

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科
(鄉土)教材獎

082907

「生紅過夏」—馬祖老酒

學校名稱：連江縣立介壽國民中小學

作者： 小六 陳予皓 小六 陳淮熙 小六 陳霈恩 小六 林彤恩	指導老師： 官秀如 李勻禎
---	-----------------------------

關鍵詞：老酒、發酵、馬祖

「生紅過夏」-馬祖老酒

摘要

民國104年，老師曾做過老酒的科展研究，但釀製過程中老酒發黴，導致實驗失敗，所以我們決定用五年級習得的自然研究方法，再次挑戰製作馬祖老酒。

我們先去馬祖酒廠和林義和工坊進行訪談，發現釀製老酒最佳配方為圓糯米、水、紅麴和白麴，比例為10：10：1：0.06。釀酒方法為：浸米、蒸煮、攤飯、落潭、拌合、澄清、壓榨和煎酒八個步驟。我們進行兩組實驗，第一組研究米種系列的不同，第二組研究製酒液體的不同，並分別探討其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異。

為期32天的觀察後，發現製作老酒之米種還是以糯米系列最適合。製作老酒時還是以過濾後的生水為佳，但製酒液體可加入少量老酒避免發黴及提升風味。

壹、前言

一、研究動機

記得去年11月，全校師生結合藝文課程參與第二屆馬祖國際藝術島的活動，它的主題名為「生紅過夏」，當時我們很好奇「生紅過夏」的意涵是什麼，原來「生紅過夏」是指糯米、麴菌、水經過夏天的錘鍊，變成香醇老酒的過程。老酒是馬祖特色文化的象徵，也與馬祖人的生活息息相關，且馬祖酒廠在民國84年停產老酒，雖然在民國105年已恢復生產，但第一代和第二代老酒燉出來的雞湯味道卻截然不同，因此，引發了我們想研究老酒的好奇心，而且聽老師說，他在民國104年也做過老酒的科展實驗，但釀出來的老酒發黴了，導致實驗失敗，這也激起了我們的挑戰慾望。於是我們決定嘗試製作老酒，還想利用五年級習得的自然科學研究方法，透過實驗改變製作老酒的變因，觀察老酒的變化，進而更深入的瞭解馬祖老酒。故此次科展的主題命名為：「生紅過夏 - 馬祖老酒」是科學研究與在地文化傳承的結合，可說是最佳的科展主題。

二、研究目的

1. 至馬祖酒廠和林義和工坊進行訪談，瞭解馬祖老酒的釀製配方、方法與過程，並動手釀製馬祖老酒。
2. 探討圓糯米的替代品：「紅米」「長糯米」「在來米」「台中秬10號」和「蓬萊米」在釀製老酒時其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異，研究出風味最佳的釀酒米種。
3. 探討水的替代品：「老酒」和「老酒與水各半」在釀製老酒時其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異，研究出風味最佳的釀酒液體。

三、文獻回顧

文獻名稱	時間	研究目的
老酒的秘密	民國94年	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解馬祖傳統文化釀製老酒的詳細過程。 2. 討論「溫度」、「與空氣接觸的時間」這些變因對釀製老酒的影響。 3. 將釀酒的化學原理及應用相對照。 4. 探討老酒的主要成分—紅麴的功用。
馬祖老酒-風華再現	民國104年	<ol style="list-style-type: none"> 1. 傳承馬祖文化，瞭解馬祖老酒的釀製方法與過程。 2. 瞭解不同的紅麴種類，對釀製老酒的影響。 3. 探討糯米的替代品：「在來米」和「糙米」在釀製老酒時有何不同。 4. 探討「生水」和「熟水」對釀製老酒的影響。 5. 透過實驗，動手釀製馬祖老酒，並探討馬祖酒廠生產之老酒與民間私釀之老酒其「酒精度」、「酸度」和「糖份」之差異。
「生紅過夏」馬祖老酒 (此次研究)	民國113年	<ol style="list-style-type: none"> 1. 至馬祖酒廠和林義和工坊進行訪談，瞭解馬祖老酒的釀製配方、方法與過程，並動手釀製馬祖老酒。 2. 探討圓糯米的替代品：「紅米」「長糯米」「在來米」「台中秈10號」和「蓬萊米」在釀製老酒時其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異，研究出風味最佳的釀酒米種。 3. 探討水的替代品：「老酒」和「老酒與水各半」在釀製老酒時其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異，研究出風味最佳的釀酒液體。

表1-1 歷屆老酒相關文獻比較表

說明：

此次研究是針對民國104年的研究再次進行深入探究，民國104年的研究也是此次指導老師的研究作品，當時米種這一組的研究失敗了，因為除了「圓糯米」之外的米都發黴了。此次研究針對米種的比較與選擇上，做了更多元且更深入的分析與探究，並依據民國104年的研究建議，改成每天攪拌，且將釀製時間往前移，避免溫度太高，讓實驗再次失敗。

在製酒液體的取代方面，因為104年的研究結果，「生水」、「熟水」並無明顯差異，故此次研究想以酒中酒的概念試試看，會不會有明顯差異。

貳、研究設備及器材

表2-1製酒階段研究設備及器材













		
圖2-1 在來米	圖2-2 蓬萊米	圖2-3 糙米
		
圖2-4 長糯米	圖2-5 圓糯米	圖2-6 紅米
		
圖2-7 紅麴	圖2-8 白麴	圖2-9 電子秤
		
圖2-10 杉木蒸籠	圖2-11 消毒酒精	圖2-12 消毒容器

表2-2觀察階段研究設備及器材

		
圖2-13 1800ml 玻璃罐	圖2-14 標示牌	圖2-15 攪拌湯匙

表2-3榨酒階段研究設備及器材

		
<p>圖2-16 過濾網篩/棉布</p>	<p>圖2-17 漏斗</p>	<p>圖2-18 裝盛容器</p>
		
<p>圖2-19 煮酒水壺</p>	<p>圖2-20 卡式爐</p>	<p>圖2-21 消毒酒瓶</p>

表2-4檢驗階段研究設備及器材

		
<p>圖2-22 超純水製造機</p>	<p>圖2-23 平行式蒸餾機</p>	<p>圖2-24 比重酒精計</p>
		
<p>圖2-25 糖度計</p>	<p>圖2-26 定量吸管</p>	<p>圖2-27 酸度檢測器</p>

參、研究過程或方法

一、訪談

為了瞭解馬祖老酒的製作過程，我們特別至馬祖酒廠和林義和工坊進行訪談，希望藉由訪談能對老酒的製作有更深入的了解。

(一)馬祖酒廠訪談紀錄

訪談時間	2024年 1月18日	訪談地點	馬祖酒廠	訪談對象	研發管理組股長 邱建國先生
訪談原因	<p>本次科展的主題是老酒，而我們為了獲取瞭解老酒的機會，決定造訪馬祖酒廠。馬祖酒廠是全馬祖唯一一座大型製酒工廠，因此我們能夠在訪談的過程中獲得更多有關老酒的知識。老酒一直以來都是馬祖的特產，選用老酒做主題不但可以發揚馬祖的特色，更可以向大家介紹這特有的美食。</p>				
訪談照片					
訪談重點	<p>1. 釀製老酒材料：圓糯米、水、紅麴和白麴，比例為10：10：1：0.06，另外還會加入酵母，不過坊間也有不同的配方比例。</p> <p>2. 製酒過程：</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(1) 浸米：指事先浸泡糯米和麴。</p> <p>(2) 蒸煮：指把糯米蒸熟變軟。</p> <p>(3) 攤飯：指除去米的水分及降溫。</p> <p>(4) 落罈：指把糯米與麴放入酒罈中。</p> <p>(5) 拌合：指將罈中物攪拌均勻。</p> <p>(6) 澄清：指釀酒的過程中糯米往下沉與釀出的老酒分開的過程。</p>				

	<p>(7)壓榨：指將酒糟和酒分開。</p> <p>(8)煎酒：指高溫滅菌。</p> <p>3. 注意事項：</p> <p>(1)40度以上會導致麴菌的死亡。</p> <p>(2)麴的顆粒需完整，發酵力較高。</p> <p>(3)發酵容易受環境因素影響。</p> <p>(4)每天都需要攪拌。</p> <p>(5)發酵需少量氧氣。</p> <p>(6)於馬祖當地常溫製作。</p>
訪後心得	<p>本次參觀酒廠，我們在邱股長的講解中，不僅瞭解了老酒的製作技巧與原理，還認識了很多的製酒器具，感覺真是不虛此行呢！希望還能再次光臨這個令人難以忘懷的製酒工廠！</p>

(二)林義和工坊訪談紀錄

訪談時間	2024年 1月19日	訪談地點	林義和工坊	訪談對象	林義和工坊製酒師 黃克文先生
訪談原因	<p>科展主題與老酒有關，所以老師帶我們到了林義和工坊與黃伯伯進行訪談，在訪談中我們知道了製作老酒的注意事項及製酒步驟。</p>				
訪談照片					
訪談重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 製酒配方：圓糯米、水、紅麴和白麴，比例為 10：10：1：0.06。 2. 製酒步驟： <ol style="list-style-type: none"> (1)泡麴：紅麴泡入比例重量水中六至七小時備用。 (2)蒸米：糯米泡水 6 小時後蒸熟（木質蒸籠較佳）。 (3)涼飯：糯米蒸熟，攤開平鋪案台上，風涼去熱，用手觸摸，感覺涼意，放之臉上，似有微溫，即時拌入碾碎白麴裝罈。 				

	<p>(4)裝入盛器（罈或瓶）加蓋兩天後，攪拌使其混合均勻，此後每隔三至四天攪拌一次，如是四至五次，予以密封，靜待發酵，全程一個月（可稍延）。</p> <p>(5)榨酒：發酵完成，分裝棉質布袋，重物壓榨，分離水份，紗布或過濾紙過濾，即為「生酒」，所餘渣滓就是「紅糟」。</p> <p>(6)煮酒：生酒煮沸，視同殺菌，可密封內貯或即時飲用，統稱「老酒」。</p> <p>3. 注意事項：</p> <p>(1)酒罈要放置在陰涼通風處。</p> <p>(2)傳統釀酒季節為冬至與清明之間,以避免高溫,可用空調控制。</p> <p>(3)製酒前一天須將麴浸泡 6 小時以上。</p> <p>(4)釀酒全程，注意用具之清潔消毒，稍有不慎，容易發酸。</p> <p>4. 黃伯伯的解說：「酒就是一種發酵的過程」。馬祖老酒主要是由紅麴來發酵，而紅麴是由在來米製作而成，在來米沒有黏性，可以讓菌均勻地附著在每一顆米粒上，而菌在加入水和米之後會加速繁殖，讓澱粉變成葡萄糖然後變成酒精。釀酒需要比較強壯的菌，因為強菌會限制弱菌增生，而如果沒有好好照顧菌，會導致菌變弱而釀酒失敗。平均 50 公克的麴是由 1000 顆米粒製成，1 粒米有 10 的 10 次方的菌。只要有澱粉與糖，在理論上都可以釀酒，不過如果澱粉量不夠所製的酒就不好喝。</p>
訪後心得	<p>透過這一次訪問後，黃伯伯不但讓我們瞭解製酒的過程及秘方，還特別介紹了自製的紅麴，並且細心回答了我們瑣碎的問題，訪談過後使我們獲益匪淺，收穫滿滿，同時也向他說聲：「謝謝！您辛苦了」。</p>

二、研究內容

由訪談結果得知，製作老酒需要用到圓糯米、水和紅麴以及少量的白麴，因此，我們決定使用林義和工坊的製酒配方，但為了預防發黴，攪拌方式則選擇用酒廠每天攪拌一次的方式進行操作，在材料的選擇上，我們使用林義和工坊研發的紅麴「馬祖一號」做為控制變因，操縱變因分兩組，一組是在米的種類上做變化進行研究。另一組則是在製酒液體的類型上做變化，進行研究。

(一) 米種系列的不同







米種	秈米系列		粳米系列	糯米系列		
名稱	台中秈10號	在來米	蓬萊米	紅米	長糯米	圓糯米
圖片						
直鏈性澱粉值	15~20	20~30	15~20	無資料	5~8	0~2
特性	台中秈10號是可以與粳米(蓬萊米)一較高下的秈米品種,具有高纖、低澱粉特點,在口感上不黏不膩,又軟又Q,細細咀嚼時能品嚐到淡淡香甜滋味且不易有飽脹感,屬低GI(低升糖指數)米種。	台中秈10號屬於台灣在來稻種,具有秈稻鬆軟好消化的特性,口感不黏不膩,且不易產生飽脹感,是目前坊間食感與粳米(蓬萊米)最接近,水嫩Q彈特別好吃的秈米品種。	蓬萊米的外觀,比在來米短而粗,呈橢圓形,米粒較大、黏性強,能適應高溫。	紅糯米此品種是世界的台灣特種其特性是短米型。接近圓糯米但又比圓糯米大。	又稱長糯、秈糯,外表細長,熱食Q彈,冷後偏硬,重複加熱不易軟爛,黏度比較低、容易捏型,適合製作鹹米食。	容易煮糊、煮爛,熟透後黏性高、光澤佳,有較明顯的甜味。吃法:常用於甜點心如鹼粽、八寶粥,或加工成年糕、麻糬、紅龜粿、和湯圓等,也是製作酒釀的主要原料。

表3-1米種比較表

將紅麴(均使用馬祖1號)加入3g 白麴和過濾之生水視為控制變因，米視為操縱變因。因為米的米質可以分成三種系列：粳米、秈米和糯米，我們分別從這三種不同系列的米，選出其中一、兩種來製作老酒，粳米系列的「蓬萊米」、秈米系列的「在來米」和「台中秈10號」以及糯米系列的「紅米」、「圓糯米」和「長糯米」共六種米進行研究，比較它們在「酒精度」、「糖份」、「酸度」和「風味」上是否有差異。

(二) 製酒液體的不同：

將紅麴(均使用馬祖一號) 加入3g 白麴和圓糯米視為控制變因，製酒液體視為操縱變因。我們將水與老酒(馬祖第二代老酒)混合做比例上的調整，第一罈是用100%過濾之生水，第二罈是用50%的過濾生水加上50%的老酒，第三罈是17%的過濾生水加上83%的老酒(說明:這一罈我們預設全部用老酒替代水，但是泡紅麴需要100g 的水，所以600g 的水，只能500g 被老酒取代，無法100%用老酒替代)，共三種類型的製酒液體進行研究，比較它們在「酒精度」、「糖份」、「酸度」和「風味」上是否有差異。

三、動手製作老酒

(一) 老酒材料：600g 的米、60g 的紅麴泡在100g 水中、水500g 和3g 白麴。

(二) 步驟說明：

1. 使用的麴為馬祖一號，用清水先浸泡五到六個小時。
2. 所有種類的米必須浸泡五到六小時。
3. 將各種米用蒸籠蒸熟。
4. 將米攤平於容器，使其自然風乾。
5. 將麴加入瓶中。
6. 加入米、水。
7. 攪拌均勻，讓米粒均勻沾上麴。
8. 蓋好蓋子，運送回學校。
9. 之後每天攪拌一次，並記錄，約耗時一個月。
10. 做好後用紗布將酒過濾出來並加熱殺菌。
11. 送到酒廠檢驗糖份、酸度、酒精濃度和風味。

(三)照片示意：

1. 使用的麵為馬祖一號，先浸泡五到六個小時。



2. 所有種類的米必須浸泡五到六小時。



3. 用蒸籠蒸熟。



4. 將米攤平於容器，使其自然風乾。



5. 將麩加入瓶中。



6. 加入米和水。



7. 攪拌均勻，讓米粒均勻沾上麩。



8. 蓋好蓋子，運送回學校。



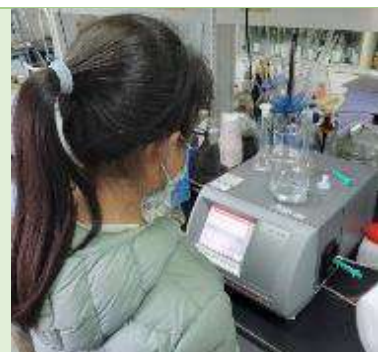
9. 之後每天攪拌一次，並記錄，約耗時一個月。



10. 做好後，用紗布將酒過濾出來並加熱殺菌。



11. 送到酒廠檢驗糖份、酸度、酒精濃度和風味。



肆、研究結果

一、第一組：操縱變因—米種；控制變因—製酒液體(水)、麴種(紅麴—馬祖一號)、白麴

(一)使用不同米種釀製老酒之過程摘要(擷取變化較顯著的6次)

米種	名稱	第1天 113.2.28	第6天 113.3.4	第9天 113.3.7	第16天 113.3.14	第26天 113.3.24	第32天 113.3.30
秈米	台中秈10號						
		米呈顆粒狀 吸水膨脹， 米上有黃點	米呈粥狀， 米上黃點消 失	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
		無發酵氣泡	無發酵氣泡	發酵氣泡少	無發酵氣泡	發酵氣泡少	無發酵氣泡
		有米味	酒味清淡	酒味清淡	酒味清淡	酒味濃	酒味濃
		水份吸收完 全	釋出水份， 好攪，攪起 來像泥巴	攪起來像水	紅麴分布均 勻		
						上層酒體有 4mm	上層酒體有 8mm
	在來米						
		米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
		無發酵氣泡	無發酵氣泡	發酵氣泡少	無發酵氣泡	發酵氣泡多	發酵氣泡少
		米香充足	酒味清淡	酒味清淡	酒味清淡	酒味濃	酒味濃
		水份吸收完 全	釋出水份充 足，好攪	攪起來像水			
			紅麴沉澱， 顏色分層		紅麴分布均 勻		
	上層酒體有 5mm	上層酒體有 10mm	上層酒體有 5mm	上層酒體有 6mm	上層酒體有 9mm		

米種	名稱	第1天 113.2.28	第6天 113.3.4	第9天 113.3.7	第16天 113.3.14	第26天 113.3.24	第32天 113.3.30
粳米	蓬萊米						
		米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
		無發酵氣泡	無發酵氣泡	發酵氣泡少	發酵氣泡多 而大	發酵氣泡少	無發酵氣泡
		米味很重	米香四溢	酒味清淡	酒味清淡	酒味濃	酒味濃
		水份吸收完全	釋出更多水份，好攪	攪起來像水			
			紅麴分布均勻	表層微量發 黴已取出		上層酒體有 4mm	上層酒體有 25mm
糯米	紅米						
		米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈顆粒狀	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
		無發酵氣泡	無發酵氣泡	發酵氣泡少	發酵氣泡少	發酵氣泡多	發酵氣泡少
		充滿米香	酒味清淡	酒味清淡	酒味清淡	酒味濃	酒味濃
		水份未完全 吸收	釋出水份， 好攪	攪起來像泥			
			紅麴沉澱		紅麴分布均 勻	上層酒體有 1mm	上層酒體有 4mm











米種	名稱	第1天 113.2.28	第6天 113.3.4	第9天 113.3.7	第16天 113.3.14	第26天 113.3.24	第32天 113.3.30	
長糯米	長糯米							
		米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈顆粒狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	
		無發酵氣泡	無發酵氣泡	無發酵氣泡	發酵氣泡少	發酵氣泡少	發酵氣泡少	
		洋溢米香	米香四溢	酒味清淡	酒味清淡	酒味濃	酒味濃	
		水份吸收完全	釋出水份， 好攪	攪起來像泥				
		紅麴分布均勻	紅麴分布均勻	紅麴分布均勻	有一層氣泡 在中間	上面有一層 濃稠泡沫		
	圓糯米	圓糯米						
			米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
			無發酵氣泡	無發酵氣泡	發酵氣泡少	發酵氣泡少	發酵氣泡多	發酵氣泡少
			米香四溢	米香四溢	酒味清淡	酒味清淡	酒味濃	酒味濃
			水份吸收完全	釋出更多水 份，好攪	攪起來像水			
			紅麴沉澱	紅麴分布均勻		紅麴分布均勻	上面有一層 濃稠泡沫	

表4-1-1 不同米種釀製老酒之過程摘要表

(二)使用不同米種釀製老酒之過程摘要結果圖表看變化趨勢。

<p>1.米粒狀態變化： 第6天左右米粒變為粥狀，台中秈10號最快變成泥狀，第16天除了紅米之外的其他米種都變成泥狀。</p>	<p>2.發酵氣泡變化： 發酵作用在中期最旺盛，觀察過程中同一種米的發酵氣泡也會時而多時而少。</p>																																																	
<p>Legend: 台中秈10號 (blue), 在來米 (orange), 蓬萊米 (grey), 紅米 (yellow), 長糯米 (dark blue), 圓糯米 (green)</p>	<p>Legend: 台中秈10號 (blue), 在來米 (orange), 蓬萊米 (grey), 紅米 (yellow), 長糯米 (dark blue), 圓糯米 (green)</p>																																																	
<p>3.氣味變化： 前期都是米香，大約在第6天之後出現淡酒味，26天之後酒味變濃。</p>	<p>4.上層酒體高度變化： 由於每日攪伴，米尚未完全向下沉澱，酒體可能出現在中層或上層，但僅測量上層高度作為參考。中期在來米的酒體高度最明顯，後期則是蓬萊米最多。</p>																																																	
<p>Legend: 台中秈10號 (blue), 在來米 (orange), 蓬萊米 (grey), 紅米 (yellow), 長糯米 (dark blue), 圓糯米 (green)</p>	<table border="1"> <caption>上層酒體高度(單位:mm)數據表</caption> <thead> <tr> <th>釀酒天數</th> <th>台中秈10號</th> <th>在來米</th> <th>蓬萊米</th> <th>紅米</th> <th>長糯米</th> <th>圓糯米</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D6</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D9</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D16</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D26</td> <td>4</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>D32</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>25</td> <td>0</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Legend: 台中秈10號 (blue), 在來米 (orange), 蓬萊米 (grey), 紅米 (yellow), 長糯米 (dark blue), 圓糯米 (green)</p>	釀酒天數	台中秈10號	在來米	蓬萊米	紅米	長糯米	圓糯米	D1	0	0	0	0	0	0	D6	0	5	0	0	0	0	D9	0	10	0	0	0	0	D16	0	5	0	0	0	0	D26	4	6	1	1	4	0	D32	4	8	25	0	4	0
釀酒天數	台中秈10號	在來米	蓬萊米	紅米	長糯米	圓糯米																																												
D1	0	0	0	0	0	0																																												
D6	0	5	0	0	0	0																																												
D9	0	10	0	0	0	0																																												
D16	0	5	0	0	0	0																																												
D26	4	6	1	1	4	0																																												
D32	4	8	25	0	4	0																																												

表4-1-2不同米種釀製老酒之過程摘要結果圖表

(三)不同米種釀製老酒之結果分析

分析 米種		酒精濃度	酸度	糖份
秈米	台中秈10號	9.96	8	6.9
	在來米	7.31	5.5	5.6
粳米	蓬萊米	10.91	7.3	7.5
糯米	紅米	10.70	10.3	8.5
	長糯米	8.81	12.5	17.1
	圓糯米	13.9 ✓	13.5	13.2 ✓
馬祖酒廠老酒標準		14±0.5	<3.5	12-14
小結：使用「圓糯米」製作的老酒，酒精濃度和糖份含量符合酒廠標準，但酸度仍過高。其餘米種所製老酒均未符合酒廠標準。				

*酒精濃度單位「度」：每 100ml 酒液中 所含純酒精的毫升數。

*酸度單位「琥珀酸」：克數/100ml

表 4-1-3 不同米種釀製老酒之結果分析表

*糖份只是一種比值，沒有單位。

*表現符合酒廠標準則記 ✓。

二、第二組：操縱變因—製酒液體；控制變因—米種(圓糯米)、麴種(紅麴馬祖一號)、白麴

(一) 使用不同製酒液體釀製老酒之過程摘要(擷取變化較顯著的6次)

液體	第1天 113.2.28	第6天 113.3.4	第9天 113.3.7	第16天 113.3.14	第26天 113.3.24	第32天 113.3.30
水						
	米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
	無發酵氣泡 米香較重	無發酵氣泡 米味	發酵氣泡少 淡酒味	發酵氣泡少 淡酒味、 蘋果味	發酵氣泡多 酒味濃	發酵氣泡少 酒味濃
		釋出水份， 看起來更濕	米被融在水 中，更紅	變更水		
	紅麴沉澱	第5天少量 發黴，取出 後第6天發 黴消失			上面有一層 濃稠泡沫	





液體	第1天 113.2.28	第6天 113.3.4	第9天 113.3.7	第16天 113.3.14	第26天 113.3.24	第32天 113.3.30
水 50% + 老酒 50%						
	米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
	無發酵氣泡	發酵氣泡少	發酵氣泡少	發酵氣泡多	發酵氣泡多	發酵氣泡少
	淡酒味	淡酒味	淡酒味	濃酒味、 蘋果味	酒味濃	酒味濃
		變軟、濕	變更水			
	部分紅麴沉 澱		部分紅麴沉 澱	氣泡向上		
水 17% + 老酒 83%						
	米呈顆粒狀 吸水膨脹	米呈粥狀	米呈粥狀	米呈泥狀	米呈泥狀	米呈泥狀
	無發酵氣泡	發酵氣泡少	發酵氣泡少	無發酵氣泡	發酵氣泡多	發酵氣泡少
	酒味濃	淡酒味	淡酒味	濃酒味	酒味濃	酒味濃
		變軟、濕	米和水融合 良好，顏色 更紅	水變少		
	大部份紅麴 沉澱					
			上層酒體有 2mm	上層酒體有 1mm	上層酒體有 1mm	

表4-2-1不同製酒液體釀製老酒之過程摘要表

(二)使用不同製酒液體釀製老酒之過程摘要結果圖表看變化趨勢。

<p>1.米粒狀態變化：</p> <p>都在第6天米粒變為粥狀，水17%+老酒83%的最快變成泥狀，第16天後都變成泥狀。</p>	<p>2.發酵氣泡變化：</p> <p>發酵作用在中後期最旺盛，特別是水50%+老酒50%的自第10天起發酵氣泡大都是多。</p>
<p>Legend: 水 (Blue), 水50%+老酒50% (Orange), 水17%+老酒83% (Grey)</p>	<p>Legend: 水 (Blue), 水50%+老酒50% (Orange), 水17%+老酒83% (Grey)</p>
<p>3.氣味變化：</p> <p>原本液體含酒就有酒香，液體為水的到第7天有淡酒味，第26天起為濃酒味。</p>	<p>4.上層酒體高度變化：</p> <p>第二組的酒體高度都不高，在1-3mm 之間變化。</p>
<p>Legend: 水 (Blue), 水50%+老酒50% (Orange), 水17%+老酒83% (Grey)</p>	<p>Legend: 水 (Blue), 水50%+老酒50% (Orange), 水17%+老酒83% (Grey)</p>

表4-2-2不同製酒液體釀製老酒之過程摘要結果圖表

(三)不同製酒液體釀製老酒之結果分析

製酒液體 \ 分析	酒精濃度	酸度	糖份
過濾後的生水	13.9 ✓	13.5	13.2 ✓
50%老酒+50%的過濾生水	7.98	11.8	23.3
83%老酒+17%的過濾生水	3.5	2.5 ✓	32.7
馬祖酒廠老酒標準	14±0.5	<3.5	12-14

小結：使用「過濾後的生水」製作的老酒，酒精濃度和糖份含量符合酒廠標準，但酸度仍過高。而使用「83%老酒+17%的過濾水」製作的老酒則酸度適中、酒精度低、糖分很高，應是酒中酒的酒精讓酵母活性降低，導致澱粉酶有作用而糖度高，酵母菌沒作用而酒精度低。

表 4-2-3 不同製酒液體釀製老酒之結果分析表

*酒精濃度單位「度」：每 100ml 酒液中所含純酒精的毫升數。 *糖份只是一種比值，沒有單位。

*酸度單位「琥珀酸」：克數/100ml *表現符合酒廠標準則記✓。

三、風味評比

評比時間	2024年 4月16日	評比地點	馬祖酒廠	評鑑人員	馬祖酒廠品酒師5位
評比方式	風味雖然主觀不易量化，但請酒廠經驗豐富又專業的品酒師，以色、香、味進行分析評比，仍可評出整體表現最佳的製酒配方。				
評比照片					

(一)色香味評比

區分	色(2)					香(3)							味(5)						
	晶瑩清澈	適宜	混濁	小計	名次	純正清香	清香適宜	尚可	不正刺激	雜異	小計	名次	純正甜厚	順口適中	平淡尚可	苦澀酸辣	雜味	小計	名次
台中秈10號		1.3	4	5.3	6			3.5		1.7	5.2	7				6.2	0.5	6.7	7
在來米		2.4	2.8	5.2	7			1	3.5	0.5	5	8			2.5	4	0.5	7	5
蓬萊米		5.3	1	6.3	4			4.7	1.3	0.5	6.5	4			2.2	2	2.7	6.9	6
紅米		1.3	3.8	5.1	8			4.5	1.5	0.5	6.5	4				6.3	0.8	7.1	4
長糯米		6.3	0.5	6.8	3			4.2	1.8		6	6		4	3	4.9		11.9	2
圓糯米/水	3.8	4.2		8	2			4.3	2.6	0.5	7.4	2			2.7	4.4	1	8.1	3
水50% 老酒50%		2.6	3	5.6	5			7.4		0.5	7.9	1		5	2.5	4.6	0.5	12.6	1
水17% 老酒83%	7.1	1.6		8.7	1		2	5.2			7.2	3	3		3	2.3	0.5	5.8	8

表4-3-1各支老酒色香味評比表

(二)風味總評

區分	照片	色(2)	香(3)	味(5)	總分	名次	簡評
台中秈10號		5.3	5.2	6.7	17.2	7	酸澀苦尾，帶糟味
在來米		5.2	5	7	17.2	7	酸澀苦尾，氣味不正
蓬萊米		6.3	6.5	6.9	19.7	5	酸澀苦尾，味雜不順，尾韻不佳

紅米		5.1	6.5	7.1	18.7	6	味酸帶苦，尾韻有酸澀感
長糯米		6.8	6	11.9	24.7	2	味酸帶甜，糟味重
圓糯米/水		8	7.4	8.1	23.5	3	酸度高刺激舌尖，苦味略重，淡淡的甜味
水50% 老酒50%		5.6	7.9	12.6	26.1	1	略帶甜味，尾韻微酸微澀，整體口感不平衡
水17% 老酒83%		8.7	7.2	5.8	21.7	4	無老酒口感，甜度過高，酒精度偏低，膩口

表4-3-2各支老酒風味總評表

(三)風味表現總結

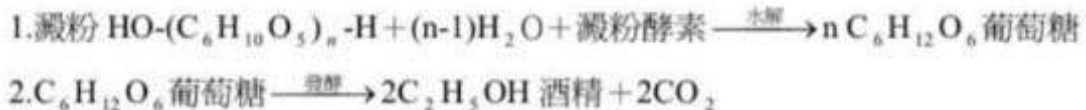
1. 經由馬祖酒廠專業品酒師評比其色香味三種的綜合表現，整體以圓糯米搭配水50%+老酒50%釀製之老酒風味最佳，第二名是長糯米搭配水、第三名是圓糯米搭配水。
2. 由上述結果可知，糯米是製作老酒的最佳選擇。

伍、討論

一、老酒發酵的秘密是什麼？

發酵是一種複雜的化學變化，會影響老酒的風味、香氣和質地。在製作老酒的過程中，我們加入了紅麴和白麴進行發酵，紅麴是由單一的紅麴菌組成，紅麴菌可以進行糖化過程，也可以進行酒化過程。而白麴是由糖化菌和酒化菌兩種菌種混合在一起製作完成，所以在製作老酒時，加入一匙白麴，可以讓發酵效果更好。

老酒的發酵過程可以分成糖化和酒化兩階段：



二、什麼是紅麴？紅麴的功效又是什麼？

紅麴（Red Yeast Rice，又稱作紅麴米），是以蒸熟的米經紅麴菌發酵所製成，其中紅麴菌（*Monascus purpureus*）廣泛存在於穀類、澱粉、新鮮牧草、泥土和松樹根組織中。

古代的紅麴的製作方式，是將生米長時間埋在地底下，讓土壤裡的天然紅麴菌，附著於米上發酵而成；現代的紅麴作法，製作初期同樣會先將米洗淨、蒸熟及冷卻，但與過去不同的是，隨後會將純化後的紅麴菌種種入米中，再置入麴盤，進行固態發酵、翻麴，最後經乾燥而成。

紅麴經發酵後會產生天然的「紅麴色素」，由於紅麴色素不會因 pH 值改變而變色，且耐熱性極佳，不容易褪色或變色，因此常用於幫食物染色；舉例來說，傳統節日當中常會出現的紅蛋、紅龜粿及紅湯圓等傳統食物，便是透過紅麴色素染上喜慶的顏色，藉以滿足視覺觀感並刺激食慾。

紅麴的功效：

- (一)紅麴發酵後，不僅含有紅麴色素，還會產生 Monacolin K（又稱莫那可林 K、紅麴菌素 K）及類黃酮等成分；其中，Monacolin K 的功效，與可降血脂的 Statins（史他汀）類藥物相似，能抑制體內膽固醇合成，有助於降低血脂濃度，減少罹患高膽固醇血症、動脈硬化與心血管疾病的風險。
- (二)紅麴不僅能降低血中膽固醇含量，其中內含的 γ -胺基丁酸（ γ -Aminobutyric acid，簡稱 GABA）屬於一種抑制性神經傳導物質，還可控制中樞神經系統緊張狀態。
- (三)根據義大利一項研究指出，紅麴內含的 Monacolin K，有助於降低體內的發炎反應指標「C 反應蛋白」（C-reactive protein，簡稱 CRP）及總膽固醇數值。

三、為什麼使用糯米製作老酒的效果比秈米和粳米好？

為什麼糯米的製酒效果比秈米和粳好呢？**秘密就在糯米的支鏈澱粉含量較高**，澱粉是一種多醣，由於支鏈澱粉含有較多的分支末端，因此相較於直鏈澱粉，支鏈澱粉更容易被糖化菌分解，意即含有較高比例支鏈澱粉，就**越容易跟糖化菌作用，分解成葡萄糖**，而在製酒過程中，糖化過程是一個非常關鍵的化學反應，糖化效果好，分解出的葡萄糖才能和麴進行發酵，進而產生酒精，變成酒。

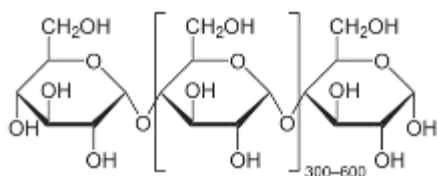


圖5-1 直鏈澱粉構造圖

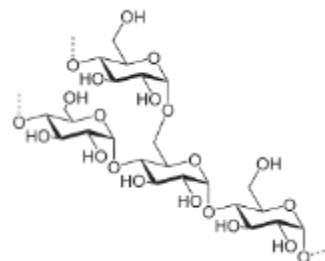


圖5-2 支鏈澱粉構造圖

類 型		直鏈性澱粉(%)	支鏈性澱粉(%)	蛋白質(%)	性質與用途
粳米	蓬萊米(粳米)	16.9~20.9	80左右	5.8~7.6	黏性適中，用於米飯或米果。
秈米	在來米	26.2~30.8	80左右	7.4~9.1	米粉、蘿蔔糕、發糕、芋頭糕、河粉(粿條)。
	長秈米	17.8~18.4	80左右	6.8~7.1	黏性適中，用於米飯或壽司。
糯米	圓糯(蓬萊糯)	1.2~3.0	95以上	6.0~7.6	黏性強，一般用於釀酒、甜年糕、紅龜粿、草仔粿、湯圓、八寶粥、麻糬、甜粽、等。
	長糯(秈糯)	1.6~2.6	95以上	7.7~9.0	黏性較圓糯差，一般用來製作油飯、珍珠丸子、紅龜粿、草仔粿、湯圓、八寶粥、麻糬、粽子、等。

表5-1各米種成分分析，其性質與用途表(本表引用自馬祖老酒－風華再現科展作品)

- (一)澱粉含量高：糯米相比於秈米和粳米，其澱粉含量更高。澱粉是酵母生長和發酵的主要碳水化合物來源，因此高澱粉含量的糯米能提供更多的養分給酵母，有利於酵母的生長和發酵過程。
- (二)黏性強：糯米因其特有的黏性而得名，這種黏性有助於在發酵過程中形成較為穩定的結構。相比之下，秈米和粳米的黏性較差，不易形成穩定的結構，這可能會影響到老酒的質量和口感。
- (三)口感更佳：糯米釋放出的澱粉在發酵過程中會形成一種特有的粘稠感，這種口感在老酒中會更加突出，使得老酒的口感更加柔和順滑。

總的來說，糯米在製作老酒時具有較高的澱粉含量和黏性，這使得它比秈米和粳米更適合用於製作老酒，並且能夠產生更好的口感和質量。

四、為什麼各米種的米有的會往下沉？有的是部分會浮在水面上？

在製作老酒時，往下沉的米和浮在上面的米通常是因為它們在發酵過程中所扮演的角色不同而導致長得不一樣。

- (一) **往下沉的米**：通常是指糯米或其他類型的粘性米。這些米因其較高的澱粉含量和黏性而更容易沉於液體底部。在發酵過程中，這些米提供了大量的碳水化合物和養分，酵母會利用下沉米來進行發酵，從而產生酒精和其他化合物。下沉米在發酵後可能會被完全分解或留下部分殘渣，但它們的作用是為酒的發酵提供養分。
- (二) **浮在上面的米**：通常是指糙米或其他類型的普通米。米在發酵過程中沒有足夠的澱粉或黏性以使其沉入液體底部。它們通常被視為一種「糠」，並且會浮在液體表面。儘管這些米不直接參與酒的發酵過程，但它們在發酵過程中可能會提供一些額外的風味，並且在發酵後可以作為裝飾物或添加到最終的產品中以增加口感或風味。

總的來說，**往下沉的米和浮在上面的米在製作老酒時代表著不同的角色和功用，但兩者都對最終的老酒產品有所貢獻。**

五、為什麼在釀製老酒時，酒糟會往下沉？

酒糟會下沉與殘糖含量的高低、溫度和多醣體的存在有關：

- (一) **殘糖含量高**：如果老酒尚未完成發酵，或老酒中殘留有大量殘糖，**酵母可能會保持活性，使酒糟保持懸浮。**
- (二) **低溫**：低溫會**減緩發酵速度**影響酒糟的沉降。
- (三) **多醣體的存在**：多醣體是酵母在發酵過程中產生的複合糖。**它們可以與酵母細胞和其他固體結合，使它們更有可能保持懸浮狀態。**

因此，在製作老酒的過程中，**酒糟遲遲不會下沉**，可能是老酒還在**持續進行發酵作用**，酒糟若往下沉表示發酵結束，可以將老酒榨出來了。

六、為什麼酒罈裡會產生泡泡？哪個階段泡泡最多？產生泡泡時為什麼會有酒味？

- (一)在釀造老酒時，糯米澱粉轉化為酸糖再轉化為葡萄糖的過程稱之為發酵，而在一系列的作用後會產生二氧化碳和酒精，**酒罈中的泡泡就是正在外冒的二氧化碳。**
- (二)第一個產生泡泡的是第七天的在來米，到了第十天幾乎所有的米都開始產生泡泡，在十二到二十七天之間產生的泡泡量較多，**表示發酵作用最旺盛**，二十七到三十二天泡泡量開始減少，表示發酵作用減緩。
- (三)為何產生泡泡時會有酒味？還記得嗎？**發酵時會產生「酒精」和二氧化碳**，所以產生氣泡的同時飄散酒味，也是合情合理的。

七、為什麼酒罈裡的酒會發黴？但加了酒的卻不容易發黴？

(一)發黴原因：

- 1、釀酒方法不對。在釀酒過程中酒與空氣接觸面積過大細菌滋生，導致發黴。有可能就是酒液在過濾時大面積的暴露在空氣中
- 2、使用的釀酒容器不乾淨。在釀酒開始釀制前，釀酒容器沒有清洗乾淨，可能有油漬或是污垢，終都會導致細菌滋生，酒液發黴。
- 3、未發酵完成，酒精量來不及殺菌。

(二)加了酒不容易發黴：酒中含有酒精，酒精具有殺菌作用，所以不會生黴。

八、為什麼這次釀製的老酒都普遍偏酸且酒精度較低？

這次釀酒我們使用的紅麴是林義和工坊研發的馬祖一號，黃伯伯特別提醒我們這支紅麴喜歡氧氣，並且不喜歡光線，所以我們將酒罈放置在較陰暗的房間裡，罈口用蓋子輕輕蓋上，沒有特別鎖緊，希望發酵效果可以好一點。但我們發現其實在發酵前期的糖化作用比較需要氧氣，後期的酒化作用不需要氧氣，因此，後期應該要把蓋子鎖緊，不讓醋酸菌進入酒罈產生發酵作用，而造成釀製的老酒普遍偏酸且酒精度也較低的狀況發生。

醋酸發酵作用： $C_2H_5OH \rightarrow CH_3COOH + H_2O$ (消耗酒精 形成醋酸)

其次是酒廠人員推測，由於我們製作每罈酒的份量過小(米600g、60g 紅麴、液體600ml)，受外在環境、溫度變化及雜菌影響太大，而影響發酵，導致酒精度低、酸度高。

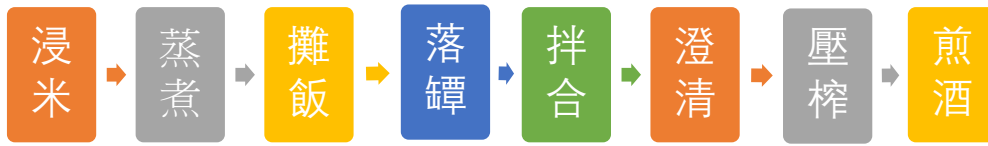
九、為什麼(水17%加老酒83%)的液體類型釀製出來的老酒糖份特別高？

在酒中酒的製作中可發現，製酒液體酒精濃度過高，會讓酵母活性降低，導致澱粉酶有作用而糖度高，酵母菌沒作用而酒精度低，做出來的酒，喝起來像糖漿而不像酒。

陸、結論

一、釀製老酒最佳配方：圓糯米、水、紅麴和白麴，比例為10：10：1：0.06。

步驟說明：



二、第一組實驗米種的不同，我們發現使用「圓糯米」釀製的老酒其酒精度和糖份最符合酒廠釀酒的標準，「長糯米」釀製的老酒風味最佳，酸度方面各米種釀製之老酒普遍偏酸，故製作老酒之米種還是以糯米系列最適合。

三、第二組實驗製酒液體的不同，我們發現使用「生水」釀製的老酒其酒精度和糖份最符合酒廠釀酒的標準，酸度則以「83%老酒+17%的過濾生水」符合酒廠釀酒的標準，而使用「50%老酒+50%的過濾生水」釀製的老酒風味最佳，故製作老酒時還是以過濾後的水為佳，但製酒液體可加入少量老酒避免發黴及提升風味。

四、未來研究方向建議

- (一) 在製作老酒的過程中，我們都以單一米種做研究，既然米的特性不同，但又以糯米的發酵效果最好，或許可以用混米的方式，以糯米為基底，搭配不同米種，也許可以製作出更有風味及營養價值更高的老酒。
- (二) 在製作老酒的過程中，我們發現民間使用的水都是井水，因為井水中富含很多礦物質，可以讓老酒更有風味，且明年酒廠即將採購「氣象層析儀」，可以將酒所含的所有成分全部檢測出來，未來或許可以研究不同口井的井水，討論其礦物成分對老酒風味是否有明顯差異。
- (三) 雖說製作老酒的時間需要一個月，但確實要多久沒人知道，大家只知道從冬至至清明節是最佳的釀酒時機，釀酒時只要紅糟下沉，就可以將老酒壓榨出來，但與民間釀酒師進行交流時發現，有的人製作老酒會為期三至四個月，或許未來做實驗，釀酒時間的長短可作為研究的方向。
- (四) 在釀製老酒的過程中，製作的量也是一個重要的考量因素，製作的量太少，導致發酵程度不易掌控，容易失敗，如果製作的量可以增加，或許發酵的效果會更好。
- (五) 這次的釀製的老酒以水和老酒各半所製的老酒整體風味較最佳，且製作過程不易發黴，未來可以研究製作酒中酒的酒液比例。

五、未來展望與貢獻

馬祖老酒是馬祖地區特有的傳統文化，每年冬至過後，家家戶戶開始釀製老酒，製酒經驗的傳承也只是口耳相傳，釀製老酒的參考文獻與資料更是屈指可數，希望透過我們的研究，不僅可以將我們的研究數據提供給店家與居民參考，讓他們可以釀製出風味更佳的老酒外，也可以將我們的研究視為地區釀酒文化的參考資料，為地區老酒文化的傳承盡一份心力。

柒、參考文獻資料

- 一、認識紅麴. (n.d.). 紅麴知識網. <http://www.knowledge-new.com.tw/index2.html>
- 二、米的種類與差別. (2007, December 6). 農業知識入口網. https://kmweb.moa.gov.tw/knowledge_view.php?id=463
- 三、米家樂農產行. (2016, April 28). 我們每天吃飯這些米飯之間到底有什麼不同呢？教你認識梗米，秈米和糯米。 . 痞客邦. <https://as0905687209.pixnet.net/blog/post/87625676>
- 四、科展第四十五屆作品輯
- 五、科展第四十八屆作品輯
- 六、本作品說明書照片均由作者自行拍攝，圖表亦為自行製作(除表5-1，本表引用自馬祖老酒－風華再現科展作品)

【評語】 082907

1. 本研究利用日常生活中的觀察和實踐，運用科學方法再現老酒釀造，並應用在日常生活中所學的自然科學知識來改進釀酒方法，不僅深化了學生對馬祖老酒的理解，也對在地文化的傳承起到了積極作用。
2. 實驗規模相對較小，可能影響結果的代表性和廣泛應用性。研究中提到發酵過程需要適當控制環境條件，如溫度和氧氣供應，但實驗條件下可能難以精確控制這些變數，從而影響發酵效果和結果的穩定性。
3. 風味評比由專業品酒師進行，但風味評估具有一定的主觀性，缺乏客觀的量化指標支持。未來研究應考慮引入更多科學的檢測方法來補充風味評估。

作品簡報

生紅過夏

— 夏祖老酒



01 | 研究動機

去年11月第二屆馬祖國際藝術島的活動，它的主題名為「生紅過夏」是指糯米、麴菌、水經過夏天的鍾鍊，變成香醇老酒的過程，引發了我們想研究老酒的好奇心。而且聽老師說，他在民國104年也做過老酒的科展實驗，但釀出來的老酒發酸了，導致實驗失敗，這也激起了我們的挑戰慾望。於是我們決定嘗試製作老酒，還想利用五年級習得的自然科學研究方法，透過實驗改變製作老酒的變因，觀察老酒的變化，進而更深入的瞭解馬祖老酒。

02 | 研究目的

1. 至馬祖酒廠和林義和工坊進行訪談，瞭解馬祖老酒的釀製配方、方法與過程，並動手釀製馬祖老酒。
2. 探討圓糯米的替代品：「紅米」「長糯米」「在來米」「台中秈10號」和「蓬萊米」在釀製老酒時其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異，研究出風味最佳的釀酒米種。
3. 探討水的替代品：「老酒」和「老酒與水各半」在釀製老酒時其「酒精度」、「酸度」、「糖份」和「風味」之差異，研究出風味最佳的釀酒液體。

03 | 文獻回顧

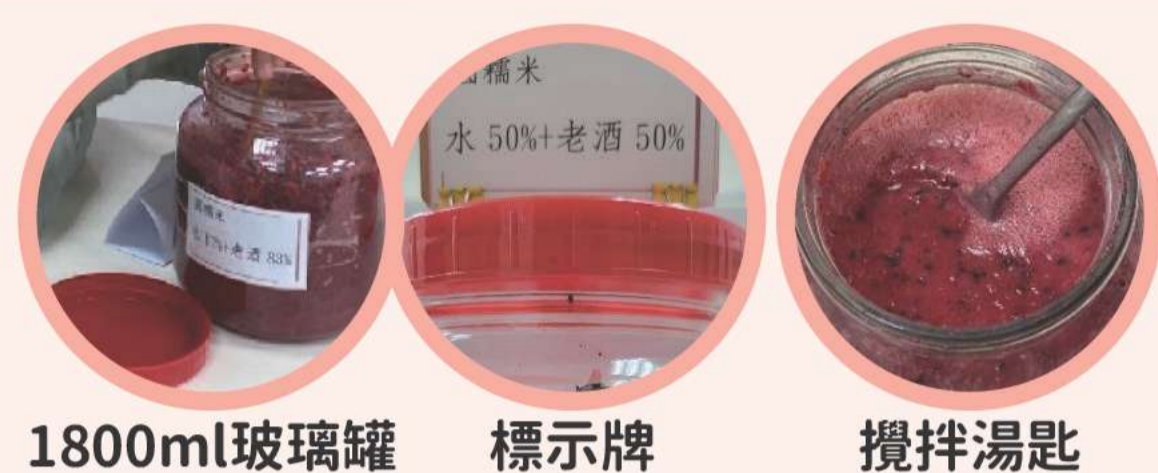
1. 老酒的秘密 民國 94 年
2. 馬祖老酒 風華再現 民國 104 年

研究設備及器材

01 | 製酒階段



02 | 觀察階段



03 | 榨酒階段



04 | 檢驗階段



研究過程或方法

01 | 訪談

馬祖酒廠訪談紀錄

時間 2024年1月18日 地點 馬祖酒廠 對象 [Redacted]



- 重點**
1. 釀製老酒材料：圓糯米、水、紅麴和白麴，比例為10:10:1:0.06,另外還會加入酵母,不過坊間也有不同的配方比例。
 2. 製酒過程：



林義和工坊訪談紀錄

時間 2024年1月19日 地點 林義和工坊 對象 [Redacted]



- 重點**
1. 製酒配方：圓糯米、水、紅麴和白麴，比例為10:10:1:0.06。
 2. 製酒步驟：
 - (1)泡:紅麴入比例重量水中六至七小時備用。
 - (2)蒸米:糯米泡水6小時後蒸熟(木質蒸籠較佳)。

心得 透過這一次訪問後,黃伯伯不但讓我們瞭解製酒的過程及秘方,還特別介紹了自製的紅,並且細心回答了我們瑣碎的問題,訪談過後使我們獲益匪淺,收穫滿滿,同時也向他說聲:「謝謝!您辛苦了」。

02 | 研究內容

米種系列的不同

秈米系列		粳米系列		糯米系列	
直鏈性澱粉質 15~20	直鏈性澱粉質 20~30	直鏈性澱粉質 15~20	直鏈性澱粉質 無資料	直鏈性澱粉質 5~8	直鏈性澱粉質 0~2

製酒液體的不同

將紅麴(均使用馬祖一號)加入3g白麴和圓糯米視為控制變因，製酒液體視為操縱變因。我們將水與老酒(馬祖第二代老酒)混合做比例上的調整，第一罈是用100%過濾之生水，第二罈是用50%的過濾生水加上50%的老酒，第三罈是17%的過濾生水加上83%的老酒(說明：這一罈我們預設全部用老酒替代水，但是泡紅麴需要100g的水，所以600g的水，只能500g被老酒取代，無法100%用老酒替代)，共三種類型的製酒液體進行研究，比較它們在「酒精度」、「糖份」、「酸度」和「風味」上是否有差異。

03 | 動手做老酒

老酒材料：600g的米、60g的紅麴泡在100g水中、水500g和3g白麴。
步驟說明：



