

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】  
國中組成果報告表單

題目名稱：蝸牛不愛銅臭味

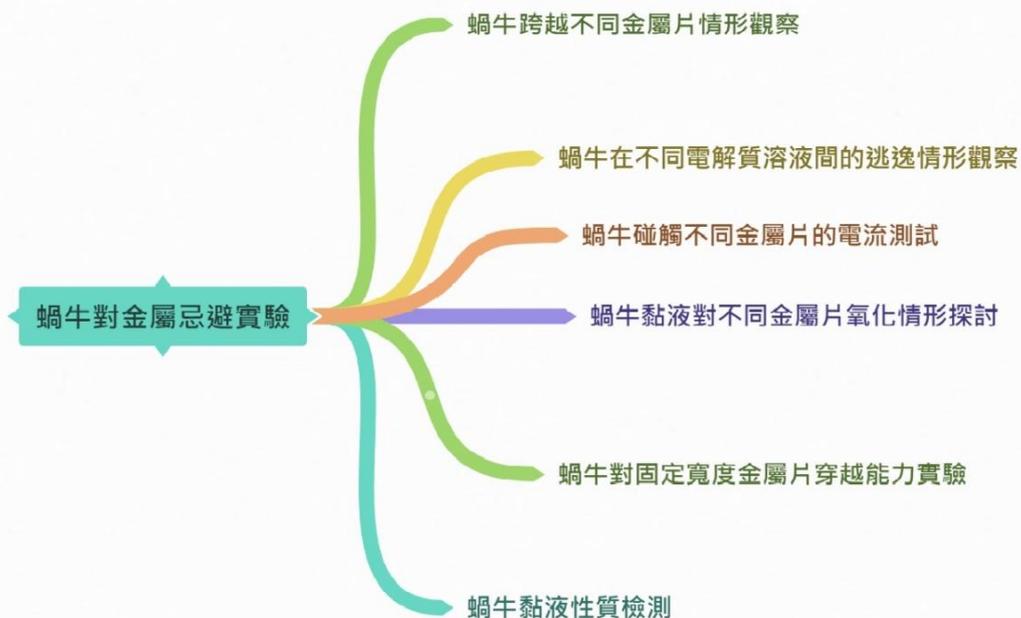
一、摘要

本實驗是在探討非洲大蝸牛對於不同金屬材質的忌避情形觀察，結果顯示非洲大蝸牛在幾種金屬中，銅金屬對非洲大蝸牛有較佳的忌避效果，鋅金屬則不如網路上的資料所說有明顯的忌避效果。此外，銅金屬之所以對蝸牛有忌避效果，推論是蝸牛的黏液會促使銅金屬表面氧化，進而釋放出銅離子，而暴露於銅離子已被證明對雙殼類、多毛類動物和腹足類動物有毒，也可能導致軟體動物分泌粘液進而脫水，故我們推論銅金屬對於蝸牛的忌避因素應該一為蝸牛黏液促使銅金屬氧化釋出銅離子，二為受到微弱電流的刺激，合併使蝸牛有懼怕效果。

二、探究題目與動機

在臺灣，非洲大蝸牛對於農業上的損害不亞於福壽螺的農損，大尺寸、大胃口的非洲大蝸牛對於農夫來說，一直都是頭痛麻煩的害蟲。他們啃食了農作物造成葉片傷害，嚴重影響商業價值，而一般的防治方法不外乎是施用殺蟲劑。殺蟲劑撲殺效果好但隨著食物鏈會傷害土壤中的無脊椎動物、小型哺乳類或鳥類，同時也會汙染水源及土壤。我們想找出防治蝸牛的長效物理方法。若能實際應用於現場農地，或許能以更環保、人道的方式避免農作物的損害。

三、探究目的與假設



#### 四、探究方法與驗證步驟

##### (一) 蝸牛跨越不同金屬片情形之觀察

1. 我們選擇跨越的金屬片分別為銅片、銅箔、銅網、鋅片及鐵片。
2. 先將要測試的金屬在粗糙的塑膠板上排成一金屬框,外框邊長 13.5 公分,內框邊長 7.5 公分。
3. 接著將蝸牛放置到中間的框框內,以腹足靠近金屬片(在前測時發現蝸牛反應太慢,放置於中間框框牠探索時間會過長,故正式實驗時以腹足前緣靠近金屬片施行測試)。
4. 全程觀察 5 分鐘,並記錄蝸牛腹足前緣點觸金屬片之秒數,當腹足離開金屬片即停止計時。(蝸牛以大觸角及小觸角觸碰不算,不予計時)
5. 若蝸牛腹足前緣抵達金屬片邊緣,即算是成功跨越。若未能成功跨越,即測量腹足前行的最大距離並紀錄之。



##### 結果：

蝸牛腹足在銅片上前行平均約 0.46cm,跨越成功率則為 0%,蝸牛跨越銅片時接觸時間最短,腹足抬起試探而遲疑的時間多,其腹足觸碰銅片秒數才會最少。相較其次觸碰秒數次少的為鐵片,可是鐵片的跨越成功率為 80%,代表蝸牛跨過鐵片是非常快就完成。

	銅片(粗糙)	鋅片(粗糙)	銅網(粗糙)	銅箔(粗糙)	鐵片(粗糙)
1	01:40	03:44	02:47	02:11	02:08
2	01:17	03:39	02:43	01:04	00:49
3	01:20	04:25	02:19	03:57	01:21
4	01:49	01:12	02:55	02:44	04:45
5	01:35	02:23	02:56	04:03	01:02
平均	01:32	03:04	02:44	02:47	02:01
成功率	0%	0%	0%	0%	80%

從這結果可以看出蝸牛確實是害怕銅金屬

##### (二) 蝸牛在不同電解質間的逃逸情形

1. 取圖畫紙剪成外框邊長 13.5 公分,內框邊長 7.5 公分的紙片。
2. 使用的電解質溶液分別為硫酸銅、硫酸鋅及硝酸鉀的 0.1M 水溶液,每次使用取 10ml 的水溶液充分潤濕圖畫紙。
3. 接著將蝸牛放置到中間的框框內,以腹足靠近沾了水溶液的圖畫紙邊緣。
4. 全程觀察 5 分鐘,並記錄蝸牛腹足前緣點觸圖畫紙片之秒數,當腹足離開圖畫紙片即停止計時。(蝸牛以大觸角及小觸角觸碰不算,不予計時)。
5. 若蝸牛腹足前緣抵達圖畫紙片邊緣,即算是成功跨越。



結果：在不同電解質溶液間的逃逸實驗中,我們發現蝸牛腹足觸碰硫酸銅溶液的時間最短,

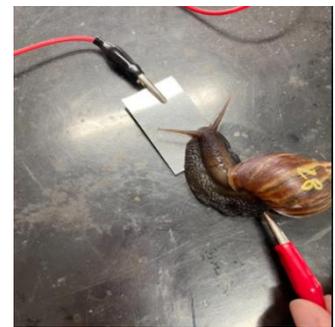
平均只有 00:07,觸碰硝酸鉀的時間最長,平均有 02:10,但是蝸牛全數都沒有成功跨越這兩種溶液。跨越硫酸鋅溶液成功的則有 40%,跨越自來水則是 100%全數通過,平均 01:17 就能成功跨越。

編號	硫酸鋅	硝酸鉀	硫酸銅	自來水
1	02:00	02:13	00:00	00:58
2	01:17	01:40	00:00	01:05
3	02:42	00:20	00:19	01:23
4	00:17	04:36	00:16	01:21
5	02:48	02:03	00:00	01:39
平均	01:48	02:10	00:07	01:17
成功率	40%	0%	0%	100%

蝸牛全數沒有通過硫酸銅及硝酸鉀的水溶液。

### (三)蝸牛碰觸不同金屬片的電流測試

- 1.我們選擇測試的金屬片分別為銅片、銅網、鋅片及鐵片。
- 2.將微安培計的一端連接電線並夾住金屬片碰觸蝸牛,另一端接鱷魚夾式電線直接碰觸蝸牛腹足,並觀察微安培計電流量,由於微安培計上的電流量會些微波動,故取其數值最大的紀錄之。



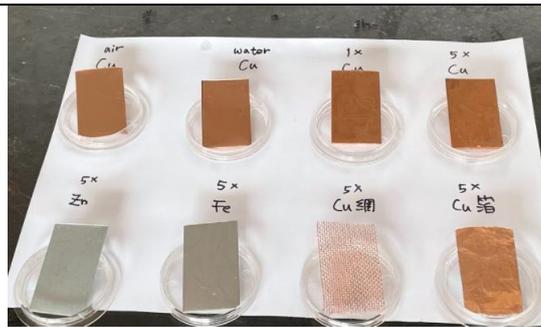
結果：在蝸牛碰觸不同金屬片的電流測試實驗中,蝸牛腹足碰觸鋅片時的電流最大,平均為 11.3 $\mu$ A,蝸牛腹足觸碰鐵片電流最小 0.38 $\mu$ A。

編號	銅片 $\mu$ A	鋅片 $\mu$ A	鐵片 $\mu$ A	銅網 $\mu$ A
10	3	12	0.2	1
28	2	12	0.2	2
29	1.5	8.5	0.5	1.5
21	2	12	0.5	1
5	2	12	0.5	2
平均	2.1	11.3	0.38	1.5

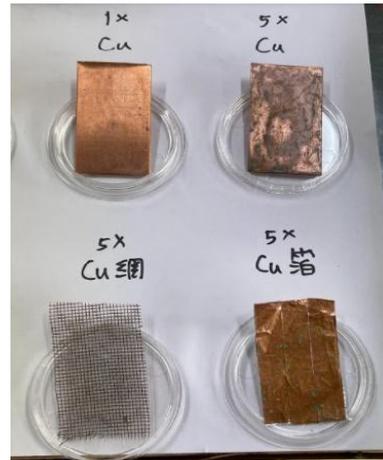
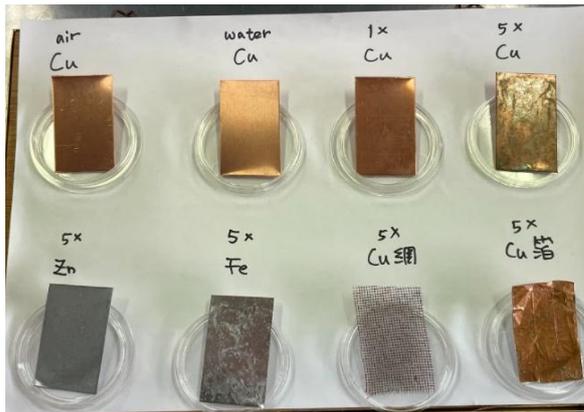
可見碰觸金屬時的電流似乎不是讓蝸牛懼怕銅金屬的原因

### (四)蝸牛黏液對不同金屬片氧化情形案討

- 1.我們選擇比較的金屬片分別為 銅片、銅箔、銅網、鋅片及鐵片。
- 2.對照組為銅片不做任何處置,實驗組為銅片塗抹一次黏液,以及銅片、銅箔、銅網、鋅片及鐵片每天塗抹一次蝸牛黏液,連續塗抹 5 天。觀察其氧化情形並拍照記錄。



**結果：**蝸牛黏液連續塗抹五天後，銅片氧化情況有明顯的綠色銅銹，銅網及銅箔也都有綠色銅銹。鐵片表面也有明顯的侵蝕痕跡。鋅片則沒有太明顯的銹痕。



※蝸牛黏液似乎對銅片及鐵片有明顯的腐蝕效果。

#### (五)蝸牛對固定寬度金屬片穿越能力實驗

- 1.我們選擇測試的金屬片分別為銅片、銅網、氧化的銅網、鋅片及鐵片。
- 2.取直徑 16cm 高 24cm 的塑膠桶，內壁貼上一圈 10cm 高的金屬片，置入 6 隻蝸牛，每一小時觀察蝸牛逃逸情形並記錄之，連續觀察 6 小時。

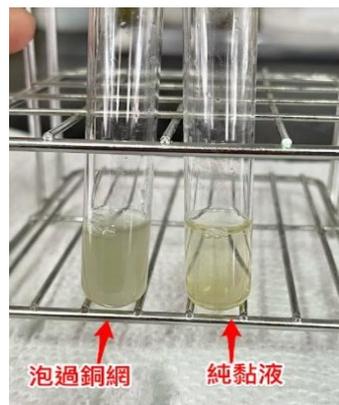


**結果：**對固定寬度金屬片穿越能力實驗中，銅片及銅箔的圍欄仍有蝸牛可以穿越，而鋅片及鐵片在第一小時後就全數穿越。銅網及氧化銅網都沒有蝸牛穿越。

#### (六)蝸牛黏液性質檢測

將 2cmX2cm 的銅網浸泡至蝸牛黏液中，以肉眼觀察黏液變質的狀況，再取濃氨水檢測泡過

銅網的黏液,鑑驗是否有銅離子存在。



**結果：**取濃氨水數滴加於泡過銅網的蝸牛黏液,靜置 6 小時後觀察,相較於純的蝸牛黏液,泡過銅網的黏液呈現混濁狀態,過 24 小時之後顏色更為明顯(如上右圖)。內部應該存有含銅離子,只是因為銅離子量太少因此沒法呈現像深藍色的銅氨絡離子。

為了進一步確認,我們取泡過銅網的蝸牛黏液 3ml 寄送去檢驗公司,以 ICP-AES 方法檢測,確認黏液中確實有銅離子,平均一公升黏液中含有 160mg,這樣的濃度是相當高的。

## 五、結論與生活應用

### 結論

- (一)銅片、銅網及銅箔都對蝸牛有一定的屏障效果。
- (二)鹽類電解質溶液對於蝸牛都有忌避作用。
- (三)蝸牛黏液確實對於金屬面有加速氧化的情形,但不同金屬各有不同。
- (四)在穿越 10cm 的各金屬材質實驗中,銅片及銅箔雖然都有屏障效果,但是銅網及氧化後的銅網效果更好更明顯,有可能是銅網與蝸牛腹足接觸的表面積多,促使銅離子釋放的量也較多。
- (五)蝸牛黏液呈現弱鹼性,同時為電解質。以氨水測試泡過銅網的黏液後,發現氨水有變成透明褐色。再以 ICP-AES 方法檢測泡過銅網的黏液後,皆確實證明蝸牛黏液有促使金屬銅氧化形成含有銅離子的狀況。使得銅金屬對於蝸牛有很好的忌避屏障效果。

### 生活應用

蝸牛可以經由腹足接觸吸收或是進食而將金屬離子或化合物累積於體內,暴露於銅離子已被證明是胸尾螺的亞致死壓力源(Paulson 等人,1983 年),對雙殼類、多毛類動物和腹足類動物是有毒(Kidwai 和 Ahmed,1999 年;Cheung 等人,2002 年)。重金屬如銅離子會影響腹足動物的化學感受,導致攝食行為下降、足部麻痺和死亡(Cuthbert 等人,1976 年)。

銅網對蝸牛有明顯的屏障效果,雖然忌避效果未具有絕對性,而且銅金屬氧化後屏障效果一樣好,如能運用於園藝業或種苗場將可減少蝸牛的危害,而使蝸牛轉而啃食野生植物。這是一種簡單又具有長效性的防治方法,同時又能夠不傷害到蝸牛,相當值得我們利用及開發。

非洲大蝸牛、扁蝸牛以及球蝸牛因為啃食農作物幼苗或嫩葉,或吃掉花苞,因而成為農人處心積慮想要消滅的對象。於是人們地毯式的搜尋農田,撿拾並消滅被發現的蝸牛,甚至噴灑對人類自己有害的農藥,以避免蝸牛的入侵。這場「人蝸」大戰,人類看似是贏了,但是自然界卻開始不平衡,食物鏈的連鎖效應使得其他害蟲的興起;農田的土壤也因為缺少蝸牛刮食分解而越來越貧瘠。人類為了想辦法對付另外衍生出來的害蟲,並增加土壤的肥沃,只好不斷地在農田噴藥、施肥。最後這些人工施加的化學物質通通累積在環境中,最後就是進入人體內。因此,人類該正視自然界每一物種都有其特殊的生態地位,並與牠們和平共存、各取所需,以免付出更大的生態代價。

### 參考資料

- 一、CHEUNG S.G., TAI K.K., LEUNG C.K., SIU Y.M., 2002. Effects of heavy metals on the survival and feeding behaviour of the sandy shore scavenging gastropod *Nassarius festivus* (Powys). *Mar Poll Bull* 45, 107-113.
- 二、CUTHBERT K.C., BROWN A.C., ORREN M.J., 1976. Toxicity of cadmium to *Bullia digitalis*. *T Roy Soc South Afr* 42, 203-208.
- 三、KIDWAI S., AHMED M., 1999. Heavy metals bioassay of selected fauna from the Karachi Coast (Northwest Arabian Sea). *Pakistan J Zool* 31, 147-157.
- 四、PAULSON P.C., PRATT J.R., CAIRNS J. Jr., 1983. Relationship of alkaline stress and acute copper toxicity in the snail *Goniobasis livescens* (Menke). *Bull Environ Contain Toxicol* 77, 164-175.
- 五、SCHÜ DER I., PORT G., BENNISON J., 2003. Barriers, repellents and antifeedants for slug and snail control. *Crop Prot* 22, 1033-1038.
- 六、SULLIVAN J.T., CHENG T.C., 1976. Comparative mortality studies on *Biomphalaria glabrata* (Mollusca: Pulmonata) exposed to copper internally and externally. *J Invertebr Pathol* 28, 255-257.
- 七、Z. Laznik, D. Krizaj and S. Trdan(2011) The effectiveness of electrified fencing using copper electrodes for slug (*Airon* spp.) control with direct electric current and voltage

網路資料

非洲大蝸牛腹足構造與運動功能的關係 蔡丞玟 台中市立忠明高中

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2015/11/2015110223152451.pdf>

非洲大蝸牛防治方法之探討

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2016/03/2016031915324102.pdf>