

屏東縣第 64 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：紅葉飄飄何所似

關鍵詞：大葉欖仁樹、落葉、面積估算（最多三個）

編號：A4017

作品名稱：紅葉飄飄何所似

摘要：

春夏季間滿樹翠綠的大葉欖仁，一到秋冬葉子就逐漸轉紅而掉落。本次研究針對撿取剛掉落的落葉，就其葉面的紅黃顏色區域，利用自製的方格透明片，計算葉子顏色不規則面積，得出紅黃色之比率，藉以推論大葉欖仁樹葉的掉落時機，並記錄從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？作為落葉清除計畫或拍攝欖仁樹時機的參考。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機

每年冬天剛過，春天來臨的時候，教室外面的欖仁樹葉子就會掉光，冬天期間反而不會。下學期剛開學時，同學看著旁邊的欖仁樹，念念有詞的說：「葉子到底要紅到什麼程度，才會掉下來呢？」老師便提議我們來做個科學實驗吧！

畢竟大量落葉掉下，在國小校園代表大量的清潔工作，若可以預測它大概的掉落時間，就可以安排清掃計畫，不用每天打掃時不斷的發出怨言，反而可以安排幾天的空閒等它完全落下。在此其間變成一段落葉步道，楓紅雖美，但成片的欖仁樹紅葉，也可造成「數大便是美」的奇景，學童玩樂在其中，拋灑層層的紅葉，也是童年的快樂時光。另外預測時間也可以提供攝影愛好者參考，壯碩的樹形加上整樹紅葉，完全落葉枝幹的蕭索，以及三五天後勃發的滿樹春葉，這種短期間內的對比性，是其他樹種比不上的。

二、研究目的

- (一) 計算欖仁樹落葉顏色比例。
- (二) 從多量採樣落葉中計算出顏色比例之平均值、離均差。
- (三) 從採樣落葉顏色比例之平均值與整顆樹葉的顏色比例做比較。
- (四) 估算從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？

三、文獻回顧

- (一) 與本研究主題相關作品分析：探討校園的三棵老樹—欖仁樹。第 44 屆全國中小學科展說明書(國中組生物科)

研究特色或探討	本研究特色
• 欖仁樹的葉片在春、夏、秋、冬四季怎樣變化？哪些因素會影響這三棵老樹葉片變紅落葉呢？怎樣繁殖它們的第二代？	• 落葉顏色並不單純為紅色，區分成紅黃色，分析其顏色比例，並與全樹暫存樹葉作比較，藉以推論大葉欖仁全樹樹葉的掉落時機，以供清除計畫或拍攝計畫之用。

(二) 與本研究主題相關作品分析：談紫色變—探討影響紫蘇葉變色的因素。第 52 屆全國中小學科展說明書(國中組生物科)

研究特色或探討	本研究特色
• 以「光照時間、不同色光、照射部位、土壤酸鹼度」來探討紫蘇葉的顏色變化。	• 本次研究針對撿取剛掉落的落葉，就其葉面的紅黃顏色區域，得出紅黃色之比率，藉以推論大葉欖仁樹葉的掉落時機。

貳、研究設備及器材

一、器材：平板(拍照、紀錄)、記事板、自製方格透明片、透氣 A4 大小夾鏈袋。

參、研究過程或方法

考慮研究過程的可行性與方便性，經大家討論後選擇靠近教室旁的兩棵大葉欖仁樹，分為 A、B 兩組，作為對照與比較。因為除了撿拾已掉落之落葉外，還須比較整棵樹的樹葉顏色比例，必須從高處往下拍才行。此兩棵欖仁樹經訪問來晨運的老爺爺奶奶們，從其說法中估計樹齡至少也有八、九十歲了。

研究問題一、計算大葉欖仁樹落葉顏色比例

作法：

- (一) 分別請四位伙伴，每天早晨在學校晨間打掃後約 20 分鐘，各撿取落葉 10 片。如此做法是考量落地已久的落葉，顏色比例會有很大改變，為了與整樹殘存落葉作比較，故選取剛落下之樹葉，減少誤差。
- (二) 將撿取的多量落葉樣本予以編號，放入自製透明方格片下，利用平板拍照存檔，連續三天後，發現大多數葉都已掉落，便停止了取樣。而四位夥伴總共撿取了 120 片的樣本。A、B 組各有兩位夥伴負責，分別為 A-1、A-2、B-1、B-2。(如圖 1、2、、、、12)
- (三) 步驟(二) 編號好的落葉照片檔，在平板中依編號一一開啟。因開啟的照片顏色不易辨識，所以對照原本的樹葉在照片上圈出不同顏色區塊，在另存新檔。
- (四) 將上述步驟(四) 另存新檔的落葉照片檔，利用老師教的不規則面積估算法，慢慢算出所占面積數，並記錄在設計好的紙本表格中。
- (五) 利用 Excel 軟體，將紙本表格中的數據謄入，算出每片葉子紅、黃兩色所佔比例，並記錄之(如表 1、2、、、、12)。

分別紀錄如下：

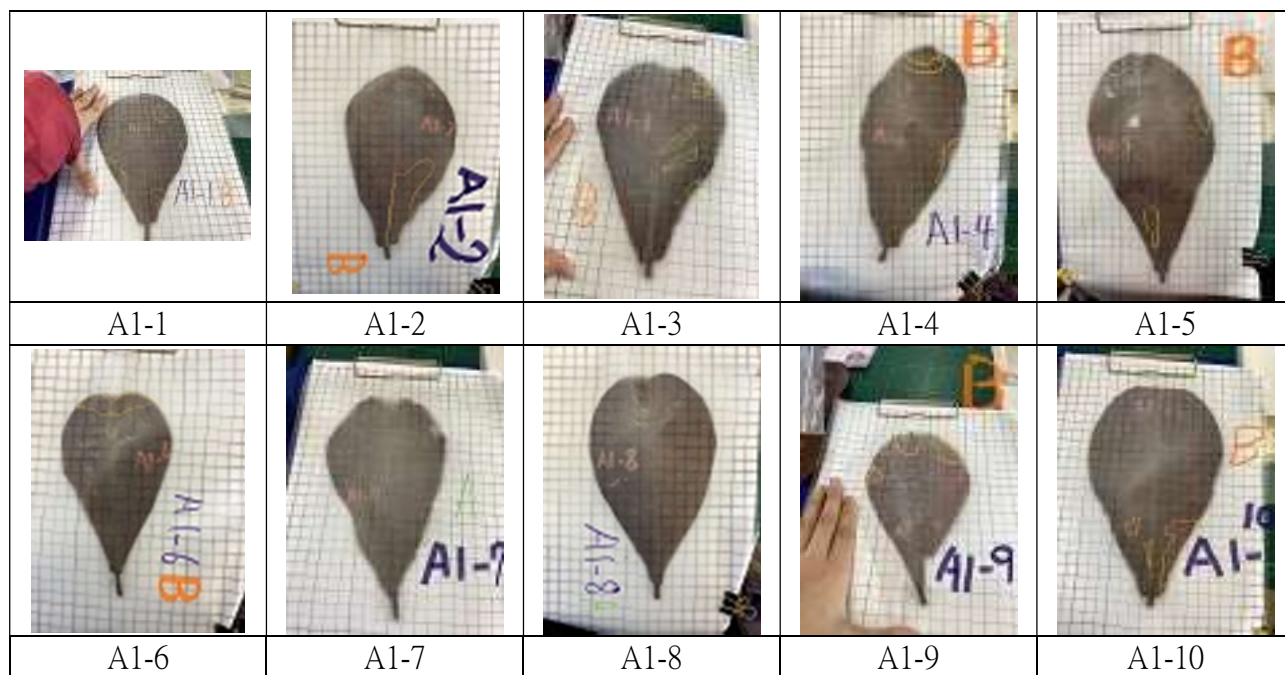


圖 1 A1 編號 1~10 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
A1-1	19	12	111	34	128	140.5	91.10%	1	
			2	21	12.5		8.90%	2	
A1-2	18	11	80	38	99	114.5	86.46%	1	
			8	15	15.5		13.54%	2	
A1-3	18	12	110	51	135.5	144	94.10%	1	
			0	17	8.5		5.90%	2	
A1-4	20	11	105	30	120	127.5	94.12%	1	
			0	15	7.5		5.88%	2	
A1-5	23	13	151	48	175	184.5	94.85%	1	
			3	13	9.5		5.15%	2	
A1-6	15	9	94	35	111.5	120	92.92%	1	
			2	13	8.5		7.08%	2	
A1-7	19	12	103	54	130	139.5	93.19%	1	
			1	17	9.5		6.81%	2	
A1-8	18	11	77	46	100	135.5	73.80%	1	
			24	23	35.5		26.20%	2	
A1-9	17	10	75	43	96.5	111	86.94%	1	
			8	13	14.5		13.06%	2	
A1-10	21	13	143	59	172.5	184	93.75%	1	
			1	21	11.5		6.25%	2	

表 1 A1 編號 1~10 測量結果

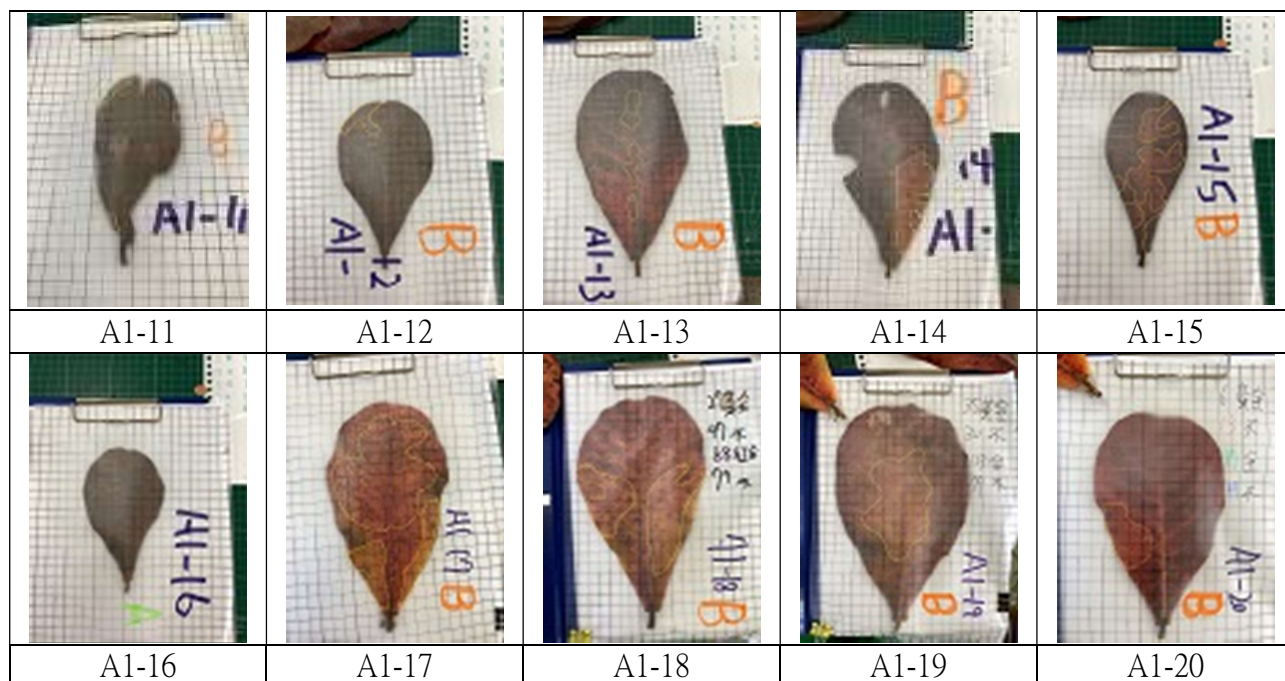


圖 2 A1 編號 11~20 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格	不完整	估計面 積(cm ²)	葉子總 面積	顏色比 例	顏色區分 1 紅色.2 黃 色	備註
			數(cm ²)	格數 (cm ²)					
A1-11	12	7	48	26	61	66	92.42%	1	
			0	10	5		7.58%	2	
A1-12	16	10	77	40	97	103.5	93.72%	1	
			1	11	6.5		6.28%	2	
A1-13	21	12	123	74	160	172	93.02%	1	
			0	24	12		6.98%	2	
A1-14	20	11	103	65	135.5	159.5	84.95%	1	
			13	22	24		15.05%	2	
A1-15	16	8	18	63	49.5	82	60.37%	1	
			7	51	32.5		39.63%	2	
A1-16	14	9	46	36	64	76.5	83.66%	1	
			0	25	12.5		16.34%	2	
A1-17	19	11	22	78	61	144	42.36%	1	
			49	68	83		57.64%	2	
A1-18	21	13	27	47	50.5	178	28.37%	1	
			88	79	127.5		71.63%	2	
A1-19	22	14	35	30	50	212.5	23.53%	1	
			123	79	162.5		76.47%	2	
A1-20	17	11	6	13	12.5	123	10.16%	1	
			87	47	110.5		89.84%	2	

表 2 A1 編號 11~20 測量結果

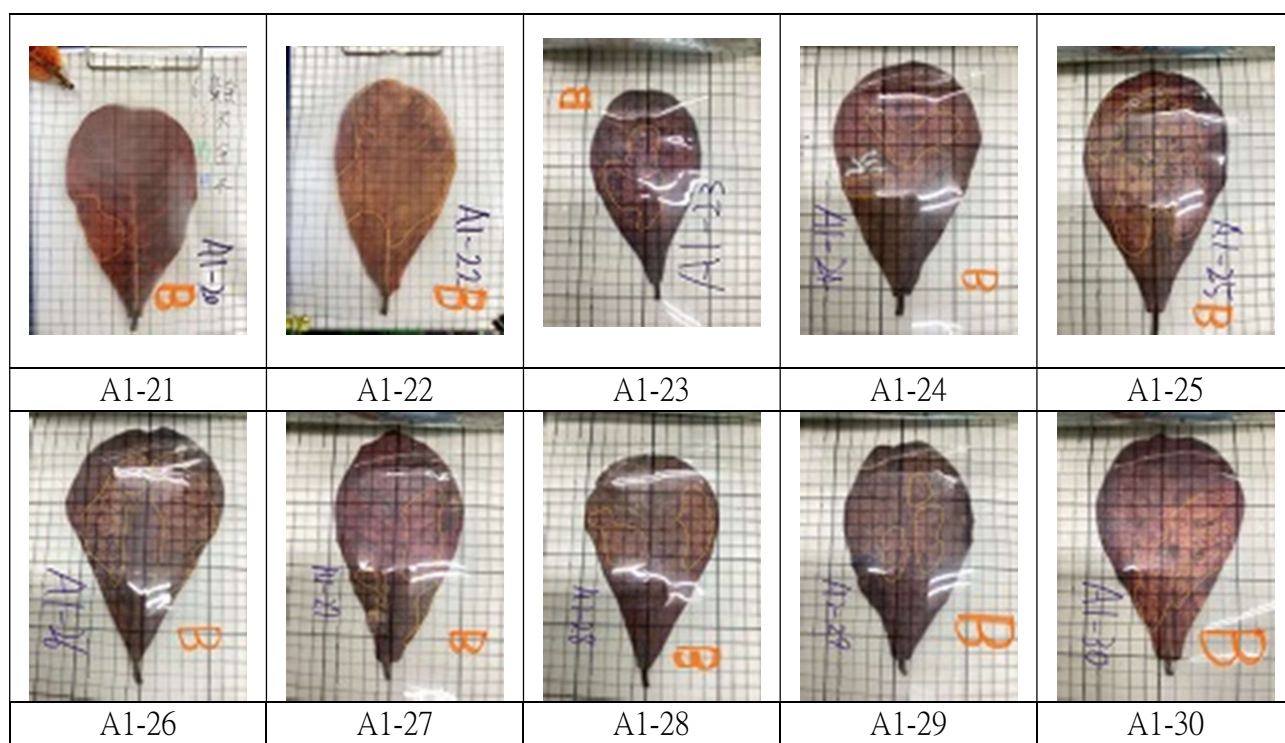


圖 3 A1 編號 21~30 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
A1-21	18	11	20	62	51	118.5	43.04%	1	
			45	45	67.5		56.96%	2	
A1-22	19	11	16	50	41	139	29.50%	1	
			79	38	98		70.50%	2	
A1-23	14	9	39	69	73.5	98.5	74.62%	1	
			13	24	25		25.38%	2	
A1-24	17	11	67	73	103.5	120	86.25%	1	
			5	23	16.5		13.75%	2	
A1-25	17	11	28	89	72.5	132	54.92%	1	
			35	49	59.5		45.08%	2	
A1-26	19	13	46	82	87	153.5	56.68%	1	
			40	53	66.5		43.32%	2	
A1-27	18	10	56	62	87	115	75.65%	1	
			12	32	28		24.35%	2	
A1-28	16	10	53	58	82	105.5	77.73%	1	
			10	27	23.5		22.27%	2	
A1-29	17	10	53	70	88	109	80.73%	1	
			7	28	21		19.27%	2	
A1-30	15	10	43	59	72.5	102	71.08%	1	
			14	31	29.5		28.92%	2	

表 3 A1 編號 21~30 測量結果

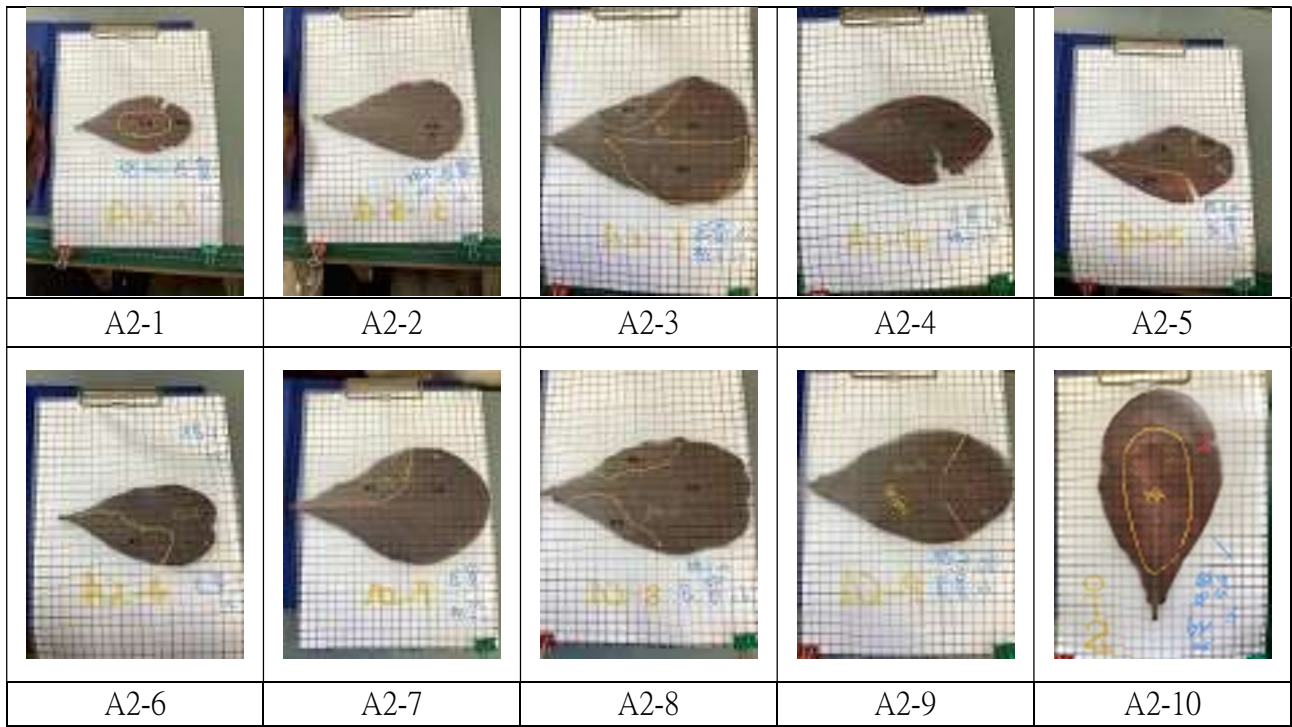


圖 4 A2 編號 1~10 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
A2-1	14	8	12	16	20	60.5	33.06%	1	
			23	35	40.5		66.94%	2	
A2-2	16	10	84	39	103.5	103.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
A2-3	20	13	49	23	60.5	144.5	41.87%	1	
			57	54	84		58.13%	2	
A2-4	18	9	0	41	20.5	98	20.92%	1	
			61	33	77.5		79.08%	2	
A2-5	17	9	43	43	64.5	95.5	67.54%	1	
			17	28	31		32.46%	2	
A2-6	15	8	38	24	50	82.5	60.61%	1	
			20	25	32.5		39.39%	2	
A2-7	21	13	113	52	139	177	78.53%	1	
			25	26	38		21.47%	2	
A2-8	20	12	39	21	49.5	85	58.24%	1	
			21	29	35.5		41.76%	2	
A2-9	20	12	39	21	49.5	154	32.14%	1	
			90	29	104.5		67.86%	2	
A2-10	22	12	56	49	80.5	150	53.67%	1	
			54	31	69.5		46.33%	2	

表 4 A2 編號 1~10 測量結果

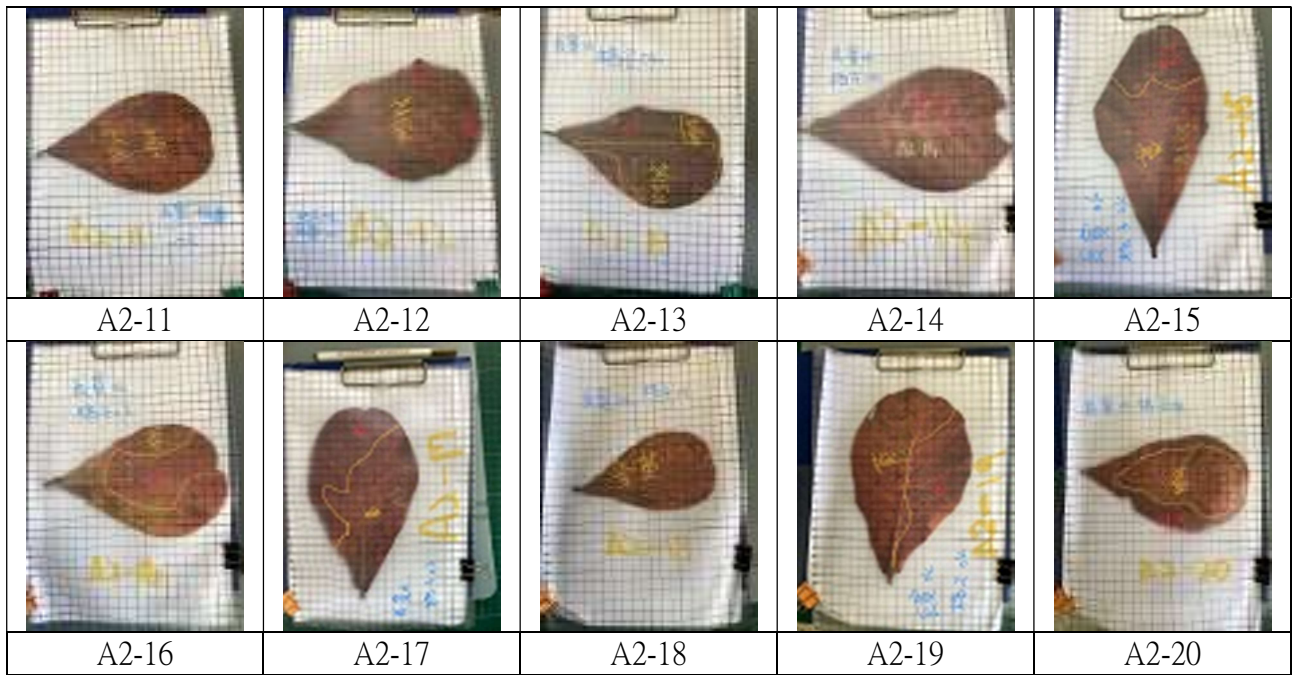


圖 5 A2 編號 11~20 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
A2-11	16	10	95	37	113.5	113.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
A2-12	19	13	26	50	51	158.5	32.18%	1	
			83	49	107.5		67.82%	2	
A2-13	16	10	30	22	41	107.5	38.14%	1	
			53	27	66.5		61.86%	2	
A2-14	18	14	63	35	80.5	80.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
A2-15	23	12	34	29	48.5	166.5	29.13%	1	
			93	50	118		70.87%	2	
A2-16	17	12	39	28	53	140	37.86%	1	
			55	64	87		62.14%	2	
A2-17	21	12	48	47	71.5	178.5	40.06%	1	
			80	54	107		59.94%	2	
A2-18	14	9	63	35	80.5	80.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
A2-19	20	13	50	64	82	190.5	43.04%	1	
			85	47	108.5		56.96%	2	
A2-20	16	10	15	46	38	104.5	36.36%	1	
			51	31	66.5		63.64%	2	

表 5 A2 編號 11~20 測量結果

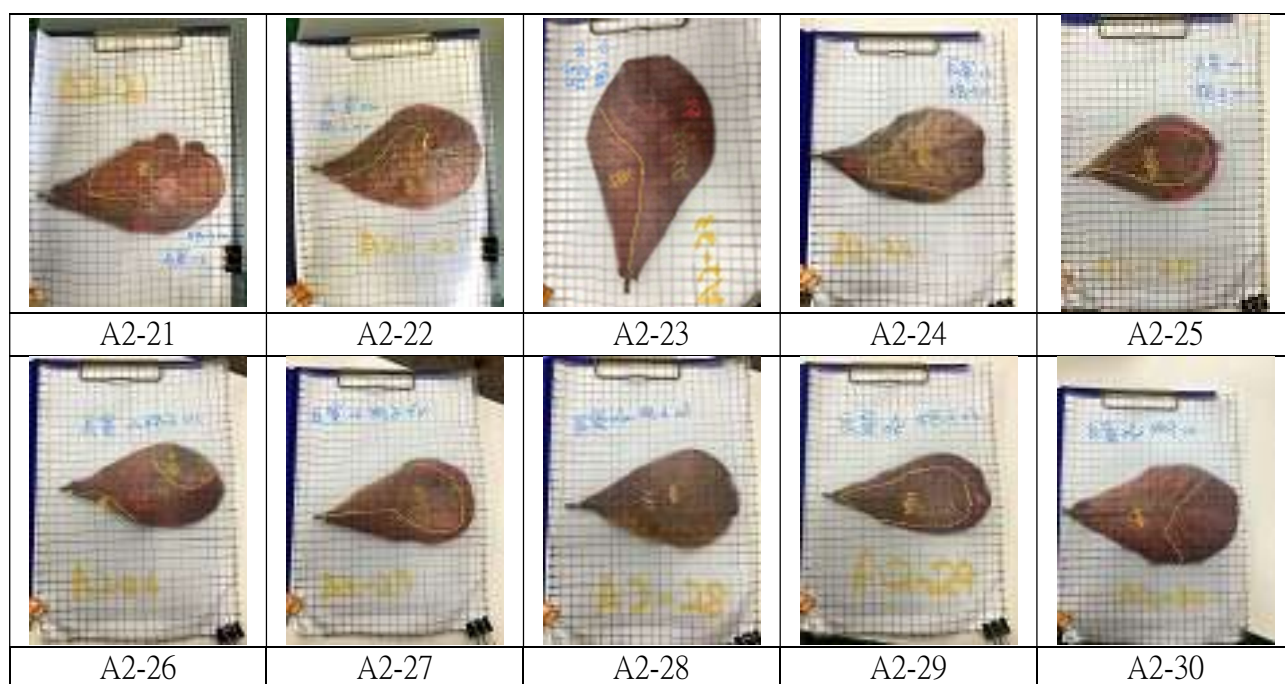


圖 6 A2 編號 21~30 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
A2-21	17	10	34	50	59	111	53.15%	1	
			38	28	52		46.85%	2	
A2-22	17	12	27	41	47.5	123	38.62%	1	
			56	39	75.5		61.38%	2	
A2-23	20	12	90	46	113	156	72.44%	1	
			28	30	43		27.56%	2	
A2-24	17	11	21	48	45	126.5	35.57%	1	
			63	37	81.5		64.43%	2	
A2-25	13	9	7	34	24	71	33.80%	1	
			34	26	47		66.20%	2	
A2-26	16	10	50	42	71	95	74.74%	1	
			15	18	24		25.26%	2	
A2-27	18	9	13	35	30.5	98.5	30.96%	1	
			53	30	68		69.04%	2	
A2-28	16	11	90	38	109	109	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
A2-29	17	9	10	56	38	99.5	38.19%	1	
			45	33	61.5		61.81%	2	
A2-30	20	12	45	26	58	134	43.28%	1	
			76	0	76		56.72%	2	

表 6 A2 編號 21~30 測量結果

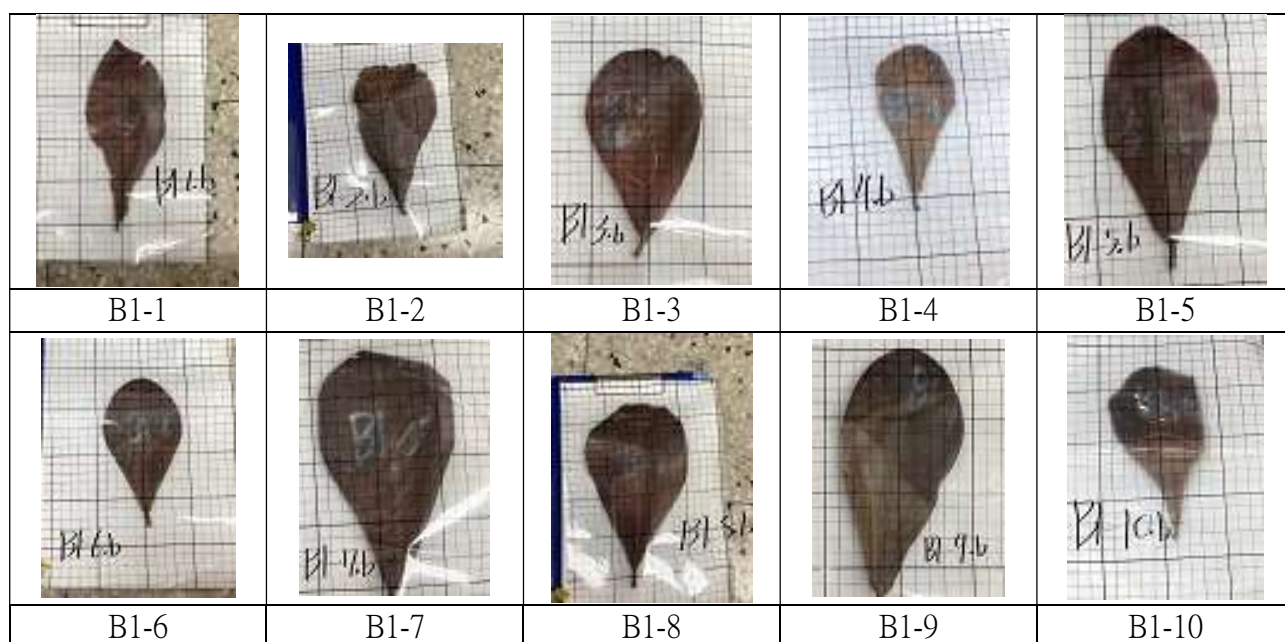


圖 7 B1 編號 1~10 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
B1-1	21	9.1	98	46	121	123.5	97.98%	1	
			0	5	2.5		2.02%	2	
B1-2	20.5	11.9	101	34	118	142	83.10%	1	
			15	18	24		16.90%	2	
B1-3	16.5	9.7	80	40	100	111	90.09%	1	
			5	12	11		9.91%	2	
B1-4	12.5	10.5	18	17	26.5	55.5	47.75%	1	
			19	20	29		52.25%	2	
B1-5	15.8	8.4	68	32	84	86.5	97.11%	1	
			1	3	2.5		2.89%	2	
B1-6	14.5	8.6	35	24	47	73	64.38%	1	
			15	22	26		35.62%	2	
B1-7	18.3	10.6	111	44	133	134	99.25%	1	
			0	2	1		0.75%	2	
B1-8	13.3	20.6	162	59	191.5	194	98.71%	1	
			0	5	2.5		1.29%	2	
B1-9	16	8	61	56	89	99	89.90%	1	
			3	14	10		10.10%	2	
B1-10	14.9	9	36	19	45.5	66.5	68.42%	1	
			11	20	21		31.58%	2	

表 7 B1 編號 1~10 測量結果

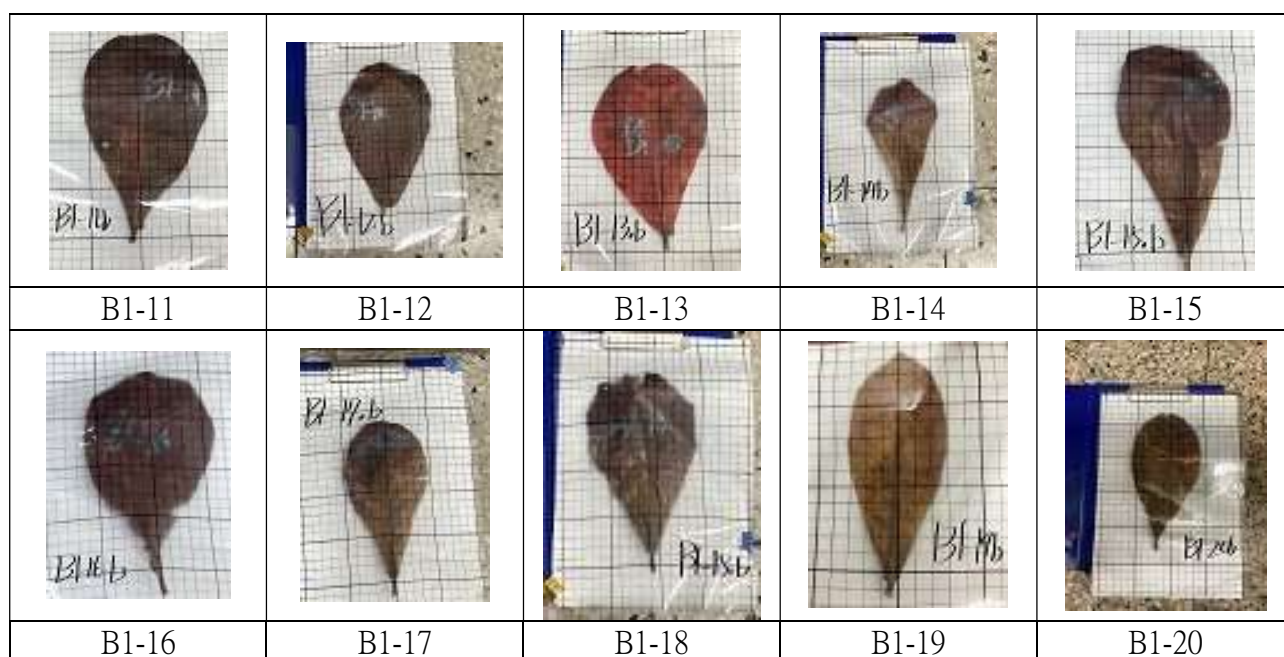


圖 8 B1 編號 11~20 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
B1-11	20.5	12	122	35	139.5	143	97.55%	1	
			0	7	3.5		2.45%	2	
B1-12	20	11.9	12	17	20.5	160.5	12.77%	1	
			116	48	140		87.23%	2	
B1-13	18.7	13	124	44	146	154.5	94.50%	1	
			0	17	8.5		5.50%	2	
B1-14	20	10	40	15	47.5	97.5	48.72%	1	
			33	34	50		51.28%	2	
B1-15	20.6	10.9	69	30	84	129.5	64.86%	1	
			29	33	45.5		35.14%	2	
B1-16	20	12	115	44	137	137	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B1-17	18.7	10	46	18	55	98.5	55.84%	1	
			26	35	43.5		44.16%	2	
B1-18	21.1	12	101	41	121.5	139.5	87.10%	1	
			10	16	18		12.90%	2	
B1-19	14.4	6.1	1	4	3	55	5.45%	1	
			41	22	52		94.55%	2	
B1-20	19	10	33	13	39.5	117	33.76%	1	
			57	41	77.5		66.24%	2	

表 8 B1 編號 11~20 測量結果

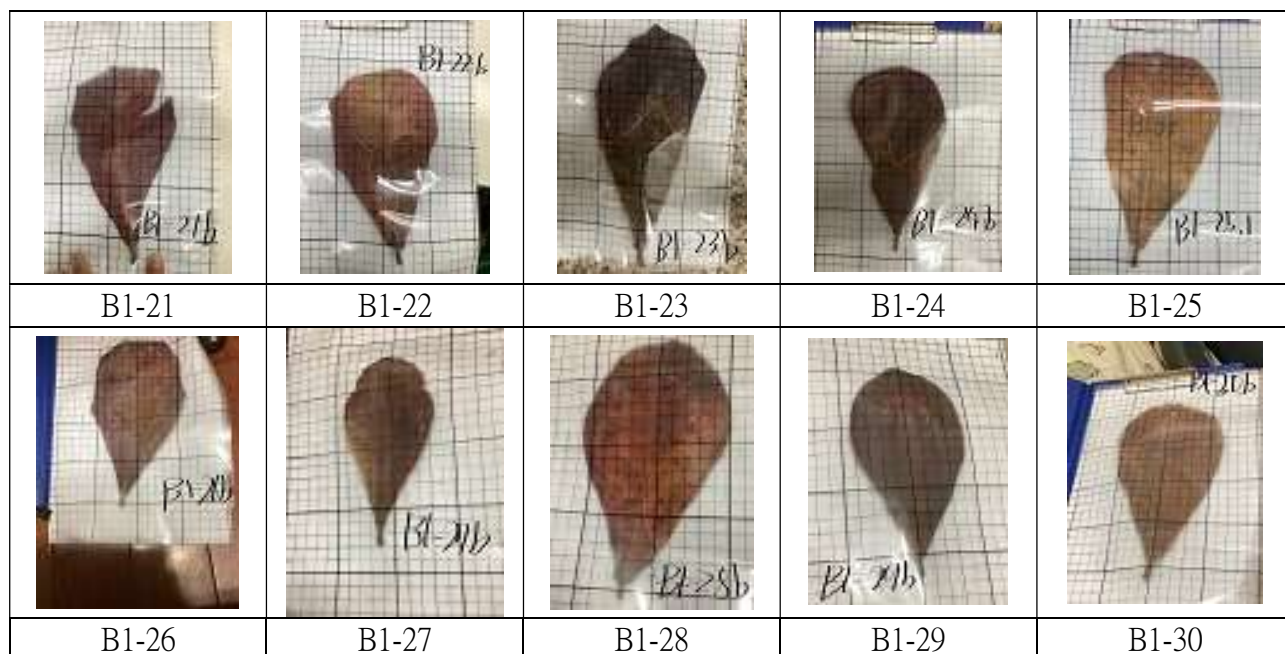


圖 9 B1 編號 21~30 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
B1-21	19.1	11.7	96	79	135.5	135.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B1-22	20	13	47	36	65	134	48.51%	1	
			51	36	69		51.49%	2	
B1-23	25	13	81	28	95	169.5	56.05%	1	
			57	35	74.5		43.95%	2	
B1-24	18	10.5	59	17	67.5	112	60.27%	1	
			33	23	44.5		39.73%	2	
B1-25	21	13	40	18	49	179	27.37%	1	
			112	36	130		72.63%	2	
B1-26	20	12.6	98	45	120.5	138	87.32%	1	
			12	11	17.5		12.68%	2	
B1-27	14.5	7.8	42	25	54.5	61.5	88.62%	1	
			1	12	7		11.38%	2	
B1-28	17.8	10.9	73	27	86.5	107.5	80.47%	1	
			12	18	21		19.53%	2	
B1-29	16.3	9.3	78	36	96	96	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B1-30	22	12.8	1	5	3.5	156.5	2.24%	1	
			133	40	153		97.76%	2	

表 9 B1 編號 21~30 測量結果

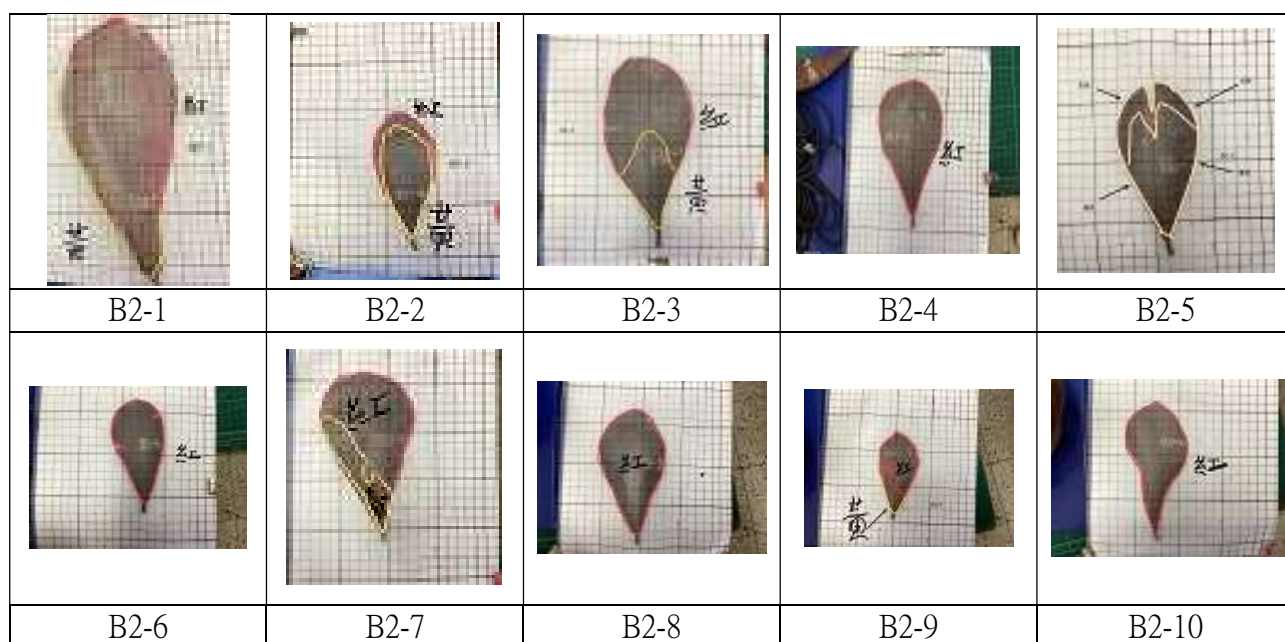


圖 10 B2 編號 1~10 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
B2-1	27	12	39	27	52.5	201	26.12%	1	
			122	53	148.5		73.88%	2	
B2-2	6	12	1	22	12	50.5	23.76%	1	
			27	23	38.5		76.24%	2	
B2-3	16	8	47	34	64	90	71.11%	1	
			17	18	26		28.89%	2	
B2-4	16	9	81	30	96	96	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B2-5	13	7	6	15	13.5	53	25.47%	1	
			28	23	39.5		74.53%	2	
B2-6	13	6	34	30	49	49	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B2-7	16	10	49	30	64	88.5	72.32%	1	
			11	27	24.5		27.68%	2	
B2-8	20	8	61	31	76.5	76.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B2-9	12	5	3	14	10	37.5	26.67%	1	
			18	19	27.5		73.33%	2	
B2-10	15	7	39	28	53	53	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	

表 10 B2 編號 1~10 測量結果

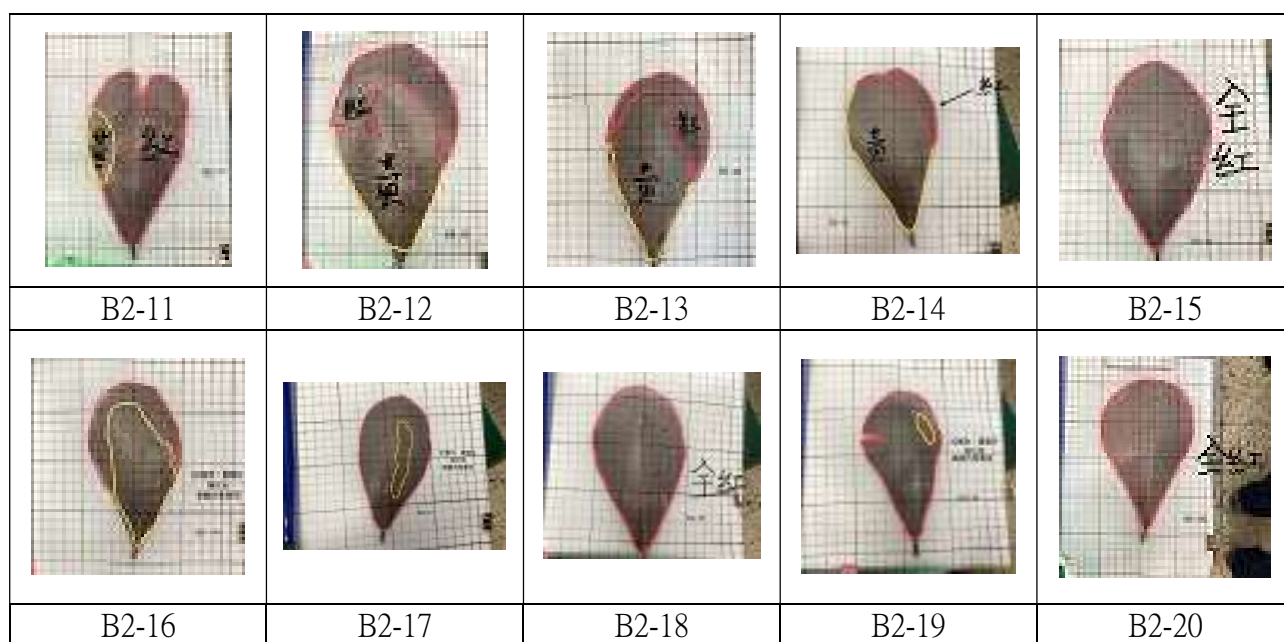


圖 11 B2 編號 11~20 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
B2-11	19	11	101	44	123	139	88.49%	1	
			8	16	16		11.51%	2	
B2-12	25	15	66	49	90.5	241	37.55%	1	
			127	47	150.5		62.45%	2	
B2-13	17	9	15	23	26.5	96.5	27.46%	1	
			55	30	70		72.54%	2	
B2-14	17	9	4	23	15.5	100	15.50%	1	
			66	37	84.5		84.50%	2	
B2-15	19	11	114	40	134	134	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B2-16	16	9	16	29	30.5	87.5	34.86%	1	
			42	30	57		65.14%	2	
B2-17	15	8	55	15	62.5	73	85.62%	1	
			3	15	10.5		14.38%	2	
B2-18	17	10	92	35	109.5	109.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B2-19	11	8	52	41	72.5	72.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	
B2-20	20	12	119	43	140.5	140.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	

表 11 B2 編號 11~20 測量結果

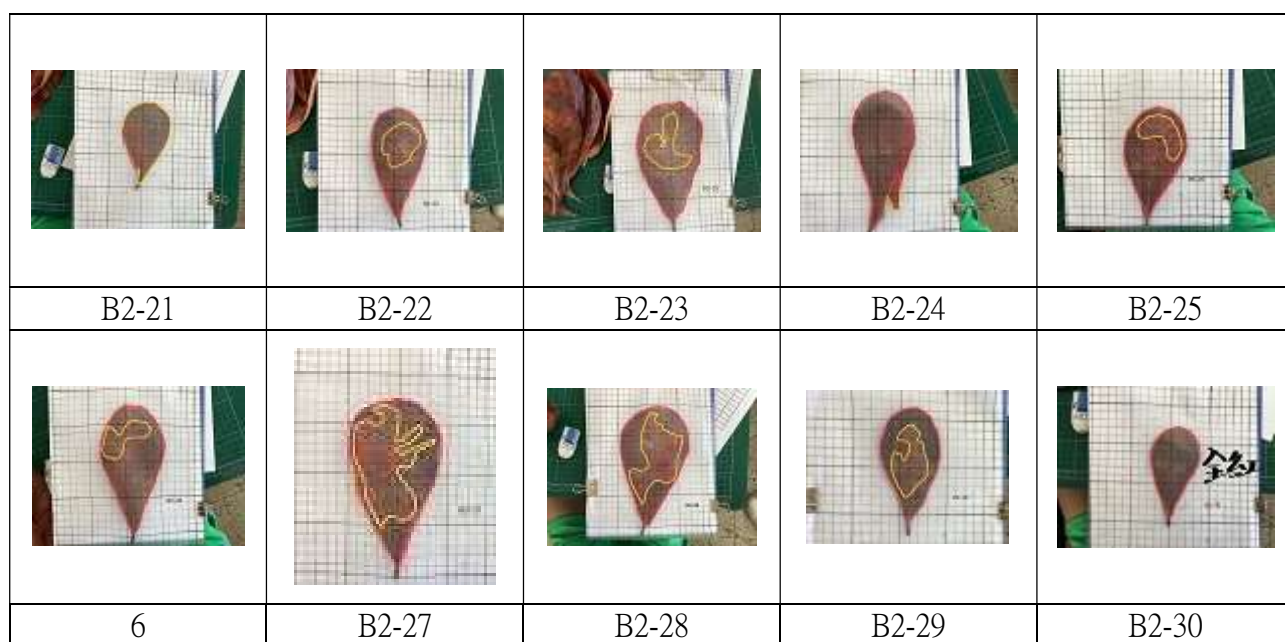


圖 12 B2 編號 21~30 葉片照

項目 編號	葉長 (cm)	葉寬 (cm)	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分 1 紅色.2 黃色	備註
B2-21	13	8	4	13	10.5	57.5	18.26%	1	
			32	30	47		81.74%	2	
B2-22	15	7	21	31	36.5	62.5	58.40%	1	
			17	18	26		41.60%	2	
B2-23	21	12	63	80	103	155.5	66.24%	1	
			31	43	52.5		33.76%	2	
B2-24	18	8	63	41	83.5	88.5	94.35%	1	
			3	4	5		5.65%	2	
B2-25	14	8	31	40	51	67	76.12%	1	
			9	14	16		23.88%	2	
B2-26	17	9	54	53	80.5	96.5	83.42%	1	
			7	18	16		16.58%	2	
B2-27	17	9	18	61	48.5	86.5	56.07%	1	
			21	34	38		43.93%	2	
B2-28	19	12	48	62	79	131	60.31%	1	
			28	48	52		39.69%	2	
B2-29	12	6	11	36	29	45.5	63.74%	1	
			6	21	16.5		36.26%	2	
B2-30	11	7	32	21	42.5	42.5	100.00%	1	
			0	0	0		0.00%	2	

表 12 B2 編號 21~30 測量結果

研究問題二、從多量採樣落葉中計算出顏色比例之平均值。
作法：

- (一) 將上述(研究問題一)其中步驟五的數據資料，從各組落葉數據之中計算出顏色比例之平均值，並記錄在設計好的表格中(如表 13、14、、、、、24)
- (二) 利用 Excel 軟體，繪製上述步驟(一)數據之圖形(如圖 13、14、、、、、24)，方便觀察與比較。

分別紀錄如下：

編號	紅色	黃色
A1-1	91.10%	8.90%
A1-2	86.46%	13.54%
A1-3	94.10%	5.90%
A1-4	94.12%	5.88%
A1-5	94.85%	5.15%
A1-6	92.92%	7.08%
A1-7	93.19%	6.81%
A1-8	73.80%	26.20%
A1-9	86.94%	13.06%
A1-10	93.75%	6.25%
組平均	90.12%	9.88%

表 13 A1(1-10)顏色百分比

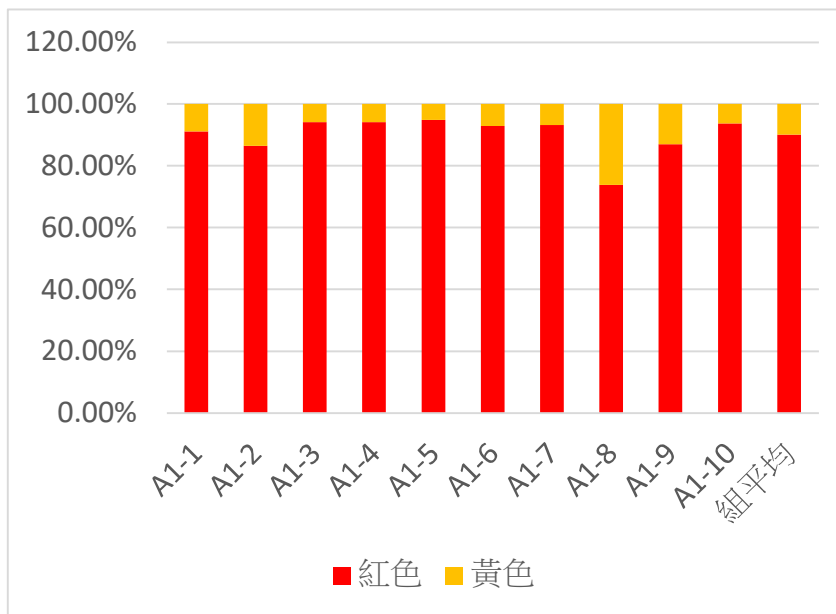


圖 13 A1 編號 1~10 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
A1-11	92.42%	7.58%
A1-12	93.72%	6.28%
A1-13	93.02%	6.98%
A1-14	84.95%	15.05%
A1-15	60.37%	39.63%
A1-16	83.66%	16.34%
A1-17	42.36%	57.64%
A1-18	28.37%	71.63%
A1-19	23.53%	76.47%
A1-20	10.16%	89.84%
組平均	61.26%	38.74%

表 14 A1(11-20)顏色百分比

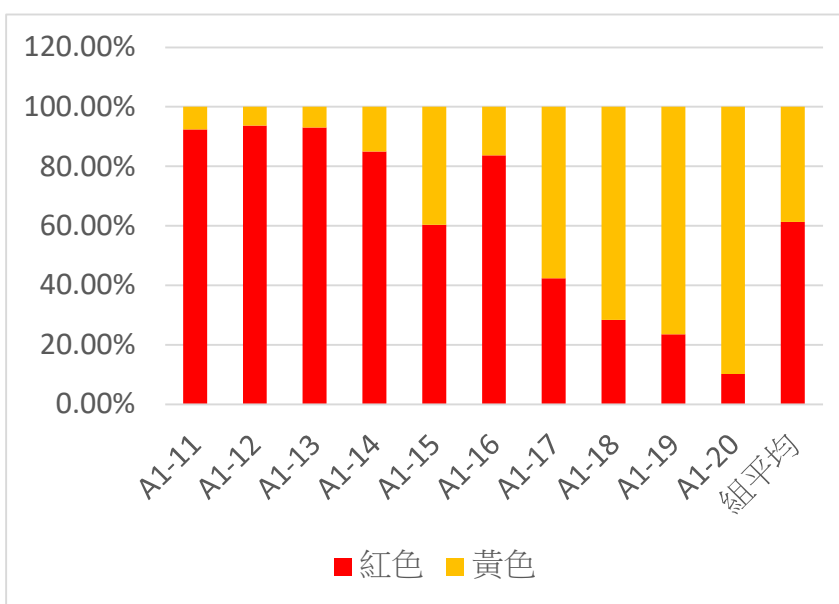


圖 14 A1 編號 11~20 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
A1-21	43.04%	56.96%
A1-22	29.50%	70.50%
A1-23	74.62%	25.38%
A1-24	86.25%	13.75%
A1-25	54.92%	45.08%
A1-26	56.68%	43.32%
A1-27	75.65%	24.35%
A1-28	77.73%	22.27%
A1-29	80.73%	19.27%
A1-30	71.08%	28.92%
組平均	65.02%	34.98%

表 15 A1(21-30)顏色百分比

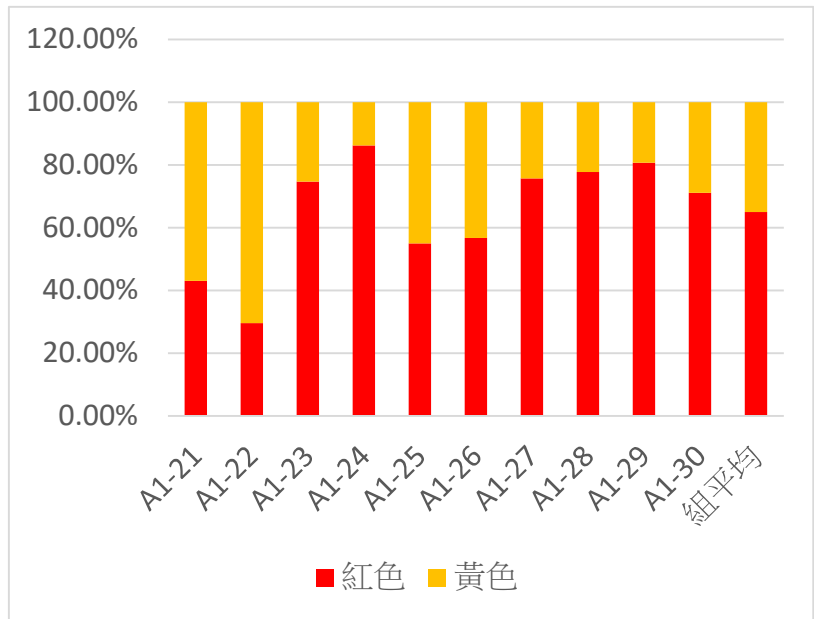


圖 15 A1 編號 21~30 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
A2-1	33.06%	66.94%
A2-2	100.00%	0.00%
A2-3	41.87%	58.13%
A2-4	20.92%	79.08%
A2-5	67.54%	32.46%
A2-6	60.61%	39.39%
A2-7	78.53%	21.47%
A2-8	58.24%	41.76%
A2-9	32.14%	67.86%
A2-10	53.67%	46.33%
組平均	54.66%	45.34%

表 16 A2(1-10)顏色百分比

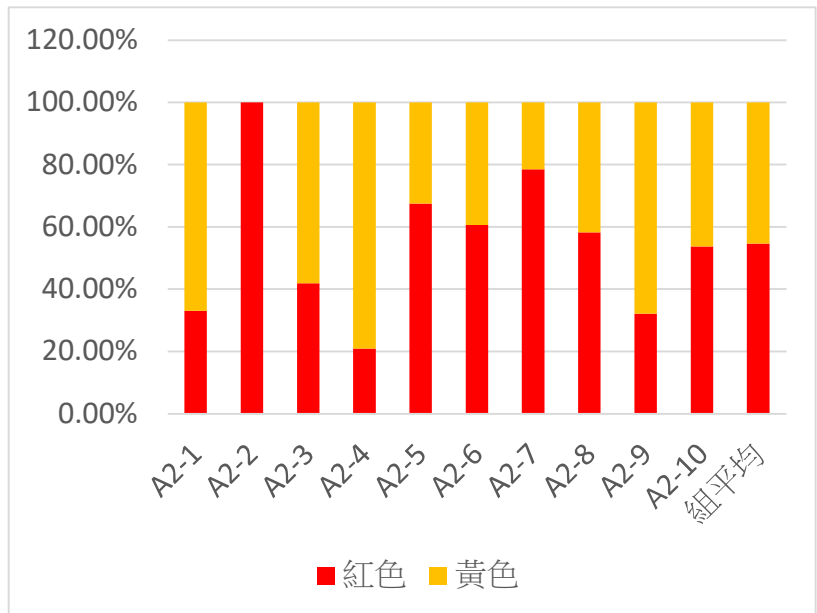


圖 16 A2 編號 1~10 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
A2-11	100.00%	0.00%
A2-12	32.18%	67.82%
A2-13	38.14%	61.86%
A2-14	100.00%	0.00%
A2-15	29.13%	70.87%
A2-16	37.86%	62.14%
A2-17	40.06%	59.94%
A2-18	100.00%	0.00%
A2-19	43.04%	56.96%
A2-20	36.36%	63.64%
組平均	55.68%	44.32%

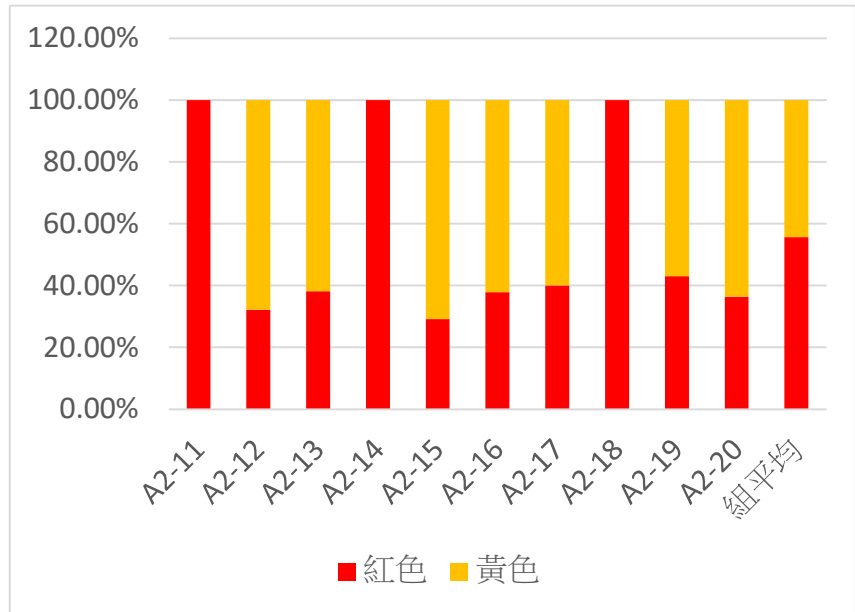


表 17 A2(11-20)顏色百分比

圖 17 A2 編號 11~20 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
A2-21	53.15%	46.85%
A2-22	38.62%	61.38%
A2-23	72.44%	27.56%
A2-24	35.57%	64.43%
A2-25	33.80%	66.20%
A2-26	74.74%	25.26%
A2-27	30.96%	69.04%
A2-28	100.00%	0.00%
A2-29	38.19%	61.81%
A2-30	43.28%	56.72%
組平均	52.08%	47.92%

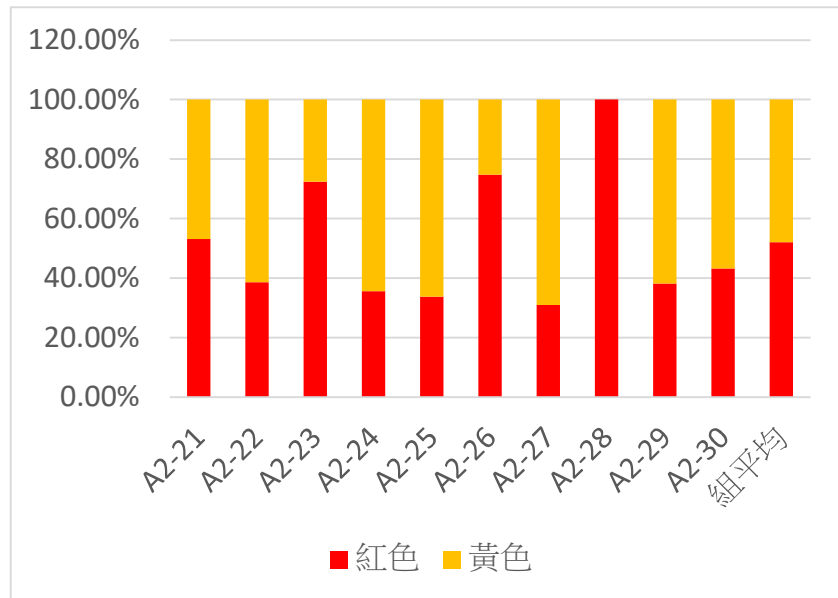


表 18 A2(21-30)顏色百分比

圖 18 A2 編號 21~30 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
B1-1	97.98%	2.02%
B1-2	83.10%	16.90%
B1-3	90.09%	9.91%
B1-4	47.75%	52.25%
B1-5	97.11%	2.89%
B1-6	64.38%	35.62%
B1-7	99.25%	0.75%
B1-8	98.71%	1.29%
B1-9	89.90%	10.10%
B1-10	68.42%	31.58%
組平均	83.67%	16.33%

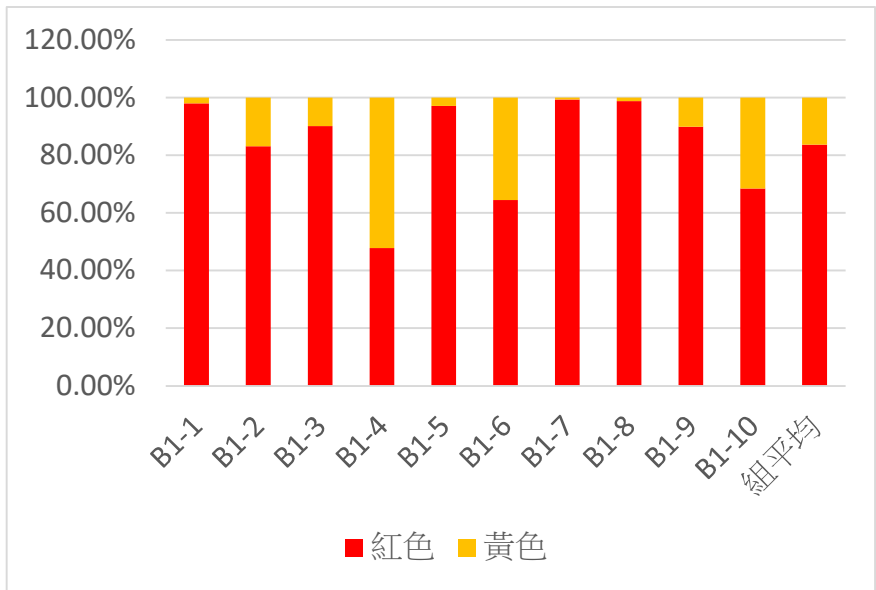


表 19 B1(1-10)顏色百分比

圖 19 B1 編號 1~10 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
B1-11	97.55%	2.45%
B1-12	12.77%	87.23%
B1-13	94.50%	5.50%
B1-14	48.72%	51.28%
B1-15	64.86%	35.14%
B1-16	100.00%	0.00%
B1-17	55.84%	44.16%
B1-18	87.10%	12.90%
B1-19	5.45%	94.55%
B1-20	33.76%	66.24%
組平均	60.06%	39.94%

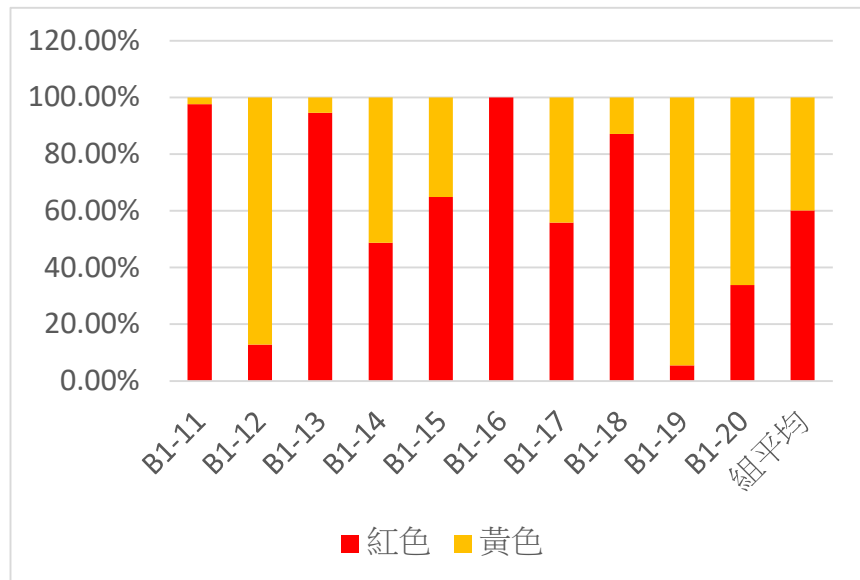


表 20 B1(11-20)顏色百分比

圖 20 B1 編號 11~20 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
B1-21	100.00%	0.00%
B1-22	48.51%	51.49%
B1-23	56.05%	43.95%
B1-24	60.27%	39.73%
B1-25	27.37%	72.63%
B1-26	87.32%	12.68%
B1-27	88.62%	11.38%
B1-28	80.47%	19.53%
B1-29	100.00%	0.00%
B1-30	2.24%	97.76%
組平均	65.08%	34.92%

表 21 B1(21-30)顏色百分比

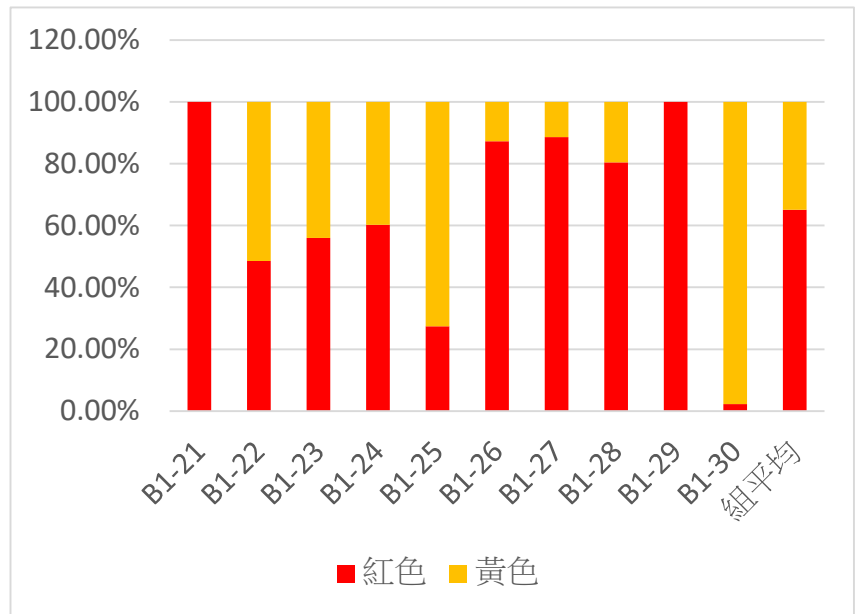


圖 21 B1 編號 21~30 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
B2-1	26.12%	73.88%
B2-2	23.76%	76.24%
B2-3	71.11%	28.89%
B2-4	100.00%	0.00%
B2-5	25.47%	74.53%
B2-6	100.00%	0.00%
B2-7	72.32%	27.68%
B2-8	100.00%	0.00%
B2-9	26.67%	73.33%
B2-10	100.00%	0.00%
組平均	64.54%	35.46%

表 22 B2(1-10)顏色百分比

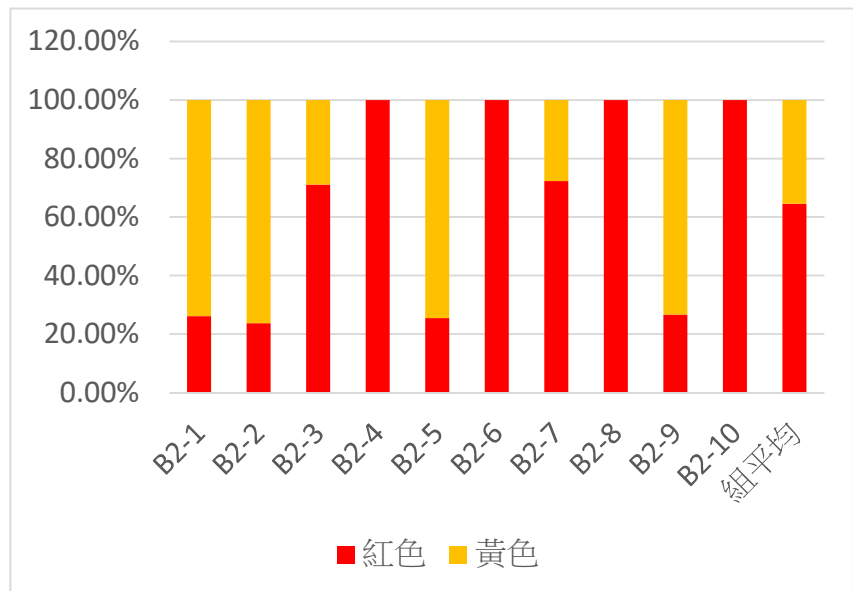


圖 22 B2 編號 1~10 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
B2-11	88.49%	11.51%
B2-12	37.55%	62.45%
B2-13	27.46%	72.54%
B2-14	15.50%	84.50%
B2-15	100.00%	0.00%
B2-16	34.86%	65.14%
B2-17	85.62%	14.38%
B2-18	100.00%	0.00%
B2-19	100.00%	0.00%
B2-20	100.00%	0.00%
組平均	68.95%	31.05%

表 23 B2(11-20)顏色百分比

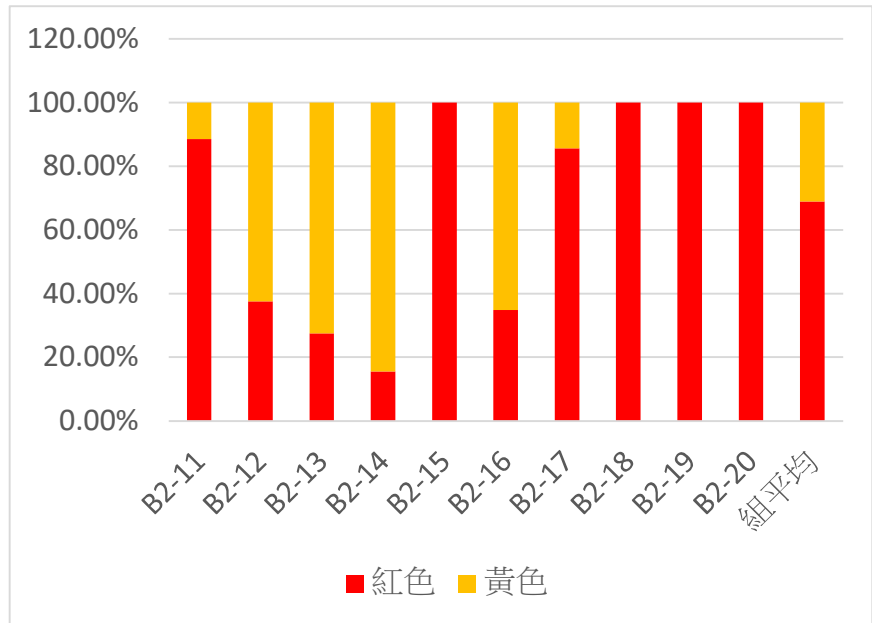


圖 23 B2 編號 11~20 顏色百分率圖

編號	紅色	黃色
B2-21	18.26%	81.74%
B2-22	58.40%	41.60%
B2-23	66.24%	33.76%
B2-24	94.35%	5.65%
B2-25	76.12%	23.88%
B2-26	83.42%	16.58%
B2-27	56.07%	43.93%
B2-28	60.31%	39.69%
B2-29	63.74%	36.26%
B2-30	100.00%	0.00%
組平均	67.69%	32.31%

表 24 B2(21-30)顏色百分比

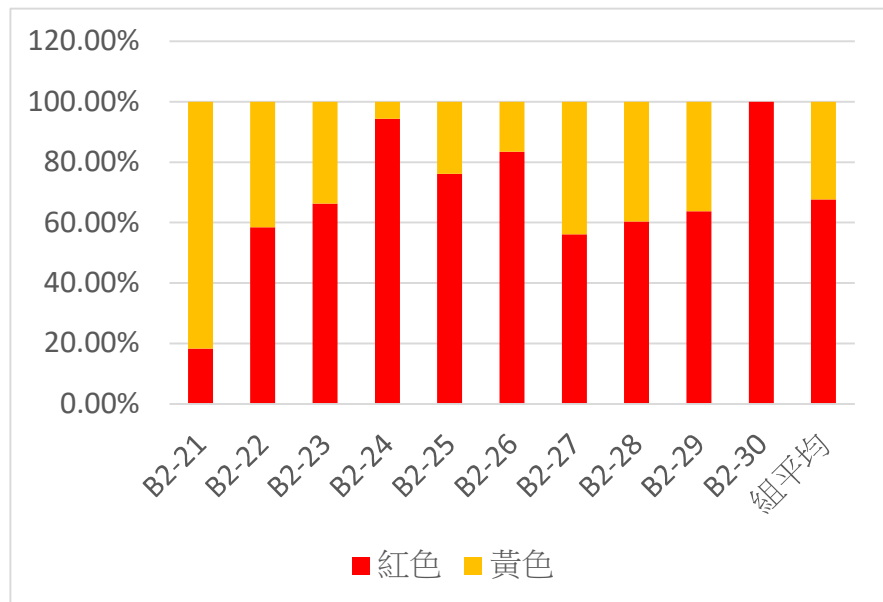


圖 24 B2 編號 21~30 顏色百分率圖

分別紀錄如下：



圖 25 A 樹三天的紀錄照

項目 編號	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分		備註
						1 紅色.2 黃色		
A1	0	64	32	37	86.49%	1		
		10	5		13.51%	2		
A2	0	41	20.5	24	85.42%	1		
	0	7	3.5		14.58%	2		
B1	1	81	41.5	45	92.22%	1		
	0	7	3.5		7.78%	2		
B2	0	85	42.5	47.5	89.47%	1		
	0	10	5		10.53%	2		

表 25 A 樹俯看樹葉顏色估算表(第 1 天)

項目 編號	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分		備註
						1 紅色.2 黃色		
A1	0	50	25	31.5	79.37%	1		
	0	13	6.5		20.63%	2		
A2	0	63	31.5	38	82.89%	1		
	0	13	6.5		17.11%	2		
B1	0	49	24.5	30	81.67%	1		
	0	11	5.5		18.33%	2		
B2	1	82	42	42	100.00%	1		
	0	0	0		0.00%	2		

表 26 A 樹俯看樹葉顏色估算表(第 2 天)

項目 編號	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分		備註
						1 紅色.2 黃色		
A1	0	54	27	30.5	88.52%	1		
	0	7	3.5		11.48%	2		
A2	1	55	28.5	32	89.06%	1		
	0	7	3.5		10.94%	2		
B1	1	91	46.5	50	93.00%	1		
	0	7	3.5		7.00%	2		
B2	1	91	46.5	50	93.00%	1		
	0	7	3.5		7.00%	2		

表 27 A 樹俯看樹葉顏色估算表(第 3 天)



圖 26 B 樹三天的紀錄照

項目 編號	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分		備註
						1 紅色.2 黃色		
A1	0	37	18.5	21.5	86%	1		
	0	6	3		14%	2		
A2	0	34	17	20.5	83%	1		
	0	7	3.5		17%	2		
B1	1	35	18.5	20.5	90%	1		
	0	4	2		10%	2		
B2	2	28	16	19	84%	1		
	0	6	3		16%	2		

表 28 B 樹俯看樹葉顏色估算表(第 1 天)

項目 編號	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分		備註
						1 紅色.2 黃色		
A1	0	40	20	22	91%	1		
	0	4	2		9%	2		
A2	0	43	21.5	23.5	91%	1		
	0	4	2		9%	2		
B1	0	34	17	18.5	92%	1		
	0	3	1.5		8%	2		
B2	0	31	15.5	17.5	89%	1		
	0	4	2		11%	2		

表 29 B 樹俯看樹葉顏色估算表(第 2 天)

項目 編號	完整格數 (cm ²)	不完整格 數(cm ²)	估計面積 (cm ²)	葉子總 面積	顏色比例	顏色區分		備註
						1 紅色.2 黃色		
A1	0	57	28.5	34.5	83%	1		
	0	12	6		17%	2		
A2	0	53	26.5	32.5	82%	1		
	0	12	6		18%	2		
B1	0	34	17	22	77%	1		
	0	10	5		23%	2		
B2	0	33	16.5	21.5	77%	1		
	0	10	5		23%	2		

表 30 B 樹俯看樹葉顏色估算表(第 3 天)

組別	項目	第 1 天		第 2 天		第 3 天	
		落葉樣本平均 1	全樹 1	落葉樣本平均 2	全樹 2	落葉樣本平均 3	全樹 3
A	平均數	72%	88%	58%	86%	59%	91%
	標準差	25%	3%	31%	9%	21%	2%

表 31 三天落葉樣本顏色平均與 A 全樹比較

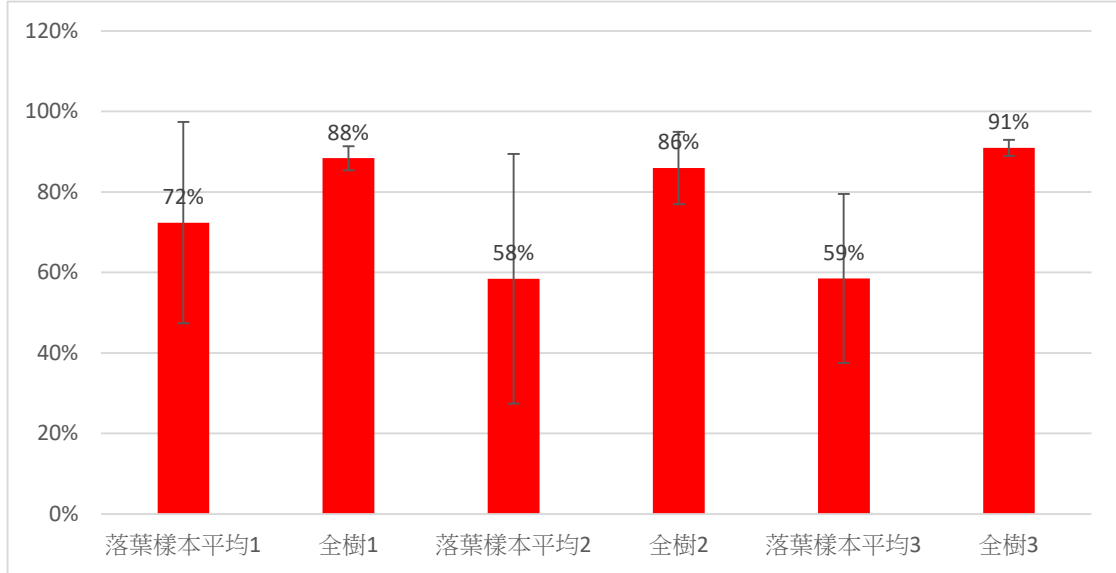


圖 26 A 樹三天落葉樣本與全樹顏色平均與比較

組別	項目	第 1 天		第 2 天		第 3 天	
		落葉樣本平均 1	全樹 1	落葉樣本平均 2	全樹 2	落葉樣本平均 3	全樹 3
B	平均數	74%	86%	65%	91%	66%	80%
	標準差	29%	3%	35%	1%	27%	3%

表 32 三天落葉樣本顏色平均與 B 全樹比較

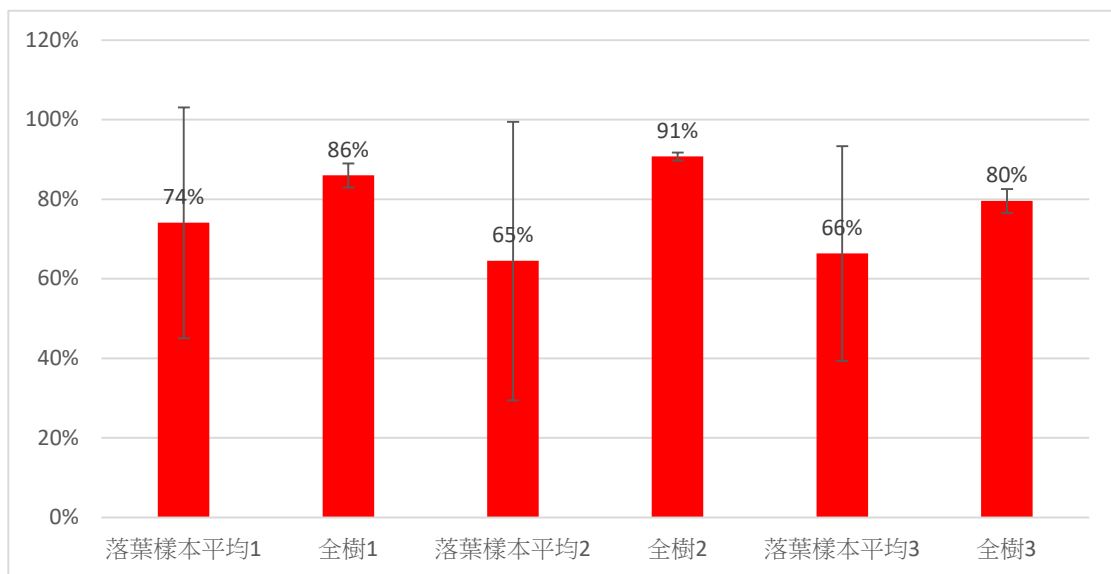







圖 27 B 樹三天落葉樣本與全樹顏色平均與比較

研究問題四、估算從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？

作法：

(一) 每天觀察並拍照，記錄 A、B 兩樹的落葉情形。以目測從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？

記錄如下：

A2/20		B2/20	
<p>樹上的葉子所剩不多，用每條枝幹所剩的葉片來算，中央上方的枝條多已掉光，只剩周遭仍有樹葉的枝條，以目測而言，約只剩下十幾二十來片，甚至部分枝條也已掉光。</p>		<p>整個樹上的葉子還剩不少，大約還有兩成，甚至還可以看見部份綠葉。從之前平時偶爾的觀察，這邊的植物澆水頻率比 A 樹那邊多，不知是否有影響？</p>	
A2/21		B2/21	
<p>枝條多已掉光，以目測而言，有葉枝條也只剩十幾片，甚至個位數。</p>		<p>葉子仍剩不少但顏色轉紅許多。</p>	
A2/22		B2/22	
<p>落葉幾乎都已掉光，只剩寥寥數十片，甚至部分枝條已長出嫩葉。</p>		<p>較紅的葉片掉落不少，但仍保持一成左右的葉片。</p>	
記錄 缺失	<p>因樣本不少，夥伴忙著整理，碰到 2/28 連假回來後，已是滿樹綠葉。</p>		記錄 缺失
A3/1		B3/1	
<p>滿樹皆為綠葉，且多數為大片樹葉，僅少數為剛長的嫩葉。</p>		<p>滿樹皆為綠葉，部分為大片樹葉，部份為剛長的嫩葉。</p>	

肆、研究結果

一、在（計算欖仁樹落葉顏色比例）的實驗中，因樣本數共計有 120 片，所以分成 12 小組我們發現：

- （一） 在 A1 編號 1~10 葉片中，葉片紅色比例最高為 95%，最低 75%，黃色比例最高 25%，最低 5%。
- （二） 在 A1 編號 11~20 葉片中，葉片紅色比例最高為 94%，最低 10%，黃色比例最高 90%，最低 6%。
- （三） 在 A1 編號 21~30 葉片中，葉片紅色比例最高為 86%，最低 29%，黃色比例最高 71%，最低 14%。
- （四） 在 A2 編號 1~10 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 21%，黃色比例最高 79%，最低 0%。
- （五） 在 A2 編號 11~20 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 29%，黃色比例最高 71%，最低 0%。
- （六） 在 A2 編號 21~30 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 31%，黃色比例最高 69%，最低 0%。
- （七） 在 B1 編號 1~10 葉片中，葉片紅色比例最高為 99%，最低 48%，黃色比例最高 52%，最低 1%。
- （八） 在 B1 編號 11~20 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 5%，黃色比例最高 95%，最低 0%。
- （九） 在 B1 編號 21~30 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 2%，黃色比例最高 98%，最低 0%。
- （十） 在 B2 編號 1~10 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 24%，黃色比例最高 76%，最低 0%。
- （十一） 在 B2 編號 11~20 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 16%，黃色比例最高 84%，最低 0%。
- （十二） 在 B2 編號 21~30 葉片中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 56%，黃色比例最高 44%，最低 0%。

二、在（從多量採樣落葉中計算出顏色比例之平均值）的實驗中，我們發現：

- （一）在 A1 編號 1~10 葉片中，葉片紅色平均值為 90%，黃色平均值為 10%。
- （二）在 A1 編號 11~20 葉片中，葉片紅色平均值為 61%，黃色平均值為 39%。
- （三）在 A1 編號 21~30 葉片中，葉片紅色平均值為 65%，黃色平均值為 35%。
- （四）在 A2 編號 1~10 葉片中，葉片紅色平均值為 55%，黃色平均值為 45%。
- （五）在 A2 編號 11~20 葉片中，葉片紅色平均值為 56%，黃色平均值為 44%。
- （六）在 A2 編號 21~30 葉片中，葉片紅色平均值為 52%，黃色平均值為 48%。
- （七）在 B1 編號 1~10 葉片中，葉片紅色平均值為 84%，黃色平均值為 16%。
- （八）在 B1 編號 11~20 葉片中，葉片紅色平均值為 60%，黃色平均值為 40%。
- （九）在 B1 編號 21~30 葉片中，葉片紅色平均值為 65%，黃色平均值為 35%。
- （十）在 B2 編號 1~10 葉片中，葉片紅色平均值為 65%，黃色平均值為 35%。
- （十一）在 B2 編號 11~20 葉片中，葉片紅色平均值為 69%，黃色平均值為 31%。
- （十二）在 B2 編號 21~30 葉片中，葉片紅色平均值為 68%，黃色平均值為 32%。

三、在（從採樣落葉顏色比例之平均值與整顆樹葉的顏色比例做比較）的實驗中，我們發現：

- （一）A 樹全樹在夥伴四人分別計算下，第 1 天葉片紅色比例最高為 92%，最低 85%，黃色比例最高 15%，最低 8%，紅色平均值為 88%，黃色平均值為 12%。而第 1 天編號 A1(1-10)加上編號 A2(1-10)共 20 片，同屬第 1 天 A 樹的樣本，其紅色平均值為 72%，明顯低於 88%。
- （二）A 樹全樹在夥伴四人分別計算下，第 2 天葉片紅色比例最高為 100%，最低 79%，黃色比例最高 21%，最低 0%，紅色平均值為 86%，黃色平均值為 14%。而第 2 天編號 A1(11-20)加上編號 A2(11-20)共 20 片，同屬第 2 天 A 樹的樣本，其紅色平均值為 58%，明顯低於 86%甚多。
- （三）A 樹全樹在夥伴四人分別計算下，第 3 天葉片紅色比例最高為 93%，最低 89%，黃色比例最高 11%，最低 7%，紅色平均值為 91%，黃色平均值為 9%。而第 3 天編號 A1(21-30)加上編號 A2(21-30)共 20 片，同屬第 3 天 A 樹的樣本，其紅色平均值為 59%，更明顯低於 91%甚多。

(四) B 樹全樹在夥伴四人分別計算下，第 1 天葉片紅色比例最高為 90%，最低 83%，黃色比例最高 17%，最低 10%，紅色平均值為 86%，黃色平均值為 14%。而第 1 天編號 B1(1-10)加上編號 A2(1-10)共 20 片，同屬第 1 天 B 樹的樣本，其紅色平均值為 74%，明顯低於 86%

(五) B 樹全樹在夥伴四人分別計算下，第 2 天葉片紅色比例最高為 92%，最低 89%，黃色比例最高 11%，最低 8%，紅色平均值為 91%，黃色平均值為 9%。而第 2 天編號 B1(11-20)加上編號 B2(11-20)共 20 片，同屬第 2 天 B 樹的樣本，其紅色平均值為 65%，明顯低於 91%甚多。

(六) B 樹全樹在夥伴四人分別計算下，第 3 天葉片紅色比例最高為 83%，最低 77%，黃色比例最高 23%，最低 17%，紅色平均值為 80%，黃色平均值為 20%。而第 3 天編號 B1(21-30)加上編號 B2(21-30)共 20 片，同屬第 3 天 B 樹的樣本，其紅色平均值為 66%，明顯低於 80%。

四、在（估算從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？）的實驗中，我們發現：

(一) A 樹從 2/20 記錄大量落葉開始，到 2/23 落葉只剩寥寥無幾的葉片。接著 5 天沒有拍照記錄，直到 3/1 已經滿樹綠葉。且多數為大片樹葉，僅少數為剛長的嫩葉。

(二) B 樹從 2/20 記錄大量落葉開始，到 2/23 仍保持一成左右的葉片。接著 5 天沒有拍照記錄，直到 3/1 已經滿樹綠葉。部分為大片樹葉，部份為剛長的嫩葉。

伍、討論

一、在（計算欖仁樹落葉顏色比例）的實驗中，因樣本數共計有 120 片，所以分成 12 小組。同屬 A 樹的 6 組資料中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 10%，黃色比例最高 90%，最低 0%。同屬 B 樹的 6 組資料中，葉片紅色比例最高為 100%，最低 5%，黃色比例最高 95%，最低 0%。從每片葉子的顏色比例情形，可以判斷分布的範圍較廣，找不出較多接近的比例可以判斷落葉的情形。

二、在（從多量採樣落葉中計算出顏色比例之平均值）的實驗中，同屬 A 樹的 6 組資料中，葉片紅色比例平均值最高為 90%，最低 52%，黃色比例平均值最高 48%，最低 10%。但其中有三組紅色比例的平均值為 52%、55%、56%，另兩組為 61%、65%，有集中的現象。同屬 B 樹的 6 組資料中，葉片紅色比例平均值最高為 84%，最低 60%，黃色比例平均值最高 40%，最低 16%。但其中有五組紅色比例的平均值為 60%、65%、65%、68%、69%，也有集中的現象。

三、在（從採樣落葉顏色比例之平均值與整顆樹葉的顏色比例做比較）的實驗中，將所有

A 樹三天的落葉分別與三天整顆樹葉的平均顏色比例，三天落葉的紅色比例平均值，均低於三天整顆樹葉的紅色比例平均值，而且相差不少。討論其可能原因，單一全樹的照片，在平板的螢幕上要數清楚紅黃兩種顏色的格子數，誤差真的很大。B 樹的情形也是如此。討論其原因，可能是樹葉的紅黃比例，均由夥伴一片一片實物用透明方格片計算而得，而整顆樹葉的顏色比例卻只是平板上的照片，雖也是經由透明方格片數出，但照片中樹葉的間隙與葉片的比例太小，無形中增大了誤差的產生。夥伴打趣說，若有照片顏色的辨識軟體就可以輕鬆解決這個問題。

四、在（估算從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？）的實驗中，A 樹從 2/20 紀錄大量落葉，到幾乎完全掉光才 3 天時間，而 3/1 號照片顯示已完全長出了大片綠葉。而 B 樹 2/20 紀錄起，到 2/22 的 3 天中雖然沒完全掉光，但 3/1 號照片顯示也已完全長出了大片綠葉。從 A、B 兩樹的照片紀錄顯示，從大量落葉到完全掉落約在 3 到 5 天時間左右，而長出滿樹新葉竟然只在 3 到 4 天間便可完成。可惜因連假沒到學校做紀錄是一大失誤，但親眼見證變化過程也是一大驚喜。

陸、結論

- 一、在（計算欖仁樹落葉顏色比例）與（從多量採樣落葉中計算出顏色比例之平均值）的實驗中，從掉落葉片上紅、黃色的比例平均值，雖然因為數據散步情形太廣，但 A、B 兩組葉片在 60% 左右有較集中的現象，所以判斷自然老化的落葉，其葉片上紅色的比例大約在 60% 以上。
- 二、在（從採樣落葉顏色比例之平均值與整顆樹葉的顏色比例做比較）的實驗中，發現三天所有落葉的紅色比例平均值，均低於三天整顆樹葉的紅色比例平均值，而且相距不小。單純想用透明方格片去數出樹冠上葉片的顏色比例，實在是一大挑戰。事實證明，誤差實在太大了，可能還是需邀資訊科技的協助才行。
- 三、在（估算從開始大量落葉到完全掉光大約需要幾天的時間？）的實驗中，A、B 兩樹因照顧因素略有不同，造成完全落葉時間也略有差異，但經此觀察實驗判，從大量落葉到完全掉落約在 3 到 5 天時間左右，而長出滿樹新葉竟然也只在 3 到 4 天間便可完成。由此實驗便可以藉由平時觀察，作為落葉清除計畫或拍攝大葉欖仁樹時機的參考。

柒、參考資料及其他

- 一、112(一)國小數學 6 上電子書第七單元圓面積 P.86~P.87.康軒文教事業

- 二、蕭亦倫、劉彥辰、郭文齊、薛筑允、吳姿賢、林茗君(2004)。探討校園的三棵老樹—欖仁樹。第 44 屆全國中小學科展說明書(國中組生物科)
- 三、王子齊、阮品嘉、陳宣錡(2012)。談紫色變—探討影響紫蘇葉變色的因素。第 52 屆全國中小學科展說明書(國中組生物科)