

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030301

甚麼樣的九層塔葉子才會大一剪去頂芽對葉面積的影響

學校名稱：臺南市立建興國民中學

作者： 國二 林澤淞 國二 張立榆	指導老師： 戴守音 熊桓翊
-------------------------	---------------------

關鍵詞：九層塔、頂芽優勢、葉片大小

摘要

九層塔是日常飲食常用的香料作物。如何增加九層塔單位面積產量以增加農民收益成為種植九層塔農民所重視的議題。從文獻中得知，植物有所謂的頂芽優勢，頂芽會產生激素刺激植物生長，並抑制側芽的生長。因此我們設計一系列實驗想知道頂芽對九層塔生長的影響。實驗結果顯示，沒有剪去頂芽的九層塔整株的長度比剪去頂芽的長許多，可能是剪去頂芽的九層塔將原本供給給頂芽的營養轉移到側枝上，才導致這樣的結果。另外在葉片面積的比較中，剪去頂芽的九層塔側枝葉片大小都比對照組大，所以我們推薦農夫在種植九層塔過程中可以剪去芽點，促進九層塔的側枝生長，讓側枝的葉片面積更大，方便一次採集較多葉片，使賣相更好，也可以提高售價。

壹、前言 研究動機

九層塔是日常飲食常用的香料作物，在許多菜餚中扮演著畫龍點睛的重要角色。在某天放學走回家路上，突然發現鄰居家門口有一盆九層塔，並看到鄰居正在剪掉九層塔的新芽，因為好奇我便上前詢問為甚麼要剪掉九層塔的新芽，但是鄰居卻說他也不知道，表示當初要種九層塔時聽到別人有說要把九層塔的新長出的芽剪掉才會長得好，於是激發了我們的好奇心，回家上網查了一下資料，查到了九層塔剪去頂芽後會長出分枝，這樣就多了一邊的葉子可以採收，但卻不知道把九層塔頂芽剪去的行為對整株九層塔的生長情形到底是好還是壞，於是便想透過實驗來了解將九層塔頂芽剪去是否真的對九層塔的生長及品質有幫助。

研究目的

- 一、九層塔剪掉頂芽後莖的生長情況
 - (一)主枝長度與節間長度測量
 - (二)分枝長度與節間長度測量
- 二、九層塔剪掉頂芽對葉片大小的關係
 - (一)主枝之葉片大小的關係
 - (二)側枝之葉片大小的關係

文獻回顧

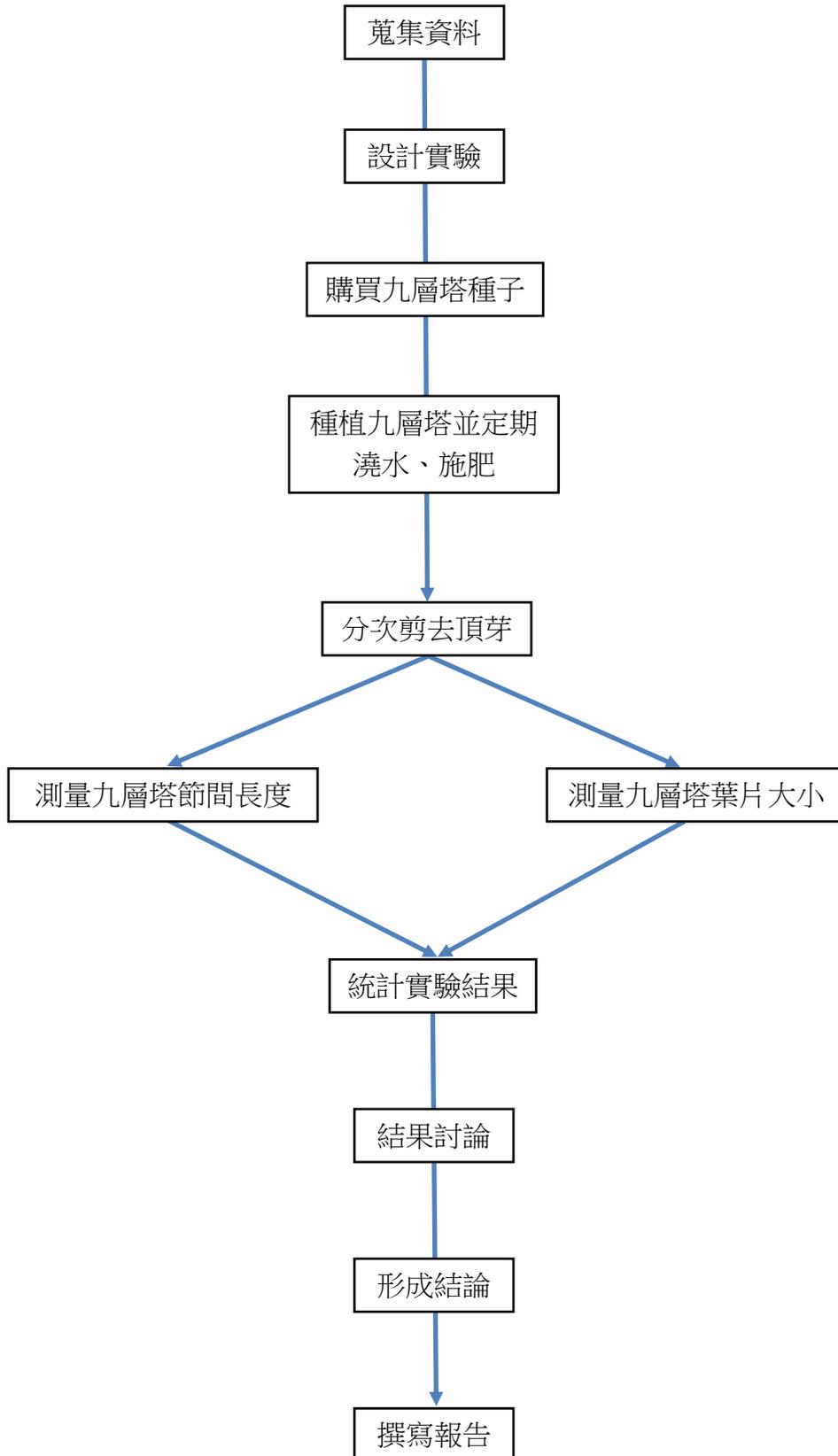
從我們搜尋到的資料，我們了解到植物的頂芽優勢是指植物會在頂芽分泌生長激素，促使頂芽獲得較多養分優先生長，並抑制側芽的生長，造成對側芽萌發、側枝生長的抑制作用，而從九層塔的育苗與種植的資料中我們了解到九層塔摘心之後會長出往兩邊的分枝，就多了更多的枝葉，使九層塔更茂密。

貳、研究設備及器材

- 一、種植材料
九層塔(*Ocimum bullatum* Lam.)、育苗孔盤、盆栽、培養土、肥料(購買自中南園藝資材)、自來水。
- 二、其他器具:剪刀、直尺、鑷子、掃描機。

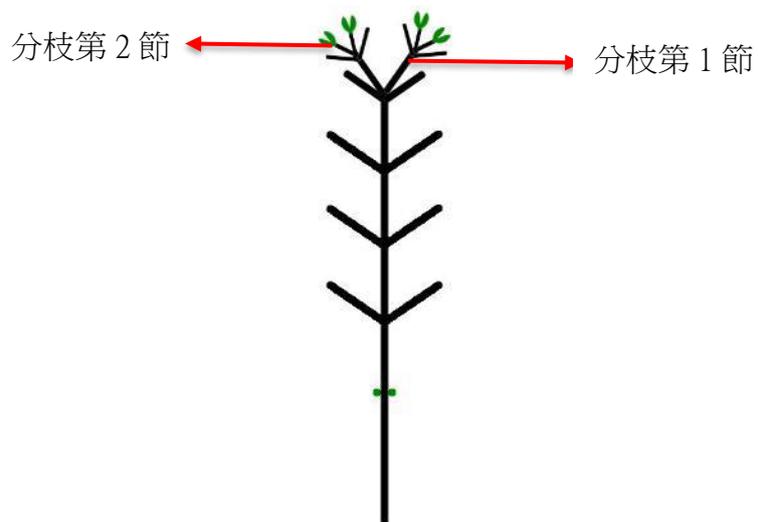
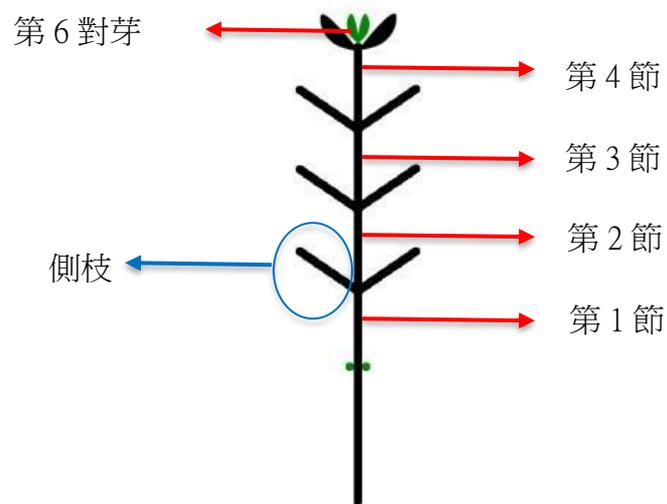
參、研究過程或方法

一、研究流程圖



二、實驗方法

(一)名詞介紹



圖零-0 名詞介紹

側枝:九層塔對生於每一節節點的枝葉。

分枝:九層塔剪去頂芽向兩邊長出的枝。

(二)種植九層塔

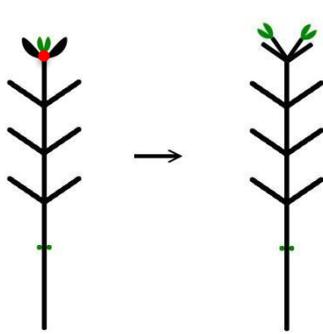
將適量含水培養土均勻放入育苗孔盤內，並在每格內撒入 3~4 顆九層塔種子。等到九層塔生長到不容易受到外力影響後將九層塔移植至 3 吋盆栽並施肥。



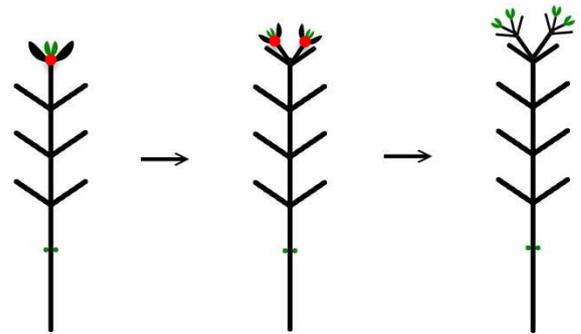
圖零-1 幼苗種植情況

(三)剪去頂芽之處理

1. 不剪頂芽組(對照組):如圖零-4。
2. 剪 1 次頂芽組:等待九層塔生長至第 6 對新芽(頂芽)時將其用小剪刀剪去，如圖零-2(紅點表示剪斷處)。
3. 剪 2 次頂芽: 等待九層塔生長至第 6 對新芽(頂芽)時將其用小剪刀剪去，等長出分枝第 1 節後，接著剪去第 1 節分枝的第 2 對新芽，如圖零-3(紅點表示剪斷處)。



圖零-2 剪 1 次頂芽示意圖



圖零-3 剪 2 次頂芽示意圖



圖零-4 不剪頂芽示意圖

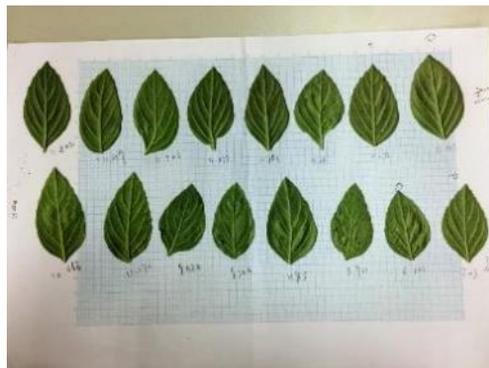
(四)實驗測量方法

1.節間長度測量方法

利用直尺每隔 7 天測量每株九層塔主枝及分枝節間之長度並拍照及畫圖紀錄。

2.葉片大小測量方法

將實驗葉片放在紙上並畫上比例尺，接著放入掃描機掃描至電腦，並利用 ImageJ 軟體測量其面積(如圖零-5)。



圖零-5 葉片大小測量方法示意

肆、研究結果

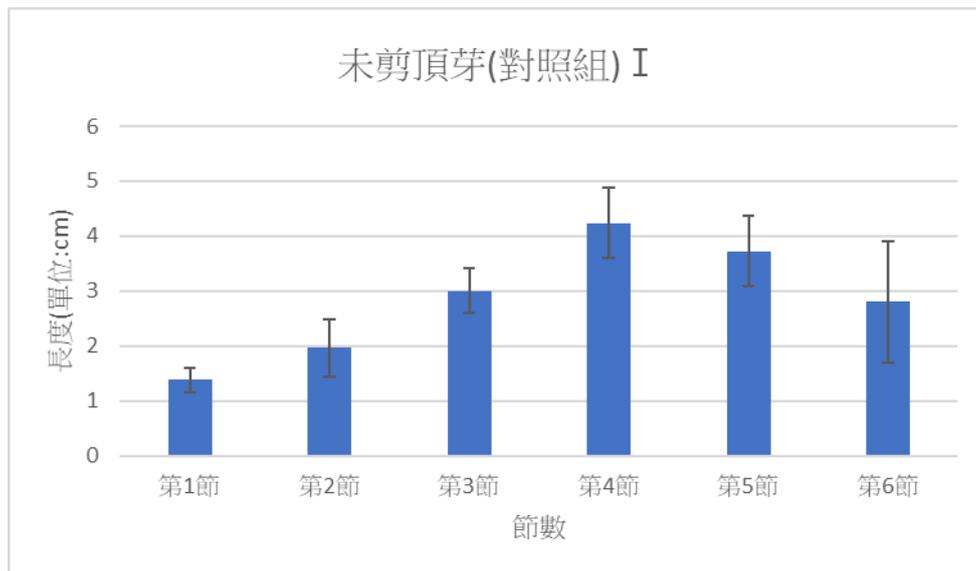
一、節間長度測量

(一)九層塔未剪頂芽之節間長度

表一 未剪頂芽(對照組)主枝各節間長度實驗結果

節 編號	未剪頂芽(對照組) I (單位:cm)					
	I-1 號	I-2 號	I-3 號	I-4 號	I-5 號	平均±標準差
第 1 節	1.5	1.5	1.5	1.4	1.0	1.38±0.22
第 2 節	1.6	1.8	2.1	1.5	2.8	1.96±0.52
第 3 節	3.3	3.5	3.0	2.7	2.5	3.00±0.41
第 4 節	5.0	3.5	4.3	3.7	4.7	4.24±0.64
第 5 節	4.0	3.5	4.1	4.3	2.7	3.72±0.64
第 6 節	2.9	2.6	4.2	1.5	N.A.	2.80±1.11

從對照組的資料我們看到平均值的部分是第 3、4、5、6 節的長度明顯大於第 1、2 節，因此我們推論主枝的節間長度在越高層的地方越會長。而 I-5 號沒有第 6 節的原因可能是因為該株九層塔生長較為緩慢。各節間長度平均值以柱狀圖顯示如下(圖一)。

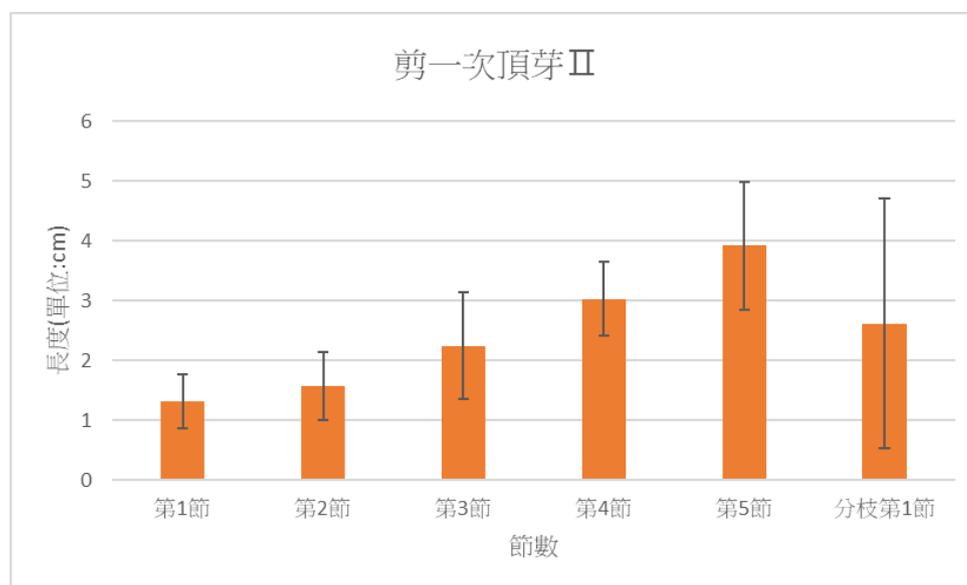


圖一 未剪頂芽(對照組)主枝各節間長度長條圖

(二)九層塔剪 1 次頂芽之節間長度

表二 剪 1 次頂芽各節間長度實驗結果

節 編號	剪 1 次頂芽 II (單位:cm)							平均±標準差
	II-1 號	II-2 號	II-3 號	II-4 號	II-5 號	II-6 號	II-7 號	
第 1 節	1.7	1.2	1.5	1.6	1.7	1.0	0.5	1.31±0.45
第 2 節	1.5	1.9	1.8	2.5	1.0	1.5	0.8	1.57±0.57
第 3 節	3.3	2.8	3.0	2.6	1.5	1.0	1.5	2.24±0.89
第 4 節	4.0	3.0	2.5	3.0	2.1	3.4	3.2	3.03±0.61
第 5 節	3.2	4.5	4.0	5.5	2.2	4.5	3.5	3.91±1.07
分枝第 1 節	N.A.	6.5	2.0	3.2	0.5	1.5	2.0	2.62±2.09



圖二 剪 1 次頂芽整株各節間長度長條圖

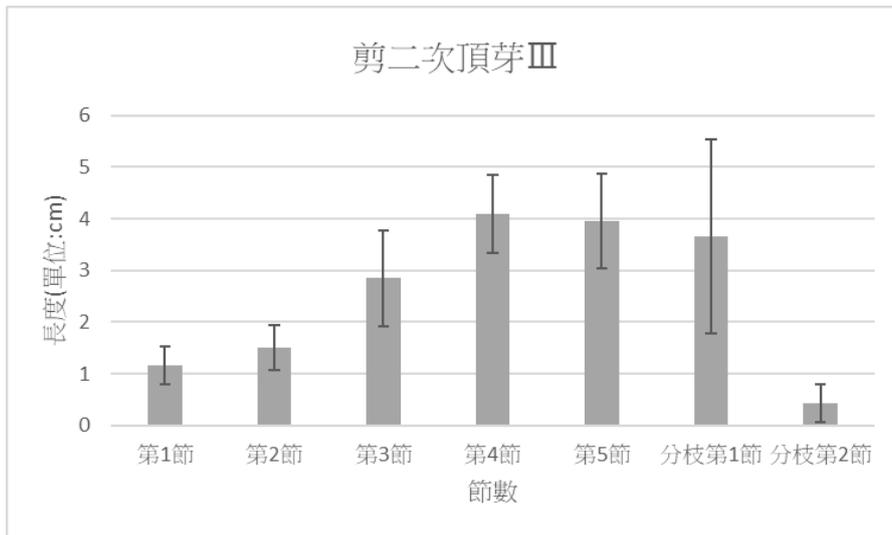
在剪 1 次頂芽的操作中，九層塔第 1、2 節間的長度會比第 3、4、5 節間的長度短，這個結果與對照組各節間長度差異現象一致 (表一、圖一)。

(三)九層塔剪 2 次頂芽之節間長度

表三 剪 2 次頂芽主枝各節間長度實驗結果

節 編號	剪 2 次 III(單位:cm)							
	III-1 號	III-2 號	III-3 號	III-4 號	III-5 號	III-6 號	III-7 號	III-8 號
第 1 節	1.8	1.5	0.8	1.4	1.0	1.8	1.5	1.0
第 2 節	2.1	1.5	1.3	2.0	1.9	2.1	1.5	1.0
第 3 節	4.1	3.1	3.5	3.0	2.9	4.1	3.1	1.9
第 4 節	4.1	3.3	5.0	4.5	3.3	4.1	3.3	3.5
第 5 節	3.7	2.5	4.7	5.0	3.0	3.7	2.5	5.3
分枝第 1 節	3.0	6.2	6.5	3.3	2.5	3.0	6.2	2.7
分枝第 2 節	0.5	0.3	1.5	0.3	0.4	0.5	0.3	0.5

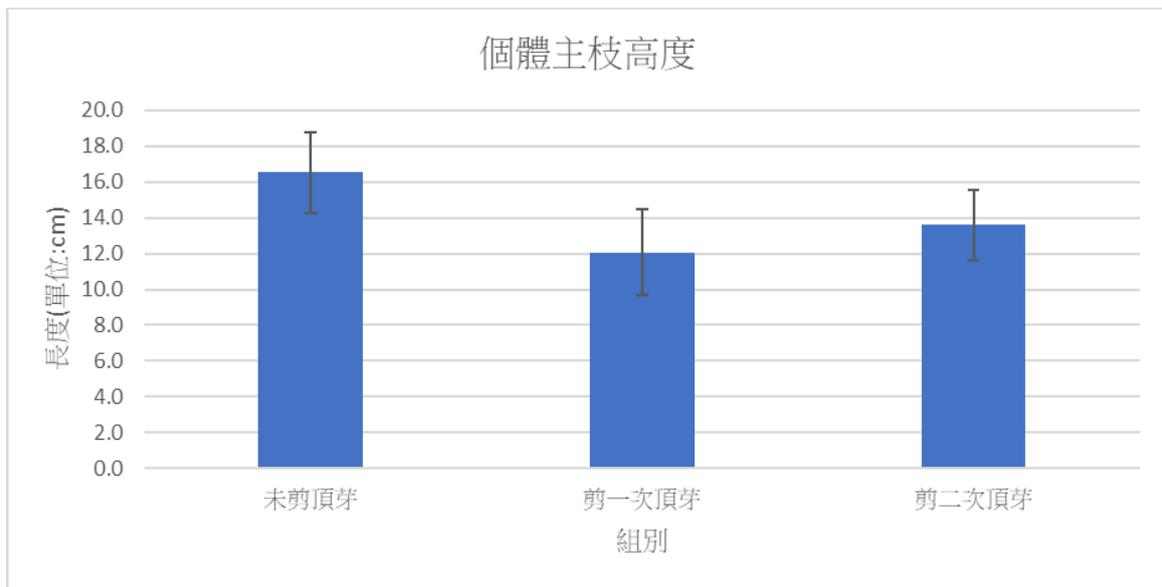
節 編號	剪 2 次 III(單位:cm)							平均± 標準差
	III-9 號	III-10 號	III-11 號	III-12 號	III-13 號	III-14 號		
第 1 節	1.0	1.0	0.8	0.8	0.9	1.0	1.16±0.36	
第 2 節	1.0	1.8	1.5	1.5	1.3	0.7	1.51±0.43	
第 3 節	1.8	2.9	4.0	2.0	2.5	1.0	2.85±0.93	
第 4 節	5.0	4.5	5.5	4.4	3.3	3.5	4.09±0.75	
第 5 節	4.6	4.0	4.0	5.2	3.8	3.5	3.96±0.92	
分枝第 1 節	0.9	1.3	2.5	5.2	2.5	5.5	3.66±1.88	
分枝第 2 節	斷面萎縮	0.2	N.A.	0.3	0.3	0.1	0.43±0.36	



圖三 剪 2 次頂芽整株各節間長度長條圖

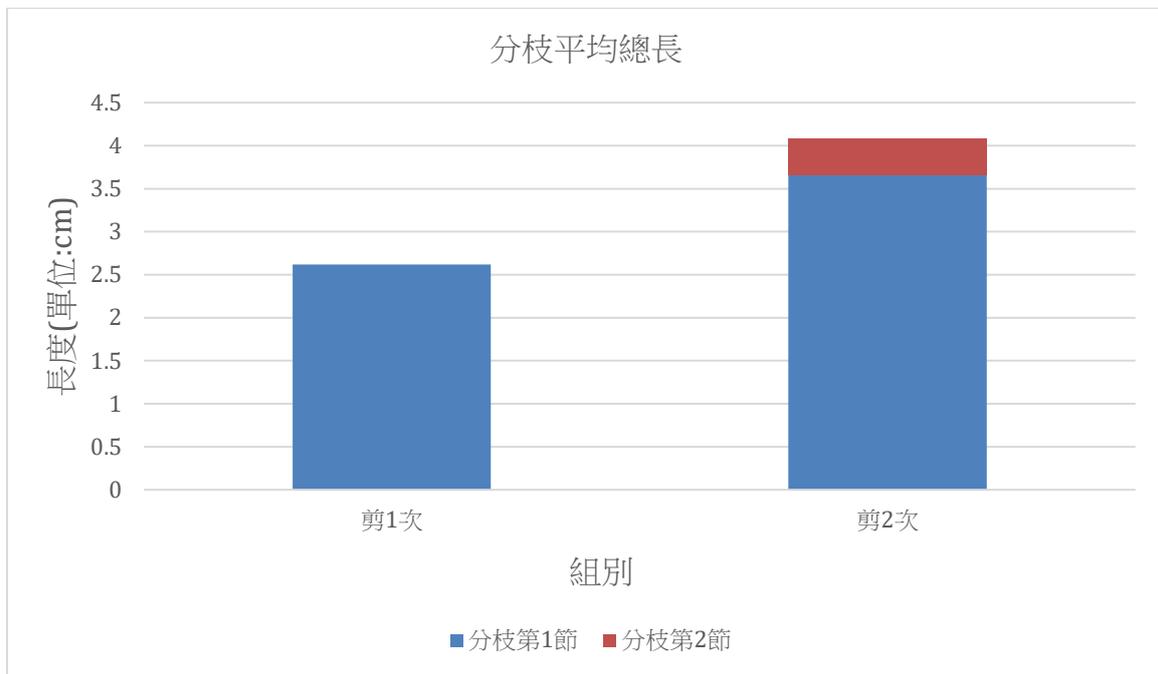
剪 2 次頂芽的操作中，九層塔剪 2 次頂芽後第 1、2 節間的長度比第 3、4、5 節間的長度短，此結果與剪 1 次頂芽和對照組植株各節間長度差異現象一致(表一、圖一、表二、圖二)。

(四)剪不同次數頂芽主枝平均長度



圖五-1 剪不同次數頂芽主枝平均長度長條圖

在圖五-1 的長條圖可以看見對照組整株植株長度約為 16 公分，而剪 1、2 次頂芽組的整株長度卻連 15 公分都不到。以主枝生長進行高度的排序:對照組>剪 2 次頂芽組>剪 1 次頂芽組。至於對照組的植株長度相較於剪頂芽組(1 次或 2 次)。我們推測其原因可能是因為對照組的生長沒有遭到人為破壞，所以長得比較高大。



圖五-2 剪不同次數頂芽分枝各節間平均長度實驗長條圖

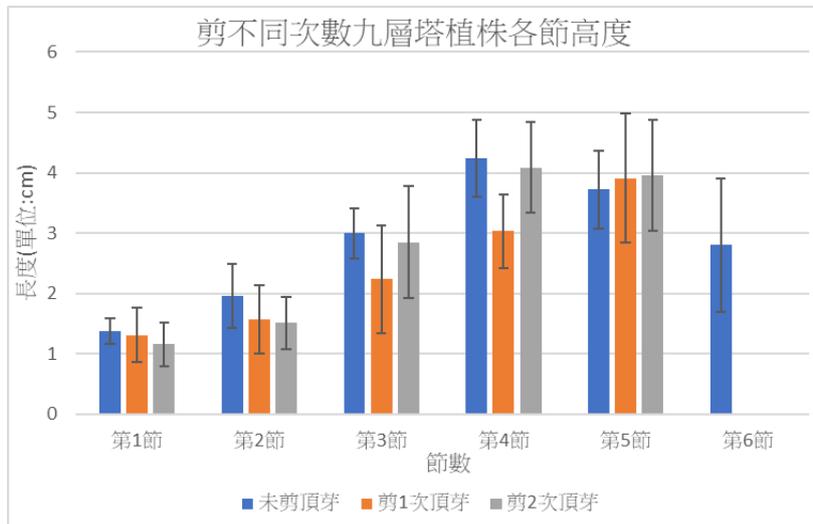
從這個圖發現到剪 2 次頂芽的分枝第 1 節比剪 1 次頂芽的分枝第 1 節長，推測是剪去越多次頂芽會使分枝越長。

表四 剪不同次數頂芽的九層塔各節間累積長度(單位:公分)

節數 \ 組別	第 1 節	第 2 節	第 3 節	第 4 節	第 5 節	第 6 節	分枝第 1 節	分枝第 2 節
對照組	1.4	3.4	6.4	10.6	14.3	17.1	N.A.	N.A.
剪 1 次	1.3	2.9	5.1	8.1	12.0	N.A.	14.6	N.A.
剪 2 次	1.2	2.7	5.5	9.6	13.5	N.A.	17.2	17.6

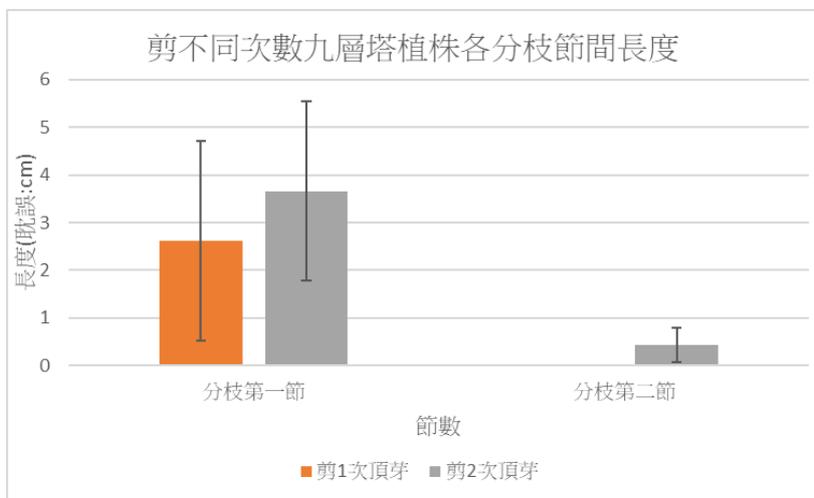
(N.A.:為剪掉頂芽部分，故無數據)

這個表格的資料顯示，對照組主枝的長度較剪 1、2 次頂芽組別的植株高了不少，所以推測剪去頂芽會導致主枝長度變矮。但從分枝測量的數據顯示剪去頂芽會使分枝的長度增加。



圖五-3 剪不同次數頂芽的九層塔主枝各節間長度圖

在圖中顯示節數越高層的地方，節間長度越長，而剪去頂芽組沒有第 6 節的資料是因為此實驗的實施方法為將第 6 節部分剪掉。



圖五-4 剪不同次數頂芽的九層塔分枝各節間長度圖

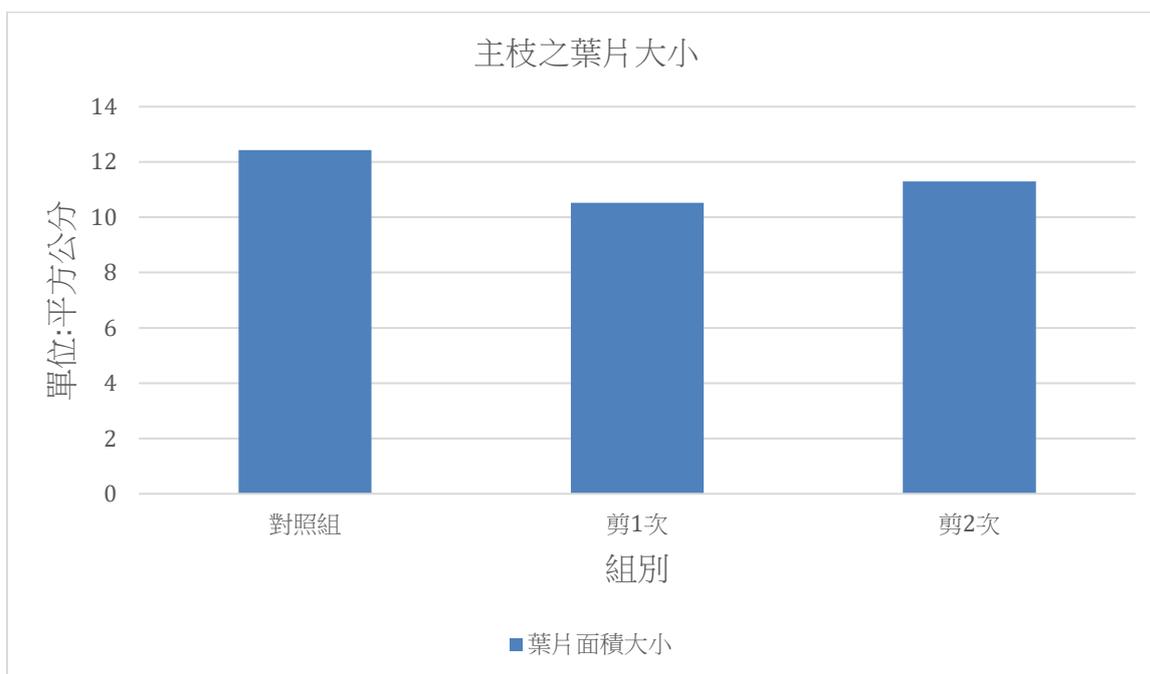
我們進一步想知道九層塔經 1 次和 2 次剪頂芽後，是否會造成分枝的長度差異。經測量後，我們發現剪 2 次頂芽組的分枝第 1 節長度比剪一次頂芽組的分枝第 1 節長，因此我們推測剪越多次頂芽會使分枝會長越長。

二、葉片大小測量

(一)主枝之葉片大小

表五-1 剪不同次數頂芽各主枝之葉片大小實驗結果

單位:cm ² \ 組別	對照組	剪 1 次	剪 2 次
葉片面積平均	12.428	10.521	11.297
排名	1	3	2

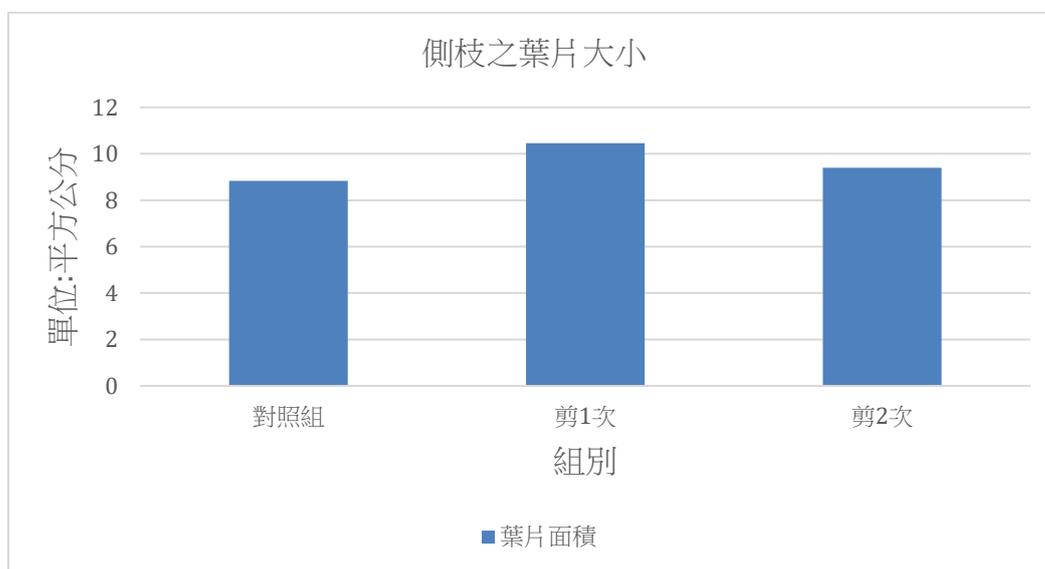


圖六-1 剪不同次數頂芽各主枝之葉片大小實驗長條圖

(二)側枝之葉片大小

表五-2 剪不同次數頂芽各側枝之葉片大小實驗結果

單位:cm ² \ 組別	對照組	剪 1 次	剪 2 次
葉片面積平均	8.837	10.453	9.394
排名	3	1	2



圖六-2 剪不同次數頂芽各側枝之葉片大小實驗長條圖

綜合圖六-1、2，對照組的主枝葉片比剪去頂芽組的大。數據亦顯示在剪 1 次頂芽和剪 2 次頂芽的九層塔，其側枝葉片大小差異不是很大，但這兩組的側枝葉片大小都比對照組的側枝葉片大。

伍、討論

一、主枝節間長度測量

(一)主枝之節間長度在越高層會越長，頂芽優勢明顯。

(二)未剪頂芽組的主枝長度較剪 1、2 次頂芽組的主枝長度長了大約 30%(如圖五-1)。

(三)九層塔主枝莖的總長度為:未剪頂芽組(對照組)>剪 2 次頂芽組>剪 1 次頂芽組，推測其原因如下:

1.對照組因生存較無受到阻礙，所以長得較高大(如圖五-3)。

2.剪 1、2 次頂芽組(如圖五-3)因生存受到阻礙，頂芽產生養分的地方受到破壞，故生長的比未剪頂芽組的矮小。

二、分枝節間長度測量

(一)剪去頂芽的操作(剪 1、2 次頂芽組)會使分枝的長度變長(圖五-4)，剪去越多次頂芽會使分枝越長(圖五-2)，推測原本主枝的生長受到阻礙，而改往分枝發育。

三、葉片大小測量

(一)主枝之葉片大小

研究結果對照組的主枝葉片比剪去頂芽的主枝葉片大(如表五-1、圖六-1)。

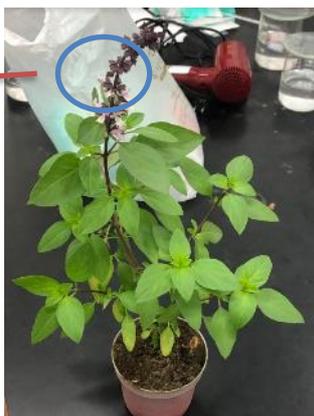
(二)側芽之葉片大小

移除頂芽的操作，可使九層塔側枝葉片大小增加(圖六-2)，但是與主枝葉片大小並沒有關係，而剪 1、2 次頂芽的九層塔比不剪頂芽的九層塔側枝之葉片面積大，但是剪 2 次頂芽的九層塔和剪 1 次頂芽的九層塔側枝葉片面積沒有明顯差異(如表五-2、圖六-2)。

四、在實驗的過程中我們發現每一組從第 6 節到第 8 節分枝開始有長花之現象(圖七)，但有些分枝因為剪去含有花芽的頂端，因此較晚開花。

五、在實驗的過程中我們發現 III-9 號有發生斷面萎縮的現象，推測其原因因為被潛葉蟲寄生所導致(如表三)。

第 6 到第 8 節部分



圖七 九層塔長花現象

陸、結論

從節間長度與葉片大小的實驗結果，發現對照組的九層塔較剪去頂芽的九層塔高，可看出實驗組的頂芽優勢相較於對照組較弱，我們的實驗結果也顯示當九層塔被剪去頂芽後，整株植株高度會變矮，而九層塔側枝葉片則會變大。另外我們建議農夫可在種植九層塔期間可以剪去芽點，促進九層塔的側枝生長，也讓側枝的葉片面積更大，較容易一次採集較多葉片，也使賣相更好，也可以提高售價。

柒、未來展望

我們發現有剪去頂芽的九層塔植株，較容易發現潛葉蟲的存在，或許剪去頂芽與九層塔的蟲蛀發生率也有一定關係。還有剪去更多次頂芽對九層塔生長情形的影響。另外，葉片的數量也是種植九層塔的農夫需要重視的一件事，未來可以針對剪去頂芽與葉片數量的關係進行相關實驗，以及是否需要消毒來加速傷口癒合，以減少因為剪去頂芽的傷口而導致的病蟲害。

捌、參考文獻

一、頂端優勢 · (2019 年 6 月 1 日) · 維基百科 · 取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A1%B6%E7%AB%AF%E4%BC%98%E5%8A%BF>

二、九層塔育苗與種植 · (2013 年 9 月 11 日) · Cloud' s Farm · 取自

<https://farmcloud.wordpress.com/2013/09/11/%E4%B9%9D%E5%B1%A4%E5%A1%94%E8%82%B2%E8%8B%97%E5%8F%8A%E7%A8%AE%E6%A4%8D/>

【評語】 030301

1. 實驗整體內容

作品研究的目標很明確，以很簡單的方式進行研究，但偏向純粹觀察植物生長現象，有關頂芽優勢相關研究極多，建議多參考相關資料，深入探討植物激素對頂芽與側枝之影響，或再度測試所觀察到的成果。如圖五-2 建議加入造成此現象的可能機制，來去解釋實驗結果。

2. 實驗結果

- (1) 對照組 I 與實驗組 I 與 II 的組數為何不一致呢？如對照組 $n=5$ ，剪一次頂芽 $n=7$ ，剪二次頂芽 $n=14$ ，因此，實驗組數宜多且一致較佳。
- (2) 圖六-1 是本研究最重要的討論目標，討論是否可以造成葉片大小上的差異性，但並未有標準差的呈現，因此無法判斷不同組別間的結果是否有顯著的差異存在。
- (3) 樣本數不夠多，且植物生長狀態與環境因子不易控制良好，建議提高樣本數。
- (4) 數據缺乏統計分析，如果分析數據，將能使結果的呈現更有說服力。
- (5) 圖片編號與一般科學標示不同，如出現「圖零」的編號，且缺乏「圖四」編號。

作品簡報

甚麼樣的九層塔葉子才會大 - 剪去頂芽對葉面積的影響

組別:國中組

科別:生物科

研究動機與文獻回顧

文獻回顧

頂芽優勢是指植物會在頂芽分泌生長激素，促進頂芽獲得較多養分優先生長，並抑制側芽與側枝的生長。

假說

剪去頂芽之後將會促進側枝的長度變長，且葉片面積也會變大。



研究目的

一、了解頂芽對莖的影響

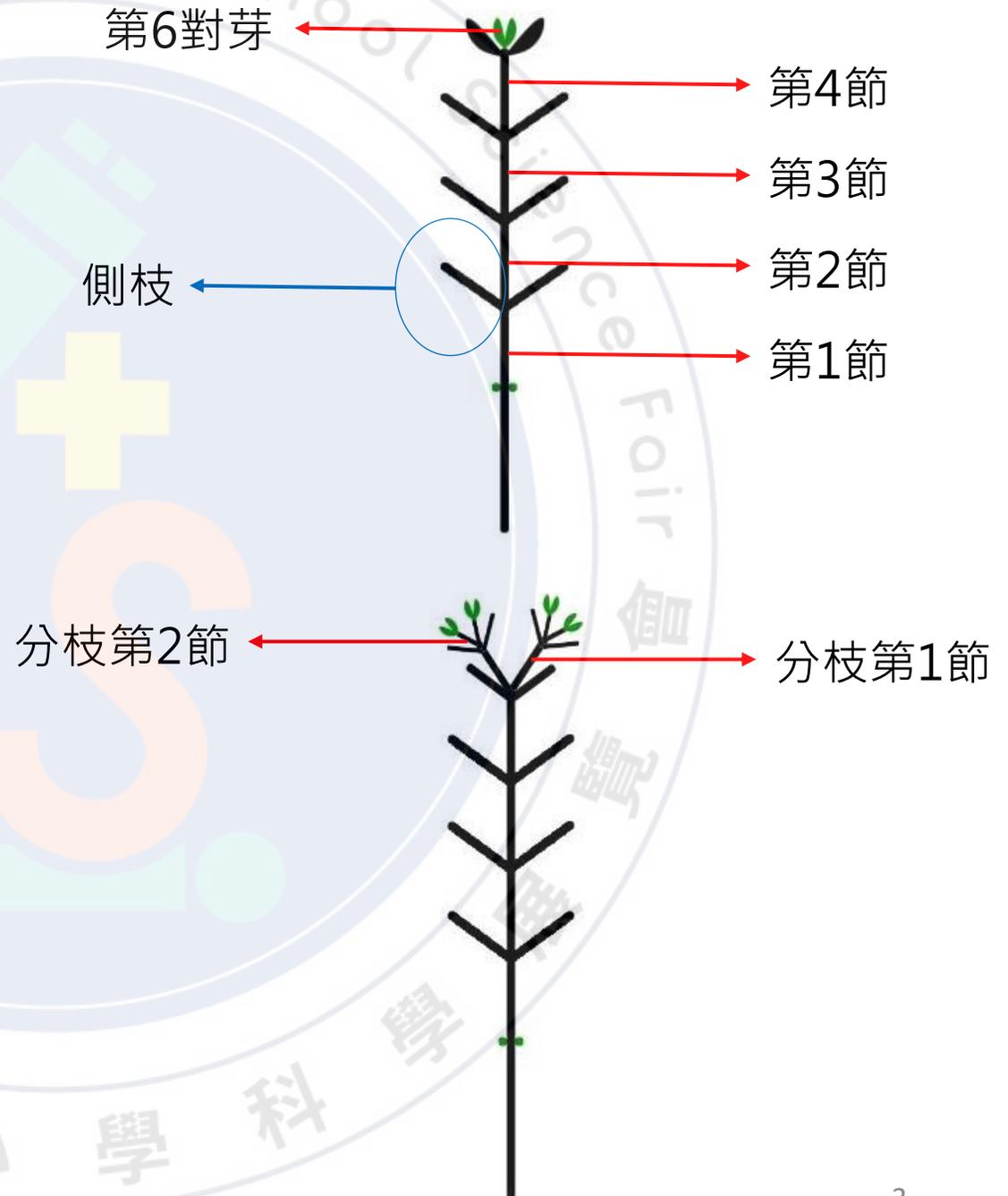
(一)主枝長度與節間長度測量

(二)分枝長度與節間長度測量

二、了解頂芽對葉的影響

(一)主枝葉片大小的關係

(二)側枝葉片大小的關係



研究方法

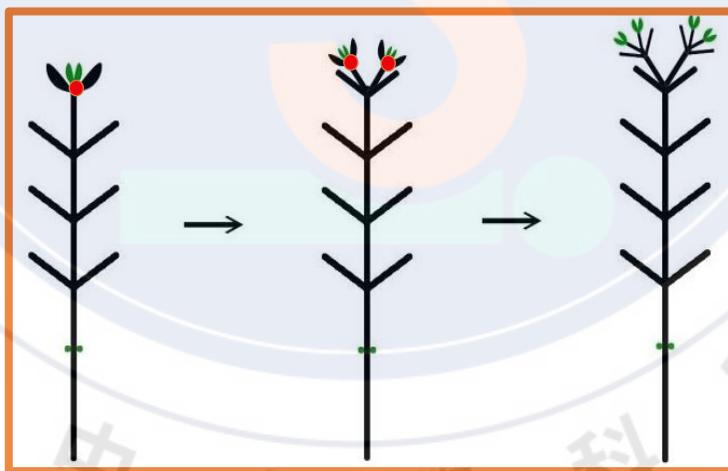
種植方法

將適量含水培養土均勻放入育苗孔盤內，並在每格內撒入3~4顆九層塔種子。等到九層塔生長到不容易受到外力影響後將九層塔移植至3吋盆栽並施肥。

實驗組別設計

操作組

對照組



圖零-2 剪1次頂芽示意圖

圖零-3 剪2次頂芽示意圖

圖零-4 未剪頂芽示意圖

研究方法

莖的測量

每隔7天測量每株九層塔主枝及分枝節間之長度。

使用直尺測量節間長度



葉的測量

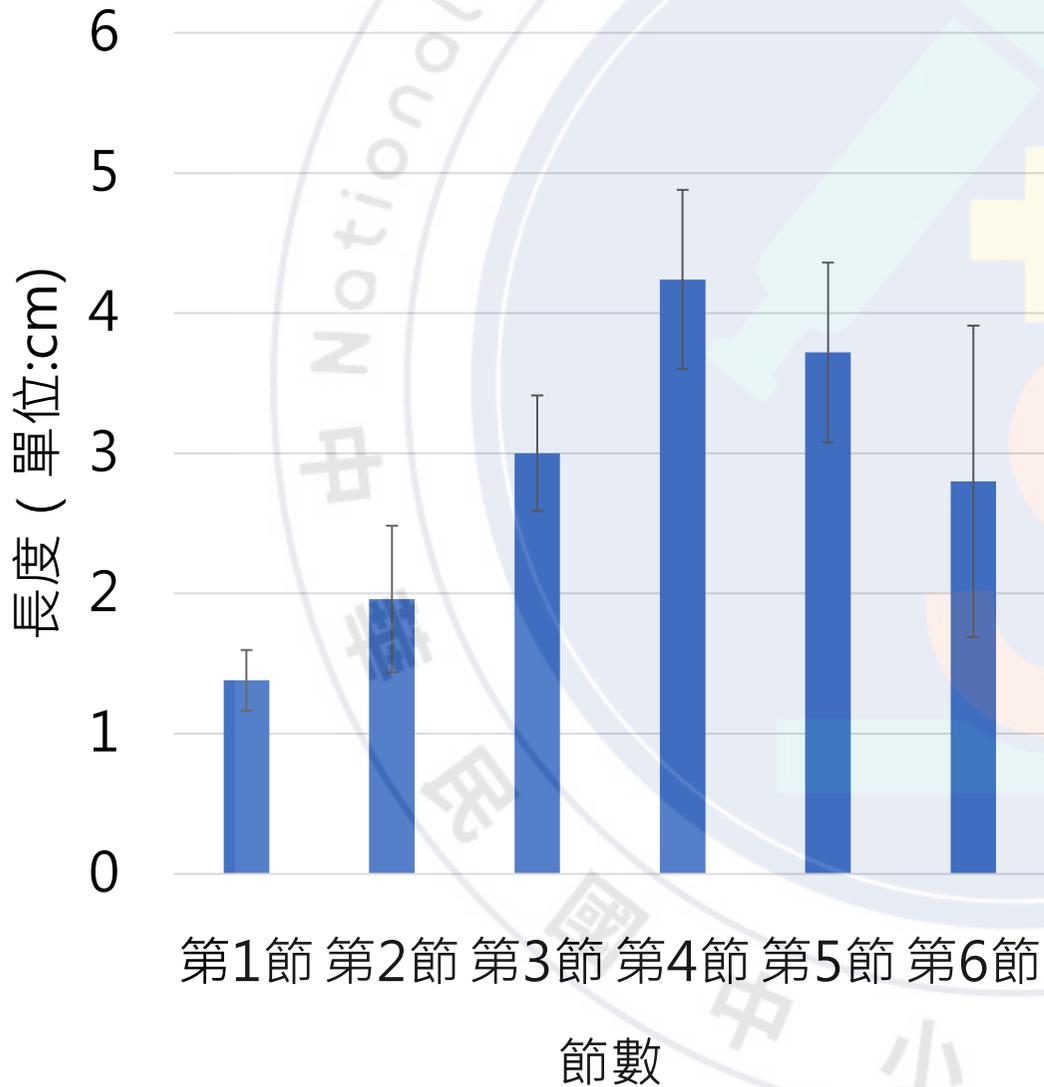
將實驗葉片放在紙上並畫上比例尺，接著放入掃描機掃描至電腦，並利用ImageJ軟體測量其面積。



圖零-5 葉片大小測量方法示意

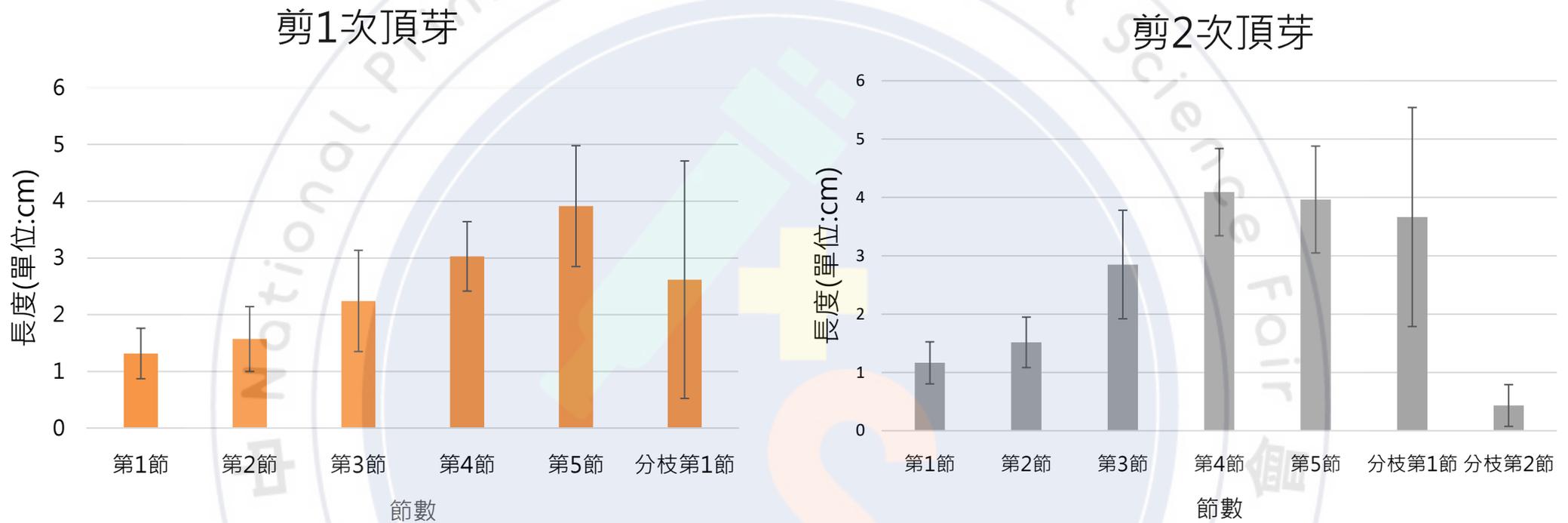
研究結果 - 莖節長度的比較

未剪頂芽(對照組)



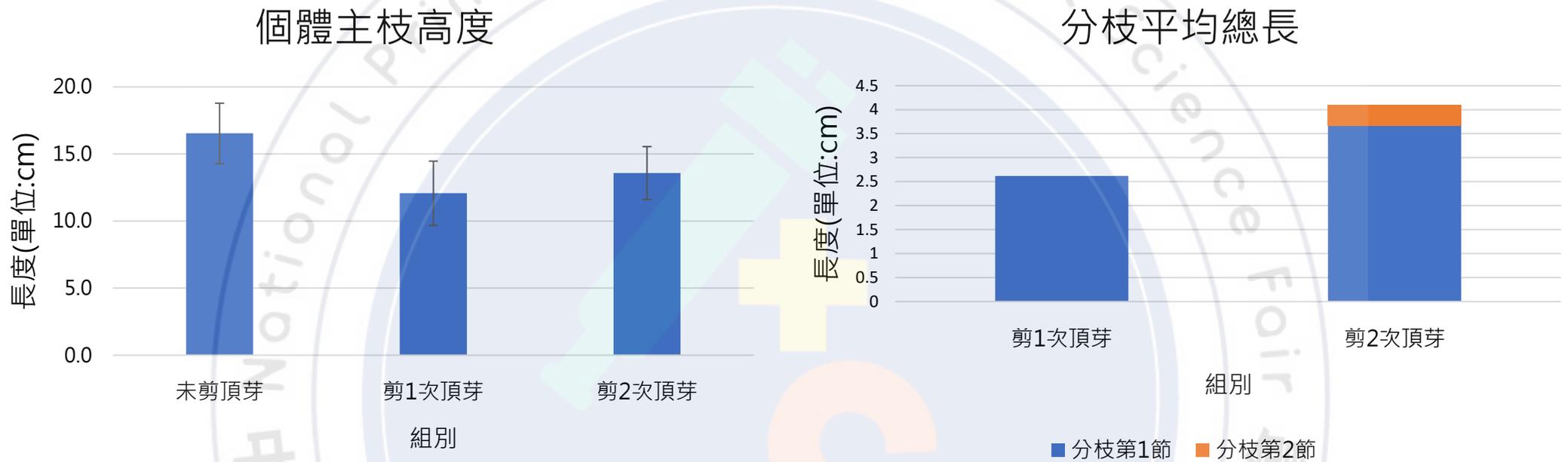
- 結果顯示第4、5節的長度比其他節數長。
- 第1、2節的長度約在2公分以下。
- 第3、6節的長度約在3公分。
- 第4、5節的長度約在4公分。

研究結果 - 莖節長度的比較



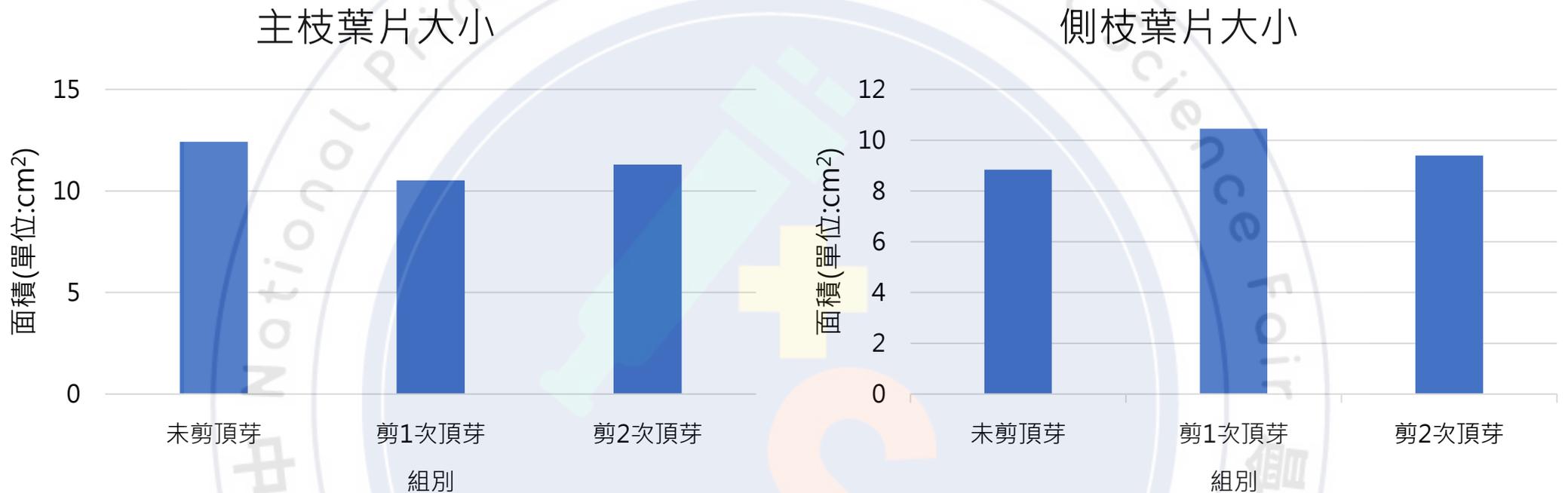
- 在第3、4、6節的地方，剪2次頂芽的九層塔比剪1次頂芽的九層塔長了約1公分。
- 以整株九層塔來說剪2次頂芽的九層塔各節間都比剪1次的長。與對照組相比，除了第5節的長度比對照組長，其餘節數都比對照組短。
- 推測原因是剪1、2次頂芽的九層塔頂芽產生養分的地方受到破壞，導致生長得比沒有剪去頂芽的九層塔矮小。

研究結果 - 莖節長度的比較



- 在個體主枝總長的部分，剪1、2次頂芽的九層塔都比對照組矮了不少。
 - 可能是剪去頂芽的操作破壞了主枝失去了頂芽優勢，導致主枝較矮小。
- 在分枝平均總長的部分，剪2次頂芽的九層塔分枝第1節比剪1次頂芽的長。推測剪去頂芽可以使分枝變長，而且剪去越多次會使分枝越長。
 - 原因可能是主枝的生長受到阻礙，所以改往分枝發展。

研究結果 - 葉的比較



- 主枝之葉片大小測量結果顯示對照組主枝葉片比剪去頂芽的九層塔主枝葉片大。
- 側枝之葉片大小測量結果中，剪去頂芽的九層塔側枝葉片比對照組大。推測移除頂芽的操作，會使九層塔側枝葉片大小增加。
- 原因可能跟主枝節間長度測量結果相似，推測是主枝的生長受到阻礙，所以改往側枝發育。但是與主枝葉片大小並沒有關係。

結論

一、莖與總長度的比較

- 1.九層塔的節間長度，節數較高的地方會比節數較低的地方長。
- 2.九層塔的分枝部分，剪去越多次頂芽會使分枝的長度越長。
- 3.對照組莖的總長度比實驗組長。推測是實驗組的莖受到破壞，所以長得比較矮小。

二、葉的比較

- 1.對照組主枝葉片的部分是比實驗組大。
- 2.側枝的部分實驗組是比對照組還要大。

三、總結

頂芽優勢的消失，會使葉片和分枝長度變長，推測是養分的轉移造成的現象。

未來展望

根據我們的實驗結果，我們推薦農夫在種植九層塔時，可以剪去多次頂芽，使九層塔長出分枝，使葉子變多、側枝葉片變大，進而提高售價。

參考資料

一、頂端優勢 · (2019年6月1日) · 維基百科 · 取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A1%B6%E7%AB%AF%E4%BC%98%E5%8A%BF>

二、九層塔育苗與種植 · (2013年9月11日) · Cloud' s Farm · 取自

<https://farmcloud.wordpress.com/2013/09/11/%E4%B9%9D%E5%B1%A4%E5%A1%94%E8%82%B2%E8%8B%97%E5%8F%8A%E7%A8%AE%E6%A4%8D/>