

發酵與發酵食品

張永和

靜宜大學食品營養學系教授

yhchang@pu.edu.tw

日常食品中常見酒、醬油、酸菜、發酵奶、奶酪、醬豆腐、豆豉、醋等所謂「發酵食品」，而饅頭及烘焙食品製造過程中有所謂「發酵」步驟，甚至台灣名產凍頂烏龍茶的生產過程中也有所謂的「發酵」處理，聞名的普洱茶則被稱為「後發酵茶」，你可知道其中的差異及奧秘嗎？

「發酵(fermentation)」一詞最早用於描述釀酒過程中氣泡產生的現象，其成因已知為微生物利用釀酒原料中之糖類成分代謝產生了二氧化碳且釋放至外界。因此，早期對「發酵」一詞之定義限定在代謝糖類成分產生酒精及二氧化碳。然隨著科學知識及加工技術之演進，發酵不再侷限於釀酒領域，舉凡因微生物之生理活動而引起的化學變化，將有機物分解轉變成小分子且對人體有益之物質的現象，皆稱之為「發酵」。一般而言，食品「腐敗」也常是由微生物之作用所引起，但是腐敗造成食品品質或營養價值降低，有時甚至會產生有害人體健康之物質。

如前所述，發酵與腐敗皆是由微生物之活動所引起，而與發酵有關之微生物主要為黴菌(真菌類 fungi)、酵母菌(yeast)及細菌(bacteria，如醋酸菌及乳酸菌)。所謂微生物之活動或作用主要在於其提供了促進反應或造成變化之工具，那就是「酵素」。酵素(enzyme)係由具特定功能性之蛋白質所構成，於動植物體內及微生物細胞內所發生之許多反應或變化皆與酵素之觸媒作用有關。由於酵素的發現，「發酵」一詞也開始被使用在與酵素作用有關之場合上。為進一步闡明「發酵」一詞的意義及使用範圍，以下舉數種發酵食品為例來說明。

酒類製品

酒類製品是最習見於不同民族的發酵食品，無論是釀造酒(啤酒、清酒、葡萄酒等)或蒸餾酒(威士忌、白蘭地、伏特加等)皆是利用微生物之作用分解原料中之成分，特別是糖類成分，而產生酒精及特殊風味。傳統製程中啤酒發酵過程可概分為「前發酵」(主發酵)及「後發酵」(貯酒)；前者係使已降解糖化之原料經由微生物(酵母菌)之作用生成酒精、二氧化碳及部分香氣與風味成分，而後者係利用殘存之糖分於低溫下持續進行作用，以生成飽和碳酸氣並完成啤酒產品之澄清化及風味熟成。目前之釀酒技術與設備已逐漸將整個發酵過程看成為一連貫的作用，亦即將酒精生成與風味熟成一氣呵成。

醋及醬油

醋是以醋酸為主之液體調味料。釀造醋主要係以含有澱粉、糖類或酒精之原料，經微生物(醋酸菌)的作用進一步將酒精氧化成醋酸，也就是所謂之「醋酸發酵」。

醬油係以黃豆與小麥為主原料的發酵產品，其製造過程中包含了黴菌發酵、乳酸發酵及酒精發酵，整個過程極為複雜，傳統釀造過程費時可長達一年之久。醬油釀造過程主要在利用微生物降解原料中之蛋白質，此點與酒類釀造並不相同。

發酵乳製品

以牛乳為主原料經乳酸菌發酵生產之製品中則以酸酪乳(yogurt, 或稱優酪乳)及乳酸飲料最為普遍。依據 1977 年聯合國糧農組織(FAO)及世界衛生組織(WHO)的定義：「成品中必需含有豐富的活性乳酸菌才稱為 yogurt」。因此無論是那一品牌的酸酪乳或優酪乳，都必需含有活性乳酸菌；而不同品牌產品所用的乳酸菌菌種各不相同，對身體的健康的功效及產品口感、風味亦不相同。乳酸飲料亦為利用乳酸發酵之乳製品，唯其製造過程中已利用加熱方式殺死乳酸菌，故其產品中並不含活性乳酸菌，這是與酸酪乳主要不同之處；此類產品如市售之可爾必斯(Calpis)。

另一類較為少見的發酵乳品為「乳酒」，如 kefir 是高加索地區傳統之牛乳發酵品，取特定之乳酸菌及酵母等微生物，加入牛乳中，除了有乳酸發酵之作用外，並由酵母菌利用牛乳中之乳糖行酒精發酵而生產出具有乳酸及酒精的產品。此外，又如 Koumiss，係以乳糖含量高的馬乳為原料，同樣利用乳酸菌之乳酸發酵及酵母之酒精發酵而製得發酵製品。

麵粉製品

饅頭及烘焙食品(如麵包)之製造一般都需要經過三個步驟：原料攪拌、發酵與烘焙。發酵過程中，利用酵母將麵糰內一些糖類成分；如葡萄糖等轉變為酒精及二氧化碳。而釋放出的二氧化碳氣體，可使麵糰體積膨脹。自古以來，酵母菌是用途最廣泛的真菌，經常被利用來製造各種發酵食品，揉好的麵糰加入酵母菌，經過發酵後產生二氧化碳，就會使麵糰發脹膨鬆起來，麵包裡面無數的小洞就是二氧化碳留下的痕跡，仔細聞聞看還可感受到其醇香。

茶葉

發酵作用在製茶上有兩種不同型式，一種指的是單純的酵素性氧化作用，其作用的酵素來自茶青本身；另一種則是先破壞茶青本身所含酵素，再由微生物之生長來產生發酵作用。無論是那一種發酵型式，皆會造成茶青顏色、香氣及口感滋味的改變。

一般而言，茶葉製造時先將茶青放在空氣中萎凋，使其水分蒸發、組織破壞、空氣易於進入組織，使得茶青本身所含有的氧化酵素結合空氣中之氧氣開

始發生作用，造成單寧、葉綠素等成分之氧化及變色。發酵作用至特定的處理程度後，再利用高溫蒸、炒等加熱方式將酵素加以不活性化、抑制其作用，而達製造具不同發酵程度的「發酵茶」之目的。「發酵茶」依其發酵程度的不同可區分為「部分發酵茶」(如包種茶、烏龍茶)及「全發酵茶」(如紅茶)。

以加熱方式破壞茶青本身酵素之活性的步驟稱之為「殺菁」，若茶青於採下後不經萎凋及發酵過程，逕行殺菁，則製造所得的是「不發酵茶」，如綠茶、龍井茶等。若茶青於直接殺菁後，再揉捻並堆放，這時由於茶青還是濕的，易發熱且引發微生物(黴菌)生長，造成另外一種型式的發酵。發酵完成後乾燥所得就是市售的「普洱茶」，其茶湯湯色較為深紅，滋味亦較為厚重醇和。為有別於上述殺菁前的自身酵素之氧化發酵作用，這種殺菁後的微生物作用的發酵就被稱為「後發酵」處理。此種再發酵處理與上述的自身氧化酵素的發酵作用不同，主要是來自微生物生長的黴菌發酵。