

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

080818

化腐朽為「能源」～植物生質能之初探

學校名稱： 臺東縣太麻里鄉大王國民小學

作者： 小五 陳嘉珮 小五 毛觀宇 小五 詹立琦 小五 宋易真	指導老師： 蘇純慧 陳解語
---	---------------------

關鍵詞：生質能、能源

## 摘要

從媒體報導上獲取的經驗知道生質能是未來能取代水、電、燃料的明日之星，從巴西成功的酒精汽油經驗喚起我們對生活中植物廢棄物的重視。我們挑選了甘蔗渣、芋頭、芋頭莖、檳榔、椰子、稻稈、玉米、鳳梨、舊報紙等九種人們廢棄不用卻可能蘊含纖維素的素材做實驗，檢驗它們與酸作用後生成葡萄糖的呈色現象；接著挑選其中的素材進行各種變因的探討，如溫度、鹽酸濃度、素材接觸面積、時間等因素，藉本氏液的檢驗以找出哪些適合的條件能讓葡萄糖現出「原形」。接下來是藉白麴之力讓葡萄糖發酵成醇類，我們先以葡萄糖水溶液作測試，記錄每天的變化情形，再選用甘蔗溶液進行加酸分解、發酵，對照與葡萄糖溶液的相同或不同的地方。最後用市面上釀水果酒的素材鳳梨、椰子水進行發酵，並做詳細記錄與觀察，雖然沒能製成美味可口的水果酒，但我們從其中了解生質能的可貴，也作為下一次研究成功的動力。

## 壹、研究動機

最近常聽到新聞、報紙報導汽油、瓦斯及燃料油需調漲的消息，引起大家人心惶惶！然而新聞中也介紹巴西這個國家利用甘蔗發製造出酒精，添加入汽油中輔助燃燒，不僅減少汽油的使用量，對於空氣汙染也有一定的幫助。自然老師說透過鹽酸可以把蔗渣裡的纖維素變成葡萄糖，再透過酵母菌就可以發酵成酒精...。這個話題令我感到無比的興趣，看起來毫無用處的甘蔗(渣)，怎麼會和酒精產生聯結？如果可行的話，除了蔗渣外，村莊裡種植的檳榔、椰子、稻稈是不是也有同樣效果呢？此外，市面上賣的水果酒又是怎麼回事呢？一連串的問題讓我決定和幾個同學一起鑽研這個神秘又有趣的領域。

## 貳、研究目的

- 一、調查具有高纖維素的植物，選定研究素材。
- 二、酸對不同的素材轉化為葡萄糖的能力如何？
- 三、不同的素材是否能轉化成酒精？

## 參、研究設備及器材

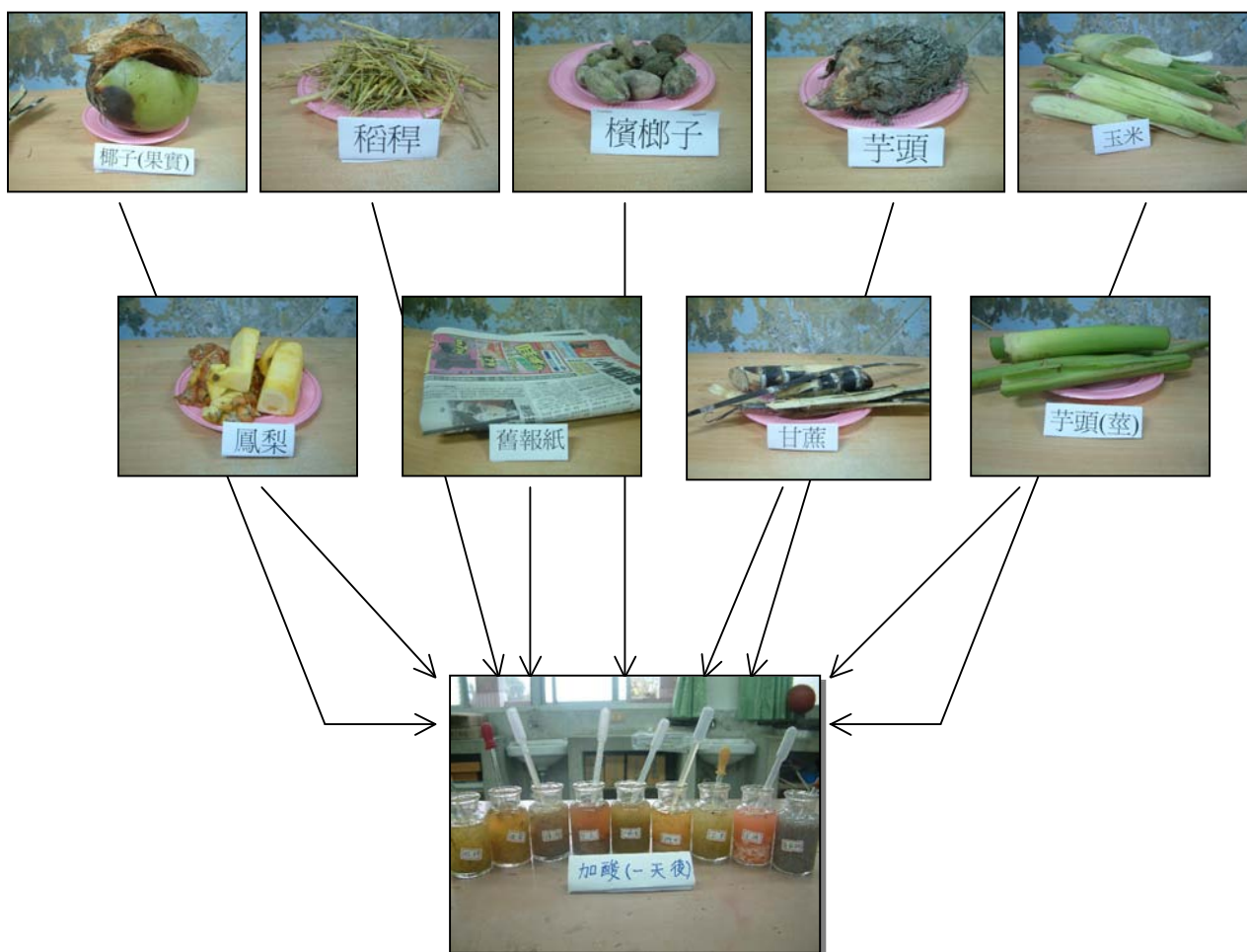
- 一、研究素材：甘蔗渣、稻稈、芋頭、鳳梨、椰子、舊報紙、白麴(殼)
- 二、實驗器材：溫度計、酒精燈、三角架、抹布、保鮮膜、瓦斯爐、微波爐、果汁機、燒杯、量筒、標籤紙、冰塊、玻棒、石蕊試紙、冷凝管
- 三、實驗藥品：鹽酸、氫氧化鈉、酒精、葡萄糖、本氏液、BTB 指示劑

## 肆、研究過程或方法

**問題一**：調查具有纖維素的素材，確定研究的題材。

纖維素在植物體內占了很大的比例，人類攝食植物後，在體內分解植物的纖維素變成細小而有用的醣類供給身體營養，有趣的是植物體內經濟價值不高的部分，人類往往會隨意丟棄，造成不少資源的浪費，甚至環境的問題。因此我們從環境中思考並挑選九種常見的植物素材，探討它們是否真的能化腐朽為能源，延續它的生命價值。介紹如下：

- (一) 稻稈：報導說廢棄的稻稈有可能製成酒精，不僅解決了廢棄物問題，更是典型的再生能源的應用，因此研究小組利用收成的乾燥稻稈進行實驗。
- (二) 甘蔗渣：一般人往往吃了甘蔗汁液後，把沒有用處的甘蔗渣及外皮隨意丟棄，真的沒有用處嗎？
- (三) 椰子：椰子(殼)具有豐富的纖維素，然而廢棄的椰子殼堅硬無比，希望實驗會有意想不到的效果。
- (四) 玉米：本研究指的「玉米」是取其玉米果實外層的苞葉部分，因為也是廢棄不用，不知效果如何？
- (五) 舊報紙：看完即丟的舊報紙，取自植物的莖幹，若不善加利用真的很可惜！
- (六) 芋頭：春天是芋頭收成的日子，本研究是取其可食用的塊狀根。
- (七) 芋頭莖：我們把芋頭莖縱向撕開會有一絲絲黏黏的液體，常常在芋頭收成時淪為田裡的堆肥。
- (八) 鳳梨：鳳梨也含有纖維素，也聽過長輩說吃鳳梨時裡面的纖維會「割傷」嘴，引起我們很大興趣。
- (九) 檳榔子：5、6月有到檳榔採收的日子，然而去年老熟掉下的果實，灰灰的、一絲絲的，不知效果如何？



\*九種素材加鹽酸備用

**問題二**：加本氏液真的會讓葡萄糖「現形」嗎？

在實驗之前老師曾讓我們查網路資料發現當葡萄糖水溶液加入一定量的本氏液一起加熱後，原本澄清的水溶液突然間好像風雲變色，顏色由藍色轉淡綠色、綠色、淡黃色、黃色，最後甚至變成橘色，這和我們自然課學過的酸和鹼的檢驗很像，老師說本氏液可以讓葡萄糖現出「原形」，真的嗎？我們開始一連串的實驗。

(一)實驗器材：稻稈、甘蔗渣、椰子、玉米、舊報紙、芋頭、芋頭莖、鳳梨、檳榔子、果汁機、鹽酸(10%)、本氏液、玻璃杯、滴管、試管、微波爐、石蕊試紙

(二)實驗步驟及過程：

- 1.選取上面的 9 種素材，利用果汁機打碎後，分別取 200 毫升水溶液(含渣)裝入玻璃杯。
- 2.用滴管分別吸取 5c.c.的水溶液放進試管後，加入 5c.c.(濃度 10%)的鹽酸，放在微波爐內加熱 5 分鐘。
- 3.將各種素材分別滴入 10 滴的本氏液，加熱 5 分鐘並觀察顏色的變化。

(三)實驗結果：

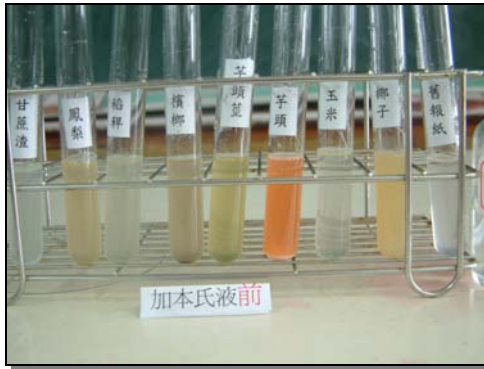
- 1.將本氏液滴入各杯後顏色都產生變化，其中甘蔗、玉米和舊報紙呈現淡藍色，似乎沒能讓葡萄糖現形。
- 2.研究發現將鹽酸滴入「芋頭」水溶液時，水溶液的顏色馬上變成淡紅色，然而「芋頭莖」卻無此反應。
- 4.在觀察本氏液滴進鳳梨溶液裡時發現出現許多氣泡，拿石蕊試紙檢查呈現酸性反應，其它溶液也有類似的現象。

(四)反省與檢討：

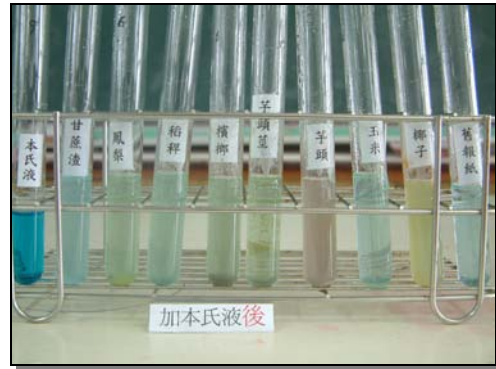
- 1.原本預期稻稈的實驗結果會有漂亮的「黃色」變化，但是卻沒有很好的效果，我們推測可能是時間不夠長、果汁機沒有將它絞碎有關。
- 2.對於本氏液加入溶液產生氣泡的現象，我們想到課本所學的中和反應，試著用氫氧化鈉來進行酸鹼中和，希望中和部分的酸能有好的呈色效果。

表一 本氏液對不同的素材反應後顏色的變化

素材 實驗 變化	稻稈	鳳梨	檳榔子	甘蔗	芋頭	芋頭莖	椰子	玉米	舊報紙
加入本氏液前	微黃色	黃色	淡黃色	淡黃色	紅色	黃色	黃色	淡黃色	透明
加入本氏液後	淡綠色	淡綠色	淡綠色	淡藍色	淡紅色	淡綠色	綠色	淡藍色	淡藍色
									



※加本氏液前的呈色



※加本氏液後的呈色

**問題三**：把多餘的酸「揪」出來。

(一)實驗器材：稻稈、甘蔗渣、椰子、玉米、舊報紙、芋頭、芋頭莖、鳳梨、檳榔子、果汁機、鹽酸(10%)、氫氧化鈉溶液(10%)、本氏液、玻璃杯、滴管、試管、微波爐、瓦斯爐

(二)實驗步驟及過程：

- 1.同上面的實驗步驟，加入鹽酸 6 滴後，放進微波爐內加熱 5 分鐘。
- 2.加入氫氧化鈉 6 滴進行酸鹼中和，將多餘的酸中和。
- 3.將各種素材分別滴入 10 滴的本氏液，以瓦斯爐加熱 5 分鐘並觀察顏色的變化。

(三) 實驗結果：




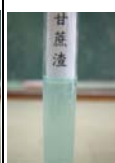

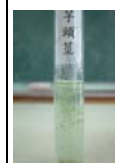


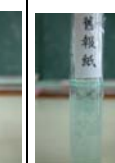

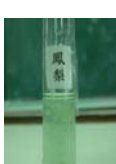

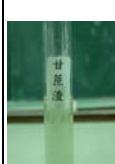

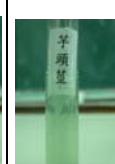
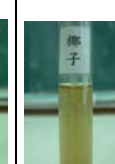
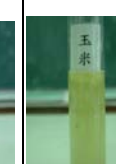
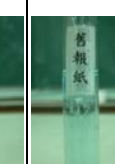
- 1.實驗結果與前面的實驗(未中和)作比較時(表二)，發現各種素材的顏色多有明顯變化，唯獨舊報紙仍是淡藍色，其中椰子與玉米的呈色已呈現黃色，顯示葡萄糖已生成不少。
- 2.為驗證氫氧化鈉溶液是否會干擾實驗、影響顏色變化，另外以甘蔗溶液加氫氧化鈉溶液來做本氏液的測試，結果呈現「淡藍色」，所以加氫氧化鈉溶液並不會影響葡萄糖的呈色。

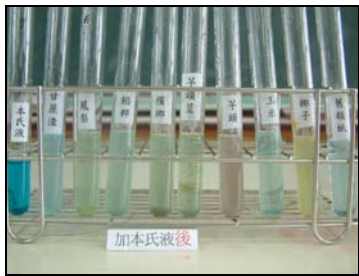
(四)反省與檢討：

- 1.由實驗中純粹滴入氫氧化鈉溶液來檢驗是否呈色有影響，我們發現加入本氏液後只會讓本氏液的顏色變淡，並沒有影響呈色的反應，因此我們往後的實驗都滴入與鹽酸同濃度、同滴數的氫氧化鈉溶液來進行實驗，看看是否效果一樣！
- 2.為了進一步了解不同的變因是否會影響呈色的反應，我們挑選了呈色效果較好的「甘蔗」、「玉米」及「椰子」進行下一步的實驗。

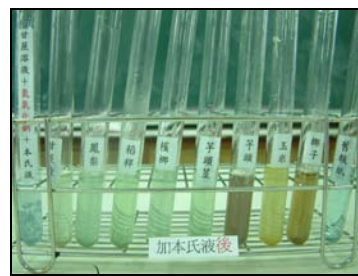


表二 本氏液對「是否加鹼中和」反應後顏色變化的比較

素材 實驗 變化	稻稈	鳳梨	檳榔子	甘蔗	芋頭	芋頭莖	椰子	玉米	舊報紙
未加鹼 中和	淡綠色	淡綠色	淡綠色	淡藍色	淡紅色	淡綠色	黃色	淡藍色	淡藍色
									
加鹼 中和	綠色	綠色	綠色	綠色	灰色	綠色	深黃色	黃色	淡藍色
									



※未加鹼中和前的呈色



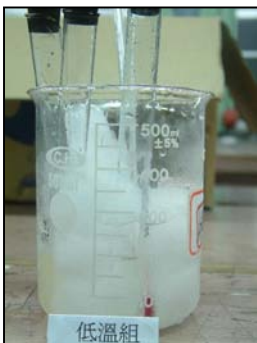
※加鹼中和後的呈色

問題四：「溫度」的高低會影響嗎？

(一) 實驗器材：甘蔗渣、芋頭莖、鳳梨、鹽酸(10%)、本氏液、玻璃杯、滴管、瓦斯爐、冰塊、試管、微波爐

(二) 實驗步驟及過程：

1. 選取甘蔗、芋頭莖、鳳梨三種素材分成三組，各取 5c.c. 於試管並滴入 6 滴鹽酸依序分成低溫組(0~10°C)置於冰水中、室溫組(20~30°C)置於室內及高溫組(80~90°C)瓦斯爐等三組。
2. 在不同的溫度環境下放置 1 小時。
3. 三組分別滴入氫氧化鈉溶液(10%)各 6 滴來進行中和反應。
4. 滴入 10 滴的本氏液，並以瓦斯爐加熱 5 分鐘，看看最後顏色的變化。



\* 低溫組溫度控制



\* 室溫組溫度控制



\* 加熱裝置(瓦斯爐加熱 1 小時)


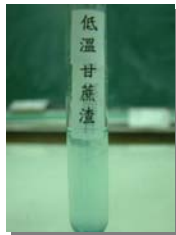
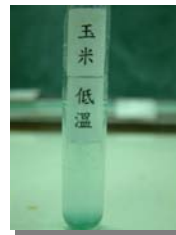



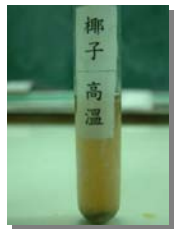
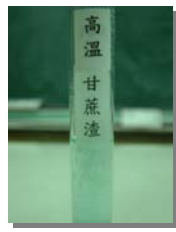

(三) 實驗結果：

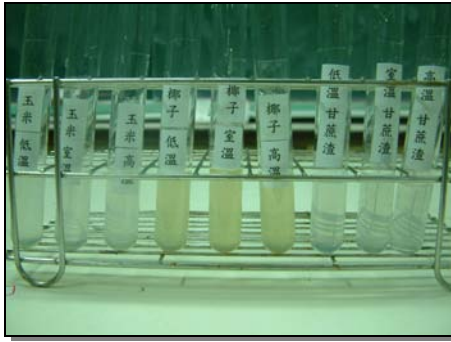
- 1.加本氏液前各組的顏色沒有什麼變化(如表三)，但是高溫組的椰子卻變為「橘色」這是很特別的現象。
- 2.溫度的高低對顏色的變化幾乎沒什麼影響，只有椰子組的變化最明顯，由淡黃色(原)→黃色(低溫、室溫)→深黃色(高溫)。

(四)反省與檢討：

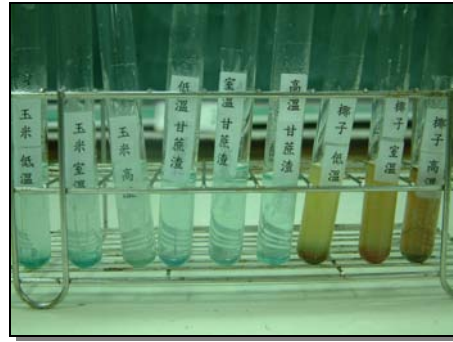
- 1.由於高溫組的加熱是用瓦斯爐 1 小時，呈色變化顯然輸給前面實驗所用的微波爐 5 分鐘，因此我們以後的加酸實驗改採用微波爐的加熱方式。
- 2.由於我們的實驗室設備沒有辦法將溫度固定，只能控制在 10°C 的範圍，可能也是影響實驗結果的原因吧！
- 3.經過和前面用微波爐的實驗做對照，微波爐似乎有魔力能在短時間內幫助鹽酸把葡萄糖現出原形，難怪便利商店都用微波爐來蒸煮食物，馬上就能香味撲鼻。

表三 本氏液對「不同溫度組」的顏色變化

素材 (原來顏色)	椰子	甘蔗	玉米
	淡黃色	透明	透明
不同溫度環境	黃色	淡藍色	淡綠色
			
低溫組(0~10°C)	深黃色	淡藍色	淡綠色
			
室溫組(20~30°C)	深黃色	淡藍色	淡綠色
			
高溫組(80~90°C)			



※加本氏液前的呈色



※加本氏液後的呈色

**問題五**：「鹽酸的濃度」會影響嗎？

(一) 實驗器材：甘蔗渣、芋頭莖、鳳梨、鹽酸(5%、10%、20%)、氫氧化鈉(5%、10%、20%)、本氏液、玻璃杯、滴管、試管、微波爐、瓦斯爐

(二) 實驗步驟及過程：

1. 選取甘蔗、芋頭莖、鳳梨三種素材各取 5c.c 裝於試管內。
2. 另外調製出 5%、10%、20% 的鹽酸，分別在三組素材中滴入 6 滴鹽酸，微波 5 分鐘後靜置。
3. 將原本滴入 5%、10%、20% 的鹽酸分別再滴入相同濃度的 5%、10%、20% 的氫氧化鈉 6 滴來中和多出的酸。
4. 三組分別滴入 10 滴的本氏液，加熱 5 分鐘後觀察顏色的變化。

(三) 實驗結果：



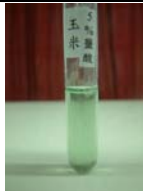
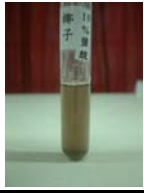

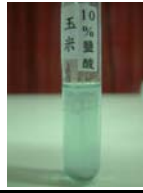
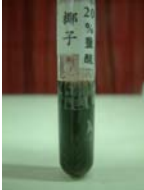
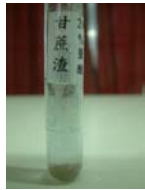
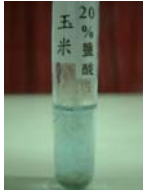
1. 實驗結果如表四，利用 5% 及 10% 鹽酸滴入的呈現綠色或黃色，以 10% 鹽酸組的效果最好，20% 鹽酸組的顏色分別呈現「黑褐色」、「淡藍色」效果不好，故在本實驗中並不是鹽酸濃度越高效果越好。
2. 椰子溶液加鹼中和時的反應很快，顏色從淡黃色變為深綠色，滴入本氏液後顏色又變淡為黃色或綠色，在 20% 鹽酸濃度時更呈現黑褐色的效果。

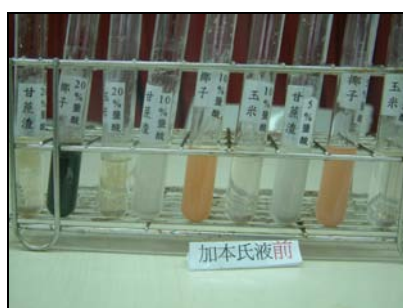
(四) 反省與檢討：

1. 因滴入 20% 的鹽酸需另外加入 20% 氫氧化鈉來中和，濃度較高，而且溶液會熱熱的，呈現的效果也不好，因此我們以下的實驗採用 10% 的鹽酸當作我們的鹽酸溶液。
2. 我們發現椰子水那組在滴入氫氧化鈉溶液時，顏色即已變成淡黃色(還沒加本氏液)，不知道是否與氫氧化鈉溶液作用的緣故？
3. 我們原本預測鹽酸的濃度越高，越快能將葡萄糖現出原形，想不到在 20% 鹽酸溶液時效果很差，不是反應太過激烈就是沒什麼反應，這是我們料想不到的，希望留到以後加以突破！

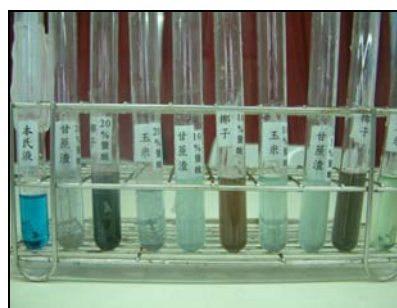


表四 本氏液對「不同鹽酸濃度」的顏色變化

素材 (原來顏色) 不同濃度環境	椰子	甘蔗	玉米
	淡黃色	半透明	半透明
5%鹽酸	綠色	淡綠色	綠色
			
10%鹽酸	黃色	淡綠色	綠色
			
20%鹽酸	黑褐色	淡藍色	淡藍色
			



※加本氏液前的呈色



※加本氏液後的呈色

問題六：「素材的接觸面積」會影響嗎？

(一) 實驗器材：稻稈、甘蔗、芋頭莖、果汁機、玻璃杯、試管、滴管、剪刀、鹽酸(10%)、氫氧化鈉(10%)、本氏液、微波爐、瓦斯爐

(二) 實驗步驟及過程：

1. 選取稻稈、甘蔗、芋頭莖三種素材各分成兩組(甲、乙組)，甲組的素材利用果汁機絞碎成泥狀，乙組則用剪刀切成長寬各約 1 公分的塊狀備用。
2. 各種素材分別取 15 克溶於 200 毫升的水，再加入 20c.c.(10%)的鹽酸，微波 5 分鐘。
3. 將 6 種素材靜置於教室一天。
4. 各組取 5c.c.溶液於試管，並滴入氫氧化鈉溶液(10%)各 6 滴來進行中和反應。
5. 加入 10 滴本氏液檢驗，加熱 5 分鐘並觀察最後顏色變化。

(三) 實驗結果：

- 1.我們發現塊狀的芋頭莖加酸靜置一天後溶液的顏色變為粉紅色，與碎狀芋頭莖的透明形成對比，其餘的塊、碎狀素材顏色差不多。
- 2.碎狀液的呈色效果優於塊狀液，其中芋頭莖液由淡黃色變為深黃色，甘蔗液由透明變綠色；稻稈液也由透明變為綠色。



\* 甲、乙兩組素材

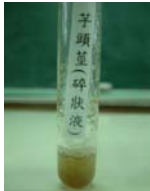
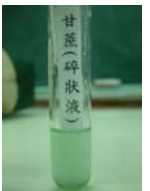
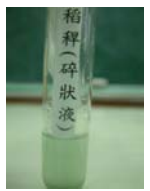

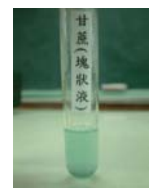
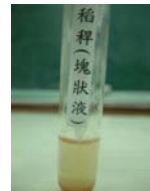


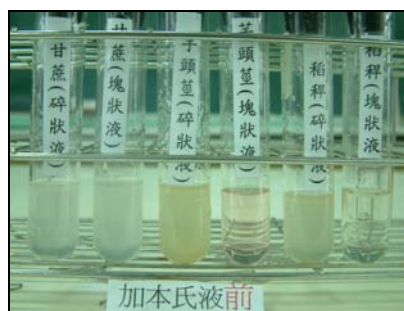
\* 加酸微波後靜置一天

(四) 反省與檢討：

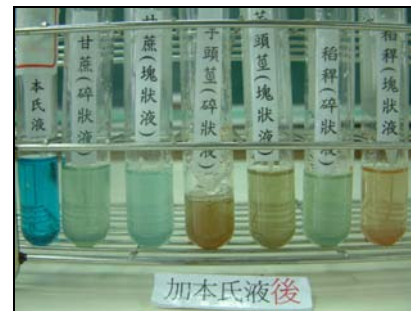
- 1.為了加快甲、乙兩組之間酸的反應，我們試著滴入鹽酸後一起放入微波爐裡微波 5 分鐘後再靜置一天，結果發現呈色效果不錯。
- 2.發現塊狀的芋頭莖溶液加酸後竟然會變成粉紅色，相反的絞碎的芋頭莖溶液反而還是原本的淡黃色，加本氏液後皆變成黃色，這種現象很有趣，值得另外探討。

表五 本氏液對「素材的形狀」所產生的顏色變化

組別 本氏液	甲組(碎狀)			乙組(塊狀)		
	芋頭莖	甘蔗	稻稈	芋頭莖	甘蔗	稻稈
未加 本氏液	淡黃色	透明	透明	粉紅色	透明	淡黃色
加 本氏液	深黃色	綠色	綠色	黃色	淡藍色	淡黃色
						



\* 加本氏液前的呈色



\* 加本氏液後的呈色

**問題七**：「時間越久」效果越好嗎？

(一) 實驗器材：玉米、芋頭莖、玻璃杯、試管、滴管、剪刀、鹽酸(10%)、氫氧化鈉(10%)、本氏液、瓦斯爐

(二) 實驗步驟及過程：

1. 選取玉米、芋頭莖兩種素材各五支取 5c.c.於試管，分別標上時間 3 分鐘、6 分鐘、9 分鐘、12 分鐘、15 分鐘，再加入 5c.c.(10%)的鹽酸備用。
2. 將 10 支試管放入微波爐，每隔 3 分鐘取出時間到的一組，再加熱 3 分鐘，一直取到 15 分鐘組結束為止。
3. 將每次取出的兩支試管滴上氫氧化鈉(10%)6 滴，混合均勻後加 10 滴本氏液檢驗，觀察不同時間顏色的變化。



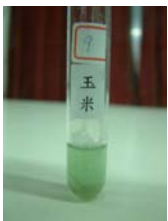
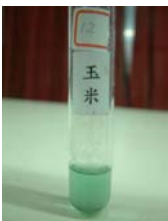
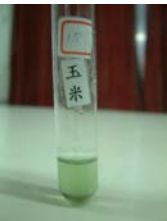
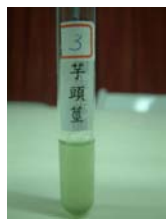

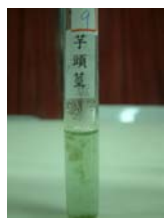

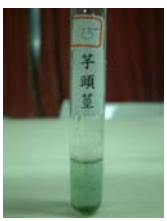
(三) 實驗結果：

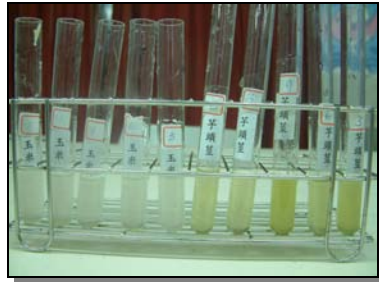
1. 微波時間越久(15 分鐘)，效果越好，玉米及芋頭莖都呈現深綠色。
2. 「12 分鐘組」及「15 分鐘組」的溶液會隨微波的時間越長而蒸發掉，因此在滴入本氏液時每滴一次即觀察顏色的變化，避免顏色被本氏液本身蓋掉。
3. 微波 3 分鐘的成效最差，幾乎是透明的顏色。

(四) 反省與檢討：

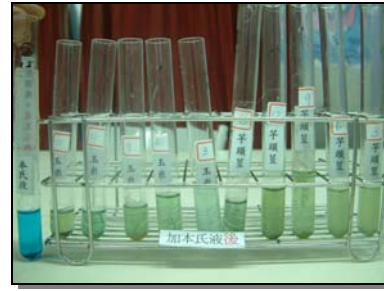
1. 我們只實驗到 15 分鐘的時間，發現大部分都能呈現綠色的反應，可見得有少量的葡萄糖透過微波爐「現出原形」，至於要進一步呈現黃色的變化，可能得再增加微波時間，但是因為玻璃杯已經太燙了，而且試管裡的 5c.c.溶液也因為高溫蒸發了不少，為了安全起見只好作罷！不過仍值得探討喔。

表六 本氏液對「不同的微波時間」的顏色變化

時間 素材	未加本氏液前 顏色	微波時間				
		3 分鐘	6 分鐘	9 分鐘	12 分鐘	15 分鐘
玉米	透明	淡綠色	淡綠色	綠色	綠色	深綠色
						
芋頭莖	黃綠色	綠色	綠色	綠色	深綠色	深綠色
						



※加本氏液前的呈色



※加本氏液後的呈色

**問題八**：真的可以變「酒精」嗎？

(一)實驗器材：葡萄糖、白麴(殼)、燒杯、保鮮膜、抹布、溫度計、冷凝管、瓦斯爐

(二)實驗步驟及過程：

- 1.取 20 克的葡萄糖加水製成 20%的葡萄糖水溶液 80 毫升。
- 2.投入釀酒用的「白麴(殼)」2 克讓水溶液發酵，上面覆蓋抹布，持續觀察它發酵的情形，一天過後再以保鮮膜取代抹布以觀察氣體膨脹及發酵情形。
- 3.每日記錄其變化，最後進行溶液的蒸餾(2 次)，提高酒精濃度，觀察是否變成酒精。

(三)實驗結果：

- 1.白麴在發酵的過程中產生許多氣泡，保鮮膜鼓起，而且有聽到一些氣泡聲音(表七)。
- 2.溶液一開始是澄清的，白麴多沉在底下，第 5 天起溶液混濁，白麴的上下移動情形越明顯，直到第 7 天起漸漸緩和，保鮮膜也消了不少，白麴也漸漸沉在水底。
- 3.第 14 天時打開保鮮膜，可以聞到輕微酒精的味道，證明葡萄糖溶液可以發酵成為酒精。



(四)反省與檢討：






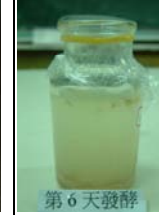








- 1.我們覺得白麴好像會跳舞的小精靈，時常看它在忙上忙下，靜止時又可以停在任一個角落，真是厲害！
- 2.還發現到當那天下雨或天氣較冷時，白麴的活動力好像不高，而且也較少聽到氣泡聲，可能氣溫真的會影響白麴的作用喔！



\* 蒸餾裝置



表七 利用葡萄糖溶液發酵的觀察歷程

時 不同 濃度	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天
	葡萄 糖溶 液	瓶口套上抹布，白麴大部分沉在水底，水溶液變混濁。	為方便觀察，以保鮮膜取代抹布，白麴有浮沉現象，部分浮在中間。	白麴沒有浮沉現象，大部分沉在水底，水透明，保鮮膜未鼓起。	白麴上下移動快速，保鮮膜鼓起，水透明，沒聲音。	白麴上下移動快速，保鮮膜鼓起，水混濁，沒聲音，小顆粒從底下上浮。	保鮮膜鼓起，大部分白麴沉在水底，溶液混濁少部分有上下漂浮，有聲音。
							
時 不同 濃度	第 8 天	第 9 天	第 10 天	第 11 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天
	葡萄 糖溶 液	液面浮了 2~3 片白麴，呈靜止狀態，溶液混濁，沒有聲音。	有少許白麴持續上浮或下沉，沒聽到聲音，少量的氣泡。	大部分白麴已沉下，發現小氣泡上升，保鮮膜鼓起，沒聲音。	保鮮膜鼓起，液面周圍有白色氣泡，混濁有氣泡聲，偶有白麴浮起。	保鮮膜微突起，液面一堆白色氣泡，有氣泡聲，溶液混濁。	保鮮膜鼓起，液面仍有很多氣泡，沒有氣泡聲，溶液混濁。
							

問題九：甘蔗渣可以變身為「酒精」嗎？

(一) 實驗器材：甘蔗渣(攪碎)、鹽酸(10%)、白麴(殼)、燒杯、保鮮膜、抹布、氫氧化鈉(10%)、微波爐、溫度計、冷凝管、瓦斯爐

(二) 實驗步驟及過程：

1. 取甘蔗渣 10 克溶於 200 毫升的水中，並加入 20 毫升的鹽酸，微波 5 分鐘，靜置一段時間。
2. 觀察的第 2 天起每天取 5c.c. 的水溶液，加鹼進行中和反應，並利用本氏液檢驗，確認其顏色的變化。
3. 若顏色反應呈現黃色或深黃色，則投入 2 克的白麴(殼)，讓它產生發酵。
4. 每日記錄其變化，最後進行溶液的蒸餾(2 次)，提高酒精濃度，觀察是否變成酒精。

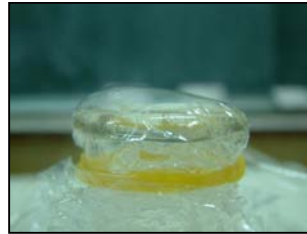


(三) 實驗結果：

- 1.甘蔗渣溶液在第 5 天時利用本氏液檢驗呈現深黃色，表示裡面的葡萄糖含量已有一定的含量，因此第 5 天起即進行白麴的發酵。
- 2.白麴的作用讓原本澄清的水溶液變成混濁，而且第 6 天保鮮膜即鼓起第 9 天消掉。
- 3.作用的方式很類似前面「葡萄糖發酵」的實驗，因時間關係，操作至 14 天時打開保鮮膜可亦可聞到淡淡的酒精味道，證明白麴確實發揮功效。



\* 液面充滿氣泡



\* 保鮮膜鼓起

(四) 反省與檢討：

- 1.利用甘蔗渣做發酵實驗是終極目標，我們發現甘蔗渣也有像葡萄糖溶液類似的發酵現象，雖然還不到一個月，白麴的反應好像已經失去活性，我們還是會繼續觀察，希望有更多的酒精能發酵出來。
- 2.老師告訴我們，當白麴已經用盡生命時發酵的過程就已完成，有趣的是有些天看得見白麴上下移動，有時又是靜止狀態。

表八 利用甘蔗溶液發酵的觀察歷程

	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天
外觀 顏色 變化	甘蔗渣溶液加入 20 毫升的鹽酸，進行觀察。	檢驗的顏色呈現淡綠色。	檢驗的顏色呈現淡綠色。	檢驗的顏色呈現透明。	檢驗的顏色呈現深黃色，進行中和，並投入白麴發酵，套上保鮮膜。	膜微鼓起，溶液混濁，看不見氣泡，大部分白麴沉在下層，沒聲音。	白麴一半浮在水中間，稍有上下浮動情形，透明，膜消下。
							
	第 8 天	第 9 天	第 10 天	第 11 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天
外觀 顏色 變化	保鮮膜鼓起，白麴半懸水中，大部分沉於水底，聽不見聲音。	保鮮膜縮回，白麴呈靜止狀態，溶液半混濁，沒有聲音。	保鮮膜稍有鼓起，可看見微小的氣泡上升，液面浮了一層白色物質，沒有聲音，透明。	保鮮膜更鼓，液面氣泡增加，發現少部分氣泡上升，有氣泡聲，溶液半透明，液面上有白麴。	保鮮膜鼓起更多，液面一層白色物及氣泡，液體混濁，偶有氣泡上升，不見聲音。	保鮮膜內陷，液面一層白色物質，白麴沉於水底，沒有氣泡聲。	保鮮膜已鼓起，液面的白色物質減少，沒有氣泡聲，溶液混濁。
							

**問題十**：探索水果酒的奧秘！

(一) 實驗器材：鳳梨、椰子水、抹布、白麴、燒杯、量筒、溫度計、冷凝管、瓦斯爐

(二) 實驗步驟及過程：

- 1.分別將椰子水、鳳梨切片成長寬約 1 公分的塊狀分別丟入燒杯內，加水至 300c.c.。
- 2.分別加入 2 克的白麴(殼)讓其發酵
- 3.第 1 天先蓋上抹布，待第 2 天開始以保鮮膜取代以觀察氣體膨脹的情形。
- 4.每日記錄其變化，最後進行溶液的蒸餾(2 次)，提高酒精濃度，觀察是否變成酒精。



\* 白麴浮在液面(椰子水)



\* 白麴反應劇烈(鳳梨水)



\* 倒入兩次蒸餾後的鳳梨酒精液



\* 點火燃燒，酒精濃度高

(三) 實驗結果：

- 1.每日的記錄如表九、表十，鳳梨溶液在第 2 天起產生大量氣體，保鮮膜明顯鼓起，第 5 天保鮮膜破裂，再換上新的保鮮膜；然而椰子水溶液則是反應平平，保鮮膜只是稍微鼓起，並未破裂。
- 2.作用的過程明顯比前面葡萄糖及甘蔗的實驗還快速，兩組皆可聽到氣泡聲。
- 3.第 14 天時打開兩組的保鮮膜也可以聞到酒精的味道，兼有一些鳳梨的味道(鳳梨)，至於椰子水則聞不太出來。

(四)反省與檢討：

- 1.這次能用水果來做水果酒真的很開心，雖然成效不是很好，但是從前面的實驗知道整個發酵過程，也是一種收穫。
- 2.鳳梨的實驗反應很激烈，同樣的情況在椰子水中卻沒有發生，這種奇特的現象其實可以進一步再研究。
- 3.在 14 天後，我們仍會持續觀察，並詳細的記錄其發酵情形，希望會有更好的結果。
- 4.第 15 天後鳳梨水溶液中的鳳梨已經下沉，開始進行酒精蒸餾的過程，經過兩次的蒸餾時間，鳳梨水溶液及椰子水溶液的酒精濃度提高，酒精味更濃，在抹布上沾溼水溶液後點火已可以燒起來，這結果令我們很興奮！

表九 鳳梨發酵觀察記錄表

時間	狀態				備註	時間	狀態				備註
	是否保鮮膜鼓起	是否有氣泡	白麴是否上下浮動	溶液是否混濁			是否保鮮膜鼓起	是否有氣泡	白麴是否上下浮動	溶液是否混濁	
第 1 天	否	否	否	否		第 8 天	是	是	否	是	
第 2 天	是	否	否	是		第 9 天	是	是	否	是	
第 3 天	是	是	是	是		第 10 天	否	是	否	是	
第 4 天	是	是	是	是		第 11 天	否	是	否	否	
第 5 天	否	否	否	是		第 12 天	否	是	否	否	
第 6 天	否	是	否	是		第 13 天	否	否	否	否	
第 7 天	否	否	否	否		第 14 天	否	否	否	是	

表十 椰子水發酵觀察記錄表

時間	狀態				備註	時間	狀態				備註
	保鮮膜是否鼓起	是否有氣泡	白麴是否上下浮動	溶液是否混濁			保鮮膜是否鼓起	是否有氣泡	白麴是否上下浮動	溶液是否混濁	
第 1 天	否	否	否	是		第 8 天	否	否	是	是	
第 2 天	否	是	否	是		第 9 天	否	是	否	是	
第 3 天	否	是	否	是		第 10 天	否	是	是	是	
第 4 天	是	是	是	是		第 11 天	否	是	是	是	
第 5 天	否	是	是	是		第 12 天	否	是	是	是	
第 6 天	否	是	是	是		第 13 天	否	否	否	是	
第 7 天	否	是	否	是		第 14 天	否	否	否	是	



## 伍、結論與建議

### 一、結論：

- 1.在鹽酸溶液(10%)與不同素材作用的過程中，過多的酸會影響本氏液的呈色反應，在滴入本氏液前加入同濃度的氫氧化鈉溶液(10%)會比較容易使葡萄糖現出原形。
- 2.本氏液對不同的素材做檢驗，在微波 5 分鐘的條件下呈色效果較好的是「甘蔗溶液」、「玉米溶液」及「椰子溶液」。
- 3.溫度的高低對顏色的變化影響不大，椰子組的變化最明顯，由原本淡黃色變為高溫組的深黃色，而且同樣的素材用瓦斯爐來加熱 1 小時，呈色變化不如微波爐 5 分鐘。
- 4.本研究中使用不同濃度鹽酸(5%、10%、20%)來與素材作用時，以 10%鹽酸組的效果最好，20%鹽酸組的反應反而不如 5%的鹽酸組。
- 5.在素材的接觸面積方面，將素材絞成碎狀時，呈色效果優於塊狀液，芋頭莖液由淡黃色變為深黃色，甘蔗液由透明變綠色；稻稈液也由透明變為綠色。
- 6.微波時間越久(15 分鐘)效果越好，玉米及芋頭莖都呈現深綠色，但缺點是溶液因蒸發而損失不少，影響實驗結果。
- 7.葡萄糖和甘蔗液的發酵是相當有趣的發酵過程，14 天的實驗已可聞到淡淡的酒精味；而水果酒的應用則驗證了前面實驗的發酵過程，反應速度較快、較劇烈。

### 二、研究建議：

- 1.從我們的研究中發現不只是甘蔗可以進行發酵，其它的素材只要條件控制很好，一樣可以作為能源的替代材料。
- 2.實驗室設備不能將溫度固定，只能控制在 10°C 的範圍，可能也是影響實驗結果的原因！若能進一步將溫度提高至 100°C 以上可能會有不錯的效果！
- 3.本研究因為安全的原因，微波加熱只到 15 分鐘(每 3 分鐘計算一次)，發現呈色效果還不錯，所以微波的時間是一個可以繼續探討的部分。
- 4.在發酵過程中我們不知道何時白麴已經作用完畢，只能觀察它在溶液裡的運動情形，應該可以控制它作用時適合溫度，應該會有更棒的效果。

## 陸、參考資料

1. 王莉民 (民 92)：喝自己釀的酒，INK 印刷出版有限公司。
2. 自然與生活科技一五下第二單元(民 95)：酸與鹼，南一書局。
3. 自然與生活科技一四上第六單元(民 90)：液體變色，牛頓開發教科書公司。
4. [http://myweb.hinet.net/home1/mghwine/new\\_page\\_8.htm](http://myweb.hinet.net/home1/mghwine/new_page_8.htm)
5. <http://tw.knowledge.yahoo.com/question/?qid=1005032900913>
6. <http://web.nlhs.tyc.edu.tw/~b307/images/c/GOOD%20ARTICLE/ALCOHOL.HTM>



# 附錄

利用不同的水果溶液進行發酵的觀察歷程

		第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天	第 5 天	第 6 天	第 7 天
外觀 顏色 變化	鳳梨	蓋上布,加入白麴時顏色灰白,鳳梨下沉	上層很多氣泡,鳳梨上浮,液體黃灰色。	氣泡更多積在水面,溶液混濁,保鮮膜鼓起,氣泡充滿鳳梨塊,微發聲	氣泡多,有聲音,保鮮膜突出更多。	液面的氣泡消失,溶液呈靜止狀態,保鮮膜凹陷,鳳梨上浮	液面少許氣泡,情況和昨天差不多。	保鮮膜內陷,沒有氣泡聲,液面有大量的白色物質,鳳梨上浮,溶液混濁
	椰子	蓋上布,加入白麴時顏色灰白	液體灰色,白麴集中於上層液面有許多大氣泡。	水面一層白麴,未見氣泡,溶液混濁,有氣泡聲未鼓起。	液面一個大液泡,有聲音,保鮮膜微突起。	液面有一個大液泡,有聲音,溶液混濁,保鮮膜不平的。	液面一個大液泡外還有兩個小液泡,保鮮膜不平的,有氣泡聲。	液面已沒有大液泡,有氣泡聲,溶液混濁,液面有一層白麴。
		第 8 天	第 9 天	第 10 天	第 11 天	第 12 天	第 13 天	第 14 天
外觀 顏色 變化	鳳梨	保鮮膜鼓起,今天氣溫高,液面白色物質減少,溶液混濁,沒有氣泡升降。	鳳梨變小,氣泡變小,緩合,但堆在上層沒有變化	泡沫減少,細縫間有不少氣泡,鳳梨上浮黃色,未聽到聲音。	氣泡減少,液面積了很多白麴,沒有聲音。	溶液漸澄清,保鮮膜平,液面有白麴的覆蓋物,氣泡夾在鳳梨間,鳳梨上浮。	液面的白麴不明顯了,但是狀態和昨天差不多,沒聽見氣泡聲。	液面累積很多白麴,不知是否已作用完畢,聽不見氣泡聲,也沒有浮沉現象
	椰子	液面一堆白麴,保鮮膜平的,溶液混濁,沒有氣泡聲。	大部分的白麴沉於水底,保鮮膜平的,有小的氣泡聲,溶液混濁	液面有一兩顆大氣泡,發現有細泡泡上浮,可明顯聽到氣泡聲音。	液面有一兩顆大氣泡,發現有細泡泡上浮,可明顯聽到氣泡聲音。	大部分的白麴沉於水底,保鮮膜平的,有小的氣泡聲,溶液混濁	液面見不到白麴,溶液呈死寂狀,沒有氣泡聲。	液面一個大液泡,沒有氣泡聲,溶液混濁,和昨天情形類似。

## 評 語

080818 化腐朽為「能源」~植物生質能之初探

本作品探討甘蔗渣、芋頭莖等九種植物纖維素，經加鹽酸溶液及加熱製程下，將之轉化成葡萄糖，並進一步藉白麴發酵成酒精，作為生質能之可能性。實驗項目相當多，記錄也很完整，若未來針對幾種植物纖維素，更深入探討生質能轉化效率及解決一些最關鍵的操作條件問題，將是一件優秀的作品。