

彰化縣 108 學年度國民中小學學生獨立研究作品徵選

作品說明書（封面）

作品編號：

國小組

數學類

組別：

自然與生活科技類

國中組

人文社會類

作品名稱：被遺棄的黃金 - 環保果飲&環保酒

## 壹、研究訓練階段

### 一、近二年學校獨立研究課程之規劃

#### (一) 本校資優資源班獨立研究課程

1. 七年級時開設獨立研究課程，讓資優生觀摩歷屆優秀作品，學習各種研究方法，嘗試找出個人感興趣的研究主題，組隊進行研究。
2. 八年級時則以學生的研究興趣為主軸，依據研究的領域邀請老師指導，並加強研究架構的完整性，增進研究報告撰寫與發表能力。
3. 九年級時則以分享、傳承研究、參賽經驗給學弟妹為主。此外，輔導室每學期會規劃資優教育講座(數學、科學、語文)及創意課程以增進資優生的思維、創造能力。

#### (二) 本校普通班辦理研究性社團：

1. 早自修時間及周六早上時段，培訓科目為數學、英文自然科學、創意語文。
2. 輔導室統籌規劃結合熱心且具備相關指導經驗的教師組成各科教學團隊。
3. 學生依照自己興趣選擇數理或語文兩大領域，教師導學生從課本延伸，找尋研究題材，進行主題探究。
4. 在硬體方面提供生物、理化、地科實驗研究器材、電腦設備的使用及資訊編輯軟體。
5. 提供歷年彰化縣獨立研究之成果資料供學生參閱。

#### (三) 本校獨立研究課程目標：

1. 提供學生適性學習，發揮潛能。
2. 培養學生探索的精神和思維之能力。
3. 培養學生解決問題、研究問題的能力。
4. 學習科學態度和科學道德，掌握科學研究的方法。
5. 培養學生社會責任感和互助合作的精神。

## 二、學校如何提供該生獨立研究訓練

### (一)資優資源班的學生：

藉由獨立研究課程來訓練學生的研究能力，及情意課程來培養學生的表達與溝通能力。

### (二)非資優資源班的學生：

將有興趣的學生，引導適當的指導老師，指導老師利用課餘時間，團體討論尋求研究的主題及分工來進行研究課程，並指導學生撰寫研究內容與格式，學校會提供場地與相關的設備。

### 結語：

學校希望藉由這個過程讓學生了解生活中的問題，透過創意的想法、科學的方法、嚴謹的過程來將問題解決，或者改善生活。

## 貳、獨立研究階段

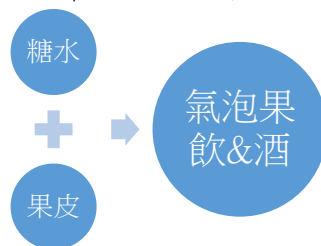
### 摘要

運用理化所學知識研究果皮釀水果酒飲並問卷調查，發現各種果皮釀出的酒精濃度各有不同，產生的二氧化碳濃度非常高，另外酒精濃度與二氧化碳產量無正相關。糖水的濃度以 25% 最佳，尤其白糖釀酒效果比冰糖好，但如果口感是冰糖為佳。如不含酒精則釀五天期可飲用，二釀口感比一釀好。如想要有酒精濃度則釀越多天酒精濃度會比較高。但酒精濃度還要視條件如酒引、檸檬、糖水、溫度等而異。

簡易的製酒方法，材料取得容易，人人家家皆可在家中自己嘗試釀環保飲料&酒，並減少食物的浪費、改善環境與生活，使地球永續經營。

### 一、研究動機

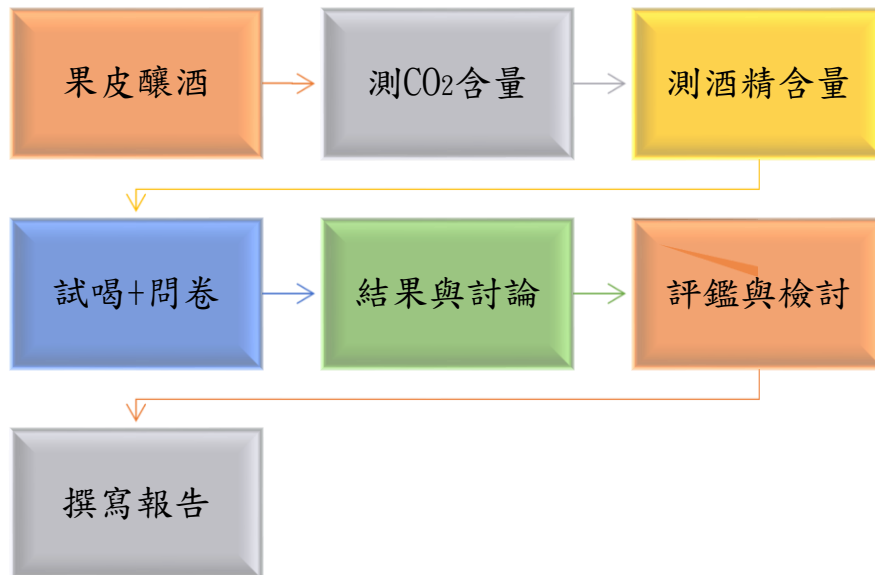
聽到過許多關於垃圾量過多的訊息，便想要利用取得容易的廚餘，達到廢物再利用與減少垃圾的目的並創造廚餘生機。日常吃完水果會剩很多果皮，如能善加利用就能讓生活中許多廢物都有再利用的價值。因此我們選用隨手可取得的水果皮運用國中二年級理化課所學的重量百分濃度、釀酒原理來釀酒，希望能將廚餘變黃金創經濟循環之效益。



## 二、擬定正式計畫、研究問題及工作進度表

### (一)、擬定正式計畫

表 2-1-1 正式計畫



### (二)、研究問題

1. 研究不同糖類與釀酒天數酒精之關係
2. 研究有無添加檸檬與釀酒天數酒精濃度之關係
3. 研究不同比例的糖與果皮再釀之發酵情形
4. 研究比較果皮與果肉發酵情形
5. 研究有無酒引與酒精濃度之關係
6. 研究不同濃度糖水與果皮發酵之情形
7. 研究密閉環境釀酒之二氧化碳量變化情形
8. 研究果皮釀酒的可行性

(三)、工作進度表

時間 工作	8/1 ~ 8/7	8/8 ~8/ 14	8/1 5~ 8/2 1	8/2 2~ 8/2 2	8/2 9~ 9/4	9/5 ~ 9/1 1	9/1 2~ 9/1 8	9/1 9~ 9/2 5	9/2 6~ 10/ 2	10/ 3~ 10/ 16	10/ 17~ 10/ 23	10/ 31~ 11/ 16	11/ 7~ 11/ 13	11/ 14~ 11/ 20	11/ 21~ 11/ 25
擬定 研究題 目	■														
資料收 集/討論	■	■	■												
擬定工 作計畫 表/ 正式計 畫			■												
準備材 料/討論				■											
設計 實驗內 容					■										
正式實 驗					■	■	■	■	■						
數據分 析						■	■	■	■	■	■				
結果與 討論								■	■	■	■	■	■		
撰寫報 告												■	■	■	■

### 三、彙整文獻

#### (一)、食用糖

一般的食用糖是蔗糖，以蔗糖為主要成分的食糖根據純度的由高到低又分為：冰糖（99.9%）、白砂糖（99.5%）、綿白糖（97.9%）和赤砂糖（也稱紅糖或黑糖，89%）。

#### (二)、重量百分濃度

$$\begin{aligned}\text{重量百分濃度}(\%) &= \text{溶質質量} / \text{溶液質量} \times 100\% \\ &= \text{溶質質量} / (\text{溶質質量} + \text{溶劑質量}) \times 100\%\end{aligned}$$

#### (三)、釀酒原理

在無氧環境中，酵母菌會進行缺氧呼吸作用，將葡萄糖轉化成丙酮酸，其後丙酮酸經脫羧作用脫去碳原子，形成乙醛，同時釋出二氧化碳，乙醛再被於糖酵解作用產生的氧化還原反應，還原成乙醇並產生能量。

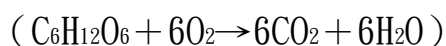


在釀酒過程中，維持容器的無氧狀態是非常重要的，無氧狀態除了能增加酵母菌的產酒率，更能夠抑制其他需要氧氣的雜菌，避免酒液酸化腐敗。

#### (四)、酵母菌

酵母有 1200 多種。事先將休眠中的釀酒酵母加入少量糖水活化。

當在有氧的環境下，酵母利用氧氣進行呼吸作用，將葡萄糖糖解成丙酮酸與輔酶結合進入檸檬酸循環機制，產生大量能量及二氧化碳、水，以利快速進行細胞的生長與繁殖。

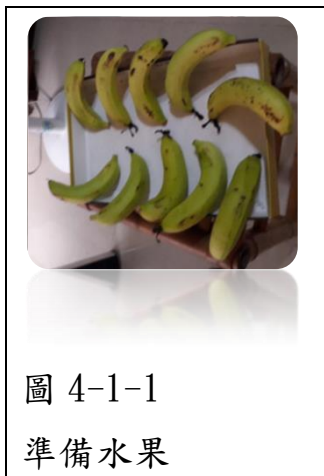


在無氧的環境行糖解作用；新化合物丙酮酸進入發酵作用，轉化成酒精、乳酸、二氧化碳，同時可釋放出較少的能量以進行必須的基本代謝作用。



#### 四、資料分析

##### (一)、釀酒流程



- 1. 瓶子用熱水燙過消毒殺菌
- 2. 果皮洗淨晾乾如有水分容易失敗





## (二)、不同糖類與釀酒天數酒精之關係



圖 4-2-1 果皮釀酒

(左:柚子皮 / 中:火龍果皮 / 右:香蕉皮)

果皮 : 25%糖水 = 7 : 3

酒引一湯匙 / 檸檬一顆

### 1. 火龍果皮於不同糖類與釀酒天數酒精之關係

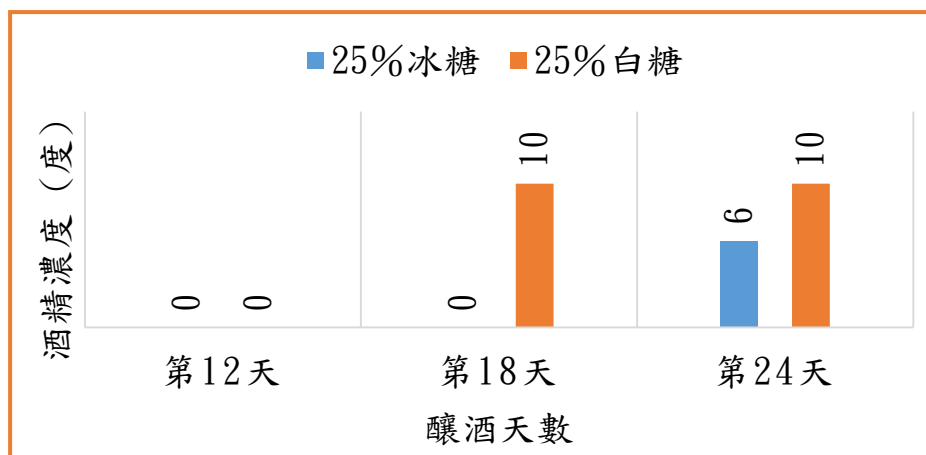


圖 4-2-2 火龍果皮於不同糖類與釀酒天數酒精之關係

分析：

冰糖、白糖酒精濃度第 12 天的酒精濃度都為 0，到了第 18 天白糖酒精濃度 10 度，冰糖的酒精濃度為 0，第 24 天時白糖酒精濃度維持 10 度，但冰糖濃度上升到 6 度。

## 2. 香蕉皮於不同糖類與釀酒天數酒精之關係



圖 4-2-3 香蕉皮於不同糖類與釀酒天數酒精之關係

分析:香蕉酒精濃度均為 0 度

## 3. 柚子皮於不同糖類與釀酒天數酒精之關係

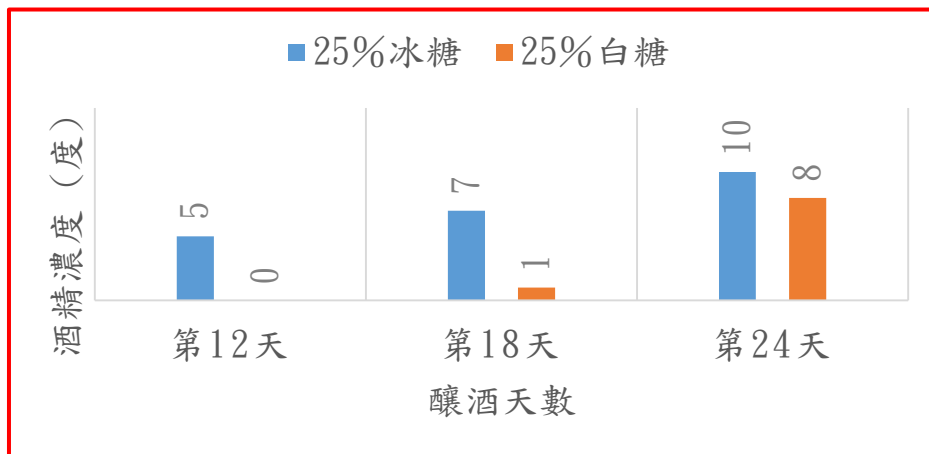


圖 4-2-4 柚子皮於不同糖類與釀酒天數酒精之關係

分析:用冰糖的酒精濃度比白糖酒精濃度還要好

### (三)、有無添加檸檬與釀酒天數酒精濃度之關係



圖 4-3-1  
柚子皮：25%冰  
糖=7：3

### 1. 柚子皮有無添加檸檬與釀酒天數酒精濃度之關係

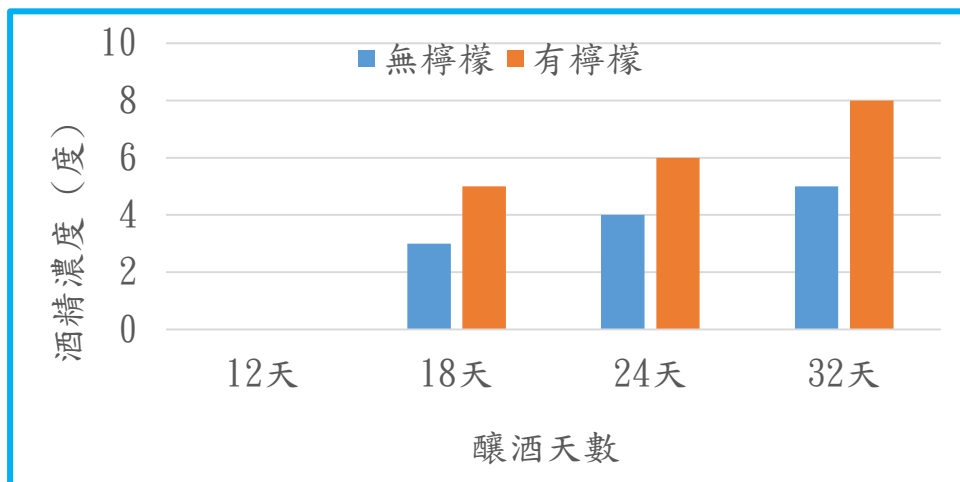


圖 4-3-2 柚子皮有無添加檸檬與釀酒天數酒精濃度之關係

分析:有添加檸檬的發酵程度比沒有檸檬的發酵程度還要好

### (四)、不同比例的糖與果皮再釀之發酵情形



圖 4-4-1 火龍果皮釀酒  
糖水比例:50%、25%

### 1. 不同比例冰糖與柚子皮再釀發酵情形(不加酒引、不加檸檬)

圖 4-4-2 不同比例冰糖與柚子皮再釀發酵情形

(不加酒引、不加檸檬)

分析:均無發酵狀況

2. 不同比例白糖與火龍果皮再釀發酵情形(不加酒引、加檸檬)

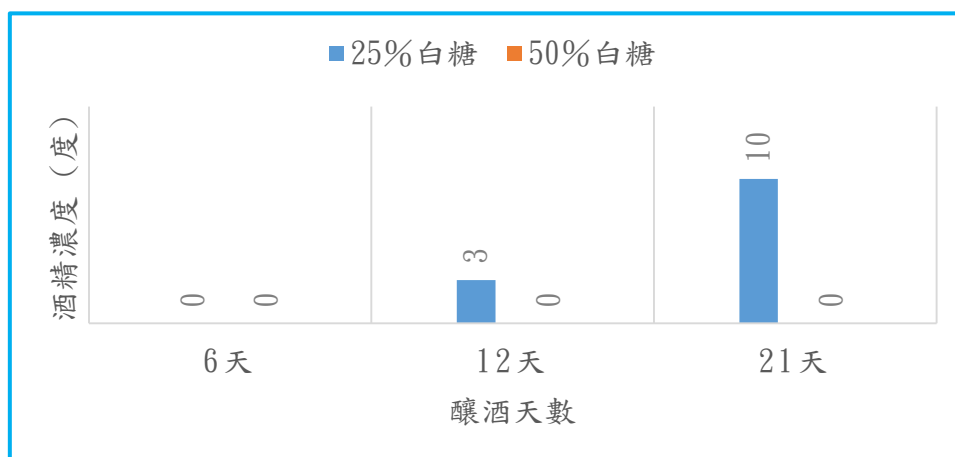


圖 4-4-3 不同比例白糖與火龍果皮再釀發酵情形

分析:白糖濃度低，酒精濃度高

(五)、比較果皮與果肉發酵情形



圖 4-5-1 釀酒:火龍果之果皮((左)與果肉(右)

1. 比較火龍果皮與果肉發酵情形

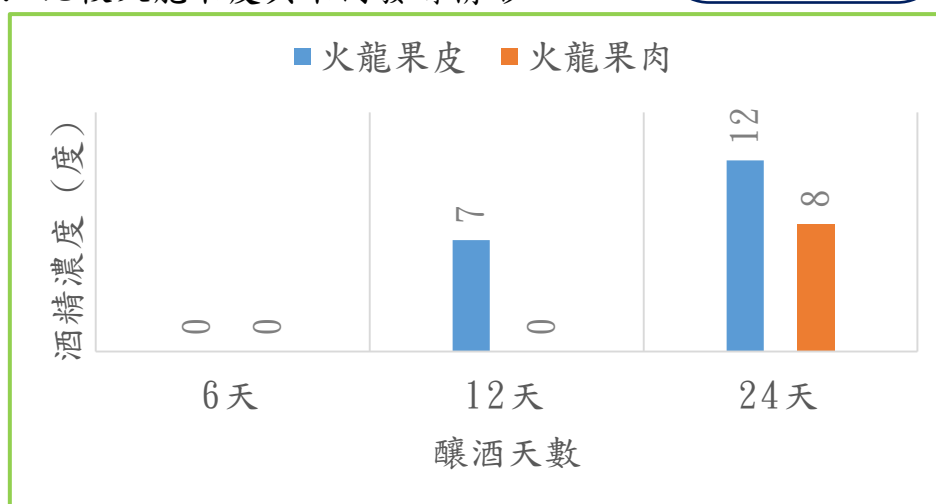


圖 4-5-2 火龍果皮與果肉發酵情形

分析:火龍果皮的發酵程度比火龍果肉的發酵程度還要好

(六)、有無酒引與酒精濃度之關係



圖 4-6-1 柚子皮釀酒  
左:無酒引/右:有酒引

1. 柚子皮有無酒引與酒精濃度之關係

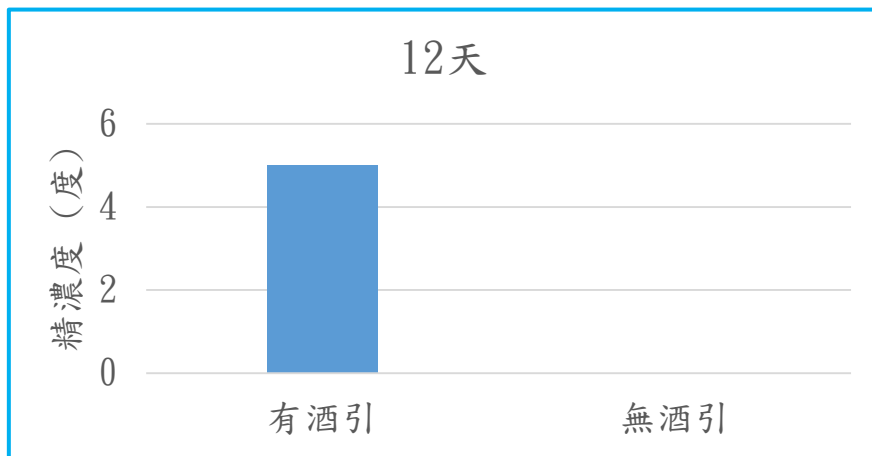


圖 4-6-2 柚子皮有無酒引與酒精濃度之關係

分析：有酒引的酒精濃度比沒加酒引的酒精濃度還要高

(七)、不同濃度糖水與果皮發酵之情形



圖 4-7-1  
柚子皮 80 克+柚白 80 克+果肉 40 克  
白糖水:果皮肉=8:2  
(因果皮會苦所以調整)

### 1. 不同濃度糖水與柚子皮發酵之情形

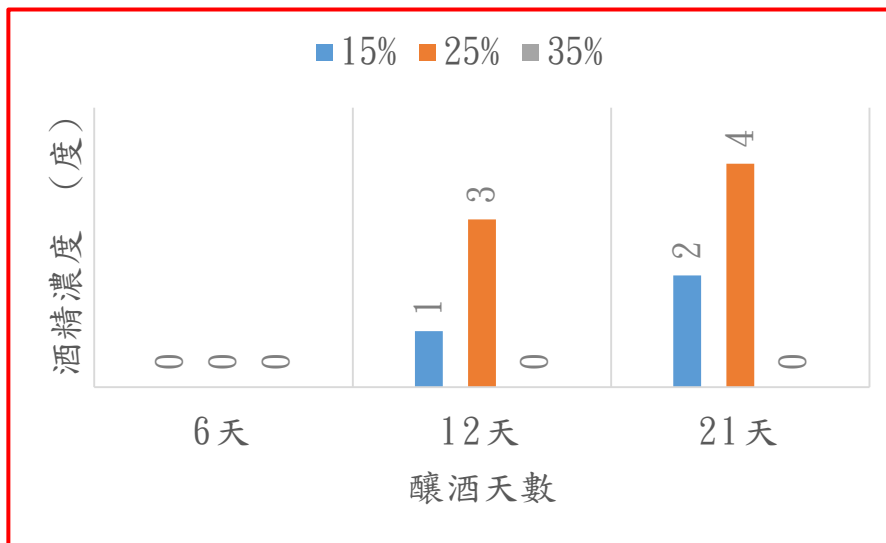


圖 4-7-2 不同濃度糖水與柚子皮發酵之情形

分析：25%的糖水的酒精濃度比 15%糖水的酒精濃度還要好，  
也比 35%的糖水還要好

### (八)、密閉環境釀酒之二氧化碳量變化情形



圖 4-8-1 在自製觀察容器內放 CO2 儀器測發酵過程之 CO2 濃度(密閉)

1. 柚子皮於密閉環境釀酒之二氧化碳量變化情形

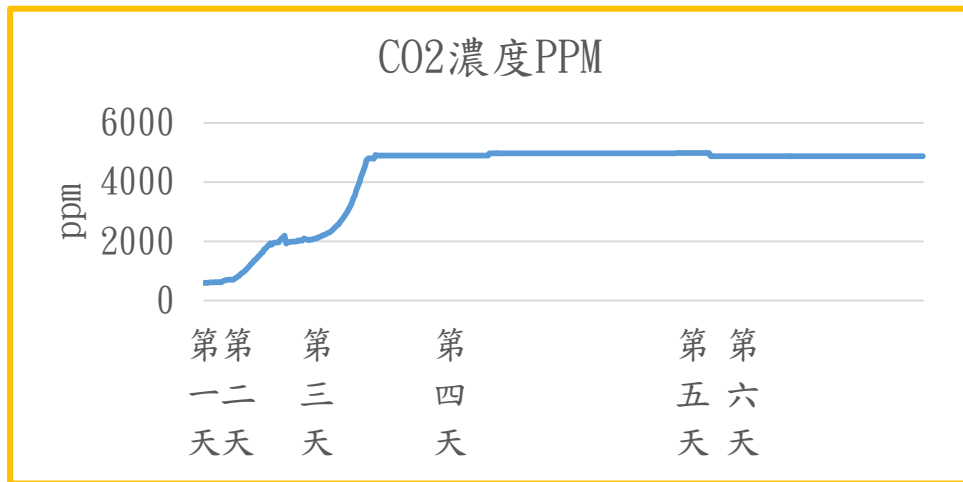


圖 4-8-1 柚子皮於密閉環境釀酒之二氧化碳量變化情形

分析：

柚子皮於密閉環境發酵下，發現 CO2 的量快速上升但到了第三天接近第四天的時候不再上升幾乎維持不變。

2. 一濾後的溶液之二氧化碳濃度(PPM)

果皮+糖+檸檬+酒引

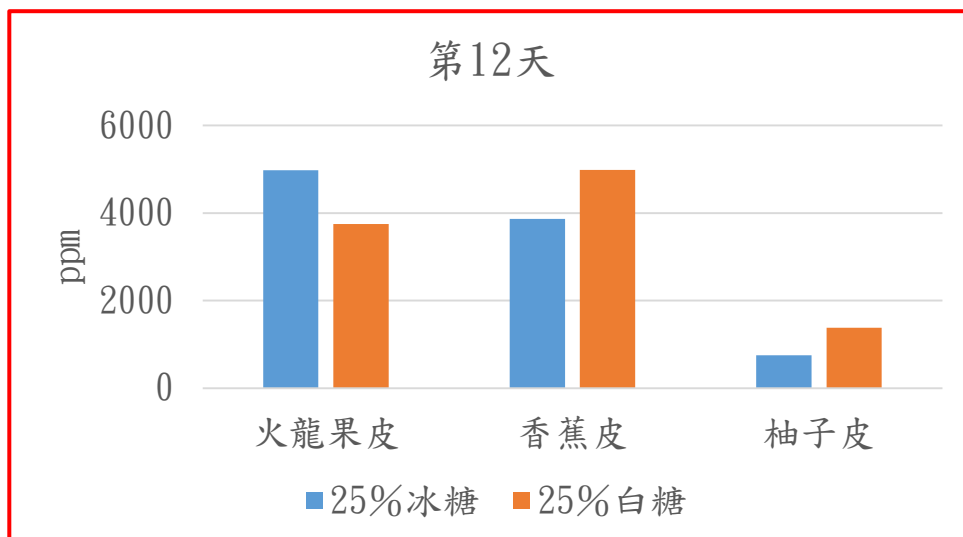


圖 4-8-2 一濾後的溶液之二氧化碳濃度(PPM)

分析：香蕉與火龍果於第12天二氧化碳濃度於4000ppm上下，而柚子皮較少濃度不到2000ppm。

### 3. 25%冰糖濃度與是否添加檸檬之二氧化碳濃度(PPM)

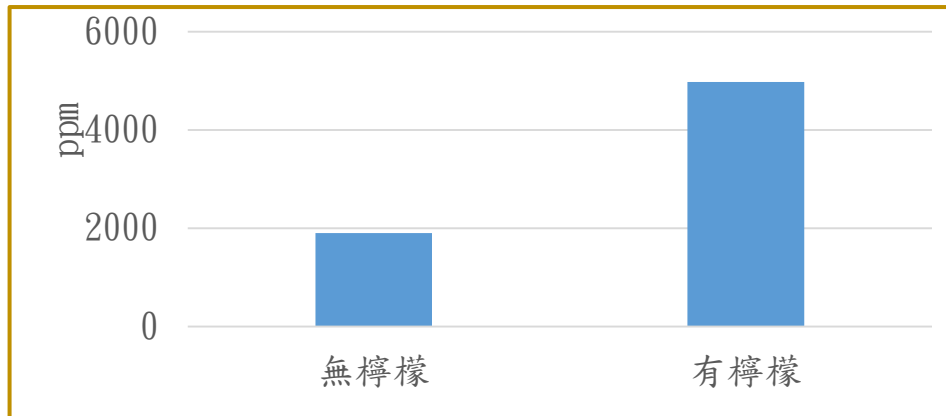


圖 4-8-3 25%冰糖濃度與是否添加檸檬之二氧化碳濃度(PPM)

分析：有檸檬的二氧化碳濃度 (PPM) 比沒檸檬的二氧化碳濃度 (PPM) 還要高

### 4. 不同白糖比例與柚子皮肉之二氧化碳濃度(PPM)

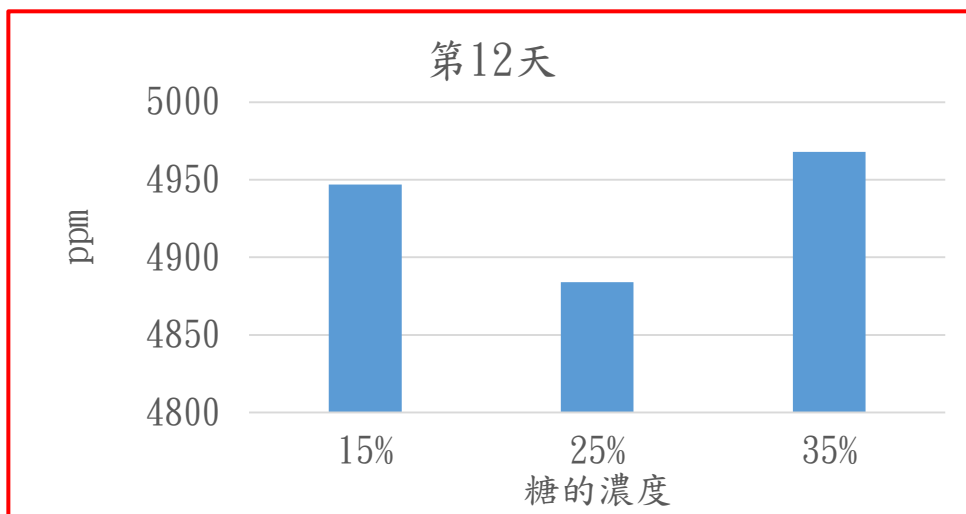


圖 4-8-4 不同白糖比例與柚子皮肉之二氧化碳濃度(PPM)

分析：白糖釀柚子果肉皮之二氧化碳濃度 35% > 15% > 25%



5. 比較火龍果之果皮與果肉之二氧化碳濃度(PPM)

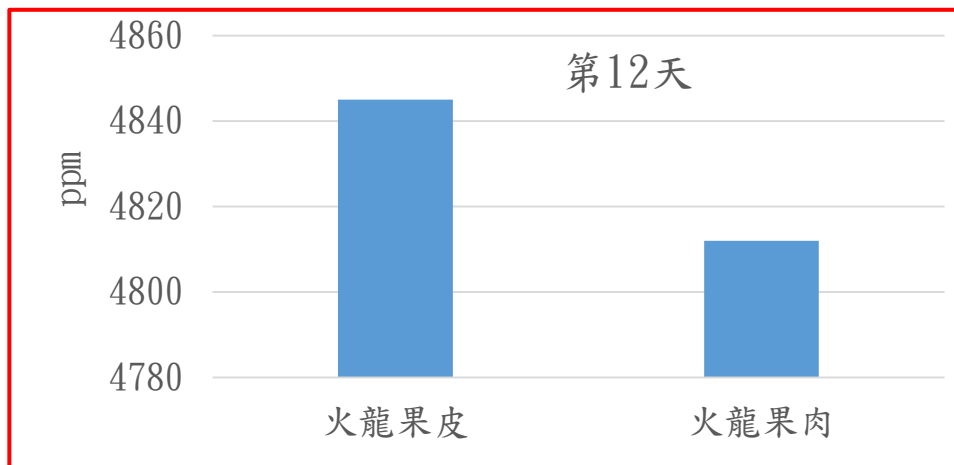


圖 4-8-5 比較火龍果之果皮與果肉之二氧化碳濃度  
分析：火龍果皮的 PPM 值比火龍果肉的 PPM 值還要高

6. 不同白糖濃度對二氧化碳濃度影響

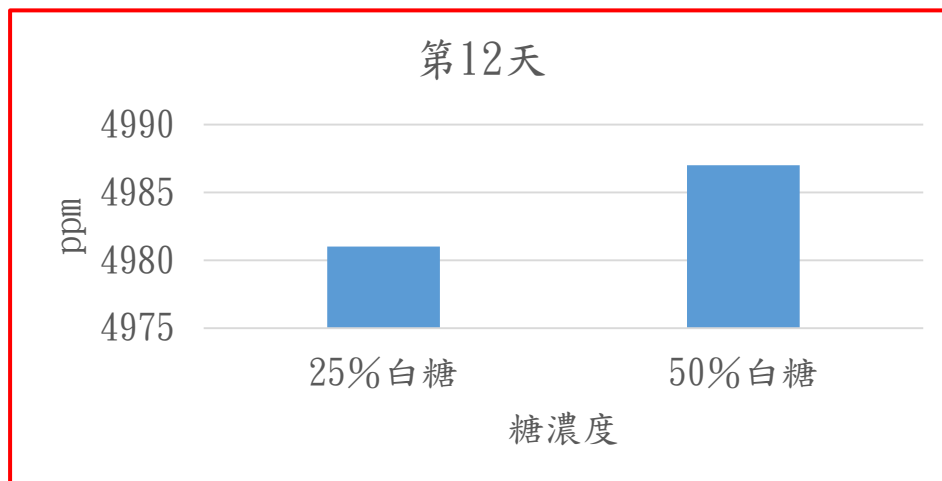


圖 4-8-6 不同白糖濃度對二氧化碳濃度影響

分析：

發酵第 12 天 25%白糖水的二氧化碳濃度較 50%的白糖水的二氧化碳濃度少 6 ppm。

### (九)、果皮釀酒的可行性

#### 1. 香蕉 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形

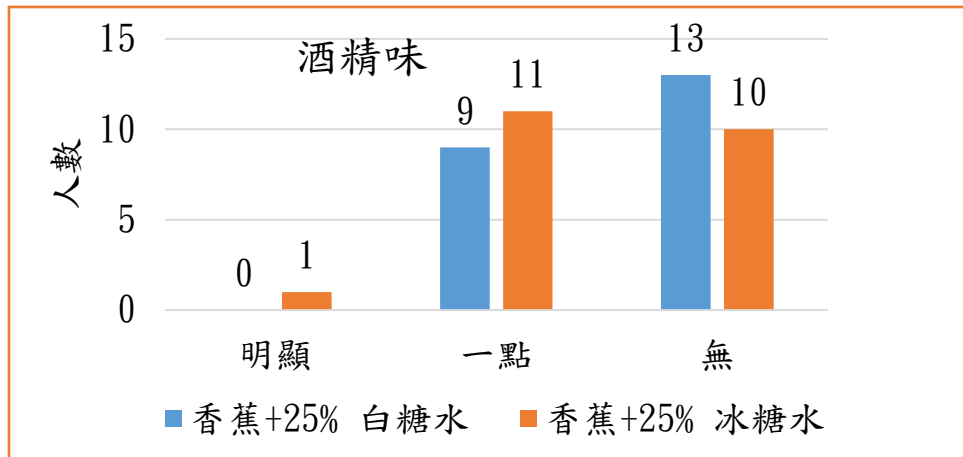


圖 4-9-1 香蕉 25%糖水釀 5 天酒精味

分析:冰糖水酒精味較重，白糖水較無酒精味

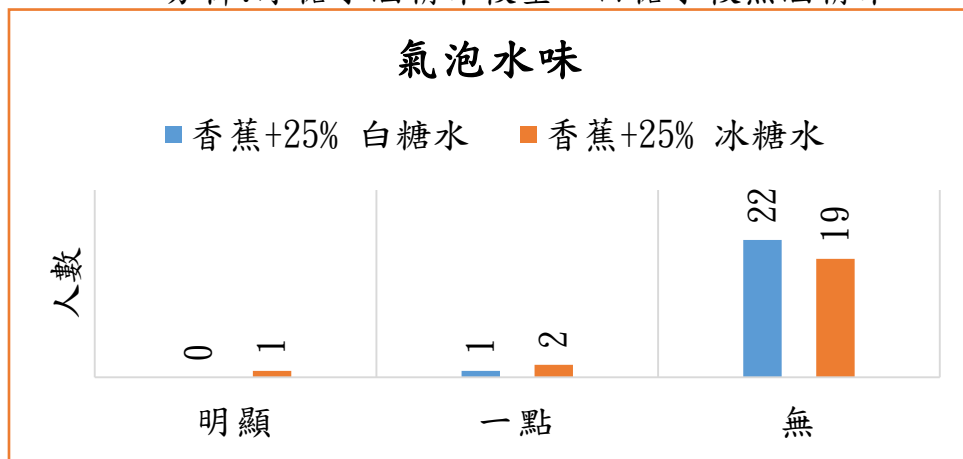


圖 4-9-2 香蕉 25%糖水釀 5 天氣泡水味

分析:白糖水跟冰糖水都沒什麼氣泡水味

#### 2. 柚子 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形

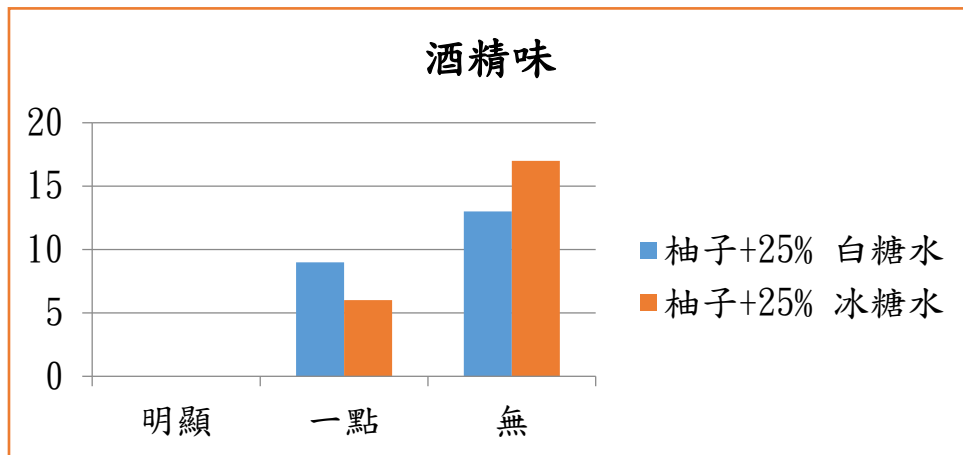


圖 4-9-3 柚子 25%糖水釀 5 天酒精味

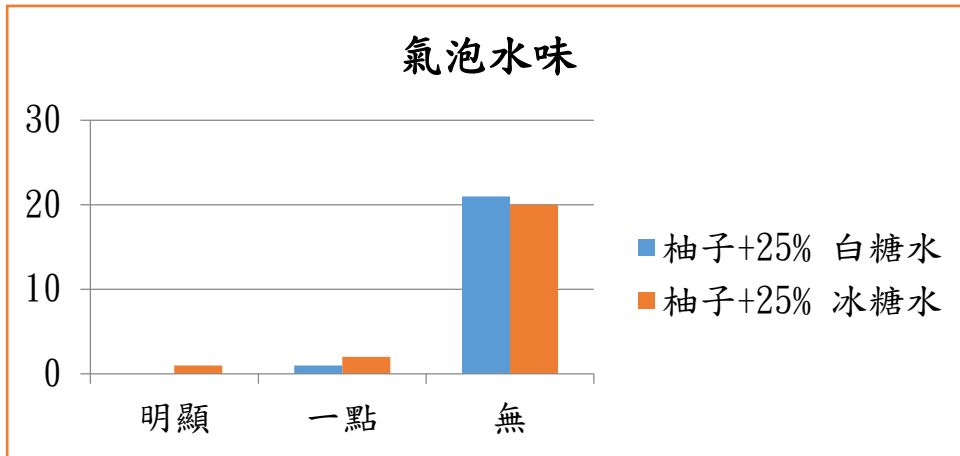


圖 4-9-4 柚子 25%糖水釀 5 天氣泡水味

分析：由圖 4-9-3 得知近二分之一的人覺得有酒精味

由圖 4-9-4 得知大部分人覺得無氣泡水味

### 3. 火龍果 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形

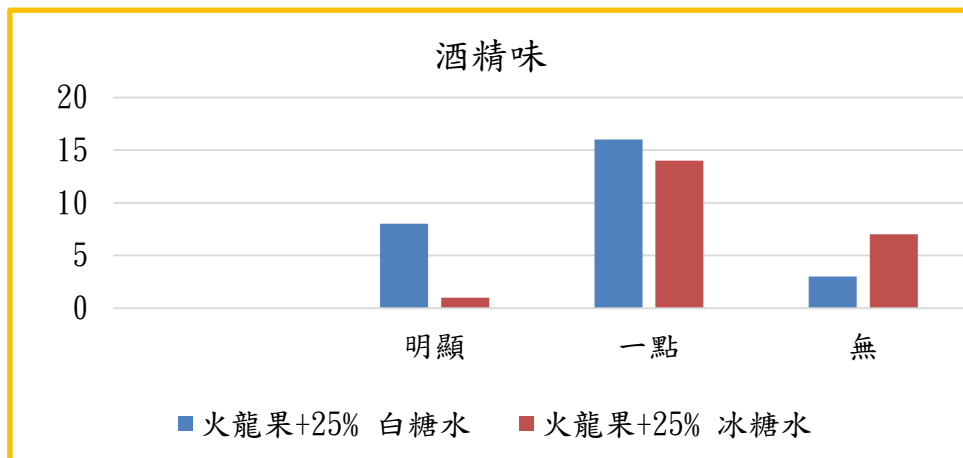


圖 4-9-5 火龍果 25%糖水釀 5 天酒精味

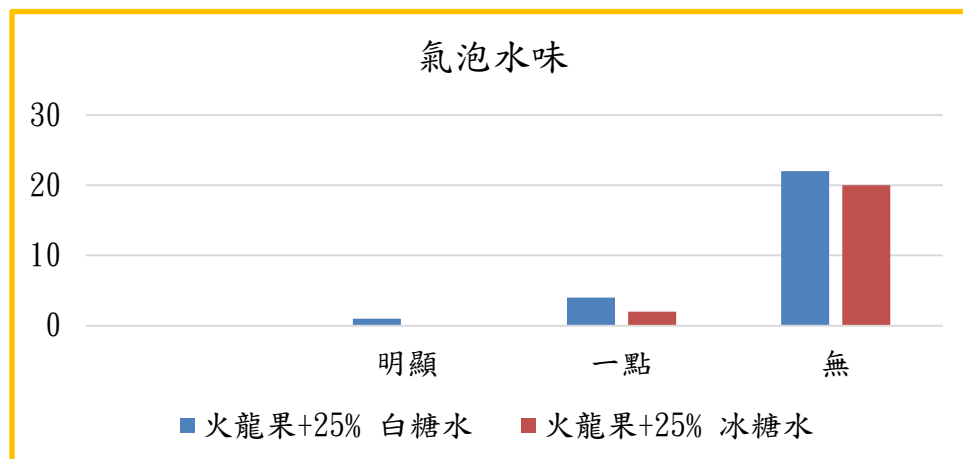


圖 4-9-6 火龍果 25%糖水釀 5 天氣泡水味

分析：由圖 4-9-5 得知大部分的人覺得有酒精味

由圖 4-9-6 得知大部分的人覺得無氣泡水味

#### 4 · 香蕉 25%糖水二釀 5 天之試喝問卷情形

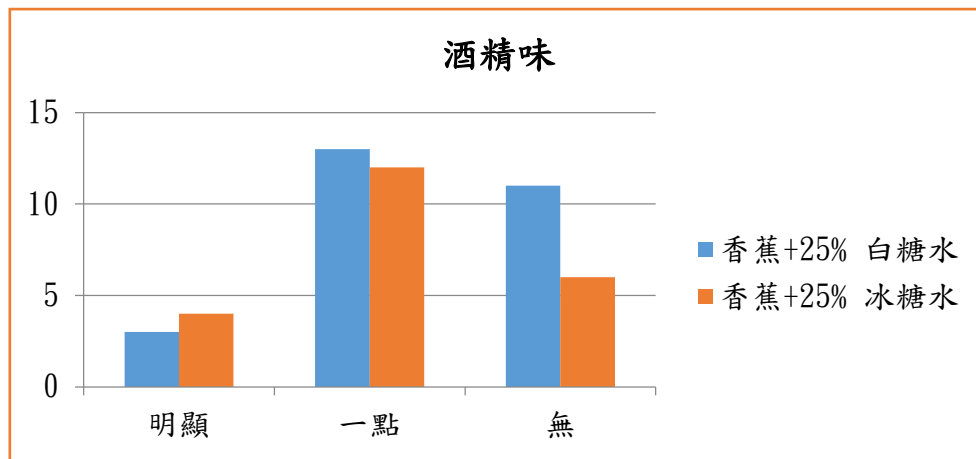


圖 4-9-7 香蕉 25%糖水釀 5 天酒精味

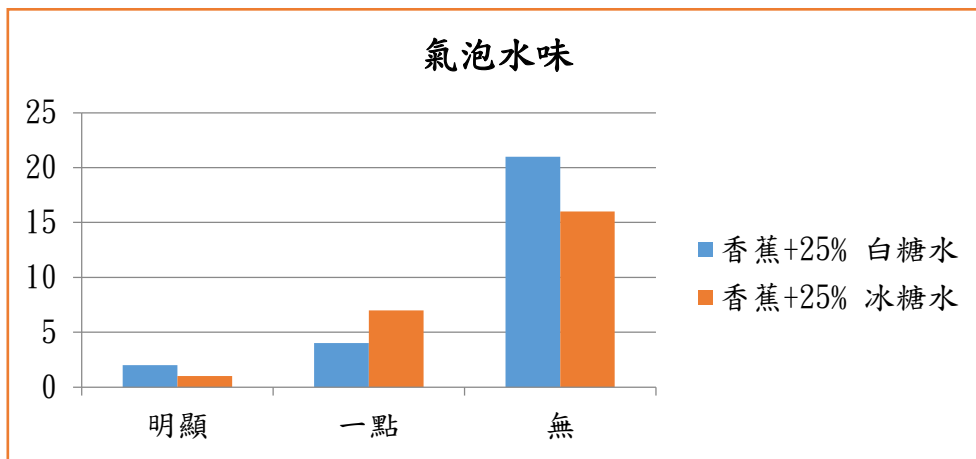


圖 4-9-8 香蕉 25%糖水釀 5 天氣泡水味

分析：由圖 4-9-7 得知大部分的人覺得有酒精味

由圖 4-9-8 得知大部分的人覺得無氣泡水味

## 五、研究結果與討論

### (一) 不同糖類與釀酒天數酒精之關係

火龍果皮於到第 18 天白糖釀的酒精濃度為 10 度，第 24 天時白糖酒精濃度維持 10 度而冰糖濃度為 6 度。

香蕉皮於不管是冰糖或白糖香蕉酒精濃度在 12、18、24 天酒濃度皆無變化，酒精濃度均為 0 度。

柚子皮於白糖釀的酒精到第 18 天為 1 度，但第 24 天則為 8 度，而冰糖釀酒第 12 天精濃度就有 5 度，且持續上升到第 24 天則為 10 度，

本組發現果皮釀酒時，各有喜愛的糖但整體性是**白糖優於冰糖**。

### (二) 柚子皮有無添加檸檬與釀酒天數酒精濃度之關係

於第 18 天時無加檸檬的酒精濃度為 3 度，有加檸檬的酒精濃度為 5 度，第 24 天無加檸檬的酒精濃度上升 1 度，而有加檸檬的則上升 2 度，第 32 天無加檸檬酒精濃度仍上升 1 度，但有加檸檬的酒精濃度一樣上升 2 度有添加檸檬的發酵程度比沒有檸檬的發酵程度還要好。釀酒發酵過程有添加檸檬的發酵快，因此本組推測**酒引(酵母菌)喜歡酸性環境**。

### (三) 不同比例的糖與果皮再釀之發酵情形

柚子皮不加酒引、不加檸檬以冰糖再釀發酵中發現 25%的冰糖水與 50%的冰糖水在第 6、12、21 天均無明顯的發酵狀況。**本組推測不添加酒引(酵母菌)與檸檬狀況下不太容易發酵**。

火龍果皮不加酒引、加檸檬再釀發酵到了第 12 天 25%白糖水酒精濃度為 3 度，而 50%的白糖水卻仍然為 0 度，到了第 21 天，25%白糖水上升到 10 度，而 50%白糖水依然為 0 度，本組發現**濃度高的糖不見得對發酵有幫助，沒酒引有檸檬還是可以發酵**。

#### (四)比較火龍果皮與果肉發酵情形

火龍果皮的酒精濃度第 12 天為 7 度，火龍果肉依然為 0 度，第 24 天，火龍果皮酒精濃度比火龍果肉高，因此本組認為**火龍果皮釀酒是可行的**。

#### (六)柚子皮釀酒是否添加酒引與酒精濃度之關係

有添加酒引的柚子皮酒精濃度比沒添加酒引的酒精濃度還要高，本組認為這表示**酒引裡面的活菌會影響酒的發酵速率**。

#### (七)不同濃度糖水與柚子皮釀酒之情形

25%的糖水的酒精濃度比 15%糖水的酒精濃度還要好，也比 35%的糖水還要好，表示不是糖水的濃度越高，釀出來的酒的酒精濃度越高，而**25%的糖水的濃度是最好的釀酒糖水濃度**。

#### (八)密閉釀酒過程之二氧化碳量變化情形

由實驗圖 4-8-1~4-8-6 中得知於密閉環境無論是何種糖發酵下，發現 CO<sub>2</sub> 的量快速上升然後濃度高點 5000PPM。因此**製作時要於通風處避免二氧化碳過高引起氣爆**。

由圖 4-8-2 得知在一濾後的溶液之二氧化碳濃度：香蕉與火龍果於第 12 天二氧化碳濃度於 4000ppm 上下，而柚子皮較少濃度不到 2000ppm。**本組推測過濾後酵母菌可能留在柚子皮多上所以二氧化碳濃度較少**。由參考資料上可得知二氧化碳濃度可代表發酵情況，但在實驗的過程中本組發現發酵過程產生二氧化碳濃度與酒精濃度無正相關。

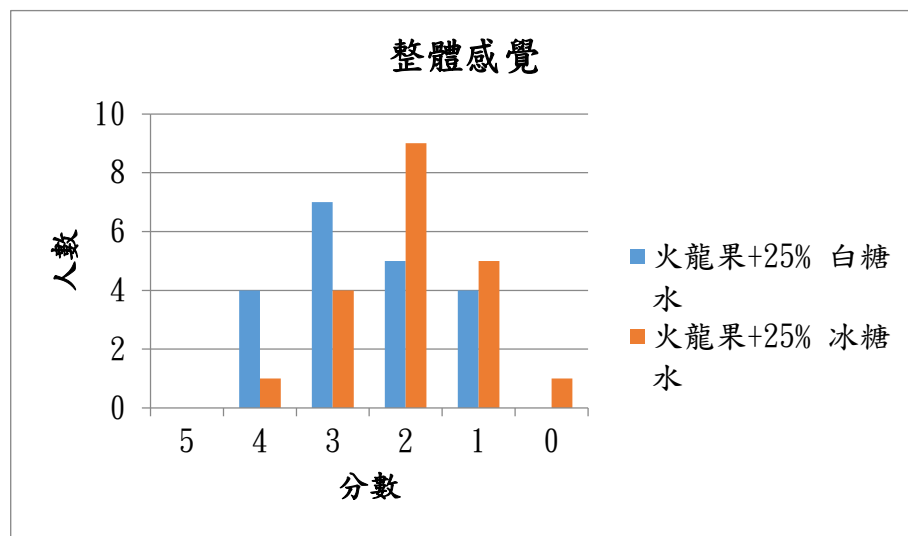
在圖 4-8-3 中可發現有檸檬的二氧化碳濃度 > 檸檬的二氧化碳濃度還要高。所以本組認為**酸性高容易發酵，因發酵過程會產生二氧化碳**。由觀察二氧化碳的產生可得知發酵反應的速度。

於圖 4-8-4 白糖釀柚子果肉皮之二氧化碳濃度為 35% > 15% > 25%。而圖 4-8-5 之比較火龍果之果皮與果肉之二氧化碳濃度實驗中發現：火龍果皮的濃度 > 火龍果肉的濃度。還有在圖 4-8-6 不同白糖濃度對二氧化碳濃度影響實驗中得知 50% 的白糖水之二氧化碳濃度 > 25% 白糖水的二氧化碳濃度。

整體實驗觀察後本組推測糖含量高，發酵機率大。另外火龍果皮的糖濃度比果肉高。

### (九) 果皮釀酒的可行性

同樣糖類，不同果皮會使口感不同，其中評價最高者為火龍果，可由順口、整體感覺喜歡程度圖表中看出火龍果最被大家接受。一濾後接受程度更好。



註：滿意程度猶高到低 54321

圖 5-9-1 火龍果二釀 整體感覺

## 六、評鑑與檢討

### (一)、對擬定正式計畫及研究問題的新發現

1. 問題:玻璃瓶的大小皆不一樣，容量也不同  
解決:評估實驗所需的容量和果皮體積，再做選擇
2. 問題:殺菌  
解決:製酒的用具使用前都要先殺菌，先清洗擦乾，然後噴酒精，等他揮發之後就可使用
3. 問題:冰糖難溶於水  
解決:加溫水與耐心並用玻棒攪拌，加速溶解。
4. 問題:玻璃罐太重，無法輕易搬動  
解決:拿推車推
5. 問題:書寫實驗報告時間不足  
解決:分配好工作把空餘時間善用
6. 問題:想做的實驗太多，時間有限  
解決 :挑幾個較有意義的實驗去做
7. 問題:釀酒時，會產生氣泡，可能會造成壓力過大  
解決:不把瓶蓋緊
8. 本組發現釀酒不難也可以跟理化所學結合感到很興奮與開心很有成就感。
9. 問題:無測酒精含量之酒精度與測量二氧化碳含量儀器  
解決:剛好指導老師有，於是跟指導老師借。感謝指導老師。
10. 問題:沒有酵母菌。釀酒需酵母菌，酵母菌很多種並非只要是酵母菌皆可拿來釀酒。  
解決:買不到只能網路上訂但需時間於是多方詢問，經由老師朋友那裏取得酒引。感謝提供老師及其友人。



## (二)、研究困難與突破

1. 問題：果皮用量大

解決：把一些果皮替換成果肉，並將果皮與糖水的比例作調整

2. 問題：無法取得各年齡層大數據

解決：將年齡層分為師長及同學，並確實紀錄

3. 問題：不是所有人都會配合幫忙喝

解決：利用人多的時候告訴大家幫忙喝，增加效率

4. 問題：個人偏好不同，每種酒的飲用量不一

解決：要喝的人讓他們每一種都要喝過

5. 問題：不會做報告

解決：請老師教或請同學教

6. 問題：時間不夠

解決：利用下課及放學時間

7. 問題：不會分工、溝通

解決：命一位同學為組長，從中協調

8. 問題：沒帶 USB

解決：利用網路雲端

9. 問題：酒精濃度不一，不是每個年齡層的人都能喝

解決：有酒精濃度者，統一請師長喝，無酒精濃度者，則請同學幫忙

## 七、未來展望

生活即是科學，科學及生活，如能將科學運用於生活上，解決生活上一些問題，如使用完的果皮釀酒，釀後的果皮渣其實還有活菌丟棄可惜，除了可以製成蜜餞、有機堆肥或果醬，達到一整顆水果都不會浪費外，本組思考未來想試試是否能做出不錯的面膜，進一步邁向經濟循環、循環經濟另一目標。

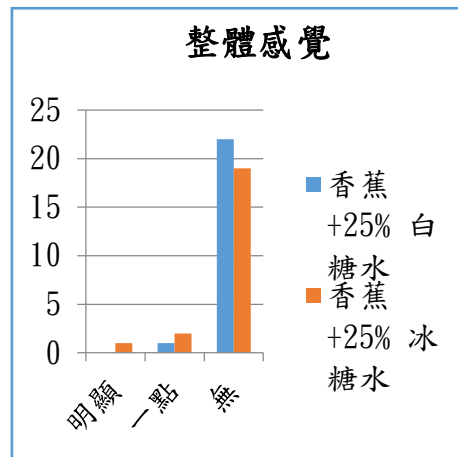
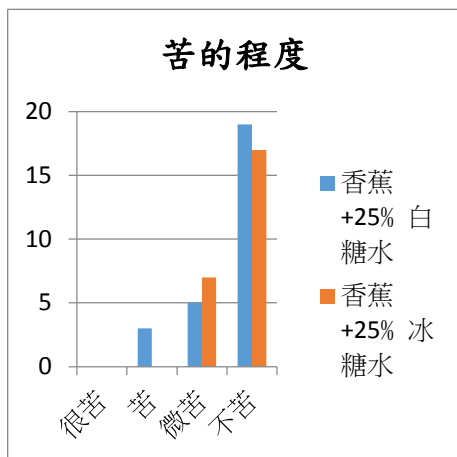
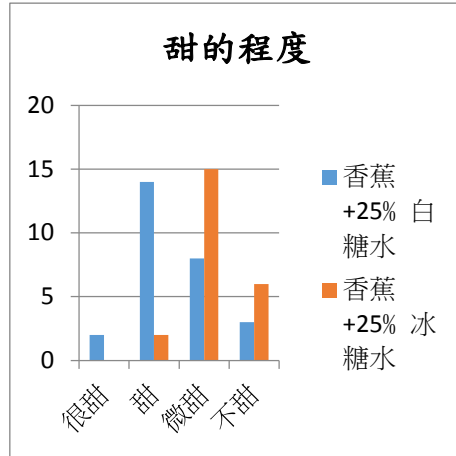
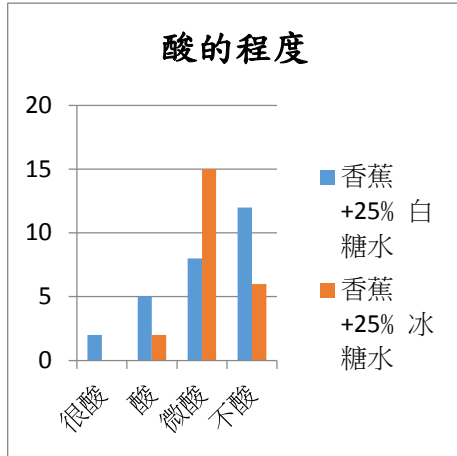
## 八、參考資料

- (一). 2015 年 6 月再版二刷，國民中學自然與生活科技第三冊  
(第二章)，翰林出版事業股份有限公司，P43~P47
- (二)、2015 年 2 月再版，國民中學自然與生活科技第四冊  
(第五章)，翰林出版事業股份有限公司，P123、P130
- (二). 且把果皮釀美酒吧！上下游副刊 2019-05-16  
<https://www.newsmarket.com.tw/mag/3790>
- (三). 自釀酒教學「在家釀酒，你必須知道的五件事！」  
<https://shaketaipei.com/>
- (四). DIY 製酒規定放寬了 未超過 5 公升等 4 大條件合法免罰  
<https://ec.ltn.com.tw/article/breakingnews/2906007>

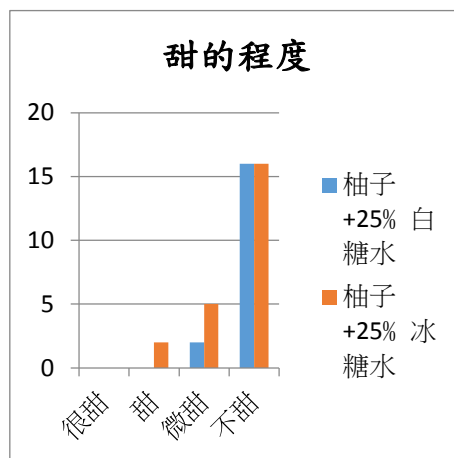
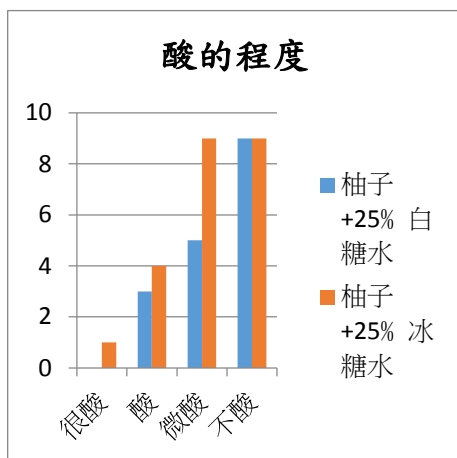
附件一

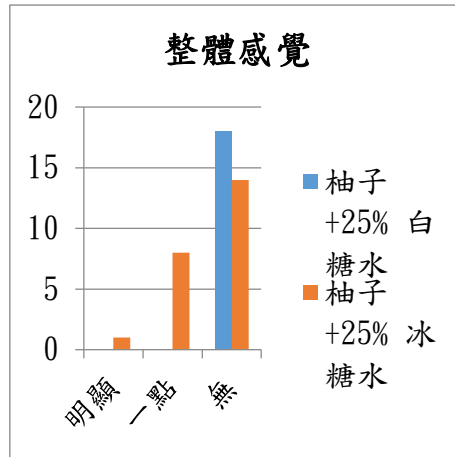
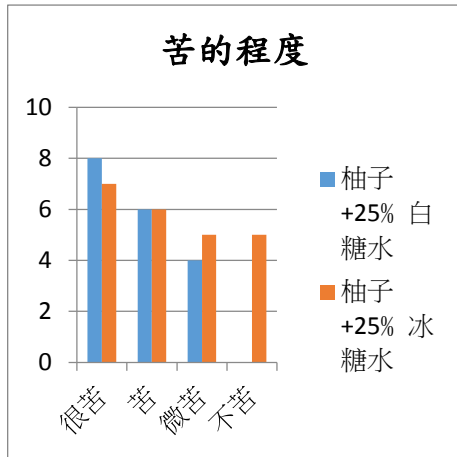
一釀的試喝問卷情形

1. 香蕉 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形

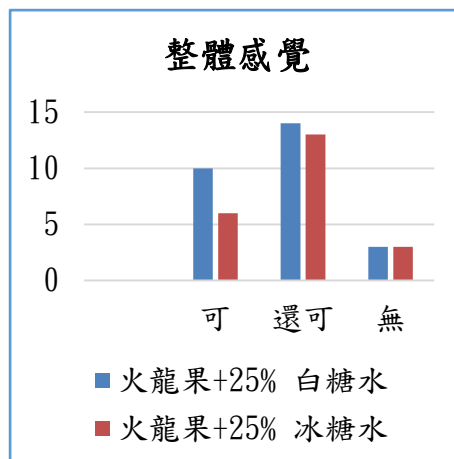
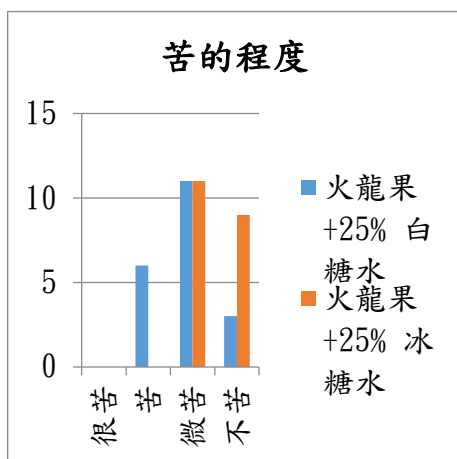
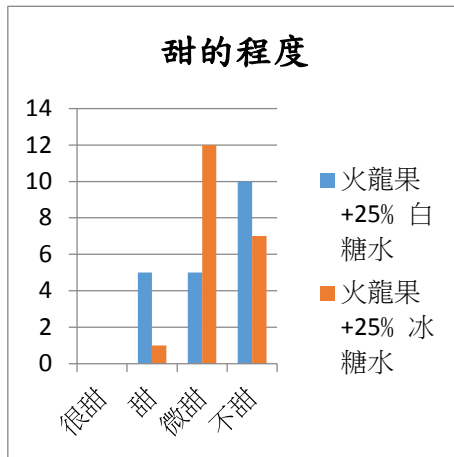
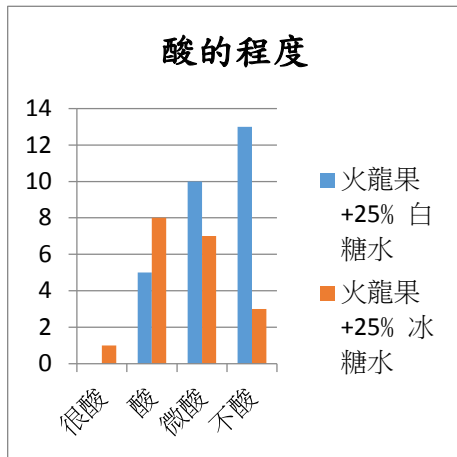


2. 柚子 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形





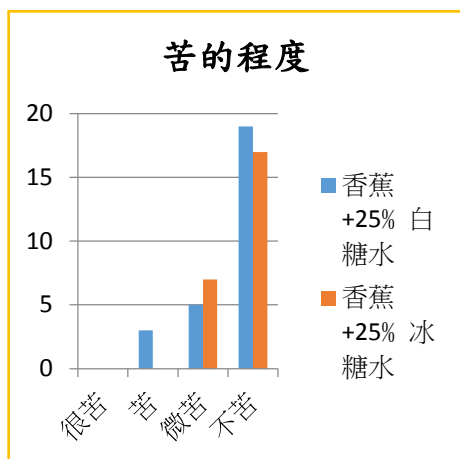
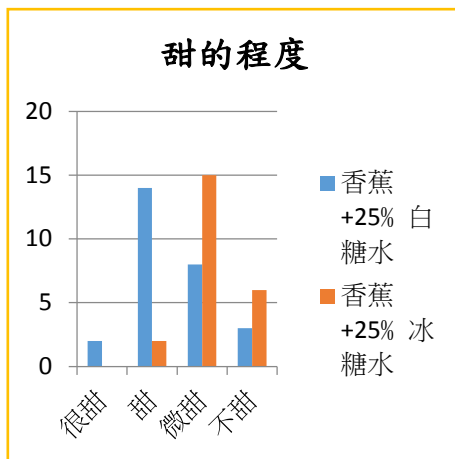
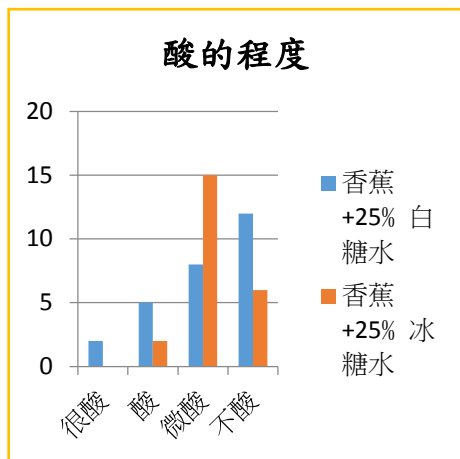
### 3. 火龍果 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形



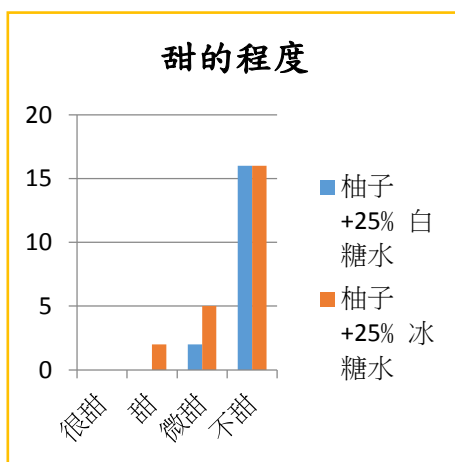
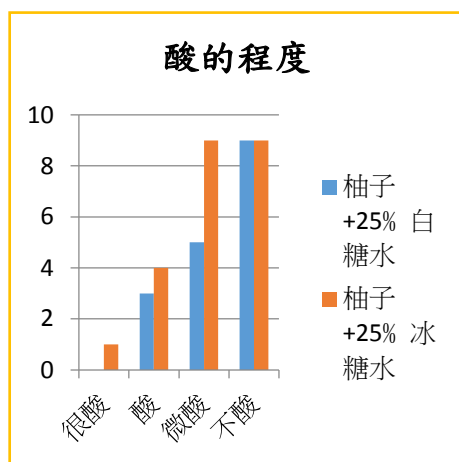
附件二

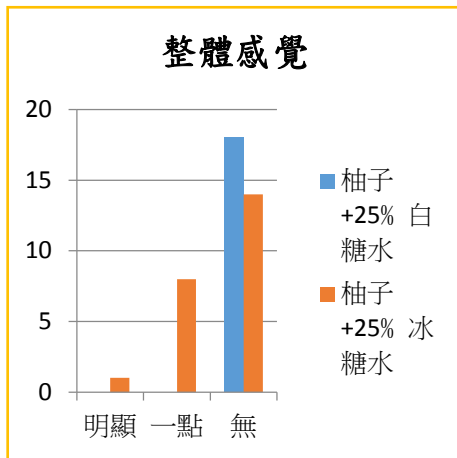
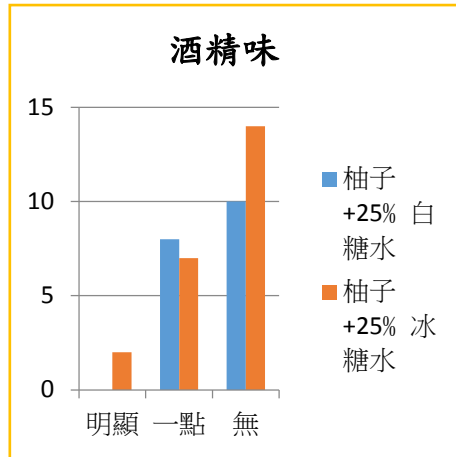
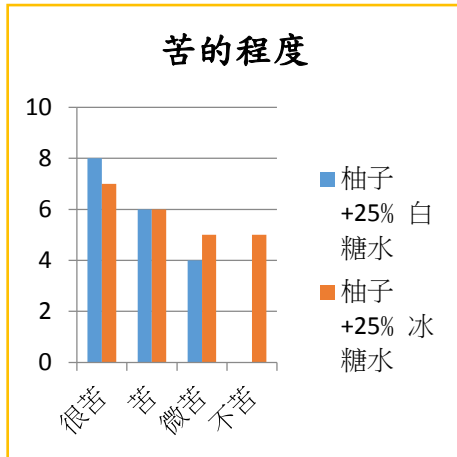
二釀的試喝問卷情形

1. 香蕉 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形



2. 柚子 25%糖水釀 5 天酒精味





### 3. 火龍果 25%糖水釀 5 天之試喝問卷情形

