая камедь для формирования оболочки контейнеров, и с помощью ИК спектроскопии было показано, что благодаря свободным радикалам, возникающим под действием ультразвука, происходит сшивка в оболочке за счет образования амидных связей между карбоксильными группами ксантановой камеди и аминогруппами хитозана [2].

В данной работе проведено более подробное исследование механизма формирования таких контейнеров. Для этого c использованием метода атомно-силовой микроскопии были изучены механические свойства контейнеров, а также с помощью микроскопических наблюдений оценена их стабильность во времени. Проведено сравнение эмульсий с оболочкой из хитозана, ксантановой камеди, а также из пары хитозан/ксантановая камедь, полученных воздействием низкочастотного ультразвука, а также при помощи механического диспергирования.

Механически диспергированные эмульсии отличаются от ультразвуковых, во-первых, по размеру - для механически диспергированных частиц средний размер выше приблизительно в 10 раз, во-вторых, механически полученные эмульсии менее устойчивы - при центрифугировании происходит их коагуляция, а также частичное разрушение. Контейнеры с оболочкой из ксантановой камеди, а также пары хитозан/ксантановая камедь, полученные с применением ультразвука, при промывке не разрушаются и стабильны в течение нескольких месяцев. Контейнеры с оболочкой из хитозана менее стабильны - со временем происходит коагуляция частиц, помимо этого при промывке водой происходит агрегация и коагуляция частиц. Эти результаты указывают на то, что воздействие ультразвука приводит к образованию химических связей, обеспечивающих более прочную оболочку, чем в случае механического диспергирования. Механическую прочность контейнеров, полученных с помощью ультразвука, определяли методом атомно-силовой микроскопии. Значения модуля Юнга составляли 20, 36 и 48 ГПа для контейнеров из ксантановой камеди, хитозана пары хитозан/ксантановая камедь, соответственно. Большее значение модуля Юнга для контейнеров из пары хитозан/ксантановая камедь подтверждает формирование химических связей в оболочке, что делает ее более прочной.

## Литература

[1] K.S. Suslick, M.W. Grinstaff, K.J. Kolbeck, M. Wong. [*Ultrason. Sonochem.* 1994. 1. s65-s68.](https://suslick.scs.illinois.edu/documents/ultrasonsonochem.1994.pdf)

[2] T.N. Borodina, D.O. Grigoriev, M.A. Carillo, J. Hartmann, H. Moehwald, D.G. Shchukin. *ACS Appl. Mater. Interfaces*. 2014. 6 [9]. 6570-6578.