

ОСОБЛИВОСТІ ФОТОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ ВОДОРОСТЕЙ
ВІДДІЛІВ *CHLOROPHYTA* ТА *XANTHOPHYTA*

У статті розглядаються результати дослідження фотолюмінесценції ґрунтових водоростей відділів *Chlorophyta* та *Xanthophyta*. Проводиться порівняльний аналіз основних спектральних характеристик водоростей. Розглядається спроба їх використання для визначення таксономічної належності водоростей.

The photoluminescence of soil algae of *Chlorophyta* and *Xanthophyta* were investigated. The comparative analysis of the main spectral characteristics was carried out. The attempt of using them for the determination of algae's taxonomic attribute was considered.

Вступ. Вивчення спектральних особливостей організмів надає більш повну інформацію про досліджувані об'єкти та може бути застосовано для вирішення різноманітних наукових питань. Оскільки люмінесцентний метод має своє застосування у таксономії, ми вирішили перевірити його ефективність саме для визначення належності близьких за морфологічними ознаками водоростей до певного відділу.

Відомо, що для ідентифікації водоростей використовують порівняльно-морфологічні, цитологічні, молекулярні методи, які потребують багато часу. Особливі труднощі виникають при визначенні деяких представників відділів *Chlorophyta* і *Xanthophyta*, оскільки зелені та жовто-зелені водорості дуже схожі за морфологічними ознаками. У першу чергу, важливо визначити, до якого саме з цих відділів належить досліджувана водорість, оскільки такі дані значно полегшують ідентифікацію досліджуваного об'єкту до виду.

Завдання роботи полягали у дослідженні спектральних характеристик водоростей відділів *Chlorophyta* і *Xanthophyta* та перевірці можливості застосування люмінесцентного методу для визначення належності цих водоростей до певного відділу.

Об'єкт та методи досліджень. У експерименті були задіяні штами ґрунтових водоростей відділів *Chlorophyta* і *Xanthophyta*, які утримуються у Альгологічній Колекції Київського національного університету на кафедрі ботаніки. Культури в колекції є альгологічно чистими. Штами підтримуються в скляних пробірках з ватно-марлевими пробками на агаризованому (1.5%) поживному середовищі Болда (1N BBM) [2].

Серед представників зелених водоростей були вибрані такі види, як *Klebsormidium flaccidum* (Kützinger) Silva, Mattox et Blackwell, *Klebsormidium cf. bilatum* Lokhorst, *Klebsormidium montanum* (Skuja) Watanabe, *Klebsormidium subtilissimum* (Rabenhorst) Silva, Mattox et Blackwell, *Chlamydomonas* sp., *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrová та *Chlorella vulgaris* Beijerinck. Серед жовто-зелених було досліджено *Tribonema ulotrichoides*

Pascher, *Tribonema* sp., *Tribonema viride* Pascher, *Ellipsoidion parvum* Reisinger, *Bumilleriopsis filiformes* Vischer та *Heterococcus* sp.

Збудження фотолюмінесценції відбувалося випромінюванням азотного лазера ИЛГИ-503, довжина хвилі збудження становила 337нм при середній потужності 1.7 мВт. Вимірювання проводилося за температури рідкого азоту, оскільки за цих умов ефективність люмінесценції вища.

Хоча в спектрах чітко проявлялися дві основні смуги, форма спектра дозволяла припустити наявність додаткової малоінтенсивної довгохвильової смуги. Тож у ході роботи кожен спектр був описаний трьома гауссовими кривими. Відповідні обрахунки проводилися в стандартній програмі Microcal Origin 7.0. Аналізу підлягали дві основні смуги, при цьому брали до уваги положення їх максимумів λ_1 і λ_2 , відношення інтенсивностей короткохвильової та довгохвильової смуг у максимумах I_1/I_2 та ширина кожної смуги на половині її висоти $\delta_{1,2}$, вираховували також різницю положень максимумів $\Delta\lambda$.

Результати та їх обговорення. Оскільки спектри певних видів досліджених нами водоростей дуже подібні, особливо у межах родини, для полегшення рисунка на ньому подано графіки лише двох представників з відділу *Chlorophyta* – *K. flaccidum* та *Chlamydomonas* sp., і двох із відділу *Xanthophyta* – *T. viride* та *El. parvum*. Як видно на рис.1 та з табл.1, досліджувані об'єкти люмінесцюють у червоній області спектра з максимумами в області довжин хвиль $\lambda_1 = 682 \div 690$ нм та $\lambda_2 = 708 \div 728$ нм. В [1] зазначено, що смуга в області 685÷692нм відповідає хлорофілу а фотосистеми ФСII, тоді як смуга з максимумом в інтервалі 714÷726нм – належить ФСІ і є складною. Найвищий пік фотолюмінесценції жовто-зеленої водорості *Heterococcus* sp. розмістився у найбільш короткохвильовій області – $\lambda = 709 \pm 1$ нм; така довжина хвилі виходить за межі інтервалу, зазначеного попередніми дослідниками [1].

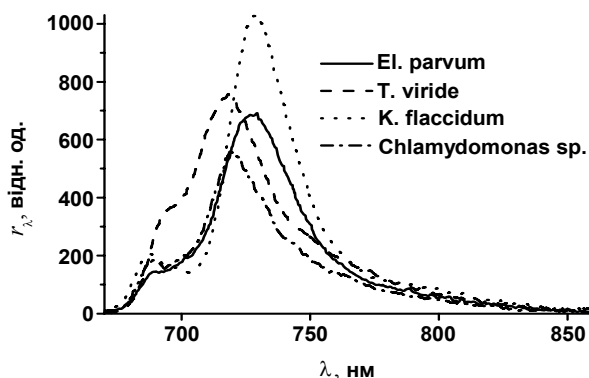


Рис. 1. Спектри фотолюмінесценції водоростей відділів *Chlorophyta* та *Xanthophyta*, виміряні за температури рідкого азоту

При аналізі значень видно, що у межах одного відділу положення піків може значно відрізнятися і, водночас, збігатися у водоростей, що належать до різних відділів. Так, у зелених водоростей перший, короткохвильовий пік знаходиться у межах від 683 ± 1 до 688 ± 2 нм, а у жовто-зелених від 687 ± 2 до 691 ± 2 нм, тобто, вони перекриваються. Скажімо, і *Chlamydomonas* sp., що належить до *Chlorophyta*, і *Tribonema* sp. з відділу *Xanthophyta*, мають однакове положення піків – 687 ± 2 нм. Другий пік для зелених водоростей лежить у межах від 713 ± 1 до 727 ± 3 нм, а для жовто-зелених від 709 ± 1 до 727 ± 1 нм – тобто, їхні положення фактично накладаються одне на одне.

Хоча, в цілому, і спостерігається тенденція до зміщення першого піку у *Chlorophyta* лівіше відносно *Xanthophyta*, положення піків, очевидно, не може бути

вирішальною ознакою при визначенні належності водоростей до певного відділу.

Обрахунок відстані між положеннями максимумів показав, що ця величина коливається у зелених водоростей від 29 ± 2 до 40 ± 2 нм, а у жовто-зелених – від 22 ± 2 до 37 ± 2 нм. Відношення інтенсивностей смуг в обох відділах також має широкий діапазон: від $0,05\pm 0,01$ до $0,33\pm 0,01$ у *Chlorophyta* та від $0,09\pm 0,01$ до $0,28\pm 0,02$ у *Xanthophyta*. Показники ширини смуги зелених водоростей коливаються від 8 ± 2 до 16 ± 2 нм для першого піку та від 21 ± 2 до 28 ± 2 нм для другого, а жовто-зелених – від 6 ± 2 до 15 ± 2 нм та від 21 ± 2 до 28 ± 2 нм відповідно. Виходить, що жодна з цих величин не може бути ознакою відділу.

Таблиця 1. Спектральні характеристики водоростей відділів *Chlorophyta* та *Xanthophyta*.

Вид	λ_{max} , нм	$\Delta\lambda$, нм	I_1/I_2	δ_1 , нм	δ_2 , нм
Відділ <i>Chlorophyta</i>					
<i>K. bilatum</i>	685 ± 1	724 ± 1	39 ± 2	$0,17\pm 0,01$	14 ± 2
<i>K. montanum</i>	685 ± 1	723 ± 1	38 ± 2	$0,18\pm 0,01$	16 ± 2
<i>K. flaccidum</i>	688 ± 2	727 ± 2	39 ± 3	$0,25\pm 0,08$	14 ± 3
<i>K. subtilissimum</i>	683 ± 1	723 ± 1	40 ± 2	$0,05\pm 0,01$	9 ± 2
<i>Chlamydomonas</i> sp.	687 ± 2	719 ± 1	31 ± 2	$0,33\pm 0,01$	12 ± 3
<i>B. minor</i>	684 ± 1	713 ± 1	29 ± 2	$0,16\pm 0,02$	8 ± 2
<i>Ch. Vulgaris</i>	685 ± 1	719 ± 1	34 ± 2	$0,26\pm 0,02$	10 ± 2
Відділ <i>Xanthophyta</i>					
<i>T. ulotrichoides</i>	691 ± 2	716 ± 2	25 ± 3	$0,24\pm 0,04$	9 ± 3
<i>T. viride</i>	690 ± 2	715 ± 1	25 ± 3	$0,28\pm 0,02$	9 ± 3
<i>Tribonema</i> sp.	687 ± 2	714 ± 1	27 ± 3	$0,19\pm 0,02$	8 ± 3
<i>El. parvum</i>	690 ± 1	727 ± 1	37 ± 2	$0,17\pm 0,02$	15 ± 2
<i>B. filiformes</i>	688 ± 1	713 ± 1	25 ± 2	$0,09\pm 0,01$	6 ± 2
<i>Heterococcus</i> sp.	687 ± 1	709 ± 1	22 ± 2	$0,23\pm 0,03$	6 ± 2

Висновки. Порівняльний аналіз отриманих спектрів фотолюмінесценції водоростей відділів *Chlorophyta* та *Xanthophyta*, а саме положень максимумів смуг, їх інтенсивностей та ширини, а також відстані між максимумами смуг, показав, що за названими величинами не можна визначати таксономічну належність водоростей. Незважаючи на тенденції відстані між максимумами у зелених водоростей до вищих значень, порівняно із жовто-зеленими, а відношення інтенсивностей основних смуг – навпаки, до нижчих, їхні значення перекри-

ваються. Найвищий пік фотолюмінесценції *Heterococcus* sp. розташований на $\lambda=709\pm 1$ нм, що представляє інтерес для подальших досліджень, оскільки виходить за діапазон, зазначений у літературі.

1. Веселовский В.А., Веселова Т.В. Люминесценция растений: Теоретические и практические аспекты. – М.: Наука, 1990. – 200 с.
2. Bischoff H. W., Bold H. C. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species // Phycol. Stud. 4, Univ. Texas Publ., N 6318. – 1963. – P. 1–95.

Надійшла до редколегії 18.06.09

УДК 612.825.5

А. Чернінський, канд. біол. наук, С. Собіщанський, студ.,
С. Крижановський, канд. біол. наук, Н. Піскорська, канд. біол. наук

ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНІ КОРЕЛЯТИ ПРОЦЕСІВ СЕМАНТИЧНОГО АНАЛІЗУ ЛЮДИНОЮ ЗОРОВИХ СТИМУЛІВ

Досліджено викликані потенціали головного мозку людини при пред'явленні зображень із семантичним змістом та без нього. Виявлено, що відповіді на обидва типи стимулів складаються з трьох коливань – P1, N1, P2. Позитивні відклики на стимули із семантичним змістом є більшими за амплітудою, що може бути свідченням більшої кількості нейронів, залучених до процесів семантичного аналізу.

Human event-related potentials (ERP) on semantic and non-semantic images were investigated. ERP's on both type of the stimuli consist of three voltage fluctuations – two positive and one negative. Semantic stimuli yielded larger positive components' amplitude of the ERP which may reflect greater number of neurons involved in semantic analysis.

Вступ. Людина щомиті здійснює аналіз різноманітної сенсорної інформації, виділяючи із загального потоку певні значущі образи та пристосовуючи свою поведінку до оточення. Одним з сучасних напрямків дослідження мозкової обробки інформації є аналіз викликаних потенціалів (ВП), що є електричними відповідями головного мозку на певні сенсорні стимули. У роботах, присвячених дослідженню мозкової діяльності за допо-

могою викликаних потенціалів, як правило, використовуються досить прості за структурою подразники – спалахи світла, шаховий патерн, геометричні фігури. В той же час, людину оточує безліч стимулів більш складної природи. Виходячи з цього, актуальним є дослідження механізмів семантичного аналізу зорових стимулів, тобто аналізу, спрямованого на виділення у сенсорному потоці певних образів.