

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030318

大「螞」展翅，所向披靡

學校名稱：臺中市立四育國民中學

作者： 國二 汪采恩 國二 林品禎 國二 連心郁	指導老師： 吳孟守 翁禎吟
---	-----------------------------

關鍵詞：南美螞蟥菊、植物競爭、蔬菜

摘要

南美蟛蜞菊來自美洲，是耐旱、耐熱的菊科植物。這次實驗欲探討如此強大的外來種，若是遇上同為菊科的葉菜類植物—紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿，是否會侵犯它們的生存空間呢？我們針對南美蟛蜞菊對此三種蔬菜，由種子到小苗的影響，及成熟個體間的生長競爭，加以研究。

實驗結果發現南美蟛蜞菊浸出液不僅會抑制其他三種菊科種子發芽；也會滲入小苗根部，造成小苗葉部枯萎；甚至還能滲入泥土中，影響菊科蔬菜的生長。南美蟛蜞菊葉部的葉綠素 a、葉綠素 b 及葉黃素含量皆高於福山萵苣及茼蒿，且其根系總體積較大並分布較廣，能透過匍匐莖快速擴展其生存範圍，進而影響其他菊科蔬菜的生長。基於以上觀察，再次顯現防治外來種是極重要的任務。

壹、研究動機

每當下課走到教室後走廊，就會忍不住被那片小花園吸引住目光！黃色的小花一朵朵綻放，隨著微風搖擺，是那麼的美麗。這群小黃花是原產自美洲地區的外來種，不僅繁殖力強還被冠上「世界百大外來種」的稱號！究竟為什麼能夠從眾多外來種植物中脫穎而出，還順手拿到一個如此響亮的名號呢？這樣的疑問點燃我們對這群小黃花的好奇，它們的名字是—南美蟛蜞菊。

於1970年代引進臺灣的南美蟛蜞菊，是一種耐旱、耐熱的菊科植物，整年都會開花，覆蓋性及生命力都很強，因此十分容易種植，普遍用來作為造景或觀賞用。這次實驗探討的是當南美蟛蜞菊遇上同為菊科的葉菜類植物—紅鳳菜、福山萵苣(大陸妹)及茼蒿，是否會侵犯它們的生存空間呢？我們蒐集了相關資料，並著手展開一系列的相關研究。

貳、研究目的

- 一、比較南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿的植物分類。
- 二、觀察南美蟛蜞菊營養器官的構造。
- 三、分析南美蟛蜞菊營養器官的光合色素成分。
- 四、比較南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿葉部光合色素成分的不同。
- 五、探討南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子發芽之影響。
- 六、探討南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗生長之影響。
- 七、探討南美蟛蜞菊浸出液對插枝種植的紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿生長之影響。
- 八、比較南美蟛蜞菊與紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿枝條競爭的情形。
- 九、分析南美蟛蜞菊浸出液澆灌植物後對土壤中物理特性的變化。

參、研究理論及依據

一、光合作用色素分析^[1]

(一)原理：利用混合物中物質對固定相及流動相親和力的不同，造成分離效果。與固定相親和力大者，易滯留原地；與流動相親和力大者，易隨流動相移動。

(二)濾紙色層分析：是一種簡單的色層分析法，以石油醚和丙酮為展開溶劑(皆具揮發性，會產生牽引力)，由於這些溶劑均為非極性，因此愈是脂溶性的色素便會跑得愈前面(例如：葉綠素a總是跑在葉綠素b前面；胡蘿蔔素總是跑在葉綠素前面)。固定相是吸附在濾紙中的水(極性)；移動

相則是一種或數種混合的有機溶劑(非極性)，本實驗使用的是石油醚和90%丙酮其比例為9：1^[2]。

(三)Rf 值(retention factor value)的變化

在通風處取出濾紙後觀察色素分離的情形，並求出各色素的Rf值。計算方式如下：

$$Rf \text{ 值 (retention factor value)} = \frac{\text{色素移動距離}}{\text{展開液移動距離}} = \frac{X \text{ cm}}{Y \text{ cm}}$$

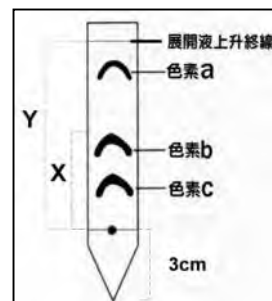


圖1 光合色素色層分析圖

二、光譜儀的原理^[3]

比爾-朗伯定律的物理意義是：一束單色光照射於一吸收介質表面，在通過一定厚度的介質後，由於介質吸收了一部分光能，透射光的強度就要減弱。吸收介質的濃度愈大，介質的厚度愈大，則光強度的減弱愈顯著，其關係為：

$$A = -\log_{10} \frac{I_t}{I_0} = \log_{10} \frac{1}{T} = K \cdot l \cdot c$$

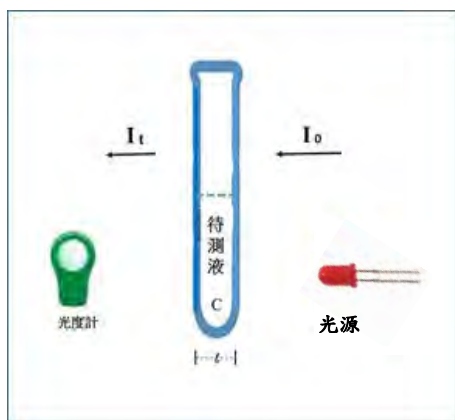


圖2 比爾定律吸收光束示意圖

說明：

A ：吸光度

I_0 ：入射光的強度

I_t ：透射光的強度

T ：透射比，或稱透光度

K ：係數，可以是吸收係數或摩爾吸收係數

l ：吸收介質的厚度，一般以cm為單位

c ：吸光物質的濃度，單位可以是g/L或mol/L。

葉綠素的吸光波長為 440.5nm、645nm、663nm 及 652nm 時之吸光度。葉綠素 a 最大吸收波長範圍在 420nm~663nm，葉綠素 b 最大吸收波長範圍在 460nm~645nm。

三、導電度理論基礎^[4]

在國中八年級理化課「認識電解質」的單元中，我們知道電解質的水溶液均可導電，導電的介質主要為正負離子的移動，而解離度大的水溶液，導電度就愈大，反之就小^[4]。溶液中所含電解質濃度愈大，電流愈容易通過，則電阻愈小；相反的，水中鹽分含量愈少，電流愈難通過，則電阻愈大。電阻的單位以歐姆(ohm)表示，其倒數則稱為導電度的單位(S)。

肆、研究設備及器材

- 植物種類：南美蟛蜞菊(取自校園盆栽，簡稱蟛蜞菊)、紅鳳菜(購於菜市場)、福山萵苣(又名大陸妹)(種子購於彰化農會，蔬菜購於超市)、茼蒿(種子取自彰化農會，蔬菜購於超市)。

二、藥品：亞硝酸鈉、尿素、醋酸、氫氧化鈉、硫酸銅、石蠟、石油醚、丙酮、75%酒精、蒸餾水、砂質土壤、pH=7.0校正液、pH=4.0校正液。

三、實驗用具

- (一)實驗器材：載玻片、漏斗、燒杯、量筒、滴管、鐵架、洗滌瓶、培養皿、單面刀片、打洞整理箱(長40cm、寬20cm、高16cm)、剪刀、直尺、2mm孔目篩網、玻璃棒、鑷子。
- (二)儀器：pH儀器 PH-9001、導電度計、微量光譜分析儀(BioTek)、溫溼度計、含電子目鏡的複式顯微鏡、相機、電子天秤、水銀溫度計、微量吸管、吹風機。
- (三)耗材：棉花、濾紙、色層分析濾紙、微量吸管尖。

伍、研究過程或方法

一、比較南美蟛蜞菊與菊科蔬菜的植物分類^[5]

查詢圖書及上網搜尋南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿這四種植物的相關文獻^[6]，並進行相關的討論及研究。

二、觀察南美蟛蜞菊營養器官的構造

(一)多酚類(Polyphenols)的染色法^[7]

1. 藥液：(1)10%亞硝酸鈉溶液 (2)10%尿素溶液 (3)10%醋酸 (4)2N氫氧化鈉溶液。
2. 將植物切片放在藥液(1)(2)(3)的等量新混合液中，浸泡3分鐘後取出，接著加2滴藥液(4)。

(二)以顯微鏡觀察南美蟛蜞菊在多酚類染色前後的根、莖、葉部構造

將南美蟛蜞菊根、莖、葉部分別以單面刀片切段，如圖3所示。將燒杯洗淨後放入一些已融化的石蠟，切段組織平放整齊，再倒入石蠟包埋，如圖4所示。將燒杯稍微以酒精燈加熱，取出包埋的石蠟樣本，如圖5所示。將樣本以單面刀片切出薄片，然後置於載玻片上，以顯微鏡觀察其構造並拍照，接著依照步驟(一)進行多酚類(Polyphenols)染色，如圖6所示，再以顯微鏡觀察並拍照，如圖7、圖8所示。

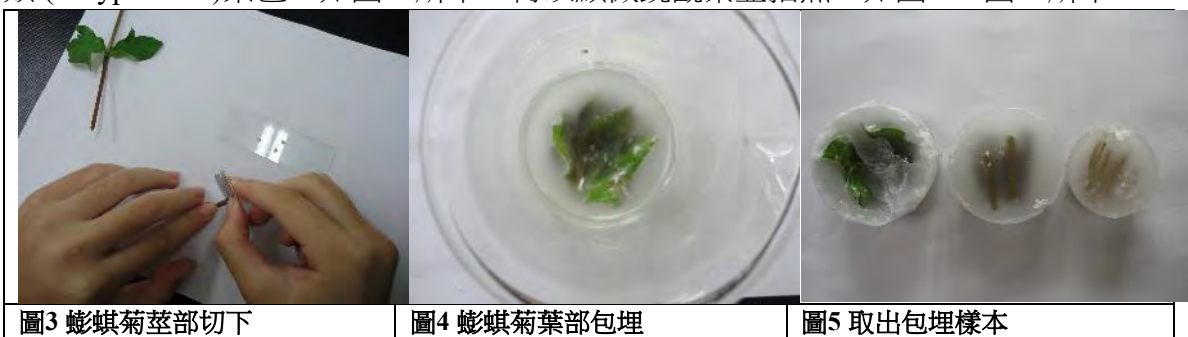


圖3 蟛蜞菊莖部切下

圖4 蟛蜞菊葉部包埋

圖5 取出包埋樣本



圖6 蟛蜞菊莖部多酚類染色

圖7 調整顯微鏡焦距

圖8 以電子目鏡拍照並存檔

三、分析南美蟛蜞菊營養器官的光合色素成分

(一)南美蟛蜞菊葉、莖、根部萃取液的製作

採集校園中的南美蟛蜞菊植物如圖 9 所示，依照葉、莖、根部分類如圖 10~圖 12 所示，秤取10.00g的葉片如圖 13，放入研鉢中研磨成泥狀後，加入20mL的90%丙酮，溶出色素如圖 14 所示，過濾後備用。(另外依此方法萃取莖及根部萃取液)。



圖9 將葉片剪下洗淨擦乾

圖10 南美蟛蜞菊葉部構造

圖11 南美蟛蜞菊莖部構造



圖12 南美蟛蜞菊根部構造

圖13 秤取葉片質量

圖14 加入丙酮進行萃取

(二)配製展開液

以石油醚和90%丙酮依比例9：1，配製展開液共10mL，置入25mL的量筒中。

(三)取長條濾紙，從濾紙底端開始算起，在1.5cm處剪成尖形。接著以微量吸管吸取萃取液0.1mL，點在距離濾紙尖端3cm處，重複此動作共5次，如圖 15 所示，接著用吹風機加速有機溶劑乾燥。將完成上述步驟的長條濾紙，放進裝有10mL展開液的量筒中，並以保鮮膜迅速封口如圖 16。在室溫下進行光合色素分析，當展開液通過色素點30分鐘後取出濾紙並拍照如圖 17。於通風處取出濾紙觀察色素分離的情形，並計算出各色素的Rf 值。



圖15 吸取萃取液滴入色層分析紙

圖16 將色層紙放入展開液中

圖17 色素分布情形

四、比較南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿葉部萃取液的色素成分

(一)光合色素濾紙色層分析

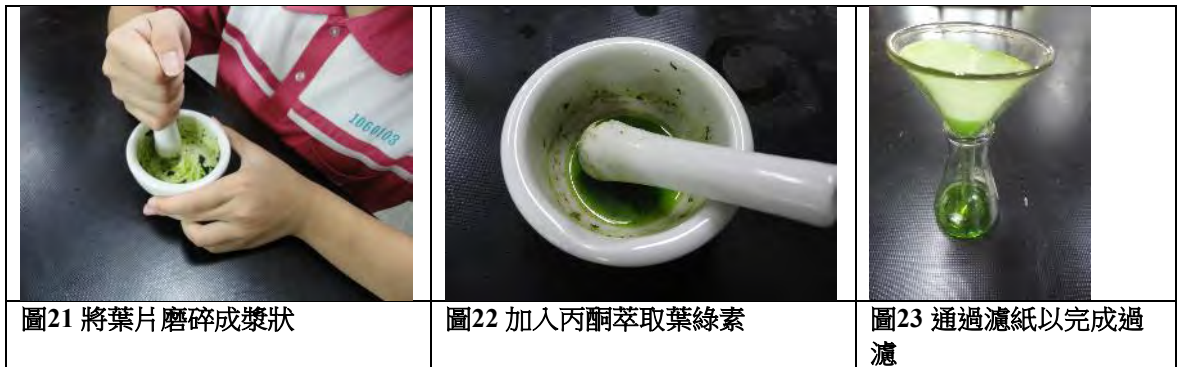
依上述步驟三的方式進行實驗，將實驗樣本改成紅鳳菜如圖 18、福山萵苣如圖 19、茼蒿如圖 20 的植物葉片。



(二)光合色素含量測定

1. 色素萃取

- (1)用精密天秤秤取新鮮南美螞蟻菊葉片1.00g，置於研鉢中，如圖 21 所示，加入 5mL 80%丙酮磨碎成漿狀，如圖 22，再加入10mL 80%丙酮稀釋後，通過濾紙以完成過濾，如圖 23。
- (2)將濾出的綠色溶液置於錐形瓶中並密封，以防揮發。刮下留在濾紙上的殘渣重複步驟(1)二至三次，直到殘渣中的綠色色素全部被萃取出為止。
- (3)再用少量(約10mL) 80%丙酮洗下留在研鉢中的綠色色素，將所有綠色萃取液均置於同一個錐形瓶中，加入80%丙酮稀釋，使其總體積達50mL，如圖 24。



2. 葉綠素的定量^[8]

- (1)先用 80%丙酮溶液調整零點及滿點(100%T)。
- (2)取1mL葉綠素萃取液於樣本盤中，如圖 25。測量在波長為440.5nm、645nm、663nm及652nm時之吸光度，如圖 26。
- (3)計算葉片組織中葉綠素的含量，可以利用下列公式求出

$$\text{葉綠素a (mg)} = [12.7(D_{663}) - 2.69(D_{645})] \times \frac{V}{1000W}$$

$$\text{葉綠素b (mg)} = [22.9(D_{645}) - 4.68(D_{663})] \times \frac{V}{1000W}$$

$$\text{葉綠素總量 (mg)} = [20.9(D_{645}) + 8.02(D_{663})] \times \frac{V}{1000W}$$

$$\text{類胡蘿蔔素總量 (mg)} \quad C_c = 4.695D_{440.5} - 0.268C(a+b)$$

[註]Dλ：葉綠萃取液在λ波長的吸光度

λ：波長(nm)

V：葉綠素以80%丙酮萃取之萃取液總體積(mL)

W：葉片組織的鮮重量(g)

C(a+b)：葉綠素(a+b)的總含量

Cc：類胡蘿蔔素的含量(mg)

3. 依步驟1.和2.分別量測紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿葉片中葉綠素a、葉綠素b及類胡蘿蔔素的總量。



圖24 放入錐形瓶中保存



圖25 微量光譜分析儀分析



圖26 以Gen5軟體分析資料

五、南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子發芽之影響

(一)製作南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液

將新鮮南美蟛蜞菊根、莖、葉部用剪刀各剪成1cm小段，分別置入2000mL燒杯中，再加入10倍蒸餾水，放在冰箱中浸泡24小時後，通過濾紙以完成過濾，其濾液即為南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液，並視為100%原液，量測其pH值及導電度，並存放於冰箱中備用。

(二)消毒種子

取0.50g的種子加入50mL蒸餾水，浸泡24小時後，將其取出並以1.0%硫酸銅溶液消毒10分鐘後，再取出以55°C~60°C的熱水浸泡10分鐘，過程需不斷攪拌，確實消毒後備用。

(三)南美蟛蜞菊浸出液澆灌福山萵苣及茼蒿種子

取70%酒精消毒洗淨後的培養皿，等乾燥後放入1.00g的棉花，每一個培養皿中均勻放入20顆已消毒的種子，以蒸餾水、100%南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液各5mL，分別加入各培養皿中。置於室溫下，每天以100%南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液各5mL澆灌，對照組則以蒸餾水澆灌，並觀察種子發芽情形，持續14天。

計算：

$$\text{發芽率} = \frac{\text{發芽種子數}}{\text{供試種子數}} \times 100\%$$

六、南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗生長之影響

取播種於土壤中18天後的9株福山萵苣小苗(約長出兩片嫩葉)，移植至含有2.00g棉花的培養皿中，分別以20mL蒸餾水(對照組)、100%南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液(實驗組)澆灌。置於室溫下，每天持續以10mL蒸餾水(對照組)、100%南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液(實驗組)澆灌，並觀察小苗生長情形，量測莖長度及拍照，持續10天，並於第10日將小苗以石蠟包埋，再以單面刀片橫切小苗莖部，進行多酚類染色，觀察小苗多酚類分布情形。重複此實驗四次。(以同樣方式處理並觀察茼蒿小苗生長情形)

七、南美蟛蜞菊浸出液對插枝種植的紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿生長之影響

(一)量測紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿枝條的莖長度

將購於菜市場的紅鳳菜剪成只含兩個節點、四片葉子、枝條約15cm，斜插種植於土壤中，每盆3株，共4盆，如圖 27、圖 28、圖 29。每日早晚以200mL自來水灌溉，持續25天，並量測莖長度，如圖 30 及圖 31。從第25天起，每日早晚分別改以200mL蒸餾水(對照組)、25%南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液(實驗組)灌溉，持續14天，觀察紅鳳菜生長情形並量測莖長度。(以同樣方式處理福山萵苣及茼蒿)

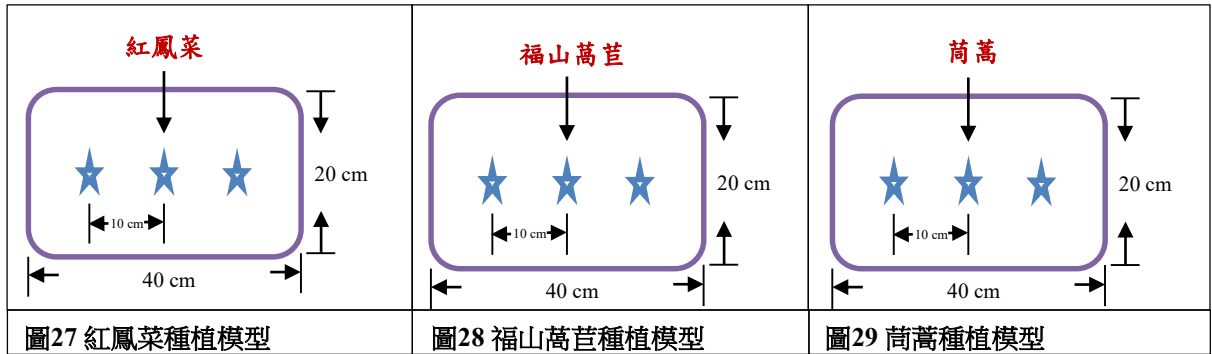


圖30 每日量測莖長度



圖31 以兩直尺量測莖長度



圖32 將植物連根拔起

(二)量測最終日的莖長度、根長度

於最後一次觀察日，將植物連根拔起，如圖 32 所示。進行拍照、量測莖長度及根長度總體積，如圖 33 到圖 36 所示。(以同樣方式處理福山萬苣及茼蒿)



圖33 量測南美蟛蜞菊莖長度及根長度



圖34 量測紅鳳菜莖長度及根長度



圖35 量測福山萬苣莖長度及根長度



圖36 量測茼蒿莖長度及根長度

(三)量測最終日的根部總體積

取一個100mL量筒，裝入50mL的蒸餾水，將待測植物的根部切下，放入量筒中，且沒入液面下方，利用排水法量測植物根系總體積，如圖 37、圖 38。



圖37 量測福山萬苣根體積



圖38 量測茼蒿根體積

(四)量測最終日的葉片總面積

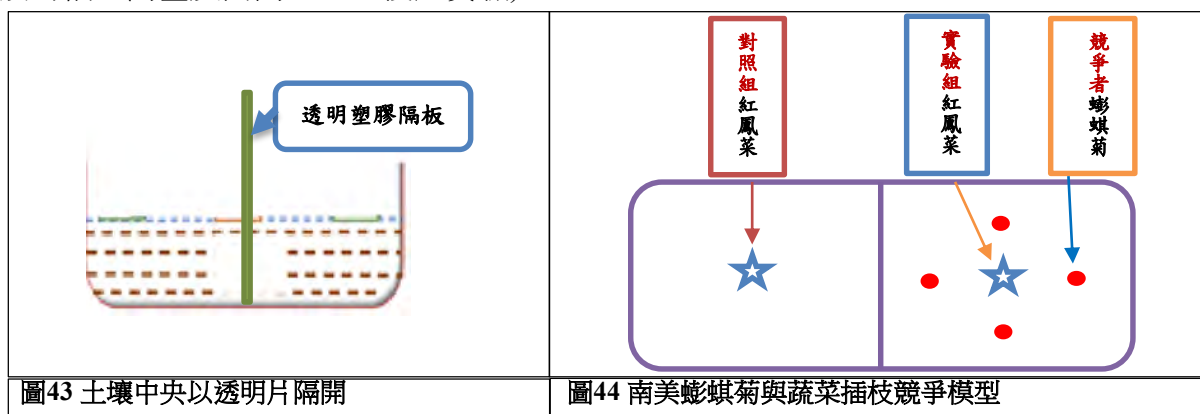
剪下一個邊長2cm的紙片，秤其質量。再將植物葉片置於紙上，細心勾畫出葉片輪廓如圖 39，將紙片剪下，秤取相同輪廓面積紙片及葉片的質量，依照紙片質量換算成面積如圖 40 及圖 41，可按比例換算相對葉片質量的葉片面積。於觀察最終日，

將所有葉片拔下，洗淨擦乾後秤量其質量如圖 42，即可換算成葉片總面積。



八、南美蟛蜞菊與紅鳳菜、福山茼蒿及茼蒿枝條競爭的情形

將紅鳳菜及南美蟛蜞菊枝條留兩個節點，四片葉子，取約15cm的枝條，斜插種於土壤中。土壤中央以透明塑膠隔板隔開，如圖 43 所示。隔板左邊種植一株紅鳳菜(對照組)；隔板右邊中央種植一株紅鳳菜(實驗組)，並於其前後左右間隔5cm處各種植一株南美蟛蜞菊，共三盆，種植模型如圖 44。每日早晚以200mL的自來水灌溉，每周一及周四拍照並量測莖長度，持續77天。於觀察最終日將整株植物由土壤中拔出，量測根長度、根部總體積及葉片總面積，以探討紅鳳菜及南美蟛蜞菊在土壤中生存競爭的情形。(將紅鳳菜改為福山茼蒿及茼蒿，並重複此實驗)

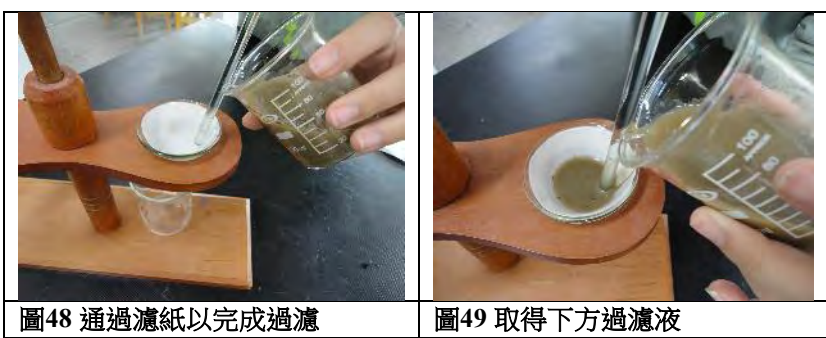
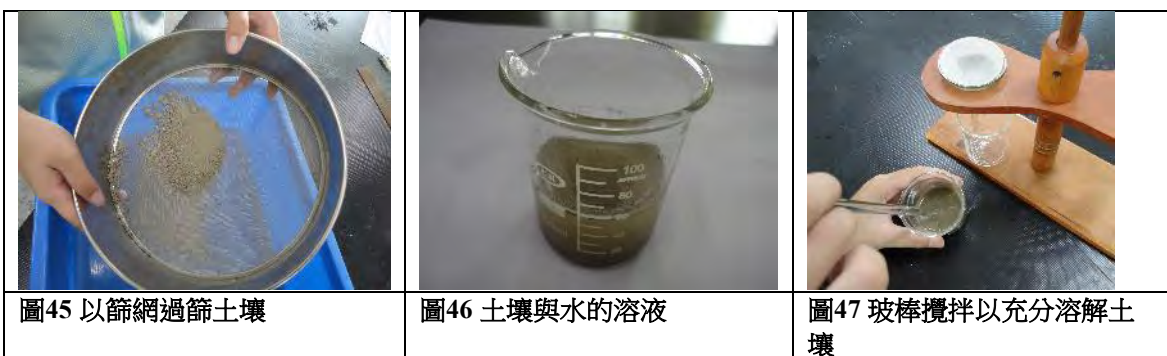


九、南美蟛蜞菊浸出液澆灌植物後對土壤中物理特性的變化

土壤在栽種南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山茼蒿及茼蒿前後，及澆灌南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液前、後土壤中pH值及導電度的變化。

(一)製備土壤濾液

取通過2mm孔目篩網的風乾土壤40g如圖 45，置入100mL燒杯中，加入與樣品等重量之蒸餾水(土壤：水=1：1)如圖 46，以玻棒攪拌後，靜置1小時，靜置期間偶爾攪拌如圖 47，接著通過濾紙以過濾土壤液如圖 48，取下層過濾液如圖 49，以備後續量測pH值及導電度。



(二)校正及量測濾液pH值

先以蒸餾水清洗電極棒後，再以拭鏡紙輕輕將電極棒表面水分拭乾。接著將pH=7.0的標準緩衝液校正至出現數字如圖 50，抽出電極棒再以蒸餾水清洗，並拭乾；接著將pH=4.0的標準緩衝液校正如圖 51。將校正後的電極棒放入已製備完成的土壤濾液中，量測pH值如圖 52。



(三)量測濾液導電度





將導電度計放入待測濾液中量測導電度如圖 53。最後進行資料整理及作圖分析如圖 54。



陸、結果與討論

一、比較南美蟛蜞菊與菊科蔬菜的植物分類

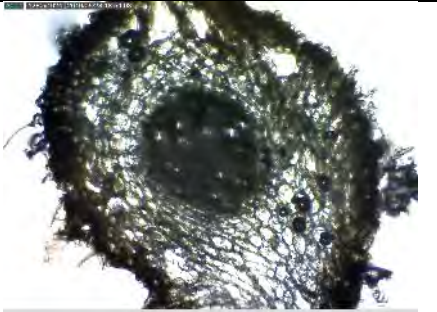


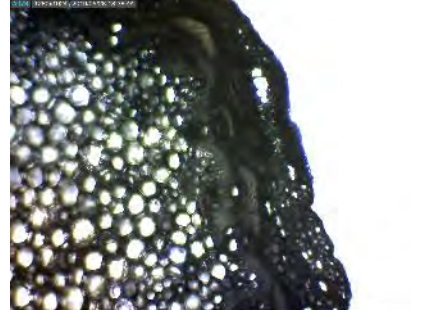
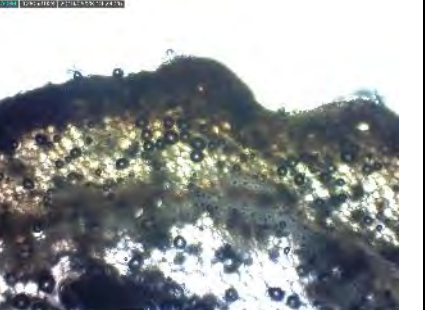

表(一) 四種植物分類的結果

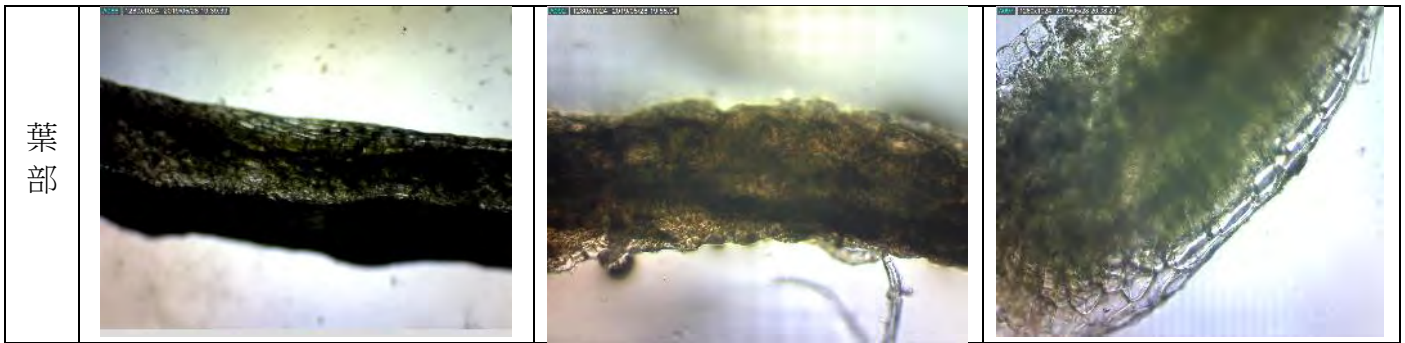
植物名稱	南美蟛蜞菊	紅鳳菜	福山萵苣	茼蒿
照片				
屬	蟛蜞菊屬 <i>Wedelia</i>	菊三七屬 <i>Gynura</i>	萵苣屬 <i>Lactuca</i>	茼蒿屬 <i>Glebionis</i>
種	<i>Wedelia chinensis</i>	<i>Gynura bicolor</i>	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Glebionis coronaria</i>
原產地	原產於南美洲與中美洲，廣布於熱帶至亞熱帶	分布於熱帶非洲、馬來半島、印度、琉球等地	分布於亞洲、歐洲、美洲	分布於地中海地區、中國

這四種植物在分類上皆屬於被子植物門Magnoliophyta、雙子葉植物綱Magnoliopsida、菊目Asterales、菊科Asteraceae植物^[9]。以福山萵苣的分布範圍較廣，其次是南美蟛蜞菊及紅鳳菜，而茼蒿分布範圍最小，推測福山萵苣適應環境的能力應為最佳。

二、觀察南美蟛蜞菊根、莖、葉部的構造

表(二) 南美蟛蜞菊根莖葉染色前後的圖片

器官	多酚類染色前 (40倍)	多酚類染色後 (40倍)	多酚類染色後 (100倍)
根部			
莖部			



結果：南美蟛蜞菊的根、莖、葉部經由多酚類染色後皆發現有多酚類物質，根部多酚類較多，其次是葉部，而莖部則分布於外層的韌皮部。

討論：南美蟛蜞菊的根、莖、葉部在進行切片時，以石蠟包埋處理，但礙於實驗器材只有單面刀片，所以無法切成極薄片，所以染色後看到較厚切片。建議下次使用組織切片機，可固定切片厚度，使切片更易於染色觀察。

多酚類屬植物的次級代謝物，目前已知植物能利用其次級代謝物來彼此溝通，產生植物防禦反應，以及植物的相剋作用來抑制鄰近植物的生長^{[15][18]}。推測南美蟛蜞菊可成為成功入侵者的優勢之一是因為含有多酚類。

三、分析南美蟛蜞菊營養器官的光合色素成分

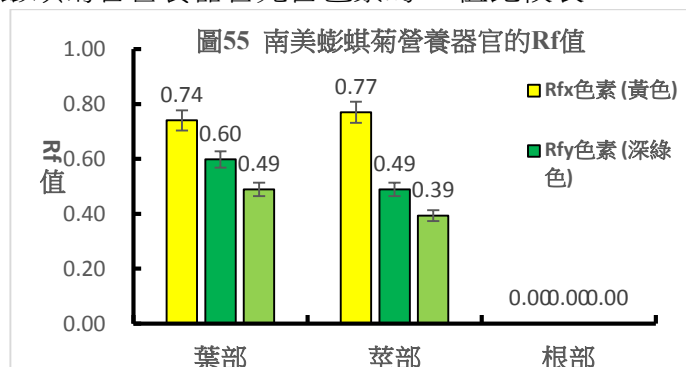
(一)南美蟛蜞菊色素萃取實驗操作的結果與討論

表(三) 南美蟛蜞菊營養器官光合色素分析圖

南美蟛蜞菊葉部色層分析圖	南美蟛蜞菊莖部色層分析圖	南美蟛蜞菊根部色層分析圖

(二)南美蟛蜞菊營養器官光合色素距離的結果與討論^[10]

以下為南美蟛蜞菊各營養器官光合色素的Rf 值比較表

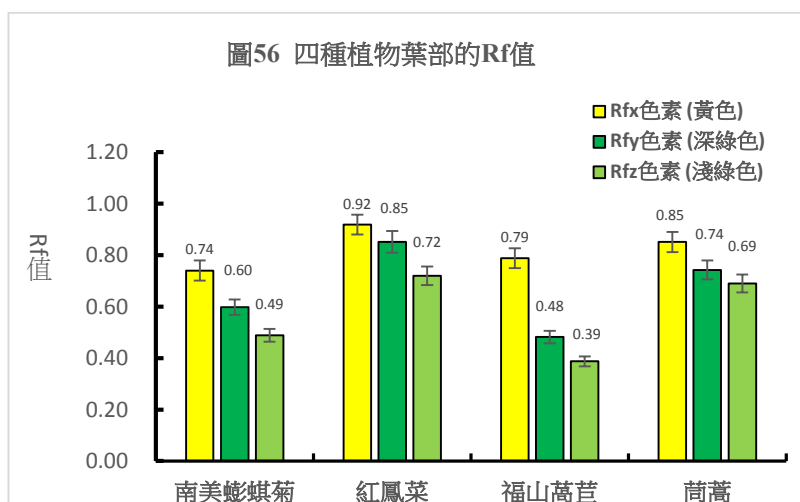


結果：由色層分析結果可見， Rf_x 色素為黃色、 Rf_y 色素為深綠色、 Rf_z 色素為淡綠色。黃色色素的 Rf_x 值範圍落在0.74~0.77之間，深綠色色素的 Rf_y 值範圍落在0.49~0.60之間，淡綠色色素的 Rf_z 值範圍落在0.39~0.49之間。經過文獻參考^[2]比較可發現 Rf_x 色素為葉黃素、 Rf_y 色素為葉綠素 a、 Rf_z 色素為葉綠素 b。

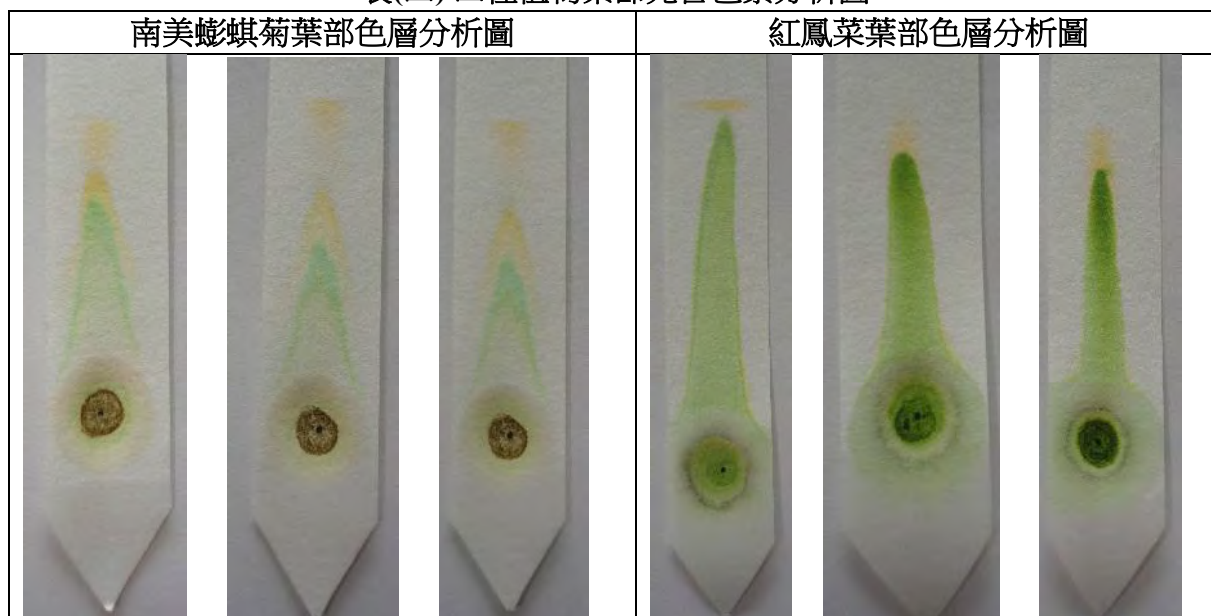
討論：葉子所含光合色素成分比例較高，其次是莖，而根中則沒有光合色素，符合光合作用的原理。光合作用反應把光能轉變為化學能，再透過碳反應把二氧化碳和水合成有機物，同時把化學能轉變為穩定的化學能貯存在有機物中，整個反應主要是在葉綠體內進行，葉綠體內的色素可吸收光能以利光合作用的進行，葉綠體內的色素主要為葉綠素及類胡蘿蔔素，其中葉綠素 a 為主要色素，葉綠素 b、葉黃素及胡蘿蔔素則是輔助吸收光能傳遞給葉綠素 a，稱為輔助色素。所以由此可知色素成分對植物生長極為重要。

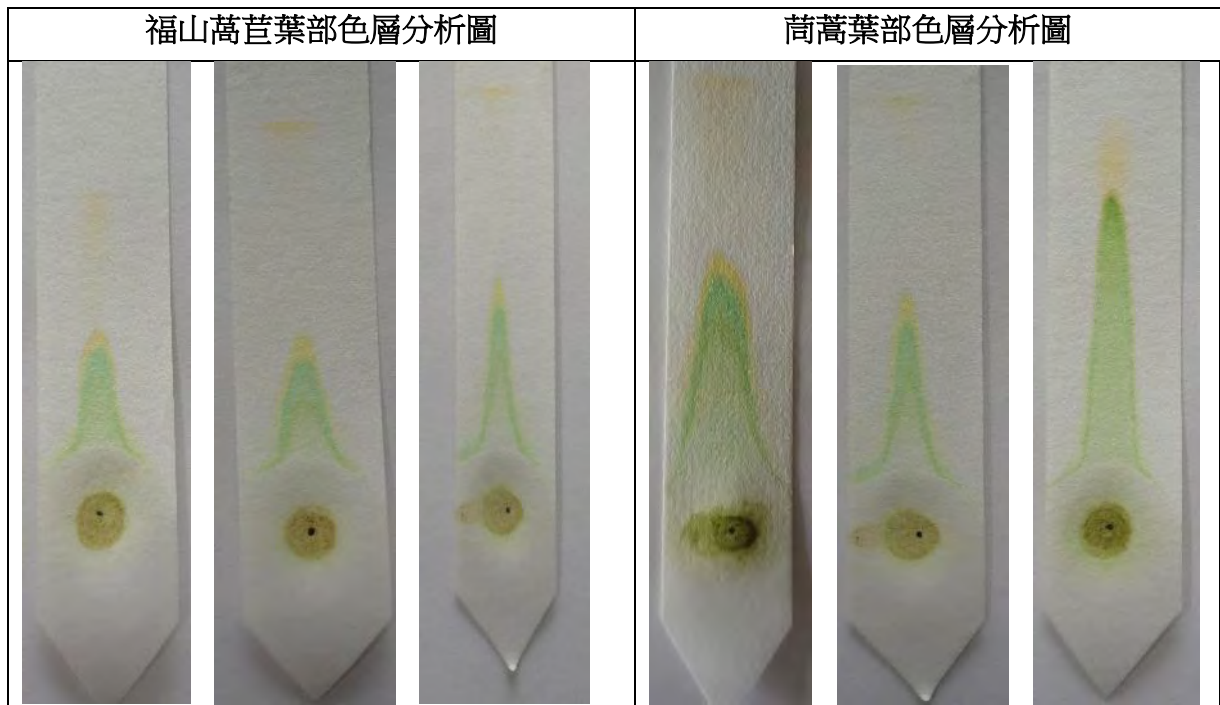
四、比較南美蟻螟菊與菊科蔬菜葉部的光合色素成分

(一) 四種植物葉部色素 Rf 值分析比較



表(四) 四種植物葉部光合色素分析圖

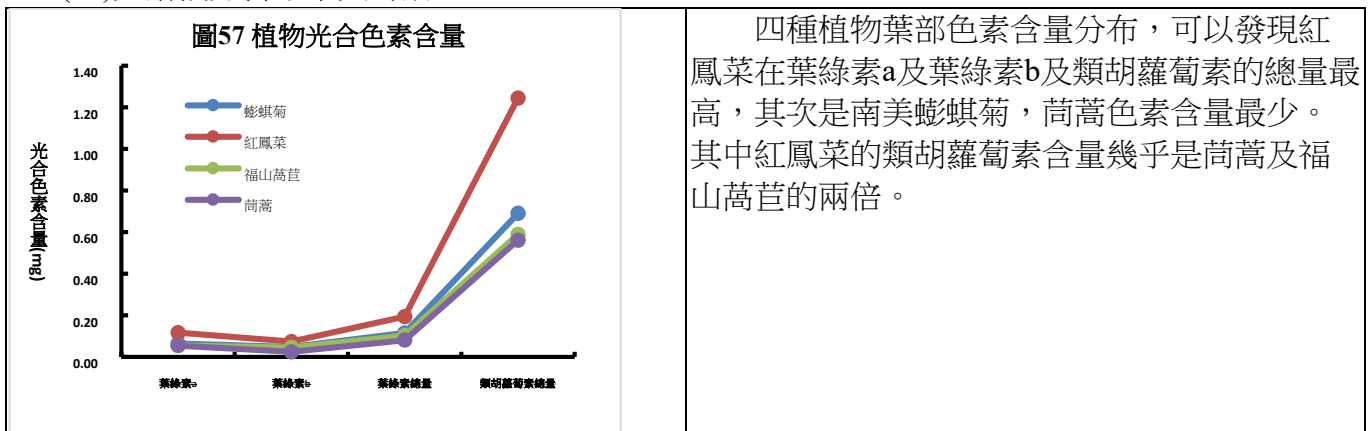


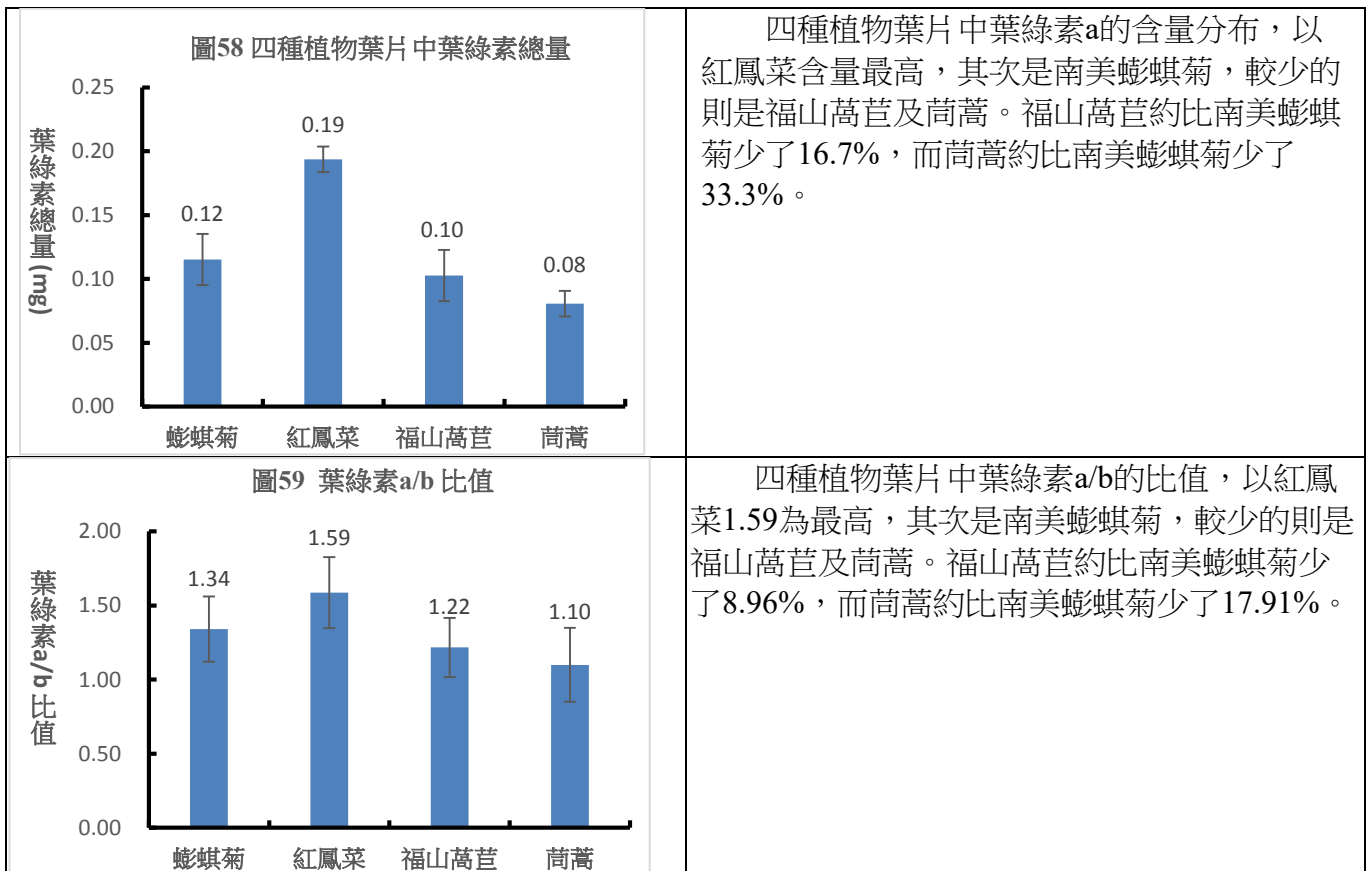


結果：由色層分析結果可見， Rf_x 色素為黃色、 Rf_y 色素為深綠色、 Rf_z 色素為淡綠色，黃色色素的 Rf_x 值範圍落在0.74~0.92之間，深綠色色素的 Rf_y 值範圍落在0.48~0.85之間，淡綠色色素的 Rf_z 值範圍落在0.39~0.72之間。經過文獻參考^[2]比較可發現 Rf_x 色素為葉黃素、 Rf_y 色素為葉綠素 a、 Rf_z 色素為葉綠素 b。

討論：四種植物的各種色素 Rf 值雖有不同，且坐落範圍有重疊，但從色層分析的顏色仍可清楚區別是何種色素。

(二)光譜儀分析結果與討論

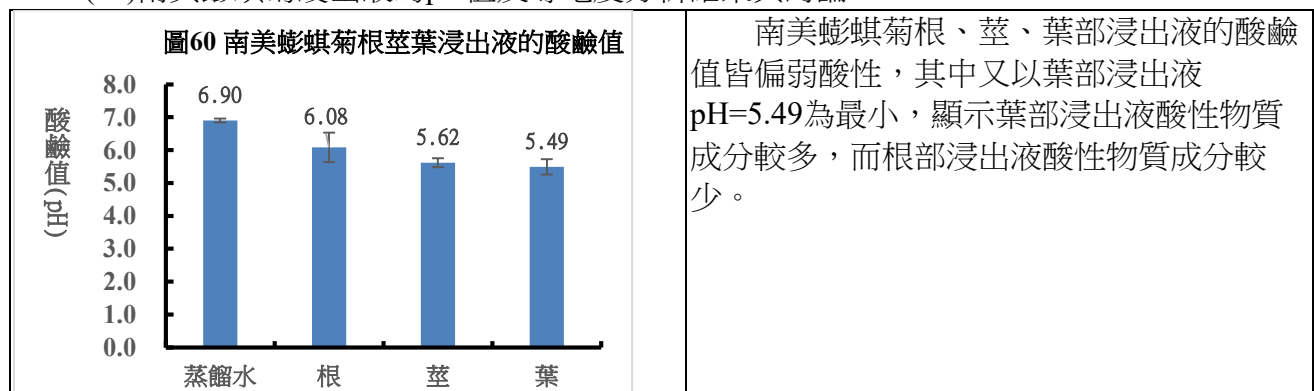


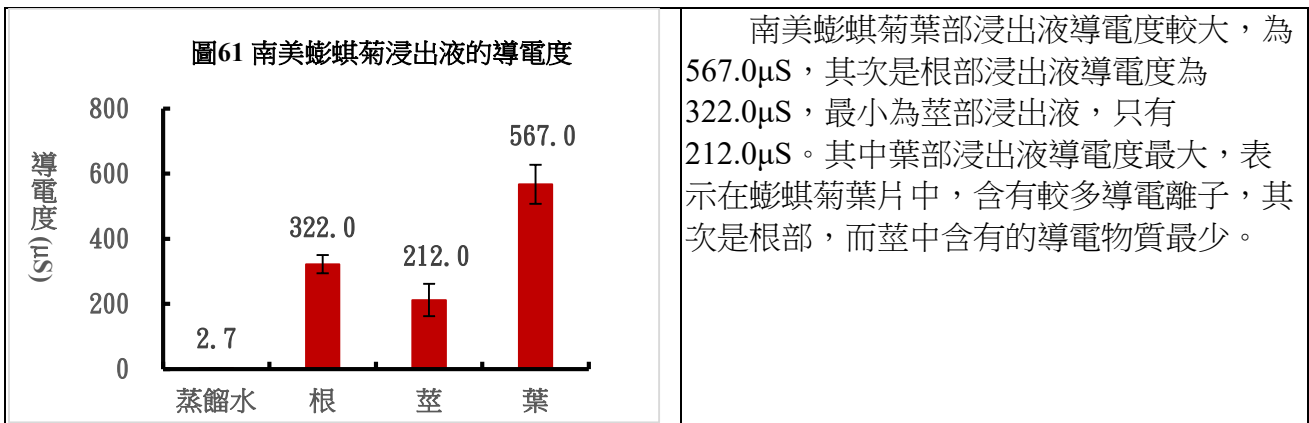


討論：四種植物葉片中色素含量分布，可以發現紅鳳菜在葉綠素a及葉綠素b及類胡蘿蔔素的總量最高，其次是南美螞蟥菊，茼蒿色素含量最少，此實驗結果與光合濾紙色層分析吻合。高等植物的葉綠素分為 a 及 b 二種型式，即為葉綠素 a 及 b (Chl a 及 Chl b)，兩者之化學結構大同小異。Chl a 同時擔任捕光與價分離(charge separation)兩種功能，而 Chl b 則只擔任捕光功能。Chl b 是輔助色素含不同 Chl a+b 數量及 Chl a/b 比的色素蛋白複合體，大幅增加單純 Chl a 和 Chl b 對日光能的吸收波段，故能大幅增加陸生植物對太陽能的利用。葉綠素a為光合作用主要色素，其中南美螞蟥菊葉片中的含量，皆高於福山萵苣及茼蒿，表示其有光合作用製造養分的優勢。葉綠素a/b的比值以紅鳳菜1.59為最高，其次是南美螞蟥菊，福山萵苣及茼蒿。相關文獻^[16]已證實，葉綠素a/b與光合作用效率有正相關。所以由光譜分析可推論，光合色素的優勢比較，紅鳳菜>南美螞蟥菊>福山萵苣>茼蒿。

五、南美螞蟥菊浸出液對菊科種子發芽的影響結果與討論

(一)南美螞蟥菊浸出液的pH值及導電度分析結果與討論





南美蟊螟菊葉部浸出液導電度較大，為567.0µS，其次是根部浸出液導電度為322.0µS，最小為莖部浸出液，只有212.0µS。其中葉部浸出液導電度最大，表示在蟊螟菊葉片中，含有較多導電離子，其次是根部，而莖中含有的導電物質最少。

討論：南美蟊螟菊葉片中含有較多導電物質，可能因為葉為主要行光合作用及製造養分的場所，其產生及需要的物質種類可能較多，而造成導電度幾乎是其他部位的兩倍。

(二)南美蟊螟菊浸出液對菊科種子萌芽的結果與討論

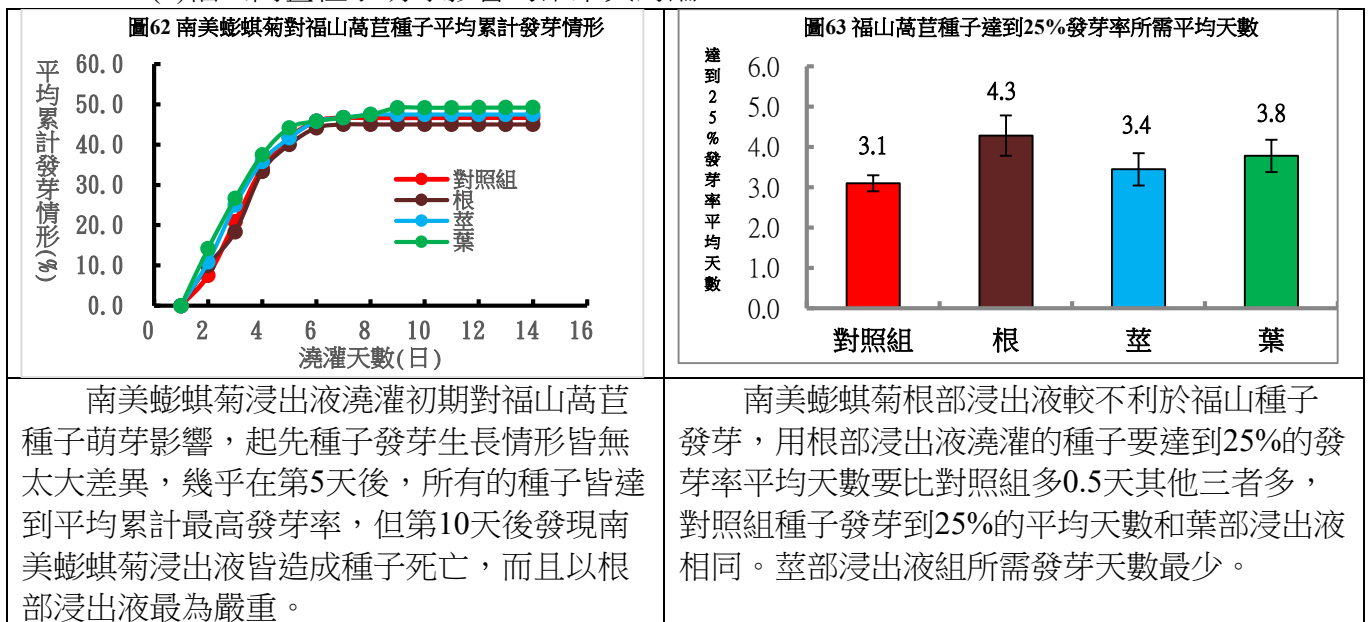
1. 南美蟊螟菊浸出液對福山萵苣種子萌芽的結果與討論

(1)福山萵苣種子萌芽照片

表(五) 南美蟊螟菊浸出液澆灌福山萵苣種子第14天生長情形

種子	對照組	根部浸出液	莖部浸出液	葉部浸出液
第三批				
第四批				

(2)福山萵苣種子萌芽影響的結果與討論







討論：福山萵苣種子泡水一天後取出種於棉花上，總共進行四次實驗，每一個培養皿20顆。每次實驗進行兩個培養皿實驗。實驗為160顆種子的結果分析。發現南美蟛蜞菊的根部浸出液及葉部浸出液不利於福山萵苣種子發芽，發芽後種子有壞死的現象，所以可看出雖然種子發芽後，但卻無法繼續生長。一般種子蔬菜萌芽率約是八成左右，可是因為我們種於棉花而非土壤中，可能因為養分不足而造成發芽情形偏差。而且參考文獻^[1]以平均發芽率達50%作為統計，但本實驗的福山萵苣種子萌芽率不到五成，所以種子萌芽率改以25%作為統計依據。

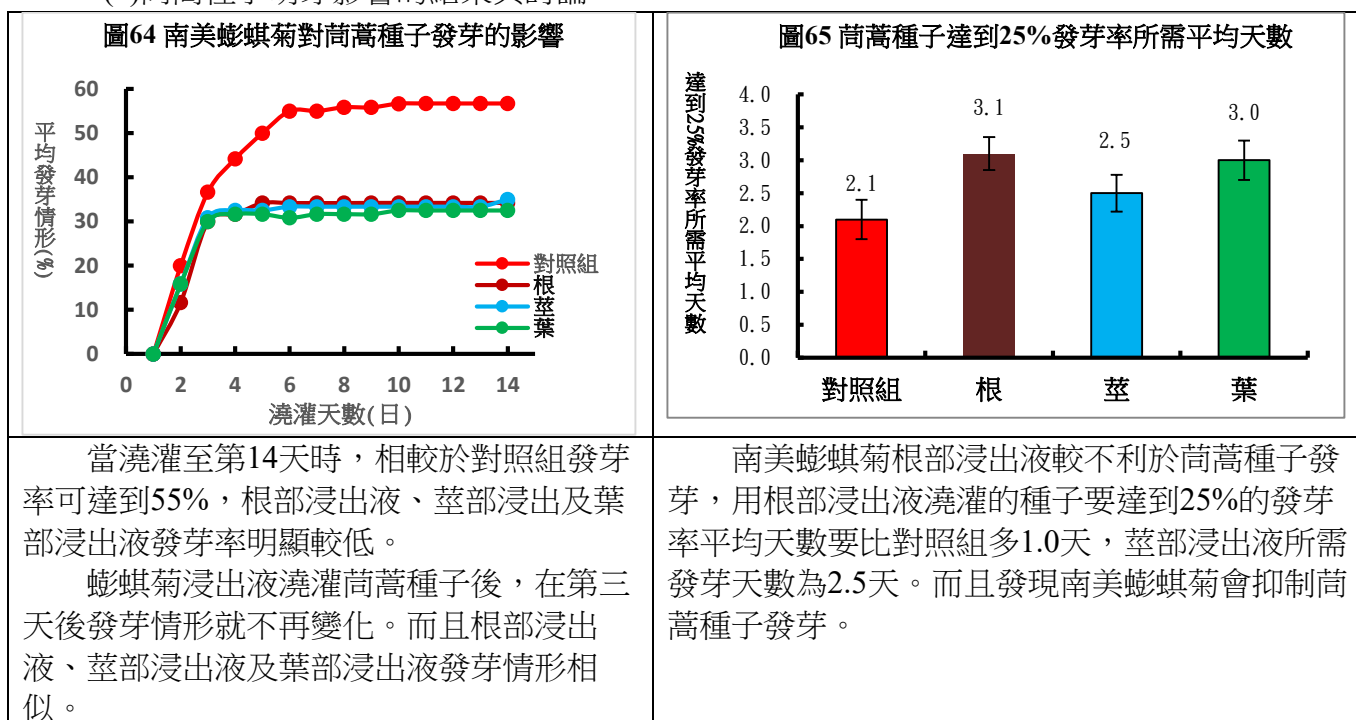
2. 南美蟛蜞菊浸出液對萵苣種子萌芽的結果與討論

(1) 萵苣種子萌芽照片

表(六) 南美蟛蜞菊浸出液澆灌萵苣種子第14天生長情形

種子	對照組	根部浸出液	莖部浸出液	葉部浸出液
第三批				

(2) 萵苣種子萌芽影響的結果與討論

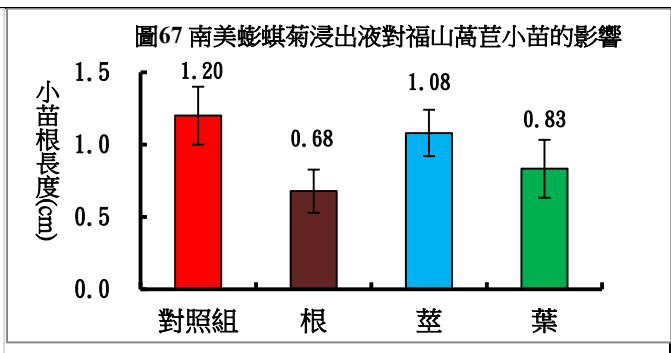
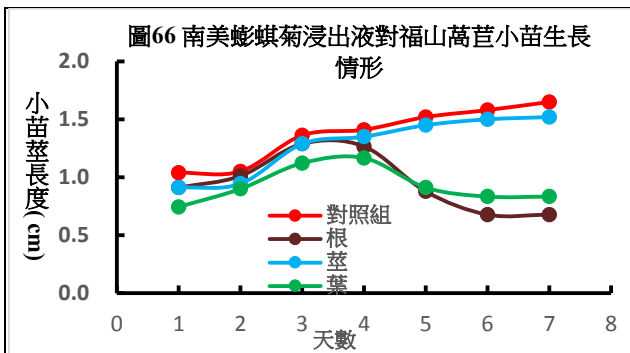


討論：萵苣對照組發芽率達到了五成五，明顯高於使用南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液澆灌的種子，大約是其的兩倍。實驗結果發現南美蟛蜞菊浸出液不利於萵苣種子的發芽，根部浸出液澆灌的種子要達到25%的發芽率平均天數要比其他三者多一天左右，可推測南美蟛蜞菊根部浸出液^[1]較不利於萵苣種子發芽。

六、南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及萵苣小苗生長情形的結果與討論

(一) 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣小苗生長情形

1. 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣小苗的莖及根生長影響

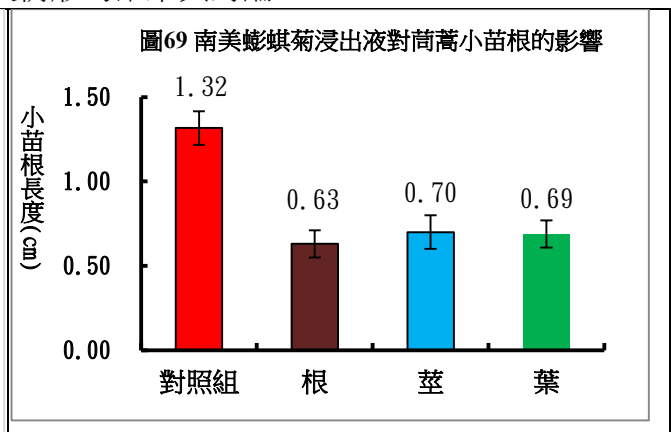
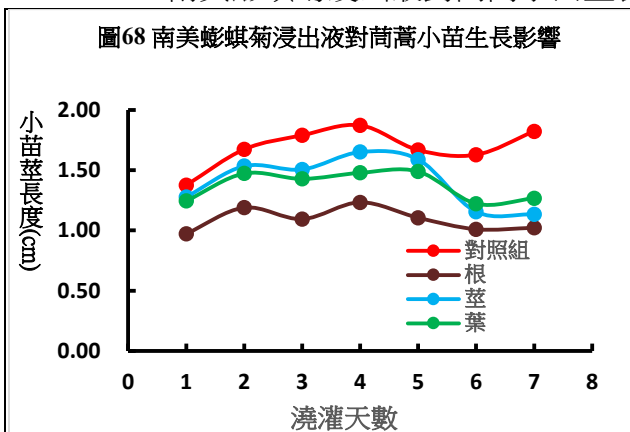


以南美蟛蜞菊浸出液澆灌前三天，根部浸出液和莖部浸出液的小苗莖長度與對照組差異不大。澆灌三天之後，根部浸出液組的福山萵苣小苗莖的部分逐漸縮短。

以南美蟛蜞菊浸出液澆灌至第七天，對照組生長較佳，其次是莖部浸出液組，平均可達1.08cm，最差的是根部浸出液，福山萵苣小苗根長度只有0.68cm。

討論：當以南美蟛蜞菊浸出液澆灌福山萵苣小苗至第七天時，根部浸出液及葉部浸出液的小苗莖長度皆比對照組短，其中又以根部浸出液萎縮情形最明顯。若持續澆灌根部浸出液，小苗可能死亡，推測蟛蜞菊根部浸出液中，有抑制小苗生長的物質。福山萵苣小苗第七天的根長度，以莖部浸出液最長，可能因為南美蟛蜞菊莖部浸出液在製作時，枝條長度1.0cm~1.5cm過長，其中枝條中的液體不易浸泡出來，所以對小苗生長抑制效果不大。

2. 南美蟛蜞菊浸出液對萵蒿小苗生長情形的結果與討論






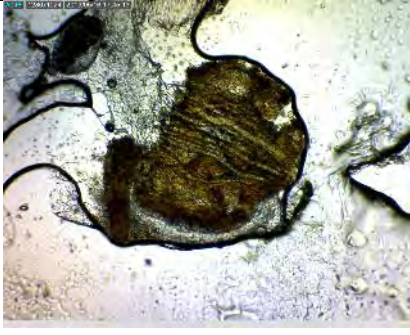
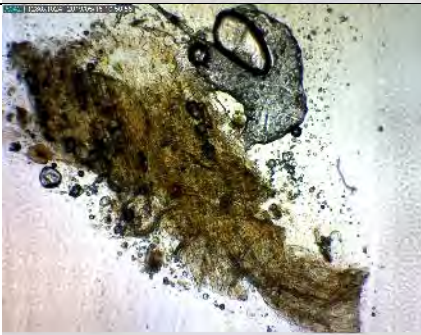
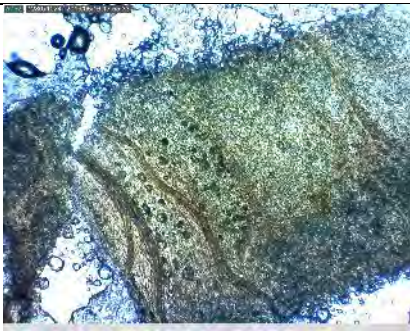


根部浸出液對萵蒿小苗生長高度最差，始終都低於其它三組。莖部浸出液與葉部浸出液的小苗莖長度皆低於對照組。對照組在第七天時仍生長較好。

當澆灌至第7天時，對照組的萵蒿小苗根部生長最佳，平均可達1.32cm，約是其它各組的兩倍，而南美蟛蜞菊根部、莖部及葉部浸出液對小苗根長度皆有抑制生長的情形。

討論：南美蟛蜞菊根部浸出液對萵蒿小苗生長情形最有抑制效果，推測蟛蜞菊根部浸出液^[11]會抑制小苗莖部生長。南美蟛蜞菊浸出液在第三天時明顯抑制萵蒿小苗生長，但在第5天時萵蒿的莖長度逐漸縮短，第七天時甚至由根處發黑，造成死亡。

(二)南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗多酚類切片染色情形

表(七) 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗多酚類切片染色結果

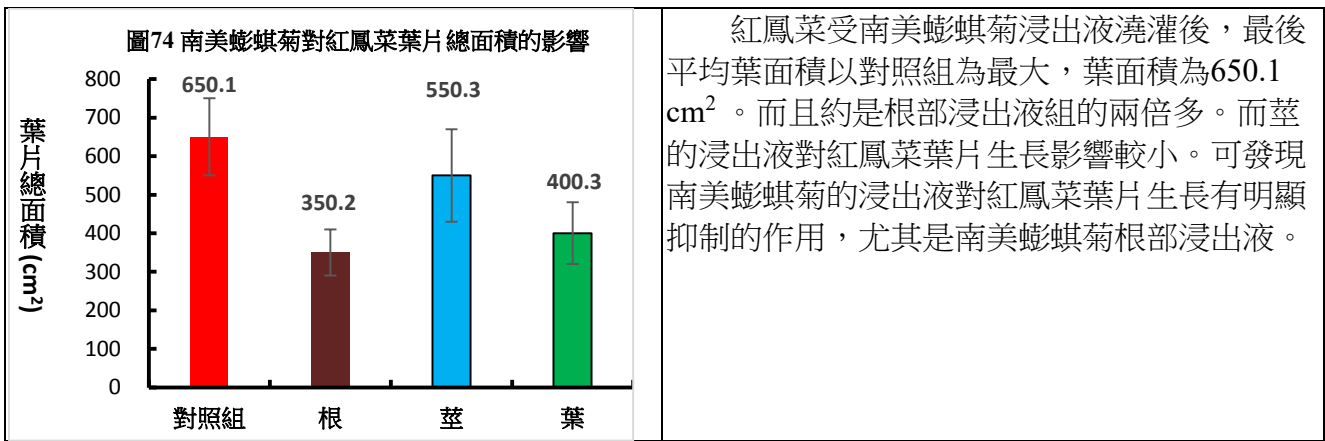
浸出液	福山萵苣小苗莖部橫切片	茼蒿小苗莖部橫切片
對照組		
根部浸出液		
莖部浸出液		
葉部浸出液		

結果與討論：福山萵苣與茼蒿的小苗經南美蟛蜞菊浸出液澆灌後，小苗莖部橫切片皆呈現含有多酚類物質，表示南美蟛蜞菊浸出液中的多酚類物質，皆滲入福山萵苣與茼蒿的莖部中，並且影響其生長。

七、南美螞蟥菊浸出液對菊科蔬菜生長影響的結果與討論

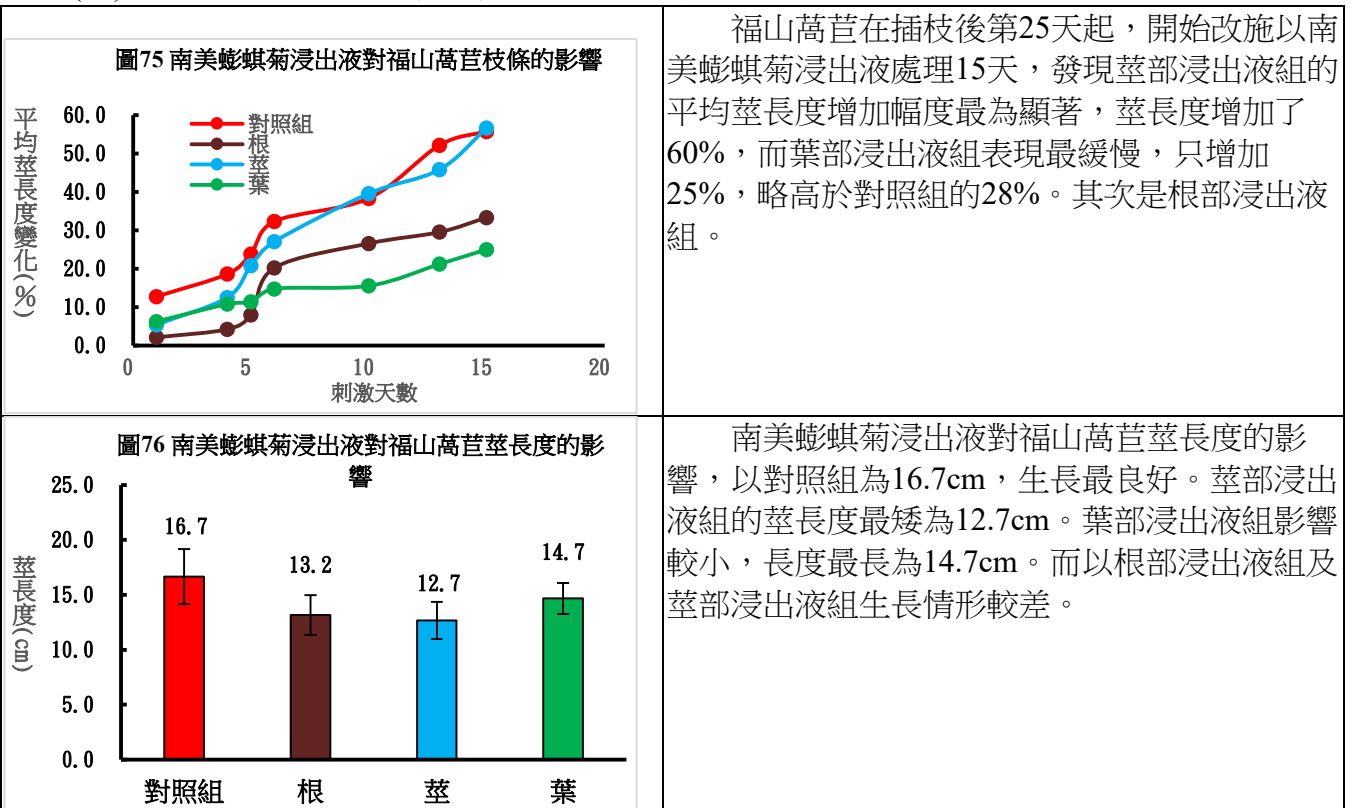
(一)南美螞蟥菊浸出液對紅鳳菜生長的結果與討論

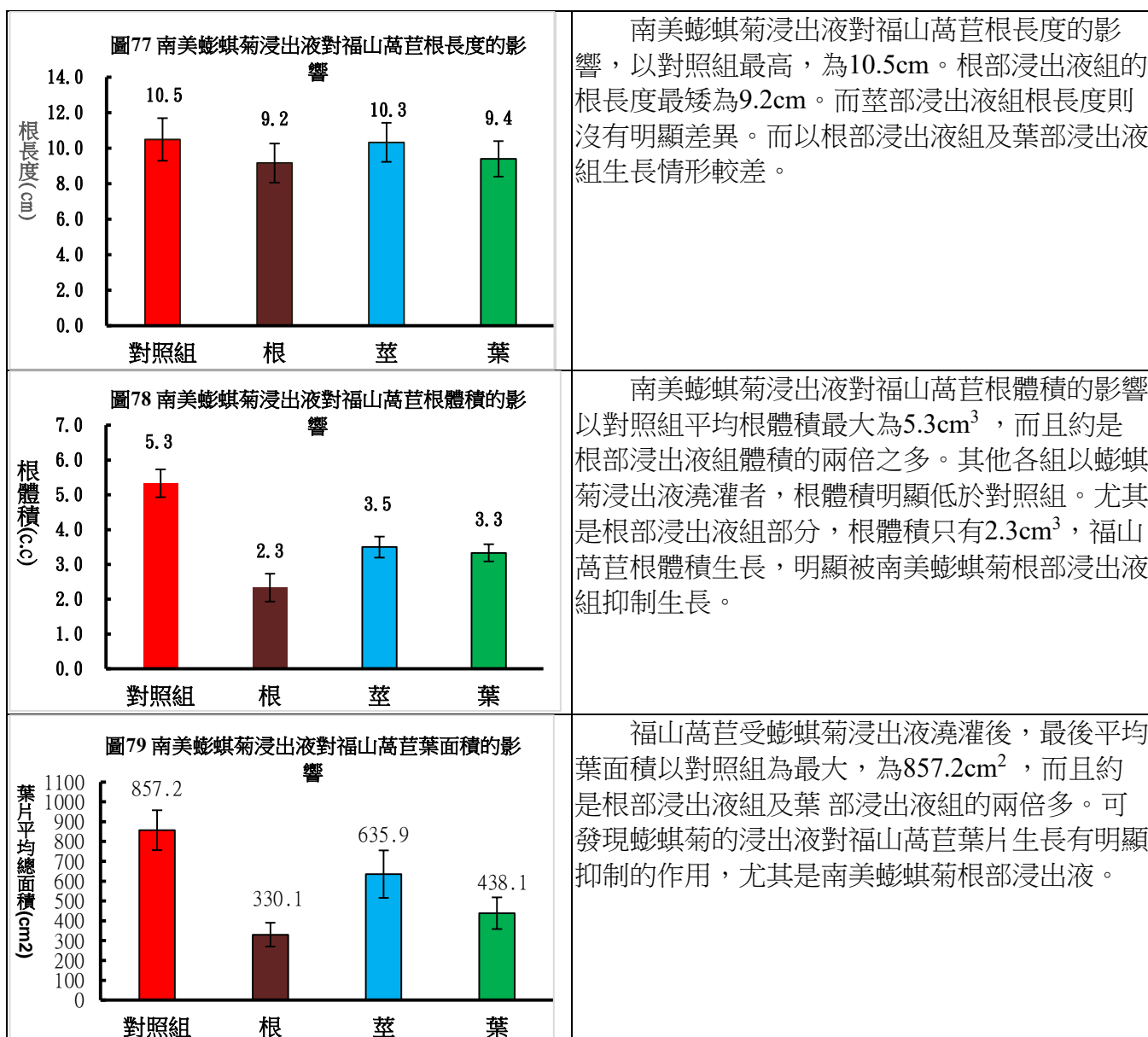
<p>圖70 南美螞蟥菊對紅鳳菜莖長增加百分比(%)</p> <table border="1"> <caption>圖70 數據表</caption> <thead> <tr> <th>澆灌天數</th> <th>對照組 (%)</th> <th>根 (%)</th> <th>莖 (%)</th> <th>葉 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>12</td><td>4</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>12</td><td>4</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>4</td><td>12</td><td>4</td><td>12</td><td>3</td></tr> <tr><td>8</td><td>18</td><td>5</td><td>13</td><td>5</td></tr> <tr><td>11</td><td>22</td><td>7</td><td>14</td><td>6</td></tr> </tbody> </table>	澆灌天數	對照組 (%)	根 (%)	莖 (%)	葉 (%)	0	0	0	0	0	1	12	4	12	3	2	12	4	12	3	4	12	4	12	3	8	18	5	13	5	11	22	7	14	6	<p>紅鳳菜在插枝第25天起，實驗組開始改以25%南美螞蟥菊浸出液取代自來水灌溉，發現莖部浸出液組與對照組在第一天後生長幅度最大，根部浸出液組及葉部浸出液組生長情形較差。</p>
澆灌天數	對照組 (%)	根 (%)	莖 (%)	葉 (%)																																
0	0	0	0	0																																
1	12	4	12	3																																
2	12	4	12	3																																
4	12	4	12	3																																
8	18	5	13	5																																
11	22	7	14	6																																
<p>圖71 南美螞蟥菊對紅鳳菜莖長度的影響</p> <table border="1"> <caption>圖71 數據表</caption> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>莖長度 (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>對照組</td><td>15.7</td></tr> <tr><td>根</td><td>13.2</td></tr> <tr><td>莖</td><td>14.2</td></tr> <tr><td>葉</td><td>14.7</td></tr> </tbody> </table>	組別	莖長度 (cm)	對照組	15.7	根	13.2	莖	14.2	葉	14.7	<p>紅鳳菜受南美螞蟥菊浸出液澆灌後，平均莖長度以對照組最高，為15.7cm。根部浸出液組的莖長度最矮為13.2cm。而莖及葉部浸出液組差異不大。南美螞蟥菊浸出液對紅鳳菜莖的生長皆有抑制作用。</p>																									
組別	莖長度 (cm)																																			
對照組	15.7																																			
根	13.2																																			
莖	14.2																																			
葉	14.7																																			
<p>圖72 南美螞蟥菊對紅鳳菜根長度的影響</p> <table border="1"> <caption>圖72 數據表</caption> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>根長度 (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>對照組</td><td>16.7</td></tr> <tr><td>根</td><td>11.2</td></tr> <tr><td>莖</td><td>13.2</td></tr> <tr><td>葉</td><td>12.5</td></tr> </tbody> </table>	組別	根長度 (cm)	對照組	16.7	根	11.2	莖	13.2	葉	12.5	<p>紅鳳菜受南美螞蟥菊浸出液澆灌後平均根長度以對照組最高，為16.7cm。根部浸出液組的根長度最矮為11.2cm。莖部浸出液組影響較小，紅鳳菜根長度為13.2cm。南美螞蟥菊浸出液對紅鳳菜根的生長皆有抑制作用。</p>																									
組別	根長度 (cm)																																			
對照組	16.7																																			
根	11.2																																			
莖	13.2																																			
葉	12.5																																			
<p>圖73 南美螞蟥菊對紅鳳菜根體積的影響</p> <table border="1"> <caption>圖73 數據表</caption> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>根體積 (c.c.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>對照組</td><td>3.6</td></tr> <tr><td>根</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>莖</td><td>3.0</td></tr> <tr><td>葉</td><td>2.6</td></tr> </tbody> </table>	組別	根體積 (c.c.)	對照組	3.6	根	2.3	莖	3.0	葉	2.6	<p>紅鳳菜受南美螞蟥菊浸出液澆灌後以對照組平均根體積最大，為3 c.c。根部浸出液組的根體積最小為2.3c.c。其他各組以螞蟥菊浸出液澆灌者，根體積明顯低於對照組。尤其是根部浸出液組部分，根體積只有2.3c.c，根部明顯被南美螞蟥菊根部浸出液組抑制生長。</p>																									
組別	根體積 (c.c.)																																			
對照組	3.6																																			
根	2.3																																			
莖	3.0																																			
葉	2.6																																			



討論：紅鳳菜受南美蟛蜞菊浸出液澆灌後，由各組莖長度增加百分比，可發現根部浸出液及葉部浸出液會使紅鳳菜莖長度增加幅度比對照組低，表示南美蟛蜞菊的浸出液確實會抑制紅鳳菜的生長。而且發現南美蟛蜞菊浸出液會抑制紅鳳菜頂芽生長，並導致紅鳳菜從側芽延長。

(二)南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣生長的結果與討論

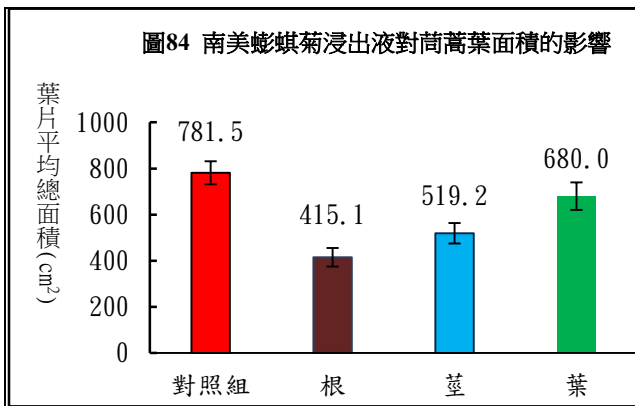




討論：以插枝種植的福山萵苣以自來水澆灌時，生長高度略有差異，而且因為葉片並非往上生長，而是往側面長出新葉，所以不易量測。而以實驗組澆灌後，福山萵苣增加幅度皆比對照組趨緩，表示南美蟊螟菊浸出液確實會抑制福山萵苣生長。尤其是南美蟊螟菊根部浸出液組明顯抑制福山萵苣根生長，最後影響葉片生長，而造成葉片面積小，生長情形不良。實驗中因為這三種植物皆是軸根系，主要以根體積量測來觀察地面下的競爭情形。

(三)南美蟊螞菊浸出液對茼蒿生長的結果與討論

<p>圖80 南美蟊螞菊對茼蒿莖長度變化百分比</p> <p>Figure 80 is a line graph showing the percentage change in average stem length over 15 irrigation days for four groups: Control (red), Root (brown), Stem (blue), and Leaf (green). The Control group shows the highest growth, reaching nearly 100% by day 15. The Root and Stem groups show moderate growth, while the Leaf group shows the lowest growth.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>澆灌天數</th> <th>對照組 (%)</th> <th>根 (%)</th> <th>莖 (%)</th> <th>葉 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>10.0</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>30.0</td> <td>20.0</td> <td>25.0</td> <td>15.0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>75.0</td> <td>35.0</td> <td>40.0</td> <td>70.0</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>95.0</td> <td>40.0</td> <td>45.0</td> <td>90.0</td> </tr> </tbody> </table>	澆灌天數	對照組 (%)	根 (%)	莖 (%)	葉 (%)	0	10.0	5.0	5.0	5.0	5	30.0	20.0	25.0	15.0	10	75.0	35.0	40.0	70.0	15	95.0	40.0	45.0	90.0	<p>茼蒿在插枝第25天起，開始改以25%南美蟊螞菊浸出液，取代自來水灌溉。發現對照組在第三天，生長幅度最大，葉部浸出液組次之。莖部浸出液組及根部浸出液組生長情形較差。其中以根部浸出液組生長情形最差。</p>
澆灌天數	對照組 (%)	根 (%)	莖 (%)	葉 (%)																						
0	10.0	5.0	5.0	5.0																						
5	30.0	20.0	25.0	15.0																						
10	75.0	35.0	40.0	70.0																						
15	95.0	40.0	45.0	90.0																						
<p>圖81 南美蟊螞菊浸出液對茼蒿莖長度的影響</p> <p>Figure 81 is a bar chart showing the final average stem length (cm) for four groups: Control (red, 12.0), Root (brown, 9.8), Stem (blue, 10.7), and Leaf (green, 10.9).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>平均莖長度 (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>對照組</td> <td>12.0</td> </tr> <tr> <td>根</td> <td>9.8</td> </tr> <tr> <td>莖</td> <td>10.7</td> </tr> <tr> <td>葉</td> <td>10.9</td> </tr> </tbody> </table>	組別	平均莖長度 (cm)	對照組	12.0	根	9.8	莖	10.7	葉	10.9	<p>茼蒿受到南美蟊螞菊浸出液澆灌後，最後平均莖長度以對照組為12.0cm最長，而以根的浸出液最短，為9.8cm。可發現南美蟊螞菊的浸出液對茼蒿植物莖的生長有抑制作用，尤其是南美蟊螞菊根部浸出液的影響最為顯著。</p>															
組別	平均莖長度 (cm)																									
對照組	12.0																									
根	9.8																									
莖	10.7																									
葉	10.9																									
<p>圖82 南美蟊螞菊浸出液對茼蒿根長度的影響</p> <p>Figure 82 is a bar chart showing the final average root length (cm) for four groups: Control (red, 17.5), Root (brown, 11.5), Stem (blue, 12.7), and Leaf (green, 16.2).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>平均根長度 (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>對照組</td> <td>17.5</td> </tr> <tr> <td>根</td> <td>11.5</td> </tr> <tr> <td>莖</td> <td>12.7</td> </tr> <tr> <td>葉</td> <td>16.2</td> </tr> </tbody> </table>	組別	平均根長度 (cm)	對照組	17.5	根	11.5	莖	12.7	葉	16.2	<p>茼蒿受到南美蟊螞菊浸出液澆灌後，最後平均根長度以對照組為17.5cm最長，而以根的浸出液最短，為11.5cm。可發現南美蟊螞菊的浸出液對茼蒿植物根的生長有抑制作用，尤其是南美蟊螞菊根部浸出液的影響最為顯著。</p>															
組別	平均根長度 (cm)																									
對照組	17.5																									
根	11.5																									
莖	12.7																									
葉	16.2																									
<p>圖83 南美蟊螞菊浸出液對茼蒿根體積的影響</p> <p>Figure 83 is a bar chart showing the final average root volume (c.c) for four groups: Control (red, 4.3), Root (brown, 2.1), Stem (blue, 2.4), and Leaf (green, 3.8).</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>平均根體積 (c.c)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>對照組</td> <td>4.3</td> </tr> <tr> <td>根</td> <td>2.1</td> </tr> <tr> <td>莖</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>葉</td> <td>3.8</td> </tr> </tbody> </table>	組別	平均根體積 (c.c)	對照組	4.3	根	2.1	莖	2.4	葉	3.8	<p>茼蒿受到南美蟊螞菊浸出液澆灌後，最後平均根體積以對照組最大，為4.3 c.c，而以根部浸出液組的根體積最小，為2.1 c.c。可發現南美蟊螞菊的浸出液對茼蒿植物根體積有明顯抑制作用。</p>															
組別	平均根體積 (c.c)																									
對照組	4.3																									
根	2.1																									
莖	2.4																									
葉	3.8																									

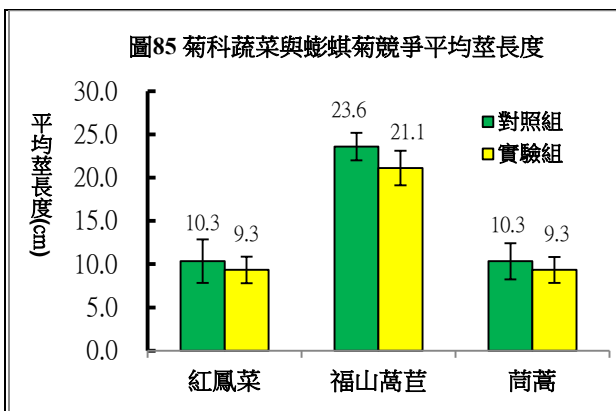


茼蒿受到南美蟊螞菊浸出液澆灌後，最後平均葉片面積以對照組781.5cm²最大。而以根部浸出液組的葉面積為最小，只有415.1cm²，可發現蟊螞菊的浸出液對茼蒿植物葉面積的生長有抑制作用，尤其是南美蟊螞菊根部浸出液。

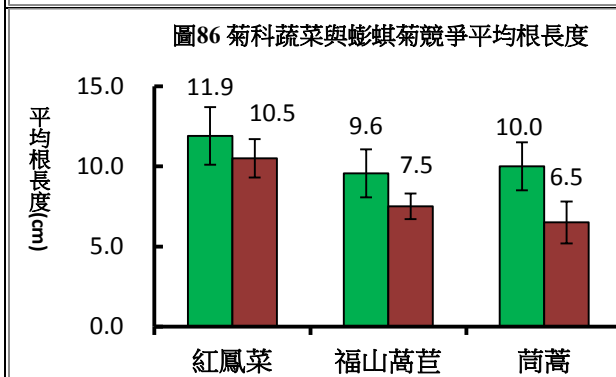
討論：本實驗中發現南美蟊螞菊葉浸出液澆灌茼蒿時，不論在莖長度及葉片面積及茼蒿根體積，皆以對照組最佳。推測南美蟊螞菊浸出液皆會抑制茼蒿蔬菜的生長。尤其以根部浸出液及莖部浸出液影響最明顯。

八、南美蟊螞菊與菊科蔬菜間枝條競爭生長的結果與討論

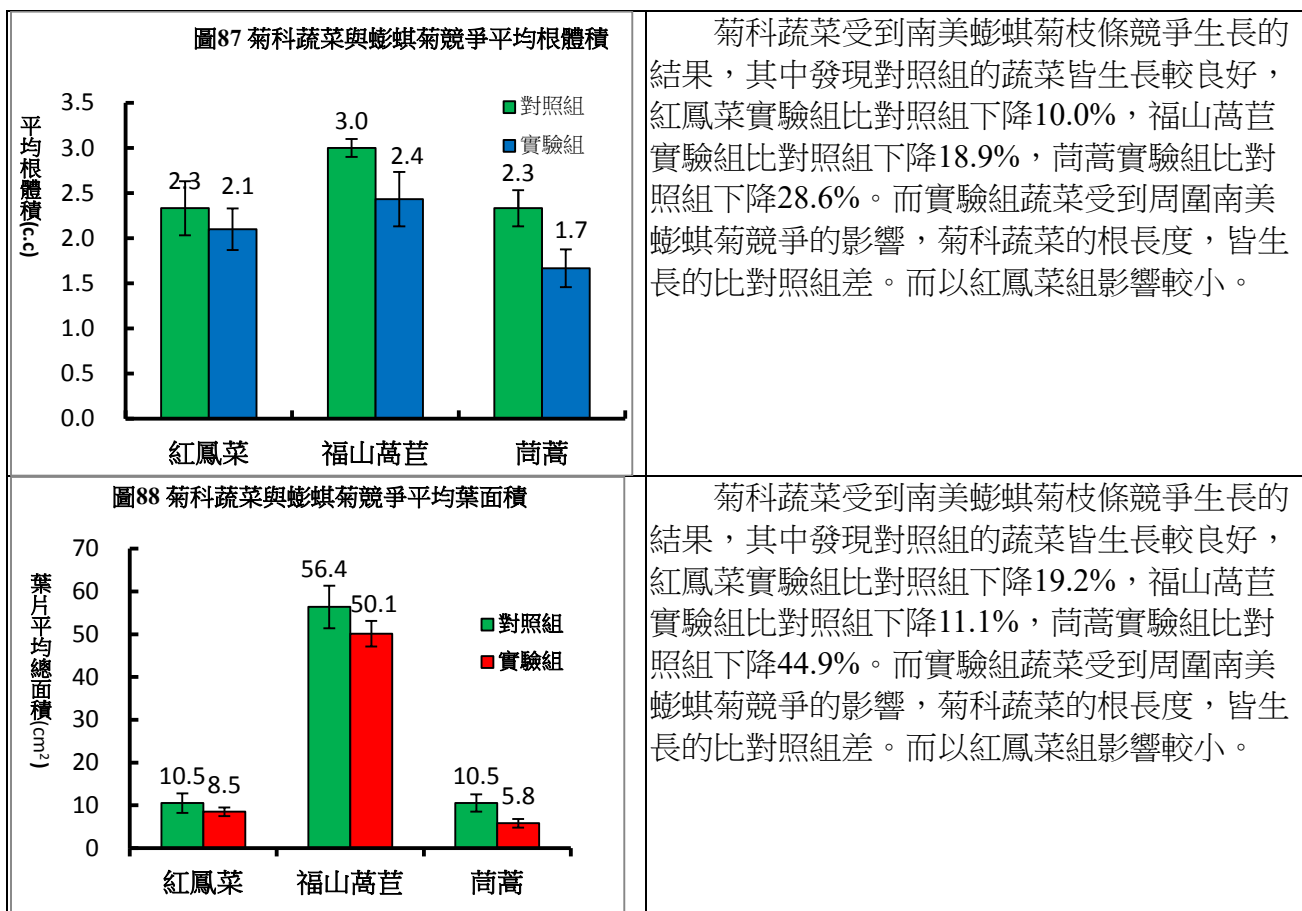
(一)南美蟊螞菊與菊科蔬菜枝條競爭的結果與討論



菊科蔬菜受到南美蟊螞菊枝條競爭生長的結果，其中發現對照組的蔬菜皆生長較良好，紅鳳菜實驗組比對照組下降9.67%，福山萬苣實驗組比對照組下降10.59%，茼蒿實驗組比對照組下降9.71%。而實驗組蔬菜受到周圍南美蟊螞菊競爭的影響，菊科蔬菜的莖，皆生長的比對照組差。而以紅鳳菜組影響較小。



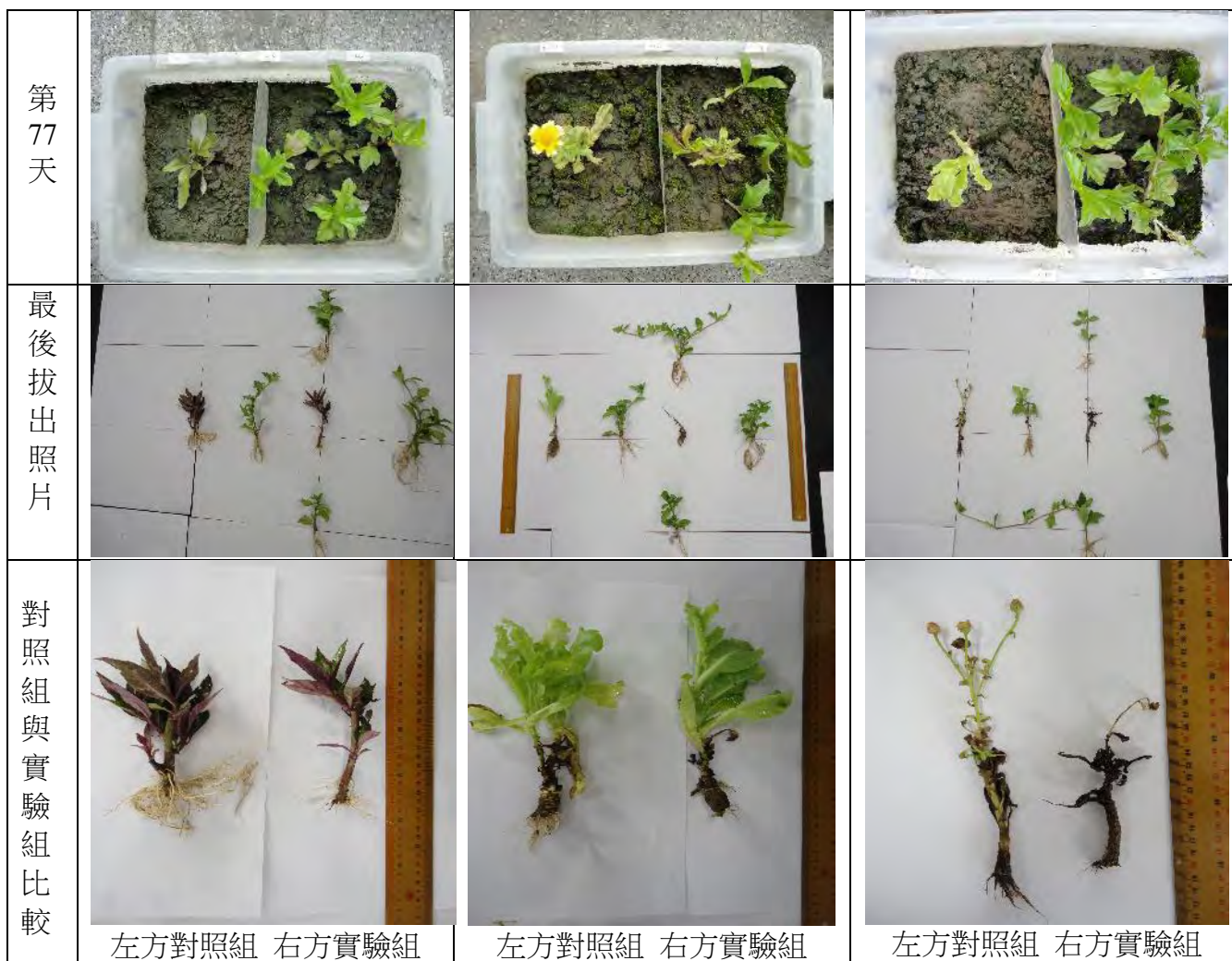
菊科蔬菜受到南美蟊螞菊枝條競爭生長的結果，其中發現對照組的蔬菜皆生長較良好，紅鳳菜實驗組比對照組下降11.8%，福山萬苣實驗組比對照組下降21.6%，茼蒿實驗組比對照組下降35.0%。而實驗組蔬菜受到周圍南美蟊螞菊競爭的影響，菊科蔬菜的根長度，皆生長的比對照組差。而以紅鳳菜組影響較小。



討論：三種菊科蔬菜受到南美蟊蝥菊枝條競爭生長的結果，其中發現對照組的蔬菜皆生長較良好，實驗組因為受到南美蟊蝥菊的夾擊，不論是在地下及地上空間都受到影響，所以生長欠佳。當其中對紅鳳菜影響較小，而萵蒿影響較大。

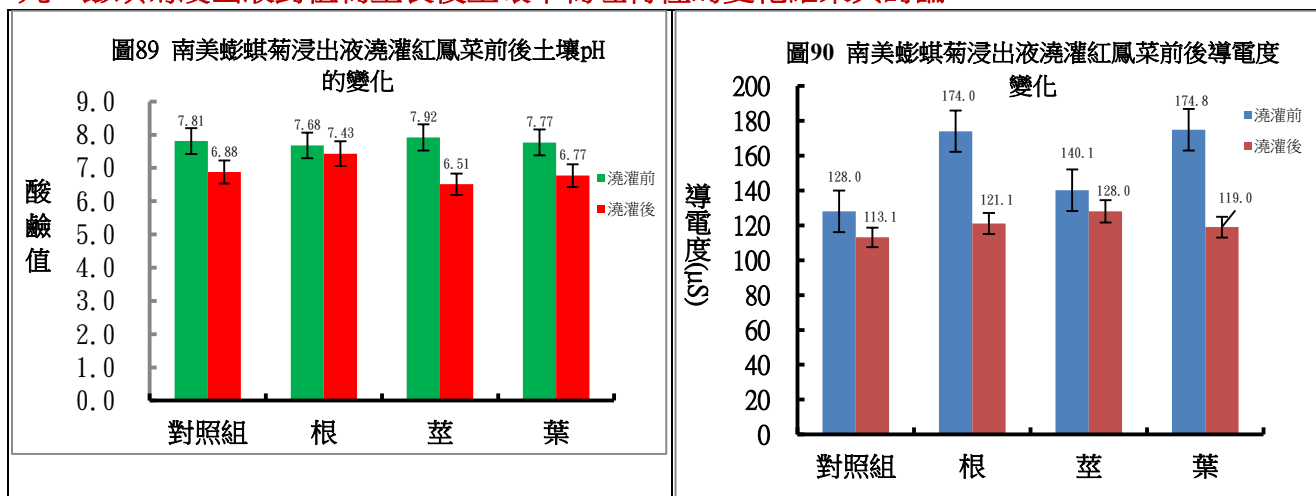
表(八) 南美蟊蝥菊與菊科蔬菜枝條競爭情形

植物	紅鳳菜	福山萵苣	萵蒿
第55天			
第69天			



討論：由本實驗結果顯示，被南美螞蟥菊包圍的三種菊科蔬菜，受到前後左右南美螞蟥菊夾擊的影響，不論是根總長度、根總體積及葉片總面積皆比對照組低，表示南美螞蟥菊可能抑制了菊科蔬菜的根部生長，而造成葉面積變少。南美螞蟥菊的葉片總面積雖然較小，但是根的長度及體積皆相當大。推測南美螞蟥菊以此生長的優勢，佔據地上及地下的空間，而影響其他菊科蔬菜的生長。

九、螞蟥菊浸出液對植物生長後土壤中物理特性的變化結果與討論



每盆土壤一開始的pH值皆在7.68~ 7.92之間，偏弱鹼性。螞蟥菊根的浸出液澆灌紅鳳菜後，土壤的pH值為7.43，比原始土壤pH值約下降3.25%。螞蟥菊莖部浸出液澆灌紅鳳菜後，土壤的pH值為6.51，比原始土壤pH值約下降17.8 %。螞蟥菊葉部浸出液澆灌紅鳳菜後，土壤的pH值為6.77，比原始土壤pH值約下降12.9%。對照組的土壤種植紅鳳菜後，土壤的pH值為6.88，比原始土壤pH值約下降11.9%

每盆土壤一開始的導電度在128.0 μS ~174. 8 μS 之間。螞蟥菊根部浸出液澆灌紅鳳菜後，土壤的導電度為52.9 μS ，比原始土壤導電度約下降30.40 %。螞蟥菊莖部浸出液澆灌紅鳳菜後，土壤的導電度為128.0 μS ，比原始土壤導電度約下降8.64 %。螞蟥菊葉部浸出液澆灌紅鳳菜後，土壤的導電度值為119.0 μS ，比原始土壤導電度約下降31.92 %。對照組的土壤種植紅鳳菜後，土壤的導電度為113.1 μS ，比原始土壤導電度約下降11.64%。

圖91 南美螞蟥菊浸出液澆灌福山萵苣前後pH的變化

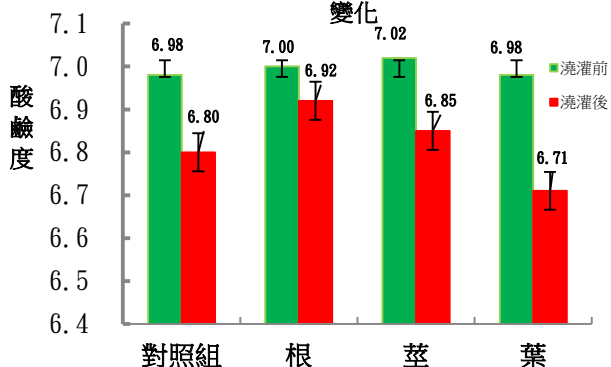
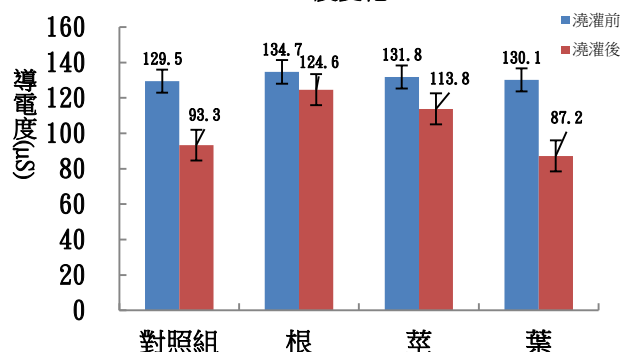


圖92 南美螞蟥菊浸出液澆灌福山萵苣前後導電度變化



每盆土壤一開始的pH值皆在6.71~ 6.92之間，偏弱酸性。螞蟥菊根部浸出液澆灌福山萵苣後，土壤的pH值為6.92，比原始土壤pH約下降1.14%。螞蟥菊莖的浸出液澆灌福山萵苣後，土壤的pH值為6.85，比原始土壤pH約下降2.42 %。螞蟥菊葉的浸出液澆灌福山萵苣後，土壤的pH值為6.71，比原始土壤pH約下降3.87%。對照組的土壤種植福山萵苣後，土壤的pH值為6.80，比原始土壤pH約下降2.58%。

每盆土壤一開始的導電度值在124.6 μS ~131.8 μS 之間。螞蟥菊根部浸出液澆灌福山萵苣後，土壤的導電度值為124.6 μS ，比原始土壤導電度約下降7.50 %。螞蟥菊莖的浸出液澆灌福山萵苣後，土壤的導電度值為113.8 μS ，比原始土壤導電度約下降13.66 %。螞蟥菊葉的浸出液澆灌福山萵苣後，土壤的導電度值為87.2 μS ，比原始土壤導電度約下降32.98 %。對照組的土壤種植福山萵苣後，土壤的導電度值為93.3 μS ，比原始土壤導電度值約下降27.95%。

圖93 南美蟻螞菊浸出液澆灌茼蒿前後pH的變化

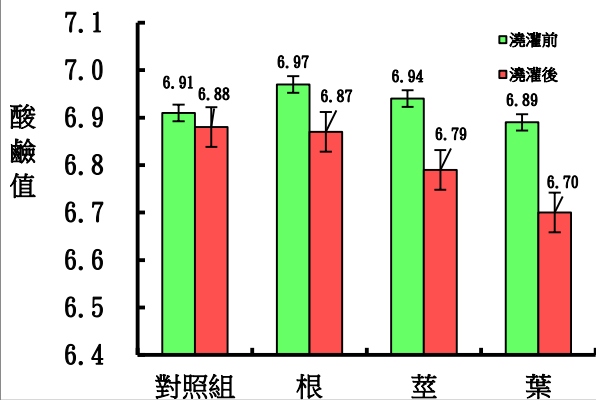
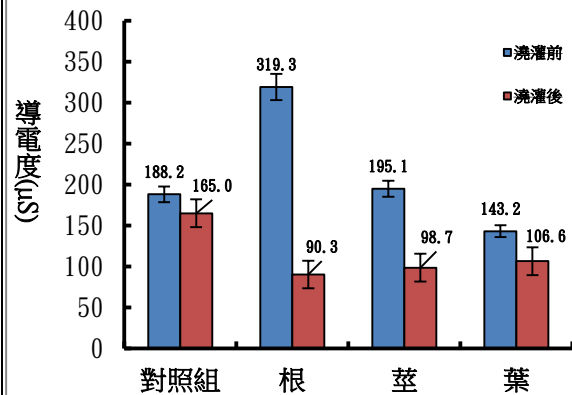


圖94 南美蟻螞菊浸出液澆灌茼蒿前後導電度變化



每盆土壤一開始的pH值皆在6.80~7.16之間。蟻螞菊根部浸出液澆灌茼蒿後，土壤的pH值為6.87，比原始土壤pH值約下降1.43%。蟻螞菊莖部浸出液澆灌茼蒿後，土壤的pH值為6.79，比原始土壤pH值約下降2.16%。蟻螞菊葉部浸出液澆灌茼蒿後，土壤的pH值為6.70，比原始土壤pH值約下降2.76%。對照組的土壤種植茼蒿後，土壤的pH值為6.91，比原始土壤pH值約下降0.43%。

每盆土壤一開始的導電度在143.2 μS ~319.0 μS 之間。蟻螞菊根部浸出液澆灌茼蒿後，土壤的導電度為90.3 μS ，比原始土壤導電度約下降71.72%。蟻螞菊莖部浸出液澆灌茼蒿後，土壤的導電度為98.7 μS ，比原始土壤導電度約下降49.41%。蟻螞菊葉部浸出液澆灌茼蒿後，土壤的導電度為106.6 μS ，比原始土壤導電度約下降25.56%。對照組的土壤種植茼蒿後，土壤的導電度為165.0 μS ，比原始土壤導電度約下降12.33%。

討論：文獻^[17]指出經南美蟻螞菊長期入侵的土壤pH值會降低，藉由改變其入侵地土壤的理化性質，形成對自身發育和族群擴張有利的土壤微環境。本實驗測得南美蟻螞菊根、莖、葉部浸出液平均pH值分別為6.08、5.62、5.75，偏弱酸性，推測其內含有的酸性物質將有助於南美蟻螞菊的入侵。而其根、莖、葉部浸出液平均導電度分別為322.0 μS 、212 μS 、567.0 μS 。土壤分析方面，由對照組可知紅鳳菜種植過後的土壤偏中性，推測紅鳳菜的根部易吸收南美蟻螞菊根部浸出液，而使土壤pH值偏中性，且始土壤中的導電度下降，表示土壤中的離子被紅鳳菜吸收。福山萵苣土壤起始pH值在6.71~6.92之間，偏弱酸性，各組以蟻螞菊浸出液灌溉，並經萵苣根部吸收後，其pH值皆明顯上升，趨近於中性，推測萵苣根部容易吸收弱酸性的蟻螞菊浸出液。種植茼蒿後土壤偏中性，每盆土壤起始pH值在6.80~7.16之間，偏弱酸性及弱鹼性，經蟻螞菊浸出液灌溉並經茼蒿根部吸收後，其pH值各組變化不一，但大多讓土壤pH值趨於中性。實驗中每盆砂質土壤皆偏中性，每種植物皆種植三盆，各組結果發現三種植物的根部皆會吸收土壤中的離子物質，包括原先土壤中已存在的離子及蟻螞菊浸出液中的離子物質，使得土壤中的導電度下降。

柒、結論

實驗中選取的四種植物包括南美蟻螞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿，皆屬於菊科植物，親緣關係相當接近。實驗結果發現南美蟻螞菊的根、莖、葉部多酚類染色發現^[12]，根部多酚類較多，其次是葉，莖則分布於外層的韌皮部。福山萵苣種子以南美蟻螞菊浸出液澆灌的實驗中發現，根及葉部浸出液均不利於種子發芽及小苗生長，甚至在多酚類染色中發現，南美蟻螞菊葉部浸出液已滲入萵苣小苗根部，造成小苗根部壞死而葉部枯萎。南美蟻螞菊在與其他菊科蔬菜以5cm間隔種植時，其平均根長度為13.2cm~23.7cm

之間，根體積為 $2.5\text{ cm}^3\sim 2.8\text{ cm}^3$ 之間，約是其他蔬菜的兩倍之大。可見南美蟛蜞菊的根系分布廣，及根部多酚類物質滲入土壤中，影響紅鳳菜、福山萵苣及萵蒿的生長，是它生長的優勢。南美蟛蜞菊的葉部葉綠素a、葉綠素b及葉黃素物質含量，皆多於萵苣及萵蒿。菊科蔬菜種植於南美蟛蜞菊中，莖長度及根體積及葉面積皆明顯比對照組低，受南美蟛蜞菊夾擊的影響，生長較差。南美蟛蜞菊的根、莖、葉浸出液的平均pH值分別為6.08、5.62、5.75，偏弱酸性。而其平均導電度分別為 $322.0\ \mu\text{S}$ 、 $212\ \mu\text{S}$ 、 $567.0\ \mu\text{S}$ ，以葉水中的導電度最高，表示其離子成分最多。南美蟛蜞菊經光合作用產生的離子物質，經由韌皮部輸送至根部儲存成多酚類物質，進而影響其他植物生長，可能是南美蟛蜞菊的生長優勢。土壤分析方面，各組結果發現三種植物的根部皆會吸收土壤中的離子物質，包括原先土壤中已存在的離子及蟛蜞菊浸出液中的離子物質，使得土壤中的導電度下降。

捌、貢獻及未來展望

- 一、探討菊科蔬菜由種子、小苗到成熟個體，各階段受到南美蟛蜞菊的影響。
- 二、除了探討植物地面上的競爭外，以新的土壤種植模型，對植物地面下的競爭加以限制，以明顯看出實驗組及對照組的差異。
- 三、南美蟛蜞菊浸出液改以果菜榨汁機攪拌10秒後，收集過濾後，以增加浸出液濃度，提升實驗的準確度。
- 四、實驗結果應用於蔬菜植物如何有效的種植，以抵抗外來種植物侵犯。
- 五、利用南美蟛蜞菊萃取液的優勢，抑制其他外來種植物(例如大花咸豐草、鬼針草)的侵犯。

玖、參考文獻

1. 王月雲(民83)。植物生理學。臺北市：藝軒出版社。
2. 李依儒(民96)。眼見不為憑：光合色素的濾紙層析分離。中華民國第四十七屆中小學科學展覽會作品說明書。高中組生物(生命科學)科。
3. 石宇華、石宇嘉(民100)。儀器分析化學。台中市。鼎茂。
4. 郭重吉等(民102)。國中自然與生活科技課本第四冊。南一出版社。
5. 里內藍文、張傑雄譯(民99)。自然圖鑑：600種動物植物觀察術。遠足出版社。
6. 網路資源：認識植物 <http://kplant.biodiv.tw/>。
7. 龔冠寧(民92)。南美蟛蜞菊相剋作用之探討。台灣2003年國際科學展覽會植物學科。
8. 張志良(民98)。植物生理學實驗指導。藝軒出版社 P.89~P.101。
9. 珠禹任(民106)。台灣常見菊科植物之應用。環境學科 P.1~P.28。
10. 賈永霞(民104)。南美蟛蜞菊中二萜化學成分的定性與定量分析研究。熱帶亞熱帶植物學報 P.703~P.709。
11. 陳秋平(民103)。三裂葉蟛蜞菊對綠豆的化感作用。雜草科學 P.189~P.191。
12. 聶呈榮(民99)。三裂葉蟛蜞菊根系分泌物對菜心的化感作用。佛山科學技術學院學報〈

自然科學版〉 P.1~P.3。

13. 藤少花(民101)。 螞蟥菊的特徵特性及栽培管理技術。 螞蟥菊的特徵。 廣西畜牧獸醫 P.73~P.75。
14. 吳清韓(民103)。 入侵植物南美螞蟥菊營養器官的型態解剖研究。 生態環境學報 P.958~P.961。
15. 黃怡寧等(2012)。 植物的次級代謝物。 國立南科實中專題討論化學科。
16. 楊棋明等(2004)。 高等植物非葉綠色組織之葉綠素a/b比值。 華岡農科學報 13：27-34。
17. 柯展鴻等(2013)。 三裂葉螞蟥菊入侵對土壤酶活性和理化性質的影響。 生態環境學報 22(3): 432-436。
18. 袁秋英(民105)。 植物相剋化合物於雜草管理之應用。 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所技術專刊第259 號。

【評語】 030318

1. 此研究作品主要是探討外來種南美蟛蜞菊對於三種菊科葉菜類蔬菜(紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿)的生長競爭影響。研究結果顯示南美蟛蜞菊浸出液(多酚類物質)不僅會抑制三種菊科種子發芽，甚至還能滲入泥土中，影響菊科蔬菜的生長。為植物相生相剋作用與競爭現象進行相關研究。
2. 南美蟛蜞菊在 2003 年時台灣國際科展，由左中的學生應用於處理雜草，確認多酚類在葉產生，並經韌皮部送到根部泌濾，進而去影響周圍植物。本篇實驗觀察與記錄仔細，唯在設計之初方面應多比對過往文獻，對於實驗本身的定位與結果的討論能更具意義。
3. 此研究作品的題目名稱雖有趣，容易吸引讀者目光，而此研究在於前言部分的資料收集與歸納可再加強，研究動機與假說的建置部分較為薄弱，無法清楚呈現實驗的主題與內容，可思考研究理論基礎、假說建置、未來的可應用性等，可使此研究更加精彩。
4. 選取測試植物為同為菊科的相關蔬菜，此部分除此類植物外，宜思考會與南美蟛蜞菊形成植群社會或在鄰近地區生長草本植物亦可做為測試對象。

摘要

南美蟛蜞菊來自美洲，是耐旱、耐熱的菊科植物。本次實驗欲探討如此強大的外來種，若是遇上同為菊科的葉菜類植物—紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿，是否會侵犯它們的生存空間呢？我們針對南美蟛蜞菊對此三種蔬菜，從種子到小苗，及成熟個體間的生長競爭，加以研究。結果發現南美蟛蜞菊浸出液不僅會抑制其他三種菊科種子發芽；也會滲入小苗莖部，造成小苗葉部枯萎；甚至還能滲入泥土中，影響菊科蔬菜的生長。南美蟛蜞菊葉部中的葉綠素a、葉綠素b及葉黃素含量皆高於福山萵苣及茼蒿，且其根系總體積較大並分布較廣，能透過匍匐莖快速擴展其生存範圍，進而影響其他菊科蔬菜的生長。基於以上觀察，再次顯現防治外來種是極重要的任務。

研究動機

每當下課走到教室後走廊，就會忍不住被那片小花園吸引住目光！黃色的小花一朵朵綻放，隨著微風搖擺，是那麼的美麗。這群小黃花是原產自美洲地區的外來種，不僅繁殖力強還被冠上「世界百大外來種」的稱號！究竟為什麼能夠從眾多外來種植物中脫穎而出，並拿到如此響亮的名號呢？這樣的疑問點燃我們對這群小黃花的好奇，它們的名字是—南美蟛蜞菊。於1970年代引進臺灣的南美蟛蜞菊，是一種耐旱、耐熱的菊科植物，整年都會開花，覆蓋性及生命力都很強，因此十分容易種植，普遍用來作為造景或觀賞用。這次實驗探討的是當南美蟛蜞菊遇上同為菊科的葉菜類植物—紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿，是否會侵犯它們的生存空間呢？我們蒐集了相關資料，並著手展開一系列的相關研究。

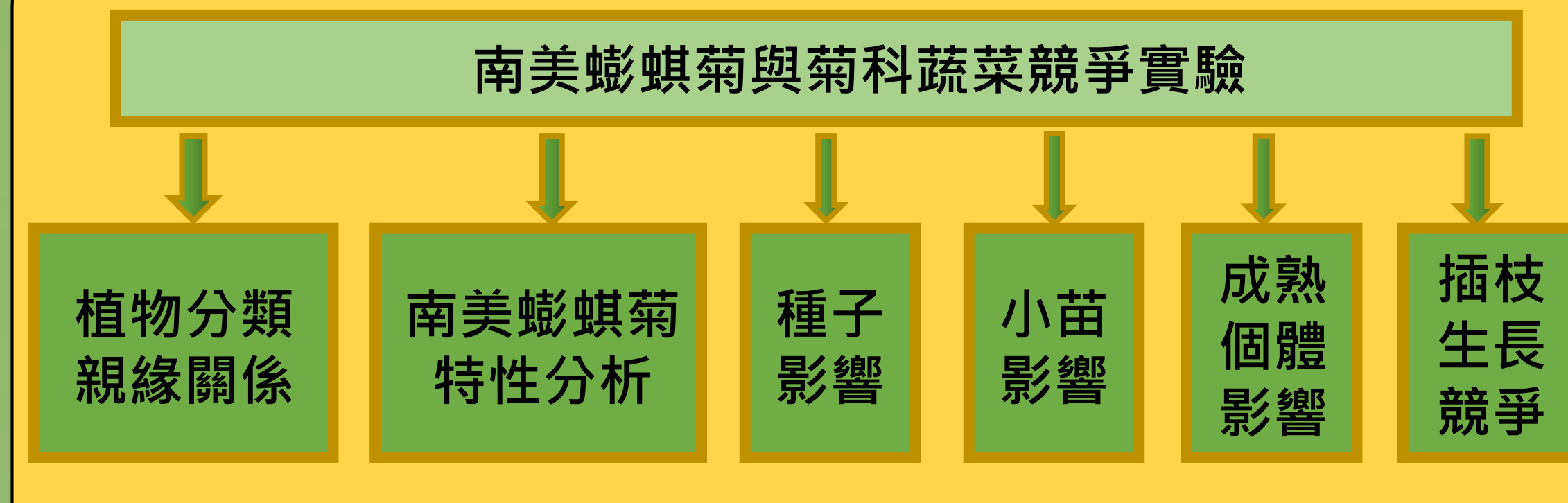
研究目的

- 一、比較南美蟛蜞菊與菊科蔬菜的親緣關係及基本特性分析
- 二、比較南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿葉部光合色素成分的不同
- 三、探討南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子發芽之影響
- 四、探討南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗生長之影響
- 五、探討南美蟛蜞菊浸出液對紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿枝條生長之影響
- 六、比較南美蟛蜞菊與紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿枝條競爭的情形
- 七、分析南美蟛蜞菊浸出液澆灌植物後對土壤中物理特性的變化

研究設備與器材

植物種類	南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣、茼蒿
藥品	亞硝酸鈉、尿素、醋酸、氫氧化鈉、硫酸銅、石蠟、石油醚、丙酮、75%酒精、蒸餾水、砂質土壤、pH校正液
實驗用具	洗滌瓶、培養皿、單面刀片、打洞整理箱、2mm孔目篩網、玻璃棒、鑷子、pH儀器 PH-9001、導電度計、微量光譜分析儀(BioTek)含電子目鏡的複式顯微鏡、溫溼度計、電子天秤、水銀溫度計、微量吸管、棉花、濾紙、色層分析濾紙、微量吸管尖

實驗架構圖



研究過程及方法

研究(一) 比較南美蟛蜞菊與菊科蔬菜的親緣關係及基本特性分析

- (一)查詢圖書及上網搜尋這四種植物的相關資料，並進行討論及研究。
- (二)多酚類染色觀察：將植物以石蠟包埋後，切成薄片，以顯微鏡觀察並拍照。再放入10%亞硝酸鈉溶液、10%尿素溶液及10%醋酸的等量混合液中，浸泡3分鐘後取出，加入2滴2N氫氧化鈉溶液，進行多酚類染色後，以顯微鏡觀察並拍照。

研究(二) 比較南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿葉部光合色素成分的不同

- (一)萃取南美蟛蜞菊葉部色素：採集南美蟛蜞菊如圖1所示，秤取10g的葉片如圖3，放入研鉢中研磨成泥狀後，加入90%的丙酮20mL，溶出色素如圖4所示，過濾後備用。(另外依此方法萃取紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿葉部色素)。



圖1 將葉片剪下洗淨擦乾



圖2 南美蟛蜞菊葉部構造



圖3 秤取葉片質量



圖4 加入丙酮萃取葉片汁液



圖5 吸取汁液滴入色層分析紙



圖6 將色層紙放入丙酮石油醚中

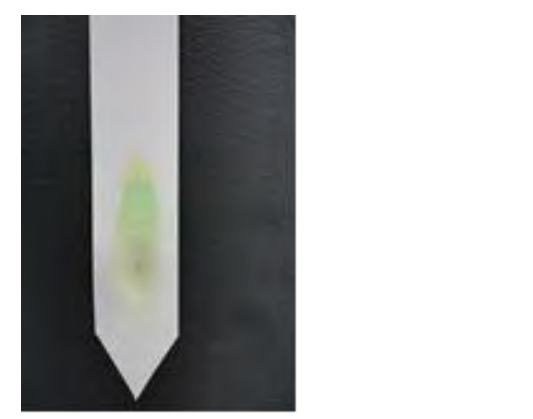


圖7 色素分布情形

- (二)配製展開液：以石油醚和90%丙酮其比例為9：1，配製展開液共10mL，置入25mL的量筒中。
- (三)室溫下進行色層分析，當展開液通過色素點30分鐘後取出色層紙如圖7。於通風處取出色層紙觀察色素分離的情形，並計算出各色素的Rf值。
- (四)使用微量分光光譜儀將各種光合色素定量

研究(三) 探討南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子發芽之影響

- (一)製作南美蟛蜞菊根、莖、葉的浸出液：將南美蟛蜞菊的根、莖、葉剪成1cm小段，置入2000mL燒杯，加入10倍蒸餾水，置於冰箱中浸泡24小時後用濾網過濾，量測其pH值及導電度，並置於冰箱中備用。
- (二)種子的消毒：取0.50g的種子加入50mL的蒸餾水，浸泡24小時後，以1%的硫酸銅溶液消毒。
- (三)南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子萌發的影響：每一個培養皿中均勻放入已消毒的種子，以蒸餾水、及100%之南美蟛蜞菊的根、莖、葉浸出液各5mL澆灌，對照組則以蒸餾水澆灌，並觀察萌發的情形持續14天。

研究(四) 探討南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗生長之影響

- 取9株福山萵苣小苗(約長出兩片嫩葉)，置於棉花的培養皿中，每天持續以10mL蒸餾水(對照組)、100%蟛蜞菊的根、莖、葉部浸出液(實驗組)澆灌，觀察小苗生長情形持續7天。(茼蒿小苗以相同流程重複本實驗共4次)

研究(五) 探討南美蟛蜞菊浸出液對紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿成熟個體生長之影響

- 將紅鳳菜剪成只含兩個節點、四片葉子、枝條約15cm，斜插種植於土壤中，每日早晚以200mL自來水灌溉，持續25天，並量測莖長度。從第25天起，每日早晚分別改以200mL蒸餾水(對照組)、25%南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液(實驗組)灌溉，持續14天，觀察紅鳳菜生長情形並量測莖長度。(福山萵苣及茼蒿以相同流程重複本實驗)

研究(六) 分析南美蟛蜞菊浸出液澆灌植物後對土壤中物理特性的變化

- (一)土壤溶液製備
- (二)pH值量測與導電度量測

研究(七) 比較南美蟛蜞菊與紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿枝條競爭的情形

- (一)插枝種植及量測：將紅鳳菜及南美蟛蜞菊枝條留兩個節點，四片葉子，取約15cm的枝條，斜插種於土壤中。土壤中央以透明片隔離，左邊種植對照組紅鳳菜，右邊中央種植紅鳳菜，間隔5cm處種植四株南美蟛蜞菊枝條，共三盆，種植模型如圖8。每日早晚以自來水灌溉200mL，每周一及周四拍照及量測莖長生長情形，持續65天。最後一次觀察日將整株植物由土壤中拔出如圖10，並量測根長度、根部總體積，及葉片總面積。以探討紅鳳菜及南美蟛蜞菊在土壤中生存競爭的情形。(福山萵苣及茼蒿以相同流程重複本實驗)

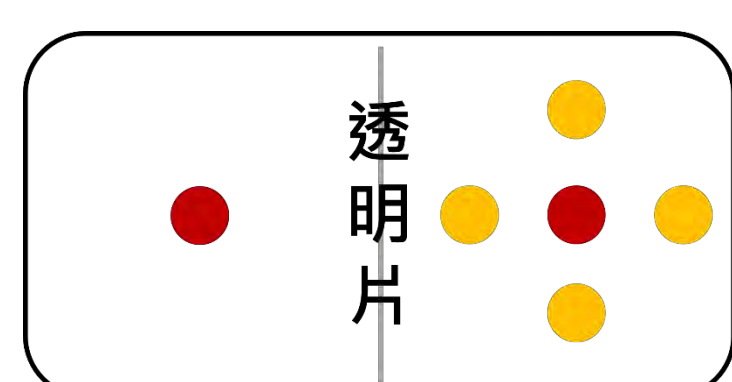


圖8 枝條競爭模型俯視圖
(●代表紅鳳菜，●代表南美蟛蜞菊)



圖9 每日量取莖長度



圖10 植物連根拔起量測

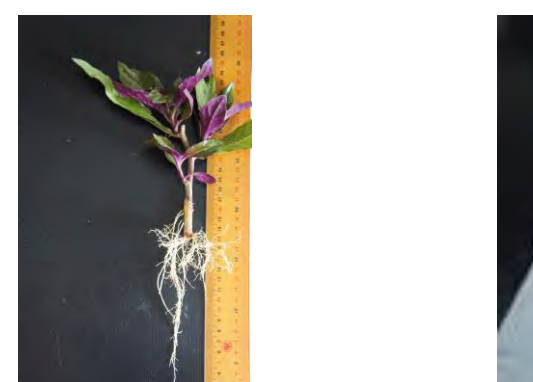


圖11 紅鳳菜莖長與根長



圖12 勾畫葉片形狀



圖13 秤取葉片總質量



圖14 葉片質量與面積轉換

- (二)根部總體積量測：利用排水法量測根部總體積，以量化植物根系分布情形。
- (三)植物葉片面積量測：利用已知面積的紙片與葉片相對質量比，求取葉子的表面積，如圖12至圖14。

研究結果與討論

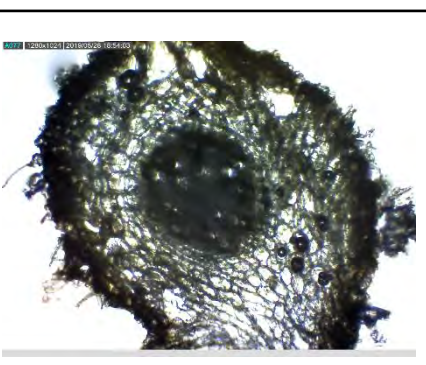
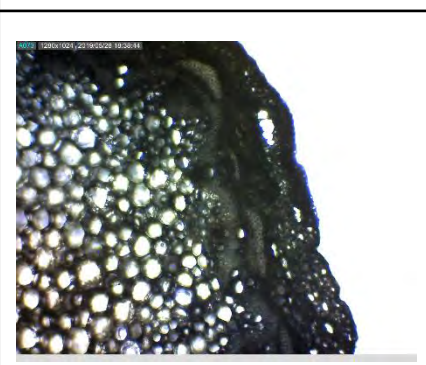

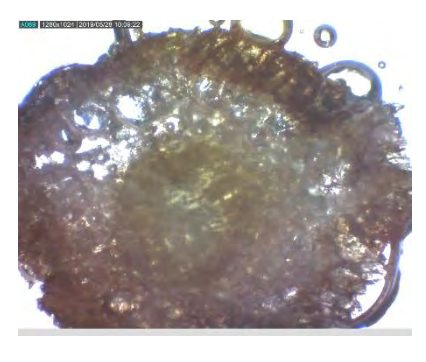
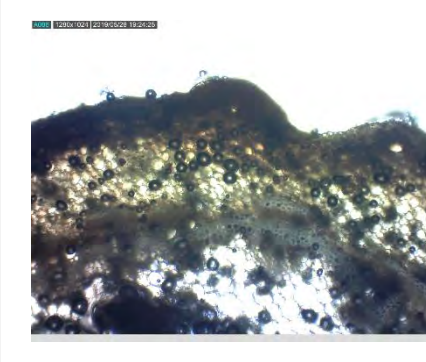
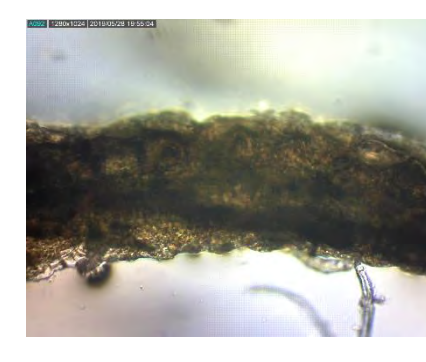
結果(一) 南美蟛蜞菊的基本特性分析

(一) 南美蟛蜞菊與其他三種菊科蔬菜的分類比較

植物名稱	南美蟛蜞菊	紅鳳菜	福山萵苣	茼蒿
照片				
學名	<i>Wedelia chinensis</i>	<i>Gynura bicolor</i>	<i>Lactuca sativa</i>	<i>Glebionis coronaria</i>

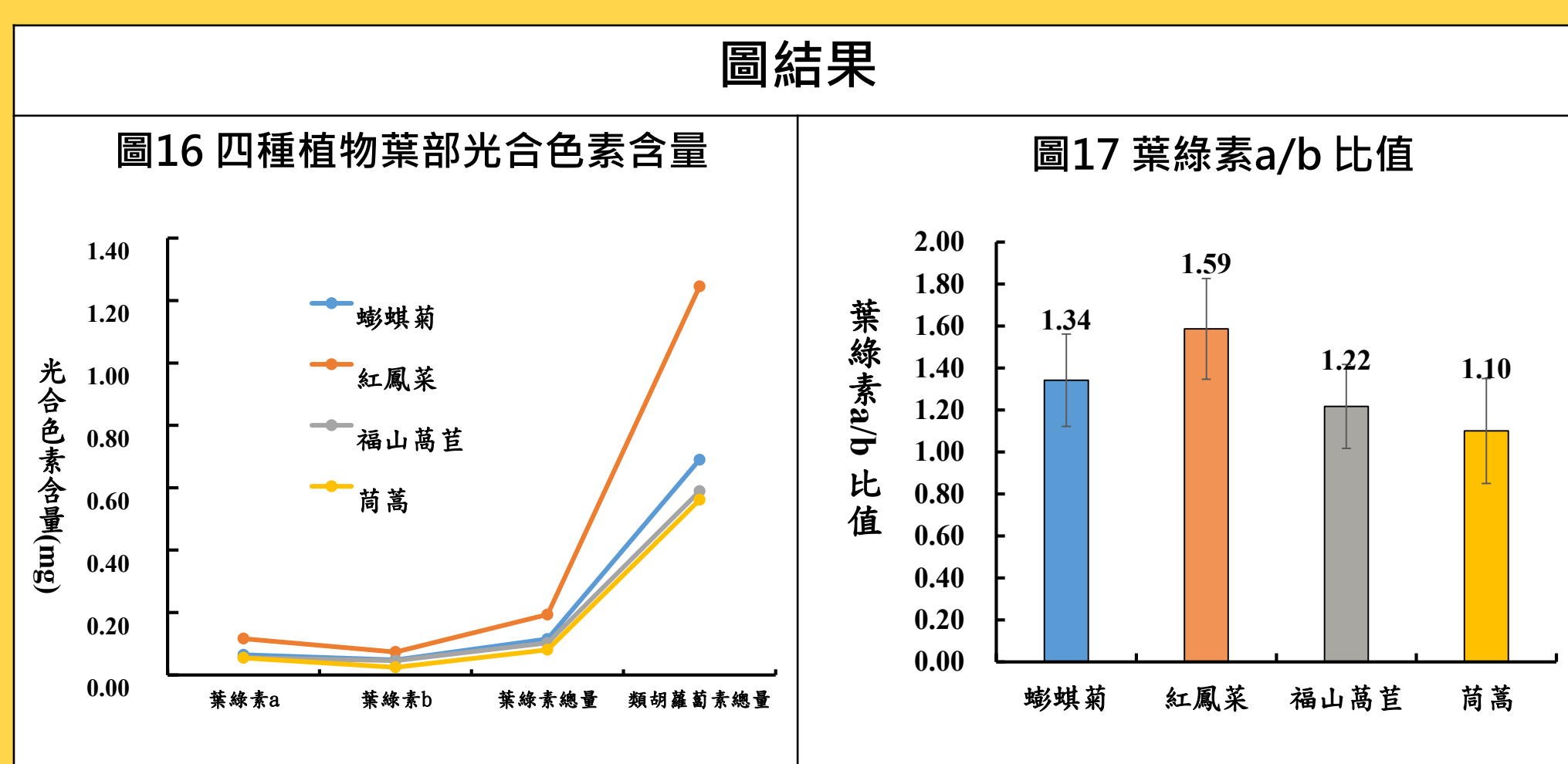
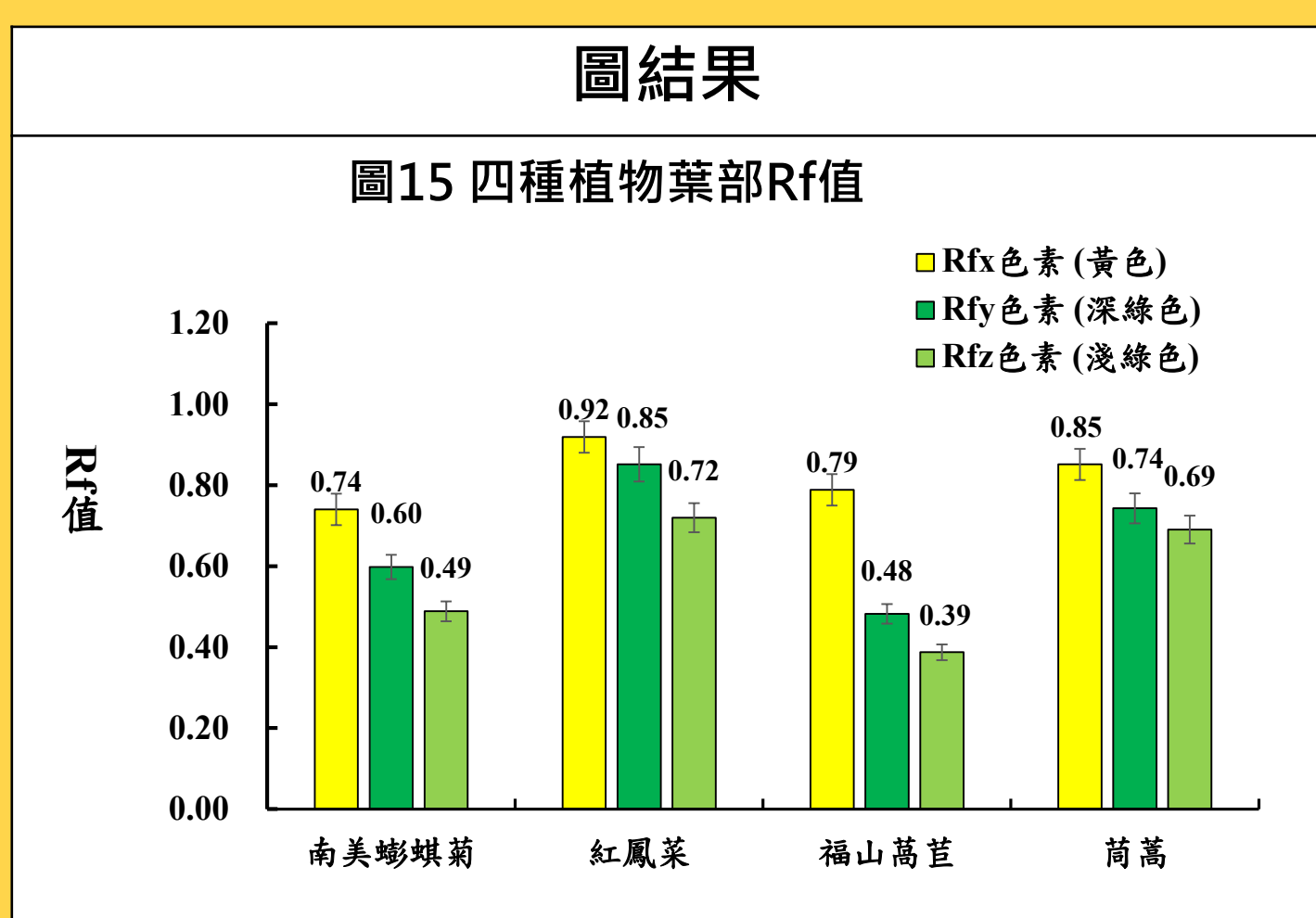
這四種植物在分類上皆屬於被子植物門Magnoliophyta、雙子葉植物綱Magnoliopsida、菊目Asterales、菊科Asteraceae植物^[4]。其中南美蟛蜞菊原產於南美洲與中美洲，廣布於熱帶至亞熱帶。

(二) 南美蟛蜞菊根莖葉部多酚類染色切片結果

營養器官	南美蟛蜞菊根部切片	南美蟛蜞菊莖部切片	南美蟛蜞菊葉部切片	結果與討論
多酚類染色前				南美蟛蜞菊根、莖、葉部多酚類染色後皆發現有多酚類物質，根部多酚類較多，其次是葉部，而莖部則分布於外層韌皮部。多酚類屬植物次級代謝物，目前已知植物能利用次級代謝物進行植物剋制作用，藉此抑制鄰近植物的生長 ^[12] 。推測南美蟛蜞菊可成為成功入侵者的優勢之一是因為含有多酚類。
多酚類染色後				

結果(二) 南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣、茼蒿葉部光合色素成分分析

(一) 四種植物葉部色素Rf值分析比較 (二) 光譜儀分析結果與討論



光譜儀分析發現紅鳳菜中葉綠素總量最高，其次是南美蟛蜞菊，而茼蒿最少，此結果與光合濾紙色層分析吻合。高等植物的葉綠素可分為葉綠素a及b(Chl a及Chl b)二種型式。Chl a兼具捕光與傳能兩種功能，而Chl b僅擔任捕光功能，屬輔助色素。不同Chl a+b數量及Chl a/b比的色素蛋白複合體，大幅增加單純Chl a和Chl b對日光能的吸收波段，故能大幅增加陸生植物對太陽能的利用。葉綠素a為光合作用主要色素，其中南美蟛蜞菊葉片中的含量，皆高於福山萵苣及茼蒿，表示其有光合作用製造養分的優勢。葉綠素a/b的比值以紅鳳菜1.59為最高，其次是南美蟛蜞菊，福山萵苣及茼蒿。相關文獻^[10]已證實，葉綠素a/b與光合作用效率有正相關。所以由光譜分析可推論，光合色素的優勢比較，紅鳳菜>南美蟛蜞菊>福山萵苣>茼蒿。

結果(三) 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子發芽之影響

(一) 南美蟛蜞菊浸出液的pH值及導電度分析

酸鹼值	結果與討論	導電度	結果與討論
<p>圖18 南美蟛蜞菊根莖葉浸出液pH值</p>	<p>南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液的酸鹼值皆偏弱酸性，其中又以葉部浸出液pH=5.49為最小，顯示葉部浸出液酸性物質成分較多，而根部浸出液酸性物質成分較少。</p>	<p>圖19 南美蟛蜞菊根莖葉浸出液導電度</p>	<p>南美蟛蜞菊葉部浸出液導電度較大，為567.0μS，其次是根部浸出液導電度為322.0μS，最小為莖部浸出液，只有212.0μS。其中葉部浸出液導電度最大，表示在蟛蜞菊葉片中，含有較多導電離子，其次是根部，而莖中含有的導電物質最少。可能因為葉部是主要行光合作用及製造養分的場所，其產生及需要的物質種類可能較多，而造成導電度幾乎是其他部位的兩倍。</p>

(二) 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿種子萌發之影響

福山萵苣	結果與討論	茼蒿	結果與討論
<p>圖20 福山萵苣種子平均累計發芽情形</p> <p>圖21 福山萵苣種子達到25%發芽率所需平均天數</p>	<p>對照組與莖浸出液及根浸出液生長情形接近，而以葉浸出液開始澆灌萵苣時生長良好，但在大約第3天後，福山萵苣莖逐漸縮短。第7天之後生長狀況比它組更差，未來若繼續澆灌葉浸出液，可能造成死亡。蟛蜞菊浸出液灌溉萵苣小苗生長情形，以莖浸出液灌溉小苗平均生長最長為1.36cm，其次是葉浸出液的0.98cm。根浸出液則與對照組根長相近。可能因為蟛蜞菊莖浸出液在製作時，枝條長度1cm~1.5cm過長，其中枝條中的液體不易萃取出來，所以對小苗生長抑制效果不大。</p>	<p>圖22 茼蒿種子平均累計發芽情形</p> <p>圖23 茼蒿種子達到25%發芽率所需平均天數</p>	<p>茼蒿對照組發芽率達到了五成五，明顯高於使用根莖浸出液澆灌的種子，大約是其的兩倍。而用根、莖、葉浸出液澆灌的種子皆不利於茼蒿種子的發芽。蟛蜞菊根浸出液較不利於茼蒿種子發芽，用根浸出液澆灌的種子要達到25%的發芽率平均天數要比其他三者多一天左右，可見用根浸出液澆灌會抑制茼蒿種子發芽，而其他蟛蜞菊的莖浸出液及葉水則與對照組差異不大。</p>

經由實驗發現，不論是南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液，皆會抑制茼蒿種子的發芽！


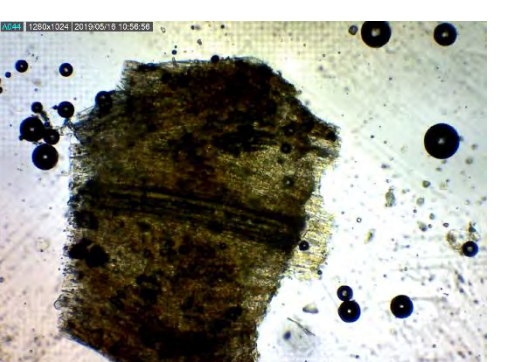
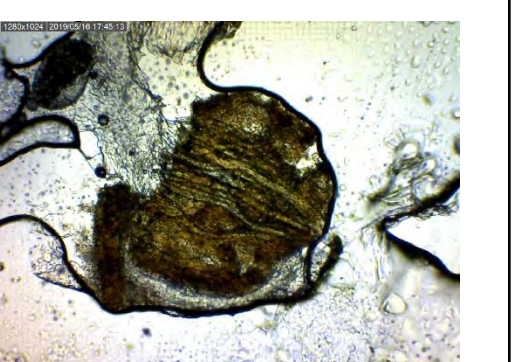
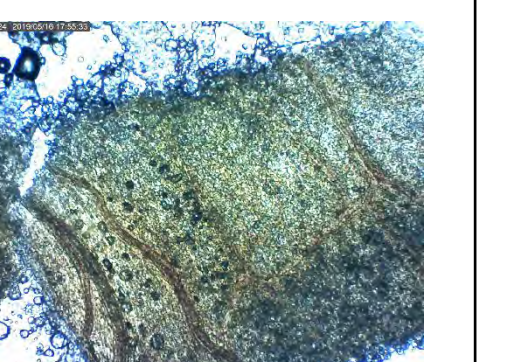

結果(四) 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗生長之影響

(一) 南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣及茼蒿小苗莖、根生長之影響

福山萵苣	結果與討論	茼蒿	結果與討論
<p>圖24 福山萵苣小苗的莖生長情形</p> <p>圖25 福山萵苣小苗的根生長情形</p>	<p>當以南美蟛蜞菊浸出液澆灌福山萵苣小苗至第7天時，根部浸出液及葉部浸出液的小苗莖長度皆比對照組短，其中又以根部浸出液萎縮情形最明顯。若持續澆灌根部浸出液，小苗可能死亡，推測蟛蜞菊根部浸出液中，有抑制小苗生長的物質。福山萵苣小苗第7天的根長度，以莖部浸出液最長，可能因為南美蟛蜞菊莖部浸出液在製作時，枝條長度1.0cm~1.5cm過長，其中枝條中的液體不易浸泡出來，所以對小苗生長抑制效果不大。</p>	<p>圖26 茼蒿小苗的莖生長情形</p> <p>圖27 茼蒿小苗的根生長情形</p>	<p>南美蟛蜞菊浸出液對茼蒿小苗的莖及根生長情形，皆具有抑制的影響，其中又以南美蟛蜞菊根部浸出液效果最明顯，推測南美蟛蜞菊根部浸出液^[8]中可能含有抑制小苗生長的物質。舉例來說，南美蟛蜞菊浸出液在第3天時明顯抑制茼蒿小苗的莖生長，於第5天時茼蒿的莖長度逐漸縮短，第7天時甚至由根處發黑，造成死亡。</p>

經由實驗發現，不論是南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液，皆會抑制茼蒿小苗的生長！

(二) 福山萵苣及茼蒿小苗莖部多酚類染色之切片結果

【福山萵苣】結果與討論				【茼蒿】結果與討論				
<p>福山萵苣小苗在浸出液澆灌後，發現根浸出液及葉浸出液均不利於種子發芽及小苗生長，甚至在多酚類染色中發現，南美蟛蜞菊葉的浸出液已滲入福山萵苣小苗的莖部，造成小苗根部壞死而莖部枯萎。</p>				<p>茼蒿的根莖葉部小苗以多酚類染色發現，澆灌14天後，南美蟛蜞菊浸出液中的多酚類物質，已滲入茼蒿小苗莖部。</p>				
多酚類染色後	對照組(蒸餾水)	根部浸出液組	莖部浸出液組	葉部浸出液組	對照組(蒸餾水)	根部浸出液組	莖部浸出液組	葉部浸出液組
								

結果(五) 探討南美蟛蜞菊浸出液對紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿成熟個體生長之影響

蔬菜	紅鳳菜	福山萵苣	茼蒿	結果與討論
枝條莖部生長情形	<p>圖28 紅鳳菜經澆灌後莖部生長情形</p>	<p>圖29 福山萵苣經澆灌後莖部生長情形</p>	<p>圖30 茼蒿經澆灌後莖部生長情形</p>	<p>實驗顯示南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液皆會抑制紅鳳菜莖部的生長，且會影響紅鳳菜頂芽生長，導致紅鳳菜從側芽延長；以插枝種植的福山萵苣以自來水澆灌時，生長高度略有差異，而且因為葉片並非往上生長，而是往側面長出新葉，所以不易量測。而以實驗組澆灌後，發現南美蟛蜞菊根部及葉部浸出液確實會抑制福山萵苣莖部生長；此外，當以南美蟛蜞菊浸出液澆灌茼蒿時，發現根部及莖部浸出液抑制效果最明顯。</p>

結果(六) 分析南美蟛蜞菊浸出液澆灌植物後對土壤中物理特性的變化

蔬菜	紅鳳菜	福山萵苣	茼蒿	結果與討論
酸鹼值	<p>圖31 紅鳳菜經澆灌前後土壤pH的變化</p>	<p>圖32 福山萵苣經澆灌前後土壤pH的變化</p>	<p>圖33 茼蒿經澆灌前後土壤pH的變化</p>	<p>實驗測得南美蟛蜞菊根、莖、葉部浸出液平均pH值分別為6.08、5.62、5.75，偏弱酸性。文獻[11]指出經南美蟛蜞菊長期入侵的土壤pH值會降低，藉由改變其入侵地土壤的理化性質，形成對自身發育和族群擴張有利的土壤微環境。推測其內含有的酸性物質將有助於南美蟛蜞菊的入侵。而根、莖、葉部浸出液平均導電度分別為322.0 μS、212 μS、567.0 μS。土壤分析方面，由對照組可知紅鳳菜種植過後的土壤偏中性，推測紅鳳菜的根部易吸收南美蟛蜞菊根部浸出液，而使土壤pH值偏中性，且始土壤中的導電度下降，表示土壤中的離子被紅鳳菜吸收。福山萵苣土壤起始pH值呈弱酸性，經各種南美蟛蜞菊浸出液澆灌，並經萵苣根部吸收後，其pH值皆明顯上升，趨近於中性，推測萵苣根部容易吸收弱酸性的蟛蜞菊浸出液。種植茼蒿後土壤偏中性，每盆土壤起始pH值在6.80~7.16之間，偏弱酸性及弱鹼性，經南美蟛蜞菊浸出液澆灌並經萵苣根部吸收後，其pH值各組變化不一，但大多讓土壤pH值趨於中性。實驗中每盆砂質土壤皆偏中性，每種植物皆種植三盆，各組結果發現三種植物的根部皆會吸收土壤中的離子物質，包括原先土壤中已存在的離子及蟛蜞菊浸出液中的離子物質，使得土壤中的導電度下降。</p>
導電度	<p>圖34 紅鳳菜經澆灌前後土壤導電度變化</p>	<p>圖35 福山萵苣經澆灌前後土壤導電度變化</p>	<p>圖36 茼蒿經澆灌前後土壤導電度變化</p>	

結果(七) 比較南美蟛蜞菊與紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿枝條生長競爭的情形

蔬菜	紅鳳菜	福山萵苣	茼蒿	結果與討論
第77天拔出前				<p>由本實驗結果顯示，被南美蟛蜞菊包圍的三種菊科蔬菜，受到前後左右南美蟛蜞菊夾擊的影響，不論是根長度、根總體積及葉片總面積皆比對照組低，表示南美蟛蜞菊可能抑制了菊科蔬菜的根部生長，而造成葉面積變少。南美蟛蜞菊的葉片總面積雖然較小，但是根的長度及體積皆相當大。推測南美蟛蜞菊以此生長的優勢，佔據地上及地下的空間，而影響其他菊科蔬菜的生長。</p>
第77天拔出後				
	左方為對照組 右方為實驗組	左方為對照組 右方為實驗組	左方為對照組 右方為實驗組	<p>經由實驗發現，南美蟛蜞菊對三種菊科蔬菜皆會抑制其生長，尤其以茼蒿的影響最顯著！</p>

1. 平均莖長度

圖結果	結果與討論說明
<p>圖37 菊科蔬菜競爭後平均莖長度</p>	<p>菊科蔬菜受到南美蟛蜞菊枝條競爭生長的結果，發現對照組的蔬菜皆生長較良好，紅鳳菜實驗組比對照組下降9.67%，福山萵苣實驗組比對照組下降10.59%，茼蒿實驗組比對照組下降9.71%。而實驗組蔬菜受到周圍南美蟛蜞菊競爭的影響，菊科蔬菜的莖，皆生長的比對照組差。而以紅鳳菜組影響較小。</p>

2. 平均根長度

圖結果	結果與討論說明
<p>圖38 菊科蔬菜競爭後平均根長度</p>	<p>菊科蔬菜受到南美蟛蜞菊枝條競爭生長的結果，發現對照組的蔬菜皆生長較良好，紅鳳菜實驗組比對照組下降11.8%，福山萵苣實驗組比對照組下降21.6%，茼蒿實驗組比對照組下降35.0%。而實驗組蔬菜受到周圍南美蟛蜞菊競爭的影響，菊科蔬菜的根長度，皆生長的比對照組差。而以茼蒿組影響較大。</p>

3. 平均根體積

圖結果	結果與討論說明
<p>圖39 菊科蔬菜競爭後平均根體積</p>	<p>菊科蔬菜受到南美蟛蜞菊枝條競爭生長的結果，發現對照組的蔬菜皆生長較良好，紅鳳菜實驗組比對照組下降10.0%，福山萵苣實驗組比對照組下降18.9%，茼蒿實驗組比對照組下降28.6%。而實驗組蔬菜受到周圍南美蟛蜞菊競爭的影響，菊科蔬菜的根長度，皆生長的比對照組差。而以茼蒿組影響較大。</p>

4. 平均葉面積

圖結果	結果與討論說明
<p>圖40 菊科蔬菜競爭後平均葉面積</p>	<p>菊科蔬菜受到南美蟛蜞菊枝條競爭生長的結果，其中發現對照組的蔬菜皆生長較良好，紅鳳菜實驗組比對照組下降19.2%，福山萵苣實驗組比對照組下降11.1%，茼蒿實驗組比對照組下降44.9%。而實驗組蔬菜受到周圍南美蟛蜞菊競爭的影響，菊科蔬菜的葉面積，皆生長的比對照組差。而以茼蒿組影響較大。</p>

結論

實驗中選取的四種植物包括南美蟛蜞菊、紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿，皆屬於菊科植物，親緣關係相當接近。結果發現南美蟛蜞菊的根、莖、葉部多酚類染色發現[7]，根部多酚類較多，其次是葉，莖則分布於外層的韌皮部。南美蟛蜞菊的根、莖、葉浸出液的平均pH值分別為6.08、5.62、5.75，偏弱酸性。而其平均導電度分別為322.0 μS 、212 μS 、567.0 μS ，以葉水中的導電度最高，表示其離子成分最多。南美蟛蜞菊經光合作用產生的離子物質，經由韌皮部輸送至根部儲存成多酚類物質。南美蟛蜞菊浸出液對福山萵苣種子發芽及小苗生長，均產生抑制效果；在多酚類染色中，南美蟛蜞菊葉部浸出液已滲入萵苣小苗莖部，造成小苗根部壞死而葉部枯萎。南美蟛蜞菊在插枝種植時，其平均根長度為13.2cm~23.7cm之間，根體積為2.5 cm^3 ~2.8 cm^3 之間，約是其他蔬菜的兩倍之大。可見南美蟛蜞菊的根系分布廣，及根部多酚類物質滲入土壤中，影響紅鳳菜、福山萵苣及茼蒿的生長，是它生長的優勢。南美蟛蜞菊的葉部葉綠素a、葉綠素b及葉黃素物質含量，皆多於萵苣及茼蒿。菊科蔬菜種植於南美蟛蜞菊中，莖長度及根體積及葉面積皆明顯比對照組低，受南美蟛蜞菊夾擊的影響，生長較差。土壤分析方面，各組結果發現三種植物的根部皆會吸收土壤中的離子物質，所以種植於南美蟛蜞菊旁的蔬菜，可能因其根部滲出物質於土壤中，以影響菊科蔬菜生長。

文獻參考

- [1] 王月雲(民83)。植物生理學。臺北市：藝軒出版社。
- [2] 石宇華、石宇嘉(民100)。儀器分析化學。臺中市：鼎茂。
- [3] 張志良(民98)。植物生理學實驗指導。藝軒出版社 P.89~P.101。
- [4] 珠禹任(民106)。台灣常見菊科植物之應用。環境學科 P.1~P.28。
- [5] 賈永霞(民104)。南美蟛蜞菊中二萜化學成分的定性與定量分析研究。熱帶亞熱帶植物學報 P.703~P.709。
- [6] 陳秋平(民103)。三裂葉蟛蜞菊對綠豆的化感作用。雜草科學 P.189~P.191。
- [7] 聶呈榮(民99)。三裂葉蟛蜞菊根系分泌物對菜心的化感作用。佛山科學技術學院學報(自然科學版) P.1~P.3。
- [8] 藤少花(民101)。蟛蜞菊的特徵特性及栽培管理技術。蟛蜞菊的特徵。廣西畜牧獸醫P.73~P.75。
- [9] 吳清韓(民103)。入侵植物南美蟛蜞菊營養器官的型態解剖研究。生態環境學報 P.958~P.961。
- [10] 楊棋明等(2004)。高等植物非葉綠色組織之葉綠素a/b 比值。華岡農科學報 13：27-34。
- [11] 柯展鴻等(2013)。三裂葉蟛蜞菊入侵對土壤酶活性和理化性質的影響。生態環境學報 22(3): 432-436。
- [12] 袁秋英(民105)。植物相剋化合物於雜草管理之應用。行政院農委會農業藥物毒物試驗所技術專刊第259號。

我們的貢獻！

- ✓ 植物各個生長階段受外來種入侵的影響評估
- ✓ 植物競爭種植模型，可提供其他植物相剋研究參考
- ✓ 南美蟛蜞菊萃取液的延伸應用，例如可當作雜草抑制劑