中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生物科

080310

盛夏之秋，「苦楝」的「趕孑」

學校名稱：臺南市北區賢北國民小學

作者：	指導老師：
小六 吳櫂廷	魏汝格
小五 吳冠霖	林少白
小五 謝浩禹	
小五 薛喻心	
小五 游佳峻	
小五 李邦誠	

關鍵詞：苦楝樹、滅孑孑、天然植物藥劑

摘要

本實驗研究期盼以天然植物藥劑取代化學藥劑來撲滅孑孓，並應用至日常生活中。先針對孑孓的生長環境與pH值來探討，發現孑孓在春、夏的數量較多，其生長環境pH值的範圍為7.1~8.1，喜歡中性偏弱鹼。找到孑孓的水質大多呈現清澈透明黃色，其在原水(孑孓原本生活的水)、自來水與魚菜共生水的存活狀況良好。實際效用方面，搗碎加入苦楝樹果實、曬乾苦楝樹葉子與苦楝樹果實萃取液撲滅孑孓的效果最好，可達到100%的撲滅效果，並製作『苦楝滅孑茶包』與『苦楝滅孑噴液』，依照實際狀況的需要，預防性投入『苦楝滅孑茶包』或噴灑『苦楝滅孑噴液』以防治孑孓孳生；若積水容器產生孑孓時可用來撲滅孑孓。此外，苦楝樹樹脂可以溶於水，並發揮創意製作仿琥珀的作品。

壹、研究動機

夏天的蚊子非常擾人，看見學校老師拿起電蚊拍電死蚊子是常有的事，但我們的討論認為蚊子的源頭為孑孓，也知道人們會使用化學藥劑投入蚊子幼蟲生長的積水容器中，以撲滅孑孓，雖然可以維持長久的防治效果，卻可能會危害到環境，甚至影響我們的生活。

從網路搜尋資料知道，在積水容器中，只要四枚一元硬幣，就可以撲滅孑孓，但我們覺得如果不花錢也有不錯的效果，會不會更好呢?五年級上學期上自然課時，老師帶著大家觀察校園植物，我們發現學校種植非常多棵的苦楝樹(大約26棵)，也經由老師的講解知道苦楝樹對於撲滅農業害蟲(玉米螟、粉蝨、毒蛾、果蠅、根瘤線蟲、班潛蠅、二點葉螨、蚜蟲、粉介殼蟲、薊馬、白粉蝨等)有不錯的效果，但對於不是害蟲的動物卻沒有殺傷力(例如:白頭翁喜歡吃苦楝樹果實來果腹)。後來，我們發現在苦楝樹附近的積水容器比較沒有孑孓的產生，心中產生了一些疑問，是不是因為苦楝樹所導致的呢?因此，我們認為苦楝樹對農業害蟲的撲滅有效，若使用在撲滅孑孓，效果是否依然良好?如果可以找出天然的植物藥劑取代化學藥劑，不但能以更環保的方式撲滅孑孓，而且這些植物水又可以拿來灌溉植物，也能應用到我們日常生活中，以期盼我們能為環境保育貢獻一份心力。

貳、文獻探討

一、「苦楝之尋」─苦楝樹的調查

「小雨輕風落楝花，細紅如雪點平沙」是宋朝王安石歌詠苦楝花的詩句，呈現出清明時節的淒美，也讓我們感受到苦楝不論古今，都默默妝點著我們的周遭。苦楝株高約 10-20 m，樹冠傘形，樹皮呈暗灰色。葉為 2-3 回的奇數羽狀複葉；小葉對生或互生，3-4 對，卵形或披針形，全緣或有鋸齒，基部不對稱。圓錐花序大約和葉子同時長出，腋生；花淡紫色，小形，有特異的芳香，花萼鐘形 5 深裂，花瓣 5 枚，雄蕊 10 枚，紫色，花絲連成筒狀，花柱一。果實呈核果狀，球形至橢圓形，徑約 1 公分；秋天成熟後轉成黃色，內果皮木質化，變成一堅核，核再分成 6 室，每室有種子 1 顆。

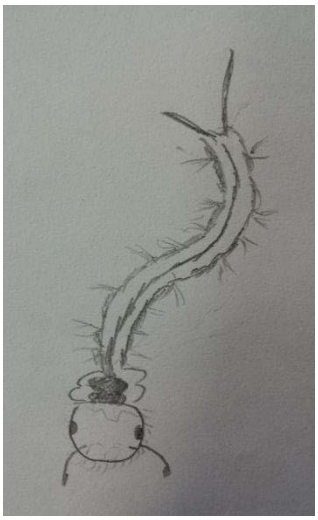
苦楝又稱苦苓，具有殺蟲功效，主要是其種子、葉子、樹皮、根中含有 80 多種具有抑制害蟲活性的化學成分，主要為苦楝油(可由苦楝樹果實提煉)、苦楝子素、苦楝三醇和苦楝素等，這些提取物對昆蟲有拒食、干擾產卵、干擾昆蟲變異，使其無法蛻變為成蟲、驅避幼蟲及抑制其生長，而達到殺蟲目的。

二、「知己知彼，百戰不殆」─蒐集蚊子大軍的情報

蚊蟲是完全變態的昆蟲，它們的卵在水中孵化，幼蟲和蛹也在水中生長發育，成蟲於陸上生活，因而生活史出現水中和陸生二個明顯不同的時期。蚊子的生活史包括卵、幼蟲、蛹、成蚊四階段，一般而言，平均卵期 1-3 天，幼蟲期 4-7 天，蛹期 1-4 天，所以蚊從卵、幼蟲至蛹約需 6-14 天，雌蚊約可存活 15-30 天，雄蚊約 7-14 天。

蚊科昆蟲的幼蟲又稱為「孑孓」，通常生活在池沼、水溝或積水的器皿等處。孑孓常用尾端貼著水面，作倒垂式的漂浮。這是孑孓在呼吸。它利用腹部近尾端的呼吸管，直接呼吸水面上的空氣。孑孓利用口的刷毛會產生水流，流向嘴巴，以攝食有機物及微生物。孑孓經過四次蛻皮後會發育成蛹。蛹幾乎和孑孓一樣活躍，不攝食，但可在水中游動。形狀從側面看起來呈逗點狀。靠連接胸部氣孔的一對呼吸角呼吸。經兩天完全成熟。大部分不居住在熱帶的品種，都以卵的形態度過冬天。但也有少部分的種類以成蟲或孑孓的型態來越冬，例如家蚊屬的一些種類，即以雌成蟲的型態來越冬。

全國第 51 屆科展作品『春眠怖「孑」曉，處處蚊子咬』發現 300 毫升的水中放置四枚 1 元硬幣，可有效殺死孑孓；全國第 53 屆科展作品『「銅」話故事的「孑」局』則發現是因為水中的 1 元硬幣釋放出銅離子造成藻類無法生存，孑孓濾食不到食物而餓死；若水域中食物來源充足，則銅離子仍無法阻斷孑孓生長。然而，銅離子對於環境的汙染與傷害有其疑慮，因此，我們希望可以找出是否有另一種方法，是對環境友善的方式來撲滅孑孓，並應用至生活中。



參、研究目的

一、探討校園內孑孓的生長環境與pH值。

二、探討孑孓可以在校園裡哪些常見的水質環境中存活。

三、探討苦楝樹各部位對孑孓死亡之影響力。

四、探討苦楝樹各部位經不同處理方法對孑孓死亡之影響力。

五、探討苦楝樹樹脂對孑孓的用途。

肆、實驗設備及材料

一、實驗設備:烤箱、燒杯、酒精燈、鑷子、剪刀、鐵筷、鐵湯匙、手電筒、紗網、磅秤、三腳架、孑孓養殖桶、一般的紙箱、滴管、塑膠杯、水桶、pH值檢測器。

二、實驗材料:孑孓(二齡)、苦楝樹的葉子、果實、種子、花、枝條與樹脂。

伍、研究過程與方法

一、探討校園內孑孓的生長環境與pH值

(一)氣候與環境：孑孓進入冬季後，數量及活動力銳減。去年盛夏時分，我們在三樓自然科教室的積水洗手台、黃金葛積水盆栽、校園內水溝、竹節蟲生態園區，獲取實驗用的孑孓，且黃昏時常會有許多蚊子在校園中飛舞，伺機偷襲；進入冬季後，即使在校園各角落擺放積

水容器，包括操場矮樹叢下、竹節蟲生態園區、地下室、樓梯底下之陰暗角落、廁所等地方，幾乎都無法再找到孑孓來做實驗，最後在校園的落葉堆肥區旁擺放不透明的水桶與樹枝，才吸引雌蚊產卵，獲取實驗用的孑孓，此時飛舞在校園的蚊子數量也減少許多。如圖 1:

自然教室積水洗手台/pH 值:7.2	校園內水溝/pH 值:7.8	
黃金葛積水盆栽/pH 值:7.1	竹節蟲生態園區/pH 值:8.1	落葉堆肥區/pH 值:7.6

圖 1:校園內孑孓的生長環境與 pH 值

(二)研究對象的決定：孑孓從卵孵化後，經四次蛻皮，會從一齡依序進入到四齡，而後變成蛹、成蚊，過程約需 8 到 14 天。為了便於觀察與減少誤差，我們排除卵期及蛹期的型態，以幼蟲期來做實驗。且因一齡孑孓長度僅約 0.1 至 0.2 公分，不易分辨與觀察，三、四齡孑孓又即將進入蛹期。因此，本研究以二齡孑孓為主要研究對象。

二、探討孑孓可以在校園裡哪些常見的水質環境中存活。

(一)實驗說明

我們在學校裡到處找孑孓，發現找到孑孓的水質大多呈現清澈透明黃色，但之後要做研究的實驗，我們希望是以最方便取得的水質為主，但又怕水質的改變會間接導致孑孓的死亡，所以我們找了校園裡最常見的水質來做五天的實驗，並觀察孑孓在這些水質中的狀況。

(二)實驗步驟

1.找到校園裡常見的水質，各取100毫升。

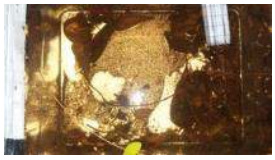
2.加入5隻孑孓(二齡)。

3.進行五天的觀察並記錄。

(三)實驗記錄:

基本上在飲水機水與雨水有孑孓死亡外，在其餘的水質中，孑孓存活的狀況良好，所以為了取水的便利性與控制水質的變因，我們決定之後的孑孓實驗，都使用自來水為實驗的水質，如表1:

表1: 孑孓在五種校園裡常見水中存活的情形(註:每個○、✕各代表一隻孑孓；○表示存活，✕表示死亡)

	照片	pH值	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5
原水(孑孓原本生活的水)		7.3	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
自來水		7.9	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
飲水機水		7.4	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○✕	○○○○✕
雨水		6.8	○○○○○	○○○○○	○○○○✕	○○○○✕	○○○○✕
魚菜共生水		7.8	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○

三、探討苦楝樹各部位對孑孓死亡之影響力。

實驗一: 探討苦楝樹各部位(葉子、果實、種子、花與樹枝)不同克數對孑孓死亡的效果

(一)實驗說明

對於接下來的實驗，不知道要加入多少的克數及水量，若加入少量的克數會對孑孓死亡有效果嗎?或是效果不明顯?經過討論後，我們試著分別放入苦楝樹各部位5克、10克與20克在100毫升的水中，發現苦楝樹各部位20克在100毫升的水中，孑孓無法順利活動。因此，我們把苦楝樹各部位搗碎放進茶包袋並增加水量至200毫升，以便進行觀察，並以此研究結果作為後續實驗的基底。另外，苦楝樹各部位是指葉子、果實、種子、花與樹枝，以下苦楝樹各部位敘述皆同此。

(二)實驗步驟(如圖2):

1.搗碎苦楝樹的葉子、果實、種子、花與樹枝分別加入5克、10克與20克於容器中。

2.加入200毫升的水。

3.加入5隻孑孓(二齡)。

4.蓋上紗網，避免孑孓成為蚊子飛出。

5.為了準確性，同一個變因設置3組，進行3次重複實驗，並計算出溶液pH值、成功率及孑孓全部死亡的天數。

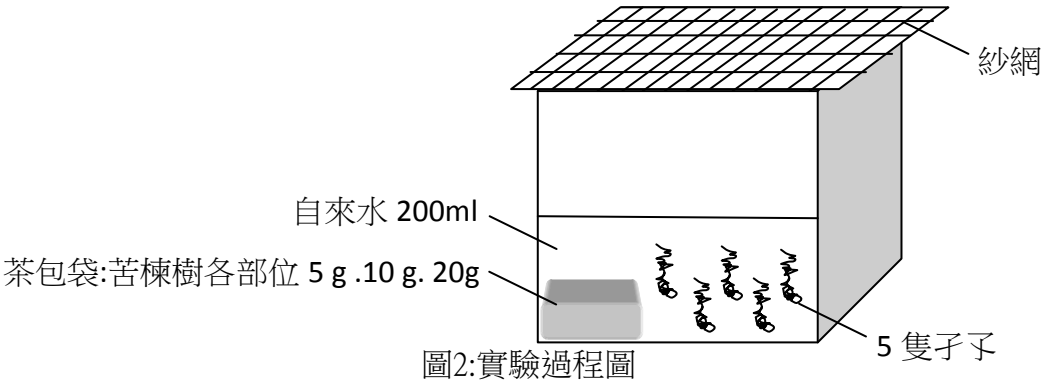


圖2:實驗過程圖

(三)實驗記錄:

每杯有5隻孑孓，一隻孑孓死亡代表20%的成功率，觀察時利用滴管碰觸後，沒有任何反應或活動，判定為死亡。記錄時用○表示存活、x表示死亡，再轉換為成功率，例如○○xxx，成功為60%，△代表羽化為蚊子，如表2：

表2: 苦楝樹各部位浸泡後之溶液pH值、成功率與孑孓全部死亡的天數

苦楝樹各部位＼記錄		溶液pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
葉子	5克	5.8	60%	7天以上
	10克	5.8	80%	7天以上
	20克	5.5	100%	6天
果實	5克	3.4	80%	7天以上
	10克	3.4	100%	5天
	20克	4.1	100%	4天
種子	5克	4.7	60%	7天以上
	10克	4.3	60%	7天以上
	20克	4.4	80%	7天以上
花	5克	7.7	20%	7天以上
	10克	7.5	40%	7天以上
	20克	7.3	100%	7天
枝條	5克	6.2	20%	7天以上
	10克	6.5	40%	7天以上
	20克	6.1	80%	7天以上

從上表2可以得知，當苦楝樹各部位在20克時對孑孓死亡的效果較為明顯，故後續實驗皆以200毫升的水加入苦楝樹各部位20克進行觀察研究。另外，我們發現苦楝樹葉子、果實與花可以達到100%撲滅孑孓，差別在於孑孓全部死亡的天數(如上表2紅色框起來的數據)。

實驗二: 觀察苦楝樹葉子對孑孓死亡的影響力

(一)實驗說明

根據實驗一的研究結果，我們決定放入搗碎苦楝樹葉子20克在200毫升的水中並觀察孑孓死亡的狀況。以下實驗三、實驗四、實驗五與實驗六分別將葉子改為果實、種子、花與枝條。

(二)實驗步驟

1.加入搗碎苦楝樹的葉子20克與200毫升的水於容器中。

2.加入5隻孑孓(二齡)，並蓋上紗網，避免孑孓成為蚊子飛出。

3.為了準確性，同一個變因設置3組，進行3次重複實驗，記錄並計算溶液平均pH值、成功率與孑孓全部死亡的天數。以下實驗三、四、五、六的步驟皆同於此。

(三)實驗記錄:

我們每天記錄孑孓死亡的狀況，以一週為觀察期(共七天)，遇到假日輪流到學校的自然教室觀察並做記錄，最後將記錄的結果，計算出溶液平均pH值、成功率與孑孓全部死亡的天數。其中，編號A孑孓經過3天被撲滅；編號B孑孓經過6天被撲滅；編號C孑孓經過4天被撲滅，三組孑孓死亡的天數有差異，編號B的差異比其它兩組大。如表3、表4與圖3:

表3:苦楝樹葉子對孑孓死亡的記錄表

葉子20g/水200ml	pH值	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
編號A	5.4	○○○○○	○××××	×××××				
編號B	5.3	○○○○○	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	×××××	
編號C	5.8	○○○○○	○○×××	○××××	×××××			

表4:苦楝樹葉子對孑孓死亡的概要表(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

苦楝樹葉子20g+水200ml	顏色	平均pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
	黑色	5.5	100%	3~6天

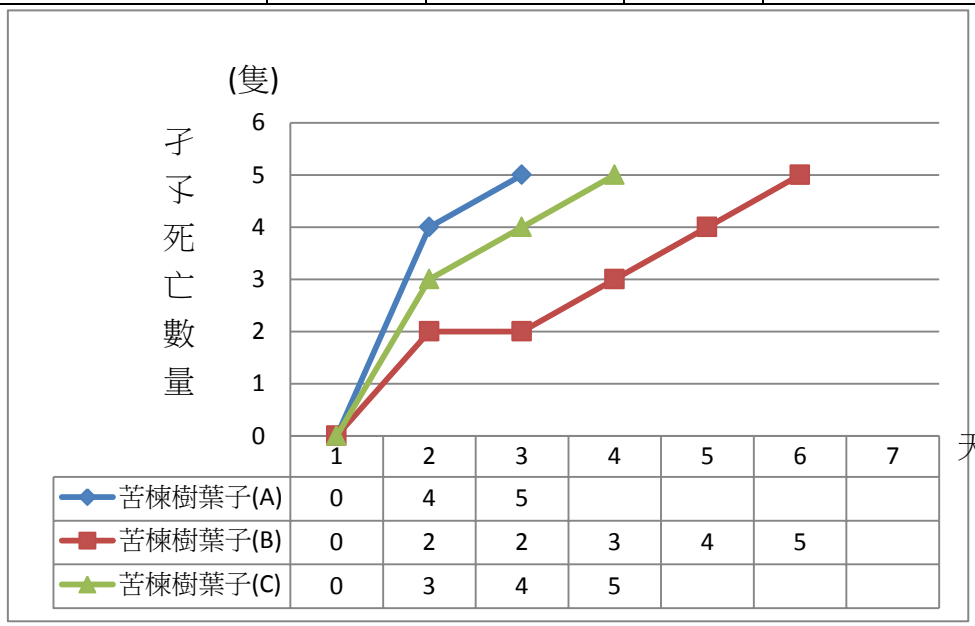


圖3:苦楝樹葉子對孑孓死亡的影響力

實驗三: 觀察苦楝樹果實對孑孓死亡的影響力

實驗說明與實驗步驟同實驗二。實驗記錄中，編號A、編號B、編號C孑孓皆經過3天被撲滅，三組孑孓死亡的天數一致。如表5、表6與圖4:

表5:苦楝樹果實對孑孓死亡的記錄表

果實20g/水200ml	pH值	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
編號A	4.6	○○××××	○○××××	×××××				
編號B	4.8	○○××××	○××××	×××××				
編號C	4.3	○○○○×	○○○××	×××××				

表6:苦楝樹果實對孑孓死亡的概要表(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

苦楝樹果實20g+水200ml	顏色	平均pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
	土黃色	4.6	100%	3天

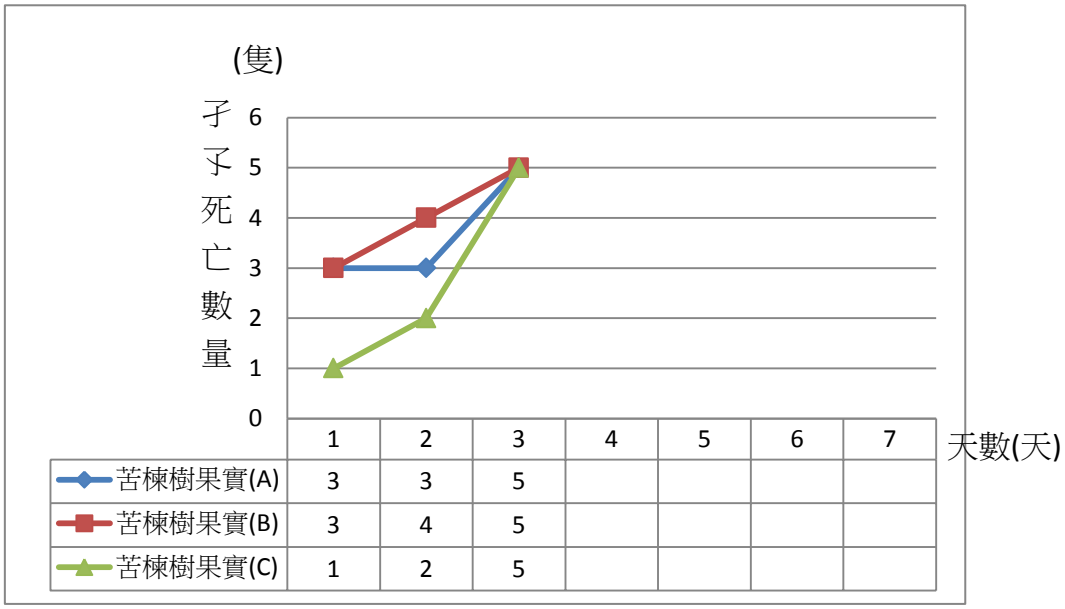


圖4:苦楝樹果實對孑孓死亡的影響力

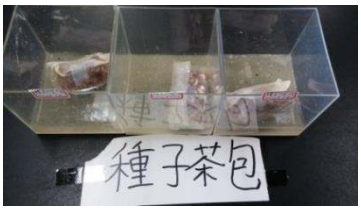
實驗四: 觀察苦楝樹種子對子孑死亡的影響力

實驗說明與實驗步驟同實驗二。實驗記錄中，編號A子孑經過7天被撲滅；編號B子孑經過7天有1隻存活；編號C子孑經過7天有1隻存活，三組子孑死亡的天數有些許差異。如下表7、表8與圖5:

表7:苦楝樹種子對子孑死亡的記錄表

種子20g/水200ml	pH值	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
編號A	5.1	○○○○×	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○××××	×××××
編號B	5.5	○○○○×	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○××××
編號C	5.4	○○○××	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	○××××	○××××

表8:苦楝樹種子對子孑死亡的概要表(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

苦楝樹種子20g+水200ml	顏色	平均pH值	成功率	子孑全部死亡的天數
	白色	5.3	87%	7~7天以上，子孑一組全死亡，另兩組各有1隻存活

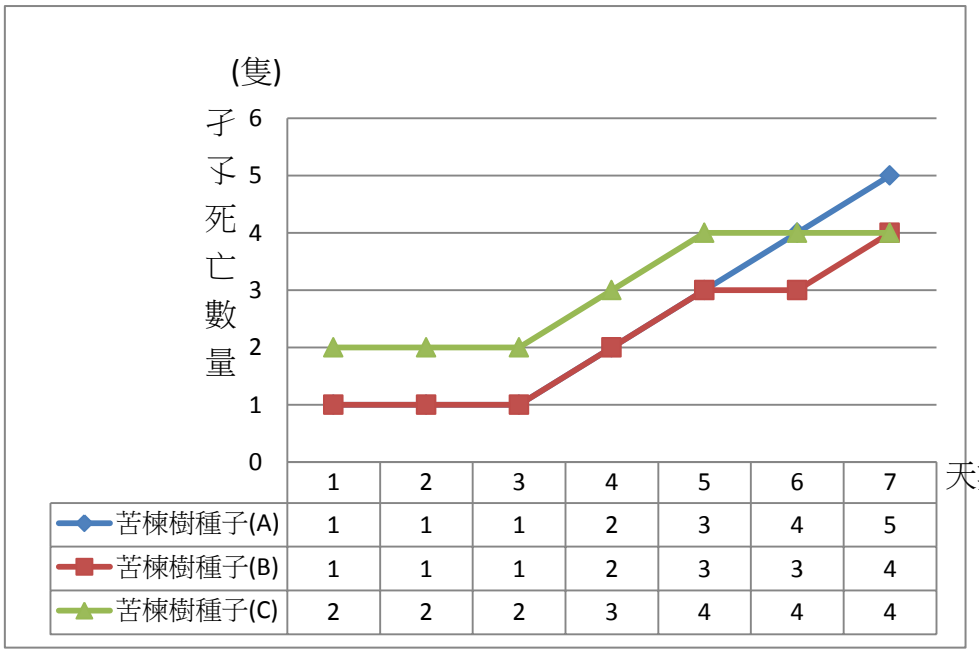


圖5:苦楝樹種子對子孑死亡的影響力

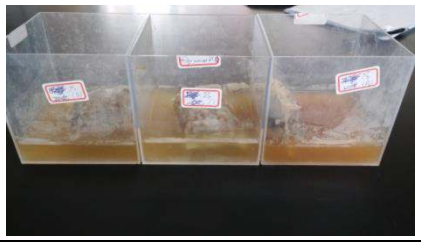
實驗五: 觀察苦楝樹花對孑孓死亡的影響力

實驗說明與實驗步驟同實驗二，實驗記錄中，編號A、編號B、編號C孑孓皆經過7天被撲滅，三組孑孓死亡的天數一致。如下表9、表10與圖6:

表9:苦楝樹花對孑孓死亡的記錄表

花20g/水200ml	pH值	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
編號 A	7.1	○○○○×	○○×××	○○×××	○××××	○××××	○××××	×××××
編號B	7.4	○○○○○	○○○××	○○○××	○○×××	○○×××	○○×××	×××××
編號C	7.2	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○○×××	×××××

表10:苦楝樹花對孑孓死亡的概要表(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

苦楝樹花20g+水200ml	顏色	平均pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
	淡黃色	7.2	100%	7天

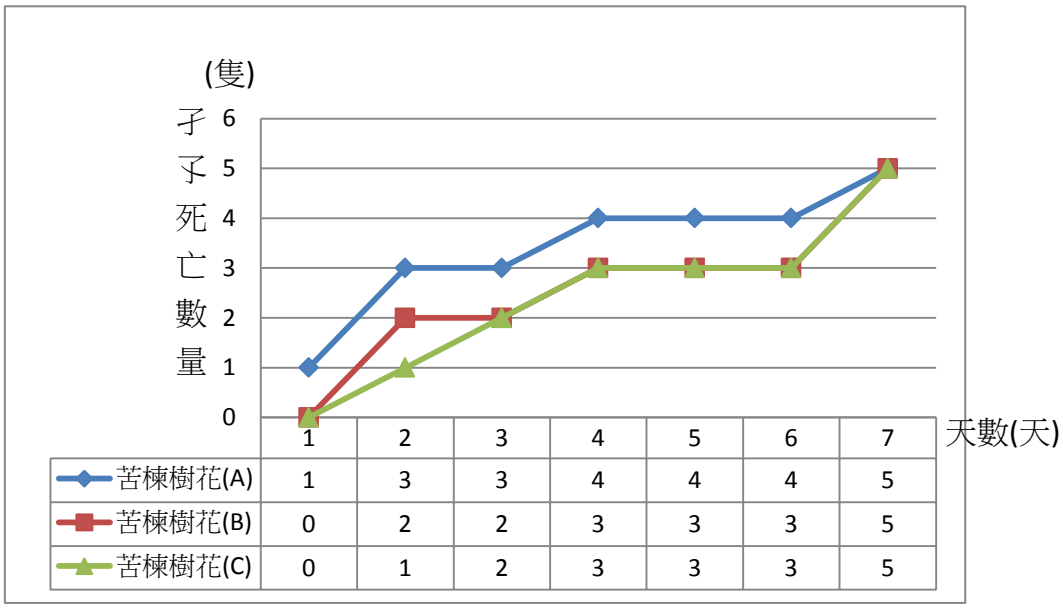


圖6:苦楝樹花對孑孓死亡的影響力

實驗六: 觀察苦楝樹枝條對孑孓死亡的影響力

實驗說明與實驗步驟同實驗二，實驗記錄中，編號A、編號B、編號C孑孓皆經過7天有1隻存活，三組孑孓死亡的天數皆7天以上。如下表11、表12與圖7:

表11:苦楝樹枝條對孑孓死亡的記錄表

枝條20g/水200ml	pH值	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
編號A	6.1	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○○×××	○××××	○××××
編號B	6.5	○○○○×	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○××××
編號C	6.2	○○○○×	○○○××	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	○××××

表12:苦楝樹枝條對孑孓死亡的概要表(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

苦楝樹枝條20g+水200ml	顏色	平均pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
	咖啡色	6.3	80%	7天以上

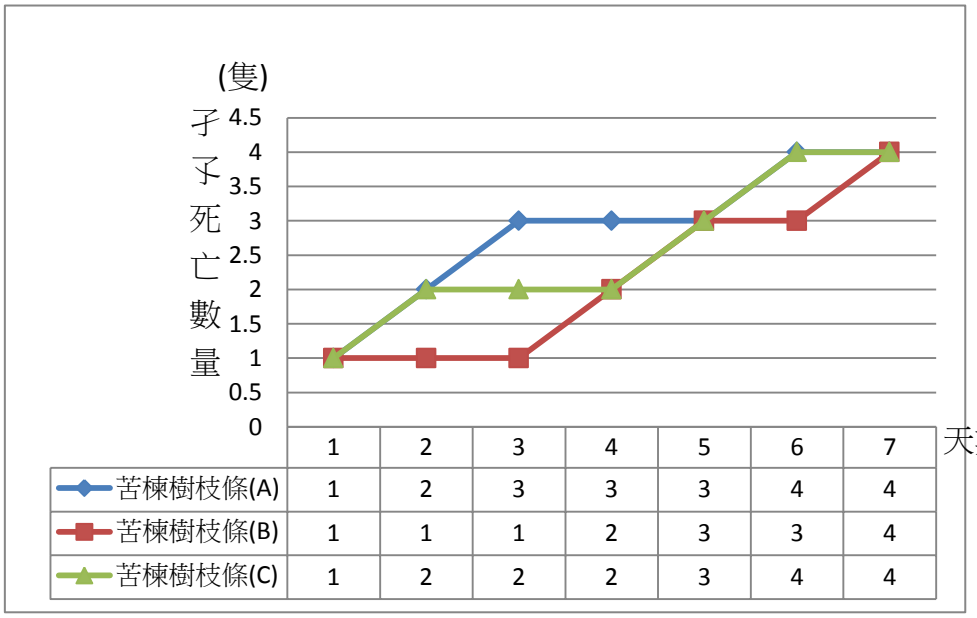


圖7:苦楝樹枝條對孑孓死亡的影響力

四、探討苦楝樹各部位經不同處理方法對孑孓死亡之影響力。

實驗一: 觀察加熱苦楝樹各部位對孑孓死亡的影響力

(一)實驗說明

藉由研究目的三的研究結果得知，苦楝樹果實對孑孓死亡的影響力較好，所以我們討論後認為，如果把苦楝樹各部位加熱，再來做實驗，會不會對孑孓死亡的影響力更大?或更小?於是，我們放入苦楝樹葉子、果實、種子、花與枝條各20克在200毫升的水中，蓋上蓋子避免水分蒸發，並使用酒精燈加熱煮沸，等待冷卻後，再放入孑孓以觀察孑孓死亡的狀況。

(二)實驗步驟

1.分別加入搗碎苦楝樹的葉子、果實、種子、花與枝條各20克與200毫升的水於燒杯中。

2.蓋上蓋子，使用酒精燈加熱煮沸後，耐心等待冷卻。

3.分別倒入容器中，加入5隻孑孓(二齡)，再蓋上紗網，避免孑孓成為蚊子飛出。

4.為了準確性，同一個變因設置3組，進行3次重複實驗，記錄並計算溶液平均pH值、成功率及孑孓全部死亡的天數。

(三)實驗記錄:

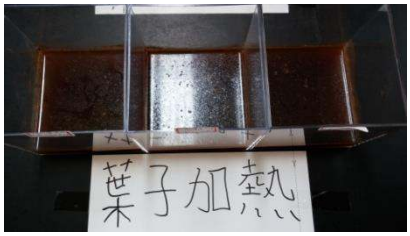
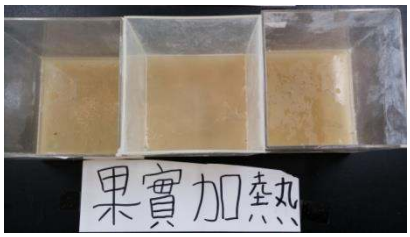
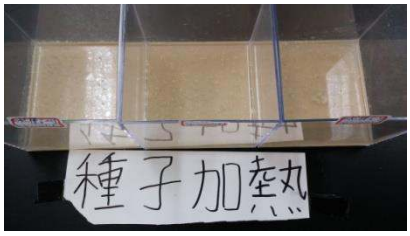
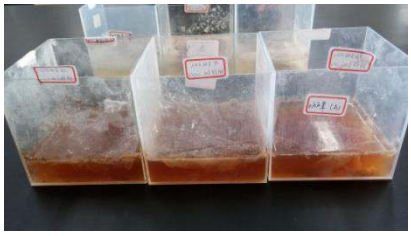
我們分工合作每天記錄孑孓死亡的狀況，以一週為觀察期(共七天)，並將記錄的結果，計算出溶液平均pH值、成功率、孑孓全部死亡的天數與綜合比較。如表13、表14與圖8:

表13:苦楝樹加熱各部位對孑孓死亡的記錄表

溶液	編號	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
加熱苦楝樹葉子20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○×××	×××××	
	B	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	×××××
	C	○○○○○	○○○○○	○○○××	○○×××	○○×××	○××××	×××××
加熱苦楝樹果實20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○×	○○○××	×××××			
	B	○○○○×	○○○○×	○○○××	○××××	×××××		
	C	○○○××	○○×××	○××××	○××××	×××××		
加熱苦楝樹種子20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○×××	○××××	○××××	○××××
	B	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○×××	○○×××	○××××	○××××
	C	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	○××××	○××××

加熱苦楝樹花20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○××××
	B	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	××××××
	C	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○××××
加熱苦楝樹枝條20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○××××
	B	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○××××
	C	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××

表14:比較加熱苦楝樹各部位對孑孓死亡的影響力(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

	照片	顏色	pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
加熱苦楝樹葉子		深褐色	5.6	100%	6~7天
加熱苦楝樹果實		淺土黃色	4.7	100%	4~5天
加熱苦楝樹種子		淺白色	5.5	80%	7天以上(一組剩1隻存活，一組5天孑孓全死亡，另一組6天孑孓全死亡)
加熱苦楝樹花		淺黃色	7.3	87%	7~7天以上(一組全死亡，另兩組各有1隻存活)
加熱苦楝樹枝條		淺咖啡色	6.1	73%	7天以上(一組全死亡，一組存活1隻，另一組存活2隻)

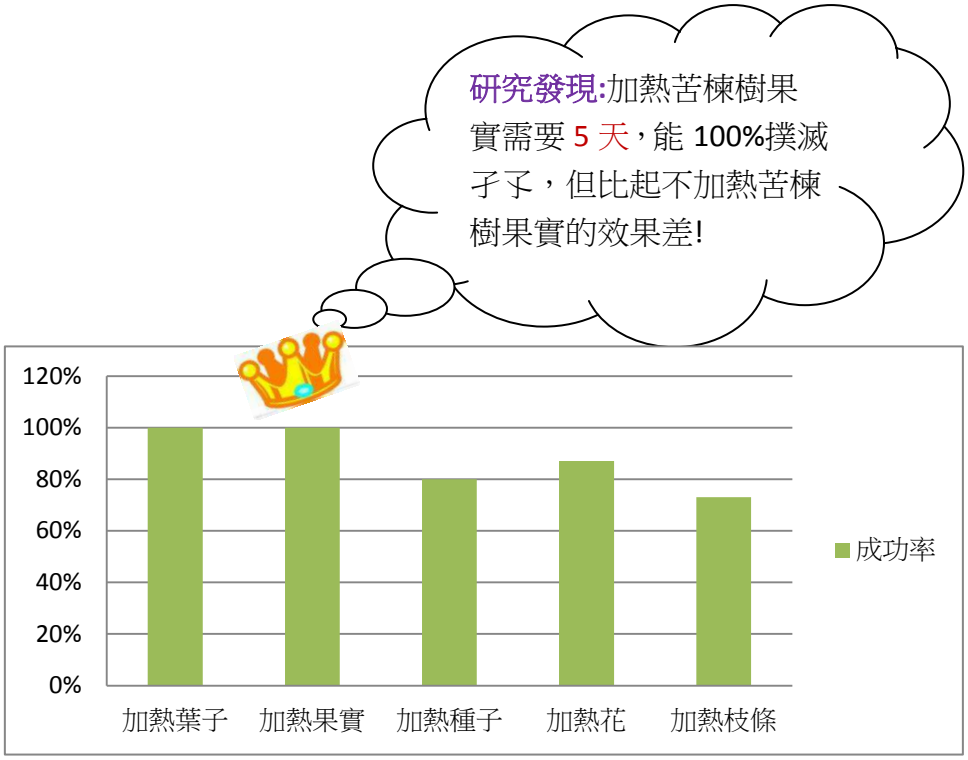


圖8: 苦楝樹加熱各部位對孑孓死亡的比較圖

實驗二: 觀察曬乾苦楝樹各部位對孑孓死亡的影響力

(一)實驗說明

經過實驗一的觀察後，我們討論如果把苦楝樹的葉子、果實、種子、花與枝條拿到學校頂樓曝曬成乾(曬乾過程為一個多月)，會不會對孑孓死亡的影響力產生變化?因此，我們放入曬乾的苦楝樹的葉子、果實、種子、花與枝條各20克在200毫升的水中，進行觀察孑孓死亡的狀況。

(二)實驗步驟

1.分別加入搗碎曬乾苦楝樹的葉子、果實、種子、花與枝條各20克與200毫升的水於容器中。

2.再加入5隻孑孓(二齡)。

3.蓋上紗網，避免孑孓成為蚊子飛出。

4.為了準確性，同一個變因設置3組，進行3次重複實驗，記錄並計算溶液平均pH值、成功率及孑孓全部死亡的天數。

(三)實驗記錄:

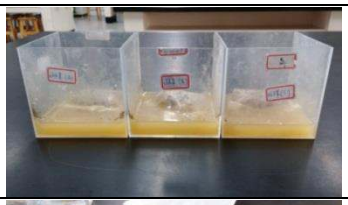
如表15、表16與圖9

表15:苦楝樹曬乾各部位對孑孓死亡的記錄表

溶液	編號	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
曬乾苦楝樹葉子20g+水200ml	A	○○○××	○○×××	×××××				
	B	○○○○×	○○○××	×××××				
	C	○○○××	○××××	×××××				
曬乾苦楝樹果實20g+水200ml	A	○○○○×	○○○××	○××××	×××××			
	B	○○○○×	○○×××	○××××	×××××			
	C	○○○××	○○×××	○××××	×××××			
曬乾苦楝樹種子20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○○	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	×××××
	B	○○○○○	○○○○×	○○○××	○××××	○××××	×××××	
	C	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○××××	○××××	×××××
曬乾苦楝樹花20g+水200ml	A	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○××××	×××××
	B	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○××××	○××××
	C	○○○○×	○○○○×	○○○○×	○○×××	○××××	○××××	×××××
曬乾苦楝樹枝條20g+水200ml	A	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○××××	○××××
	B	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○○××	○○○××	○○×××	○××××
	C	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○××××	×××××

表16: 比較曬乾苦楝樹各部位對孑孓死亡的影響力(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

	照片	顏色	pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
曬乾苦楝樹葉子		淡褐色	5.4	100%	3天

曬乾苦楝樹果實		淡土黃色	4.2	100%	4天
曬乾苦楝樹種子		淡白色	5.8	100%	6~7天
曬乾苦楝樹花		淡黃色	7.3	93%	7~7天以上(兩組全死亡，另一組有1隻存活)
曬乾苦楝樹枝條		淡咖啡色	6.3	87%	7~7天以上(一組全死亡，另兩組各存活1隻)

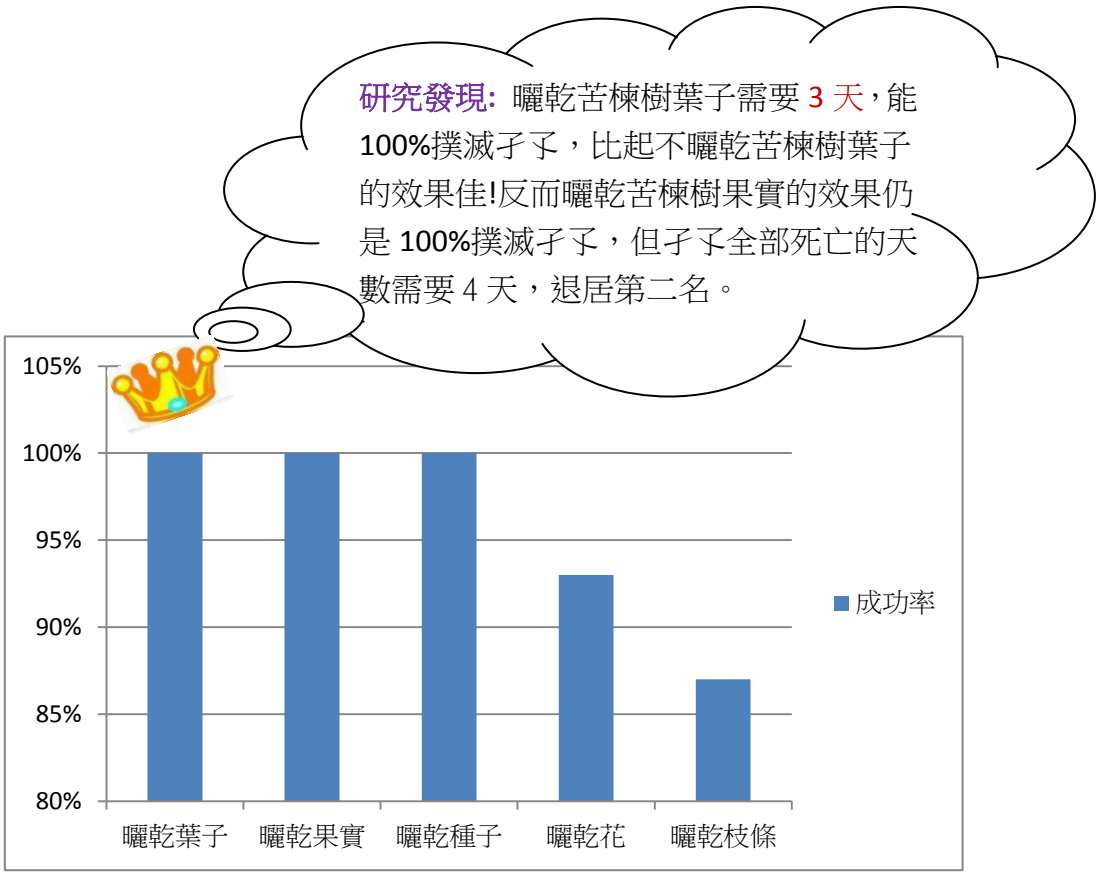


圖9:苦楝樹曬乾各部位對孑孓死亡的比較圖

實驗三: 觀察苦楝樹各部位的萃取液對孑孓死亡的影響力

(一)實驗說明

我們集思廣益討論，如果可以加入少許很濃的苦楝樹各部位萃取液，是不是對於孑孓死亡的影響力可以達到不錯的效果?所以，我們將製作苦楝樹葉子、果實、種子、花與枝條的萃取液20毫升，加入200毫升的水中，進行觀察孑孓死亡的狀況。

(二)實驗步驟

1.將搗碎苦楝樹葉、果實、種子、花與枝條各100克，分別放入100毫升的水，靜置一天。

2.分別加入苦楝樹葉、果實、種子萃取液、花與枝條各20毫升與200毫升的水於容器中。

3.加入5隻孑孓(二齡)，並蓋上紗網，避免孑孓成為蚊子飛出。

4.為了準確性，同一個變因設置3組，進行3次重複實驗，記錄並計算溶液平均pH值及孑孓死亡的平均成功率。

(三)實驗記錄:

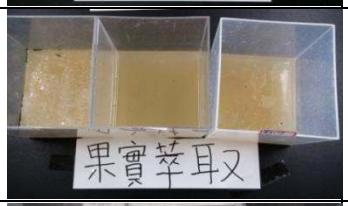
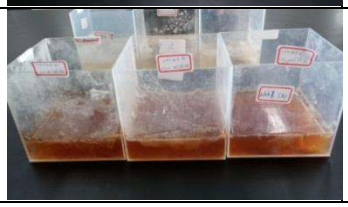
每天記錄的結果，計算出溶液平均pH值、孑孓死亡的平均成功率與綜合比較。如表17、表18與圖10:

表17: 苦楝樹葉子、果實與種子的萃取液對孑孓死亡的記錄表

溶液	編號	Day1	Day2	Day3	Day4	Day5	Day6	Day7
苦楝樹葉子萃取液20ml+水200ml	A	○○○××	○○×××	○○×××	×××××			
	B	○○○××	○○×××	○××××	×××××			
	C	○○×××	○××××	×××××				
苦楝樹果實萃取液20 ml +200ml	A	○○×××	○○×××	×××××				
	B	○○○××	○××××	×××××				
	C	○○×××	○××××	×××××				
苦楝樹種子萃取液20 ml +水200ml	A	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○○×××	×××××
	B	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○○××	○○○××	○××××
	C	○○○○×	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○××××

苦楝樹花萃取液 20 ml +水200ml	A	○○○○×	○○○××	○○○××	○○○××	○×××××	○×××××	×××××
	B	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○○×××	×××××	
	C	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○×××	○○×××	×××××
苦楝樹枝條萃取液20 ml +水 200ml	A	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××	○×××××
	B	○○○○○	○○○○×	○○○○×	○○○○×	○○○××	○○×××	○○×××
	C	○○○○○	○○○○○	○○○○×	○○○××	○○○××	○○○××	○○×××

表18:比較苦楝樹葉子、果實與種子的萃取液對孑孓死亡的影響力(註：資料數據來自上述編號A、B、C三組)

	照片	顏色	pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
苦楝樹葉子萃取液		深褐色	5.1	100%	3~4天
苦楝樹果實萃取液		淺土黃色	4.8	100%	3天
苦楝樹種子萃取液		淺白色	5.7	87%	7~7天以上
苦楝樹花萃取液		淺黃色	7.7	100%	6~7天
苦楝樹枝條萃取液		淺咖啡色	6.4	67%	7天以上

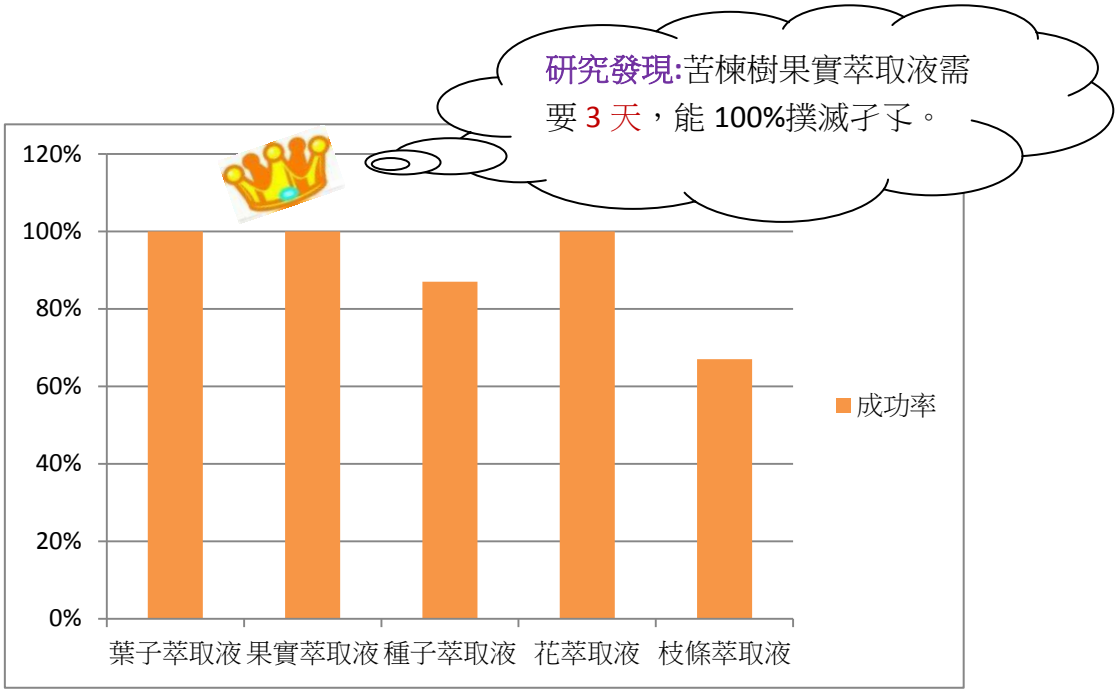


圖10:苦楝樹各部位萃取液對孑孓死亡的比較圖

五、探討苦楝樹樹脂對孑孓的用途。

(一)實驗說明

苦楝樹樹脂從樹上取下來的時候是硬硬的，如果要能對孑孓的撲滅有效果必須想一些方法，所以我們嘗試熔化苦楝樹樹脂，但在過程中遇到了挫折，不管使用什麼方法，好像都無法熔化苦楝樹樹脂。

(二)實驗紀錄

原苦楝樹樹脂	放入燒杯，使用酒精燈加熱	放入100℃的烤箱烘烤	使用隔水加熱的方式	直接加入10毫升水分(經過一小時後)
溶化狀況	燒焦，不成功	燒焦，不成功	燒焦，不成功	溶化，成功

(三)研究發現

苦楝樹樹脂加入水溶化後，放入孑孓，孑孓會因為樹脂的黏性，漸漸死亡，而變成仿琥珀。我們經由討論後，一致認為苦楝樹樹脂的產量較少，如果拿來撲滅孑孓不太符合效益，但意外發現苦楝樹樹脂可溶於水，並有類似琥珀的感覺。

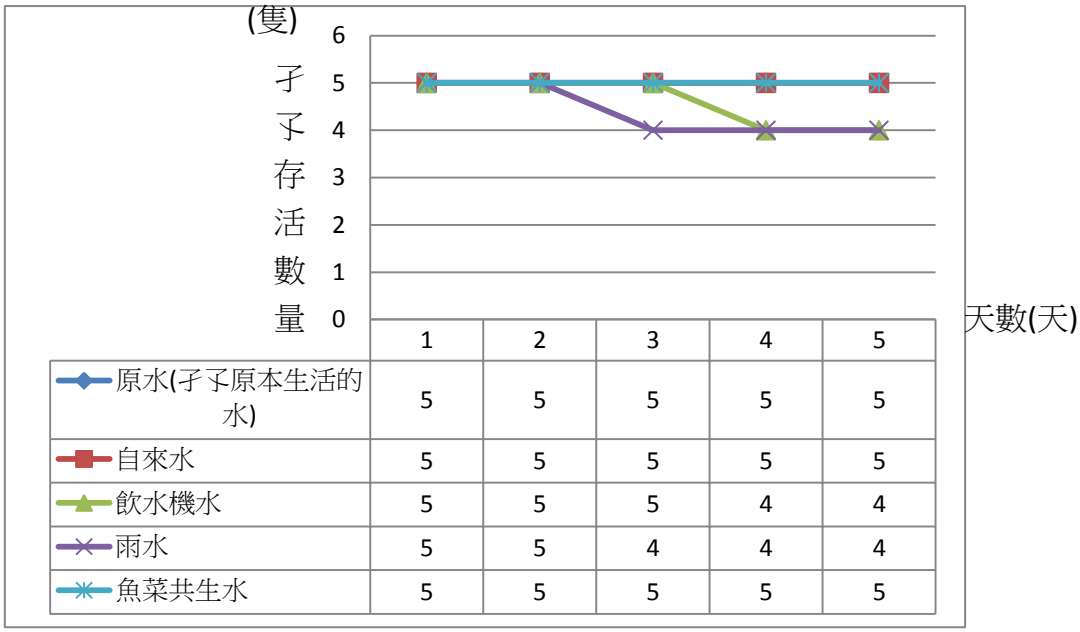
陸、研究結果綜合比較

一、探討校園內孑孓的生長環境與pH值

我們在學校的地下室、廁所、操場、校園各陰暗角落等蚊子容易出沒之處皆擺放積水容器，試圖吸引雌蚊來產卵，獲得實驗用的孑孓，但幾乎沒有收穫。最後是在校園落葉堆肥區旁放置的積水容器成功吸引雌蚊，也獲得大量實驗用的孑孓，推測是落葉堆肥區旁邊的腐爛樹葉、菜葉、果皮，吸引許多小昆蟲聚集，形成一個小型生態系。由於孑孓喜愛陰暗的生長環境，因此我們的積水容器使用不透明的水桶，並在上面用樹葉及樹枝覆蓋。

在校園中發現孑孓所在之處的水質，pH值的範圍為7.1~8.1，因此可以得知孑孓喜愛在中性偏弱鹼的環境生長。

二、探討孑孓可以在校園裡哪些常見的水質環境中存活。



	1	2	3	4	5
原水(孑孓原本生活的水)	5	5	5	5	5
自來水	5	5	5	5	5
飲水機水	5	5	5	4	4
雨水	5	5	4	4	4
魚菜共生水	5	5	5	5	5

圖11:孑孓在校園常見的水質環境

由上圖11可知孑孓在原水(孑孓原本生活的水)、自來水與魚菜共生水，存活的狀況良好。

三、探討苦楝樹各部位對孑孓死亡之影響力。

(一)苦楝樹各部位對孑孓死亡的影響力:

苦楝樹果實＞苦楝樹葉子＞苦楝樹花＞苦楝樹種子＞苦楝樹枝條

(二)苦楝樹果實撲滅孑孓的效果佳:

苦楝樹果實效果最好，只需3天的時間，就可把孑孓全部撲滅。如表19與圖12:

表19:比較苦楝樹各部位對孑孓死亡的影響力(註:葉子、果實、種子、花與枝條經過搗碎)

	顏色	平均pH值	成功率	孑孓全部死亡的天數
苦楝樹葉子	黑色	5.5	100%	3~6天
苦楝樹果實	土黃色	4.6	100%	3天
苦楝樹種子	白色	5.3	87%	7~7天以上
苦楝樹花	淺黃色	7.2	100%	7天
苦楝樹枝條	咖啡色	6.3	80%	7天以上

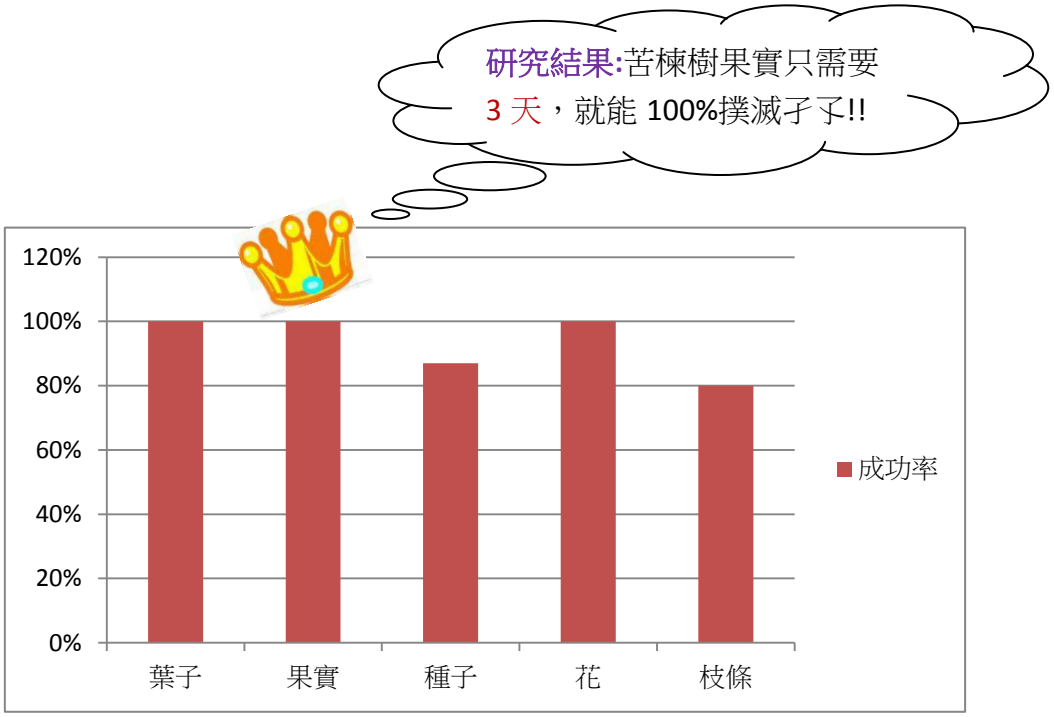


圖12:苦楝樹各部位對孑孓死亡的比較圖

四、探討苦楝樹各部位經不同處理方法對孑孓死亡之影響力。

從圖13與表20可以得知，**苦楝樹葉子**與**苦楝樹果實**不管經過哪種處理方法，其對孑孓有100%的撲滅效果，差別在於孑孓全數死亡的天數。雖然搗碎加入苦楝樹果實、曬乾苦楝樹葉子與苦楝樹果實萃取液的效果，成功率與孑孓全部死亡的天數皆相同，但曬乾苦楝樹葉子，需經過一個多月的曬乾程序，其過程較耗時。

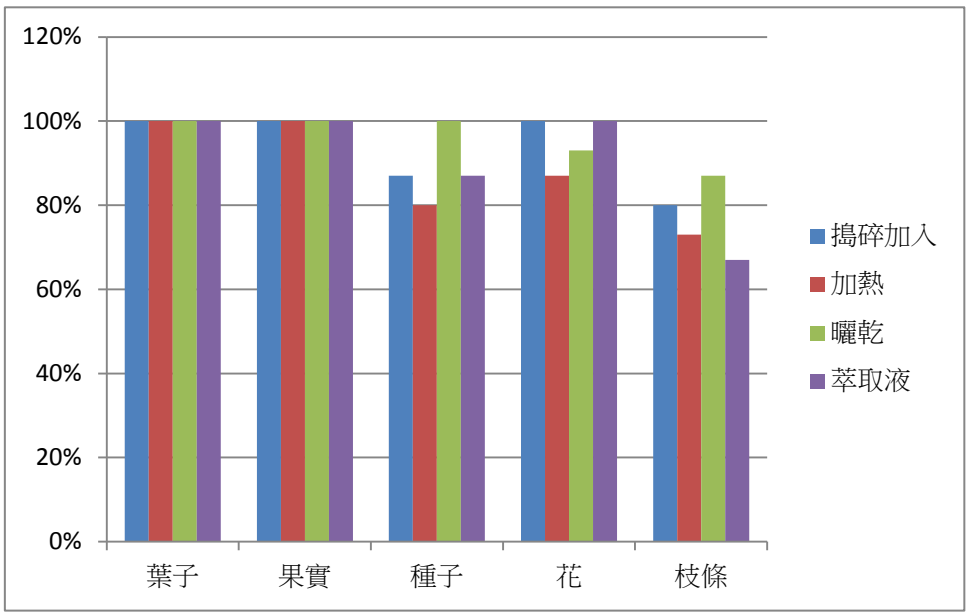


圖13:苦楝樹各部位使用不同處理方法對孑孓死亡的比較圖

表20:苦楝樹各部位使用不同處理方法對孑孓死亡的比較表

		pH 值	成功率	孑孓全部死亡的天數
苦楝樹葉子	搗碎加入	5.5	100%	3~6天
	加熱	5.6	100%	6~7 天
	曬乾	5.4	100%	3天
	萃取液	5.1	100%	3~4天
苦楝樹果實	搗碎加入	4.6	100%	3天
	加熱	4.7	100%	4~5天
	曬乾	4.2	100%	4天
	萃取液	4.8	100%	3 天
苦楝樹種子	搗碎加入	5.3	87%	7~7 天以上
	加熱	5.5	80%	7 天以上
	曬乾	5.8	100%	6~7天
	萃取液	5.7	87%	7~7天以上
苦楝樹花	搗碎加入	7.2	100%	7天
	加熱	7.3	87%	7~7 天以上
	曬乾	7.3	93%	7~7 天以上
	萃取液	7.7	100%	6~7天
苦楝樹枝條	搗碎加入	6.3	80%	7天以上
	加熱	6.1	73%	7 天以上
	曬乾	6.3	87%	7~7 天以上
	萃取液	6.4	67%	7天以上

(一)苦楝樹葉子使用不同處理方法對孑孓死亡的效果:

曬乾(3天)＞製成萃取液(3~4天)＞搗碎加入(3~6天)＞加熱(6~7天)，皆可達到100%撲滅孑孓的效果，但孑孓全部死亡的天數有差異，以曬乾的效果最好。

(二)苦楝樹果實使用不同處理方法對孑孓死亡的效果:

搗碎加入(3天)=製成萃取液(3天)＞曬乾(4天)＞加熱(4~5天)，皆可達到100%撲滅孑孓的效果，但孑孓全部死亡的天數有差異，以搗碎加入的效果最好。

(三)苦楝樹種子使用不同處理方法對孑孓死亡的效果:

曬乾(6~7天)＞搗碎加入(7~7天以上)=製成萃取液(7~7天以上)＞加熱(7天以上)。以曬乾的效果最佳，可達到100%撲滅孑孓的效果，但孑孓全部死亡的天數需要6~7天。

(四)苦楝樹花使用不同處理方法對孑孓死亡的效果:

製成萃取液(6~7天)＞搗碎加入(7天)＞曬乾(7~7天以上)＞加熱(7~7天以上)。以製成萃取液的效果最佳，可達到100%撲滅孑孓的效果，但孑孓全部死亡的天數需要6~7天。

(五)苦楝樹枝條使用不同處理方法對孑孓死亡的效果:

曬乾(7~7天以上)＞搗碎加入(7天以上)＞製成萃取液(7天以上)＞加熱(7天以上)。以曬乾的效果最佳，僅達到87%撲滅孑孓的效果，孑孓全部死亡的天數需要7天~7天以上。

五、探討苦楝樹樹脂對孑孓的用途。

(一)苦楝樹樹脂可溶於水

硬硬的苦楝樹樹脂加入水分10毫升，經過一小時後，逐漸溶化，用手摸起來黏黏的，若放入孑孓於溶化的苦楝樹樹脂中，會漸漸死亡，而後苦楝樹樹脂又會漸漸變堅固，但過程需要很長的一段時間(約一週)，最後孑孓被封在苦楝樹樹脂中變成仿琥珀的感覺。

(二)仿琥珀的效果

做成金幣	仿孑孓琥珀	仿蚊子琥珀	造型琥珀(杯型)

柒、討論

一、打破迷思--水溶液 pH 質對孑孓的死亡沒有絕對之影響

一般來說，孑孓喜愛中性偏弱鹼的水質中，但從研究目的二、研究目的三與研究目的四的實驗紀錄可以發現，孑孓在偏弱鹼的苦楝樹花溶液，是可以被撲滅的!反之，孑孓在偏酸性的苦楝樹種子與枝條溶液中，還是可以存活。

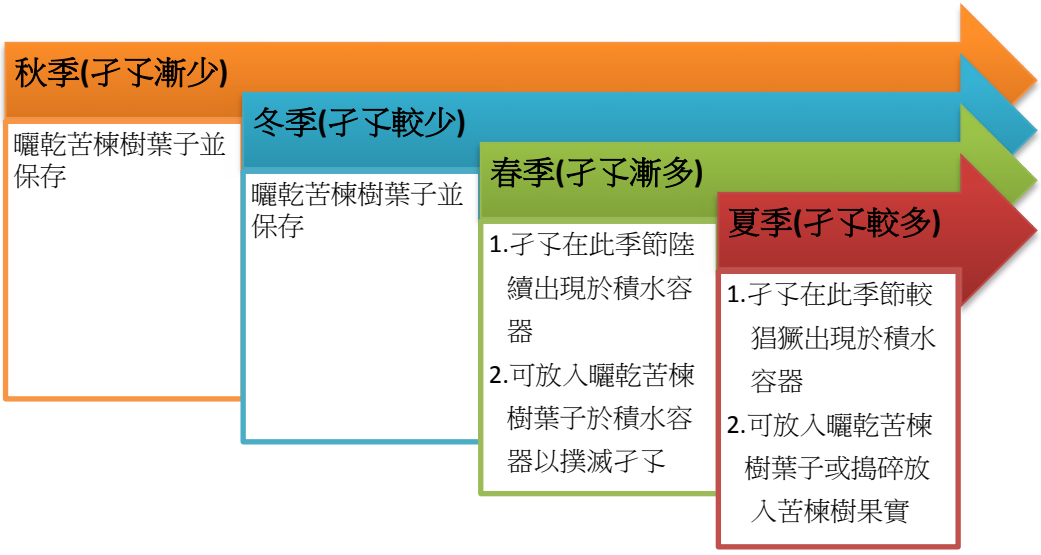
二、苦楝樹種子的撲滅效果

我們在進入研究前，先上網找尋資料，發現網路資訊認為苦楝樹種子可以用來製作撲滅農業害蟲的噴劑，所以我們原先認為苦楝樹種子也應該對於孑孓的撲滅效果會不錯，但從研究結果發現，苦楝樹種子對孑孓的撲滅效果，不如苦楝樹葉子、果實與花佳，有可能是因為從原本撲滅對象為農業害蟲變成孑孓而有所差異。

三、搗碎加入果實與曬乾葉子之比較

從研究結果得知，搗碎加入果實與曬乾葉子皆可經過 3 天 100%撲滅孑孓，但效果不錯的果實為什麼在曬乾後會退居第二名呢?我們推測苦楝樹葉子在曬乾的過程中會散失大量水分，因此同樣 20 克的曬乾葉子比新鮮葉子(葉子+水分)的量還要多，所以對於孑孓的撲滅效果較佳。然而，苦楝樹果實有較多的油脂，因曬乾苦楝樹果實蒸發較少的水分或曬乾的過程流失對孑孓撲滅的要素，故撲滅孑孓的效果較曬乾苦楝樹葉子差。

如果仔細探討哪個效用最好呢?可以從保存時間與直接使用的效用來討論。對於不是想要直接撲滅孑孓的時候(例如:秋、冬季孑孓較少時)，我們可以曬乾苦楝樹葉子，等到夏季孑孓猖獗的時候進行撲滅，以備不時之需；等到夏季苦楝樹果實長滿時，若沒有曬乾苦楝樹葉子，則可以搗碎加入苦楝樹果實以撲滅孑孓。



四、失敗為成功之母

(一)找孑孓的挫敗

在校園中，我們一直尋找孑孓的蹤影，剛開始找到孑孓時，全部裝進水桶帶回自然教室以做實驗，怕孑孓成為蚊子，我們該做的防護措施都有做(用紗網蓋住)。一開始我們不確定苦楝樹的各部位對孑孓是否有撲滅效果，所以我們花很多時間先製作一批，以確定其效果，當開始確定有成效時，這時候孑孓的數量愈來愈少，已經沒辦法供應我們之後正式實驗所需的量。於是，我們開始在校園中的陰暗處放幾盆加了樹葉的積水容器，等了一個多禮拜取回積水容器時，發現完全沒有孑孓的蹤影，正在苦惱的時候，到處詢問教授與資深教師，大家都認為只要放積水容器在陰暗處孑孓就會出現了，後來誤打誤撞發現在陰暗處放置加了樹葉的積水容器需要多一些遮蔽物，例如:插一根有樹葉的小型樹枝在水桶裡，雌蚊會順著樹枝的遮蔽以產卵，之後就會有孑孓出現。

(二)苦楝樹樹脂會溶於水

我們一起腦力激盪，想著如何將苦楝樹樹脂熔化，苦楝樹樹脂好像琥珀那樣純淨，每次從苦楝樹挖來的樹脂都已經呈現堅固的狀態，所以我們想把它熔化，這樣也許對孑孓有撲滅效果或產生類似琥珀的感覺。我們曾直接將苦楝樹樹脂放進燒杯、隔水加熱、用烤箱烤等方式，苦楝樹樹脂皆直接燒成焦糖的樣子，上網搜尋資料也沒有找到方法。在某次偶然的情況下，發現苦楝樹樹脂可以溶於水，竟然可以從堅固的樣子變成軟軟的，如果可以變成軟軟的，代表我們可以把它塑型成我們想要的樣子，因此，我們開始發揮創意製作成金幣、仿孑孓琥珀…等，過了幾天苦楝樹樹脂會漸漸變堅硬，這時就完成我們想要仿琥珀的成品囉!

五、積水容器的處理與應用

(一)預防性的防治

若無法避免積水容器的存在，則可以事先搗碎加入苦楝樹果實、曬乾苦楝樹葉子或噴灑苦楝樹果實萃取液，等到大雨一來或其它因素導致積水容器有積水時，即可發揮預防孑孓孳生的效用。

(二)積水容器已產生孑孓的狀況

若發現積水容器中已產生孑孓，我們可以取適量的苦楝樹果實搗碎、曬乾苦楝樹葉子或噴灑苦楝樹果實萃取液至積水容器中，即使用天然植物藥劑可以抑制孑孓成長為蚊子，這是不用花錢，用隨處可得的苦楝樹果實與葉子以撲滅孑孓。下表 21 為利用搗碎苦楝樹果實、曬乾苦楝樹葉子與苦楝樹果實萃取液為天然植物藥劑跟 DDT、殺蟲劑撲滅孑孓的比較。

表 21: 天然植物藥劑、DDT、殺蟲劑的比較

	天然植物藥劑			DDT	殺蟲劑
成分	搗碎 苦楝樹果實	曬乾 苦楝樹葉子	苦楝樹果實 萃取液	有機氯 化合物	除蟲菊精-百滅寧、 協力精、異亞列寧
氣味	果香	葉香	清香	刺鼻	刺鼻
效果	3 天內可撲 滅孑孓	3 天內可撲 滅孑孓	3 天內可撲 滅孑孓	快	快
對環境的影響	無	無	無	高毒性	中毒性

六、生活應用與實踐

若要實際應用至日常生活中，我們認為可以將**搗碎苦楝樹果實**或**曬乾苦楝樹葉子**放進茶包袋中，包裝成一包一包的樣子(每包 20 克)，成為『苦楝滅孑茶包』；也可以將**苦楝樹果實萃取液**裝進噴灑器中，成為『苦楝滅孑噴液』。可以事先預防孑孓的孳生或是等到積水容器產生孑孓時，就丟入我們所製作的『苦楝滅孑茶包』(一包或兩包以上) 或噴灑『苦楝滅孑噴液』，即是以天然植物藥劑撲滅孑孓，並做好環境保育的責任。

我們額外發現將『苦楝滅孑噴液』噴灑在教室的紗門上，蚊子較不會想要靠近紗門，所以也可以拿來當作驅蚊的用途。最後，完成實驗研究時，水桶裡還剩一堆孑孓，所以我們一人抓一把剩的搗碎苦楝樹果實(每人約 20 克)試著將剩餘的孑孓殺死，等待 2~3 天，其效用真的很厲害，孑孓全部被撲滅，並將這些撲滅孑孓的水拿去澆苦楝樹，為我們的實驗研究畫上美麗的休止符!

另外，根據此研究結果，學校了解此方法不用花錢又是就地取材使用學校隨處可得的苦楝樹果實或葉子來撲滅孑孓，所以學校衛生組方面進行預防性防治孑孓孳生或發現校內有積水容器並產生孑孓時，就會使用我們所製作的『苦楝滅孑茶包』與『苦楝滅孑噴液』以撲滅孑孓，確實應用至日常生活中。

捌、結論

一、地下室等容易被蚊子叮咬處擺放的積水容器，不易誘使雌蚊產卵，落葉堆肥區的積水容器成功地在冬天吸引雌蚊產卵。此外，水溶液 pH 質對孑孓的死亡沒有絕對影響關係。

二、孑孓在原水(孑孓原本生活的水)、自來水與魚菜共生水中生長情形良好，在雨水與飲水機的水中則有死亡的情形。

三、苦楝樹各部位以搗碎苦楝樹果實撲滅孑孓的效果最好，只需要 3 天的時間，即可將孑孓 100%全部撲滅。

四、苦楝樹各部位經過不同處理方法，以曬乾苦楝樹葉子與苦楝樹果實萃取液撲滅孑孓的效果佳，3 天皆可 100%撲滅孑孓。

五、苦楝樹樹脂可以使孑孓逐漸死亡，但苦楝樹樹脂的產量不多，不太符合效益。此外，苦楝樹樹脂可溶於水，並有仿琥珀的效果。

六、根據研究結果，我們製作的『苦楝滅孑茶包』與『苦楝滅孑噴液』實際應用至日常生活中，以達到預防孑孓孳生或用來撲滅孑孓，作為天然植物藥劑且對環境不會造成傷害，為本研究增加其延伸性。

玖、參考資料及其他

史家瑩(2013)。國民小學四下自然與生活科技第四冊第二單元昆蟲王國。台南：翰林出版社。

黃鴻博(2013)。國民小學五上自然與生活科技第五冊第二單元植物世界。台南：南一出版社。.

黃鴻博(2013)。國民小學五下自然與生活科技第六冊第三單元水溶液的性質。台南：南一出版社。

張亦萱、陳奕良、徐明慶、陳威廷(2006)。蚊子剋星：蟛蜞菊的環保系列應用。國立臺灣科學教育館。

林炅霆、陳沛羽、馬聿琳（2011）。春眠怖「孑」曉，處處蚊子咬。2014 年 9 月 20 日，取自 http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/080312.pdf

曾郁恩、鍾任潔、滕葳、古懷生、蔡紫瓿(2013)。「銅」話故事的「孑」局。國立臺灣科學教育館。

中央研究院數位典藏資源網-專題文章:苦楝。取自 http://digiarch.sinica.edu.tw/content/subject/resource_content.jsp?id=1281

有機農業全球資訊網-以自然農藥防治蟲害。取自 http://info.organic.org.tw/supergood/front/bin/ptdetail.pHtml?Part=sick-41&

苦戀・七粒奪魂丹。取自 http://mypaper.pchome.com.tw/pk2931cd200s/post/1322490628

維基百科-苦楝。取自 http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%8B%A6%E6%A5%9D

附錄

苦楝滅孑茶包	實驗觀察	分類孑孑	落葉堆肥區
採集樹葉	處理樹葉	加熱樹葉	曬乾後搗碎樹葉
新鮮果實	曬乾果實	苦楝樹枝條	苦楝樹枝條萃取液
新鮮種子	曬乾種子	搗碎後種子	搗碎種子泡水
苦楝花	曬乾苦楝花	苦楝樹脂	採集苦楝樹脂

【評語】080310

本作品測試萃取物對於孑孓的撲滅效果。從文獻已知苦楝的種子、葉子、樹皮、根中含有抑制害蟲活性的化學成分，具有殺蟲功效，因此本作品新穎性不高。此外本實驗中所用孑孓數量太少，統計意義不大，在實驗的控制組設計也須加強。