

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

(鄉土)教材獎

080301

銀合歡的愛與愁~澎湖區域生態觀察篇

學校名稱：澎湖縣馬公市文澳國民小學

作者： 小六 呂宜臻 小六 莊婧孜 小六 李齊恩	指導老師： 呂佳玲 盧雅雯
---	-----------------------------

關鍵詞：銀合歡、酸鹼值、相剋作用

摘要

本研究觀察探討澎湖地區銀合歡的外觀特性及引進歷史，藉實驗了解何種酸鹼值的土壤最適合銀合歡種子生長；長在銀合歡附近的雜草，他們的葉子對銀合歡種子是否具有相剋作用；利用實驗找出對銀合歡種子具相剋作用的植物，盼能有效抑制銀合歡種子生長。

觀察研究顯示澎湖地區的銀合歡多屬夏威夷型銀合歡，是豆科含羞亞科落葉灌木。根為軸根系；莖為直立莖；葉子對生，二回偶數羽狀複葉；多具有褐色腺體一枚；花屬頭狀花序；果實為莢果，內含種子。澎湖引進銀合歡作為牲畜的飼料與薪材，至今最少百年。

實驗研究發現銀合歡的種子喜歡在中性偏酸含沙量低的土壤生長，三裂葉薯的葉子透過淋溶作用會對銀合歡種子產生相剋作用，讓銀合歡的種子無法萌芽。

壹、研究動機

每次飛機從馬公航空站起飛後，或接近澎湖領空準備降落時，在飛機上俯瞰澎湖的林木，腦子裡常出現一個疑問，為什麼澎湖四處都是銀合歡的樹種？銀合歡是澎湖的原生物種嗎？它在澎湖繁殖多久？為什麼它能適應澎湖冬天強勁的東北季風？還是銀合歡特別喜歡澎湖的土壤呢？

於是我們開始蒐集資料了解銀合歡這個植物，銀合歡是個排他性極強的外來物種，原產於墨西哥及中美洲，最初是為了作為畜牧飼料及燃料而引進，之後由於農牧業轉型，電力普及，居民不再以銀合歡作為飼料、當柴燒，加上它會分泌一種「含羞草毒」的物質，讓旁邊植物受到壓抑而無法生長，澎湖的田野荒地多被它佔據，被列為惡性入侵物種之一。

我們決定實地觀察周圍的銀合歡，看看銀合歡的根、莖和葉子形狀，花的樣子與種子的樣貌。如果銀合歡對其他植物具有相剋作用，是不是也有植物會對銀合歡產生相剋作用？我們觀察到銀合歡附近的雜草，決定研究這些雜草是否會對銀合歡種子產生相剋作用，於是開始了一連串相關的觀察、比較與實驗。

貳、研究目的

- 一、銀合歡外觀觀察研究，包含：1.根的形狀；2.莖的形狀；3.葉的構造；4.花的形狀；5.果實樣貌。
- 二、銀合歡的引進史，包含 1.原生地；2.何時引進；3.引進原因；4.優點；5.缺點；6.對澎湖地區的困擾。
- 三、土壤的酸鹼值是否影響銀合歡種子的發芽能力，何種 pH 值的土壤最適合銀合歡種子生長。
- 四、研究六種植物(大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、鋪地黍和銀合歡)的新鮮葉

子對銀合歡種子的發芽影響，探討它們之間的相剋作用。

五、研究六種植物(大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、鋪地黍和銀合歡)的枯葉對銀合歡種子的發芽影響，探討它們之間的相剋作用。。

參、研究設備及器材

一、採集土壤工具、各種器皿、量杯		二、pH meter、校正液 (pH7.0 和 pH 4.01)、校正粉	
三、銀合歡、槭葉牽牛、馬纓丹、大花咸豐草、三裂葉薯、鋪地黍的葉子		四、純水、密封袋、標籤紙、溫度溼度計、電子型磅秤	
五、不同成分、酸鹼值的土壤		六、棉花、皮尺、尺、手機	

肆、研究過程、方法與結果

一、研究一-1 銀合歡外觀觀察~根的形狀

(一)方法:實地觀察、拍照紀錄。

(二)結果:銀合歡屬豆科植物，主根明顯具有許多分叉的側根，為軸根系。



圖 1-1-1 主根棕色，尾端呈白色。



圖 1-1-2 主根明顯，有側根，軸根系。

二、研究一-2 銀合歡外觀觀察~樹幹~莖的形狀

(一)方法：實地觀察、拍照紀錄。

(二)結果：銀合歡的莖為直立莖，直立或稍微彎曲，樹皮灰或灰褐色。冬天，銀合歡葉子掉落，只剩樹幹(主莖)、枝條和莢果，主幹與分枝並沒有明顯的差異，屬灌木。



圖 1-2-1 銀合歡的莖為直立莖，樹皮是灰或灰褐色，冬季多剩下樹幹、枝條與莢果。



圖 1-2-2 澎湖冬季，銀合歡葉子掉落，主幹與分枝並沒有明顯的差異，屬灌木型銀合歡。

三、研究一-3 銀合歡外觀觀察~葉子構造

(一)方法：種子種植觀察、實地觀察、拍照紀錄。

(二)結果：

- 1.葉子葉序**對生**，第一回羽片 4~10 對；銀合歡成熟後，葉子為二回**偶數羽狀複葉**，小葉 5~20 對；小葉葉子形狀長，呈現**長橢圓形**，**葉基歪基**，**葉尖銳尖**，小葉葉子長約 1.6 公分；**葉緣全緣**，**葉子質理**，**紙質**；**葉面平滑**；**葉脈屬網狀脈**。
- 2.葉子表面翠綠色，背面略帶粉白色，**第一對羽片基部多有腺體一枚**。
- 3.觀察時，被摸過的銀合歡葉子會自動閉合；晚上或日落時，銀合歡的葉子也會閉合。



圖 1-3-1 銀合歡葉子**對生**，長出第一回的葉子，羽片共 8 對。



圖 1-3-2 之後長出的葉子呈現二回**偶數羽狀複葉**，二回葉子，小葉 6 對。

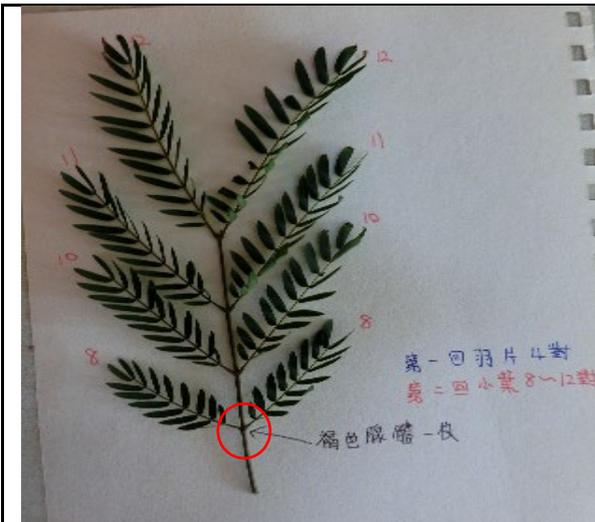


圖 1-3-3 第一回葉子，羽片共 4 對；第二回葉子，小葉 8-12 對；第一對羽片基部有褐色腺體 1 枚。



圖 1-3-4 小葉葉形~長橢圓形；葉緣~全緣；葉基~歪基；葉尖~銳尖；葉面平滑；葉脈屬網狀脈。



圖 1-3-5 葉緣全緣，葉子質地，是紙質。



圖 1-3-6 葉子脫落後，有明顯的腺體。



圖 1-3-7 傍晚後，銀合歡葉子自動閉合。



圖 1-3-8 觸摸葉子一段時間，葉子閉合。

四、研究一-4 銀合歡外觀觀察~花的形狀

(一)方法：實地觀察、拍照紀錄。

(二)結果：花聚生為頭狀花序，具長梗，白色淡香；花序直徑約 2~4 公分，花序梗長約 2~6 公分(不含花的部分)。



圖 1-4-1 長出來的綠色花苞。



圖 1-4-2 頭狀花序具長梗，花冠白色。

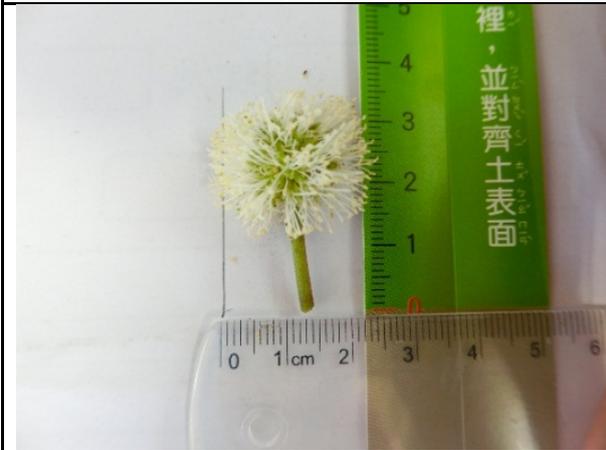


圖 1-4-3 花序直徑約 2.2 公分。



圖 1-4-4 花序梗長約 2 公分。

五、研究一-5 銀合歡外觀觀察~果實樣貌

(一)方法：實地觀察、拍照紀錄。

(二)結果：

- 1.果實為**莢果**，**帶狀**，**直而扁平**，未成熟時莢果呈現綠色，成熟後呈現褐色，內含許多種子。
- 2.莢果成熟時，由背、腹面同時裂開，並向上捲，以捲曲的**彈力將種子散向四方**。
- 3.莢果內含種子，**種子狹卵形**，**褐色**，**有光澤**，種子寬約 0.5 公分，長約 0.6~0.8 公分。
- 4.部分的種子種皮出現圓形的蛀洞，是由豆象(Acanthoscelides)所啃咬的(引自王巧萍、吳立心、蘇德忠，民 96，32 頁)。
- 5.將種子放置於開放式器皿中，會吸引豆象過來啃咬，被咬過的種子呈現**穿透種皮的圓形蛀洞**。
- 6.踏查觀察銀合歡莢果，發現成熟的莢果表皮，有圓形蛀洞。撥開莢果，觀看裡面的種子，也出現圓形蛀洞，及腐壞的種子。



圖 1-5-1 未成熟的莢果帶狀，呈現綠色。



圖 1-5-2 成熟的莢果呈現褐色，直而扁平。



圖 1-5-3 莢果成熟，由背、腹面裂開，向上捲，捲曲的彈力，將種子彈開。



圖 1-5-4 種子狹卵形，褐色，有光澤，寬約 0.5 公分，長約 0.7 公分。



圖 1-5-5 部分銀合歡種子有圓形蛀洞。



圖 1-5-6 被咬的銀合歡種子與天敵豆象。



圖 1-5-7 莢果被豆象咬過，表面有蛀洞。



圖 1-5-8 莢果被咬，裡面的種子也有蛀洞。

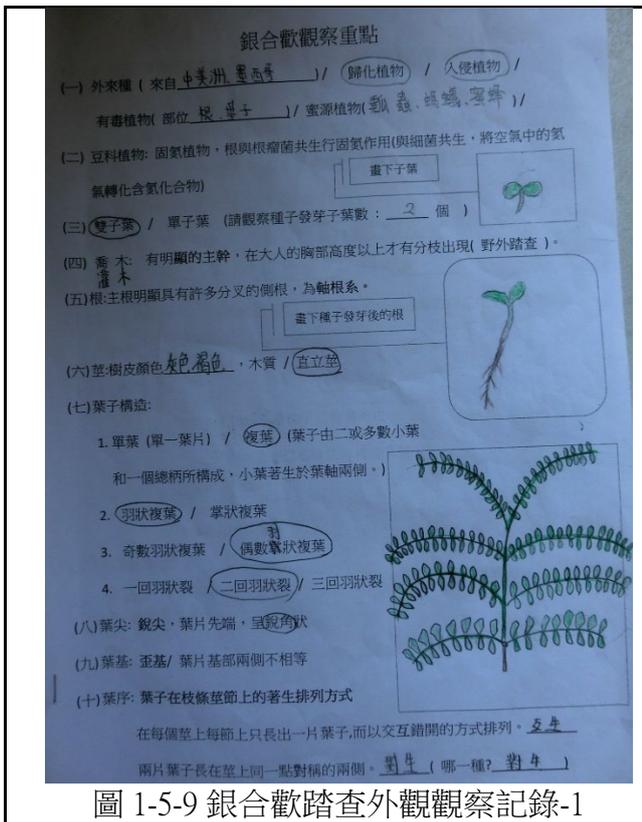


圖 1-5-9 銀合歡踏查外觀觀察記錄-1

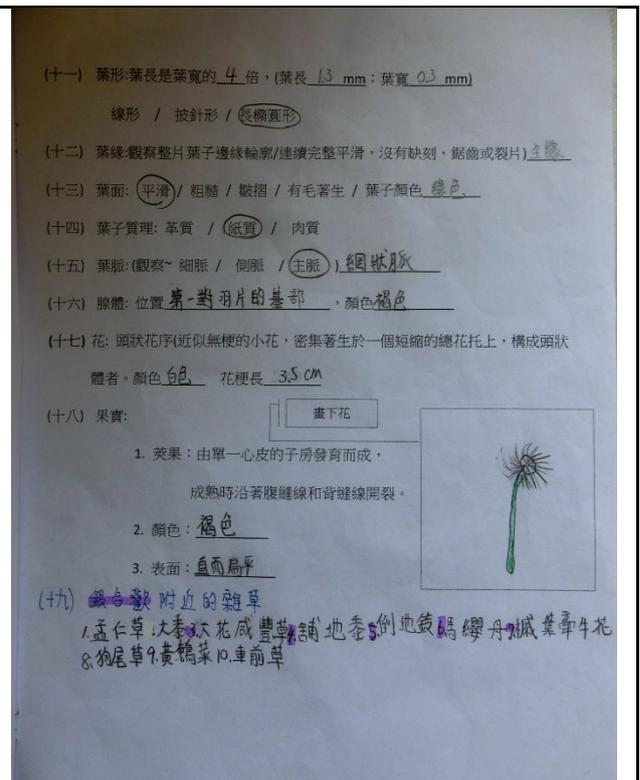


圖 1-5-10 銀合歡踏查外觀觀察記錄-2

六、研究二~銀合歡的引進史~1.原生地；2.何時引進；3.引進原因；4.優點；5.缺點；6.對澎湖地區的困擾。

(一)方法：書籍參考與網路資料查詢整理結果

(二)結果：

1. **原生地**：銀合歡 (*Leucaena leucocephala* / lead tree) 是豆科含羞亞科落葉灌木或小喬木，原產於墨西哥和中美洲。
2. **何時引進**：西元 1624~1661 年之間，由荷蘭人輾轉帶進台灣，至今約有 400 年的歷史。根據《澎湖島之造林》一書記載，明治 41 年(西元 1908 年)3 月在湖西植栽銀合歡，是澎湖地區種植銀合歡最早文字記錄，至今最少有百年的歷史。
3. **引進原因**：
 - (1) 當時台灣以銀合歡(夏威夷/灌木型)的嫩莖葉當作牲畜的飼料，樹枝做薪材燒。
 - (2) 銀合歡屬豆科，是根瘤植物，可製造氮肥，有固結土壤及改良肥效的功能。
 - (3) 早期台灣推廣經濟造林，曾改種銀合歡(薩爾瓦多/小喬木型)藉以製造紙漿出口。
4. **優點**：銀合歡的嫩莖葉可作飼料用餵牛，樹枝可作薪材，種子能做成藝術品，樹幹供彫刻小飾品的用材或供製紙漿造紙，根有固結土壤及改良肥效的功能。
5. **缺點**：繁殖力強大，會分泌一種「含羞草毒」的相剋化學物質排放到四周棲地，阻擋週遭植物的生長，排擠當地原生植物生存空間，容易形成單一性純林，破壞原有的生態平衡。

6. 對澎湖地區的困擾：

- (1)農牧業轉型後，許多土地休耕荒廢，荒廢的土地逐漸成為銀合歡的住所。
- (2)電力普及，居民不再拿銀合歡當柴燒，銀合歡生長不再受抑制，造成大量蔓延。
- (3)冬季，東北季風盛行，銀合歡枝葉落盡，無法達到防風效果；枯枝落葉掉落釋放「含羞草毒」於土地中，讓其他樹種難存活，造成澎湖多處銀合歡單一純林。
- (4)銀合歡擴散地盤，鄰近澎湖的鄉間小路，占據路旁，影響駕駛人的視線與動線。
- (5)銀合歡具有超強的「萌蘖」特性，銀合歡植株在砍伐後擁有強勢萌芽更新能力，會在短時間內冒出新枝，增加銀合歡的密集度，讓砍除作業常常是白費時間、人力與物力。



圖 2-1-1 銀合歡萌蘖長出新的枝芽。



圖 2-1-2 銀合歡萌蘖長出茂密的葉子。

七、研究三~土壤的酸鹼值是否影響銀合歡種子的發芽能力

(一)酸鹼值的定義：1920 年間，美國生物化學會訂出以『pH』作為測量酸鹼度的指標。也就是測量溶液中氫離子(酸)的濃度。測量值多在 1 到 14，小於 7 者為酸性，大於 7 者為鹼性。

(二)方法：

1. 取 pH7 和 pH4.01 的校正液，將 pH meter 校正完成。
2. 採集四種不同出處的土壤，分別為澎湖海岸旁的沙與礫石、澎湖沙灘上的沙、澎湖路邊的土壤和市售的培養土。
3. 從這四種土質中取出各 20g 的土壤，放置於器皿中，加入 20ml 的純水。
4. 均勻攪拌這些土壤 15 分鐘，靜置半小時，過濾後，取其液體，測酸鹼值。
5. 分別測出海岸旁的沙與礫石的酸鹼值是 pH9.92、沙灘上的沙的酸鹼值是 pH9.10、路邊的土壤的酸鹼值是 pH8.28、市售的培養土的酸鹼值是 pH5.85。
6. 將銀合歡種子放入水中，淘汰浮在水面上的種子。
7. 取 pH9.92、pH9.10、pH8.28、pH5.85 的土壤各 50g，並放入 10 顆銀合歡的種子種植。
8. 每天紀錄當天溫度、溼度以及在不同酸鹼值土壤中的銀合歡種子發芽數。

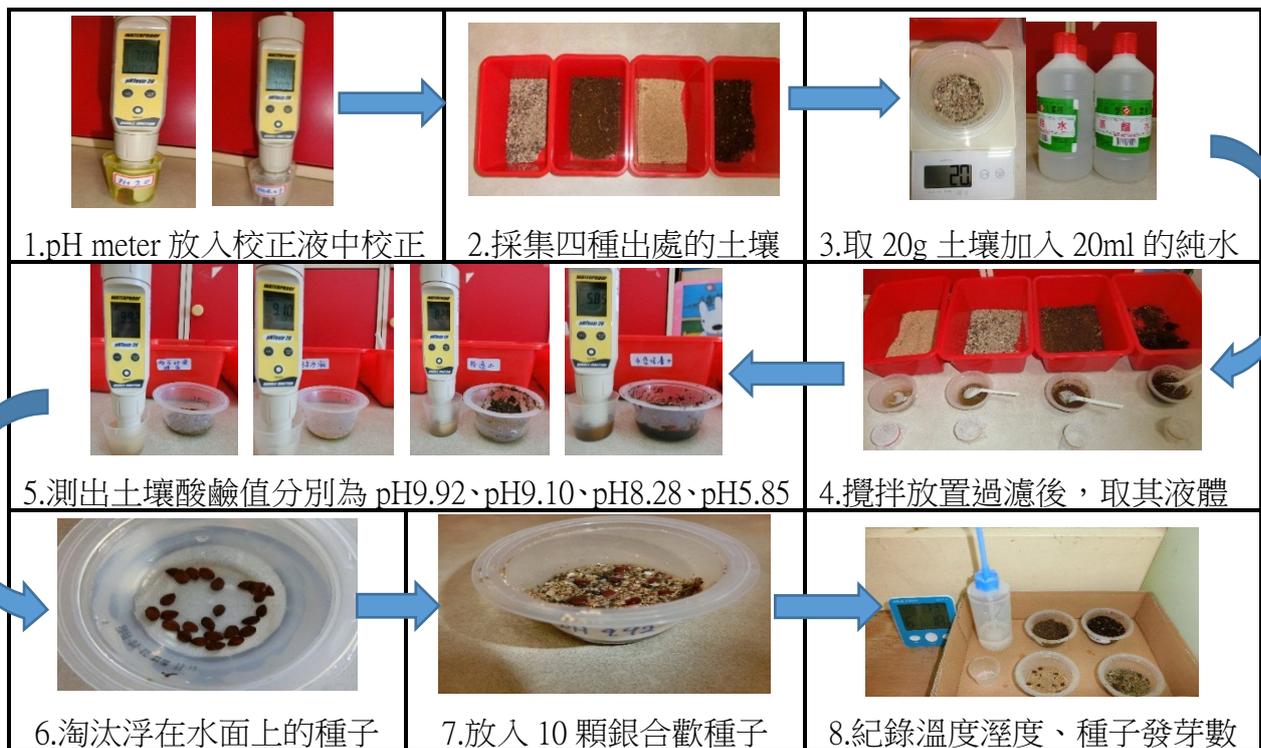


圖 3-2-1 檢測土壤酸鹼值與種植銀合歡種子過程

(三)結果：

- 根據圖 3-3-1 發現種下銀合歡種子第 20 天後，pH5.85 的市售培養土冒出 4 顆芽，都長出雙子葉，其中 1 顆還長出第一回羽片 8 對；pH8.28 的澎湖路邊土壤冒出 1 顆芽，也長出雙子葉；pH9.10 的澎湖沙灘的沙僅冒出 1 顆，白色的胚根伸出種皮；酸鹼值是 pH9.92 的澎湖海岸沙與礫石則是 0 顆種子冒芽。
- 根據表 3-3-1、圖 3-3-2，溫度介於 18°C~25.7°C，溼度介於 55%~65%時，銀合歡種子在 pH5.85 的土壤裡第 5 天~13 天發芽率為 10%，第 14 天~15 天發芽率為 30%，第 16 天~20 天發芽率為 40%；在 pH8.28 的澎湖路邊土壤第 8 天~20 天的發芽率為 10%；在 pH9.10 的澎湖沙灘沙第 18 天~20 天的發芽率為 10%；在 pH9.92 澎湖海岸沙與礫石裡第 20 天發芽率為 0%。



圖 3-3-1 種在不同酸鹼值土壤的銀合歡種子(第 20 天)發芽情形

表 3-3-1 種在不同酸鹼值土壤下的銀合歡種子各天數的發芽率

種下天數	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天	第 11 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天	第 15 天	第 16 天	第 17 天	第 18 天	第 19 天	第 20 天
溫度°C	21.3	19.5	18.0	18.0	19.5	18.1	20.5	20.8	21.0	21.0	23.1	21.1	21.1	21.1	25.7	21.9
溼度%	62	60	63	64	60	64	64	58	57	58	56	64	64	65	55	60
pH5.85 發芽率	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	30%	30%	40%	40%	40%	40%	40%
pH8.28 發芽率	0%	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
pH9.10 發芽率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	10%
pH9.92 發芽率	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

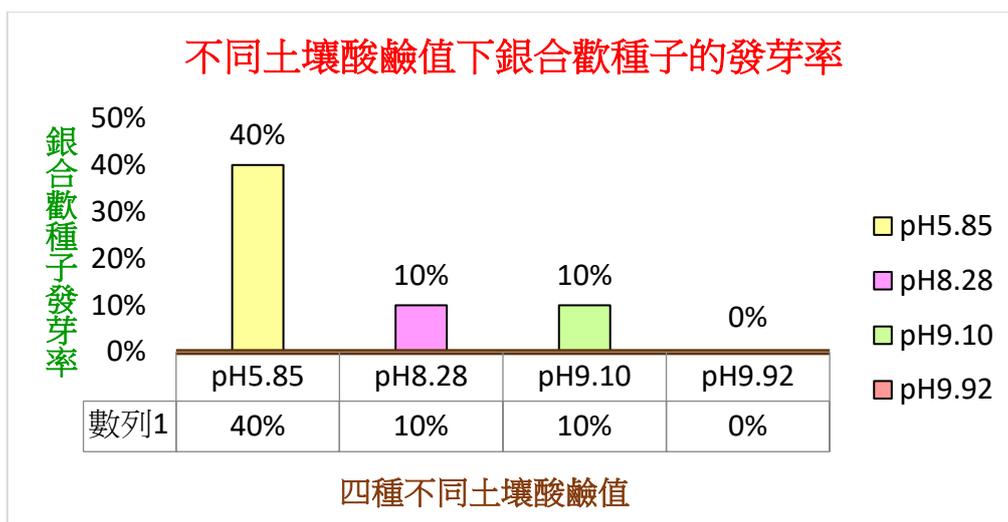


圖 3-3-2 四種土壤酸鹼值下銀合歡種子第 20 天的總發芽率

八、研究四~探討銀合歡種子種在六種植物新鮮葉子(相剋作用)中的萌芽能力

(一)相剋作用定義：又稱植物間化學交感作用。植物向環境釋出代謝物質來抑制自己或其相鄰植物生長。植物相剋化合物的作用途徑包含：淋溶、揮發、植物殘留分解和根泌作用 (引自洪昆原、潘富俊，民 95，64 頁)。其中淋溶作用是以植物活體或枯落物所分泌之化合物經由降雨淋洗而進入土壤，為主要抑制作用。本實驗是以植物的活體，也就是五種生長在銀合歡附近的植物與銀合歡本身的新鮮葉子，用水代替雨，以棉花代替土壤，探究銀合歡種子種在六種植物的新鮮葉子中，哪一種植物的新鮮葉子會對銀合歡產生相剋作用，影響銀合歡種子發芽。

(二)方法：

1. 實地探查找出生長在銀合歡附近的雜草，發現了大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯和鋪地黍五種澎湖常見雜草。
2. 採集大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、鋪地黍和銀合歡的新鮮葉子。
3. 六個器皿先標示好植物名稱，放入棉花後，再放置六種植物的新鮮葉子，將 10 顆銀合歡種子種在新鮮葉子上，並倒入水。
4. 每天觀察種在大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、鋪地黍和銀合歡新鮮葉子上的銀合歡種子發芽數。



(三)結果：

1. 根據圖 4-3-1 發現銀合歡種子種在大花咸豐草的新鮮葉子裡 15 天後，發了 3 顆芽；在槭葉牽牛花和馬纓丹的新鮮葉子裡 15 天後發了 2 顆芽；在鋪地黍和銀合歡的新鮮葉子裡 15 天後發了 1 顆芽，但是鋪地黍裡的銀合歡種子胚根伸出種皮後，雙子葉並未長出；銀合歡種子種在三裂葉薯的新鮮葉子裡是 0 顆。
2. 根據表 4-3-1、圖 4-3-2 發現銀合歡種子種在大花咸豐草的新鮮葉子裡 15 天後萌芽率為 30%；在槭葉牽牛花和馬纓丹的新鮮葉子裡 15 天後萌芽率為 20%；在鋪地黍和銀合歡的新鮮葉子裡 15 天後萌芽率為 10%；在三裂葉薯的新鮮葉子裡 15 天後萌芽率 0%。



圖 4-3-1 銀合歡種子種在六種植物的新鮮葉子裡(第 15 天)的發芽數

表 4-3-1 銀合歡種子種在不同植物的新鮮葉子(相剋作用)裡各天數的發芽率

天數 發芽率	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天	第 11 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天	第 15 天
大花咸豐草葉	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	30%	30%	30%	30%
槭葉牽牛葉	10%	10%	10%	10%	10%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
馬纓丹葉	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	20%	20%	20%	20%	20%
鋪地黍葉	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	10%	10%
銀合歡葉	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
三裂葉薯	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

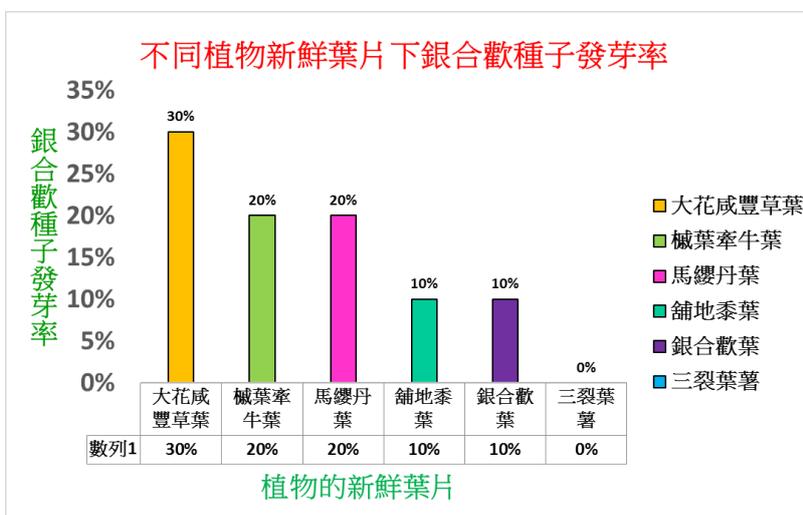


圖 4-3-2 銀合歡種子種在不同植物的新鮮葉子裡的發芽率

九、研究五~探討銀合歡種子在一六種植物枯葉(相剋作用)中的萌芽能力

(一)相剋作用定義：又稱植物間化學交感作用。植物向環境釋出代謝物質來抑制自己或其相鄰植物生長。植物相剋化合物的作用途徑包含：淋溶、揮發、植物殘留分解和根泌作用 (引自洪昆原、潘富俊，民 95，64 頁)。其中淋溶作用是以植物活體或枯落物所分泌之化合物經由降雨淋洗而進入土壤，為主要抑制作用。本實驗是以植物的枯落物，也就是六種植物的枯葉，用水代替雨，以棉花代替土壤，探究銀合歡種子種在六種植物的枯葉裡，哪一種植物的枯葉會對銀合歡產生相剋作用，影響銀合歡種子發芽。

(二)方法：

1. 採集銀合歡、大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯和鋪地黍的葉子，讓葉子自然風乾二個星期。
2. 器皿標示六種植物，放入棉花，再放置這六種植物枯葉，將 10 顆銀合歡種子放在枯葉裡種植，並倒入水。每天觀察種在大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、鋪地黍和銀合歡枯葉裡的銀合歡種子發芽數。

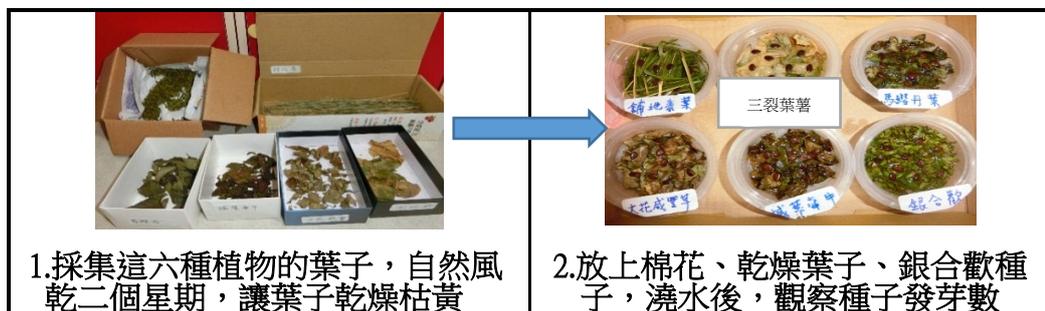


圖 5-2-1 採集葉子等待枯黃與觀察種子發芽過程

(三)結果：

1. 根據圖 5-3-1 發現銀合歡種子種在槭葉牽牛花的枯葉裡 15 天後，發了 2 顆芽；在馬纓丹和銀合歡的枯葉裡 15 天後都發了 1 顆芽；在大花咸豐草、鋪地黍和三裂葉薯的枯葉裡是 0 顆。
2. 根據表 5-3-1、圖 5-3-2 發現銀合歡種子種在槭葉牽牛花的枯葉裡 15 天後萌芽率為 20%；在馬纓丹和銀合歡的枯葉裡 15 天後萌芽率為 10%；在大花咸豐草、鋪地黍和三裂葉薯的枯葉 15 天後萌芽率 0%。
3. 根據圖 5-3-3 發現將銀合歡種子種在槭葉牽牛花和銀合歡的枯葉或是新鮮葉子裡萌芽率是一樣，並無差異；種在大花咸豐草、馬纓丹和鋪地黍的葉子裡，枯葉的萌芽率低於新鮮葉子的萌芽率；種在三裂葉薯的葉子中，不論是新鮮葉子或是枯葉，萌

芽率都是 0%。



圖 5-3-1 銀合歡種子種在六種植物的枯葉裡(第 15 天)的發芽數

表 5-3-1 銀合歡種子種在六種植物的枯葉(相剋作用)裡各天數的發芽率

天數 發芽率	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天	第 8 天	第 9 天	第 10 天	第 11 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天	第 15 天
大花咸豐草葉	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
槭葉牽牛葉	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	20%	20%	20%	20%	20%
馬纓丹葉	0%	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
鋪地黍葉	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
銀合歡葉	0%	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
三裂葉薯	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

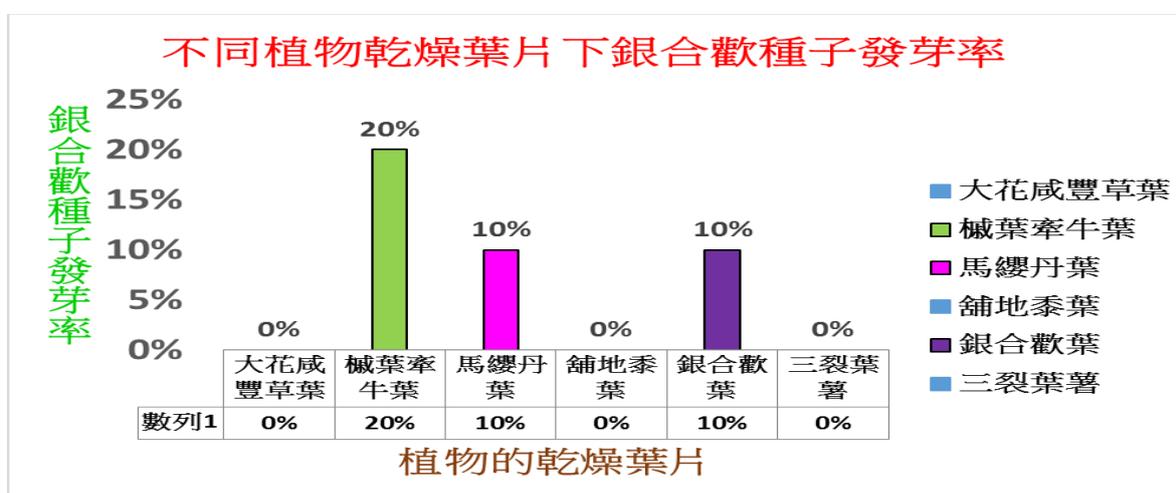


圖 5-3-2 銀合歡種子種在不同植物枯葉裡的發芽率

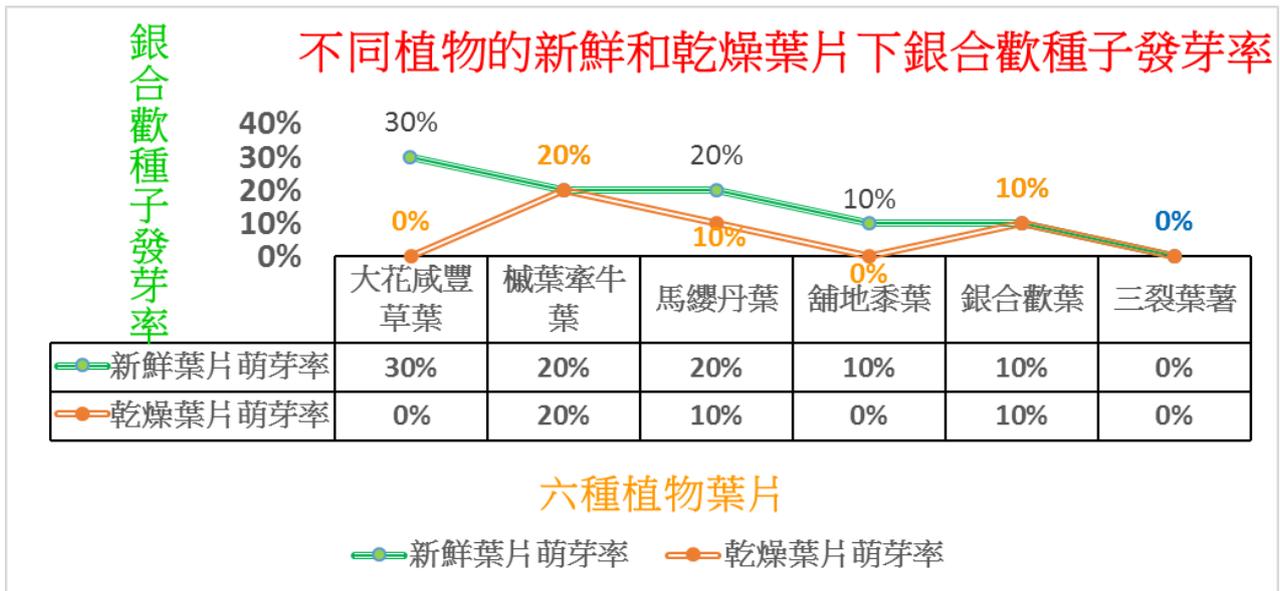


圖 5-3-3 比較銀合歡種子種在六種植物的新鮮葉子和枯葉裡的發芽率

伍、討論

- 一、實地觀察澎湖地區的銀合歡多以**夏威夷型銀合歡**為主，主幹與分枝並沒有明顯的差別，屬**灌木型**銀合歡。能適應澎湖的氣候與環境，澎湖冬季無雨乾旱，東北季風強勁，銀合歡會以落葉方式暫時休眠，減少水分蒸發，延續生命力；同時銀合歡樹上的莢果也會成熟、掉落土壤，等到出現適當的水分與陽光條件就會開始萌芽成長。
- 二、銀合歡屬**含羞亞科**，和含羞草一樣，葉子也會產生**閉合**，我們觀察**觸摸銀合歡的葉子**一段時間後，它會自動閉合；**傍晚日落**時，銀合歡的葉子也會產生閉合。
- 三、觀察銀合歡種子發芽時發現，銀合歡的**胚根從種皮的尖端(頂端)**處伸出，之後長出**雙子葉**，而後再長出**第一回羽片**，發現銀合歡的葉序是很明顯的**對生**，莖的每一節都有二葉，分別著生在莖的相對兩側，之後長出的**第二回小葉**，呈現**二回偶數羽狀複葉**。我們實地踏查，長大成熟後的銀合歡葉子也是以**二回偶數羽狀複葉**排列長出，呈現明顯的**對生**排列方式。但是網路上蒐集的資訊，大多顯示銀合歡葉序是**互生**，與我們實際種植和觀察的結果並不相同。
- 四、將實驗後多餘的銀合歡種子放至於開放式器皿中，發現豆象會過來啃咬，形成圓形的蛀洞。由此可知**豆象是銀合歡的天敵**，啃咬過後的銀合歡種子，也無法發芽。
- 五、銀合歡種子的萌芽期會因為**土壤酸鹼值的不同**，所需萌芽的天數也不同。以 pH5.85 的市售培養土壤為例，最少需要 5 天的萌芽期讓銀合歡種子萌芽；在 pH8.28 的澎湖路邊土壤裡，銀合歡種子最少需要 8 天的萌芽期萌芽；在 pH9.10 的澎湖沙灘沙子上，銀合歡種子最少需要 18 天的萌芽期萌芽；在 pH9.92 澎湖海岸沙子與礫石裡，銀合歡種子超過 20 天仍未萌芽。以銀合歡種子萌芽的速度做比較時，在 pH5.85 的土壤中，銀合歡的種子萌

芽速度快於 pH8.28 的澎湖路邊土；而 pH8.28 的澎湖路邊土裡的銀合歡種子又比在 pH9.10 的澎湖沙灘沙子裡的銀合歡種子早萌芽；所以銀合歡種子在中性偏酸的土壤裡萌芽速度快於鹼性的土壤。

- 六、在 pH5.85 土壤裡的 10 顆銀合歡種子第 20 天的總發芽率是 40%，在 pH8.28 澎湖路邊土壤裡的 10 顆銀合歡種子第 20 天的總發芽率是 10%，在 pH9.10 的澎湖沙灘沙子裡的 10 顆銀合歡種子第 20 天的總發芽率為 10%，在 pH9.92 澎湖海岸沙與礫石裡的 10 顆銀合歡種子第 20 天的總發芽率為 0%。歸納出銀合歡種子在中性偏酸的土壤裡的發芽率優於鹼性的土壤。
- 七、銀合歡種子適應力極強，在 pH5.85~ pH9.10 的土質都能夠生存，即便是含鹽量較高的澎湖沙灘沙子，銀合歡種子仍然可以萌芽，但是所需的萌芽期較久，生長速度也較慢。
- 八、銀合歡種子種在大花咸豐草、槭葉牽牛花、馬纓丹、鋪地黍和銀合歡的新鮮葉子上都會萌芽，只有在三裂葉薯的新鮮葉子上無法萌芽，探究出三裂葉薯的新鮮葉子對銀合歡的種子經由淋溶會產生相剋作用，讓銀合歡的種子無法萌芽。
- 九、銀合歡種子種在槭葉牽牛花和銀合歡的新鮮葉子和枯葉裡都會萌芽，所以槭葉牽牛花對銀合歡種子無相剋作用；銀合歡對自己的種子也無自毒作用。
- 十、銀合歡種子種在大花咸豐草、馬纓丹和鋪地黍的枯葉裡，發芽率低於種在這三種植物的新鮮葉子裡。比較枯葉組和新鮮葉子組，發現枯葉組對銀合歡種子的相剋(淋溶)作用高於新鮮葉子組。
- 十一、銀合歡種子種在三裂葉薯的葉子中，不論是新鮮葉子或是枯葉裡，萌芽率都是 0%，三裂葉薯的葉子對銀合歡種子具有相剋作用。

陸、結論

- 一、澎湖地區的銀合歡多屬夏威夷型銀合歡，是豆科含羞亞科落葉灌木，具閉合作用。根為軸根系；莖為直立莖；葉子對生，二回偶數羽狀複葉；葉子頂生處或基部多具有 1 枚褐色腺體；花屬頭狀花序，白色有淡香；果實為莢果，內含種子，褐色，具光澤。
- 二、銀合歡是外來種，原產於墨西哥和中美洲，荷蘭人引進台灣約有 400 年的歷史；澎湖文字記錄最早種植銀合歡於西元 1908 年，栽植於湖西地區，澎湖引進銀合歡作為牲畜的飼料與薪材，至今最少有百年的歷史。
- 三、銀合歡具強韌生命力，莢果內含許多種子，種子又可休眠等待適當時機萌芽，耐乾、耐旱、耐鹽，能適應澎湖冬季貧瘠的生存環境，等待春季雨後萌芽成長。再加上本身根與葉會分泌「含羞草毒」影響其他植物生存，在澎湖容易看到單一性的銀合歡純林。
- 四、銀合歡的種子喜歡在中性偏酸含沙量低的土壤成長，以萌芽的速度和發芽率作比較，

pH5.85> pH8.28> pH9.10>pH9.92。

- 五、三裂葉薯的新鮮葉子和枯葉都會對銀合歡的種子產生相剋作用，讓銀合歡的種子無法萌芽。
- 六、銀合歡的新鮮葉子和枯葉對自己的種子無相剋作用，無自毒作用。
- 七、大花咸豐草、馬纓丹和鋪地黍的枯葉對銀合歡種子的相剋作用高於新鮮葉子。

柒、建議

- 一、銀合歡種子適應力強，在含鹽量高的澎湖沙灘，仍然可以萌芽，只是所需的萌芽時間較久，生長速度也較慢。若在沙灘處種植，可以產生綠化和防風的功用，防止沙灘沙子流失，減少強風吹襲時，揚起風吹沙的情形。
- 二、目前澎湖地區經濟以觀光收益為大宗，可以運用銀合歡種子、樹枝的特性，創作相關手工藝或藝術品，作為另類資源的進一步利用。
- 三、面對銀合歡單一純林的問題，可以針對銀合歡天敵~豆象，作進一步的觀察與研究，以自然的方式減少銀合歡種子萌芽生長的機會。
- 四、三裂葉薯的葉子會對銀合歡種子產生相剋作用，可進一步對三裂葉薯葉子作萃取，產出自然的除草劑，破壞銀合歡種子的生長。
- 五、澎湖相關單位定期會請人員割除路邊的雜草，路邊的雜草又以鋪地黍、大花咸豐草為大宗，可將其割除後多餘的葉子堆疊於銀合歡下方，讓其枯葉經由淋溶對銀合歡種子產生相剋作用，抑制銀合歡種子不斷萌芽生長。

捌、參考文獻

一、中文部分

- 王巧萍、吳立心、蘇德忠（2007）。〈銀合歡物候與食種子昆蟲族群的動態〉。林業研究專訊14 (5)，30-33。
- 洪昆原、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〉。臺灣林業，32(3)，64-67。
- 陳以倫、甯其詒(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屆中小學科展覽會國中生活與應用科學。
- 陳碧蓮、鄭謙遜（2015）。《澎湖校園野生植物導覽圖鑑》。澎湖：澎湖縣七美國小。
- 魯丁慧（2011）。《臺灣生態潛在威脅外來植物大點名1》。臺北：行政院農業委員會林務局。
- 蕭志榮、林長興（1998）。《澎湖的鄉土植物》。澎湖：澎湖縣政府。

蘇錦松 (2006)。《綠滿鄉野---農村社區常見植物解說手冊》。南投：行政院農業委員會特有生物研究保育中心。

二、網路資源

(一)中文部分

林雅凡、李俊毅 (2009)。〈 pH值(pH Value)的意義及發展歷史 〉。科學Online高瞻自然科學教學資源平台。 <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=3196>

林寶安(2018)。〈巧婦難為無「柴」之炊—澎湖×銀合歡1〉。澎湖故事島。

<https://poanblog.wordpress.com/>

莊溪 (2001)。《認識植物》。 <http://kplant.biodiv.tw/index.htm>

許玉河(2019)。〈曾幾何時銀合歡〉。澎湖縣湖西鄉隘門國民小學。

http://www.amps.phc.edu.tw/main/modules/tad_book3/page.php?tbsn=9&tbsn=257

潘富俊(2008)。〈臺灣外來植物引進史〉。環境資訊中心。 <https://e-info.org.tw/node/39871>

(二)英文部分

Center for Aquatic and Invasive Plants (2021)。 *Leucaena leucocephala* / *Lead tree*。 University of Florida / IFAS。 <https://plants.ifas.ufl.edu/plant-directory/leucaena-leucocephala/#>

【評語】 080301

1. 此作品主要探討兩個方向：土壤酸鹼值對於銀合歡種子發芽的影響及抑制銀合歡種子發芽的可能植物。研究方向明確，觀察用心，值得鼓勵。
2. 土壤酸鹼值的實驗採用了四種土壤，量測其酸鹼值得到此四種土壤各具有不同的酸鹼度，但並未把變因完全控制在酸鹼值上，土壤成分也不同，亦可能影響研究結果。
3. 建議土壤和水的比例要注意，測驗種子樣本數不足，要多增加組數提高準確率。另建議針對相剋作用結果實際應用於野外生長植物影響如何萌發，可聚焦探索。
4. 研究所得的結論為三裂葉屬的葉子對銀合歡種子具有抑制發芽作用，應該繼續探討是否是該植物造成土壤酸鹼度改變而導致抑制發芽的現象，如此研究作品才接近完整。

作品簡報

國小組 生物科

銀合歡的**愛**與**愁**

澎湖區域生態觀察篇

摘要

- 澎湖地區的銀合歡多屬**夏威夷型**銀合歡，是**豆科含羞亞科**落葉灌木。
- 銀合歡的種子喜歡在**中性偏酸****含沙量低**的土壤生長。
- **三裂葉薯**的**葉子**對銀合歡種子有**相剋作用**。

研究目的

- 銀合歡**外觀觀察**研究(根、莖、葉、花、果實的樣貌)。
- **土壤的酸鹼值**是否影響銀合歡種子的發芽能力，何種pH值的土壤最適合銀合歡種子生長。
- 研究澎湖常見六種植物(大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、鋪地黍和銀合歡)，它們的**新鮮葉子**和**乾燥葉片**對銀合歡種子的發芽影響，探討它們之間的**相剋作用**。

研究 方法

• 銀合歡外觀觀察研究

實地到野地踏查觀察銀合歡

觀察銀合歡的根、莖、葉、花、果實形狀，並拍照

針對銀合歡做部分採集與文字觀察記錄

• 土壤的酸鹼值是否影響銀合歡種子的發芽能力

採集4種出處的土壤

用Ph meter測出4種土壤的酸鹼值分別為pH9.92、pH9.10、pH8.28、pH5.85

在4種土壤中種植銀合歡種子，觀察發芽情形。

• 銀合歡種子在六種植物新鮮葉片和乾燥葉片(相剋作用)中的萌芽能力

找出生長在銀合歡附近的5種澎湖常見雜草

採集銀合歡、大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、三裂葉薯、和鋪地黍的葉子，分為新鮮葉片組和乾燥葉片組

將銀合歡種子種在這6種植物的新鮮葉片與乾燥葉片裡，觀察銀合歡種子發芽情形。

研究結果一-1~銀合歡外觀記錄

- 主根明顯，有側根，**軸根系**。
- **莖直立莖**，樹皮**灰褐色**，灌木。



- 葉子表面翠綠色，葉序**對生**，**二回偶數羽狀複葉**；小葉**長橢圓形**；葉緣**全緣**，**質理紙質**；葉面**平滑**；葉脈**網狀脈**。第一對羽片基部常有**腺體1枚**，葉子具**閉合作用**。



研究結果一-2~銀合歡外觀記錄

- 花聚生為**頭狀花序**，白色具長梗。
- 種子**狹卵形**，**褐色**，有光澤。



- 果實為**莢果**，**帶狀**，**直而扁平**，未成熟時莢果呈現綠色，成熟後呈現褐色，內含種子。由背、腹面同時裂開，並向上捲，以捲曲的**彈力**將種子散向四方。



研究結果二~種子喜歡中性偏酸含沙量低的土壤

- 銀合歡的種子喜歡在**中性偏酸含沙量低**的土壤成長，以萌芽的情形、速度、發芽率作比較， $pH5.85 > pH8.28 > pH9.10 > pH9.92$ 。



圖1 不同酸鹼值土壤裡的銀合歡種子(第20天)發芽情形

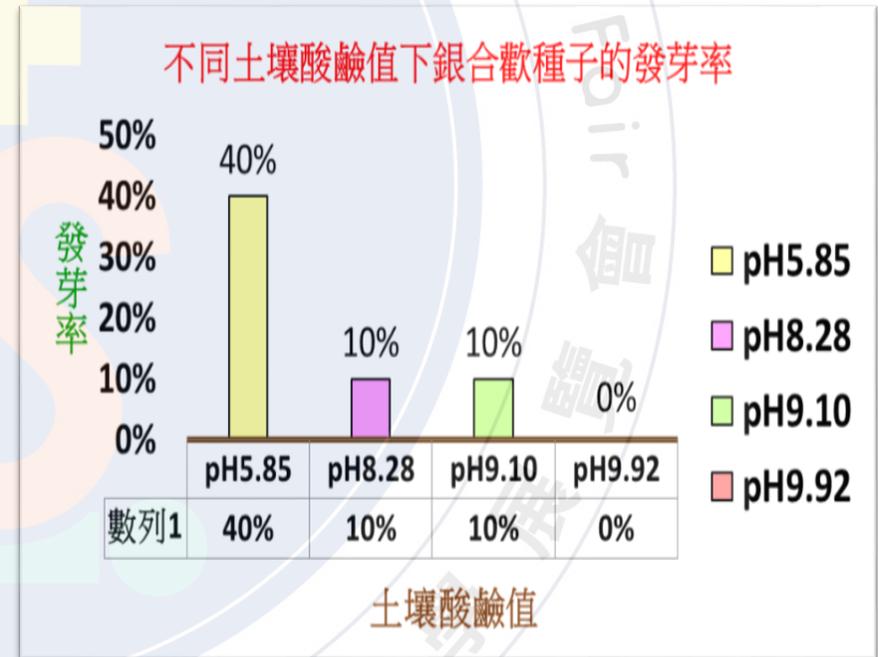


圖2 四種土壤酸鹼值下銀合歡種子第20天的總發芽率

研究結果三-1~三裂葉薯的葉子對銀合歡種子具相剋作用

- 銀合歡的種子種在大花咸豐草、槭葉牽牛、馬纓丹、鋪地黍和銀合歡的新鮮葉片裡都會發芽；在**三裂葉薯**的新鮮葉片裡不會發芽。
- 銀合歡的種子種在槭葉牽牛、馬纓丹和銀合歡的乾燥葉片裡會發芽；在**大花咸豐草**、**鋪地黍**和**三裂葉薯**的乾燥葉片裡不會發芽。
- **三裂葉薯**的葉子對銀合歡種子具**相剋作用**。

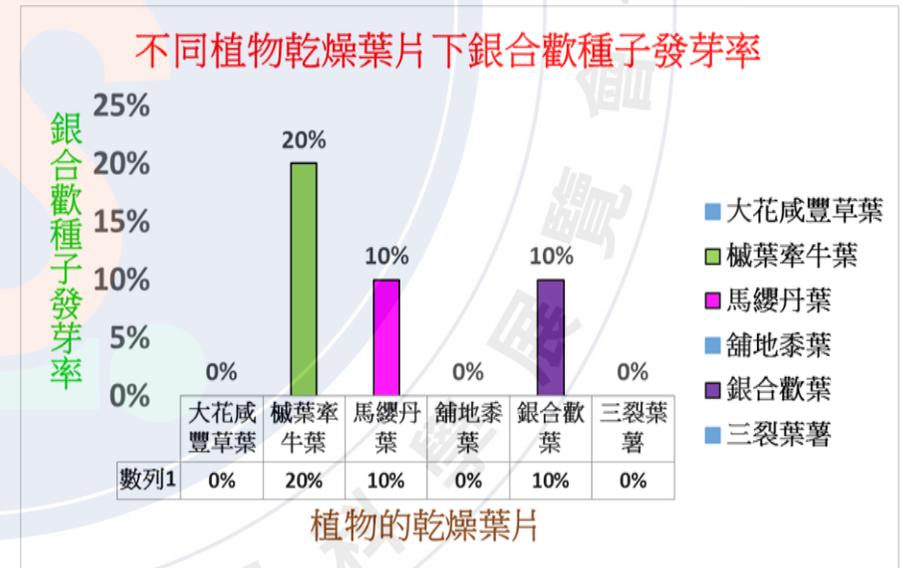
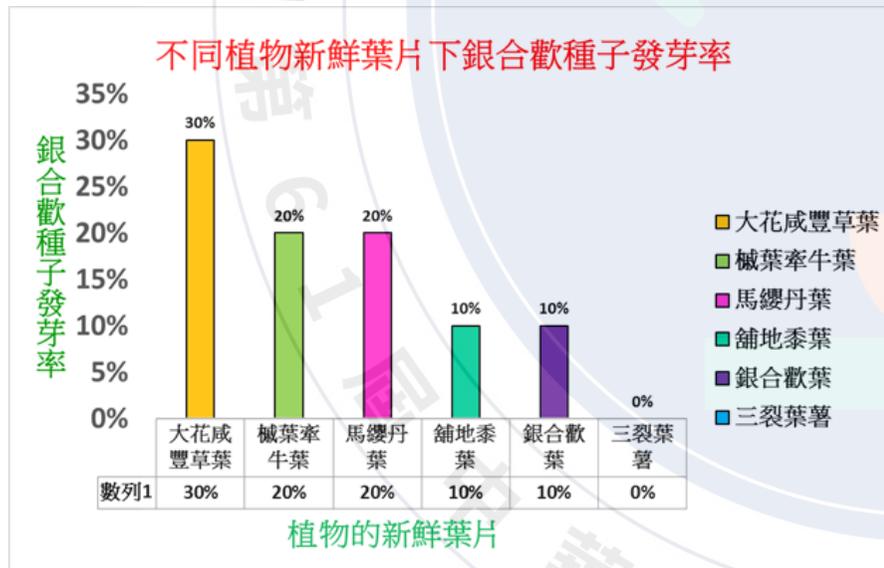


圖3 種子在六種植物的新鮮葉片裡(第15天)的總發芽率

圖4 種子在六種植物的乾燥葉片裡(第15天)的總發芽率

研究結果三-2~大花咸豐草、馬纓丹和鋪地黍的乾燥葉片組對銀合歡種子的相剋作用高於新鮮葉片組

- 銀合歡種子種在大花咸豐草、馬纓丹和鋪地黍的乾燥葉片組發芽率低於新鮮葉片組，顯示這三种植物的**乾燥葉片組**對銀合歡種子的相剋作用**高於新鮮葉片組**。

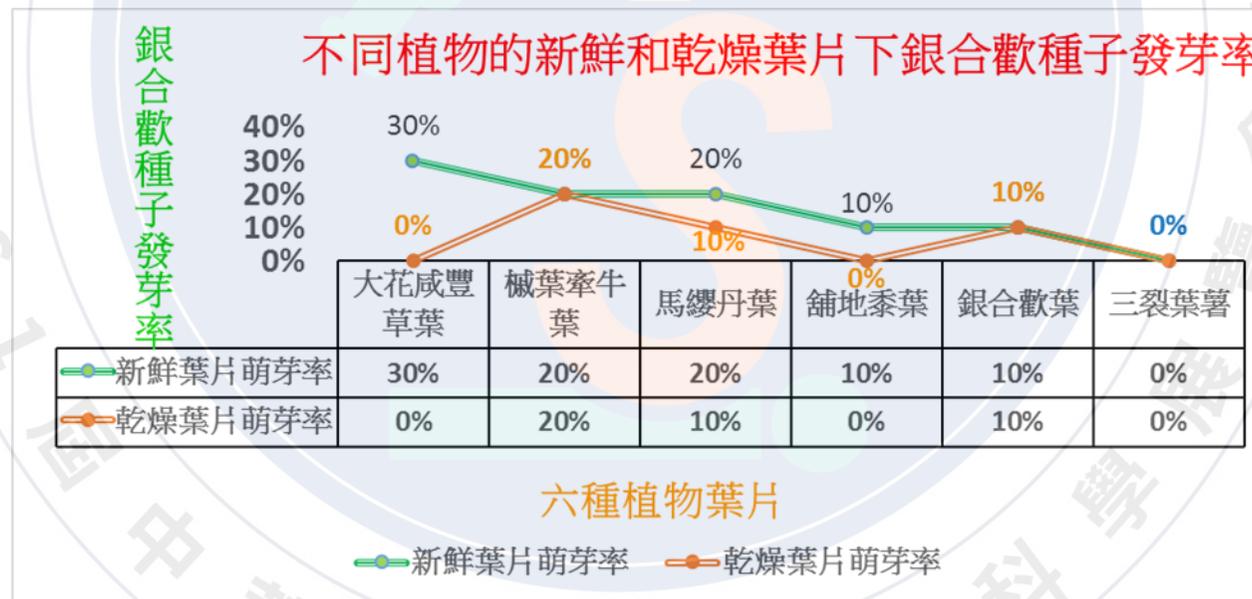


圖5 比較銀合歡種子種在六種植物的新鮮葉片和枯葉裡的發芽率

結論-1 銀合歡外觀觀察部分

- 澎湖地區的銀合歡多以夏威夷型銀合歡為主，主幹與分枝並沒有明顯的差別，屬灌木型銀合歡。
- 銀合歡屬含羞亞科，葉子會閉合，觸摸銀合歡的葉子一段時間，它會自動閉合；傍晚日落時，銀合歡的葉子也會產生閉合。
- 銀合歡的胚根從種皮的尖端(頂端)處伸出，之後長出雙子葉，再長出第一回羽片，發現銀合歡的葉序是對生，但是書面與網路資料，大多顯示銀合歡葉序是互生，與我們實際種植和觀察的結果並不相同。



結論-2 銀合歡種子實驗部分

- 銀合歡種子在**中性偏酸**的土壤裡的發芽情形、萌芽速度與總發芽率高於**鹼性**的土壤。
- 銀合歡種子適應力極強，在pH5.85~pH9.10的土質都能夠生存，即便是含鹽量較高的**澎湖沙灘沙子**，種子仍可以萌芽，但**萌芽期較久**，**生長速度也較慢**。
- 銀合歡葉子對自己的種子**無自毒作用**。
- **三裂葉薯**的葉子對銀合歡種子具有**相剋作用**。
- **大花咸豐草**、**馬纓丹**和**鋪地黍**的**乾燥葉片組**對銀合歡種子的相剋作用**高於新鮮葉片組**。

建議

- 銀合歡種子適應力強，在含鹽量高的澎湖沙灘，仍然可以萌芽，只是所需的萌芽時間較久，生長速度也較慢。若在沙灘處種植，可以產生綠化和防風的功用，防止沙灘沙子流失，減少冬季強風吹襲，揚起風吹沙的情形。
- 三裂葉薯的葉子會對銀合歡種子產生相剋作用，可進一步對三裂葉薯葉子作萃取，產出自然的除草劑，破壞銀合歡種子的生長。
- 澎湖相關單位定期會請人員割除路邊的雜草，路邊的雜草又以鋪地黍、大花咸豐草為大宗，可將其割除後多餘的葉子堆疊於銀合歡下方，讓其自然風乾的葉子(乾燥葉片)經由淋溶作用對銀合歡種子產生相剋作用，抑制銀合歡種子不斷萌芽生長。

參 考 文 獻

一、中文部分

- 洪昆原、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〉。臺灣林葉，32(3)，64-67。
- 陳碧蓮、鄭謙遜（2015）。《澎湖校園野生植物導覽圖鑑》。澎湖：澎湖縣七美國小。
- 蕭志榮、林長興（1998）。《澎湖的鄉土植物》。澎湖：澎湖縣政府。

二、網路資源

- 潘富俊(2008)。〈臺灣外來植物引進史〉。環境資訊中心。
<https://e-info.org.tw/node/39871>
- Center for Aquatic and Invasive Plants (2021)。Leucaena leucocephala / Lead tree。University of Florida / IFAS。
<https://plants.ifas.ufl.edu/plant-directory/leucaena-leucocephala/#>