

彰化縣108學年度國民中小學學生獨立研究作品說明書

花園保衛戰-

蝸牛的非農藥友善防治策略初探

第一階段研究訓練階段

一、 近二年學校獨立研究課程之規劃

學校沒有特別針對獨立研究設計課程，但在自然科學方面，會定期舉辦學力競試，也常在假日規劃科學探索課程，並鼓勵學生參加校外相關競賽。對獨立研究有興趣的學生，可以自行找校內老師指導，學校會提供相關的協助。

二、 學校如何提供該生獨立研究訓練

(一) 學校方面：公布獨立研究比賽的訊息，提供實驗室、電腦、相關設備與器材。

(二) 老師方面：以往年獨立研究的作品為範本進行解說，讓學生了解獨立研究大概方向及標準。以下為獨立研究過程中，老師需協助學生達成的要項：

- 1、找出適合研究的主題：動物研究則必須規劃捕捉、以及妥善飼養方式。研究動物行為要了解動物間有個別差異，結果可能不如預期，一開始除了研究主軸，需有備用的方案。
- 2、蒐集整理相關資料：研究的動物確認後，學生需廣泛蒐集研究動物的相關資料，並對資料進行整理及分類，找出值得探討或有趣的議題。
- 3、實驗的設計與修正：操作實驗要注意變因的控制，並清楚實驗的主軸，不時對結果進行分析探討，當結果出乎意料，必須層層思考找出問題所在，並對實驗設計進行修正。
- 4、數據的分析與解讀：測量方式的些微差異以及數據分析的方法可能會影響對實驗結果的判斷。學生需選擇妥善的工具，將實驗數據客觀的整合繪圖，讓結果有條理的呈現。

5、研究報告的表達與呈現：配合簡潔清楚的圖表，客觀的分析，將研究脈絡完整敘述，並針對此次研究的主題提出最佳防治蝸牛的策略。此外，對於此次研究需改進的地方能自我檢討，並提出能再延伸發展的空間。

第二階段獨立研究階段

一、研究動機

氣候較暖和的季節，每當下過雨後，即使在白天亦可見大大小小的蝸牛四處取食。花園中的植物，例如蝴蝶蘭、大岩桐、多肉植物等，嫩芽及葉容易被蝸牛啃咬，受破壞的植株常奄奄一息。若種植蔬果，蝸牛會向高處攀爬，曾有果農反映蝸牛爬滿木瓜樹，啃咬果實導致果皮受損、賣相差，影響收成與收益。

為了保衛花園，防治蝸牛是一個重要的議題，許多愛花同好紛紛在網路上提供各種方法，目前被廣泛應用且證實有效的有：苦茶粕和聚乙醛。苦茶粕會刺激軟體動物分泌大量黏液，使蝸牛因體液過度流失而亡，但對於蚯蚓亦有毒性。聚乙醛造成蝸牛神經麻痺並大量分泌體液，使螺體迅速脫水死亡，但也會對其他動物造成傷害。

苦茶粕和聚乙醛會威脅其他生物的生存，因此我們想從日常生活常接觸的物質中，找出一種對環境較無害的蝸牛防治方法，順便探討網友們的防蝸秘方是否有效。

二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

(一) 擬定研究計畫

- 1、蒐集資料，認識台灣野外常見的蝸牛。
- 2、誘捕並找出妥善飼養蝸牛的方法。飼養過程中，進行蝸牛食性探索，找出最適合用來觀察蝸牛咬痕的食物。
- 3、以禁食和禁水，讓蝸牛進入休眠。找出最快讓蝸牛甦醒的方法與所需時間。
- 4、蒐集資料，進行蝸牛學習行為初探。
- 5、以不同物質形成阻礙，觀察蝸牛能否通過，找出有效阻止蝸牛接近植物的屏障。
- 6、以不同溶液浸泡處理食材，分析蝸牛啃蝕情形，找出較有效防治蝸牛啃食的溶液。

(二) 研究問題

- 1、台灣常見蝸牛的種類，與出沒時間、地點。
- 2、蝸牛食性探索，找出最適合用來做化學防治的材料。
- 3、休眠後的蝸牛，如何喚醒？休眠的時間越長，甦醒所需時間愈長？
- 4、禁食一天之後的蝸牛，走迷宮會變快？
- 5、能夠有效阻止蝸牛接近植物的屏障為何？
- 6、較有效防治蝸牛啃食的溶液為何？

(三) 工作進度表

	決定 主題	蒐集彙 整資料	捕捉及飼 養蝸牛	設計與進 行實驗	數據分析與 說明書撰寫
第一週					
第二週					
第三週					
第四週					
第五週					
第六週					
第七週					
第八週					
第九週					
第十週					
第十一週					
第十二週					
第十三週					
第十四週					
第十五週					

三、彙整相關文獻

(一) 台灣平地常見蝸牛：扁蝸牛及非洲大蝸牛

1、扁蝸牛：成蝸貝殼呈扁球形，雌雄同體，異體受精，產卵前先以頭或腹足掘穴，再將卵產於穴內，卵粒間以黏液黏成塊，每塊約20粒，常在夜間活動。本種殼的形態變異大，屬於無心引進外來種。4~11月為其活躍季節，12月至翌年3月以靜止狀態越冬或甚少活動，活動力隨溫度及雨量增加而增加。夏季乾旱炎熱或冬季乾旱低溫時，扁蝸牛可隨時進入休眠狀態，將肉體縮入殼內，分泌黏液形成一層白色半透明鈣質薄膜，封閉殼口，待氣溫和濕度適合時才出來覓食。進食前先用齒舌來削碎或切斷食物，再將刮下的食物經過唾液的潤滑而進入食道內。口器兩側的那一對是前觸角(又稱為小觸角)，用來分辨味道、尋找食物；大觸角末端有黑色的圓形小眼球，可以感光，。

2、非洲大蝸牛：原產非洲，有石灰質稍厚、長卵圓形或橢圓形外殼，成體殼長一般為7~8公分，最大則可長到超過20公分。可危害500多種作物，饑餓時也取食紙張。會傳播鼠肺線蟲，感染人類造成腦膜炎。夜行性喜好潮濕環境，常在下雨或清晨、傍晚有露水的時候出現，俗名為露螺。夏眠期間，其殼口用薄弱的黏液與石灰質混成的epiphragm閉塞。為日本技師下條久馬一自南洋引進台灣，養殖食用，但繁殖太快，被棄置野外，造成生態問題。散播快，會附著在車輪或車體下土塊進入新地域。

(二) 目前常見的蝸牛防治方法

1、誘捕：

(1)以啤酒、酵母等誘引蝸牛進入陷阱內淹死。

(2)地面上放置瓦片、舊報紙等提供軟體動物遮蔭、保溼環境，可以誘引聚集後一併殺滅。

2、隔離：

- (1)棚架支柱或樹幹可繫綁銅條或銅線：利用銅氧化產生的離子，當蝸牛腹部的黏液碰到銅時，會產生微弱的電流電擊蝸牛，產生忌避效果。
- (2)植株周圍地面，可撒上矽藻土、鋸木屑、澱粉、石灰：以上皆會附著於軟體動物體表，造成體液黏度增大而影響行動。另外，矽藻土由於顆粒尖銳，因此軟體動物對其有忌避行為，。
- (3)撒上一些碎蛋殼：尖銳邊緣讓蝸牛不適。
- (4)利用寶特瓶來防治：寶特瓶去頭去尾後縱向剖開瓶身，將剖開的寶特瓶套入植物枝幹，頸口大小與葡萄枝幹密合，扁蝸牛往上爬時無法通過頸口，會累積在寶特瓶內呈休眠狀(種植葡萄適用)。

3、毒殺：

- (1)苦茶粕：已在農業上廣泛應用，是苦茶籽榨油後剩餘的殘渣，遇水會溶解出皂鹼，刺激軟體動物大量分泌黏液，最終因為體液過度流失而死亡。皂鹼也具有強烈魚毒性，水域不可使用，對於蚯蚓亦有毒性，勿深埋土中或過量施用。
- (2)聚乙醛的製品：聚乙醛會造成蝸牛神經麻痺並大量分泌體液，使螺體迅速脫水，並在短時間內中毒死亡。在台灣田間一般以聚乙醛粒劑(混合其他物質誘食)來防治扁蝸牛，但容易造成農藥污染問題。對其他動物也有毒性，家裡有貓狗鳥兔寵物及雞鴨禽畜要注意。
- (3)耐克螺 Niclosamide：農業上使用的藥劑，劑型為可濕性粉劑，殺螺機轉主要為破壞螺體呼吸器官，導致螺體內縮而亡，本藥劑對人眼睛有刺激性且對魚毒性高。
- (4)咖啡因：可以對蝸牛、蛞蝓產生忌避效果。暴露在濃度 0.5~2%的蝸牛，會在短期內死亡。可將咖啡噴在作物或土壤中，也可以把咖啡渣倒在植物根部周圍。

(5)鹽：蝸牛脫水而亡，但鹽溶在介質中會造成植物根部嚴重傷害。

4、生物防治：陸生性螢火蟲如台灣窗螢(*Lychnuris analis* Fabricius)、台灣山窗螢(*Lychnuris praetexta* E. Olivier)之幼蟲會取食扁蝸牛；自夏威夷引進的玫瑰蝸牛(*Euglandina rosea* Fer.)亦會捕食扁蝸牛。蟾蜍、青蛙或養雞、鴨、鵝，亦可有效降低蝸牛數量。

(三) ImageJ

架構在 Java 平台上的免費公共的圖像處理軟體，不管是 Linux 還是 Mac 或 Windows 都可以執行。由美國國家衛生院(NIH)開發，能顯示、編輯、處理圖片，支援多種檔案格式。有許多使用者和程式設計者不斷延伸發展程式。

四、資料分析

(一) 食性探索：

1、不吃：白蘿蔔

2、吃：紅蘿蔔、啤酒浸泡過的衛生紙、白菜、地瓜葉、花椰菜、辣椒皮、馬鈴薯、番茄。

(二) 飢餓(且限水)處理：

1、扁蝸牛一天即可進入休眠狀態，將肉體縮入殼內，並分泌黏液形成一層白色半透明鈣質薄膜蓋住身體。在較高處休眠的扁蝸牛，另外多一層薄膜黏附在壁上。



圖一、圖二 休眠中的蝸牛，有白色薄膜緊貼蓋住身體。
較高處休眠者，多一層更薄的膜黏附在壁上。

2、非洲大蝸牛一天即可進入休眠狀態(圖三右)，但五天以上則會形成一層白色半透明薄膜蓋住身體(圖三左及中間)。濕度提高，環境較適合時，會自行將薄膜(不溶於水)脫落(圖四)。



圖三、休眠的非洲大蝸牛

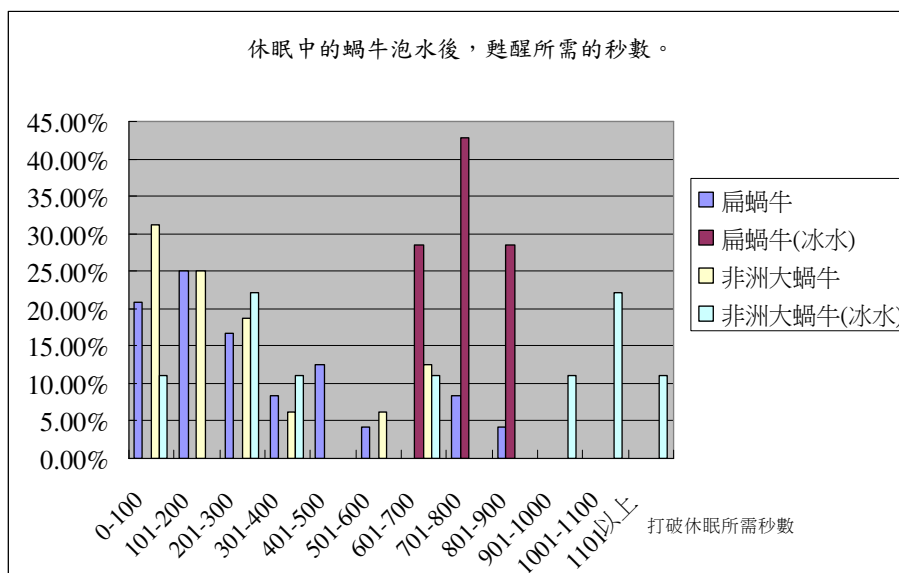


圖四、脫落的薄膜

(三) 打破休眠方法測試

1、震動處理：搖晃養殖箱三分鐘後停下來，觀察蝸牛甦醒情形，甦醒率為 84%。

2、泡水處理：室溫水(25℃左右)，冰水(13℃左右)，甦醒率為 100%。



(四) 迷宮測試：

將蝸牛飢餓處理一天→泡水使其甦醒→T 字型迷宮測試(出口處不放食物，但若從右邊出口爬出則給予食物獎勵，測試從右邊出口爬出的機率能否提高)。

- 1、開放式迷宮：爬牆或停下來或往回走。
- 2、密閉式迷宮+點香煙燻+直立：爬出迷宮速度未改善。
- 3、密閉式迷宮+半淹水處理：爬出迷宮速度有改善，但一次測試多半要 15 分鐘以上。



圖五、六
泡水迷宮

(五) 物理屏障測試：

- 1、蝸牛爬行過程中，以不同材質(5cm)阻隔，觀察蝸牛能否順利通過。
 - (1)順利通過：銅片、鋅片、鋁箔、碎蛋殼、曬乾咖啡渣、砂紙。
 - (2)無法順利通過：麵粉、小蘇打粉末、鋼刷球。
- 2、將蝸牛無法順利通過的材質圍成一圈，蝸牛放在圈內，一小時後觀察蝸牛是否能爬到圈外。
 - 兩種蝸牛皆無法通過麵粉、小蘇打粉末。
 - 非洲大蝸牛無法通過鋼刷球，但扁蝸牛可以。



圖七、鋼刷球



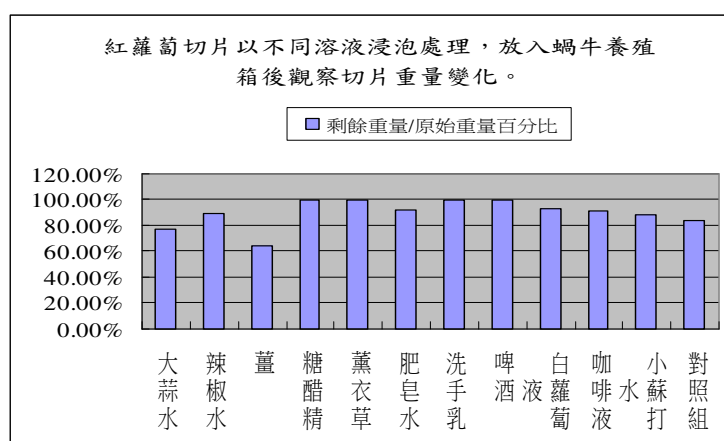
圖八、麵粉測試

(六) 化學防治測試：

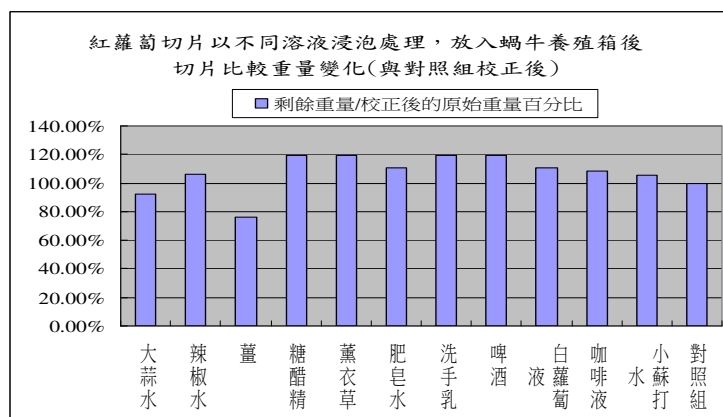
1、配置不同溶液：大蒜水、辣椒水、薑汁、糖醋精(稀釋 5%)、薰衣草精(稀釋 5%)、小蘇打水(5%)、咖啡液、啤酒等。

2、以不同溶液浸泡處理紅蘿蔔切片(5 分鐘)，秤重後再分散放入蝸牛養殖箱，蝸牛亦分散放置，一天後再重新秤重。

(1)重量變化(剩餘重量/原始重量百分比)：糖醋精、薰衣草、洗手乳、啤酒組重量沒有改變，其中薰衣草、啤酒浸泡組皆有咬痕。



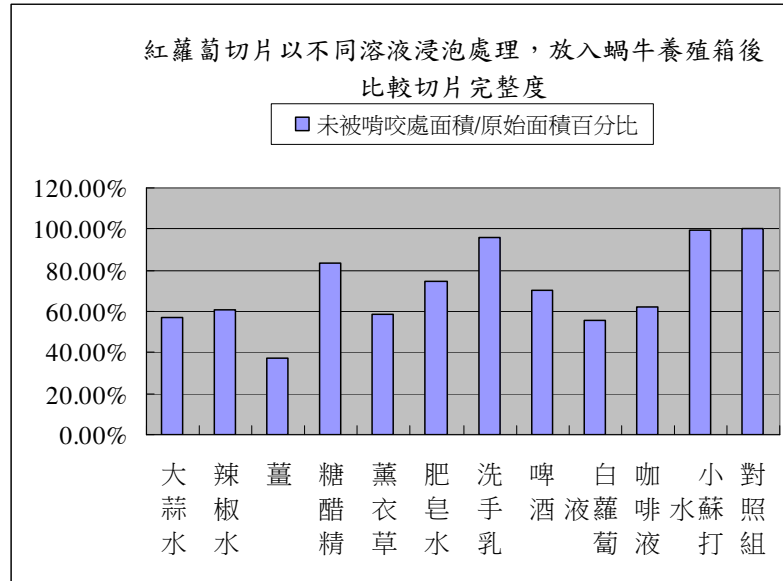
(2)校正後的重量變化：考慮到紅蘿蔔在自然情況下，也會有水份流失造成重量改變的情形，因此設置對照組(為相同環境下，未與蝸牛接觸、單獨放置的切片)。對照組重量變化 83.81%→各切片原始重量×83.81% →各切片剩餘重量/校正後的原始重量。發現和對照組相較，多數組重量反而增加了。



3、將實驗後的紅蘿蔔切片，進行咬痕面積分析(Image J)：

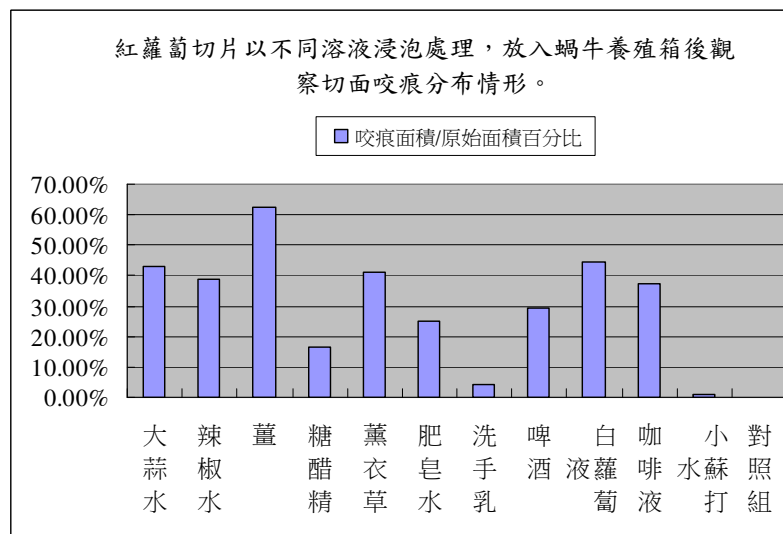
(1)切片完整度(未被啃咬處面積/原始面積)：

糖醋精、洗手乳、小蘇打水防治的效果較好。



(2)咬痕比例(咬痕面積/原始面積)：

更清楚的看出糖醋精、洗手乳、小蘇打水能降低切片被啃咬的機率。但有刺激味的大蒜水、辣椒水、薑汁、薰衣草精等防治效果不好。蝸牛雖不吃白蘿蔔，但白蘿蔔水浸泡過的紅蘿蔔仍會被啃食。



4、咬痕面積分析方法：

(1)先將切片以印台染色，並以拓印方式，把切片表面呈現在紙上、拍照存檔(圖九)。

(2)使用 ImageJ 計算面積：

①開啟圖檔

②設定比例尺

Analyze(set scale→ cm)

③以圓形圈選紅蘿蔔外框，計算原始紅蘿蔔面積。

Analyze(measure)得數據 X

④將圖檔多餘部分減掉，可讓圖分析起來更容易。

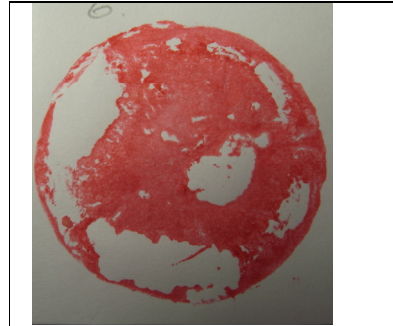
Image(crop)

⑤調整 Color Threshold 至紅色印痕皆被黑色覆蓋(圖十)。Image(Adjust→Color Threshold→select)，按下 select，紅色印痕被黃線包圍(圖十一)。

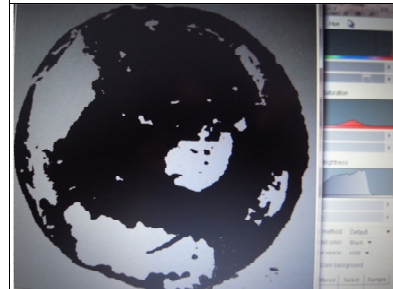
⑥計算紅色印痕面積：選取 Analyze(measure)，會顯示黃線包圍區塊總面積，即得紅色印痕面積數據 Y(圖十二)。

⑦切片完整度： Y/X

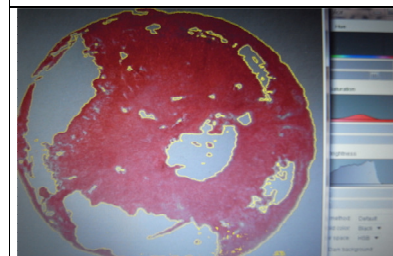
咬痕比例： $1-Y/X$



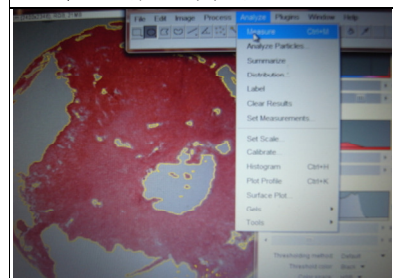
圖九、拓印並拍照



圖十、調整 Color Threshold



圖十一、按下 select，紅色印痕會被黃線包圍



圖十二、選取 Analyze→measure，會顯示黃線包圍區塊總面積。

五、研究結果與討論

(一) 飼養與食性探索：

1、蝸牛飼養在寵物箱時，底部應鋪土，非洲大蝸牛會喜歡挖淺坑鑽進土中休眠(圖十三)，扁蝸牛則喜歡在較高處附著休眠。露天飼養時(土壤上倒扣籃子)，會發現非洲大



圖十三

蝸牛將整個身體都埋進土裡休眠。另外，有土壤的狀況下，環境比較不會布滿黏液。

2、食性探究比較特別的是：不吃白蘿蔔，會吃辣椒皮，泡過啤酒的衛生紙被吃光。由糞便可看出食物的顏色。葉菜類易枯萎，水果易爛且孳生果蠅，馬鈴薯會變黑且較軟、咬痕較模糊，因此選擇紅蘿蔔做為化學防治的主角。紅蘿蔔不易引來螞蟻及果蠅、不易爛、夠硬、容易觀察咬痕。

(二) 飢餓(且限水)處理：

會進行飢餓測試，是由於原本想了解蝸牛學習行為，想以食物作為獎勵，訓練飢餓的蝸牛走迷宮。結果發現蝸牛在缺食物與水的環境很容易進入休眠，要讓蝸牛走迷宮必須先將他們喚醒。搖晃喚醒的方式雖然有效，但容易傷到蝸牛殼。泡水處理，可以 100%喚醒。泡低溫水，雖有個別差異，但甦醒所需的時間大致較長。另外，以非洲大蝸牛而言，若形成白色薄膜，喚醒時間也較長。

(三) 打破休眠方法測試

蝸牛不容易走完迷宮，過程中常會爬牆、轉身、停留不動，迷宮需要依照蝸牛的體形量身訂做，剛剛好的通道較能避免蝸牛轉身。若要訓練則需要短時間重複多次的成功與獎勵。迷宮泡水，可降低蝸牛在迷宮內停留不動的機率，但完整爬出迷宮不僅費時且成功率低，因此蝸牛學習行為的研究可能

需要其他替代方案。

(四) 物理屏障測試：

- 1、探討物理屏障時，「銅片」等金屬片對蝸牛「無嚇阻的效果」，否決了文獻中敘述蝸牛接觸銅片會因產生電流不敢前進。



圖十四

- 2、蝸牛可通過咖啡渣、碎蛋殼、砂紙，通過前兩者時，身上會沾黏微粒，有稍微停留的現象。通過砂紙時，黏液分泌量會增多，若多隻扁蝸牛同時進行砂紙實驗，則有痕跡跟隨現象，推測可能爬行在較多黏液上可減輕砂紙造成的不適(圖十四)。



圖十五

- 3、無法通過細微乾燥的粉末：麵粉以及小蘇打粉。蝸牛會取食麵粉，但麵粉會附著於體表，造成體液黏度增大而影響蝸牛行動，扁蝸牛會爬到大蝸牛的殼上(圖十五)。小蘇打粉末則會對蝸牛造成傷害，蝸牛觸角一碰到小蘇打粉就會縮回。這兩者若在潮濕的狀態，麵粉會失去阻隔的效果，但小蘇打粉仍有效。
- 4、鋼絲球線條邊緣銳利不易爬行，可阻隔非洲大蝸牛，扁蝸牛則可能從鋼絲球和地面間的微小縫隙鑽出。

(五) 化學防治測試：

- 1、以紅蘿蔔切片重量變化量無法反映化學防治的效果，啤酒和薰衣草精處理的切片咬痕多，重量卻沒減少。甚至和未接觸蝸牛的對照組比起來，許多組重量是增加的。推測可能是蝸牛爬行時分泌黏液，蝸牛停留較久的區域留下的黏液較多，影響了切片整體的重量。另外，紅蘿蔔切片在不同溶液處理過後，水分流失的速度也會不同。

2、分析咬痕的面積比能夠較真實反映蝸牛的啃食程度，用拓印的方式比蓋章方式更能取得清晰的印痕(圖十六)。

3、分析咬痕面積後發現花園常用的天然除蟲秘方不見得有效。咖啡、辣椒、大蒜、薑、薰衣草精等無

法防治蝸牛。蝸牛不吃白蘿蔔，但白蘿蔔液對防治蝸牛無效。啤酒組能吸引蝸牛聚集，但可能蝸牛更愛表層啤酒，切片上咬痕沒有預期的多，但其對蝸牛的吸引力適合當誘餌。

4、溶液中有防治效果的為：糖醋精、洗手乳、小蘇打水。

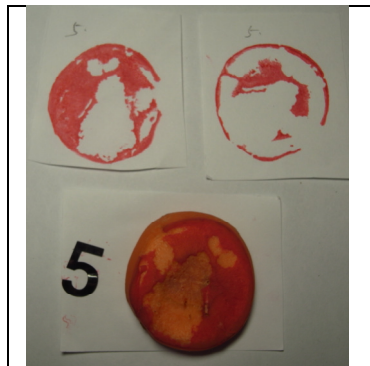
(六) 有效的防治策略：

保持通風與地面乾燥，注意澆水習慣與方式，減少地面潮濕，可降低蝸牛的活動力。清除堆積的落葉與雜物，減少蝸牛躲藏的空間。用乾燥粉末圍繞植株形成隔離，小蘇打粉效果比麵粉好，即使潮溼仍有防護效果。糖醋精或洗手乳、小蘇打液稀釋後噴灑葉片也可降低葉片被啃食的機率。

紅蘿蔔切片以不同溶液浸泡處理後，放置養殖箱一天，觀察切片重量變化量。

*薰衣草、啤酒浸泡組重量未減少，但咬痕明顯。

	剩餘重量/原始重量百分比	剩餘重量/校正後的原始重量百分比	肉眼觀察
大蒜水	77.19%	92.10%	有咬痕
辣椒水	89.36%	106.62%	咬痕多
薑	64.08%	76.46%	咬痕很多
糖醋精	100.00%	119.32%	有咬痕
薰衣草	100.00%	119.32%	咬痕多
肥皂水	92.50%	110.37%	有咬痕
洗手乳	100.00%	119.32%	沒有咬痕
啤酒	100.00%	119.32%	咬痕多
白蘿蔔液	93.00%	110.97%	咬痕多
咖啡液	90.77%	108.30%	有咬痕
小蘇打水	88.76%	105.91%	沒有咬痕
對照組	83.81%	100.00%	



圖十六 上左拓印，上右蓋章。

六、評鑑與檢討：動物有個別差異，過程中常會遇到意料外的問題。研究過程對我們而言，就像在闖關。

(一)解決飼養問題：飼養過程中，一開始養殖箱常常發臭，都是黏液和糞便，平均兩天清理一次箱內環境，黏液很難洗乾淨，養蝸牛剛開始是一種挑戰，後來改變在野外飼養，花圃土壤上倒扣籃子防止逃脫，或養殖箱加入土壤，養殖環境就不在濕黏發臭，飼養蝸牛也變得更輕鬆。

(二)解決休眠問題：搖晃或泡水可喚醒。曾經試過禁食一週的蝸牛，仍可用泡水喚醒，難怪雨後常可見大量蝸牛出沒。休眠是一個值得再延伸的研究議題。

(三)迷宮問題未解決：也許可以試試夜間，蝸牛活動力較佳的時段做實驗。

(四)解決如何用數據呈現實際啃食狀態的問題：化學防治的探測中，遇到有些組別咬痕多但重量未改變，有些組沒咬痕卻重量變化多。用更精細的電子秤重測，加上對照組，重量變化依然無法反映實際啃食情形。決定改用咬痕面積比，但面臨如何使咬痕清晰以及計算面積的問題，經過集思廣益終於解決問題，讓人體會團隊合作的力量。

七、參考資料

1、隱藏在美麗觸角中的惡魔，殭屍蝸牛

<https://kknews.cc/science/68m2rl.html>

2、掌握小蘇打的 10 種養花方法，植物盆栽健康無憂了

原文網址：<https://kknews.cc/home/kv4jpr.html>

3、台灣外來入侵種資料庫－扁蝸牛

<http://tiasd.tfri.gov.tw/renew/specie/2359>

4、維基百科－扁蝸牛

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%90%8C%E5%9E%8B%E5%B7%B4%E8%9C%97%E7%89%9B>

5、台灣外來入侵種資料庫－非洲大蝸牛

<http://tiasd.tfri.gov.tw/renew/specie/2337>

6、農業知識入口網-小知識串成的大力量-蝸牛防治

https://kmweb.coa.gov.tw/knowledge/knowledge_cp.aspx?ArticleId=715964&ArticleType=A&CategoryId=A..&kpi=0&dateS=&dateE=

7、美林樂嘉農資網-耐克螺

<http://ogserv.tactri.gov.tw/emailcaseline>

8、行政院農委會農業試驗所-農業害蟲智能管理決策系統-病蟲害資

料庫 <http://azai.tari.gov.tw/AIsearch/datasheet.html?id=72>

9、阿簡-imagej 分析眼白的血管覆蓋面積

<https://www.youtube.com/watch?v=1kjSTWJPBCK>

10、維基百科-自由的百科全書-ImageJ

<https://zh.wikipedia.org/wiki/ImageJ>