

臺北市第 56 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小組

作品名稱：每抽一根菸，生命少一天

關 鍵 詞：香菸、電子菸、三爪金龍

編 號：

摘要

各國都在宣導吸菸的危害，我們也想了解菸害對植物的影響，所以我們將三爪金龍植物經過紙菸煙燻、電子菸煙燻、紙菸菸灰水灌溉和電子菸菸油水灌溉這四種處理，來模擬吸菸的危害情形，觀察菸害對植物生長的影響，並且探討吸菸對植物造成傷害的原因。實驗證明：(1)被菸燻以及被用紙菸煙灰或電子菸菸油污染過的水灌溉的植物，都會枯黃萎凋。(2)菸害的傷害是無法再復原的。(3)菸害產生的污染物會改變土壤的酸鹼性。(4)煙燻會讓植物氣孔無法正常開啟。(5)菸品所含成分不管是經煙燻由植物氣孔吸收，或紙菸煙灰、電子菸菸油污染土壤，再由植物根部吸收，都會讓植物受到傷害而枯萎。所以，「拒菸」才是好選擇！

壹、前言

一、研究動機

菸害的宣導一直是各國努力的重點，而近期電子菸興起的風潮，更是造成菸害宣導的一個阻礙。為了防止菸害，紐西蘭規定 2023 年起 14 歲以下終身禁買菸，反觀台灣，近年來高中職青少年吸菸率(合併紙菸與電子菸)高達約 14%，加上近年來香菸的種類推陳出新，甚至還出現只用電霧化菸油，便能享受「菸癮」的「電子菸」，讓電子菸變成一種風潮。每當經過有人在抽菸的街道時，二手煙及亂丟菸蒂的壞習慣也會讓人有一種不舒服的感覺，**因此我們想透過實驗讓大家了解抽菸的危害性**。傳統上的理解，菸害對人體是一種長時間對呼吸系統的傷害，無法透過短期的觀察來驗證。因此我們想透過菸對植物的影響實驗，來了解菸害的傷害程度及可能的原因，並希望可作為宣導吸菸為害的好題材。究竟菸害對植物會造成什麼影響？是紙菸對植物比較傷，還是電子菸比較傷呢？就讓我們來為你解答吧！

二、研究目的

- (一)比較紙菸與電子菸對植物的危害差異。
- (二)探討紙菸與電子菸對植物造成危害可能的原因。
- (三)觀察植物暴露在菸害下，造成肉眼可見傷害的時間。
- (四)觀察紙菸和電子菸的傷害是否是可逆的（移除傷害源後，是否可以復原，重返健康？）
- (五)模擬紙菸菸灰以及電子菸菸油污染土壤後，是否也會對植物造成傷害。
- (六)實測受菸害後的植物，和沒有受菸害的植物土壤的酸鹼度(PH 值)改變情形。
- (七)利用顯微鏡來觀察菸害對植物氣孔的影響。



(圖片取自: <https://clickme.net/28558>)

三、文獻回顧

(一)紙菸有害成分：

目前科學家實驗得知，菸草裡有 7000 多種有害物質，其中，以尼古丁、焦油及一氧化碳所造成的危害最大，被稱為「菸草三大殺手」。每支香菸約有 0.5-2.7 毫克的尼古丁、6.5-29 毫克的焦油，每抽一根菸會產生 400ppm 的一氧化碳。另外，菸草燃燒之後會釋出超過 4000 種化學物質，其中已知的致癌物至少有 60 種，最主要的致癌殺手即為「焦油」，焦油直接引發的癌症包括肺癌、口腔癌、咽頭癌、喉頭癌、膀胱癌、食道癌，間接相關的則有頸癌、血癌（骨髓性白血病）、胃癌、肝癌、腎臟癌、胰臟癌、大腸癌、子宮頸癌等；焦油也會引發慢性支氣管炎、肺氣腫等慢性阻塞性肺疾病。

(二)電子菸煙油成分：

主要成分包含丙二醇、丙三醇（甘油）、人工香精、尼古丁等。另外，電子煙的煙霧中，可以測量到多種有機溶劑成分，如：丙酮、甲醛、乙醛、丁酮、異戊二烯等。其它相關科學研究也顯示，霧化後的丙二醇，短期暴露會造成眼睛、喉嚨、呼吸道的刺激；長期暴露在丙二醇煙霧環境中的孩童，可能引起氣喘與呼吸道相關之過敏疾病。

(三)尼古丁簡介：

油狀液態物質，可溶於乙醇、氯仿、乙醚、油，溶於水，可滲入皮膚。

成癮性： 高

依賴性： 生理上: 中等 心理上: 高

代謝產物： 可替寧

生物利用度： 20 至 45% (口服) ， 53% (鼻內)

(四)焦油簡介：

是一種黑色的粘稠液體，是有機物經過加熱乾餾的產物，焦油還可以作為治療某些皮膚病的藥品，在古代芬蘭也用作藥品。

(五)一氧化碳的毒害：

一氧化碳是無色、無臭、無味氣體，但吸入對人體有十分大的傷害。一氧化碳與人體內血紅蛋白的親和力比氧與血紅蛋白的親和力大 200—300 倍，而碳氧血紅蛋白較氧合血紅蛋白的解離速度慢 3600 倍，當一氧化碳濃度在空氣中達到 35ppm，就會對人體產生損害，會造成一氧化碳中毒。

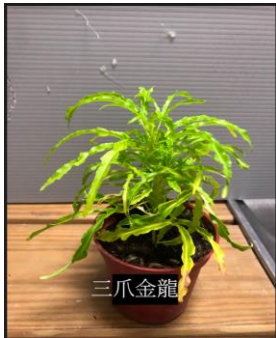
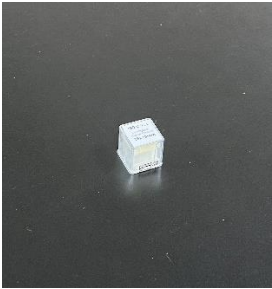
(六)草木灰：是木材、植物在燃燒後殘留的粉末狀灰燼物質，它主要由鈣化合物以及木材中存在的其他不可燃的無機物組成。許多草木灰以碳酸鈣為主要成分，碳酸鈣可作為中和酸性土壤的石灰劑。

(七)森林火災所產生的煙霧會對在大火中倖存下來的樹木產生負面影響，煙霧會降低樹木進行光合作用和生長的能力。暴露在香菸煙霧中的植物長出的葉子較少。每天暴露在 100ppm 以上的一氧化碳中 16 小時的桂香柳植物，四天後部分枝條變黃、脫落。100ppm 的一氧化碳會減緩山桃的光合作用。

(八)三爪金龍植物：

常綠小喬木或灌木，青綠色或黃綠色。生長在熱帶雨林內，耐陰性強，是這幾年花市很常見的觀賞植物。全日曬時全株近金黃，半日照時呈黃綠黃綠，樹蔭下沒受到日照會呈綠色。

貳、研究設備及器材

三爪金龍	香菸 長壽七號(尊爵 G7)	電子菸主機 1 個 (B.R.V 通用主機)+	菸彈 1 個 (VIP 小罐菸油)
			
Q 型夾	pp 瓦楞(60*54cm)	耐熱墊子(磁磚)	刻度管
			
廣用試紙	顯微鏡	載玻片	蓋玻片
			

參、研究過程或方法

一、實驗設計

(一)實驗共分以下五組，涵蓋兩個測試參數：煙燻處理與澆水灌溉處理

組別		煙燻處理	澆水灌溉處理	實驗組標示	編號
實驗組	紙菸	煙燻	自來水 5ml	紙菸	1
		無	紙菸水 5ml	紙菸水	2
	電子菸	煙燻	自來水 5ml	電子菸	3
		無	菸油水 5ml	菸油水	4
對照組	不受菸害	無	自來水 5ml	對照組	5

(二)植物選用常綠灌木且單一色調無花朵之綠葉植物以利觀察，並挑選葉片數較一致之盆栽，以控制實驗條件，我們選擇三爪金龍植物。

(三)實驗前十天煙燻或菸水灌溉期間，五組植物需同時套上隔離套，進行煙燻時，會在隔離套上方放一塊板子悶住煙，並於煙燻時間結束後統一除去上蓋，讓植物能在接收陽光的環境下生長。隔離套的對角需各挖 1 個洞，因為蓋住板子進行煙燻時，香菸燃燒需要氧氣的供應。



二、實驗過程

(一)前置作業

- 1.先將植物放進盆栽，裝滿土。
- 2.製作植物外圍隔離套：首先，先像左圖一樣摺好，再將 Q 型夾折起並將其用雙面膠固定（右圖）。



- 3.將隔離套套在盆栽上，檢查一下，如果植物葉片頂到隔離套，就將葉片修剪到不碰到隔離套。



- 4.在隔離套的對角各打一個洞（蓋上板子煙燻時，可以提供香菸燃燒需要的氧氣）。
- 5.用一塊耐熱磁磚墊在植物盆栽的下面。
- 6.進行煙燻實驗時，用一片 PP 瓦楞(60*54cm) 蓋在隔離套的上面悶住煙（同時蓋住全部的植物），煙燻時間結束後移開 PP 瓦楞版，讓植物可以接收陽光。

7.全部的裝置和植物都放在陽臺進行實驗，這樣拿掉蓋子後方便讓煙霧散去，植物也能照到陽光。



(二)菸害實驗

兒童未吸菸聲明：我們不吸菸！菸害防制法規定，未滿十八歲者，不得吸菸。因此，實驗時，是由成人家長點菸，當天煙燻時間結束後，也是家長移除上蓋，等菸霧散去，再由學童拍照及觀察，以維護學童健康。

1.煙燻植物

(1) 紙菸組（每天吸兩隻菸）：將紙菸直立放入小玻璃瓶中點燃，每十分鐘確認紙菸是否熄滅，若發現紙菸燒完，即補充下一支菸，如果時間未達一小時就已燒完兩支菸，便直接悶住煙霧，每天煙燻 1 小時。煙燻時間結束後澆 5ml 自來水。

(2) 電子菸組：我們不靠人力來收集電子菸煙霧，因此，我們準備了一個滴油瓶，如左下圖中的方式，先擠出滴油瓶的空氣再放手，讓滴油瓶吸電子菸煙霧，再按壓滴油瓶將煙霧吹入電子菸組的罩子中。每十分鐘供給一輪煙，「一輪」為收集五口菸(五個滴油瓶的量)，一天收集六輪，也就是每天煙燻 1 小時。煙燻時間結束後澆 5ml 自來水。



電子菸用滴油瓶收集煙霧



紙菸放在小玻璃瓶中點燃
滴油瓶中的電子菸煙霧吹入電子菸組的密封罩中

2.菸水灌溉植物

『菸水灌溉植物』的定義：

在本實驗中，『菸水灌溉植物』指的是將紙菸煙灰殘渣加水混合，或將電子菸煙油滴入水中混合，再澆入種植物的土壤中，讓植物吸收（模擬雨水沖刷煙灰，流進土壤後，以及電子菸菸油污染土壤）。觀察對植物造成的影響。

(1)紙菸水組：每天煙燻時間結束後，將 5ml 的水加到紙菸的菸灰罐，讓水和菸灰充分混合後倒入紙菸水的盆栽。

		
收集紙菸灰	紙菸灰加 5ml 水混合成紙菸水	將紙菸水倒進盆栽裡

(2)菸油水組：每天煙燻時間結束後，在裝有 5ml 自來水的刻度管中滴入 3 滴電子菸的煙油，混合後倒入菸油水的盆栽中。

	
將 3 滴電子菸煙油滴進刻度管再加入 5ml 自來水混合成菸油水	將菸油水倒進盆栽裡

(3)每天煙燻時間結束後，除去上蓋，將所有的植物拿出來，並拍照。

(4)觀察植物的狀況。

(5)每天重複以上動作，十天後分析研究結果。

(三)追蹤植物後續生長實驗

1.十天的菸害實驗（煙燻或菸水灌溉植物）結束後，解除所有的隔離罩。

2.將植物放在可接收到陽光的地方。

3.定期澆水，觀察植物受過菸害後，是否可以復原。

4.第 30 天（沒有菸害 20 天）時拍照。

增加實驗

以上實驗進行完後，果然有發現菸害會傷害植物(研究結果在後面)，我們不禁好奇：到底菸害對植物造成傷害的原因是什麼？我們想進一步觀察植物受到菸害後，對土壤酸鹼度(PH 值)的影響和對植物葉片氣孔的影響。

所以我們又種了一次，檢測土壤酸鹼度與氣孔觀察的實驗步驟如下：

(四)檢測土壤酸鹼度

1.用小鏟子挖一點土。

2.放入已加 3ml 水的刻度管中。

3.將其搖一搖。

4.將廣用試紙垂直插入刻度管中約五秒。

5.將廣用試紙拿出來並拍照。

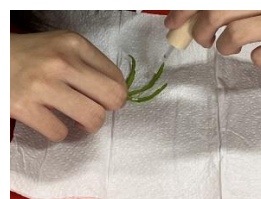
(五)用顯微鏡觀察植物氣孔

1.將透明指甲油塗一薄層在葉片背面。

2.待透明指甲油乾了之後，輕輕把指甲油薄膜撕下來放在載玻片上，滴上一滴清水再蓋上蓋玻片，製成氣孔轉印標本。

3.放在顯微鏡下觀察並拍照。

在葉片背面塗指甲油



肆、研究結果

一、煙燻植物實驗

(一)紙菸組與電子煙組煙燻比較（每天煙燻 1 小時）

第一次種植

	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
紙菸煙燻					
電子菸煙燻					
	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
紙菸煙燻					
電子菸煙燻					

第二次種植

	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
紙菸煙燻					
電子菸煙燻					
	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
紙菸煙燻					
電子菸煙燻					

煙燻植物	紙菸煙燻	電子菸煙燻
植物狀態比較	兩次都大約在第五、六天後，有明顯的葉子枯萎現象： 紙菸煙燻枯萎情況比較嚴重	植物有局部葉子枯萎的狀況。

二、菸水灌溉植物

(一) 紙菸水與菸油水灌溉植物比較

第一次種植

	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
紙菸水灌溉					
菸油水灌溉					
	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
紙菸水灌溉					
菸油水灌溉					

第二次種植

	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天
紙菸水灌溉					
菸油水灌溉					
	第六天	第七天	第八天	第九天	第十天
紙菸水灌溉					
菸油水灌溉					

菸水灌溉植物	紙菸水灌溉	菸油水灌溉
比較結果	都是葉子稍微變黃	都是靠近植物根部有一區葉子枯萎的狀況： 菸油水灌溉葉片枯萎情況比較嚴重

三、追蹤植物後續生長狀況

經過十天的菸害處理後，解除所有的隔離罩，並將五組植物置於可照到陽光的地方，定期澆水並觀察植物在第 30 天後(不受菸害 20 天)的生長狀況。

第一次種植

時 間	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組
開始菸害第一天					
菸害第十天					
第十一天開始解除所有的隔離罩，並將五組植物置於可接收陽光的地方，定期澆水並觀察 脫離菸害 20 天後					
第三十天					
	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組

說明：菸害到第十天時，紙菸煙燻的植株枯黃很明顯，其他三個處理也都有枯萎，第十天時看起來紙菸煙燻傷害是最嚴重的。到了第 30 天，四種菸害處理的植物都更枯萎，無法復原。萎凋狀態最慘的是電子菸菸油水組，可見電子菸菸油對植物的毒害甚嚴重！

第二次種植

時間	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組
菸害第一天					
菸害第十天					
第十一天開始解除所有的隔離罩，並將五組植物置於可接收陽光的地方，定期澆水並觀察					
脫離菸害 10 天後					
第二十天					
脫離菸害 20 天後					
第三十天					
	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組

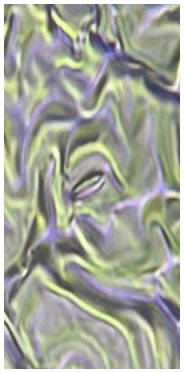
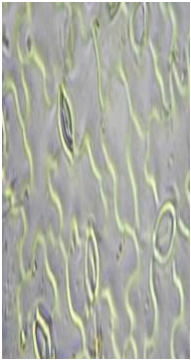
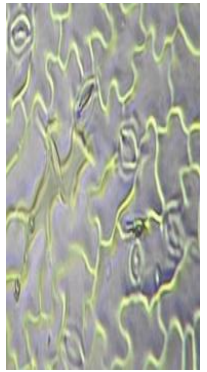
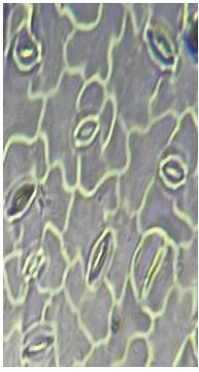
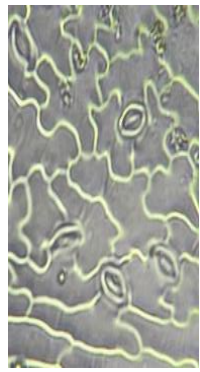
第二次種植加做的實驗：

四、檢測土壤酸鹼度

	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組
第 5 天 廣用試紙照片					
PH 值	7(中性)	7(中性)	9(鹼性)	7(中性)	7(中性)
第 10 天 廣用試紙照片					
PH 值	6(酸性)	5(酸性)	8(鹼性)	6(酸性)	7(中性)

說明：對照組一直保持 PH=7，紙菸煙燻、電子菸煙燻、電子菸菸油水灌溉這三種處理第 10 天土壤的 PH 值都比第 5 天時少 1，也就是有酸化的現象。紙菸水(紙菸煙灰泡水)灌溉的土壤會變成鹼性。抽紙菸是燃燒菸草，也就是燃燒乾燥的菸草植物葉片，所以紙菸菸灰就是一種草木灰，這和文獻資料描述草木灰屬於鹼性是符合的。

五、用顯微鏡觀察氣孔的實驗

	紙 菸 組	電 子 菸 組	紙 菸 水 組	菸 油 水 組	對 照 組
塗過指甲 油的葉背 照片					
葉背氣孔 照片					
說 明	紙菸煙燻的葉片枯黃皺縮很嚴重，不容易觀察到氣孔，應該是氣孔被捲進褶皺裡了，找到的氣孔是閉合的。	電子菸煙燻的葉片形狀還算正常，但顏色枯黃，氣孔也是呈現閉合狀。	紙菸水灌溉的葉片形狀正常，氣孔圓圓的有打開。	電子菸菸油水灌溉的葉片形狀正常，有部分枯黃，氣孔有打開。	對照組葉片氣孔圓圓的正常打開。

伍、討論

一、發現問題與解決方法

實驗做了兩三天後,我們發現了問題,因此,我們在此提出解決方法：

問題 1：我們發現，香菸的燃燒速度太快，以致於還沒一小時，香菸就燒完了。

解決方法：我們更改規定，只要香菸燒完，便補充下一根，一天最多 2 支菸。

問題 2：蓋住植物的 PP 瓦楞板會被風吹落。

解決方法: 實驗時，在板子上多放一個可以壓住的東西。



二、比較紙菸與電子菸的危害差異。

(一) 枯萎程度分級：

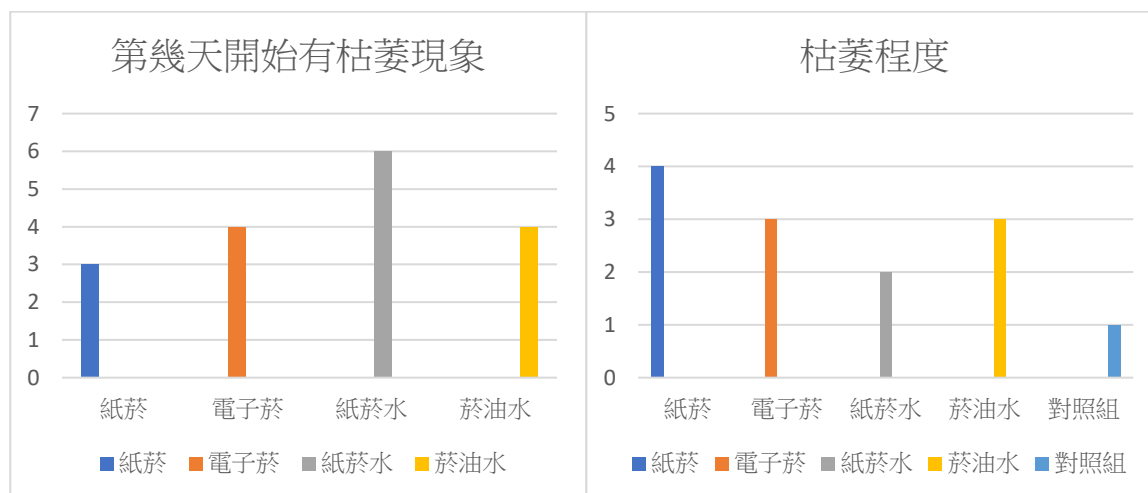
一級枯萎程度：幾乎不受影響。

二級枯萎程度：有幾片葉子枯萎並垂下。

三級枯萎程度：局部有葉子枯萎並垂下。

四級枯萎程度：多處有葉子枯萎並垂下。

(二) 枯萎程度分析：



我們將這些處理的開始枯萎天數排名：

紙菸(最快枯萎)>菸油水>電子菸 = 紙菸水>對照組

這些處理第 10 天的枯萎程度排名：

紙菸(最嚴重)>電子菸 = 菸油水>紙菸水>對照組

(三)煙燻處理植物之比較分析

第 10 天的比較

	紙菸煙燻	電子菸煙燻
第一次種植		
第二次種植		

由圖片我們可以看到，紙菸煙燻對植物的傷害是比電子煙煙燻嚴重的，因此，我們要來探討，到底是什麼成分會影響植物生存。

我們推測，會對植物造成嚴重影響的物質是：焦油和一氧化碳。

因為，這是紙菸有，但電子菸沒有的物質，另外，我們從文獻上可得知，焦油含有高濃度的苯，而苯是致癌的元兇之一，也許，這就是讓植物枯萎的因素，這是對人體的影響，不見得會在植物上發生。另外，還有一種可能，那就是一氧化碳，據資料顯

示：一氧化碳與體內血紅蛋白的親和力比氧與血紅蛋白的親和力大 200—300 倍，而碳氧血紅蛋白較氧合血紅蛋白的解離速度慢 3600 倍，當一氧化碳濃度在空氣中達到 35ppm，就會對人體產生損害，會造成一氧化碳中毒（維基百科: <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%80%E6%B0%A7%E5%8C%96%E7%A2%B3>），如果植物的呼吸系統也是如此的話，那便可證明，植物是因會無法進行呼吸作用，而導致枯萎的。因此，我們研判，對植物造成快速傷害的，是焦油和一氧化碳。

(四)澆水灌溉處理（澆紙菸水或菸油水）植物之比較分析

第 10 天的比較

	紙菸水灌溉	菸油水灌溉	特寫菸油水植物靠近根部的葉子
第一次種植			
第二次種植			

由圖片我們可以看到，菸油水植物靠近根部的葉子開始枯萎，顯示菸油水對植物的傷害是比較嚴重的，因此，我們要來探討，到底是什麼因素會影響植物生存。

菸草灰裡的成分：草木灰，是碳酸鹽類，屬弱鹼性。

菸油裡的成分：丙二醇、丙三醇(甘油)、人工香精、尼古丁……等等。

由文獻上顯示，煙灰中的草木灰，會使土壤呈鹼性，但是，依我們研究結果，一天兩支，到第 10 天時，紙菸煙灰對植物造成的影響還不明顯，不過，當我們解除菸害，讓植物正常生長 20 天後(第 30 天)，我們發現紙菸水灌溉的植物也有多處枯萎的現象，可見第 10 天紙菸水灌溉的植物在外表雖然還看不出傷害，但傷害應該在植物內部已經開始啟動，所以就算我們在第 11 天開始解除菸害處理，但植物還是繼續萎凋。

三、紙菸與電子菸危害的可能原因。

(一) 紙菸

依據前面的實驗結果，我們發現，紙菸煙燻的危害可能來自兩種因素：

第一，來自氣孔受到破壞，我們由顯微鏡氣孔觀察發現，氣孔被煙燻後會閉合，影響它的換氣效果，所以我們推測植物的呼吸作用和光合作用效率應該都會受到影響。

第二，從文獻知道，紙菸燃燒後會產生一氧化碳，也有研究指出，一氧化碳會影響植物的光合作用，這也可能使紙菸煙燻會比電子菸煙燻枯萎更嚴重的其中一個原因，因為電子菸沒有經過燃燒，只有霧化菸油，所以電子菸不會產生一氧化碳影響光合作用的進行。

(二) 電子菸

電子菸不管是煙燻或是菸油水灌溉，都會對植物產生傷害，所以電子菸菸油的化學成分，對植物是有害的。

我們發現電子菸煙霧的傷害的結果比菸油水灌溉輕微，因此我們認為電子菸影響植物的主要因素是菸油裡的化學物質，菸油以霧化的方式存在時，植物經由氣孔吸收菸油化學物質的量，應該會比植物的根經由菸油水灌溉吸收的還要少。

四、觀察菸害多久會造成肉眼可見的傷害。

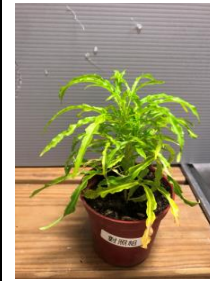
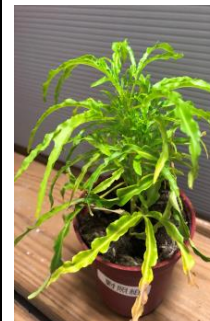
根據植物枯萎程度，紙菸煙燻組在三天的煙燻後（總共六根菸，三小時煙燻），就開始有枯萎的情況，然後一天天很明顯地繼續枯萎下去。我們推測紙菸煙燻的傷害可能來自於焦油的毒害，還有一氧化碳會影響植物光合作用。我們估算一氧化碳的總含量：由文獻研究知道每抽一根菸會產生 400ppm 的一氧化碳，而植物只要暴露在 100ppm 以上的一氧化碳 16 小時，便會對植物造成傷害，而我們紙菸煙燻組到第三天總共燃燒了六支菸，產生了 2400ppm 的一氧化碳，之後每天再燃燒兩支菸，產生的一氧化碳越來越多，所以植物枯萎的程度與劑量明顯是呈正比關係。

電子菸煙燻在第五天開始枯萎，我們推測電子菸煙燻因為沒有燃燒，沒有一氧化碳的排放，所以植物枯萎情形比紙菸煙燻輕微。

紙菸水灌溉肉眼可見傷害較晚出現，大概到第八天才明顯；電子菸菸油水灌溉就比紙菸水灌溉快，大概在第六天可以看出傷害，所以電子菸菸油蠻傷植物的。

五、透過實驗觀察，菸害是否是可逆的（移除傷害源後，是否可以修復，重返健康？）。

第一次種植

	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組
開始菸害第1天					
菸害第10天					
20天正常生長後					
	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組

第一次種植是 11 月 6 日到 12 月 5 日，10 天菸害處理後，解除菸害處理，再經過 20 天的正常生長，第 30 天時，植物都明顯更枯萎。枯萎最嚴重的是用菸油水灌溉的植物，整株變乾枯黃褐萎凋、葉片皺縮；紙菸煙燻也是很嚴重，外型也是乾枯黃褐，但是葉片沒有像菸油水皺縮的那麼厲害。第三慘的是電子菸煙燻，有一半以上的葉子枯萎，紙菸水灌溉也是有將近一半的葉子枯萎，只有對照組保持健康狀態，所以經過菸害處理後對植物所造成的傷害，屬於永久性的傷害，無法因移除傷害源後恢復健康。

第二次種植

	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組
開始菸害第 1 天					
菸害第 10 天					
20 天正常生長後					
	紙菸組	電子菸組	紙菸水組	菸油水組	對照組

第二次種植是在 1 月 29 日到 2 月 27 日，也是 10 天菸害處理後，解除菸害處理，再經過 20 天的正常生長，第 30 天時，紙菸煙燻最慘，差不多是枯死了；菸油水灌溉的植物是第二慘的，雖然整體沒有像第一次種植時枯萎得這麼嚴重，但每個處理都是更枯萎，沒有恢復。由此可見，菸害的損傷是不能復原的。

至於為什麼第二次種植沒有第一次種植情況那麼糟，我們覺得是因為季節不同：第一次種植時是要進入冬天了，日照漸短，再加上菸害，植物就快速消亡。第二次種植時是春天來了，所以植物撐比較久。不過兩次種植在 10 天菸害過後，再經過 20 天正常生長，都有越來越枯萎的趨勢，我們推測第二次種的植物再來應該也是會繼續枯萎下去（讓我們繼續觀察吧！）。

六、觀察紙菸煙灰與電子菸菸油污染土壤後，是否也會對植物造成傷害。

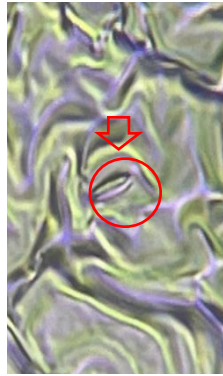
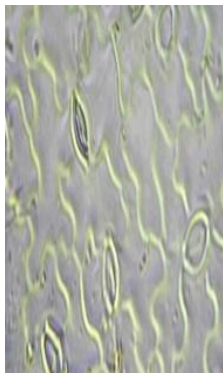
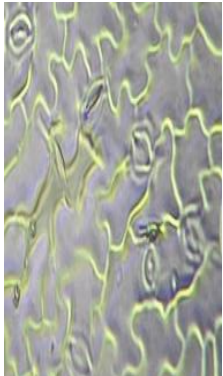
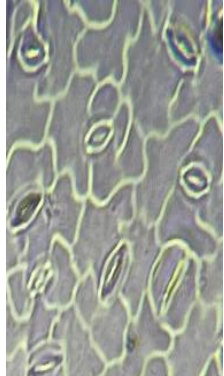
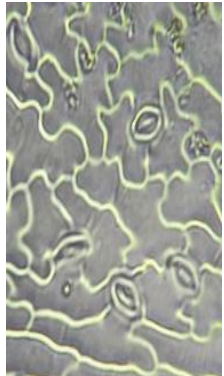
下雨時，煙灰會被沖到土壤中，紙菸水的成分主要是燃燒後的紙菸灰，紙菸灰污染土壤後，也會傷害植物，只是傷害較紙菸煙霧輕微。我們認為紙菸主要的毒害化學污染源並非在紙菸灰裡，而是在紙菸燃燒後的煙霧裡。

第一次種植的植物到了第 30 天，四種處理中，萎凋得最嚴重的是電子菸菸油水灌溉的植株，簡直都快要被粉碎、分解掉了。可見如果電子菸菸油污染土壤，是植物的災難。

七、利用廣用試紙來實測受菸害後的植物，和沒有受菸害的植物土壤的酸鹼度。

在 PH 值結果的表格中，紙菸煙燻、電子菸煙燻、電子菸菸油水在第十天的酸鹼度都比第五天的 PH 值再少 1，因此我們得知，遭受菸害後土壤會酸化。但除了紙菸水灌溉的 PH 值在 8-9 偏鹼外，其他處理的土壤 PH 值在 5-7，都算是植物適合生長的酸鹼值，所以可以推測，前十天菸害植物受到傷害的原因，主要不是土壤酸鹼性的關係，而是其他化學物質的毒害，才會枯萎的。

八、利用顯微鏡來觀察菸害對植物氣孔的影響。

	紙 菸 組	電 子 菸 組	紙 菸 水 組	菸 油 水 組	對 照 組
葉背氣孔照片					

我們推測紙菸菸燻所造成的永久性傷害，可能來自於香菸燃燒後的有害微小粒子傷害了植物的氣孔，影響了植物的呼吸系統和光合作用系統，就如同人類抽菸最終的傷害將導致肺部(呼吸系統)的改變。因此，我們用顯微鏡觀察植物氣孔的變化。

我們發現，紙菸煙燻的葉子皺縮得很厲害，導致氣孔無法正常開啟。兩次的種植結果，紙菸煙燻都在第 5-6 天時就明顯開始枯黃萎凋，我們認為是焦油和一氧化碳被植物

吸入後，快速毒害植物，讓植物萎凋皺縮，氣孔無法正常打開運作，更加速植物死亡。

電子菸煙燻的氣孔感覺較扁，打不太開的樣子，推測電子菸煙油霧化後產生的丙二醇…等成分，也是會毒害植物，影響氣孔的運作。

紙菸水和菸油水組的氣孔形狀比較圓、打得較開，可見菸水灌溉的傷害沒有在第一時間影響氣孔，應該是由根部吸收有毒物質後毒害植物。推測到後面植物被毒害到開始萎凋皺縮時，也會讓氣孔無法正常開啟，加速植物死亡。

我們推測，紙菸和電子菸產生的煙霧影響了植物的呼吸系統，就如同人類抽菸最終的傷害將導致肺部(呼吸系統)的改變。

九、未來展望：

菸害除了紙菸煙燻、電子菸煙霧、紙菸菸灰、電子菸煙油的汙染外，還有抽過菸後留下的菸蒂也是一大垃圾來源。相信菸蒂對環境、對植物也是會造成傷害，這也引發我們的好奇，這是以後我們想要探索的方向。

陸、結論

- 一、煙燻處理中，紙菸煙燻的危害比電子菸煙燻嚴重。
- 二、菸水灌溉處理中，菸油水的危害比紙菸水嚴重。
- 三、菸害造成植物傷害的原因：我們由菸品包裝上的成分推測，紙菸煙燻比電子菸煙燻傷害更大可能是因為焦油與一氧化碳初期的毒害很迅速，但在第 30 天時電子菸油水灌溉的植株枯黃萎凋皺縮的程度是四種處理裡面最嚴重的，可見電子菸菸油也是很毒的，不要以為電子菸比較沒有傷害，紙菸和電子菸都不要抽比較好。
- 四、經歷菸害後是否可復原：菸害 10 天後，解除菸害處理讓植物正常生長 20 天，發現傷害仍會持續，無法復原，植物到第 30 天的狀況真的很糟糕。
- 五、菸害汙染物對土壤的影響：紙菸煙燻、電子菸煙燻、電子菸煙油水灌溉都會讓土壤酸化，紙菸菸灰水會讓土壤成鹼性，整體範圍在 PH= 5 到 PH=8 之間，不算太極端。植物被傷害主要應該不是因為土壤酸鹼值，而是菸品所含有毒物質進入土壤後，被植物吸收而毒害植物。
- 六、對葉片氣孔的觀察：發現煙薰讓植物吸到毒害物質後，會讓氣孔較無法開啟，葉片萎凋皺縮讓氣孔更打不開，惡性循環後來植物死得很快。菸水灌溉初期植物的氣孔還算正常，但植物由根部吸到毒害物質後葉片開始萎凋皺縮，皺縮的葉片也會讓氣孔無法打開，嚴重影響呼吸作用與光合作用，加速植物死亡。

七、綜合以上研究可知：不管是紙菸還是電子菸，不管是煙燻的傷害或紙菸灰水、電子菸油水灌溉，對植物的傷害都蠻明顯的，而且無法復原。所以，一定要拒吸所有菸品！

柒、參考文獻資料

一、紐西蘭通過禁菸法案 2023 起 14 歲以下終身禁買菸。公視新聞網。取自：

<https://news.pts.org.tw/article/613952>

二、青少年吸菸行為調查結果。衛生福利部國民健康署。取自：

<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=1725&pid=9931>

三、香菸的成分和害處。取自：

https://web2yl.cch.org.tw/upload/knowledge/307/%E9%A6%99%E8%8F%B8%E7%9A%84%E6%88%90%E5%88%86%E5%92%8C%E5%AE%B3%E8%99%95_7081474.pdf

四、電子煙毒性物質成分探密。取自：

<https://health99.hpa.gov.tw/article/18723>

五、尼古丁 維基百科。取自：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%B0%BC%E5%8F%A4%E4%B8%81>

六、焦油 維基百科。取自：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%84%A6%E6%B2%B9>

七、一氧化碳 維基百科。取自：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%80%E6%B0%A7%E5%8C%96%E7%A2%B3>

八、三爪金龍。A.PAO Garden。取自：

<https://plant.apaostudio.com/read.php/san-zhao-jin-long/>

九、Plants And Smoking – How Does Cigarette Smoke Affect Plants.Gardening.Gardening. from

<https://www.gardeningknowhow.com/plant-problems/environmental/does-cigarette-smoke-affect-plants.htm>

十、Smoking And Plants: 7 Important Facts You Should Know ! Houseplants corner.com. from

<https://houseplantscorner.com/houseplants-care/smoking-and-plants-facts/>

十一、Cigarette butts have adverse effects on initial growth of perennial ryegrass (gramineae:Lolium perenneL.) and white clover (leguminosae:Trifolium repensL.) Science Direct. from

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651319307481>

十二、植物會不會一氧化碳中毒？。取自：

<https://www.zhihu.com/question/580553900>

十三、污染對木本植物的影響。取自：

https://www.hjkx.ac.cn/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=19880507&year_id=1988&quarter_id=5&falg=1

十四、菸檳品的危害。取自：

<https://web.mil.mohw.gov.tw/NoSomoking/risk.html>

十五、草木灰。維基百科。取自：

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%8D%89%E6%9C%A8%E7%81%B0>