

ПЛІВКОВІ СТРУКТУРИ НА БАЗІ БАКТЕРІОРОДОПСИНУ, ЧУТЛИВІ ДО ЗМІН ВОЛОГОСТІ

**Н.П. Фролова, О.І. Корпош, З.І. Баторі-Тарці, І.Й. Цьома,
В.В. Ярош, М.Ю. Січка**

НДІ ФХТТ Ужгородського національного університету,
88000, Ужгород, Волошина, 54

У даній роботі наведено результати проведених експериментальних досліджень по впливу зміни вологості на величину коефіцієнту оптичного пропускання (T) та напівперіоду життя $t_{1/2}$ інтермедіату M_{412} плівкових структур бактеріородопсину (БР) з комбінацією сенсibiliзуючих домішок із класу органічних амінів. Отримані результати дають усі підстави для того, щоб рекомендувати плівкові структури на основі БР для використання у ролі активних елементів сенсорів вологості.

Необхідність створення нових датчиків вологості для проведення контролю параметрів оточуючого середовища у різних галузях виробництва викликає широкий інтерес дослідників до матеріалів, що можуть знайти своє застосування у ролі активних елементів таких датчиків. Саме з цих міркувань нам здалося цікавим провести роботи по дослідженню впливу змін вологості на оптичні параметри світлочутливих плівкових структур на основі бактеріородопсину (БР), що являє собою унікальний ретиналь-білковий комплекс і має фотохромні властивості [1]. Відомо, що змінюючи зовнішні умови, можна впливати на фотоіндуковані процеси у молекулі БР, а у механізмі функціонування молекули БР значну роль відіграє наявність води, тому зміною вологості можна задавати спектральні та часові параметри інтермедіатів фотоциклу [2]. Попередні дослідження плівкових структур БР у широкому діапазоні відносної вологості показали, що дегідратація плівок БР збільшує швидкість утворення інтермедіатів К, L, M і молекула БР без утворення інтермедіату O повертається у вихідний стан, протон при цьому не залишає молекулу. Потрібно наголосити, що більшість опублікованих експериментальних даних стосуються дегідратації суспензії пурпурних мембран та плівок

БР у різних матрицях, а вивчення впливу змін вологості на плівкові структури БР із вмістом сенсibiliзуючих хімічних домішок залишалось майже поза увагою дослідників. Згідно результатів попередніх робіт дійшли висновку, що додаючи до складу плівкових структур на основі БР певні сполуки органічного ряду з електронегативними функціональними групами-акцепторами протонів, можна суттєво впливати на кінетичні параметри фотоциклу, що дозволяє підвищувати чутливість плівок БР до змін вологості [3].

Для вибору оптимального складу плівкової структури на основі БР із вмістом комбінації сенсibiliзуючих домішок триетаноламіну (ТЕА) та додецилтриметиламіноброміду (ДТМАБ) були проведені попередні дослідження кінетики оптичного пропускання плівок з різною концентрацією ДТМАБ. Плівкові структури БР у желатиновій матриці, що містять комбінацію сенсibiliзуючих домішок із класу органічних амінів, були одержані методом поливу [4]. Товщина експериментальних плівкових структур визначалася інтерференційним методом і складала (40.0 ± 2.0) мкм. Вимірювання фотоіндукованих змін оптичних параметрів здійснювалось з використанням модифікованої установки на базі СФ-26 [5] у реальному режимі часу на довжині хви-

лі 412 нм. Через світловод збуджуюче випромінювання лампи КГМ (250 Вт, 24 в) спрямовували на досліджуваний плівковий зразок; при цьому густина потужності падаючого випромінювання складала 13,2 мВт/см². Одержані графічні залежності наведені на Рис.1.

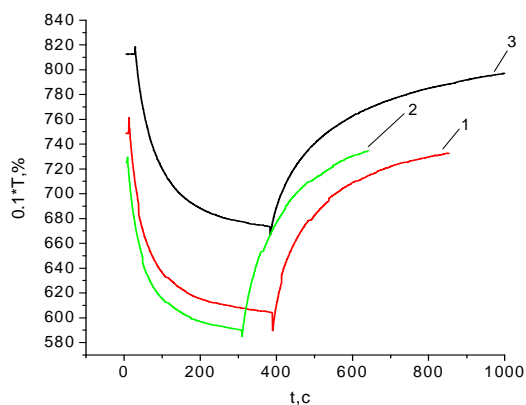


Рис.1. Часові залежності фотоіндукованої зміни оптичного пропускання Т плівок на основі БР з вмістом ТЕА і ДТМАБ з концентрацією: 1- 0,6%; 2- 0,909%; 3-1,206%.

На основі отриманих експериментальних результатів було проведено розрахунок зміни оптичного пропускання ΔT та напівперіоду часу життя $t_{1/2}$ інтермедіату M_{412} для цих плівок. Результати наведені у таблиці:

Конц.ДТМАБ %	$\Delta T, \%$	$t_{1/2}, s$
0,6	14,5	92
0,909	13,3	58
1,206	13,8	125

У подальших експериментальних дослідженнях впливу зміни вологості на фотоіндуковані зміни оптичних та динамічних параметрів фотоциклу БР (а саме, інтермедіату M_{412}) використовували плівкові структури БР з оптимальною концентрацією ДТМАБ (0.06%), враховуючи максимальне значення зміни оптичного пропускання для цього складу.

В ході досліджень використана кварцева кювета з кришкою, в якій встановлено оригінальний тримач зразків та пробірка з насиченим розчином речовини, тиск насичених парів якої задавав пе-

вну величину відносної вологості. Для встановлення вологості використовували насичені розчини солей: CH_3COOK , $CaCl_2 \times 6H_2O$, $KSCN$, $NaHSO_4$, $NaBr$, $NaNO_2$, $CH_3COONa \times 3H_2O$, $Na_2CO_3 \times 10H_2O$, які задавали величини відносної вологості 20, 33, 47, 52, 58, 66, 76, 87% відповідно. Перед вимірами досліджувані плівкові зразки БР поміщали в кювету з заданою вологістю та витримували протягом 12 годин (Рис.2).

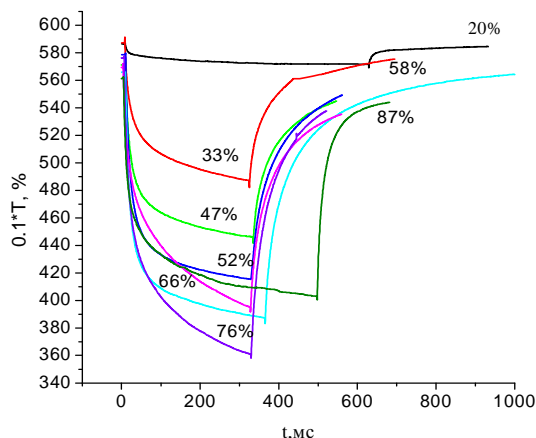


Рис.2. Часові залежності фотоіндукованої зміни оптичного пропускання Т плівки на основі БР, виміряні при різних величинах відносної вологості (наведені у %).

Обробка одержаних експериментальних результатів досліджень дала змогу отримати графічну залежність зміни коефіцієнту оптичного пропускання ΔT та напівперіоду життя $t_{1/2}$ інтермедіату M_{412} під впливом змін відносної вологості Н в інтервалі 20-87% (Рис.3).

Амплітуда змін коефіцієнту оптичного пропускання різко зростає від 20% відносної вологості, досягає свого максимального значення $\Delta T=17,8\%$ при відносній вологості 58% і залишається незмінною до Н=66%; при подальшому збільшенні вологості спостерігається спад амплітуди змін коефіцієнту оптичного пропускання. Що стосується змін величини напівперіоду життя $t_{1/2}$ інтермедіату M_{412} під впливом змін вологості, то отримана графічна залежність показує максимум $t_{1/2}=54$ с при відносній волого-

сті 47%, після чого $t_{1/2}$ знижується з ростом вологості.

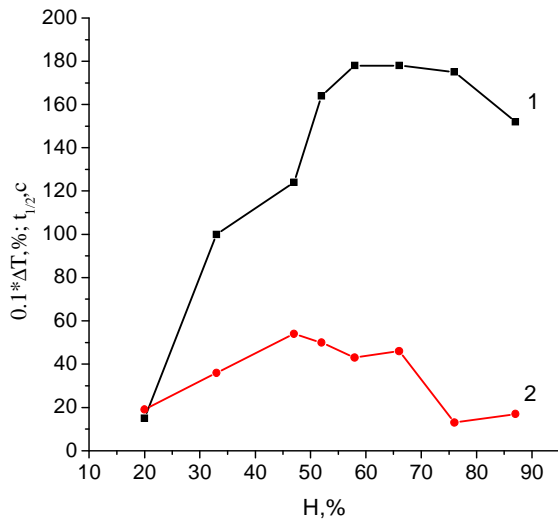


Рис.3. Вплив зміни відносної вологості Н (%) на зміну коефіцієнту оптичного пропускання ΔT (1) та напівперіоду життя $t_{1/2}$ (2) інтермедіату M_{412} плівок на основі БР.

Таким чином, характер зміни оптичних параметрів плівкових структур на основі БР, що містять у ролі сенсibiliзуючих домішок триетаноламін у комбінації з додецилтриметиламінобромідом, під впливом зміни вологості у певних межах знаходиться у кореляції з експериментальними результатами, отриманими для плівок БР з триетаноламіном [6].

Література:

- Oesterhelt D., Stoeckenius W., Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 70. 2853 (1973).
- Ganea C., Gergely C., Ludmann K. & Váró G., Biophys., 73, 2718 (1995).
- Бандровська І.К., Баторі –Тарці З.І., Корпош О.І., Фролова Н.П., УФЖ., т. 46(2), 161(2001).
- Баторі-Тарці З.І., Корпош О.І., Фролова Н.П., Шершун Ю.Д., ТІ У 02070832.008-97.
- Козич О.І. Фролова Н.П., Шаркань Й.П., Науковий вісник Ужгородського університету, С. Фізика ,11,161(2002).
- Batori-Tartsi Z., Ludmann K., Research Workshop (Szeged, Hungary, 2000).

Деякі відмінності між ними можна пояснити тим, що введення до складу плівок додецилтриметиламіноброміду, який поряд з довгим вуглеводневим радикалом містить ще два активні центри у вигляді негативно заряджених атомів азоту і бромю, призводить до додаткового перерозподілу електростатичної густини заряду у молекулі бактеріородопсину. Все це впливає на процес транспортування протону під час проходження фотоциклу у молекулі БР, що в свою чергу знаходить відображення у зміні оптичних та динамічних параметрів цих плівок.

Узагальнюючи отримані експериментальні результати по дослідженню впливу змін вологості на оптичні параметри плівкових структур на основі БР із вмістом комбінації сенсibiliзуючих домішок у вигляді триетаноламіну та додецилтриметиламіноброміду, дійшли висновку про можливе використання цих структур у ролі активного елемента датчика вологості. Необхідним є проведення подальших досліджень фоточутливих плівкових структур на основі БР з різними сенсibiliзуючими хімічними домішками з метою створення цілого набору активних сенсорних елементів під кожен конкретну задачу.

FILM STRUCTURES ON THE BASE OF BACTERIORHODOPSIN SENSITIVE TO THE HUMIDITY CHANGES

**N.P. Frolova, O.I. Korposh, Z.I. Batori-Tartsi, I.J. Tsyoma,
V.V. Yarosh, M.Y. Sichka**

Uzhgorod National University Institute of Solid State Physics and Chemistry
St. Voloshina, 54, Uzhgorod, 88000

This abstract contains the results of experimental investigations of the humidity changes influence on the optical transmittance coefficient (T) and half-life period ($t_{1/2}$) of the intermediate M_{412} of the film structures on the base of BR with the combination of sensibilizing additives from the class of organic amines. Results obtained allow to recommend these film structures on the base of BR for the future application as an humidity sensors active elements.