

# 臺灣二〇〇三年國際科學展覽會

科 別：植物學科

作品名稱：南美螳螂菊相剋作用之探討

學 校：高雄市立左營高級中學

作 者：龔冠寧

## 英文摘要(Abstract)

### The Study of *Wedelia trilobata* Allelopathy

Few plants can grow in the place where *Wedelia trilobata* grows. In the following experiment, the leaves and stalks (of the plants from *Wedelia trilobata*) are extracted for experimental purpose. The data and records of the experiment have shown that *Wedelia trilobata* indeed refrain the growth of plants such as mung bean, teeding seed, yeast's respiration and the photosynthesis.

We use the function of dieing the polyphenols to know that the *Wedelia trilobata* can produce Allelochemicals called as the polyphenols. The mesophyll produce the polyphenols from chloroplast of cortex, the polyphenols transport to root and release from root exudation. The plant will absorb polyphenols of the soil, and will affect the growth of the plant.

If we can separate and purify the Allelochemicals, we can make it as natural herbicide.

## 中文摘要

### 南美蟛蜞菊相剋作用之探討

南美蟛蜞菊所在之處，少有其他植物，本實驗採南美蟛蜞菊植栽區之土壤與南美蟛蜞菊莖或葉之萃取液進行相剋作用之研究，結果顯示南美蟛蜞菊確實會抑制小麥與綠豆種子萌發及幼苗生長，並抑制酵母菌的呼吸作用及植物光合作用中之光反應。

利用多酚類染色方法得知南美蟛蜞菊產生的相剋化合物為多酚類，且該多酚類由葉肉細胞與莖內皮層中具葉綠體之細胞產生，經韌皮部輸送至根，再由根經泌瀉作用釋出。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。

若能將該相剋化合物---多酚類分離與純化，或可作為具選擇性之天然除草劑。

## 一、研究動機

高一上基礎生物時，老師曾以竹子與鬼針草具有相剋作用，說明植物種間之競爭；假日我常去高師大打球，發現校門有一大片南美蟛蜞菊，幾乎沒有其它雜草，何以如此呢？是不是南美蟛蜞菊也具有相剋作用？聽說有學長曾研究植物相剋作用，因此深感興趣，便積極地設計實驗，期望對南美蟛蜞菊相剋作用有進一步的瞭解。

## 二、研究目的

藉由南美蟛蜞菊萃取液研究南美蟛蜞菊對植物生長、種子萌發、光合作用光反應、酵母菌呼吸作用的影響，並探討南美蟛蜞菊相剋化合物可能釋放的機制。

## 三、研究材料與方法

### (一)蟛蜞菊萃取液對綠豆、小麥種子萌發與幼苗生長的影響

#### 1.製作蟛蜞菊莖、葉的萃取液

取新鮮蟛蜞菊，將葉與莖用剪刀各剪成 1~2 公分小段，分別置入 2000mL 燒杯中，各加入 6 倍蒸餾水，置於冰箱中浸泡 24 小時後用雙層紗布過濾，其濾液即為蟛蜞菊莖、蟛蜞菊葉之萃取液，並視為 100%原液，測其 pH 值，置於冰箱中備用。

#### 2.蟛蜞菊萃取液對綠豆、小麥種子萌發的影響

取培養皿，置入適量棉花，每一個培養皿中放入 30 顆種子，將蒸餾水、25%、50%、75% 和 100%之蟛蜞菊莖、葉萃取液各 35mL 分別加入各培養皿中。置於室溫下，3 天後，觀察萌發情形。

#### 3.蟛蜞菊萃取液對綠豆、小麥幼苗生長的影響

將 30 顆已萌發之種子置於含適量棉花之培養皿中，將蒸餾水、25%、50%、75%和 100%之蟛蜞菊莖、葉萃取液各 35mL 分別加入各培養皿中。置於室溫下，5 天後測量幼苗之長度。

#### 4.蟛蜞菊無葉之莖的萃取液對綠豆、小麥幼苗生長的影響

將植栽區中蟛蜞菊莖上的葉片全部摘除，兩週後，採集無葉的蟛蜞菊莖，製作成 25%、50%、75%和 100%四種濃度之萃取液，進行對種子萌發和幼苗生長影響之實驗。

### (二)蟛蜞菊植栽區土壤對綠豆、小麥種子萌發與幼苗生長的影響

採集大社、三民家商、左營高中和民生路等地蟛蜞菊植栽區之表土，進行對種子萌發和幼苗生長影響之實驗。

### (三)蟛蜞菊萃取液對植物光合作用光反應的影響

製作菠菜之葉綠體溶液，取離心管標識後分別加入適量液體均勻混合，如表一，放在陽光下反應，每隔 15 分鐘，以 3,000rpm 之速度離心 5 分鐘，取上清液 1mL 置於石英管中，再加入 7mL 蒸餾水稀釋後，用分光光度計測 590nm 的吸光值，並換算成相對 DCPIP 氧化型之濃度。

編號	葉綠體	DCPIP	0.5M 蔗糖	葉萃取液	總體積	編號	葉綠體	DCPIP	0.5M 蔗糖	莖萃取液	總體積
A	2mL	1mL	4mL	0	7 mL	E	2mL	1mL	2mL	2mL	7 mL
B	2mL	1mL	2mL	2mL	7 mL	F	2mL	1mL	2.5mL	1.5mL	7 mL
C	2mL	1mL	2.5mL	1.5mL	7 mL	G	2mL	1mL	3mL	1mL	7 mL
D	2mL	1mL	3mL	1mL	7 mL						

表一 離心管內液體之種類

#### (四)探討蟛蜞菊萃取液對酵母菌呼吸作用的影響

取 100mL 燒杯標識後分別加入適量液體均勻混合，加蒸餾水至總體積 45mL，並攪拌混合均勻，如表二。將各燒杯中的溶液依序倒入醱酵管中，將醱酵管放入 35°C 恆溫箱中，15 分鐘後，紀錄醱酵管的二氧化碳體積。

編號	酵母菌	葡萄糖	葉萃取液	補水至	編號	酵母菌	葡萄糖	莖萃取液	補水至
A	1 克	3 克	0mL	45mL	A	1 克	3 克	0mL	45mL
B	1 克	3 克	15mL	45mL	H	1 克	3 克	15mL	45mL
C	1 克	3 克	20mL	45mL	I	1 克	3 克	20mL	45mL
D	1 克	3 克	25mL	45mL	J	1 克	3 克	25mL	45mL
E	1 克	3 克	30mL	45mL	K	1 克	3 克	30mL	45mL
F	1 克	3 克	35mL	45mL	L	1 克	3 克	35mL	45mL

表二 醱酵管內液體之種類

#### (五)蟛蜞菊相剋化合物的確認

1.取新鮮蟛蜞菊的莖、葉及根與培養在蟛蜞菊萃取液之綠豆幼苗上下胚軸轉換區橫切，將切片進行多酚類(Polyphenols)的染色，以數位顯微鏡觀察並拍照。

2.將蟛蜞菊莖環剝，破壞韌皮部，並將其環剝之上的葉片除去，二十天後再進行多酚類(Polyphenols)的染色，以數位顯微鏡觀察並拍照。

3.多酚類(Polyphenols)的染色法

(1)藥液：①10% 亞硝酸鈉溶液②10% 尿素溶液③10% 醋酸④2N 氫氧化鈉溶液。

(2)切片放在藥液①~③的等量新混合液中，浸泡 3 分鐘取出→加 2 滴氫氧化鈉溶液。

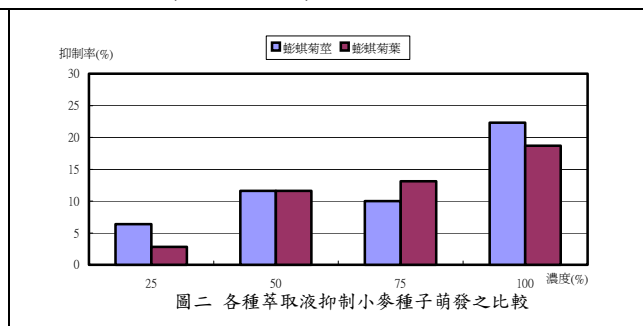
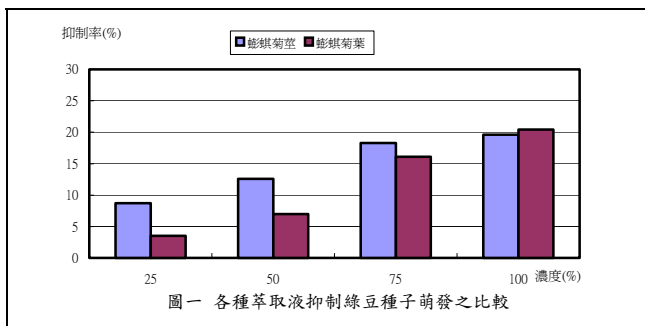
### 四、研究結果

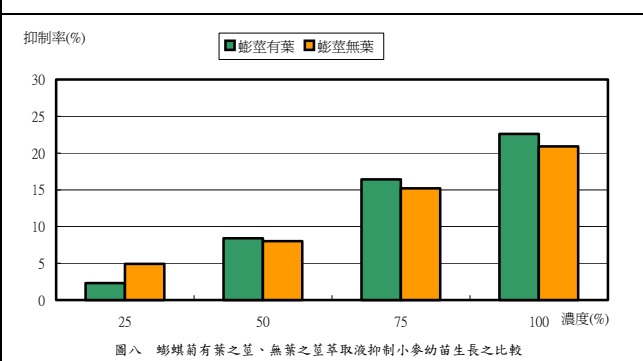
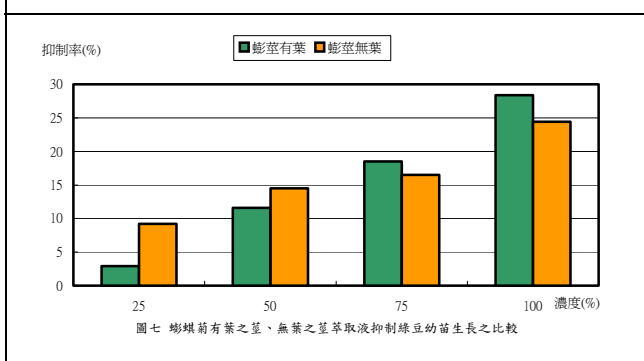
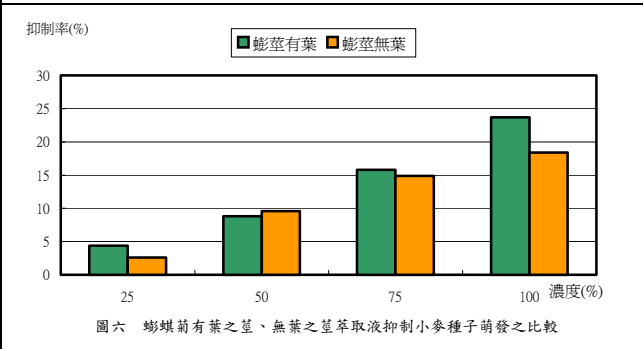
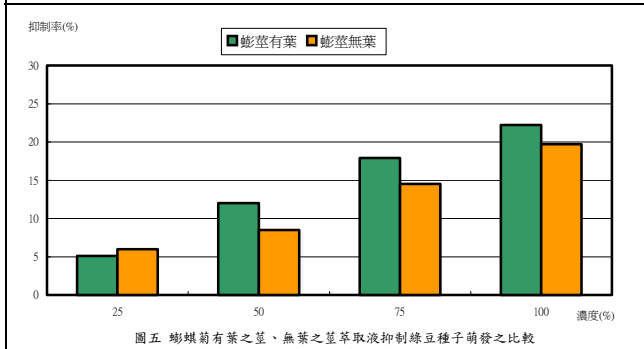
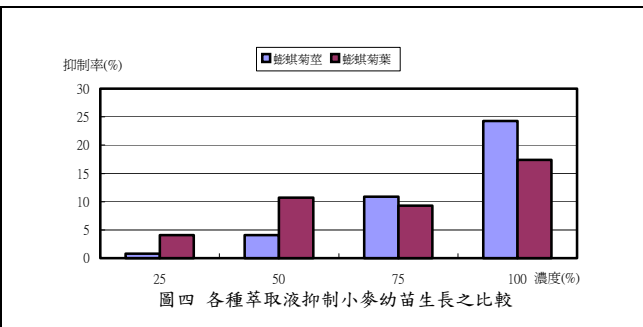
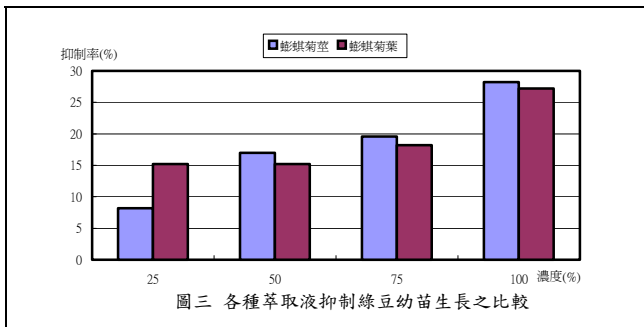
#### (一)蟛蜞菊萃取液對綠豆、小麥種子萌發與幼苗生長的影響

1.各種濃度之蟛蜞菊莖與葉萃取液對綠豆、小麥種子萌發和幼苗生長均有抑制作用，其抑制率與濃度成正比，以 100% 原液抑制率最高（如圖一、圖二、圖三、圖四）。

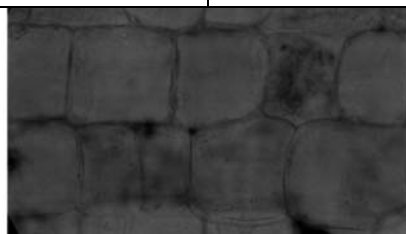
2.將植栽區中蟛蜞菊葉片全部摘除，兩週後，採集無葉的蟛蜞菊莖製作萃取液，進行其對綠豆、小麥種子萌發和幼苗生長影響之實驗，結果發現蟛蜞菊莖上是否有葉，其抑制率差異並不大（如圖五、圖六、圖七、圖八）。

3.在綠豆幼苗上下胚軸轉換區縱切，在不含蟛蜞菊萃取液環境中生長之綠豆幼苗，細胞細長(如圖九)。而以蟛蜞菊莖 100%萃取液培養之綠豆幼苗細胞則變得粗短(如圖十)。培養在蟛蜞菊萃取液環境中生長之綠豆幼苗，根部會有發黑之現象(如圖十一)。

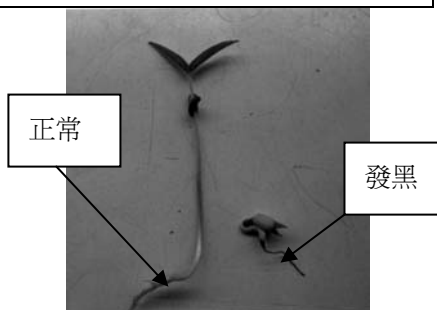




圖九 正常綠豆幼苗縱切面(400X)



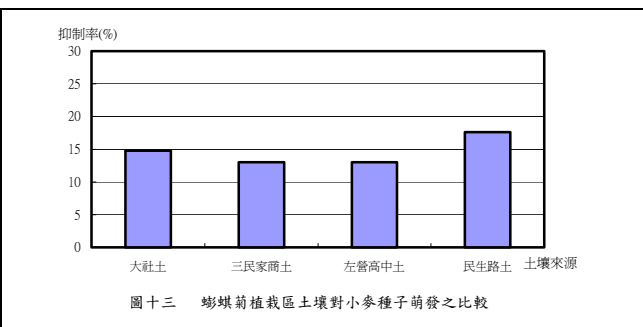
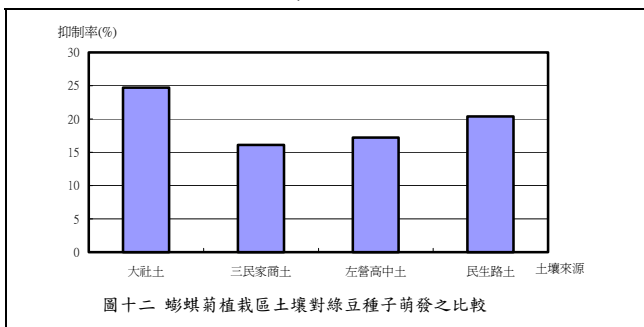
圖十 蟛蜞菊萃取液中生長之綠豆幼苗縱切面(400X)

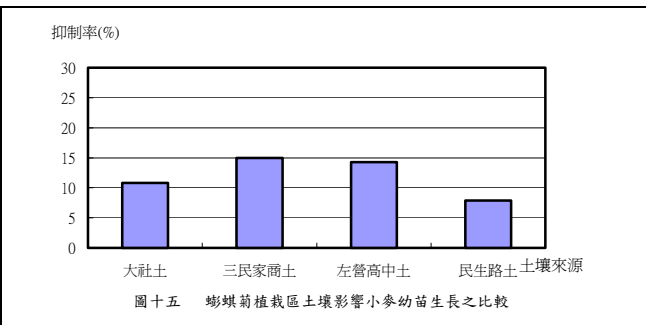
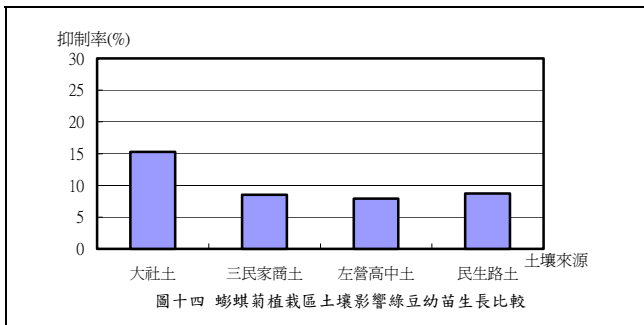


圖十一 發黑萎縮的綠豆胚根

## (二) 蟛蜞菊植栽區土壤對綠豆、小麥種子萌發與幼苗生長的影響

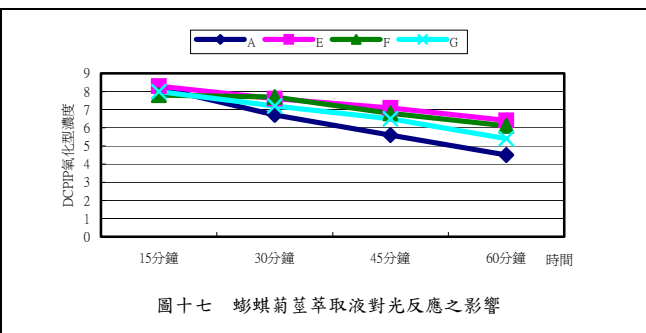
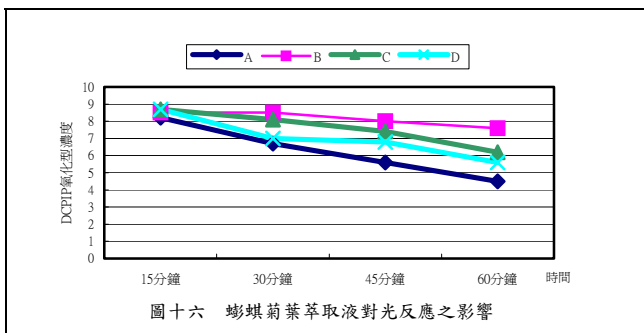
蟛蜞菊不同植栽區的土壤對綠豆、小麥種子萌發與幼苗生長皆具抑制效果(如圖十二、圖十三、圖十四、圖十五)。





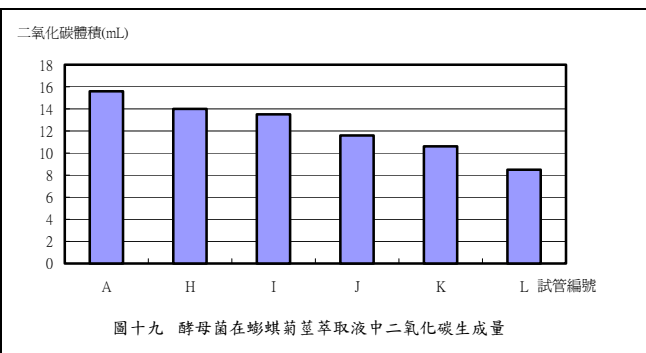
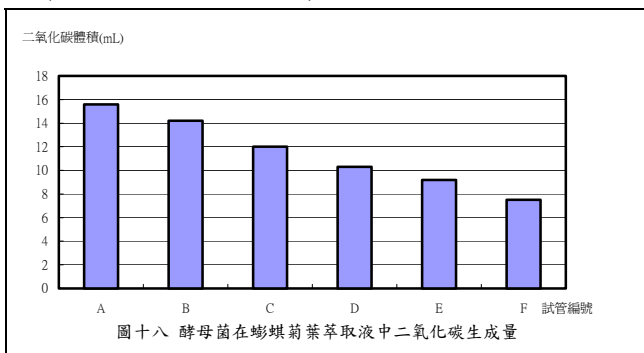
### (三)蟛蜞菊萃取液對植物光合作用光反應的影響

在不含蟛蜞菊萃取液之試管中(A 管)，60 分鐘後 DCPIP 氧化型之濃度減少 3.7，而含蟛蜞菊葉萃取液之試管 B、C、D，DCPIP 氧化型之濃度依序減少 0.9、2.5、3.1(如圖十六)。而含蟛蜞菊莖萃取液之試管 E、F、G，DCPIP 氧化型之濃度依序減少 1.9、1.7、2.6(如圖十七)。含蟛蜞菊萃取液濃度越高，光合作用光反應抑制效果越大。



### (四)探討蟛蜞菊萃取液對酵母菌呼吸作用的影響

含蟛蜞菊萃取液濃度越高，酵母菌呼吸作用反應所產生二氧化碳體積越少，抑制效果越大(如圖十八、圖十九)。



### (五)蟛蜞菊相剋化化合物的確認

1. 蟛蜞菊莖之橫切面如圖二十、圖二十一，緊鄰表皮細胞之一兩層皮層細胞具有紅色色素，且部分皮層細胞內有葉綠體。

2. 蟛蜞菊根之橫切面如圖二十二，維管束排列方式與莖相似，木質部在中間，韌皮部圍繞在木質部外，呈環狀排列。

3. 蟛蜞菊莖、葉及根切片進行多酚類(Polyphenols)染色，其結果如下：

(1) 蟛蜞菊的莖染色後結果如圖二十三和圖二十四，木質部以外均為紅色。

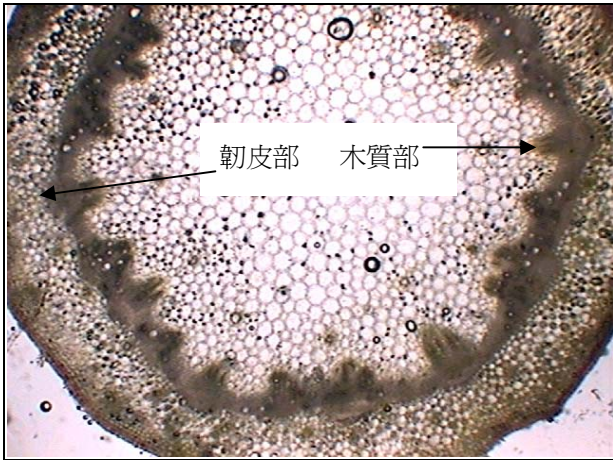
(2) 蟛蜞菊的葉染色後結果如圖二十五，所有細胞皆為紅色。

(3) 蟛蜞菊的根染色後結果如圖二十六，韌皮部為紅色，木質部無紅色。

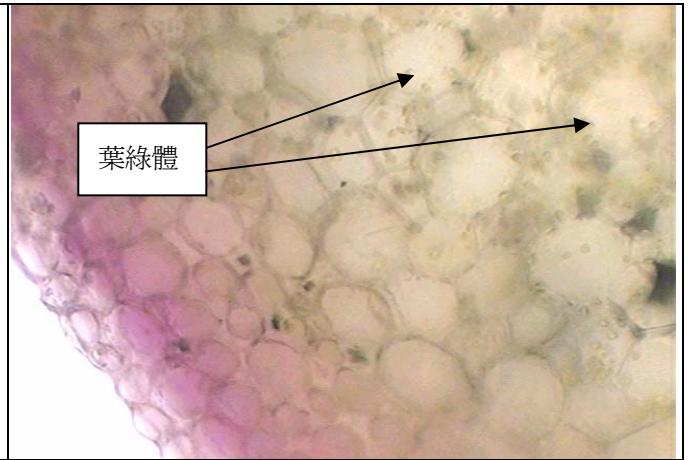
4. 為進一步瞭解蟛蜞菊的莖只是運輸相剋化合物，還是它本身亦具有製造相剋化合物之能力，將多酚類(Polyphenols)染色的時間縮短為 30 秒，則韌皮部與具有葉綠體之皮層細胞皆有

紅色呈現(如圖二十七、圖二十八)。

5.被環剝之蟾蜍菊莖，(如圖二十九中 A 處)，雖然其上、下韌皮部被破壞，且將其葉片除去，但二十天後此段莖仍存活，其具有葉綠體之皮層細胞仍可行光合作用。將其切片染色後，結果與正常莖一樣(如圖三十)。



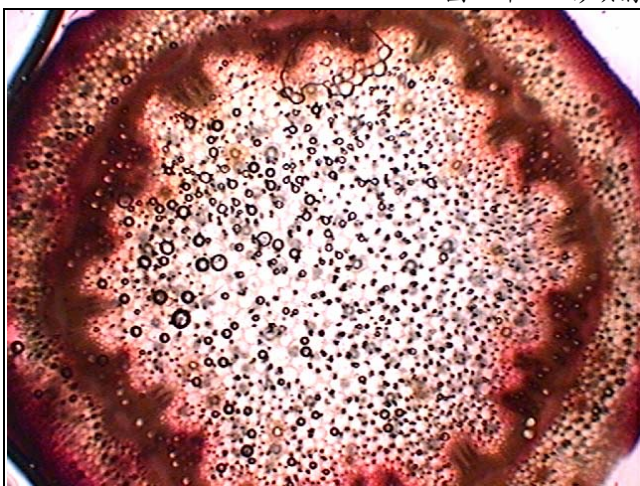
圖二十 蟾蜍菊莖之橫切面(40X)



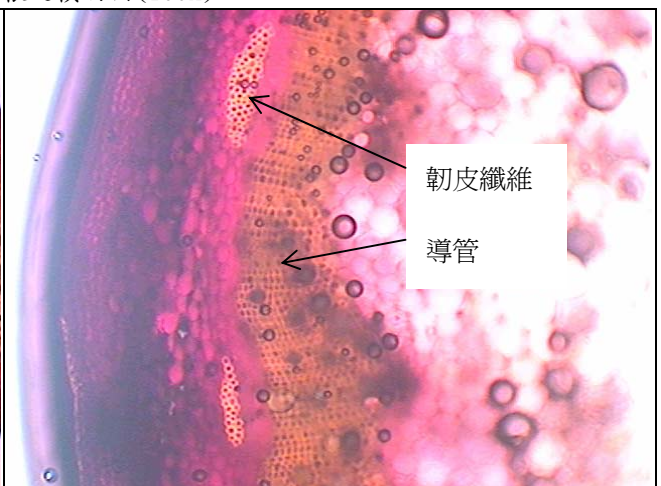
圖二十一 蟾蜍菊莖之橫切面(400X)



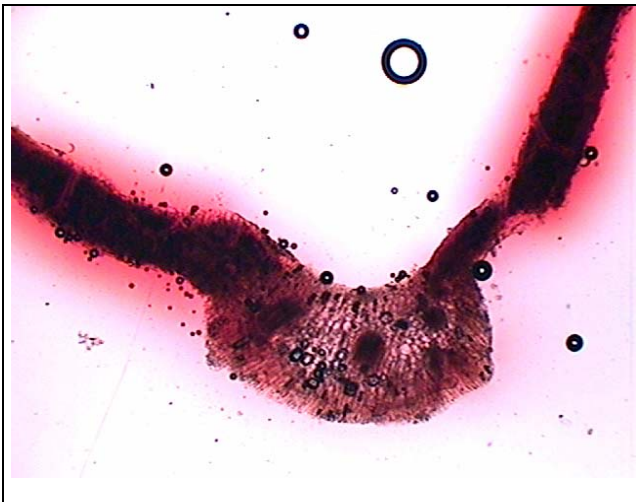
圖二十二 蟾蜍菊根之橫切面(100X)



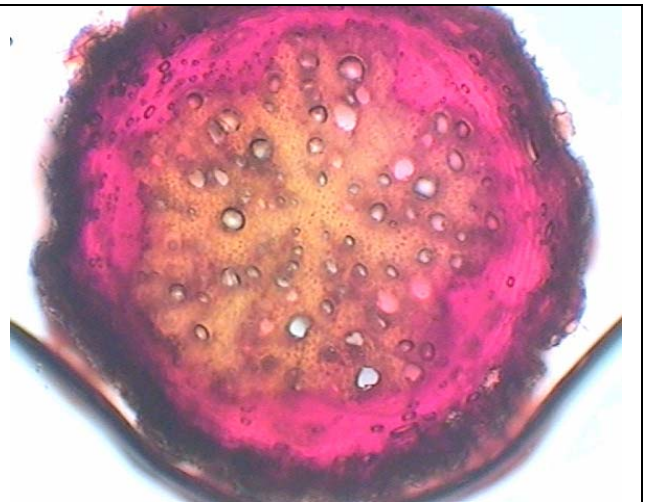
圖二十三 蟾蜍菊莖染色後之橫切面(40X)



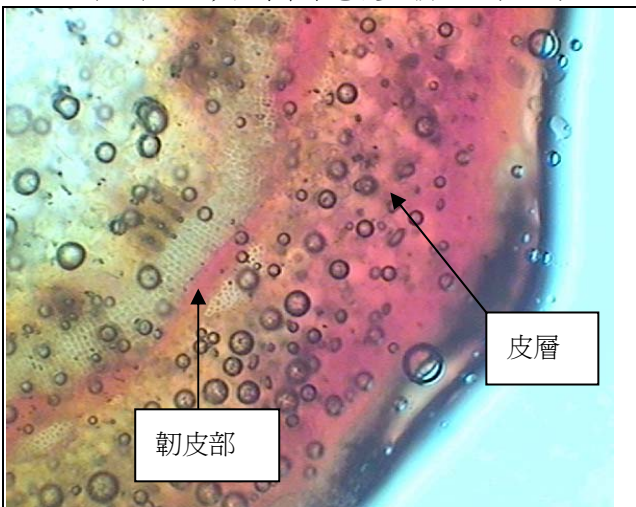
圖二十四 蟾蜍菊莖染色後之橫切面(100X)



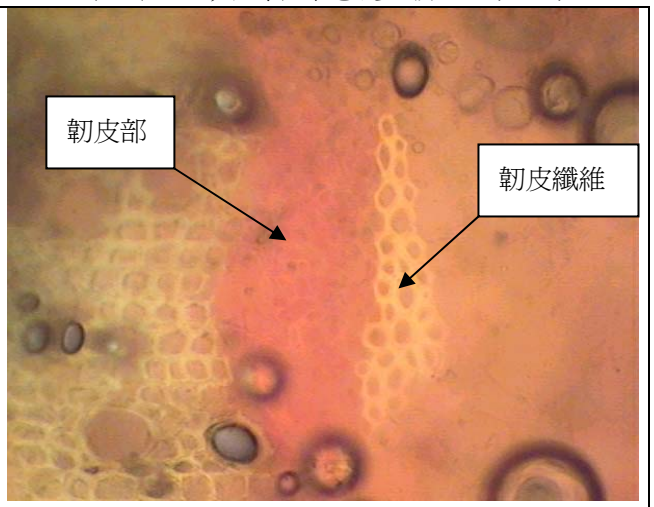
圖二十五 螞蟥菊葉染色後之橫切面(100X)



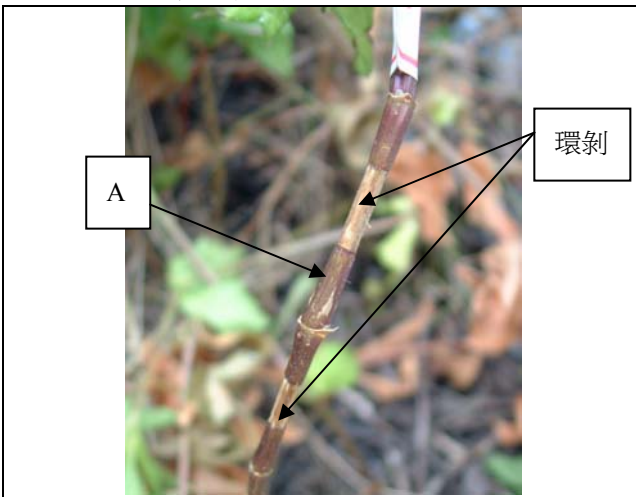
圖二十六 螞蟥菊根染色後之橫切面(100X)



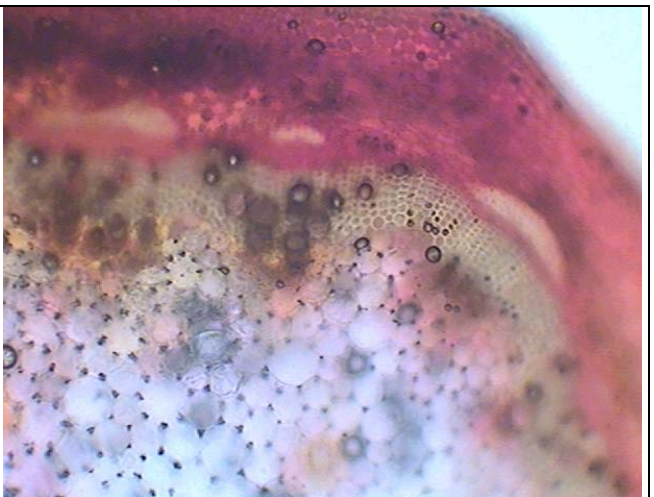
圖二十七 螞蟥菊莖染色 30 秒後之橫切面(100X)



圖二十八 螞蟥菊莖染色 30 秒後之橫切面(400X)

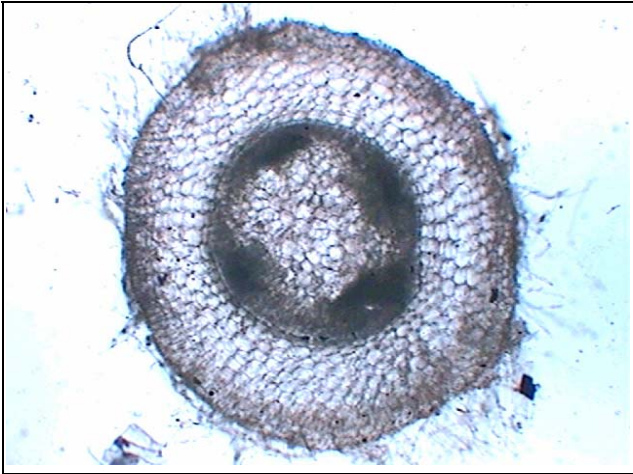


圖二十九 環剝後之螞蟥菊莖

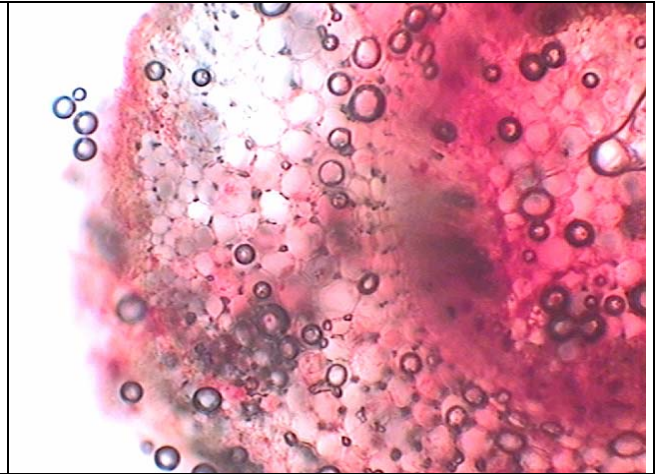


圖三十環剝後之螞蟥菊莖染色後之橫切面(100X)

6. 將在螞蟥菊萃取液中培養之綠豆幼苗上下胚軸轉換區橫切，且進行多酚類(Polyphenols)染色，發現所有細胞均被染色(如圖三十一、圖三十二)，表示螞蟥菊所分泌之相剋化合物，可被綠豆根部吸收。



圖三十一 綠豆幼苗上下胚軸轉換區橫切面(100X)



圖三十二 在螞蟥菊萃取液培養之綠豆幼苗上下胚軸轉換區橫切面(400X)

## 五、研究結論與討論

- (一)螞蟥菊莖和葉之萃取液，對小麥和綠豆之種子萌發和幼苗之生長確實具有抑制作用，經多酚類(Polyphenols)染色之結果可知其相剋化合物為多酚類。
- (二)螞蟥菊之相剋化合物可經由根分泌至土壤中，土壤殘存之相剋化合物對小麥和綠豆種子萌發、幼苗生長皆具有抑制效果，且綠豆的根可吸收該相剋化合物。
- (三)根據實驗結果，可推測相剋化合物是由葉肉細胞及莖具有葉綠體之皮層細胞生合成，其理由如下：
- 1.無葉的螞蟥菊莖之萃取液對小麥和綠豆之種子萌發與幼苗生長皆有抑制作用，且抑制效果與有葉的螞蟥菊莖之萃取液差異不大。
  - 2.被環剝之螞蟥菊莖，二十天後經染色仍具有多酚類化合物之反應。
  - 3.螞蟥菊莖染色後，除木質部及中央之髓外均為紅色。
- (四)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：(1)揮發作用(2)淋溶作用(3)植物殘質之分解作用(4)根之泌瀉作用。我們推測螞蟥菊之相剋化合物是經韌皮部輸送至根，由根之泌瀉作用將相剋化合物釋出，其理由為：
- 1.若是揮發或淋溶作用，螞蟥菊葉之萃取液抑制效果應優於莖之萃取液。但實驗結果顯示，二者差別不大。
  - 2.若是植物殘質之分解作用，螞蟥菊莖、葉在低溫中浸泡 24 小時之萃取液應不具抑制效果，但實驗結果卻顯示萃取液有抑制效果。
  - 3.螞蟥菊在生長過程中無論是否有葉，莖之萃取液皆具有抑制作用，此表示葉與莖均可製造相剋化合物，並由根部泌出。
  - 4.根據螞蟥菊的莖進行多酚類染色，染色的時間縮短為 30 秒時，只發現韌皮部及具有葉綠體之皮層細胞具有紅色，木質部與髓不具紅色；螞蟥菊的根切片進行多酚類染色結果，亦只有韌皮部出現紅色，木質部則沒有紅色反應。
- (五)螞蟥菊之相剋化合物抑制植物生長之機制，根據實驗結果推測如下：
- 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植物激素的生長效應，使植株變得粗、短。

4.相剋化合物影響細胞膜通透性，進而影響根尖外部構造及生長，使培養在蟛蜞菊萃取液中之綠豆幼苗，根部有發黑現象。

## 六、應用

- (一)蟛蜞菊容易種植、容易照顧，綠油油一片中盛開著黃色的小花，確實是很好的行道樹下之植被。除此之外，它的相剋作用，使得其它草本植物很難生存，又省下大量之除草費用，難怪台北市和高雄市之工務局對它非常青睞，成為目前行道樹下植被最佳選擇。
- (二)若能將蟛蜞菊合成之多酚類化合物進一步分離與純化，在修飾其化學結構後，或許能成為天然除草劑。

## 七、參考文獻

- (一)易希道 民國七十三年 最新植物生理學 臺灣省 環球書社
- (二)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
- (三)袁秋英 蔣慕琰 雜草之相剋作用 <http://www.tactri.gov.tw/htdocs/project/proj16.htm>
- (四)植物相剋作用的研究 <http://pckweb.ncue.edu.tw>
- (五)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
- (六)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
- (七)吳俊德 1996年 酚類化合物之生物分解 國立中興大學土壤研究所碩士論文
- (八)蔡正勝 1987年 開花及正常麻竹的土壤及植物體中酚類化合物之研究 國立中興大學土壤研究所碩士論文
- (九)高又新 1988年 土壤中酚酸的毒性行為 國立中興大學土壤研究所碩士論文

萃取液		濃度(%)				
		0	25	50	75	100
螞蟥菊莖	萌發數(顆)	230	210	201	188	185
	抑制率(%)		8.7	12.6	18.3	19.6
螞蟥菊葉	萌發數(顆)	230	222	214	193	183
	抑制率(%)		3.5	7.0	16.1	20.4

附表一 各種萃取液對綠豆種子萌發的影響

萃取液		濃度(%)				
		0	25	50	75	100
螞蟥菊莖	萌發數(顆)	251	235	222	226	195
	抑制率(%)		6.4	11.6	10.0	22.3
螞蟥菊葉	萌發數(顆)	251	244	222	218	204
	抑制率(%)		2.8	11.6	13.1	18.7

附表二 各種萃取液對小麥種子萌發的影響

萃取液		濃度(%)				
		0	25	50	75	100
螞蟥菊莖	幼苗長度(cm)	6.59	6.05	5.47	5.30	4.73
	抑制率(%)		8.2	17.0	19.6	28.2
螞蟥菊葉	幼苗長度(cm)	6.59	5.59	5.59	5.39	4.80
	抑制率(%)		15.2	15.2	18.2	27.2

附表三 各種萃取液對綠豆幼苗生長的影響

萃取液		濃度(%)				
		0	25	50	75	100
螞蟥菊莖	幼苗長度(cm)	5.15	5.11	4.94	4.59	3.90
	抑制率(%)		0.8	4.1	10.9	24.3
螞蟥菊葉	幼苗長度(cm)	5.15	4.94	4.60	4.67	4.26
	抑制率(%)		4.1	10.7	9.3	17.3

附表四 各種萃取液對小麥幼苗生長的影響

萃取液		濃度(%)				
		0	25	50	75	100
螞蟥菊有葉之莖	萌發數(顆)	117	111	103	96	91
	抑制率(%)		5.1	12.0	17.9	22.2
螞蟥菊無葉之莖	萌發數(顆)	117	110	107	100	94
	抑制率(%)		6.0	8.5	14.5	19.7

附表五 螞蟥菊有葉之莖、無葉之莖萃取液對綠豆種子萌發之影響

萃取液		濃度(%)	0	25	50	75	100
蟛蜞菊有葉之莖	萌發數(顆)		114	109	104	96	87
	抑制率(%)			4.4	8.8	15.8	23.7
蟛蜞菊無葉之莖	萌發數(顆)		114	111	103	97	93
	抑制率(%)			2.6	9.6	14.9	18.4

附表六 蟛蜞菊有葉之莖、無葉之莖萃取液對小麥種子萌發之影響

萃取液		濃度(%)	0	25	50	75	100
蟛蜞菊有葉之莖	幼苗長度(cm)		6.97	6.77	6.16	5.68	4.99
	抑制率(%)			2.9	11.6	18.5	28.4
蟛蜞菊無葉之莖	幼苗長度(cm)		6.97	6.33	5.96	5.82	5.27
	抑制率(%)			9.2	14.5	16.5	24.4

附表七 蟛蜞菊有葉之莖、無葉之莖萃取液對綠豆幼苗生長之影響

萃取液		濃度(%)	0	25	50	75	100
蟛蜞菊有葉之莖	幼苗長度(cm)		4.87	4.76	4.46	4.07	3.77
	抑制率(%)			2.3	8.4	16.4	22.6
蟛蜞菊無葉之莖	幼苗長度(cm)		4.87	4.63	4.48	4.13	3.85
	抑制率(%)			4.9	8.0	15.2	20.9

附表八 蟛蜞菊有葉之莖、無葉之莖萃取液對小麥幼苗生長之影響

土壤種類	培養土	大社土	三民家商土	左營高中土	民生路土
萌發數(顆)	93	70	78	77	74
抑制率(%)		24.7	16.1	17.2	20.4

附表九 蟛蜞菊植栽區土壤對綠豆萌發之影響

土壤種類	培養土	大社土	三民家商土	左營高中土	民生路土
萌發數(顆)	108	92	94	94	89
抑制率(%)		14.8	13.0	13.0	17.6

附表十 蟛蜞菊植栽區土壤對小麥萌發之影響

土壤種類	培養土	大社土	三民家商土	左營高中土	民生路土
長度(cm)	5.43	4.60	4.97	5.00	4.96
抑制率(%)		15.3	8.5	7.9	8.7

附表十一 蟛蜞菊植栽區土壤對綠豆幼苗生長之影響

土壤種類	培養土	大社土	三民家商土	左營高中土	民生路土
長度(cm)	7.25	6.47	6.16	6.21	6.68
抑制率(%)		10.8	15.0	14.3	7.9

附表十二 蟛蜞菊植栽區土壤對小麥幼苗生長之影響

項目 試管	酵母菌	葡萄糖	葉萃取液	補水至	30 分鐘後 CO <sub>2</sub> 之平均體積
A	1 克	3 克	0mL	45mL	15.6 mL
B	1 克	3 克	15mL	45mL	14.2 mL
C	1 克	3 克	20mL	45mL	12.0 mL
D	1 克	3 克	25mL	45mL	10.3 mL
E	1 克	3 克	30mL	45mL	9.2 mL
F	1 克	3 克	35mL	45mL	7.5 mL

附表十三 蟛蜞菊葉萃取液對酵母菌呼吸作用 CO<sub>2</sub> 生成量之影響

項目 試管	酵母菌	葡萄糖	莖萃取液	補水至	30 分鐘後 CO <sub>2</sub> 之平均體積
A	1 克	3 克	0mL	45mL	15.6 mL
H	1 克	3 克	15mL	45mL	14.0 mL
I	1 克	3 克	20mL	45mL	13.5 mL
J	1 克	3 克	25mL	45mL	11.6 mL
K	1 克	3 克	30mL	45mL	10.6 mL
L	1 克	3 克	35mL	45mL	8.5 mL

附表十四 蟛蜞菊莖萃取液對酵母菌呼吸作用 CO<sub>2</sub> 生成量之影響

項目 離心管	葉綠體	氧化型 DCPIP	0.5M 蔗糖	葉萃取液
A	2mL	1mL	4mL	0
B	2mL	1mL	2mL	2mL
C	2mL	1mL	2.5mL	1.5mL
D	2mL	1mL	3mL	1mL

附表十五 植物光合作用光反應中各離心管內蟛蜞菊葉萃取液之量

離心管	反應時間	15 分鐘	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘	氧化型 DCPIP 濃度減少量
	氧化型 DCPIP 濃度	8.2	6.7	5.6	4.5	
A	透光度%	46.6	54.0	60.0	65.3	3.7
	氧化型 DCPIP 濃度	8.5	8.5	8	7.6	
B	透光度%	45.4	45.6	47.8	50.2	0.9
	氧化型 DCPIP 濃度	8.7	8.1	7.4	6.2	
C	透光度%	45.2	47.2	51	56.6	2.5
	氧化型 DCPIP 濃度	8.7	7.0	6.8	5.6	
D	透光度%	45.1	52.4	53.2	59.4	3.1

附表十六 蟛蜞菊葉萃取液對植物光合作用光反應中各離心管內氧化型 DCPIP 濃度之變化

項目 離心管	葉綠體	DCPIP	0.5M 蔗糖	莖萃取液
A	2mL	1mL	4mL	0
E	2mL	1mL	2mL	2mL
F	2mL	1mL	2.5mL	1.5mL
G	2mL	1mL	3mL	1mL

附表十七 植物光合作用光反應中各離心管內螞蟥菊莖萃取液之量

離心管	反應時間	15 分鐘	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘	氧化型 DCPIP 濃度減少量
	A	氧化型 DCPIP 濃度	8.2	6.7	5.6	
	透光度%	46.6	54	60	65.3	
E	氧化型 DCPIP 濃度	8.3	7.6	7.1	6.4	1.9
	透光度%	46.6	49.4	52.3	55.3	
F	氧化型 DCPIP 濃度	7.8	7.7	6.8	6.1	1.7
	透光度%	48.6	49.0	53.2	57.0	
G	氧化型 DCPIP 濃度	8.0	7.2	6.5	5.4	2.6
	透光度%	48.6	51.6	54.8	60.8	

附表十八 螞蟥菊莖萃取液對植物光合作用光反應中各離心管內氧化型 DCPIP 濃度之變化