**Микроволновый синтез наночастиц серебра в среде гуминовых веществ**

***Назаров В.А.1, Жиркова А.М.1, Артемов Д.А.2, Перминова И.В.1***

*Студент, 1 курс специалитета*

*1Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*химический факультет, Москва, Россия*

*2Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*факультет наук о материалах, Москва, Россия*

*E-mail:* vladislav.nazarov@chemistry.msu.ru

В последнее время наночастицы серебра приковывают взгляд ученых в связи с широкой антибактериальной активностью. Особый интерес вызывает описанная в литературе способность некоторых композиций наночастиц серебра с антибиотическими препаратами преодолевать резистентность некоторых штаммов бактерий. При этом наилучший антибактериальный эффект достигается для наночастицы с размерами <10 нм, Для скорости синтеза и агрегативной устойчивости наночастиц большое значение имеет способ подачи энергии активации синтеза (температура, излучение), выбор лиганда и метод выделения наночастиц в твердом виде. Ранее было показано [1], что перспективным лигандом для синтеза наночастиц являются природные гуминовые макролиганды, что связано с их безопасностью по отношению к природе и к организму человека, а также комплексообразующими и окислительно-восстановительными свойствами.

В связи с изложенным цель настоящего исследования состояла в синтезе наночастиц серебра, используя различные гуминовые макролиганды, способы нагрева реакционной смеси и выделения препарата в твердом виде:.

В качестве прекурсора серебра использовали нитрат серебра, в качестве гуминовых макролигандов использовали CHP-K – калиевые соли гуминовых кислот, выделенные из угля, HApeat – гуминовые кислоты торфа и FA – фульват натрия из водной вытяжки торфа.

Синтез вели под действием микроволнового излучения мощностью 800 Вт/1000 Вт для инициирования и ускорения реакции.

Метод рентгенофазового анализа полученных наночастиц показал наличие металлического серебра, стабилизированного гуминовыми макролигаандами.

Метод UV-vis спектроскопии подтвердил присутствие металлического серебра в наночастицах и позволил установить размеры наночастиц серебра. Пик поверхностного поверхностного резонанса (ППР) имеет тенденцию к сдвигу в область низких значений длины волны в линейке образцов AgCHP – AgHApeat – AgFA, что говорит об увеличении размера наночастиц.

Процент содержания серебра был определен с помощью метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES).

Исследования, проведенные в данной работе, показывают, что оптимальным вариантом являются гуминовые кислоты угля, позволяющие получить наночастицы меньшего размера, а также показано влияние микроволнового излучения на скорость образования наночастиц серебра: небольшие по размеру частицы получаются за более короткое время в условиях микроволнового излучения, чем в условиях обычного нагрева, причем с увеличением мощности скорость зарождения увеличивалась.

Исследование было выполнено в рамках госзадания №122040600057-3.

**Литература**

1. Zhang, Y.; Larionov, K.S.; Zhang, S.; Sobolev, N.A.; Konstantinov, A.I.; Volkov, D.S.; Suslova, E.V.; Chernov, V.E.; Poloskov, A.I.; Glushakov, R.I.; et al. Humic Polyelectrolytes Facilitate Rapid Microwave Synthesis of Silver Nanoparticles Suitable for Wound-Healing Applications. *Polymers* **2024**, *16*, 587.