

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

佳作

最佳創意獎

080314

氣語非凡—植物的攻防策略

學校名稱：臺南市東區勝利國民小學

作者： 小六 謝宇恩 小六 黃怡亭 小六 馬悅慈 小六 陳映杉 小六 孔慶恩	指導老師： 李通全 黃喜美
---	-----------------------------

關鍵詞：氣味、向光、氣孔

氣語非凡--植物的攻防策略

摘要

我們過去發現植物氣味會抑制他種植物發芽，在這次實驗我們利用顯微鏡與自動觀察箱探討植物間氣體的對話，並記錄氣味對小麥（單子葉植物）、綠豆（雙子葉植物）莖的長度，莖、葉重量，向光性及氣孔大小的影響。

我們發現九層塔的氣味不影響綠豆生長和莖、葉重量，只輕微抑制小麥生長和植株的重量。而檸檬桉氣味促進綠豆莖的生長，卻減少葉重，並能抑制小麥的生長。野薄荷與樟葉的氣味則對這兩種植物生長與重量都有顯著抑制甚至完全不發芽。

向光性方面，野薄荷氣味明顯抑制綠豆向光。

小麥氣孔狹長不易觀察其開合，綠豆氣孔開口卻明顯受氣味影響而變小，可能是植物用來對抗外來氣體的招數吧！

真奇妙，利用散發氣味，植物間正進行著一種無形的攻防戰呢！

壹、研究動機

動物間會利用聲音（語言）、顏色、動作等來傳達訊息。而在去年的實驗中，我們發現植物產生的氣味會影響其他植物的發芽與生長，更發現綠豆在樟葉氣味影響下能耐旱。這些有趣的發現使我們想進一步探討植物間的「氣體語言」，以及探討植物是否會有一套對抗「不受歡迎的氣味」的招數，例如：透過葉片上的氣孔的開合「把鼻子捏起來」的反應或其他的方法。在今年的實驗中，我們改善了實驗觀察的方法，除了寶特瓶改裝的透明觀察培養容器，還利用顯微鏡與數位相機來記錄氣孔的變化，並向姐姐借用可長時間觀察記錄向光行為的觀察箱，希望能更深入的了解氣味對植物各方面的影響。

貳、研究目的

- 一、 氣味對植物的生長與重量有哪些影響？
- 二、 被不同氣味影響過的植物是否還有同樣的向光性？
- 三、 不同氣味對不同植物氣孔的開合是否有影響？
- 四、 探索植物的氣味在大自然中有什麼用處？

參、研究設備及器材

培養皿(內徑9cm)、濾紙(9cm)、尺、3M透氣膠帶、衛生紙、鑷子、微量滴管(可測量0.005~0.1ml)、電子天平、計算機、電腦、精油(野薄荷)、檸檬桉葉片、樟樹葉片、九層塔葉片、便利貼、A3影印紙盒、小麥種子、綠豆種子、數位相機、複式顯微鏡、筆記本、大小寶特瓶各16個。

		
<p>寶特瓶、棉花、3M透氣膠帶 濾紙、微量滴管</p>	<p>上皿天平</p>	<p>電子天平</p>
		
<p>數位相機</p>	<p>精油</p>	<p>顯微鏡</p>
		
<p>檸檬桉</p>	<p>九層塔</p>	<p>樟樹葉片</p>

肆、研究過程或方法

一、植物的生長與氣孔觀察實驗步驟

- (一) 準備 12 個大寶特瓶(1500ml)，12 個小寶特瓶(600 ml)。
- (二) 將小寶特瓶在 6.5 公分處切下，當培養皿，容積為 190ml。
- (三) 將大寶特瓶底座切掉，上面當上蓋，容積為 1400ml。
- (四) 準備 12 個大培養皿為下底，上面放小寶特瓶培養皿。
- (五) 小寶特瓶培養皿裝 150ml 的水，再加滿棉花。這樣可使植物在觀察過程有足夠水分。



- (六) 再分別將種子【6 顆小麥、6 顆綠豆】種在小寶特瓶培養皿。



- (七) 將種好種子的小寶特瓶培養皿，放在大培養皿上。
- (八) 將不同體積(0.005ml、0.01ml、0.025ml、0.05 ml)的野薄荷精油滴入大培養皿的濾紙上；將不同重量(1g、3g、9g)的乾葉片(樟樹葉片、檸檬桉葉片、九層塔葉片)放在大培養皿上。

- (九) 外面蓋上大寶特瓶，中間用寬的透氣膠帶封住，不讓氣味散出。
- (十) 將植物放在窗台邊，連續觀察七天。
- (十一) 每種實驗都重複三次。

二、氣味對植物向光性影響的實驗步驟

- (一) 使用向姐姐借用可長時間觀察紀錄向光行為的觀察箱。
- (二) 小燒杯裝 150ml 水並加滿衛生紙，放入綠豆並再放入關燈的觀察箱，待發芽約三公分高。
- (三) 將 0.001ml 的野薄荷精油滴入大培養皿的濾紙上；分別將不同重量(1g、3g、9g)的乾葉片(樟樹葉片、檸檬桉葉片)放在大培養皿上。
- (四) 外面蓋上大寶特瓶，中間用寬的透氣膠帶封住，不讓氣味散出。
- (五) 將封好的大寶特瓶(綠豆已長 3cm 高)，放入觀察箱中。
- (六) 打開白色的 LED 燈，每 60 分鐘定時拍攝一次，連拍 2 天。

伍、研究結果

表一：綠豆在檸檬桉環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	檸檬桉			
		對照組	1g	3g	9g
綠豆	莖長	100.0%	121.0%	109.7%	117.3%
	去除子葉子後整株重	100.0%	112.5%	100.0%	110.0%
	葉片重	100.0%	97.0%	83.0%	88.0%
	氣孔開合	100.0%	28.5%	47.4%	18.1%

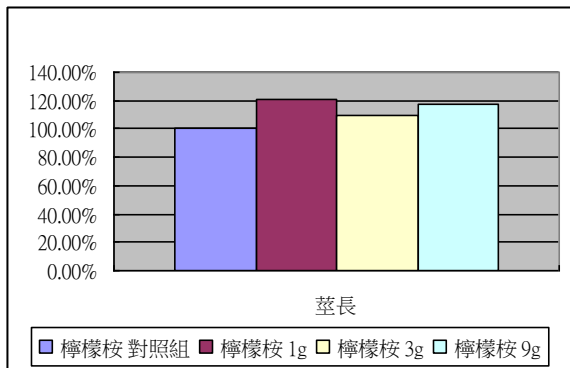


圖 1-1 綠豆在檸檬桉環境下第七天莖長[(實驗組/對照組)x100%]

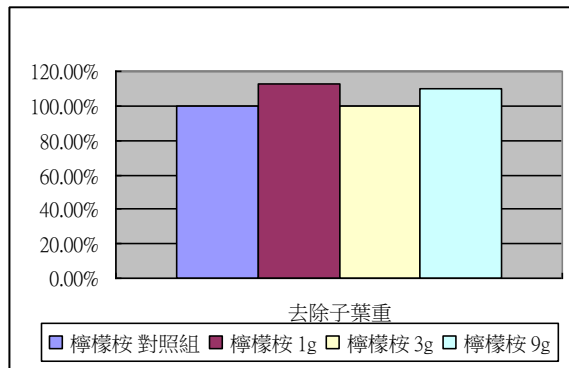


圖 1-2 綠豆在檸檬桉環境下第七天去除子葉重[(實驗組/對照組)x100%]

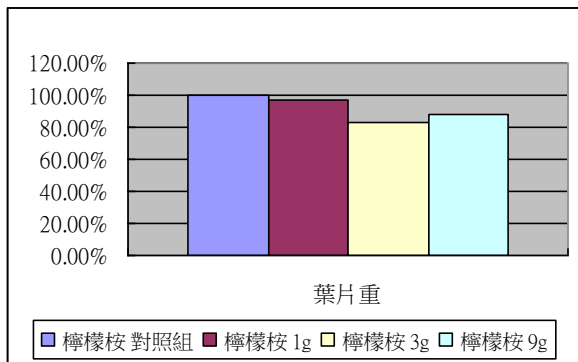


圖 1-3 綠豆在檸檬桉環境下第七天葉片重[(實驗組/對照組)x100%]

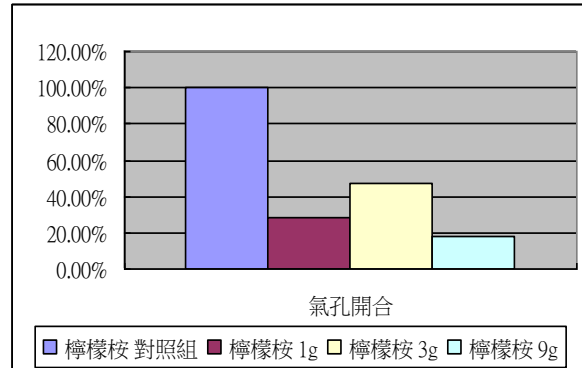


圖 1-4 綠豆在檸檬桉環境下第七天氣孔開合[(實驗組/對照組)x100%]

表二：綠豆在樟葉環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	樟葉		
			1g	3g	9g
綠豆	莖長	100.0%	95.7%	65.2%	55.6%
	去除子葉子後整株重	100.0%	90.5%	59.5%	50.0%
	葉片重	100.0%	97.6%	61.5%	47.0%
	氣孔開合	100.0%	28.4%	14.9%	20.3%

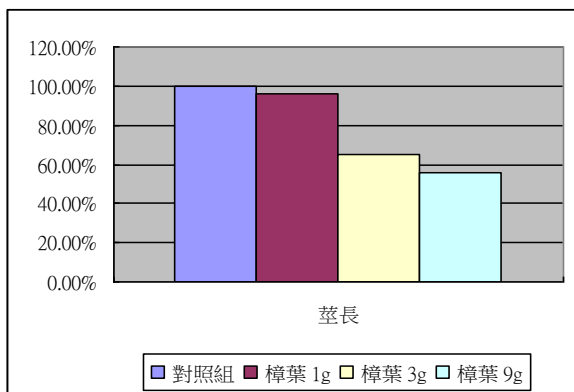


圖 2-1 綠豆在樟葉環境下第七天莖長[(實驗組/對照組)x100%]

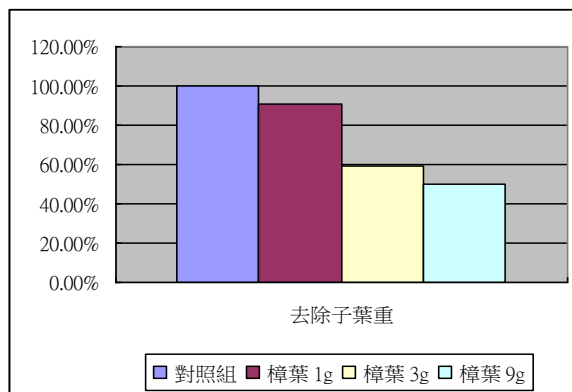


圖 2-2 綠豆在樟葉環境下第七天去除子葉重[(實驗組/對照組)x100%]

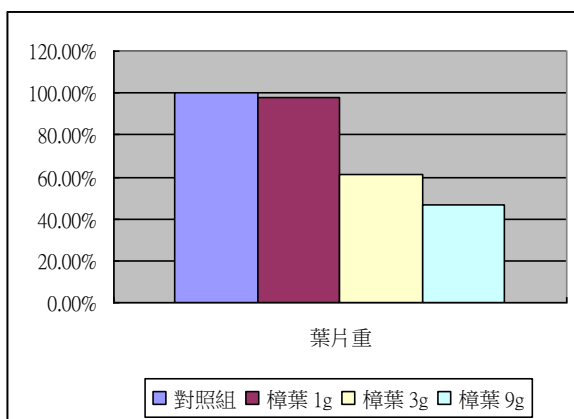


圖 2-3 綠豆在樟葉環境下第七天葉片重[(實驗組/對照組)x100%]

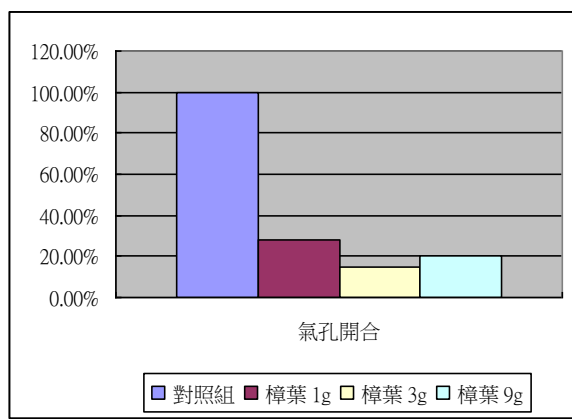


圖 2-4 綠豆在樟葉環境下第七天氣孔開合[(實驗組/對照組)x100%]

表三：綠豆在九層塔葉片環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	九層塔		
			1g	3g	9g
綠豆	莖長	100.0%	102.2%	99.9%	102.8%
	去除子葉子後整株重	100.0%	94.4%	103.4%	97.2%
	葉片重	100.0%	97.1%	115.3%	92.8%
	氣孔開合	100.0%	92.9%	82.1%	50.0%

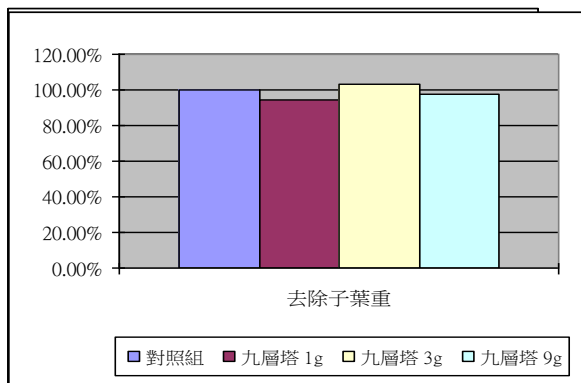


圖 3-1 綠豆在九層塔環境下第七天莖長 [(實驗組/對照組)x100%]

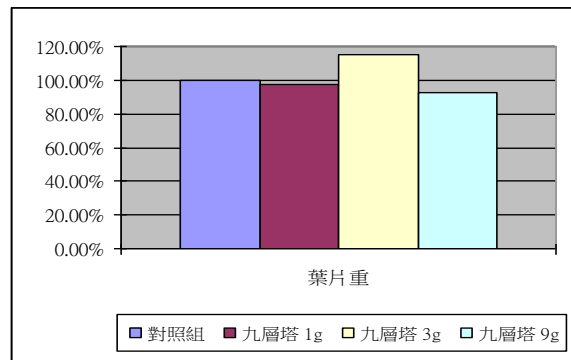


圖 3-2 綠豆在九層塔環境下第七天去除子葉重 [(實驗組/對照組)x100%]

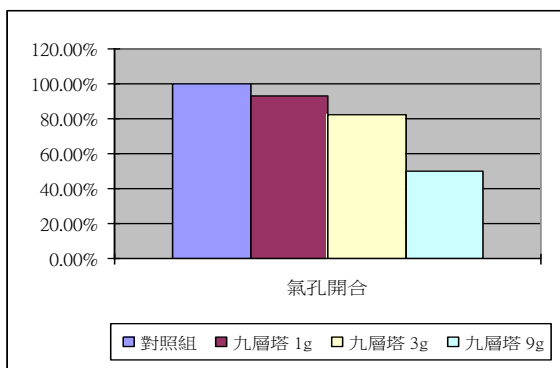


圖 3-3 綠豆在九層塔環境下第七天葉片重 [(實驗組/對照組)x100%]

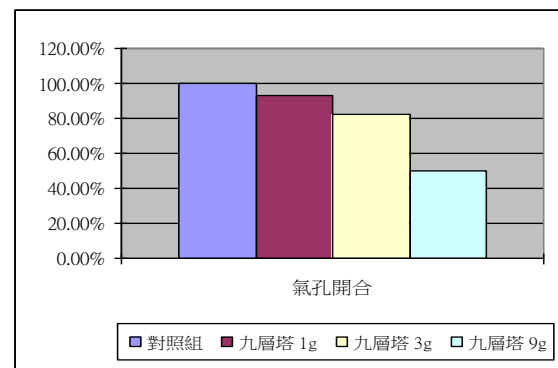


圖 3-4 綠豆在九層塔環境下第七天氣孔開合 [(實驗組/對照組)x100%]

表四：綠豆在野薄荷精油環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	野薄荷			
			0.005ml	0.01ml	0.025ml	0.05ml
綠豆	莖長	100.0%	93.2%	55.9%	沒發芽	沒發芽
	去除子葉子後 整株重	100.0%	97.6%	40.5%	沒發芽	沒發芽
	葉片重	100.0%	84.6%	53.7%	沒發芽	沒發芽
	氣孔開合	100.0%	49.3%	49.3%	0.0%	0.0%

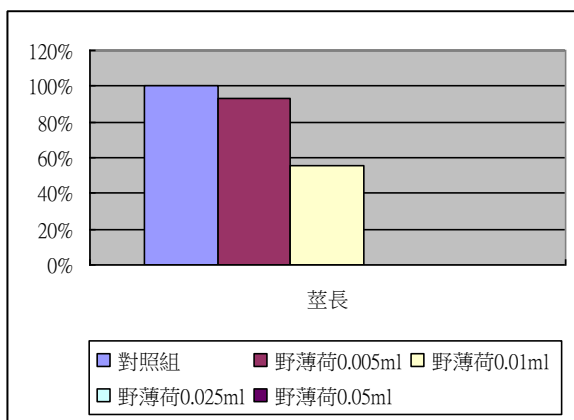


圖 4-1 綠豆在野薄荷精油環境下第七天莖長 [(實驗組/對照組)x100%]

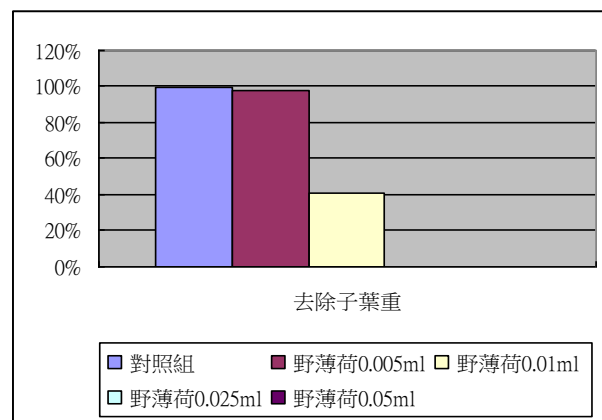


圖 4-2 綠豆在野薄荷精油環境下第七天去除子葉重 [(實驗組/對照組)x100%]

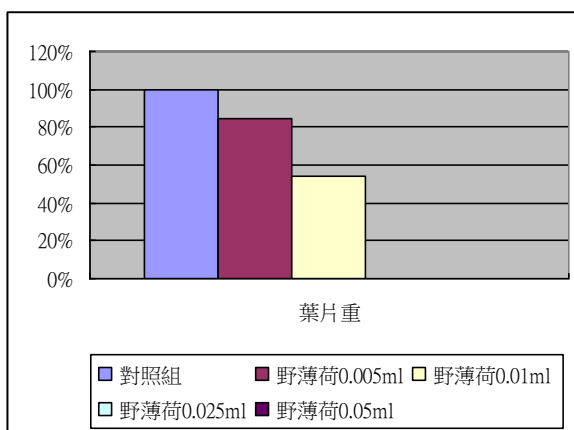


圖 4-3 綠豆在野薄荷精油環境下第七天葉片重 [(實驗組/對照組)x100%]

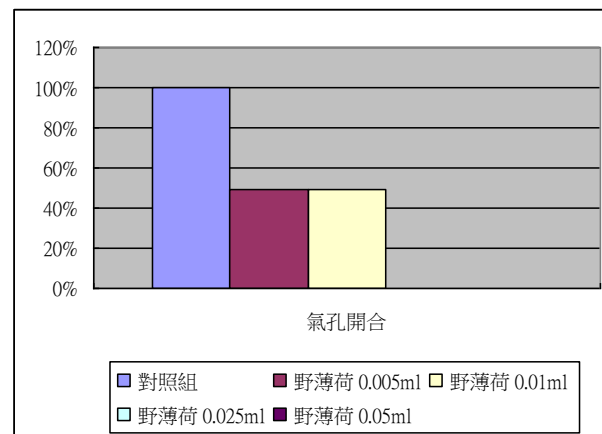


圖 4-4 綠豆在野薄荷精油環境下第七天氣孔開合 [(實驗組/對照組)x100%]

表五：小麥在檸檬桉環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	檸檬桉		
			1g	3g	9g
小麥	株高	100.0%	70.7%	23.7%	14.6%
	地上部重	100.0%	64.9%	26.0%	13.0%
	氣孔開合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%

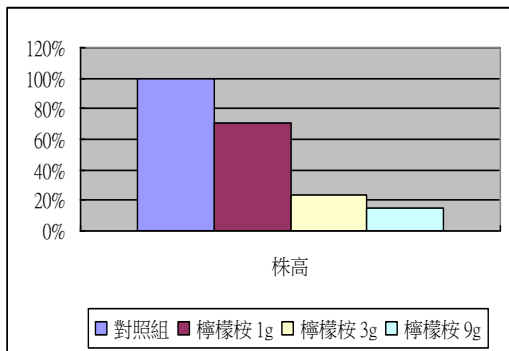


圖 5-1 小麥在檸檬桉環境下第七天株高 [(實驗組/對照組)x100%]

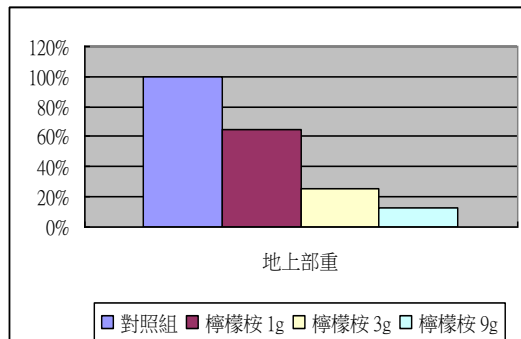


圖 5-2 小麥在檸檬桉環境下第七天地上部重 [(實驗組/對照組)x100%]

表六：小麥在樟葉環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	樟葉		
			1g	3g	9g
小麥	株高	100.0%	80.2%	84.7%	67.2%
	地上部重	100.0%	83.3%	91.7%	83.3%
	氣孔開合	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%

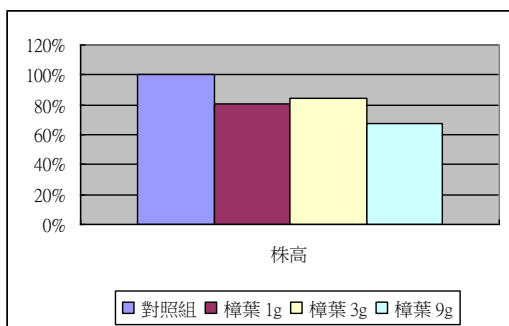


圖 6-1 小麥在樟葉環境下第七天株高 [(實驗組/對照組)x100%]

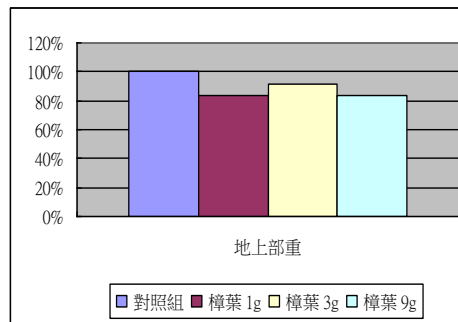


圖 6-2 小麥在樟葉環境下第七天地上部重 [(實驗組/對照組)x100%]

表七：小麥在九層塔環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	九層塔		
			1g	3g	9g
小麥	株高	100.0%	86.0%	78.7%	92.3%
	地上部重	100.0%	98.2%	85.8%	93.2%
	氣孔開合	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

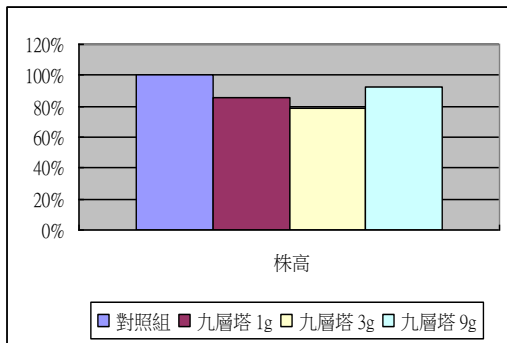


圖 7-1 小麥在九層塔環境下第七天株高 [(實驗組/對照組)x100%]

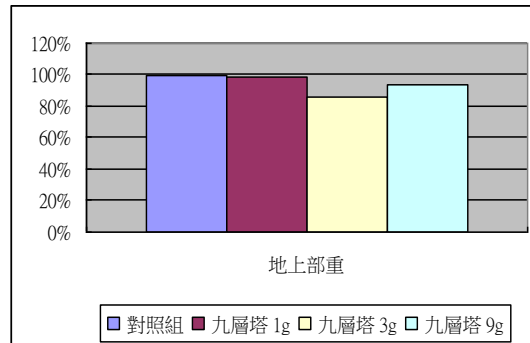


圖 7-2 小麥在九層塔環境下第七天地上部重 [(實驗組/對照組)x100%]

表八：小麥在野薄荷環境下第七天的生長狀況[(實驗組/對照組)x100%]

項目	類別	對照組	野薄荷			
			0.005ml	0.01ml	0.025ml	0.05ml
小麥	株高	100.0%	54.4%	43.5%	沒長	沒長
	地上部重	100.0%	52.9%	40.2%	沒長	沒長
	氣孔開合	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

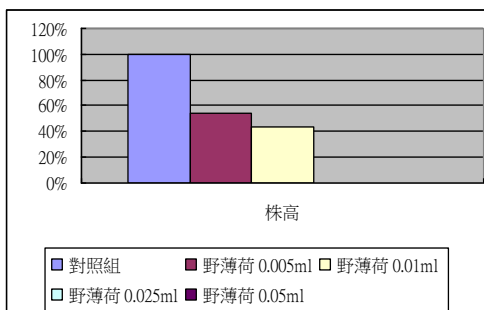


圖 8-1 小麥在野薄荷精油環境下第七天株高 [(實驗組/對照組)x100%]

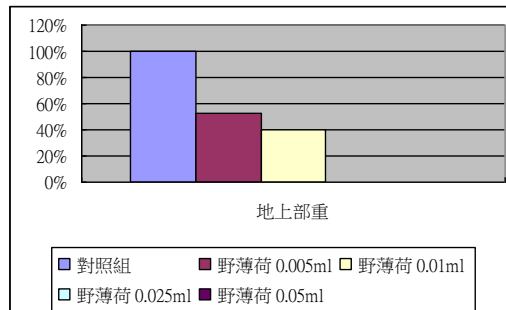


圖 8-2 小麥在野薄荷精油環境下第七天地上部重 [(實驗組/對照組)x100%]

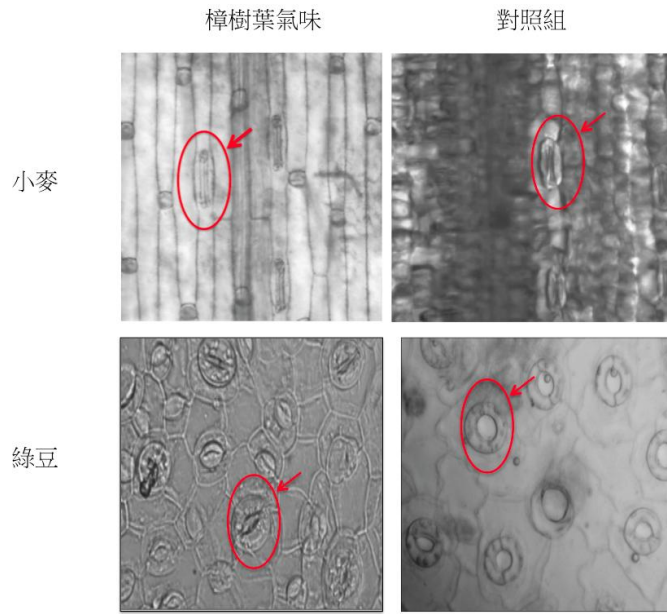


圖 8-3 氣孔開合的顯微鏡照片，圈起來的部份是氣孔。

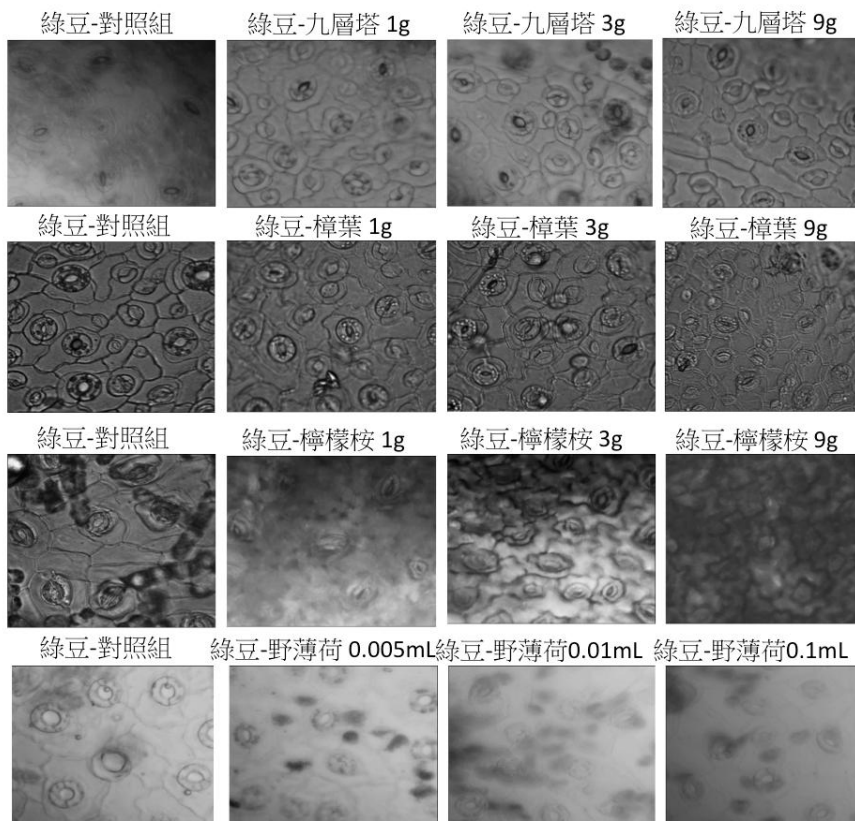


圖 8-4 不同氣體對綠豆葉片氣孔開合的影響，縱向是植物氣體種類而橫向是同植物不同量。

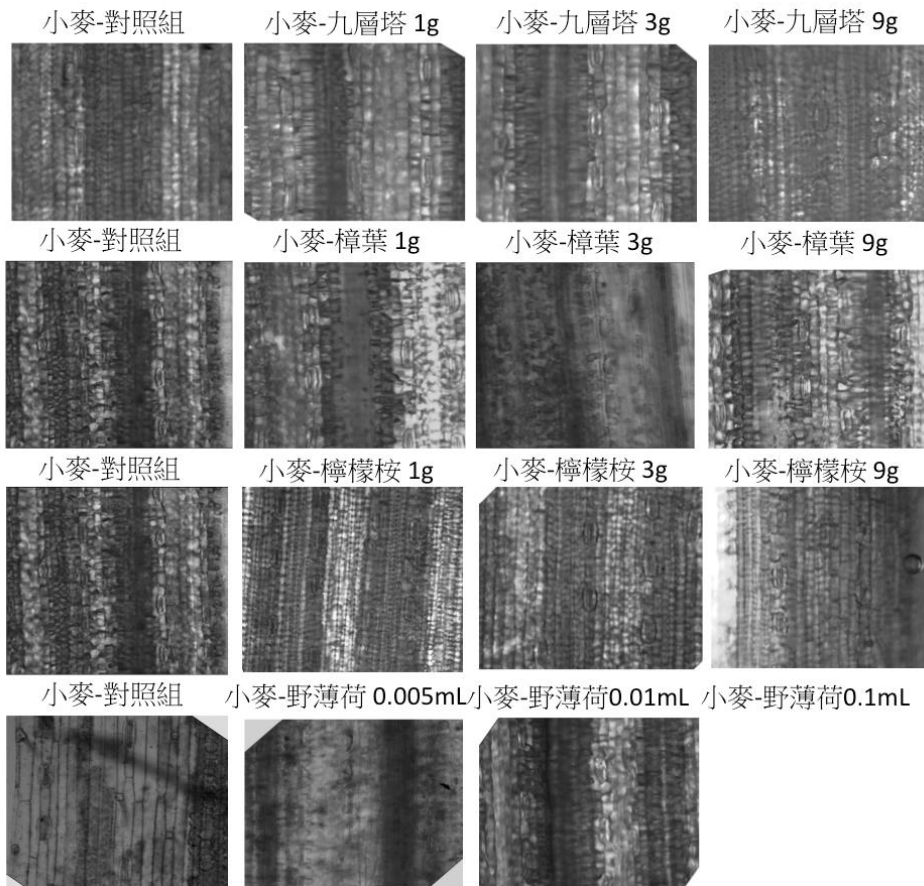


圖 8-5 不同氣體對小麥葉片氣孔開合的影響，縱向是植物氣體種類而橫向是同植物不同量。



圖 8-6 不同氣體對小麥生長高度的影響。

表九：綠豆在不同氣味下向光偏移的角度

	0hr	3hr	6hr	9hr	12hr	15hr
對照組	0.0	5.0	15.0	20.0	23.3	20.0
野薄荷	0.0	2.5	7.5	15.0	15.0	15.0
樟樹	0.0	5.0	15.0	20.0	25.0	20.0
檸檬桉	0.0	10.0	13.3	23.3	21.7	20.0

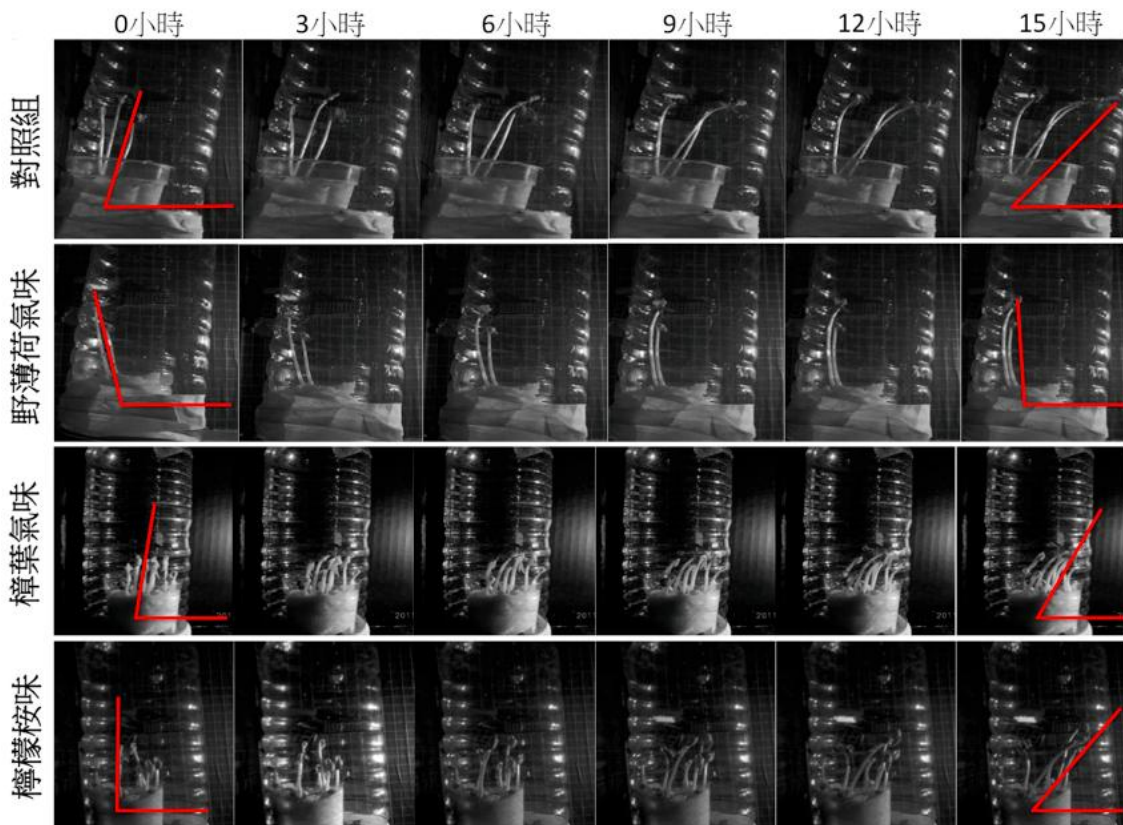


圖 9-1 綠豆在不同氣味下生長向光偏移角度

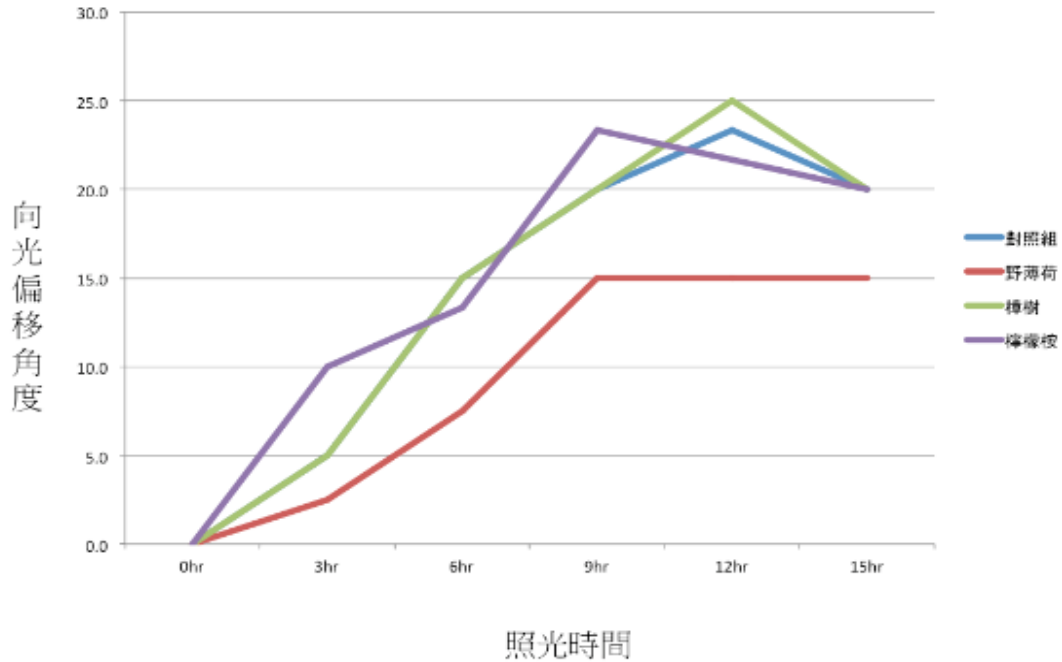


圖 9-2 綠豆在不同氣味下生長向光偏移折線圖

研究結果綜合分析

- 一、由實驗結果可知，（檸檬桉、樟葉、九層塔、野薄荷等）四種氣味都會明顯抑制綠豆的氣孔，使它們開得較小（如表一、二、三、四）（圖 1-4、2-4、3-4、4-4, 8-4）。例如：1g 的樟葉或 1g 的檸檬桉就能使氣孔只張開對照組的 28%。0.005ml 的野薄荷精油和 9g 的九層塔，會使綠豆的氣孔只張開對照組的一半。
- 二、檸檬桉葉片的氣味對綠豆生長的影響和野薄荷精油和樟葉之氣味剛好相反，可以由表一、圖 1-1、1-2、1-3 可知，檸檬桉葉片的氣味會促進綠豆的生長。如 1g 的檸檬桉葉片可使綠豆的莖長為對照組的 120%。
- 三、由實驗數據，我們發現除了氣孔的開合，樟樹的葉片明顯抑制綠豆的生長，（如：表二、圖 2-1、2-2、2-3）。當樟葉的重量增加，產生氣味更濃了，而綠豆的莖長也隨著減少並且葉片重量及去除子葉後的整株植物重量也隨著減少。例如：3g 的樟葉，就能使綠豆的莖長只有對照組的 65%。
- 四、我們發現九層塔明顯抑制氣孔的開合，卻對綠豆的生長沒有明顯的影響（如：表三、圖 3-1、3-2、3-3）。

- 五、野薄荷氣味對綠豆的影響與樟葉類似，都明顯抑制綠豆的生長。由實驗可知，0.025 毫升以上的野薄荷精油，就可使綠豆完全無法生長，0.01 毫升的野薄荷精油使綠豆的莖長、葉片重及去除子葉後整株的重量都約只有對照組的一半。（見表四、圖 4-1、4-2、4-3、4-4）
- 六、根據實驗，我們發現，雖然檸檬桉葉片的氣味並不會對綠豆的生長造成影響，卻明顯抑制小麥的生長且和放進去的葉片重量相反。1g 的檸檬桉葉片的氣味，可使小麥的株高減少為 70.7%，9g 卻使株高減少到 14.6%。而重量方面，也由對照組的 64.9% (1g)減為 13.0%(9g)。（見表一，五、圖 5-1、5-2）
- 七、我們也發現樟葉的氣味雖然對綠豆的生長有明顯影響，但對小麥的生長卻沒有影響。綠豆必需要有較多的量的樟葉才有顯著的影響，如：9g 的樟葉使小麥株高只達對照組的 67%。
- 八、野薄荷精油明顯抑制小麥的生長，0.025ml 以上的野薄荷可使小麥完全停止生長，0.005ml 的野薄荷使小麥的株高約只有對照組的一半。
- 九、我們發現九層塔對綠豆生長的影響都不顯著。對小麥的生長只有輕微抑制。
- 十、我們觀察到的小麥氣孔全都是在關閉狀態，因此無法比較氣味的影響。
- 十一、氣味也會影響植物的向光性，例如：野薄荷精油的氣味都有抑制綠豆的向光性的現象，由表九、圖 9-1、9-2，可知野薄荷氣味會抑制綠豆的向光行為。

陸、討論

- 一、植物聞到某些氣味後，有時會使氣孔開得比較小，好像「摀住鼻子」般的來拒絕接受氣味的入侵。
- 二、野薄荷精油的氣味會抑制綠豆的向光性，而使綠豆得不到較多的光，使綠豆長得較矮小。
- 三、野薄荷、樟葉氣味會抑制綠豆氣孔的打開，剛開始我們懷疑這會不會是使綠豆長得較矮小的原因。請教專家後，我們發現，九層塔、檸檬桉對綠豆的生長雖然沒有影響或輕微促進，但對綠豆的氣孔卻有很明顯的抑制，所以我們認為，氣味對植物氣孔和生長的影響方式應該是不同的。
- 四、在我們的觀察中，小麥的氣孔似乎都是關閉的狀態，無法觀察是否受到氣味影響，我們想這可能的原因是和實驗室的環境有關，我們還會繼續探討。
- 五、植物散發出的氣味使周圍的植物長得較好或較不好，這是植物生存的一種策略嗎？這可以使植物自己長得更好嗎？這也是我們下次實驗所要探討的。
- 六、野薄荷精油的氣味會抑制綠豆的向光性，而使綠豆得不到較多的光，使綠豆長得較矮小，這也是植物生存的另一種策略嗎？我們覺得抑制別的植物向光性，能使植物自己搶到更多的陽光，讓自己長得更好。
- 七、不同植物發出不同的氣味會互相向對方展開各種攻防的影響，例如：樟葉與檸檬桉的氣味對單、雙子葉的生長影響各不相同，從更寬的角度去想，自然環境中植物間好像會「呼朋引伴」或「黨同伐異」，彼此達到一種平衡。

柒、結論

這次的實驗，我們進一步對大自然中植物的氣味對其它植物的影響以及彼此的攻防有了更深刻的認識。這些氣味不但影響了植物的發芽和生長，更會影響到植物的莖、葉重量及向光性。

在綠豆氣孔的觀察中，我們發現檸檬桉、樟樹、九層塔葉片和野薄荷精油的氣味都會明顯抑制綠豆的氣孔，使他們開得較小。於是我們想，綠豆應該是利用氣孔的關閉，來調整對它有抑制性的氣味入侵，以保護自己。但奇怪的是，能促進綠豆生長的檸檬桉葉片氣味竟然也使它的氣孔閉合，和我們原先的想法矛盾，所以我們覺得或許氣味對植物生長和氣孔大小的影響是兩個互相獨立的過程。

然而，植物透過氣孔的開合來控制外來氣味的入侵量，並因此抗拒這些氣味的影響程度。而植物與植物間散發與接收氣味語言的互相「控制」就像一種看不見的對話與互動。

在這一連串的實驗中，我們認為植物會利用自己散發出來的氣味，發展出適合自己生長的最佳環境，促進環境中對自己有利的植物生長，並抑制不利於自己生長的其他植物。例如：減緩別的植物的向光運動讓自己爭取到更多的陽光。植物間一定有更多我們還沒發現的氣體語言傳送在大自然中進行著無形的攻防。而另一方面，植物也會發展一套方法來控制這些外來影響，例如：「摀住鼻子」似的縮小氣孔就可能是其中的一套招式。

我們相信，我們所觀察到的兩種植物與四種植物氣體只是投石問路，觀察到的現象也可能只是冰山的一角，雖然只能算是一種小小發現，卻讓我們驚嘆植物世界「無聲勝有聲」的精彩互動。我們希望在未來能更完整的探討更多種植物以及植物氣味間的互相影響，探索大自然無形對話的氣體語言密碼。

捌、參考資料及其他

- 一、林秀芳 吳靖渝 2009年12月 444期 香草植物妙用無窮 科學發展期刊 52-56頁。
- 二、<http://www.wretch.cc/blog/f3864408/11661624> 澳洲研究顯示新割綠草氣味有助消除壓力。
- 三、南一版國民小學自然與生活科技第五冊 第三單元 植物世界

秤乾葉子的重量



量綠豆芽的向光角度



【評語】 080314

本研究探討的問題有趣，也可能具基礎研究或實際應用的潛力，整體實驗設計具系統性，實驗結果亦很明確，可惜探討的層面過於多元且多屬現象觀察，如能針對特定氣味進行作用機制的有關探討，將更有意義。