

中華民國第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

080835

蜂樹奇緣-蜂膠和落羽松萃取液之探究

學校名稱：南投縣私立普台國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳苡勻	林文中
小六 蔡采潔	謝文馨
小五 翁璽斌	
小六 林韋霖	
小六 王湘宜	

關鍵詞：蜂膠、落羽松、萃取

摘要

本研究主要是探討蜂膠及落羽松萃取液之功效。透過觀察蜜蜂採集落羽松樹皮汁液，回巢製成蜂膠的方式，我們對樹皮進行萃取，再以實驗比較萃取液是否與蜂膠有類似的功能。

針對上述想法，我們設計以下實驗：1.以水溶液蒸餾法及酒精萃取法萃取落羽松樹皮汁液。2.比較萃取液和蜂膠的抗蟻效果。3.比較萃取液和蜂膠的抗菌效果。4.比較萃取液和蜂膠的抗氧化效果。

研究結果發現，蒸餾法中低溫蒸餾萃取液的抗蟻和抗菌功效比市售蜂膠效果好，酒精萃取液抗氧化能力雖然比蜂膠差一點，但在實驗中也和蜂膠效果相當接近。由於蜂膠相當稀有且珍貴，未來可以朝著萃取落羽松樹皮，大量提煉出有效的抗蟻、抗菌及抗氧化物質。

壹、研究動機：

校園裡百花盛開鳥語花香，有著許多豐富的自然景觀。上學期的自然課，老師帶著我們觀察花的構造，看到許多蜜蜂在花叢裡採著花蜜，同學們對於蜜蜂有些好奇，同時也有些害怕，擔心蜜蜂會向我們發動攻擊。但這些可愛的小傢伙似乎非常的友善，專心著自己工作，並未對我們造成威脅。老師告訴我們，蜜蜂可以幫開花植物授粉，還會提供我們好吃的花蜜、蜂王乳、蜂膠……等，對於人類的糧食有很大的貢獻。其中我們對蜂膠很好奇，蜜蜂利用它來做什麼？它對人類有什麼幫助？查了圖書館相關資料後，發現蜂膠的成分大部分來自植物樹皮，經提煉後具有抗菌及抗氧化的功能，而且市售的蜂膠相當昂貴。我們決定萃取樹皮的汁液，探討它與蜂膠是否有相同的功效？未來能不能以萃取液來取代蜂膠？

貳、研究目的：

本實驗的研究目的為探討落羽松樹皮汁液與蜂膠之間有效成分的差異：

- 一、觀察、比較樹皮汁液與蜂膠有什麼不同？
- 二、探討樹皮汁液的萃取方法
- 三、探討落羽松樹皮萃取液和蜂膠在抗蟻入侵方面的差異。
- 四、探討落羽松樹皮萃取液和蜂膠在抗菌效果方面的差異。
- 五、探討落羽松樹皮萃取液和蜂膠在抗氧化方面的差異。

參、研究設備及器材：

一、實驗器材

燒杯(50mL、100mL、500mL)、量筒(10mL、20mL、100mL)、玻棒、美工刀、收集瓶、錐形瓶、有側管錐形瓶、橡皮塞、橡皮管、透明水槽、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網、電子秤、護目鏡、硬試管、鐵架、平底燒瓶、Y型聯接管、冷凝管、分液漏斗、牛角管(彎管)、溫度計、滴管、無菌培養皿、石蠟膜、廣口瓶。

二、實驗樣品及藥品

校園樹種(桃樹樹脂、肯氏南洋杉樹脂、落羽松樹脂、落羽松樹皮)。蜂膠、95%藥用酒精、丙酮、白醋(工研醋)、糖(黑糖、果糖、二號特砂、冰糖、方糖)。酵母粉、洋菜粉、澱粉(麵粉)、葡萄糖、抗生素(OFLOXACIN 200mg)、5%雙氧水、35%雙氧水、碘化鉀、碘液、維他命C、二氧化錳、鋼絲絨。

肆、研究過程與方法：

※資料蒐集：

一、從「行政院農委會蜜蜂主題館、日本蜂膠健康讀本」參考資料中發現：

蜜蜂通常會從特定植物(楊樹、柳樹、榆樹、槐樹、松樹、柏樹、梨樹、桃樹、李樹、杏樹、樺樹、杉科等樹種)的樹皮、樹枝及樹芽上，採集從植株所流出一種樹脂狀的物質，攜回蜂巢並加入大顎腺分泌物及蜂蠟、花粉等物質而製成蜂膠；由於樹脂狀物質具有很強的黏著性，收集困難度高，再加上植株產膠通常集中於某一時段或季節，因此一箱蜜蜂的蜂膠年產量約僅100克，可謂珍貴而稀少。蜜蜂利用蜂膠修補巢房、黏固巢框、縮小巢門、封閉病變幼蟲巢房等，以抑制病原微生物的擴散；也有研究顯示，蜜蜂會把蜂膠塗佈於幼蟲生長的巢房上，用以抑制病原在巢房中滋生，使幼蟲得以正常的生長。從此文獻得知，蜂膠珍貴且稀少，本身有防止微生物生長的功效。

二、蜂膠的成分：

蜂膠即是蜜蜂利用芬多精為素材，再混合蜜蜂本身的分泌物，由蜜蜂加工製成的一種天然抗生物質。可以想見，各地區的植物並不相同，蜜蜂採集所得的蜂膠的，其顏色、成分、性質等都有差異，甚至同一地區不同季節生產的蜂膠，組成成分也不一樣。各類型蜂膠的成分十分複雜，一般含有50-55%的樹脂(resin)及樹膠(balsam)、30%的蜂蠟、8-10%的植物精油、5%的花粉及其他物質。蜂膠原塊於低溫時呈堅硬狀，以手指搓揉則可軟化，甚至黏手；近聞之可發現一股濃郁的樹脂芳香味，但隨種類不同芳香味互異。通常，蜂膠原塊皆以乙醇萃取，萃取物稱為EEP(ethanol extract of

propolis)，主要是萃取蜂膠中樹脂與樹膠的部分。根據 1995 年巴西生化學家 Marcucci 的報導，蜂膠萃取物含有二百多種物質，包括類黃酮(Flavonoids)已分析出 34 種，醇類 8 種，醛類 6 種，酮類 6 種，脂肪酸與酯類 21 種，氨基酸 27 種，芳香酸 17 種，芳香酯類 37 種，花青素類 10 種，松烯類(Terpenoids)15 種，固醇類 4 種，多醣聚合體 4 種，維生素 5 種和 20 種礦物質。其中，類黃酮的含量很高，也是蜂膠的精華所在，其中以黃酮(Flavones)、黃酮醇(Flavonols)、黃烷酮(Flavanones)和黃烷酮醇(Flavanonols)，為蜂膠中最具藥理與抗生活性的主成分。

根據「宏基蜜蜂生態農場」提供的資料，蜂膠是目前最熱門的蜂產品，其本身含類黃酮 (flavonoids)，「類黃酮素」是一種效果最好的天然抗生物質，是蜂產品中最具食療價值者。蜂膠(PROPOLIS)是從希臘語的(PRO-前方)和(POLIS-都市)而來，這是因為當初蜂膠是在蜂巢的入口處被發現而得名，它被視為蜂巢的守護物質，日本人稱之為蜂脂。簡單地說，蜜蜂從尤加利、白揚、松柏、杉木、檜木等數十種樹的樹皮及芽苞或受傷之未成熟果子中所採集的樹脂，與蜂臘（又名蜜臘）或唾液分泌物混合後所產生之黏稠狀暗褐色物質，用來塗在蜂巢內壁，以增強蜂巢內部結構；此外，亦可做為蜂巢的殺菌防腐清潔之用，以維持蜂巢內保持無菌狀態。蜂膠存在的意義，是對蜂巢內數以萬隻蜂群提供無菌空間，經過專家學者的研究與分析，其結果令學者驚訝，他們發現，這種黏稠物不但可以保障蜂巢環境的安全，甚至蜂膠中所含的特殊物質，正是人類保健或醫療上所不可或缺的重要元素，尤其成分中的類黃酮，正是效果最好的天然抗生物質，這發現激發了學者們深入研究分析的興趣，而深入研究的結果是令人滿意，肯定蜂膠應用在人體上的功效。從此文獻得知蜂膠最主要的成分來自尤加利、白揚、松柏、杉木、檜木等樹皮產生的樹脂，佔蜂膠成分約 50-55%。

三、蜂膠功用：

- 1.抗發炎作用：對人體而言，蜂膠萃取物有強力抗發炎作用，此和抑制發炎介質的釋出有關。
- 2.抗細菌活性：蜂膠萃取物對 75 種細菌具有明顯的抑制效果，抑制的菌種裡含有 69 種是危害人體的葡萄球菌與鏈球菌。
- 3.抗病毒活性：已發現蜂膠對許多 DNA 與 RNA 型病毒具有抑制其活性的作用。

Harish 等人發現，蜂膠可以抑制愛滋病毒（HIV-1）的複製，具有免疫調節作用。

- 4.抗黴菌活性：蜂膠萃取物，對 17 種皮膚科黴菌具有抑制的效果；蜂膠萃取物與抗黴菌藥物合併使用，為最具協力殺菌的效果。
- 5.抗癌作用：巴西蜂膠中萃出之 artemillin C，對腫瘤細胞有毒殺作用，並能抑制其生長。
- 6.保肝作用：蜂膠能減少自由基的生成，可有效防止過氧化物所引起的肝傷害。
- 7.淨化血液：類黃酮能清除體內多餘的膽固醇及三酸甘油脂，並恢復血液的純淨。

四、蜂膠的萃取方法：

蜂膠原塊的有效物質被蠟質等包覆，所以人體無法直接吸收應用，必須經過有效的處理方式方可應用於各種場合。國內市售蜂膠產品多是使用酒精萃取方式生產。此種方法最大的優點是生產過程成本低廉，應用的工藝技術層次低，一般落後地區的民眾亦可操作，最大的缺點在於有效物質的萃取率低，萃取時間較長，且不可使用高溫萃取，否則酒精會與膠質產生反應，反而形成黃色惡臭之沉澱物，不利有效物質的萃取。

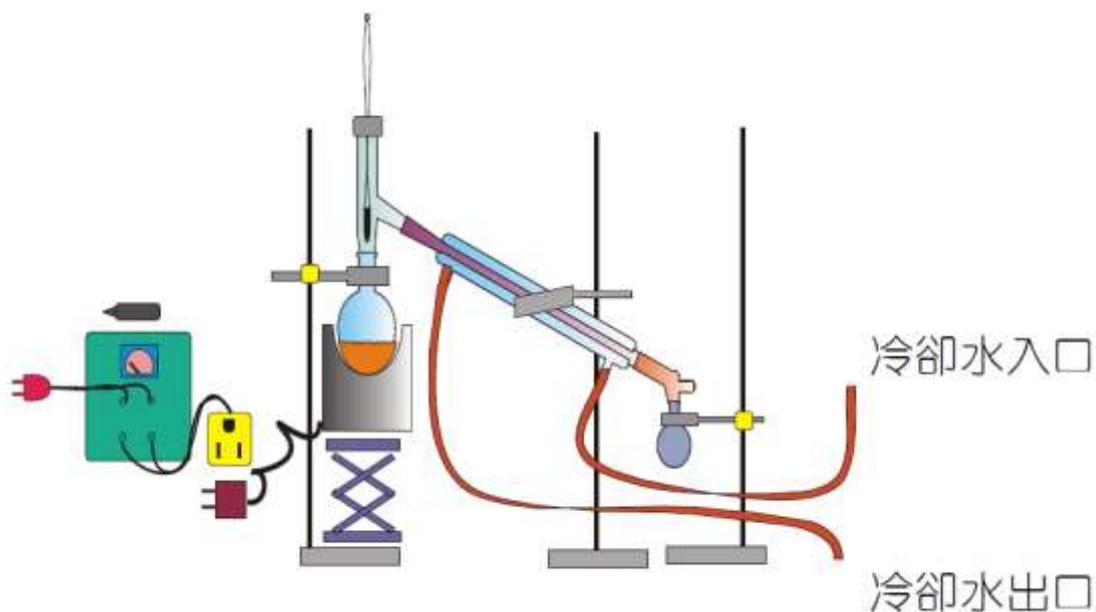
酒精萃取法之產品較為辛辣不易吞食，因此另有使用**水溶液萃取法**，但此法不容易穿透溶解以萃取出有效物質，所以一般研究多以酒精溶液為主。酒精萃取法之有效力約為水溶液萃取法的 5~10 倍，而日本研究使用最新的超臨界流體萃取技術 (Supercritical Fluid Extraction) 來萃取蜂膠，其效力可達酒精萃取法的 20 至 50 倍之多，並且能保留大部分蜂膠原有的芳香氣味。此技術的最主要目的就是把有效物質由膠質、蠟質分離出來，提高單位有效物的可被吸收率。

許多科技先進國家都使用超臨界二氧化碳來取代一般的有機溶劑，以從事天然物萃取與純化的工作。它與一般的有機溶劑最大的不同，並不只於它具有強大的溶解力與對物質的高滲透力，更重要的是它能在常溫下將物質萃取出來而不與萃取物產生化學反應，確保完全的活性而且沒有溶劑殘留的問題。超臨界二氧化碳常被用於對溫度敏感的天然物質萃取，例如天然色素、香料、化妝品、中藥萃取與純化等。特別是在藥品純化方面，此技術可完全去除藥物製造合成時所使用之有機溶劑，同時可使藥品結晶體小於 10 埃，因此大大提高藥品的價值 1/3 以上。

從以上參考資料中發現：蜂膠有保護蜜蜂巢穴、抗菌、抗氧化等功能，蜂膠的取得大部分來自於樹皮分泌汁液，因此本研究決定以水或酒精萃取樹皮汁液，再將萃取出來的液體和蜂膠進行實驗比較，驗證是否和蜂膠一樣具有保護蜜蜂巢穴、抗菌、抗氧化等功能。

五、樹皮汁液的萃取方法：

- 1.蒸餾萃取：蒸餾（distillation），是利用物質揮發性（volatility）的差異，將液體經過加熱得到充分的熱能，在它的沸點完全汽化，然後經由冷凝管冷卻，凝結成為液體，而達到分離收集的目的。因此，蒸餾包括汽化（vaporize）、凝結（condense）與收集（collect）三個程序。這項技術是純化與分離物質所常用的方法之一。蒸餾的方式，包括：簡單蒸餾（simple distillation）、分餾（fractional distillation）、減壓蒸餾（vacuum distillation）及蒸汽蒸餾（steam distillation）等。



- 2.溶劑萃取：萃取（extraction）是利用物質在不同溶劑中溶解度的差異，將混合物中的某一特定成分轉移到另一溶劑中，達到分離的目的。一般最常用的操作方式是使用分液漏斗（separatory funnel）進行液相萃取。所謂液相萃取是加入一種與試樣溶液不能互溶或僅微量互溶的溶劑或液態試劑，在分液漏斗中充分混合，利用這特定成分在兩種溶劑中的溶解度不同，將此成分萃取到溶解度較大的溶劑內，而從混合物中分開。通常一次萃取並無法完全將物質萃取完全，因此採用少量溶劑進行多次萃取，這比以大量溶劑萃取一次效率高得多。另外，也可利用萃取溶劑與被萃取物發生化學反應進行萃取。
- 3.乾餾：指固體或有機物在隔絕空氣條件下加熱分解的反應過程或加熱固體物質來製取液體或氣體（通常會變為固體）產物的一種方式。

根據文獻資料，我們決定以水溶液蒸餾法萃取樹皮，利用溫度差異將有效成分分離出來；或者利用乾餾法，隔絕空氣加熱，將樹皮有效成分萃取出來；此外我們也選擇 95%酒精進行溶劑萃取，將樹皮的有效成分溶入酒精中萃取出來。

※觀察實驗：

一、觀察、比較樹皮汁液與蜂膠有什麼不同？

(一)做法：

- 1.觀察校園常見植物，發現其中三種植物的樹幹上會出現樹脂，分別是桃樹、肯氏南洋杉、落羽松。
- 2.用刀片將桃樹、肯氏南洋杉、落羽松樹幹上的樹脂取下。
- 3.分別比較桃樹樹脂、肯氏南洋杉樹脂、落羽松樹脂與市售蜂膠間顏色、氣味、黏性、酸鹼度的差異。



(二)觀察記錄

種類	觀察項目	顏色	氣味	黏性	酸鹼度
	現象				
蜂膠		褐色，加入水中後呈現奶茶色	有嗆辣味	液態狀	pH 值：6.32
桃樹樹脂		琥珀色、較透明	沒有氣味	樹脂 Q 彈	不溶於水、無法測得
肯氏南洋杉樹脂		深褐色、顏色最深	類似竹醋液的味道	樹脂黏黏的	不溶於水、無法測得
落羽松樹脂		褐色	有濃濃的檜木香味	樹脂黏黏的	不溶於水、無法測得

(三)我們的發現

- 1.桃樹、肯氏南洋杉、落羽松本身都會分泌出琥珀色的汁液，就是我們看到的樹脂。
其中樹脂量的多寡依序為：桃樹>落羽松>肯氏南洋杉。
- 2.桃樹、肯氏南洋杉、落羽松的樹脂都接近褐色；其中肯氏南洋杉和落羽松的樹脂具有黏性。
- 3.刮取下來的樹脂各有其不同的氣味，但無法溶於水，因此決定採用溶劑萃取法。

二、探討樹皮汁液的萃取方法

※ 萃取方法之一：溶劑萃取樹脂

(一)做法（實驗步驟）

- 1.準備桃樹、肯氏南洋杉、落羽松各 3 等份，每份 3g，分別放在 9 個廣口瓶內，每種樹種再分別加入 30mL 的醋、30mL 的乙醇、30mL 的丙酮中浸泡。
- 2.靜置在實驗桌上進行觀察，一個星期看看有甚麼變化？

(二) 實驗圖示：



醋 乙醇 丙酮

(三)觀察結果：

樹種 \ 溶劑	溶劑		
	醋	乙醇	丙酮
桃樹樹脂	燕窩狀	變硬	膨脹變大
肯氏南洋杉樹脂	燕窩狀	沒有變化	膨脹變大
落羽松樹脂	燕窩狀	沒有變化	膨脹變大

(四)實驗發現與討論：

- 1.我們發現由於各種樹脂無法溶入我們所放的溶劑中，不適合後續實驗觀察，所以我們決定選擇植物樹皮打成粉末後，再透過蒸餾裝置進行萃取。
- 2.我們發現落羽松的樹幹外有蜜蜂停留，推測蜜蜂可能在採集蜂膠，因此在樹種的選擇以落羽松樹皮粉末(杉科)進行以下萃取實驗。
- 3.加入 95%的乙醇 200mL，靜置一個月，再以分液漏斗進行過濾，所過濾出來的液體我們稱為「酒精萃取液」。

4.我們取樹皮加入熱水中，透過平底燒瓶加熱，使樹皮裡的有效成分，伴隨著水蒸氣移至冷凝管冷卻，冷卻出來的萃取液我們稱為「低溫蒸餾萃取液」，留在燒瓶內的稱為「高溫蒸餾萃取液」。

※萃取方法之二：水溶液蒸餾法，酒精浸泡法萃取落羽松樹皮粉末

(一)實驗步驟：

- 1.我們選擇落羽松的樹幹部分，刮取樹皮厚度約 0.5cm。
- 2.將落羽松新鮮樹皮打成粉末。
- 3.取出 15g 落羽松粉末，將粉末放置燒瓶中，並加入 200mL 的熱水進行蒸餾。
- 4.以酒精燈作為加熱器，以冷凝管冷卻蒸氣，使得萃取物經過冷凝管後，凝結成液態進行收集，我們稱它為低溫蒸餾萃取液(顏色：透明)。
- 5.經過加熱後，沒有形成蒸氣的物質將會留在燒瓶內，我們稱它為高溫蒸餾萃取液(顏色：褐色)。
- 6.取出 15g 落羽松粉末，將粉末放置錐形瓶中，並加入 95%酒精 200mL 進行溶劑萃取。
- 7.將 5g 落羽松粉末加入硬試管中，以裝有玻璃管橡皮塞將試管封住。
- 8.將硬試管至於鐵架上，以酒精燈在試管底部加熱，直到玻璃管冒煙後，移開火源。

(二)實驗圖示



圖 2-1 落羽松



圖 2-2 落羽松粉末



圖 2-3 蒸餾(利用虹吸現象循環)



圖 2-4 蒸餾(蒸餾的溫度)



圖 2-5 蒸餾(溫度較高的物質留在蒸餾瓶中)



圖 2-6 利用酒精萃取

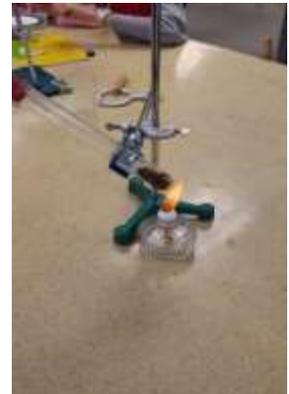


圖 2-7 乾餾



圖 2-8 蒸餾(溫度較低的物質藉由冷卻系統流到錐形瓶)



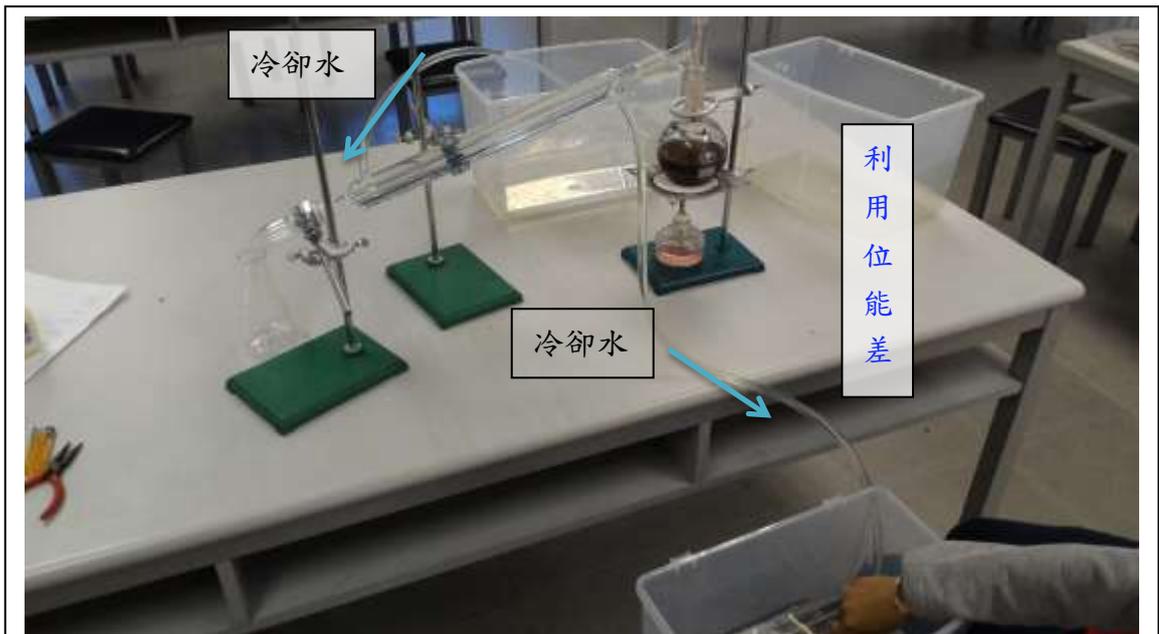
圖 2-9 萃取液

(三) 實驗結果：

- 1.我們發現利用水溫的高低，可以將樹皮的有效成分進行分離：取得低溫蒸餾萃取液 (透明色，係指冷卻萃取液)，高溫蒸餾萃取液(褐色，係指圓底瓶中萃取液)。
- 2.利用 95%酒精浸泡樹皮，我們發現有溶出茶色的液體，我們推測應該有溶出樹皮的有效成分。
- 3.利用硬試管進行乾餾，無法取得萃取液，因此我們取消乾餾法。

(四) 實驗發現與討論：

- 1.由上述 1~3，本研究將採水溶液蒸餾法及酒精浸泡萃取法，進行萃取樹皮汁液。
- 2.原本冷凝管的冷水，是接水龍頭或利用抽水馬達，以達到水循環降溫的目的。接水龍頭的方式，可以確保冷卻水都處於低溫狀態，但我們發現如此會遷就需要水龍頭；利用抽水馬達，讓冷卻水達到循環，又會遷就電源，於是本研究嘗試冷卻裝置改良。
- 3.冷卻裝置改良：我們將冷水槽至於較高處，排出熱水的管子拉至放較低的水槽，利用虹吸現象將冷卻水吸入冷凝管中，排出的冷卻水再倒入冷水槽，產生循環裝置，在冷水槽處加入冰塊，以達成低溫且不耗電，又不需抽水馬達的裝置。



※利用虹吸現象自動抽水，達到水循環又不必接馬達的冷卻系統。

- 2.根據文獻資料提到，蜂膠是由蜜蜂吸取樹皮上的汁液所形成，因此我們藉由萃取出來的萃取液和蜂膠進行功效比較。
- 3.蜂膠有保護巢穴、抗菌和抗氧化的效果，所以我們設計以下實驗，觀察樹皮的萃取液，是否有同樣的功能。
- 4.我們決定利用萃取出來的液體，進行抗螞蟻的實驗，以驗證蜂膠或樹皮萃取液，是否有保護巢穴不被螞蟻攻擊的功能。

三、探討落羽松樹皮萃取液和蜂膠在抗蟻入侵方面的差異。

※選擇吸引螞蟻的糖類(實驗一)

(一)實驗步驟：

- 1.從實驗室中，取五種不同的糖類 (砂糖、黑糖、果糖、方糖、冰糖) 各 25 公克。
- 2.將五種糖放入 10ml 的水，並攪拌至完全溶解。
- 3.把塑膠瓦楞板割成長條狀，並用麥克筆劃出等大的圓。
- 4.再把五種糖分別均勻塗在瓦楞紙板上的圈圈內。
- 5.一同拿至室外空間靜置 1 小時，並觀察螞蟻吃糖的情形。
- 6.細心觀察並拍照作紀錄。

(二)實驗圖示



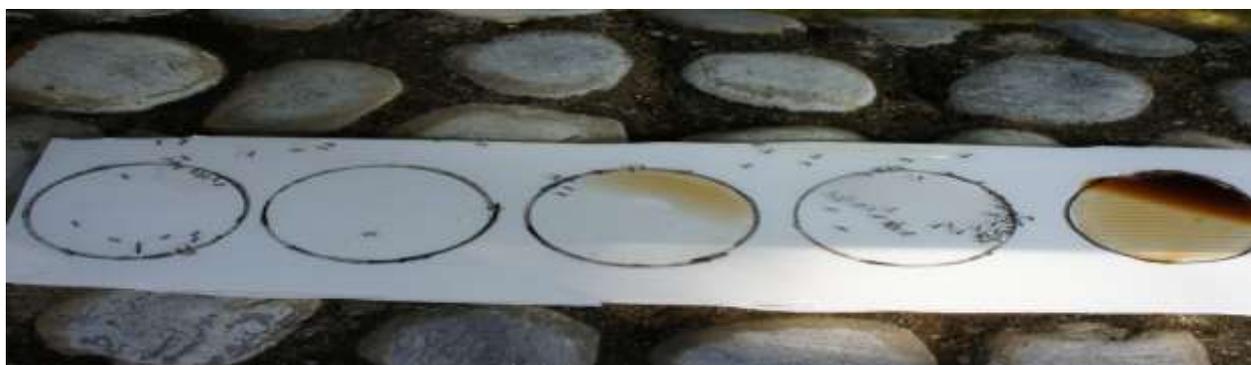
▲ 圖 3-1
取糖類各 25 公克



▲ 圖 3-2
倒入 10ml 的水並攪拌均勻



▲ 圖 3-3 把塑膠瓦楞割成 10*10 方塊，用麥克筆畫直徑 6CM 的圓



▲ 圖 3-4 分別把糖均勻塗在珍珠板上，拿至室外空間靜置 1 小時，觀察並拍照作紀錄

(三)觀察結果：實驗過程中，發現除了果糖以外，其他的糖漿都出現螞蟻被黏在糖上。

(四)實驗討論：

我們發現浸泡糖的液體過多會使螞蟻淹死，或是液體外流而使觀察範圍變大，所以我們決定將各種糖粉，煮成黏稠狀(如:果糖)，讓螞蟻容易吸食且能控制液體範圍。

※選擇吸引螞蟻的糖類(實驗二)

(一)實驗步驟：

- 1.從實驗室中，取五種不同的糖類 (砂糖、黑糖、果糖、方糖、冰糖) 各 25 公克。
- 2.將此五種糖加入 10ml 的水。
- 3.將糖攪拌至完全溶解，並運用酒精燈加熱使它們濃稠。
- 4.再把濃稠的五種糖分別均勻的塗在塑膠瓦楞紙板上的圈圈內。
- 5.一同拿至室外空間靜置 1 小時，並觀察螞蟻吃糖的情形。
- 6.細心觀察並拍照作紀錄。

(二)實驗圖示



▲ 圖 3-5

取五種不同的糖類各 25 公克



▲ 圖 3-6

用酒精燈加熱至變成濃稠糖漿



▲圖 3-7

分別把糖均勻塗在塑膠瓦楞板上



▲圖 3-8 拿至室外空間靜置 1 小時



▲圖 3-9 觀察並拍照作紀錄

(三)觀察結果：

- 1.靜置 1 小時後，發現螞蟻對糖的接受度依序是:

冰糖(38 隻)>砂糖黃(24 隻)>砂糖白(12 隻)>方糖(8 隻) >果糖(5 隻) >黑糖(1 隻)，因此我們決定利用**冰糖**作為抗蟻實驗的糖。

- 2.發現煮成黏稠狀後，螞蟻較不容易淹死且能方便取食。

(四)實驗發現與討論：

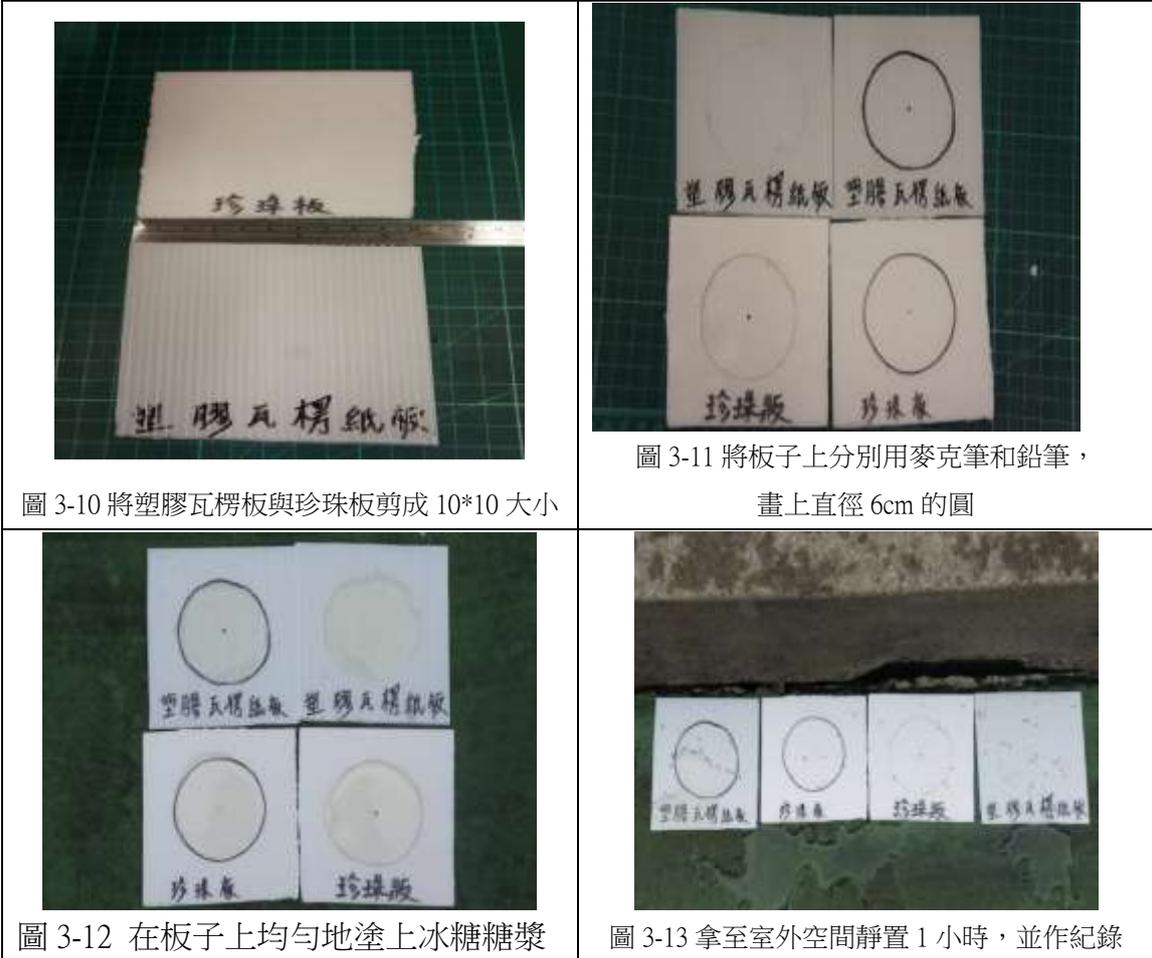
根據文獻知道螞蟻是靠聞氣味尋找食物，假設盛糖漿的板子不同，以及畫麥克筆會影響螞蟻對糖類的接受度，因此利用相同大小的塑膠瓦楞板，以及珍珠板來進行實驗，比較不同材質的底板或麥克筆痕跡是否會影響螞蟻行進路線。

※選擇裝糖漿底板—操作實驗變因：比較不同板子對螞蟻尋找糖路徑的影響。

(一)實驗步驟：

- 1.將塑膠瓦楞板與珍珠板剪成 10*10 的大小，各兩片。
- 2.在同一種板子上，一個先畫上麥克筆圓圈，另一個用鉛筆畫圈。
- 3.之後在板子塗上先前製作好的冰糖糖漿。
- 4.在室外空曠地上 1 小時，並做紀錄。

(二)實驗圖示



(三)觀察結果：

- 1.同一種板子比較：畫麥克筆板子與沒有畫的差距不大。
- 2.不同材質的板子：塑膠瓦楞板的螞蟻都多於珍珠板。

(四)實驗討論：

- 1.證明了不同材質的板子，會干擾螞蟻費洛蒙的傳遞，因此選擇**塑膠瓦楞板**作底板。
- 2.因此我們懷疑蜜蜂可能是利用蜂膠的特殊氣味，來達到保護巢穴的效果。為了證明我們的假設，決定以落羽松樹皮萃取液，來與蜂膠比較抗蟻的效果。

※抗蟻實驗—操作實驗變因：比較樹皮萃取液和蜂膠對抗螞蟻的效果。

(一)實驗步驟：

- 1.將塑膠瓦楞板剪成 10*10 的大小，共 6 片。
- 2.在板子上，利用麥克筆畫上一個直徑 6CM 和 4CM 同心圓。
- 3.將外部大圓與內部小圓間の間隔壓深，形成一個圓形溝。

- 4.把水、蜂膠、酒精萃取、痂子粉、蒸餾(低溫)、蒸餾(高溫)等加入圓形溝中並陰乾。
- 5.之後在圓中加入等量的冰糖糖漿，並拿至室外靜置 1 小時。
- 6.觀察各種溶液，對於抗蟻的效果並作記錄。

(二)實驗圖示：

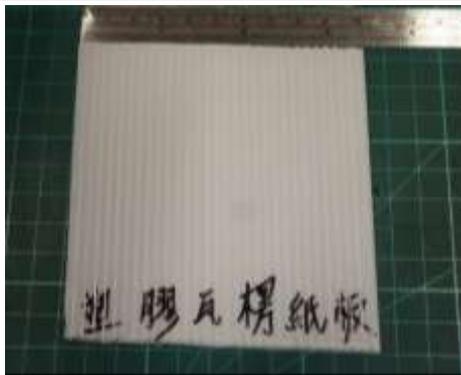


圖 3-14 將塑膠瓦楞版剪成 10*10 大小，共六片



圖 3-15 在板上壓成直徑 6CM 和直徑 4CM 同心圓

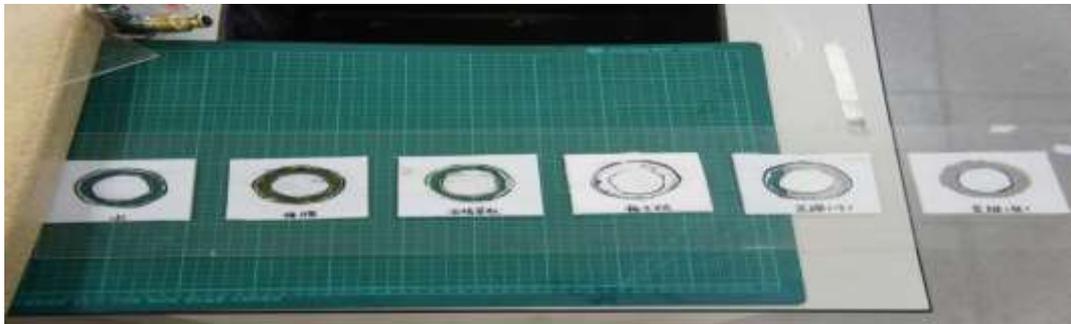


圖 3-16 在圓溝內加入各種液體陰乾，圓內加入等量的冰糖糖漿



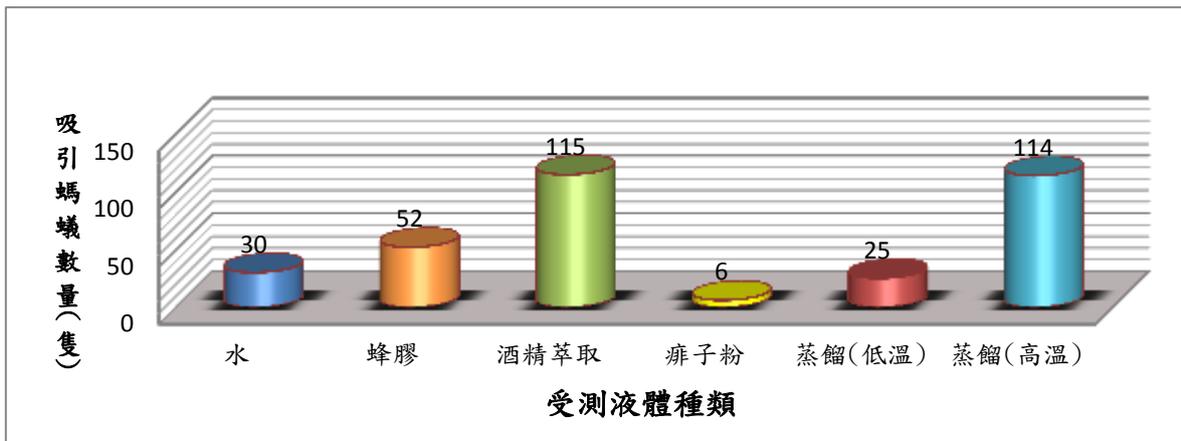
圖 3-17 拿至室外空間靜置 1 小時，並拍照作紀錄





圖 3-18 螞蟻分布的結果

(三)觀察結果：



(四) 實驗發現與討論：

從實驗結果中，我們發現雖然痲子粉抗蟻特性最佳，但蒸餾(低溫)也有不錯的效果；市售蜂膠抗蟻效果比水差，我們推測應該是蜂膠已經經過加工萃取，破壞了原本抗蟻的效果，因此在抗蟻的部分表現較差。

四、探討落羽松樹皮萃取液和蜂膠在抗菌效果方面的差異。

※細菌培植點選擇

(一)實驗步驟：

1.培養基的製作：

- (1)取 600ml 蒸餾水，放入 1000ml 的燒杯中。
- (2)以酒精燈加熱至沸騰狀態。
- (3)加入 15g 葡萄糖、3g 食鹽(氯化鈉)、20g 澱粉(麵粉)至燒杯中。
- (4)等到粉末溶解後，再加入 15g 洋菜粉(Agar)、5g 酵母粉(蛋源)。
- (5)將培養液倒入已消毒培養皿中，靜置一天。

2.我們分別在教室、廁所、餐廳、實驗室、圖書館及游泳池等地方進行細菌培養。

3.分別打開培養基一分鐘後，讓細菌進入培養皿中封膜。

4.每天 13：00 進行觀察，並記錄培養基的變化。

(二) 實驗圖示：

 <p>▲圖 4-1 培養基成分</p>	 <p>▲圖 4-2 酵母粉</p>	 <p>▲圖 4-3 食鹽</p>
 <p>▲圖 4-4 培養基液</p>	 <p>▲圖 4-5 培養基</p>	 <p>▲圖 4-6 教室</p>
 <p>▲圖 4-7 廁所</p>	 <p>▲圖 4-8 餐廳</p>	 <p>▲圖 4-9 實驗室</p>
 <p>▲圖 4-10 圖書館</p>	 <p>▲圖 4-11 游泳池</p>	 <p>▲圖 4-12 觀察記錄</p>

(三) 實驗結果：

日期 地點 變化	10/15 第三天	10/16 第四天	10/18 第五天	10/19 第六天	10/20 第七天
教室	 出現黃色區塊			 出現潮濕液體	 潮濕液體
廁所	 出現黃色區塊		 出現白色菌絲		 出現潮濕液體
餐廳	 出現黃色區塊		 左邊黑色區塊		 布滿白色菌絲
實驗室	 出現黃色區塊		 出現橙色區塊	 出現黑色區塊	 橙色、黑色區塊 白色菌絲
圖書館	 出現黃色區塊		 出現橙色區塊		 出現潮濕液體
游泳池	 出現黃色區塊		 出現白色菌絲		 布滿白色菌絲

環境菌落數多寡依序：實驗室>廁所=教室=圖書館>游泳池=餐廳

(四) 實驗發現與討論：

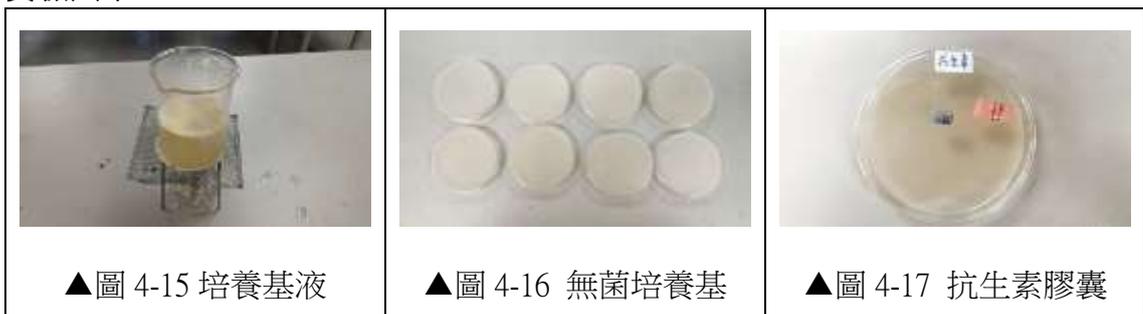
- 1.我們發現教室、廁所及圖書館的培養基，到 10/20 培養基出現潮濕的情形，且培養基上的菌絲顏色相同，味道也都出現相當濃厚的腐臭味，我們推測應該屬於相同菌種。
- 2.從實驗觀察中發現，游泳池和餐廳只有出現白色菌絲，而且沒有太明顯臭味，推測應該是游泳池和餐廳每天都有消毒，所以細菌或黴菌的種類較少。
- 3.我們發現實驗室裡的培養基，菌絲佈滿了整個培養皿，而且顏色有三種，表示菌種最為多樣，適合我們作抗菌實驗的比較。
- 4.根據文獻資料，培養基的製作加入酵母粉後，可以提供細菌含有蛋白質的養份，因此我們選用酵母粉取代動物蛋白凍。
- 5.我們選擇日常生活中，常見消毒的液體來進行抗菌效果比較：加入抗生素、飽和食鹽水、75%酒精等液體來進行實驗。

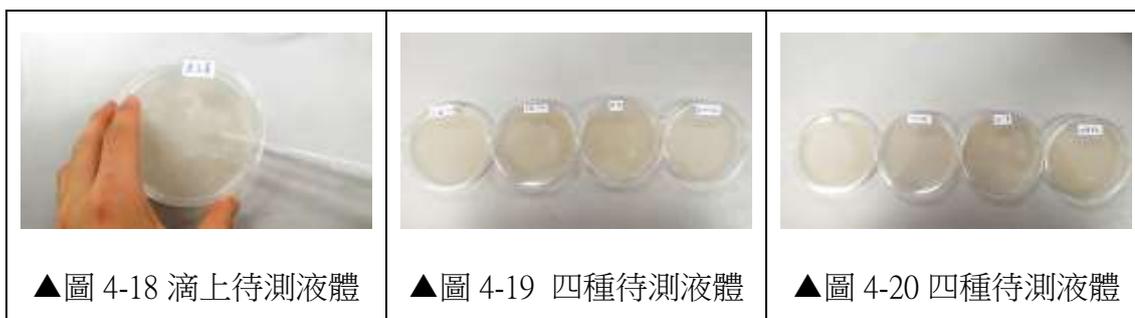
※抗菌實驗

(一)實驗步驟：

- 1.選擇固定地點：實驗室垃圾桶旁。
- 2.製作培養基。
 - (1)取 600ml 蒸餾水，放入 1000ml 的燒杯中。
 - (2)以酒精燈加熱至沸騰狀態。
 - (3)加入 15g 葡萄糖、3g 食鹽(氯化鈉)、20g 澱粉(麵粉)至燒杯中。
 - (4)等到粉末溶解後，再加入 15g 洋菜粉(Agar)、5g 酵母粉(蛋白質來源)。
 - (5)將培養液倒入已消毒培養皿中，靜置一天。
- 3.打開培養基分別滴入 2ml 水、95%酒精萃取液、(低溫)蒸餾、(高溫)蒸餾、蜂膠、75%酒精、飽和食鹽水、抗生素(OFLOXACIN 200mg)，一分鐘後讓空氣中細菌進入培養皿中封膜。
- 4.每天 13：00 進行觀察，並記錄培養基的變化。

(二)實驗圖示：





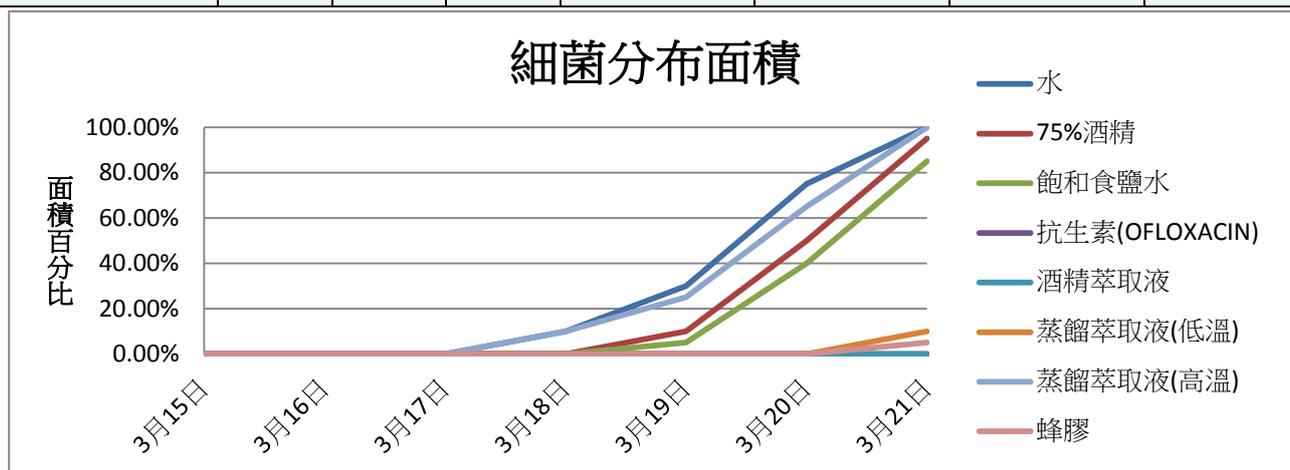
(三)實驗結果：

1.培養基菌類分布情形：

液體	日期	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21
	變化	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天
水								
75%酒精								
飽和食鹽水								
抗生素 (OFLOXACIN)								
酒精萃取液								
蒸餾萃取液 (低溫)								
蒸餾萃取液 (高溫)								
蜂膠								

2.培養皿菌類分布敘述(面積%)：

液體	日期	3/15	3/16	3/17	3/18	3/19	3/20	3/21
	變化	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天
水		(0%)	(0%)	(0%)	白色菌絲(10%)	黑色斑點(30%)	橘色區塊(75%)	布滿培養基(100%)
75%酒精		(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	白色菌絲(10%)	黑色斑點(50%)	斑點區塊變大(95%)
飽和食鹽水		(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	白色菌絲(5%)	黑色斑點(40%)	斑點區塊變大(80%)
抗生素 (OFLOXACIN)		(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)
酒精萃取液		(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	白色菌絲(10%)
蒸餾萃取液 (低溫)		(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)
蒸餾萃取液 (高溫)		(0%)	(0%)	(0%)	白色菌絲(10%)	黑色斑點、橘色 區塊(25%)	橘色區塊、區域 變大(65%)	布滿培養基 (100%)
蜂膠		(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	(0%)	一點黑色斑點(5%)



3.抗菌效果排序：

抗生素(OFLOXACIN)=蒸餾萃取液(低溫)>蜂膠>酒精萃取液>飽和食鹽水>75%酒精>蒸餾萃取液(高溫)=水

(四) 實驗發現與討論：

- 1.從實驗結果中，我們發現抗生素和蒸餾萃取液(低溫)的抗菌效果最好，都沒觀察到菌類的出現。塗上蜂膠的培養基，至第七天後，才出現一個小小的黑點；塗上酒精萃取液的培養基，至第七天後，才出現白色菌絲。
- 2.我們推測飽和食鹽水抗菌的效果較差，應該是培養基上的鹽分被稀釋，如果能加入更多的食鹽，應該可以提供較佳的抗菌效果。
- 3.75%的酒精雖然有很好的殺菌能力，但無法持續至第五天，我們推測應是酒精有揮發的情形。

五、探討落羽松樹皮萃取液和蜂膠在抗氧化方面的差異。

※碘試劑抗氧化實驗

(一)實驗步驟：

1.碘試劑備製

- (1)取 10ml 蒸餾水，放入 50ml 的燒杯中。
- (2)再加入 5g 碘化鉀和 20ml 碘液。
- (3)加入 5g 澱粉，使碘試劑變為藍黑色。
- (4)分別以水和 200mg 維他命 C 發泡錠，驗證碘試劑比例是否合適抗氧化檢測。
- (5)200mg 維他命 C 發泡錠，可以消耗碘試劑 8.5 毫升。

2.分別取 20ml 的蒸餾水、(低溫)蒸餾、(高溫)蒸餾、浸泡 95%酒精的落羽松汁液，和蜂膠 2ml 稀釋 20ml 液體，至 100ml 燒杯中。

3.將配製好的碘試劑倒入 10ml 量筒中，至刻度 5ml。

4.以滴管取出碘試劑，滴入受測液體中，並且每滴一滴要搖晃至藍黑色消失。

5.當滴入碘試劑至受測液體呈現藍黑色，而且無法變為原本的顏色時停止滴定。

6.將量筒下降的刻度紀錄下來。此時表示達到滴定終點，也就是受測液體能抗氧化的劑量。

7.能消耗較多的碘試劑表示抗氧化力較佳。

(二)實驗圖示：

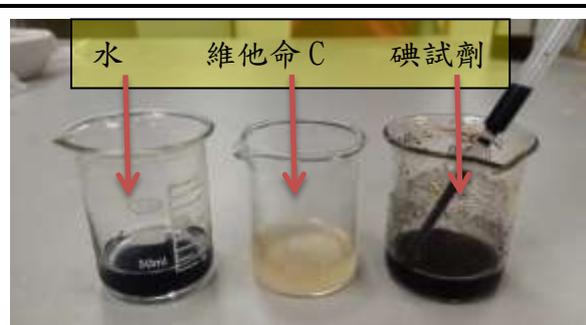


圖 5-1 加入碘試劑的水、維他命 C



圖 5-2 四種待測液體和水

水+碘試劑滴定實驗



圖 5-3 水側拍



圖 5-4 水空拍



圖 5-5 水+碘試劑側拍



圖 5-6 水+碘試劑空拍

落羽松樹皮蒸餾(低溫)萃取液+碘試劑滴定實驗



圖 5-7 蒸餾(低溫)側拍



圖 5-8 蒸餾(低溫)空拍



圖 5-9 蒸餾(低溫)+碘試劑側拍



圖 5-10 蒸餾(低溫)+碘試劑空拍



圖 5-11 水和蒸餾(低溫)對照

落羽松樹皮蒸餾(高溫)萃取液+碘試劑滴定實驗



圖 5-12 蒸餾(高溫)側拍



圖 5-13 蒸餾(高溫)空拍



圖 5-14 蒸餾(高溫)+碘試劑側拍



圖 5-15 蒸餾(高溫)+碘試劑空拍



圖 5-16 水和蒸餾(高溫)對照

蜂膠稀釋液+碘試劑滴定實驗



圖 5-17 蜂膠側拍



圖 5-18 蜂膠空拍



圖 5-19 蜂膠+碘試劑側拍



圖 5-20 蜂膠+碘試劑空拍



圖 5-21 水和蜂膠顏色對照

落羽松樹皮酒精萃取液+碘試劑滴定實驗



圖 5-22 酒精萃取側拍



圖 5-23 酒精萃取空拍



圖 5-24 酒精萃取+碘試劑側拍



圖 5-25 酒精萃取+碘試劑空拍



圖 5-26 水和酒精萃取對照

(三)實驗結果：

1.將實驗結果製作表格：

受測液體 碘試劑劑量	水	蒸餾(低溫)	蒸餾(高溫)	蜂膠	酒精萃取
毫升(ml)	0.10 ↓	0.35	0.20	0.63	0.45
維他命 C(mg)	2.35	8.24	4.71	14.82	10.58

2.消耗碘試劑由多至少依序：蜂膠>酒精萃取>蒸餾(低溫)>蒸餾(高溫)>水。

表示抗氧化力依序：蜂膠>酒精萃取>蒸餾(低溫)>蒸餾(高溫)>水。

(四)實驗發現與討論：

1.我們發現利用碘試劑來測試液體的抗氧化力，是快速且直接的方法。但當受測液體本身有顏色時，會造成我們觀察不易，進而影響實驗結果。像蒸餾(高溫)、酒精萃取、蜂膠等受測液體，原本顏色較深，當滴入碘試劑時，很難觀察是否已經到達滴定終點。

2.由於上述原因，我們決定利用五下自然課鋼絲絨生鏽實驗，設計新的檢測方法。原理：利用受測液體與鋼絲絨接觸，觀察鋼絲絨生鏽的情形，來判斷受測液體的抗氧化力，生鏽較多表示抗氧化力較差，生鏽較少表示抗氧化力較佳。

3.實驗設計：

(1)將鋼絲絨浸泡受測液體，三分鐘後置入廣口瓶中。

(2)將廣口瓶裝滿水後倒立至塑膠水盤上，塑膠水盤裡裝水至一半刻度。

(3)利用純氧打入廣口瓶中，將瓶內水排出。

(4)當鋼絲絨生鏽時，瓶中的氧氣會被消耗，此時水盤的水就會被吸入廣口瓶內。

※鋼絲絨抗氧化實驗之一

(一)實驗步驟：

1.純氧備製

(1)取 35%雙氧水 20ml，放入 500ml 的燒杯中。

(2)再加入 20ml 蒸餾水將雙氧水進行稀釋。

(3)取 2g 二氧化錳至有側管錐形瓶中。

(4)將稀釋後的雙氧水倒入有側管的錐形瓶中，和二氧化錳反應。

(5)以排水集氣法收集純氧。

2.分別取 5ml 的蒸餾水、落羽松蒸餾萃取液(低溫)、蒸餾萃取液(高溫)、酒精萃取液，和蜂膠 0.5ml 稀釋 5ml 液體，至 100ml 燒杯中。

- 3.秤 5g 鋼絲絨，分別浸泡待測液體 3 分鐘。
- 4.將鋼絲絨放入廣口瓶中，並將水倒滿整個廣口瓶。
- 5.將廣口瓶倒立於裝有水的塑膠水盤上。
- 6.將純氧打入廣口瓶內，排出瓶中的水，使得鋼絲絨可以和氧氣進行反應。
- 7.當氧氣被消耗時，廣口瓶的水位會上升，上升越多表示氧氣消耗越多，也就是抗氧化力較差；上升越少表示氧氣消耗較少，抗氧化力較佳。

(二)實驗圖示：

		
<p>圖 5-27 35%雙氧水、二氧化錳</p>	<p>圖 5-28 鋼絲絨及廣口瓶</p>	<p>圖 5-29 將氧氣灌入廣口瓶</p>
		
<p>圖 5-30 六組裝置</p>	<p>圖 5-31 用膠帶固定</p>	<p>圖 5-32 測量水位上升情形</p>

(三)實驗結果：

- 1.水位越高耗氧越多，依序為：水>蒸餾(高溫)>蒸餾(低溫)>酒精萃取液>蜂膠。
- 2.耗氧量越低，表示抗氧化力較佳，抗氧化力依序：
蜂膠>酒精萃取液>蒸餾(低溫)>蒸餾(高溫)> 水

(四)實驗發現與討論：

- 1.我們發現實驗的時間較長，廣口瓶內的水位上升的幅度很小，反應的結果也不太明顯，而且不容易比較。
- 2.我們決定改良實驗裝置，設計以下實驗：
 - (1)將受測液體與鋼絲絨混合，並且至入已收集純氧的錐形瓶中。
 - (2)當鋼絲絨生鏽時，瓶中的氧氣會被消耗，此時橡皮管會把量筒裡的水吸走。
 - (3)藉由量筒的水位下降，來觀察待測液體的抗氧化力。量筒的水位變化較方便我們觀察，而且連氧氣消耗量都可以確認，可以使實驗更準確。

※鋼絲絨抗氧化實驗之二

(一)實驗步驟：

1.純氧備製

- (1)取 35%雙氧水 20ml，放入 500ml 的燒杯中。
- (2)再加入 20ml 蒸餾水將雙氧水進行稀釋。
- (3)取 2g 二氧化錳至有側管錐形瓶中。
- (4)將透明水槽裝入八分滿的水，確認錐形瓶至水槽中充滿水並倒立。
- (5)將稀釋後的雙氧水倒入有側管的錐形瓶中，和二氧化錳反應。
- (6)以排水集氣法收集純氧。

2.分別取 5ml 的蒸餾水、(低溫)蒸餾、(高溫)蒸餾、浸泡 95%酒精的落羽松汁液，和蜂膠 0.5ml 稀釋 5ml 液體，至 100ml 燒杯中。

3.秤 5g 鋼絲絨，分別浸泡待測液體 3 分鐘。

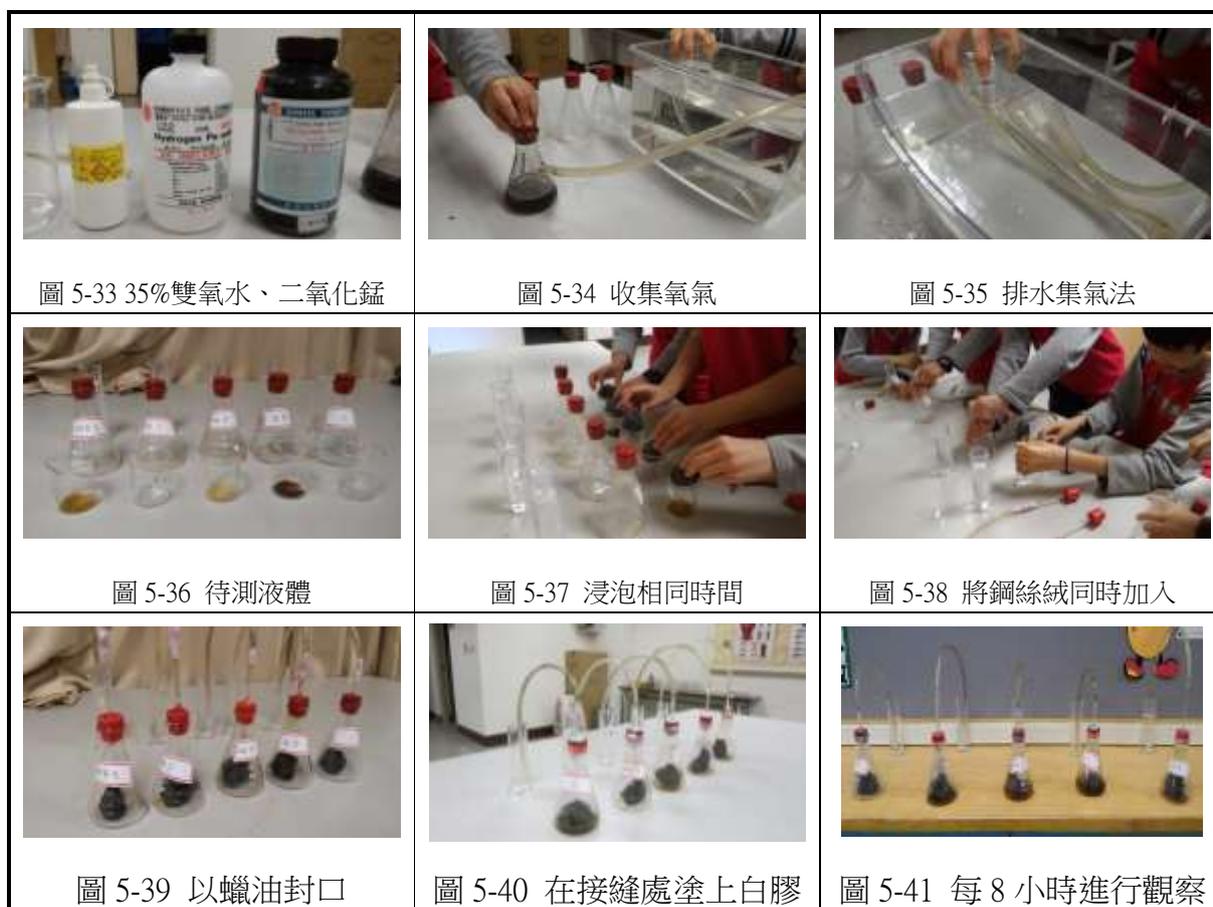
4.將鋼絲絨投入裝有純氧的錐形瓶中，並在橡皮塞上插入橡皮管。

5.將橡皮管倒入 100ml 的量筒中，讓量筒水位保持在 100ml 的位置。

6.每天觀察量筒水位的變化，並記錄下來。

7.量筒水位越低，表示瓶中氧氣消耗較多，抗氧化力較差；量筒水位越高，表示瓶中氧氣消耗較少，抗氧化力較佳。

(二)實驗圖示：



(三)實驗結果：

1.實驗結果數據

受測液體 消耗氧氣(ml)		水	蒸餾(低溫)	蒸餾(高溫)	蜂膠	酒精萃取
		水	蒸餾(低溫)	蒸餾(高溫)	蜂膠	酒精萃取
檢 測 時 間 (hr)	8 小時	38	6	15	0	2
	16 小時	52	11	24	1 ↓	3
	24 小時	56	12	29	1 ↓	3.5
	32 小時	63	13	32.5	1	4
	40 小時	65	14	35	1	4
	48 小時	67	15	37	1	4

2.抗氧化力：蜂膠 > 酒精萃取 > 蒸餾(低溫) > 蒸餾(高溫) > 水

(四)實驗發現與討論：

1.用鋼絲絨來探討抗氧化力，有以下幾個注意事項：

(1)我們發現一開始實驗量筒的水位幾乎沒有變化，依照我們最原始的設計，是利用空氣中氧氣直接反應，再來觀察氧氣的消耗量，但空氣中的氧氣只占 20%左右，所以變化不大，不易觀察，因此我們才改以純氧進行反應，使待測液體和鋼絲絨的反應較明顯。

(2)在實驗的過程中，我們發現有些量筒水位並沒有上升，但錐形瓶內的鋼絲絨明明有生鏽的情況，最後將所有實驗裝置檢查一遍，發現錐形瓶和橡皮塞之間、玻璃管和橡皮塞之間，如果沒有密封完整，當錐形瓶內的氧氣消耗後，壓力變小，氣體便從縫隙鑽入瓶中，導致量筒的水並不會上升。因此，我們在裝置上全都滴上蠟油封口，再塗上白膠，另外在實驗時有先測試是否有漏氣的現象。



▲圖 5-42 滴蠟油封口



▲圖 5-43 再以白膠塗上接縫處

2. 氧氣備製注意事項：

- (1) 我們原先使用 5% 的雙氧水進行收集純氧，發現氣體產生緩慢，必須提高雙氧水濃度。
- (2) 但要使用 35% 的雙氧水時，老師建議我們先不收集氣體，只觀察 35% 雙氧水和二氧化錳的反應，並且要求我們戴上護目鏡，才知道 35% 雙氧水和二氧化錳的反應過於激烈，一直冒著白煙，而且錐形瓶非常燙，如果直接以排水集氣法收集是非常危險的。
- (3) 最後選擇使用 35% 雙氧水加蒸餾水 1:1 稀釋後，再進行氧氣收集。

伍、研究結果：

一、我們觀察到蜜蜂在校園除了採花蜜外，還會採集落羽松樹幹的汁液。

二、樹幹上分泌的樹脂無法溶入溶劑萃取，因此我們選擇樹皮的部分進行萃取。

三、抗蟻的效果：

1. 發現螞蟻對糖的接受度依序是：

冰糖(38 隻)>砂糖黃(24 隻)>砂糖白(12 隻)>方糖(8 隻)>果糖(5 隻)>黑糖(1 隻)

2. 發現螞蟻對於塑膠瓦楞板的接受度大於珍珠板；對於麥克筆畫出的線條，並不會影響螞蟻行進路線。

3. 螞蟻入侵的情形：酒精萃取(115 隻)>蒸餾高溫(114 隻)>蜂膠(52 隻)>水(30 隻)>蒸餾低溫(25 隻)>痂子粉(6 隻)。可以發現抗蟻效果最好的是痂子粉，最差的是酒精萃取。

四、樹皮萃取液和蜂膠之間抗菌效果的結果：

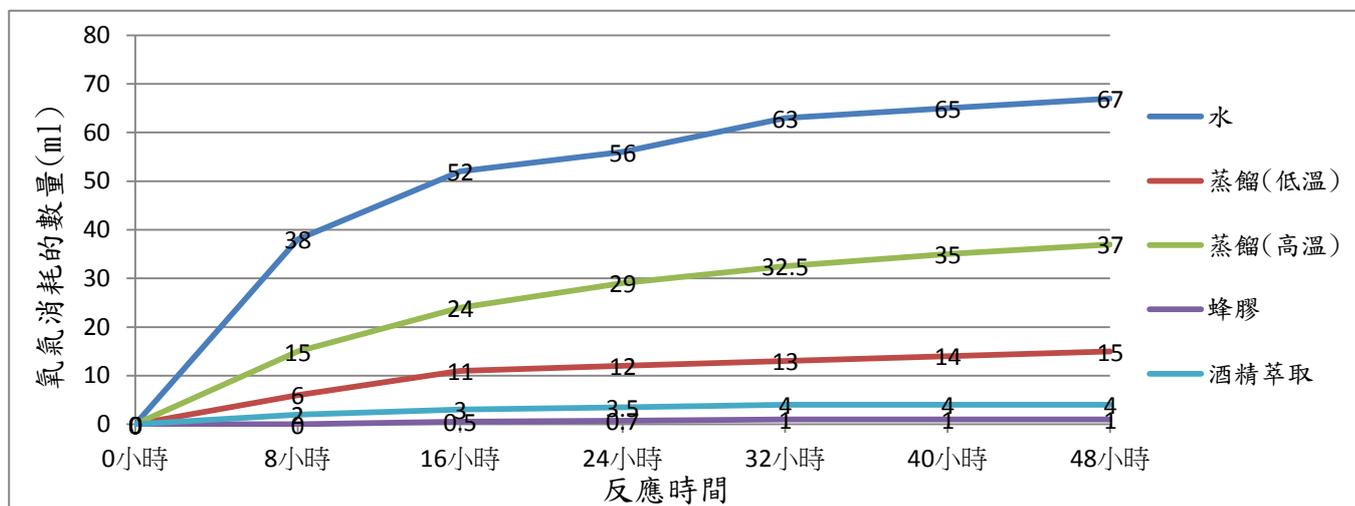
1. 校園最多菌種環境依序：實驗室>廁所=教室=圖書館>游泳池=餐廳

2. 抗菌能力依序：抗生素(OFLOXACIN)=蒸餾萃取液(低溫)>蜂膠>酒精萃取液>飽和食鹽水>75%酒精>蒸餾萃取液(高溫)=水

五、樹皮萃取液和蜂膠之間抗氧化的結果：

1. 碘試劑消耗量：蜂膠 0.63>酒精萃取 0.45>低溫蒸餾 0.35>高溫蒸餾 0.20>水 0.10 ↓。

2. 我們發現前八小時的反應最明顯，隨著時間進行，消耗的氧氣有逐漸趨緩的情形。



陸、綜合討論：

一、落羽松樹皮進行萃取研究：

我們觀察到蜜蜂在校園裡除了採花蜜外，還會採集落羽松樹幹的汁液，我們推測，樹幹的汁液裡可能含有蜂膠的主要原料。因此我們決定採用浸泡酒精萃取、蒸餾法萃取和乾餾法萃取，藉由萃取出來的物質和蜂膠進行比較，觀察是否和蜂膠一樣有相同的特性。由於蜜蜂採集的蜂膠可以塗在巢上好幾年都不變質，我們推測蜂膠的有效物質並不會隨著空氣揮發。

二、蒸餾裝置改良：

原本冷凝管的冷水，是接水龍頭或利用抽水馬達，以達到水循環降溫的目的。接水龍頭的方式，可以確保冷卻水都處於低溫狀態，但會遷就實驗室的設備是否有水源開關；利用抽水馬達，讓冷卻水達到循環，但會遷就環境是否有提供電源和馬達。因此我們將冷凝管冷水槽部分至於高處，排出的熱水槽至於較低位置，利用虹吸現象將冷水抽入冷凝管中，排出的冷卻水再倒入冷水槽，產生循環裝置，在冷水槽處加入冰塊，以達成低溫且不耗電，又不需抽水馬達的裝置。

三、研究樹皮萃取液和蜂膠之間抗蟻入侵的差異：

針對抗蟻的研究，我們先從砂糖、黑糖、果糖、方糖、冰糖這五種糖中，透過實驗一選擇最容易引來螞蟻的糖；再進行實驗二，選擇不同底座是否會影響螞蟻覓食；最後，選定冰糖和塑膠瓦楞板作為實驗器材，才開始進行抗蟻實驗。

四、研究樹皮萃取液和蜂膠之間抗菌效果的差異：

- 1.我們在研究抗菌效果之前，先以實驗調配出最適合觀察的培養基比例，再以酵母粉提供菌類蛋白質的養分。在選擇校園最佳培植點的部分，我們經過實驗發現，在自然實驗室裡的菌種最多樣，適合做為抗菌比較的地點；同時我們也發現，因為游泳池和餐廳每天都有消毒，所以菌類相對較少。
- 2.在研究的過程中，我們發現 75%的酒精和飽和食鹽水，雖然有抗菌效果，但如果沒有持續添加，抗菌的效果會下降。反而蒸餾萃取液(低溫)的抗菌效果持續，而且跟抗生素的效果不分上下。

五、探討樹皮萃取液和蜂膠之間抗氧化的差異：

- 1.我們發現利用碘試劑來測試液體的抗氧化力，是快速且直接的方法。但當受測液體本身有顏色時，會造成我們觀察不易，進而影響實驗結果。像蒸餾萃取液(高溫)、酒精萃取、蜂膠等受測液體，原本顏色較深，當滴入碘試劑時，很難觀察是否已經到達滴定終點。

- 2.我們採用五下自然課鋼絲絨生鏽實驗，設計新的檢測方法。利用受測液體與鋼絲絨接觸，觀察鋼絲絨生鏽的情形，來判斷受測液體的抗氧化力。發現結果和碘試劑檢驗的排序相同，而且還可以對氧化反應的耗氧量進行定量，是抗氧化檢驗的另一種選擇。
- 3.在鋼絲絨抗氧化實驗的部分，我們一開始沒有注意接縫處要密封，導致一開始實驗都沒有變化，因此在接縫處一定要白膠填縫，確保整個系統是密閉狀態。

柒、結論：

- 一、從文獻上得知學校有落羽松、桃樹、肯氏南洋杉等樹種，可以做為蜂膠的原料，經觀察後發現，校園蜜蜂喜歡停留在落羽松的樹皮上，因此我們選擇落羽松樹皮進行萃取實驗。
- 二、在抗蟻入侵實驗中，我們發現落羽松樹皮蒸餾萃取液(低溫)，抵擋螞蟻的效果優於蜂膠和水。因此我們可以將此萃取液塗抹在螞蟻的行進路線上，抑制螞蟻入侵。
- 三、在抗菌實驗中，我們發現落羽松樹皮蒸餾萃取液(低溫)和抗生素(OFLOXACIN)具有相同的抗菌能力，實驗至第七天，在培養皿上未發現任何菌絲分布；蜂膠則是在第七天出現面積約占培養皿 5%的黑色斑點。顯示落羽松樹皮蒸餾萃取液(低溫)的抗菌能力優於市售蜂膠。
- 四、在抗氧化實驗中，我們利用碘試劑滴定法或鋼絲絨生鏽實驗，發現均是蜂膠的抗氧化力表現最佳，雖然蜂膠表現最好，但落羽松樹皮酒精萃取液也非常接近蜂膠的抗氧化能力。
- 五、從研究結果中我們發現，落羽松樹皮本身有一些保護樹木的成分，透過蒸餾萃取或酒精浸泡萃取，就可以簡單提煉出抗蟻、抗菌及抗氧化等萃取液，其抗蟻和抗菌效果優於市售蜂膠，抗氧化效果也接近蜂膠。因此未來可以利用萃取落羽松樹皮，大量提煉出有效的抗蟻、抗菌及抗氧化物質。
- 六、對於抵抗螞蟻的能力、抗菌能力、抗氧化能力製作成下表：

受測液體 排序		水	蜂膠	蒸餾(低溫)	蒸餾(高溫)	酒精萃取
		功能	抗蟻	2	3	1
	抗菌	5	2	1	4	3
	抗氧化	5	1	3	4	2

捌、未來展望：

- 一、在蒸餾萃取實驗中，我們使用虹吸原理進行水循環冷卻，和一般冷凝管用馬達抽水或接水龍頭方式不同，此一方法設計可以克服實驗時需要電源來提供馬達運轉，或需要水龍頭來提供自來水降溫，因此大大提升實驗的便利性。未來在其他研究中，若需要使用冷卻系統，在沒有電源及水龍頭的情況下，也可以使用虹吸現象來達到冷卻效果。
- 二、我們原本猜測蜂膠和樹皮成分可能有些相同，透過我們研究發現落雨松樹皮萃取液，的確和蜂膠有相同的功效，未來可以針對蜜蜂採集相關的樹種，進行樹皮萃取研究，找出有效成分，這將提供人類獲取相關成分的另一種選擇。
- 三、根據文獻記載市售蜂膠的功效，受蜜蜂採集不同樹種而有所限制。本研究結果提供另一個想法，若能針對有效成分較佳的樹種進行萃取，將可取代蜜蜂採集方式，獲得較純、較多的萃取液。

玖、參考資料：

一、中文書籍

- 1.動物世界面面觀 (103)·*國小自然與生活科技5下* (p.55-p57)·新北市：康軒。
- 2.林春輝 (82)·*螞蟻*·台北市：光復書局。
- 3.小林清之介 (2014)·*忙碌兵團-螞蟻*·台北市：遠流出版社。
- 4.江敬皓 (2002)·*昆蟲大師系列-蜜蜂*·新北市：博學館圖書。
- 5.章錦瑜 (2008)·*景觀樹木觀賞圖鑑* (p.54-p.57)·台中市：晨星出版有限公司

二、網路資源

- 1.蜜蜂主題館(2015年9月10日)·養生保健·*行政院農業委員會*·取自 <http://kmweb.coa.gov.tw/subject/ct.asp?xItem=84479&ctNode=2038&mp=125&kpi=0&hashid=>
- 2.蜂產品介紹(2015年9月10日)·*宏基蜜蜂生態農場*·取自 http://www.hgbees.com.tw/work.php?article_cid=17&article_id=11
- 3.蜂膠之超臨界流體萃取(2015年9月22日)·*日本蜂膠健康讀本*·取自 <http://www.tscfa.org.tw/epaper/data/023Tec-3.pdf>
- 4.一、簡單蒸餾(2015年10月22日)·*有機化學基礎實驗技能*·*台灣大學化學系*·取自 <http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/T1.pdf>
- 5.三、萃取·*有機化學基礎實驗技能*(2015年10月22日)·*台灣大學化學系*·取自 <http://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/T3.pdf>
- 6.乾餾(2015年10月22日)·*維基百科*·取自 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B9%B2%E9%A6%8F>
- 7.周正俊(2002)·*台灣蜂膠之抗菌活性*·*行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告*·取自 <http://ntur.lib.ntu.edu.tw/bitstream/246246/14099/1/902313B002353.pdf>

【評語】 080835

1. 實驗內容豐富，研究紀錄詳實，值得肯定。
2. 部分實驗之必要性可再思考，例如：以碘試劑實驗抗氧化力，並無必要再進行鋼絲絨之抗氧化力實驗。
3. 名詞之使用建議再謹慎，例如：“高溫蒸餾萃取液”以及“萃取液”與“蒸餾液”的差別。