

海藻寡糖的乳酸菌發酵及產品開發

潘崇良

國立臺灣海洋大學食品科學系

海藻多醣萃取物經洋菜酶 (agarases) 適當降解 (degrade) 為簡單醣類如單醣類與雙醣類等產物後，為瞭解該類多醣水解物是否含有可被某些乳酸菌發酵利用的簡單醣類組成物，即以臺灣地區所產常見之龍鬚菜、海菜、紫菜、與海帶等海藻之多醣萃取物為基礎材料，另添加適量的氮源營養物質，接種乳酸菌觀察微生物生長與發酵產酸等變化。

10 種藻類寡糖乳酸發酵基質經二株乳酸菌菌株 *Enterococcus* (*Ent.*) *faecalis* BCRC13076 及 *Lactobacillus* (*Lb.*) *rhamnosus* BCRC14068 於 37°C 發酵 24 hr 後，pH 值可降至 4.6 以下。經 4°C 下貯藏 1 或 2 週後，pH 值下降率與可滴定酸度上升率，皆隨貯藏時間和還原糖量的增加而上升，乳酸菌殘存率隨貯藏時間和還原糖量之增加而下降。除以二株乳酸菌發酵所得乳酸發酵產物之清除 DPPH 自由基能力外，所得發酵產物之還原力、亞鐵離子螯合效應、抑制血紅素催化亞麻油酸自氧化能力、過氧化氫清除效應、以及羥基自由基清除效應等 5 種抗氧化性測試結果均隨著發酵基質中還原糖量的增加而上升。

海帶熱水萃取液 (Lam) 經 5 units/mL agarases 和 cellulase 於 40°C 降解 12 小時後可得海帶水解液 (L-Lam)，由膠體過濾層析測試結果可知其具適合乳酸發酵的寡糖與單醣組成。以 (A) *Lb. rhamnosus* BCRC 14068 和 *Ent. faecalis* BCRC 13076、(B) *Lb. plantarum* BCRC 10069 和 *Lb. plantarum* BCRC 12250、與 (C) *Lb. plantarum* BCRC 10069 和 *Lactococcus* (*Lc.*) *lactis* BCRC 12315 三組混合菌醃 (接種量為 3% 或 5%, v/v) 各別於 37°C 下發酵 2% (w/v) (I) Lam、(II) L-Lam、(III) L-Lam + YE [L-Lam + 0.5% (w/v) yeast extract]、或 (IV) L-Lam + P [L-Lam + 0.5% (w/v) peptone]，即可得海帶多醣乳酸發酵產物。(B) 組乳酸菌醃發酵 (III) L-Lam + YE 4 小時後可達到發酵終點 (pH < 4.6)，該組產物之可滴定酸度與乳酸菌數皆為各試驗組中之最高者。在螯合亞鐵離子能力上，以 (C) 組菌醃發酵 (IV) L-Lam + P 所得產物之螯合能力較高 (可達 76.15% 以上)。在清除 DPPH 自由基方面，添加氮源發酵組產物 [(III) 和 (IV)] 較未添加氮源之發酵產物 [(I) 和 (II)] 具較高抗氧化性。在 TEAC 方面，各試驗組間亦以 (IV) L-Lam + P 發酵產物呈現較高的抗氧化性 (74.26%-78.56%)。

海菜、龍鬚菜、與紫菜多醣 agarases 水解液於添加 yeast extract 以及 beef extract 做為氮源後，分別接種 1% *Lb. plantarum* BCRC12251 和 BCRC10069、*Lb. rhamnosus* BCRC14068、*Lb. acidophilus* BCRC10696、或 *Streptococcus thermophilus* BCRC12268 在 37°C 下進行培養，並測定 OD₆₀₀、pH 值、及利用薄層色層分析法 (TLC) 分析發酵前後的醣類變化。

結果顯示，5 株乳酸菌於發酵 8 小時後皆會產酸與降低 pH 值。經由 TLC 分析發酵前後的醣類變化，發現海菜水解液中的醣類已被代謝利用為使培養液 pH 下降的有機酸，但其組成仍須進一步鑑定確認。龍鬚菜水解液在發酵前後的醣類組成中未呈現明顯變化，推測該水解液中可被發酵的醣類含量可能低於偵測極限。利用 TLC 分析發酵前後的醣類變化，瞭解發酵後紫菜多醣水解物中類似雙醣以下的醣類被利用產生有機酸，唯需進一步鑑定。紫菜水解物中仍有較大分子量物質無法被上述 5 株乳酸菌發酵利用。海帶、海菜、龍鬚菜、與紫菜的多醣 agarases 水解液中的簡單醣類組成物均可被上述乳酸菌代謝利用，故未來具開發為 prebiotics 的應用潛力。