

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 化學科

佳作

080202

小米酒進化論—初識生質酒精

學校名稱：嘉義縣阿里山鄉新美國民小學

作者： 小六 楊佳馨 小六 汪家陞 小六 石耀宗 小五 洋家豪	指導老師： 鐘嘉順 張麗芬
---	-----------------------------

關鍵詞：小米酒、蒸餾、生質酒精

小米酒進化論－初識生質酒精

摘要

因為合唱老師的一席話，我們對「生質酒精」產生興趣，加上生長在部落當中，對小米酒也很熟悉，激起我們以「午餐的白米」和「午餐的剩飯」為原料練習自製「生質酒精」的念頭。

在幾位長輩和老師的指導下，我們先學習「原住民小米酒」的釀造，再學習現代化的釀酒方法，經過一連串的練習與試驗，我們證實女生的唾液有助於小米酒的發酵，經過女生咀嚼過的小米酒，風味較佳酒精度較濃。

經過三度蒸餾之後，我們成功提煉出 83 度的高濃度酒精，而且這些自製的「生質酒精」燃燒效能和台糖酒精一樣好呢！

壹、研究動機

我們的合唱老師是一位留美的聲樂家，她經常巡迴各國演唱，有一次合唱老師告訴我們：在「巴西」這個國家很多汽車使用生質酒精當燃料，他們的酒精是用甘蔗釀酒提煉出來的，比較環保而且車子開過去還有甘蔗的味道好香喔。沒想到酒精也可以當汽車的燃料，真是不可思議。

老師還告訴我們，不只是甘蔗可以提煉生質酒精，很多植物只要經過適當的處理也可以提煉生質酒精。真的嗎？讓我們想到部落的大人們每次去割竹筍回來，剝掉筍殼再去掉較硬的筍頭以後，能賣錢的只剩一半，如果能把這些不要的農作廢棄物也變成「生質酒精」該多好，對綠色能源也將是一大貢獻。

其實我們對酒並不陌生，當部落有重要慶典或活動時，常常會釀製小米酒當做飲料，上母語課時也會教導小米酒的相關知識，但是因為我們還小，沒有親手做過，既然釀製小米酒是我們的傳統文化，我們決定親自動手做，看是否也可以提煉出我們自己的「生質酒精」。

貳、研究目的

- 一、學習原住民小米酒的釀製方法。
- 二、學習以「米、飯」為原料加酒酵母，進行基本的發酵與蒸餾。
- 三、嘗試以多次蒸餾法，提煉高濃度酒精。
- 四、測試自製酒精的燃燒效能。

參、研究設備及器材

材料	白米、米飯、酒酵母、台糖酒精。
設備	發酵桶、蒸餾桶、酒度計、溫度計、電子磅秤、強力果汁機、瓦斯爐、三腳架、陶網、量筒、燒杯、寶特瓶。

肆、文獻探討

首先我們從書本以及上網查詢相關資料，得到一些資訊：

- 一、常見的酒精有「食用酒精」、「藥用酒精」和「工業酒精」，食用酒精通常是穀類或水果發酵而成，成分是「乙醇」。藥用酒精是化學合成的，成分也是「乙醇」，通常用來消毒。工業酒精也是化學合成的，成分是「甲醇」，甲醇有毒，有人用工業酒精做假酒，喝了會喪命。

(資料來源：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1008090908433>)

- 二、酒精是一種無色透明，有特殊香味的液體，沸點大約為 78°C，燃點大約是 120°C。由於酒精的沸點和燃點較低，所以是容易揮發和燃燒的危險液體。

(資料來源：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105050204549>)

- 三、生質酒精也叫做生物乙醇，是利用植物發酵轉化所得到的酒精。生產生質酒精的原料通常用甘蔗、玉米、大麥、小麥、稻米，還有甜菜、甘藷等含澱粉的農作物。因為用農作物提煉生質酒精會影響食物的供應，所以最近幾年的發展是以非糧食作物或農作物的廢棄物為原料來生產酒精。

(資料來源：<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=10269&ctNode=40&mp=1>)

- 四、生質酒精可以代替汽油做汽車的燃料，巴西自 1970 年石油危機的時代，就開始進行一項以甘蔗為主要原料從事生質酒精研究的「巴西國家酒精計畫」。到了 1980 年中期，巴西已經有很多的汽車是以生質酒精作為燃料。現在巴西是全球發展生質酒精最先進的國家。

(資料來源：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1608111603365>)

- 五、在釀酒的過程，發酵得到的酒精濃度大約只有 15% 左右，想提高酒精濃度就需用蒸餾的技術了。因為酒精的沸點為 78.3°C，只要將發酵的酒加熱到這個溫度，酒精就會蒸發，冷卻後就是較高濃度的液體酒精。通常經過二次甚至多次蒸餾，便能取得更高濃度的酒精。

(資料來源：<http://www.hk007.com/archiver/tid-128236.html>)

伍、研究過程、方法與結果

一、學習傳統小米酒的發酵法。

在原住民部落以傳統方法釀製的米酒都俗稱為「小米酒」，因為以前是用小米釀酒，現在通常用糯米或白米（蓬萊米）來釀酒。釀小米酒的方法各家版本不同，共同的特點就是不加「酒酵母」，部落裡幾位叔叔、阿姨討論後教我們的方法如下：

（一）發酵方法：

- 1、原料 2 公斤白米，洗乾淨用水泡軟之後用杵臼打碎。（現在多數人用果汁機打，比較輕鬆省時）
- 2、打碎後的碎米，一半加 1.5 倍的水放入鍋中煮熟，過程中不斷攪拌，有硬塊或米糰要捏碎或放入口中嚼碎，煮熟後放涼。
（據說放入口中嚼碎的小米酒特別好喝，傳統釀小米酒的工作都由婦女擔任，幾位媽媽們會邊聊天、邊捏碎加上放入口中嚼碎。而且有禁忌，釀酒的婦女們不可以吃鳳梨、苦瓜等酸苦味的食物。）
- 3、煮熟後的米粥和另一半生米一起倒入發酵桶，攪拌均勻後密封。
- 4、發酵四天後，可拆封看看，如果沒有完全發酵再打 0.5 公斤生米加進去，發酵七天。
- 5、發酵後乳白色的酒就是俗稱的「小米酒」。

（二）發酵結果：

- 1、發酵七天後，酒液是乳白色，有一點酸味和酒味。
- 2、乳白色酒液無法測量酒精度，因為酒度計的刻度浮出液面。
- 3、蒸餾後得到透明的酒液，酒精度很低幾乎是 0 度。



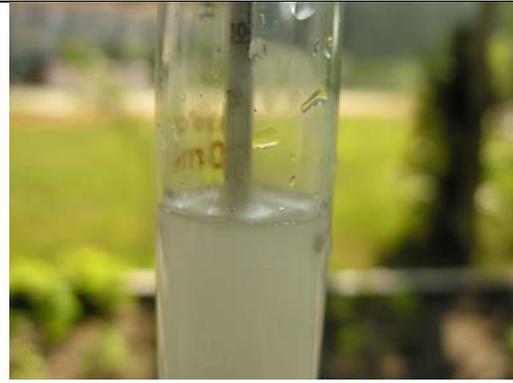
白米泡軟之後用杵臼打碎



一半放入鍋中煮熟



放入甕中發酵



發酵後的乳白色酒液測不出酒精度

二、女生的唾液有助於小米酒的發酵嗎？

假設：現在的人比較講求衛生，很多人不敢喝別人用嘴巴咀嚼製造出來的小米酒，因此我們假設，不需要經過咀嚼也可製造出來相同的小米酒。

(一) 實驗方法如下：

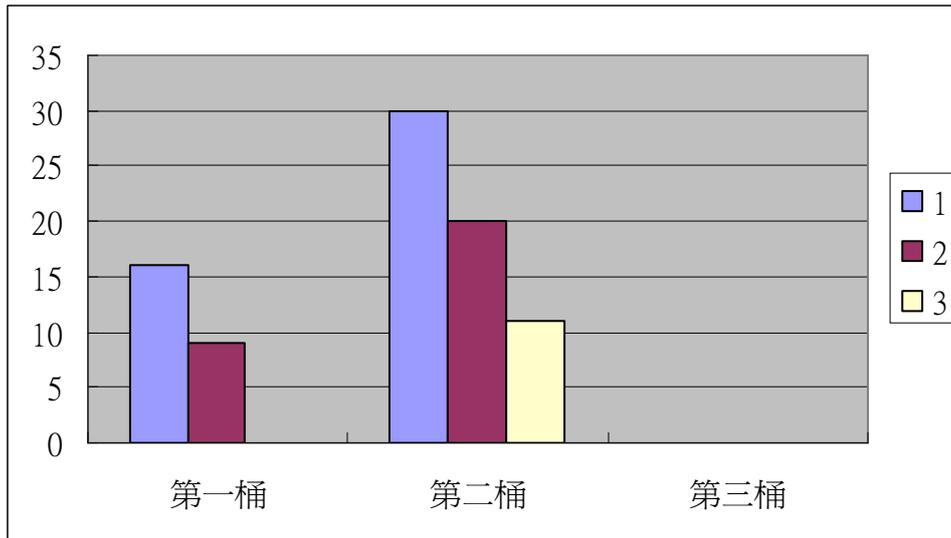
每一桶都以 2 公斤白米為原料，準備的過程與第一個研究相同。

	第一桶	第二桶	第三桶
硬塊的處理	用手捏碎	三個女同學嚼碎	三個男同學嚼碎
水量 (公升)	5	5	5
發酵時間 (天)	7	7	7

發酵七天之後先測量小米酒的酒度再進行蒸餾，蒸餾出來的酒精，以 600 cc 寶特瓶裝瓶，計算酒精的產量並分別測量酒精度。

(二) 實驗結果：

		第一桶	第二桶	第三桶
硬塊的處理方法		用手捏碎	三個女同學咀嚼	三個男同學咀嚼
味道		有一點酒味 也有酸味	有一點酒味 也有甜味	有濃濃的酸味
蒸餾前之酒度		無法測量	無法測量	無法測量
蒸餾後 之酒度 (度)	第 1 瓶	16	30	0
	第 2 瓶	9	20	—
	第 3 瓶	—	11	—



圖一：男女生咀嚼結果比較圖

(三) 討論：

- 1、考量實驗的標準化，三組在某日下午四點同時進行，六位參與嚼碎工作的男女同學，都先漱口潔牙。
- 2、爲了便於觀察，從本次開始都改用透明塑膠桶作爲發酵桶。
- 3、發酵之後初步的觀察，由「男同學咀嚼」的小米酒，聞起來只有濃濃的酸味沒有酒味；「用手捏碎」的小米酒，有酒味也有酸味；而「女同學咀嚼」的小米酒，有酒味也有甜味，感覺比較好，難怪自古以來都由婦女擔任釀酒的工作，而且還說用嘴巴嚼過的特別好喝。
- 4、蒸餾的結果，由「女同學咀嚼」的小米酒，產出三瓶酒精，酒精度最高有 30 度；「用手捏碎」的小米酒，產出二瓶酒精，酒精度最高是 16 度；「男同學咀嚼」的小米酒，蒸餾後測不到酒度，是發酵失敗的小米酒。證實傳統小米酒的釀造過程女生的唾液有助於小米酒的發酵。



這一桶只要手捏碎，沒有唾液。



奇怪！女生咀嚼的小米酒有甜味。

三、學習現代化米酒的發酵方法。

同樣以 2 公斤白米為原料，參考酒酵母使用說明及長輩的指導，將發酵方法確定如下。

(一) 發酵方法：

- 1、以白米 2 公斤為原料，洗淨浸水泡軟。
- 2、取 16 公克（原料的 0.8%）酒酵母，以大約 30°C 的溫水浸泡 20 分鐘，活化酵母菌。
- 3、將泡軟後的白米+活化後的酵母菌+5 公升清水（原料的 2.5 倍），倒入發酵桶攪拌均勻後密封。
- 4、發酵 7 天後，過濾蒸餾就可得到自製的米酒。

(二) 實驗結果：

- 1、發酵 7 天後，酒液是淡白色，聞起來有較濃的酒味。
- 2、經測量淡白色酒液的酒精度 10 度。
- 3、蒸餾後得到透明的酒精，剛開始流出來的酒精，酒精度達 50 度，慢慢遞減，最後低於 10 度的酒液會殘留在蒸餾桶內，這些酒液呈淡黃色，有一股嗆鼻的酸味。

(三) 討論：

- 1、在蒸餾過程，我們嘗試了幾種方法都失敗，直到孫淑叔借我們蒸餾桶以後才成功。
- 2、加酒酵母的現代化釀酒法讓我們產出高達 50 度的酒精，比「經過女生咀嚼」得到的 30 度酒精更高。加酒酵母的方法比較簡單，又可以得到濃度較高的酒精，因此我們決定採用現代化釀酒法進行後續實驗。
- 3、依據「酒酵母使用說明」，發酵時間約 10~14 天，為配合小米酒的方法，本次實驗減為 7 天。雖然 7 天也可以發酵成功，但是參考第 42 屆科展「自己做米酒」的研究資料，本研究的後續實驗發酵天數都以 14 天作為標準。



活化酵母菌



白米、酵母菌、清水 倒入發酵桶



攪拌均勻



發酵的情形

四、以「熟飯」為原料，可否得到較多的酒精？

假設：「熟飯」已經多了一道炊煮的程序，質地較鬆軟，放在室溫也容易餿掉，可能比較容易發酵，可以得到較多的酒精。

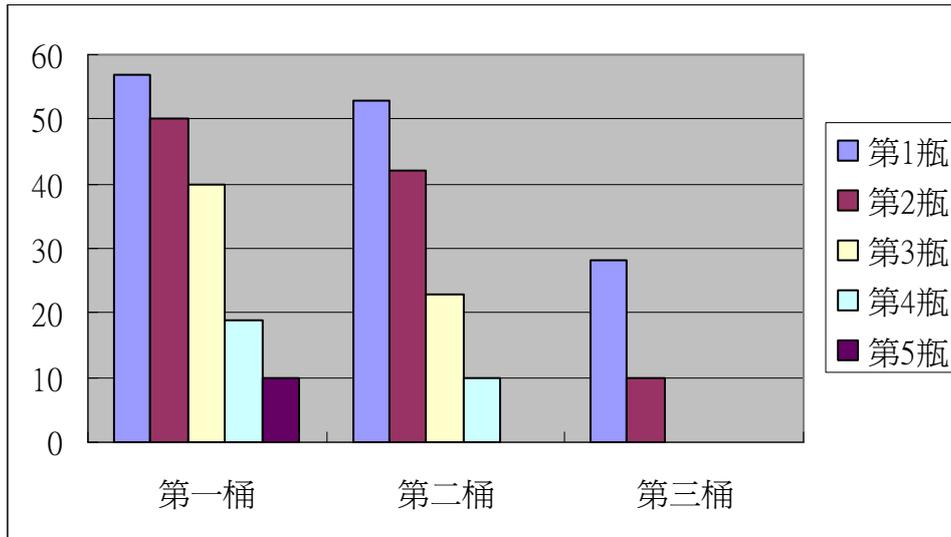
(一) 實驗方法：如下表

	第一桶	第二桶	第三桶
原料	米 2 公斤	米 1 公斤 + 飯 1 公斤	飯 2 公斤
酒酵母 (公克)	16	16	16
水量 (公升)	5	5	5
發酵時間 (天)	14	14	14

蒸餾出來的酒精，以 600 cc 寶特瓶裝瓶，計算酒精的產量並分別測量酒精度。

(二) 實驗結果：如下表

		第一桶	第二桶	第三桶
原料		米 2 公斤	米 1 公斤 + 飯 1 公斤	飯 2 公斤
酒 精 (度)	第 1 瓶	57	53	28
	第 2 瓶	50	42	10
	第 3 瓶	40	23	—
	第 4 瓶	19	10	—
	第 5 瓶	10	—	—



圖二：生米與熟飯比較圖

(三) 討論：

- 1、原本看到學校午餐每天都有一點剩飯，覺得很可惜所以我們將剩飯蒐集起來進行實驗。
- 2、在本實驗中，以「生米」為原料，可以產出較多、濃度較高的酒精，「熟飯」雖然有經過一道炊煮的過程，但是產出的酒精較少，酒精度也較低。
- 3、以「生米」為原料是否真的比「熟飯」來得好呢？經過謹慎的求證，發現市面上販售的酒酵母有「生料」與「熟料」之分，而兩者的差別是在於香氣及口感，熟米釀造的酒口感會比較好。(資料來源：大山器材原料行，<http://www.tasan5.com/02.htm>) 因此我們應該針對原料的不同，使用不同的酵母菌。



第一代失敗的蒸餾器



第二代失敗的蒸餾器



第三代失敗的蒸餾器



借到這個蒸餾器才成功



蒸餾桶（下桶）

發酵後的酒液從中央圓孔倒入桶中，蒸餾後的酒精由右側小孔流出來。



冷卻桶（上桶）

左側是進水口，右側是出水口，桶中裝滿冷水，蒸氣遇冷凝結成液體酒精。



蒸餾器（組合）

上下桶組合就成了一個簡易的蒸餾設備。

五、原料的粗細會影響酒精的產量和酒精度嗎？

假設：等量的原料，打得愈碎，酵母菌愈容易起作用，會產出較多較濃的酒精。

（一）實驗方法如下表：

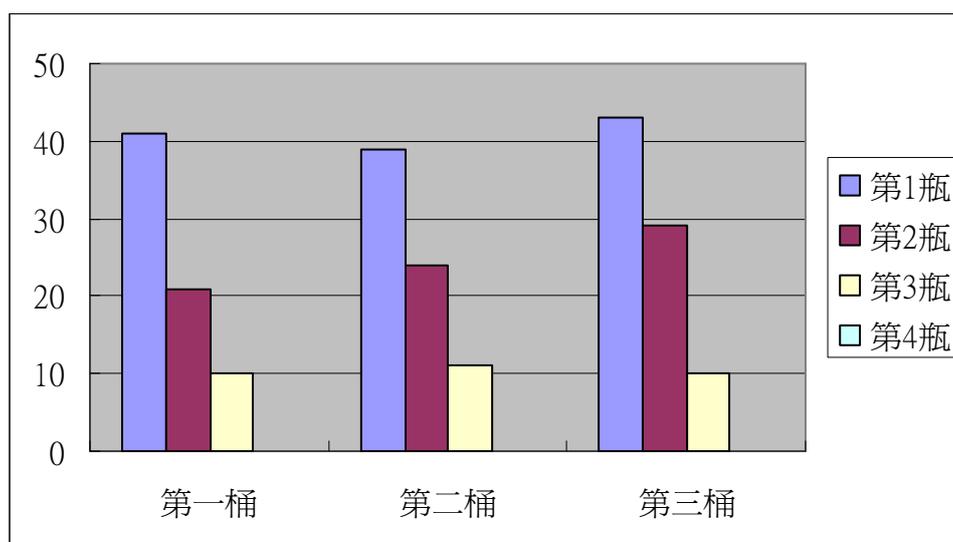
第一階段：以「熟飯」為原料進行實驗。			
	第一桶	第二桶	第三桶
原料	飯 2 公斤	飯 2 公斤	飯 2 公斤
強力果汁機	打碎 30 秒	打碎 5 秒	不打
酒酵母（公克）	16	16	16
水量（公升）	5	5	5
發酵時間（天）	14	14	14

第二階段：以「生米」為原料進行實驗。			
	第一桶	第二桶	第三桶
原料	米 2 公斤	米 2 公斤	米 2 公斤
強力果汁機	打碎 30 秒	打碎 5 秒	不打
酒酵母 (公克)	16	16	16
水量 (公升)	5	5	5
發酵時間 (天)	14	14	14

發酵 14 天後進行蒸餾，蒸餾出來的酒精用 600C.C.寶特瓶裝瓶計算酒精量，並分別測量酒精度。

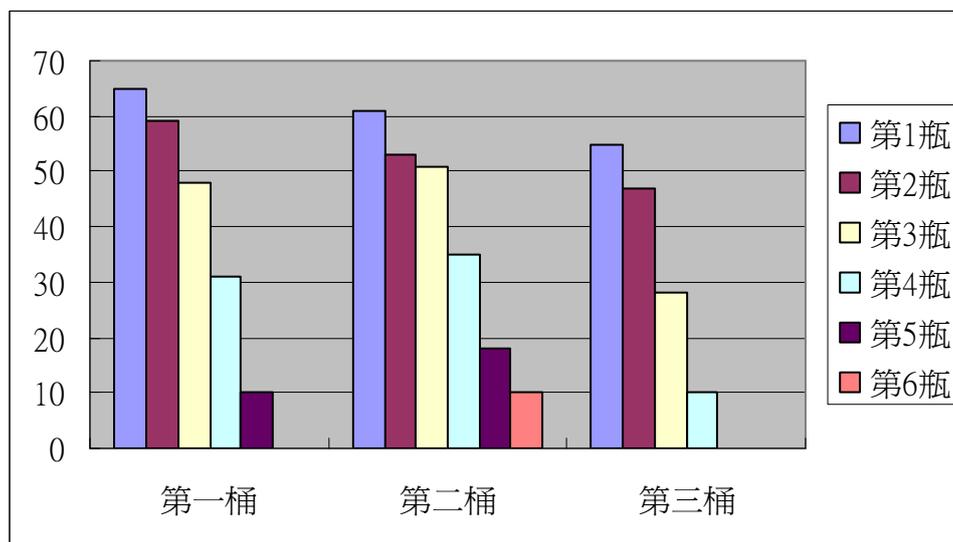
(二) 實驗結果：

第一階段：以「熟飯」為原料進行實驗。				
	第一桶	第二桶	第三桶	
原料	飯 2 公斤	飯 2 公斤	飯 2 公斤	
強力果汁機	打碎 30 秒	打碎 5 秒	不打	
酒精 (度)	第 1 瓶	41	39	43
	第 2 瓶	21	24	29
	第 3 瓶	10	11	10
	第 4 瓶	—	—	—



圖三：熟飯打碎程度比較圖

第二階段：以「生米」為原料進行實驗。				
		第一桶	第二桶	第三桶
原料		米 2 公斤	米 2 公斤	米 2 公斤
強力果汁機		打碎 30 秒	打碎 5 秒	不打
酒精 (度)	第 1 瓶	65	61	55
	第 2 瓶	59	53	47
	第 3 瓶	48	51	28
	第 4 瓶	31	35	10
	第 5 瓶	10	18	
	第 6 瓶		10	



圖四：生米打碎程度比較圖

(三) 討論：

- 1、實驗發現，「熟飯」的顆粒大小已能充分發酵，再以強力果汁機打碎，也不會提高酒精的產量及酒精度。
- 2、「生米」的實驗則不同，以強力果汁機打碎 5 秒發酵產出的酒精，明顯比沒有打碎就發酵產出的酒精更多而且酒精度較大。



強力果汁機打碎米粒飯粒



發酵過程會產生氣泡
米粒、飯粒會浮在水面上

六、發酵時間愈長，會產出愈多愈濃的酒精嗎？

假設：發酵時間愈長，酒酵母作用愈大，可以產出愈多酒精，酒精度也愈大。

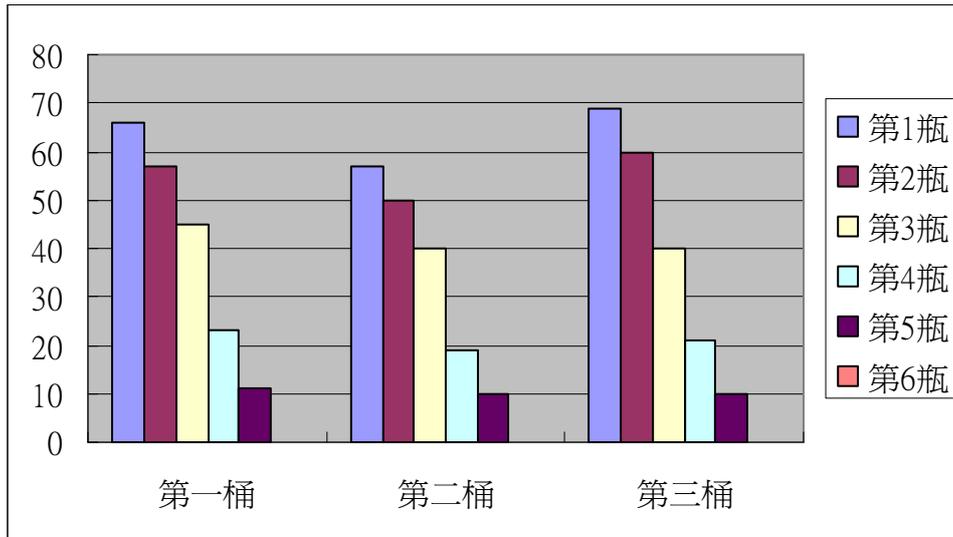
(一) 實驗方法如下表：

	第一桶	第二桶	第三桶
原料	米 2 公斤	米 2 公斤	米 2 公斤
酒酵母 (公克)	16	16	16
水量 (公升)	5	5	5
發酵時間 (天)	7	14	21

完成發酵後進行蒸餾，蒸餾出來的酒精用 600C.C.寶特瓶裝瓶計算酒精量，並分別測量酒精度。

(二) 實驗結果：

	第一桶	第二桶	第三桶
原料	米 2 公斤	米 2 公斤	米 2 公斤
發酵時間	7 天	14 天	21 天
酒精 (度)	第 1 瓶	66	69
	第 2 瓶	57	60
	第 3 瓶	45	40
	第 4 瓶	23	21
	第 5 瓶	11	10
	第 6 瓶	—	—



圖五：發酵時間比較圖

(三) 討論：

- 1、在慢長的實驗過程中，天氣常有變化，有時是暴陽高照有時寒流來襲，天氣因素無法控制，所以看到發酵 14 天反而酒精量減少，酒精度降低。
- 2、實驗發現，發酵 21 天產出的酒精和 7 天的相比，並沒有明顯增加或提高酒度，表示**發酵時間只要適當即可，不是愈久愈好。**
- 3、這一次實驗的「生米」完全沒有打碎，發酵 7 天產出的酒精就可以比美「第五項研究」打碎 30 秒的產量和濃度。因此以「生米」為原料釀酒並不需要打碎。



這裡有 7 天 14 天 21 天的發酵



過濾後再蒸餾才不會燒焦

七、進行第二度及第三度蒸餾，嘗試產出高濃度酒精。

(一) 二度蒸餾實驗方法：將之前實驗所有的酒精混合，得到 30 度的酒精 30 公升，進行第二度蒸餾，同樣用 600C.C.寶特瓶裝瓶，計算酒精量並分別測量酒精度。

(二) 實驗結果：

瓶數	酒精度 (度)	瓶數	酒精度 (度)
第 1 瓶	73	第 16 瓶	53
第 2 瓶	77	第 17 瓶	53
第 3 瓶	73	第 18 瓶	53
第 4 瓶	73	第 19 瓶	42
第 5 瓶	73	第 20 瓶	42
第 6 瓶	71	第 21 瓶	38
第 7 瓶	71	第 22 瓶	33
第 8 瓶	68	第 23 瓶	31
第 9 瓶	68	第 24 瓶	25
第 10 瓶	68	第 25 瓶	22
第 11 瓶	64	第 26 瓶	16
第 12 瓶	64	第 27 瓶	12
第 13 瓶	63	第 28 瓶	11
第 14 瓶	63	第 29 瓶	10
第 15 瓶	58		

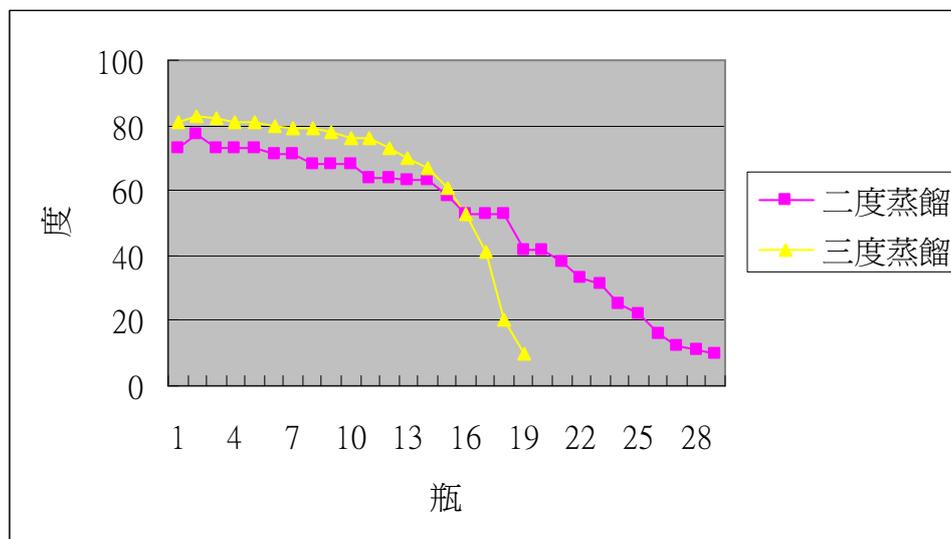
(三) 討論：

- 1、經過二度蒸餾之後，我們最高可得到 77 度之酒精，而且大約 1/2 在 60 度以上。
- 2、二度蒸餾後蒐集起來的酒精有 29 瓶，合計 17.4 公升，剩餘 12.6 公升的低濃度酒液是倒掉的。

(四) 三度蒸餾實驗方法：將二度蒸餾蒐集到的酒精混合，得到 50 度的酒精 17.4 公升，進行第三度蒸餾。同樣用 600C.C.寶特瓶裝瓶，計算酒精量並分別測量酒精度。

(五) 實驗結果：

瓶數	酒精度 (度)	瓶數	酒精度 (度)
第 1 瓶	81	第 11 瓶	76
第 2 瓶	83	第 12 瓶	73
第 3 瓶	82	第 13 瓶	70
第 4 瓶	81	第 14 瓶	67
第 5 瓶	81	第 15 瓶	61
第 6 瓶	80	第 16 瓶	53
第 7 瓶	79	第 17 瓶	41
第 8 瓶	79	第 18 瓶	20
第 9 瓶	78	第 19 瓶	10
第 10 瓶	76		



圖六：二度及三度蒸餾結果統計圖

(六) 討論：

- 1、經過三度蒸餾後，我們最高可得到 83 度之酒精，而且大約 2/3 都在 70 度以上。
- 2、三度蒸餾後蒐集起來的酒精有 19 瓶合計 11.4 公升，這一階段倒掉的低濃度酒液有 6 公升。
- 3、二度及三度蒸餾產出的第 1 瓶酒精，酒精度均稍低於第 2 瓶，研判是因為清洗蒸餾桶時，殘留的水份混著酒精一起出來的緣故。

4、經過三度蒸餾仍然得不到 100%無水酒精，是因為酒精和水的混合溶液，有「共沸現象」。水的沸點 100 度，酒精的沸點 78 度，但酒精水溶液卻在 70 度左右就開始沸騰。

(資料來源：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305092618569>)

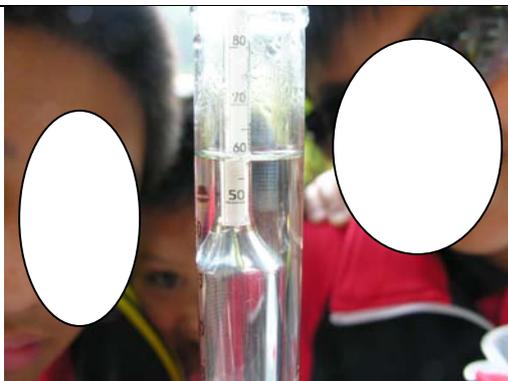
5、靠蒸餾的方法要得到100%的無水酒精似乎很困難。究竟百分之百的無水酒精要如何產生？根據陳建孝，林畢修平的說法：必須利用分子篩脫水或是再加入共沸劑如苯、乙醚、三氯乙烯等，進行三元共沸蒸餾，才能得到99.5%的無水酒精。(資料來源：陳建孝，林畢修平，纖維酒精製程簡介與未來展望)所以要生產無水酒精也是一件複雜而且耗費能源的工作。



在大太陽下一次又一次的蒸餾



用 600 cc寶特瓶裝瓶統計、測試



每一瓶都必須測量酒精度



蒐集在一起的酒精

八、自製的酒精真的可以燃燒嗎？

(一) 實驗一：以「台糖酒精」為參考樣本，了解酒精燃燒狀況。

(二) 實驗方法：將台糖酒精加水，調製成 80 度、60 度、50 度、40 度、30 度的含水酒精各 50 cc，放在小碟子裡面進行點火的測試

(三) 實驗結果：

	80 度	60 度	50 度	40 度	30 度
酒精量 (cc)	40	30	25	20	15
水量 (cc)	10	20	25	30	35
燃燒情形	燃燒旺盛 有明顯火燄	順利點燃 火焰稍淡	順利點燃 火焰很淡	點火二次才燃 燒火焰很淡	不能燃燒

(四) 討論一：

- 1、實驗剛開始是放在酒精燈裡面測試，但是 60 度以下的酒精無法點燃，所以我們模仿廚師熱鍋點火的樣子，放在小碟子裡面進行測試。
- 2、根據實驗結果，我們發現 40 度以上的酒精就可以燃燒，酒精濃度愈大燃燒愈旺盛。

(五) 實驗二：比較的「自製酒精」與「台糖酒精」燃燒效能是否相同？

(六) 實驗方法：將相同濃度的「自製酒精」與「台糖酒精」各 50 cc 倒在小碟子內，點燃酒精對 100 cc 的水加熱，測量水溫上升的幅度及酒精燃燒的時間。

(七) 實驗結果：

	80 度		60 度		40 度	
水量	26°C 100 cc		26°C 100 cc		26°C 100 cc	
水溫						
燃料	自製酒精	台糖酒精	自製酒精	台糖酒精	自製酒精	台糖酒精
水溫上升	5 分 01 秒 沸騰 96°C	6 分 10 秒 沸騰 96°C	7 分 45 秒 沸騰 96°C	7 分 00 秒 沸騰 96°C	最高溫 71°C	最高溫 68°C
燃燒時間	11 分 30 秒	11 分 6 秒	9 分 26 秒	8 分 30 秒	6 分 17 秒	7 分 12 秒

(八) 討論二：

- 1、幾次測量水沸騰的溫度都是 96°C，與老師討論後研判是海拔高度的關係，因為我們學校的海拔高度約 570 公尺，水沸騰的溫度會比平地稍低一些。
- 2、由實驗結果看出相同濃度的「自製酒精」與「台糖酒精」燃燒，使 100 cc 冷水溫度升高的幅度以及燃燒的時間都很接近，表示「自製酒精」與「台糖酒精」具有相同的效能。



原本倒在酒精燈中實驗



後來改倒在小碟子做實驗



自製酒精燃燒



含水的酒精燃燒後留下來的白色液體

陸、結論

經過以上的學習和實驗我們得到幾點結論：

- 一、我們如願以嘗學會鄒族釀製小米酒的方法，並且證實女生的唾液有助於小米酒的發酵。經過女生咀嚼過的小米酒，風味較佳酒精度較濃。所以部落中流傳「經過女生咀嚼過的小米酒」特別好喝是有根據的。
- 二、我們同時也學會以白米為原料加酒酵母釀酒的方法，並且比較出加酒酵母的發酵法產出的酒精在數量及濃度上都比原住民傳統的發酵法更好。
- 三、「生料」與「熟料」各有其不同的菌種，只要用對菌種，「生米」就是很好的釀酒原料，不必煮成「熟飯」，也不必打碎，發酵時間只要適當即可，也不必等待過久。
- 四、經過三度蒸餾，我們成功提煉出 83 度的高濃度酒精。自製的酒精跟台糖酒精相比，燃燒效能的效能一樣好。

柒、研究限制和未來的研究方向

一、天氣影響

發酵的過程，受到外界天氣的影響很大，雖然我們力求實驗的標準化，但是仍然無法確保數據的精準程度。

二、減少實驗樣本避免浪費

我們使用的原料是學校「午餐的白米」，因為愛惜糧食的心情，刻意減少實驗樣本避免浪費，所以實驗數據可能有些誤差。

三、未來研究方向

本次研究是我們探究「生質酒精」的第一步，主要目的是學習發酵與蒸餾的方法，以上可能產生的誤差並不會阻礙研究目的的達成。成功學會發酵與蒸餾的方法之後，下一步我們將進行以「非糧食作物」跟「農作廢棄物」為原料，繼續努力希望有朝一日，大人們不要的筍殼、硬筍頭等等，能成功變成「生質酒精」。

捌、參考資料及其他

一、參考資料

- 1、郭淳仰、余瑾珩、李辰偉、王昱掄，自己做米酒，中華民國第 42 屆科展作品，高雄縣後紅國小。
- 2、周文進編，（2007），釀酒技術與評酒實務，台北：科技圖書公司。
- 3、陳建孝，林畢修平，纖維酒精製程簡介與未來展望，永續產業發展雙月刊NO.35。
- 4、<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1008090908433>
- 5、<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105050204549>
- 6、<http://web1.nsc.gov.tw/ct.aspx?xItem=10269&ctNode=40&mp=1>
- 7、<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1608111603365>
- 8、<http://www.hk007.com/archiver/tid-128236.html>

二、謝誌

- 1、本研究特別感謝廚工阿姨、莊媽媽、溫淑叔，指導我們釀製傳統小米酒的方法。
- 2、感謝高雄孫叔叔指導我們現代化釀製米酒的方法，並且借我們蒸餾桶和發酵桶進行實驗。
- 3、感謝護士阿姨借我們強力果汁機進行實驗。

【評語】 080202

從「原住民小米酒」的釀造構思，配合學習現代化釀酒方法，成功提煉出 83 度的酒精。研究主題具鄉土性，能思考驗證生活上的迷思，科學精神值得嘉許。