

屏東縣第 62 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：舊米中常見害蟲的交叉研究

關 鍵 詞：米象、擬穀盜、穀蠹（最多三個）

編號：A4023

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

摘要

在本次科展實驗中，我們由一袋舊米生態圈中選出了三種積穀害蟲，米象、擬穀盜及穀蠹出來培育。為了瞭解牠們對於食物的喜好，我們對於多種米類及中藥項目進行了重複加濕加溫的仿舊實驗。發現經仿舊實驗後的品項容易崩解，更有利於積穀害蟲的進食與繁殖。選擇盒實驗顯示出積穀害蟲對於中藥的喜愛程度並不亞於對米類的喜好，所以我們設計了一個自製誘捕器並放入自製餌料，試圖挑戰在經濟價值較高的中藥材中誘捕這些積穀害蟲。由於在培育穀蠹時，發現與他種蟲類共生會增加穀蠹的存活率，我們另外進行了三種積穀害蟲的交叉共生培育並進行觀察及探討彼此之間存在的競合關係。

目錄

| | |
|------------|-------|
| 壹、 前言 | P. 1 |
| 貳、 研究設備及器材 | P. 4 |
| 參、 研究過程或方法 | P. 5 |
| 肆、 研究結果 | P. 11 |
| 伍、 討論 | P. 21 |
| 陸、 結論 | P. 22 |
| 柒、 參考資料及其他 | P. 23 |

壹、前言

一、研究動機

在去年的暑假尾聲，隨著媽媽的尖叫聲，以及廚房中一袋舊米的發現，我們開啟了這個主題的研究。這包舊米裡怎麼會有那麼多蠕動的蟲，而且長的都大不相同？抓出來數一數至少有 5~6 種不同種類的蟲開心地爬來爬去，這些是甚麼昆蟲？這些昆蟲的特性是什麼？他們是怎麼出現在這袋米裡面的？他們通常會在甚麼時候產卵，怎麼產卵？這麼多種不同的蟲，要怎麼一起生存下去？有沒有方法可以消滅他們？要怎麼防止他們的再次出現？這些問題都好有趣，也很值得我們去了解跟探索。

恰好班上有一群喜歡研究昆蟲的人，通常下課都會聚在一起討論關於蟲蟲的相關事情，所以我們就組成科展小組著手開始關於這些穀類害蟲的研究。

二、研究目的

- (一) 觀測舊米中的生態圈
- (二) 自行培育繁殖積穀害蟲
- (三) 積穀害蟲對穀類和中藥的選擇偏好
 1. 新米中積穀害蟲的選擇偏好
 2. 仿舊實驗中積穀害蟲的選擇偏好
- (四) 依據積穀害蟲的選擇偏好設計自製誘捕器
- (五) 米象、擬穀盜和穀蠹的共生或競爭關係探討
 1. 共同居住培育測試
 2. 活動力測試

三、文獻回顧

(一) 本研究中主要的積穀害蟲

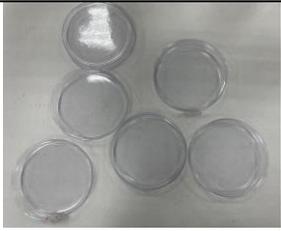
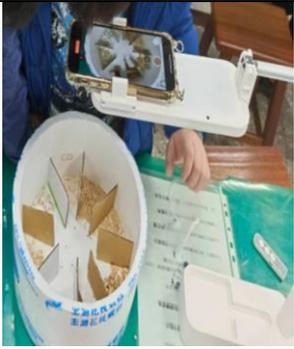
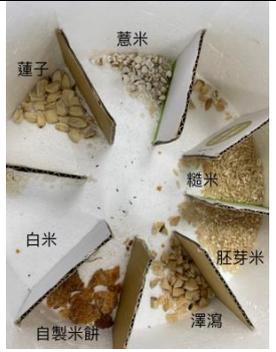
| | 米象 | 穀蠹 | 擬穀盜 |
|------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|
| 分類地位 | 鞘翅目，象鼻蟲科。 | 鞘翅目，長蠹蟲科。 | 鞘翅目，擬步甲科。 |
| 危害作物 | 普遍危害積穀，如糙米、小麥等儲穀。 | 普遍危害積穀，如稻穀、甘藷、糙米、小麥等儲穀。 | 對麵粉、酵母粉、骨粉、粉料、米穀、糙米、米糠、小麥、玉米、高粱、甘藷、花生、大豆...等類積穀危害。 |
| 型態 | 成蟲 ：體長約 2.5-3.5mm， | 成蟲 ：體長約 3.6-4.8 公 | 成蟲 ：體長約 3-4.5mm、 |

| | | | |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>口吻細長如象鼻。</p> <p>卵：長 0.6mm，長橢圓形</p> <p>幼蟲：體長 2.5-3mm，乳白色。</p> <p>蛹：體長 2.9-3.7mm，初化蛹時呈乳白色。</p> | <p>厘，體圓筒形有光澤，全體暗褐色。</p> <p>卵：長 0.9-1 mm，橢圓形，色淡褐帶乳白</p> <p>幼蟲：體長 4-5 mm，乳白色有微毛。</p> <p>蛹：體長 3 mm 左右，頭與成蟲同。</p> | <p>體扁平橢圓形。</p> <p>卵：長 0.6 mm，呈乳白色。</p> <p>幼蟲：體長 5-6 mm，體細長、圓筒形。</p> <p>蛹：體長 4.1-4.5mm 初化蛹時呈乳白色，漸轉變為黃褐色。</p> |
| 生活史 | <p>年發生 8 世代，1 世代約 20-50 日，在 27.2°C 時米象每世代需 25 天，在 17°C 時需 92 天，在 13°C 時成蟲幾乎呈現不活動狀態。</p> | <p>年發生 5 世代，在 28 °C 下完成 1 世代約 36 日，以成蟲及幼蟲同時越冬，周年可見各齡期幼蟲。成蟲於 4 月中旬出現，交尾後 4-5 日開始產卵於米穀粒間，8-20 粒成堆。老熟幼蟲於穀粒內化蛹，蛹期 4-13 日。</p> | <p>年發生 4 代，卵期在 30°C 時 5-7 天，幼蟲期在 26-34°C 時 43-48 天，脫皮 7 次，蛹期在 30 °C 時 5-7 天，成蟲壽命約 104-370 天。</p> |

(二) 歷屆科展相關研究

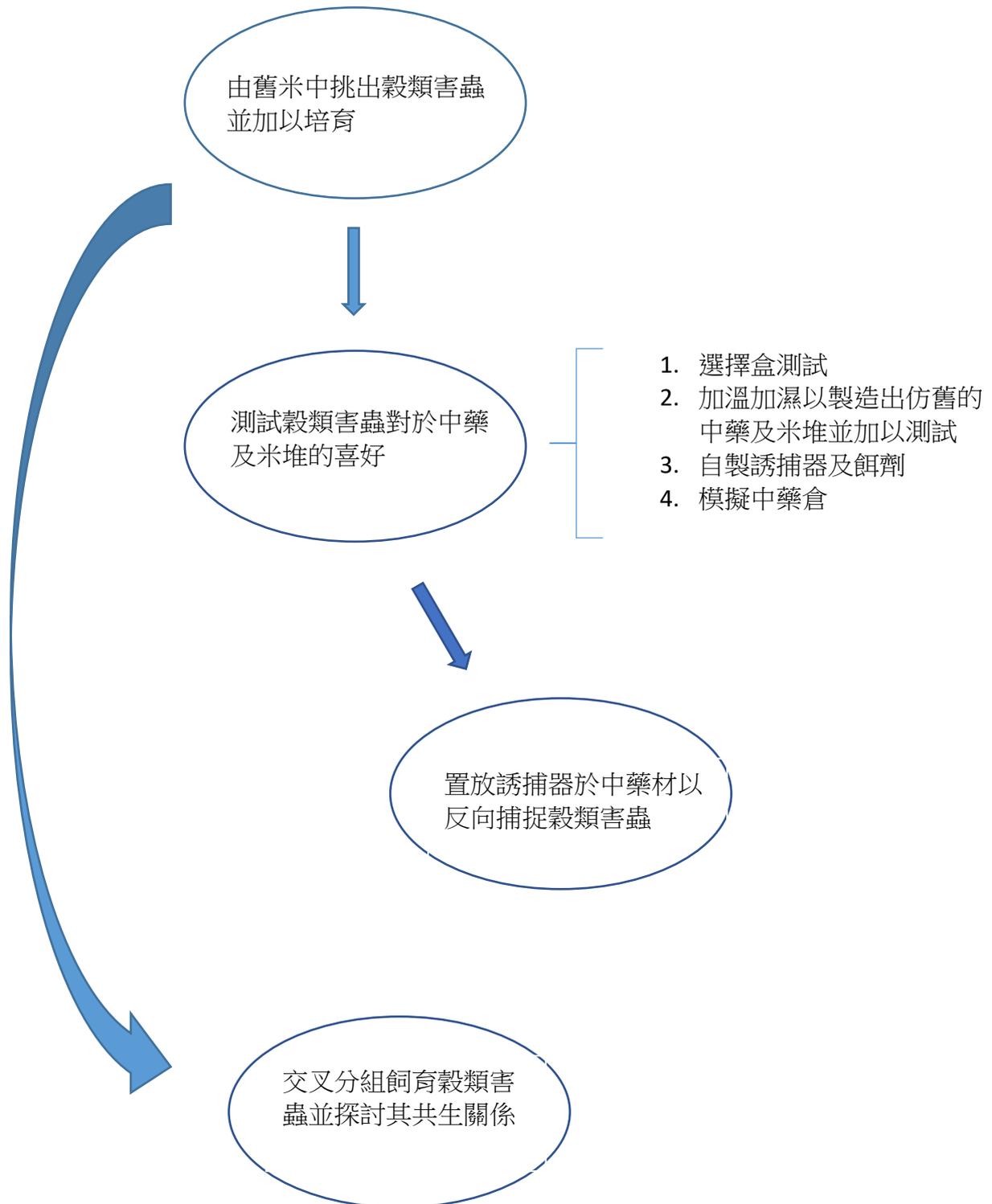
| 主題 | 摘要 | 疑惑 | 改進作法 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|
| 殺氣騰騰——探討擬穀道利用氣味抑制它種米象的生長 | 米象、鋸胸粉扁蟲、擬穀盜都是常見的穀物害蟲。在飼養米蟲過程中，我們發現當擬穀盜出現時，米象和鋸胸粉扁蟲的數量及巨下降，近乎滅絕。我們好奇擬穀盜是透過甚麼方式抑制其他穀物害蟲生長。經過實驗證明，擬穀盜的競爭信強餘米象即鋸胸粉扁蟲。我們也發現擬穀盜會聚集且散發出刺鼻的臭味，我們實驗證實了這個味道會抑制米象即鋸胸粉扁蟲生長。 | 除了米象和鋸胸粉扁蟲，擬穀盜是否還會抑制其他種類的積穀害蟲生長？ | 讓擬穀盜與其他種類的米蟲共生。 |
| 蟲來?門都沒有 | 經由對米蟲進行習性探討，我們發現米蟲對於米種並沒有特殊偏好，對色紙和部份色光有反應，只是差異並不明顯，但米蟲有明顯的趨黑避光行為，會遠離咖啡渣和蒜頭的氣味。利用研究資料，我們歸納出不與米蟲共存的方法為：(1)防蟲從買米開始，要買適合一個月內能食用完的米量，留意裝袋內是否有碎米的粉末。(2)能以太陽的光熱驅除米蟲。(3)利用米蟲受驚嚇後往上爬的行為，在米箱中插入木棍集蟲。(4)善用米蟲的趨黑特性，以黑色濾棉收集米蟲後移除。(5)能以咖啡渣和蒜頭的氣味驅除米蟲。最後結合這些有效的驅蟲方式，製做出可輕鬆更換驅蟲材料的米箱，達到環保、省錢、省時又便利，隨時可驅蟲的目的 | 味道重的米象全都不喜歡嗎？米象是否會偏愛某一種味道重的食材？ | 製作選擇盒，並在裡頭放入重味道的食材（例如：澤瀉） |
| 米蟲很久沒見過了 | 平時若白米放太久沒吃完，就會滋生米蟲，故因此想設計一套方法可以有效驅除米蟲，減少米蟲的危害。一開始先觀察米蟲的特徵外型與行為，做一些簡單的紀錄，發現二種常見的米蟲—米象與擬穀盜。以擬穀盜為實驗材料，利用各種可驅除其他害蟲的方法，如色光、氣味、溫度等，設計實驗去研究驅除米蟲的效果，發現冷藏法與使用柳丁皮、辣椒、大蒜的氣味驅除米蟲效果最為實際與有效。 | 除了柳丁皮，其他的水果皮也可以驅蟲嗎？ | 是否可以反其道而行，利用米蟲喜歡米的特性來設計誘補器放在穀類中藥材旁抓蟲呢？ |

貳、研究設備及器材

| | | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 圖片 |  |  |  |  |
| 名稱 | 米 | 培養皿 | 溫溼度計 | 塑膠杯 |
| 圖片 |  |  |  |  |
| 名稱 | 攝影照相器材 | 鑷子 | 湯匙 | 自製誘捕器 |
| 圖片 |  |  |  |  |
| 名稱 | 放大鏡 | 電子秤 | 自製米餅 | 選擇盒 |

參、研究過程或方法

一、實驗流程圖



二、 研究方法

(一)從舊米中尋找生態圈

1. 從一包放了很久的舊米中，找出六種積穀害蟲，分別是米象、擬穀盜、穀蠹、煙甲蟲、麥蛾、鋸胸粉扁蟲。
2. 統計數量發現最多的為米象、擬穀盜和穀蠹，將其三類分別放入培養皿中。

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| <p>從一袋舊米中找害蟲</p> | <p>從舊米中分類出來的害蟲</p> |

(二) 自行培育積穀害蟲

1. 米象、穀蠹、擬穀盜之的培育

準備三個觀察盒，分別放入糙米 30 克，各放入十隻米象、穀蠹和擬穀盜，飼養觀察其生長情形。

| | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| <p>測量米的重量 30g</p> | <p>抓所需要數量之積穀害蟲</p> | <p>將蟲放入觀察盒中</p> |



(三)積穀害蟲對穀類和中藥的選擇偏好

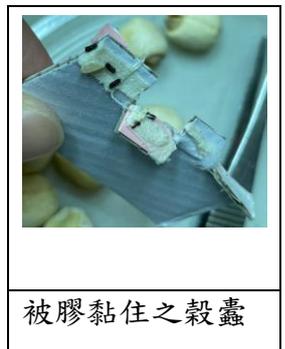
1. 第一階段選擇盒

- (1) 將白米、胚芽米、澤瀉、蓮子、市售米餅各秤重 30 克，放入選擇盒中，觀察錄影 5 分鐘，讓害蟲選擇。



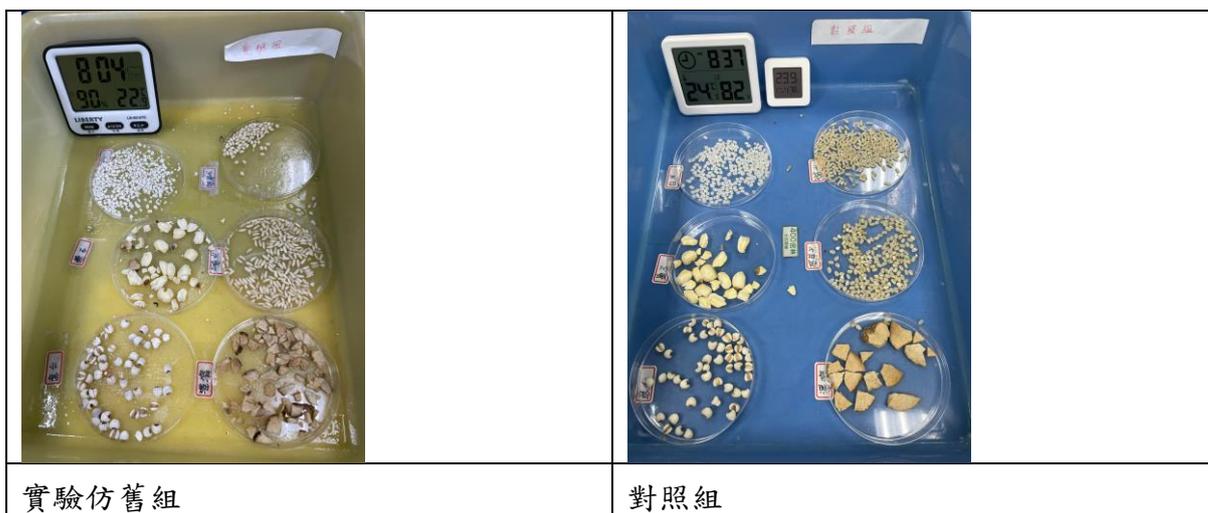
- (2) 選擇盒需要改良成有深度、大一點，直徑最好 20-30 公分間，深度 5 公分以上。隔板要黏緊密無縫，不然穀蟲會跑，或者被膠黏住！

- (3) 由於第一階段結果並無顯著差異，故思考這是否會與藥材及米的新舊有關？是否可以藉由增加溫度及濕度模擬出舊米及放置過久的中藥材氣味呢？我們進行了米與藥材的仿舊實驗以測試如果故意把穀類放久一點，害蟲是否會更加喜歡？



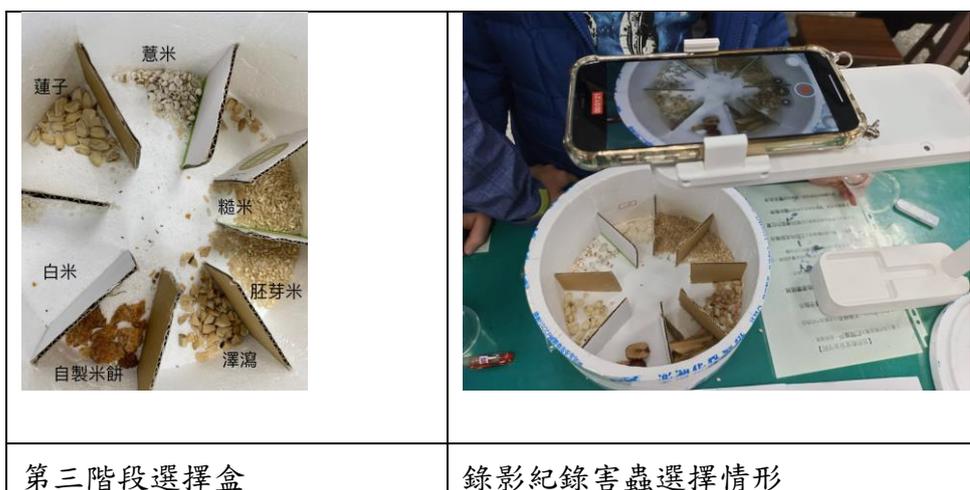
2. 第二階段仿舊實驗

將白米、胚芽米、糙米、澤瀉、蓮子、薏米各 30 克放入培養皿中，準備實驗組、對照組兩組，實驗組每天噴水後拿到花園曬太陽，為期一個月。



3. 第三階段選擇盒

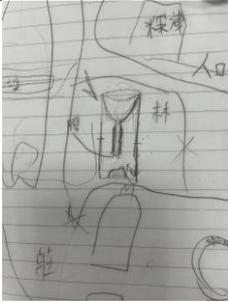
將仿舊實驗組中的白米、胚芽米、糙米、澤瀉、蓮子、薏米、自製糙米餅各秤重 30 克，放入選擇盒中，觀察錄影 5 分鐘，讓害蟲選擇。



(四) 依據積穀害蟲的選擇偏好設計自製誘捕器

根據仿舊實驗中我們發現的米及蓮子的確有害蟲的啃食痕跡。並發現米象除了米以外，也會在蓮子中產卵孵育，只是在數量上及方式上有所不同。在這種情況下，如果製作一個以米作為餌料的誘捕器，放置於經濟價值較高的中藥房或藥材倉庫中，是否可以捕抓到貪吃的穀類害蟲？所以我們設計了一個誘捕器，並自製糙米餅當餌料，放於中藥房中。

1. 自行設計誘捕器

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| 誘捕器設計圖草稿 | 切割寶特瓶 | 利用熱漲冷縮原理連接玻璃漏斗與寶特瓶 | 誘捕器成品 |

2. 模擬中藥倉實驗

在中藥房的反向誘捕中，由於季節與溫度的關係，我們並沒有捕捉到任何的中藥害蟲。所以我們製作了一個模擬的中藥倉，以測試反向誘捕的想法是否正確。我們利用隨處可見的紙箱，放入一些易生蟲的中藥材，如黃耆、薏苡仁、蒿本、紅棗、白芷，以做為測試。為了改善第一代誘捕器高度太高，可能無法成功誘捕害蟲的缺點，所以設計出第二代的誘捕器。這個誘捕器，放置的位置與中藥材在同一平面，一樣以前述實驗中穀類害蟲最愛的糙米作為誘餌，並加以測試。

(五) 米象、擬穀盜和穀蠹的共生或競爭關係探討

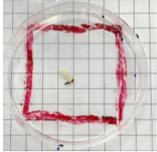
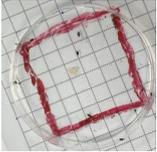
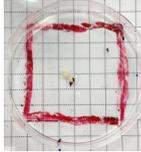
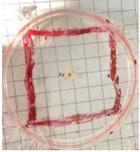
在前面的實驗中，我們意外的發現如果有擬穀盜的存在，則米象的生長會受到顯著的影響，類似的發現在文獻中也有相關紀錄。那麼他們之間的共生關係究竟為何？是偏利共生(+0)、偏害共生(-0)、還是競爭共生(--)或無關共生(00)呢？針對這個問題，我們設計了以下實驗：

1. 共同居住測試：將這三種蟲分成四組觀察，每種蟲數量皆為九隻，分組說明如下：

| 組別 | A | B | C | D |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 名稱 | 米象+穀蠹 | 米象+擬穀盜 | 穀蠹+擬穀盜 | 米象+穀蠹+擬穀盜 |
| 照片 |  |  |  |  |

2. 活動力測試

在培養皿下放置方格紙用紅筆畫出 6*6 方格，將這三種蟲分組放入培養皿中，錄影觀察五分鐘，針對其活動方式作為探討。

| | A | B | C | D |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 名稱 | 米象+穀蠹 | 米象+擬穀盜 | 穀蠹+擬穀盜 | 米象+穀蠹+擬穀盜 |
| |  |  |  |  |

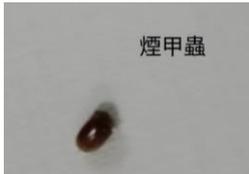
肆、研究結果

一、 觀測舊米中的米蟲生態圈

即使是一袋舊米，也有生態圈。我們在舊米中找到以下六種害蟲，其中米象是最強勢的族群。

(一) 積穀害蟲種類

| 名稱 | 米象 | 鼓蠹 | 擬穀盜 |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 照片 |  |  |  |
| 說明 | 數量最多 | 數量次多 | 數量和穀蠹差不多 |

| 名稱 | 煙甲蟲 | 麥蛾 | 鋸胸粉扁蟲 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 照片 |  |  |  |
| 說明 | 數量些許 | 難觀察，看到結蛹，成蟲後就會飛走。 | 數量很多 |

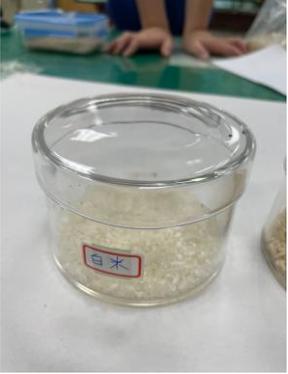
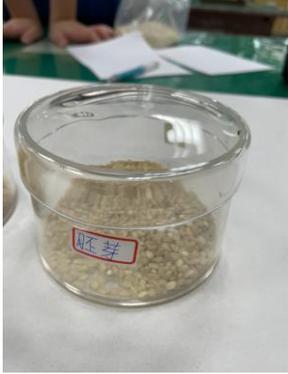
二、 自行培育繁殖積穀害蟲

(一) 米象培育實驗說明：

實驗日期：10/8 到 1/31，準備 A、B、C 個盒子，各放入米象六隻，觀察米象的生長。

(二) 實驗記錄

| 組別 | A. 白米組 | B. 糙米組 | C. 胚芽米組 |
|-----|-------------------|-------------------|--------------------|
| 內容物 | 白米 30 克 米象 6 隻 | 糙米 30 克 米象 6 隻 | 胚芽米 30 克 米象 6 隻 |

| | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>10/8 初 始 觀 察 盒 照 片</p> |  |  |  |
| <p>11/26 觀 察 記 錄</p> |  <p>米象數量變為 33 隻 底部有啃食粉末 觀察後增加新米</p> |  <p>米象數量變為 64 隻 底部有啃食粉末 觀察後增加新米</p> |  <p>米象數量變為 66 隻 底部有啃食粉末 觀察後增加新米</p> |
| <p>12/22 觀 察 紀 錄</p> |  <p>米象數量有增加，且一 早開燈，或是拿起來觀 察時活動力比較踴躍。 米象也有在其中產卵。</p> |  <p>米象數量有增加，這組 米象比較喜歡躲在米裡 面吃米，底部啃食粉末 很多，且明顯看到米有 被咬一半封口，米象在 其中產卵現象。</p> |  <p>米象數量仍是三組之 冠，但是這組米象活動 力旺盛，都不斷的往上 爬。</p> |

| | | | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2/11 觀察記錄 |  <p>白米明顯觀察稻米象有咬過且封口的痕跡。</p> |  <p>除了成蟲也有幼蟲，還有鑽入米的蟲，米象不斷想往上爬。</p> |  <p>胚芽米幾乎被米蟲啃食光了，米蟲數量增加。米受損嚴重。</p> |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

三、積穀害蟲對穀類和中藥的選擇偏好

(一) 第一階段選擇盒

1. 實驗目的：了解積穀害蟲是否有選擇偏好。
2. 實驗日期：110.11 月
3. 實驗方法：將蓮子、澤瀉、胚芽米、白米、市售米餅放在選擇盒角落，中間放入 10 隻穀蠹、米象，觀察錄影 5 分鐘，紀錄其選擇食物。



4. 觀察結果：

- (1) 穀蠹爬行速度緩慢，會爬到蓮子、米、甚至鑽入米餅中，部分因為爬到紙盒連接處，被雙面膠黏住，而無法爬行。
- (2) 米象選擇比穀蠹活動力更好，很快的就爬到米、蓮子附近光顧。

5. 小結：

- (1) 由於此次實驗中發現，穀蠹可能會有第二次的選擇。初選後又會爬出格子再跑進另一個格子中，並不是一次選擇就永久停留。
- (2) 我們選擇盒製作可以再仔細一點，修正間隔處的黏貼方式，避免穀蠹再次被黏住。
- (3) 我們想知道放久一點會不會有不同變化，就讓活動力強的米象在選擇盒中，觀察一個月後的變化。



6. 實驗記錄二：一個月後的發現

| 種類 | 蓮子 | 胚芽米 | 白米 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 觀察記錄 | 蓮子表面上有多處有孔洞、且有黑點，那些黑點都是即將孵化的米象。 | 米象爬在胚芽米上面，米也有被啃咬痕跡。 | 米象爬在白米上面，白米有被封口痕跡。 |
| 照片 |  |  |  |

7. 小結：

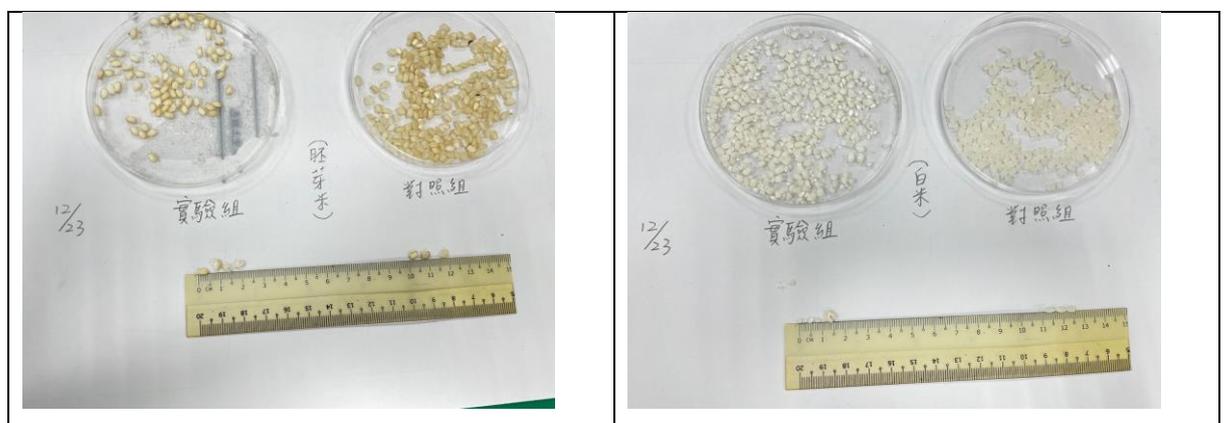
- (1) 米象喜歡住在蓮子裡面，蓮子表面會有細小的孔，直徑 $>1\text{mm}$ 是吃食物啃咬的痕跡，直徑 $<1\text{mm}$ 則是孵化出來的新成蟲爬出的孔徑。
- (2) 一粒米只會產下一顆卵，一粒米也只能提供一隻米象生長。但是我們觀察發現，有半顆蓮子內就有3個黑點、4個直徑 $>1\text{mm}$ 的孔洞，代表一顆蓮子卻能提供多個米象生長。

(二) 第二階段仿舊實驗

1. 實驗目的：久放的穀物是否更適合穀類害蟲生長？
2. 實驗日期：110.11/22 開始實驗，12/23 紀錄
3. 實驗方法：將白米、胚芽米、糙米、澤瀉、蓮子、薏米各 30 克放入培養皿中，準備實驗組實驗仿舊組、對照組兩組，實驗組每天噴水後拿到花園曬太陽，為期一個月
4. 實驗記錄：

| 組別 | 實驗仿舊組 | 對照組 |
|------|------------------------------------------|------------|
| 擺放位置 | 早上 8:00-12:00 曝曬在花園， 12:00 過後收進班級教室內。 | 一直擺放在自然教室內 |

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 照片 |  |  |
| 白米 | 實驗組的白米外觀呈現龜裂，且碎裂成小顆粒小顆粒的，米粒長度小於 2 毫米。 | 對照組的米粒完整每顆米粒長度約 5 毫米。 |
| 胚芽米 | 實驗組的米粒部分不完整 | 對照組的米雖然很完整，但是有 四隻米象 在表面爬行。 |
| 糙米 | 實驗組的糙米長度為 7 毫米，有一點碎 | 對照組的糙米長度為六毫米，米粒中還住了一隻米象。 |
| 澤瀉 | 實驗組的澤瀉長度是 1.4 公分然後有一些粉末。 | 對照組的澤瀉長度是 1.1 公分，沒有粉末，兩片澤瀉都沒有被啃食也沒有害蟲。 |
| 蓮子 | 實驗組的蓮子長度為 1.3 毫米，碎得不得了。 | 對照組的蓮子長度為 1.6 毫米，沒有什麼變化。 |
| 薏米 | 實驗組的薏米表面有明顯碎裂，而且顏色從米白色變成白色，內部顏色變得更黑。 | 對照組一顆的長度都是 6 公分，但顏色與表面無明顯變化。 |



5. 小結：

- (1) 顆粒大小除了薏米以外，其餘實驗組皆<對照組。
- (2) 對照組是放在教室內，所以米象可能是從其他米袋中爬入在胚芽米和白米的培養皿中。

(三) 第二次選擇盒

1. 實驗目的：放久的穀物是否更吸引穀類害蟲？
2. 實驗日期：110.1月開始實驗
3. 實驗方法：將白米、胚芽米、糙米、澤瀉、蓮子、薏米、自製糙米餅各放入選擇盒中，將米象、穀蠹、擬穀盜各十隻放在中間，計時3分鐘觀察其選擇情形，每種三循環。
4. 實驗記錄：

(1) 米象選擇實驗記錄

| | 白米 | 胚芽米 | 糙米 | 澤瀉 | 蓮子 | 薏米 | 自製糙米餅 | 無 |
|----|----|-----|----|----|----|----|-------|---|
| 測1 | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| 測2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| 測3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| 總計 | 4 | 5 | 6 | 3 | 4 | 3 | 2 | 3 |

(2) 穀蠹選擇實驗記錄

| | 白米 | 胚芽米 | 糙米 | 澤瀉 | 蓮子 | 薏米 | 自製糙米餅 | 無 |
|----|----|-----|----|----|----|----|-------|---|
| 測1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 總計 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |

註：穀蠹活動力較差，只要一翻肚就難以翻身爬行，故無法製作三循環。

(3) 擬穀盜選擇紀錄

| | 白米 | 胚芽米 | 糙米 | 澤瀉 | 蓮子 | 薏米 | 自製糙米餅 | 無 |
|----|----|-----|----|----|----|----|-------|---|
| 測1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| 測2 | 1 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 1 | 0 |
| 測3 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 2 |

| | | | | | | | | |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 總計 | 3 | 4 | 7 | 1 | 7 | 3 | 1 | 4 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|

5. 小結

- (1) 穀蠹一遇到驚嚇就會裝死不動，所以很難在短時間內觀察到其選擇。
- (2) 米象選擇：糙米>胚芽米>白米=蓮子>澤瀉=薏米>自製糙米餅。
- (3) 擬穀盜選擇：糙米=蓮子>胚芽米>白米=薏米>澤瀉>自製糙米餅。

四、 依據積穀害蟲的選擇偏好設計自製誘捕器

- (一) 實驗目的：如果穀類害蟲喜歡米甚於穀類中藥材，那製作誘捕器內裝米是否可以在中藥材中誘捕到害蟲呢？
- (二) 實驗日期：110.1月開始實驗
- (三) 實驗方法一：自製害蟲誘捕器，第一週誘捕器內放入自製糙米餅；第二週誘捕器內放入糙米，皆放在中藥房中進行誘捕。
- (四) 實驗記錄一：

| 時間 | 第一週 1/31-2/7 | 第二週 2/14-2/21 |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 誘捕器內放入材料 | 自製糙米餅 | 糙米 |
| 照片 |  |  |
| 捕捉蟲數量 | 0 | 0 |
| 說明 | 第一週誘捕器放在中藥房後藥材儲藏櫃中，與藥材包放在一起，有些藥材包是開封過的，有些是密封的。 | 第二週誘捕器擺放在中藥房櫃台藥材罐旁，老闆常常會打開藥材罐抓藥，開罐率很高。 |

- (五) 實驗方法二：模擬存放中藥材的倉庫空間，將自製誘捕器二代改良放入其中，放入米象 17 隻、擬穀盜 22 隻在上層，觀察一天。

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| <p>下方誘捕器二代中加入糙米，紙箱開口方便觀察是否捕抓到害蟲。</p> | <p>上方放入中藥材和積穀害蟲，用保鮮膜封口，以免害蟲跑出來。誘捕器瓶口貼緊紙箱，方便害蟲爬入。</p> |

(六) 實驗記錄二：

| 照片 | 說明 |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|  | <p>自製誘捕器二代，成功捕抓3隻米象。</p> |

五、米象、擬穀盜和穀蠹的共生或競爭關係探討

- (一) 實驗目的：了解米象、擬穀盜、穀蠹是共生或是競爭關係？
- (二) 實驗日期：110.1-2月實驗
- (三) 共同居住實驗記錄：

A. 共同居住測試

(1) 單品種培育紀錄

| 品種 | 米象 | 穀蠹 | 擬穀盜 |
|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| 1/28 放入數量(隻) | 9 | 9 | 9 |
| 2/23 存活數量(隻) | 11 | 8 | 6 |
| 放入量-存活量 | +2 | -1 | -3 |
| 狀態描述 | 活動力佳，在米表面爬行。 | 都躲在米裡面，下層活動。 | 大部分在表面或牆上，數量減少。 |

(2) 混合種共同生活紀錄

| 組別 | A | | B | | C | | D | | |
|--------------|--------------------|----|----------------|-----|------------------|-----|----------------|-----|----|
| 品種 | 米象+穀蠹 | | 米象+擬穀盜 | | 穀蠹+擬穀盜 | | 穀蠹+擬穀盜+米象 | | |
| 1/28 放入數量(隻) | 米象 | 穀蠹 | 米象 | 擬穀盜 | 穀蠹 | 擬穀盜 | 穀蠹 | 擬穀盜 | 米象 |
| 1/28 放入數量(隻) | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| 2/28 存活數量(隻) | 7 | 5 | 7 | 9 | 9 | 7 | 9 | 8 | 5 |
| 狀態描述 | 米象會干擾穀蠹生長，兩者數量皆減少。 | | 米象數量少可能是被抑制生長。 | | 穀蠹數量無減少，擬穀盜反而減少。 | | 米象和其他兩者共生能力較差。 | | |

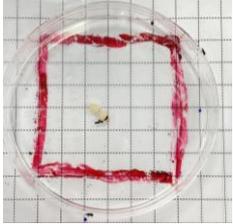
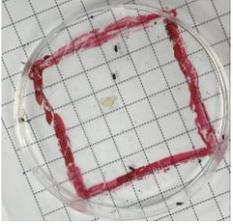
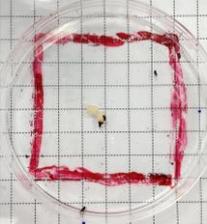
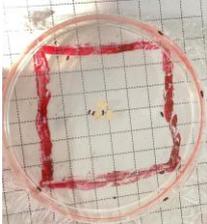
(3) 混合種生長分析紀錄

| 組別 | A | B |
|-------|----------------|-----------------|
| 生長關係圖 | <p>A組共生記錄</p> | <p>B組共生記錄</p> |
| 分析 | (- -)米象、穀蠹競爭關係 | (- 0)米象、擬穀盜片害共生 |

| 組別 | C | D |
|-------|-----------------|------------------------------------------|
| 生長關係圖 | <p>C組共生記錄</p> | <p>D組共生記錄</p> |
| 分析 | (0 -)穀蠹、擬穀盜片害共生 | (0- -)穀蠹、擬穀盜、米象三者間，穀蠹數量維持不變，擬穀盜、米象數量皆減少。 |

B. 活動力測試

(1) 實驗方式：在培養皿下放置方格紙用紅筆畫出 6*6 方格，將這三種蟲分組放入培養皿中，錄影觀察五分鐘，觀察在食物有限的狀況之下，害蟲間的互動情形。

| | A | B | C | D |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 名稱 | 米象+穀蠹 | 米象+擬穀盜 | 穀蠹+擬穀盜 | 米象+穀蠹+擬穀盜 |
| 照片 |  |  |  |  |
| 觀察描述 | 米象三隻爬在培養皿壁上；穀蠹三隻在米粒上。 | 米象三隻爬在培養皿壁上；擬穀盜一隻在培養皿壁上，兩隻在米粒旁。 | 穀蠹三隻在米粒上，擬穀到三隻在培養皿壁上。 | 米象三隻皆在培養皿壁上；穀蠹兩隻在米粒上，一隻翻肚在旁邊；擬穀盜兩隻在培養皿壁上，一隻界線上翻滾。但翻滾的很快就自己翻過來到處遊走。 |

註：實驗後我們將 D 組放置持續觀察一周，看這三種害蟲在食物不充足的情況下是否會彼此競爭。

(2) 小結：

- 在此實驗中發現，米象和擬穀盜的活動力比較強，一下子就跑出方格外，且這兩者皆會爬在培養皿壁上。
- 穀蠹活動力較弱，只會在米粒旁，五分鐘的觀察都不會爬出方格外，且如果翻肚，旁邊如果沒有米粒，穀蠹無法靠自己的力量翻身。
- 米象如果翻肚，可以靠自己的力量翻身。
- D 組觀察一周後的情況，並無看到害蟲間彼此互吃情況，但是擬穀盜和穀蠹的確會有競爭搶食狀況，在這個實驗中，穀蠹因活動力較差，翻肚而先行死亡兩隻。

伍、討論

- 一、自行培育害蟲的實驗中，米象是最好培育的，只要一個月數量就暴增，而我們獨立抓出培育的穀蠹就無法向原舊米中數量那麼多。這讓我們感到好奇，難不成穀蠹要跟其他品種的害蟲一起生長，才會長得比較好嗎？因此有了共同居住測試的實驗，探討不同品種共同居住的特性。
- 二、我們清楚的觀察到米象在米以及蓮子中孵育產卵的痕跡及孔道。這導引我們推論出米象是否會以米作為他的主要食物，而由於蓮子有足夠的厚度，所以米象會以蓮子做為他主要的孵育產卵處。
- 三、共同居住測試
 - (一)單一品種培育只有米象數量增多，其餘減少。可能是因為米象的生長周期較短，而穀蠹、擬穀盜生長周期較短，所以數量上有所差異。另外，減少的可能性為蟲鑽入米裡面不易發現。
 - (二)2月份的單一品種培育測試與11月時單獨培育的米象，在數量上皆有增加。但是11月時數量是十倍增加，2月份卻只增加兩隻，這個懸殊太大。我們討論認為是11月份時在屏東天氣仍算溫暖，氣溫 $20^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 之間，利於米象之繁殖生長。而今年2月份顯得寒冷，特別有幾波寒流入冬，氣溫 $15^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$ ，較不利於米象生長，冬季如要看到生長期需要比較長的時間。
- 四、第一代自製誘捕器的實驗中尚未抓到任何蟲，可能是我們設計的誘捕器需要改良，另外就是我們擺放的地點需要調整。現在的中藥都是真空包裝居多，所以不太容易長蟲。另外這個實驗進行的時間是冬季，不利害蟲生長，如果有機會我們會在夏天再次進行誘捕實驗，測試我們的反向誘捕理念是否正確。
- 五、第二代自製誘捕器雖然有成功捕抓到3隻米象，但是誘捕器上方的中藥材食物充足，害蟲一定會優先選擇鄰近的中藥材啃咬，這裡證實我們的誘捕器屬被動式誘捕，如果單看食物的喜好來做選擇，尚不足以成功誘捕。如有後續研究，則可藉由改良誘捕器，增加LED燈光或風扇，增加誘捕器主動誘捕之功效。
- 六、在三種積穀害蟲的交叉共生實驗中，當D組穀蠹與擬穀盜、米象共生時，反而存活率能維持不變，擬穀盜、米象數量皆減少。這有點類似，鷸蚌相爭漁翁得利。米象和擬穀到生活空間重疊，會在米上方互相競爭，穀蠹則是在米粒中及下層生活，所以反而在數量可以維持不變。但在活動力測試D組，觀察一周後發現擬穀盜和穀蠹的確會有競爭搶食狀況，這個實驗穀蠹因翻肚而先行死亡，這個情況值得後續探究。

陸、結論

- 一、 一袋舊米有其穀類害蟲生態圈，其中數量最多的三種害蟲是米象、穀蠹和擬穀盜。
- 二、 自行培育積穀害蟲實驗中得知，米象是三者中單獨培育最成功的。在夏季米象生長期最短，數量一個月內就會暴增；在冬季米象生長期較長。
- 三、 米象、穀蠹和擬穀盜這三種積穀害蟲基本上喜歡米還是勝於中藥材，但中藥材中的蓮子牠們也喜歡吃，也會在蓮子內部產卵，且一顆蓮子內部可以產下數顆卵，比起米粒是更好的居住環境。
- 四、 仿舊實驗搭配選擇盒實驗中發現，積穀害蟲是喜歡久放的穀類。據觀察久放的穀類會崩解成小碎塊，更有利於害蟲啃咬，其中糙米是牠們最喜歡的穀類。
- 五、 第二代自製誘捕器的實驗中雖有成功捕獲米象三隻，但是由於誘捕器屬被動誘捕，故可再改良設計增加主動誘捕可能性，加上反向誘捕的構想，改良誘捕器。
- 六、 在三種積穀害蟲的交叉共生實驗中，我們發現米象單獨培育，數量是增加的，但是只要跟其他種類的害蟲共生，數量則是會減少，並由 A、B、D 組共生實驗發現，米象和其他兩種穀類害種存著競爭與片害共生關係。
- 七、 穀蠹和擬穀盜單獨培育存活率皆下降，這跟我們之前觀察到的情況相符。在一袋舊米中，穀蠹和擬穀盜數量都不少，跟米象不相上下。但是只要一把牠們抓到飼養箱單獨培育，之後就一隻隻死亡，因此推論穀蠹和擬穀盜適合和其他種類害蟲一起生長，才得以刺激繁衍下一代。
- 八、 在食物無限的狀況之下，積穀害蟲之間似乎存著片害共生情況，在食物有限的情況之下是競爭關係。

柒、參考資料及其他

- 一、 作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟。取自：
<https://web.tari.gov.tw/techcd/%E5%85%B6%E4%BB%96/%E7%A9%8D%E7%A9%80%E5%AE%B3%E8%9F%B2/%E6%93%AC%E7%A9%80%E7%9B%9C.htm>。搜尋日期:民國 111 年 1 月 10 日。
- 二、 姚美吉。1995。積穀害蟲。台灣農家要覽增修訂再版(農作篇三)。豐年社編印。
- 三、 唐立正。2007。中藥材害蟲檢疫及其種類介紹。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會。
- 四、 蕭宇彤等。中華民國第五十二屆中小學科學展覽會「蟲來?門都沒有!」。2021.09.30, 取自 <https://www.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=9479&a=6821>。
- 五、 林亮吟等。中華民國第五十九屆中小學科學展覽會「殺「氣」騰騰— 探討擬穀盜利用氣味抑制他種米蟲的生長」。2021.09.30, 取自 <https://www.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=15733&a=6821>。
- 六、 楊智凱等。中華民國第四十六屆中小學科學展覽會「我們家的米蟲遁形了」。2021.09.30, 取自 <https://www.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=43&a=6821>。
- 七、 何佳燕等。中華民國第四十六屆中小學科學展覽會「米蟲?很久沒見過了」。2021.09.30, 取自 <https://www.ntsec.edu.tw/Science.aspx?cat=43&a=6821>。