

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 農業及生物科技科

最佳創意獎

091403

蛋殼粉的特性及其抑菌效果

學校名稱： 國立曾文高級農工職業學校

作者：	指導老師：
職三 楊立昇	劉發勇
職三 賴昱燦	邱宗甫
職二 蔡文寧	
職二 鄭伊津	

關鍵詞：原料煨燒、酸鹼滴定、鈣含量測定

蛋殼粉的特性及其抑菌效果

摘要

本實驗是將廢棄之蛋殼，以高溫煨燒後的產物作為研究主軸，使其廢棄物再循環利用。在於運用在食材上，可作為殺菌劑、保鮮劑、並對於殘留食物中之二氧化硫有脫離等功用，而且無須擔心蛋殼殘留在食材上的毒害的問題。

結果發現，在不同溫度下煨燒後蛋殼粉之 CaO 與 pH 值，會隨著煨燒的溫度上升， CaO 含量與 pH 值皆隨著增加。進一步實驗發現，煨燒後的蛋殼粉，在雞蛋殼上面的微生物的殺菌力效果顯著，對於大腸桿菌(*E.coli*)抑制的效果頗佳，且對於金針花上殘留的二氧化硫之脫離有明顯的下降效果。

壹、研究動機

一、概述：

一般雞蛋組成，蛋殼約佔整顆蛋的 10 %~11 %重量，厚度約 0.2~0.4 mm⁽¹⁾，依據中華民國養雞協會產銷督導小組日報表統計顯示，國民人平均年消費國產雞蛋 275 枚；而 93 年度雞蛋產量總計 31,248,380 箱（每箱 12 公斤），依蛋殼所佔比例推算，全年廢棄蛋殼約有 37.5 萬噸；蛋品加工方面，國內液蛋加工廠每日處理約 93.6 公噸的雞蛋⁽²⁾，僅從液蛋加工廠每日就約有 9.36 噸之廢棄蛋殼。如果這些蛋殼沒有經妥善處理，將很有可能造成環境污染。日本學者澤井利用貝殼在高溫下加熱處理，利用貝殼中的碳酸鈣與氧化鈣的成份對於微生物生長的研究顯示，高溫處理後的貝殼粉對於細菌的繁殖有明顯抑制效果；另外以貝殼粉懸濁液清洗蔬菜對於細菌數的降低也有明顯的作用⁽¹⁶⁾。為了更廣泛的利用回收資源，因此將蛋殼回收以高溫煅燒製成粉末，並了解蛋殼粉的基本特性及利用於其他用途之可行性。

二、蛋殼應用：

目前最常利用在飼料上的營養劑⁽⁴⁾、食品上的強化營養劑⁽⁵⁾及衣物漂白劑⁽⁶⁾。

三、pH 值與微生物：

一般黴菌、酵母菌的最適生長 pH 值 4.0~6.0 的微酸性、細菌在 pH 值 7.0~8.0 的中性至微鹼性的範圍有良好的生長⁽⁷⁾，一但超過微生物最適生長的 pH 值範圍時，微生物生長及代謝就受到限制，此時，即可達到抑菌效果（附圖五）。

四、抑菌圈：

抑制圈用來實驗某物質對於微生物的抑制效果，且找出此物質能抑制微生物的最少重量。依抑制圈的大小作為抑菌效果之規範：抑制圈直徑在 10 mm 以下表示沒有抑制效果；介於 10~11 mm 有輕微抑菌效果；介於 11~15 mm 有中度抑菌效果；大於 15 mm 有高度抑菌效果⁽¹⁰⁾。不同煅燒溫度的蛋殼粉對於微生物其抑菌力的不同，對於實驗結果會不會有影響；不同作法其抑菌圈會不會有所變化。由這實驗來了解蛋殼粉抑菌能力的強弱。

五、殺菌力：

以蛋殼粉溶液來殺死蛋殼上的微生物，觀察能否使蛋殼上主要的沙門氏菌(*Salmonella*

pullorum)以及其他附著在蛋殼外的微生物死滅以降低微生物的數目。家庭主婦在使用雞蛋時，手上會觸摸到蛋殼上的微生物後，若未經洗手而再接觸其他食材很容易造成食材受到二次污染。所以希望能利用蛋殼粉的處理藉以延長雞蛋的保存期限，並避免二次污染。

六、二氧化硫與金針花：

二氧化硫有漂白、消毒的作用。可以防止酒精飲品、果汁、乾果及蔬菜氧化成褐色。並可抑制酵母、黴菌及細菌的生長。故此除對食品有漂白功能外，亦可作為水果、蔬菜、酒類、肉品的殺菌、防腐之效果。但是，中華民國消費者文教基金會於八十七年九月出版之「消費者報導」報導金針乾製品之二氧化硫殘留問題⁽⁸⁾，消基會檢測之十四件市售金針乾製品皆超過 500 ppm 標準 (大部份檢測樣品在 10,000~20,000 ppm，最高殘留量達 30,000 ppm 以上)。新聞發佈後傳播媒體亦加以引述渲染，導致消費者恐慌深怕引發氣喘、呼吸系統疾病而排斥金針產品及其他易有二氧化硫殘留的產品。在花蓮縣金針危機處理小組的努力爭取下，行政院衛生署業已將金針乾製品二氧化硫殘留量標準修訂為 4,000 ppm (4.0 g/kg)，並以八十八年五月十四日衛署食字第八八〇二七七二九號公告⁽⁹⁾。二氧化硫對於金針等食材具有保護顏色；殺菌、防腐之效果，增加附加價值，但對於某些消費者是危機。因此金針花的二氧化硫殘留量是否能夠藉由蛋殼粉來降低，以期減少產品中的殘留量，並能降低危害的產生，是頗為值得研究探討的。

貳、研究目的

本研究的目的是在於如何將廢棄蛋殼，在不同高溫煅燒下成之白色蛋殼粉，蛋殼粉首先測定化學特性：蛋殼粉鹼度測定、蛋殼粉溶液pH值測定、蛋殼粉中氧化鈣含量的測定。最後蛋殼粉應用實驗：蛋殼粉對微生物的影響、蛋殼粉對金針二氧化硫殘留量的測定。探討其廢棄蛋殼是否可以再利用，成為具有科技性產品，用於家庭生活中。最重要是對於環保減量貢獻頗大；及降低二氧化硫對人體危害。

參、研究設備及器材

一、設備：

- (一)、乾燥：烘箱 (memmert Modell 400)
- (二)、灰化：灰化爐 (鴻昇爐業有限公司)
- (三)、鹼度：pH 計 (CORNING pH meter430)
- (四)、氧化鈣:抽氣櫃 (北友實業股份有限公司)
- (五)、SO₂殘留量：線圈加熱器、電子天平 (A&D HR-200)
- (六)、微生物：無菌操作台 (天統科學儀器公司)、高壓殺菌釜 (TOMIN TM-329)、恆溫培養箱 (memmert UM400)

二、器材：

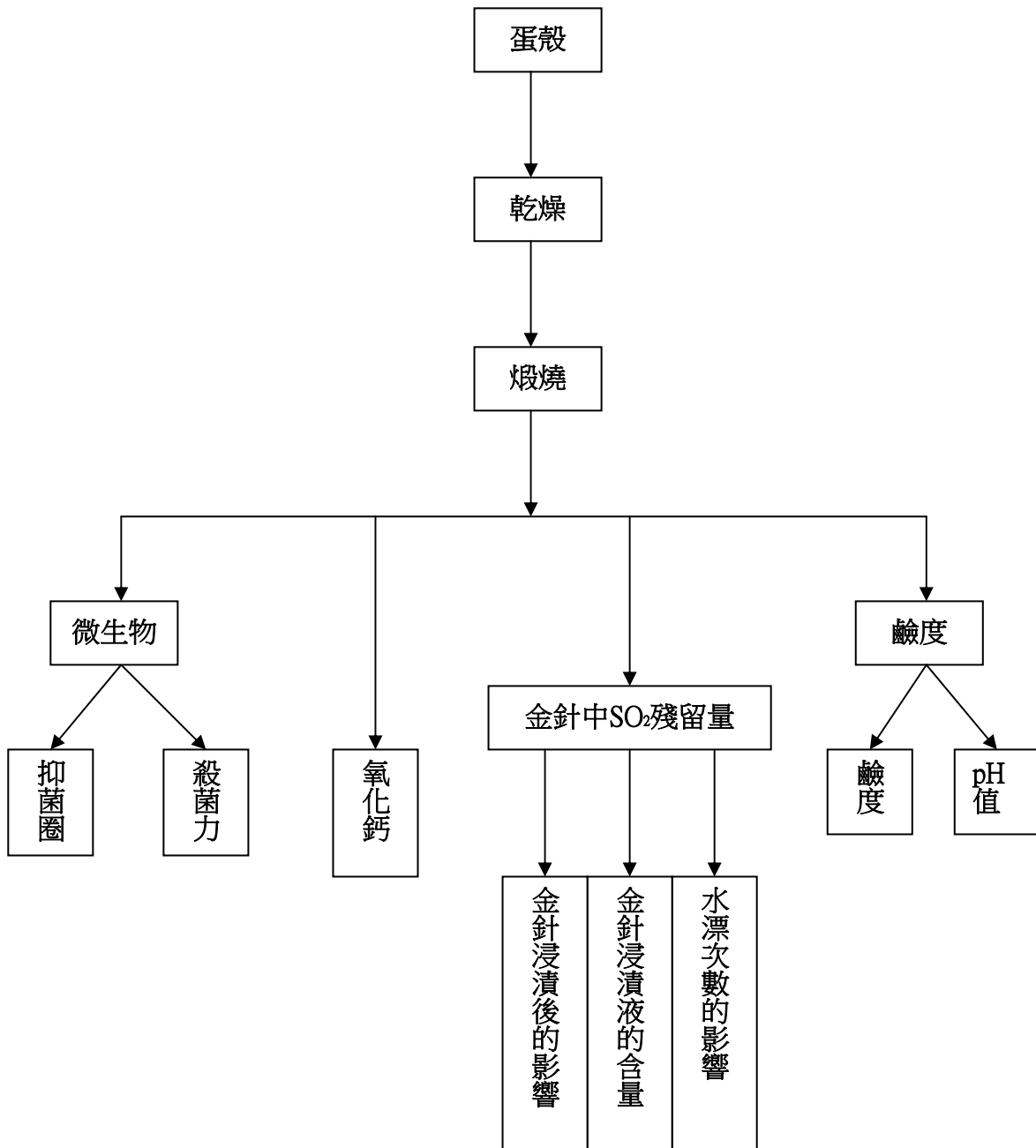
- (一)、鹼度測定：250 ml 三角錐瓶、250 ml、500 ml 燒杯、50 ml 滴定管、已標定之 HCl 溶液、甲基橙指示劑。
- (二)、SO₂殘留量測定：冷凝管、量筒、250 ml三角錐瓶、圓底燒瓶、打氣幫浦、micro pipet、0.01 N之NaOH、移液吸管、安全吸球、95 %酒精、0.3 % H₂O₂、混合指示劑：甲基紅 0.2 克及甲烯藍 0.1 克溶於 95 %酒精，定量至 100 ml。
- (三)、氧化鈣測定：50 ml滴定管、250 ml三角錐瓶、250 ml燒杯、減壓過濾裝置、移液吸管、安全吸球、36 %鹽酸、5 %之(NH₄)₂C₂O₄、10 %氨水、甲基橙指示劑、0.1 N之KMnO₄溶液。

三、蛋殼：蛋殼是由本校食品加工科，實習製作蛋糕後，廢棄蛋殼。回收作為實驗材料。

四、NA 洋菜培養基：Nutrient Agar 為 DIFCO Laboratories 製造。

五、金針：市售金針，購自台南縣麻豆鎮傳統市場。

實驗架構



一、蛋殼粉的製備：⁽¹²⁾

將雞蛋殼用自來水清洗後，110℃烘箱烘乾後稱取乾燥蛋殼以灰化爐，設定 800℃、900℃、1000℃、1100℃等不同溫度進行加熱煨燒 60 分鐘，可得不同白色度之含氧化鈣的蛋殼灰分，冷卻後將之壓碎成細粒粉狀物置於儲存瓶中裝貯存（附圖一）。

$$\text{收率} = \frac{\text{煨燒後蛋殼重}}{\text{烘乾後蛋殼重}} \times 100\%$$

二、蛋殼粉鹼度測定：⁽¹³⁾

依丙級食品檢驗分析技術士標準酸配製及標定法測定，先精秤 0.001 克的蛋殼粉，加水 100 ml 溶解，放入本生燈中加熱以去除二氧化碳，加入指示劑甲基橙 2~3 滴後，以已標定過的 0.01 N 的鹽酸滴定至終點(變成粉紅色)，紀錄鹽酸滴定量，計算其鹼度（附圖二）。

$$\text{鹼度} = \frac{0.01N \text{ 鹽酸毫升數}(ml)}{\text{蛋殼粉的重量}(克)}$$

三、蛋殼粉溶液pH值測定：⁽¹⁵⁾

配製不同濃度之蛋殼粉溶液(1g/1L、2g/1L、10g/1L)，以 pH 計測定其水溶液之酸鹼度值。

四、蛋殼粉中氧化鈣含量的測定：⁽³⁾

依過錳酸鉀滴定法定量碳酸鈣試樣中氧化鈣的測定法

1. 精秤蛋殼粉，放入 250 ml 燒杯中，加入 1 ml 36% HCl 及加蒸餾水 20 ml，加熱溶解。
2. 濾液置於燒杯中，然後加入 5 % (NH₄)₂C₂O₄ 溶液 50 ml，若出現沉澱，在滴加 HCl 使之溶解。
3. 然後加熱至 70~80℃，加入 2~3 滴甲基橙，溶液呈紅色，逐滴加入 10 % NH₄OH，不停攪拌，直至變成黃色並有 CaC₂O₄ 沉澱及氨味逸出為止。
4. 過濾後並將草酸鈣沉澱物以蒸餾水洗滌 2~3 次後，取出沉澱物以稀硫酸溶解至三角錐瓶中，再以蒸餾水洗滌 1~2 次。
5. 將溶液加熱至 70~80℃，用 0.1 N KMnO₄ 標準溶液滴定至微紅色且維持 30 秒不退色即為終點。

$$\text{CaO}(\%) = \frac{N_{KMnO_4} \times V_{KMnO_4} \times 28.04}{\text{樣品重}} \times 100\%$$

五、蛋殼粉對微生物的影響：

(一)、抑菌圈：⁽¹⁰⁾

- 1.製作 NA 培養基，在培養基上挖取 5 mm 的孔洞，分別放入不同溫度經煨燒的蛋殼粉 10、20、30、50、80、100 mg 準確的倒入孔洞中，並加入無菌水 25 μ l。
- 2.放置 37 $^{\circ}$ C 下作 24 小時培養，待菌生長時間過後，測量抑菌圈的大小。
- 3.對照組以 NaOH 來判別兩者之間的差距。

抑菌圈小於 10 mm 表示沒有明顯抑菌，

介於 10~11 mm 表示有輕度抑菌活性，

介於 11~15 mm 者為中度抑菌活性，

大於 15 mm 者為高度抑菌性。

(二)、殺菌效果：⁽¹¹⁾

製作 NA 培養基，待凝固後均勻塗抹大腸桿菌液 50 μ l，於 37 $^{\circ}$ C 下，經 24 小時培養後，計算其菌落數作為對照組。

將市售雞蛋以自來水浸泡清洗 1 小時後，取出清洗液，添加不同溫度煨燒後的蛋殼粉(蛋殼粉：清洗液比分別為：1g/1L、2g/1L、10g/1L)，經 10、20、30 分鐘後之浸泡液取 50 μ l 塗抹於 NA 培養基上，於 37 $^{\circ}$ C 下，經 24 小時培養後，計算其菌落數作為實驗組。

六、蛋殼粉對金針二氧化硫殘留量的測定⁽¹⁴⁾

依乙級食品檢驗分析技術士檢定之食品中亞硫酸鹽之測定法測定

(一)精稱市售金針 2 克，浸泡不同煨燒溫度及不同濃度之蛋殼粉溶液 15 分鐘，浸泡後取出金針瀝乾，並留取浸泡液，分別測定金針及浸泡液中二氧化硫含量。

(二)金針絞碎後，置入圓底燒瓶內（浸泡液則量取 20 ml）。

(三)加入 20 ml 蒸餾水及 2 ml 95%酒精。

(四)量筒中加入 0.3 % 之 H_2O_2 溶液 10 ml 當作吸收液，並加入混合指示劑 2~3 滴。此時呈淡紫色，再加入 0.01 N 之 NaOH 溶液 1~2 滴，使溶液呈橄欖綠色。

(五)當蒸餾裝置配置妥當時，才加入 10 ml 的 25 % 磷酸入圓底燒瓶，開始蒸餾。

(六)加熱 15 分鐘後關掉加熱器。

(七)取下量筒，使用煮沸冷卻蒸餾水沖洗玻璃管前端，洗入量筒內。

(八)以 0.01 N 之 NaOH（已知力價）滴定至呈橄欖綠色維持 15 秒為止（附圖四）。

$$\text{SO}_2 (\text{ppm}) = \frac{0.32 \times A \times f \times 1000}{S} (\mu\text{g/g})$$

0.32 : 0.01N NaOH 溶液 1ml = SO₂ 320 微克 (μg)

A : 0.01N NaOH 滴定數 (ml)

f : 0.01N NaOH 力價

S : 試料的重量 (克)

七、蛋殼粉溶液浸漬次數對金針二氧化硫殘留量的測定

精稱 1 克金針，每次以 100 ml 蛋殼粉溶液(1g/1L g/g)浸漬 15 分鐘後取出瀝乾，依浸漬次數分別測定金針中二氧化硫之殘留量。

伍、研究結果

表 1 蛋殼煨燒後的收率

	煨燒溫度				
	800°C	900°C	1000°C	1100°C	1100°C 土雞蛋
收率(%)	62.77	57.95	55.73	51.74	55.02

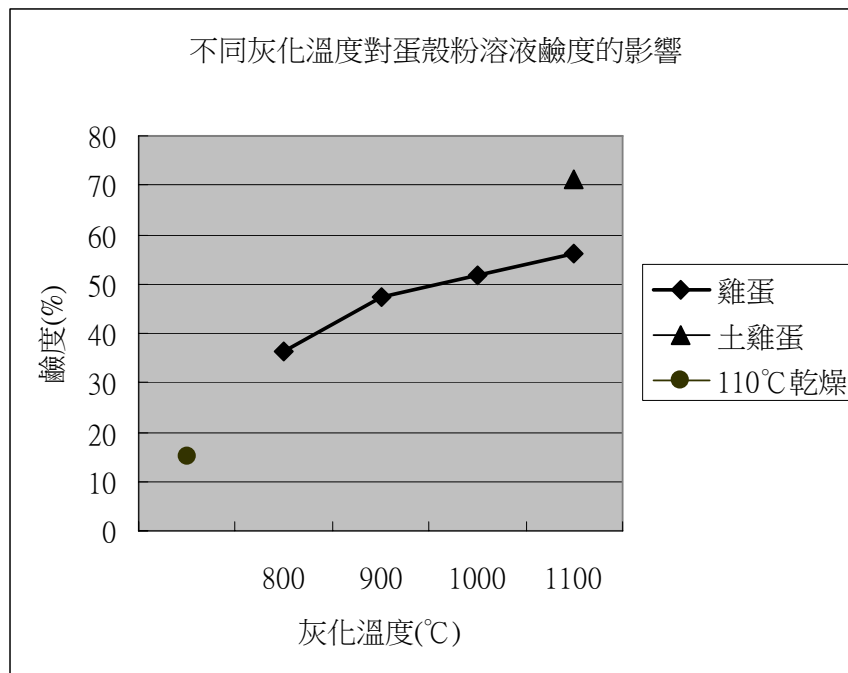


圖 1. 不同煨燒溫度對蛋殼粉溶液鹼度的影響

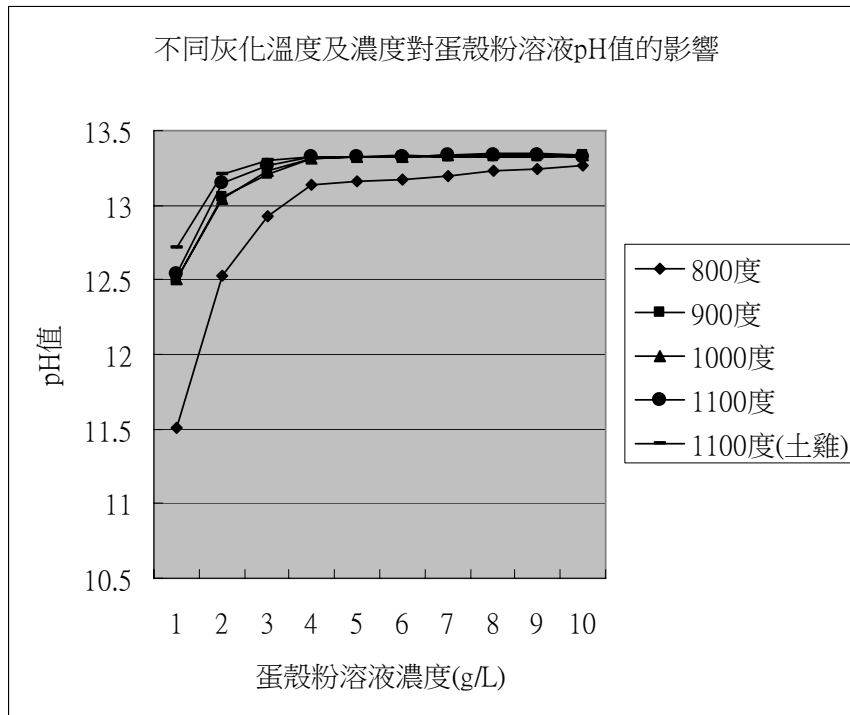


圖 2. 不同煅燒溫度及濃度對蛋殼粉溶液 pH 值的影響

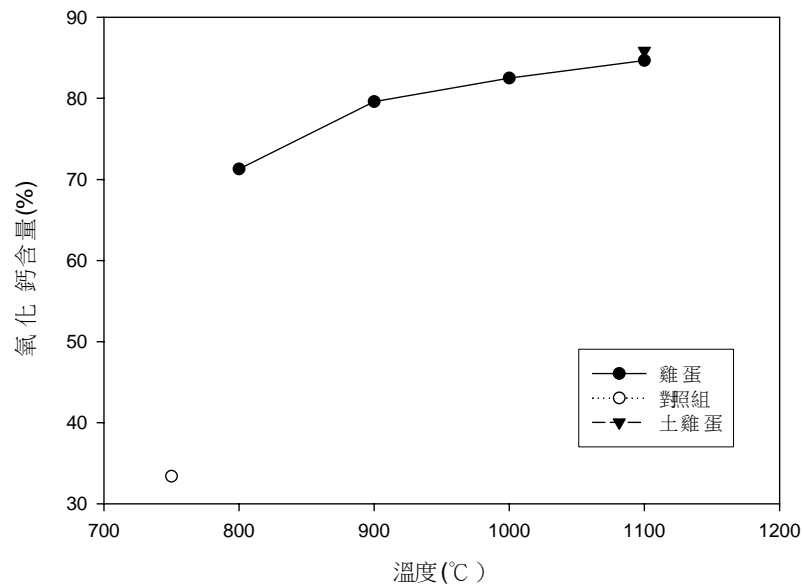


圖 3. 煅燒溫度對蛋殼粉中氧化鈣含量的影響

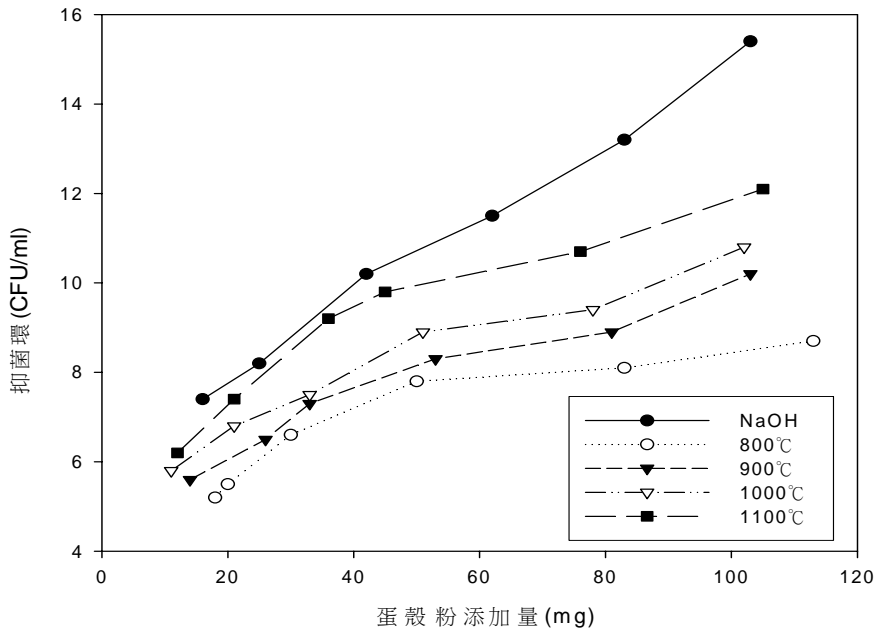


圖 4. 蛋殼粉添加量對抑菌圈大小的影響

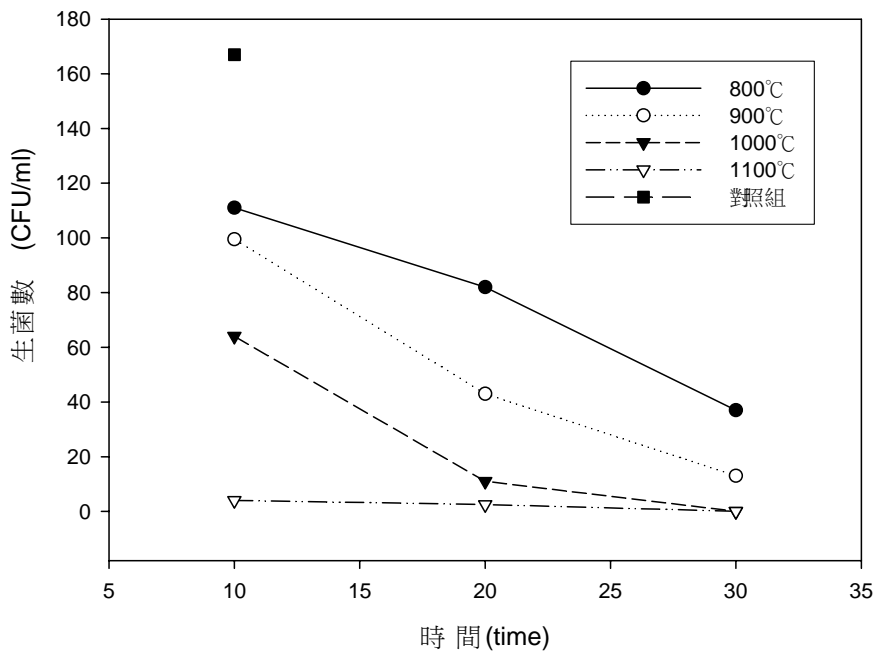


圖 5. 浸漬蛋殼粉溶液($\frac{\text{蛋殼粉}}{\text{水}} = 1\text{g}/1\text{L}$)之時間對殺菌力的影響

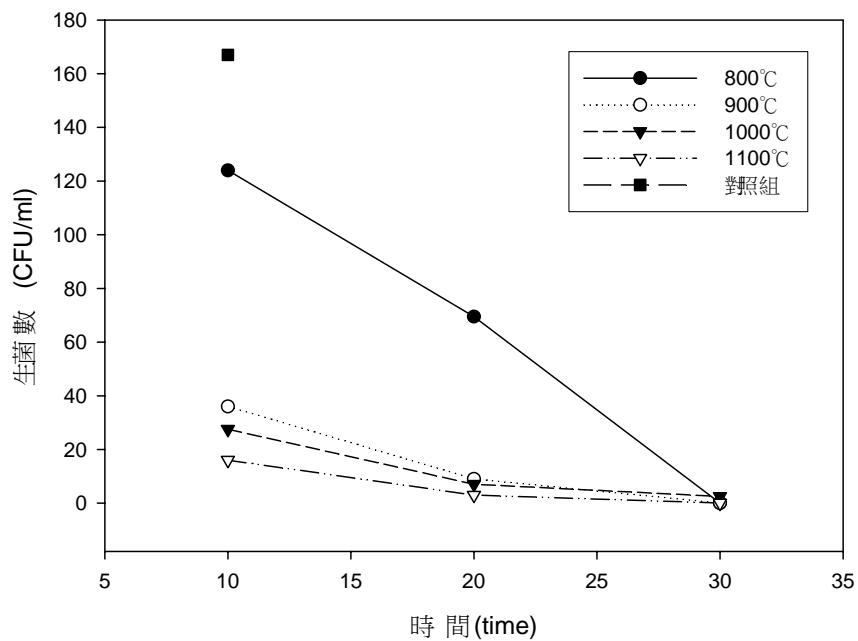


圖 6. 浸漬蛋殼粉溶液($\frac{\text{蛋殼粉}}{\text{水}}=2\text{g}/1\text{L}$)之時間對殺菌力的影響

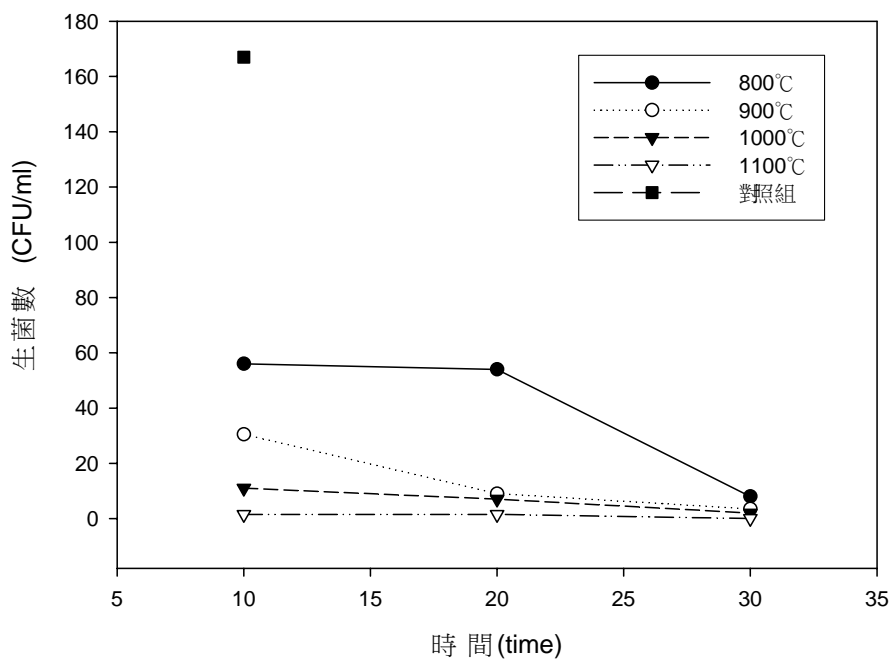


圖 7. 浸漬蛋殼粉溶液($\frac{\text{蛋殼粉}}{\text{水}}=10\text{g}/1\text{L}$)之時間對殺菌力的影響

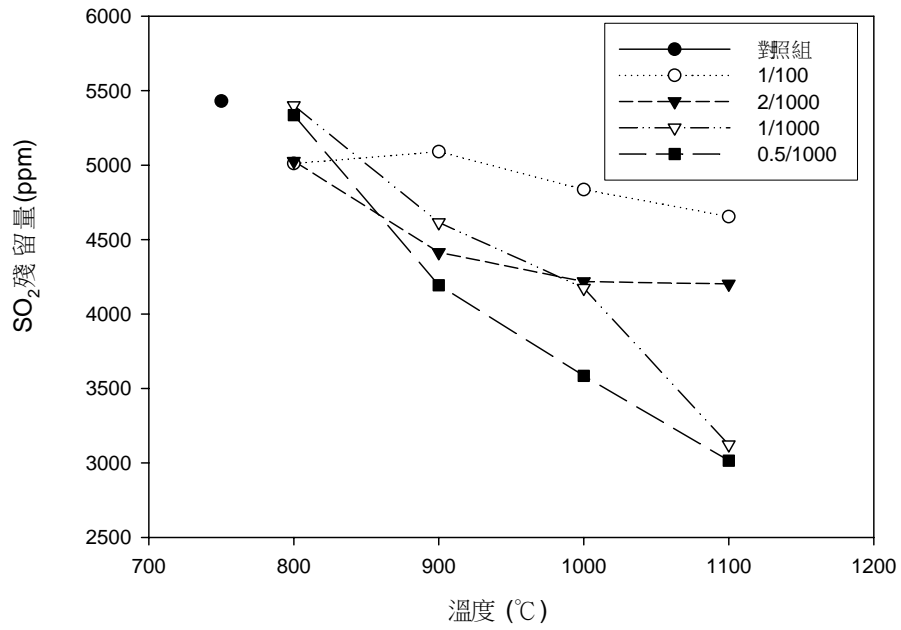


圖 8. 不同處理及濃度之蛋殼粉溶液對金針浸漬後二
氧化硫固體殘留量的影響

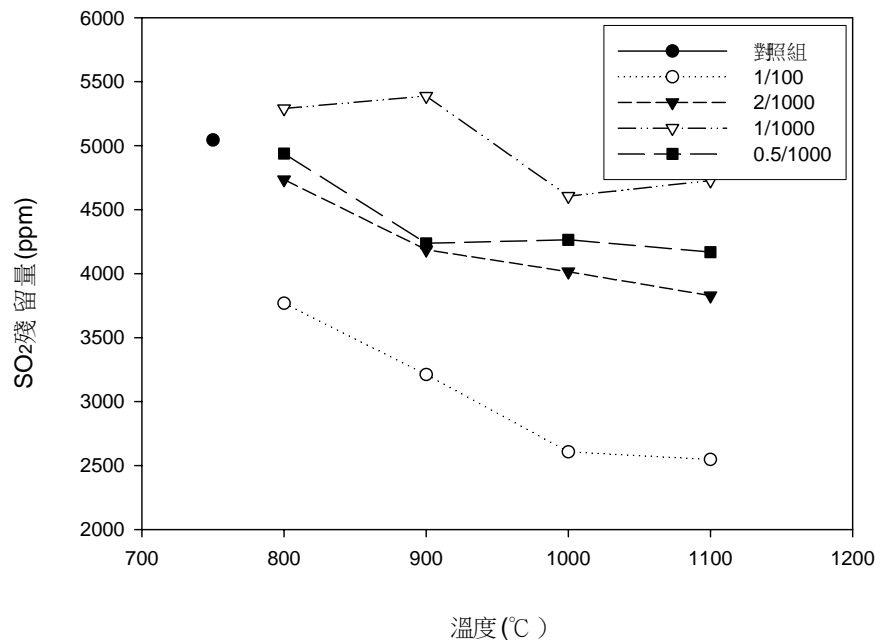


圖 9. 不同處理及濃度之蛋殼粉溶液對金針浸漬液
中二氧化硫液體含量的影響

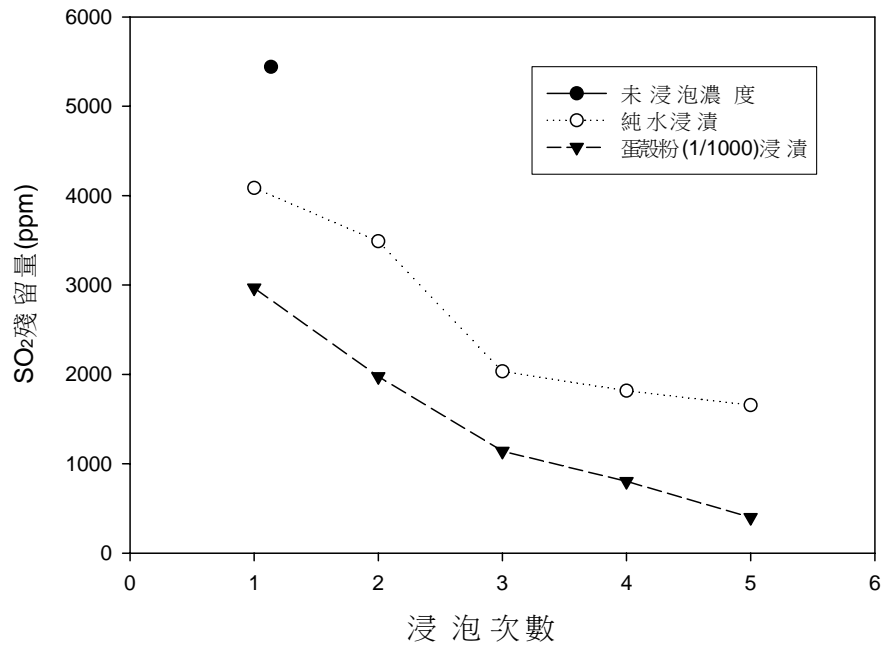


圖 10. 浸泡次數對金針中二氧化硫殘留量的影響

陸、討論：

一、蛋殼煨燒溫度與收率

由表-1 的蛋殼煨燒後的收率結果顯示，經 800°C 煨燒 60 分鐘後，其收率為 62.77% 隨溫度的增加，收率有降低的情形，以 1100°C、60 分鐘處理後其收率僅為 51.74%。在煨燒後蛋殼粉的顏色表現方面：隨著煨燒溫度的上升，顏色由灰白漸白，而呈現雪白色（附圖一）

二、圖-1 表示不同的煨燒溫度對蛋殼粉的溶液鹼度的影響。本結果顯示：在 800°C 之鹼度為 36.15 meq/g，隨溫度增加至 1100°C，其鹼度亦增加至 56.21 meq/g。實驗數據顯示，煨燒溫度越高，灰化率越高，鹼度也隨之提升。由此可見，要提高鹼度，必須提高煨燒溫度。

三、根據圖-2 中的結果顯示，蛋殼粉配製成不同濃度的溶液時，其 pH 值的變化情形。由圖顯示，1g/1L 的濃度 800°C 蛋殼粉就能使蒸餾水的 pH 值增加到 11.5，並隨濃度增加，而在約 4g/1L 時，其 pH 值趨於平緩，且在 10g/1L 時，其 pH 值高達 13.33；而不同溫度下煨燒的蛋殼粉皆有此趨勢。若比較同濃度下不同溫度煨燒的蛋殼粉溶液，則有煨燒溫度愈高者其 pH 值愈高的情形。

四、藉由圖-3 的結果，測定煨燒溫度對 CaO 含量的影響顯示，溫度越高者 CaO 含量也隨著增加，根據學者⁽¹²⁾的研究，利用高溫的處理，能將蛋殼中的 CaCO₃ 煨燒成 CaO 的成分。因此綜合上述的實驗結果，本實驗所煨燒製成的蛋殼粉，其煨燒溫度愈高者，所形成的蛋殼粉中 CaO 含量愈高(以 1100°C CaO 含量為 84.68 %)溶液 pH 值的增加也愈高。實驗過程中，我們也另外對土雞蛋之蛋殼作煨燒處理，同樣利用 1100°C 加熱 1 小時，發現其蛋殼粉的收率約為 55.02 %，且蛋殼粉中 CaO 含量為 85.86 %。比雞蛋殼的 CaO 含量還高。

值得注意，我們有做土雞蛋殼煨燒到 1100°C，發現 CaO 含量為 85.86 %。比雞蛋殼的 CaO 含量還高。

五、圖 4 為抑菌圈。抑制圈的直徑 < 10 mm 者：沒有明顯活性；介於 10~11 mm 者：輕度活性；直徑介於 11~15 mm 者：為中度活性；≥ 15 mm 者：為高度活性。結果顯示：煨燒溫度 800°C 者，添加量為 0.0018 g 時，其抑菌圈約為 5.2 mm，隨著添加量增加至 0.0113 g 時，其抑菌也增加至 8.7 mm；由此可知添加量愈多，相對的其抑菌圈的直徑越大。而不同溫度煨燒處理的蛋殼粉以抑菌圈大小判定時，以 1100°C 的抑菌效果最佳，最接近對照組的抑菌效果，實驗組結果中以 1100°C 添加 0.0105 克者，其抑

菌圈直徑 12.1 mm 為大（附圖三）。

- 六、圖 5 為蛋殼粉在 1g/1L 濃度下的殺菌力，利用浸泡雞蛋的水溶液中殘留的微生物菌落數，來判斷殺菌能力的大小。其中對照組的菌落數為 167 /CFU，結果顯示：經 800 °C 煨燒處理者，浸泡 10 分鐘後其菌落數降至為 111 / CFU，隨浸泡時間增加至 30 分鐘時，其菌落數則明顯降至約 37 / CFU，由此可知浸泡時間越長，對微生物繁殖能力的抑制效果愈高。以 1100°C、30 分鐘、生菌數為 0 的浸泡程度效果很好。圖-6 與圖-7 分別為蛋殼粉在 2g/1L、10g/1L 濃度下的殺菌力，於浸泡時間對微生物的影響，結果顯示，浸泡時間的增加皆能使其殘留的微生物數目降低。綜合圖-5、6、7 的結果，在相同的浸漬時間下，不同煨燒溫度的蛋殼粉對雞蛋的殺菌力以 800°C 的效果較低，隨著煨燒溫度的增加，其殺菌效果也呈現增加的趨勢；而在 1100°C、濃度 1g/1L、浸泡 30 分鐘後，其菌落數為 0。由此顯示，在 1100°C、濃度 1g/1L、30 分鐘時，細菌以達到死滅的效果。
- 七、圖 8 為不同溫度處理及濃度之蛋殼粉溶液對浸漬金針二氧化硫殘留量的固體影響。結果顯示本實驗的對照組（未加蛋殼粉的金針花）為 5429 ppm。而在 1100°C、濃度 1g/1L 的條件下，金針花固體殘留量為 3122 ppm，為下降最多的金針固體。
- 八、圖 9 為不同溫度處理及濃度之蛋殼粉溶液對金針浸漬液中二氧化硫液體殘留量的影響。結果顯示：本實驗的對照組（未加蛋殼粉的金針花）為 5043 ppm。而在 1100 °C、濃度 1g/1L 的條件下，金針花浸泡液中二氧化硫殘留量為 4727 ppm，是下降最多的實驗組。由圖 8、圖 9 數據顯示，煨燒溫度越高的蛋殼粉溶液，去除二氧化硫的量就越多。
- 九、圖 10 為浸泡次數對金針中二氧化硫殘留量的影響。結果顯示本實驗的對照組（未加蛋殼粉的金針花）為 5439 ppm。純水浸漬第一次時二氧化硫殘留量為 4086 ppm。純水浸漬到第五次時二氧化硫殘留量為 1656 ppm。而用蛋殼粉浸漬第一次時二氧化硫殘留量為 2965 ppm。蛋殼粉溶液浸漬到第五次時二氧化硫殘留量為 399 ppm。由數據得知，浸泡蛋殼粉溶液次數越多，二氧化硫可倍數下降。

柒、結論

綜合上述，蛋殼粉利用其氧化性強及鈣本身所具有的螯合力，可將一些食品中的添加物氧化掉或是螯合成大分子，減少其殘留量。在SO₂的殘留量方面，以同一濃度下來說，1100℃的1g/1L濃度蛋殼粉溶液能把金針花所含有的SO₂下降最高達1.7倍。

另外在微生物方面，將煨燒溫度1100℃之蛋殼粉配製成1g/1L濃度的水溶液，塗抹在培養基上即有非常好的殺菌作用。抑菌圈也是，我們以NaOH當做對照組，一樣發現1100℃之蛋殼粉其抑菌圈最接近NaOH的抑菌圈。用在雞蛋方面，浸泡30分鐘即可殺死雞蛋上全部的生菌數。因此我們可以推斷，煨燒溫度越高、浸泡時間越長，效果越明顯。但由於設備限制，煨燒溫度只做到1100℃。如煨燒溫度越高的話，根據上述實驗的結果，可推測得知隨著蛋殼煨燒溫度越高，其殺菌效果及SO₂的殘留量下降會越好。

因為此實驗測定法中皆以滴定法為主，所以產生的誤差值會很大，如能以更精密的測定儀器如原子吸收光譜測定Ca²⁺含量，未來的工作可更進一步實驗是否可將農藥脫除的可行性或是用來製作皮蛋，改善皮蛋含鉛的問題或代替化學清潔劑殘留在蔬果上造成食用上的不安心和產生的磷造成河川污染。

捌、參考資料

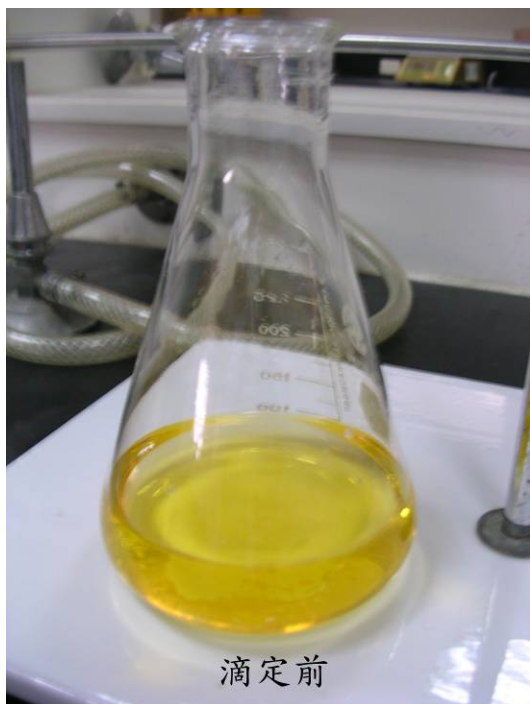
1. 許錦泉、劉美琴 烘焙食品製作 初版 實用技能班食品經營科課程教材小組 p39~p42 八十四年八月。
2. 中央畜產學會 2005 台灣雞蛋產業生產效能導向發展策略 畜產報導月刊 59 期。
3. 林清騫 食品化學與分析實習 I、II 初版 雲林 文昌出版社 P.115~P.118 2001
4. 高憲楓 鄭建仙 1999 食品與發酵工業 第 4 期第 25 卷 P.3。
5. 黃文哲 黃明利 賴滋漢 應用微生物 (I) (II) 初版 富林出版社 p104~p108 八十八年九月。
6. 黃郁文 白明正 陳毓芯 許芳瑜 2004 天然漂白劑蛋殼 第四十四屆金門地區中小學科學展覽化學科
7. 檢驗委員會 1998 市售金針二氧化硫測試都不及格 消費者報導 18 卷 209 期 P.34~39
8. 行政院衛生署 衛署食字第八八〇二七七二九號公告 台北市
9. 吳侑軒 2004 年 液態黑納豆對於皮膚保健之研究 靜宜大學 應用化學研究所 碩士論文 P.64
10. 澤井淳 大橋沙由 小島博光 平成 13 年 CaO 系粉末スラリーの枯草菌芽胞に対する殺菌効果 民國 3 月 12 日，取自：
<http://www.kanagawa-iri.go.jp/kitri/kouhou/program/H13/H13prog/13-7.html>
11. 沈秀榮(2002)。用鸡蛋壳制备醋酸钙的研究 食品科技在線 民 95 年 3 月 10 日，取自：
<http://www.e-foodtech.net/jszw/files/2002826155826356.htm>
12. 文野出版社 食品檢驗分析檢定完全寶典 第一版 台中 文野出版社 P.44~P.49 2005
13. 林清騫 食品化學與分析實習 I、II 初版 雲林 文昌出版社 P.133~P.138 2001
14. 林清騫 食品化學與分析實習 I、II 初版 雲林 文昌出版社 P.103~P.106 2001
15. 林清騫 食品化學與分析實習 I、II 初版 雲林 文昌出版社 P.115~P.118 2001
16. 澤井 淳 2001 神奈川工科大学 貝殼を資源として利用する 微生物制御の新展開 神奈川工科大学広報 118 期 P.7。
17. 行政院衛生署疾病管制局 便民服務 傳染病防治手冊 台北市

玖、附圖

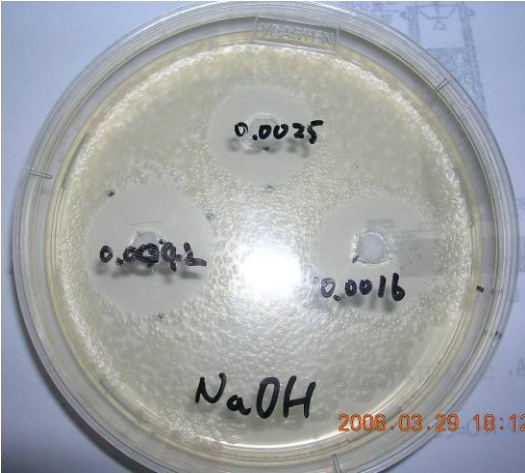
一、附圖(一)：



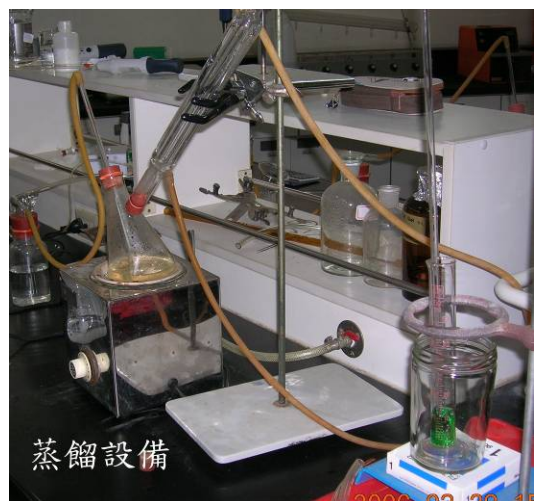
二、附圖(二)：



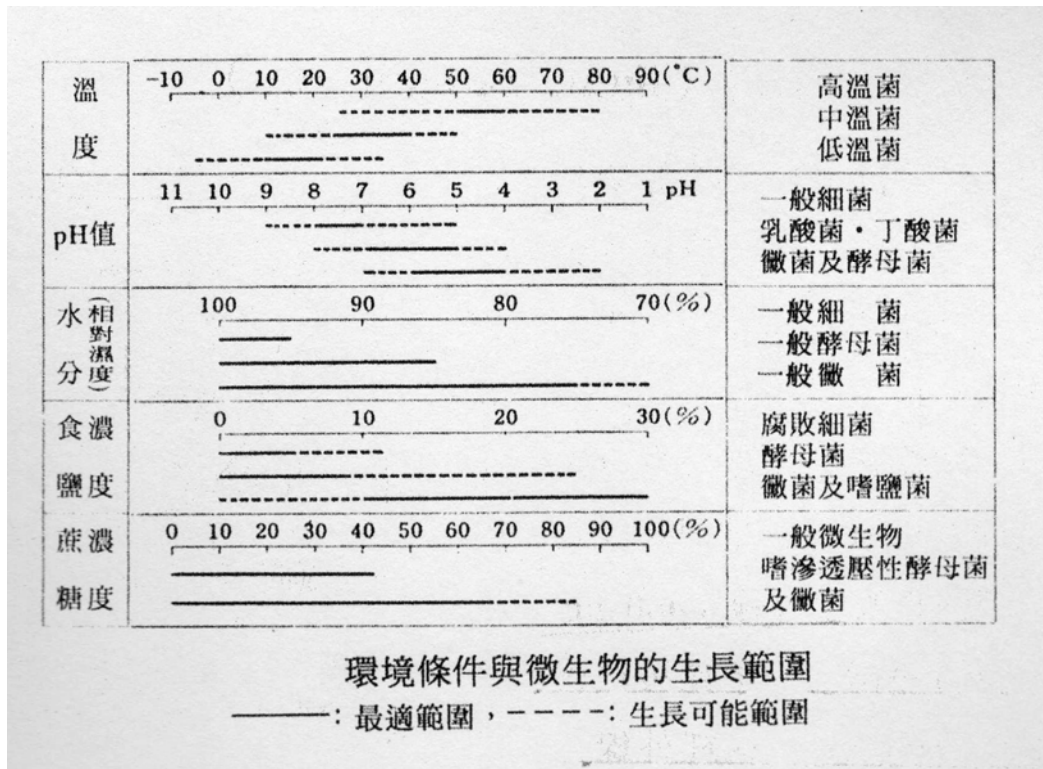
三、附圖(三)：



四、附圖(四)：



五、附圖(五)：



評 語

091403 蛋殼粉的特性及其抑菌效果

1. 研究頗具創意性及應用性。
2. 若能執行統計分析，將更完整。