

# 中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

## 國中-生物科

科 別：生物科

組 別：國中組

作品名稱：另類椰子的加工製品

關 鍵 詞：檳榔、呈色反應、白灰

編 號：030320

---

**學校名稱：**

臺東縣立大王國民中學

**作者姓名：**

許昭玉、曾合良、程敏芳、陳欣蓓

**指導老師：**

黃菁菁



# 另類椰子的加工製品

## 一、研究動機

檳榔在我從小的記憶裡，是再熟悉不過的東西——亭亭玉立的檳榔樹，圍繞住家四周，散發出淡淡清香。尤其是一些喜慶的場合，檳榔子更是親友們交際應酬的必備禮品。每次看到綠色黃金在眨眼間變成了紅紅的汁液，好像魔法一般。老師說，那就是課本所提到的「化學變化」了，我覺得很有意思，到底這個顏色變化是怎麼產生的？還有，曾看過叔叔在嚼食檳榔時，邊吃花生米，結果吐出的汁液顏色卻沒那麼紅，不曉得是什麼原因？另外，檳榔裡頭所添加的成分對人體會有什麼影響？有沒有方法可以驗證課本裡頭的知識？經過和老師的商量，訪問了檳榔的相關業者，便開始了一連串的探究活動。

## 二、研究目的

- (一) 了解檳榔吐汁的顏色產生，是什麼原因
- (二) 製作「檳榔酸鹼指示劑」
- (三) 探究花生米會影響檳榔吐汁顏色的原因
- (四) 測試市售白灰對細胞的影響
- (五) 了解高粱酒在檳榔塊中所扮演的角色

## 三、研究設備、器材

檳榔子、市售白灰、荖葉、高粱酒、新鮮雞蛋、鹽酸、硝酸、硫酸、氫氧化鈉、氫氧化鉀、濃氨水、食用醋、pH meter、廣用試紙、量筒、燒杯、試管、滴管、保鮮膜、鉢、毛筆、離心機、結晶紫染劑（2g 的結晶紫+20c.c.95 % 乙醇+0.8g 草酸銨+80c.c.之蒸餾水）、顯微鏡（Nikon ECLIPSE E200）、相機（Nikon F601）、數位相機（Nikon Coolpix 990）

定義 【包葉檳榔塊】：以塗白灰於葉面上的荖葉，包裹整顆新鮮的檳榔子。

【市售白灰】：浸泡米酒後的石灰+58 % 高粱酒

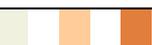
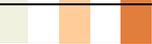
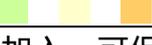
【適量】：添加量仿照市售包葉檳榔塊的一般含量

## 四、研究過程

研究（一）：了解檳榔吐汁的顏色產生，是什麼原因

【問題 1】是哪個配料，讓檳榔吐汁呈現紅色？

【實驗 1】取檳榔子與各配料作研磨、混合，並觀察顏色變化。如下表：

實驗對象		顏色變化	
無唾液	檳榔子之綠色外皮（內果皮）	不添加其它配料	不變色
		+白灰	不變色
		+荖葉	不變色
		+荖葉+白灰	不變色
	荖葉+白灰	不變色	
檳榔心（仁肉）	不添加其他配料	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 	
	+白灰	10 分鐘內，顏色逐次轉變由  見附圖一至三	
	+荖葉	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 	
	+荖葉+白灰	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 	
添加唾液	檳榔心（仁肉）	不添加其他配料	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 
		+白灰	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 
		+荖葉	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 
		+荖葉+白灰	10 分鐘內，顏色逐次轉變由 

結果⇒ 吐汁之所以呈現紅色，與檳榔心有絕對的關係。而白灰的加入，可促使吐汁更紅！

【問題 2】白灰的加入，可促使吐汁更紅。已知白灰為鹼性物質，此呈色反應，是否與白灰的鹼性有關？

【實驗 2】分別在 3 個培養皿中，滴入研磨後的檳榔仁肉溶液，備用。除白灰外，另擇 2 種鹼性溶液--氫氧化鉀、氫氧化鈉，分別測其 pH 值，並與培養皿中的仁肉溶液進行混合，觀察顏色變化。

結果⇒三者混合物均呈紅褐色，尤以氫氧化鉀為最(pH=12.9；白灰 pH=12.6；氫氧化鈉 pH=12.7)。可見，檳榔吐汁的紅色反應，的確與白灰的鹼性有關！

【問題 3】若以酸性液體滴入檳榔吐汁中，結果又如何？

【實驗 3】將濃度同為 3M 的稀鹽酸、稀硝酸、稀硫酸溶液數滴，分別滴入 3 支裝有檳榔吐汁的試管中，觀察顏色變化。

結果⇒三支試管之液體顏色均由紅色變為黃色。

研究(一)之結果：雖檳榔的仁肉部位在空氣中會自然地呈現紅色。但當其環境為鹼性時，呈色的反應時間將會縮短，且顏色更深(愈鹼，顏色愈深)；反之，則偏向黃色。

### 研究(二)：製作「檳榔酸鹼指示劑」

【問題】已知：檳榔仁肉的顏色，會受環境酸鹼度之影響。也許我們可以開發出一種「檳榔酸鹼試紙或指示劑」--利用檳榔在不同程度的酸、鹼中所呈現的顏色變化，來測定未知物質的酸鹼度。

【實驗 A】將數種常見的酸、鹼溶液(氫氧化鈉、市售白灰、氨水、自來水、醋、鹽酸等溶液)測其 pH 值後，分別滴入檳榔仁肉的研磨液中，觀察顏色變化。

(酸/鹼溶液與檳榔仁肉的研磨液的體積比為 1：1)

結果⇒ 1.

酸/鹼溶液	氫氧化鈉	市售白灰	濃氨水	自來水	醋	鹽酸
PH 值	12.7	12.6	12.4	7.6	1.8	0.9

2. 顏色變化請參考附圖四、五。(顏色變化似有其規則，尤其在強鹼的狀況下更趨明顯—更紅、更深。)

3. 為求實驗的呈色反應更加精準，將乳狀的研磨液離心，萃取其上清液來進行後續實驗。

【實驗 B】 1. 製作「檳榔試紙」--將濾紙浸泡在檳榔萃取液中，自然乾燥、備用。

2. 以濃鹽酸、氫氧化鈉、逆滲透水配製成不同 pH 值(0.3、1、2、13、13.7)之水溶液。

3. 分別以不同 pH 值之水溶液滴在「檳榔試紙」上，觀察顏色變化。

研究(二)之結果⇒ 1. 顏色變化請參考附圖六。(pH=12.0 略帶粉紅色，pH=13.0 呈褐色，pH=12.0 為深褐色，其餘呈色反應並不明顯，意即試紙的呈色反應僅限於局部的 pH 值，應用價值似乎不大)

2. 直接以檳榔酸萃取液作為指示液，再試一次(與不同 pH 值之水溶液以 1：1 的容積比混合，其呈色結果請參見附圖七至九，結果與試紙雷同)

**研究(三)**: 探究花生米會影響檳榔吐汁顏色的原因

**【問題】**嚼檳榔時配上數顆花生，吐汁的顏色為何較不紅？

**【實驗】**花生的成分以蛋白質、脂質居多，故分別以定量的蛋白、大豆沙拉油加入檳榔仁肉及白灰的研磨液中，觀察其個別的顏色變化，並以廣用試紙(油性物質不適合使用 pH meter 檢測) 測試其 pH 值的範圍。 下表「√」代表「有添加」

結果⇒

編號	添加成分	實驗組		對照組
		A	B	
1	檳榔仁肉研磨液 5 滴	√	√	√
2	白灰一小匙	√	√	√
3	唾液 5c.c.	√	√	√
4	大豆沙拉油 5c.c.	√		
5	蛋白 5c.c.		√	
6	水 5c.c.			√
混合	紅色反應 見附圖十	最深	最淺	中等
結果	PH 值	無法判斷	7-8	8-9

\* 依實驗組 A 之結果推測：花生讓檳榔吐汁較不紅的原因，很可能與其富含蛋白質有關。

**研究(三)之結果：蛋白質具有緩衝酸鹼性的作用。**

**研究(四)**: 測試市售白灰對細胞的影響

**【說明】**基於愛護動物的立場，本研究並不以一般的實驗動物作為研究的對象。

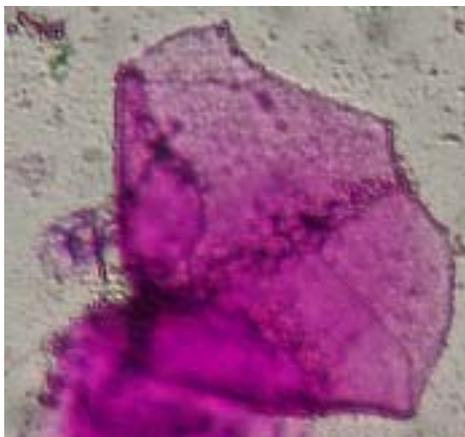
在「實驗 1」中，以脫落的口腔黏膜細胞作為研究對象，進行以下實驗：

在「實驗 2」中，選用新鮮雞蛋(卵黃即為一肉眼可觀察的細胞)

**【實驗 1】**以無菌的棉花棒刮取口腔黏膜，塗抹在兩片乾燥的載玻片 A、B 上，風乾。分別以結晶紫染劑染色，20 秒後一起以水沖淨，A 靜置(對照用) 一蓋玻片上均勻塗抹市售白灰，並覆於 B 上，靜置 10 分鐘(約同於一般嚼食檳榔的時間)，取下蓋玻片，以顯微鏡觀察。

結果⇒ **載玻片 A** 無白灰

**載玻片 B** 有白灰(細胞膜疑似破裂)



每一小格代表 1 μm

因口腔黏膜細胞之細胞膜有否破裂，不易觀察亦不容易斷定，因此進行下列實驗：

**【實驗 2】**

- 對照組 在燒杯 A1 A3 中，各放入一顆新鮮的生蛋黃並覆以保鮮膜
- 實驗組 B1 B3：事先在各燒杯內壁抹上適量的市售白灰，其餘做法仿照 A1 A3
- B11 B13：做法仿照 B1 B3，但抹在燒杯內壁的白灰量為適量的 10 倍
- B21 B23：做法仿照 B1 B3，但抹在燒杯內壁的白灰量為適量的 20 倍

觀察紀錄： 表示細胞膜完好、x表示細胞膜破裂

時間 \ 樣品	A			B									
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	B11	B12	B13	B21	B22	B23	
第 2 小時										x	x	x	x
第 4 小時		x					x	x	x	x	x	x	x
第 24 小時		x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
第 48 小時	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

結果→1. 實驗結果顯示，白灰添加的愈多，細胞膜破裂的速度愈快！

2. 第 48 小時後，觀察同樣破裂的細胞，發現細胞膜雖破裂，但卵黃的狀態其實存在著差異，其流動性隨白灰添加量的增加而降低；意即，白灰添加的愈多，造成的變性效果就愈顯著。

3. 將白灰與生蛋白混合，會使生蛋白好像煮熟的蛋花湯一樣，發生蛋白質變性！

研究四的結果：市售白灰對細胞膜具有破壞性，且具有促使蛋白質變性的作用。

**研究（五）**：了解高粱酒在檳榔塊中所扮演的角色

**【問題 1】**市售白灰浸泡高粱酒的目的，據說是讓白灰變得較不破嘴？

**【實驗 1】**在 C1 C3 燒杯中，分別倒入 10、15、20c.c.的高粱酒，再仿照 A1 A3 做法，於各燒杯內放入一顆新鮮的蛋黃、覆以保鮮膜。

結果→這 3 顆生蛋黃一置入高粱酒中，浸泡到高粱的地方，像是立刻被煮熟了一樣，細胞膜變成白色薄膜。見附圖十一

**【問題 2】**包檳榔、塗抹白灰時，若翻攪市售白灰（浸泡在高粱中）動作大，則包出來的檳榔塊將十分利嘴；反之，則較不會破嘴？

**【實驗 2】**

- 實驗組：用力翻攪市售白灰，隨即在 D1 D3 燒杯中，分別塗上與 B1、B11、B21 等量之白灰，並立刻置入新鮮蛋黃、覆以保鮮膜。
- 對照組：B1、B11、B21（以靜置的市售白灰小心塗抹在燒杯中，立刻置入新鮮蛋黃、覆以保鮮膜）。

研究（五）之結果：1. 在第 2 個鐘頭後觀察，發現 D1 D3 的細胞膜全部破裂，而對照組 B1、B11、B21 僅 B21 的細胞膜輕微破裂。

2. 經由上述兩個實驗可看出，高粱酒的確可以促使細胞膜變性，進而使細胞膜不容易破裂，此作用似乎可以解釋高粱酒在包葉檳榔塊中的角色：可以緩和及白灰對口腔黏膜所造成的破壞。

## 五、討論

- (一) 檳榔塊的嚼食方式很多，為了符合消費者不同口味的需求，添加物也不一。但基本的配料不離石灰（白灰或紅灰，主要成分見參考資料 6）、荖葉（或荖花、荖藤）二者。在研究一中，我們證實了配料中不可或缺的白灰，其強鹼的特性是促使顏色變化的主因。
- (二) 在研究三中，蛋白質緩衝了酸鹼性；這與健教課本裡提到「當食入腐蝕性物質（例如鹽酸）時，可以提供傷患生蛋白」的說法，具有異曲同工之妙。
- (三) 在檳榔嚼食者的口述經驗裡：「白灰很利（閩南語），是活灰，必須用高粱酒把它壓死，變成死灰，才不會吃了馬上破嘴！」在研究四與研究五中，對細胞膜的觀察，的確可以證明這句話的真實性。

## 六、結論與建議

- (一) 環境的酸鹼程度，可能會影響化學反應的表現。
- (二) 「檳榔酸鹼指示劑」僅在強鹼中呈現明顯的顏色梯度變化，應用價值並不高。
- (三) 白灰添加在檳榔子中雖然可以改善檳榔子之酸澀味，但其所含的強鹼性（ $\text{pH}=12.6$ ），除了會製造「紅唇」，觀瞻不雅之外，更對口腔黏膜組織造成直接的傷害，進一步地，也會使細胞內蛋白質的成分變性，甚至促使檳榔中的毒性成分釋放出來，對口腔黏膜造成更大的傷害（參考資料 4 首頁）。至於高粱酒的添加，雖然可以暫時緩和石灰對口腔黏膜的破壞性，但依舊會造成細胞膜的不正常及細胞內蛋白質的變性。
- (四) 建議檳榔成癮者可以邊嚼邊吃花生或者其它富含蛋白質的食物，甚至將來可以研發出不影響檳榔口感的蛋白製品，讓紅唇族可以不再紅唇，更可以維護環境衛生。
- (五) 在參訪檳榔相關業者時，曾詢問其必備添加物--「白灰」的來源，但業者均無法確定其真正產地，這樣的事實，不禁讓我們為不知情的消費者捏一把冷汗！因為如果說石灰的來源不明、純度不一，代表市售的石灰也許會含有重金屬，譬如砷（參考資料 5），那可就危險啦！

## 七、參考資料

1. 參訪檳榔相關業者
2. 郭華仁 台大農藝學系種子研究室全球資訊網 <http://seed.agron.ntu.edu.tw>  
資料擷取日期 2002.5.26
3. 蘇夢淮等。塔山自然實驗室 <http://tnl.org.tw> 資料擷取日期 2002.2.16
4. 台北市政府衛生局 <http://www.health.gov.tw/nut&ca.htm#nut5> 資料擷取日期 2002.2.16
5. 台北市立忠孝醫院 <http://www.tmcsh.gov.tw/betnut.htm> 資料擷取日期 2002.2.16
6. <http://163.23.158.201/sun/html/Binlan/make.htm> 資料擷取日期 2002.7.2
7. 相關教材來源：國中生物課本下冊：「蛋的觀察」實驗  
國中健康教育課本上冊：「菸、酒和檳榔」單元  
國中健康教育課本下冊：「中毒的急救」單元  
國中理化第二冊第七章：物質的變化



附圖一



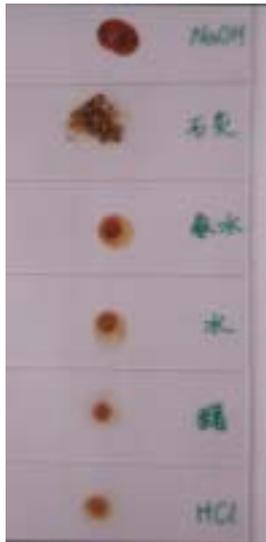
附圖二



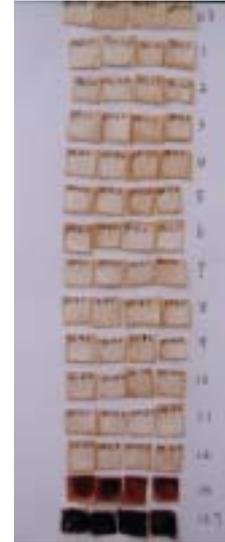
附圖三



附圖四



附圖五



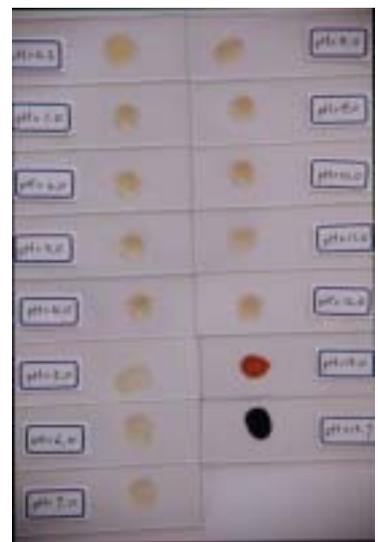
附圖六



附圖七



附圖八



附圖九



A 實驗組 B 對照組  
附圖十



蛋黃分別浸泡在 5c.c.、10c.c.、15c.c. 的高粱酒中  
附圖十一