

花蓮縣第 63 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科別：生活應用科學(二)

組別：國小 C 組

作品名稱：口嚼酒?!別鬧了!

關鍵詞：口嚼酒、酒麴、釀酒



編號：

製作說明：

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號由教育處統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

口嚼酒?!別鬧了!

摘要

原住民釀酒的文化悠久，部落族人以前在慶典前還會製作口嚼酒，也就是利用口嚼糯米，讓糯米與唾液混合後，使其釀造為酒。目前因為衛生觀念提升，已經沒有人用這方法製酒，但是這個文化確實存在過。我們透過科學方法使用針筒進行微量的釀酒實驗，驗證口嚼糯米真的可以釀成酒，當我們經過針筒排氣聞到小米酒味，大家爭相搶聞，都忘記一開始聞味道時的恐懼感了。後來我們發現口腔清潔度、口嚼糯米比例、空氣量都會影響口嚼酒的產氣情形，且口嚼酒真的像耆老說的一樣偏酸，也比使用酒麴釀酒還要快可以釀成酒。另外我們在實驗過程我們也發現溫度、光線、口嚼時間都可能是影響口嚼酒產氣情形的變因，可以作為後續實驗的參考。

壹、前言

1、研究動機

我們在有一次去工坊學習如何製作酒麴，聽到工坊老師說以前的人會製作口嚼酒，我們都覺得很噁心外也覺得好奇，口水真的可以釀酒嗎?釀出來的酒味道會不會很奇怪。在電影「你的名字」裡也有少女製作口釀酒的情節，顯示口嚼酒的文化不只台灣的原住民有，別的国家也有這種紀錄。工坊老師說以前製作口嚼酒的工作是由女生負責，且口嚼酒很快就可以喝，不用像酒麴的釀造一樣要等兩三個月。現在因為衛生的觀念，所以已經不再製作口嚼酒，所以部落裡面知道口嚼酒製作細節的人已經不多了，這個傳統文化也快要被後代遺忘。所以我們想透過這次科展，來研究看看唾液真的可以釀酒嗎?有甚麼因素會影響口嚼酒的釀製呢?

2、目的

研究一：糯米顆粒度對口嚼酒產氣情形的影響。

研究二：不同口腔清潔度口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

研究三：不同口嚼時間的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

研究四：不同比例的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

研究五：不同性別製作的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

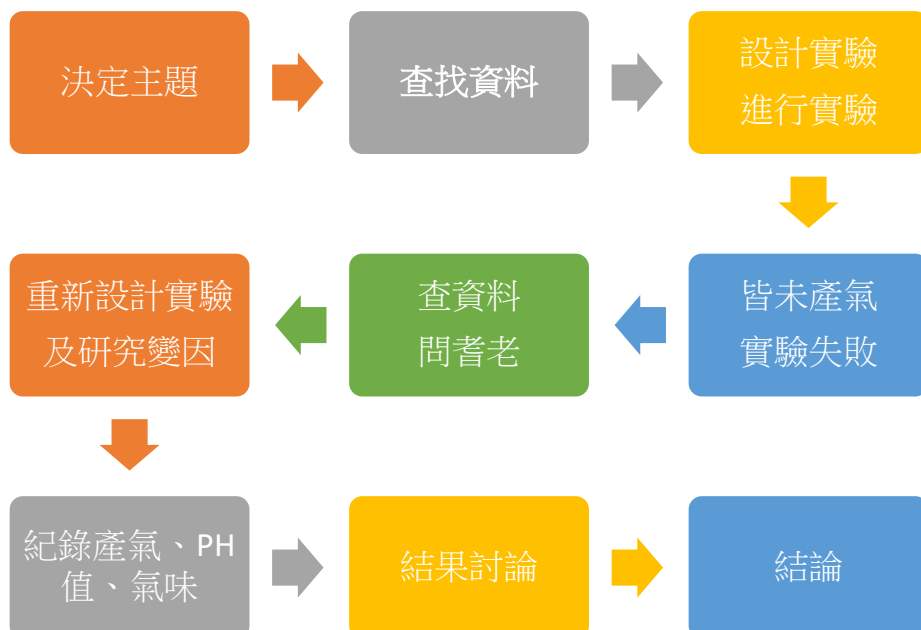
研究六：不同的製酒方式對釀酒產氣情形的影響。

研究七：不同的空氣含量的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

貳、 研究設備及器材

			
圓糯米	燒杯	PH 值儀	廣用試紙
			
酒麴	60ml 針筒	電子秤	電鍋
			
果汁機	暖暖包	蒸餾水	溫度計

參、 研究過程或方法



一、釀酒原理

釀造酒是一種酒精飲料，其原料經過糖化(穀物釀造酒)、發酵、浸漬、過濾後，成為含有酒精的飲料，之後又經貯存陳化後形成。釀造原料中含有糖分，加入酵母菌後，酵母菌將糖份轉化成乙醇跟二氧化碳。酒精發酵的化學式為： $C_6H_{12}O_6 + \text{Zymase (酶)} \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$ (取自維基百科)

二、口釀酒原理及典故

口嚼酒是利用唾液酶的糖化作用發酵而製成酵母的原理來釀酒，利用唾液中的澱粉酶及澱粉糖化酶等分解酵素將米的澱粉轉化成小分子的糖類，再經過空氣中的野生酵母將糖類轉化成酒精，文獻中有記載許多關於口嚼酒的情形，像是康熙二十六年的《台灣紀略》：「人好飲，取米置口中嚼爛，藏於竹筒，不數日酒熟，客至，出以才敬，必先嘗而後進。」《清稗類鈔·台人嘗酒致祝條》：「台灣番人製酒也，以口嚼生米為曲，和蒸飯調勻，置於缸，藏之密處，五月掏而嘗之，口中喃喃作聲，若有所視者。」《裨海紀遊》載：「竹筒數，規則新醅也。其釀法聚男女老幼共嚼米納筒中數日而成酒。飲時人清泉和之。」康熙時《台灣府志》所記的“嚼酒”與《台灣紀略》記載一致。《淡水廳志》載：「淡南……不事耕作，米粟甚少。日三餐……亦用黍嚼碎為酒。」而部落的工坊老師說，以前的族人會在祭典前製作口嚼酒，且是由部落中的少女來製作。顯示口嚼酒的製作是有其歷史痕跡，且具有特殊意義。

三、參考其他科展作品，設計實驗

我們決定要做這個研究後就開始上網查詢釀酒的相關資料，發現在第八屆原住民華碩科教獎「小米酒，才怪！-賽夏族的傳統酒」作品中也有製作口嚼酒的實驗，他們是研究口嚼+苡藜作為酵母，但我們的工坊老師說部落製作是用剛收成的糯米，沒有再加上紅藜，但一開始沒有提到是用蒸熟或是生的糯米，所以我們參考「小米酒，才怪！-賽夏族的傳統酒」作品中用蒸熟的糯米來製作口嚼酒。但是因為衛生與年齡太小不適合飲酒的因素，我們無法使用品嘗的方法來驗證口嚼酒的釀製成功與否，而且實際釀酒成功需要一段時間，若有測量酒度也需要經過蒸餾，但學校並無相關設備，所以我們討論後決定以觀測釀酒第一周的產氣情形及氣味來判斷是否有釀酒成功，原理是依據酵母菌在轉化葡萄糖為酒精時也會產生二氧化碳，所以測量二氧化碳的產氣量就可以知道發酵的速度快慢，也利用二氧化碳與澄清石灰水作用時會變混濁的原理，來檢測產生的氣體是否為二氧化碳，並透過廣用試紙及PH儀來測量釀酒液體的酸鹼值，因為工坊老師說口嚼酒喝起來會偏酸。但是如何收集產生的氣體並記錄產氣量讓我們思考很久，後來在中華民國第58屆中小學科學展覽「穀物中的紅寶石「紅藜釀酒」之探討」作品中，發現他們使用針筒作微量實驗，透過釀酒過程中針筒往後推移的刻度數就可以記錄產氣量，我們覺得很適合我們的實驗，所以就參考他們的做法，使用針筒來做實驗。而且這種作法也不用耗費大量糯米，不會浪費糧食。而我們一開始設計了三個變因來試作，第一個研究是糯米顆粒度大小，第二個是口腔清潔度，研究三則是口嚼時間。

四、第一次設計實驗流程，三組實驗皆失敗：

第一次進行實驗，研究一至三的針筒都沒有明顯的產氣量，我們在 48 小時後進行針筒內液體的廣用試紙 PH 值測試，都呈現 PH=4~5 弱酸性的結果，經過同學試聞管內氣體味道，發現研究一的甲米漿組及研究二口腔有清潔的這兩組針筒內氣體，多數帶有微微的米香或是麵包香，我們推斷有少量的酒精有產生；而其他組別的針筒則是多呈現微微臭酸的味道，我們推斷這些針筒內的糯米沒有被酵母菌分解為酒精，而且可能被其他雜菌影響而產生敗壞的情形。

五、查找資料跟討論可能失敗的原因：

我們參考之前的科展研究方法與結果，發現他們的研究釀酒產氣量都可以在 48 小時有明顯的變化，甚至放置 128 小時還有超過 200ml 的產氣量。所以我們一開始以為會產氣很快，擔心到爆管的情形下，同學還將實驗帶回家中照顧觀察，但是 48 小時過去，都沒有什麼變化。後來我們查閱書籍與網路資訊，經過討論後我們覺得可能有幾個可能性：

1. 別人的研究是使用紅藜來讓小米發酵釀酒，我們遵循部落傳統製酒方法是使用圓糯米，而且使用口嚼酒方式釀酒，**可能糯米的澱粉與小米的澱粉含量屬性不同**，所以造成產氣量不同。
2. 傳統蒸糯米的方式會依照天氣溫度高低先浸泡糯米 12-24 小時，確保糯米吸飽水分後再蒸熟，但我們製作時是直接加三倍的水進電鍋煮，結果部分的米心沒有熟透，我們查閱網路上釀製米酒的方法，有提到糯米的蒸煮過程有沒有煮熟也會影響釀酒的成功與否。但是我們製作的是口嚼酒，經過跟耆老的詳細訪談，部落的口嚼酒作法是糯米浸泡後，**直接口嚼生糯米**，而且**每一份生糯米都要經過口嚼**。
3. 經過我們上網查詢，溫度會影響酵母菌活性，而酵母菌喜歡的溫度為 30-35 度，但我們做實驗的那幾天，室溫都大概在 24 度左右，所以我們推論，可能是**放置的室溫太低**，造成酵母菌活性太低，所以無法產氣。
4. 酵母菌在將葡萄糖轉化為酒精及二氧化碳時，需要缺氧的環境，但我們一開始以為要讓糯米皆受到空氣中足夠的酵母菌作用，所以特地留了一段空氣，只將針筒推到刻度 20 的地方，所以我們推論，**可能是針筒中留置的空氣過多**，造成酵母菌無法將葡萄糖轉化為酒精與二氧化碳。
5. 我們也查找了研究口嚼酒的科展作品，發現當他們在製作口嚼酒酒母時，會將糯米放在口中咀嚼 10 分鐘，而我們只有咀嚼 1 分鐘，且我們在製作時經過清潔口腔後沒有稍後一段時間就直接製作，所以口中的唾液分泌不足，尤其研究三的變因是咀嚼時間長短，製作酒母的同學連續製作三種時間的酒母，中間並沒有休息等候唾液分泌，所以我們推論，可能是**我們製作的酒母中唾液含量不足**，沒有足夠的澱粉酶分解澱粉為葡萄糖，導致酵母菌隨時間失去活性。
6. 傳統在製作口嚼酒時，會將酒母直接吐進蒸熟的糯米中，而糯米溫度大約要在 35 度就拌入

酒母，然後攪拌均勻再裝罐密封，放在陰暗的角落等待釀酒，因為酵母菌發酵時不喜歡太多的光線。而我們是將糯米打成漿後再加 10ml 進針筒，最後再加入 3 克酒母搖晃混合後密封，因為要分次加入，所以最後糯米漿的溫度已經降到室溫 25 度左右，放置時也沒有放在陰暗的角落，而是在教室日光燈底下。所以我們推論，我們拌酒母的溫度過低且放置的環境太多光線，導致酵母菌活性降低，而產生釀酒失敗。

六、依據討論的實驗失敗原因，查找資料及訪問部落耆老有製作口釀酒經驗的耆老，重新設計實驗流程：

1. 為了遵循部落的傳統製作方式，我們還是維持使用圓糯米，即使與小米澱粉含量不同，但不至於產生很大產氣量的差異，因為部落耆老說之前製作口嚼酒時使用糯米釀酒的速度其實很快。而且耆老是說部落的口釀酒是直接口嚼浸泡後的生糯米並且全部都要經過口嚼，所以我們接下來的實驗過程都採用這個方式。而研究一因為口嚼糯米無法操作糯米為顆粒狀或是米漿狀的變因，所以研究一不作第二次實驗。
2. 傳統釀酒會在夏天，所以室內溫度較高，因為進行實驗的季節不是在夏季，室溫多維持在 25-30 度左右，所以我們利用箱子中放置暖暖包(暖暖包不可直接碰觸針筒)，並覆蓋毛巾保溫及遮光，且放置溫度計監控溫度維持在 30-35 度左右。而箱子則置放在教室較無照到光線的角落。為確認每一研究裝置都在同樣的環境所以都放置在學校自然教室的櫃子中，觀測產氣量改為每天上學及放學時間。
3. 在製作酒母時，口腔清潔後會請同學休息 10 分鐘，再開始進行口嚼糯米製作。且研究二的變因設計，由 20 秒、60 秒、120 秒，改為 20 秒、3 分鐘、8 分鐘，並在連續製作口嚼糯米的過程，每次咀嚼完一口都要休息 3 分鐘。而其他變因的口嚼糯米也都從 60 秒改為 3 分鐘。
4. 以前釀酒時，桶子裡還是會留有部分空氣，但是會將桶口密封，所以我們一樣維持針筒中留有 5ml 的空氣，也將此變因設計一個實驗來了解空氣量對釀酒的影響。
5. 因為第一次的實驗失敗，我們發現有更多影響釀酒的因素，所以我們增加研究四至七：
研究四我們想知道究竟製作口釀酒時口嚼糯米量要多少？真的整桶都要咀嚼過嗎？
研究五我們想知道女生製作口嚼酒會比較容易成功嗎？因為耆老說以前都是由少女來製作口嚼酒。
研究六我們想知道口嚼酒的釀製速度真的比酒麴釀酒速度快嗎？
研究七怎是想知道釀酒時桶內需要空氣嗎？需要多還是少呢？
6. 在第一次的實驗我們每組都設置五個針筒，但因為第二次實驗需要口嚼全部釀酒的生糯米，同學們覺得如果要一樣製作五個針筒的量，就要口嚼很多的生糯米，所以第二次實驗改為每一組只設置三個針筒。

7. 第一次實驗是以全部的針筒的產氣量總量來計算，但是我們發現如果其中有一兩個針筒釀酒失敗沒有產氣，對於總產氣量來說就會差很多，造成誤差。所以第二次實驗我們以每一組中的三個針筒的最高產氣量來做分析，避免某一針筒沒有產氣成功的數據誤差。

實驗修正說明		
項目	原先設計	後來修正
1	糯米先蒸熟再口嚼	糯米浸泡 16 小時再口嚼生糯米
2	放置室溫	放置暖暖包，維持溫度在 30-35 度
3	放置在教室開放空間	包上毛巾放入箱內再放在櫃子內
4	口嚼時間 60 秒	口嚼時間 3 分鐘
5	每一組設置 5 個針筒	每一組設置 3 個針筒
6	記錄所有針筒的總產氣量	只採計最高產氣量的針筒數據

肆、研究結果與討論

研究一：糯米顆粒度對釀酒產氣情形的影響

一、假設：糯米顆粒度越小釀酒產氣速度越慢

二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。

三、操縱變因：糯米顆粒大小 甲：米漿 乙：顆粒狀

應變變因：釀酒產氣情形及氣味

不變變因：口嚼糯米時間、口嚼酒母放的量、溫度(都放置在室溫下)、糯米重量

四、實驗過程：

第一次設計的實驗流程：

1. 將 300 克糯米加入 900ml 蒸餾水蒸熟，放在室溫下降溫至 35 度後，取出 50 克加 50ml 蒸餾水打成米漿，另一半加入 50ml 維持顆粒狀。
2. 取出顆粒狀的糯米 40 克，分四次由負責製作酒母的同學，在清潔口腔後放入口中咀嚼 1 分鐘之後吐在容器備用。
3. 取 10 個乾淨 60ml 針筒，每個針筒皆放入 5 克蒸熟糯米(甲：米漿 乙：顆粒狀)，各設置 5 管。
4. 以上各管再加入 3g 口嚼酒酒母，活塞刻度至 20mL 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
5. 每一段時間記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將管內氣體排除後再繼續紀錄。
6. 開始實驗後第 24、48 個小時時，由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，最後使用廣用試紙測 PH 值。



五、實驗結果：

研究一：糯米顆粒度對釀酒產氣情形的影響

組別	米漿					總計	顆粒狀					總計
	甲 1	甲 2	甲 3	甲 4	甲 5		乙 1	乙 2	乙 3	乙 4	乙 5	
針筒編號	甲 1	甲 2	甲 3	甲 4	甲 5	總計	乙 1	乙 2	乙 3	乙 4	乙 5	總計
24hr 總產氣量 (ml)	0	1	1	1	0	3	2	1	2	1	1	7
48hr 總產氣量 (ml)	0	1	1	1	0	3	2	1	2	1	1	7
氣味記錄	微酸	糯米	刺鼻	酸香	微酸		很酸	微酸	臭酸	臭酸	微酸	
廣用試紙	5	5	4	5	5		5	5	4.5	5	5	

六、討論

1. 顆粒狀的總產氣量為 7ml，比米漿組的產氣量 3ml 高。
2. 兩組都在第三天開始產氣量就沒有變化。
3. 米漿組氣味較不臭，有一針筒內的還有香味；但顆粒狀的那組就都偏臭酸味。
4. 兩組使用廣用試紙測試都大約在 PH4-5 之間。

研究二：不同口腔清潔度口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響

一、假設：口腔清潔後釀酒會成功，未清潔口腔則會失敗。

二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。

三、操縱變因：口嚼酒前的口腔清潔度 甲：有刷牙 乙：沒刷牙

應變變因：釀酒產氣情形及氣味

不變變因：口嚼糯米時間、溫度、糯米量、製作口嚼酒母的人

四、實驗過程：

原先設計之實驗流程：

1. 將 300 克糯米加入 900ml 蒸餾水蒸熟，放在室溫下降溫至 35 度後，取 40 克製作口嚼酒母，在未清潔口腔前先取 20 克咀嚼 1 分鐘，再放入容器備用；然後清潔口腔後再取 20 克咀嚼 1 分鐘，再放入另一容器備用。（清潔口腔方式採貝氏刷牙法，刷 15 分鐘後再用漱口水漱口 3 分鐘，然後等 5 分鐘後再製作酒母。）
2. 取 100 克煮熟糯米加入 200ml 水打成米漿，每個針筒皆放入 10 克米漿及 3 克酒母，分為甲：有刷牙、乙：沒刷牙，各 5 管。活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。



3. 每 4 小時記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將管內氣體排除後再繼續紀錄。

4. 開始實驗後第 24、48 個小時時，由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，並使用廣用試紙測酸鹼度。

五、實驗結果：



研究二：不同口腔清潔度的口嚼酒母對口嚼酒產氣情形的影響

組別	有刷牙					合計	沒刷牙					合計
	甲 1	甲 2	甲 3	甲 4	甲 5		乙 1	乙 2	乙 3	乙 4	乙 5	
24hr 總產氣量 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48hr 總產氣量 (ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
氣味記錄	微香	酸臭	香	微香 微酸	麵包 味		偏香 微臭	香	香	香有 點酸	香	
廣用試紙	4	5	4	4	5		4.5	4	4	4.5	4	

六、討論

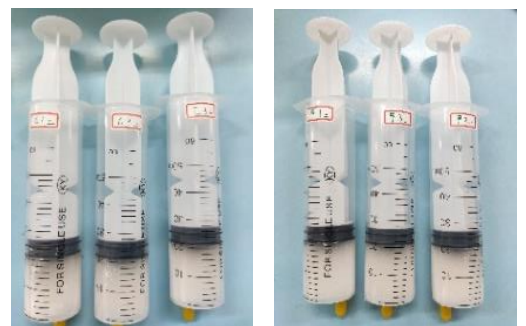
1. 兩組皆沒有產氣。
2. 兩組氣味都有些麵包的香味。
3. PH 值皆在 4-5 之間。

修正後之實驗流程：

- 一、假設：口腔清潔後釀酒會成功，未清潔口腔則會失敗。
- 二、器材：針筒、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。
- 三、操縱變因：口嚼酒前的口腔清潔度 甲：有刷牙 乙：沒刷牙
應變變因：釀酒產氣情形及氣味
不變變因：口嚼糯米時間、溫度、糯米量、製作口嚼酒母的人

四、實驗過程：

1. 將 300 克糯米加入 900ml 蒸餾水浸泡 16 小時，在未清潔口腔前先取 50 克咀嚼 3 分鐘，再放入容器備用；然後清潔口腔後再取 50 克咀嚼 3 分鐘，再放入另一容器備用。(清潔口腔方式採貝氏刷牙法，刷 15 分鐘後再用漱口水漱口 3 分鐘，然後等 10 分鐘後再製作口嚼酒。)
2. 每個針筒皆放入 15 克口嚼糯米，分為甲：有刷牙、乙：沒刷牙，各 3 管。活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
3. 在箱內放入暖暖包將溫度保持在 30-35 度間，每天記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將管內



氣體排除後再繼續紀錄。

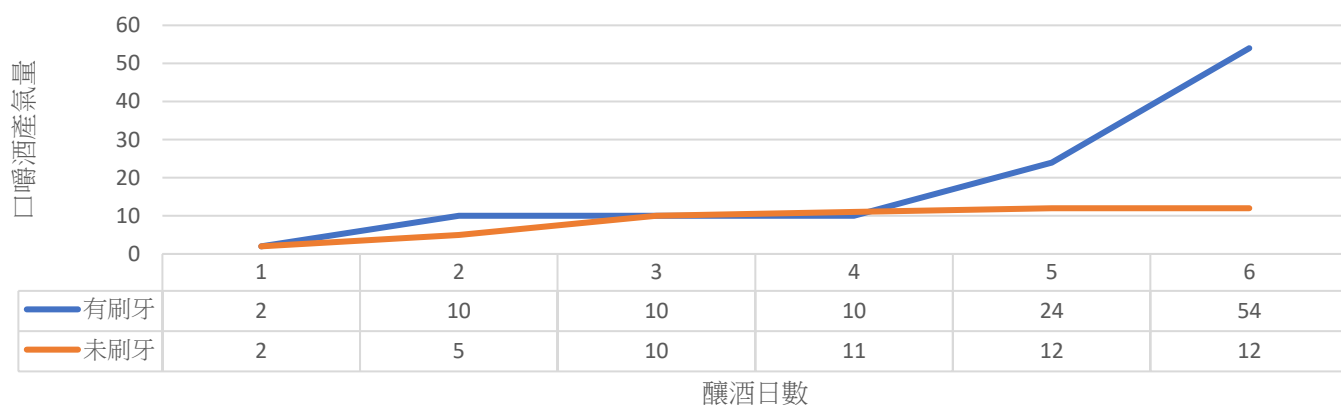
4. 一段時間後由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，若有排氣也需要做氣味紀錄。並使用 PH 儀測試酸鹼值。

五、實驗結果：

研究二：不同口腔清潔度口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響(第二次)

設置時間	有刷牙				沒刷牙			
3/26 13:20	甲 1	甲 2	甲 3	最高	乙 1	乙 2	乙 3	最高
第一天 3/27	2	2	2	2	2	2	2	2
第二天 3/28	10	5	2	10	5	5	2	5
(PH 儀)	3.8	3.7	3.5		3.5	3.6	3.6	
氣味記錄-1	酸臭 米味	壞掉 米味	壞掉 米味		酸臭 糯米味	酸臭 糯米味	酸臭 糯米味	
第三天 3/29	10	5	2	10	10	7	8	10
第四天 3/30	10	5	3	10	11	8	9	11
第五天 3/31	24 排氣	5	3	24	12	8	9	12
第六天 4/1	54 排氣	6	3	54	12	8	9	12
氣味記錄-2	酒味有 氣泡	酸味	酸臭		酸臭	酸臭	酸臭	
PH 儀	3.6	3.2	3.1		3.2	3.2	3.4	

不同口腔清潔度的口嚼酒產氣量情形折線圖



六、討論：

1. 有刷牙的三個針筒有一個釀酒成功，最高產氣量為 54ml，其他兩管為明顯產氣且味道酸臭，釀酒失敗。
2. 口腔未清潔的三個針筒產氣量平均，但都不多最高僅有 12ml，但味道都偏酸臭。
3. 使用 PH 儀測試，第二天和第六天比起來，PH 值都有下降。

研究三：不同口嚼時間的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響

一、假設：口嚼時間越長則釀酒產氣速度越快且容易成功

二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。

三、操縱變因：口嚼的時間 甲：20 秒 乙：60 秒 丙:120 秒

應變變因：釀酒產氣情形及氣味

不變變因：酒母放的量、溫度(都放置在室溫下)、糯米量、口嚼酒的人、口嚼糯米量

四、實驗過程：

第一次設計之實驗流程：

1. 將 300 克糯米加入 900ml 蒸餾水蒸熟，放在室溫下降溫至 35 度後，取一部分製作口嚼酒母，請負責製作酒母的同學在清潔口腔後各取 10 克咀嚼 20 秒、60 秒、120 秒，再各放入容器備用。
2. 取 100 克煮熟糯米加入 200ml 水打成米漿，每個針筒皆放入 15 克糯米及 3 克不同口嚼時間製作的酒母，分為甲：20 秒 乙：60 秒 丙:120 秒，各 3 管。活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
3. 約每 4 小時記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將管內氣體排除後再繼續紀錄。
4. 開始實驗後第 24、48 個小時時，由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄。

五、實驗結果

研究三：不同口嚼時間的口嚼酒母對口嚼酒產氣情形的影響

幾小時候	咀嚼 20 秒				咀嚼 60 秒				咀嚼 120 秒			
	甲 1	甲 2	甲 3	總計	乙 1	乙 2	乙 3	總計	丙 1	丙 2	丙 3	總計
24hr 總產氣量(ml)	0	0	0	0	1	2	1	4	0	0	0	0
48hr 總產氣量(ml)	酸臭	酸臭	酸臭		微臭	酸臭	酸臭		微臭	酸臭	酸臭	
氣味記錄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
廣用試紙	PH4	PH5	PH5		PH5	PH5	PH4		PH4	PH4.5	PH5	

六、討論

1. 咀嚼 60 秒這一組有產氣共 4ml，其他兩組則完全沒有變化。
2. 三組的氣味聞起來都偏酸臭。
3. 廣用試紙測試 PH 值皆介於 4-5 之間。

修正後之實驗流程：

- 一、假設：口嚼時間越長則釀酒產氣速度越快且容易成功
- 二、器材：針筒、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水。
- 三、操縱變因：口嚼的時間 甲：20 秒 乙：3 分鐘 丙：8 分鐘

應變變因：釀酒產氣情形及氣味

不變變因：溫度、口嚼酒的人、口嚼糯米量

四、實驗過程：

1. 將 200 克糯米加入 600ml 蒸餾水浸泡 16 小時，請負責製作酒母的同學在清潔口腔後各取 50 克咀嚼 20 秒、3 分鐘、8 分鐘，再各放入容器備用。
2. 每個針筒皆放入 15 克不同口嚼時間製作的口嚼酒，分為甲：20 秒 乙：3 分鐘 丙：8 分鐘，各 3 管。活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
3. 在箱內放入暖暖包將溫度保持在 30-35 度間，每天記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將管內氣體排除後再繼續紀錄。
4. 一段時間後由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，若有排氣也需要做氣味記錄。並使用 PH 儀測試酸鹼值。

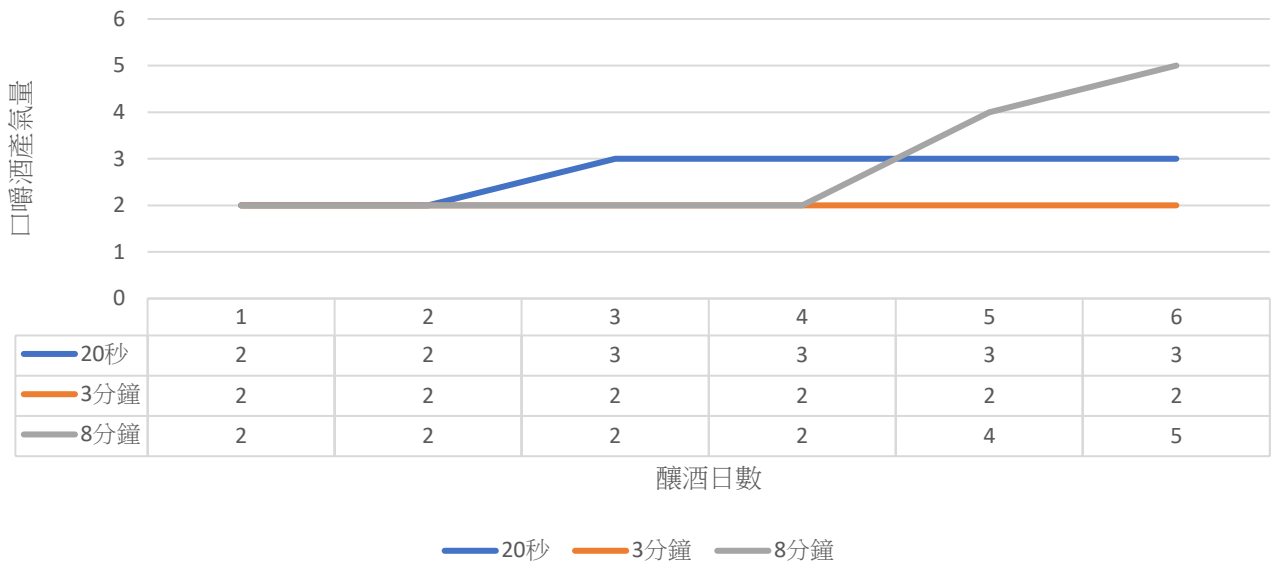


五、實驗結果

研究三：不同口嚼時間的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響(第二次)

3/26 12:00	咀嚼 20 秒				咀嚼 3 分鐘				咀嚼 8 分鐘			
每日產氣量	甲 1	甲 2	甲 3	最高	乙 1	乙 2	乙 3	最高	丙 1	丙 2	丙 3	最高
第一天 3/27	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
第二天	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3/28 測 PH	<small>(發現忘了蓋蓋子)</small>											
	4.0	4.0	3.8		3.8	3.8	3.9		3.9	3.8	3.9	
氣味記錄-1	米香帶酸醜味	米香帶酸醜味	米香帶酸醜味		米香帶酸醜味	米香帶酸醜味	米香帶酸醜味		很淡米香	酸牛奶味	淡米香帶很臭的酸	
第三天 3/29	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
第四天 3/30	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
第五天 3/31	0	2	3	3	2	2	2	2	4	2	2	4
第六天 4/1	0	2	3	3	2	2	2	2	5	2	2	5
氣味記錄-2	臭酸	臭酸	臭酸		臭酸	臭酸	臭酸		一點酒味	酸味	酸味	
PH 儀	3.3	3.2	3.2		3.2	3.1	3.2		3.1	3.1	3.2	

口嚼糯米時間對口嚼酒產氣量情形折線圖



六、討論

1. 咀嚼 8 分鐘這一組雖然最高產氣量 5ml 略高於另兩組，但三組產氣量都偏少，我們推論三組皆釀酒失敗。
2. 三組氣味都偏臭酸，僅有咀嚼 8 分鐘丙 1 這一個針筒內有酒味產生，且也是最高的產氣量針筒。
3. 三組的 PH 儀測量結果皆在 3.1-3.2 左右。
4. 甲 1 針筒在第二天時發現忘記蓋蓋子。

研究四：不同比例的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

一、假設：口嚼糯米比例越高釀酒產氣速度越快

二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。

三、操縱變因：口嚼糯米比例 甲：10% 乙：50% 丙：100%

應變變因：釀酒產氣情形及氣味

不變變因：口嚼糯米時間、溫度(都放置在室溫下)、糯米量、口嚼酒的人

四、實驗過程：

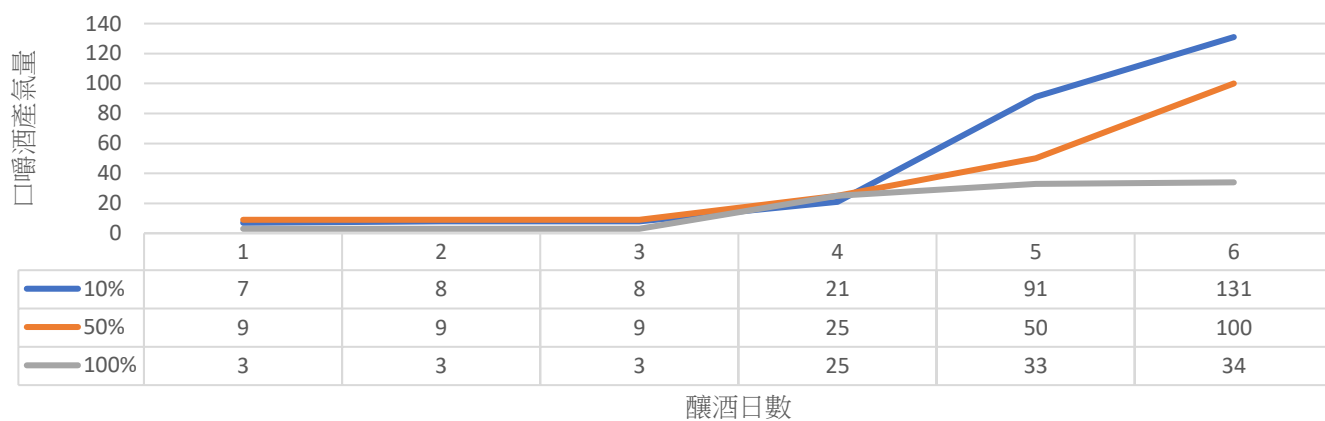
1. 將 300 克糯米加入 900ml 蒸餾水浸泡 16 小時，每 50 克放置一燒杯中，第一杯取 5 克口嚼三分鐘後吐回，第二杯 25 克口嚼三分鐘後吐回，第三杯 50 克全部口嚼 3 分鐘後吐回。
2. 每個針筒皆放入 15 克口嚼酒，各 3 管，分為甲：10% 乙：50% 丙：100%，各 3 管。活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
3. 在箱內放入暖暖包將溫度保持在 30-35 度間，每天記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將氣體排除後再繼續紀錄。
4. 一段時間後由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，若有排氣也需要做氣味記錄。並使用 PH 儀測試酸鹼值。



研究四：不同比例的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響。

設置時間	10%				50%				100%			
	甲 1	甲 2	甲 3	最高	乙 1	乙 2	乙 3	最高	丙 1	丙 2	丙 3	最高
3/26 13:20												
第一天 3/27	7	5	7	7	4	4	9	9	3	1	3	3
第二天	8	5	8	8	5	4	9	9	3	1	3	3
3/28 測 PH	3.6	3.6	3.5		3.8	3.7	3.7		3.8	3.8	3.8	
氣味記錄-1	淡米 味及 臭味	淡米 香一 點點 臭	淡米 香一 點點 臭		酸臭	酸臭	糯米 味加 一點 點臭		糯米 帶一 點淡 臭	米中 帶酸 臭	米中 帶酸 臭	
第三天 3/29	8	8	8	8	5	4	9	9	3	2	3	3
第四天 3/30	15	67 排氣*2	21	21	25	10	13	25	4	2	25	25
第五天 3/31	38 排氣	127 爆管、 排氣*2	91 爆管、 排氣*2	91	50 排氣	25 排氣	37 排氣	50	5 排氣	1 排氣	33 排氣	33
氣味記錄-2	酒味	酒味	酒味		酒味	酒味 甜味	酒味 甜味				酒味	
第六天 4/1	88 爆管	128	131 爆管	131	100 爆管	27	39	100	11	2	34	34
氣味記錄-3	酒味	酒味	酒味		酒味	酒味	酒味		酸臭 針筒 外有 黴菌	酸臭	酸臭	
PH 儀	3.6	3.4	3.2		3.5	3.2	3.3		3.2	3.2	3.2	

不同口嚼糯米比例對口嚼酒產氣量情形折線圖



六、討論

- 口嚼比例 10% 的組別產氣量甲 3 最高有 131ml，口嚼比例 50% 次之，口嚼比例 100% 最低。
- 三組的產氣量都是在第四天開始明顯增加。
- 甲 2 及甲 3 在第五天早上觀察時因為來不及排氣，所以都爆管了。
- 甲 1、甲 3、乙 1 都在六天早上觀察時又發現爆管，可見在第四天後產氣速度提高很多。
- 口嚼比例 10% 和 50% 都有酒味，口嚼比例 100% 的三個是管都偏酸臭，雖然丙 3 曾經在第五天聞到酒味，但第六天最後試聞味道也是酸臭味。

研究五：不同性別製作的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響

一、假設：女生製作的口嚼酒酒母製作的釀酒產氣速度較快

二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。

三、操縱變因：不同性別製作的酒母

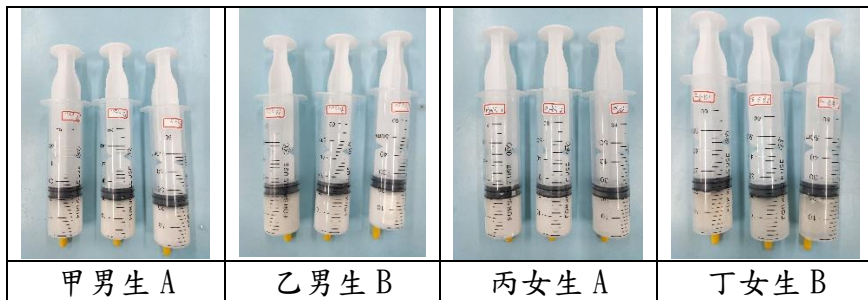
甲：男生 A 乙：男生 B 丙：女生 A 丁：女生 B

應變變因：釀酒產氣情形及氣味

不變變因：口嚼糯米時間、溫度(都放置在室溫下)、糯米量、酒母重量、糯米粗細度

四、實驗過程：

1. 將 300 克糯米加入 900ml 蒸餾水浸泡 16 小時，請負責製作的同學(2 個高年級男生、2 個高年級女生)在清潔口腔後各取 50 克咀嚼 60 秒，再放入容器備用。
2. 每用個針筒皆放入 15 克口嚼糯米，分為甲：男生 A 乙：男生 B 丙：女生 A 丁：女生 B 各 3 管，活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
3. 在箱內放入暖暖包將溫度保持在 30-35 度間，每天記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將氣體排除後再繼續紀錄。
4. 一段時間後由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，若有排氣也需要做氣味記錄。並使用 PH 儀測試酸鹼值。



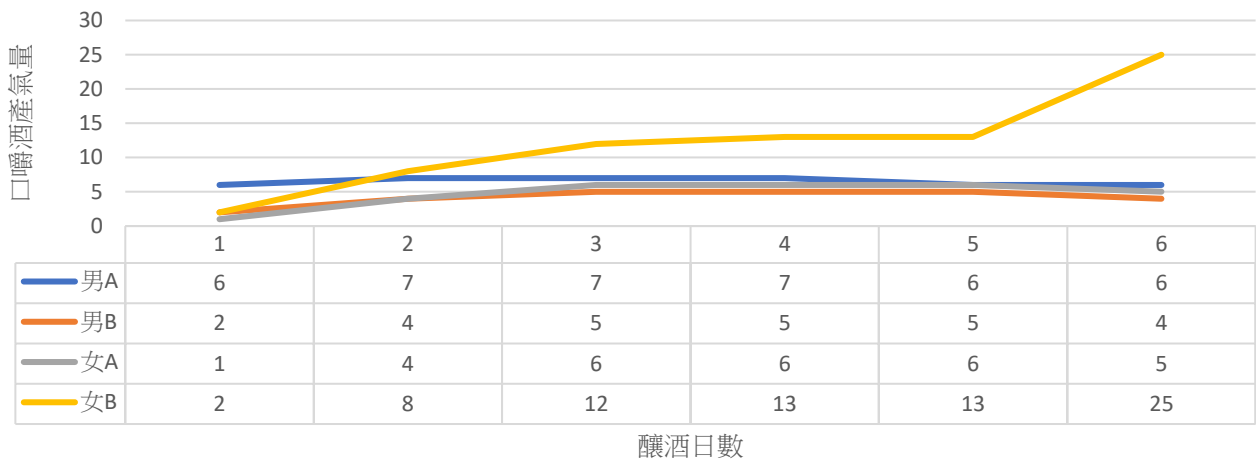
五、實驗結果：

研究五：不同性別製作的口嚼糯米對口嚼酒產氣情形的影響

	甲男生 A				乙男生 B			
	甲 1	甲 2	甲 3	最高	乙 1	乙 2	乙 3	最高
設置時間 3/26 13:40								
第一天 3/27	2	6	6	6	3	2	2	2
第二天 3/28	7	6	7	7	4	4	3	4
第三天 3/29	8	6	7	7	4	5	4	5
第四天 3/30	8	6	7	7	4	5	4	5
第五天 3/31	7 變少	5 變少	6	6	4	5	4	5
第六天 4/1	6 變少	4 變少	6	6	4	4 變少	4	4
氣味記錄	酸酒味	酸臭	酸臭		臭味	臭味	臭味	
PH 儀	3.2	3.4	3.3		3.3	3.0	3.2	

設置時間 3/26 13:40	丙女生 A				丁女生 B			
	丁 1	丁 2	丁 3	最高	戊 1	戊 2	戊 3	最高
第一天 3/27	2	1	1	1	2	2	2	2
第二天 3/28	2	3	4	4	4	3	8	8
第三天 3/29	4	5	6	6	5	5	12	12
第四天 3/30	4	5	6	6	6	6	13	13
第五天 3/31	5	5	6	6	13	8	13	13
第六天 4/1	5	5	5 變少	5	25	8	22	25
氣味記錄	酸臭味 有黃點	一點酸 味	酸味		酸酒味	酸臭	酸酒味	
PH 儀	3.2	3.2	3.3		3.3	3.2	3.2	

不同性別口嚼糯米對口嚼酒產氣量情形折線圖



六、討論：

1. 僅有丁女生 B 這組產氣量最高到 25ml，其他三組未見有明顯產氣。
2. 男生製作的兩組都釀酒失敗，呈現臭酸味。
3. 甲男生 A1 及 A2、乙男生 B2 在第五天還第六天都有產氣量減少情形，我們推測是針筒有裂縫漏氣的現象。
4. 四組的 PH 值都在 3.2 左右。

研究六：不同製酒方式對釀酒產氣速度的影響

- 一、假設：用酒麴製酒的釀酒產氣量比口釀酒高。
- 二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水、酒麴。
- 三、操縱變因：製酒方式 甲：口嚼糯米 乙：酒麴釀酒
應變變因：測量釀酒產氣速度（紀錄 48 小時，每小時平均產氣量） 單位：ml/hr
不變變因：口嚼糯米時間、溫度(都放置在室溫下)、糯米量

四、實驗過程：

1. 將 300 克糯米加入 600ml 蒸餾水浸泡 16 小時，取 100 克的糯米蒸熟放在室溫下降溫至 35 度後，拌入 0.24 克酒麴粉末，然後各取 15 克放入五個試管。另取 100 克浸泡後的生糯米，放入口中咀嚼 3 分鐘後，吐在容器中備用，每個針筒皆放入 15 克口嚼糯米。甲：口嚼糯米 乙：酒麴釀酒，各 3 管。活塞刻度移至 20ml 位置，壓緊管蓋，確認完全密封。
2. 在箱內放入暖暖包將溫度保持在 30-35 度間，每天記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將氣體排除後再繼續紀錄。
3. 一段時間後由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，若有排氣也需要做氣味紀錄。並使用 PH 儀測試酸鹼值。

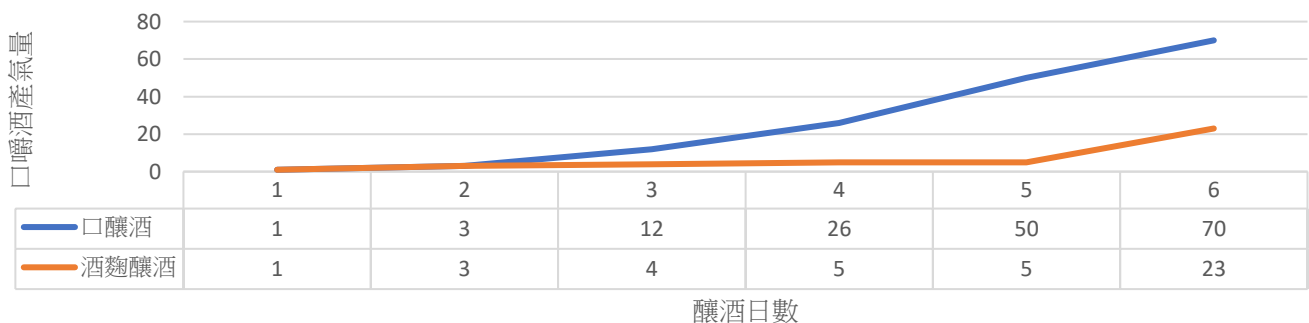


五、實驗結果：

研究六：不同製酒方式對釀酒產氣速度的影響

設置時間 3/26 13:00	口嚼糯米				酒麴釀酒			
	甲 1	甲 2	甲 3	最高	乙 1	乙 2	乙 3	最高
第一天 3/27	1	1	1	1	1	1	1	1
第二天 3/28	3	4	2	3	4	3	2	3
第三天 3/29	12	7	2	12	5	4	4	4
第四天 3/30	33 排氣*2	12 排氣	20 排氣	33	6	5	6	5
氣味記錄-1	酒味	酒味	酒味					
第五天 3/31	50	26	37	50	6	5	6	5
第六天 4/1	70	41	60	70	15	23	21	23
氣味記錄-2	酒味	酒味	酒味		發酵味	糯米味	一點酒味	
PH 儀	3.2	3.2	3.1		4.3	4.5	4.5	

不同製酒方式的釀酒產氣速度折線圖



六、討論

1. 在前 6 日口嚼酒產氣量最高有 70ml，酒麴釀酒只有 23ml。
2. 口嚼酒這一組都有酒味，而酒麴釀酒部分味道僅有一點發酵，但未聞到臭酸味。
3. 口嚼酒 PH 值大約在 3.2，而酒麴釀酒則大約在 4.5 左右。口嚼酒酸鹼值較低，較酸。

研究七：空氣量對釀酒產氣速度的影響

一、假設：空氣量越多，釀酒產氣速度越慢。

二、器材：電鍋、針筒、果汁機、電子天秤、溫度計、糯米、牙刷、牙膏、漱口水、蒸餾水。

三、操縱變因：空氣量 甲：0ml 乙：5ml 丙：15ml

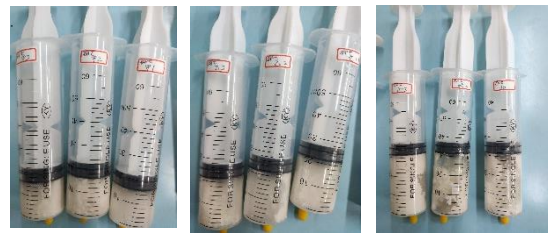
應變變因：測量釀酒產氣速度（紀錄 48 小時，每小時平均產氣量） 單位：ml/hr

不變變因：口嚼糯米時間、溫度(都放置在室溫下)、糯米量、口嚼酒的人

四、實驗過程：

1. 將 300 克糯米加入 900ml 水放置 16 小時取一部分製作口嚼酒母，請負責製作酒母的同學在清潔口腔後各取 50 克咀嚼 3 分鐘，再放入容器備用。

2. 每個針筒皆放入 15 克口嚼糯米及，分為甲：0ml(針筒推到 15 毫升) 乙：5ml(針筒推到 20 毫升) 丙：15ml(針筒推到 30 毫升)，各 3 管。壓緊管蓋，
確認完全密封。



3. 在箱內放入暖暖包將溫度保持在 30-35 度間，每天記錄產氣量，如果針筒已達到 60ml 則將氣體排除後再繼續紀錄。

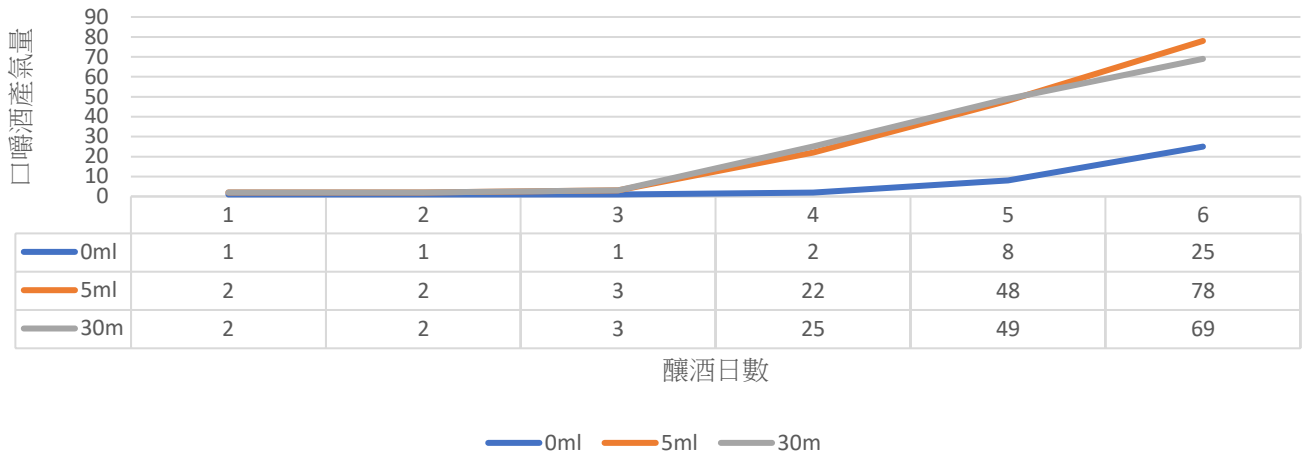
4. 一段時間後由負責同學聞管內氣體味道並做紀錄，若有排氣也需要做氣味記錄。並使用 PH 儀測試酸鹼值。

五、實驗紀錄：

研究七：空氣量對釀酒產氣速度的影響

	甲 0ml				乙 5ml				丙 15ml			
	甲 1	甲 2	甲 3	最高	乙 1	乙 2	乙 3	最高	丙 1	丙 2	丙 3	最高
設置時間 3/26 13:00												
第一天 3/27	1	1	1	1	2	1	2	2	2	1	1	2
第二天 3/28	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
第三天 3/29	1	1	1	1	3	3	2	3	2	3	3	3
第四天 3/30	1	2	2	2	22 排氣	21 排氣	8 排氣	22	10 排氣	25 排氣	7 排氣	25
氣味記錄-1					麵包香	酒味	酒味		酒味	酒味	酒味	
第五天 3/31	1	2	8	8	48	31	18	48	18	49	10	49
第六天 4/1	3	5	25	25	78	71	38	78	58	69	21	69
氣味記錄-2	酒味	酒味	酒味		酒味	酒味	酒味		酒味	酒味	酒味	
PH 儀	3.2	4.0	3.3		4.2	3.4	3.2		3.3	4.6	3.2	

不同空氣量對口嚼酒產氣量情形折線圖



六、討論

1. 空氣量 5ml 的產氣量最高 78ml，空氣量 15ml 次之，完全沒空氣的產氣量最低。
2. 三組的氣味都有聞到酒味。
3. 使用 PH 儀檢測 PH 值多在 3.2-3.4 之間，但甲 2、乙 1、丙 2 的 PH 值卻有 4.0 以上。

伍、 結果討論

- 一、研究二以口腔清潔度為變因進行實驗，發現未清潔口腔的三組皆產生臭酸味，釀酒失敗。口腔內有許多細菌，若未清潔口腔就進行口嚼糯米，可能會將一些雜菌混入糯米內，造成釀酒失敗。但是我們也從實驗結果中看到，口腔有清潔再製作口嚼酒也不一定 100% 成功，顯然還有其他因素影響口釀酒成功與否。
- 二、研究三以口嚼糯米時間做為變因，結果不管是實驗修正前後，都釀酒失敗，全部都產生臭酸味，也沒有明顯的產氣量。所以這次的實驗無法看出來口嚼糯米時間對口嚼酒的釀酒情形影響，必須要再檢視是否有其他因素讓這個實驗失敗之後重新再實驗一次。其他研究都以口嚼時間 3 分鐘來製作，但都有釀酒成功的針筒，所以研究三的口嚼時間 3 分鐘組別應該也有成功的機會，但是在研究三卻全部都釀酒失敗。我們推測問題是在製作口嚼酒的同學，因為研究三前後兩次的實驗及研究五丙女生 A 這組都是由同一位同學製作，而且這三組針筒都釀酒失敗。下次再進行這個實驗時，應該換由另位曾經成功製作的同學，在其他控制變因都不便的情形下重新實驗。
- 三、研究四以口嚼糯米比例做為變因，因為耆老說以前都是整桶釀造的糯米都要經過口嚼，但我們實驗後發現實驗結果跟耆老說的作法不一樣，100% 糯米都經過口嚼的組別只有一個針筒釀酒成功，且產氣的速度比較慢。10% 這一組產氣量又快又多，尤其在第五天開始產氣速度暴增，以至於來不及排氣而產生爆管現象，因此產生數據誤差，這是我們之後做實驗要特別注意的地方。



來不及排氣而產生爆管的情形

四、研究五以製作口嚼酒的人性別為變因，部落耆老說口嚼酒都是女生製作，但我們發現文獻有提到以前男性也可以製作口嚼酒，經由實驗結果發現，兩位男生的三個針筒都產生臭酸味，釀酒失敗，而女生組一位成功一位失敗，所以性別不是影響口嚼酒成功與否的因素。

五、研究六進行口嚼酒與酒麴釀酒的產氣情形比較，發現口嚼酒這一組產氣速度快且很快就產生酒味，而酒麴釀酒這組速度明顯慢很多，跟耆老說的口嚼酒的釀酒速度比較快一樣。

六、研究七以管內留置空氣量為變因，發現未留有空氣這一組釀酒失敗產生臭酸味，而其他兩組空氣量 5ml、15ml 的產氣速度差不多，且釀酒都有成功。製作口釀酒需要空氣中的酵母菌作用，如果完全未留有空氣，可能會使管內酵母菌不夠與糯米反應。酵母菌轉化葡萄糖為酒精的反應需要缺氧的環境，即使針筒內留有 5 或 15ml 的空氣都算是一個密閉空間，整體而言是一個缺氧的環境。

七、我們利用澄清石灰水檢測管內產生的空氣確實是二氧化碳：



八、研究一至七中的針筒液體進行酸鹼值檢測，發現不管釀酒成功與否，都呈現 PH 值 3-4 酸性，也印證了耆老說口嚼酒喝起來會偏酸的情形。



九、製作口嚼酒的人是影響釀酒的原因嗎？我們發現了一些有趣的地方，下表是各個研究中製作口嚼酒的同學分布：（標示網底為失敗）

	研究一	研究二	研究三	研究四	研究五	研究六	研究七
第一次	女生 A	女生 B	女生 C				
第二次		女生 D	女生 C	女生 B	男生 A 男生 B 女生 C 女生 B	女生 B	女生 A

第一次的實驗三個研究皆釀酒失敗，可能的原因有很多，但是第二次實驗卻只有女生 C 製作的失敗，雖然無法證明「人」真的是影響口嚼酒的因素，但印證了耆老曾經說過，有些人不管怎麼釀酒都一定會失敗的有趣情形。

十、我們也發現第一次實驗和第二次實驗有一個很大的改變在於溫度的控制，當第二次實驗時溫度都有控制在 30 度以上的溫暖環境，釀酒的成功率就大增，這符合耆老所說釀酒都是在夏天的時候進行，因為此時比較溫暖，是酵母菌喜歡的溫度。但是因為學校沒有控制溫度的儀器設備，所以我們這次無法以溫度做為變因來做實驗。

十一、第二個較大的改變在於我們存放在櫃子中，較不會直接照到光的地方，釀酒成功率也提高，也符合當人們釀酒時都會將酒甕放在室內陰暗角落的情形，光線這個變因可以做為之後繼續研究的參考。

陸、 結論

口腔是否清潔、釀口嚼酒時的口嚼糯米比例、口嚼酒的桶內空氣含量都會影響口嚼酒的產氣情形與速度，而製作口嚼酒的人性別不是影響口嚼酒產氣情形的因素。其中嚼糯米比例實驗結果和耆老告訴我們的方法不同，全部都經過口嚼的口嚼酒反而釀酒情形不佳。口嚼酒的釀酒速度比使用酒麴釀酒速度還要快，且口嚼酒的酸鹼值 PH 值 3-4 間，偏弱酸性。溫度、光線和口嚼糯米時間都可能是影響口嚼酒產氣情形的因素，可以作為後續研究的變因來探討。在進行研究的過程裡有許多造成誤差的原因，包括觀測的時間間隔、溫度的控制、口嚼糯米的同學嚼食物習慣，之後在進行相關實驗時應該更小心謹慎。

柒、 參考文獻資料

1. 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會化學科國小組，作品名稱：「穀物中的紅寶石「紅藜釀酒」之探討」。
2. 第八屆原住民華碩科教獎 --- 「飛鼠部落」部落農漁特產的文化與科學，作品名稱：「小米酒，才怪！- 賽夏族的傳統酒」
3. 維基百科資料。
4. 姑待酒——賽夏族的嚼酒法 文／陳昱 <http://ihc.apc.gov.tw/Journals.php?pid=614&id=704>