

第十二屆旺宏科學獎

成果報告書

參賽編號：SA12-076

作品名稱：煨燒牡蠣殼粉之抑菌研究

姓名：楊天淇

關鍵字：_____牡蠣____、____抑菌_____

目錄

摘要	2
一、 研究動機	2
二、 前人研究	2
三、 研究目的	3
四、 研究設備及器材	3
五、 研究過程及方法	5
(一) 藥品配置	5
(二) 煨燒牡蠣殼粉製作	5
(三) 實驗操作	6
六、 研究結果	9
七、 結論與討論	22
八、 參考文獻	23

煨燒牡蠣殼粉之抑菌研究

摘要

牡蠣殼有相當多的運用方向，包括工業的廢棄物處理、環境的修復和除臭抑菌等效用，被視為相當重要的研究材料，可惜的是再利用程度並不高，產生相當多的環境問題。

本研究探討牡蠣殼經過高溫處理後對大腸桿菌和金黃色葡萄球菌的抑制效果。

研究發現經 800°C 和 1000°C 煨燒之牡蠣殼粉對大腸桿菌和金黃色葡萄球菌有很好之抑菌作用；應用在日常洗滌也收到良好成效，而只經 600°C 煨燒之牡蠣殼粉則效果不佳。

在此實驗中推測煨燒牡蠣殼粉殺菌原因為高 pH 值與負值的氧化還原電位。

一、研究動機

每次到海邊，都會看到成堆的牡蠣殼堆在海岸邊，原本美麗的海灘，變成堆放廢棄物的場所，在高中基礎化學(二)課本的第四章也曾提到許多可以抑菌的產品，這些產品有很多在日常生活中就可以取得，於是我便想將這些牡蠣殼重新加工，讓它們變成有用的物品，如此一來暨可以解決環境的問題，又可以低的製作成本，獲得良好的功效，因此便著手了這個研究。

二、前人研究

牡蠣在台灣平均年生產量約為 2 萬公噸，相對產生的牡蠣殼數量亦相當龐大，假設以 12% 的剝殼率計算，則每年的空殼重量即高達 0.24 萬公噸以上（黃，2006）。但是目前利用的情形不甚理想，傳統都用來作為土壤改良劑或雞鴨飼料，但是大部分都被任意丟棄，影響環境衛生及衍生環保問題（林，2007）。

牡蠣殼目前有相當多的利用方向：在工業上，牡蠣殼可以當作金屬離子的吸附劑，是廢棄物處理的一個重要步驟（林，2007）。日本學者利用貝殼在高溫下加熱處理，結果顯示貝殼中的碳酸鈣與氧化鈣成份對於微生物表面的細菌有明顯抑制效果（澤井，2001）。至於食用方面，利用 800°C 以上的溫度煨燒過後的牡蠣殼，在清洗截切蔬菜方面，有良好的抑制大腸桿菌效果（林，2011；黃，2009）。還有學者指出牡蠣殼有除臭、抗黴、吸附空氣中塵粒、改善空氣等功能（黃，2006）。

牡蠣殼煨燒之後成分以 CaO 含量最多，為 54.6%，CO₂ 次之，為 43.5%，其他如 Na₂O、MgO、SO₃、SiO₂、SrO、H₂O 含量皆非常低（Fishery，1962）。但是也有報告指出，CaO 含量可能高達 68%（Sawai，2001）。牡蠣殼在加熱之後會增加總表面積，在 700°C 以上的時候，則會使碳酸鈣變化產生氧化鈣和二氧化碳，在 900°C 以上的時候，則使氧化鈣產生到達最大量。

煨燒牡蠣殼粉可能抑菌原因為 pH 值與 ORP 之變化，微生物最適合生長之 pH 值為 7.0，當 pH 值大於 11 時，微生物已幾乎無法生長，而好氣性微生物在 ORP 為正值的情況下方可生長，其最適生長之 ORP 範圍為+200mV~820mV(林，2011)。

大腸桿菌和金黃色葡萄球菌是台灣常見的兩種食物中毒病原菌。大腸桿菌大多分布在飲水、土壤、人體腸胃道中。最可怕的是少數出血性大腸桿菌(E. coli O157)，曾在美國及日本引起大規模流行，引起發燒、全身溶血、出血，甚至急性尿毒症，嚴重時導致死亡。金黃葡萄球菌廣泛的分佈在皮膚及黏膜上，尤其是化膿的傷口更是食物污染的主要

來源，此毒素即使經熱水煮沸仍無法破壞，需要相當注意。急性腸胃炎、脫水、休克都可能發生（劉，食物中毒）。

在前人的研究中只有研究煨燒牡蠣殼粉對於大腸桿菌的抑菌效果，在本實驗中，主要針對大腸桿菌以及金黃色葡萄球菌做研究。

三、研究目的

- (一) 研究不同煨燒溫度牡蠣殼的抑菌作用
- (二) 研究細菌與煨燒牡蠣殼粉不同混合時間菌數變化
- (三) 煨燒牡蠣殼粉與氧化鈣對不同菌種的抑菌圈大小比較
- (四) 煨燒牡蠣殼粉抑菌原因的探討
- (五) 煨燒牡蠣殼粉對於截切蔬菜的清洗效果
- (六) 煨燒牡蠣殼粉對於日常生活用品的抑菌效果

四、研究設備及器材

(一) 試藥和樣品：

Plate Count Agar (PCA)粉末、Nutrient Broth (NB)粉末、Chromocult Coliform Agar(CCA)粉末、Peptone 粉末、RO 水(去離子水)、牡蠣殼、氧化鈣、75%酒精、豌豆苗、芥菜、大腸桿菌 (*Escherichia coli*，食品工業研究所 BCRC 編號為 11634) 菌液、金黃色葡萄球菌菌液(*Staphylococcus aureus*，食品工業研究所 BCRC 編號為 14943)等。

(二) 器材和用具：

電子秤、500 mL 血清瓶、研鉢、灰化坩鍋、灰化爐、pH 計、pipet、tip、墊片、培養皿、試管、試管蓋子、試管架、滅菌釜、無菌操作台、細菌培養箱、均質攪拌機、過濾篩網、均質袋等。



圖 1：無菌操作台



圖 2：培養箱和培養皿



圖 3：滅菌釜



圖 4：灰化爐



圖 5：pipet



圖 6：各種藥品粉末



圖 7：tip



圖 8：血清瓶

五、研究過程及方法

(一) 藥品配置：

1. 將 1g 的 Peptone 粉末加入 1000mL 的 RO 水中混合均勻，配置出 1000mL 的 Peptone water (0.1%，重量比)。將 10mL 的 Pipet 刻度調至 9.9mL，用此 Pipet 將 Peptone water 分裝入 100 試管裡(即一支試管加入 9.9mL 的 Peptone water)。
2. 將 1.6g 的 NB 粉末加入 200mL 的 RO 水中混合均勻，將 10mL 的 Pipet 刻度調至 9mL，用此 Pipet 將 NB 水溶液分入 20 個試管裡(即一個試管裡加入 9mL 的 NB 水溶液)。
3. 將 117.5g 的 PCA 粉末加入 5L 的 RO 水中混合均勻，並將 PCA 水溶液分入 10 個 500mL 的血清瓶中。
4. 將上述 1.2.3. 步驟的裝有 Peptone water 的試管、NB 水溶液的試管、PCA 水溶液的血清瓶放入滅菌釜中，在 121°C、1.5atm 下滅菌半小時，滅菌完成後，待內部氣壓下降至與外部相同，即可取出，冷卻備用。
5. 將 39.75g 的 CCA 粉末加入 1.5L 的 RO 水中混合均勻，並將 CCA 水溶液分入 3 個 500mL 的血清瓶中，將血清瓶放入微波爐中反覆加熱，直到水溶液沸騰，即完成滅菌(CCA 水溶液不可放入滅菌釜中滅菌，因為過大的壓力會破壞 CCA 的結構)，在將血清瓶放在常溫下，冷卻備用。

(二) 煨燒牡蠣殼粉製作：

1. 將牡蠣殼洗乾淨，放到戶外通風處曬乾後，用研鉢搗碎至看不見牡蠣殼碎片，之後使用均質攪拌機攪拌均勻，之後經過 80mesh 過濾篩網過篩，使得牡蠣殼粉顆粒大小一致。
2. 在 3 個灰化坩鍋中分別加入 2g 的過篩牡蠣殼粉，再將灰化坩鍋放入灰化爐加熱，分別再加熱至 600°C、800°C、1000°C，拿出 3 個灰化坩鍋，將煨燒過後的牡蠣殼取出，冷卻備用。(此 3 種牡蠣殼粉代號分別以 H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀ 表示)



圖 9：不同煨燒溫度之下，經過磨碎、均質、過篩後的牡蠣殼粉末。圖中每一溫度的牡蠣殼粉末重量皆為 0.1g。

左上角：未煨燒的牡蠣殼粉末

右上角：煨燒至 600 °C 的牡蠣殼粉(代號 H₆₀₀)

左下角：煨燒至 800 °C 的牡蠣殼粉(代號 H₈₀₀)

右下角：煨燒至 1000 °C 的牡蠣殼粉(代號 H₁₀₀₀)

(三) 實驗操作：

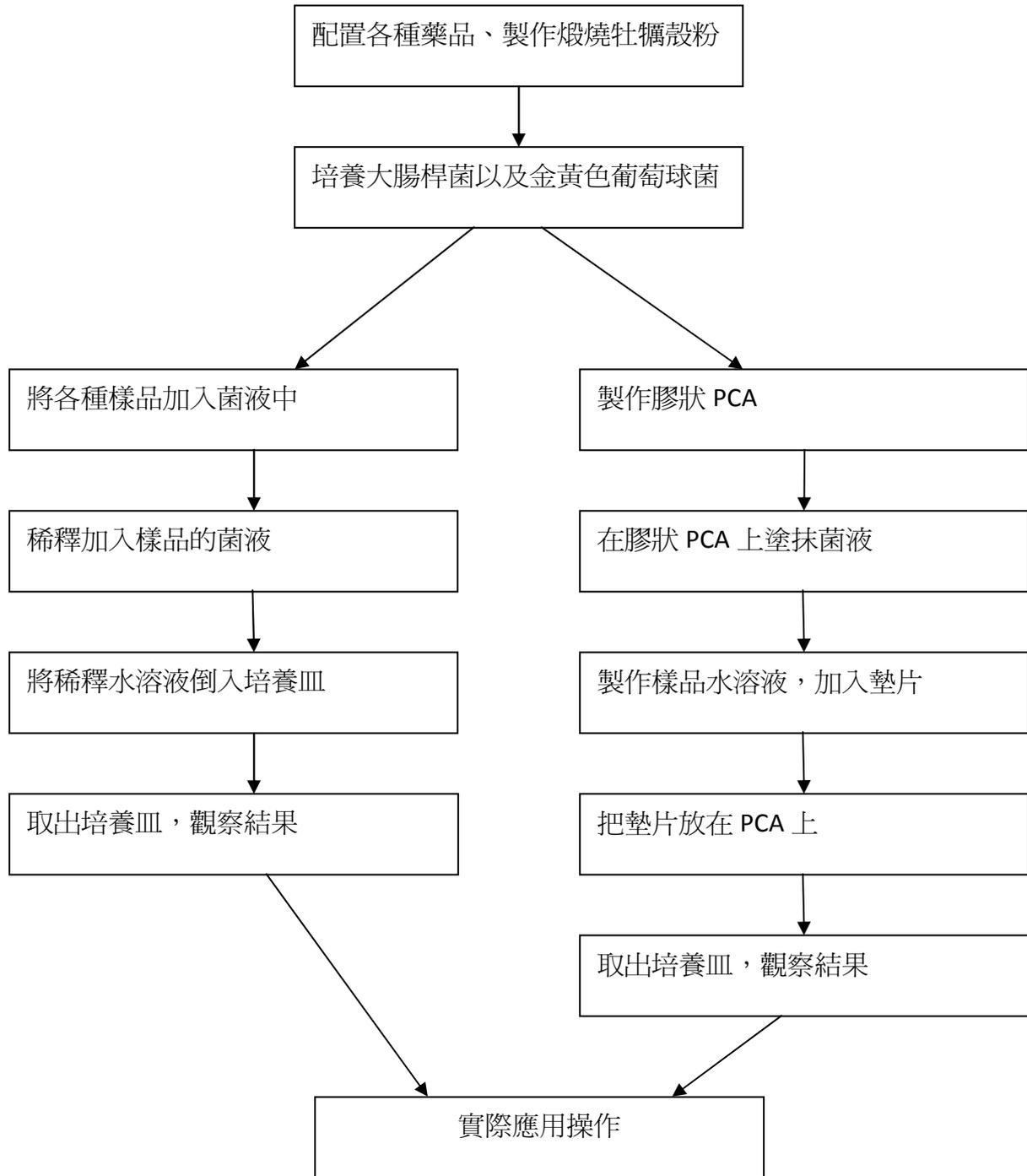


圖 10：實驗流程

- 煨燒牡蠣殼粉、氧化鈣與大腸桿菌、金黃色葡萄球菌菌液混合培養：
 - (1) 在 6 個裝有 NB 水溶液的試管中加入事先配好的大腸桿菌菌液(*Escherichia coli*, 以下簡稱 Ec); 在另外 6 個同樣的試管中加入金黃色葡萄球菌菌液(*Staphylococcus aureus*, 以下簡稱 Sa)。

(2) 取 0.1g 未煨燒的牡蠣殼粉、H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀ 以及氧化鈣分別加入 5 個裝有 Ec 菌液的試管中；再重複上述步驟，加入 5 個裝有 Sa 菌液的試管中，將菌液與粉末混合均勻並且與沒有加入粉末的 2 個試管(如下圖 11)放入培養箱培養一小時。

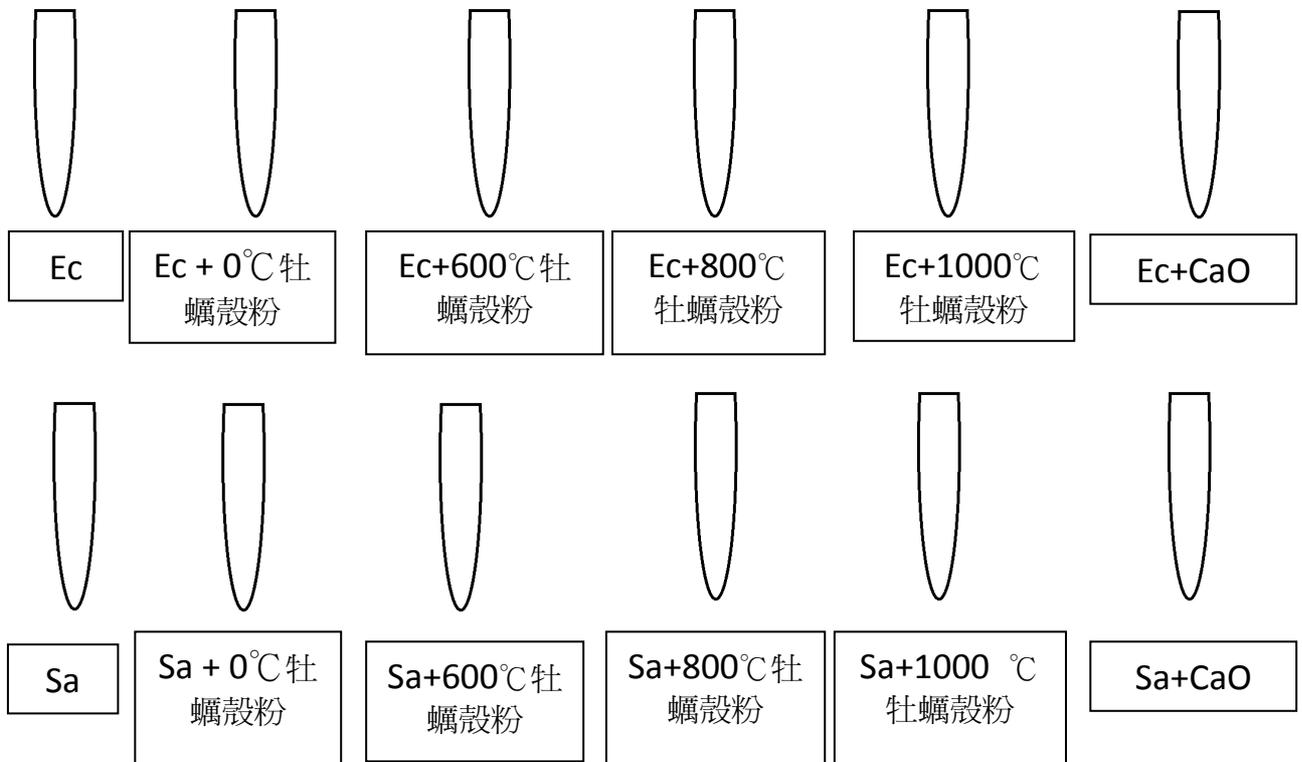


圖 11：實驗樣品配製示意圖

(3) 一小時後，取出試管，在 12 個試管中各取 0.1mL 的溶液加入 9.9mL 的 Peptone water 中稀釋。如下圖 12 所示：

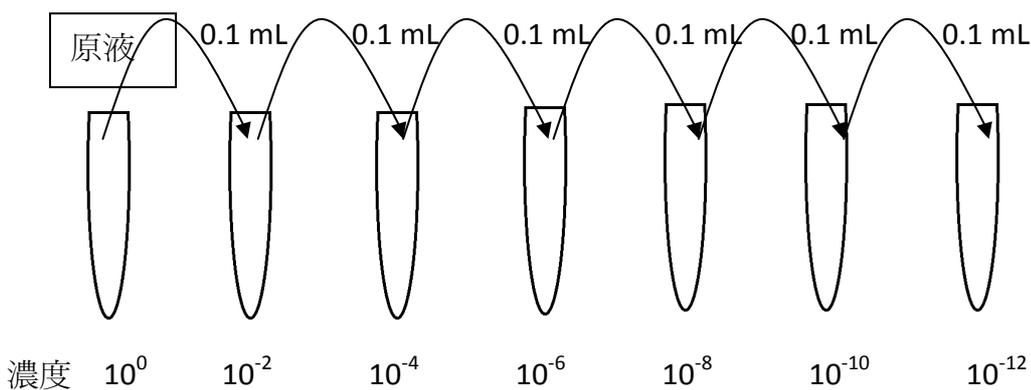


圖 12：稀釋方法示意圖

(4) 在所有試管中各取 1mL 混合菌液，分別放入不同的培養皿中，再各倒入 20mL 的 PCA，待 PCA 冷卻成膠狀後，倒置放入培養箱中培養兩天，培養溫度為 37°C。

(5) 兩天後，取出培養皿，觀察實驗結果。

2. 煨燒牡蠣殼粉、氧化鈣在大腸桿菌、金黃色葡萄球菌菌液中抑菌圈大小：
 - (1) 在空的培養皿中倒入 20mL 的 PCA，放置一段時間，讓 PCA 冷卻成膠狀。
 - (2) 取 1mL 的大腸桿菌菌液放在膠狀的 PCA 上，並用玻璃棒將菌液在 PCA 表面塗抹均勻，重複 15 次；將大腸桿菌菌液改為金黃色葡萄球菌菌液，重複上述步驟。
 - (3) 取 0.1g 未加熱的牡蠣殼粉、H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀ 以及氧化鈣分別加入 9.9mL 的 RO 水中混合均勻。
 - (4) 在每一個樣品溶液中放入六個墊片，等待一段時間，使墊片充分吸取樣品溶液。
 - (5) 分別將沾有未加熱的牡蠣殼粉、H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀ 以及氧化鈣樣品溶液的墊片放入不同塗有大腸桿菌菌液的培養皿內，重複 3 次；以金黃色葡萄球菌菌液取代大腸桿菌菌液，重複上述步驟。
 - (6) 兩天後，取出培養皿，觀察實驗結果。

3. 煨燒牡蠣殼粉對於日常生活用品的抑菌效果：
 - (1) 以實驗室門口的手把作為樣品，並且取 1cm² 的面積，放入 PCA 培養基中培養菌。
 - (2) 取不同稀釋倍數的 H₈₀₀ 加入養有 1 步驟的菌的 PCA 培養基中。
 - (3) 在 37°C 下培養 48 小時。
 - (4) 觀察實驗結果。

4. 煨燒牡蠣殼粉對於截切蔬菜的清洗效果：
 - (1) 分別取一些豌豆苗以及芥菜加入的 0.1% H₈₀₀ 水溶液中，再重新秤量一組，放入 RO 水中，泡 15 分鐘。
 - (2) 分別取 10g 泡在 H₈₀₀ 水溶液中的豌豆苗以及芥菜加入兩個裝有 90mL Peptone water 的均質袋中，以相同方式，處理泡在清水中的樣品。
 - (3) 將上述裝有樣品溶液的均質袋放入均質機中，均質至肉眼無法看到青菜碎屑為止。
 - (4) 由四個均質袋中分別取 1g 的樣品加入四個裝有 9mL 的 Peptone water 的試管中，接著稀釋數次。
 - (5) 在所有試管中各取 1mL 混合菌液，分別放入不同的培養皿中，再各倒入 20mL 的 PCA，待 PCA 冷卻成膠狀後。
 - (6) 重複步驟(5)，並以 CCA 取代 PCA。
 - (7) 將培養基倒置放入培養箱中培養兩天，培養溫度為 37°C。
 - (8) 兩天後，取出培養皿，觀察實驗結果。

六、研究結果

(一) 研究不同煨燒溫度牡蠣殼的抑菌作用

將牡蠣殼粉和氧化鈣與大腸桿菌或金黃色葡萄球菌菌液混合後，觀察細菌生長情況，混合時間為一小時，培養溫度為 37°C，觀察時間為 48 小時之後，各取 0.1 克加入 9.9 毫升的大腸桿菌以及金黃色葡萄球菌菌液中。結果發現煨燒溫度 800°C 以上的煨燒牡蠣殼粉有相當好的抑菌效果，而只煨燒至 600°C 者效果並不理想，如下表 1、圖 13 及圖 14 所示。

表 1：不同煨燒溫度之牡蠣殼粉和氧化鈣對於大腸桿菌及金黃色葡萄球菌菌數之影響

	處理	大腸桿菌菌數 (cfu/mL)	金黃色葡萄球菌菌數 (cfu/mL)
對照組	無添加	1.1×10^7	9.8×10^6
不同加熱處理	未加熱粉末	9.8×10^6	9.7×10^6
	H ₆₀₀	8.6×10^6	9.3×10^6
	H ₈₀₀	0	0
	H ₁₀₀₀	0	0
樣品	氧化鈣	0	0

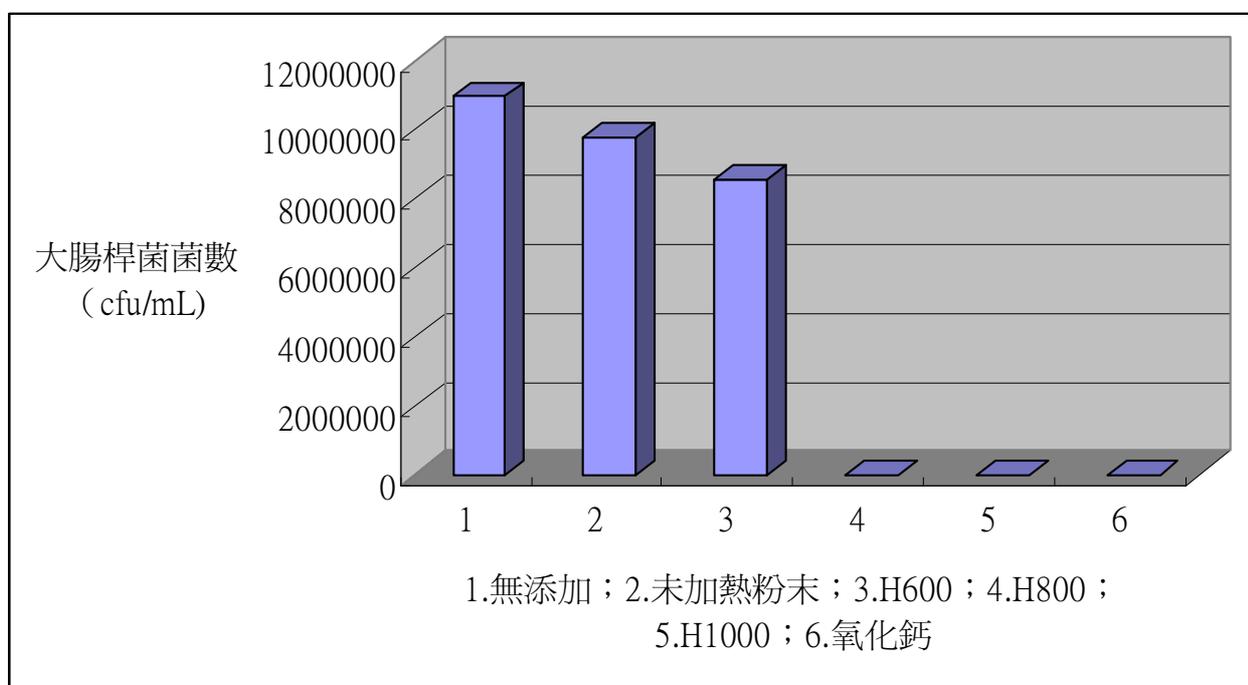


圖 13：不同煨燒溫度之牡蠣殼粉和氧化鈣對於大腸桿菌菌數之影響

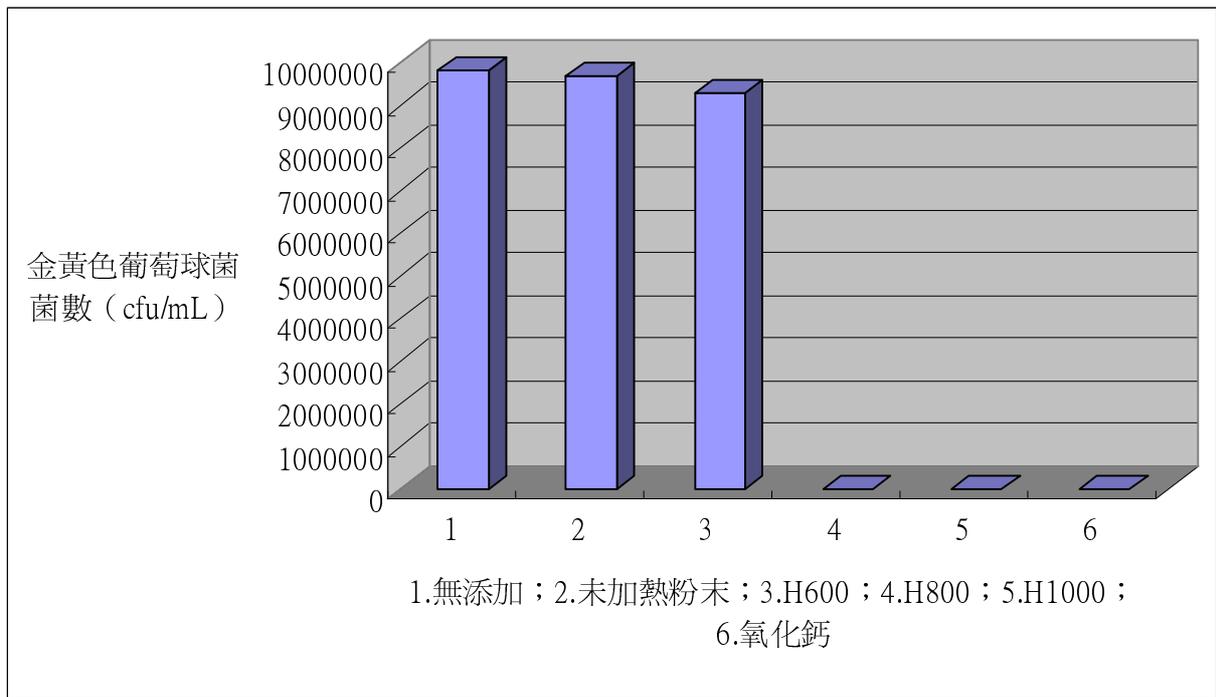


圖 14：不同煨燒溫度之牡蠣殼粉和氧化鈣對於金黃色葡萄球菌菌數之影響

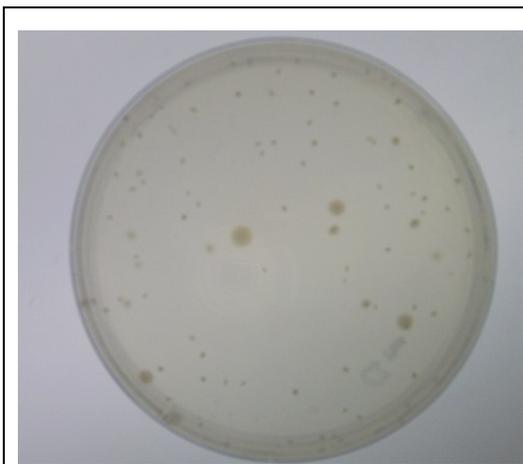


圖 15：大腸桿菌在 PCA 培養基中生長 48 小時之情況



圖 16：大腸桿菌+未加熱粉末培養 48 小時情況

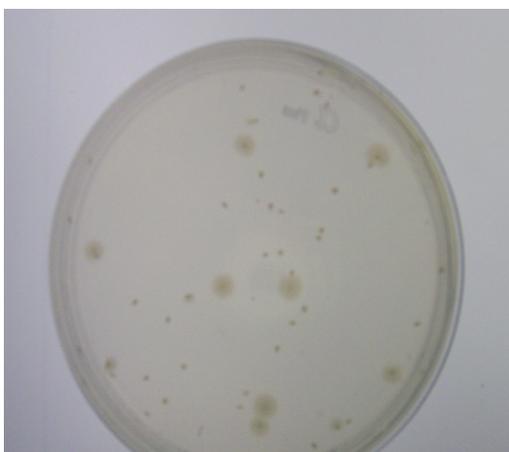


圖 17：大腸桿菌+ H₆₀₀ 培養 48 小時情況

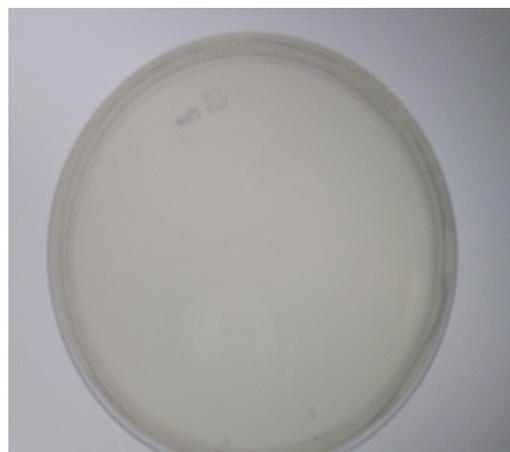


圖 18：大腸桿菌+ H₈₀₀ 培養 48 小時情況

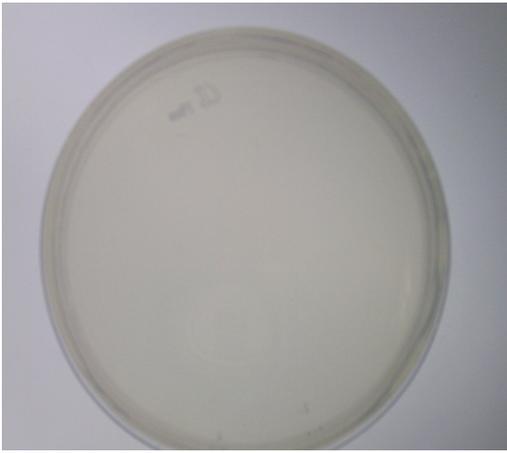


圖 19：大腸桿菌+H₁₀₀₀ 培養 48 小時情況

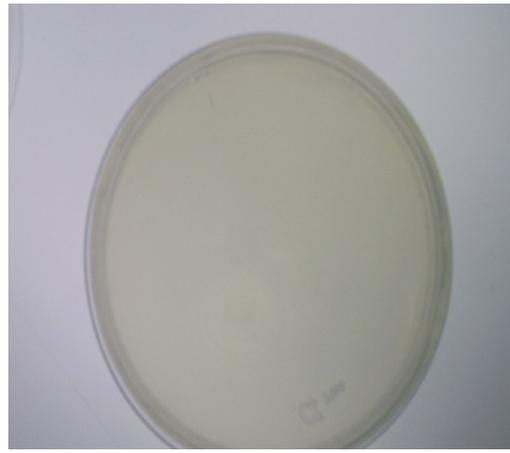


圖 20：大腸桿菌+氧化鈣混合培養 48 小時情況

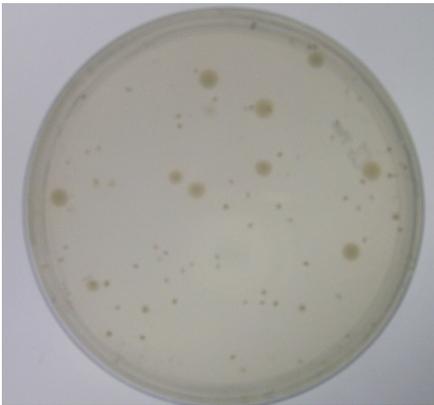


圖 21：金黃色葡萄球菌在 PCA 培養基中生長 48 小時之情況



圖 22：金黃色葡萄球菌+未加熱粉末培養 48 小時情況

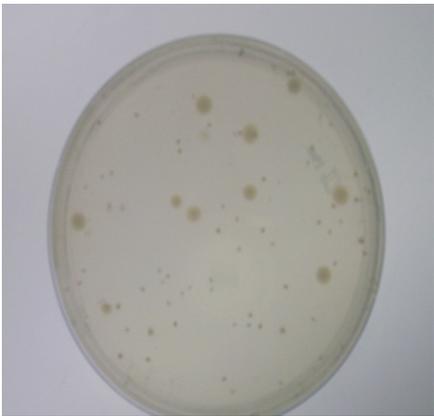


圖 23：金黃色葡萄球菌+H600 培養 48 小時情況

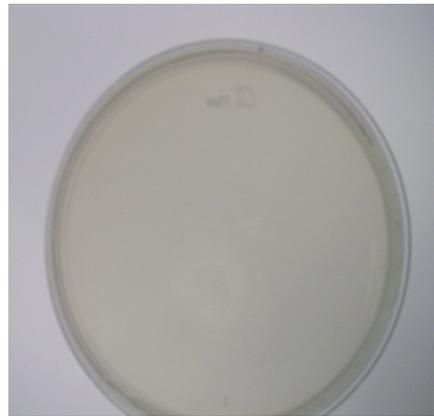


圖 24：金黃色葡萄球菌+H800 培養 48 小時情況

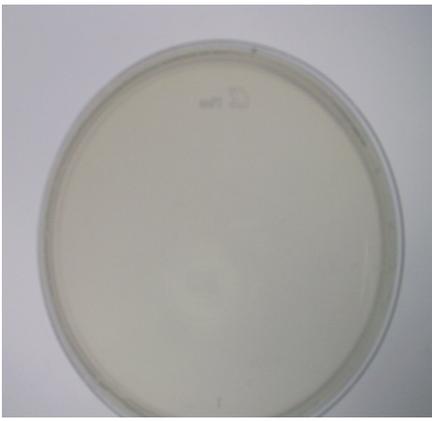


圖 25：金黃色葡萄球菌+H1000 培養 48 小時情況

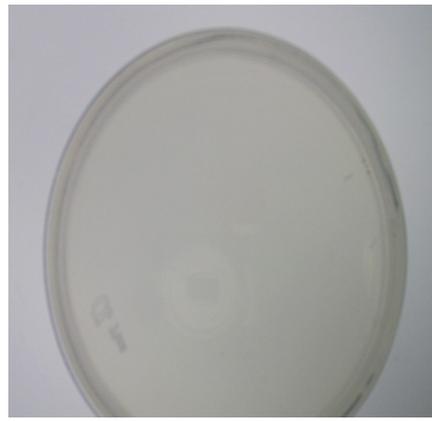


圖 26：金黃色葡萄球菌+氧化鈣培養 48 小時情況

(二) 研究細菌與煨燒牡蠣殼粉不同混合時間菌數變化

分別將 H₆₀₀ 和 H₈₀₀ 與大腸桿菌菌液混合 5、20、40、60 分鐘後，放入培養基中培養，再觀察其生菌情況，培養溫度為 37℃，觀察時間為培養 48 小時之後。實驗發現隨著混合時間的增長，煨燒牡蠣殼粉的抑菌效果也就愈好，其中，添加 H₈₀₀ 的培養基在 20 分鐘後菌數即無成長，如下表 2 及圖 27 所示。

表 2：不同混合時間下，大腸桿菌菌數之變化

		混合時間			
		5 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘
菌數 (cfu/mL)	H ₆₀₀	3.2×10 ⁶	3.0×10 ⁶	2.7×10 ⁶	1.8×10 ⁶
	H ₈₀₀	1.0×10 ²	0	0	0

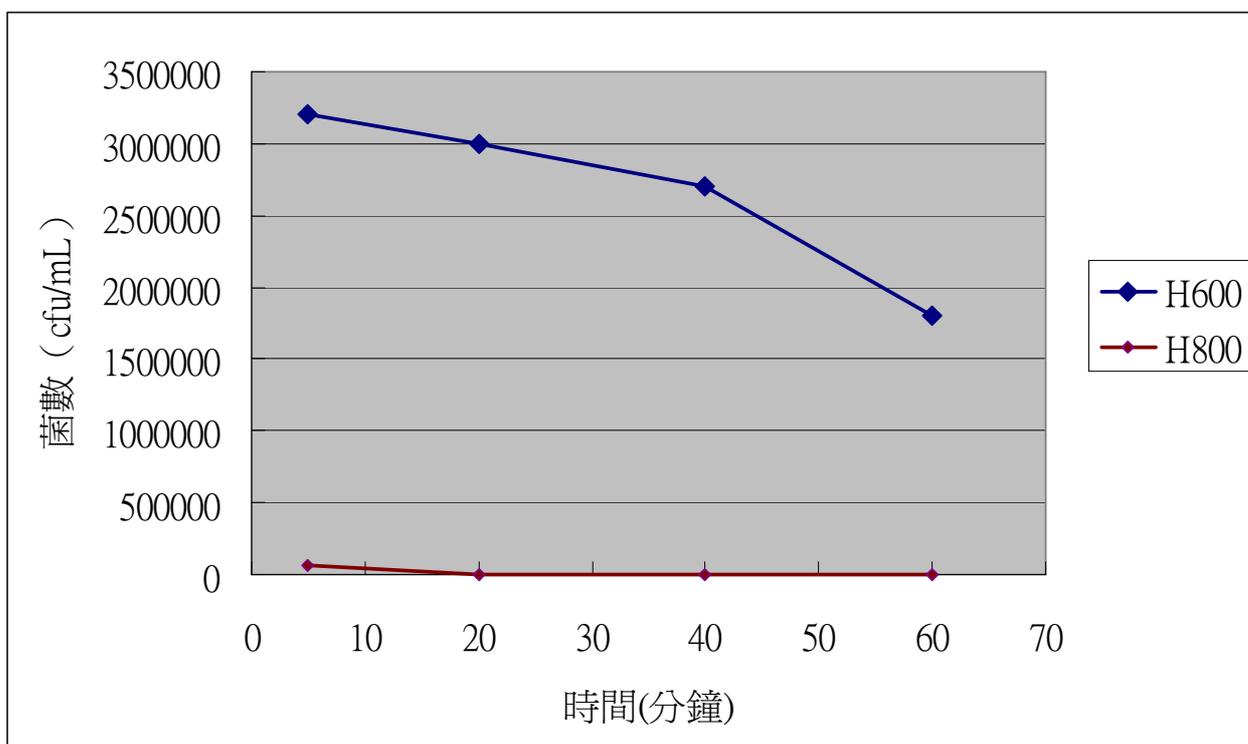


圖 27：不同混合時間下，大腸桿菌菌數之變化

(三) 煨燒牡蠣殼粉與氧化鈣對不同菌種的抑菌圈大小比較

將牡蠣殼粉和氧化鈣與水混合後，觀察其在分別養有大腸桿菌和金黃色葡萄球菌的培養基中抑菌圈大小，培養溫度為 37°C，觀察時間為 48 小時之後，樣品溶液濃度皆為 1%。研究後發現抑菌圈大小會隨著牡蠣殼粉煨燒溫度上升而變大，如下表 3、圖 28 及圖 29 所示。

表 3：不同樣品溶液在大腸桿菌及金黃色葡萄球菌菌液中的抑菌圈大小

		大腸桿菌抑菌圈大小 (mm)	金黃色葡萄球菌抑菌 圈大小(mm)
不同加熱處理	未加熱粉末	9.83	12.1
	H ₆₀₀	10.03	12.35
	H ₈₀₀	11.07	13.3
	H ₁₀₀₀	16.87	13.83
樣品	氧化鈣	21.17	13.87

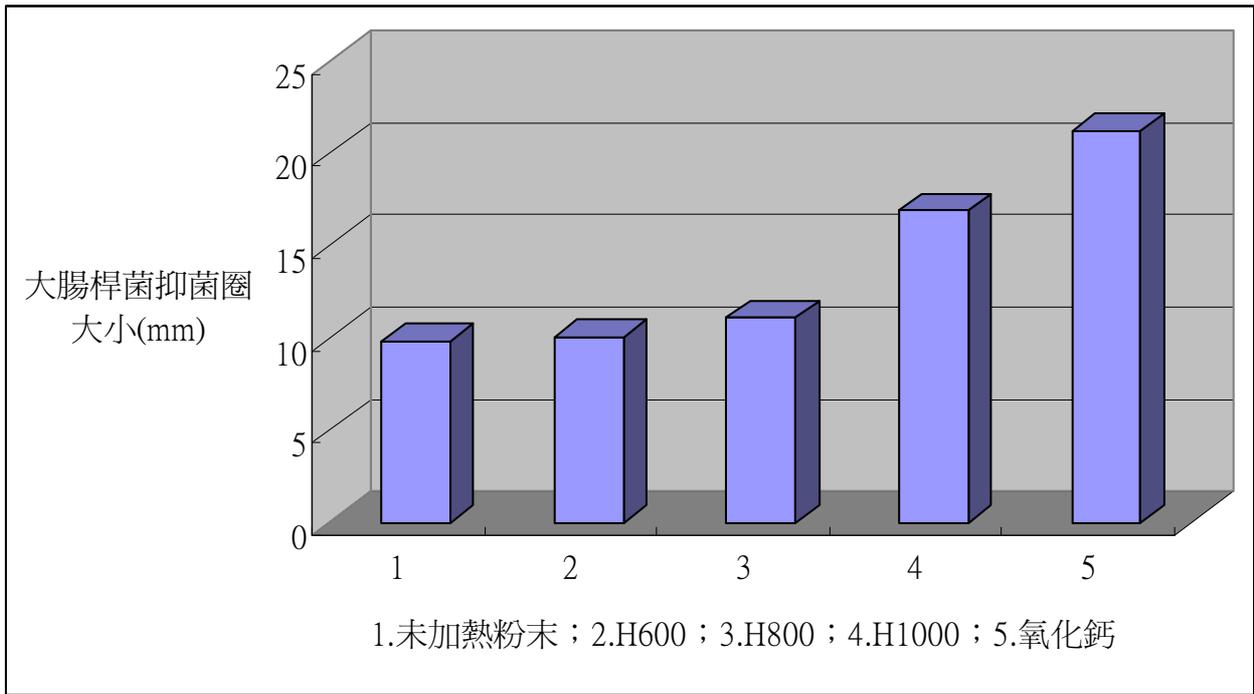


圖 28：不同樣品溶液在大腸桿菌菌液中的抑菌圈大小

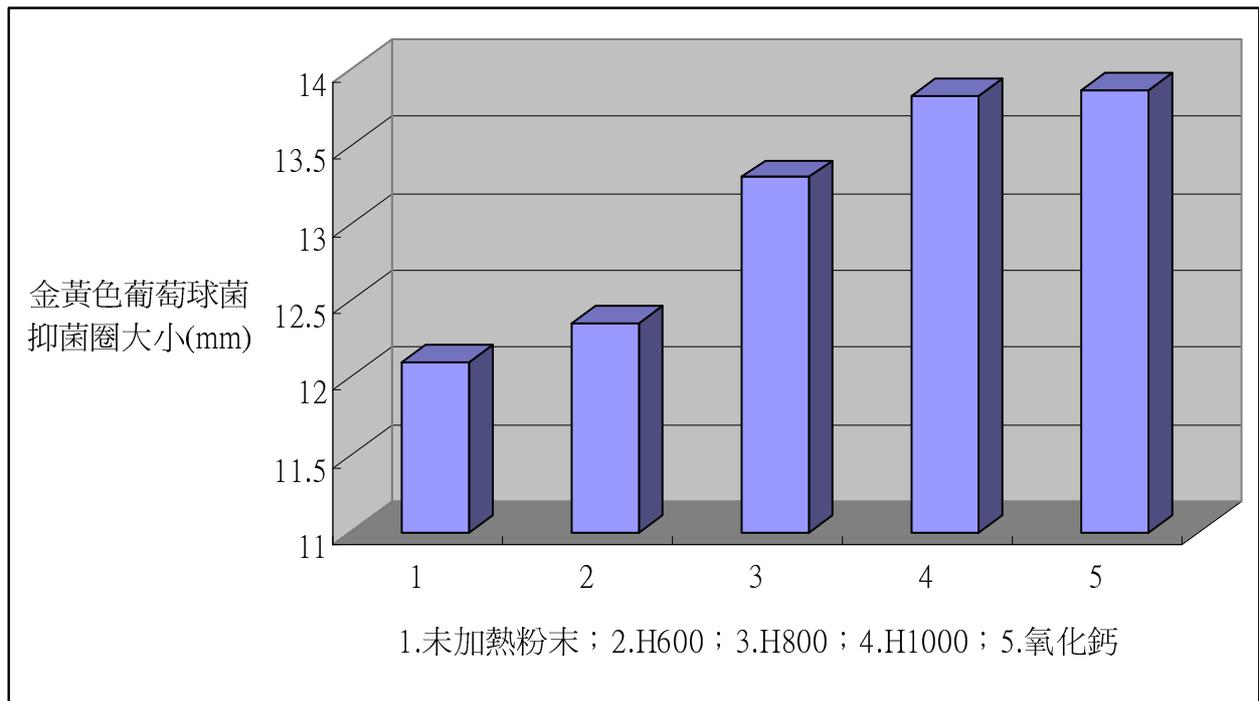


圖 29：不同樣品溶液在金黃色葡萄球菌菌液中的抑菌圈大小

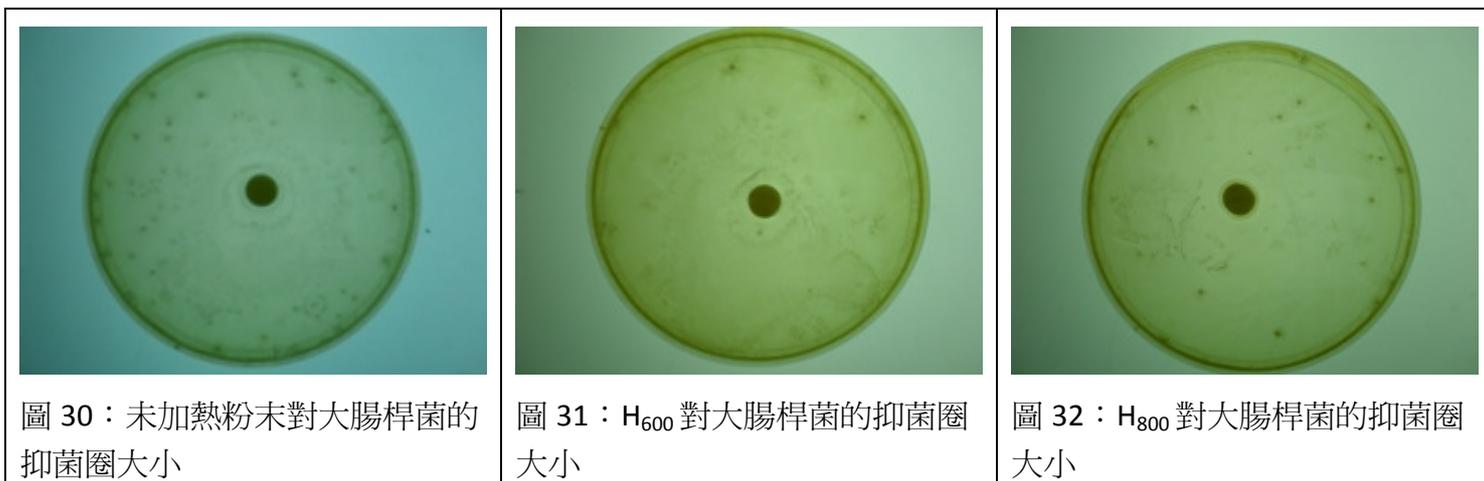


圖 30：未加熱粉末對大腸桿菌的抑菌圈大小

圖 31：H₆₀₀ 對大腸桿菌的抑菌圈大小

圖 32：H₈₀₀ 對大腸桿菌的抑菌圈大小

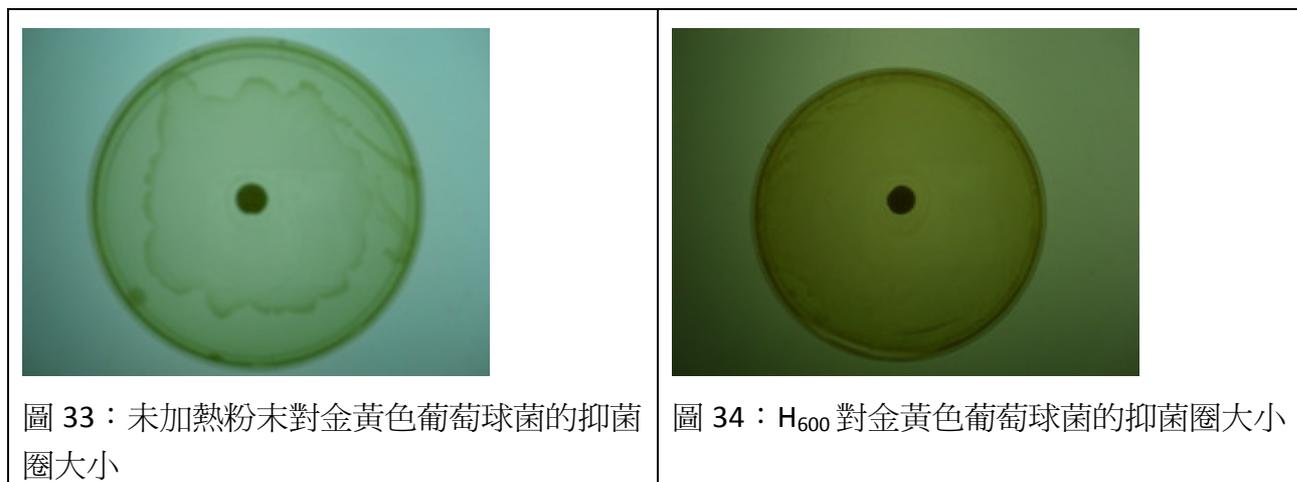


圖 33：未加熱粉末對金黃色葡萄球菌的抑菌圈大小

圖 34：H₆₀₀ 對金黃色葡萄球菌的抑菌圈大小

(四) 煨燒牡蠣殼粉抑菌原因的探討

1. 不同的加熱時間下，牡蠣殼的重量變化：

實驗發現隨著加熱時間的增長，牡蠣的重量會漸漸變小，原因為溫度愈高，牡蠣殼分解成氧化鈣的比例也愈高。如下表 4 及圖 35 所示。

表 4：加熱時間對牡蠣殼重量變化的影響

時間 (hr)	0	2	6	13
溫度 (°C)	25(常溫)	600	800	1000
重量 (g)	2	1.89	1.35	1.26

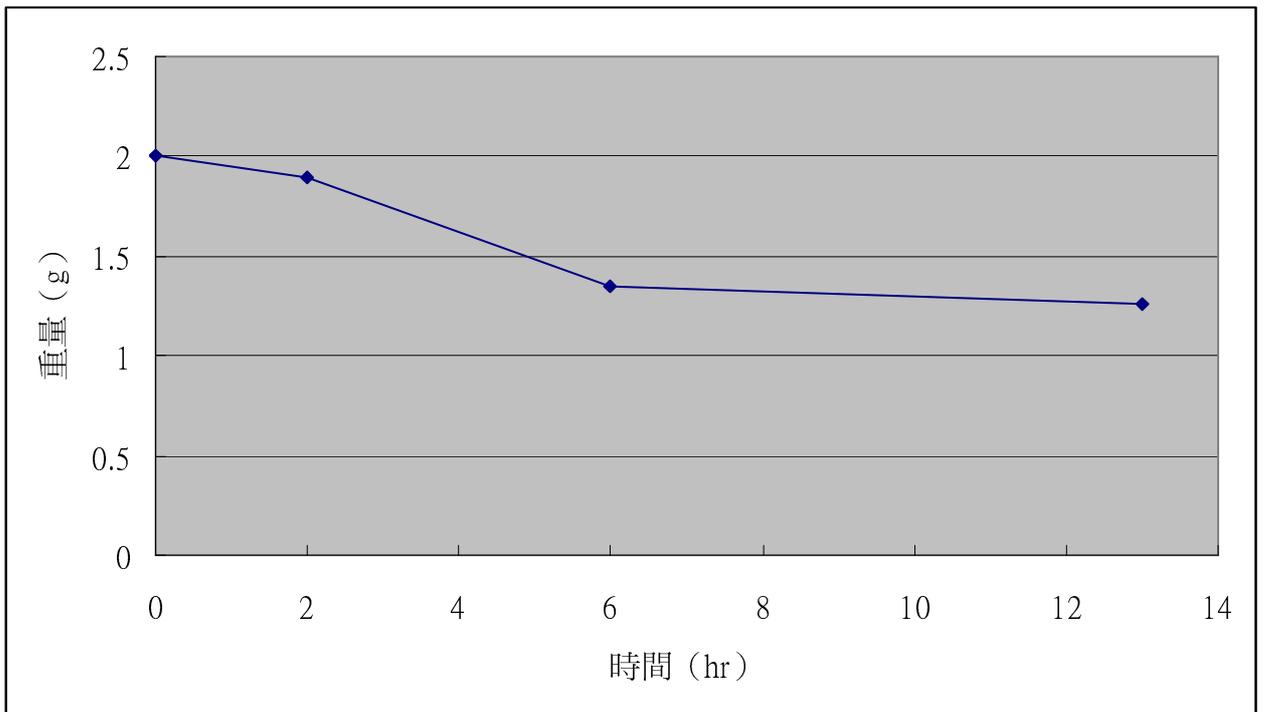


圖 35：加熱時間對牡蠣殼重量變化的影響



圖 36：牡蠣殼洗淨之後經過曬乾圖示

2. 煨燒牡蠣殼粉和氧化鈣，所呈現出不同 pH 值以及氧化還原電位(ORP)的差異：

將 0.1% H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀ 及氧化鈣粉末，以 pH 計測量其 pH 值與 ORP。結果發現隨著牡蠣殼粉煨燒溫度的上升，其 pH 值也愈高，而 ORP 的負值也愈大，如下表 5、圖 37 及圖 38 所示。

表 5：0.1% 煨燒牡蠣殼粉和氧化鈣之 pH 值及氧化還原電位(ORP)

項目	未加熱粉末	H ₆₀₀	H ₈₀₀	H ₁₀₀₀	氧化鈣
pH 值	9.54	9.71	12.18	12.18	12.21
ORP(mV)	-147.1	-157.5	-302.4	-302.1	-304.1

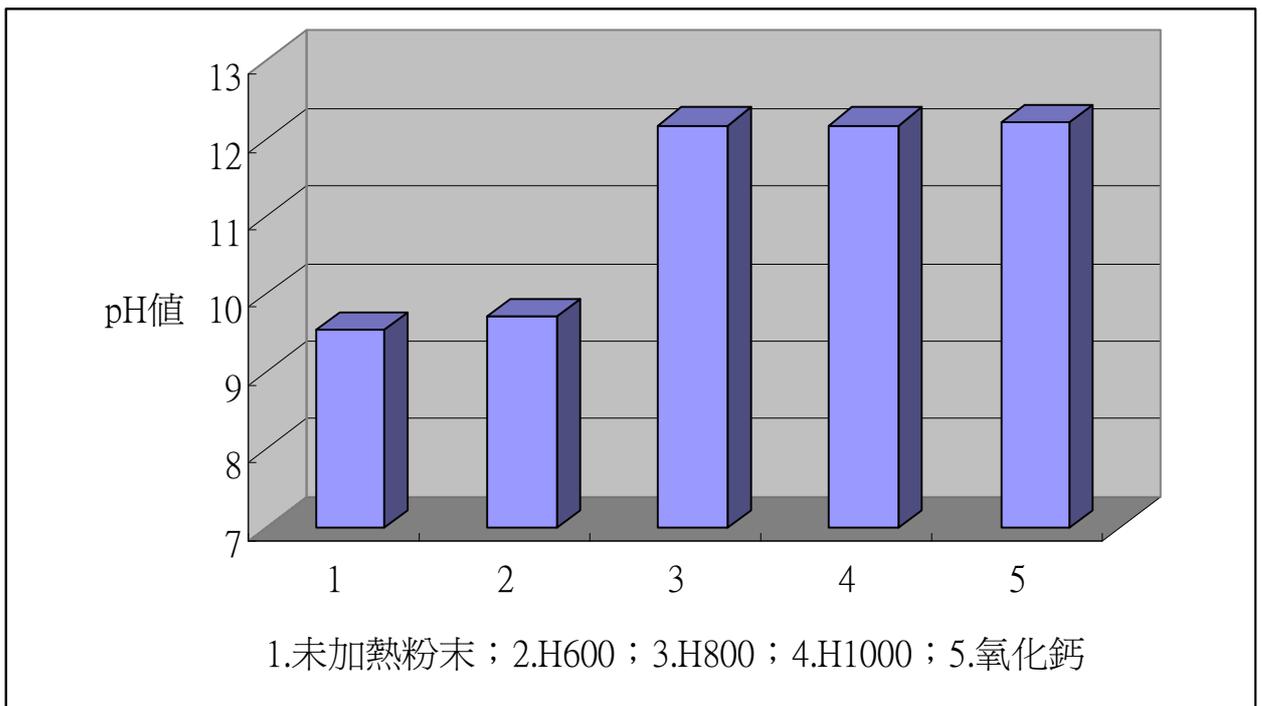


圖 37：0.1% 煨燒牡蠣殼粉和氧化鈣之 pH 值

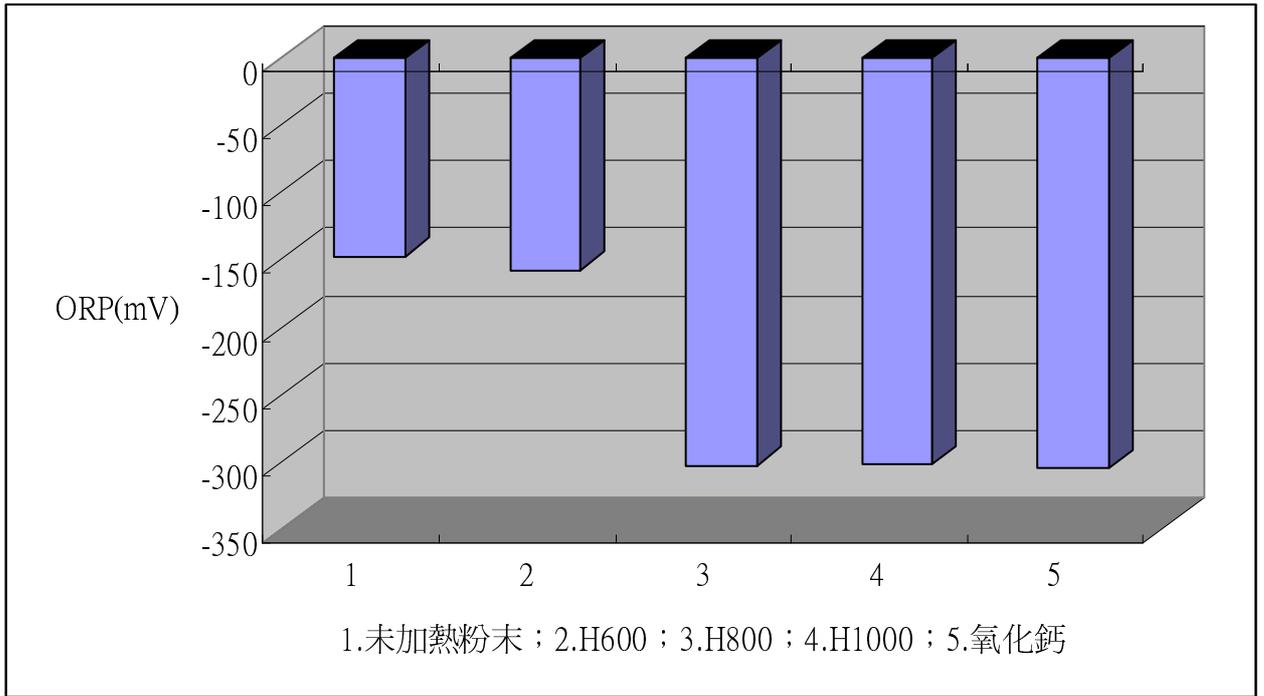


圖 38：0.1% 煨燒牡蠣殼粉和氧化鈣之氧化還原電位(ORP)



圖 39：不同煨燒時間的牡蠣殼粉末，取 0.1g 之粉末，加入 9.9g 之 RO water 後，其外觀之圖樣。從左至右分別為：未加熱、H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀。

(五) 煨燒牡蠣殼粉對於截切蔬菜的清洗效果

將截切蔬菜與 0.1% H₈₀₀ 溶液混合後，觀察其混合前後生菌數的變化，混合時間為 30 分鐘，培養溫度為 37°C，觀察時間為 48 小時之後。由實驗結果得知與 H₈₀₀ 混合後的截切蔬菜，其生菌數明顯較混合前為少，如下表 6、圖 40 及圖 41 所示。

表 6：煨燒牡蠣殼粉對截切蔬菜的清洗效果

註：PCA 及 CCA 為培養基，PCA 中的菌數為總生菌數，CCA 中為大腸桿菌菌數

	菌數/PCA(cfu/mL)	菌數/CCA(cfu/mL)
碗豆苗	3.0×10^5	4.0×10^4
碗豆苗+ H ₈₀₀	8.0×10^4	6.5×10^3
芥菜	8.0×10^5	7.3×10^4
芥菜+ H ₈₀₀	6.0×10^4	4.1×10^3

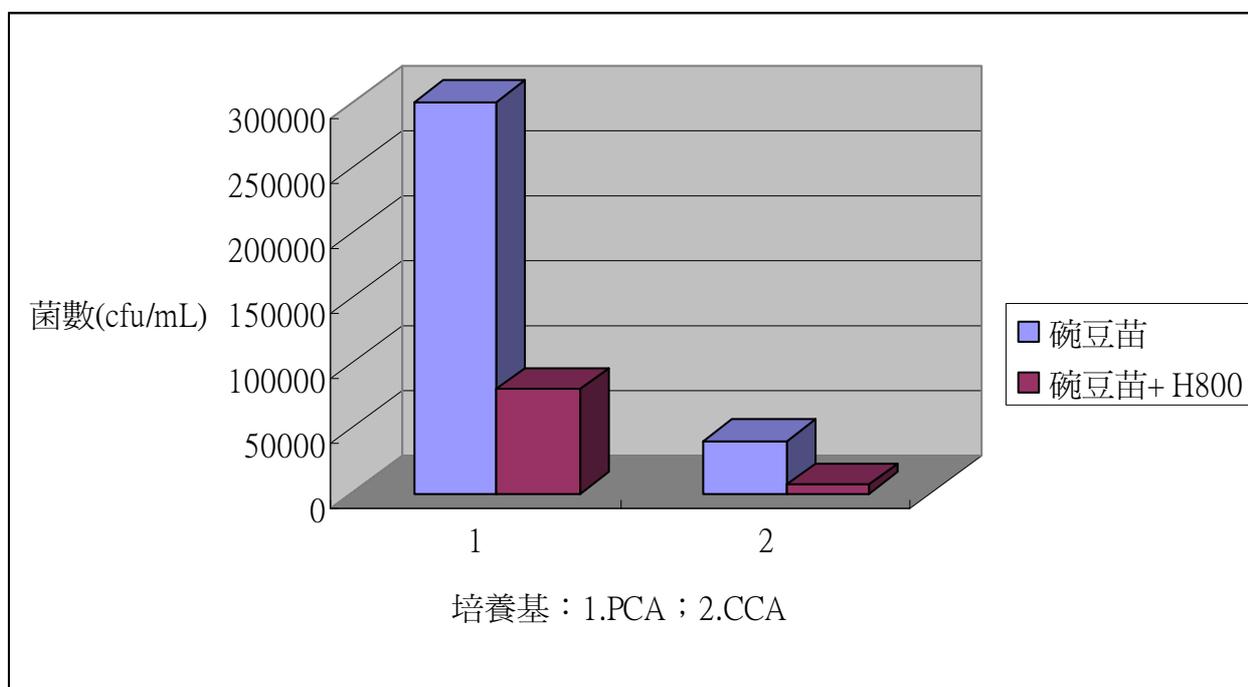


圖 40：煨燒牡蠣殼粉對截切蔬菜的清洗效果(碗豆苗)

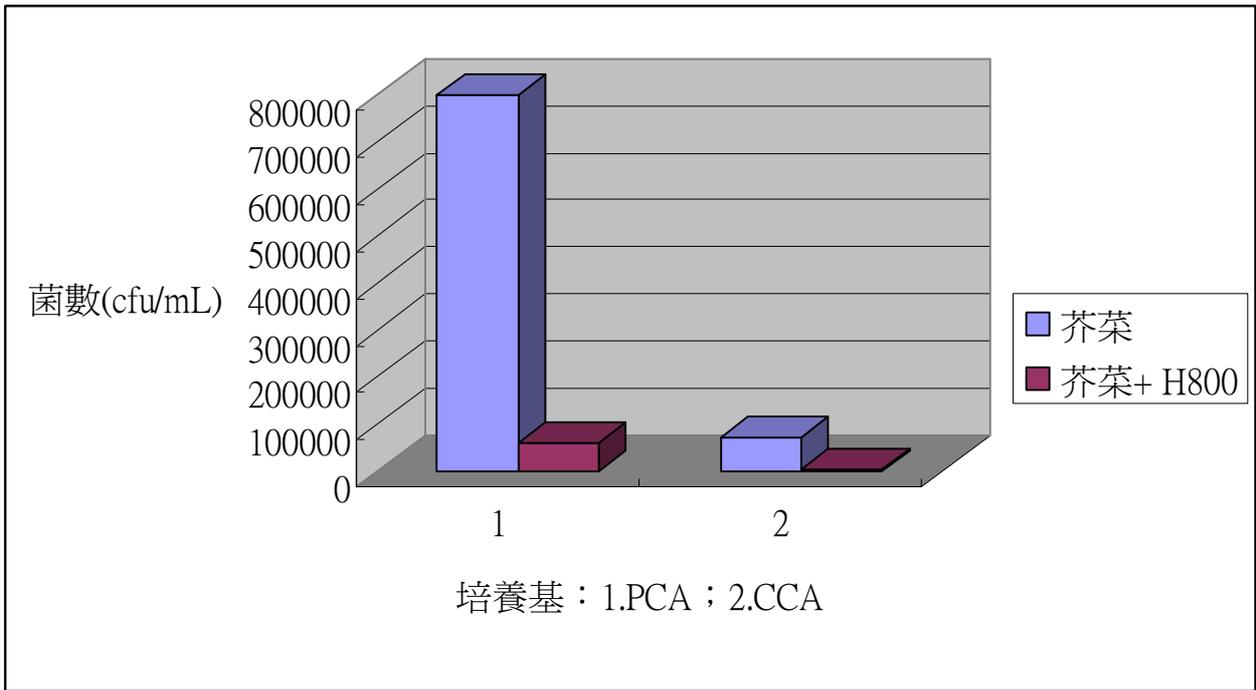


圖 41：煨燒牡蠣殼粉對截切蔬菜的清洗效果(芥菜)

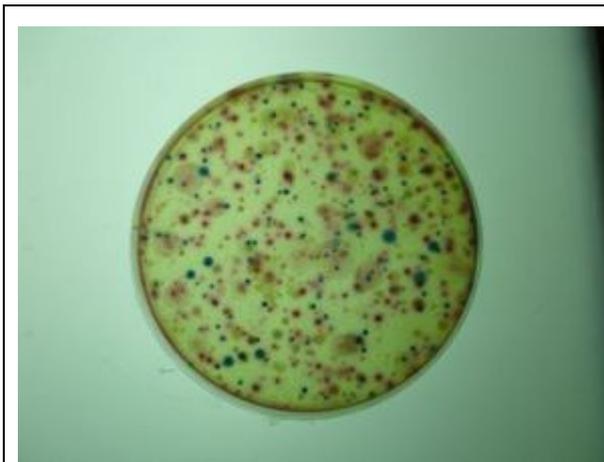


圖 42：芥菜 (CCA)



圖 43：芥菜+ H₈₀₀ (CCA)



圖 44：芥菜 (PCA)



圖 45：芥菜+ H₈₀₀ (PCA)

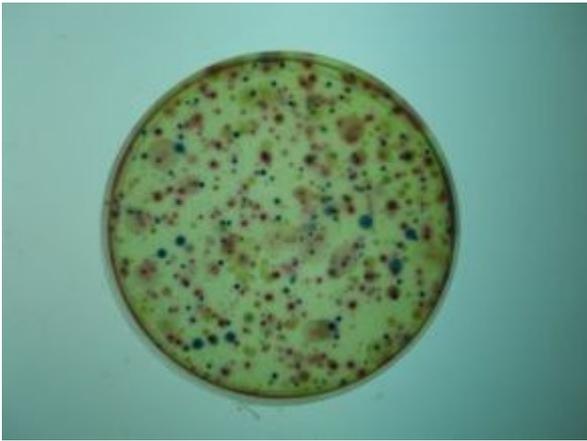


圖 46：豌豆苗 (CCA)

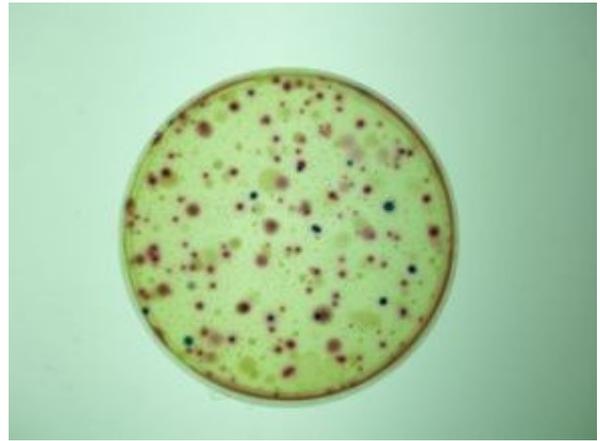


圖 47：豌豆苗+ H₈₀₀ (CCA)



圖 48：豌豆苗(PCA)

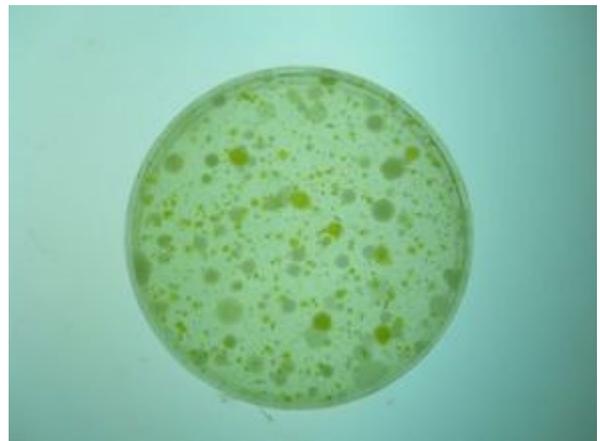


圖 49：豌豆苗+ H₈₀₀ (PCA)

(六) 煨燒牡蠣殼粉對於日常生活用品的抑菌效果

以實驗室門口的手把作為樣品，取 1cm² 的面積來培養菌，之後取不同稀釋倍數的 H₈₀₀ 加入培養細菌生長的培養基中，觀察生菌數的變化，培養溫度為 37°C，觀察時間為 48 小時之後。實驗發現 0.1% H₈₀₀ 即有相當好的抑菌效果，如下表 7 及圖 50 所示。

表 7: 煨燒牡蠣殼粉對門把上細菌的抑制效果

處理	菌數(cfu/mL)
無添加	1.2×10 ⁷
0.0001% H ₈₀₀	6.7×10 ⁶
0.001% H ₈₀₀	6.8×10 ⁶
0.01% H ₈₀₀	5.6×10 ⁵
0.1% H ₈₀₀	0
1% H ₈₀₀	0

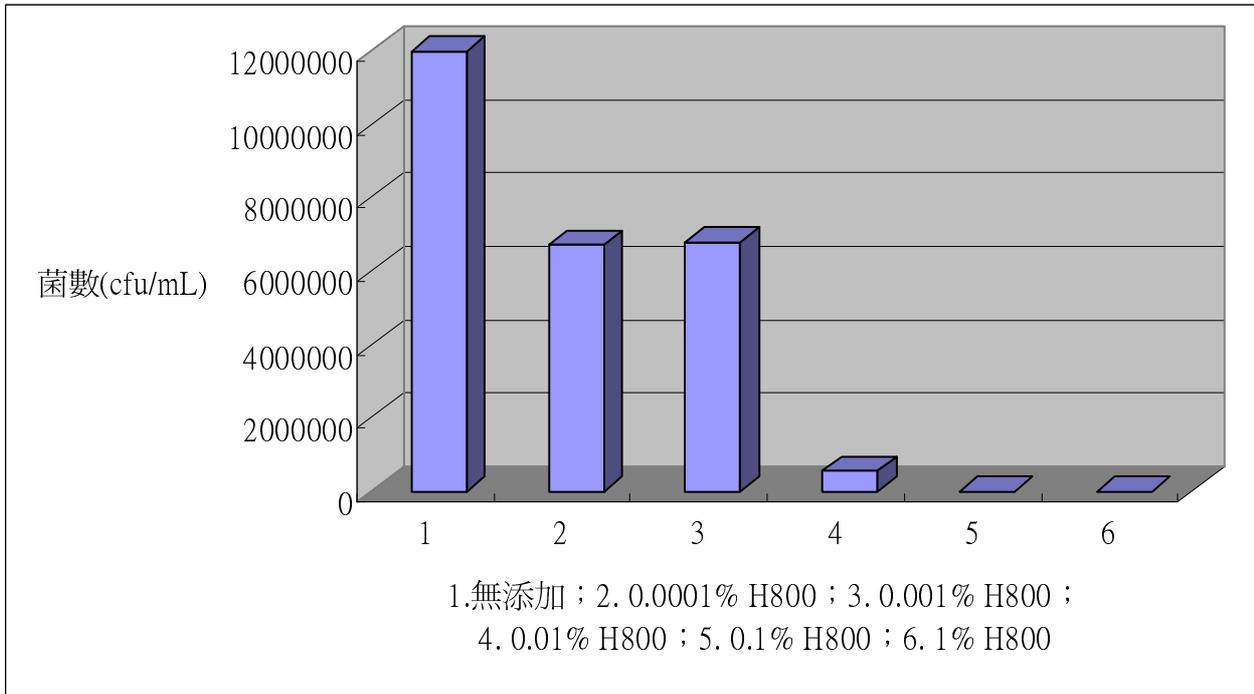


圖 50：煨燒牡蠣殼粉對門把上細菌的抑制效果



圖 51：門把上細菌培養 48 小時生長情況

七、結論與討論

(一) 研究不同煨燒溫度牡蠣殼的抑菌作用：

實驗顯示煨燒 800°C 以上的煨燒牡蠣殼粉末對於大腸桿菌以及金黃色葡萄球菌均有相當好的抑菌作用，而只煨燒至 600°C 的牡蠣殼粉則效果不佳。

(二) 研究細菌與煨燒牡蠣殼粉不同混合時間菌數變化：

隨著混合時間增長，煨燒牡蠣殼粉產生的抑菌效果愈顯著，其中 H₈₀₀ 產生抑菌效果相當迅速，在 5 分鐘內即可觀察到抑菌效果。

(三) 煨燒牡蠣殼粉與氧化鈣對不同菌種的抑菌圈大小比較：

實驗顯示抑菌圈大小大致隨著牡蠣殼粉的煨燒溫度上升而變大，而氧化鈣也有範圍極大的抑菌圈，顯示煨燒溫度愈高，牡蠣殼粉抑菌效果愈好。

(四) 煨燒牡蠣殼粉抑菌原因的探討：

隨著煨燒溫度的升高，牡蠣殼粉的重量漸減。原因為溫度愈高，失重率愈大，牡蠣殼分解成氧化鈣的比例也愈高，而氧化鈣較碳酸鈣易溶於水，故其水溶液 pH 值會較高。(溶解度 CaO： 3.3×10^{-2} mol/L；CaCO₃： 1.51×10^{-4} mol/L)，至於 ORP 部份，其負值也會隨著溫度上升而變大。

實驗顯示 H₆₀₀、H₈₀₀、H₁₀₀₀ 之 pH 值及 ORP 值分別為 9.71、12.18、12.18 和 -157.5、-302.4、-302.1mV，皆不利細菌生長。

(五) 煨燒牡蠣殼粉對於截切蔬菜的清洗效果：

由實驗數據可知泡過 H₈₀₀ 水溶液的截切蔬菜，其生菌數大幅降低，且實驗過後的生菌數符合下表 10 之標準，由此可知 H₈₀₀ 可應用於日常生活蔬食的清洗。

表 10：生食蔬果食品類衛生標準

生菌數	每公撮中生菌菌數 100000 以下
大腸桿菌群	每公撮中大腸桿菌群最確數 1000 以下

(六) 煨燒牡蠣殼粉對於日常生活用品的抑菌效果：

在這一項研究中，發現 H₈₀₀ 能夠抑制門把上菌的生長，而 0.1% H₈₀₀ 依然有相當好的抑菌效果，由此推得少量的煨燒牡蠣殼粉就能產生極好的抑菌效果。

八、參考文獻

台灣自來水公司網頁，取自：http://www.water.gov.tw/pda/04faq/faq_a.asp?bull_id=6136

劉耀華。食物中毒面面觀，取自：<http://www.kmuh.org.tw/www/kmcj/data/9912/15.htm>

高雄醫學大學網頁，取自：<http://www2.kmu.edu.tw/front/bin/home.phtml>

衛生福利部網頁，取自：

<http://food.doh.gov.tw/foodnew/MenuThird.aspx?LanguageType=1&SecondMenuID=5&ThirdMenuID=189>

林雅雯(2007)以廢棄牡蠣殼製備懸浮性重金屬吸附劑之研究。屏東科技大學碩士論文。

林壹鴻(2011)灰化牡蠣殼粉應用於截切蔬菜對其品質影響之研究。中國文化大學生活應用科學研究所碩士論文。

黃培安，吳純衡(2006)牡蠣殼萃取物在抗氧化及抑制酪酸酶活性之研究。水產試驗所(1~3 頁)。

黃培安，吳純衡(2010)水產生技新「蠣」器。科學發展(448 期，6-11 頁)。

黃培安、高淑雲、吳純衡(2009)煨燒牡蠣殼粉抗菌能力之多元利用研究。水試專訊，26，13-16。

紀典佑(2006)牡蠣殼開發利用之研究。中國文化大學生活應用科學研究所。

澤井淳(2001)貝殻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)。

Fishery Bulletin. 1962. Morphology And Structure of Shell. Marine Science,(68, pp.43-44).

Sawai Jun, Hirokazu Shiga, Hiromitsu Kojima. 2001. Kinetic analysis of the bactericidal action of heated scallop-shell powder. *International Journal of Food Microbiology* (71, pp.211–218).

Sawai, J., Igarashi, H., Hashimoto, A., Kokugan, T., Shimizu, M., 1995. Effect of ceramic powder slurry on spores of *Bacillus subtilis*. *Journal of Chemical Engineering of Japan* 28, (pp.556-561).