

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 tfbc-1080514

「銀合歡植株利用於抑制雜草生長評估之研究」

Study on Evaluation of *Leucaena leucocephala* to Inhibit Weed Growth

成果報告



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：社團法人台灣生態材料產業發展協會

中 華 民 國 1 0 9 年 1 0 月 2 5 日

目錄

圖目錄.....	III
表目錄.....	V
一、計畫序號、名稱及經費.....	VI
二、計畫執行機關及執行人.....	VI
三、計畫主辦人.....	VI
四、計畫聯絡人.....	VI
五、執行期限.....	VI
六、期中審查委員意見回覆對照表.....	VII
七、期末審查委員意見回覆對照表.....	XI
八、計畫內容.....	1
(一) 計畫中英文摘要.....	1
(二) 擬解決問題.....	2
(三) 計畫目標.....	8
(四) 執行程序.....	9
(五) 重要工作項目.....	18
(六) 預定進度.....	19
(七) 重要工作評估指標說明.....	20
(八) 執行結果與討論.....	21
1. 銀合歡採集.....	21
2. 銀合歡炭化.....	22
3. 銀合歡水溶性萃取物剋他效應測試.....	24
3-1. 發芽率抑制試驗.....	24
3-1-1. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液.....	24
3-1-2. 銀合歡種子萃取液.....	25
3-2. 蔬菜幼苗(胚根與胚軸)生長抑制試驗.....	28
3-2-1. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液抑制胚根伸長試驗.....	28
3-2-2. 銀合歡嫩葉萃取液抑制下胚軸伸長試驗.....	28
3-2-3. 銀合歡種子萃取液抑制胚根伸長試驗.....	31
3-2-4. 銀合歡種子萃取液抑制下胚軸伸長試驗.....	31
3-3. 小結.....	34
4. 造林樹種幼苗培育與試驗.....	35
5. 雜草抑制生長試驗.....	37
5-1. 耕地第一梯次雜草生長抑制試驗.....	37
5-1-1. 耕地第一梯次草相調查.....	37
5-1-2. 銀合歡水溶性萃取物作為耕地萌後型除草劑第一梯次試驗.....	42

5-2. 耕地第二梯次雜草生長抑制試驗	48
5-2-1. 耕地第二梯次草相調查	48
5-2-2. 銀合歡水溶性萃取物作為耕地萌後型除草劑第二梯次試驗	53
5-3. 耕地第三梯次雜草生長抑制試驗	59
5-3-1. 耕地第三梯次草相調查	59
5-3-2. 銀合歡水溶性萃取物作為萌後型除草劑第三梯次試驗	63
5-4. 銀合歡萃取液抑制非耕地萌後雜草試驗	69
5-5. 銀合歡粉碎物作為非耕地萌後抑制雜草試驗	71
6. 銀合歡剋他資材開發標準作業程序流程	74
(九) 結論	76
參考文獻	78
九、附件	81

圖目錄

圖 1. 含羞草鹼化學結構.....	4
圖 2. 含羞草鹼物質安全資料表部分截錄.....	5
圖 3. 銀合歡嫩葉與種子採集.....	9
圖 4. 銀合歡嫩葉(左)與種子(右)	9
圖 5. 銀合歡樣品萃取與過濾.....	10
圖 6. 銀合歡枝條採集與粉碎.....	11
圖 7. 銀合歡枝條萃取.....	11
圖 8. 銀合歡抑制樹苗植株生長配方配製.....	11
圖 9. 含羞草鹼(<i>mimosine</i>)標準品.....	12
圖 10. 含羞草鹼濃度檢量線.....	12
圖 11. 銀合歡枝幹採集運送.....	13
圖 12. 銀合歡枝幹秤重入窯炭化.....	13
圖 13. 銀合歡採集地點-恆春生態休閒農場合作	21
圖 14. 銀合歡嫩葉和種子萃取液之 LC-MS 層析圖	22
圖 15. 銀合歡炭化紀錄.....	23
圖 16. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制蔬菜種子發芽率試驗(第三天)	26
圖 17. 銀合歡種子萃取液之抑制蔬菜種子發芽率試驗(第三天).....	27
圖 18. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制胚根伸長試驗(第三天)	29
圖 19. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制下胚軸伸長試驗(第三天)	30
圖 20. 銀合歡種子萃取液之抑制胚根伸長試驗(第三天).....	32
圖 21. 銀合歡種子萃取液之抑制下胚軸伸長試驗(第三天).....	33
圖 22. 樹苗栽培介質混合.....	35
圖 23. 樹苗移植至 8 英吋美植袋.....	36
圖 24. 觀察 14 天樹苗生長狀況.....	36
圖 25. 觀察第 30 天相思樹(左)和光蠟樹(右)生長狀況	36
圖 26. 耕地第一梯次草相調查.....	41
圖 27. 耕地第一梯次不同萃取液稀釋倍數對於雜草覆蓋率變化(2 週)，(a)嫩葉 (芽)萃取液，(b)種子萃取液.....	43
圖 28. 耕地第一梯次不同嫩葉(芽)萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草	45
圖 29. 耕地第一梯次不同種子萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)， (a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草	46
圖 30. 耕地第一梯次不同萃取液稀釋倍數對雜草傷害指數，(a)嫩葉(芽)萃取液， (b)種子萃取液	47
圖 31. 耕地第二梯次草相調查.....	52

圖 32. 耕地第二梯次不同萃取液稀釋倍數對於雜草覆蓋率變化(2 週)，(a)嫩葉萃取液，(b)種子萃取液	54
圖 33. 耕地第二梯次不同嫩葉萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草	56
圖 34. 耕地第二梯次不同種子萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草	57
圖 35. 耕地第二梯次不同萃取液稀釋倍數對雜草傷害指數，(a)嫩葉(芽)萃取液，(b)種子萃取液	58
圖 36. 耕地第三梯次草相調查	62
圖 37. 耕地第三梯次不同萃取液稀釋倍數對於雜草覆蓋率變化(2 週)，(a)嫩葉萃取液，(b)種子萃取液	64
圖 38. 耕地第三梯次不同嫩葉(芽)萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草	66
圖 39. 耕地第三梯次種子萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草	67
圖 40. 耕地第三梯次不同萃取液稀釋倍數對雜草傷害指數，(a)嫩葉(芽)萃取液，(b)種子萃取液	68
圖 41. 抑制非耕地雜草萌後試驗之前置刈草作業	69
圖 42. 抑制非耕地雜草萌後試驗(A:空白組，銀合歡枝條萃取液含不同濃度木醋酸液，B:0.1%，C:1%，D:10%。)	70
圖 43. 抑制非耕地雜草萌後試驗一週 (A:空白組，銀合歡枝條萃取液含不同濃度銀合歡木醋酸液，B:0.1%，C:1%，D:10%。)	70
圖 44. 銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長試驗	72
圖 45. 觀察 1 周後，銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長狀況(上:對照組，下左:4 公分，下右:8 公分)。	72
圖 46. 觀察 4 周後，銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長狀況(左:4 公分，右:8 公分)。	73
圖 47. 銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長狀況統計分析	73
圖 48. 銀合歡植物源除草劑開發程序標準化	75

表目錄

表 1. 銀合歡嫩葉和種子萃取液之含羞草鹼濃度(ppm).....	22
表 2. 銀合歡嫩葉萃取液之抑制蔬菜種子發芽率 dose-response analysis(第三天)	26
表 3. 銀合歡種子萃取液之抑制蔬菜種子發芽率 dose-response analysis(第三天)	27
表 4. 銀合歡嫩葉萃取液之抑制胚根伸長 dose-response analysis(第三天).....	29
表 5. 銀合歡嫩葉萃取液之抑制下胚軸伸長 dose-response analysis(第三天).....	30
表 6. 銀合歡種子萃取液之抑制胚根伸長 dose-response analysis(第三天).....	32
表 7. 銀合歡種子萃取液之抑制下胚軸伸長 dose-response analysis(第三天).....	33
表 8. 抑制試驗 EC ₅₀ 比較	34
表 9. 相思樹樹苗傷害指數.....	37
表 10. 光蠟樹樹苗傷害指數.....	37

行政院農業委員會林務局

108 年度單一委辦計畫

一、計畫序號、名稱及經費

(一)採購編號：tfbc-1080514

(二)計畫名稱：

銀合歡植株利用於抑制雜草生長評估之研究

Study on Evaluation of *Leucaena leucocephala* to Inhibit Weed Growth

(三)計畫經費：920 仟元

二、計畫執行機關及執行人

(一) 計畫執行機關：社團法人台灣生態材料產業發展協會

(二) 計畫執行人及職稱：顏仁德 理事長

(三) 電話：06-6939839

三、計畫主辦人

機關名稱：社團法人台灣生態材料產業發展協會

姓名：張景輝 職稱：秘書長/研究員 電話：06-6939120

傳真：06-6939055 電子信箱：chinghui@itri.org.tw

四、計畫聯絡人

機關名稱：社團法人台灣生態材料產業發展協會

姓名：黃盈賓 職稱：理事/資深研究員 電話：06-6939333

傳真：06-6939055 電子信箱：YPHuan@itri.org.tw

五、執行期限

(一)全程計畫：自決標次日(108 年 11 月 01 日)起至 109 年 10 月 31 日止

(二)本年度計畫：自決標次日(108 年 11 月 01 日)起至 109 年 10 月 31 日止

六、期中審查委員意見回覆對照表

項次	審查意見	委員意見回覆	對照頁碼
一、謝委員奉家			
1.	在 2006 年已有含羞草鹼的國外研究報告，至今已超過 14 年，建議補充國內外為何尚未有含羞草鹼的相關除草劑產品。例如安定性與稀釋倍數是否符合商品化的一般接受度。	含 羞 草 鹼 之 溶 點 為 228°C，其餘資料目前並無產出，且現階段皆停留在研究階段，市面上並無相關商品，可能是因為含羞草鹼容易受到環境因素影響其濃度，導致效果不彰。	
2.	建議將含羞草鹼的物質安全表(MSDS)放在報告的附錄供參考。	已補充於計畫書附件	81
3.	炭化的評估指標為 200 公斤以上，請補充說明目前每批次炭化公斤數。	已補充於計畫書，每批次入窯總量為 2,500 公斤	22
4.	炭化的生物炭可作為栽培材料，不是本計畫的主要目的，至於木醋液是否可測試用其他市售木醋液替代。	本計畫進行炭化程序，主要是欲獲得生物炭和醋液，一方面可做為農業資材，另一方面可作為除草劑配方(低濃度可作為穩定製劑，高濃度可抑制雜草生長)，達到多元銀合歡應用。	
5.	未來商品可有 2 項選擇，分別為「免登記植物保護資材」與「生物農藥」，建議可補充未來的構想，是否要商品化與商品定位。	本計畫所開發銀合歡水萃物複方，以免登記植物保護資材為首要考量，得以縮短申請上市時程。	
二、王委員慶裕			
1.	報告內容有誤植部分請修正。	感謝委員肯定。	
2.	計畫內為何要做炭化部分，目的性可否再說明。若炭化後是要當作栽培介質，因形成多孔性有較強吸附，可思考看看是否會影響有效成份。	感謝委員建議，銀合歡炭材可作為樹苗栽培介質，促進生長。	
3.	剋他物質基本上是要在高濃度下才有一定成效，雖然試驗中採水萃方式取	感謝委員建議，從實驗果以萃取液噴灑，易受環境	69

	得，但要思考將來以噴灑方式開發之劑型如何能進入葉部，如葉面有角質層會阻擾葉肉細胞直接吸收，又若將來是開發的劑型是水溶性噴在根部，則要考慮是否受天候下雨影響流失，實際留存土壤時間可能不長，濃度亦會被稀釋，效果可能無法達到預期；考慮上述問題，是否考慮可採將銀合歡磨成粉末，直接測試利用，也可達較長釋放時間。	因素影響；考量操作便利性，同時進行銀合歡粉碎，直接鋪蓋於實場，明顯抑制雜草生長，建議未來可以將伐除的銀合歡直接進行粉碎，鋪蓋於人造林土壤表面，減少刈草頻率，降低林地維護人工成本。	
4.	剋他物質二次代謝物影響植物生長並無選擇性，草本及木本都會受影響，但或許不同物種間其敏感性會有不同，所以此部分需再作測試確認。	感謝委員建議，本計畫針對陽性樹種測試，結果表示樹苗無明顯損傷。	35
三、林委員曉洪			
1.	第 7-8 頁「參考文獻」建議移到第 34 頁的 3-3 小結後。	感謝委員建議，已經修正。	78
2.	文中用詞宜統一：如剋他有效物質、排他性有效成分。	感謝委員建議，已經修正，統一用詞-剋他有效物質。	
3.	第 11 頁：銀合歡炭化作業：採傳統土窯或機械窯。視列圖 7-8 應為土窯，建議機械窯可刪除。	感謝委員建議，已經修正，刪除機械窯。	
4.	第 31 頁：第 5 行、、、、(圖 24 銀合歡抑制生長配方配)此段文字與前文無關，建議刪除。	感謝委員建議，已經修正。	
5.	第 34 頁：銀合歡抑制生長配方配製：建議改為銀合歡抑制樹苗植株生長配方配製。	感謝委員建議，已經修正。	4
6.	文中有關圖與表應於文章中說明之，引用文獻『翁志弘，2016)』，於參考文獻中漏列；其它有些錯字及錯誤之處建請斟酌修正。	感謝委員建議，已經修正。	78
7.	第 8 頁：依文獻資料(Xuan et al,2006)含羞草鹼多分布於嫩芽和嫩葉，而第 4 頁所引述該文獻顯示，銀合歡幼葉和成熟種子之含羞草鹼含量最大，請確認。	感謝委員建議，確認文獻資料(Xuan et al,2006)，銀合歡之嫩葉(芽)和成熟種子之含羞草鹼含量最大。	

8.	建議 ED50 或 EC50 註明中文名稱及計算公式，後續似乎均採用 EC50 評估，建議擇一表示即可。	感謝委員建議，以統一使用 EC ₅₀ (concentration for 50% of maximal effect，引起 50%最大效應的濃度)	14/15
9.	雖然第 14 頁有說明耕地有架設遮雨設施，但未來除非是設施栽培地外，其它裸耕地栽培，下雨會不會影響施用劑量及濃度？畢竟其為水溶性。又其時效性如何？	感謝委員建議，實際使用時會受到天候影響，本計畫結果，改以銀合歡粉碎物作為抑制雜草之配方。	71
10.	對於造林樹種兩種幼苗材料之樹苗生長影響(株高、新生幼苗數、新生枝條長度、葉片葉綠素變化、藥害反應及傷害指數)，請問以一個月時間觀察與量測會不會太短？	感謝委員建議，本計畫連續觀察樹苗為其 3 個月，以傷害指數作為判斷標準。	37
11.	建議補列樹苗相關測定項目之方法。	感謝委員建議，已經修正。	16
12.	種子及嫩葉含羞草素含量分別為 6.0% 及 5.4%，如何算出？有無重複試驗？標準偏差建議列出。	含羞草鹼先建立濃度檢量線，以內插法計算分析樣品濃度。	12
13.	建議本文內容撰寫格式，希望以一般論文寫作規範處理。	感謝委員建議，已經修正。	
14.	第 19 頁：表 1 中試驗重複數幾個？建議列出標準偏差。再統計分析有無差異性。炭化後所得炭及木醋液收率為何？建議以收率表示之。	感謝委員建議，銀合歡炭收率為 16%，醋液收率為 10%。	22
15.	銀合歡枝幹炭化，含水率？炭材如何利用？	銀合歡含水率約 20-30%，其炭材可作為樹苗栽培介質，促進生長。	22
16.	有關胚根及胚軸的抑制試驗，如抑制伸長率，建議列出試驗方法。	感謝委員建議，相關試驗方法於執行方法詳述。	15
17.	有關計畫期中查核點，建立剋他物質萃取及炭化標準化程序部分草案內容為何？應於報告中再說明清楚。	感謝委員建議，已經修正。	13， 74
18.	第 32 頁：第 5 行：.....和小花蔓澤蘭炭材，....。此處何以不用本研究所研製之銀合歡炭材試驗？	感謝委員建議，因實驗時程問題，後續考慮採用銀合歡炭材。	
19.	建議可使用銀合歡材料製作粉粒狀，	感謝委員建議，本計畫結	

	作為栽培介質，以維持其長效性。	果得知，採用銀合歡枝條粉碎物，對於雜草抑制生長效果較為明顯。	
四、邱主任秘書立文			
1.	委員有提到銀合歡植株內有 10 種剋他物質，請說明一下為何獨選含羞草鹼為萃取研究對象。	感謝委員建議，依據文獻資料，銀合歡含有 10 種剋他物質，以含羞草鹼為主要成分 (Silvane 等人，2001)。	
2.	不同季節採集之銀合歡樣體含羞草鹼含量，是否有納入試驗分析。	銀合歡以嫩葉和種子之含羞草鹼濃度較高，因此於春天較易採集。	
五、造林生產組			
1.	對於計畫內剋他物質或炭化程序部分，請增加成本分析，便於比較刈草成本，以評估可行性。	感謝委員建議，已經補充說明。	74
2.	報告內文字誤植及名詞統一部分請一併調整修正。	感謝委員建議，已經修正。	
3.	計畫開發萃取銀合歡剋他物質或炭化過程之標準程序，希望未來委託團隊能就此部分在報告中有清楚明確的說明及建議，以便運用於現場造林工作，達到減少每年刈草次數及降低造林成本的目標。	感謝委員建議	74

七、期末審查委員意見回覆對照表

項次	審查意見	委員意見回覆	對照頁碼
一、王委員慶裕			
1.	本研究計畫期末報告(以下簡稱報告書) 大體上利用銀合歡資材進行雜草管理工作，顯現來自嫩葉或種子之水萃物，對於較敏感之生物檢定材料，如五種蔬菜種子發芽及幼苗生長有抑制效果，但利用此萃取液直接噴施於雜草植株，則未能發揮抑制效果，顯然，施用之剋他成分濃度尚不足以抑制雜草生長。	感謝委員意見，考量濃度問題，於非耕地噴灑銀合歡枝條萃取液的量，提升至1000ml/2.25m ² ，第一週不同試劑噴灑之雜草覆蓋率，明顯下降，未來可增加萃取液使用量，增加雜草生長抑制效果。	69
2.	以銀合歡資材之粉碎物作為數蓋(mulch)資材，採用 8 公分數蓋厚度，卻可延緩雜草之生長，減少除草頻度，但此效果推測應是物理性、非化學性效應，因資材中包含有大部分非嫩葉及種子部位，粉碎物中含羞草酸含量更低於嫩葉與種子部位，故推測數蓋方式中剋他成分是否發揮作用值得考慮。	依據文獻(Hong 等，2004)得知將銀合歡粉碎物施用於田間混和，可以降低 70% 雜草覆蓋率，因此本計畫以銀河枝條(幹)粉碎物鋪蓋於非耕地，推測因其剋他有效成分導致雜草覆蓋率降低。	4
3.	因水萃液直接針對雜草全株噴施方式，不見效果，其所接受之最大劑量亦無法抑制雜草植株生長，故不推薦水萃液之應用。	感謝委員建議，同時改以銀合歡枝條(幹)粉碎物進行試驗。	71
4.	綜合本研究計畫成果，以銀合歡嫩葉或種子水萃液噴施應用於田間雜草管理，恐無法獲得有效控制，可能之應用方式係採用銀合歡現場破碎之破碎物，直接鋪設於造林地、或是破碎後先乾燥、再運送至遠端造林地鋪設。鋪設時，其數蓋厚度至少需要 8 公分以上，但也需要注意此種數蓋資材方式，是否會抑制擬造林之樹種幼苗生長。	感謝委員意見，本計畫以銀合歡枝條(幹)鋪蓋於樹苗栽植盆中，結果顯示樹苗並未受到傷害。	35
5.	有關碳化物之應用於植物栽培資	感謝委員意見，依據文獻	5

	材，雖然本研究計畫中有提及，但並無數據支持其有利於植物生長。	(簡等人，2012)得知生物炭對於植物生長有正向影響。	
6.	報告書針對期中審查之回覆意見，建議做部分釐清如下：		
(1)	頁碼 VII 謝委員奉家審查意見 4. 回覆「...另一方面可做為除草劑配方...」，請說明如何進行？及其可能之功能？	來自不同樹種的木醋液成份大同小異，本計畫以銀合歡木醋做為配方調製，進行不同含量試驗。	10
(2)	頁碼 VII 謝委員奉家審查意見 5. 回覆「...免登記植物保護資材...」，是否指除草劑？是否有除草活性？是指水萃液、濃縮物、還是粉碎物素材？	原以水萃液為目標，但依據結果會以銀合歡分碎物作為申請可能性較大。	74
(3)	頁碼 VII 王委員慶裕審查意見 2. 回覆「...銀合歡炭材可做為樹苗栽培介質，促進生長。」是否有支持證據？其促進生長之原理為何？(與頁碼 X 林委員曉洪 審查意見 15.回覆相同)	生物炭促進植物生長，如文獻所述。(簡等人，2012)	5
(4)	頁碼 VIII 王委員慶裕審查意見 4. 回覆「...樹苗無明顯損傷。」，顯見無藥害，但相對處理對於雜草是否有藥效？宜加以釐清。	感謝委員意見，本計畫原規劃以銀合歡萃取液作為剋他有效成份，進行抑制雜草生長試驗，對於樹苗無藥害，但對於非耕地抑制雜草有短暫性藥效。	69
(5)	頁碼 IX 林委員曉洪審查意見 12. 回覆應列出如何取樣？試驗設計？以及有效成分萃取分析之回收率(recovery rate)；另對於林委員曉洪審查意見 14.未做適度回覆。	銀合歡嫩芽(葉)和種子萃取，採樣 3 次，共進行 3 次萃取試驗，直接進行含羞草鹼濃度測試，並無濃縮乾燥，因此無計算回收率，但實驗結果文獻相近(Xuan et al. 2006; Brewbaker et al., 1965)。	10/21
(6)	頁碼 X 邱主任秘書立文審查意見 1.回覆,以含羞草鹼為主要剋他成分，關於此成分之除草效果如何，是否有足夠證據？達到抑制效	依據文獻得知銀合歡具有 10 種剋他成份(Chou and Kou, 1986)，但以含羞草鹼為主要成份(Tawata,	

	果所需濃度為何?達到剋他效果是由單一成分,或是多種剋他成分所致,均宜釐清。	1990),較具有抑制雜草生長的機會。	
(7)	頁碼 X 造林生產組審查意見1.回覆,並未列出刈草成本,宜補充說明。	依據屏東林管處所提供資料,每年刈草作業約3-4次,每次約8-12工,每工1,500元。	74
7.	報告書第7頁以後,關於描述萃取液之濃度單位 ppm,宜說明清楚,列出 w/v 之單位,例如 mg/L。尤其第8頁 鮑(2006,未列出期刊名稱)所指 ppm 係指何種成分或物質?同樣地,計畫中水萃液之濃度,應該是指多少銀合歡 資材乾重以定量水溶出(w/v),此時之萃取液尚不知組成分為何。	感謝委員指正,相關濃度單已修正,銀合歡水萃一隻含羞草鹼濃度已列於表1;竹醋液於低濃度具有促進植物生長(鮑等人,2006)	21/22/78
8.	報告書第10頁僅列出檢量線,並未說明如何配製 standard solution,以及如何進行萃取液含羞草鹼回收率分析?	以含羞草鹼標準品,配製5個不同濃度,進行半定量分析,建立檢量線。	12
9.	報告書第12頁學名應斜體字,單位前空一格;第13頁 實驗建議改為試驗,倒數第5行應刪除「育苗盤三批」。	感謝委員指正,已經修正。	14/15/16
10.	報告書第14頁第6項內容 A-F 之處理安排並非劑量反應分析。	感謝委員指正,已經修正。	16
11.	報告書第15頁有效成分分析,實際上僅分析 <i>mimosine</i> 。	感謝委員指正,已經修正。	18
12.	報告書第17頁期末查核點1-2.萃取最佳條件之判斷標準為何?以 <i>mimosine</i> 含量、或剋他效果為依據?期末查核點6-2「植物源除草劑」開發,應改為「剋他資材」開發。	感謝委員指正,已經修正,本計畫以 <i>mimosine</i> 為主要目標,建立標準萃取程序。	20
13.	報告書第19頁表1銀合歡嫩葉和種子萃取液之含羞草鹼濃度欠缺統計分析資料,小數點後數字可刪	感謝委員指正,已經修正,先以水萃物 <i>mimosine</i> 濃度(w/v),再推算嫩葉(芽)和種	21

	除；單位濃度與含量應說明清楚，例如 water extract 之 <i>mimosine</i> 濃度 ppm(w/v)或 mg/L，單位葉片或種子乾重所含之 <i>mimosine</i> 含量%(w/w)。	子所含 <i>mimosine</i> 濃度 (w/w)。	
14.	報告書第 33 頁表 9 相思樹樹苗傷害指數及表 10 光蠟樹樹苗傷害指數，均欠缺統計分析；第 5 項雜草抑制生長試驗第一段文字可刪除，此內容與試驗成果無關。	感謝委員指正，已經修正，增加統計分析數據。	37
15.	報告書第 68 頁 A.B.C.D.組雜草覆蓋率未做統計分析。	感謝委員指正，該實驗結果以標準差方式呈現。	69
16.	報告書第 70 頁雜草覆蓋率未做統計分析、且未說明試驗設計與重複數。	感謝委員指正，實驗設計已修正說明，統計分析結果於圖 47 呈現。	16
17.	報告書第 75 頁以後，參考文獻格式未統一，且有部分遺漏(第 77 頁第 4 行)。	感謝委員指正，已經修正。	78
18.	報告書第 78 頁倒數第 4 行，應刪除「非耕地效果優於耕地的效果」。	感謝委員指正，已經修正。	76
二、林委員曉洪			
1.	報告書請強化前後章節連結及潤飾；結論過於精簡，建請再修正補充試驗之成果。	感謝委員指正，已經修正。	76
2.	報告書內容有諸多模糊或未明之處，建請重新檢視與修正；相關性質試驗建議以表格方式呈現；報告撰寫建議依科學研究標準格式。	感謝委員指正，已經修正。	
3.	報告書第 1 頁銀合歡炭化是取枝幹或枝條？請釐清。枝幹或枝條粉碎試驗長度規格，請統一。	感謝委員指正，已經修正，炭化是取銀合歡枝幹。	13
4.	報告書第 3 頁含羞草鹼又稱含羞草素屬於非蛋白氨基酸，文中寫非分蛋白質氨基酸，請修正用詞；另最後二段語意不清楚，請修正。	感謝委員指正，已經修正	4
5.	報告書第 11 頁銀合歡幹材炭化之	感謝委員指正，已經增修。	22

	物性(炭收率、固定碳、灰分、揮發分、醋液及 pH 值)數據是否可提供。		
6.	報告書第 12 頁 EC50 公式，請羅列。	感謝委員指正，已經修正	14
7.	報告書第 19 頁表 1 銀合歡嫩葉和種子萃取液之含羞草鹼濃度，各數值試驗重複數為何？標準偏差？	感謝委員指正，已經修正，補充標準偏差(表 1)。	22
8.	報告書第 19 頁 3-2-4 節文字內容格式跑掉，請再修正。	感謝委員指正，已經修正。	31
9.	報告書第 31 頁「實驗組分對照組 A、B/C 將銀合歡枝條粉碎物 1 公分/3 公分鋪設於栽種介質表面.....」，語意不清楚，請修正。	感謝委員指正，已經修正。	35
10.	報告書第 42 頁圖 30 以後，為何只有耕地雜草覆蓋率試驗資料，沒有非耕地試驗資料。	感謝委員指正，非耕地試驗如 p71-73 所示。	p71-73
11.	報告書第 73 頁銀合歡枝條粉碎成本，請詳細計算。	感謝委員指正，已經修正。	76
12.	報告書第 78 頁結論，建議移到第 75 頁參考文獻之前。	感謝委員指正，已經修正。	78
13.	為何銀合歡枝幹材炭化溫度採 500-600°C? 而非 300-400°C?	感謝委員指正，由於本計畫使用傳統土窯進行銀合歡炭化，因此以 500-600°C 較易控制，生產生物炭也不會溫度過高。	
14.	銀合歡木醋液施用時是否有再稀釋？	感謝委員指正，本計畫所使用的銀合歡木醋液為原液，無稀釋，加入不同木醋液比例含量於萃取液中。	
15.	本研究實際是採用小花蔓澤蘭炭材，是什麼原因？	感謝委員指正，考量小花蔓澤蘭同為台灣入侵外來種，並試驗時程較緊湊，所以選擇過往已經炭化的小花蔓澤蘭炭材為材料進行試驗。	
16.	本研究試驗地的雜草種類經調查	感謝委員指正，三大類雜草	45/46/56

	有禾本科、莎草科及闊葉草三大類，請問是否有分析含羞草鹼對何種(類)雜草的毒殺較顯著？	相關試驗如圖 28，圖 29，圖 33，圖 34，圖 38，圖 39。	/57/66/67
17.	本研究的觀察施用含羞草鹼於農地試區後對雜草抑制生長的有效期大約多久？(以 EC50 計)又多少時間需再噴灑一次？又藥劑濃度提高是否可增加抑制雜草生長的效期？	感謝委員指正，抑制雜草生長試驗，噴灑銀合歡萃取液一次後，持續觀察 4 週，期間不再噴灑。從原本耕地銀合歡萃取液噴灑量 400ml/2.25m ² ，於非耕地增加為 1,000ml/m ² ，於第一週的雜草覆蓋率有明顯下降，因此得知藥劑量增加，有助於雜草覆蓋率降低。	69
18.	本研究結果建議以何種處理(噴灑含羞草鹼及以枝條粉碎後直接覆蓋)，對非耕地的抑制雜草效果較佳？	本計畫建議以銀合歡枝條(幹)粉碎後，直接鋪蓋使用，較有利於雜草生長抑制。	71
三、謝委員奉家			
1.	報告書內容尚符合期末查核評估指標。	感謝委員指正。	
2.	報告書第 73 頁提到「銀合歡萃取液(嫩芽(葉)/種子)可以有效抑制蔬菜種子萌前和萌後生長，將其用於實場雜草抑制生長試驗，由於較易受到環境因素影響，不具有明顯效果。」建議可思考是否改變劑型，例如緩釋型的粒劑，若成效具商品化價值，仍可申請為「免登記植物保護資材」。	感謝委員指正，本計畫原預計以銀合歡枝條萃取液，作為雜草生長抑制劑，但實場使用後環境氣候因數影響，效果不彰；但若改為粉劑，將增加濃縮成本。因此本計畫將以合歡粉碎物作為抑制雜草生長之物質，後續累積更多數據，將可申請「免登記植物保護資材」。	71
3.	報告書第 70 頁「銀合歡粉碎物作為非耕地萌後抑制雜草試驗」，數據最長只有觀察 4 週的結果，建議補充說明是否也有觀察到 8 週的數據，若有更長的數據，可以更有效評估未來成本效益，也有助於推廣。	感謝委員指正，由於計畫執行期間適逢雨季，所以非耕地只進行 4 週較詳細實驗，但後續觀察至 8 週，其雜草覆蓋約達 70%以上，若考量時效性，未來可以複方方式，加入緩釋材料，延長使用時	71

		效性。	
四、本局林副局長濔貞			
1.	本研究計畫期中報告資料應納入成果報告中。	感謝委員指正，已經修正。	
2.	請研究單位瞭解本局屏東林區管理處移除銀合歡後如何處理及利用？俾利後續提供本局銀合歡植株相關應用建議。	感謝委員指正，經與屏管處承辦人員，目前作業程序如下說明，每年編列預算進行規畫區域銀合歡伐除與造林，將其伐除之銀合歡於現地堆置，一方面抑制雜草與銀合歡幼苗生長，另一方面造林樹苗防風離。另外，公告時間，開放民眾撿拾。綜合銀合歡處理現況，將其粉碎後鋪蓋於現地，更有利於抑制雜草生長。	76
3.	銀合歡枝條粉碎實地鋪設抑制雜草生長實驗，有無採用其他樹種枝條粉碎實地鋪設當對照組進行比對及分析。	感謝委員指正，本計畫層思考以相思樹和竹子為對照組，但相思樹和竹子同樣具有克他成分。此外考量計畫經費有限，無採取其他樹主粉碎作為對照組，日後若有持續性計畫，方可實施試驗。	
4.	本研究計畫各項實驗結果，請納入結論逐項總結，並提供後續實用性建議及作法。	感謝委員指正，已經修正。	76/77
五、本局造林生產組			
1.	本研究計畫成果報告請依研究論文撰寫格式修訂。	感謝委員指正，已經修正。	76
2.	本研究計畫結論及建議部分，請詳述，俾利本局後續參考及運用。	感謝委員指正，已經修正。	76

八、計畫內容

(一)計畫中英文摘要

本計畫以銀合歡枝嫩葉(芽)與種子為材料，萃取剋他有效成分(含羞草鹼)，以 5 種蔬菜種子為測試目標，具有抑制蔬菜萌前和萌後生長效果。進一步，調製銀合歡之萃取液複方後，實際噴灑於平地造林樹種幼苗-相思樹和光蠟樹，並不具有負面影響。此外，進行非耕地與耕地草相調查後，直接噴灑銀合歡萃取液複方，由於容易受到天候下雨影響，抑制雜草生長效果僅維持一周。然而將銀合歡枝幹/枝條粉碎成粒徑約 3 公分，直接鋪蓋於非耕地上，厚度約 8 公分，經過一個月觀察，明顯可抑制雜草生長，其雜草覆蓋僅有 31.4%。因此未來建議可於銀合歡伐除現地，將其直接粉碎鋪蓋於林地，一方面可抑制雜草生長，另一方面可解決銀合歡去化問題。

This project extracted the effective ingredient (*minosine*) of allelopathy from the leaf and seed of *Leucaena leucocephala*, applied on seeds of five target vegetables, and showed the inhabitation effects in pre-emergence and post-emergence. In a further step, after compounded the extract of *Leucaena leucocephala* and sprayed at the young plants of Taiwan Acacia (*Acacia confuse*) and Formasn Ash (*Fraxinus formosana Hayata*) in the plain area afforestation, it didn't show any negative effect. Furthermore, after conducting a survey on grasses of non-cultivated land and cultivated land, it showed that the weed growth inhibition was effected by *Leucaena leucocephala* extract compound maintained for only one week due to rain. However, by crushing the branches/twigs of *Leucaena leucocephala* to a grain size of about 3cm and spread directly on non-cultivated land at a thickness of about 8 cm, and followed by one month's observation, it was obvious that the weed growth could be inhibited and the weed cover rate was only 31.4%. Therefore, in the future, it is suggested that *Leucaena leucocephala* could be removed and crushed on site, and then pave directly in the wooded area to inhibit weed growth, thus also solve the problem of removing *Leucaena leucocephala*.

(二)擬解決問題

外來樹種-銀合歡(*Leucaena leucocephala*)入侵台灣的森林生態系，銀合歡屬豆科植物，原始生長地為中美洲一帶，多集中於墨西哥、瓜地馬拉、宏都拉斯與薩爾瓦多等國家，因繁殖生育能力強，故廣泛被栽培於熱帶與亞熱帶國家。最初引進至台灣的時間已不可考，惟由歷史文獻記載，1645 年荷蘭人拓展殖民地的時代，曾於台灣建立起統治區域，期間駛往台灣的帆船中，攜運著充當牛馬飼料之銀合歡種子前往，因此，可能就是由當年荷蘭人所引進，由於其對環境適應能力強，本島許多低山地區皆能廣泛地生長。早年因文明尚未發達，恆春半島居民因生活型態之所需，銀合歡具有多種用途潛能，例如其木材可被製作成防風籬，抵抗沿海一帶之強風侵襲；其枝條可被作為薪炭材；嫩枝、葉可被充作飼養牲畜，當時銀合歡處於恆春半島時具備許多功能利用的價值。然而，至 1980 年代起，本區之民生經濟發展有所提升，電力、煤炭與天然氣等燃料日漸普及，居民不用再依靠銀合歡當炭材。政府為推動速生樹種作為造紙原料，引進巨型銀合歡進行大規模造林，後因病蟲害影響，以及紙漿工業改用進口木片而喊停；位於恆春半島境內之墾丁國家公園於 1984 年成立，使原本主要的農業生產朝觀光服務業轉變。綜合以上各重大事件，銀合歡於本區之利用價值減少，加上早期所經營的瓊麻地與銀合歡造林地等相繼遭受遺棄的命運，因此，這些土地皆成為了銀合歡入侵的重要基地，而形成如今到處可見到的銀合歡林地。銀合歡有紀錄種植面積為 2007 年的 8,553.44 公頃(鍾與呂，2009)，銀合歡繁殖力強大，每年每平方公尺可生產 8,000 顆種子，種子發芽，密密麻麻形成單一林相，除了一些伴生植物，絕多數原生樹種無法生

長。

在台灣種植許多銀合歡地區發現林相相對單一，並且在地面積累了大量銀合歡植物體的地區尤其明顯，田間資料顯示，這種現象主要不是由於涉及光照、土壤濕度、pH 值和營養素的物理競爭造成的，相反的，銀合歡新鮮葉、枯枝落葉、土壤和種子萃取物對許多測試物種顯示出顯著的植物毒性作用，包括水稻，萵苣，金合歡，檉木，木麻黃及楓香織胚根生長；然而，提取物對銀合歡種子的生長沒有毒性。通過纖維素薄層層析、紫外光-可見光分光光度計、和高效液相層析法(HPLC)，確定了 10 種植物毒素；它們包括 *mimosine*、*quercetin*、*gallic*、*protocatechuic*、*p-hydroxybenzoic*、*p-hydroxyphenylacetic*、*vanillic*、*ferulic*、*caffeic* 和 *p-coumaric acid* (Chou and Kou, 1986)，共有 9 種有毒酚酸及 1 種類黃素，銀合歡對許多林株有剋他作用，但此作用與環境因素息息相關，而受制於環境因子甚大。

含羞草鹼(*mimosine*)屬非蛋白質氨基酸(圖 1)，其含量隨品種而變化，銀合歡嫩葉和成熟種子中的含羞草鹼含量為最大，乾重分別為 2.66 和 2.38%，而其根本質部和木質部的數量最低，分別為 0.18 和 0.11%乾重(Xuan et al., 2006)；銀合歡葉子含羞草鹼約 2-5%，嫩葉甚至可高達 10%(Brewbaker et al., 1965)。同時 Xuan et al. (2006)論文提及銀合歡中含羞草鹼的提取用於開發生物活性除草劑的植物非常有希望。含水的含羞草鹼溶液在 20 ppm 濃度下顯著抑制萵苣、水稻和黑麥草的種子萌發和胚根生長，而所提到的森林物種的種子萌發和胚根生長受到 50 ppm 或以上的含羞草鹼溶液的抑制。然而，高達 200 ppm 的含羞草鹼溶液並不會抑制芒草(*Miscanthus floridulus*)和黃

山松(*Pinus taiwanensis*)的生長。此外，藿香薊馬幼苗在 50 ppm 的濃度在含羞草鹼溶液中七天內會死亡，濃度提高至 300 ppm 會在三天內迅速枯萎(Chou and Kou, 1986)。

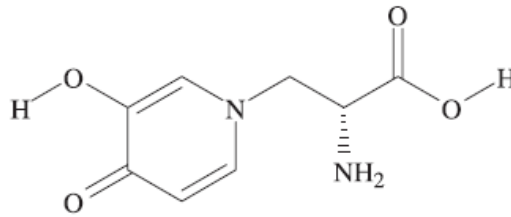


圖 1. 含羞草鹼化學結構

銀合歡經乾燥，以 1-2 噸/公頃的數量施於稻田，可得到 70%減少雜草生物量，使水稻增產 20% (Hong 等，2004)。然而，需用 1-2 噸/公頃的劑量，增加繁重的野外工作，不符合當時的農業生產。

Silvane 等人(2001)檢測了銀合歡幼苗中的含羞草鹼含量，發現幼芽中含有最大量的含羞草鹼，對芽進行機械損傷，可以局部促進含量的含羞草鹼；此外，培養基中的水楊酸刺激了幼苗根中的含羞草鹼積累。然而，對成年銀合歡植物中含羞草鹼的調節以及來自銀合歡的植物部分的含羞草鹼的滲出過程尚不清楚。含羞草鹼已經被認為是銀合歡中的主要剋他物質(allelochemical)，其具有強烈的剋他作用(allelopathy)，並且對一些受試植物和有害真菌具有抑制作用(Tawata, 1990)。關於含羞草鹼對環境的毒性，依據其 SDS(SAFETY DATA SHEET)資料，毒害性相當低，且對於環境不具毒害(圖 2)。

2.	HAZARDS IDENTIFICATION
2.1	Classification of the substance or mixture
	Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 [EU-GHS/CLP]
	Acute toxicity, Inhalation (Category 4)
	Acute toxicity, Dermal (Category 4)
	Acute toxicity, Oral (Category 4)
	Classification according to EU Directives 67/548/EEC or 1999/45/EC
	Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed.
14.5	Environmental hazards
	ADR/RID: no
	IMDG Marine pollutant: no
	IATA: no

圖 2. 含羞草鹼物質安全資料表部分截錄

通過 HCl 水解過程(Tawata, 1990)或消耗銀合歡的反芻動物，將特定的瘤胃微生物降解為 DHP(3-羥基-4(1H)-吡啶酮)，可將含羞氨酸轉化為毒性較小的 DHP (Jones and Lowry, 1984)。FeCl₃ 和 HCl 或從反芻動物微生物中提取的降解酶可降低銀合歡的含羞草鹼對於土壤或反芻動物的毒性(Soedarjo and Borthakur, 1998; Tawata, 1990)。此外，前人研究發現含羞草鹼與亞鐵離子結合形成一種對小鼠和大鼠生長無毒的配位化合物；雖然相同量的游離含羞草鹼確實抑制了它們的生長(Lin and Ling, 1961)。因此為了降低銀合歡毒性作為飼料使用，可以利用陽光曝曬，水浸泡等方法，減少銀合歡中含羞草鹼的含量(Wee and Wang, 1986)。

生物炭是由有機生物質(如農業廢棄物)在無氧或缺氧條件下熱裂解產生的固體產物，具碳封存能力，亦可改善酸化土質並能留住營養物質、增加作物產量，而過量營養物質進入水體，如氨氮，造成藻類大量繁殖，導致水中溶氧耗盡，造成優養化，影響水體生態環境。碩士論文報告(黃, 2018)選用木頭、椰殼纖維、稻殼、松果、蔗渣、玉米芯、竹子、菱角殼、龍眼殼及銀合歡共十種農業廢棄物，以 550°C 熱解溫度下製成生物炭做為吸附劑，去除水溶液中的氨氮，結果顯示生物炭對氨氮吸附量範圍為 0.5-2.2 mg/g，而其中以銀合歡

吸附效果最好(2.15 mg/g)，菱角殼次之(1.94 mg/g)，椰殼纖維吸附能力最差(0.53 mg/g)。另外，利用林業廢棄物—銀合歡木材於厭氧高溫下燒製成之生物炭，添加 5%至酸性紅壤中，孵育 3 個月，結果顯示酸性紅壤土 pH 值由 4.0 提升至 5.1、有機碳含量顯著增加至少 7.0 g kg⁻¹，而鹽基飽和度顯著增加 2 倍以上，且增加幅度與生物炭添加量呈正相關。此外，土壤微生物活性隨時間漸達穩定平衡，土壤中可交換性氮與有效磷含量顯著增加。施用生物炭至酸性紅壤中，不僅可有效改善土壤品質，亦可達到保持土壤肥力的效用(簡等人，2012)。

台灣過去 50 年來追求工商業發展下，導致農作物生產量和農耕土地面積趨勢大致降低，但農藥銷售總量不降反而維持水平成長，農地施用農藥量從 2001 年 9.7 公斤/公頃，增加到 2013 年高達 12.4 公斤/公頃，成為世界農藥使用量最多國家之一，尤其是除草劑，可能原因為台灣處在亞熱帶地區，氣候溫暖多濕，使農作物病蟲害種類繁多，此外，農民對農藥依賴性高，且栽培管理上的精進，農作物生長期間縮短，提高複種次數，以致使用農藥次數高。

2012 年全球農藥產值成長至 512 億美元，全球農藥以除草劑為主力商品，在 2012 年除草劑銷售額占所有農藥銷售額 44% (翁，2016)。1960 年代初期臺灣正式有除草劑的登記及推薦，至 2017 年止，目前合法登記之除草劑超過 130 種，市場上可取得之除草劑約 60 種，根據行政院農委會農藥產銷量值統計顯示，2017 年臺灣農藥產銷量值達到 10,549 公噸(以農藥成品計算)，金額達 88 億元，為近十年來最高，其中以除草劑用量最高，達到 4,392 公噸，佔農藥銷售量 41.6%，金額為 27 億元。成功開發對環境友善新型除草劑，取代

國內生產除草劑其中 5% 的產量，預估產值約可達 1 億元。

許多森林植物之落葉、枯枝、花、果莢或其他殘體經淋溶或分解後會釋放出代謝物質如酚類化合物、類黃素、松烯類、及植物鹼於環境中，這些物質造成許多農作物生產力的降低(周，2006)。舉凡連作的障礙，係因長期耕作同一物種，經年累月的釋出相同的化學物質累積於土壤中，造成土壤的貧瘠 (soil sickness)，在世界各地此現象相當普遍，作物如水稻(Chou and Lin, 1976)、蘆筍(Young, 1986)、甘蔗 (Wang et al., 1967)、小麥、綠豆 (Chou et al., 1995)、向日葵 (Rice, 1995) 等。森林植物如孟宗竹 (Chou and Yang, 1982)、銀合歡 (Chou and Kuo, 1986)、相思樹 (Lee and Chou, 2000)、血桐 (Tseng et al., 2003) 及鳳凰木 (Chou and Leu, 1992) 等也產生相當多樣的植物毒物質。若能利用上述植物所產生的代謝有毒物質來做為天然除草劑、除蟲劑、除菌劑，或植物抵禦外來病菌的物質，或成為生物防治的天然農藥。因為這些植物代謝物質係天然物，其分解速率快，不易造成殘留餘毒，不像合成的農藥，其分解速率慢而造成殘留餘毒，因此合成的農藥如 2,4D 或 2,4,5T，或現今的許多農藥殘留於土壤中後，造成土壤理化性質之改變，也造成土壤微生物相的不平衡，導致土壤的貧瘠，地力降低(周，2006)。

綜合以上資訊，銀合歡在台灣種植面積廣泛，植物生命力極強，植物體的後代繁衍相當旺盛，嫩葉及成熟種子含有具有植物抑制效果之含羞草鹼，雖然對於動植物有毒性，但在適當酵素及亞鐵離子形成錯合物後毒性大大降低，由於銀合歡有這些特性，因此本計畫將開發銀合歡之含羞草鹼萃取物，作為剋他有效物質，得以於人工造林使用，減少人工刈草頻率。

(三)計畫目標

- 1.完成銀合歡剋他有效物質萃取技(*mimosine*)與炭化技術建立。
- 2.完成非耕地草相調查，與銀合歡剋他有效物質抑制雜草測試。
- 3.完成銀合歡剋他有效物質對於造林樹種幼苗生長影響。

(四)執行程序

銀合歡採集→萃取/炭化→萃取液成份分析(含羞草鹼)，炭化物和醋義物化性分析→草相調查/抑制生長測試(蔬菜/雜草/苗木)→抑制雜草評估報告

1. 銀合歡之有效成份萃取與分析

依據文獻資料(Xuan et al., 2006)，銀合歡抑制植物生長之有效成份為含羞草鹼，且多分布於嫩芽/嫩葉和種子，因此本計畫以該 2 部位為目標材料。

(1) 操作程序：材料採集、乾燥、萃取、濃縮和分析。



圖 3. 銀合歡嫩葉與種子採集

(2) 材料

採集屏東恆春地區(恆春生態休閒農場)之銀合歡嫩葉(芽)和成熟種子。



圖 4. 銀合歡嫩葉(左)與種子(右)

(3) 萃取程序

將上述材料，以常壓熱迴流萃取技術，採取以水為溶劑，固(材料)液(水)重量比為 1:10(液面超過固體物即可，參考 Xuan et al., 2006 固液比為 1:5 為最佳)，並於室溫下進行不同時間(15 分鐘、30 分鐘)萃取，再經過濾程序，濾除固體物，分別進行 3 次萃取實驗，分析萃取液中之含羞草鹼濃度。

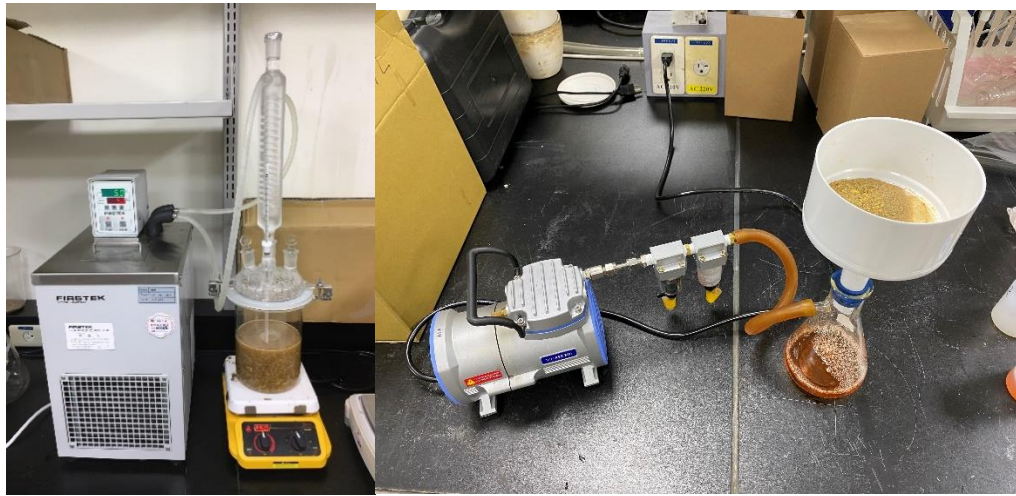


圖 5. 銀合歡樣品萃取與過濾

為考量未來現場使用便利性，將採集銀合歡的上半部，含有葉子、種子和枝條等，直接進行粉碎(圖 6)，以水為溶劑進行熱水迴流萃取(圖 7)，最後將固液分離，獲得萃取液。依據文獻報導(鮑等人，2006)，竹醋液於低濃度含羞草鹼(<500 ppm)，具有植物生長調節劑功效，高濃度液(2,000-5,000ppm)抑制作物生長，具有除草劑活性。因此分別加入 0.1%、1%和 10%銀合歡醋液於萃取液中，一方避免萃取液腐敗變質，另一方面可增加抑制雜草的效用。



圖 6. 銀合歡枝條採集與粉碎



圖 7. 銀合歡枝條萃取



圖 8. 銀合歡抑制樹苗植株生長配方配製

(4) 含羞草鹼濃度分析

將銀合歡嫩葉(芽)和成熟種子之萃取液以液相層析儀(LC-MS)，先以標準品 *mimosine* 配置 5 個不同濃度，透過 LC-MS 分析積分面積，建立濃度檢量線。測試樣品經 LC-MS 獲得濃度積分面積，以內插法進行水萃取液之含羞草鹼濃度分析，判斷建立銀合歡最佳萃取條件(含羞草鹼最高濃度)。

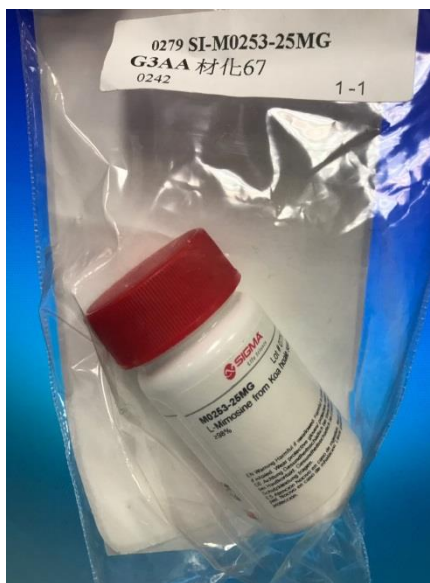


圖 9. 含羞草鹼(*mimosine*)標準品

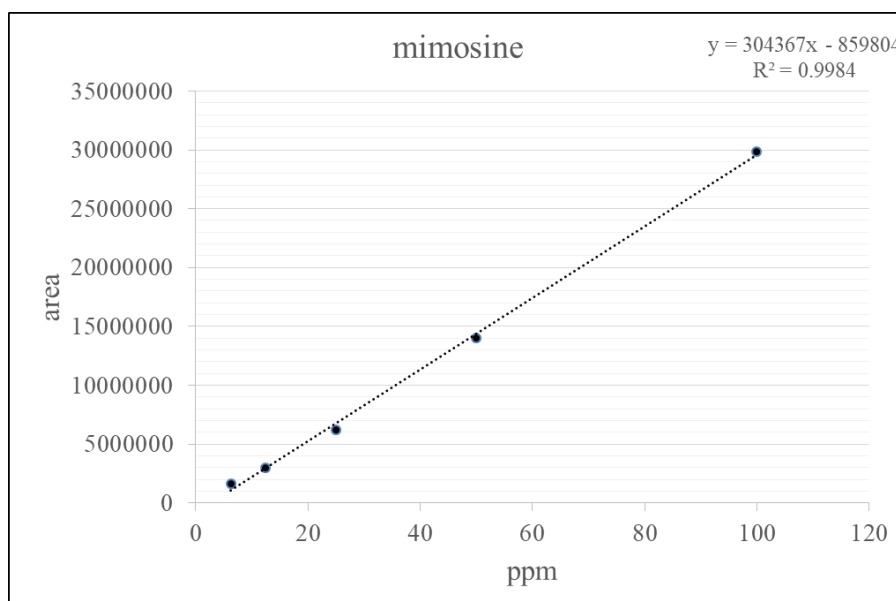


圖 10. 含羞草鹼濃度檢量線

2. 銀合歡枝幹炭化作業

以銀合歡枝幹為材料，採取傳統土窯，進行(1)炭化作業，建立標準操作流程，包含採集、乾燥、裁切、入料、升溫、炭化、降溫等程序，最後獲得炭化材和醋液。(2)其物化性分析包含收炭率、固定碳、灰份、揮發份，醋液收集率，pH 值等，後續作為配方調配參考使用。



圖 11. 銀合歡枝幹採集運送



圖 12. 銀合歡枝幹秤重入窯炭化

3. 銀合歡水溶性萃取物剋他效應測試

(1) 測試材料

以農友種苗公司所生產五種蔬菜種子[油菜(*Brassica napus*)、日本白菜(*Brassica rapapekinensis*)、奶油萵苣(*Lactuca sativa*)、青江白菜(*Brassica chinensis* L.)、與白蘿蔔(*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus*)]等五種植物，進行發芽反應、與幼苗生長反應，作為生物檢定(bioassay)材料，以確定剋他效果。

(2) 測試方法

本試驗全程使用恆溫生長箱(incubator)，以控制發芽溫度。

A. 為確認所含剋他物質是否會抑制種子發芽(germination)、以及發揮藥效之劑量、時間，分別以銀合歡嫩葉(芽)和成熟種子最佳條件萃取物，以 10 種不同劑量[稀釋 1/1(母液原液), 1/5, 1/10, 1/50, 1/100, 1/500, 1/1,000, 1/5,000, 1/10,000, CK(蒸餾水)]，處理 5 種生物檢定材料種子後[採三獨立試驗(真重複)三次，每真重複含三假重複(發芽皿三批)]，每日觀察紀錄發芽率、發芽勢等發芽性狀，持續 7 天，將數據進行非線性迴歸 log-logistic model 之劑量反應分析，以確定各項反應之 EC₅₀(concentration for 50% of maximal effect，引起 50%最大效應的濃度)。

➤ 種子發芽率試驗係在直徑 15cm 之玻璃培養皿中將上述蔬菜種子各取 30 粒放在濾紙上後，加入 6ml 蒸餾水或不同濃度水萃取液，之後密封盒中避免水份散失，再放入 25°C之恆溫箱中黑暗下培養，每天觀察並記錄種子發芽率。

$$EC_{50} \text{ 為 } \frac{\text{發芽種子數}}{30} \times 100\% = 50\% \text{ 之萃取液濃度}$$

B.利用 5 種生物檢定材料種子之胚芽或胚根突破種皮後，分別以 10 種不同劑量[稀釋 1/1(母液原液), 1/5, 1/10, 1/50, 1/100, 1/500, 1/1,000, 1/5,000, 1/10,000, CK(蒸餾水)]處理[採三獨立試驗(真重複)三次，每真重複含三假重複(發芽皿三批)]，之後每日觀察紀錄種子胚芽、與胚根之生長反應數據，將數據進行非線性迴歸 log-logistic model 之劑量反應分析，以確定各項反應之 EC_{50} ，作為藥效之判斷標準。

- 胚根與胚軸伸長試驗亦利用發芽皿，將 10 粒發芽之蔬菜種子放置於直徑 15cm 玻璃培養皿，加入 6ml 蒸餾水或不同濃度水萃取液，密封避免水份散失，再放入 25°C 之恆溫箱中黑暗下培養，每天測量記錄胚根與胚軸伸長長度。

$$EC_{50} \text{ 為 } \frac{\text{實驗組胚根}}{\text{空白組胚根}} \times 100\% = 50\% \text{ 之萃取液濃度}$$

$$EC_{50} \text{ 為 } \frac{\text{實驗組下胚軸}}{\text{空白組下胚軸}} \times 100\% = 50\% \text{ 之萃取液濃度}$$

4. 銀合歡水溶性萃取物作為萌後型除草劑評估

考慮雜草種子收集不易、及發芽狀況較難掌握，以現場已經萌發出土(emergence)之幼苗為測試對象，以確認萃取物是否具萌後除草劑之功能。

(1) 試驗材料

以位於霧峰之興大農業試驗場一區之有機農場耕地現場土壤種子庫(seed bank)為材料，以現場已經出土之幼苗為材料，測試萃取物之剋他效果。

(2) 試驗方法

為確認所含剋他物質是否會抑制雜草幼苗生長(seedling growth)、以及發揮藥效之劑量、時間，以下數方式進行。

- A. 以現場已經出土之雜草幼苗為材料，長出之複合草相幼苗分別以 8 種不同劑量(400 和 1,000 毫升/2.25 平方公尺)噴施一次處理後 [採三獨立試驗(真重複)三次，每真重複含三假重複]，每週觀察紀錄藥效、傷害指數、存活率等性狀，持續 4 週，之後將數據進行非線性迴歸 log-logistic model 之劑量反應分析，以確定各項反應之 EC_{50} 。
- B. 本試驗為考慮在不同季節天候下之環境條件變化，分別進行 3 次，測試不同季節環境與草相對於萃取物之反應。

5. 銀合歡枝條(幹)粉碎物對於雜草生長抑制試驗

以粒徑尺寸約 3 公分之銀合歡枝條(幹)粉碎物，鋪蓋於實場，採三獨立試驗(真重複)三次，每真重複含三假重複(現場三小試區，plot，1.5m×1.5m)，每小區安排 3 個取樣點，每個取樣點面積為 20cm×20cm，取樣 3 次。

6. 銀合歡剋他有效物質對於造林樹種幼苗生長影響

以 2 種造林樹種幼苗為材料(陽性樹種:相思樹和光蠟樹)，測試銀合歡枝條萃取液複方對於樹苗生長之影響。將選定供試樹種之幼苗，進行不同條件試驗(A.空白組，B.銀合歡枝條(幹)細顆粒(約 1 公分)覆蓋表土(厚度約 4 公分)，C.銀合歡枝條(幹)粗顆粒(約 3 公分)覆蓋表土(厚度約 8 公分)，D.銀合歡枝條萃取液含 0.1%銀合歡醋液，E.

銀合歡枝條萃取液含 1%銀合歡醋液，F. 銀合歡枝條萃取液含 10% 銀合歡醋液)，以確立樹苗對於銀合歡萃取物和粉碎物之敏感度，判斷標準係於處理萃取物之後，至少觀測一個月，定期觀察記錄樹苗生長狀況，包括葉片葉綠素變化和傷害指數等。以肉眼觀察植物全株黃化、萎凋、死亡等損害之分布，依嚴重程度分 0 至 9，0 為無藥害，9 為全株地上部死亡，0: no injury (excellent), 1-3: good, 3-5: fair, 5-7: poor, 7-9: unsalable, 9:dead).(莊惠嫻，2010)

(五)重要工作項目

重要工作項目	工 作 數 量		預算金額 (仟元)		實施 地點
	單位	全程計畫目標 自決標次日起至 109 年 10 月 31 日止	林務局 經費	其他配合 經費	
1.銀合歡萃取方法建立及 剋他性有效成分分析	生態協會	2 項 ^a	220	-	台南市
2.銀合歡樹幹炭化處理及 分析	生態協會	2 項 ^b	200	-	台南市
3.銀合歡最佳萃取物抑制 雜草分析及影響造林苗 木分析	生態協會	9 項 ^c	500	-	台南市

a.銀合歡採集萃取、有效成份分析(*mimosine*)，共計工作項目 2 項。

b.銀合歡樹幹炭化處理、分析，共計工作項目 2 項。

c.銀合歡最佳萃取物配製、5 種蔬菜種子抑制發芽/生長測試，非耕地
草相調查、雜草培育/生長抑制測試、2 種造林樹種幼苗生長影響測
試，共計工作項目 9 項。

(六)預定進度

重要工作項目	工作比重% 及查核項目	預 定 進 度				預算金額 (仟元)
		108 年	109 年			林務局 經費
		10-109/1 月	2-4 月	5-7 月	8-10 月	
1.銀合歡萃取方法 建立及剋他性有效 成分(<i>mimosine</i>)分析	工作比重%	10	10	5	5	220
	查核項目	材料收集	活性物萃取 與成份分析	抑制雜草 配方調製	整理報告	
2.銀合歡樹幹炭化 處理及分析	工作比重%	5	10	10	5	200
	查核項目	材料處理/炭化作 業	性質分析	抑制雜草 配方調製	整理報告	
3.銀合歡最佳萃取 物抑制雜草分析及 影響造林苗木分析	工作比重%	10	15	10	5	500
	查核項目	文獻收集/草相調 查/苗木收集	抑制雜草實 驗場域建置 /苗木生長 影響測試	抑制雜草 效應測試	整理報告	
合 計	累計百分比	25	60	85	100	

(七)重要工作評估指標說明

期初查核點說明(108 年 12 月 5 日)

確認「研究架構」，繳交期初報告 1 份

期中查核點說明(109 年 2 月 29 日)

3-2-1. 完成銀合歡嫩葉和成熟種子收集與其活性物萃取，並建立標準化程序草案

3-2-2. 完成銀合歡枝幹炭化程序(200 公斤以上)，並建立標準化程序

3-2-3. 完成 5 種蔬菜種子發芽率測試

3-2-4. 完成 1 處非耕地草相調查

3-2-5. 完成 2 種造林樹種幼苗培育或收集

3-2-6. 完成銀合歡抑制生長配方配製

期末查核點說明(109 年 8 月 31 日)

1-2. 完成銀合歡嫩葉和成熟種子之萃取最佳條件，並建立標準化程序

2-2. 完成銀合歡枝幹炭化物和木醋液性質檢測

3-2. 完成 5 種蔬菜幼苗成長試驗

4-2. 完成雜草生長抑制測試

5-2. 完成 2 種造林樹種幼苗生長影響試驗

6-2. 完成銀合歡剋他資材開發標準作業程序流程，包含照片與文字說明

(八)執行結果與討論

1. 銀合歡採集

計畫執行期間適逢冬季，原本預計於屏東林管處所轄之林地採集銀合歡，但非造林時節，考量民眾觀感，因此與屏東之恆春生態休閒農場合作(圖 13)，於園區內採集嫩葉(芽)、種子和枝幹，分別作為剋他成分萃取和炭化實驗材料。



圖 13. 銀歡採集地點-恆春生態休閒農場合作

將採集的銀合歡枝嫩葉(芽)與成熟種子，以水為溶劑，考量未來實際使用狀況，固液比為 1:10，以水迴流溫度分別進行 15 分鐘和 30 分鐘萃取，待冷卻後進行固液分離過濾，分別進行 3 次。以上述液體稀釋 100 倍，進行 LC-MS 半定量分析含羞草鹼濃度，結果如圖 14 和表 1 所示。從結果得知，萃取時間對於含羞草鹼的萃取濃度影響不大，透過含羞草鹼濃度檢量線(圖 10)，以內差法計算得知銀合歡萃取液之含羞草鹼濃度(表 1)，推算銀合歡種子約有 6 w/w%含羞草鹼略高於其嫩葉(芽)中含羞草鹼濃度(5.4 w/w %)，與文獻(Xuan et al. 2006; Brewbaker et al., 1965)報導內容相似，可能是於冬天採集時，

含羞草鹼濃度較高，後續以此作為母液進行稀釋，探討對於蔬菜種子之生長抑制狀況。另外將銀合歡上半部枝條粉碎後，直接以水進行萃取 30min，其萃取液之含羞草鹼濃度為 65 ppm(w/V, mg/L)。

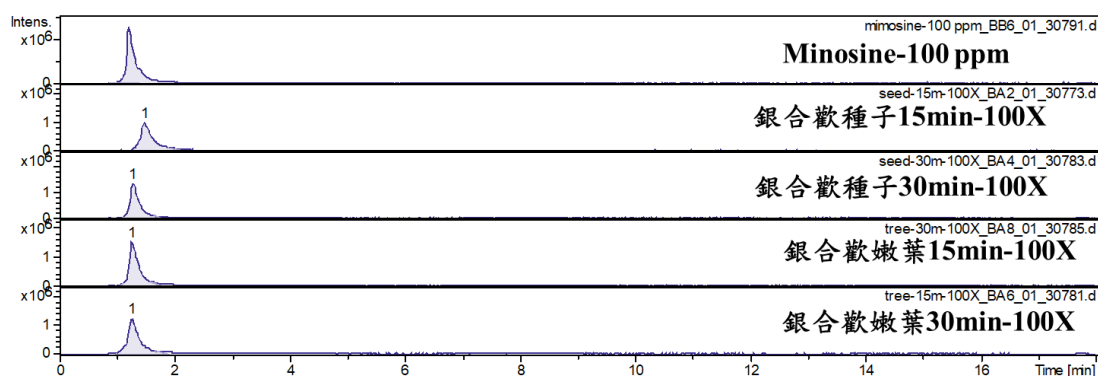


圖 14. 銀合歡嫩葉和種子萃取液之 LC-MS 層析圖

表 1. 銀合歡嫩葉(芽)和種子萃取液之含羞草鹼濃度[ppm(w/V, mg/L)]

樣品 萃取時間(min)	嫩葉(芽)萃取液	種子萃取液
15	5484±82	5932±60
30	5447±56	6140±81

2. 銀合歡炭化

此外，採集銀合歡，將其鋸成長度約 1 公尺(含水率約 20-30%)，利用傳統土窯進行炭化，每批次總入窯重量約 2,500 公斤，採取方便控制窯內最低溫度，其炭化溫度控制最高溫約為 500-600℃，歷經約 30 多天，獲得約 400 公斤木炭，炭收率約 16%，並任取 3 處炭材混合，再進行檢測相關性質，銀合歡炭材之揮發份=7.3%，固定碳=88.6%，灰份=4.1%；銀合歡木醋液約 240 公升，其收集率約 9.6%，取樣 3 次混合，銀合歡木醋液之 pH=2.73，其 GC-MS 檢測結果，酸

類成份=69.8%，酚類 19.0%，其他=11.2%。木醋液可做為後續複方調配使用，增加抑制雜草生長有效期限，另一方面銀合歡炭材也可以做為樹苗培育栽種介質使用，促進生長(簡等人，2012)。

整體炭化標準程序包含，採集/裁切(100 公分)、乾燥(1-2 個月)、入窯、升溫(至 500-600°C)、炭化、降溫等程序，供後續工作參考。

A.採集:去除末端枝葉，裁切約 1m 長。

B.乾燥:自然風乾/氣乾

C.入料:將上述乾燥約 1m 長之調製入土窯

D.炭化:以木柴至於土窯燃燒室為燃料，進行窯內升溫。

E.炭化:待窯內監控溫度至 500-600°C，進行封窯。

F.降溫:待降溫至室溫，將窯門打開，進行取料出窯。

G.取樣測試:計算炭材和醋液收取率，炭材任取 3 處樣品混和測試性質，醋液取樣 3 次混合進行測試。

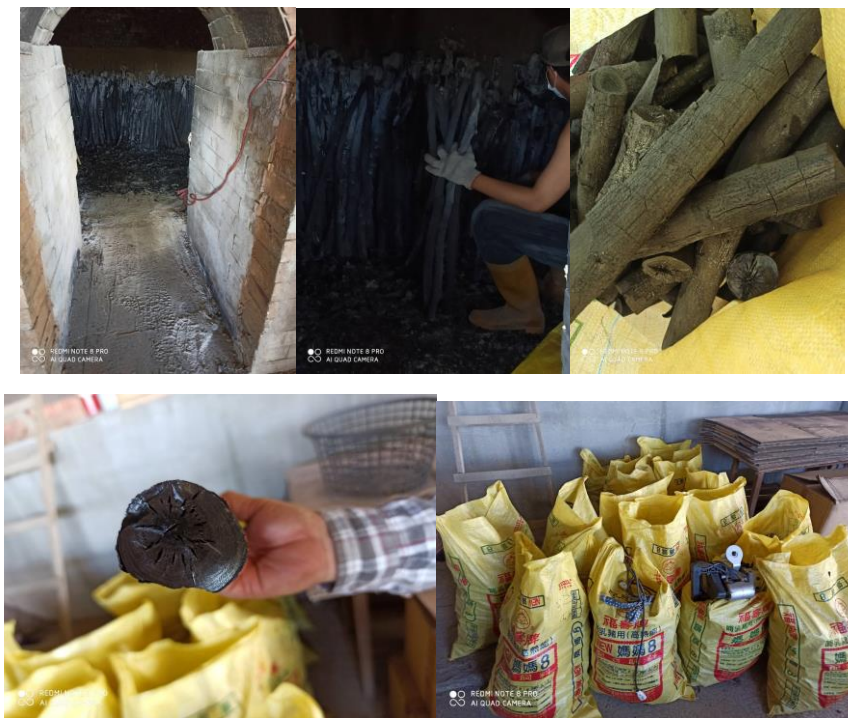


圖 15.銀合歡炭化紀錄

3. 銀合歡水溶性萃取物剋他效應測試

預備試驗中，針對種苗行市售鳳山白菜、小白菜、日本白菜、油菜、白莧菜、奶油萵苣、青江菜、甘藍、黑芥菜、與白蘿蔔等 10 種物種之發芽率與發芽勢進行測試，根據 20、25、30°C 恆溫箱之條件，觀察三天內之發芽、胚軸、與胚根生長勢，選擇油菜、日本白菜、奶油萵苣、青江白菜、與白蘿蔔等五種植物作為 bioassay 材料。並以 25°C 作為測試環境溫度，以兼顧發芽、胚根、與胚軸生長。

供試驗之銀合歡萃取液，包括嫩葉(芽)萃取液(leaf extract)及種子萃取液(seed extract)兩種，分別取母液(stock)稀釋 1/1(母液原液), 1/5, 1/10, 1/50, 1/100, 1/500, 1/1,000, 1/5,000, 1/10,000, CK(蒸餾水)處理種子。

3-1. 發芽率抑制試驗

3-1-1. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液

根據 log-logistic model 所進行之 dose-response analysis，銀合歡嫩葉(芽)萃取液(leaf extract)對於蔬菜種子發芽之剋他效果結果(第三天)如圖 16 和表 2 所示，其中 95%信賴區間(CI)之 EC_{50} 於表 2 顯示。

五種測試之 bioassay 材料之抑制蔬菜種子發芽率 EC_{50} 約在銀合歡嫩葉萃(芽)取母液稀釋倍數 0.13-0.24 之間，敏感度(log EC_{50})依序為青江白菜、油菜、奶油萵苣、白蘿蔔、及日本白菜。顯然五種物種中，其發芽反應以青江白菜及油菜最為敏感，於第三天銀合歡嫩葉萃取母液稀釋倍數為 0.126 及 0.1424(約為稀釋 1/8 及 1/7)可抑制種子發芽達 50%。

3-1-2. 銀合歡種子萃取液

根據 log-logistic model 所進行之 dose-response analysis，銀合歡種子萃取液(leaf extract)對於蔬菜種子發芽之剋他效果結果(第三天)如圖 17 和表 3 所示，其中 95%信賴區間之 EC_{50} 於表 3 顯示。

五種測試之 bioassay 材料之抑制蔬菜種子發芽率 EC_{50} 約在銀合歡種子萃取母液稀釋倍數 0.17-0.45 之間，敏感度(log EC_{50})依序為油菜、青江白菜、奶油萵苣、白蘿蔔、及日本白菜。顯然五種物種中，其發芽反應以油菜、及青江白菜最為敏感，於第三天銀合歡種子萃取母液稀釋倍數為 0.169 及 0.201(約為稀釋 1/6 及 1/5)可抑制種子發芽達 50%。

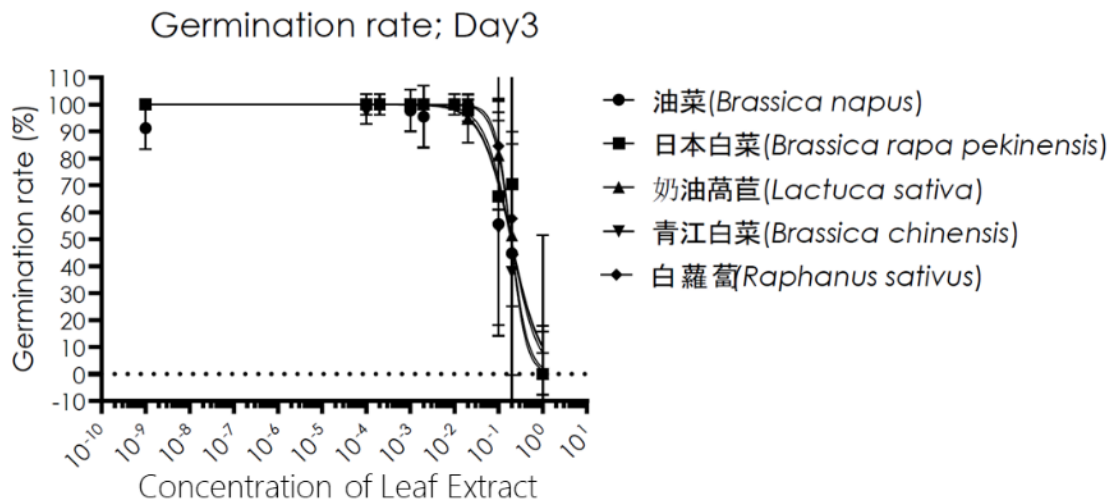


圖 16. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制蔬菜種子發芽率試驗(第三天)

表 2. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制蔬菜種子發芽率 dose-response analysis(第三天)

	油菜	日本白菜	奶油萵苣	青江白菜	白蘿蔔
Best-fit values					
Bottom	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000
Top	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0
LogEC50	-0.8465	-0.6148	-0.6956	-0.8996	-0.6507
HillSlope	-1.472	-1.538	-2.157	-1.53	-2.305
EC50	0.1424	0.2427	0.2016	0.126	0.2235
95% CI					
EC50	0.09301 to 0.2180	0.1436 to 0.4104	0.1221 to 0.3327	0.07603 to 0.2089	0.1879 to 0.2659

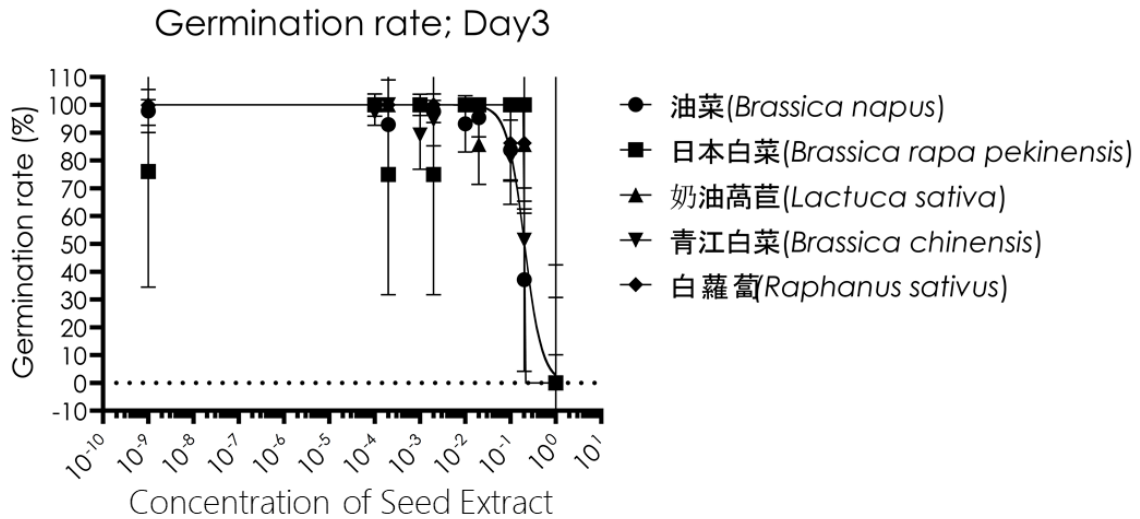


圖 17. 銀合歡種子萃取液之抑制蔬菜種子發芽率試驗(第三天)

表 3. 銀合歡種子萃取液之抑制蔬菜種子發芽率 dose-response analysis(第三天)

	油菜	日本白菜	奶油萵苣	青江白菜	白蘿蔔
Best-fit values					
Bottom	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000
Top	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0
LogEC50	-0.7723	-0.3513	-0.577	-0.6966	-0.471
HillSlope	-3.103	-20.98	-6.224	-2.209	-3.109
EC50	0.1689	0.4454	0.2648	0.2011	0.3381
95% CI					
EC50	0.1427 to 0.2000	0.000 to +infinity	7.479e-006 to 9379	0.1578 to 0.2562	0.1858 to 0.6150

3-2. 蔬菜幼苗(胚根與胚軸)生長抑制試驗

3-2-1. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液抑制胚根伸長試驗

根據 log-logistic model 所進行之 dose-response analysis，銀合歡嫩葉萃取液(leaf extract)對於胚根(radicle)之剋他效果結果(第三天)如圖 18 和表 4 所示，其中 95%信賴區間之 EC_{50} 於表 4 顯示。

五種測試之 bioassay 材料抑制胚根伸長之 EC_{50} 約在銀合歡嫩葉(芽)萃取母液稀釋倍數 0.0027-0.0073 之間，敏感度(log EC_{50})依序為奶油萵苣、白蘿蔔、油菜、青江白菜、及日本白菜。顯然五種物種中，其胚根伸長反應以奶油萵苣及白蘿蔔最為敏感，於第三天銀合歡嫩葉(芽)萃取母液稀釋倍數為 0.0027 及 0.0028(約為稀釋 1/364)可抑制胚根伸長達 50%。

3-2-2. 銀合歡嫩葉萃取液抑制下胚軸伸長試驗

根據 log-logistic model 所進行之 dose-response analysis，銀合歡嫩葉萃取液(leaf extract)對於下胚軸(又稱子葉下軸、胚莖; hypocotyl)之剋他效果結果(第三天)如圖 19 和表 5 所示，其中 95%信賴區間之 EC_{50} 於表 5 顯示。

五種測試之 bioassay 材料抑制下胚軸伸長之 EC_{50} 約在銀合歡嫩葉萃取母液稀釋倍數 0.0060-0.0099 之間，敏感度(log EC_{50})依序為白蘿蔔、奶油萵苣、青江白菜、油菜、及日本白菜。顯然五種物種中，其下胚軸伸長反應以白蘿蔔及奶油萵苣最為敏感，於第三天銀合歡嫩葉(芽)萃取母液稀釋倍數為 0.0060 及 0.0074(約為稀釋 1/167 及 1/135)可抑制下胚軸伸長達 50%。

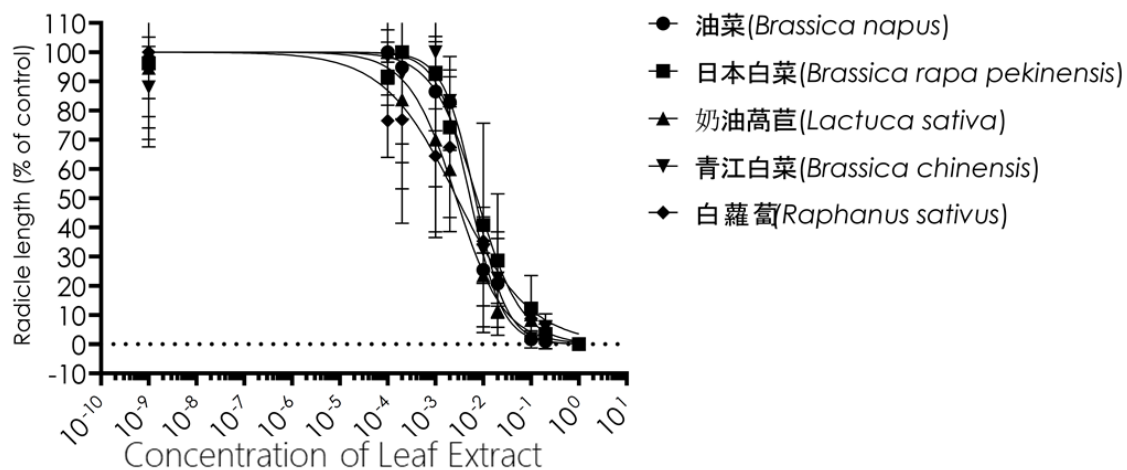


圖 18. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制胚根伸長試驗(第三天)

表 4. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制胚根伸長dose-response analysis(第三天)

	油菜	日本白菜	奶油萵苣	青江白菜	白蘿蔔
Best-fit values					
Bottom	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000
Top	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0
LogEC50	-2.272	-2.131	-2.566	-2.169	-2.548
HillSlope	-1.288	-0.9401	-0.8683	-1.307	-0.5644
EC50	0.005348	0.007392	0.002715	0.006775	0.00283
95% CI					
EC50	0.003419 to 0.008364	0.004386 to 0.01246	0.001521 to 0.004848	0.004496 to 0.01021	0.001455 to 0.005504

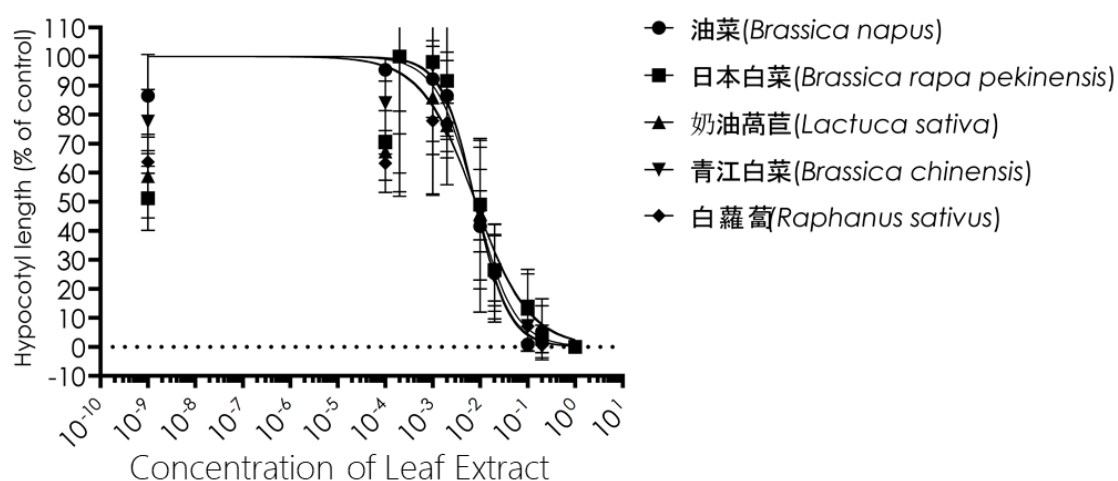


圖 19. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制下胚軸伸長試驗(第三天)

表 5. 銀合歡嫩葉(芽)萃取液之抑制下胚軸伸長dose-response analysis(第三天)

	油菜	日本白菜	奶油萵苣	青江白菜	白蘿蔔
Best-fit values					
Bottom	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000
Top	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0
LogEC50	-2.099	-2.002	-2.133	-2.123	-2.221
HillSlope	-1.261	-1.266	-0.752	-1.058	-0.7525
EC50	0.007954	0.009964	0.007364	0.007533	0.006013
95% CI					
EC50	0.005442 to 0.01162	0.005085 to 0.01952	0.002958 to 0.01833	0.004568 to 0.01242	0.002622 to 0.01379

3-2-3. 銀合歡種子萃取液抑制胚根伸長試驗

根據 log-logistic model 所進行之 dose-response analysis，銀合歡種子萃取液(seed extract)對於胚根(radicle)之剋他效果結果(第三天)如圖 20 和表 6 所示，其中 95%信賴區間之 EC_{50} 於表 6 顯示。

五種測試之 bioassay 材料料抑制胚根伸長之 EC_{50} 約在銀合歡種子萃取母液稀釋倍數 0.0029-0.0089 之間，敏感度(log EC_{50})依序為奶油萵苣、青江白菜、油菜、白蘿蔔、及日本白菜。顯然五種物種中，其胚根伸長反應以奶油萵苣及青江白菜最為敏感，於第三天銀合歡種子萃取母液稀釋倍數為 0.0029 及 0.0039(約為稀釋 1/345 及 1/256)可抑制胚根伸長達 50%。

3-2-4. 銀合歡種子萃取液抑制下胚軸伸長試驗

根據 log-logistic model 所進行之 dose-response analysis，銀合歡種子萃取液(seed extract)對於下胚軸(又稱子葉下軸、胚莖;hypocotyl)之剋他效果結果(第三天)如圖 21 和表 7 所示，其中 95%信賴區間之 EC_{50} 於表 7 顯示。

五種測試之 bioassay 材料料抑制下胚軸伸長之 EC_{50} 約在銀合歡種子萃取母液稀釋倍數 0.0091-0.0197 之間，敏感度(log EC_{50})依序為青江白菜、白蘿蔔、日本白菜、油菜、及奶油萵苣。顯然五種物種中，其下胚軸伸長反應以青江白菜及白蘿蔔最為敏感，於第三天銀合歡種子萃取母液稀釋倍數為 0.0091 及 0.00197(約為稀釋 1/110 及 1/103)可抑制下胚軸伸長達 50%。

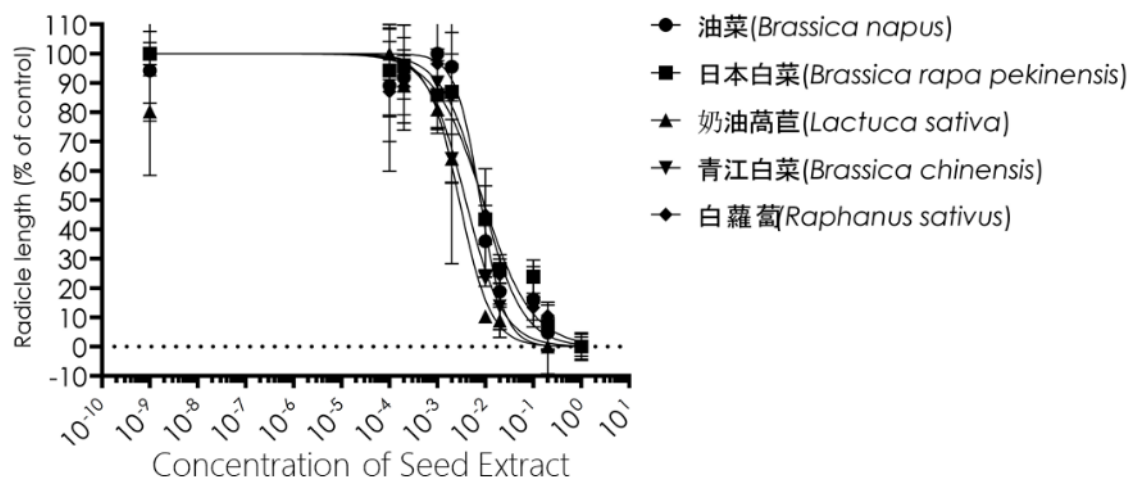


圖 20. 銀合歡種子萃取液之抑制胚根伸長試驗(第三天)

表 6. 銀合歡種子萃取液之抑制胚根伸長dose-response analysis(第三天)

	油菜	日本白菜	奶油萵苣	青江白菜	白蘿蔔
Best-fit values					
Bottom	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000
Top	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0
LogEC50	-2.106	-2.05	-2.544	-2.411	-2.06
HillSlope	-1.702	-0.8566	-1.326	-1.106	-1.035
EC50	0.007834	0.008921	0.002859	0.003886	0.008709
95% CI					
EC50	0.005291 to 0.01160	0.006367 to 0.01250	0.001860 to 0.004394	0.002951 to 0.005117	0.005605 to 0.01353

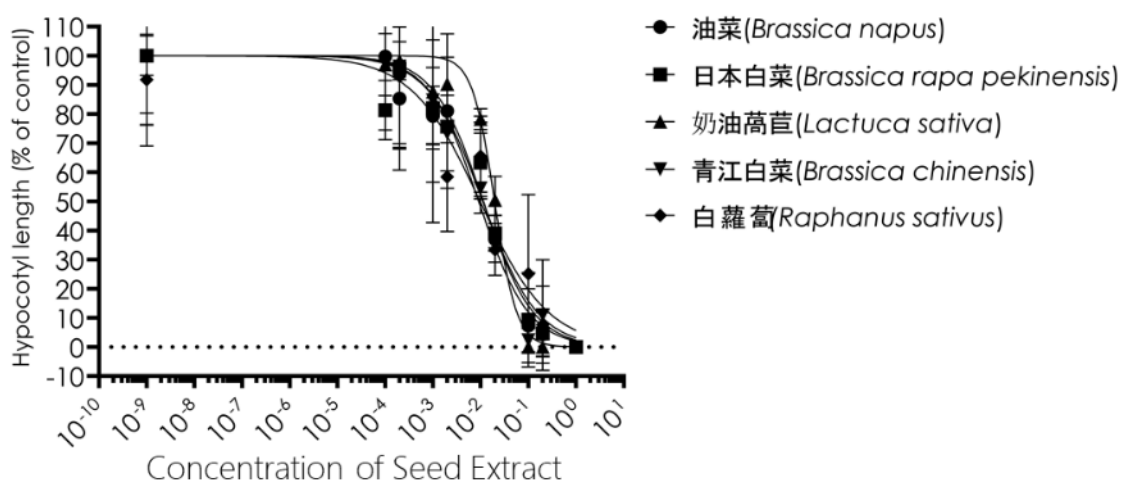


圖 21. 銀合歡種子萃取液之抑制下胚軸伸長試驗(第三天)

表 7. 銀合歡種子萃取液之抑制下胚軸伸長dose-response analysis(第三天)

	油菜	日本白菜	奶油萵苣	青江白菜	白蘿蔔
Best-fit values					
Bottom	=0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000	= 0.000
Top	=100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0	= 100.0
LogEC50	-1.943	-1.955	-1.706	-2.041	-2.012
HillSlope	-0.8291	-0.7607	-1.865	-0.8320	-0.6058
EC50	0.01139	0.01109	0.01966	0.009109	0.009725
95% CI					
EC50	0.005891 to 0.02203	0.006687 to 0.01841	0.01576 to 0.02454	0.005633 to 0.01473	0.004981 to 0.01899

3-3. 小結

本試驗之發芽、胚根生長、與下胚軸(胚莖)生長對於供試藥劑之反應，類似萌前除草劑之作用行為。根據五種感性植物物種之發芽、胚根生長、與下胚軸(胚莖)生長反應，分別測試銀合歡葉(芽)及種子萃取液，結果發現供試驗 5 物種反應類似，於處理 3 天內可利用 bioassay 測試出剋他效果，其中銀合歡嫩葉(芽)萃取液之效果略高於其種子萃取液。而針對不同生長反應之敏感度，胚根>下胚軸>>種子發芽(表 8)。

表 8. 抑制試驗EC₅₀比較

Growth response	EC ₅₀ (Min. dosage, dilution fold of stock)	
	Leaf extract	Seed extract
Seed germination	0.1260-0.1420	0.1690-0.2010
Radicle elongation	0.0027-0.0028	0.0029-0.0039
Hypocotyl elongation	0.0060-0.0074	0.0091-0.0097

4. 造林樹種幼苗培育與試驗

考量造林實際狀況，選擇陽性樹種，行文屏東林管處索取幼苗，將以相思樹與光蠟樹為主要測目標，每組 5 棵(空白組 x1，實驗組 x4)，共 30 棵(5 棵作為預備)。所獲得樹苗株高 60 公分，先進行換盆，其栽培介質包含砂土、培養土、蔗渣基礎有機肥和小花蔓澤蘭炭材(屬入侵外來種之衍生應用，炭化前已經粉碎，不需再次加工；未來也可考慮以銀合歡粉碎物炭化使用)，一方面兼顧養分，另一方面增加栽培介質的透氣性(圖 22)。由銀合歡枝條之含羞草鹼濃度約為嫩葉或種子所含濃度 1/100，符合上述抑制萌後生長含羞長簡有效濃度。因此實驗設計為利用銀合歡枝條萃取液不同濃度進行噴灑於樹苗地上部，包含對照組 A，實驗組 B/C 是將粒徑約 1 公分/3 公分之銀合歡枝條粉碎物鋪蓋於栽種介質表面(厚度分別約 4 公分和 8 公分)；另外實驗組 D/E/F，分別以銀合歡萃取液含 0.1%銀合歡醋液、銀合歡萃取液含 1%銀合歡醋液和銀合歡萃取液 10%銀合歡醋液。移植栽種(圖 23)一個月後，生長狀況正常無枯萎狀況，進行相關試驗，維持 3 個月。觀察日第 14 天，相思樹與光蠟樹生長狀況良好(圖 24)；觀察日第 30 天 2 種樹苗同樣生長狀況良好，傷害指數均小於 2(表 9 和表 10)，且光蠟樹茂出新芽(圖 25)。同時透過 ANOVA 統計分析結果得知，各組並無明顯差異性，所以銀合歡枝條萃取液與枝條(幹)粉碎物，對於陽性樹種-相思樹和光蠟樹，不具傷害性。



圖 22. 樹苗栽培介質混合



圖 23. 樹苗移植至 8 英吋美植袋

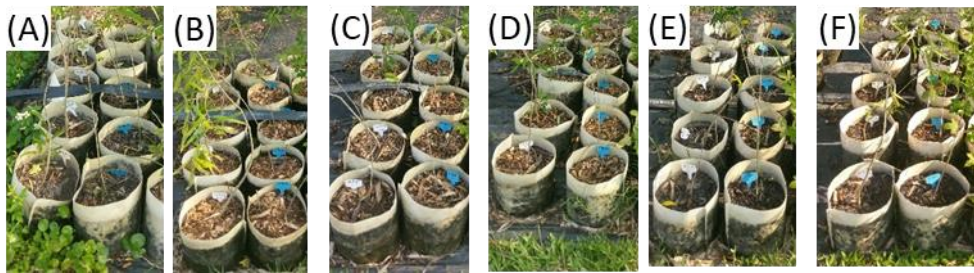


圖 24. 觀察 14 天樹苗生長狀況



圖 25. 觀察第 30 天相思樹(左)和光蠟樹(右)生長狀況

表 9. 相思樹樹苗傷害指數

	A	B	C	D	E	F	P-值	LSD
第 0 天	0	0	0	0	0	0	-	-
第 14 天	0	1	1	0	0	0	0.004223	ND
第 30 天	0	1	1	0	0	0	0.000132	0.539017
第 60 天	1	1	0	0	0	0	0.295816	ND
第 90 天	1	1	1	1	1	1	0.998854	ND

表 10. 光蠟樹樹苗傷害指數

觀察日	A	B	C	D	E	F	P-值	LSD
第 0 天	0	0	0	0	0	0	-	-
第 14 天	0	0	0	0	0	0	0.715171	ND
第 30 天	0	0	0	0	0	0	0.232656	ND
第 60 天	0	0	0	0	0	0	0.985594	ND
第 90 天	0	0	0	0	0	0	0.730316	ND

5. 雜草抑制生長試驗

5-1. 耕地第一梯次雜草生長抑制試驗

由於非耕地草相較為單調，因此增加於耕地進行草相調查與雜草生長抑制試驗。

5-1-1. 耕地第一梯次草相調查

根據出現之雜草調查資料(圖 26)，共有三大類雜草，包括禾本科有 4 種、莎草科有 1 種、闊葉草有 21 種(圖 26)。

		
中文：苦蕒 學名：<i>Physalis angulata</i> Linn. 英文：Cut-leaf Ground Berry 普通名：燈籠草	中文：大飛揚草 學名：<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. 英文：Garden Euphorbia 普通名：飛揚草	中文：節節花 學名：<i>Alternanthera nodiflora</i> R. Br. 英文：narrow-leaf alternanthera 普通名：
		
中文：疣果葉下珠 學名：<i>Phyllanthus hookeri</i> Mull. Arg. 英文：wrinkle-fruited leaf flower 普通名：十字珍珠草	中文：鋪地黍 學名：<i>Panicum repens</i> 英文：torpedo grass 普通名：硬骨草	中文：牛筋草 學名：<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth 英文：Goosegrass 普通名：蟋蟀草

		
中文：倒地鈴 學名：<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. 英文：Balloon Vine 普通名：風鈴草	中文：紫背草 學名：<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) 英文：Cupid's Shaving Brush 普通名：葉下紅	中文：綠莧 學名：<i>Amaranthus viridis</i> Linn. 英文：Slender amaranth 普通名：野莧菜
		
中文：大麻槿 學名：<i>Hibiscus cannabinus</i> 英文：Kenaf 普通名：洋麻	中文：香附子 學名：<i>Cyperus rotundus</i> Linn. 英文：nutgrass flatsedge 普通名：三稜草	中文：紅花野牽牛 學名：<i>Ipomoea triloba</i> L. 英文：red flower morning-glory 普通名：三裂葉薯

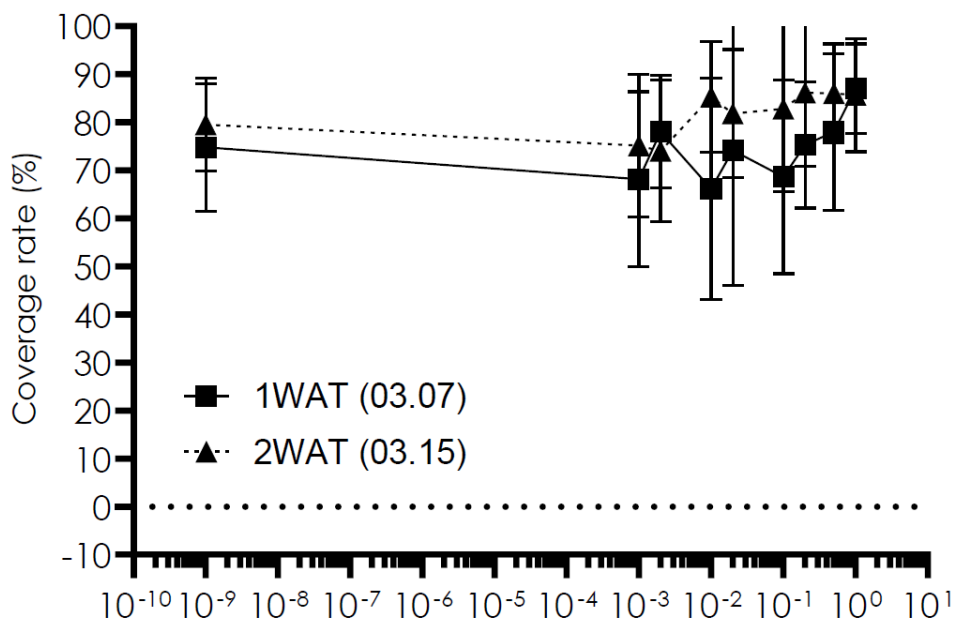
		
中文：咸豐草 學名：<i>Bidens pilosa</i> L. var. Minor 英文：smallflower beggarticks 普通名：鬼針草	中文：小葉灰藺 學名：<i>Chenopodium serotinum</i> Linn. 英文：small goosefoot 普通名：小葉藜	中文：大花咸豐草 學名：<i>Bidens chilensis</i> DC. 英文：pilose beggarticks 普通名：大花咸豐草
		
中文：盤腺蓼 學名：<i>Polygonum micranthum</i> Meisn. 英文：無 普通名：盤腺蓼	中文：牽牛花 學名：<i>Convolvulus nil</i> L. 英文：morning glory 普通名：喇叭花	中文：含羞草 學名：<i>Mimosa pudica</i> Linn. 英文：humble-plant 普通名：含羞草

		
中文：蒺藜草 學名：<i>Cenchrus echinatus</i> Linn. 英文：bur grass 普通名：刺殼草	中文：狗牙根 學名：<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. 英文：bermuda grass 普通名：百慕達草	中文：兩耳草 學名：<i>Paspalum conjugatum</i> Berg. 英文：sour grass 普通名：毛穎雀稗
	中文：甘藷 學名：<i>Convolvulus batatas</i> L. 英文：sweet potato 普通名：地瓜	中文：葛葉牽牛 學名：<i>Convolvulus hederaceus</i> L. 英文：blue morning glory 普通名：碗仔花
中文：黃花羽扇豆 學名：<i>Lupinus luteus</i> 英文：yellow lupine 普通名：魯冰花	中文：酢漿草 學名：<i>Oxalis corymbosa</i> DC. 英文：lavender sorrel 普通名：幸運草	中文：藿香薊 學名：<i>Ageratum conyzoides</i> 英文：tropic ageratum 普通名：一支香

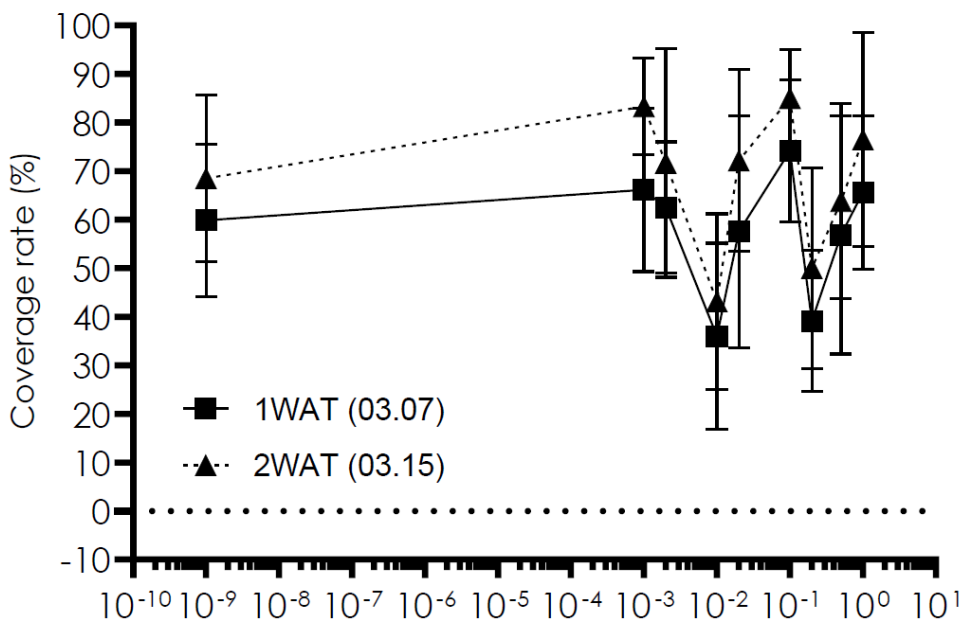
圖 26. 耕地第一梯次草相調查

5-1-2. 銀合歡水溶性萃取物作為耕地萌後型除草劑第一梯次試驗

供試之銀合歡萃取液，包括種子萃取液(seed extract)及嫩葉(芽)萃取液(leaf extract)兩種，分別取母液(stock)稀釋1/1(母液原液), 1/2、1/5、1/10、1/50、1/100、1/500、1/1000、CK(自來水)進行田間雜草萌後噴施處理。根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，嫩葉(芽)萃取液與種子萃取液分別以九種劑量處理之試區，其上分布之雜草草相覆蓋率調查結果如圖 27所示。根據處理嫩葉(芽)萃取液及種子萃取液試驗區之草相調查，於第一週及第二週呈現之草相顯然係依照不同試驗田畦之位置而異。於嫩葉(芽)萃取液試驗區各試區之雜草覆蓋率約在80%左右，藥劑處理後2週內並未改變各試區之雜草覆蓋率(圖 27a)。而經seed extract處理之試區，其雜草覆蓋率約在60%左右，同樣地，藥劑處理後2週內並未改變各試區之雜草覆蓋率(圖 27b)。



(a) Leaf extract of lead tree (dilution fold of stock)



(b) Seed extract of lead tree (dilution fold of stock)

圖 27. 耕地第一梯次不同萃取液稀釋倍數對於雜草覆蓋率變化(2週)，
(a)嫩葉(芽)萃取液，(b)種子萃取液

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，嫩葉(芽)萃取液與種子萃取液分別以九種劑量處理之試區，其上出現之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率(relative coverage；各試區取樣點三大類合計為100%)調查結果如圖 26所示。

根據處理leaf extract試區之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率調查，於第一週及第二週呈現之三大類雜草之相對覆蓋率顯示禾本科(圖 28a)、莎草科(圖 28b)、及闊葉型(圖 28c)雜草分別約佔20、30、與50%，顯然係依照不同試驗田畦之位置而異，藥劑處理後2週內並未改變各試區三大類雜草之相對覆蓋率。

根據處理seed extract試區之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率調查，於第一週及第二週呈現之三大類雜草之相對覆蓋率顯示禾本科(圖 29a)、莎草科(圖 29b)、及闊葉型(圖 29c)雜草分別約佔5、55、與40%，顯然草相係依照不同試驗田畦之位置而異，藥劑處理後2週內並未改變各試區三大類雜草之相對覆蓋率。

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，leaf extract與seed extract九種劑量處理之試區，其上雜草呈現之傷害指數(injury index)結果如圖 30所示。根據嫩葉(芽)萃取液處理試驗區之雜草傷害指數調查(圖 30a)，於第一週及第二週均未出現藥效，其傷害指數均為0。同樣地，以種子萃取液處理之雜草，亦未出現任何藥效(圖 30b)，其傷害指數均為0。

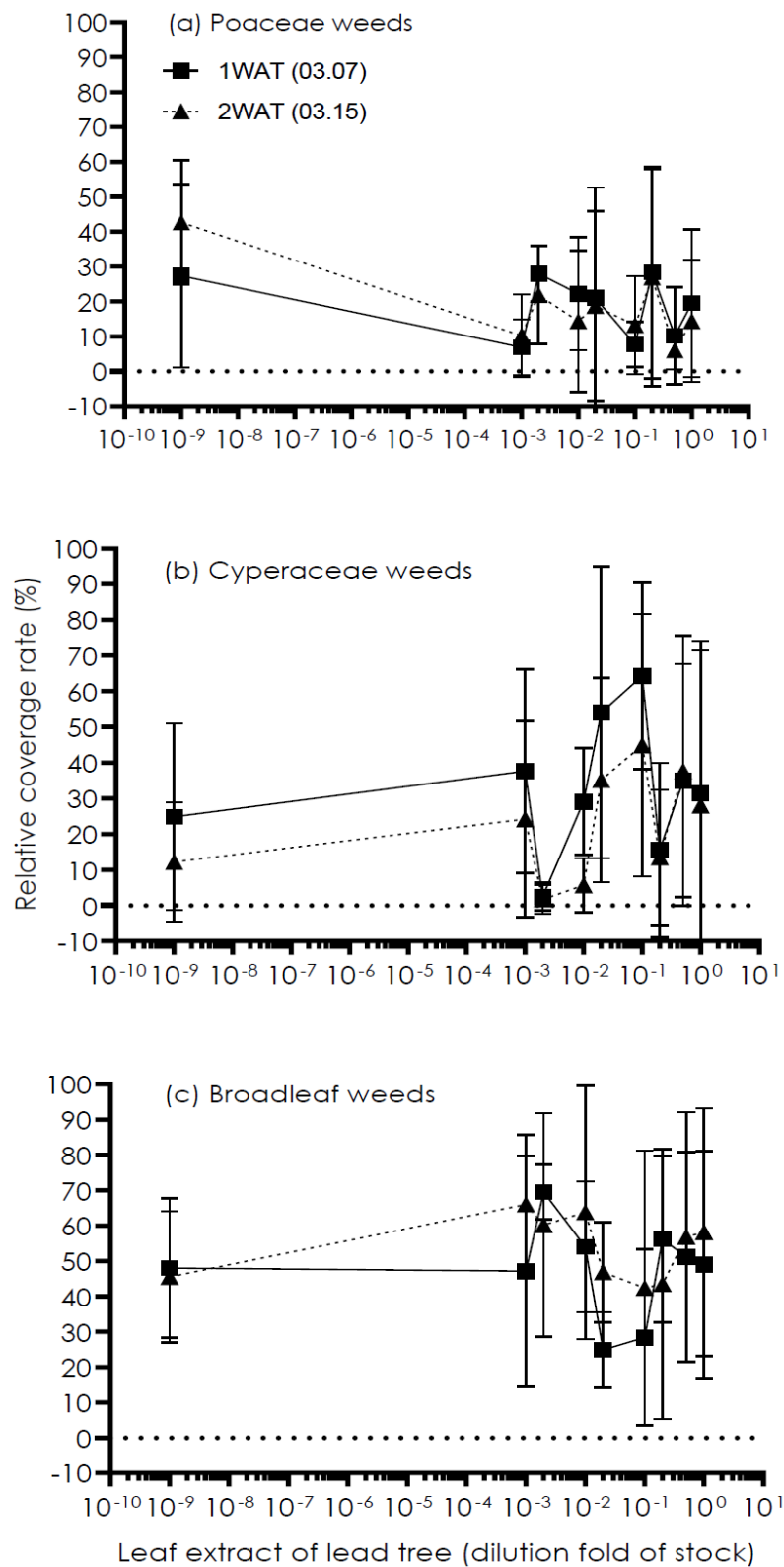


圖 28. 耕地第一梯次不同嫩葉(芽)萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草

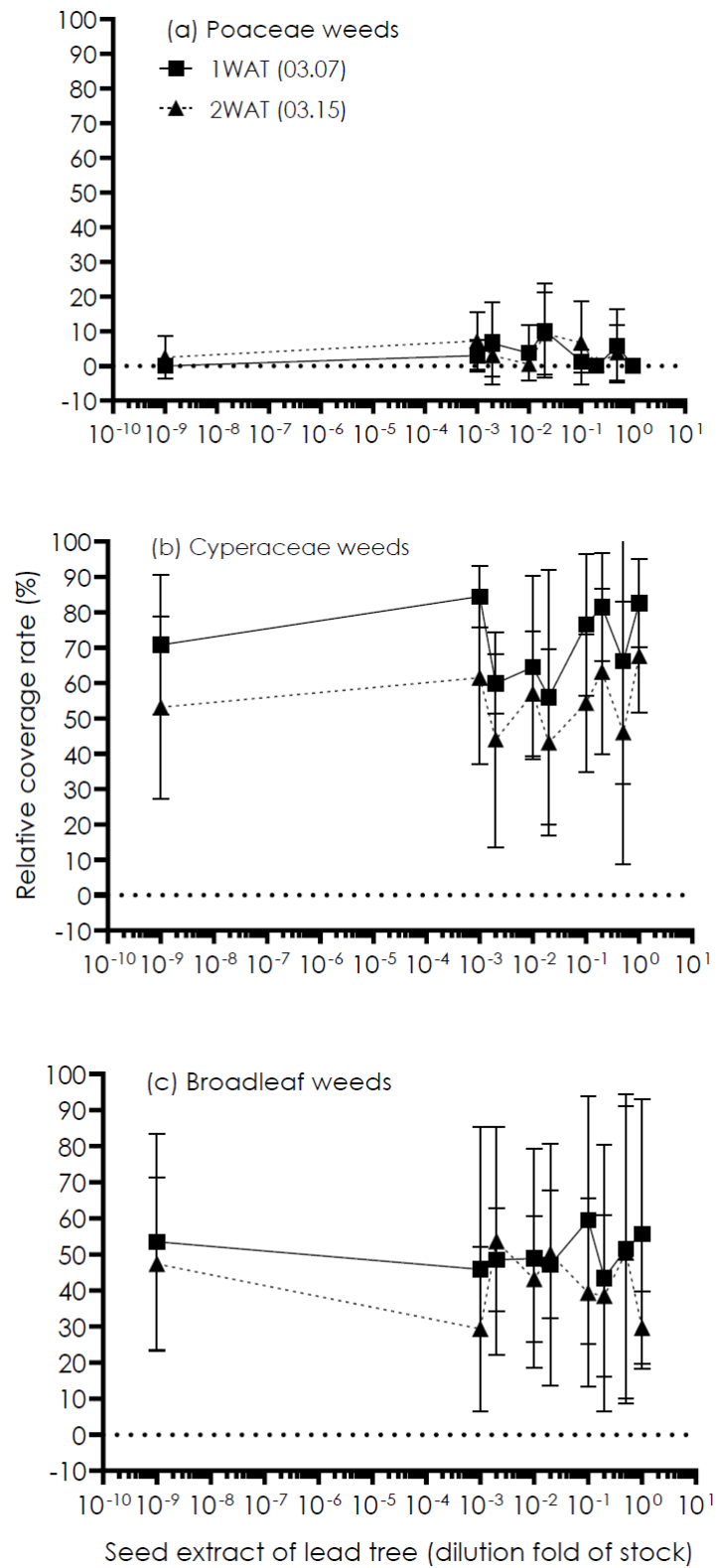


圖 29. 耕地第一梯次不同種子萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草

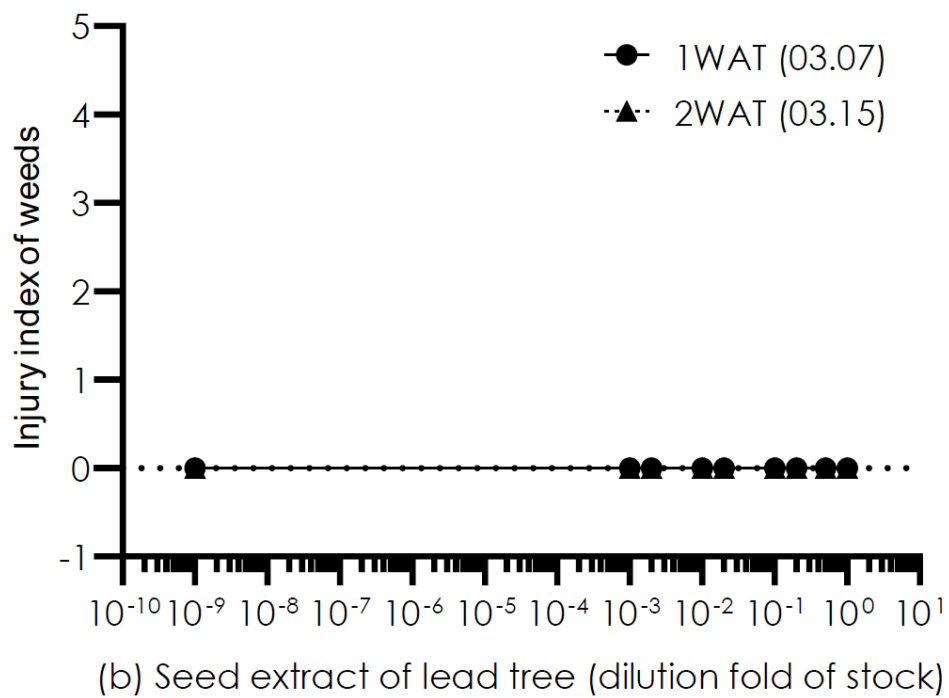
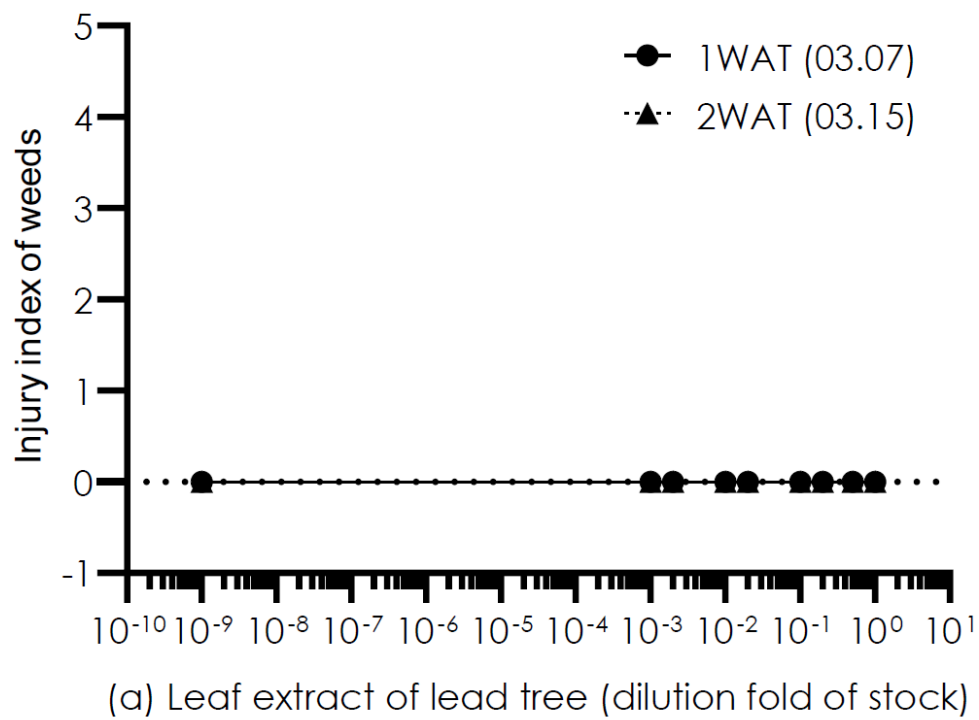


圖 30. 耕地第一梯次不同萃取液稀釋倍數對雜草傷害指數，(a)嫩葉(芽)萃取液，(b)種子萃取液

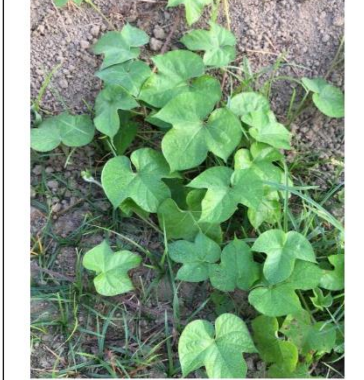
5-2. 耕地第二梯次雜草生長抑制試驗

5-2-1. 耕地第二梯次草相調查

根據出現之雜草調查資料(圖 31)，三大類雜草，包括禾本科有7種、莎草科有1種、闊葉草有20種。

		
中名：兩耳草 英名：Sour Grass 普通名：毛穎雀稗 學名：<i>Paspalum conjugatum</i> Berg. 科名：禾本科 屬名：雀稗屬	中文：狗牙根 英文：Bermuda Grass 普通名：百慕達草 學名：<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. 科名：禾本科 屬名：狗牙根屬	中文：鋪地黍 英文：torpedo grass 普通名：硬骨草 學名：<i>Panicum repens</i> 科名：禾本科 屬名：黍屬
		
中名：牛筋草 英名：Crowfoot Grass 普通名：牛頓草 學名：<i>Eleusine indica</i> 科名：禾本科 屬名：稈屬	中文：蒺藜草 英文：Bur Grass 普通名：刺殼草 學名：<i>Cenchrus echinatus</i> Linn. 科名：禾本科 屬名：蒺藜草屬	中文：香附子 英文：Nutgrass Flatsedge 普通名：三稜草 學名：<i>Cyperus rotundus</i> Linn. 科名：莎草科 屬名：莎草屬

		
中名：伏生千日紅 英文：Silverflower Globeamaranth 普通名：假千日紅 學名：Gomphrena celosioides Mart. 科名：莧科 屬名：千日紅屬	中名：一支香 英文：Little Ironweed 普通名：傷寒草 學名：Vernonia cinerea (L.) Less. 科名：菊科 屬名：斑鳴菊屬	中文：倒地鈴 英文：Balloon Vine 普通名：風鈴草 學名：Cardiospermum halicacabum L. 科名：無患子科 屬名：倒地鈴屬
		
中文：蓮子草 英文：Sessile Alternanthera 普通名：節節花 學名：Gommphrena sessilis L. 科名：莧科 屬名：蓮子草屬	中文：盤腺蓼 英文：無 普通名：盤腺蓼 學名：Polygonum micranthum Meisn. 科名：蓼科 屬名：蓼屬	中文：大花咸豐草 英文：Pilose Beggarticks 普通名：鬼針草 學名：Bidens chilensis DC. 科名：菊科 屬名：鬼針草屬

		
中文：小葉灰藺 英文：Small Goosefoot 普通名：小葉藜 學名： <i>Chenopodium serotinum</i> Linn. 科名：藜科 屬名：藜屬	中文：葉下株 英文：Wrinkle-fruited Leaf Flower 普通名：十字珍珠草 學名： <i>Phyllanthus urinaria</i> Linn. 科名：大戟科 屬名：葉下珠屬	中文：紅花野牽牛 英文：Red Flower Morning-glory 普通名：三裂葉薯 學名： <i>Ipomoea triloba</i> L. 科名：旋花科 屬名：牽牛花屬
		
中文：野莧菜 英文：Slender Amaranth 普通名：綠莧 學名： <i>Amaranthus viridis</i> Linn. 科名：莧科 屬名：莧屬	中文：苦蕒 英文：Cut-leaf Ground Berry 普通名：燈籠草 學名： <i>Physalis angulata</i> Linn. 科名：茄科 屬名：燈籠草屬	中名：碗仔花 英名：Blue Morning Glory 俗名：番薯舅 學名： <i>Ipomoea hederacea</i> (L.) Jacq. 科名：旋花科 屬名：牽牛屬

		
中名：寬翼豆 英名：Wild Pea Bean 學名：<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urban 俗名：紫花大翼豆 科名：豆科 屬名：賽芻豆屬	中文：兔兒菜 英文：Rabbit Milk Weed 普通名：鵝仔菜 學名：<i>Prenanthes chinensis</i> Thunb. 科名：菊科 屬名：兔仔菜屬	中文：大飛揚草 英文：Garden Euphorbia 普通名：飛揚草 學名：<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. 科名：大戟科 屬名：地錦草屬
		
中名：升馬唐 英名：Tropical Crab Grass 普通名：升馬唐、馬唐草、馬唐 學名：<i>Panicum ciliare</i> Retz. 科名：禾本科 屬名：馬唐屬	中文：牛筋草 英名：Crowfoot Grass 普通名：牛頓草 學名：<i>Eleusine indica</i> 科名：禾本科 屬名：稈屬	中文：含羞草 英文：Humble-plant 普通名：知羞草 學名：<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. 科名：豆科 屬名：含羞草屬

		
中名：黃花酢醬草 英名：Creeping Oxalis 學名：<i>Oxalis corniculata</i> L. 普通名：酢漿草、酢醬草 科名：酢醬草科 屬名：酢醬草屬	中文：碗仔花 英名：Blue Morning Glory 學名：<i>Ipomoea hederacea</i> (L.) Jacq. 普通名：蕃薯莢、葛葉牽牛 科名：旋花科 屬名：牽牛花屬	中文：野牽牛 英文：Wild Morning-glory 學名：<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker.Gawl. 普通名：姬牽牛，小心葉薯 科名：旋花科 屬名：牽牛花屬
		
中名：疣果葉下株 英名：Wrinkle-fruited Leaf Flower 學名：<i>Phyllanthus hookeri</i> Mull. Arg. 俗名：珠仔草 科名：大戟科 屬名：葉下珠屬		

圖 31. 耕地第二梯次草相調查

5-2-2. 銀合歡水溶性萃取物作為耕地萌後型除草劑第二梯次試驗

供試之銀合歡萃取液，包括種子萃取液(seed extract)及葉片萃取液(leaf extract)兩種，分別取母液(stock)稀釋1/1(母液原液), 1/2、1/5、1/10、1/50、1/100、1/500、1/1000、CK(自來水)進行田間雜草萌後噴施處理。根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，嫩葉(芽)萃取液與種子萃取液分別以九種劑量處理之試區，其上分布之雜草草相覆蓋率調查結果如圖 32所示。根據處理嫩葉(芽)萃取液及種子萃取液試驗區之草相調查，於第一週及第二週呈現之草相顯然係依照不同試驗田畦之位置而異。於嫩葉萃取液試驗區各試區之雜草覆蓋率約在80%左右，藥劑處理後2週內並未改變各試區之雜草覆蓋率(圖 32a)。而經種子萃取液處理之試區，其雜草覆蓋率約在70%左右，同樣地，藥劑處理後2週內並未改變各試區之雜草覆蓋率(圖 32b)。

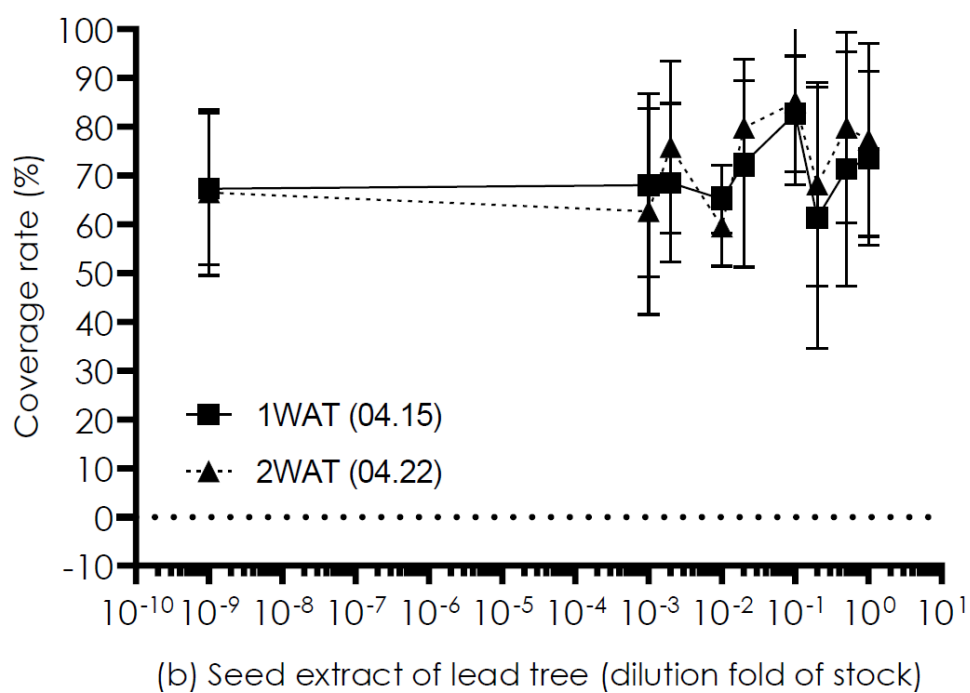
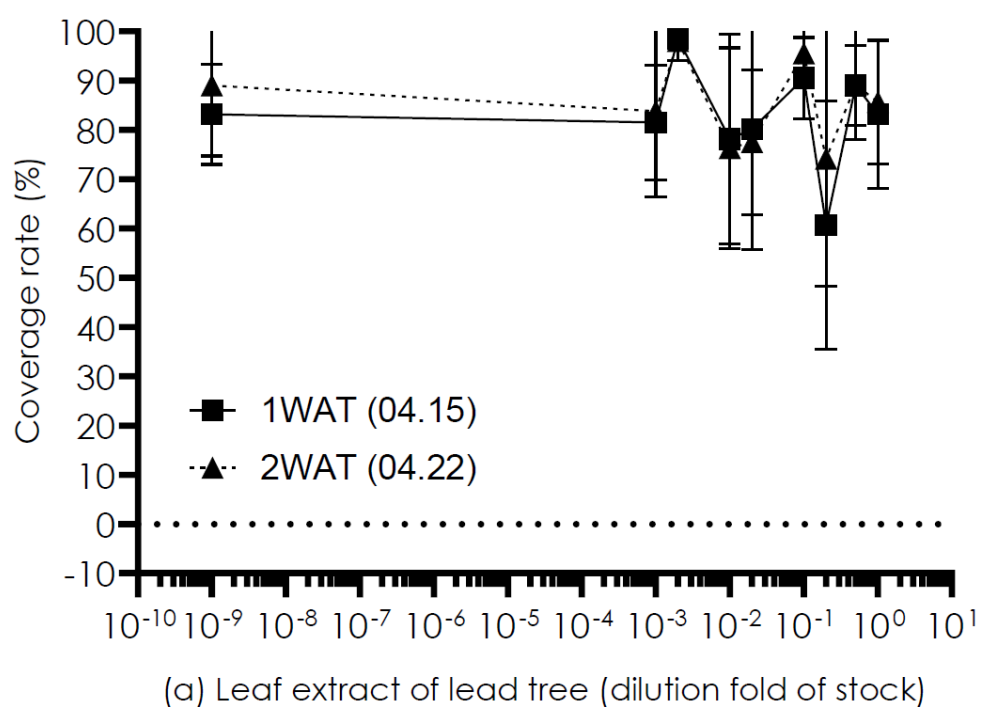


圖 32. 耕地第二梯次不同萃取液稀釋倍數對於雜草覆蓋率變化(2週)，(a)嫩葉萃取液，(b)種子萃取液

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，嫩葉萃取液與種子萃取液分別以九種劑量處理之試區，其上出現之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率(relative coverage；各試區取樣點三大類合計為100%)調查結果如所示。

根據處理leaf extract試區之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率調查，於第一週及第二週呈現之三大類雜草之相對覆蓋率顯示禾本科(圖 33a)、莎草科(圖 33b)、及闊葉型(圖 33c)雜草分別約佔30、10、與60%，顯然係依照不同試驗田畦之位置而異，藥劑處理後2週內並未改變各試區三大類雜草之相對覆蓋率。

根據處理seed extract試區之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率調查，於第一週及第二週呈現之三大類雜草之相對覆蓋率顯示禾本科(圖 34a)、莎草科(圖 34b)、及闊葉型(圖 34c)雜草分別約佔5、25、與70%，顯然草相係依照不同試驗田畦之位置而異，藥劑處理後2週內並未改變各試區三大類雜草之相對覆蓋率。

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，leaf extract與seed extract九種劑量處理之試區，其上雜草呈現之傷害指數(injury index)結果如圖 35所示。根據嫩葉(芽)萃取液處理試驗區之雜草傷害指數調查(圖 35a)，於第一週及第二週均未出現藥效，其傷害指數均為0。同樣地，以種子萃取液處理之雜草，亦未出現任何藥效(圖 35b)，其傷害指數均為0。

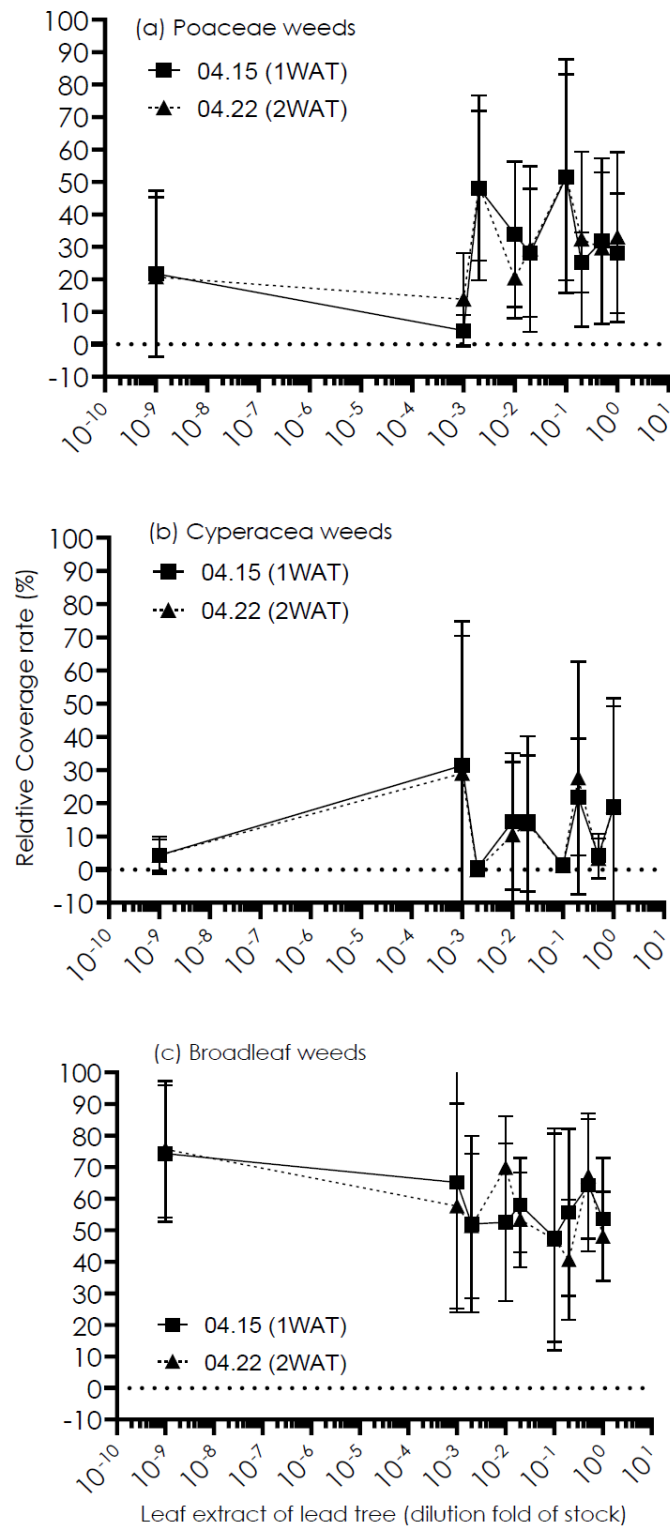


圖 33. 耕地第二梯次不同嫩葉萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草

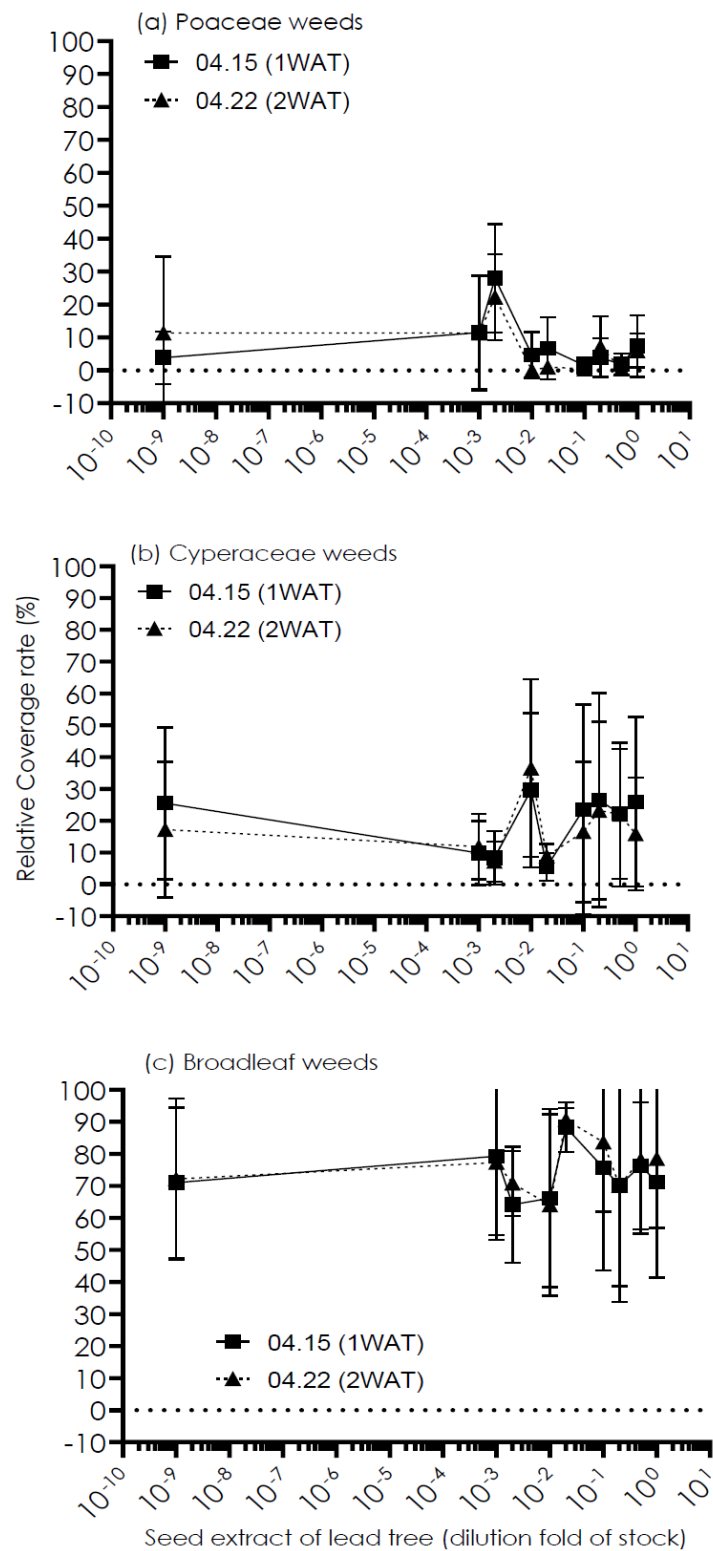


圖 34. 耕地第二梯次不同種子萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草

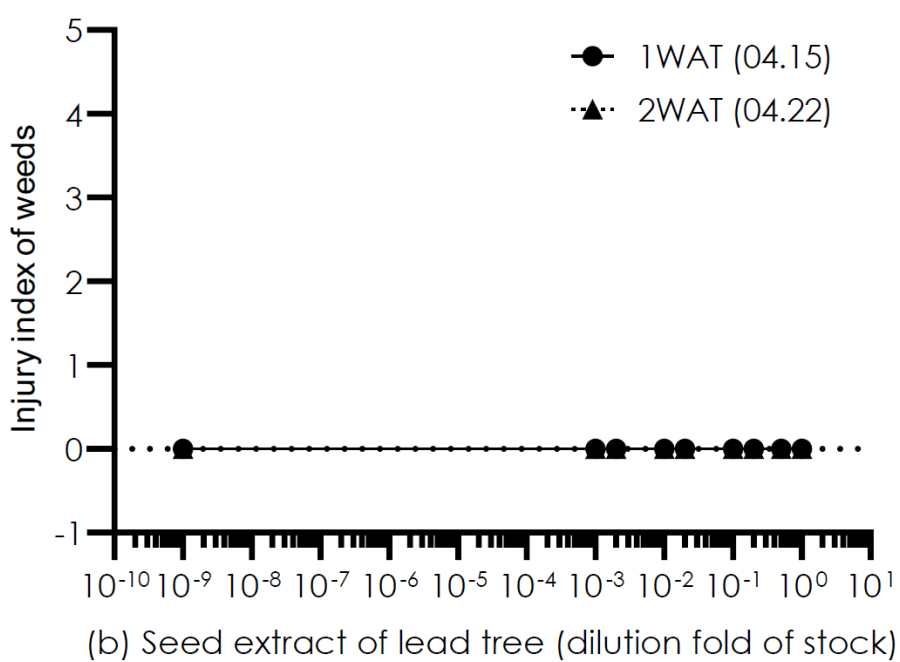
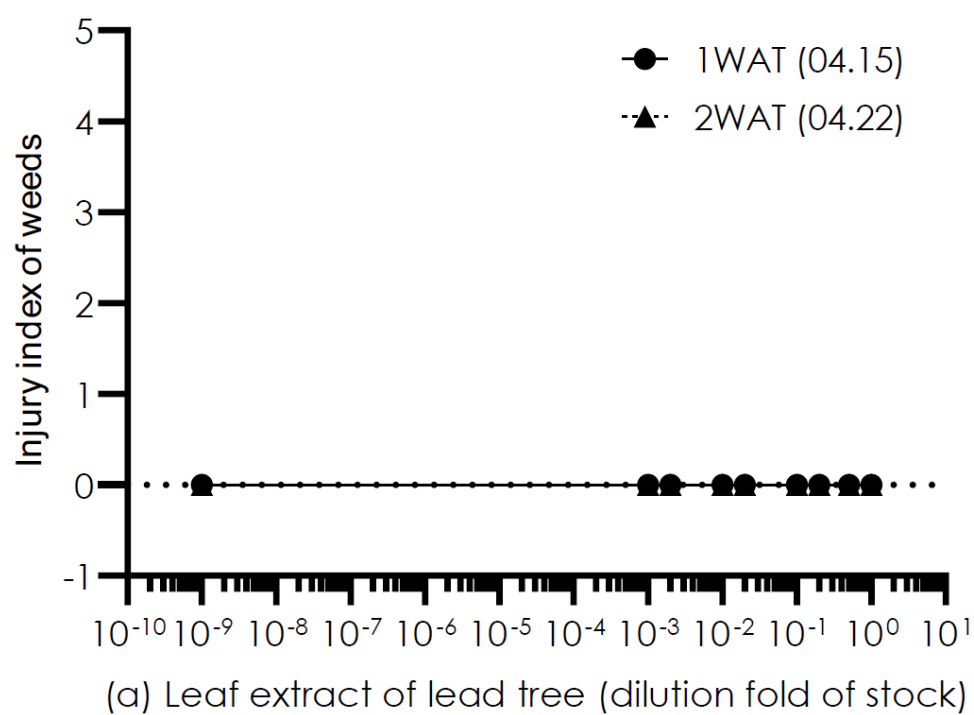


圖 35. 耕地第二梯次不同萃取液稀釋倍數對雜草傷害指數，(a)嫩葉
(芽)萃取液，(b)種子萃取液

5-3. 耕地第三梯次雜草生長抑制試驗

5-3-1. 耕地第三梯次草相調查

根據出現之雜草調查資料(圖 36)，三大類雜草，包括禾本科有

5種、莎草科有1種、闊葉草有12種。

		
中文：吳氏雀稗 英文：Vasey's grass 普通名：絲毛雀稗 學名：<i>Paspalum urvillei</i> 科名：禾本科 屬名：雀稗屬	中文：大飛揚草 英文：Garden Euphorbia 普通名：飛揚草 學名：<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. 科名：大戟科 屬名：地錦草屬	中文：倒地鈴 英文：Balloon Vine 普通名：風鈴草 學名：<i>Cardiospermum halicacabum</i> L. 科名：無患子科 屬名：倒地鈴屬
		
中名：黃花酢醬草 英名：Creeping Oxalis 學名：<i>Oxalis corniculata</i> L. 普通名：酢醬草 科名：酢醬草科 屬名：酢醬草屬	中文：含羞草 英文：Humble-plant 普通名：知羞草 學名：<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp. 科名：豆科 屬名：含羞草屬	中文：牛筋草 英名：Crowfoot Grass 普通名：蟋蟀草 學名：<i>Eleusine indica</i> 科名：禾本科 屬名：稃子屬

		
中文：野莧菜 英文：Slender Amaranth 普通名：綠莧 學名：<i>Amaranthus viridis</i> Linn. 科名：莧科 屬名：莧屬	中文：野牽牛 英文：Wild Morning-glory 學名：<i>Ipomoea obscura</i> (L.) Ker. Gawl. 普通名：姬牽牛、細花牽牛花 科名：旋花科 屬名：牽牛花屬	中名：疣果葉下株 英名：Wrinkle-fruited Leaf Flower 學名：<i>Phyllanthus hookeri</i> Mull. Arg. 俗名：珠仔草、葉下株 科名：大戟科 屬名：葉下珠屬
		
中文：狗牙根 英文：Bermuda Grass 普通名：百慕達草 學名：<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. 科名：禾本科 屬名：狗牙根屬	中文：碗仔花 英名：Blue Morning Glory 學名：<i>Ipomoea hederacea</i> (L.) Jacq. 普通名：碗子花、葛葉牽牛 科名：旋花科 屬名：牽牛	中文：鋪地黍 英文：torpedo grass 普通名：硬骨草、苦拉丁 學名：<i>Panicum repens</i> 科名：禾本科 屬名：黍屬

		
中文：苦蕒 英文：Cut-leaf Ground Berry 普通名：燈籠草、燈籠果 學名：<i>Physalis angulata</i> Linn. 科名：茄科 屬名：燈籠草屬	中文：紅花野牽牛 英文：Red Flower Morning-glory 普通名：三裂葉薯、星牽牛花 學名：<i>Ipomoea triloba</i> L. 科名：旋花科 屬名：牽牛花屬	中名：兩耳草 英名：Sour Grass 普通名：毛穎雀稗、大阪草 學名：<i>Paspalum conjugatum</i> Berg. 科名：禾本科 屬名：雀稗屬
		
中文：香附子 英文：Nutgrass Flatsedge 普通名：三稜草 學名：<i>Cyperus rotundus</i> Linn. 科名：莎草科 屬名：莎草屬	中文：大花咸豐草 英文：Pilose Beggarticks 普通名：鬼針草 學名：<i>Bidens chilensis</i> DC. 科名：菊科 屬名：鬼針草屬	中文：銀合歡 英文：White Popinac 普通名：白合歡、臭菁仔 學名：<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit 科名：豆科 屬名：銀合歡屬

圖 36. 耕地第三梯次草相調查

5-3-2. 銀合歡水溶性萃取物作為萌後型除草劑第三梯次試驗

第三梯次供試之銀合歡萃取液，包括種子萃取液(seed extract)及葉片萃取液(leaf extract)兩種，分別取母液(stock)稀釋1/1(母液原液), 1/2、1/5、1/10、1/50、1/100、及CK(自來水)進行田間雜草萌後噴施處理。為使萃取液之成分易附著於葉片表面、及增加其經由角質層進入組織細胞內，各種施用濃度均加入0.5%展著劑。

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，嫩葉萃取液與種子萃取液分別以九種劑量處理之試區，其上分布之雜草草相覆蓋率調查結果如圖 32所示。根據處理嫩葉萃取液及種子萃取液試驗區之草相調查，於第一週及第二週呈現之草相顯然係依照不同試驗田畦之位置而異。於嫩葉萃取液試驗區各試區之雜草覆蓋率約在95%左右，藥劑處理後2週內並未改變各試區之雜草覆蓋率(圖 37a)。而經種子萃取液處理之試區，其雜草覆蓋率約在95%左右，同樣地，藥劑處理後2週內並未改變各試區之雜草覆蓋率(圖 37b)。根據所得數據無法進行dose-response analysis。

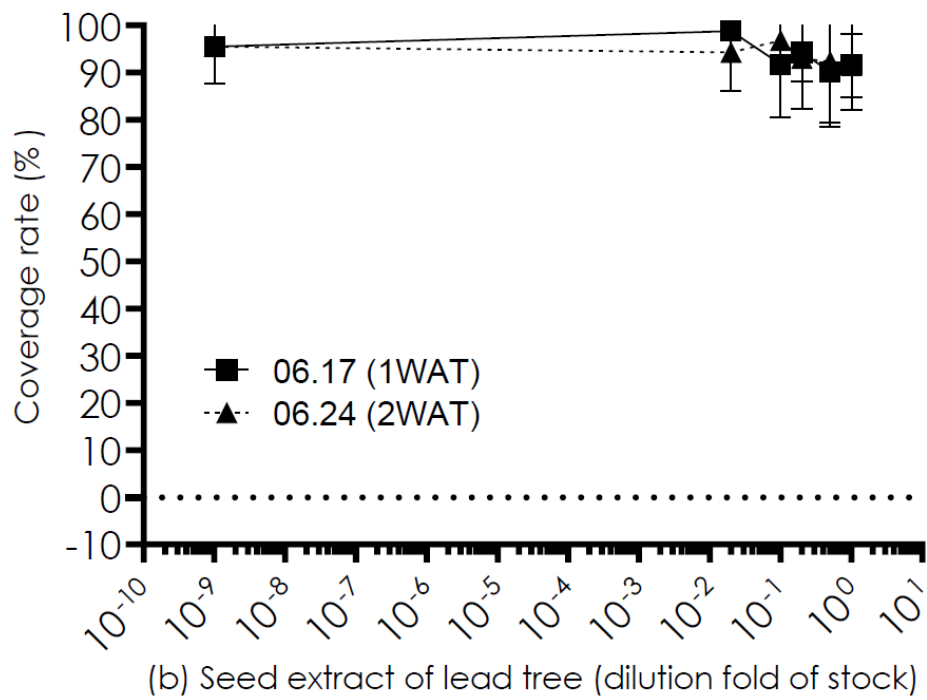
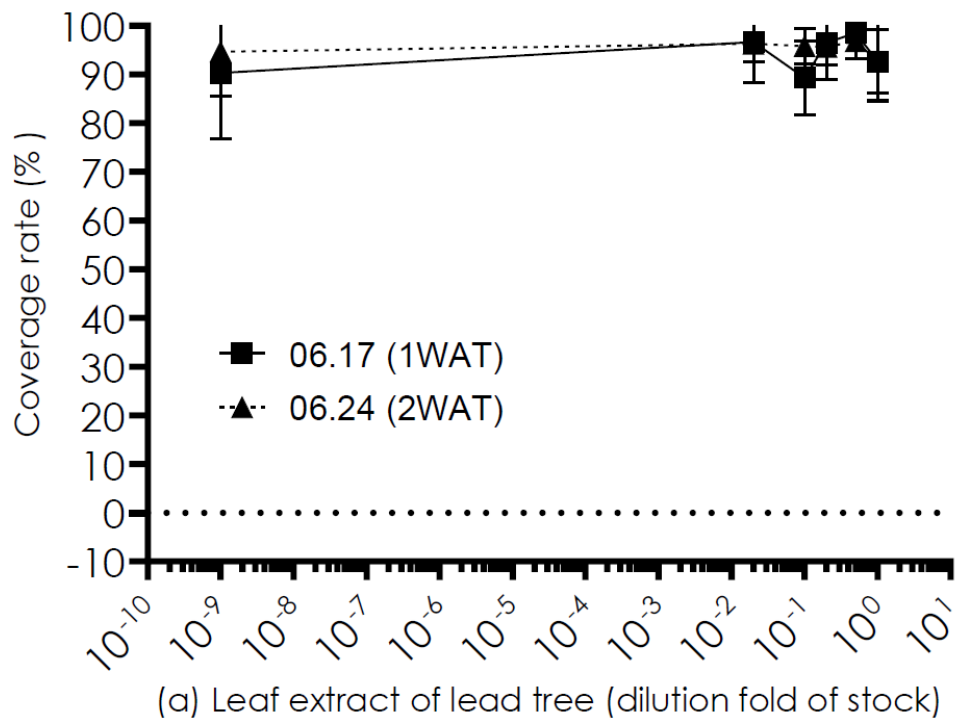


圖 37. 耕地第三梯次不同萃取液稀釋倍數對於雜草覆蓋率變化(2週)，(a)嫩葉萃取液，(b)種子萃取液

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，嫩葉萃取液與種子萃取液分別以九種劑量處理之試區，其上出現之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率(relative coverage；各試區取樣點三大類合計為100%)調查結果如所示。

根據處理leaf extract試區之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率調查，於第一週及第二週呈現之三大類雜草之相對覆蓋率顯示禾本科(圖 38a)、莎草科(圖 38b)、及闊葉型(圖 38c)雜草分別約佔20、5、與75%，顯然係依照不同試驗田畦之位置而異，藥劑處理後2週內並未改變各試區三大類雜草之相對覆蓋率。

根據處理seed extract試區之雜草草相中三大類雜草之相對覆蓋率調查，於第一週及第二週呈現之三大類雜草之相對覆蓋率顯示禾本科(圖 39a)、莎草科(圖 39b)、及闊葉型(圖 39c)雜草分別約佔10、10、與80%，顯然草相係依照不同試驗田畦之位置而異，藥劑處理後2週內並未改變各試區三大類雜草之相對覆蓋率。

根據log-logistic model所進行之dose-response analysis設計，leaf extract與seed extract九種劑量處理之試區，其上雜草呈現之傷害指數(injury index)結果如圖 40所示。根據嫩葉(芽)萃取液處理試驗區之雜草傷害指數調查(圖 40a)，於第一週及第二週均未出現藥效，其傷害指數均為0。同樣地，以種子萃取液處理之雜草，亦未出現任何藥效(圖 40b)，其傷害指數均為0。

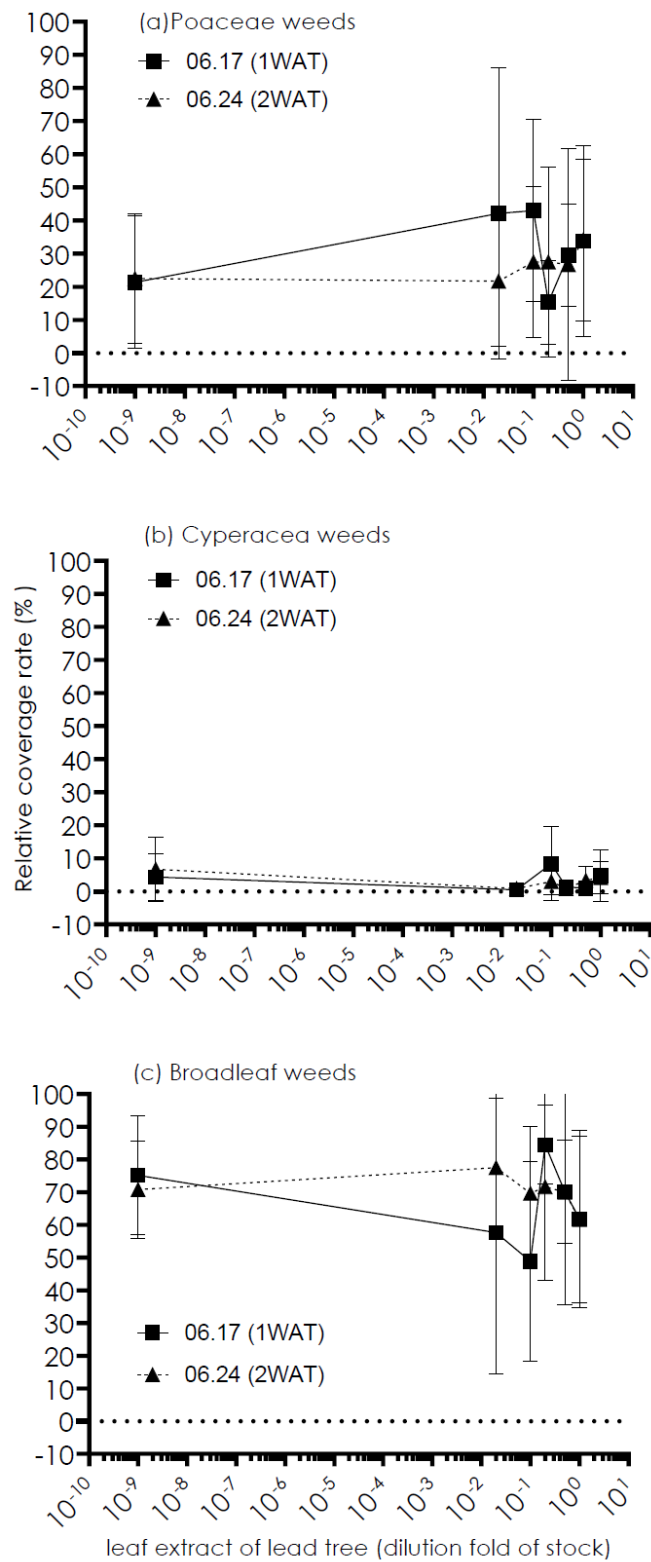


圖 38. 耕地第三梯次不同嫩葉(芽)萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2 週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草

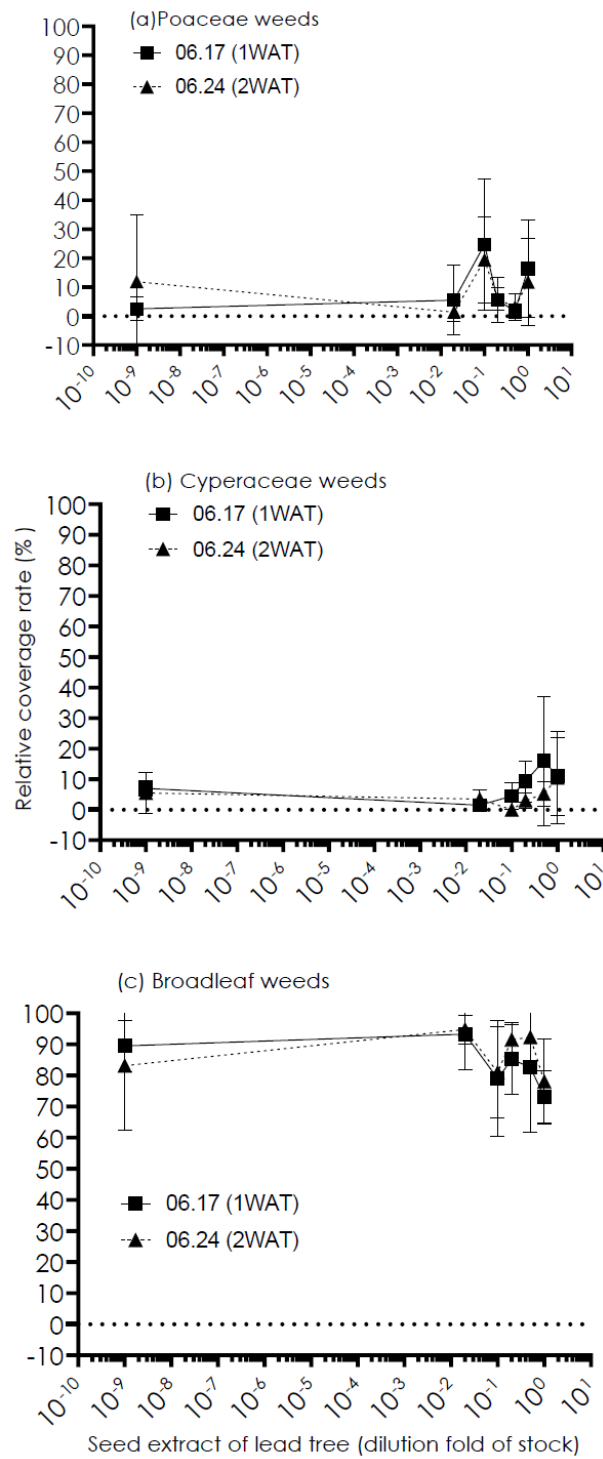


圖 39. 耕地第三梯次種子萃取液稀釋倍數對於不同雜草覆蓋率變化(2週)，(a) 禾本科雜草，(b) 莎草科雜草，(c) 闊葉草

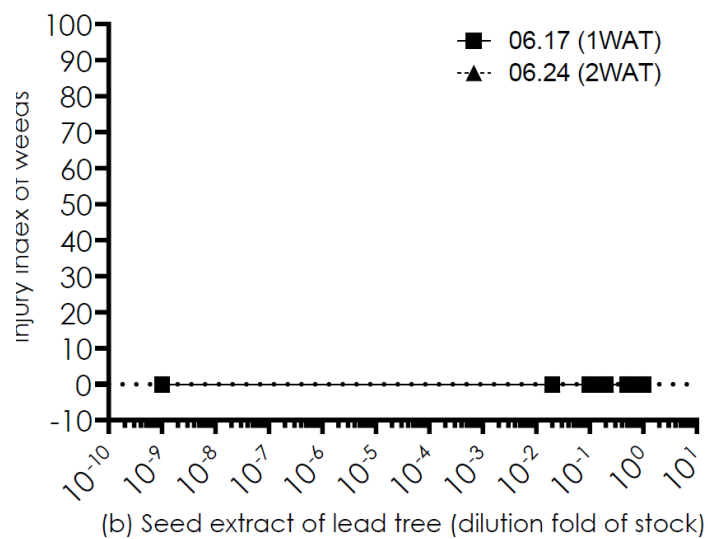
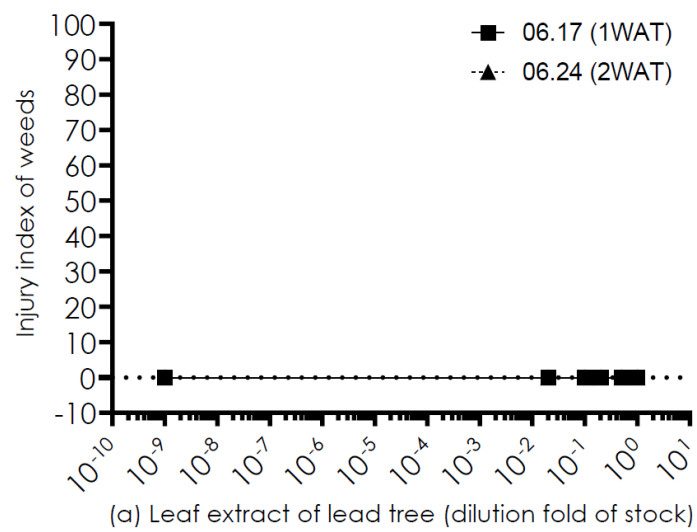


圖 40. 耕地第三梯次不同萃取液稀釋倍數對雜草傷害指數，(a)嫩葉(芽)萃取液，(b)種子萃取液

5-4. 銀合歡萃取液抑制非耕地萌後雜草試驗

從上述結果得知，於農場耕地進行抑制雜草萌後生長試驗，以銀合歡嫩葉(芽)與種子萃取液進行噴灑，其抑制雜草萌後生長效果不佳。可能是因為耕地的土壤較為肥沃或藥劑量不足，雜草生長快速所導致。因此於台南市六甲區非耕地(林地，陽光充足處)，先進行刈草作業(圖 41)，再使用銀合歡枝條萃取液進行噴灑(1,000ml/2.25m²)，分別添加 0.1%、1%和 10%銀合歡木醋液，包含空白組共 4 組(圖 42)。經過一周進行草試驗統計，如圖 43 所示，雜草覆蓋分別為 (A)59.9±10.2%，(B)41.9±10.9%，(C)39.3±6.9%，(D)22.9±6.9%，銀合歡枝條萃取液含銀合歡木醋液，對於抑制雜草萌後生長，具有明顯效果，得以減少林地刈草頻率。由於銀合歡枝條萃取液噴灑於戶外現地，容易受到下雨等天候因素影響，實驗期間為雨季，第二周雜草覆蓋均達 80%以上，經 4 周後雜草覆蓋率達 95-100%。



圖 41. 抑制非耕地雜草萌後試驗之前置刈草作業

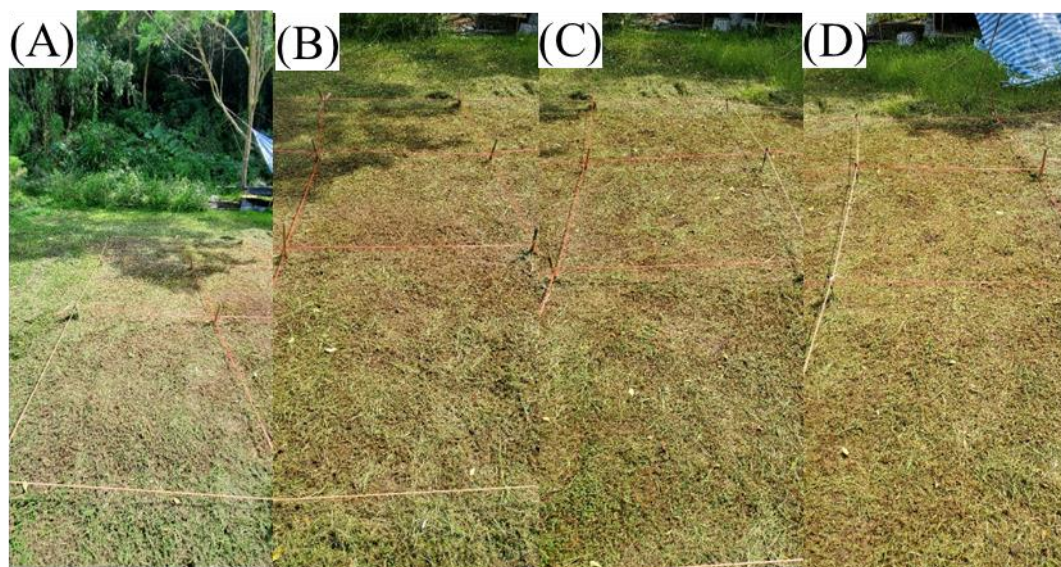


圖 42. 抑制非耕地雜草萌後試驗(A:空白組，銀合歡枝條萃取液含不同濃度木醋液，B:0.1%，C:1%，D:10%。)

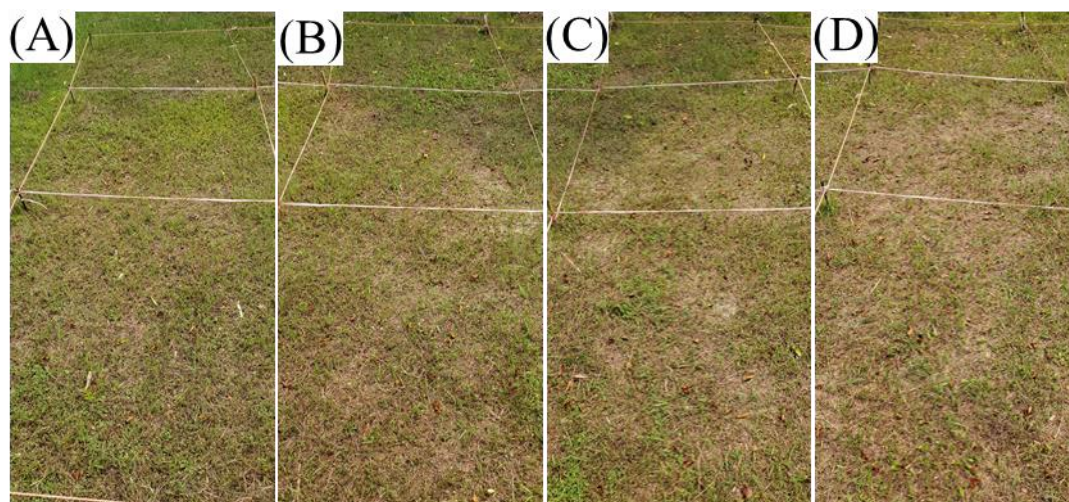


圖 43. 抑制非耕地雜草萌後試驗一週 (A:空白組，銀合歡枝條萃取液含不同濃度銀合歡木醋液，B:0.1%，C:1%，D:10%。)

5-5. 銀合歡粉碎物作為非耕地萌後抑制雜草試驗

本計畫初步以粒徑約為 1 公分和 3 公分銀合歡枝條(幹)粉碎物，直接鋪蓋於非耕地，進行草生長抑制試驗，考量雨水沖刷以及粉碎效率，最後採取 3 公分銀合歡枝條(幹)粉碎物進行試驗。

將約 3 公分粉碎銀合歡枝條(幹)，分別 15 公斤和 30 公斤鋪蓋於 1.5m×1.5m 非耕地上，厚度分別為 4 公分和 8 公分(圖 44)，鋪蓋前先進行刈草做，以便觀察抑制雜草萌後生長的狀況。由於實驗期間適逢午後雷陣雨期，雜草生長相當快速，經過一周時間，對照組雜草覆蓋率已經達 100%，但覆蓋銀合歡枝條粉碎物之實驗組雜草覆蓋率僅有 8.89%(鋪蓋厚度 8 公分)和 23.41%(鋪蓋厚度 4 公分)，因此銀合歡枝條(幹)粉碎物的鋪蓋厚度越厚，雜草覆蓋率越低；觀察 4 周的結果，經過統計分析(圖 47)，鋪蓋厚度 8 公分的場域，其雜草覆蓋率僅有 31.39%，主要雜草為禾本科和莎草科；預估於同樣氣候環境雜草覆蓋率於 2 個月後方可達 70%以上，因此可減少刈草頻率。從結果推測是鋪設厚度影響雜草光合作用生長，另外一方面，經雨水淋洗，銀合歡剋他成分溶淋釋出溶入土壤，抑制雜草生長。因此未來銀合歡剋除時，可以搭配可移動式粉碎機，將銀合歡於現場進行粉碎，一方面便於搬運，另一方面已可直接鋪蓋於人造林間，抑制雜草生長，降低刈草頻率，減少刈草人工費用，使銀合歡可以有效去化應用。



圖 44. 銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長試驗



圖 45.觀察 1 周後，銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長狀況(上:對照組，下左:4 公分，下右:8 公分)。



圖 46. 觀察 4 周後，銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長狀況(左:4 公分，右:8 公分)。

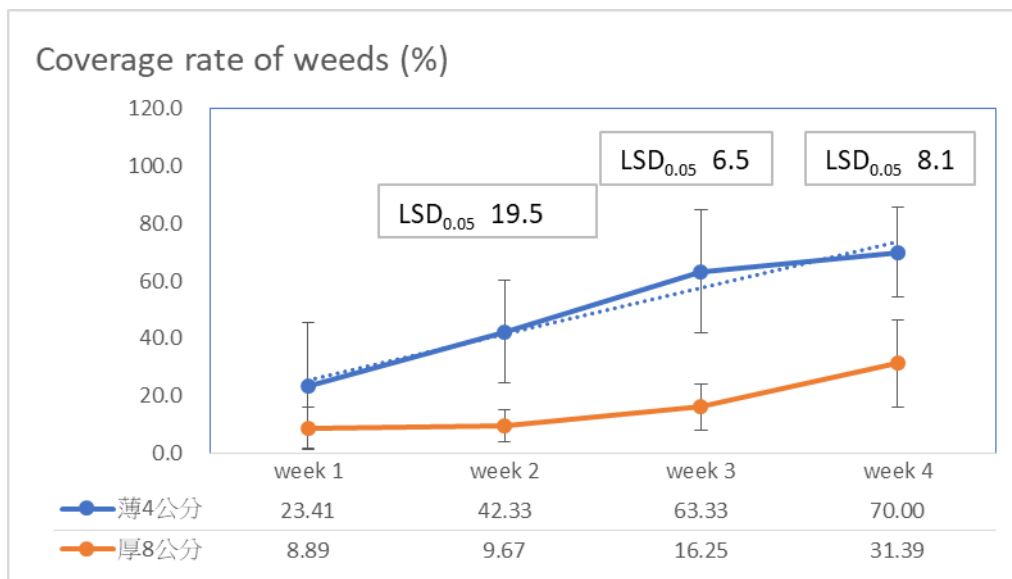


圖 47. 銀合歡枝條粉碎物鋪蓋抑制雜草生長狀況統計分析

6. 銀合歡剋他資材開發標準作業程序流程

從以上試驗結果，了解銀合歡萃取液(嫩芽(葉)/種子)可以有效抑制蔬菜種子萌前和萌後生長。將其萃取液施用於實場雜草抑制生長試驗，由於較容易受到下雨等環境因素影響，不具有明顯效果。反觀，銀合歡枝條經粉碎程序(初步估計材料成本為<0.5 元/公斤，單位面積成本<70,000 元/公頃)，直接鋪蓋於實場，含羞草鹼緩慢釋出，可以有效抑制雜草生長。以人工造林地一年刈草作業，平均 3-4 月施作一次，每次作業成本約 12,000-18,000 元/公頃，約可減少 70%刈草作業費，每年節省 3-5 萬元。

所以未來銀合歡剋他資材開發標準作業程序流程如下說明(圖 48)，包含 A.伐除，B.粉碎，C.鋪設或收集，一方面可以去化銀合歡，另一方面可以應用於雜草抑制生長應用，並不會產生環境二次危害。



銀合歡伐除



粉碎



收集/現地鋪蓋

圖 48. 銀合歡植物源除草劑開發程序標準化

(九)結論

銀合歡是屬台灣外來入侵種，多分布於中南部，尤其是墾丁國家公園，基於含有剋他成分，本計畫利用這一特性，進行一系列試驗。

1. 本計畫成果如下說明

- A. 完成收集銀合歡嫩葉(芽)和種子，以水劑型熱迴流萃取，將其萃取液進行不同蔬菜種子生長反應之敏感度試驗，包含種子發芽、胚根生長和下胚軸生長。結果顯示水萃取液具有蔬菜種子抑制生長效果，其中銀合歡嫩葉(芽)萃取液之效果略高於其種子萃取液，且抑制生長敏感度，胚根>下胚軸>>種子發芽。
- B. 完成於耕地場域草相調查後，進行抑制雜草萌後生長試驗，分別以嫩葉(芽)/種子之萃取液噴灑(400 ml/2.25 m²)，但由於容易受到環境氣候影響，不見雜草生長抑制成效。同時考量銀合歡大量去化作業程序，直接將銀合歡枝條粉碎進行萃取，萃取液直接於非耕地噴灑(1,000 ml/2.25 m²)，然而抑制雜草生長效果僅維持約 1 周。
- C. 將伐除之銀合歡整株枝幹(條)粉碎成約 3 公分，以不同厚度(4 公分/8 公分)直接鋪蓋於非耕地，經過一個月的觀察試驗，鋪蓋厚度 8 公分之抑制雜草生長效果較佳，其雜草覆蓋率約 31.4%，推估可減少 70%的雜草刈除頻率，因此未來於林地直接相銀合歡粉碎物鋪蓋於現地，可以減少人工刈草頻率，降低人造林的管理成本，同時解決銀合歡去化問題。
- D. 本計畫除了將銀合歡直條進行萃取之外，也將銀合歡枝幹，經由傳統土窯進行炭化程序，同時獲得 16%生物炭和 10%木醋液，生物炭可作為植物栽種介質使用，木醋可作為抑制雜草生長配方，達自然資源循環利用。

2. 未來銀合歡伐除應用建議

經了解目前屏東林管處銀合歡伐除作業，每年編列預算進行規畫區域銀合歡伐除與造林，將其伐除之銀合歡於現地堆置，一方面抑制雜草與銀合歡幼苗生長，另一方面造林樹苗防風離。另外，公告時間，開放民眾撿拾。

綜合銀合歡處理現況，建議 1.未來將其粉碎後鋪蓋於現地，減少處理運送費用，同時有利於林地抑制雜草生長。2.較大枝幹部分，也可供民眾或業者撿拾，作為生物炭生產使用，可大幅度減少伐除之銀合歡處理費用，同時可逐漸形成商業模式，達到循環經濟的落實。

參考文獻

- ✓ 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，*農業廢棄物之利用與環保*，103-116。
- ✓ 翁志弘，2016，農藥市場發展現況及趨勢。國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心。
- ✓ 莊惠嫻，2010，除草劑應用於蕁蘭屬栽培之雜草防治研究，*國立宜蘭大學碩士論文*。
- ✓ 黃懋宸，2018，生物炭特性與吸附水中氨氮能力關聯性之研究，*國立交通大學碩士論文*。
- ✓ 鮑濱福，馬建義，張齊生，葉良明，王品維，2006，竹醋液作為植物生長調節劑的開發研究：(I) 室內試驗，*浙江農業學報*，18(3)，171-175。
- ✓ 鍾玉龍、呂明倫，2009，恆春半島銀合歡入侵分佈之調查與動態監測。*林業研究專訊* 16(5)，23-26。
- ✓ 簡士豪，江介倫，王建昇，張庠睿，2012，添加生物炭對酸性紅壤肥力之影響，*農業工程學報*，58(4)，15-22。
- ✓ Brewbaker J. L., Hylin J. W. 1965. Variation in *mimosine* content among *Leucaena* species and related Mimosaceae. *Crop Science*. 5(4): 348-349.
- ✓ Chou, C. H. and L. L. Leu, 1992. Allelopathic substances and interactions in *Delonix regia* Raf. *J. Chem. Ecol.* 18: 2285-2303.
- ✓ Chou, C. H., and C. H. Yang, 1982. Alleopathic research of subtropical vegetation II. Comparative exclusion of understory by *Pyllostachys edulis* and *Cryptomeria japonica*. *J. Chem. Ecol.* 8(12): 1489-1507.
- ✓ Chou, C. H., and H. J. Lin, 1976. Autointoxication mechanism of *Oryza*

- sativa*. I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in paddy soil. *J. Chem. Ecol.* 2: 353-367.
- ✓ Chou, C. H., and Kuo, Y. L. 1986. Allelopathic research in subtropical vegetation in Taiwan III. Allelopathic exclusion of understory species by *Leucaena leucocephala*. *J. Chem. Ecol.* 12:1431-1448.
 - ✓ Chou, C. H., G. R. Waller, C. S. Cheng, C. F. Yang, and D. Kim, 1995. Allelochemical activity of naturally occurring compounds from mungbean (*Vigna radiata* L.) plants and their surrounding soil. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 36: 9-18.
 - ✓ Hong N.H., Xuan T.D., Tsuzuki E., Khanh T.D. (2004) Paddy weed control by higher plants from Southeast Asia, *Crop Prot.* 23, 255–261.
 - ✓ Jones R.J., Lowry J.B. 1984. Australian goats detoxify the goitrogen 3 hydroxy-4 (1H) pyridone (DHP) after ruminal infusion from an Indonesian goat. *Experientia.* 40:1435–1436.
 - ✓ Lee. T. H., and C. H. Chou, 2000. Flavonoid aglycones and indole alkaloids from the roots of *Acacia confusa*. *J. Chin. Chem. Soc.* 47: 1287-1290.
 - ✓ Lin J.Y., Ling K.H. 1961. Studies on free amino acids in the free seeds of *Leucaena glauca* Benth. III. Biological study on *mimosine*, *J. Formos. Med. Assoc.* 60:657–664.
 - ✓ Rice, E. L., 1995. Biological Control of Weeds and Plant Disease: Advances in Applied Allelopathy. Univ. of Oklahoma Press, Norman.
 - ✓ Silvane V., Arthur G.F., Rafael C.D., Alfredo G.F. 2001. Regulation of *mimosine* accumulation in *Leucaena leucocephala* seedlings, *Plant Sci.* 161:597–604.
 - ✓ Soedarjo M., Borthakur D. 1998. *Mimosine*, a toxin produced by the tree-legume *Leucaena* provides a nodulation competition advantage to *mimosine*-degrading *Rhizobium* strains. *Soil Biol. Biochem.* 30:1605-

1613.

- ✓ Tawata S. 1990. Effective reduction and extraction of *mimosine* from *Leucaena* and the potential for its use as a lead compound of herbicides, in: Casida J.E. (Ed.), *Pesticide and Alternatives*, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 541-544.
- ✓ Tseng, M. H., H. S. Kuo, Y. M. Chen, and C. H. Chou, 2003. Allelopathic potential of *Macaranga tanarius*. *J. Chem. Ecology*. 29 (5): 1269-1286.
- ✓ Wang, T. S. C., J. Yang, and T. Chuang, 1967. Soil phenolic acids as plant
- ✓ Wee, K. L. and Wang, S. S. 1987. Effect of post-harvest treatment on the degradation of *mimosine* in *Leucaena leucocephala* Leaves, *J. Sci. Food Agric*. 39, 195-201.
- ✓ Xuan, T. D., Elzaawely, A.A., Deba, F., Fukuta, M., and Tawata, S. 2006. *Mimosine* in *Leucaena* as a potent bio-herbicide. *Agron. Sustain*. 26(2):89-97.
- ✓ Young, C. C., 1986. Autointoxication of *Asparagus officinalis* L. *In the Science of Allelopathy*. p. 102-112. Putnam, A. R. and C. S. tang (eds.). John Wiley

九、附件

含羞草鹼之物質安全資料表



Mimosine (Leucenol) CAS No 500-44-7	MATERIAL SAFETY DATA SHEET SDS/MSDS
--	--

1. IDENTIFICATION OF THE SUBSTANCE/MIXTURE AND OF THE COMPANY/UNDERTAKING

1.1 Product identifiers

Product name : **Mimosine (Leucenol)**

CAS-No. : 500-44-7

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses : Laboratory chemicals, Industrial & for professional use only.

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Company : Central Drug House (P) Ltd
7/28 Vardaan House
New Delhi-10002
INDIA

Telephone : +91 11 49404040

Email : care@cdhfinechemical.com

1.4 Emergency telephone number

Emergency Phone # : +91 11 49404040 (9:00am - 6:00 pm) [Office hours]

2. HAZARDS IDENTIFICATION

2.1 Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 [EU-GHS/CLP]

Acute toxicity, Inhalation (Category 4)

Acute toxicity, Dermal (Category 4)

Acute toxicity, Oral (Category 4)

Classification according to EU Directives 67/548/EEC or 1999/45/EC

Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed.

2.2 Label elements

Labelling according Regulation (EC) No 1272/2008 [CLP]

Pictogram



Signal word

Warning

Hazard statement(s)

H302

H312

H332

Harmful if swallowed.

Harmful in contact with skin.

Harmful if inhaled.

Precautionary statement(s)

P280

Wear protective gloves/ protective clothing.

Supplemental Hazard Statements none

Safety data sheet available on request.

According to European Directive 67/548/EEC as amended.

Hazard symbol(s)



R-phrase(s)

R20/21/22

Harmful by inhalation, in contact with skin and if swallowed.

S-phrase(s)

S22

Do not breathe dust.

S36

Wear suitable protective clothing.

2.3 Other hazards - none

3. COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS

3.1 Substances

Synonyms : Leucenol
(S)- α -Amino- β -[1-(3-hydroxy-4-oxopyridine)]propionic acid

Formula : C₈H₁₀N₂O₄

Molecular Weight : 198,18 g/mol

Component

Concentration

(S)- α -Amino-3-hydroxy-4-oxo-1(4H)-pyridylpropionic acid

CAS-No. 500-44-7

-

EC-No. 207-905-1

4. FIRST AID MEASURES

4.1 Description of first aid measures

General advice

Consult a physician. Show this safety data sheet to the doctor in attendance.

If inhaled

If breathed in, move person into fresh air. If not breathing, give artificial respiration. Consult a physician.

In case of skin contact

Wash off with soap and plenty of water. Consult a physician.

In case of eye contact

Flush eyes with water as a precaution.

If swallowed

Never give anything by mouth to an unconscious person. Rinse mouth with water. Consult a physician.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed

To the best of our knowledge, the chemical, physical, and toxicological properties have not been thoroughly investigated.

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

no data available

5. FIREFIGHTING MEASURES

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media

Use water spray, alcohol-resistant foam, dry chemical or carbon dioxide.

- 5.2 Special hazards arising from the substance or mixture**
Carbon oxides, nitrogen oxides (NO_x)
- 5.3 Advice for firefighters**
Wear self contained breathing apparatus for fire fighting if necessary.
- 5.4 Further information**
no data available
- 6. ACCIDENTAL RELEASE MEASURES**
- 6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures**
Use personal protective equipment. Avoid dust formation. Avoid breathing vapors, mist or gas. Ensure adequate ventilation. Avoid breathing dust.
- 6.2 Environmental precautions**
Do not let product enter drains.
- 6.3 Methods and materials for containment and cleaning up**
Pick up and arrange disposal without creating dust. Sweep up and shovel. Keep in suitable, closed containers for disposal.
- 6.4 Reference to other sections**
For disposal see section 13.
- 7. HANDLING AND STORAGE**
- 7.1 Precautions for safe handling**
Avoid contact with skin and eyes. Avoid formation of dust and aerosols.
Provide appropriate exhaust ventilation at places where dust is formed. Normal measures for preventive fire protection.
- 7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities**
Store in cool place. Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place.
- 7.3 Specific end uses**
no data available
- 8. EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION**
- 8.1 Control parameters**
Components with workplace control parameters
- 8.2 Exposure controls**
Appropriate engineering controls
Handle in accordance with good industrial hygiene and safety practice. Wash hands before breaks and at the end of workday.
- Personal protective equipment**
- Eye/face protection**
Safety glasses with side-shields conforming to EN166 Use equipment for eye protection tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or EN 166(EU).
- Skin protection**
Handle with gloves. Gloves must be inspected prior to use. Use proper glove removal technique (without touching glove's outer surface) to avoid skin contact with this product. Dispose of contaminated gloves after use in accordance with applicable laws and good laboratory practices. Wash and dry hands.
- Body Protection**
Complete suit protecting against chemicals, The type of protective equipment must be selected according to the concentration and amount of the dangerous substance at the specific workplace.
- Respiratory protection**
For nuisance exposures use type P95 (US) or type P1 (EU EN 143) particle respirator. For higher level protection use type OV/AG/P99 (US) or type ABEK-P2 (EU EN 143) respirator cartridges. Use respirators and components tested and approved under appropriate government standards such as NIOSH (US) or CEN (EU).

9. PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1 Information on basic physical and chemical properties

a) Appearance	Form: solid
b) Odour	no data available
c) Odour Threshold	no data available
d) pH	no data available
e) Melting point/freezing point	Melting point/range: 228 °C
f) Initial boiling point and boiling range	no data available
g) Flash point	no data available
h) Evaporation rate	no data available
i) Flammability (solid, gas)	no data available
j) Upper/lower flammability or explosive limits	no data available
k) Vapour pressure	no data available
l) Vapour density	no data available
m) Relative density	no data available
n) Water solubility	no data available
o) Partition coefficient: n-octanol/water	no data available
p) Autoignition temperature	no data available
q) Decomposition temperature	no data available
r) Viscosity	no data available
s) Explosive properties	no data available
t) Oxidizing properties	no data available

9.2 Other safety information

no data available

10. STABILITY AND REACTIVITY

10.1 Reactivity

no data available

10.2 Chemical stability

no data available

10.3 Possibility of hazardous reactions

no data available

10.4 Conditions to avoid

no data available

10.5 Incompatible materials

Strong oxidizing agents

10.6 Hazardous decomposition products

Other decomposition products - no data available

11. TOXICOLOGICAL INFORMATION

11.1 Information on toxicological effects

Acute toxicity
no data available

Skin corrosion/irritation
no data available

Serious eye damage/eye irritation
no data available

Respiratory or skin sensitization
no data available

Germ cell mutagenicity
no data available

Carcinogenicity

IARC: No component of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.

Reproductive toxicity
no data available

Specific target organ toxicity - single exposure
no data available

Specific target organ toxicity - repeated exposure
no data available

Aspiration hazard
no data available

Potential health effects

Inhalation	Harmful if inhaled. May cause respiratory tract irritation.
Ingestion	Harmful if swallowed.
Skin	Harmful if absorbed through skin. May cause skin irritation.
Eyes	May cause eye irritation.

Signs and Symptoms of Exposure

To the best of our knowledge, the chemical, physical, and toxicological properties have not been thoroughly investigated.

Additional Information

RTECS: Not available

12. ECOLOGICAL INFORMATION

12.1 Toxicity
no data available

12.2 Persistence and degradability
no data available

12.3 Bioaccumulative potential
no data available

12.4 Mobility in soil
no data available

12.5 Results of PBT and vPvB assessment
no data available

12.6 Other adverse effects
no data available

13.1 Waste treatment methods

Offer surplus and non-recyclable solutions to a licensed disposal company. Contact a licensed professional waste disposal service to dispose of this material. Dissolve or mix the material with a combustible solvent and burn in a chemical incinerator equipped with an afterburner and scrubber.

Dispose of as unused product.

14.1 UN number

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

ADR/RID: Not dangerous goods

IMDG: Not dangerous goods
IATA: Not dangerous goods

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

ADR/RID: - IMDG: - IATA: -

ADR/RID: no IMDG Marine pollutant: no IATA: no

no data available

This safety datasheet complies with the requirements of Regulation (EC) No. 1907/2006.

no data available

no data available

Further information

The above information is believed to be correct but does not purport to be all inclusive and shall be used only as a guide. The information in this document is based on the present state of our knowledge and is applicable to the product with regard to appropriate safety precautions. It does not represent any guarantee of the properties of the product. Central Drug House (P) Ltd and its Affiliates shall not be held liable for any damage resulting from handling or from contact with the above product. See www.cdhfinechemical.com for additional terms and conditions of sale.