

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

080309

蠟蟲觀察～燈光下的零食！

學校名稱：臺東縣臺東市康樂國民小學

作者： 小五 黃俊睿 小五 宋 淳 小五 張紘嘉	指導老師： 蔡蕙璟 卓詩婷
---	-----------------------------

關鍵詞：蠟蟲、實驗研究、吃塑膠

摘要

本研究蠟蟲觀察～燈光下的零食！目的在觀察蠟蟲在不同溫度、光線照射下成蟲、結蛹、羽化成蛾的成長過程，過去資料顯示蠟蟲會吃塑膠，我們便把塑膠作為蠟蟲的零食，了解蠟蟲食用塑膠的狀況。研究方式為實驗法，將 160 隻蠟蟲分為八組，每組 20 隻，放入八種不同類別的飼養箱當中，觀察蠟蟲的生長。研究結果發現，蠟蟲成蟲不需要一直進食，24 小時照光會加快蠟蟲羽化成蛾的速度，也會提高蠟蟲食用塑膠的動機，而塑膠沾上蜂蜜或果汁並未影響蠟蟲食用塑膠的動機。最後探討相關研究過程作為未來研究之參考。

壹、研究動機

上次和家人一起去釣魚，看到爸爸把一條條小小白白的小蟲當作魚餌來釣魚，蠕動的小蟲好像在吐絲，我不知道那是什麼蟲，忍不住問爸爸，原來是蠟蟲，因為牠在水中會蠕動能吸引魚兒上鉤，所以是很好的魚餌。我回家查了蠟蟲的相關資料，蠟蟲屬於真核生物域—動物界—節肢動物門—昆蟲綱—鱗翅目—螟蛾科—小蠟螟，可以做為魚餌或是寵物的糧食，蠟蟲喜歡寄生在蜂巢，牠會吃花粉、蜜蜂脫下來的殼也會食用蜂蠟，被養蜂人視為蜜蜂的天敵，除此之外，科學家發現蠟蟲的體內有一種酶，可以讓蠟蟲食用蜂蠟，而蜂蠟和塑膠都是聚合物的一種，科學家研究發現蠟蟲能食用塑膠，這件事實在讓我太驚訝了！很好奇蠟蟲的生長過程，所以這次科展實驗便決定用蠟蟲作為主題，觀察蠟蟲的生長史。

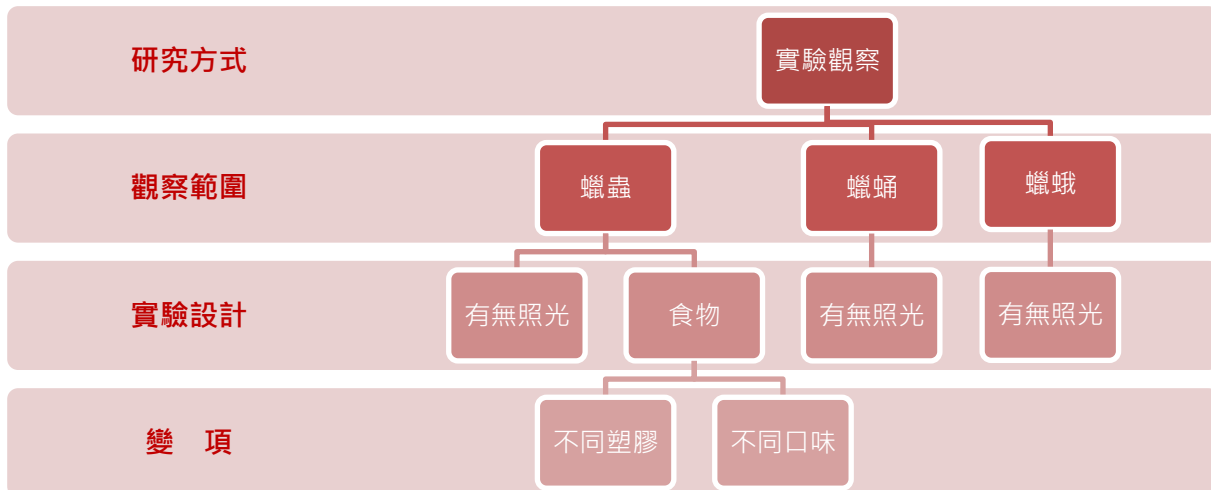
相關資料提到蠟蟲成蟲大約會在 2 週的時間內開始結蛹，溫度較高時則會快些，所以我們想了解溫度對蠟蟲生長速度的影響，同時將塑膠作為蠟蟲的零食，觀察蠟蟲吃塑膠的狀況。

貳、研究目的與架構

一、研究目的

- 1、觀察蠟蟲成蟲的成長過程
- 2、觀察蠟蟲的結蛹過程
- 3、觀察蠟蟲羽化成蛾的過程
- 4、觀察蠟蟲在不同的溫度、光線照射下食用塑膠的狀況
- 5、觀察蠟蟲食用加了蜂蜜、果汁的塑膠的情形

二、研究架構



三、研究進度

研究步驟	2018		2019			
	11月	12月	1月	2月	3月	4月
文獻蒐集與整理	[Progress bar]					
實驗設計與準備		[Progress bar]				
開始實驗			[Progress bar]			
資料整理與分析				[Progress bar]		
撰寫研究報告				[Progress bar]		

參、研究設備及器材



飼養箱



電子磅秤



環境溫度計



燈泡



塑膠袋



資料夾



蘋果



蜂蜜

肆、研究過程與方法

一、蠟蟲觀察



蠟蟲



吐絲

1. 蠟蟲：長得像一條毛毛蟲，身體是米白色的，身長約 1 公分左右、身寬約 0.4~0.6 公分。
2. 吐絲：蠟蟲結蛹前會先吐絲把自己包起來，並在裡頭待著，可以不用進食，如果還沒結蛹可以把絲撥開，在燈光 24 小時照射下，蠟蟲會跑出來偷吃塑膠，我們還發現蠟蟲吐絲包起自己時，旁邊會有黑黑的很像排泄物的東西。

二、飼養過程

1. 我們購買作為寵物飼料的蠟蟲，剛買來的幾隻已經吐絲把自己包住，賣蠟蟲的老闆說蠟蟲會待在裡頭兩週才會結蛹，為了觀察，我們只好小心翼翼地把蠟蟲的絲撥開，將蠟蟲平分八箱，每箱都是 20 隻。
2. 我們想觀察蠟蟲生長狀況，但過去有研究發現蠟蟲會吃塑膠，而且蠟蟲只要吃了足夠的食物以後就不一定需要進食，所以我們放了塑膠作為蠟蟲的零食，使用不同厚度和硬度的塑膠：塑膠袋和透明資料夾，塑膠袋的成分是聚乙烯、透明資料夾的成分是聚苯乙烯，使用這兩種塑膠區分蠟蟲是否對不同成分的塑膠有不同喜好，但我們怕蠟蟲不吃，蠟蟲的食物有蜜糖、花粉、蜂蠟等，所以我們在聚乙烯上分別塗上蜂蜜和蘋果汁，觀察蠟蟲會不會因為不同的口味增加牠的食慾。我們將塑膠袋和透明資料夾裁切為邊長 10 公分的正方形塑膠，分為四組：聚乙烯、聚苯乙烯、沾上果汁的聚乙烯、沾上蜂蜜的聚乙烯，放進八個飼養箱內。
3. 維基百科上的資料和賣蠟蟲的老闆都提到蠟蟲成蟲大約會在 2 週的時間內開始結蛹，溫度較高時則會快些，我們想了解溫度對蠟蟲的影響，所以將蠟蟲的組別區分成照光和無照光兩組。無照光組放置教室陰暗角落，在一至五白天會有教室的日光燈，週末便不會有日光燈照射；照光組為每天 24 小時照光加溫，使用黃光燈泡照射飼養箱。
4. 蠟蟲會從飼養箱的透氣洞口中跑了出來，所以我們做了防止蠟蟲再跑出來的隔層，使用紙包覆飼養箱上層後戳洞，再蓋上飼養箱的蓋子。

5. 分組情形：

無照光組	編號一	編號三	編號五	編號七
食物	塑膠袋 (聚乙烯)	透明資料夾 (聚苯乙烯)	塑膠袋 (聚乙烯) 蜂蜜	塑膠袋 (聚乙烯) 果汁
照光 加溫組	編號二	編號四	編號六	編號八
食物	塑膠袋 (聚乙烯)	透明資料夾 (聚苯乙烯)	塑膠袋 (聚乙烯) 蜂蜜	塑膠袋 (聚乙烯) 果汁

實驗分組表

6. 實驗設置



無照光組 (編號一、三、五、七) : 放置於教室角落



照光加溫組 (編號二、四、六、八) : 使用燈泡 24 小時照射飼養箱

三、觀察記錄

1. 吐絲

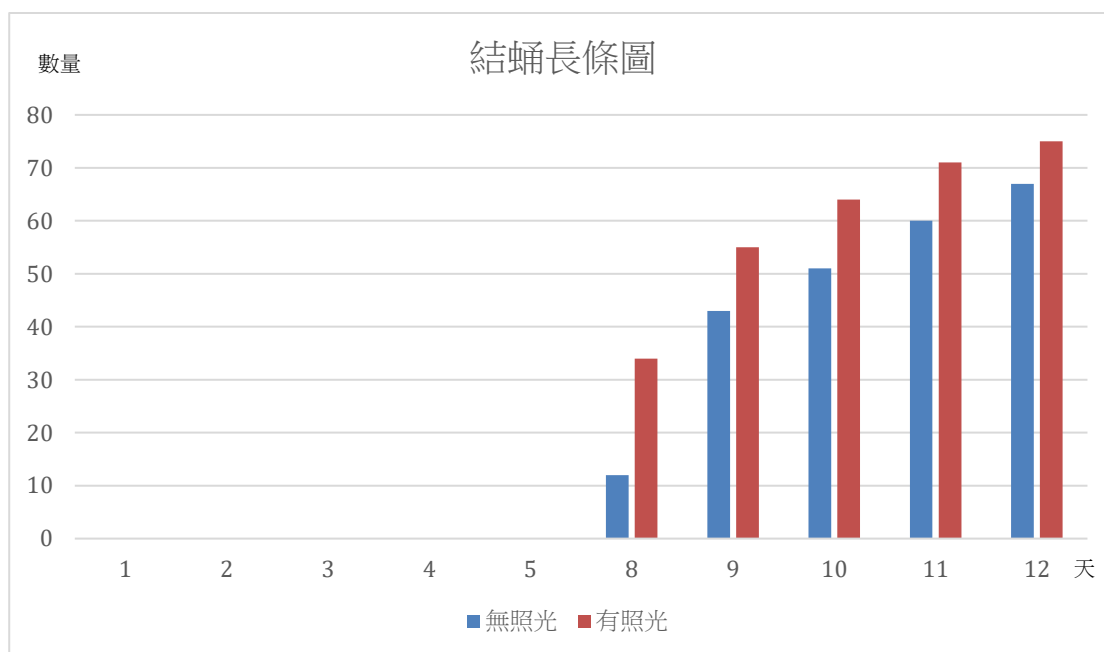


把蠟蟲放進了飼養箱之後，大約過了幾天蠟蟲就會吐絲包覆自己，這是讓我們覺得最困難的地方，有一些蠟蟲不用吐絲就會結蛹；有一些蠟蟲會在絲裡面結蛹，吐絲會讓我們無法觀察到蠟蟲已結蛹或還沒結蛹，也擔心蠟蟲吐絲之後就不吃塑膠了。

2. 結蛹狀況

編號	無照光組								照光加溫組							
	一		三		五		七		二		四		六		八	
天數	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量	溫度	蛹數量
1	25	0	25	0	25	0	24	0	26	0	27	0	27	0	27	0
2	24	0	23	0	24	0	24	0	25	0	26	0	26	0	26	0
3	23	0	24	0	24	0	23	0	25	0	27	0	27	0	26	0
4	22	0	23	0	23	0	22	0	24	0	27	0	24	0	25	0
5	24	0	22	0	24	0	24	0	25	0	24	0	26	0	24	0
8	23	0	24	6	23	3	24	3	26	10	27	10	26	8	27	6
9	27	10	26	11	26	7	27	15	28	14	28	14	29	12	30	15
10	27	14	26	11	26	10	27	16	28	17	28	16	28	15	30	16
11	27	15	26	12	27	13	27	20	29	19	30	18	30	16	30	18
12	26	19	26	14	26	14	25	20	27	19	27	20	28	18	27	18

第 1-12 天蠟蛹統計表



由上圖發現，照光組平均比無照光組加快一天結蛹，且照光組比無照光組結蛹數量平均每天多一成。

第五天開始，有不少蠟蟲開始吐絲把自己包起來，到了第八天，無照光組約有 15%、照光加溫組約有 42.5% 的蠟蟲已經包在絲裡頭，不確定是否結蛹，為了方便記錄我們統一記為結蛹。在第九天開始，蠟蟲會結蛹，編號七和八結蛹情形最多、編號五結蛹最少，無照光組有 53.75% 結蛹、照光加溫組有 68.75% 結蛹。

第十天，無照光組因放置於教室角落，編號一、編號三和編號五有螞蟻侵入，我們觀察到編號三和編號五有蠟蛹和蠟蟲被螞蟻吃掉，而照光加溫組的結蛹數量仍然大於無照光組的數量。

第十一天，無照光組結蛹數量為 75%，照光組結蛹數量為 88.75%。

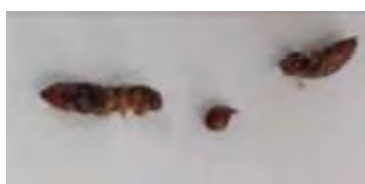
第十二天，無照光組結蛹數量為 83.75%，照光組結蛹數量為 93.75%。



(沒有被絲包覆的蠅蛹)

3. 螞蟻入侵

第十天，無照光組因放置於教室角落，編號三和編號五有幾隻蠅蟲和蛹都被螞蟻咬的只剩下軀體而已，我們把蠅蟲和蛹先抓到紙盒上，再把飼養箱清洗、擦乾淨一番，才把剩下的蠅蟲放回來飼養箱。

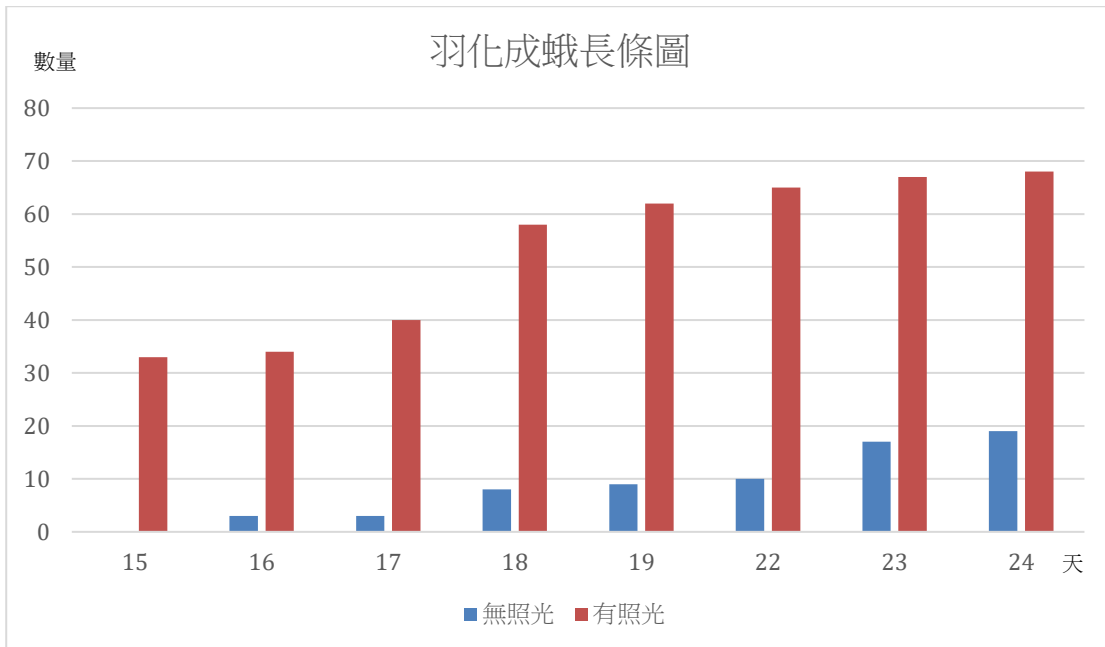


(被螞蟻咬死的蠅蛹和蠅蟲)

4. 羽化成蛾

編號	無照光組								照光組							
	一		三		五		七		二		四		六		八	
天數	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量	溫度	蛾數量
15	29	0	29	0	29	0	29	0	31	10	30	9	30	5	32	9
16	26	2	28	0	27	0	27	1	30	10	29	9	30	6	30	9
17	26	2	28	0	27	0	27	1	30	10	29	9	30	6	30	15
18	27	4	27	3	28	0	28	1	29	20	29	13	30	10	30	15
19	26	4	28	3	27	0	27	2	30	20	29	15	30	12	30	15
22	26	4	26	3	25	1	26	2	28	20	28	16	29	13	30	16
23	25	5	27	5	28	2	27	5	30	20	29	17	29	14	29	16
24	26	5	26	5	27	3	26	6	30	20	29	17	30	15	30	16

第 15-24 天蠅蛾統計表



第十五天，無照光組還沒有蛹羽化成蛾，但是照光組已經有 33 隻破蛹變成蛾。此時照光組羽化成蛾的蛹殼會與尚未羽化的蛹混淆，所以這天開始只記錄每一個飼養箱裡頭蠟蛾的數量。

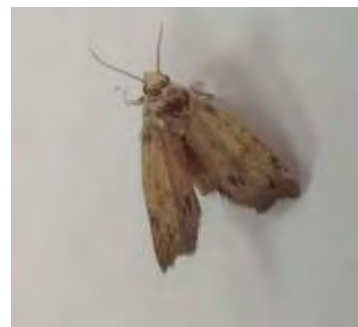
第十六天，無照光組只有 3 隻羽化成蛾，照光組的蛾持續增多。我們在檢查編號一有沒有蠟蛾時，發現裡面有一隻蠟蛾因為身體虛弱，而沒辦法自己從蛹裡面爬出來，後來我們決定助牠一臂之力—幫牠把蛹撕開，於是我們小心翼翼的幫牠把蛹撕開，希望不要傷到牠，也怕不小心把牠弄傷，但因為蠟蛾的腳一直黏在蛹上面，很難幫助牠，最後我們費了好大的功夫，才幫助牠從蛹裡面掙脫出來，但是牠不能飛，甚至連拍翅膀都不行。

第二十四天，無照光組約 23%變成蛾，照光組約 85%變成蛾。照光組幾乎都快羽化成蛾了，但是無照光組的蛾卻很少。

由長條圖發現，照光組在的 18 天就有近一半羽化成蛾，而無照光組在 24 天仍然不到一半成蛾。



(照光組已有許多蠟蛾)



(蠟蛾)

伍、研究結果

一、蠟蟲生物特性



蠟蟲



吐絲



結蛹



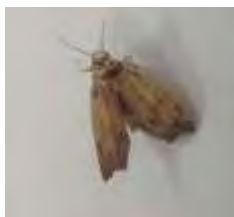
蠟蛾

1. 蠟蟲一生可以分為卵→幼蟲→吐絲包起自己→蛹→蠟蛾，屬完全變態昆蟲。蠟蟲期約 14 天左右，蛹期至少 8 天後會破蛹而出，羽化成蠟蛾。
2. 蠟蟲：身長約 1 公分左右，不太會到處蠕動或找食物吃，吃了足夠的食物就不會再貪吃了，喜歡爬到飼養箱上方。
3. 吐絲：蠟蟲結蛹前會先吐絲把自己包起來，並在裏頭待著，可以不用進食，如果還沒結蛹可以把絲撥開，在燈光 24 小時照射下，蠟蟲會跑出來偷吃塑膠，我們還發現蠟蟲吐絲包起自己時，旁邊會有黑黑的很像排泄物的東西。

無照光組		照光組	
時期	天數	時期	天數
蛹期	第 8~16 天 8 天以上	蛹期	第 8~15 天 7 天以上
蛾期	第 16 天之後 8 天以上	蛾期	第 15~24 天 8 天以上

蠟蛹期、蠟蛾期統計表

4. 蠟蛹：蠟蛹呈現深棕色，有些會包在絲裡結蛹，有一些不會在絲裡頭就會結蛹。根據上方的統計表，無照光組的蛹期在 8 天以上，照光組的蛹期最短只要 7 天。
5. 蠟蛾：蠟蟲破蛹而出會羽化成蛾，身體呈現咖啡色和深褐色，身體似乎有不少白色粉末，使蠟蛾的身體為灰白色，張開翅膀寬可達 2 公分，長約 1 公分，最長可達 1.5 公分。無照光組和照光組的蠟蛾期都可以超過 8 天以上。
6. 比較結蛹與成蛾數量後發現，照光組在經歷平均蛹期七天後羽化成蛾率近九成，無照光組在經歷平均蛹期八天後羽化成蛾率不到三成。



(蠟蛾)

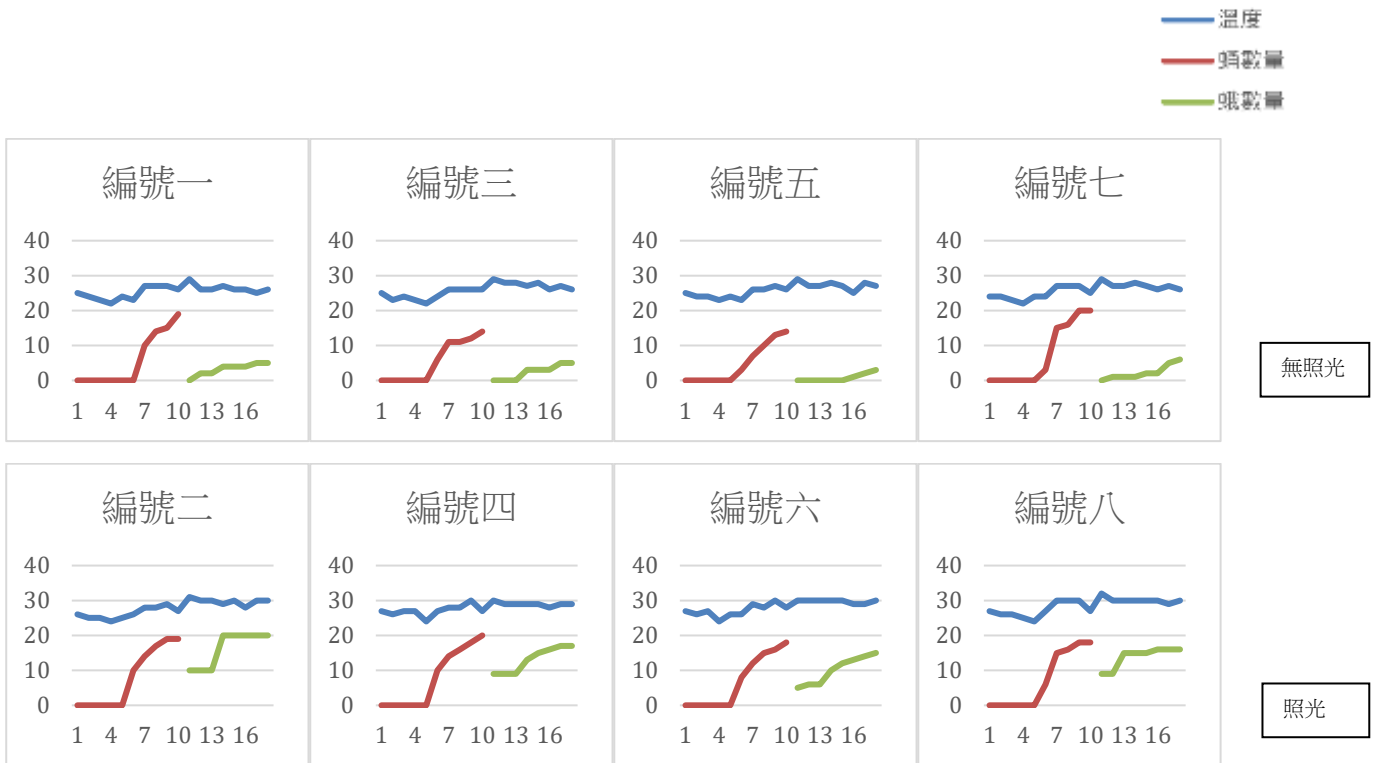


(破蛹而出後留下來的蠟蛹)

二、 蠟蟲生長紀錄

蠟蟲會吐絲將自己包覆住，把蠟蟲從絲裡撥開，蠟蟲會蠕動出來，可以拿食物讓蠟蟲吃，但不一定會吃，只有編號二、六、八有吃塑膠，大部分都會爬到飼養箱上方，在上方吐絲包覆自己然後結蛹。因有用一般 A4 紙擋住出口，防止蠟蟲爬出，觀察到也有幾隻蠟蟲會吃紙，但為數不多，大多包覆自己待在絲裡面。

三、 蠟蟲、蠟蛹、蠟蛾生長速度



溫度變化與結蛹、羽化成蛾數量折線圖

本次實驗分為兩組，編號一、三、五、七放置於教室角落為無照光組，編號二、四、六、八為 24 小時照光組。無照光組平均溫度為 27.25 度 C、照光組平均溫度為 29.79 度 C，溫度大多介於 24-29 度 C 之間。

螞蟻入侵編號一、三、五的飼養箱，編號三、五有幾隻蠟蟲被螞蟻咬死，而編號一、七（無照光組）、二、四、六、八（照光組）的蠟蟲幾乎都有結蛹，在第十九天時照光組的蠟蟲幾乎超過半數都羽化成蠟蛾，第二十四天，無照光組約 23%變成蛾，照光組約 85%變成蛾，我們推測 24 小時照光加溫會加速蠟蛹羽化成蛾的速度。

四、 蠟蟲覓食行為

編號一



第一箱採用的塑膠材料是聚乙烯（軟塑膠），放置於教室角落，沒有添加任何的口味，蠟蟲都沒有吃。

編號二



第二箱採用的塑膠材料是聚乙烯（軟塑膠），放置於照光處，沒有添加任何口味，但蠟蟲有吃。



編號三



第三箱採用的塑膠材料是聚苯乙烯（硬塑膠），放置於教室角落，沒有任何的口味，而且是硬塑膠，蠟蟲都沒有吃。

編號四



第四箱採用的塑膠材料是聚苯乙烯（硬塑膠），放置於照光處，沒有任何的口味，而且是硬塑膠，所以蠟蟲都沒有吃。

編號五



第五箱採用的塑膠材料是聚乙烯（軟塑膠），放置於教室角落，有加蜂蜜，但是蠟蟲並未吃塑膠。

編號六



第六箱採用的塑膠材料是聚乙烯（軟塑膠），放置於照光處，有加蜂蜜，觀察蠟蟲有吃塑膠。



編號七



第七箱採用的塑膠材料是聚乙烯（軟塑膠），放置於教室角落，有加蘋果果汁，蠟蟲沒有吃塑膠。

編號八



第八箱採用的塑膠材料是聚乙烯（軟塑膠），放置於照光處，加蘋果果汁，蠟蟲有吃塑膠。



根據上面記錄，編號一和二、編號五和六、編號七和八，同樣的食物下，在編號二、六、八的照光組下，蠟蟲有吃塑膠，但是無照光的編號一、五、七卻沒有吃塑膠，我們推測 24 小時照光會增加蠟蟲吃塑膠的興趣。

陸、討論

一、 蠟蟲不需要一直飲食

蠟蟲在成蟲時所需要的飲食量很少，吃了足夠的食物就可以結蛹、羽化成蛾，經過這次的研究，在編號一、三、四、五、七的飼養箱中，蠟蟲都沒有吃塑膠，仍然可以結蛹羽化成蛾。在觀察蠟蟲羽化成蠟蛾的過程中，有觀察到一隻蠟蛾一直卡在自己的蠟蛹裡，就算幫牠掙脫出來，牠也看起來很虛弱，不確定是不是沒有吃東西的影響，可以做為未來的研究去觀察。

二、 蠟蟲吐絲

這次實驗在觀察蠟蟲的時候，發現到蠟蟲會提早吐絲把自己包覆起來，這部份是我們還需要去了解的，因為撥開蠟蟲的絲，蠟蟲尚未結蛹還會爬出來，只是吐絲包覆自己的蠟蟲我們無法觀察到牠在裡面是不是已經結蛹，這是在研究過程中的一個比較難克服的困難。

三、 蠟蟲會吃聚乙烯

我們放了不同種類的塑膠在編號一、二、三、四的飼養箱中，編號一、二的塑膠袋是聚乙烯，編號三、四的透明資料夾塑膠是聚苯乙烯，研究發現不管有沒有照光蠟蟲都不會吃聚苯乙烯。

四、 24 小時照光加溫會讓蠟蟲食用聚乙烯，味道不影響

在編號一、二、五、六、七、八放有聚乙烯的塑膠當中，編號一、二沒有添加任何味道；編號五、六添加蜂蜜；編號七、八添加果汁，只有照光的二、六、八出現了蠟蟲食用聚乙烯的情形，沒有照光的一、五、七都沒有食用，顯示不管是否有放果汁、蜂蜜，都不會影響蠟蟲食用塑膠的意願。

柒、結論

一、蠟蟲成長

蠟蟲結蛹至羽化成蛾的過程很明顯受到照光的影響，24 小時照光加溫會加快結蛹、成蛾的速度。照光組平均比無照光組加快一天結蛹，而照光組比無照光組結蛹數量平均多一成；照光組在經歷平均蛹期七天後羽化成蛾率近九成，無照光組在經歷平均蛹期八天後羽化成蛾率不到三成。

二、吸引蠟蟲吃塑膠

在過去的資料中，溫度會加快蠟蟲的生長速度，而我們的實驗中發現，增加光照時間，會促進蠟蟲食用塑膠，但也會讓蠟蛹更快羽化成蠟蛾。本次實驗分為 24 小時照光組和無照光組，照光組會加快蠟蟲結蛹與羽化成蛾的速度。但是對於不同種類的塑膠（聚乙烯、聚苯乙烯）、不同氣味、味道的塑膠，並未提升蠟蟲食用的興趣。

三、照光加溫的影響

本次實驗照光組為 24 小時照光加溫，無照光組雖放置於教室角落，一到五白天仍有日光燈，僅週末教室較陰暗，無照光組僅自然光源未專門提供 24 小時充足光源。建議未來若調整光照的時間，如連續 24 小時照光，照光 12 小時、不照光 12 小時交替，或者更縝密區分不同溫度影響，是否會影響蠟蟲食用塑膠的意願提供參考。

捌、參考資料及其他

曾柏諺編譯(2017)：蟲蟲可以幫我們解決塑膠汙染問題嗎？國家地理頻道。

蠟蟲：維基百科。

魏國金編譯(2017)：魚餌蟲愛吃塑膠 垃圾危機有解？自由時報。

舒超(2017)：科學家發現能進食並分解塑膠的昆蟲。明日科學。

鄭昱庭整理報導(2017)：大蠟蛾幼蟲吃塑膠 地球環保指望牠。世界民報。

塞達卡撰文(2017)：吃塑膠的蟲。科學人雜誌。

你當我吃塑的？－臺灣小蠟蟲攝食環保型塑膠之探討。臺中市立溪南國民中學。中華民國第 58 屆中小學科學展覽會。

【評語】 080309

1. 此作品為蠟蟲的養蟲觀察過程紀錄，並對蠟蟲是否會取食塑膠的行為進行試驗，觀察記錄簡潔清楚，有系統地收集資料。研究主題清楚且聚焦，研究題材切合環保。
2. 惟實驗設計宜嚴謹，控制變因應敘明。目前關於蠟蟲已有多篇相關研究，建議可基於文獻探討後深入觀察。
3. 實驗設計可以加強變因的定量控制，確認變因，例如照光組應排除溫度造成影響。實驗過程遇到螞蟻干擾，數據無法呈現正確性。羽化成蛾之試驗結果，照光組較無照光組為高，且顯著差異，但是照光組之溫度較不照光組高 2.5 度，實驗無法說明是否亦受溫度之影響。光和溫度的實驗在處理變因上混淆，這些部分的研究應再加強。
4. 進一步發現蠟蟲食塑膠與光照的影響蠟蟲吃聚乙烯(軟塑膠)而不吃聚苯乙烯(硬塑膠)之結果，宜考慮是否因軟硬結構因素造成，以釐清 PE 和 PS 偏好性的差異真實性。取食塑膠的行為觀察應該有更好的實驗設計。

摘要

本研究蠟蟲觀察～燈光下的零食！目的在觀察蠟蟲在不同溫度、光線照射下成蟲、結蛹、羽化成蛾的成長過程，過去資料顯示蠟蟲會吃塑膠，我們便把塑膠作為蠟蟲的零食，了解蠟蟲食用塑膠的狀況。研究方式為實驗法，將160隻蠟蟲分為八組，每組20隻，放入八種不同類別的飼養箱當中，觀察蠟蟲的生長。研究結果發現，蠟蟲成蟲不需要一直進食，24小時照光會加快蠟蟲羽化成蛾的速度，也會提高蠟蟲食用塑膠的食慾，而塑膠沾上蜂蜜或果汁並未影響蠟蟲食用塑膠的動機。最後探討相關研究過程作為未來研究之參考。

壹、研究動機

爸爸釣魚時會把一條條小小、白白的小蟲當作魚餌來釣魚，蠕動的小蟲好像在吐絲，我不知道那是什麼蟲，忍不住問爸爸，原來是蠟蟲，因為牠在水中會蠕動能吸引魚兒上鉤，所以是很好的魚餌。我回家查了蠟蟲的相關資料，蠟蟲屬於真核生物域 - 動物界 - 節肢動物門 - 昆蟲綱 - 鱗翅目 - 螟蛾科 - 小蠟螟，可以做為魚餌或是寵物的糧食，蠟蟲喜歡寄生在蜂巢，牠會吃花粉、蜜蜂脫下來的殼也會食用蜂蠟，科學家研究蠟蟲的體內有一種酶，可以讓蠟蟲食用並分解蜂蠟和塑膠，這件事實在讓我太驚訝了！很好奇蠟蟲的生長過程，所以這次科展實驗便決定用蠟蟲作為主題，觀察蠟蟲的生長史。

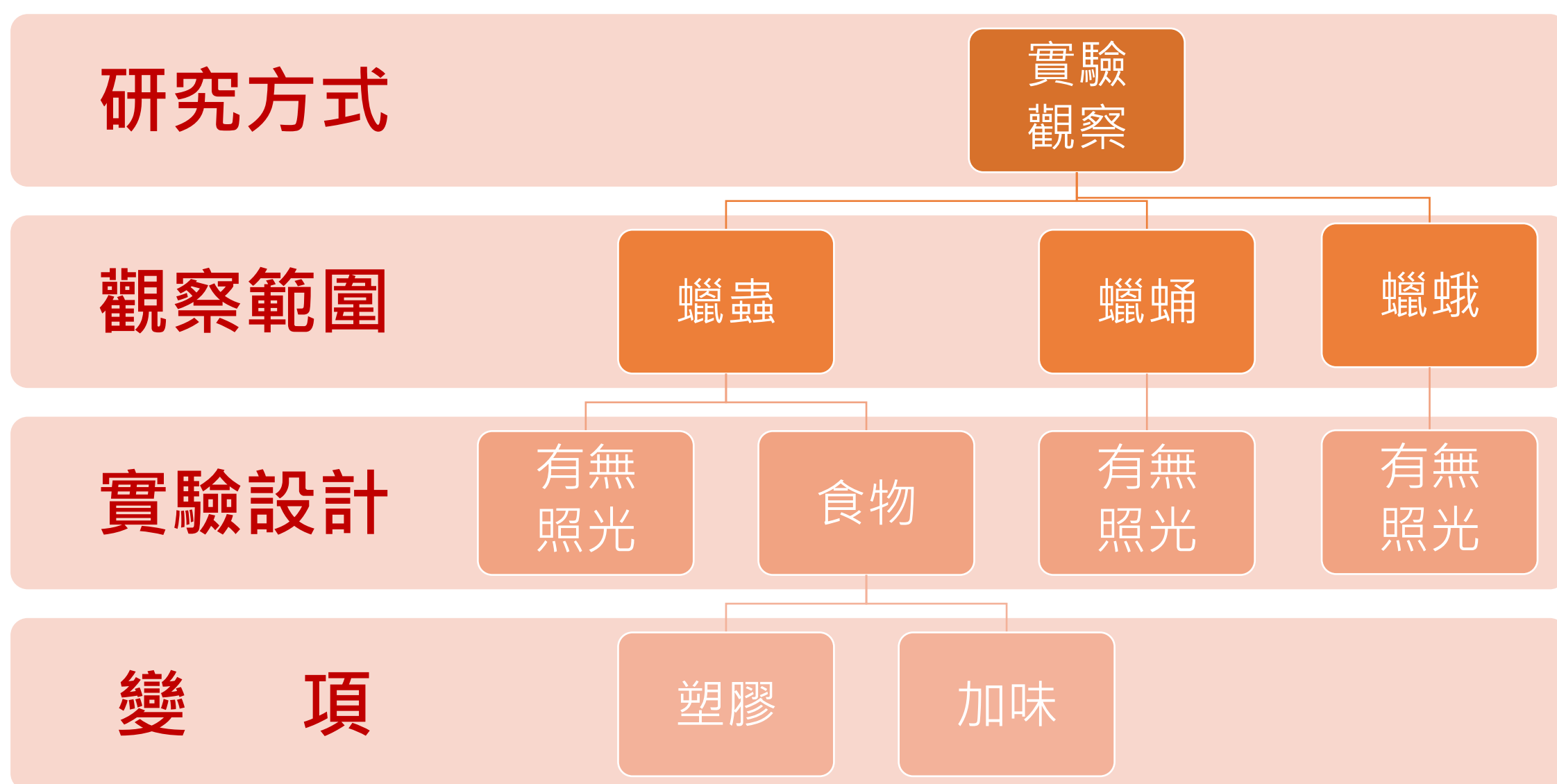
相關資料提到蠟蟲成蟲大約會在2週的時間內開始結蛹，溫度較高時則會快些，所以我們想了解溫度對蠟蟲生長速度的影響，同時將塑膠作為蠟蟲的零食，觀察蠟蟲吃塑膠的狀況。

貳、研究目的與架構

一、研究目的

- 1、觀察蠟蟲成蟲的成長過程
- 2、觀察蠟蟲的結蛹過程
- 3、觀察蠟蟲羽化成蛾的過程
- 4、觀察蠟蟲在不同的溫度、光照下食用塑膠狀況
- 5、觀察蠟蟲食用加了蜂蜜、果汁的塑膠的情形

二、研究架構



參、研究設備及器材



肆、研究過程與方法

一、蠟蟲觀察



二、飼養過程

1. 購買作為寵物飼料的蠟蟲，剛買來的幾隻已經吐絲把自己包住，賣蠟蟲的老闆說蠟蟲會待在裡頭兩週才會結蛹，為了觀察，小心翼翼地把蠟蟲的絲撥開，將蠟蟲平分成八箱，每箱都是20隻。
2. 過去研究發現蠟蟲會吃塑膠，但蠟蟲只要吃夠食物後就不一定需要進食，所以將塑膠作為蠟蟲的零食補給，使用不同厚度和硬度的塑膠，有一些塗上蜂蜜和蘋果汁，觀察蠟蟲會不會因為不同的口味增加牠的食慾。
3. 資料顯示蠟蟲成蟲大約會在2週的時間內開始結蛹，溫度較高時則會快些，想了解溫度對蠟蟲的影響，所以使用燈泡照射飼養箱提高溫度，區分成兩組，無照光組放置教室陰暗角落，在一至五白天會有教室的日光燈，週末便不會有日光燈照射；照光組為每天24小時照光，使用黃光燈泡照射飼養箱。

無照光組	編號一	編號三	編號五	編號七	分組類別
食物	塑膠袋 (聚乙烯PE)	透明資料夾 (聚苯乙烯PS)	塑膠袋 (聚乙烯PE) + 蜂蜜	塑膠袋 (聚乙烯PE) + 果汁	
照光組	編號二	編號四	編號六	編號八	
食物	塑膠袋 (聚乙烯PE)	透明資料夾 (聚苯乙烯PS)	塑膠袋 (聚乙烯PE) + 蜂蜜	塑膠袋 (聚乙烯PE) + 果汁	

分組情形



無照光組
放置於教室角落



照光組
燈泡24小時照射

伍、研究結果

一、蠟蟲生長

1. 蠟蟲一生可以分為卵→幼蟲→吐絲包起自己→蛹→蠟蛾，屬完全變態昆蟲。蠟蟲期約14天左右，蛹期至少8天後會破蛹而出，羽化成蠟蛾。

2. 觀察：

- 蠟蟲：身長約1公分左右，不太會到處蠕動或找食物吃，吃了足夠的食物就不會再吃了，喜歡爬到飼養箱上方。
- 吐絲：蠟蟲結蛹前會先吐絲把自己包起來，並在裏頭待著，可以不用進食，如果還沒結蛹可以把絲撥開，在燈光24小時照射下，蠟蟲吃塑膠，我們還發現蠟蟲吐絲包起自己時，旁邊會有黑黑的很像排泄物的東西。
- 蠟蛹：蠟蛹呈現深棕色，有些會包在絲裡結蛹，有一些不會在絲裡頭就會結蛹。右上方的統計表顯示無照光組的蛹期在8天以上，照光組的蛹期最短只要7天。
- 蠟蛾：蠟蟲破蛹而出會變成蛾，身體呈現咖啡色和深褐色，身體似乎有不少白色粉末，使蠟蛾的身體為灰白色，張開翅膀寬可達2公分，長約1公分，最長可達1.5公分。無照光組和照光組的蠟蛾期都可以超過8天以上。

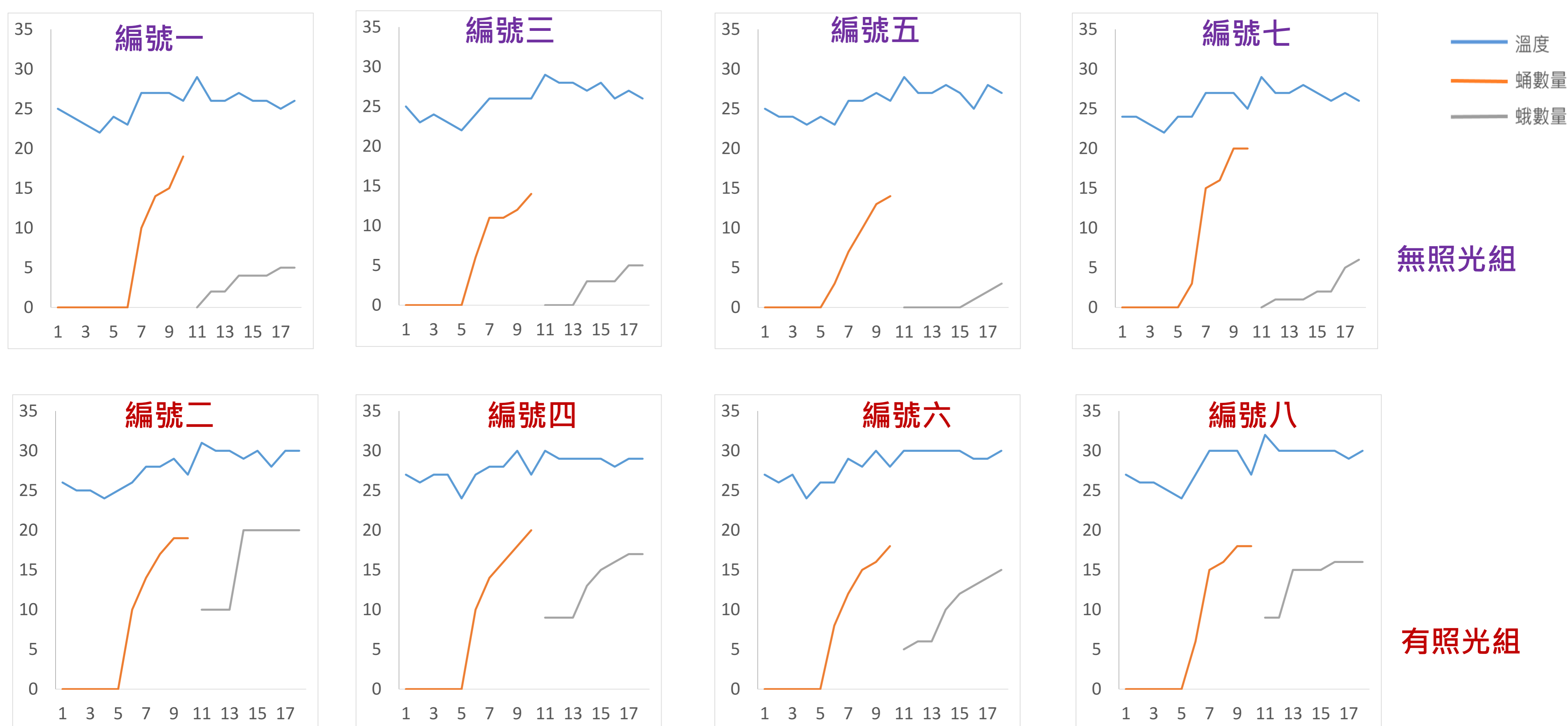
蠟蛹期、蠟蛾期天數

無照光		有照光	
時期	天數	時期	天數
蛹期	8天以上	蛹期	7天以上
蛾期	8天以上	蛾期	8天以上



二、蠟蟲在不同飼養環境中

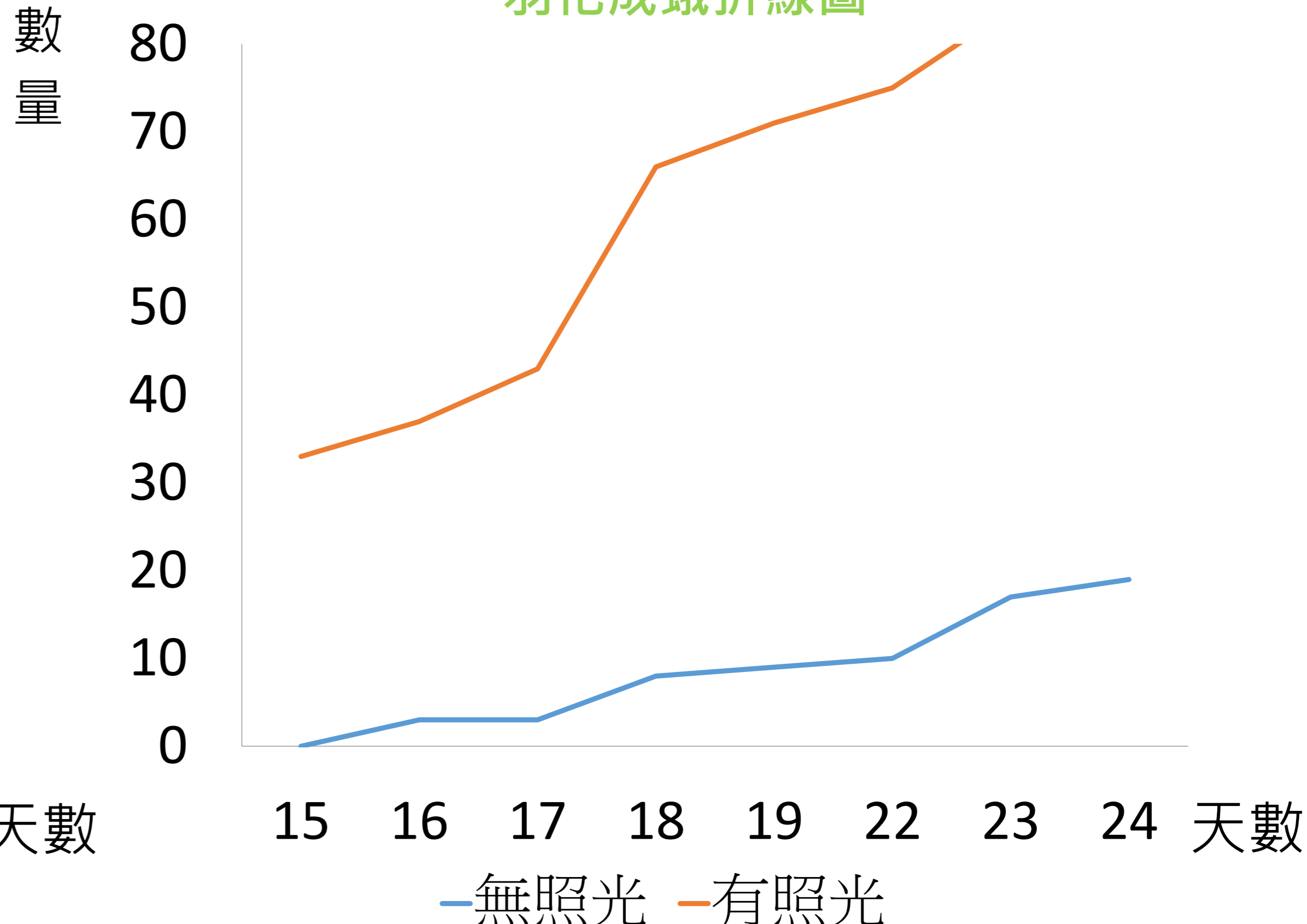
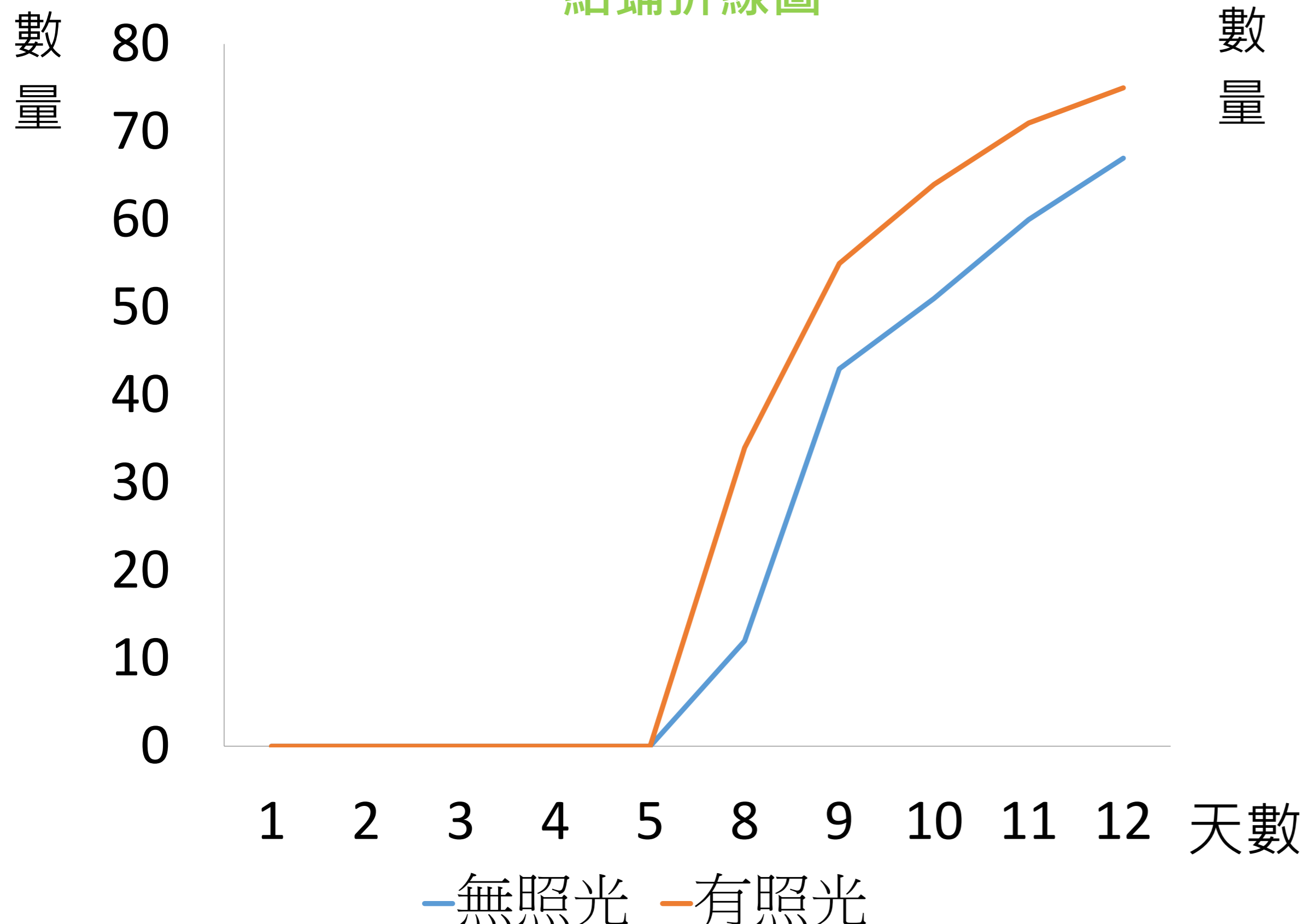
蠟蟲、蠟蛹、蠟蛾生長速度



本次實驗中，編號一、三、五、七為無照光組，編號二、四、六、八為照光加溫組。無照光組平均溫度為27.25度C、照光組平均溫度為29.79度C。從上圖可以發現，有照光組蠟蟲羽化成蛾的數量較多。

結蛹折線圖


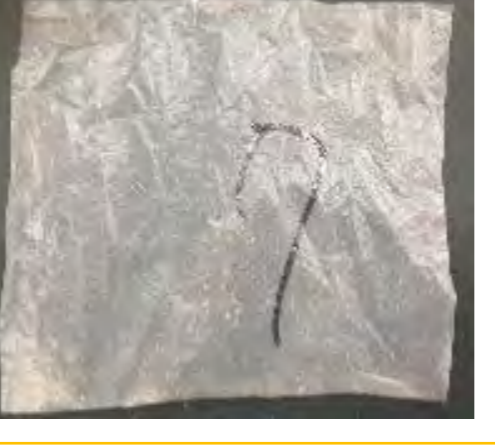

羽化成蛾折線圖



從結蛹折線圖發現，照光組較快結蛹，平均每天照光組比無照光組結蛹數量多。

由羽化成蛾折線圖發現，照光組在第24天成蛾數量近九成，無照光組在第24天成蛾數量不到三成。

三、蠟蟲覓食行為

	無照光組		有照光組		
PE		沒吃		有吃	
PS		沒吃		沒吃	
PE+蜂蜜		沒吃		有吃	
PE+果汁		沒吃		有吃	

根據上面記錄，無照光組都沒有吃塑膠的現象；照光組中除了PS塑膠組未吃，蠟蟲都有吃PE塑膠，我們推測24小時照光加溫會促進蠟蟲吃PE塑膠。

陸、討論

一、塑膠非必要飲食

蠟蟲在成長時所需要的飲食量很少，吃了足夠的食物就可以結蛹、羽化成蛾，本次研究中，一、三、四、五、七號飼養箱中，蠟蟲都沒有吃塑膠，但仍可以結蛹、羽化成蛾。

二、吃聚乙烯PE、不吃聚苯乙烯PS

在一、二、三、四號飼養箱中，編號一、二的食物塑膠袋材質是聚乙烯PE，編號三、四的食物資料夾材質是聚苯乙烯PS，觀察發現在任何條件下蠟蟲都不會吃聚苯乙烯PS。

三、光照影響進食，味道不影響

飼養箱中，編號一、二沒有添加任何味道；編號五、六添加蜂蜜；編號七、八添加果汁，僅有照光的二、六、八號飼養箱中的聚乙烯PE有被食用痕跡，顯示果汁、蜂蜜等蠟蟲喜愛的味道，並不會影響蠟蟲食用聚乙烯PE的意願。

四、吃飽就會吐絲等待結蛹

尚未進入結蛹階段，部分蠟蟲會提早吐絲把自己包覆起來，若撥開蠟蟲的絲，蠟蟲會爬出來但不再進食。吐絲包覆自己的蠟蟲我們無法觀察到牠在裡面是不是已經結蛹，是研究過程中較難以克服的障礙。



柒、結論

一、蠟蟲成長

蠟蟲結蛹至羽化成蛾的過程很明顯受到照光的影響，24小時照光會加快羽化成蛾的速度。本次實驗設計的飼養環境較簡易造成瑕疵，過程中被螞蟻入侵是我們本次研究最可惜的部分，不然我們就能有更完整的資料來探討蠟蟲照光後的成長和食用塑膠的變化。

二、吸引蠟蟲吃塑膠

過去資料提到溫度會加快蠟蟲的生長速度，我們實驗發現使用24小時黃光燈泡照射，會促進蠟蟲食用塑膠，也會讓蠟蟲更快羽化成蠟蛾。對於不同味道（果汁、蜂蜜）的塑膠，並未提升蠟蟲的食慾。

三、照光加溫的影響

實驗照光組為24小時照光，無照光組雖放置於教室角落，一到五白天仍有日光燈，僅週末教室較陰暗，若調整光照的時間，如連續24小時照光，照光12小時、不照光12小時交替，或使用照光但溫度不會升高的LED燈，了解蠟蟲食用塑膠的意願是受照光影響或受溫度影響，提供未來研究參考。

捌、參考資料及其他

- 曾柏諺編譯(2017)：蟲蟲可以幫我們解決塑膠汙染問題嗎？國家地理頻道。
- 蠟蟲：維基百科。
- 魏國金編譯(2017)：魚餌蟲愛吃塑膠 垃圾危機有解？自由時報。
- 舒超(2017)：科學家發現能進食並分解塑膠的昆蟲。明日科學。
- 鄭昱庭整理報導(2017)：大蠟蛾幼蟲吃塑膠 地球環保指望牠。世界民報。
- 塞達卡撰文(2017)：吃塑膠的蟲。科學人雜誌。
- 你當我吃塑的？- 臺灣小蠟蟲攝食環保型塑膠之探討。臺中市立溪南國民中學。中華民國第58屆中小學科學展覽會。