

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 農業及生物科技科

佳作

091402

「優鹹」製菜

～以優勢菌種法改良酸菜製程之研究

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者：  高二 葉振豪  高二 張美婷  高二 劉蕙綺	指導老師：  劉碧雲  鍾茗慧
---	-----------------------------

關鍵詞：酸菜、優酪乳、低鹽化

## 摘要

本研究以接種優酪乳代替傳統天然發酵的方式製作酸菜，以不同品牌優酪乳與低鹽化方式進行試驗。在不同溫度條件下探討酸菜發酵過程的顏色、pH 值、生菌數、菌落相變化。結果顯示：一、優酪乳接種酸菜，可縮短發酵時間，是傳統方法的一半。二、優酪乳接種法可降低酸菜醃漬鹽度，僅 4.6%，而傳統為 7~8%。三、優酪乳酸菜最佳發酵溫度為 30°C。且以 AB 優酪乳接種酸菜接受度最好。四、優酪乳接種法製作酸菜可降低雜菌汙染。五、以 AB 優酪乳配合麵包酵母接種方法，在接受度上無明顯的提昇。用優酪乳接種法來改良酸菜製程，成本雖較高，但整體來說不論于健康、經濟效益、衛生安全及品質都優於傳統酸菜，若能推廣成為有特色伴手禮，更能帶動地方產業之發展。

## 壹、研究動機

阿婆帶著一袋袋的芥菜回到家裡，開心的說：「芥菜盛產吃不完，拿來醃漬成酸菜好拿去市場賣。」我幫忙她洗淨芥菜後拿去曝曬一天、加大量的鹽揉，我納悶：「這麼多鹽對身體不會有負擔嗎?」。有一天，學校的加工課程講到酸菜是利用天然菌種自然發酵；加大量的鹽是為了保存食物的食用期並抑制腐敗菌，但高鹽帶來的負擔是無法避免的問題；在吃之前要浸洗，去掉多餘的鹽，而且是何種微生物生長在酸菜中，又不確定。思考說有什麼方式可以改善這些問題？直到老師在微生物課程時介紹到優酪乳中的乳酸菌時靈機一動，想將兩種截然不同的食品結合在一起，試驗利用接種優酪乳中的乳酸菌於醃漬液中並減少鹽量的使用來醃漬酸菜是否能製作出品質更優的酸菜，使我們吃得美味又安心。

## 貳、研究目的

- 一、研發酸菜醃漬的新方法。
- 二、酸菜醃漬鹽度下降之可行性。
- 三、探討優酪乳接種酸菜與傳統酸菜的優缺點。
- 四、探討不同溫度對優酪乳接種酸菜之影響。
- 五、探討縮短發酵時間之可行性。
- 六、是否可並用優酪乳和麵包酵母發酵於酸菜中。

## 叁、設備及材料

### 一、設備：



圖一、鹽度計(天時儀器公司, CA-28)



圖二、酸鹼度計 (METTLER 公司, EL-20)



圖三、烘箱 (今日儀器, DOS-60)



圖四、低溫培養箱(青華科學儀器股份有限公司)



圖五、恆溫培養箱(DENG YNG, DB-60)



圖六、熱風乾燥箱 (MODEL 102)



圖七、血球計算盤(株式會社)



圖八、顯微鏡(OLYMPAS)



圖九、糖度計(ATAGO)



圖十、真空包裝機(兆豐機械股份有限公司)



圖十一、無塵無菌操作台(佑聯食品股份有限公司)



圖十二、殺菌釜(宏霖儀器有限公司)



圖十三、熱風殺菌箱(力丞股份有限公司)

## 二、材料：

### (一) 酸菜製作：

芥菜、粗鹽(台鹽)、林鳳營優酪乳(無糖)、AB 優酪乳(無糖)、LP33 優酪乳(無糖)、麵包酵母(NEVADA 牌)、蒸餾水、不鏽鋼蒸籠、真空包裝袋。

### (二) 稀釋平板法：

- 1.器材：已滅菌裝有蛋白胰稀釋液試管、無菌培養皿、已滅菌 1 mL 吸量管、量筒、燒杯、安全吸球、藥匙、秤量紙、酒精燈、試管架、打火機。
- 2.培養基及藥品：0.1%蛋白胰稀釋液、平板計數培養基(Plate count agar, PCA)、無菌蒸餾水、75%酒精。

### (三) 革蘭氏染色：

- 1.器材：載玻片、拭鏡紙、顯微鏡、接種環、酒精燈、打火機。
- 2.試劑：95%乙醇、結晶紫、碘液、番紅、鏡檢油。

## 肆、研究過程及方法

### 一、文獻回顧

#### (一) 醃漬的種類及原理：

##### 1、醃漬物依含鹽量分類：

- (1)低鹽量：加入 2~3%的食鹽，進行**乳酸發酵**，如：韓式泡菜、德式酸菜等。
- (2)中鹽量：加入 7~10%的食鹽，經過**二次鹽醃和乳酸發酵**，最後調味熟成，如：**榨菜**。
- (3)高鹽量：加入 10~14%的食鹽，經過**乳酸發酵後追加食鹽至 20%以上**以利於**長期貯藏**。如：福神漬物及酸菜等。

##### 2、醃漬蔬果原理：

利用食鹽醃漬蔬果之加工，必須要有下列幾種作用的參與：

##### (1)滲透的作用：

鹽醃時，蔬果因為鹽醃而導致脫水，**原生質被分離**失去了半滲透性，故食鹽在蔬果醃漬物的製造上，可以調節醃漬時的速度，也產生一番特殊風味，甚至在原料的質地上變得柔軟和緻密，還可以防腐及調節發酵過程微生物菌相等功能。(郭文玉等，2010)

##### (2)蔬果內酵素的自家消化：

蔬果中含有不同的酵素，如澱粉酶等，會因細胞死亡而使活性增強，酵素的自家消化去除了菜味和澀味；而鹽漬發酵後，更能提升整體風味。

##### (3)微生物的發酵作用：

適當的溫度和鹽度，可使蔬果中的**乳酸菌、酵母菌繁殖**，生成有機酸、胺基酸、乙醇等具官能性化合物，有特殊風味。

#### (二) 醃漬蔬果食鹽濃度和 pH 值對微生物菌相之影響：

1、如下表所示食鹽濃度 8%以上，才能有效抑制腐敗菌，所以傳統酸菜之鹽漬濃度須達到 8 %，而乳酸菌在鹽度 2~8%皆能生長。由表二、三可知鹽漬發酵初期主角為乳酸球菌，後期為乳酸桿菌及酵母菌，而鹽漬過程會出現的有壞菌，低鹽為丁酸菌及枯草菌。在低鹽下欲抑制它，可考慮提高 pH 值下降速度，希望藉由優酪乳接種法的設計來達成。

表一、不同醃漬產品食鹽濃度與微生物生長菌相關係

鹽分(%)	鹹味	醃漬物種類	微生物菌組
2		速成醃漬物	
2~3	適當的風味	隔夜醃漬物	乳酸菌生長
3~4		一般蔬果醃漬物	<b>乳酸菌旺盛</b>
4	稍鹹		
5~6		菜漬物(保存漬物)	<b>↓</b> <b>乳酸菌旺盛、生長</b>
6		<b>酸菜</b>	
8			
8		胡瓜醃漬物	抑制腐敗菌
8~10	具鹹味	蕎頭醃漬物	產生產膜酵母
10~12		醃漬黃蘿蔔漬物	<b>↓</b>
15	重鹹味	胡瓜保存漬物	乳酸菌、腐敗菌繁殖困難
15~20		糠鹽漬物	<b>產膜酵母繁殖</b>
<b>20</b>		梅乾	<b>↓</b>
<b>26</b>		飽和食鹽水	<b>幾乎不能繁殖</b>

表二、鹽漬過程中微生物菌相及 pH 關係

鹽漬發酵初期	因為食鹽的滲透作用，造成原料水分和營養成分滲出，則原料中的雜菌開始增殖，但不久後食鹽濃度達到平衡，雜菌則急速減少。 <b>乳酸球菌會迅速產酸</b> ，pH 值下降，但因為本身不耐酸，pH 值降至 5.0 後，生長也會減緩下來。
發酵後期	<b>耐酸性強的乳酸桿菌</b> 快速增殖產生酸，使 pH 值降至 3.5 左右，同時酵母亦急速生長，即完成發酵過程。

表三、微生物對漬物的作用

有益菌	乳酸菌	將醣類分解成乳糖及少量酒精、醋酸、降低 pH 值，可抑制有害菌繁殖。
	酵母菌	進行酒精發酵，使漬物風味改變。
有害菌	丁酸菌	低鹽漬物中丁酸菌、枯草菌等，會分泌果膠分解酵素，使蔬菜組織軟化，會產生酸臭，使風味變劣。
	產膜酵母	高濃度醃漬中，消耗漬物中乳酸及酒精，致腐敗菌增殖，產生白膜、軟化及惡臭味等現象。
	黴菌	在低鹽漬物及大量空氣進入時，引起漬物的軟化及色澤變壞。

### (三) 實驗中各組酸菜中進行乳酸發酵之菌種介紹：

表四、依據文獻資料整理出各組酸菜之乳酸菌

方法 乳酸菌種類	傳統(自然 發酵)	林鳳營優酪 乳	AB 優酪 乳	LP33 優 酪乳
<i>Pediococcus cerevisiae</i> (啤酒小球菌)	+	-	-	-
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> (戴白氏乳酸桿菌)	+	-	-	-
<i>L. plantarum</i> (植物乳酸桿菌)	+	-	-	-
<i>L. acidophilus</i> (亞斯菲德菌)	-	+	+	-
<i>Bifidobacterium longum</i> (龍根菌)	-	+	-	-
<i>L. bulgaricus</i> (保加利亞乳酸桿菌)	-	+	+	+
<i>Streptococcus thermophilus</i> (嗜熱性鏈球菌)	-	+	+	+
<i>Bifidobacterium lactis</i> (雷特斯 B 菌)	-	-	+	-
<i>L. paracasei</i> 33(副乾酪乳酸桿菌)	-	-	-	+

如表四所示，自然發酵酵素和優酪乳中的乳酸菌種類不同。期待利用優酪乳接種法能順利進行酸菜發酵。並找出風味最佳者。

### (四) 芥菜和酸菜營養成分比較：

表五、芥菜和酸菜營養成分比較

每 100 克含量	芥菜	酸菜
熱量(卡)	19	58
水份(%)	94.6	78.8
蛋白質(公克)	2.1	2.2
澱粉(公克)	3.4	14.1
脂肪(公克)	0.5	0.3
纖維(公克)	1.5	2.9
維他命 B1(毫克)	2.01	0.03
維他命 B2(毫克)	0.05	0.02
維他命 B6(毫克)	0.06	0.1
維他命 C(毫克)	180	0
維他命 A(IU)	3500	40.2
菸鹼酸	0.5	0.6
鈣(毫克)	332	235
磷(毫克)	61	38
鐵(毫克)	20	1.2
鉀(毫克)	180	180
鎂(毫克)	12	11
鈉(毫克)	46	1956
銅(毫克)	8	0
鋅(毫克)	0.4	0.3

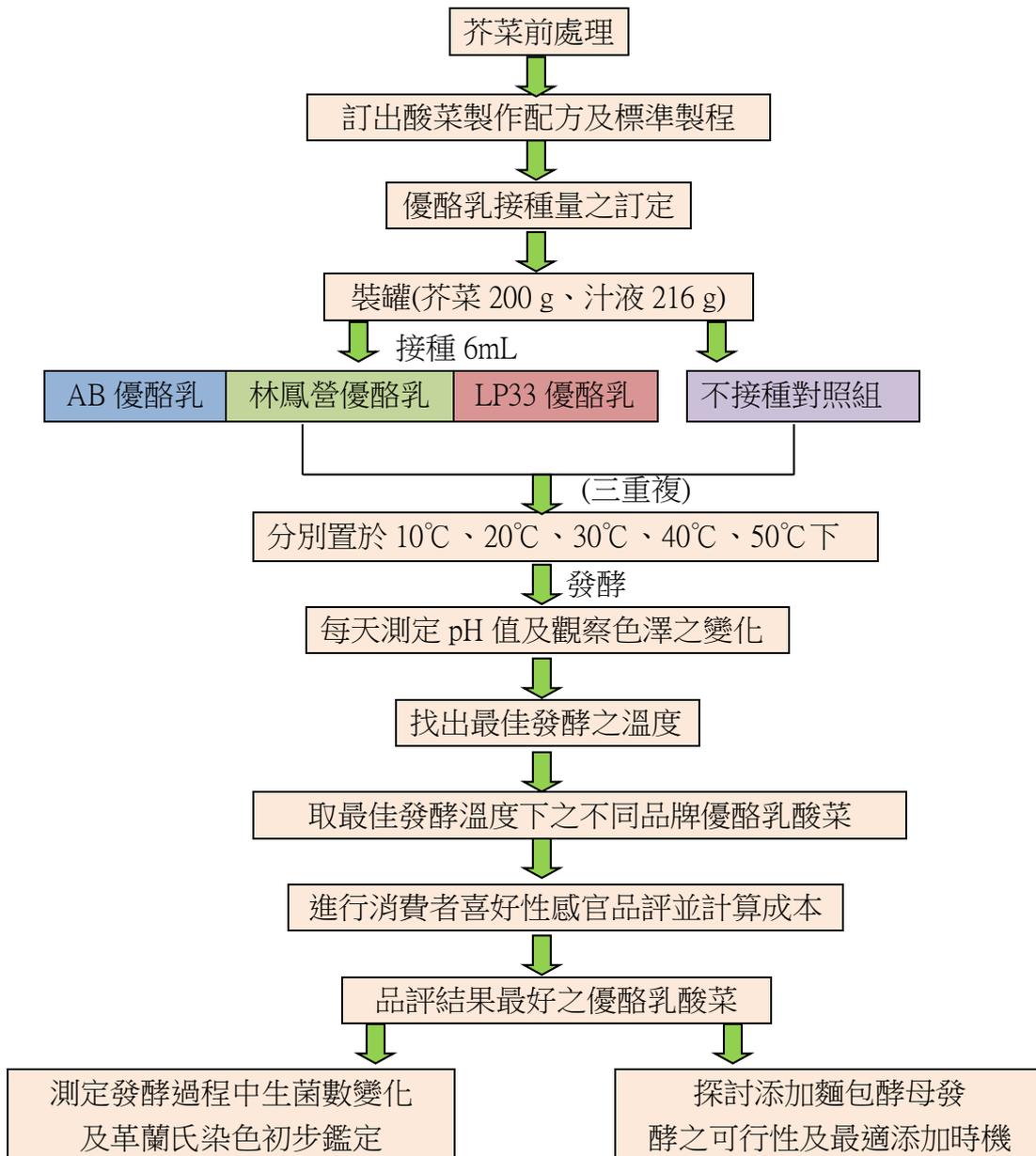
(引自：財團法人台灣癌症基金會—芥菜-刈菜，2014)

由表五可知鹽漬的處理，會讓芥菜中的一些營養成分下降，但為了於芥菜盛

產期，將芥菜保存下來，並使產品風味多元化，鹽漬不為一個好方法，只是鈉含量如此高，對健康亦是隱憂，所以想研發新製程，有效降低食鹽濃度。

## 二、研究架構：

### (一) 整體研究架構：



### (二) 各組實驗架構：

1. 預備試驗一：找出實驗配方及標準製程，目標為有效降低醃漬食鹽濃度及使各組實驗起始點相同。

(1) 依此配方進行預備試驗，訂出芥菜(600 g)：粗鹽(600 g/16)：水(240 g)之重量比例，

並測定鹽度，同時亦測定兩個傳統酸菜之鹽度，以進行比較。

(2)優酪乳發酵酸菜製作步驟：

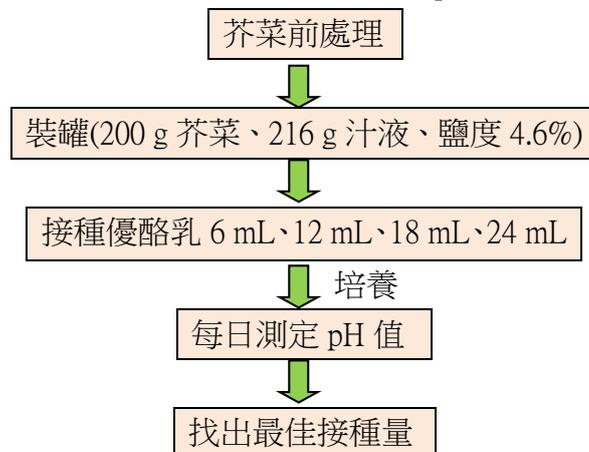
A.芥菜前處理

- (A)將芥菜洗乾淨後以日光萎凋，使組織變軟
- (B)將日光萎凋後之芥菜稱重，計算粗鹽及水用量
- (C)帶手套用粗鹽將芥菜揉至出水變軟
- (D)將搓軟芥菜和菜汁倒入一定量的水中攪拌，使鹽度均勻

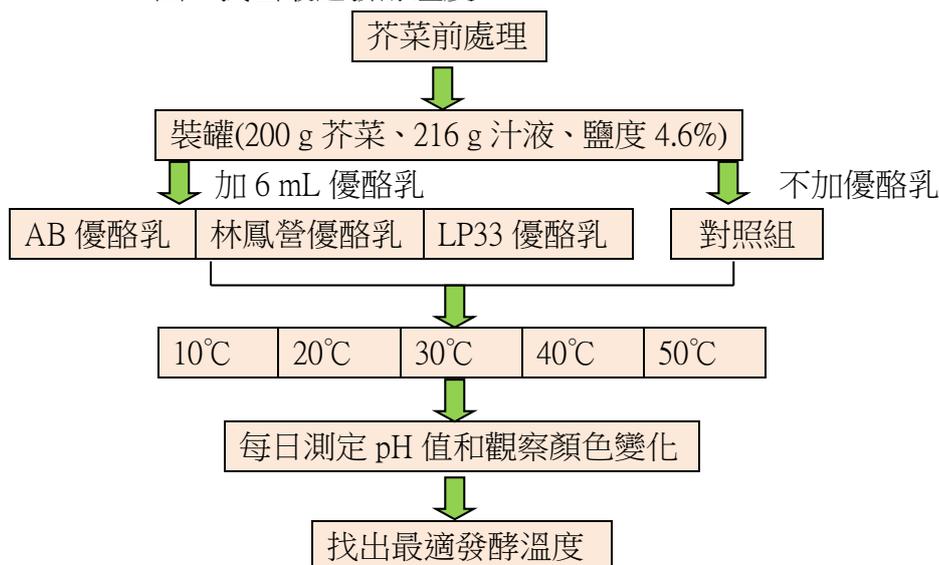
B.分裝至玻璃罐中，以桿麵棍將芥菜間空氣壓出，裝罐量為每罐 200 g 菜、216 g 汁液

C.接種優酪乳，醃漬發酵。

2.預備試驗二：優酪乳接種量之訂定並以測定 pH 值變化來做為發酵程度指標

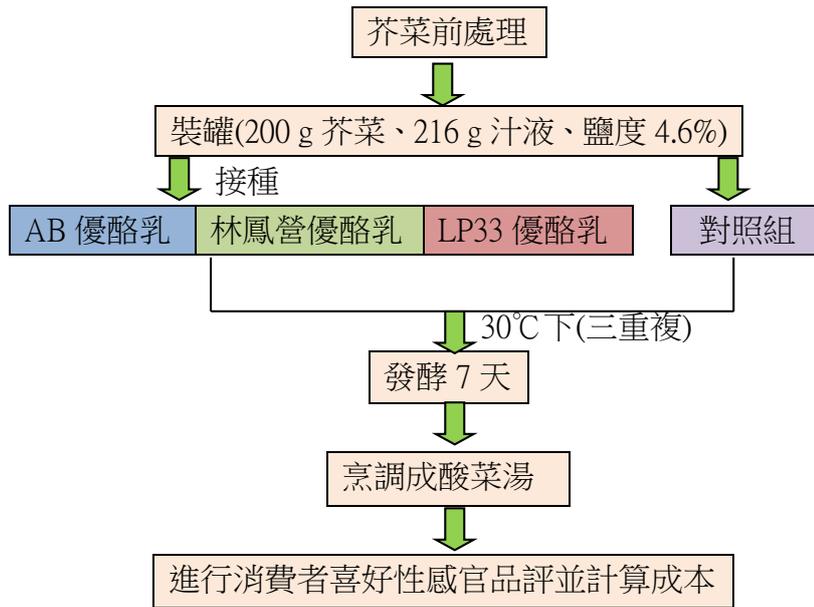


3.實驗設計一：了解不同品牌優酪乳接種酸菜之最適發酵溫度，以發酵溫度為操縱變因，找出最適發酵溫度



4.實驗設計二：我們想了解在試驗中所選用之三種品牌優酪乳對酸菜風味之影響，

在最適溫度 30°C(由實驗設計一得知)發酵之酸菜進行消費者喜好性感官品評。



5.實驗設計三：將最適發酵溫度下製得之不同品牌優酪乳酸菜，進行消費者喜好性感官品評試驗設計：

- (1)品評員選擇：選定本校未經品評訓練之師生共 65 人作為品評員。
- (2)感官評估：喜好性感官品評問卷項目包括香味、色澤、口感、風味和整體喜好。採喜好度五分評分法，5 分表示非常喜歡，4 分表示喜歡，3 分表示不喜歡也不討厭，2 分表示不喜歡，1 分表示非常不喜歡。
- (3)品評場地：為求品評員在安靜不受干擾的環境下品評，彼此間不會有互看答案或交談的可能，每位品評員必須有自己的小隔間，稱為品評小室(圖十六-(d))，並且注意遠離烹調場所，避免氣味干擾。
- (4)樣品供應注意事項：
  - A 酸菜烹調法：以芥菜之莖為主，切成大小為 2 cm 正方形，以大骨及五花肉所熬成之高湯為基湯。大骨湯 1500 g，酸菜 200 g 及發酵湯汁 120 g，以中大火煮滾後計時 10 min，保溫 60°C，趁熱裝杯進行品評。
  - B 避免樣品間互相干擾：藉由漱口之動作加以清除口中餘味，以室溫之清水來漱口。
  - C 避免次序效應：次序效應則是因為受試者接受不只一次的處理，尤其是樣品數 3~6 至多到 8 時，因熟悉實驗情境、練習或疲勞等因素影響受試者在依變項上的表現，故將樣品供應的順序設計成如表。

表六、平衡式完全區集試驗法(RCBD)樣品排列及供應表(五個樣品)

品評員	樣品順序				
	第一位置	第二位置	第三位置	第四位置	第五位置
一	5	2	3	1	4
二	3	4	1	5	2
三	1	5	4	2	3
四	2	3	5	4	1
五	4	1	2	3	5
六	5	3	4	2	1
七	3	4	2	1	5
(中間省略)	依此類推				
六十	4	2	3	5	1

原則每個位置五個樣品出現的機率相等，例如第一位置，1~5 樣品皆出現各 12 次。

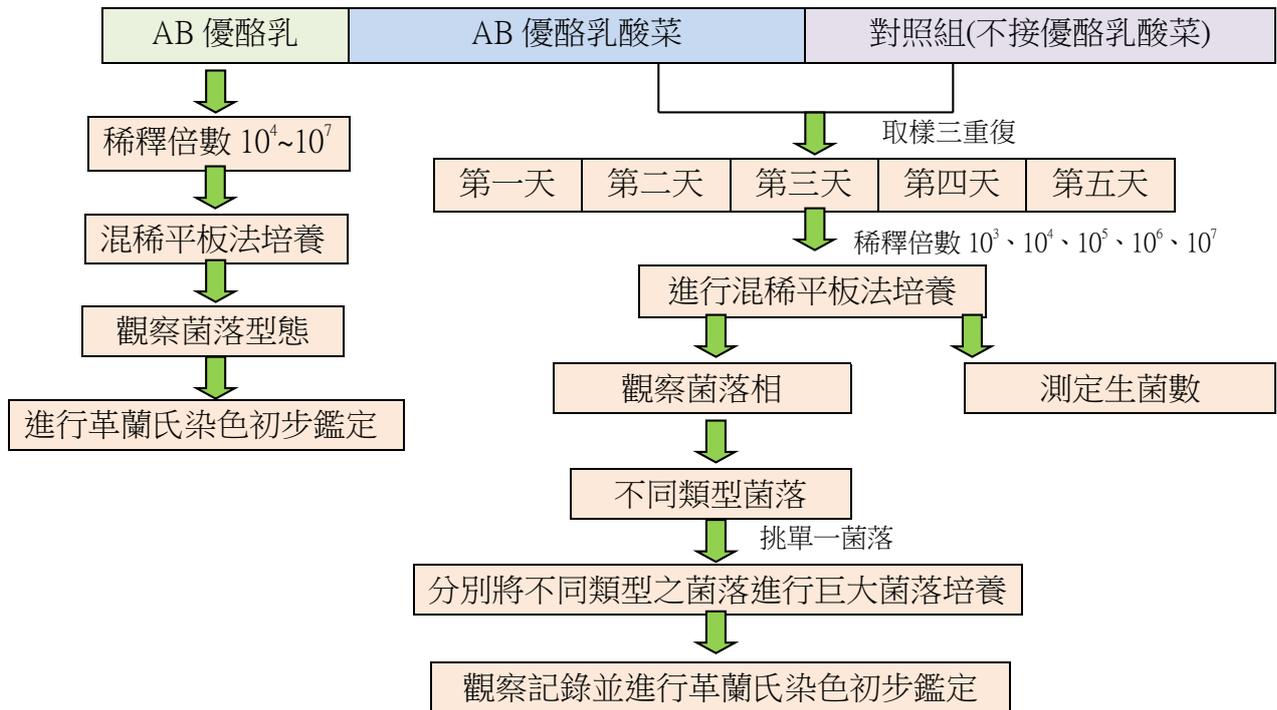
(5)統計分析：

根據官能品評試驗所獲得結果進行統計分析，利用修習過計算機概論及請教老師後，學習以電腦統計分析軟體 EXECL 及 SPSS 進行資料分析，分別計算平均值及變異數分析(ANOVA)，並進一步以 Duncan 多變域測試來分析實驗組平均值間是否有顯著差異存在( $p < 0.05$ )。

(6)品評問卷

喜好性感官品評問卷					
日期：103 年 3 月 5 日					
名稱：酸菜湯					
說明：請品嚐下列樣品，針對樣品的香味、口感、風味、色澤、整體性，分別進行嗜好性的評分，評分方式採用五分制評分方法。					
評分標準為：					
1- 最不喜歡、2-不喜歡、3-普通、4-喜歡、5-最喜歡					
	862	578	825	572	928
香味(聞)					
口感					
風味					
色澤					
整體性					
※樣品共 65 件，有效問卷:共 65 件 香味:聞起來的味道 口感:吃起來的脆度 整體:綜合感覺 色澤:看起來的顏色 風味:食物在口中咀嚼之味道和氣味					

6.實驗設計四：我們想要再次的確認，接種 AB 優酪乳的酸菜在發酵過程中，菌數和菌相之變化並與對照組進行比對。



(1)巨大培養製作方法：

- A. 將 PCA 倒入培養皿凝固
- B. 接種環先以酒精燈燒紅殺菌，待稍涼後，沾取單一菌落接種於培養皿中央一點。
- C.倒置培養於 35°C 培養箱中培養

(2)革蘭氏染色製作方法：

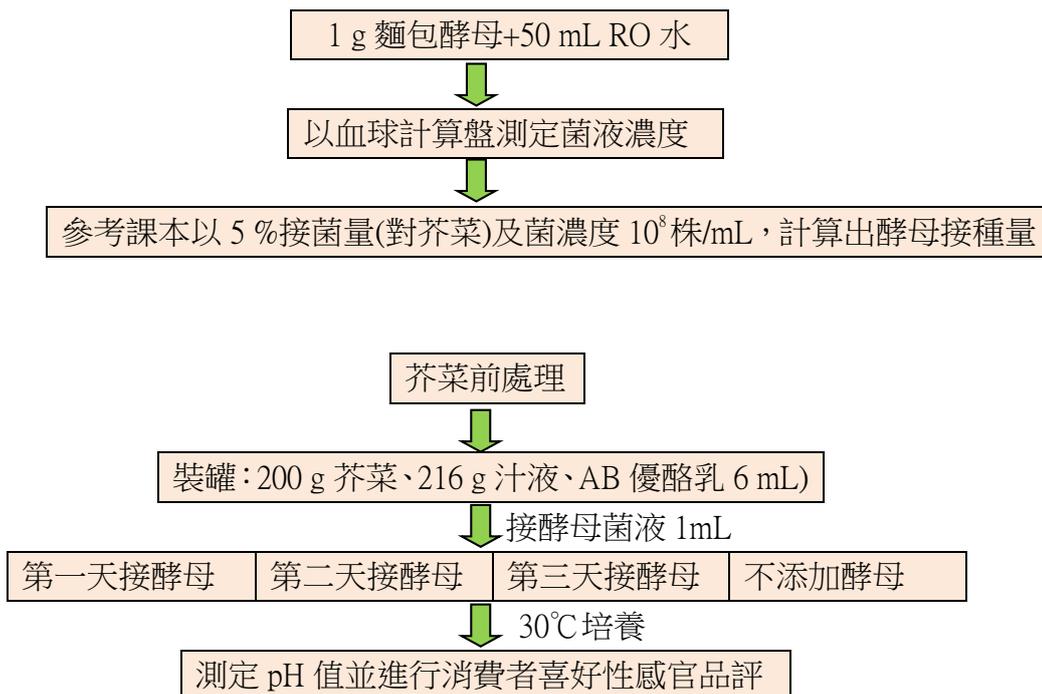
A.製備抹片：

- (A)將載玻片以95 %酒精燒淨，並以滅菌接種環沾一滴無菌水於玻片中央。
- (B)再以滅菌接種環取菌塗抹於玻片中央。
- (C)待玻片乾後過火2-3次即完成。

B.革蘭氏染色：

- (A)初染：將固定過的塗片，滴加結晶紫染液，覆滿細菌塗面，染色1 min。
- (B)媒染：以蒸餾水輕洗後，滴加碘液，染色1 min。
- (C)脫色：以蒸餾水輕洗碘液後，將玻片傾斜，連續滴加95 %酒精脫色20~25 sec，至流出液呈無色，再以蒸餾水洗去乙醇。
- (D)複染：滴加番紅染液，染色 1 min，以蒸餾水洗去染液後，再以吸水紙吸乾。

7.實驗設計五：因為天然菌種發酵之酸菜，不是只有乳酸菌的參與，還有酵母菌也加入發酵行列，而且酵母屬酸菜後期發酵之主角，以前面試驗的最佳條件下，各於發酵第一天、第二天及第三天接入麵包酵母，觀察其對品質有何影響。



### (三) 實驗方法示意圖：

#### 1、優酪乳酸菜製作：



(a)清洗



(b)萎凋



(c)揉鹽



(d)鹽溶於水



(e)揉好的菜加入鹽水中



(f)裝罐



(g)把空氣壓出

圖十四、優酪乳酸菜原料前處理



(a)菌種

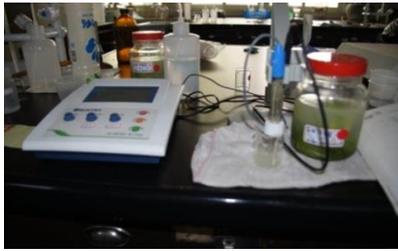


(b)完成接菌



(c)恆溫培養

圖十五、酸菜發酵



(a)測 pH 值



(b)成品裝罐



(c)殺菌



(d)品評

圖十六、樣品分析

## 2、生菌數測定：



(a)稀釋



(b)震盪



(c)加 1 mL 樣品



(d)倒入培養基



(e)培養

圖十七、生菌數測定

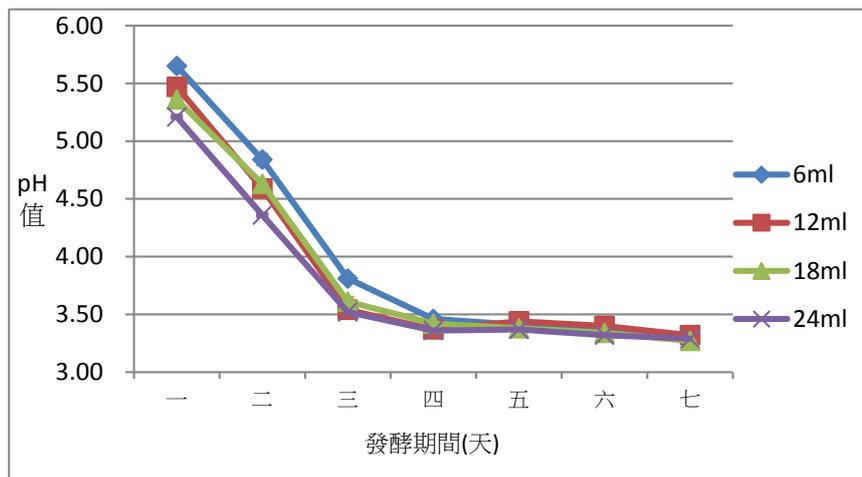
## 伍、研究結果與討論

### 一、優酪乳接種酸菜和傳統酸菜醃漬法比較：

表七、傳統法與優乳接種法流程比較

傳統法	優酪乳接種法
將芥菜清洗乾淨或不洗、曬乾	將芥菜清洗乾淨、萎凋
↓	↓
<b>撒適量的鹽</b>	參考周媽媽家庭主婦的配方，一斤菜需 480 g 水，用少量製作後測得鹽度為 4 度。
↓	↓
揉至出水變軟	大量製作利用上述方法可算出水及鹽量 ∴水量為 9600 g，鹽量為 750 g。
↓	↓
放入甕中一層菜一層鹽，表面放塑膠袋	先利用秤得粗鹽將菜搓揉至軟再把剩餘粗鹽放入水中溶解，最後將菜放入攪拌均勻。
↓	↓
將大石頭壓至上方	分裝每罐 200 g 菜+216 g 的鹽水(可蓋過菜)+6 mL 三種品牌之優酪乳。
↓	↓
<b>醃漬 10~14 天</b>	放至不同溫度醃漬 7 天
↓	↓
成品	裝罐、殺菌

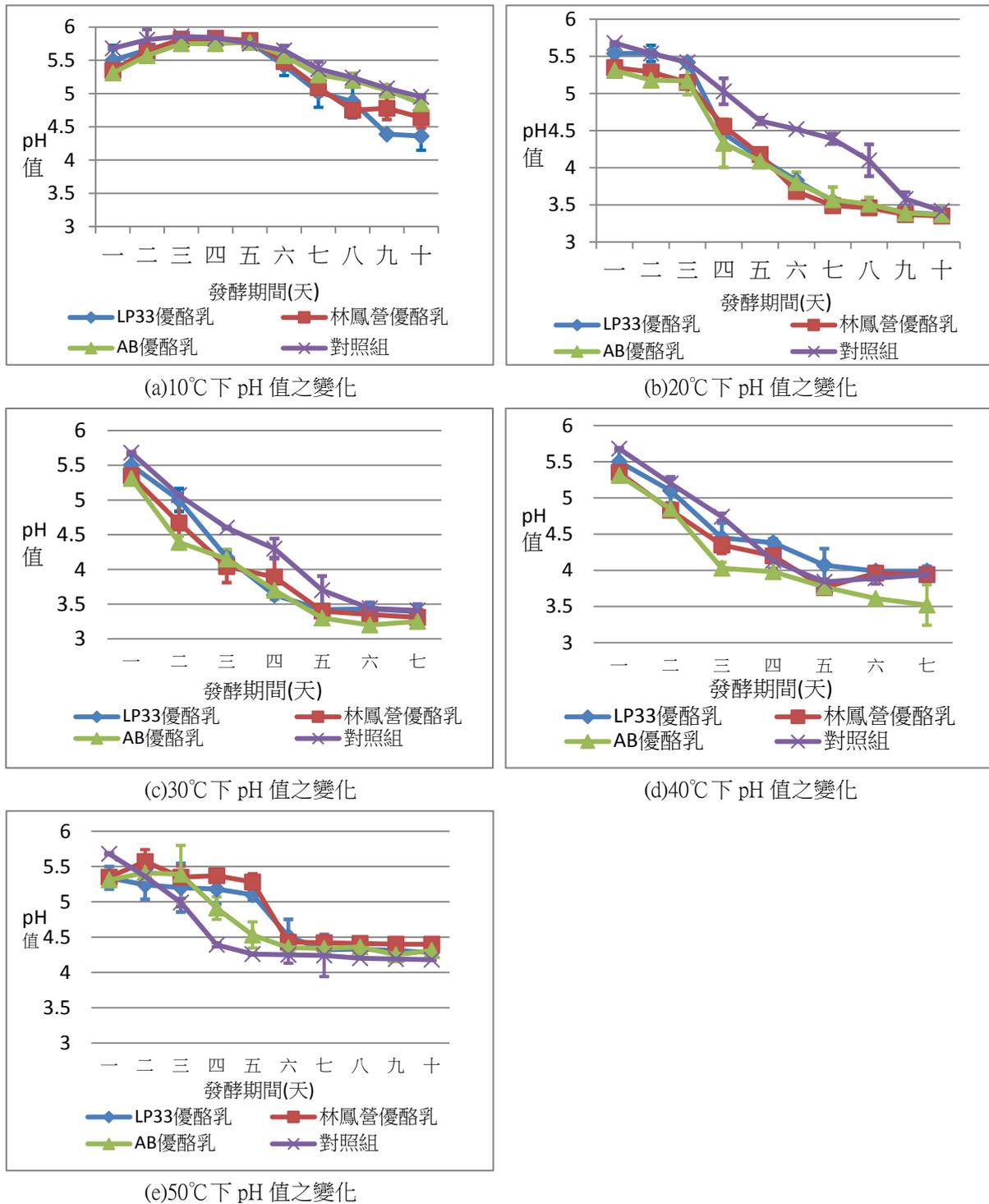
### 二、優酪乳最適添加量：



圖十八、不同優酪乳添加量對酸菜 pH 值變化之影響

由圖十八結果得知，優酪乳添加量 6 mL、12 mL、18 mL 及 24 mL，對酸菜 pH 值變化之影響為初期時優酪乳添加量大者，pH 值下降較快，但於第四天後各組差距不大，基於成本考量，故選擇優酪乳添加量以對芥菜量 3% 即可，也就是每罐 200 g 之酸菜，優酪乳最適添加量為 6 mL。

### 三、培養溫度對不同品牌優酪乳接種酸菜 pH 值變化之影響：



圖十九、四種溫度下優酪乳酸菜醃漬過程之 pH 值變化

由圖十九可得知，各實驗組皆以 30°C 下發酵時，pH 值下降速度最快，優酪乳酸菜發酵第五天 pH 值即達 3.4 左右，其次是發酵溫度 20°C 下，於第七天 pH 平均值達到約 3.5；再來是 40°C。pH 值下降最慢的是 10°C 和 50°C 實驗組，持續發酵至十天，pH 仍無法下降至 3.5。由本試驗得知最適合酸菜乳酸菌發酵的溫度為 30°C。

三組優酪乳酸菜之 pH 值，除在溫度 50°C 下，下降速度比對照組稍慢，其餘各組

皆比對照組快，此結果顯示優酪乳的乳酸菌在溫度 40°C 以上較不易生長，故乳酸菌最佳的生長溫度為 30~40°C。

在觀察 pH 值變化過程中，發現各組酸菜 pH 值下降至一定值後(約在第五天)，即停止不再下降。推測原因為乳酸菌本身活性因 pH 值較低而受到抑制。一般乳酸菌最適的 pH 值為 5.5~6.2，有些在 pH 值 5 以下也可生長。(黃忠村，2007)

#### 四、發酵過程中，芥菜顏色之變化情形：

表八、10°C 發酵芥菜顏色之變化(第 5 天後如第 4 天)

	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
AB 優酪乳				
林鳳營優酪乳				
LP33 優酪乳				
對照組				

表九、20°C 發酵芥菜顏色之變化(第 5 天後如第 4 天)

	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
AB 優酪乳				
林鳳營優酪乳				
LP33 優酪乳				
對照組				

表十、30°C 發酵芥菜顏色的變化(第 5 天後如第 4 天)

	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
AB 優酪乳				
林鳳營優酪乳				
LP33 優酪乳				
對照組				

表十一、40°C 下發酵芥菜顏色的變化(第 5 天後如第 4 天)

	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
AB 優酪乳				
林鳳營優酪乳				
LP33 優酪乳				
對照組				

表十二、50°C 發酵芥菜顏色之變化(第 5 天後如第 4 天)

	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
AB 優酪乳				
林鳳營優酪乳				
LP33 優酪乳				
對照組				

由表八~表十二得知，培養至第三天時，20°C 及 30°C 實驗組之芥菜開始轉變為黃色，而 40°C 及 50°C 實驗組，第二天就變色了。前者變色原因為 pH 值下降導致葉綠素脫鎂，後者變色原因為高溫，因高溫亦會促使脫鎂發生。(賴金泉等，2013)

### 五、傳統醃漬酸菜與優酪乳發酵酸菜的綜合比較：

表十三、傳統酸菜與優酪乳酸菜的製程優缺點

傳統酸菜	優缺點分析	優酪乳酸菜
低 ★	成本	高
長	時間	短 ★
簡單 ★	製程	複雜
高	鹽分高低	低 ★
容易	雜菌污染	不易 ★

表十四、傳統酸菜與優酪乳酸菜之材料成本(每 200 g)

	傳統(元)	林鳳營優酪乳酸菜(元)	AB 優酪乳酸菜(元)	LP33 優酪乳酸菜(元)
芥菜	7.5	7.5	7.5	7.5
鹽	0.125	0.03	0.03	0.03
優酪乳		0.0114	0.0129	0.0129
電費		4.3568	4.3568	4.3568
玻璃罐	23.75	23.75	23.75	23.75
總計	31.375	35.6482	35.6497	35.6497

由表十三~十四各項比較結果可知，接種優酪乳法使酸菜成品之鹽度有效降低至 4.6(傳統為 7~8%左右)，另一方面亦可有效縮短酸菜發酵醃漬的時間，從傳統 10~14 天縮短為 6~7 天。成本方面，傳統酸菜因為不需恆溫培養，所以較優酪乳酸菜成本來得低，以 200 g 傳統酸菜比優酪乳酸菜便宜 4 元。以有效縮短發酵時間的角度切入，所謂時間就是金錢，整體而言，優酪乳酸菜經濟效益較傳統酸菜為佳。

#### 六、最適發酵溫度所得之三種優酪乳酸菜進行消費者喜好性感官品評：

表十五、進行消費者喜好性感官品評香味評分統計

香味					
	AB	林鳳營	LP33	對照組	傳統
香味品評分數平均值	3.05ab※	3.29a	2.80b	3.03ab	3.09ab

※有效樣本共 65 份 ※a~b：不同英文字母，代表有顯著差異

(一)接種不同品牌優酪乳及傳統酸菜進行喜好性感官品評「香味」評分結果與討論：  
由表十五品評結果可知，香味(聞)方面，接種林鳳營優酪乳酸菜評分最高與 LP33 優酪乳酸菜有顯著差異，但與各組間無顯著差異( $p > 0.05$ )。

表十六、進行消費者喜好性感官品評口感評分統計

口感					
	AB	林鳳營	LP33	對照組	傳統
口感品評分數平均值	3.37a※	3.11ab	2.94b	3.03ab	2.40c

※有效樣本共 65 份 ※a~b：不同英文字母，代表有顯著差異

(二)接種不同品牌優酪乳及傳統酸菜進行喜好性感官品評「口感」評分結果與討論：  
由表十六品評結果可知，口感方面，AB 優酪乳酸菜的評分最高，而且與傳統酸菜及 LP33 實驗組有顯著差異 ( $p < 0.05$ )，由此可見 AB 優酪乳接種之酸菜口感較其他組受到消費者喜愛。

表十七、進行消費者喜好性感官品評風味評分統計

風味					
	AB	林鳳營	LP33	對照組	傳統
風味品評分數平均值	3.18a※	3.06a	2.82a	2.91a	2.18b

※有效樣本共 65 份 ※a~b：不同英文字母，代表有顯著差異

(三)接種不同品牌優酪乳及傳統酸菜進行喜好性感官品評，「風味」評分結果與討論：  
 由表十七品評結果可得知，風味方面，AB 優酪乳酸菜的評分最高，而且與傳統酸菜有顯著差異存在( $p < 0.05$ )，其餘組無顯著差異存在，由此可見接種優酪乳之酸菜風味比傳統酸菜較受消費者喜愛。

表十八、進行消費者喜好性感官品評色澤評分統計

色澤					
	AB	林鳳營	LP33	對照組	傳統
色澤品評分數平均值	3.46a※	3.11a	2.49b	3.25a	3.22a

※有效樣本共 65 份 ※a~b：不同英文字母，代表有顯著差異

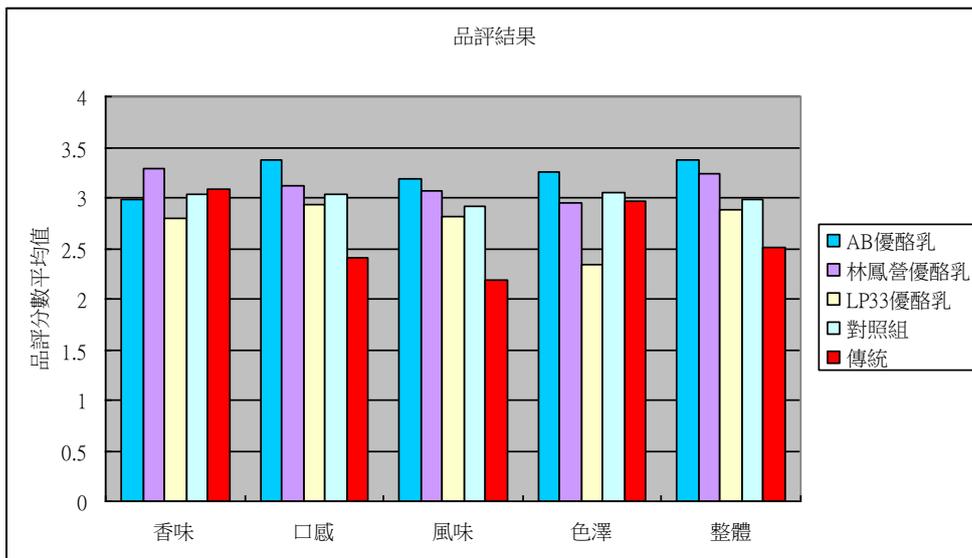
(四)接種不同品牌優酪乳及傳統酸菜進行喜好性感官品評，「色澤」評分結果與討論：  
 由表十八品評結果可知，色澤方面，以 AB 優酪乳酸菜評分最高與 LP33 組有顯著差異( $p < 0.05$ )其餘各組並無顯著差異。由此可見 AB 優酪乳酸菜在色澤方面比較受消費者喜愛。

表十九、進行消費者喜好性感官品評整體性評分統計

整體性					
	AB	林鳳營	LP33	對照組	傳統
整體品評分數平均值	3.38a※	3.22ab	2.88b	2.98b	2.51c

※有效樣本共 65 份 ※a~b：不同英文字母，代表有顯著差異

(五)接種不同品牌優酪乳及傳統酸菜進行喜好性感官品評，「整體」評分結果與討論：  
 由表十九品評結果可知，整體喜好性方面，以 AB 優酪乳酸菜評分最高，與林鳳營優酪乳酸菜無顯著差異，但與傳統組、LP33 及對照組有顯著差異( $p < 0.05$ )，由此可見優酪乳接種法所製得之酸菜較受消費者喜愛，而三種品牌中以 AB 優酪乳酸菜整體接受度最高。

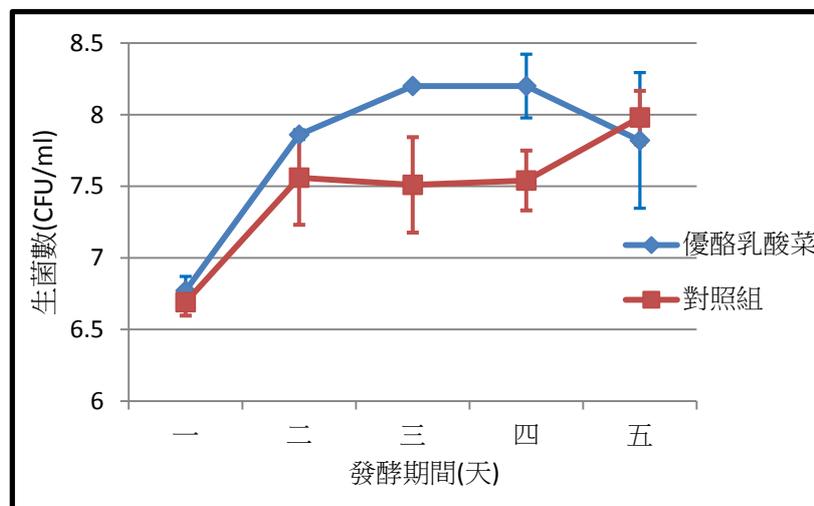


圖二十、不同優酪乳酸菜喜好性感官品評各項目平均分數

由圖二十可知，AB 優酪乳酸菜在口感、風味、色澤及整體項目之品評分數最高，以下所有實驗設計，皆以 AB 優酪乳為菌醃。

## 七、AB 優酪乳酸菜生菌數變化及菌落型態之比較：

### (一) 生菌數之變化：



圖二十一、優酪乳酸菜之生菌數變化

由圖二十一可得知，實驗組的生菌數在第二天即達到  $10^8$  cfu/ mL，而對照組於第五天才達到  $10^8$  cfu/ mL，於第五天實驗組的生菌數降下來。推測原因為實驗組有接優酪乳所以於培養開始生菌數會比對照組高，但第五天後因 pH 值的下降、養份的耗盡，使得生菌數下降。和前面觀察 pH 值變化情形相符合，優酪乳酸菜之 pH 值於第五天後即不再下降。

(二) 菌落之觀察，細菌形狀和革蘭氏染色之結果：

表二十、酸菜分離出 11 種菌落型態，細菌形狀及革蘭氏染色結果

	編號※	菌落型態					細菌形狀	革蘭氏染色結果
		生長型態	生長邊緣	凸起形狀	色澤	顏色		
實驗組	S1	圓形	完整	中凸狀	樹脂光澤	乳白	鏈球菌	紫色
	S2	不規則	葉狀	扁平狀	乾燥	透白	長桿菌	紫色
	S3	不規則	波狀	扁平狀	樹脂光澤	乳白	短桿菌	紅色
	S4	不規則	完整	中凹狀	樹脂光澤、黏	乳白	球菌	紫色
	S5	不規則	波狀	中凹狀	樹脂光澤	乳白	球菌(密集)	紅色
對照組	B1	不規則	波狀	扁平狀	樹脂光澤	黃	葡萄球菌	紫色
	B2、B4、B5	不規則	完整	扁平狀	蠟質光澤	乳白	長桿菌	紫色
	B3	不規則	波狀	中凹狀	樹脂光澤	乳白	短桿菌	紅色
	B6	不規則	完整	扁平狀	樹脂光澤	乳黃	短桿菌	紅色

※S 表是由優酪乳酸菜分離之組菌(共有 5 種)、B 代表是由對照組所分離之組菌(共有 6 種)



(a)優酪乳酸菜菌落之型態

(b)對照組菌落型態

(c)S1 菌落、S2 菌落型態



(d)S3 菌落型態

(e)S4 菌落型態

(f)S5 菌落型態



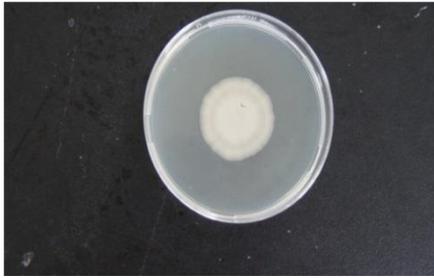
(g)B1 菌落型態



(h)B2 菌落型態



(i)B3 菌落型態



(j)B4 菌落型態

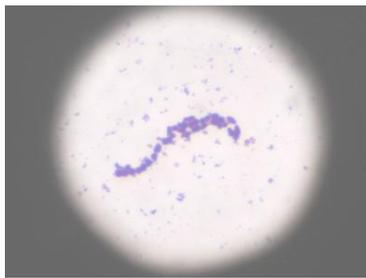


(k)B5 菌落型態

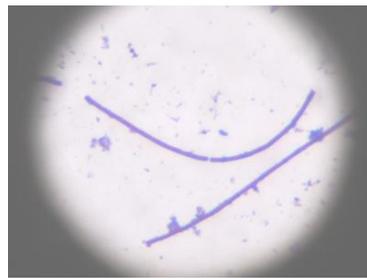


(l)B6 菌落型態

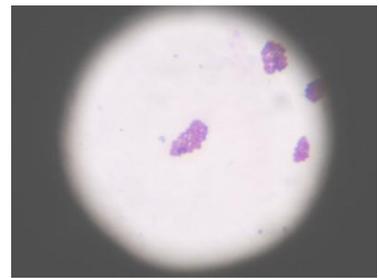
圖二十二、酸菜分離出菌落之型態



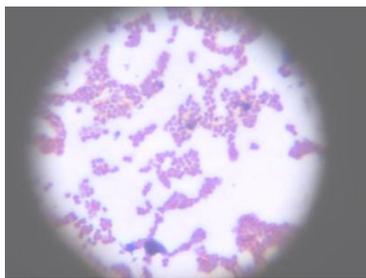
(a)S1 之細菌



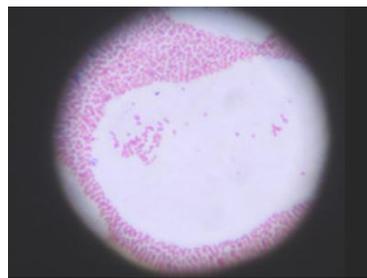
(b)S2 之細菌



(c)S3 之細菌



(d)S4 之細菌



(e)S5 之細菌



(f)B1 之細菌



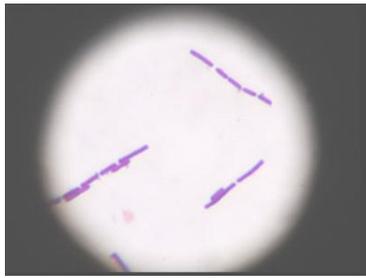
(g)B2 之細菌



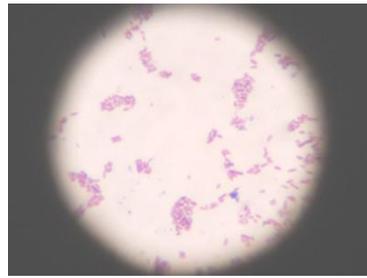
(h)B3 之細菌



(i)B4 之細菌



(j)B5 之細菌



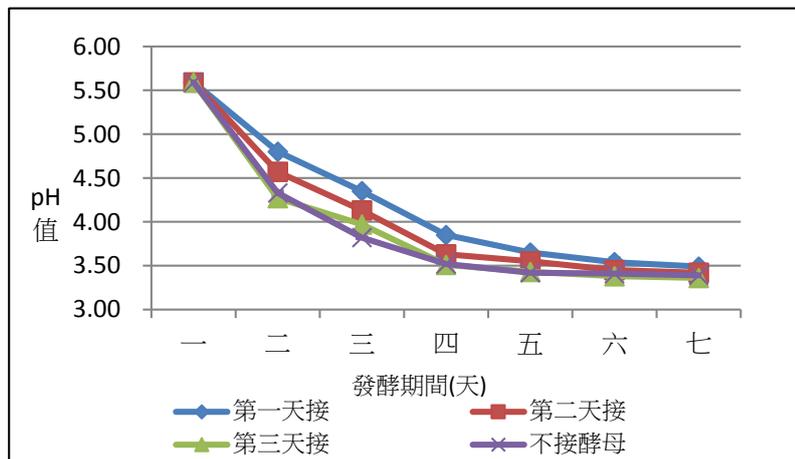
(k)B6 之細菌

圖二十三、酸菜分離出細菌之形狀和革蘭氏染色性質

從表二十及圖二十二、二十三可知，發現對照組的菌生長速度較快，實驗組的比較慢於第二天觀察時對照組的平均菌落大小 0.3~0.5 cm 較實驗組  $\leq 0.1$  cm 大。也發現實驗組中的菌較純不易汙染，對照組發現到長出黃色的菌落(B1)，利用巨大菌落培養得到金黃色菌落及革蘭氏染色結果為陽性，細菌形狀為葡萄球菌疑似為金黃色葡萄球菌，S1 及 S2 可能為乳酸鏈球菌及乳酸桿菌，與優酪乳分離培養出之菌落型態相同且為 G(+)及細菌型態 S1 為鏈球菌，S2 為長桿菌。而 B2、B4、B5 可能為芽孢桿菌屬(有內孢子)。

接種優酪乳後，乳酸菌能在芥菜中取得起始菌數量的優勢，而能快速降低發酵液之 pH 值，進而抑制雜菌生長，不似傳統酸菜製作時需以高鹽量抑制雜菌，故優酪乳發酵酸菜較符合現代人的食安和健康要求。

#### 八、發酵期間麵包酵母之添加對優酪乳酸菜之影響：



圖二十四、發酵期間麵包酵母之添加對優酪乳酸菜之影響

由圖二十四可得知，於優酪乳酸菜接種麵包酵母，會稍微延緩 pH 值下降之速度，第一天接酵母菌之實驗組其 pH 值下降較慢，但發酵至第七天四個實驗組之 pH 值均降至 3.4~3.5 左右。

在上食品微生物課時，老師有提過微生物彼此間對營養源會有競爭現象，推測是主因，所以第一天接種酵母菌實驗組之乳酸菌產酸速度最慢，pH 值下降最

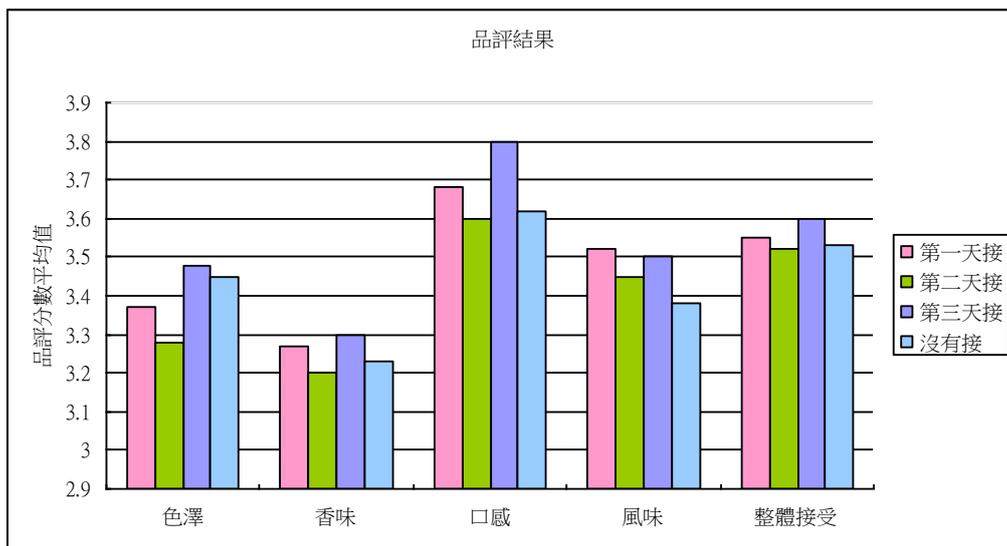
慢，其次為第二天接種酵母菌實驗組，第三天接種酵母菌影響最小。接下來要進行消費者喜好性感官品評之試驗。

### 九、添加麵包酵母之優酪乳酸菜喜好性感官品評：

表二十一、接種麵包酵母之優酪乳酸菜喜好性感官品評

項目 \ 組別	第一天接	第二天接	第三天接	不接酵母
色澤品評分數平均值	3.37a	3.28a	3.48a	3.45a
香味品評分數平均值	3.27a	3.20a	3.30a	3.23a
口感品評分數平均值	3.68a	3.60a	3.80a	3.62a
風味品評分數平均值	3.52a	3.45a	3.50a	3.38a
整體性品評分數平均值	3.55a	3.52a	3.60a	3.53a

※有效樣本共 60 份 ※a~c：不同英文字母，代表有顯著差異



圖二十五、接種麵包酵母之優酪乳酸菜喜好性感官品評

發現麵包酵母之添加對優酪乳酸菜不論於色澤、香味、口感、風味及整體接受性之分數與只接優酪乳實驗組並無明顯差異性，顯示添加啤酒酵母並無加分效果，並未達我們預期的效果，本來認為酵母菌的酒精發酵可以增添風味。

## 陸、結論

### 一、實驗結論

(一)創新部分：可以低鹽化及優酪乳為菌醃進行酸菜之醃漬。以優酪乳接種，即可有效降低酸菜鹽度，是好吃又健康的現代酸菜，傳統酸菜鹽度 7.6~7.8 %，而優酪乳

發酵酸菜鹽度 4.6 %。

- (二) **經濟效益**：以優酪乳接種來進行酸菜的製作**可有效縮短二分之一的發酵時間**(較傳統製作方法的 10~14 天，**優酪乳接種法僅需 6~7 天**)；因恆溫培養使得每 200 g 酸菜成本提高 4 元，但對提昇農民收益仍極具潛力。
- (三) **品質穩定**：**以控溫(30°C)進行發酵**，產品最終 pH 值(約 3.5)穩定，雜菌污染少，同時可以 pH 值來監控發酵完成度。
- (四) **最佳條件**：使用不同品牌的優酪乳製作之酸菜，以 **AB 優酪乳表現最佳**，其香味、風味、口感都勝過傳統酸菜；**發酵最佳溫度為 30°C**；**優酪乳接菌量為芥菜重 3 %**。
- (五) **衛生安全無虞**：由生菌數的變化、巨大培養和革蘭氏染色結果可得知，優酪乳酸菜以優酪乳做為菌醃(starter)，有達到使乳酸菌成為酸菜發酵初期優勢菌之目的，所以**雜菌汙染的情形較低**。
- (六) **菌醃單純易取得**：單以 AB 優酪乳接種者風味佳，與並用麵包酵母接種法比較，於整體品評分數上無明顯的提昇，優酪乳購買方便。
- (七) **整體評比**：優酪乳酸菜製作過程較為繁雜，成本也稍高，但成品較不易汙染、品質好、鹽量降低、發酵時間短，深具應用價值。

## 二、未來展望：

研究優勢菌種法酸菜大量製造之標準流程及條件，進一步可設計酸菜產品之 HACCP 計劃，假以時日期待能與公館農會產學合作，在芥菜盛產期時，能大量生產衛生、安全、低鹽的酸菜，除能解決芥菜盛產過剩之虞且讓消費者在享受美味之餘也能獲得健康。

## 柒、參考資料

- 1.梁鵬(1985)。蔬菜加工。(2 版)。台北市：豐年。
- 2.黃忠村(2011)。食品微生物。台南市：復文。
- 3.郭文玉、劉發勇、邱宗甫(2010)。食品加工 I。台南市：復文。
- 4.賴茲漢、柯文慶(1998)。果蔬加工。台中市：富林。
- 5.鄭清和(2004)。果蔬加工。(3 版)。台南市：復文。
- 6.鄭清和(2011)。食品微生物學。台南市：復文。
- 7.江春梅、陳彩雲(2011)。食品微生物實習 I、II。台南市：復文。
- 8.蘇平齡、謝文斌(2012)。食品加工含實習總復習(上)。(5 版)。台南市：復文。
- 9.賴金泉、王昭君(2013)。食品化學與分析 II。(2 版)。新北市：台科大。
- 10.徐珮柔(2006)。利用感官品評開發刺五加能量補充產品。輔仁大學食品科學系。
- 11.彭秋妹、王家仁(1991)。食品官能檢查手冊。新竹。食品工業發展研究所。
- 12.佐藤信(1989)。官能檢驗法入門。台中。國彰出版社。
- 13.姚念周。(2002)。感官品評介紹、應用與未來發展。食品資訊 192 期：44-47。
- 14.和食上都。2014 年 2 月 25 日，取自：

- <http://www.uni-sato.com.tw/news.php?type=knows&id=51&page=1>
- 15.財團法人台灣癌症基金會—芥菜-刈菜。2014年2月26日，取自：  
<http://www.canceraway.org.tw/page.asp?IDno=351>
- 16.陳慶源、黃崇真、邱雪惠、廖啟成(2007)。乳酸菌之保健功效與產品開發。農業生技產業季刊，11。2014年3月13日，取自：  
[http://agbio.coa.gov.tw/image\\_doc/10%E4%B9%B3%E9%85%B8%E8%8F%8C%E4%B9%8B%E4%BF%9D%E5%81%A5%E5%8A%9F%E6%95%88%E8%88%87%E7%94%A2%E5%93%81%E9%96%8B%E7%99%BC\(1\).pdf](http://agbio.coa.gov.tw/image_doc/10%E4%B9%B3%E9%85%B8%E8%8F%8C%E4%B9%8B%E4%BF%9D%E5%81%A5%E5%8A%9F%E6%95%88%E8%88%87%E7%94%A2%E5%93%81%E9%96%8B%E7%99%BC(1).pdf)
- 17.台灣阿嬤。旅居瑞士的台灣阿嬤。2014年3月21日，取自：  
<http://blog.yam.com/taiwanamainswiss/article/36400101>

## 【評語】 091402

1. 以市售優酪乳中之乳酸菌為自製酸菜發酵過程中之優勢菌種，  
可以改善製程之衛生與安全，具有實用性。
2. 能充分配合所學發現問題，並設計實驗以驗證假說。
3. 能善用儀器進行實驗，並以統計方式分析數據，但若能以更精  
確方法確認結果後，再作結論，較具科學證據。