

屏東縣第66屆國民中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：「銀」刃而解、「合」力除草-銀合歡萃取液應用
於農務管理之可行性探究

關 鍵 詞：銀合歡、毒他作用、大花咸豐草

編號：A4023

摘要

本研究以外來種植物銀合歡為研究對象，探討其萃取液對不同植物種子發芽與生長的影響。研究利用銀合歡幹部與葉部製作不同濃度的萃取液，並以白菜、茼蒿、紅豆、毛豆、大花咸豐草等作物種子作為實驗材料，觀察其發芽率與幼苗生長情形，同時比較市售除草劑與蒸餾水對照組的差異。實驗結果顯示，銀合歡幹部及葉部萃取液對部分植物種子的發芽與生長確實具有抑制效果，且抑制效果伴隨濃度的提升而增加，雖然效果仍不及市售除草劑明顯，但期望藉由探討銀合歡的毒他作用，評估其作為天然除草材料的潛力，提供未來減少化學除草劑使用、促進環境友善與資源再利用的參考。

壹、前言

一、研究動機

在自然課中，老師曾向我們介紹「外來種植物」的議題，說明有些植物原本不是生長在臺灣，因為生長速度快、適應力強，進入環境後容易大量繁殖，進而影響原本的生態。其中，老師特別提到「銀合歡」就是一種在臺灣常見的外來植物。

我們發現在屏東地區銀合歡分布得非常廣泛，常常可以在路邊、空地或農田附近看到它大量生長，甚至出現氾濫的情形，不僅影響其他植物的生長，也增加了環境管理的困難。以往，大家多半把銀合歡視為需要清除的植物，處理後往往直接丟棄，讓我們覺得有點可惜。同時，我們也在課堂中學到，有些植物會釋放特定的物質，影響其他植物的發芽或生長。這讓我們開始思考：既然銀合歡生長力這麼強，會不會也含有能抑制其他植物生長的物質呢？如果可以，是否能把被清除的銀合歡再利用，轉變成有用的資源？

因此，本研究希望利用銀合歡製作植物萃液，觀察其對雜草發芽與生長的影響，探討銀合歡萃液應用於雜草管理的可行性，希望透過這次研究，讓原本被視為問題的外來植物，能夠被再利用，產生不同的價值，並為環境保護與永續利用盡一份心力。

二、研究目的

（一）探討將銀合歡萃取物應用於自然環境中，作為天然除草劑的發展性與可行性

比較並探討銀合歡植株不同部位(幹部與葉部)之萃取液及其不同濃度，對植物種子發芽的影響及其抑制差異。

（二）探討運用植物之間的毒他作用，應用於農務管理之可行性

透過銀合歡萃取物來減少人力除草與化學除草劑的使用，降低化學藥劑對土壤與生態系統造成的影響，達到環境友善與資源再利用的目標。

三、文獻回顧

（一）銀合歡（*Leucaena leucocephala*）

銀合歡又叫白相思子、細葉番婆樹或臭菁仔，它原本生長在墨西哥和中美洲一帶，現在因為適應力很強，已經分布到世界各地的熱帶和亞熱帶地區，在臺灣也很容易看到。

銀合歡通常是灌木或小喬木，高度大約 2 到 10 公尺，它的葉子像羽毛一樣，一片葉子上有很多小葉，小葉又細又長。銀合歡會開白色的小花，結成果莢狀的果實，裡面有很多種子，一棵銀合歡一生可以產生非常多的種子，而且發芽率高，再加上果莢乾燥後會被風吹走，因此很容易在各地快速繁殖。

銀合歡對環境的影響也很特別，它的根部會釋放一種叫做「含羞草素」的物質，會抑制其他植物生長，讓附近的植物比較不容易發芽或長大，久而久之，銀合歡常常會長成一大片，排擠原本生長在當地的植物，造成生物種類變少。

		
銀合歡植株	銀合歡枝幹	銀合歡葉子及果 莢

（圖片來源：指導老師拍攝）

（二）含羞草素（Mimosine）

含羞草素又稱含羞草酸或含羞草胺酸，是一種具有毒性的非蛋白胺基酸，最早自含羞草中分離出來，廣泛存在於含羞草屬（*Mimosa*）及銀合歡屬（*Leucaena*）植物中。含羞草素主要分布於植物的葉片、根部及種子內，且具有良好的水溶性，可溶於水、甲醇及乙醇。此外，含羞草素具有「毒他作用（Allelopathy）」，能抑制周圍植物的種子萌發與生長，進而影響植物群落的分布與競爭關係。

（三）毒他作用（Allelopathy）

毒他作用又稱植物相剋作用（Allelopathy），是指植物在生長或代謝過程中，會產生並釋放某些化學物質，這些物質進入周遭環境後，可能對其他植物的種子萌發、幼苗生長或植株發育產生抑制或影響的現象，此種作用被認為是植物在自然界中為了減少競爭、爭取生存資源所發展出的生存策略之一。

毒他作用並非單一植物專有的特性，而是廣泛存在於多種木本植物、作物及雜草之中，且不同植物器官所含的毒他物質濃度與種類並不相同，這些毒他物質可能存在於植物的根、莖、葉或枯落物中，並可藉由不同途徑進入環境，影響周遭植物的生長情形，因此在實驗中，常需比較不同部位萃取液對受試植物之影響差異，以釐清毒他作用的來源與強弱。

植物毒他物質主要透過以下四種方式釋放至環境中，進而影響其他植物的生長

1、揮發作用

部分植物可藉由揮發或蒸散作用，將毒他物質釋放至空氣中，進而抑制鄰近植物的生長，此現象在乾燥或高溫環境中較為明顯。

2、淋溶作用

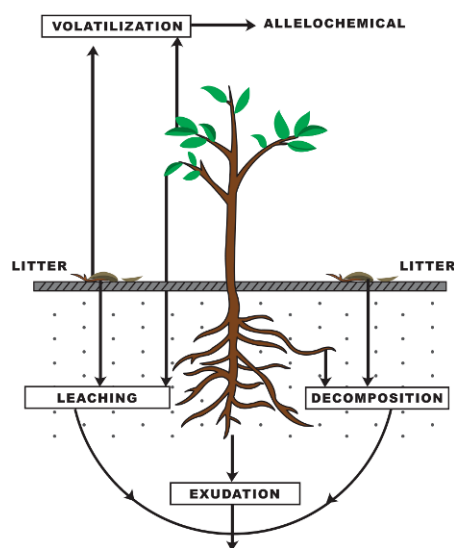
植物體表或枯落物上的毒他物質，會在降雨時隨雨水淋洗進入土壤，影響土壤中其他植物的種子或根部發育。

3、植物殘體分解作用

植物的枯枝落葉進入土壤後，經微生物分解，會釋放出酚類等化合物，在分解初期對植物生長具有抑制效果。

4、根泌作用

植物根部在吸收水分與養分的同時，也會將代謝物質釋放至根際土壤中，這些根分泌物可能直接影響鄰近植物的萌發與生長。



(摘錄自台灣林業 九十五年六月號)

(四) 萃取

萃取是一種利用物質在不同溶劑中溶解度差異，將特定成分從混合物中分離的技術，原理為利用「相似相溶」原則，透過溶劑提取有效成分，常見方法包含如下：

- 1、液-液萃取 (Liquid-Liquid Extraction)：又稱溶劑萃取，是利用物質在兩種互不相溶（或微溶）的液體溶劑中溶解度不同，而將特定成分從混合液中分離或純化的分離方法。
- 2、固-液萃取 (Solid-Liquid Extraction/Leaching)：又稱「浸取」或「浸瀝」，是一種利用溶劑將固體混合物中特定成分溶解出來的分離方法。
- 3、水蒸氣蒸餾 (Steam Distillation)：是一種常壓下在低於 100°C 條件下，利用水蒸氣帶走不溶或微溶於水、且具有揮發性的高沸點有機物（如精油）的物理分離方法。
- 4、超臨界流體萃取 (Supercritical Fluid Extraction)：是一種利用高壓下達到「超臨界狀態」的流體（通常為二氧化碳）作為溶劑，從固體或液體原料中萃取、分離目標成分的分離技術。
- 5、冷壓法 (Cold Pressing)：在低溫（約 40°C -60°C）下透過機械壓榨與離心分離，常用於柑橘類果皮精油提取。
- 6、溶劑萃取法 (Solvent Extraction)：是一種利用特定化學溶劑（如己烷、乙醇）溶解植物中成分，隨後經由濾除與減壓蒸餾分離溶劑的分離方法。

（五）雜草管理

傳統的「雜草防除」是以人為本位、追求寸草不留的「慣行農法」，過度仰賴化學藥劑與機械頻繁擾動，雖短期維持田面整潔，卻造成土壤肥力消退、生物多樣性喪失及抗藥性雜草興起。

現代永續農業倡導「生態過程式管理」(Ecological Process-based Management)，強調在作物產量與雜草生存間取得動態平衡，但雜草對作物的衝擊不僅限於養分、水分及光照的直接競爭（減產幅度可達 10~90%），並且涉及病蟲害棲息與化學相剋干擾，因此透過生態管理，利用自然調節機制降低外部化學投入，建立具韌性的耕作系統。

在永續農業理念下，目前雜草管理可概分為以下五大類：

- 1、預防性防治：確保作物種子、肥料、農機具及灌溉水的清潔，防止外來有害植物入侵。
- 2、栽培管理：透過輪作（如水旱田輪作可抑制香附子）、密植、調整行株距，利用作物競爭力抑制雜草。
- 3、物理性防治：人工除草、機械剪草（保留表土覆蓋）、水管理（淹水抑制一年生雜草）、覆蓋（利用塑膠布、稻稈遮光）。
- 4、生物性防治：利用特定真菌（真菌除草劑）或昆蟲取食，針對特定目標雜草進行防治。
- 5、化學性防治：合理施用低毒性、短殘留藥劑，作為綜合防治的一環。

根據毒他作用的研究證實了天然植物萃取液具備替代化學農藥的潛力(如：血桐萃取液對大花咸豐草有顯著抑制效果，表現為葉片枯萎且無法開花)，未來應結合預防、物理與植物毒他作用，建立多層次的防治網絡，減少對環境負荷，確保生態安全與平衡。

（六）歷屆中小學科學展覽相關研究結果整理

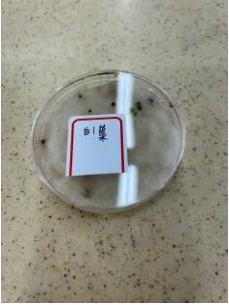
銀合歡相關主題	研究題目	作者	內容摘要
	佔地為王之唯我獨尊 ~探討植物之間的愛恨情仇(國中組)	甯其詒、陳以倫 (107 年)	1、探討銀合歡、芭樂樹及綠竹之植物排他作用。 2、以不同濃度、不同部位及乾燥處理前後的

			植物萃取液，分析其對植物種子萌發與生長的抑制效果，並評估自毒現象。 3、結果顯示，植物萃取液具應用於替代部分化學農藥或除草劑的潛力，有助於降低環境污染並促進環境保育。
	銀合歡的愛與愁~澎湖區域生態觀察篇 (國小組)	呂佳玲、盧雅雯 (110 年)	1、研究澎湖地區銀合歡的外觀特性、引進歷史及其種子適合生長的土壤條件。 2、實驗結果顯示，銀合歡種子較適合在中性偏酸且含沙量低的土壤中萌發。 3、三裂葉薯的葉片經淋溶作用，對銀合歡種子具有相剋效果，可有效抑制其萌芽。
毒他作用相關	無往不「剋」—毒他作用對外來種的影響 (高中組)	楊萱、陳姿樺、李佳樺(108 年)	1、外來種大量蔓延，傳統人力移除方式費時費力，亟需更友善且有效的抑制方法。 2、實驗結果顯示，10%與 12.5%血桐枯葉萃取液可明顯抑制大花咸豐草生長與開花。 3、毒他植物溶液可能改變土壤菌相，進而影響植物生長，為後續研究重要觀察重點。
主題	「毒」善其身—探討植物的毒他作用在空心蓮子草與大花咸豐草的防治和農業上的應用(高中組)	林清和、楊詠筑 (112 年)	1、因應外來入侵植物造成的農業與校園雜草問題，研究以具毒他作用的常見植物葉片作為天然雜草抑制材料。 2、將樟樹、榕樹、鳳凰木、金絲竹、血桐等五種植物葉片萃取液施用於作物與入侵外來種，結果顯示部分萃取液能有效抑制外來種，且不影響作物生長與土壤性質。 3、研究進一步發現毒他物質會影響植物根毛與維管束細胞發育，有助於尋找不同作物

			適用的最佳雜草抑制方式與濃度。
	有誰『感』進來！？ ～探討不同植物對周邊植物生長狀況的影響之研究(國中組)	劉佳蓁、陳羿臻、方廷文(106年)	1、研究以水稻與玉米為研究對象，探討其是否會透過化感作用影響周邊植物的生長情形。 2、實驗結果顯示，水稻對多數植物具有明顯抑制效果，但對部分物種無抑制甚至可能促進生長；玉米僅對植物高度有抑制，影響程度較低。 3、研究推論水稻具備作為天然除草劑的潛力，未來可持續探討其他植物，以發展環保且可取代化學除草劑的方式。
	純「翠」力，輕鬆控草－翠蘆莉水萃液應用於雜草管理之可行性初探(國小組)	李語涵、洪裔宸、許宇樂、王聿璿、朱耘萱、莊舒雅(114年)	1、翠蘆莉葉水萃液對多種種子發芽抑制效果最佳，且濃度越高抑制力越強；如 5%葉水萃液對大花咸豐草發芽抑制率可達 100%。 2、葉水萃液澆灌野外土壤，對不特定雜草種子同樣具有顯著抑制作用，8%濃度可達 95%抑制率。 3、莖、葉水萃液具良好抗氧化力，與文獻中酚類化合物的化感效果一致，推測翠蘆莉可透過淋溶作用影響周圍植物萌發與生長。

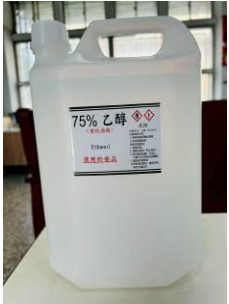
貳、研究設備及器材

一、研究器材：

			
減壓濃縮機	燒杯	培養皿	滴管
			
培育盤(穴盤)	寶特瓶專用噴頭	培養土	玻璃瓶
			
長方形塑膠盆	木材粉碎機	量筒	寶特瓶

(圖片來源：作者拍攝)

二、實驗材料：

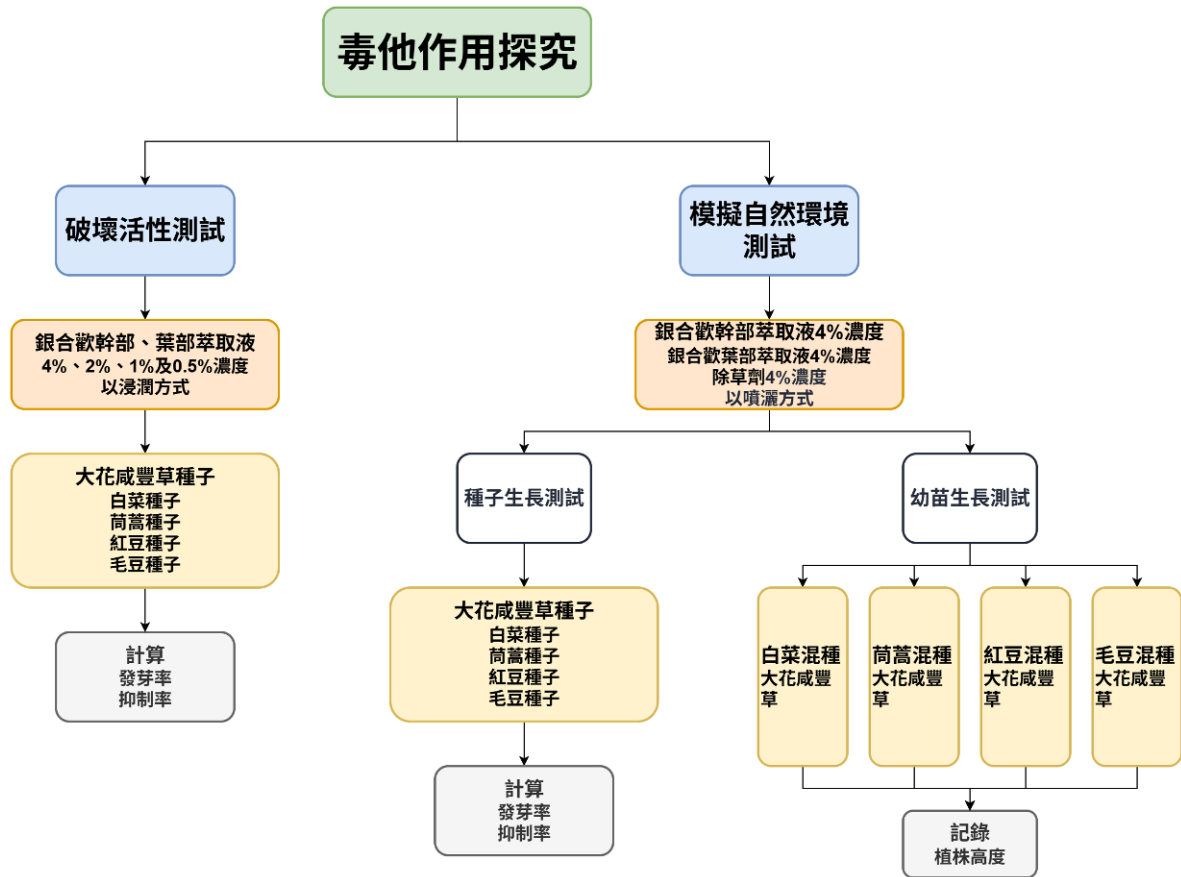
			
銀合歡	銀合歡幹部&葉部	幹部碎屑	75%乙醇

			
減壓濃縮液(幹部、葉部)	不同百分比的幹部及葉部溶液	除草劑	白菜種子
			
茼蒿種子	毛豆種子	紅豆種子	大花咸豐草種子

(圖片來源：作者拍攝)

參、研究過程與方法

一、研究架構



(圖片來源：指導教師繪製)

二、研究問題

(一) 實驗一：銀合歡不同部位萃取液對植物種子發芽效果之影響

1、銀合歡幹部 4%、2%、1%及 0.5%濃度萃取液對大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等植物種子發芽率及發芽抑制率實驗

2、銀合歡葉部 4%、2%、1%及 0.5%濃度萃取液對大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等植物種子發芽率及發芽抑制率實驗。

(二) 實驗二：模擬自然環境下，探討銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液，對於大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等五種植物種子之發芽抑制效果。

(三) 實驗三：模擬自然環境下，探討銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液，對於大

花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等五種植物幼苗植栽的抑制效果。

三、研究過程與方法

(一) 實驗植物來源

- 1、大花咸豐草種子：野外採集。
- 2、牛筋草種子：野外採集。
- 3、茼蒿種子：園藝資材行購買。
- 4、白菜種子：園藝資材行購買。
- 5、紅豆種子：園藝資材行購買。
- 6、毛豆種子：園藝資材行購買。
- 7、銀合歡：野外採集。

(二) 萃取液製作

本實驗銀合歡萃取液製作採用溶劑萃取法，先將採集銀合歡葉片及枝幹，以清水稍微清洗，去除附著之灰塵與雜質，並於戶外曝曬降低含水量，接著將幹部及葉部分別處理製作備萃取液，有關各處理方式如下：

1、幹部浸膏製備

將枝幹以碎木機打碎成細小木屑狀，提高萃取效率。取適當量置入玻璃容器中，加入 70%乙醇使材料完全浸沒，接著進行密封後置於室溫避光環境浸泡 7 天，每日輕微搖晃 1-2 次。浸泡完成後以濾紙過濾，收集濾液，將濾液置入減壓濃縮機中，水浴溫度設定 50°C，在減壓狀態下蒸發乙醇，直至獲得幹部濃縮浸膏。

2、葉部浸膏製備

將葉片剪成短於 1 公分之片段，提高萃取效率。取適當量置入玻璃容器中，加入 70%乙醇使材料完全浸沒，接著進行密封後置於室溫避光環境浸泡 7 天，每日輕微搖晃 1-2 次。浸泡完成後以濾紙過濾，收集濾液，將濾液置入減壓濃縮機中，水浴溫度設定 50°C，在減壓狀態下蒸發乙醇，直至獲得葉部濃縮浸膏。

3、不同濃度萃取液配置

取幹部及葉部浸膏分別製作：

- (1) 0.5%萃取液：分別取幹部及葉部浸膏 1 mL 並加入 199 mL 蒸餾水製成。

(2) 1%萃取液：分別取幹部及葉部浸膏 2 mL 並加入 198 mL 蒸餾水製成。

(3) 2%萃取液：分別取幹部及葉部浸膏 4 mL 並加入 196 mL 蒸餾水製成。

(4) 4%萃取液：分別取幹部及葉部浸膏 8 mL 並加入 192 mL 蒸餾水製成。

			
銀合歡幹部木屑	銀合歡葉部片段	透過減壓濃縮機 將濾液進行濃縮	製成幹部及液部 浸膏

(圖片來源：作者拍攝)

(三) 銀合歡不同濃度幹部萃取液對植物種子發芽效果之影響

1、實驗說明：本實驗以浸潤蒸餾水為對照組；以銀合歡幹部浸膏為原料配置不同濃度萃取液為實驗組，用以浸潤常見作物（白菜、茼蒿、紅豆、毛豆）及野草（大花咸豐草）種子，觀察幹部萃取液對種子活性是否具有破壞性。

2、實驗步驟：

(1) 設置培養皿：準備 25 組培養皿，於底部鋪設棉花，並於上蓋貼組別標示進行分組，有關組別分類如下：

A、空白組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

B、0.5%幹部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

C、1%幹部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

D、2%幹部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

E、4%幹部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

(2) 依每組培養皿設置分別播下對應種子，每組數量的種子 30 顆，並平均分布

(3) 施用萃液：

A、於空白組培養皿組別各倒入 10mL 蒸餾水。

B、於 0.5%幹部萃取液組別各倒入 10mL 0.5%幹部萃取液。

C、於 1%幹部萃取液組別各倒入 10mL 1%幹部萃取液。

D、於 2%幹部萃取液組別各倒入 10mL 2%幹部萃取液。

E、於 4%幹部萃取液組別各倒入 10mL 4%幹部萃取液。

(4) 將培養皿依組別分類，並統一放置，確保環境一致，避免差異。

(5) 將培養皿放置 7 天後，將各組發芽狀況填入表格，藉以計算發芽率及發芽抑制率。

3、實驗照片：

			
學生將幹部浸膏進行濃度配置	依實驗需求配置不同濃度萃取液	學生依組別進行種子配置	將培養皿依組別分類放置 7 天

(圖片來源：作者拍攝)

(四) 銀合歡不同濃度葉部萃取液對植物種子發芽效果之影響

1、實驗說明：本實驗以浸潤蒸餾水為對照組；以銀合歡葉部浸膏為原料配置不同濃度萃取液為實驗組，用以浸潤常見作物（白菜、茼蒿、紅豆、毛豆）及野草（大花咸豐草）種子，觀察葉部萃取液對種子活性是否具有破壞性。

2、實驗步驟：

(1) 設置培養皿：準備 20 組培養皿，於底部鋪設棉花，並於上蓋貼組別標示進行分組，有關組別分類如下：

A、0.5%葉部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

B、1%葉部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

C、2%葉部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

D、4%葉部萃取液組：設置白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草等 5 組

E、空白組採用前項幹部組實驗之設置。

(2) 依每組培養皿設置分別播下對應種子，每組數量的種子 30 顆，並平均分布

(3) 施用萃液：

A、於 0.5%葉部萃取液組別各倒入 10mL 0.5%葉部萃取液。

B、於 1%葉部萃取液組別各倒入 10mL 1%葉部萃取液。

C、於 2%葉部萃取液組別各倒入 10mL 2%葉部萃取液。

D、於 4%葉部萃取液組別各倒入 10mL 4%葉部萃取液。

(4) 將培養皿依組別分類，並統一放置，確保環境一致，避免差異。

(5) 將培養皿放置 7 天後，將各組發芽狀況填入表格，藉以計算發芽率及發芽抑制率。

3、實驗照片：

			
學生將萃取液依序倒入培養皿	空白組白菜生長情形	浸潤葉部 0.5%濃度毛豆生長情形	浸潤葉部 0.5%濃度大花咸豐草生長情形

(圖片來源：作者拍攝)

(五) 模擬自然環境下，銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液，對於大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等五種植物種子之發芽抑制效果。

1、實驗說明：本研究旨在探討銀合歡不同部位（幹部與葉部）之萃取液是否具有抑制植物種子發芽與生長的效果，並與市售除草劑進行比較。

實驗以澆水作為對照組，另設銀合歡幹部萃取液組、銀合歡葉部萃取液組及市售除草劑組。將作物種子與雜草種子於相同條件下，每日以相同方式施用各組萃液，並記錄各組的發芽株數與植株平均高度，觀察其對常見作物（白菜、茼蒿、紅豆、毛豆）及野草（大花咸豐草）種子發芽與幼苗發育的影響。

2、實驗步驟：

(1) 設置育苗容器：準備數個育苗盤或培養皿，鋪設相同培養土，並將容器分成 4 組並貼標：

A、空白組：澆水對照組

B、幹部組：銀合歡幹部萃取液組

C、銀合歡葉部組：銀合歡葉部萃取液組

D、除草劑組：市售除草劑組

(2) 每組(配置 3 個培養皿)，每個培養皿播下相同數量的種子 10 顆，並平均分布。

(3) 施用萃液：

A、每天固定時間進行澆灌。

B、每次澆灌量相同（每組 50 ml），避免差異。

C、放置於相同環境（光照、溫度一致）。

(4) 觀察與記錄：從播種後開始記錄

A、發芽株數（種子露出芽或長出胚根即可算發芽）

B、植株高度（用尺量取從土表到芽尖）

C、觀察天數固定（7 天）之後將最後的數據填入表格、計算各組總發芽數、各組平均高度。

3、實驗照片：

			
學生設置育苗容器	育苗容器發芽情況	容器分成 4 組並貼標	學生觀察與記錄

（圖片來源：作者拍攝）

(六) 模擬自然環境下，探討銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液，對於大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等五種植物幼苗植栽的抑制效果。

1、實驗說明：

- (1) 實驗分組與材料：實驗以白菜、茼蒿、紅豆、毛豆等作物混種以及雜草大花咸豐草為材料，設置四種處理組進行比較，分別為空白組（噴灑水份）、幹部組（噴灑銀合歡幹部 4%萃取液）、葉部組（噴灑銀合歡葉部 4%萃取液）及除草劑組（噴灑市售除草劑 4%溶液）。
- (2) 實驗處理方式：各組植物在生長一段時間後進行噴灑處理，並於噴灑前與噴灑後記錄各植物的存活株數與植株平均高度，以了解不同處理對植物生長狀況的影響。
- (3) 觀察與資料分析：透過比較噴灑前後的存活株數及植株平均高度變化，計算植株數與高度的增減值，以分析銀合歡不同部位萃取液對作物及雜草生長的影響，並與市售除草劑的效果進行比較。

2、實驗步驟：

- (1) 將白菜、茼蒿、紅豆、毛豆等作物與雜草大花咸豐草進行混合種植，每種作物各分成 3 個育苗盆，每個育苗盆播下相同數量的種子 10 顆、混以 10 顆大花咸豐草的種子。
- (2) 將這些作物分為四組處理並貼標：空白組、幹部組、葉部組及除草劑組(對照組)，之後將這些育苗盆進行培育 20 日，使其生長至一定階段。
- (3) 噴灑處理前，先統計各組植物的存活株數，並測量各植物的植株高度，計算各組的植株平均高度，作為噴灑前的基準資料。
- (4) 使用萃液進行噴灑：
 - A、每天固定時間進行澆灌。
 - B、每次澆灌量相同（每組 50 ml），避免差異。
 - C、放置於相同環境（光照、溫度一致）。
- (5) 經過 7 日後，再次統計各組植物的存活株數並測量植株高度，計算噴灑後的植株平均高度。

3、實驗照片：

			
學生設置育苗容器及 定時澆水	育苗容器生長情況	學生測量植物的植株 高度	學生觀察與記錄

（圖片來源：作者拍攝）

肆、研究結果

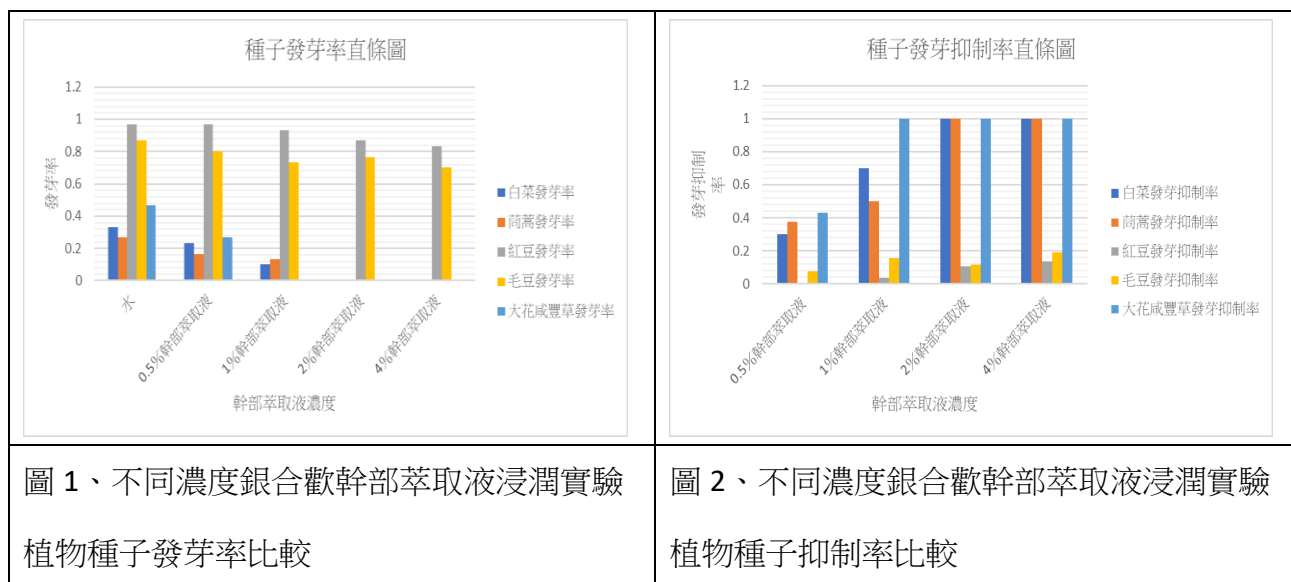
一、實驗一：銀合歡不同部位萃取液對植物種子發芽效果之影響

(一) 銀合歡幹部 0.5%、1%、2%及 4%濃度萃取液對大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等植物種子發芽率及發芽抑制率實驗

1、使用銀合歡幹部 4%、2%、1%及 0.5%濃度萃浸潤後，所得之種子發芽率及發芽抑制率，如表 1、圖 1、圖 2。

表 1、不同濃度銀合歡幹部萃取液浸潤實驗植物種子發芽數量紀錄					
種類：白菜		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	10	20	0.333333	
0.5%幹部萃取液	30	7	23	0.233333	0.3
1%幹部萃取液	30	3	27	0.1	0.7
2%幹部萃取液	30	0	30	0	1
4%幹部萃取液	30	0	30	0	1
種類：茼蒿		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	8	22	0.266667	
0.5%幹部萃取液	30	5	25	0.166667	0.375
1%幹部萃取液	30	4	26	0.133333	0.5
2%幹部萃取液	30	0	30	0	1
4%幹部萃取液	30	0	30	0	1
種類：紅豆		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	29	1	0.966667	
0.5%幹部萃取液	30	29	1	0.966667	0
1%幹部萃取液	30	28	2	0.933333	0.034482759
2%幹部萃取液	30	26	4	0.866667	0.103448276
4%幹部萃取液	30	25	5	0.833333	0.137931034
種類：毛豆		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	26	4	0.866667	
0.5%幹部萃取液	30	24	6	0.8	0.076923077
1%幹部萃取液	30	22	8	0.733333	0.153846154
2%幹部萃取液	30	23	7	0.766667	0.115384615
4%幹部萃取液	30	21	9	0.7	0.192307692
種類：大花咸豐草		浸泡天數：7			

浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	14	16	0.466667	
0.5%幹部萃取液	30	8	22	0.266667	0.428571429
1%幹部萃取液	30	0	30	0	1
2%幹部萃取液	30	0	30	0	1
4%幹部萃取液	30	0	30	0	1



2、實驗結果：

(1) 本實驗以蒸餾水為對照組，比較不同濃度（0.5%、1%、2%、4%）銀合歡幹部萃取液對白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草種子發芽率之影響。

在白菜與茼蒿的組別中，當萃取液濃度提高時，種子發芽率呈現明顯下降的趨勢，白菜在對照組仍具有一定發芽率，但在 1% 濃度時發芽率已大幅下降，而在 2% 以上濃度則完全無發芽情形；茼蒿的結果亦呈現類似趨勢，在濃度增加時發芽率逐漸降低，至 2% 以上濃度亦完全受到抑制，顯示葉菜類植物對銀合歡幹部萃取液較為敏感。

在雜草植物大花咸豐草的實驗中，也觀察到明顯的抑制效果，當濃度達 0.5% 時，發芽率已明顯降低，而在 1% 以上濃度時即完全無發芽現象，此結果顯示銀合歡幹部萃取液對雜草種子的發芽具有強烈抑制作用。

相較之下，豆科植物紅豆與毛豆對萃取液的耐受性較高，紅豆在各濃度處理下仍維持高發芽率，即使在 4% 濃度下仍保持 80% 以上的發芽率。毛豆則呈現

中等程度的影響，隨濃度增加發芽率略有下降，但整體仍維持約 70% 以上，此結果可發現，不同植物對銀合歡幹部萃取液的敏感程度有所不同。

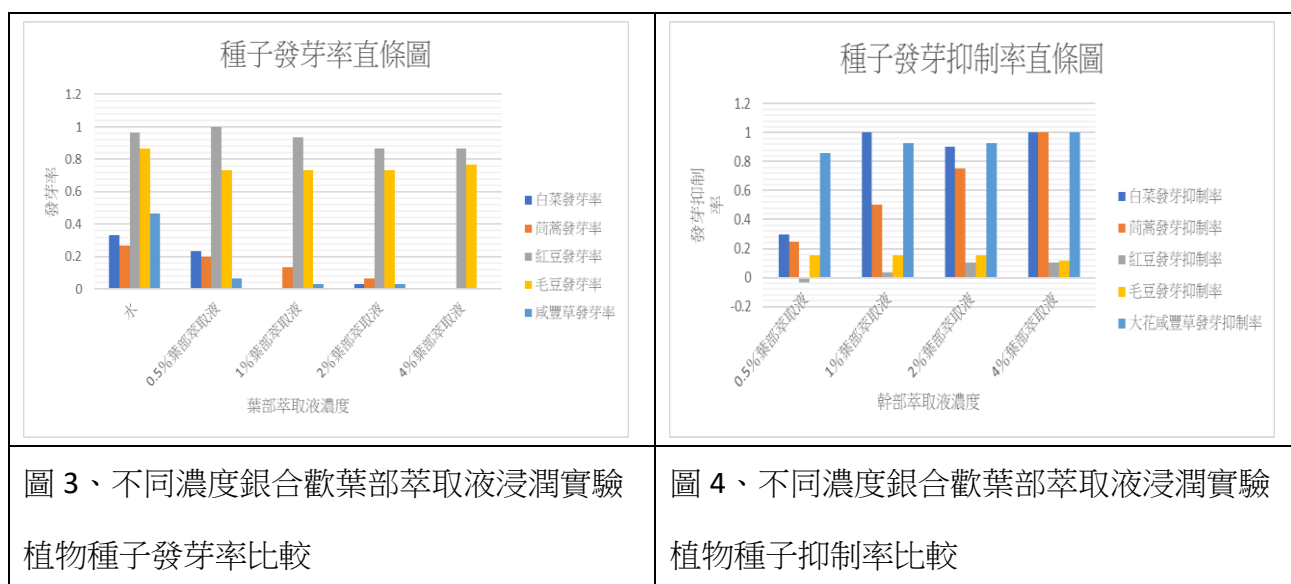
(2) 從各濃度處理結果可以看出，萃取液濃度越高，發芽抑制效果通常越明顯。尤其在白菜、茼蒿及大花咸豐草的實驗中，發芽率隨濃度上升呈現明顯下降，並在較高濃度時出現完全抑制發芽的情形，然而在紅豆與毛豆的實驗中，濃度增加對發芽率的影響相對較小，顯示部分植物對此類化感物質具有較高耐受性，此結果顯示銀合歡幹部所含化學物質對種子發芽具有濃度依賴性的抑制作用。

(二) 銀合歡葉部 4%、2%、1%及 0.5%濃度萃取液對大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等植物種子發芽率及發芽抑制率實驗。

2、使用銀合歡葉部 4%、2%、1%及 0.5%濃度萃浸潤後，所得之種子發芽率及發芽抑制率，如表 2、圖 3、圖 4。

表 2、不同濃度銀合歡葉部萃取液浸潤實驗植物種子發芽數量紀錄					
種類：白菜		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	10	20	0.333333	
0.5%葉部萃取液	30	7	23	0.233333	0.3
1%葉部萃取液	30	0	30	0	1
2%葉部萃取液	30	1	29	0.033333	0.9
4%葉部萃取液	30	0	30	0	1
種類：茼蒿		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	8	22	0.266667	
0.5%葉部萃取液	30	6	24	0.2	0.25
1%葉部萃取液	30	4	26	0.133333	0.5
2%葉部萃取液	30	2	28	0.066667	0.75
4%葉部萃取液	30	0	30	0	1
種類：紅豆		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	29	1	0.966667	
0.5%葉部萃取液	30	30	0	1	-0.034482759
1%葉部萃取液	30	28	2	0.933333	0.034482759
2%葉部萃取液	30	26	4	0.866667	0.103448276
4%葉部萃取液	30	26	4	0.866667	0.103448276
種類：毛豆		浸泡天數：7			

浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	26	4	0.866667	
0.5%葉部萃取液	30	22	8	0.733333	0.153846154
1%葉部萃取液	30	22	8	0.733333	0.153846154
2%葉部萃取液	30	22	8	0.733333	0.153846154
4%葉部萃取液	30	23	7	0.766667	0.115384615
種類：大花咸豐草		浸泡天數：7			
浸泡溶液	顆數	發芽數	未發芽數	發芽率	發芽抑制率
水	30	14	16	0.466667	
0.5%葉部萃取液	30	2	28	0.066667	0.857142857
1%葉部萃取液	30	1	29	0.033333	0.928571429
2%葉部萃取液	30	1	29	0.033333	0.928571429
4%葉部萃取液	30	0	30	0	1



2、實驗結果：本實驗以蒸餾水為對照組，比較不同濃度（0.5%、1%、2%、4%）銀合歡葉部萃取液對白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草種子發芽率的影響。在白菜的實驗中，當萃取液濃度提高時，發芽率迅速下降，0.5%濃度時已出現明顯抑制，而在1%以上濃度幾乎完全抑制發芽，顯示白菜對銀合歡葉部萃取液相當敏感。茼蒿的實驗結果也呈現類似趨勢，隨著萃取液濃度增加，發芽率逐漸降低，在高濃度處理下出現完全無發芽的情形，顯示葉菜類植物對銀合歡葉部化學物質具有較高敏感性。在雜草植物大花咸豐草的實驗中，抑制效果更為明顯，即使在較低濃度（0.5%）下，其發芽率便大幅下降，而在較高濃度下幾乎完全無法發芽，顯示銀合歡葉部萃取液對雜草具有強烈的抑制效果。相較之下，豆科植物紅豆與毛豆受到的影響較小，紅豆在各濃度處理下仍維持相當

高的發芽率，即使在較高濃度條件下仍能順利發芽。毛豆則呈現輕度抑制的情形，發芽率略有下降，但整體仍維持在較高水平，此結果可發現，各植物對葉部萃取液的反應程度具有明顯差異。

二、實驗二：模擬自然環境下，探討銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液，對於大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等五種植物種子之發芽抑制效果。

（一）在模擬自然環境下，使用銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液澆灌，所得之種子發芽數及生長紀錄，如表 3、圖 5。

表 3、使用銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液澆灌，所得之種子發芽數及生長紀錄

種子品項	空白組	空白組植栽	幹部組	幹部組植栽	葉部組	葉部組植栽	除草劑組	除草劑組植
	發芽株數	平均高度	發芽株數	平均高度	發芽株數	平均高度	發芽株數	栽平均高度
白菜	7	5.59	8	3.64	17	4.71	5	0.96
茼蒿	0	0	2	3.5	7	3.57	0	0
紅豆	28	18.40	0	0	0	0	0	0
毛豆	28	15.87	0	0	6	4.42	0	0
大花咸豐草	0	0	0	0	0	0	0	0

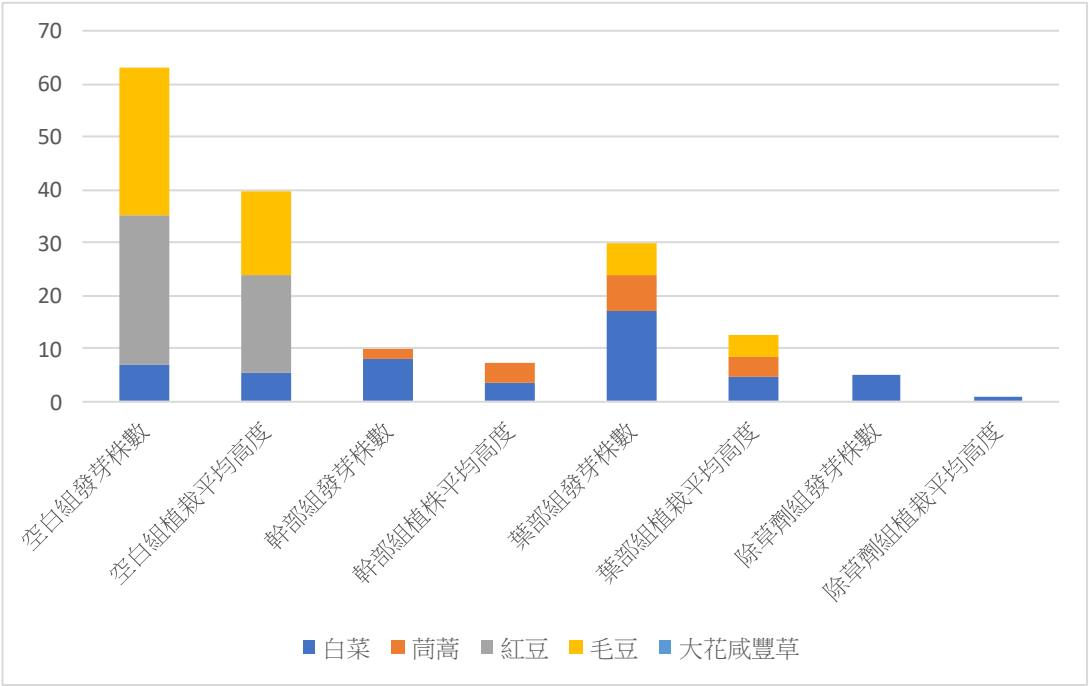


圖 5、在模擬自然環境下，使用銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4%萃取液澆灌，所得之種子發芽數及生長紀錄比較

(二) 實驗結果：本實驗以澆水組作為對照組，並比較銀合歡幹部萃取液、葉部萃取液與市售除草劑對種子發芽與生長的影響。實驗結果顯示，在對照組（澆水組）中，各種植物的發芽數量與平均高度普遍最高，例如紅豆與毛豆混種皆發芽 28 株，平均高度分別為 18.40cm 與 15.87cm，顯示植物在沒有任何抑制物質的情況下生長情形最佳。相較之下，銀合歡幹部萃取液對種子發芽具有明顯的抑制效果，在紅豆與毛豆混種中皆未發芽，而白菜與茼蒿的平均高度也低於對照組，表示幹部萃取液會抑制植物生長。銀合歡葉部萃取液也具有一定的抑制作用，但效果較幹部萃取液弱，例如白菜混種仍有 17 株發芽，但平均高度僅 4.71cm，低於對照組。市售除草劑的抑制效果最強，大多數植物幾乎無法發芽，即使發芽，植株高度也非常低，例如白菜平均高度僅 0.96cm。

三、實驗三：模擬自然環境下，探討銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4% 萃取液，對於大花咸豐草、白菜、茼蒿、紅豆及毛豆等五種植物幼苗植栽的抑制效果。

(一) 在模擬自然環境下，使用銀合歡不同部位(幹部與葉部)之 4% 萃取液澆灌，所得之各植株生長紀錄，如表 4~表 7、圖 6~圖 9。

1、表 4 空白組(噴灑水)植株生長紀錄

蔬菜種類	存活株數 (未噴灑前)	存活株數 (噴灑後)	植株平均高度 (未噴灑前)	植株平均高度 (噴灑後)	植株數 增/減值	植株平均高度 增/減值
白菜混種	13	18	2.369230769	3.761111111	5	1.391880342
茼蒿混種	6	6	1.666666667	0.666666667	0	-1
紅豆混種	26	23	16.96923077	19.26086957	-3	2.291638796
毛豆混種	14	24	13.75	18.41666667	10	4.666666667
大花咸豐草	8	6	1.1625	3	-2	1.8375

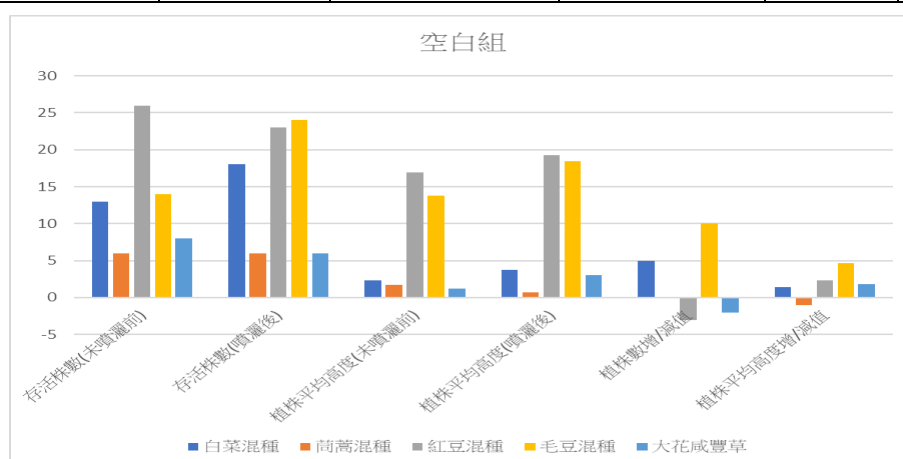


圖 6、空白組(噴灑水)植株生長紀錄比較

2、表 5 幹部組(噴灑銀合歡幹部 4%萃取液)生長紀錄

蔬菜種類	存活株數 (未噴灑前)	存活株數 (噴灑後)	植株平均高度 (未噴灑前)	植株平均高度 (噴灑後)	植株數 增/減值	植株平均高度 增/減值
白菜混種	14	14	1.857142857	4.428571429	0	2.571428571
茼蒿混種	9	6	1.166666667	2.666666667	-3	1.5
紅豆混種	25	25	14.88	20.16	0	5.28
毛豆混種	18	14	15.16666667	21.64285714	-4	6.476190476
大花咸豐草	8	3	1.6	4	-5	2.4

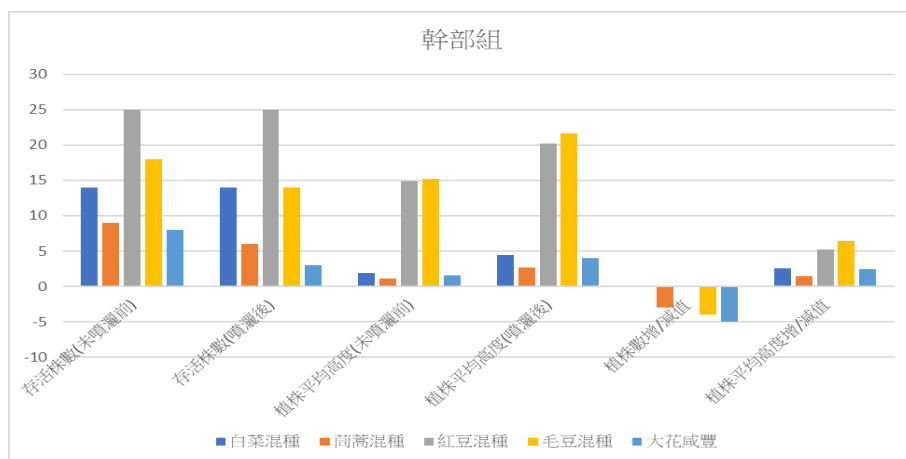


圖 7、幹部組(噴灑銀合歡幹部 4%萃取液)植株生長紀錄比較

3、表 6 葉部組(噴灑銀合歡葉部 4%萃取液)植株生長紀錄

蔬菜種類	存活株數 (未噴灑前)	存活株數(噴 灑後)	植株平均高度 (未噴灑前)	植株平均高度 (噴灑後)	植株數 增/減值	植株平均高度 增/減值
白菜混種	10	10	2.19	3.7	0	1.51
茼蒿混種	8	7	2.1625	2.642857143	-1	0.480357143
紅豆混種	24	24	12.225	15.39583333	0	3.170833333
毛豆混種	24	21	12.76666667	16.95238095	-3	4.185714286
大花咸豐	15	13	2.286666667	2.576923077	-2	0.29025641

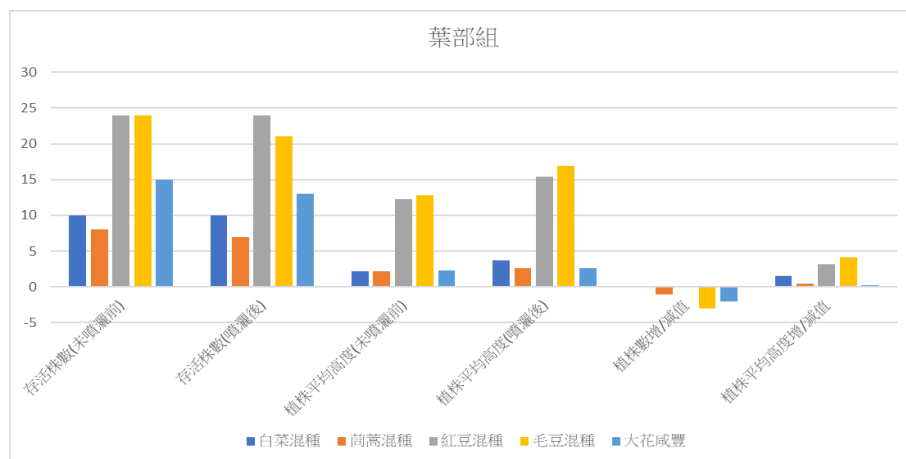


圖 8、葉部組(噴灑銀合歡葉部 4%萃取液)植株生長紀錄比較

4、表 7 藥部組(噴灑除草劑 4%溶液)植株生長紀錄

蔬菜種類	存活株數 (未噴灑前)	存活株數 (噴灑後)	植株平均高度 (未噴灑前)	植株平均高度 (噴灑後)	植株數 增/減值	植株平均高度 增/減值
白菜混種組	18	0	1.116666667	0	-18	-1.116666667
茼蒿混種組	7	0	0.657142857	0	-7	-0.657142857
紅豆混種組	19	0	15.73684211	0	-19	-15.73684211
毛豆混種組	28	0	14.07142857	0	-28	-14.07142857
大花咸豐草	4	0	1.625	0	-4	-1.625

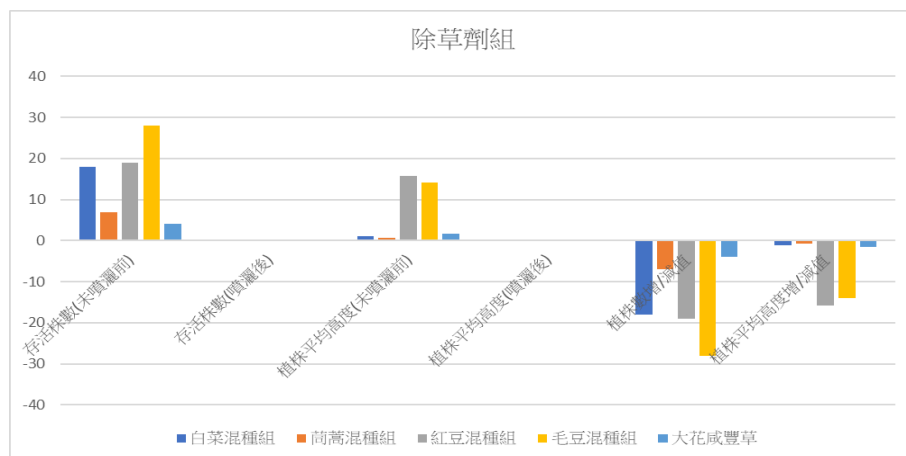


圖 9、藥部組(噴灑除草劑 4%溶液)植株生長紀錄比較

(二) 實驗結果：

1、空白組的生長情形：

- (1) 觀察各植物在未施用任何藥劑的情況下之自然生長狀況。多數植物的植株平均高度呈現增加趨勢，顯示植物維持正常生長。其中毛豆混種的高度增加幅度最大 (+4.67 cm)，紅豆混種增加 +2.29 cm，白菜混種與大花咸豐草高度增加幅度較小 (約 +1.39 cm 與 +1.84 cm)；僅茼蒿混種高度出現下降 (-1 cm)。
- (2) 在存活株數方面，白菜混種與毛豆混種株數增加，茼蒿混種維持原株數，紅豆混種與大花咸豐草則略有減少，顯示在自然生長條件下仍可能出現個別植株的自然耗損。

2、銀合歡幹部萃取液組 (4%) 之變化情形：

- (1) 在噴灑銀合歡幹部萃取液後，部分植物的存活株數出現下降情形。例如茼蒿混種由 9 株減少至 6 株，毛豆混種由 18 株減少至 14 株，大花咸豐草由 8 株減少至 3 株，顯示部分植物對萃取液具有較明顯反應。

(2) 在植株高度方面，各植物高度仍持續增加，例如白菜增加 +2.57 cm、紅豆增加 +5.28 cm、毛豆增加 +6.48 cm、大花咸豐草增加 +2.4 cm。整體而言，植物仍持續生長，但部分植物株數出現減少。

3、銀合歡葉部萃取液組（4%）之變化情形：

(1) 在葉部萃取液處理後，除紅豆混種株數維持 24 株不變外，其餘植物皆出現不同程度的株數減少，例如茼蒿混種由 8 株降至 7 株，毛豆混種由 24 株降至 21 株，大花咸豐草由 15 株降至 13 株。

(2) 在植株平均高度方面，各植物仍呈現增加，但整體增長幅度較小，例如白菜增加 +1.51 cm、紅豆增加 +3.17 cm、毛豆增加 +4.19 cm。大花咸豐草高度僅增加 +0.29 cm，為所有實驗組中最低的高度增長值。

4、市售除草劑組（4%）之變化情形：噴灑市售除草劑後，各植物的存活株數皆降為 0，包括白菜、茼蒿、紅豆、毛豆及大花咸豐草皆完全死亡。同時噴灑後植株平均高度皆為 0 cm，顯示所有植物均已枯萎死亡，呈現最明顯的抑制效果。

伍、討論

- 一、本研究結果顯示，銀合歡葉部與幹部萃取液皆對部分植物種子的發芽與生長具有抑制作用，且隨著萃取液濃度增加，白菜、茼蒿與大花咸豐草等植物的發芽率逐漸下降，發芽抑制率則隨之提高，顯示銀合歡具有明顯的毒他效果。
- 二、不同植物對銀合歡萃取液的反應具有明顯差異，整體而言，葉菜類植物與雜草對萃取液較為敏感，而豆科植物則較為耐受，顯示不同植物對銀合歡化學物質的反應程度不同。
- 三、在實驗一中整理資料呈現葉部萃取液對多數植物的發芽抑制效果較幹部萃取液為明顯，但在模擬自然環境種植下改用持續澆灌方式，卻出現幹部 4% 萃取液對種子發芽抑制效果優於葉部 4% 萃取液效果，推測可能因實驗一組不多，需再多進行實驗，以確認結果是否仍一致。
- 四、根據實驗二結果發現，在模擬自然情境中改用澆灌銀合歡萃取液方式進行，雖然部份情形（白菜組）出現發芽率高於空白組，但整體生長仍出現抑制現象，澆灌銀合歡萃取液平均長度低於空白組平均長度。
- 五、根據實驗三結果發現，不同部位的萃取液對植物生長的影響程度略有差異，比較兩組萃取液(銀合歡幹部及葉部)，兩者皆會影響植物的生長與存活，但表現方式不盡相同。
 - （一）幹部萃取液：觀察到在某些植物上（如大花咸豐草）其株數減少較為明顯。
 - （二）葉部萃取液：在抑制植物生長高度上，展現出較佳的效果。可能是因為銀合歡不同部位所含的化學成分或濃度可能有所差異，因此對植物生長的影響方式也有所不同。
- 六、在相同 4% 濃度下除草劑噴灑後所有植物存活率皆降為 0%，具有強烈且全面的殺傷力；相較之下，銀合歡萃取液組的植物仍有部分存活並持續生長，作用較為溫和。

陸、結論

- 一、銀合歡幹部與葉部萃取液對植物種子發芽與幼苗生長具有抑制效果，證實銀合歡具有毒他作用。
- 二、萃取液濃度越高，對植物發芽率與生長的抑制效果越明顯，顯示毒他物質具有濃度依賴性。
- 三、不同植物對銀合歡萃取液的反應不同，表示各植物對毒他物質的耐受程度存在差異。
- 四、銀合歡不同部位（幹部與葉部）萃取液的抑制效果有所差異，推測與植物體內毒他物質分布不同有關。
- 五、雖然銀合歡萃取液的抑制效果仍不如市售除草劑強，但具有天然來源與環境友善的優點，未來可作為發展天然除草資材的研究基礎。

柒、未來研究方向

- 一、探討更多植物部位的毒他作用：本研究主要比較銀合歡幹部與葉部萃取液對植物生長的影響，未來可進一步探討銀合歡其他部位，如根部、果莢或種子的萃取液是否也具有抑制效果，並比較不同部位之毒他物質含量與作用強度，以更完整了解銀合歡的毒他作用來源。
- 二、研究不同萃取方法對抑制效果的影響：本研究主要使用乙醇浸泡萃取方式製作萃取液，未來可嘗試不同萃取方法，例如水萃取或改用更高濃度乙醇溶劑萃取方式，探討是否能提高有效成分的萃取效率，並比較不同方法對植物生長抑制效果的差異。
- 三、模擬更接近自然環境的實驗：本研究主要在培養皿與育苗盆環境下進行實驗，未來可在戶外土壤環境或小型試驗田中進行實驗，觀察銀合歡萃取液在自然環境中的實際抑制效果，以評估其應用於雜草管理的可行性。
- 四、配合植物生長週期進行長期追蹤：本研究主要觀察植物種子發芽與幼苗初期生長的情形，尚未長期追蹤植物後續的生長與發育，因此無法完全了解銀合歡萃取液對植物整個生長週期的影響，未來可配合植物不同階段生長進行實驗。

捌、參考資料

- 一、蔣永正（2006）。永續農業之雜草管理
- 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上之應用
- 三、周昌弘（2006）。農業廢棄物之利用與環保：植物相剋作用在永續農業之利用
- 四、莊惠嫻（2010）。除草劑應用於茼蒿屬栽培之雜草防治研究
- 五、袁秋英（2016）。植物相剋化合物於雜草管理之應用
- 六、行政院農業委員會林務局（2020）。銀合歡植株利用於抑制雜草生長評估之研究成果報告
- 七、盧裔、盧重逸、張馥鏐（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作品說明書，國中組生物科
- 八、甯其詒、陳以倫（2018），佔地為王之唯我獨尊~探討植物之間的愛恨情仇。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。
- 九、陳柔伊、許峻嘉、葉家均、張宇澄、廖羿昕、莊証傑（2018），校園我最行－我是抑制草種子萌發與生長的高手。中華民國第 58 屆中小學科學展覽會作品說明書，國小組生物科。
- 十、李語涵、洪裔宸、許宇樂、王聿璿、朱耘萱、莊舒雅（2025），純「翠」力，輕鬆控草－翠蘆莉水萃液應用於雜草管理之可行性初探。中華民國第 65 屆中小學科學展覽會作品說明書，國小組生物科。
- 十一、農業知識入口網 <https://kmweb.moa.gov.tw/>
- 十二、雜草管理研究室 <https://wendar.wixsite.com/weedecologyfunction>
- 十三、農業藥物試驗所 <https://www.acri.gov.tw/>