

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030310

養「瓜」千日,用在「液」時

—木瓜種子成分檢測與應用研究

學校名稱：桃園縣立仁和國民中學

作者：	指導老師：
國二 黃宥穎	簡聿君
國二 陳政中	陳俊明
國二 姚若琦	

關鍵詞：木瓜、內含液、雜草

摘 要

本實驗先探討木瓜種子與其假種皮內含液的特性後，再探討木瓜種子在自然界中的生存策略與應用。也模擬種子被鳥獸食用時，經由鳥獸的沙囊和胃去除木瓜種子假種皮及其內含液體的過程，並且模擬種子從高空掉落時之耐撞程度。而種子經由這些過程後在適當環境下，即可以順利發芽。

一般在人工種植木瓜種子時，都會先將外層的假種皮與其內含液去除，但是假種皮內含液丟之可惜，因為經由實驗發現內含液雖然對抗黴菌與抗蟲的能力有限，但對於抑制某些植物發芽有一定的效果。稀釋的木瓜假種皮內含液對於一些經濟作物抑制胚根形成初生根的能力不明顯，而對胚芽的生長則有一定的抑制效果。稀釋的木瓜種子內含液在抑制如大花咸豐草的雜草發芽則有顯著的效果。

壹、研究動機

七年級下學期生物課程的生殖單元中，學到植物的果實主要的功能為保護種子及協助種子的傳播。像木瓜這種肉質果可吸引動物前來取食，即可達到傳播種子的目的。而通常種子外部具有堅硬的結構或可抵抗強酸的物質，可保護種子避免在通過動物的消化道時受到消化液腐蝕。所以一直覺得植物的種子為了適應環境而演變出來的生存策略著實神奇！

吃木瓜時，發現木瓜種子與一般的水果種子不太一樣，除了內部堅硬的種子之外，種子外層還有一層透明的外膜，而且膜內還有一些液體。所以從探討木瓜種子的構造開始，也試著模擬種子在發芽前可能遇到的過程。

許多木瓜的疾病大多是影響到木瓜本身的莖、葉與果實，所以我們想知道木瓜種子內含液對於木瓜本身的疾病有無抵抗能力。而某些植物種子具有抗蟲的功能，所以我們也想試看看木瓜種子內含液抗蟲的效果如何。

查閱文獻得知木瓜種子假種皮內含液含有抑制物質會抑制種子發芽，所以我們希望能觀察與探討抑制種子發芽的可能原因，並期望結果能應用在實際的生活上，如抑制一些雜草的生長，於是開始了我們的木瓜種子研究之旅。

貳、研究目的

- 一、觀察木瓜種子的構造。
- 二、檢測木瓜種子假種皮與內含液的特性。
- 三、探討木瓜種子假種皮對種子的保護機制。
- 四、研究木瓜種子假種皮內含液抗黴菌的效果。
- 五、研究木瓜種子假種皮內含液抗蟲的效果。
- 六、研究木瓜種子假種皮內含液對其他種子發芽的影響。
- 七、探討木瓜種子假種皮內含液抑制發芽的機制。

參、研究設備及器材:

一、器材：

(一) 試管、試管夾	(二) 試管架	(三) 砝碼
(四) 塑膠板	(五) 塑膠管	(六) 棉線
(七) 解剖刀	(八) 沙子	(九) 木板
(十) 解剖針	(十一) 培養皿	(十二) 濾網、
(十三) 絲襪	(十四) 三腳架	(十五) 石棉心網
(十六) L 型棒	(十七) 氣球	(十八) 滅菌吸管(直徑 5mm)
(十九) 200 μ l 微量吸管	(二十) 1000 μ l 微量吸管	(二一) 微量塑膠吸管尖

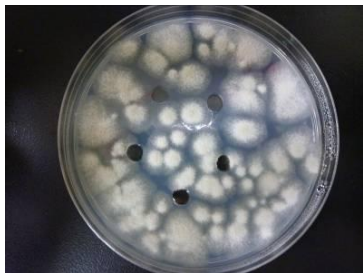
二、設備：

(一) 15 倍放大鏡	(二) 解剖顯微鏡	(三) 照相機
(四) 恆溫培養箱	(五) 無菌操作台	(六) 加熱器

三、實驗藥品與試劑

(一) HCl	(二) NaOH	(三) 石蕊試紙
(四) 尿蛋白試紙	(五) 碘液	(六) 醋酸
(七) 本氏液	(八) 工業酒精	(九) pH 值試紙
(十) 無菌 RO 水	(十一) 馬鈴薯葡萄糖洋菜培養基 (Potato Dextrose Agar ; PDA)	

四、生物材料

(一) 木瓜	(二) 白菜種子	(三) 萵苣種子
(四) 蘿蔔種子		
(五) 玉米種子	(六) 大花咸豐草種子	(七) 美洲假蓬種子
		
(八) 細葉金午時花種子	(九) 斜紋夜蛾幼蟲	(十) 木瓜炭疽黴菌
		

肆、研究過程與方法

一、木瓜種子構造的觀察：

- (一) 取新鮮成熟的木瓜，挖取內部種子，放入裝水的水盆中，除去附在種子上的果肉及浮在水面上不成熟的種子，取沈在水底的成熟種子備用。
- (二) 使用放大鏡及解剖顯微鏡對種子進行觀察，並利用解剖刀切除外種皮，觀察種子內部構造。
- (三) 將完整的種子泡水觀察，然後放置在陰涼處乾燥後，再泡回水中，觀察種子的變化。
- (四) 將完整的種子放入土中，3-5 天後再泡回水中，觀察種子的變化。

二、檢測木瓜假種皮與內含液的特性：

- (一) **加熱觀察**：隔水加熱至 75℃ 及直接加熱至沸騰、冷卻後觀察液體的變化。
- (二) **檢測 pH 值**：使用 pH 值試紙檢測液體的 pH 值，可測範圍為 pH1.0 ~ pH11.0。
- (三) **尿蛋白試紙檢測**：使用 Medi-Test Combi 3A 試紙，可試測量尿蛋白、維他命 C 和葡萄糖，試紙反應如下：

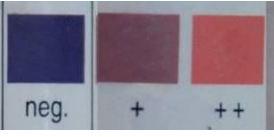
蛋白質反應	
維他命反應	
葡萄糖反應	
圖:Medi-Test Combi 3A 試紙	



圖 pH 值試紙

- (四) **加入碘液**：在 1mL 的樣本液體中滴入 5 滴(約 0.2mL)的碘液，碘液原本為黃褐色，滴入樣本後如果變成藍黑色，表示樣本含有澱粉。
- (五) **加入本氏液**：取 1mL 的樣本液體加入 2mL 的本氏液，再放進 70℃ 的熱水中隔水加熱 10 分鐘，樣本液體如果含有還原糖，則溶液呈現紅色、黃色或綠色；如果溶液中不含還原糖，則為清澈的藍色。
- (六) **加入 HCl 溶液**：取 1mL 的樣本液體，慢慢的滴入 1N 的 HCl，並不時搖晃液體，直至加入至 0.5mL 的 HCl 溶液為止，觀察樣本液體的反應。
- (七) **加入 NaOH 溶液**：取 1mL 的樣本液體，慢慢的滴入 1N 的 NaOH，並不時搖晃液體，直至加入至 0.5mL 的 NaOH 溶液為止，觀察樣本液體的反應。
- (八) **加入 95% 酒精**：取 1mL 的樣本液體，慢慢的滴入 95% 酒精，並不時搖晃液體，直至加入至 0.5mL 的 95% 酒精為止，觀察樣本液體的反應。

三、探討木瓜種子假種皮對種子的保護機制：

(一) 假種皮遇酸、鹼實驗

1. 將 1N HCl 溶液、1N NaOH 溶液、蒸餾水，分別放入試管中備用。
2. 將有假種皮的種子分別放入試管，靜置 2 個小時，紀錄假種皮的變化

(二) 種子耐撞度實驗

1. 取一長塑膠管，直立放在塑膠板上，沿著周圍畫個圈，並將樣本放置在圓圈中心。
2. 在砝碼頂端綁上棉線，放入塑膠管中，拉棉線可使砝碼可以上下移動。
3. 以漸進的方式由一公分開始增加，利用下墜力撞擊有假種皮、有外種皮、去除外種皮的種子樣本，直到樣本被 50g 砝碼擊碎。



有假種皮 有外種皮 去外種皮

(三) 模擬沙囊實驗

1. 將有假種皮的種子放入裝有沙子的氣球裡，用手去搓揉氣球，使氣球內的沙子摩擦種子，每 30 秒觀察一次，持續 10 分鐘，觀察假種皮的變化情形。
2. 同上方法改用有外種皮的種子、去外種皮的種子進行實驗，觀察種子的變化情形。



圖：模擬沙囊的實驗過程

四、研究木瓜種子假種皮內含液抗黴菌的效果：

1. 以冰凍、新鮮、加熱煮沸處理過的假種皮內含液做抑菌測試，本實驗所使用的菌株為造成木瓜炭疽病(Papaya anthracnose)的木瓜炭疽黴菌 *Colletotrichum gloeosporioides* Penzig(無性世代)，來自 ██████████ 教授的贈與。在無菌操作台中使用平板挖洞法做測試。此菌種為使用馬鈴薯葡萄糖洋菜PDA培養基(配方: Potato 200 g, Dextrose 20 g, Agar 15-20 g, Distilled water 1000 mL)。
2. 培養好之菌種，以 1000 μ L 無菌水將菌沖出後，吸取 100 μ L 菌液以 L 型棒在培養基上平均塗抹菌液，再以滅菌吸管(直徑約 5mm)直接在培養基上挖洞後(圖 1)，用微量吸管吸取三種不同處理的內含液 50 μ L 置入挖洞圓孔中(圖 2)，每組二重覆。置於 25 度恆溫箱中培養，三天後觀察有無抑菌圈。



圖 1：塗好菌液後用滅菌吸管挖洞

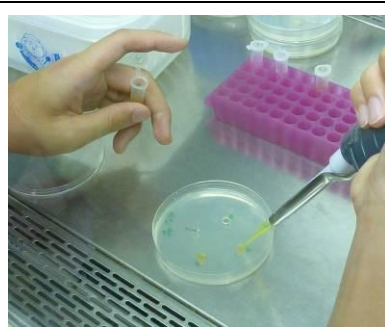


圖 2：將無菌水與三種處理之內含液 50 μ L 置入圓孔

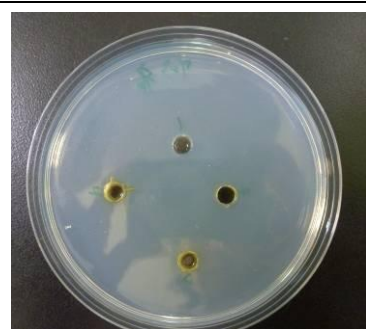


圖 3：在培養皿背後標示四種處理之編號

五、研究木瓜種子假種皮內含液抗蟲的效果：

- 1.以取自田野中三齡左右的斜紋夜蛾幼蟲 100 隻分成兩組，一組各 50 隻。
- 2.實驗組為將木瓜種子內含液塗抹於清洗過後乾淨的高麗菜葉上，待內含液風乾後將蟲體擺入。對照組則直接以洗淨的葉片餵食蟲體。
- 3.每天觀察並記錄蟲體狀況或死亡情形。

六、研究木瓜種子假種皮內含液對其他種子發芽的影響：

(一) 假種皮內含液對經濟作物種子發芽的影響

1. 取木瓜種子洗淨後將假種皮內含液取出，加清水調成濃度為 30%備用。
2. 選用綠豆、小白菜、蘿蔔、萵苣、玉米等五種種子各 50 顆，以清水清洗 3 分鐘後，分別置於培養皿中。
3. 分別加定量的 30%假種皮內含液，觀察種子發芽的情形。
4. 同上步驟，改加定量的清水做為對照組。

(二) 假種皮內含液對雜草種子發芽的影響

1. 取木瓜種子洗淨後將假種皮內含液取出，加清水調成濃度為 30%備用。
2. 選用大花咸豐草、美洲假蓬種子、細葉金午時花種子等三種種子各 50 顆，以清水清洗 3 分鐘後，分別置於培養皿中。
3. 分別加定量的 30%假種皮內含液，觀察種子發芽的情形。
4. 同上步驟，改加定量的清水做為對照組。

七、探討木瓜種子假種皮內含液抑制發芽的機制：

(一) 碘液測定種子澱粉的變化：

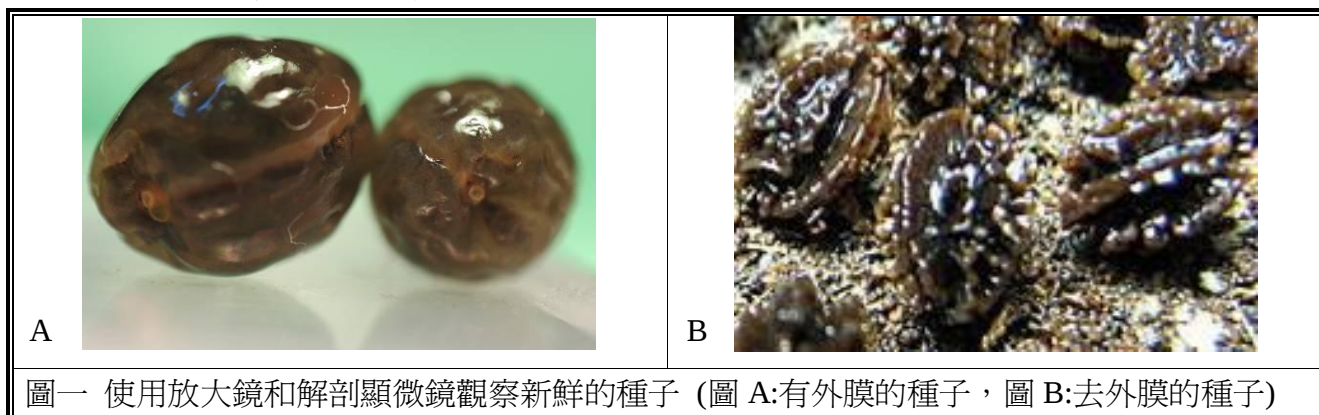
編號	1	2	3
前處理	60 顆綠豆以水浸泡 24 小時促使綠豆發芽	30 顆乾燥綠豆靜置 24 小時	
	↓	30 顆綠豆再以 30%假種皮內含液浸泡 24 小時	↓ 30 顆乾燥綠豆再靜置 24 小時
後處理	分別取出用清水洗淨後，三組皆以研磨棒磨碎		
測定	用碘液測定各組的澱粉反應		

(二) 本式液測定種子還原糖的變化：

取上述三種處理綠豆，加入定量本式液後加熱，觀察各組的還原糖反應

伍、研究結果

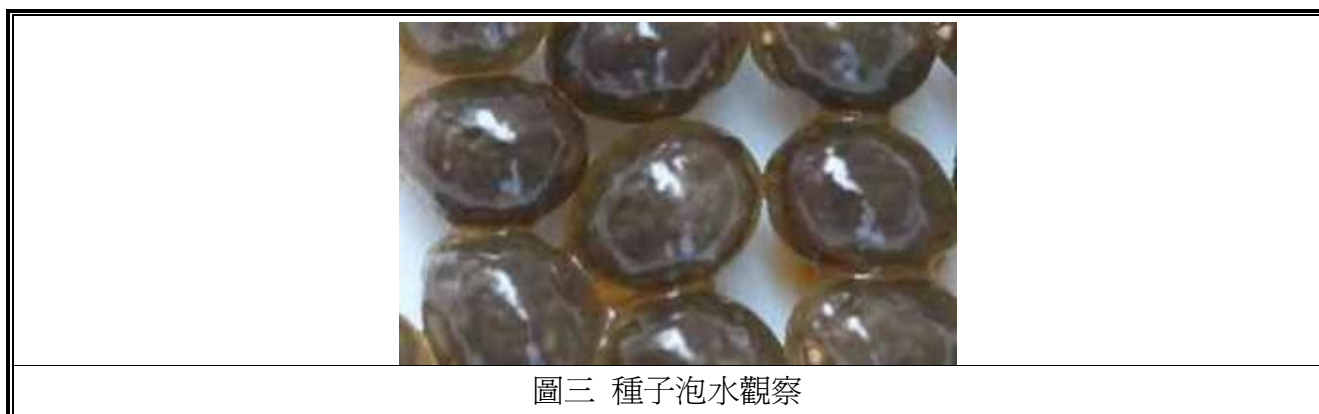
一、木瓜種子構造的觀察：



種子的形狀如水滴狀，可以用肉眼觀察到外表有一層半透明物質包覆住種子，切開外表的半透明物質，流出一種透明、無黏性的液體。移除半透明物質後，顯露出木瓜種子的外種皮。



木瓜有深褐色的外種皮，表面極度不規則，具有類似蜂巢的格子，很像木麻黃雌果的縮小版。切開外種皮後，發現種子大部分由胚乳組成，胚乳中間包覆著子葉和胚芽。



種子泡水一天後，包覆在種子外面的透明物質並不會消失，反而看起來變大了一點。將種子放置在陰涼處乾燥後，透明物消失，再將乾燥種子泡入水中，幾個小時後，透明物質又出現。種子放置在泥土上一時間後，包覆在種子外面的透明物質會逐漸消失，約 3~5 天完全消失，此時把種子泡在水裡，外面的透明物質並不會再出現。

參考文獻資料，種子那層透明的物質稱為「假種皮」，假種皮內部的液體稱為「內含液」

二、檢測木瓜假種皮與內含液的特性：

(一)加熱觀察：

常溫下				加熱至 75℃			加熱至 100℃		
顏色	是否溶於水	凝膠情形	放置一段時間	顏色	凝膠情形	放置一段時間	顏色	凝膠情形	放置一段時間
黃褐色	×	×	×	黃褐色	×	×	黃褐色	×	×
假種皮在空氣中很快的就氧化成黃褐色，沒有明顯的氣味，靜置 1 天後並未有任何改變。				隔水加熱至 75℃，冷卻後沒有任何變化。			直接加熱至沸騰，冷卻後沒有任何變化。		
									

(二)檢測 pH 值：

初始 pH 值	隔水加熱至 75℃再冷卻	直接加熱至沸騰再冷卻
7	7	7
		

(三)尿蛋白試紙檢測：

蛋白質	維他命 C	葡萄糖	
neg.	+	neg.	

(四) 加入碘液：

原本樣本液體		隔水加熱至 75°C		直接加熱至沸騰	
	加入碘液呈現黃褐色，顯示不含澱粉。		加入碘液呈現黃褐色，顯示不含澱粉。		加入碘液呈現黃褐色，顯示不含澱粉。

(五) 加入本氏液：

原本樣本液體		隔水加熱至 75°C		直接加熱至沸騰	
	加入本氏液呈現藍綠色，顯示含有還原糖		加入本氏液呈現藍綠色，顯示含有還原糖		加入本氏液呈現藍綠色，顯示含有還原糖

(六) 加入 HCl 溶液

(七) NaOH 溶液

(八) 95% 酒精：

加入 HCl		加入 NaOH		加入酒精	
	加入 HCl 後，液體沒有任何反應。		加入 NaOH 後，液體沒有任何反應。		加入酒精後，液體沒有任何反應。

三、探討木瓜種子假種皮對種子的保護機制：

(一) 假種皮遇酸、鹼實驗

試管裡的溶液	蒸餾水	1N HCl 溶液	1N NaOH 溶液
變化情形			
	沒有反應。	沒有反應。	假種皮被腐蝕一些，變得比較薄，也比較容易脫落。

假種皮在 NaOH 溶液裡泡了二個小時後，膜被腐蝕了一些，所以變得比較薄，也比較容易脫落，顯示鹼性對假種皮有明顯的影響。

(二)種子耐撞度實驗

高度		1cm	2cm	3cm	4cm	6cm	7cm	8cm	9cm
有假種皮	第一個								擊碎
	第二個								擊碎
	第三個								擊碎
	第四個								擊碎
	第五個								擊碎
有外種皮	第一個				擊碎				
	第二個					擊碎			
	第三個					擊碎			
	第四個					擊碎			
	第五個					擊碎			
去外種皮	第一個	擊碎							
	第二個	擊碎							
	第三個	擊碎							
	第四個	擊碎							
	第五個	擊碎							

結果：有假種皮的種子較不容易被擊破，其次是有外種皮的種子，而去除外種皮的種子最脆弱，很容易被擊碎。

(三)模擬沙囊實驗

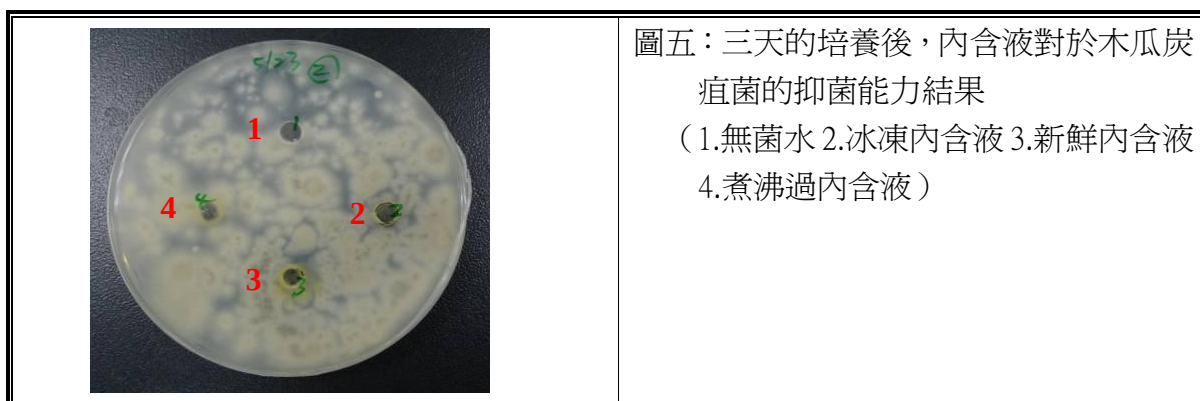
時間 處理	30 秒	60 秒	3 分鐘	6 分鐘	10 分鐘
有假種皮	假種皮破爛不堪，上面卡住很多的沙子。	假種皮與種子完全分離，露出外種皮。	外種皮保持完整，上面卡住很多的砂子。		
有外種皮	外種皮保持完整，上面卡住很多的砂子。				
去外種皮	種子破成兩半。	種子碎成數塊，支離破碎。			



圖四：

- 1.實驗結果發現，假種皮很柔軟，很快就被砂子的磨破，露出裡面的外種皮。
- 2.外種皮相當堅固，不規則的表面卡住很多的砂子，種子在 10 分鐘內無任何破壞。
- 3.去除外種皮的種子，顯得相當脆弱，種子很容易破碎。

四、研究木瓜種子假種皮內含液抗黴菌的效果：



圖五：三天的培養後，內含液對於木瓜炭疽菌的抑菌能力結果
(1.無菌水 2.冰凍內含液 3.新鮮內含液 4.煮沸過內含液)

結果顯示，三種處理的木瓜種子假種皮內含液對於木瓜炭疽菌皆沒有明顯的抑菌能力。

五、研究木瓜種子假種皮內含液抗蟲的影響：

表一：假種皮內含液塗抹葉片後餵食結果

	第一天	第二天	第三天
照片			
觀察結果	處理沒多久，蟲就開始進食，可能是汁液含有一些還原糖適口性較好，而且食用後馬上產生一些糞便。	蟲體死亡約 1/5，呈現的糞便為內含液的淡黃色，死亡的蟲體有些只剩一層皮。	無蟲體死亡，而糞便轉為黑色。研判食慾增加，故葉片的數量加倍。
存活數	50	38	38
	第四天	第五天	第六天
照片			
觀察結果	一早發現葉片吃光，糞便為黃色並些許黏稠狀	約 10 隻左右蛻皮，有些較大型的約四齡蟲體顏色轉為更深的顏色	有些可能因蛻皮後身體較虛弱而死，存活的食物量越來越大
存活數	38	38	34

表二：以洗淨植物葉片餵食結果

	第一天	第二天	第三天
照片			
觀察結果	與內含液組比較其適口性較差，所以糞便量也較少。	但活力比內含液組好，糞便呈現黑、褐或綠色。	無蟲體死亡，糞便為黑色。食慾增加。
存活數	50	50	50
	第四天	第五天	第六天
照片			
觀察結果	胃口不錯，產生的糞便量驚人。	約 15 隻左右蟲體蛻皮，有些超過四齡的蟲體轉為更深的顏色。	蟲體健康，體型越大食量也跟著加大。
存活數	50	50	49

實驗組第一天因葉片塗了具有一些還原糖的木瓜種子假種皮內含液所以嗜口性較好，蟲體進食狀況比對照組佳。隔天內含液組之蟲體糞便呈現較黃且較稀，可能造成蟲體腸胃不適而有死亡的情形。但存活下來的蟲體日後的存活情況與對照組比較並沒有顯著的差異。

六、研究木瓜種子假種皮內含液對其他種子發芽的影響：

(一)假種皮內含液對經濟作物種子發芽的影響

1.發芽結果表格統計

(1) 30%假種皮內含液對綠豆種子發芽的影響

觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
綠豆種子+內含液	0	0	4	9	9	18	35	43	44	49
綠豆種子+清水	0	3	14	18	19	30	43	49	49	49

(2) 30%假種皮內含液對小白菜種子發芽的影響

觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
小白菜種子+內含液	0	0	6	20	48	50	50	50	50	50
小白菜種子+清水	0	0	7	23	50	50	50	50	50	50

(3) 30%假種皮內含液對萵苣種子發芽的影響

觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
萵苣種子+內含液	0	0	44	48	48	48	48	48	48	48
萵苣種子+清水	0	6	46	50	50	50	50	50	50	50

(4) 30%假種皮內含液對蘿蔔種子發芽的影響

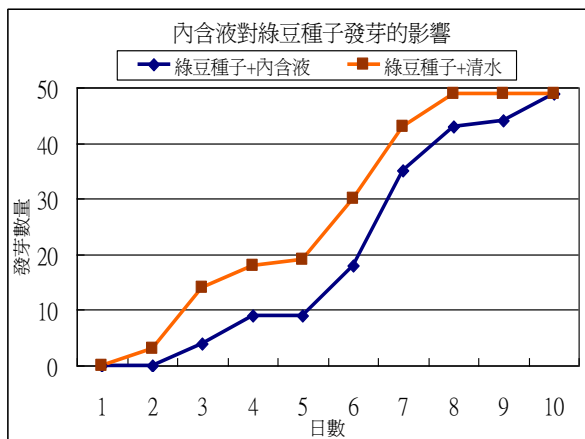
觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
蘿蔔種子+內含液	0	0	0	0	9	50	50	50	50	50
蘿蔔種子+清水	0	0	0	0	12	37	50	50	50	50

(5) 30%假種皮內含液對玉米種子發芽的影響

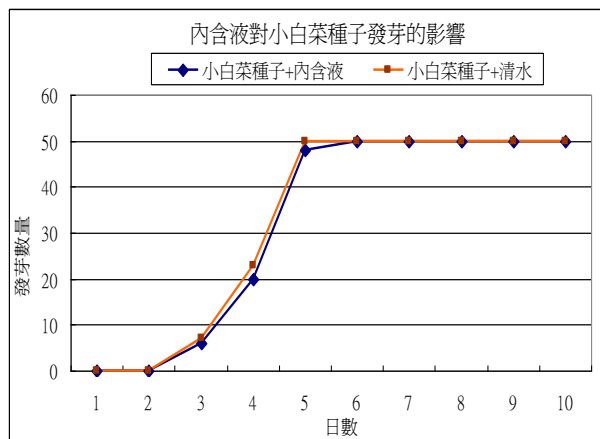
觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
玉米種子+內含液	0	0	22	46	48	48	48	48	48	48
玉米種子+清水	0	0	32	50	50	50	50	50	50	50

2.折線圖

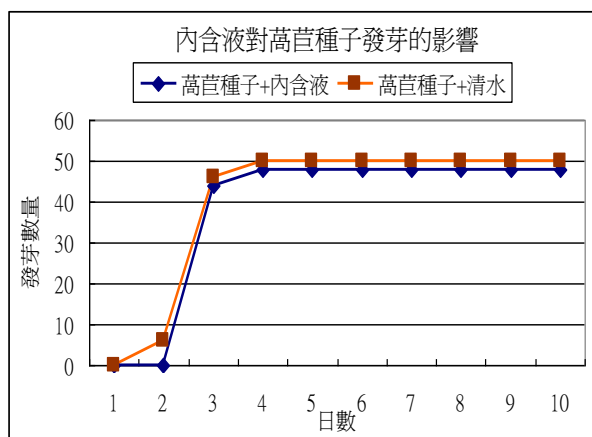
(1) 30%內含液對綠豆種子發芽的影響



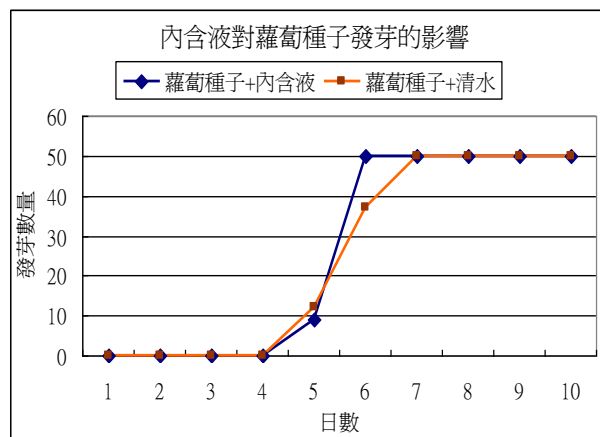
(2) 30%內含液對小白菜種子發芽的影響



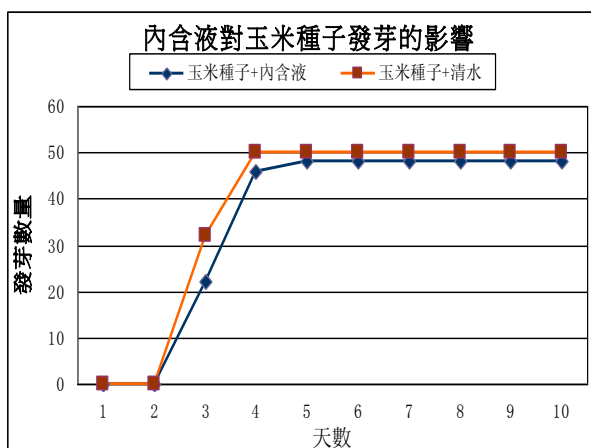
(3) 30%內含液對萵苣種子發芽的影響



(4) 30%內含液對蘿蔔種子發芽的影響

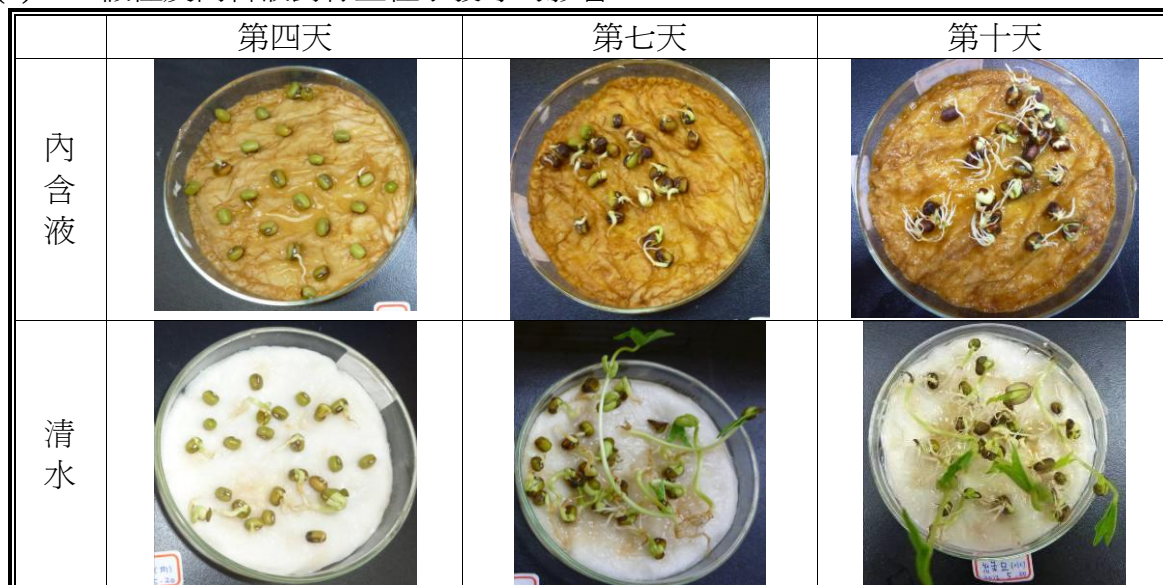


(5) 30%內含液對玉米種子發芽的影響

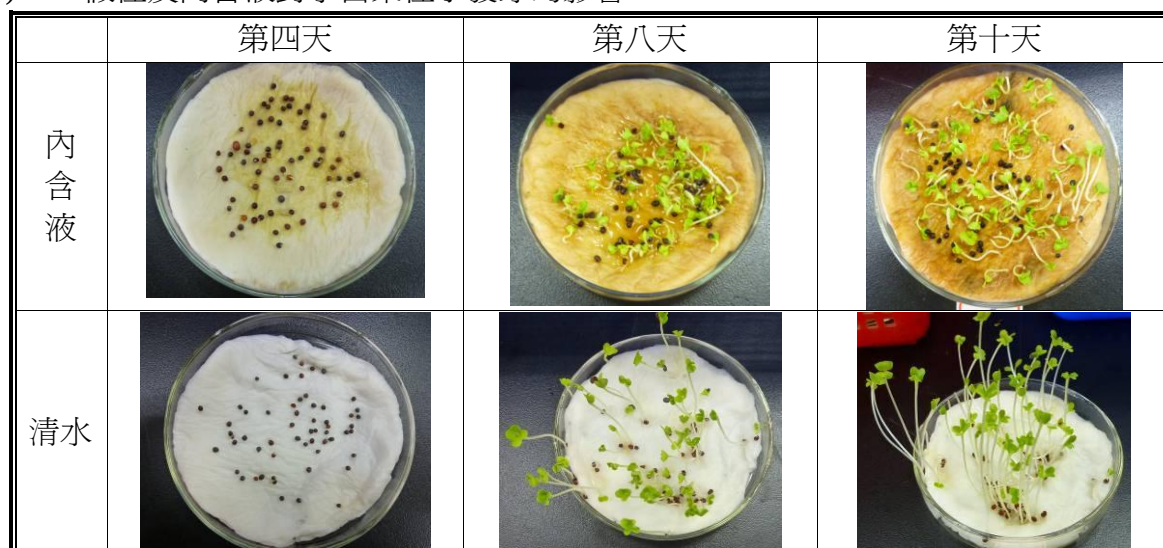


3.實驗圖片

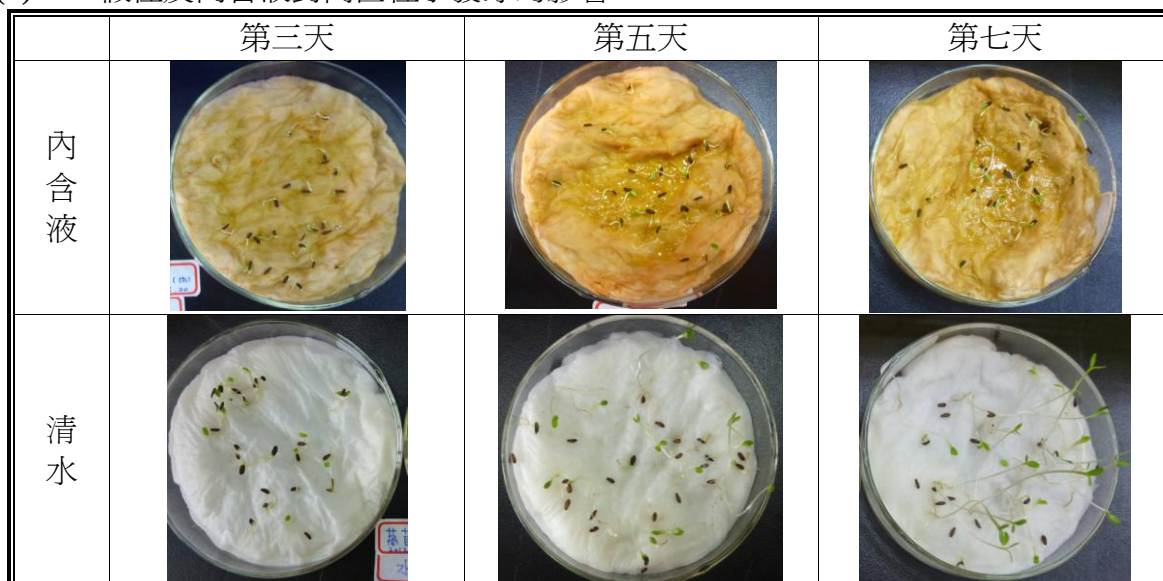
(1) 30%假種皮內含液對綠豆種子發芽的影響



(2) 30%假種皮內含液對小白菜種子發芽的影響



(3) 30%假種皮內含液對萵苣種子發芽的影響



(4) 30%假種皮內含液對玉米種子發芽的影響

	第三天	第六天	第九天
內含液		 芽高約 3 公分	 芽高約 10 公分
清水		 芽高約 7 公分	 芽高約 17 公分

比較五種常見的經濟作物做為觀察樣本，發現 30%內含液只有對綠豆組有較明顯的抑制發芽結果，而且對於其後期的胚芽生長有明顯的抑制效果。30%內含液對小白菜、萵苣、蘿蔔、玉米等四種種子的發芽率幾乎沒有影響。所以推測木瓜種子內含液對於植物的抑制發芽有種類的個別差異。

另外雖然加了 30%內含液對於小白菜、萵苣、蘿蔔、玉米種子的發芽率沒有顯著影響，但經由生長過程圖片比較得知，種子胚芽生長的高度明顯比加水的對照組短，玉米種子則是高度明顯的只有對照組的一半。而在綠豆方面與加水的對照組比較，加了 30%內含液的綠豆除了胚芽的高度較矮之外，後期則長出更多的小細根。

(二)木瓜假種皮內含液對雜草種子發芽的影響

1.發芽結果表格統計

(1) 30%假種皮內含液對大花咸豐草種子發芽的影響

觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
咸豐草種子+內含液	0	0	0	0	0	0	0	11	11	14
咸豐草種子+清水	0	0	0	12	30	34	37	40	42	42

(2) 30%假種皮內含液對美洲假蓬種子發芽的影響

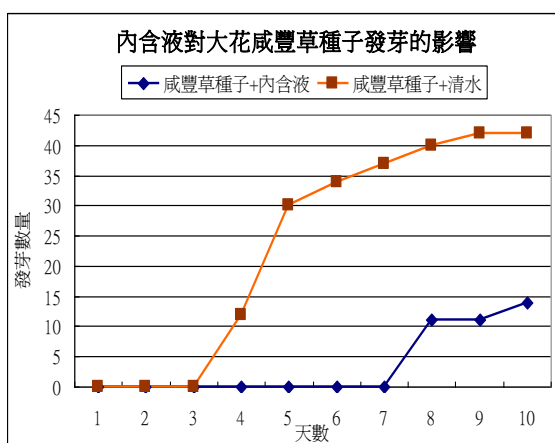
觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
美洲假蓬種子+內含液	0	0	0	0	0	0	3	12	23	34
美洲假蓬種子+清水	0	0	0	7	23	35	36	50	50	50

(3) 30%假種皮內含液對細葉金午時花種子發芽的影響

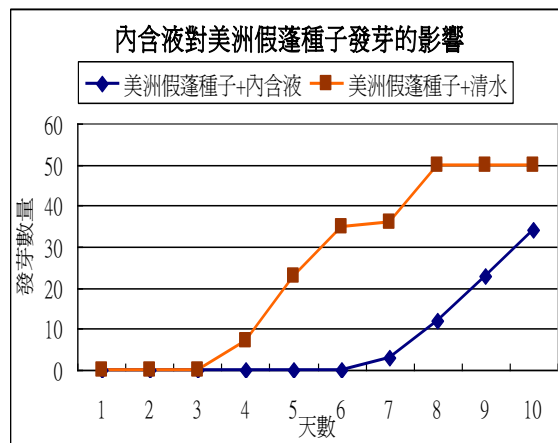
觀察日數(天)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
金午時花種子+內含液	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
金午時花種子+清水	0	0	0	0	1	1	2	3	3	3	6	6

2.折線圖

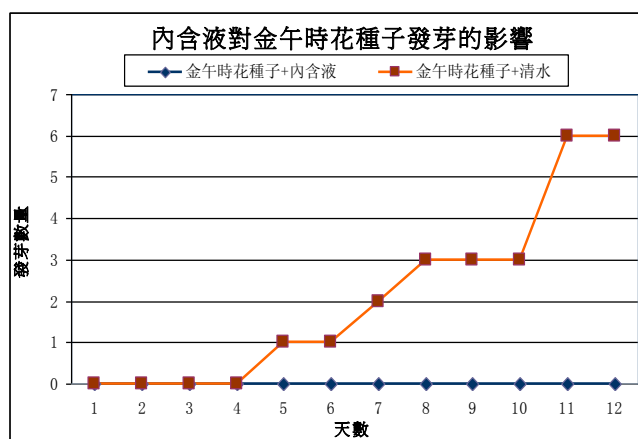
(1)30%內含液對咸豐草種子發芽的影響



(2)30%內含液對美洲假蓬種子發芽的影響

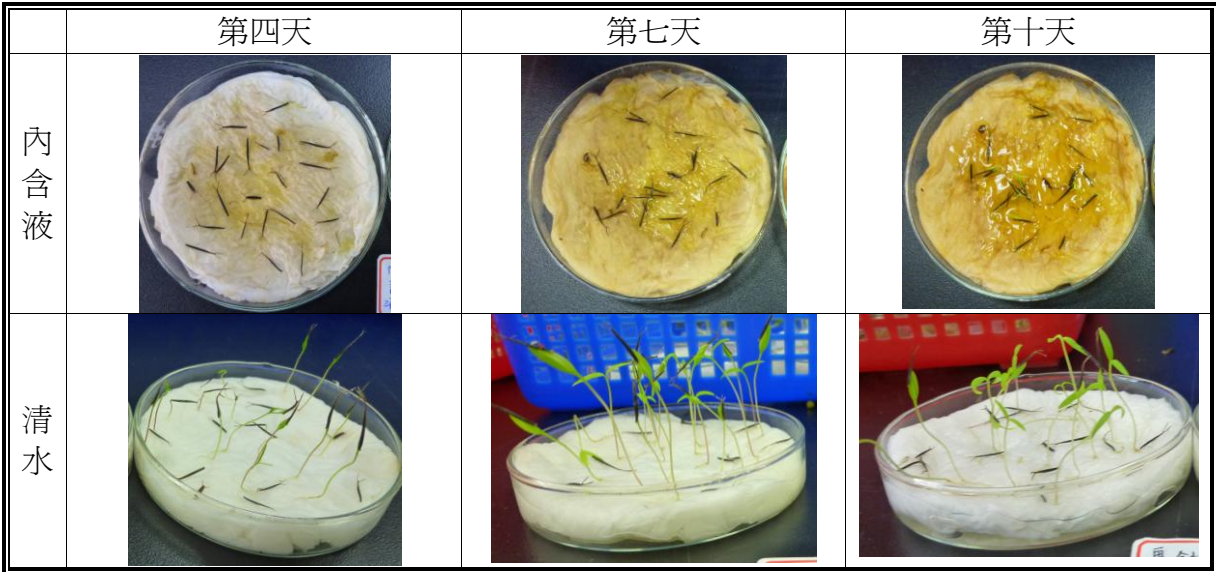


(3) 30%內含液對細葉金午時花種子發芽的影響

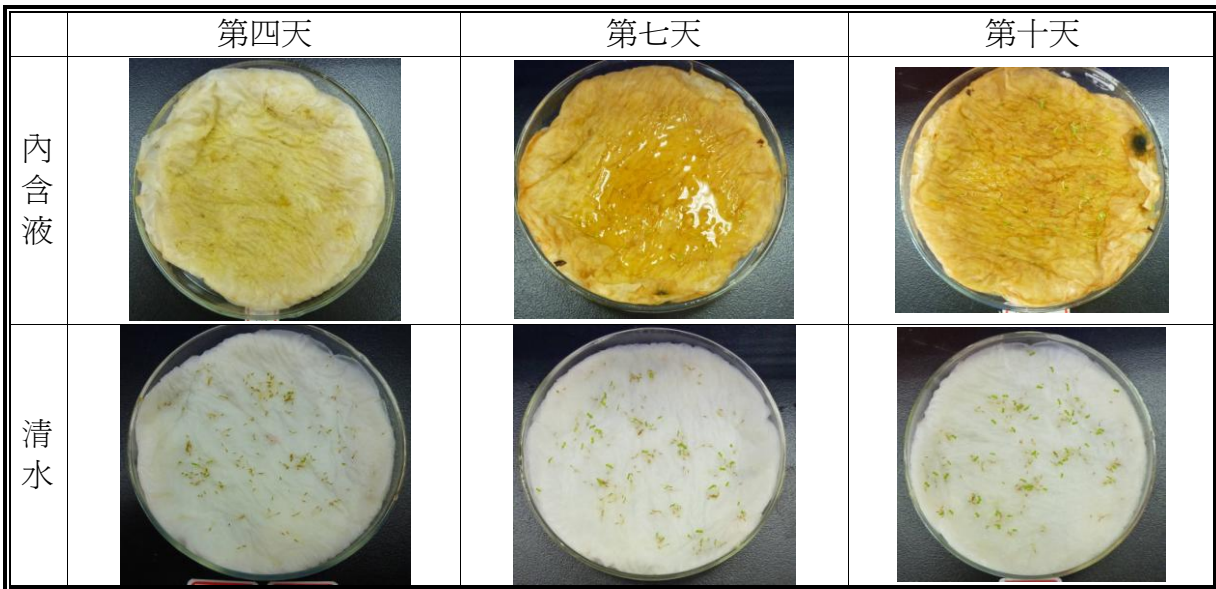


3.實驗圖片

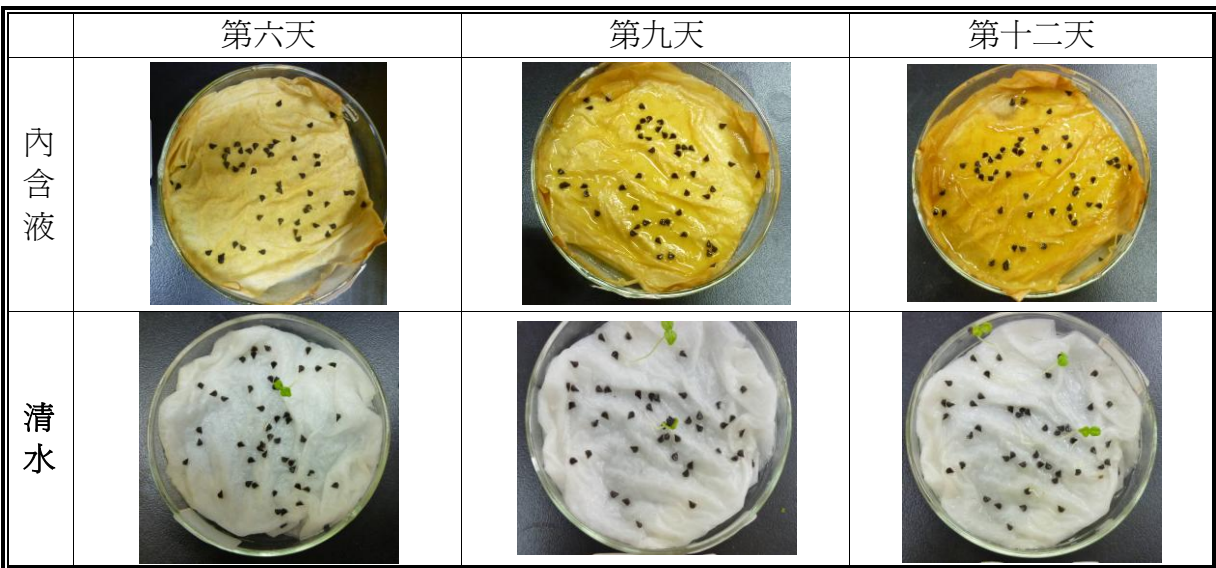
(1). 30%假種皮內含液對大花咸豐草種子發芽的影響



(2) 30%假種皮內含液對美洲假蓬種子發芽的影響

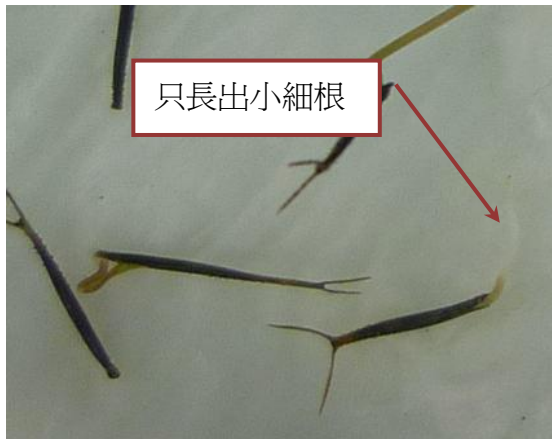


(3) 30%內含液對細葉金午時花種子發芽的影響



比較三種雜草大花咸豐草、細葉金午時花與美洲假蓬的種子得知，30%木瓜假種皮內含液對於雜草的抑制能力至少可抑制六天以上不發芽，而且在後期對於大部分發芽後的胚芽有一定的抑制生長效果。

而加了30%假種皮內含液的大花咸豐草在與加水的對照組比較，有加內含液的大花咸豐草種子在發芽後其根毛非常多且明顯(圖五)，不像對照組為直接長出一條細長無根毛的小根(左圖六)。這結果與加30%假種皮內含液的綠豆組相互呼應，顯示假種皮內含液對於根的生長反而有促進的效果。



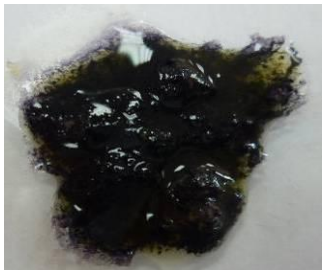
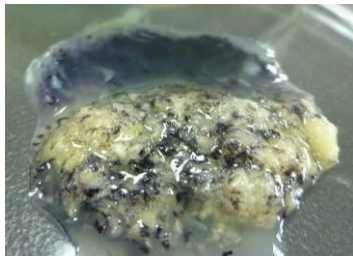
圖五: 加水組的大花咸豐草種子



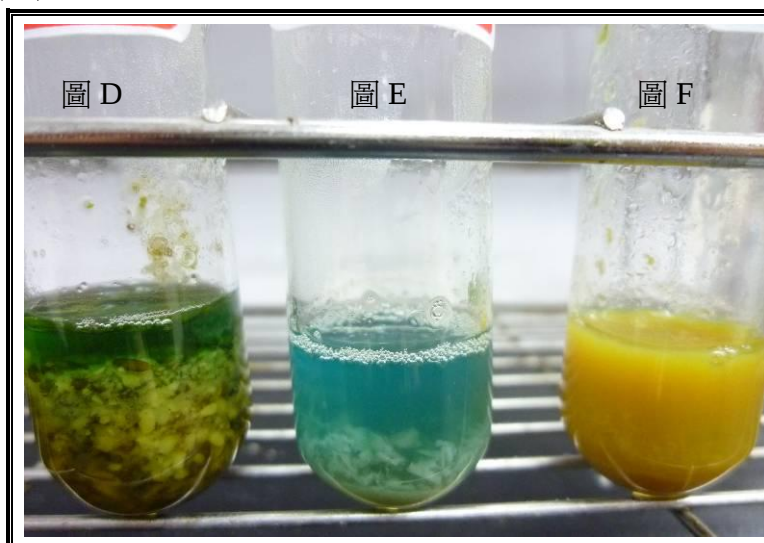
圖六: 加內含液組的大花咸豐草種子

七、探討木瓜假種皮內含液抑制發芽的機制：

(一) 碘液測定種子澱粉的變化：

組別	靜置 48 小時 乾燥綠豆種子	綠豆種子浸泡一天後 加入 30%假種皮內含液， 再靜置 24 小時	綠豆種子浸泡一天後 加入清水， 再靜置 24 小時
圖片			
觀察紀錄	圖 A：呈現澱粉反應的藍黑色	圖 B：磨碎種子部分呈現紫色，其汁液呈現紫色。	圖 C：磨碎種子少部分呈現紫色，其汁液呈現部份紫色。

(二) 本式液測定種子還原糖的變化：



圖七：不同處理對綠豆種子產生還原糖的測定結果。

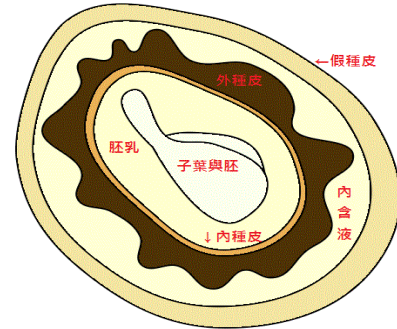
(圖 D: 靜置 48 小時乾燥種子; 圖 E: 浸泡一天後加入 30%假種皮內含液，再靜置 24 小時; 圖 F: 浸泡一天後加入清水，再靜置 24 小時)

1. 乾燥綠豆種子呈現藍黑色的澱粉反應(圖 A)；而綠豆加水發芽兩天組，碘液反應呈現少部份紫色，表示只剩下一些澱粉，大部分澱粉已經轉成醣類(圖 C)；綠豆加水發芽一天後加入木瓜假種皮內含液組則有較多的紫色反應，表示木瓜假種皮內含液會抑制種子內澱粉的轉化因而抑制種子的發芽(圖 B)。
2. 發芽中的種子都含有澱粉水解酵素，綠豆發芽時容易產生還原糖，可見澱粉水解酵素含量高。利用本氏液測定可得知發芽兩天的綠豆有較高含量的還原糖(圖 F)，但綠豆種子發芽一天再加入內含液後，經由本式液測定發現只有呈現淡藍偏一些綠色(圖 E)，顯示子葉內的澱粉受到木瓜假種皮內含液的影響，其澱粉無法順利轉化成還原糖，進而抑制種子發芽。而乾燥綠豆種子本身除了含有大量的澱粉，其實已經含有些許的還原糖，以等待種子發芽。

陸、討論

一、木瓜種子的構造分析：

木瓜種子構造示意圖



(一)木瓜種子為雙子葉有胚乳種子，木瓜種子由外而內可分為五個部分，分別為假種皮、內含液體、外種皮、內種皮、胚乳、子葉與軸心飯匙形的胚等，與一般的種子有明顯不同，多出假種皮及內含液體兩個部分。

(二)木瓜種子的外種皮凹凸不平，表面具有突起，非常堅固。木瓜種子的假種皮 pH 值為 7，不溶於水，在空氣中很快的就氧化成黃褐色，含有豐富的維他命 C，不含澱粉卻含有還原糖，顯示假種皮與一般果膠不同，包覆在種子外面，而且很容易剝離。

二、木瓜種子的發芽策略：

(一)假種皮和內含液的存在，主要先保護種子不讓它在果實內發芽。當種子在果實裡面時，假種皮並不會消失，直到種子脫離果實後，假種皮及內含液體才慢慢的消失，種子便可發芽。所以假種皮及內含液體的存在，是一種調節機制。

(二)木瓜種子傳播的方法，除了種子從果實直接掉落外，常被其他鳥獸吃掉。經由鳥獸的沙囊或胃去除假種皮和內含液，露出堅固的外種皮，此時種子由堅固的外種皮保護，種子再經鳥獸身體排出，而排出的種子已除去抑制發芽機制，即可順利發芽。

三、木瓜假種皮內含液抗黴菌與抗蟲的效果：

文獻指出從木瓜種子萃取出的一種糖蛋白具有抗金黃色葡萄球菌、黃麴黴菌、黑麴黴菌的能力(謝小保，民 84)，但經由我們的實驗結果推測假種皮內含液沒有抑制其本身的疾病炭疽黴菌的能力，可能是因為我們只為粗萃取所以濃度不高，也可能對於抑菌能力具有選擇性。而抗蟲效果也不是很明顯，葉片塗抹內含液組雖然在第二天有較多的死亡蟲體，後期與對照組比較沒有明顯的抗蟲效果。

四、木瓜假種皮內含液對於其他種子的抑制效果：

過去四十年約有三組科展報告曾探討木瓜假種皮內含液對種子發芽的抑制效果。提到用 100% 的內含液抑制一些經濟作物種子的效果不錯(謝寶森，民 66)，但因一顆木瓜取出之內含液的量約只占木瓜重的 5% 左右，所以純的木瓜種子內含液應用於日常生活當中時不太容易。其中假種皮內含液也有用較低濃度來抑制經濟植物的根、莖、葉，但無探討抑制的成因(謝馨儀等，民 99)。或是年代久遠，文字與圖片敘述不夠完整(楊兆華等，民 63)。所以我們希望能用最低的有效濃度來應用於日常生活中。參考過去的研究報告，使用低於 25% 的木瓜假種皮內含液對於植物種子的抑制效果就不明顯(楊兆華等，民 63)，所以我們試著用 30% 的濃度來進行實驗。結果顯示 30% 的假種皮內含液對於經濟作物的抑制發芽效果不明顯，但對於抑制其發芽後莖的生長則有一定的影響，而此濃度對於抑制一些雜草種子的發芽則是有效的。

針對木瓜種子內含液抑制種子發芽的可能原因我們的歸納如下：

(一) 木瓜假種皮內含液對於其他種子的抑制效果具有種的差異性：

稀釋過的假種皮內含液對於抑制一般經濟作物的結果不明顯，但對於一些雜草的發芽卻有顯著的抑制效果。根據實驗得知，低濃度的木瓜假種皮內含液對於抑制發芽結果比較明顯的是其影響了胚芽的生長。而在綠豆與鬼針草的種子上還發現雖然抑制了胚芽的生長但卻促進了細根的生長。

(二) 木瓜假種皮內含液中的離層酸抑制了發芽種子的某些激素：

植物體內的生長素(IAA)在發育中的種子等幼嫩部位生成，而生長素的濃度對於莖頂與根尖的反應不同，低濃度的生長素會促進根尖的生長，但會抑制莖的生長(趙，民 99)。木瓜種子內含液中具有能抑制發芽的離層酸(ABA)(周玉珍，民 76)，離層酸與生長素之間有拮抗作用(趙，民 99)。所以我們研判實驗的植物種子因為加了含有離層酸的木瓜種子內含液，所以植物種子被抵銷一些生長素，因而抑制莖的生長。但低濃度的生長素對於根尖反而是促進生長，所以在綠豆與大花咸豐草種子的發芽過程中明顯的看到細根的生長，甚至根毛的產生。

來自種子胚芽及子葉的吉貝素(GA)可促進種子胚乳的糊粉層產生澱粉水解酵素。而離層酸與吉貝素之間也有拮抗作用(趙，民 99)，所以我們研判實驗的植物種子因為加了含有離層酸的木瓜種子內含液，所以植物種子被抵銷一些吉貝素，因而抑制了植物種子澱粉的轉換，所以影響到植物種子的發芽。

(三) 木瓜種子內含液中其他未知的發芽抑制物

木瓜假種皮內含液相關的資料不多，其中除了離層酸被發現之外，有人也曾經從木瓜種子的內含液中抽取純化另一類發芽抑制物－酚類化物，進行萵苣種子生物活性測定也具有抑制之效果(周玉珍，民 76)。所以抑制的成因可能是許多激素互相影響的結果。

柒、結論

木瓜種子的假種皮內含液具有抑制木瓜本身種子發芽的功能，我們認為此構造與木瓜種子的繁殖方式有關：

- 一、種子在果實裡面時，假種皮及內含液體的存在，阻礙了種子在果實裡發芽。
- 二、種子直接掉落在泥土上，假種皮及內含液體逐漸分解消失，種子在適當環境下，可以順利發芽。
- 三、種子被鳥獸食用，經由鳥獸的沙囊和胃去除假種皮及內含液體，種子在適當環境下，可以順利發芽。

食用木瓜時會將種子去除，種植木瓜前會先除掉種子假種皮與其內含液。如在此之前先用簡單的方法將內含液取出，稀釋後灑於土壤中，應用在經濟作物的種植或是自家花圃的園藝種植，可抑制一些雜草種子的生長。而較低濃度的內含液則對於一些經濟作物的發芽是沒有影響的，期望往後能在實際種植時研究出更佳的使用方法，讓木瓜種子內含液這天然“除草劑”能發揮最大的效果。

捌、參考資料與其他

※期刊論文

- 一、周玉珍(民 76)。木瓜種子休眠機制之探討。國立中興大學植物學研究所。
取自：<http://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/g32/gswweb.cgi/ccd=VJxw07/record?r1=1&h1=1>
- 二、洪銘成(民 99)。經典雜誌第 149 期，p74-78。
取自：<http://www.rhythmsmonthly.com/?p=10392>
- 三、陳文雄、張煥英(民 98)植物保護圖鑑系列-甜瓜保護 19，P36-39。
- 四、楊兆華、龍燕燕、李佳芬(民 63)。木瓜假種皮液汁之研究。第 14 屆科展國中生物科。
- 五、謝小保(民 84)。木瓜種子糖蛋白的提取及抗菌活性的研究。中國資源生物技術與糖工程學術研討會論文集。
取自：<http://cpfd.cnki.com.cn/Article/CPFDTOTAL-SDKX200507003129.htm>
- 六、謝寶森、蔡碧美(民 66)。如何做生物實驗-木瓜種子包膜與植物發芽關係之探討。第 17 屆科展國中生物科。
- 七、謝馨儀等(民 99)。木瓜膜術秀。第 44 屆科展高中組生物科。

※圖書單行本

- 一、趙大衛等(民 100)。普通高級中學三上選修生物。台南市：翰林出版事業股份有限公司，P234-244。

※網站資料

- 一、天然果膠 <http://ebake.dyn.dhs.org/Basics/DBQryDesc.asp?Name=天然果膠&DB=1>
- 二、阿簡生物筆記 http://a-chien.blogspot.com/2007/09/blog-post_27.html
- 三、常見物質硬度 <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105060409246>
- 四、維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:%E9%A6%96%E9%A1%B5>

【評語】 030310

1. 本研究發現木瓜種子之表皮對木瓜種子發芽和其他植物種子發芽的影響，同時發現木瓜種子外皮抗黴菌和抗蟲之能力，但能力有限顯示作者具有敏捷之觀察力。
2. 建議研究目標能較更明確，並達成研究目的和結論則再助於此研究。