

乳酸菌發酵過程吳郭魚肉菌相之變化



陳玉真、吳建威

水產試驗所水產加工組

前言

吳郭魚類 (tilapia hybrids) 為台灣重要的淡水養殖魚類，其肉質鮮美、細刺少、富含蛋白質，加上價格低廉，是鮮食或水產加工的良好材料 (柯，1998)。主要消費型態除了少部分以生魚片方式外銷日本外，國內市場多半以生鮮銷售為主，至於加工方面，因為產品缺少變化，較不能吸引消費者購買與食用。若能有效利用吳郭魚發展成高附加價值或多種新型態之產品，如魚漿製品、發酵產品、蛋白質濃縮物等，不但可拓展國內外的銷售市場，並可提供富含蛋白質之便利食品 (Venugopal and Shahidi, 1995)。

就發酵產品而言，乳酸菌 (Lactic acid bacteria, LAB) 和我們的飲食生活關係密切且歷史悠久，無論在發酵乳、肉類或蔬果等各種加工食品中，人類巧妙的利用乳酸菌發酵來保存食品或修飾食品風味 (蔡，1998; Glatman et al., 2000)。目前乳酸菌被公認為食品級之安全物質 (Generally recognized as safe, GRAS)，且部分乳酸菌所產的胞外黏性物質 (Extracellular adhesive substance, EAS)，大多屬於胞外多醣類 (Exopolysaccharide, EPS)，其可應用於許多不同產品中，提供增黏、穩定、膠化和乳化的特性，並有減少離水現象 (Syneresis) 過程發生 (Vuyst and Degeest, 1999)。

吳郭魚肉發酵產品之加工流程

吳郭魚採肉後，以食物調理機細碎至肉漿狀，以香辛料調味並接種乳酸菌均勻混合後，進行灌腸。將樣品置入 37°C 培養箱中進行發酵，兩天後取出即為吳郭魚肉發酵食品。





發酵過程 pH 值、可滴定酸度、VBN 值及主要微生物菌相變化

將吳郭魚肉漿與 2% NaCl、1% Glucose、4% Sucrose、50% Distilled water 及 1% 發酵菌醃混合均勻後，分裝於已滅菌之 1,000 mL 玻璃燒杯中，於 37°C 下發酵後，測定其微生物變化。其中 *Lb. plantarum* BCRC12250、*Ped. pentosaceus* MFL 及 *Ped. Pentosaceus* MFS 3 株菌醃，分成 MFL + MFS、MFL + 12250、MFS + 12250 及 MFL + MFS + 12250 組接種至吳郭魚肉漿，添加乳酸菌菌醃為實驗組與未添加菌醃組（自然發酵，Non-starter）為對照組，於 37°C 下發酵 12 小時後，添加菌醃之 4 組，其 pH 值由 6.67 ± 0.01 快速下降至 4.38–4.96；對照組於自然發酵 12 小時後，僅下降至 6.08。

經 24 小時發酵後，乳酸菌菌數皆達 8.00–8.85 log CFU/g，好氣性生菌（Aerobic bacteria）菌數由 4.90 log CFU/g 增殖至 8.48–8.85 log CFU/g，與乳酸菌生長趨勢相當，因此推斷添加的乳酸菌經 24 小時發酵後，成

為吳郭魚肉漿中之優勢菌種。對照組經 24 小時發酵後，黴菌/酵母菌（Mold/Yeast）菌數為 6.90 log CFU/g、金黃色葡萄球菌（*Staphylococcus*）菌數為 7.70 log CFU/g、假單胞菌屬（*Pseudomonas*）菌數為 7.85 log CFU/g 及腸內細菌科（Enterobacteriaceae）菌數為 7.70 log CFU/g；實驗組經 24 小時發酵後，Mold/yeast 數為 3.30 log CFU/g、*Staphylococcus* 數為 4.00–5.48 log CFU/g、*Pseudomonas* 數為 3.30–5.48 log CFU/g 及 Enterobacteriaceae 數為 2.38–3.57 CFU/g。結果顯示，乳酸菌於發酵 24 小時後，可有效抑制吳郭魚肉漿中 *Pseudomonas*、*Staphylococcus*、Mold/Yeast 及 Enterobacteriaceae 之生長，推測可能因乳酸菌產生乳酸或其他抑菌物質（如細菌素）所致。Yin and Jiang (2001) 及 Yin et al. (2002) 利用乳酸菌做為發酵菌醃，發現可有效抑制 *Pseudomonas*、*Staphylococcus*、Mold/Yeast 及 Enterobacteriaceae 之生長其結果與本次實驗結果相符。Sakhare and Narasimha (2003) 更進一步測試，於 37°C 下之碎攪肉乳酸發酵製品中分別以人為污染 5 log CFU/g *S. typhimurium*、*S. aureus* 及 *Escherichia coli* 之病原菌，發現乳酸菌發酵有明顯抑制該些病原菌之生長效果。24 小時發酵期間內，5 組吳郭魚發酵食品之可滴定酸度皆有增加情況，其中以 4 組添加乳酸菌醃組之可滴定酸度（0.10–0.50%）要較對照組（0.06–0.14%）之增加量為多（圖 1）。

綜合上述 pH 值及可滴定酸度變化結果顯示，乳酸菌在發酵期間急速的生長與增殖，造成大量有機酸產生與 pH 值下降，此對抑制食品中不良微生物於發酵及貯藏期間的增殖與生長、毒素之產生具有重要的意義（黃，1995）。發酵香腸之產酸條件主要受乳酸

菌種類、糖種類和濃度、發酵溫度與時間及不同添加物之影響。在香腸菌醃生長發酵時，添加 0.75% 葡萄糖是必要的，因為糖的添加除了使發酵香腸熟成時 pH 值降低，亦可促進蛋白質分解，增加游離胺基酸 (Lois et al., 1987)。

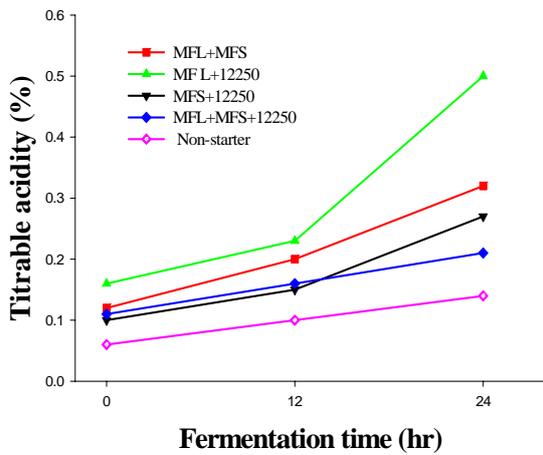


圖 1 在 37°C 下，以乳酸菌發酵吳郭魚肉漿，其可滴定酸度 (Titrable acidity, %) 之變化

*: MFL + MFS: *Ped. pentosaceus* MFL and MFS; MFL + 12250: *Ped. pentosaceus* MFL and *Lactobacillus* (*Lb.*) *plantarum* BCRC12250; MFS + 12250: *Ped. pentosaceus* MFS and *Lb. plantarum* BCRC12250; MFL + MFS + 12250: *Ped. pentosaceus* MFL and MFS and *Lb. plantarum* BCRC12250; Non-starter: no starter added

吳郭魚發酵食品在發酵期間之膠強度與白度的變化

發酵過程中，乳酸菌產生乳酸導致 pH 值下降，當 pH 降至 5.3 以下會接近魚肉蛋白質的等電點，易使魚肉蛋白質凝膠，增強製品的質地。發酵吳郭魚食品之膠強度 (Gel strength) 測試係在每個燒杯中，分別裝入 15 g 的魚肉，於相同條件下，探討於發酵期間膠強度的變化。由實驗結果發現，發酵 24 小時後，試驗組均較對照組有較好的膠強度表現，對照組的膠強度皆低於 430 cm × g。另，

應用可產生 EAS 的菌株 *Lb. plantarum* BCRC12250 參與發酵，有助於膠強度的增加，於 37°C 下發酵 24 小時，可達 631.77–742.74 cm × g，較不產生 EAS 之 *P. pentosaceus* MFL 與 MFS 發酵組 (621.08 cm × g) 表現為佳。施 (2000) 與詹 (2001) 利用會產生 EAS 之乳酸菌株發酵吳郭魚與鱈魚肉漿，亦發現其可有效提高魚肉發酵肉漿之膠強度表現。

由實驗結果發現，在 37°C 發酵 24 小時後，添加乳酸菌醃組，其 Hunter L (Indicator of transparency) 值由 52.32 增加至 58.80–62.66，白度 (Whiteness) 可增加 7 到 10 個百分比，然而 Hunter a 值 (A redness indicator) 則較對照組或未發酵前明顯下降，推測可能是肌肉色素受微生物影響產生降解作用，造成退色所致。此外 Hunter b 值 (Blue/yellow) 在發酵過程中有些微降低的現象，可能是由於微生物大量繁殖而造成顏色的變化。整體而言，四組添加乳酸菌醃之發酵吳郭魚食品，其 Hunter a 與 Hunter b 值下降、Hunter L 與 Whiteness 提高，推測因為魚肉蛋白質已被乳酸菌之蛋白酶水解，且因乳酸菌代謝生成乳酸等有機酸造成 pH 值之下降，誘發魚肉蛋白質之凝聚所致 (Yin and Jiang, 2001)。

結論

以乳酸菌作為吳郭魚發酵食品之菌醃，能使 pH 值急速下降至 4.6 以下，成為優勢菌醃，並抑制吳郭魚發酵食品中雜菌的生長，減緩 VBN 值的上升。

以可產生 EAS 的乳酸菌發酵吳郭魚食品，其膠強度較不產生 EAS 者為高。另外，利用乳酸菌發酵吳郭魚食品可以適度提高魚肉的白度，改善產品色澤。