

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 化工、衛工及環工科

最佳(鄉土)教材獎

091103

延年益壽好彩頭－蘿蔔糕保存性之研究

學校名稱：臺北市立松山高級工農職業學校

作者：	指導老師：
職二 忻美含	田雅嵐
職二 林宜萱	呂宜倩
職二 林韋均	
職二 閻弘志	

關鍵詞：中藥材萃取液、抑菌活性、蘿蔔糕保存

## 壹、摘要

蘿蔔糕食用簡便且具有特殊口感，但產品 pH 值低及水活性高，容易腐敗或長黴。現行法定許可之防腐劑用量對蘿蔔糕的保存期限無延長之效果，故市面上只能以低溫包裝儲藏來延長保存期限。因此要達較長保存期限，除了從製程作業衛生控制著手外，運用微生物柵欄技術（Hurdle Technology）如調整 pH 值、Aw 值及添加天然抑菌劑等是必然手段。基於生產成本考量，本研究自製蘿蔔糕並探討酸化與添加天然中藥材萃取液於其性質變化。蘿蔔糕貯存於 4°C 及 25°C 結果顯示，總生菌數分別在第 7 天及第 4 天得最高量，故未添加基質前低溫貯存優於高溫狀態。四種酸化模式試驗結果顯示，以檸檬酸效果最佳。不同中藥萃取液加入蘿蔔糕後總生菌皆較未加入者低，其中以白芍效果最優。

## 貳、研究動機

咚咚鏘，咚咚鏘，過年不可或缺的吉祥食物－蘿蔔糕，意味著步步高升。其中一位組員，回南部過年，爺爺做很多蘿蔔糕，吃不完放在冰箱，過了幾天發現蘿蔔糕不但變硬且老化出水腐壞了。回到學校，食品加工的課堂上，老師提到蘿蔔糕與部份麵條，如烏龍麵、油麵、鹼麵等，同屬於低酸性食品（pH 值約 7~9）且水活性高（ $A_w > 0.98$ ）容易腐敗，有些業者延長低酸、高濕性食品的架售期常有添加防腐劑或雙氧水的情形。現代人講究原味、口感及健康意識之取向，為提高低酸高濕性食品的存性，本次研究選擇自製蘿蔔糕探討酸化及添加天然中藥材萃取液，進行相關實驗。

## 參、研究目的

- 一、瞭解蘿蔔糕於 4°C 及 25°C 儲存過程之變化。
- 二、瞭解有機酸種類及濃度對蘿蔔糕保存性之影響。
- 三、瞭解中藥材萃取物種類及濃度對蘿蔔糕保存性之影響。

## 肆、研究設備及器材

### 一、實驗材料

#### (一) 蘿蔔糕

蘿蔔(愛買蔬果區)、水、在來米粉(台灣北區澱粉股份有限公司)。

#### (二) 中藥材

白芍、白芷、白附子、山藥、川芎、前胡、蒲公英、當歸、茯苓、和甘草等皆購自劉記富元參藥行。

### (三)化學藥品

檸檬酸（三福化工）、蘋果酸（三福化工）、乳酸（城乙化工原料）。

### (四)菌株

本實驗所用之細菌菌株，購自食品工業研究所菌種保存中心（BCRC）。

1. 大腸桿菌 *Escherichia coli* (BCRC 10316)。
2. 枯草桿菌 *Bacillus subtilis* (BCRC 10256)。
3. 綠膿桿菌 *Pseudomonas aeruginosa* (BCRC 10261)。

### (五)培養基

Nutrient Broth、Nutrient Agar，皆為 Hi Media 產品。

## 二、實驗儀器

無菌操作台	均質機、均質瓶
已滅菌塑膠培養皿	螺旋試管
恆溫培養箱	250 mL、500 mL 錐形瓶
量筒	鑷子
粉碎機	自動微量吸管（Micropipette）
接種環	分光光度計
pH meter（pH 值測定儀）	圓形紙錠（直徑 6mm）
酒精燈	L 型玻璃棒
恆溫水浴	游標卡尺
吸量管(1 mL)、吸管唧筒	布氏漏斗
離心機	坩堝、坩堝鉗
漏勺、刨刀、削皮器、鍋子、炒鍋、	灰化爐
鍋鏟、蒸籠	100 mL、500 mL、1000 mL 燒杯

## 伍、研究過程或方法

### 一、蘿蔔糕製作及基本成分分析

#### (一)蘿蔔糕之製作流程

材料：蘿蔔 1200 克 水 3000 克 在來米粉 1000 克

過程：

- 1.先將蘿蔔洗淨然後去皮、刨絲、川燙至軟〈撈起備用〉。
- 2.1000 克的在來米粉和 3000 克的水混合均勻後，倒入炒鍋中，再將上步驟川燙好的蘿蔔絲一起放入。
- 3.攪拌至黏稠狀即可。
- 4.倒入沾有沙拉油的鐵盤中，蒸煮 20 分鐘左右即可。
- 5.待冷卻，即為實驗所用。

#### (二)水分含量測定法

將樣品 2~3g 置於恆溫烘箱中，在  $130\pm 1^{\circ}\text{C}$  乾燥 1 小時後，取出置入乾燥器中冷卻稱重，達恆重後精稱出水分之損失重量。

水分含量可由下式計算求得：

$$\text{水分含量(\%)} = \frac{A}{B} \times 100$$

其中

A：樣品乾燥後水分的損失量(g)。

B：樣品的原始重量(g)。

#### (三)灰分含量測定法

將樣品 3g 置於坩堝中並先行碳化後，再置入灰化爐中於  $600^{\circ}\text{C}$  中灰化至樣品呈灰白色後，取出冷卻稱重。

灰分含量可由下式計算求得：

$$\text{灰分含量(\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100$$

其中

$W_2$ ：殘留灰分重(g)。

$W_1$ ：樣品重(g)。

#### (四)粗蛋白質定量法(kjeldahl 法)

##### 1. 分解：

秤取適量(含 N 量約 10mg 左右)之檢體移入 200~300 mL 之分解燒瓶中，加濃 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20 mL，及 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、CuSO<sub>4</sub> 混合物(4:1)約 0.2g，輕輕振盪混合，加熱分解至略帶黃色而透明為止，再繼續加熱 20 分鐘，使完全分解，普通約需 1~3 小時，放冷，移入 100 mL 量液瓶中，加水至 100 mL。

##### 2. 蒸餾：

正確量取 0.05N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 25 mL 於三角瓶中，滴加混和甲基紅指示液 2~3 滴，使冷卻管之先端插入 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 中，將一定量之分解液先加 NaOH 液中和成鹼性為止，加熱蒸餾之，蒸餾瓶中加入粒狀鋅或浮石數片，防止溶液之噴發，加入石蠟防止其發泡。使 NH<sub>3</sub> 驅入三角瓶中為 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 吸收，繼續蒸餾 15~20 分鐘，放下三角瓶，待 2~3 分鐘後，洗下冷卻器先端之硫酸液，收集入三角瓶中，停止加熱。

##### 3. 滴定：

用 0.05N NaOH 滴定。使用混合甲基紅為指示液時，綠色為其終點。用同法以蒸餾水做空白試驗補正之。

##### 4. 計算：

$$N\% = \frac{0.0007 \times (V_2 - V_1) \times F \times B \times 100}{A \times S}$$

V<sub>1</sub> = 0.05N NaOH 液之消費 mL 數。

B = 分解液稀釋量。

V<sub>2</sub> = 空白試驗時消費之 0.05N NaOH mL 數。

A = 稀釋後分解液之採取重量。

F = 0.05N NaOH 液之規定度係數。

S = 檢體重。

#### 二、中藥萃取液之製備

白芍、白芷、白附子、山藥、川芎、前胡、蒲公英、當歸、茯苓、和甘草各取 100 g 用磨粉機磨成粉狀物後，再將各中藥粉取 20 g 倒入 500 mL 的錐形瓶中，加入 200 mL 的蒸餾水，用鋁箔紙封好，放入高壓滅菌釜中以 121°C、15 分鐘萃取後，過濾，以離心機 2500rpm，離心 20 分鐘，取上清液，放入試管中冷藏，以此原液進行抑菌試驗。

#### 三、菌種之活化與培養

將各保存菌株 (Stock culture) 取一接種環之菌量接種於液體培養基 (Nutrient Broth) 中經 35°C 活化培養 24hr 後，以分光光度計 (SPECTRO 22RS) 測其在波長 660 nm 的吸光值，並將各菌液的吸光值調整為 0.1 (其細菌數為 4×10<sup>5</sup>CFU/mL)。

#### 四、中藥萃取液之抑菌試驗

以濾紙圓片擴散法 (disk diffusion technique) 來進行抑菌試驗，將 0.1 mL 之試驗菌液均勻塗抹在固體培養基 (Nutrient Agar) 上，以無菌濾紙圓片 (Whatman No.1 直徑 6mm) 沾取 20  $\mu$ L 的中藥材萃取液，平貼於含試驗菌液之培養基上，靜置 20 分鐘後，於 35°C 倒置培養 24 小時，測其透明圈 (Inhibition Zone) 之直徑 (mm)，以表示抑菌活性大小。

#### 五、菌或殺菌之抑菌效果測定

透明圈之直徑大於 10 mm 者，以接種針在其透明圈內平均任點五處，分別接種於 5 mL 之培養液中，在 35°C 下培養 48 小時，觀察是否有菌體生長，若有菌生長則表示此抑菌成分僅具殺菌作用，若仍無生長現象，則視為具靜菌作用。

#### 六、不同有機酸濃度對蘿蔔糕總生菌數之影響

製作含 0.5%、1%、1.5%、2%、2.5%、3% 有機酸蘿蔔糕，分別秤取樣品 25g 於 225 mL 無菌水中，並置於無菌均質瓶中，均質後作等系列稀釋為  $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  測其總生菌數之變化。

#### 七、不同中藥萃取液對蘿蔔糕總生菌數之影響

製作含 2%、4%、6%、8%、10% 中藥萃取液蘿蔔糕，分別秤取樣品 25g 於 225 mL 無菌水中，並置於無菌均質瓶中，均質後作等系列稀釋為  $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  測其總生菌數之變化。

## 中藥萃取液之製備



中藥材



將中藥磨成粉



過濾、離心

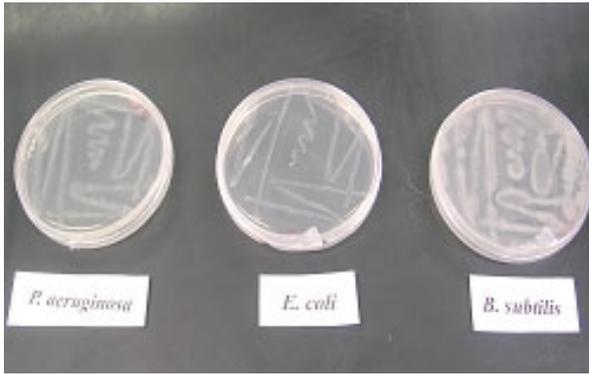


磨粉後，將各中藥粉取 1：9 加入的蒸餾水以 121°C 萃取 15 分鐘。

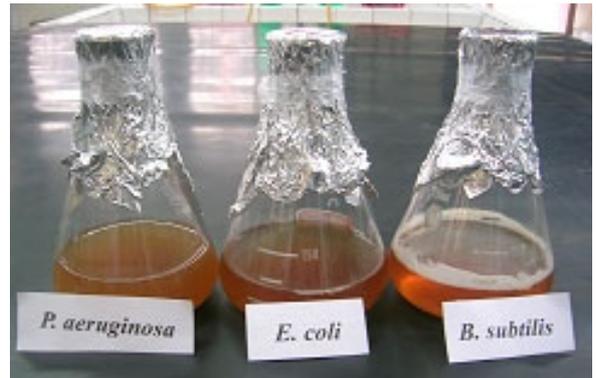


以離心機離心 20 分鐘，取上清液，以此原液進行抑菌試驗

## 中藥萃取液之抑菌實驗



試驗菌株保存於營養瓊脂培養基 (NA)



將試驗菌株接種於營養肉羹 (NB) 中於 35°C 培養 24 小時



取 0.1mL 之試驗菌液



以分光光度計定量菌液於波長 660 nm 的吸光值為 0.1



均勻塗抹在營養瓊脂培養基 (NA) 上

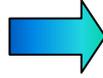


貼含有中藥萃取液的無菌濾紙圓片於含試驗菌液之培養基上，於 35°C 培養 24 小時，測透明圈之直徑 (mm)，表示抑菌活性大小

# 蘿蔔糕總生菌數測定



蘿蔔糕



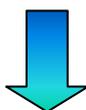
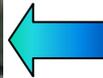
取 25g 蘿蔔糕置入 225 mL 無菌水中



等系列稀釋檢液為  $10^{-2}$ 、 $10^{-3}$ 、 $10^{-4}$  倍



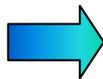
以均質機攪打 1 分鐘，此即為稀釋 10 倍 ( $10^{-1}$ ) 的檢液



分別取各稀釋數檢液 1 mL 於空白培養皿中



倒入保持 45°C 未凝固營養瓊脂培養基 (NA)，前後左右混勻，待凝固。於 35°C 倒置培養 24 小時，計算結果



## 陸、研究結果

表一 蘿蔔糕於 4°C 及 25°C 貯藏之 pH 值變化

蘿蔔糕於 4°C 及 25°C 貯藏之 pH 值變化							
溫度	1day	2day	3day	4day	5day	6day	7day
4°C	6.21	6.11	6.05	6.00	5.85	5.73	5.65
25°C	6.2	6.17	6.01	5.65	5.05	5.03	5.02

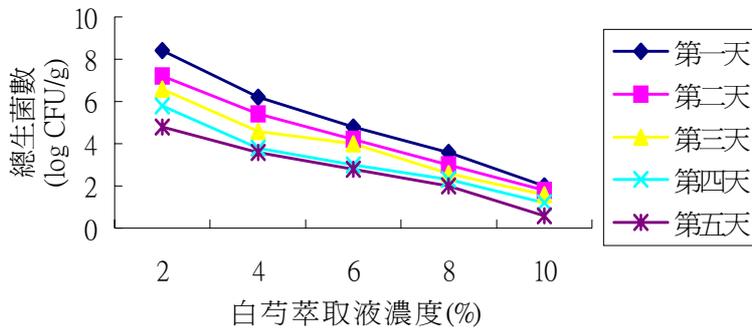
表二 蘿蔔糕於 4°C 及 25°C 貯藏之總生菌數

蘿蔔糕於 4°C 及 25°C 貯藏之總生菌數(CFU/g)							
溫度	1day	2day	3day	4day	5day	6day	7day
4°C	6.4	8.8	12.4	16.8	20.4	23.4	TNTC*
25°C	9.8	18.4	23.6	TNTC*	TNTC*	TNTC*	TNTC*

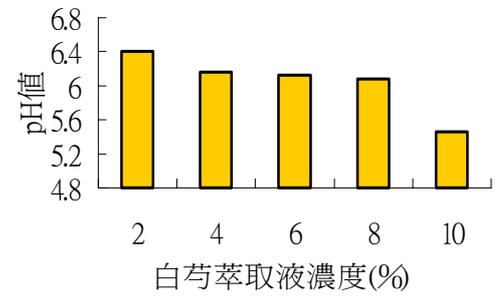
\*TNTC 為 Too Numerous To Count，表示菌落太多，計數困難

表三 十種中藥萃取液對試驗菌株抑菌活性

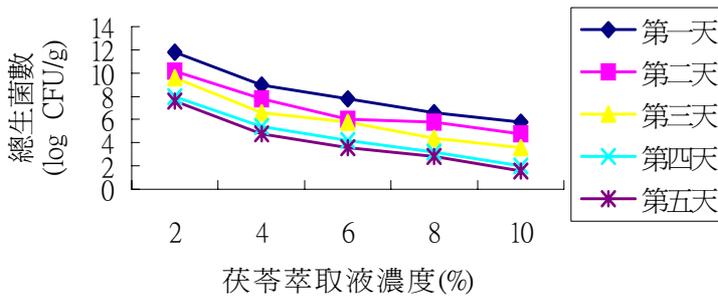
菌株	透明圈直徑 Inhibition zone diameter ( mm)									
	白芍	前胡	蒲公英	茯苓	甘草	白芷	川芎	白附子	當歸	山藥
<i>E.coli</i>	5.8	5.9	3.6	6.1	6.0	×	5.8	6.1	5.0	×
<i>B.subtilis</i>	7.2	6.3	5.8	7.7	14.4	7.0	7.1	8.6	6.4	×
<i>P.aeruginosa</i>	8.2	8.6	8.4	10.6	11.8	5.5	5.9	10.4	7.5	×



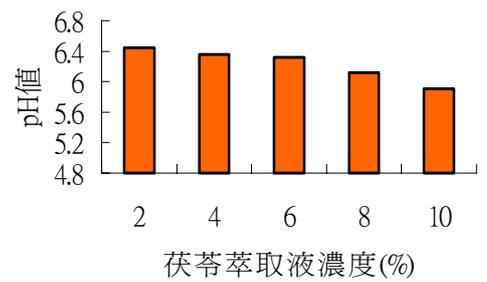
圖一 添加不同濃度白芍萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



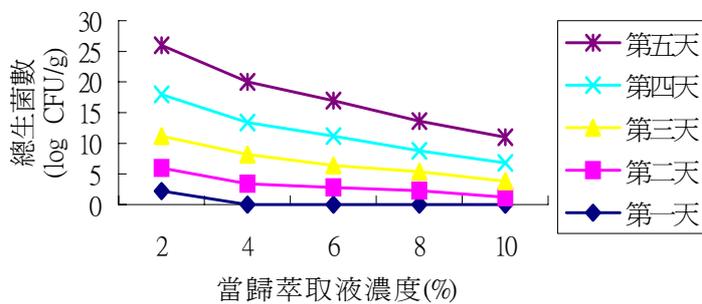
圖十一 添加不同濃度白芍萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



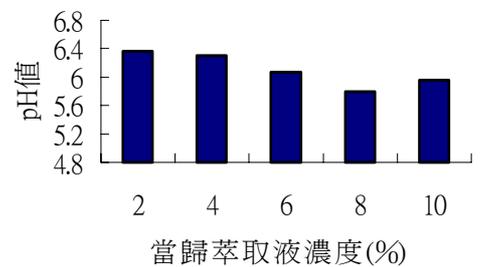
圖二 添加不同濃度茯苓萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



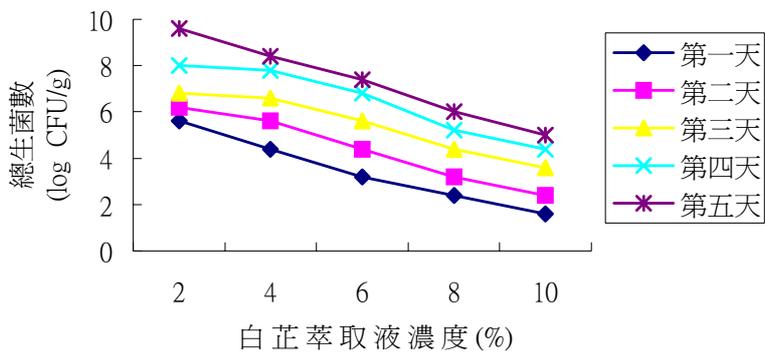
圖十二 添加不同濃度茯苓萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



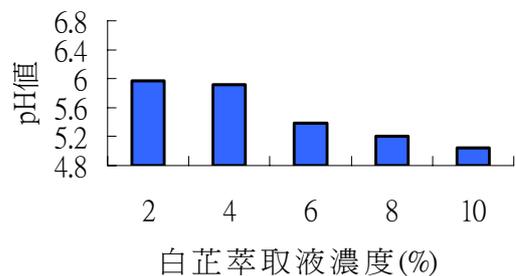
圖三 添加不同濃度當歸萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



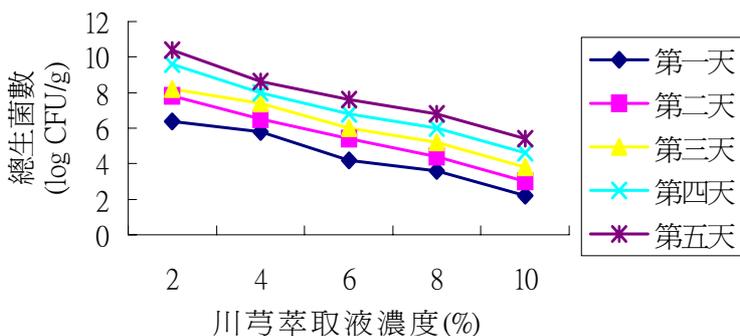
圖十三 添加不同濃度當歸萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



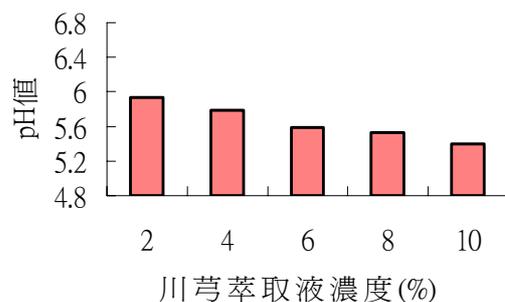
圖四 添加不同濃度白芷萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



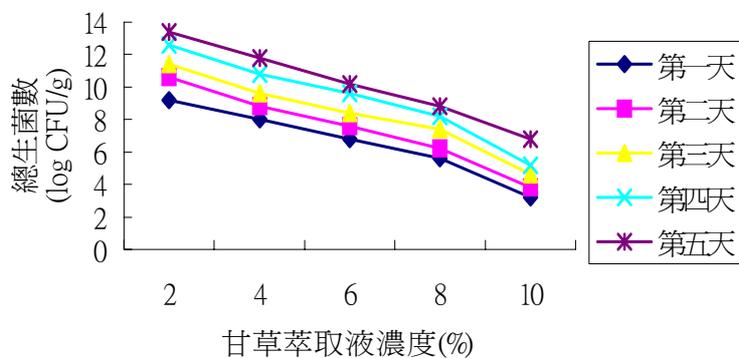
圖十四 添加不同濃度白芷萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



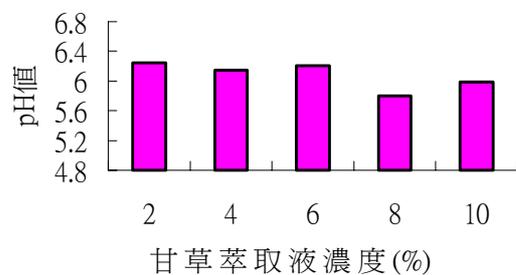
圖五 添加不同濃度川芎萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



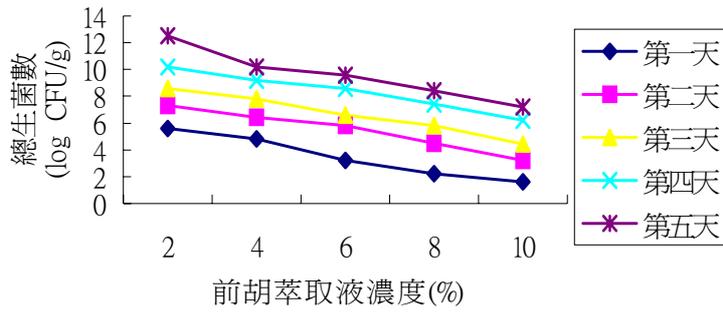
圖十五 添加不同濃度川芎萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



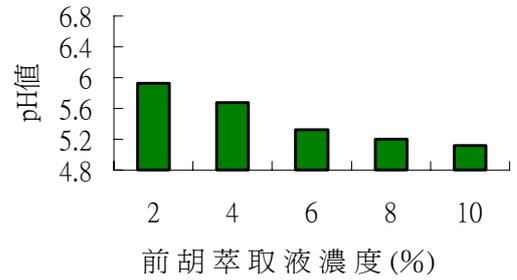
圖六 添加不同濃度甘草萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



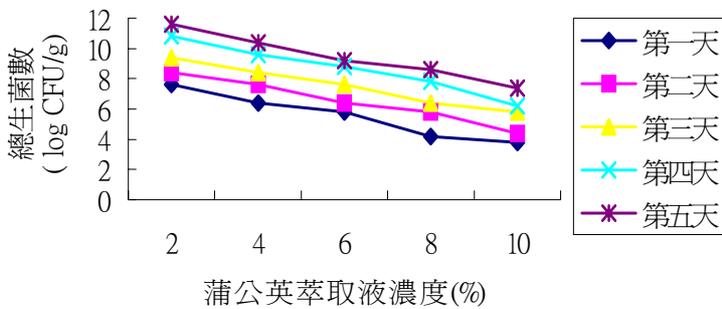
圖十六 添加不同濃度甘草萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



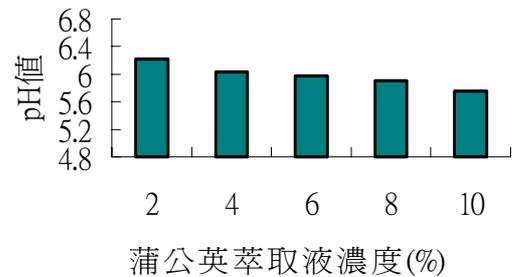
圖七 添加不同濃度前胡萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



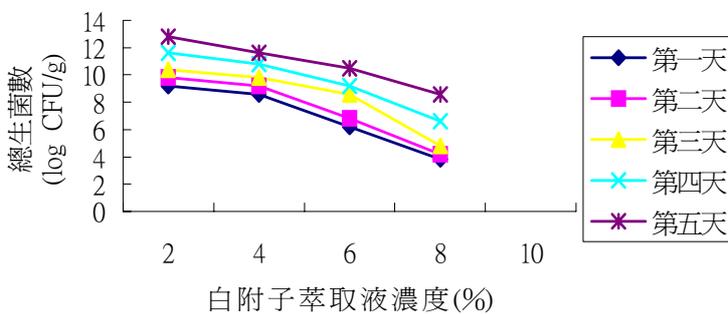
圖十七 添加不同濃度前胡萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



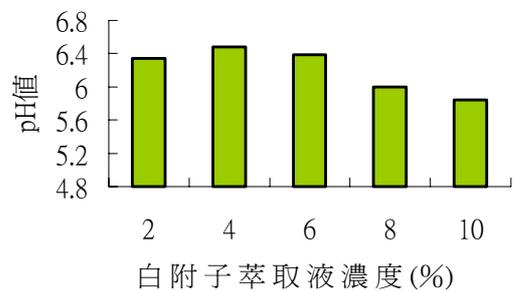
圖八 添加不同濃度蒲公英萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



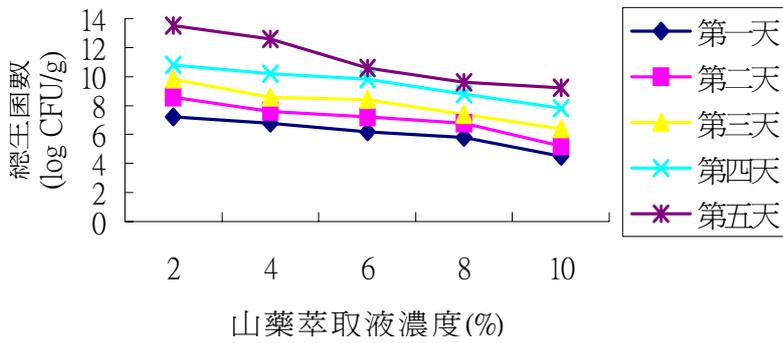
圖十八 添加不同濃度蒲公英萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



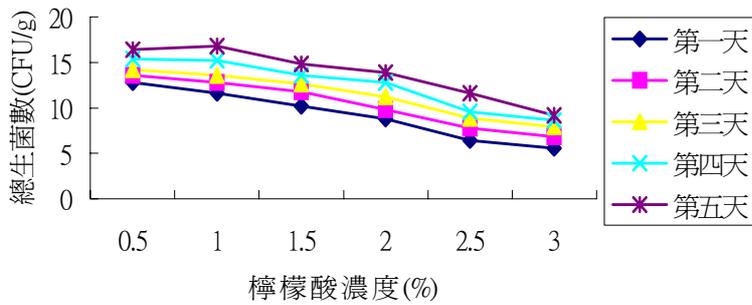
圖九 添加不同濃度白附子萃取液蘿蔔糕之總生菌數變化



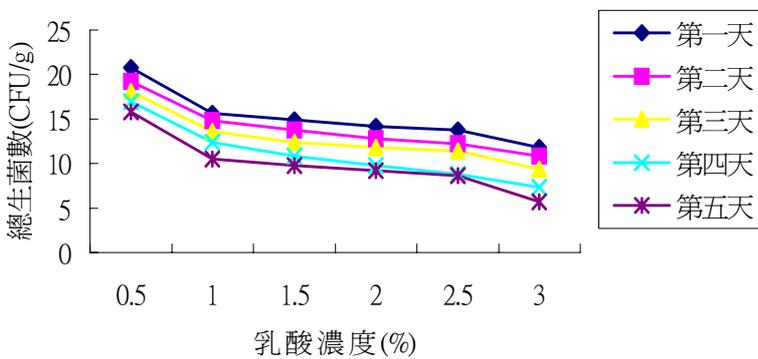
圖十九 添加不同濃度白附子萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響



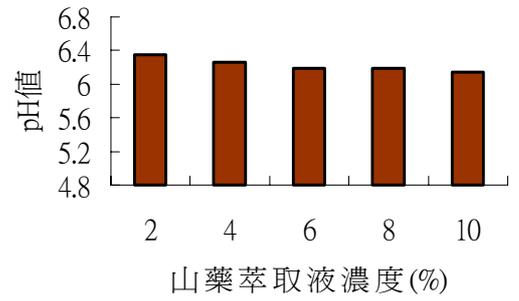
圖十 添加不同濃度山藥萃取液葡萄糕之總生菌數變化



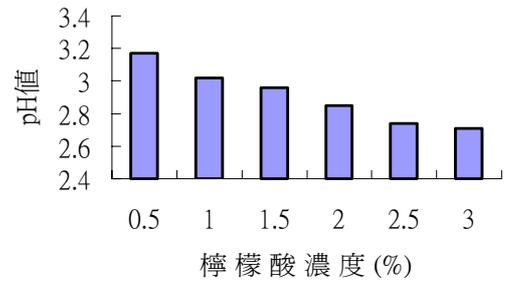
圖二十一 添加不同濃度檸檬酸葡萄糕之總生菌數變化



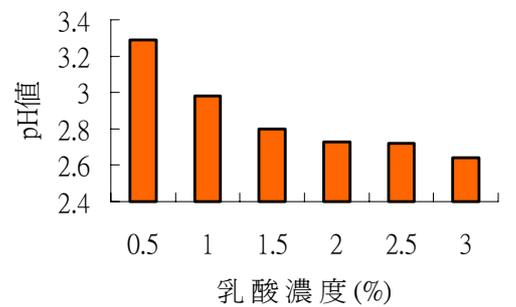
圖二十二 添加不同濃度乳酸葡萄糕之總生菌數變化



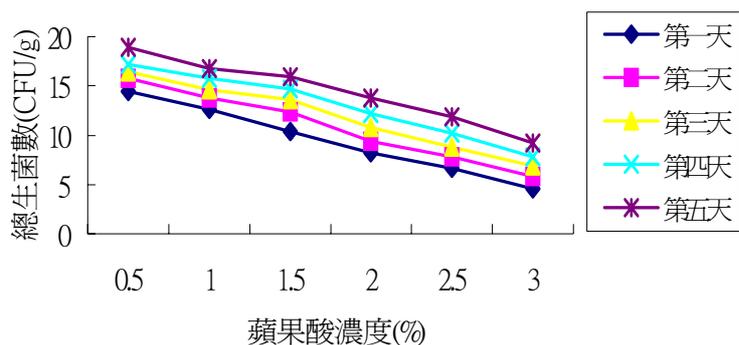
圖二十 添加不同濃度山藥萃取液對葡萄糕 pH 值之影響



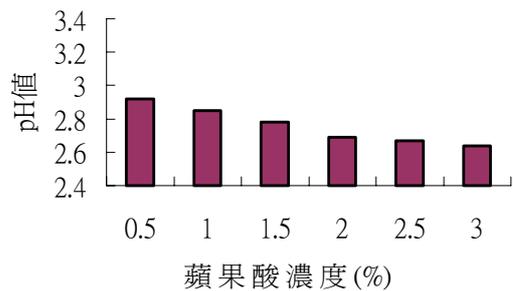
圖二十五 添加不同濃度檸檬酸對葡萄糕 pH 值之影響



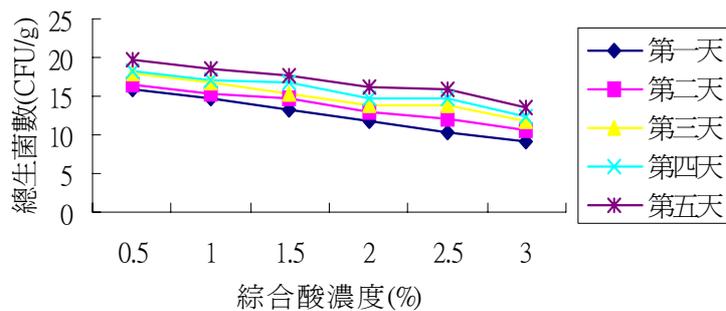
圖二十六 添加不同濃度乳酸對葡萄糕 pH 值之影響



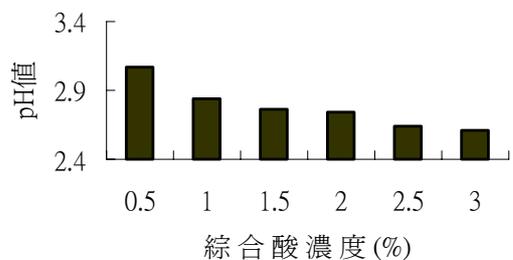
圖二十三 添加不同濃度蘋果酸蘿蔔糕之總生菌數變化



圖二十七 添加不同濃度蘋果酸對蘿蔔糕 pH 值之影響



圖二十四 添加不同濃度綜合酸蘿蔔糕之總生菌數變化



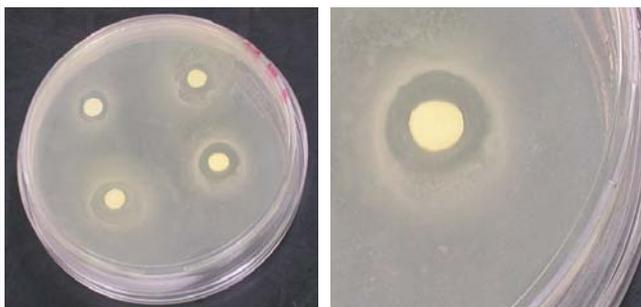
圖二十八 添加不同濃度綜合酸對蘿蔔糕 pH 值之影響

中藥萃取液之抑菌試驗

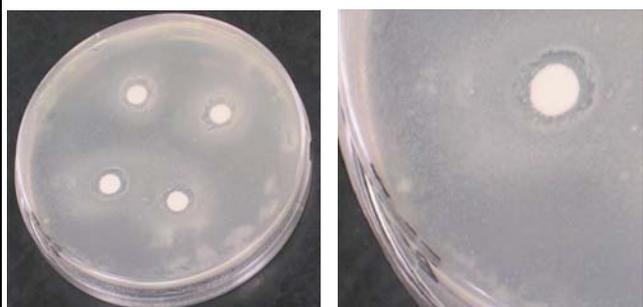
一、白芍



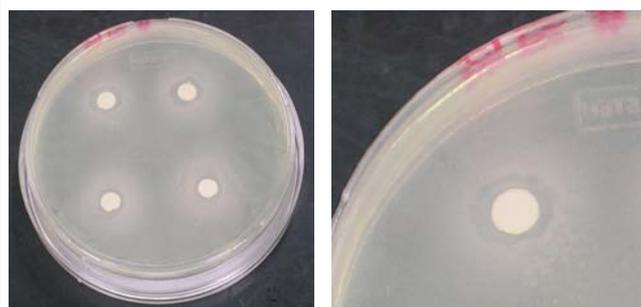
六、甘草



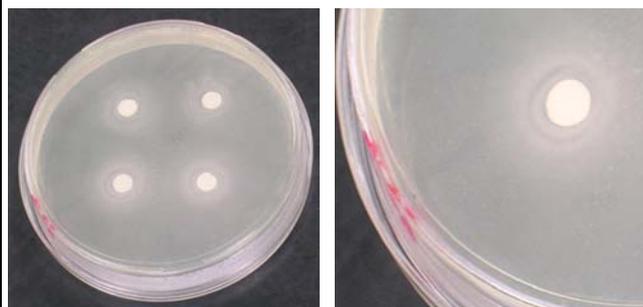
二、茯苓



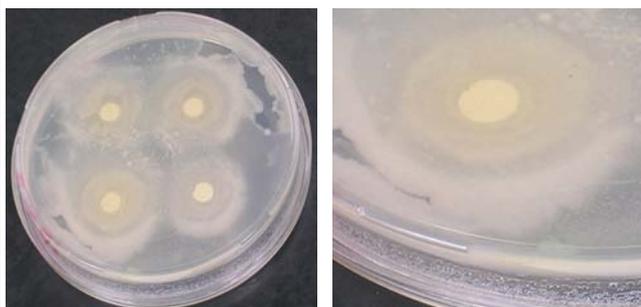
七、前胡



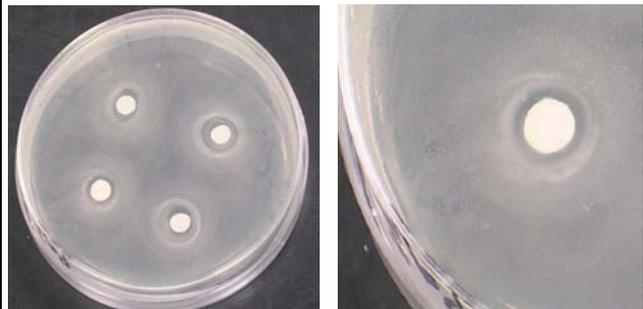
三、當歸



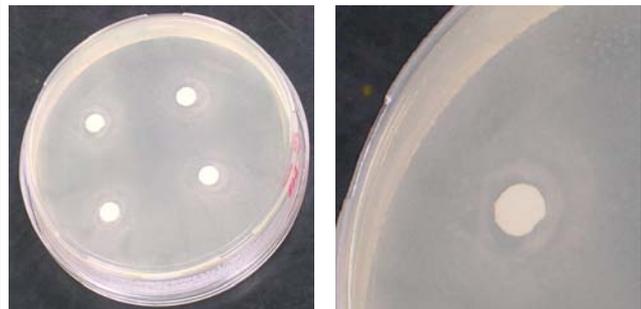
八、蒲公英



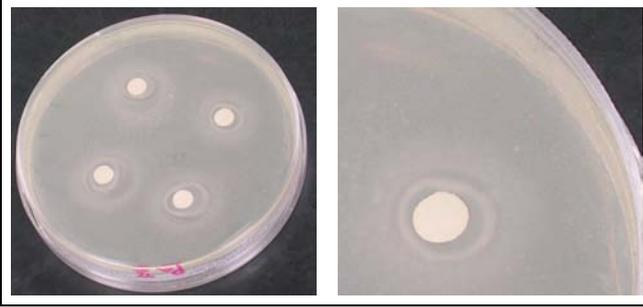
四、白芷



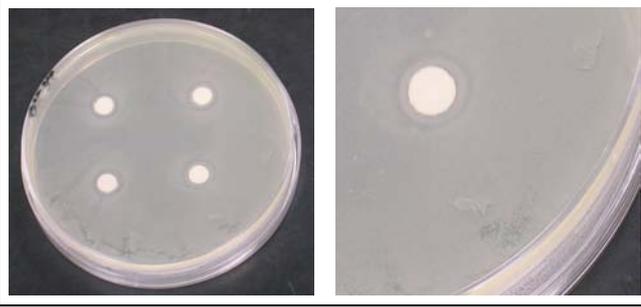
九、白附子



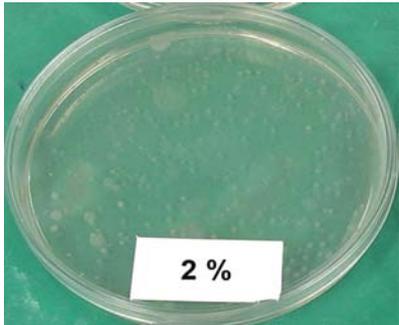
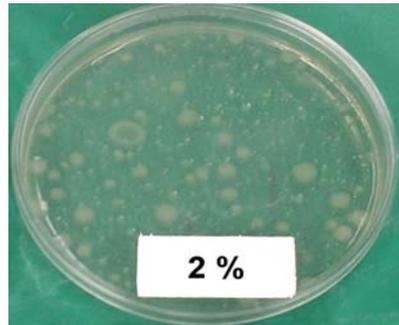
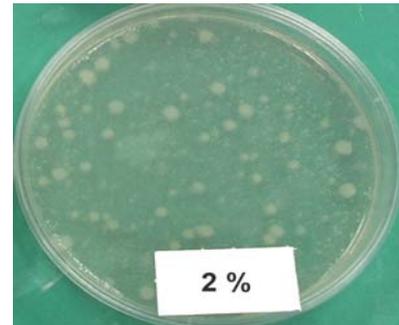
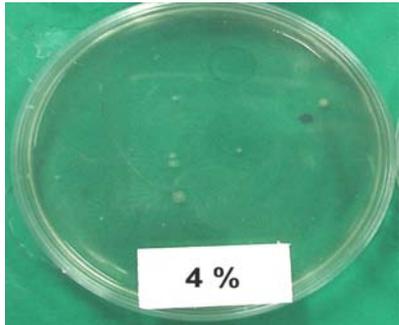
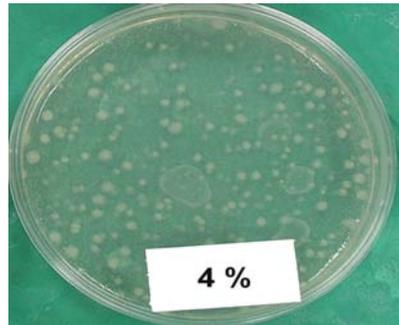
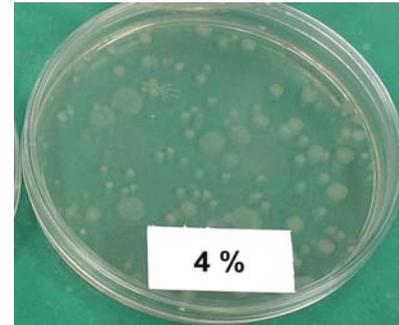
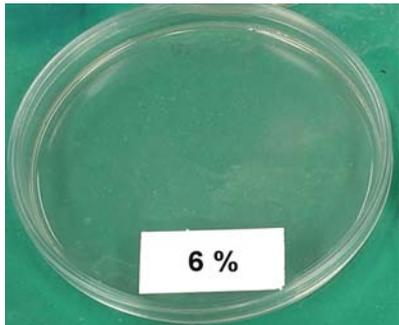
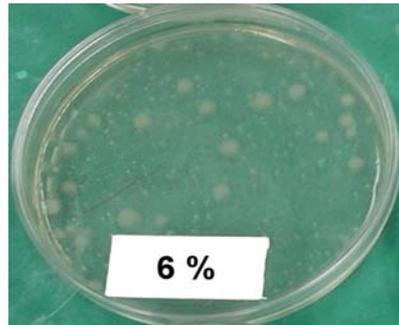
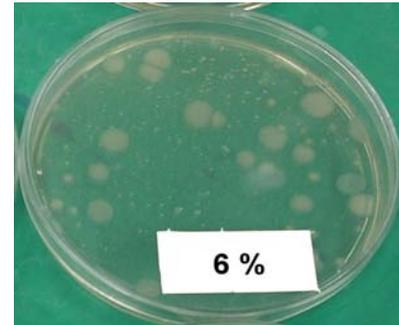
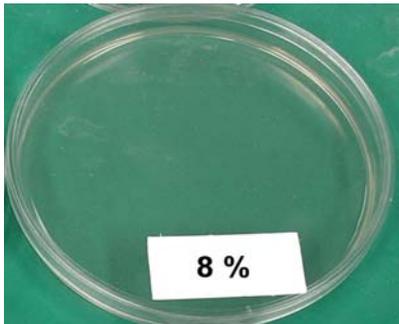
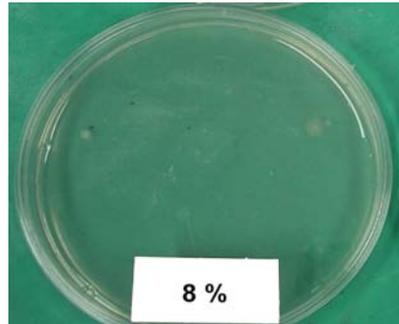
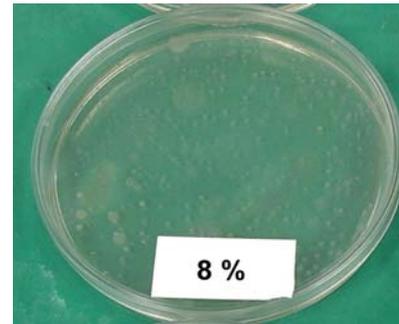
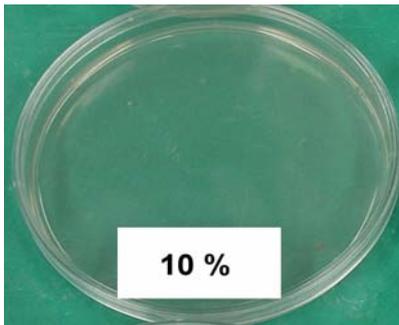
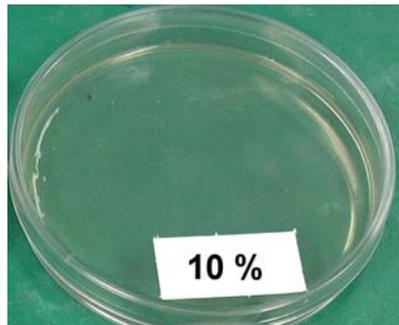
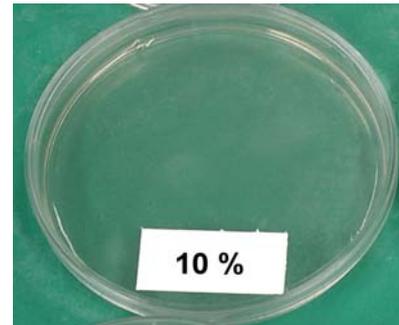
五、川芎



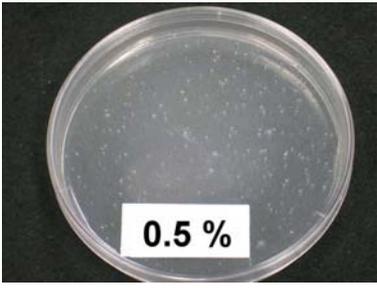
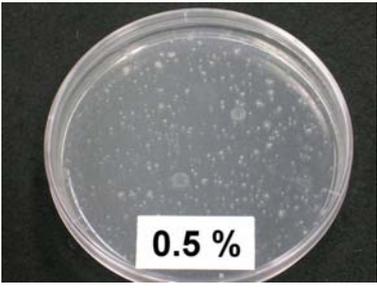
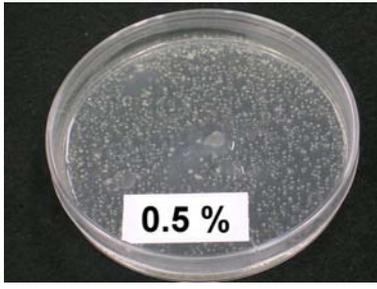
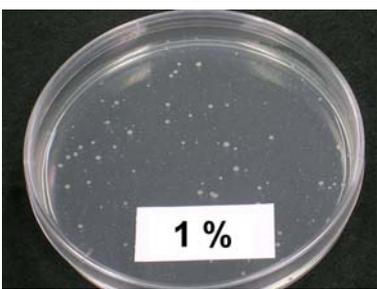
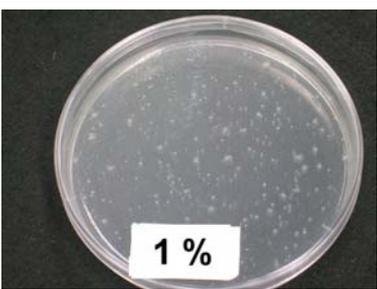
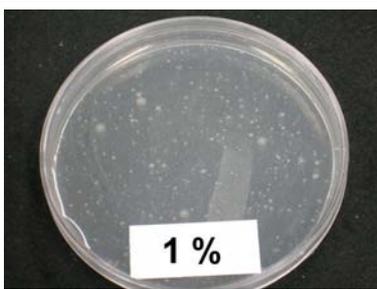
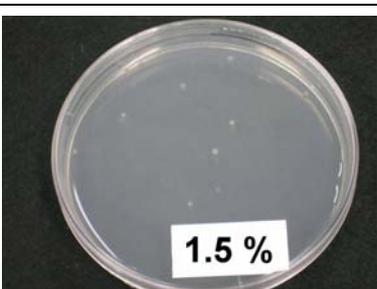
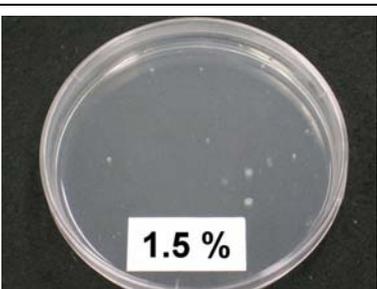
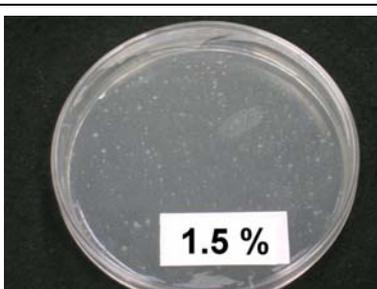
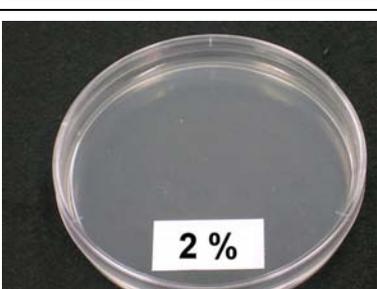
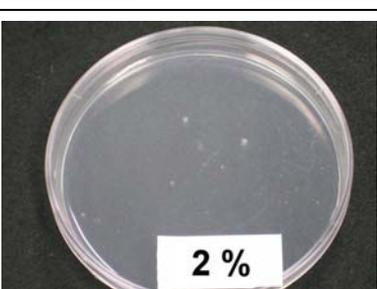
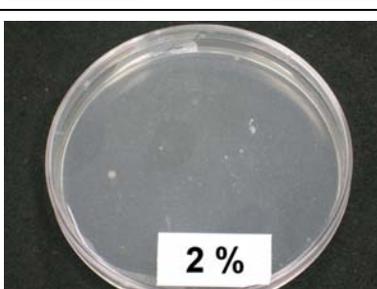
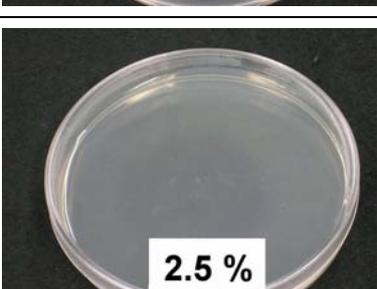
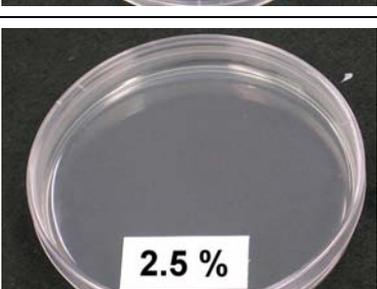
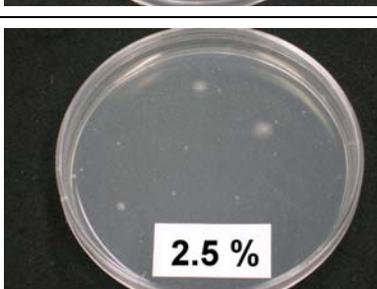
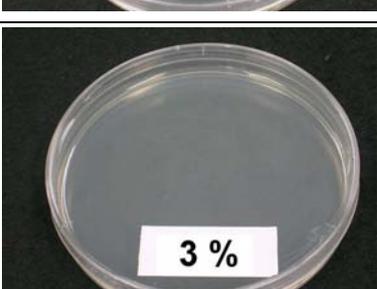
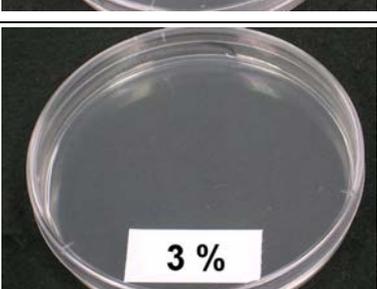
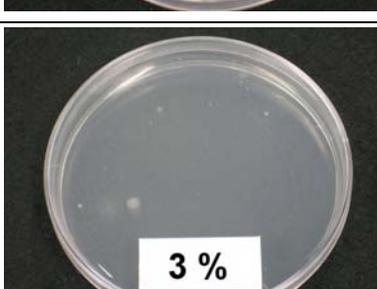
十、山藥



中藥萃取液對蘿蔔糕總生菌之影響 (白芍>茯苓>當歸)

一、白芍	二、茯苓	三、當歸
 <p>2 %</p>	 <p>2 %</p>	 <p>2 %</p>
 <p>4 %</p>	 <p>4 %</p>	 <p>4 %</p>
 <p>6 %</p>	 <p>6 %</p>	 <p>6 %</p>
 <p>8 %</p>	 <p>8 %</p>	 <p>8 %</p>
 <p>10 %</p>	 <p>10 %</p>	 <p>10 %</p>

有機酸對蘿蔔糕總生菌之影響 (檸檬酸 > 蘋果酸 > 綜合酸)

一、檸檬酸	二、蘋果酸	三、綜合酸
 0.5 %	 0.5 %	 0.5 %
 1 %	 1 %	 1 %
 1.5 %	 1.5 %	 1.5 %
 2 %	 2 %	 2 %
 2.5 %	 2.5 %	 2.5 %
 3 %	 3 %	 3 %

## 柒、討論

### 一、蘿蔔糕製作及基本成分分析

本實驗使用在來米粉為原料自製蘿蔔糕，基本成分分析結果顯示 pH 值為 6.48，水分含量為 82.56%，灰份 0.58%，粗蛋白含量為 6.8%。製作在來米粉原料為稻米其含碳水化合物約 76%，蛋白質 7%，脂肪低於 2%，因此稻米極適合作國人主食之天然食品，但製成蘿蔔糕後測其水分含量高達 80%以上，在保存上容易腐敗或長黴，因此本實驗將尋求適切方法延長蘿蔔糕保藏性。

### 二、蘿蔔糕於 4°C 及 25°C 貯存過程之變化

為探討溫度對蘿蔔糕保存性之影響，將樣品貯存於 4°C 及 25°C 研究其過程 pH 值及總生菌之變化。以了解蘿蔔糕最適貯存溫度。實驗結果如表一～二所示，不論在 4°C 或 25°C pH 值皆隨貯存時間增長而降低，顯示即使蘿蔔糕存於低溫亦會伴隨時間增長而滋生微生物，造成 pH 值降低。總生菌數部份顯示低溫時能確實降低微生物生長，貯存於 4°C 及 25°C 的蘿蔔糕分別在第 7 天及第 4 天總生菌數高達 250CFU/g 以上。

### 三、不同有機酸濃度對蘿蔔糕 pH 值之影響

本實驗使用不同濃度檸檬酸、蘋果酸、乳酸及等比例混合檸檬酸、蘋果酸與乳酸等四種模式加入蘿蔔糕，以均質機均質後，測其 pH 值，結果如圖二十五～二十八所示。加入有機酸的蘿蔔糕其 pH 值皆下降至 4 以下，其中除加入 0.5% 乳酸的蘿蔔糕與加入 0.5%、1% 檸檬酸的蘿蔔糕與加入 0.5% 綜合酸的蘿蔔糕之 pH 值大於 3，分別為 3.29、3.17、3.02 及 3.07，初步實驗顯示不同濃度酸化蘿蔔糕在外觀色澤上與未加有機酸者並無顯著差異。

### 四、不同有機酸濃度對蘿蔔糕總生菌數之影響

本實驗使用不同濃度檸檬酸、蘋果酸、乳酸及等比例混合檸檬酸、蘋果酸與乳酸等四種模式加入蘿蔔糕並於 4°C 下儲藏，每 24 小時測總生菌數，共測五天，結果如圖二十一～二十四所示。

乳酸試驗結果顯示以加入 0.5% 乳酸的蘿蔔糕中總生菌數最低，第五天測得生菌數為 11.8 CFU/g，加入 1.5% 乳酸的蘿蔔糕中總生菌數最高，第五天測得生菌數為 22.8 CFU/g，顯示加入乳酸的濃度與蘿蔔糕總生菌非呈現正相關。

檸檬酸、蘋果酸及等比例混合檸檬酸、蘋果酸與乳酸等三種模式試驗，顯示加入

有機酸的濃度與蘿蔔糕總生菌呈現負相關，即濃度愈高，總生菌數目愈低。

四種模式試驗中以檸檬酸效果最佳，加入 3%檸檬酸，保存第五天測得生菌數為 9.2 CFU/g；蘋果酸效果次之，加入 3%蘋果酸，保存第五天測得生菌數為 9.8 CFU/g；加入 3%綜合酸，保存第五天測得生菌數為 13.6 CFU/g；最差的為乳酸，第五天生菌數為 22.8 CFU/g。

## 五、中藥萃取液之抑菌活性

萃取白芍、白芷、白附子、山藥、川芎、前胡、蒲公英、當歸、茯苓、和甘草之抑菌活性物質，以此為測試物質，並以 3 株常見食品腐敗菌與病原菌為對象，測定十種中藥之抑菌影響，其結果如表三所示。由表中可知，十種中藥萃取液對試驗菌株均有不同程度的抑菌效果。在試驗菌株 *E. coli* 中抑菌活性由大至小為茯苓、白附子 > 甘草 > 前胡 > 川芎、白芍 > 當歸 > 蒲公英 > 白芷 > 山藥；在試驗菌株 *B. subtilis* 中抑菌活性由大至小為蒲公英 > 甘草 > 白附子 > 茯苓 > 白芍 > 川芎 > 白芷 > 當歸 > 前胡 > 山藥；在試驗菌株 *P. aeruginosa* 中抑菌活性由大至小為甘草 > 茯苓 > 白附子 > 前胡 > 蒲公英 > 白芍 > 當歸 > 川芎 > 白芷 > 山藥。其中茯苓及白附子萃取液在試驗菌株 *E. coli* 得到最強抑菌活性 6.1mm，蒲公英萃取液在試驗菌株 *B. subtilis* 得到最強抑菌活性 36.8mm，甘草萃取液在試驗菌株 *P. aeruginosa* 得到最強抑菌活性 11.8mm。

## 六、不同中藥萃取液對蘿蔔糕 pH 值之影響

分別將十種不同濃度中藥萃取液加入蘿蔔糕，以均質機均質後，測其 pH 值，結果如圖十一~二十所示。加入中藥萃取液的蘿蔔糕其 pH 值皆比未加者還低，初步實驗顯示不同濃度中藥萃取液蘿蔔糕在色澤上會因不同藥材而有色澤上改變，如前胡、蒲公英和甘草三種藥材在濃度 6% 以上變得較深，但加入中藥萃取液的蘿蔔糕香氣較濃郁。

## 七、不同中藥萃取液對蘿蔔糕總生菌數之影響

分別將十種不同濃度中藥萃取液加入蘿蔔糕並於 4°C 下儲藏，每 24 小時測總生菌數，共測五天，結果如圖一~十所示。

比較各組結果，添加濃度及保存至第五天總生菌數最少者如後，加入 10%茯苓，保存第五天測得生菌數為 1.6 CFU/g；加入 10%白附子，保存第五天測得生菌數為 8.6 CFU/g；加入 10%山藥，保存第五天測得生菌數為 9.2 CFU/g；加入 10%茯苓，保存

第五天測得生菌數為 1.6 CFU/g；加入 10%白芷，保存第五天測得生菌數為 5.0 CFU/g；加入 10%白芍，保存第五天測得生菌數為 0.6 CFU/g；加入 10%甘草，保存第五天測得生菌數為 6.8 CFU/g；加入 10%川芎，保存第五天測得生菌數為 5.4 CFU/g；加入 10%前胡，保存第五天測得生菌數為 7.2 CFU/g；加入 10%蒲公英，保存第五天測得生菌數為 7.4 CFU/g；加入 10%當歸，保存第五天測得生菌數為 4.2 CFU/g。

十種不同濃度中藥萃取液加入蘿蔔糕測總生菌數，顯示加入萃取液的濃度與總生菌呈現反比，即濃度愈高，總生菌數目愈低。十種不同中藥萃取液加入蘿蔔糕後總生菌皆較未加入者低，其中效果從優至劣為：白芍>茯苓>當歸>白芷>川芎>甘草>前胡>蒲公英>白附子>山藥。

## 捌、結論

- 一、自製蘿蔔糕，基本成分分析結果顯示 pH 值為 6.48，水分含量為 82.56%，灰份 0.58%，粗蛋白含量為 6.8%。其中水分含量高達 80%以上，在保存上容易腐敗或長黴，故尋求適切方法延長蘿蔔糕保藏性。
- 二、蘿蔔糕貯存於 4°C 及 25°C 其 pH 值皆隨貯存天數增加而降低，總生菌數分別在第 7 天及第 4 天得最高量，顯示 pH 值愈低貯存性愈差，且低溫貯存優於高溫狀態。
- 三、加入有機酸的蘿蔔糕其 pH 值皆下降至 4 以下，其中除加入 0.5% 乳酸的蘿蔔糕與加入 0.5%、1% 檸檬酸的蘿蔔糕與加入 0.5% 綜合酸的蘿蔔糕之 pH 值大於 3，初步實驗顯示不同濃度酸化蘿蔔糕在外觀色澤上與未加有機酸者並無顯著差異。
- 四、四種酸化模式試驗結果顯示，於 4°C 儲存 5 天後對蘿蔔糕總生菌數之影響，以檸檬酸效果最佳，蘋果酸效果次之，乳酸最差。
- 五、十種中藥萃取液之抑菌活性顯示，茯苓及白附子萃取液在試驗菌株 *E. coli* 得到最強抑菌活性 6.1mm，蒲公英萃取液在試驗菌株 *B. subtilis* 得到最強抑菌活性 36.8mm，甘草萃取液在試驗菌株 *P. aeruginosa* 得到最強抑菌活性 11.8mm。
- 六、加入中藥萃取液的蘿蔔糕其 pH 值皆比未加者還低，此外不同濃度中藥萃取液蘿蔔糕在色澤上會因不同藥材而有色澤上改變，如前胡、蒲公英和甘草三種藥材在濃度 6% 以上變得較深，但加入中藥萃取液的蘿蔔糕香氣較濃郁。
- 七、十種不同濃度中藥萃取液加入蘿蔔糕測總生菌數，顯示加入萃取液的濃度與總生菌呈現反比。十種不同中藥萃取液加入蘿蔔糕後總生菌皆較未加入者低，其中效果從優至劣為：白芍 > 茯苓 > 當歸 > 白芷 > 川芎 > 甘草 > 前胡 > 蒲公英 > 白附子 > 山藥。

## 玖、參考資料及其他

### 一、蘿蔔糕性質

#### (一) 影響蘿蔔糕品質的因素

蘿蔔自採收後，乃至加工處理及貯存過程中，品質就一直在變化中。品質的變化可能係由蘿蔔本身成分間之相互作用引起的，也可能係由微生物的繁殖所造成。這些變化對品質所造成的效果通常都是負面的，例如維生素的損失、色澤的劣變及味道的劣化。影響這些品質變化的因素固然很多，其中最重要且永遠存在的一項則是溫度的因素。這是因為所有的食品品質變化，都是由相關的化學及生化反應所造成，從動力學的觀點來看，溫度是影響化學反應的最重要因素。

#### (二) 蘿蔔糕貯藏要點

蘿蔔糕適於冷藏保鮮，不適於冷凍儲藏。品質良好之蘿蔔糕，除需外觀滑潤以外，內部熟度是否足夠，會影響彈性及品質之良好與否。

### 二、有機酸簡介

現今科技已瞭解大部分食品品質劣化都由微生物所引起，必須有效控制微生物的繁殖，影響微生物在食品中生長的因素很多如溫度、水活性、養分、pH 值等。只要改變其中一項或多項變數，即可抑制微生物之生長，一般微生物生長 pH 範圍，細菌為 pH 4-9，酵母菌為 pH 1.5-8，黴菌 pH 1.5-11，顯見微生物中細菌最不耐酸，因此，限制食品中細菌生長一個最有效的方法便是降低 pH 值（錢，1992；Doores，1993）。

#### (一) 有機酸作用機制

有機酸最先被用為抗黴菌劑，用在蘿蔔糕的酸化較少，大多以專利形式出現（Barnes et al，1997；Oh，1999），專利對酸化所採用何種酸或濃度的含量之差異，對蘿蔔糕較佳尚無定論。故酸抑菌劑除具有抑菌效果外，其濃度以不影響口感、且能降低成本、取得較易等為考量酸化因素。用於食品保存劑目前被認為是 GRAS 之有機酸，如乳酸、檸檬酸、醋酸、丙酸、蟻酸、琥珀酸及己二烯酸等（Eklund,1989）。

(Booth and Kroll 1989)指出弱酸之抑菌效果與未解離酸之濃度有直接關聯性。當釋出之  $H^+$  超過細胞維持胞內 pH 之能力及菌體中防止 pH 改變之系統不能有效運作，細胞內 pH 即下降導致菌體生長受到抑制。此效應會造成質子運輸的干擾、瓦解質子驅動力、影響基質運輸、產生和大分子合成的抑制（錢，1992；Doores，1993）。弱酸之抑菌效果直接與未解離酸分子之多寡有關，而大部分有機酸之 pKa 值介於 3-5，因此降低 pH 值能增加為解離酸之濃度，增加抗菌數（Doores，1993）。弱酸抑菌機制並不足以解釋弱酸鹽類食品防腐劑之作用方式，因 pKa 值相同之不同酸抑制微生物能力不同，顯示 pKa 值不是唯一有意義的特性（錢，1992）。

## (二) 應用於食品之有機酸保藏劑

### 1. 檸檬酸 (Citric acid)

檸檬酸 ( $C_6H_8O_7$ ) 廣泛的存在自然界中，尤其柑橘類含量多。(Fabian and Graham 1953) 闡明對抑制耐熱性細菌的生長，檸檬酸比醋酸及乳酸更為有效。檸檬酸可整合金屬離子，可延遲食品的氧化、品質劣化，前人研究亦顯示檸檬酸的濃度甚至低至 0.3%，亦能有效降低家禽屠體上的沙門氏菌。黃等 (2001) 指出添加醋酸、乳酸或檸檬酸 0.5% 於抗菌試驗中具有抑制作用，2% 則可降低總生菌數 2-3 個對數值。

### 2. 乳酸 (Lactic acid)

乳酸 ( $C_3H_6O_3$ ) 為無色至淡黃色溫和性酸味，雖然不是自然存在於食品中，但可由食品發酵過程中形成 (張, 1997)。曾有利用乳酸對蔬果加工安全上具有抑制腐敗革蘭氏陰性菌及一些黴菌。乳酸之作用機制與醋酸類似，主要為降低 pH 值阻止菌體生長，亦可能是影響細胞膜上之電位，干擾與細胞有關之胺基酸。

### 3. 蘋果酸 (Malic Acid)

蘋果酸 ( $C_4H_6O_4$ ) 是眾多  $\alpha$  羧基酸 [AHAs] 之中的一種。許多蔬果，如蘋果、葡萄和柑橘中都含有  $\alpha$  羧基酸的成份。 $\alpha$  羧基酸之一的蘋果酸對於人體能量的正常製造，具有極重要的影響。蘋果酸能幫助預防體內氧氣不足的現象—也就是氧氣無法運送到肌肉細胞而導致肌肉容易疲乏。

## 三、選用試驗藥材之特性

### (一) 白芍

成分：本品含麥胚固醇 ( $\beta$ -Sitosterol)，芍藥甘 (Paeoniflorin)，肌醇 (myoinositol)，氧化芍藥甘 (Oxypaeoniflorin)，苯甲基芍藥甘，芍藥酮 (Paeoniflorigenone) 等。

性狀：本品圓柱形，粗細均勻而平直，長 10—20 厘米，徑 1—2.5 厘米，外表淡紅棕或粉白色，平坦或有淺縱皺、鬚根痕及橫向皮孔，栓皮未除盡處有棕褐色斑痕。質堅實，角質，不易折，斷面不平坦，灰白或微棕色，粉性，木部有環紋和放射狀菌花心紋理。氣無，味微苦而酸。飲片—橫切薄片，厚約 1 毫米，切面平滑，角質，類白至微紅色，形成層環紋明顯，佈有一~二條斷續環狀隆起。

### (二) 白芷

成分：白芷或興安白芷含新白當歸酮 (Angelicol) 紫花前胡甘元 (Marmesin)。近屬白芷含當歸酮 (Angelicol) 等呋喃香豆素衍生物 (Furocoumarin Derivatives)。

性狀：為興白芷或川白芷之乾燥根，類圓錐形，無明顯稜脊，長 7-24 厘米，

徑 1.5—2 厘米。頂端有凹陷莖痕，多數同心環狀紋理。表面黃或淡棕色，有眾多皺紋，少數皮孔樣橫向突起，突起處色深，偶有支根痕跡，淡棕色，質堅硬。斷面粉質，全部淡棕色，密佈棕色油點，形成層環狀，棕色而明顯，木部佔斷面 1/3 強，髓線緊密，向四周軸射。

### (三) 白附子

成分：本品含液黏質、蔗糖、皂甙、 $\beta$ -谷甾醇、肌醇、生物鹼、膽鹼、尿嘧啶、琥珀酸、酪氨酸、亞油酸等。

性狀：本品有母根和子根之分，母根圓錐形，略彎曲，頂端殘留有莖痕長 3—7 厘米，徑 7—15 毫米，表面灰褐至暗棕色，多裂隙，有縱皺溝紋，多數橫長突起之根痕或灰白色圓形子根痕。子根卵圓或長圓形，頂端有芽痕，長 1.5—4 厘米，徑 0.5—2 厘米。質均堅硬，難折，斷面白色，有粉性，以水濕潤，斷面均可見暗色點，成環列或散在。無臭，味辛辣，麻舌。

### (四) 山藥

成分：大薯含反巴豆油酸(trans-Crotonic acid)，棕櫚酸(Palmitic acid)，麥胚固醇( $\beta$ - Sitosterol)。本屬植物 (D. tenuipes FR. et SAV.)含薯蕷皂甘元(Diosgenin)，托克皂甘元 (Tokorogenin)等。

特性：為多年生纏繞草本，根莖有兩種，一為塊狀，產量較高，一為長形，品質較好。莖細長，纏繞於他物上，光滑無毛且有稜，常帶紫色。葉對生或三葉輪生，葉腋間常生珠芽，葉的形狀多變化。花為黃綠色，穗狀花序，雄花序為直立，雌花序為下垂；花期 7~8 月，果期 9~10 月，種子扁圓形形成闊翅狀。

### (五) 川芎

成份：油狀生物鹼、阿魏酸、酚性物質、類化合物、揮發油（主要是川芎內酯）。維生素 A、葉酸、甾醇、蔗糖、脂肪酸等。

性狀：根莖結節狀拳形團塊，直徑 1.5~7cm。表面深黃棕色，有多數平行隆起的輪節，上端有凹陷的莖痕，下側及輪節上有多數細小瘤狀根痕。質堅實，斷面類黃色，散有淡黃色油點，形成層呈波狀環紋。香氣濃，味苦、辛、微回甜，有麻舌感。

### (六) 前胡

成份：白花前胡素((+)- praeruptorin A)、紫花前胡(nodakenin)、紫花前胡素(decursin)、紫花前胡次素(decursidin)、印枳素(marmesin)、3'-異戊-4'-O-當歸-3'-4'-二氫花椒樹皮素(3'-isovaleroyl-4'-O-angeloyl-3'-4'-dihydroxanthyletin)、傘形花內酯(umbelliferone)等。

性狀：本品圓錐狀或紡錘形，長 3-9 厘米，徑 1-2 厘米，外表黑褐或灰黃色，頂端有莖痕、殘留葉鞘和密集細環紋。側根圓柱形，略彎曲，有縱皺紋。質柔軟，不易折斷，斷面黃白色，周邊乳白色，內層有黃棕色圈，中心有淡黃色菊花紋。飲片一橫切薄片，厚 1-2 毫米，斷面黃白至黃棕色，皮部有小形裂隙，形成層環狀，韌皮部射線彎曲，散布金黃色小油點。氣香，味苦。

#### (七) 蒲公英

成分：綠原酸(Chlorogenic acid)等。

性狀：本品皺縮捲曲團狀，主根紡錘形，彎曲，外側著生支根和鬚根，長 10-20 厘米，徑 0.5-2 厘米，表面灰棕色，有深縱溝及皺紋，斷面平坦，根頭部有棕或黃白色毛茸，或已脫落。葉皺縮成團，或成卷曲條片，外表綠褐或暗灰綠色，葉背主脈明顯，先端尖或鈍，邊緣淺裂或羽狀分裂，基部漸狹呈柄狀。頭狀花序頂生，黃褐或淡黃白色。花莖極細，冠毛黃白外露。氣微，味微苦。

#### (八) 當歸

成分：含揮發油，苯戊酮碳(n-Valerophenone-O-Carboxylic acid)， $\Delta$ 2,4-二氫酐( $\Delta$  2,4-Dihydrophthalic anhydride)，阿魏酸，煙酸等。

性狀：本品根頭部為歸頭，主根為歸物，支根及支根梢部為歸尾。根頭及主根粗糙，頂端有殘存芽痕、莖基及葉柄基部，根頭及主根下部生十餘粗細，長短相似支根或細根，全體呈馬尾狀，長 10—25 厘米。歸頭直徑 2—4 厘米，支根徑 0.3—1 厘米，外表灰棕或棕褐色，有縱皺紋及不顯著形皺紋，支根郭尤多。歸身圓柱形，長 3—10 厘米，表面凹凸不平，下有多餘歸尾，歸尾上粗下細，多扭曲，表面有小疙瘩狀鬚根痕跡。乾燥，質堅硬，吸潮變軟而質多柔韌，斷面黃白色，有裂隙，中層淡棕色環紋，及多數棕色油點，氣芳香濃厚，味甘微苦辛。

#### (九) 茯苓

成分： $\beta$ -茯苓聚糖( $\beta$ -Pachyman)及三帖類化合物乙醯茯苓酸(Pachymic acid)等。

性狀：本品球形或不規則塊狀，大小不一，表面黑褐或棕褐色，外皮薄而粗糙，有明顯隆起皺紋，附有泥土。體重，質堅，不易切開，斷面呈顆粒狀或粉狀，外層淡棕或淡紅色，內層白色，偶淡棕色，細膩，有裂隙或棕色松根與白色絨狀塊片鑲嵌在中間。近外皮有細小蜂窩樣孔洞，內側緻密。本品不規則圓柱形，長 5-13 厘米，徑 1-6 厘米，外表黃白色，有細皺紋及陷下根痕，細根有棕黃色條狀紋理，質結實而重，粉質，難折。縱剖面白色，有黃色維管束，橫斷面白色，有淡棕色導管條痕。氣微，味微苦。

#### (十) 甘草

成分：本品含烏熱酸(Uralenic acid)，甘草酸(Glycyrrhizic acid)，甘草酮(Licoricone)等。粉甘草含異甘草 (Isoliquiritin)，新甘草 (Neoisoliquiritin)，甘草環氧酸 (Liquoric acid)，甘草甜素(Glycyrrhizin)，美草醇(Glycyrrhetol)，鼠李糖甘草 (Rhamnoliquiritin)，甘草二酸(Liquiritic acid)，刺芒柄花素 (Formononetic)，甘草次酸(18- $\beta$ -Glycyrrhetic acid)，甘草雙酮(Glabrene)等。

性狀：本品根部長條狀圓柱形，無分枝，長 33-130 厘米，帶皮者，表面鬆緊不等，皺紋明顯，具鬚根痕及鱗葉，呈紅棕、棕或灰棕色，質堅，兩端切面平整，斷面纖維性，黃白色，有粉性，明顯環紋和菊花心，具特有香氣，味甘甜。去皮者淡黃色，外表纖維狀，根莖橫切面在半徑三分之二處有明顯形成層，中心髓部小，木部及韌皮部放射狀，斷面纖維性。本品根部長條狀圓柱形，無分枝，長 33-130 厘米，帶皮者，表面鬆緊不等，皺紋明顯，具鬚根痕及鱗葉，呈紅棕、棕或灰棕色，質堅，兩端切面平整，斷面纖維性，黃白色，有粉性，明顯環紋和菊花心，具特有香氣，味甘甜。

#### 四、參考文獻

- (一) 黃世浩，林雪良，蔡憲華。2001。調味碳烤參魚肉片之開發及品質的探討。中華農業化學與食品科學。39(4)：303-311。
- (二) 蔡育仁，黃宏隆，謝玉坤，何樂燕。1988。麵條保存技術之研究。中華穀類食品工業技術研究所 印行。
- (三) 張平平。1997。有機酸於肉品安全上之應用。食品工業。29(6)：5-9。
- (四) 錢明賽。1992。食品保存劑—有機酸及酯類。食品工業。24(8)：16-22。
- (五) Barnes,G.T. , Collins,T.D .and Hsu,J.Y . 1977 Preparation of acidified pastas.United State Patent. Patent Number : 5599573.
- (六) Booth,I.R . and Kroll,R .G .1989 . The preservation of foods by low pH . In : G .W . Gould (ed).Mechanisms of action of food preservation procedures .Elsevier,London. Pp. 119-160.
- (七) Doores, S . 1993. Organic acids. In : Davidson, P .M . and A .L . Branen (ed) Antimicrobials in foods. New York, U.S.A.pp.95-136.
- (八) Eklund, T . 1989. Organic acid and esters. In : G .M . Gould(ed) .Mechanisms of action of food preservation procedures .Elsevier, London. Pages 161-220.
- (九) Fabian, F .W ., and H .T . Graham, 1953. Viability of thermophilic bacteria in the presence of varying concentration of acids, sodium chloride, and sugars, Food Technol. 7 : 212.
- (十) Oh, N .H ., Warren, NJ, 1999.Shelf stable moist pasta. United States Patent. Patent Number : 5916620

## 評 語

### 091103 延年益壽好彩頭-蘿蔔糕保存性之研究

1. 本作品研究蘿蔔糕添加不同中藥材後之保存效果，  
極具鄉土教材特色。
2. 整體而言，研究內容豐富有趣，期望未來能針對抑  
菌效果較佳之中藥材，探討其抑菌機轉，將有更具  
意義之結論。