

**С.М. Губський**, канд. хім. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

**О.Г. Дьяков**, канд. техн. наук, доц. (ХДУХТ, Харків)

## **ВИЗНАЧЕННЯ АКТИВНОСТІ ВОДИ В ХАРЧОВИХ СИСТЕМАХ**

Одним із найбільш значущих хімічних компонентів будь-якої харчової системи є вода, яка має вплив не тільки на хімічну та фізичну, а й на мікробіологічну стабільність зазначених систем. Традиційно дискусія про значення води в системі контролю якості продуктів харчування зосереджена на вологості або вмісту води в зразку. Цей параметр визначається багатьма фізико-хімічними методами: гравіметрія, ІЧ- та ЯМР-спектроскопія, титрування за допомогою реактива Фішера тощо. Однак зміст води в харчовій системі не є надійним предиктором мікробних і хімічних реакцій. Обмеження по використанню цього параметра в якості показника безпеки і якості пояснюються відмінностями в інтенсивності взаємодії води з іншими компонентами досліджуваної системи.

Ще одним важливим параметром води в харчових системах є активність води (АВ) ( $a_w$ ), яка характеризує енергетичний стан води. Останній відображає тенденцією виходу її зі зразка, тобто, є ознакою того, наскільки міцно вода «зв'язана», структурно або хімічно, в продуктах. Загалом для коректного відображення статусу води в зразку потрібно знати як вміст води, так і активність води. Проте АВ є більш релевантний показником при розгляді питань якості і безпеки.

Активність води іноді описують в термінах кількості «зв'язаної» і «вільної» води, що не є дуже корисним описом, оскільки це спроба класифікувати континуум в термінах дискретних станів. Реальна проблема полягає не в тому, «чи зв'язана вода», а в тому, наскільки міцно вона «зв'язана». В цьому сенсі, по-перше, АВ є мірою роботи, необхідної для видалення води з системи. Оскільки вода присутня в різних енергетичних станах, аналітичні методи, які намагаються вимірювати загальну вологість в зразках, не завжди дають узгоджені результати. По-друге, існує кілька чинників (адсорбційних, матричних і капілярних), які визначають АВ в системі. Внаслідок різного впливу цих чинників рівноважне значення АВ є усередненням континууму енергетичних станів води в системі, що краще за статичну характеристику типу «зв'язаності».

АВ – це параметр, що в рамках термодинамічної концепції має зв'язок з частковою питомою вільною енергією Гіббса системи. Це накладає вимоги до його визначення, що полягають в необхідності знаходження системи в стані рівноваги при заданій температурі. Важливим є питання вибору стандартного стану. Зазвичай, таким є

стан чистої води, в порівнянні з яким розглядається стан води в реальній системі. При такому виборі вільна енергія Гіббса чистої води дорівнює нулю, активність становить 1,0. Кількісно АВ – це відношення тиску водяної пари в харчовій системі ( $\rho$ ) до тиску парів чистої води ( $\rho_o$ ) при тій же температурі. При досягненні стану рівноваги дорівнює відносній вологості повітря ERH (це відношення тиску парів повітря до його тиску насичених парів) навколо зразка в герметичній вимірювальній камері:

$$\alpha_w = \frac{\rho}{\rho_o} = \frac{ERH(\%)}{100}.$$

Аналіз літератури свідчить про наявність двох доступних непрямих методів вимірювання АВ на принципі досягнення рівноваги між водою в рідкій фазі в зразку та водою в паровій фазі в вільному просторі закритої камери і вимірюванні відносної вологості в цьому просторі. Один використовує технологію точки роси, а інший – датчики відносної вологості, що змінюють електричний опір або ємність. Переваги ємнісних датчиків – це простий дизайн і недорогога реалізація. Остання технологія була покладена в основу розробки приладу для визначення АВ харчових систем, принципова схема якого приведена на рис. 1. Складові приладу такі: повітряний термостат TC-80М з точністю задання температури  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ; сенсор AM2302 вологості ( $\pm 2\%$ ) та температури ( $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ); мікроконтролер Arduino One з дисплеєм LCD-1602 та 10-бітним аналого-цифровим перетворювачем; від 1 до 6 пластмасових або скляних внутрішніх камер для зразків об'ємом 50 мл; розроблена комп'ютерна програма РНСН Data Logger Ax (Processing v.3) для моніторингу зміни показників вологості та температури з часом.

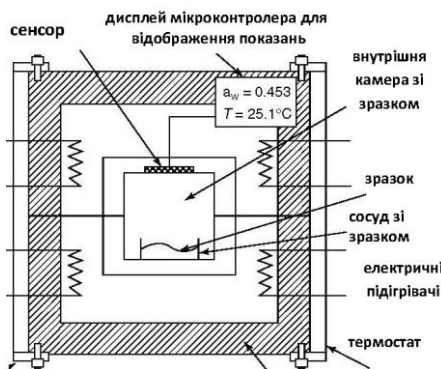


Рис. Принципова схема приладу

Для калібрування сенсору були використані насичені розчини неорганічних солей з відомими величинами  $a_w$  в діапазоні 0,11–0,95.

Працездатність приладу була перевірена на зразках різноманітних кондитерських та хлібобулочних виробів.