

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ЕПР-СПІНОВИХ МІТОК ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ВОЛОГИ В ХАРЧОВІЙ СИРОВИНІ

Широко відоме застосування методу спектроскопії електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) у різних областях хімії, фізики, біології та медицини, а доповнення його методом спінових міток істотно розширило можливості методу завдяки унікальній чутливості спінової мітки до фізичних умов її молекулярного оточення. Даний метод можна використати для дослідження стану вологи сировини в процесі зневоднення.

Метою роботи є дослідження стану вологи колоїдного капілярно-пористого тіла (ККПТ) методом ЕПР-спінових міток.

Спіновою міткою, яку використано в роботі, є іон перехідного металу Mn^{+2} в солі $MnSO_4$. Методика для дослідження вологи базується на тому, що сигнал ЕПР порошку солі $MnSO_4$ являє собою широку одиночну лінію без надтонкої структури; сигнал її розчину складається з шести піків рівної інтенсивності; сигнал від вологого модельного ККПТ, змоченого в розчині солі $MnSO_4$ – широка одиночна лінія, на яку накладається розділений спектр із шести піків. Виходячи з вигляду сигналу вологого модельного ККПТ, припускається, що його спектр складається із двох: широкої одиночної лінії без надтонкої структури та розділеного спектру із шести піків рівної інтенсивності. Причому, площа під спектром, тобто під широкою лінією та під спектром із шести піків, пропорційні кількості резонуючих спінів, а, відповідно, кількості іонів Mn^{+2} , які мають обмежену рухомість, та іонів Mn^{+2} , які знаходяться в розчині. По мірі зв'язування вологи або її видалення розчинність солі зменшується, що приводить до зміщення рівноваги $MnSO_4 \rightleftharpoons Mn^{+2} + SO_4^{-2}$ вліво з утворенням недисоційованих молекул. Це в свою чергу приводить до того, що площа під одиночною лінією збільшується.

Теоретично описати спектри ЕПР, отримані для солі $MnSO_4$ та її розчину, можна з використанням рівнянь Гауса або Лоренца. Теоретична функція для вологого ККПТ є сумою функцій, які описують спектр солі $f_w(H, I_0^w)$ (одиночна лінія) та спектр її розчину $f_{6p}(H, I_0^{6p})$ (шість піків):

$$f_{ККПТ}(H, I_0^w, I_0^{6p}) = f_w(H, I_0^w) + f_{6p}(H, I_0^{6p}),$$

де H, I_0^w, I_0^{6p} – напруженість магнітного поля та інтенсивності одиночної лінії та шести пікового сигналу. Площа під одиночною лінією пропорційна кількості резонуючих спінів електронів Mn^{+2} солі $MnSO_4$, яка знаходиться в кристалічному стані, а, відповідно, і масі солі яка випала в осад. Площа пропорційна кількості спінів електронів іонів Mn^{+2} , що знаходяться в розчині, а, відповідно, і масі вологи, яка проявляє себе як розчинник.

Якщо модельне ККПТ висушувати, то внаслідок зневоднення площа під одиночною лінією буде збільшуватися, а площа під шістьма піками – зменшуватися. Пояснюється це тим, що кількість вологи, яка може бути розчинником, зменшується, а кількість солі $MnSO_4$, яка випала в осад, – збільшується. По мірі висушування сигнал із шести піків перетвориться в сигнал, що представляє собою широку лінію. При цьому залежність ширини площі під одиночною лінією (1) та під шістьма піками буде мати вигляд представлений на рис. З отриманих даних видно, що залежність має три характерні ділянки з різним кутом нахилу до осі вологовмісту. Кожна ділянка відповідає видаленню вологи з різними формами зв'язку з сухими речовинами вологої сировини. Пояснюється це видаленням вологи з різною енергією зв'язку з сухими речовинами сировини, а саме: вологи капілярів, стикової вологи пор, вологи полімолекулярної адсорбції.

Таким чином, досліджено границі розділу між формами зв'язку вологи для ККПТ методом ЕПР-спінових міток. Роботу виконано в рамках науково-дослідної роботи № 2-11ФБ (0108U001333) «Дослідження стану та структури вологи в харчових продуктах методами ЯМР та ЕПР спектроскопії».

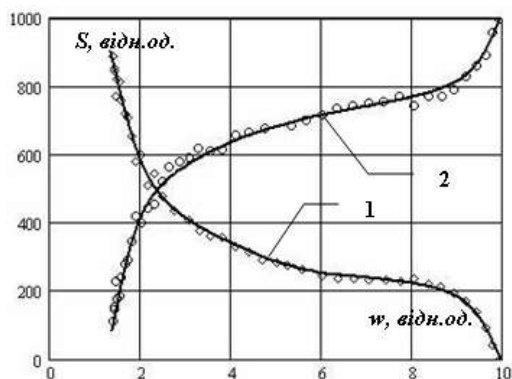


Рисунок – Залежність площі під сигналом ЕПР від вологовмісту ККПТ: 1 – одиночна лінія; 2 – шестипікова лінія