

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會作品說明書

# 穿上一身白雪的黃豆 ～天貝的研究

科 別：生物科

組 別：國小組

關鍵詞：天貝、菌絲、孢子

編 號：

中華民國一〇九年三月二十四日

## 摘要

本研究探討製作天貝時，影響黑色孢子產生的因素。天貝是印尼黃豆加少孢根黴菌發酵出來的食物。我們利用煮熟泰國長香米在有溼度、通風及溫暖的環境下可成功製作米麴(天貝菌)；將天貝菌灑在熟黃豆上，大約二天可將黃豆發酵變成天貝；其中觀察到有少許的黑色孢子，這引起我們的好奇，因此進行了重力環境(水平、直立及旋轉)、光線(暗、光)、氣體(氧氣、二氧化碳)的實驗，定時觀察黑色孢子的生長情況。研究結果發現，以泰國長香米製作米麴(天貝菌)，生長速度35度 > 26度，米要保溼以利菌絲生長；天貝外觀有棉密的白色菌絲，在顯微鏡下看到大部分是透明，少數是灰色的，菌絲像長水管交錯，少孢根黴菌的孢子是黑色球狀；不同氣體種類下，氧氣組都沒有產生黑色孢子，二氧化碳組有產生黑色孢子，所以二氧化碳是主要的影響因素，重力、光線不影響黑色孢子的產生。

## 壹、研究動機

有一天，媽媽煮了一道很奇怪的食物，她說這是天貝，吃起來有黃豆的香味，帶有一點點的酸味，再拿出冰箱還未煮過的天貝，仔細觀察發現到有小黑點，這引起我的好奇，有因此，和同學組隊開始研究天貝。（作品與教材之相關性：南一版六下第二單元防鏽與防腐）

## 貳、研究目的

本研究探討製作天貝時，影響孢子產生的因素，有以下研究項目：

研究一：製作米麴(天貝菌)

研究二：製作天貝與觀察

研究三：**重力環境**對天貝黑色孢子生長的影響

研究四：**光線環境**對天貝黑色孢子生長的影響

研究五：**不同氣體環境**對天貝黑色孢子生長的影響

## 參、研究器材與設備

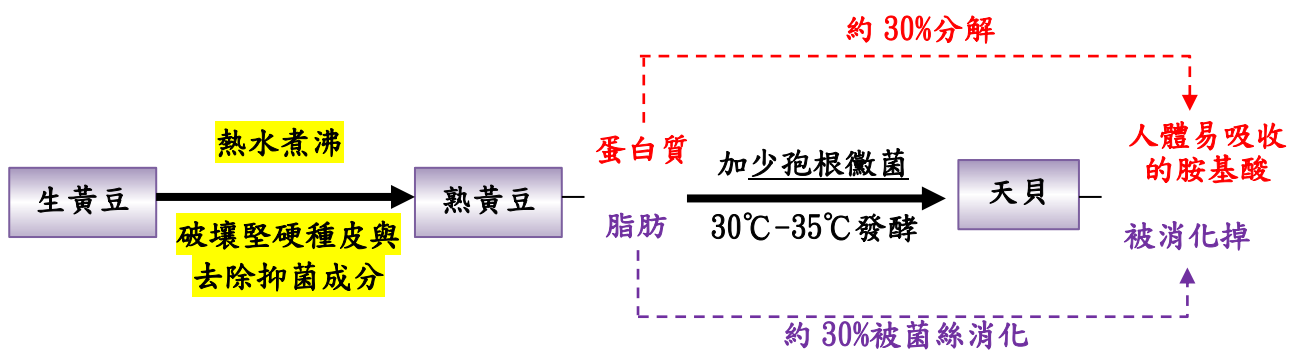
長香米、黃豆、白醋、天貝菌粉、恆溫箱。

## 肆、文獻探討

### (一)天貝 - 少孢根黴菌發酵產品

根黴菌是真菌的一種，常常造成含有澱粉的食品腐敗，例如吐司麵包、白飯等等。少孢根黴菌是天貝製作過程中最重要的微生物，它不會產生真菌毒素，而且生長快速，在印尼是被用來生產天貝的微生物。

天貝是將黃豆煮熟後去除種皮，讓少孢根黴菌可以在黃豆豆子上快速生長，靠著少孢根黴菌的很多酵素作用，將黃豆中的蛋白質、油脂分解成為容易被人類吸收的小分子，也可以防止其他造成腐敗或疾病的微生物污染天貝中的黃豆，成為印尼人民傳統的高營養食物。



### (二)天貝-優良的素食者蛋白質來源

天貝(tempeh)也稱為丹貝，是印尼的傳統食品，是素食者重要的蛋白質食物，味道鮮美，價錢便宜、容易獲得，蛋白質及營養價值高，且易消化，可以代替肉或魚，在印尼爪哇島居民，估計每人每天食用 19 到 34 克的天貝。天貝營養價值高，含有以下重要的營養成分：

#### 1. 可吸收蛋白質

黃豆發酵生產成為天貝後，蛋白質分解後的胺基酸含量增加，易於消化吸收。

#### 2. 異黃酮

黃豆中的大豆異黃酮經過天貝發酵後增加了人體生物吸收利用程度，可以提高人體的抗癌作用、抗糖尿病作用、抗氧化作用、抗炎作用和抗高血脂作用。

在印尼，天貝白色菌絲是用來治療腸道不適的藥物，其中的異黃酮會抑制造成食品腐敗和人類疾病的細菌。

天貝在二戰時期曾救過許多嚴重痢疾的荷蘭、英國士兵。而異黃酮與女性體內雌激素的結構很像，能補充和調節女性體內雌激素功能。

### 3. 微量元素與維生素

黃豆原本含有豐富的維生素和鈣、磷、鐵、鋅等礦物質，經過發酵生成天貝後，維生素B族含量更會明顯增加。

### 4. 降低心血管疾病

發酵後的天貝，能降低血液中的膽固醇還有三酸甘油酯，其纖維素還能降低血糖，因此可以預防心血管疾病。

## (三) 歷屆科展

查詢歷屆全國科展，沒有出現有關「天貝」的作品。

## (四) 我們的主題 - 如何避免天貝產品產生孢子

因為黑色孢子長在表面，天貝的賣相變得不好，而且也會出現酸臭，只能丟棄損失。因此，如何在製作天貝時，避免孢子產生，可能可以改善天貝的生產與販賣。

### III 伍、研究過程、結果與討論


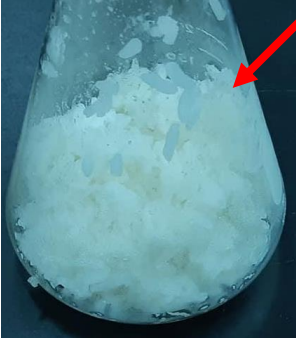

#### 一、研究一：用泰國長香米製作米麴(天貝菌)

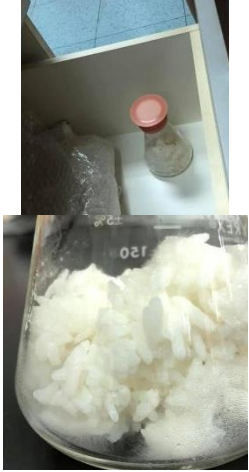

##### (一)步驟

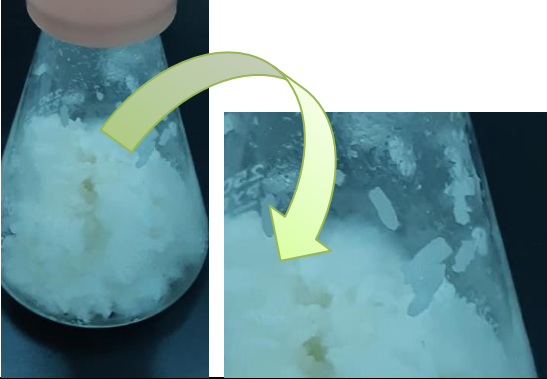



1. 200g 長香米電鍋煮熟，加入 10mL 醋，混合均勻，再加入 5g 天貝菌，再攪拌均勻。
2. 放入三種環境，【甲：錐形瓶、室溫 26 度】、【乙：錐形瓶、35 度恆溫箱】、【丙：攤平並蓋上鋁箔紙、35 度恆溫箱】。其中錐形瓶有加上可通氣的蓋子。
3. 定時觀察米麴結果。

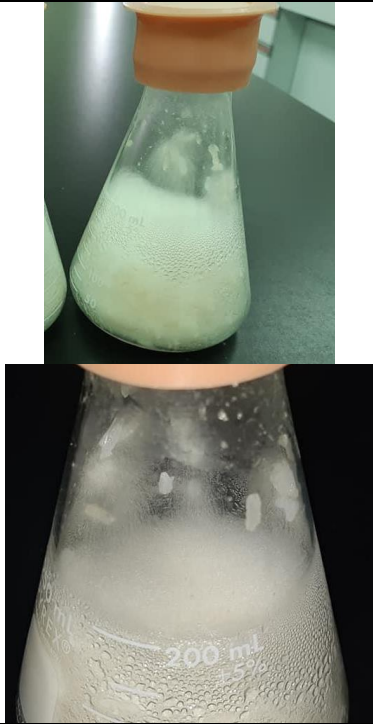




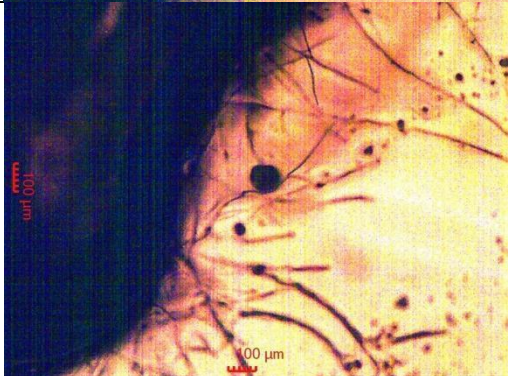
##### (二)結果


時間	甲：錐形瓶、 室溫 26 度	乙：錐形瓶、 35 度恆溫箱	丙：攤平並蓋上鋁箔紙、 35 度恆溫箱
7 小時			
	沒有白白霧霧的菌絲	開始有一些白霧的菌絲	沒菌絲(乾掉了)

22 小時			停止觀察
	出現白霧的菌絲	乙組保溫箱比甲組室溫的菌絲較多	

時間	甲：錐形瓶、室溫 26 度	乙：錐形瓶、35 度恆溫箱
32 小時		
	跟 22 小時的放保溫箱的一樣	幾乎都是
44 小時		
	長滿菌絲，不過，比乙組少一點。	長滿菌絲了

55 小時		
	長滿菌絲了	長滿菌絲

組別	顯微鏡下觀察	說明
甲：錐形瓶、 室溫 26 度		可以清楚看到交叉網狀的透明菌絲
乙：錐形瓶、 35 度恆溫箱		除了透明菌絲，也有灰色菌絲 以及黑色的小球形(孢子囊)

<p>丙組： 攤平蓋上鋁箔 紙+恆溫箱</p>		<p>只見米粒結構，沒見到絲狀菌絲。 保濕不當，空間中水分蒸散，菌絲 無法順利發展。</p>
---------------------------------	---	--

### (三)討論

#### 1. 甲乙組不同溫度的比較

乙組溫度 35 度在 7 小時就開始長菌絲，甲組室溫 26 度在 22 小時開始看到菌絲，一直到 55 小時結束，高溫組的白色菌絲生長較快且多。

#### 2. 乙丙組不同溼度的比較

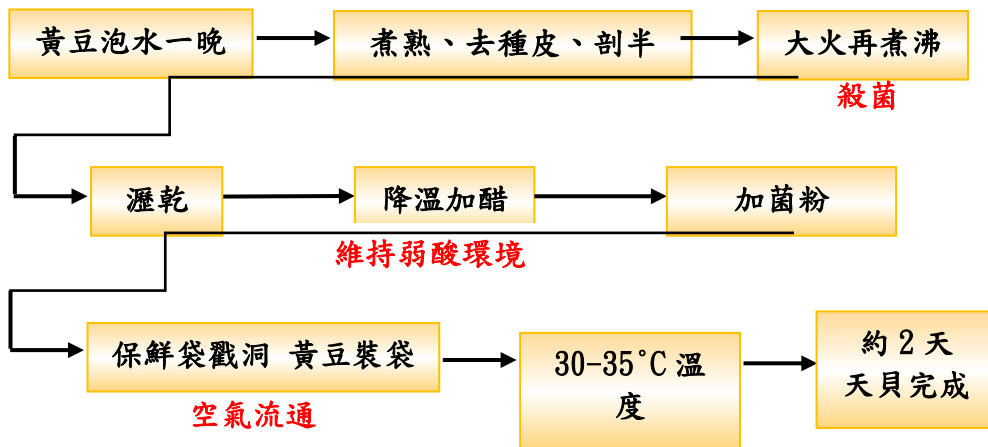
丙組攤平，雖然有蓋上鋁箔紙，但是水分蒸散，米變乾燥，菌絲無法順利生長；而乙組因為有足夠的溼度，所以有成功生長天貝米麩。

## 二、研究二：製作天貝與觀察













### (一)天貝製作流程

1. 挑除壞豆子，留下好的黃豆 200g，用冷水泡 24 小時後，水倒掉。
2. 黃豆加冷水至八分滿，以電鍋蒸煮（外鍋加一杯水），等待變涼。
3. 果汁機的刀片事先裝塑膠管，避免將黃豆切碎，達到只去除外皮的功能。將所有鍋內的黃豆及水放入果汁機，短暫攪拌 1.5 分鐘後，挑出外皮丟掉，黃豆用手指剝成二瓣，手事先用酒精消毒。
4. 黃豆以大火再煮沸殺菌，浮起來的泡泡丟掉。
5. 過濾取出黃豆，放涼，加 10mL 食用醋，攪拌均勻，避免黃豆酸壞。
6. 把黃豆晾乾，加入 5g 天貝菌粉後(分 3 次撒入)，攪拌均勻。
7. 保鮮袋戳洞，黃豆裝袋分成 3 袋，放入 30-35°C 的恆溫箱，發酵 2 天。










圖一：天貝製作流程

		
沒泡水黃豆	黃豆泡水 24 小時	蒸煮黃豆
		
果汁機刀片裝塑膠管	果汁機攪拌去種皮	去種皮
		
再度煮沸殺菌	放涼加醋	加天貝菌粉
		
保溫箱天貝	天貝完成圖	天貝煮熟

## (二)天貝的料理口感比較

 <p>沒煮過</p> <p>觸覺:軟軟的 顏色:白帶黃</p>	 <p>1.天貝辣炒四季豆</p>	 <p>2.天貝辣炒花生小魚乾</p>
	<p>天貝辣炒四季豆 天貝較軟</p>	<p>炸天貝辣炒花生小魚乾 脆脆香香，像花生。</p>
	 <p>3.麵粉炸天貝</p>	
	<p>麵粉炸天貝 天貝有酸味像雞排</p>	<p>氣炸鍋 黃豆的味道很重，跟豆干比較，口感很硬。</p>

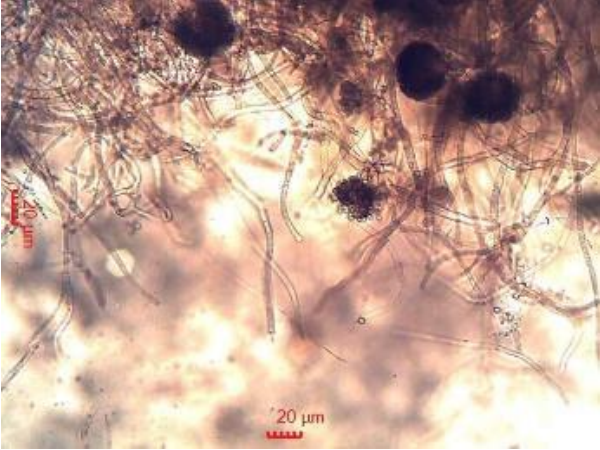

## (三)顯微鏡下的天貝

### 1. 操作方法：

把黃豆天貝用解剖刀切下含有白色菌絲一小角，用解剖刀用力壓扁後，滴一小滴水後蓋上蓋玻片，放在顯微鏡下觀察並透過電腦軟體校正長度尺寸的相機拍照。

### 2. 結果：

可以看到**大部分透明、少數灰色的菌絲**，菌絲沒有分隔，好像一長條水管，更特別的是有一顆顆很大的黑色球狀，應該是少孢根黴菌的孢子。

顯微鏡下的天貝	
	
<p>天貝菌絲(大部分透明、少數灰色) 和孢子(黑色球狀)</p>	<p>菌絲(像長條水管)</p>

### 三、研究三：重力環境對天貝黑色孢子生長的影响

#### (一)變因

操縱變因：重力環境 甲：平放、乙：直立、丙：旋轉

應變變因：觀察 孢子(黑)出現情況

不變變因：前置作業處理好的【黃豆+菌】、恆溫箱(30 度)。

#### (二)實驗步驟






1. 在三個長方形的透明盒中加上餐巾紙，倒入 3 mL 無菌水，做為保濕環境之用。
2. 使用前置作業處理好的【黃豆+菌】，放入透明盒，加上保鮮膜上戳洞，保持通氣。放入恆溫箱(30 度)，以不同方式放置，甲：平放、乙：直立、丙：旋轉(旋轉儀)。
3. 觀測孢子出現情況(黑點)。







		
<p>前置作業處理好的【黃豆+菌】</p>	<p>無菌水保濕用 (3 mL)</p>	<p>放入透明盒</p>
		
<p>加上有戳洞的保鮮膜</p>	<p>恆溫箱(30 度) 甲：平放、乙：直立、丙：旋轉(旋轉儀)</p>	





### (三)結果與討論

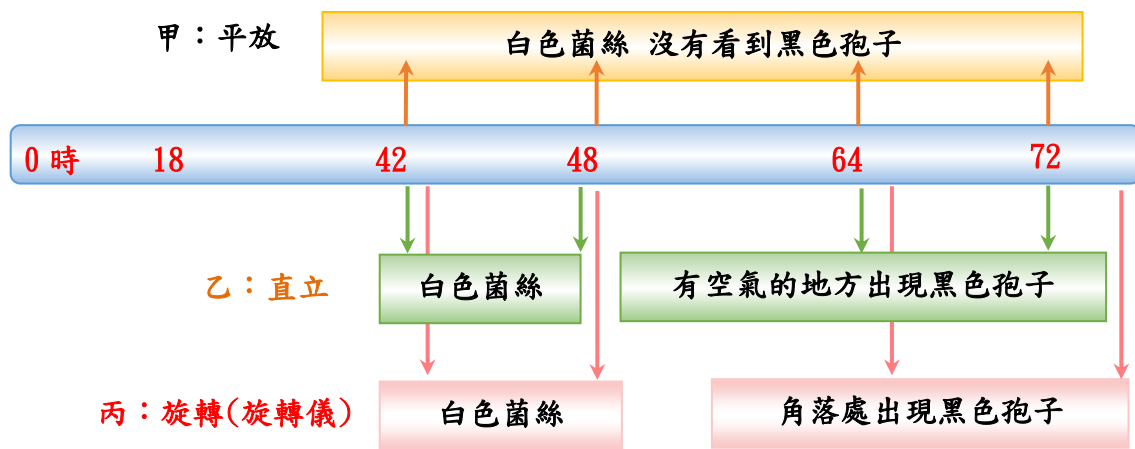
#### 1. 天貝生長情況如下

\*註：丙組因光線拍照的關係，有色差，照片呈現偏紅。

時間	照片		說明
18 小時	甲： 平放		都沒有長出白色菌絲
	乙： 直立		
	丙： 旋轉		
42 小時	甲： 平放		白色菌絲已快長滿
	乙： 直立		白色菌絲已長滿了

	丙： 旋轉		白色菌絲大約有 3/4 的面積了
48 小時	甲： 平放		白色菌絲已快長滿
	乙： 直立		白色菌絲已長滿了 跟 42 小時一樣
	丙： 旋轉		白色菌絲全部都有了
64 小時	甲： 平放		白色菌絲已快長滿 沒有看到黑色孢子
	乙： 直立		上面(有空氣的地方) 出現黑色孢子

	丙： 旋轉		角落處出現 黑色孢子
72 小時	甲： 平放		白色菌絲已長滿 沒有看到黑色孢子 菌絲較 64 小時來的黃
	乙： 直立		上方空洞處出現黑色 孢子
	丙： 旋轉		白色菌絲已快長滿 角落處出現黑色孢子



圖二：重力實三組的菌絲與黑色孢子出現時間點

2. 由圖二得知，黑色孢子出現的時間點：

- (1) 甲組平放：直到 72 小時結束觀察，仍然沒有看到。
- (2) 乙組直立：64 小時開始，在上方空洞處出現黑色孢子。
- (3) 丙組旋轉：64 小時開始，在角落處出現黑色孢子。

3. 我們從乙組及丙組發現，在有空間可以累積空氣處容易產生黑色孢子；但是甲組平放的天貝，在上方應該也是有空氣，為什麼沒有黑色出現孢子？

我們推估，平放天貝上方的空氣可以流動，而乙組及丙組空洞累積氣體比較無法流動，可能因為空氣成分不同而影響孢子的產生。另外，孢子也會受重力因素的影響，曾經購買現成市售的天貝，發現黑色孢子比較容易長在整個包裝袋的下方角落空隙。

4. 綜合以上，有縫隙處有空氣，是最主要產生黑色孢子的因素，而重力是較次之的影響因素。

#### 四、研究四：光線環境對天貝黑色孢子生長的影響

##### (一)變因





操縱變因：光線環境 甲：光、乙：暗

應變變因：觀察黑色孢子出現情況

不變變因：使用前置作業處理好的【黃豆+菌】、培養皿、恆溫箱(30度)。

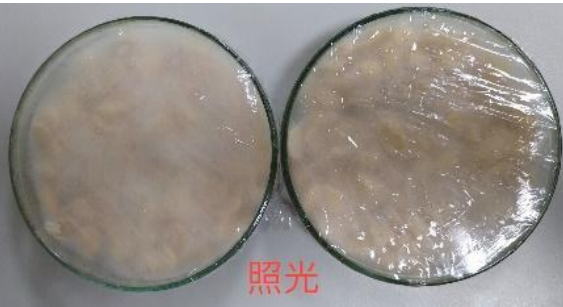

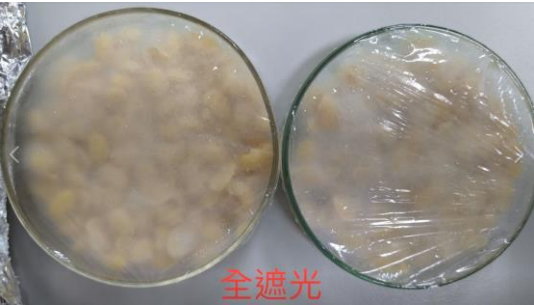
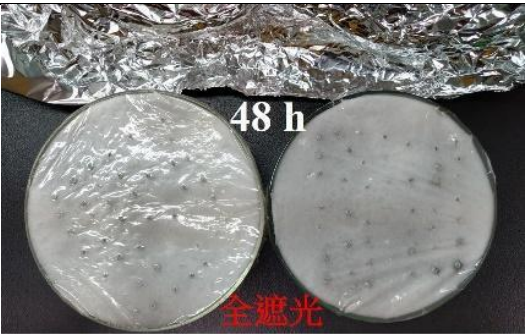
##### (二)實驗步驟

1. 使用前置作業處理好的【黃豆+菌】，加入培養皿，鋪一層，共4個培養皿。
2. 以保鮮膜戳洞及鋁箔紙，加在培養皿上方，佈置成，甲：光、乙：暗，甲乙各2個培養皿。
3. 每隔24小時，觀測孢子出現情況(黑點)。

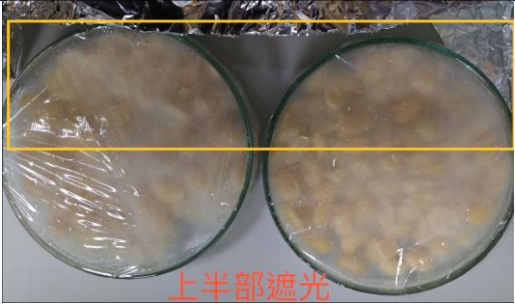
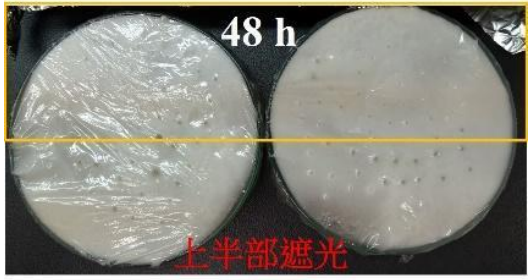
	
前置作業處理好的【黃豆+菌】	將黃豆放入培養皿
	
保鮮膜戳洞(讓空氣流通用)	甲：全照光、乙：全遮光

(三)結果與討論

1. 天貝生長情況如下

時間	24 小時	48 小時
甲：光		
乙：暗		
說明	24 小時，有微量的白色菌絲開始出現，沒有出現黑色的孢子。	48 小時， (1) 菌絲已生長到滿盆了。 (2) 保鮮膜上的氣孔洞有出現黑色孢子。 (3) 乙組暗的環境下黑色孢子數量較多。

2. 由以上結果得知，比較甲：光 vs 乙：暗的環境下，發現有差異，因此，我們決定進一步以半遮光實驗(丙組)，同樣 24、48 小時的結果如下：

時間	24 小時	48 小時
丙： 半照光		



說明	24 小時，有微量的白色菌絲開始出現，沒有出現黑色的孢子。(與甲乙組相同)	48 小時， (1)培養皿已長滿白色菌絲。 (2)上半部(遮光)與下半部的黑色孢子沒有明顯差異。
----	---------------------------------------	--

### 3. 綜合甲乙丙組的結果

- (1)雖然在乙組暗的環境黑色孢子較多，有可能是因為鋁箔紙遮蓋時，影響氣體的流通性，導致黑色孢子較多；在丙組的實驗設計中是用同一培養皿，只有上半部加上鋁箔紙，下半部的保鮮膜洞洞，氣體仍然可以流通。
- (2)綜合以上，黑色孢子的生長與光照關係並不直接，可能與氣體的流通性有關，因此，我們接續進行氣體的實驗。

## 五、研究五：不同氣體環境對天貝黑色孢子生長的影響

### (一)變因


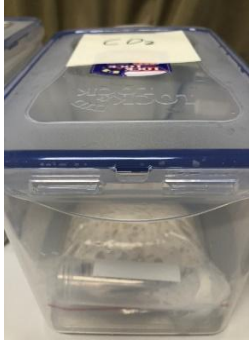

操縱變因：氣體環境 甲：氧氣、乙：二氧化碳(乾冰)

應變變因：測量 孢子(黑)

不變變因：市售天貝(4包)、密封盒(4盒)、恆溫箱(30度)。



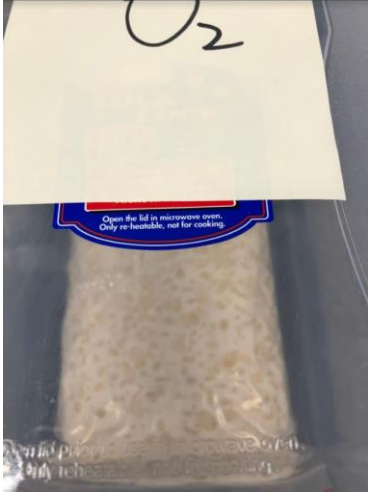

### (二)實驗步驟

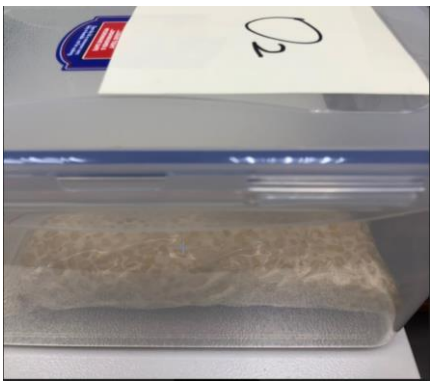
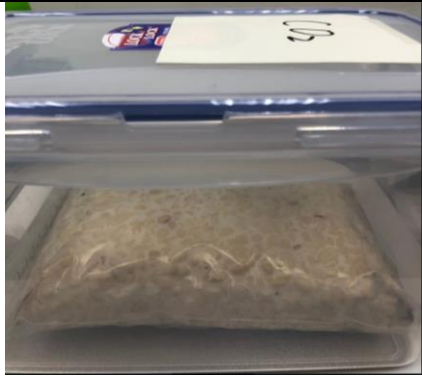

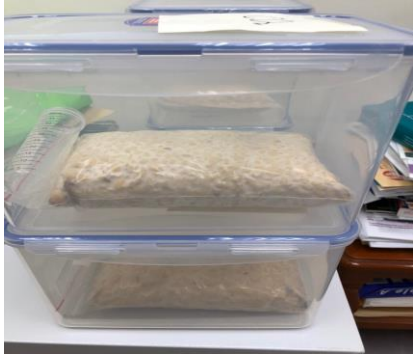

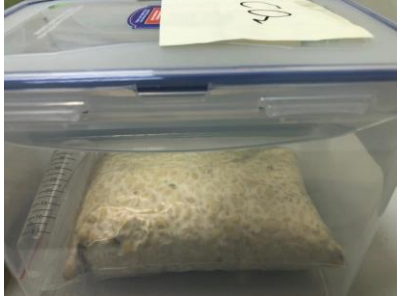
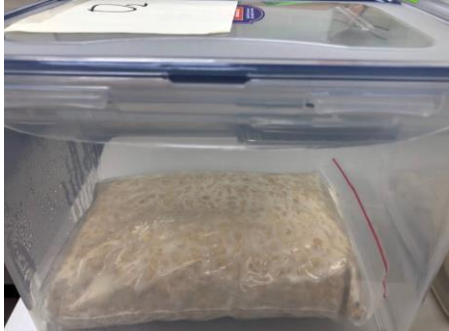
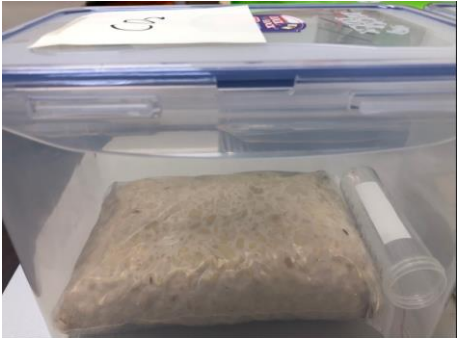
1. 使用前置作業處理的黃豆+菌，取用(25~30g)裝入培養皿，不加蓋，放入密封盒。
2. 用氧氣筒、乾冰佈置成甲：氧氣(2盒)、乙：二氧化碳(2盒)，密封盒蓋上蓋子，避免氣體流失。
3. 24 小時，再補一次氣體。
4. 每隔 24 小時，觀測孢子出現情況(黑點)。

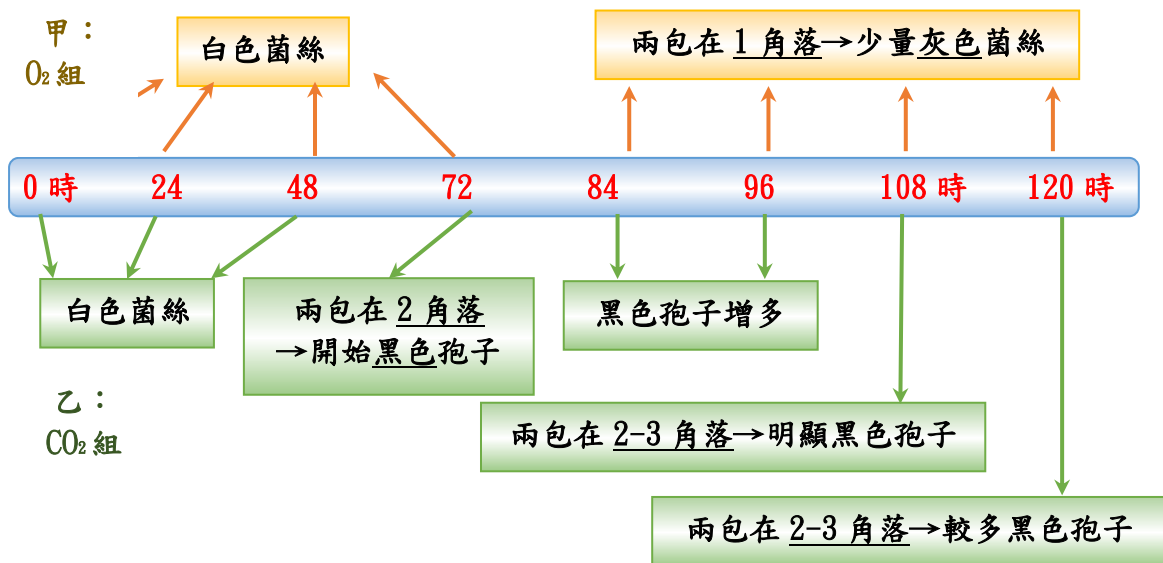
		
<p>甲：加入罐裝氧氣</p>	<p>乙：密封盒放進裝有約2克乾冰(二氧化碳)塑膠試管後蓋子密封</p>	<p>將密封盒放入保溫箱</p>

### (三)結果

天貝生長情況如下：

時間	甲：氧氣 O <sub>2</sub> 組	乙：二氧化碳 CO <sub>2</sub> 組
24 小時	 <p>第1、2包都滿滿的白色菌絲。</p>	 <p>第1、2包都滿滿的白色菌絲。</p>
48 小時	 <p>第1、2包都還沒出現變色。</p>	 <p>第1、2包也都未出現變色。</p>

<p>72 小時</p>	 <p>第 1、2 包都還沒出現變色。</p>	 <p>第 1、2 包的 2 角落開始出現黑色(孢子)。</p>
<p>84 小時</p>	 <p>第 1、2 包在 1 角落處出現灰色(菌絲)。</p>	 <p>第 1、2 包都在 2 角落處有明顯黑色孢子。</p>
<p>96 小時</p>	 <p>第 1、2 包在 1 角落處可看到少量灰色菌絲，無黑色孢子。</p>	 <p>第 1、2 包出現明顯很多的黑色孢子。</p>
<p>108 小時</p>	 <p>兩包只在各 1 角落處出現灰色菌絲，無黑色孢子。</p>	 <p>兩包各 2-3 角落有明顯黑色孢子。</p>



圖三：甲組 O<sub>2</sub>與乙組 CO<sub>2</sub>的天貝生長情況

#### (四)討論

甲組 O<sub>2</sub>與乙組 CO<sub>2</sub>的天貝，從圖三得知：

1. 天貝生長情況是：白色菌絲→灰色菌絲→黑色孢子。
2. 甲組 O<sub>2</sub>在84小時之後開始長出灰色菌絲，到120小時未出現黑色孢子；而乙組 CO<sub>2</sub>的提早在72小時就開始出現黑色孢子，而且持續增加。
3. CO<sub>2</sub>組天貝與塑膠袋之間有空隙，O<sub>2</sub>組比較沒有空隙。似乎 CO<sub>2</sub>天貝的組別菌絲的飽滿程度不如 O<sub>2</sub>組，有可能是菌絲開始萎縮。
4. 氣味：
  - (1)在120小時剛打開時，O<sub>2</sub>組有很明顯的天貝味道，有些酸味以及豆子發酵味道（豆臭味）；CO<sub>2</sub>組打開時，味道更濃，而且豆臭味更明顯。
  - (2)再過132小時後，二組味道有腐臭味。

## 伍、結論

### (一) 製作米麴

煮熟泰國長香米製作米麴(天貝菌)，不同溫度下，觀察至 55 小時，35 度比 26 度的天貝菌生長速度較快；要注意米的水分保溼，如果米變乾燥，菌絲就無法生長。

### (二) 製作天貝與觀察

將黃豆泡水一天，大火煮開再將黃豆剝皮，再次大火煮開，依序加入醋與天貝菌，放入戳洞的袋子裡，放進保溫箱 2 天就完成。用顯微鏡可看到大部分是透明，少數是灰色的菌絲，菌絲沒有分隔，像一長條水管，更特別的是有一顆顆很大的黑色球狀，應該是少孢根黴菌的孢子。

### (三) 重力環境對天貝黑色孢子生長的影響

甲組(平放)的菌絲貼著保鮮膜因此沒有空隙，乙組(垂直)、丙組(旋轉)壓擠出現空隙導致孢子的產生，所以重力不會直接影響孢子產生。

### (四) 光線環境對天貝黑色孢子生長的影響

雖然乙組(暗)產生的黑色孢子較甲組(光)、丙組(半遮)多，有可能是因為鋁箔紙遮蓋時，影響氣體的流通性，所以導致黑色孢子較多；在丙組(半遮)的實驗設計中是用同一培養皿，只有上半部加上鋁箔紙，下半部的保鮮膜洞洞，氣體仍然可以流通，所以孢子明顯比乙組(暗)(鋁箔紙全蓋通風性差)少很多。

### (五) 不同氣體環境對天貝黑色孢子生長的影響

天貝在不同氣體環境下生長結果顯示，CO<sub>2</sub>組比 O<sub>2</sub>組中的菌絲更早產生可被看見的黑色孢子。

綜合以上，我們從研究一～研究二中，經過分析濕度與溫度對少孢根黴菌發酵黃豆生產天貝的影響，我們發現菌絲在溫度還有濕度的改變影響很大，是產生白色匍匐菌絲的重要因子。因此知道要生產漂亮的蓋滿雪白菌絲又含有豐富營養素的天貝，主要變因是溫度與濕度。但是當做好的天貝繼續放著就會在角落出現不好看的黑色孢子，而且味道變得有一點酸臭味，放著時間更長，黑色孢子更多、酸臭味更明顯，我們推論黑色孢子的出現表示天貝已經超過「賞味期限」。

因此我們透過研究三～研究五，分析產生黑色孢子的可能的變因：重力、光照、氣體，最後發現氣體中高濃度 CO<sub>2</sub>會讓天貝提早出現黑色孢子。因為天貝是優良的發酵食品，沒辦法在商店放很久，因此製作完成的天貝的儲藏環境要能通風避免

CO<sub>2</sub> 累積，就能延長漂亮雪白的樣子，也能讓買的人吃到好吃又營養的優良天貝。

## 陸、參考資料

《真菌》維基百科。2020-2-15。擷取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/真菌>。

《丹貝》維基百科。2018-5-31。擷取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/丹貝>。

《少孢根黴》維基百科。2018-12-22。擷取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/少孢根黴>。

《菌類學習資源：少孢根霉 *Rhizopus oligosporus* Saito》王也珍。數位典藏國家型科技計畫/國立自然科學博物館。擷取自

<http://digimuse.nmns.edu.tw/Default.aspx?Domin=f&Field=mt&Language=CHI&ObjectId=0b00000181e47730&tabid=406>

《來自印尼常民發酵食：天貝》NOM Magazine。Wanyu Wang。2018-06-12。擷取自

<https://nommagazine.com/來自印尼常民發酵食：天貝/>

《天貝是什麼？》澧食公益飲食文化教育基金會。2019-10-20。擷取自

<https://www.fullfoods.org/news/天貝是什麼？/>

《特殊菌種製作「天貝」 增國產黃豆新價值》客家新聞。潘成旺。2017-01-13。擷取自

<http://www.hakkatv.org.tw/news/150150>。

《異國蔬食料理教室》。編者：庄司泉 Vegetable Cooking Studio。譯者：胡毓華。

出版社：瑞昇。出版日期：2018-06-20。

## 柒、心得

### A 同學

這是我第一次參加科展，學到了很多東西，像是打報告、做實驗之類的，收穫很多！去年七月的某一天，我去爸爸的學校發現了一種奇特的食物，爸爸說這是「天貝」。回到家，我馬上查了這個食物，發現它不只是像我這種「愛吃素」的人能吃的，而且營養價值比豆干、豆皮還高！媽媽用氣炸鍋烹調後，我吃一口發現味道不是我想像中的好吃，後來媽媽特別到印尼商店買了不同煮法的天貝料理，我都好喜歡，問了才知道這是店裡老闆用「辣炒」、「清炒」和「油炸」的方式呈現。

後來我突發奇想，覺得這可以當成科展的題目，便邀請同學跟老師商量，老師也覺得可行，於是就開啟了這條艱難的天貝實驗之路~。起初，我們用顯微鏡觀察天貝，卻看

到一粒粒黑色的孢子，有點難看，於是就興起了想要改變一些因素，除掉孢子的想法。改變的東西分別是光(光、暗、半光半暗)、溼度(乾、溼)和重力(平放、直立、旋轉)。實驗後發現「溼度」對於除掉孢子的結果並不是那麼理想，而「重力」卻是效果最好的！借由「重力」，我們知道「空氣」會影響孢子，進而做了「空氣」(氧氣、二氧化碳)的實驗，發現原來「二氧化碳」才是真是讓孢子生長的幕後黑手。

最後，我要謝謝老師，因為她教會我們做這個實驗，如何彙整實驗資料、教我們怎麼呈現一份完整的科展報告，讓我受益匪淺！感謝爸爸媽媽的全力支持，不辭辛勞的接送我做實驗，讓我能參加這次科展。

## B 同學

這是我第一次參加科展，所以我們有很多東西要學習，但多虧有家長的幫助才順利完成。一開始我們到實驗室做天貝，做出來時發現在戳洞的地方有孢子，所以我和組員討論了很久，因此我們想到使用光線、重力和氣體來做實驗。

我們先用泰國長香米來養菌，我們發現養菌要在 26 度到 35 度就可以養菌，而且要在潮濕的環境下才能長出菌絲。接著我們開始做光線實驗，我們發現不會影響孢子的生長情況。後來我們做了重力實驗，因為我們有做旋轉的實驗，發現在豆子堆擠的地方長不太出來可能是因為菌絲生長的狀況不太好。最後我們在查資料時發現天貝的菌絲要在有氧氣的地方才能生長，所以最後我們想到要做氣體實驗。當我們第一次做氣體實驗時可能是注入氣體不夠被菌絲用掉所以失敗了，所以我們想到每 24 小時加一次空氣，所以每到 24 小時我們就會加空氣。最後終於成功了。我們發現二氧化碳中比較容易長出孢子而氧氣的孢子較少，所以我們認為氧氣的孢子較少，所以天貝的生長孢子量和我們使用的氣體有關。

最後我們開始打報告了，起初我們根本不知道報告怎麼打，多虧有老師的指導，我們才一字一字打字。謝謝家長、老師如果沒有你們，我們就不能順利完成。