

## НОВИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО СТАНУ РОСЛИН

***А.І. Кривутенко, кандидат технічних наук  
Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова,  
НАН України***

*Уперше, методом аналізу електрооптичного зображення поверхні живого організму, показано, що у вищих рослин, як і у людини, є біологічно активні точки (БАТ). Розроблений метод візуалізації БАТ дозволяє виміряти зміну інтенсивності їхнього сигналу. Продемонстровано ефективність методу при дослідженні впливу зовнішніх факторів на функціонування живих організмів.*

***Живий організм, електрооптичний сенсор, біологічно активні точки, візуалізація, ідентифікація.***

Енергія, біоенергія, енергія живих організмів, носії енергії – ці поняття широко розповсюджені у суспільстві. Зовнішнє середовище (Сонце, Місяць, температура, тиск, вологість та ін.) впливає на біоенергетичний стан живих організмів. І найголовніше завдання науки – знайти відповідь на питання: “Як виміряти цей біоенергетичний стан живих організмів?”

Близько 5 тис. років тому у Китаї з’явився такий метод лікування людей як голкорексфлексотерапія. Основою цього методу є використання впливу голки на точки акупунктури або біологічно активні точки (БАТ). Упродовж багатьох віків лікування впливом на БАТ розвивалось емпірично, визначалася топологія активних точок шкіри, ефективність впливу на них різними фізичними методами [4, 6, 8].

Відомі БАТ людини з’єднані в меридіани, кожний з яких відповідає певному внутрішньому органу. Від стану внутрішніх органів залежать властивості БАТ. Але все виявляється набагато складніше, оскільки вимірювання електричного опору БАТ відбувається під дією певного тиску вимірювального електрода, що спричиняє витіснення електроліту з капілярів та міжклітинного простору [5]. Така методика не дає точних і відтворюваних результатів.

Ще складніше стоїть питання у дослідженні рослин. Наприклад, людина може сама сказати, коли їй добре, а коли погано, які ліки подіяли ефективно, а які не дуже. Рослина ж цього не скаже. Тварини активно реагують на зовнішні подразники (вогонь, небезпека), а рослини – ні.

Одним із перших, хто висловив думку про те, що рослини реагують на подразнення, був Ч. Дарвін, спостерігаючи за комахоїдними рослинами, але він не знав, що лежить в основі такої високої чутливості [1]. У

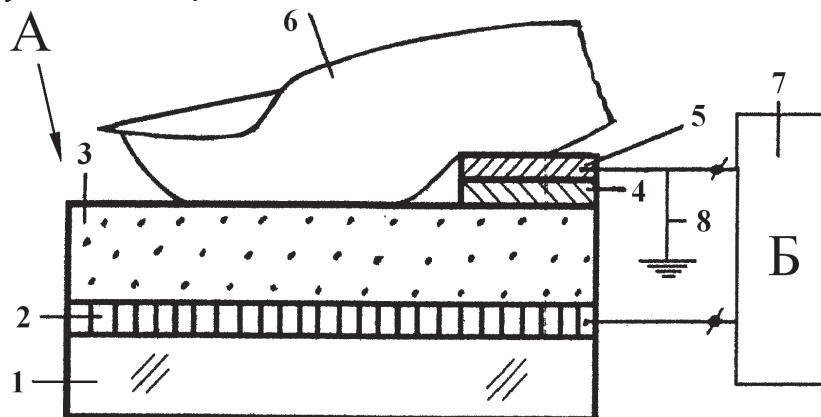
1887 році Бердон-Сандерсон довів, що швидкі рухи цієї рослини супроводжуються поширенням у її лопатях електричних імпульсів, які подібні до потенціалів дії у нервах [7].

Останнім часом вивченням електричних сигналів, так званих потенціалів спокою (ПС) та потенціалів дії (ПД) у рослин займається багато лабораторій світу. Більш інформативним параметром є ПД. У наукових джерелах [9] показано, що швидкість поширення ПД у рослин різна (декілька см/с) і вона на 3–4 порядки менша від швидкості ПД у нервах людини.

Побачити БАТ на тілі живого організму, зафіксувати їх форму, інтенсивність сигналу (активність БАТ), спостерігати за їх поведінкою при різноманітних способах впливу до недавнього часу не вдавалося.

**Мета дослідження** – розроблення методу візуалізації БАТ і дослідження їх біоенергетичних змін у рослинах під дією зовнішніх чинників.

**Матеріали і методика дослідження.** З метою проведення досліджень нами створено принципово новий електрооптичний метод одержання зображення ділянки поверхні живого організму на екрані монітора і розроблено відповідний сканер (рис. 1). Він складається із напівпровідникового сенсора та генератора високочастотних коливань змінного струму. Сенсор складається із скляної підкладки, прозорого електрода, напівпровідникового шару, діелектрика, металевого контакту. Металевий контакт та прозорий електрод провідниками під'єднані до генератора. Якщо прикласти живий об'єкт (палець людини або листочок рослини) одночасно до напівпровідникового шару і металевого контакту, а електричну напругу від генератора подати на металевий контакт і прозорий електрод, то з протилежного від живого об'єкта боку скляної підкладки ми побачимо електромагнітне випромінювання напівпровідникового шару в місцях дотику до нього живого об'єкта. Це випромінювання (зеленого кольору) спрямовується на світлочутливу ПЗЗ матрицю. У подальшому відбувається математична обробка одержаних з ПЗЗ матриці сигналів, які потім виводяться на екран монітора. Величина падіння напруги на поверхні живого організму знаходиться у межах 20–50 В, а величина струму 5–20 мА, залежно від площі досліджуваної поверхні.



**Рис. 1. Електрооптичний сканер:**

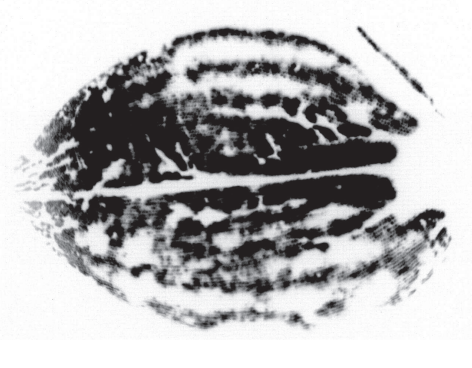
А – сенсор (1 – скляна підкладка; 2 – прозорий електрод; 3 – напівпровідниковий шар; 4 – діелектрик; 5 – металевий контакт; 6 – палець); Б – генератор змінного струму

На рис. 2 наведено зображення поверхні шкіри пальця людини, а на рис. 3 – поверхні шкірки листочка традесканції, яку ми використовували у своїх дослідженнях.

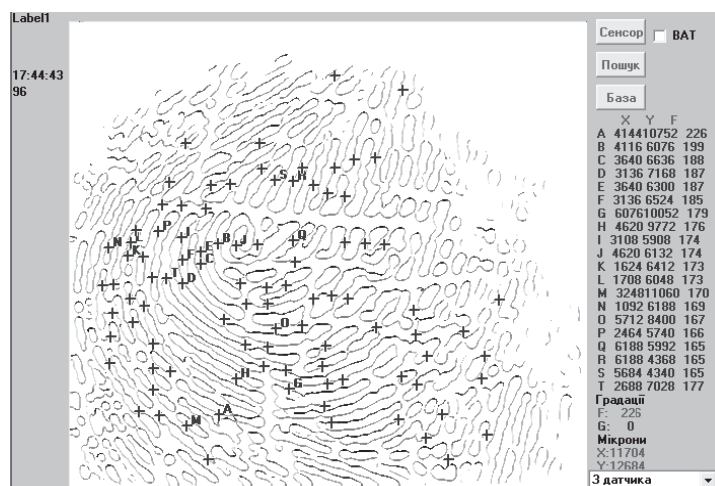
Після програмно-апаратного оброблення одержаних сигналів з поверхні живого організму на екран монітора виводяться координати БАТ, які на рис. 4 показані знаком «+». Те, що прилад відображає на екрані монітора комп'ютера саме БАТ, – документально підтверджено МОЗ України [3].



**Рис. 2. Зображення поверхні шкіри пальця людини в електронному вигляді**



**Рис. 3. Зображення поверхні шкірки листочка традесканції в електронному вигляді**



**Рис. 4. Топографія розміщення біологічно активних точок (+) на поверхні пальця**

На рис. 5 показано розроблений прилад «ДактоБАТ». Він має такі технічні характеристики:

- площа сканування сенсора – 15 x 18 мм;
- роздільна здатність біосенсора – 1200 ррі;
- живлення пристрою здійснюється постійною напругою 5 В від USB-1.0;
- динамічний діапазон рівнів сірого – 4096;
- діапазон робочих температур – від -10 до +60 °С.

Обмін даними між пристроєм та комп'ютером відбувається за допомогою USB-1,0 інтерфейсу. Нами розроблено пристрій, який дав змогу

уперше у світі одержати тривимірну структуру валиків та борозенок шкіри пальця людини [2] і поверхні листя, а також не пропускати подробики.



Рис. 5. Прилад «ДактоБАТ»

**Результати дослідження.** На рис. 3 показано зображення поверхні шкірки листочка традесканції в електронному вигляді, а на рис. 6 (а) – топологія розміщення БАТ цього ж листочка. Його топологія БАТ суттєво відрізняється від топології БАТ іншого листочка (рис. 6 (б)). Проведені дослідження топології БАТ на багатьох листочках свідчать, що вона, як і на пальцях людей, різна, але більшість БАТ виявляються на місцях розташування жилок.

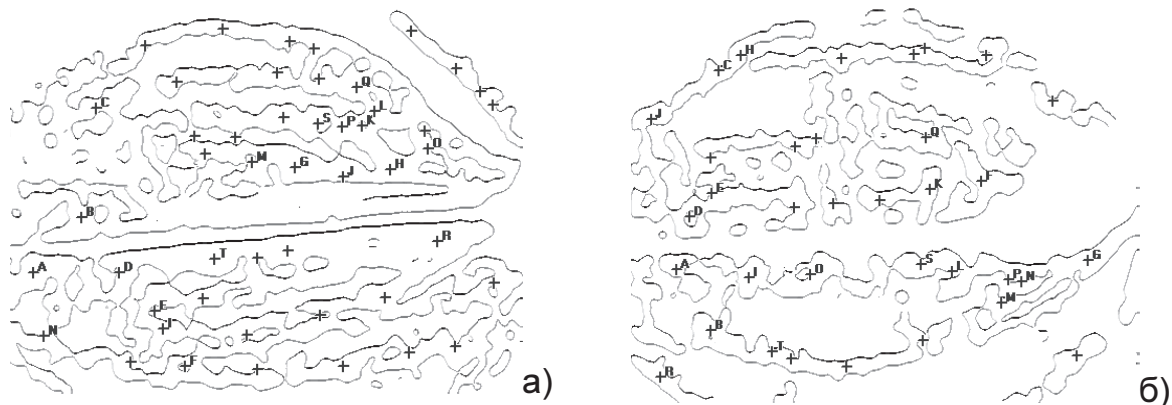
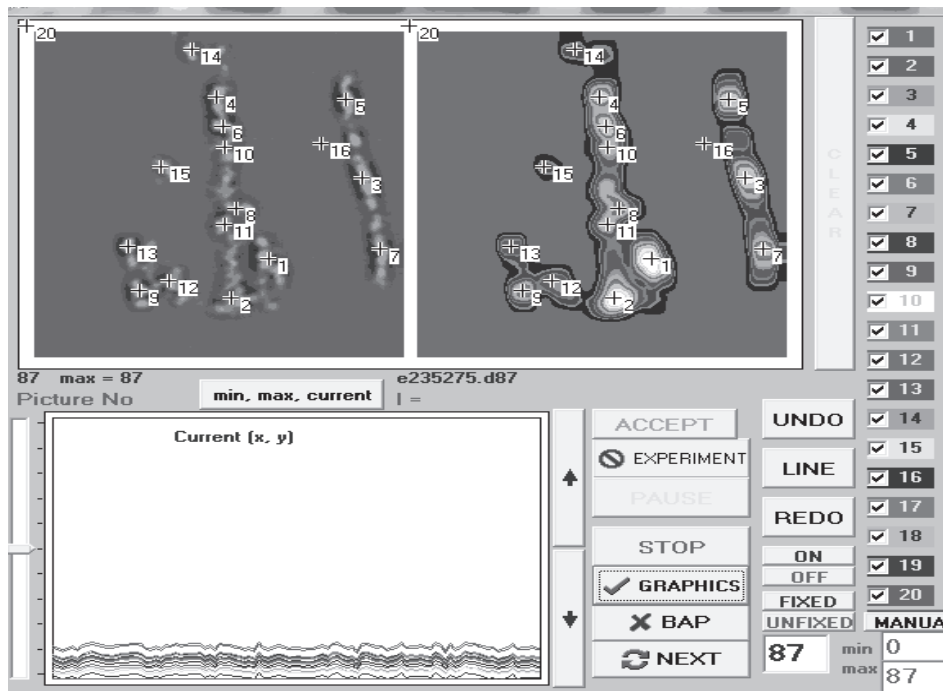


Рис. 6. Топологія БАТ двох листочків традесканції:  
а) 48 БАТ; б) 35 БАТ

На рис. 7 показано кінетику інтенсивності 20-ти БАТ одночасно знятих на листочку традесканції протягом 7 хвилин при кімнатній температурі (+18 °C) без будь-якого впливу на рослину. Відстань між листочком, з якого проводилися вимірювання, і коренем, очищеним від ґрунту, становила 0,3 м. З отриманого спектра кривих не спостерігали особливих змін інтенсивності БАТ рослини.



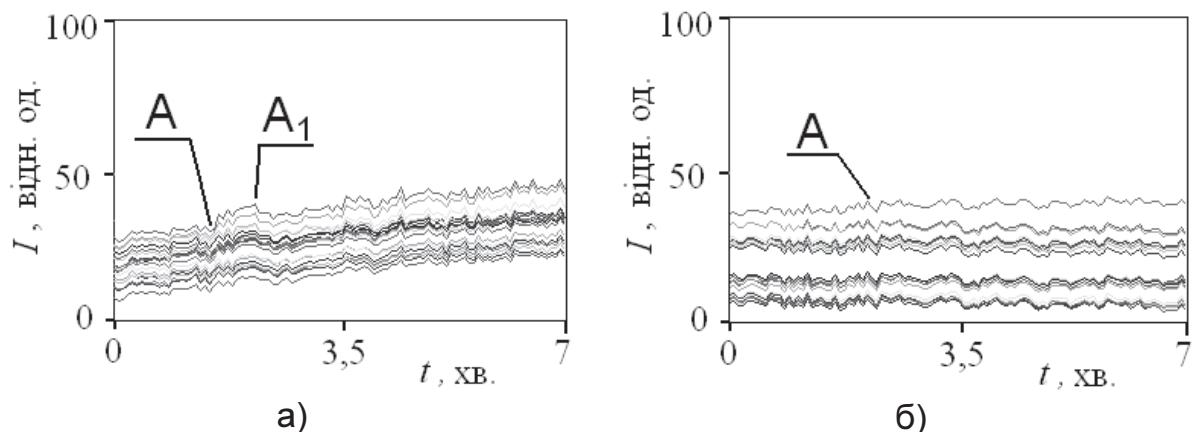
**Рис. 7. Кінетика інтенсивності 20-ти БАТ, одночасно знятих на листочку традесканції протягом 7 хв**

У подальшому експерименті (рис. 8), через 100 с після зйому БАТ (для одержання вихідного значення інтенсивності БАТ) корінь рослини був повністю залитий насиченим розчином цукру (точка А рис. 8 (а)). У цей момент інтенсивність БАТ листочка різко збільшилася і потім продовжувала зростати. Із кінетики БАТ видно, що розчин подіяв на рослину позитивно і це сприяло збільшенню активності БАТ листочка. Через 35 хвилин ріст інтенсивності сигналу БАТ припинився, що може свідчити про насичення розчином цієї рослини.

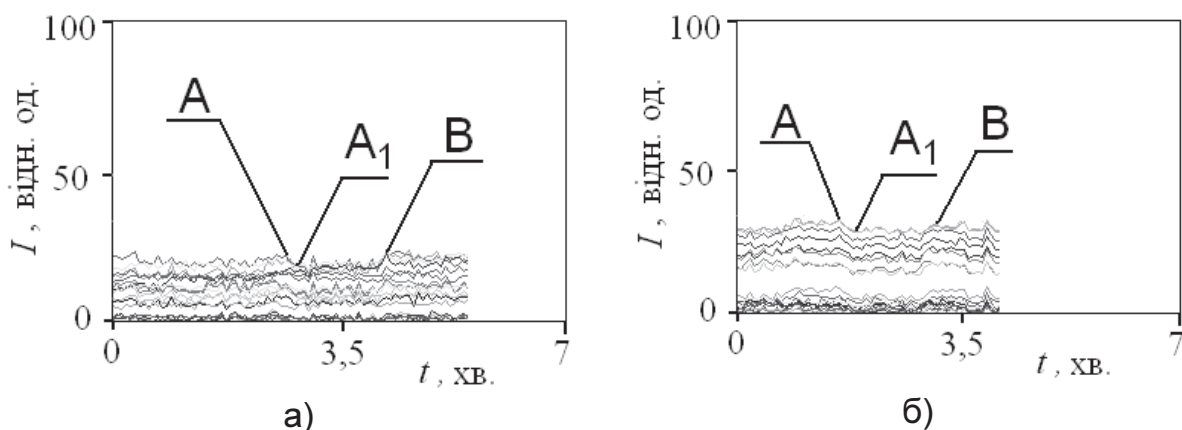
У подальшому експерименті (рис. 8 (б)) концентрація насиченого розчину цукру була зменшена у 5 раз. Як видно із кінетики БАТ, їх активність збільшилася не так виразно, як у першому експерименті. Це свідчить про те, що даний метод дослідження живих організмів дає змогу визначати не тільки час насичення коренів розсади, квітів та інших рослин перед їх посадкою у ґрунт, а й концентрацію розчину, необхідного для цієї процедури, яка, можливо, буде сприяти зменшенню часу насичення.

У подальших двох дослідженнях (рис. 9 (а), 9 (б)) було взято два сусідні листочки, один з яких знаходився на сенсорі, а на інший діяли, відповідно, ацетоном (шматочок вати, змочений ацетоном) і льодом (точка А). Як видно з рисунків, під дією цих речовин активність БАТ зменшувалася (точка А<sub>1</sub>), а після припинення їх дії інтенсивність сигналу БАТ набувала попереднього значення (точка В). Звідси видно, що короточасна негативна дія ацетону і льоду не спричиняла катастрофічних змін в організмі рослини.





**Рис. 8.** Кінетика інтенсивності 20-ти БАТ, знятих на листочку традесканції, під впливом (точка «А») насиченого (а) та ненасиченого (б) розчину цукру



**Рис. 9.** Кінетика інтенсивності 20-ти БАТ, знятих на листочку традесканції, під впливом (точка А) ацетону (а) та льоду (б)

Із рис. 9 (а) видно, що різні БАТ листочка зреагували по-різному на дію ацетону – одні – раніше, а інші – пізніше. Це може свідчити про різну глибину розташування цих точок у листочку, оскільки потрібен був різний час для дифузії ацетону до них.

Якщо проаналізувати, наприклад, рис. 8 (а) і рис. 9, то можна відмітити, що після дії на живий організм, яким-небудь зовнішнім чинником, нахил графіка від точки А до точки А<sub>1</sub> (збільшення або зменшення інтенсивності БАТ) свідчить про різну швидкість розповсюдження потенціалу дії у рослин залежно від зовнішніх чинників.

### Висновки

Новий метод дослідження біоенергетичного стану живих організмів дозволяє:

- візуально і у цифровому вигляді фіксувати зміни біоенергетичної активності БАТ під впливом зовнішніх чинників;
- отримувати топологію БАТ з високою точністю;

– визначати час замочування коренів різних рослин певним розчином, а також визначати його концентрацію перед їх посадкою.

### Список літератури

1. Дарвин Ч. Насекомоядные растения / Дарвин Ч. – М., Л. : Изд-во АН СССР, 1948. – Т. 1, 2.
2. Кривутенко А.І. Дворівневий метод ідентифікації особи / Кривутенко А.І. – К. : Криміналістичний вісник, 2002. – С. 141–145.
3. Лист МОЗ України № 601 – 03/562 від 07.08.2001 р.
4. Лувсан Гаваа. Очерки методов восточной рефлексотерапии / Гаваа Лувсан. – [3-е изд.]. – Новосибирск : Наука, 1991.– 431 с.
5. Лупичев Н.Л. Электропунктурная диагностика, гомеопатия и феномен дальнего действия / Лупичев Н.Л. – М. : НПК-ИРИУС, 1990. – 124 с.
6. Мачарет Е.Л. Руководство по рефлексотерапии / Е.Л. Мачарет, И.З. Костюк. – К. : Вища шк., 1989. – 231 с.
7. Оприотов В.А. Электрические сигналы у высших растений / Оприотов В.А. – М. : СОЖ. – Биология, 1996. – С. 22–27.
8. Пак Дже-ВУ (Чанг Ван). Руководство по СУ ДЖОК (Кисть Стопа) Акупунктуре / Дже-Ву Пак. – Сеул: О Хаенг, 1989. – 87 с.
9. Пятыгин С.С. Сравнительная характеристика потенциалов действия у животных и высших растений / С.С. Пятыгин. – М. : ЖОБ, 2008. – Т. 69, № 1. – С. 72–79.

*Впервые методом анализа электрооптического изображения поверхности живого организма, показано, что у высших растений, как и у человека, имеются биологически активные точки (БАТ). Разработанный метод визуализации БАТ позволяет измерять изменения интенсивности их сигнала. Продемонстрирована эффективность метода при исследовании влияния внешних факторов на функционирование живых организмов.*

**Живой организм, электрооптический сенсор, биологически активные точки, визуализация, идентификация.**

*For the first time, from analysis of electro-optical image of living organism surface, it is shown that higher plants like human have biologically active points (BAP). Developed BAP visualization method permits measurements of their intensity kinetics. The efficiency of this method for investigation of external factors influence on living organism vital activity is demonstrated.*

**Living organism, electro-optical sensor, biologically active points, visualization, identification.**