

乳酸菌種對包心白菜醃漬效率及品質影響之研究¹

陳采晴、張惠真、高德錚²

摘 要

本研究為探討乳酸菌添加處理對包心白菜醃漬製成效率及品質之影響，經試驗結果顯示以添加混合菌種 (*Lactobacillus lactis* + *Lactobacillus acidophilus* + *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*) 的醃漬白菜之色澤、口感及整體表現最好。殺菁與否視包心白菜醃漬過程不同的發酵時間而定，乳酸的產酸速度較醋酸快，在第1小時即產生；又以不殺菁處理的包心白菜食用口感及脆度較佳，截切值為11.0 gm/sec。外加乳酸菌種之處理在醃漬至36小時乳酸含量增至最高為3,915.45 mg/kg，未添加菌種者則需至72 hrs，泡菜才能達到最佳的風味。利用4°C冷藏1~4週之醃漬白菜，酸度會隨著貯藏時間的延長而增加，醬汁之pH值由3.87降至3.58，但乳酸菌數的含量亦隨著貯藏時間延長而使得總乳酸菌數由 6.5×10^9 CFU/ml下降為 4.8×10^5 CFU/ml，且包心白菜脆度隨著貯藏時間增長而下降，截切值由17.9 gm/sec降至8.2 gm/sec。換言之，經接種混合乳酸菌種之醃漬白菜可在醃漬處理36 hrs左右獲致最高醃漬品質。

關鍵字：醃漬效率、乳酸菌、醃漬包心白菜。

前 言

自古以來，人們常將盛產蔬菜加以醃漬(或發酵)及乾燥，這種作法不僅可延長蔬果保存期限，避免蔬菜短缺⁽³⁾，加工過程產生的有益菌及特殊風味成為人們喜好的食品。經常被使用在醃漬或發酵的蔬果含有豐富的活性物質，例如：大蒜中的有機硫化物、番茄中的類胡蘿蔔素，辣椒中的類辣椒素、十字花科中之異硫氰酸酯化物及天然多酚類化合物如類黃酮等，有調節人體生理作用之功能⁽⁸⁾。而乳酸菌長久以來即被應用於各種發酵食品的製造，能夠改善食品營養性及食品結構，提高其營養價值及穩定產品品質，抑制一些污染菌的生長^(2,10,11,12,18)，研究顯示乳酸菌還具有維持人體腸道內正常微生物菌相、抑制或減少腸道中腐敗物質的生成量、活化免疫系統、抗氧化性、抗腫瘤及抗致突變活性等生理功能^(14,16,20,21)。

傳統醃漬蔬果加工技術，利用食鹽、砂糖等，作為蔬果貯存及醃漬之材料，以保存蔬果不受有害微生物之污染及傷害⁽¹⁾，其缺點是泡菜汁中乳酸發酵緩慢，發酵週期較長，酸味較弱，並且受環境因子影響較大，產品品質較不穩定^(13,15)。本研究擬利用冬季裡作生產之包心

¹行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0698 號。

²行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、副研究員、研究員兼課長。

白菜以不同的乳酸菌種及殺菁與否以了解乳酸菌種對蔬菜醃漬製成效率之影響，並進一步探討包心白菜之最適合醃漬的方法，進而能夠提高地方性農特產伴手化之產品研究，以建立具有地方特色及在地風味的農特產品，進而為盛產期之大宗蔬菜另開一條產銷通道。

材料與方法

一、供試材料：

本試驗供試材料為：包心白菜(*Brassica pekinensis* Skeels)；乳酸菌菌元：乳酸乳桿菌(*Lactobacillus lactis*)、嗜酸乳酸桿菌(*Lactobacillus acidophilus*)、乳酸芽孢菌(*Lactobacillus sporogenesis*)及腸膜明串(念)珠菌(*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*)。供試醃漬材料及配方為：紅蘿蔔(50 gm/l)、洋蔥(60 gm/l)、蘋果(50 gm/l)、薑(20 gm/l)、蒜(40 gm/l)、辣椒粉(30 gm/l)、魚露(5 ml/l)、鹽(40 gm/l)、糖(50 gm/l)等。

二、試驗項目：

(一)不同乳酸菌種對醃漬包心白菜品質之影響

將包心白菜洗淨瀝乾，剝開截切成5 cm左右片狀，以食鹽脫水處理後擠乾水分，將白菜放入已滅菌之塑膠容器中(21 × 15.5 × 14 cm，體積4.5 l)並加入配料混合。取經調製之泡菜樣品1 kg，分別加入0.1 ml五種不同乳酸菌種處理：A菌種處理－嗜乳酸桿菌+芽孢乳酸菌+腸膜明串珠菌混合菌(*Lactobacillus lactis* + *Lactobacillus acidophilus* + *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*)；B菌種處理－嗜乳酸桿菌(*Lactobacillus acidophilus*)；C菌種處理－芽孢乳酸菌(*L. sporogenesis*)；D菌種處理－腸膜明串珠菌(*L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*)及E菌種處理－乳酸鏈球菌(*Lactobacillus lactis*)和F不接種對照處理(CK)，各處理分別放於室溫(28 ± 2°C)下進行醃漬，並於醃漬1天後將樣品放入4 ± 1°C冰箱中冷藏14天，取出進行官能品評滿意度問卷調查⁽⁷⁾，調查項目為色澤、酸味、糖度、鹹度、辣味、脆度、香味、口感、及整體接受性品質調查。

(二)殺菁與否及醃酵時間對醃漬菜製成品質之影響

將包心白菜洗淨瀝乾，剝開截切成5 cm左右片狀，將包心白菜分為不殺菁及100°C沸水殺菁處理1分鐘兩種，再分別擠乾水分，將白菜放入已滅菌之塑膠容器中(21 × 15.5 × 14 cm³，體積4.5 l)，並加入配料及0.1 ml的A菌種混合，放置於室溫(28 ± 2°C)下進行1、12、18及36 hrs醃酵處理。利用高效液相層析分析儀進行有機酸含量測定；另一組於醃漬1天後將樣品放入冰箱(4 ± 1°C)中冷藏4週後，測定泡菜醬汁中pH值、EC值、糖度、乳酸、截切值及乳酸菌數⁽¹⁰⁾的含量變化。

(三)不同的醃漬時間對包心白菜製成品質之影響

將包心白菜洗淨瀝乾，剝開截切成5 cm左右片狀，以食鹽脫水處理後擠乾水分，將白菜放入已滅菌之塑膠容器中(21 × 15.5 × 14 cm³，體積4.5 l)並加入配料混合。取經調製之泡菜樣品1 kg，分成加入0.1 ml的A菌種及未添加菌種的對照組，放置於室溫(28 ± 2°C)中貯

放，分別於1、12、18、36、54及72 hrs取樣測定溶液中pH值、乳酸、醋酸及檸檬酸等含量變化。

(四)貯藏時間對包心白菜品質之影響

將包心白菜洗淨瀝乾，剝開截切成5 cm左右片狀，以食鹽脫水處理後擠乾水分，將白菜放入已滅菌之塑膠容器中(21 × 15.5 × 14 cm³，體積4.5 l)並加入配料混合。取經調製之泡菜樣品放置於室溫(28 ± 2°C)醃漬1天後，放置於4°C冰箱中冷藏1~4週後，測定不同貯放週數對泡菜醬汁中pH值、EC值、糖度、乳酸、截切值及乳酸菌數的含量變化。

三、分析方法：

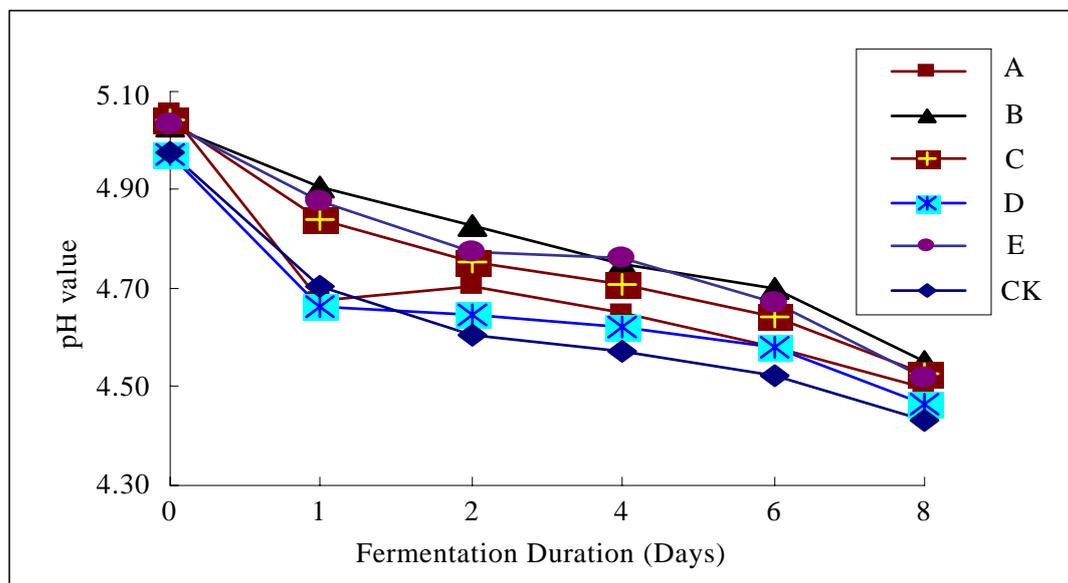
1. 可溶性固形物(total soluble solids, Brix°)⁽⁵⁾：將樣品搖均勻後以滴管吸取適量，利用屈折計(Refract meter, Palette PR-32)進行三重複測定。
2. pH值：樣品搖均勻後以pH meter (Suntex TS-1)⁽¹⁹⁾進行三重複測定。
3. 電導度(Electrical Conductivity, EC)：樣品搖均勻後以EC meter (Suntex SC-170)進行三重複測定。
4. 有機酸含量測定：利用高效液相層析分析儀(Hitachi 7200 HPLC)進行有機酸含量測定，取待測樣品利用0.22 μm過濾膜過濾後，樣品注射量為10 μl，並以0.08 N硫酸移動相，流速為0.6 ml/min通過IC Sep ICE-COREGEL-87H3分離管，管柱溫度為35°C，再以Detector L-7400進行偵測⁽⁶⁾。
5. 截切值：利用植物組織硬度測定儀(Texture meter, Brookfield®)進行測定，測定條件如下：測試時使用重力10 gm，作動距離10 mm，作動速度1 mm/sec。
6. 乳酸菌菌數：利用MRS培養基進行平板培養計數⁽¹⁰⁾，於28 ± 1°C下培養48 hrs，再進行菌落計數，結果以Log 10 population菌落形成單位(colony forming unit, CFU/ml)表示。
7. 消費者喜好性品評⁽⁷⁾，調查項目為色澤、酸味、糖度、鹹度、辣味、脆度、香味、口感、及整體接受性品質調查，各變項以差異程度評定計分法，最高10分，最低1分；10~9分：很好，8~7分：好，6~5分：普通，4~3分：差，2~1分：很差。
8. 統計分析：各問卷調查結果以單因子變異數統計分析(One-way ANOVA)及以最小顯著差異LSD Test進行顯著性測驗。

結果與討論

(一)不同乳酸菌種之選擇

本試驗利用四種菌元乳酸菌之五個組合進行菌種選擇試驗，乳酸菌對產品醃漬過程中與有機酸的變化之影響的分析結果為：在接種乳酸菌的第一天，以菌種A的pH變化趨勢最明顯，降低最快，由pH 5.06降低為pH 4.68 (圖一)，這與乳酸桿菌在醃漬過程中產生大量的乳酸，而使泡菜醬汁中酸度迅速升高有關；而未添加菌種及添加其它菌種變化較緩慢，pH值相對較高。但經過貯放8天後，不同乳酸菌種對泡菜醬汁的pH值影響就不明顯，最終pH值介於4.43~4.55。外加乳酸菌可以加快乳酸和醋酸產生的速率，能夠使泡菜醬汁的發酵時間縮短，

提高產品的風味及品質，且適切地控制微生物之生長，可以避免自然發酵不當所造成之腐敗，減少異常發酵導致產品敗壞，並賦予泡菜特殊香味⁽¹³⁾。



圖一、接種乳酸菌對包心白菜 pH 值之影響。

Fig. 1. Effect of lactic acid bacteria inoculation on pH value of Chinese cabbage pickle.

(CK) none inoculation, (A) inoculation with *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus sporogenes* + *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, (B) *Lactobacillus acidophilus*, (C) *Lactobacillus sporogenes*, (D) *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, (E) *L. lactis*, (F) CK.

取不同乳酸菌處理的6種泡菜進行外觀、色澤、酸味、風味、口感、脆度及整體接受性等官能品評，問卷共發出16份，有效問卷16份，經過嗜好品評結果以處理A的色澤8.25、口感7.31及整體接受度7.75均較其它處理接受度較高(表一)，因此選定A處理做為後續泡菜試驗的菌種。

表一、接種乳酸菌對包心白菜泡菜官能性的影響

Table 1. Effect of lactic acid bacteria inoculation on sensory property of Chinese cabbage pickle

Treatment	Appearance	Acidity	Brix°	Saltiness	Pungency	Friability	Fragrance	Texture	Entire
A	8.25a	7.00a	6.19a	6.63a	7.13a	7.31a	6.44a	7.31a	7.75a
B	6.44c	6.50a	5.44a	6.25a	6.44a	6.31a	5.75a	6.00b	6.13bc
C	6.38c	6.38a	5.56a	6.00a	6.25a	6.50a	5.69a	6.56ab	6.06c
D	7.38b	7.31a	5.69a	6.50a	6.31a	6.38a	6.44a	6.38b	6.88b
E	6.50c	7.13a	5.63a	6.44a	6.19a	6.94a	6.31a	6.5ab	6.44bc
CK	6.94bc ¹	6.31a	5.50a	6.25a	6.38a	6.19a	6.13a	6.38b	6.36bc

¹ Values in the same column with the different superscripts are significantly different (P<0.05).

(二)殺菁及發酵時間對醃漬菜製成品質之影響

包心白菜利用沸水殺菁1分鐘及不殺菁處理，經放置室溫(28 ± 2°C)發酵對有機酸產生之影響，由結果顯示在發酵的第1小時，未殺菁的包心白菜醬汁中即產生0.96%的乳酸，而在第12小時後產生0.82%醋酸；經過殺菁的包心白菜醬汁在第1小時即產生0.69%乳酸，而到第18 hrs後醋酸才產生0.71% (表二)，這些結果顯示添加乳酸菌可以加快碳水化合物利用而生成乳酸⁽¹³⁾，縮短發酵時間，造成醬汁中pH值之下降⁽⁹⁾，形成酸性條件以利產品保存，且乳酸及醋酸含量會隨著發酵時間的延長而提高，而在殺菁醃漬成的泡菜則會延緩醋酸生成。

表二、殺菁對包心白菜泡菜中有機酸生成之影響

Table 2. Effect of blanching on production of organic acid of Chinese cabbage pickle

Treatment	pickling Times (hours)	pH	Citric acid (%)	Malic acid (%)	Lactic acid (%)	Acetic acid (%)
Control (w/o blanching)	1	4.76	1.69	3.00	0.96	0.00
	12	4.78	0.29	2.22	2.23	0.82
	18	4.41	0.29	2.17	2.94	1.08
	36	3.96	0.33	2.05	4.06	1.82
Blanching for 60 sec.	1	4.67	1.31	2.75	0.69	0.00
	12	4.79	1.57	2.83	1.21	0.00
	18	4.71	0.82	2.04	2.02	0.71
	36	4.15	0.40	1.97	3.87	1.72

包心白菜利用沸水殺菁1分鐘及不殺菁處理後，經室溫發酵1天後，放置冷藏環境下，貯放4週後測得未殺菁的泡菜汁pH值較低為3.72，乳酸含量較高為0.81%，這與包心白菜表生微生物及外加乳酸桿菌的加成作用大於只有外加乳酸菌的產酸速度，且至今尚無發現有任何單一株乳酸菌可以單獨作用，即可產生品質良好的泡菜⁽¹³⁾。由於殺菁會破壞包心白菜的組織，導致組織液的外流使得電解質的濃度越高，因此EC值較高為19.30 ms/cm，也使得包心白菜的截切值較未殺菁者低為7.7 gm/sec (表三)。由結果可知，殺菁有抑制乳酸菌的生長及降低乳酸的產生速度，此現象可能因殺菁破壞了白菜中的養分而抑制乳酸菌的生長以致降低乳酸的產生速度；並破壞組織的完整性影響包心白菜泡菜的脆度⁽¹³⁾，因此未來生產泡菜製作原料應以不殺菁的包心白菜為原料，以維持較佳的白菜泡菜的風味及口感。

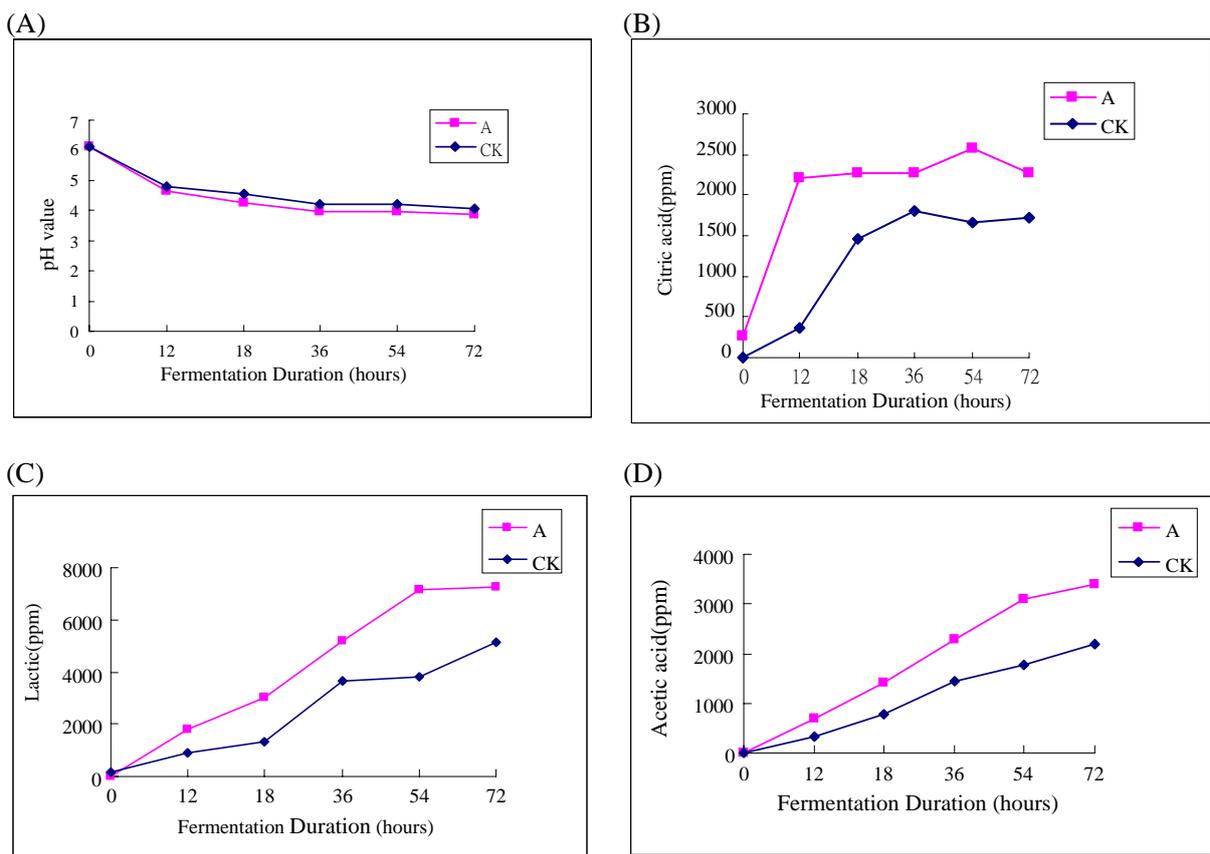
表三、殺菁對包心白菜泡菜品質之影響

Table 3 Effect of blanching on quality of Chinese cabbage pickle

Treatment	pH	EC (ms/cm)	Brix°	Titrateable acidity (%)	Shredded value (gm/sec)	Lactic acid counts (CFU/ml)
Control	3.72	12.87	7.77	0.81a	11.0a	6.5 × 10 ⁸ a
Blanching for 60 sec	3.84	19.30	8.75	0.45b	7.7b	1.3 × 10 ⁸ a

(三)不同的醃漬時間對包心白菜泡菜發酵效率之影響

本試驗分別於1、12、18、36、54及72小時取菌種A及對照組未接種之自然發酵醬汁進行pH值、乳酸、醋酸及檸檬酸等含量變化測定，由圖二結果顯示，外加菌種在醃漬第18~36小時pH值較未添加菌種者較低，為pH 4.15，至36~54小時pH值的變化已趨於緩和。檸檬酸在第12至36小時間產生最多，對照組由0提高至483.65 mg/kg，外加菌種由0提高至523.60 mg/kg，而乳酸及醋酸含量在第18~36小時產生量最高，對照組由515.05 mg/kg增加至2,709.96 mg/kg，外加菌種則由554.80 mg/kg增加至3,915.45 mg/kg；而醋酸含量對照組由390.25 mg/kg增加1,127.70 mg/kg，而外加菌種醬汁由406.90 mg/kg增加為1,566.95 mg/kg，以添加菌種的泡菜醬汁其乳酸及醋酸的含量增加較明顯，至36~72小時間泡菜的乳酸含量即到達泡菜最佳的風味及品質，即乳酸含量達到3,915.45~7,148.05 mg/kg (圖二)，而自然醃漬的泡菜醬汁需發酵至72小時以後乳酸含量才會到達4,027.05 mg/kg，因此添加菌種可以縮短約36小時的發酵時間，使泡菜達到最快的嘗味期。



圖二、菌種添加與自然發酵處理間製成之包心白菜泡菜在醃漬期間(A) pH 值、(B)檸檬酸、(C)乳酸及(D)醋酸含量之變化(A：混合菌種處理，CK 對照)。

Fig. 2. Changes of pH value (A), citric acid (B), lactic acid (C) and acetic acid (D) of Chinese cabbage pickle between inoculation and without inoculation treatments during fermentation (A: inoculation treatment, CK: check).

(四)貯藏時間對泡菜品質之影響

本試驗經4℃冷藏1~4週發現，pH值的酸鹼度會隨著貯放時間的延長而變得更酸，pH值由3.87降至3.58，相關結果亦表現在乳酸含量的變化上，由0.48%提高至1.01%，表示乳酸菌進行同型或異型發酵？但菌數的含量卻隨著貯放的時間變長，醬汁中營養成分的減少及pH值的降低而不耐酸的乳酸菌數含量減少，乳酸產生會回饋抑制，而使乳酸菌數由 6.5×10^9 CFU/ml降至 4.8×10^5 CFU/ml (表四)；包心白菜脆度隨著貯藏時間的增長，微生物及蔬菜果膠分解酵素的持續作用，而使得截切值明顯降低，由第一週的17.9 gm/sec降至8.2 gm/sec，與芥菜的研究結果相符⁽⁴⁾，因此建議產品經熟成後即應儲存於低溫環境下，或儘早食用完畢，較能夠維持較佳的食用口感。

表四、貯藏期間包心白菜泡菜品質之變化

Table 4. Changes of quality of Chinese cabbage pickle during storage

Storage duration (weeks)	pH	EC (mS/cm)	Brix°	titratable acidity (%)	Shredded value (g/s)	Bacteria (CFU/ml)
0	3.87	14.2	8.8	0.48d	17.9a	6.5×10^9
1	3.90	15.1	8.5	0.68c	12.3b	3.8×10^8
2	3.73	15.2	8.3	0.66c	8.0c	1.4×10^8
3	3.74	16.6	8.2	0.76b	9.0bc	6.2×10^7
4	3.58	16.1	7.9	1.01a	8.2c	4.8×10^5

結 論

試驗結果顯示，利用外加混合乳酸菌種(*Lactobacillus lactis* + *Lactobacillus acidophilus* + *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*)醃漬白菜之色澤、口感及整體表現最好，醃漬過程中乳酸的生成速度較醋酸來得快，且外加乳酸菌種處理可以較未添加菌種縮短36小時醃漬時間，達到最佳乳酸風味的品嚐時期，不殺菁處理的包心白菜食用口感及脆度較佳，因此進行包心白菜醃漬處理時，建議不進行殺菁處理，且醃漬完成的包心白菜建議1個月內食用完畢，以維持較佳的產品風味及品質。希望藉由包心白菜醃漬方法建立，進而能夠開發出具有地方特色的農特產品，以提供消費者更多的選購參考依據。

誌 謝

本研究承農委會96年科技計畫(96農科-6.1.2-中-D5)補助研究經費，試驗工作承蒙臺中區農業改良場化學分析室、生物科技研究室及推廣課同仁協助試驗進行，特致謝忱。

參考文獻

1. 方祖達、李穎宏 2005 農產品處理與加工(二)園藝產品-醃漬類 p.765-771 臺灣農家要覽農作篇(3)增修訂三版。

2. 王吉彬 1995 酸菜醃漬過程中之微生物 食品工業月刊 27(9):p16-30。
3. 吳家駒 1995 淺談醃漬 食品工業月刊 27(9):19-36。
4. 李春生 1988 芥菜醃漬期間營養成分及品質之變化 p.83 國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
5. 林練宗 1998 金香葡萄酒發酵條件及其揮發性成分之探討 p.100 國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
6. 邱標麟編譯 1987 釀造食品學實驗 p.240-244 食品工業叢書 復文書局。
7. 唐靜宜 2003 乳酸發酵綜合蔬果汁之試製及儲藏期間成分變化與品質特性之探討 p.135 國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
8. 徐靜媛 2006 韓國泡菜的飲食文化與營養保健之綜論研究 p.145 輔仁大學食品營養研究所。
9. 張志豪 1996 低鹽小黃瓜醃漬物製造技術之研究 p.146 大葉工學院食品工程研究所碩士論文。
10. 陳怡君 2002 乳酸發酵綜合果蔬汁試製之研究 p.123 國立中興大學食品科學研究所碩士論文。
11. 陳俊成 1984 乳酸菌之應用 食品工業 16(3):35-37。
12. 陳勁初 1991 以乳酸菌保存食品之機制 科學與技術 23(9): 17-21。
13. 陳淑苾 1994 甘藍泡菜工業化生產加工過程及重要管制點的研究 p.1-99 國立臺灣大學園藝學研究所。
14. 游若箬、孫豫蘋、劉曲婷、洪瑞琳、林國暉 2006 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告-機能性低鹽乳酸發酵蔬菜對4-nitroquinoline -1-oxide及benzo [a] pyrene之抗致突變性與機制研究 國立臺灣大學食品科技研究所。
15. 蔣立文、卜爾紅、侯艷梅 2006 利用純種乳酸菌製作泡蘿蔔的技術研究 中國釀造 11:15-18。
16. 蔡英傑 1998 乳酸菌與益生菌 生物產業 9(2):98-104。
17. 蔡耀德 2002 產細菌素乳酸菌在輕度加工生菜沙拉中抑制病原菌生長的影響 p.39-104 輔仁大學食品營養學系碩士論文。
18. 龍湘美 2004 乳酸菌細菌素抗菌作用及其在食品上應用之回顧 p.186 國立海洋大學食品科學研究所。
19. AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed. 22.104.
20. Holzapfel W. H. and Schillinger U. 2002. Introduction to pre- and probiotics. Food Res Int. 35: 109-116.
21. Roos N. M., Katan M. B. 2000. Effects of probiotic bacteria on diarrhea, lipid metabolism, and carcinogenesis: a review of papers published between 1988 and 1998. Am. J Clin Nutr. 71: 405- 411.

Effect of Lactic Acid Bacteria on the Fermentation Efficiency and Quality Control of Chinese Cabbage Pickle¹

Tsai-Ching Chen, Hui-Chen Chang and Te-Chen Kao²

ABSTRACT

The aim of this study was to identify the best lactic acid bacteria species on the fermentation efficiency and the quality control of pickle vegetable. Four species of lactic acid bacteria were assigned into five treatments to manufacture Chinese cabbage pickle. The result showed that the pickle vegetable fermented with the lactic acid bacteria mixtures of *Lactobacillus lactis* + *Lactobacillus acidophilus* + *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* obtained the best performance on characteristics of the appearance, acidity, taste and over-all evaluation score. At the duration of 18-36 hours fermentation process of pickle vegetable obtained the highest amount of lactic acid. The lactic acid content increased from 515.05mg/kg to 3915.45mg/kg, resulted in the best flavor and quality, however, the similar performance was occurred only 72hours later in nontreated check. The result of hot water blanched and non-blanching treatment on Chinese cabbage pickle showed that the non-blanching pickle vegetable obtained the better taste, and maintained to the higher shredded value 11.0gm/sec. As with the increase in storage time, the pH value of sauce decreased from 3.87 to 3.58, the of lactic acid bacterial number decreased from 6.5×10^9 CFU/ml to 4.8×10^5 CFU/ml, and the shredded value was also decreased from 17.9 gm/sec to 8.2 gm/sec. In other words, Chinese cabbage pickle fermented with the mixed lactic acid bacteria could produce the best pickle quality in around 36 hours.

Key words: fermentation efficiency, lactic acid bacteria, chinese cabbage pickle.

¹Contribution No. 0698 from Taichung DARES, COA.

²Assistant Research fellow , Associate Research fellow and Head of Extension Division of Taichung DARES, COA.