

花蓮縣第 66 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：國小 A 組

組 別：生活與應用科學科(二)(食品科學)

作品名稱：米象 NONO，家庭米象防治

關 鍵 詞：米象、真空處理、存活率、繁殖程度

編號：

(由教育處統一編列)

摘要

本研究的動機是來自生活中發現米容易出現米象的問題。我們希望找出一種安全、簡單且有效的防治方式，讓米的保存更容易。經過查閱資料和觀察討論，我們選擇以「抽真空」的方式，作為主要研究主題，探討其對米象存活、食米量與繁殖的影響，並比較是否在白米與糙米的都有效。

在實驗方法上，我們控制每組米的重量（20 公克）與米象數量（約 15 隻），並設定不同的真空處理條件（使用家用真空機抽 0 秒、5 秒、10 秒），觀察兩個階段第 6 - 9 天與第 30 天的存活率，同時透過重量變化推估食米量，並在移除成蟲後觀察是否有新一代個體孵化，以了解繁殖情形。

實驗結果顯示，抽真空對米象的存活率有明顯影響，尤其在抽 10 秒的條件下，米象在短期內即大幅死亡，長期幾乎無存活個體。推測其主要原因為真空環境降低氧氣濃度，使米象無法正常呼吸，進而死亡。此外，完全抽真空的組別亦未觀察到新一代米象的孵化，顯示真空處理對繁殖具有抑制效果。然而，仍有少數個體在低氧環境下存活較久，顯示個體之間可能存在耐受差異。在食米量的部分，本研究原本希望透過秤重變化來評估，但結果顯示數據不穩定，甚至對照組也出現重量變化。經分析後認為，可能是電子秤精準度不足以及米象實際食量過小所造成，因此本實驗未能成功測量米象的食米量。

在白米與糙米的比較上，整體結果顯示白米中米象的存活與繁殖較為明顯。雖然糙米含有較多營養成分，理論上可能較適合米象生長，但本實驗發現，真空處理的影響可能大於米的種類本身，在低氧環境下兩者的差異並不明顯。

經過實驗，我們認為抽真空是一種有效降低米象存活與繁殖的方式，但無法保證完全消除所有個體，還是會有個體的差異。若應用於家庭儲米，建議搭配小包裝或分裝保存，以減少開封後再次受污染的機會。

*資料來源：本研究使用照片和圖片皆研究者自行拍攝、繪製。

目錄

壹、前言.....	3
貳、研究設備及器材	5
參、研究過程或方法	7
肆、研究結果	11
伍、討論	18
陸、結論	19
柒、參考文獻資料.....	20

壹、前言

一、研究動機

因為我們家是賣糧食的店，主要賣米和各種雜糧。我們發現米放久了，常常會出現米象（米象）。阿公說米象很難完全消除，主要是在碾米的過程就有米象進入，後續就會慢慢孵化出來。所以我們想知道，有沒有不用噴藥、比較安全又可能的方法，可以讓米在家裡保存時比較不容易長米象，可以讓米更好的保存。

二、研究目的

- (一) 探討抽真空對米象存活率的影響
- (二) 探討抽真空對米象食米量的影響
- (三) 探討抽真空對米象繁殖程度的影響

三、文獻回顧

(一) 米象是誰?

米象（*Sitophilus oryzae*）屬於「鞘翅目」的昆蟲，是甲蟲的一種，隸屬於象鼻蟲科，具有細長的口器（像鼻子一樣的吻部）而得名。牠們體型小，成年是 2-4 公厘，j 外表的顏色多為深褐色或黑色，常見於儲存穀物的環境中，一般俗稱為「米蟲」。米象分布非常廣泛，幾乎在世界各地只要有人類儲存糧食的地方就會出現，例如臺灣、中國、日本、美國等地。

米象主要危害各類穀物，包括白米、糙米、小麥與玉米等。雌蟲會利用長長的吻部在米粒上鑽洞，將卵產在米粒內部，幼蟲孵化後會直接在米粒中進食生長，外表不容易觀察到。當米象數量增加時，會造成米粒破損、變成粉粉的、容易發霉，影響食用安全，對家庭與糧食儲存造成問題。

(二) 米象的一生:

米象屬於完全變態的昆蟲，其一生會經歷卵、幼蟲、蛹與成蟲四個重要階段。每個階段都與環境條件密切相關，特別是溫度與濕度，會直接影響其成長速度與繁殖能力。米象的繁殖方式為體內受精。成蟲會進行交配，可以看到兩隻疊在一起，雄蟲將精子傳遞到雌蟲體內，之後雌蟲再將受精卵產於米粒中。雌蟲會利用其細長的吻部在米粒表面鑽出小洞，將卵產入米粒內部，直到化蛹並羽化為成蟲後才會離開米粒。這種在食物內部完成大部分生活史的繁殖，可以有效保護卵與幼蟲，降低被外界環境影響或被天敵捕食的機會，因此也是米象容易在儲存穀物中大量繁殖的重要原因之一。

一般米象的壽命在 2-4 個月之間，在溫暖的環境中，米象的發育速度會明顯加快，

但壽命也會比較短。例如在約 27°C 時，從卵發育到成蟲大約只需要 25 天，很快完成一個世代；但當溫度降低到 17°C 時，發育時間會延長到約 92 天，整個成長速度大幅變慢。如果溫度再降到 13°C 以下，成蟲的活動力會下降幾乎不吃也不產卵，類似進入休眠狀態。溫度也會影響米象的產卵能力。在約 25°C 時，一隻雌蟲一生可以產下約 268 顆卵；在 21°C 時約為 100 顆；而在 17°C 時則下降到約 43 顆。如果溫度再降到 9.5°C，則可能完全停止產卵，顯示低溫對其繁殖有抑制效果。

(三)米象有哪些防治方法?

米象的防治方法可依使用環境分為儲穀場所的大型且長期存放，與一般家庭小型且短期兩類。在穀倉或大型儲存系統中，常會使用物理隔離、燈光誘殺、低溫控制或輻射處理等技術，以降低害蟲族群數量並維持糧食品質。但溫度和濕度的控制，往往需要電力的輔助，長期的存放的防治方式仍是一大挑戰。

在一般家庭中，則可以從「預防」與「處理」兩方面進行。在預防方面，購買米後可先放入冷凍庫（約 2 至 3 天），以殺死可能存在的蟲卵與幼蟲，再取出並以密封容器保存。平時應將米放置於乾燥、陰涼的環境中，避免高溫與高濕度，降低米象繁殖的機會。有些方法如放入月桂葉、蒜頭或乾辣椒，利用氣味驅避米象，雖然較天然，但效果不一定穩定。若米中已出現米象，則可採取處理措施，例如將米拿去日曬，或使用篩子將成蟲分離，再重新密封保存，以減少米象數量並避免持續繁殖。這些方法均不需使用化學藥品，對人體較安全，也適合家庭日常使用。

環境條件也是影響米象發生的重要因素，除了上面提到溫暖環境外，潮濕也是一個很重要的因素，當濕度高於 80% 時，米象的活動力與繁殖速度會增加，有利於快速成長，如果當濕度低於 60% 時，其發育速度會變慢，活動力下降。因此，透過控制儲存環境的溫度與濕度，可以有效降低米象大量發生的機會，是重要的預防策略之一。

雖然我們看到超市裡面賣米，很多都使用真空包裝的密封，但不知道是為了隔絕其它害蟲的進入，還是真空環境對於米象的防治是有效的，因此我們決定在本研究中，比較不同程度的真空狀態，對於米象的影響。

貳、研究設備及器材

一、研究設備

(一) 米象飼養環境:

1. 前期馴養飼養箱: 長 **14** 公分，寬 **14** 公分，高 **23** 公分的塑膠透明桶，內放白米。
2. 溫度控制: 實驗期間使用暖暖包，在氣溫低於 **16** 度時放置兩片於紙箱中保溫，維持紙箱內氣溫於 **18-20** 度米象生活範圍。



圖一，米象的前期馴養桶，與實驗中所有實驗組放置的紙箱與保溫環境。

(二) 抽真空設備:

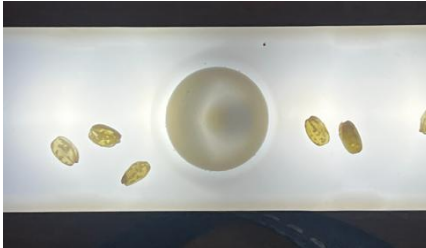
1. 本實驗使用一般家用的真空封口機（鍋寶多功能真空封口機 VHS-8809BA）。這台機器可以抽真空，也可以加熱把袋子融化封口。我們有按照說明書操作，並把蓋子壓緊來抽真空。實驗發現，抽真空 **10** 秒時，袋子裡的空氣幾乎被抽掉，效果很好；抽 **5** 秒時，袋子裡還會有一些空氣。
2. 我們使用專用的真空袋來裝米和米象的實驗組，經過抽真空和封口後，我們觀察 **7** 天和 **30** 天，發現袋子都沒有漏氣，外觀看起來和剛封好時一樣，表示封口效果很好。



圖二，實驗使用的家用真空機，螢幕上顯示抽真空秒數，右圖顯示無漏氣狀況。

(三) 實驗操作:

1. 手機拍照，紀錄表，電子秤，尺。
2. 操作器材: 放大鏡，培養皿，標籤，筆，水彩筆(抓米象)，真空封口專用袋。
3. 食用與孵化程度的觀察: 日光燈箱 (墊深色玻璃紙)，放大鏡，觀察盒，充電式 LED 燈。

		
電子秤	家用真空機	真空封口專用袋
		
放大鏡	培養皿	標籤紙
		
剪刀	水彩筆(抓米象)	充電式 LED 燈

		
日光燈箱 (墊深色玻璃紙)	白米與糙米	觀察盒

圖三，實驗用器材與材料

二，實驗動物: 米象來源

- (一) 動物來源: 。花蓮好生活農業勞動合作社農友捐贈，於花蓮的碾米廠捕捉，為花蓮當地米象。實驗初期曾於花蓮市米店購買零米，但米象數量只有 1-2 隻，不夠分組實驗。
- (二) 馴養準備: 。本實驗於十一月底收到米象開始飼養，一方面觀察活動能力，一方面確認實驗的白米與糙米均可以飼養米象。另外也確認米象並無明顯的領域打鬥行為，放置入培養皿不會有空間太小以至於互相打鬥而傷亡。
- (三) 根據行政院農業部及農業試驗單位的參考資料，米象在低溫環境(特別是 13 度以下)活動會變慢，也比較不容易繁殖。因此在一月至二月如果有寒流時，儲存各實驗組真空袋的大紙箱放置兩個暖暖包，讓紙箱內的溫度達到 18 度以上。

參、研究過程或方法

一. 實驗設置: 抽真空對於米象防治的影響

1. 操作變因: 米保存的真空程度，使用真空機抽的時間不同，例如 0 秒、5 秒、10 秒。
2. 控制變因: (1) 每一袋米重量都一樣，都是 20 克。(2) 每一袋放的米象數量都一樣 15 隻，來源是同一批。(3) 使用的米種類相同 (白米為:三好壽司米，糙米為義美糙米)。(4) 使用相同的真空袋和同一台真空機。(5) 樣本都放在相同的地方保存，同一個紙箱內、控制溫度光線的地方。(6) 觀察和記錄的時間都一樣，都在第 7 天和第 30 天觀察。
3. 應變變因: (1) 米象的存活情形，7 天後和 30 天後還活著的米象數量。(2) 20 公克米的重量變化 (被米象吃的程度)。(3) 移除成蟲後的孵化率。

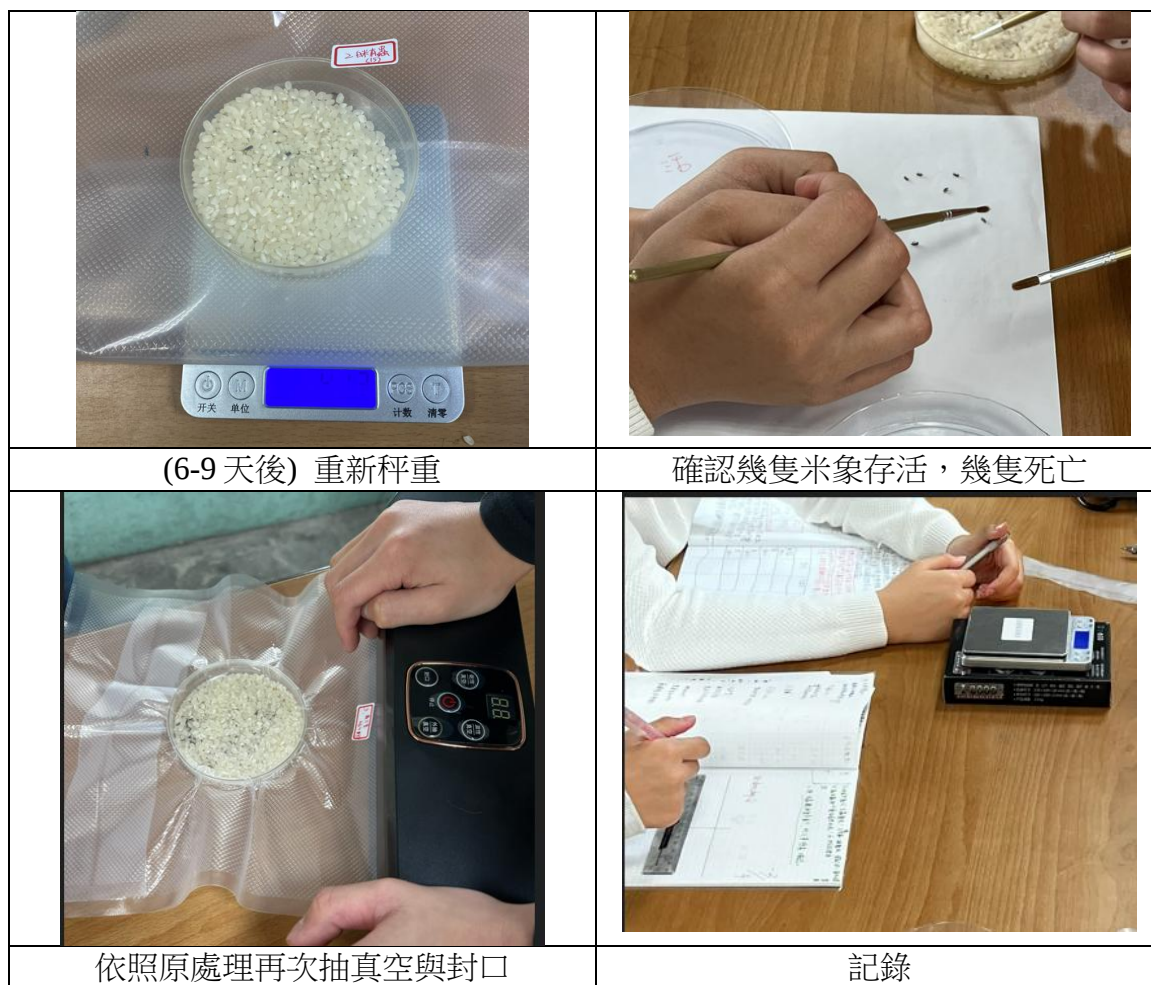
二，實驗過程：

(一) 工作分組: 1. 秤米，2. 抓米象，3. 抽真空，4. 上標籤，秤重與記錄。

(二) 實驗一，不同真空狀況下米象的存活率的實驗步驟：

1. 先用電子秤量出每一份 20 克的白米和糙米。
2. 在每一份米裡面放入固定數量的米象（例如 15 隻）。
3. 把米和米象放進培養皿或袋子裡，並把袋子封好。
4. 用抽真空機把袋子抽成不同時間（例如 0 秒、5 秒、10 秒）。
5. 抽完真空後，把袋子封口，並貼上標籤做記錄並秤重。
6. 將每一組樣本放在相同的紙箱內保存，放在溫暖但暗的地方。
7. 第一組 9 天，第二組 6 天後打開袋子，觀察米象是活的還是死的，並記錄數量。
8. 再次依照原來的操作便因將各袋抽真空，並熱熔封口後秤重。
9. 30 天後，第二次秤重後打開袋子，觀察米象是活的還是死的，並記錄數量。
10. 注意事項: (1) 抽真空時，真空機的蓋子要壓緊，不然會影響抽真空的效果。(2) 用電子秤量米之前，要先歸零，這樣數據才會準確。(3) 放入米象時，要確認米象的活動力好。(4) 抽真空的時間要控制好（例如 0 秒、5 秒、10 秒），要仔細確認。(5) 第一次剪開的密封袋上方，和死亡的米象要留在同一袋，維持整袋重量一致。

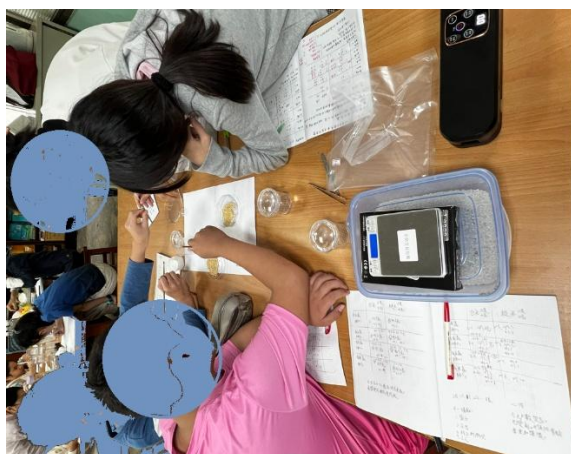
	
秤米 20 公克	確認米象活動力正常後，加入米象
	
抽真空	貼標籤與記錄



圖五，實驗一與實驗二的操作流程

(三) 實驗二，不同真空狀況下米象的食米量實驗步驟:

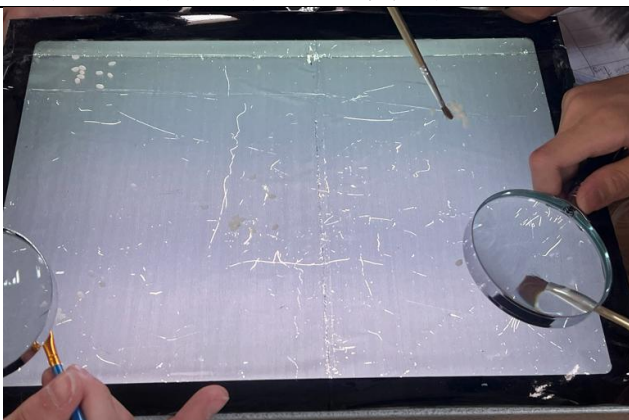
1. 初始: 每組各按照實驗一的各組操作變因完成後，使用電子秤秤重後記錄。
2. 一階: 初始日後的 6-9 天後，打開袋子前計算存活率後，重新操作變因完成後，使用電子秤秤重後記錄。
3. 二階: 初始日後的 30 天，再次秤重並記錄。



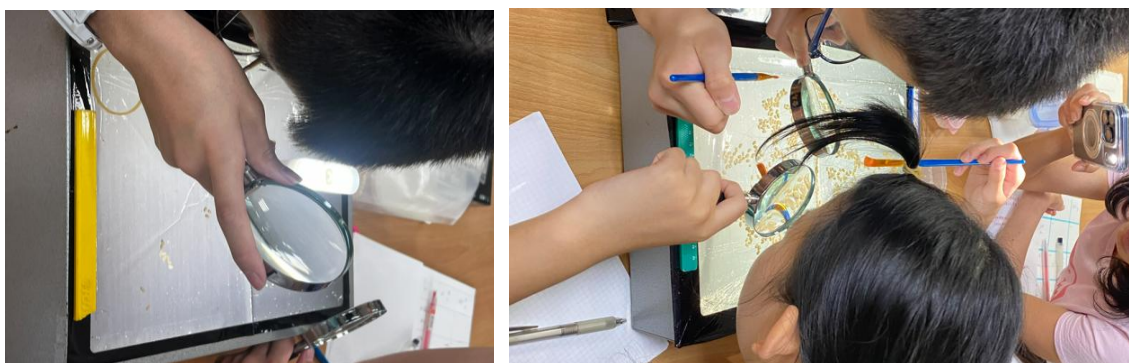
圖六，實驗一與實驗二的操作

(四) 實驗三，抽真空對米象繁殖程度的影響：

1. 將存活率實驗中三十天後，無論活的或已死的米象全部移走，只留下可能被食用或產卵的米。用同樣的保存條件 (抽真空情形，飼養環境等) 再放三十天。
2. 每組將米隨機挑 50 顆，用日光燈箱與放大鏡觀察是否有被食用或產卵的痕跡。
3. 觀察 20 公克米中是否有新生的幼蟲或蛹或新的米象成蟲。
4. 把所有觀察結果記錄下來，最後做比較。

																	
移除掉所有米象，重新真空後放 26 天	計算新一代米象的成蟲與幼蟲數量																
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>白米</th> <th>糙米</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無米蟲</td> <td>① 45.0g</td> <td>⑤ 49.4g</td> </tr> <tr> <td>抽 10s</td> <td>成: 0 幼: 0 米: 95%</td> <td>成: 0 幼: 0 米: 100%</td> </tr> <tr> <td>有米蟲</td> <td>② 44.8g</td> <td>⑥ 47.4g</td> </tr> <tr> <td>抽 0s</td> <td>成: 2 幼: 34 米: 9%</td> <td>成: 0 幼: 0 米: 100%</td> </tr> </tbody> </table>			白米	糙米	無米蟲	① 45.0g	⑤ 49.4g	抽 10s	成: 0 幼: 0 米: 95%	成: 0 幼: 0 米: 100%	有米蟲	② 44.8g	⑥ 47.4g	抽 0s	成: 2 幼: 34 米: 9%	成: 0 幼: 0 米: 100%
		白米	糙米														
無米蟲	① 45.0g	⑤ 49.4g															
抽 10s	成: 0 幼: 0 米: 95%	成: 0 幼: 0 米: 100%															
有米蟲	② 44.8g	⑥ 47.4g															
抽 0s	成: 2 幼: 34 米: 9%	成: 0 幼: 0 米: 100%															
檢查每一袋隨機選取 50 顆米的空洞情形	撰寫紀錄																

圖七，實驗三的操作流程



圖八，實驗三的操作

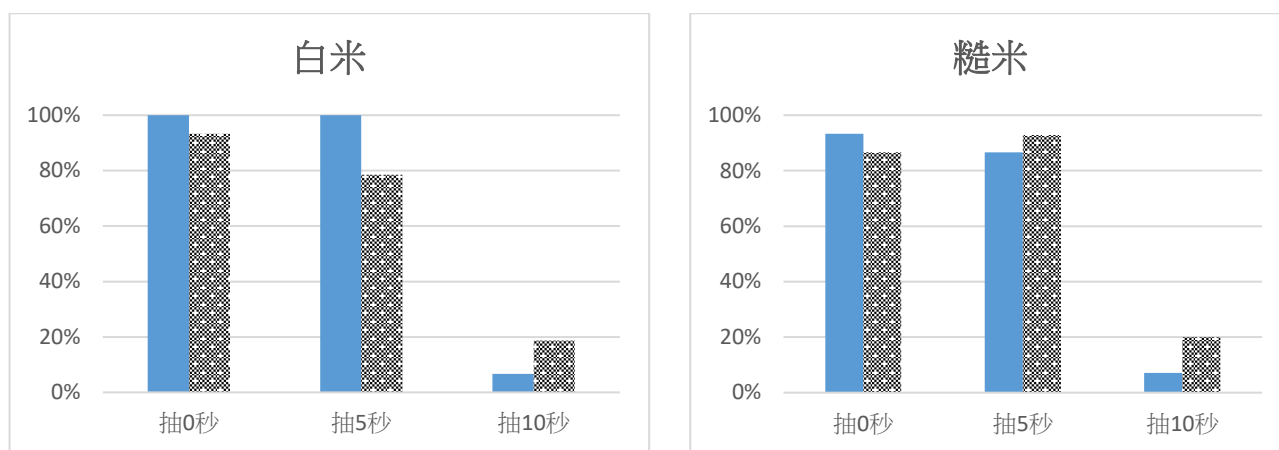
肆、研究結果

一，實驗一：不同真空狀況下米象的存活率 (做兩次重複)

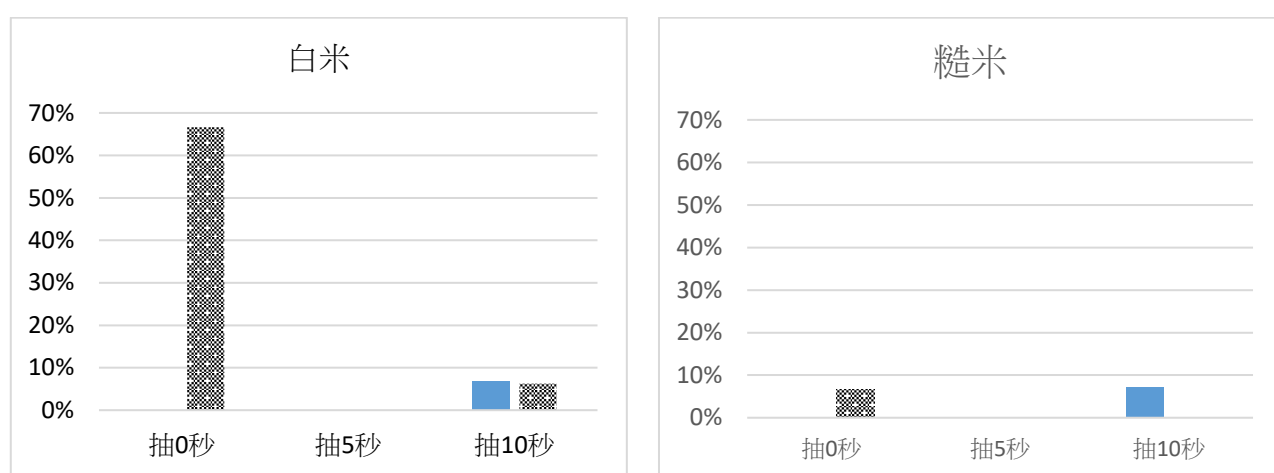
表一，實驗一的原始實驗記錄 (單位為: 隻數)

第一組	處理內容	1/26 初始	2/2 一階	一階 存活率	3/4 二階	二階 存活率
1-1	白米，抽 10 秒 (對照組)	0	0	*	0	*
1-2	白米，抽 0 秒	15	15	100%	1	7%
1-3	白米，抽 10 秒	15	1	7%	0	0%
1-4	白米，抽 5 秒	14	14	100%	0	0%
1-5	糙米，抽 10 秒 (對照組)	0	0	0%	0	0%
1-6	糙米，抽 0 秒	14	13	93%	0	0%
1-7	糙米，抽 10 秒	14	1	7%	1	7%
1-8	糙米，抽 5 秒	15	13	87%	0	0%

第二組	處理內容	1/28 初始	2/2 一階	一階 存活率	3/4 二階	二階 存活率
2-1	白米，抽 10 秒 (對照組)	0	0		0	
2-2	白米，抽 0 秒	15	14	93%	10	67%
2-3	白米，抽 10 秒	16	3	19%	1	6%
2-4	白米，抽 5 秒	14	11	79%	0	0%
2-5	糙米，抽 10 秒 (對照組)	0	0		0	
2-6	糙米，抽 0 秒	15	13	87%	1	7%
2-7	糙米，抽 10 秒	15	3	20%	0	0%
2-8	糙米，抽 5 秒	14	13	93%	0	0%



圖九，不同真空處理的第一階段(6-9 天) 存活率。(藍色為第一組，黑點點為第二組)



圖十，不同真空處理的第二階段 (30 天) 存活率。(藍色為第一組，黑點點為第二組)

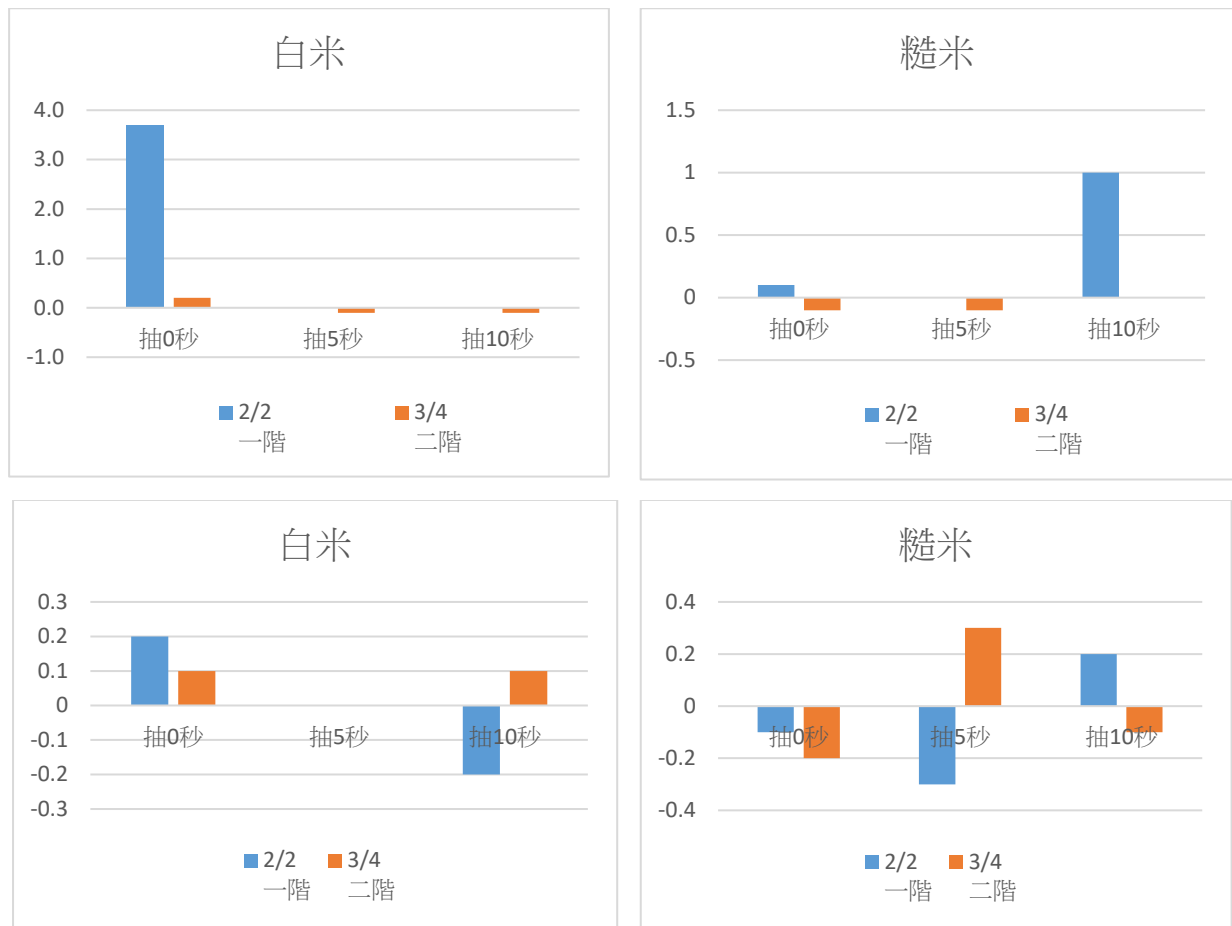
小結: (1) 第一階段短期中，抽真空對於米象的存活率有明顯的影響，不論是糙米或是白米，在抽 10 秒真空的處理後，在第一階段的存活率很低，但抽 0 秒與抽 5 秒存活率差異較小，顯示需達到較高真空程度才會產生明顯效果。(2) 第二階段長期後，在白米的存活率僅剩下抽 0 秒仍高，其它處理則死亡或剩一隻。但糙米的在第二階段是否有抽真空的存活率都極低。

二，實驗二：不同真空狀況下米象的食米量（做兩次重複）

表二，實驗二的原始實驗記錄（單位為: 公克）

第一組	處理內容	1/26 初始	2/2 一階	一階變化	3/4 二階	二階變化
1-1	白米，抽 10 秒 (對照組)	42.9	44.9	2.0	45	0.1
1-2	白米，抽 0 秒	41.2	44.9	3.7	45.1	0.2
1-3	白米，抽 10 秒	45.1	45.1	0.0	45	-0.1
1-4	白米，抽 5 秒	45.9	45.9	0.0	45.8	-0.1
1-5	糙米，抽 10 秒 (對照組)	43.6	49.4	5.8	49.4	0.0
1-6	糙米，抽 0 秒	47.2	47.3	0.1	47.2	-0.1
1-7	糙米，抽 10 秒	43.7	44.7	1.0	44.7	0.0
1-8	糙米，抽 5 秒	43.2	43.2	0.0	43.1	-0.1

第二組	處理內容	1/28 初始	2/2 一階	一階變化	3/4 二階	二階變化
2-1	白米，抽 10 秒 (對照組)	47	46.9	-0.1	46.9	0.0
2-2	白米，抽 0 秒	47.1	47.3	0.2	47.4	0.1
2-3	白米，抽 10 秒	45.9	45.7	-0.2	45.8	0.1
2-4	白米，抽 5 秒	47.3	47.3	0.0	47.3	0.0
2-5	糙米，抽 10 秒 (對照組)	47.3	47.1	-0.2	47.3	0.2
2-6	糙米，抽 0 秒	47.6	47.5	-0.1	47.3	-0.2
2-7	糙米，抽 10 秒	47.2	47.4	0.2	47.3	-0.1
2-8	糙米，抽 5 秒	47.4	47.1	-0.3	47.4	0.3

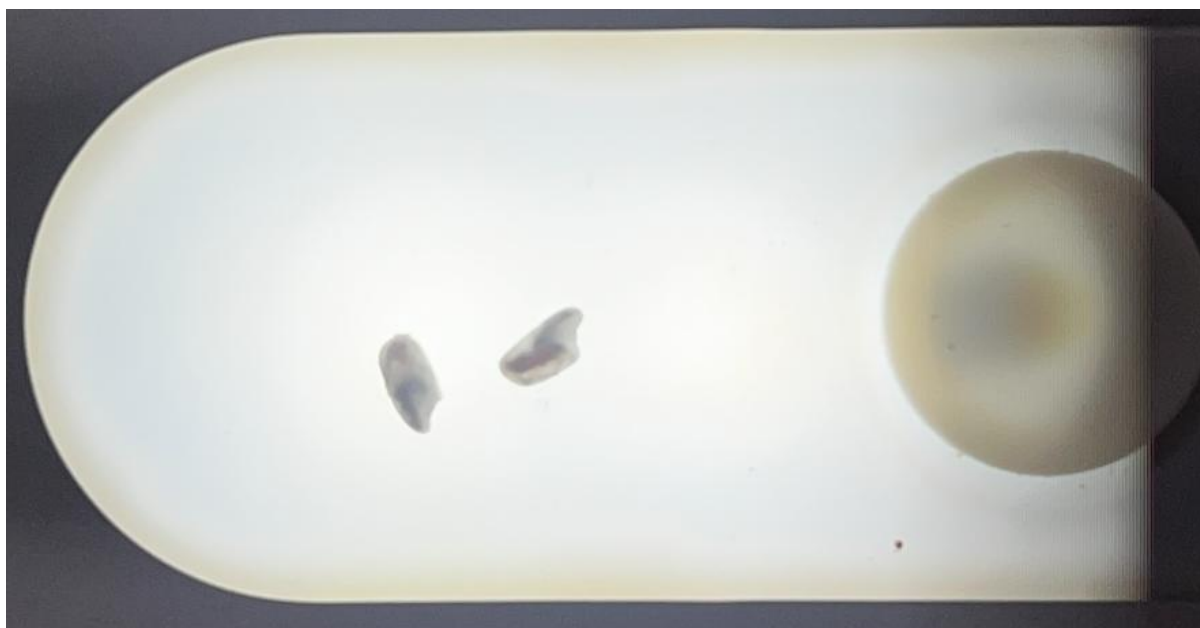


圖十一，不同真空處理的各組重量變化 (公克)。

小結: (1) 本實驗預期整袋米加上米象的重量，會隨著米被吃而減少重量，但四組實驗均發現重量變化很大，甚至有增加有減少，包含完全沒有放米象的組別。本實驗的結果未能推測米象的食米量。(2) 各組的培養皿因為規格有差異，還有電子秤規格等問題 (詳見討論)，因此表二中各袋的重量差異很大。

三，實驗三：不同真空狀況下米象的孵化與產卵（做兩次重複）

我們將第一代的成蟲都移除，另外用同樣的真空情形再放置 26 天，看是否有第二代的幼蟲或成蟲。因為卵很小不易觀察，因此用放大鏡觀察米中是否有啃咬和產卵洞。



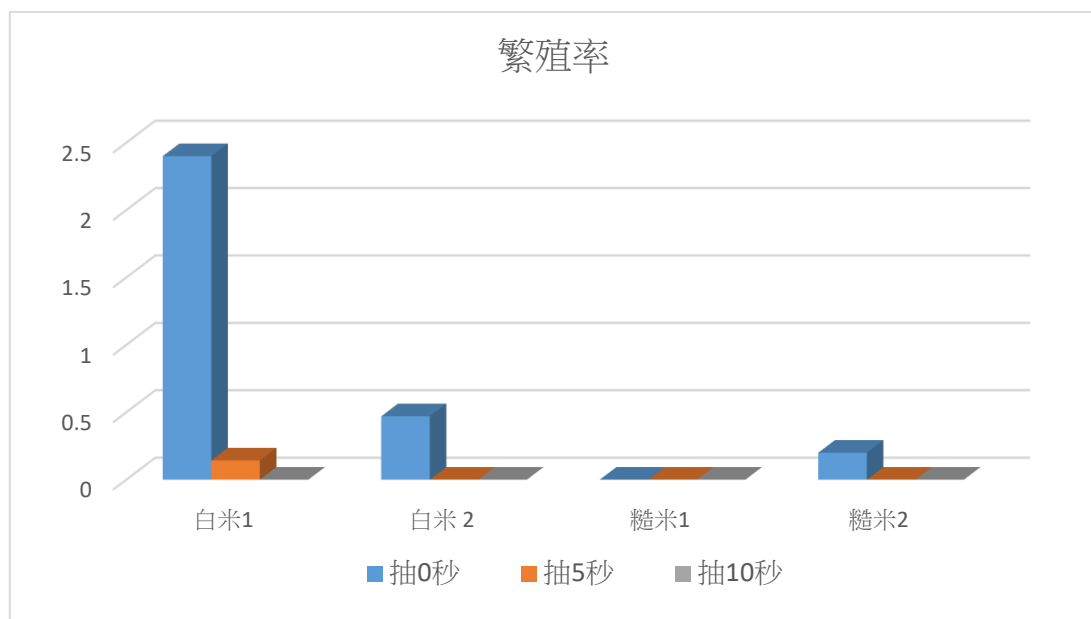
圖十二，將米透光後，米中如果有明顯的空洞，可能就是有產卵過。

表三，實驗三原始實驗記錄（單位為: 隻數）

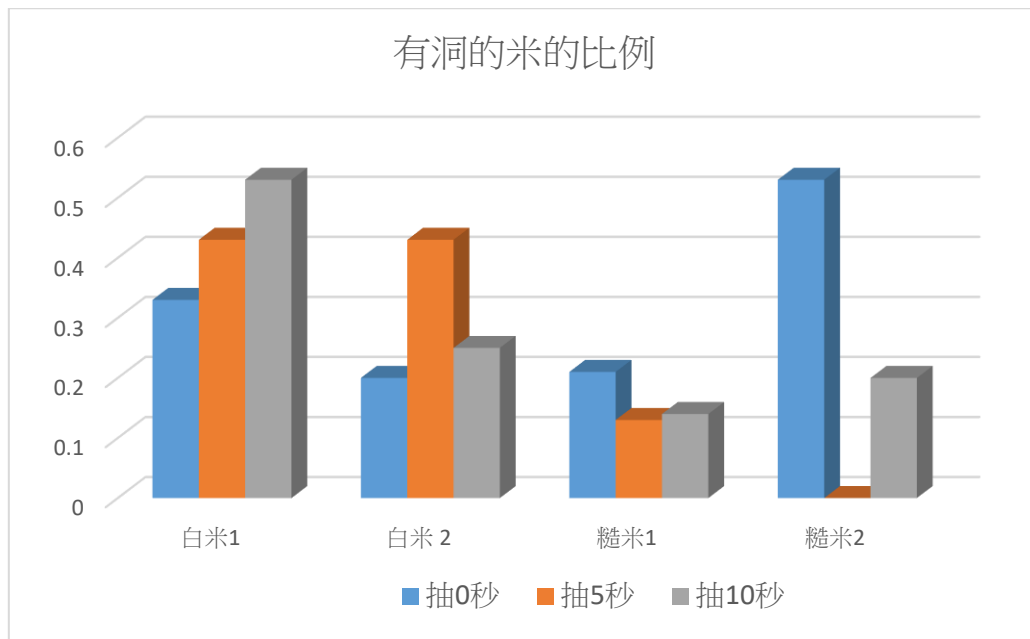
繁殖率為[(2)幼蟲數+(3)新成蟲數] / (1) 第一代米象數

第一組	處理內容	第一代 米象數 (1)	幼蟲 (2)	新的成蟲 (3)	繁殖率	有洞的米	洞比例
1-1	白米，抽 10 秒 (對照組)	0	0	0	0	0	
1-2	白米，抽 0 秒	15	2	34	2.4	5	0.33
1-3	白米，抽 10 秒	15	0	0	0	8	0.53
1-4	白米，抽 5 秒	14	0	2	0.14	6	0.43
1-5	糙米，抽 10 秒 (對照組)	0	0	0	0	1	
1-6	糙米，抽 0 秒	14	0	0	0	3	0.21
1-7	糙米，抽 10 秒	14	0	0	0	2	0.14
1-8	糙米，抽 5 秒	15	0	0	0	2	0.13

第二組	處理內容	第一代 米象數	幼蟲	新的成蟲	繁殖率	有洞的米	洞比例
2-1	白米，抽 10 秒 (對照組)	0	0	0	0	0	
2-2	白米，抽 0 秒	15	2	5	0.47	3	0.20
2-3	白米，抽 10 秒	16	0	0	0	4	0.25
2-4	白米，抽 5 秒	14	0	0	0	6	0.43
2-5	糙米，抽 10 秒 (對照組)	0	0	0	0	1	
2-6	糙米，抽 0 秒	15	0	3	0.20	8	0.53
2-7	糙米，抽 10 秒	15	0	0	0	3	0.20
2-8	糙米，抽 5 秒	14	0	0	0	6	0.43



圖十三，不同真空處理的各組繁殖率，白米抽 0 秒的繁殖率最高。



圖十四，不同真空處理的各組五十顆米的有洞比例，白米有洞的比例均高。

小結: (1) 本實驗觀察不同真空程度，對於米象是否能在米中繁殖下一代進行比較，以新生的幼蟲數和新的成蟲數量來計算的繁殖率，白米的部分，抽 10 秒真空的組別無繁殖。糙米除了一隻以外，其它均無繁殖出下一代。(2) 以米粒有洞的比例來推測繁殖狀況的話，白米與糙米兩種米均有孔洞，和抽真空的不同程度沒有明顯的差異。

伍、討論

- 實驗操作部分:** (1) 實驗一初始放入活體米象時，因為米象爬來爬去，沒有仔細檢查數量，後來發現數量上有 14、15、16 等隻數，下次實驗要更小心反覆檢查。本次先以比例 (除以初始的隻數) 來消除隻數不同可能造成的差異。(2) 秤重問題: 本實驗因為真空封口袋比電子秤大，幾次後我們發現有時候袋子如果旁邊垂下來，碰到桌上或其它東西，就會造成秤的數量誤差，這可能也是實驗二剛開始的變化原因。
- 不同真空狀況的存活率:** 我們想瞭解為什麼抽真空後米象存活率下降。米象和其它昆蟲一樣，透過氣管系統直接把氧氣輸送到組織，因此抽真空把大量的空氣移除，因此會降低環境中的氧氣濃度，使米象無法進行正常呼吸作用而死亡；抽真空後袋子內低壓，可能加速米象的水分流失，進一步增加死亡率。因此推測其主要死亡原因為缺氧，而非壓力造成的物理傷害。雖然第一組抽真空後，袋子會緊縮，米也會被壓得很密，我們也有看到米象被夾在袋子和米中間然後就不動了。查了一些資料後，米象也是甲蟲，外骨骼（幾丁質）很硬，應該不至於被袋子壓扁，而是活動範圍受到限制或是假死。雖然大多數米象在低氧環境下死亡，但仍有少數幾隻可能因個體的差異或耐受性較高，而存活較長時間，顯示該處理方式並非對所有個體具有 100% 致死效果。抽真空並不是只有除去氧氣，如果要完全缺氧，還需要使用一般食品儲存的脫氧劑。
- 米象的食米量:** 我們本來想要透過秤重，觀察米象的食量是否有受到真空的影響，但實驗的數據上下跳動很不穩定，甚至我們做的對照組(無米象的) 也都有重量的變化，我們討論決可能有以下的原因: (1) 操作失誤，雖然後來統一將電子秤墊高，但前面錯誤的部分已經無法改回。(2) 電子秤本身誤差大，此電子秤有標註非商業使用，精準度可能沒有經過檢驗。我們也測試過同樣一袋量 3 次的數字會變化，不太穩定。(3) 米象食量的估計: 後來查詢資料後，一隻米象大約一生只吃 1-2 粒米，換算大概是 0.02~0.05 公克米，我們每一袋只放 15 隻米象，可能吃的總量是我們的電子秤秤不出來的。下次也許可以考慮放更多隻的米象，及使用更精準的電子秤。
- 米象的繁殖情形:** 之前看到報導指出，米放了一陣子還是有可能會有原來的蟲卵，孵出的新一代米象，所以我們想知道抽真空是不是也會抑制米象的孵化。的確我們發現完全抽真空的(抽 10 秒)的組別，都無法有下一代的孵化，。但也可能是第一階段米象就已經大量死亡，也就沒有機會產卵和孵化。如果日後要再做這種比較，可能還是需要先挑出已經有產卵的米，再用不同真空情形去比較。我們使用米上的洞來推測是否有產卵，但也可能是食用的痕跡，或是更早在碾米廠就有的洞 (例如糙米的對照組，沒有放米象仍有洞)。但因為米象的蟲卵太小，雌性的米象又會把卵產在米中，無法直接觀察。

在本實驗三中，白米與糙米在米象的存活與繁殖都是在白米的效果比較好。雖然糙米含有較多的麩皮與胚芽，營養成分較高，理論上可能較適合米象生長，但實驗結果顯示，真空處理的影響可能大於米的種類本身。也就是說，在低氧環境下，不論是白米或糙米，米象的存活與繁殖都受到明顯限制。此外，糙米外層結構較完整，可能影響米象產卵或幼蟲發育，仍需要更多實驗來確認兩者之間的差異。

5. **米象的防治綜合比較**：本研究主要探討真空處理對米象存活與繁殖的影響，未來可以進一步延伸研究不同防治方法的效果，例如加入脫氧劑、低溫冷凍或乾燥處理，並與真空處理進行交叉比較效果。此外，也可以增加樣本數，例如做三組重覆與延長觀察時間，或控制濕度與溫度等其它的因子，以更完整了解米象在不同儲存條件下的變化。透過這些延伸研究，能比較實際家庭儲米的情境，並找出更方便有效且安全的防治方式。

我們認為，如果真空包裝的效果較好，家庭買米時可以優先選擇比較小包的真空米，例如 1 到 2 公斤。因為米開封後就會接觸空氣，真空的效果會慢慢消失，如果一次買太大包、放太久，還是可能再長米象。另外我們也發現如果殘留一些空氣就夠米象生存與繁殖，讓真空包裝保持密封性也是非常重要的一環，要選擇更厚實的密封袋來存放。有些組員說家裡米吃得很慢，也可以考慮再分裝成 200-300 公克再抽真空的小包裝，讓米象 NONO 不要出現。

陸、結論

本研究針對家庭常見的米象問題，探討抽真空是否能作為有效的防治方式。綜合各項實驗結果，可以得到以下結論：

- 一，抽真空對米象的存活具有明顯影響。當真空程度提高（抽 10 秒）時，米象在短時間內即大量死亡，長期幾乎無法存活，顯示低氧環境對米象具有致命效果。推測其主要原因為氧氣被移除，使米象無法進行正常呼吸作用，而非單純受到壓力擠壓所致。但如果仍有部分空氣(抽 5 秒)，就仍可以存活。然而，本研究也觀察到仍有極少數個體可在真空環境下存活，顯示不同米象之間可能存在耐低氧的個體差異，抽真空並非百分之百完全有效的防治方式。
- 二，在繁殖方面，完全抽真空的組別中，未觀察到新一代米象的產生，顯示真空處理不僅影響成蟲存活，也可能間接抑制繁殖。但本結果可能受到初期成蟲大量死亡的影響，未來仍需進一步確認對卵與幼蟲的直接影響。
- 三，米的種類方面，本研究發現白米中米象的存活與繁殖情形較為明顯，而糙米則相對較低。然而整體而言，真空處理所造成的影響大於米種差異，在低氧條件下，不論白米或糙米，米象的存活與繁殖皆受到明顯限制，家用的兩種米都是有效的。
- 四，本研究在食米量的測量上未獲得明確結果，原因之一為米象實際食量極小，加上儀器精準度與操作影響，使量測的結果不能推測實際攝食量。此部分顯示在進行微量變化測量時，實驗的設計與儀器選擇的重要性。
- 五，在實際應用上，本研究認為抽真空可作為家庭儲米的一種有效輔助方法，但仍需搭配適當的保存方式，例如使用小包裝或再分裝抽真空，以減少開封後再次接觸空氣而降低效果。未來若能結合脫氧劑、低溫或乾燥等方法，可能可進一步提升防治效果。

柒、參考文獻資料

1. 姚美吉。行政院農業委員會農業試驗所，2001，小包裝米防蟲小秘訣，
<https://web.tari.gov.tw/>。
2. 李後璋、黃文哲，2021. 臺灣常見室內節肢動物圖鑑：居家常見 101 種蟲蟲大集合，教你如何分辨與防治。聯經出版公司。ISBN：9789570860054。
3. 陳夢晴、周立欣、鄒佳玲、羅思庭。2007。第 47 屆中小學科學展覽會作品（作品編號 081546）。行政院國立臺灣科學教育館。取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/pdf/081546.pdf>
4. 王景文、陳昌碩。1986。第 26 屆中小學科學展覽會作品（作品編號 123）。行政院國立臺灣科學教育館。取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/26/pdf/26s/123.pdf>
5. 黃志成。2013。射頻處理對真空包裝米的米象控制及其品質的影響。國立宜蘭大學生物資源學院碩士在職專班碩士論文。取自：<https://ndltd.ncl.edu.tw/handle/12374583623586800250>
6. 姚美吉。米象介紹。1991。作物病蟲害與肥培管理技術資料。取自：[作物病蟲害與肥培管理技術資料光碟其他/積穀害蟲/米象.htm](#)。