

低鹽辣椒醬之研發¹

羅淑卿^{2,4} 謝寶全³

摘要

羅淑卿、謝寶全。2005。低鹽辣椒醬之研發。台灣農業研究 54:135-149。

本文探討不同添加物對醃漬辣椒醬之影響，添加物包括食鹽（0、3、6、12%）、酒精（1~4%）、有機酸（0.1~0.4%）及微生物（*Saccharomyces rouxii*、*Pediococcus soya*）等。結果顯示各種濃度之添加物中，只有含 12% 鹽度之各組未發生酸敗，且經 14 天發酵有良好風味產生；添加 6% 鹽度者，含鹽量雖低，可縮短發酵時間為 6 天，但極易腐敗。不同的添加物所得的醃漬辣椒醬有不同的風味，添加酒精（1、2 及 4%）與接種酵母菌（ 10^6 、 10^8 /克）者有相近之風味，添加乳酸（0.1、0.2 及 0.4%）和接種乳酸菌者亦有相近風味。整體而言，添加酒精、乳酸或接種微生物發酵者香氣較佳，而發生酸敗者會有較高之可滴定酸含量（0.05% 以上）及較低之酸鹼值（5 以下），產品顏色較暗沉；未發生酸敗者，有較亮麗之色澤及較低之生菌數（ 10^7 以下），其中以 0.4% 磷酸及 0.4% 醋酸處理者有較豔麗之顏色。未酸敗者經品評結果以添加 2% 酒精者有較高之評分。

關鍵詞：辣椒醬、低鹽、發酵。

前言

醃漬物為利用高鹽或高糖處理之一種保藏食品的加工方式，大都為東方之傳統食品，常用於當令季節性盛產之蔬果，如小黃瓜、菜心、竹筍、榨菜、蘿蔔、芥菜等。

雖然現今低溫保藏設備發達，但由於醃漬食品具有特殊良好之風味，是生鮮蔬果無法媲美的，所以醃漬食品在國內有一定的市場佔有率，但隨國人的飲食習慣逐漸改變，消費者選擇上大多趨向於低鹽化的加工品，亦隨著日本醃漬品低鹽化發展，國內的傳統醃漬品也大多朝低鹽化加工。曾有學者利用充氮氣醃漬黃蘿蔔（黃 1992）、利用醃漬配合加壓脫鹽水以減低酸菜醃製耗鹽量（黃等 1997）或以添加鉀鹽、鈣鹽配合有機酸醃漬梅、李（廖等 1994），甚而利用微生物接種至醃漬物中，以控制發酵菌相，如添加乳酸菌或酵母菌於苦瓜（李等 1998）或味噌（鄧 1979；鄧 1980；鄧等 1982）中，或以低溫發酵配合接種乳酸菌製作低鹽小黃瓜（陳等 1996）等，這些研究結果不但降低醃漬物耗鹽量，另有改善醃漬品安全衛生，縮短發酵時間，品質標準化及減低生產成本之優點。

1. 行政院農業委員農業試驗所研究報告第 2233 號。接受日期：93 年 4 月 23 日。

2. 本所農化組助理研究員。臺灣 臺中縣 霧峰鄉。

3. 國立屏東科技大學食品科學系教授。臺灣 屏東縣 內埔鄉。

4. 通信作者，電子郵件：shuchin@wufeng.tari.gov.tw；傳真機：(04)23302805。

辣椒屬茄科 (Solanaceae)，為一年或多年生作物，最主要栽培時期為秋作，國內以嘉南平原及高屏地區栽培較多，除供國內消費外，並外銷東南亞。在台灣，除供鮮食或曬乾製粉外，另有製成剝皮辣椒或醃漬為辣椒醬食用 (洪 1989)，辣椒醬在中式烹調食品中，佔有相當重要的地位，以往辣椒醬的釀製皆以自然發酵生產，除需添加高濃度之食鹽以防雜菌增生污染外，尚需於太陽下曝曬，其發酵情形又受氣候、溫濕度變化影響，故難以掌控發酵品質，此外需長時間發酵，不但耗費大量人力及倉儲成本，且製品品質良莠不齊。由於目前未有低鹽化辣椒醬之市售產品，如何降低醃漬辣椒醬耗鹽量之研究亦不多，因此隨著醃漬品低鹽化蓬勃發展之趨勢，有必要改善傳統辣椒醬之製程，發展低鹽化製品，增加消費者選擇性。

材料與方法

材料製備

將市售生鮮辣椒去蒂、洗淨、破碎後，裝入洗淨之塑膠桶中，每桶裝入辣椒 1000g，然後依各處理條件之不同分別添加 0~12% 食鹽 (台鹽實業)、1~4% 酒精 (台灣菸酒公賣局)、有機酸 (Riedel-de Haen)、乳酸菌 *P. sojave* 及酵母菌 *S. rouxii*，混合均勻後，在室溫下發酵 14 天，期間作外觀檢視，發酵後進行化學分析及微生物含量檢測。

接種菌種之培養方法

(1) 乳酸菌 *Pediococcus sojave* 培養基組成: 0.5% yeast extract, 1% peptone, 1% glucose, 0.5% sodium acetate, 3.5% NaCl, pH6.8。(2) 酵母菌 *Saccharomyces rouxii* 培養基組成: 2% glucose, 1% yeast extract, 1% peptone, 0.5% KH₂PO₄, 0.5% K₂HPO₄, 3.5% NaCl, pH7.0。(3) 將乳酸菌或酵母菌分別接種於裝有 150ml 經事先滅菌之培養基中，於 30°C 靜置培養 24 小時後，以低溫離心機 (1000×g, 10min) 分離收集菌體，再以血球計算盤算出菌數，並按辣椒重每克添加 10⁶ 及 10⁸ 之菌體，經混勻後再進行發酵。

微生物檢測方法

依據陳等 (1996) 之方法進行各種處理辣椒醬樣品之微生物含量檢測。

化學分析及感官品評之方法

依據陳等 (1996) 及李等 (1980) 之方法，進行各種處理辣椒醬色度、pH 值及可滴定酸之檢測。

色度測定: 取上清液直接以色差計 (Gardner Inc., Co., germany, BYK-Gardner GmbH Cat No.6800) 測定讀取 L、a、b 值，L 值 100 為全白，0 為黑，a 值正時為紅，零時為灰，負時為綠，b 值正時為黃，零時為灰，負時為藍。

可滴定酸之測定: 稱取 1g 辣椒發酵物，加 25ml 蒸餾水浸出有機酸，再以濾紙 (Whatman No.4) 過濾，收集濾液於 100ml 量瓶內，重覆 4 次洗滌濾紙上的殘渣，將其洗滌水加入定量瓶內至全量為 100ml，吸取 25ml 的試料溶液，移入於 100ml 三角瓶內，加入 1 滴 bromthymol blue-neutral red 混合指示劑，再以 0.1N NaOH 溶液滴定，並依下式，計算可滴定酸量，以乳酸計。

有機酸量 = 滴定量 × F × 0.009 × 100 / S × 1 / 25 × 100; F: 0.1N NaOH 溶液力價; S: 樣本量 (g); pH 值測定: 取上清液直接以 pH meter (Suntex Inc., Co., Model sp701) 測定之。

官能品評: 取添加酒精 (1~4%)、有機酸 (0.1~0.4%)、微生物 (10⁶、10⁸)、食鹽 (12%) 醃漬 14 天之辣椒發酵成品，由農試所內 15 位同事為品評員，並進行官能品評，採評分方法 (scoring method) 對各處理樣品進行官能品評，評分標準採 1~10 分制，其標準為 10~9 分為很好，8~7 分: 好，6~5 分:

普通，4~3 分：差，2~1 分：很差；評分項目有外觀、色澤、香味、接受性，評定時，以市售採用傳統發酵法之成品作為品質良好及不可接受之參考標準，品評結果以統計分析求各處理間之差異顯著性。

統計分析

每一試驗均進行三重複，所得結果採用 Statistical Analysis System (1985) 軟體進行變異數分析 (ANOVA, Analysis of variance) 與 Duncan's Multiple Range test 分析，以比較結果之統計顯著性。

結 果

食鹽、酒精、有機酸及微生物等對低鹽辣椒醬外觀及風味之影響

辣椒添加食鹽 (0~12%) 醃漬 14 天後，外觀上分裂酵母 (*Zygosaccharomyce*) 之發生情形如表 1 所示，分裂酵母之產生量會隨食鹽濃度之增加而減少，只有 12% 鹽度此組發酵全程不產生分裂酵母，每桶辣椒醬白黴的發生速率因食鹽之添加量而異，無添加食鹽者，會於醃漬第二天，3% 鹽度組於第三天、6% 鹽度組於第七天發生酸敗，鹽量低者會愈早發生腐敗，鹽度愈高，白黴的發生就愈遲，以添加食鹽濃度 (0、3、6、12%) 之基礎下，分別加入 1~4% 酒精、0.1~0.4% 有機酸或有益菌，分裂酵母會隨著添加物濃度之增加而隨之減少，但各式添加物處理，仍和只添加食鹽者，在同一天發生酸敗，但產生量較少，只有添加 12% 鹽度於醃漬全程內不產生分裂酵母，分裂酵母並不會因添加物之種類及濃度而抑制其生成，且其生成量如同只添加食鹽處理者，隨鹽濃度之增加而減少。

在風味上，辣椒在醃漬 14 天後，無添加及添加 3% 之食鹽者，辣椒醬呈現惡臭，只有 6 或 12% 食鹽添加量者，才有辣椒醬之香味產生，此二者亦為分裂酵母 (*Zygosaccharomyce*) 之產生量少及不發生者。添加食鹽濃度 (0~12%) 之基礎下，添加各種濃度 (1~4%) 之酒精、有機酸 (0.1~0.4%) 及有益菌，無添加及 3% 鹽度之各組，不論任何濃度之添加物，在醃漬期間 14 天內，會於未產生良好風味之前就逐漸產生惡臭，且隨著醃漬期之拉長，惡臭味愈是強烈，6% 鹽度之各組，會於發酵第六

表 1. 不同食鹽濃度、有機酸及微生物對醃漬辣椒風味及產膜酵母發生之影響

Table 1. Effect of NaCl and organic acid and microorganisms on the flavor and *Zygosaccharomyces* appearance of pepper paste

Treatment	Yeast appearance ^z at NaCl (%)				Paste flavor ^y			
	0	3	6	12 ^x	0	3	6	12
None	++ ^z	++	+	-	I ^z	II	III	IV
Alcohol (1~4%)	++	++	+	-	I	II	III	IV
Acetic acid (0.1~0.4%)	++	++	+	-	I	II	III	IV
Lactic acid (0.1~0.4%)	++	++	+	-	I	II	III	IV
Phosphoric acid (0.1~0.4%)	++	++	+	-	I	II	III	IV
<i>P. soya</i> 10 ⁶ /g	++	++	+	-	I	II	III	IV
<i>P. soya</i> 10 ⁸ /g	++	++	+	-	I	II	III	IV
<i>S. rouxii</i> 10 ⁶ /gl	++	++	+	-	I	II	III	IV
<i>S. rouxii</i> 10 ⁸ /g	++	++	+	-	I	II	III	IV

^z *Zygosaccharomyces* appearance expressed as ++ (appeared), + (slightly appeared) and - (not appeared).

^y Flavor expressed as I (rancid taste), II (slightly rancid), III (light pepper paste taste) and IV (pepper paste taste with flavor).

^x Concentration of NaCl (%)

天時產生良好辣椒醬風味，但醃漬期之拉長，會逐漸轉為酸敗並發出惡臭，醃漬汁液也會隨分裂酵母之增加而逐漸混濁，12%鹽度之各組，於醃漬末期 14 天，才會產生良好的辣椒風味，其中添加磷酸者，在各鹽含量之各組，辣椒醬體積會膨脹、產氣，卻不會立即酸敗，由於過多的酒精或有機酸會讓人嚐起來有嗆味及酸味，並使有益菌無法生長，因此不試驗更高濃度，由於乳酸菌可在 4% 以下之酒精濃度生長而產生風味物質，加上酒精本身具揮發性，因此未發生腐敗者，製成的辣椒醬有較未添加者多一股清新之芳香味，添加有機酸之各組亦因添加酸劑之不同而呈現不同之風味；添加 *S.rouxii* 者，同添加酒精處理者，會呈現清新之芳香味，是因 *S.rouxii* 為一株酒精產生菌；添加乳酸及 *P.soyae* 者，會有似果香般之甜味，醋酸者，酸味較濃，磷酸者則香氣較不明顯，未發生酸敗（12%鹽度）或微酸敗者（6%鹽度）之各組，在外觀、香氣及風味上則不因添加物濃度之多寡而有多大差異，傳統發酵食品製程中，表面的白黴若未去除或埋入辣椒醬內，則會受氧化而變黑，使整桶辣椒醬顏色變得暗沉，並發生惡臭，由於白黴會消耗發酵初期所產生的酸，辣椒醬醃漬環境為一開放空間系統中，空氣中的腐敗菌或致病菌若是落入，更易生長，因此醃漬物應儘量避免白黴發生。

酒精、有機酸、微生物及食鹽等對低鹽辣椒醬中有機酸含量之影響

以添加食鹽濃度（0、3、6、12%）之基礎下，分別加入 1~4%酒精、0.1~0.4%有機酸或有益菌，視其對辣椒醬中有機酸含量之影響（圖 1），結果顯示隨著酒精濃度及鹽度添加量之增加，可滴定酸產生量會隨之減少，隨著乳酸、醋酸量及鹽度之增加，可滴定酸之產生量有先降後升之趨勢；添加磷酸者，酸度會隨著添加濃度之增加而提高；隨著鹽度、乳酸菌及酵母菌添加量之增加，可滴定酸有下降之趨勢。食鹽含量 0% 之各組，醋酸處理者有較高之可滴定酸，鹽度 3% 及 6% 之各組，酵母菌處理者有較高之可滴定酸，於 0.2% 以上，其他處理皆可抑制在 0.15% 以下，鹽度 12% 之各組，酸度大致落於 0.1~0.15% 之間，添加酒精則會較低，於 0.1% 以下，磷酸 4% 處理者則較高。

酒精、有機酸、微生物及食鹽等對低鹽辣椒醬中酸鹼值之影響

以添加食鹽濃度（0、3、6、12%）之基礎下，分別加入 1~4%酒精、0.1~0.4%有機酸或有益菌，視其對辣椒醬中 pH 之影響（圖 2），不論鹽度或添加物之多寡，各組 pH 大致落於 4~5 之間；各組間以酒精處理者有較高 pH 值。隨著酒精濃度及鹽度之增加，pH 值有先升後降之趨勢；以 0.1~0.4%醋酸處理者，pH 則不隨添加量之增加而有明顯變化，但隨著鹽度之增加而有先降後升之趨勢。以 0.1~0.4%乳酸處理者，添加多量之乳酸，反而得較高之 pH 值。但隨著鹽度之增加，pH 隨之降低。以 0.1~0.4%磷酸處理者，磷酸濃度較高者，有較高之 pH 值，但隨著鹽度之增加，pH 值會降低。添加乳酸菌及酵母菌，則和醋酸處理者得相同結果；無添加食鹽之各組中，醋酸及磷酸、酵母菌處理者有較高之 pH 值，添加 3% 之鹽度者，4% 酒精處理組可得較高之 pH 值，但酵母菌組卻有較低之 pH 值，添加 6% 之鹽度者，以醋酸及酵母菌處理者有較低之 pH 值，添加 12% 之鹽度者，4% 磷酸有較低之 pH 值，一般而言，pH 值低，酸度會較高，但由試驗結果並非如此，pH 之降低與酸度之增加並不成一定的比例，此乃因不同種類之菌所產生乳酸及醋酸之比例不同，又由於此兩種酸解離常數不同之故（殷等 1983）。

酒精、有機酸、微生物及食鹽等對低鹽辣椒醬中色澤之影響

色度之測定一般以 L、a、b 值表示，其中 L 值表明亮度，數值愈高表示色澤愈亮，數值低表色澤暗，a 值正表紅色，數值愈大表示色澤愈紅，b 值正時為黃，零時為灰，負時為藍，以添加食鹽濃度（0、3、6、12%）之基礎下，分別加入 1~4%酒精、0.1~0.4%有機酸或有益菌，視其對辣椒醬色澤之影響（圖 3），每一處理皆有隨著鹽度之增加，L 值有先升後降之趨勢，值多介於 15~25 之間。添加多量之乳酸、磷酸及乳酸菌處理組有較高之亮度值；添加酒精及酵母菌之處理組較無其它組之規則

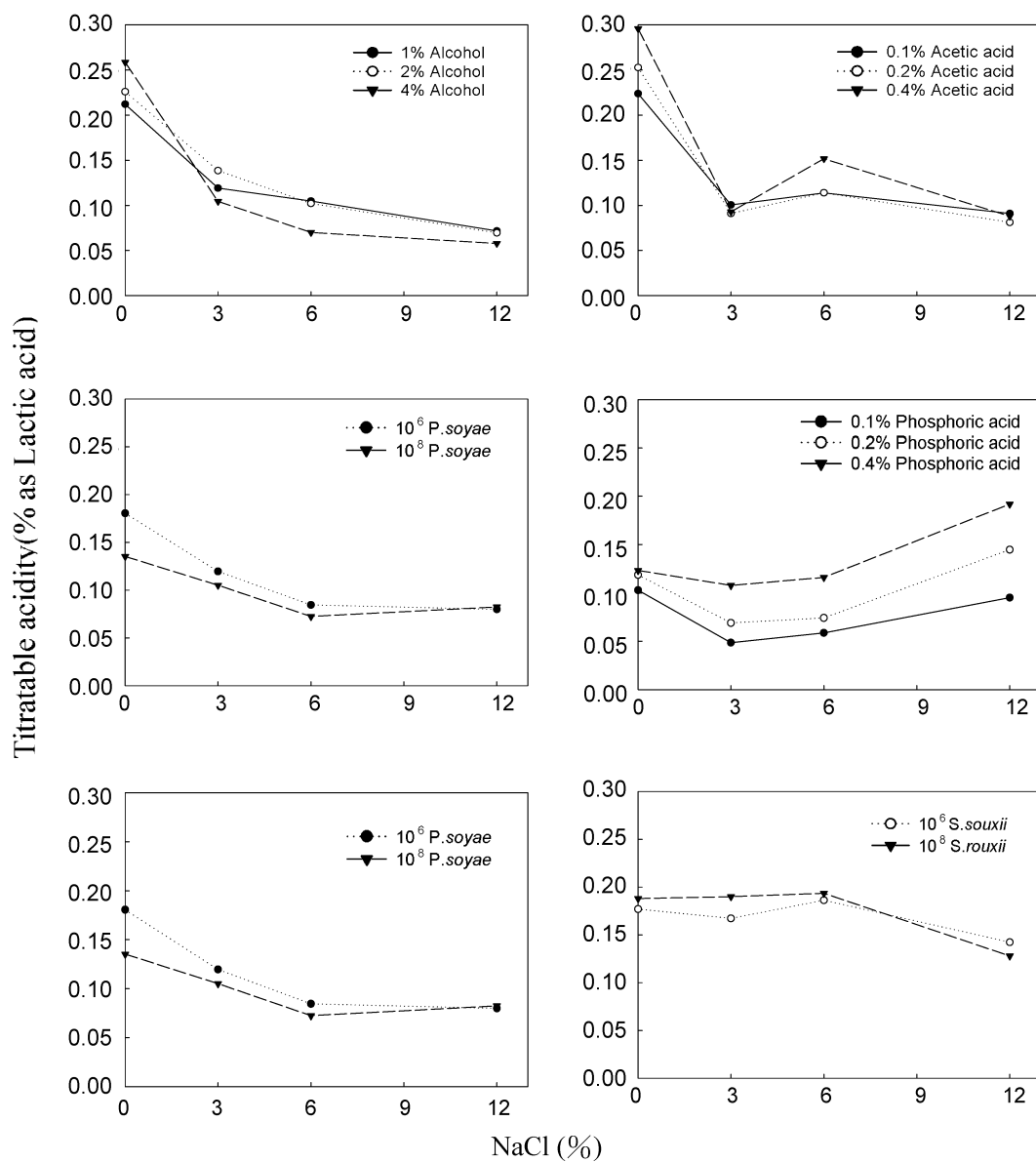


圖 1. 酒精、有機酸、菌類及食鹽對試釀辣椒醬酸度之影響。
 Fig. 1. Effect of organic acids, alcohol and NaCl on the acidity of pepper paste.

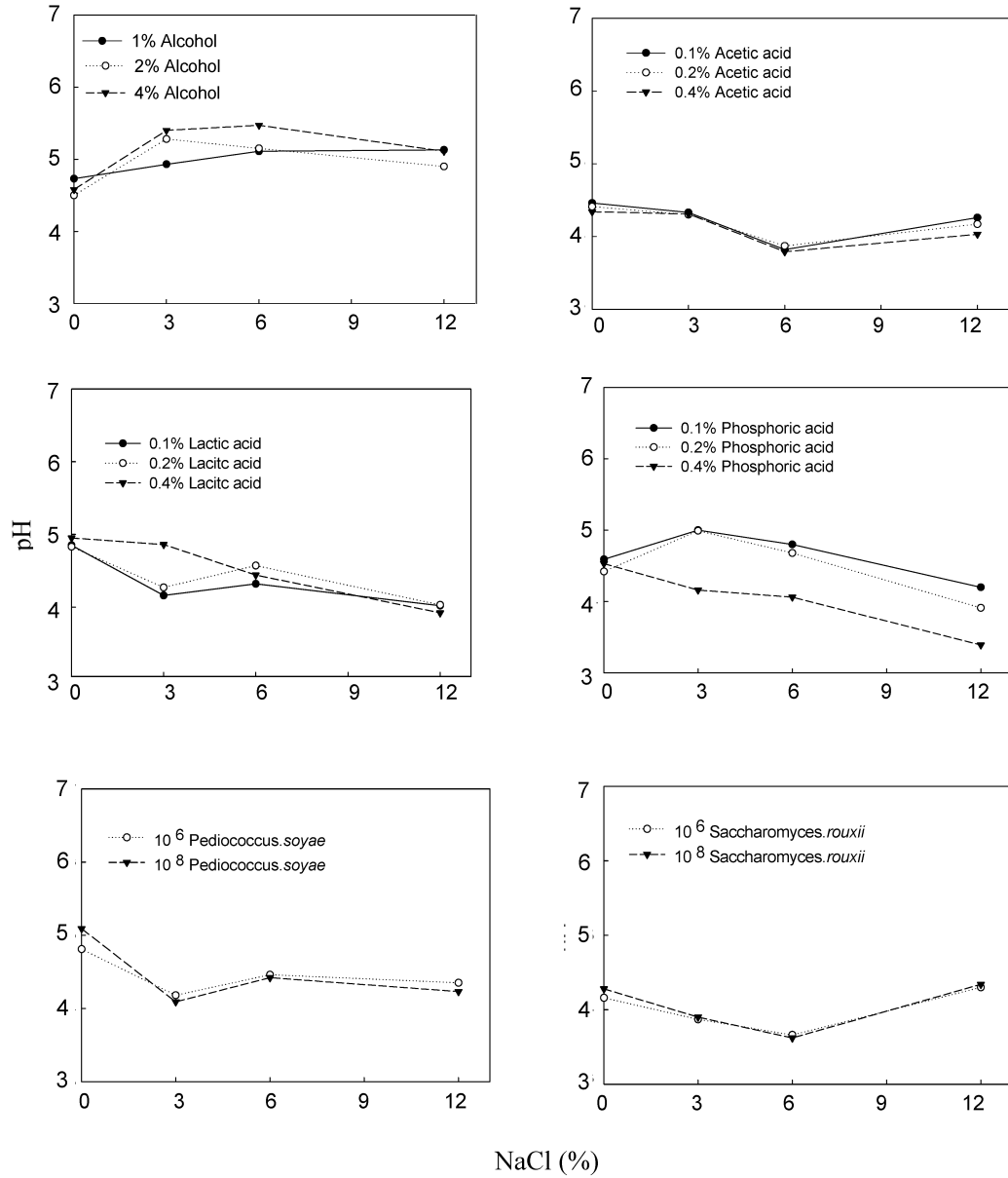


圖 2. 酒精、有機酸、菌類及食鹽對試釀辣椒醬 pH 值之影響。

Fig. 2 Effect of organic acids, alcohol and NaCl on the pH value of pepper paste.

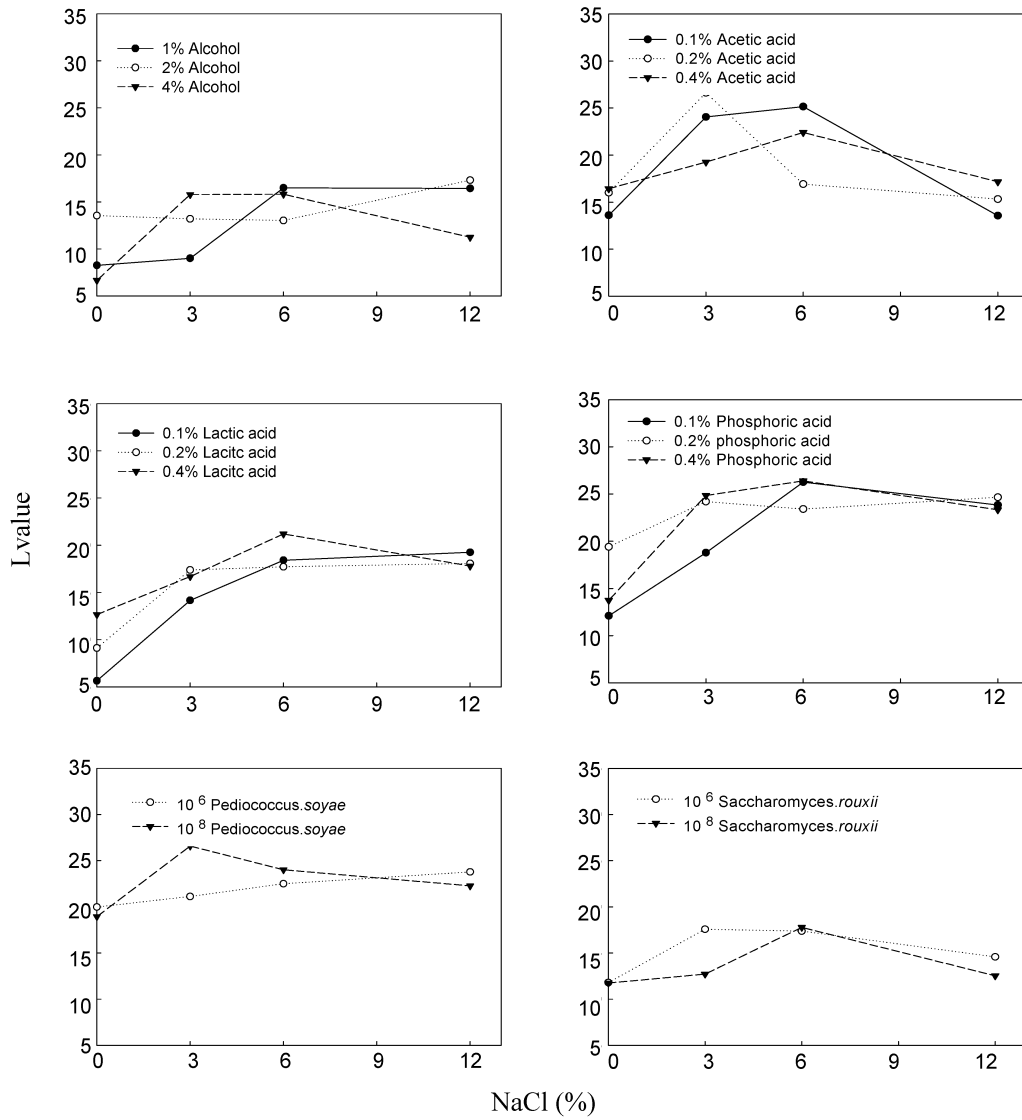


圖 3. 酒精、有機酸、菌類及食鹽對試釀辣椒醬 L 值之影響。
 Fig. 3. Effect of organic acids, alcohol and NaCl on the L value of pepper paste.

性。無添加食鹽者，添加 1~4%酒精、0.1~0.4%有機酸或有益菌處理者，其 L 值較其它有添加食鹽者為低，外觀上呈現較暗沈，亦是酸敗較為嚴重之組別。其中添加乳酸菌組有較高之 L 值，食鹽含量 3%及 6%者，以醋酸及磷酸處理者，有較高之 L 值，12%之鹽度者，則以添加磷酸及乳酸菌處理有較高之 L 值。

各組紅色度 a 值介於 20~25 之間(圖 4)，以酒精及乳酸處理者，會隨鹽度之增加 a 值漸增而趨於持平，醋酸、乳酸菌及酵母菌處理者，但會隨著鹽濃度之增加，有先升後降之趨勢，以醋酸降低之幅度較大，惟以磷酸處理者，添加濃度愈高，a 值會愈高，其餘各處理組並未依其添加物之濃度增加而有規則性之變化；無添加食鹽者，添加 1~4%酒精、0.1~0.4%有機酸或有益菌處理者，其 a 值較其它有添加食鹽者為低，外觀上較偏暗褐色，亦是酸敗較為嚴重之組別，添加 3%食鹽或 6%之各組，以 0.1%醋酸及 0.4%磷酸處理者有較高之 a 值，外觀也呈現豔紅。鹽度 12%之各組，以添加 0.2%及 0.4%之磷酸處理有較高之 a 值，以磷酸處理會較其他組可得較亮紅之辣椒醬。

在 b 值方面(圖 5)，各處理 b 值皆有隨著鹽濃度之增加而有先升後降之趨勢，以醋酸升降幅度較大。以磷酸及乳酸菌處理者，b 值較高，各鹽度皆在 20 以上；鹽度 3%之各組，以添加 0.4%磷酸者有較高 b 值；鹽度 6%之各組，以添加 0.1%醋酸者有較高 b 值，鹽度 12%之各組，以磷酸及乳酸菌處理者，b 值較高，在 20 以上，分裂酵母生成一段時間易被氧化或續受雜菌生長呈灰暗色，所以酸敗愈嚴重者(如 0%之鹽度)，不論何種處理，L、a、b 皆因而較低，由於茄紅素(lycopene)在酸性環境下呈現紅色，所以低 pH 值會有較高之 L 值及 a 值，因醃漬辣椒色澤變化之因子複雜，仍需進一步探討。

酒精、有機酸、微生物及食鹽等對低鹽辣椒醬中總生菌數、酵母菌與黴菌數及大腸桿菌數之影響

以食鹽濃度(0、3、6、12%)之基礎下，分別加入各種濃度之酒精(1~4%)、有機酸(0.1~0.4%)或有益菌，視其對辣椒醬色澤之總生菌數、酵母菌與黴菌數及大腸桿菌數之影響(圖 6、7)，各處理皆隨食鹽濃度之增加而總生菌數漸降低之現象，其中以添加 4%醋酸降低之幅度最大，各組皆呈現添加物濃度愈高，總生菌愈少之現象，惟乳酸相反，並不因添加濃度之增加而有所變化；無添加食鹽者，添加 1~4%酒精、0.1~0.4%有機酸或有益菌處理者，皆有較高之生菌數；12%之鹽濃度於各組皆可得較少之總生菌數。在酵母菌及黴菌總量方面(圖 7)，以酒精及乳酸處理者，會隨著鹽度之增加而酵母菌及黴菌數降低，醋酸及磷酸則呈現持平之現象，添加物之濃度多寡對總酵母菌及黴菌數改變不大；未添加食鹽度之各組，以乳酸處理者有較高之總酵母菌及黴菌數；12%之鹽度以添加酒精 4%處理者，可得較少之總酵母菌及黴菌數，未發生腐敗者，最高總生菌數達 10^7 cfu/g，酵母菌與黴菌數亦達 10^6 cfu/g。；另進行大腸菌群之檢測，結果發現未能檢測出其存在，一般細菌在 pH5.0 以下就不會生長，而乳酸菌、酵母菌、黴菌分別在 pH3.9、pH3.0、pH2.0 以下就不會生長(黃 1986)，因此本試驗製成辣椒醬中殘留應多為酵母菌及黴菌及乳酸菌，由圖 6、7 結果顯示，測定出生菌確以酵母菌及黴菌數為多。

不同添加物醃漬辣椒之品評結果

在食鹽含量 12%之基礎下，添加各種濃度之酒精(1~4%)、有機酸(0.1~0.4%)或有益菌，醃漬成辣椒醬，供品評員作感官品評，其結果顯示，在色澤方面，添 1%酒精組有較高評分(表 2)；在香氣方面，2%酒精組有較高之評分；在風味方面，仍以 2%酒精組有較高之評分，整體以而言以酒精處理者較為品評員所歡迎，有較傳統製成之辣椒醬評分為高，顯示以酒精處理不僅可降低醃漬鹽分，製成的辣椒醬較其他處理者有更佳風味，在中式烹調上，加酒調理除了去腥味外，更有調香提味之功效，所以辣椒醬以酒精處理有雙重功效，辣椒醬再經炒製裝罐後，可得品質優良、安全衛生之低鹽辣椒醬。

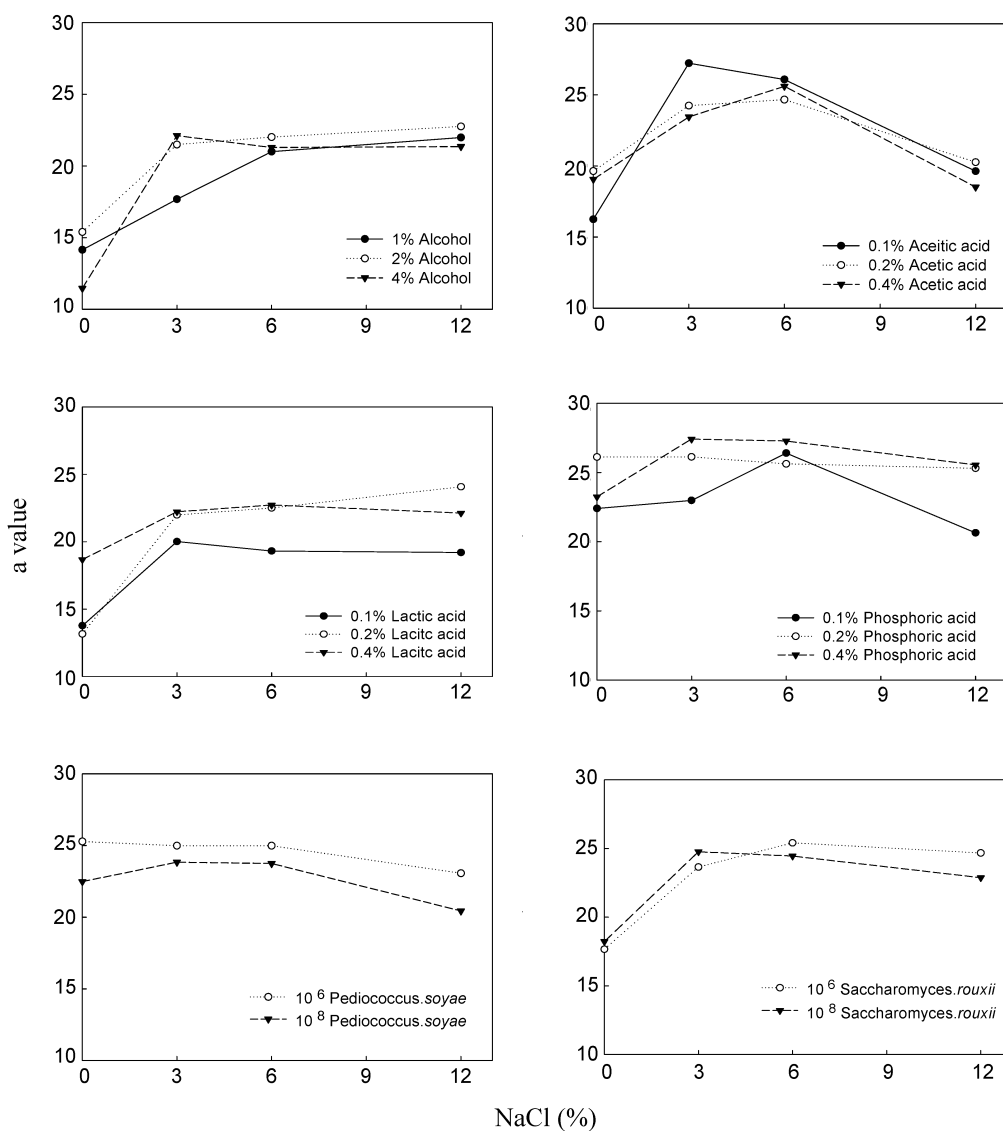


圖 4. 酒精、有機酸、菌類及食鹽對試釀辣椒醬 a 值之影響。
 Fig. 4. Effect of organic acids, alcohol and NaCl on the a value of pepper paste.

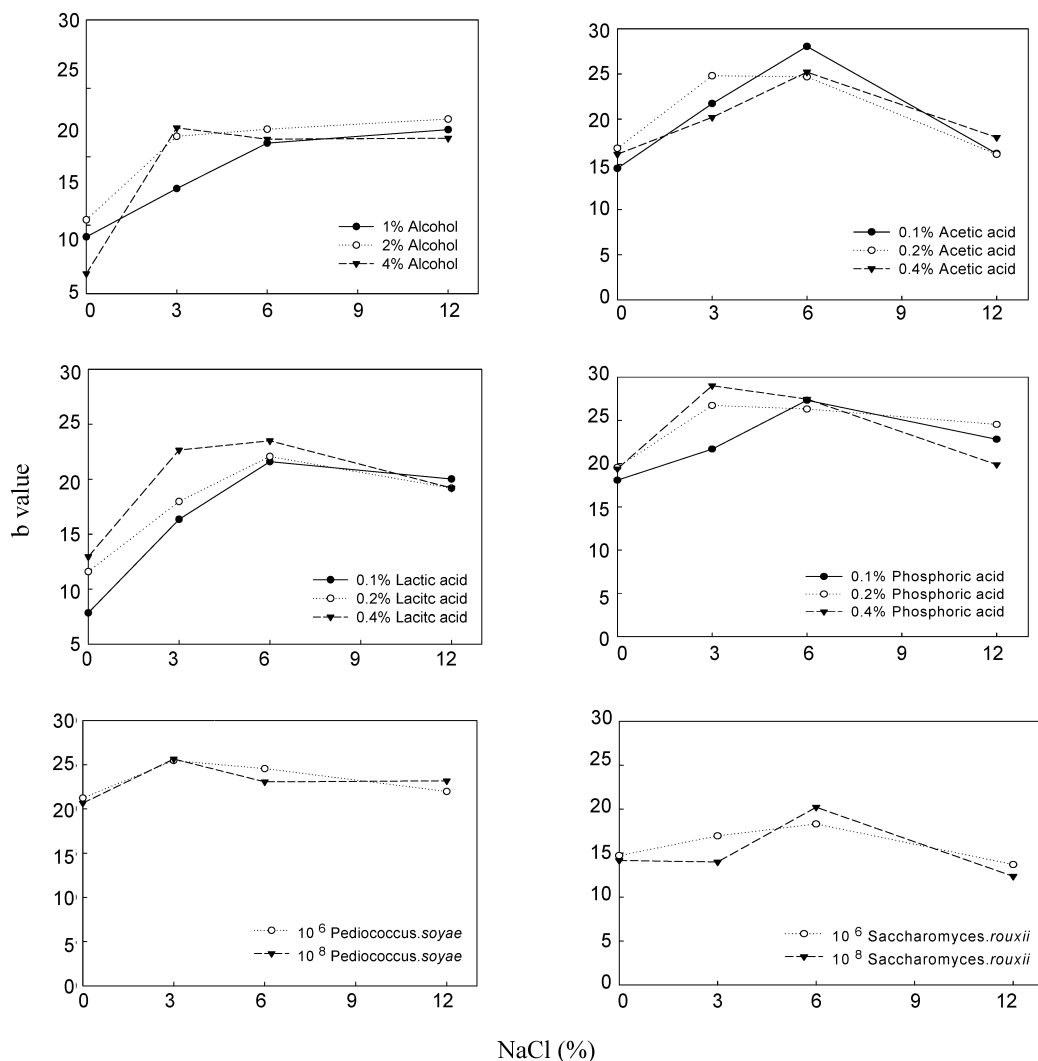


圖 5. 酒精、有機酸、菌類及食鹽對試釀辣椒醬 b 值之影響。

Fig. 5. Effect of organic acids, alcohol and NaCl on the b value of pepper paste.

討 論

傳統辣椒的醃漬主要以自然發酵 (natural fermentation) 之方式進行 (洪 1989), 亦有利用接種菌進行控制發酵者 (controlled fermentation) (林 1982)。自然發酵主要是靠蔬菜原料上所存在之有益菌來完成, 不過原料上所存在之微生物種類繁多, 若生長控制不適當, 雜菌生長旺盛過於有益菌, 會引起異常發酵 (abnormal fermentation) 而造成辣椒醬品質不良 (林 1982), 故蔬菜醃漬時, 常添加適當鹽分以抑制雜菌之生長, 並促進有益菌之繁殖。

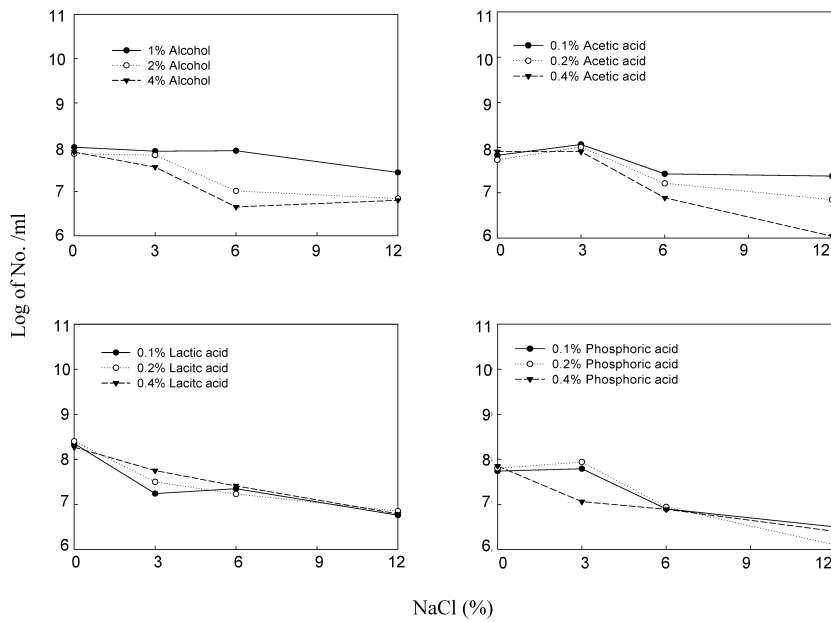


圖 6. 酒精、有機酸及食鹽對試釀辣椒醬總生菌數之影響。

Fig. 6. Effect of organic acids, alcohol and NaCl on total count of pepper paste.

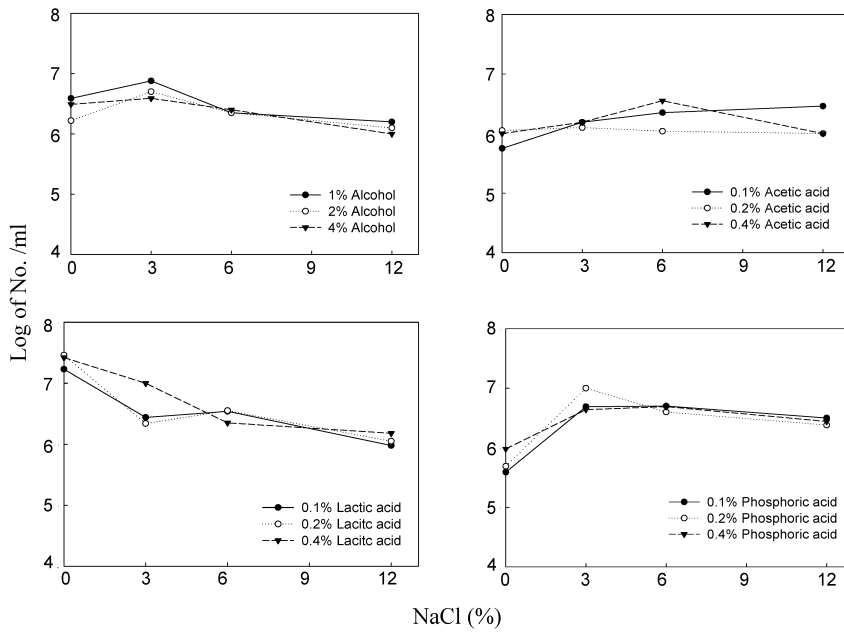


圖 7. 酒精、有機酸及食鹽對試釀辣椒醬酵母菌與黴菌數之影響。

Fig. 7. Effect of organic acids, alcohol and NaCl on yeast and mold count of pepper

表 2. 不同添加物醃漬辣椒品評結果

Table 2. Tasting results of pepper pickled with various additives

Treatment	Color	Aroma	Flavor
control	7.14 ab ^z	5.89 b	5.33 bc
Alc ^y 1%	7.71 a	5.88 b	7.00 ab
Alc 2%	7.55 ab	8.05 a	8.01 a
Alc 4%	7.47 ab	6.80 ab	7.00 ab
Lac 0.1%	5.23 ab	5.58 b	6.50 bc
Lac 0.2%	7.14 ab	6.22 b	5.73 bc
Lac 0.4%	6.21 ab	6.58 b	6.14 bc
Ace 0.1%	6.98 ab	6.47 b	6.50 bc
Ace 0.2%	6.13 ab	5.45 b	5.89 bc
Ace 0.4%	5.84 ab	6.75 b	6.32 bc
Pho 0.1%	5.79 ab	5.67 b	5.00 bc
Pho 0.2%	6.11 ab	5.88 b	6.45 bc
Pho 0.4%	5.71 ab	5.47 b	5.94 bc
<i>P. soyae</i> 10 ⁶	6.91 ab	6.27 b	6.22 bc
<i>P. soyae</i> 10 ⁸	5.24 ab	6.29 b	5.53 bc
<i>S. rouxii</i> 10 ⁶	5.55 ab	6.00 b	5.86 bc
<i>S. rouxii</i> 10 ⁸	5.06 ab	5.94 b	5.64 bc

^z Means with the same letter in the same row are not significantly different. ($p < 0.05$) under analysis of variance performed by for Duncan's multiple range test.

^y Alc : Alcohol ; Lac : Lactic acid ; Ace : Acetic acid ; Pho : Phosphoric acid .

由前人的研究報告指出 (羅等 2003), 辣椒醬若以傳統方法醃漬, 需添加 14% 以上鹽度才不致腐敗, 但以人的味覺感受食品具適當風味之鹽度應為 3~4%, 8% 已屬稍鹹 (賴等 1991), 因此進一步降低辣椒醬醃漬鹽度有其必要, 且食鹽添加量的減少對人體健康亦有益, 但相對的會降低對微生物的抑制能力, 食品安全性及保存性就會發生問題, 必須添加食鹽以外之物質, 補足對微生物之抑制 (黃 1986), 而添加物之選擇, 可利用可食用兼具增加香氣之抑菌物質以控制發酵環境, 在此原則下本文選用的添加劑為酒精、醋酸、乳酸、磷酸及發酵參與菌種 *S. rouxii*, *P. soyae*, 於醃漬辣椒時加入共同發酵, 探討能否將醃漬物在安全可食用之限制下製出品質穩定、健康兼具美味之辣椒醬。

由於酒精與食鹽之滲透壓相似並有防腐之功用, 辣椒醬發酵完成炒製調味時亦會加入米酒調香 (羅等 2003), 因此若是加入參與共同發酵, 刻意製造類似高鹽份之滲透壓環境, 期能降低鹽份並解決雜菌污染之問題; 由於腐敗菌在酸性環境下難以生長 (殷等 1983), 且辣椒醬在炒製調味時亦需加入酸味物質調味, 因此亦可選擇添加有機酸 (醋酸、乳酸或磷酸), 試圖降低醃漬環境之 pH 值, 探討降低鹽份之可行性。醋酸為簡單的有機酸之一, 在中式菜餚中, 是調味時最常用之酸味劑, 其分子小殺菌力也強 (黃 1986), 乳酸是存在發酵食品中常見的一種有機酸, 不僅可造成醃漬物的酸性環境, 對有害菌的繁殖有抑制效果, 並賦予醃漬物發酵風味, 磷酸在食品添加物中可當作酸味料, 使用於清涼飲料, 由於口感不酸, 有別於一般酸味劑, 添加以上物質不僅測試降低醃漬鹽度之可行性, 並觀察經其處理後對辣椒醬風味之影響。結果如表 1。

由文獻指出，對醃漬物而言，當合用各種添加物時，總滲透壓為個別滲透壓之和（黃 1986），所以加入酒精或有機酸應可造就只加食鹽者更高之滲透壓，而可延緩酸敗之發生，但本試驗結果顯示並非如此，原因有待進一步試驗探討。

傳統醃漬辣椒以天然發酵進行，參與雜菌多且複雜，利用高鹽抑制雜菌增生並使耐鹽性有益菌慢慢生長，使得醃漬製程需耗時 1 個月以上（羅等 2003），但若一開始即以外接之方式加入大量耐鹽性有益菌，期加速發酵反應進行，應可縮短發酵時間，得品質穩定、安全衛生之辣椒醬，因此於接入 *S. rouxii*、*P. soyae* 此二株菌參與辣椒醬之醃漬，二者曾被用來釀製低鹽味噌醬（鄧等 1982），並有不錯的成果。由試驗結果顯示白黴發生速率和上述酒精、有機酸各處理者相同，由於鹽份過低，雖添加優勢菌，但仍不能有效控制發酵環境，這和林 1982 做出的有相同結果；在風味方面，接種乳酸菌所製成之辣椒醬和添加乳酸者有相似的果香甜味，風味相當特殊，接種酵母菌者，由於其可利用辣椒醬中的糖分生成酒精，去除生臭味並賦予漬物特殊香味，所製成之辣椒醬和添加酒精者有相似的清新香味，因此，若考量業者技術不足及設備成本之降低，添加乳酸及酒精取代接菌似乎可行；由文獻指出，一般發酵食品製成成分三階段：乳酸發酵、酒精發酵、後熟（風味形成），乳酸菌生成的有機酸，會使環境 pH 降低而造成有利於酵母菌生長增殖的環境，酵母菌在發酵過程中，會生產乙醇、高級醇類、揮發性酸及其他微量香氣成分，此等會與醃漬食品融合成特殊風味（蔣 1997），因此若以先後次序接入二株菌，應可進一步降低鹽分，製成風味特殊之辣椒醬。

由於白黴等雜菌會消耗發酵酸，使醃漬環境之 pH 提升（羅等 2003），讓環境中的雜菌更易生長，會再產生酸性物質，使辣椒醬呈現酸敗狀，所以 0% 鹽度之各組有較高之酸度（圖 1、2），除乳酸及磷酸處理者外，皆有隨鹽度增加而可滴定酸愈低之趨勢，應為產酸菌於高鹽度環境中不易生長之故，6% 之鹽度，雖會讓白黴及雜菌生長，由於生成不多，所以產酸量並不多，雖酵母菌可利用乙醇轉為醋酸，但在 9% 鹽度以上其能力會受抑制（蘇等 1992），因此添加酒精者，高鹽分組有較低之可滴定酸及較高之 pH 值，磷酸此組呈一相當規則之酸度及 pH 值變化，即加入越多之磷酸，可滴定酸越高、pH 越低，研判添加的磷酸不如其他添加劑易被多種微生物利用，添加乳酸者，添加量愈多反而得到愈低之酸度，研判酵母菌可利用乳酸產生酒精而將添加入乳酸消耗掉，12% 之高鹽度環境，酵母菌不易生長，因此酸不被消耗，酸度值較高，有學者指出發酵過程中微生物相及酸度受鹽分之影響很大（殷等 1983；李等 1989），由本試驗結果顯示，亦應受添加劑之不同而有不同。

蔬菜之醃漬過程中，常因黴菌與酵母菌之繁殖與生長而使成品之品質敗壞，故控制其生長繁殖為醃漬過程中所必須的，因此探討酒精、有機酸及食鹽等對低鹽辣椒醬之安全衛生控制情形，結果如圖 6、7，添加 4% 之醋酸處理有較低之總生菌數，由於醋酸的分子最小，在滲透壓上較有利，抗菌力會強過其他有機酸（黃 1986），但在黴菌和酵母菌數並無較其他組低，由於本試驗是檢測活菌數，推測部分生菌已因發酵之環境不適合生長而死去，所以低鹽度者有較少之總生菌數；試驗結果未測定出有大腸桿菌（原含菌數為 $10^1 \sim 10^2/g$ ）存在，由前人研究報告指出，醃漬竹筍添加 7~10% 之鹽量，會在發酵三天後測不出大腸桿菌之存在，其原因研判受所添加之食鹽、乳酸菌或其他產酸菌產生的酸抑制其生長之結果（殷等 1983）。

低鹽量時，單一方法若不能抑制微生物生長，不能達到降低鹽分及延長保存期限之效果，亦可以兩種或兩種以上的方法綜合使用，應可達良好抑制效果及醃漬物品質，所以酒精、有機酸、食鹽三者若聯合併用，如何調整三者的關係或配合其他之方法（如冷藏）製作醃漬食品，將會是辣椒醬未來之研究方向。

誌 謝

本試驗承行政院農業委員會補助部份經費，謹致由衷之謝忱。

引用文獻

- 李秀、賴滋漢。1980。食品分析與檢驗。p.57。精華出版社。台中市。
- 李春生、范晉嘉、李洪潮。1989。延長醃漬時間對酸菜品質之影響。食品科學 16(3):203-209。
- 李穎宏、龔賢鳳。1998。苦瓜醃漬加工之研究。高雄區農業改良場研究彙報 9(2):14-26。
- 林麗芳。1982。*Bacillus coagulans* 之生理特性及其在醃漬辣椒上應用之探討。國立台灣大學園藝學研究所碩士論文。72 pp.
- 洪進雄。1989。本省辣椒產銷及利用調查。興農雜誌 247:23-30。
- 殷正華、周正俊。1983。鹽度對於竹筍醃酵過程中微生物相及主要乳酸菌變化之影響。食品科學 10(3、4):62-73。
- 陳鴻章、顏裕鴻、張志豪。1996。低鹽小黃瓜漬物製造技術之研究。p.184-229。84 年度蔬果加工產品研究成果彙編。食品工業發展研究所。
- 黃玉齡、翁義銘、馮淑慧、邱義源。1997。酸菜裝罐發酵與利用加壓脫鹽水減低酸菜醃製耗鹽量之研究。食品科學 24(1):86-93。
- 黃明昌。1992。充氮低鹽醃漬黃蘿蔔。食品工業 24(11):21-26。
- 黃錦城。1986。低鹽醃漬微生物之抑制技術。食品工業。18(5):31-37。
- 廖秀娟、張基郁、顏裕鴻。1994。梅李低鈉鹽貯藏之研究。食品科學 21(5):341-355。
- 鄧德豐、謝寶全。1982。低鹽醃酵食品之製造研究(第三報)。S.rouxii 與 P.soyae 之混合培養及對試釀味噌之影響。食品科學 9(1,2):61。
- 鄧德豐。1979。低鹽醃酵食品之製造研究(第一報)。有機酸、酒精、食鹽等對 *Saccharomyces rouxii*, *Pediococcus soyae*, *Aspergillus oryzae* 及病原菌生長之影響。食品科學 6(1):14。
- 鄧德豐。1980。低鹽醃酵食品之製造研究(第二報)。有機酸、酒精、食鹽及 S.rouxii 等對味噌釀製之影響。食品科學 7(1):48。
- 賴滋漢、金安兒。1991。食品加工學製品篇。p.166。精華出版社。台中市。
- 羅淑卿、王三太。2003。不同辣椒品系辣味成分之分析及其加工。中華農業研究 52:218-226。
- 蘇俊權、李洪潮。1992。酸菜醃製過程中酵母菌之分離、鑑定及特性測定。食品科學 19(1):94-107。

Study on the Manufacturing of Low-Salt Pepper Paste¹

Shu-Chin Lo^{2,4} and Pao-Chuan Hsieh³

Summary

Lo, S. C. and P. C. Hsieh. 2005. Studies on the manufacturing of low-salt pepper paste. J. Taiwan Agric. Res. 54:135-149.

This study investigated the effect if different treatments on decrease of salt content in traditional pepper paste. The results revealed that for all concentrations, only the treatment amended with 12% NaCl protected pepper paste from spoiled, but longer fermentation time is required. For lower amount of salt (6%) , although fermentation time was shortened , but the pepper paste became spoiled quickly. Different additives resulted in different taste flavor. Amendment of alcohol generated similar flavor as amendment of yeast *Saccharomyces rouxii*. Adding lactic acid also generated similar flavor as adding *Pediococcus soya* which is a lactic acid production bacteria. As a whole, above four treatments had better flavor. The spoiled pepper paste treatment had higher titrable acidity, lower pH value and darker color. The unspoiled treatment had brighter color and lower concentration of microbes. Especially, those treated with phosphoric acid and acetic acid especially had gorgeous color. After fried, the unspoiled treatment with alcohol additive had higher scores on evaluation and is preferred most by panel.

Key words: Pepper paste, Low-salt, Fermentation.

-
1. Contribution No.2233 from Agricultural Research Institute, Council of Agriculture. Accepted: April 23, 2004.
 2. Research Assistant, Agricultural Chemistry Division, ARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
 3. Professor, Department of Food Science, National Pingtung University of Science and Technology, NeiPu, Pingtung, Taiwan, ROC.
 4. Corresponding author, e-mail: shuchin@wufeng.tari.gov.tw ; Fax: (04)23302805