

СВОЙСТВА НАНОКАПСУЛИРОВАННЫХ СОЛЕЙ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ

Кролевец А.А., Мячикова Н.И., Кучерявая Е.А., Набокова А.О.
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Магний и кальций являются незаменимыми макроэлементами здорового питания. Они одинаково важны для нормального существования организма и должны присутствовать в пище в необходимом количестве. Постоянный дефицит любого из этих элементов в рационе питания неминуемо приведет сначала к различным функциональным нарушениям, а затем к заболеванию и смерти.

Важным направлением использования нанотехнологий в питании являются нанонутриенты, то есть те пищевые вещества, которые представлены в форме частиц нанометрового размера. Целесообразность и эффективность использования этих веществ обусловлена известной проблемой малого интервала между адекватным уровнем потребления некоторых микроэлементов и их токсическим уровнем в виде неорганических солей. Таким образом, актуальной является задача получения новых форм микроэлементов, обладающих, по возможности, как можно более высокой биодоступностью и как можно меньшей токсичностью.

В данной работе мы провели исследование наноструктурированных карбонатов магния и кальция методами самоорганизации и NTA. Представленная работа является продолжением наших исследований по изучению наноструктурированных биологически активных веществ [1-5].

Исследование самоорганизации микрокапсул проводили следующим образом. Порошок наноструктурированных карбонатов кальция и магния растворяли в воде, каплю наносили на покровное стекло и выпаривали. Высушенную поверхность сканировали методом конфокальной микроскопии на микроспектрометре OmegaScope, производства AIST-NT (г. Зеленоград), совмещенном с конфокальным микроскопом. Результаты приведены на рисунке 1. Поскольку в водном растворе микрокапсул при их достаточно низкой концентрации обнаружены фрактальные композиции, они обладают самоорганизацией. Образование микрокапсул происходит спонтанно за счет нековалентных взаимодействий, и это говорит о том, что для них характерна самосборка.

Исследование размера микрокапсул солей металлов методом NTA осуществлялось на мультипараметрическом анализаторе наночастиц Nanosight LM0 производства Nanosight Ltd (Великобритания) в конфигурации HS-BF (высококонтрастная видеокамера Andor Luca, полупроводниковый лазер с длиной волны 405 нм и мощностью 45 мВт). Прибор основан на методе Анализа траекторий наночастиц (Nanoparticle Tracking Analysis, NTA), описанном в ASTM E2834.

Оптимальным разведением для разведения было выбрано 1 : 100. Для измерения были выбраны параметры прибора: Camera Level = 16, Detection Threshold = 10 (multi), Min Track Length: Auto, Min Expected Size: Auto. длительность единичного измерения 215 сек, использование шприцевого насоса.



Рис. 1. Самоорганизация:

- а) карбоната магния в конжаковой камеди в соотношении ядро : оболочка 1 : 3, концентрация 0,25%;
- б) карбонат кальция в каррагинане в соотношении ядро : оболочка 1 : 3, концентрация 0,5%

На рисунке 2 представлены результаты измерения для нанокапсул $MgCO_3$ в каррагинане (соотношение ядро : оболочка равно 1 : 3).

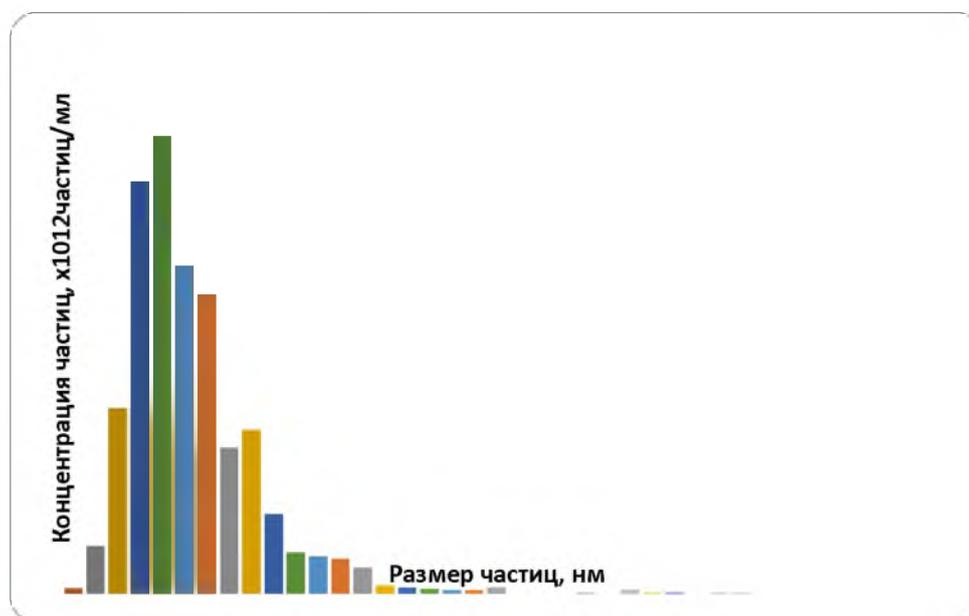


Рисунок 2 - Распределение частиц по размерам в образце нанокапсул карбоната магния в каррагинане (соотношение ядро : оболочка 1 : 3)

Статистические характеристики распределений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические характеристики частиц в образцах нанокапсул $MgCO_3$ в каррагинане (соотношение ядро:оболочка равно 1:3)

Параметр	Значение
Средний размер, нм	172

D10, нм	98
D50, нм	153
D90, нм	261
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,07
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	5,01

На рисунке 3 представлены результаты измерения для нанокapsул CaCO₃ в каррагинане (соотношение ядро:оболочка равно 1:3).

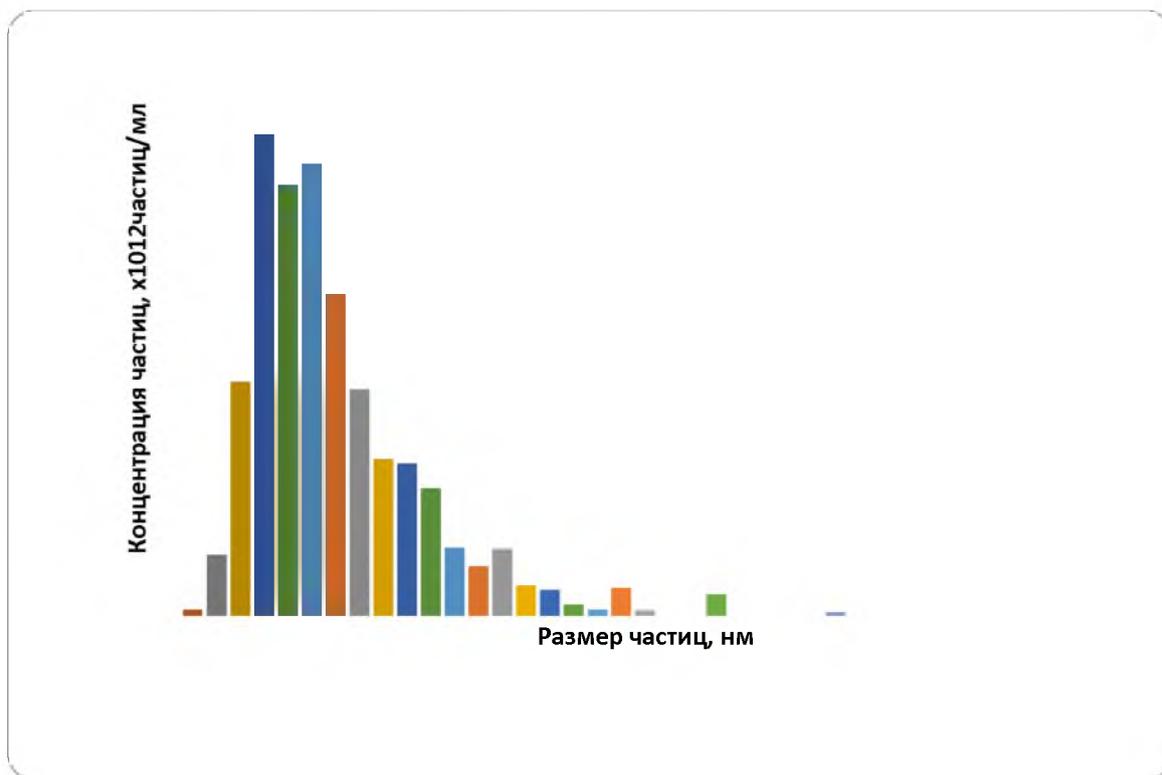


Рисунок 3 - Распределение частиц по размерам в образце нанокapsул карбоната кальция в каррагинане (соотношение ядро:оболочка 1:3)

Статистические характеристики распределений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Статистические характеристики частиц в образцах нанокapsул CaCO₃ в каррагинане (соотношение ядро : оболочка равно 1 : 3)

Параметр	Значение
Средний размер, нм	188
D10, нм	98
D50, нм	164
D90, нм	309
Коэффициент полидисперсности, (D90-D10)/D50	1,27
Общая концентрация частиц, $\times 10^{12}$ частиц/мл	1,80

Как видно из таблиц 1, 2, размер нанокapsул составляет от 153 до 164 нм, и это позволяет говорить о возможном применении указанных капсул в функциональном питании профилактического назначения.

Список литературы

1. Tyrsin Yu.A., Krolevets A.A., Edelev D.A., Bykovskay E.E. Nano and micro capsulation of cephalosporin antibiotics / World Appltd Sciences Journal, 2014, v.30, N 11, p.1636-1641.

2. Кролевец А.А., Богачев И.А., Никитин К.С., Бойко Е.Е., Медведева Я.В. Влияние природы антибиотиков цефалоспоринового ряда на размер микрокапсул на основе альгината натрия / The priorities of the word science: experiments and scientific debate. Proceedigs of the IV international scientific conference. North Charleston, SC, USA, 2014, p. 20-22.

3. Воронцова М.Л., Кролевец А.А., Николаева Ю.В., Рудакова М.Ю., Тырсин Ю.А. Микрокапсулирование коэнзима Q₁₀ и исследование поверхности микрокапсул методом конфокальной микроскопии. / Сб. материалов юбилейной X научно-практической конференции с международным участием «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты», М., МГУПП, 2012, с. 160-162.

4. Кролевец А.А., Воронцова М.Л., Быковская Е.Е., Тырсин Ю.А. Супрамолекулярные свойства микрокапсул квертицина / Тез. докладов международной конф. «Нанотехнологии в пищевой промышленности», М., МГУПП, 2012, с. 33-35.

5. Воронцова М.Л., Тырсин Ю.А., Кролевец А.А. Исследование микрокапсул экстракта зеленого чая методом рамановской спектроскопии / Тез. докладов международной конф. «Нанотехнологии в пищевой промышленности», М., МГУПП, 2012, с. 36-39.

НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫЙ СУХОЙ ЭКСТРАКТ ШИПОВНИКА В ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Кролевец А.А.¹, Н.И. Мячикова Н.И.¹, Дубцова Г.Н.², Грешилова А.К.¹, Дедова И.А.²

¹ ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

² ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет пищевых производств»

Шиповник укрепляет иммунитет, делает организм устойчивым к разным заболеваниям, лечит хронические и острые воспалительные процессы. Это происходит вследствие того, что шиповник содержит больше аскорбиновой кислоты, чем лимоны и смородина. Это хороший природный антиоксидант. В шиповнике большое количество таких витаминов, как А, Р, Е, К, В₂. Среди его полезных свойств – бактерицидный эффект. Эти свойства шиповника позволили нам предположить, что наноструктурированные формы сухого экстракта шиповника будут более эффективны в продуктах функционального назначения.

Из литературы известно, что косвенным доказательством наноразмеров частиц является самоорганизация. Природа полимерной оболочки обуславливает необходимость применения для изучения микрокапсул методов, обладающих минимальным разрушающим воздействием на химические структуры. В качестве этих методов были использованы, т.н. self-organization (самоорганизация), широко используемая в супрамолекулярной химии и метод NTA (метод визуализации и изучения наночастиц в растворах, разработанный компанией Nanosight (Великобритания). В его основе лежит наблюдение за броуновским движением отдельных наночастиц, скорость которого зависит от вязкости и температуры жидкости, а также размера и формы наночастицы. Это позволяет использовать данный принцип для измерения размера наночастиц в коллоидных растворах. В дополнение к размеру, одновременно возможно измерение интенсивности рассеяния света индивидуальной наночастицей, что позволяет дискриминировать наночастицы по их материалу. Третьим измеряемым параметром является концентрация каждой из фракций наночастиц.

Очевидным путем повышения биодоступности является уменьшение частиц ингредиента до микро- и наноразмеров. На примере многих лекарственных веществ было показано, что уменьшение размеров частиц приводит к изменению биодоступности и эффективности. Самая важная особенность наноструктурированных соединений – это возможность построить огромную рабочую поверхность. Главное их применение – это контролируемое освобождение веществ в определенном месте и времени. На рисунке 1 представлена самоорганизация наноструктурированного сухого экстракта шиповника.