

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

佳作

030302

毒他--隱藏的戰爭

學校名稱：桃園縣私立新興高級中學(附設國中)

作者： 國一 徐詩函 國一 游雅鈞 國一 賈藝伊 國一 邱玫瑄	指導老師： 陳俐蓉
---	------------------

關鍵詞：植物相剋作用、非洲鳳仙花

摘要

相剋作用是指植物在代謝過程中釋放出有毒物質以抑制本身或鄰近植物種子萌發及植株發育生長的過程。非洲鳳仙花所在之處，少有其他植物，本實驗採非洲鳳仙花的根、莖或葉之萃取液進行相剋作用之研究，結果顯示非洲鳳仙花確實會抑制小白菜與玉米種子萌發及幼苗的生長，利用多酚類染色方法得知非洲鳳仙花產生的相剋化合物為多酚類，進一步推論土壤中的多酚類會被植物吸收，進而影響植物的生長與發育。

壹、研究動機

一個風和日麗的日子裡，我們到學校附近的公園散心，我們發現公園裡的非洲鳳仙花花圃旁幾乎沒有其它雜草生長，這是為什麼呢？我們查詢資料後發現，植物具有相剋作用以抑制其他植物生存，說明植物種間之競爭；在自然環境中，我們也常發現一大片竹子園裡，沒有其他植物生存，我們不禁懷疑非洲鳳仙花也具有「相剋作用」？因此我們對非洲鳳仙花的相剋作用越來越感興趣，便開始積極的研究和設計實驗，希望讓大家對非洲鳳仙花相剋作用有進一步的了解。

一、非洲鳳仙花簡介

(一)學名：*Impatiens Walleriana*

(二)科別：鳳仙花科 (Balsaminaceae)

(三)別名：矮鳳仙、指甲花、急性子

(四)英文名:African Touch-me-not

(五)特色：

- 1.多年生宿根性草本植物
- 2.植株低矮約 5~20 公分，莖肉質多汁且多分枝，白綠或紅褐色。
- 3.葉互生，灰綠，時具有斑點，廣橢圓形而先端銳，葉緣網鋸齒，色濃綠。
- 4.花朵開於莖頂，五花瓣，顏色常見的有紅、粉紅、深紅、花朵下的萼片，會延長成一根長



長的花「矩」，裡面存放著甜美的花蜜，用來招蜂引蝶，是色彩明艷的蜜源植物。

5.果實:蒴果，成熟時會自動彈開種子以傳宗接代。

(六)主要產地：

全世界以非洲為主要產地。

(七)用途：

藥用時為解毒、通經、催生與祛痰之藥。

二、植物相剋作用簡介

在植物間之交互作用、群落之消長及極峰植物形成的機制中，相剋作用扮演著重要的角色。植物相剋作用 (allelopathy) 取自希臘字的 Allelon (兩個相對因子，或植物) 及 pathon (有害的) 兩字結合而成，是指植物在代謝過程中釋放有毒物質以抑制本身或其鄰近植物之種子萌發、根的生長、植株發育及開花乃至結果，在自然生態系的植物交互影響中扮演相當重要的一環。

植物生長過程中一直進行生理及生化上的代謝，並產生次階代謝物質包含了松烯類 (terpenoid)、類脂醇(steroid)、香豆素(coumarins)、類黃素(flavonoids)、單寧(tannins)、植物鹼(alkaloids)、氰醇類(cyanohydrins)、酚類(phenolics)及其衍生物等有機化合物；這些次級代謝物質被儲存在不同的植物部位細胞，會因各種生物因子或非生物因子而釋放至外界環境中，然而這些次級代謝物質的化學性質不同，釋放至外界環境的方式也不同。

(一) 根據研究指出，相剋化合物釋放至環境的途徑有四種，可區分為揮發作用 (Volatilization)、淋溶作用(Leaching)、根的泌瀉作用(Root exudation)、土壤中植物殘體分解作用(Decomposition of plant residues in soil)。

1.揮發作用 (Volatilization)：在氣候乾旱的地區，如地中海型氣候區、沙漠地區或熱帶雨水少的地區，大氣中之水勢能較植物體內之水勢能為低，藉植物之揮發及蒸散作用，將植物代謝物質釋放出來。研究指出松烯類化合物 (Terpenoids)，如Cineole, Camphor, α -pinene, β -pinene由揮發作用釋出體外，抑制其鄰近作物植物的種子發芽，及植株的生長。

2.淋溶作用 (Leaching)：植物的次階代謝物質常累積於植物組織間隙或液胞裡，經雨水淋洗，這些次代謝物質就被淋溶到植物外表而釋放到土壤或環境中。這些被淋溶的物質為水溶性的酚類化

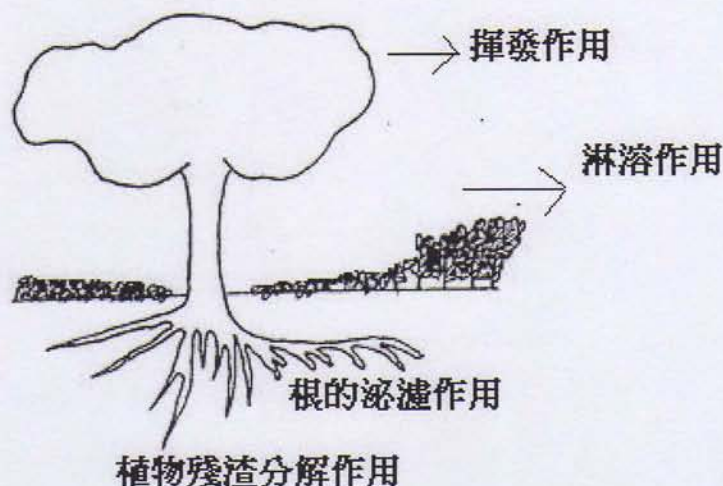
合物、氨基酸、核醣體的類黃素或植物鹼可經由雨水，雪、霧或露水自植物葉片或其他部位淋溶出來，這些物質多具有生物活性會對鄰近植物造成毒害，淋溶的能力和產生的毒性決定降雨的量；此方式為大部分相剋化合物釋放至環境的途徑，並進一步對植物造成影響。

3.根的泌濾作用 (Root exudation) :

植物營生理作用時，根除了吸收水份及營養物資外，還會分泌及滲濾次級代謝物質，而這些次級代謝物質會進而影響自己或其他植物的生長。專家指出，在許多作物中廣泛地發現根的泌濾作用，雜草根部滲濾的二次代謝物質，多屬於酚酸類化合物。有研究報導加州的一種橡膠樹，其根分泌出Cinnamic acid，此化合物對本身根之生長有自毒作用 (Autointoxication)，影響種子的萌發，根和枝條的生長，營養的吸收和根瘤的形成。

4.土壤中植物殘渣分解作用 (Decomposition of plant residues in soil) :

植物的殘留物質遺置土壤後，因土壤腐生菌之作用逐漸腐爛，在腐爛初期會產生許多酚類化合物或其他有機化合物。大部分的有機化合物都對植物生長有害，故腐爛分解的時間若不夠長，則容易造成植物相剋作用，影響植物生長發育。



(二)植物的相剋作用發生共有六個要件：

- 1.一類植物之優勢性，或另一類作物的死亡，並非因光線、氧氣、土壤肥力、水分及其他物理因子所致。
- 2.必須有一方能產生植物毒性化學物質。
- 3.所產生毒性化學物質之量必須在棲地中累積到某一濃度，足以危害到自己存活或其鄰近植物之生長。
- 4.必須有另一方能接受植物毒性化學物質，並產生危害之植物。
- 5.有些植物具適應性之自毒作用，此在演化上十分重要。
- 6.植物產生之相剋物質必須配合環境的條件。

貳、實驗目的

- 一. 探討非洲鳳仙花萃取液對植物種子萌發和幼苗生長有無相剋作用存在。
- 二. 不同的非洲鳳仙花組織部位萃取液，分別在不同濃度下對植物萌發生長的影響。
- 三. 探討非洲鳳仙花萃取液對植物不同生長期處理之影響。
- 四. 推論種植非洲鳳仙花的土壤中含有相剋物質以抑制其他植物生長。
- 五. 分析非洲鳳仙花萃取液中的主要產生相剋作用之物質。

參、研究設備與器材

一、器材與設備：

- (一). 果汁機
- (二). 烤箱
- (三). 濾紙
- (四). 培養皿 (數個)
- (五). 擦手紙
- (六). 紗布
- (七). 燒杯 (數個)
- (八). 光學顯微鏡

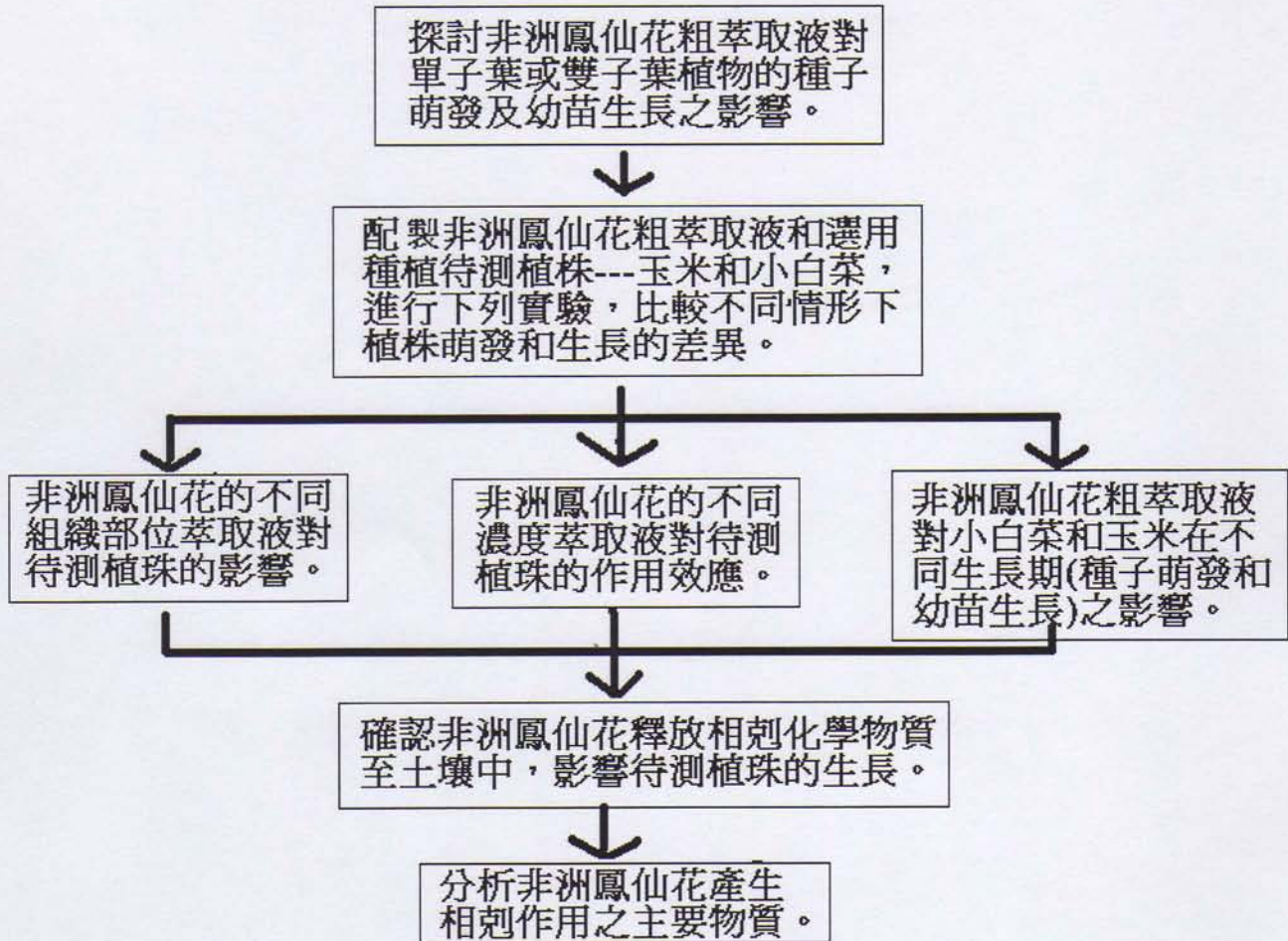
二、藥品：

- (一). 10% 亞硝酸鈉溶液
- (二). 10% 尿素溶液
- (三). 10% 醋酸
- (四). 2N 氫氧化鈉溶液

三、生物材料：

- (一). 非洲鳳仙花 (*Impatiens Walleriana*)
- (二). 相思樹 (*Acacia confusa Merr.*)
- (三). 小白菜種子 (*Brassica rapa L.ssp.chinensis* (Rupr. (Olsson)))
- (四). 玉米種子 (*Zea mays Linn*)

肆、實驗過程或方法



(實驗一)非洲鳳仙花粗萃取液對小白菜、玉米種子萌發的影響

1. 配製植物萃取液 (非洲鳳仙花根、莖、葉的萃取液)：

- (1) 取新鮮非洲鳳仙花，將葉、莖、根部位用剪刀各剪成1~2 公分小段，分別置入烤箱在40℃下烘1 小時。
- (2) 分別秤取烘乾之非洲鳳仙花根、莖、葉50 g 加水配成重量濃度10%的溶液，放入果汁機攪拌10 分鐘。
- (3) 以紗布分別過濾其濾液，裝入燒杯中。
- (4) 將各部位植物萃取液以保鮮膜密封置入冰箱保存在4℃下；實驗中可取出部份溶液加水稀釋成5%、2.5%等各種濃度，置於冰箱中備用。

2. 非洲鳳仙花萃取液對小白菜、玉米種子萌發的影響：

- (1) 取10 個培養皿，分別鋪上摺成適當大小之擦手紙，再覆上一張濾紙。
- (2) 每一個培養皿中放入20 顆小白菜種子，在培養皿中分別加入下列溶液各20 ml：編號 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10。

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溶液	水	2.5%鳳仙花根萃取液	5%鳳仙花根萃取液	10%鳳仙花根萃取液	2.5%鳳仙花莖萃取液	5%鳳仙花莖萃取液	10%鳳仙花莖萃取液	2.5%鳳仙花葉萃取液	5%鳳仙花葉萃取液	10%鳳仙花葉萃取液

置於室溫下，3 天後，觀察萌發情形。（本實驗種子萌發的定義為胚根冒出）。

重複上述步驟3次，記錄數據並求得平均值。

- (3) 將玉米種子取代小白菜種子，重複上述(1)~(2)步驟。

(實驗二)非洲鳳仙花萃取液對小白菜、玉米種子幼苗生長的影響

1. 取10 個培養皿，分別鋪上摺成適當大小之擦手紙，再覆上一張濾紙。
2. 每一個培養皿中放入20 顆小白菜種子，在培養皿中分別加入下列溶液各20 ml：編號 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10。

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溶液	水	2.5%鳳 仙花根 萃取液	5%鳳 仙花根 萃取液	10%鳳 仙花根 萃取液	2.5%鳳 仙花莖 萃取液	5%鳳 仙花莖 萃取液	10%鳳 仙花莖 萃取液	2.5%鳳 仙花葉 萃取液	5%鳳 仙花葉 萃取液	10%鳳 仙花葉 萃取液

置於室溫下，分別於第 4 天、第 8 天觀察並記錄各組培養皿中植株幼苗的莖、根長之生長情形。

- 3.測量所有萌發之種子於其第八天時幼苗的莖、根長度，並取其平均值。
- 4.生長率：編號第一組(加水處理)作為對照組，其幼苗的莖、根長設定為 1，其餘 2~10組實驗組的幼苗莖、根長對其(第一組)的比值。
- 5.重複上述步驟三次，記錄數據並求得平均值。
- 6.將玉米種子取代小白菜種子，重複上述1~5步驟。

(實驗三)非洲鳳仙花植栽區土壤對小白菜、玉米種子萌發與幼苗生長影響

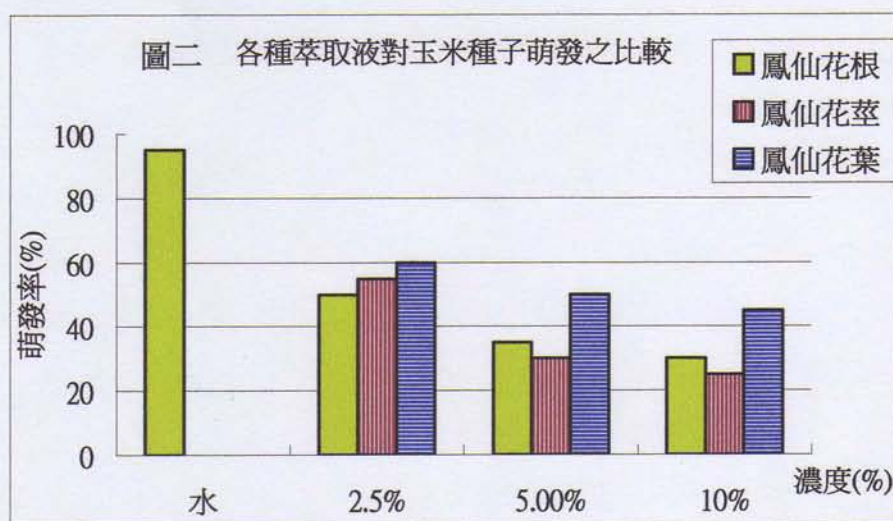
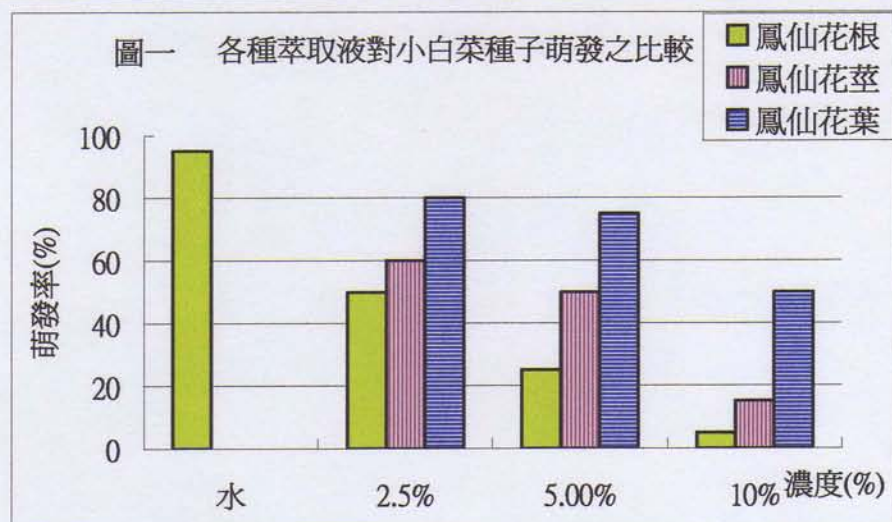
- 1.蒐集校園種植非洲鳳仙花的植栽區土壤。
- 2.將土壤置放在培養皿中，每一個培養皿中放入 20 顆小白菜種子以作為實驗組。
- 3.以市售培養土作為對照組，同時在培養皿中放入 20 顆小白菜種子。
- 4.觀察20顆小白菜種子的萌發(種植第三天)和幼苗莖生長(種植第八天)情形。
- 5.重複上述步驟三次，並記錄數據，求得平均值。
- 6.將玉米種子取代小白菜種子，重複上述1~5步驟。

(實驗四)非洲鳳仙花相剋化合物的確認

- 1.多酚類(Polyphenols)的染色法
 - (1)藥液：10% 亞硝酸鈉溶液、10% 尿素溶液、10% 醋酸、2N 氫氧化鈉溶液。
 - (2)切片放在混合藥液(10% 亞硝酸鈉溶液、10% 尿素溶液、10% 醋酸)的等量新混合液中，浸泡 3 分鐘取出混合藥液加入 2 滴 2N氫氧化鈉溶液。
- 2.取新鮮非洲鳳仙花的莖、葉及根之切片，將切片進行多酚類(Polyphenols)的染色，以光學顯微鏡觀察並拍照。

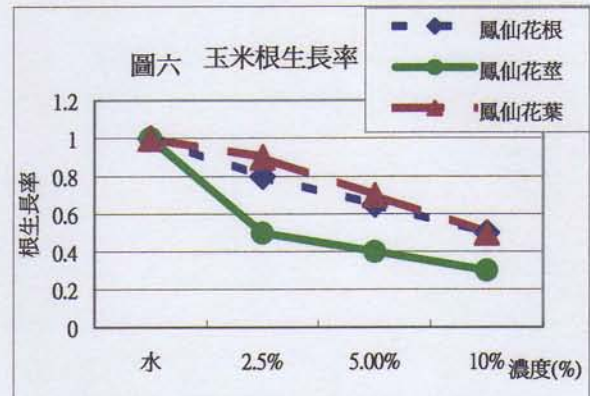
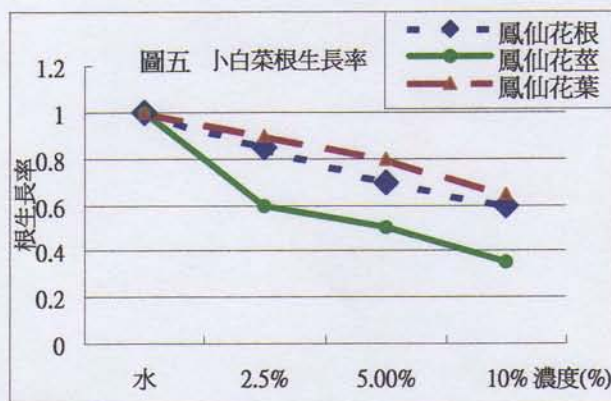
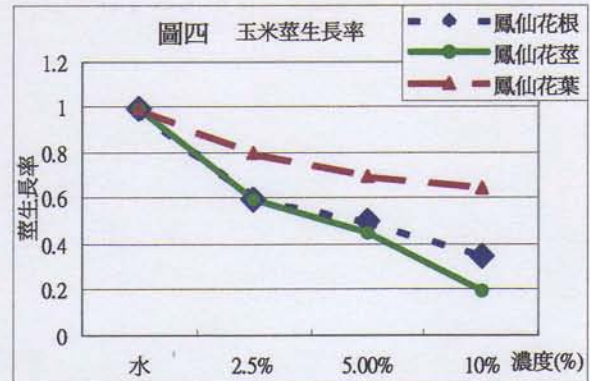
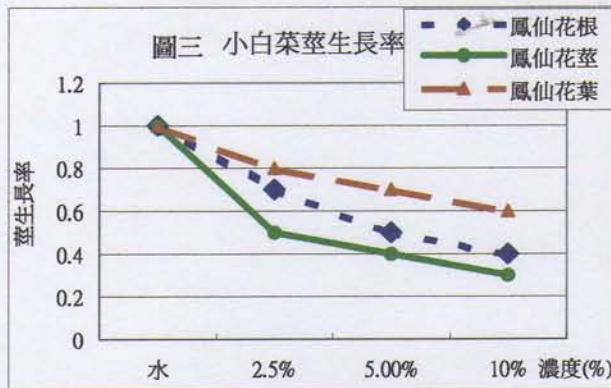
伍、研究結果

一、非洲鳳仙花萃取液對小白菜、玉米種子發芽率的影響



- (一) 根據圖一、圖二的結果，非洲鳳仙花的根、莖、葉萃取液處理種子萌發的實驗中，均有抑制小白菜、玉米種子發芽的效果，尤其以莖、根部萃取液對這兩種種子萌發的抑制最為明顯，其中根部萃取液對小白菜種子萌發的抑制效果達最敏感，抑制率達約50%。
- (二) 各種濃度之非洲鳳仙花莖與根萃取液相較於水處理的組別，對小白菜、玉米種子萌發均有抑制作用，而且其種子萌發率與萃取液濃度成反比，具有濃度效應，以10% 萃取液(高濃度)抑制種子發芽的現象最明顯(如圖一、圖二)。

二、鳳仙花萃取液對小白菜、玉米植株幼苗生長的影响



(一)根據圖三、圖四的結果，非洲鳳仙花萃取液對植株幼苗的莖生長部份之影響：

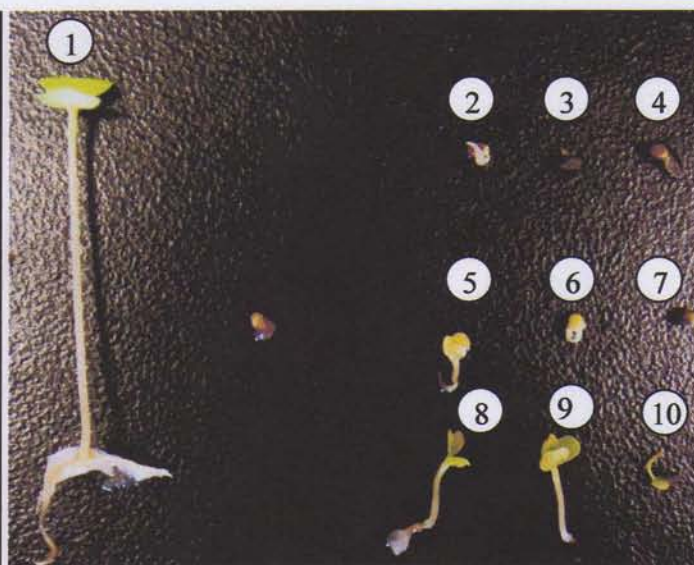
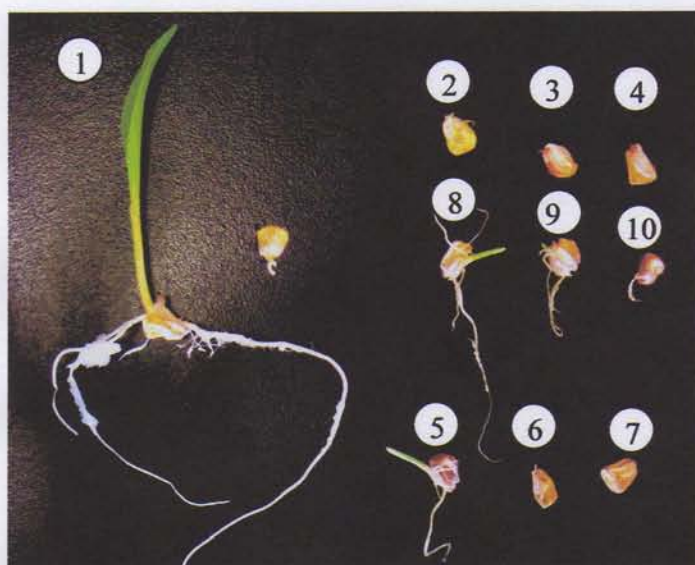
- 1.非洲鳳仙花根部 2.5%(低濃度)萃取液在前四天對小白菜莖的生長有些微抑制效果，而對於玉米可以明顯抑制，影響程度隨濃度提高而加深，具有濃度效應。
- 2.小白菜和玉米的幼苗對於非洲鳳仙花莖部萃取液最具有敏感性，2.5%(低濃度)萃取液已經有明顯抑制這些作物的莖生長情形，尤其作用在小白菜幼苗的莖生長，其抑制效果達約50%。
- 3.非洲鳳仙花葉部萃取液以2.5% (低濃度)處理時，對玉米莖和小白菜的生長只有些微抑制作用，甚至高濃度處理之下，小白菜在第八天仍然有莖生長反應 (如圖七、圖八)。

(二)圖五、圖六的結果得知，非洲鳳仙花萃取液對植株根生長部份的影響：

- 1.非洲鳳仙花根部2.5%(低濃度)萃取液在前四天對玉米和小白菜根的生長有些微抑制效果，影響隨濃度提高而加深，具有濃度效應。
- 2.非洲鳳仙花 5% 莖部萃取液對玉米根生長完全抑制，而小白菜的根在 5% 濃度處理下，第

八天時仍然有根生長反應，但是相較於對照組 (水處理)幼苗的根生長率只有50% (如圖七、圖八)。

3.非洲鳳仙花葉部萃取液以2.5% (低濃度)處理時，對玉米和小白菜根的生長只有些微抑制效果，然而在高濃度葉部萃取液處理之下，小白菜在第八天仍然有根生長反應，玉米的根則完全被抑制 (如圖七、圖八)。

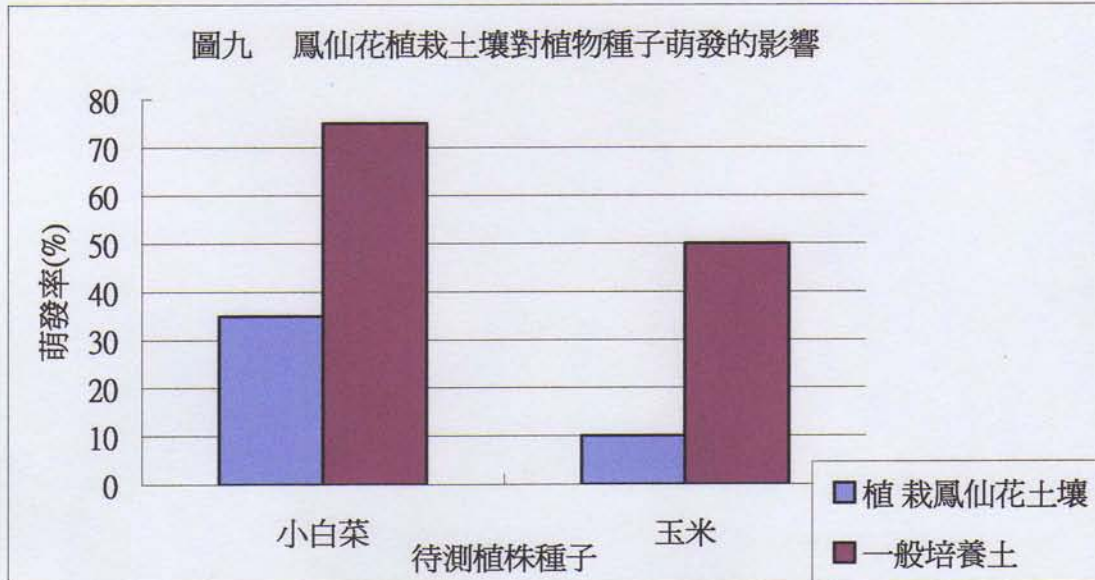


圖七 鳳仙花萃取液對玉米幼苗生長的影響

圖八 鳳仙花萃取液對小白菜幼苗生長的影響

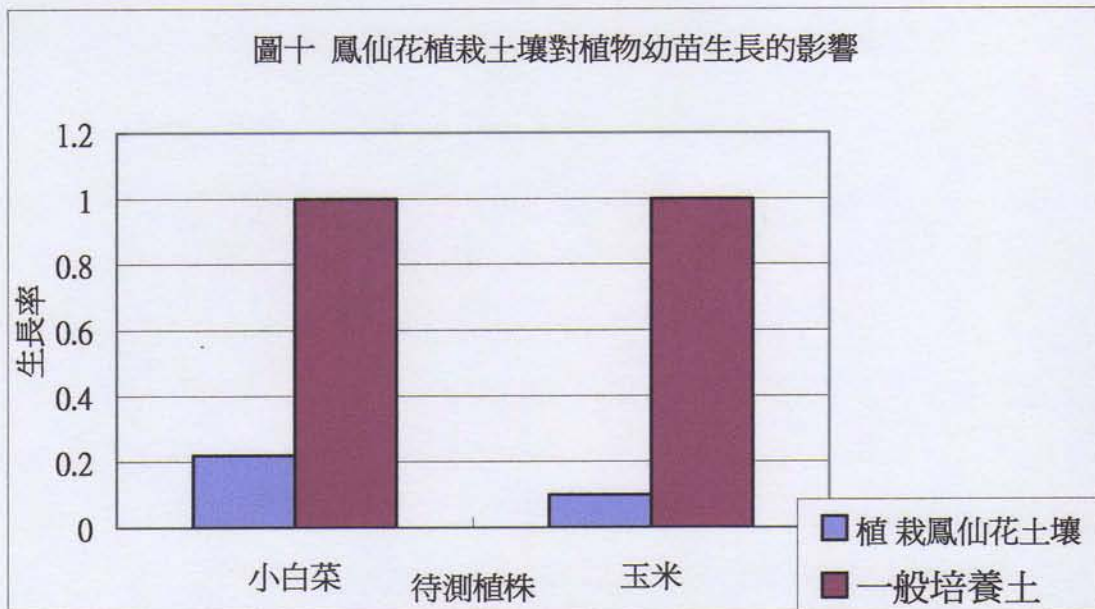
編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溶液	水	2.5%鳳 仙花根 萃取液	5%鳳 仙花根 萃取液	10%鳳 仙花根 萃取液	2.5%鳳 仙花莖 萃取液	5%鳳 仙花莖 萃取液	10%鳳 仙花莖 萃取液	2.5%鳳 仙花葉 萃取液	5%鳳 仙花葉 萃取液	10%鳳 仙花葉 萃取液

三、非洲鳳仙花植栽區土壤對小白菜、玉米種子萌發與幼苗生長的影響：



(一) 根據圖九的實驗結果，非洲鳳仙花植栽區土壤對小白菜和玉米種子萌發皆具抑制作用，而且抑制效果達 50% 以上。

(二) 由結果得知，玉米種子(單子葉植物)被抑制的效果大於小白菜種子(雙子葉植物)。



(三) 根據圖十的結果顯示，非洲鳳仙花植栽區土壤對小白菜和玉米的幼苗生長有明顯的抑制效果(相較於一般市售的培養土)(如圖十一、十二)。

(四) 由實驗結果推論，植栽非洲鳳仙花的土壤中可能具有抑制物質存在，以抑制其他植物的幼苗生長，尤其對單子葉植物的抑制效果最大。



圖十一 鳳仙花植栽土壤對小白菜生長的影響



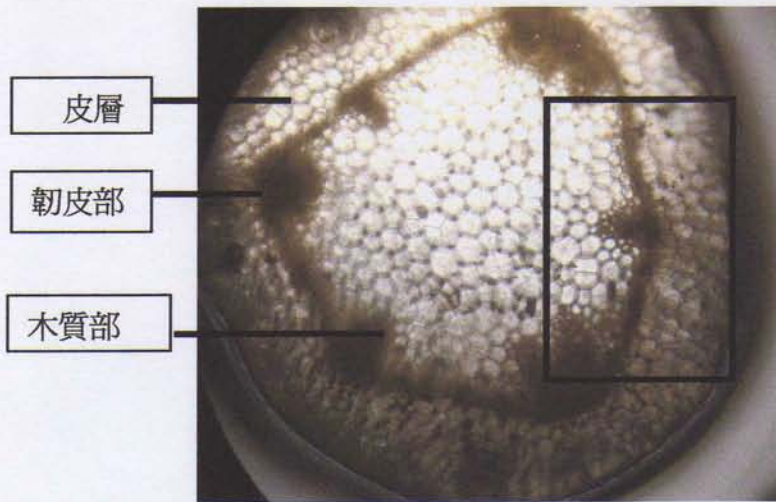
圖十二 一般市售培養土對小白菜生長的影響

四、鳳仙花相剋化合物的確認：

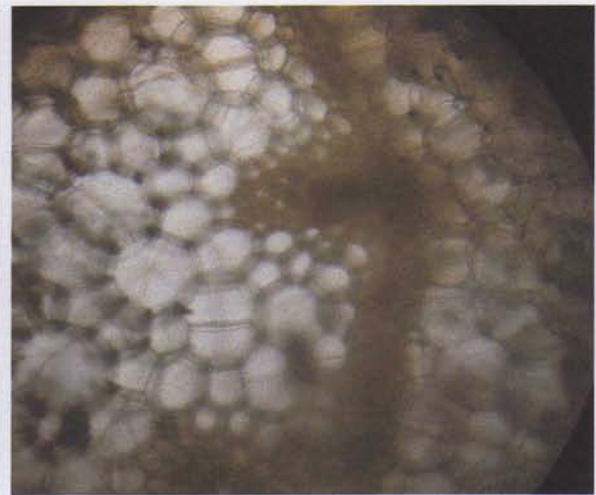
(一)非洲鳳仙花莖之橫切面如圖十三，維管束排列方式呈環狀排列，木質部在內部，韌皮部圍繞在木質部外。而緊鄰表皮細胞為皮層細胞，且部分皮層細胞內有葉綠體。

(二)非洲鳳仙花莖切片進行多酚類 (Polyphenols) 染色，其結果如下：

- 1.非洲鳳仙花的莖染色後結果如圖十五，韌皮部和皮層部位出現紅色，放大圖如圖十六。
- 2.由結果推知，非洲鳳仙花的莖組織含有多酚類物質，其可能為非洲鳳仙花製造的相剋化合物，以抑制其他植物生長。



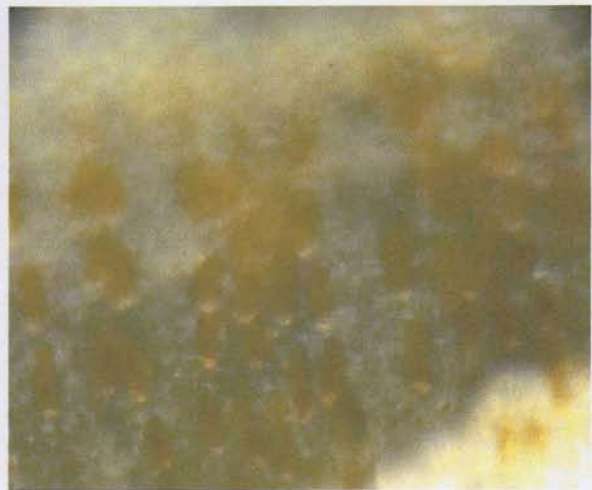
圖十三 鳳仙花莖之橫切面(40X)



圖十四 鳳仙花莖之橫切面(100X)



圖十五 鳳仙花莖染色後的橫切面(100X)



圖十六 鳳仙花莖染色後之皮層組織(200X)

陸、討論

一、所選用生物材料的探討：

- (一) 選用非洲鳳仙花作為相剋作用研究對象的原因是鳳仙花為校園常見植物，且容易取得。
- (二) 選用玉米和小白菜種子作為相剋作用中，受毒物質毒害的待測植株之原因是其生長週期短，萌發只須3~4天且萌發率高，易於觀察；而且容易取得、價格低廉。

二、非洲鳳仙花萃取液對種子萌發和幼苗生長的影響：

- (一) 由實驗一結果中得知，非洲鳳仙花萃取液能有效影響小白菜和玉米種子的萌發，推測其可藉由分泌化學物質來影響其他植物的生長，具明顯的相剋作用。
- (二) 由實驗二結果中得知，非洲鳳仙花不同組織部位產生的相剋作用效果不盡相同，發現莖部萃取液對小白菜和玉米之種子萌發和幼苗之生長產生的抑制現象最為明顯，根部萃取液其次。

三、非洲鳳仙花相剋化合物的確認與釋放的機制：

- (一) 由實驗四結果發現非洲鳳仙花的莖組織細胞經多酚類(Polyphenols)染色，可知其產生的相剋化合物中具有多酚類物質。
- (二) 因為非洲鳳仙花的葉部萃取液和莖部萃取液對小白菜和玉米種子萌發、幼苗生長具有抑制效果，我們推測相剋化合物可能由葉部及莖部組織細胞產生而來；鳳仙花莖部組織的細胞切片染色結果也證明具有相剋物質多酚類的反應。
- (三) 一般植物之相剋化合物，皆為二次代謝產物，植物可以由四種途徑將這些化學物質釋出體外至環境外界：(1) 揮發作用 (2) 淋溶作用 (3) 植物殘質之分解作用 (4) 根之泌瀘作用。我們推測非洲鳳仙花之相剋化合物是經韌皮部輸送至根，由根之泌瀘作用將相剋化合物釋出體外至外界環境，我們推測的理由為：
 1. 如果釋放機制為揮發作用或淋溶作用，非洲鳳仙花的葉部萃取液抑制待測植物的效果應優於莖部萃取液。但實驗一和實驗二的結果顯示，莖部萃取液抑制效果最明顯。
 2. 根據非洲鳳仙花的莖切片進行多酚類染色結果，只發現韌皮部及皮層細胞具有紅色反應，木質部不具紅色。
 3. 由實驗三的結果得知，栽植鳳仙花的土壤含有抑制小白菜和玉米生長發育的化學物質。

四、未來展望：

- (一) 我們推論鳳仙花的相剋化合物可經由根泌濾至土壤中，土壤殘存之相剋化合物對小白菜和玉米種子萌發、幼苗生長具有抑制效果，且為進一步證實小白菜或玉米的根可吸收該相剋化合物。未來，我們進一步會以鳳仙花栽植的土壤培養小白菜和玉米之幼苗，進行莖切片和根切片多酚類 (Polyphenols) 染色，以推知小白菜和玉米生長過程會受到土壤相剋化合物的影響，表現出抑制效果。並以化學分析方法，(例如HPLC)以證實栽植鳳仙花的土壤含有多酚類相剋化合物。
- (二) 由研究結果推知莖組織具有相剋化合物，為進一步證實非洲鳳仙花的葉之皮層細胞或莖組織具有製造多酚物質的能力，我們未來將以鳳仙花之根、莖和葉不同組織部位進行多酚類 (Polyphenols) 染色，並加以證實非洲鳳仙花的莖之韌皮部具有運輸相剋化合物的能力。
- (三) 非洲鳳仙花合成的相剋化合物如何抑制其他植物的生長，其抑制的機制是我們好奇的問題之一，我們假設的機制有：
1. 抑制呼吸作用，使能量合成受阻，進而影響種子萌發所需之能量來源。
 2. 抑制植物光合作用之光反應，使幼苗無法順利進行光合作用。
 3. 相剋化合物可能影響其他植物激素的生長效應，使其他植株變得短小。
 4. 相剋化合物影響其他植物的細胞膜通透性，進而影響其他植物的根尖細胞，使其吸收能力降低。
- 未來我們將進一步設計實驗，探討非洲鳳仙花泌濾相剋物質以抑制其他植物生長之機制。
- (五) 植物產生相剋化學物質是否受到光線、溼度、溫度、土壤 pH 酸鹼值等環境因子影響，未來我們也將進一步以實驗證實之。

五、應用價值：

- (一) 非洲鳳仙花容易栽植培養，通常在行道樹下或者校園花園中是很好的植被，而且非洲鳳仙花的相剋作用造成其他植物很難生存，可以省去除草的費用，這樣的優勢使得非洲鳳仙花是一個良好的植被選擇。
- (二) 若能進一步將非洲鳳仙花合成之多酚類化合物分離與純化出來，或許這樣的化學物質能成為天然的除草劑。

柒、結論

非洲鳳仙花確實會抑制小白菜與玉米種子萌發及幼苗的莖和根的生長，利用多酚類染色方法得知非洲鳳仙花的莖部組織產生相剋化合物為多酚類物質，進一步推論非洲鳳仙花可能釋放此多酚類化學物質至土壤中，其被鄰近的其他植物吸收，進而影響這些生長在非洲鳳仙花周圍植物之種子萌發和幼苗的生長與發育。

捌、參考文獻

- 一、周昌弘。1990。植物生態學。聯經出版公司。433 頁。
- 二、林如維。1990。雜草對作物的相剋作用 Allelopathic Effects of Weeds on Crop Plants
- 三、李怡樺、黃佳靖、黃仁德、唐維澤 民國八十八年 高雄市立左營高級中學 蟛蜞菊相剋作用之探討 第四十屆高雄市科學展覽高中組生物科第二名
- 四、王月雲、陳是瑩、童武夫 民國七十三年 植物生理學實驗 修訂版 臺灣省 藝軒圖書出版社
- 五、袁秋英 蔣慕琰 雜草之相剋作用 <http://www.tactri.gov.tw/htdocs/project/proj16.htm>
- 六、植物相剋作用的研究 <http://pckweb.ncue.edu.tw>
- 七、林雅玲、劉玳、羅巧好 民國八十四年 台北市立景美女子高級中學 從綠竹的相剋作用到殺草劑的應用 第三十六屆全國科學展覽高中組生物科第一名
- 八、易希道 民國七十三年 最新植物生理學 臺灣省環球書社

玖、附錄

實驗紀錄



相片一：小白菜(水—種植五天)



相片二：小白菜(鳳仙花根 2.5%—種植五天)



相片三：玉米 (水—種植五天)



相片四：玉米(鳳仙花根 2.5%—種植五天)



相片五：玉米 (水—種植八天)



相片六：玉米 (鳳仙花莖 10%—種植八天)

萃取液		重量百分濃度(%)			
		0	2.5	5	10
鳳仙花根	萌發數(平均值)	19	10	5	1
	萌發率(%)	95	50	25	5
鳳仙花莖	萌發數(平均值)	19	12	10	3
	萌發率(%)	95	60	50	15
鳳仙花葉	萌發數(平均值)	19	16	15	10
	萌發率(%)	95	80	75	50

附表一 各種萃取液對小白菜種子萌發的影響

萃取液		重量百分濃度(%)			
		0	2.5	5	10
鳳仙花根	萌發數(平均值)	19	10	7	6
	萌發率(%)	95	50	35	30
鳳仙花莖	萌發數(平均值)	19	11	6	5
	萌發率(%)	95	55	30	25
鳳仙花葉	萌發數(平均值)	19	12	10	9
	萌發率(%)	95	60	50	45

附表二 各種萃取液對玉米種子萌發的影響

萃取液			重量百分濃度(%)			
			0	2.5	5	10
鳳仙花根	幼苗莖	長度(Cm)	4.8Cm	3.4Cm	2.4Cm	2.0Cm
		生長率	1	0.7	0.5	0.4
鳳仙花莖	幼苗莖	長度(Cm)	4.8Cm	2.4Cm	1.9Cm	1.4Cm
		生長率	1	0.5	0.4	0.3
鳳仙花葉	幼苗莖	長度(Cm)	4.8Cm	3.8Cm	3.3Cm	2.9Cm
		生長率	1	0.8	0.7	0.6

附表三 各種萃取液對小白菜幼苗莖生長的影響

萃取液		重量百分濃度(%)				
		0	2.5	5	10	
鳳仙 花根	幼苗莖	長度(Cm)	2.5Cm	1.5Cm	1.3Cm	0.9Cm
		生長率	1	0.6	0.5	0.35
鳳仙 花莖	幼苗莖	長度(Cm)	2.5Cm	1.5Cm	1.3Cm	0.5Cm
		生長率	1	0.6	0.45	0.2
鳳仙 花葉	幼苗莖	長度(Cm)	2.5CM	2.0Cm	1.8Cm	1.7Cm
		生長率	1	0.8	0.7	0.65

附表四 各種萃取液對玉米幼苗莖生長的影響

萃取液		重量百分濃度(%)				
		0	2.5	5	10	
鳳仙 花根	幼苗根	長度(Cm)	1.5Cm	1.3Cm	1.1Cm	0.9Cm
		生長率	1	0.85	0.7	0.6
鳳仙 花莖	幼苗根	長度(Cm)	1.5Cm	0.9Cm	0.8Cm	0.5Cm
		生長率	1	0.6	0.5	0.35
鳳仙 花葉	幼苗根	長度(Cm)	1.5Cm	1.3Cm	1.2m	1.0Cm
		生長率	1	0.9	0.8	0.65

附表五 各種萃取液對小白菜幼苗根生長的影響

萃取液		重量百分濃度(%)				
		0	2.5	5	10	
鳳仙 花根	幼苗根	長度(Cm)	3.5Cm	2.8Cm	2.5Cm	1.8Cm
		生長率	1	0.8	0.65	0.5
鳳仙 花莖	幼苗根	長度(Cm)	3.5Cm	1.8Cm	1.4Cm	1.1Cm
		生長率	1	0.5	0.4	0.3
鳳仙 花葉	幼苗根	長度(Cm)	3.5Cm	3.2Cm	2.5Cm	1.8Cm
		生長率	1	0.9	0.7	0.5

附表六 各種萃取液對玉米幼苗根生長的影響

土壤種類 待測植株		栽植非洲鳳仙花土壤	市售培養土
		小白菜	萌發數(平均值)
	萌發率(%)	35	75
玉米	萌發數(平均值)	2	10
	萌發率(%)	10	50

附表七 非洲鳳仙花植栽區土壤對小白菜、玉米種子萌發的影響

土壤種類 待測植株		栽植非洲鳳仙花土壤	市售培養土
		小白菜	幼苗莖平均長度(Cm)
	生長率	0.16	1
玉米	幼苗莖平均長度(Cm)	0.1Cm	1.0Cm
	生長率	0.1	1

附表八 鳳洲鳳仙花植栽區土壤對小白菜、玉米幼苗生長的影響

【評語】 030302

此研究主題為探討植物之相剋作用，作者以非洲鳳仙花為材料，並證明其根、莖、葉之萃取液及土壤具有抑制玉米與小白菜幼苗的活性。此研究內容充實，實驗設計合乎邏輯，但部份結果的解釋和推論可再加強。