

Использование флавоноидов для синтеза наночастиц меди в обратных мицеллах АОТ

Д.Рашиди

Jawidrashidi2020@gmail.com

Фарахский государственный университет, Афганистан

Л.С.Агеева

iliya-ageeva-als@yandex.ru

Юго-Западный государственный университет, Россия

Аннотация: Кверцетин и рутин - соединения из класса флавоноидов использованы в качестве нетрадиционных восстановителей для синтеза наночастиц меди в обратных мицеллах Cu/AOT/изо-октан. Показано, что в сравнении с традиционным восстановителем - гидразином - образуются более мелкие наночастицы меди с узким распределением по размерам.

Ключевые слова: наночастицы меди, обратные мицеллы, кверцетин, рутин, гидразин

Use of flavonoids for the synthesis of copper nanoparticles in reverse micelles AOT

J.Rashidi

Farah State University, Afghanistan

Jawidrashidi2020@gmail.com

L.S.Ageeva

iliya-ageeva-als@yandex.ru

Southwest State University, Russia

Absrtact: Quercetin and rutin, compounds from the class of flavonoids, were used as unconventional reducing agents for the synthesis of copper nanoparticles in Cu/AOT/isooctane reverse micelles. It is shown that, in comparison with the traditional reducing agent, hydrazine, smaller copper nanoparticles with a narrow size distribution are formed.

Keywords: copper nanoparticles, reverse micelles, quercetin, rutin, hydrazine

Технологии с использованием наночастиц металлов и их соединений открывают широкие возможности для создания новых эффективных катализаторов, сенсорных и диагностических систем, препаратов с высокой

биологической активностью для применения в промышленности, экологии, медицине и сельском хозяйстве [1-5].

В основе химического синтеза наночастиц металлов лежит реакция восстановления ионов металлов до атомов с последующей их агрегацией с образованием кластеров и наночастиц [6-8]. Наночастицы оксидов металлов получают осаждением из водных растворов солей металлов [9, 10].

Для стабилизации наночастиц синтез ведут или в прямых, или в обратных мицеллах. В обратных мицеллах используют тройную систему: водный раствор соли металла/ПАВ/предельный углеводород. В этом случае реакция восстановления и формирование самих наночастиц протекают в водном пуле (ядре) мицеллы, состоящей из молекул ПАВ.

Восстановителями являются традиционно используемые как неорганические (гидразин, боргидрид и др.), так и органические (цитраты, аскорбиновая кислота, глюкоза, экстракты растений и др.) [8]. В настоящей работе использованы нетрадиционные восстановители из класса флавоноидов: кверцетин и рутин в сравнении с гидразином.

Наночастицы меди получали с использованием водного раствора нитрата меди и мицеллярных растворов флавоноидов в системе $Cu^{+2}/AOT/изо-октан$, где бис-2-этилгексилсульфосукцинат натрия (AOT) - анионный ПАВ, образующий оболочку мицеллы.

Ставилась задача получить наночастицы меди в коллоидной системе с обратными мицеллами с использованием нетрадиционных восстановителей кверцетина и рутина при степени гидратации $w = [H_2O]/[AOT] = 5$. Об образовании наночастиц меди судили по появлению плазмонных полос поглощения в оптических спектрах.

Вначале готовили обратномицеллярную дисперсию кверцетина. Для этого в первой пробирке смешивали 0.89 г AOT и 0.005 г кверцетина в 20 мл изооктана. Пробирку помещали в трубчатый излучатель ультразвукового диспергатора УЗДН-ИУ4.2. Смесь диспергировали в течение 20 минут. Во второй пробирке готовили смесь, состоящую из 0.445 г AOT, 9.8 мл изооктана, 0.2 мл 0.13 М раствора $CuSO_4$ и 10 мл обратномицеллярной дисперсии кверцетина из пробирки №1. Перемешивали содержимое пробирки с помощью ультразвука в течение 20 минут. Получали мутный, красноватого цвета раствор, который осветлялся в течение суток.

В электронном спектре обратномицеллярной полученной дисперсии наблюдали дополнительное (в сравнении со спектром «холостого опыта») плазмонное светопоглощение в области 402 ± 8 нм, что свидетельствует о присутствии наночастиц меди.

Аналогичным образом готовили обратномиллярную дисперсию рутина: 0,89 г АОТ и 0.005 г рутина в 20 мл изооктана (пробирка №1). В пробирке №2 готовили смесь, состоящую из 0.445 г АОТ, 9.8 мл изооктана, 0.2 мл 0.13 М раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и 10 мл обратномиллярной дисперсии рутина из пробирки №1. После диспергирования получали прозрачный раствор красно-коричневого цвета, в электронном спектре которого можно выделить две полосы плазмонного поглощения при 393 ± 2 и 428 ± 2 нм. Наличие нескольких максимумов свидетельствует, вероятно, о возможности образования наночастиц меди с различным распределением наночастиц по размерам.

Эффективность применения флавоноидов в качестве нетрадиционных восстановителей оценивали методом просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Для этого несколько капель коллоидного раствора стабилизированных наночастиц меди осаждали на пленке из аморфного углерода, поддерживаемой медной сеткой, и оставляли на несколько часов для полного испарения растворителя. Полученные образцы исследовали методом ПЭМ. Диаметр наночастиц и гранулометрический состав определяли с помощью универсального программного пакета «ImageJ» для обработки изображений.

На рис. 1, 2 приведены соответствующие гистограммы.

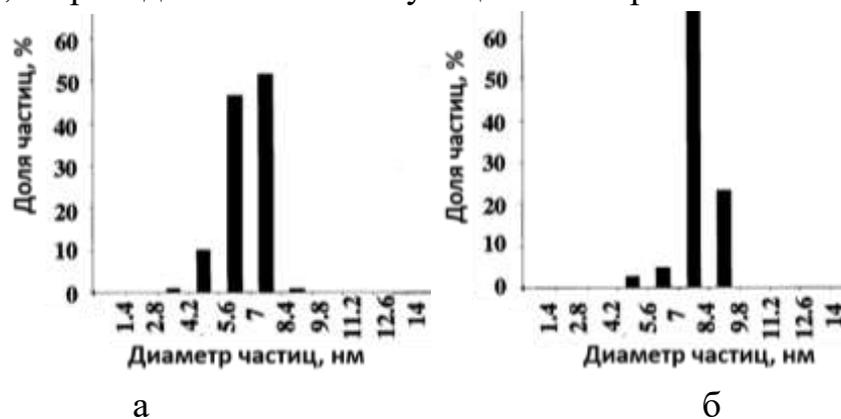


Рис. 1. Гистограмма распределения наночастиц меди по размеру при использовании кверцетина (а) и рутина (б)

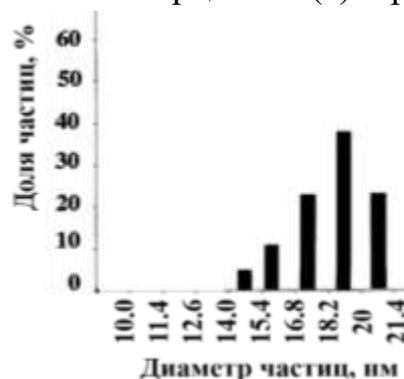


Рис. 2. Гистограмма распределения наночастиц меди по размеру при использовании гидразина

Как видно из гистограмм, средний размер наночастиц при использовании гидразина, рутина и кверцетина составляет, соответственно, 18.6, 8.0 и 7.0 нм. При переходе к флавоноидам в качестве восстановителей уменьшается средний размер наночастиц меди, а их распределение по размерам становится уже.

Можно предположить, что восстановлению катиона меди в мицеллярном растворе предшествует образование комплекса флавоноид - йон металла, что и обеспечивает эффективность процесса в сравнении с гидразином.

Таким образом, восстановители из группы флавоноидов более предпочтительны для получения наночастиц меди в коллоидных системах с обратными мицеллами.

Использованная литература

1. Stimulation of seed viability by means of dispersed solutions of copper and silver nanoparticles / S. N. Maslobrod, Y. A. Mirgorod, V. G. Borodina, N. A. Borsch // Журнал nano- и электронной физики. 2013. Vol. 5, no. 4. P. 04018.

2. Патент № 2369466 Российская Федерация, МПК В22F 9/24, В82В 3/00. Способ получения наночастиц металлов или гибридов наночастиц металлов / Миргород Ю. А., Борщ Н. А.; Курский государственный университет. № 2008107359/02; заявл. 26.02.2008; опубл. 10.10.2009.

3. Патент № 2635505 Российская Федерация, МПК А61К 33/00, В82В 1/00, А61К 33/34. Способ получения антибактериальной композиции, содержащей основной ацетат меди / Борщ Н. А., Кузьменко А. П., Агеева Л. С.; Юго-Западный государственный университет. № 2016146828; заявл. 29.11.2016; опубл. 13.11.2017.

4. Миргород Ю. А., Борщ Н. А., Юрков Г. Ю. Получение наноматериалов из водных растворов, моделирующих отходы гидрометаллургии // Журнал прикладной химии. 2011. Т. 84, № 8. С. 1249-1253.

5. Патент № 2462303 Российская Федерация, МПК В01J 20/10, В01J 20/06, В01J 20/22. Порошкообразный магнитный сорбент для сбора нефти, масел и других углеводородов / Миргород Ю. А., Емельянов С. Г., Борщ Н. А. [и др.]; Юго-Западный государственный университет. № 2010150749/05; заявл. 10.12.2010; опубл. 27.09.2012.

6. Борщ Н. А. Синтез структурированного полиэтилентерефталата для исследования механизма гелеобразования в условиях его промышленного производства // Известия Курского государственного технического университета. 2004. № 1(12). С. 103-106.

7. Development and physico-chemical study of the aqueous dispersion silver nanoparticles as the basis for creating new nanomaterials / L. S. Ageeva, A. S. Che-

kadanov, N. A. Borsch [et al.] // Журнал нано- и электронной физики. 2015. Vol. 7, no. 4. P. 04043.

8. Effect of aqueous dispersions with NPAg, NPCu, NPBi, and ZNNO, millimeter-wave radiation, and weak magnetic fields on the germination of triticale and wheat seeds under the action of a pathogenic fungus and low temperatures / S. N. Maslobrod, G. A. Lupashku, Y. A. Mirgorod [et al.] // 3rd International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, Chisinau, 23-26 September 2015. Vol. 55. Chisinau: Springer, 2015. P. 275-279. DOI 10.1007/978-981-287-736-9_67.

9. Синтез наночастиц оксида цинка золь-гель методом для получения регулярных упорядоченных структур в виде пленок Ленгмюра - Блоджетт / Л. С. Агеева, И. В. Чухаева, Н. А. Борщ [и др.] // Физика и технология наноматериалов и структур: сборник научных статей 2-й Международной научно-практической конференции, Курск, 24-26 ноября 2015 г.: в 2-х т. Курск: Университетская книга, 2015. Т. 1. С. 34-36.

10. Preparation of gold nanoparticles from the metal scrap / Y. A. Mirgorod, N. A. Borshch, V. G. Borodina [et al.] // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2014. Vol. 48, no. 4. P. 487-492. DOI 10.1134/S004057951404006X.

11. Mirgorod Y. A., Fedosyuk V. M., Borsch N. A. Physico-chemical properties of nanoparticles functionalized by polypyrrole // Журнал нано- и электронной физики. 2013. Vol. 5, no. 4. P. 04033.