

# 中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

國中組 生活與應用科學科(二)

032911

「釋」在必得——自釀釋迦醋之探討

學校名稱： 臺東縣立東海國民中學

作者：	指導老師：
國三 鄭羽軒	周靈秀
國三 林彥伯	鄭聿翔
國三 蔡禾鈞	

關鍵詞： 酸鹼滴定、天然醋、釋迦醋

# 「釋」在必得——自釀釋迦醋之探討

## 摘要

臺東為釋迦主要產區，然而卻罕見以釋迦為原料所製成的果醋。過熟釋迦在市場上滯銷率高且糖度升高，其經濟價值快速下降。本研究旨在探討是否可用釋迦透過簡易可行的發酵程序轉化為具商品潛力的釋迦醋。以糖度 20°Brix 的釋迦 300 克加入 0.5 克酵母菌釀製釋迦酒，靜置一個月後過濾並稀釋至 8% 酒精濃度，再以 4:1 體積比加入液態醋酸菌靜置發酵。結果顯示，未加糖的鳳梨釋迦樣品在第四天即產生醋膜，酸度增加 4.32，氣味清香。且鳳梨釋迦在酸度與香氣表現上均優。研究同時發現，相較於精製砂糖，加入二砂糖更能產生乙醇。因此使用即期釋迦不僅可釀製出高品質果醋，亦具備降低浪費、提升農產附加價值之潛力。

## 壹、前言

### 一、研究動機

臺東為臺灣主要釋迦產區，惟其果實在過熟後糖度快速升高，常導致滯銷與浪費，亦難以加工保存。雖市面上果醋種類繁多，唯少見以釋迦為原料者，文獻亦指出其高糖度不利發酵，限制了釀造發展的可行性。為解決即期水果浪費問題，並探索釋迦在醋製品中的應用潛力，本研究嘗試針對不同釋迦品種（大目與鳳梨釋迦）、糖類（無糖、精製糖、二砂糖）、醋酸菌型態（液態與粉末）與比例等條件，觀察其酸度變化、醋膜生成與氣味表現，期望建立一套操作簡易且具市場潛力的釀製模式，提升在地農產附加價值。

## 二、研究目的

本研究設計四項主要目的，逐步探討釋迦果實釀醋的可行性與最佳條件：

(一) 小農釀造醋與市售飲用醋之酸度調查：了解現行產品之標示準確性與酸度區間。

【實驗一】：檢測各種小農釀造醋與市售醋的酸度

(二) 探討不同醋酸菌種對調理醋的酸度變化：建立合適之菌種使用建議。

【實驗二】：以液態醋酸菌自釀調理醋之酸度變化

【實驗三】：以粉末醋酸菌自釀調和醋之酸度變化

(三) 評估釋迦果實自釀天然果醋之可能性：與米酒與葡萄酒進行比較分析。

【實驗四】：由市售酒釀造成醋的可能性(米醋、葡萄醋、釋迦醋)

【實驗五】：自釀酒釀造成醋的可能性(米醋、葡萄醋、釋迦醋)

(四) 找出自釀釋迦醋的最佳配方與條件：建立流程，提升釀造成功率與品質穩定性。

【實驗六】：用大目釋迦釀造成醋的可能性

【實驗七】：用鳳梨釋迦釀造成醋的可能性

## 三、文獻整理

(一) 醋酸生成的原理：

醋酸是由酒釀造而來，而釀酒則是由糖釀製而成。兩者最大的差別為是否有加入醋酸菌，酒是在厭氧環境發酵，醋是好養環境發酵。

釀造物	化學反應式	釀造環境
酒精	$C_6H_{12}O_6 + \text{酶} \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$	厭氧環境
醋酸	$C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$	好氧環境

(二) 根據《食品安全衛生管理法》與市售商品分類，果醋可分為：

醋的種類	說明	酸度規定
天然醋	普遍需要數月到數年，天然食材發酵，從乙醇經由醋酸菌轉成醋酸	4.5 度以上 (果醋)
調理醋	釀造醋+調味料=調理果醋	1.0 度以上
合成醋	冰醋酸+水稀釋+有機酸/濃縮果汁/香料辛/色素=合成醋。	4.0 度以上

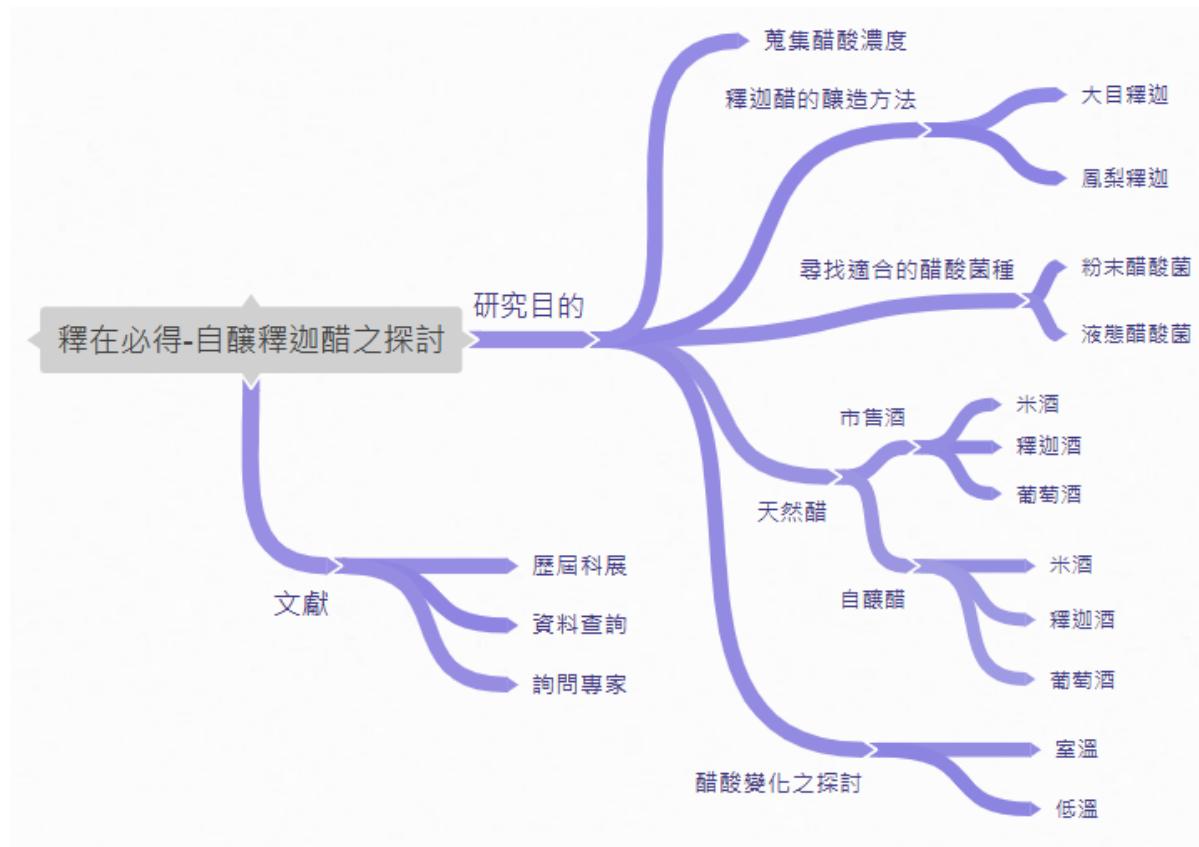
本研究天然果醋為目標，我們定義釀造的天然果醋酸度達 4.5 度或以上，即為成功的醋。

### (三)歷屆相關文獻整理

作品名稱	作者	重要結論	對我們的意義	屆次 組別
釀造葡萄酒之探討	曹正秋 吳一平 王皓瑾 黃以銘	1. 糖度會影響酵母菌的發酵速率。 2. 在釀造的過程中，若未密封易受雜菌污染而影響酒的品質。 3. 用果汁機將砂糖與葡萄充分打碎混合，增加了酵母菌與葡萄接觸的面積，可以縮短釀造的時間，其酒的色澤會較深，但口感較澀。	1.我們每次釀醋皆使用相同比例的糖 2.我們皆會密封使其較不受外界影響 3.我們使用水果釀醋時皆會將水果攪碎使其與酵母菌接觸面積較大。	43屆 國小組 化學科
「酒酒」好 釀暖人心 —從釀造葡萄酒探討發 酵變化	張靖浤	1.葡萄易釀酒 2.加糖加麵的葡萄，釀製效果最好，葡萄酒釀造最高能達到的酒度是 15 度冷卻過後的酒度。 3.溫度的高低影響酒度，造成酒測結果有誤差	1. 我們可以只用糖去釀酒 2. 溫度要控制好，選擇冬天釀酒	53屆 國小組 化學科
老酒的秘密	陳鎮東 吳韋蒨 王靖夫 林逸貞	1.溫度高會加速發酵的速度 2.製酒過程是『酵母菌』在『無氧』狀態下而成的，將葡萄糖 轉變成酒精和二氧化碳	1. 讓我們知道如何去釀造酒，還有轉換公式 2. 本研究改良封口方式以減少污染風險。	45屆 國小組 自然科

## 四、研究架構

綜合蒐集來的資料，我們決定將研究架構定調如下：



此圖由作者自行繪製

## 貳、實驗過程

### 一、實驗器材

酚酞指示劑	樣品瓶	燒杯	錐形瓶	氫氧化鈉 (NaOH)	酚酞
樣品架	玻璃瓶	量筒	滴管	定量瓶	糖度計
漏斗	液態醋酸菌	米酒	粉狀醋酸菌	滴定管	酒度計

\*此表之照片由作者自行拍攝

## 二、實驗方法

### 測量方式

指標	定義	使用工具/方法	釀醋關係
糖度 (°Brix)	溶液中每 100 克含有的蔗糖克數	糖度計	糖愈高 → 酵母產酒潛力愈強
酒度(度)	酒精佔整體液體的體積百分比	酒度計	控制在 6~8 度 最利於醋酸生成
酸度(度)	總醋酸濃度，以質量百分比表示	酸鹼滴定 計算方式如下	酸度 $\geq 4.5$ 度 → 可視為成功果醋

酸鹼滴定：取 0.1 莫耳的氫氧化鈉水溶液，以及樣品醋 2 毫升和適量的水稀釋，使顏色變淡，方便觀察，記錄初始數字，當樣品些微變色，再次記錄數據並將滴定的總量使用酸度計算公式轉換成酸度。

計算酸度：我們酸度的計算公式是根據 106 年食品技師食品分析與檢驗考試公式如下：

醋酸 CH<sub>3</sub>-COOH，MW=60，只有一分子-COOH，有機酸當量為 60

$$\text{有機酸量(度)} = \text{總酸度(度)} = a \times N \times \frac{1}{1000} \times F \times b \times \frac{1}{S} \times 100$$

( a=NaOH 溶液滴定量；N=NaOH 溶液當量濃度；F=NaOH 溶液力價；b=有機酸當量；S=樣品重量)

### 三、實驗進行

#### 【研究目的一】小農釀造醋與市售飲用醋之酸度調查

##### 【實驗一】檢測各種小農釀造醋與市售醋的酸度

我們蒐集了各種醋，並利用理化課學過的酸鹼滴定檢測其酸度。

蒐集方式：

- (1)搭車在台東市區，將市售能購置的飲用醋皆購入。
- (2)至台東山區尋找路邊攤販詢問。
- (3)蒐集親友自釀的飲用醋(有在飲用為原則)。
- (4)向學校老師們募集自釀的各種飲用醋。

實驗步驟：

步驟一：配置 0.1M 請氯化鈉水溶液 0.5 公升備用。

步驟二：取 5 毫升待測醋液，至於錐形瓶中加水稀釋，並加入 2 滴酚酞指示劑

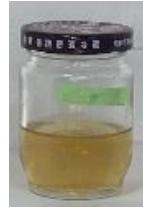
步驟三：記錄滴定管中初始數值，開始滴定至酚酞變色輕晃 30 秒顏色不改變時，達滴定終點，紀錄數值。

步驟四：紀錄並計算酸度，與標示酸度比較。

步驟五：更換待測醋液，重複步驟二~五。

實驗記錄：

編號	A	B	C	D	E	F	G
品項	市售糯米醋	市售精釀糯米醋	市售梅子醋	蒸餾白醋	美國蘋果醋	蘋果醋	梅子醋
標示酸度	4.5 度以上	6 度以上	未標示	5 度	5 度	1.8 度	2.8 度
滴定酸度	5.75 度	7.45 度	2.94 度	4.58 度	4.49 度	4.5 度	3.12 度
誤差 (%)	+1.25	+1.45	X	-0.02	-0.41	+2.7	+0.32
圖片							

編號	H	I	J	K	L	M	N
品項	自釀 香蕉醋	康普茶	梅子醋(1)	梅子醋(2)	梅子醋(4)	梅子醋(5)	水蜜桃醋 (3)
標示 酸度	未標示	未標示	未標示	未標示	未標示	未標示	未標示
滴定 酸度	3.65 度	0.24 度	4.62 度	0.47 度	0.71 度	1.22 度	0.38 度
誤差 (%)	X	X	X	X	X	X	X
圖片	無圖片						

B~C 之圖源於全聯賣場官網，由作者截圖、D~E 之圖源於好事多賣場官網，由作者截圖，其餘此表之圖由作者自行拍攝。

#### 目的一結果與討論：

- (1) 根據實驗結果，蘋果醋(F)和梅子醋(G)的有效期限已過，推測此因可能對其酸度變化產生顯著影響。
- (2) 蘋果醋(F)的酸度差異最為明顯，可能因為有效成分的降解造成酸度的減少。
- (3) 在本研究中，其餘醋類樣本的酸度普遍顯示與其標示值一致，市售標誌普遍可靠。(過期的蘋果醋則未能符合這一標準，但不表示蘋果醋標示不符)。
- (4) 針對在地小農所釀製的醋，經實驗滴定後這些產品普遍缺乏酸度標示或是標示濃度與商品不符。這一現象揭示了小型生產者在產品標示方面的不足，不僅使消費者在選擇時面臨困難，也可能影響到產品的市場競爭力。因此，我們建議小農在未來的產品經營中，增添酸度及其他重要成分的標示，以增強產品的透明度，促使消費者做出更為知識性的購買決策。

## 【研究目的二】探討不同醋酸菌種對調理醋酸度的影響

### 【實驗二】以液態醋酸菌自釀調理醋之酸度變化

實驗步驟：

步驟一：按照固定比例(酒精：液態醋酸菌=2：1、3：1、4：1、5：1、10：1、20：1)配置成不同醋液 300 毫升。

步驟二：將醋液分裝在樣品瓶中靜置。

步驟三：每 24 小時滴定一次，記錄其酸度變化。



此圖由作者自行拍攝

實驗記錄：

酒精度數	11 度	液態醋酸菌酸度	3.47 度
滴定的樣品量	5 毫升	滴定用氫氧化鈉濃度	0.1M

酸度(度)	酒精與醋酸菌的體積比值					
	天數(天)	2	3	4	5	10
0	1.24	0.96	0.69	0.55	0.28	0.14
1	1.27	0.97	0.77	0.56	0.29	0.17
2	1.2	1	0.98	0.59	0.37	0.18
3	1.21	0.95	0.71	0.61	0.36	0.17
4	1.34	0.92	0.74	0.72	0.34	0.17
5	1.28	0.97	0.76	0.73	0.34	0.19
6	1.43	1.08	0.84	0.6	0.3	0.17
7	1.39	1.04	0.83	0.7	0.34	0.16
8	1.26	1.14	0.88	0.64	0.34	0.2
9	1.43	0.98	0.76	0.6	0.32	0.29
10	1.33	0.98	0.78	0.55	0.38	0.25
11	1.15	0.95	0.65	0.65	0.4	0.2
12	1.44	0.86	0.9	0.71	0.47	0.2
13	1.38	1	0.86	0.73	0.4	0.4
14	1.38	1.01	0.88	0.77	0.31	0.22

### 【實驗三】以粉末醋酸菌自釀調和醋之酸度變化

實驗步驟：

步驟一：按照固定比例(酒精：粉末醋酸菌=2：1、3：1、4：1、5：1、10：1、20：1)配置。

步驟二：將醋液分裝在樣品瓶中靜置。

步驟三：每 24 小時滴定一次，記錄其酸度變化。

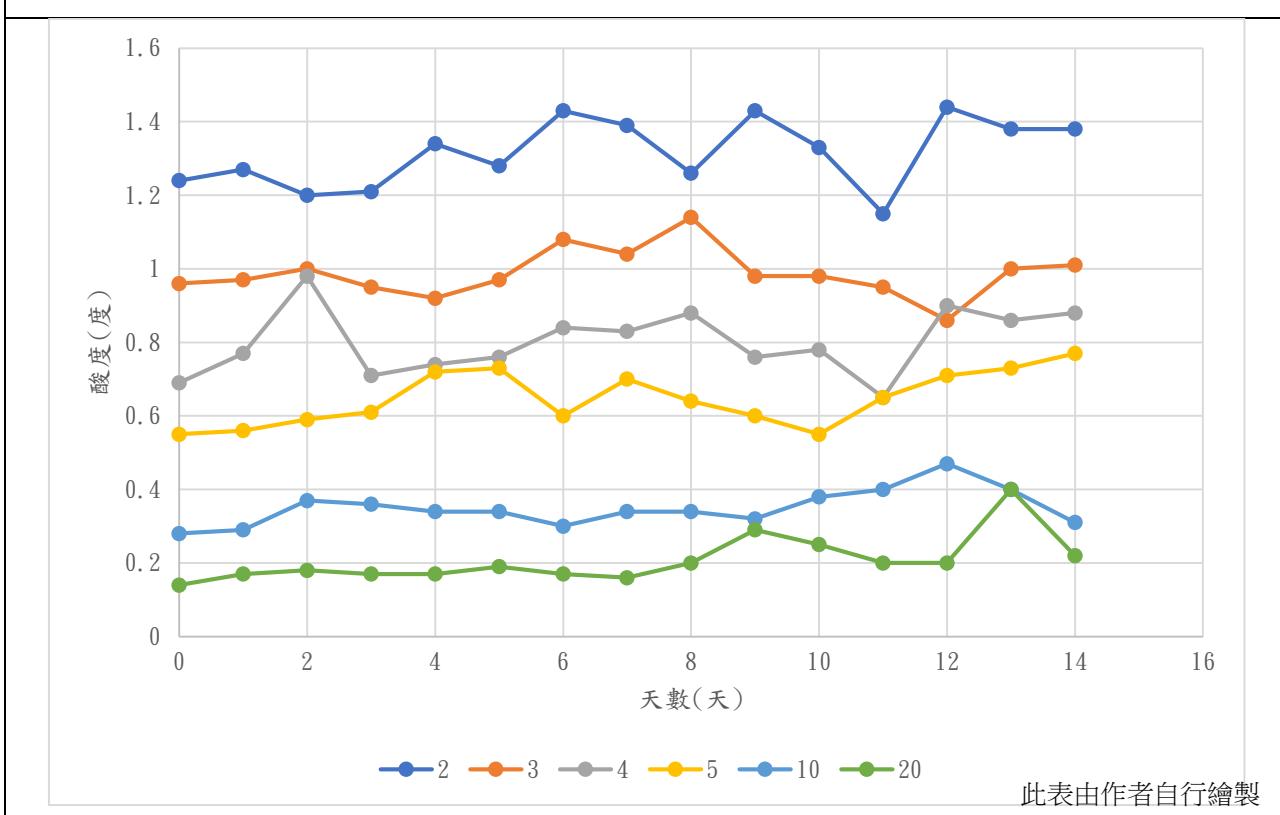
實驗記錄：

酒精度數	11 度	粉末醋酸菌酸度	3 度
滴定的樣品量	5 毫升	滴定用氫氧化鈉濃度	0.1M

酸度(度)	酒精與醋酸菌的體積比值					
	2	3	4	5	10	20
0	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
1	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
2	0.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
3	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01
4	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.01
5	0.02	0.04	0.04	0.02	0.01	0.01
6	0.04	0.04	0.05	0.02	0.01	0.01
7	0.04	0.04	0.05	0.02	0.01	0.02
8	0.05	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01
9	0.05	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01
10	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
11	0.04	0.02	0.04	0.02	0.01	0.01
12	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
13	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
14	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02

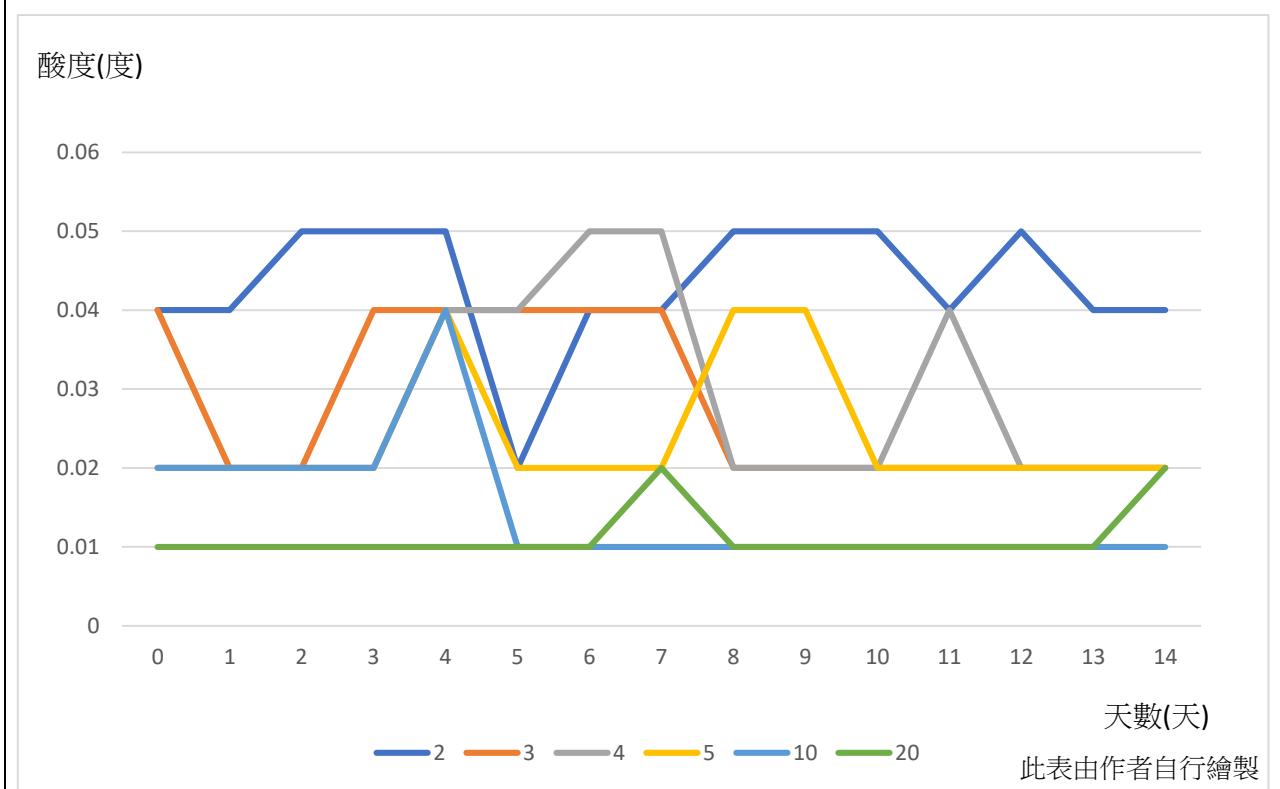
目的二數據分析：

〈表一-1〉不同比例液態醋酸菌釀造之酸度與天數的變化



此表由作者自行繪製

〈表二-1〉不同比例粉末醋酸菌釀造之酸度與天數的變化



此表由作者自行繪製

## 目的二結果與討論：

### 結果：

- (1) 由【實驗二】的圖表可得知 2：1、4：1 以及 5：1 的酸度上升比較明顯。
- (2) 比較【實驗二】與【實驗三】的數據，液態醋酸菌使調和醋酸度變化較為明顯。
- (3) 無論醋的初始比例如何，所有樣本在經過一週後均顯示出明顯的酸度變化，在長時間的存放過程中，酸度會受到多種因素的影響，包括化學反應的進行及外部環境條件的變化。

### 討論：

- (1) 實驗結果顯示在部分天數內，酸度的迅速上升而隔日迅速下降。我們推測這種快速變化可能是由於滴定過程中操作的不準確或測量誤差所引起。

因此我們滴定時會換人重複操作實驗，並確定滴定結果為「酚酞指示劑一變色」時如右圖中間樣品為例。且因為不論液態或粉末醋酸菌，皆不是透明色，因此在滴定時我們取用 5 毫升樣品液，並加入大量水稀釋，降低其原本顏色的干擾。



此圖由作者自行拍攝

- (2) 不同比例的醋在實驗開始的天數上存在顯著差異，因此這影響酸度上升的時間。實驗期間的環境溫度及其他物理條件（如濕度和光照）也會對反應速率產生影響，因而導致各樣本之間酸度上升的速度不一。

- (3) 使用粉末醋酸菌釀醋經過，10 天後部分樣品底部沉澱處開始出現白色絨毛狀物質，其中以酒精：醋酸菌=2：1 的最為明顯，如下所示(下表圖均由作者自行拍攝)：

		
約 10 天 底部出現球狀白色絮狀物	約 15 天 底部白色絮狀物明顯增多，每一種比例皆有。	約 20 天 2：1 的絮狀物可以帶起底部沉澱物飄起。

經過資料搜尋，確定其不是醋膜，推測為耐酸性的黴菌，會產生的原因其一為粉末醋酸菌在配置過程參雜較多粉菌種、其二為我們的封口為紗布綁棉繩，其孔隙很大足以讓微生物進出，因此在後續的實驗中，我們改採蓋上樣品瓶蓋子但不鎖緊，以利氣體交換減少微生物由上而下掉入實驗醋的可能。

在後續釀造天然醋探討中我們將用液態醋酸菌為主，並酒精：液態醋酸菌=4：1 與 5：1。

### 【研究目的三】評估釋迦果實自釀天然果醋之可能性

#### 【實驗四】由市售酒釀造成醋的可能性

實驗步驟：

步驟一：取市售釀造米酒，按照固定比例(酒精：液態醋酸菌=4：1、5：1)配置成不同醋液 300 毫升。

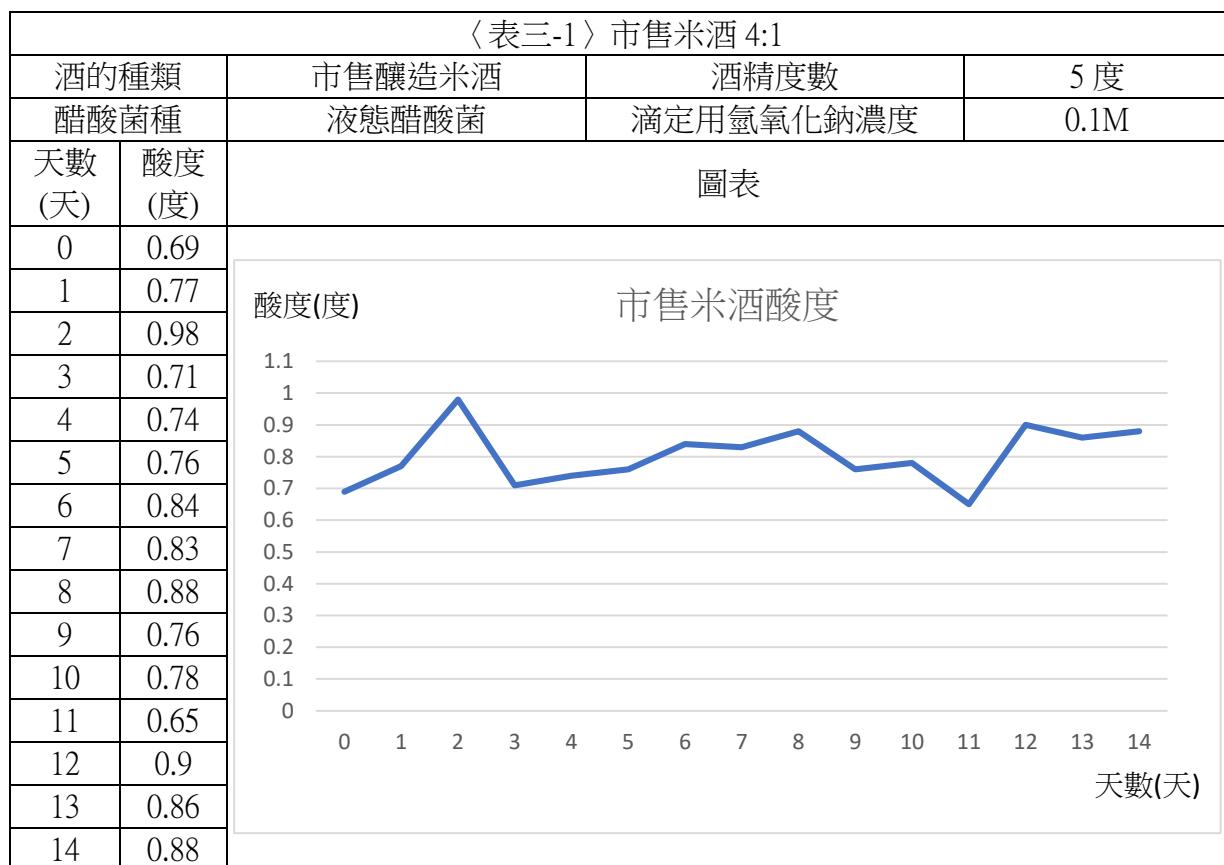
步驟二：將醋液分裝在樣品瓶中靜置。

步驟三：每 24 小時滴定一次，記錄其酸度變化。



此圖由作者自行拍攝

實驗紀錄：



此表由作者自行繪製

〈表三-2〉市售釋迦酒 4:1

酒的種類	市售釀造釋迦酒	酒精度數	6 度
醋酸菌種	液態醋酸菌	滴定用氫氧化鈉濃度	0.1M
天數 (天)	酸度 (度)	圖表	
0	1.04	市售釋迦酒酸度	
1	0.74	酸度(度)	
2	0.7	1.1 1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
3	0.67	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
4	0.76	天數(天)	
5	0.8	0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
6	0.88	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
7	0.71	天數(天)	
8	0.58	0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
9	0.72	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
10	0.62	天數(天)	
11	0.78	0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
12	0.83	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
13	0.73	天數(天)	
14	0.85	0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	

### 【實驗五】自釀酒釀造成醋的可能性

此表由作者自行繪製

實驗步驟：將自釀的米酒、釋迦酒、葡萄酒取出，調製酒精：醋酸菌=4：1 與 5：1。分裝並靜置、每 24 小時滴定並紀錄之。

實驗紀錄：

酒的種類	自釀米酒	酒精度數	未知
醋酸菌種	液態醋酸菌	滴定用氫氧化鈉濃度	0.1M
天數(天)	酸度(度)	圖表	
0	0.47	酸度(度)	
1	0.54	1.5 1.4 1.3 1.2 1.1 1 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
2	0.53	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
3	0.54	天數 (天)	
4	0.44	0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
5	0.47	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
6	0.6	天數 (天)	
7	0.46	0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
8	0.42	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
9	0.58	天數 (天)	
10	0.62	0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
11	0.92	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	
12	1.12	天數 (天)	
13	1.18	0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0	
14	1.38	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	

〈表四-2〉自釀釋迦酒 4:1				
酒的種類	自釀釋迦酒	酒精度數	未知	
醋酸菌種	液態醋酸菌	滴定用氫氧化鈉濃度	0.1M	
天數 (天)	酸度 (度)	圖表		
0	0.42			
1	0.47			
2	0.5			
3	0.47			
4	0.48			
5	0.49			
6	0.47			
7	0.47			
8	0.48			
9	0.47			
10	0.47			
11	0.48			
12	0.5			
13	0.47			
14	0.56			

此表由作者自行繪製

### 目的三結果與討論：

- (1) 本目的在比較市售及自釀精釀米酒、葡萄酒和釋迦酒所製成的醋酸的酸度變化。結果顯示，市售米醋的酸度變化量最為顯著，呈現出 0.19 的酸度增加。
  - (2) 針對自釀的米酒、葡萄酒及釋迦酒，結果同樣顯示米醋的酸度變化量最大，達到 0.84 的增加。
  - (3) 在市售與自釀葡萄酒的比較中，當酒精與醋酸菌體積比為 4:1 和 5:1 時，酸度的變化差異不大，且此兩種比例的醋酸變化並無明顯差異。自釀釋迦酒的酸度變化比市售的還要多。
  - (4) 從實驗中發現自釀的天然醋的酸度變化大部分比市售的還要明顯。

## 討論：

- (1) 根據實驗結果發現自行釀造天然醋是可行的，尤其是米酒以及釋迦酒，而我們決定以在地的釋迦來做最後的目標來去釀造。
  - (2) 在此次實驗發現實驗中的誤差還是存在，所以必須再次逕行改善，才可以測得更加準確的數據，在接下來的實驗諾是發現有較大的誤差會再次滴定檢測酸度。

(3) 自釀米酒釀酒的時間比其他的長，所以酒精濃度相對比較高，醋酸濃度的變化也最為明顯，尤其是在第 10 天酸度大幅增加。

綜上所述，若要自釀天然醋是可行的，其中酸度變化最為顯著地的是米醋，再來釋迦醋也是有發展潛力的，但我們需要能夠標準化與量化從釋迦→釋迦酒→釋迦醋的過程與更詳細的紀錄，因此我們購入糖度計酒度計，讓我們能夠更精準的量化。

#### 【研究目的四】找出自釀釋迦醋的最佳配方與條件

##### 【實驗六】自釀大目釋迦醋的可能性

實驗步驟：

步驟一：取大目釋迦的果肉，將其打成汁(果汁機攪拌 30 秒)。

步驟二：將釋迦果汁加入 0.5g 的酵母菌(*Saccharomyces cerevisiae*)，測量並記錄糖度。

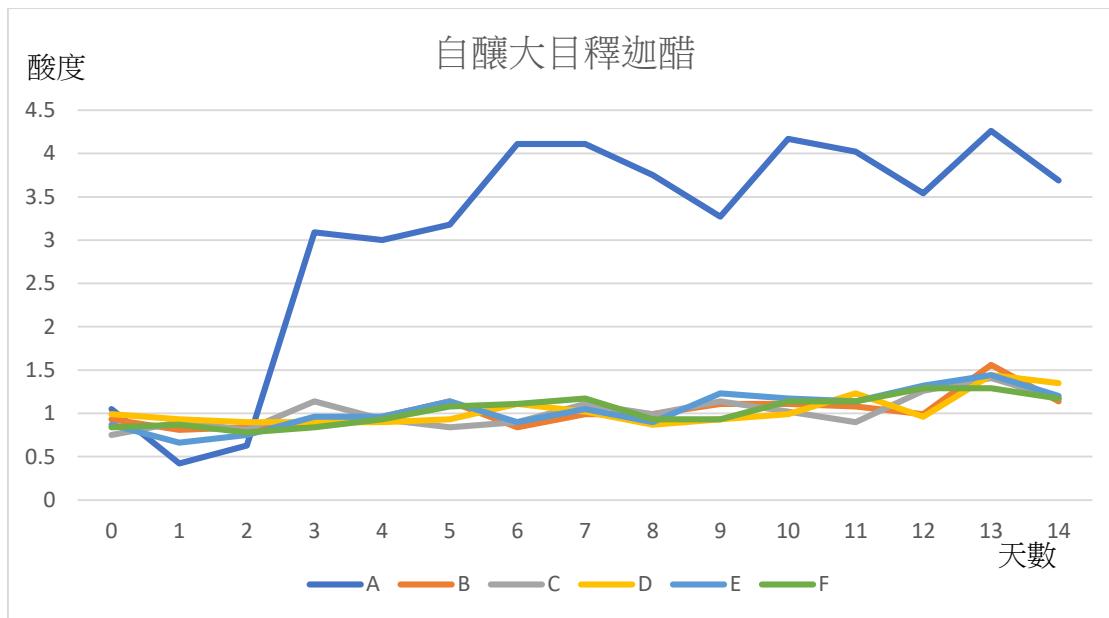
步驟三：加入精緻砂糖，將糖度稀釋成 25 度及 30 度(本身糖度 20)。

步驟四：將精緻砂糖換成二號砂糖重複步驟三。

步驟五：靜置 1 個月，過濾後以果汁體積：液態醋酸菌體積=4:1 的加入醋酸菌(*Acetobacter aceti*)。

步驟六：每 24 小時滴定一次，記錄其酸度變化。

大目釋迦						
樣品 編號	釀造成酒之前的數據			靜置一個月後釀造成酒		
	糖度(度)	糖	重量(g)	糖度(度)	酒度(度)	備註
A	20	無糖	300	20	8	加水稀釋至 8 度
B	20	無糖	300	20	22	無外加糖
C	25	精砂	300	9	22	
D	25	二砂	300	6	24	
E	30	精砂	300	9	24	
F	30	二砂	300	8	33	



此表由作者自行繪製

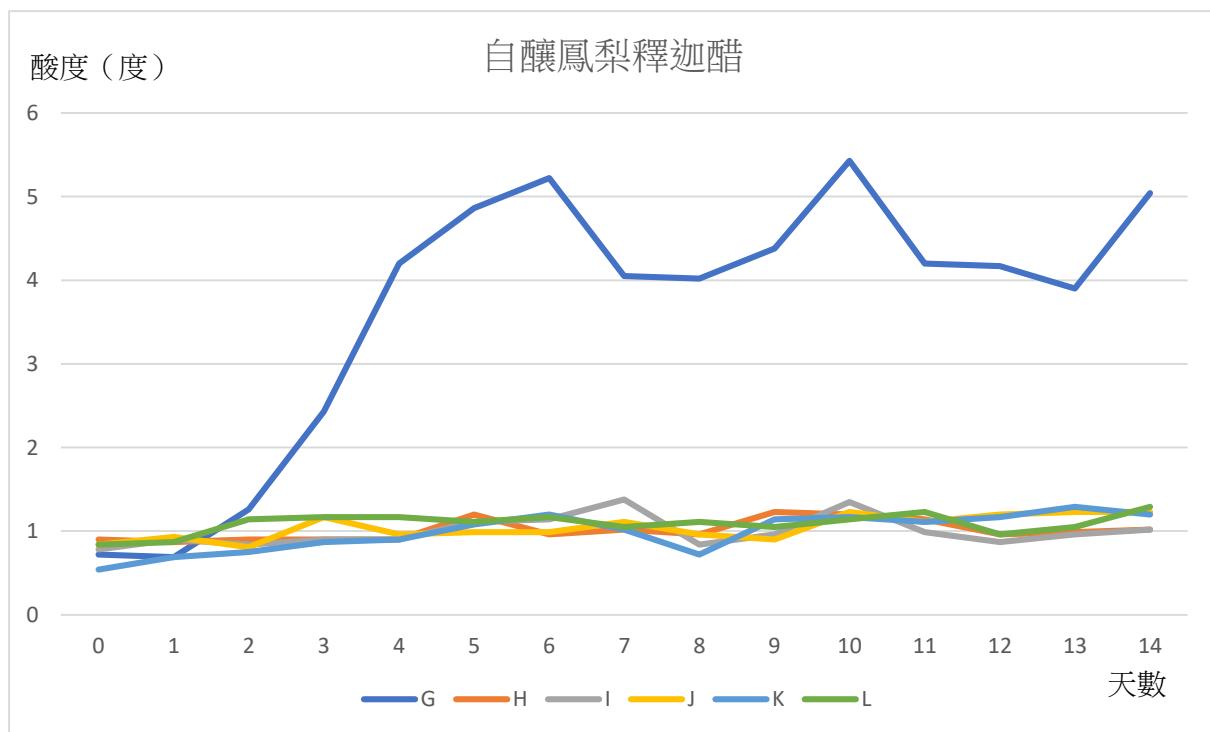
### 結果：

- (1) 樣品 A 為無外加糖之釋迦酒樣品，經過預先將酒精濃度稀釋至 8 度（符合醋酸菌最適生長環境）後再加入醋酸菌。實驗觀察顯示，第三天起，其酸度即出現明顯上升，且同時可見醋膜形成，顯示醋酸發酵過程順利進行，釋迦酒中之乙醇已開始有效轉化為醋酸。
- (2) 樣品 B 至 F 在整體觀察期間內皆未見醋膜產生，且酸度變化幅度極小，推測醋酸菌在該些條件下未能進行有效的醋酸發酵反應。
- (3) 在氣味觀察方面，樣品 A 於第三日至第五天開始散發出明顯的酸香氣，氣味類似市售飲用果醋或調味醋，帶有清新宜人的果酸香味，令人感覺自然發酵完成且具有飲用潛力。樣品 B 至 F，則普遍呈現微弱、混濁的氣味特徵，接近一般發酵失敗或變質食品所產生的異味，可能為雜菌干擾所致。
- (4) 在釀造成酒的過程發現，相較於使用精製砂糖，加入二砂糖能更有效促進酵母發酵，轉換成酒精的效率較高。

## 【實驗七】自釀鳳梨釋迦醋的可能性

實驗步驟：將【實驗六】步驟一中大目釋迦，替換成鳳梨釋迦，重複實驗六。

鳳梨釋迦						
樣品 編號	釀造成酒之前的數據			靜置一個月後釀造成酒		
	糖度(度)	糖	重量(g)	糖度(度)	酒度(度)	備註
G	20	無糖	300	8	8	加水稀釋至 8 度
H	20	無糖	300	8.5	22	無外加糖
I	25	二砂	300	10	25	
J	30	二砂	300	12	35	
K	25	精砂	300	10	25	
L	30	精砂	300	9	26	



此表由作者自行繪製

結果：

- (1) 根據圖表數據顯示，樣品 G 的酸度在發酵期間有明顯的上升趨勢，遠高於其他樣品。
- (2) 於第四天觀察到樣品 G 表面開始形成醋膜，顯示其醋酸菌活性強，發酵反應順利。
- (3) 後期測得樣品 G 的酸度已達到一般市售果醋常見之酸度範圍，具飲用與應用潛力。

討論：

(1) 我們發現使用無外加糖之釋迦酒（樣品 A、G），並將其酒精濃度調整至約 8 度，作為醋酸發酵基礎，能有效促進醋酸菌的生長，且快速產生醋膜與顯著提升酸度，顯示此發酵條件最為適宜。本次所使用之釋迦為即將淘汰之即期品，雖未加糖，但其本身糖度極高（由於釋迦過熟），提供了足夠的可發酵糖分，使得釀酒階段產生足量乙醇。

樣品 A 三天時產生醋膜	樣品 G 三天時產生醋膜
	

此圖由作者自行拍攝

- (2) 樣品醋 G 酸度變化幅度最大，最終酸度也已達市售果醋標準，顯示其發酵效果很好。
- (3) 在氣味上，樣品 G 明顯優於其他樣品。其所散發的酸味不僅強烈，還伴隨淡雅果香，聞起來清爽宜人，與樣品 A 相比，G 的香氣層次較豐富，且無雜味或腐敗氣息，整體嗅覺感受更接近市售高品質果醋，因此若以氣味作為判斷依據，亦更推薦使用鳳梨釋迦作為釀醋原料。
- (4) 釀酒階段的前置發酵觀察中也發現：無論原始糖度為何，添加二砂糖比添加精緻砂糖更有助於酵母轉化糖分為乙醇。推測其原因可能與二砂糖中所含之天然礦物質與微量元素有關，能促進酵母活性，提升發酵效率。

綜合以上發現，本研究初步建立出天然釋迦醋製程，特別是在不額外加糖的條件下，**取過熟之鳳梨釋迦再不加任何糖 300 克加入 0.5 公克之酵母菌，密封靜置一個月後，過濾並加水稀釋至酒精濃度 8 度，再以體積比 4:1 之方式加入液態醋酸菌，靜置 3-4 天後會形成醋膜，6-7 天後酸度可達市售釀造果醋酸度標準**，能成功產出具風味、酸度穩定且氣味宜人的鳳梨釋迦醋，為未來推廣本土果醋提供可行模式。

## 參、討論

### 一、果乾乾燥前後質量變化是否對調理醋產生影響

在實驗中，我們製作調理醋時加入新鮮水果與果乾，但操作後發現水果經烘乾後質量與體積均縮減剩下約百分之十，這樣泡入醋中的果乾質量會有很大的變化，因此在後續研究中，我們額外實驗新鮮水果 100 克、新鮮水果 100 克烘乾、烘乾後果乾 100 克，進行小規模探討，唯靜置時間不同因此不列入正式實驗中。

實驗步驟：

- (1)取新鮮鳳梨、穀醋、精緻砂糖各 100g，加入瓶中混和均勻
- (2)改使用二號砂糖，並且重複(1)步驟
- (3)改使用冰糖，並且重複(1)步驟，靜置在陰涼處六個月，等待發酵。
- (4)改使用新鮮鳳梨 100g 製成果乾，重複步驟(1)~(4)

實驗記錄：

穀醋原始酸度	調理醋酸度(釀製 203 天)			調理醋酸度(釀製 129 天)		
	新鮮鳳梨			鳳梨果乾		
	冰糖	精緻砂糖	二砂糖	冰糖	精緻砂糖	二砂糖
釀造前酸度(度)	1.13	1.04	1.08	1.13	1.04	1.08
釀造後酸度(度)	1.34	1.22	1.34	1.54	1.52	1.63
酸度變化量	0.21	0.18	0.26	0.41	0.48	0.55

加入物質	新鮮鳳梨 100g	鳳梨果乾 100g	鳳梨果乾 10g
照片			
	此圖由作者自行拍攝	此圖由作者自行拍攝	此圖由作者自行拍攝
釀造日期	2024/7/3	2024/9/5	2024/9/11
取出日期	2025/1/22	2025/1/22	2025/1/22
總天數(天)	203	139	133

- (1) 不論是用新鮮的水果還是果乾、糖類變化，都會增加醋的酸度。
- (2) 在加入新鮮鳳梨中，以二號砂糖變化最為明顯(酸度增加 0.26)，而精緻砂糖變化最不明顯(酸度增加 0.18)。
- (3) 在加入鳳梨果乾中，以二號砂糖變化最為明顯(酸度增加 0.55)，而冰糖變化最不明顯(酸度增加 0.41)。
- (4) 雖然鳳梨乾釀造的時間比新鮮鳳梨來的短，但是酸度的變化量卻都比新鮮鳳梨還多，醋的刺鼻味也相對明顯。

此實驗可以看出：

- (1) 在僅考量酸度變化的情況下，取用 100 公克的新鮮鳳梨烘乾後，酸度變化的結果最為明顯。經過 133 天的靜置，增加 0.48 度，而新鮮鳳梨 100 公克經過 203 天的靜置酸度僅增加 0.18 度，推測烘乾鳳梨對酸度影響較為明顯。也確定酸度並非只受時間影響，尚有其他影響因素。
- (2) 據上表照片所示，當取 100 公克的鳳梨果乾加入醋與糖時，發現果乾未能完全浸泡於醋液中，因此無法進行更為深入的比較分析。發現在進行酸度及味道變化實驗的時候，充分浸泡是必要的控制變因。未來若進行更精確的實驗，建議在設計實驗時增加醋液的體積，以確保果乾能夠完全浸泡，從而使其能與醋液及糖充分反應，進一步評估不同組合之間的風味與酸度變化。
- (3) 根據釀造後氣味的評估，經由三位組員的測試結果顯示，對於可飲用的順序之中，新鮮鳳梨 (100g) 獲得的評價最高，其次是鳳梨果乾 (10g)，而鳳梨果乾 (100g) 則排在最後。判斷原因有新鮮鳳梨的果香較為明顯。此外，新鮮鳳梨釀製的調理醋聞起來的氣味最為柔和，不刺鼻的特性進一步增強了其在消費者中的吸引力。
- (4) 此調理醋的製作過程參考了市面上最多人推薦的鳳梨調理醋製作方法。然而，在釀造過程中，酸度會隨著不同水果狀態而有所變化。根據這些觀察，未來可以針對不同的水果種類及其狀態進一步探討，並在實驗設計中增加醋的比例，以探索各種水果所釋放出的風味和質地變化。這樣的深入研究不僅可以豐富調味產品的多樣性，也有助於提升釀造風味的意義。

## 二、釀製米醋時不同環境溫度之酸度比較

在【目的三】釀造米醋前我們自釀的米酒，因考量存放時間長達半年之久，因此其存放環境至關重要，在考量我們有限的資源與參考資料中建議釀酒環境為冬天較為適宜，我們決定取一瓶至於教室陰涼處(約 20°C-25°C)，另一瓶置於冰箱冷藏(約 4°C)，過程中考量酒經發酵需要在隔絕氧氣環境中，鎖至最緊並不可以打開。

實驗步驟：

步驟一：把生米炒成橘黃色、水果切塊、水各取 100 公克、精緻砂糖 10 公克，放入瓶子密封。

步驟二：等待至半年，取出並過濾出自釀米酒。

步驟三：按照米酒：液態醋酸菌體積=4：1，的比例配置。

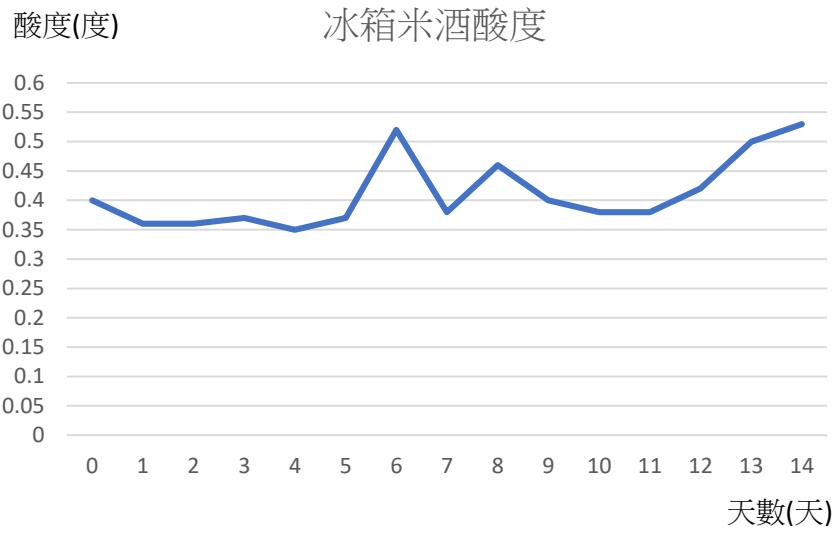
步驟四：分裝置樣品瓶中等待發酵，每隔 24 小時滴定一次並記錄數據。

實驗記錄：

日期	室溫	冰箱
2024/7/4	 2024/7/4 apple + rice 精砂 室溫 rice:糖=2:1	 2024/7/4 apple + rice 精砂 冰箱 rice:糖=2:1
略有蘋果香氣，液體色澤澄清。		
2024/7/10 (6 天)		
2024/9/4 (62 天)		
2025/1/8 (188 天)	 氣味：明顯酒香 質地：液態較多水 色澤：混濁米白色	 氣味：酒味不明顯，混雜肉味 質地：液態氮出水量明顯較少 色澤：混濁米白色

此表之圖由作者自行拍攝

自釀米酒 4:1 放在冰箱裡			
酒的種類	自釀米醋	酒精度數	未知
醋酸菌種	液態醋酸菌	滴定用氫氧化鈉濃度	0.1M
天數 (天)	酸度 (度)	圖表	
0	0.4		
1	0.36		
2	0.36		
3	0.37		
4	0.35		
5	0.37		
6	0.52		
7	0.38		
8	0.46		
9	0.4		
10	0.38		
11	0.38		
12	0.42		
13	0.5		
14	0.53		



此實驗可以看出：

此表由作者自行繪製

- 1.室溫下的米酒釀製而成的米醋酸度較高。
- 2.兩者圖表在第六天都有明顯突出的數字，可能是因為當天溫度、或是滴定的人操作上的失誤影響導致的誤差。
- 3.放在冰箱裡發酵的米酒，雖已盡我們所能的密封，但經過半年的放置，打開的氣味混雜著冰箱其他食品的味道，因此存放環境除了溫度之外，還需考量周圍氣味。

### 三、釀製釋迦醋不同方法之酸度比較

實驗步驟：

步驟一：取出釋迦果肉(一個取出釋迦籽，一個利用濾網過濾籽)

步驟二：加入釋迦果肉、精緻砂糖、酵母菌靜置 1 個月

步驟三：過濾釋迦酒

步驟四：調製釋迦醋比例(釋迦酒：醋酸菌=4：1)

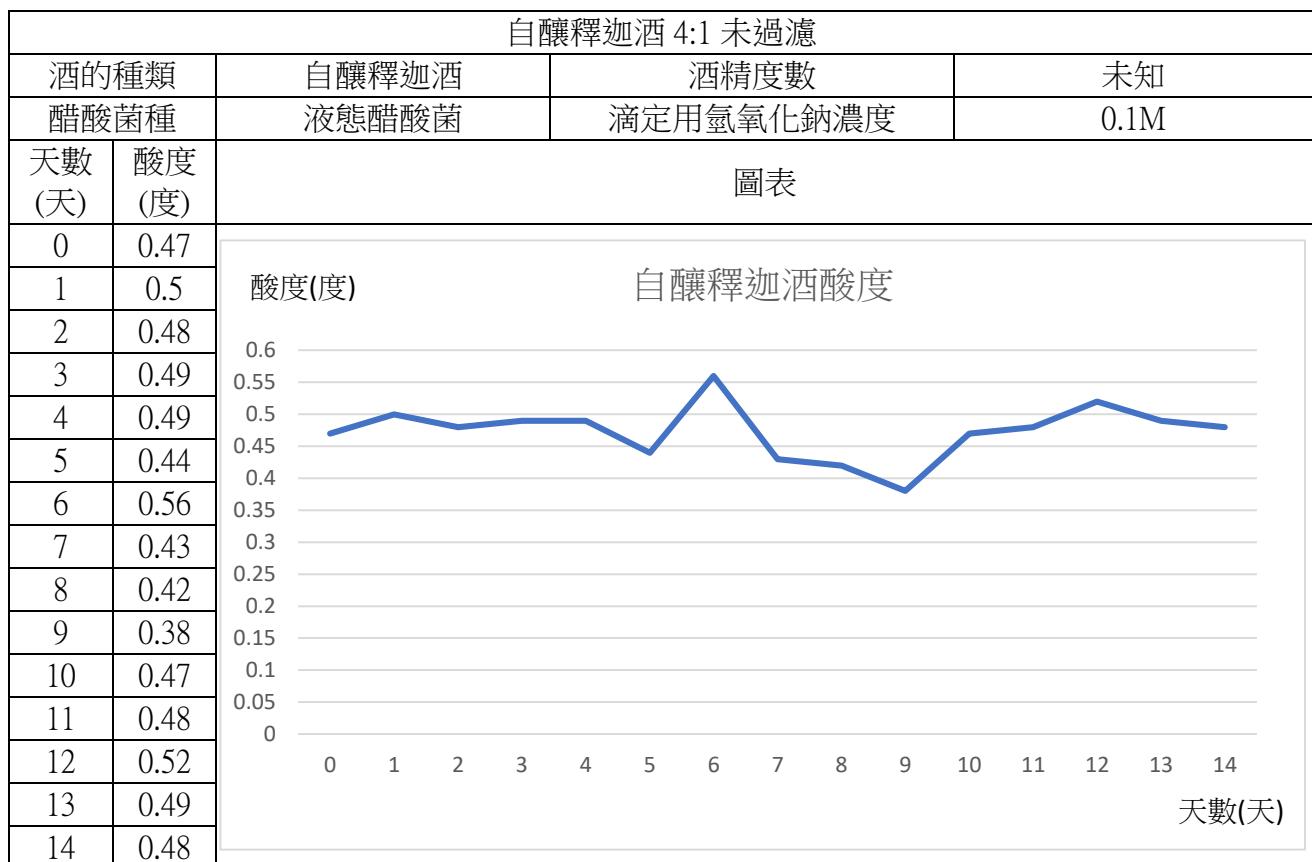
步驟五：滴定並統整歸納結果。

## 實驗記錄：

	釋迦未過濾	釋迦過濾	釋迦過濾
俯瞰			
側面照			

此表之圖由作者自行拍攝

\*這裡的 5:1 與 6:1 為釀造釋迦酒時的果肉與糖的比例，因文獻指出建議自釀葡萄酒之果肉：糖=4：1，考量到釋迦糖份高與專家的建議，我們降低糖的比例為 5：1 與 6：1，並相同配方製作數罐以免過程出錯釀酒失敗。



此表由作者自行繪製

此實驗與【實驗五】的〈表四-1〉相比可以看出：

1. 有過濾和未過濾的酸度變化不明顯。
2. 在第六天未過濾的釋迦酒酸度明顯凸起，由於是與放置在冰箱米酒共同時間釀製，所以可能也是因為當天溫度、或是滴定的人操作上的失誤影響導致的誤差。

自釀釋迦酒遇到的困境：

- (1) 釋迦為台東的重要經濟產物，也因為這個特性台東有很多種釋迦(大目釋迦、鳳梨釋迦、蜜釋迦等)，每一種的甜度、風味皆不同，在此次釀造僅選用大目釋迦及鳳梨釋迦，因此研究結果不能推論到其他品種之釋迦。
- (2) 釀造釋迦酒時糖分控制不易(糖分高於葡萄)，雖在釀造酒時已降低糖份比例，但成功率不高，在未來可以針對同批釋迦釀酒時的外加糖分種類與比例進行更深入研究。
- (3) 釀造酒時要在厭氧環境，若沒有密封確實，釋迦酒釀造時容易出現釋迦發紅、招來果蠅等問題，一但釋迦酒發紅則該瓶酒就變無法繼續使用，此次釀造中 6 瓶釀造酒當中有 3 瓶無法使用。

		
釋迦酒釀造初期(約半日)	釋迦酒釀造約 2 日	釋迦酒釀造發紅失敗

此表之圖由作者自行拍攝

## 肆、結論

### 一、小農釀造醋與市售飲用醋之酸度調查

- (一) 於賣場購的醋普遍與標示相符。
- (二) 自釀醋的酸度幾乎較市售低。
- (三) 地小農所釀製的醋，產品普遍缺乏酸度標示或是標示濃度與商品不符。我們建議未來的產品，增添酸度及其他重要成分的標示，以增強產品的透明度。

### 二、探討不同醋酸菌種種對調理醋的酸度變化

- (一) 使用液態醋酸菌的酸度變化較明顯，同時放置時間越久酸度變化也越大。

### 三、探討自釀天然醋的可能性

- (一) 不論是市售或是自釀的醋，皆是米酒的醋酸變化量最高分別為增加 0.19 度和增加 0.84 度，相較之下葡萄酒的變化就沒有那麼明顯。
- (二) 從實驗中發現自釀的酸度變化大部分比市售的還要多所以自行釀造天然醋是可行的，尤其是米酒以及釋迦酒，希望能提升臺東經濟作物更多可能的變化。

### 四、找出自釀釋迦醋最好的方法

#### (一) 釀造釋迦醋的最佳步驟如下：

1. 選用糖度為 20°Brix 的釋迦果肉 300 克，加入 0.5 克乾燥酵母菌後，置於陰涼通風處自然發酵約一個月，以進行酒精發酵。
2. 取出所得釋迦酒，將其稀釋至約 8 度酒精濃度（符合醋酸菌生長最適環境），再依 4:1 的比例加入醋酸菌。
3. 接續於陰涼處靜置至少 14 天之醋酸發酵，即可初步完成符合法規酸度規定之果醋酸度之釋迦醋，並具備獨特氣味。

- (二) 凤梨釋迦所釀製的果醋在酸度表現上最為突出，最終酸度增加 4.32 度，顯著優於大目釋迦（酸度增加 2.64 度），顯示鳳梨釋迦在果醋製程中提供更有利的發酵條件。

- (三) 本實驗證實使用即期或過熟釋迦不僅可提升釀醋成功率與風味表現，亦提供了解決產地過剩或自銷品過期問題的實用策略，具環境永續與資源再利用之雙重價值。

## 五、 研究限制

- (一) 由於本實驗僅針對大目釋迦及鳳梨釋迦兩個品種進行釀醋相關的研究與分析，因此無法推論或直接應用於其他釋迦品種之釀醋製程，未來仍需進一步擴大研究範圍，以驗證其在不同釋迦品種中的適用性與成效。
- (二) 在我們的實驗過程中，受到器材設備的限制，導致無法對所有控制變因進行精確且一致的控制(如：溫度、濕度等)。這些變因在不同實驗階段可能產生影響，因此在解釋實驗結果時，須考量這些不可避免的變因可能對數據準確性與重現性所造成的影響，並希望在未來研究中能在設備條件更完善的情況下，進一步提升控制變因的一致性與精確度，以獲得更具代表性與穩定性的研究成果。

## 六、 未來展望

- (一) 未來希望能夠進一步優化並標準化整個釀製流程，從原料處理、發酵條件控制到成品品質檢測等各個環節，建立一套可重現、具一致性且符合食品安全與品質標準的操作規範。透過標準化各項變因，不僅能提升釋迦醋產品的穩定性與市場競爭力，更能有效提升釋迦副產品的利用效率，避免資源浪費，促進釋迦產業的永續發展，更為在地農民創造更多附加價值與收益機會。

## 伍、參考資料

一、【實驗高手——從研究到發表】侯雅齡著

二、【天然醋、合成醋、混合醋，你喝的是哪種呢？】

金櫛羊(2018年8月18號)・早安健康／食力傳媒・取自

<https://www.edh.tw/article/19848>

三、【合成醋、釀造醋傻傻分不清？善用7種分辨方法，加油添「醋」也不怕！】

周佑庭・永禎・取自

<https://www.yzliving.com/pages/post09>

四、【「醋」百百種，釀造醋、水果醋又哪些功效不同，該如何選擇？】

劉學民(2021年9月22號)・旺萊山・取自

<https://www.pineapplehill.com.tw/blog/posts/fruit-vinegar>

五、【做醋、製酒都靠它！「釀」出食物風味的千變萬化】

林玉婷(2022年3月25號)・食力・取自

<https://www.foodnext.net/science/knowledge/paper/5975686731>

六、【釀造葡萄酒之探討】

曹正秋、吳一平、王皓瑾、黃以銘・第43屆科展・取自

file:///C:/Users/jdcha/Downloads/92022%20(2).pdf

七、【「酒酒」好釀暖人心－從釀造葡萄酒探討發酵變化】

張靖浤・第53屆科展・取自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/080210.pdf>

八、【老酒的秘密】

陳鎮東、吳韋菁、王靖夫、林逸貞・第45屆科展・取自

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race1/45/elementary/0815/081527.pdf>

## 【評語】032911

本作品想解決過熟釋迦的農廢問題，以製造天然果醋為目標，透過搜索歷屆科展相關題目取得釀酒的數個關鍵因子，並以為基礎進行釀醋，成功釀成了釋迦醋，並建立流程，釀製了大目釋迦醋和鳳梨釋迦醋。以下建議供同學參考：

1. 研究目的二中所提及的「探討不同醋酸菌種對調理醋酸度的影響」並不適切，目的二只是使用不同形態的菌，作品中亦應說明所使用菌種的來源。
2. 為避免受操作誤差影響，同一樣本測量次數應不只一次，並求平均和標準差。若於不同時日對不同批次的樣品重複實驗，是否有相似的結果？
3. 前言的「文獻亦指出其高糖度不利發酵」應提供對應參考文獻。除了於最後列出一系列參考資料外，於內文中應適當指引讀者將相關內容對應到所提供的文獻。
4. 酸鹼滴定時，應於實驗方法即告知所使用的指示劑，而不是到結果與討論才說明使用酚酞。

5. 實驗的溫度等環境變數是否有受控制？縱使無法控制，其數值為何？
6. 市售釀造米酒、無糖稀釋後的自釀大目釋迦醋、鳳梨釋迦醋等的酸度為何隨時間有不規律的變化？是來自實驗誤差還是真的會忽高忽低？
7. 經過醋的釀造程序後，殘餘的酒精有多少？
8. P. 20 為何變為以鳳梨為主？P. 22 則變成米醋？實驗方法中雖有提及米酒，但整體未提到鳳梨，作品應儘可能聚焦。
9. 含糖水果皆可製作水果醋，此主題的題材較不具創新性。惟即期的農產品或是水果剩食製醋，具有推廣性。

作品海報

# 「釋」在必得——自釀釋迦醋之探討

此水果圖由canvaAI生成

## 摘要

本研究旨在探討是否可用釋迦透過簡易可行的發酵程序轉化為具商品潛力的釋迦醋。以糖度20°Brix的釋迦300克加入0.5克酵母菌釀製釋迦酒，靜置一個月後過濾並稀釋至8%酒精濃度，再以4:1體積比加入液態醋酸菌靜置發酵。

結果顯示，未加糖的鳳梨釋迦樣品在第四天即產生醋膜，酸度增加4.32，氣味清香。且鳳梨釋迦在酸度與香氣表現上均優。因此使用即期釋迦不僅可釀出果醋，還能減少釋迦的浪費。

## 壹、前言

### 一、研究動機

臺東是臺灣釋迦最主要的產地，但釋迦在過熟後糖度迅速升高，常導致滯銷與浪費，且因糖分過高不易進行後續加工。市面雖有許多果醋產品，但幾乎未見釋迦果醋，文獻也指出高糖水果發酵難度高。本研究希望透過實驗證釋迦釀醋的可行性，探索其品種、糖類與醋酸菌等條件對發酵的影響，期待能減少農損並開創釋迦加工的新方向，提升在地農產的附加價值。

### 二、研究目的

- (一)小農釀造醋與市售飲用醋之酸度調查
- (二)探討不同醋酸菌種對調理醋的酸度變化
- (三)評估釋迦果實自釀天然果醋之可能性
- (四)找出自釀釋迦醋的最佳配方與條件

## 貳、研究過程

### 醋的種類

種類	定義	酸度規定
天然醋	天然食材經酵母菌與醋酸菌發酵。	4.5以上
調和醋	天然醋加調味料(例：水果)製成。	1.0以上
合成醋	冰醋酸加水稀釋。	4.0以上

以身邊可取得的方式釀造出釋迦天然醋為目標，定義釀造成功條件：(1)由水果發酵(2)酸度須達4.5以上

### 標準化依據

變因	糖度(°Brix)	影響	酒度(度)	影響	酸度(度)
定義	重量百分比濃度		體積百分比濃度		食品技師測驗酸度檢測方式
量化依據	糖度計		酒度計		酸鹼滴定

### 操作方式

#### 滴定實驗步驟：

步驟一：配置0.1M氫氧化鈉水溶液。

步驟二：以實驗室3M之鹽酸進行標定，以確認氫氧化鈉水溶液配置濃度正確。

步驟三：取2毫升樣品進行滴定，並記錄水溶液變色時所消耗的氫氧化鈉體積。

步驟四：將滴定量帶入食品技師測驗的酸度檢測公式計算之。

## 【目的】小農釀造醋與市售飲用醋之酸度調查

### 【實驗一】檢測各種小農釀造醋與市售醋的酸度

編號	A	B	C	D	E	F	G
品項	市售檳榔米醋	市售精釀檳榔米醋	市售梅子醋	蒸餾白醋	美國蘋果醋	蘋果醋	梅子醋
標示酸度	4.5%以上	6%以上	未標示	5%	5%	1.8%	2.8%
滴定酸度	5.75%	7.45%	2.94%	4.58%	4.49%	4.5%	3.12%
誤差(%)	+1.25	+1.45	x	-0.02	-0.41	+2.7	+0.32
圖片							

編號	H	I	J	K	L	M	N
品項	自釀香蕉醋	康普茶	梅子醋(1)	梅子醋(2)	梅子醋(4)	梅子醋(5)	水蜜桃醋(3)
標示酸度	未標示	未標示	未標示	未標示	未標示	未標示	未標示
滴定酸度	3.65%	0.24%	4.62	0.47	0.71	1.22	0.38
誤差(%)	x	x	x	x	x	x	x
圖片	無圖片						

B~C 之圖源於全聯賣場官網，由作者截圖、D~E 之圖源於好事多賣場官網，由作者截圖，其餘此表之圖由作者自行拍攝。

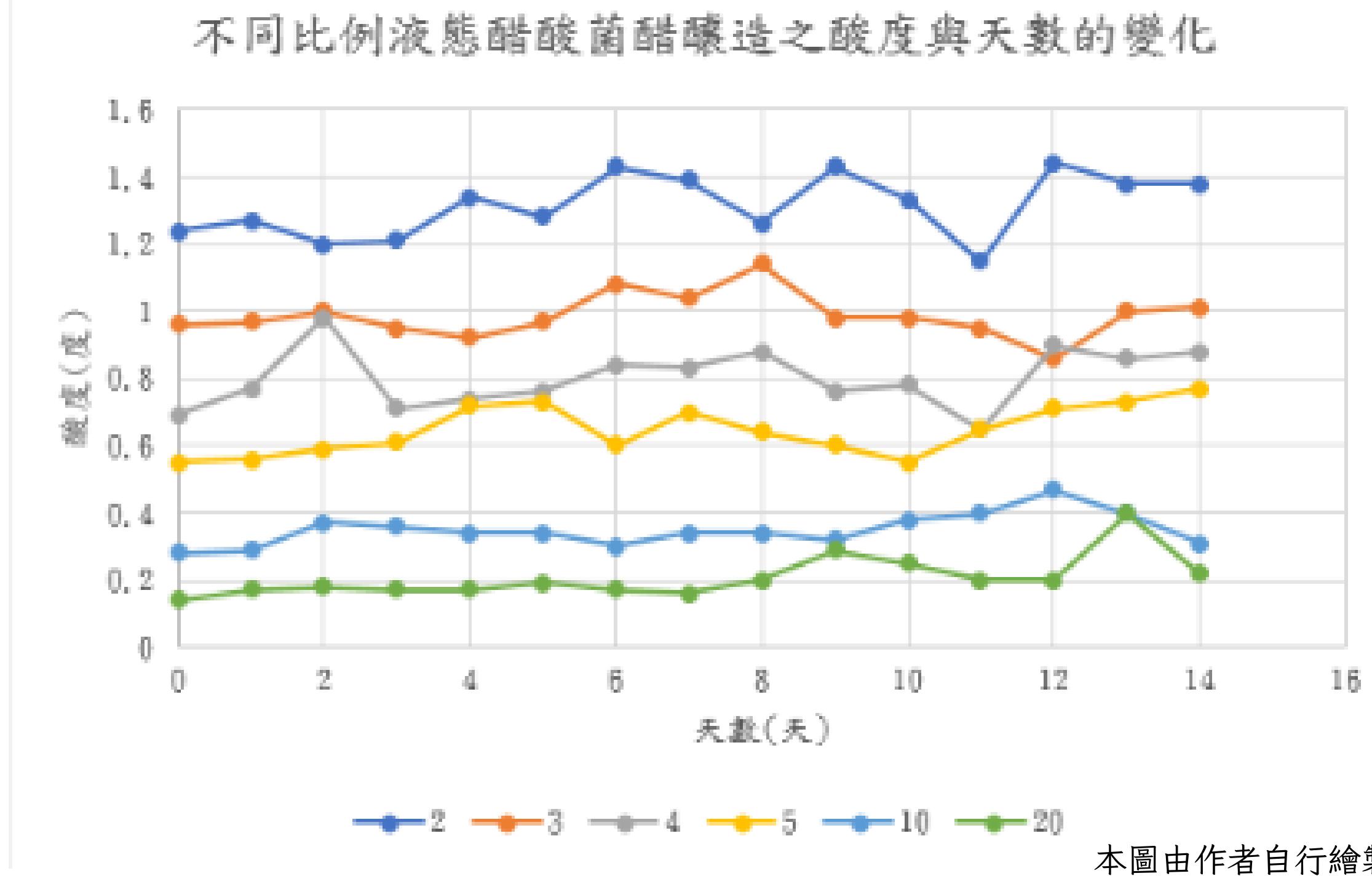
### 目的結果討論：

- 蘋果醋(F)和梅子醋(G)已過有效期限，可能影響酸度變化。
- 蘋果醋(F)的酸度差異明顯，推測因有效成分降解。
- 其他醋類樣本酸度與標示值一致，市售標誌普遍可靠（過期的蘋果醋除外）。
- 在地小農釀造醋並沒有標示清楚其酸度。

因為小農釀造方式均不同，無法在家複製釀造方式，因此開始思考可以如何利用釋迦自行釀造天然醋，我們找到不同菌種，因此針對菌種不同進行目的二。

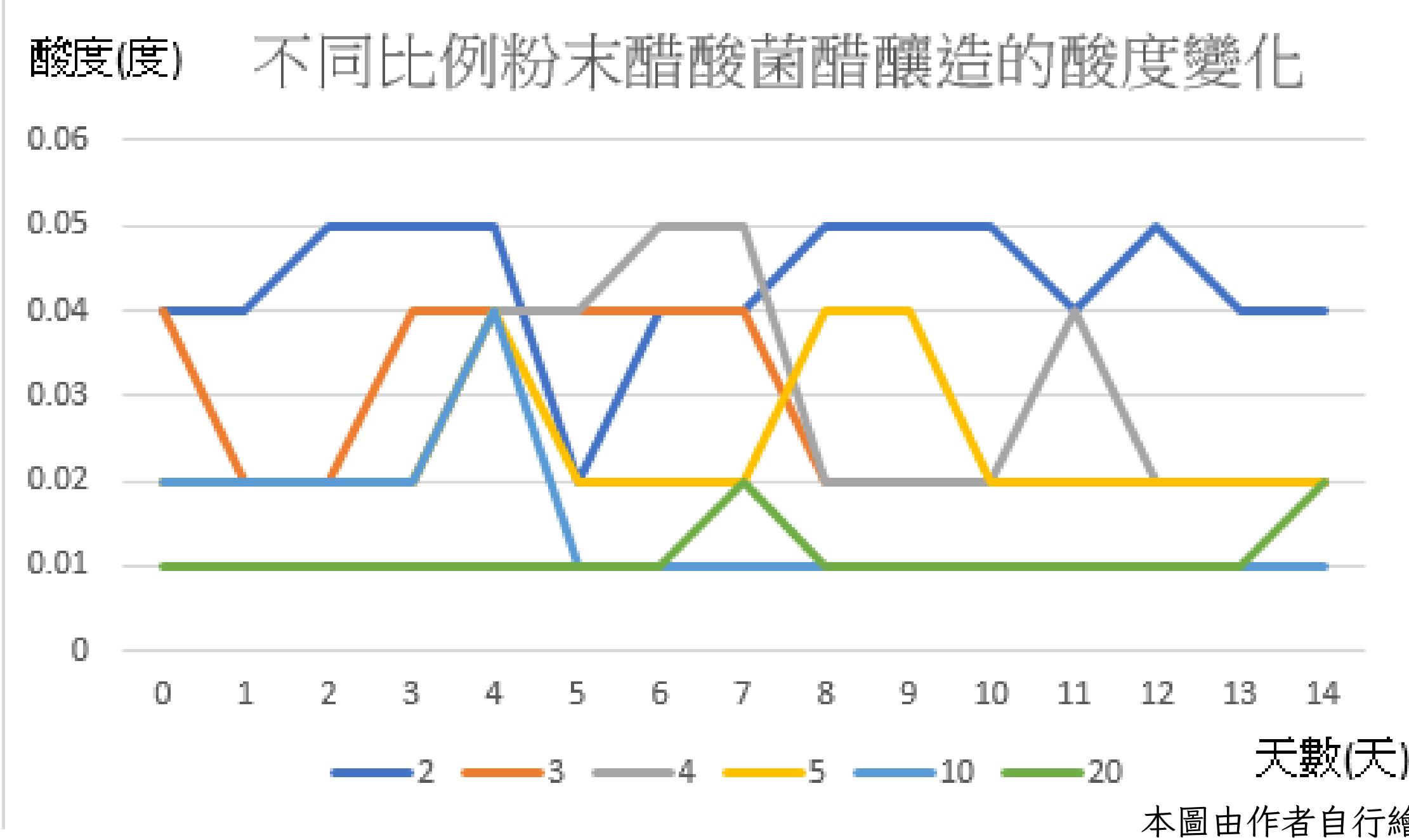
## 【目的二】探討不同醋酸菌種對調理醋的酸度變化

### 【實驗二】以液態醋酸菌自釀調理醋之酸度變化



本圖由作者自行繪製

### 【實驗三】以粉末醋酸菌自釀調和醋之酸度變化



本圖由作者自行繪製

### 目的二結果與討論：

#### 結果：

- 實驗二中，2:1、4:1及5:1的酸度上升明顯。
- 液態醋酸菌使調和醋的酸度變化更明顯。
- 所有樣本經過一週後均顯示出明顯的酸度變化，受化學反應及外部環境影響。

#### 討論：

- 實驗結果顯示酸度快速上升後又迅速下降，推測因滴定操作不準確或測量誤差，故需重複實驗並稀釋樣品以減少顏色干擾。
- 不同比例的醋在實驗初期的酸度上升時間存在顯著差異，環境溫度及其他條件影響反應速率。
- 使用粉末醋酸菌後，10天內部分樣品出現白色絨毛狀物質，2:1比例最為明顯。

		
約 10 天 底部出現球狀白色絮狀物	約 15 天 底部白色絮狀物明顯增多，且不論哪一種比例皆有。	約 20 天 2:1 的絮狀物可以帶起底部沉澱物飄起。

本圖表由作者自行拍攝製作

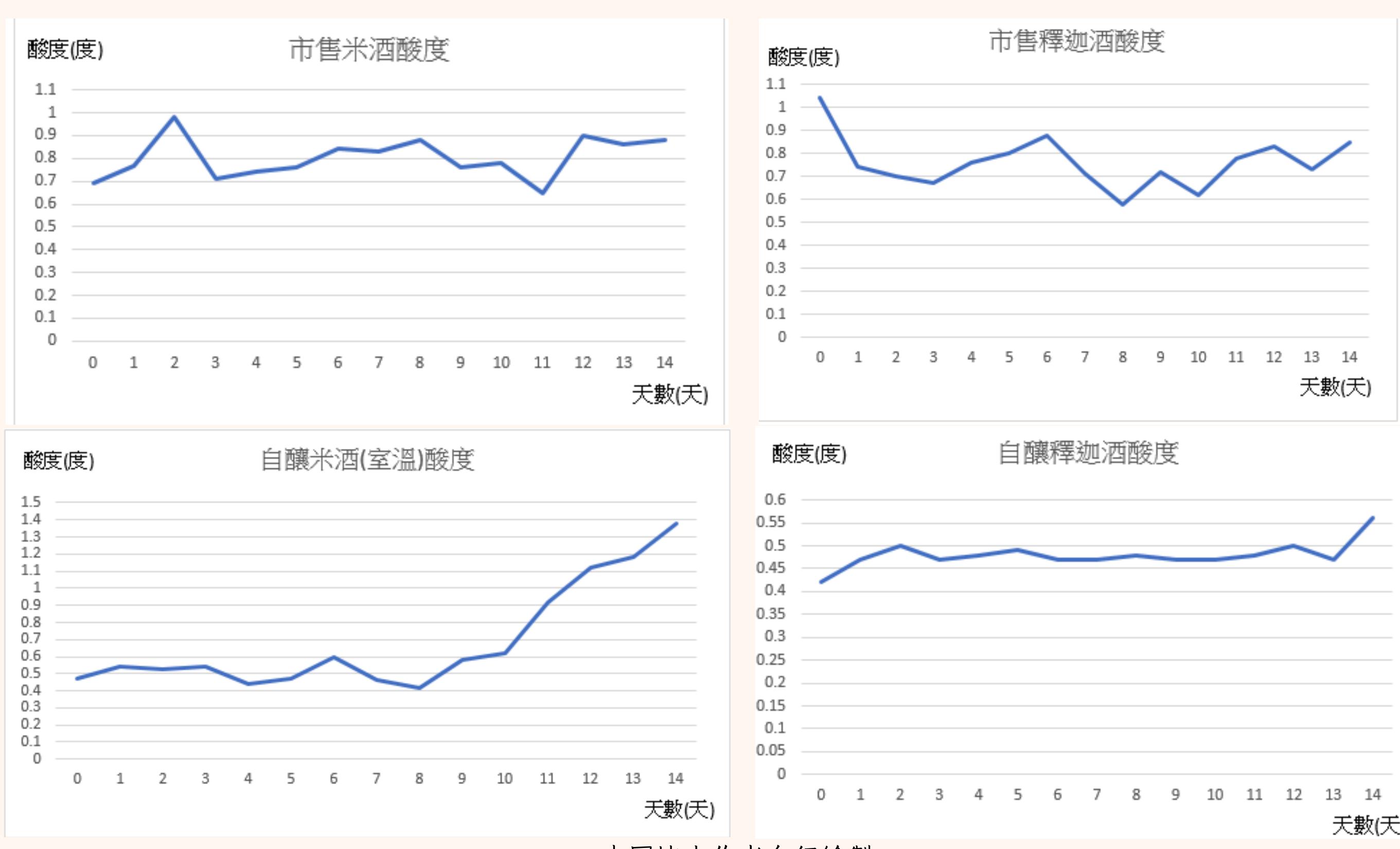
經過資料搜尋，確認該物質不是醋膜，推測為耐酸性黴菌。  
產生原因為粉末醋酸菌混入過多菌種，或封口的紗布孔隙過大。  
為減少微生物入侵，後續實驗中改用樣品瓶蓋但不鎖緊，以促進氣體交換，並減少菌種由上而下的掉入機會。

因液態醋酸菌的酸度變化較明顯，後續實驗使用液態醋酸菌，並以酒精體積：醋酸菌體積為4:1與5:1，進一步探討自釀天然醋的可能性。

### 【目的三】評估釋迦果實自釀天然果醋之可能性

#### 【實驗四】由市售酒釀造成醋的可能性

#### 【實驗五】自釀酒釀造成醋的可能性



本圖皆由作者自行繪製

### 目的三結果與討論：

#### 結果：

- 比較市售及自釀米酒、葡萄酒和釋迦酒的醋酸酸度變化，結果顯示市售米醋的酸度變化最顯著，增加0.19。
- 自釀米酒、葡萄酒及釋迦酒中，米醋的酸度變化達0.84。
- 市售與自釀葡萄酒的比較中，當酒精與醋酸菌體積比為4:1和5:1時，酸度變化差異不大；自釀釋迦酒的酸度變化更大。
- 自釀的天然醋酸度變化普遍比市售明顯。

#### 討論：

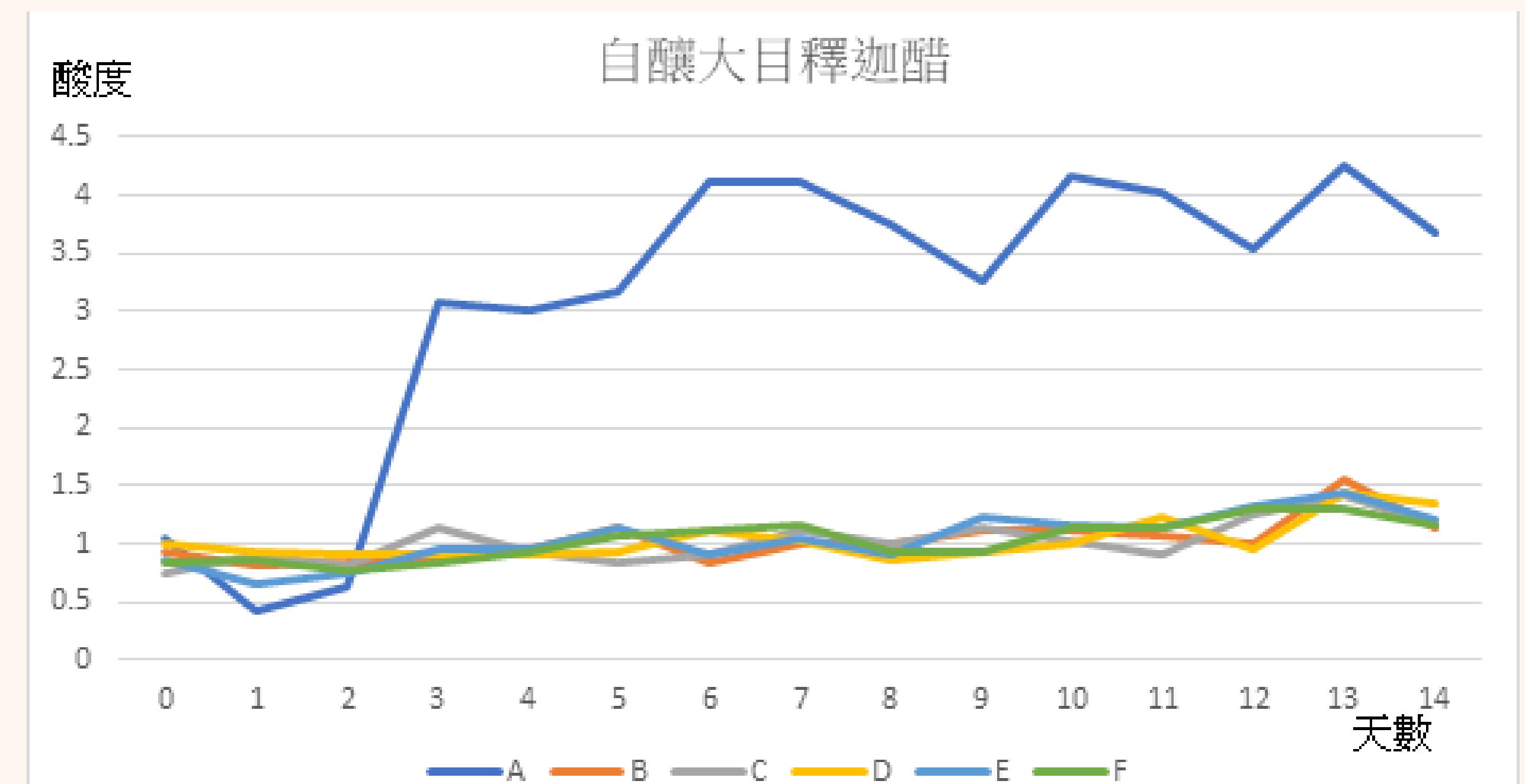
- 實驗結果顯示自釀天然醋可行，特別是米酒和釋迦酒。
- 自釀米酒釀造時間長，酒精濃度高，酸度在第10天顯著增加。

自釀釋迦醋是可行且具有潛力的，但需要更好的標準化流程。為了更精準量化，因此購入糖度計與酒度計，並採用釋迦店淘汰的釋迦進行以下實驗。

### 【目的四】找出自釀釋迦醋的最佳配方與條件

#### 【實驗六】自釀大目釋迦醋的可能性

#### 【實驗七】自釀鳳梨釋迦醋的可能性



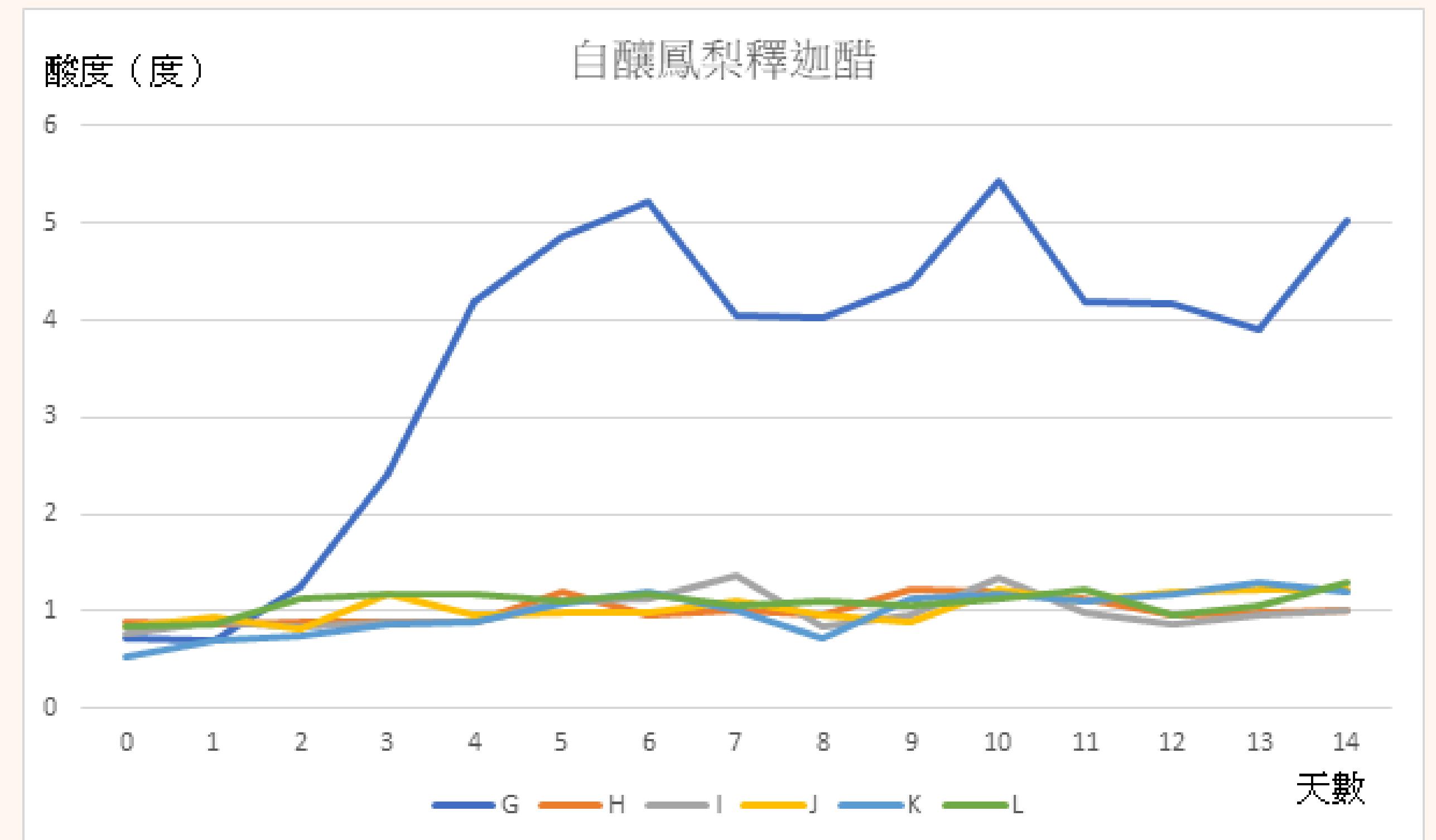
本圖由作者自行繪製

#### 結果：

- 樣品 A 為無外加糖之釋迦酒樣品，經過預先將酒精濃度稀釋至8度後再加入醋酸菌。第三天起，酸度即出現明顯上升，同時醋膜形成，顯示釋迦酒中乙醇已開始有效轉化為醋酸。
- 樣品 B 至 F 皆未見醋膜產生，且酸度變化極小，推測醋酸菌在該些條件下未能進行有效的醋酸發酵反應。
- 樣品 A 於第三天開始散發出明顯的酸香氣，氣味類似市售飲用果醋或調味醋，帶有清新宜人的果酸香味。樣品 B 至 F，則普遍呈現微弱、混濁的氣味特徵，接近一般發酵失敗或變質食品所產生的異味，可能為雜菌干擾所致。

樣品	釀造成酒之前的數據			靜置一個月後釀造成酒			
	編號	糖度(度)	糖	重量(g)	糖度(度)	酒度(度)	備註
G	20	無糖	300	8	8	8	加水稀釋至8度
H	20	無糖	300	8.5	22		無外加糖
I	25	二砂	300	10	25		
J	30	二砂	300	12	35		
K	25	精砂	300	10	25		
L	30	精砂	300	9	26		

本表由作者自行繪製



本圖由作者自行繪製

#### 結果：

- 樣品 G 的酸度明顯的上升。
- 第四天樣品 G 形成醋膜，顯示發酵順利。
- 後期樣品 G 達到天然醋之酸度規範。



本圖由作者自行拍攝

#### 討論：

- 使用樣品 A、G，並將其酒精濃度調整至約8度，能促進醋酸菌生長，且分別在第三、第四天時產生醋膜與酸度提升迅速。
- 在氣味上，樣品 G 明顯較優，整體嗅覺感受更接近市售果醋，若以氣味作為判斷依據，推薦選鳳梨釋迦作釀造之。
- 釀酒階段時發現，添加二砂糖比添加精緻砂糖更有助於酵母轉化糖分為乙醇。
- 本次所使用之釋迦為即將淘汰之即期品，雖未加糖，但其本身糖度極高（由於釋迦過熟），提供了足夠的可發酵糖分，使得釀酒階段產生足量乙醇。

使用商店淘汰的即期釋迦(平均糖度20度)釀造之鳳梨釋迦醋酸度變化較為顯著，也展現出較獨特的氣味，同時具有提高即期釋迦經濟價值的潛力。

樣品	釀造成酒之前的數據			靜置一個月後釀造成酒			
	編號	糖度(度)	糖	重量(g)	糖度(度)	酒度(度)	備註
A	20	無糖	300	5	8	8	加水稀釋至8度
B	20	無糖	300	5	22	22	無外加糖
C	25	精砂	300	9	22		
D	25	二砂	300	6	24		
E	30	精砂	300	9	24		
F	30	二砂	300	8	33		

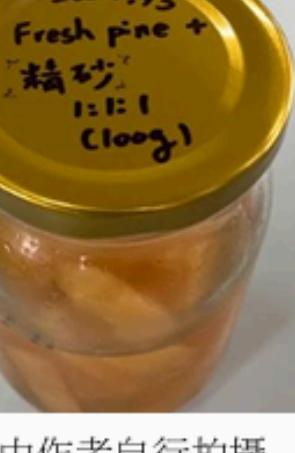
本表由作者自行繪製

## 參、討論

### 討論一、調理醋釀造方式對酸度的影響？

#### 【果乾乾燥前後質量變化是否對調理醋產生影響】

穀醋原始酸度	調理醋酸度(釀製 203 天)			調理醋酸度(釀製 129 天)						
	新鮮鳳梨		鳳梨果乾		冰糖	精緻砂糖	二砂糖	冰糖	精緻砂糖	二砂糖
釀造前酸度(度)	1.13	1.04	1.08	1.13	1.04	1.08				
釀造後酸度(度)	1.34	1.22	1.34	1.54	1.52	1.63				
酸度變化量	0.21	0.18	0.26	0.41	0.48	0.55				

加入物質	新鮮鳳梨 100g	鳳梨果乾 100g	鳳梨果乾 10g
照片			

照片

此圖由作者自行拍攝

此圖由作者自行拍攝

此圖由作者自行拍攝

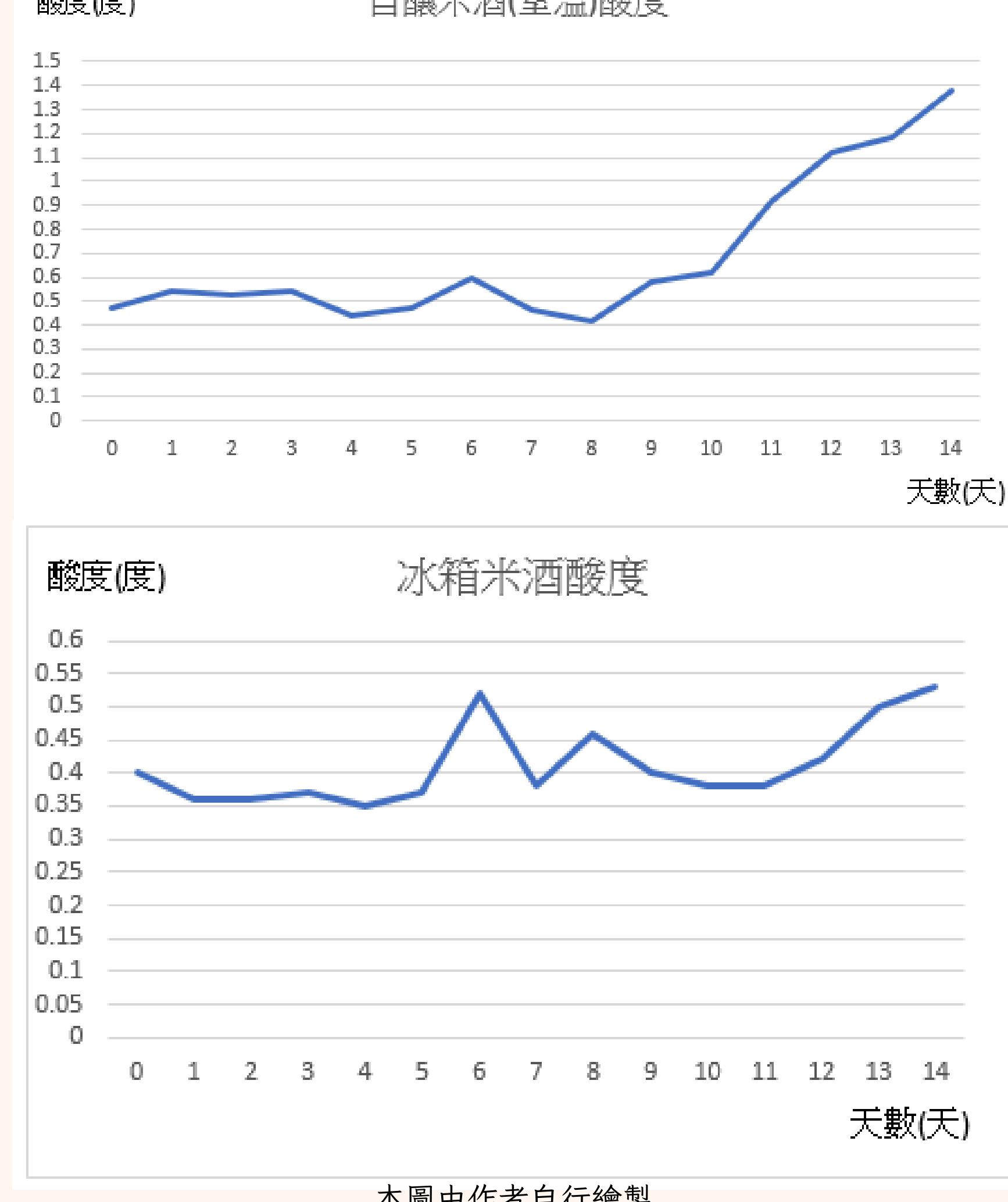
結果顯示：

1. 新鮮鳳梨與果乾均能提升醋的酸度，使用二號砂糖時，果乾的酸度變化更明顯。
2. 凤梨果乾釀造所需時間較短，但酸度增加較多，且氣味較刺鼻。
3. 100公克的鳳梨果乾在醋液中未完全浸泡，可能影響釀造效果，因此不採用此方式釀造。

調理醋製作參考市面方法，未來可針對不同水果進一步研究，以豐富調味產品多樣性並提升釀造風味。

### 討論二、釀製時存放環境是否影響釀醋？

#### 【釀製米醋時不同環境溫度之酸度變化】



本圖由作者自行繪製

結果顯示：

1. 室溫下的米酒釀製而成的米醋酸度較高。
  2. 放在冰箱裡發酵的米酒，雖已盡我們所能的密封，但經過半年的放置，打開的氣味混雜著冰箱其他食品的味道，因此存放環境除了溫度之外，還需考量周圍氣味。
- 釀造環境建議以室溫為主，並且置於通風處，以免環境氣味混入液體中。

### 討論三、釀製時過濾是否會影響最後結果？

#### 【不同方法釀製釋迦醋之酸度比較】

	釋迦未過濾	釋迦過濾	釋迦過濾
俯瞰			
側面照			

本圖由作者自行拍攝繪製

結果顯示：有過濾和未過濾的酸度變化不明顯。

### 討論四、釀造時遇到的困境與限制

1. 釋迦有很多種(大目釋迦、鳳梨釋迦、蜜釋迦等)，每一種的甜度、風味皆不同，在此次釀造僅選用大目釋迦及鳳梨釋迦，因此研究結果不能推論到其他品種之釋迦。

2. 釀造酒時要在厭氧環境，若沒有密封，釋迦酒釀造時容易出現釋迦發紅、招來果蠅等問題，一但釋迦酒發紅則該瓶酒就變無法繼續使用，但需要發酵時間，因此實驗不易在短期內確定再現性。



本圖由作者自行拍攝

3. 發酵時間長，因此若實驗設計有問題不易在短期內發現並修正。

4. 水果品質與狀態也是很重要的控制變因，但不易量化，因此我們僅能以同批水果相似狀態，並將其果肉取出後用果汁機攪拌均勻使用之。

5. 釀造環境需要通風但隔絕蚊蟲，不易在家中製造出一個大型的釀造環境。

## 肆、結論

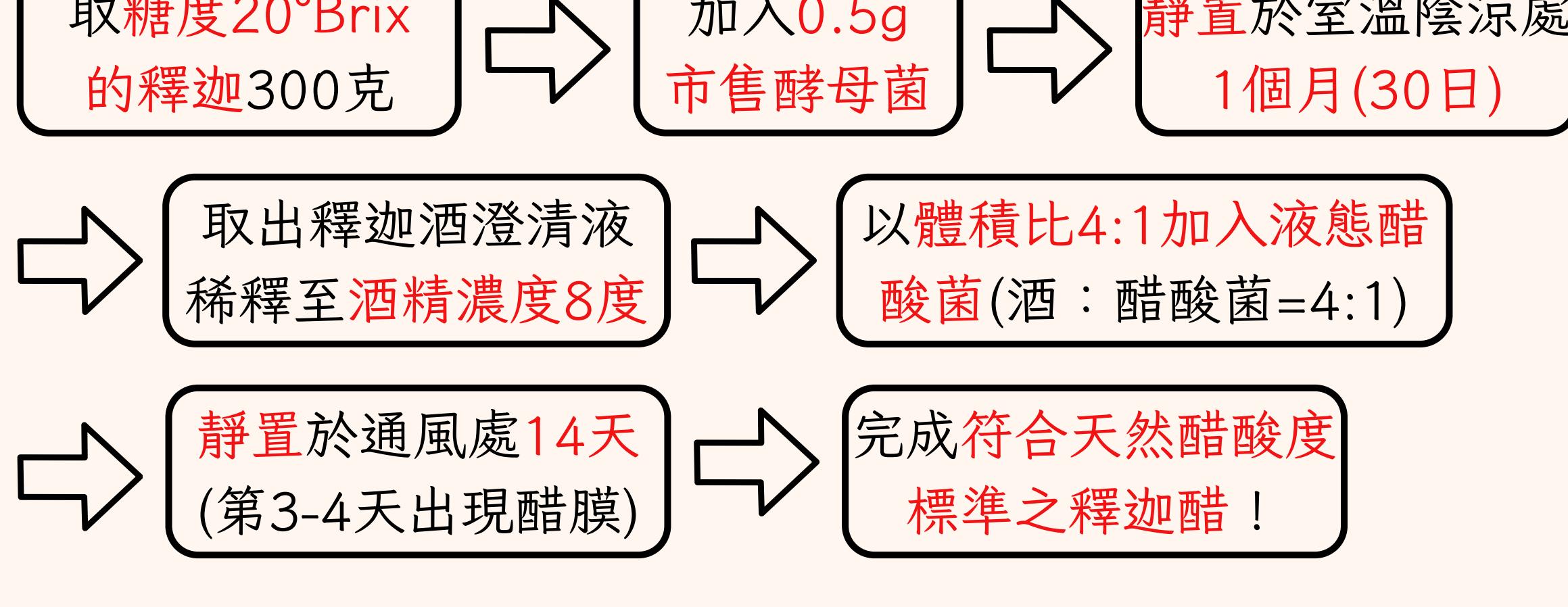
一、市售醋之酸度普遍與標示相符，但在地小農的醋卻缺乏酸度標示。

二、使用液態醋酸菌酸度變化的效果比粉末醋酸菌佳。

三、自釀的酸度變化大部分比市售的還要多所以自行釀造天然醋是可行的，尤其是米酒以及釋迦酒。

四、找出自釀釋迦醋最好的方法

#### (一) 釀造釋迦醋的最佳步驟如下：



(二) 凤梨釋迦所釀的果醋在酸度表現上最為突出，最終酸度增加4.32度，顯著優於大目釋迦(增加2.64度)。

(三) 使用即期或過熟釋迦不僅可提升釀醋成功率與風味表現，亦提供了解決產地過剩或滯銷品過期問題的實用策略，並且在家即可遵照步驟釀造出成功的釋迦醋。

## 伍、未來展望

未來希望能標準化整個釀製流程(包含氣味、風味、口感)，從原料處理、發酵條件控制到成品品質檢測等各個環節，建立具再現性與一致性且符合食品安全與品質標準的操作流程，讓大家都能自行以簡單步驟釀造釋迦醋。透過標準化各項變因，提升釋迦醋產品的穩定性與市場競爭力，更能提升釋迦副產品的利用效率，避免資源浪費，促進釋迦產業的永續發展，更為在地農民創造更多附加價值與收益機會。

## 陸、參考文獻

1. 【實驗高手——從研究到發表】侯雅齡著
2. 【天然醋、合成醋、混合醋，你喝的是哪種呢？】金樸羊(2018年8月18號)•早安健康／食力傳媒•取自 <https://www.edh.tw/article/19848>
3. 【合成醋、釀造醋傻傻分不清？善用7種分辨方法，加油添「醋」也不怕！】周佑庭•永禎•取自 <https://www.yzliving.com/pages/post09>
4. 【「醋」百百種，釀造醋、水果醋又哪些功效不同，該如何選擇？】劉學民(2021年9月22號)•旺萊山•取自