

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030318

逆境而生的紅鳳菜-探討 NAA、IBA 與 6BA 的混合濃度及環境酸鹼值對紅鳳菜癒傷組織的影響

學校名稱：雲林縣立斗六國民中學

作者： 國二 吳珮暄 國二 田雅蓁	指導老師： 丁崇祺 黃韋瑜
-------------------------	---------------------

關鍵詞：癒傷組織、生長激素、酸鹼值

摘要：

紅鳳菜是一個對人體有幫助，同時也對人體有傷害的雙面刃植物 (林威宇, 2003)，且紅鳳菜是易生長及觀察的草本植物，故本實驗除了想了解癒合組織的產生，也想了解 NAA 與 IBA 及 6BA 的混合應用。

從實驗觀察到：

- 1、 濃度範圍在 2000ppm 之下，紅鳳菜在 NAA 與 6BA 在濃度比 1：1 時，濃度越高越容易長出癒傷組織。
- 2、 NAA 所佔的濃度比越高，癒傷組織越明顯，IBA 則反之。
- 3、 紅鳳菜在 IBA 與 6BA 在濃度比 1：1 時，濃度在 1000 至 2000ppm 之間，浸泡時間一分鐘內，環境 pH=6 最有助於癒傷組織的形成。
- 4、 硝酸銨對紅鳳菜產生癒傷組織的效果最好，鈣離子可提早激發癒傷組織，而硫酸根離子則會抑制產生。

壹、研究動機

本次實驗我們的動機是一波三折，最後我們則是選擇了具有補血功能的紅鳳菜來做觀察，因為生長快，而且可以快速看到癒傷組織的出現。原本是想了解行道樹傷口的癒傷方式，因為颱風造成學校附近的行道樹斷裂，大部分受傷比較嚴重的行道樹處理方式就只能是被砍掉一途，而針對植物中木本植物的傷口處理情形來對癒傷組織做研究，但發現在短暫的實驗時間並無法看出我們想要的成果，於是在科大教授的建議下使用生長素 NAA 加速紅鳳菜生長，但結果發現所加速生長的是根，而不是我們所要的類似癌腫瘤細胞那種的癒傷組織，兩者差異很大，所以進而了解發現，需要搭配細胞分裂素 6BA 使用才有機會看到我們要的結果。所以我們開始利用兩種常用的植物生長激素與細胞分裂素配合使用，在不同的濃度、環境下，觀察對癒傷組織的影響。

貳、研究目的

先了解植物的癒傷組織與如何產生：

- 1、 探討學校附近一般木本植物與草本植物癒傷組織狀況。
- 2、 探討扦插法水耕與土耕對植物生長的影响。

針對紅鳳菜來與生長激素 NAA 與 IBA 做癒傷組織相關研究：








- 3、 探討 NAA、IBA 與 6-BA 的濃度比對紅鳳菜生根與形成癒傷組織的分界點。
- 4、 探討 NAA、IBA 與 6-BA 的濃度大小對紅鳳菜形成癒傷組織的影响。
- 5、 探討浸泡不同時間的 NAA 對紅鳳菜生長狀況的影响。

促進生長的應用：



- 6、 模擬酸雨並探討酸鹼值對紅鳳菜生長狀況的影响。
- 7、 了解肥料主要的離子種類與濃度對紅鳳菜癒傷組織的影响。

參、研究器材

器材：

微鋸與鋸子	PH meter	電子秤	土壤酸鹼計	塑膠滴管	燒杯量筒	廣口瓶
						

藥品與材料

硫酸	乙醇	鹽酸	氫氧化鈉	NAA	IBA	6-BA	培養土
							
亞磷酸鉀	硝酸銨	硫酸鉀	硫酸鈉	氯化鈣			
							

肆、研究過程或方法

研究架構圖：

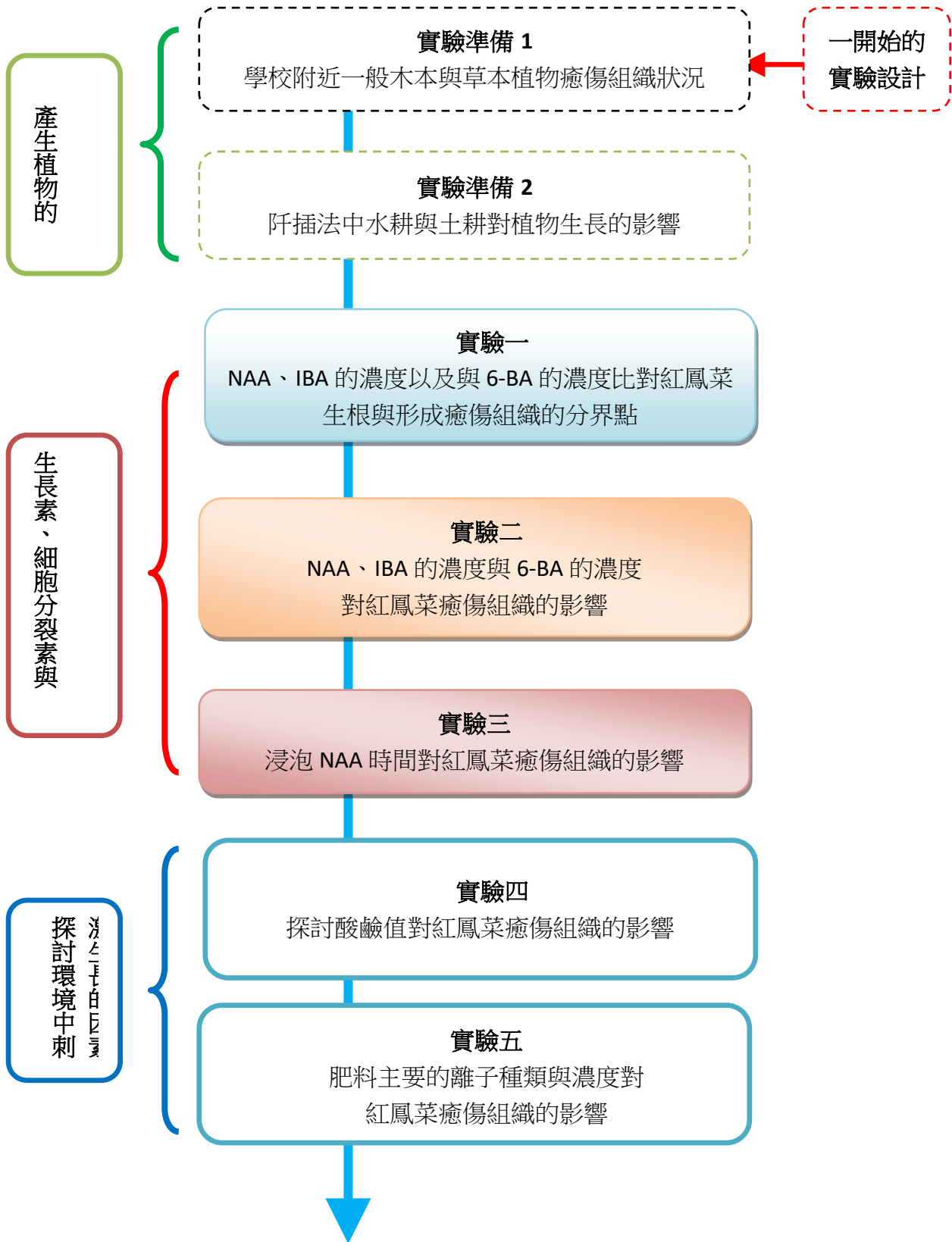


圖1 研究架構圖

實驗原理：

木本植物主要包含表皮、木質部與韌皮部(如右圖 2)，但受傷可使植物細胞產生腫瘤：在傷口部位首先形成癒傷組織（callus）是傷害後常有的現象，接著腫瘤由癒傷組織中長出。其區別為癒傷組織的細胞呈平周分裂，而腫瘤細胞的分裂則無方向性。

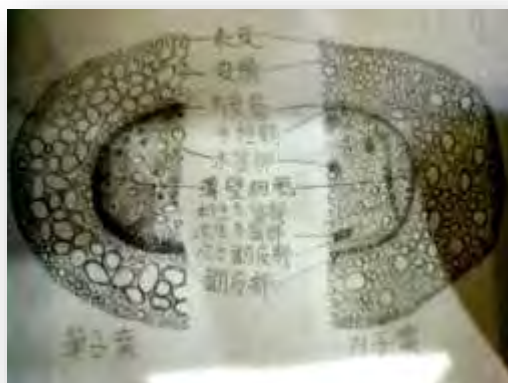


圖 2 健康的木本組織

癒傷組織（callus 或 wound tissue）由薄壁細胞構成，它可以在根或莖受傷的表面上（或下）快速形成，callus 可能由韌皮部、皮層或髓（rays）處的薄壁細胞分裂形成，但主要還是由形成層產生。這群薄壁細胞的最外層細胞可能木栓化或在外面形成一圈周皮（periderm），在這層保護組織的下面會有一個新的形成層來形成新的維管束組織。（張 & 郭, 2009）

本實驗針對紅鳳菜做實驗，紅鳳菜是個很有趣的蔬菜，既營養又具有毒性，就培養方式來看，對於溫度，紅鳳菜較喜歡冷，全年日均氣溫 15-19℃，最高氣溫 \leq 39℃，最低氣溫 \geq -5℃。適宜根狀莖萌發的日均氣溫為 8-22℃，嫩莖生長最適宜溫度為日平均 20-28℃。30℃ 以上其莖桿木質化速度加快，30℃ 以上或 8℃ 以下生長緩慢。



圖 3 紅鳳菜

莖、根可露地越冬，只要溫度適宜，可周年生長，無明顯休眠期。秋季開花至翌年春季。所以就台灣來說，幾乎整年都可以收成。而濕度在降水量 1300-2100 毫米的地區，均可生長。其根部耐旱，在夏季高溫乾旱條件下不易死亡。還有紅鳳菜喜強光照，若光照不足則生長細弱，全年日照時數需 1700-2000 小時。在半陰處也可開花。8 月下旬花芽分化，9 月下旬開花到翌年 3 月份。（華人百科-紅鳳菜）

實驗步驟：

針對木本植物觀察：

實驗準備 1 探討木本植物的桃花心木癒傷狀況

原本的實驗方向是想探討木本植物受傷後的癒傷情形，並縮小範圍在斗六區域的行道樹，所以先找到校園附近最常見的桃花心木當主要研究對象（如右圖4），將傷口利用鋸子及微型鋸來調整傷口大小，並選擇直徑約4mm的樹枝來切（如右圖5），並針對傷口做包紮及上藥等等動作(如右下圖6)。

接下來傷口面積、受傷時間以及傷口的處理方式來作一系列相關的研究，但第一個十天期的觀察，想借用鄰近科技大學的切片機來做切片的動作，建議以徒手切片後，發現切片出來的樣本並無法看出癒傷組織的存在，其他上藥或是在傷口上不同處理方式的時間點都為一個月後，如果在一個月後仍未發現結果，那麼實驗浪費的時間會太多，於是，我們就拜訪了科大的蔡教授，他有提供木本植物生長較慢的資訊，還得考慮切割傷口處營養的提供是否充足，但這樣無法在有限的科展時間完成，於是我們轉向對生長速度快的草本植物來做癒傷傷口來做研究。

在實驗過程前有先針對一些木本植物樹種(榕樹、二葉松、黃連木、楓香、桃花心木)做實驗，首先做了這五種樹種的開放性傷口，後來做了桃花心木包覆傷口來做比較，傷口的時間大約一個月，一開始可以發現有些樹種在產生傷口的時候有不同的個性。我們大致上把這五種樹種分為兩種類型。第一種是傷口受傷後未流出樹液的黃連木、桃花心木與楓香，第二種為受傷後會流出樹液的二葉松與榕樹。



圖 4 桃花心木實驗情形

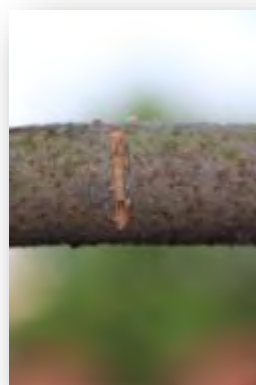



圖 5 傷口切割情形



圖 6 傷口包覆情形





分類	未分泌樹汁		
樹種	黃連木	楓香	桃花心木
受傷表面			
傷口切面			

可以發現三種樹種在於受傷後皆沒有產生樹液，在受傷的傷口中，都可以發現白色的黴菌，另外從傷口切面來看，可以發現傷口處很潮溼並有潰爛的傾向，癒傷組織沒有明顯長出，而黃連木中甚至其他健康的部分，竟然已經有黑色的黴菌產生。

再來是針對不會分泌的樹種來觀察，首先是榕樹，外觀上沒有異狀，乾乾的，沒有黴菌產生，所以就沒拍外觀就直接切片，其圖如下。

分類	分泌樹汁
樹種	榕樹
傷口切面	

榕樹屬於樹汁在一開始會流一點點，但過一陣子之後，就乾掉不流，所以過一段時間後觀察，受傷外觀上沒有樹液，從切面來看，同時也可以發現沒有黴菌發生，受傷部位是乾燥的，另外也發現受傷面的形成層有較密的現象。

分類	分泌樹汁	
樹種	二葉松	包覆的桃花心木
受傷表面		
傷口切面		

二葉松一開始切就分泌樹汁，傷口開放，傷口在一個月內樹汁仍持續分泌至充滿，而桃花心木一開始並未分泌樹液，包覆十天打開後才發現有分泌一些樹液。

從上面實驗可以看出，當傷口封閉時，有幫助傷口長出樹液來，受傷的部位，比沒有包覆傷口的桃花心木還更乾燥，大都以黏稠的樹液為主，而會主動分泌樹液的二葉松更不用說，傷口是乾的，甚至其餘的傷口都很健康。但雖然說傷口有分泌樹汁，但觀看切面，發現癒傷組織仍然未完整長出，只能說與沒產生有樹汁最大的差別是，傷口是較健康的。所以我們決議，剩餘未切的部分，等五年後再看看後是否有明顯長出癒傷組織。

實驗準備 2 阡插法中水耕與土耕對植物生長的影響

當實驗一開始後，我們才發現等待長根除了需要很久的時間等待，另外不曉得是否有長出根來，也無從觀察。所以我們就思考是否可以以水耕的方式來觀察，因為水根的方式易觀察根的生長，再來判斷這兩種方式哪種對其生長有幫助。

一開始因為我們實驗的情況的關係，發現彩葉草的存活率最高，所以實驗準備我們先以彩葉草來做水土耕的實驗。

- 1、取彩葉草，分別放入 100ppm、200ppm、300ppm、400ppm、500ppmNAA 溶液一分鐘。
- 2、一分後取出放入粗試管中，再用保鮮膜包覆試管開口以避免蒸發變乾。
- 3、兩週後觀察其根的變化。
- 4、另外取彩葉草重複步驟一，放入有培養土的容器內，兩週後觀察其根的變化。

原本本實驗想針對紅鳳菜來做生長的探討，因為紅鳳菜本身營養高，具有花青素、維生素 A 及 β 胡蘿蔔素與鐵質，雖然發現紅鳳菜本身是有爭議性的植物，它具有吡咯里西啶生物鹼以及一些非生物鹼的肝毒性物質，所以不建議食用，但仍然是市場常見的蔬菜，所以毒性可能不是很大，進而影響人的身體。

實驗一 探討生長素 NAA、IBA 與細胞分裂素 6BA 不同濃度比對紅鳳菜生根與形成癒傷組織的分界點

- 1、分別取NAA生長激素1g置於兩個燒杯中，並同時配置1M的氫氧化鈉溶液500ml。
- 2、用滴管取氫氧化鈉溶液慢慢的滴入生長激素個別所在的燒杯中，邊加邊緩慢的用玻棒攪拌，直到NAA完全溶解為止，再加水至500ml而分別配置成2000ppm的NAA母液。
- 3、將母液NAA2000ppm，分別加水稀釋成1000ppm、600ppm、400ppm、200ppm。
- 4、再取6BA細胞分裂素1g置於燒杯，用滴管取氫氧化鈉溶液慢慢的滴入6BA所在的燒杯中，邊加邊緩慢的用玻棒攪拌，並加熱直到6BA完全溶解為止，再加水至500ml而配置成2000ppm的6BA母液。
- 5、分別將NAA與6BA的濃度比3：1(600ppm：200ppm)、3：2(600ppm：400ppm)、3：3(600ppm：600ppm)、3：5(600ppm：1000ppm)、3：10(600ppm：2000ppm)以體積1：1配置成五杯不同濃度比的溶液。
- 6、先以70%酒精消毒剪刀，再將紅鳳菜剪下5~8cm的枝條約兩節，並在上端留下1/2~1片葉子。
- 7、分別將枝條下端節的部分浸泡在五種NAA配6BA不同濃度比溶液內一分鐘，取出並插入已裝滿水的小廣口瓶內。
- 8、分別將紅鳳菜放入具充足日照的陽台上，並每隔幾天取出放在白紙上觀察根部並拍照。

9、再取生長激素IBA1g，重複步驟1至8，觀察並拍照。

實驗二 探討在生長素 NAA、IBA 與細胞分裂素 6BA(在實驗一觀察的最佳濃度比)的濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響。

- 1、取生長素NAA加6BA濃度為200ppm、400ppm、600ppm、1000ppm、2000ppm分別以濃度比1：1(在實驗一所觀測的最佳濃度比)配置，以體積1：1配置成五杯不同濃度的溶液。
- 2、重複實驗一步驟6，再分別將枝條下端節的部分浸泡在五種NAA配6BA不同濃度溶液內一分鐘，取出並插入已裝滿水的小廣口瓶內。
- 3、分別將紅鳳菜放入具充足日照的陽台上，並每隔幾天取出放在白紙上觀察根部並拍照。
- 4、取生長素IBA，重複步驟一到三，觀察並拍照。

實驗三 浸泡 NAA 時間對紅鳳菜癒傷組織的影響

- 1、紅鳳菜，剪取的方式如實驗一步驟四。
- 2、每三根為一份，分別放入 NAA600ppm 溶液中一分鐘、2 分鐘、15 分、30 分、1 小時。
- 3、三根取出後插入有放土壤的培養盒中，根插入約 5cm。
- 4、兩週後取出觀察癒傷組織的狀況。

實驗四 探討酸鹼值對紅鳳菜癒傷組織的影響

- 1、以鹽酸、氫氧化鈉加水，利用 pH meter 調整濃度為 pH5.5、6、7、7.5、8。
- 2、將紅鳳菜放入 NAA 與 6BA2000ppm 濃度比 1:1(實驗二在 NAA 實驗當中所發現最佳濃度)溶液中一分鐘。
- 3、分別放入步驟一所配置不同 pH 值溶液的廣口瓶中。
- 4、每天觀察並適時拍照。




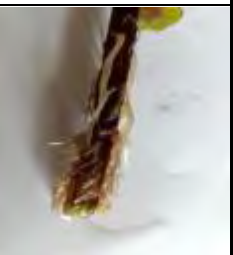

實驗五 肥料主要的離子種類與濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響

- 1、取亞磷酸鉀、硝酸銨、硫酸鉀、硫酸鈉、氯化鈣分別配置 0.1M、0.2M、0.3M、0.4M。
- 2、將紅鳳菜放入 NAA 與 6BA2000ppm 濃度比 1:1(實驗二在 NAA 實驗當中所發現最佳濃度)溶液中一分鐘。
- 3、每天各自以不同離子化合物、不同濃度以滴管分別滴兩滴在不同的樣本上。
- 4、每天觀察並適時拍照。

伍、研究結果與討論

實驗準備 2




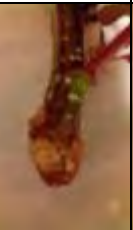
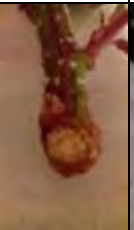


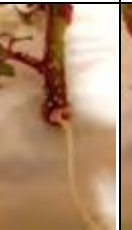

觀察兩周後，可以發現土耕完全沒長根，但水耕利用 NAA 之後，長的蠻快的，根整個布滿節部。

濃度	100			200			300			400			500		
狀態															
根數	17	19	17	21	24	24	31	33	39	41	33	39	47	36	42
	平均		18	平均		23	平均		34	平均		38	平均		42
根長	1.1	0.7	0.7	1.6	1.2	1.5	2.2	1.8	1.7	3.6	3.3	2.8	4.2	3.9	4.4
	平均		0.8	平均		1.4	平均		1.9	平均		3.2	平均		4.2

可以發現以水耕的方式，植物容易生長且死亡率較低，我們之後的實驗皆以水耕的方式來做研究，但同時發現僅僅使用 NAA 時，植物只會生長根，與我們想要觀察的癒傷組織不同，所以我們找到文獻發現，原來生長激素需要配合細胞分裂素才會產生癒傷組織 (廖, 2016)，

實驗一 生長素 NAA、IBA 與細胞分裂素 6BA 不同濃度比對紅鳳菜生根對癒傷組織的影響

添加激素：NAA 600ppm 與 6BA 200ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 19 天	第 22 天	第 25 天
	105.12.14	105.12.17	105.12.20	105.12.23	105.12.26	105.12.29	106.01.01	106.01.04	106.01.07
狀態									
癒傷	0	11	41	66	69	76	89	91	97
	0	12	37	57	58	64	78	82	91
組織	0	8	38	60	71	77	76	80	88
	平均 0	平均 10	平均 39	平均 61	平均 66	平均 72	平均 81	平均 84	平均 92

添加激素：NAA 600ppm 與 6BA 400ppm (體積比 1 : 1)

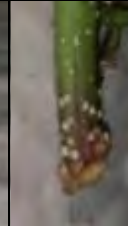

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23
狀態				全死亡， 後續重做 探討死亡 原因
癒傷	0	0	19	X
	0	0	23	
組織	0	1	20	X
	平均 0	平均 0	平均 21	

重新
扦插


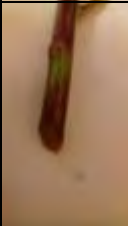
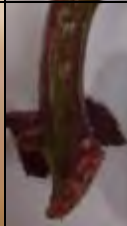


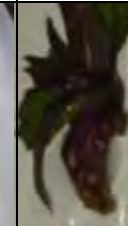



是植
物本
身的

還是激
素濃度
超出了
負荷









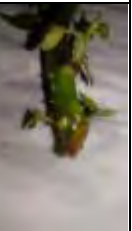


時間 (天)	第 1 天 105.12.23	第 4 天 105.12.26	第 7 天 105.12.29	第 10 天 106.01.01	第 13 天 106.01.04	第 16 天 106.01.07	第 19 天 106.01.10	第 22 天 106.01.13	第 25 天 106.01.16
狀態									
癒傷	0	7	25	26	28	32	39	44	56
	0	7	28	29	32	34	38	46	62
組織	0	5	20	24	27	30	35	40	52
	平均 0	平均 6	平均 24	平均 26	平均 29	平均 32	平均 37	平均 43	平均 57

添加激素：NAA 600ppm 與 6BA 600ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23	第 13 天 105.12.26	第 16 天 105.12.29	第 19 天 106.01.01	第 22 天 106.01.04	第 25 天 106.01.07
狀態									
癒傷	0	0	19	21	26	29	34	38	43
	0	1	22	24	28	31	38	42	51
組織	0	0	15	17	22	24	32	36	44
	平均 0	平均 0	平均 19	平均 21	平均 25	平均 28	平均 35	平均 39	平均 47

添加激素：NAA 600ppm 與 6BA 1000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23	第 13 天 105.12.26	第 16 天 105.12.29	第 19 天 106.01.01	第 22 天 106.01.04	第 25 天 106.01.07
狀態									
癒傷	0	0	18	22	24	27	37	37	38
組織	0	0	17	19	20	23	31	31	33
	0	0	14	17	20	22	33	35	35
	平均 0	平均 0	平均 16	平均 19	平均 21	平均 24	平均 34	平均 34	平均 35

添加激素：NAA 600ppm 與 6BA 2000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 1 天 105.12.20	第 2 天 105.12.23	第 3 天 105.12.26	第 4 天 105.12.29
狀態			全死亡，後續重做探討死亡原因				已死亡，代表此濃度比或濃度不適合
癒傷	0	0	0	0	0	0	0
組織	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	平均 0	平均 0	死亡	平均 0	平均 0	平均 0	死亡

重新扦插

NAA + 6BA

IBA + 6BA





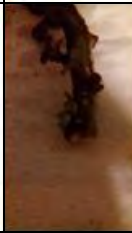

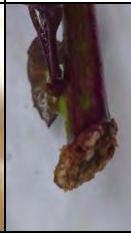


添加激素：IBA 600ppm 與 6BA 200ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20
狀態			已死，後續重做探討死亡原因
癒傷	0	0	0
組織	0	0	0
	0	0	0
	平均 0	平均 0	死亡


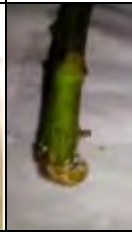
重新扦插

因死亡時間相同，所以仍然無法判斷是因為濃度，還是因為植物本身不健康之故。


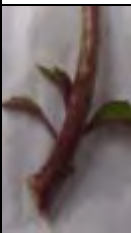







添加激素：IBA 600ppm 與 6BA 200ppm (體積比 1 : 1) 重做

時間 (天)	第 1 天 105.12.23	第 4 天 105.12.26	第 7 天 105.12.29	第 10 天 106.01.01	第 13 天 106.01.04	第 16 天 106.01.07	第 19 天 106.01.10	第 22 天 106.01.13	第 25 天 106.01.14
狀態									
癒傷	0	0	1	8	11	13	16	16	16
	0	1	3	12	14	16	19	19	20
組織	0	0	1	9	12	14	16	16	16
	平均 0	平均 0	平均 2	平均 10	平均 12	平均 14	平均 17	平均 17	平均 17


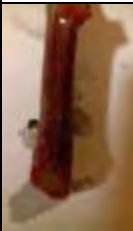




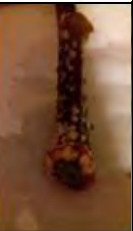
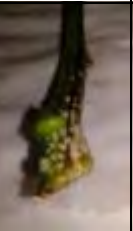

添加激素：IBA 600ppm 與 6BA 400ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23	第 13 天 105.12.26	第 16 天 105.12.29	第 19 天 106.01.01	第 22 天 106.01.04	第 25 天 106.01.07
狀態									
癒傷	0	1	9	21	26	28	41	43	49
	0	0	7	18	23	26	34	39	44
組織	0	0	7	16	22	26	36	40	45
	平均 0	平均 0	平均 8	平均 18	平均 24	平均 27	平均 37	平均 41	平均 46

添加激素：IBA 600ppm 與 6BA 600ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23	第 13 天 105.12.26	第 16 天 105.12.29	第 19 天 106.01.01	第 22 天 106.01.04	第 25 天 106.01.07
狀態									
癒傷	0	0	19	31	37	42	58	69	80
	0	0	15	26	33	37	53	71	86
組織	0	0	18	28	31	37	50	66	79
	平均 0	平均 0	平均 17	平均 28	平均 34	平均 39	平均 54	平均 67	平均 82

添加激素：IBA 600ppm 與 6BA 1000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23	第 13 天 105.12.26	第 16 天 105.12.29	第 19 天 106.01.01	第 22 天 106.01.04	第 25 天 106.01.07
狀態									
癒傷	0	0	68	71	77	99	122	129	135
組織	0	0	69	72	78	101	128	137	150
	0	1	74	79	83	106	131	140	153
	平均 0	平均 0	平均 70	平均 74	平均 79	平均 102	平均 127	平均 135	平均 146

添加激素：IBA 600ppm 與 6BA 2000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 105.12.14	第 4 天 105.12.17	第 7 天 105.12.20	第 10 天 105.12.23	第 13 天 105.12.26
狀態					全死亡， 後續重做 探討死亡 原因
癒傷	0	0	0	8	
組織	0	0	1	17	
	0	0	0	10	
	平均 0	平均 0	平均 0	平均 12	死亡



發現只要是濃度差異
過大，似乎就會死亡，
那麼是濃度比還是單
純是濃度過大的關係
呢？後續實驗會再來探
討。

時間 (天)	第 1 天 105.12.29	第 4 天 106.01.01	第 7 天 106.01.04	第 10 天 106.01.07
狀態				已死亡， 代表此濃 度比不適 合生存
癒傷	0	0	0	
組織	0	0	0	
	0	0	0	
	平均 0	平均 0	平均 0	死亡

紅 鳳 菜 為 何 會 死 亡 ？ ？

首先我們觀察到死亡的有四種濃度，分別為 NAA 600ppm +6BA 400ppm、NAA 600ppm +6BA2000ppm、IBA600ppm+6BA200ppm 與 IBA600ppm+6BA2000ppm，可以觀察到 6BA2000ppm 高濃度時，容易死亡，重做時仍然死亡，所以我們推測有兩種可能，一是細胞分裂素 6BA 的濃度過高，二是與生長素的濃度差異過大，這部分就留待實驗二來探討，另外兩個死亡的情形我們發現有共同點，就是扦插的莖是屬於嫩莖，所以後續重做的實驗，是以較粗的老莖為主，果然發現可以繼續生長的現象，代表濃度不是讓他死亡的因素，而是選擇的莖太脆弱了。

實 驗 中 觀 察

我們在實驗一 25 天的觀察中，可以發現兩種生長素中，同樣的濃度比，NAA 是比 IBA 還早產生癒傷組織，第四天在低濃度比的配法上先產生白色癒傷組織，但 IBA 在 6BA 高濃度所產生的癒傷組織數，相對比 NAA 還多。

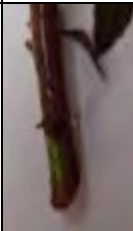








在種植第七天開始，可以發現使用 NAA 生長素與細胞分裂素 6BA 的紅鳳菜除了 6BA 高濃度比的紅鳳菜因濃度過高死亡，其餘的皆產生出癒傷組織，並長出新芽。IBA 生長素與 6BA 細胞分裂素比 3:1 的紅鳳菜推測是因莖剪太嫩而死亡，剩餘的除了 6BA 高濃度比仍無動靜外，皆產生白色癒傷組織，可以推測 4~7 天是關鍵期，在這個時間點會忽然產生癒傷組織的小點。

另外從第十天開始到 25 天，可以發現低濃度生長速度較高濃度比較慢，也有發現在低濃度比除了長出癒傷組織外，還會長出根來。


實驗二 NAA、IBA 與 6BA 的濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響

由實驗一可以發現在濃度比 1:1 的死亡率較低，所以我們選擇以 1:1 的濃度比，改變其濃度，用以判斷在何種濃度下，其癒傷組織生長效果最理想。









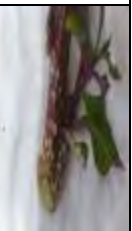
添加激素：NAA 200ppm 與 6BA 200ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 106.01.13	第 4 天 106.01.16	第 7 天 106.01.19	第 10 天 106.01.22	第 13 天 106.01.25	第 16 天 106.01.28	第 19 天 106.01.31	第 22 天 106.02.03	第 25 天 106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	7	8	10	12	14	15	16
	0	0	10	11	13	15	20	21	21
組織	0	0	8	9	10	13	15	15	15
	平均 0	平均 0	平均 8	平均 9	平均 11	平均 13	平均 16	平均 17	平均 17

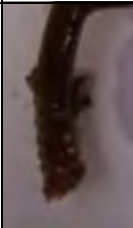








添加激素：NAA 400ppm 與 6BA 400ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 106.01.13	第 4 天 106.01.16	第 7 天 106.01.19	第 10 天 106.01.22	第 13 天 106.01.25	第 16 天 106.01.28	第 19 天 106.01.31	第 22 天 106.02.03	第 25 天 106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	14	17	23	25	32	35	36
	0	0	15	18	22	26	31	35	37
組織	0	0	21	23	27	31	36	40	42
	平均 0	平均 0	平均 17	平均 19	平均 24	平均 27	平均 34	平均 37	平均 38



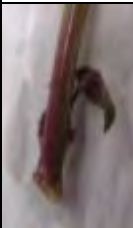


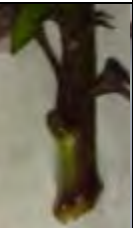

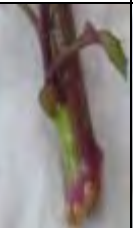
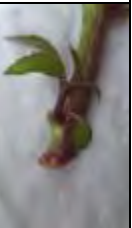
添加激素：NAA 1000ppm 與 6BA 1000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 106.01.13	第 4 天 106.01.16	第 7 天 106.01.19	第 10 天 106.01.22	第 13 天 106.01.25	第 16 天 106.01.28	第 19 天 106.01.31	第 22 天 106.02.03	第 25 天 106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	25	28	40	43	50	67	80
	0	0	20	22	36	39	44	59	64
組織	0	0	18	20	35	42	45	64	73
	平均 0	平均 0	平均 21	平均 23	平均 37	平均 41	平均 46	平均 63	平均 72










添加激素：NAA 2000ppm 與 6BA 2000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 19 天	第 22 天	第 25 天
	106.01.13	106.01.16	106.01.19	106.01.22	106.01.25	106.01.28	106.01.31	106.02.03	106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	31	39	43	54	81	93	107
	0	0	39	45	53	67	96	108	124
組織	0	0	33	41	51	63	90	101	119
	平均 0	平均 0	平均 34	平均 42	平均 49	平均 61	平均 89	平均 101	平均 117


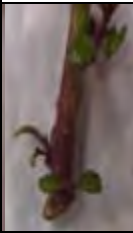
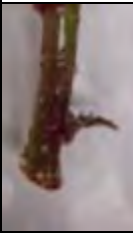



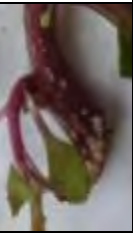
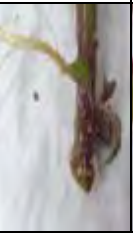
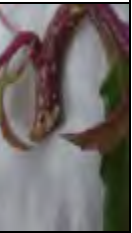
添加激素：IBA 200ppm 與 6BA 200ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 19 天	第 22 天	第 25 天
	106.01.13	106.01.16	106.01.19	106.01.22	106.01.25	106.01.28	106.01.31	106.02.03	106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	0	2	16	18	18	18	18
	0	0	4	5	9	10	10	11	11
組織	0	0	5	6	11	12	13	13	14
	平均 0	平均 0	平均 3	平均 4	平均 12	平均 13	平均 14	平均 14	平均 14



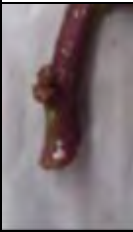


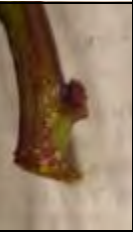
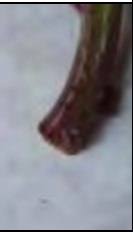

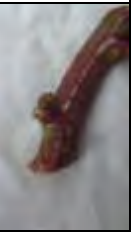
添加激素：IBA 400ppm 與 6BA 400ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 19 天	第 22 天	第 25 天
	106.01.13	106.01.16	106.01.19	106.01.22	106.01.25	106.01.28	106.01.31	106.02.03	106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	0	6	20	29	47	49	51
	0	0	0	6	16	27	39	42	46
組織	0	0	0	7	15	23	42	46	50
	平均 0	平均 0	平均 0	平均 6	平均 17	平均 26	平均 43	平均 46	平均 49

添加激素：NAA 1000ppm 與 6BA 1000ppm (體積比 1 : 1)

時間 (天)	第 1 天 106.01.13	第 4 天 106.01.16	第 7 天 106.01.19	第 10 天 106.01.22	第 13 天 106.01.25	第 16 天 106.01.28	第 19 天 106.01.31	第 22 天 106.02.03	第 25 天 106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	27	28	38	40	55	75	84
組織	0	0	27	29	37	39	56	66	78
	0	0	29	31	42	44	61	79	88
	平均 0	平均 0	平均 28	平均 29	平均 39	平均 41	平均 57	平均 73	平均 83

添加激素：IBA 2000ppm 與 6BA 2000ppm (體積比 1 : 1)





時間 (天)	第 1 天 106.01.13	第 4 天 106.01.16	第 7 天 106.01.19	第 10 天 106.01.22	第 13 天 106.01.25	第 16 天 106.01.28	第 19 天 106.01.31	第 22 天 106.02.03	第 25 天 106.02.06
狀態									
癒傷	0	0	4	5	11	16	16	16	16
組織	0	0	3	4	7	10	11	11	11
	0	0	4	4	8	12	12	13	13
	平均 0	平均 0	平均 4	平均 4	平均 9	平均 13	平均 13	平均 13	平均 13

從實驗可以觀察到

- 1、 NAA 的濃度越高,癒傷組織的數量越多;IBA 濃度 1000ppm 的癒傷組織數量最多,2000ppm 的 IBA 比 NAA 來比,癒傷組織仍然差異很大。
- 2、每種濃度的白色癒傷組織數皆持續、穩定的成長,可以發現在濃度 1:1 的情形下,高濃度的 NAA 癒傷組織遠大於 IBA。
- 3、每種濃度的癒傷組織數量仍繼續生長,低於 2000ppm 的 NAA 與 IBA 生長趨勢相似,唯一不同的是 2000ppm 的部分,NAA 高濃度生長最多。

- 4、 每種濃度的癒傷組織皆持續成長，除了 2000ppmIBA 生長緩慢外，其餘成長幅度有越來越大的趨勢。並發現 IBA1000ppm 在節部下面產生的癒傷組織有開始成團的情形，我們已一個普通大小的癒傷組織來估算。
- 5、 第 25 天可以看出 2000IBA 已經開始停止成長，其餘濃度的癒傷組織皆穩定成長，我們推測是紅鳳菜比較無法承受 IBA 高濃度劑量(2000ppm)。
- 6、 每種濃度的癒傷組織雖持續生長，但速度已開始逐漸減緩。可簡單觀察到在一千 ppm 以內，濃度越高，癒傷組織越多，也看出紅鳳菜似乎可以承受 NAA 較高濃度的刺激。

實驗三 浸泡 NAA 時間對紅鳳菜癒傷組織的影響






浸泡時間	1分	2分	10分	半小時	一小時
狀態					
癒傷組織	28	0	0	0	0
	29	0	0	0	0
	29	0	0	0	0
	平均29	平均0	平均0	平均0	平均0

可以發現以濃度在 NAA 高濃度 2000ppm 之下浸泡兩分鐘以上，一週後觀察，除了癒傷組織無法生長外，可以看出上頭的葉子都快爛掉且有快死的情形。還看到浸泡半小時以後的根部有發紅的現象。而浸泡一分鐘的，莖的部分有出現 4~5 個癒傷組織，根的部分出現成團的現象，約 20 幾個癒傷組織。



圖 7 紅鳳菜浸泡 NAA 不同時間兩週後的情形

實驗四 探討酸鹼值對紅鳳菜癒傷組織的影響


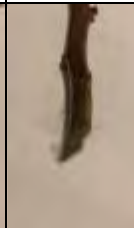
pH值	5.5	6	7	7.5	8
狀態					
癒傷組織	15	58	26	6	0
	20	41	19	7	0
	14	46	24	2	0
	平均16	平均48	平均23	平均5	平均0

可以發現在 pH6 的環境，對紅鳳菜癒傷組織生長比較有利，但發現在越鹼的環境下，紅鳳菜的根有潰爛的情形，同時也不會發展出癒傷組織。

實驗五 肥料主要的離子種類與濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響

添加： K_2SO_4 0.1M

添加： K_2SO_4 0.2M

時間 (天)	添加： K_2SO_4 0.1M						添加： K_2SO_4 0.2M		
	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 1 天	第 4 天	第 7 天
	106.04.04	106.04.07	106.04.10	106.04.13	104.04.16	106.04.19	106.04.04	106.04.07	106.04.10
狀態									
癒傷 組織	0	0	1	1	1	1	0	0	1
	0	1	2	2	2	2	0	0	2
	0	1	1	1	1	1	0	0	2
	平均 0	平均 1	平均 1	平均 1	平均 1	平均 1	平均 0	平均 0	平均 2

添加：K₂SO₄ 0.2M

添加：K₂SO₄ 0.3M

時間 (天)	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19
狀態									
癒傷	9	13	16	0	0	49	64	81	88
	13	17	21	0	0	39	58	71	76
組織	10	14	16	0	0	47	62	73	79
	平均 11	平均 15	平均 18	平均 0	平均 0	平均 45	平均 61	平均 75	平均 83

添加：K₂SO₄ 0.4M

添加：KH₂PO₃ 0.1M

時間 (天)	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10
狀態									
癒傷	0	15	19	28	42	59	0	29	38
	0	17	21	30	46	61	0	21	28
組織	0	20	26	39	52	72	0	21	32
	平均 0	平均 17	平均 22	平均 32	平均 47	平均 64	平均 0	平均 24	平均 33

添加：KH₂PO₃ 0.1M

添加：KH₂PO₃ 0.2M

時間 (天)	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19
狀態									
癒傷	86	106	128	0	23	27	33	43	65
	67	87	102	0	19	25	31	41	61
組織	74	99	116	0	25	33	38	45	66
	平均 76	平均 97	平均 119	平均 0	平均 22	平均 28	平均 34	平均 43	平均 64

添加：KH₂PO₃ 0.3M

添加：KH₂PO₃ 0.4M

時間 (天)	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10
狀態									
癒傷	0	17	41	53	62	70	0	15	41
組織	0	9	33	48	59	65	0	19	50
	0	9	32	46	54	62	0	18	47
	平均 0	平均 12	平均 35	平均 49	平均 58	平均 66	平均 0	平均 17	平均 46

添加：KH₂PO₃ 0.4M

添加：CaCl₂ 0.1M

時間 (天)	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19
狀態									
癒傷	47	62	67	0	43	67	79	96	117
組織	58	71	78	0	44	63	86	113	134
	55	65	69	0	42	62	78	100	120
	平均 53	平均 66	平均 71	平均 0	平均 43	平均 64	平均 81	平均 103	平均 124










添加：CaCl₂ 0.2M

添加：CaCl₂ 0.3M

時間 (天)	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10
狀態									
癒傷	0	41	46	67	76	84	0	21	36
組織	0	36	41	61	67	82	0	23	35
	0	35	37	53	61	75	0	28	43
	平均 0	平均 37	平均 41	平均 60	平均 68	平均 81	平均 0	平均 24	平均 38










添加：CaCl₂ 0.3M

添加：CaCl₂ 0.4M

時間 (天)	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天
	106.04.13	104.04.16	106.04.19	106.04.04	106.04.07	106.04.10	106.04.13	104.04.16	106.04.19
狀態									
癒傷	61	77	80	0	36	51	66	78	90
	60	74	78	0	31	46	70	82	99
組織	69	80	85	0	32	45	64	76	89
	平均 63	平均 77	平均 81	平均 0	平均 33	平均 47	平均 67	平均 79	平均 93

添加：NH₄NO₃ 0.1M

添加：NH₄NO₃ 0.2M

時間 (天)	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 1 天	第 4 天	第 7 天
	106.04.04	106.04.07	106.04.10	106.04.13	104.04.16	106.04.19	106.04.04	106.04.07	106.04.10
狀態									
癒傷	0	57	68	81	89	100	0	50	68
	0	52	70	84	101	105	0	44	63
組織	0	52	72	85	98	112	0	46	62
	平均 0	平均 54	平均 70	平均 83	平均 96	平均 106	平均 0	平均 47	平均 64







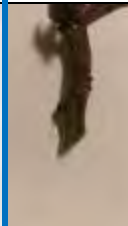

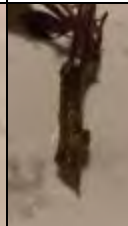
添加：NH₄NO₃ 0.2M

添加：NH₄NO₃ 0.3M

時間 (天)	第 10 天	第 13 天	第 16 天	第 1 天	第 4 天	第 7 天	第 10 天	第 13 天	第 16 天
	106.04.13	104.04.16	106.04.19	106.04.04	106.04.07	106.04.10	106.04.13	104.04.16	106.04.19
狀態									
癒傷	82	105	118	0	51	66	66	80	92
	78	94	108	0	48	64	65	81	93
組織	76	95	111	0	57	70	71	84	97
	平均 79	平均 98	平均 112	平均 0	平均 52	平均 67	平均 67	平均 82	平均 94

添加：NH₄NO₃ 0.4M

添加：Na₂SO₄ 0.1M

時間 (天)	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10
狀態									
癒傷	0	59	69	83	95	116	0	0	8
組織	0	51	65	81	92	107	0	0	8
	0	46	63	77	91	104	0	0	5
	平均 0	平均 52	平均 66	平均 80	平均 93	平均 109	平均 0	平均 0	平均 7

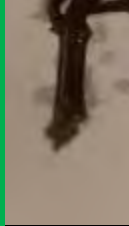
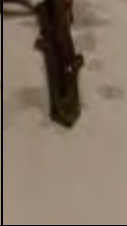


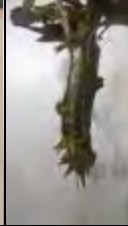

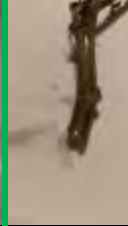

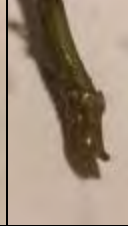
添加：Na₂SO₄ 0.1M

添加：Na₂SO₄ 0.2M


時間 (天)	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19
狀態									
癒傷	13	45	54	0	0	0	3	9	35
組織	14	43	52	0	0	0	6	13	39
	9	38	47	0	0	0	6	10	36
	平均 12	平均 42	平均 51	平均 0	平均 0	平均 0	平均 5	平均 11	平均 37

添加：Na₂SO₄ 0.3M

添加：Na₂SO₄ 0.4M

時間 (天)	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19	第 1 天 106.04.04	第 4 天 106.04.07	第 7 天 106.04.10
狀態									
癒傷	0	0	0	11	33	50	0	0	19
組織	0	0	0	13	35	52	0	0	15
	0	0	0	11	29	43	0	0	15
	平均 0	平均 0	平均 0	平均 12	平均 32	平均 48	平均 0	平均 0	平均 16

添加：Na₂SO₄ 0.4M

時間 (天)	第 10 天 106.04.13	第 13 天 104.04.16	第 16 天 106.04.19
狀態			
癒傷 組織	28	36	53
	26	33	50
	25	32	45
	平均 26	平均 34	平均 49

觀察：

1. 離子化合物的濃度越高，癒傷組織的數量不一定越多
2. 大部分的離子化合物以第四天到第七天的癒傷組織生長幅度最大
3. 硫酸鈉和硫酸鉀不管哪種濃度的癒傷組織數量都偏少
4. 在第十六天時，硝酸銨的癒傷組織數量普遍偏多
5. 每種濃度的癒傷組織數都穩定成長，除了氯化鈣 0.2M 及硝酸銨 0.4M 因為天氣因素導致莖部潰爛
6. 大部分的離子化合物在第七天時癒傷組織便開始有成團的情形

陸、結論

實驗一 生長素 NAA、IBA 與細胞分裂素 6BA 不同濃度比對紅鳳菜生根與形成癒傷組織的分界點

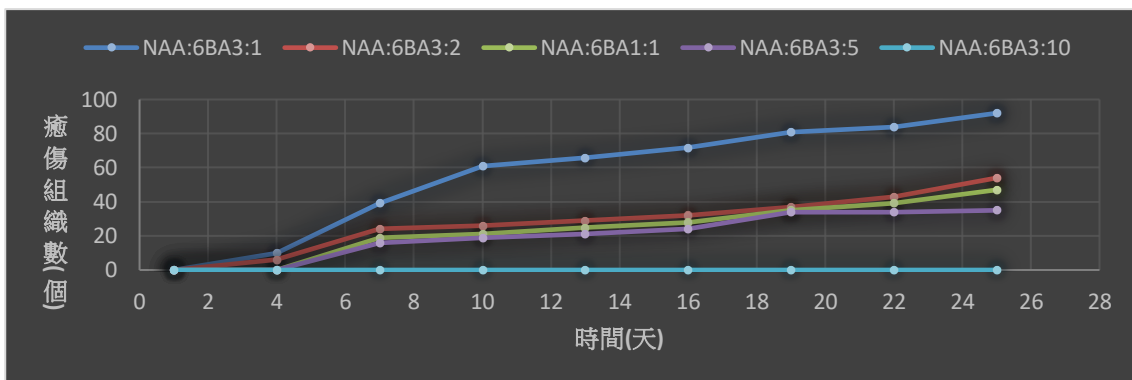


圖 8 NAA 與 6BA 的濃度比對癒傷組織的影響

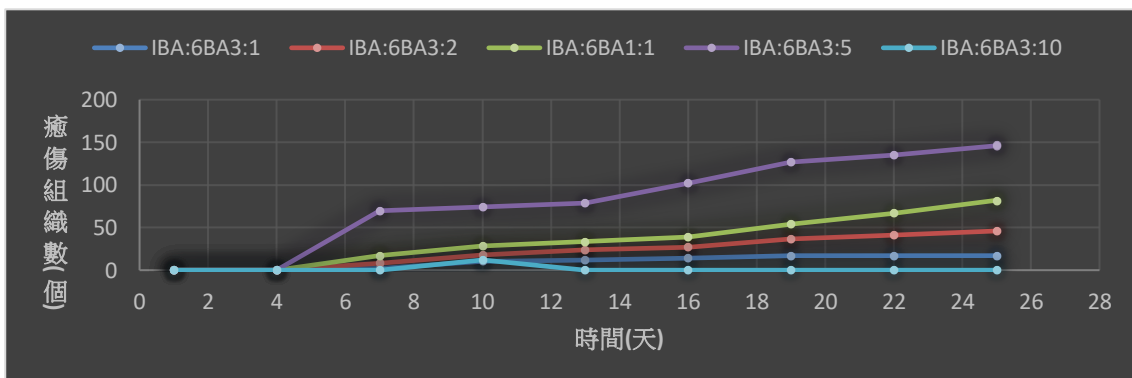


圖 9 IBA 與 6BA 的濃度比對癒傷組織的影響

從上頁圖 8 和圖 9 可發現，NAA 和 IBA 的趨勢是迥然不同的，再與 6BA 的配置當中 NAA 所佔的濃度比越高癒傷組織越明顯，而 IBA 反之，但配置 NAA、IBA 中的 6BA 似乎有一個濃度限制，那我們想了解是濃度比還是因為濃度太高的影響，讓我們留待實驗二濃度的實驗再驗證是否是因為濃度影響。

我們個別由圖 8 來看，在濃度比 NAA:6BA3:1 的情形下表現較其他濃度比更明顯，在 6BA 濃度不超過 1000ppm 的情況下，刺激紅鳳菜的癒傷組織情形差異不大，而圖 9 來看 6BA 越多，有等比例增加的趨勢。

可以發現要刺激紅鳳菜的癒傷組織，在 IBA 與 6BA 的濃度比在 3:5 時效果最好。推測是因為細胞分裂素濃度正好介於中間值，尚未分化成芽。而 NAA 與 6BA 的濃度比在 3:1 時效果次之，而且又僅有此濃度比有長根，推測是因為細胞分裂素在低濃度，而生長激素又多過於中間值和細胞分裂素，因而誘導出癒傷組織並分化成根 (簡道南, 103)。

實驗二 NAA、IBA 與 6BA 的濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響

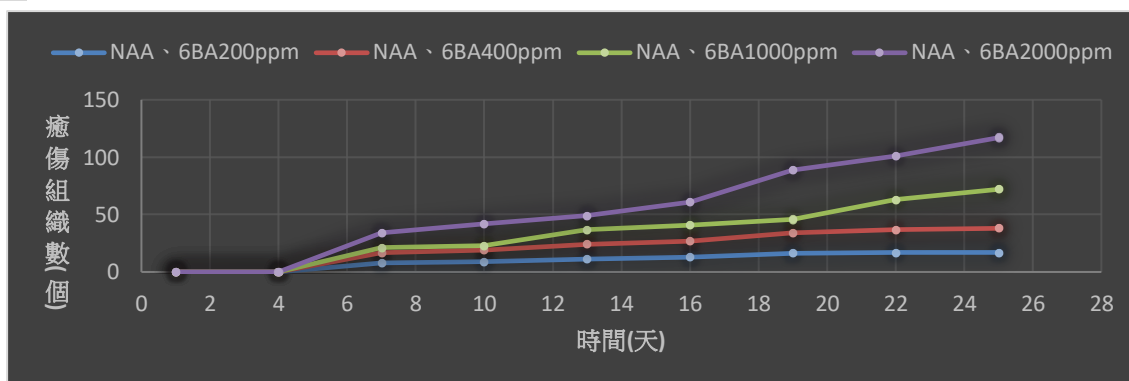


圖 10 在濃度比 1 : 1 時 NAA、6BA 的濃度對癒傷組織的影響

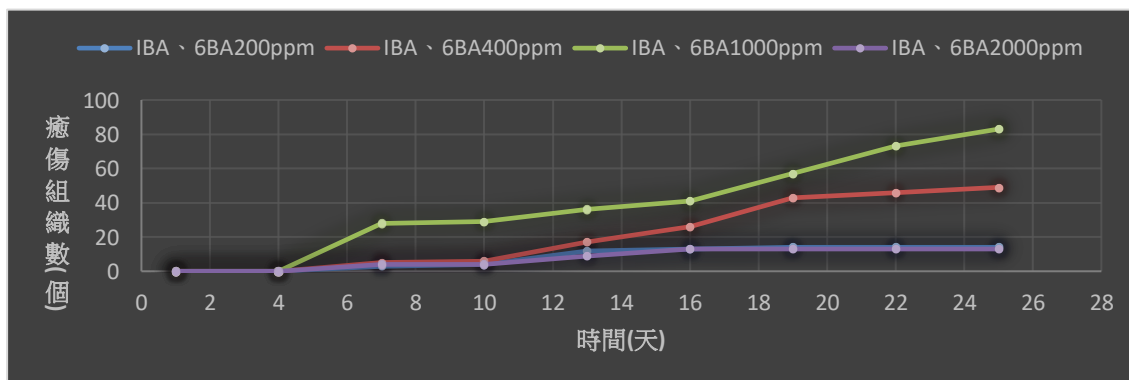


圖 11 在濃度比 1 : 1 時 IBA、6BA 的濃度對癒傷組織的影響

由上頁圖 10 和圖 11 可發現，NAA 和 IBA 的趨勢是非常相近的，NAA、6BA1:1 濃度越高，癒傷組織數量越多，而 IBA 與 6BA 濃度在 1:1 時，除了濃度 2000ppm 以外，其餘的也和 NAA 一樣，濃度越高，組織數量越多，證明了實驗一的紅鳳菜是 NAA 不是因為濃度太高，而是因為濃度比差異太大造成(6BA 太多)，而 IBA 從圖 11 可以看出 2000ppm 反而表現不佳，這樣來說，可能是濃度所造成的影響。所以由此可以推測是因為紅鳳菜能承受 NAA 高濃度劑量，在濃度高的情形下而誘導出大量的癒傷組織生長，且無法分化成根或是芽，其實 IBA 與 NAA 很相似，都是濃度越高癒傷組織越多，但卻在 2000ppm 生長數大降，我們認為是因為紅鳳菜對 IBA 無法承受高濃度劑量，因此發現原來同樣的生長激素，植物承受度不盡相同。

實驗二用來調配生長激素和細胞分裂素所使用的濃度比 1:1，癒傷組織成長的數量和生長率皆較實驗一穩定，我們認為若要將其應用在其他方面上，還是用濃度比 1:1 較適合，在藥劑配置上也較為容易。

實驗三 浸泡 NAA 時間對紅鳳菜癒傷組織的影響



圖 12 NAA 浸泡時間對癒傷組織的影響

可以發現生長激素濃度越高，所浸泡的時間就要越短，在 2000ppm 的高濃度下，浸泡時間要一分鐘以內，以免過多造成節部有發紅潰爛的現象。

實驗四 酸鹼值對紅鳳菜生長狀況的影響

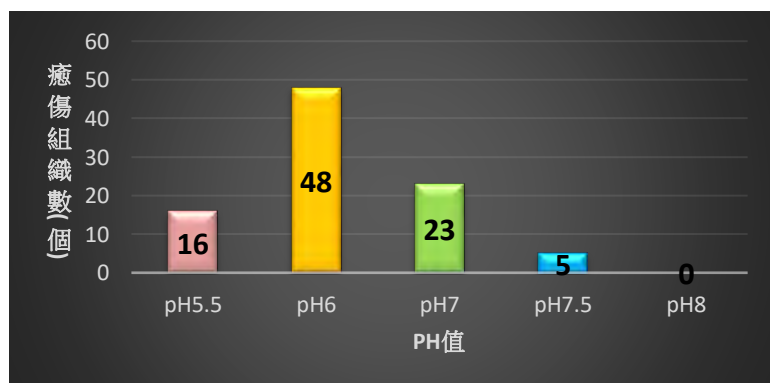


圖 13 pH 值對紅鳳菜癒傷組織的影響

從實驗四的結果可發現，紅鳳菜在 NAA 與 6BA 濃度為 2000ppm 時，以 pH 值 5.5、6 為生長環境的生長情形最好，我們認為是因為 pH 值 5.5 以上便利於固氮作用的進行，pH 值 6~7 對鉀肥有效性最大 (簡道南, 103)，所以才會在 pH=6 癒傷組織是最多的。

實驗五 肥料主要的離子種類與濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響

觀察各種離子化合物在不同濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響：

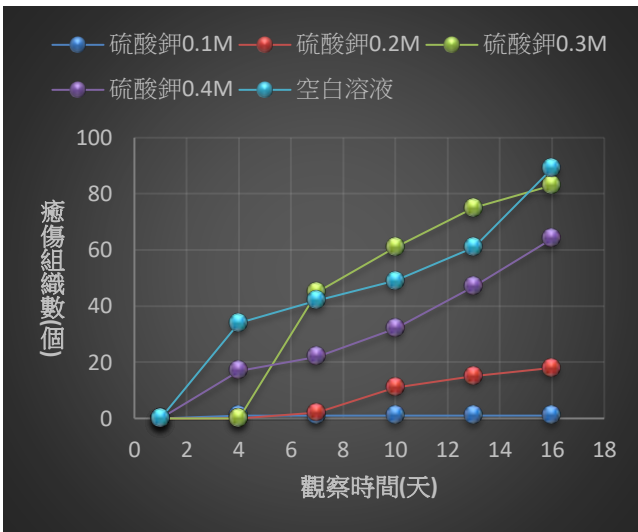


圖 14 硫酸鉀濃度對癒傷組織的影響

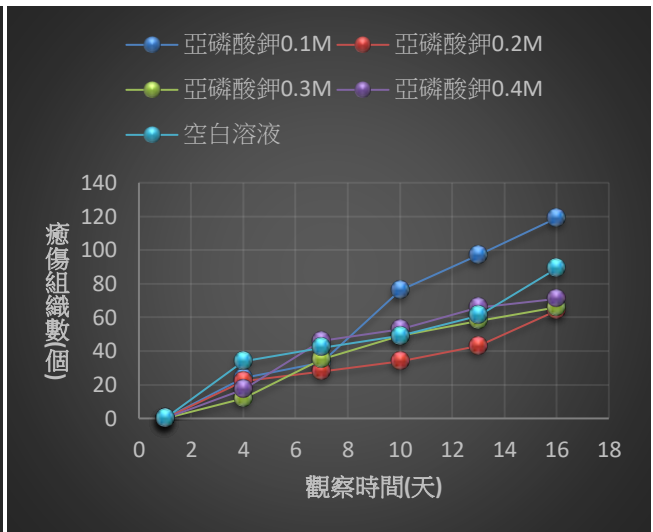


圖 15 亞磷酸鉀濃度對癒傷組織的影響

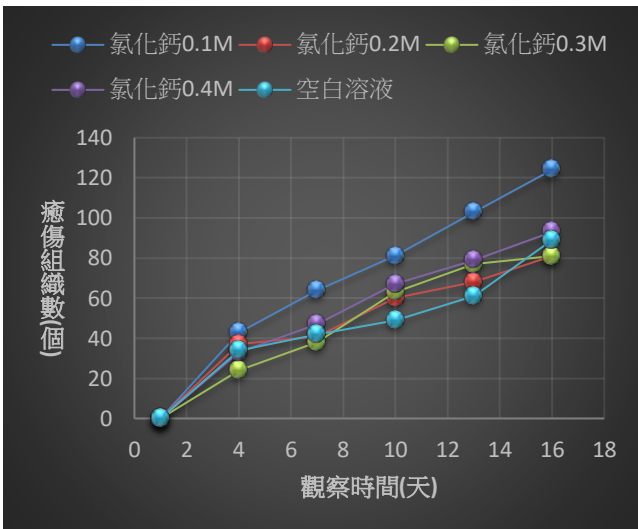


圖 16 氯化鈣濃度對癒傷組織的影響

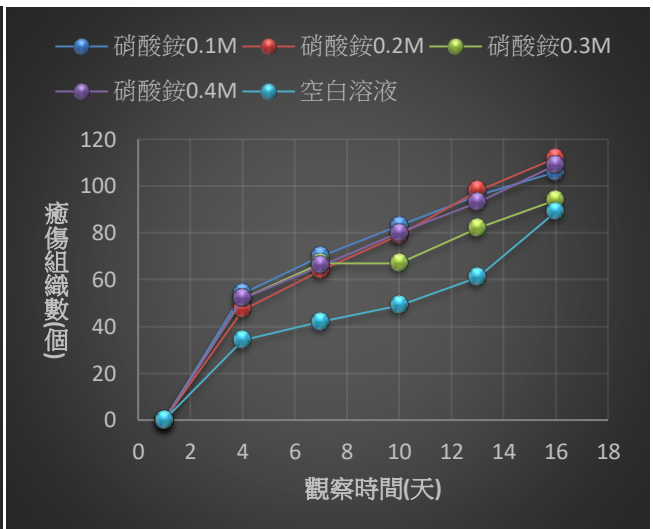


圖 17 硝酸銨濃度對癒傷組織的影響

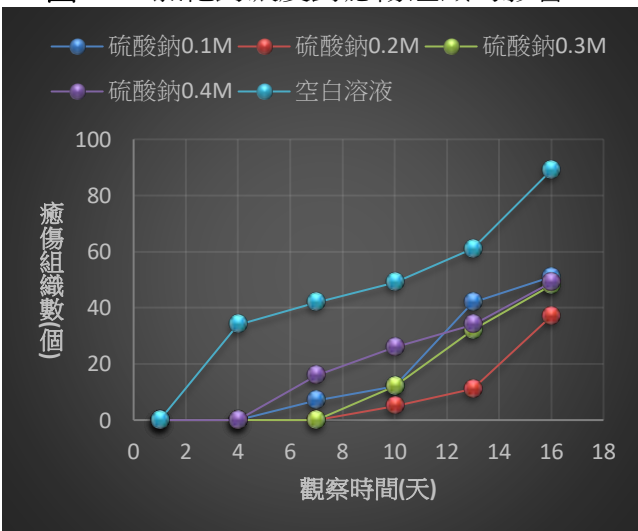


圖 18 硫酸鈉濃度對癒傷組織的影響

就濃度來觀察：

從圖 14~18 可以觀察到，濃度對癒傷組織數的影響是不規則，但發現除了硫酸鉀與硫酸鈉外，濃度越低效果反而有更好的癒傷組織產出，濃度稍高一點影響就開始不規則了。

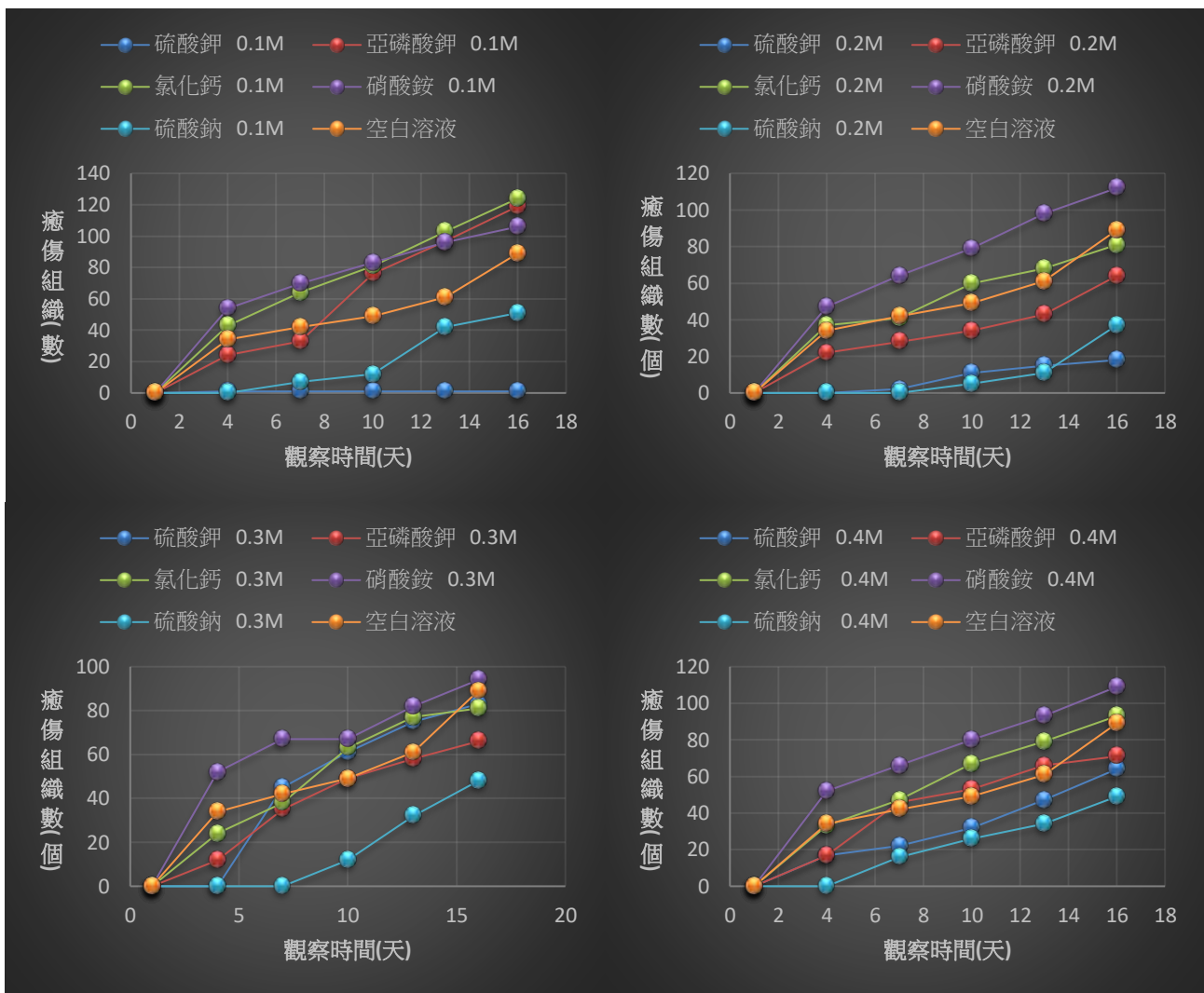


圖 19 相同濃度下不同離子對癒傷組織的影響綜合

從離子種類來看：

對應氮磷鉀肥來看，雖然硝酸銨看似效果最好，但問題是一個硝酸銨提供了兩個氮原子，所以我們以硫酸銨 0.2M，其他濃度為 0.4M 來觀察。發現如下：

- 1、對照空白實驗來看，有效果的是硝酸銨與氯化鈣，其餘的不僅沒效果，甚至像硫酸鉀與硫酸鈉都有抑制生長的情況，效果最好為硝酸銨。表示氮肥與鈣離子是有助於產生癒傷組織。

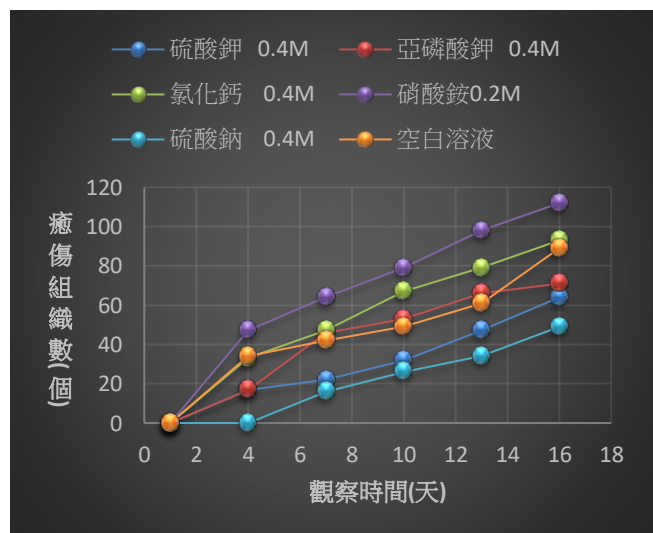


圖 20 不同離子濃度對癒傷組織的影響

- 2、可以發現鈣離子有提早產生癒傷組織的情形，推測鈣離子有助於激發癒傷組織的產生。
- 3、綜合抑制發展的硫酸鉀與硫酸鈉來看，推測是共同擁有的硫酸根抑制了癒傷組織的產生。

柒、未來展望

雖然紅鳳菜在肝毒性上尚有爭議，但是並沒有確切的研究指出會致癌，而且它具有豐富的營養成分，製作成料理也相當容易，又有在台灣全年可生長、少有病蟲害的優點，所以我們將它做為實驗對象。紅鳳菜在降血壓與預防多種有關與自由基有關的疾病上有很好的功效，在未來若有糧食危機，或是土壤不易種植其他蔬果，能幫助人類攝取膳食纖維，未來希望能針對刺激菊三七屬這類的植物癒合組織，看能不能對有毒性的吡咯里西啶生物鹼發生影響。

捌、參考資料

- 1、張永達,郭章儀.(2009年7月10日). 科學online-療傷組織的形成. 2016年11月7日 擷取自 科技部高瞻自然科學教學資源平台: <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1075>
- 2、華人百科-紅鳳菜.(無日期). 2016年12月3日擷取自 華人百科. <https://www.itsfun.com.tw/%E7%B4%85%E9%B3%B3%E8%8F%9C/wiki-1325716-3822695>
- 3、廖萬正.(2016). 植物生長調節劑使用介紹.
- 4、尤崇魁,李美瑾.(1991) 觀賞植物栽培手冊(上) 園藝世界出版社 出版
- 5、簡道南.(103). 肥料與植物生長. 台肥月刊, 44 (2)
- 6、吳毓紜.(2014年6月). 增值階段的氮需求與營養動態調查. 未發表的碩士論文.中興大學。
- 7、林威宇.(2003). 蘭嶼木耳菜與黃蘭嶼木耳菜與黃花三七草化學成分及抗血小板凝集活性之研究暨台灣產三七草屬植物肝臟毒性之評. 未發表的碩士論文.高雄醫學大學.

【評語】 030318

1. 此研究針對紅鳳菜在各種不同比例之植物生長速與細胞分裂素下，癒傷組織的生成情形，研究也使用數種離子化合物搭配植物激素觀察。研究目的之間彼此較無關聯性—例如：
1.探討校園植物癒傷組織（有草本與木本）。2.比較水耕與土耕，二者無關連；3.~5.探討植物生長素的比例造成的影響；6~7 探討酸雨和肥料的影响，實驗彼此的關聯性較低。
2. 作品報告書中使用的英文縮寫可惜未能提供全名，以致讀者不知為何物。建議一般科學文獻中的題目與摘要避免使用英文縮寫；若一定要使用英文縮寫時，一般會建議將全名寫出，以避免混淆誤會。另外，科學文獻中的摘要也避免使用參考文獻。
3. 由於紅鳳菜的繁殖容易，故其組織培養的應用性較低。另外，本研究所採用的組織培養條件也與一般常用條件相似，故新穎性也較為欠缺。
4. 利用不同植物激素組合以誘導癒合組織形成，是常見的組織培養及無性繁殖操作技術，然而對紅鳳菜的研究相對是較少的，但此研究對科學及經濟的影響潛力不大。

作品海報

摘要

紅鳳菜是一個對人體有幫助，同時也對人體有傷害的雙面刃植物(林威宇, 2003)，且紅鳳菜是易生長及觀察的草本植物，故本實驗除了想了解癒合組織的產生，也了解NAA與IBA及6BA的混合應用。

從實驗觀察到：

1. 濃度範圍在2000ppm之下，紅鳳菜在NAA與6BA在濃度比1：1時，濃度越高越容易長出癒傷組織。
2. NAA所佔的濃度比越高，癒傷組織越明顯，IBA則反之。
3. 紅鳳菜在IBA與6BA在濃度比1：1時，濃度在1000至2000ppm之間，浸泡時間一分鐘內，環境pH=6最有助於癒傷組織的形成。
4. 硝酸銨對紅鳳菜產生癒傷組織的效果最好，鈣離子可提早激發癒傷組織，而硫酸根離子則會抑制產生。

貳.研究目的

先了解植物的癒傷組織與如何產生：

1. 探討學校附近一般木本植物與草本植物癒傷組織狀況。
2. 探討扦插法水耕與土耕對植物生長的影響。

針對紅鳳菜來與生長激素NAA與IBA做癒傷組織相關研究：

1. 探討NAA、IBA與6-BA的濃度比對紅鳳菜生根與形成癒傷組織的分界點。
2. 探討NAA、IBA與6-BA的濃度大小對紅鳳菜形成癒傷組織的影響。
3. 探討浸泡不同時間的NAA對紅鳳菜生長狀況的影響。

促進生長的應用：

1. 模擬酸雨並探討酸鹼值對紅鳳菜生長狀況的影響。
- 了解肥料主要的離子種類與濃度對紅鳳菜癒傷組織的影響。

研究原理

在傷口部位首先形成癒傷組織 (callus) 是傷害後常有的現象，接著腫瘤由癒傷組織中長出。其區別為癒傷組織的細胞呈平周分裂，而腫瘤細胞的分裂則無方向性。癒傷組織由薄壁細胞構成，它可以在根或莖受傷的表面上（或下）快速形成，callus可能由韌皮部、皮層或髓 (rays) 處的薄壁細胞分裂形成，但主要還是由形成層產生。這群薄壁細胞的最外層細胞可能木栓化或在外面形成一圈周皮 (periderm)，在這層保護組織的下面會有一個新的形成層來形成新的維管束組織。(張 & 郭, 2009)



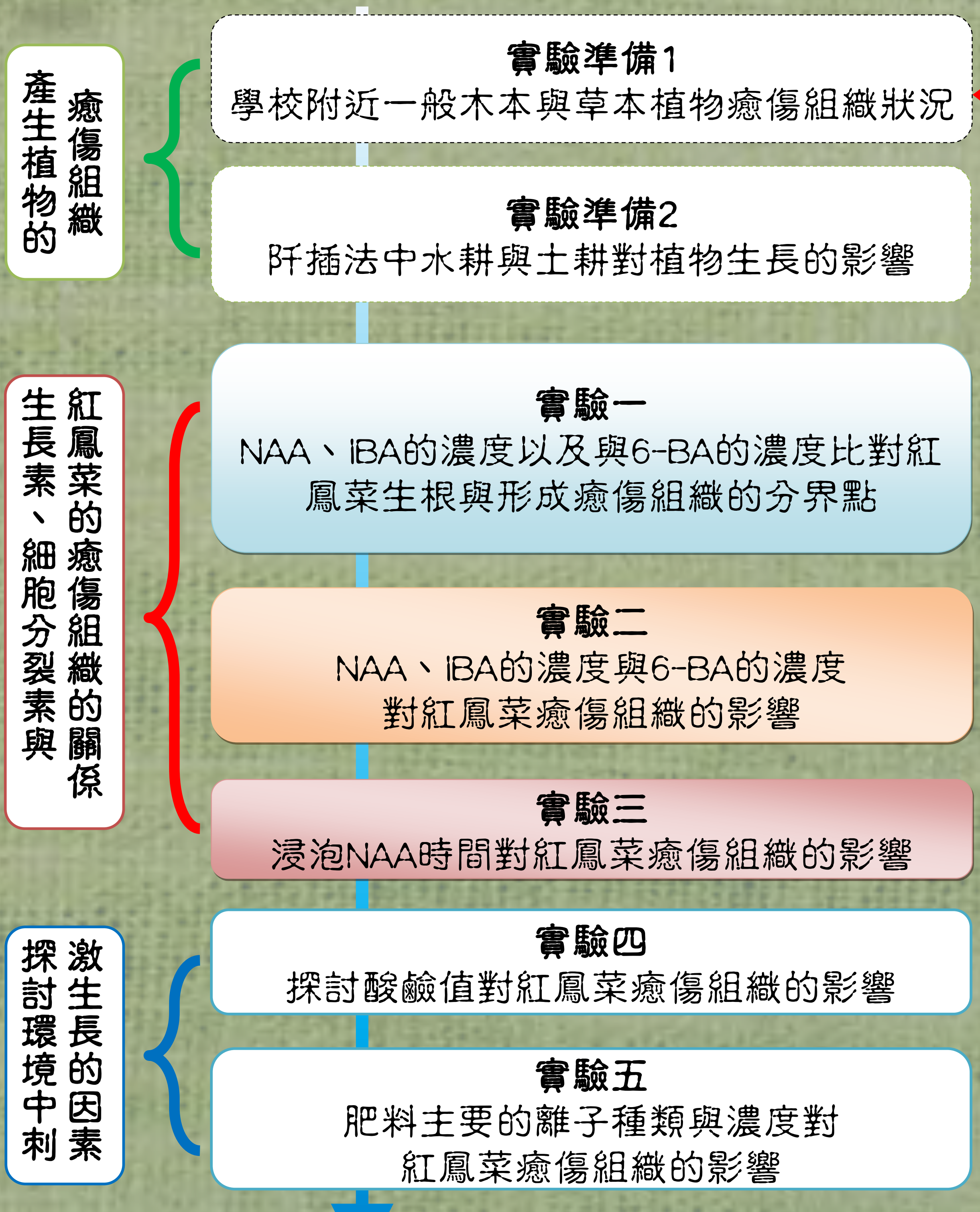
壹.研究動機

本次實驗我們的動機是一波三折，最後我們則是選擇了具有補血功能的紅鳳菜來做觀察，因為生長快，而且可以快速看到癒傷組織的出現。原本是想了解行道樹傷口的癒傷方式，因為颱風造成學校附近的行道樹斷裂，大部分受傷比較嚴重的行道樹處理方式就只能是被砍掉一途，而針對植物中木本植物的傷口處理情形來對癒傷組織做研究，但發現在短暫的實驗時間並無法看出我們想要的成果，於是在科大教授的建議下使用生長素NAA加速紅鳳菜生長，但結果發現所加速生長的是根，而不是我們所要的類似癌腫瘤細胞那種的癒傷組織，兩者差異很大，所以進而了解發現，需要搭配細胞分裂素6BA使用才有機會看到我們要的結果。所以我們開始利用兩種常用的植物生長激素與細胞分裂素配合使用，在不同的濃度、環境下，觀察對癒傷組織的影響。

參.研究器材與藥品



肆.研究過程



實驗準備

一開始的實驗設計

分類	分泌樹汁	
樹種	榕樹	
傷口切面		

分類	未分泌樹汁			分類	分泌樹汁	
樹種	黃連木	楓香	桃花心木	樹種	二葉松	包覆的桃花心木
受傷表面				受傷表面		
傷口切面				傷口切面		

實驗準備2

濃度	100	200	300	400	500
狀態					
根數	平均 18	平均 23	平均 34	平均 38	平均 42
根長	平均 0.8	平均 1.4	平均 1.9	平均 3.2	平均 4.2

