

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ  
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМОГО НАНОКОМПОЗИТА  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$   
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ**

Крыськив О.С., Чан Т.М., Левитин Е.Я., Шпичак О.С., \*Коваль В.А.

Национальный фармацевтический университет, Харьков, Украина

\*Харьковський національний медичинський університет

Синтезируемый композит ( $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$ ) имеет медицинское назначение, поэтому важным является соблюдение его чистоты, основных физико-химических характеристик и воспроизводимости результатов.

Цель работы – оптимизация технологии получения магнитоуправляемого нанокompозита  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$ , отвечающего современным физико-химическим и терапевтическим требованиям с применением методов математического планирования эксперимента.

Синтез образцов  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$ : смешивали растворы солей Fe (II) и Fe (III), вводили раствор аммиака, затем добавляли восстановитель и нитрат серебра.

Для оптимизации процесса синтеза использовали метод факторного эксперимента, математические расчёты проводили с использованием системы STATISTICA 12 StatSoft Inc. и табличного процессора Excel пакета MS Office 2019 Professional Plus.

Получено 16 образцов нанокompозита  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$  с молярным соотношением  $\text{Fe}_3\text{O}_4 : \text{Ag}$  1 : 0.5; основные характеристики которых (средний размер наночастиц ~30 нм, серебро на поверхности расположено в форме островков, толщина серебряного слоя – 0.5 – 2 нм, площадь серебряных островков ~40% от общей площади поверхности частиц) установлены современными физико-химическими методами.

В результате расчетов получили уравнение регрессии для процесса синтеза  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$ :  $Y = 106.415 + 0.038X_1 + 4.448X_2 + 1.806X_3 - 1.593X_4 - 18.945X_5 - 109.980X_6$ . С использованием данного уравнения проводили дальнейшую оптимизацию параметров синтеза по методу крутого восхождения.

Разработан рациональный одnoreакторный метод синтеза, который дает возможность получать  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$  с заданным размером частиц, на поверхности которого кластеры серебра находятся в виде островков, при этом полностью сохраняется магнитоуправляемость целевого продукта.

С применением математического планирования эксперимента разработана технология получения  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$ , отвечающего современным физико-химическим и терапевтическим требованиям.

Установлено, что максимальный выход  $\text{Ag@Fe}_3\text{O}_4$  может быть достигнут в следующих условиях:  $X_1$  (время синтеза магнетита, мин) – 40;  $X_2$  (содержание глюкозы в растворе, %) – 10;  $X_3$  (температура проведения реакции Толленса, °C) – 65;  $X_4$  (время покрытия магнетита серебром, мин) – 30;  $X_5$  (pH, у.е.) – 8.5;  $X_6$  (скорость прибавления аммиака, моль/мин) – 0.36.