

發酵過程對褐藻應用價值之提升

黃培安¹、林泓廷²、洪郁嵐¹、吳純衡¹

¹水產試驗所水產加工組、²海洋大學食品科學系

前言

運用微生物發酵是人類文明史上最古老的生物技術，早在 17 世紀微生物學開始發展之前，人類對微生物尚無所知的時代，就已經廣泛的製作及食用各種天然發酵食品。歷經長時間的飲食經驗，人類發現食物原料經微生物發酵後具有延長保存時間、賦予良好

風味、容易消化及營養提高等優點，且因為生活地域及食物原料的不同，發展出多樣化的發酵食品，大致上又可區分為：陸生植物發酵食品－醬油、醋、納豆、酒、麵包等；陸生動物發酵食品－乾酪、酸酪乳等；以及海洋動物發酵食品－魚露、鹽辛 (Shiokara，內臟發酵物) 等，然而就獨缺海洋植物發酵食品 (圖 1) (Uchida and Miyoshi, 2013)。

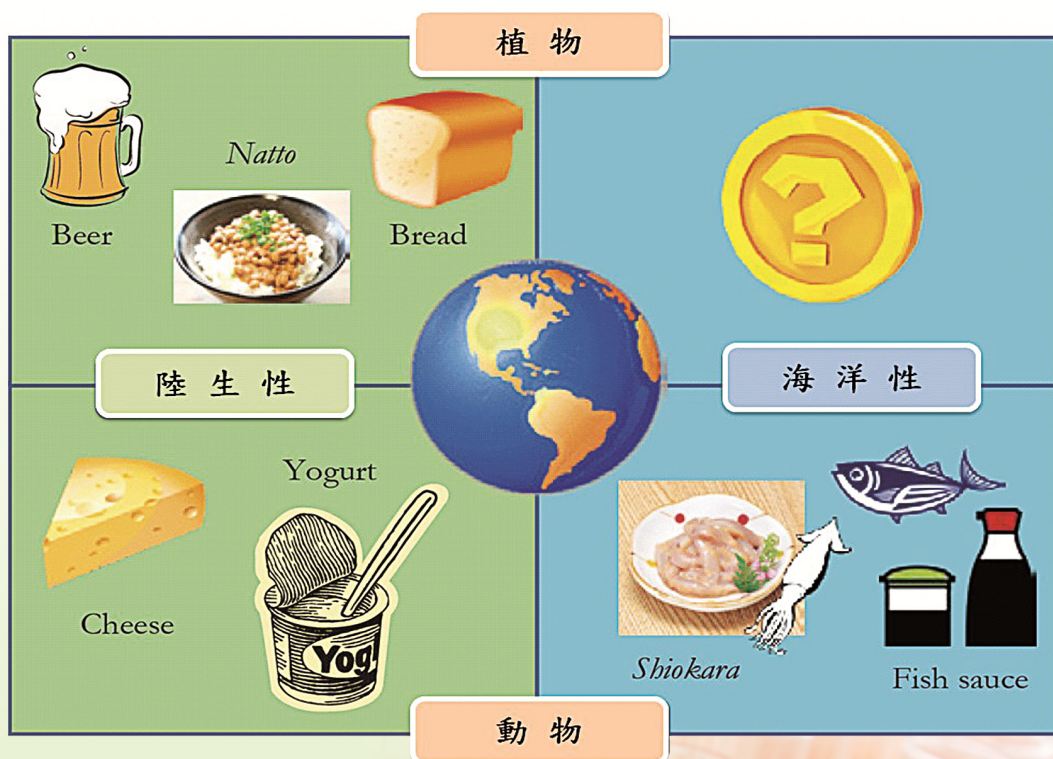


圖 1 以食物原料來源作發酵物分類－目前尚缺乏來自海洋植物的發酵品 (摘譯自 Japan Agricultural Research Quarterly, 2013, 47: 53-63)

1970—1990 年間，海藻的發酵應用一直著重在甲烷生產上，在食品製造上幾無進展，其主要原因係因為海藻富含 50—70% 碳水化合物（乾重），而微生物無法利用如此高量的大分子碳水化合物進行發酵反應。然近來的科技發展，讓醣類水解酵素日漸普及，能將海藻的大分子碳水化合物水解成小分子，亦開啟海藻發酵食品產業的新契機。以下筆者等將就褐藻發酵前後之差異性及應用性作一彙整比較，希望藉此找出褐藻在食品產業上的新發展方向。

發酵過程能強化褐藻原有之生物活性

褐藻含有豐富的活性物質，研究指出褐藻中的多醣及多酚物質具有抗氧化、抗凝血、抗發炎、抗病毒、抗高脂血症等作用 (Sachindra et al., 2010; Wang et al., 2011)。為了取得這些活性物質，學者建立了熱水、溶劑、酸水解、酵素水解等萃取法 (Heo et al., 2003; Athukorala et al., 2007)，這些萃取方式各有不同的限制因素，包括高成本、流程複雜及毒性問題等；其中以酵素水解萃取法的安全性及產率相對較高，然酵素的價格及活性穩定度卻是導致高成本的原因之一。基於發酵過程所使用的微生物具有培養簡單、繁殖迅速、種類多等優點，學者推測發酵在未來的產業發展上，將會是一項較符合成本效益的製造流程。

為瞭解發酵過程對褐藻生物活性之影響，Shobharani 等 (2012) 將經酵素水解後的褐藻（馬尾藻，*Sargassum* sp.）液分為發酵及

未發酵二組來進行實驗，所使用的發酵菌株為分離自魚廢棄物的 *Enterococcus faecium* 腸球菌，結果發現：經發酵 12 天，馬尾藻發酵物中的多酚含量是未發酵組的 1.36 倍，在清除氫過氧化物、一氧化氮、螯合亞鐵離子等抗氧化能力上均顯著高於未發酵組，此外清血栓的功能亦被強化。Wijesinghe 等 (2012) 則是使用 *Candida utilis* 酵母菌對褐藻（空莖昆布，*Ecklonia cava*）進行發酵，結果顯示，只要經過 1 天的時間，其多酚含量與未發酵組相比即顯著上升，且對氧化損傷細胞達到最好的修復效果；只是其多酚含量並未隨發酵時間的增加而提高，且抗氧化能力也隨著發酵時間的拉長而衰退。同樣以 *C. utilis* 酵母菌對褐藻（愛森藻，*Eisenia bicyclis*）進行發酵，以發酵 1 天的產物抗菌活性為最佳，推測與發酵物中的高多酚含量有關 (Eom et al., 2013)。從上述的文獻中可以得知，透過不同的藻種、發酵菌株、發酵條件的搭配，不僅能增加褐藻活性物質的產率，亦能強化其原有的生物活性。

發酵過程對褐藻氣味之影響

微生物就像是一個精密的小型工廠，因著不同的菌株特性，其生長條件亦有所差異，所能分解的物質及代謝產物亦各有特色（圖 2）。例如我們幾乎每天都會使用到的發酵物—醬油，就是黃豆經由麴菌第 1 階段發酵，接以耐鹽性乳酸菌及酵母菌第 2 階段發酵所得的產品，其中在第 2 階段時，醬油香味便逐漸形成。由於褐藻含有濃烈的特殊氣味，使得其被接受度迥異，因此學者也透過

發酵過程來改善褐藻的風味，期望開發出能被大眾所接受的褐藻加工產品。透過氣相層析質譜儀分析得知，褐藻約含有 56 種氣味成分，其中有 4 種氣味成分被認為是造成不悅的來源。Seo 等 (2012) 以 *Aspergillus oryzae* 麴菌接種在褐藻上，進行 30℃、4 天的發酵，結果發現，4 種令人不悅的氣味成分含量顯著下降約 75%，提高了褐藻的被接受度，更利於開發成為加工產品。



圖 2 因著不同的菌株特性，其生長條件、分解物質及代謝產物均各有特色

褐藻發酵物對酒精性肝炎之影響

酒精主要是在肝臟中完成代謝，因此當生物體攝入過量的酒精時會加重肝臟的負擔，進而導致急性或慢性肝臟疾病，如：脂肪肝、酒精性肝炎、肝硬化等。對於受酒精損傷的細胞，可藉由給予其抗氧化物質來減少損傷，此外亦有研究指出， γ -氨基丁酸 (γ -Amino butyric acid, GABA) 能改善慢性酒精損傷的症狀 (Cho et al., 2007)。由於海帶含

有豐富的谷胺酸 (Glutamic acid) 能轉換成 GABA，因此 Lee 等 (2010) 以能代謝生產最多 GABA 的 *Lactobacillus brevis* BJ-20 乳酸菌來進行海帶發酵；研究發現，海帶中的谷胺酸幾乎全被乳酸菌利用，轉化成為 GABA，且海帶發酵物的抗氧化活性也比未發酵組來的高。此外學者也進行了動物實驗，利用酒精誘發大鼠肝臟損傷，並同時餵食海帶發酵物，以探討海帶發酵物對酒精性肝炎大鼠是否具有保護作用。結果顯示，海帶發酵物能藉由抑制肝臟中的脂質過氧化，進而減少酒精對肝臟的損傷及維持肝臟抗氧化酵素的活性。此外海帶發酵物更顯著的抑制腎臟、心臟、脾臟、微粒體等重要器官的脂質過氧化，這些現象都在組織切片上明顯的呈現出來，表示富含 GABA 的海帶發酵物對酒精性肝炎大鼠具有保護作用 (Cha et al., 2013)。

結語

食品發酵產業歷史悠久，其優勢在於不受自然環境的影響，只要發酵的技術與設備夠成熟，都可以生產多樣化產品。從上述的研究結果可以得知，透過微生物發酵過程，不僅能改善褐藻風味，更可依菌種的不同，產出多樣性的發酵產物。目前褐藻發酵食品產業仍處於萌芽階段，若能把握此時機，積極開發相關技術，除了能讓褐藻加工品項更趨多元之外，更可創造出褐藻在食品產業上的新價值。