

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

030302

『剋』敵致勝—植物的相剋作用

學校名稱：屏東縣立里港國民中學

作者： 國一 盧 喬 國一 盧重逸 國一 張馥鎧	指導老師： 李菁紋
---------------------------------------	------------------

關鍵詞：植物相剋作用、毒他作用

摘要

校園植物中雨豆樹、木麻黃及榕樹其樹下周圍雜草稀少，本實驗採集此三种植物的根、莖、葉進行粗萃取，並將粗萃取液用來培養小白菜種子及玉米種子，觀察是否具有抑制作用。結果顯示三种植物的萃取液皆會抑制小白菜及玉米的種子萌發及幼苗生長，以雨豆及榕樹的抑制效果較為顯著。採集土壤進行小白菜及玉米的萌芽實驗，也同樣都具有抑制萌芽的作用。根據實驗結果發現雨豆樹的葉萃取液抑制效果最佳、根次之，榕樹則同樣為葉萃取液最佳，因此推論雨豆樹可能藉由淋溶作用及根泌作用達成相剋作用，榕樹則由淋溶作用此途徑影響植物生長。

壹、 研究動機

班上的掃地區域雜草叢生，但學校為顧及同學們的健康，不願噴灑除草劑，因此常必須徒手拔草，耗時耗力。因此希望可以研發出天然的除草劑，抑制雜草生長，而天然的除草劑也較不會影響同學的健康。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，會抑制其他植物的生長。我們實地去觀察校園內植物，發現木麻黃、雨豆樹及榕樹，其樹下雜草相對稀少，推測可能會分泌毒他物質，因此選擇這三种植物進一步進行實驗設計及研究。

一、研究植物種類

(一)千頭木麻黃

- 1.木麻黃科 (Casuarinaceae)木麻黃屬(Casuarina)
- 2.樹高約 30 公分至 1 公尺，植株低矮，枝葉茂盛。
- 3.葉 5 枚輪生，極小，環繞小枝節退化成鞘齒狀。
- 4.用途多為觀賞、行道樹、綠籬、庭園美化、盆栽，校園中常見。

(二)雨豆樹

- 1.豆科 Fabaceae 含羞草亞科 Mimosoideae
- 2.喬木，植株高可達 20 公尺，樹皮具有木栓層，樹冠很大，可達 15 公尺，二回羽狀複葉，互生，2-4 羽片；小葉 2-8 對，表面滑澤，背有絨毛，斜形，卵狀長橢圓形或略圓形，長可達 4.5 公分。

(三)榕樹

- 1.桑科 Moraceae 榕屬 Ficus
- 2.常綠大喬木；氣根多而下垂，如長入土中粗似支柱；深綠色卵形全緣革質葉子，長 4—8 厘米，基部楔形，羽狀脈；近扁球形隱花果生於葉腋，直徑約 8 毫米。

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，經代謝產生出某些種化學物質，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。

植物相剋化合物的產生及釋放出植物體外的方式有下列四種：

1. 揮發作用 (Volatilization)

在氣候乾旱地區，如地中海型氣候區、沙漠地區或熱帶雨水少的地區，植物可經揮發及蒸散作用釋出相剋化合物抑制其他種植物生長

2. 淋溶作用 (Leaching)

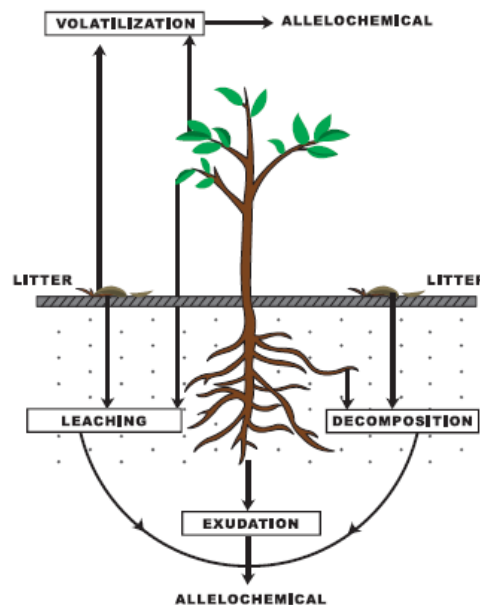
植物體或枯落物所分泌之化合物經由降雨淋洗，使水溶性的酚酸化合物進入土壤，造成抑制作用。

3. 植物殘留分解作用 (Decomposition of plant residues)

植物枯落葉在土壤中一段時間後，由土壤微生物之作用後逐漸腐爛分解，腐化初期所產生之酚類化合物，對植物生長有不良影響。

4. 根泌作用 (Root exudation)

根除了吸收水分及營養物質外，還會分泌及滲濾代謝物質。植物利用主動運輸或擴散將代謝物藉由根泌的作用排至植物體外。此代謝物質有時會抑制鄰近該植物的其他植物個體的生長。



(摘錄自台灣林業 九十五年六月號)

貳、 研究目的

- 一、觀察校園內木本植物是否有植物相剋的現象
- 二、測試萃取出植物汁液是否影響植物生長
- 三、不同粗萃取法的粗萃取液對植物的影響狀況
- 四、植物根莖葉不同部位的粗萃取液對植物生長影響差異
- 五、單子葉植物及雙子葉植物受影響程度是否不同
- 六、土壤中是否含有相剋物質
- 七、植物萃取液對種子萌發及幼苗生芽的影響
- 八、推論植物利用何種途徑對其他植物造成排他作用

參、 研究設備及器材

1. 燒杯
2. 量筒
3. 滴管
4. 紗布
5. 天平
6. 培養皿
7. 高枝剪、修枝剪
8. 木麻黃、雨豆樹及榕樹的根莖葉
9. 小白菜種子
10. 玉米種子

肆、 研究過程或方法

一、植物粗萃取

1. 浸泡萃取

- (1) 採集木麻黃、雨豆樹及榕樹的根莖葉。(木麻黃的葉退化成極小的鞘齒狀，環繞於莖上的節處，無法分離，因此木麻黃莖葉合併為同一部位處理)
- (2) 將根莖葉剪成 1~2 公分的碎片，秤重各 15 公克，加水 135 公克，浸泡 24 小時。
- (3) 用雙層紗布將浸泡液過濾，此為 10% 浸泡粗萃取液，置於冰箱中備用。

2. 研磨萃取

- (1) 採集木麻黃、雨豆樹及榕樹的根莖葉。
- (2) 將根莖葉剪成 1~2 公分的碎片，秤重各 15 公克，用研鉢研磨後加水 135 公克。

(3)用雙層紗布將研磨液過濾，此為 10% 研磨粗萃取液，置於冰箱中備用。

二、小白菜種子萌芽測試

- 1.將萃取液作序列稀釋，準備 10%、5%、2.5% 萃取液。
- 2.在培養皿中放入棉花，分別倒入雨豆樹、木麻黃及榕樹三種植物根、莖及葉不同部位的 10%、5%、2.5% 萃取液 20ml，再分別放入 20 顆小白菜種子。
- 3.三天後觀察並紀錄小白菜種子萌發情形。

三、玉米種子萌芽測試

- 1.將萃取液作序列稀釋，準備 10%、5%、2.5% 萃取液。
- 2.在培養皿中放入棉花，分別倒入雨豆樹、木麻黃及榕樹三種植物根、莖及葉不同部位的 10%、5%、2.5% 萃取液 20ml，再各放入 20 顆玉米種子。
- 3.三天後觀察並紀錄玉米種子萌發情形

四、植物幼苗生長狀況測試

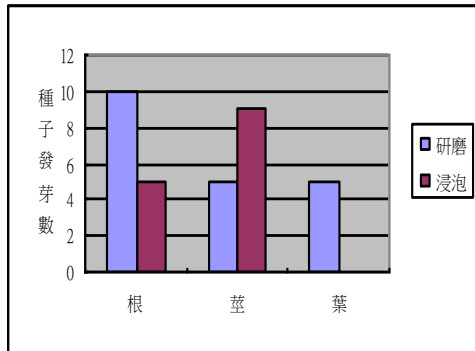
- 1.取浸泡粗萃取液進行幼苗生長狀況測試
- 2.將 20 顆已萌芽的幼苗放入培養皿中，加入不同的植物粗萃取液各 20ml，七天後觀察並紀錄植物生長情形。

五、土壤測試

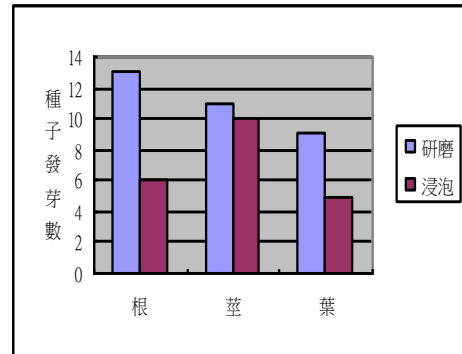
- 1.取木麻黃、雨豆樹及榕樹的樹下土壤，分別各埋入 20 顆小白菜種子及玉米種子，三天後觀察並紀錄種子萌發情形。
- 2.對照組利用培養土種植小白菜及玉米種子。

伍、 研究結果

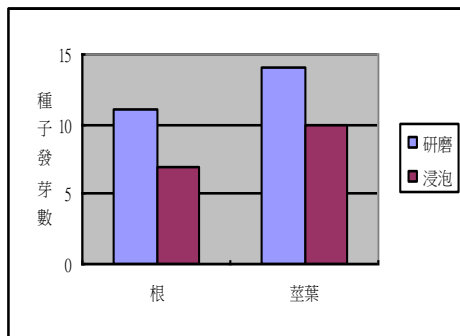
一、不同萃取法對種子萌發的影響



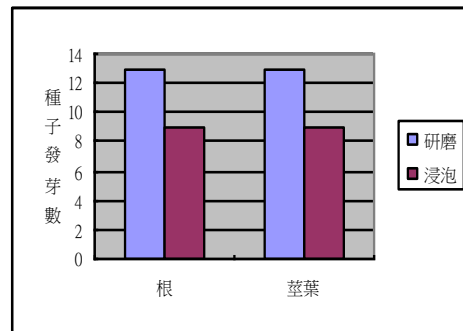
雨豆樹粗萃取液對小白菜種子



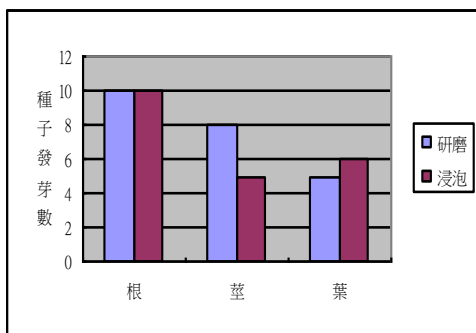
雨豆樹粗萃取液對玉米種子



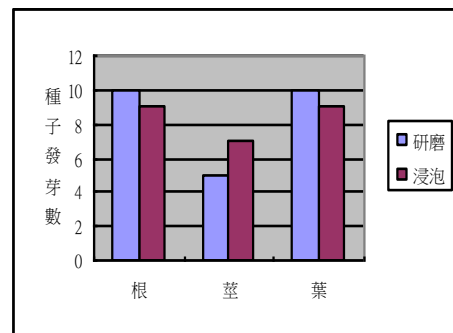
木麻黃粗萃取液對小白菜種子



木麻黃粗萃取液對玉米種子



榕樹粗萃取液對小白菜種子

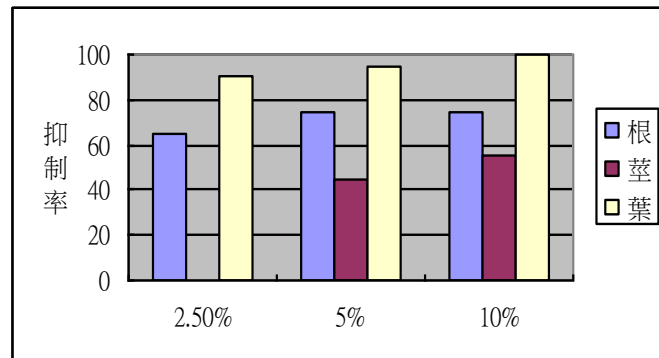


榕樹粗萃取液對玉米種子

根據實驗結果，大致上以浸泡方式萃取出粗萃取液，對種子萌發的抑制效果較佳，因此選用浸泡方式的粗萃取液進行後續實驗。

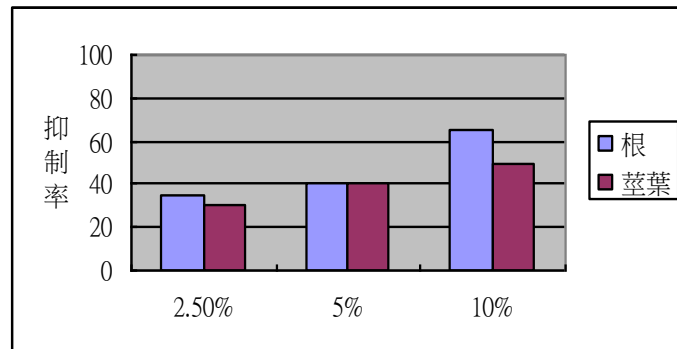
二、植物粗萃取液對小白菜種子萌發的影響

(一) 雨豆樹



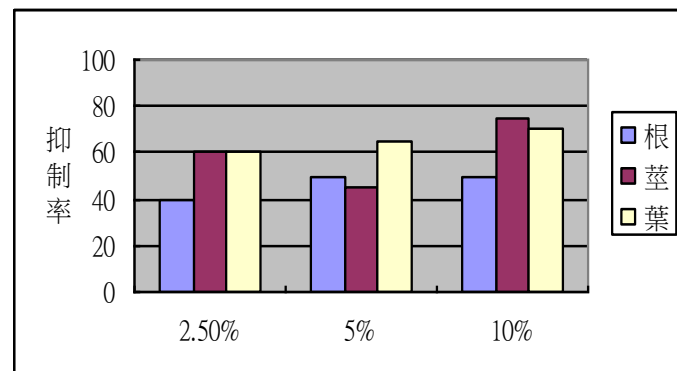
根據實驗結果顯示，雨豆樹的根莖葉三個部分，皆有抑制小白菜種子萌發的作用，且濃度越高抑制效果越明顯。其中以葉的抑制效果最佳，不同萃取液濃度抑制率皆達 90% 以上，莖的抑制效果較差，且莖於低濃度時顯示無法抑制萌芽。

(二) 木麻黃



根據實驗結果顯示，木麻黃的根莖及葉均有抑制效果，濃度越高抑制效果越佳，根萃取液的抑制效果略佳於莖葉萃取液。

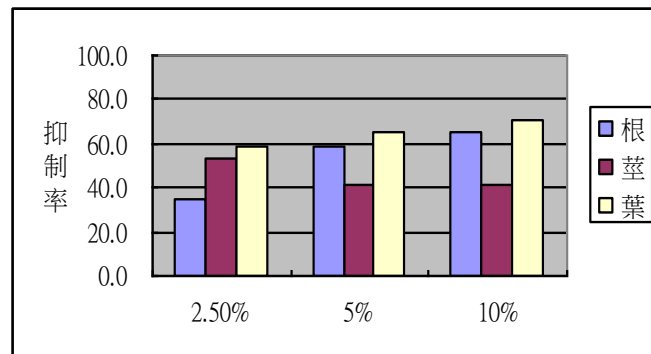
(三) 榕樹



榕樹各部位萃取液對小白菜種子的萌發皆有抑制的效果，抑制效果達 50% 以上，亦有濃度越高抑制效果越佳的趨勢。

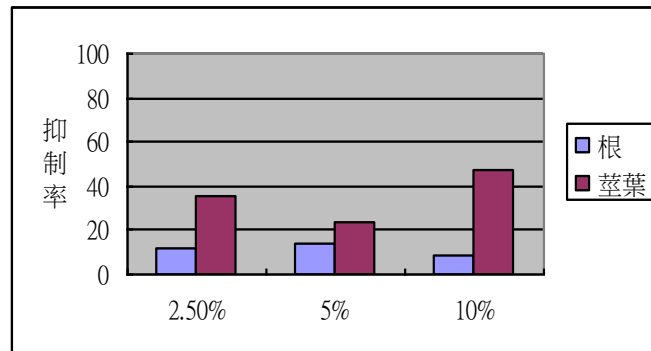
三、植物粗萃取液對玉米種子萌發的影響

(一) 雨豆樹



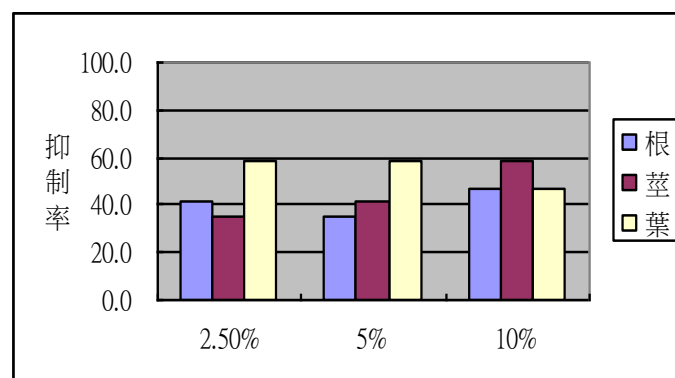
雨豆樹根莖葉萃取液對玉米種子有抑制萌發的效果，其中葉萃取液的抑制效果最明顯。高濃度 10% 葉萃取液對玉米種子的萌發抑制率達 70%

(二) 木麻黃



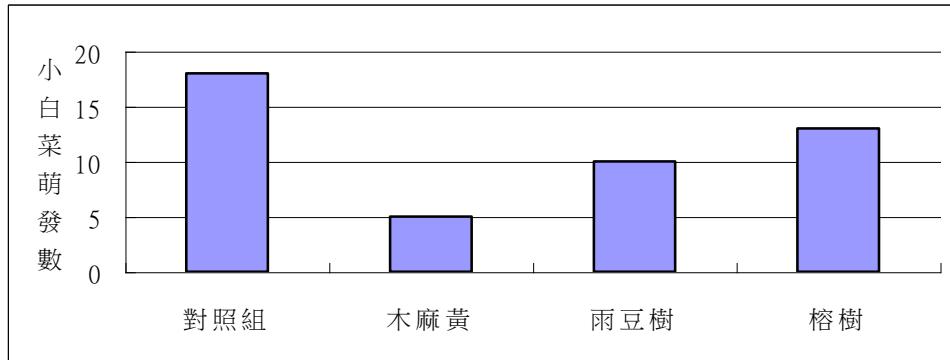
木麻黃莖葉及根萃取液對玉米種子的萌發稍微有抑制效果，但抑制率未達 50%。

(三) 榕樹



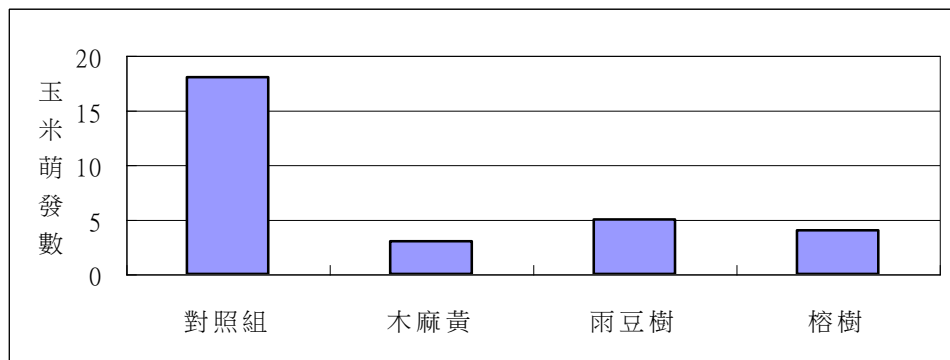
榕樹根莖葉萃取液對玉米種子皆有抑制效果，抑制效果約為 40%~60% 之間。在 2.5% 及 5% 時，葉萃取液的抑制效果優於其他部位。

四、三种植物的土壤對小白菜種子萌發的影響



依據實驗結果，木麻黃、雨豆樹及榕樹的土壤對小白菜萌發有抑制的作用。其中以木麻黃的土壤對小白菜萌芽抑制率最高。

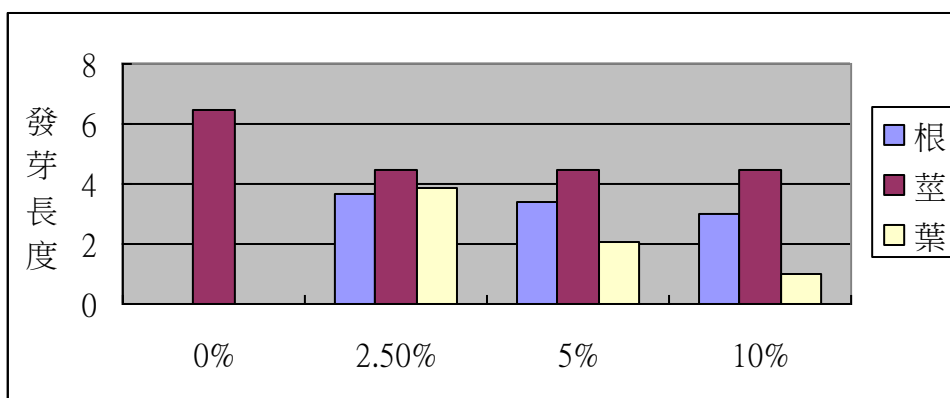
五、三种植物的土壤對玉米種子的萌發影響



依據實驗結果，木麻黃、雨豆樹及榕樹的土壤對玉米萌發有明顯抑制的作用。

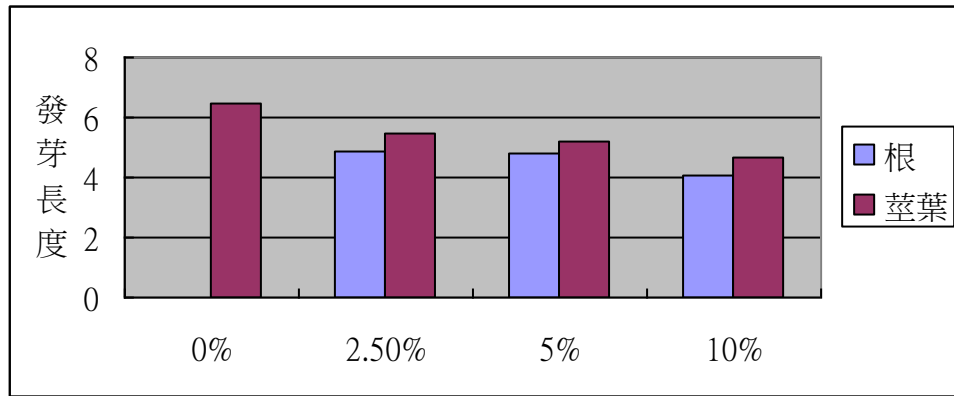
六、植物粗萃取液對小白菜幼苗生長的影響

(一)雨豆樹



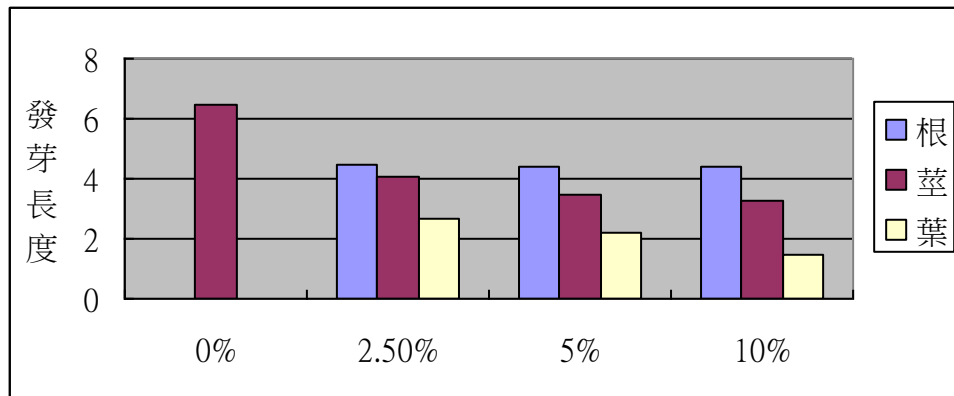
由實驗結果得知，雨豆樹的根及葉萃取液對幼苗生長有明顯抑制的效果，尤其以雨豆樹葉的萃取液抑制生長效果最顯著，植物幼苗生長遲緩扭曲的現象。(如附錄四)

(二)木麻黃



由實驗結果得知，木麻黃萃取液對幼苗的生長稍有抑制效果，濃度越高抑制效果越佳。

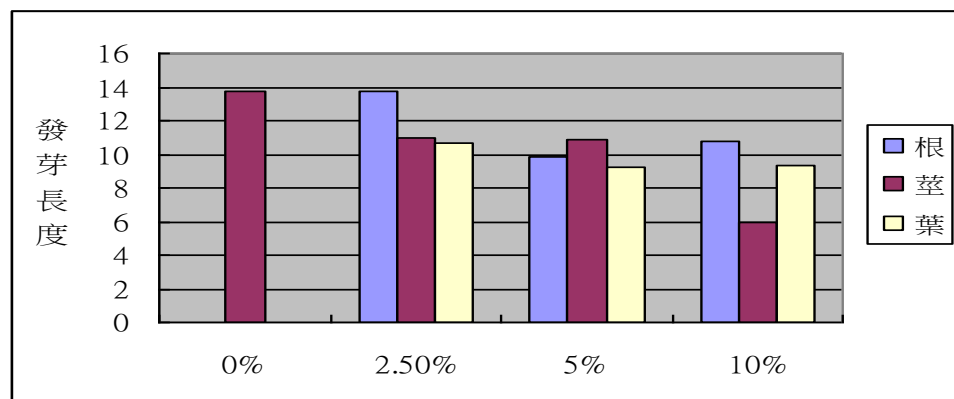
(三)榕樹



榕樹萃取液根莖葉部位對幼苗皆有抑制的作用，其中葉萃取液抑制效果最佳。

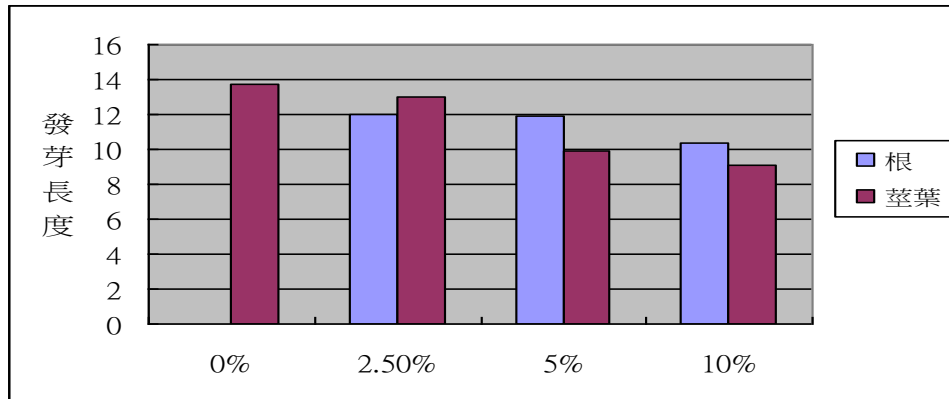
七、植物粗萃取液對玉米幼苗生長的影響

(一)兩豆樹



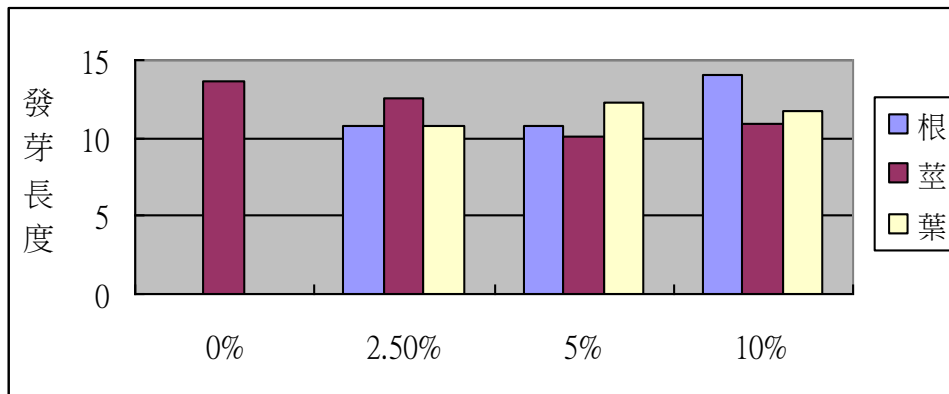
兩豆樹各部位萃取液對幼苗生長有抑制的效果，尤其以兩豆樹葉的 10% 萃取液抑制生長效果最顯著。

(二)木麻黃



木麻黃萃取液對幼苗的生長有抑制效果，但不明顯，濃度越高抑制效果越佳。

(三)榕樹



榕樹萃取液根莖葉部位對玉米幼苗抑制作用不明顯。

陸、 討論

一、利用研磨及浸泡兩種萃取方式所得的結果，以浸泡萃取法對種子的抑制效果較佳，且以研磨方式萃取，因不同植物的根莖葉其硬度不同，研磨的難易程度亦不同，研磨時間及力道也無法固定，較易在萃取過程中出現操作上的差異，而增加實驗的變因。因此選擇使用將植物剪碎浸泡的萃取方式，進行實驗。

二、所選生物材料的探討：

(一)選擇小白菜及玉米當作相剋作用中被有毒物質抑制的對象

- 1.生長週期短，約 2~3 天即可萌芽，且萌芽機率高。
- 2.取得容易且價格低廉。
- 3.小白菜為雙子葉植物，玉米為單子葉植物，可比較單、雙子葉植物受影響的差異。
- 4.容易受環境因素影響，易產生較顯著的變化，容易觀察其變化。

三、根莖葉的粗萃取液對種子萌發及幼苗生長的影響程度不一。

(一)兩豆樹：根莖葉萃取液中，以葉粗萃取液對小白菜(雙子葉植物)及玉米(單子葉植物)

種子萌發的抑制效果最明顯，其次為根及莖。幼苗生長測試中，施以葉萃取液的幼苗，其生長狀況緩慢，抑制的現象最明顯。雨豆樹屬於豆科植物，根據文獻其他豆科植物也具有相剋作用。

(二)木麻黃：莖葉萃取液對玉米(單子葉植物)種子萌發的抑制效果較佳。

(三)榕樹：在濃度2.5%及5%的狀況下，葉萃取液對小白菜及玉米的種子萌發抑制效果較佳。但幼苗生長狀況的抑制作用較不明顯。

四、土壤測試中，三種植物對小白菜及玉米的萌發皆具有顯著的抑制作用。對於單子葉植物(玉米)的抑制效果較顯著，可推論對於抑制樹周圍的單子葉雜草有較明顯的作用。其中木麻黃土壤對種子萌發的抑制效果最顯著，但萃取液的抑制效果卻不佳，可能因為以浸泡方式的萃取法，較無法將木麻黃的相剋化合物溶解出來，導致效果不彰。

五、相剋化合物釋放機制的推論：

植物相剋作用的途徑可歸納為(1)揮發作用(2)淋溶作用(3)植物殘留分解作用(4)根泌作用四種。由此實驗結果推測這三種植物可經由淋溶作用及根泌作用兩種方式進行植物的相剋，原因如下：

(一) 雨豆樹葉萃取液抑制作用最明顯，推論相剋化合物由葉子合成，經雨水由葉片淋洗出，落到土壤中，抑制周圍植物生長。

(二) 雨豆樹根萃取液的抑制作用，僅次於葉萃取液，因此推論相剋化合物運送到根後，由根根泌作用釋出於土壤中，影響附近植物生長。

(三) 榕樹各部位的萃取液的抑制效果，在稀釋的濃度中大致也呈現葉萃取液優於其他部位的趨勢，表示榕樹多以淋溶作用此途徑達到毒他的目的。

(四) 葉萃取液效果較佳也有可能藉由揮發作用影響其他植物生長，但因揮發作用多屬於空氣乾燥及雨水較少的內陸植物進行的途徑，台灣氣候潮濕，應不屬於此種相剋方式。

(五) 木麻黃萃取液抑制效果較差，對玉米及小白菜的抑制效果各部位影響程度不同，對小白菜以根的抑制效果較好，對玉米則以莖葉的效果較佳，但整體抑制效果不如雨豆樹及榕樹。因此較難推論相剋的作用方式。

六、應用價值

利用植物相剋作用的特質，具有製作天然殺草劑的可能性。

一、未來展望

(一)可進一步利用多酚類(polyphenols)染色法，觀察根、莖及葉的橫切面，以分析植物的相剋物質儲存於何處組織或如何運送。

(二)本實驗結果顯示雨豆樹、木麻黃及榕樹確實有相剋作用，未來可將萃取液用於野外雜草，實地進行野外測試，以期瞭解當作天然除草劑的效果。

(三)植物相剋作用是否受到溫度、土壤酸鹼度或不同土質影響，可於後續研究進一步探討。

(四)可進一步研究植物相剋物質為何不會造成自毒的現象。

柒、 結論

雨豆樹及榕樹萃取液的對種子萌發及幼苗生長皆有明顯的抑制作用，木麻黃萃取液則相對抑制效果較弱。根據不同部位的萃取液影響程度不同，推論雨豆樹藉由淋溶及根泌作用達成相剋作用，榕樹則多以淋溶作用影響周圍植物生長。

捌、 參考資料及其他

- 洪昆源(2006)。森林下層植物之相剋作用與生物量關係及其在林業上之應用。台灣林業，66，Vol.32 No.3。
- 汪書平、書偉傑(2005)。榕樹粗萃取液對種子萌發及生長之影響。2005 國際科學展覽會。
- 龔冠寧(2003)。南美蟛蜞菊相剋作用之探討。台灣 2003 年國際科學展覽會。
- 徐詩函、游雅鈞、賈藝伊、邱玫瑄。毒他一隱藏的戰爭。第 49 屆中小學科學展覽會作品。
- 袁秋英、蔣慕琰。雜草之相剋作用。藥試所專題報導第十六期，8 頁。
- 周昌弘、許福星（1991） 覆蓋作物與森林再生之相生相剋作用。雜草學會會刊 12(1): 33-40。
- 羅玳、羅巧妤、林雅玲(1996)。從綠竹相剋到殺草劑的應用。第 35 屆科學展覽。
- 周昌宏(2006)。植物相剋作用在永續農業之利用。農業廢棄物之利用與環保，103-116 頁。
- 雨豆樹。取自維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E9%9B%A8%E8%B1%86%E6%A8%B9>
- 榕樹。取自維基百科 <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E6%A6%95%E6%A0%91>
- 千頭木麻黃。取自台灣大百科全書 <http://taiwanpedia.culture.tw/web/content?ID=21628>

附錄一、10%研磨及浸泡萃取法對植物種子萌發的影響

小白菜種子	發芽數	發芽數		玉米種子	發芽數	發芽數
雨豆樹	研磨	浸泡		雨豆樹	研磨	浸泡
根	10	5		根	13	6
莖	5	9		莖	11	10
葉	5	0		葉	9	5
木麻黃	研磨	浸泡		木麻黃	研磨	浸泡
根	11	7		根	13	9
莖葉	14	10		莖葉	13	9
榕樹	研磨	浸泡		榕樹	研磨	浸泡
根	10	10		根	10	9
莖	8	5		莖	5	7
葉	5	6		葉	10	9

附錄二、植物萃取液對小白菜種子萌發的影響

雨豆樹	濃度	0	2.50%	5%	10%
根	萌發數	20	7	5	5
	抑制率		65	75	75
莖	萌發數	20	20	11	9
	抑制率		0	45	55
葉	萌發數	20	2	1	0
	抑制率		90	95	100

木麻黃	濃度	0	2.50%	5%	10%
根	萌發數	20	13	12	7
	抑制率		35	40	65
莖葉	萌發數	20	14	12	10
	抑制率		30	40	50

榕樹	濃度	0	2.50%	5%	10%
根	萌發數	20	12	10	10
	抑制率		40	50	50
莖	萌發數	20	8	11	5
	抑制率		60	45	75
葉	萌發數	20	8	7	6
	抑制率		60	65	70

附錄三、植物萃取液對玉米種子萌發的影響

雨豆樹	濃度	0	2.50%	5%	10%
根	萌發數	17	11	7	6
	抑制率		35.3	58.8	64.7
莖	萌發數	17	8	10	10
	抑制率		52.9	41.2	41.2
葉	萌發數	17	7	6	5
	抑制率		58.8	64.7	70.6

木麻黃	濃度	0	2.50%	5%	10%
根	萌發數	17	12	14	9
	抑制率		29.4	17.6	47.1
莖葉	萌發數	17	11	13	9
	抑制率		35.3	23.5	47.1

榕樹	濃度	0	2.50%	5%	10%
根	萌發數	17	10	11	9
	抑制率		41.2	35.3	47.1
莖	萌發數	17	11	10	7
	抑制率		35.3	41.2	58.8
葉	萌發數	17	7	7	9
	抑制率		58.8	58.8	47.1

附錄四、實驗照片



雨豆樹葉萃取液抑制小白菜種子萌發



2.5%、5%、10%雨豆樹葉萃取液抑制小白菜種子萌發



左為對照組，右為雨豆樹葉萃取液培養之小白菜幼苗



雨豆樹葉萃取液抑制小白菜幼苗生長

【評語】 030302

探討植物的相剋作用為植物生理學、生化學及生態學的重要主題，並具有實際應用的潛力。

然而本研究的設計與實施上有一些缺陷，致使尚無法獲得具體的結論，例如原目的為天然除草劑的開發，但實驗之標的卻為小巨菜和玉米，不很合適；以萃取液進行種子發芽的抑制實驗時，缺少「水」對照應；另外，實驗數據若能有適當的統計分析，數據將更具科學意義。