

屏東縣第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

科別：生活應用科學科（二）

組別：國中組

作品名稱：吃”塑”救地球

~ 探討大麥蟲對塑膠分解的能力~



關鍵詞：大麥蟲、塑膠、共生菌

編號：B7019

目錄

摘要.....	2
壹、研究動機.....	3
貳、文獻探討.....	3~4
參、研究目的.....	4
肆、研究流程.....	5
伍、研究設備及材料.....	6
陸、研究過程與方法.....	6~7
柒、研究結果與討論.....	8~16
捌、結論.....	17
玖、參考資料.....	18

作品名稱: 吃”塑”救地球

~ 探討大麥蟲對塑膠分解的能力~

摘要

我們研究大麥蟲以及大麥蟲糞便分解塑膠的能力，並觀察大麥蟲食用塑膠後的身長、重量、結蛹及死亡狀況，結果發現大麥蟲和其糞便皆可分解塑膠，海綿、保麗龍、泡泡紙(塑膠)是最適合被大麥蟲分解的塑膠。因為第一次實驗(只有餵食單一食物)時大麥蟲生長狀況不佳，於是我們用將塑膠混和麥片飼養，結果大麥蟲大部分都長得比較快，死亡率降低，而塑膠被分解的情形也增加了，在餵食 15g 麥片+保麗龍時，分解的效果最好，用混合食物來飼養大麥蟲時的大便，分解保麗龍的效率也提高了，濃度越高，效果越好。

在人類處理塑膠垃圾時，大麥蟲和其糞便或許可以貢獻一點小小的力量。



壹、前言

一、研究動機

我們的地球，有許多令人頭痛的「垃圾危機」，特別是塑膠垃圾的分解，成為人們必須處理的問題。台中女中學生曾研究麵包蟲腸中的共生菌可分解保麗龍(參考一)，而大麥蟲體型大，是不是分解塑膠的能力會更好呢?牠們喜歡分解哪一種塑膠呢?為了地球的永續發展，我們想研究大麥蟲以及大麥蟲糞便分解塑膠的能力，並觀察大麥蟲分解塑膠後的身長、重量的變化，希望小小的大麥蟲，能夠幫助我們處理一點麻煩的塑膠垃圾。

二、文獻探討

(一)大麥蟲(參考二)

超級大麥蟲(學名: *Zophobas morio*)，又名超級麥皮蟲，是大麥蟲屬下的一種甲蟲，其幼體是常見的爬行動物、鳥類和魚類飼料。有黑色外殼的甲蟲，可進行短距離飛行。但飼養箱中集中飼養的、有足夠食物的大麥蟲不會化蛹，想要其化蛹則必須要將其與同類隔離七至十日。



※幼蟲

體長約 25~30 毫米，體色呈黑褐色，體形為長橢圓形。體面多密集黑斑點，周身無毛刺，背表無光澤。複眼紅褐色，觸角念珠狀，11 節，觸角末節長大於寬，第一和第二節長度之和大於第三節的長度，第三節的長度約為第二節長度的 2 倍。

※蛹

大麥蟲在進入蛹期後不吃不喝，只要保證溫度在零上 25 度—30 度之間，濕度保持在 60%—70% 之間，有十天就能順利羽化成大麥蟲成蟲，剛羽化的大麥蟲成蟲體色為白色，羽翅較為柔軟。大麥蟲蛹在體色完全變成黑色後就可正常產卵了。



幼蟲

蛹

成蟲



(二)海綿

成分大多是聚氨酯，過程是：將發泡樹脂，發泡助劑和粘合劑樹脂(使成品具有粘性)混合在起

(三)水果網套

原料是珍珠棉(EPE)

聚乙烯發泡棉是非交聯孔結構，又稱 EPE 珍珠棉，是一種新型環保的包裝材料。它由低密度聚乙烯經物理發泡產生無數的獨立氣泡構成。

(四)發泡塑膠

發泡成型是使塑膠產生微孔結構的過程。幾乎所有的熱固性和熱塑性塑膠都能製成泡沫塑膠，常用的樹脂有聚苯乙烯、聚氨酯、聚氯乙烯、聚乙烯、脲甲醯、酚醯等

(五)保麗龍

發泡性聚苯乙烯，通稱保麗龍(簡稱 EPS)。保麗龍是由聚苯乙烯 (Polystyrene, PS) 發泡製成

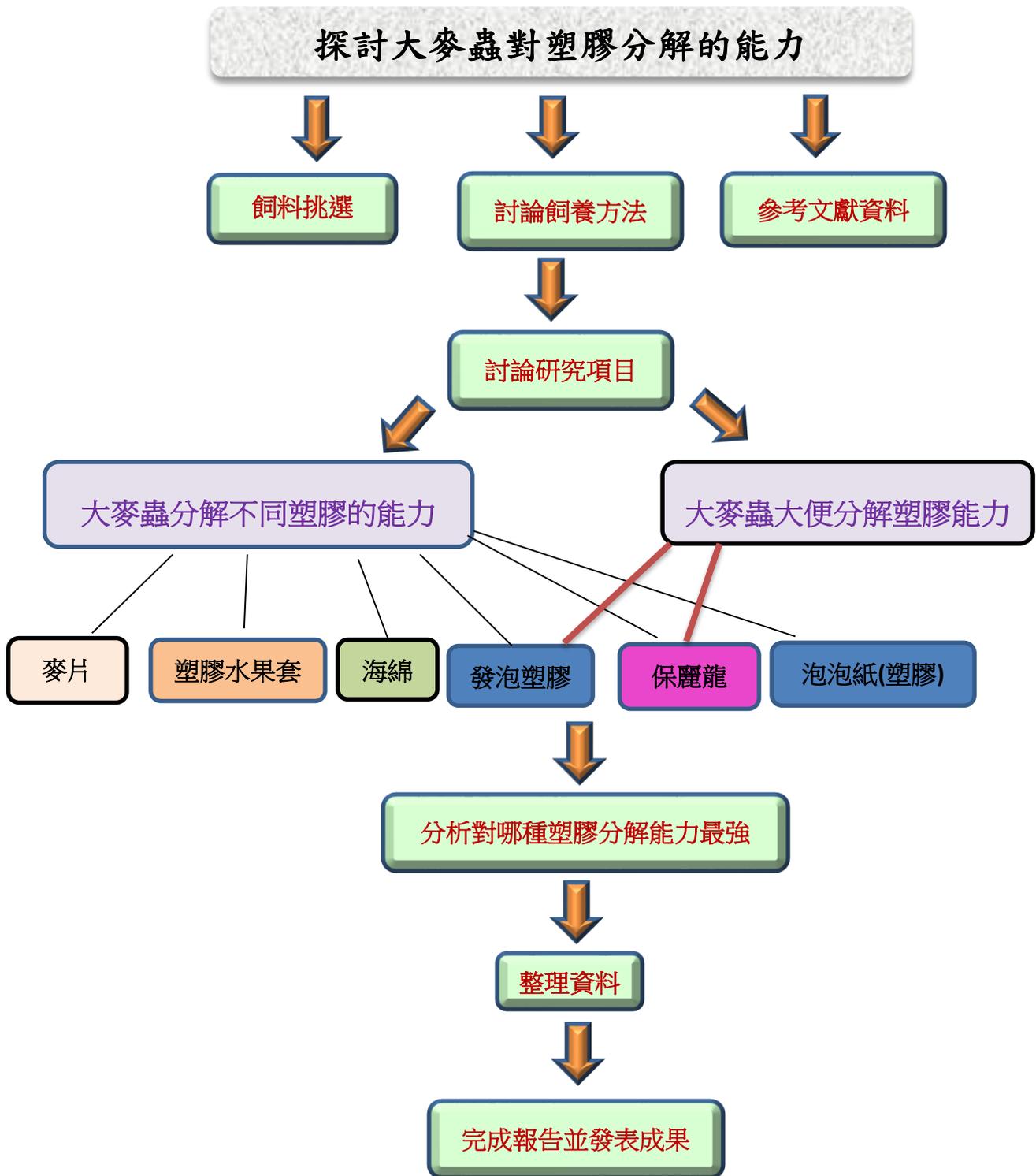
(六)塑膠泡泡

EPE(Expand able poly ephylene)，即可發性聚乙烯，又稱珍珠棉。EPE 的生產過程是以 LDPE 低密度聚乙烯樹脂為主要原料，添加發泡劑和抗縮劑，經擠出成型製作片材。早期 EPE 生產工藝中常採用氟利昂作為發泡劑，但是由於氟利昂具有破壞大氣層的危險性，因此被國家明令禁止使用，目前國內已普遍使用丁烷進行發泡，並加入兩種輔料，工業或醫用級 800-1250 目的超細滑石粉和食品級的抗縮劑-單甘油脂，整個生產過程為物理變化，在生產過程中不發生有毒有害氣體，無廢品、廢水產生，所以 EPE 是無毒環保產品(參考三)。

三、研究目的

- (一)探討大麥蟲食用各種塑膠的生長狀況及塑膠被分解的情形。
- (二)探討大麥蟲的大便分解泡棉的效果。
- (三)如何提升大麥蟲分解各種塑膠的效果。
- (四)如何提升大麥蟲的大便分解保麗龍的效果。
- (五)探討餵食各種混合食物的大麥蟲結蛹率及死亡的情形。

四、研究流程：



貳、研究設備及材料

飼養箱 1	飼養箱 2	鑷子	電子秤	尺	大麥蟲	培養皿	海綿
							
手機	計算機	保麗龍	水果網套	麥片	泡泡紙	發泡塑膠	布丁杯
							

參、研究過程. 與方法

一、探討大麥蟲食用各種塑膠的生長狀況及塑膠被分解的情形。

(一)準備 6 個盒子(15*10cm)，做分組實驗，每組放入 10 隻大小相近的大麥蟲

(二)6 組大麥蟲分別餵食海綿、泡泡紙(塑膠)、緩衝泡棉、水果網套、保麗龍、麥片(對照組)



海綿 泡泡紙 緩衝泡棉 水果網套 保麗龍 麥片

(三)給予幼蟲足夠食物，每天觀察並紀錄蛻

皮、死亡、結蛹、羽化、成蟲的情形及
每 1 個禮拜紀錄身長、蟲重、食物重，
紀錄 4 週

(四)分析在餵食不同塑膠下大麥蟲的幼蟲、

蛹、成蟲的體重、身長的變化

(五)分析各種塑膠被分解的情形



測量體長



飼養中

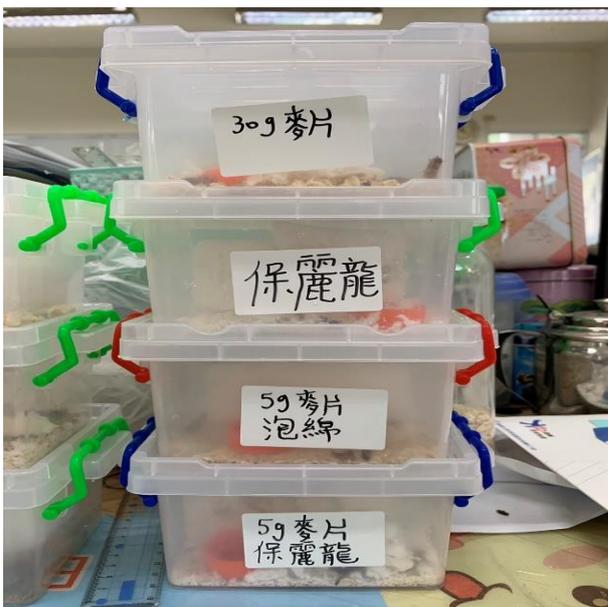
二、探討大麥蟲的大便分解泡棉的效果。

- (一)將 (0g 大便、7g 大便、15g 大便) 倒入布丁杯中
- (二)接著，倒入 50cc 的水和 0.85g 的泡棉
- (三)放置一周後，把泡棉洗乾淨並且把泡棉曬乾
- (四)測量泡棉被分解的量並分析結果

三、如何提升大麥蟲分解各種塑膠的效果。

- (一)經過了第一次的實驗我們發現當大麥蟲的食物只有塑膠時，身長變短，蟲重變輕，死亡率也變高，因此我們第二次的實驗將大麥蟲的食物做了改變。
- (二)準備 7 個小飼養箱，將大麥蟲分成 7 盒，每盒放 10 隻大麥蟲。
- (三)用第一次實驗大麥蟲分解最多的緩衝泡棉、保麗龍和麥片作為混合食物。
- (四)調整大麥蟲食物的比例，分為 5g 麥片+泡棉、15g 麥片+泡棉、5g 麥片+保麗龍、15g 麥片+保麗龍、30g 麥片(對照組)、純保麗龍、純泡棉。
- (五)觀察並記錄不同食物的環境下大麥蟲身長、蟲重、蛻皮、結蛹、羽化和死亡的變化。

大麥蟲放入各種麥片塑膠混合食物飼養盒中



四、如何提升大麥蟲的大便分解保麗龍的效果。

(一)經由前面實驗發現，大麥蟲分解保麗龍的效果最好，因此使用保麗龍作為實驗對象。

(二)收集大麥蟲的大便並分成 0g、2g、4g、6g 四組，分別加入 30ml 的蒸餾水，攪拌充分溶解。

(三)切下四塊 0.45 公克的保麗龍放入前面四組溶液中。

(四)四組溶液蓋上保鮮膜，以防止保麗龍浮出水面，如上圖。

(五)靜置一個星期後撈出保麗龍並曬乾、秤重，觀察保麗龍重量是否減輕。

保麗龍放入不同濃度的大麥蟲糞便中



五、探討餵食各種混合食物的大麥蟲結蛹率及死亡的情形。

(一)將實驗三所記錄的資料，分析大麥蟲結蛹及死亡狀況

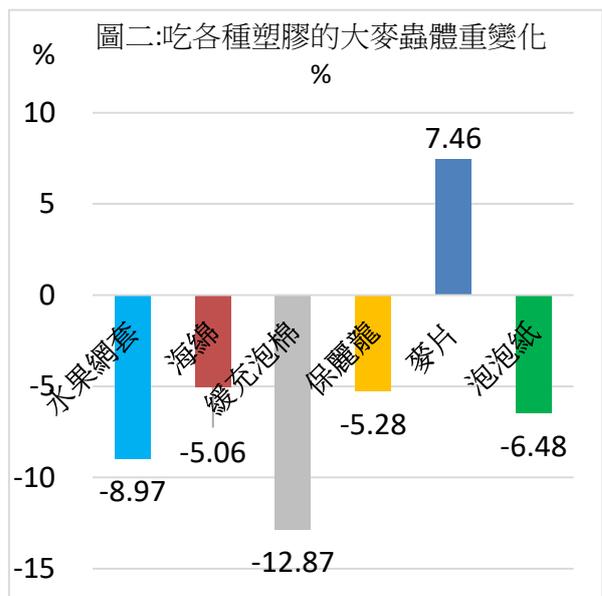
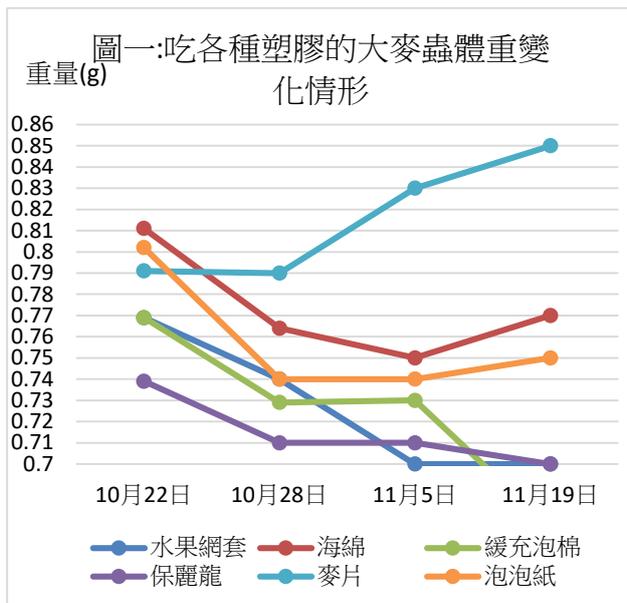
肆、研究結果和討論

一、探討大麥蟲食用各種塑膠的生長狀況及塑膠被分解的情形。

台中女中學生研究麵包蟲腸中的共生菌可分解保麗龍，曾震驚國際科展，而大麥蟲體型大，是不是分解塑膠的能力會更好呢？牠們喜歡分解哪一種塑膠呢？因此本實驗分別用 5 種塑膠來餵食大麥蟲，塑膠被分解的情形如(表三)，及大麥蟲吃了這些塑膠後體重和體長的變化如(表一)(表二)。

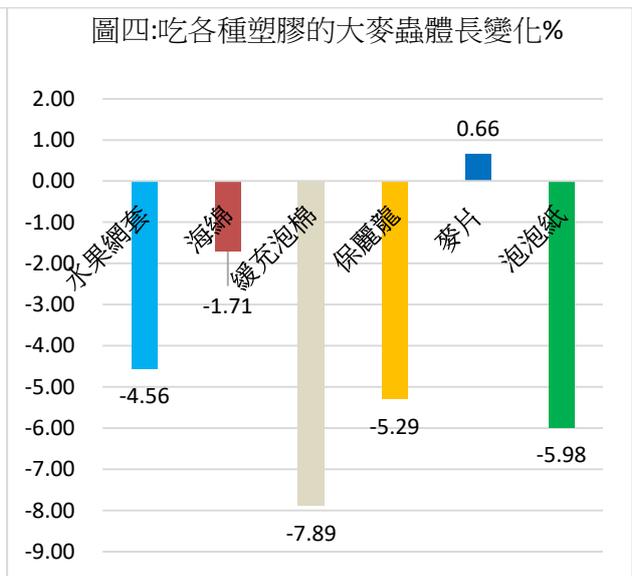
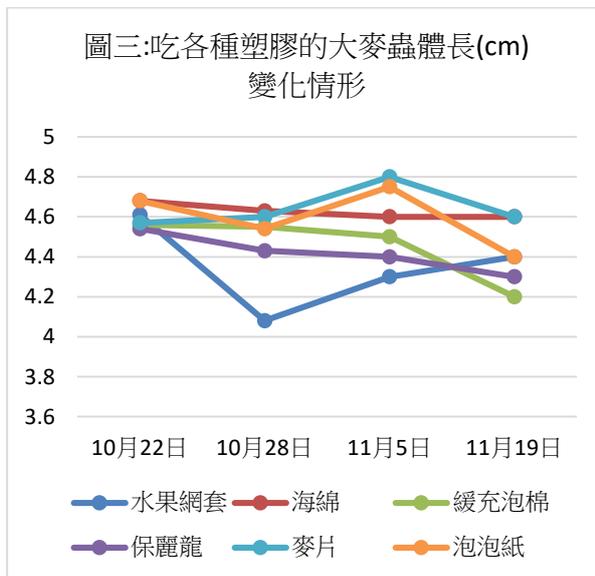
(表一) 吃各種塑膠的大麥蟲體重變化情形比較表

	水果網套	海綿	緩充泡棉	保麗龍	麥片	泡泡紙(塑膠)
10月22日	0.769	0.811	0.769	0.739	0.791	0.802
10月28日	0.74	0.764	0.729	0.71	0.79	0.74
11月5日	0.7	0.75	0.73	0.71	0.83	0.74
11月19日	0.7	0.77	0.67	0.7	0.85	0.75
重量變化(g)	-0.069	-0.041	-0.099	-0.039	0.059	-0.052
重量變化%	-8.97%	-5.06%	-12.87%	-5.28%	7.46%	-6.48%



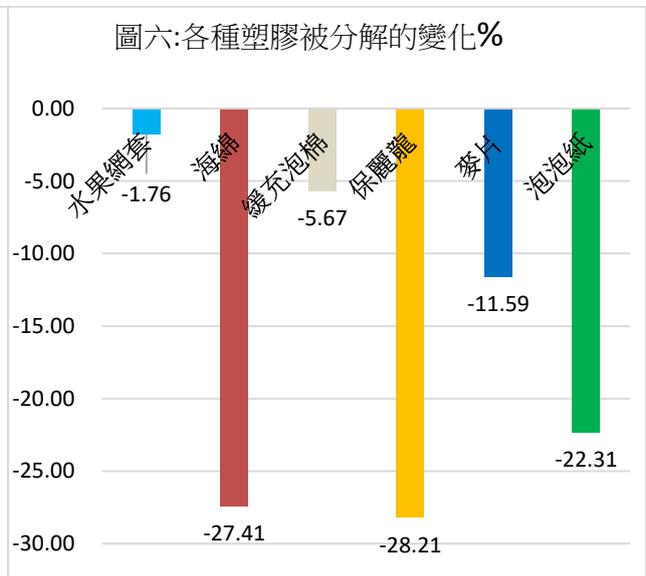
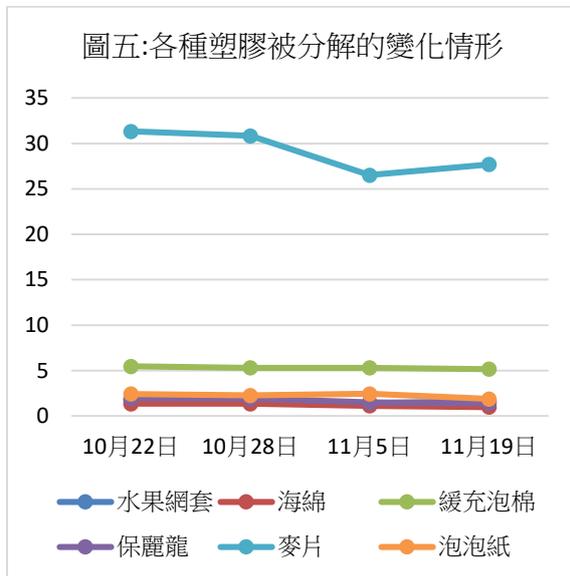
(表二) 吃各種塑膠的大麥蟲體長變化情形比較表

	水果網套	海綿	緩充泡棉	保麗龍	麥片	泡泡紙(塑膠)
10月22日	4.61	4.68	4.56	4.54	4.57	4.68
10月28日	4.08	4.63	4.55	4.43	4.6	4.54
11月5日	4.3	4.6	4.5	4.4	4.8	4.75
11月19日	4.4	4.6	4.2	4.3	4.6	4.4
長度變化(cm)	-0.21	-0.08	-0.36	-0.24	0.03	-0.28
長度變化%	-4.56	-1.71	-7.89	-5.29	0.66	-5.98



(表三)各種塑膠被大麥蟲分解後重量的變化情形比較表

	水果網套	海綿	緩充泡棉	保麗龍	麥片	泡泡紙
10月22日	1.7	1.35	5.47	1.95	31.33	2.42
10月28日	1.69	1.35	5.31	1.91	30.84	2.27
11月5日	1.4	1.13	5.3	1.5	26.52	2.44
11月19日	1.67	0.98	5.16	1.4	27.7	1.88
食物變化(g)	-0.03	-0.37	-0.31	-0.55	-3.63	-0.54
食物變化%	-1.76471	-27.4074	-5.66728	-28.2051	-11.5863	-22.314



【結果與討論】

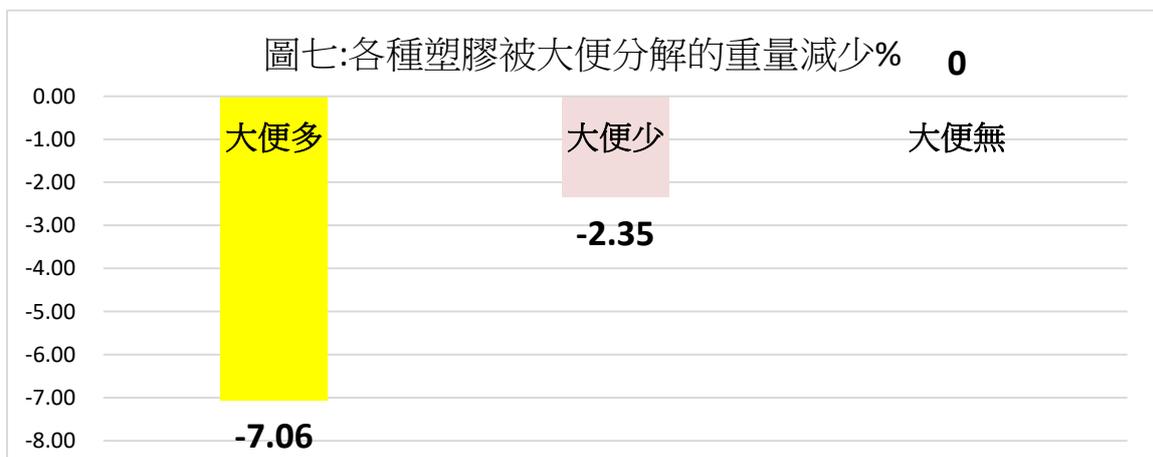
- (一)由實驗結果可知，大麥蟲對這些塑膠都可分解，只是分解後的體重都變輕了，體長也變小了，只有吃麥片的對照組體重和體長有增加。
- (二)由圖二和圖四發現大麥蟲體重減少較少的前三名是:海綿、保麗龍、泡泡紙(塑膠)，體長減少的前三名是海綿、水果網套、保麗龍。
- (三)由圖六發現塑膠被分解得前三名是保麗龍、海綿、泡泡紙(塑膠)。
- (四)因此，綜合塑膠被分解的量及大麥蟲生長狀況，海綿、保麗龍、泡泡紙(塑膠)是最適合被大麥蟲分解的塑膠。

二、探討大麥蟲的大便分解泡棉的效能。

我們知道分解塑膠只要是麵包蟲中的腸中的共生菌，由實驗一也證實大麥蟲也可分解塑膠，我們假設這也是大麥蟲腸中共生菌的功勞(因為我們沒有能力分離出這些菌)，這些共生菌隨大麥蟲的大便排出後，是否仍可分解塑膠呢?結果如下:

(表四)泡棉被大麥蟲的大便分解後重量的變化情形比較表

	大便多	大便少	大便無
泡棉原始重(g)	0.85	0.85	0.85
2 周後泡棉重(g)	0.79	0.83	0.85
泡棉重量減少(g)	-0.06	-0.02	0
泡棉重量減少%	-7.06	-2.35	0



【結果與討論】

(一)由圖七發現大便還真的可以分解塑膠，只是效能沒有蟲本身好

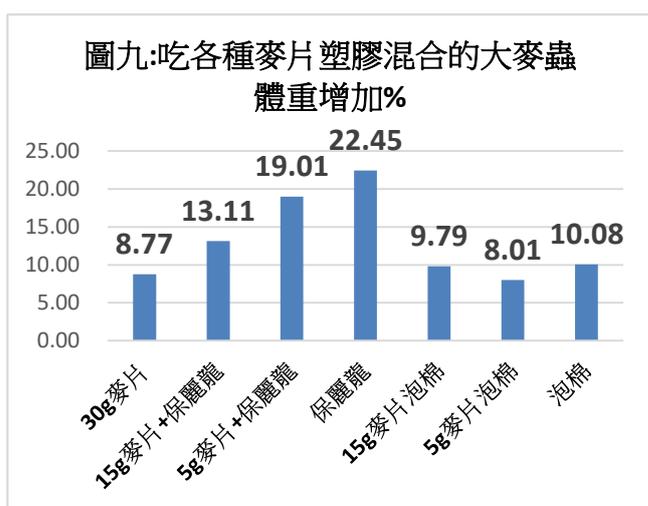
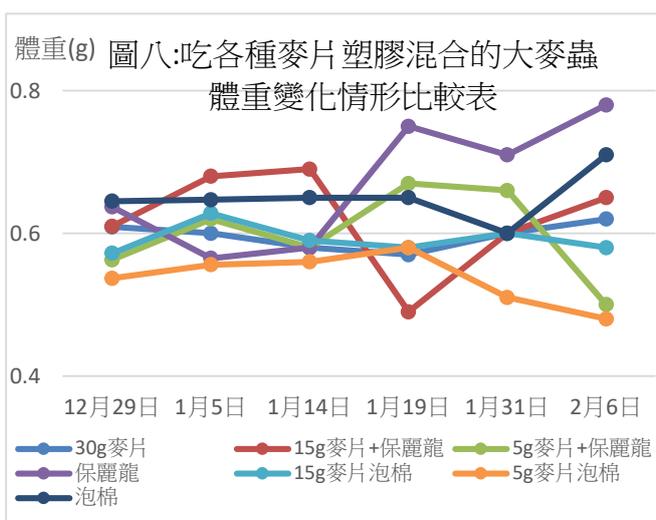
(二)我們認為增加大便的濃度或溫度或許可以提升效率，因此接下來我們就進而探討濃度對塑膠分解效能的影響。

三、如何提升大麥蟲分解各種塑膠的效果。

前面的實驗中，發現吃麥片的大麥蟲才有長大，因此接下來我們選兩種塑膠，都加入不同麥片的量，看是否能增加大麥蟲分解塑膠的效能，結果如下：

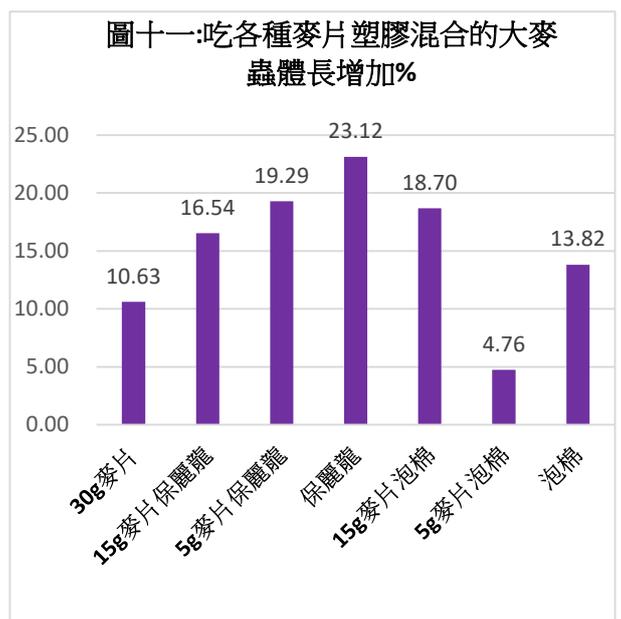
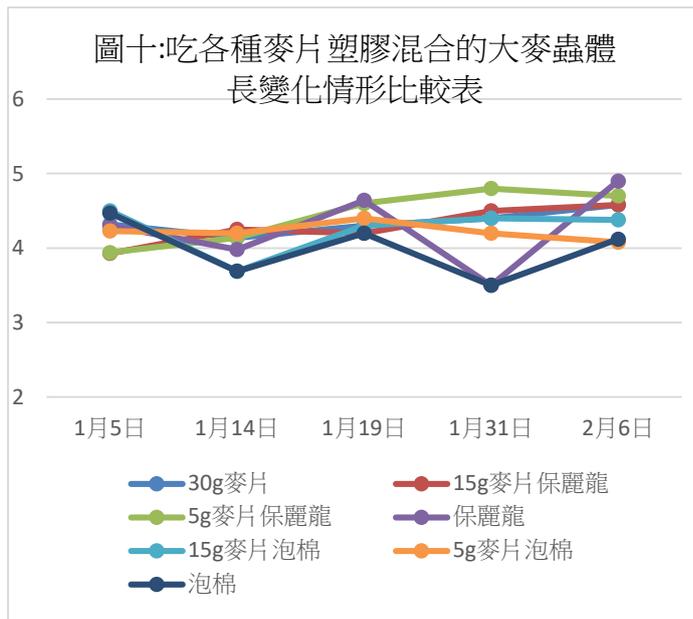
(表五)大麥蟲吃麥片混合塑膠後的體重變化情形

	30g 麥片	15g 麥片+ 保麗龍	5g 麥片+ 保麗龍	保麗龍	15g 麥片 泡棉	5g 麥片 泡棉	泡棉
12月29日	0.609	0.61	0.563	0.637	0.572	0.537	0.645
1月5日	0.6	0.68	0.62	0.565	0.628	0.556	0.647
1月14日	0.58	0.69	0.58	0.58	0.59	0.56	0.65
1月19日	0.57	0.49	0.67	0.75	0.58	0.58	0.65
1月31日	0.6	0.6	0.66	0.71	0.6	0.51	0.6
2月6日	0.62	0.65	0.5	0.78	0.58	0.48	0.71
體重增加%	8.77	13.11	19.01	22.45	9.79	8.01	10.08



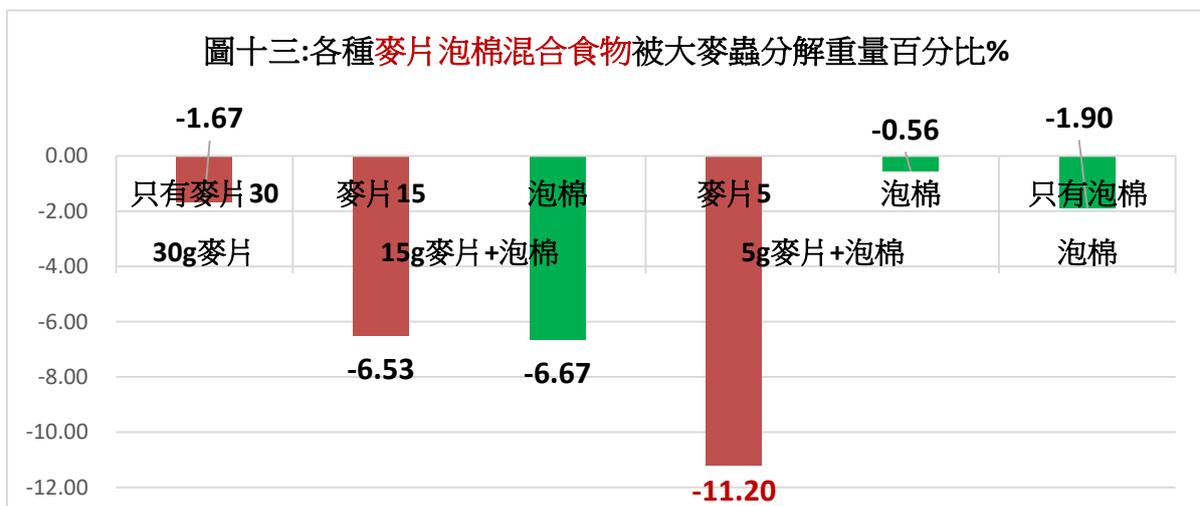
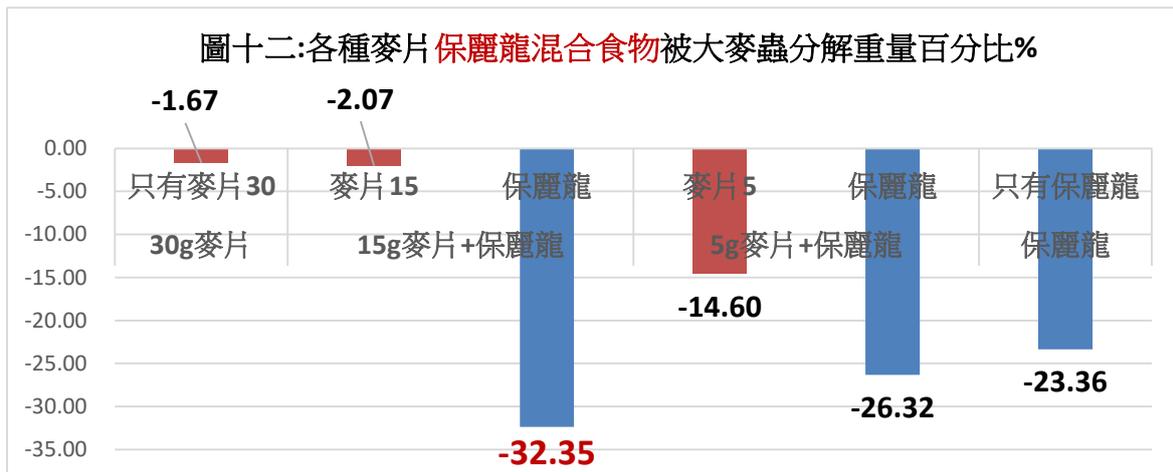
(表六)大麥蟲吃麥片混合塑膠後的體長變化情形

	30g 麥片	15g 麥片保 麗龍	5g 麥片 保麗龍	保麗龍	15g 麥片 泡棉	5g 麥片 泡棉	泡棉
1月5日	4.32	3.93	3.94	4.3	4.5	4.23	4.47
1月14日	4.14	4.25	4.14	3.98	3.69	4.2	3.69
1月19日	4.3	4.2	4.6	4.64	4.3	4.4	4.2
1月31日	4.4	4.5	4.8	3.5	4.4	4.2	3.5
2月6日	4.58	4.58	4.7	4.9	4.38	4.08	4.12
體長增加%	6.02	16.54	19.29	13.95	-2.67	-3.55	-7.83



(表七) 麥片塑膠混合食物被大麥蟲吃後的重量變化情形

	麥片		15g 麥片+保麗龍		5g 麥片+保麗龍		保麗龍	15g 麥片+泡棉		5g 麥片+泡棉		泡棉
	只有麥片	麥片	麥片	保麗龍	麥片	保麗龍	只有保麗龍	麥片	泡棉	麥片	泡棉	只有泡棉
重量減少百分率%	30g	-1.67	-2.07	-32.35	-14.60	-26.32	-23.36	-6.53	-6.67	-11.20	-0.56	-1.09



【結果與討論】

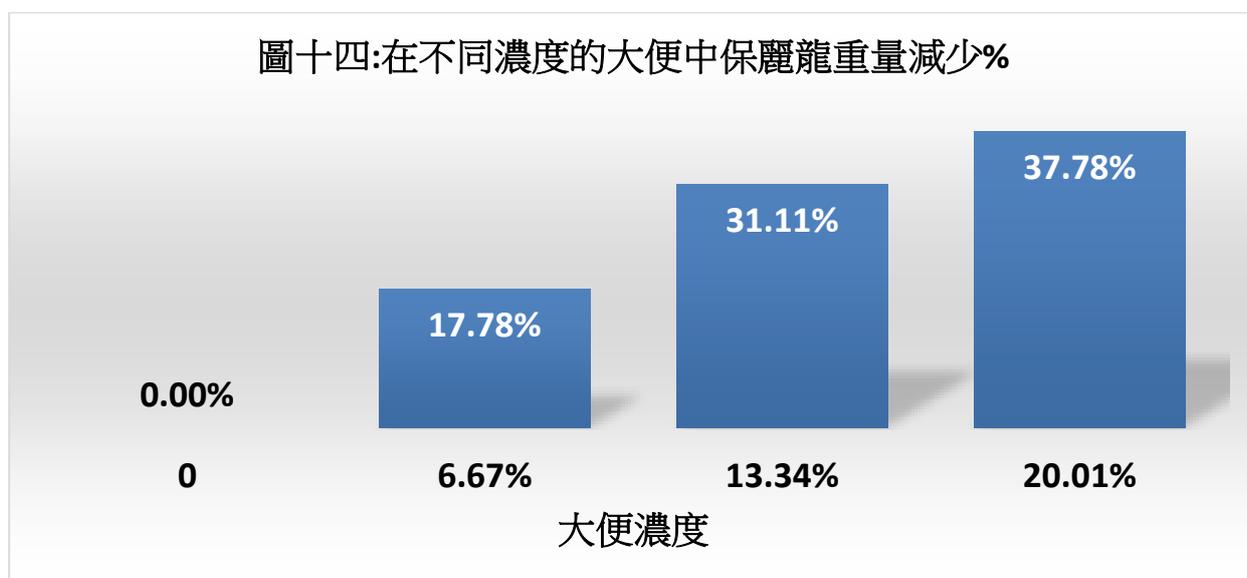
- (一)這次實驗發現用混合食物來飼養時，大麥蟲大部分都長得比較快，體重和體長都有增加，保麗龍是混 15g 的麥片長的最好，泡棉是混 5g 的麥片長的最好(圖八~圖十一)。
- (二)塑膠被分解的情形也增加了，保麗龍被分解的量依序是 15g 麥片+保麗龍 > 5g 麥片+保麗龍 > 保麗龍 > 麥片，最大的量有 32.35%之多(圖十二)。
- (三)泡棉被分解的量沒有保麗龍好，依序是 5g 麥片+泡棉 > 15g 麥片+泡棉 > 泡棉 > 麥片，最大的量有 11.20%之多(圖十三)。
- (四)混合食物對泡棉分解影響較小，但對保麗龍影響顯著，不但蟲長的較好，分解效率也較高(32.35%)，因此在實際應用時，可以考慮混合食物，至於塑膠和食物的比例要更精準的實驗來獲得。

四、如何提升大麥蟲的大便分解保麗龍的效果。

這次使用被分解較好的保麗龍來做實驗，依照不同的大便濃度來探討其分解保麗龍的效果(大便濃度分為 20.01%、13.34%、6.67%、0 為對照組)，結果如下：

(表八)保麗龍被大麥蟲的大便分解後重量的變化情形比較表

大便濃度	0	6.67%	13.34%	20.01%
保麗龍原始重(g)	0.45	0.45	0.45	0.45
1 周後保麗龍重(g)	0.45	0.37	0.31	0.28
保麗龍重量減少(g)	0	0.08	0.14	0.17
保麗龍重量減少%	0.00%	17.78%	31.11%	37.78%



【結果與討論】

- (一)這次實驗發現用混合食物來飼養時的大便，分解保麗龍的效率也提高了，濃度越高，效果越好（圖十四）。
- (二)在測量保麗龍時，保麗龍容易掉屑屑，所以分解率有偏高情形，在測量技巧上需想辦法改善才能獲得更精準的結果。

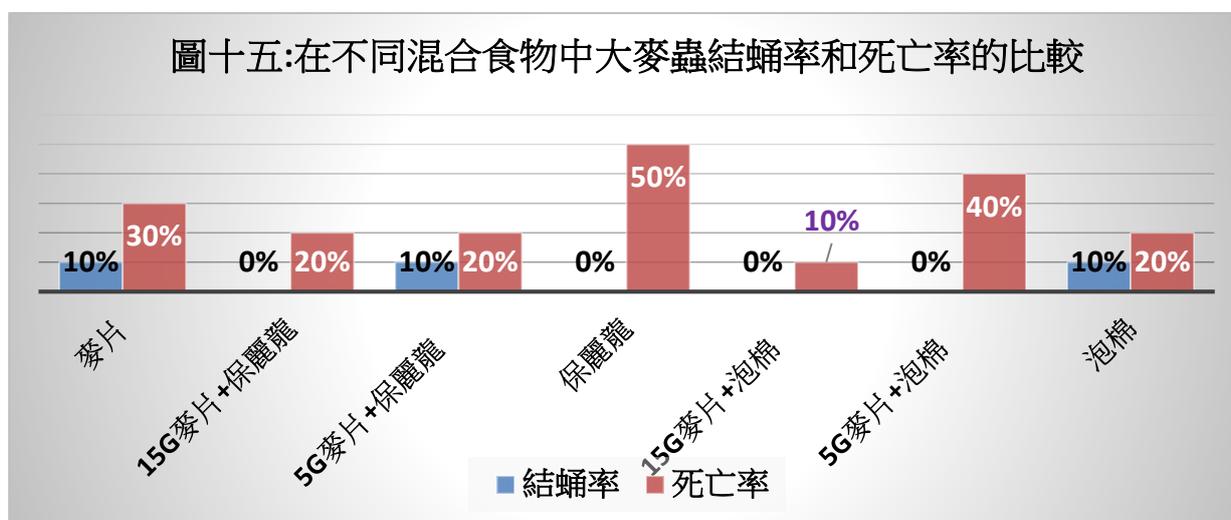
五、探討餵食各種混合食物的大麥蟲結蛹率及死亡的情形。

第二次實驗時遇到幾次寒流，導致大麥蟲生長變慢，死亡率也大增，影響實驗的結果，因此我們縮短統計時間到3週(1/19日)，結果如下：

(表九) 在不同混合食物中大麥蟲各種發育狀況的比較

1月19日前	麥片	15g 麥片+ 保麗龍	5g 麥片+ 保麗龍	保麗龍	15g 麥片+ 泡棉	5g 麥片+ 泡棉	泡棉
結蛹數量	1	0	1	0	0	0	1
蛻皮	2	0	2	2	1	1	0
羽化	0	0	0	0	0	0	0
死亡	3	2	2	5	1	4	2
成蟲	0	0	0	0	0	0	0
結蛹率	10%	0%	10%	0%	0%	0%	10%
死亡率	30%	20%	20%	50%	10%	40%	20%

圖十五:在不同混合食物中大麥蟲結蛹率和死亡率的比較



【結果與討論】

(一) 這次實驗發現結蛹情形只有純麥片、純泡棉及5g 麥片+保麗龍，死亡情形是純保麗龍最高(達50%)，其次5g 麥片+泡棉，接著是純麥片，15g 麥片+泡棉的死亡率最低(圖十五)。

(二) 混合食物在保麗龍組，似乎可降低其死亡率，泡棉組的只有15g 麥片 + 泡棉死亡率較低。

伍、結論

- 一、第一次實驗:大麥蟲可分解塑膠，大便也可以分解塑膠，只是效能沒有蟲本身好。
- 二、大麥蟲體重減少較少的前三名是:海綿、保麗龍、泡泡紙，體長減少的前三名是海綿、水果網套、保麗龍。
- 三、塑膠被分解得前三名是保麗龍、海綿、泡泡紙。
- 四、綜合塑膠被分解的量及大麥蟲生長狀況，海綿、保麗龍、泡泡紙(塑膠)是最適合被大麥蟲分解的塑膠。
- 五、第二次實驗，發現用混合食物來飼養時，大麥蟲大部分都長得比較快，體重和體長都有增加，保麗龍是混 15g 的麥片長的最好，泡棉是混 5g 的麥片長的最好。
- 六、塑膠被分解的情形也增加了，保麗龍被分解的量依序是 15g 麥片+保麗龍 > 5g 麥片+保麗龍 > 保麗龍 > 麥片，最大的量有 32.35%之多。
- 七、泡棉被分解的量沒有保麗龍好，依序是 5g 麥片+泡棉 > 15g 麥片+泡棉 > 泡棉 > 麥片，最大的量有 11.20%之多(圖十三)。
- 八、混合食物對泡棉分解影響較小，但對保麗龍影響顯著，不但蟲長的較好，分解效率也較高(32.35%)。
- 九、用混合食物來飼養時的大便，分解保麗龍的效率也提高了，濃度越高，效果越好。
- 十、結蛹情形只有純麥片、純泡棉及 5g 麥片+保麗龍，死亡情形是純保麗龍最高(達 50%)，其次 5g 麥片+泡棉，接著是純麥片，15g 麥片+泡棉的死亡率最低。
- 十一、混合食物在保麗龍組，似乎可降低其死亡率，泡棉組的只有 15g 麥片+泡棉死亡率較低。

※未來展望

現在最常見的塑膠垃圾：塑膠袋被自然分解的時間長達 10 年，所

以我們未來也可以試著讓大麥蟲分解塑膠袋，為地球盡一份心力。

陸、參考資料：

- 一、曾依晴/國立臺中女子高級中學/從麵包蟲體內分離出可分解保麗龍之菌種/2009 年臺灣國際科學展覽會
- 二、<https://www.jendow.com.tw/wiki/%E5%A4%A7%E9%BA%A5%E8%9F%B2>
(大麥蟲幼蟲、蛹、成蟲)
- 三、<https://reurl.cc/5M5Z1n>；<https://www.jendow.com.tw/wiki/>；
<https://reurl.cc/k113ML>；https://www.tayi.net/big5/news_01_detail_4_0
(各種塑膠-海綿、水果網套、發泡塑膠、保麗龍、塑膠泡泡)
- 四、潘力鴻、林弘恩、陳柏祥/屏東縣立明正國民中學/走在蟲蟲的十字路口 ~不同磁場對麵包蟲的生長和羽化及行為的影響~/中華民國第 61 屆中小學科學展覽會