

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 生物(生命科學)科

040719

光線對人面蜘蛛結網之影響

學校名稱：國立臺南第一高級中學

作者： 高二 吳宗儒 高二 林彥羽 高一 呂 昂 高一 方楷烽	指導老師： 許朝貴 沈婉萍
---	---------------------

關鍵詞：光照 人面蜘蛛 網和絲

壹、摘要

蜘蛛一直被許多人所懼怕，大部分人一見到蜘蛛，第一動作便是找東西將其打死，其實，蜘蛛不僅吃蚊子、蟑螂等會傳染疾病之昆蟲，蜘蛛絲還有高度的韌性、延展性高等優點，實在值得人們好好去利用。可惜，由於蜘蛛絲目前無法大量取得，因此無法利用作為商業用途。從生物的角度來看，如果可以改變蜘蛛的生活環境，進而使其蜘蛛絲產生改變。本實驗利用兩個因素改變蜘蛛的生活環境：(一)不同的可見色光照射後對蜘蛛所織的絲的影響。(二)不同光度大小的白光照射後對蜘蛛所織的網的影響。研究的結果發現：可見色光的種類、波長及能量的大小，光度大小可能是改變蜘蛛絲粗細、蜘蛛網疏密的因素。

貳、研究動機

常有人說蜘蛛必須在明暗交替自然環境下才能夠順利的運作回饋機制，織成一張完整且堅固的網。因此令我們好奇的是，生長於陰暗角落中的蜘蛛會結出什麼樣的網？如果牠能結網，在網結構或絲本身上是否會出現變化呢？而我們又突發奇想，假使將蜘蛛長期置於單一色光的光照條件下，又會對上述情形造成什麼樣的變化呢？這實在使我們非常的好奇，所以設計了以下的實驗。此外我們想找出更容易培育蜘蛛使其結網與絲的方法，以期望能將來能有利於蜘蛛絲的研究與用途，或許將來蜘蛛絲可以用在材料科技上，做成防彈衣等等物品。

參、研究目的

因為蜘蛛本身的視覺並不發達，對於物體無法成象，所以嘗試以五種不同的可見色光(紅、橙黃、綠、藍靛、紫)照射蜘蛛培養箱，另外也將蜘蛛置於同光色光度大小不同的環境之下觀察其結網的差別。觀察並且定期紀錄蜘蛛網的結構疏密，及其絲的寬度。

肆、研究設備及器材

一、實驗材料：

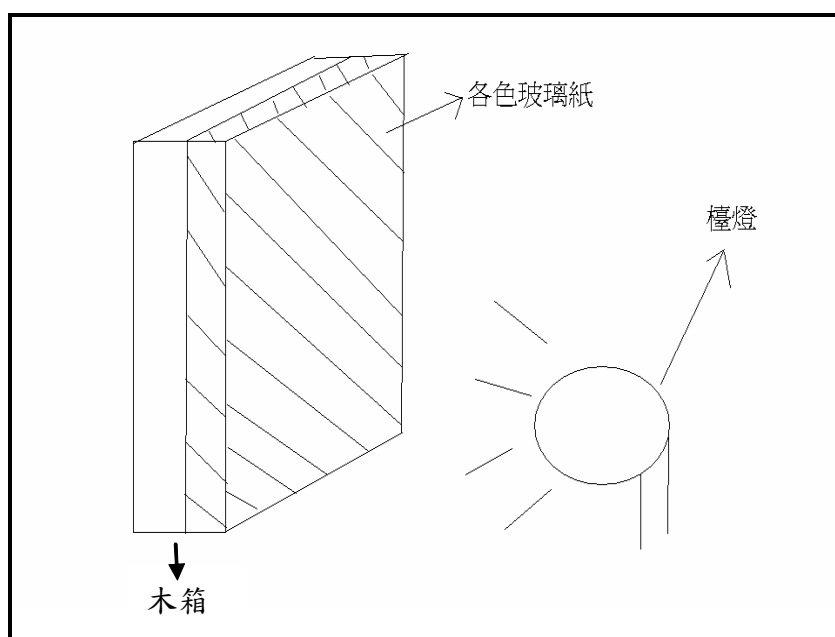
- 1.人面蜘蛛(學名 *Nephilapilipes*)：在東山鄉的山上捕捉到的，之所以以人面蜘蛛當作實驗對象，主要是因為人面蜘蛛的網較強韌且人面蜘蛛體型較大較易觀察，此外人面蜘蛛的毒性也不會太危險。

2、實驗器材：

器材名稱	數量	說明
人面蜘蛛	6 隻	多一隻備用
木箱	6 個	長：120cm 寬：80cm 高：15cm
顯微鏡	3 座	
微測量器	3 個	
檯燈	5 座	100 瓦，115 伏特
玻璃紙	5 張	有紅、黃、藍、綠、紫五種顏色
數位相機	1 台	700 萬畫素
黑布	1 塊	
光度計	1 台	

二、實驗設備：

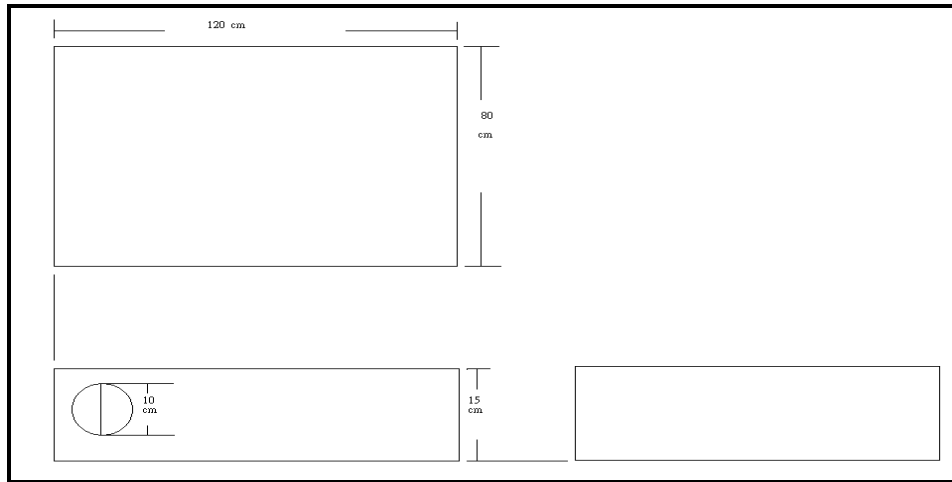
蜘蛛培養箱之設計：



伍、研究過程

一、研究過程：

將人面蜘蛛放入準備好的木箱，如下圖所示，放入箱後，分別以不同的光源因子實驗，觀察蜘蛛織出的網的結構是否有所變化，並觀察比較各個變因造成蜘蛛絲的粗細是否有不同。



二、研究方法：

實驗安全是實驗中最須重視的，雖然人面蜘蛛並非像寡婦科的蜘蛛具有致命性，但被咬倒也是會紅腫、發癢。因此，為了顧及實驗安全，實驗時必須戴上手套，抓蜘蛛時必得以長條物使蜘蛛攀爬上再移動，絕不可直接用手抓，且為了避免蜘蛛逃脫造成恐慌，每個實驗必得確定木箱是否封緊。

實驗一：蜘蛛絲寬度穩定度、蜘蛛網網目穩定度的檢驗

- 1、實驗目的：確定各蜘蛛的蜘蛛絲的穩定寬度，定為其標準寬度；確定各蜘蛛的蜘蛛網的穩定網目，定為其標準網目。
- 2、實驗步驟：
 - (1)先不干擾蜘蛛，並將其放置三天當作穩定期。
 - (2)準備木箱(長 120cm 寬 80cm 高 15cm)，將蜘蛛一一放入其中並以保鮮膜將其封好，避免蜘蛛跑出。
 - (3)定期以麵包蟲餵食，並觀察其是否織網。
 - (4)數出每天各蜘蛛網的網目數，一共做了六天，取六天的網目數的平均值定為各蜘蛛的標準網目。
 - (5)以每天為單位，取每天各蜘蛛所織的網的二十個部位的絲放置於載玻片上於顯微鏡觀察並利用微測量器計算出絲的粗細大小，取其平均值定為當天的寬度，一共做了六天，接著再取後三天的當天寬度的平均值定為各蜘蛛的標準寬度。

實驗二：定色光，不同光度下對蜘蛛結網的影響之實驗

- 1、實驗目的：探討同一色光下，光度大小對蜘蛛織網的影響
- 2、實驗步驟：

- (1)將五隻蜘蛛分別放入五個木箱(長 120cm，寬 80cm，高 15cm)其中一箱以黑布蓋住，使其不透光；一箱以透明保鮮膜蓋住，並以檯燈照射；其餘三箱則同樣以透明保鮮膜蓋住，使用更換燈泡或增減距離的方式，分別取三個位於前兩者區間內的光度，進行實驗。
- (2)觀察各照光光度大小下蜘蛛所織的網的結構及其寬度。
- (3)數出每天各實驗組蜘蛛織的網的網目數，一共做了三天，取三天的網目數的平均值定為各實驗組的光度實驗網目。與原本的標準網目比較，是否有所改變。
- (4)依實驗一的取樣方法，取每天各實驗組的蜘蛛所織的網的十個部位的絲一一放置於載玻片上以顯微鏡觀察並以微測量器計算其絲粗細大小，並取平均值定為當天寬度，一共做了三天，接著再取三天的當天寬度的平均值定為各實驗組的光度實驗寬度，並與其標準寬度比較，寬度是否有所改變。



附圖一 不透光照環境下之實驗組

實驗三：照射不同色光對蜘蛛結網的影響之實驗

- 1、實驗目的：探討不同色光對蜘蛛織絲的影響
- 2、實驗步驟：

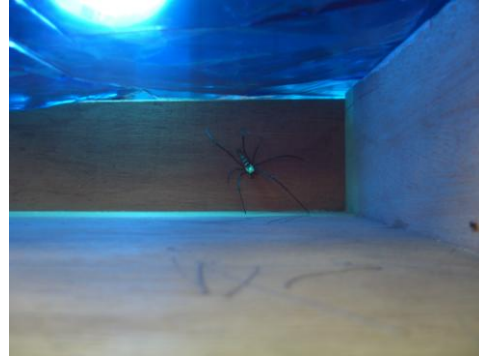
- (1)將六隻蜘蛛分別放入六個木箱(長 120cm 寬 80cm 高 15cm)作為其培養箱。
- (2)分別以紅、黃、綠、藍、紫色玻璃紙將木箱包住，並以檯燈照射木箱，作為各色光的實驗組(如下附圖二、三)。
- (3)觀察在各色光照射的環境下蜘蛛所織的網之結構疏密和絲的寬度。
- (4)數出每天各實驗組的蜘蛛所織的網的網目數，一共做了三天，取三天

的網目數的平均值定為各實驗組的色光實驗網目。與原本的標準網目比較，是否有所改變。

(5)依實驗一的取樣方法，取每天各實驗組的蜘蛛所織的網的十個部位的絲一一放置於載玻片上以顯微鏡觀察並以微測量器計算其絲粗細大小，並取平均值定為當天寬度，一共做了三天，接著再取三天的當天寬度的平均值定為各實驗組的色光實驗寬度，並與其標準寬度比較，觀察寬度是否有所改變。



附圖二 實驗紅光照射組



附圖三 實驗藍光照射組

陸、研究結果

一、蜘蛛絲寬度穩定度、蜘蛛網網目穩定度的檢驗：

將六隻蜘蛛放入木箱，並定期餵食同種食物，每隔相同時間點取各箱內蜘蛛的絲觀察，以最後三天樣本寬度的平均值為標準寬度；網目數量的平均值為標準網目，結果如下表：

表 1-1 標準寬度測定之結果

單位：微米(μm)

蜘蛛 時間	A 蜘蛛	B 蜘蛛	C 蜘蛛	D 蜘蛛	E 蜘蛛
第一天	6.42	5.64	3.74	6.47	5.64
第二天	6.89	5.68	3.81	6.52	5.68
第三天	7.29	5.71	3.88	6.53	5.71
第四天	7.53	5.75	3.90	6.68	5.76
第五天	7.64	5.84	3.92	6.71	5.85
第六天	7.33	5.90	3.85	6.68	5.88
標準寬度	7.50	5.83	3.89	6.69	5.83

表 1-2 標準網目測定之結果

單位：個

蜘蛛 時間	A 蜘蛛	B 蜘蛛	C 蜘蛛	D 蜘蛛	E 蜘蛛
第一天	53	47	59	54	49
第二天	44	53	61	45	46
第三天	46	56	54	51	53
第四天	55	45	48	47	52
第五天	50	52	61	53	60
第六天	40	54	59	44	55
標準網目	48	51	57	49	53

二、定色光，不同光度下對蜘蛛結網的影響之實驗：

將蜘蛛放入培養箱中，用透明保鮮膜包覆，以不同光度檯燈照射，結束後算出各光度實驗網目並與標準網目做比較；並且將絲取出觀察其寬度並與標準寬度比較，結果如下表及下圖：

表 2-0 光度量值

單位：Lux(勒克斯)

光度 波長	光度一	光度二	光度三	光度四	光度五
0~1999	012	382	617	955	>1999
2000~19990	011	53	75	108	224
20000~50000	011	18	20	23	34

表 2-1 不同光度下的光度實驗寬度測定結果

單位：微米(μm)

蜘蛛&光度 大小 實驗(天)	A 蜘蛛 光度一	B 蜘蛛 光度二	C 蜘蛛 光度三	D 蜘蛛 光度四	E 蜘蛛 光度五
第一天	7.55	5.82	3.94	6.69	5.78
第二天	7.51	5.81	3.88	6.74	5.85
第三天	7.50	5.87	3.91	6.69	5.83
光度實驗寬度	7.52	5.84	3.90	6.71	5.82
標準寬度	7.50	5.83	3.89	6.69	5.83

表 2-2 不同光度下的光度實驗網目測定結果

單位：個

蜘蛛&光度 大小 實驗(天)	A 蜘蛛 光度一	B 蜘蛛 光度二	C 蜘蛛 光度三	D 蜘蛛 光度四	E 蜘蛛 光度五
第一天	135	53	32	23	14
第二天	146	58	34	33	19
第三天	148	57	42	25	12
光度實驗網目	143	56	36	27	15
標準網目	48	51	57	49	53

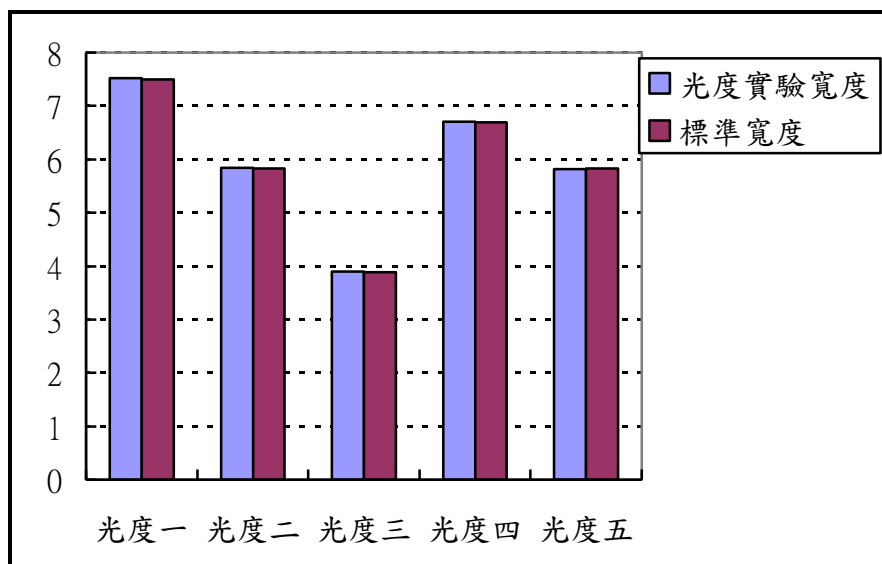


圖 2-1 不同光度影響下蜘蛛絲寬度之變化圖

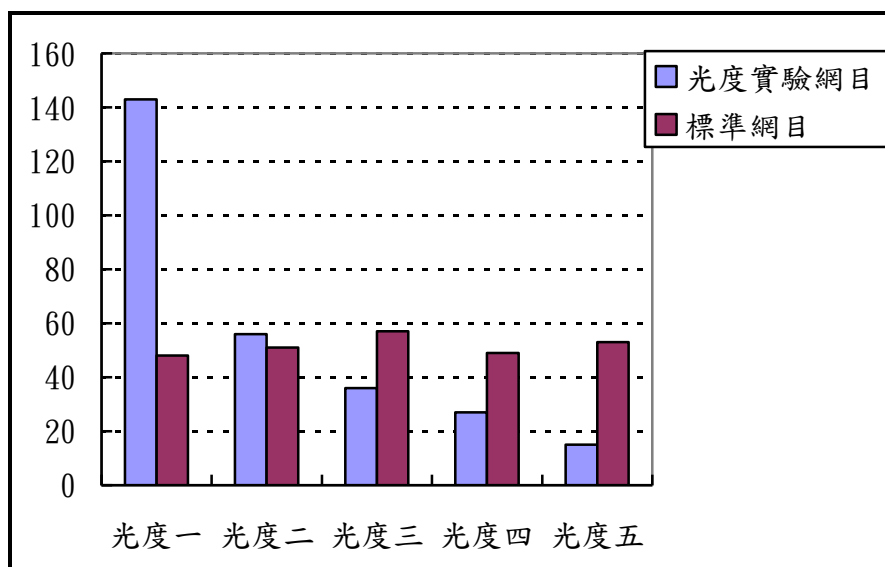


圖 2-2 不同光度照射影響下蜘蛛網網目之變化圖

三、照射不同色光對蜘蛛結網的影響之實驗結果：

將蜘蛛放入培養箱中，用各色玻璃紙包覆，以相同瓦特數的檯燈照射，結束後算出色光實驗網目並與標準網目做比較；並且將絲取出觀察其寬度並與標準寬度比較，結果如下表及下圖：

表 3-0 色光光度量值

單位：Lux(勒克斯)

色光 波長	紅光	黃光	綠光	藍光	紫光
0~1999	576	1490	247	274	368
2000~19990	070	155	037	042	049
20000~50000	019	027	015	016	017

表 3-1 色光實驗寬度測定結果

單位：微米(μm)

色光&蜘蛛 實驗(天)	紅光實驗組 A 蜘蛛	黃光實驗組 B 蜘蛛	綠光實驗組 C 蜘蛛	藍光實驗組 D 蜘蛛	紫光實驗組 E 蜘蛛
第一天	6.71	4.94	11.74	8.31	6.70
第二天	6.62	5.01	11.58	8.33	6.69
第三天	6.68	4.93	11.69	8.38	6.64
色光實驗寬度	6.67	4.96	11.67	8.34	6.67
標準寬度	7.50	5.83	3.89	6.69	5.83

表 3-2 色光實驗網目測定結果

單位：個

色光&蜘蛛 實驗(天)	紅光實驗組 A 蜘蛛	黃光實驗組 B 蜘蛛	綠光實驗組 C 蜘蛛	藍光實驗組 D 蜘蛛	紫光實驗組 E 蜘蛛
第一天	28	27	118	79	51
第二天	33	25	129	83	57
第三天	29	31	131	90	60
色光實驗網目	30	29	126	84	56
標準網目	48	51	57	49	53

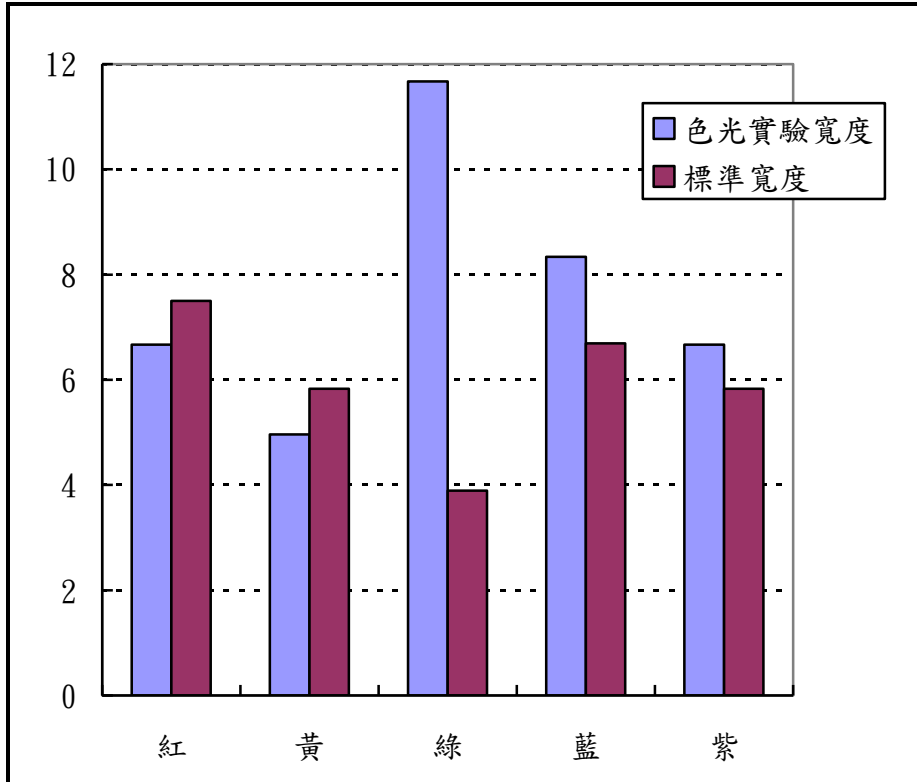


圖 3-1 不同可見色光影響下蜘蛛絲寬度之變化圖

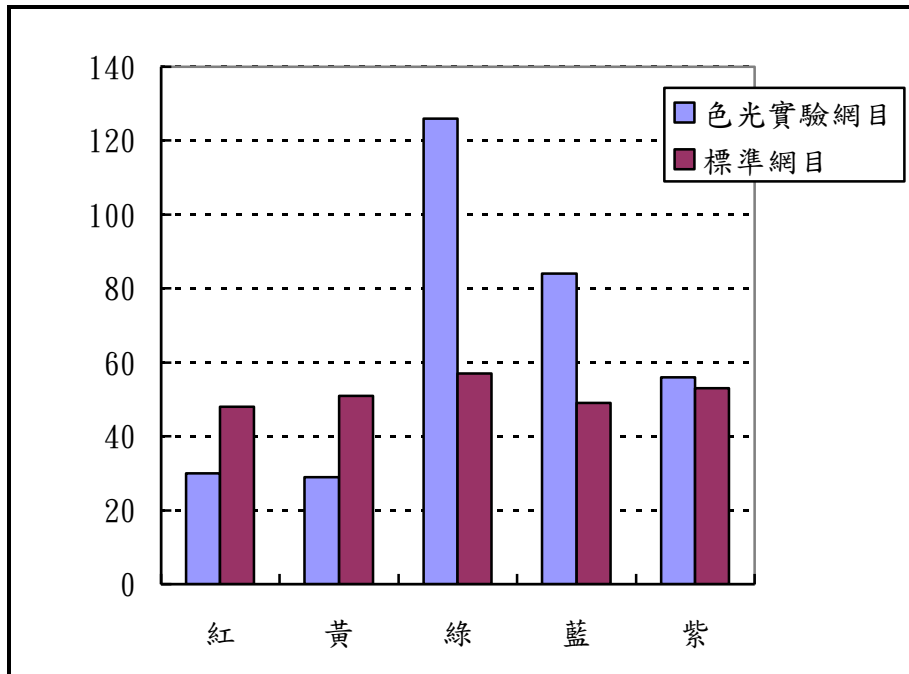
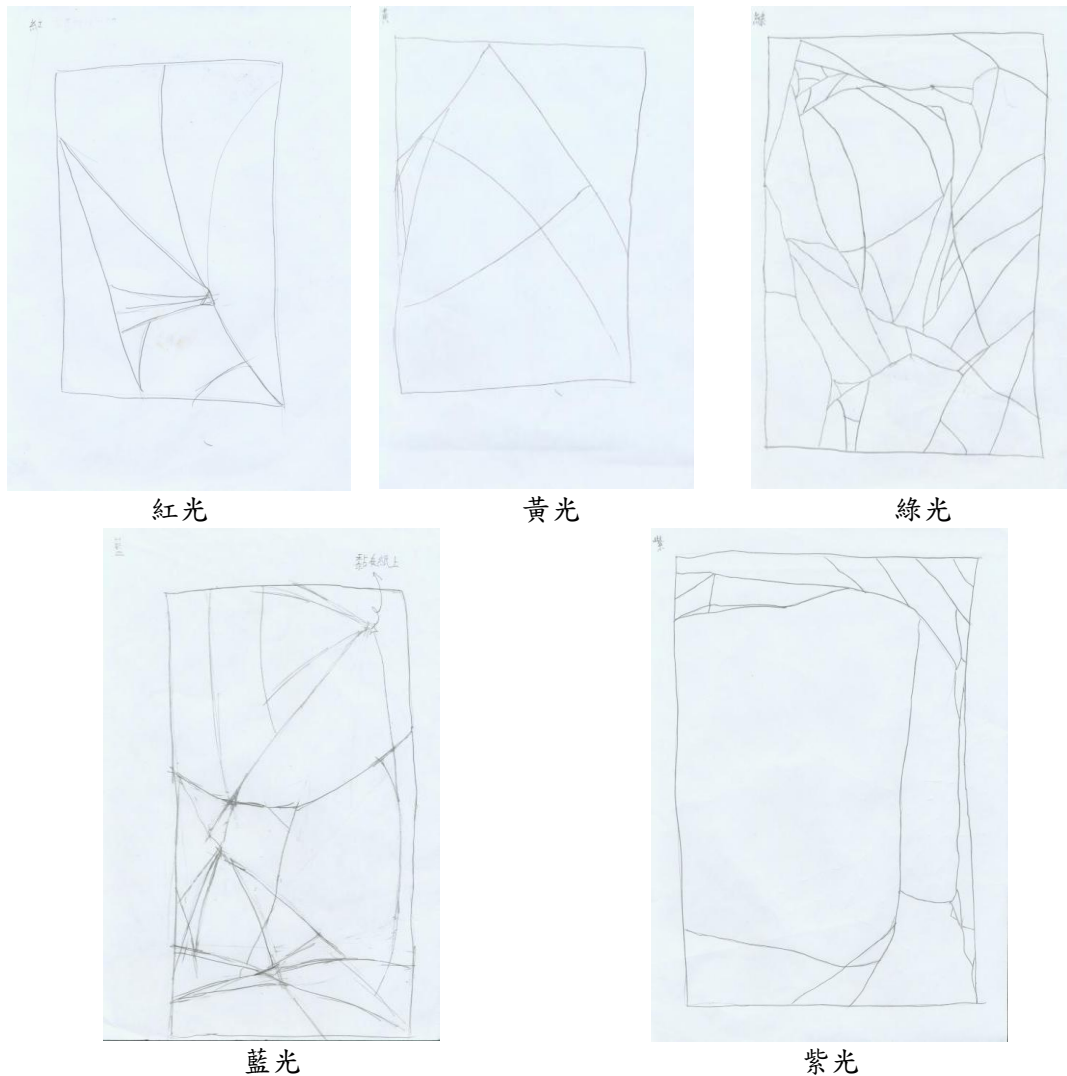


圖 3-2 不同可見色光影響下蜘蛛網網目之變化圖



圖五 照射不同色光的網的結構、疏密之手繪圖

紅光：以幾條主要絲構成，網密於黃光，但能然屬於稀疏。

黃光：網整體只以四條主要絲構成，為其中最疏者。

綠光：網密布整個箱子的內部，雖然無法構成一完整網，但為其中最密者。

藍光：網密度僅次於綠光，以及有許多固定支撐點。

紫光：蜘蛛只在箱子兩側結網。

柒、討論

一、蜘蛛絲寬度穩定度、蜘蛛網網目穩定度的檢驗：

即使是同一隻蜘蛛，織出的絲也會隨著食物或某些原因而有所不同，但我們以固定的食物餵食，且隨時間定期取絲的樣本，故推測，絲應該會逐漸趨近某一寬度，將其最接近的幾個樣本寬度求取平均值，如此誤差將會十分小，因此將可

決定標準寬度，可用來比較實驗前後絲的粗細變化，也使本實驗更為精確、可靠；原本是要將各蜘蛛在穩定期後的六天的當天寬度取平均值且定為標準寬度但由於 A 蜘蛛在穩定期後的一、二天寬度誤差仍嫌太大，因此我們決定改為取後期三天的當天寬度定為標準寬度。

為了比較實驗前後蜘蛛網網目數的改變，決定取每隻蜘蛛在穩定期後，在不受影響的狀況下，算出每隻蜘蛛六天的每天所織的網的網目數平均值定為標準網目數，如此將可比較實驗前後網目數的改變，且誤差也會較小。

二、定色光，不同光度下對蜘蛛結網的影響之實驗：

將實驗結果畫成折線圖如下圖，已知光度變化是由弱至強分成光度一至光度五，如圖中所示，網的網目數多寡，即疏密程度隨著光度逐漸變強而有減少的趨勢，而從圖 2-1 中又可發現：照光度的實驗前後，寬度並無太大改變，改變都在誤差容忍範圍內，因此可推論：光度是改變蜘蛛網疏密程度的主要變因，並非影響絲粗細的變因。

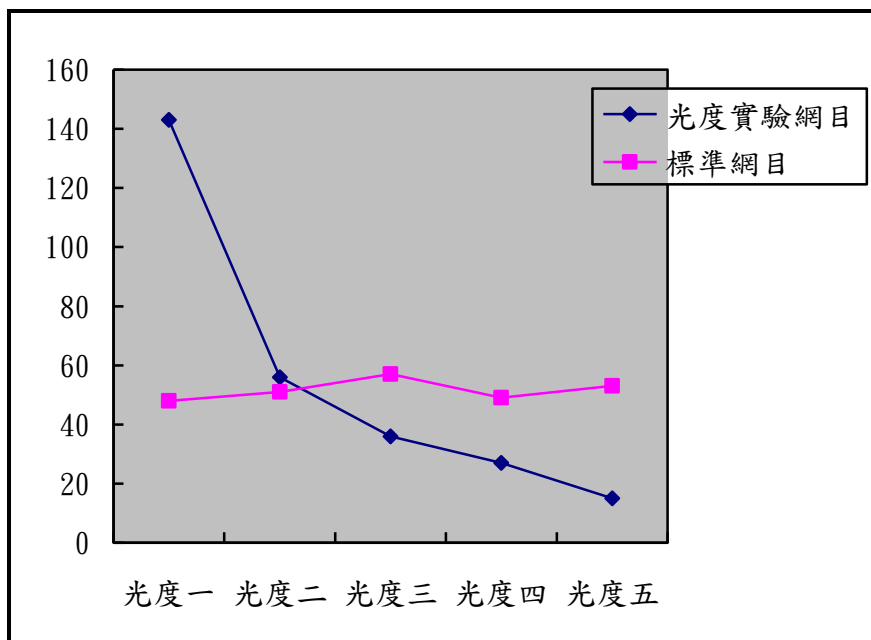


圖 2-3 光度影響下，網目數的變化趨勢圖

三、照射不同色光對蜘蛛結網的影響之實驗：

由於色光實驗中，有兩個變因：光度、色光特性，從實驗結果可發現：紅、黃光照射後，蜘蛛絲有變細的跡象，但以綠、藍、紫照射後，蜘蛛絲有變粗的跡象，其中，又以綠光的變化最為明顯，這可能與色光的頻率、波長、或能量有關，亦或是特定色光的特性會刺激蜘蛛的感官神經，促使牠織出與平常不同寬度的網的絲。而網的結構也有所不同，大致來說，如紅、橙黃等色光，會促使蜘蛛所織的網較鬆散；反之，如綠、藍等，會使蜘蛛所織的網比較密集。從實驗二中已確

定光度只影響網目數的多寡，而不影響絲的粗細，因此色光實驗中絲的粗細改變應該是色光特性這個變因所操縱的，因此可推論：色光特性應該是改變絲的寬度的因素。

捌、結論

經過完整的實驗分析及與指導老師的討論後，本小組提出以下幾點結論：

- 一、頻率較低、能量較低、波長較長的色光(如：紅、黃)可能會刺激蜘蛛感覺器官，使蜘蛛所織出的網，結構均略嫌簡陋，大都只包含幾條絲，且照光前後的絲有變細的趨勢。反之，頻率較高、能量較高、波長較短之色光(如：藍、綠)將使其織出的網結構較為緊密，絲密布整個木箱內，且照光前後的絲有變粗的趨向。
- 二、根據實驗二中，光度比較中發現：光度越強，網目數有下降的趨勢，即網較疏鬆；反之，光度減弱，網目數有增多的趨勢，即網較緊密。而實驗中又可發現，絲的寬度並不隨著光度有太大的改變。因此可推論：光度變化影響的是網的網目數多寡，即網的疏密，而絲的寬度則不太受其影響。
- 三、從實驗三中，色光比較中發現，綠光實驗組的網目數最多，即網最密，且絲有變粗的趨勢，黃光實驗組的網目數最少，即最疏且絲有變細的趨勢，又實驗二中已證明光度是影響網目數的變因，且光度不影響絲的粗細，因此可推論：實驗三中影響網目數的變因也是光度，則其中影響絲粗細的變因就是色光的種類。

玖、應用

- 一、根據以上的結論，可知未來若需培育蜘蛛以供人類所須之用，便可依使用需求不同，使用不同色光照射蜘蛛，如若需要使蜘蛛織的絲更為粗寬，則可以照射藍、綠色光。若需使蜘蛛織出來的絲較為細，則可以使用紅黃等色光照射。
- 二、若需大量量產蜘蛛絲則必須使蜘蛛所織出來的網較為密集，即網目數較多，因此我們若需提高網的密集，則可根據以上之結果，降低照射的光度，使蜘蛛織出來的網更為密集即絲的量變多，如此應可使蜘蛛絲的的提供量提高，進而使有關蜘蛛絲的產品更為普及。

拾、檢討

為避免混亂，各色光只取一隻蜘蛛做為實驗組，但因為蜘蛛存在個別差異的問題，故這次實驗結果並不能排除誤差的存在性。又因為此次測量絲粗細實驗所選用的微測量器與計算網目數量的工作是使用肉眼，因此數據無法達到更佳的精準度。

拾壹、參考資料

- 一、任淑仙，無脊椎動物學，淑馨出版社。
- 二、陳仁杰，台灣蜘蛛觀察入門，串門企業有限公司出版。
- 三、94 年度科學作品彙編，國立台南第一高級中學編印。
- 四、趙依祈，人面蜘蛛藉調整絲基因表現及網結構促進捕時效率，美國 2006 年英特爾國際科技展覽會作品專輯(*RESEARCH PAPERS*)。

【評語】 040719 光線對人面蜘蛛結網之影響

1. 表達清晰，具團隊精神。
2. 雖然已控制光照，但未控制食物，因此不宜直接推斷單一變因造成蜘蛛絲特性之差異。
3. 應參考更新的科學文獻資料。