

# ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЯ СУХИХ ЗАЛИШКІВ УРИНИ СПОРТСМЕНІВ ПРИ РІЗНИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

**О.М.Бордун, О.З. Дробчак, Б.В. Семен**

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул.Драгоманова, 50, Львів, 79005  
e-mail: oxdr@mail.ru

Досліджено спектри люмінесценції сухих залишків урини спортсменів до і після тренування. Виявлено довгохвильовий зсув максимуму спектрів люмінесценції після тренування в різних групах спортсменів. Проведено обговорення отриманих результатів.

## **Вступ**

Для досягнення високих результатів у спортивній діяльності важливу роль відіграє різностороння спортивна підготовка спортсмена. При цьому особлива увага надається функціональній діяльності систем організму. Внаслідок цього виникає необхідність використання ефективних методів діагностики функціонального стану спортсмена. Це досягається автоматизацією та уніфікацією лабораторних методів досліджень, розробкою і втіленням у практику нових методів діагностики, поглибленням рівня досліджень практичних клініко-діагностичних методик. Одним із таких методів є запропонований метод люмінесцентної діагностики [1], який дозволяє проводити аналіз біорідин, зокрема урини, для виявлення у ній солей різного типу. Завдяки інформативності та чутливості даного методу, видається актуальним дослідження впливу фізичних навантажень на спектри люмінесценції урини спортсменів різних видів спорту.

## **Матеріал і методи досліджень**

Для дослідження використовується 2-3 краплі урини, які наносяться на кварцеву пластинку, підігріту до 50-60°C. Після випаровування рідини проводиться аналіз спектрів люмінесценції висушеного залишку. Всі зразки були підготовлені і досліджувались в однакових умовах. Крім того, урина попередньо досліджувалась у клінічній лабораторії Львівської обласної дитячої спеціалізованої клінічної лікарні на наявність патологічних солей та інших відхилень від норми.

Як джерело збудження використовується імпульсний азотний лазер ЛГИ-21. Свічення зразків аналізується монохроматором МДР-4 і реєструється фотопомножувачем ФЭУ-79, сигнал з якого через підсилювач подається на самозаписувач типу ПДА-1. Для спектрів люмінесценції вводиться поправка на спектральну чутливість фотоприймача. Спектральний діапазон свічення сухих залишків урини встановлювався шляхом нормування значення параметра інтенсивності свічення на вибраній довжині хвилі до значення параметра інтенсивності свічення на довжині хвилі, де вона має максимальне значення.

### Результати досліджень та їх обговорення

Внаслідок проведених вимірювань було виявлено характерну особливість зміщення максимуму спектру люмінесценції сухих залишків урини у довгохвильову область після проведеного тренування, що спостерігається у різних групах спортсменів. Нами проведено дослідження на групах спортсменів, які спеціалізуються у швидко-силових (боротьба, бокс), силових (важка атлетика) видах спорту і видах спорту на витривалість (біг на довгі дистанції, спортивне орієнтування, лижні гонки). Групи вибирались на основі різної спортивної майстерності спортсменів та на основі відхилень від норми у солевому складі урини спортсменів. При цьому встановлено, що незалежно від класу спортсмена і наявності відхилень від норми в урині завжди спостерігається довгохвильовий зсув максимуму спектру люмінесценції після проведеного тренування. Характерні спектри люмінесценції сухих залишків для різних груп показані на рисунку 1. Одержані результати досліджень можна звести у таблицю.

Проведені дослідження показали, що величина спектрального зміщення залежить від ряду факторів, серед яких клас спортсмена і його фізіологічний стан, величина і тривалість фізичного навантаження. Порівняння отриманих результатів з проведеними раніше дослідженнями спектрів люмінесценції урини без відхилень та з різними патологічними відхиленнями від норми [1,2] показує, що внаслідок фізичного навантаження в складі урини спостерігається виділення додаткової кількості солей, хімічний склад і кількість яких можна оцінювати запропонованим люмінесцентним методом. При цьому спектральне положення максимуму свічення визначається хімічним складом солей урини, які мають характерні спектри свічення [1,2].

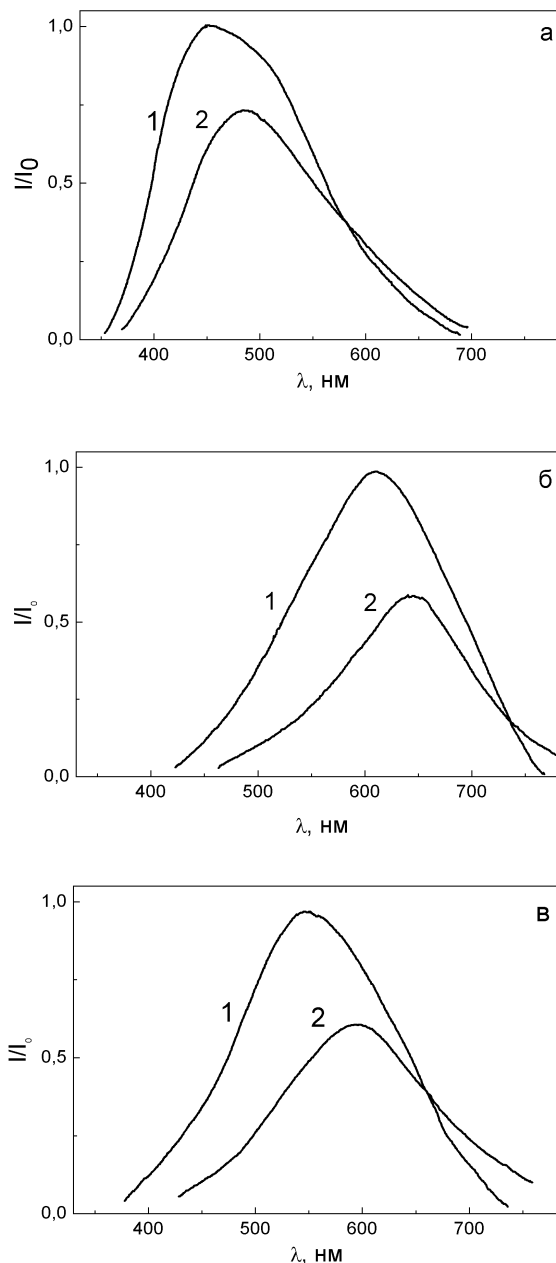


Рис.1. Спектри люмінесценції сухих залишків урини, отримані до (1) і після (2) проведення тренування у спортсменів без відхилень від норми у солевому складі урини (а), та з надлишками в урині уратних (б) та оксалатних (в) солей.

Проведені раніше дослідження [2] показують, що при наявності в урині патологічних солей проходить гасіння інтенсивності її люмінесценції. Така ситуація є характерною у багатьох випадках, коли наявність домішок приводить до гасіння люмінесценції речовини. Саме на різниці інтенсивності люмінесценції в

присутності і за відсутності домішок судять про наявність цих домішок [3]. Крім того, дослідження [2] встановили, що спектри збудження урини як при відсутності патологічних солей, так і при їх наявності, визначається її основним компонентом – сечовиною  $\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$ . Сечовина є достатньо реакційно здатною речовиною [4]. Це зумовлює її взаємодію з катіонами, які присутні в солях, що виводяться з організму в результаті тренування. Внаслідок цього крайні функціональні комплексоутворюючі групи сечовини –  $\text{NH}_2$  можуть утворювати комплексні сполуки з катіонами органічних солей  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  [5]. В результаті виникнення комплексів проходить утворення нових центрів свічення. Енергія, яка поглинається молекулами сечовини, згідно з [2], передається на створені нові центри свічення.

Таблиця 1.

Спектральні зсуви спектрів люмінесценції сухих залишків урини спортсменів після проведеного тренування

Види спорту	Спектральний зсув спектрів
Силові (важка атлетика)	5-10 нм
Швидкісно-силові (боротьба, бокс)	5-15 нм
На витривалість (біг на довгі дистанції, спортивне орієнтування, лижні гонки)	15-30 нм

При збудженні молекули в ній змінюється розподіл електронної густини. При цьому спостерігається збільшення електронної густини в одній частині молекули і зменшення в іншій. Здатність молекули поляризуватися, а отже переходити у збуджений стан збільшується, якщо на кінцях ланцюга молекули стоять замісники, як електронодонорні, так і електроноакцепторні. При переході збудженої молекули в основний стан внаслідок здійснення процесів випромінювальної рекомбінації проходить ви-

промінювання світлових квантів. Внаслідок наявності на кінцях ланцюга  $\text{H}_2\text{N-CO-NH}_2$  відповідних замісників, енергія випромінених квантів зменшується. Це приводить до того, що в результаті утворення комплексів функціональних груп сечовини з катіонами, спектри люмінесценції зміщуються у більш довгохвильову область. Така ситуація приводить до довгохвильового зсуву спектрів люмінесценції урини після проведеного тренування.

Крім запропонованого механізму потрібно враховувати і можливість іншого пояснення спостережуваних особливостей спектрів люмінесценції сухих залишків урини виходячи з того, що урина людини утворює складну систему, яка містить продукти різного походження. Поява солей в урині зумовлена процесом преципітації полівалентних катіонів і аніонів внаслідок залуження урини при гідролізі сечовини на аміак та вуглекислий газ. Каталізатором даної реакції є фермент уреаза – складний  $\text{Ni}^{2+}$  металопротеїн. У будові уреази можна виділити ряд складових протеїнів ure DEFG, які утворюють комплекси з іонами  $\text{Ni}^{2+}$  уреази [6,7], а також протеїни H-NS і ure R, які безпосередньо взаємодіють з молекулою сечовини [8,9]. Взаємодія молекул сечовини з відміченими протеїнами H-NS і ure R, які містять по одній амінокислоті триптофан, як і у випадку триптофанового депресорна протеїну TRW призводить до змін у спектрах люмінесценції триптофану [10]. В обох випадках інтенсивність смуги свічення триптофану при збільшенні концентрації сечовини спадає. Спостережувані у даному випадку зміни спектрів люмінесценції зумовлені енергетичними переходами, пов'язаними з переносом заряду в таких комплексах з донора на акцептор. Цілком імовірно, що аналогічна ситуація можлива у досліджуваному випадку. В урині формуються стабільні комплекси, які складаються з молекули сечовини, протеїну ure R та складного аніону неорганічної солі,

яка є продуктом преципітації полівалентних катіонів і аніонів.

Проведені вимірювання також показали, що найбільше спектральне зміщення максимуму спектра випромінювання до 50 нм викликають “ударні тренувальні заняття”, в процесі яких спортсмени виконують великий об’єм роботи за тривалістю або інтенсивністю. Такі вимірювання дозволяють оцінити індивідуальну реакцію організму на конкретні тренувальні навантаження.

## Висновки

Таким чином, проведені експресним методом без використання хімічних реактивів дослідження вказують на можливість визначення люмінесцентним методом типу і кількості солей, які з уриною виводяться з організму спортсмена. Це дає можливість контролювати фізіологічний стан організму і розробляти рекомендації щодо складу харчування, величини і типу фізичного навантаження в процесі тренування спортсмена і в період підготовки його до змагань.

## Література

1. Декл. пат. на корис. модель Укр. 7880, МПК G01 №33/493 Спосіб визначення типу солей урини / О. І. Білий, О. М. Бордун, А. В. Петрух – заявл. 06. 12. 2004; Опубл. 15.07.2005, Бюл. №7 – 12 с.
2. О. М. Бордун, А. О. Павлович, Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Фіз.31, 11 (1998).
3. Ю.Н.Посудин, Лазерная микрофлуориметрия биологических объектов. (Вища шк., Киев, 1985).
4. Й. Пацак, Органическая химия. (Мир, Москва, 1982).
5. Б. М.Красовицкий, Б. М. Болотин, Органические люминофоры. (Наука, Москва, 1984).
6. Z.Chang, J.Kuchar, R. Hausinger, J.Biol. Chem.273,15305 (2004).
7. H.K. Song, S.B. Mulrooneu, R. Huber, R.P. Hausinger, J.Biol.Chem. 276, 49359 (2001).
8. I.Gendlina, D.M Gutman., V. Thomas, J.Biol. Chem. 277, 37349 (2002).
9. D. Tippner, R. Wagner, J.Biol. Chem. 270, 22243 (1995).
10. C.A. Royer, C.J. Mann, C.R., Protein Science 2, 1844 (1993).

## PHOTOLUMINESCENCE OF DRIED URINE SAMPLES UNDER DIFFERENT PHYSICAL LOADING

**O.M.Bordun, O.Z. Drobchak, B.V.Semen**

Ivan Franko National University of Lviv,  
Drahomanov str., 50, Lviv, 79005  
e-mail: oxdr@mail.ru

The luminescence spectra of sportsman’s dried samples of urine before and after training were investigated. The longwave shifting of maxima of luminescence spectra after training was established. The obtaining results were discussed.