

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學(二)科

032915

佔地為王之唯我獨尊~探討植物之間的愛恨情仇

學校名稱：彰化縣立大同國民中學

作者： 國一 甯其詒 國一 陳以倫	指導老師： 王信承
-------------------------	--------------

關鍵詞：植物相剋作用、除草劑、  
休耕連作障礙(同種施種)

## 摘要

本研究是探討植物排他作用(Allelopathic effect)，將文獻記載具有排他性的三類植物，萃取銀合歡、芭樂樹及綠竹等葉子中的葉萃取液，以三種不同的濃度，浸泡在待測植物種子或是周邊土壤，觀察其壓抑其他植物種子萌發或是生長抑制現象。其次探討這三類植物每個部位萃取液體之排他作用之成效。

最後探討當植物體經乾燥處理後，排他作用的比例會差多少。實驗並呈現三種植物對自身種子、同胞植物的相剋排他能力(自毒)。經由本次的實驗觀察，萃取銀合歡、芭樂樹及綠竹等葉子中的萃取液來代替部分化學農藥或是除草劑使用，這樣可以減少環境的毒害，達到環境保育效果。

## 壹、研究動機

炎炎夏日，後院雜草叢生，滋生蚊蟲，又是爸爸上工除草了，只見爸爸全副武裝上陣，以防蚊咬卻是全身汗，為何不用除草劑呢？爸爸說除草劑多多少少會對環境造成影響，還是自然的方式最好。

心想，在國小上自然課時，提及「國際自然保育聯盟」，將銀合歡公布為世界一百大嚴重危害生態的外來入侵種之一。因為銀合歡排他性極強，且其樹根會分泌一種名喚為「含羞草毒」(mimosine)的相剋化學物質，使得植物受到壓抑無法生長，嚴重者還因此凋萎死亡。

國一生物第二冊第五章中生物的交互作用，課程內容有學到生物間會有競爭的現象，進一步查詢資料後發現，有些植物具有相剋作用。

有些林木為了增加自己在某一範圍中的優勢度會釋放毒他物質，而從袁秋英（2016）發表的論文中表示：受到毒他作用影響的植物，其細胞膜、吸收水分、光合作用、呼吸作用、酵素及蛋白質合成等功能會受損，使其發育受到限制而不利生長。因此釋放毒他物質的林木會更有利於生存以增加自己的優勢，最初國外於胡桃樹中發現毒他物質。而在周昌弘（2006）發表的論文中，利用植物體的各部位脫落後分泌出毒他物質的森林植物也有：竹子、銀合歡、鳳凰木及血桐等等抑制發芽與生長的原理推測影響呼吸、光合、水分吸收及破壞細胞膜降低植物抗過氧化氫酵素能力。

因為銀合歡隨處可得，如能利用它的特性，作為天然的除草劑或許是一不錯的方式。心想除了銀合歡外，還會有其他的植物具有排他性嗎？經進一步的對週遭環境的觀察，發現到芭樂樹下及竹林下，也都鮮少有其他植物的生長。到底誰才是隨手可得，又是除草霸主呢？於是我們的研究，就進一步進行實驗設計及研究。

## 一、研究植物種類

### (一)竹子

1. 學名：*Bambus oideae*，又稱竹子，是竹亞科植物的通稱。
2. 屬於禾本目禾本科，是禾本科中唯一具有喬木形態的類群，如熱帶型的籐竹族與溫帶型的青籐竹族，但也包括低矮的草本竹類黍竺族（*Olyreae*）。

### (二)番石榴

1. 學名：*Psidium guajava*，因臺語稱為林菝仔、菝仔，因此在臺灣又俗寫為芭樂。
2. 為灌木或小喬木，通常有 10 公尺高，偶爾高達 20 公尺，根部淺，樹皮光滑，淡紅褐色，嫩枝 4 角有柔毛，樹皮會大片剝落，暴露樹皮下綠色層，主幹通常直徑約 25 公分，最大可達 60 公分，外表骨質嶙峋，樹葉對生，卵形，橢圓形或長圓形，葉背面有柔毛，往往相當易脆，葉脈明顯，側脈 10 至 20 對，葉片大多 7 至 15 公分長，3 公分寬，基部圓形，暗綠色，壓碎後有香味，果肉甜酸，粒狀多汁，種子為黃色，腎形。未成熟時果實硬，綠色，粘和澀。

### (三)銀合歡

1. 學名：*Leucaena leucocephala*，別名白相思子、細葉番婆樹、臭菁仔。
2. 為含羞草科銀合歡屬植物，原產墨西哥南部和中美洲北部，現擴散到世界各地熱帶和亞熱帶地區，名列世界百大外來入侵種。
3. 銀合歡由於樹根會分泌出含羞草素抑制其他種植物生長，排他性極強又無天敵因而形成單一性的純林地帶。

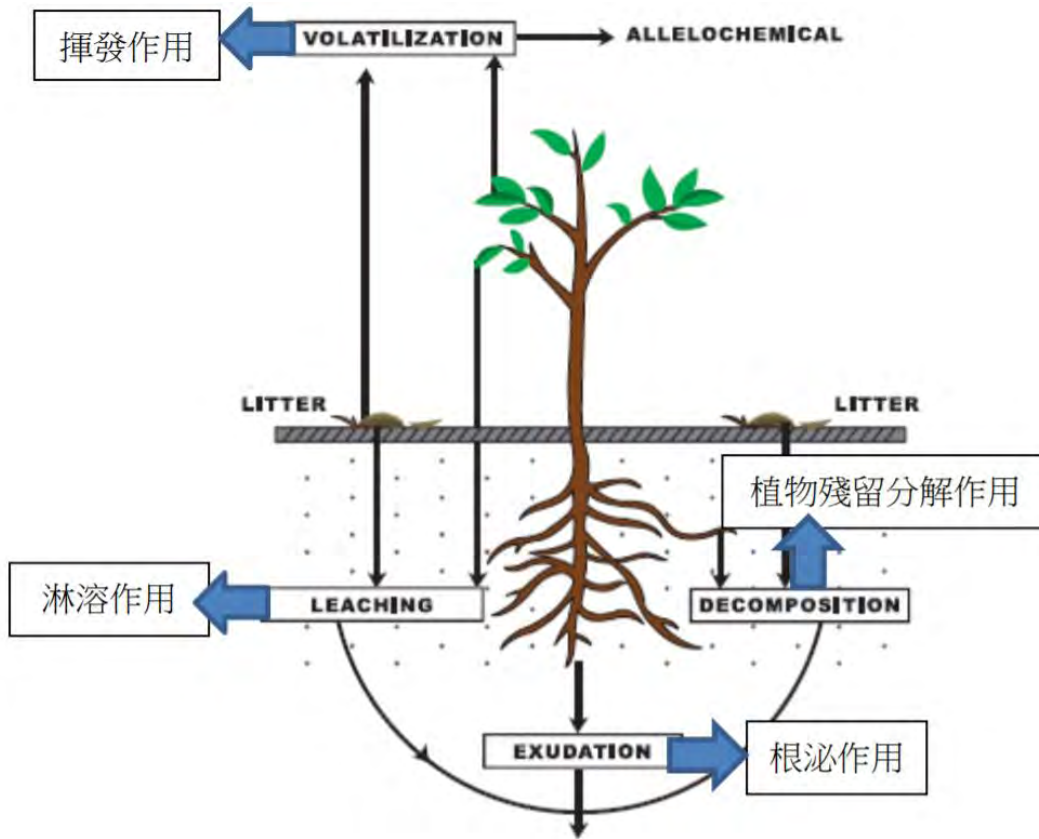
## 二、植物相剋作用簡介

植物相剋作用（Allelopathy）是指植物在生長的過程，經代謝產生出某些化學物質，這些化學物質會抑制植物的種子萌發、植株生長或開花結果等，避免其他植物競爭共同資源，可說是一種植物競爭求生存的方式。（『剋』敵致勝-植物的相剋作用，作者盧喬、盧重逸、張馥鏞，指導教師李菁紋，中華民國第 52 屆中小學科學展覽會國中組生物科）

20 世紀 30 年代發現胡桃樹（*Juglans regia* L.）會分泌一種化學物質-胡桃醌（Juglone），抑制了鄰近雜草的生長，因此解開胡桃樹下不長草的原因。Schreiner 和 Reed 兩位學者發表論文（1907-1909），另舉證了作物連作障礙，主要是因為作物產生的毒素累積於土壤中，造成自毒作用。Molisch 於 1937 年首度提出，廣泛定義為「所有植物（包含微生物）之間其生生物質的相互作用」，涵蓋了促進或抑制作用兩方面，屬於自然界生物之間相生相剋的現象。（袁秋英、謝玉貞。2012。生物除草劑之研發與應用。農政與農情。480 期：88-94。）

植物相剋化合物的產生及釋放出植物體外的方式有下列四種(圖一)

- (一)揮發作用 (Volatilization)
- (二)淋溶作用 (Leaching)
- (三)植物殘留分解作用 (Decomposition of plant residues)
- (四)根泌作用 (Root exudation)



(摘錄自台灣林業九十五年六月號)

圖一：洪昆源、潘富俊（2006）。「森林下層植物之相剋作用與生物量關係及其在林業之應用」。台灣林業，32，64。













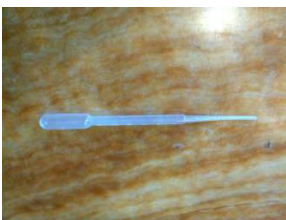






基於以上文獻，我們知道植物的物理性競爭作用（水分、養分、光線）會影響生長因素之外，我們這次研究將從植物本身各部位（根、莖、鮮葉、枯葉）會分泌有毒物質，以致使其周邊地植物無法生長，來著手進行研究。但究竟是那一個部位含有這些有毒物質呢？每一種植物含這些有毒物質的部位相同嗎？經過發酵的葉片還有毒他作用嗎？植物排他作用對自身植株生長發育有影響嗎？最後本次研究將探討的植物排他物質的作用原理探討。





## 貳、研究目的

- 一、初探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液灑在生長環境對綠豆種子萌發速率的影響。
- 二、二探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液浸泡過的綠豆種子之發芽能力。
- 三、再探銀合歡、竹子、芭樂不同部位萃取液對綠豆種子發芽的影響。
- 四、四探銀合歡葉、竹葉、芭樂葉片乾燥處理後不同濃度對綠豆種子發芽的影響。

- 五、五探銀合歡、竹子、芭樂葉**萃取液發酵後對綠豆種子發芽**的影響。
- 六、大義滅親-銀合歡葉、竹葉、芭樂**葉萃取液對自身植物生長**的影響。
- 七、評估銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液**是否具有防治上的價值**。
- 八、推論本研究植物利**用何種途徑對植物造成排他作用**。

### 參、研究設備及器材

			
銀合歡葉	竹葉	銀合歡根	芭樂梗
			
大花咸豐草	蒸餾水	果汁機	量杯
			
芭樂葉	竹根	綠豆	錫箔紙
			
電子磅秤	滴管	紙碗	培養皿
			
研杵	KAYON 烘乾機	筷子	毛刷

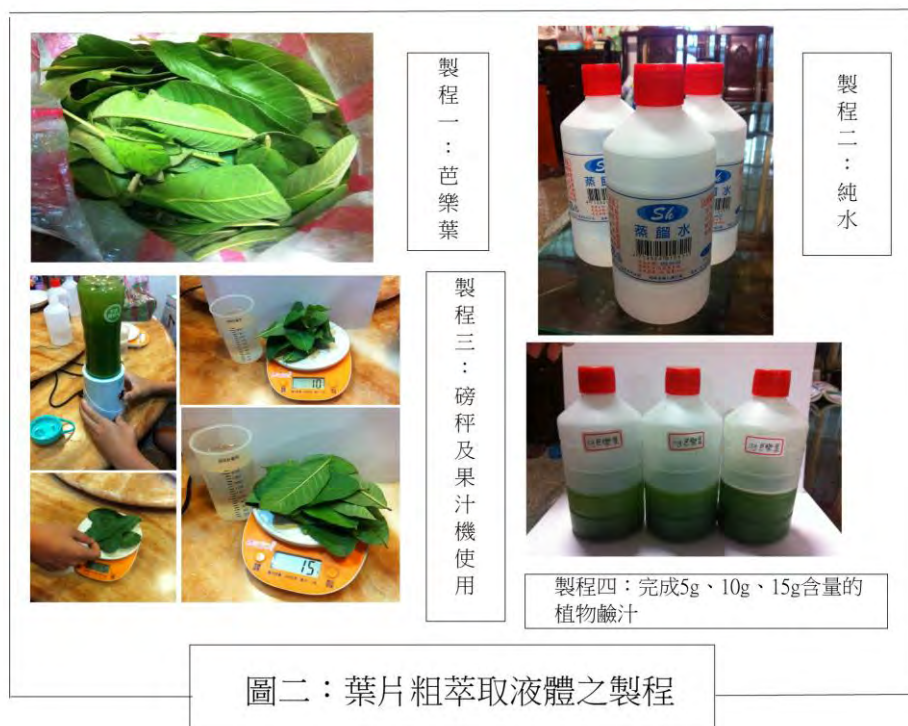
研鉢	烤箱	竹筷	刷子
			
手機	棉花	標籤紙	噴罐

## 肆、研究過程或方法

### 一、植物葉粗萃取

#### (一) 粗萃取液做法

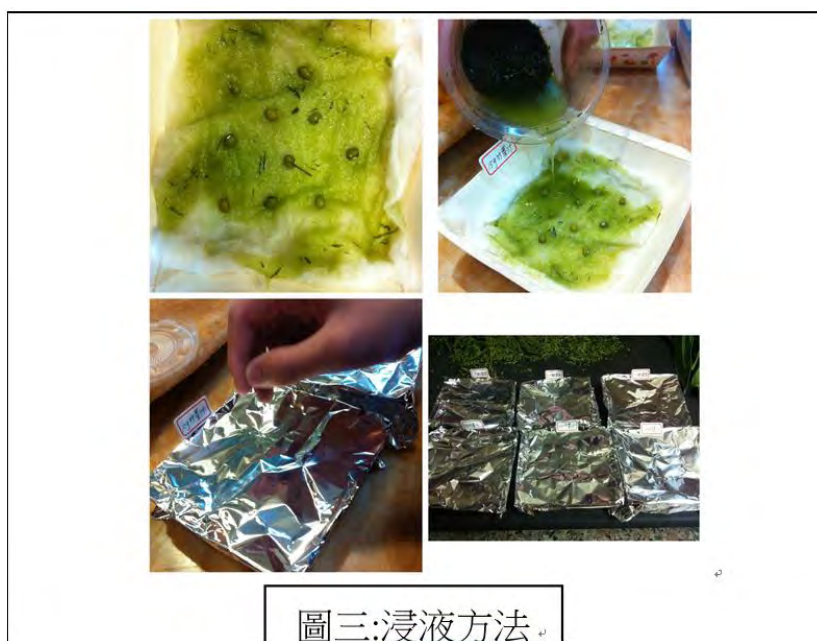
1. 將銀合歡葉、竹葉、芭樂葉各秤取 5g、10g、15g。
2. 將秤好的葉子分別依上述 3 種質量的比例分別加入蒸餾水到 100 公克重的，然後放入果汁機攪拌至糜狀。
3. 將攪拌好的粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱。
4. 萃取方法示意圖二



#### (二) 浸液種子是否能夠再次發芽

1. 各取綠豆 10 顆浸泡於萃取液中 30 分鐘。
2. 把綠豆放入培養皿，培養皿底部放置棉花，上方再加一張濕濾紙保持濕潤。

3. 裝有綠豆的培養皿再用鋁箔包覆，上方戳洞，讓氧氣能進入。
4. 靜置三天後，計算萌發率。
5. 浸液方法示意圖三



圖三:浸液方法。

(三) 植物不同部位粗萃取液做法

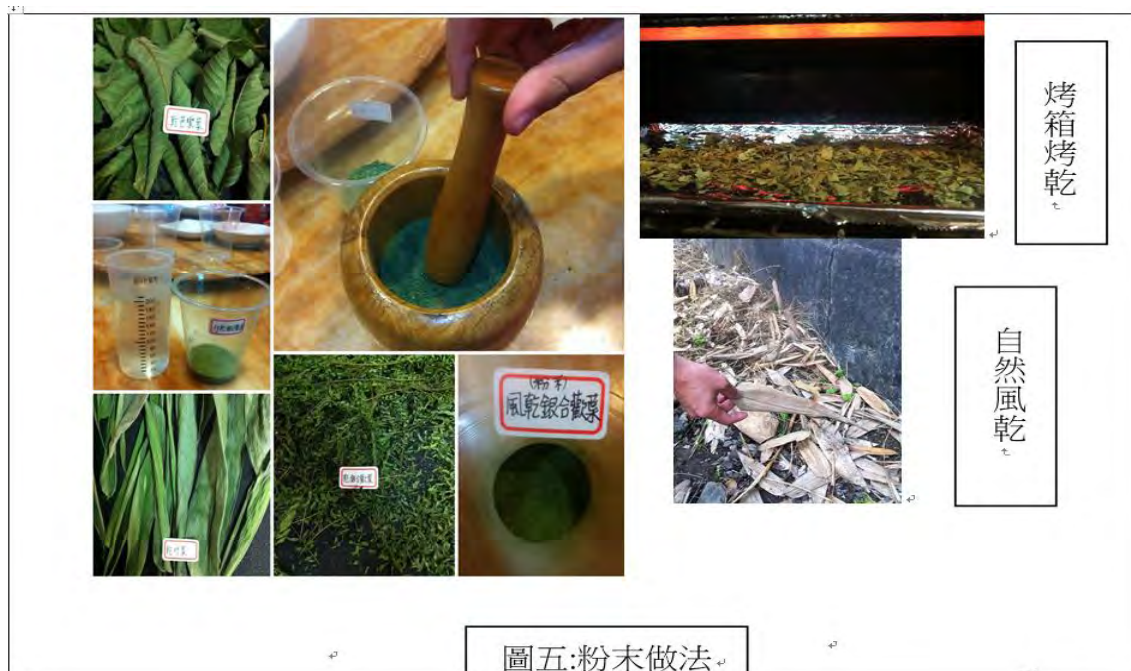
1. 將銀合歡、竹子、芭樂之根、莖各秤取 5g、10g、15g。
2. 將秤好的組織分別依上述 3 種質量的比例分別加入蒸餾水到 100 公克重的，然後放入果汁機攪拌至糜狀。
3. 將攪拌好的粗萃取液放入罐中並置入冰箱。
4. 粗萃取液做法示意圖四



圖四:粗萃取液做法。

#### (四) 樹葉粉末做法

1. 將銀合歡葉、竹葉、芭樂葉子分別自然風乾或烤乾，風烤乾後再用研鉢將它們磨成細細的粉末，各秤取 5g、10g、15g。
2. 將秤好的粉末分別依上述 3 種質量的比例分別蒸餾水到 100 公克重。
3. 樹葉粉末做法示意圖五



圖五:粉末做法

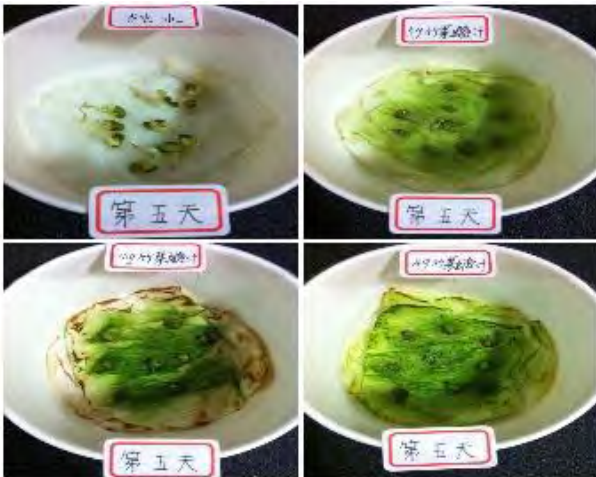
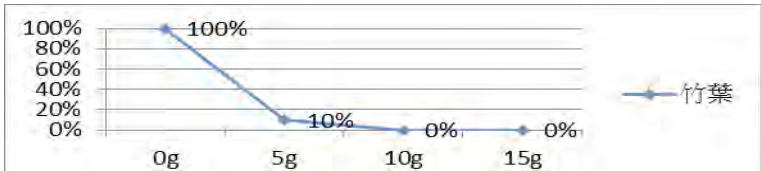





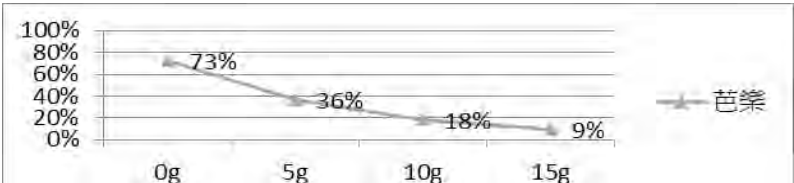
## 伍、研究過程與結果分析

一、初探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液灑在生長環境對綠豆種子萌發速率的影響。

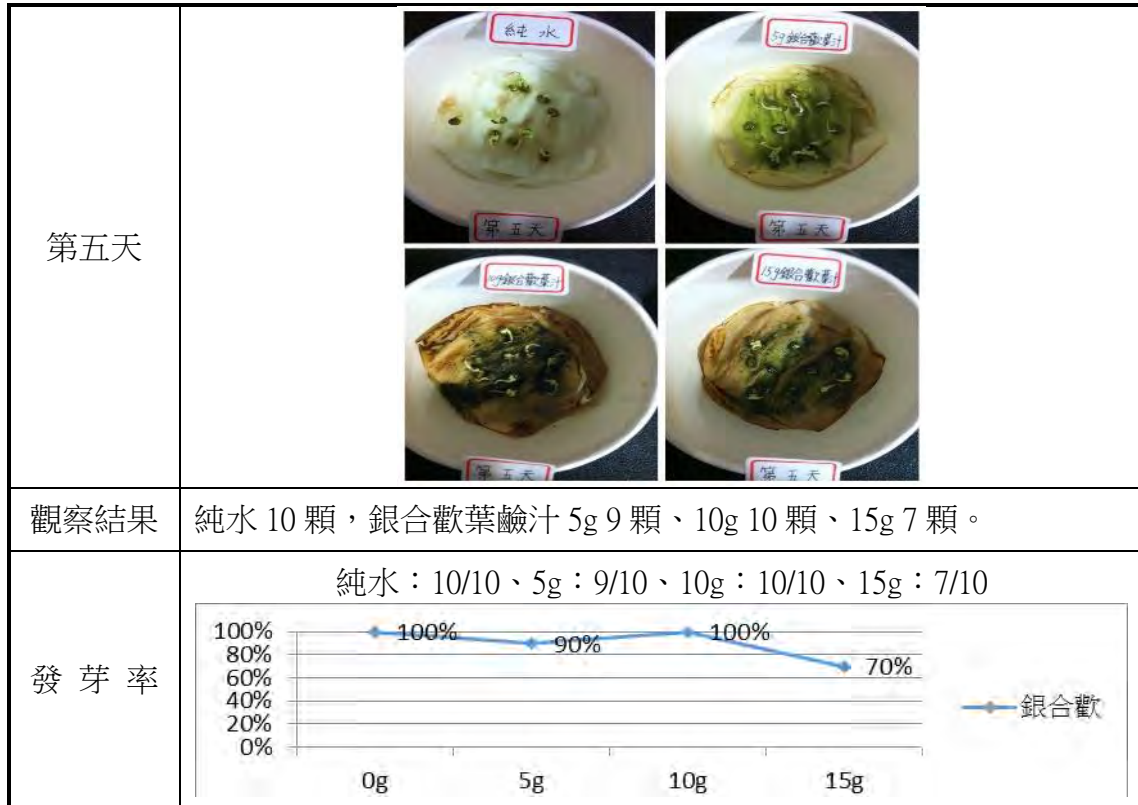
### (一)竹葉

<p>第五天</p>											
<p>觀察結果</p>	<p>純水 10 顆，竹葉鹼汁 5g 1 顆、10g 無發芽、15g 無發芽。</p>										
<p>發芽率</p>	<p>純水：10/10、5g：1/10、10g：0、15g：0</p>  <table border="1"> <caption>竹葉發芽率數據</caption> <thead> <tr> <th>濃度 (g)</th> <th>發芽率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0g</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5g</td> <td>10%</td> </tr> <tr> <td>10g</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>15g</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	濃度 (g)	發芽率 (%)	0g	100%	5g	10%	10g	0%	15g	0%
濃度 (g)	發芽率 (%)										
0g	100%										
5g	10%										
10g	0%										
15g	0%										

### (二)番石榴葉

<p>第五天</p>											
<p>觀察結果</p>	<p>純水 8 顆，芭樂葉鹼汁 5g 4 顆、10g 2 顆、15g 1 顆。</p>										
<p>發芽率</p>	<p>純水：8/11、5g：4/11、10g：2/11、15g：1/11</p>  <table border="1"> <caption>芭樂發芽率數據</caption> <thead> <tr> <th>濃度 (g)</th> <th>發芽率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0g</td> <td>73%</td> </tr> <tr> <td>5g</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>10g</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>15g</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	濃度 (g)	發芽率 (%)	0g	73%	5g	36%	10g	18%	15g	9%
濃度 (g)	發芽率 (%)										
0g	73%										
5g	36%										
10g	18%										
15g	9%										

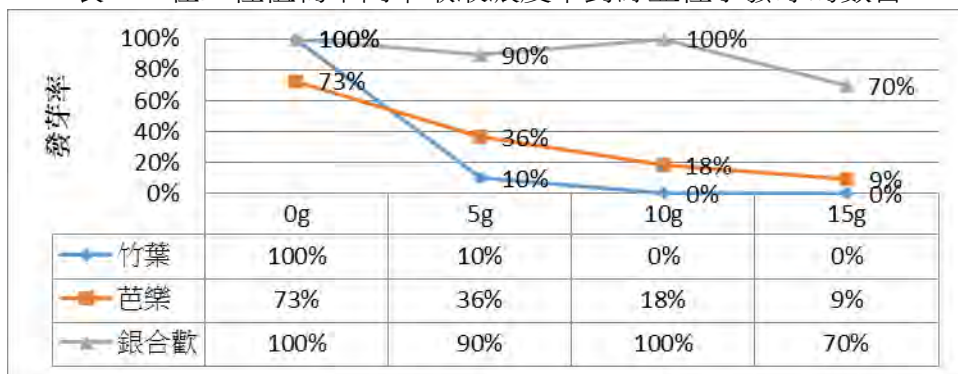
(三) 銀合歡葉



問題一小總結:


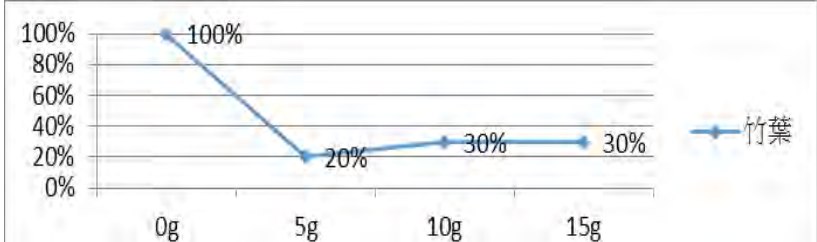
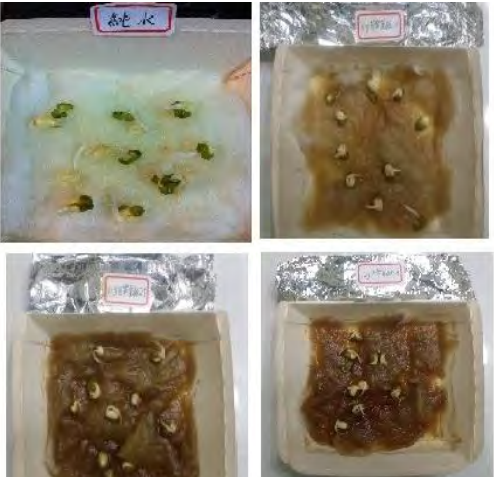
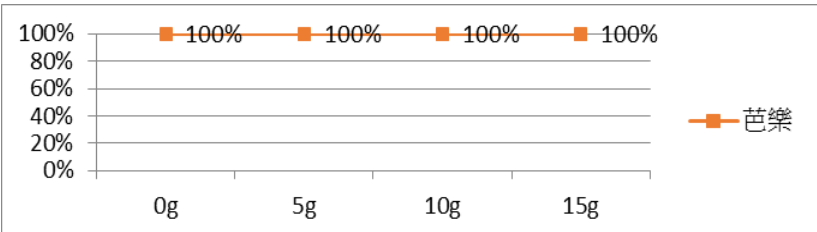
經過實驗後我們可以看到，在不同萃取液濃度下三種植物對綠豆種子萌發速率的影響，如表一，在 0g 竹葉和銀合歡萃取液下的綠豆皆有 10 顆種子發芽，芭樂葉有 8 顆種子發芽。在 5g 竹葉有 1 顆種子發芽，芭樂葉有 4 顆種子發芽，而銀合歡有 9 顆種子發芽。在 10g 竹葉有 0 顆種子發芽，芭樂葉有 2 顆種子發芽，而銀合歡有 10 顆種子發芽。在 15g 竹葉有 0 顆種子發芽，芭樂葉有 1 顆種子發芽，而銀合歡有 7 顆種子發芽。

表一：在三種植物不同萃取液濃度下對綠豆種子發芽的數目



1. 對照組平均發芽率是 28/30(91%)。
2. 因為對照組(樹葉萃取液的濃度是 0g)的綠豆種子發芽數目不一樣，所以我們決定將三種植物在不同濃度的萃取液中所發芽的數目除以它們各自在對照組中的發芽數，進一步得到綠豆種子各種不同濃度萃取液中，相對於對照組的發芽率，如表一，來進行比較。

二、被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液浸泡過的綠豆種子之發芽能力。

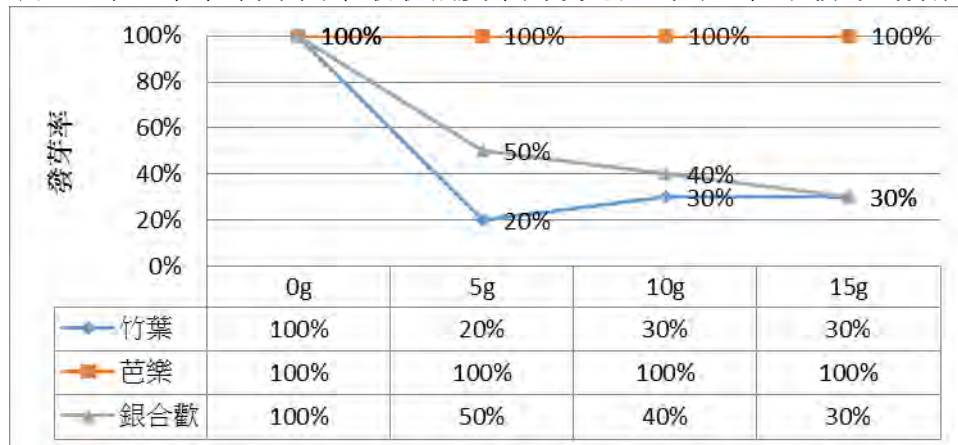
植物種類	竹子										
圖 片											
觀察結果	純水 10 顆，竹葉鹼汁 5g 2 顆、10g 3 顆、15g 3 顆。										
發 芽 率	<p>純水：10/10、5g：2/10、10g：3/10、15g：3/10</p>  <table border="1"> <caption>竹葉發芽率數據</caption> <thead> <tr> <th>濃度 (g)</th> <th>發芽率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0g</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5g</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>10g</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>15g</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>	濃度 (g)	發芽率 (%)	0g	100%	5g	20%	10g	30%	15g	30%
濃度 (g)	發芽率 (%)										
0g	100%										
5g	20%										
10g	30%										
15g	30%										
植物種類	番石榴(芭樂)										
圖 片											
觀察結果	純水 10 顆，芭樂葉鹼汁 5g 10 顆、10g 10 顆、15g 10 顆。										
發 芽 率	<p>純水：10/10、5g：10/10、10g：10/10、15g：10/10</p>  <table border="1"> <caption>芭樂發芽率數據</caption> <thead> <tr> <th>濃度 (g)</th> <th>發芽率 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0g</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5g</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>10g</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>15g</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	濃度 (g)	發芽率 (%)	0g	100%	5g	100%	10g	100%	15g	100%
濃度 (g)	發芽率 (%)										
0g	100%										
5g	100%										
10g	100%										
15g	100%										

植物種類	銀合歡										
圖片											
觀察結果	純水 10 顆，銀合歡鹼汁 5g 5 顆、10g 4 顆、15g 3 顆。										
發芽率	<p>純水：10/10、5g：5/10、10g：4/10、15g：3/10</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>濃度</th> <th>發芽率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0g</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5g</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>10g</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>15g</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>	濃度	發芽率	0g	100%	5g	50%	10g	40%	15g	30%
濃度	發芽率										
0g	100%										
5g	50%										
10g	40%										
15g	30%										

### 問題二小總結:

經過實驗後我們可以看到，在**不同萃取液濃度**下三種植物對**浸泡過的綠豆種子**萌發速率的影響，在**0g 竹葉、芭樂葉和銀合歡**萃取液下的綠豆皆有**10 顆**種子發芽。在**5g 竹葉**有**2 顆**種子發芽，**芭樂葉**有**10 顆**種子發芽，而**銀合歡**有**5 顆**種子發芽。在**10g 竹葉**有**3 顆**種子發芽，**芭樂葉**有**10 顆**種子發芽，而**銀合歡**有**4 顆**種子發芽。在**15g 竹葉**有**3 顆**種子發芽，**芭樂葉**有**10 顆**種子發芽，而**銀合歡**有**3 顆**種子發芽。

表二：在三種植物不同萃取液濃度下對浸泡過的綠豆種子發芽的數目



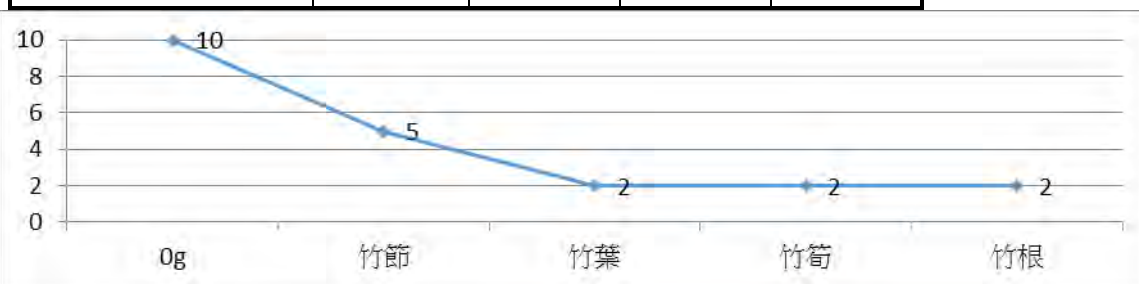
1. 對照組平均發芽率是 30/30(100%)

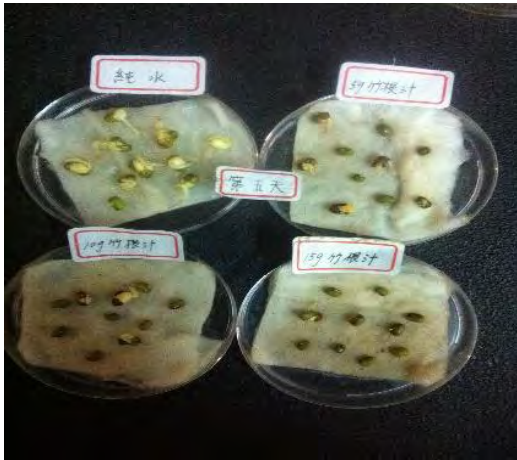
2. 芭樂葉片萃取液體對於綠豆種子浸泡萌發抑制效果不佳

三、再探銀合歡、竹子、芭樂不同部位萃取液對綠豆種子浸泡發芽的影響。

(一) 竹子

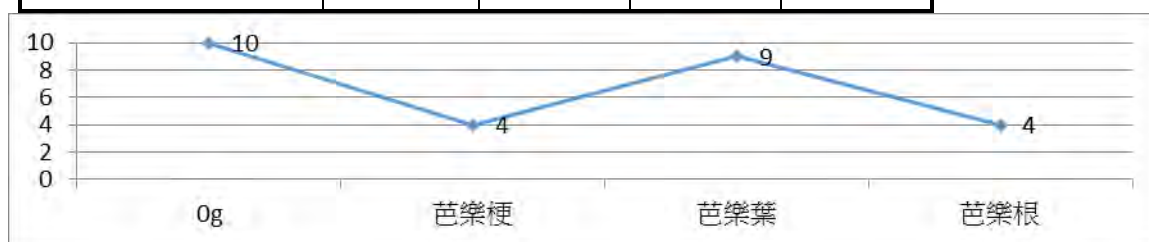
濃度 (%)	0g	竹節 10g	竹葉 10g	竹筍 10g
植物種類	0g	竹節 10g	竹葉 10g	竹筍 10g
5 天之後	10	5	2	2

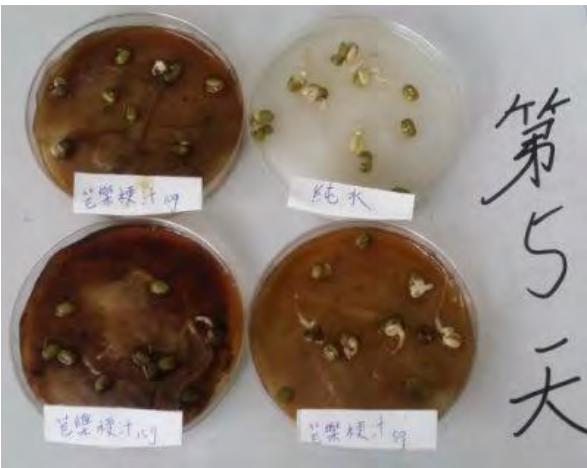


第五天	
觀察結果	純水 10 顆，竹葉汁 5g : 5 顆、10g : 3 顆、15g : 2 顆。
發芽率	純水 : 10/10、5g : 5/10、10g : 3/10、15g : 2/10

(二) 番石榴(芭樂)

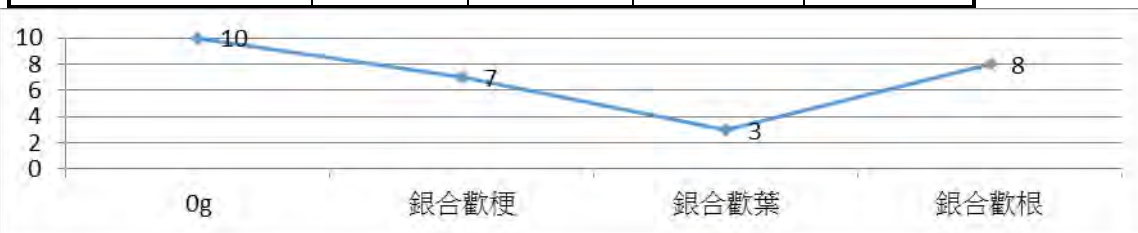
濃度 (%)	0g	芭樂梗	芭樂葉	芭樂根
植物種類	0g	芭樂梗	芭樂葉	芭樂根
5 天之後	10	4	9	4

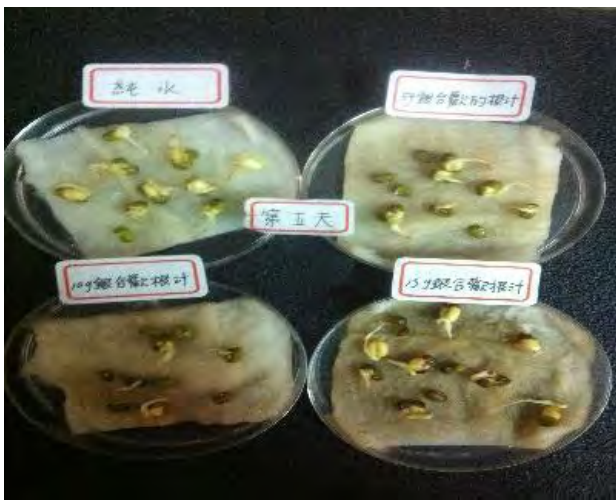


第五天	
觀察結果	純水 6 顆，芭樂梗鹼汁 5g：5 顆、10g：4 顆、15g：4 顆。
發芽率	純水：6/10、5g：5/10、10g：4/10、15g：4/10

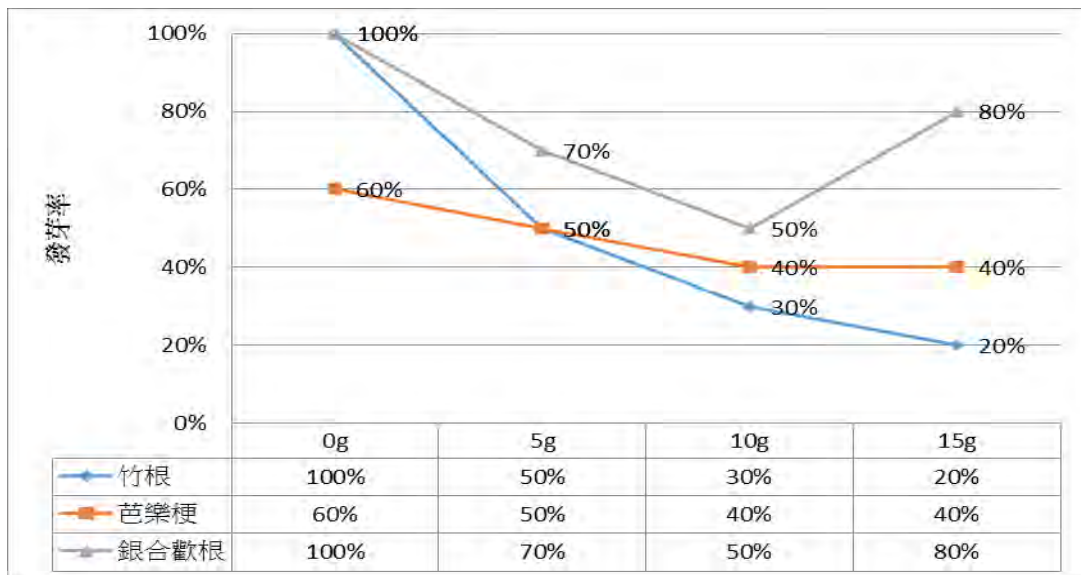
(三) 銀合歡

抑制物公克	0g	銀合歡梗	銀合歡葉	銀合歡根
植物種類				
5 天之後	10	7	3	8



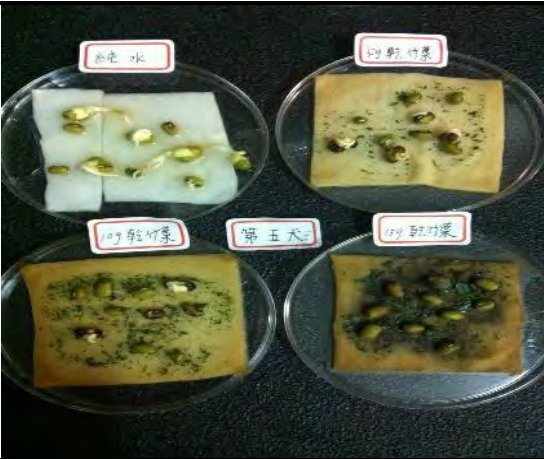
第五天	
觀察結果	純水 10 顆，銀合歡根鹼汁 5g：7 顆、10g：5 顆、15g：8 顆。
發芽率	純水：10/10、5g：7/10、10g：5/10、15g：8/10

綜合上面實驗觀察，不同部位萃取液對綠豆種子發芽的影響結果如下：



四、四探銀合歡葉、竹葉、芭樂葉片乾燥處理後不同濃度對綠豆種子發芽的影響。

(一) 竹葉烘乾


第五天	
觀察結果	純水 6 顆，乾竹葉鹼汁 5g 4 顆，、10g 3 顆、15g 無發芽。
發芽率	純水： 6/10、5g： 4/10、10g： 3/10、15g： 0

(二) 芭樂葉烘乾

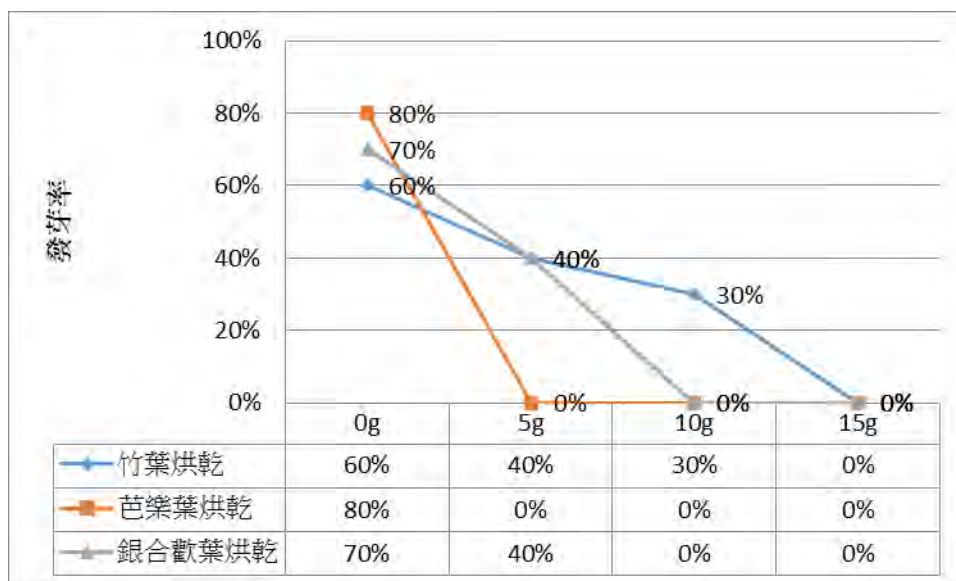
第五天	
-----	--

觀察結果	純水 8 顆，乾芭樂葉鹼汁 5g 0 顆、10g 0 顆、15g 0 顆。
發芽率	純水：8/10、5g：0、10g：0、15g：0

(三) 銀合歡葉烘乾

第五天	
觀察結果	純水 7 顆，乾銀合歡鹼汁 5g 4 顆、10g 無發芽、15g 無發芽。
發芽率	純水：7/10、5g：4/10、10g：0、15g：0


銀合歡葉、竹葉、芭樂葉片乾燥處理後不同重量對綠豆種子發芽的影響整理如下：




五、五探銀合歡、竹子、芭樂葉萃取液發酵後對綠豆種子發芽的影響。

(一) 竹子




<p>第五天</p>	
<p>觀察結果</p>	<p>純水 10 顆，發酵竹葉鹼汁 5g 3 顆、10g 1 顆、15g 1 顆。</p>
<p>發芽率</p>	<p>純水：10/10、5g：3/10、10g：1/10、15g：1/10</p>

(二) 番石榴(芭樂)

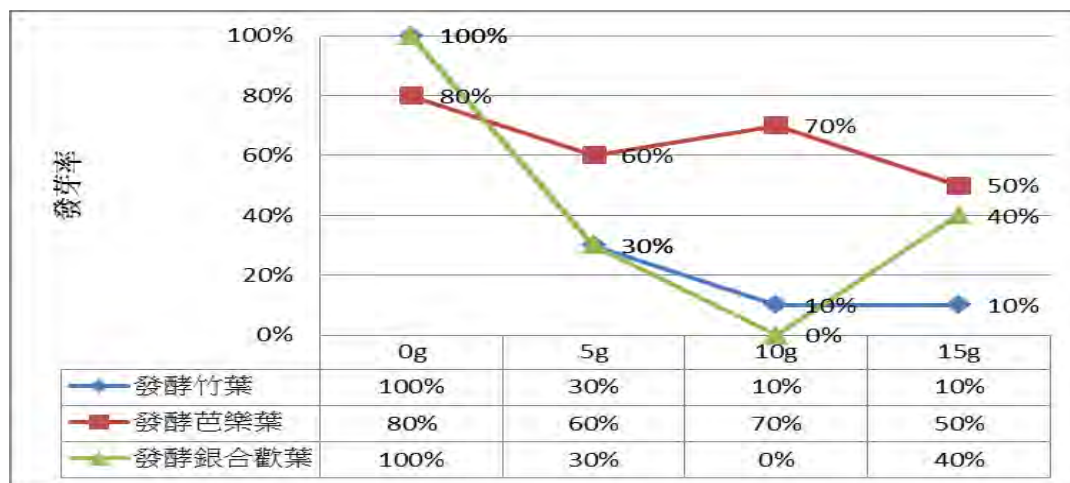
<p>第五天</p>	
<p>觀察結果</p>	<p>純水 8 顆，發酵芭樂葉鹼汁 5g 6 顆、10g 7 顆、15g 5 顆。</p>
<p>發芽率</p>	<p>純水：8/10、5g：6/10、10g：7/10、15g：5/10</p>

(三) 銀合歡

<p>第五天</p>	
------------	--

觀察結果	純水 10 顆，發酵銀合歡葉鹼汁 5g 3 顆、10g 0 顆、15g 4 顆。
發芽率	純水：10/10、5g：3/10、10g：0、15g：4/10

銀合歡、竹子、芭樂葉萃取液發酵後對綠豆種子發芽的影響



六、大義滅親-銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液對自身植物生長的影響。



(一) 竹葉萃取液對自身植物生長的影響。

天數	第九天	第十天
圖片		
觀察結果	5g：多數葉子枯黃，幾片變成褐色 10g：多數葉子枯黃，幾片變成褐色 15g：多數葉子枯黃，幾片變成褐色	5g：多數葉子枯黃，幾片變成褐色 10g：多數葉子枯黃，幾片變成褐色 15g：多數葉子枯黃，幾片變成褐色



對照組在第十天少數的葉片枯黃。所以竹子葉片不同濃度萃取液體對於本身枝條生長上都有阻礙其葉片生長發育的影響。

(二) 番石榴(芭樂)葉萃取液對芭樂幼苗生長的影響。

天數	第九天	第十天
----	-----	-----

圖 片		
觀察結果	5g：一株已微微枯黃 10g：葉子青翠，無異狀 15g：葉子青翠，無異狀	5g：一株已微微枯黃 10g：葉子青翠，無異狀 15g：葉子青翠，無異狀

(三) 銀合歡葉萃取液對自身植物生長的影响。

天 數	第九天	第十天
圖 片		
觀察結果	5g：葉子枯黃，幾片變成褐色 10g：葉子枯黃，幾片變成褐色 15g：葉子枯黃，幾片變成褐色	5g：葉子枯黃，幾片變成褐色 10g：葉子枯黃，幾片變成褐色 15g：葉子枯黃，幾片變成褐色

本實驗 3 種植物自毒能力評價


優良(抑制力強)	優良(抑制力強)	沒有抑制效果
銀合歡葉片	竹葉	番石榴葉片

枯黃原因也可能不是葉片發酵液體造成的，因為剛移植時，根系無法吸收足夠水分供應枝葉，所以不得不自保。如果在移植時，就先修剪枝葉，減少水份的蒸散，植物的自保機能就有可能不需要被啟動了。

七、 評估銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液是否具有防治上的價值。

(一) 葉片萃取液體對於野草的防治能力



1. 竹子對大花咸豐草的防治價值

天 數	第九天	第十天
圖 片		
觀察結果	5g：葉上有小黃斑 10g：葉上有黃斑，一片葉枯掉 15g：葉上有黃斑	5g：葉上有小黃斑 10g：葉上有黃斑，一片葉枯掉 15g：葉上有黃斑

### 2. 番石榴(芭樂) 對大花咸豐草的防治價值



天 數	第九天	第十天
圖 片		
觀察結果	5g：二片葉枯掉，開出四朵花 10g：葉上有黃斑，七片葉子枯掉 15g：葉上有黃斑，三片葉枯掉	5g：二片葉枯掉，開出四朵花 10g：剩十三片葉子 15g：葉上有黃斑，三片葉枯掉

### 3. 銀合歡對大花咸豐草的防治價值



天 數	第九天	第十天
圖 片		
觀察結果	5g：葉子枯黃，幾片變成褐色 10g：葉子枯黃，幾片變成褐色 15g：葉子枯黃，幾片變成褐色	5g：葉子枯黃，幾片變成褐色 10g：葉子枯黃，幾片變成褐色 15g：葉子枯黃，幾片變成褐色

(二)葉片製作成粉末對於防種子萌發的防治能力



1.竹子(乾燥粉末)

天 數	第一天	第五天
圖 片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 乾竹葉粉末 5g : 0 顆、 10g : 0 顆、15g : 0 顆。

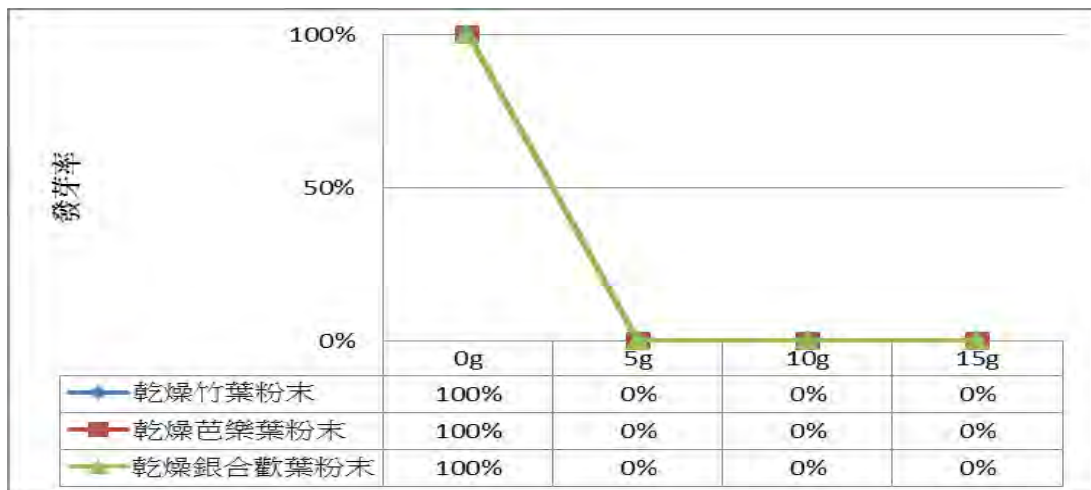
2.番石榴(芭樂) (乾燥粉末)

天 數	第一天	第五天
圖 片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 乾芭樂葉粉末 5g : 0 顆、 10g : 0 顆、15g : 0 顆。

3.銀合歡(乾燥粉末)

天 數	第一天	第五天
圖 片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 乾銀合歡葉粉末 5g : 0 顆、10g : 0 顆、15g : 0 顆。

葉片製作成粉末對於防種子萌發的防治能力



優良	優良	優良
銀合歡葉片	番石榴葉片	竹葉

(三)新鮮葉片直接覆蓋對於種子萌發的防治能力



1. 竹子(新鮮葉片)

天 數	第一天	第五天
圖 片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 竹葉片 5g : 0 顆、10g : 0 顆、15g : 7 顆。

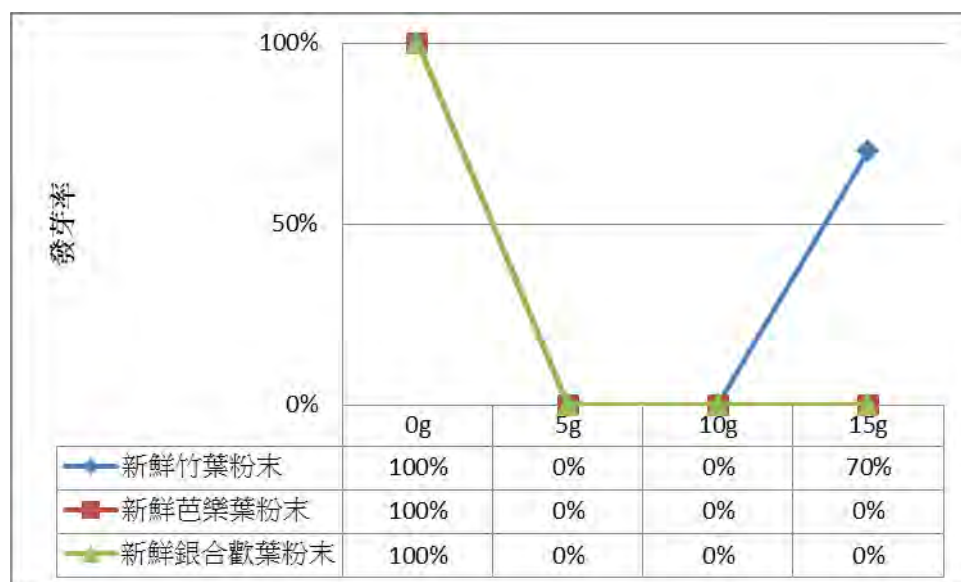
2. 番石榴(芭樂)(新鮮葉片)

天 數	第一天	第五天
圖 片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 芭樂葉片 5g : 0 顆、10g : 0 顆、15g : 0 顆。

### 3. 銀合歡(新鮮葉片)

天 數	第一天	第五天
圖 片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 銀合歡葉片 5g:0 顆、 10g:0 顆、15g:0 顆。

新鮮葉片直接覆蓋對於種子萌發的防治能力分析



優良	優良	居次
銀合歡葉片	番石榴葉片	竹葉

由於利用剋他物質作為天然除草劑對環境造成的傷害，遠少於化學除草劑，所以非常具有發展潛力。本試驗製作萃取液體，選擇水當作溶劑、低溫下進行萃取，可宣稱是低添加物以及保持低溫下不會讓相剋物質變質的特點。另外噴灑剋他物質的土壤經過消毒、針對不同雜草選擇不同噴灑時期、噴灑部位、且作用的時間要長。相信利用植物相剋的原理來發展雜草防治，應能把對大自然的破壞傷害減到最低。

八、推論本研究植物利用何種途徑對其他植物造成排他作用。

細胞膜是相剋物質作用的起始作用點，經由膜系於結構及功能的改變，進而影響各種生理、生化的代謝反應；抑制粒線體的電子傳遞或氧吸收，從而影響植物的呼吸作用，降低受體植物的光合速率或減少葉綠素合成，降低酶的活性和功能，促進或抑制受體的激素代謝。相剋物質與受體 DNA 緊密結合，阻止 DNA 轉錄及蛋白質的合成 (Zhao et al, 2010)。為相剋物質降低細胞膜中羥基的含量，從而破壞細胞膜的完整性，導致植物根細胞對養分吸收下降，同時細胞內物質大量外滲 (Bazivamakenga et al, 1995)。

**實驗六大義滅親:我們實驗證實葉片枯萎，一方面推測可能和移植後根部適應不良有關，一方面也推測相剋物質會影響植物對水分的吸收能力! 文獻提到作物長期處於相剋物質的環境中，會降低植物吸收及利用水分的能力。**如蠟菊 (*Helichrysum bracteatum Vent*) 組織中的咖啡酸 (caffeic acid) 會抑制大戟 (*Euphorbia peginensis L*) 種子發芽、胚根伸長和愈傷組織的生長，其作用原理即為水分吸收受阻之故 (Barkosky et al, 2000)。阿魏酸(ferulic acid)會因水分及礦物質的吸收被抑制而影響植物的生長。如阿魏酸處理黃瓜幼苗，造成 NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 的吸收被抑制，反而促進 K<sup>+</sup> 從根部溢出，且水分吸收受阻後，葉面水勢和膨壓即明顯下降 (Booker et al, 1992)。

### 伍、實驗結果整理表

方式 植物種類	萃取液 灑在環境	葉片萃取 浸泡種子	不同部位 萃取對種 子萌發	葉片烘乾 製成粉對 種子萌發	葉片 發酵對種子 萌發	對同種 植物影 響(自毒)	除草抑 制力建 議
竹子	5-10g 濃度 下抑制最 佳 70%	10-15g 濃 度下抑制 最佳 60%	葉片汁液 抑制最佳 (10-15g) 80%	10-15g 濃 度下抑制 100%	15g 濃度下 抑制最佳 90%	葉片有 枯黃(澆 於土壤 每天)	葉片製 成粉末
番石榴 (芭樂)	10-15g 濃 度下抑制 最佳 70%	10-15g 濃 度下抑制 0%	根與梗抑 制最佳 (10-15g) 60%	10-15g 濃 度下抑制 100%	10-15g 濃度 下抑制最佳 50%	無影響	葉片覆 蓋或粉 末
銀合歡	10-15g 濃 度下抑制 只有 20%	10-15g 濃 度下抑制 最佳 60%	葉片汁液 抑制最佳 70%	10-15%濃 度下抑制 100%	15%濃度下 抑制最佳 60%	葉片有 枯黃(澆 於土壤 每天)	葉片覆 蓋或粉 末或汁 液



## 陸、討論

### 1. 與本研究問題一語問題三相呼應的研究:不同部位與濃度的萃取液體也不同的排他效果!

Heisey(1990)分別取臭椿的小樹葉和根表皮的水溶性萃取物，調查其抑制水芹幼根生長的情形，結果發現根表皮萃取物濃度 0.25 g/l 抑制水芹幼根生長之比率高達 50% ，小樹葉萃取物達到 50 % 抑制率濃度則需要 0.5 g/l 。本實驗以純水當作萃取液體之溶劑，以避免其他有機物最為溶劑時，增加實驗的變因，以水當作溶劑也比較環保。文獻上提到萃取時用二氯甲烷當溶劑，雖然未降低根部表皮萃取物的植物毒物質含量，但小樹葉萃取物之毒性則略有減低。而用甲醇當萃取液時，使得兩種萃取物的毒性明顯降低，表示剋他物質會因不同的萃取溶劑而有不同的效果。

### 2. 國一生物第二冊第五章中生物提到生物間的交互作用，我們這次實驗室屬於種間競爭的類別。植物排放毒素，抑制本地植物的生長，又是銀合歡另一項鞏固地盤、驅逐鄰居的利器。根據研究發現，銀合歡具有一種名喚為「含羞草毒」(mimosine)的相剋化學物質，這意味著銀合歡會將體內的含羞草毒排放到四周棲地，本地植物往往抗拒不了有毒物質的侵略，只能坐以待斃，受到壓抑無法生長，嚴重者還因此凋萎死亡。銀合歡的另一項生存優勢，更助長了有毒物質的累積與揮發：一到乾季，銀合歡為了減少水分蒸發，就會開始全林落葉，如此一來，落葉經過分解後，又會繼續在林地累積大量的相剋作用化學物質，循環的結果，更壓縮了原生植物的活動空間。

### 3. 發酵液體對於種子萌發抑制效果好。種子萌發需要適當溫度與及水分，粗萃取液的濃度皆與綠豆呼吸速率成反向關係，即粗萃取液濃度越高，綠豆呼出的二氧化碳濃度則越低，抑制綠豆活動的效果越強(國一生物上，恆定性，6-3 氣體的恆定單元)

### 4. 銀合歡含有一種毒性物質—含羞草素，其在反芻家畜瘤胃中產生的代謝產物 (DHP)，對一些國家和地區的反芻家畜有毒。採食過量時，會發生脫毛，食慾減退、生長緩慢、流涎，步態失調，甲狀腺腫大以及甲狀腺素作用紊亂，消瘦。國外也有利用這一特點製成綿羊脫毛劑。為提高銀合歡在畜禽中的飼用價值，可以進行脫毒處理，方法有乾熱法、清水浸泡法、水煮法和發酵法等，但以發酵法最為適用，效果也很好，經發酵後含羞草素一般降低 50%左右，且營養損失不大。

### 5. 相剋作用的研究大部份應用在農業上，目前已證實相剋作用會減少造林及農業之生長速度及產量。相較於合成的殺蟲劑或抑制劑之不易分解，相剋化合物可以在自然界被更新及分解，不會因生物濃化作用，對生態產生累積性的負面作用。

6. 如果以具有活性的相剋物質的適當製劑，或是以相剋物質為先導化合物，在設備充足下再研究經修飾結構為活性更優質的相似物，則成為應用雜草防治的新途徑，來開發的植物源天然除草劑不僅可協助有機栽培之雜草管理，亦可於慣行農法整地後之早期萌後噴施，減少化學藥劑的使用量，有效降低雜草族群，維繫農業生態系的安全以及作物的經濟產值。
7. **本研究呼應佔地為王後對於本身植物後代生長有自毒影響，如果是一年生草本植物，休耕時機不能用本植物的植株體部分絞碎作為基肥!!這些基肥反而會對該植物後代生長產生阻礙。**近年來環保意識高漲，全球於「雜草防除」的理念，已漸轉變為「雜草管理」，即是經由調控雜草的生長環境，降低或抑制雜草的萌芽與競爭力，將雜草的負面影響降低至最低，不致於為害作物的經濟產值。因此對人畜安全及環境友善的生物性除草資材日漸受到重視（Duke et al, 2002）。
8. **討論7如果要栽種同一種農作物，土壤中的微生物會是重點，有研究顯示土壤如果沒經過消毒，微生物也有能力可以分解這些排他物質。**Heisey(1996)探討土壤消毒是否會影響剋他物質對水芹的抑制情形，發現在未消毒過的土壤噴上 0.5 kg/ha 剋他物質幾乎完全抑制水芹幼根的生長達 2 天，然而第三天之後抑制作用消失。若將濃度改為 4.0 kg/ha 抑制情形則維持 3 天，到了第五天情況仍完全消失。但若是在消毒過的土壤噴灑剋他物質 0.5-4.0 kg/ha 則完全抑制幼苗的生長達 21 天。試驗結果顯示在未消毒過的土壤中剋他物質會迅速的消失，證明土壤中的有機質或微生物會減少植物有毒物質的含量。

## 柒、結論與建議

1. **不同濃度**銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液**灑在生長環境**對綠豆種子萌發速率的影響，前者僅 20%抑制力，後二者以 10-15g/100cc 濃度處理後達到 80%以上抑制力。
2. 探被**不同濃度**銀合歡葉、竹葉、芭樂葉**萃取液浸泡過的綠豆種子**之發芽能力。合歡葉、竹葉最佳抑制力有 60%以上，芭樂葉片則是 0%抑制力。
3. 銀合歡、竹子、芭樂**不同部位萃取液對綠豆種子發芽**的影響。三者分別是銀合歡葉片達到 70%、竹葉 80%以及芭樂梗與根 60%抑制力。
4. 合歡葉、竹葉、芭樂**葉片乾燥處理後不同濃度對綠豆種子發芽**的影響。三者取 10-15 公克/100cc 水均達到 100%的抑制力。
5. 探銀合歡、竹子、芭樂**葉萃取液發酵後對綠豆種子發芽**的影響。竹子葉片在 15g/100cc 下有 90%之抑制力，芭樂葉片在 10-15g/100cc 下有 50%之抑制力；銀合歡葉片在 15g/100cc 下有 60%之抑制力。
6. 大義滅親-銀合歡葉、竹葉、芭樂**葉萃取液對自身植物生長**的影響。前二者以汁液 15g/100cc 澆灌於植株，7 天候有發現部分葉片枯黃現象，芭樂葉片則無此現象。
7. 評估銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液**是否具有防治上的價值**。由於利用剋他物質作為天然除草劑對環境造成的傷害，遠少於化學除草劑，所以非常具有發展潛力。**本試驗製作萃取液體，選擇水當作溶劑、低溫下進行萃取，可宣稱是低添加物以及保持低溫下不會讓相剋物質變質的特點。**
8. 推論本研究植物**利用何種途徑對植物造成排他作用**。細胞膜是相剋物質作用的起始作用點，經由膜系於結構及功能的改變，進而影響各種生理、生化的代謝反應。我們透過葉片覆蓋以及汁液萃取發酵等方式來探討抑制發芽生長力，有作出成效，**所以本次探討的植物相剋物種可能有揮發或是揮發作用（Volatilization）淋溶作用（Leaching）以及植物殘留分解作用。**

研究顯示，大多數植物粗萃取液之相剋作用達到 100%抑制率濃度大約在 5%~10%，有時更低濃度的萃取液就能顯示其抑制作用（照片 1）。以粗萃取液進行先期試驗後，確認其具相剋作用活性，並評估有無進一步研究之可行性後，可再進行萃取物之研究。

有千絲萬縷的聯繫，有些植物能夠「和平相處、共存共榮」，有些植物質堅則「倚強凌弱、水火不容」。植物的栽種試驗時，因不同花卉不種在同一盆鉢中，因此可以避免根系分泌物的影響，只需考慮葉子、花朵、果實分泌物對放在同一室內的其他植物的影響。

育林之應用研究證實相剋作用會影響植物根、上胚軸之生長，亦會影響生物量之產量。中國幾千年的耕作歷史，老祖先的經驗傳承告訴了我們，在同一塊土地上，持續耕作著同一種作物，結果產量會越來越少，所以我們的老祖先們知道怎麼樣利用休耕以及輪作來養地，才能夠讓大地生生不息。



(照片一)

### 繼續研究建議:

1. 研究各種植物的毒他現象殘留期可以維持多久(一次耕作後)。
2. 未來若能進一步將植物不同部位且最有抑制發芽生長力之化合物分離、純化出來，或許就能製成天然除草劑。
3. 用此天然植物萃取液體作除草，除草最佳季節在未來研究建議列入考量。
4. 將抑制力最佳的天然除草劑部分作成包裝，需進一步加入濃縮製作的技術。
5. 雖然植物中的多種相剋物質具有抑制雜草(本科、莎草科之雜草、與闊葉草)的特性，但由於植材資源取得的難易、相剋化合物含量的多寡，以及化合物於環境的穩定性等問題，皆會造成田間抑草效果的差異。

## 捌、參考資料及其他

### 壹、中文部分

- 一、盧裔、盧重逸、張馥鏞 (2012)。「『剋』敵致勝-植物的相剋作用」。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會國中組生物科。p.1
- 二、洪昆源、潘富俊 (2006)。「森林下層植物之相剋作用與生物量關係及其在林業之應用」。台灣林業, 32 (3), 64-66。「毒」樹—「植」—毒他作用的探討
- 三、袁秋英 (2016)。植物相剋作用與雜草管理之應用。藥毒所專題報導, 259 (121), 1-6。  
袁秋英、謝玉貞(2012)。生物除草劑之研發與應用。農政與農情。480 期: 88-94
- 四、林煥祐。正榕葉部化學成分研究。2011 年 11 月 2 日, 取自  
<http://ntur.lib.ntu.edu.tw/handle/246246/51817>
- 五、汪書平、舒偉傑 (2005)。榕樹粗萃取液對種子萌發及生長之影響。台灣二〇〇五年國際科學展覽會。2011 年 3 月 29 日, 取自 <http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2005/pdf/080006-04.pdf>
- 六、周昌弘 (1990) 植物生態學。台北: 聯經出版事業公司。p.252-265

### 貳、英文部分

1. Bazivamakenga RR, GD Leroux, RR Simard (1995) Effects of benzoic and cinnamic on membrane permeability of soybean roots. *Chem, Ecol.* 21:1271-1285.
2. Zhao HL, Q Wang, X Ruan, CD Pan, DA Jiang (2010) Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*, 15: 8933-8952
3. Booker FL, U BLUM, EL Fiscus (1992) Short-term effects of ferulic acid on ion uptake and water relations in cucumber seedling. *Experimental Botany*, 43: 649-655.
4. Heisey, R.M. 1996. Identification of an allelopathic compound from *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae) and characterization of its herbicidal activity. *Am. J. Bot.* 83: 192-200.
5. Duke SO, Christy AL, Hess FD Holt ZS. 1991. Herbicide resistant crops. Comments from CAST 1991. Council of Ag. Sci. and Tech. Ames, IA

### 參、網路資源

- 竹-維基百科, 自由的百科全書  
番石榴-維基百科, 自由的百科全書  
銀合歡-維基百科, 自由的百科全書

## 【評語】 032915

從銀合歡的排他性出發，思考是否能作出環保的除草劑。參賽者利用 3 種有排他性植物的水萃物，研究其對植物的種子發芽、生長以及對雜草生長的影響。研究內容與 101 年的科展作品雷同(屏東縣立里港國民中學)，兩者差異是萃取液和待測植物不同，並增加純水作為對照組。本作品的數集與分析相當有系統，但利用綠豆發芽來模擬雜草發芽是否合適應有說明，而以植物本體為對象的實驗都只有 1 盆受試物，使得結果的信度變低，有些可惜。

# 摘要

本研究是探討植物排他作用(Allelopathic effect)，將文獻記載具有排他性的三類植物，萃取銀合歡、芭樂樹及綠竹等葉子中的葉萃取液，以三種不同的濃度，浸泡在待測植物種子或是周邊土壤，觀察其壓抑其他植物種子萌發或是生長抑制現象。其次探討這三類植物每個部位萃取液體之排他作用之成效。

最後探討當植物體經乾燥處理後，排他作用的比例會差多少。實驗並呈現三種植物對自身種子、同胞植物的相剋排他能力(自毒)。經由本次的實驗觀察，萃取銀合歡、芭樂樹及綠竹等葉子中的萃取液來代替部分化學農藥或是除草劑使用，這樣可以減少環境的毒害，達到環境保育效果。

## 誰才是霸主？



選我



選我



植物相剋作用、除草劑  
休耕連作障礙(同種施種)



我選芭樂葉！

## 壹、研究動機

炎炎夏日，後院雜草叢生，滋生蚊蟲，又是爸爸上工除草了，只見爸爸全副武裝上陣，以防蚊咬卻是全身汗，為何不用除草劑呢？國一生物第二冊第五章中生物的交互作用，課程內容有學到生物間會有競爭的現象，進一步查詢資料後發現，有些植物具有相剋作用。因為銀合歡隨處可得，如能利用它的特性，作為天然的除草劑或許是一不錯的方式。心想除了銀合歡外，還會有其他的植物具有排他性嗎？經進一步的對週遭環境的觀察，發現到芭樂樹下及竹林下，也都鮮少有其他植物的生長。到底誰才是隨手可得，又是除草霸主呢？於是我們的研究，就進一步進行實驗設計及研究。

## 貳、研究目的及文獻探討

### 一、研究目的

- (一) 初探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液灑在生長環境對綠豆種子萌發速率的影響。
- (二) 二探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液浸泡過的綠豆種子之發芽能力。
- (三) 再探銀合歡、竹子、芭樂不同部位萃取液對綠豆種子發芽的影響。
- (四) 四探銀合歡葉、竹葉、芭樂葉片乾燥處理後不同濃度對綠豆種子發芽的影響。
- (五) 五探銀合歡、竹子、芭樂葉萃取液發酵後對綠豆種子發芽的影響。
- (六) 大義滅親-銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液對自身植物生長的影響。
- (七) 評估銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液是否具有防治上的價值。
- (八) 推論本研究植物利用何種途徑對植物造成排他作用。

### 二、研究植物種類

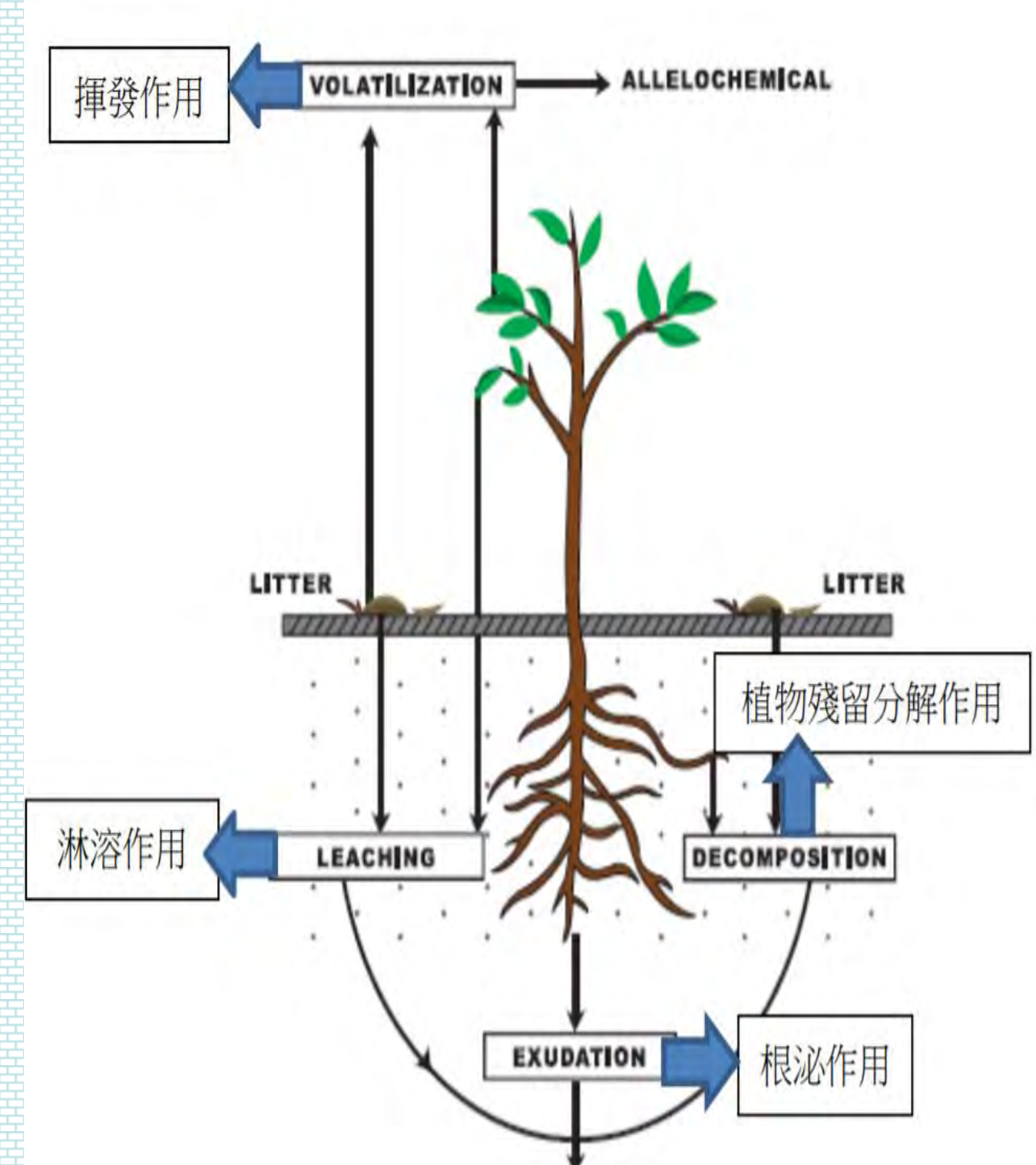
- (一) 竹子，學名：Bambus oideae，又稱竹子，是竹亞科植物的通稱。
- (二) 番石榴，學名：Psidium guajava，因臺語稱為林荖仔、荖仔，因此在臺灣又俗寫為芭樂。
- (三) 銀合歡，學名：Leucaena leucocephala，別名白相思子、細葉番婆樹、臭菁仔。為含羞草科銀合歡屬植物，原產墨西哥南部和中美洲北部，現擴散到世界各地熱帶和亞熱帶地區，名列世界百大外來入侵種。

植物相剋作用(Allelopathy)是指植物在生長的過程，經代謝產生出某些化學物質，這些化學物質會抑制植物的種子萌發、植株生長或開花結果等，避免其他植物競爭共同資源，可說是一種植物競爭求生存的方式。

植物相剋作用：植物相剋化合物的產生及釋放出植物體外的方式有下列四種(如右圖一)：

- (一) 揮發作用(Volatilization)
- (二) 淋溶作用(Leaching)
- (三) 植物殘留分解作用(Decomposition of plant residues)
- (四) 根泌作用(Root exudation)

植物的物理性競爭作用(水分、養分、光線)會影響生長因素之外，我們這次研究將從植物本身各部位(根、莖、鮮葉、枯葉)會分泌有毒物質，以致使其周邊地植物無法生長，來著手進行研究。但究竟是那一個部位含有這些有毒物質呢？每一種植物含這些有毒物質的部位相同嗎？經過發酵的葉片還有毒他作用嗎？植物排他作用對自身植株生長發育有影響嗎？最後本次研究將探討的植物排他物質的作用原理探討。



圖一：洪昆源、潘富俊(2006)。「森林下層植物之相剋作用與生物量關係及其在林業之應用」。台灣林業，32，64。



芭樂、竹葉及銀合歡現場採集情形

## 參、研究材料及設備

- 一、材料：竹子(葉、根)、芭樂(葉、梗)、銀合歡(葉、根)、棉花、滴管、紙碗、蒸餾水、綠豆、大花咸豐草、錫箔紙、標籤紙。
- 二、設備：照像手機、電子磅秤、果汁機、量杯、培養皿、烤箱、研鉢、噴罐。



## 肆、研究方法

### 一方法(一)：

#### 粗萃取液做法

1. 將銀合歡葉、竹葉、芭樂葉各秤取5g、10g、15g。
2. 將秤好的葉子分別依上述3種質量的比例分別加入蒸餾水到100公克重的，然後放入果汁機攪拌至糜狀。
3. 將攪拌好的粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱。
4. 萃取方法示意圖二



圖二：粗萃取液做法

### 一方法(三)：

#### 植物不同部位粗萃取液做法

1. 將銀合歡、竹子、芭樂之根、莖各秤取5g、10g、15g。
2. 將秤好的組織分別依上述3種質量的比例分別加入蒸餾水到100公克重的，然後放入果汁機攪拌至糜狀。
3. 將攪拌好的粗萃取液放入罐中並置入冰箱。
4. 粗萃取液做法示意圖四



圖四不同部位粗萃取液做法

### 一方法(二)：

#### 浸液種子是否能夠再次發芽

1. 各取綠豆10顆浸泡於萃取液中30分鐘。
2. 把綠豆放入培養皿，培養皿底部放置棉花，上方再加一張濕濾紙保持濕潤。
3. 裝有綠豆的培養皿再用錫箔包裹，上方戳洞，讓氧氣能進入。
4. 靜置三天後，計算萌發率。
5. 浸液方法示意圖三

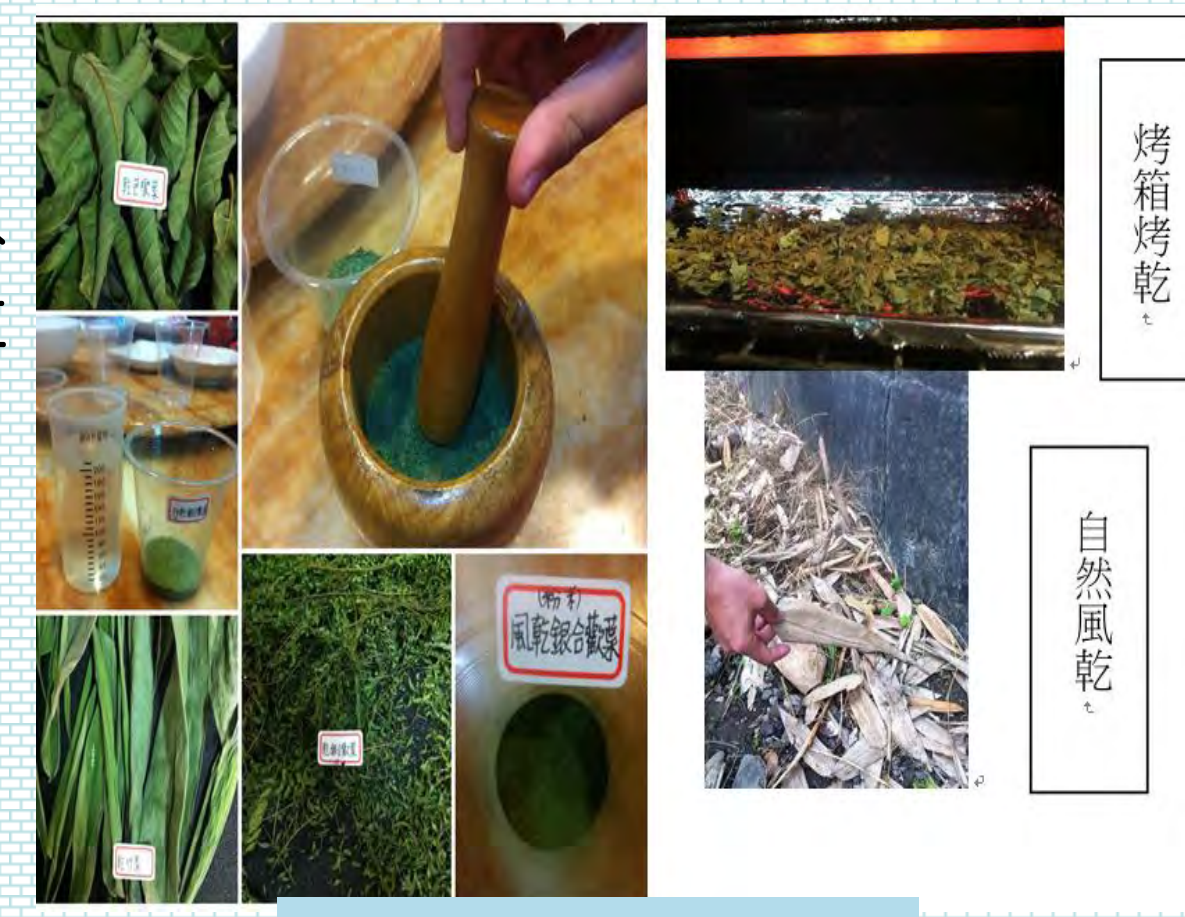


圖三：浸液方法

### 一方法(四)：

#### 樹葉粉末做法

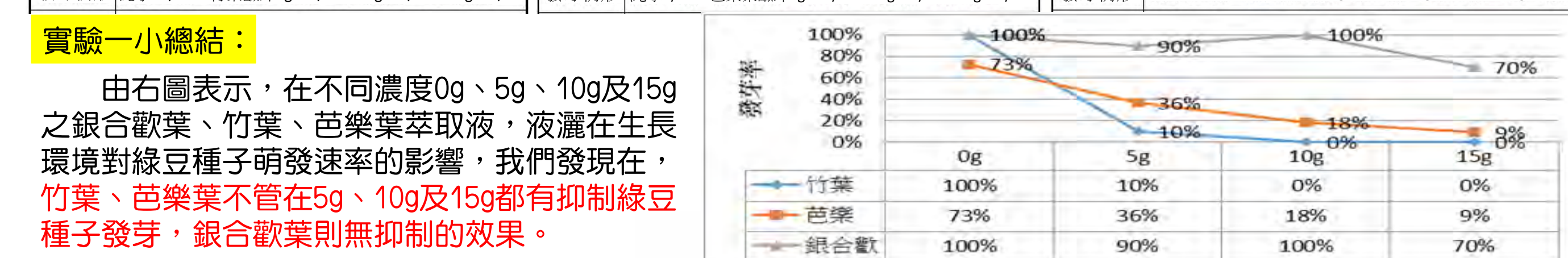
1. 將銀合歡葉、竹葉、芭樂葉子分別自然風乾或烤乾，風烤乾後再用研鉢將它們磨成細細的粉末，各秤取5g、10g、15g。
2. 將秤好的粉末分別依上述3種質量的比例分別蒸餾水到100公克重。
3. 樹葉粉末做法示意圖五



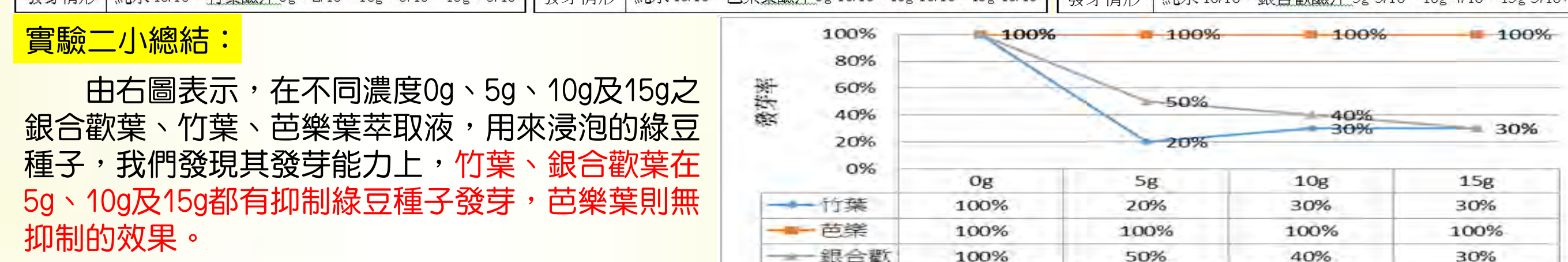
圖五：粉末做法

# 伍、研究結果與討論

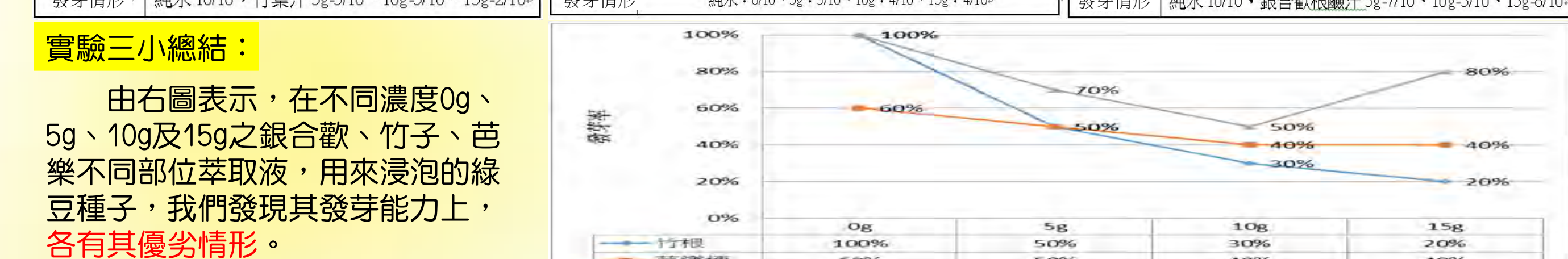
實驗一：初探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液灑在生長環境對綠豆種子萌發速率的影響。



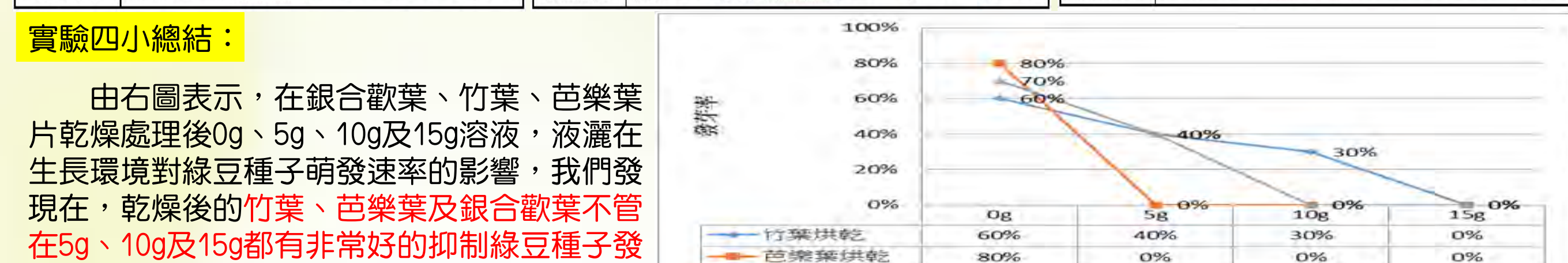
實驗二：被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液浸泡過的綠豆種子之發芽能力。



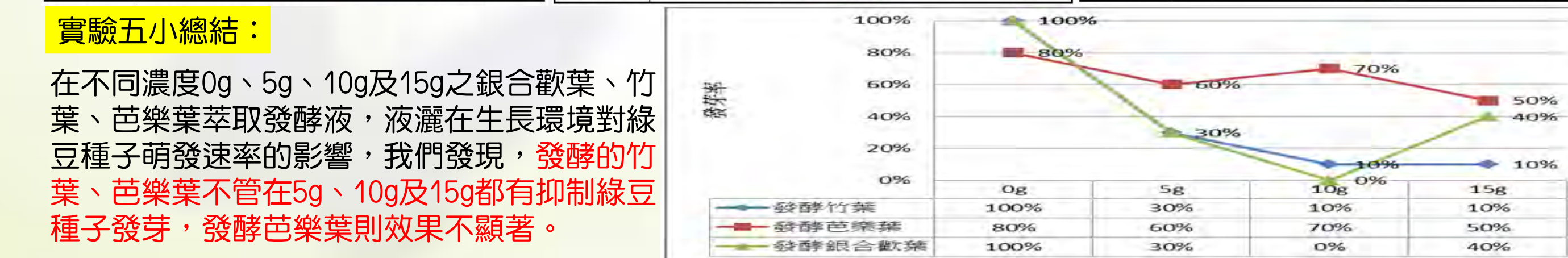
實驗三：探銀合歡、竹子、芭樂不同部位萃取液對綠豆種子發芽的影響



實驗四：四探銀合歡葉、竹葉、芭樂葉片乾燥處理後不同濃度對綠豆種子發芽的影響。



實驗五：五探銀合歡、竹子、芭樂葉萃取液發酵後對綠豆種子發芽的影響。



表現優異 第一名  
普通 效果有限  
表現不佳 此路不通

**原來如此！！**

實驗六：大義滅親-銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液對自身植物生長的影響。



**實驗六小總結：**  
在不同濃度0g、5g、10g及15g之銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液發酵液，液灑自身植物生長的影響，我們發現，發酵的竹葉、芭樂葉不管在5g、10g及15g都有抑制自身植物的生長，發酵芭樂葉則效果不顯著。

實驗七：評估銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液是否具有防治上的價值

(一) 葉片萃取液體對於野草的防治能力

1. 竹子對大花威豐草的防治價值

天數	第九天	第十天
圖片		
觀察結果	5g: 葉上有小黃斑 10g: 葉上有黃斑，一片葉枯掉 15g: 葉上有黃斑	5g: 葉上有小黃斑 10g: 葉上有黃斑，一片葉枯掉 15g: 葉上有黃斑

2. 芭樂(番石榴)對大花威豐草的防治價值

天數	第九天	第十天
圖片		
觀察結果	5g: 二片葉枯掉，開出四朵花 10g: 葉上有黃斑，七片葉子枯掉 15g: 葉上有黃斑，三片葉枯掉	5g: 二片葉枯掉，開出四朵花 10g: 剩十三片葉子 15g: 葉上有黃斑，三片葉枯掉

3. 銀合歡對大花威豐草的防治價值

天數	第九天	第十天
圖片		
觀察結果	5g: 葉子枯黃，幾片變成褐色 10g: 葉子枯黃，幾片變成褐色 15g: 葉子枯黃，幾片變成褐色	5g: 葉子枯黃，幾片變成褐色 10g: 葉子枯黃，幾片變成褐色 15g: 葉子枯黃，幾片變成褐色

(二) 葉片製成粉末對於防種子萌發的防治能力

1. 竹子(乾燥粉末)

天數	第一天	第五天
圖片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 乾竹葉粉末 5g: 0 顆, 10g: 0 顆, 15g: 0 顆。

2. 芭樂(番石榴)(乾燥粉末)

天數	第一天	第五天
圖片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 乾芭樂葉粉末 5g: 0 顆, 10g: 0 顆, 15g: 0 顆。

3. 銀合歡(乾燥粉末)

天數	第一天	第五天
圖片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 乾銀合歡葉粉末 5g: 0 顆, 10g: 0 顆, 15g: 0 顆。

(三) 新鮮葉片直接覆蓋對於種子萌發的防治能力

1. 竹子(新鮮葉片)

天數	第一天	第五天
圖片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 竹葉片 5g: 0 顆, 10g: 0 顆, 15g: 7 顆。

2. 芭樂(番石榴)(新鮮葉片)

天數	第一天	第五天
圖片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 芭樂葉片 5g: 0 顆, 10g: 0 顆, 15g: 0 顆。

3. 銀合歡(新鮮葉片)

天數	第一天	第五天
圖片		
觀察結果	無發芽	純水 10 顆, 銀合歡葉片 5g: 0 顆, 10g: 0 顆, 15g: 0 顆。

**實驗7-1小總結：** 葉片萃取液體對於野草的防治能力  

優良	普通	普通
銀合歡葉片	番石榴葉片	竹葉

**實驗7-2小總結：** 葉片製成粉末對於防種子萌發的防治能力  

優良	優良	優良
銀合歡葉片	番石榴葉片	竹葉

**實驗7-3小總結：** 新鮮葉片直接覆蓋對於種子萌發的防治能力分析  

優良	優良	居次
銀合歡葉片	番石榴葉片	竹葉





方式 植物種類	萃取液 灑在環境	葉片萃取 浸泡種子	不同部位萃取對 種子萌發	葉片烘乾製成粉 對種子萌發	葉片發酵 對種子萌發	對同種植物 影響(自毒)	除草抑制力 建議
竹子	5-10g濃度下抑制最佳70%	10-15g濃度下抑制最佳60%	葉片汁液抑制最佳(10-15g)80%	10-15g濃度下抑制100%	15g濃度下抑制最佳90%	葉片有枯黃(澆於土壤每天)	葉片製成粉末
番石榴 (芭樂)	10-15g濃度下抑制最佳70%	10-15g濃度下抑制0%	根與梗抑制最佳(10-15g)60%	10-15g濃度下抑制100%	10-15g濃度下抑制最佳50%	無影響	葉片覆蓋或粉末
銀合歡	10-15g濃度下抑制只有20%	10-15g濃度下抑制最佳60%	葉片汁液抑制最佳70%	10-15g濃度下抑制100%	15g濃度下抑制最佳60%	葉片有枯黃(澆於土壤每天)	葉片覆蓋或粉末或汁液

### 實驗結果推論本研究植物利用何種途徑對其他植物造成排他作用

由於利用剋他物質作為除草劑對環境造成的傷害，遠少於化學除草劑，所以非常具有發展潛力。本試驗製作萃取液體，選擇水當作溶劑、低溫下進行萃取，可宣稱是低添加物以及保持低溫下不會讓相剋物質變質的特點。另外噴灑剋他物質的土壤經過消毒、針對不同雜草選擇不同噴灑時期、噴灑部位、且作用的時間要長。相信利用植物相剋的原理來發展雜草防治，應能把對大自然的破壞傷害減到最低。

實驗六大義滅親：我們實驗證實葉片枯萎，一方面推測可能和移植後根部適應不良有關，一方面也推測相剋物質會影響植物對水分的吸收能力！文獻提到作物長期處於相剋物質的環境中，會降低植物吸收及利用水分的能力。如蠟菊(Helichrysum bracteatum Vent)組織中的咖啡酸(caffeic acid)會抑制大戟(Euphorbia pekinensis L)種子發芽、胚根伸長和愈傷組織的生長，其作用原理即為水分吸收受阻之故(Barkosky et al, 2000)。阿魏酸(ferulic acid)會因水分及礦物質的吸收被抑制而影響植物的生長。如阿魏酸處理黃瓜幼苗，造成NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的吸收被抑制，反而促進K<sup>+</sup>從根部溢出，且水分吸收受阻後，葉面水勢和膨壓即明顯下降(Booker et al, 1992)。



### 討論一

與本研究問題一與問題三相應的研究：不同部位與濃度的萃取液體也不同的排他效果，本實驗以純水當作萃取液體之溶劑，以避免其他有機物最為溶劑時，增加實驗的變因，以水當作溶劑也比較環保。文獻上提到萃取時用二氯甲烷當溶劑，雖然未降低根部表皮萃取物的植物毒物含量，但小樹葉萃取物之毒性則略有減低。而用甲醇當萃取液時，使得兩種萃取物的毒性明顯降低，表示剋他物質會因不同的萃取溶劑而有不同的效果。

### 討論二

國一生物第二冊第五章中生物提到生物間的交互作用，我們這次實驗室屬於種間競爭的類別。植物排放毒素，抑制本地植物的生長，又是銀合歡另一項鞏固地盤、驅逐鄰居的利器。根據研究發現，銀合歡具有一種名喚為「含羞草毒」(mimosine)的相剋化學物質，這意味著銀合歡會將體內的含羞草毒排放到四周棲地，本地植物往往抗拒不了有毒物質的侵略，只能坐以待斃，受到壓抑無法生長，嚴重者還因此凋萎死亡。銀合歡的另一項生存優勢，更助長了有毒物質的累積與揮發：一到乾季，銀合歡為了減少水分蒸發，就會開始全林落葉，如此一來，落葉經過分解後，又會繼續在林地累積大量的相剋作用化學物質，循環的結果，更壓縮了原生植物的活動空間。

### 討論三

發酵液體對於種子萌發抑制效果好。種子萌發需要適當溫度與及水分，粗萃取液的濃度皆與綠豆呼吸速率成反向關係，即粗萃取液濃度越高，綠豆呼出的二氧化碳濃度則越低，抑制綠豆活動的效果越強(國一生物上，恆定性，6-3 氣體的恆定單元)



### 討論四

銀合歡含有一種毒性物質—含羞草素，其在反芻家畜瘤胃中產生的代謝產物(DHP)，對一些國家和地區的反芻家畜有毒。採食過量時，會發生脫毛，食慾減退、生長緩慢、流涎，步態失調，甲狀腺腫大以及甲狀腺素作用紊亂，消瘦。國外也有利用這一特點製成綿羊脫毛劑。

### 討論五

相剋作用的研究大部份應用在農業上，目前已證實相剋作用會減少造林及農業之生長速度及產量。相較於合成的殺蟲劑或抑制劑之不易分解，相剋化合物可以在自然界被更新及分解，不會因生物濃化作用，對生態產生累積性的負面作用。



### 討論六

如果以具有活性的相剋物質的適當製劑，或是以相剋物質為先導化合物，在設備充足下再研究經修飾結構為活性更優質的相似物，則成為應用雜草防治的新途徑，來開發的植物源除草劑不僅可協助有機栽培之雜草管理，亦可於慣行農法整地後之早期萌後噴施，減少化學藥劑的使用量，有效降低雜草族群，維繫農業生態系的安全以及作物的經濟產值。

### 討論七

本研究呼應佔地為王後對於本身植物後代生長有自毒影響，如果是一年生草本植物，休耕時機不能用本植物的植株體部分絞碎作為基肥！這些基肥反而會對該植物後代生長產生阻礙。近年來環保意識高漲，已漸轉變為「雜草管理」，即是經由調控雜草的生長環境，降低或抑制雜草的萌芽與競爭力，將雜草的負面影響降低至最低，不致於為害作物的經濟產值。因此對人畜安全及環境友善的生物性除草資材日漸受到重視(Duke et al, 2002)。

### 討論八

討論7如果要栽種同一種農作物，土壤中的微生物會是重點，有研究顯示土壤如果沒經過消毒，微生物也有能力可以分解這些排他物質。Heisey (1996) 探討土壤消毒會影響剋他物質對水芹的抑制情形，試驗結果顯示在未消毒過的土壤中剋他物質會迅速的消失，證明土壤中的有機質或微生物會減少植物有毒物質的含量。



## 柒、研究結論與建議

### 結論

1. 不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液灑在生長環境對綠豆種子萌發速率的影響，後2項以10-15g/100cc濃度處理可達到80%以上抑制力。
2. 探被不同濃度銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液浸泡過的綠豆種子之發芽能力。合歡葉、竹葉最佳抑制力有60%以上。
3. 銀合歡、竹子、芭樂不同部位萃取液對綠豆種子發芽的影響。三者分別是銀合歡葉片達到70%、竹葉80%以及芭樂梗與根60%抑制力。
4. 合歡葉、竹葉、芭樂葉片乾燥處理後不同濃度對綠豆種子發芽的影響。三者取10-15公克/100cc水均達到100%的抑制力。
5. 探銀合歡、竹子、芭樂葉萃取液發酵後對綠豆種子發芽的影響。竹子葉片在15g/100cc下有90%之抑制力，其餘抑制力普通50-60%。
6. 大義滅親-銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液對自身植物生長的影響。前二者以汁液15g/100cc澆灌於植株，7天候有發現部分葉片枯黃現象。
7. 評估銀合歡葉、竹葉、芭樂葉萃取液是具有防治上的價值。由於利用剋他物質作為天然除草劑對環境造成的傷害，遠少於化學除草劑，所以非常具有發展潛力。
8. 推論本研究植物利用何種途徑對植物造成排他作用。我們透過葉片覆蓋以及汁液萃取發酵等方式來探討抑制發芽生長力，有作出成效，所以本次探討的植物相剋物植可能有揮發或是揮發作用(Volatilization)淋溶作用(Leaching)以及植物殘留分解作用。

### 建議

1. 研究各種植物的毒他現象殘留期可以維持多久(一次耕作後)。
2. 未來若能進一步將植物不同部位且最有抑制發芽生長力之化合物分離、純化出來，或許就能製成天然除草劑。
3. 用此天然植物萃取液體作除草，除草最佳季節在未來研究建議列入考量。
4. 將抑制力最佳的天然除草劑部分作成包裝，需進一步加入濃縮製作的技術。
5. 雖然植物中的多種相剋物質具有抑制雜草(本科、莎草科之雜草、與闊葉草)的特性，但由於植材資源取得的難易、相剋化合物含量的多寡，以及化合物於環境的穩定性等問題，皆會造成田間抑草效果的差異。



## 捌、參考資料

- 一、國一生物課本第二冊第五章，生物間的交互作用。
- 二、洪昆源、潘富俊(2006)。「森林下層植物之相剋作用與生物量關係及其在林業之應用」。台灣林業，32(3)，64-66。
- 三、袁秋英(2016)。植物相剋作用與雜草管理之應用。藥毒所專題報導，259(121)，1-6。
- 四、林煥祐。正榕葉部化學成分研究。2011年 11月 2日，取自http://ntur.lib.ntu.edu.tw/handle/246246/51817
- 五、汪書平、舒偉傑(2005)。榕樹粗萃取液對種子萌發及生長之影響。台灣二〇〇五年國際科學展覽會。
- 六、周昌弘(1990)植物生態學。台北：聯經出版事業公司。pp. 252-265

