

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №10

### Вимірювання кислотності розчинів за допомогою рН-метра

*Мета роботи:* Ознайомитись з принципом дії рН-метра

*Прилади та обладнання:* рН-метр, буферний розчин, досліджувані розчини

#### *Теоретичні відомості*

Сьогодні внутрішлункова рН- метрія відіграє значну роль у діагностиці захворювань верхніх відділів шлунково-кишкового тракту. У шлунку прийнято виділяти дві зони, які розрізняються за своєю секреторною функцією: 1) **кислотоутворююча**, яка включає в себе дно (свод) та тіло шлунку. В цій зоні під впливом гастрину та ацетілхоліну відтворюється виробка соляної кислоти; 2) **нейтралізуюча**, до якої відносяться пілоричний та антральний відділи шлунку. Тут відтворюється секреція іонів гідрокарбонату  $\text{HCO}_3^-$ . Цей процес зумовлений обміном іонів  $\text{Cl}^-$  на іони  $\text{HCO}_3^-$  та процесом пасивної дифузії гідрокарбонат-іонів з крові. Секреція гідрокарбонатів у шлунку становить 2-10% від максимальної секреції соляної кислоти та стимулюється глюкагоном, холецистокиніном, агоністами холінергічних рецепторів, простагландінами та підвищенням кислотності у просвіті шлунку. Гідрокарбонат- іони концентруються поперед усього в слізі поблизу поверхні слизової оболонки, підтримуючи нейтральну середу біля пікальної мембрани клітин. При цьому в просвіті пілоричного відділу шлунку та проксимальної частини дванадцятьопалої кишки у нормі може наблюдатися слабокисла середа. Дослідження свідчать, що слизова оболонка дна шлунку також здатна секретувати іони  $\text{HCO}_3^-$ . Подавляють секрецію гідрокарбонатів у шлунку нестероїдні протизапальні препарати, жовчні солі та етиловий спирт.

Принцип дії гальванічних перетворювачі рН-метрів базується на залежності електродних потенціалів від активності водневих іонів, по якій можливо визначити властивості, зокрема концентрацію, водних розчинів. Сутність цього способу полягає в наступному. Молекули води частково дисоціюють на іони водню  $\text{H}^+$  та іони гідроксилу  $\text{OH}^-$ . При цьому для дистильованої води та нейтральних розчинів активність  $a(\text{H}^+)$  іонів водню дорівнює активності  $a(\text{OH}^-)$  іонів гідроксилу, для

водних розчинів кислот  $a(\text{H}^+) \geq a(\text{OH}^-)$ , та тим більше, чим більше концентрація, а для водних розчинів луг  $a(\text{H}^+) \leq a(\text{OH}^-)$  та зменшується разом із збільшенням концентрації. У той же час для даної температури добуток цих активностей завжди лишається постійним як для води, так і для водних розчинів кислот та луг та характеризується так званим *іонним добутком* води:

$$K(\text{H}_2\text{O}) = a(\text{H}^+) a(\text{OH}^-) \quad (10.1)$$

Тобто, для оцінки властивостей водних розчинів достатньо виміряти, наприклад, активність водневих іонів. На практиці, для зручності обчислень, активність водневих іонів характеризують *водневим показником* рН, який визначається як від'ємний логарифм активності іонів водню:

$$\text{pH} = - \lg a(\text{H}^+) \quad (10.2)$$

Показник рН для водних розчинів змінюється від 0 для сильно концентрованих водних розчинів кислот до 14 одиниць для концентрованих водних розчинів луг. У розчинах неводних розчинників показник рН у залежності від концентрації буде змінюватися в інших межах, наприклад, в аміаці 0...32,7 од.

Уперше водневий показник рН запропонував використовувати Соренсен у 1909 році. За визначенням Соренсена рН являється логарифмом концентрації іонів водню у водному розчині, взятому із зворотнім знаком:

$$\text{pH} = - \lg [\text{H}^+] \quad (10.3)$$

Таким чином, у нейтральному середовищі, де концентрація іонів водню складає  $10^{-7}$ , рН складає 7 одиниць. У кислих розчинах, де концентрація іонів водню вище (наприклад,  $10^{-2}$  або  $10^{-3}$  моль/л) рН менше 7, а в лужних розчинах (наприклад,  $10^{-8}$  або  $10^{-9}$  моль/л) рН більше 7 одиниць.

Активність іонів водню дорівнює їхній концентрації тільки у тому теоретичному випадку, коли в розчині, що досліджується, відсутні інші іони. При додаванні у розчин одних іонів одночасно в нього додаються інші іони, протилежного знаку. Взаємодія між двома видами іонів призводить до зміни активності обох, хоча їхня концентрація не змінюється. Тому перерахунок показників рН, які відображують активність іонів водню, у концентрацію, може

вестися тільки приблизно.

У 1909 році Соренсен вперше використовував для виміру рН електрохімічні електроди. Внутрішньошлункову рН-метрію вперше провів McCledon у 1915 році. Він виявив, що натщесерце у шлунку міститься нейтральна середа, а після пробного сніданку внаслідок виділення соляної кислоти рН знижується до 1,5 одиниць. У нашій країні зонд з електродами для внутрішньошлункової рН-метрії створив Є.Ю. Лінар у 1957 році.

Прилад, який призначається для виміру рН, називається рН-метром. Гальванічні перетворювачі рН-метрів містять два напівелемента: скляний вимірювальний та допоміжний, електродний потенціал якого є відомим. В якості допоміжного напівелемента на практиці найбільш широке застосування отримали каломельні напівелементи.

Рівняння перетворення гальванічного перетворювача рН-метра може бути записане у вигляді:

$$E_x = E_0 + b p H \quad (10.4),$$

де  $E_0$  - е.д.с. перетворювача при  $pH = 0$ ,  $b$  – коефіцієнт, який залежить від типу використаних електродів та температури розчину.

Існують наступні різновиди внутрішньошлункової рН-метрії:

- короткочасна внутрішньошлункова рН- метрія;
- довготермінова (24-годинна) внутрішньошлункова рН- метрія;
- рН-метрія з використанням радіокапсул;
- ендоскопічна рН-метрія.

### ***Порядок виконання роботи***

1. Включити рН-метр в електричну мережу.
2. Налаштувати рН-метр за допомогою буферного розчину.
3. Провести рН-метрію сьоми розчинів соляної кислоти, які були надані. Виміри на кожному розчині повторити тричі.
4. Зробити висновки щодо точності даного методу вимірювань концентрації іонів водню.

5. Перевести отримані значення величин рН у концентрацію іонів водню.

### *Контрольні питання*

1. Пояснити принцип дії рН-метру.
2. Які величини можливо знайти за показником рН ?
3. Чим відрізняється визначення рН за Соренсеном від сучасного визначення рН?
4. Що таке іонний добуток ? Для чого він використовується?
5. У чому полягають сучасні методи внутрішньовнутрішньошлункової рН-метрії?

