

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 化學科

第一名

080214

物「糙」所「植」~探討糙米植酸的作用及自製  
糙植凝膠

學校名稱：彰化縣鹿港鎮文開國民小學

作者：  小五 顏睿靚 小五 薛卉榆 小五 洪翊翔 小五 李胤揚 小五 丁品綸	指導老師：  謝淑鳳 莊娟婷
---	-------------------------

關鍵詞：糙米、植酸、防鏽

## 得獎感言

能夠在全國科展上獲得第一名，是我們夢寐以求的，沒想到這個「夢」真的實現了。

我們的科展之路從 58 屆的彰化縣賽第二名到 59 屆的全國第一名，這一路走來獲益良多。從去年九月開始到今年的六月，研究了將近一年時間，在實驗過程中雖然遇到許多困難，但是在我們團結合作、同心協力下，終於一一突破這些困境。而其中印象最深刻的是，我們要設計出測量鐵片生鏽的鹽霧腐蝕測量工具，參考了許多資料、想了許多方法、試了許多方式，最後才終於設計出來。不只如此，我們還利用假日時間到學校一起做實驗，跟老師及同學一起討論，雖然犧牲了許多出遊的時間，但是這一切都是值得的。另外，在訓練口說講解及回答問題時，這也讓我們遭遇許多挫折，老師一而再、再而三的要求我們重講重講再重講，當時覺得很疲備也很勞累，很想放棄，但我們堅持下來了，成功並非偶然。

從這次科展中讓我們體會到做任何事都要辛勤付出，才能獲得甜美果實。在老師的指導下，大膽假設、反覆驗證、付出努力、解決困惑，才能在彰化縣科展獲得特優，更代表彰化縣進軍全國科展競賽，但我們不因此而自滿，針對實驗中不足之處再加強，也才能在全國科展優異作品中，大放異彩奪下第一名。

經過了一年的努力，有成功也有失敗，有歡笑也有淚水，我們付出的比別人多，我們也曾經想要放棄過，但現在我們終於知道永不放棄才是邁向成功之道。



裁切好鐵片後，開始畫鐵片，在畫分的過程，我們重畫了好幾次呢！



鹽霧測量工具的製作，也是費盡一番努力，不斷修改才完成的。



電化學腐蝕的測量，我們是多次詢問專家，重複試驗好幾次才成功。

## 摘要

本研究探討糙米植酸的抗腐蝕作用，並開發為糙米植酸凝膠成功用於鐵製品的防腐蝕。首先探討從糙米溶出植酸的最佳條件，再將糙米植酸塗佈在鐵片上，進行抗腐蝕試驗，除了自組裝電解裝置以通電測試隔離功效外，也利用市面簡易工具，改裝為除鏽及鹽霧試驗工具。研究結果顯示，糙米溶出的植酸液比黃豆及芝麻的植酸液對鐵片有較佳的防電化學腐蝕能力；糙米在 pH11 溶液加熱浸泡下，溶出的植酸含量最多，也較能防電化學腐蝕及鹽霧腐蝕，及固化鐵鏽形成保護層。根據糙米植酸液對鐵的耐腐蝕作用，我們自製了天然防鏽產品~糙米植酸凝膠，可長時間塗附著於鐵片上，防止鐵製品接觸水、空氣、及鹽霧後被腐蝕生鏽，可延長鐵製品壽命，是值得推廣的綠色防鏽產品。

## 壹、研究動機

學校要補強教室，所以我們要搬教室，幾乎所有教室的鐵櫃及門都有鐵鏽，而且我們學校靠近海邊，很多教室的鐵製品都被鹽霧腐蝕。上自然課時，老師剛好講到防鏽方法<自然與生活科技康軒版五下第二單元燃燒與生鏽>，此時老師拿出一瓶寫著 WD-40 的噴劑，老師說最近科技很發達，這一瓶噴劑可同時具備多種用途，可以有潤滑、除鏽、防鏽等功效。我非常好奇是什麼成分有如此神奇功效，查詢後知道，WD-40 是由許多化學物質合成的噴劑，雖然有許多功效，但同時也破壞了環境。於是我跟同學還有老師，決定找出天然物質，希望我們找到的物質既可以使乾淨鐵片防鏽、防腐蝕，又能使生鏽鐵片固化不再被鏽蝕，而且還不會破壞地球浪費資源，達到一舉數得的效果。

## 貳、研究目的

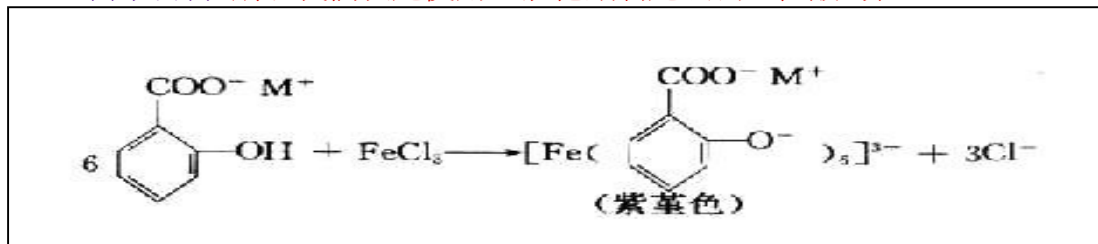
- 一、 分析及探討植酸的特性，並發現植酸取出方法。
- 二、 自製電化學、鹽霧腐蝕、除鏽的測量工具。
- 三、 不同 pH 值溶液是否影響糙米植酸的溶出量。
- 四、 鹼性下溶出的糙米植酸液能否增加對鐵片防電化學、鹽霧腐蝕、固鏽能力。
- 五、 自製天然並增長鐵片壽命的防鏽產品~糙米植酸凝膠。

## 參、研究設備與器材

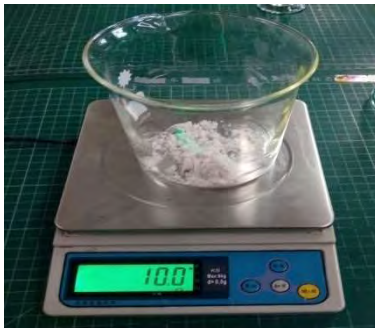
### 一、研究設備

#### (一) 植酸含量測量~三氯化鐵滴定法

1. 原理：以磺基水楊酸為指示劑，在酸性條件下，用三氯化鐵滴定植酸，稍過量的三價鐵離子與磺基水楊酸產生紫紅色而顯示滴定終點。<取自：水楊酸鹽 /A 醫學百科>所以我們決定使用三氯化鐵滴定法測量植酸的含量。



2. 水楊酸指示劑的配置：水楊酸粉末 10 公克 + 蒸餾水 100 毫升。
3. 三氯化鐵溶液的配置：42% 的三氯化鐵溶液 10 毫升 + 蒸餾水 40 毫升。
4. 滴定的方法：取植酸溶液 20 毫升，加入 10 滴水楊酸指示劑，再以三氯化鐵溶液進行滴定，直到顏色變為和只有蒸餾水的對照組差不多的紫紅色。
5. 步驟圖解：



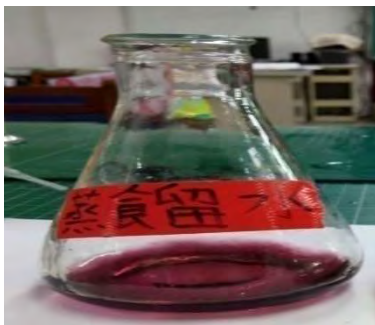
1. 秤取水楊酸粉末 10 公克



2. 加入蒸餾水 100 毫升溶解



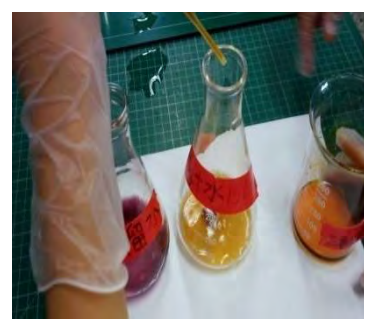
3. 稀釋後的三氯化鐵溶液



4. 滴 1 滴三氯化鐵的空白對照



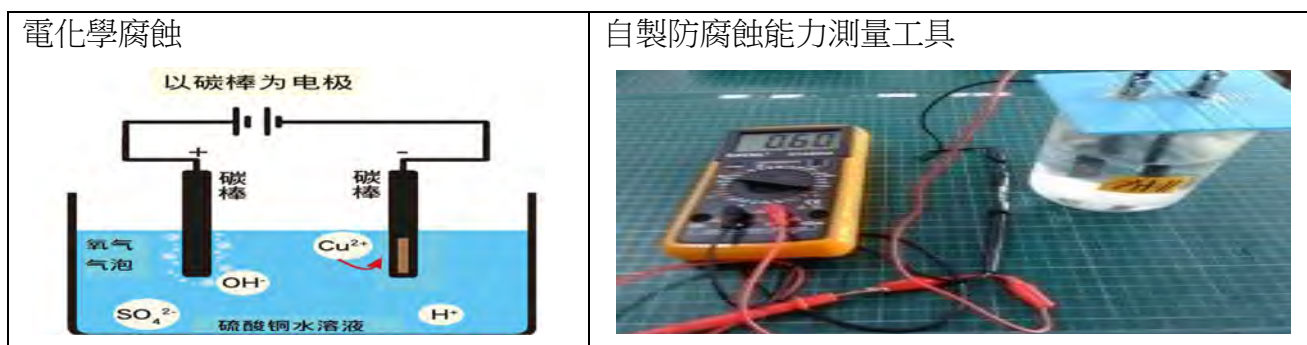
5. 植酸溶液加水楊酸指示劑



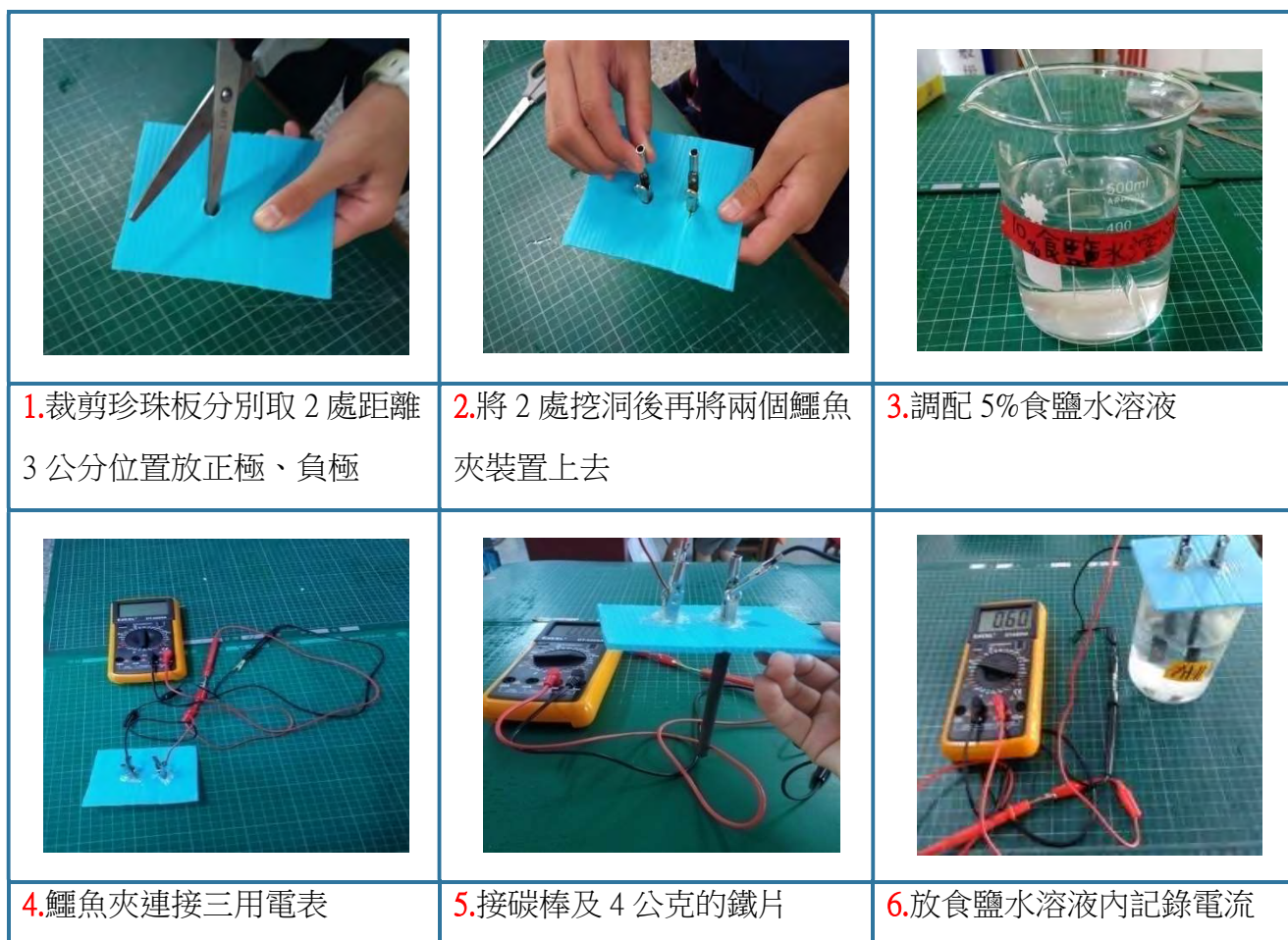
6. 以三氯化鐵溶液進行滴定

## (二) 腐蝕測量工具製作

1. 原理：電化學腐蝕發生，必要的條件是需要構成電流迴路。當兩種不同的金屬連接在一起並浸泡在電解液中，就會發生電化學腐蝕的現象。以鐵和碳為裝置的話，接通電流迴路，鐵會被腐蝕。[<取自：電化學腐蝕/維基百科>](#)如果將鐵片浸泡植酸後，能夠阻止電流作用發生，就可以證明植酸能防止腐蝕。

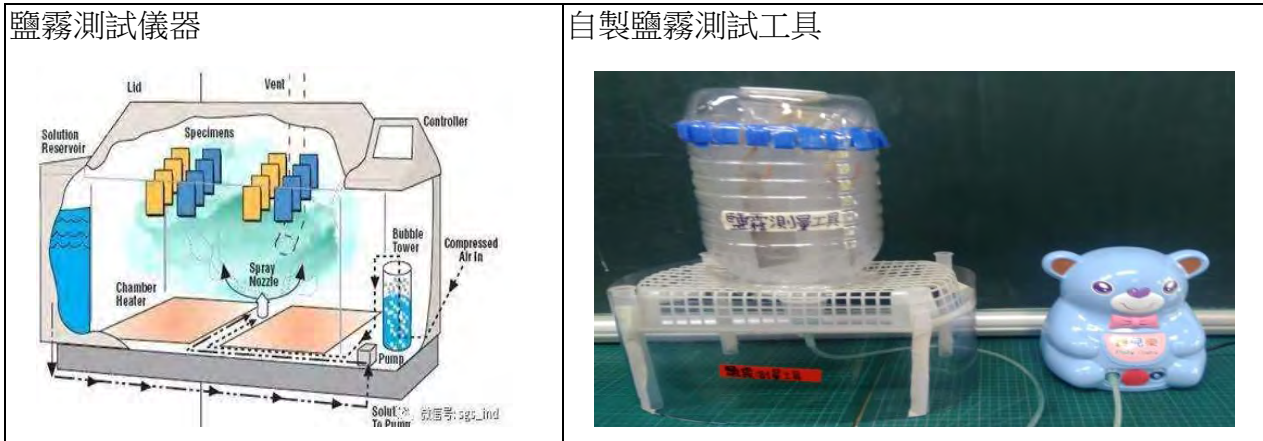


2. 泡植酸溶液的鐵片：4 公克的鐵片放入小量筒內，倒入植酸溶液浸泡 7 天。
3. 5%食鹽水溶液：5 公克的食鹽 + 蒸餾水 100 毫升。
4. 裝置步驟圖解：



### (三) 鹽霧測量工具製作

1. 原理：是一種利用人工模擬鹽霧環境條件來考核產品或金屬材料耐腐蝕性能的環境試驗。<取自：你不了解的鹽霧測試知識還有多少？>將鐵片塗植酸，放入鹽霧測試工具內，如果生鏽面積減少，我們就可以證明植酸能延緩鐵片鏽蝕。



2. 長方形鐵片：長 12 公分×寬 4 公分的長方型鐵片，畫分成 48 區域。
3. 音樂盒旋轉盤、噴霧裝置：旋轉盤掛長方型鐵片旋轉，噴霧裝鹽水製造噴霧。
4. 5%食鹽水溶液：20 公克的食鹽 + 蒸餾水 400 毫升，酒精燈加熱到 35 度。
5. 裝置步驟圖解：

<p>1.將籃子製成鹽霧測量工具的底座</p>	<p>2.音樂盒的轉盤貼上透明片畫分四個區域打洞掛鐵片用</p>	<p>3.大的寶特瓶裁剪底部後，將四周貼上魔鬼氈</p>


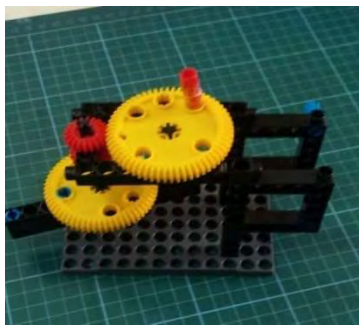
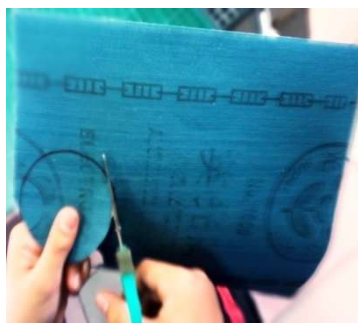
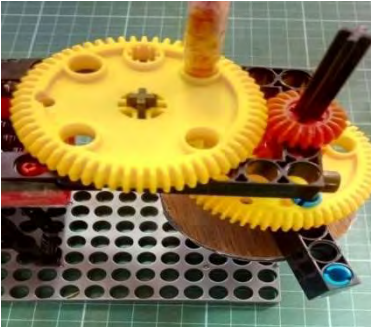
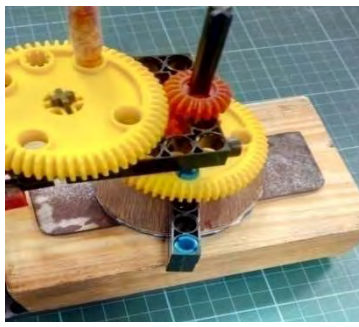

4.長 12 公分×寬 4 公分的長方型鐵片，畫分成 48 區域	5.食鹽水加熱到 35 度，放入霧氣噴頭	6.掛上鐵片旋轉轉盤，食鹽水由下往上噴霧 30 分鐘
----------------------------------	----------------------	----------------------------

(四) 除鏽測量工具製作

1. 原理：利用軸心的轉動帶動齒輪跟著轉動，齒輪的轉動使與生鏽鐵片產生磨擦力進而除鏽。<取自：六下自然與生活科技翰林版第二單元簡單機械>利用齒輪帶動砂紙與鐵片產生磨擦力，用重量法測量生鏽鐵片是否變輕，如果沒有表示有固鏽能力。

<p>齒輪</p> 	<p>自製除鏽測量工具</p> 
--	---

2. 裝置步驟圖解：

		
<p>1.組裝手動齒輪</p>	<p>2.連接平衡桿、齒輪及底座</p>	<p>3.剪磨砂紙貼在圓形木片上</p>
		
<p>4.磨砂紙貼在傳動齒輪下</p>	<p>5.生鏽鐵片黏貼在木頭上</p>	<p>6.使磨砂紙和鐵片磨擦除鏽</p>

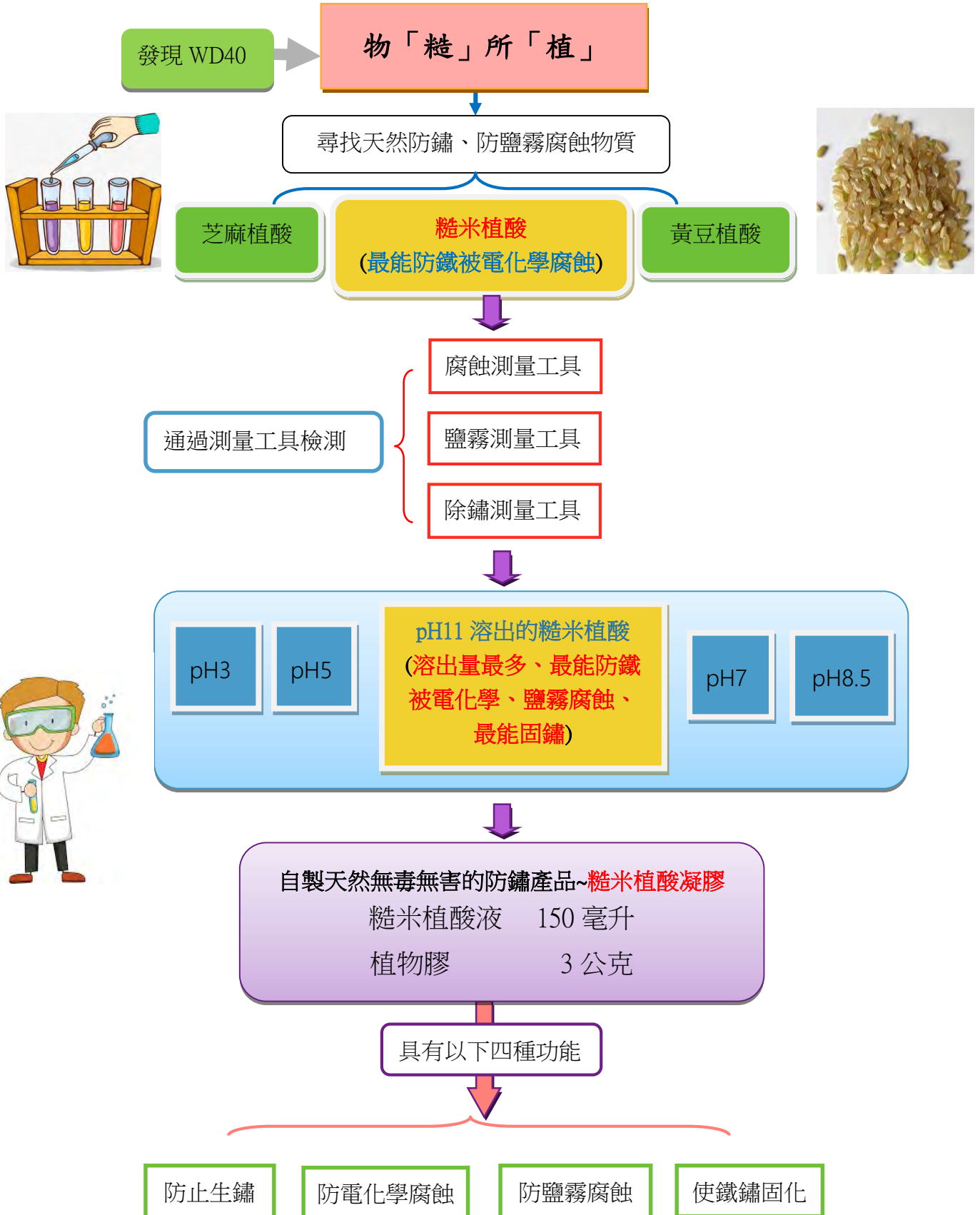


## 二、材料及藥品

		
<p>糙米/黃豆/芝麻</p>	<p>檸檬酸溶液/氫氧化鈉溶液</p>	<p>植物膠</p>
		
<p>酒精燈/三角架/陶瓷纖維網</p>	<p>電子秤/pH 筆/攪拌器/溫度計</p>	<p>燒杯/量筒/漏斗/濾紙/玻棒</p>
		
<p>鹽/水楊酸粉末/三氯化鐵溶液</p>	<p>三用電表/鐵片/碳棒/小量筒</p>	<p>長方形鐵/音樂盒轉盤/籃子</p>
		
<p>齒輪組/磨砂紙/木塊</p>	<p>寶特瓶/珍珠板/長方形盒子</p>	<p>生鏽鐵片/擠壓式矽膠油刷</p>

# 肆、研究過程或方法

## 一、實驗流程圖



## 二、資料蒐集

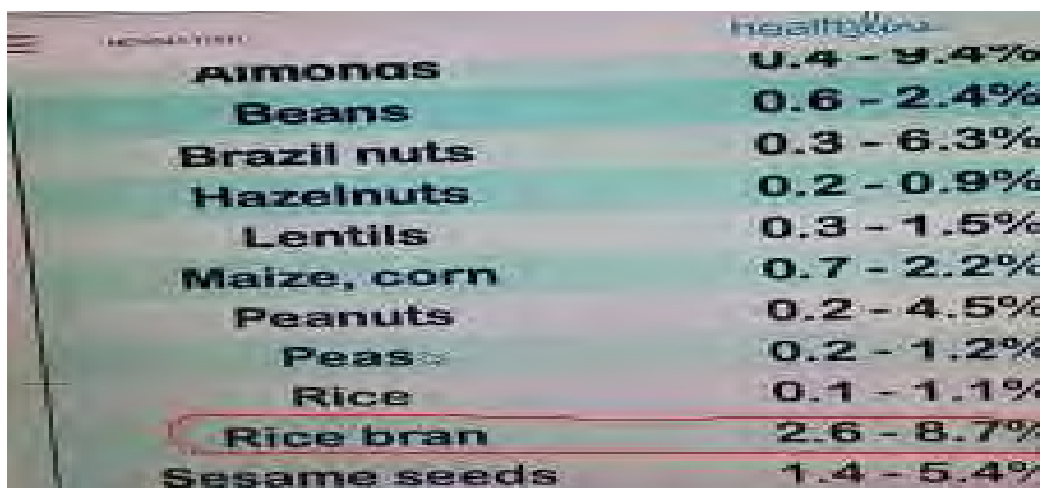
### (一) WD-40 資料蒐集

1. WD-40 是具有潤滑、防水、防鏽等功能，主要成分包括了 50%脂肪烴（主成分是正己烷），25%液化石油氣（推測是作為推進劑用途，但由於其易燃特性，近年已被壓縮二氧化碳所取代以提昇產品安全），15%礦物油（輕潤滑油），10%惰性成分。  
<取自：WD-40 維基百科>
2. 我們知道 WD-40 雖然有許多功能也很好用，但它的成分大多是化學合成物，對於地球及人類有著一定的傷害，所以我們想尋找天然替代品，能夠達到防鏽等功能，又能夠不會對環境及人類造成傷害。蒐集資料後知道植酸有抗腐蝕性與 WD-40 有相似作用，所以我們就以植酸為研究主題。

### (二) 植酸的分布：

1. 植酸是主要存在於植物種子裡的化合物，是種子用來儲存磷的方式。植酸主要存在於穀類及豆科植物之外皮、堅果、種子及穀粒中。植酸還有一定的抗氧化能力，能幫助種子更安全地度過休眠期，直到發芽。一旦發芽，種子裡的植酸酶會被啟動來分解植酸，從而能讓種子調用其中的磷來供應生長所需。

<取自：植酸 <https://www.healthline.com/nutrition/phytic-acid>>

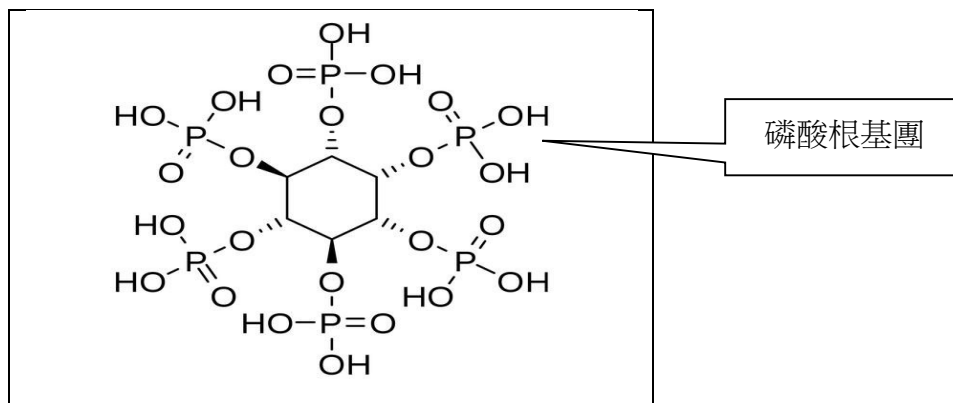


Food Item	Phytic Acid Content (%)
Almonds	0.4 - 9.4%
Beans	0.6 - 2.4%
Brazil nuts	0.3 - 6.3%
Hazelnuts	0.2 - 0.9%
Lentils	0.3 - 1.5%
Maize, corn	0.7 - 2.2%
Peanuts	0.2 - 4.5%
Peas	0.2 - 1.2%
Rice	0.1 - 1.1%
<b>Rice bran</b>	<b>2.6 - 8.7%</b>
Sesame seeds	1.4 - 5.4%

2. 從以上資料蒐集知道，全穀類、豆類、堅果類的植酸含量多。全穀類以米糠為最多，米糠是存在於糙米中在平常容易被我們捨棄，而且價格便宜。豆類是以黃豆植酸含量最多，堅果類則是以芝麻仔的含量為最多。所以實驗就採用糙米、黃豆、芝麻為植酸來源。

### (三) 植酸的特性：

1. **植酸的結構**：植酸有六個帶負電的磷酸根基團可與金屬陽離子結合，使其金屬離子的有效性降低。近年來有實驗者研究各種豆類浸泡液之還原力，發現主要具有還原力的物質為植酸。<取自：植酸百度百科>



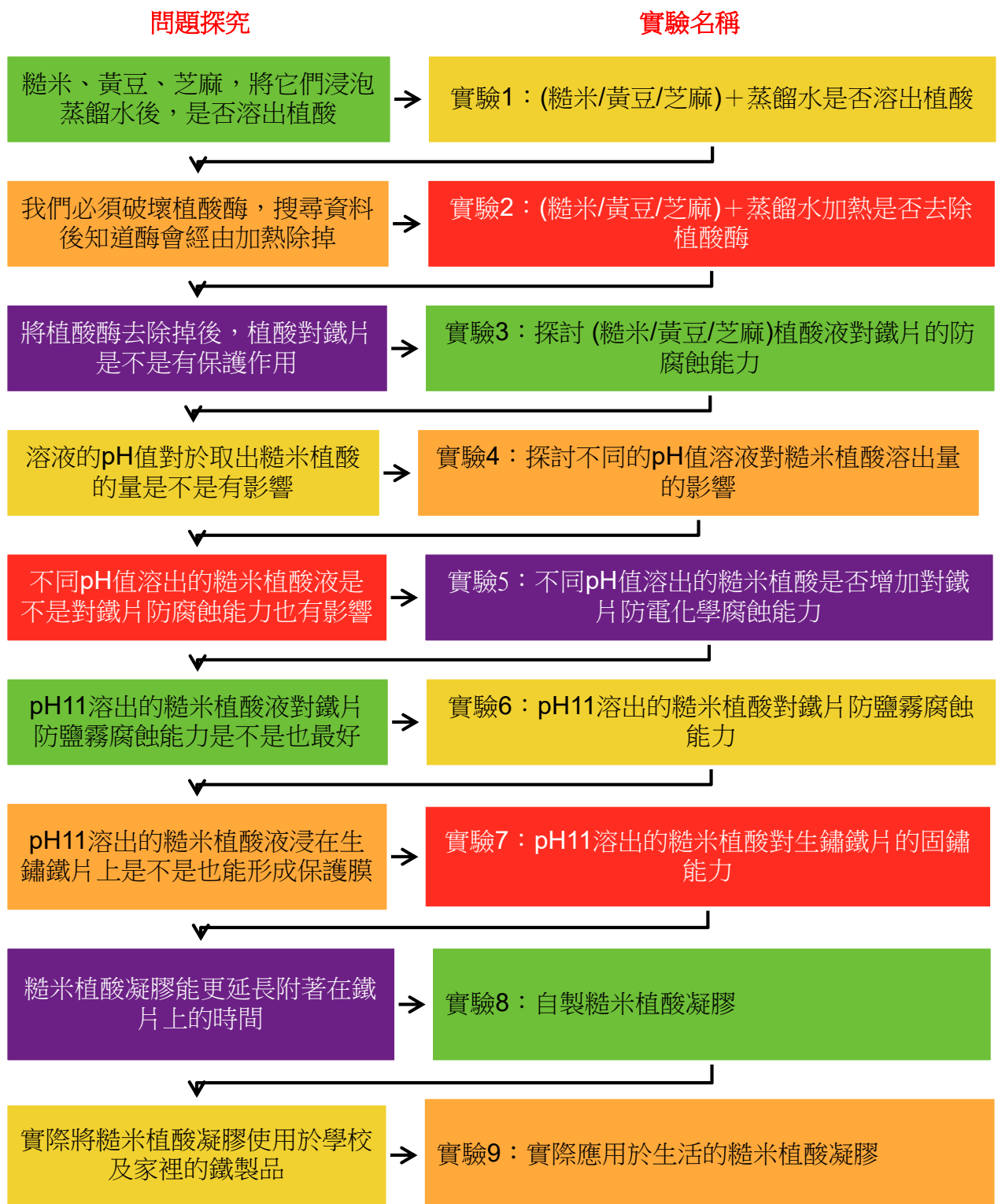
### 2. 植酸的功用：

- (1) 能幫助身體處理重金屬，植酸能與重金屬結合。能降低血糖、血脂，提升HDL 水準。
- (2) 植酸及其鹽的**巨大螯合勢能**，賦予其優良的抗腐蝕性。
- (3) 能減少各種癌症的風險，因為植酸能與其他金屬離子結合，所以可以抑制金屬蛋白酶，進而抑制癌細胞內的端粒酶的活性，阻礙癌細胞增殖，甚至導致癌細胞自殺，但這些機制在健康細胞中也會起作用，只不過健康細胞抵抗這種作用的能力要大於癌細胞。
- (4) 激活人體自身的抗氧化機制。<取自：植酸-種子裡的詛咒>

### (四) 討論：

1. 我們查資料後發現，**植酸**的功用中有一項是具有巨大螯合能力，所以有優良抗腐蝕性，可以用來**防止金屬生鏽**。
2. 我們將會先從糙米、黃豆、芝麻找出最能抗腐蝕性的植酸，加入油料後實驗出能防腐蝕、防鹽霧水的物質，再加入具凝膠的植物澱粉，希望最後實驗的物質能塗於鐵片上，具有**抗腐蝕性、防鹽霧水、潤滑固鏽**功能。
3. 首先，我們要設計測量的工具：**腐蝕**測量工具、**鹽霧**測量工具、**除鏽**測量工具。以及找出測定植酸含量的方法~**三氯化鐵滴定法**。

### 三、問題探究與實驗名稱



#### 四、實驗 1：(糙米/黃豆/芝麻)+蒸餾水是否溶出植酸

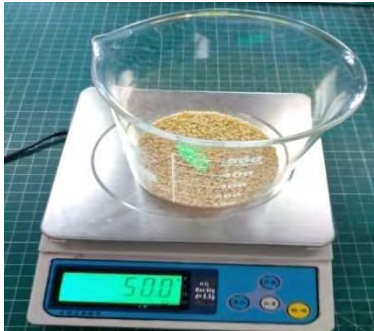
(一) 實驗目的：從資料中找到的三种植酸含量多的物質，分別是糙米、黃豆、芝麻，將它們浸泡蒸餾水後，看看是否溶出植酸，實驗使用滴定法進行植酸含量檢測。

(二) 實驗變因：

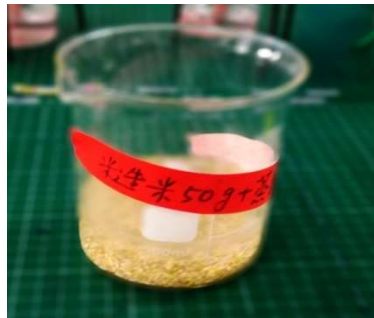
1. 控制變因：(糙米/黃豆/芝麻)的重量、蒸餾水的體積、室內的溫度、浸泡時間
2. 操縱變因：不同的種類(糙米/黃豆/芝麻)

(三) 實驗步驟：

1. 磅秤進行系統校正，放上燒杯並歸零，秤取乾燥(糙米/黃豆/芝麻)各 50 公克。倒入蒸餾水 100ml 並封上保鮮膜。
2. 貼上標籤封上保鮮膜於陰涼處室溫(28 度)下開始浸泡，浸泡時間為 24 小時。
3. 時間到達後，重力過濾法過濾浸泡液，並進行 pH 值及植酸含量測量。
4. 步驟圖解：



1. 秤取乾燥的(糙米/黃豆/芝麻)各 50 公克



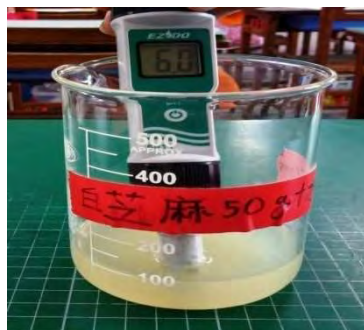
2. 倒入蒸餾水 150 毫升，貼上標籤封上保鮮膜



3. 於陰涼處室溫(28 度)下浸泡 24 小時



4. 重力過濾法過濾浸泡液



5. 浸泡液進行 pH 值測量



6. 浸泡液進行植酸含量測量

(四) 實驗發現：過濾後的浸泡液，聞起來味道像發酵，植酸含量測量幾乎是沒有，查資料後發現是植酸酶將植酸發酵，植酸酶是一種酵素，加熱應該會去除植酸酶。

## 五、實驗 2：(糙米/黃豆/芝麻)+ 蒸餾水加熱是否去除植酸酶

(一) 實驗目的：實驗 1 知道植酸酶將植酸分解，所以必須破壞植酸酶，我們搜尋資料後知道酶會經由加熱被去除掉，實驗使用滴定法進行植酸含量檢測。

(二) 實驗變因：

1. 控制變因：(糙米/黃豆/芝麻)的重量、蒸餾水的體積
2. 操縱變因：加熱溫度

(三) 實驗步驟：

1. 秤取乾燥(糙米/黃豆/芝麻)各 50 公克，倒入蒸餾水 100ml。
2. 一種於酒精燈上加熱 15 分鐘(溫度大約 60~70 度)。
3. 另一種於酒精燈上加熱 25 分鐘(沸騰溫度為 97 度)。
4. 重力過濾法過濾浸泡液，並進行 pH 值及植酸含量測量。
5. 步驟圖解：



1.秤取乾燥的(糙米/黃豆/芝麻)各 50g、蒸餾水 100ml



2.於酒精燈上加熱 15 分鐘(溫度大約 60~70 度)



3.於酒精燈上加熱 25 分鐘(沸騰溫度為 97 度)



4.重力過濾法過濾浸泡液



5.過濾浸泡液並進行 pH 測量



6. 浸泡液進行植酸含量測量

(四) 實驗發現：浸泡液經過加熱過濾後，過一段時間後聞起來沒有發酵味，所以我們確定加熱會將植酸酶破壞，這樣植酸才不會被植酸酶分解。

## 六、實驗 3：探討(糙米/黃豆/芝麻)植酸液對鐵片防腐蝕能力影響

(一) 實驗目的：將植酸酶去除掉後，開始進行植酸對鐵片是不是有保護作用，所以實驗使用腐蝕電化學實驗方法，就是腐蝕測量工具進行檢測。

(二) 實驗變因：

1. 控制變因：植酸液的濃度、食鹽水溶液濃度、鐵片的重量、浸泡時間
2. 操縱變因：(糙米/黃豆/芝麻)的植酸液

(三) 實驗步驟：

1. 將實驗 2 取出的糙米、黃豆、芝麻植酸液，各倒入三個小量筒內。再將鐵片 4 公克放入小量筒內浸泡 24 小時，再拿出晾乾。
2. 將浸泡過糙米、黃豆、芝麻植酸液的鐵片，連接腐蝕測量工具記錄三用電表的電流，再觀察食鹽水是否因為鐵被腐蝕而變色或沉澱。
3. 另外取一個沒有浸泡植酸液的鐵片，進行防腐蝕能力測量，作為對照組。
4. 步驟圖解：



1. 小量筒各倒入糙米、黃豆、芝麻的植酸液



2. 鐵片 4 公克放入小量筒浸泡植酸液 24 小時，再拿出晾乾



3. 將浸泡過植酸液的鐵片連接到防腐蝕能力測量工具內



4. 記錄三用電表的電流



5. 一星期後觀察食鹽電解液是否變色或沉澱



6. 沒有浸泡植酸液的鐵片重複步驟 3-5，作為對照組



(四) 實驗發現：糙米植酸的電流最小，防電化學腐蝕能力最強。

## 七、實驗 4：探討不同 pH 值溶液對糙米植酸溶出量的影響

(一) 實驗目的：從實驗 3 知道糙米植酸液對於鐵片保護能力最好，因為糙米植酸的取出量不夠理想，所以我們想要用不同 pH 溶液來取出糙米植酸液，看看是否會增加糙米植酸的取出量，實驗使用滴定法進行植酸含量檢測。

(二) 實驗變因：

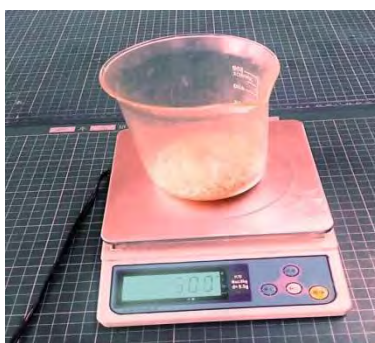
1. 控制變因：糙米重量、不同 pH 溶液的體積、加熱溫度
2. 操縱變因：不同 pH 溶液

(三) 實驗步驟：

1. 利用檸檬酸及氫氧化鈉調配出 pH3、5、7、8.5、11 的溶液。
2. 將調配出的溶液進行實驗 2 的步驟，並將過濾後的糙米植酸液進行 pH 檢測及三氯化鐵滴定。
3. 步驟圖解：



1. 檸檬酸及氫氧化鈉調配出 pH3、5、7、8.5、11 的溶液



2. 糙米 50g/5 個加入 pH3、5、7、8.5、11 的溶液 100ml



3. 於酒精燈上加熱 15 分鐘(溫度大約 60~70 度)



4. 重力過濾法過濾浸泡液



5. 過濾液進行 pH 測量



6. 過濾液進行植酸含量測量

(四) 實驗發現：不同 pH 下的糙米植酸液，測出的含量也不一樣，pH 鹼性溶液下將植

酸溶出的量比較多。

## 八、實驗 5：不同 pH 值溶出的糙米植酸是否增加鐵片防電化學腐蝕能力

(一) 實驗目的：從實驗 4 知道糙米在鹼性的溶液下，能將植酸溶出的量比中性及酸性多，我們又想了解不同 pH 值溶出的糙米植酸液是不是對鐵片防腐蝕能力也有影響，實驗使用腐蝕測量工具進行檢測。

(二) 實驗變因：

1. 控制變因：食鹽水溶液濃度、鐵片的重量、浸泡時間
2. 操縱變因：不同 pH 溶出的糙米植酸液

(三) 實驗步驟：

1. 取實驗 4 的 pH3、5、7、8.5、11 五種不同糙米植酸液，倒入五個小量筒內。
2. 將鐵片 4 公克放入小量筒內，浸泡 24 小時後晾乾。
3. 連接腐蝕測量工具記錄電流，一星期後觀察食鹽水是否變色或沉澱。
4. 步驟圖解：



1. 取不同 pH 的糙米植酸液倒入五個小量筒



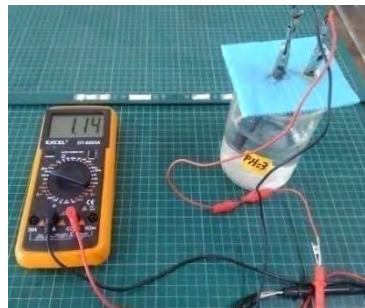
2. 鐵片 4 公克放入小量筒內，浸泡 24 小時



3. 浸泡 24 小時後拿出晾乾



4. 連接腐蝕測量工具記錄三用電表的電流



5. 連接腐蝕測量工具記錄三用電表的電流



6. 一星期後觀察食鹽水是否變色或沉澱

(四) 實驗發現：pH11 溶液溶出的糙米植酸，對鐵片防電化學腐蝕能力最好。

## 九、實驗 6：pH11 溶出的糙米植酸對鐵片防鹽霧腐蝕能力

(一) 實驗目的：我們知道 pH11 溶出的糙米植酸液，對鐵片電化學腐蝕能力最強，我們又想了解 pH11 溶出的糙米植酸液是不是對鐵片防鹽霧腐蝕能力也最好，實驗使用鹽霧測量工具進行檢測。

(二) 實驗變因：

1. 控制變因：食鹽水溶液濃度、鐵片的面積、時間
2. 操縱變因：浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液的鐵片、空白沒浸泡的鐵片

(三) 實驗步驟：

1. 三個長方型鐵片放入 pH11 溶出的糙米植酸液浸泡 24 小時後拿出晾乾。
2. 三個浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液的鐵片，以及空白沒浸泡的鐵片，掛在鹽霧測量工具進行鹽霧測試。每 1 小時、2 小時、3 小時觀察生鏽的格數並記錄。
3. 步驟圖解：

		
1. 三個長方型鐵片放入 pH11 溶出的糙米植酸液	2. 浸泡 24 小時後拿出晾乾	3. 浸泡以及沒浸泡的鐵片，掛在鹽霧測量工具旋轉盤
		
4. 將旋轉盤接鹽霧測量工具	5. 進行鹽霧噴霧 30 分鐘	6. 1、2、3 小時觀察生鏽格數

(四) 實驗發現：pH11 溶液溶出的糙米植酸，對鐵片有一定的防鹽霧腐蝕能力。

## 十、實驗 7：pH11 溶出的糙米植酸液對生鏽鐵片的固鏽能力

(一) 實驗目的：我們還想知道 pH11 溶出的糙米植酸液，會不會有固化鐵鏽效果，進而保護生鏽鐵不再被鏽蝕，所以進行此實驗。實驗使用除鏽測量工具進行檢測。

(二) 實驗變因：

1. 控制變因：除鏽圈數(30 圈)
2. 操縱變因：浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液的生鏽鐵片、空白沒浸泡的生鏽鐵片

(三) 實驗步驟：

1. 3 片生鏽鐵片浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液，1 片生鏽鐵片不浸泡作為對照，24 小時拿出晾乾後秤重。
2. 放入除鏽測量工具中，進行除鏽 30 圈，再測量重量。重量變化愈小表示越能使鐵鏽固化。
3. 步驟圖解：

		
1. 生鏽鐵片浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液 24 小時	2. 浸泡完後拿起晾乾	3. 晾乾後秤重
		
4. 放入除鏽測量工具中，進行除鏽 30 圈	5. 除鏽後的鐵片進行秤重	6. 1 片不浸泡的生鏽鐵片進行除鏽作為對照

## 十一 實驗 8：自製糙米植酸凝膠

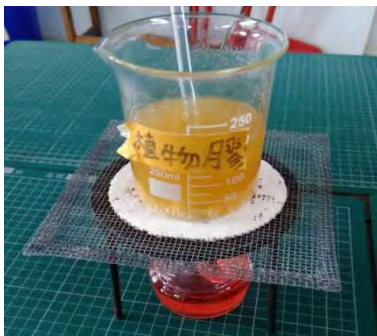
(一) 實驗目的：我們想將糙米植酸製做成凝膠狀產品，看看是否更能延長糙米植酸附著在鐵片上的時間。實驗使用三種測量工具進行檢測。

(二) 實驗變因：

1. 操縱變因：塗糙米植酸凝膠的鐵片，塗一般凝膠的鐵片
2. 控制變因：鐵片

(三) 實驗步驟：

1. pH11 溶出的糙米植酸液 150 毫升，加入 3 公克的植物膠，加熱至 70 度變成糙米植酸凝膠，分別塗在鐵片上。晾乾後鐵片再經過 24 小時後才進行腐蝕、鹽霧、除鏽測量，看看塗凝膠的鐵片延長檢測時間，功能是否受到影響。
2. 準備蒸餾水 150 毫升，加入 3 公克的植物膠變成一般凝膠，作為對照。
3. 步驟圖解：



1. 植酸液 150 毫升，加入 3 公克的植物膠，加熱至 70 度



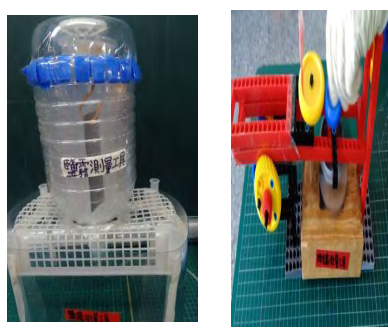
2. 糙米植酸凝膠塗在鐵片上再晾乾



3. 蒸餾水 150 毫升加入 3 公克的植物膠，作成一般凝膠



4. 塗凝膠的鐵片延長 24 小時後再放入腐蝕測量進行檢測



5. 放入鹽霧測量工具除鏽測量工具進行檢測



6. 塗一般凝膠的鐵片進行腐蝕鹽霧、除鏽測量

## 十二 實驗 9：實際應用於生活的糙米植酸凝膠

(一) 實驗目的：我們將糙米植酸凝膠，實際使用在學校與家裡不同環境條件中，讓其真正做到防止生活周遭鐵片受到鹽霧腐蝕、鏽蝕等。

(二) 實驗步驟：

1. 將教室裡乾淨的鐵片塗上糙米植酸凝膠，之後持續觀察並作記錄。
2. 將家裡生鏽的鐵門柱子除鏽，再將糙米植酸凝膠塗在上面，同樣的持續觀察並作記錄。
3. 步驟圖解：









		
<p>1. 學校乾淨的鐵片</p>	<p>2. 凝膠塗在一面另一面不塗</p>	<p>3. 每隔一段時間觀察並記錄</p>
		
<p>4. 將家裡生鏽的鐵門柱子除鏽</p>	<p>5. 凝膠塗在上半，下半不塗</p>	<p>6. 每隔一段時間觀察並記錄</p>

## 伍、研究結果

### 一、實驗 1：(糙米/黃豆/芝麻)+蒸餾水是否溶出植酸

(一) 實驗結果：

種類	蒸餾水(對照組)	糙米(未加熱)	黃豆(未加熱)	芝麻(未加熱)
----	----------	---------	---------	---------

pH 值								
	6.9(中性)	5.3(酸性)	4.9(酸性)	5.4(酸性)				
三氯化鐵滴定 (一滴是 0.04 毫 升)								
	一	1	一	1 滴	一	1 滴	一	1 滴
	二	1	二	1 滴	二	1 滴	二	1 滴
	三	1	三	1 滴	三	1 滴	三	1 滴
	平均	1 滴	平均	1 滴	平均	1 滴	平均	1 滴
聞起來	無味	臭臭的像臭豆腐	臭臭的像廁所	臭臭的				

(二) 結果分析：




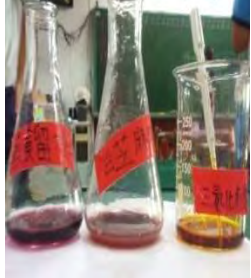
1. 糙米、黃豆、芝麻三種浸泡液，聞起來臭臭的，我們查了資料後發現，應該是植酸酶的將植酸分解，才会有發酵的臭臭味，而且發酵後溶液是酸性的。
2. 以水楊酸為指示劑，用三氯化鐵來滴定糙米、黃豆、芝麻三種浸泡液，我們發現，跟蒸餾水一樣，都是滴一滴就變色了。可見得三種浸泡液都沒有植酸了。

二、 **實驗 2：(糙米/黃豆/芝麻)+蒸餾水加熱是否去除植酸酶**

(一) 實驗結果

(1) 加熱到溫度 60~70 度(15 分鐘)：

種類	蒸餾水(對照組)	糙米	黃豆	芝麻
pH 值				
	6.9(中性)	5.1(酸性)	6.3(酸性)	6.0(酸性)

三氯化鐵滴定 (一滴是0.04毫升)								
	一	1 滴	一	4 滴	一	10 滴	一	8 滴
	二	1 滴	二	4 滴	二	9 滴	二	8 滴
	三	1 滴	三	4 滴	三	9 滴	三	9 滴
	平均	1 滴	平均	4 滴	平均	9.3 滴	平均	8.3 滴

(2) 加熱到沸騰溫度 97 度(25 分鐘)：

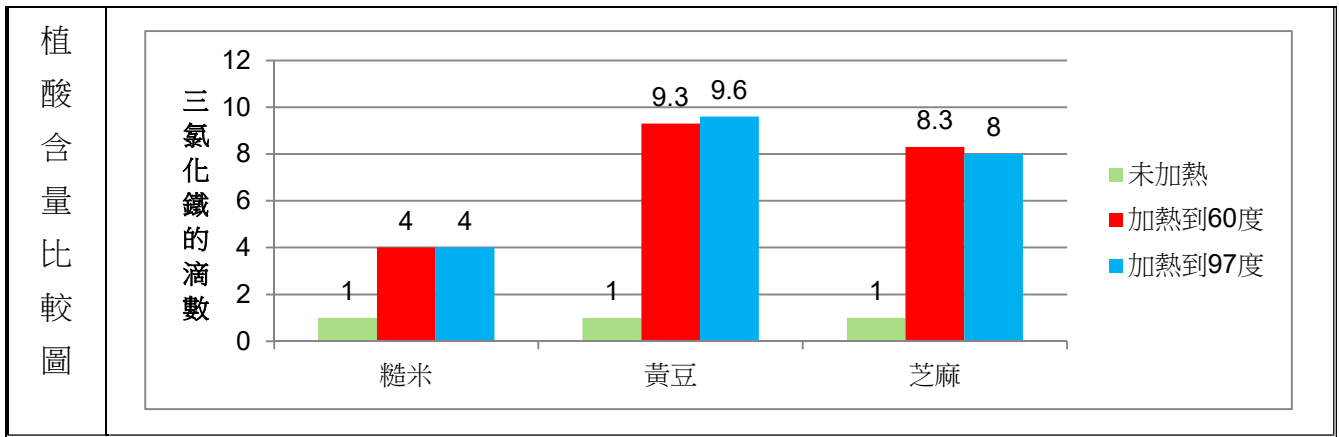
種類	蒸餾水(對照組)	糙米	黃豆	芝麻				
pH 值	 6.9(中性)	 6.4(酸性)	 6.4(酸性)	 5.9(酸性)				
三氯化鐵滴定 (一滴是0.04毫升)								
	一	1 滴	一	4 滴	一	10 滴	一	8 滴
	二	1 滴	二	4 滴	二	10 滴	二	8 滴
	三	1 滴	三	4 滴	三	9 滴	三	8 滴
	平均	1 滴	平均	4 滴	平均	9.6 滴	平均	8 滴

(二) 結果分析：

(1) 表一：溫度對植酸酶的影響

	未加熱	加熱到溫度 60 度(15 分鐘)	加熱到沸騰溫度 97 度(25 分鐘)
糙米	三氯化鐵 1 滴	三氯化鐵 4 滴	三氯化鐵 4 滴
黃豆	三氯化鐵 1 滴	三氯化鐵 9.3 滴	三氯化鐵 9.6 滴
芝麻	三氯化鐵 1 滴	三氯化鐵 8.3 滴	三氯化鐵 8 滴











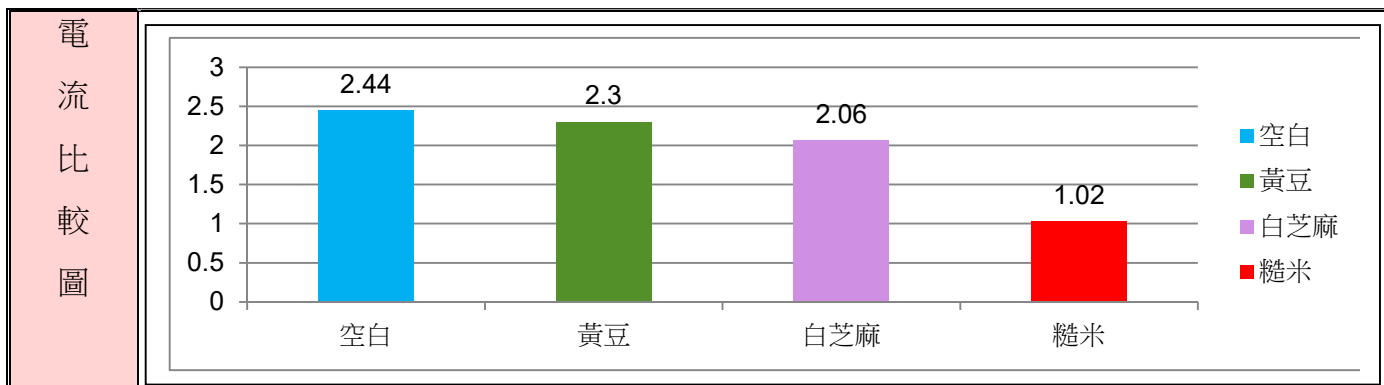


- (2) 從表一看出，未加熱的糙米、芝麻的浸泡液，植酸幾乎為零。加熱到 60~70 度的糙米、芝麻、黃豆浸泡液，植酸就有提升，黃豆植酸最多，糙米植酸最少。加熱到沸騰的糙米、芝麻黃豆浸泡液的量和加熱到 60~70 度只有差距一些。
- (3) 所以我們推論加熱到 60~70 度就可以將植酸酶破壞，保留住我們要的植酸。

### 三、實驗 3：探討 (糙米/黃豆/芝麻) 植酸液對鐵片的防腐蝕能力

(一) 實驗結果：表二：植酸液對鐵片的防腐蝕能力

種類	空白	黃豆	芝麻	糙米
電解液				
	有較多黃色沉澱物	有黃色沉澱物	有黃色沉澱物	清澈沒有沉澱
電流				
	一 二 三 平均	2.41 2.43 2.48 2.44	2.3 2.28 2.32 2.30	2.0 2.14 2.06 2.06



(二) 結果分析：

(1) 從表二知道，浸泡過黃豆植酸液、糙米植酸液、白芝麻植酸液的鐵片電流比完全沒浸泡的小，所以植酸液有一定的防電化學腐蝕功能。

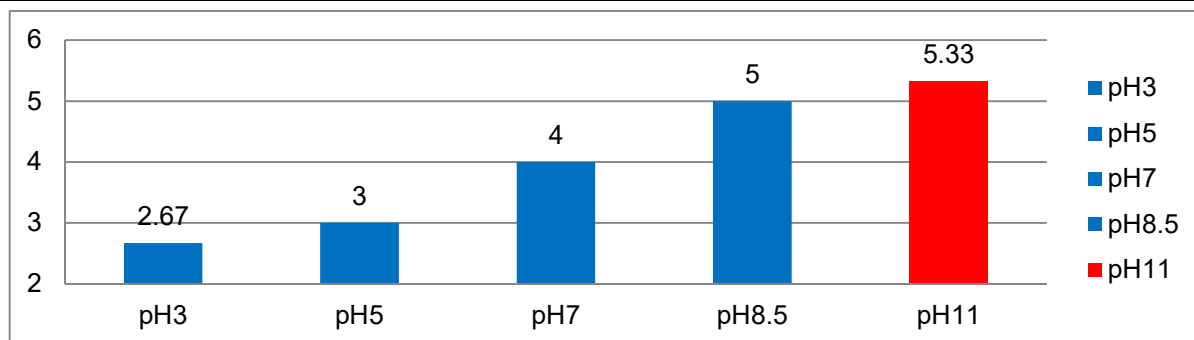
(2) 糙米植酸液電流最小，代表糙米植酸液阻止鐵片被電化學腐蝕能力最強。代表糙米植酸液最能達到防止鐵片被腐蝕的功能。

四、 **實驗 4：不同 pH 值溶液對糙米植酸溶出量的影響**

(一) 實驗結果：表三：不同 pH 值溶液對糙米植酸溶出量

種類	pH 3(酸性)	pH 5(酸性)	pH 7(中性)	pH 8.5(鹼性)	pH 11(鹼性)
過濾後糙米植酸液 pH 值	 6.2(酸性)	 5.8(酸性)	 6.0(酸性)	 6.2(酸性)	 6.2(酸性)
三氯化鐵滴數 (一滴是 0.04 毫升)					
一	3 滴	3 滴	4 滴	5 滴	5 滴
二	2 滴	3 滴	4 滴	5 滴	5 滴
三	3 滴	3 滴	4 滴	5 滴	6 滴
平均	2.67 滴	3 滴	4 滴	5 滴	5.33 滴

滴數比較圖







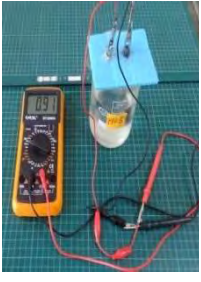





(二) 結果分析：

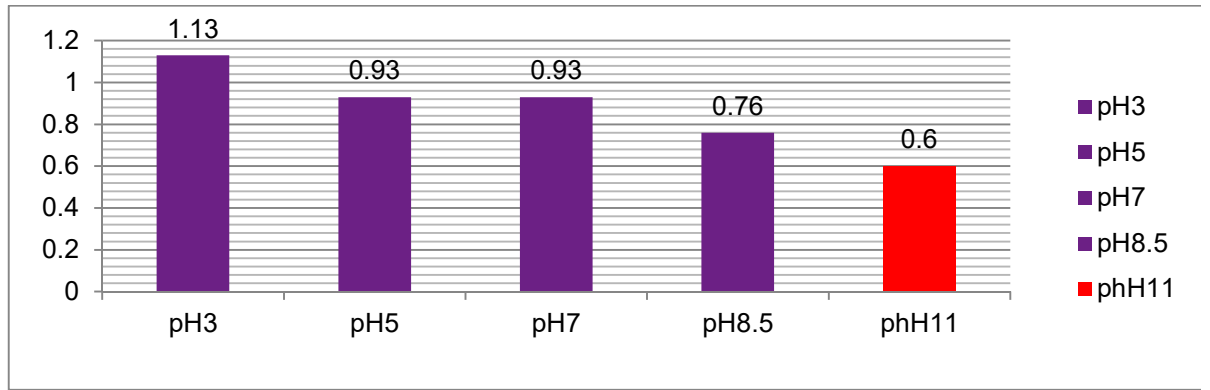
- (1) 從表三 pH 值來看，不同 pH 值溶液取出糙米植酸後，測量的 pH 值大都在 5.8~6.2 之間，都是酸性溶液，可見得有溶出植酸。
- (2) 從表三的三氯化鐵的滴數來看，糙米在酸性溶液下取出的量最少，在鹼性取出最多，尤其 pH11 溶液取出糙米植酸含量最多，所以我們可以得知糙米用鹼性溶液浸泡加熱後，所取出的植酸是最多的。

五、 實驗 5：不同 pH 值溶出的糙米植酸是否增加鐵片防電化學腐蝕能力

(一) 實驗結果：表四：不同 pH 值溶出的糙米植酸對鐵片防電化學腐蝕能力

種類	pH 3(酸性)	pH 5(酸性)	pH 7(中性)	pH 8.5(鹼性)	pH 11(鹼性)
電解液					
	清澈沒有沉澱	清澈沒有沉澱	清澈沒有沉澱	清澈沒有沉澱	清澈沒有沉澱
電流					
	1.14	0.91	0.94	0.76	0.60
	1.16	0.98	0.92	0.78	0.61
	1.11	0.91	0.93	0.75	0.60
	平均	1.13	0.93	0.93	0.76

電流比較圖



(二) 結果分析：

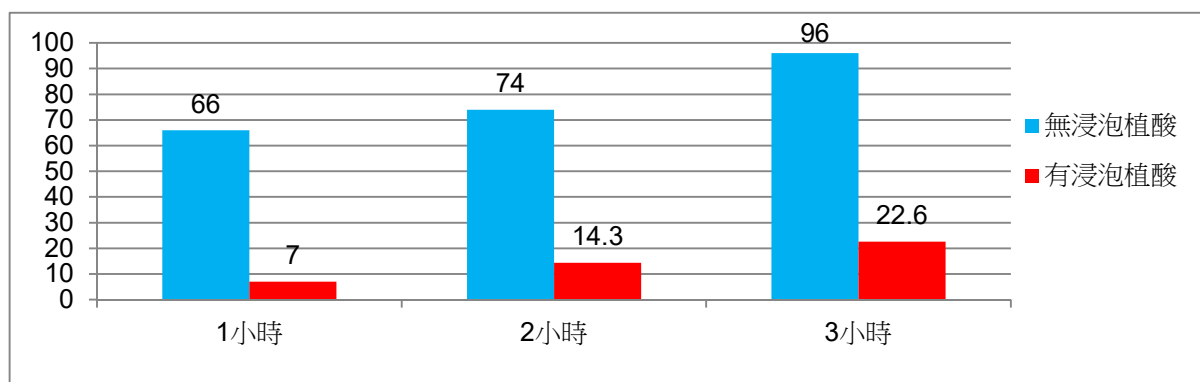
- (1) 從電流比較圖得知，pH11 溶液取出的糙米植酸液的電流數值為 0.6，是所有數值中最低的，所以我們再次驗證 pH11 溶液下溶出的糙米植酸最多之外，也最能防止鐵片受到電化學腐蝕。
- (2) 從電解液來看，都是清澈無沉澱，無法從肉眼判斷出來。

六、 **實驗 6：pH11 溶出的糙米植酸液對鐵片防鹽霧腐蝕能力**

(一) 實驗結果：表五：pH11 溶出的糙米植酸液對鐵片防鹽霧腐蝕能力

種類	沒有浸泡	pH11 溶出植酸液(1)	pH11 溶出植酸液(2)	pH11 溶出植酸液(3)
生鏽情況 3hr				
生鏽格數				
1hr	66	5	9	7
2hr	74	10	17	16
3hr	96	20	26	22
				平均 7
				平均 14.3
				平均 22.6

生鏽格數比較圖









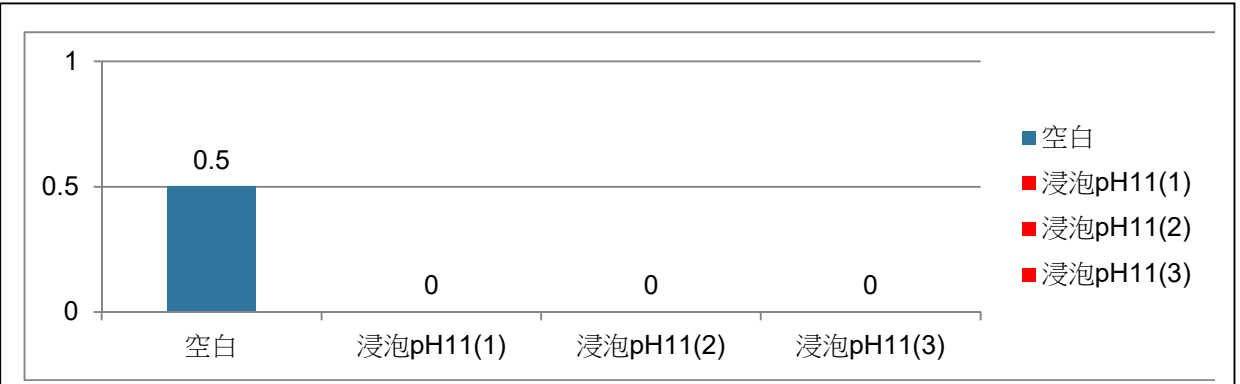


(二) 結果分析：

- (1) 我們找資料發現，在人工模擬鹽霧環境條件下試驗 24 小時，表示在自然環境 1 年即可得到相似的結果。所以我們實驗中的 1 小時等於是 0.5 個月，2 小時等於是 1 個月，3 小時等於是 1.5 個月。
- (2) 從生鏽格數比較圖得知，浸泡糙米植酸液的鐵片，比沒有浸泡的鐵片生鏽格數明顯少很多，所以糙米植酸液有防鹽霧腐蝕能力。

七、實驗 7：pH11 溶出的糙米植酸液對生鏽鐵片的固鏽能力

(一) 實驗結果：表六：pH11 溶出的糙米植酸液對生鏽鐵片的固鏽能力

種類	沒有浸泡		pH11 溶出植酸液(1)		pH11 溶出植酸液(2)		pH11 溶出植酸液(3)	
	除鏽前	除鏽後	除鏽前	除鏽後	除鏽前	除鏽後	除鏽前	除鏽後
重量 (公克)								
除鏽前	21.5 公克		19.5 公克		19.0 公克		18.5 公克	
除鏽後	21.0 公克		19.5 公克		19.0 公克		18.5 公克	
重量 變化	0.5 公克		0 公克		0 公克		0 公克	
重量 變化 比較 圖								

(二) 結果分析：

- (1) 從重量變化比較圖證明，浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液的鐵片，除鏽前後的重  
量幾乎沒變，所以 pH11 溶出的糙米植酸液能使生鏽鐵片固化，進而使它成為  
保護層，使生鏽鐵片不再鏽蝕。

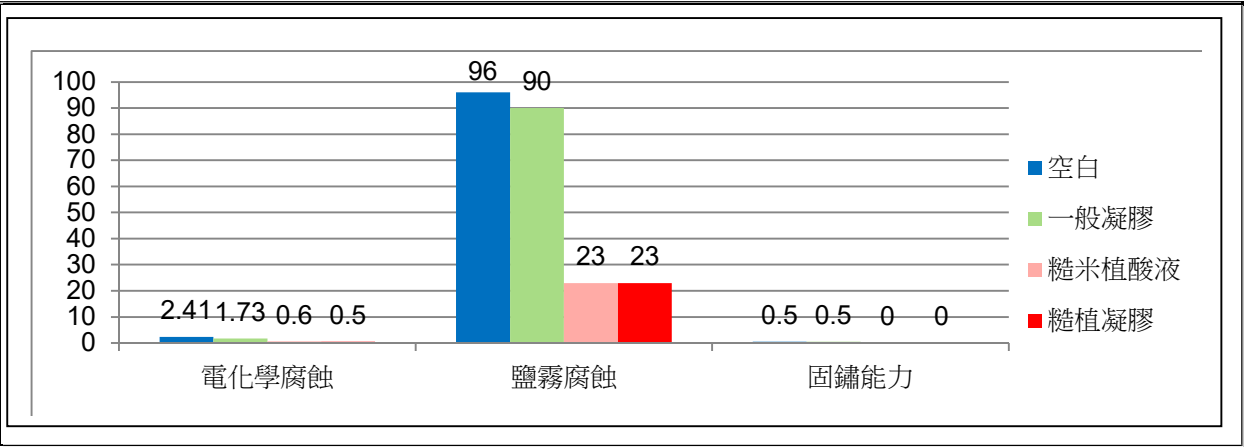
(2) 沒有浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液的鐵片重量變化大，沒有固鏽作用。

## 八、實驗 8：自製糙米植酸凝膠

(一) 實驗結果：表七：糙米植酸凝膠與糙米植酸液功能比較

種類	電化學腐蝕測量	鹽霧腐蝕測量	固鏽能力測量
空白			
結果	2.41	三小時生鏽 96 格	21.5g-21g=0.5g
一般凝膠			
結果	1.73	三小時生鏽 90 格	18.5g-18g=0.5g
液態			
結果	0.60	三小時生鏽 23 格	19g-19g=0g
凝膠狀 (延長 24 小時 後測)			
結果	0.50	四小時生鏽 23 格	19g-19g=0g

功能比較圖











(二) 結果分析：

- (1) 空白沒有塗任何東西和塗一般植物膠的鐵片，在腐蝕、鹽霧、除鏽測量都比植酸來得差，所以真正保護鐵片的物質是植酸。
- (2) 從電化學腐蝕實驗來看，塗糙米植酸凝膠的鐵片(延長晾乾時間再測)，結果電流是 0.5，比塗糙米植酸液的鐵片(電流是 0.6)還要小一些，所以糙米植酸作成凝膠確實能延長附著於鐵片上的時間，而且功能維持一樣。

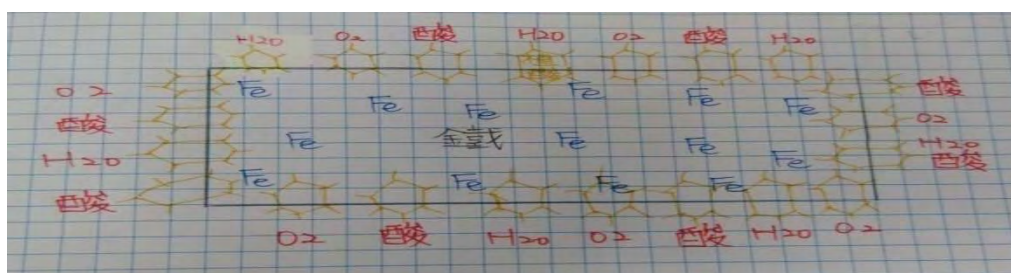
九、實驗 9：實際應用於生活的糙米植酸凝膠

(一) 實驗結果：表八：糙米植酸凝膠應用於生活中

種類	塗上糙植凝膠經過 1 星期後	塗上糙植凝膠經過 2 星期後	沒塗經過 1 星期後	沒塗經過 2 星期後
學校乾淨鐵片	 塗面維持沒生鏽	 塗面維持沒生鏽	 不塗面有 8 格鏽蝕	 不塗面有 21 格鏽蝕
家裡生鏽鐵柱	 上半部維持原狀	 上半部維持原狀	 下半部出現鏽蝕	 下半部鏽面積擴大

## (二) 結果分析：

- (1) 從實驗知道，無論在學校的乾淨鐵片或家裡的生鏽鐵門柱子，糙米植酸凝膠確實能保護鐵製品。
- (2) 我們將糙米植酸凝膠與鐵的作用，以下圖表示。糙米植酸凝膠一邊和鐵螯合，一邊又能阻擋讓鐵生鏽的酸性物質、水、氧，以此達到防鏽功能。



## 陸、討論

- 一、植酸主要存在於穀類及豆科植物之外皮、堅果、種子及穀粒中。我們查資料發現，糙米、黃豆、白芝麻這三種是植酸含量高的，所以被我們當作實驗的主要對象。實驗結果得知，黃豆的植酸含量最多，但是卻不是最具有防腐蝕性，反而是植酸含量最少的糙米植酸液，最具有防腐蝕性。
- 二、植酸酶是實驗一開始就遇到的困難，在取出糙米、黃豆、白芝麻這三種植酸時，一直無法取出植酸，後來才知道原來是植酸酶將植酸分解了，所以才會沒有植酸。我們找到克服的方法是，將 50 公克的糙米、黃豆、白芝麻加 100 毫升的蒸餾水，加熱到 60 度就可以將植酸酶破壞，保留我們要的植酸。
- 三、腐蝕測量工具是模擬電化學實驗的原理設計，以鐵和碳為裝置，接通電流迴路，鐵會被腐蝕；鹽霧測量工具利用人工模擬鹽霧環境條件來測驗鐵片耐腐蝕性能的環境試驗；除鏽測量工具利用磨擦力測驗植酸是否將生鏽鐵片固化成一層保護層，測量固鏽能力。
- 四、我們發現不同 pH 溶液溶出的糙米植酸量有所不同，實驗知道，酸性溶液溶出得植酸量最少，鹼性溶液溶出得植酸量最多，其中又以 pH11 鹼性溶液溶出得植酸最多。
- 五、pH11 鹼性溶液溶出得植酸不但最多，而且 pH11 鹼性溶液溶出得植酸進行腐蝕測量後電流最小，表示能達到最佳的防電化學腐蝕效果。
- 六、做鹽霧測試時，我們就以達到最佳的防電化學腐蝕效果的 pH11 鹼性溶液溶出得植酸來



進行，實驗結果發現，浸泡 pH11 鹼性溶液溶出得植酸的鐵片，進行鹽霧測驗後，比沒有浸泡的鐵片生鏽格數明顯少很多。所以，鐵片浸泡 pH11 鹼性溶液溶出得植酸，確實能防鹽霧腐蝕。

七、做固鏽實驗時，我們利用除鏽測量工具，如果鏽不容易去除則表示，植酸和鏽能產生固化，以檢測植酸的固鏽能力，果然 pH11 鹼性溶液溶出得植酸具有固鏽能力。

八、我們利用糙米植酸液和植物膠作出糙植凝膠，經過檢測後糙植凝膠不但延長附著於鐵片時間，而且防電化學腐蝕、防鹽霧腐蝕、防鏽以及固鏽能力與糙米植酸液一樣。

## 柒、結論

經由研究後我們證實，糙米用 pH11 溶液加熱浸泡後取出植酸含量最多，糙米植酸對鐵具有螯合能力，糙米植酸能與鐵緊密結合，使得鐵不受到水及氧的作用而產生腐蝕，也比較不會受到鹽霧的侵蝕。另外，糙米植酸對鐵鏽一樣具有螯合能力，所以糙米植酸也能與氧化鐵緊密結合，使得鐵鏽不再受到水及氧的侵蝕，也就是說，糙米植酸與氧化鐵也能結合形成保護層。最後，我們做出糙米植酸凝膠，有別於市面上用化學合成的防鏽產品，它是天然無毒無害的綠色優質防鏽產品，對地球及人類不會造成任何危害，我們將它實際使用在學校和家裡的鐵製品，它真的發揮其功能，值得我們推廣。

## 捌、參考資料及其他

- 一、自然與生活科技五下，康軒出版社，2019。
- 二、自然與生活科技六下，翰林出版社，2019。
- 三、蘇瓦茲，蘇老師化學黑白講，遠見天下文化出版股份有限公司，2013。
- 四、植酸-種子裡的詛咒
- 五、你不了解的鹽霧測試知識還有多少？
- 六、水楊酸鹽/A：醫學百科
- 七、電化學腐蝕：維基百科
- 八、WD-40：維基百科
- 九、植酸：百度百科
- 十、植酸：<https://www.healthline.com/nutrition/phytic-acid>

## 【評語】 080214

1. 探討植酸防鏽，題目有趣且具實用價值。
2. 植酸的防鏽原理應說明清楚。
3. 不同植物的植酸為何防鏽能力不同？是結構不同，還是植酸根本不是主角？應說明清楚。
4. 溫度為變因時，數據點太少。
5. 有些圖和表想要表達的結論一樣，擇一呈現即可，不需重複。
6. 自行設計儀器來量測，值得鼓勵。但儀器必先確認可信才行。
7. 為何糙米萃取液的 pH 值與一開始使用溶液幾乎無關？應說明清楚。
8. 結合不同量測方式來探討防腐蝕的成效，每個實驗都有列出控制變因與操縱變因，實驗目的清楚。

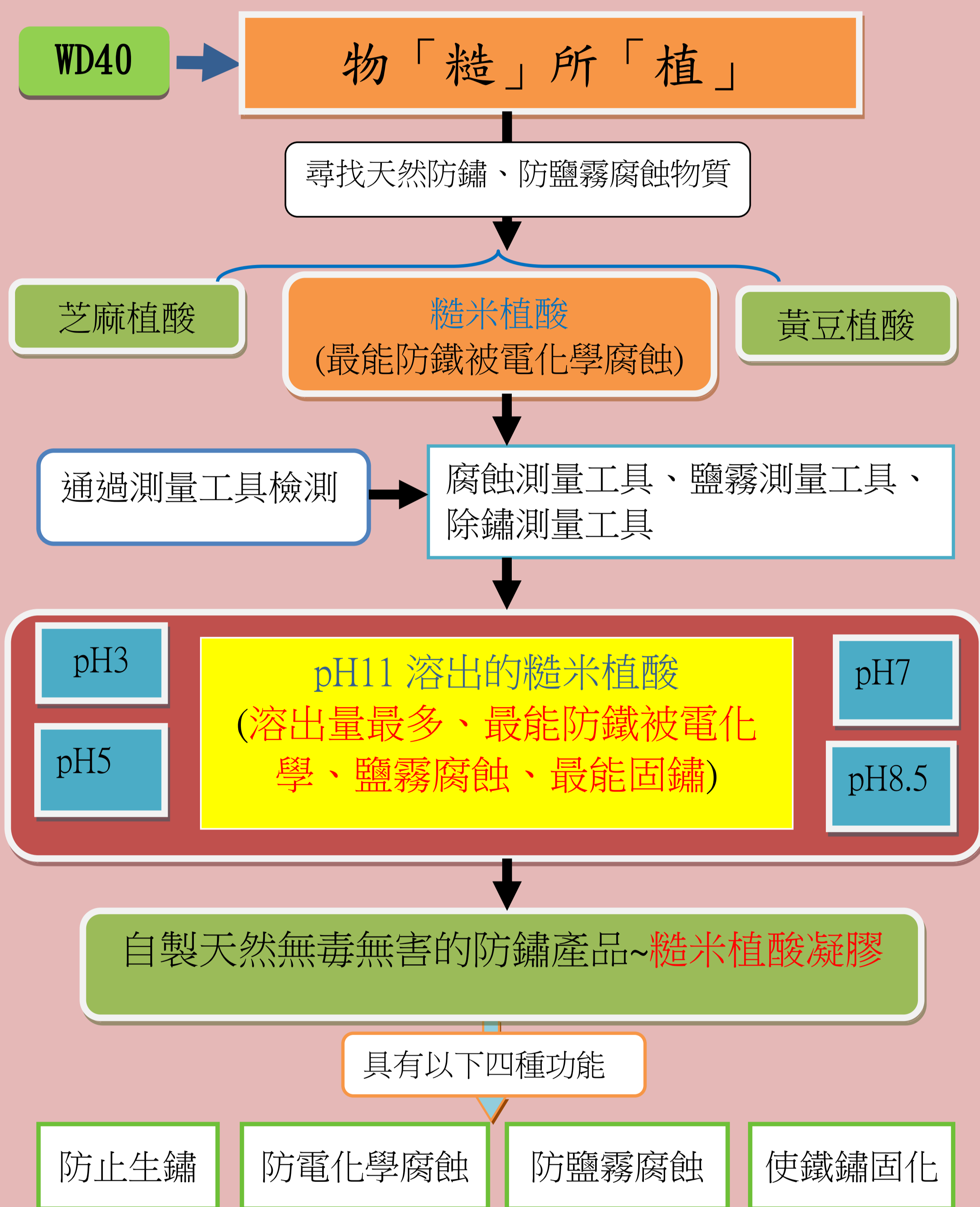
## 壹、研究動機

學校要補強教室，所以我們要搬教室，幾乎所有教室的鐵櫃及門都有鐵鏽，而且我們學校靠近海邊，很多教室的鐵製品都被鹽霧腐蝕。上自然課時，老師剛好講到防鏽方法<自然與生活科技康軒版五下第二單元燃燒與生鏽>，此時老師拿出一瓶寫著WD-40的噴劑，老師說最近科技很發達，這一瓶噴劑可同時具備多種用途，可以有潤滑、除鏽、防鏽等功效。我非常好奇是什麼成分有如此神奇功效，查詢後知道，WD-40是由許多化學物質合成的噴劑，雖然有許多功效，但同時也破壞了環境。於是我跟同學還有老師，決定找出天然物質，希望我們找到的物質既可以使乾淨鐵片防鏽、防腐蝕，又能使生鏽鐵片固化不再被鏽蝕，而且還不會破壞地球浪費資源，達到一舉數得的效果。

## 貳、研究目的

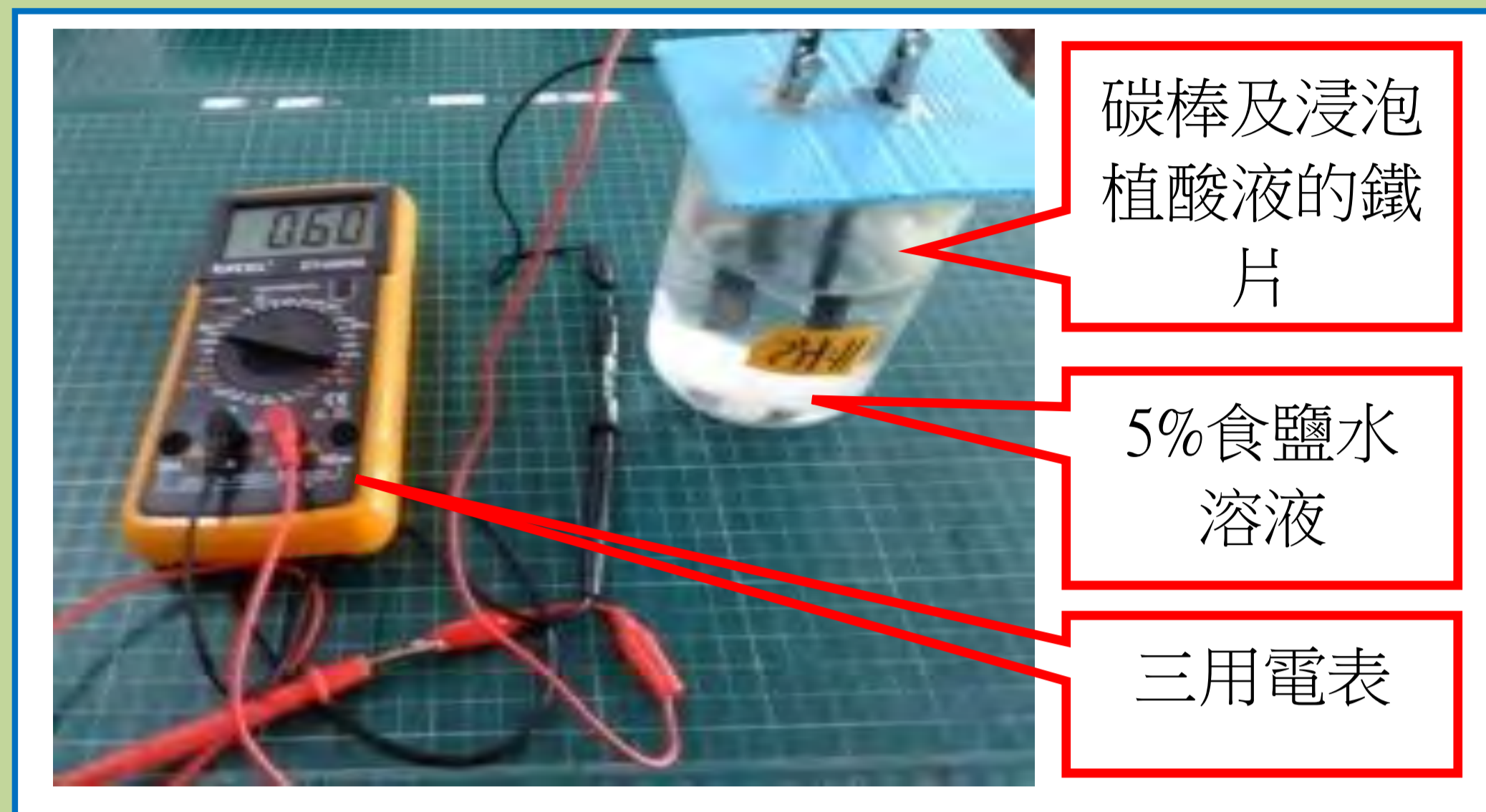
- 一、分析及探討植酸的特性，並發現植酸取出方法
- 二、自製電化學、鹽霧腐蝕、除鏽的測量工具
- 三、糙米加蒸餾水加熱是否能去除植酸酶
- 四、不同 pH 值溶液是否影響糙米植酸的溶出量
- 五、鹼性下溶出的糙米植酸液能否增加對鐵片防腐電化學、鹽霧腐蝕、固鏽能力
- 六、自製天然無毒無害的防鏽產品~糙米植酸凝膠

## 參、研究架構

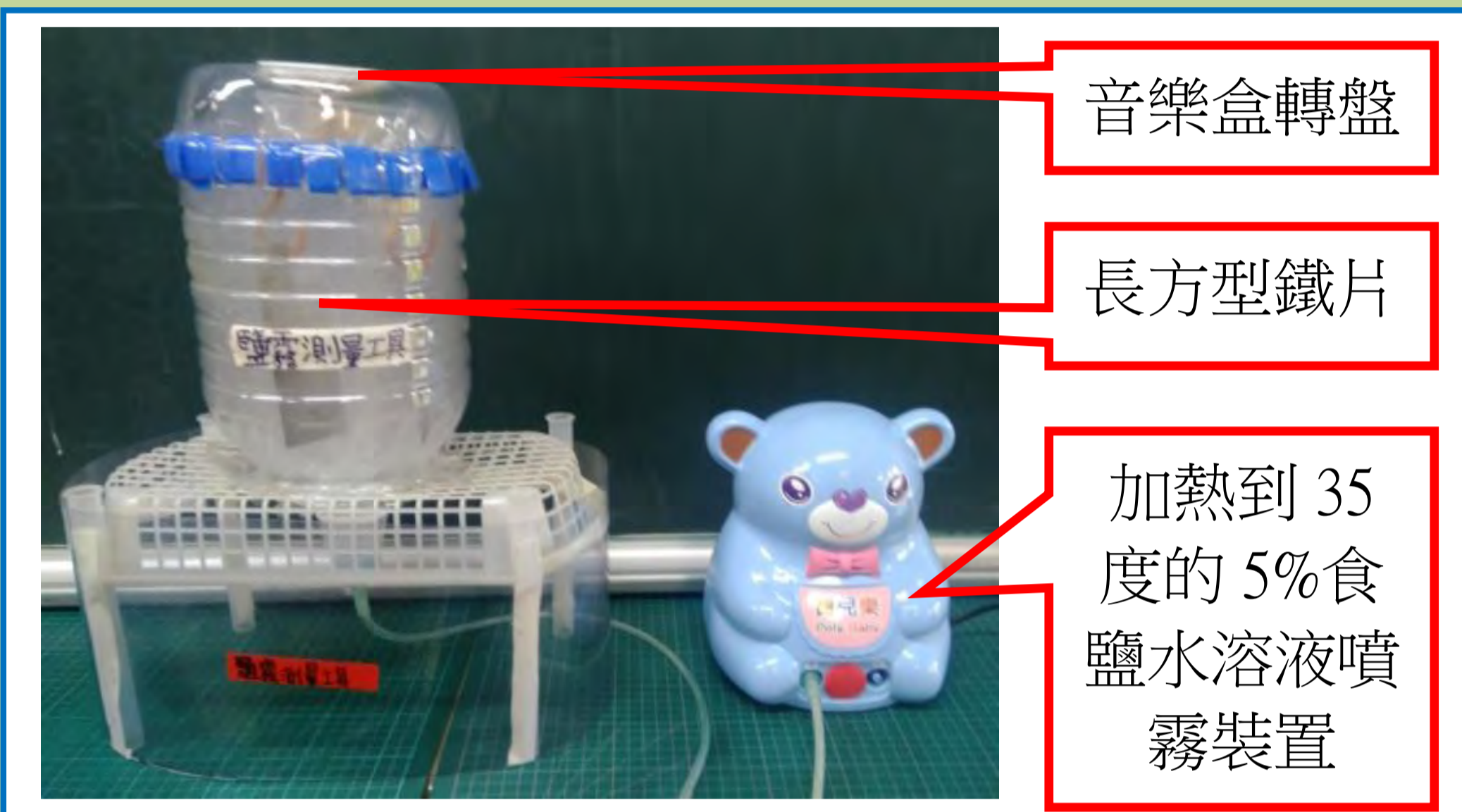


## 肆、研究設備

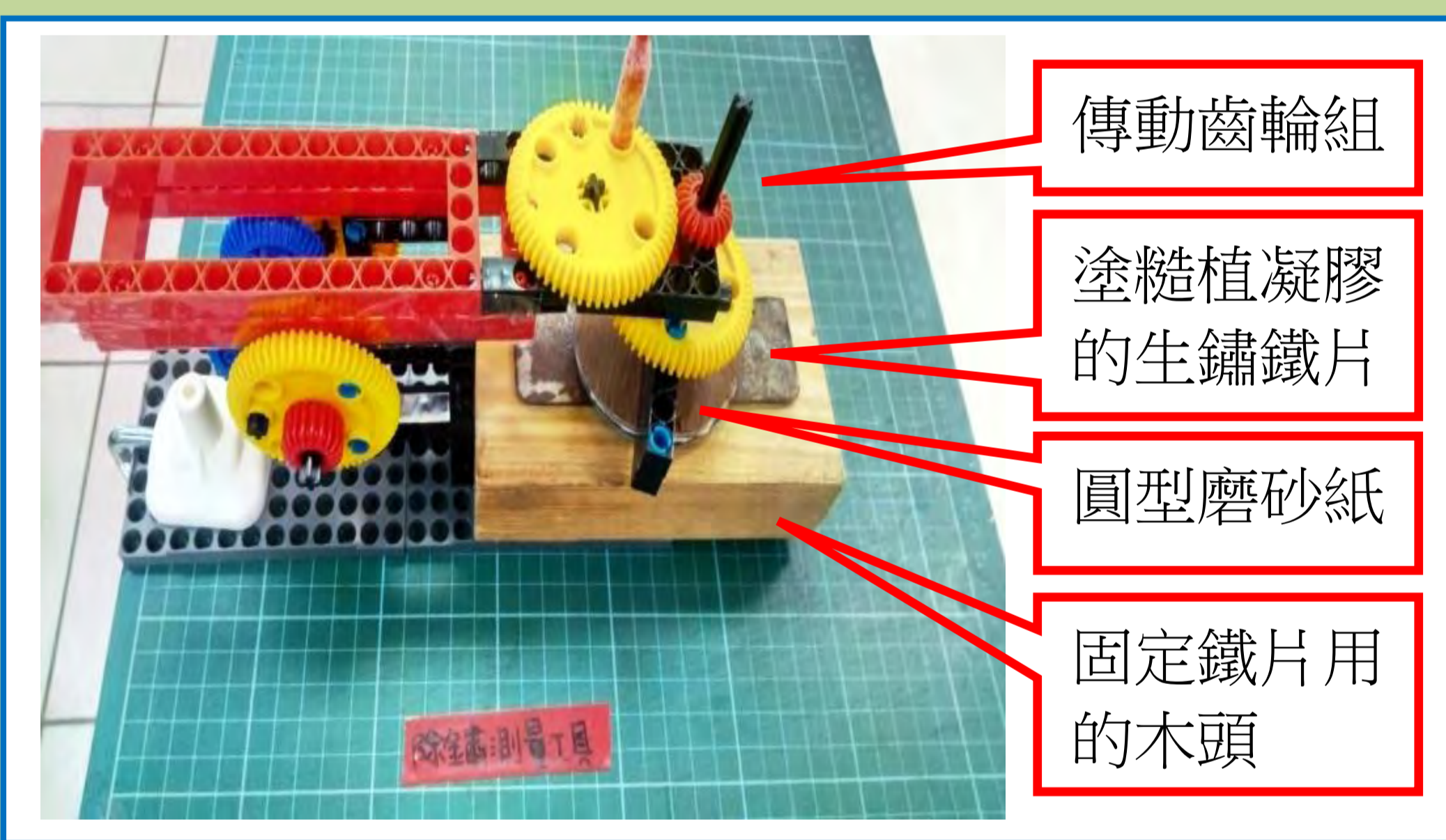
### 腐蝕測量工具



### 鹽霧測量工具



### 除鏽測量工具



## 伍、研究過程及方法

### 實驗 1：(糙米/黃豆/芝麻) + 蒸餾水是否溶出植酸

1. **實驗目的**：從資料中找到的三种植酸含量多的物質，分別是糙米、黃豆、芝麻，將它們浸泡蒸餾水後，看看是否會溶出植酸。
2. **實驗結果**：

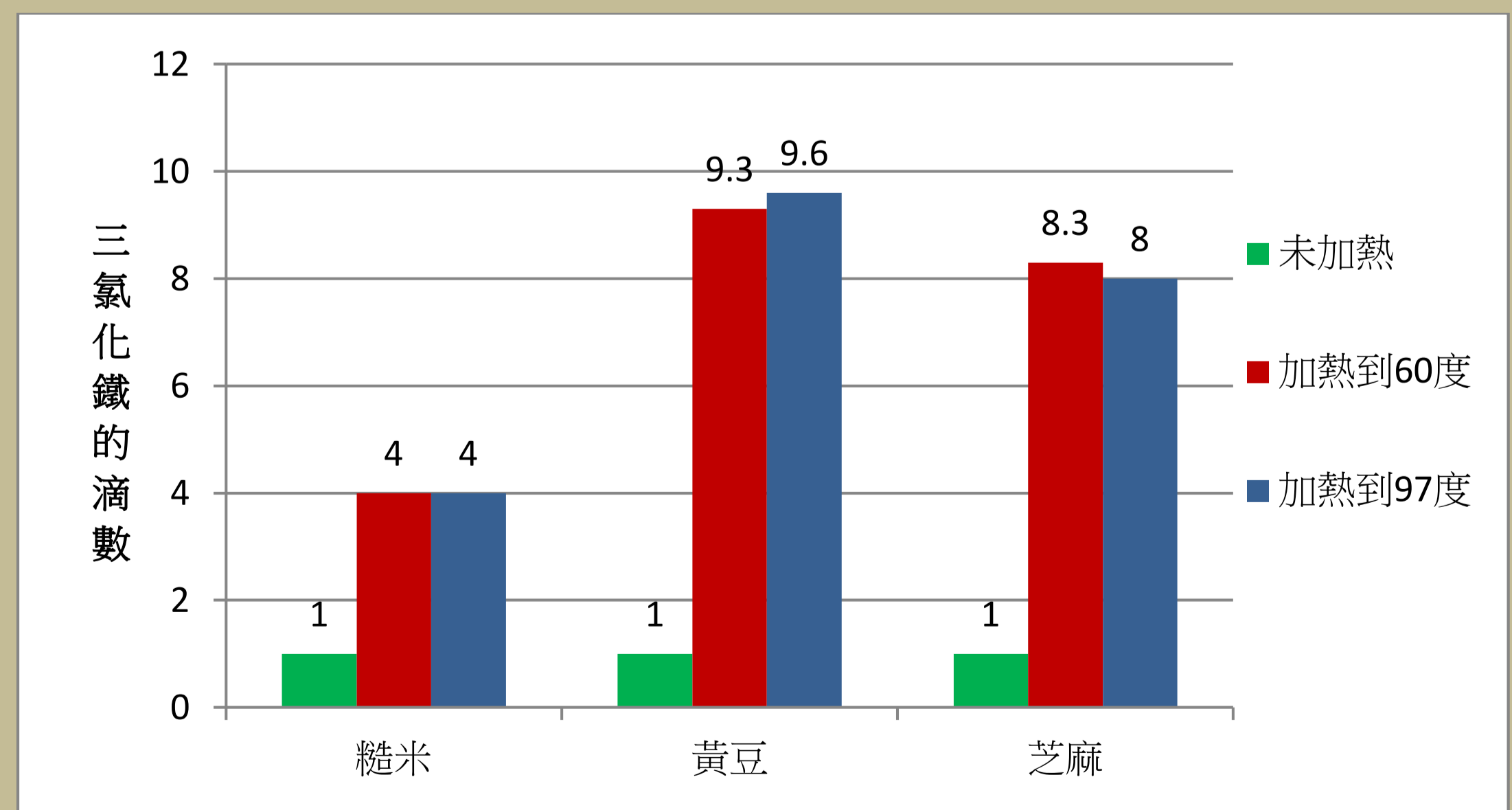
種類	蒸餾水	糙米(未加熱)	黃豆(未加熱)	芝麻(未加熱)
pH 值	6.9(中性)	5.3(酸性)	4.9(酸性)	5.4(酸性)
三氯化鐵滴定	 1 滴	 1 滴	 1 滴	 1 滴
聞起來	無味	臭臭像臭豆腐	臭臭的像廁所	臭臭的

### 3. 分析與討論：

- (1) 糙米、黃豆、芝麻三種浸泡液都呈現酸性。但是聞起來臭臭的，我們查了資料後發現，應該是植酸酶將植酸分解，才会有發酵的臭臭味。
- (2) 以水楊酸為指示劑，用三氯化鐵來滴定糙米、黃豆、芝麻三種浸泡液，我們發現，跟蒸餾水一樣，都是滴一滴就變色了。可見得三種浸泡液都沒有植酸了。

### 實驗 2：(糙米/黃豆/芝麻) + 蒸餾水加熱是否去除植酸酶

1. **實驗目的**：實驗 1 知道植酸酶將植酸分解，所以本實驗必須破壞植酸酶，我們搜尋資料後知道酶會經由加熱被去除掉。
2. **實驗結果**： 表一：溫度對植酸酶的影響



### 3. 分析與討論：

- (1) 從表一可以看出，未加熱的糙米、芝麻的浸泡液，植酸幾乎為零。加熱到 60~70 度的糙米、芝麻、黃豆的浸泡液，植酸就有提升，黃豆植酸最多，糙米植酸最少。加熱到沸騰的糙米、芝麻黃豆浸泡液的量和加熱到 60~70 度只有差距一些。
- (2) 所以我們推論加熱到 60~70 度就可以將植酸酶破壞，保留住我們要的植酸。

# 植 所 糙 物

## 探討糙米植酸的作用及自製糙植凝膠

### 實驗 3：探討(糙米/黃豆/芝麻)植酸液對鐵片的防腐蝕能力

- 實驗目的：**將植酸酶去除掉後，本實驗開始進行植酸對鐵片是不是有保護作用，所以使用腐蝕電化學實驗方法進行檢測。
- 實驗結果：**表二：植酸液對鐵片的防腐蝕能力

種類	食鹽水	黃豆	芝麻	糙米
電解液				
	較多黃色沉澱	有黃色沉澱物	有黃色沉澱物	清澈沒有沉澱
電流				
平均	2.44	2.30	2.06	1.02
電流比較圖				

- 分析與討論：**
  - 從表二知道，浸泡過黃豆植酸液、糙米植酸液、白芝麻植酸液的鐵片電流比完全沒浸泡的小，所以植酸液有一定的防電化學腐蝕功能。所以植酸液有一定的防鏽功能。
  - 糙米植酸液電流最小，代表糙米植酸液阻止鐵片被電腐蝕能力最強。雖然黃豆萃取出植酸液含量最多，但是糙米植酸液最能達到防止鐵片被腐蝕的功能。

### 實驗 4：不同 pH 值溶液對糙米植酸溶出量的影響

- 實驗目的：**因為糙米植酸的取出量不夠理想，我們想要用不同 pH 溶液來取出糙米植酸液，看看是否會增加糙米植酸的取出量
- 實驗結果：**表三：不同 pH 值溶液對糙米植酸溶出量

種類	pH 3	pH 5	pH 7	pH 8.5	pH 11
過濾後 pH 值					
	6.2(酸性)	5.8(酸性)	6.0(酸性)	6.2(酸性)	6.2(酸性)
三氯化鐵的滴數					
平均	2.67 滴	3 滴	4 滴	5 滴	5.33 滴
滴數比較圖					

- 分析與討論：**
  - 從表三來看，不同 pH 值溶液取出糙米植酸後，測量的 pH 值大都在 5.8~6.2 之間，都是酸性溶液，可見得有溶出植酸。
  - 從滴數來看，糙米在酸性溶液下取出的量最少，在鹼性取出最多，尤其 pH11 溶液取出糙米植酸含量最多，所以我們可以得知糙米用鹼性溶液浸泡加熱後，所取出的植酸是最多的。

### 實驗 5：不同 pH 值溶出的糙米植酸是否增加鐵片防電化學腐蝕能力

- 實驗目的：**我們又想了解不同 pH 值溶出的糙米植酸液是不是對鐵片防腐蝕能力也有影響。
- 實驗結果：**表四：不同 pH 值溶出的糙米植酸液防腐蝕能力

種類	pH 3	pH 5	pH 7	pH 8.5	pH 11
電解液					
	清澈沒沉澱	清澈沒沉澱	清澈沒沉澱	清澈沒沉澱	清澈沒沉澱
電流					
平均	1.13	0.93	0.93	0.76	0.6
電流比較圖					

- 分析與討論：**
  - 從電流比較圖得知，pH11 溶液取出的糙米植酸液的電流數值為 0.6，是所有數值中最低的，所以我們再次驗證 pH11 溶液下溶出的糙米植酸最多之外，也最能防止鐵片受到電化學腐蝕。
  - 從電解液來看，都是清澈無沉澱，無法從肉眼判斷出來。

### 實驗 6：pH11 溶出的糙米植酸液對鐵片防鹽霧腐蝕能力

- 實驗目的：**我們想了解 pH11 溶出的糙米植酸液是不是對鐵片防鹽霧腐蝕能力也最好。
- 實驗結果：**表五：pH11 溶出的糙米植酸液防鹽霧腐蝕能力

種類	沒有浸泡	浸泡植酸液(1)	浸泡植酸液(2)	浸泡植酸液(3)	
生鏽情況					
1hr	66 格	5 格	9 格	7 格	平均 7
2hr	74 格	10 格	17 格	16 格	14.3
3hr	96 格	14 格	26 格	22 格	22.6
生鏽格數比較圖					

- 分析與討論：**
  - 我們找資料發現，在人工模擬鹽霧環境條件下試驗 24 小時，表示在自然環境 1 年即可得到相似的結果。所以我們實驗中的 1 小時等於是 0.5 個月，2 小時等於是 1 個月，3 小時等於是 1.5 個月。
  - 從生鏽格數比較圖得知，浸泡糙米植酸液的鐵片，比沒有浸泡的鐵片生鏽格數明顯少很多，所以糙米植酸液有防鹽霧腐蝕能力。

## 實驗 7：pH11 溶出的糙米植酸液對生鏽鐵片的固鏽能力

- 實驗目的**：我們還想知道 pH11 溶出的糙米植酸液，會不會有固化鐵鏽效果，進而保護生鏽鐵不再被鏽蝕。
- 實驗結果**：表六：pH11 溶出的糙米植酸液對生鏽鐵片固鏽能力

種類	沒有浸泡		植酸液(1)		植酸液(2)		植酸液(3)	
	除鏽前	除鏽後	除鏽前	除鏽後	除鏽前	除鏽後	除鏽前	除鏽後
重量 (公克)								
前	21.5 公克		19.5 公克		19.0 公克		18.5 公克	
後	21.0 公克		19.5 公克		19.0 公克		18.5 公克	
	0.5 公克		0 公克		0 公克		0 公克	

處理方式	重量變化 (公克)
空白	0.5
浸泡pH11(1)	0
浸泡pH11(2)	0
浸泡pH11(3)	0

### 3. 分析與討論：

- 從重量變化比較圖證明，浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液的鐵片，除鏽前後的重量幾乎沒變，所以 pH11 溶出的糙米植酸液能使生鏽鐵片固化，進而使它成為保護層，使生鏽鐵片不再鏽蝕。
- 沒有浸泡的鐵片重量變化比較大，代表生鏽的氧化鐵被除鏽測量工具除去，因為此鐵片沒有浸泡 pH11 溶出的糙米植酸液，沒有固鏽作用。

## 實驗 8：自製糙米植酸凝膠

- 實驗目的**：我們想將糙米植酸製做成凝膠狀，看看是否更能延長糙米植酸附著在鐵片上的時間。
- 實驗結果**：表七：糙米植酸凝膠功能比較

種類	電化學腐蝕	鹽霧腐蝕	固鏽能力
空白	2.41	三小時生鏽 96 格	0.5 公克
一般膠	1.73	三小時生鏽 70 格	0.5 公克
糙植液態	0.6	三小時生鏽 23 格	0 公克

種類	電化學腐蝕	鹽霧腐蝕	固鏽能力
糙植凝膠	0.5	四小時生鏽 23 格	0 公克

功能	空白	一般凝膠	糙米植酸液	糙植凝膠
電化學腐蝕	2.41	1.73	0.6	0.5
鹽霧腐蝕	96	70	23	23
固鏽能力	0.5	0.5	0	0

### 3. 分析與討論：

- 空白沒有塗任何東西和塗一般植物膠的鐵片，在腐蝕、鹽霧、除鏽測量都比植酸來得差，所以真正保護鐵片的物質是植酸。
- 從電化學腐蝕實驗來看，塗糙米植酸凝膠的鐵片(延長晾乾時間 1 小時)，結果電流是 0.5，比塗糙米植酸液的鐵片(電流是 0.6)還要小一些，所以糙米植酸作成凝膠確實能延長附著於鐵片上的時間，而且功能維持一樣。

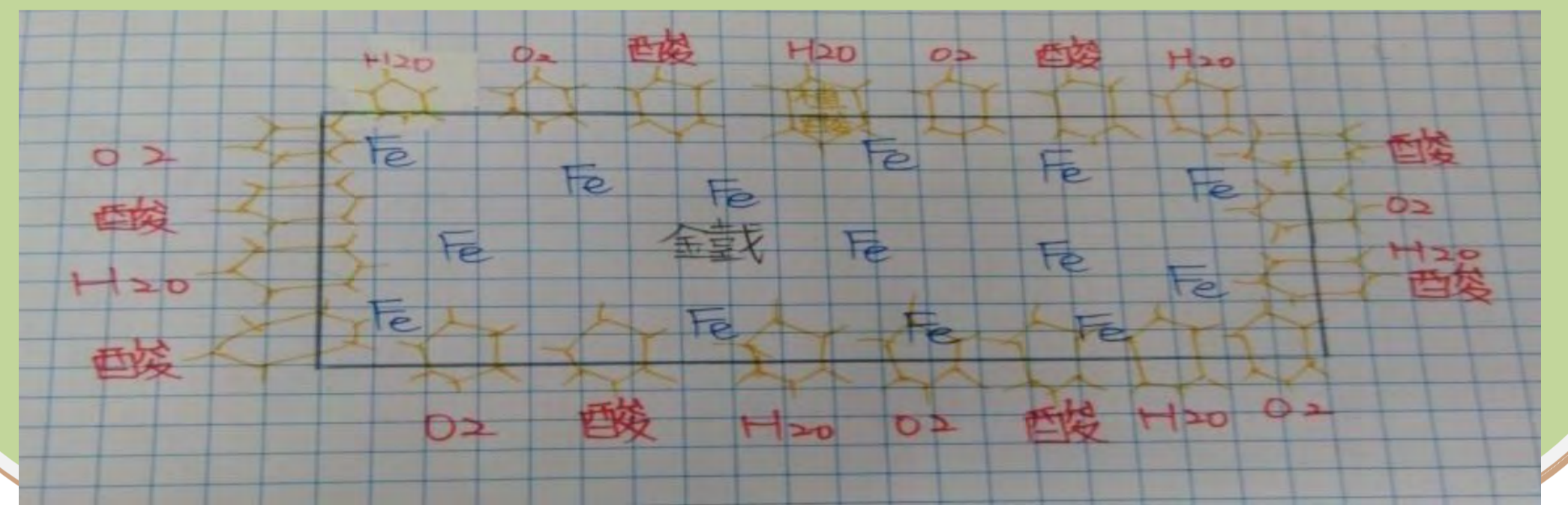
## 實驗 9：實際應用於生活的糙米植酸凝膠

- 實驗目的**：我們將糙米植酸凝膠，實際使用在學校與家裡不同環境條件中，讓其真正做到防止生活周遭鐵片受到鹽霧腐蝕、鏽蝕等。
- 實驗結果**：表八：糙米植酸凝膠應用於生活中

種類	塗上糙植凝膠經過 1 星期後	塗上糙植凝膠經過 3 星期後	沒塗經過 1 星期後	沒塗經過 2 星期後
學校乾淨鐵片				
結果	塗面沒生鏽	塗面沒生鏽	不塗面 8 格鏽	不塗面 21 格鏽
家裡生鏽鐵柱				
結果	上半維持原狀	上半維持原狀	下半出現鏽蝕	下半鏽面擴大

### 3. 分析與討論：

- 從實驗知道，無論在學校的乾淨鐵片或家裡的生鏽鐵門使用糙米植酸凝膠確實能保護鐵製品。
- 我們將糙米植酸凝膠與鐵的作用，以下圖表示。糙米植酸凝膠一邊和鐵螯合，一邊又能阻擋讓鐵生鏽的酸性物質、水、氧，以此達到防鏽功能。



## 陸、討論

- 植酸主要存在於穀類及豆科植物之外皮、堅果、種子及穀粒中。我們查資料發現，糙米、黃豆、白芝麻這三種是植酸含量高的，所以被我們當作實驗的主要對象。實驗結果得知，黃豆的植酸含量最多，但卻不是最具有防腐蝕性，反而是植酸含量最少的糙米植酸液，最具有防腐蝕性。
- 植酸酶是實驗一開始就遇到的困難，在取出糙米、黃豆、白芝麻這三種植酸時，一直無法取出植酸，後來才知道原來是植酸酶將植酸分解了。我們找到克服的方法是，將 50 公克的糙米、黃豆、白芝麻加 100 毫升的蒸餾水，加熱到 60-70 度就可以將植酸酶破壞，保留我們要的植酸。
- 腐蝕測量工具是模擬電化學實驗的原理設計，以鐵和碳為裝置的話，接通電流迴路，鐵會被腐蝕；鹽霧測量工具利用人工模擬鹽霧環境條件來測驗鐵片耐腐蝕性能的環境試驗；除鏽測量工具利用磨擦力測驗植酸是否將生鏽鐵片固化成一層保護層，測量植酸的固鏽能力。
- 我們發現不同 pH 溶液溶出的糙米植酸量有所不同，實驗知道，酸性溶液溶出得植酸量最少，鹼性溶液溶出得植酸量最多，其中又以 pH11 鹼性溶液溶出得植酸最多。
- pH11 鹼性溶液溶出得植酸不但最多，而且 pH11 鹼性溶液溶出得植酸進行腐蝕測量後電流最小，表示能達到最佳的防電化學腐蝕效果。
- 做鹽霧測試時，我們就以達到最佳的防電化學腐蝕效果的 pH11 鹼性溶液溶出得植酸來進行，實驗結果發現，浸泡 pH11 鹼性溶液溶出得植酸的鐵片，進行鹽霧測驗後，比沒有浸泡的鐵片生鏽格數明顯少很多。所以，鐵片浸泡 pH11 鹼性溶液溶出得植酸，確實能防鹽霧腐蝕。
- 做固鏽實驗時，我們利用除鏽測量工具，如果鏽不容易去除則表示，植酸和鏽能產生固化，以檢測植酸的固鏽能力，果然 pH11 鹼性溶液溶出得植酸具有固鏽能力。
- 我們利用糙米植酸液和植物膠作出糙植凝膠，經過檢測後糙植凝膠不但延長附著於鐵片時間，而且防電化學腐蝕、防鹽霧腐蝕、防鏽以及固鏽能力一樣具備。

## 柒、結論

經由研究後我們證實，糙米用 pH11 溶液加熱浸泡後取出植酸含量最多，糙米植酸對鐵具有螯合能力，糙米植酸能與鐵緊密結合，使得鐵不受到水及氧的作用而產生腐蝕，也比較不會受到鹽霧的侵蝕。另外，糙米植酸對鐵鏽一樣具有螯合能力，所以糙米植酸也能與氧化鐵緊密結合，使得鐵鏽不再受到水及氧的侵蝕，也就是說，糙米植酸與氧化鐵也能結合形成保護層。最後，我們做出糙米植酸凝膠，有別於市面上用化學合成的防鏽產品，它是天然無毒無害的綠色優質防鏽產品，對地球及人類不會造成任何危害，可以推廣使用。