

Лабораторна робота № 3

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ БІОЛОГІЧНИХ РОЗЧИНІВ

Мета роботи: визначити електропровідність біологічних розчинів за допомогою кондуктометра.

Матеріали, обладнання, реактиви: кондуктометр, хімічні склянки, дистильована вода, фізіологічний розчин, розчин сахарози 40 %, козяче та коров'яче молоко, кров, серветки.

Основні відомості

Вивчення електропровідності живих тканин дозволяє досліджувати живий об'єкт, не порушуючи його структури та функції. Іншою перевагою є те, що результати вимірювання електропровідності можуть одержати чітке кількісне математичне вираження. Вимірювання питомого опору різноманітних рослинних та тваринних клітин показало, що для постійного струму воно вимірюється величинами порядку 10^6 - 10^7 Ом/см. Це означає, що живі клітини віднесені до групи напівпровідників.

Вивчення електричного опору живих тканин при дії постійного струму показало, що під час проходження струму їх електропровідність змінюється. У перший момент при включенні струму опір невеликий, але через дуже короткий час опір швидко зростає та тримається на такому рівні достатньо довго. Пояснюється це поляризацією тканини, при проходженні через нього постійного струму.

Більшість дослідників зв'язують механізм поляризації в клітині з присутністю в них напівпроникних мембран з обох боків яких знаходяться вільні іони. Згідно з уявленнями цих авторів, клітинні мембрани проникні для іонів одного знаку при проходженні струму, ті іони, для яких мембрана не проникна, накопичуються та викликають поляризацію. Виникнення сильної поляризації тканин при проходженні постійного струму ускладнює вимірювання опору. Тому на початку XX ст. були розпочаті роботи з дослідження електропровідності біологічних об'єктів при змінному струмі. Дослідження проводилися на різних біооб'єктах у широкому діапазоні частот. Виявлено, що різноманітним об'єктам, починаючи з бактерій та закінчуючи клітинами людини, притаманні подібні електричні параметри, що вказує на спільну їх будову.

Сумарний опір тканин включає ємнісний – реактивний та омичний – активний опір. При проходженні постійного струму через живу тканину, струм проходить через омичний опір.

При проходженні змінного струму необхідно враховувати як омичний опір, так і ємнісний опір, причому омичний опір мало залежить від частоти.

Ємнісний опір значно змінюється, а саме, зменшується по мірі зростання частоти, що призводить до явища дисперсії електропровідності живої тканини. У багатьох біоб'єктів максимальна електропровідність спостерігається при частоті 10^6 Гц.

Припускають, що дисперсія електропровідності живих тканин є результатом, того, що при низьких частотах, як і при постійному струмі, електропровідність пов'язана з поляризацією – по мірі збільшення частоти явище поляризації відбувається менше.

Дисперсія електропровідності, як і можливість поляризуватися притаманна тільки живим клітинам, при відмиранні живого об'єкта вони поступово зникають. Таким чином, поляризація та дисперсія електропровідності є характерними властивостями структур живих тканин.

Поляризація буває декількох видів:

1. **Електронна поляризація** – проходить зміщення електронів відносно ядер в атомах та іонах. У результаті атоми та іони перетворюються в індукований диполь, направлений проти поля.
2. **Іонна поляризація** – проходить зміщення іону відносно кристалічної решітки. В результаті диполь направлений проти зовнішнього поля.
3. **Орієнтаційна поляризація** – вільні та полярні молекули орієнтуються проти зовнішнього поля.
4. **Макроструктурна поляризація** – спостерігається в шарах з різною електропровідністю, де вільні іони та електрони переміщуються в межах провідного шару.
5. **Поверхнева поляризація** – відбувається перерозподіл зарядів близько поверхні, яка має подвійний електронний шар.

Описані явища мають застосування при вивченні властивостей мембран, при діагностиці патологічних процесів для оцінки дії різних шкідливих факторів, ступеня гідратації білкових молекул, співвідношення між кількістю вільних та зв'язаних іонів в цитоплазмі, для вивчення зв'язування іонів білками.

Електропровідність розраховується за формулою:

$$L = 1 / R ; \quad R = \rho \cdot l / S , \text{ де}$$

L – електропровідність;

R – опір;

l – довжина провідника;

S - поперечний розріз провідника;
 ρ – дорівнює $10^6 - 10^7$ Ом/см.

Закон Ома для клітин виражається рівнянням:

$$Y = U - P(t) / R$$

де, $P(t)$ – поляризація

ХІД РОБОТИ

Вимірювання електропровідності L виконують за допомогою кондуктометра без компенсації температури.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Датчик помістити в досліджуваний розчин так, щоб відстань від електродів до дна посудини складала більше ніж 2 см;
2. при вимірюванні в діапазоні 0,3–3 С/м клавіша **H_z³⁵⁰⁰** повинна бути натиснута, а при вимірюванні в діапазоні 0,1-10 С/м клавіша **H_z³⁵⁰⁰** – відключена;
3. натиснути вмикач **T** та ручкою **REG** встановити стрілку кондуктометра на 25⁰С (шкала 0-100);
4. натиснути вмикач **S/m** і поворотом перемикача підібрати такий діапазон виміру, щоб стрілка кондуктометра відхилялась до кінця шкали.

Завдання 1. Виміряти електропровідність (L) дистильованої води, фізіологічного розчину, розчину сахарози 40 %, козячого та коров'ячого молока, крові за допомогою кондуктометра.

Вимірювання проводять після витримування електродів у досліджуваному розчині впродовж 5 хвилин. Після кожного вимірювання датчик ретельно промити дистильованою водою.

Отримані дані занести в таблицю, проаналізувати отримані результати, зробити висновки.

Показники електропровідності

Досліджувана рідина	Показники кондуктометра		Показники електропровідності, mS/m
	Показники за шкалою	Діапазон вимірювань	
1.			
2.			
3.			
...			

Питання для самоконтролю.

1. Що таке електропровідність?
2. Що таке поляризація?
3. Види поляризації.
4. Що таке сумарний опір тканин?
5. Закон Ома.
6. Одиниці вимірювання електропровідності.
7. Області застосування електропровідності.