

不『蚵』能的任務 - 廢棄蚵殼搖身變黃金!?

名次：第一名

學校名稱：東區德光中學

作者：曾靖雅、吳政傑、李佳修、洪瑋廷

指導教師：江芝韻、鄭楷騰

摘要

蚵殼是在台灣西南沿海地區常見的一種廢棄物，不僅帶著惡臭且也影響環境整潔，若能有其他的功用，不僅可以減少廢棄物還能增加蚵殼的附加價值。本實驗主要將蚵殼磨製成粉，調配成不同的濃度，比較在不同濃度的蚵殼粉處理下，對菌類的抑制效果，結果顯示在越高濃度的蚵殼粉溶液中抑制菌類的效果越佳。此外，我們發現加入蚵殼粉後，不僅不會抑制植物生長，更可以些許促進植物的萌芽與幼苗發育。可見，蚵殼粉適合用來製成生物農藥，不只可以抑制菌類生長也可以減少蚵殼廢棄物，期望本實驗的結果可以加以擴大應用並協助減少廢棄蚵殼。

壹、研究動機

暑假期間我們步於台南市安平區內的小巷，隨處可見養蚵仔的小販處理著剛撈上岸的蚵仔，將蚵肉與蚵殼分離，即將被丟棄的蚵殼堆疊成一堆，在一旁發出惡臭，此時成員不禁開始思考這些廢棄的蚵殼還有什麼用處？於是向友人索取了一些蚵殼回實驗室，經過清洗消毒，開始設計一連串相關的實驗。







貳、研究目的

- 一、觀察蚵殼粉在不同濃度狀態下對黴菌的影響。
- 二、觀察吐司在蚵殼粉下黴菌生長的狀況。
- 三、觀察高麗菜在蚵殼粉溶液下黴菌生長的狀況。
- 四、比較吐司在不同濃度的蚵殼粉溶液下黴菌生長的面積。
- 五、比較高麗菜在不同濃度的蚵殼粉溶液下黴菌生長的面積。
- 六、觀察蚵殼粉溶液對大腸桿菌、酵母菌生長之影響。
- 七、觀察蚵殼粉對植物萌芽的影響。
- 八、觀察蚵殼粉對植物生長的影響。
- 九、分析與比較數據及繪圖的紀錄。

參、研究設備及器材



















- 一、研究材料：吐司、高麗菜 (*Brassica oleracea var. capitata*)、大腸桿菌 (*Escherichia coli*)、酵母菌 (*Saccharomyces cerevisiae*)、綠豆 (*Vigna radiata*)、苜蓿 (*Medicago sativa* Linn)、芥藍 (*Brassica capitata var. alboglabra*) (表一)。









表一 本實驗研究對象：

		
高麗菜	大腸桿菌	酵母菌
		
綠豆	苜蓿	芥藍

- 二、實驗器材：1ml 微量吸管、1ml 微量吸管尖頭、0.2ml 微量吸管、0.2ml 微量吸管尖頭、微量離心管架、電子天平、油性極細簽字筆、桌上型電腦、標籤紙、擦手紙巾、1.5ml 微量離心管、酸鹼廣用試紙一組、數位相機 1 台、橡膠手套數組、口罩數個、鑷子數支、塑膠血清瓶、刮勺、小培養皿、秤量紙、燒杯、量筒、折疊刀、解剖刀、石蠟膜、研鉢、杵、剪刀、自製無菌操作台、中培養皿、高壓滅菌釜、塑膠離心管。

表二 實驗器材

			
0.2ml微量吸管	0.2ml微量吸管尖頭	1ml微量吸管	1ml微量吸管尖頭
			
1.5ml微量離心管	折疊刀	微量離心管架	解剖刀
			
石蠟膜	研鉢	杵	數位相機
			
橡膠手套	剪刀	自製無菌操作台	中培養皿
			
酸鹼廣用試紙	高壓滅菌釜	塑膠離心管	量筒
			
塑膠血清瓶	鑷子	電子天平	油性極細簽字筆

			
桌上型電腦	標籤紙	擦手紙巾	刮勺
			
小培養皿	秤量紙	口罩數個	燒杯

三、實驗藥品：蚵殼粉、70%酒精、95%酒精、蒸餾水。

表三 實驗藥品

		
蚵殼粉	95%酒精	蒸餾水

四、實驗運用軟體：

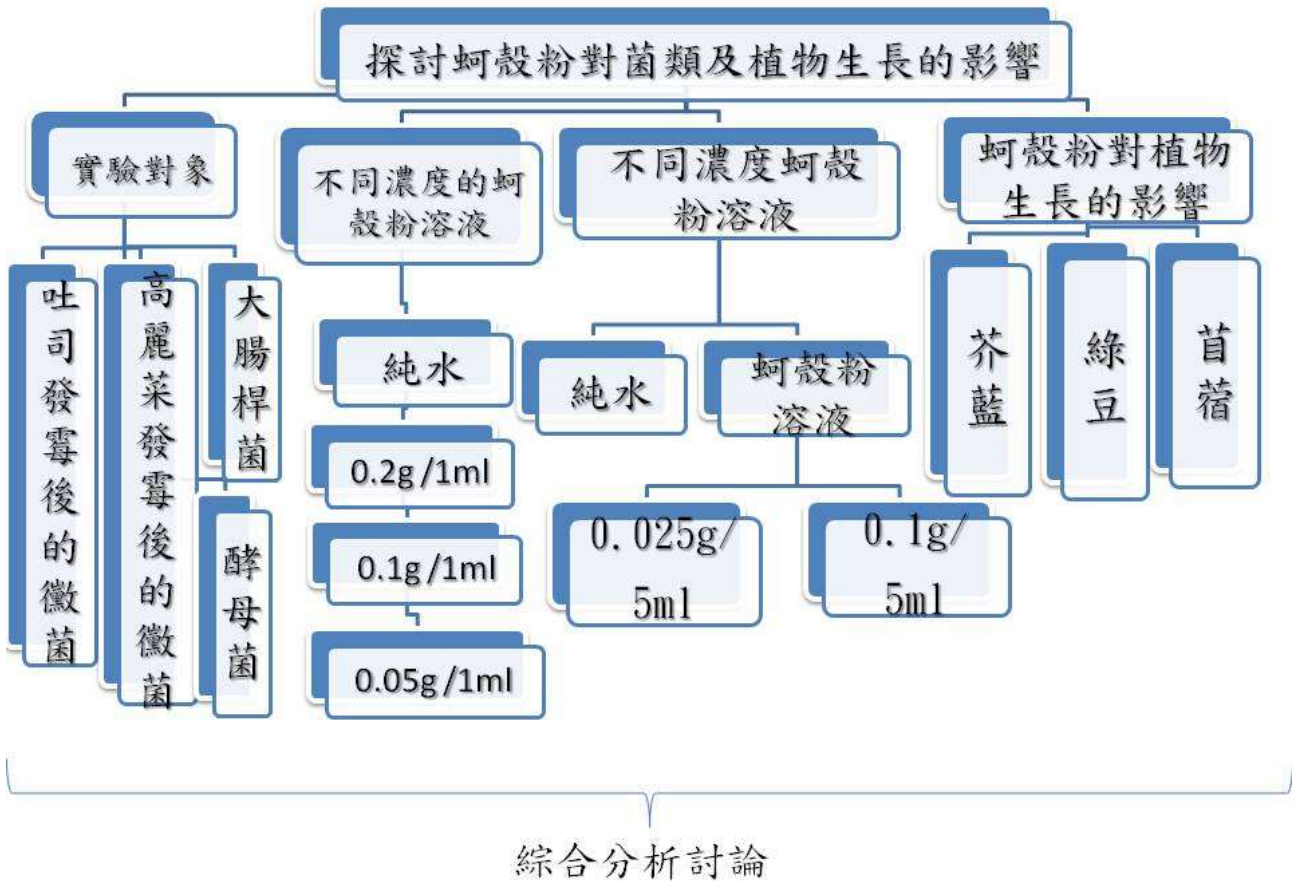
表四 運用軟體



ImageJ

肆、研究過程或方法

圖(一)研究架構表



圖(二)研究時程表

月份	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
查閱相關資料	■											
磨製蚵殼粉		■	■	■								
實驗		■	■	■	■	■						
拍照記錄		■	■	■	■	■						
記錄數據		■	■	■	■	■						
製作報告						■	■	■	■			
練習口頭報告									■	■		

一、準備工作—蒐集蚵殼：





(一)來源一：由友人提供蚵殼。

二、了解設計並測試蚵殼粉泡水，配製出不同蚵殼濃度的溶液—

(一) 蚵殼粉溶液泡製流程：

1. 取蚵殼粉 (經 3% 雙氧水清洗) (因以清水清洗過的蚵殼表面上仍然附著許多細菌，如:海洋弧菌，因此我們選用 3% 的雙氧水將表面的細菌清除。且因為實驗結果我們發現使用消毒 5 小時的蚵殼結果最為明顯)
2. 為清除表面剩餘雜質
3. 再把蚵殼晒乾
4. 磨製成粉，分裝 0.05、0.1、0.2 公克各加入一毫升的水待用
5. 加水便於添加於實驗對象





表五、各種濃度蚵殼粉溶液配製流程表

		
5-1 將以雙氧水消毒 5 小時的蚵殼磨製成蚵殼粉	5-2 將磨製好的蚵殼粉裝入 1.5ml 微量離心管並分裝成 0.05、0.1、0.2g	5-3 準備 0.05g、0.1g、0.2g 的蚵殼粉及 1ml 蒸餾水
		
5-4 將 0.05、0.1、0.2g 的蚵殼粉分別加入 1ml 的蒸餾水	5-5 處理前混勻至蚵殼粉不沉澱，確認蚵殼粉均勻分佈	

(二)酒精配製流程：

1.經過老師建議後，決定使用 70%的酒精，因為酒精的濃度太高，反而使細菌表面的蛋白質凝固，形成一層硬膜。這層硬膜會防止酒精滲入，所以濃酒精(95%)消毒殺菌效果，反而比不上 70%酒精。

表六、70%酒精配製流程表

			
6-1 利用量筒測量 100ml 的酒精	6-2 測量 37ml 的蒸餾水	6-3 將 37ml 的蒸餾水和 100ml 的酒精與倒入 500ml 的燒杯	6-4 攪拌 10 秒

※因為實驗結果不穩定，因此我們懷疑是因為蚵殼粉尚有殘餘雜質或細菌，間接影響實驗結果，所以我們決定先將蚵殼做完全的消毒。

三、蚵殼粉處理、蚵殼粉滅菌

- (一)先以清水清洗表面
- (二)再以 3%的雙氧水清洗
- (三)接著磨製成粉，利用 1.5ml 的微量離心管放入高壓滅菌釜中滅菌。

四、觀察、比較不同濃度蚵殼粉下對吐司發霉的影響

- (一)先利用研鉢和杵將清洗過的蚵殼磨製成粉
- (二)利用已磨製完成的蚵殼粉加入水均勻混合
- (三)利用微量吸管的協助，將混合後各濃度的蚵殼粉溶液平均加在吐司上做為實驗組(吐司面積固定為 2.5cm×2.5cm)
- (四)利用微量吸管，將蒸餾水平均加在邊長 2.5 公分的正方形吐司上做為對照組
- (五)於第 3 天開始拍照，連續紀錄 8 天，並使用 ImageJ 測量黴菌生長面積
- (六)使用 Excel 輸入數據並建檔，比較實驗組與對照組發霉面積

表七、蚵殼粉抑制黴菌-吐司操作步驟



7-1 將消毒後的蚵殼用研鉢與杵磨成蚵粉



7-2 分裝 0.05\0.1\0.2g 且將蚵粉滅菌



7-3 切吐司為以每邊 2.5 公分為單位的正方形



7-4 將 1ml 的水與滅菌蚵粉 0.05\0.1\0.2g 混合



7-5 以每次 0.2ml 吸取 5 次平均分加在同一塊正方形土司上



7-6 封上石蠟膜放置陰暗處

※高麗菜是一種常見食物，不少家庭都會用來做菜，但因保存不易，常會發霉，於是我們決定嘗試利用蚵殼粉來處理高麗菜來研究是否可以減緩其發霉狀況。

五、觀察、比較不同濃度蚵殼粉溶液下對高麗菜葉面發霉的影響

- (一)先利用研鉢和杵將清洗過的蚵殼磨製成粉
- (二)利用已磨製完成的蚵殼粉加入水均勻混合
- (三)利用微量吸管的協助，將混合後各濃度的蚵殼粉加水 1ml，平均加在高麗菜上做為實驗組。(面積固定為 2.5cm×2.5cm)
- (四)利用微量吸管的協助，將蒸餾水平均加在邊長 2.5 公分的正方形高麗菜上做為對照組。
- (五)於第 3 天開始拍照，連續紀錄 12 天，使用 ImageJ 測量黴菌生長面積。
- (六)使用 Excel 輸入數據並建檔，對照實驗組與對照組發霉面積之差別。

表八、蚵殼粉抑制黴菌-高麗菜(葉面)操作步驟



8-1.將消毒後的蚵殼用研鉢與杵磨成蚵粉



8-2 分裝 0.05\0.1\0.2g 且將蚵粉滅菌



8-3 將高麗菜切成以每邊 2.5 公分為單位的正方形



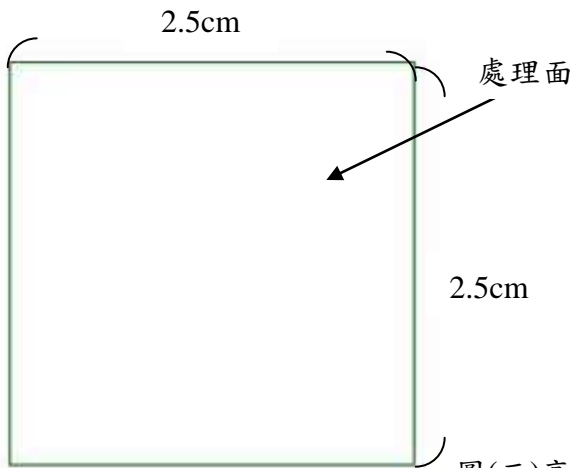
8-4 將 1ml 的水與滅菌蚵粉 0.05\0.1\0.2g 混合



8-5.以每次 0.2ml 吸取 5 次平均加在同一片高麗菜葉面上



8-6.封上石蠟膜放置陰暗處



圖(三)高麗菜葉面示意圖

六、觀察、比較不同濃度蚵殼粉溶液下對高麗菜切面發霉的影響

- (一)先利用研鉢和杵將清洗過的蚵殼磨製成粉
- (二)利用已磨製完成的蚵殼粉加入水均勻混合
- (三)將邊長為 2.5 公分的正方形高麗菜對稱切成 4 份，取其中 3 份做為實驗對象。
- (四)利用微量吸管的協助，將混合後各濃度的蚵殼粉加水 1ml 平均加在 1 份高麗菜上，重複三次。
- (五)利用微量吸管，將蒸餾水平均加在邊長 2.5 公分x0.625 公分的長方形高麗菜上做為對照

組。

(六)於第3天開始拍照，連續紀錄12天，使用ImageJ測量黴菌生長面積。

(七)使用Excel輸入數據並建檔，對照實驗組與對照組發霉面積之差別。

表九、蚵殼粉抑制黴菌-高麗菜(切面)操作步驟



9-1.將消毒後的蚵殼用研鉢與杵磨成蚵粉



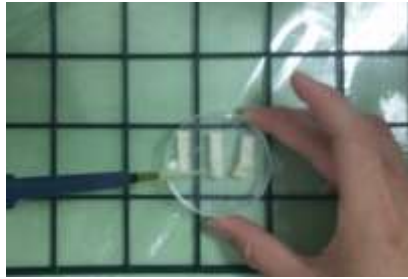
9-2 分裝 0.05\0.1\0.2g 且將蚵粉滅菌



9-3.切高麗菜以每邊 2.5 公分為單位的正方形再將其分為四片相等長方形取其中三等份



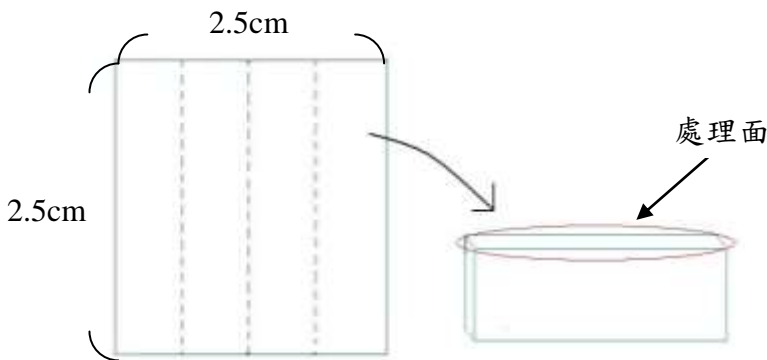
9-4 將 1ml 的水與滅菌蚵粉 0.05\0.1\0.2g 混合



9-5 以每次 0.2ml 吸取 5 次平均分加在同一片高麗菜切面上



9-6.封上石蠟膜放置陰暗處



圖(四)高麗菜切面示意圖

七、蚵殼粉對大腸桿菌生長之影響

(一)先從原液中使用接種環取出大腸桿菌

(二)四區畫線法塗抹至培養皿上，培養 16 小時後挑出單一菌落

(三)放進試管培養 5 小時

(四)取出液態培養的大腸桿菌 2ml 放入離心管中

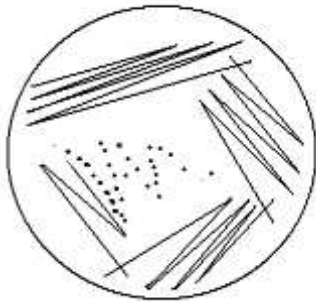
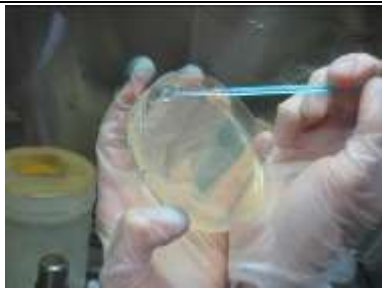
(五)經離心後將上層培養液(LB)倒掉，利用新的培養液將大腸桿菌回溶，在吸入試管，其

中實驗組加入蚵殼粉及培養液，而對照組只加入培養液。

(六)培養 16 小時後，取出大腸桿菌，經連續稀釋後塗盤，培養 16 小時再觀察記錄結果。

※連續稀釋為稀釋細菌濃度，避免菌落過多菌類生長重疊，方便計算觀察與比較結果。

表十、蚵殼粉對大腸桿菌生長之影響



10-1 先從培養液中使用接種環取出大腸桿菌

10-2 以四區畫線法塗抹至培養皿上

10-3 放置 16 小時後，取出單一菌落



10-4 放進試管中培養 5 小時

10-5 經過搖晃使大腸桿菌平均分布至試管中後取出 2ml 放入離心管中

10-6 經離心後將培養液倒掉，取出大腸桿菌放入試管其中實驗組加入蚵殼粉及培養液，則對照組只加入培養液。



10-7 培養 16 小時後，經連續稀釋取出大腸桿菌觀察並記錄結果。

八、蚵殼粉對酵母菌生長之影響

- (一)先從原液中使用接種環取出酵母菌
- (二) 四區畫線法塗抹至培養皿上，放置 16 小時後，挑出單一菌落
- (三) 放進試管中培養 5 小時
- (四) 取出液態培養的酵母菌 2ml 放入離心管中
- (五) 經離心後將上層培養液(YPD)倒掉，利用新的培養液將酵母菌回溶，取出酵母菌放入試管，其中實驗組加入蚵殼粉及培養液，而對照組只加入培養液。
- (六) 培養 16 小時後，經連續稀釋取出酵母菌觀察並記錄結果。

※由於上述實驗證實蚵殼粉對於菌類有抑制的效果，因此我們思考蚵殼粉是否對於植物的生長會有所影響，於是我們設計了一連串的實驗。

九、蚵殼粉對植物之生長影響

- (一)選用綠豆、苜蓿和芥藍來作為實驗對象
- (二)先準備 4 個培養皿，鋪上雙層濾紙
- (三)秤 0.1、0.05、0.025g 的蚵殼粉
- (四)先加入 3ml 的水
- (五)在培養皿上戳 10 個洞，避免種子滑動及避免植物生長空間不足而影響實驗結果
- (六)放上綠豆及苜蓿再加入 2ml 的水
- (七)3 天後拔起拍照，使用 ImageJ 測量根長並建檔記錄

表十一、蚵殼粉對綠豆、芥藍及苜蓿之生長影響



11-1 先準備 4 個培養皿，鋪上雙層濾紙



11-2 秤 0.1g、0.05g、0.025g 的蚵殼粉



11-3 先加入 3ml 的水



11-4 在培養皿上分別戳 10 個洞，避免綠豆苜蓿和芥藍滑動



11-5 放上綠豆、苜蓿及芥藍再加入 2ml 的水



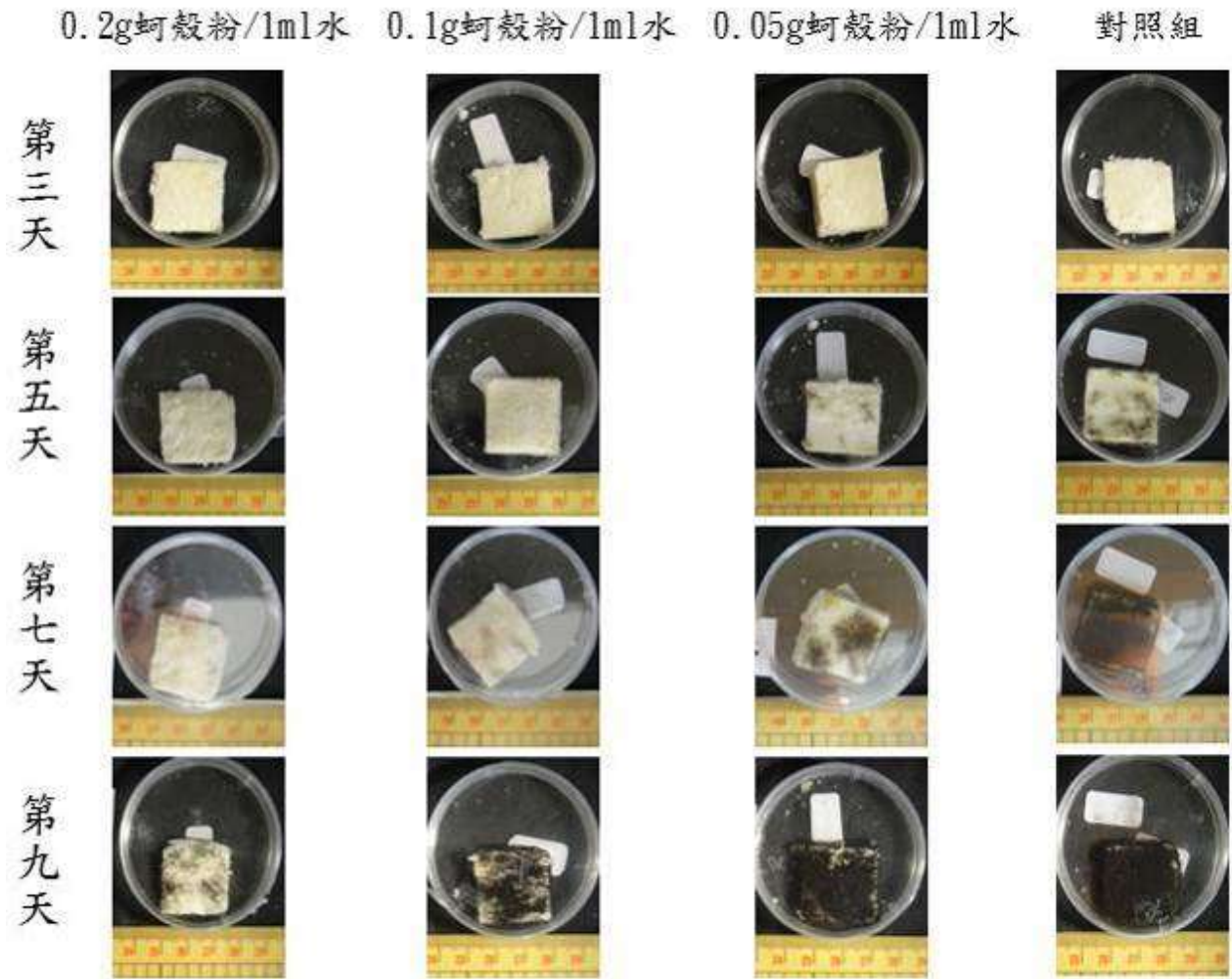
11-6 放上綠豆、苜蓿及芥藍再加入 2ml 的水

十、分析、整理與比較數據及繪圖的紀錄。

伍、研究結果

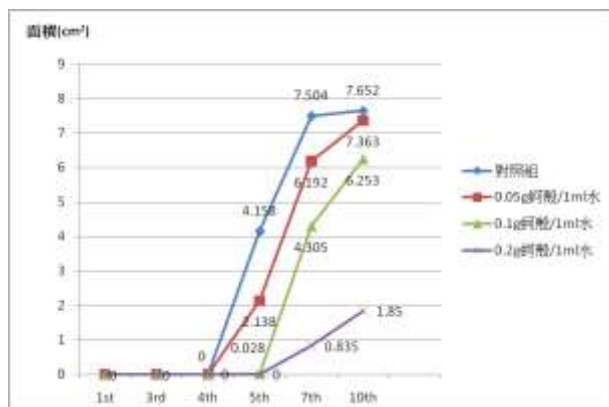
一、蚵殼粉對黴菌生長的影響：吐司、高麗菜葉面、高麗菜切面

照片(一) 蚵殼粉對吐司發霉之抑制效果



(一) 蚵殼粉對吐司黴菌生長的影響

表(十二)、蚵殼粉對吐司黴菌生長的影響



圖(五)、蚵殼粉對吐司黴菌生長影響圖

	對照組	0.05g 蚵殼粉/1ml 水	0.1g 蚵殼粉 /1ml 水	0.2g 蚵殼粉 /1ml 水
第一天	0	0	0	0
第三天	0	0	0	0
第四天	0	0	0	0
第五天	4.158	2.138	0.028	0
第七天	7.504	6.192	4.305	0.835
第十天	7.652	7.363	6.253	1.85

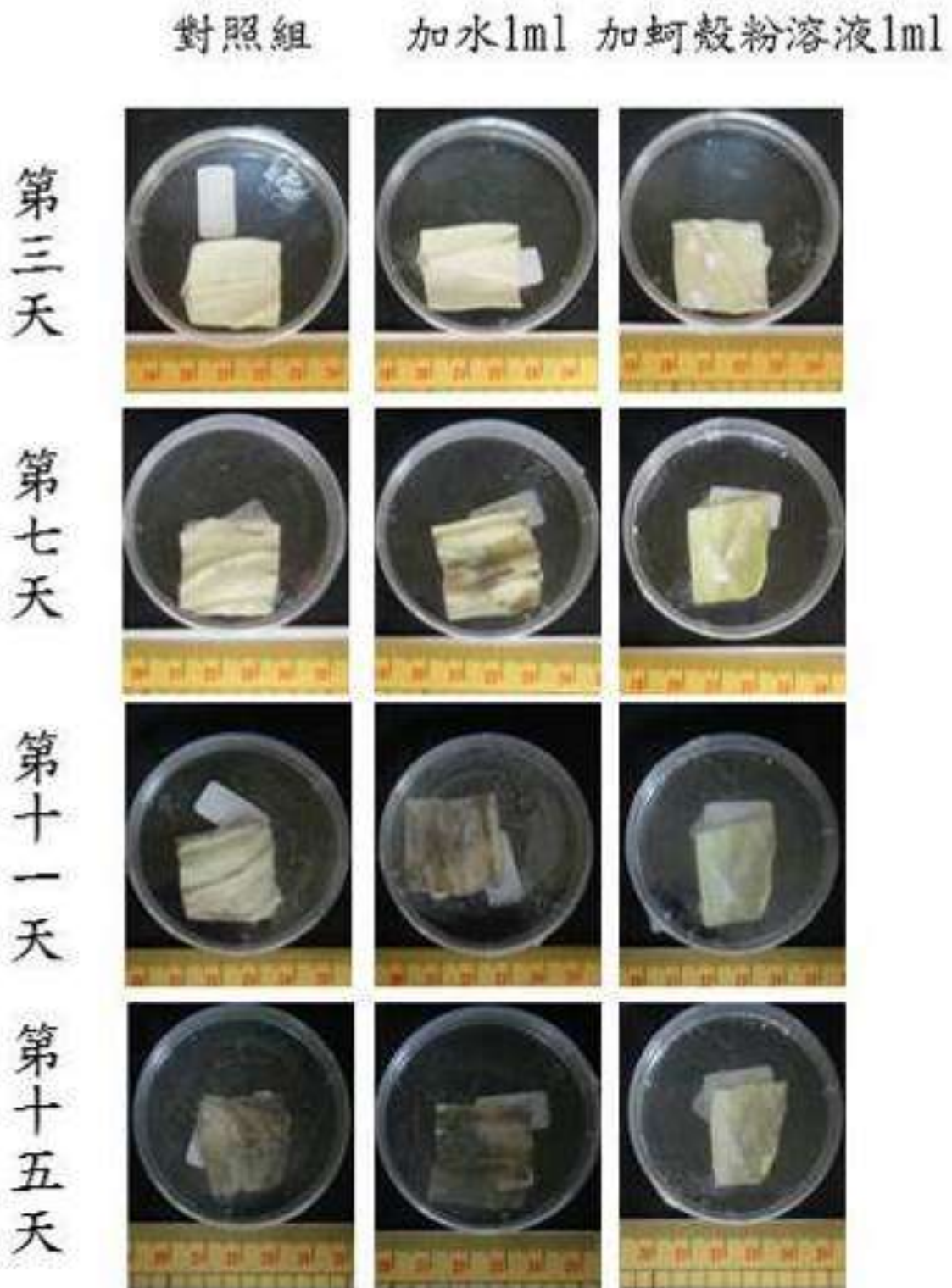
平方公分/單位

根據圖(五)、表(十二)和照片(一)可知，利用 1ml 的蒸餾水個別和 0.2、0.1、0.05g 的蚵殼粉混合成三種濃度的混合液和對照組 1ml 蒸餾水，每塊 2.5cm x 2.5cm 吐司在一、三、四、五、七、十天內生長黴菌面積比例之比較。在第四天以前實驗組和對照組皆無明顯差別。但在第五、七、十天的觀察結果中發現，加入蚵殼的實驗組生長黴菌面積較蒸餾水小。而加入的蚵殼粉越多，黴菌生長面積越小。

實驗中，隨著蚵殼粉濃度的增加，對吐司發霉的抑制效果越佳。所以蚵殼粉對吐司上的黴菌有抑制生長的效果。

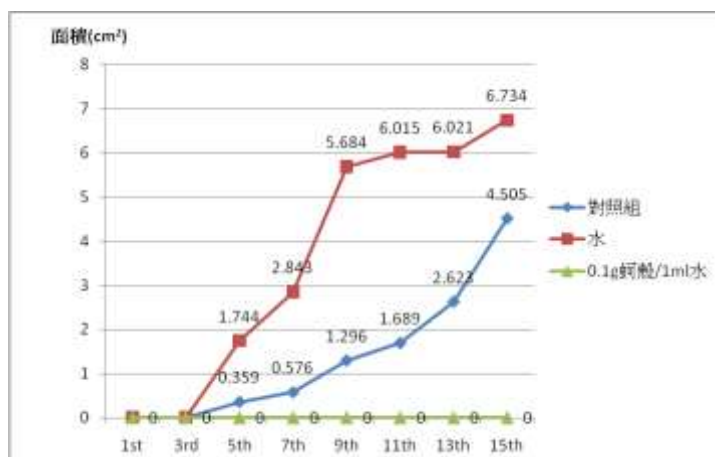
(二) 蚵殼粉對高麗菜葉面發霉之抑制效果

照片(二)



(三) 蚵殼粉對高麗菜(葉面)黴菌之抑制效果

高麗菜(葉面)為 2.5cm x 2.5cm 的正方形



圖(六)蚵殼粉對高麗菜(葉面)黴菌之抑制效果圖

表(十三)對高麗菜(葉面)黴菌之抑制效果

	對照組	水	0.1g 蚵殼 /1ml 水
第一天	0	0	0
第三天	0	0	0
第五天	0.359	1.744	0
第七天	0.576	2.843	0
第九天	1.296	5.684	0
第十一天	1.689	6.015	0
第十三天	2.623	6.021	0
第十五天	4.505	6.734	0

平方公分/單位

根據圖(六)、表(十三) 和照片(二)可知，利用 1ml 的蒸餾水 0.1g 的蚵粉混合成混合液、1ml 蒸餾水分別平均滴於高麗菜表面，每塊 2.5cm x 2.5cm 高麗菜在十五天內生長黴菌面積比例之比較。我們觀察了第一、三、五、七、九、十一、十三與十五天的高麗菜表面發霉情形，觀察結果顯示，對照組高麗菜表面發霉面積分別是 0、0、0.359、0.576、1.296、1.689、2.623 與 4.505 cm²；加入 1ml 蒸餾水的高麗菜表面發霉面積分別是 0、0、1.744、2.843、5.684、6.015、6.021 與 6.734 cm²；加入 1ml 蚵粉水(0.1g/ml)的高麗菜表面發霉面積，在這十五天內皆無發霉現象。

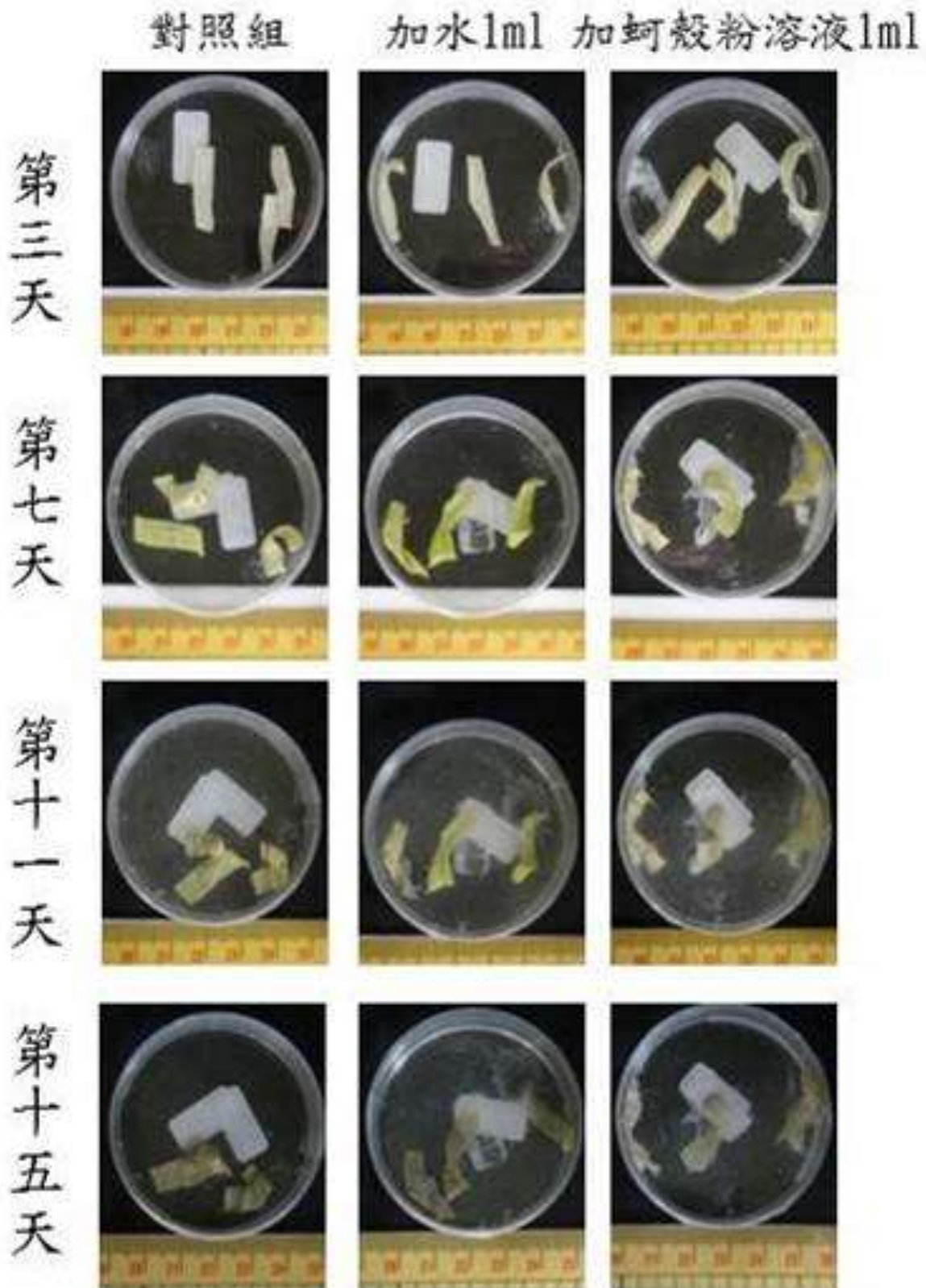
實驗結果得知，加入蚵殼的實驗組黴菌面積較對照組小，幾乎不發霉，所以蚵殼在對高麗菜葉面的處理能發揮抑制發霉的效果。

檢討

我們擔心高麗菜葉面因具有角質層，可能會影響高麗菜葉面發霉的效果，此外，家中所用的高麗菜，會發霉的部分通常是切過的切面，所以我們決定利用高麗菜切面來作實驗。

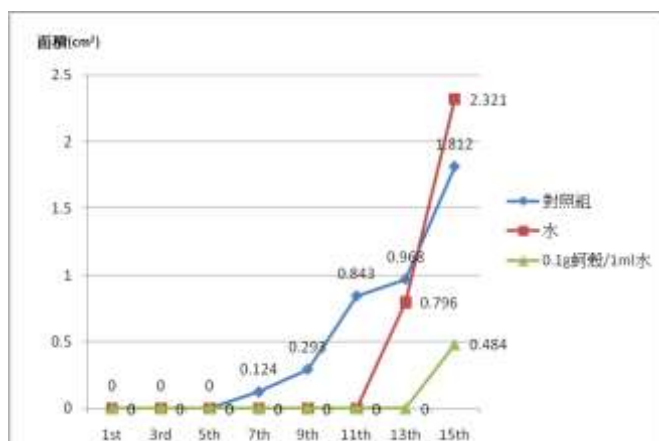
(四) 蚵殼粉對高麗菜(切面)發霉之抑制效果

照片(三)



(五) 蚵殼粉對高麗菜(切面)黴菌之抑制效果

表(十四)、蚵殼粉對高麗菜(切面)黴菌之抑制



圖(七) 蚵殼粉對高麗菜(切面)黴菌抑制效果

	對照組	水	0.1g 蚵殼粉/1ml 水
第一天	0	0	0
第三天	0	0	0
第五天	0	0	0
第七天	0.124	0	0
第九天	0.293	0	0
第十一天	0.843	0	0
第十三天	0.968	0.796	0
第十五天	1.812	2.321	0.484

單位/平方公分

根據圖(七)、表(十四) 和照片(三)，將每塊 2.5cm x 2.5cm 高麗菜平分成四份取其中三份，利用 1ml 的蒸餾水 0.1g 的蚵粉混合成混合液、1ml 蒸餾水分別平均滴在高麗菜葉片的切面上，並觀察十五天內生長黴菌面積比例之比較。我們觀察了第一、三、五、七、九、十一、十三與十五天的高麗菜切面發霉情形，觀察結果顯示，對照組高麗菜切面發霉面積分別是 0、0、0、0.124、0.293、0.843、0.968 與 1.812 cm²；加入 1ml 蒸餾水的高麗菜切面發霉面積分別是 0、0、0、0、0、0、0.796 與 2.321 cm²；加入 1ml 蚵粉水(0.1g/ml)的高麗菜切面發霉面積，在這十三天內皆無發霉現象，直到第十五天才觀察到發霉現象，面積為 0.484 cm²。

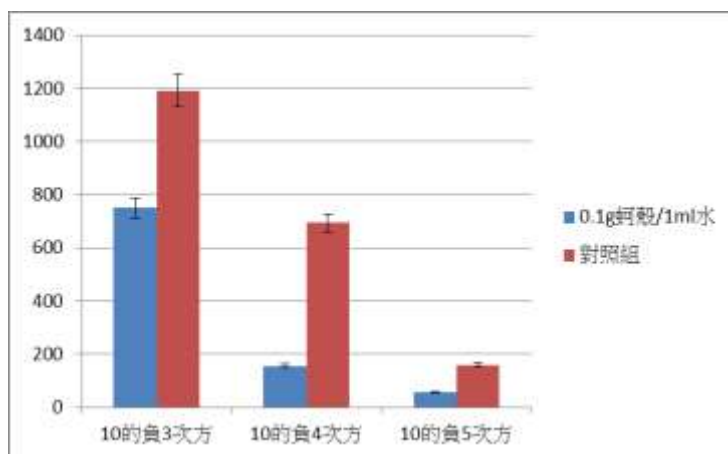
相較之下，加入蚵殼粉的實驗組，其黴菌生長的面積較加入蒸餾水及完全不作處理的對照組來得小，推論，黴菌在高麗菜葉切面的生長會受到蚵殼粉的抑制。但是從圖(十三)中我們發現，在沒加水的對照組中，在第 13 天時發霉面積較加水的組來得大，深入觀察後發現，該組因為沒有加水，在放置多天後，高麗菜葉片還是會因為有切面與空氣接觸而喪失水分，最後會導致整個實驗的葉片縮小乾燥，不僅不易觀察，且會影響實驗結果。

檢討與思考

上述實驗，我們得知，蚵殼粉對於吐司發霉、高麗菜葉面與切面的發霉，都具有抑制的效果，但我們不禁懷疑，蚵殼粉難道只對黴菌有效果嗎？我們知道原核生物界的細菌有時候也會造成植物得病，讓我們想要更深入了解，到底蚵殼是否也會抑制細菌生長呢？為得知答案，我們讓實驗變因更加單純，我們設計了利用高溫殺菌的蚵殼來處理細菌與酵母菌，透過培養的方式，來了解蚵殼本身對於細菌及酵母菌生長的影響。

二、 蚵殼粉對菌類生長的影響：酵母菌、大腸桿菌

(一) 蚵殼粉對酵母菌生長的影響



圖(八)、蚵殼粉對酵母菌生長的影響

表(十五)、蚵殼粉對酵母菌生長的影響

稀釋倍率	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
0.1g 蚵殼/1ml 水	751	156	56
對照組	1191	693	160

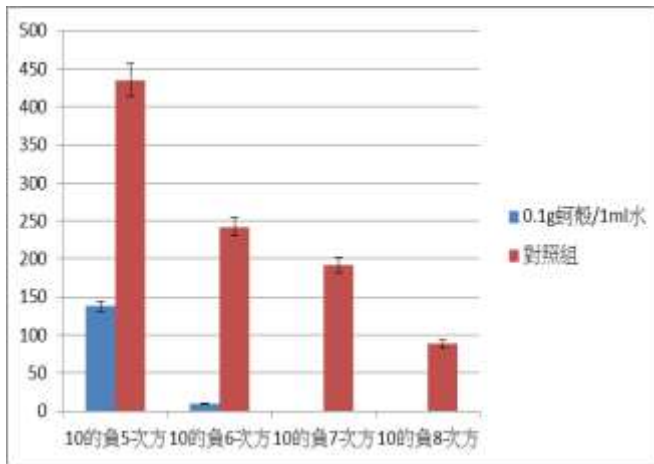
個/菌落數

根據上圖(八)和表(十五)可知，我們利用 0.1ml 的酵母菌原液加入 0.9ml 的培養液，經過連續稀釋後分別取濃度 10^{-3} 、 10^{-4} 、 10^{-5} 的菌液加以塗盤培養，比較加入蚵粉處理對酵母菌生長的影響。結果：實驗組隨著濃度降低，大腸桿菌菌落分別為 751、156、56 個；對照組隨著濃度降低，大腸桿菌菌落分別為 1191、693、160 個。由此可知，在蚵殼粉處理下，酵母菌的生長明顯受到抑制。

檢討與思考

根據前述實驗，蚵殼對於黴菌同屬真菌界的酵母菌也有抑制生長的效果，而除了真菌界外，蚵殼是否也對原核生物界的細菌有相同的抑制效果呢？

(二) 蚵殼粉對大腸桿菌生長的影響



圖(九)、蚵殼粉對大腸桿菌生長的影響

表(十六)、蚵殼粉對大腸桿菌生長的影響

稀釋濃度	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
0.1g 蚵殼/1ml 水	138	10	0	0
對照組	435	242	192	89

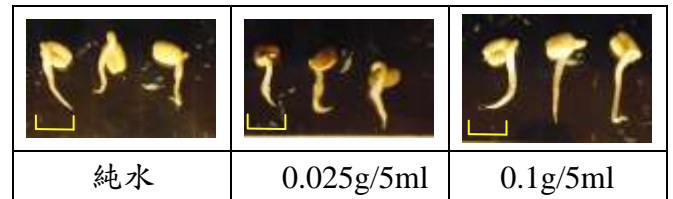
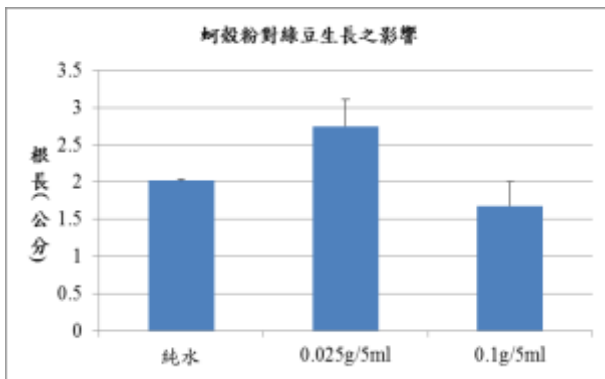
個/菌落數

根據上圖(九)和表(十六)可知，利用 0.1ml 的大腸桿菌加 0.9ml 的培養液連續稀釋後分別取濃度 10^{-5} 、 10^{-6} 、 10^{-7} 、 10^{-8} ，比較加入蚵粉的實驗組和對照組生長大腸桿菌的差別。結果：實驗組隨著濃度降低，大腸桿菌菌落分別為 138、10、0、0 個；對照組隨著濃度降低，大腸桿菌菌落分別為 435、242、192、89 個。由此可知，加入蚵殼粉對大腸桿菌的生長，也具有明顯的抑制效果。

此外，在這個實驗中，我們之所以使用稀釋濃度較低的菌液來培養的原因，主要是因為怕菌液濃度太高會造成塗盤培養後，菌落數目計算上的困難。

二、 蚵殼粉對植物生長的影響：綠豆、苜蓿、芥藍

(一) 蚵殼粉對綠豆生長之影響

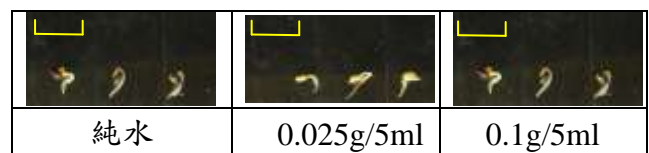
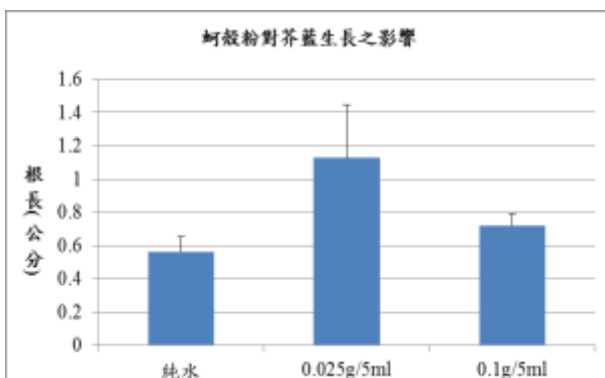


	第一株	第二株	第三株	平均
純水	2.028	2	2.031	2.02
0.025g/5ml	2.329	2.953	2.963	2.748
0.1g/5ml	1.358	1.657	2.009	1.675

單位/公分

從上面圖表，我們可以得知，在低濃度蚵殼粉的處理下，綠豆根長約為對照組的 1.36 倍，可是當較高濃度的蚵殼粉處理後，綠豆根長約為對照組的 0.83 倍，我們覺得可能是因為蚵殼粉濃度過高或是量太多，使得種子能吸到的水量相對減少，進而造成種子萌芽變差，或是使新生出的根無法順利吸到足夠的水分，使其根長較短。

(二) 蚵殼粉對芥藍生長之影響

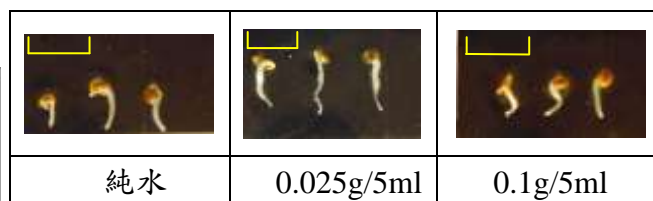
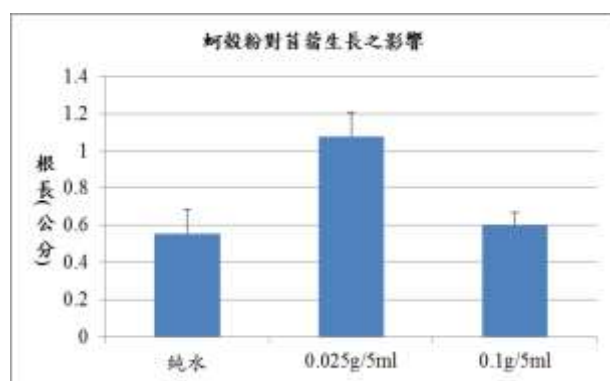


	第一株	第二株	第三株	平均
純水	0.594	0.466	0.628	0.563
0.025g/5ml	0.782	1.406	1.196	1.127
0.1g/5ml	0.745	0.776	0.643	0.721

單位/公分

上圖表得知，低濃度蚵殼粉處理下，芥藍根長生長情形會比對照組高 2 倍，若處理較高濃度(0.1g/5ml)的蚵殼粉，芥藍根長生長的情形仍然對照組高出 1.28 倍，我們覺得可能是因為蚵殼粉主要成分為碳酸鈣，應有部分鈣離子溶在水裡，具前人研究指出，鈣離子是植物訊息傳遞的一個重要分子，可促進部分植物種子的萌芽，所以本實驗蚵殼粉促進植物生長的效果是合理的。

(三) 蚵殼粉對苜蓿生長之影響



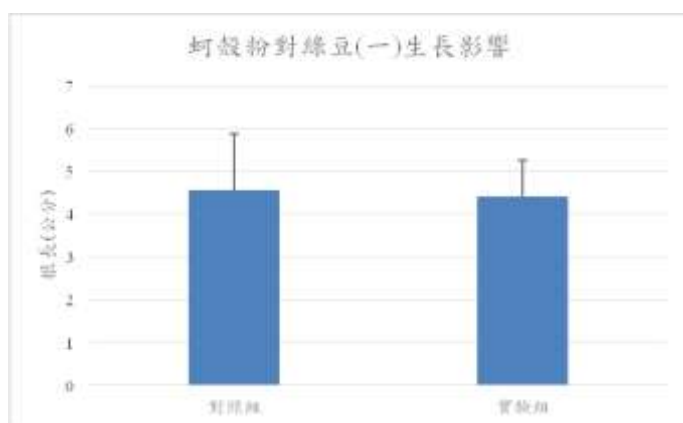
	第一株	第二株	第三株	平均
純水	0.408	0.638	0.621	0.556
0.025g/5ml	1.159	1.147	0.928	1.078
0.1g/5ml	0.524	0.658	0.618	0.6

單位/公分

從上面圖表得知，低濃度蚵殼粉處理，苜蓿根長生長情形較對照組高出 1.93 倍，當高濃度(0.1g/5ml)的蚵殼粉處理，苜蓿根長生長情形仍較對照組高出 1.07 倍，我們推測蚵殼粉中的碳酸鈣，可能仍有部分鈣離子溶在水裡，作為植物的訊息傳遞子，亦可以促進部分植物種子的萌芽。

藉由上述實驗比較可知，不論是綠豆、苜蓿或是芥藍種子，在處理高或低濃度的蚵殼水後，皆不會對植物的生長造成負面影響，部分甚至對植物生長有些許促進效果，我們推測有可能是溶於水中含有蚵殼釋出的低濃度鈣離子所造成。

(四) 蚵殼粉對綠豆生長影響



	平均	標準差
對照組	4.76	1.34
實驗組	4.41	0.86

單位/公分

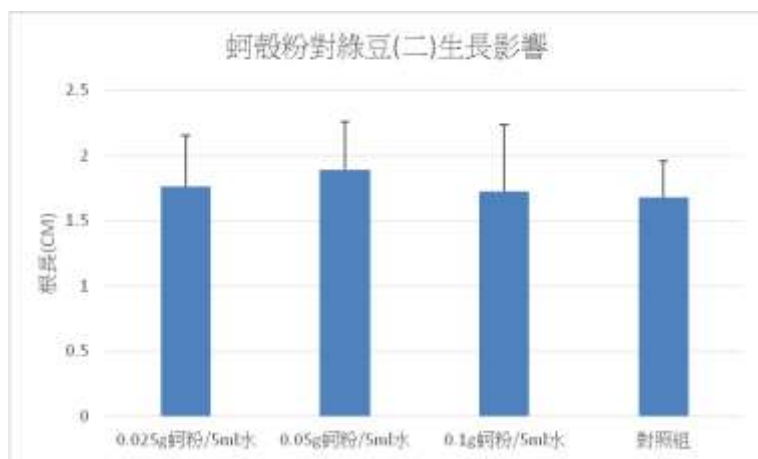
表(十五) 蚵殼粉的有無對綠豆生長影響

圖(十) 蚵殼粉有無對綠豆生長影響

根據圖(十)和表(十五)可知，利用將 5ml 蚵殼水(0.125g/ml)與蒸餾水分別滴在不同培養皿上，並放上 10 顆綠豆。對照組總共存活了十棵，平均根長約為 4.559cm，標準差為 1.34 cm。實驗組也存活了十棵，平均根長約為 4.4056cm，標準差為 0.86 cm。實驗組與對照組的平均根長並無非常明顯的差別，實驗組綠豆根長為對照組的 0.92 倍。

所以，藉由此實驗，我們可以得知蚵粉並不會影響植物的生長情形。

(五) 不同濃度蚵殼粉對綠豆生長影響



圖(十一) 蚵殼粉對綠豆(不同濃度)生長影響

	平均	標準差
0.025g 蚵粉/5ml 水	1.76	0.39
0.05g 蚵粉/5ml 水	1.89	0.37
0.1g 蚵粉/5ml 水	1.72	0.51
對照組	1.68	0.28

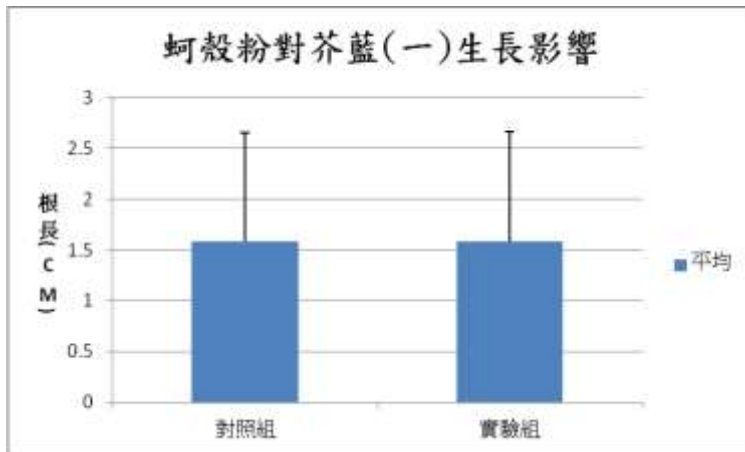
單位/公分

表(十六) 蚵殼粉對綠豆(不同濃度)生長影響

根據圖(十一)和表(十六)可知，利用 5ml 的蒸餾水個別加 0.025g、0.05g、0.1g 的蚵粉混合成不同濃度的蚵水混合液、5ml 的蒸餾水分別平均滴於培養皿中，並在各培養皿中放入 10 顆綠豆。對照組總共存活了十棵，平均根長約為 1.474cm。低濃度蚵殼水(0.005g/ml)實驗組中綠豆活了十棵，平均根長約為 2.054cm。中濃度蚵殼水(0.01g/ml)實驗組中綠豆活了十棵，平均根長約為 1.605cm。高濃度蚵殼水(0.02g/ml)實驗組中綠豆活了十棵，平均根長約為 1.498cm。實驗組與對照組的平均根長並無明顯差別，部分實驗組的首蓓還有些促進。推測是水溶液中為數不多的鈣離子所造成。

所以，蚵粉並不會影響植物的生長情形，反而還有些微促進的效果呢。

(六) 蚵殼粉對芥藍生長影響



	平均	標準差
對照組	1.58	1.07
實驗組	1.58	1.08

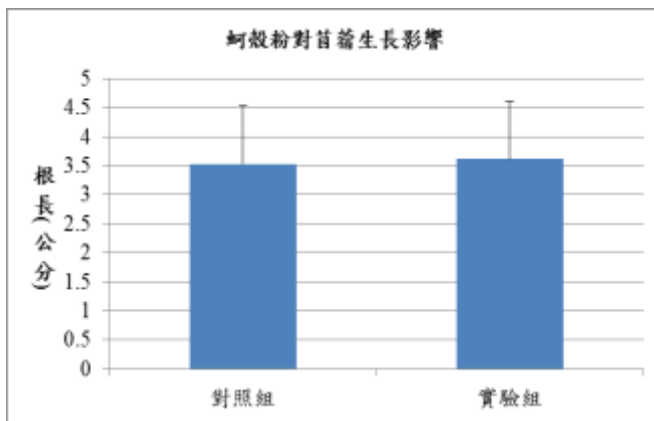
單位/公分

圖(十二)蚵殼粉對芥藍(有無蚵殼粉)生長影響 表(十七) 蚵殼粉對芥藍(有無蚵殼粉)生長影響

根據圖(十二)和表(十七)可知，利用 5ml 蚵粉水(0.125g/ml)與蒸餾水滴於培養皿中，並放入十二顆芥藍。對照組總共存活了十二棵，平均根長約為 1.5819cm。實驗組則存活了十二棵，平均根長約為 1.5841cm。實驗組與對照組的平均根長並無明顯差別。

所以，蚵粉並不會影響植物的生長情形。

(七) 蚵殼粉對苜蓿生長影響

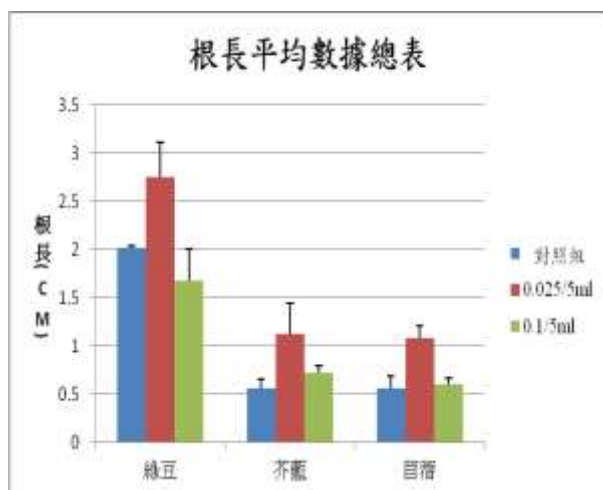


	平均	標準差
對照組	3.53	1.62
實驗組	3.62	1.27

單位/公分

圖(十三)蚵殼粉對苜蓿(有無蚵殼粉)生長影響 表(十八) 蚵殼粉對苜蓿(有無蚵殼粉)生長影響

根據圖(十三)和表(十八)可知，利用 5ml 蚵粉水(0.125g/ml)與蒸餾水滴於培養皿中，並放入八顆苜蓿。對照組總共存活了八棵，平均根長約為 3.749cm。實驗組則存活了八棵，平均根長約為 3.835cm。實驗組與對照組的平均根長並無明顯差別。



圖(十四)根長平均數據

	平均	標準差
綠豆		
0.1g 蚵粉/5ml 水	1.67	0.33
0.025g 蚵粉/5ml 水	2.75	0.36
對照組	2.02	0.02
芥藍		
0.1g 蚵粉/5ml 水	0.72	0.07
0.025g 蚵粉/5ml 水	1.13	0.32
對照組	0.56	0.09
苜蓿		
0.1g 蚵粉/5ml 水	0.6	0.07
0.025g 蚵粉/5ml 水	1.08	0.13
對照組	0.56	0.13

表(十九)根長平均數據

總合上述實驗結果，並相互比較可知，蚵殼粉不會對植物的生長造成太大的影響，適合用來做為生物農藥。

陸、討論

一、參考文獻討論:從文獻得知蚵殼的附加價值低，大多數是任意堆積，蚵殼成分是由碳酸鈣(CaCO_3)、水分及有機質構成。日本學者發現蚵殼具有抑菌能力，甚至擁有活性碳所沒有的抑菌效果，也發現了蚵殼粉有抗菌、抗霉等效果。在農業上，蚵殼粉用於平衡土壤酸鹼值(pH值)，並在小黃瓜及彩椒田中施灑能夠抑制所有的病害。我們參考文獻裡蚵殼粉的研究加以修改成適合我們的方式，來調查蚵殼粉對食物的抑菌效果及對植物根長的影響，藉以讓我們可以對蚵殼粉對於抑菌及植物生長的影響有進一步的了解。

二、材料取得之討論:在臨近港口的鄉鎮常常看見堆得和小山一樣高的蚵殼，甚至是市場都隨處可見蚵殼被棄置在地。這些未經處理的蚵殼發出的惡臭還伴隨著蚊蠅漫天飛舞，引響生活品質。蚵殼是由碳酸鈣和許多不同礦物質組成的，碳酸鈣可以中和土壤酸鹼值，還有抑制黴菌的效果。為了可以更確切的了解蚵殼對抑制菌類的效果，我們另外增加酵母菌以及大腸桿菌作為實驗對象。

三、實驗設計之討論:針對蚵殼我們先做了清洗及消毒，為了便於利用，我們先將其磨製成粉狀後經由高壓滅菌釜做完整的消毒，並用一些較常見的食物做為實驗對象，將這些實驗對象分別加上蒸餾水、0.05g/1ml、0.1g/1ml、0.2g/1ml的蚵殼水，為了可以使實驗更加準確，我

們將蒸餾水和不同濃度的蚵殼粉水溶液平均加在實驗對象表面上的各處，以 0.02ml 加上 5 次，在封上石蠟膜(*Parafilm*)放置陰暗處，避免水分散失過快，影響實驗結果，且觀察黴菌的生長的狀況，我們為了求取可以有更精準的觀察蚵殼粉的對於菌類生長抑制的效果，於是我們增加對大腸桿菌及酵母菌的實驗，我們也用極低濃度的蚵殼粉溶液，並觀察比較在正常情況下的對照組與加入蚵殼粉水溶液組的差別，為使全程的實驗不因環境影響，實驗器材都有先經過消毒，且實驗的過程都於無菌操作台中操作，將實驗誤差降到最低，因為我們蚵殼粉有可以抑制菌類生長的情況，所以我們也想到，如果將它用在植物上會有什麼影響，所以我們找了三種較常見且生長時間短的植物，分別為綠豆、苜蓿、芥藍，種植時我們避免植物滑動使生長空間不足，所以我們在濾紙上戳洞固定植物的位置，加上 5ml 的蒸餾水，並在實驗組上撒入 0.025g、0.05g、0.1g 的蚵殼粉，將他們放置在環境相同的位置，經過三天後將他們挑起，拍照紀錄根長，比較在相同環境下實驗組與對照組之差別。

四、研究結果之討論：一開始我們在觀察黴菌生長情況時，原本以為加上同一種濃度蚵殼粉溶液的吐司及高麗菜所生長的黴菌面積相差不大，但卻不是如此，我們發現，因為空氣中本身就具有許多黴菌，所以麵包及高麗菜上發霉的面積不同，因此我們製作了一個簡易的無菌操作台，並在使用前噴入濃度 70% 的酒精消毒。關於發霉面積實驗我們以吐司及高麗菜為例，從圖(十一)~圖(十三)的片中，我們可以發現隨著蚵殼粉水溶液濃度的上升，發霉面積便會隨之下降。此外，根據蚵殼粉對植物生長影響的實驗結果，我們能夠從中得知蚵殼粉對於植物生長的影響並不大，且又可以有效的抑制黴菌的生長，使植物的生長不受黴菌的侵害，讓植物有更佳良好的生存環境。並且我們又做了以蚵殼粉來抑制酵母菌及大腸桿菌的實驗，然而添加了蚵殼粉的酵母菌及大腸桿菌所生長的菌數與未添加蚵殼粉的酵母菌及大腸桿菌所生長的菌數比較之下，添加了蚵殼粉的酵母菌及大腸桿菌所生長的菌數十分明顯得比未添加蚵殼粉的少。更加印證了我們的實驗假設。

五、未來展望之討論：台灣四周環海，養殖漁業大為興盛，廢棄的蚵殼在港口隨處可見，這些廢棄蚵殼一年約產生 20 萬餘公噸，不僅占空間也影響環境品質，如果我們將利用這些廢棄的蚵殼變成有用的資源，這樣既可以達到資源再利用的效果又能達到環境美化。而藉由這次實驗我們發現蚵殼不但能抑制黴菌與細菌的生長，又不會對植物的生長造成影響，甚至在較低濃度的狀態下可以促進植物生長，也許將來能夠做為生物性的農藥。利用最環保的資源促進農業發展、提升經濟價值，這不正一舉數得嗎？我們希望藉由這個實驗，可以讓大家了解蚵殼不僅僅是廢棄物，更適合做後續應用，藉以協助農業使用，而這也正好呼應了近幾年所呼籲的環境保護和資源再利用減少廢棄物。更希望在不久的將來，我們能夠針對蚵殼進行更大規模的研究與調查，深入了解蚵殼的益處。

柒、結論

在這次的實驗中，我們依序做了許多觀察及測試，再依照我們得到的資料做出簡易的圖表，讓大家了解蚵殼的特色外，也可以輕鬆地得知蚵殼對黴菌的抑制效果及對植物生長的影響。經多實驗比較後，我們發現不論是高麗菜或吐司發霉面積，都會隨著蚵殼粉水溶液濃度上升，發霉面積也隨著下降的狀況，我們也發現蚵殼粉對植物的生長不會有太大的影響，並且在種植過程中可以有效的抑制黴菌，成為了生物農藥。

希望未來有更多人可以探討更深的研究在蚵殼影響生態這方面，並期許日後有人將蚵殼運用在更多事情上，使蚵殼不再是路邊的廢棄物，而是日常生活中的必需品之一。



(本研究總括示意圖)

捌、參考資料及其他

- 一、維基百科--牡蠣。(無日期)。牡蠣。民國 104 年 4 月 3 日取自：
<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%89%A1%E8%A0%A3>。
- 二、部落格--牡蠣殼。(無日期)。牡蠣殼。民國 104 年 4 月 3 日取自：
http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/9904/9904-01.pdf。