

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

探究精神獎

080305

生物除草劑初探

學校名稱：桃園市桃園區青溪國民小學

作者： 小五 華鈺萱	指導老師： 蘇鈺婷
---------------	--------------

關鍵詞：化感作用、除草劑、五節芒

摘要

本研究以五節芒為研究對象，以水為萃取溶劑，取五節芒葉、莖、根、根部土圈等不同部位進行萃取，區分新鮮植株、乾燥植株、割除後生長五天之新鮮植株、割除後生長五天之植株經乾燥處理等四大實驗，合計112個小實驗，以陸生雜草大花咸豐草和水生雜草稗草為受測對象。研究發現將五節芒割除後生長五天之新鮮植株和乾燥植株，葉、莖的水萃取液對大花咸豐草和稗草的種子發芽、植株生長、根部生長有強烈抑制作用。可取五節芒新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨萃取，獲得的水提取物，即為【生物除草劑】，可用於田間，進行雜草控制。

壹、前言

一、研究動機

假日，和爸爸爬上桃園區虎頭山，這裡是林口台地的邊緣。秋天的時候，一望無際的芒花盛開，滿山遍野的芒草隨風搖曳著，似乎在為秋天拉開舞曲的序幕。一大片白色花海，彷彿為整座山鋪上一層夢幻白紗，穿梭在茂盛的芒草中與菅芒花邂逅，正是感受秋天氣息的最佳代表。微風吹拂菅芒花隨風搖曳，搭配遠方的山巒，是一幅夢境般詩情畫意又遼闊的景象。

我好奇的問爸爸：『這裡是野外，是渾然天成的環境，為什麼滿山遍野幾乎只生長芒草這種植物？為什麼其他植物都沒生長？是土壤的營養成分只適合芒草生長？還是芒草比其他植物發芽率高、生長更快速？還是，芒草有生產毒害其他植物生長的物質？』

二、研究目的

- (一)新鮮的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。
- (二)新鮮的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。
- (三)乾燥三天後的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。
- (四)乾燥三天後的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。
- (五)五節芒經割除後五天長出之新鮮的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。

(六)五節芒經割除後五天長出之新鮮的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。

(七)五節芒經割除後五天長出之葉、莖、根，採收後經乾燥三天後的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。

(八)五節芒經割除後五天長出之葉、莖、根，採收後經乾燥三天後的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。

三、文獻回顧

Miscanthus floridulus 是禾本科多年生草本植物，被認為是一種潛在的生物能源作物 (Dwiyanti *et al.* 2013)。 *M. floridulus* 主要生長在亞洲地區 (Yook *et al.* 2014)。 *M. floridulus* 在其拓展棲地的最初幾年與其他雜草競爭不佳，由於缺乏養分、空間、光線和水分，對其自身的生長和生物量有顯著的負面影響 (Song *et al.* 2016)。 相比之下，大多數雜草具有優良的適應性，可以在不同的氣候條件下發芽 (Konovalova *et al.* 2014)。 這些雜草大多具有較短的休眠期和多產種子，與耕地中的作物產生激烈的資源競爭。 例如， *Digitaria sp* 和 *Bidens frondosa*，產生大量種子，這些種子很容易進行長距離傳播，並可在不同氣候條件下發芽的潛力 (Gruberová *et al.* 2001)。 稗草是另一種生長旺盛的雜草，每株植物可以產生超過一百萬個有活力的種子 (Chung *et al.* 2002) 並且對多種除草劑具有抗性。 這些雜草向周圍環境釋放的化感物質可直接或間接抑制栽培作物的生物量生產和產量 (Chung *et al.* 2002)。 例如， *Erigeron canadensis* 在生長方面與糧食作物存在激烈競爭，並且還會產生可抑制栽培作物生長的植物毒性化學物質 (Wang *et al.* 2019)。 入侵植物會產生具有強烈化感特性的植物化學物質，以抑制共生植物物種 (Quinn *et al.* 2010)。 然而， *M. floridulus* 對雜草萌發的影響尚未有記載。

根據中華民國行政院農委會動植物防疫檢驗局 2021 年的公開資料顯示，2021 年全年進口除草劑成品 624 公噸，國內生產除草劑成品 2743 公噸，合計一年除草劑成品為 3367 公噸，平均每天使用 9.22 公噸。 隨意使用除草劑控制雜草以增加栽培作物的生長和糧食產量已經對包括人類在內的各種動植物產生了負面影響。 食用可能有毒的化學殘留物會對人類健康產生廣泛的影響，包括癌症、遺傳病、內分泌紊亂和神經系統問題。 此外，一些研究表明，除草劑的不當和過度使用正在造成土壤、空氣、水和食物等環境資源的污染。 田間使用的除草劑會污染水資源，並造成遺傳損害和生理效應。 另一方面，機械除草不僅對栽培植物的根系造成損害，而且勞動強度大、耗時長。 因此，迫切需要新的控制雜草的方法來滿足現代農

業的需求。與傳統除草劑相比，源自天然產物或其類似物的除草劑具有更安全、更環保的潛力。

許多植物產生植物化學物質，使它們能夠抑制其他植物的發芽或生長(Sitthinoi *et al.* 2017)。這些生物物質稱為化感物質，通常由酚類化合物、皂苷、萜烯、類固醇、生物鹼和醌組成(Dayan *et al.* 2009)。這些化合物通過植物殘渣分解、根系滲出和葉莖浸出過程積累在土壤中。許多研究報導單一化感化合物的分離及其在除草劑開發中的應用。此外，許多來自潛在化感植物物種的化感物質已經被分離出來，並已被證明可以成功抑制雜草的發芽和生長(Suksungworn *et al.* 2016)。雖然植物中的多種相剋物質有抑制雜草生長的效果，大多數相剋物質除草活性較現有除草劑弱，無法直接於田間使用(袁秋英 *et al.* 2012)。大多數這些化感物質對土壤有益，因為它們可以提高養分濃度並增強土壤的微生物活性(Zeng, R. 2014)。大多數這些等位基因化合物部分或完全溶於水，這簡化了它們的應用，即使在沒有表面活性劑的情況下也是如此(Vyvyvan, J.R. 2002)。研究報告說，某些植物物種的化感物質成分可有效抑制雜草的發芽和生長，這主要歸因於樣品提取物中存在的酚類化合物(Suksungworn *et al.* 2016)。然而，尚未有任何研究來評估*M. floridulus*的化感作用應用於雜草管理。

化感作用 (Allelopathy)

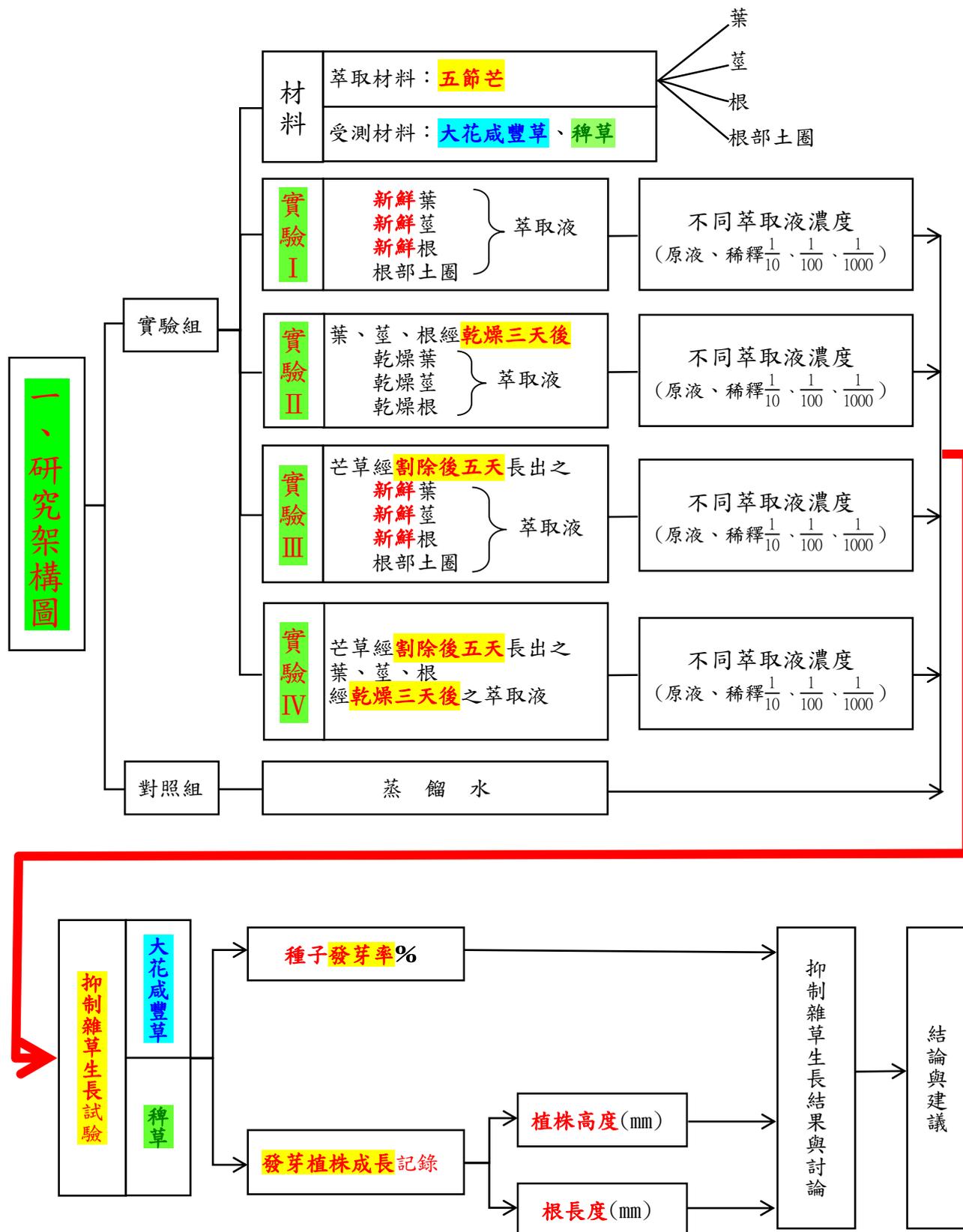
Allelopathy，舊翻譯為相剋作用，較正確翻譯應為化感作用，是一種生物現象，是指生物在生長的過程，會產生一種或多種生物物質，從而影響其他植物或微生物的發芽、生長、存活和繁殖。這些生物物質被稱為化感物質，可以對目標生物體和群落產生有益（正化感作用）或有害（負化感作用，即舊稱相剋作用）的影響。化感作用通常狹義地用於描述植物與植物之間的競爭，即舊稱的相剋作用；然而，它有時被更廣泛地定義為任何類型的生物體之間的競爭。化感物質是次級代謝產物，它們不是化感生物的新陳代謝（即生長、發育和繁殖）直接需要的。

貳、研究設備及器材

五節芒、大花咸豐草、稗、9 cm 直徑培養皿、台秤、果汁機、攪拌機、冰箱、玻璃罐、游標卡尺(相片一、相片二)、粗孔紗網(16目；粒度d/篩孔直徑約 1000 μm ，相片三)、細孔紗網(90目；粒度d/篩孔直徑約 170 μm ，相片四)、衛生紙。

篩孔目數=25.4mm寬度的篩網內之篩孔數目；篩孔小者，以光學顯微鏡 15x4 倍觀察計數
粒度d/篩孔直徑=粒度d (mm)=16/目數

參、研究過程或方法



二、研究植物材料

(一)五節芒

1. 學名：*Miscanthus floridulus*，又稱『菅芒』。

屬於禾本目禾本科(Gramineae)芒屬(*Miscanthus*)，分布在台灣全島低海拔山野、溪流旁、荒廢地、丘陵地以至海岸皆有。五節芒是多年生草本植物，高約 1~3 公尺，地下莖非常發達，莖節處常有粉狀物。葉緣含有矽質，能割傷皮膚。葉片細長如甘蔗葉，葉緣具堅硬的鋸狀小齒。秋天開花，呈大圓錐狀花序，花穗白略帶紅暈。五節芒，就是台語之『菅芒』，是台灣最常見的荒廢地草本植物，幾乎走到那裡都看得到它的存在。五節芒具有高強度的適應能力，其種子數量之多與發芽力之高，更是其他植物望塵莫及之處。每年從九月、十月開始，五節芒陸陸續續抽出花穗，整串花穗呈紫紅色，成熟後便轉為黃褐色至灰白色，是台灣秋冬野外最美麗的景致之一。

「佢君約在後壁溝，菅尾拍結做號頭，啥郎歹心給阮敲，誤人姻緣是有勢。」
「稻尾沉重心輕鬆，菅芒若開心茫茫，秋風吹起含笑夢，娘子生美害死人。」
文字寓意深遠。

2. 本研究使用的*Miscanthus floridulus*是在桃園市桃園區虎頭山停機坪野外族群取得（北緯25.01071725398931；東經 121.33289549652362），平均海拔 250米。

(二)大花咸豐草

1. 學名：*Bidens pilosa*，別名鬼針草、赤查某。
2. 大花咸豐草，一或二年生草本，莖四方形，高度約為 70 公分。葉對生，三出複葉或五葉，小葉卵形或卵橢圓形，先端銳尖或漸尖。頭狀花序呈繖形狀排列，頂生或腋生，具長梗，總苞綠色，基部有細毛，舌狀花白色 4~8 枚，管狀花兩性，黃色五裂。果實黑褐色，細長，上端有具倒刺的萼片，可以附著人畜，散佈果實。
3. 鬼針屬的成員「咸豐草-小白花」、「大花咸豐草-大白花」、「鬼針草-無白花」經常會被混淆誤認，其實它們的花是最大的辨識特徵其中的差異在於：「大花咸豐草」的舌狀花較長約 0.8~1.5 公分，而「咸豐草」的舌狀花較短約 0.5 公分左右，「鬼針草」就沒有白色舌狀花。
4. 本研究使用的 *Bidens pilosa*是在桃園市龜山區楓樹坑取得（北緯 25.0194094870048；東經 121.34158715522193），平均海拔 150米。

(三) 稗

1. 學名：*Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.，別名『稗草』。
2. 一年生叢生草本植物，桿直立，株高約 50~130 公分。稗未成熟前，外觀與水稻非常相似，因此成語『稗官野史』中的『稗官』，就是在描述『很像正職官員，又不具國家派官任命文件的人員』。稗與水稻競爭生存空間與營養源，是水稻田間最常見之雜草。
3. 本研究使用的*Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.是在桃園市龜山區楓樹坑取得（北緯25.024774413978573；東經 121.34334627013541），平均海拔 150米。

(四) 研究用大花咸豐草(*Bidens pilosa*)與稗草(*Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.)種子之處理

1. 本研究使用的*Bidens pilosa*是在桃園市龜山區楓樹坑取得（北緯 25.0194094870048；東經 121.34158715522193），平均海拔 150米。摘取*Bidens pilosa*的種子，剔除發育不良、發育較差的種子，將收穫的種子清洗乾淨，以去除種子表面的污垢和抑制發芽的化合物，在室溫下風乾一周，以包覆鋁箔紙使之不透光的玻璃罐貯存，然後放在 4 °C 的冷藏室中備用。
2. 本研究使用的*Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.是在桃園市龜山區楓樹坑取得（北緯 25.024774413978573；東經 121.34334627013541），平均海拔 150米。摘取*Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.的種子，將收穫的種子清洗乾淨，以去除種子表面的污垢和抑制發芽的化合物，在室溫下風乾一周，以包覆鋁箔紙使之不透光的玻璃罐貯存，放在 4 °C 的冷藏室中備用。



相片一：
游標卡尺



相片二：
游標卡尺之
主尺與副尺

三、實驗方法

【實驗 I.】

《研究目的》

- 一、**新鮮**的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。
- 二、**新鮮**的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。

《研究方法》

- 一、芒草葉、芒草莖、芒草根之水萃取液提取方法



相片三：
16目紗網

(一)在田野間收集芒草*M. floridulus*的葉子、莖、根(根部要清除泥土)，將芒草葉、芒草莖、芒草根各秤取樣品 (500 g) 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌5分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室 (5 °C) 下放置 24 小時。

(二)使用16目粗紗網進行第一次過濾，濾除植物組織碎片。

(三)再以90目細紗網進行第二次過濾，濾除殘渣。獲得的水提取物用於評估對雜草的化感作用。



相片四：
90目紗網

二、芒草根土圈之水萃取液提取方法

(一)秤取芒草根土圈附著之泥土 500 g 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌5分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室 (5 °C) 下放置 24 小時使混和液自然沉澱。

(二)倒出上清液，獲得的水提取物用於評估對雜草的化感作用。

三、將9 cm 直徑培養皿中，放置二層衛生紙，在衛生紙上放置 20 粒種子，以上述四種水萃取液，3 mL添加於培養皿內，使用蒸餾水作為對照組。所有處理都在 8:16 光照和黑暗循環的室內保持在 25 ± 1 °C 下生長 10 天。培養一周後，測量*M. floridulus* 的水萃取物對大花咸豐草與稗草種子發芽率和幼苗生長（根長度與植株高度）的影響。每種處理重複三次。



相片五：【實驗 I.】
新鮮芒草葉/稀釋1/10/大
花咸豐草種子/第6天

【實驗 II.】

《研究目的》

三、**乾燥三天後**的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。

四、**乾燥三天後**的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。

《研究方法》

一、割取芒草葉、芒草莖、洗淨後之芒草根以室溫風乾72 小時。將乾燥後之芒草葉、芒草莖、芒草根分別放在攪拌機中研磨5分鐘。

二、取乾燥後並經研磨成粉末的芒草葉、芒草莖、芒草根各秤取樣品 (500 g) 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌5分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室 (5 °C) 下放置 24 小時。

(一) 使用16目粗紗網進行第一次過濾，濾除植物組織碎片。

(二) 再以90目細紗網進行第二次過濾，濾除殘渣。獲得的水提取物用於評估對雜草的化感作用。

三、將9 cm 直徑培養皿中，放置二層衛生紙，在衛生紙上放置 20 粒種子，以上述三種水萃取液3 mL添加於培養皿內，使用蒸餾水作為對照組。所有處理都在 8:16 光照和黑暗循環的室內保持在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下生長 10 天。培養一周後，測量 *M. floridulus* 的水萃取物對大花咸豐草與稗草種子發芽率和幼苗生長（根長度與植株高度）的影響。每種處理重複三次。

【實驗III.】

《研究目的》

五、五節芒經割除後五天長出之新鮮的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。

六、五節芒經割除後五天長出之新鮮的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。

《研究方法》

一、在桃園市桃園區虎頭山停機坪野外族群（北緯 25.01071725398931 ；東經 121.33289549652362 ）以鐮刀割除離地 50cm處，令其自然生長5天。

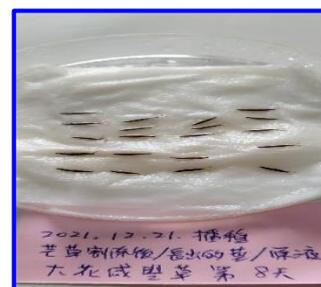
二、在田野間收集芒草 *M. floridulus* 的葉子、莖、根(根部要清除泥土)，將芒草葉、芒草莖、芒草根各秤取樣品 (500 g) 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌5分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室 (5°C) 下放置 24 小時。

(一) 使用16目粗紗網進行第一次過濾，濾除植物組織碎片。

(二) 再以90目細紗網進行第二次過濾，濾除殘渣。獲得的水提取物用於評估對雜草的化感作用。

三、取芒草根部分附著之泥土 500 g 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌5分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室 (5°C) 下放置 24 小時使混和液自然沉澱。倒出上清液，獲得的水提取物用於評估對雜草的化感作用。

四、將9 cm 直徑培養皿中，放置二層衛生紙，在衛生紙上放置 20 粒種子，以上述四



相片六：【實驗III.】
割除後五天/長出之新鮮芒草葉/原液/大花咸豐草種子/第8天



相片七：【實驗III.】
割除後五天/長出之新鮮芒草莖/原液/稗草種子/第7天

種水萃取液3 mL添加於培養皿內，使用蒸餾水作為對照組。所有處理都在 8:16 光照和黑暗循環的室內保持在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下生長 10 天。培養一周後，測量 *M. floridulus* 的水萃取物對大花咸豐草與稗草種子發芽率和幼苗生長（根長度與植株高度）的影響。每種處理重複三次。

【實驗 IV.】

《研究目的》

七、五節芒經割除後五天長出之葉、莖、根，採收後經乾燥三天後的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響。

八、五節芒經割除後五天長出之葉、莖、根，採收後經乾燥三天後的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響。

《研究方法》

一、在桃園市桃園區虎頭山停機坪野外族群（北緯

25.01071725398931；東經 121.33289549652362）以鐮刀割除離地 50cm 處，令其自然生長 5 天。

二、割取新生長之芒草葉、芒草莖、洗淨後之芒草根以室溫風乾 72 小時。將乾燥後之芒草葉、芒草莖、芒草根分別放在攪拌機中研磨 5 分鐘。

三、取乾燥後並經研磨成粉末的芒草葉、芒草莖、芒草根各秤取樣品 (500 g) 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌 5 分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室 (5°C) 下放置 24 小時。

(一) 使用 16 目粗紗網進行第一次過濾，濾除植物組織碎片。

(二) 再以 90 目細紗網進行第二次過濾，濾除殘渣。獲得的水提取物用於評估對雜草的化感作用。

四、將 9 cm 直徑培養皿中，放置二層衛生紙，在衛生紙上放置 20 粒種子，以上述三種水萃取液 3 mL 添加於培養皿內，使用蒸餾水作為對照組。所有處理都在 8:16 光照和黑暗循環的室內保持在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 下生長 10 天。培養一周後，測量 *M. floridulus* 的水萃取物對大花咸豐草與稗草種子發芽率和幼苗生長（根長度與植株高度）的影響。每種處理重複三次。



相片八：【實驗IV.】
割除後五天/長出之葉
乾燥後/稀釋1/10/大花
咸豐草種子/第7天



相片九：【實驗IV.】
割除後五天/長出之葉
乾燥後/稀釋1/10/稗草
種子/第10天

肆、研究結果

表 1.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草				
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
新鮮材料萃取(實驗 I)	原液	葉	0%	75%	0%	100%	0%	95%	0%	100%
		莖	0%	75%	0%	100%	5%	95%	5%	95%
		根	5%	75%	7%	93%	30%	95%	32%	68%
		土圈	45%	75%	60%	40%	55%	95%	58%	42%
	稀釋 1/10	葉	5%	75%	7%	93%	5%	95%	5%	95%
		莖	25%	75%	33%	67%	35%	95%	37%	63%
		根	40%	75%	53%	47%	50%	95%	53%	47%
		土圈	70%	75%	93%	7%	70%	95%	74%	26%
	稀釋 1/100	葉	35%	75%	47%	53%	70%	95%	74%	26%
		莖	50%	75%	67%	33%	80%	95%	84%	16%
		根	60%	75%	80%	20%	80%	95%	84%	16%
		土圈	70%	75%	93%	7%	90%	95%	95%	5%
	稀釋 1/1000	葉	50%	75%	67%	33%	80%	95%	84%	16%
		莖	50%	75%	67%	33%	90%	95%	95%	5%
		根	65%	75%	87%	13%	95%	95%	100%	0%
		土圈	75%	75%	100%	0%	95%	95%	100%	0%

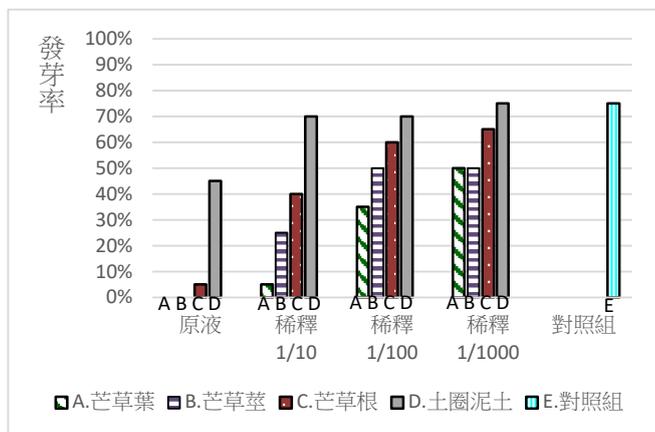


圖 1.1.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。

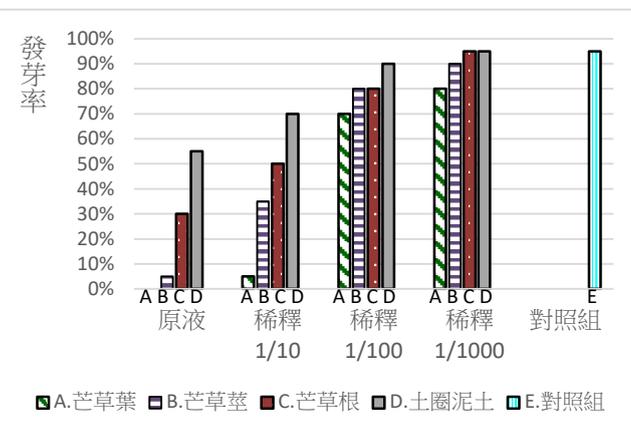


圖 1.1.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

表 1.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草				
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
新鮮材料萃取(實驗 I)	原液	葉	0	11.0	0%	100%	0	12.9	0%	100%
		莖	0	11.0	0%	100%	6.1	12.9	47%	53%
		根	7.9	11.0	72%	28%	8.8	12.9	68%	32%
		土圈	9.7	11.0	88%	12%	9.5	12.9	74%	26%
	稀釋 1/10	葉	5.9	11.0	54%	46%	7.6	12.9	59%	41%
		莖	6.3	11.0	57%	43%	8.3	12.9	64%	36%
		根	8.1	11.0	74%	26%	10.1	12.9	78%	22%
		土圈	9.9	11.0	90%	10%	11.1	12.9	86%	14%
	稀釋 1/100	葉	7.8	11.0	71%	29%	10.3	12.9	80%	20%
		莖	8.0	11.0	73%	27%	10.9	12.9	84%	16%
		根	8.2	11.0	75%	25%	11.6	12.9	90%	10%
		土圈	10.3	11.0	94%	6%	12.0	12.9	93%	7%
	稀釋 1/1000	葉	8.5	11.0	77%	23%	11.0	12.9	85%	15%
		莖	9.6	11.0	87%	13%	11.7	12.9	91%	9%
		根	9.7	11.0	88%	12%	11.7	12.9	91%	9%
		土圈	11.1	11.0	101%	-1%	12.1	12.9	94%	6%

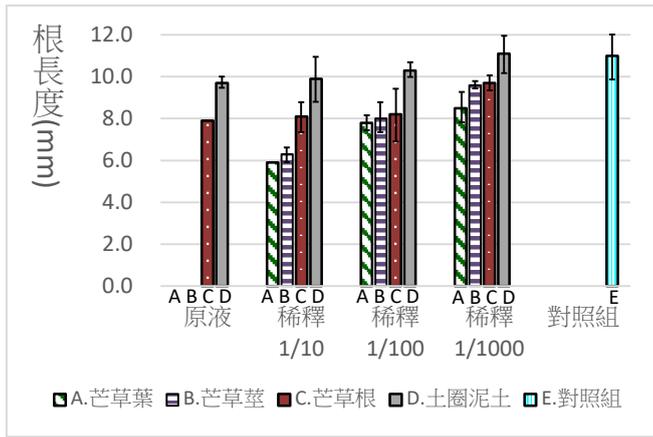


圖 1.2.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。

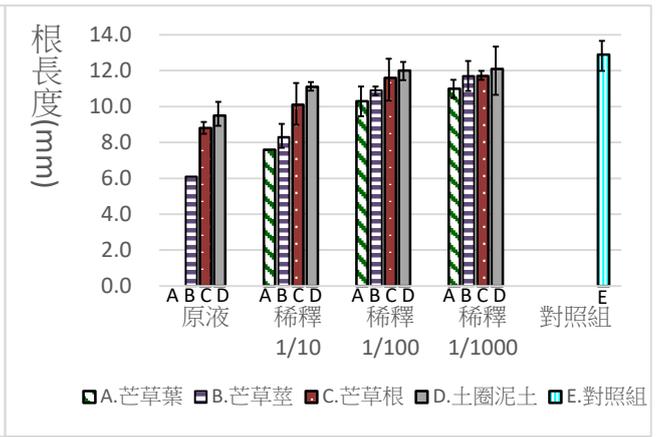


圖 1.2.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，根長度之影響。

表 1.3. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草				
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度(mm)		植株相對高度	植株生長抑制率	植株高度(mm)		植株相對高度	植株生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
新鮮材料萃取(實驗 I)	原液	葉	0	24.0	0%	100%	0	27.3	0%	100%
		莖	0	24.0	0%	100%	10.9	27.3	40%	60%
		根	10.5	24.0	44%	56%	13.4	27.3	49%	51%
		土圈	16.1	24.0	67%	33%	24.3	27.3	89%	11%
	稀釋 1/10	葉	8.6	24.0	36%	64%	12.1	27.3	44%	56%
		莖	10.9	24.0	45%	55%	15.7	27.3	58%	42%
		根	12.4	24.0	52%	48%	20.2	27.3	74%	26%
		土圈	18.3	24.0	76%	24%	26.1	27.3	96%	4%
	稀釋 1/100	葉	16.1	24.0	67%	33%	25.3	27.3	93%	7%
		莖	18.4	24.0	77%	23%	25.9	27.3	95%	5%
		根	20.3	24.0	85%	15%	26.7	27.3	98%	2%
		土圈	20.7	24.0	86%	14%	26.9	27.3	99%	1%
稀釋 1/1000	葉	19.9	24.0	83%	17%	26.5	27.3	97%	3%	
	莖	22.1	24.0	92%	8%	27.0	27.3	99%	1%	
	根	22.6	24.0	94%	6%	27.2	27.3	100%	0%	
	土圈	23.8	24.0	99%	1%	27.2	27.3	100%	0%	

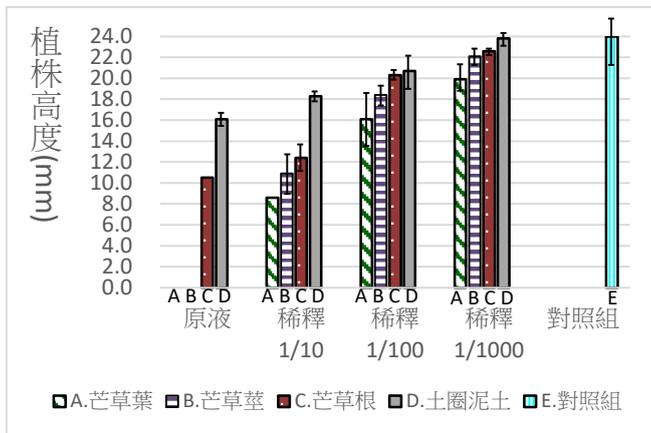


圖 1.3.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。

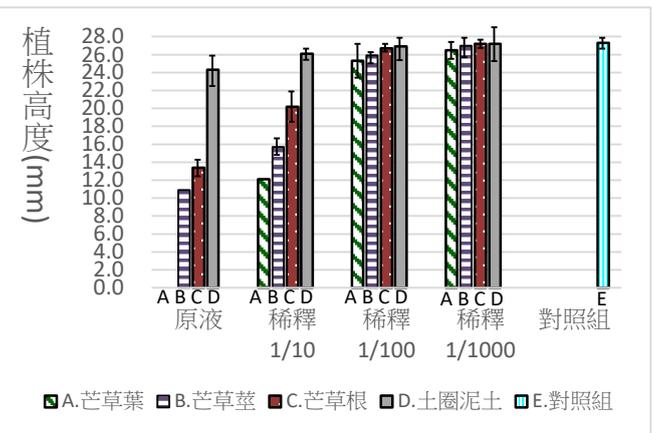


圖 1.3.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，植株高度之影響。

表 2.1. 五節芒材料**乾燥三天後**之不同濃度水萃取液對**大花咸豐草**種子與**稗草**種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
乾燥三天後 材料萃取(實驗II)	原液	葉	0%	80%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		莖	0%	80%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		根	0%	80%	0%	100%	25%	100%	25%	75%
	稀釋 1/10	葉	5%	80%	6%	94%	5%	100%	5%	95%
		莖	20%	80%	25%	75%	25%	100%	25%	75%
		根	25%	80%	31%	69%	45%	100%	45%	55%
	稀釋 1/100	葉	35%	80%	44%	56%	60%	100%	60%	40%
		莖	45%	80%	56%	44%	75%	100%	75%	25%
		根	50%	80%	63%	38%	75%	100%	75%	25%
	稀釋 1/1000	葉	50%	80%	63%	38%	80%	100%	80%	20%
		莖	45%	80%	56%	44%	95%	100%	95%	5%
		根	65%	80%	81%	19%	95%	100%	95%	5%

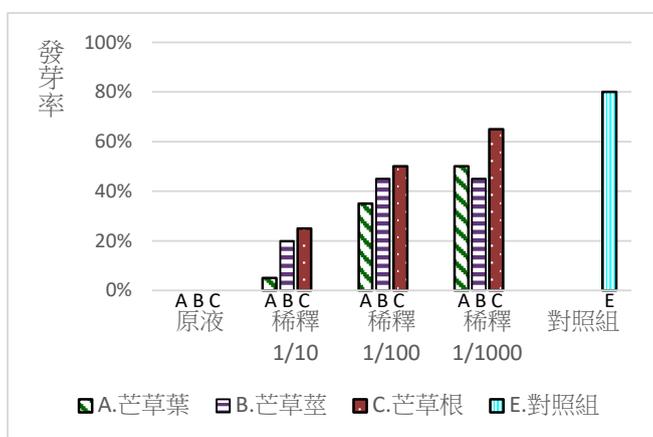


圖 2.1.1. 五節芒材料**乾燥三天後**之不同濃度水萃取液對**大花咸豐草**種子發芽率之影響。

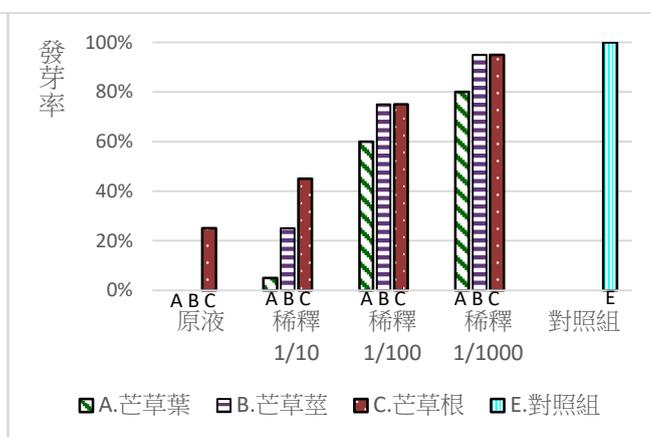


圖 2.1.2. 五節芒材料**乾燥三天後**之不同濃度水萃取液對**稗草**種子發芽率之影響。

表 2.2. 五節芒材料**乾燥三天後**之不同濃度水萃取液對**大花咸豐草**種子與**稗草**種子發芽後，**根長度**之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
乾燥三天後 材料萃取(實驗II)	原液	葉	0	11.3	0%	100%	0	13.4	0%	100%
		莖	0	11.3	0%	100%	0	13.4	0%	100%
		根	0	11.3	0%	100%	8.5	13.4	63%	37%
	稀釋 1/10	葉	5.2	11.3	46%	54%	7.2	13.4	54%	46%
		莖	7.4	11.3	65%	35%	7.8	13.4	58%	42%
		根	8.1	11.3	72%	28%	9.9	13.4	74%	26%
	稀釋 1/100	葉	8.5	11.3	75%	25%	9.6	13.4	72%	28%
		莖	9.0	11.3	80%	20%	10.1	13.4	75%	25%
		根	9.4	11.3	83%	17%	11.6	13.4	87%	13%
	稀釋 1/1000	葉	8.5	11.3	75%	25%	11.0	13.4	82%	18%
		莖	9.6	11.3	85%	15%	11.1	13.4	83%	17%
		根	9.7	11.3	86%	14%	12.9	13.4	96%	4%

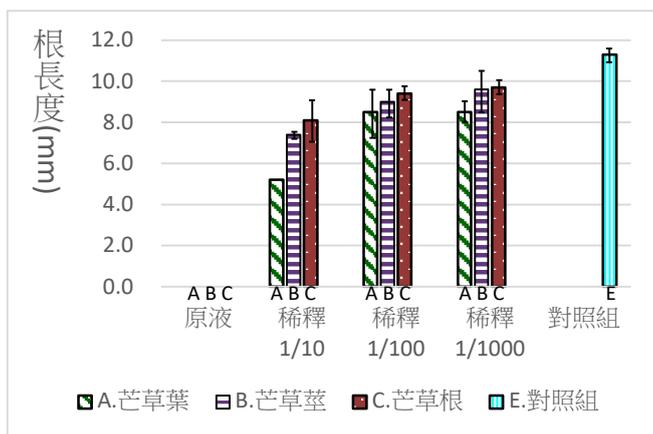


圖 2.2.1. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。

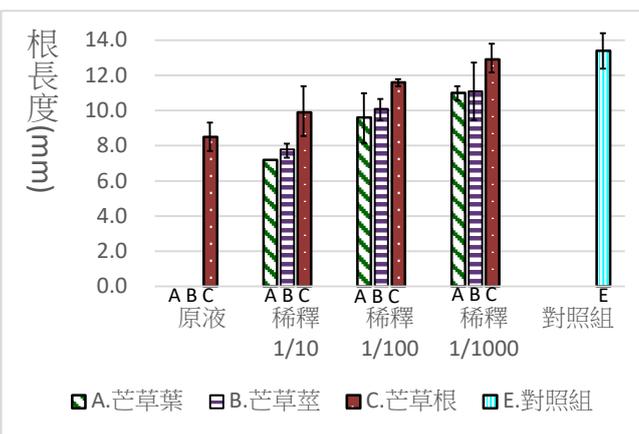


圖 2.2.2. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，根長度之影響。

表 2.3. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度 mm		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%	植株高度 mm		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
乾燥三天後 材料萃取(實驗二)	原液	葉	0	23.8	0%	100%	0	27.0	0%	100%
		莖	0	23.8	0%	100%	0	27.0	0%	100%
		根	0	23.8	0%	100%	12.9	27.0	48%	52%
	稀釋 1/10	葉	11.7	23.8	49%	51%	11.8	27.0	44%	56%
		莖	14.2	23.8	60%	40%	14.2	27.0	53%	47%
		根	15.2	23.8	64%	36%	19.7	27.0	73%	27%
	稀釋 1/100	葉	18.1	23.8	76%	24%	25.1	27.0	93%	7%
		莖	19.9	23.8	84%	16%	25.5	27.0	94%	6%
		根	22.1	23.8	93%	7%	26.3	27.0	97%	3%
	稀釋 1/1000	葉	22.8	23.8	96%	4%	26.2	27.0	97%	3%
		莖	23.1	23.8	97%	3%	26.1	27.0	97%	3%
		根	23.7	23.8	100%	0%	27.1	27.0	100%	0%

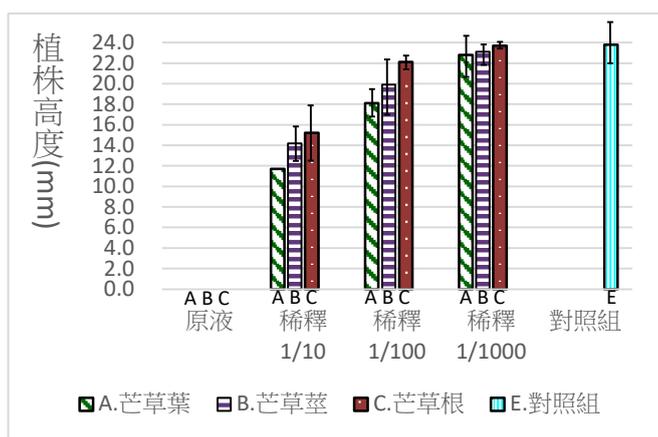


圖 2.3.1. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。

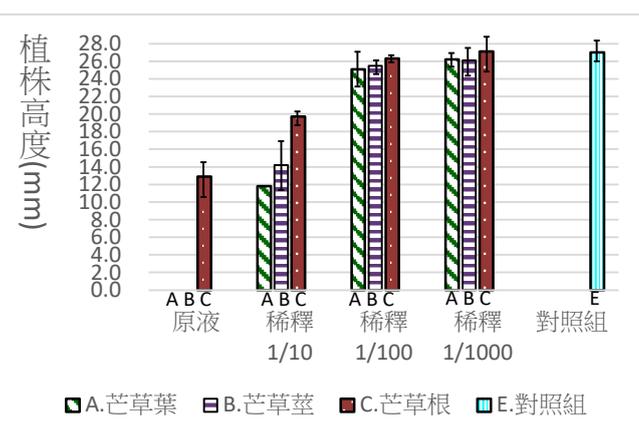


圖 2.3.2. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，植株高度之影響。

表 3.1.五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
新鮮材料萃取(實驗三) 割除後五天長出之	原液	葉	0%	85%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		莖	0%	85%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		根	0%	85%	0%	100%	30%	100%	30%	70%
		土圈	55%	85%	65%	35%	55%	100%	55%	45%
	稀釋 1/10	葉	5%	85%	6%	94%	5%	100%	5%	95%
		莖	15%	85%	18%	82%	25%	100%	25%	75%
		根	30%	85%	35%	65%	40%	100%	40%	60%
		土圈	60%	85%	71%	29%	55%	100%	55%	45%
	稀釋 1/100	葉	25%	85%	29%	71%	65%	100%	65%	35%
		莖	40%	85%	47%	53%	70%	100%	70%	30%
		根	50%	85%	59%	41%	75%	100%	75%	25%
		土圈	65%	85%	76%	24%	85%	100%	85%	15%
	稀釋 1/1000	葉	50%	85%	59%	41%	85%	100%	85%	15%
		莖	55%	85%	65%	35%	85%	100%	85%	15%
		根	65%	85%	76%	24%	95%	100%	95%	5%
		土圈	85%	85%	100%	0%	95%	100%	95%	5%

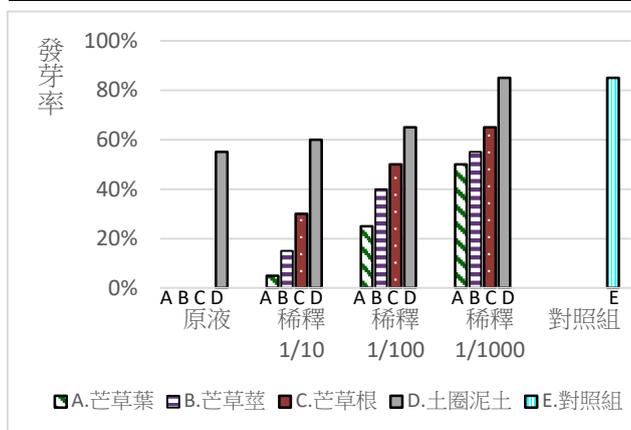


圖 3.1.1.五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。

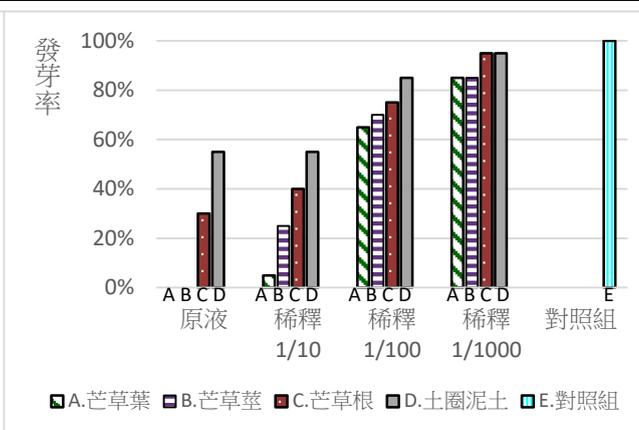


圖 3.1.2.五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

表 3.2.五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
新鮮材料萃取(實驗三) 割除後五天長出之	原液	葉	0	11.7	0%	100%	0	12.5	0%	100%
		莖	0	11.7	0%	100%	0	12.5	0%	100%
		根	0	11.7	0%	100%	8.2	12.5	66%	34%
		土圈	8.2	11.7	70%	30%	9.5	12.5	76%	24%
	稀釋 1/10	葉	4.9	11.7	42%	58%	6.6	12.5	53%	47%
		莖	6.1	11.7	52%	48%	7.7	12.5	62%	38%
		根	7.6	11.7	65%	35%	9.5	12.5	76%	24%
		土圈	9.8	11.7	84%	16%	10.8	12.5	86%	14%
	稀釋 1/100	葉	7.2	11.7	62%	38%	10.0	12.5	80%	20%
		莖	7.7	11.7	66%	34%	10.7	12.5	86%	14%
		根	8.0	11.7	68%	32%	11.2	12.5	90%	10%
		土圈	10.1	11.7	86%	14%	11.8	12.5	94%	6%
	稀釋 1/1000	葉	8.5	11.7	73%	27%	10.8	12.5	86%	14%
		莖	9.6	11.7	82%	18%	11.5	12.5	92%	8%
		根	9.5	11.7	81%	19%	11.4	12.5	91%	9%
		土圈	11.1	11.7	95%	5%	12.1	12.5	97%	3%

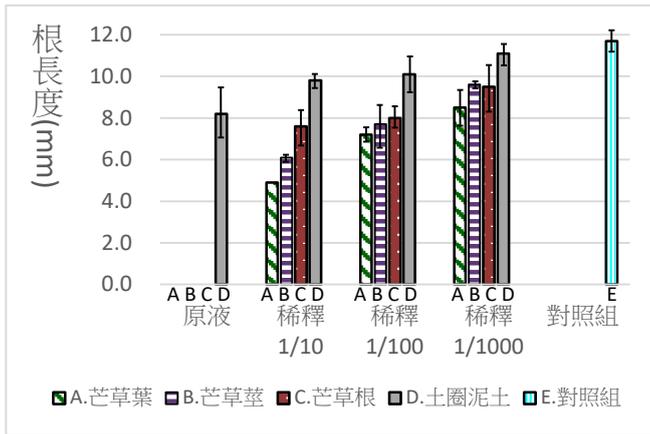


圖 3.2.1. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。

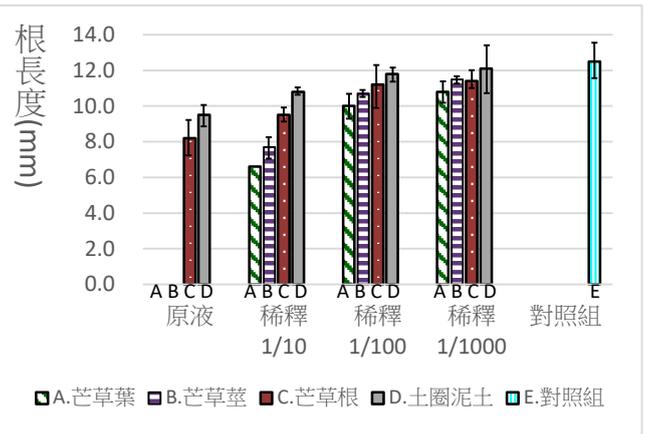


圖 3.2.2. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對綠草種子發芽後，根長度之影響。

表 3.3. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與綠草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：綠草				
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度(mm)		植株相對高度	植株生長抑制率	植株高度(mm)		植株相對高度	植株生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
新鮮材料萃取(實驗三) 割除後五天長出之	原液	葉	0	23.6	0%	100%	0	26.8	0%	100%
		莖	0	23.6	0%	100%	0	26.8	0%	100%
		根	0	23.6	0%	100%	11.9	26.8	44%	56%
		土圈	16.2	23.6	69%	31%	20.8	26.8	78%	22%
	稀釋 1/10	葉	8.2	23.6	35%	65%	6.6	26.8	25%	75%
		莖	10.1	23.6	43%	57%	14.7	26.8	55%	45%
		根	10.7	23.6	45%	55%	19.6	26.8	73%	27%
		土圈	18.5	23.6	78%	22%	24.7	26.8	92%	8%
	稀釋 1/100	葉	15.6	23.6	66%	34%	25.0	26.8	93%	7%
		莖	18.6	23.6	79%	21%	25.1	26.8	94%	6%
		根	20.8	23.6	88%	12%	25.3	26.8	94%	6%
		土圈	21.2	23.6	90%	10%	25.8	26.8	96%	4%
	稀釋 1/1000	葉	19.3	23.6	82%	18%	26.2	26.8	98%	2%
		莖	22.0	23.6	93%	7%	26.1	26.8	97%	3%
		根	21.7	23.6	92%	8%	26.7	26.8	100%	0%
		土圈	23.5	23.6	100%	0%	26.7	26.8	100%	0%

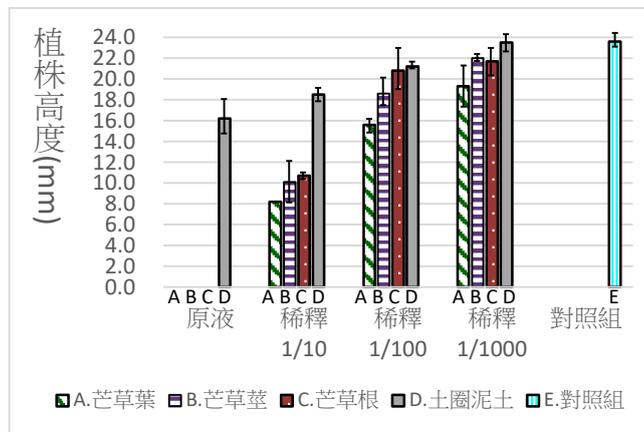


圖 3.3.1. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。

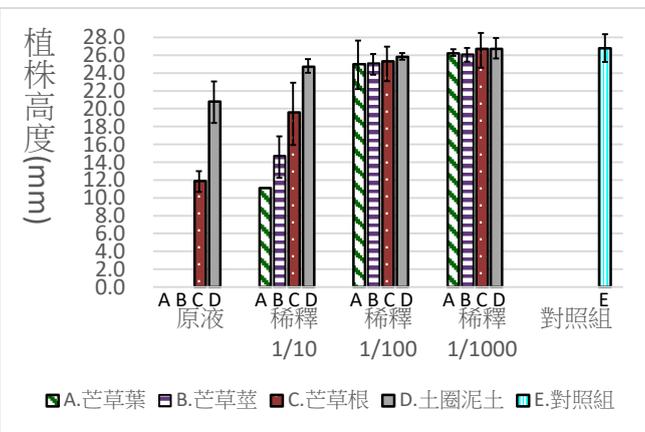


圖 3.3.2. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對綠草種子發芽後，植株高度之影響。

表 4.1.五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率	種子發芽率		種子發芽比例	種子發芽抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
經乾燥三天後萃取(實驗T)	原液	葉	0%	85%	0%	100%	0%	95%	0%	100%
		莖	0%	85%	0%	100%	0%	95%	0%	100%
		根	0%	85%	0%	100%	20%	95%	21%	79%
	稀釋 1/10	葉	5%	85%	6%	94%	0%	95%	0%	100%
		莖	15%	85%	18%	82%	20%	95%	21%	79%
		根	20%	85%	24%	76%	40%	95%	42%	58%
	稀釋 1/100	葉	25%	85%	29%	71%	50%	95%	53%	47%
		莖	40%	85%	47%	53%	70%	95%	74%	26%
		根	45%	85%	53%	47%	75%	95%	79%	21%
	稀釋 1/1000	葉	55%	85%	65%	35%	75%	95%	79%	21%
		莖	55%	85%	65%	35%	90%	95%	95%	5%
		根	75%	85%	88%	12%	95%	95%	100%	0%

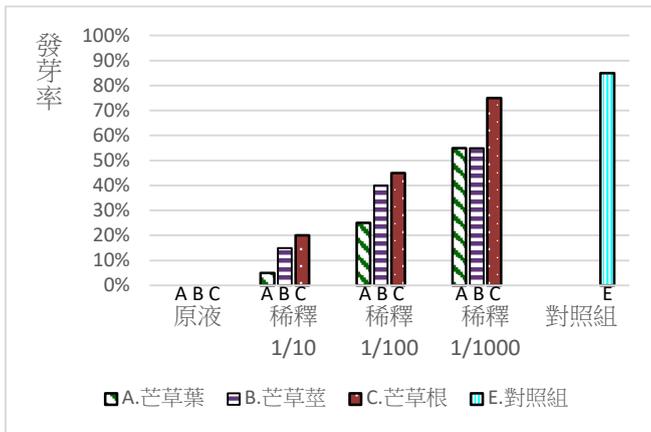


圖 4.1.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。

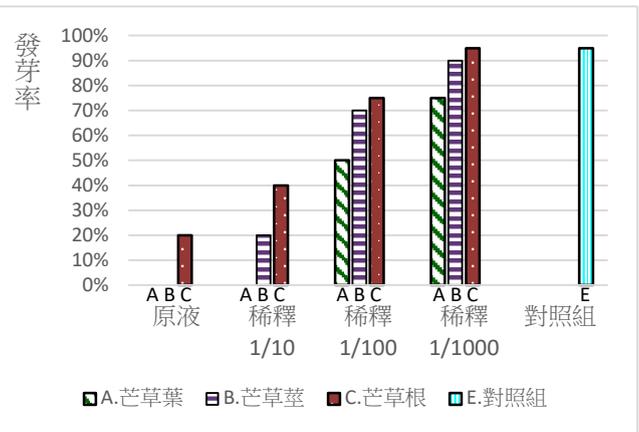


圖 4.1.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

表 4.2.五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率	根長度(mm)		根相對長度	根生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
經乾燥三天後萃取(實驗T)	原液	葉	0	11.0	0%	100%	0	11.7	0%	100%
		莖	0	11.0	0%	100%	0	11.7	0%	100%
		根	0	11.0	0%	100%	8.2	11.7	70%	30%
	稀釋 1/10	葉	4.8	11.0	44%	56%	0	11.7	0%	100%
		莖	7.0	11.0	64%	36%	6.6	11.7	56%	44%
		根	7.8	11.0	71%	29%	9.1	11.7	78%	22%
	稀釋 1/100	葉	8.2	11.0	75%	25%	9.4	11.7	80%	20%
		莖	8.7	11.0	79%	21%	9.5	11.7	81%	19%
		根	9.0	11.0	82%	18%	11.1	11.7	95%	5%
	稀釋 1/1000	葉	8.1	11.0	74%	26%	11.0	11.7	94%	6%
		莖	9.6	11.0	87%	13%	11.0	11.7	94%	6%
		根	9.6	11.0	87%	13%	11.7	11.7	100%	0%

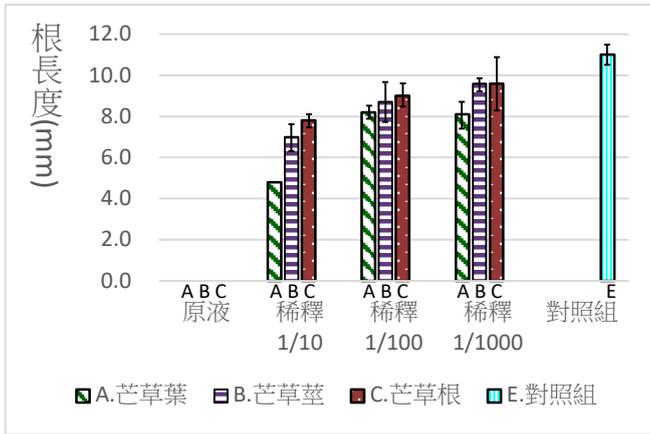


圖 4.2.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸草種子發芽後，根長度之影響。

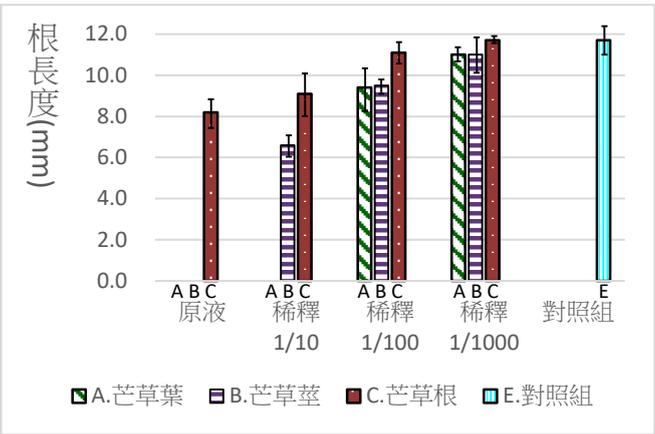


圖 4.2.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對雜草種子發芽後，根長度之影響。

表 4.3. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸草種子與雜草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸草				受測材料：雜草			
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度 mm		植株相對高度	植株生長抑制率	植株高度 mm		植株相對高度	植株生長抑制率
			T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%	T. 實驗組	C. 對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
經乾燥三天後萃取(實驗IV) 割除後五天長出之材料	原液	葉	0	23.5	0%	100%	0	26.5	0%	100%
		莖	0	23.5	0%	100%	0	26.5	0%	100%
		根	0	23.5	0%	100%	13.1	26.5	49%	51%
	稀釋 1/10	葉	10.9	23.5	46%	54%	0	26.5	0%	100%
		莖	13.7	23.5	58%	42%	13.7	26.5	52%	48%
		根	15.0	23.5	64%	36%	19.1	26.5	72%	28%
	稀釋 1/100	葉	18.0	23.5	77%	23%	25.0	26.5	94%	6%
		莖	19.7	23.5	84%	16%	25.1	26.5	95%	5%
		根	21.9	23.5	93%	7%	26.0	26.5	98%	2%
	稀釋 1/1000	葉	22.6	23.5	96%	4%	26.2	26.5	99%	1%
		莖	23.0	23.5	98%	2%	26.1	26.5	98%	2%
		根	23.3	23.5	99%	1%	26.6	26.5	100%	0%

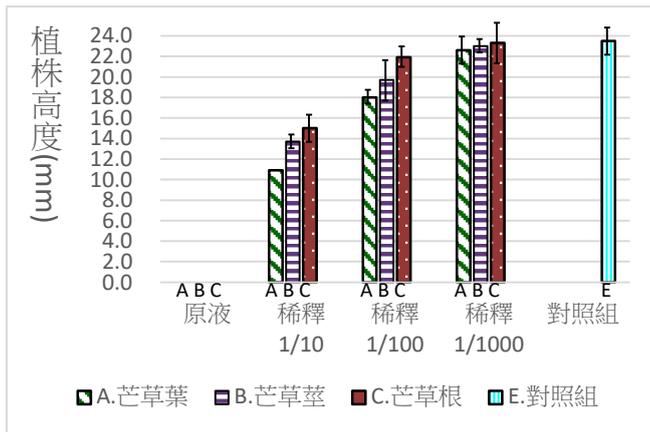


圖 4.3.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸草種子發芽後，植株高度之影響。

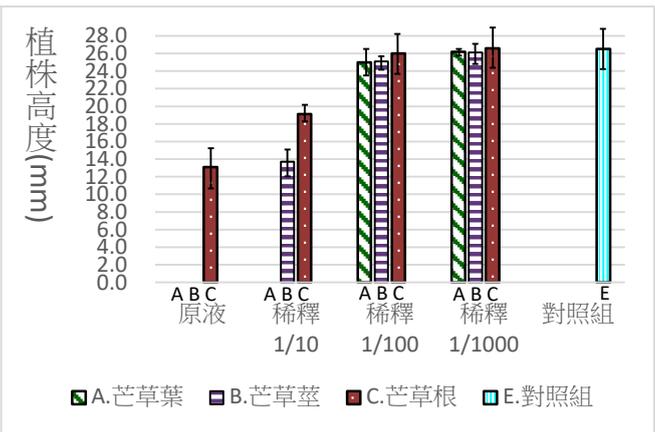


圖 4.3.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對雜草種子發芽後，植株高度之影響。

表 5.1. 五節芒四種不同處理方法之水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子，種子發芽抑制率、根生長抑制率與植株生長抑制率影響之綜合比較表(本表僅保留抑制率高於 90% 部分)。

萃取材料：五節芒		種子發芽抑制率		根生長抑制率		植株生長抑制率	
處理法	萃取液濃度	大花咸豐草	稗草	大花咸豐草	稗草	大花咸豐草	稗草
新鮮材料萃取 (實驗 I)	原液	葉100% 莖100% 根 93%	葉100% 莖 95%	葉100% 莖100%	葉 100%	葉100% 莖100%	葉 100%
	稀釋 1/10	葉 93%	葉 95%				
乾燥三天後材料萃取 (實驗 II)	原液	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%
	稀釋 1/10	葉 94%	葉 95%				
割除後五天長出之新鮮材料萃取 (實驗 III)	原液	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%
	稀釋 1/10	葉 94%	葉 95%				
割除後五天長出之材料經乾燥三天後萃取 (實驗 IV)	原液	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%	葉100% 莖100% 根100%	葉100% 莖100%
	稀釋 1/10	葉 94%	葉 100%		葉 100%		葉 100%

註：種子發芽抑制率 = $1 - \frac{\text{實驗組發芽率}}{\text{對照組發芽率}} \times 100\%$

根生長抑制率 = $1 - \frac{\text{實驗組根長度}}{\text{對照組根長度}} \times 100\%$

植株生長抑制率 = $1 - \frac{\text{實驗組植株高度}}{\text{對照組植株高度}} \times 100\%$

伍、討論

- 一、本研究選擇芒草(學名：*Miscanthus floridulus*，又稱『五節芒』、『菅芒』)，是因為在野外荒廢地、休耕地，經常看見芒草滿山遍野地生長，其生存本領之高，開疆拓土、侵占地盤能力之強，在植物界很少有物種可以和其匹敵，這當中勢必有演化後的秘密。
- 二、本研究選擇兩種菜園和水稻田最普遍的雜草為研究對象。大花咸豐草是雜草中雙子葉植物的翹楚；稗草是數千年來，潛藏在水田中，以假亂真，逼得農夫常常在烈日當中時，趴在水田裡，忍受烈日灼背、熱水燙腳，匍匐前進進行除草的水田草莽。
- 三、大花咸豐草在荒廢地和蔬果園造成危害，在進行此研究之前，原以為是大花咸豐草種

子的發芽率一定出奇的高，可能會逼近100%。經過本研究反覆地以『蒸餾水』當對照組，才得知大花咸豐草種子的發芽率沒有想像當中的高，平均約為75%。而大花咸豐草會在荒廢地和蔬果園造成危害，更重要的因素應該是任何一棵大花咸豐草植株，在一生之中，可以產生約七萬顆種子，以量取勝，再加上不算低的發芽率，才造成大花咸豐草在荒廢地和蔬果園大範圍佔據。

四、在【實驗 I.】的第一個實驗『**新鮮**的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』中，我們發現五節芒植株的水萃取物，對大花咸豐草與稗草種子發芽率有顯著影響，如表 1.1、圖1.1.1.、圖1.1.2. 和相片五結果所示：

- (一) 芒草植株本體的水萃取液的影響，高於芒草根部分土圈的水萃取液的影響。
- (二) 芒草葉部水萃取液的影響，高於芒草植株的其他部位。
- (三) 芒草植株本體的水萃取液的原液的影響，高於稀釋液體。水萃取液稀釋至1/1000的時候，對大花咸豐草與稗草種子發芽率影響，已經微乎其微了。
- (四) 芒草葉部水萃取液和芒草莖部水萃取液的原液，對大花咸豐草與稗草的種子發芽抑制率皆高於95%，效果非常顯著。

五、在【實驗 I.】的第二個實驗『**新鮮**的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』中，我們針對【實驗 I.】的第一個實驗中，有發芽的種子進行測量根長度與植株高度；沒發芽的種子，則不併入統計，以免拉低整個統計數值。如表1.2、圖1.2.1.、圖1.2.2.、表1.3、圖1.3.1.、圖1.3.2.。我們發現：即使在某些濃度之下，種子有發芽，可是，芒草葉、莖、根、根部土圈之不同濃度水萃取液對植株生長、根部的生長延伸，形成阻礙，這很可能是到細胞內生命物質(蛋白質、RNA等)的生物合成受到抑制。而且，根部土圈周圍的水萃取液對植株生長、根部的生長延伸，非常微弱。而水萃取液稀釋至1/1000時，對大花咸豐草與稗草發芽後，植株高度與根長度影響，也不明顯。水萃取液稀釋至1/100 ~ 1/10時，具有抑制生長的功效。以水萃取液的原液，大花咸豐草與稗草對植株生長、根部的生長延伸，有非常明顯的抑制作用。

六、在【實驗 II.】的第一個實驗『**乾燥三天後**的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』中，我們發現將芒草葉、莖、根乾燥後，對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響，如表2.1、圖2.1.1、圖2.1.2所示，比【實驗 I.】第一個實驗(未乾燥處理過，表1.1、圖1.1.1 和 圖1.1.2)的結果更顯著，可能是因為乾燥

處理過的芒草葉、莖、根，其細胞內可有效阻礙大花咸豐草與稗草種子發芽的成分，被濃縮提高了。而且，將芒草葉、莖、根乾燥後的水萃取液，以原液對大花咸豐草與稗草種子發芽率的抑制作用最顯著，此時已不分此原液的部位是芒草葉、莖還是根，效果都非常明顯。

七、在【實驗II.】的第二個實驗『乾燥三天後的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』中，我們針對【實驗II.】的第一個實驗中，有發芽的種子進行測量植株高度與根長度；沒發芽的種子，則不併入統計。如表2.2、圖2.2.1、圖2.2.2、表2.3、圖2.3.1、圖2.3.2。我們發現：

- (一)在圖2.2.1中，芒草葉、莖、根乾燥後，水萃取液的原液，讓大花咸豐草種子無法發芽；芒草葉、莖乾燥後稀釋1/10的水萃取液，具有明顯抑制大花咸豐草根長度之生長。芒草根乾燥後稀釋1/10的水萃取液和芒草葉、莖、根乾燥後，稀釋1/100的水萃取液，對大花咸豐草根長度之生長也還具有抑制作用。
- (二)在圖2.2.2中，芒草葉、莖乾燥後，水萃取液的原液，讓稗草種子無法發芽；芒草根乾燥後之《原液》和芒草葉、莖、根乾燥後稀釋1/10的水萃取液，具有明顯抑制稗草根長度之生長。
- (三)在圖2.3.1.中，芒草葉、莖、根乾燥後，水萃取液的原液，讓大花咸豐草種子無法發芽；芒草葉、莖、根乾燥後稀釋1/10的水萃取液，仍具有明顯抑制大花咸豐草植株高度之生長。而稀釋1/100的水萃取液，對抑制大花咸豐草植株高度之生長的影響就很微弱。
- (四)在圖2.3.2.中，芒草葉、莖乾燥後，水萃取液的原液，讓稗草種子無法發芽；芒草根乾燥後之《原液》和芒草葉、莖、根乾燥後稀釋1/10的水萃取液，具有明顯抑制稗草植株高度之生長。

八、如同《Jurassic Park (侏羅紀公園/第一集)》中的一句名言：【Life will find its way out (生命會自尋出路)！】，一般的動物、植物，在遭受生存壓力(Stress)時，經常會改變生存策略，因此，我就發想：芒草攻城掠地、拓張版圖能力這麼強，但畢竟是生物圈內的成員之一，如果，以外力危害其生存，芒草是否會調整生存策略？是變得《不適者淘汰》？還是，激發更強大的生存本領？因此，我設計【實驗III.】來求證。

九、在【實驗III.】的第一個實驗『五節芒經割除後五天長出之新鮮的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』中，我們發現芒草割除後五天，所新生長的芒草植株各部位的水萃取物，對大花咸豐草與稗草種子發芽

率，具有比【實驗I.】的第一個實驗還要明顯的結果，如表 3.1、圖3.1.1、圖3.1.2、相片六和相片七 結果所示。而且：

(一)在圖3.1.1中，芒草割除後五天，芒草葉、莖、根水萃取液的原液，完全封鎖大花咸豐草種子發芽，發芽率皆為 0 %。而芒草割除後五天，芒草葉、莖、根水萃取液的1/10稀釋液，仍具有非常高抑制大花咸豐草種子發芽的能力，發芽率落在 5%~30% 之間。芒草割除後五天，芒草葉水萃取液即使稀釋至1/100，大花咸豐草種子發芽率也僅 25%，足見芒草在遭受《割除 Stress》時，細胞內生物合成出更多阻礙其他物種在相同棲地中生存的物质。

(二)在圖3.1.2中，芒草割除後五天，芒草葉、莖水萃取液的原液，也是完全封鎖稗草種子發芽，發芽率皆為 0 %。而芒草割除後五天，芒草根水萃取液原液和芒草葉、莖、根的1/10稀釋液，也具有非常高抑制稗草種子發芽的能力，發芽率落在 5%~40% 之間。

十、在【實驗III.】的第二個實驗『五節芒經割除後五天長出之新鮮的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』，結果如表 3.2、圖3.2.1、圖3.2.2、表 3.3、圖3.3.1、圖3.3.2。我們發現：

(一)在圖3.2.1中，芒草割除後五天，**新鮮**芒草葉、莖、根水萃取液，對大花咸豐草種子發芽後，根長度之生長有明顯之抑制作用。其中，芒草割除後五天，**新鮮**芒草葉、莖、根的原液，讓大花咸豐草種子無法發芽；芒草割除後五天，芒草葉水萃取液1/10稀釋液的根長度為 4.9mm，之於對照組為 11.7 mm， $4.9 / 11.7 = 42\%$ ；芒草莖 1/10液稀釋根長度為 6.1mm，之於對照組為 11.7 mm， $6.1 / 11.7 = 52\%$ 也是有很強烈的抑制作用。而芒草割除後五天，芒草根水萃取稀釋1/10 和芒草葉、莖的水萃取 1/100 液稀釋，對大花咸豐草種子發芽後，根長度之生長也還有輕微之抑制作用，分別為對照組 11.7 mm 的 61% ~ 66% (7.2 mm ~ 7.7 mm)。

(二)在圖3.2.2中，芒草割除後五天，**新鮮**芒草葉、莖、根水萃取液，對稗草種子發芽後，根長度之生長有明顯之抑制作用。其中，芒草割除後五天，芒草葉、莖的《原液》，讓稗草種子無法發芽；芒草割除後五天，芒草根水萃取液的原液和芒草葉、莖、根水萃取液1/10稀釋液對稗草種子發芽後，根長度之影響，分別只有對照組 12.5 mm 的 53% ~ 76% (6.6 mm ~ 9.5 mm)，影響可謂非常顯著。

(三)在圖3.3.1中，芒草割除後五天，**新鮮**芒草葉、莖、根水萃取液，對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之生長也是有明顯之抑制作用。芒草割除後五天，芒草葉、莖、根的水萃取液1/10稀釋液，大花咸豐草植株高度落在 8.2 mm ~ 10.7 mm，僅為對照組

23.6 mm 的 35% ~ 45% 。

(四)在圖3.3.2中，芒草割除後五天，**新鮮**芒草葉、莖、根水萃取液，對稗草種子發芽後，植株高度之生長有明顯之抑制作用。其中，芒草割除後五天，芒草葉、莖的原液，讓稗草種子無法發芽；芒草割除後五天，芒草根水萃取液的原液和芒草葉、莖水萃取液1/10稀釋液對稗草種子發芽後，植株高度之影響，分別只有對照組 26.8 mm 的 41% ~ 55% (11.1 mm ~ 14.7 mm)，影響非常顯著。

十一、為了反覆驗證【實驗 II.】結果的推論，我們設計了【實驗 IV.】。在【實驗 IV.】的第一個實驗『五節芒經**割除後五天**長出之葉、莖、根，採收後經**乾燥三天**後的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』中，我們發現芒草割除後五天，將芒草葉、莖、根乾燥後，對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響，如圖4.1.1、圖4.1.2和相片八所示，比【實驗III.】的第一個實驗結果(未乾燥處理過圖3.1.1和圖3.1.2)更顯著，極有可能是因為乾燥處理過的芒草葉、莖、根，其細胞內可有效阻礙大花咸豐草與稗草種子發芽的成分，被濃縮了。

十二、在圖4.1.1中，芒草割除後五天，將芒草葉、莖、根乾燥後的水萃取液，原液完全阻止對大花咸豐草種子發芽，發芽率都是 0%，效果非常顯著。即使是稀釋到1/100，對大花咸豐草種子的發芽率也未超過 45%。在圖4.1.2中，芒草葉、莖乾燥後的水萃取液，原液完全阻止稗草種子發芽，發芽率都是 0%。更讓人驚訝的是：芒草葉乾燥後的水萃取液，即使是稀釋到1/10(如相片九)，也完全阻止了稗草種子的發芽，發芽率都是0%。而莖和根乾燥後的水萃取液，即使是稀釋到1/10，發芽率也分別只有 20% 和 40%，結果出奇的良好。

十三、在【實驗 IV.】的第二個實驗『五節芒經**割除後五天**長出之葉、莖、根，採收後經**乾燥三天**後的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』中，結果如**表 4.2.**、圖4.2.1、圖4.2.2、**表 4.3.**、圖4.3.1、圖4.3.2。我們發現：

(一)在圖4.2.1中，芒草割除後五天，芒草葉、莖、根乾燥後，水萃取液的原液，讓大花咸豐草種子無法發芽；葉乾燥後的水萃取液稀釋1/10，根長度只有 4.8mm，這之於對照組的11.0 mm，只有44%。莖和根乾燥後的水萃取液稀釋1/10，根長度只分別有 7.0 mm 和 7.8 mm，也只有對照組的11.0 mm 的 64% 和 71%。因此，芒草葉、莖、根乾燥後，水萃取液對大花咸豐草根長度之生長具有明顯抑制作用。

(二)在圖4.2.2中，葉乾燥後的水萃取液稀釋1/10，也是讓稗草種子無法發芽；根乾燥後，水萃取液的原液和莖、根乾燥後，水萃取液的1/10稀釋液，稗草種子根長度只有

6.6mm ~ 9.1mm，這之於對照組的11.7 mm，只有56%~78%。即使是葉、莖乾燥後，水萃取液的1/100稀釋液，稗草種子根長度只有對照組的80%和81%(稗草種子根長度分別為 9.4mm和9.5mm)。

(三)在圖4.3.1中，葉、莖、根乾燥後，水萃取液的原液，讓大花咸豐草種子無法發芽；葉、莖、根乾燥後水萃取液稀釋1/10，對已發芽之大花咸豐草植株高度，分別只有 10.9 mm、13.7 mm 和 15.0 mm，這個結果之於對照組的 23.5 mm，比例只有 46%、58% 和 64%，效果也是極其顯著。

(四)在圖4.3.2中，根水萃取液的原液和葉、莖乾燥後水萃取液稀釋1/10，對已發芽之稗草植株高度，分別只有 13.1 mm、10.1 mm 和 13.7 mm，這個結果之於對照組的 26.5 mm，比例只有 49%、38% 和 52%，效果非常顯著。

十四、本研究已完成的**四大實驗**，合計**112個小實驗**，對種子發芽抑制率、根生長抑制率、植株生長抑制率，綜合比較結果如表 5.1.所示，表中僅陳列出抑制率高於90%的組合情形。從表 5.1.可看出：五節芒割除後五天長出之新鮮材料萃取(實驗III)，對種子發芽、根生長、植株生長等的抑制作用，效果非常顯著；如果可以將五節芒割除後五天長出之材料再經乾燥三天後萃取(實驗IV)，對種子發芽、根生長、植株生長等的抑制作用，效果更優於五節芒割除後五天長出之新鮮材料萃取(實驗III)。

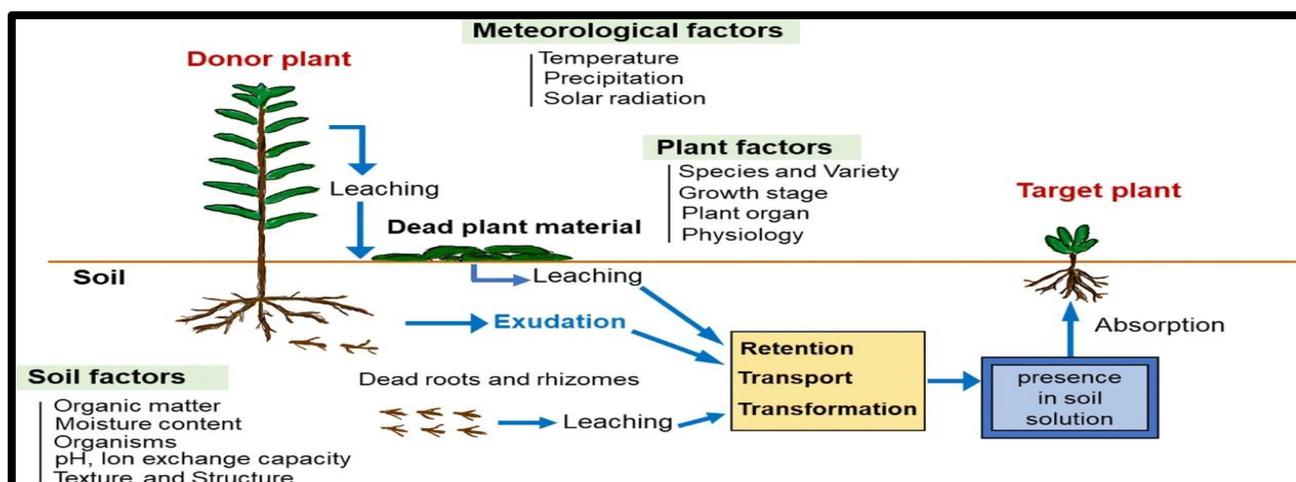
十五、本研究的四大實驗，皆以純水當作萃取溶劑，原先是因細胞的組成分約70%是『水』，細胞內許多成分物質是水溶性；其次是以安全性和便利性為考量。而研究結果更是表明主要的化感物質是水溶性。未來進階實驗再考慮以有機溶劑萃取當比對。

十六、究竟是哪一類或哪一種化感物質造成雜草種子發芽率下降？雜草種子發芽率下降的途徑，是抑制呼吸作用？還是抑制細胞內某些代謝作用所需酵素(如過氧化氫酶的活性)？是接下來我的研究重點。

十七、造成少部分有發芽的雜草種子其『根長度』與『植株高度』的生長大幅度受到抑制的原因，究竟是在哪一個關鍵步驟受到壓抑？是細胞呼吸作用？還是細胞的生物合成步驟？也是接下來我要突破的領域。

十八、這些對雜草的種子發芽、根生長、植株生長有影響的化感物質，對同為植物的不同種類的蔬菜的生長，會不會也造成毒害？還是，在芒草葉的萃取物的某個最佳濃度之下，可以達到《對雜草生長有害》，而《對蔬菜生長無害》？這是我下一個階段研究想去解決的問題。

十九、植物化感作用的產生及釋放出植物體外的方式主要有《淋溶作用（Leaching）》與《根泌作用（Root exudation）》



圖片來源：A. Scavo : C. Abbate : G. Mauromicale. Plant allelochemicals: agronomic, nutritional and ecological relevance in the soil system. Plant Soil (2019) 442:23 - 48

陸、結論與建議

- 一、在『新鮮的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』，芒草植株的水萃取物，對大花咸豐草與稗草種子發芽率有顯著影響：
 - (一)五節芒植株本體的水萃取液的影響，高於五節芒根部土圈的水萃取液的影響。
 - (二)五節芒葉部水萃取液的影響，高於五節芒植株的其他部位。
 - (三)五節芒植株本體的水萃取液的原液的影響，高於稀釋液體。水萃取液稀釋至1/1000的時候，對大花咸豐草與稗草種子發芽率影響，已經微乎其微了。
 - (四)五節芒葉部水萃取液和五節芒莖部水萃取液的原液，對大花咸豐草與稗草種子發芽率的抑制作用，非常顯著。
- 二、在『新鮮的五節芒之葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』中，芒草葉、莖、根、根部土圈之不同濃度水萃取液對植株生長、根部的生長延伸，形成阻礙，水萃取液稀釋至1/100 ~ 1/10時，仍具有抑制生長的功效。以水萃取液的原液，大花咸豐草與稗草對植株生長、根部的生長延伸，有非常明顯的抑制作用。
- 三、在『乾燥三天後的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』，其結果比新鮮五節芒萃取的結果更顯著。亦是以原液對大花咸豐草與稗草種子發芽率的抑制作用最顯著。

- 四、在『**乾燥三天後**的五節芒之葉、莖、根之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』，也是以水萃取液的原液，對大花咸豐草與稗草對植株生長、根部的生長延伸，有非常明顯的抑制作用；水萃取液的原液的抑制效果高於稀釋液。
- 五、在『五節芒經**割除後五天**長出之**新鮮**的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』中，五節芒經割除後五天，所新生長的植株各部位的水萃取物，對大花咸豐草與稗草種子發芽率，具有比割除前有更明顯的結果。
- 六、在『五節芒經**割除後五天**長出之**新鮮**的葉、莖、根與根部土圈之不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』，其影響效果亦是高於割除之前。
- 七、在『五節芒經**割除後五天**長出之葉、莖、根，採收後經**乾燥三天後**的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響』中，五節芒經割除後，將新生長出的植株採收後乾燥處理，對大花咸豐草與稗草種子發芽率之影響，是『割除後』+『乾燥後』的結果，其效果更加顯著。
- 八、在『五節芒經**割除後五天**長出之葉、莖、根，採收後經**乾燥三天後**的不同濃度水萃取液對大花咸豐草與稗草種子發芽後，根長度與植株高度之影響』中，『割除後』+『乾燥後』的芒草植株萃取液，對雜草生長有嚴重影響。
- 九、**建議**：本研究雖然發現：『五節芒經割除後五天，取新生長之芒草植株，經乾燥處理三天後的水萃取液，對大花咸豐草與稗草種子發芽、根部生長、植株生長的抑制作用更高於五節芒經割除後五天的新鮮植株的水萃取液』(實驗 IV.結論)，但是，實驗III.結論：『五節芒經割除後五天，新生長之芒草植株的水萃取液，對大花咸豐草與稗草種子發芽、根部生長、植株生長的抑制作用高於割除之前』，效果已經非常良好，而且可以省卻『乾燥處理三天』的時間成本。以本研究【實驗III.】之研究方法進行萃取：取五節芒新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨5分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室(5℃)下放置 24 小時，使用16目粗紗網進行第一次過濾，濾除植物組織碎片，再以90目細紗網進行第二次過濾，濾除殘渣。獲得的水提取物，即為【生物除草劑】，可用於田間，進行雜草控制。
- 十、生物除草劑有別於化學除草劑：不破壞生態環境、易生物降解、毒性低、不殘留、對環境和動物較安全、環境相容性高。

柒、尚在進行中的研究

【實驗 V.】

《研究目的》

使用色層分析與液相色譜-質譜法/質譜法 (LC-MS/MS)記錄 *Miscanthus floridulus* 葉提取物中存在的主要化感物質之成分。

【實驗 VI.】

《研究目的》

雜草種子發芽率下降的途徑，是抑制呼吸作用？還是抑制細胞內某些代謝作用所需酵素(如過氧化氫酶的活性)？

【實驗 VII.】

《研究目的》

造成少部分有發芽的雜草種子其『根長度』與『植株高度』的生長大幅度受到抑制的原因，究竟是在哪一個關鍵步驟受到壓抑？是細胞呼吸作用？還是細胞的生物合成步驟？

【實驗 VIII.】

《研究目的》

對雜草的種子發芽、根生長、植株生長有影響的化感物質，對同為植物的不同種類的蔬菜的生長，會不會也造成毒害？還是，在芒草葉的萃取物的某個最佳濃度之下，可以達到《對雜草生長有害》，而《對蔬菜生長無害》？

捌、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，農試所特刊第 127 號，pp.103 ~116

袁秋英·謝玉貞 (2012) 生物除草劑之研發與應用，農政與農情，第 243 期，取自 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2446194&print=Y>

曾梅慧 (2001) 血桐之植物相剋作用潛能研究，台大植物所博士論文，摘要頁

Chung, I.; Kim, K.; Ahn, J.K.; Chun, S.; Kim, C.; Kim, J.; Kim, S. (2002) Screening of allelochemicals on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and identification of potentially allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa*) variety hull extracts. *Crop. Prot.* , 21, pp. 913–920.

Dayan, F.E.; Cantrell, C.L.; O Duke, S. (2009) Natural products in crop protection. *Bioorg. Med. Chem.* , 17, pp. 4022–4034.

- Dwiyanti, M.S.; Stewart, J.R.; Yamada, T. (2013) Germplasm Resources of *Miscanthus* and Their Application in Breeding. In *Bioenergy Feedstocks: Breeding and Genetics*; Saha, M.C., Bhandari, H.S., Bouton, J.H., Eds.; Wiley: Hoboken, NJ, pp. 49–66.
- Gruberová, H.; Bendová, K.; Prach, K. (2001) Seed Ecology of Alien *Bidens frondosa* in Comparison with Native Species of the Genus. In *Plant Invasions: Species Ecology and Ecosystem Management*; Brundu, G., Brock, J., Camarda, I., Child, L., Wade, M., Eds.; Backhuys: Leiden, The Netherlands, ; pp. 99–104.
- Konovalova, I.S.; Babich, N.A. (2014) Reproductive features of weed plants of forest nurseries. *J. Int. Sci. Publ. Ecol. Saf.* , 8, pp. 560–566.
- Ming-Tung Hsueh (2021) Allelopathic Effects of *Bidens pilosa* var. *radiata* Sch. Bip. on the Weed Control and its Application to Vegetation Cultivation. Doctoral Dissertation
- Quinn, L.; Allen, D.J.; Stewart, J.R. (2010) Invasiveness potential of *Miscanthus sinensis*: implications for bioenergy production in the United States. *GCB Bioenergy* , 2, pp. 310–320.
- Scavo A. ,Abbate C. ,Mauromicale G.. (2019) Plant allelochemicals: agronomic, nutritional and ecological relevance in the soil system. *Plant Soil* 442: pp. 23–48
- Sitthinoi, P.; Lertmongkol, S.; Chanprasert, W.; Vajrodaya, S. (2017) Allelopathic effects of jungle rice (*Echinochloa colona* (L.) Link) extract on seed germination and seedling growth of rice. *Agric. Nat.* , 51, pp. 74–78.
- Song, J.S.; Lim, S.H.; Lim, Y.; Nah, G.; Lee, D.; Kim, D.S. (2016) Herbicide-based Weed Management in *Miscanthus sacchariflorus*. *BioEnergy Res.* 9, pp. 326–334.
- Suksungworn, R.; Sanevas, N.; Wongkantrakorn, N.; Fangern, N.; Vajrodaya, S.; Duangrisai, S. (2016) Phytotoxic effect of *Haldina cordifolia* on germination, seedling growth and root cell viability of weeds and crop plants. *NJAS Wagen. J. Life Sci.* , 78, pp. 175–181.
- Vyvyan, J.R. (2002) Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. *Tetrahedron*, 58, pp. 1632–1646.
- Wang, C.; Wu, B.; Jiang, K. (2019) Allelopathic effects of Canada goldenrod leaf extracts on the seed germination and seedling growth of lettuce reinforced under salt stress. *Ecotoxicology* , 28, pp. 103–116.
- Yook, M.J.; Lim, S.H.; Song, J.S.; Kim, J.W.; Zhang, C.J.; Lee, E.J.; Ibaragi, Y.; Lee, G.; Nah, G.; Kim, D.S. (2014) Assessment of genetic diversity of Korean *Miscanthus* using morphological traits and SSR markers. *Biomass Bioenerg.* 66, pp. 81–92.
- Zeng, R. (2014) Allelopathy—The Solution is Indirect. *J. Chem. Ecol.*, 40, pp. 515–516.

【評語】 080305

本科展作品係以五節芒各部分的水萃取物，探討做為生物除草劑之可行性評估。研究結果發現五節芒其葉或莖的水萃取液對大花咸豐草和稗草的種子發芽、植株生長、根部生長都具有強烈的抑制作用。研究主題有趣，使用方法尚完善。且實驗三割除五天後長出的新鮮植株探討芒草是否調整生存策略，具探究精神。

建議：

1. 五芒草的生長勢是因為枯草抑制競爭物種種子的因果關係？是否可以實際種植建立實驗組與對造組進行觀察。
2. 實驗進行場域？如何控制 8:16 光照和黑暗循環的室內保持在 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 下生長 10 天？
3. 建議可繼續進行延伸實驗，針對機制進行探討，將會是一個系統性、完整且具發展性的探究主題。
4. 藉由五節芒的分布區觀察是否不能與大花咸豐草與稗草共存？

作品海報

生物除草劑初探

摘要

本研究以五節芒為研究對象，以水為萃取溶劑，取五節芒葉、莖、根、根部土圍等不同部位進行萃取，區分新鮮植株、乾燥植株、割除後生長五天之新鮮植株、割除後生長五天之植株經乾燥處理等四大實驗，合計112個小實驗，以陸生雜草大花咸豐草和水生雜草稗草為受測對象。研究發現將五節芒割除後生長五天之新鮮植株和乾燥植株，葉、莖的水萃取液對大花咸豐草和稗草的種子發芽、植株生長、根部生長有強烈抑制作用。可取五節芒割除後五天，新生長的新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨萃取，獲得的水提取物，即為【生物除草劑】，可用於田間，進行雜草控制。

壹、前言

- 一、研究動機：略(詳見作品說明書)
- 二、研究目的：略(詳見作品說明書)
- 三、文獻回顧

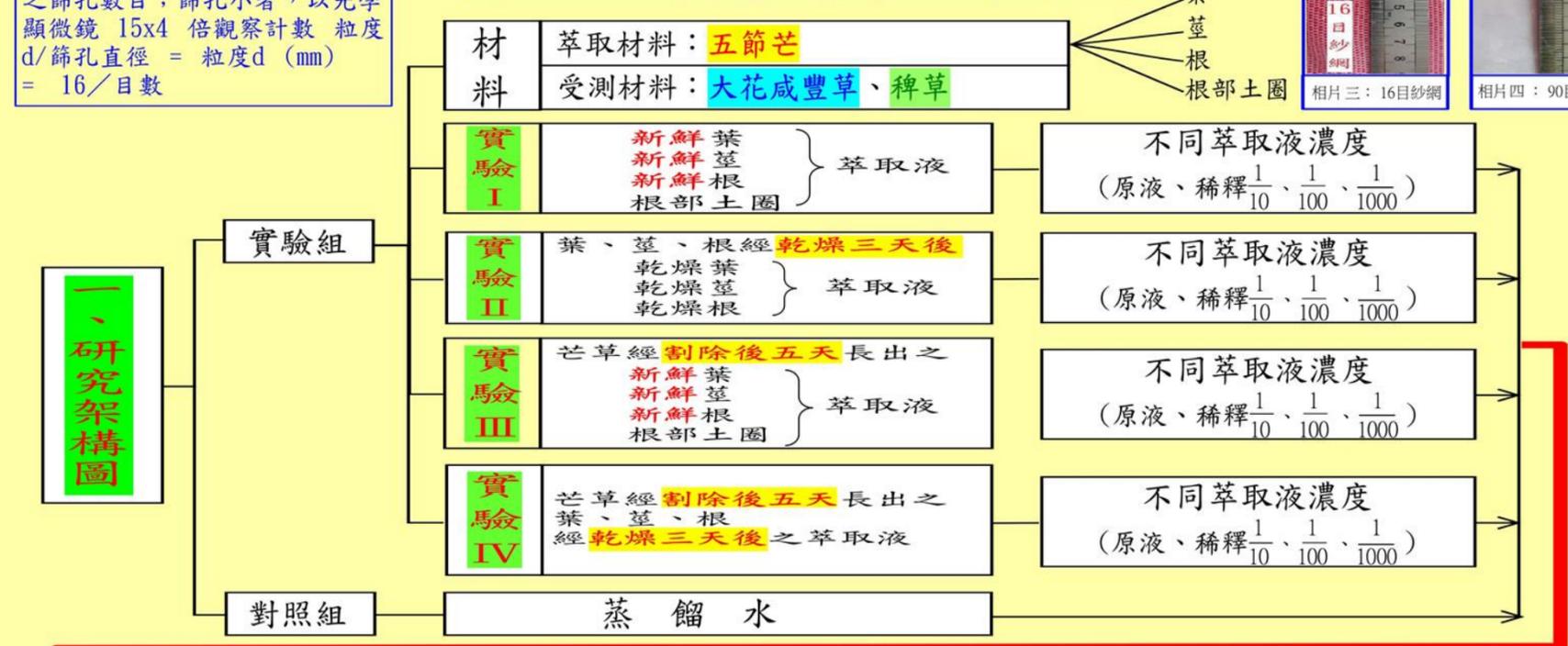
1. 稗草是另一種生長旺盛的雜草，每株植物可以產生超過一百萬個有活力的種子(Chung et al. 2002)並且對多種除草劑具有抗性。
2. 多種雜草向周圍環境釋放的化感物質可直接或間接抑制栽培作物的生物量生產和產量(Chung et al. 2002)。然而，*M. floridulus* 對雜草萌發的影響尚未有記載。
3. 台灣除草劑用量平均每天使用9.22公噸。雖然植物中的多種相剋物質有抑制雜草生長的效果，大多數相剋物質除草活性較現有除草劑弱，無法直接於田間使用(袁秋英 et al. 2012)。
4. 某些植物物種的化感物質成分可有效抑制雜草的發芽和生長，然而，尚未有任何研究來評估*M. floridulus* 的化感作用應用於雜草管理。

貳、研究設備及器材

五節芒、大花咸豐草、稗、9 cm 直徑培養皿、台秤、果汁機、攪拌機、冰箱、玻璃罐、游標卡尺(相片一、相片二)、粗孔紗網(16目；粒度d/篩孔直徑約 1000 μm，相片三)、細孔紗網(90目；粒度d/篩孔直徑約 170 μm，相片四)、衛生紙。

篩孔目數=25.4mm寬度的篩網內之篩孔數目；篩孔小者，以光學顯微鏡 15x4 倍觀察計數 粒度d/篩孔直徑 = 粒度d (mm) = 16/目數

參、研究過程或方法



二、研究植物材料

- (一)五節芒：學名 *Miscanthus floridulus*，又稱『管芒』。
- (二)大花咸豐草：學名 *Bidens pilosa*，別名鬼針草、赤查某。
- (三)稗：學名 *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.，別名『稗草』。
- (四)研究用大花咸豐草(*Bidens pilosa*)與稗草(*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.)種子之處理：詳見作品說明書。

三、實驗方法：略(詳見作品說明書)

肆、研究結果

表 1.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例 T/C*100%	種子發芽抑制率 1 - T/C*100%	種子發芽率		種子發芽比例 T/C*100%	種子發芽抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
新鮮材料萃取(實驗一)	原液	葉	0%	75%	0%	100%	0%	95%	0%	100%
		莖	0%	75%	0%	100%	5%	95%	5%	95%
		根	5%	75%	7%	93%	30%	95%	32%	68%
		土圍	45%	75%	60%	40%	55%	95%	58%	42%
	稀釋 1/10	葉	5%	75%	7%	93%	5%	95%	5%	95%
		莖	25%	75%	33%	67%	35%	95%	37%	63%
		根	40%	75%	53%	47%	50%	95%	53%	47%
		土圍	70%	75%	93%	7%	70%	95%	74%	26%
	稀釋 1/100	葉	35%	75%	47%	53%	70%	95%	74%	26%
		莖	50%	75%	67%	33%	80%	95%	84%	16%
		根	60%	75%	80%	20%	80%	95%	84%	16%
		土圍	70%	75%	93%	7%	90%	95%	95%	5%
稀釋 1/1000	葉	50%	75%	67%	33%	80%	95%	84%	16%	
	莖	50%	75%	67%	33%	90%	95%	95%	5%	
	根	65%	75%	87%	13%	95%	95%	100%	0%	
	土圍	75%	75%	100%	0%	95%	95%	100%	0%	

相片五：【實驗 I.】新鮮芒草根/稀釋 1/10/大花咸豐草種子/第7天

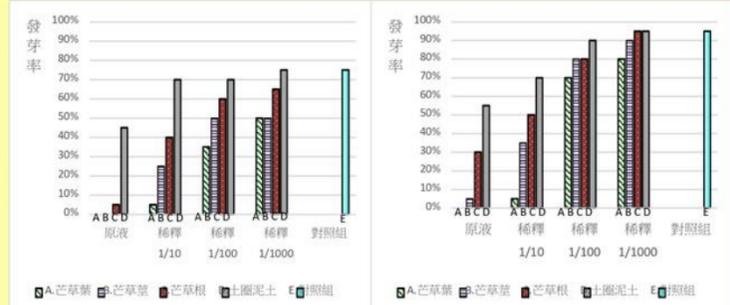


圖 1.1.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。 圖 1.1.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

表 1.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度 T/C*100%	根生長抑制率 1 - T/C*100%	根長度(mm)		根相對長度 T/C*100%	根生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
新鮮材料萃取(實驗一)	原液	葉	0	11.0	0%	100%	0	12.9	0%	100%
		莖	0	11.0	0%	100%	6.1	12.9	47%	53%
		根	7.9	11.0	72%	28%	8.8	12.9	68%	32%
		土圍	9.7	11.0	88%	12%	9.5	12.9	74%	26%
	稀釋 1/10	葉	5.9	11.0	54%	46%	7.6	12.9	59%	41%
		莖	6.3	11.0	57%	43%	8.3	12.9	64%	36%
		根	8.1	11.0	74%	26%	10.1	12.9	78%	22%
		土圍	9.9	11.0	90%	10%	11.1	12.9	86%	14%
	稀釋 1/100	葉	7.8	11.0	71%	29%	10.3	12.9	80%	20%
		莖	8.0	11.0	73%	27%	10.9	12.9	84%	16%
		根	8.2	11.0	75%	25%	11.6	12.9	90%	10%
		土圍	10.3	11.0	94%	6%	12.0	12.9	93%	7%
稀釋 1/1000	葉	8.5	11.0	77%	23%	11.0	12.9	85%	15%	
	莖	9.6	11.0	87%	13%	11.7	12.9	91%	9%	
	根	9.7	11.0	88%	12%	11.7	12.9	91%	9%	
	土圍	11.1	11.0	101%	-1%	12.1	12.9	94%	6%	

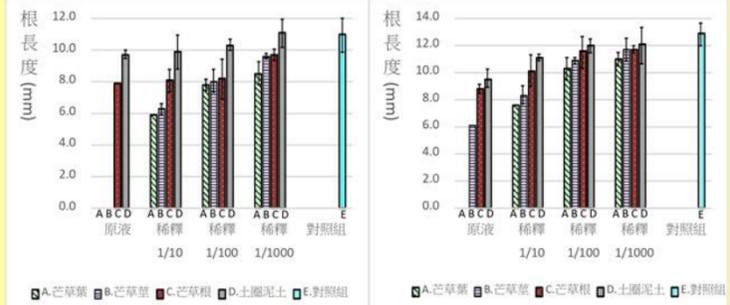


圖 1.2.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。 圖 1.2.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，根長度之影響。

表 1.3. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度(mm)		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%	植株高度(mm)		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
新鮮材料萃取(實驗一)	原液	葉	0	24.0	0%	100%	0	27.3	0%	100%
		莖	0	24.0	0%	100%	10.9	27.3	40%	60%
		根	10.5	24.0	44%	56%	13.4	27.3	49%	51%
		土圍	16.1	24.0	67%	33%	24.3	27.3	89%	11%
	稀釋 1/10	葉	8.6	24.0	36%	64%	12.1	27.3	44%	56%
		莖	10.9	24.0	45%	55%	15.7	27.3	58%	42%
		根	12.4	24.0	52%	48%	20.2	27.3	74%	26%
		土圍	18.3	24.0	76%	24%	26.1	27.3	96%	4%
	稀釋 1/100	葉	16.1	24.0	67%	33%	25.3	27.3	93%	7%
		莖	18.4	24.0	77%	23%	25.9	27.3	95%	5%
		根	20.3	24.0	85%	15%	26.7	27.3	98%	2%
		土圍	20.7	24.0	86%	14%	26.9	27.3	99%	1%
稀釋 1/1000	葉	19.9	24.0	83%	17%	26.5	27.3	97%	3%	
	莖	22.1	24.0	92%	8%	27.0	27.3	99%	1%	
	根	22.6	24.0	94%	6%	27.2	27.3	100%	0%	
	土圍	23.8	24.0	99%	1%	27.2	27.3	100%	0%	

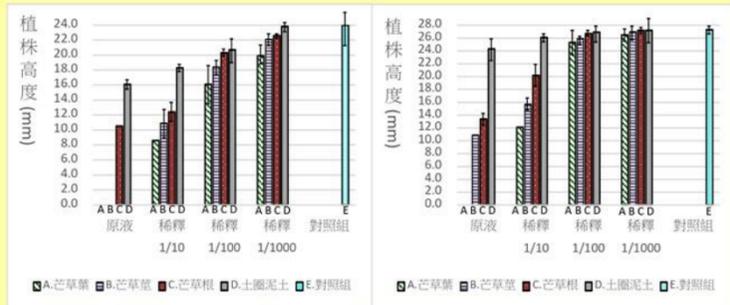


圖 1.3.1. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。 圖 1.3.2. 五節芒新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，植株高度之影響。

表 2.1. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例 T/C*100%	種子發芽抑制率 1 - T/C*100%	種子發芽率		種子發芽比例 T/C*100%	種子發芽抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
乾燥三天後 材料萃取(實驗二)	原液	葉	0%	80%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		莖	0%	80%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		根	0%	80%	0%	100%	25%	100%	25%	75%
	稀釋 1/10	葉	5%	80%	6%	94%	5%	100%	5%	95%
		莖	20%	80%	25%	75%	25%	100%	25%	75%
		根	25%	80%	31%	69%	45%	100%	45%	55%
	稀釋 1/100	葉	35%	80%	44%	56%	60%	100%	60%	40%
		莖	45%	80%	56%	44%	75%	100%	75%	25%
		根	50%	80%	63%	38%	75%	100%	75%	25%
	稀釋 1/1000	葉	50%	80%	63%	38%	80%	100%	80%	20%
		莖	45%	80%	56%	44%	95%	100%	95%	5%
		根	65%	80%	81%	19%	95%	100%	95%	5%

表 2.2. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度 T/C*100%	根生長抑制率 1 - T/C*100%	根長度(mm)		根相對長度 T/C*100%	根生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
乾燥三天後 材料萃取(實驗二)	原液	葉	0	11.3	0%	100%	0	13.4	0%	100%
		莖	0	11.3	0%	100%	0	13.4	0%	100%
		根	0	11.3	0%	100%	8.5	13.4	63%	37%
	稀釋 1/10	葉	5.2	11.3	46%	54%	7.2	13.4	54%	46%
		莖	7.4	11.3	65%	35%	7.8	13.4	58%	42%
		根	8.1	11.3	72%	28%	9.9	13.4	74%	26%
	稀釋 1/100	葉	8.5	11.3	75%	25%	9.6	13.4	72%	28%
		莖	9.0	11.3	80%	20%	10.1	13.4	75%	25%
		根	9.4	11.3	83%	17%	11.6	13.4	87%	13%
	稀釋 1/1000	葉	8.5	11.3	75%	25%	11.0	13.4	82%	18%
		莖	9.6	11.3	85%	15%	11.1	13.4	83%	17%
		根	9.7	11.3	86%	14%	12.9	13.4	96%	4%

表 2.3. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度 mm		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%	植株高度 mm		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
乾燥三天後 材料萃取(實驗二)	原液	葉	0	23.8	0%	100%	0	27.0	0%	100%
		莖	0	23.8	0%	100%	0	27.0	0%	100%
		根	0	23.8	0%	100%	12.9	27.0	48%	52%
	稀釋 1/10	葉	11.7	23.8	49%	51%	11.8	27.0	44%	56%
		莖	14.2	23.8	60%	40%	14.2	27.0	53%	47%
		根	15.2	23.8	64%	36%	19.7	27.0	73%	27%
	稀釋 1/100	葉	18.1	23.8	76%	24%	25.1	27.0	93%	7%
		莖	19.9	23.8	84%	16%	25.5	27.0	94%	6%
		根	22.1	23.8	93%	7%	26.3	27.0	97%	3%
	稀釋 1/1000	葉	22.8	23.8	96%	4%	26.2	27.0	97%	3%
		莖	23.1	23.8	97%	3%	26.1	27.0	97%	3%
		根	23.7	23.8	100%	0%	27.1	27.0	100%	0%

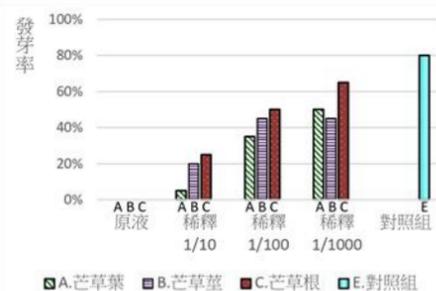


圖 2.1.1. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。

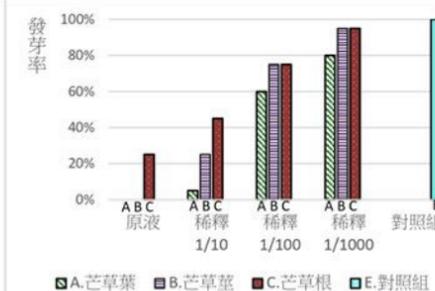


圖 2.1.2. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

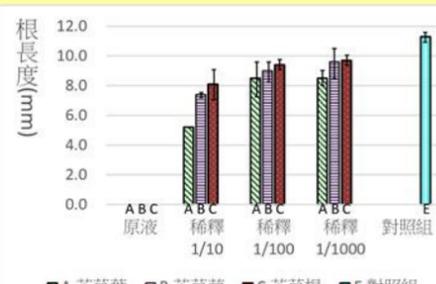


圖 2.2.1. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。

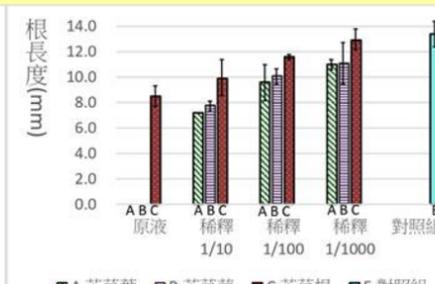


圖 2.2.2. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，根長度之影響。

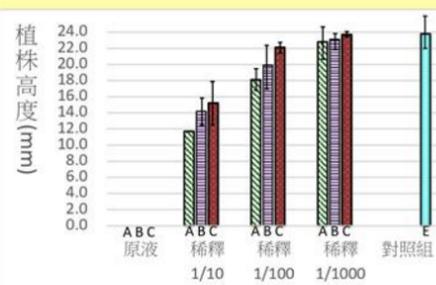


圖 2.3.1. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。

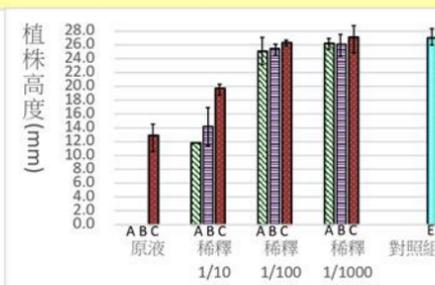


圖 2.3.2. 五節芒材料乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，植株高度之影響。

表 3.1. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽比例 T/C*100%	種子發芽抑制率 1 - T/C*100%	種子發芽率		種子發芽比例 T/C*100%	種子發芽抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
割除後五天長出之 新鮮材料萃取(實驗三)	原液	葉	0%	85%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		莖	0%	85%	0%	100%	0%	100%	0%	100%
		根	0%	85%	0%	100%	30%	100%	30%	70%
		土圈	55%	85%	65%	35%	55%	100%	55%	45%
	稀釋 1/10	葉	5%	85%	6%	94%	5%	100%	5%	95%
		莖	15%	85%	18%	82%	25%	100%	25%	75%
		根	30%	85%	35%	65%	40%	100%	40%	60%
		土圈	60%	85%	71%	29%	55%	100%	55%	45%
	稀釋 1/100	葉	25%	85%	29%	71%	65%	100%	65%	35%
		莖	40%	85%	47%	53%	70%	100%	70%	30%
		根	50%	85%	59%	41%	75%	100%	75%	25%
		土圈	65%	85%	76%	24%	85%	100%	85%	15%
稀釋 1/1000	葉	50%	85%	59%	41%	85%	100%	85%	15%	
	莖	55%	85%	65%	35%	85%	100%	85%	15%	
	根	65%	85%	76%	24%	95%	100%	95%	5%	
	土圈	85%	85%	100%	0%	95%	100%	95%	5%	

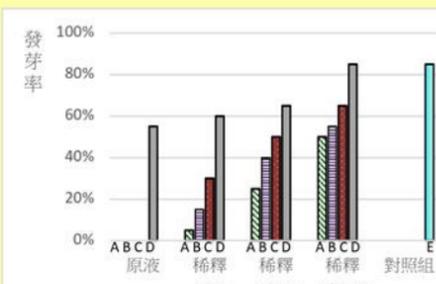


圖 3.1.1. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。

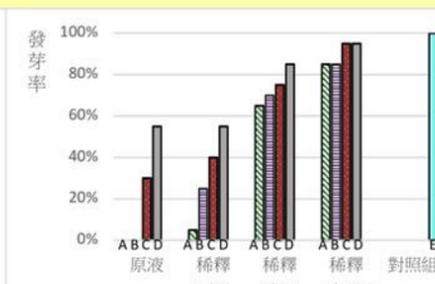


圖 3.1.2. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

表 3.2. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根相對長度 T/C*100%	根生長抑制率 1 - T/C*100%	根長度(mm)		根相對長度 T/C*100%	根生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
割除後五天長出之 新鮮材料萃取(實驗三)	原液	葉	0	11.7	0%	100%	0	12.5	0%	100%
		莖	0	11.7	0%	100%	0	12.5	0%	100%
		根	0	11.7	0%	100%	8.2	12.5	66%	34%
		土圈	8.2	11.7	70%	30%	9.5	12.5	76%	24%
	稀釋 1/10	葉	4.9	11.7	42%	58%	6.6	12.5	53%	47%
		莖	6.1	11.7	52%	48%	7.7	12.5	62%	38%
		根	7.6	11.7	65%	35%	9.5	12.5	76%	24%
		土圈	9.8	11.7	84%	16%	10.8	12.5	86%	14%
	稀釋 1/100	葉	7.2	11.7	62%	38%	10.0	12.5	80%	20%
		莖	7.7	11.7	66%	34%	10.7	12.5	86%	14%
		根	8.0	11.7	68%	32%	11.2	12.5	90%	10%
		土圈	10.1	11.7	86%	14%	11.8	12.5	94%	6%
稀釋 1/1000	葉	8.5	11.7	73%	27%	10.8	12.5	86%	14%	
	莖	9.6	11.7	82%	18%	11.5	12.5	92%	8%	
	根	9.5	11.7	81%	19%	11.4	12.5	91%	9%	
	土圈	11.1	11.7	95%	5%	12.1	12.5	97%	3%	

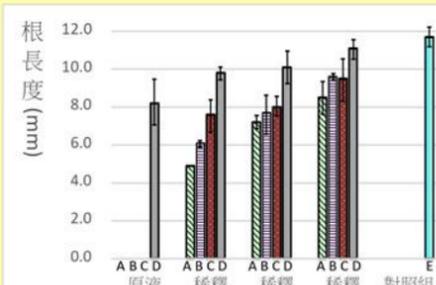


圖 3.2.1. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。

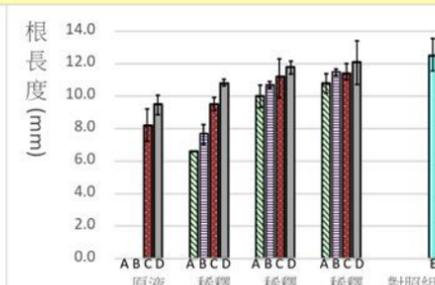


圖 3.2.2. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，根長度之影響。

表 3.3. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒			受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草			
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度(mm)		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%	植株高度(mm)		植株相對高度 T/C*100%	植株生長抑制率 1 - T/C*100%
			T. 實驗組	C. 對照組			T. 實驗組	C. 對照組		
割除後五天長出之 新鮮材料萃取(實驗三)	原液	葉	0	23.6	0%	100%	0	26.8	0%	100%
		莖	0	23.6	0%	100%	0	26.8	0%	100%
		根	0	23.6	0%	100%	11.9	26.8	44%	56%
		土圈	16.2	23.6	69%	31%	20.8	26.8	78%	22%
	稀釋 1/10	葉	8.2	23.6	35%	65%	6.6	26.8	25%	75%
		莖	10.1	23.6	43%	57%	14.7	26.8	55%	45%
		根	10.7	23.6	45%	55%	19.6	26.8	73%	27%
		土圈	18.5	23.6	78%	22%	24.7	26.8	92%	8%
	稀釋 1/100	葉	15.6	23.6	66%	34%	25.0	26.8	93%	7%
		莖	18.6	23.6	79%	21%	25.1	26.8	94%	6%
		根	20.8	23.6	88%	12%	25.3	26.8	94%	6%
		土圈	21.2	23.6	90%	10%	25.8	26.8	96%	4%
稀釋 1/1000	葉	19.3	23.6	82%	18%	26.2	26.8	98%	2%	
	莖	22.0	23.6	93%	7%	26.1	26.8	97%	3%	
	根	21.7	23.6	92%	8%	26.7	26.8	100%	0%	
	土圈	23.5	23.6	100%	0%	26.7	26.8	100%	0%	

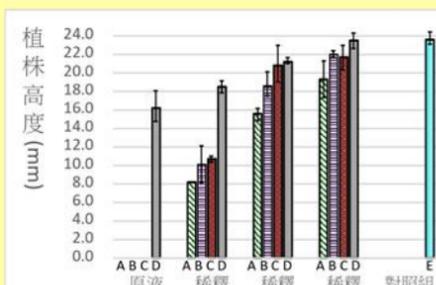


圖 3.3.1. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。

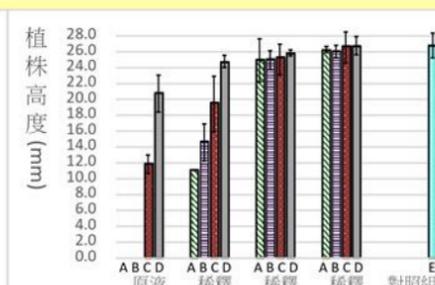


圖 3.3.2. 五節芒割除後五天長出之新鮮材料之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，植株高度之影響。

表 4.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽率之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草				
處理法	萃取液濃度	部位	種子發芽率		種子發芽抑制率	種子發芽率		種子發芽抑制率		
			T. 實驗組	C. 對照組		T/C*100%	1 - T/C*100%		T. 實驗組	C. 對照組
割除後五天長出之材料	原液	葉	0%	85%	0%	100%	0%	95%	0%	100%
		莖	0%	85%	0%	100%	0%	95%	0%	100%
		根	0%	85%	0%	100%	20%	95%	21%	79%
	稀釋 1/10	葉	5%	85%	6%	94%	0%	95%	0%	100%
		莖	15%	85%	18%	82%	20%	95%	21%	79%
		根	20%	85%	24%	76%	40%	95%	42%	58%
	稀釋 1/100	葉	25%	85%	29%	71%	50%	95%	53%	47%
		莖	40%	85%	47%	53%	70%	95%	74%	26%
		根	45%	85%	53%	47%	75%	95%	79%	21%
	稀釋 1/1000	葉	55%	85%	65%	35%	75%	95%	79%	21%
		莖	55%	85%	65%	35%	90%	95%	95%	5%
		根	75%	85%	88%	12%	95%	95%	100%	0%

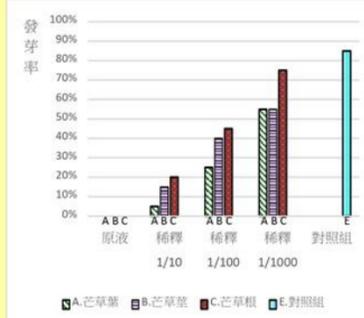


圖 4.1.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽率之影響。

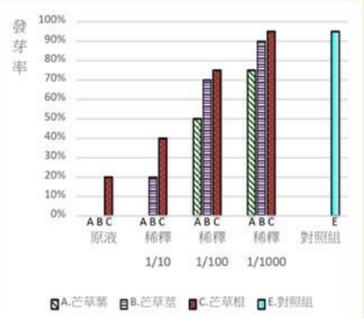


圖 4.1.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽率之影響。

表 4.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，根長度之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草				
處理法	萃取液濃度	部位	根長度(mm)		根生長抑制率	根長度(mm)		根生長抑制率		
			T. 實驗組	C. 對照組		T/C*100%	1 - T/C*100%		T. 實驗組	C. 對照組
割除後五天長出之材料	原液	葉	0	11.0	0%	100%	0	11.7	0%	100%
		莖	0	11.0	0%	100%	0	11.7	0%	100%
		根	0	11.0	0%	100%	8.2	11.7	70%	30%
	稀釋 1/10	葉	4.8	11.0	44%	56%	0	11.7	0%	100%
		莖	7.0	11.0	64%	36%	6.6	11.7	56%	44%
		根	7.8	11.0	71%	29%	9.1	11.7	78%	22%
	稀釋 1/100	葉	8.2	11.0	75%	25%	9.4	11.7	80%	20%
		莖	8.7	11.0	79%	21%	9.5	11.7	81%	19%
		根	9.0	11.0	82%	18%	11.1	11.7	95%	5%
	稀釋 1/1000	葉	8.1	11.0	74%	26%	11.0	11.7	94%	6%
		莖	9.6	11.0	87%	13%	11.0	11.7	94%	6%
		根	9.6	11.0	87%	13%	11.7	11.7	100%	0%

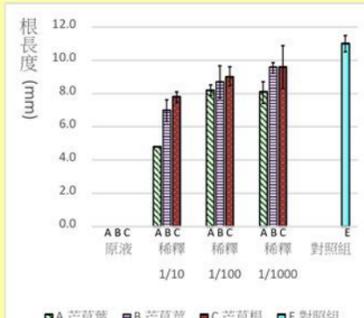


圖 4.2.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，根長度之影響。

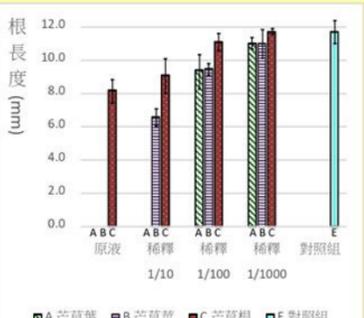


圖 4.2.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，根長度之影響。

表 4.3. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子發芽後，植株高度之影響。

萃取材料：五節芒		受測材料：大花咸豐草				受測材料：稗草				
處理法	萃取液濃度	部位	植株高度 mm		植株生長抑制率	植株高度 mm		植株生長抑制率		
			T. 實驗組	C. 對照組		T/C*100%	1 - T/C*100%		T. 實驗組	C. 對照組
割除後五天長出之材料	原液	葉	0	23.5	0%	100%	0	26.5	0%	100%
		莖	0	23.5	0%	100%	0	26.5	0%	100%
		根	0	23.5	0%	100%	13.1	26.5	49%	51%
	稀釋 1/10	葉	10.9	23.5	46%	54%	0	26.5	0%	100%
		莖	13.7	23.5	58%	42%	13.7	26.5	52%	48%
		根	15.0	23.5	64%	36%	19.1	26.5	72%	28%
	稀釋 1/100	葉	18.0	23.5	77%	23%	25.0	26.5	94%	6%
		莖	19.7	23.5	84%	16%	25.1	26.5	95%	5%
		根	21.9	23.5	93%	7%	26.0	26.5	98%	2%
	稀釋 1/1000	葉	22.6	23.5	96%	4%	26.2	26.5	99%	1%
		莖	23.0	23.5	98%	2%	26.1	26.5	98%	2%
		根	23.3	23.5	99%	1%	26.6	26.5	100%	0%

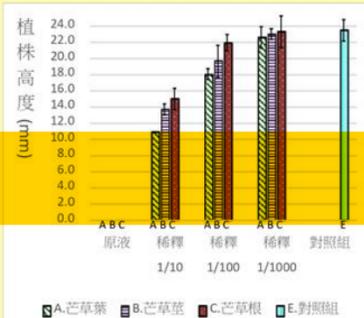


圖 4.3.1. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。

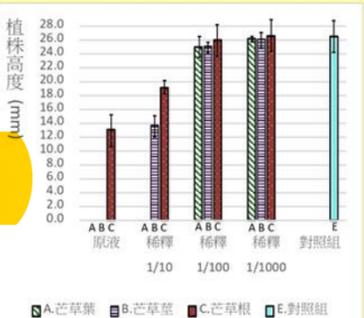


圖 4.3.2. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對稗草種子發芽後，植株高度之影響。

表 5.1. 五節芒四種不同處理方法之水萃取液對大花咸豐草種子與稗草種子，種子發芽抑制率、根生長抑制率與植株生長抑制率影響之綜合比較表(本表僅保留抑制率高於 90% 部分)。

萃取材料：五節芒		種子發芽抑制率		根生長抑制率		植株生長抑制率			
處理法	萃取液濃度	大花咸豐草		稗草		大花咸豐草		稗草	
		新鮮材料萃取 (實驗 I)	原液	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 95%	葉 100% 莖 100%	葉 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100%
乾燥三天後材料萃取 (實驗 II)	原液	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100%	
	稀釋 1/10	葉 93%	葉 95%						
割除後五天長出之新鮮材料萃取 (實驗 III)	原液	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100%	
	稀釋 1/10	葉 94%	葉 95%						
割除後五天長出之材料經乾燥三天後萃取 (實驗 IV)	原液	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100% 根 100%	葉 100% 莖 100%	葉 100% 莖 100%	
	稀釋 1/10	葉 94%	葉 100%						

註：種子發芽抑制率

$$= 1 - \frac{\text{實驗組發芽率}}{\text{對照組發芽率}} \times 100\%$$

根生長抑制率

$$= 1 - \frac{\text{實驗組根長度}}{\text{對照組根長度}} \times 100\%$$

植株生長抑制率

$$= 1 - \frac{\text{實驗組植株高度}}{\text{對照組植株高度}} \times 100\%$$

伍、討論：略(詳見作品說明書)

陸、結論與建議

一、在『新鮮的五節芒之水萃取液對雜草種子發芽率與植株生長之影響』：

- (一)五節芒植株本體的水萃取液之影響，高於五節芒根部土圈的水萃取液之影響。
- (二)五節芒葉部水萃取液之影響，高於五節芒植株的其他部位。
- (三)五節芒植株本體的水萃取液的原液之影響，高於稀釋液體。水萃取液稀釋至 1/1000 的時候，對大花咸豐草與稗草種子發芽率影響，已經微乎其微了。
- (四)五節芒葉部水萃取液和五節芒莖部水萃取液的原液，對大花咸豐草與稗草種子發芽率的抑制作用，非常顯著。

二、在『乾燥三天後的五節芒之水萃取液對雜草種子發芽率與植株生長之影響』，其結果比『新鮮』五節芒萃取的結果更顯著。而且以原液對大花咸豐草與稗草種子發芽率的抑制作用最顯著。

三、在『五節芒經割除後五天長出之新鮮植株的水萃取液對雜草種子發芽率與植株生長之影響』中，五節芒經割除後五天，所新生長的植株各部位的水萃取物，對大花咸豐草與稗草種子發芽率與植株生長，具有比割除前有更明顯的結果。

四、在『五節芒經割除後五天長出之葉、莖、根，採收後經乾燥三天後的水萃取液對雜草種子發芽率與植株生長之影響』中，是『割除後』+『乾燥後』的結果，其效果更加顯著，對雜草生長有嚴重影響。

五、建議：本研究雖然發現：『五節芒經割除後五天，取新生長之芒草植株，經乾燥處理三天後的水萃取液，對大花咸豐草與稗草種子發芽、根部生長、植株生長的抑制作用更高於五節芒經割除後五天的新鮮植株的水萃取液』(實驗 IV. 結論)，但是，實驗 III. 結論：『五節芒經割除後五天，新生長之芒草植株的水萃取液，對大花咸豐草與稗草種子發芽、根部生長、植株生長的抑制作用高於割除之前』，效果已經非常良好，而且可以省卻『乾燥處理三天』的時間成本。以本研究【實驗 III.】之研究方法進行萃取：取五節芒割除後五天，新生長的新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨 5 分鐘，將粗萃取液放入塑膠罐中並置入冰箱冷藏室(5 °C)下放置 24 小時，使用 16 目粗紗網進行第一次過濾，濾除植物組織碎片，再以 90 目細紗網進行第二次過濾，濾除殘渣。獲得的水提取物，即為【生物除草劑】，可用於田間，進行雜草控制。

六、生物除草劑有別於化學除草劑：不破壞生態環境、易生物降解、毒性低、不殘留、對環境和動物較安全、環境相容性高。

柒、尚在進行中的研究

【實驗 V.】色層分析與液相色譜-質譜法/質譜法記錄 *Miscanthus floridulus* 葉提取物中存在的主要化感物質之成分。

【實驗 VI.】雜草種子發芽率下降的途徑的關鍵步驟為何？

【實驗 VII.】雜草種子的生長大幅度受到抑制的原因，是在哪一個關鍵步驟？

【實驗 VIII.】調配芒草葉的萃取物的最佳濃度，達到《對雜草生長有害》，而《對蔬菜生長無害》。

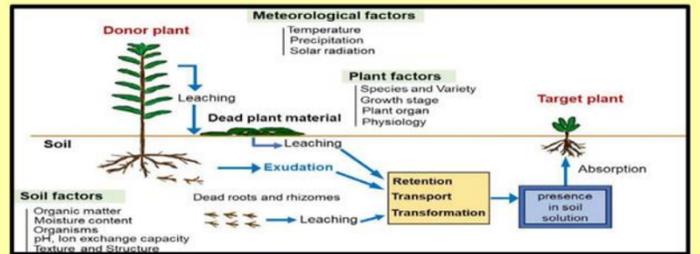


圖 4.3.3. 五節芒割除後五天長出之材料，經乾燥三天後之不同濃度水萃取液對大花咸豐草種子發芽後，植株高度之影響。