**Получение оксигидроксидов железа(III) с гуминовыми макролигандами с повышенной биодоступностью для коррекции железодефицитной анемии**

***Ушакова К.А., Жиркова А.М., Перминова И.В.***

*Студент, 6 курс специалитета*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,   
химический факультет, Москва, Россия*

*E-mail:* [*karina.ushakova@chemistry.msu.ru*](mailto:ivanov@yandex.ru)

Железодефицитная анемия (ЖДА) представляет серьезную проблему для здравоохранения во всем мире. Традиционные препараты, используемые для коррекции ЖДА, – это соли и комплексные соединения Fe(II). Их биодоступность составляет 30 – 40 %, однако данные препараты могут вызывать окислительный стресс. Поэтому в настоящее время в качестве наиболее перспективных рассматриваются полимальтозатные комплексы Fe(III). Они не вызывают окислительный стресс, но обладают более низкой биодоступностью и противопоказаны при непереносимости сахаров. В качестве альтернативных макролигандов, способных к стабилизации оксигидроксидов Fe(III), могут выступать природные гуминовые вещества (ГВ), обладающие антиоксидантной активностью и гипоаллергенными свойствами. Однако при получении комплексов с ГВ используют солевую форму, что требует разработки эффективных методов очистки препаратов от солевых компонентов для повышения их биодоступности.

Цель данной работы состояла в получении комплексов оксигидроксидов железа(III) с гуминовыми макролигандами с применением метода высаливания и установлении взаимосвязи между условиями синтеза и биодоступностью полученных препаратов.

В качестве гуминовых макролигандов использовали гумат натрия из леонардита (Powhumus 85%, Humintech Ltd, Германия), в качестве прекурсора железа применяли безводный FeCl3 (UD-Bio, Китай). Синтез вели в две стадии: осаждение Fe(OH)3 при 7 – 10 °С и pH = 7 и добавление полученного осадка в гумат натрия при 60 °С в щелочной среде (pH = 11), с последующим подкислением до pH = 6.5. Выделение препаратов проводили методом высаливания этанолом в разных концентрациях (20 – 72 %). Контрольный образец получали без высаливания. Характеризовали соединения, используя следующие методы: атомно-эмиссионная спектроскопия, элементный анализ, рентгенофазовая дифрактометрия, мёссбауэровская спектроскопия и спектрофотометрия.

Всего было получено 8 соединений. Во всех образцах доминирующей фазой Fe(III) оказался аморфный ферригидрит (2θ ≈ 35.3 ° и 62,1 °). Содержание железа варьировалось от 5.7 до 25 % (наибольшее значение — у контроля с низкой растворимостью в воде). Доминирующая степень окисления +3 и октаэдрическое окружение. Выход по углероду составил 63 – 82 %, а по железу — 50 – 59 %; максимальные значения наблюдались при осаждении 67 % и 72 %-ным спиртом.

Биодоступность железа оценивали с помощью феррозинового метода. Время полупревращения Fe(III) → Fe(II) для высоленных образцов варьировалось от 80 до 246 минут, тогда как у контроля этот показатель составил 540 минут. Наименьшее время восстановления (80 минут) наблюдалось у образца, осаждённого 60 %-ным спиртом. Для сравнения, у лекарственного препарата «Феррум Лек» время полупревращения составило 270 минут, а полное восстановление железа за 20 часов достигло 87.8 %. За 20 часов железо в высаленных образцах восстанавливалось на 76 – 97.5 %, в контрольном — лишь на 50.5 %.

Таким образом, присутствие многочисленных функциональных групп в гуминовых веществах обеспечивает прочную координацию и стабилизацию Fe(III) в форме аморфного ферригидрита. Метод высаливания позволяет фракционировать гуминовые макролиганды с железом по степени гидрофильности и гидрофобности, что повышает растворимость и ускоряет восстановление Fe(III). Данные комплексы железа могут служить перспективными аналогами существующих препаратов от ЖДА.

*Исследование было выполнено в рамках госзадания №122040600057-3.*