

中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

第三名

030316

滿庭芳－植物的氣味世界

學校名稱：臺南市立後甲國民中學

作者： 國二 黃怡亭 國二 馬悅慈 國二 沈俊廷	指導老師： 陳淑婉
---	------------------

關鍵詞：可揮發油性物質、光合作用、氧化壓力

滿庭芳--植物的氣味世界

摘要

許多植物會散發出氣味，氣味在植物中扮演甚麼角色呢？我們分別用葉片氣味、收集的可揮發油性物質來處理植物，觀察對植物生理、生化的影響：例如發芽、生長、細胞大小、氣孔開合、氧化壓力、糖與澱粉量的變化，進而探討其中的分子機制。結果如下：

- 一、葉片氣味及可揮發油性物質會影響植物的發芽與生長。
- 二、植株受氣味處理後長得較小，主要是因細胞變小、而非細胞變少。
- 三、綠豆在可揮發油性物質氣味處理下，葡萄糖與澱粉的累積量也變少。幼根氧化壓力增加。
- 四、植物在可揮發油性物質氣味處理下， Ca^{++} 幫忙把訊息傳遞到細胞內，讓植物做出適當反應，例如：使氣孔關得較緊或葉綠素被分解。
- 五、可利用植物的氣味，當天然農藥，取代化學農藥，更為環保。

壹、研究動機

植物會散發出各樣的氣味，我們好奇這些氣味在大自然中扮演甚麼角色呢?於是我們設計一連串的實驗，想要深入的觀察並探討。在學校學到，植物的氣味會吸引昆蟲幫助受粉，那麼植物的氣味對植物彼此之間是否有所影響?若有，目的為何呢?我們想知氣味是否影響植物的生長、生理和生化反應?

相關教材連結

康軒國中自然與生活科技第一冊

第一章孕育生命的世界: 生物生存的環境

第二章生物體的構造: 2-1 細胞的構造、活動 2-1-1 複試顯微鏡構造與使用、
2-3 從細胞到個體、活動 2-3 植物細胞的構造與觀察

第三章: 養分: 3-2 酵素 3-3 植物如何獲得養分、活動 3-1 食物中糖類的測定、
活動 3-1 光合作用的探討

第四章:生物的運輸作用: 活動 4-2 植物體內水分的運輸與蒸散作用

第五章: 生物的協調作用：植物對環境的感應

康軒國中自然與生活科技第二冊

第六章: 人類與環境 6-3: 生態保育

康軒國中自然與生活科技第三冊

第二單元 物質世界 2-1 認識物質

康軒國中自然與生活科技第四冊

第二單元 認識氧化還原 2-2 氧化還原反應及應用

2-3 日常生活中的氧化還原現象

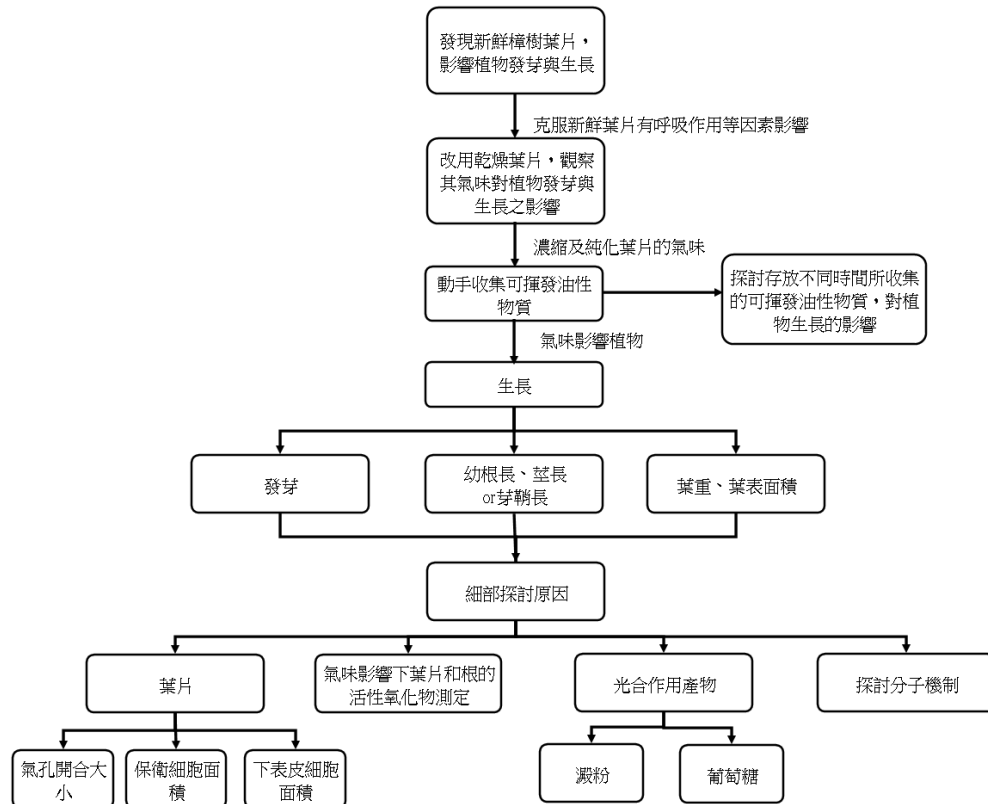
貳、研究目的

- 一、 探討新鮮和乾燥葉片的氣味對植物的發芽與生長的影響。
- 二、 試著自己收集可揮發油性物質。
- 三、 研究新鮮葉片收集的可揮發油性物質，它所散發出來的氣味對植物的發芽與生長的影響。
- 四、 檸檬桉可揮發油性物質對植物生理、生化之影響，氧化壓力的改變。
- 五、 探討植物葉片受到壓力後長得較小原因: 是細胞變小? 還是細胞變少?
- 六、 探討檸檬桉可揮發油性物質影響下，氣孔開關之可能的分子機制。
- 七、 思考植物所散發出的氣味在大自然生態環境中所扮演的角色。
- 八、 思考如何利用植物所散發的氣味應用在農業上。

參、研究設備與器材

種子(綠豆、紫花苜蓿、白菜、水稻、小麥)、濾紙(5.5cm、9cm)、培養皿(5.5cm、9cm)、2.15 公升的密閉容器、樟葉、檸檬桉葉片、檸檬桉可揮發油性物質、微量滴管(P20、P200、P1000)、碘液、本氏液、葡萄糖、酒精、顯微鏡、滴管、刀片、剛果紅(congo red)、布丁盒、芽菜培養箱、鋁箔紙、恆溫培養室(27 度、8.5k lux)、相機、電腦軟體(Word、Excel、小畫家、ImageJ)、透氣膠帶、尺、恆溫水浴、均質機、離心機、微量試管、電子天平、鑷子、蒸餾水、衛生紙、可揮發油性物質蒸餾器材一組、加熱器、燒杯、DAB 藥劑

肆、研究過程與方法



為探討<實驗目的一>我們設計了活動一的實驗

一、 活動（一）：觀察新鮮葉片的氣味對植物發芽及生長的影響

（一）實驗步驟：

1. 觀察種子在第 24 小時的發芽狀況

- (1) 在小培養皿內，放入 2 片濾紙並加入 3c.c 的水，再分別放入綠豆（6 顆）、水稻（6 顆）、小麥（6 顆）、白菜（12 顆）、紫花苜蓿（12 顆）。
- (2) 在大培養皿中分別放入樟樹新鮮葉片(分別 0.3、 0.9 g)。
- (3) 將小培養皿放入含有新鮮葉片的大培養皿中，蓋上上蓋，再用透氣膠帶封住。(相片 1-1)



(相片 1-1)

- (4) 對照組不加新鮮樟樹葉片外，其他步驟與實驗組相同。
- (5) 將大培養皿放入培養箱中，並用鋁箔把上方包起來，再蓋上蓋子，避免透光，模擬種子在黑暗泥土中生長(相片 1-2)，再放入 27°C 的培養室。
- (6) 第 24 小時觀察發芽情形。



(相片 1-2)

2. 觀察種子第 7 天發芽與生長狀況

- (1) 準備四個 2.15 公升密閉容器以及 12 個小培養皿。
- (2) 在小培養皿分別放入 10 片濾紙，再分別放入綠豆（6 顆、12ml 的水）、水稻（6 顆、10ml 的水）、小麥（6 顆、10ml 的水）、白菜（12 顆、10ml 的水）、紫花苜蓿（12 顆、10ml 的水）。（相片 1-3）



(相片 1-3)

- (3) 再放入 2.15 公升的密閉容器上層。
- (4) 在 2.15 公升的密閉容器下層中分別放入新鮮樟樹葉片（分別 1g、3g、9g），把蓋子蓋上轉緊。
- (5) 對照組不加新鮮樟樹葉片外，其他步驟與實驗組相同。
- (6) 將 2.15 公升的密閉容器，放入培養箱中，並用鋁箔把上方包起來，蓋上蓋子，避免透光，模擬種子在黑暗泥土中生長，再放入 27° c 的培養室中一天。
- (7) 24hr 後以 8.5k lux 亮度照光 6 天，在第 7 天再觀察植物發芽與生長狀況。

(二) 實驗結果:



新鮮樟樹葉片處理下第 7 天的生長狀況

相片(1-1)

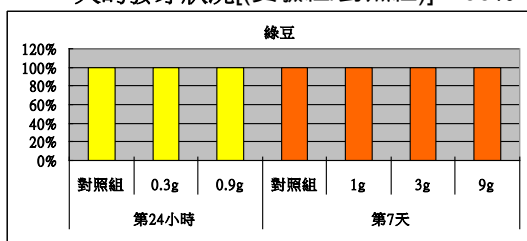
對照組 1g 3g 9g

1. 植物在新鮮樟樹葉片處理下第 24 小時及第 7 天的發芽結果:

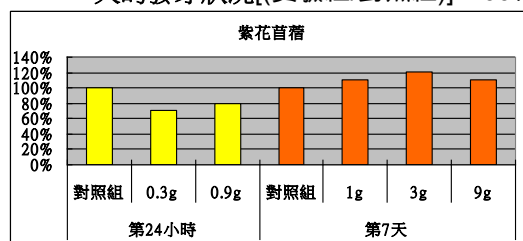
表:1-1 植物在新鮮樟樹葉片處理下第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%							
	第 24 小時			第 7 天			
	對照組	0.3g	0.9g	對照組	1g	3g	9g
綠豆	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
紫花苜蓿	100.00%	71.00%	79.00%	100.00%	110.84%	120.48%	110.84%
白菜	100.00%	22.22%	沒發芽	100.00%	22.67%	44.00%	22.67%
水稻	沒發芽	沒發芽	沒發芽	100.00%	100.00%	74.63%	74.63%
小麥	100.00%	74.63%	25.37%	100.00%	67.00%	50.00%	50.00%

註:計算方式 以發芽:1 破皮:0.5 沒發芽:0 最後與對照組比，把對照組設為 100%。

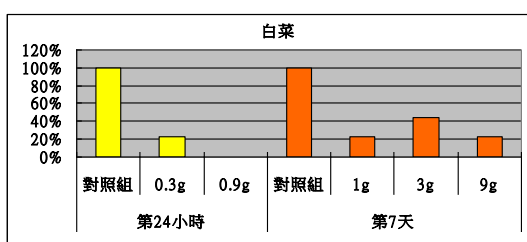
(圖 1-1)新鮮樟樹葉片處理下綠豆第 24 小時第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



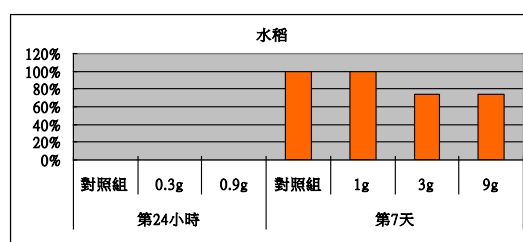
(圖 1-2)新鮮樟樹葉片處理下紫花苜蓿第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



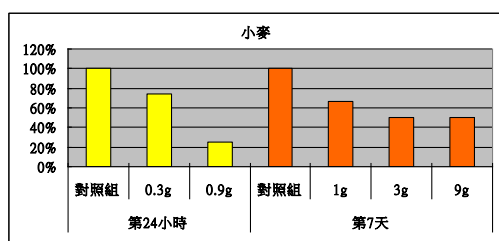
(圖 1-3)新鮮樟樹葉片處理下白菜第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 1-4)新鮮樟樹葉片處理下水稻第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 1-5)新鮮樟樹葉片處理下小麥第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



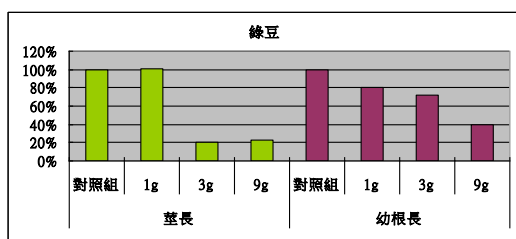
- (1) 新鮮樟葉的氣味會影響小麥和白菜的發芽狀況，第 24hr 時，0.3g 的新鮮樟葉可抑制白菜發芽至對照組的 22%，小麥發芽為對照組的 75%。(表 1-1，圖 1-3、1-5)
- (2) 水稻發芽較慢，第七天即可觀察到新鮮樟葉的氣味會抑制水稻發芽，3g 新鮮樟葉可抑制水稻發芽為對照組的 75%。(表 1-1，圖 1-4)
- (3) 苜蓿在新鮮樟葉 24 小時處理後，觀察發芽受抑制，但在第七天時就不再受抑制，所以我們認為新鮮樟葉只是延緩苜蓿發芽。(表 1-1，圖 1-2)
- (4) 綠豆發芽不受新鮮樟葉影響。(表 1-1，圖 1-1)

2.植物在新鮮樟樹葉片處理下第 7 天的生長結果:

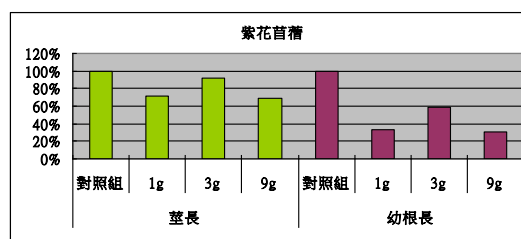
表:1-2 植物在新鮮樟樹葉片處理下第 7 天的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%								
	莖長 or 芽鞘長				幼根長			
	對照組	1g	3g	9g	對照組	1g	3g	9g
綠豆	100.00%	100.22%	20.64%	22.29%	100.00%	80.32%	72.07%	39.63%
紫花苜蓿	100.00%	71.60%	91.36%	68.52%	100.00%	32.99%	58.25%	30.31%
白菜	100.00%	129.03%	91.13%	129.03%	100.00%	118.72%	47.95%	23.97%
水稻	100.00%	97.09%	148.54%	109.71%	100.00%	110.67%	115.85%	111.89%
小麥	100.00%	112.90%	27.07%	33.06%	100.00%	139.39%	8.31%	17.01%

註:實驗結果與對照組相比，把對照組設為 100%。

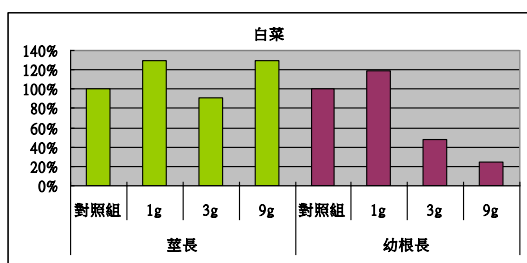
(圖 1-6) 新鮮樟樹葉片處理下綠豆第 7 天的生長[(實驗組/對照組)]x100%



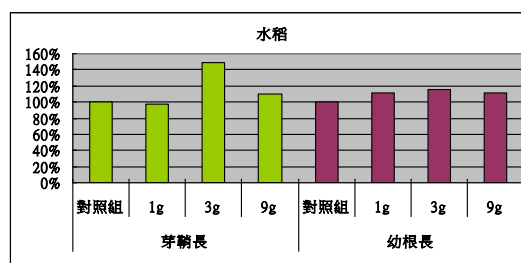
(圖 1-7) 新鮮樟樹葉片處理下紫花苜蓿第 7 天的生長[(實驗組/對照組)]x100%



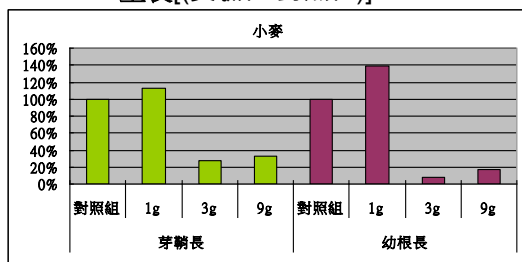
(圖 1-8) 新鮮樟樹葉片處理下白菜第 7 天的生長[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 1-9) 新鮮樟樹葉片處理下水稻第 7 天的生長[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 1-10) 新鮮樟樹葉片處理下小麥第 7 天的生長[(實驗組/對照組)]x100%



- (1) 在新鮮樟葉 3g 和 9g 影響下，綠豆生長明顯受抑制，3g 新鮮樟葉可抑制綠豆的莖長為對照組的 20%，幼根為對照組的 72%。(表 1-2，圖 1-6)
- (2) 在新鮮樟葉影響下，苜蓿的幼根生長明顯受抑制，9g 新鮮樟葉可抑制苜蓿的幼根

長為對照組的 30%。(表 1-2，圖 1-7)

(3) 小麥少量的在新鮮樟葉(1g)處理下，有促進生長現象，但較多量的新鮮樟葉(3g 以上) 可抑制小麥生長，抑制小麥的芽鞘長為對照組的 27%，幼根長為對照組的 8%。(表 1-2，圖 1-10)。

(三) 活動一檢討: 我們發現新鮮樟葉會抑制植物的發芽與生長，但我們想新鮮樟葉，除了樟樹本身的氣味外，可能有其他的因素影響植物發芽。。

為了探討<實驗目的二>我們設計了活動二的實驗

二、活動(二)：觀察乾燥葉片的氣味對植物發芽及生長的影響

(一) 實驗步驟

1. 觀察種子第 24 小時的發芽狀況

(1) 在大培養皿中分別放入乾檸檬桉葉。

(2) 其他實驗步驟和活動(一)相同。

2. 觀察種子第 7 天發芽與生長狀況

(1) 在 2.15 公升的密閉容器下層中分別放入乾燥樟葉或乾檸檬桉葉。

(2) 其他實驗步驟和活動(一)相同。

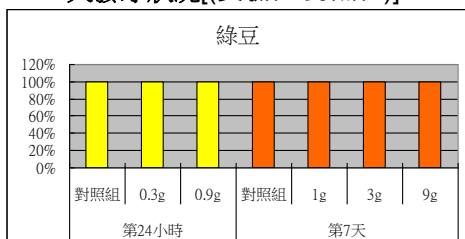
(二) 實驗結果:

1. 植物在乾樟樹葉片處理下第 24 小時及第 7 天的發芽結果:

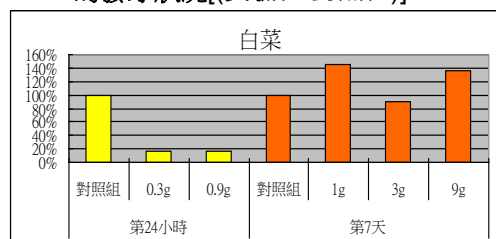
	第 24 小時			第 7 天			
	對照組	0.3g	0.9g	對照組	1g	3g	9g
綠豆	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
白菜	100.00%	16.00%	16.00%	100.00%	145.63%	90.96%	136.46%
小麥	100.00%	76.14%	37.50%	100.00%	123.88%	123.88%	123.88%

註:計算方式 以發芽:1 破皮:0.5 沒發芽:0 最後與對照組比，把對照組設為 100%。

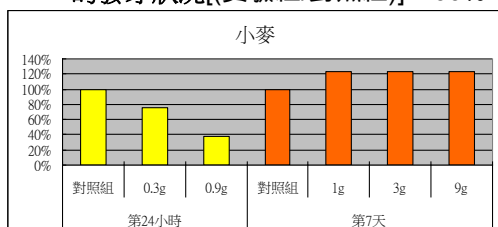
(圖 2-1) 乾樟樹葉片處理下綠豆第 24 小時及第 7 天發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-2) 乾樟樹葉片處理下白菜第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-3) 乾樟樹葉片處理下小麥第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



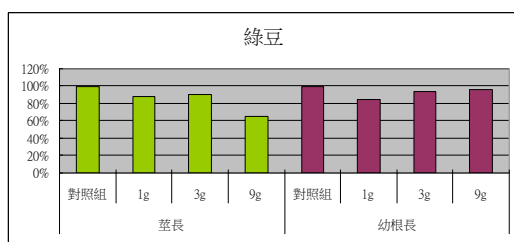
- (1) 小麥與白菜在乾燥樟葉 24 小時處理下，其發芽受抑制，但在七天處理過後，發芽沒什麼影響，所以這只是延緩小麥與白菜發芽。(表 2-1，圖 2-2、2-3)
- (2) 綠豆在乾燥樟葉處理下發芽率都不受影響。(表 2-1，圖 2-1)

2.植物在乾樟樹葉片處理下第 7 天的生長結果:

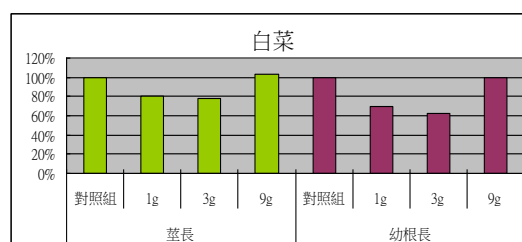
	莖長 or 芽鞘長				幼根長			
	對照組	1g	3g	9g	對照組	1g	3g	9g
綠豆	100.00%	88.47%	89.83%	65.41%	100.00%	84.42%	93.15%	95.64%
白菜	100.00%	80.00%	77.78%	103.33%	100.00%	69.05%	61.90%	99.21%
小麥	100.00%	101.31%	120.83%	112.76%	100.00%	77.14%	126.86%	77.14%

註:實驗結果與對照組相比，把對照組設為 100%。

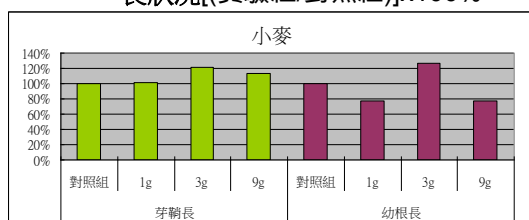
(圖 2-4) 乾樟樹葉片處理下綠豆第 7 天的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-5) 乾樟樹葉片處理下白菜第 7 天的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-6) 乾樟樹葉片處理下小麥第 7 天的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



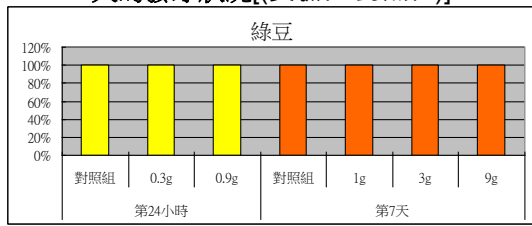
- (1) 綠豆在大量的乾燥樟葉(9g)處理下，其生長才有被抑制的現象。9g 乾燥樟葉抑制莖長為對照組 65%，幼根為對照組 95%。(表 2-2，圖 2-4)。

3.植物在乾檸檬桉葉片處理下第 24 小時及第 7 天的發芽結果:

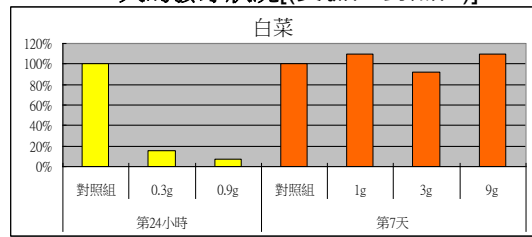
	第 24 小時			第 7 天			
	對照組	0.3g	0.9g	對照組	1g	3g	9g
綠豆	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
白菜	100.00%	15.38%	7.69%	100.00%	110.00%	91.67%	110.00%
小麥	100.00%	81.25%	104.17%	100.00%	100.00%	60.00%	100.00%

註:計算方式 以發芽:1 破皮:0.5 沒發芽:0 最後與對照組比，把對照組設為 100%。

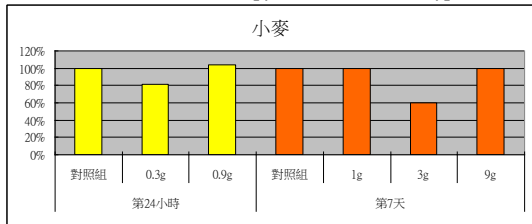
(圖 2-7) 乾檸檬桉葉片處理下綠豆第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-8) 乾檸檬桉葉片處理下白菜第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-9) 乾檸檬桉葉片處理下小麥第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



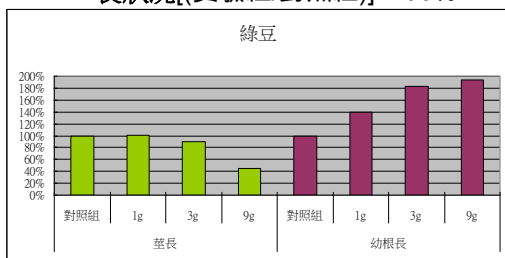
- (1) 綠豆不會受乾檸檬桉葉片的氣味所影響 (表 2-3, 圖 2-7)
- (2) 乾檸檬桉葉片的氣味會延緩白菜的發芽, 第 24 小時白菜實驗組的發芽率為對照組的 10% 左右, 但在第七天時的實驗組發芽率為對照組的 90% (表 2-3, 圖 2-8)

4. 植物在乾檸檬桉葉片處理下第 7 天的生長結果:

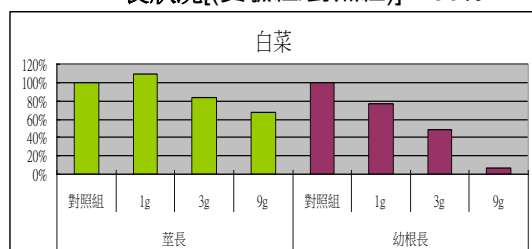
	莖長 or 芽鞘長				幼根長			
	對照組	1g	3g	9g	對照組	1g	3g	9g
綠豆	100.00%	100.98%	90.20%	44.71%	100.00%	140.06%	182.84%	193.06%
白菜	100.00%	109.36%	84.24%	67.98%	100.00%	76.83%	48.60%	7.36%
小麥	100.00%	106.76%	37.25%	26.76%	100.00%	85.58%	12.40%	8.01%

註:實驗結果與對照組相比,把對照組設為 100%。

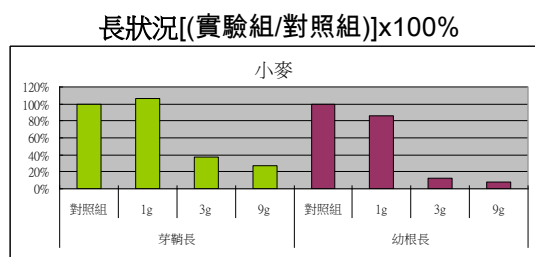
(圖 2-10) 乾檸檬桉葉片處理下綠豆第 7 天生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-11) 乾檸檬桉葉片處理下白菜第 7 天生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 2-12) 乾檸檬桉葉片處理下小麥第 7 天生



(1) 9g 檸檬桉葉片會促進綠豆幼根生長，將近對照組的兩倍，卻會抑制莖長，約對照組的一半。(表 2-4，圖 2-10)

(2) 白菜、小麥在乾檸檬桉葉片氣味的影響下，莖長和幼根都明顯得受到抑制。(表 2-4，圖 2-11，圖 2-12)

(三) 活動二檢討: 白菜在新鮮樟葉 7 天處理下，其發芽明顯受抑制，而在乾燥樟葉 7 天影響下，白菜無明顯影響。是否葉片掉落時間不同，成分也不同?

解決<實驗目的三>

三、活動(三): 自己收集檸檬桉葉片可揮發油性物質:

(一) 收集檸檬桉葉片，因檸檬桉長得非長高，我們利用颱風剛過撿掉在地上的葉子。

(二) 請老師的朋友幫我們，製作蒸餾用的鍋子(如相片)。

(三) 借用實驗室的蒸餾裝置，因為葉片很多，我們分兩批收集可揮發油性物質，分別是葉片掉下來後的第二天收集的可揮發油性物質稱為 A 組可揮發油性物質；第八天收集的可揮發油性物質稱為 B 組可揮發油性物質，蒸餾溫度約 90°C (如相片 3-1、3-2、3-3)。

(四) 將收集出來的可揮發油性物質進行以下的實驗。



(相片 3-1)



(相片 3-2)



(相片 3-2)

為了探討<實驗目的四>我們設計了 活動(四) 的實驗

四、活動(四): 葉片掉落後不同時間收集的檸檬桉可揮發油性物質氣味對植物發芽及生長的影響。

(一) 實驗步驟:

1. 觀察種子在第 24 小時的發芽狀況(實驗組分為兩組: 使用 A,B 兩組不同的可揮發油性物質)

- (1) 培養種子方法同活動(一)。
- (2) 準備大培養皿放入一張濾紙。
- (3) 利用微量滴管在大培養皿濾紙上分別滴入 A、B 兩組, 不同量的可揮發油性物質 (0.001ml、0.0025ml、0.005ml、0.01ml)。
- (4) 其他實驗步驟同活動(一)。

2. 觀察種子在第 7 天發芽與生長狀況(實驗組分為兩組, 使用 A,B 兩組不同的可揮發油性物質)

- (1) 培養種子方法同活動(一)。
- (2) 準備小培養皿, 放入 1 片濾紙。
- (3) 利用微量滴管分別在濾紙上滴入 A,B 兩組不同的可揮發油性物質(0.0025ml、0.005ml、0.01ml、0.02ml)。
- (4) 其他實驗步驟和活動 (一)相同
- (6) 實驗重複三次。

(二) 實驗結果:

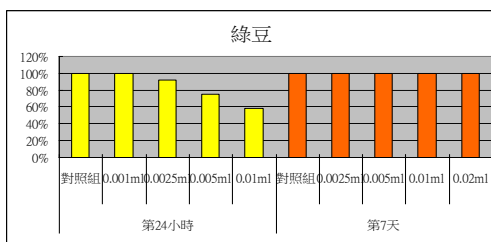
1. 植物在 A 組的檸檬桉可揮發油性物質處理下第 24 小時及第 7 天的發芽結果:

表:4-1 植物在 A 組的檸檬桉可揮發油性物質處理下第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%

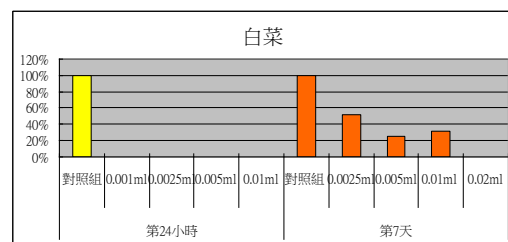
	第 24 小時					第 7 天				
	對照組	0.001ml	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml
綠豆	100.00%	100.00%	91.67%	75.00%	58.33%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
白菜	100.00%	沒發芽	沒發芽	沒發芽	沒發芽	100.00%	52.17%	25.00%	31.25%	沒發芽
小麥	100.00%	沒發芽	沒發芽	沒發芽	沒發芽	100.00%	76.19%	47.06%	38.10%	25.40%

註:計算方式 以發芽:1 破皮:0.5 沒發芽:0 最後與對照組比, 把對照組設為 100%。

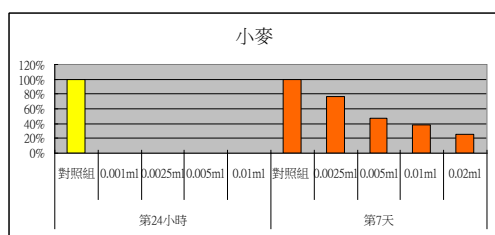
(圖 4-1) A 組可揮發油性物質處理下綠豆的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-2) A 組可揮發油性物質處理下白菜的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-3) A 組可揮發油性物質處理下小麥的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



- (1) 綠豆在 A 組的檸檬桉可揮發油性物質氣味處理下，第 24 小時，可觀察到 0.005ml 的可揮發油性物質處理下，綠豆發芽為對照組的 75%(見表 4-1，圖 4-1)。處理 7 天後，發芽率皆為 100%(見表 4-1，圖 4-1)，所以 A 組可揮發油性物質只是延緩綠豆發芽。
- (2) 白菜和小麥在 A 組的檸檬桉可揮發油性物質處理後第 24 小時，除對照組外都不發芽。第 7 天發芽皆明顯被抑制。0.0025ml 可揮發油性物質可抑制白菜的發芽約對照組的一半；可抑制小麥的發芽為對照組的 1/4 (見表 4-1，圖 4-2, 4-3)，可推 A 組可揮發油性物質除了會抑制白菜和小麥發芽外，也會延緩部分的白菜和小麥發芽。

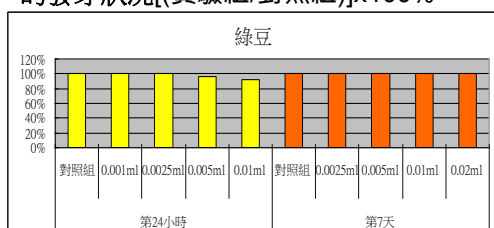
2.植物在 B 組檸檬桉可揮發油性物質處理下第 24 小時及第 7 天的發芽結果:

表:4-2 植物在 B 組的檸檬桉可揮發油性物質處理下第 24 小時及第 7 天的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%

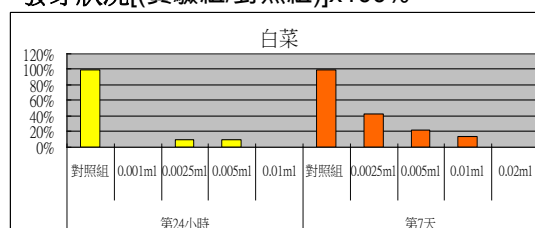
	第 24 小時					第 7 天				
	對照組	0.001ml	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml
綠豆	100.00%	100.00%	100.00%	96.00%	91.50%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
白菜	100.00%	沒發芽	9.20%	9.20%	沒發芽	100.00%	42.86%	21.43%	14.29%	沒發芽
小麥	100.00%	87.50%	83.50%	66.50%	48.50%	100.00%	61.76%	43.60%	35.29%	35.29%

註:計算方式 以發芽:1 破皮:0.5 沒發芽:0 最後與對照組比，把對照組設為 100%。

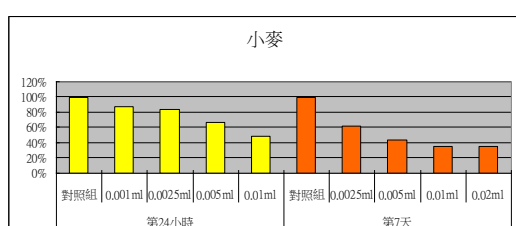
(圖 4-4) B 組可揮發油性物質處理下綠豆的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-5) B 組可揮發油性物質處理下白菜的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-6) B 組可揮發油性物質處理下小麥的發芽狀況[(實驗組/對照組)]x100%



- (1) 綠豆在 B 組可揮發油性物質的氣味處理下，發芽幾乎不受影響(見表 4-2，圖 4-4)。
- (2) 白菜在 B 組可揮發油性物質處理下，第 24 小時除對照組外幾乎都不發芽，在第 7 天，白菜發芽率明顯受抑制，且量越多發芽被抑制越明顯(見表 4-2，圖 4-5)。
- (3) 小麥在 B 組可揮發油性物質處理下，第 24 小時和第 7 天，發芽率皆明顯受抑制，且量越多發芽率被抑制越明顯(見表 4-2，圖 4-6)。

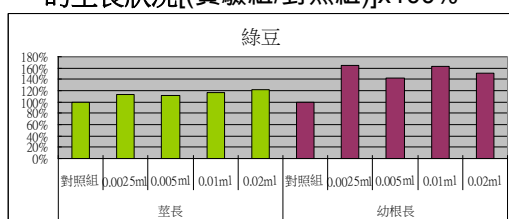
3.植物在 A 組的檸檬桉可揮發油性物質處理下第 7 天的生長結果:

表:4-3 植物在 A 組檸檬桉可揮發油性物質處理下第 7 天的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%

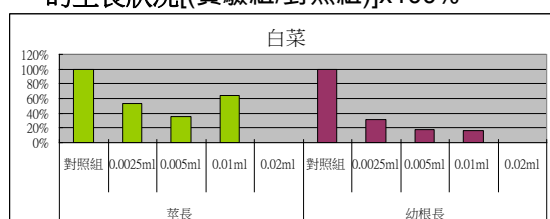
	莖長 or 芽鞘長					幼根長				
	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml
綠豆	100.00%	113.55%	110.70%	116.70%	121.80%	100.00%	164.93%	142.20%	162.40%	151.70%
白菜	100.00%	53.05%	35.60%	63.66%	沒發芽	100.00%	31.39%	18.18%	16.36%	沒發芽
小麥	100.00%	68.25%	71.04%	63.54%	38.64%	100.00%	56.99%	58.30%	33.72%	25.81%

註:實驗結果與對照組相比，把對照組設為 100%。

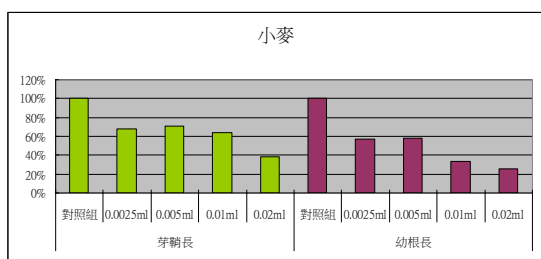
(圖 4-7) A 組可揮發油性物質處理下綠豆的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-8) A 組可揮發油性物質處理下白菜的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-9) A 組可揮發油性物質處理下小麥的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



- (1) 綠豆在 A 組可揮發油性物質氣味處理下，促進幼根長，0.0025ml 的可揮發油性物質可促進幼根的長度 1.5 倍上(見表 4-3 圖 4-7)。
- (2) 白菜在 A 組可揮發油性物質的氣味處理下，莖和幼根的生長皆受明顯抑制，0.0025ml 的可揮發油性物質，抑制白菜幼根長為對照組的 31%，莖長為對照組 53%(見表 4-3，圖 4-8)。

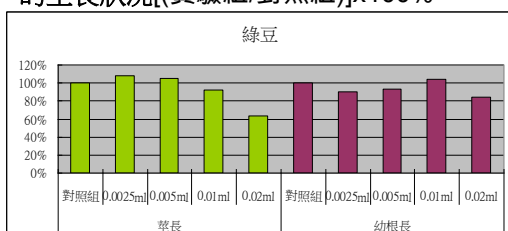
- (3) 小麥在 A 組可揮發油性物質氣味處理下，小麥的莖和幼根的長皆受明顯抑制。
0.0025ml 可揮發油性物質抑制芽鞘長為對照組 68%，幼根長為對照組 56%(見表 4-3，圖 4-9)。

4.植物在 B 組的檸檬桉可揮發油性物質處理下第 7 天的生長結果:

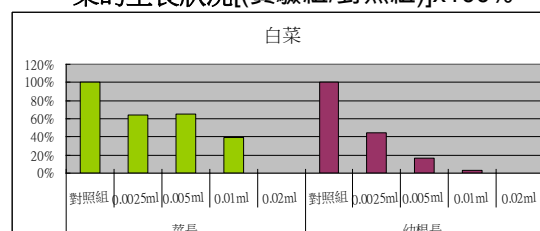
	莖長 or 芽鞘長					幼根長				
	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml
綠豆	100.00%	108.10%	105.30%	91.95%	63.40%	100.00%	90.44%	93.14%	104.40%	83.92%
白菜	100.00%	64.04%	64.97%	38.98%	沒發芽	100.00%	44.60%	16.13%	3.02%	沒發芽
小麥	100.00%	41.87%	26.54%	47.40%	沒長	100.00%	20.91%	41.77%	37.54%	1.55%

註:實驗結果與對照組相比，把對照組設為 100%。

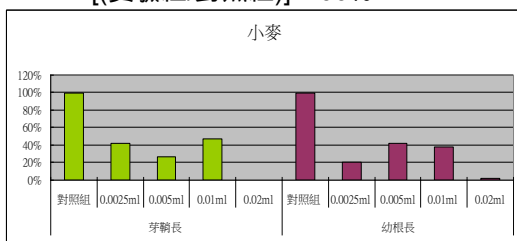
(圖 4-10) B 組可揮發油性物質處理下綠豆的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-11) B 組可揮發油性物質處理下白菜的生長狀況[(實驗組/對照組)]x100%



(圖 4-12) B 組可揮發油性物質處理下小麥的生長狀況 [(實驗組/對照組)]x100%



- (1) 綠豆在 0.02ml B 組可揮發油性物質氣味處理下，綠豆的莖長和幼根長皆被抑制，莖為對照組 63%，幼根為對照組的 84%(見表 4-4，圖 4-10)。
- (2) 白菜在 B 組可揮發油性物質氣味處理下，明顯抑制白菜莖長和幼根長。0.0025ml 可抑制莖長，為對照組 64%；幼根為對照組 45%(見表 4-4，圖 4-11)
- (3) 小麥在 B 組可揮發油性物質氣味處理下，明顯抑制小麥莖長和幼根長。0.02ml 的可揮發油性物質，幾乎可完全抑制植物的生長。(見表 4-4，圖 4-12)

(三) 活動四檢討:

- 1.由實驗可知 A 組檸檬桉可揮發油性物質比 B 組檸檬桉可揮發油性物質更容易抑制綠豆和小麥的發芽，我們想葉片掉落後不同時間收集的可揮發油性物質成分或許不同。
- 2.不同時間所收集的可揮發油性物質氣味，對綠豆生長的影響不同。綠豆在 0.02ml 的 A 組可揮發油性物質的影響下，第 24 小時後幼根為對照組的 152%，有促進的現象。但在 B 組可揮發油性物質的影響下，第 24 小時幼根為對照組的 84%。

3.我們推想，放置時間不同的葉片所收集的可揮發油性物質，成分不同，對植物有不同的影響。

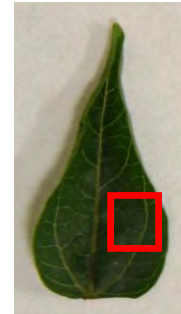
五、活動(五): 檸檬桉可揮發油性物質對綠豆、白菜氣孔開合、細胞面積大小之影響

(一) 植物的培養

- 1.同活動(四)但只用 B 組可揮發油性物質以不同量(0ml、0.005ml、0.02ml)處理綠豆。
- 2.為使水分更充足改用布丁盒裝三抽衛生紙及加 30ml 的水培養綠豆，培養五天；10ml 的水用培養皿培養白菜，培養七天。

(二) 顯微鏡觀察

- 1.取葉片下表皮，固定同個部位觀察(如相片 5-1)。



(相片 5-1)

- 2.加兩滴剛果紅(congo red)於載玻片上以便固定葉片上氣孔開合的大小，並可以部分染色。
- 3.綠豆在顯微鏡下放大四百倍，白菜則放大一千倍觀察並顯微照相存檔，用 Image J 軟體分析葉片面積大小、表皮細胞的大小、保衛細胞、氣孔開合的大小
- 4.實驗重複三次

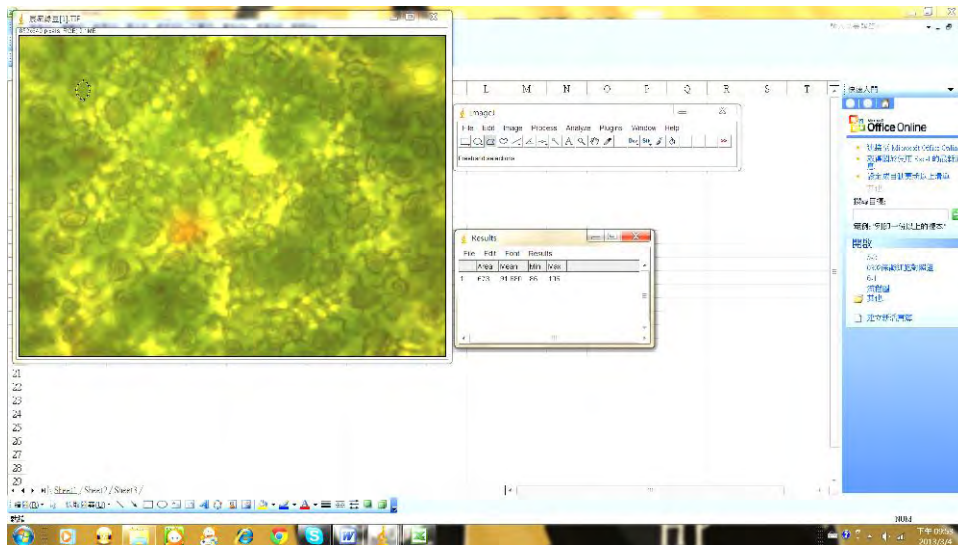
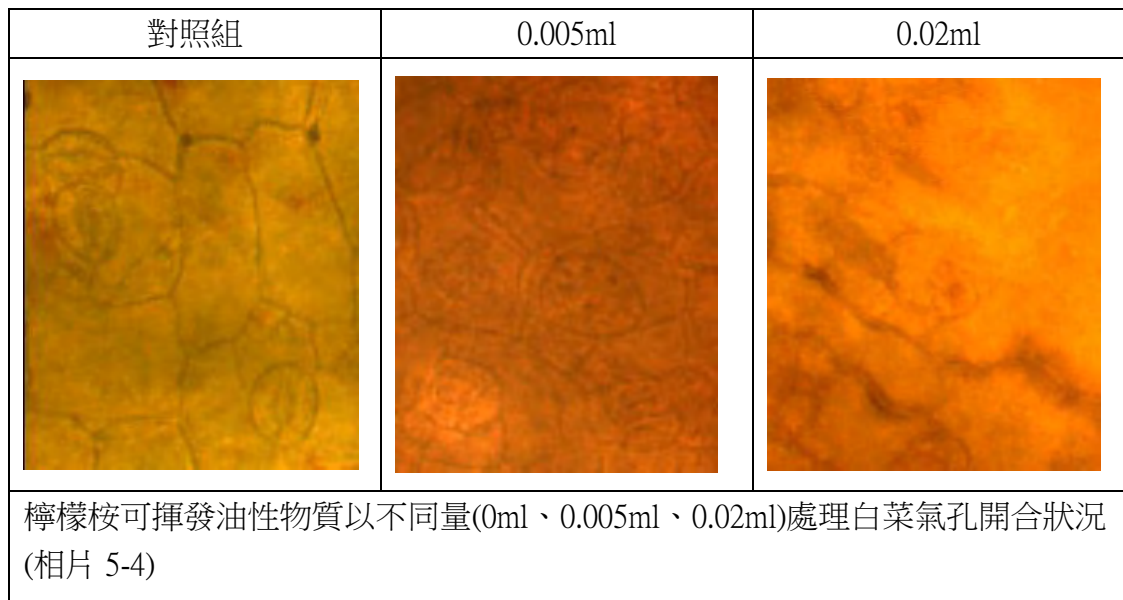
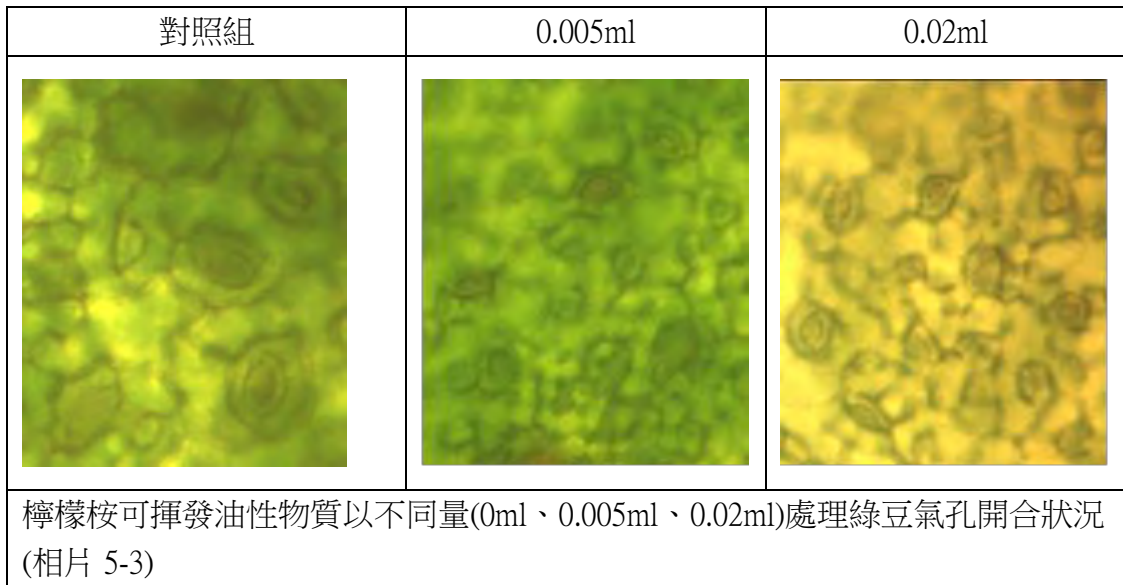


對照組 0.0025ml 0.005ml 0.01ml 0.02ml



對照組 0.005ml 0.02ml

葉片大小(相片 5-2)



ImageJ 應用軟體示範(相片 5-5)

(三) 實驗結果：

1.表 5-1:檸檬桉可揮發油性物質處理下比較植物葉片下表皮氣孔開合及細胞面積

	對照組		0.005ml		0.02ml	
	綠豆	白菜	綠豆	白菜	綠豆	白菜
葉片重量	100%	100%	66.67%	58.33%	42.36%	33.33%
葉片表面積	100%	100%	57.61%	68.87%	47.51%	34.29%
下表皮細胞面積	100%	100%	59.50%	63.38%	46.32%	52.71%
下表皮保衛細胞面積	100%	100%	46.60%	70.29%	38.86%	43.13%
氣孔開合面積	100%	100%	36.85%	52.94%	39.27%	22.50%
下表皮細胞數比 (葉片表面積/下表皮細胞面積)	1	1	0.97	1.09	1.03	0.65
註	註:實驗重複三次，每種不同濃度可揮發油性物質處理的細胞共找 30 個細胞平均其面積，實驗組與對照組相比，對照組設為 100%。					

圖 5-1 檸檬桉可揮發油性物質處理下，綠豆葉片下表皮氣孔開合及細胞面積 [(實驗組/對照組)]x100%

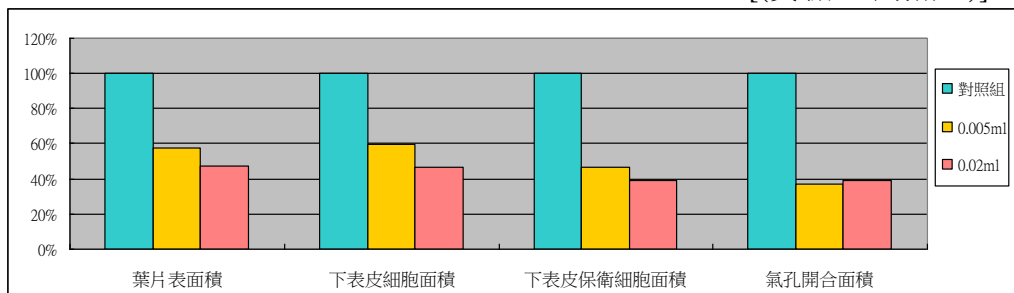
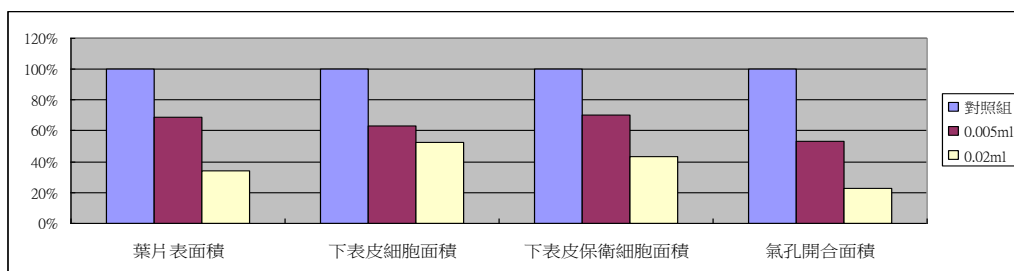


圖 5-2 檸檬桉可揮發油性物質處理下，白菜葉片下表皮氣孔開合及細胞面積 [(實驗組/對照組)]x100%



- (1) 綠豆和白菜在檸檬桉可揮發油性物質處理後，葉片重量隨檸檬桉可揮發油性物質量的增加而變輕，在 0.005ml 可揮發油性物質處理後，葉片重量為對照組的 67%；白菜葉片重量為對照組的 58.33%。(見表 5-1，圖 5-1、5-2)
- (2) 綠豆和白菜在檸檬桉可揮發油性物質處理後，葉片表面積與下表皮細胞面積等比率隨可揮發油性物質量的增加而變小，綠豆 0.005ml 的可揮發油性物質處理後，葉

片表面積與下表皮細胞面積為對照組的 58%左右；白菜葉片為對照組的 69%。(見表 5-1，圖 5-1、5-2)。

- (3) 綠豆和白菜在 0.005ml 可揮發油性物質處理後，葉片氣孔開合面積與保衛細胞面積隨可揮發油性物質量的增加而變小，綠豆下表皮的保衛細胞面積為對照組的 47%，氣孔開合面積為對照組的 37%；白菜下表皮的保衛細胞面積為對照組的 70%，氣孔開合面積對照組的 53% (見表 5-1，圖 5-1、5-2)。
- (4) 白菜在可揮發油性物質處理後，第七天綠豆葉片細胞面積隨可揮發油性物質量的增加而變小，0.02ml 的可揮發油性物質處理後，下表皮細胞面積為對照組的 53%，保衛細胞面積為對照組的 43%，氣孔開合面積對照組的 23%。(見表 5-1，圖 5-1、5-2)

(四) 活動五檢討:

1. 實驗可知綠豆在可揮發油性物質處理後，綠豆細胞確實變小，而且是與葉片表面積等比率變小。因此我們推知綠豆經可揮發油性物質處理後變矮小原因是細胞變小而非細胞變少。(見表 5-1，圖 5-1、5-2)
2. 白菜在 0.005ml 可揮發油性物質處理下也有與綠豆同樣趨勢，所以白菜變矮小原因是細胞變小。(見表 5-1，圖 5-1、5-2))。
3. 但是白菜在 0.02ml 可揮發油性物質處理下，不但細胞變小，由下表皮細胞數與對照組比 (葉片表面積/下表皮細胞面積)可知細胞也變少了，是因長得較慢所致。
4. 白菜在 0.005ml 與 0.02ml 可揮發油性物質處理後，保衛細胞面積分別為對照組的 70% 與 43%；氣孔開合面積分別為對照組的 53%與 23%，可見氣孔開合面積變小比保衛細胞變小更為明顯，我們推知可揮發油性物質處理後，白菜不但保衛細胞變小，氣孔也關得較緊密。(見表 5-1，圖 5-2)
5. 綠豆在 0.02ml 可揮發油性物質處理後，保衛細胞與氣孔開合面積皆為對照組的 39%，可見氣孔開合面積變小是單純保衛細胞變小所致。(見表 5-1，圖 5-1)

六、 活動(六) 檸檬桉可揮發油性物質處理後對綠豆光合作用產物的影響

(一) 植物的培養同活動五

(二) 澱粉測試及澱粉多寡：

- 1.各組三片新鮮葉片，做澱粉量測試，先用 50ml 的燒杯加入水，加熱沸騰之後，再將綠豆芽的子葉放入讓葉片變軟。
- 2.放入酒精中煮，將葉片中葉綠素退去。(相片 6-1)



(相片 6-1)

- 3.將葉片，放在入碘液中約 1 秒鐘後拿起攤開。
- 4.以拍照後，先用小畫家反白，再用 Image J 軟體分析亮度求平均值與對照組比，來比較不同量可揮發油性物質處理下綠豆子葉中，澱粉生成的多寡。
- 5.實驗重複三次。

(三) 本氏液測葡萄糖含量：

- 1.秤 0.1g 葉片再加 1ml 的蒸餾水，用均質機打碎。
- 2.離心 20 分鐘，再倒出上層清澈溶液。
- 3.再加入 1ml 的本氏液，以 50°C 的水浴，直到本氏液變色。(相片 6-2)

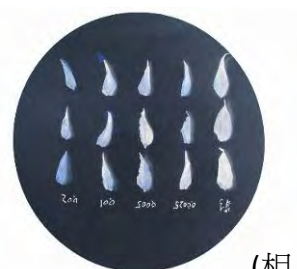


(相片 6-2)

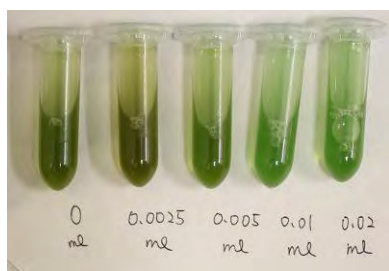
- 4.以相機拍照後，先用小畫家反白，再用 Image J 軟體分析亮度求平均值與對照組比，來比較不同量可揮發油性物質處理下綠豆子葉中，葡萄糖的多寡。
- 5.實驗重複三次。



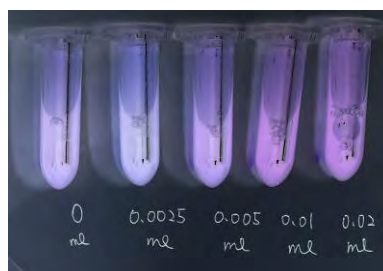
小畫家 色彩對調



(相片 6-3)



小畫家 色彩對調



(相片 6-4)

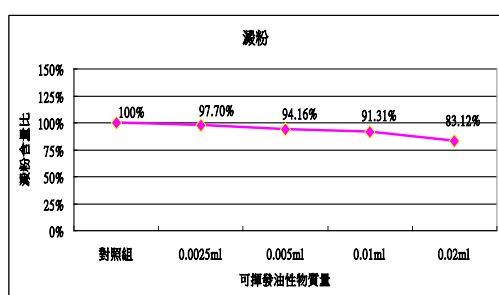
(四) 實驗結果:

1.檸檬桉可揮發油性物質處理下綠豆澱粉及葡萄糖生成狀況

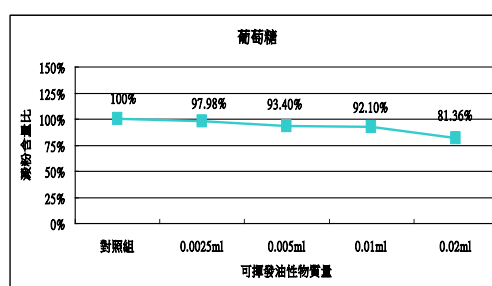
	對照組	0.0025ml	0.005ml	0.01ml	0.02ml
澱粉	100%	97.70%	94.16%	91.31%	83.12%
葡萄糖	100%	97.98%	93.40%	92.10%	81.36%

註: 實驗重複三次, 實驗組與對照組相比, 對照組設為 100%。

(圖 6-1) 檸檬桉可揮發油性物質處理下綠豆澱粉



(圖 6-2) 檸檬桉可揮發油性物質處理下綠豆葡萄糖



檸檬桉可揮發油性物質處理下綠豆澱粉及葡萄糖生成結果:

- (1) 綠豆在可揮發油性物質氣味處理後, 第五天綠豆葉片中的澱粉含量隨可揮發油性物質量的增加而變少, 0.02ml 的可揮發油性物質處理下, 澱粉含量為對照組的 83%。(見表 6-1, 圖 6-1)
- (2) 綠豆在可揮發油性物質氣味處理後, 第五天綠豆葉片中的葡萄糖含量隨可揮發油性物質量的增加而變少, 0.02ml 的可揮發油性物質處理下, 可使葡萄糖含量為對照組的 81%。(見表 6-1, 圖 6-2)

七、活動(七) 檸檬桉可揮發油性物質處理後對綠豆葉片及根部氧化壓力的改變

(一) 植物的培養同活動五

(二) 活性氧化物測定:

1. 取適量的 DAB 藥劑。
2. 將綠豆的幼根及葉片剪下後放置培養皿中。
3. 在培養皿中倒入 25ml 的 DAB 溶液(須能蓋過植物)。
4. 放入真空機內抽至真空。



(相片 7-1)

5. 10 分鐘後慢慢打開氣閥, 將培養皿拿出後避光並靜置 8~16 小時。

6. 將植物放入 95%酒精,並加熱,直到色素褪去。
7. 攤開放在培養皿上。

(三) 實驗結果:
 活性氧化物(H₂O₂) :



對照組 0.005ml 0.02ml



對照組 0.005ml 0.02ml

(相片 7-2)

重複兩次實驗結果得知在 0.02ml 可揮發油性物質處理下，綠豆根部顏色明顯比對照組深，可見過氧化氫量比對照組高，從顏色變化可推測在 0.02ml 可揮發油性物質處理下，根部氧化壓力較大，葉片顏色與對照組沒太大變化，氧化壓力則無明顯差別。

八、活動(八):探討檸檬桉可揮發油性物質影響植物生理現象的分子機制

(一) 植物的培養

1. 同活動五，植物培養第三天，分為四組，分別移至含有 5ml 的下列溶液中:
 (1)水(2)水(3)5mM EGTA(4)5mM EGTA + 5mM Ca⁺⁺，
2. 第四天除第(1)組外，其他加入 0.02ml 的可揮發油性物質。

(二) 實驗結果:

圖8-1綠豆在檸檬桉可揮發油性物質處理下
Ca⁺⁺影響氣孔開合面積

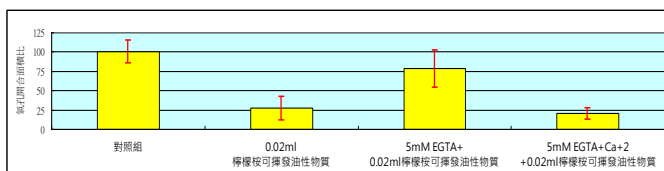
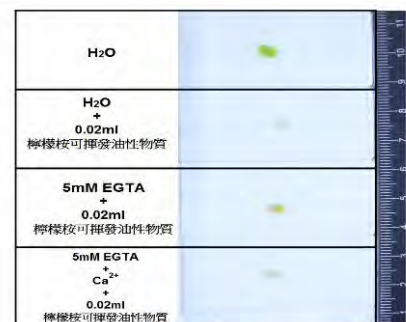


圖8-2白菜在檸檬桉可揮發油性物質處理下
Ca⁺⁺影響葉片的顏色



植物在檸檬桉可揮發油性物質處理下，Ca⁺⁺幫忙把訊息傳遞到細胞內，讓植物做出適當反應，例如:氣孔關得較小或葉綠素被分解。

伍、研究結果

一、實驗中我們發現氣味會影響(抑制、促進或延緩)植物的發芽

(一) 抑制發芽:

- 1.新鮮樟葉的氣味會抑制小麥、白菜和水稻的發芽 (表 1-1, 圖 1-3、1-4、1-5)。
- 2.綠豆在 A 組檸檬桉可揮發油性物質的氣味處理下,第 24 小時被抑制,可揮發油性物質越多抑制現象越明顯。(見表 4-1, 圖 4-1)。
- 3.白菜和小麥在 A 組及 B 組檸檬桉可揮發油性物質處理下,第 24 小時與第 7 天發芽率皆明顯被抑制(見表 4-1; 圖 4-2, 4-3, 4-2, 圖 4-5)。

(二) 促進發芽:

新鮮樟葉的氣味會促進苜蓿的發芽,在第 7 天,3g 的新鮮樟葉可促進苜蓿為對照組的 120%(表 1-1, 圖 1-3、1-5)。

(三) 延緩發芽:

- 1.新鮮樟葉會延緩苜蓿發芽。(表 1-1, 圖 1-2)
- 2.乾燥樟葉會延緩小麥與白菜發芽。(表 2-1, 圖 2-2、2-3)
- 3.A 組的檸檬桉可揮發油性物質會延緩綠豆、及部分的白菜和小麥發芽(見表 4-1, 圖 4-1,4-2, 4-3)。
- 4.B 組檸檬桉可揮發油性物質也會延緩部分的白菜發芽(見表 4-2, 圖 4-5)。

二、從實驗中,我們發現氣味會影響(抑制、促進)植物的生長。例如:

(一) 抑制生長:

- 1.新鮮樟葉明顯抑制綠豆生長,3g 新鮮樟葉可抑制綠豆莖長為對照組 20%,幼根為對照組 72%。(表 1-2, 圖 1-6)
- 2.新鮮樟葉明顯受抑制苜蓿的幼根,9g 新鮮樟葉可抑制苜蓿的幼根為對照組的 30%。(表 1-2, 圖 1-7)
- 3.3g 以上新鮮樟葉會抑制白菜的幼根生長。(表 1-2, 圖 1-8)
- 4.3g 的新鮮樟葉可抑制小麥的莖長為對照組的 27%,幼根為對照組的 8%(表 1-2, 圖 1-10)
- 5.乾燥樟葉會抑制綠豆和白菜莖長及幼根長。(表 2-2, 圖 2-4, 2-5)
6. A 組檸檬桉可揮發油性物質會明顯抑制白菜及小麥生長,0.0025ml 的可揮發油性物質,可抑制白菜的幼根長為對照組的 31%,莖長為對照組 53%;小麥芽鞘長為對照組 68%,幼根長為對照組 56%。可揮發油性物質越多生長被抑制越明顯。(見表 4-3, 圖 4-8、4-9)。
- 7.B 組檸檬桉可揮發油性物質會抑制白菜和綠豆生長,0.02ml 可揮發油性物質會抑制綠豆莖長為對照組 63%,幼根為對照組的 84%。0.0025ml 可揮發油性物質就可抑制白菜莖長,為對照組 64%,幼根為對照組 45%。(見表 4-4, 圖 4-10、4-11、4-12)

(二) 促進生長:

- 1.新鮮樟葉明顯促進白菜及水稻生長。(表 1-2、圖 1-8、1-9)
- 2.B 組檸檬桉可揮發油性物質會明顯促進綠豆幼根的生長;0.0025ml 的可揮發油性物質可促進幼根的長度 1.5 倍上(見表 4-3 圖 4-7)。

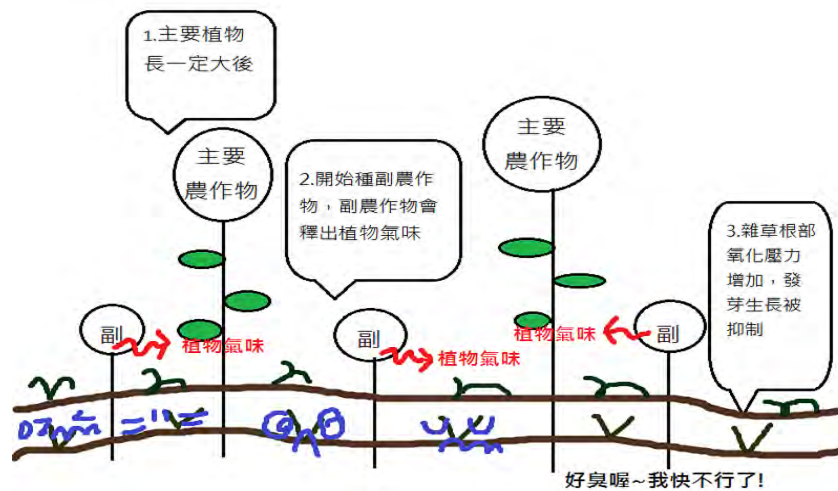
- 三、 不同氣味對同種植物有不同影響。例如:乾燥樟樹葉片和乾燥檸檬桉葉片對綠豆和小麥的生長有不同影響
- (一) 乾燥樟葉會抑制綠豆的幼根生長；而乾燥檸檬桉葉片卻會促進綠豆的幼根生長。
 - (二) 乾燥檸檬桉葉片明顯抑制小麥的生長但乾燥樟葉卻不會明顯抑制。同種氣味對不同植物的影響也不同。例如: 檸檬桉可揮發油性物質明顯抑制白菜的生長與發芽，對綠豆生長的抑制卻沒有這麼明顯。(表 2-1，圖 2-4、2-6)
- 四、 葉片新鮮或乾燥對同種植物有不同的影響。例如:新鮮樟葉 9g 影響下，綠豆的莖長和幼根明顯受抑制；在乾燥樟葉 9g 影響下，綠豆莖長有抑制的現象，而幼根卻有促進的現象。(表 1-2、2-2，圖 1-6、2-4)
- 五、 葉子掉落後，不同時間收集的檸檬桉可揮發油性物質，對同種植物有不同的影響。
- (一) A 組可揮發油性物質比 B 組可揮發油性物質更容易抑制植物的發芽。
例如:綠豆和小麥在 A 組可揮發油性物質氣味處理下，比在 B 組可揮發油性物質下，發芽更容易被抑制(見表 4-1，圖 4-1、4-4)。
 - (二) A、B 組可揮發油性物質，對綠豆生長的影響不同。綠豆在 0.02ml 的 A 組可揮發油性物質的影響下，第 24 小時後幼根為對照組的 152%，有促進的現象。但在 0.02ml 的 B 組可揮發油性物質的影響下，第 24 小時後幼根為對照組的 84%。
- 六、 綠豆和白菜在檸檬桉可揮發油性物質處理後，葉片重量隨可揮發油性物質量的增加而變輕，綠豆在 0.005ml 的可揮發油性物質處理後，葉片重量為對照組的 67%；白菜葉片重量為對照組的 58.33%。(見表 5-1，圖 5-1、5-2)
- 七、 植物的葉片表面積與下表皮細胞大小會受氣味影響而變小。綠豆和白菜在檸檬桉可揮發油性物質處理後，葉片表面積與下表皮細胞面積等比率隨可揮發油性物質量的增加而變小，綠豆 0.005ml 的可揮發油性物質處理後，葉片表面積與下表皮細胞面積為對照組的 58%左右；白菜葉片為對照組的 65%。此時植物變小是因細胞變小而非細胞變少。(見表 5-1，圖 5-1、5-2)。
- 八、 白菜在 0.02ml 檸檬桉可揮發油性物質處理下，葉片面積與下表皮細胞面積都變小，分別是對照組的 34.29%與 52.71%。此時白菜變小不只是因細胞變小，且細胞也變少
- 九、 植物 0.005ml 檸檬桉可揮發油性物質處理後，葉片氣孔開合面積與保衛細胞面積隨可揮發油性物質量的增加而變小。綠豆的保衛細胞面積與氣孔開合面積分別為對照組的 47%與 37%；白菜則分別為對照組的 70%與 53% (見表 5-1，圖 5-1、5-2)。
- 十、 可揮發油性物質量越多，使綠豆葉片澱粉含量越少，綠豆在 0.02ml 的可揮發油性物質處理下，澱粉含量為對照組的 83%。(見表 6-1，圖 6-1)
- 十一、 綠豆葉片中葡萄糖的含量會受氣味的影響而減少，0.02ml 的可揮發油性物質處理下，可使葡萄糖含量為對照組的 81%。(見表 5-1，圖 5-1)
- 十二、 在檸檬桉揮發性物質處理下，綠豆幼根的氧化壓力受影響。(相片 7-2)
- 十三、 植物在檸檬桉可揮發油性物質處理下，Ca⁺⁺幫忙把訊息傳遞到細胞內，讓植物做出適當反應，例如讓植物氣孔關得較小，或白菜葉綠素被分解。

陸、討論

- 一、 實驗中我們發現新鮮與乾燥樟葉的氣味對植物有不同的影響。我們認為新鮮樟葉，除本身的氣味外，可能還有其他因素會影響植物的生長，例如新鮮樟葉還在進行呼吸及光合作用。
- 二、 葉片掉落後，不同時間所收集的可揮發油性物質，對植物有不同影響。我們認為葉片掉落後經過不同時間，化學成分有所不同，對植物有不同影響。
- 三、 我們思考氣味植物的氣味在大自然中扮演什麼角色呢？除了吸引媒介幫忙授粉外，應該還有其他功能。在實驗中，我們發現植物的生長受氣味的影響。植物是否利用自身散發的氣味彼此溝通？我們以下假設。
 - (一) 植物利用氣味營造自己適合的環境呢，例如延緩發芽，也許植物藉此保護自己，等那些植物氣味消失以後，確保自己在更好沒有其他植物競爭的環境中再發芽生長。
 - (二) 植物利用氣味抑制或促進其他植物，可能幫助達到族群間的平衡。
- 四、 探討植物變矮小原因
 - (一) 細胞變小:綠豆在檸檬桉可揮發油性物質處理後，綠豆葉片表面積與下表皮細胞等比率變小。因此我們推知綠豆變矮小原因是細胞變小而非細胞變少。
 - (二) 細胞變少:白菜在 0.02ml 檸檬桉可揮發油性物質處理下，不但細胞變小，推算葉片下表皮細胞數比對照組少 (葉片表面積/下表皮細胞面積)，我們認為是長得較慢所致。
- 五、 氣孔開合面積變小原因
 - (一) 細胞變小: 綠豆在 0.02ml 檸檬桉可揮發油性物質處理下，保衛細胞與氣孔開合面積皆為對照組的 39%，可推斷氣孔開合面積變小，是因保衛細胞變小。
 - (二) 氣孔關得較緊密: 白菜在檸檬桉可揮發油性物質處理下，不但保衛細胞變小，氣孔也關得較緊密。
- 六、 B 組檸檬桉可揮發油性物質處理下，綠豆幼根長為為對照組 84%，我們推論是因幼根受可揮發油性物質氣味影響，氧化壓力增加使植物細胞容易受到傷害所致。
- 七、 我們想繼續探討，檸檬桉可揮發油性物質影響下，氣孔開關之可能的分子機制。
- 八、 我們在校園裡觀察到檸檬桉植物周圍沒有長其他植物，我們想檸檬桉散發的氣味，可能不只抑制別的植物的發芽與生長，也可能抑制自己的種子發芽與生長。

柒、結論與建議

植物的氣味除了吸引媒介幫忙授粉外，植物還可利用氣味當作溝通的方式，來營造更適合自己的環境。例如實驗結果發現，氣味常抑制周圍植物的發芽與生長，讓自己有更廣大的生長空間，讓自己長得更好。又例如延緩發芽，植物可藉此保護自己，等那些植物氣味消失以後，確保自己在更好沒有其他植物競爭的環境中再發芽生長。往後想繼續探討，可能影響氣孔開關的分子機制。我們可以利用植物的氣味，應用在農業上，取代化學物質，以免汙染地球環境，例如: 利用氣味製成當作天然農藥取代化學農藥來抑制雜草生長，使自己長得更好。可使用的方法如下:



捌、參考資料及其他

國中自然與生活科技第一冊、第二冊、第三冊、

余志儒 陳炳輝 天然防蟲物質 作物蟲害之非農藥防治技術 p19- 28

羅惠齡、劉新裕 自由基與抗氧化酵素 藥用植物資源之開發與利用 p 21-25

吳靜如、李孟貞、馮騰永 天然蔬果消除自由基能力之比較 p 214- 231

DAB 藥劑配製：(每毫升 0.004 公克)溶於 10mM MES(PH=6.5)中，並加入介面活性劑(每毫升 0.02 μ l)製成 DAB 溶液。

【評語】 030316

- 一、本作品探討植物油性成分對綠豆生長之影響，尤其是檸檬桉，
同時探討 Ca^{++} 對其之影響。。
- 二、本研究實驗設計尚可。獲得可信的證據支持植物油性物質對
綠豆生長之影響。