

**ВЗАЄМОДІЯ ЦИНКУ (II) І МІДІ (II) З КРЕМНЕЗЕМНИМИ  
ТА АЛЮМОСИЛКАТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ І БІЛКОМ В РОЗЧИНІ**

*Степанюк К. О.*<sup>1</sup>, Герашенко І. І.<sup>2</sup>, Ющенко Т. І.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Вінницький національний медичний університет ім. М. І. Пирогова,  
м. Вінниця, Україна

<sup>2</sup>Інститут хімії поверхні ім. О. О. Чуйка НАН України, м. Київ, Україна  
katyunchka8@gmail.com

Створення нового ранозагоювального лікарського засобу, що містить кремнеземний сорбент і сполуку цинку, передбачає з'ясування механізму його дії, зокрема прогнозування поведінки препарату в рідкому середовищі рани. Нами досліджено адсорбцію йонів цинку (II) на кремнеземі та взаємодію з розчином модельного білка – бичачого сироваткового альбуміну (БСА). Для встановлення закономірностей адсорбції коло задіяних в дослідрах Si- і Al-вмісних матеріалів значно розширено, а також до експерименту долучено найближчий за електронною будовою до цинку елемент – мідь.

Адсорбцію йонів  $Zn^{2+}$  і  $Cu^{2+}$  з нейтрального водного розчину на кремнеземних та алюмосилкатних матеріалах вивчали методом побудови ізотерми адсорбції. Рівноважні концентрації цинку (II) вимірювали дитизионовим методом, міді (II) – діетилдитіокарбаматним. Комплексоутворення цих йонів з білком досліджували методом спектрофотометричного титрування, за збільшенням оптичної густини на характеристичній для БСА довжині хвилі 276–277 нм. Питому поверхню матеріалів визначали методом теплової десорбції аргону.

Встановлено, що ізотерми адсорбції цинку (II) і міді (II) на досліджуваних матеріалах за формою наближаються до ленгмюрівського типу. За величиною максимально спостережуваної в експерименті адсорбції йонів цинку матеріали можна поділити на три групи: 1) такі, що мають  $A_{max}$  в діапазоні від 0,15 до 0,3 мг/г (ентеросгель, каолін, нанокремнезем А-300 і поліметилсилоксан); 2) для яких  $A_{max}$  становить від 1,2 до 12,0 мг/г (Syloid® 244 FP, кізельгелі KG-40 і KG-60, амінопропілаеросил, смектит); 3) цеоліти NaA і NaX зі значенням  $A_{max}$  понад 30 мг/г. Цей поділ зберігається і в разі адсорбції міді (II), хоча значення  $A_{max}$  в цілому є дещо меншими. Аналіз результатів показує, що вирішальним чинником, який впливає на адсорбцію йонів металів, служить електростатичний заряд поверхні. Так, оксид алюмінію, який має в нейтральному розчині позитивно заряджену поверхню, взагалі не адсорбує йонів  $Zn^{2+}$  і  $Cu^{2+}$ . Другими за важливістю є структурно-хімічні чинники: пористість, розмір доступної поверхні та можливість іонного обміну. Наприклад, мезопористі кізельгелі, шаруватий смектит та мікропористі цеоліти відрізняються ефективною адсорбцією цинку (II) і міді (II), до якої ще додається активний обмін на катіони, що містяться в порожнинах цих матеріалів.

Під час титрування розчину БСА йонами цинку (II) і міді (II) спостерігається поступове збільшення оптичної густини в УФ діапазоні. Після досягнення загальної концентрації йонів  $Zn^{2+}$  3,5 ммоль/л (0,24 ммоль/л для  $Cu^{2+}$ ) ріст оптичної густини різко уповільнюється, що можна пояснити насиченням усіх місць зв'язування на молекулі білка. Для визначення стехіометрії комплексів, що утворюються, був використаний графічний метод молярних відношень; при цьому встановлено, що на одну молекулу БСА припадає близько 800 йонів цинку, для міді цей показник становить 60–70. Порівнюючи ці значення можна припустити, що у разі цинку взаємодія з БСА має неспецифічний характер; при цьому у створенні координаційних зв'язків з йонами  $Zn^{2+}$  разом з іншими функціональними групами можуть брати участь пептидні зв'язки білка.