

生物電子鼻在茶業應用之展望

◆文／蔡志賢

人對嗅覺與味覺的表達，常常只是形容式的描述，香、臭、苦、澀、酸及甜等，不像聲音（分貝，decibels）或是光（光強度， $\mu\text{mole/m}^2\text{s}^{-1}$ ）有正確而客觀的定義。而基本上味覺的發生主要是舌上味蕾與物質結合產生的變化，因此測定結合物質的量即可間接表達味覺。香氣的表達則較不容易，雖然人類的嗅覺敏感度不高，但能分辨出濃度3-10 ppb的香氣物質，而可被人類分辨的氣味種類更高達萬種以上，但除了主觀的語言描述外，對於香氣味道並無測量強度或特性的單位。因此，結合了化學、電子、電腦、分子生物等科技，發展出嗅覺感應系統（olfactoscopy），能客觀地將氣味加以定性及定量，建立嗅覺分析標準，來更精確地描述氣味，稱為生物電子鼻（bioelectronic nose）。

目前運作的各種電子鼻系統，雖然在硬體結構及分析軟體有所差異，但其系統架構與運作方式，主要是模擬人類的嗅覺系統。基本上其運作可分為三個階段：(1).感應器（sensors），主要功能與人類鼻子的嗅覺接收器相似，不同種類的感應器對不同的氣味分子有不同的感應靈敏度反應，再將反應變化轉化成機器可辨識的訊號。(2).訊號處理（data processing），將機器可辨識的訊號轉成圖譜、指紋或向量訊號等資料。(3).類神經網路處理系統（neural networks），模擬人類大腦，將圖譜、指紋、向量訊號等做資料比對與判

別，來提供及時的氣味辨識描述與評估。電子鼻在實際的運作上通常會有進氣或抽氣裝置，將受測的氣體抽至感應器槽進行反應，反應訊號再轉換至電腦處理器進行原始資料運算，運算後資料經由類神經網路軟體或其他統計分析比對後呈現出結果。

作者以為生物電子鼻在茶業的應用有下面幾個方向可供思考：

1. 茶葉分級與品質鑑定：茶葉品質好壞的關鍵，香氣佔有決定性的比重，電子鼻可作為官能品質鑑定科學化與客觀化的應用。邱創興先生曾以台灣南投縣名間鄉茶區冬季優良茶比賽評定的頭等、貳等、參等與優良獎的翠玉茶為材料，以壓電晶體嗅覺生物感測器來偵測茶葉香氣，由六角圖譜描述可以區分出四種等級之翠玉茶，級數越高茶葉，其圖譜越大。亦即電子鼻分辨的能力與評審具有良好相關性，若能建立各茶區特色茶及各等級茶之完整資料庫，則可做茶葉的分級標準。
2. 茶葉分類與真偽鑑定：茶葉零售市場因為種類繁多，價格差異極大，有張冠李戴或低價茶高賣的情形，對消費者權益影響極大。陳麗鳳小姐收集了台灣地區1998年的秋茶與冬茶包括：綠茶、文山包種茶、半球型包種茶、高山茶、白毫烏龍茶、紅茶等合計138個各特色茶區之茶樣，以電子鼻與感官品評進行比對分析，結果顯示電子鼻在不同發酵程度茶葉種類（紅茶、綠茶、包種茶...）具有100%辨識能力，

在產季、栽培海拔、焙火程度及價位上的正確率也有80%，其預測力較感官品評為高。因此若能配合其他種類的感測器建立資料庫，可以分辨各地區特色茶葉。

3. 茶葉製程指標：在部分發酵茶製程上，萎凋攪拌是最重要的步驟，萎凋發酵不足或過度皆不能製造出優質茶葉，有經驗的製茶師是以茶菁萎凋程度及香氣轉變為觀察指標。作者曾針對文山包種茶製程選出對花香、果香等甜香味敏感的壓電晶體生物感應器，經聚類分析（Hierarchical cluster analysis）可清楚分別各次萎凋攪拌程序，若配合類神經網路分析軟體，可作為包種茶萎凋過程之指標，尤其是萎凋終點前茶菁產生的香氣波峰與壓電晶體生物感應器頻率變化相吻合，若以為判定指標則與經驗豐富的製茶師之判斷具有相當的一致性。
4. 茶葉農藥殘毒檢驗工具：不論是茶菁或是成茶的農藥殘毒的檢測方法，步驟都相當繁瑣且耗時，亟需開發快速的檢驗技術。Guilbault & Van Sant 兩位學者曾將乙酰膽鹼酶（Acetylcholinesterase）固定在壓電晶體上，利用有機磷化合物與醇素的反應，使壓電晶體產生頻率變化，來偵測有機磷類農藥，其反應時間只需30-60秒，偵測靈敏度可達ppb範圍。因此，若開發不同類型農藥之專一性感測器，則可利用電子鼻偵測農藥殘毒是否在安全容許量內或是否使用了禁用的農藥。
5. 製茶程序自動化：茶葉的生產對人力依賴頗重，尤其是部份發酵茶類（如包種茶）之製茶程序繁瑣，時間冗長，且技術性高，需有經驗的製

茶師方能勝任，而目前的全自動化機械所生產茶葉品質只在中低水準，此乃因為以茶菁失重為萎凋程度之指標並不完善，若配合電子鼻的應用在萎凋各步驟及殺菁時間的控制都以香氣變化為指標，則可以自動化機械替代人力大量製造優質包種茶，以紓緩農村不足的專業人力。

自1993年第一台商業化量產電子鼻問世以後，因為其具有較傳統分析方法更快速靈敏且再現性與安全性皆佳，而操作上也很容易，因此電子鼻就被廣泛應用在各種食品之感官分析檢驗、臨床醫檢及環保檢測上。目前茶葉的評鑑以官能評鑑為主，利用官能評鑑能快速評鑑出茶葉形、色、香、味的優劣，敏銳地判別出茶葉品質異常現象，並可針對需要，以不同品評標準選擇各市場所需的適當茶樣，且不需精密儀器，設備簡單。但以人執行的官能評鑑可能因主觀性問題，又一天之內所能評鑑的樣品數目有限，且不能達到很高的再現性與重複性，而評鑑人員的訓練不易，此皆為官能評鑑難以克服的缺點，電子鼻正可以彌補這些缺點。依目前各研究人員的研究成果，若能建立茶葉香氣特色的完整資料庫及開發出專一性的感應器，電子鼻可以在茶葉分類、分級、品質鑑定、農藥檢驗、製茶程序指標及自動化生產等方面得到很好的運用。此外，以電子鼻監測茶葉儲存期間香氣變化，研判其質變與否、適性包裝材質選擇、陳年茶之年份判斷等也都是可以發展方向，但目前電子鼻最大缺點是設備花費昂貴，因此針對茶葉運用的各種目的，開發專一而便宜的嗅覺感應器是目前亟需克服的課題。