

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(三)科

探究精神獎

083014

動物植物間的攻防大戰--生物抑制劑探究

學校名稱：桃園市桃園區青溪國民小學

作者：  小六 華鈺萱	指導老師：  蘇鈺婷
-------------------	------------------

關鍵詞：生物抑制劑、芒草醋液、生物農藥

# 摘要

10%的**芒草醋液**、**芒草灰燼萃取液**對紋白蝶幼蟲和果實蠅成蟲的**致死率高達90%以上**。5%的**芒草醋液**和**芒草灰燼液**對已發芽的大花咸豐草和稗草生長抑制率高達90%以上。**芒草醋液**對外來入侵昆蟲生長具明顯抑制作用。**芒草醋液**可提升水稻產量達13.8%，提升玉米產量達15.5%。真菌細胞的細胞壁和所有昆蟲的體表，都是**幾丁質**構成，都會被**醋酸**和**芒草醋液**等有機酸溶液破壞。**芒草灰燼**，可避免蝸牛爬入取食蔬果。芒草醋液的成分物質主要有丙醛、乙醇、甲酸、苯酚。丙醛和乙醇對動植物生長影響不大，**2.5%的甲酸+苯酚**可達到對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲**100%致死率**。甲酸和乙酸，可破壞幾丁質，讓苯酚進入蟲體而致死，故**甲酸**和**苯酚**互為**協同劑**。**芒草醋液**為非常有效的純天然生物農藥。

## 壹、前言

### 一、研究動機

2023年參加第63屆全國科展，我的研究【**生物除草劑初探**】結論發現：『可取割除後五天，新生長之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』。此為**第一次有研究論文觸及有關五節芒對雜草萌發的影響的記載**。但去年的研究結論主要為『阻礙種子發芽』。部分有突破阻礙，發芽成功的雜草個體，其根長度與植株高度生長都有受到影響。因此延續探究：大多數野外狀況為『**大花咸豐草**與**稗草**已經生長成一個群聚』，是否可以五節芒的葉部萃取物進行『物種控制』？在野外觀察發現『**日本紋白蝶**』和『**東方果實蠅**』是現階段田野間令農夫深惡痛絕的昆蟲，常常造成農業經濟的損失或農耕過程的危險。而大自然中，本就存在一物剋一物的平衡法則，因此，從去年暑假全國科展結束後迄今的研究重點在找尋是否可以**讓五節芒變成具有應用價值的材料**。

### 二、研究目的

- (一) 以低溫、常溫和熬煮等不同溫度萃取法，進行芒草葉之水萃取液提取
- (二) 以自製**芒草醋液萃取器**萃取**芒草醋液**和製備**芒草葉灰燼**溶液
- (三) 以五種芒草葉溶液對**紋白蝶**幼蟲、**東方果實蠅**成蟲、**大花咸豐草**植株、**稗草**植株進行生物抑制劑之抑制效果評估
- (四) 芒草醋液對**水稻**和**玉米**生長和產量之影響
- (五) 芒草醋液分解**幾丁質**(竹節蟲蛻皮和鎖管的透明幾丁質內殼)試驗
- (六) 芒草灰燼清除**油汙**試驗

(七) 芒草灰燼阻隔**蝸牛**試驗

(八) **芒草醋液分餾暨成份分析**

(九) **芒草醋液**主成份純物質抑制動物/植物生長之分析

### 三、文獻回顧

五節芒(*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)。 稗草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)。2023年第63屆全國科展生物科國小組【**生物除草劑初探**】本人的研究，為**首次有關*M. floridulus*對雜草萌發的影響的記載**。2023年的研究結論發現：『可取割除後五天，新生長之五節芒新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨淬取，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。』

歷屆全國科展研究：木炭用途/木醋液/大花咸豐草/紋白蝶防治/果實蠅防治之作品						
項次	年度/屆次	科別/組別	題目	研究大綱	優點	缺點
1	2023年/63屆	生物科/國小組	<b>生物除草劑初探</b>	以五節芒為研究對象，以水為淬取溶劑，取五節芒不同部位進行淬取，以陸生雜草 <b>大花咸豐草</b> 和水生雜草稗草為受測對象。研究發現將可取割除後五天，新生長之五節芒新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨淬取，獲得的水提取物，即為【 <b>生物除草劑</b> 】，可用於田間，進行雜草控制。	發現五節芒新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，獲得的水提取物，即為【 <b>生物除草劑</b> 】，可用於田間，進行雜草控制，主要為『 <b>阻礙種子發芽</b> 』。	大多數野外狀況為『 <b>大花咸豐草與稗草已經生長成一個群聚</b> 』。
2	2023年/63屆	農業與食品學科/高中組	「毒」善其身：探討植物的毒他作用在空心蓮子草與大花咸豐草的防治和農業上的應用	淬取常見植物的葉，施澆在作物和入侵外來種植物（空心蓮子草及 <b>大花咸豐草</b> ），觀察其萌發率和生長狀況。有些植物之毒他物質淬取液，能抑制入侵外來種植物而不影響作物生長，同時也利用土壤分析技術證明毒他物質不會影響土壤 pH 及電導率。本研究旨在找出種植不同作物的最佳雜草抑制方法，找出最適合之植物毒他物質淬取液種類與濃度。	初步分析淬取物對土壤的 pH 值和電導度的影響。	僅以常溫/蒸餾水一種淬取植物葉子汁液。
3	2023年/63屆	生活與應用科學(二)科/國小組	這「炭」有「種」- 自製無煙速燃炭粉餅結合火種功能的可行性	探討製作無煙高溫速燃炭粉餅的條件及方法，解決使用木炭遇到燃燒不易、初期冒煙、化學助燃劑影響食安等問題。	自製無煙炭餅，以解決市售木炭難點燃及炭餅產煙問題。	僅乾餾法與本研究相關，其他部分皆無參考價值。
4	2022年/62屆	農業與食品學科/高中組	福木葉淬取液應用於生物除草劑之可行性評估	以最佳萌發條件培養三種作物與 <b>大花咸豐草</b> 種子，福木葉淬取液皆能抑制種子萌發，但對 <b>大花咸豐草</b> 的抑制效果優於另外三種作物。以福木葉淬取液進行幼苗測試。可抑制莠草主根延長，抑制小麥草植株與 <b>大花咸豐草</b> 植株生長。	探究福木葉淬取液做為生物除草劑應用於農田中的可行性，題目具新穎性與未來應用的參考性。創意、學術或實用價值： <b>大花咸豐草</b> 為路邊或田間常見野草，繁殖力強。本作品探討以福木葉淬取液抑制 <b>大花咸豐草</b> 的可行性，發現確實福木葉淬取物具有顯著抑制 <b>咸豐草</b> 種子萌發的效果，具有實用性與科學價值。	僅以常溫/蒸餾水一種淬取福木葉汁液。

5	2021年 /61屆	生物科 /國小組	紋白蝶:臺灣?日本?傻傻 分不清楚!	找出臺灣紋白蝶和 <b>日本紋白蝶</b> 的外 形特徵、生活習性、食性以及活動 期的差異性。	找出臺灣紋白蝶和日本紋白蝶的 外形特徵的差異性。	未有太多的實 驗測試。
6	2018年 /58屆	生物科 /國小組	苦中作樂—愛跳舞的瓜 實蠅幼蟲	觀察 <b>瓜實蠅</b> 的生命史。	對於瓜實蠅的生態行為觀察仔細 入微。	未觸及如何防 範瓜實蠅。
7	2017年 /57屆	環境學科 /高中組	臺灣常見菊科植物之應 用	從臺灣常見六種菊科植物中， <b>使用 蒸餾水與絕對酒精來萃取</b> 葉子的二 次代謝物，針對果蠅進行驅避實 驗。結果顯示孔雀菊、長柄菊、南 美螞蟥菊、大黃菊(壽菊)的二次代謝 物確實有驅蟲之功效。	使用蒸餾水與酒精萃取葉子的二 次代謝物，以果蠅進行驅避實 驗。利用生物技術提出環境無毒 用藥之可行性，具有環境科學研 究精神。研究結果顯示孔雀菊、 長柄菊、南美螞蟥菊、大黃菊的 二次代謝物具有殺菌及驅蟲之功 效，提供環保無污染的驅蟲劑。 本研究具有應用性。	僅使用蒸餾水 與絕對酒精來 萃取，未使用 乾餾法取得植 物醋液進行實 驗。
8	2012年 /52屆	生活與應用 科學(二)科 /國小組	咖啡王子一號店~研製 咖啡渣活性碳	以 <b>乾餾法</b> 研發出「咖啡渣活性碳的 製作方法」，研製的「咖啡碳」和 活性碳一樣，具有吸附雜質以達到 淨水和脫色的功能。	利用咖啡渣製作活性碳以去除水 中氯及脫色等功能。	僅 <b>作吸附雜質 與脫色實驗</b> ， 未將碳化物質 做更進階應 用。
9	2012年 /52屆	生活與應用 科學(二)科 /國小組	種出健康的有機蔬菜— 環保驅蟲劑大車拼	辛辣類的食材或果皮，如蒜頭、辣 椒、九層塔、柳丁皮等噴灑在小白 菜上可達到驅蟲的成效。	從生活中常用的溶液和天然蔬果 中尋找驅蟲的方法。	僅 <b>非化學殺蟲 劑概念</b> 與本研 究相關，未使 用乾餾法取得 植物醋液進行 實驗。
10	2005年 /45屆	生活與應用 科學科 /高中組	稻草灰成分、性質及應 用	<b>稻草灰</b> 溶液呈鹼性，鉀含量約 8.6 %，具有抑制真菌生長的功能。	(1)稻草灰有抑制真菌生長的成份 (2)可做為鐵礦(氧化鐵)還原的還原 劑，而且效果比木炭好	僅 <b>乾餾法</b> 與本 研究相關，未 取得植物醋液 進行實驗。
11	2024 年 /64屆	生活與應用 科學(三)科 /國小組	<b>本研究作 品【動物 植物間的 攻防大戰 -----生物 抑制劑探 究】</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 針對台灣野外環境無所不在的草 莽英雄【五節芒】，讓它來個華麗 轉身，變身成有利用價值且取之不 盡的生物資材。</li> <li>● 自製工具【<b>芒草醋液萃取 器</b>】 萃取芒草醋液。</li> <li>● 針對現階段台灣農業最嚴重的危 害動物【紋白蝶】、【東方果實 蠅】、【非洲大蝸牛】等提出防治 作法與新防治觀念。</li> <li>● 針對當前台灣農田最嚴重的危害 植物【大花咸豐草】與【稗草】， 當這兩種植物已分別拓展棲地， 提 出防治作法。</li> <li>● 利用萃取出的【芒草醋液】施加 在【稻米田】與【玉米田】中， 透 過田間試驗檢測對【稻米】與【玉 米】生長和產量之影響。</li> <li>● 找尋為何【芒草醋液】可提升農 作物產量的可能因素。</li> <li>● 【五節芒】經由【芒草醋液萃取 器】 萃取芒草醋液後的殘渣，也就 是【灰燼】，進行再利用的探究， 讓【五節芒】不僅成為有用的農用 生物資材，甚至達到【<b>零廢棄 物</b>】等級。</li> <li>● 測試【芒草灰燼】在清除油污的 效能。</li> <li>● 測試【芒草灰燼】在防堵【非洲 大蝸牛】入侵菜園/果園的效能。</li> </ul>	<p><b>【本研究作品的重大發現】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 成功讓台灣野外生態強勢物種【<b>五節 芒</b>】變身為有利用價值的農業資材</li> <li>● 找出【<b>芒草醋液</b>】對【<b>紋白蝶</b>】、 【<b>東方果實蠅</b>】、【<b>大花咸豐草</b>】與 【<b>稗草</b>】的防治濃度</li> <li>● 找出【<b>芒草灰燼</b>】對【<b>紋白蝶</b>】、 【<b>東方果實蠅</b>】、【<b>大花咸豐草</b>】與 【<b>稗草</b>】的防治濃度與防堵【<b>非洲大蝸 牛</b>】入侵菜園/果園的最佳施作方法</li> <li>● 找出【<b>芒草醋液</b>】在田間試驗提升 【<b>稻米</b>】與【<b>玉米</b>】產量的最佳濃度與 做法</li> <li>● 分析【<b>芒草醋液</b>】的成分，確認可殺 死昆蟲的初步機理，並確認芒草醋液可 成為<b>天然化合物的農藥</b>，為<b>生物農藥</b>開 發奠立極佳的基礎。</li> </ul>	



## 貳、研究設備及器材

**植物材料：**五節芒、大花咸豐草、稗草、高麗菜、芭樂

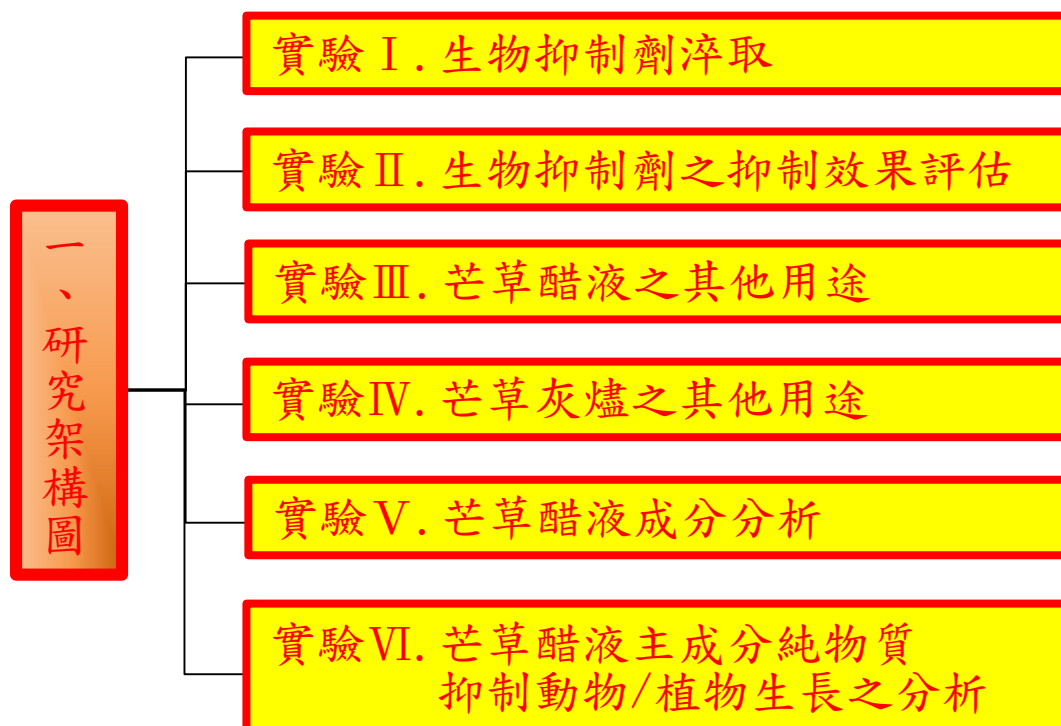
**動物材料：**日本紋白蝶、東方果實蠅、小紅翅竹節蟲、鎖管、非洲大蝸牛

**化學藥品：**三氯化鐵 ( $\text{FeCl}_3$ )、過錳酸鉀 ( $\text{KMnO}_4$ )、硝酸銀 ( $\text{AgNO}_3$ )、氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ )、氨水、鹽酸、冰醋酸、小蘇打( $\text{NaHCO}_3$ )、洗碗精、葵花油、柴油

**物理/化學器材：**酸鹼檢測計(pH meter)、**自製芒草醋液萃取器**、微量吸量管(micropipette)、紅外線溫度計、 $200^\circ\text{C}$  溫度計、加熱板、圓底燒瓶 (50 mL)、槍型冷凝管、漏斗、樣品瓶、廣用試紙、滴管、量筒、刮杓、台秤、果汁機、研磨機、塑膠罐、冰箱、試管、燒杯、酒精燈、打火機、不銹鋼鍋、粗孔紗網(16目；粒度d/篩孔直徑約 1000  $\mu\text{m}$ )、細孔紗網(90目；粒度d/篩孔直徑約 170 $\mu\text{m}$ )、9 cm 直徑培養皿、衛生紙、鑷子、免洗杯( $\phi$  8cm，高 9cm)、直徑7公分小花盆、剪刀、舊報紙、2000毫升寶特瓶、塑膠杯、棉花棒、奇異筆、水桶、飼養箱、鏟子



## 參、研究過程或方法





## 二、研究植物/動物材料

### (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，是多年生草本植物，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。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) 日本紋白蝶

1. 學名：*Pieris rapae crucivora*，別名白粉蝶、紋白蝶
2. 日本紋白蝶和台灣紋白蝶之主要差異

紋白蝶	日本紋白蝶	台灣紋白蝶/緣點白粉蝶
學名	<i>Pieris rapae crucivora</i>	<i>Pieris canidia</i>
幼蟲	幼蟲體背黃色中線較不明顯 	幼蟲有明顯黃色體背中線及體側虛線 
雌成蟲	1. 前翅上表面靠近胸部背側有淡黑色接近棕色區塊。	1. 前翅上表面靠近胸部背側有淡黑色區塊。

雌成蟲	2. 前翅外側有 <b>三角形</b> 斑紋， <b>下翅全白</b> 。	2. 前翅外側有 <b>波浪狀</b> 三角形斑紋，下翅上表面邊緣有多個 <b>大黑斑</b> 。
雄成蟲	1. 前翅上表面靠近胸部背側 <b>無黑色</b> 區塊。 2. 前翅外側有 <b>三角形</b> 斑紋， <b>下翅全白</b> 。	1. 前翅外側有 <b>波浪狀</b> 三角形斑紋，下翅上表面邊緣有多個 <b>小黑點</b> 。





3. 一年可繁殖多代。幼蟲的寄主主要為十字花科植物，大多都是農作物。且部分十字花科農作物是食用根(如蘿蔔)或花朵(如花椰菜)，而幼蟲取食葉子部位，農夫為了減少農藥費用支出、為了減少農藥使用、或為了自身健康，因而對非葉菜類害蟲採取視而不見的態度，而使紋白蝶可大量繁殖。台灣冬季稻作休耕時，部分農民習慣種植油菜作為綠肥，正好提供紋白蝶幼蟲大量的食物。所以紋白蝶是族群密度很高的農業害蟲。
4. 本研究中使用的日本紋白蝶 *Pieris rapae crucivora* 是在桃園市龜山區龜山市民農園取得（北緯24.982901172182302；東經121.3356106823282），海拔 110米。

### (三)東方果實蠅

1. 學名：*Bactrocera dorsalis*
2. 東方果實蠅屬於雙翅目果實蠅科之多食性昆蟲，廣泛分布於亞洲太平洋地區，為熱帶與亞熱帶的果樹重要害蟲。東方果實蠅主要危害成熟果實，其寄主植物超過 150 餘種，在臺灣約有 32 科 89 種，包含經濟栽培與非經濟作物，其中以番石榴、檬果、蓮霧、梨、柑橘類等受害最嚴重。果實蠅造成危害原因主要由雌蠅產卵造成，雌蠅以產卵管刺入果皮並將卵產於果皮內，留下的產卵孔可能導致病原菌入侵或引起畸形果，幼蟲孵化後在果實內蛀食造成果實腐爛，降低鮮果商品價值、造成大量落果。臺灣作物栽植期重疊且連續，因此果實蠅沒有越冬行為，全年可見，幼蟲藏於果實內部，蛹生存於土壤中，殺蟲劑難以觸及，不易使用慣行防治方法防治，而成為臺灣果樹之重要害蟲。



3. 幼蟲成熟後具趨光性、強跳躍能力，以脫離寄主果實選擇合適地點，跳落土中化蛹，化蛹深度約表土 1-20 cm 間，蛹期 6-10 日，而後鑽出土羽化。成蟲以半翅目蚜蟲、介殼蟲、粉蟲、木蟲……等昆蟲分泌之蜜露、植物花蜜與植物破損產生汁液為食，活動時間多於白晝，壽命約 1-3 個月。羽化後 7-12 日成蟲可達性成熟並進行交尾。雌雄蟲均可多次交尾，雌蟲可對同類果實多次產卵，產卵期持續一個月以上，一生中可產 400-1000 粒卵，約 25-50 天即可完成一世代，一年世代可達 8-9 代以上，危害潛力驚人。
4. 本研究使用的東方果實蠅 *Bactrocera dorsalis* 是在桃園市桃園區三民運動公園附近農園芭樂樹樹下落果取得（北緯 25.001395127294987；東經 121.25001395127294987），海拔 100 米。

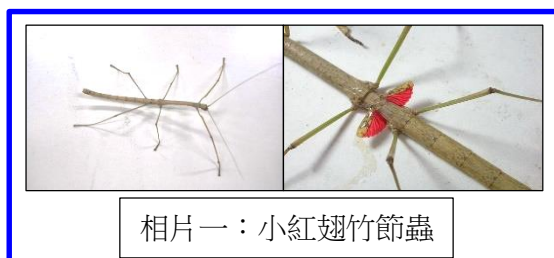
果實蠅屬	東方果實蠅	瓜實蠅
學名	<i>Bactrocera dorsalis</i>	<i>Bactrocera cucurbitae</i>
雌成蟲	1. 前胸背版上有 <b>兩條</b> 黃色條紋。 2. 翅膀部分，全透明， <b>無翅斑</b> 。 3. 雌蟲有產卵管。 	1. 前胸背板側緣具 <b>三條</b> 黃色條斑。 2. 翅膀上 <b>有明顯翅斑</b> 。 3. 雌蟲有產卵管。 
雄成蟲	1. 東方果實蠅的前胸背版上有 <b>兩條</b> 黃色條紋。 2. 翅膀部分，全透明， <b>無翅斑</b> 。 3. 雄蟲無產卵管。 	1. 瓜實蠅的前胸背板側緣具 <b>三條</b> 黃色條斑。 2. 翅膀上 <b>有明顯翅斑</b> 。 3. 雄蟲無產卵管。 

#### (四)鎖管

1. 屬於頭足綱十腕總目中的管魷目閉眼亞目（學名：Myopsina）的海洋軟體動物的一類群，不是一個物種。英語為 Squid，在台灣俗稱透抽、小卷、小管、軟絲仔。
2. Squid/小管具有透明**幾丁質**內殼以支撐身體。
3. 本研究使用之 Squid/小管透明幾丁質內殼，從傳統市場購得。

#### (五)小紅翅竹節蟲

1. 學名：*Phaenopharos khaoyaiensis*  
原產地：泰國





2. 生長環境：適應力超強，不要低於10°C。食草植物：構樹、芭樂葉、朱槿、芒果葉等。
3. 本研究中使用的小紅翅竹節蟲為自己人工飼養，取其蛻皮來進行實驗。

#### (六)大花咸豐草

1. 學名：*Bidens pilosa*，別名鬼針草、赤查某。
2. 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。

#### (七)稗草

1. 學名：*Echinochloa crus-galli*(L.) P. Beauv.，別名『稗草』。
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。

### 三、實驗方法

#### 【實驗 I.】：生物抑制劑萃取

##### I .A.低溫萃取法

##### 《研究方法》

##### 芒草葉之水萃取液低溫提取方法

- (一)在田野間收集芒草*M. floridulus*的葉子，將芒草葉秤取樣品 (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**紋白蝶**幼蟲、**東方果實蠅**成蟲生長的抑制作用與對**大花咸豐草**、**稗草**的化感作用。

##### I .B.常溫萃取法

##### 《研究方法》

##### 芒草葉之水萃取液常溫提取方法

- (一)在田野間收集芒草*M. floridulus*的葉子，將芒草葉秤取樣品 (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於常溫環境中 (25 °C ~30°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**紋白蝶**

幼蟲、東方果實蠅成蟲生長的抑制作用與對大花咸豐草、稗草的化感作用。

### I.C.熬煮萃取法

#### 《研究方法》

芒草葉之水萃取液熬煮提取方法

- (一)在田野間收集芒草*M. floridulus*的葉子，將芒草葉秤取樣品 (500 g) 與一公升蒸餾水混合，以果汁機攪拌5分鐘，將粗萃取液放入直徑20公分，高10公分的不銹鋼鍋中，加蓋煮沸。溶液沸騰後，掀蓋攪拌，持續小火加熱，維持沸騰。攪拌熬煮20分鐘後熄火，隔水冷卻。
- (二)溶液冷卻後，熄火後一小時內，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紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲生長的抑制作用與對大花咸豐草、稗草的化感作用。

### I.D.芒草醋液萃取法

#### 《研究方法》

芒草葉之芒草醋液提取方法

- (一)在田野間收集芒草*M. floridulus*的葉子，以室溫風乾72小時。

將乾燥後之芒草葉放在研磨機中研磨15分鐘，將芒草葉秤取樣品 (500 g)，放入自製《芒草醋液萃取器》(如相片三)中。

- (二)蓋上《芒草醋液萃取器》蓋子，點火燃燒，收集冷凝管內凝結的《芒草醋液》。

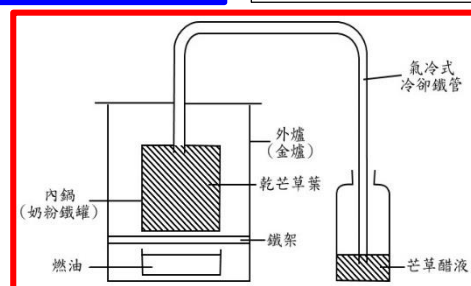
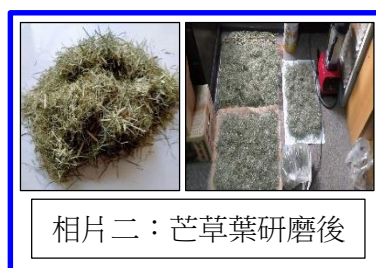
- (三)獲得的《芒草醋液》用於評估對紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲生長的抑制作用與對大花咸豐草、稗草的化感作用。

- (四)調配10%、5%、2.5%、0% 芒草醋液備用。調配方法：

取 1.5 ml 芒草醋液原液 + 13.5 ml 蒸餾水，混和均勻，調配出 15 ml 10% 芒草醋液

$$\frac{1.5 \text{ ml}}{1.5 \text{ ml} + 13.5 \text{ ml}} = \frac{1.5}{15} = 15 \text{ ml } 10\%$$

- (五)取 5 ml 10% 芒草醋液 + 5 ml H<sub>2</sub>O，混和均勻，調配出 10 ml



相片四：《芒草醋液萃取器》構造圖



5% 芒草醋液。

(六)取 5 ml 5% 芒草醋液 + 5 ml H<sub>2</sub>O，混和均勻，調配出 10 ml 2.5% 芒草醋液。

總共調配出《10 ml 10%》、《5 ml 5%》、《10 ml 2.5%》備用。

#### I.E.灰燼萃取法

《研究方法》

##### 芒草葉灰燼萃取液提取方法

(一)將研究《I.D.芒草醋液萃取法》產生之灰燼，秤取20 g灰燼。

(二)將20 g 灰燼放入不銹鋼鍋中，在鍋內添加10 ml甲醇，點燃甲

醇，在空氣中讓灰燼進行第二次燃燒，至完全燃燒呈灰白/灰黑色熄火為止。

(三)冷卻後，將此第二次燃燒的灰白/灰黑色灰燼與 180 ml蒸餾水混合，將混合液放入塑膠罐中，於室溫中放置 24 小時。此為10%的《灰燼萃取液》。

(四)獲得的《灰燼萃取液》用於評估對紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲生長的抑制作用與對大花咸豐草、稗草的化感作用。



相片六：芒草葉灰燼

#### 【實驗 II.】：生物抑制劑之抑制效果評估

##### II.A. 紋白蝶幼蟲生長抑制試驗

《研究方法》

從高麗菜菜園中，隨機提取紋白蝶三齡幼蟲，

每10隻一組，進行《生物抑制劑之抑制效果評估》。

(一)將紋白蝶的第三齡幼蟲進行局部施用不同萃取方法和不同濃度之芒草萃取液、芒草醋液和芒草灰燼液。實驗設計有五種不同萃取溶液，分別為10%、5%、2.5%三種濃度，合計15種處理。

(二)用棉花棒沾取不同溶液，塗在每隻昆蟲第一對、第二對和第三對胸足之胸部上。塗抹後，將幼蟲置於飼養箱中，飼養箱底部先襯有潮濕衛生紙，再鋪上一層高麗菜葉為幼蟲食草，將幼蟲置於高麗菜葉上，將飼養箱保存在控溫室中（溫度：25±2℃，相對濕度：70±10%，光週期：10小時光照/14小時黑暗）。每個處理由 10 隻紋白蝶幼蟲組成，每個處理重複三次。24 小時後，以乾淨棉花棒輕輕碰觸，若沒有運動，就表示死亡。



相片七：紋白蝶幼蟲飼養

## II.B.東方果實蠅成蟲生長抑制試驗

### 《研究方法》

(一)飼養箱底部鋪上10cm泥土，從果園中，撿取或拔取被東方果實蠅寄生的芭樂，放在飼養箱中，等其自然化蛹、羽化。羽化後進行《生物抑制劑之抑制效果評估》。

(二)實驗設計有五種不同萃取溶液，分別為10%、5%、2.5%三種濃度，合計15種處理，每種處理溶液調配5 ml。

(三)將東方果實蠅成蟲之飼養箱放置於4°C冰箱內冷藏30分鐘後取出，隨機夾取10隻東方果實蠅成蟲，以鑷子夾住東方果實蠅成蟲浸入溶液中再取出，使成蟲全身沾滿五種芒草葉萃取液之不同濃度溶液。免洗杯(φ8cm，高9cm)內放置芭樂薄片(3 cm \* 3 cm \* 0.3 cm)，將處理過之東方果實蠅成蟲放入免洗杯中，以培養皿當透明蓋子，覆蓋在免洗

杯上。將免洗杯保存在控溫室中(溫度：25±2°C，相對濕度：70±10%，光週期：10小時光照/14小時黑暗)，進行《生物抑制劑之抑制效果評估》。每個處理由10隻昆蟲組成，每個處理重複三次。24小時後，以乾淨棉花棒輕輕碰觸，若沒有運動，就表示死亡。

## II.C.大花咸豐草盆栽生長抑制試驗

### 《研究方法》

(一)以將9 cm 直徑培養皿中，放置二層衛生紙，在衛生紙上放置50粒大花咸豐草種子，以蒸餾水添加於培養皿內培養7天後，挑選有發芽的大花咸豐草幼苗10株，移植到直徑7公分小花盆，以泥土種植大花咸豐草。移植後第15天開始，每盆每天添加5毫升不同方法提取之萃取液進行《生物抑制劑之抑制效果評估》，連續7天。

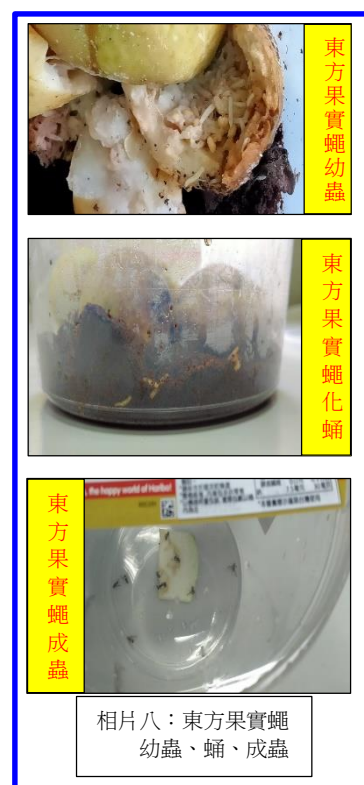
(二)移植後第23天進行植株高度測量，以大花咸豐草植株最高處至花盆泥土面之距離，當作植株高度。

(三)植株高度測量後，以剪刀從泥土面剪斷植株，分別秤取鮮重。

(四)植株鮮重測量後，將植株攤放在舊報紙上風乾五天，五天後，分別秤取乾重。

## II.D.稗草沉水盆栽生長抑制試驗

### 《研究方法》





- (一)以將9 cm 直徑培養皿中，放置二層衛生紙，在衛生紙上放置 50 粒稗草種子，以蒸餾水添加於培養皿內培養7天後，挑選有發芽的稗草幼苗10株，移植到直徑7公分小花盆，以泥土種植稗草。
- (二)將2000毫升寶特瓶，距底部15公分處鋸開，將小花盆放入寶特瓶內，加水到寶特瓶距底部14公分處。移植後第15天，每天將花盆離水，離水30分鐘後，添加5 毫升不同方法提取之萃取液，再靜置30分鐘後，再度沉入水中，進行《生物抑制劑之抑制效果評估》，連續7天。
- (三)移植後第23天進行植株高度測量，以稗草植株最高處至花盆泥土面之距離，當作植株高度。
- (四)植株高度測量後，以剪刀從泥土面剪斷植株，分別秤取鮮重。
- (五)植株鮮重測量後，將植株攤放在舊報紙上風乾五天，五天後，分別秤取乾重。

【實驗Ⅲ.】：芒草醋液之其他用途

Ⅲ.A. 芒草醋液對水稻和玉米收穫產量的試驗

《研究方法》

(一)委託桃園市中壢區木醋液生產廠商《New Element 薪元素》以我提供的芒草葉大量生產8 Kg芒草醋液(如相片十)提供本研究後續使用。



相片十：8 Kg芒草醋

(二)說服在桃園市龜山區楓樹坑從事農務的舅公和表叔，以我提供的芒草醋液和我的研究計畫幫忙施加在水稻和玉米田中。

(三)水稻品種：選用台農67號稻米

在同一塊水田的四個角落，區隔出四個小區，面積分別為：對照組1100 m<sup>2</sup>，實驗組一1050 m<sup>2</sup>，實驗組二1000 m<sup>2</sup>，實驗組三850 m<sup>2</sup>；在同一期稻作中，稻子抽穗後，三個實驗組在葉子表面噴灑0.2%芒草醋液，每次間隔7天，總計噴灑5次，對照組不噴灑。收成時，亦請舅公幫忙分區採收，分開秤重並記錄。



相片十一：施作之水稻田和玉米田

(四)玉米品種：選用黃后三號甜玉米

在同一塊農田，區隔出四個小區，面積分別為：對照組980 m<sup>2</sup>，實驗組一1000 m<sup>2</sup>，實驗組二920 m<sup>2</sup>，實驗組三700 m<sup>2</sup>；在同一期播種種植期間內，實驗組在整地時將芒草醋液當作底肥施入土壤中，每分地

(970 m<sup>2</sup>，約1000 m<sup>2</sup>)用量為1Kg，對照組不添加。收成時，亦請舅公和表叔幫忙分區採收，分開秤重並記錄。

### III.B. 芒草醋液分解幾丁質試驗

#### 《研究方法》

(一)取竹節蟲蛻皮和鎖管的透明幾丁質內殼，各剪成2cm小片段各4片(如相片十二)。另調配10%鹽酸溶液、10%醋酸溶液、10%芒草醋液各10ml。

(二)取8隻試管，分別用奇異筆寫上A1、A2、B1、B2、C1、

C2、D1、D2。在A1和A2試管中各裝入10%鹽酸溶液5 ml；

在B1和B2試管中各裝入10%醋酸溶液5 ml；在C1和C2試管中各裝入10%芒草醋液5 ml；在D1和D2試管中各裝入蒸餾水5 ml。

(三)在A1、B1、C1、D1試管中，各放入一小片2cm竹節蟲蛻皮；在A2、B2、C2、D2試管中，各放入一小片2cm鎖管的透明幾丁質內殼。

(四)將此8隻試管一起放入250ml燒杯中隔水加熱，觀察、紀錄與錄影8隻試管內所產生的變化。



### 【實驗IV.】：芒草灰燼之其他用途

#### 【實驗IV.A】芒草灰燼清除油汙試驗

#### 《研究方法》

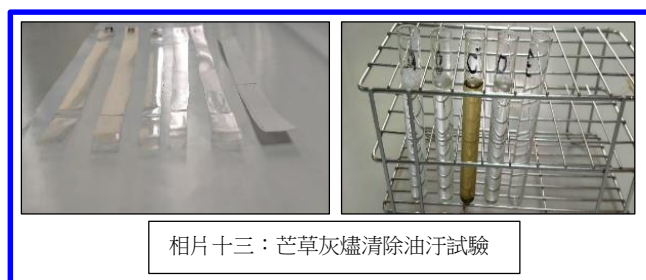
(一)取透明塑膠杯，將杯身裁切成

1cm\*12cm的塑膠片，共5片，在頂端分別以奇異筆寫上字母A~E。在塑膠片一面之下端4 cm處，以棉花棒沾取葵花油，均勻塗抹(如相片十三左)。

(二)在試管A當中裝入5%洗碗精溶液5ml，試管B當中裝入5%小蘇打溶液5ml，試管C當中裝入5%二次燃燒之芒草灰燼溶液5ml，試管D當中裝入蒸餾水5 ml，試管E中不裝任何溶液(如相片十三右)。

(三)將A~E的塑膠片分別插入對應的A~E試管中。將A~D試管放入燒杯中隔水加熱15分鐘，塑膠片E不進行加熱，放在試管架上當對照組。

(四)4隻試管在燒杯中隔水加熱15分鐘後，分別取出塑膠片進行評估比較。本實驗重複三次，評分取平均值。



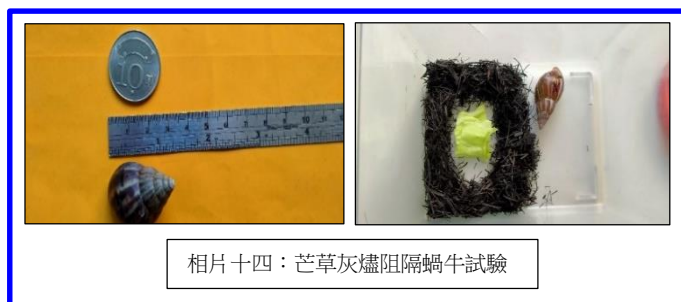
#### 【實驗IV.B】芒草灰燼阻隔蝸牛試驗

##### 《研究方法》

(一)利用雨天和雨後，在野外抓取非洲大蝸牛7隻，以水桶盛裝，水桶加蓋放在浴室陰涼處，以高麗菜餵食。每隻蝸牛在殼上以奇異筆寫上1~7號碼。

(二)實驗前，每次取2隻非洲大蝸牛隔離，給予3天飢餓處理，此3天內只噴水保持潮濕但不餵食。

(三)在飼養箱(長30cm \* 寬20 cm \* 高20 cm)內，左半部分放置一片高麗菜葉，高麗菜葉四周圍鋪上第二次燃燒之芒草灰燼，芒草灰燼小徑寬5 cm；右半部分放置一隻非洲大蝸牛，觀察與紀錄非洲大蝸牛覓食行為。本實驗重複三次，編號1~6號為實驗組，7號維持在水桶內餵食高麗菜當對照組，評分取平均值。



相片十四：芒草灰燼阻隔蝸牛試驗

#### 【實驗V.】：芒草醋液成分分析

##### 【實驗V.A】有機酸檢測

使用滴管吸取0.5 ml芒草醋液，滴在載玻片上，以pH meter和廣用試紙進行檢測。若pH值小於7，證實芒草醋液中含有有機酸。

##### 【實驗V.B】苯酚檢測

(一)在樣品瓶中秤取 0.162 克三氯化鐵 ( $\text{FeCl}_3$ )，並加入 10 毫升蒸餾水，製備 0.1 M 三氯化鐵 ( $\text{FeCl}_3$ ) 溶液。

(二)取 2 ml 芒草醋液加入樣品瓶中，並加入 2 ml 0.1 M 三氯化鐵 ( $\text{FeCl}_3$ ) 溶液。若溶液變成紫色，證實芒草醋液中含有苯酚。

##### 【實驗V.C】醛類檢測

(一)秤取 1.02 克硝酸銀 ( $\text{AgNO}_3$ )，並加入 10 ml 蒸餾水，製備 0.6 M 硝酸銀 ( $\text{AgNO}_3$ ) 溶液。另秤取 1 克氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ )，並加入 10 ml 蒸餾水，製備 2.5 M 氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ ) 溶液。

(二)在樣品瓶中加入 8 滴 0.6 M 硝酸銀 ( $\text{AgNO}_3$ )。逐滴加入 2.5 M 氫氧化鈉 ( $\text{NaOH}$ ) 溶液 6 滴後混合均勻。

(三)逐滴加入 3 ml 1 M 氨水溶液，左右搖動使其混合反應，直至試管中固體沉澱物 ( $\text{Ag}_2\text{O}$ ) 完全溶解為止。

(四)加入 0.5 ml 芒草醋液混合 10 分鐘。若樣品瓶內壁上出現金屬銀沉澱，證實芒草醋液中含有醛類。

#### 【實驗 V.D】分餾與各成分濃度測量

(一)將所使用到的圓底燒瓶、磁石、樣品瓶與 10 毫升芒草醋液稱重，在圓底燒瓶中加入 10 毫升芒草醋液。

(二)將槍型冷凝管連接圓底燒瓶，並插入溫度計，確保溫度計的水銀處位於冷凝管的交叉口處，如相片十五。

1. 架設好的簡易分餾裝置放入油浴鍋中緩慢加熱，並使用漏斗和樣品瓶在開口處接收分餾出的物質。
2. 第一滴分餾液從冷凝管滴下時，記錄溫度計所示的溫度和分餾液的顏色（此時溫度計溫度將保持不變）。
3. 溫度計開始上升時，用另一個乾淨的漏斗和樣品瓶替換原先的漏斗和樣品瓶。
4. 當圓底燒瓶內剩餘約 2 ml 芒草醋液時即停止加熱，將收集到的分餾液與圓底燒瓶進行稱重。
5. 計算不同溫度時所分離出的芒草醋液中各成分物質的體積百分比濃度。



相片十五：油浴鍋與分餾裝置

#### 【實驗 V.E】醇類檢測

(一)在樣品瓶中稱取 0.02 克過錳酸鉀 ( $\text{KMnO}_4$ )，並加入 10 ml 蒸餾水，製備 0.01 M 過錳酸鉀 ( $\text{KMnO}_4$ ) 溶液。

(二)將 78.4°C 到 82.3°C (酒精/乙醇/Ethanol沸點78.4°C；異丙醇/Isopropanol沸點 82.3°C)時所分餾出的溶液滴入 1 滴 0.01 M 過錳酸鉀( $\text{KMnO}_4$ ) 溶液並搖勻。

(三)若過錳酸鉀 ( $\text{KMnO}_4$ ) 溶液從紫色變為無色，證實芒草醋液中含有醇類。

【實驗 VI.】：丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲、大花咸豐草盆栽生長抑制試驗效果評估

#### 《研究方法》

研究方法同【實驗 II】生物抑制劑之抑制效果評估之研究方法，不同之處僅差別在施測的生物抑制劑為經過【實驗 V.D】分餾鑑定出的成分，以純物質標準品的丙醛/乙醇/甲酸/苯酚，分別配製出10%、5%、2.5%三種濃度，對紋白蝶三齡幼蟲、東方果實蠅成蟲、大花咸豐草盆栽進行生長抑制試驗。



## 肆、研究結果

表 1. 芒草葉萃取液對紋白蝶幼蟲生長抑制試驗

萃取法	濃度	pH 值	幼蟲存活率		幼蟲相對存活率	幼蟲相對致死率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低溫 萃取法	10%	7.20	90%	100%	90%	10%
	5%	7.20	90%	100%	90%	10%
	2.5%	7.15	100%	100%	100%	0%
常溫 萃取法	10%	7.21	80%	100%	80%	20%
	5%	7.20	90%	100%	90%	10%
	2.5%	7.18	100%	100%	100%	0%
熬煮 萃取法	10%	7.85	60%	100%	60%	40%
	5%	7.60	80%	100%	80%	20%
	2.5%	7.25	100%	100%	100%	0%
芒草醋 萃取法	10%	3.55	0%	100%	0%	100%
	5%	3.72	20%	100%	20%	80%
	2.5%	3.81	60%	100%	60%	40%
灰燼 萃取法	10%	9.41	10%	100%	10%	90%
	5%	9.25	50%	100%	50%	50%
	2.5%	9.08	70%	100%	70%	30%

表 2. 芒草葉萃取液對東方果實蠅成蟲生長抑制試驗

萃取法	濃度	pH 值	成蟲存活率		成蟲相對存活率	成蟲相對致死率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低溫 萃取法	10%	7.20	90%	100%	90%	10%
	5%	7.20	100%	100%	100%	0%
	2.5%	7.15	100%	100%	100%	0%
常溫 萃取法	10%	7.21	90%	100%	90%	10%
	5%	7.20	90%	100%	90%	10%
	2.5%	7.18	100%	100%	100%	0%
熬煮 萃取法	10%	7.85	60%	100%	60%	40%
	5%	7.60	70%	100%	70%	30%
	2.5%	7.25	90%	100%	90%	10%
芒草醋 萃取法	10%	3.55	0%	100%	0%	100%
	5%	3.72	0%	100%	0%	100%
	2.5%	3.81	20%	100%	20%	80%
灰燼 萃取法	10%	9.41	10%	100%	10%	90%
	5%	9.25	20%	100%	20%	80%
	2.5%	9.08	50%	100%	50%	50%

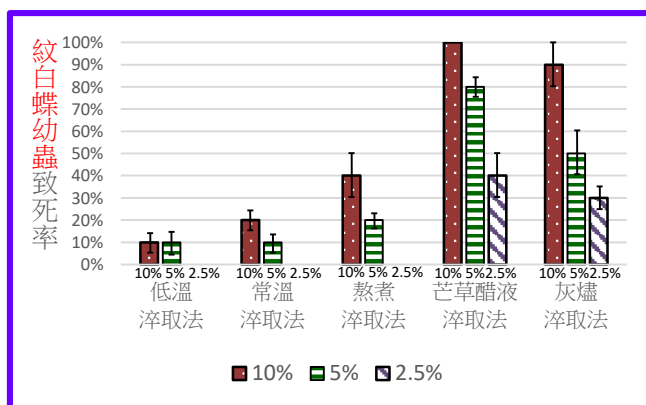


圖 1. 芒草葉萃取液對紋白蝶幼蟲生長抑制試驗

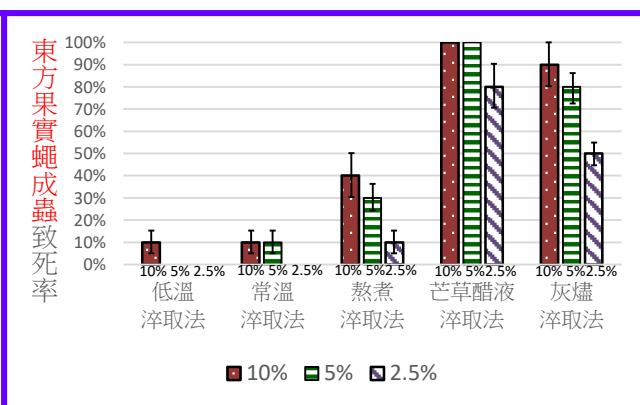


圖 2. 芒草葉萃取液對東方果實蠅成蟲生長抑制試驗

表 3.1. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<植株高度>

萃取法	濃度	pH 值	植株高度(cm)		植株相對高度	植株高度抑制率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低溫	10%	7.20	15.6	23.6	66%	34%
	5%	7.20	19.2	23.6	81%	19%
	2.5%	7.15	20.7	23.6	88%	12%
常溫	10%	7.21	11.6	23.6	49%	51%
	5%	7.20	18.3	23.6	78%	22%
	2.5%	7.18	20.1	23.6	85%	15%
熬煮	10%	7.85	6.1	23.6	26%	74%
	5%	7.60	14.8	23.6	63%	37%
	2.5%	7.25	19.7	23.6	83%	17%
芒草醋	10%	3.55	0	23.6	0%	100%
	5%	3.72	0	23.6	0%	100%
	2.5%	3.81	8.3	23.6	35%	65%
灰燼	10%	9.41	0	23.6	0%	100%
	5%	9.25	1.7	23.6	7%	93%
	2.5%	9.08	7.8	23.6	33%	67%

表 4.1. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<植株高度>

萃取法	濃度	pH 值	植株高度(cm)		植株相對高度	植株高度抑制率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低溫	10%	7.20	19.2	27.3	70%	30%
	5%	7.20	20.1	27.3	74%	26%
	2.5%	7.15	25.8	27.3	95%	5%
常溫	10%	7.21	18.1	27.3	66%	34%
	5%	7.20	18.7	27.3	68%	32%
	2.5%	7.18	24.9	27.3	91%	9%
熬煮	10%	7.85	11.9	27.3	44%	56%
	5%	7.60	15.6	27.3	57%	43%
	2.5%	7.25	21.7	27.3	79%	21%
芒草醋	10%	3.55	0	27.3	0%	100%
	5%	3.72	2.5	27.3	9%	91%
	2.5%	3.81	12.7	27.3	47%	53%
灰燼	10%	9.41	0	27.3	0%	100%
	5%	9.25	6.3	27.3	23%	77%
	2.5%	9.08	15.8	27.3	58%	42%

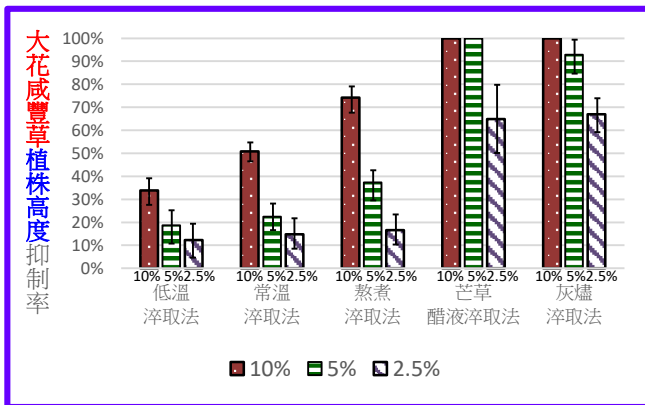


圖 3.1. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<植株高度>

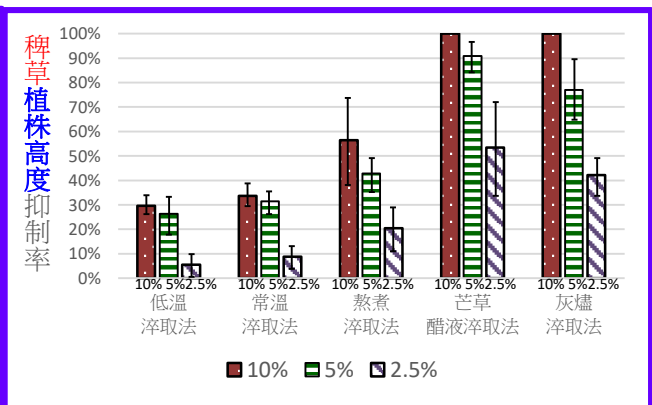


圖 4.1. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<植株高度>

表 3.2. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

萃取法	濃度	pH 值	地上部鮮重(g)		地上部相對鮮重	地上部生長抑制率(鮮重)
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低溫	10%	7.20	3.8	5.7	67%	33%
	5%	7.20	4.7	5.7	82%	18%
	2.5%	7.15	5.0	5.7	88%	12%
常溫	10%	7.21	2.8	5.7	49%	51%
	5%	7.20	4.4	5.7	77%	23%
	2.5%	7.18	4.9	5.7	86%	14%
熬煮	10%	7.85	1.5	5.7	26%	74%
	5%	7.60	3.6	5.7	63%	37%
	2.5%	7.25	4.8	5.7	84%	16%
芒草醋	10%	3.55	0	5.7	0%	100%
	5%	3.72	0	5.7	0%	100%
	2.5%	3.81	2.0	5.7	35%	65%
灰燼	10%	9.41	0	5.7	0%	100%
	5%	9.25	0.4	5.7	7%	93%
	2.5%	9.08	1.9	5.7	33%	67%

表 4.2. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

萃取法	濃度	pH 值	地上部鮮重(g)		地上部相對鮮重	地上部生長抑制率(鮮重)
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低溫	10%	7.20	2.2	3.2	69%	31%
	5%	7.20	2.3	3.2	72%	28%
	2.5%	7.15	3.0	3.2	94%	6%
常溫	10%	7.21	2.1	3.2	66%	34%
	5%	7.20	2.2	3.2	69%	31%
	2.5%	7.18	2.9	3.2	91%	9%
熬煮	10%	7.85	1.4	3.2	44%	56%
	5%	7.60	1.8	3.2	56%	44%
	2.5%	7.25	2.5	3.2	78%	22%
芒草醋	10%	3.55	0	3.2	0%	100%
	5%	3.72	0.3	3.2	9%	91%
	2.5%	3.81	1.5	3.2	47%	53%
灰燼	10%	9.41	0	3.2	0%	100%
	5%	9.25	0.7	3.2	22%	78%
	2.5%	9.08	1.8	3.2	56%	44%

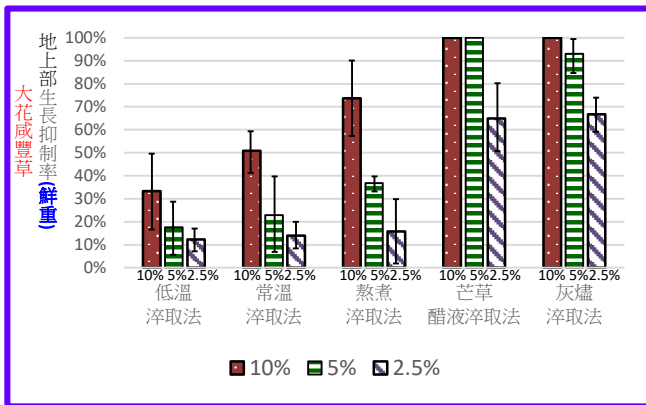


圖 3.2. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

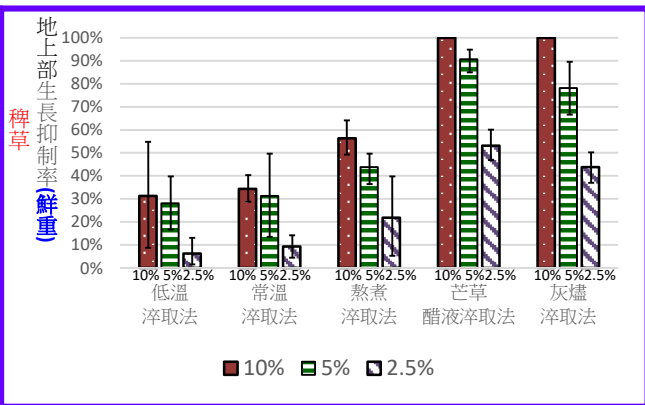


圖 4.2. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

表 3.3. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部乾重>

萃取法	濃度	pH 值	地上部乾重(g)		地上部相對乾重	地上部生長抑制率(乾重)
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低温	10%	7.20	1.6	2.3	70%	30%
	5%	7.20	2.0	2.3	87%	13%
	2.5%	7.15	1.75	2.3	76%	24%
常温	10%	7.21	1.1	2.3	48%	52%
	5%	7.20	1.8	2.3	78%	22%
	2.5%	7.18	2.2	2.3	96%	4%
熬煮	10%	7.85	0.6	2.3	26%	74%
	5%	7.60	1.4	2.3	61%	39%
	2.5%	7.25	1.9	2.3	83%	17%
芒草醋	10%	3.55	0	2.3	0%	100%
	5%	3.72	0	2.3	0%	100%
	2.5%	3.81	0.8	2.3	35%	65%
灰燼	10%	9.41	0	2.3	0%	100%
	5%	9.25	0.2	2.3	9%	91%
	2.5%	9.08	0.8	2.3	35%	65%

表 4.3. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<地上部乾重>

萃取法	濃度	pH 值	地上部乾重(g)		地上部相對乾重	地上部生長抑制率(乾重)
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
低温	10%	7.20	0.9	1.3	69%	31%
	5%	7.20	0.9	1.3	69%	31%
	2.5%	7.15	1.2	1.3	92%	8%
常温	10%	7.21	0.8	1.3	62%	38%
	5%	7.20	0.9	1.3	69%	31%
	2.5%	7.18	1.2	1.3	92%	8%
熬煮	10%	7.85	0.6	1.3	46%	54%
	5%	7.60	0.7	1.3	54%	46%
	2.5%	7.25	1.0	1.3	77%	23%
芒草醋	10%	3.55	0	1.1	0%	100%
	5%	3.72	0.1	1.1	9%	91%
	2.5%	3.81	0.5	1.1	45%	55%
灰燼	10%	9.41	0	1.1	0%	100%
	5%	9.25	0.2	1.1	18%	82%
	2.5%	9.08	0.6	1.1	55%	45%

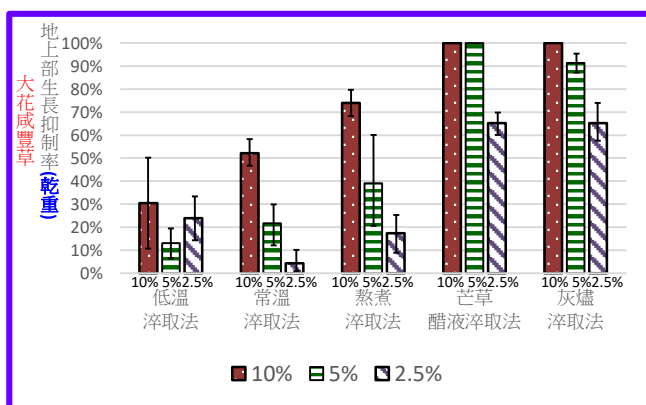


圖 3.3. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部乾重>

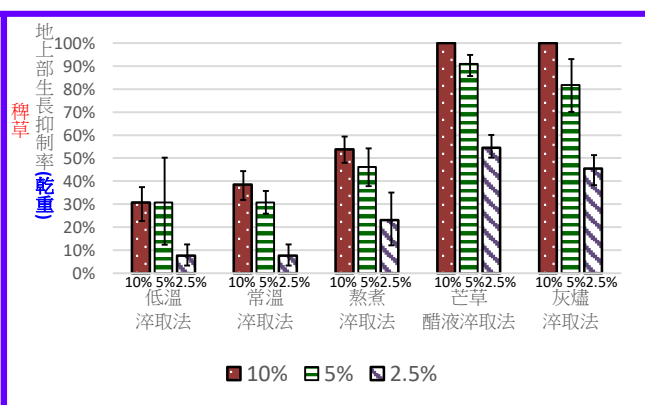


圖 4.3. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<地上部乾重>

表 6 芒草醋液之其他用途

物種	組別	土地面積(m <sup>2</sup> )	收穫(Kg)	產量 Kg/m <sup>2</sup>	增/減 %
水稻	對照組	1100	818	0.744	± 0%
	實驗組一	1050	889	0.847	+ 13.8%
	實驗組二	1000	840	0.840	+ 12.9%
	實驗組三	850	727	0.855	+ 14.9%
	實驗組平均	實驗組面積總和 2900	實驗組收穫總和 2456	實驗組平均產量 0.847	+ 13.8%
玉米	對照組	980	728	0.743	± 0%
	實驗組一	1000	847	0.847	+ 14.0%
	實驗組二	920	791	0.860	+ 15.7%
	實驗組三	700	610	0.871	+ 17.2%
	實驗組平均	實驗組面積總和 2620	實驗組收穫總和 2248	實驗組平均產量 0.858	+ 15.5%

表 7 芒草醋液分解幾丁質試驗

溶 液	10% 鹽酸	10% 醋酸	10% 芒草醋液	蒸餾水
竹節蟲蛻皮	A1：竹節蟲蛻皮跟對照組對比之下變得 <b>更透明</b>	B1：不斷的 <b>冒微小氣泡</b> 。	C1：竹節蟲蛻皮被 <b>芒草醋液</b> 染成 <b>咖啡色</b>	D1：沒反應
鎖管幾丁質內殼	A2：透明軟甲變白，隨著加熱時間增加又慢慢 <b>轉透明</b>	B2：不斷的 <b>冒微小氣泡</b> ，好像 <b>有成分被溶解</b> ；停止加熱後有白色懸浮/沉澱物在上層介面的底部，一天後全部沉澱到試管最底部	C2：溶液為褐色， <b>有更微小氣泡形成</b> ； <b>透明軟甲被染成咖啡色</b> ，溶液顏色變淡， <b>透明軟甲顏色變深</b> ，兩者有明顯的深淺色差	D2：沒反應

表 8 芒草灰燼清除油汙試驗

試管編號	A	B	C	D	E
處理方式	5%洗碗精溶液	5%小蘇打溶液	5%芒草灰燼溶液	蒸餾水	不裝溶液
試驗一評分	8	9	9	2	1
試驗二評分	9	8	8	2	1
試驗三評分	9	8	9	2	1
試驗評分平均	8.7	8.3	8.7	2	1
給分標準					
1 ~ 2分	塑膠片上，油汙附著明顯。				
3 ~ 4分	塑膠片上，附著部分油汙。				
5 ~ 6分	塑膠片上，附著少量油汙。				
7 ~ 8分	塑膠片上，目視似乎無油汙，但用手指觸摸，仍有少量油汙附著。				
9 ~ 10分	塑膠片上，目視無油汙，用手指觸摸，感覺已沖洗乾淨。				

表 9 芒草灰燼阻隔蝸牛試驗

蝸牛編號	1號	2號	3號	4號	5號	6號	7號對照組	1~6號平均
阻隔效果	10	9	10	10	10	9	1	9.7
給分標準								
1 ~ 2分	蝸牛正常爬入取食。							
3 ~ 4分	蝸牛遇灰燼，有退縮現象，但試探十分鐘內，依然爬入取食。							
5 ~ 6分	蝸牛遇灰燼，有退縮現象；試探一小時後，會爬入取食。							
7 ~ 8分	蝸牛遇灰燼會退縮，在灰燼周圍爬行，二天後，進入休眠。							
9 ~ 10分	蝸牛與灰燼保持距離，不敢碰觸灰燼，在容器內距離灰燼最遠處，進行休眠。							

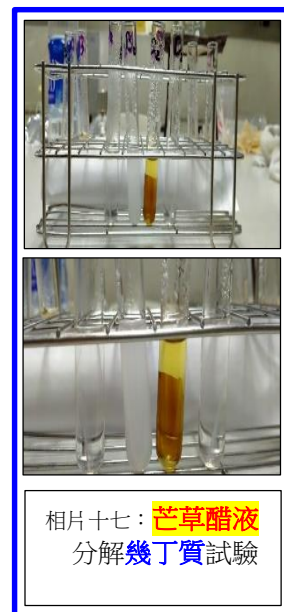




表10. 芒草醋液中主要成分

物質	沸點 (°C)	分子量 (g/mol)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
乙醛 (Acetaldehyde)	20.2	44.1	0.79
丙醛 (Propanal)	48.8	58.0	0.81
乙醇 (Ethanol)	78.4	46.1	0.79
異丙醇 (Isopropanol)	82.3	60.1	0.79
甲酸 (Formic acid)	100.8	46.0	1.22
正丁醇 (1-Butanol)	117.0	74.1	0.81
乙酸 (Acetic acid)	117.9	60.1	1.05
苯酚 (Phenol)	181.0	94.1	1.07

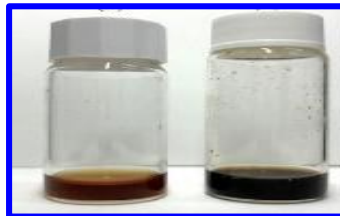
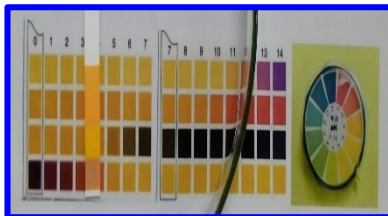
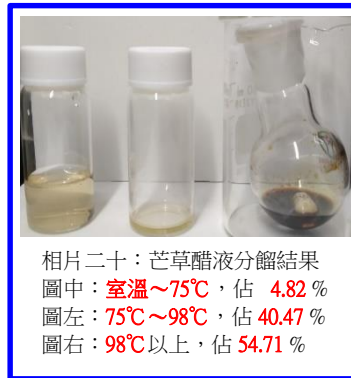


表11. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對紋白蝶幼蟲生長抑制試驗

標準品	濃度	pH 值	幼蟲存活率		幼蟲相對存活率	幼蟲相對致死率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
丙醛	10%	4.81	90%	100%	90%	10%
	5%	4.99	100%	100%	100%	0%
	2.5%	5.03	100%	100%	100%	0%
乙醇	10%	7.21	100%	100%	100%	0%
	5%	7.15	100%	100%	100%	0%
	2.5%	7.09	100%	100%	100%	0%
甲酸	10%	0.89	30%	100%	30%	70%
	5%	1.05	50%	100%	50%	50%
	2.5%	1.17	70%	100%	70%	30%
苯酚	10%	5.55	20%	100%	20%	80%
	5%	5.71	40%	100%	40%	60%
	2.5%	5.83	60%	100%	60%	40%
甲酸 + 苯酚	10%	2.21	0%	100%	0%	100%
	5%	2.59	0%	100%	0%	100%
	2.5%	2.82	0%	100%	0%	100%

表12. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對東方果實蠅成蟲生長抑制試驗

標準品	濃度	pH 值	成蟲存活率		成蟲相對存活率	成蟲相對致死率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
丙醛	10%	4.81	100%	100%	100%	0%
	5%	4.99	100%	100%	100%	0%
	2.5%	5.03	100%	100%	100%	0%
乙醇	10%	7.21	100%	100%	100%	0%
	5%	7.15	100%	100%	100%	0%
	2.5%	7.09	100%	100%	100%	0%
甲酸	10%	0.89	40%	100%	40%	60%
	5%	1.05	60%	100%	60%	40%
	2.5%	1.17	70%	100%	70%	30%
苯酚	10%	5.55	20%	100%	20%	80%
	5%	5.71	40%	100%	40%	60%
	2.5%	5.83	50%	100%	50%	50%
甲酸 + 苯酚	10%	2.21	0%	100%	0%	100%
	5%	2.59	0%	100%	0%	100%
	2.5%	2.82	0%	100%	0%	100%

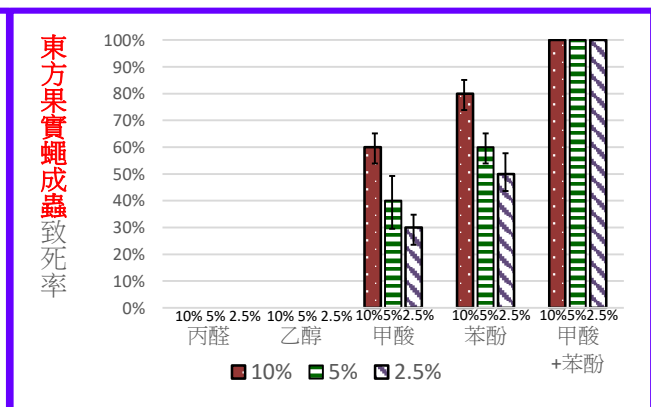
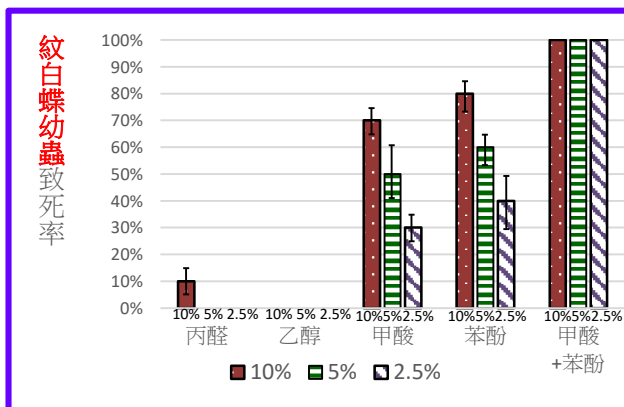


表13.1. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<植株高度>

標準品	濃度	pH 值	植株高度(cm)		植株相對高度	植株高度抑制率
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
丙醛	10%	4.81	19.8	25.8	77%	23%
	5%	4.99	20.9	25.8	81%	19%
	2.5%	5.03	23.2	25.8	90%	10%
乙醇	10%	7.21	25.1	25.8	97%	3%
	5%	7.15	25.2	25.8	98%	2%
	2.5%	7.09	25.4	25.8	98%	2%
甲酸	10%	0.89	7.5	25.8	29%	71%
	5%	1.05	18.8	25.8	73%	27%
	2.5%	1.17	20.7	25.8	80%	20%
苯酚	10%	5.55	0	25.8	0%	100%
	5%	5.71	0	25.8	0%	100%
	2.5%	5.83	9.1	25.8	35%	65%

表13.2. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

標準品	濃度	pH 值	地上部鮮重(g)		地上部相對鮮重	地上部生長抑制率(鮮重)
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
丙醛	10%	4.81	6.6	8.9	74%	26%
	5%	4.99	7.8	8.9	88%	12%
	2.5%	5.03	8.1	8.9	91%	9%
乙醇	10%	7.21	8.1	8.9	91%	9%
	5%	7.15	8.2	8.9	92%	8%
	2.5%	7.09	8.5	8.9	96%	4%
甲酸	10%	0.89	2.7	8.9	30%	70%
	5%	1.05	6.7	8.9	75%	25%
	2.5%	1.17	7.8	8.9	88%	12%
苯酚	10%	5.55	0	8.9	0%	100%
	5%	5.71	0	8.9	0%	100%
	2.5%	5.83	2.9	8.9	33%	67%

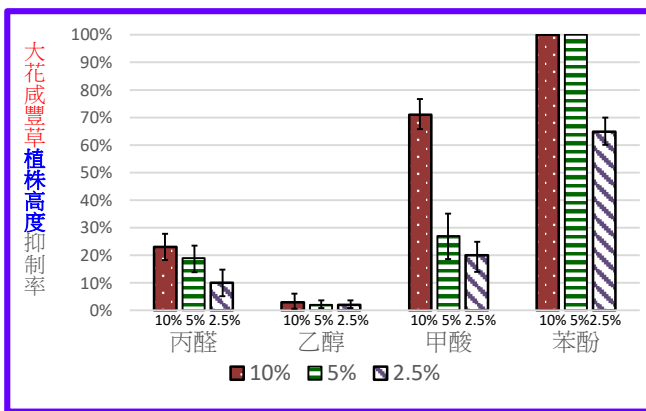


圖13.1. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<植株高度>

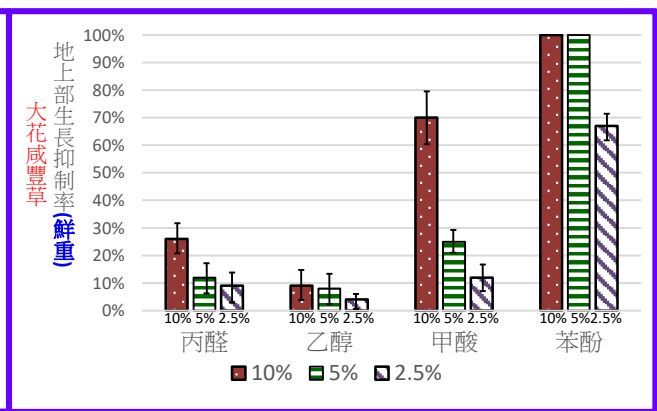


圖13.2. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

表13.3. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部乾重>

標準品	濃度	pH 值	地上部乾重(g)		地上部相對乾重	地上部生長抑制率(乾重)
			T.實驗組	C.對照組	T/C*100%	1 - T/C*100%
丙醛	10%	4.81	2.5	3.5	71%	29%
	5%	4.99	3.0	3.5	86%	14%
	2.5%	5.03	3.10	3.5	89%	11%
乙醇	10%	7.21	3.1	3.5	89%	11%
	5%	7.15	3.2	3.5	91%	9%
	2.5%	7.09	3.4	3.5	97%	3%
甲酸	10%	0.89	1.1	3.5	31%	69%
	5%	1.05	2.6	3.5	74%	26%
	2.5%	1.17	3.1	3.5	89%	11%
苯酚	10%	5.55	0	3.5	0%	100%
	5%	5.71	0	3.5	0%	100%
	2.5%	5.83	1.1	3.5	31%	69%

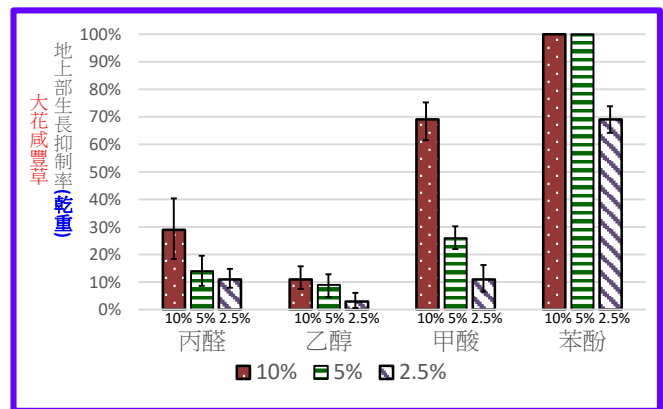


圖13.3 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部乾重>

## 伍、討論

一、本研究乃延續第63屆全國科展生物科國小組【生物除草劑初探】的研究，2023年的研究

結論發現：『可取割除後五天，新生長之五節芒新鮮葉子加水(重量比，葉:水= 1: 2)，以果汁機打碎研磨淬取，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。』但去年的研究結論主要為『阻礙種子發芽』。部分有突破阻礙，發芽成功的個體，其根長度與植株高度生長都有受到影響。因此延續探究：大多數野外狀況為『大花咸豐草與稗草已經生長成一個群聚』，是否可以五節芒的葉部淬取物進行『物種控制』？『日本紋白蝶』和『東方果實蠅』是現階段田野間令農夫深惡痛絕的昆蟲，常常造成農業經濟的損失或農耕過程的危險。而大自然中，本就存在一物剋一物的平衡法則，因此，從去年暑假全國科展結束後迄今的研究重點在找尋是否可以讓植物界的草莽梟雄：芒草，來進行個華麗轉身，讓五節芒變成具有應用價值的材料。

- 二、【實驗 I.】為五節芒的五種淬取過程，淬取液提供【實驗 II.】的實驗藥品，因此，我們直接以【實驗 II.】的結果進行討論。在【實驗 II.A】中『取第三齡紋白蝶幼蟲進行施用不同淬取方法和不同濃度之芒草淬取液』中，我們發現低溫淬取法、常溫淬取法、熬煮淬取法的各種濃度液體，對紋白蝶幼蟲的致死率都不高，都低於40%。如表 1、圖 1所示。但【實驗 II.A】中，**芒草醋液淬取法對紋白蝶幼蟲的致死率卻很高。5%的芒草醋液對紋白蝶幼蟲的致死率高達80%；10%的芒草醋液對紋白蝶幼蟲的致死率更高達100%**。如表 1、圖1所示。這可能是因為**芒草醋液**的pH值為3.44，算是中強度有機酸，很可能會對紋白蝶幼蟲的幾丁質外骨骼起了化學反應，而造成紋白蝶幼蟲的大量死亡。
- 三、**芒草醋液**的生產過程，本質上就是化學上的《乾餾》。根據Arshdeep Grewal(2018)，木材經乾餾後，會熱分解成氣體、液體、固體等不同型態的物質。其中的液體型態的物質，經過氣式冷凝後，所形成的液體，就是木醋液，是由 200 多種水溶性化合物組成，其中 80-90% 為水，10-20% 為有機化合物，包括有機酸、烷類、烴類、酚類、醇類和酯類。木醋液中乙酸約佔有機物中的50%(Arshdeep Grewal, *et al.* 2018)。本研究使用乾燥芒草葉經乾餾冷凝氣體生成**芒草醋液**，經酸鹼檢測計檢測為pH3.44的液體，很可能也是富含高濃度的醋酸。
- 四、在【實驗 II.A】的實驗中，芒草灰燼淬取液對紋白蝶幼蟲的致死率也很高。**10%的芒草灰燼淬取液對紋白蝶幼蟲的致死率高達90%**。芒草灰燼淬取液的pH值為9.41，對紋白蝶幼蟲的致死原理可能是芒草灰燼成分中存在的碳酸鈣 $\text{CaCO}_3$ 和碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 造成較高的pH值，溶液中的氫氧根離子在幼蟲體表順著腹部氣孔進入幼蟲身體，進而影響昆蟲生理。
- 五、在【實驗 II.B】的實驗中，『取果實蠅成蟲進行施用不同淬取方法和不同濃度之芒草淬

取液』中，我們發現和【實驗 II.A】有類似的結果，即低溫淬取法、常溫淬取法和熬煮淬取法的各種濃度液體，對果實蠅成蟲的致死率都不高，都低於40%。如表 2、圖2所示。

六、但在【實驗 II.B】的實驗中，**芒草醋液**淬取法對果實蠅成蟲的致死率很高。2.5%的**芒草醋液**對果實蠅成蟲的致死率高達80%；**5%和10%的芒草醋液對果實蠅成蟲的致死率更高達100%**。如表 2、圖2所示。這可能也是因為果實蠅的外骨骼成分是幾丁質，**芒草醋液**含有醋酸等有機酸，這對果實蠅的幾丁質外骨骼起了化學反應，而造成果實蠅成蟲的大量死亡。

七、在【實驗 II.B】中，**芒草灰燼**淬取液對果實蠅成蟲的致死率很高。2.5%的**芒草灰燼**淬取液對果實蠅成蟲的致死率有50%。5%的**芒草灰燼**淬取液對果實蠅成蟲的致死率有80%，而**10%的芒草灰燼淬取液對果實蠅成蟲的致死率更高達90%**。對果實蠅成蟲的致死原理可能也是**芒草灰燼**成分中存在的碳酸鈣 $\text{CaCO}_3$ 和碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 造成較高的pH值，溶液中的氫氧根離子在成蟲體表順著腹部氣孔進入成蟲身體，進而影響昆蟲生理。

八、在【實驗 II.C】的實驗『取不同淬取方法和不同濃度之芒草淬取液對已發芽的大花咸豐草植株高度/地上部鮮重/地上部乾重生長影響』，我們發現和去年【生物除草劑初探】的研究結論有所不同。【生物除草劑初探】的研究結論發現對**大花咸豐草**種子的發芽有顯著抑制作用，對少部分突破抑制作用，已發芽的幼株，僅針對發芽後前7天進行『根長度』和『植株高度』進行統計。但是，今年本研究模擬野外真實狀況『**大花咸豐草**與稗草已經生長成一個群聚』，挑選已萌芽7天的**大花咸豐草**植株，移植盆栽，以泥土種植。再經過14天的正常生長，移植後第15天(即萌芽後第22天)才進行『取不同淬取方法和不同濃度之芒草淬取液對已發芽的**大花咸豐草**植株高度/地上部鮮重/地上部乾重生長影響』的實驗。研究發現『低溫淬取法、常溫淬取法和熬煮淬取法不同濃度之芒草淬取液』對已發芽的**大花咸豐草**植株高度/地上部鮮重/地上部乾重的影響，雖有影響，但效果不夠顯著。其中以熬煮淬取法10%液體效果稍好，對**大花咸豐草**植株高度抑制率、地上部生長抑制率(鮮重)和地上部生長抑制率(乾重)為74%。如表 3.1、表 3.2、表 3.3、圖 3.1、圖3.2、圖3.3所示。

九、但是，在【實驗 II.C】的實驗中『取**芒草醋液**和**芒草灰燼**液對已發芽的**大花咸豐草**植株高度/地上部鮮重/地上部乾重』中，我們發現5%的**芒草醋液**和**芒草灰燼**液對已發芽的**大花咸豐草**植株高度/地上部鮮重/地上部乾重的植株高度抑制率、地上部**生長抑制率(鮮重)**和地上部**生長抑制率(乾重)**皆高達90%以上，甚至高達100%。如表 3.1、表 3.2、表 3.3、



圖3.1.、圖3.2.、圖3.3.所示。這可能是芒草醋液中的多種有機酸和芒草灰燼液中的碳酸鈣 $\text{CaCO}_3$ 和碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 所形成的偏酸/偏鹼土壤，不利於大花咸豐草生存所致。

十、在【實驗 II.D】的實驗『取不同萃取方法和不同濃度之芒草萃取液對已發芽的稗草植株高度/地上部鮮重/地上部乾重生長影響』，我們發現和【實驗 II.C】有非常類似的結果，即『低溫萃取法、常溫萃取法和熬煮萃取法的不同濃度之芒草萃取液』對已發芽的稗草植株高度/地上部鮮重/地上部乾重的影響效果不夠顯著。但是5%的**芒草醋液**和**芒草灰燼**液對已發芽的稗草植株高度/地上部鮮重/地上部乾重的植株高度抑制率、地上部生長抑制率(鮮重)和地上部生長抑制率(乾重)皆高達77%以上，甚至高達100%。如表 4.1、表 4.2、表 4.3、圖4.1.、圖4.2.、圖4.3.所示。

十一、100%的**芒草醋液**，裡面可能還含有高濃度的**焦油**，因為每次我在提煉**芒草醋液**後，所有用具、衣物、頭髮，都有濃濃**焦油**味道；粗淬的**芒草醋液**滴在地板上，3個月後，依然維持濃濃顏色和味道(如相片二十五)。究竟是**芒草醋液**中何種有機成分物質？特別是**芒草醋液**中**焦油**的成分有哪些？是否是造成紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲或其他外來種昆蟲的大量死亡的關鍵因素，值得未來繼續深入探討研究。



相片二十五：地板上的芒草醋液(含焦油)

十二、傳統農夫在水稻收割後，在稻田中焚燒稻草，一則將稻草灰混入田中，充當天然鉀肥；一則可以中和因為酸雨造成的土壤酸化。而**芒草醋液**為純天然萃取物，這和農夫焚燒稻草可能有類似營養物質，因此，我委託專業的木醋液工廠，幫我大量生產**芒草醋液**，並說服務農的舅公和表叔，麻煩他們根據我的研究設計，將我提供的**芒草醋液**施加在台農67號稻米和黃后三號甜玉米上，結果如表6【實驗 III.A.】：**芒草醋液**之其他用途所示。種植**水稻**的三個實驗組平均比對照組水稻**收穫增加13.8%**；種植黃后三號**甜玉米**的三個實驗組平均比對照組甜玉米**收穫增加15.5%**，效果非常顯著。這和焚燒稻草增加土壤鉀肥有所不同，因為我施加的是**芒草醋液**，而不是施加芒草灰。**芒草醋液**中雖然含有少量各種礦物質，但我只在實驗組稻子葉子表面噴灑0.2%**芒草醋液**，在實驗組玉米田中，整地時將**芒草醋液**當作底肥施入土壤中，每分地(約 970  $\text{m}^2$ )用量為1Kg，濃度都不高，應該不是**芒草醋液**中所含營養成分造成。我認為應該是**芒草醋液**中的有機酸，特別是**醋酸**，造成葉面或土壤中的昆蟲和真菌體表的**幾丁質**被有機酸反應或分解，病蟲害比例較少而營造出較佳的植物生長環境所致。

十三、為了更確定我在【實驗 III.A.】結果的推論『是**芒草醋液**中的有機酸，特別是**醋酸**，造

成葉面或土壤中的昆蟲和真菌體表的幾丁質被有機酸反應或分解，病蟲害比例較少而營造出較佳的植物生長環境所致』，我設計了【實驗III.B】：芒草醋液分解幾丁質試驗，結果如表7所示，10%鹽酸溶液、10%醋酸溶液、10%芒草醋液等酸性物質，特別是醋酸和芒草醋液等有機酸溶液，可以和竹節蟲蛻皮和鎖管透明軟甲等天然幾丁質材料起反應，造成天然幾丁質局部被分解破壞。水稻田和玉米田中的病原真菌細胞的細胞壁和所有昆蟲的體表，都是幾丁質構成，都會被醋酸和芒草醋液等有機酸溶液破壞，這可提供學術界、農藥公司和農民另類的病蟲害防治觀念！

十四、在【實驗IV.A】芒草灰燼清除油汙試驗中，5%洗碗精溶液、5%小蘇打溶液和5%芒草灰燼溶液在清除油汙試驗中，效果不分上下。洗碗精的清潔效果本就眾所周知；小蘇打溶液可以清除油汙，應該是鹼和油脂起皂化反應，隔水加熱的高溫，可增加反應速率。10%芒草灰燼溶液，pH值為9.41，裡面有碳酸鈣 $\text{CaCO}_3$ 和碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$ ，在水中和水起反應，釋放出 $\text{OH}^-$ 氫氧根離子，鹼和油脂起皂化反應，因此芒草灰燼也可清除油汙，如表8所示。只是裡面含有黑色炭物質，要將塑膠片用自來水再沖洗一次，去除黑色炭物質，稍嫌麻煩一些。

十五、在【實驗IV.B】芒草灰燼阻隔蝸牛試驗中，經過3天飢餓處理的蝸牛，應該已經飢腸轆轆，但是，高麗菜周圍被鋪上5cm寬的芒草灰燼當護城河，蝸牛不敢爬越而過，可能有二個原因：一則芒草灰燼可吸濕，蝸牛不太能承受脫水危險，因此，蝸牛腹足一碰到芒草灰燼，就退縮。另一個可能原因是10%芒草灰燼溶液，pH值為9.41，若芒草灰燼被蝸牛腹足吸附，滲出的水量很少，pH值應該會高於9.41，這偏中強鹼的環境，應該是蝸牛退縮的主因。無論是哪項因素造成蝸牛退縮，很確定的是，在農園、菜圃四周圍，撒上厚重的芒草灰燼，寬度10cm以上，只要大於成年蝸牛個體的《螺塔》+《體層》的長度，就可避免蝸牛爬入取食蔬果。即使雨天被沖刷，就當作施肥，為農田補充可溶性天然鉀肥；放晴後，再重複施加芒草灰燼，既有效，又環保。如表9所示。

十六、在表1、表2、表3.1、表3.2、表3.3中，可明確顯示芒草醋液對紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲、大花咸豐草盆栽生長有明顯抑制作用，但是，芒草醋液是個很複雜的混合物，芒草醋液中究竟包含哪些成分？因此，我設計【實驗V.】芒草醋液成分分析。以自製的芒草醋液萃取器進行萃取的溫度落在 $408^\circ\text{C} \sim 536^\circ\text{C}$ ，大多數時間維持在 $505^\circ\text{C}$ ，因此可以很確定的是萃取物的沸點應該都低於 $536^\circ\text{C}$ 。經由分餾後，在《室溫 $\sim 75^\circ\text{C}$ 》所分離的液體，佔芒草醋



相片二十六：  
蝸牛殼部位名稱

液的4.82%，裡面含有丙醛(沸點48.8°C)和乙醇(沸點78.4°C)。在【實驗V.C】醛類檢測和【實驗V.E】醇類檢測中，確定含有醛類和醇類，如相片二十三和相片二十四所示；分餾後，在《75~98°C》所分離的液體，佔芒草醋液的40.47%，裡面可能含有甲酸。在【實驗V.A】有機酸檢測中，檢測出pH=0.50，可確定芒草醋液含有有機酸；在《98°C以上》所分離的液體，佔芒草醋液的54.71%，裡面含有乙酸(沸點117.9°C)和苯酚(沸點181.0°C)。在【實驗V.B】苯酚檢測中，確定含有苯酚，如相片二十二所示。

十七、芒草醋液中哪一種成分物質才是造成紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲、大花咸豐草盆栽生長有明顯抑制作用的最關鍵成分？因此，我設計【實驗VI.】丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對紋白蝶幼蟲、東方果實蠅成蟲、大花咸豐草盆栽生長抑制試驗效果評估，研究發現：丙醛和乙醇對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲的生存，對大花咸豐草盆栽生長幾乎沒有影響，如表11、表12、表13.1、表13.2和表13.3所示。但是，10%的甲酸和10%的苯酚，對紋白蝶幼蟲的致死率分別有70%和80%；對東方果實蠅成蟲的致死率分別有60%和80%，致死率相當高，但是，這種10%純質的致死率竟然還小於10%芒草醋液(如表1和表2)，這讓我很好奇，因為，芒草醋液是混合物，10%芒草醋液中的甲酸和苯酚，濃度一定小於10%，可是，10%純質的致死率竟然還小於10%芒草醋液，這當中一定有秘密。因此，我追加設計一組實驗：《甲酸+苯酚》對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲生長抑制試驗效果評估，研究發現：只要2.5%的甲酸+苯酚，就可以達到100%致死率(如表11、表12所示)。

十八、搜尋文獻尋找為何10%純質的致死率竟然還小於10%芒草醋液的可能解釋，在Alfredo Rodríguez etc.2022年的研究中提到『…… phenols and p-cymene were used in the contact form, which implies that they had to pass through and/or solubilize in the insect exoskeleton to enter its organism……act as synergizing agents by facilitating the penetration of other compounds through the exoskeleton. 』(……苯酚和對繖花烴以接觸形式使用，這意味著它們必須穿過和/或溶解在昆蟲外骨骼中才能進入其生物體。……如何透過促進其他化合物滲透外骨骼來充當協同劑。)這結果和我的研究發現不謀而合：甲酸可殺死昆蟲，苯酚也可殺死昆蟲，分開單獨使用，常需要高濃度才能奏效，但是，合併使用時，低濃度就可以奏效，應該是甲酸和苯酚在殺死昆蟲的過程中，互為【協同劑(synergizing agents)】。該篇論文有發現一個疑問，在該研究中並未獲得解答：『how some constituents of essential oils, such as 1, 8-cineole or camphor, act as synergizing agents by

facilitating the penetration of other compounds through the exoskeleton. (精油的某些成分 (例如 1, 8-桉樹腦或樟腦) 如何透過促進其他化合物滲透外骨骼來充當協同劑。)」，這正好在我今年的研究中：表7**芒草醋液**分解**幾丁質**試驗，有非常棒的研究結果可以幫忙解釋-----**芒草醋液**中含有有機酸，主要為甲酸和乙酸，可破壞幾丁質，讓苯酚可以順利進入昆蟲細胞內發揮作用，因而殺死昆蟲，因此，**甲酸、乙酸等有機酸和苯酚互為協同劑**，合併使用時，可以低濃度且更有效殺死昆蟲。在2.5%純質的合併使用，可100%殺死昆蟲(也許更低濃度就可以!)。而**芒草醋液**是純天然萃取物，完全無額外化學添加物，對環境友善，不易讓昆蟲產生抗藥性。本研究有助於設計源自**天然化合物的農藥**，為**生物農藥**開發奠立很棒的基礎。

## 陸、結論與建議

- 一、芒草葉的低溫萃取法、常溫萃取法、熬煮萃取法的各種濃度液體，對紋白蝶幼蟲的致死率都不高；但**芒草醋液**萃取法對紋白蝶幼蟲的致死率卻很高；10%的**芒草醋液**對**紋白蝶幼蟲**的**致死率高達100%**。10%的**芒草灰燼**萃取液對**紋白蝶幼蟲**的**致死率高達90%**。
- 二、芒草葉的低溫萃取法、常溫萃取法、熬煮萃取法的各種濃度液體，對果實蠅成蟲的致死率都不高，都低於40%。**芒草醋液**萃取法對果實蠅成蟲的致死率很高。5%和10%的**芒草醋液**對**果實蠅成蟲**的**致死率更高達100%**。**芒草灰燼**萃取液對果實蠅成蟲的致死率很高。10%的**芒草灰燼**萃取液對**果實蠅成蟲**的**致死率高達90%**。
- 三、5%的**芒草醋液**和**芒草灰燼**液對已發芽的**大花咸豐草**的植株高度抑制率、地上部生長抑制率(鮮重)和地上部**生長抑制率(乾重)**皆**高達90%以上，甚至高達100%**，可能是**芒草醋液**中的多種有機酸和**芒草灰燼**液中的碳酸鈣 $\text{CaCO}_3$ 和碳酸鉀 $\text{K}_2\text{CO}_3$ 所形成的偏酸/偏鹼土壤，不利於**大花咸豐草**生存所致。
- 四、5%的**芒草醋液**和**芒草灰燼**液對已發芽的**稗草**的植株高度抑制率、地上部生長抑制率(鮮重)和地上部生長抑制率(乾重)皆**高達77%以上，甚至高達100%**。
- 五、**100%的芒草醋液**對具幾丁質外骨骼的外來入侵昆蟲生長具明顯抑制作用。
- 六、**水稻**葉子表面噴灑0.2%**芒草醋液**，每次間隔7天，總計噴灑5次，可**提升產量達13.8%**；在種植**玉米**前，整地時將**芒草醋液**當作底肥施入土壤中，每分地用量為1Kg，可**提升產量達15.5%**。
- 七、醋酸和**芒草醋液**等有機酸溶液，可以和竹節蟲蛻皮、鎖管透明軟甲等天然**幾丁質**材料起反應，造成天然**幾丁質**局部被分解破壞。農田中的病原真菌細胞的細胞壁和所有昆蟲的體表，都是**幾丁質**構成，都會被醋酸和**芒草醋液**等有機酸溶液破壞，這可提供學術界、



農藥公司和農民另類的病蟲害防治觀念！

- 八、5%洗碗精溶液、5%小蘇打溶液和5%**芒草灰燼**溶液在清除**油污**試驗中，效果相當。
- 九、在農園、菜圃四周圍，撒上厚重的**芒草灰燼**，寬度10cm以上，只要**大於**成年**蝸牛**個體的**《螺塔》+《體層》**的長度，可避免**蝸牛**爬入取食蔬果。
- 十、芒草醋液的萃取溫度為536°C，所含的成分比例為**《室溫~75°C》**所分離的液體，佔芒草醋液的**4.82%**，**《75~98°C》**所分離的液體，佔芒草醋液的**40.47%**，**《98°C以上》**所分離的液體，佔芒草醋液的**54.71%**。主要成分物質有：丙醛(沸點為48.8°C)、乙醇(沸點為78.4°C)、甲酸(沸點為100.8°C)、苯酚(沸點為181.0°C)。
- 十一、芒草醋液中的成分，丙醛和乙醇對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲的生存，對大花咸豐草盆栽生長幾乎沒有影響；10%的甲酸和10%的苯酚，對紋白蝶幼蟲的致死率分別有70%和80%；對東方果實蠅成蟲的致死率分別有60%和80%；只要**2.5%的甲酸+苯酚**，就可以達到對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲**100%致死率**。
- 十二、**甲酸和苯酚在殺死昆蟲的過程中，互為【協同劑(synergizing agents)】**。芒草醋液中含有有機酸，主要為甲酸和乙酸，可破壞幾丁質，讓苯酚可以順利進入昆蟲細胞內發揮作用，因而殺死昆蟲。芒草醋液是純天然萃取物，完全無額外化學添加物，對環境友善，不易讓昆蟲產生抗藥性。本研究有助於設計源自**天然化合物的農藥**，為**生物農藥**開發奠立極佳的基礎。

## 柒、參考文獻

- 華鈺萱(2023)。生物除草劑初探。中華民國第63屆全國科展生物科國小組作品說明書
- 吳丞桀、李重廷、姚家瑋(2023)。「毒」善其身：探討植物的毒他作用在空心蓮子草與大花咸豐草的防治和農業上的應用。中華民國第63屆全國科展農業與食品學科科高中組作品說明書
- 吳睿同、陳品伊、李旻叡、吳禹潔(2023)。這「炭」有「種」自製無煙速燃炭粉餅結合火種功能的可行性。中華民國第63屆全國科展生活與應用科學(二)科國小組作品說明書
- 紀宜辰、沈育緯、陳韋儒(2022)。福木葉萃取液應用於生物除草劑之可行性評估。中華民國第62屆全國科展農業與食品學科高中組作品說明書
- 馬育綸、陳庭幼、田詠心、黃書琪、侯有霖(2021)。紋白蝶：臺灣？日本？傻傻分不清楚！。中華民國第61屆全國科展生物科國小組作品說明書
- 朱禹任、于子緯、侯沛妤(2017)。臺灣常見菊科植物之應用。中華民國第62屆全國科展環境學科高中組作品說明書



黃浚、連芸晨、范晉睿 (2012)。咖啡王子一號店~研製咖啡渣活性碳。中華民國第52屆全國科展生活與應用科學科國小組作品說明書

高文偵、陳蚊菁、侯捷寶、楊為勛 (2005)。稻草灰成分,性質及應用。中華民國第45屆全國科展生活與應用科學科高中組作品說明書

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>

Alfredo Rodríguez , Magalí Beato , Virginia L. Usseglio , Julia Camina , Julio A. Zygodlo , José S. Dambolena , María P. Zunino ; (2022) Phenolic compounds as controllers of *Sitophilus zeamais*: A look at the structure-activity relationship. *Journal of Stored Products Research*. Cite <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.102038> Get rights and content

Arshdeep Grewal, Lord Abbey, Lokanadha Rao Gunupuru ; (2018) Production, prospects and potential application of pyroligneous acid in agriculture. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Volume 135, pp. 152-159

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.

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.

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.

## 捌、相片、圖片、表格來源

### 【研究設備及器材】

東方果實蠅相片：引自農業部 高雄農改場 『東方果實蠅密度升高』

[https://kmweb.moa.gov.tw/subject/news.php?id=2281&news\\_id=17572](https://kmweb.moa.gov.tw/subject/news.php?id=2281&news_id=17572)

**其他相片：作者親自拍攝**

### 【研究植物/動物材料】

日本紋白蝶和台灣紋白蝶幼蟲與成蟲相片：引自馬育綸、陳庭幼、田詠心、黃書琪、侯有霖(2021)。紋白蝶:臺灣?日本?傻傻分不清楚!。中華民國第61屆全國科展生物科國

## 小組作品說明書

東方果實蠅相片：引自農業部 高雄農改場 『東方果實蠅密度升高』

[https://kmweb.moa.gov.tw/subject/news.php?id=2281&news\\_id=17572](https://kmweb.moa.gov.tw/subject/news.php?id=2281&news_id=17572)

瓜實蠅相片：引自台南區農改場 『南瓜實蠅之生態習性與防治』

<https://book.tndais.gov.tw/Magazine/mag49-3.htm>

### 【本研究作品說明書】

**相片一 ~ 相片二十五：作者親自拍攝**

相片二十六：引自 『Tmang 的危機~非洲大蝸牛的生態探究』

<http://yabit.et.nthu.edu.tw/2018yabit/results/2018037/Results.pdf>

**所有圖、所有表：全部作者親自製作**

## 【評語】 083014

本作品延續去年的研究，提煉萃取芒草液對紋白蝶、非洲大蝸牛、大花咸豐草等生物的抑制作用，對農業生產具實用價值。針對芒草醋和芒草葉灰燼溶液之萃取過程說明詳細，對各種動、植物之抑制效果試驗過程也清楚呈現，測試的生物種類數量不少，足見本研究作品的廣度和深度。然而，以低濃度芒草醋在實際栽植的田野測試，得出可促進玉米和水稻產量增加，其試驗方法和數據記錄尚需釐清。

## 作品簡報





動物植物界の攻防大戦



生物抑制劑探究



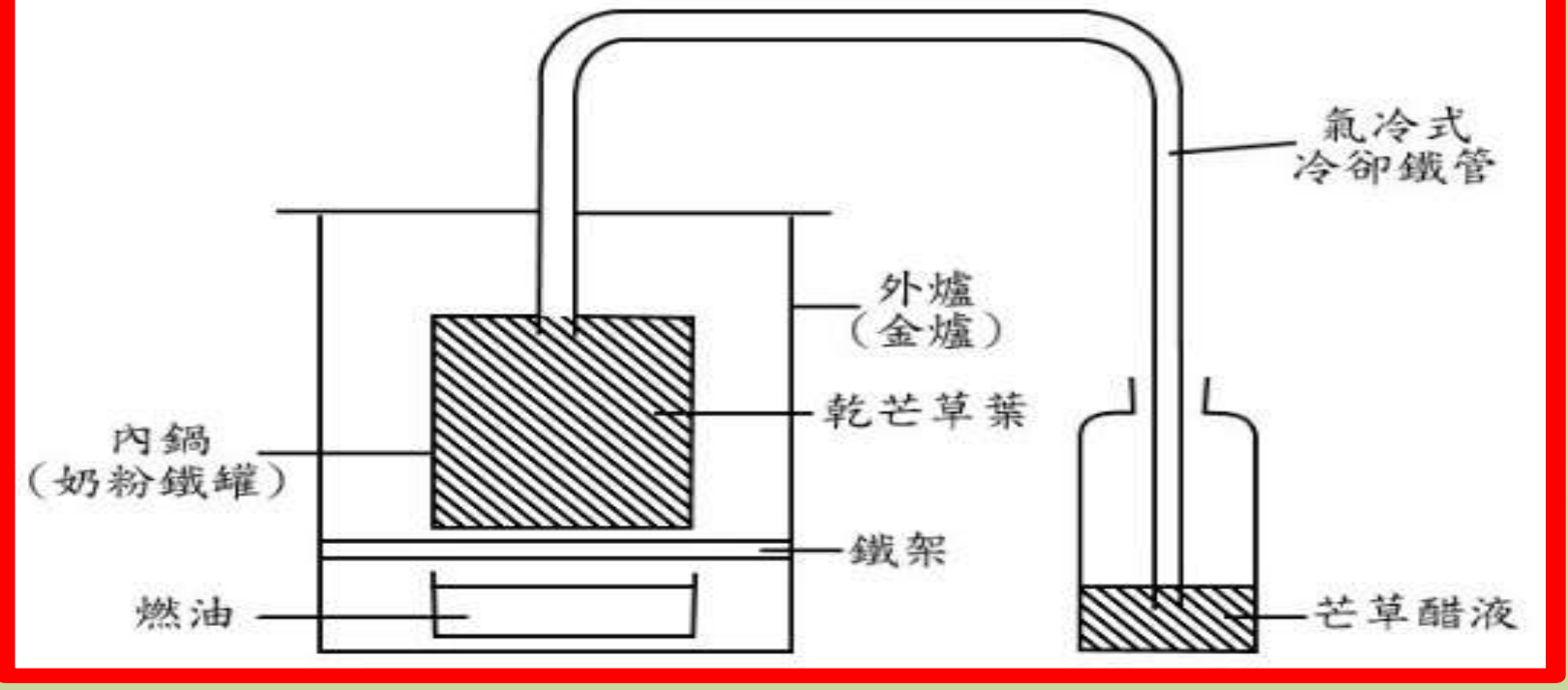


# 摘要

10%的**芒草醋液**、**芒草灰燼**萃取液對**紋白蝶**幼蟲和**果實蠅**成蟲的**致死率高達90%以上**。5%的**芒草醋液**和**芒草灰燼**液對已發芽的**大花咸豐草**和**稗草**生長抑制率高達90%以上。**芒草醋液可提升水稻產量達13.8%，提升玉米產量達15.5%**。真菌細胞的細胞壁和所有昆蟲的體表，都是**幾丁質**構成，都會被**醋酸**和**芒草醋液**等有**機酸溶液破壞**。**芒草灰燼**，可避免**蝸牛**爬入取食蔬果。**芒草醋液**的成分物質主要有**丙醛**、**乙醇**、**甲酸**、**苯酚**。**丙醛**和**乙醇**對動植物生長影響不大，**2.5%的甲酸+苯酚可達到對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲100%致死率**。**甲酸**和**乙酸**，可破壞幾丁質，讓**苯酚**進入蟲體而致死，故**甲酸和苯酚互為協同劑**。**芒草醋液為非常有效的純天然生物農藥**。

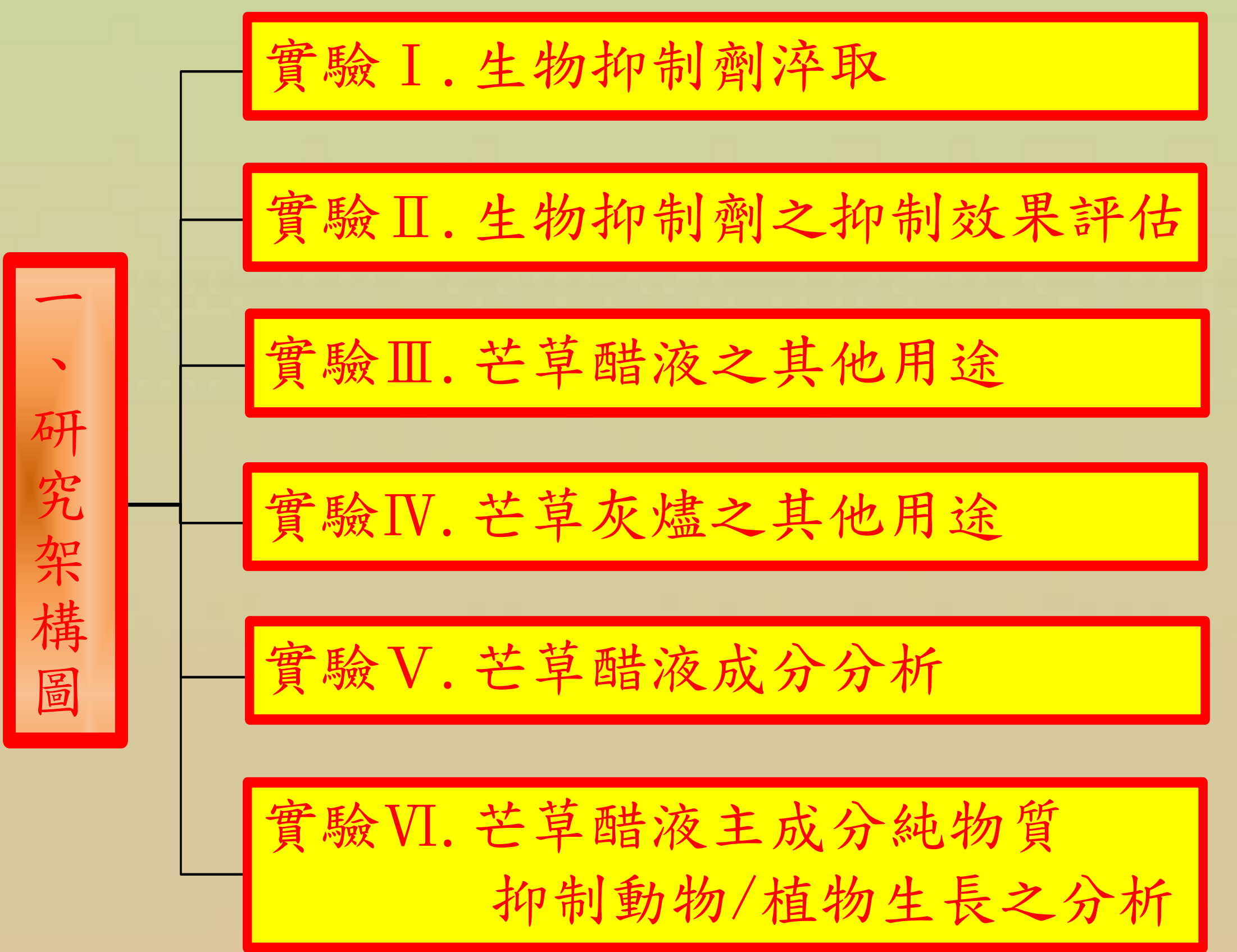
# 壹、前言

- 一、研究動機：略(詳見作品說明書)
- 二、研究目的：
  - (一) 以低溫、常溫和熬煮等不同溫度萃取法，進行芒草葉之水萃取液提取
  - (二) 以自製**芒草醋液萃取器**萃取**芒草醋液**和製備**芒草灰燼**溶液
  - (三) 以**五種芒草葉溶液**對**紋白蝶幼蟲**、**東方果實蠅成蟲**、**大花咸豐草植株**、**稗草植株**進行**生物抑制劑之抑制效果評估**
  - (四) **芒草醋液對水稻和玉米生長和產量之影響**
  - (五) **芒草醋液分解幾丁質(竹節蟲蛻皮和鎖管的透明幾丁質內殼)試驗**
  - (六) **芒草灰燼清除油污試驗**
  - (七) **芒草灰燼阻隔蝸牛試驗**
  - (八) **芒草醋液分餾暨成份分析**
  - (九) **芒草醋液主成份純物質抑制動物/植物生長之分析**
- 三、文獻回顧：略(詳見作品說明書)

項次	年度/屆次	科別/組別	題目	作者	研究大綱	與本作品關聯
1	2023年/63屆	生物科/國小組	<b>【生物除草劑初探】</b>	<b>華鈺萱</b>	發現五節芒新鮮葉子加水(重量比,葉:水=1:2),獲得的水提取物,即為 <b>【生物除草劑】</b> ,可用於田間,進行雜草控制,主要為『阻礙種子發芽』。	大多數野外狀況為『大花咸豐草與稗草已經生長成一個群聚』
2	2023年/63屆	農業與食品學科/高中組	「毒」善其身:探討植物的毒化作用和農業上的應用	吳丞策、李重廷、姚家璋	初步分析萃取物對土壤的pH值和電導度的影響。	僅以常溫/蒸餾水一種萃取植物 <b>【葉子汁液】</b>
3	2023年/63屆	生活與應用科學(二)科/國小組	這「炭」有「種」-自製無煙速燃炭粉餅結合火種功能的可行性	吳睿同、陳品伊、李曼歡、吳禹潔	自製無煙炭餅,以解決市售木炭難點燃及炭餅產煙問題。	僅 <b>【乾餾法】</b> 與本研究相關,其他部分皆無參考價值
4	2022年/62屆	農業與食品學科/高中組	福木葉萃取液應用於生物除草劑之可行性評估	紀宜辰、沈育緯、陳幸儒	探究福木葉做為生物除草劑應用於農田中的可行性。探討以福木葉萃取液抑制 <b>【大花咸豐草】</b> 的可行性,發現具有顯著抑制 <b>【咸豐草】</b> 種子萌發的效果。	僅以常溫/蒸餾水一種萃取 <b>【福木葉汁液】</b>
5	2021年/61屆	生物科/國小組	紋白蝶:臺灣?日本?傻傻分不清!	馬育倫、陳宜幼、侯沛好	找出臺灣紋白蝶和日本紋白蝶的外形特徵的差異性。	未有太多的實驗測試
6	2018年/58屆	生物科/國小組	苦中作樂-愛跳舞的瓜實蠅幼蟲	吳好觀、蔡術霖	對於 <b>【瓜實蠅】</b> 的生態行為觀察仔細入微。	未觸及如何 <b>【防範瓜實蠅】</b>
7	2017年/57屆	環境學科/高中組	臺灣常見菊科植物之應用	朱禹任、于子緯、侯沛好	使用蒸餾水與酒精萃取葉子的二次代謝物,以 <b>【果蠅】</b> 進行驅避實驗。利用生物技術提出環境無毒用藥之可行性。提供環保無污染的驅蟲劑。	未使用 <b>【乾餾法】</b> 取得植物醋液進行實驗
8	2012年/52屆	應科(二)科/國小組	咖啡王子一號店~研製咖啡渣活性炭	黃漫、連芸晨、范晉睿	利用咖啡渣製作活性炭以去除水中氯及脫色等功能。	未將碳化物質做更進階應用
9	2012年/52屆	應科(二)科/國小組	種出健康的有機蔬菜-環保驅蟲劑大車拼	鄭湘輝、廖晨雁、張王祺、林伯衍	從生活中常用的溶液和天然蔬果中尋找驅蟲的方法。	未使用 <b>【乾餾法】</b> 取得植物醋液進行實驗
10	2005年/45屆	應用科學科/高中組	稻草灰成分、性質及應用	高文偵、陳姣菁、侯健賢、楊為勛	(1)稻草灰有抑制真菌生長的成份。(2)可做为鐵礦(氧化鐵)還原的還原劑。	未使用 <b>【乾餾法】</b> 取得植物醋液進行實驗
11	2024年/64屆	生活與應用科學(三)科/國小組	<b>本研究作品【動物植物間的攻防大戰----生物抑制劑探究】</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>針對台灣野外環境無所不在的<b>【草莽英雄五節芒】</b>,讓它來個華麗轉身,變身成有利用價值且取之不盡的生物資材。</li> <li>自製工具<b>【芒草醋液萃取器】</b>萃取<b>【芒草醋液】</b>。</li> <li>針對現階段台灣農業最嚴重的危害動物<b>【紋白蝶】</b>、<b>【東方果實蠅】</b>、<b>【非洲大蝸牛】</b>等提出防治作法與新防治觀念。</li> <li>針對當前台灣農田最嚴重的危害植物<b>【大花咸豐草】</b>與<b>【稗草】</b>,當這兩種植物已分別拓展棲地,提出防治作法。</li> <li>利用萃取出的<b>【芒草醋液】</b>施加在<b>【稻田】</b>與<b>【玉米田】</b>中,透過田間試驗檢測對<b>【稻米】</b>與<b>【玉米】</b>生長和產量之影響。</li> <li>找尋為何<b>【芒草醋液】</b>可提升農作物產量的可能因素。</li> <li><b>【五節芒】</b>經由<b>【芒草醋液萃取器】</b>萃取<b>【芒草醋液】</b>後的殘渣,也就是<b>【灰燼】</b>,進行再利用的探究,讓<b>【五節芒】</b>不僅成為有用的農用生物資材,甚至達到<b>【零廢棄物】</b>等級。</li> <li>測試<b>【芒草灰燼】</b>在清除油污的效能。</li> <li>測試<b>【芒草灰燼】</b>在防堵<b>【非洲大蝸牛】</b>入侵菜園/果園的效能。</li> </ul>	<p><b>【本研究作品的重大發現】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>成功讓台灣野外生態強勢物種<b>【五節芒】</b>變身為有利用價值的農業資材。</li> <li>找出<b>【芒草醋液】</b>對<b>【紋白蝶】</b>、<b>【東方果實蠅】</b>、<b>【大花咸豐草】</b>與<b>【稗草】</b>的防治濃度。</li> <li>找出<b>【芒草灰燼】</b>對<b>【紋白蝶】</b>、<b>【東方果實蠅】</b>、<b>【大花咸豐草】</b>與<b>【稗草】</b>的防治濃度與防堵<b>【非洲大蝸牛】</b>入侵菜園/果園的最佳施作方法。</li> <li>找出<b>【芒草醋液】</b>在田間試驗<b>【提升【稻米】與【玉米】產量】</b>的最佳濃度與做法。</li> <li>分析<b>【芒草醋液】</b>的成分,確認可殺死昆蟲的初步<b>【機理】</b>,並確認<b>【芒草醋液】</b>可成為<b>【天然化合物的農藥】</b>,為<b>【生物農藥】</b>開發奠立極佳的基礎。</li> <li>第一位研究<b>【芒草醋液】</b>應用與成份分析之論文。</li> </ul>	 <p>相片四：《芒草醋液萃取器》構造圖</p>

# 貳、研究設備及器材

# 參、研究過程或方法



二、研究植物/動物材料：  
五節芒/日本紋白蝶/東方果實蠅/鎖管/小紅翅竹節蟲/大花咸豐草/稗草(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

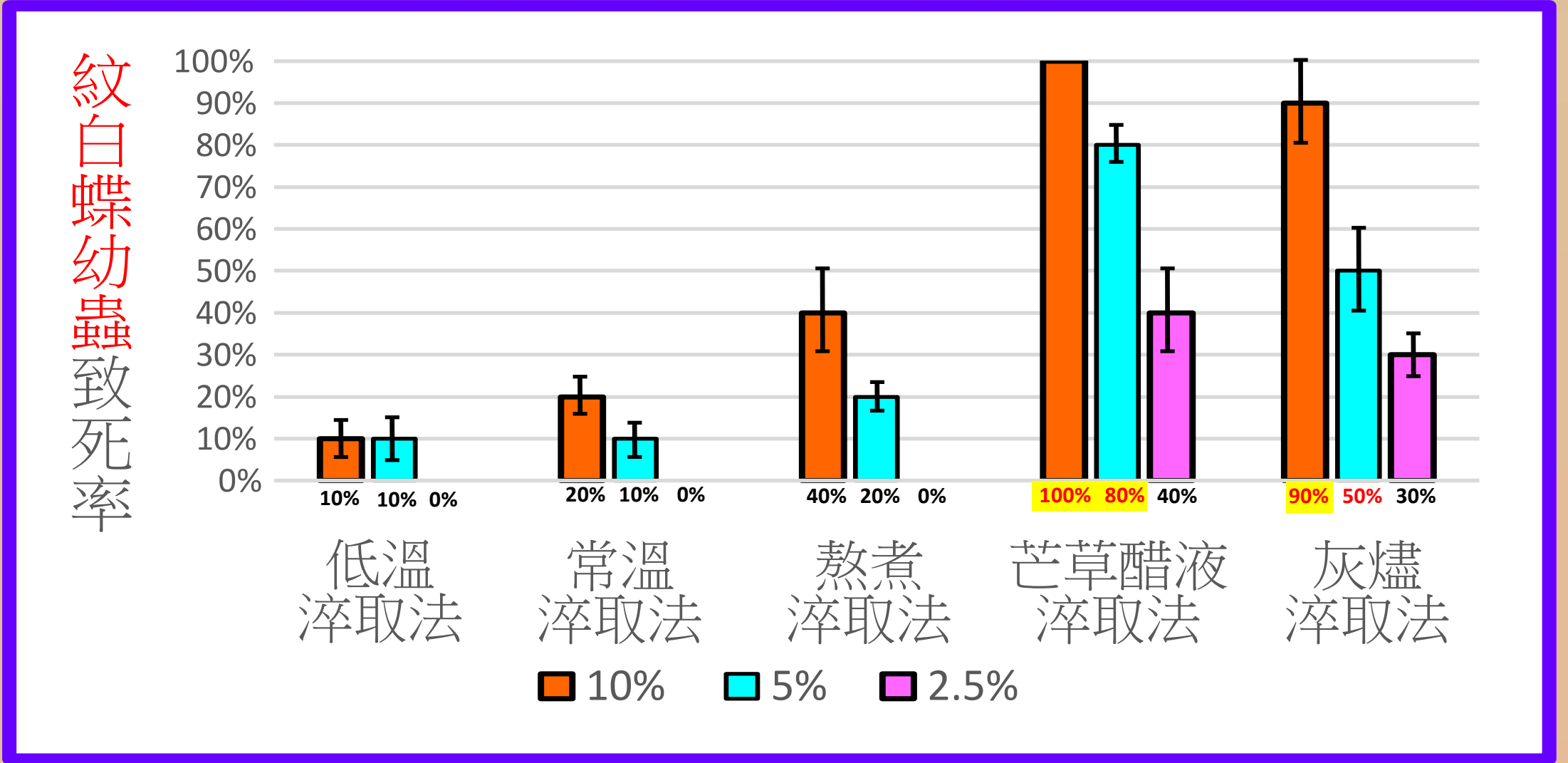


圖 1. 芒草葉萃取液對紋白蝶幼蟲生長抑制試驗

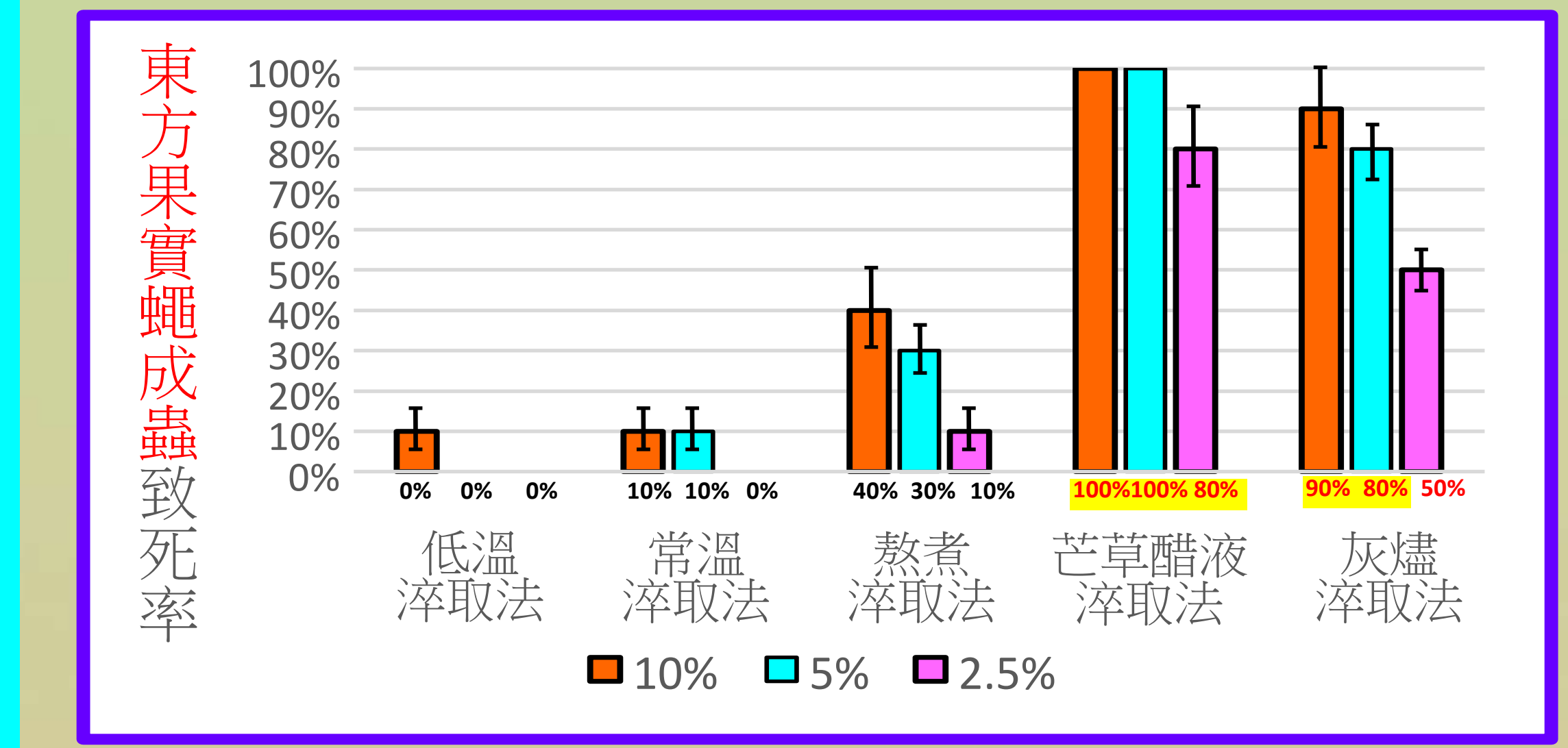


圖 2. 芒草葉萃取液對東方果實蠅成蟲生長抑制試驗

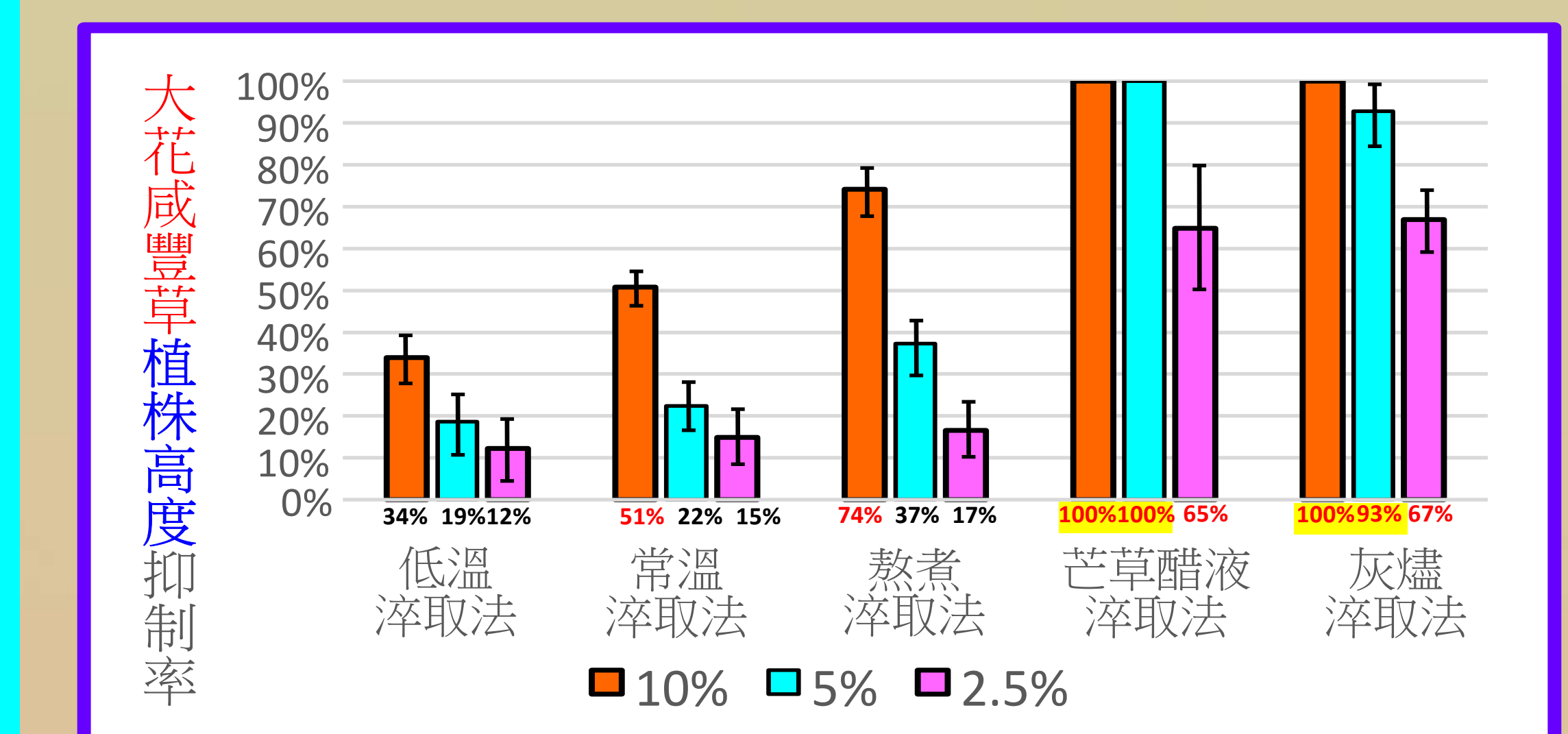


圖 3.1. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<植株高度>

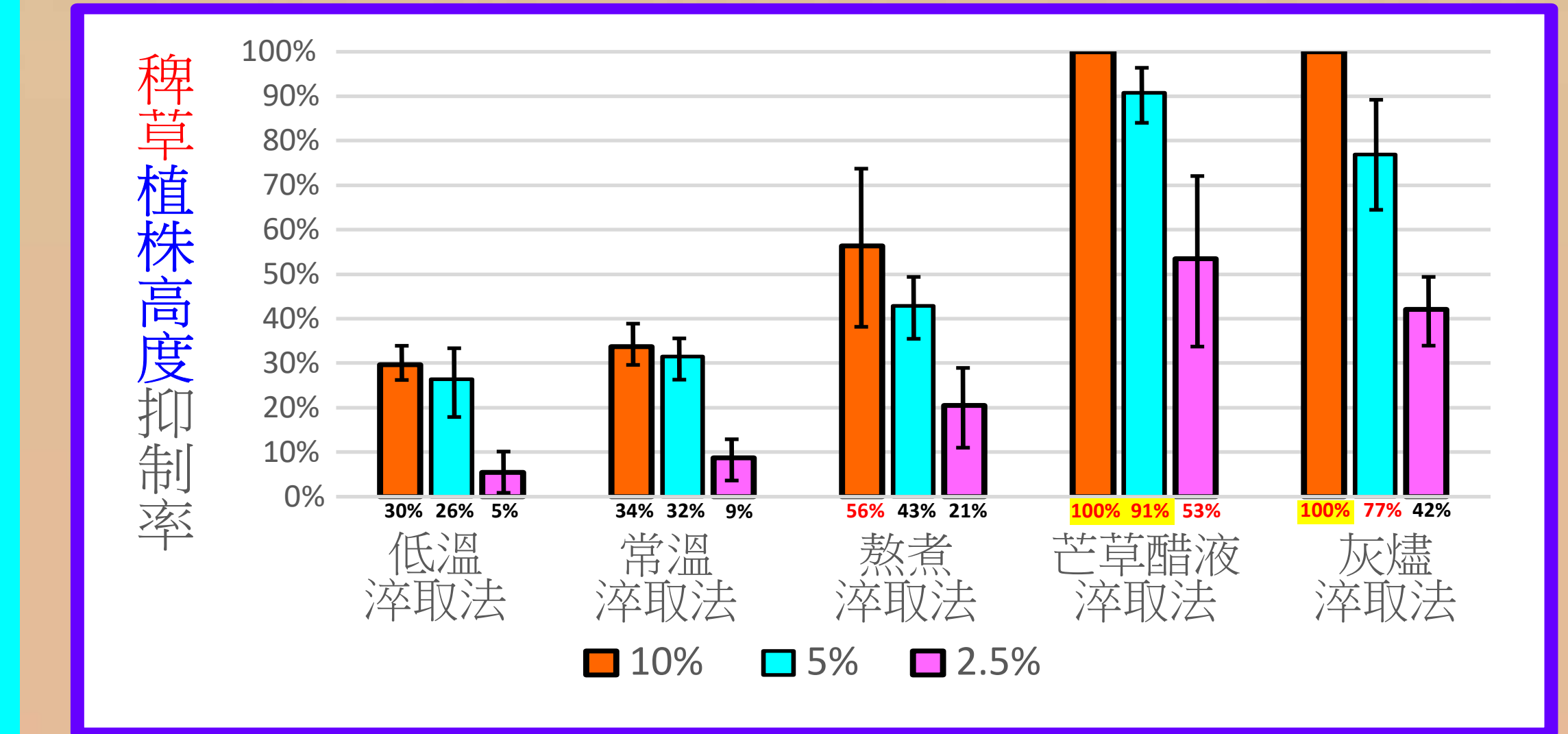


圖 4.1. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<植株高度>



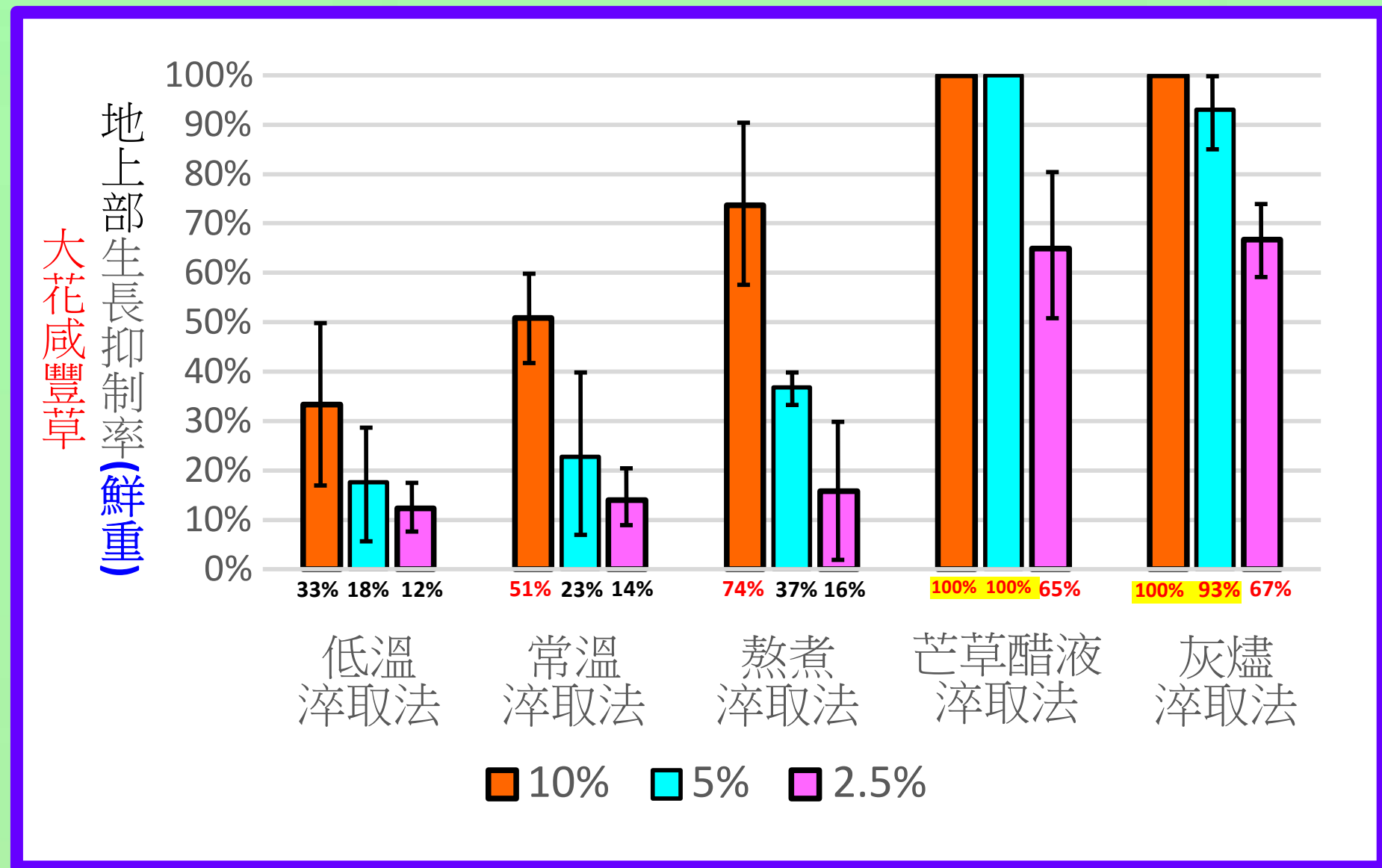


圖 3.2. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

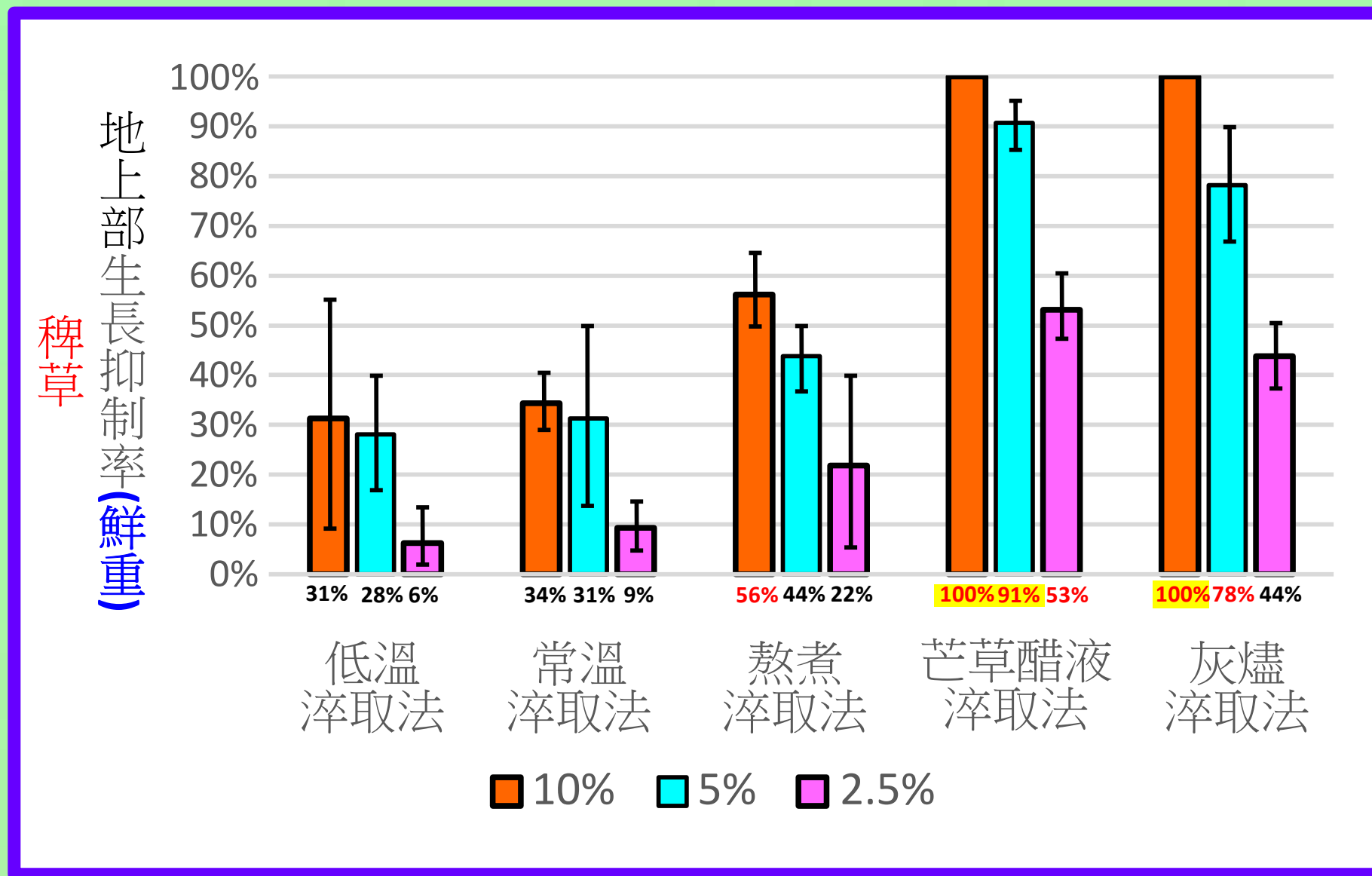


圖 4.2. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

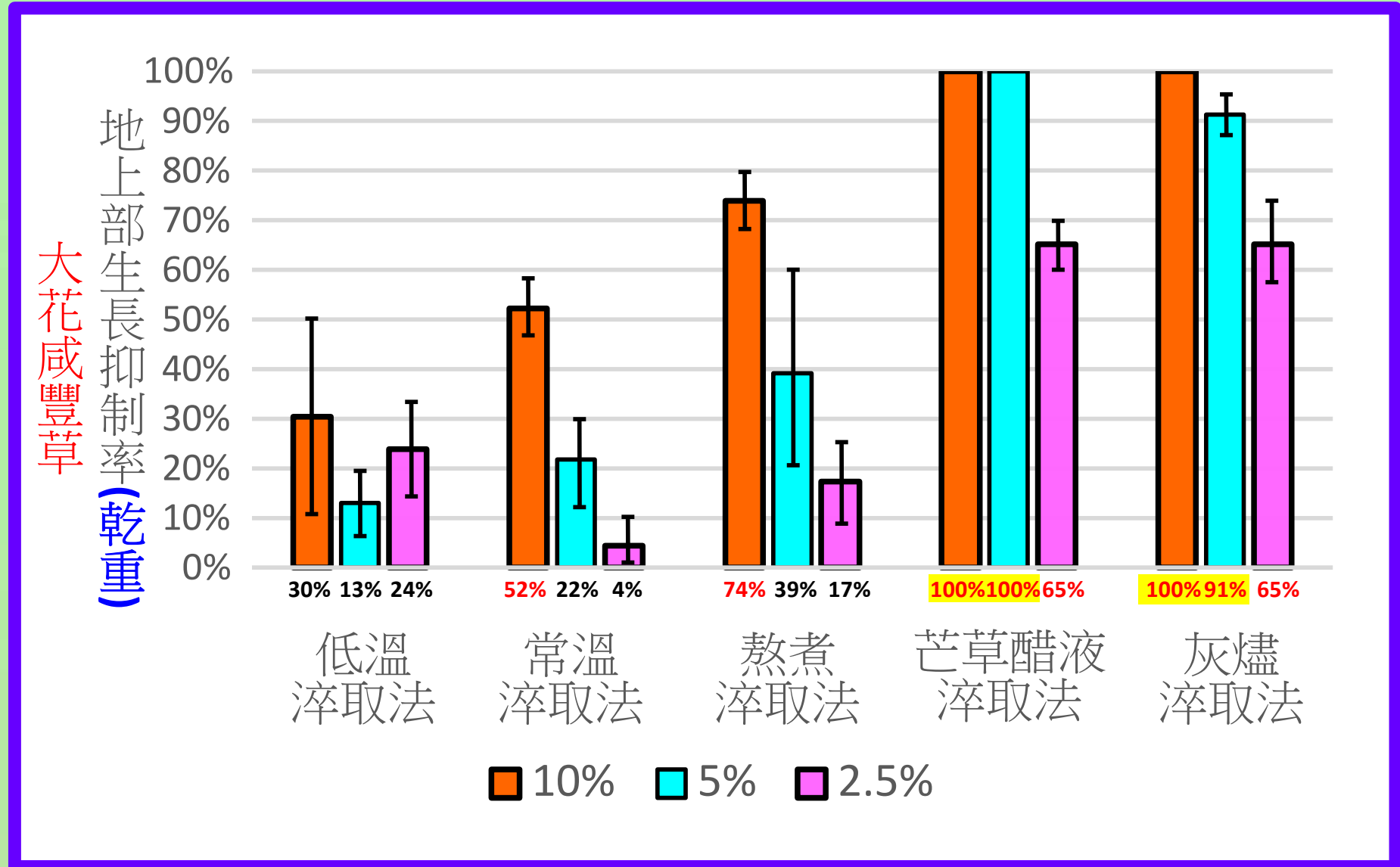


圖 3.3. 芒草葉萃取液對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部乾重>

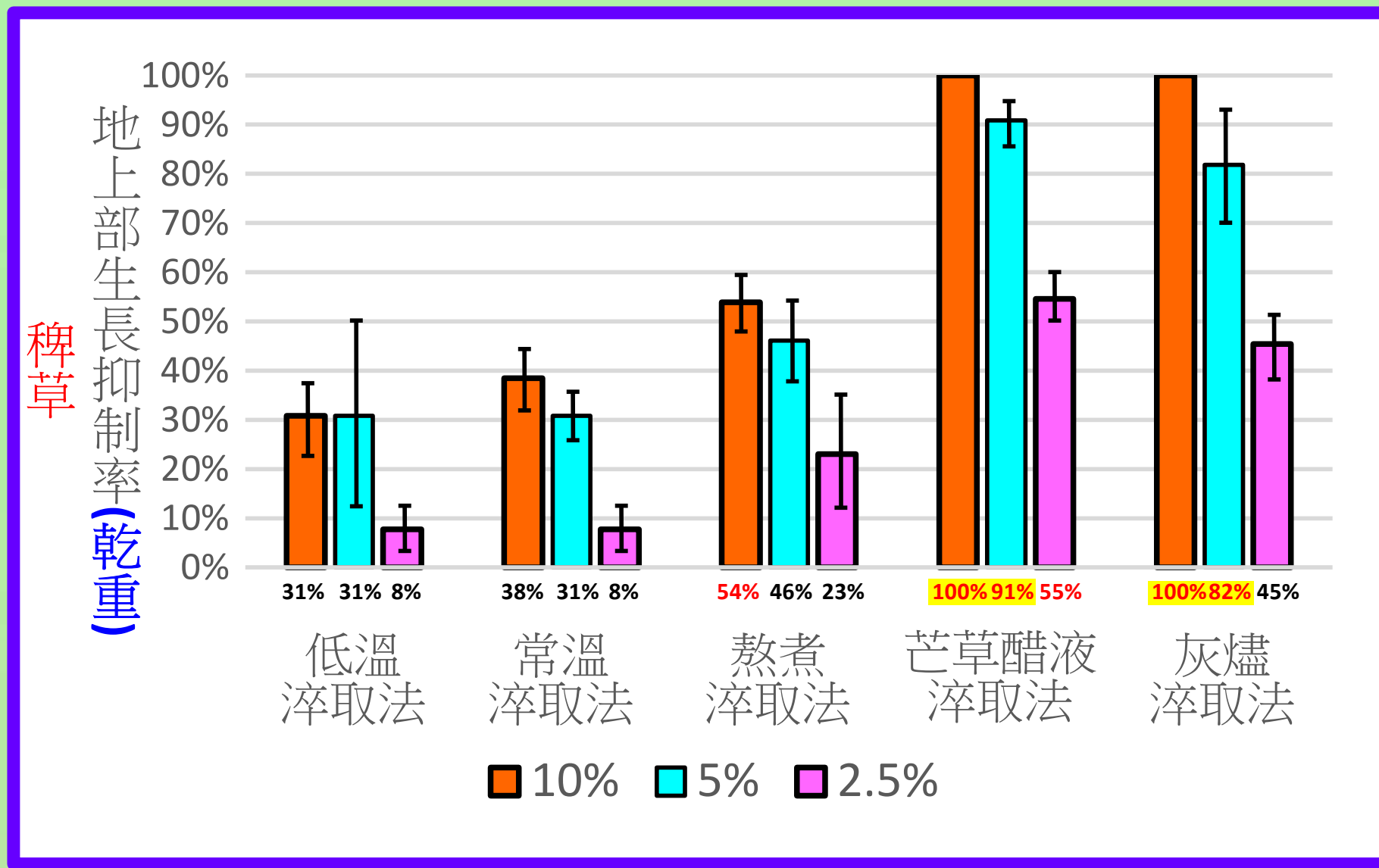
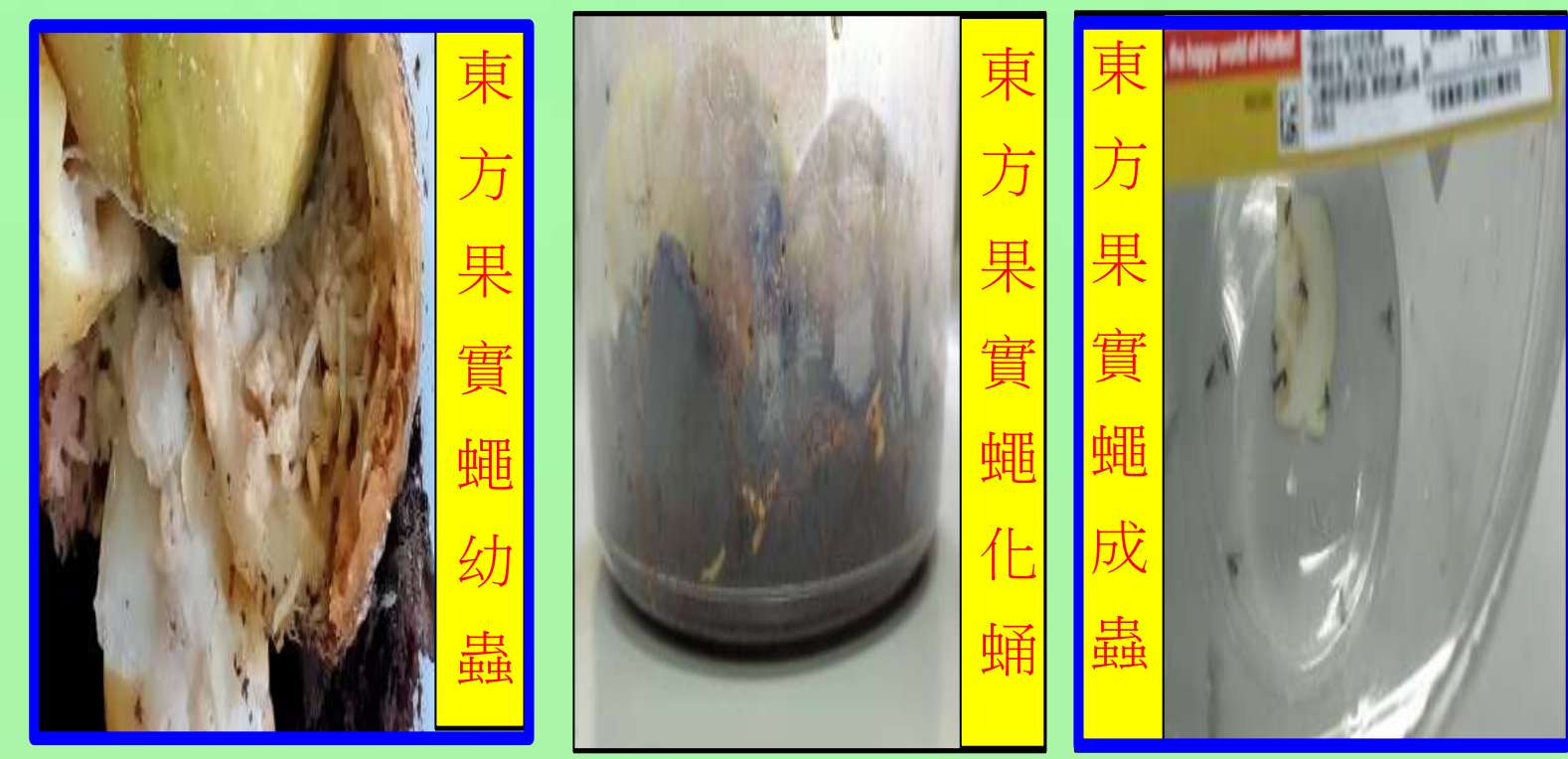


圖 4.3. 芒草葉萃取液對稗草生長抑制試驗—<地上部乾重>



相片八：東方果實蠅幼蟲、蛹、成蟲



相片十一：施作之水稻田和玉米田



相片十七：芒草醋液分解幾丁質試驗

表 6 芒草醋液對水稻和玉米收穫產量的試驗

物種	組別	土地面積(m <sup>2</sup> )	收穫(Kg)	產量 Kg/m <sup>2</sup>	增/減 %
水稻	對照組	1100	818	0.744	± 0%
	實驗組一	1050	889	0.847	+ 13.8%
	實驗組二	1000	840	0.840	+ 12.9%
	實驗組三	850	727	0.855	+ 14.9%
	實驗組	面積總和 2900	收穫總和 2456	平均產量 0.847 ± 0.008	+ 13.8%
玉米	對照組	980	728	0.743	± 0%
	實驗組一	1000	847	0.847	+ 14.0%
	實驗組二	920	791	0.860	+ 15.7%
	實驗組三	700	610	0.871	+ 17.2%
	實驗組	面積總和 2620	收穫總和 2248	平均產量 0.859 ± 0.012	+ 15.5%

表 7 芒草醋液分解幾丁質試驗

溶液	10% 鹽酸	10% 醋酸	10% 芒草醋液	蒸餾水
竹節蟲蛻皮	A1：竹節蟲蛻皮跟對照組對比之下變得更透明	B1：不斷的冒微小氣泡。	C1：竹節蟲蛻皮被芒草醋液染成咖啡色	D1：沒反應
鎖管幾丁質內殼	A2：透明軟甲變白，隨著加熱時間增加又慢慢轉透明	B2：不斷的冒微小氣泡，好像有成分被溶解；停止加熱後有白色懸浮/沉澱物在上層介面的底部，一天後全部沉澱到試管最底部	C2：溶液為褐色，有更微小氣泡形成；透明軟甲被染成咖啡色，溶液顏色變淡，透明軟甲顏色變深，兩者有明顯的深淺色差	D2：沒反應

表 10. 芒草醋液中主要成分

物質	沸點 (°C)	分子量 (g/mol)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
乙醛 (Acetaldehyde)	20.2	44.1	0.79
丙醛 (Propanal)	48.8	58.0	0.81
乙醇 (Ethanol)	78.4	46.1	0.79
異丙醇 (Isopropanol)	82.3	60.1	0.79
甲酸 (Formic acid)	100.8	46.0	1.22
正丁醇 (1-Butanol)	117.0	74.1	0.81
乙酸 (Acetic acid)	117.9	60.1	1.05
苯酚 (Phenol)	181.0	94.1	1.07

表 8 芒草灰燼清除油汙試驗

試管編號	A	B	C	D	E
處理方式	5% 洗碗精溶液	5% 小蘇打溶液	5% 芒草灰燼溶液	蒸餾水	不裝溶液
試驗一評分	8	9	9	2	1
試驗二評分	9	8	8	2	1
試驗三評分	9	8	9	2	1
試驗評分平均	8.7	8.3	8.7	2	1

給分標準

1 ~ 2 分	塑膠片上，油汙附著明顯。
3 ~ 4 分	塑膠片上，附著部分油汙。
5 ~ 6 分	塑膠片上，附著少量油汙。
7 ~ 8 分	塑膠片上，目視似乎無油汙，但用手指觸摸，仍有少量油汙附著。
9 ~ 10 分	塑膠片上，目視無油汙，用手指觸摸，感覺已沖洗乾淨。

表 9 芒草灰燼阻隔蝸牛試驗

蝸牛編號	1 號	2 號	3 號	4 號	5 號	6 號	7 號	對照組	1-6 號平均
阻隔效果	10	9	10	10	10	9	1		9.7

給分標準

1 ~ 2 分	蝸牛正常爬入取食。
3 ~ 4 分	蝸牛遇灰燼，有退縮現象，但試探十分鐘內，依然爬入取食。
5 ~ 6 分	蝸牛遇灰燼，有退縮現象；試探一小時後，會爬入取食。
7 ~ 8 分	蝸牛遇灰燼會退縮，在灰燼周圍爬行，二天後，進入休眠。
9 ~ 10 分	蝸牛與灰燼保持距離，不敢碰觸灰燼，在容器內距離灰燼最遠處，進行休眠。

芒草醋液分餾與成分分析



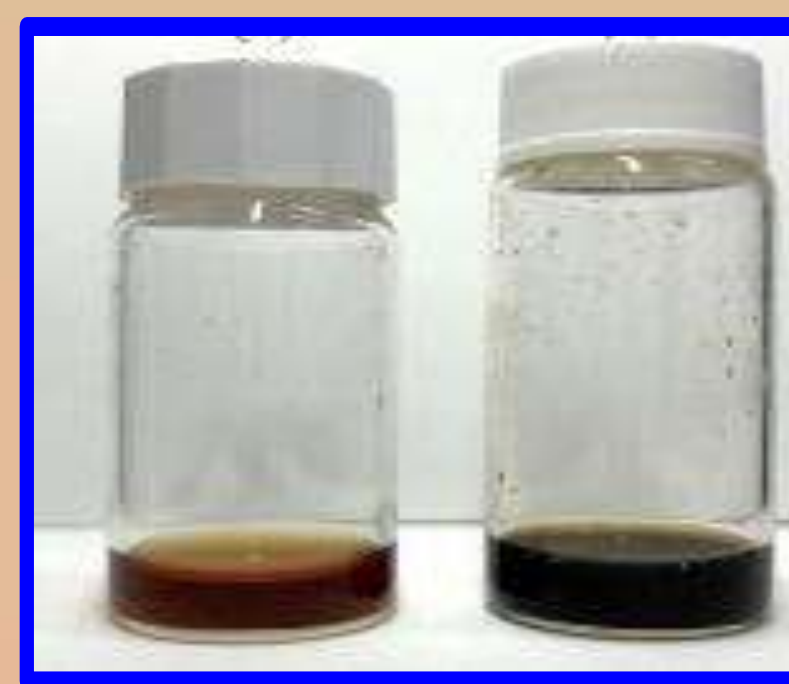
相片二十：芒草醋液分餾結果  
圖中：室溫~75°C，佔 4.82 %  
圖左：75°C~98°C，佔 40.47 %  
圖右：98°C以上，佔 54.71 %



相片二十四：上：0.01M 過錳酸鉀溶液，下：芒草醋液中醇類檢測



相片十五：油浴鍋與分餾裝置



相片二十二：芒草醋液中苯酚類檢測



相片二十三：芒草醋液中醇類檢測



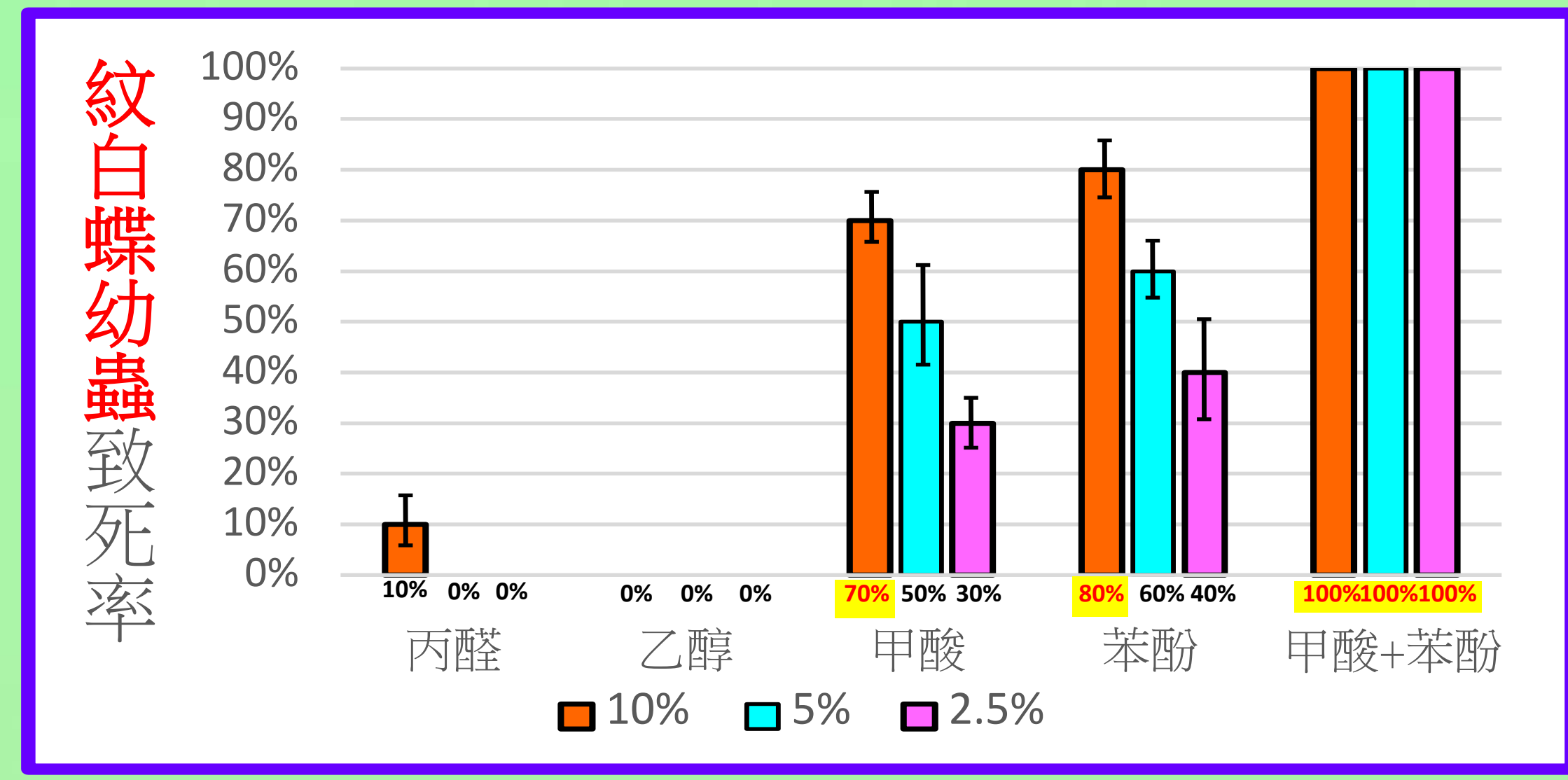


圖 11. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對紋白蝶幼蟲生長抑制試驗

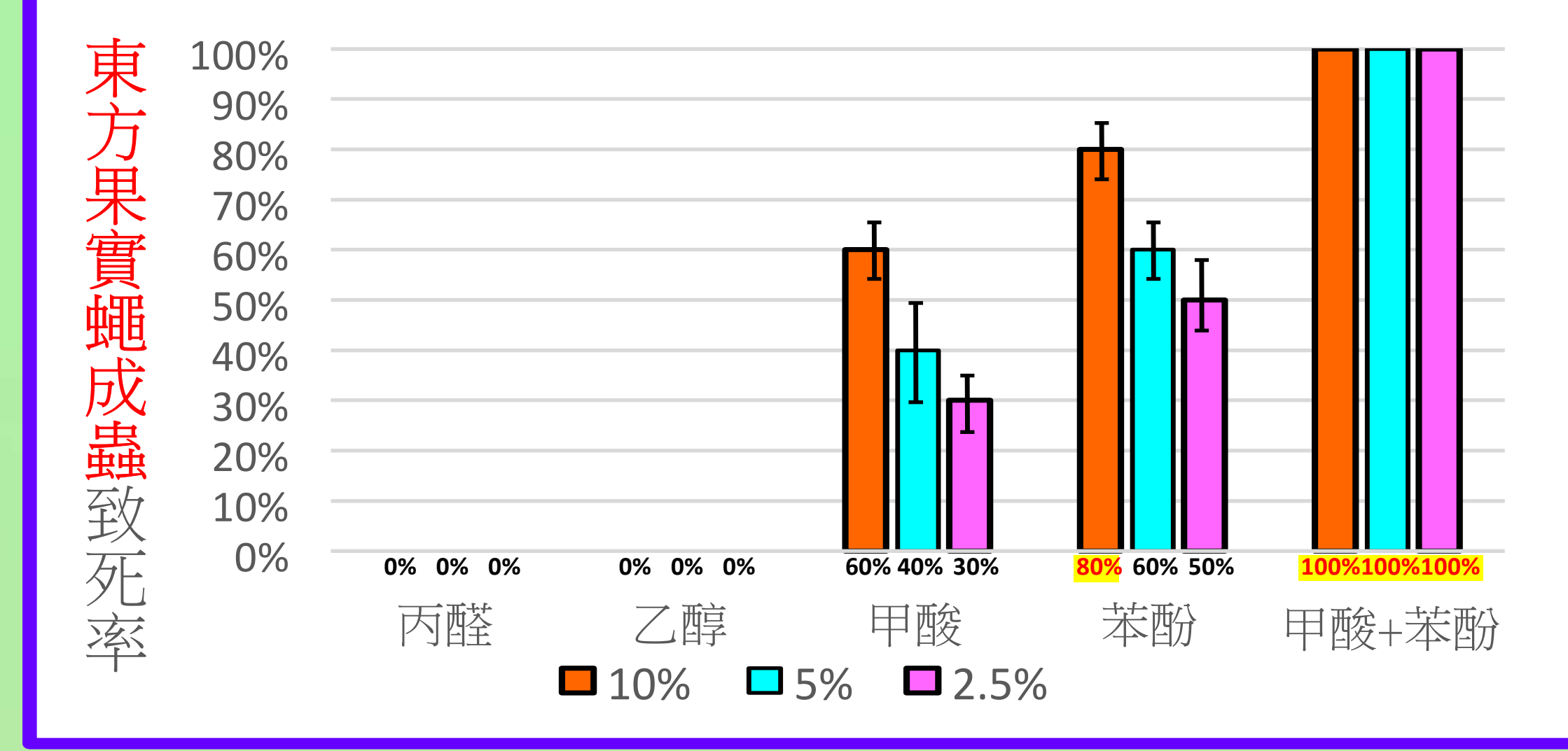
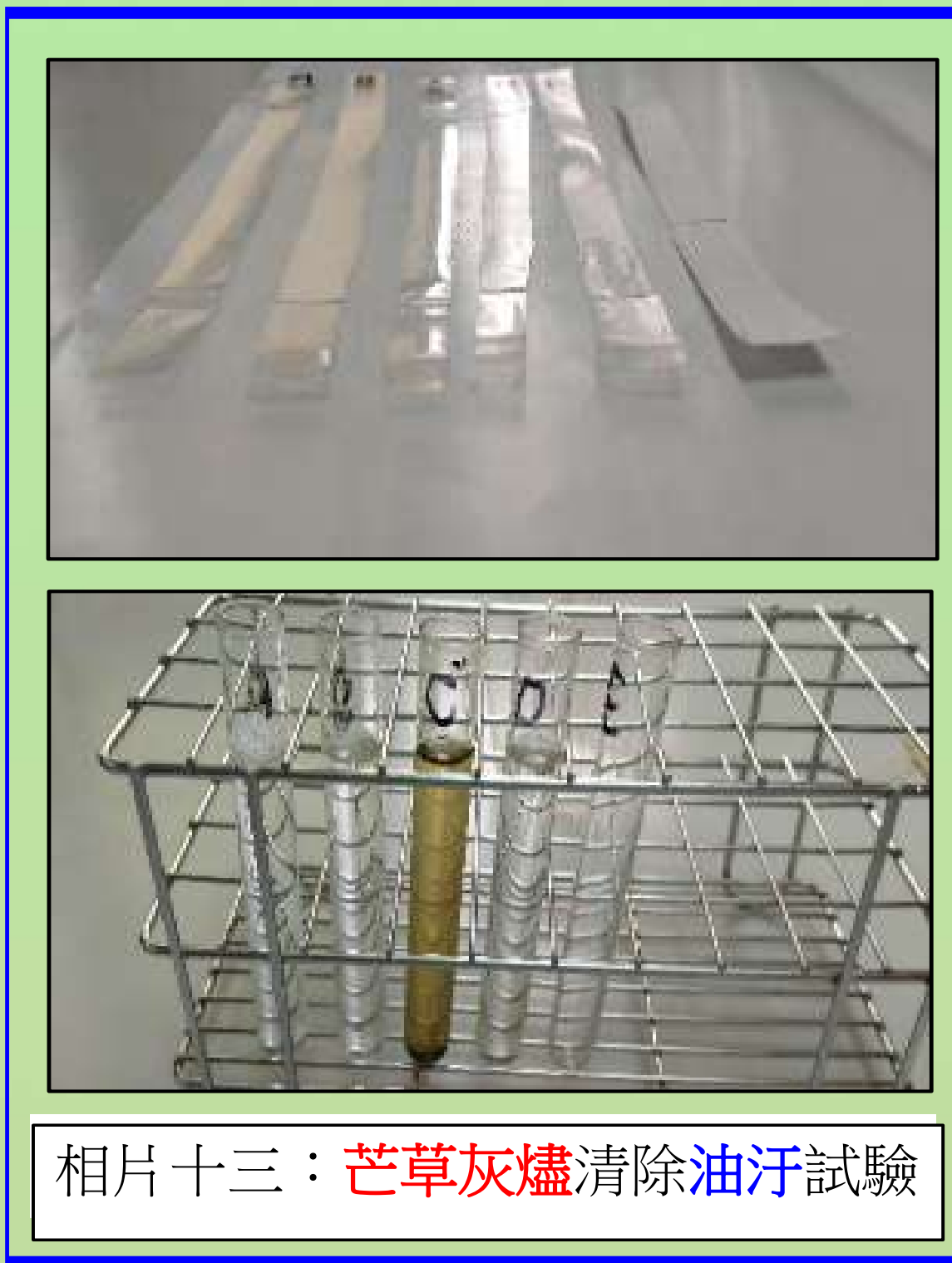


圖 12. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對東方果實蠅成蟲生長抑制試驗



：略(詳見作品說明書)

## 陸、結論與建議

- 一、芒草葉的低溫淬取法、常溫淬取法、熬煮淬取法的各種濃度液體，對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲的致死率都不高；但10%的芒草醋液和芒草灰燼淬取液對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲的致死率高達100%。
- 二、5%的芒草醋液和芒草灰燼液對已發芽的大花咸豐草和稗草的植株高度抑制率、地上部生長抑制率(鮮重)和地上部生長抑制率(乾重)皆高達90%以上，甚至高達100%，可能是芒草醋液中的多種有機酸和芒草灰燼液中的碳酸鈣CaCO<sub>3</sub>和碳酸鉀K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>所形成的偏酸/偏鹼土壤，不利於大花咸豐草和稗草生存所致。
- 三、100%的芒草醋液對具幾丁質外骨骼的外來入侵昆蟲生長具抑制作用。
- 四、芒草醋液，可提升水稻產量達13.8%；可提升玉米產量達15.5%。
- 五、醋酸和芒草醋液等有機酸溶液，可造成天然幾丁質局部被分解破壞。農田中的病原真菌細胞的細胞壁和所有昆蟲的體表，都是幾丁質構成，都會被醋酸和芒草醋液等有機酸溶液破壞，這可提供學術界、農藥公司和農民另類的病蟲害防治觀念！

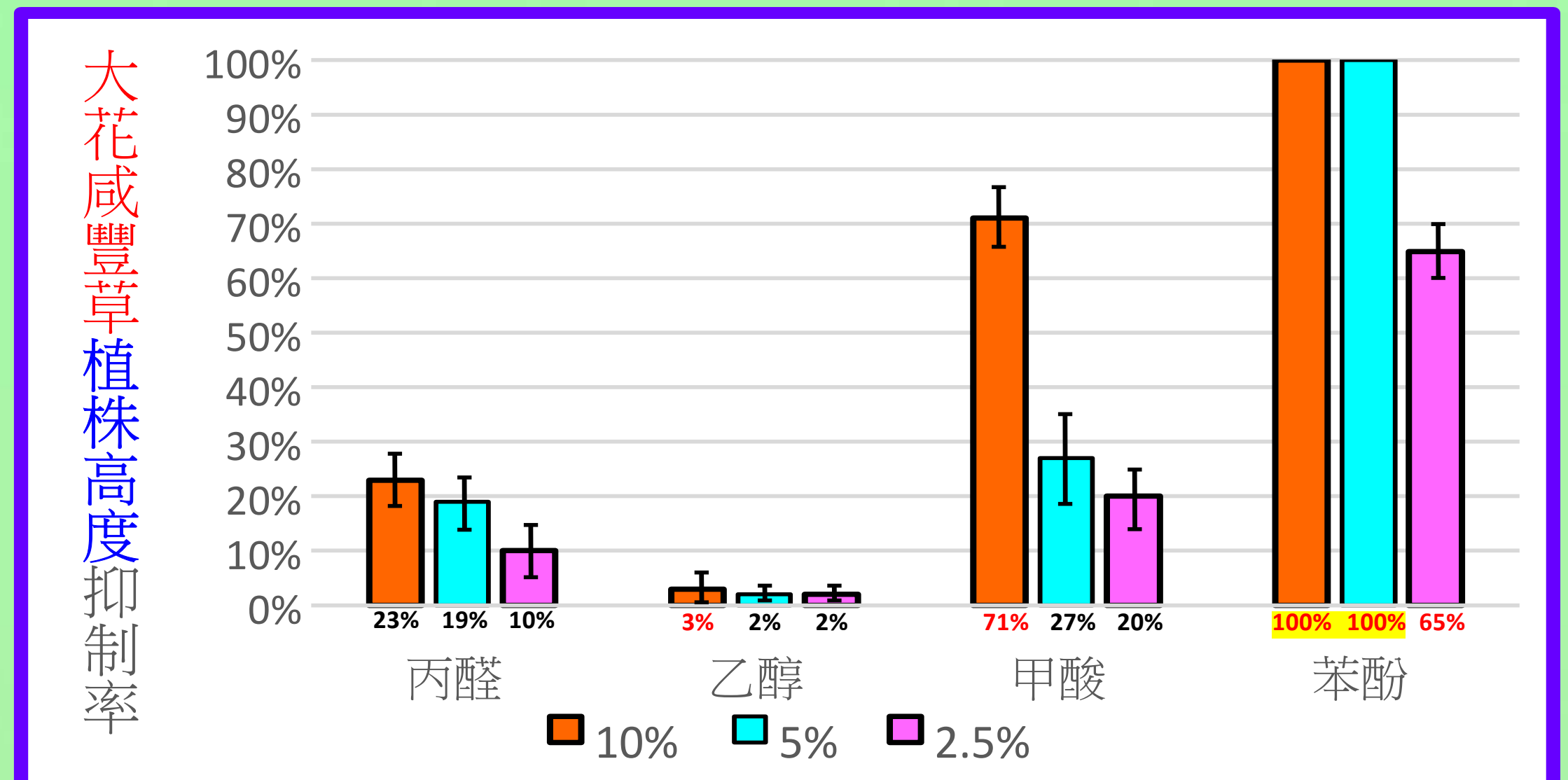


圖13.1. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<植株高度>

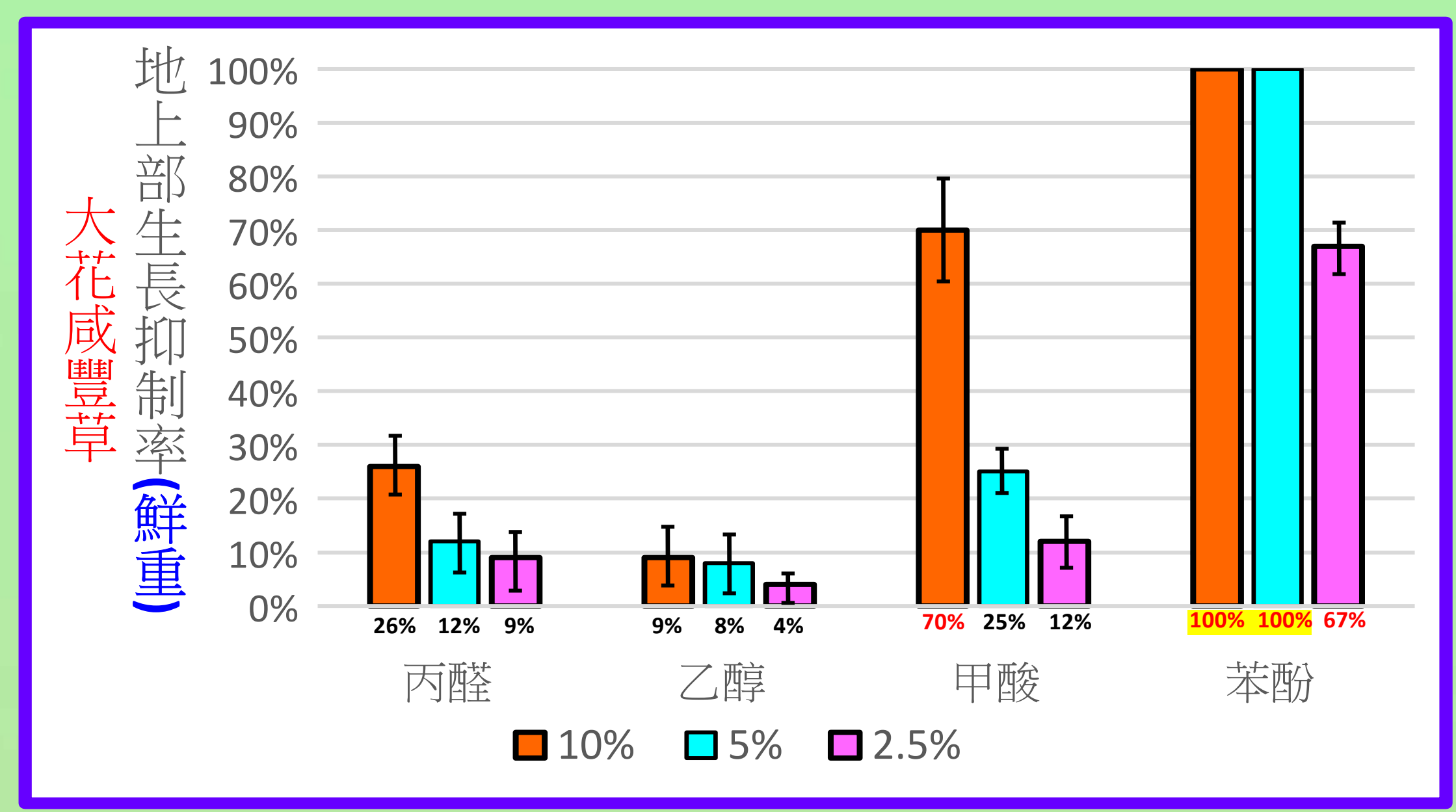


圖13.2. 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部鮮重>

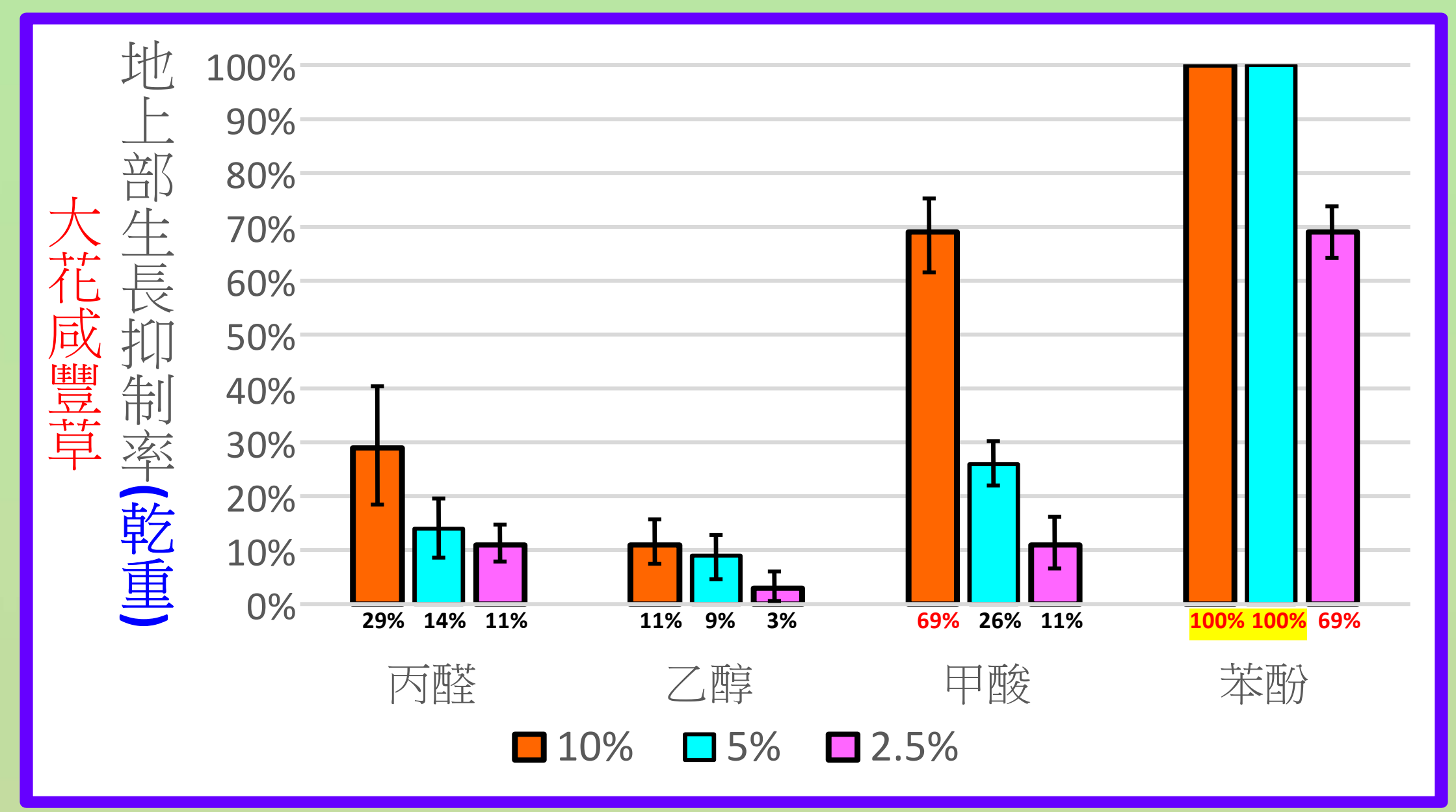


圖13.3 丙醛/乙醇/甲酸/苯酚對大花咸豐草生長抑制試驗—<地上部乾重>

- 六、5%洗碗精溶液、5%小蘇打溶液和5%芒草灰燼溶液在清除油汙試驗中，效果相當。
- 七、在農園、菜圃四周圍，撒上厚重的芒草灰燼，寬度10cm以上，只要大於成年蝸牛個體的《螺塔》+《體層》的長度，可避免蝸牛爬入取食蔬果。
- 八、2.5%的甲酸+苯酚，就可以達到對紋白蝶幼蟲和東方果實蠅成蟲100%致死率。甲酸和苯酚在殺死昆蟲的過程中，互為【協同劑】。芒草醋液中含有有機酸，主要為甲酸和乙酸，可破壞幾丁質，讓苯酚可以順利進入昆蟲細胞內發揮作用，因而殺死昆蟲。芒草醋液是純天然萃取物，完全無額外化學添加物，對環境友善，不易讓昆蟲產生抗藥性。本研究有助於設計源自天然化合物的農藥，為生物農藥開發奠立極佳的基礎。

## 柒、參考文獻

：略(詳見作品說明書)

