**Сравнение подходов к синтезу белково-модифицированных люминесцентных нанокластеров золота.**

***Калишина К.Р., Подколодная Ю.А.,* Абрамова А. М., Горячева И. Ю.**

*Студентка, 4 курс бакалавриата*

*Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,*

*институт химии, Саратов, Россия*

*E-mail: 19032003ksyusha@mail.ru*

Люминесцентные нанокластеры золота (НКЗ) представляют собой тип наноматериалов со структурой ядро-оболочка. Ядро состоит примерно из 25 атомов золота, а внешняя оболочка – из лигандов, защищающих ядро от агрегации. Размер НКЗ обычно составляет около 2 нм. Они привлекают большое внимание благодаря яркой люминесценции, фотостабильности, большому стоксову сдвигу и биосовместимости. НКЗ разрабатываются для использования в иммуноанализе, биовизуализации, тераностике и зондировании [1].

Распространенным методом получения НКЗ, стабилизированных белковыми молекулами, является нагревание золотохлористоводородной кислоты (ЗХВК) и бычьего сывороточного альбумина (БСА) в щелочной среде при температуре 37 °С в течение 12 часов при постоянном перемешивании [2]. Целесообразно оптимизировать условия синтеза НКЗ для того, чтобы сократить временные затраты и получить структуры с наибольшим квантовым выходом люминесценции (КВ). В нашем исследовании мы сравнивали синтез при температуре 37 °С, гидротермальный синтез (нагревание в автоклаве) и синтез при атмосферном давлении для получения люминесцентных НКЗ. Для этого смешивали водный раствор ЗХВК и БСА, после чего доводили pH раствора до 11,5 добавлением NaOH. Полученный раствор нагревали при 60 °С. Синтез останавливали, когда цвет раствора менялся от светло-желтого до коричневого, что свидетельствовало об образовании НКЗ.

Полученные НКЗ имели характерный пик поглощения в области ~280 нм, что предположительно обусловлено поглощением электронной системы ароматических аминокислот – триптофана, тирозина и фенилаланина [3]. Наибольшим поглощением на этой длине волны отличается триптофан. Максимум люминесценции находился в красной области спектра (λисп = 640–670 нм) при возбуждении длиной волны 240 нм.

Для оценки квантового выхода (КВ) в качестве эталона использовали раствор гематопорфирина (ГП) в воде [4]. Наибольшим КВ обладали НКЗ, полученные синтезом при атмосферном давлении, значение которого составило 19±2%.

Таким образом, рационально синтезировать люминесценцтные НКЗ, стабилизированные белковыми молекулами, с использованием нагревания при атмосферном давлении при 60 °С в течение 5 часов. Использование этого подхода позволяет получить структуры с наибольшим квантовым выход люминесценции, а также позволяет контролировать температуру с помощью термопары на протяжении всего синтеза.

Работы выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда, проект № 23-73-01171.

**Литература**

1.Cheng D., Liu R., Hu K. Gold nanoclusters: Photophysical properties and photocatalytic applications // Front. Chem. 2022. Vol. 10. P. 958626.

2.Xie J., Zheng Y., Ying J. Y. Protein-directed synthesis of highly fluorescent gold nanoclusters // J. Am. Chem. Soc. 2009. Vol. 131(3). P. 888-889.

3. Raut S. et al. Evidence of energy transfer from tryptophan to BSA/HSA protected gold nanoclusters //Methods Appl. Fluoresc. 2014. Vol. 2 (3) P. 035004.

4. Khlebtsov B. et al. Multifunctional Au nanoclusters for targeted bioimaging and enhanced photodynamic inactivation of Staphylococcus aureus // Rsc Advances. 2015. Vol. 5(76). P. 61639-61649.