

屏東縣第 66 屆國中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(三) (含化學工程/環境科學)

組 別：國小組

作品名稱：校園植物的新任務

關鍵詞：陰香、螞蟻 (最多三個)

編號：A8003

摘要

本研究針對校園強勢外來種植物「陰香」之葉片氣味，探討其對螞蟻行為的趨避效果。研究起源於校園生態觀察，發現陰香樹周遭鮮少有螞蟻的蹤跡，與其他樹種形成強烈對比。實驗初期嘗試以 RO 水蒸餾失敗，後修正為「75% 酒精浸泡 30 分鐘並帶葉蒸餾」，成功提取具明顯辛香味之精油液。在趨避實驗中，本小組經歷了單一螞蟻觀察行為雜亂、戶外初測變因控制不佳等挫折，最終確立「定量定距」實驗模型。透過連續多日的數據監測（包含晴天與雨天之環境變數），結果證實陰香精油原液及高濃度組別（15%、20%）能產生顯著的生物阻隔作用，甚至誘發蟻群產生「路徑捨棄行為」，使區域內的引誘劑獲得完整保護。

壹、前言

一、研究動機

在國小五年級的自然科學課程中，我們深入學習了「生物與環境」以及「動物的感官行為」等核心單元。課程讓我們理解到，生物為了在演化過程中提高存活率，發展出多樣化的防禦策略，其中昆蟲高度仰賴發達的化學感官系統進行覓食與族群溝通。其中螞蟻，是透過分泌費洛蒙（Pheromone）建立精密的導航機制，以達成高效的資源分配。

在一次全校性的校園植物觀察活動中，我們發現一個特殊的生態差異現象：在光臘樹、榕樹...等樹種的樹幹，常能觀察到成群結隊的螞蟻，並已形成穩定的覓食路徑；然而，在觀察陰香樹種（*Cinnamomum burmannii*）時，我們卻發現樹周圍的區域鮮少有螞蟻活動。這種現象引發了我們的科學好奇：陰香是否具有特定的化學物質，能干擾螞蟻的嗅覺路徑？我們希望能透過嚴謹的實驗設計，將此直觀的生態觀察轉化為可量化的科學實據。

二、研究目的

本研究旨在多層次釐清陰香的驅蟻特性，核心目的包含：

- 1、最佳化萃取技術：比較 RO 水蒸餾與 75%酒精蒸餾的效果，建立穩定取得陰香揮發性成分的標準流程。
- 2、行為驗證與差異性分析：探討陰香萃取液對「單隻螞蟻」與「集體族群」行為的影響是否存在一致性。
- 3、建立定量防護模型：透過「定量定距」實驗，找出陰香精油發揮效用的濃度閾值，並評估其在真實環境中維持防禦效力的時效性，進而探討未來開發為天然生物防治資材的可能性。

三、文獻回顧

根據現有植物學與生物化學文獻顯示，陰香（*Cinnamomum burmannii*）為樟科常綠喬木，葉片內含有豐富的次級代謝產物，包含肉桂醛、丁香酚與芳樟醇等揮發性精油成分（王博仁，2012）。這些成分在自然界中扮演化學防禦的角色，具有抗菌、抗真菌及顯著的昆蟲趨避能力（曾建維，2015）。從昆蟲生理學角度看，螞蟻的群體行為高度依賴費洛蒙軌跡的傳遞（威爾遜，2001）。當偵查蟻發現食源後，會沿途留下化學標記以引導同伴。若環境中存在如肉桂醛般具備強烈干擾性的化學氣味，將導致螞蟻的嗅覺辨識功能暫時性失效，進而迫使族群撤離。本研究基於此理論基礎，推論陰香萃取物應能透過阻斷化學通訊機制達成驅逐效果。

貳、研究設備及器材

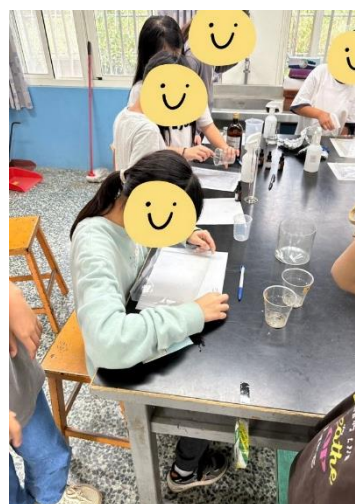
一、研究材料及設備

為確保實驗具備學術研究之可靠度，我們挑選與校準各項器材：

- 1、萃取裝置(如右圖)：採用專業級玻璃蒸餾套件，包含加熱器、圓底燒瓶、冷凝管及接收瓶，以凝結溫度差異進行成分分離。
- 2、溶劑系統：選用 RO 逆滲透水與 75% 醫用酒精，作為極性與非極性成分溶解效果的比較基準。
- 3、測量與定時系統：使用精度達 0.01 克的電子秤測量誘餌量，並搭配公制長度尺，以精確控制空間變因。



- 4、生物觀察載體：準備多組透明方盤用於微觀行為記錄，並利用噴霧瓶進行均質化的噴灑施作。所有設備皆在使用前經由標準流程清潔，確保無殘留物干擾實驗數據。



參、研究過程及方法

一、研究方法

本研究的核心在於透過嚴謹的實驗設計，驗證校園植物陰香（*Cinnamomum burmannii*）之萃取物對螞蟻行為的影響。我們採用了以下三種主要的科學探究方法：

1. 控制變因法（Control of Variables）：這是本研究最重要的實驗基礎。我們嚴格區分「操縱變因」（如陰香萃取液的濃度、葉片的處理方式）、「控制變因」（如實驗時的環境溫度、光線、螞蟻到誘餌的距離、誘餌的重量）以及「應變變因」（如單位時間內螞蟻的通行數量、誘餌被搬運後的剩餘重量）。透過單一變因的改變，確保觀測到的驅蟻效果確實源自於陰香氣味，而非其他環境因素。



2. 定性與定量觀察法（Qualitative and Quantitative Observation）：我們不僅透過觀察與現場筆記紀錄螞蟻接觸氣味時的反應（如：原地徘徊、逃離行為等定性描述），更利用電子秤與計時器進行量化統計。透過連續七天的數據收集，計算出不同濃度下的「驅蟻成功率」與「食物損失量」，以具體的數據作為論證支持。



3. 比較研究法 (Comparative Method): 我們設置了多組對照, 包括使用不同溶劑 (RO 水 vs. 75% 酒精) 的萃取效果比較, 以及實驗組 (不同濃度精油) 與對照組 (無處理) 之間的差異對照, 藉此釐清陰香有效成分的最佳提取路徑與最低有效濃度。



二、研究過程

研究過程分為兩個主要階段, 並在每個階段中透過失敗經驗進行滾動式的科學修正:

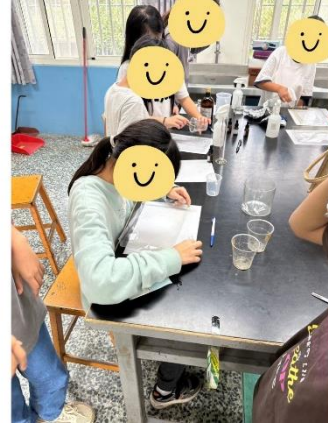
(一) 陰香精油萃取方式的優化與修正

1. 水蒸餾試驗階段 (失敗轉折): 最初我們假設植物成分皆可透過水蒸氣帶出, 因此將陰香葉片浸泡於 RO 水中 30 分鐘後進行加熱蒸餾。然而, 實驗產出的液體不僅清澈無色, 且幾乎不具備陰香特有的辛香味。經過討論, 我們判定陰香中具驅蟻潛力的成分 (如肉桂醛) 具有高度的疏水性, 傳統水蒸餾法難以有效提取。
2. 酒精浸泡與蒸餾優化階段 (成功修正): 為了解決溶解度問題, 我們改用 75% 酒精作為溶劑。最初單純酒精浸泡後蒸餾的效果仍不理想, 最終我們確立了關鍵步驟: 「以 75% 酒精浸泡葉片 30 分鐘, 且在進行蒸餾加熱時, 保持葉片在燒瓶內同時反應」。透過此物理過程, 酒精能更深入滲透葉脈組織, 成功提取出具備強烈辛辣氣味的濃縮精油原液, 奠定了後續實驗的物質基礎。



(二) 驅避行為實驗的設計與演進

1. 單一行為觀察期：實驗初期，我們抓取校園常見螞蟻置於透明方盤中，試圖觀察單一個體在面對噴灑區域時的閃避路徑。然而，離開族群的螞蟻會產生強烈的「環境壓力」，行為呈現隨機衝撞，難以區分是受氣味影響還是因為驚慌。因此，我們判定此法信度不足，決定轉向戶外自然群體的觀察。



2. 戶外群體初步測試：我們在校園蟻窩周邊放置砂糖堆進行濃度測試。初期數據顯示，不論濃度高低，某些位置的砂糖被搬運速度極快。經檢討發現，我們漏掉了**「空間距離」**這一關鍵變因，螞蟻會優先偵測並搬運距離較近的食源。這次失敗讓我們理解到，環境實驗必須精確控制距離，才能排除非氣味因素的干擾。



3. 「定量定距」實驗模型：為排除距離干擾並驗證普遍性，我們設計了以下兩種關鍵實驗狀況：

狀況一：單一蟻窩之長效性阻隔測試：在確認具備穩定搬運動作的路徑上，設置六個等距（50cm）的引誘點。我們先灑砂糖誘使螞蟻建立路徑，隨後在目標區域噴灑陰香萃取原液。此階段的核心在於觀察單一族群在強烈干擾後的決策轉變。



狀況二：跨族群之同步定距測試：為了確認陰香的效果不限於單一蟻窩，我們同步在校園內選擇了六個地理環境相似的蟻窩，施以相同的「固定距離」與「不同濃度」。這讓我們能觀察不同族群對化學刺激反應的一致性，大幅提升研究的普適性（Generalization）。



肆、 研究結果

一、研究數據

經過為期一週(五天)的連續監測，並在下週一時再次前往觀測，實驗數據展現出明確的負相關趨勢：

1. 濃度與搬運率之關係：對照組（無處理）的砂糖在觀察期間重量持續穩定下降，顯示螞蟻具有旺盛的採食活性。相對而言，高濃度陰香原液組在五天內的砂糖周圍雖然有螞蟻在攀爬，但砂糖重量幾乎維持在初始值，顯示該區域已形成有效的生物屏障。

天數		第一天			第二天			第三天		
天氣		晴			晴			晴		
濕度		77			77			76		
時間		10:00	12:30	15:30	10:00	12:30	15:30	10:00	12:30	15:30
氣溫(°C)		22.4	26.4	23.3	22.3	23.6	22.8	23.3	26.5	24.9
砂糖重量(g)	對照組	15	13	13	13	13	13	13	12	12
	原液	15	12	12	12	12	12	12	12	10
	5%	15	15	15	15	15	15	15	15	14
	10%	15	15	15	15	15	15	14	14	14
	15%	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	20%	15	15	15	15	15	15	15	15	15

天數		第四天			第五天		
天氣		晴			雨		
濕度		74			84		
時間		10:00	12:30	15:30	10:00	12:30	15:30
氣溫(°C)		26.9	27.7	26.4	23.1	25.7	24.9
砂糖重量(g)	對照組	12	10	10	9	9	9
	原液	9	8	8	7	7	7
	5%	14	14	14	14	14	14
	10%	14	14	14	14	14	14
	15%	14	14	14	14	14	14
	20%	14	14	14	14	14	14

對照組	原液
	
5%	10%
	
15%	20%
	

2. 有效濃度分析：實驗發現，隨著稀釋倍數增加，驅避效果呈現遞減。中低濃度組在實驗後期出現部分搬運行為，顯示低濃度氣味較易隨環境揮發而降低防護強度；而在原液組終於第三天開始砂糖重量明顯減少，顯重要變因證實：結合前測經驗與後續數據比較，證實了物理距離在螞蟻導航中的優先順位。但在「距離一致」的前提下，化學氣味（陰香成分）成為決定螞蟻是否跨越邊界的關鍵操縱變因。

伍、 討論

本研究的發現提供了多項科學性的啟發。首先，陰香精油的趨避效力與濃度展現出高度的正相關，這推測存在所謂的「最低有效濃度閾值」；唯有達到此閾值，揮發物才能徹底遮蓋螞蟻的費洛蒙路徑，使其被迫放棄已偵測到的食源。



在化學方法論方面，本研究證實酒精同時具備親水與親脂之特性，對於陰香類含有肉桂醛成分的植物，確實具備較佳的溶解帶動能力。此外，透過戶外實驗的挫折與修正，我們深刻體認到環境研究中變因控制的難度與必要性。未來若要將此技術轉化為產品，必須考量氣味在大氣環境中的擴散速度與附著能力。



陸、 結論

綜合實驗數據與觀察分析，本研究得出以下重要結論：

1. 觀察證實化學防禦：成功驗證了校園內陰香樹周遭缺乏螞蟻的現象，導因為其葉片釋放的特定化學氣味干擾。
2. 建立高效萃取流程：確立「75% 酒精浸泡結合帶葉蒸餾」為目前取得具活性陰香萃取液之最佳製程。

3. 應用價值與環保意義：在定量定距實驗下，高濃度陰香原液能長期且穩定地阻止蟻群侵擾。由於陰香在臺灣為強勢外來種，若能有效回收落葉製作天然防蟻劑，將具備高度的永續發展與生物防治應用潛力。

柒、參考資料及其他

- 1、教育部 108 課綱五年級自然科學領域學習教材。
- 2、行政院農業部林業及自然保育署（2023）。校園常見外來入侵植物防治手冊。臺北：農業部
- 3、曾建維（2015）。植物精油對常見家蟻趨避效果之初步研究。國立彰化師範大學生物學系碩士論文。
- 4、王博仁（2012）。陰香與土肉桂精油成分分析及其抗真菌活性之研究。國立中興大學森林學系碩士論文。
- 5、環境保護署（2021）。環境用藥與生物防治宣導手冊：天然植物萃取物之應用。臺北：行政院環境保護署。
- 6、威爾遜（Edward O. Wilson）著，楊玉齡譯（2001）。螞蟻·螞蟻：研究天才威爾遜揭開螞蟻世界的秘密。臺北：天下文化。