



Наночастицы золота II: размер и дзета-потенциал с анализатором частиц Litesizer™ 500

Ключевые слова:

электрофоретическое рассеяние света, динамическое рассеяние света, дзета-потенциал, размер частиц, наночастицы золота

1 Введение

Наночастицы золота – многообещающие материалы для доставки лекарственных веществ, направленные на воздействие на гены и транспортные средства-носители в диагностических целях. В зависимости от метода наночастицы золота могут быть синтезированы в диапазоне размеров от 3 нм до нескольких сотен нм

Для коллоидных растворов золота очень важна коллоидная стабильность и размер частиц; таким образом, было бы выгодно быстро и точно определять эти два параметра с помощью одного прибора. В этом отчёте мы демонстрируем, как анализатор частиц Litesizer 500 способен качественно определять размер наночастиц золота и дзета-потенциал даже в разбавленных растворах. Определение размера частиц с помощью Litesizer 500 основано на методе динамического рассеяния света (DLS), который измеряет флуктуации интенсивности рассеяния частиц с течением времени, движущихся по причине броуновского движения. Колебания отображают скорость частиц, гидродинамический диаметр может быть рассчитан при помощи уравнения Стокса-Эйнштейна. Гидродинамический диаметр в растворе, измеренный с помощью электронной микроскопии, отличается от «истинного» диаметра наночастиц золота; фактически, измеренный гидродинамический диаметр может быть в два раза больше диаметра сухих частиц, особенно когда частицы имеют размер <20 нм.

Litesizer 500 имеет запатентованную технологию, называемую *непрерывно отслеживаемым фазовым анализом светорассеяния* (cmPALS). Фазовой анализ светорассеяния (PALS) является широко известным методом измерения лазерного доплеровского электрофореза. PALS значительно улучшает чувствительность таких измерений, что важно при анализе дзета-потенциала очень мелких частиц, таких как наночастицы золота.

Однако обычный метод PALS имеет значительный недостаток: в технологии используется нелинейный модулятор, что ограничивает применение метода при небольших сдвигах и при коротких промежутках времени. Новая технология, cmPALS, преодолевает это ограничение, и несмотря на нелинейность, позволяет модуляторам совершать большие перемещения. Это повышает чувствительность и значительно увеличивает стабильность измерений лазерного доплеровского электрофореза. Поэтому с помощью cmPALS теперь возможны измерения более короткой продолжительности и при низком приложенном электрическом поле.

2 Эксперимент

Наночастицы золота (Sigma-Aldrich, производства CytoDiagnostics Inc) поставлялись в виде дисперсии ($5,5 \times 10^{13}$ частиц/мл, 69 мкг/мл, оптическая плотность=1) в натрий-фосфатном буферном растворе (0,1 мМ). Поскольку средний размер частиц 5 нм относится к диаметру сухих частиц, ожидается, что гидродинамический диаметр (который является определяемым параметром в DLS) находится в диапазоне от 7 до 20 нм.

Для повышения стабильности коллоиды золота разбавляли высокоочищенной водой в соотношении 1:4 («вода для инъекций» или WFI). Для измерений дзета-потенциала использовались омега-образные кюветы (Anton Paar) без какого-либо дальнейшего разбавления образца, для того, чтобы избежать любых изменений в распределении размеров частиц или в заряде поверхности.

3 Обсуждение результатов

Распределение интенсивности наночастиц золота (радиус) после разбавления показано на рисунке 1. Пик гидродинамического радиуса был равен 4,68 нм (диаметр 9,36 нм).

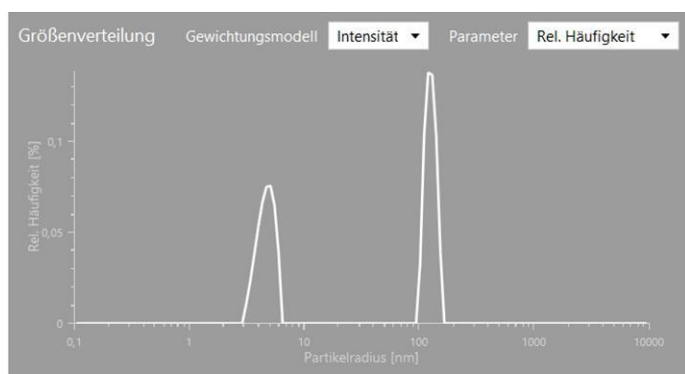


Рис. 1 Распределение по интенсивности рассеяния наночастиц золота

Как и ожидалось, измеренный гидродинамический диаметр оказался значительно больше, чем размер сухой частицы, указанный изготовителем. Также на Рис.1 можно наблюдать вторичную агрегацию наночастиц, довольно распространенную для таких коллоидов. В нашем случае средний радиус таких агрегатов был около 126 нм (диаметр 252 нм).

Фокусировка и настройки измерения были автоматически подобраны программой. Был установлен узкий режим анализа, и мы смогли разделить монодисперсную фракцию наночастиц и агрегаты. Бимодальное распределение приводит к вычисленной полидисперсности около 40% после 6 пробегов.

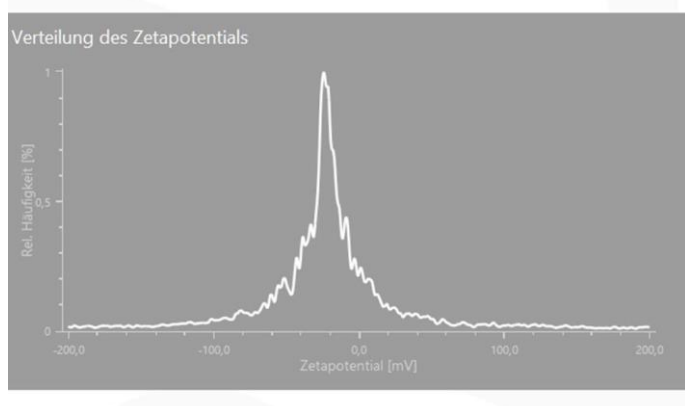


Рис. 2 Распределение дзета-потенциала наночастиц золота

Дзета-потенциал коллоидного раствора золота был равен -23 мВ, что закономерно агрегации частиц, наблюдаемой в измерениях DLS, поскольку более стабильный коллоид будет иметь более высокий (или более отрицательный) дзета-потенциал.

4 Заключение

Хотя DLS часто демонстрирует ограниченную чувствительность к мелким частицам, особенно в присутствии больших агрегатов, Litesizer 500 может определять размер наночастиц золота и в сильно разбавленных, и в критически устойчивых коллоидах. Измерения дзета-потенциала подтверждают этот результат и доказывают способность Litesizer 500 измерять слабо- и очень стабильные коллоиды.

5 Ссылки

[1] C. Moitzi, H. Noack. Modulator monitoring during measuring electromobility, EP2735870 B1

Измерения & Текст: Prof. Dr. Andreas Zimmer
University of Graz
Universitätsplatz 1
8010 Graz

Контакт: Anton Paar GmbH

Tel: +43 316 257 7073 pc-
application@anton-paar.com
<http://www.anton-paar.com>

Эксклюзивный дилер в России:
ООО "АВРОРА"
paar@avroora-lab.com
www.paar.ru
+7(495)-258-83-05/-06/-07