

# 屏東縣第 61 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：稻底是誰?探討米象與擬穀盜競食行為模式

關鍵詞：擬穀盜、米象、競食行為

編號：A4045

# 稻底是誰?探討米象與擬穀盜競食行為模式

## 摘要

稻米是我國重要的糧食作物，也是不可或缺的主食，因此，稻米貯存更是農業經濟上最重要的一環，其中常見穀物貯存害蟲-米象與擬穀盜一直是人們長久以來無法避免的課題，為了瞭解米象與擬穀盜兩者在穀物貯存上所扮演的角色，本研究選用常見穀物-白米、糙米、黑米進行米象與擬穀盜競食行為研究，透過蛀食米粒數與蛀食總洞口數與兩者死亡率，探討米象與擬穀盜的競食關係，實驗結果發現，穀物害蟲較偏好從最營養的胚芽部位蛀食，且偏好花青素含量高的黑米，其次為沒有種皮的白米與有種皮的糙米，公蟲米粒蛀食率高，母蟲重覆蛀蝕率高；當擬穀盜與米象發生競食關係第 14 天後，米粒蛀食數增加，蛀食總洞口數減少，且蛀食總洞口數越多，米象死亡率越高，顯示擬穀盜有利用米象蛀食洞口，並取得族群競爭優勢的情況，可能與擬穀盜會釋放化學氣味導致米象死亡有關。

## 壹、研究動機

小時候我們常常會在家中的米袋裡面，發現許多黑色會動的小蟲子，一開始我們都還以為是黑色的小螞蟻，但越想越覺得奇怪，螞蟻怎麼會吃沒煮過的米，後來再上到自然與生活科技第四冊昆蟲世界時，老師有提到米粒裡面會長出有許多昆蟲，如米象、擬穀盜…等，我們才回想起，原來那些黑色會動的小蟲子就是俗稱的米象。

為了想更了解米粒中的害蟲，我們上網搜尋相關資料發現，穀物貯存性害蟲種類非常多，根據 2014 年台灣地區進口大宗穀物之害蟲發生調查之報告顯示，穀物害蟲多達 22 種，其中米象、擬穀盜、角胸粉扁蟲、玉米象及粉斑螟蛾為最常見的五種，且網站中也有許多常見單一物種生活習性的研究，但害蟲共存在米粒之間是否會有競爭食物的行為或是排斥對方的行為，卻鮮少有人進行研究，因此，我們幾個夥伴決定針對米象與擬穀盜在米粒間的競食行為模式進行探究。

## 貳、研究目的

### 一、認識常見貯存性穀物害蟲

- (一)田間穀物與貯存穀物之害蟲差異
- (二)貯存性穀物害蟲
- (三)過去科展相關研究

### 二、了解穀物害蟲的生活習性

- (一)米象的生活習性
- (二)擬穀盜的生活習性

### 三、分析穀物害蟲蛀食米粒部位

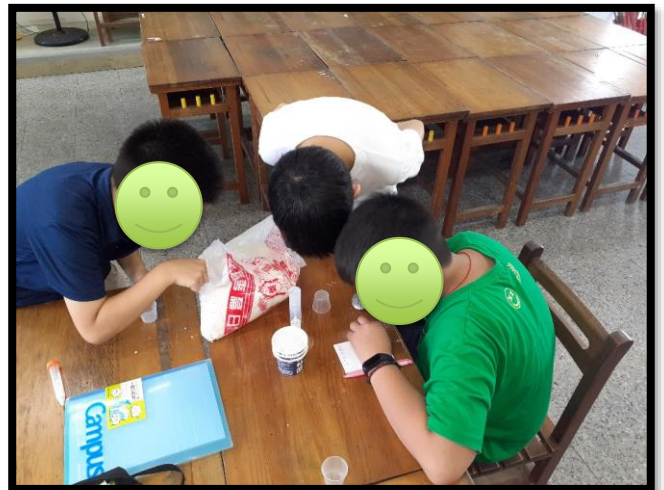
- (一)認識米粒構造
- (二)分析米象蛀食部位

### 四、分析不同穀物對穀物害蟲蛀食率的影響

- (一)性別差異對穀物害蟲蛀食率的影響
- (二)不同花青素(色米)對穀物害蟲蛀食率的影響
- (三)種皮(米糠)有無對穀物害蟲蛀食率的影響

### 五、探討米象與擬穀盜的競食行為模式

- (一)不同花青素(色米)對米象與擬穀盜競食行為的影響
- (二)種皮(米糠)有無對米象與擬穀盜競食行為的影響
- (三)米象與擬穀盜競食行為模式下的生存優勢變化



## 參、研究設備及器材

觀察瓶、鑷子、白米、黑米、糙米、馴養箱、米象、擬穀盜、行動顯微鏡



白米



糙米



黑米

 μHandy



Duet 行動顯微二重奏

行動顯微鏡



觀察瓶



鑷子

## 肆、研究方法

### 一、認識常見貯存性穀物害蟲

稻米是我國重要的糧食作物，也是不可或缺的主食，因此，稻米貯存更是農業經濟上最重要的一環，其中常見穀物貯存害蟲-米象與擬穀盜一直是人們長久以來無法避免的課題，為了瞭解米象與擬穀盜兩者在穀物貯存上所扮演的角色，我們搜尋國內穀物害蟲專家-姚美吉的相關研究資料後，整理田間穀物與貯存穀物害蟲的差異以及最常見的五種害蟲資料作為我們研究的參考，另外我們也針對歷屆科展的米象研究進行資料整理與閱讀。

## 二、了解穀物害蟲的生活習性




為了熟悉穀物害蟲-米象與擬穀盜的生活習性，我們搜尋網路與相關學術資料後，與我們自己實驗觀察的結果，將米象與擬穀盜的生物生活習性資料進行統合，分成分類地位、危害作物、地理分布、生物特徵與生物特性五個項目的統合資料。

## 三、分析穀物害蟲蛀食米粒部位

### (一)認識米粒構造

為了瞭解物害蟲-米象與擬穀盜攝食穀物間的差異，我們詢問水稻食農教育推廣學校，其水稻耕作採收的過程，並參訪學校附近碾米廠，了解稻米加工歷程，撰寫參訪紀錄與資料整理，進而從中確立我們實驗使用的三種米粒：黑米、白米、糙米，它們之間的差異如下表所示：

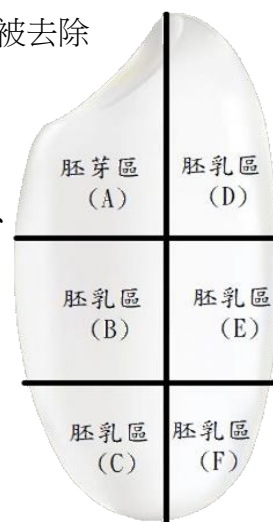


米種	顏色	花青素含量	種皮、穀皮
 黑米	黑色	高	有
 糙米	黃色	些微	有
 白米	白色	無	無



## (二)分析米象蛀食部位

白米最外層有一層薄薄的糊粉層，其餘皆為胚乳；由於白米被去除胚芽，故每粒米粒都有缺口，是原本的胚芽區，我們參考林欉(民國 48 年)米粒結構區分圖的研究資料，經我們討論後，將米粒改區分為六大區：胚芽區(A)、胚乳區(B)、胚乳區(C)、胚乳區(D)、胚乳區(E)、胚乳區(F)，區分方式如右圖：



然後我們選取 180 顆大小相近的白米，放入 60 隻米象，每天觀察紀錄，實驗兩週(14 天)，期間若有白米被蛀食，立即取出紀錄蛀食區域位置，並統計 A~F 蛀食被次數。

## 四、分析不同穀物對穀物害蟲蛀食率的影響

為了瞭解米象性別與穀物顏色、厚度對米象蛀食穀物的影響，我們進行下面三個實驗：

### (一)性別差異對穀物害蟲蛀食率的影響

1.從馴養箱選取 10 隻米象公蟲與 10 隻米象母蟲分別放入裝有 30 顆白米的觀察瓶中

2.放置 21 天(三週)後，記錄蛀食米粒數與蛀食總洞口數

- 蛀食米粒數：30 顆白米被米蟲蛀食過的米粒數量
- 蛀食總洞口數：30 顆白米被米蟲蛀食的總洞口

3.分析米粒蛀食率與米粒重覆蛀食率

- 米粒蛀食率 =  $\frac{\text{被蛀食米粒(顆數)}}{30}$
- 米粒重覆蛀食率 =  $\frac{\text{蛀食總洞口數}}{\text{蛀食米粒數}}$

### (二)不同花青素(色米)對穀物害蟲蛀食率的影響

由於黑米與糙米皆為有種皮與穀皮的米粒，只是黑米花青素濃度高被歸類為色米，糙米花青素低(文獻參考：行政院農業委員會農糧署：國內有色米產業發展現況)，視為一般米粒，故選用這兩種米種進行花青素實驗，實驗步驟如下：

1.從馴養箱選取 20 隻米象(公蟲)分別放入裝有 60 顆黑米與糙米的觀察瓶中

2.放置 21 天(三週)後，記錄蛀食米粒數與蛀食總洞口數

- 蛀食米粒數：60 顆(黑米/糙米)被米蟲蛀食過的米粒數量
- 蛀食總洞口數：60 顆(黑米/糙米)被米蟲蛀食的總洞口數

### 3.分析米粒蛀食率與米粒重覆蛀食率

- 米粒蛀食率 =  $\frac{\text{被蛀食米粒(顆數)}}{60}$
- 米粒重覆蛀食率 =  $\frac{\text{蛀食總洞口數}}{\text{蛀食米粒數}}$

### (三)種皮(米糠)有無對穀物害蟲蛀食率的影響

糙米為白米帶有種皮與穀皮的米種，兩種皆屬於同一種米，故選用糙米與白米進行種皮穀皮有無的實驗，實驗步驟如下：

- 1.從馴養箱選取 20 隻米象(公蟲)分別放入裝有 60 顆黑白米與糙米的觀察瓶中
- 2.放置 21 天(三週)後，記錄蛀食米粒數與蛀食總洞口數

- 蛀食米粒數：60 顆(白米/糙米)被米蟲蛀食過的米粒數量
- 蛀食總洞口數：60 顆(白米/糙米)被米蟲蛀食的總洞口數

### 3.分析米粒蛀食率與米粒重覆蛀食率

- 米粒蛀食率 =  $\frac{\text{被蛀食米粒(顆數)}}{60}$
- 米粒重覆蛀食率 =  $\frac{\text{蛀食總洞口數}}{\text{蛀食米粒數}}$

## 五、探討米象與擬穀盜的競食行為模式

為了瞭解擬穀盜對米象競爭食物的關係，我們用黑米、白米、糙米進行下面三個競食行為的實驗，並分析米象與擬穀盜的死亡率，來判定物種生存優勢。

### (一)不同花青素(色米)對米象與擬穀盜競食行為的影響

- 1.將實驗分成實驗組(米象+擬穀盜)及對照組(米象)
  - 實驗組：米象與擬穀盜各從馴養箱取出 10 隻
  - 對照組：米象從馴養箱取出 20 隻
- 2.分別放置 60 顆黑米與糙米，觀察 21 天(三週)，記錄蛀食米粒數與蛀食總洞口數
  - 蛀食米粒數：60 顆(白米/糙米)被米蟲蛀食過的米粒數量
  - 蛀食總洞口數：60 顆(白米/糙米)被米蟲蛀食的總洞口數

### 3.分析米粒蛀食率與米粒重覆蛀食率

➤ 米粒蛀食率 =  $\frac{\text{被蛀食米粒(顆數)}}{60}$

➤ 米粒重覆蛀食率 =  $\frac{\text{蛀食總洞口數}}{\text{蛀食米粒數}}$

4.分析米象/擬穀盜死亡率，物種死亡率 =  $\frac{\text{死亡個體數}}{\text{該物種總數}} \times 100\%$

## (二)種皮(米糠)有無對米象與擬穀盜競食行為的影響

### 1.將實驗分成實驗組(米象+擬穀盜)及對照組(米象)

➤ 實驗組：米象與擬穀盜各從馴養箱取出 10 隻

➤ 對照組：米象從馴養箱取出 20 隻

### 2. 分別放置 60 顆白米與糙米，觀察 21 天(三週)，記錄蛀食米粒數與蛀食總洞口數

➤ 蛀食米粒數：60 顆(白米/糙米)被米蟲蛀食過的米粒數量

➤ 蛀食總洞口數：60 顆(白米/糙米)被米蟲蛀食的總洞口數

### 3.分析米粒蛀食率與米粒重覆蛀食率

➤ 米粒蛀食率 =  $\frac{\text{被蛀食米粒(顆數)}}{60}$

➤ 米粒重覆蛀食率 =  $\frac{\text{蛀食總洞口數}}{\text{蛀食米粒數}}$

4.分析米象/擬穀盜死亡率，物種死亡率 =  $\frac{\text{死亡個體數}}{\text{該物種總數}} \times 100\%$

## (三)米象與擬穀盜競食行為模式下的生存優勢變化

### 1.將實驗分成實驗組(米象+擬穀盜)及對照組(米象)

➤ 實驗組：米象與擬穀盜各從馴養箱取出 10 隻

➤ 對照組：米象從馴養箱取出 20 隻

### 2. 放置 60 顆白米，每週記錄米象/擬穀盜死亡個體數，連續觀察 3 週

3.分析米象/擬穀盜死亡率，物種死亡率 =  $\frac{\text{死亡個體數}}{\text{該物種總數}} \times 100\%$



## 伍、研究結果

### 一、認識常見貯存性穀物害蟲

#### (一)田間穀物與貯存穀物之害蟲差異

- 1.田間穀物：通常是指水稻種植生長期間的穀物。
- 2.貯存穀物：水稻採收後，經過加工處理後的穀物。

穀物形式	主要害蟲
田間穀物	二化螟、褐飛蟲、瘤野螟、黑尾葉蟬…等
貯存穀物	米象、擬穀盜、麥蛾、穀蠹…等

根據文獻資料我們發現，廣義的米蟲包含了田間穀物與貯存穀物所出現的害蟲，而狹義的米蟲則是指貯存穀物所出現的害蟲，而不論是田間或貯存穀物兩者間的害蟲並不相關，因此，米象和擬穀盜只會出現在貯存穀物，並不會出現在水稻種植期間。

#### (二)貯存性穀物害蟲

根據台灣地區進口大宗穀物之害蟲發生調查之報告顯示，穀物害蟲多達 22 種，其中米象、擬穀盜、角胸粉扁蟲、玉米象及粉斑螟蛾為最常見的五種，而這五種之中，又以米象發現率 9.5%最高(姚美吉&李啟陽，2014 年)。這五種最常見穀物害蟲相關文獻資料如下(姚美吉，民國 105 年)

##### 1.米象(*Sitophilusoryzae*)

屬鞘翅目(Coleoptera)椰象鼻蟲科(Dryophthoridae)昆蟲，害蟲成長受溫度影響極大，在 27.2°C 時每世代需 25 天，在 17°C 時需 92 天，在 13°C 時成蟲幾乎呈現不活動狀態。成蟲以口器將糙米嚙成深孔，轉身產卵孔內。幼蟲自孵化後，即向穀粒取食，蛀穿成彎曲隧道而成長。當成蟲將卵產於稻穀穎殼外時，孵化之幼蟲無法自行咬破穎殼侵入為害。因此當稻穀穎殼完整時，此蟲是無法侵入繁殖為害。但現今收穫過程及稻穀烘乾流程均大量以機械化處理，導致稻穀破損率有明顯提升現象，因此米象在稻穀倉之為害亦有增加趨勢。

##### 2.擬穀盜(*Triboliumcastaneum*)

屬鞘翅目(Coleoptera)擬步形蟲科(Tenebrionidae)昆蟲，儲穀經加工後成為粉類製品儲藏時，此害蟲常造成嚴重危害。成蟲會分泌臭液，常造成危害穀物有異味，大量危害後常使穀物結塊，而導致穀物變質不能食用。

### 3.角胸粉扁蟲(*CryptolestespusillusSchonherr*)

屬鞘翅目(Coleoptera)姬扁甲科(Laemophloeidae)昆蟲，為次級害蟲，常於初級害蟲危害後，產生粉屑後引起此蟲發生危害，粉屑愈多繁殖率愈強。且好發於高濕環境。孵化幼蟲由糧粒破損處蛀入糧粒內，尤喜侵入胚部。當食物充足時，幼蟲通常有四齡，潛伏蛀孔內取食並化蛹，至成蟲羽化脫出。

### 4.玉米象(*Sitophiluszeamais*)

屬鞘翅目(Coleoptera)椰象鼻蟲科(Dryophthoridae)昆蟲，與形態與生活習性均與米象極為類似，除利用分生技術鑑定外，亦可以形態差異鑑定。其差異為：a.玉米象體型較米象為大，顏色較米象深，呈赤褐色至黑褐色。b.前胸背部密佈圓形刻點，較不規則，中間無光滑線。而米象之前胸背部密佈圓形刻點分佈較規則，中間有光滑線。c.雄蟲交尾器的背腹面扁平，有兩條明顯縱陷痕。而米象之背腹面較厚，且背面呈圓形隆起。

### 5.粉斑螟蛾(*Cadracautella*)

屬鱗翅目(Lepidoptera)螟蛾科(Pyralidae)昆蟲，幼蟲喜愛嚙食穀粒之胚芽部或表皮，在穀物表面吐絲結繭藏於其中。日久因所排糞便，造成穀物發臭及變質。此蟲不只為害糙米及雜糧等穀物，亦為蒜球儲藏之主要害蟲。

## (三)過去科展相關研究

過去科展有關於米蟲的相關研究，多侷限於研究防治米蟲的方式與做法，透過生化氣味或是他蟲來抑制米蟲生長，對於穀物害蟲種間競爭並無研究；相關過去科展研究如下：

### 1.殺「氣」騰騰—探討擬穀盜利用氣味抑制他種米蟲的生長

(中華民國第 59 屆科展)

米象(*Sitophilusoryzae*)，擬穀盜(*Triboliumcastaneum*)，鋸胸粉扁蟲(*Oryzaephilussurinamensis*)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急遽下降，近乎滅絕。我們很好奇擬穀盜是透過什麼方式去抑制其他的穀類害蟲。經過實驗證明，擬穀盜的競爭性強於米象及鋸胸粉扁蟲。我們也發現擬穀盜會聚集且散發出刺鼻的臭味，我們的實驗證實了這個味道會抑制米象及鋸胸粉扁蟲生長。透過閱讀文獻及顯微鏡的觀察，我們也找出擬穀盜散發氣味的臭腺。本研究發現昆蟲竟然能透過氣味來抑制其他種昆蟲的生長，未來希望可以針對氣味對他種害蟲的影響，進行深入探討並藉此研究出更天然且無毒的捕蟲或抑制害蟲的方式。

## 2. 蟲來？門都沒有！

(中華民國第 52 屆科展)

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，對於色紙、部分色光有反應，只是差異並不明顯，但是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畢的米量，留意包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、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。

## 3. 米象習性及休眠的研究

(中華民國第 47 屆科展)

米象不會游泳，不喜歡有水的環境，喜歡窩在黑暗、狹窄的地方，對顏色無特別偏好，相對濕度 40% 以下容易死掉。很少飛，一般以爬行為主，爬行時有負趨地性。受到驚動時常常會假死幾秒及鑽出米堆向外向上爬。在低溫及差的空氣品質下，米象會休眠、降低代謝以渡過不良環境，但不會被缺乏食物、日照長短、濕度降低等因素影響而休眠。存活率與休眠的時間成反比，而當日死亡數與休眠的時間及溫度下降量成正比。經實驗證明，乾燥的柚子皮、花椒、山葵、八角茴香、煙草、活用備長炭皆無防治米象效果，甚至蒜頭米、辣椒、老薑還會使米發霉變質，唯有將米放冰箱、在密封狀態下灌二氧化碳或加去氧劑，或降低相對濕度至 40% 以下，才能徹底消滅米象。

## 4. 我們家的米蟲遁形了

(中華民國第 46 屆科展)

米之所以會長米蟲，經查文獻資料，我們發現原來是因為稻米在未收成之前，就已經被米蟲在稻子裡面產卵了，而網路上克米蟲的方法也眾說紛紜。因此，我們想進一步探討買回來的米，究竟如何處理將可使其在儲存過程中，真的不再長出米蟲。本實驗證明網路資料所提供：於米缸中添加蒜頭、辣椒子、月桂葉或薄荷葉均可驅除米蟲是不正確的，其結果非常有限。同時若使用冷藏法，則必須將米一直保存於冰箱中冷藏方具不長米蟲的實效。我們發現真正最簡單方便、經濟可行的消除米蟲

方式為將購回的米，整包先置放冰箱冰庫冰凍 4 小時或是倒出置於加蓋的容器，並置放於 50°C 的烤箱烘烤 8 小時即可。

## 5.米蟲？很久沒見過了

(中華民國第 46 屆科展)

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。

### 二、了解穀物害蟲的生活習性

為了瞭解米象及擬穀盜的生活習性，我們查閱相關資料，並整理如下：

#### (一)米象的生活習性

##### 1.米象分類地位

- 目名：鞘翅目(Coleoptera)
- 科名：象鼻蟲科(Curculionidae)
- 學名：*Sitophilusoryzae*(Linnaeus,1763)
- 俗名：小米象、穀象



2.危害作物：為糙米或白米最常見且危害最嚴重之積穀害蟲，其他如玉米、高粱、米穀、糙米、米糠、小麥、甘藷籤、花生、大豆、麵粉、酵母粉、骨粉、粉料...等類儲穀。

3.地理分布：普遍分佈於全世界積穀倉庫，如中國、台灣、日本、美國等地。

##### 4.生物形態：

- 卵：長 0.6mm，長橢圓形，一端稍膨大，呈乳白色，半透明。
- 幼蟲：體長 2.5-3mm，乳白色。頭淡褐色，口器黑褐色，腹部肥大，背部彎曲如弓形，腹面平直，體節 13 節，各節多橫縐紋，無足。
- 蛹：前蛹體長 2.7-3.0mm，幼蟲老熟時胸節膨大而腹節反而縮小且伸長，體呈乳白色，全體靜止。蛹體長 2.9-3.7mm，初化蛹時呈乳白色，口吻下彎貼於胸部下方，頭胸腹三部區分明顯，觸角、翅及足均裸出。

- 成蟲：體長約 2.5-3.5mm，顏色呈深褐色。頭小，口吻細長如象鼻。雌雄蟲的分辨，利用成蟲之口器及外生殖器較容易，差別如下：
  - (1)口器：雌蟲的口吻較細長，稍向下彎曲，有光澤。雄蟲口吻較粗短，不彎曲，吻背縱走隆起線及小刻點顯著，無光澤。
  - (2)外生殖器：雄蟲交尾器的陰莖背面均勻隆起，無兩條縱陷痕，陰莖背片近新月形，長小於寬，末端鈍圓。雌蟲的 Y 行骨片兩側的端部都呈鈍狀。

5.生物特性：年發生 8 世代，1 世代約 20-50 日，在 27.2℃時米象每世代需 25 天，在 17℃時需 92 天，在 13℃時成蟲幾乎呈現不活動狀態。成蟲以口器將糙米嚙成深孔，轉身產卵孔內，一般 1 粒穀粒 1 卵，但視穀粒大小而異，亦有多卵於穀中。幼蟲自孵化後，即向穀粒取食，蛀穿成彎曲隧道，漸次嚙成空洞，排蟲糞於穀粒外。與玉米象相似。其發育期較玉米象為短，一般在米倉中危害較玉米象嚴重，成蟲具有飛翔能力。發育受溫濕度影響較明顯，在 13℃時成蟲幾乎呈現不活動狀態。而產卵數上，亦受溫度極大影響，在 25、21、17℃三種不同溫度下的產卵數分別為 268、100、43 個，如溫度降低到 9.5℃時，則停止產卵。在相對濕度上，若高於 80%以上，繁殖加速，若低於 60%，則發育漸緩，呈不活潑狀。

## (二)擬穀盜的生活習性

### 1.擬穀盜分類地位

- 目名：鞘翅目(Coleoptera)
- 科名：擬步甲科(Tenebrionidae)
- 學名：*Triboliumcastaneum*(Herbst,1797)
- 俗名：穀蛀、紅頭狗、赤擬穀盜



- 2.危害作物：儲穀經加工後成為粉類製品儲藏時，此害蟲常造成嚴重危害。成蟲會分泌臭液，常造成危害穀物有異味，大量危害後常使穀物結塊，而導致穀物變質不能食用。對麵粉、酵母粉、骨粉、粉料、米穀、糙米、米糠、小麥、玉米、高粱、甘藷籐、花生、大豆...等類積穀危害。
- 3.地理分布：普遍分佈於全世界積穀倉庫，如中國、台灣、日本、美國等地。

#### 4.生物形態：

- 卵：長 0.6mm，寬 0.4mm，長橢圓形，呈乳白色，外表無光澤且表面粗糙
- 幼蟲：體長 5-6mm，體細長、圓筒形。頭黃褐色，口器褐色，眼小黑色，觸角長大，有 4 節。胸足 3 對發達，尾端有 1 對偽足狀突起，各節微生細毛。
- 蛹：體長 4.1-4.5mm，初化蛹時呈乳白色，漸轉變為黃褐色。口器稍褐色，彎曲呈腎形。腹部兩側有 2 肉狀突起，尾節末端有長刺 2 枝，全體微生細毛。
- 成蟲：體長約 3-4.5mm、體扁平橢圓形，呈暗褐色，無光澤。頭小，觸角棍棒狀共 11 節，末端三節膨大。頭胸背上密佈細微刻點，翅鞘上各有 10 條細縱走線。腹部 6 節，足褐色，疏布細毛。

5.生物特性：年發生 4 代，卵期在 30℃時 5-7 天，幼蟲期在 26-34℃時 43-48 天，脫皮 7 次，蛹期在 30℃時 5-7 天，成蟲壽命約 104-370 天。成蟲以口器將糙米嚙成深孔，此蟲為粉料的主要害蟲，幼蟲與成蟲均危害，一般穀物被害後成不正形的屑片，嚴重時導致穀物變質。此蟲以成蟲越冬居多，集於倉庫隙縫間、堆積物、麻袋或食物中越冬，於翌春 3 月開始活動。成蟲具有特殊臭味，常潛伏於食物堆積間隙或暗處，行動遲緩，不喜飛行，忌光有偽死習性。卵散生於穀粒表面或裂縫內及碎屑下，卵外有黏液沾附碎屑。1 雌蟲產卵約 80 粒。出孵化幼蟲輾轉匍伏於食物上，漸開始取食，繼侵入內部，老熟幼蟲於食物間隙中化蛹。

### 三、分析穀物害蟲蛀食米粒部位

#### (一)認識米粒構造

##### 1.白米的製作過程

稻米採收後，需經由打穀機將一顆顆稻穀打下來，再透過曝曬去除水分，形成金黃色的稻穀，曬乾的稻穀送至碾米廠，經過碾米機去殼(外殼又稱粗糠)、礱穀後，形成糙米，糙米再經由精米機去除種皮、穀皮(又稱米糠)，形成胚芽米，胚芽米再經過多次精煉去除胚芽後，形成白米。



## 2.不同階段米粒的構造

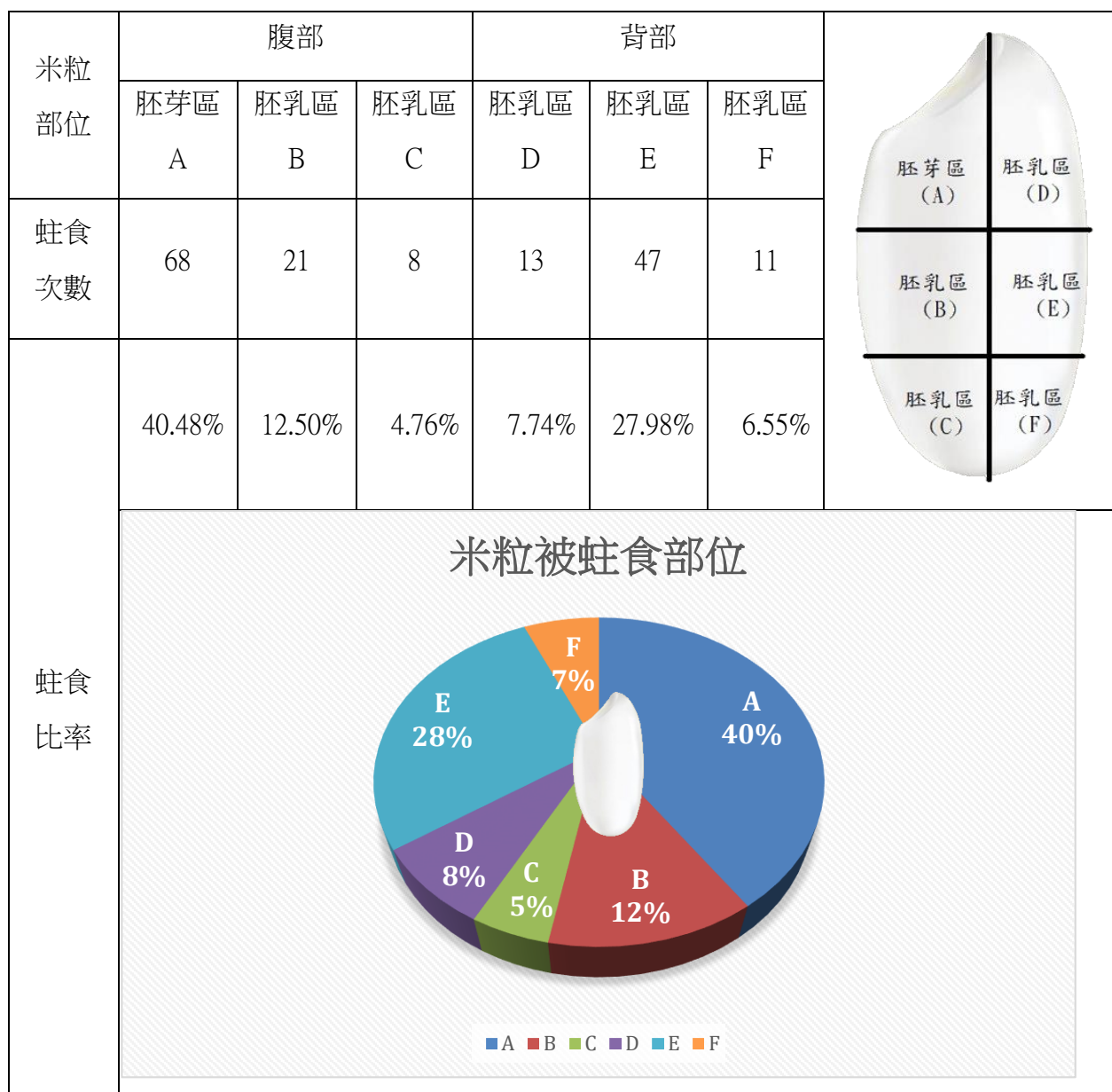
稻米名稱	構造名稱-由外而內
稻穀	穀殼、種皮、穀皮、糊粉層、胚乳、胚芽
去除穀殼(粗糠)：碾米機→粃穀	
糙米	種皮、穀皮、糊粉層、胚乳、胚芽
去除種皮和穀皮(米糠)：精米機→精煉	
胚芽米	糊粉層、胚乳、胚芽
白米	糊粉層、胚乳

✎ 米由外而內可以分成種皮和穀皮、糊粉層、胚乳和胚芽 4 部分，分別占穀粒重量 5%、8%、83%，2%~3%。

- (1) 種皮和穀皮(米糠)：米的外殼，含纖維素，半纖維素較多，含有較高灰分和脂肪。
- (2) 糊粉層：它介於穀皮和胚乳之間的一層，含有較多的礦物質和維生素 B 族。
- (3) 胚乳：它是穀類的主要部分，整個穀粒的澱粉集中在胚乳中，胚乳由澱粉和蛋白質組成，其蛋白質成分為醇溶蛋白和谷蛋白，含有大量的谷氨醯胺和脯氨酸，少量的鹼性胺基酸。
- (4) 胚芽：它位於穀粒的一端，富含蛋白質，脂肪、無機鹽、B 族維生素和維生素 E，蛋白質主要成分為清蛋白和球蛋白，含有豐富的賴氨酸、色氨酸和精氨酸，是很有營養的部位。

## (二)分析米象蛀食部位

我們分析米象蛀食米粒部位結果如下：



實驗結果：

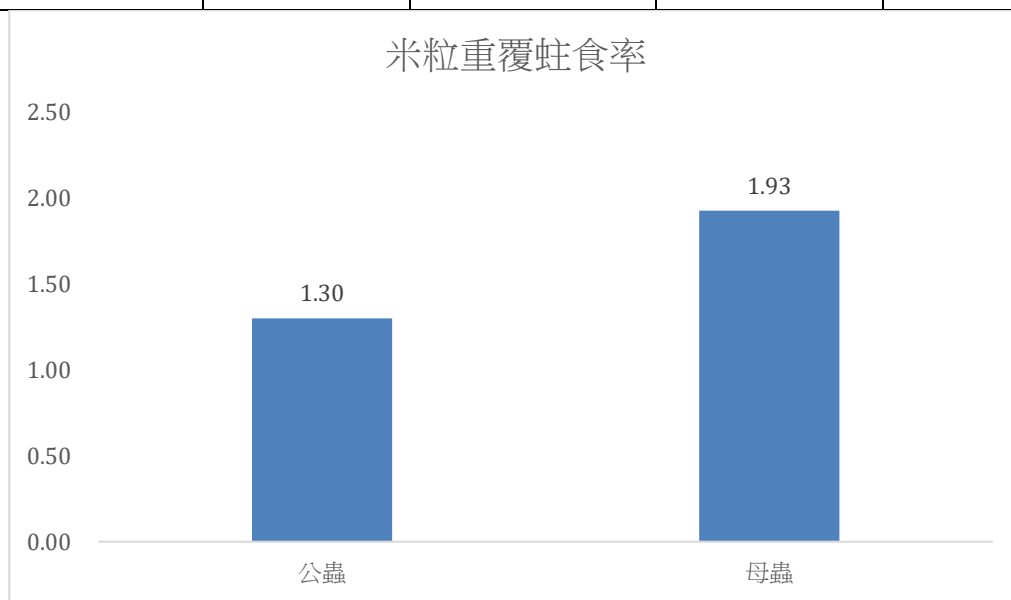
- 1.米象蛀食米粒部位以胚芽區(A)最高，佔 40.48%，其次為米粒背部中央(E)，佔 27.98%，而蛀食最少的為米粒腹部末端(C)，佔 4.76%
- 2.胚芽區為米粒最有營養的部位，顯示米象蛀食會以營養成分作為最主要選擇依據。
- 3.同為胚乳區卻蛀食比率有別，以米粒背部中央部位最高，顯示米象蛀食也會考量蛀食難易度。

#### 四、分析不同穀物對穀物害蟲蛀食率的影響

##### (一)性別差異對穀物害蟲蛀食率的影響

為了瞭解米象性別對穀物蛀蝕的影響，我們選用米象公蟲與母蟲對白米進行蛀食率實驗，實驗結果如下：

米象 (N=10 隻)	蛀食米粒數 (N=30 顆)	米粒蛀食率	蛀食總洞口數 (個)	米粒重覆蛀食率
公蟲	30	100.0%	39	1.30
母蟲	27	90.0%	52	1.93



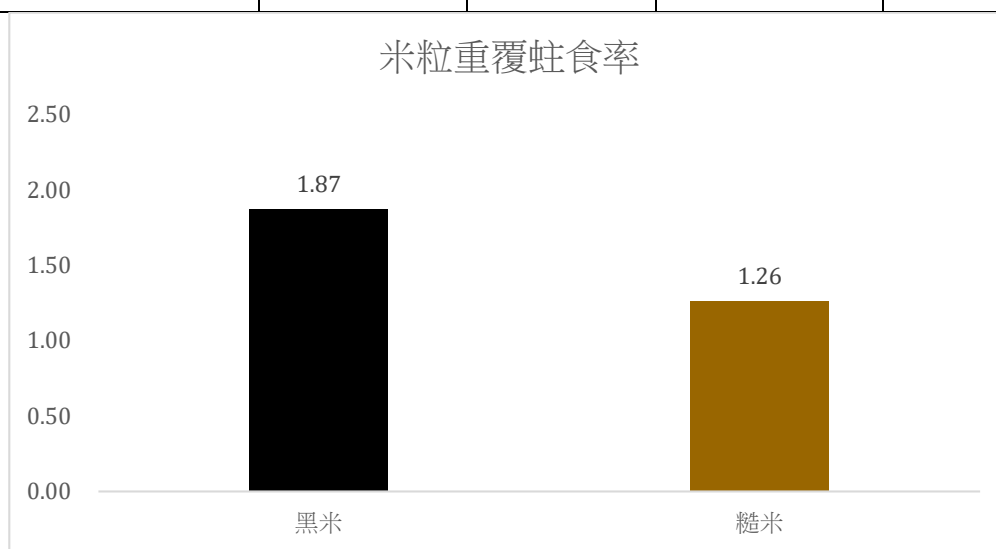
##### 實驗結果：

- 1.米象公蟲對米粒蛀食率達 100%，母蟲則有 90%的蛀食率，顯示公蟲較母蟲有更強的占有慾。
- 2.米象母蟲蛀食米粒有較高的重覆蛀食率(1.93)，顯示母蟲對同一顆米粒重覆蛀食次數較高，可能與產卵，尋找產卵位置有關。

## (二)不同花青素(色米)對穀物害蟲蛀食率的影響

為了瞭解花青素(色米)對穀物害蟲蛀蝕的影響，我們選擇黑米(黑色)與糙米(黃色)進行蛀食率實驗，實驗結果如下：

米象 (N=20 隻)	蛀食米粒數 (N=60 顆)	米粒蛀食率	蛀食總洞口數 (個)	米粒重覆蛀食率
黑米 (花青素：黑色)	55	91.7%	103	1.87
糙米 (花青素：黃色)	54	90.0%	68	1.26



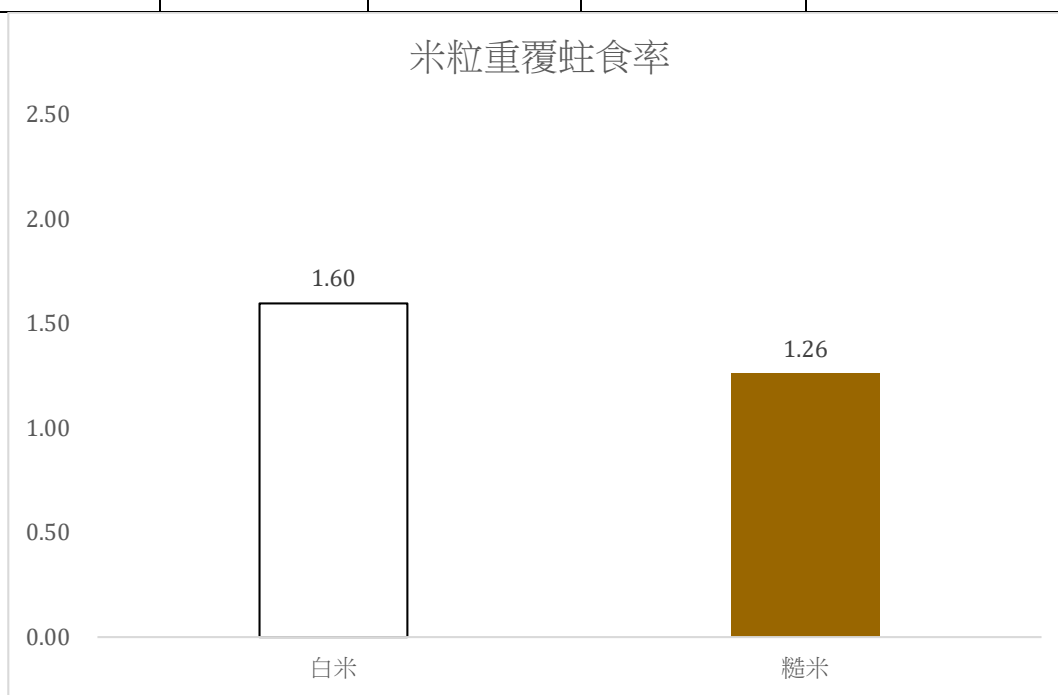
### 實驗結果：

- 1.米象對黑米或是糙米蛀食率差不多，都在 90~91%左右，黑米略高於糙米。
- 2.米象蛀食黑米有較高的重覆蛀食率(1.87)，可能與黑米花青素濃度高有較強的誘引效果強有關。

### (三)種皮(米糠)有無對穀物害蟲蛀食率的影響

為了瞭解穀皮與種皮(米糠)有無對穀物害蟲蛀蝕的影響，我們選擇糙米(有米糠)與白米(沒有米糠)進行蛀食率實驗，實驗結果如下：

米象 (N=20 隻)	蛀食米粒數 (N=60 顆)	米粒蛀食率	蛀食總洞口數 (個)	米粒重覆蛀食率
白米 (沒種皮)	57	95.0%	91	1.60
糙米 (有種皮)	54	90.0%	68	1.26



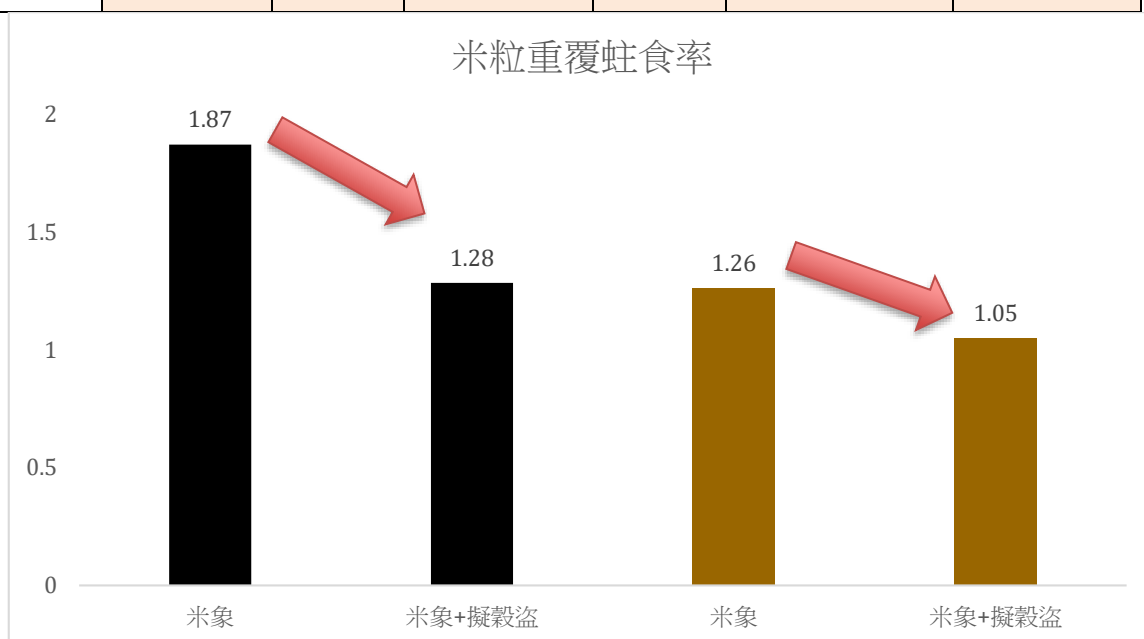
#### 實驗結果：

米象對糙米(有種皮和穀皮)米粒蛀食率與重覆蛀蝕率都較白米(沒有種皮和穀皮)低，顯示外層的種皮和穀皮會影響米象蛀食米粒的意願。

## 五、探討米象與擬穀盜的競食行為模式

### (一)不同花青素(色米)對米象與擬穀盜競食行為的影響

花青素	穀物害蟲 (N=20 隻)	米象 死亡率	蛀食米粒數 (N=60 顆)	米粒蛀 食率	蛀食總洞口數 (個)	米粒重覆 蛀食率
黑米 (黑色)	米象	20.0%	55	91.7%	103	1.87
	米象+ 擬穀盜	80.0%	60	100.0%	77	1.28
糙米 (黃色)	米象	40%	54	90.0%	68	1.26
	米象+ 擬穀盜	60%	60	100.0%	63	1.05



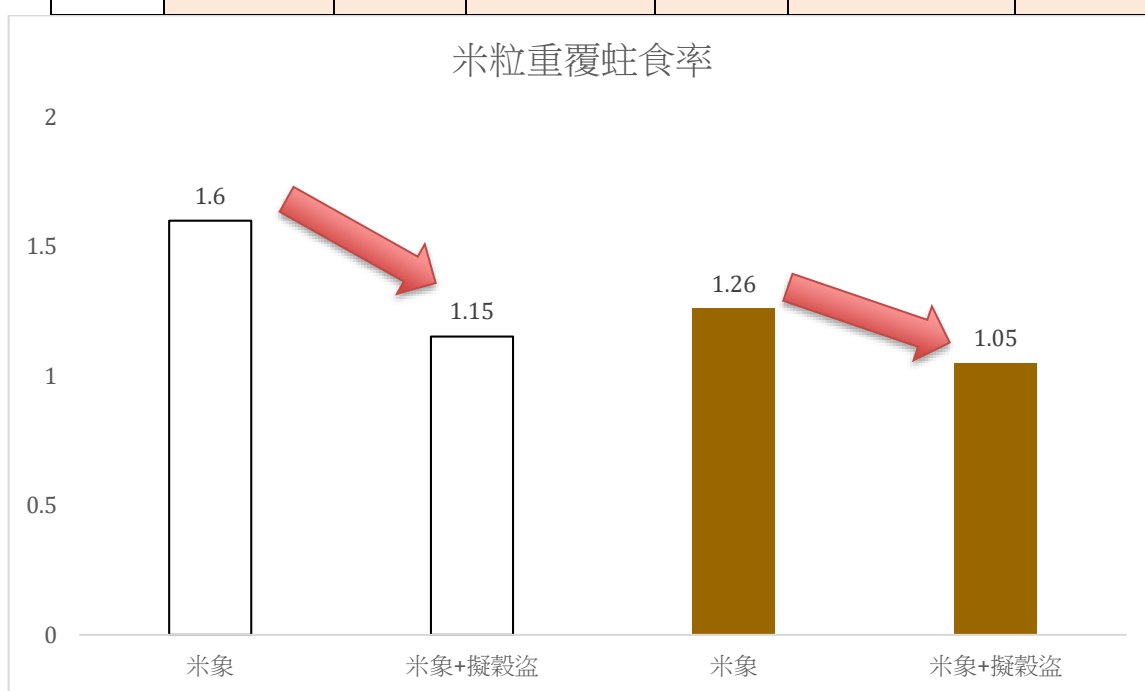
#### 實驗結果：

- 1.米象與擬穀盜產生競食關係時，不論黑米或是糙米，蛀食米粒數增加，但米粒重覆蛀食率(蛀食總洞口數)會較米象單獨存在時少，顯示擬穀盜有利用米象蛀食洞口棲息的情況
- 2.米象與擬穀盜產生競食關係時，米象死亡率會增加，其中黑米蛀食總洞口數最高，米象死亡率增加幅度也最高，顯示擬穀盜與米象競食行為發生時，有族群競爭優勢，並且造成米象死亡。



(二)種皮(米糠)有無對米象與擬穀盜競食行為的影響

種皮 有無	穀物害蟲 (N=20 隻)	米象 死亡率	蛀食米粒數 (N=60 顆)	米粒蛀 食率	蛀食總洞口數 (個)	米粒重覆 蛀食率
白米 (無)	米象	40.0%	57	95.0%	91	1.60
	米象+ 擬穀盜	70.0%	59	98.3%	68	1.15
糙米 (有)	米象	40.0%	54	90.0%	68	1.26
	米象+ 擬穀盜	60.0%	60	100.0%	63	1.05

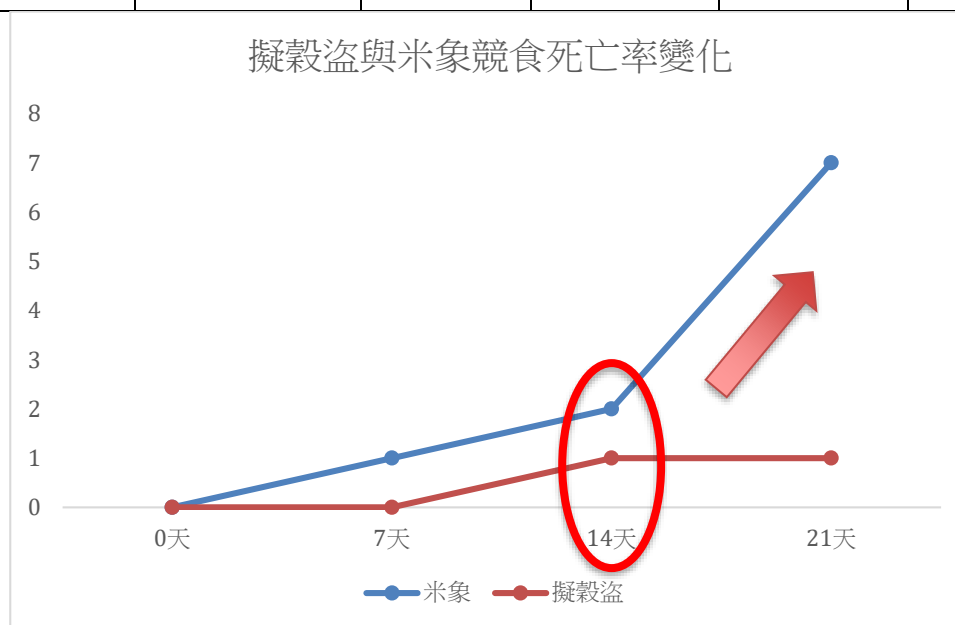


🔍 實驗結果

- 1.米象與擬穀盜產生競食關係時，不論白米或是糙米，蛀食米粒數增加，但米粒重覆蛀食率(蛀食總洞口數)會較米象單獨存在時少，顯示擬穀盜有利用米象蛀食洞口棲息的情況
- 2.米象與擬穀盜產生競食關係時，米象死亡率會增加，其中白米蛀食總洞口數最高，米象死亡率增加幅度也最高，顯示擬穀盜與米象競食行為發生時，有族群競爭優勢，並且造成米象死亡。

(三)米象與擬穀盜競食行為模式下的生存優勢變化

模式	死亡率	0 天	7 天	14 天	21 天
米象+擬穀盜	擬穀盜	0	0	10%	10%
	米象	0	10%	20%	<b>70%</b>
米象	米象	0	0	10%	15%



🔍 實驗結果：

米象與擬穀盜在競食行為產生第 14 天之後，米象與擬穀盜死亡幅度會快速拉開，米象死亡率激增，顯示 14~21 天期間，是生存優勢的關鍵期

## 陸、討論

- 一、米象蛀食米粒部位以胚芽區最高，其次為米粒背部中央，且富含花青素的黑米最高，其次為沒有種皮的白米與有種皮的糙米，顯示米象蛀食會以營養成分(胚芽、花青素)作為最主要考量，其次則會考量蛀食難易度(有種皮及沒有種皮)。
- 二、米象公蟲米粒蛀食率 100%，而母蟲重覆蛀蝕率較高，可能與性別特性有關，公蟲有較強的領域性與佔有慾，而母蟲需要產卵，尋找產卵位置有關。
- 三、米象與擬穀盜產生競食關係時，不論米的種類，蛀食米粒數幾乎 100%，但米粒蛀食總洞口數會比米象單獨存在時少，且蛀食總洞口數越多，米象死亡率最高，顯示擬穀盜會利用米象蛀食洞口的情况，並造成米象死亡，根據林亮吟等人(民國 108 年)曾提出擬穀盜具有臭腺，會散發出刺鼻的臭味抑制米象，導致米象死亡的論述相同，因此，我們推測擬穀盜在米象存在的競食關係下，會使用米象蛀食的食痕，並且釋放刺鼻的臭味，在 14 天後造成米象大幅度死亡，而臭腺正是擬穀盜取得競食優勢的關鍵。

## 柒、結論

- 一、米象蛀食米粒部位以胚芽區(A)最高，佔 40.48%，其次為米粒背部中央(E)，佔 27.98%，而蛀食最少的為米粒腹部末端(C)，佔 4.76%
- 二、米象蛀食選擇會以營養成分作為最主要考量，其次則會考量蛀食難易度。
- 三、米象母蟲重覆蛀蝕率較高，可能與產卵，尋找產卵位置有關。
- 四、米象公蟲米粒蛀食率達 100%，顯示公蟲有較強的佔有慾。
- 五、米象對黑米或是糙米蛀食率差不多，都在 90~91%左右，黑米略高於糙米。
- 六、米象蛀食黑米有較高的重覆蛀食率(1.87)，可能與黑米花青素濃度高有較強的誘引效果強有關。
- 七、米象對糙米(有種皮和穀皮)米粒蛀食率與重覆蛀蝕率都較白米(沒有種皮和穀皮)低，顯示外層的種皮和穀皮會影響米象蛀食米粒的意願。
- 八、米象與擬穀盜產生競食關係時，不論白米、糙米、黑米，蛀食米粒數增加，但米粒重覆蛀食率(蛀食總洞口數)會較米象單獨存在時少，顯示擬穀盜有利用米象蛀食洞口的情况。
- 九、米象與擬穀盜產生競食關係時，米象死亡率會增加，其中黑米蛀食總洞口數最高，米象死亡率增加幅度也最高，其次為白米與糙米，顯示擬穀盜與米象競食行為發生時，有族群競爭優勢，並且造成米象死亡。
- 十、米象與擬穀盜在競食行為產生第 14 天之後，米象與擬穀盜死亡幅度會快速拉開，米象死亡率激增，顯示 14~21 天期間，是生存優勢的關鍵期。

## 捌、參考文獻

- 林欝。(民國 48 年)。穀象生活習性之觀察。農業研究。
- 楊智凱、張學文、鄒嘉怡、張鈞傑、江紀武。民國 95 年。我們家的米蟲遁形了。中華民國：中華民國第四十六屆中小學生物科科學展覽。
- 何佳燕、張喻茹、陳玉珊、謝玉萱。民國 95 年。米蟲？很久沒見過了。中華民國：中華民國第四十六屆中小學生物科科學展覽。
- 陳夢晴、周立欣、鄒佳玲、羅思庭。民國 96 年。米象習性及休眠的研究。中華民國：中華民國第四十七屆中小學生物科科學展覽。
- 姚美吉。民國 97 年。植物防疫檢疫重要積穀害蟲簡介。植物重要防疫檢疫害蟲診斷鑑定研習會專刊(四)。
- 蕭宇彤、張瑄庭、蕭經達、張筱敏、范毓融、謝昌哲。民國 101 年。蟲來？門都沒有！。中華民國：中華民國第五十二屆中小學生物科科學展覽。
- 姚美吉、李啟陽。民國 103 年。台灣地區進口大宗穀物之害蟲發生調查。台灣昆蟲 33(3-4):271-280。
- 姚美吉。民國 105 年。積穀害蟲傳播與防治。豐年雜誌 66(8):36-41。
- 行政院農業委員會農糧署：國內有色米產業發展現況。民國 106 年。網址：  
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2506260>
- 林亮吟、王晨宇、張智深。民國 108 年。殺「氣」騰騰—探討擬穀盜利用氣味抑制他種米蟲的生長。中華民國：中華民國第五十九屆中小學生物科科學展覽。
- 姚美吉、呂家榮、李啟陽。民國 108 年。臺灣兩種主要稈稻與秈稻品種在穀倉貯期之害蟲發生及為害率比較。台灣昆蟲 39(1):13-28。