



УДК: 544.032.65

## ЛАЗЕРНИЙ АТОМНО-ФОТОІОНІЗАЦІЙНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Студ. С.С. Черкас, гр. БХФ-1-13

Науковий керівник доц. Т.А. Пальчевська

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета і завдання.** Мета наукового дослідження – зробити огляд літератури за останні 15 років щодо методу лазерної поляриметрії, лазерного атомно-фотоіонізуючого спектрального аналізу біологічних об'єктів.

**Завдання** – розглянути можливість застосування методу для аналізу плазми крові, проаналізувати чутливість і селективність методу.

**Об'єкт дослідження.** Біологічний об'єкт – плазма крові.

**Методи та засоби дослідження.** Лазерний атомно-іонізуючий спектральний аналіз.

**Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.**

Метод лазерного атомно-фотоіонізуючого спектрального аналізу ефективний для дослідження біологічної рідини – плазми крові; дозволяє проводити контроль вмісту атому алюмінію в плазмі крові на рівні  $10^{-8}$  –  $10^{-11}\%$ .

**Результати дослідження.** Більшість аналітичних методів мають чутливість в межах  $10^{-7}\%$ . Сьогодні є важливим і життєво необхідним контроль вмісту деяких елементів в речовинах на рівні  $10^{-8}$  –  $10^{-11}\%$ . Лазерні методи детектування одиничних атомів дозволяють вирішити цю задачу.

Лазерні методи детектування одиничних атомів засновані на методі лазерного збудження флуоресценції атомів і на методі лазерної ступінчатої резонансної фотоіонізації атомів. Принцип роботи в тому, що атоми збуджуються лазерним випромінюванням в проміжний високо-лежачий стан в одну або декілька ступінів, а потім здійснюється фотоіонізація тільки збуджених атомів.

Для даного методу лазерної фото-іонізаційної спектроскопії перспективним є покращення визначення меж на один-два порядки, шляхом вдосконалення конструкції атомізатора, підвищення ефективності та селективності лазерної фотоіонізації, позбавлення від неселективного іонного фону. Тобто метод має перспективи на ще більш точний і чутливий рівень, що необхідний для контролю як вмісту діючих речовин, так і для виявлення збудників, патологічних включень чи окремих елементів у біологічних рідинах.

В основу моделювання оптичних властивостей плазми крові покладено положення про анізотропію протеїнових мереж біологічних тканин:

- плівка плазми крові людини розглядається у вигляді двокомпонентної аморфно-кристалічної структури;
- кристалічна компонента сформована сукупністю (мережею) кристалів альбуміну і глобуліну;
- оптично рідкі кристали амінокислот володіють властивостями оптично одноосних двоприменово заломлюючих кристалів, які характеризуються матричним оператором Мюллера.

**Виявлення кількостей металів** в біологічних об'єктах використовуючи фотоіонізаційний метод дозволяє виявити конкретний об'єкт. Тобто метод є нечутливий до інших елементів, крім того що аналізується. Це було доведено експериментально по фотоіонізаційному виявленню залишків Al в крові. Метал Al для досліду був обраний

за принципом того, що цей елемент цікавить токсикологів. Його роль в метаболізмі живих організмів залишається малодослідженою.

*Експериментальна частина:* кров у звичайному стані об'ємом 40 мкл помістили до тиглю; висушили на повітрі при температурі 90-100°С протягом 3-5 хвилин; процес озолення і атомізації сухого залишка проводилось у вакуумній камері.

Процес повинен проходити достатньо швидко, щоб не призвести до термічного випаровування залишку без атомізації. Дослід показує, що є відсутність впливу матриці крові на вихід алюмінію при термічній атомізації у вакуумі.

Відповідність калібровки була перевірена шляхом добавок: в тигель вводилося 40 мкл крові і 40 мкл розчину  $AlCl_3$  з вмістом  $Al$  100 мкг/л. Отриманий від такої суміші сигнал алюмінію в межах похибки вимірів (близько 10%) виявився рівним сумі сигналів від компонентів при незалежному їх аналізі. Цим було доведено відсутність впливу матриці крові на вихід алюмінію при термічній атомізації в вакуумі.

Результати вимірів вмісту алюмінію в п'яти зразках крові лежать в межах  $230 \pm 50$  мкг/л. Повний сигнал алюмінію для досліджуваної проби визначався сумарною "селективною" площею (різниця між повним та фоновим сигналом) під кривою сигналу (рис.1,а). Відповідаючи такому сигналу значення концентрації алюмінію визначали за градієнтальною характеристикою, побудованою для водяних розчинів  $AlCl_3$ .

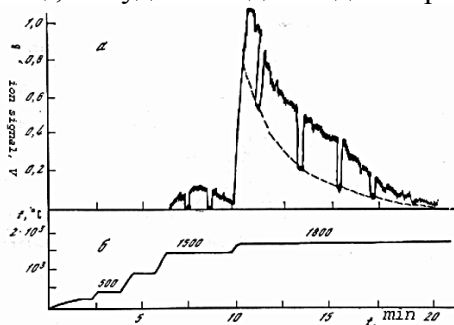


Рис.1 Залежність іонного сигналу від часу випарювання для 40 мкл крові (а)  
при поступовому підвищенні температури тигля (б)

**Висновки.** Розглянутий метод проявляє чутливість виявлення на рівні одиничних атомів при взаємодії з лазерним випромінюванням. Переваги методу – можливість прямого аналізу об'єктів в їх звичайному стані, виключення неконтрольованих домішок шляхом атомізації речовини в вакуумі, можливість виділення селективного корисного сигналу на рівні фону в одному вимірі і роздільної реєстрації поверхневих і об'ємних домішок в твердих зразках.

Лазерна ступінчата фотоіонізація атомів в вакуумі має перспективи комбінації з іншими способами атомізації. Можливе пряме поєднання з мас-спектрометром і різними способами виділення селективних іонів.

**Ключові слова:** лазерна поляриметрия, кров, алюміній

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дуболазов О.В., Ушенко Ю.О. Лазерна поляриметрия полікристалічних мереж плазми крові людини (монографія) Чернівці: 2014. –251 с.
2. Основи лазерної поляриметрії. Біологічні рідини / [Ушенко О.Г., Бойчук Т.М., Заболотна Н.І. та ін.]; під ред. О.Г. Ушенка. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. – 656 с.