

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030306

「甜」嘴「酸」舌，耐人尋「味」

-探討酸對甜味的影響

學校名稱：新北市立義學國民中學

作者： 國一 蔡秉蓁 國一 游柚暄 國一 郭冠良	指導老師： 陳又君 洪寬亮
---	-----------------------------

關鍵詞：糖、酸、味覺

摘要

本研究想了解酸對人感知的甜味有何影響，實驗以固定糖度改變酸度(固糖)，及固定酸度改變糖度(固酸)兩種模式來探討。

比較兩種模式，固酸辨識度皆較高。

比較糖的種類，砂糖受酸影響較小，固糖時較甜，糖度低時有味覺混亂，出現高甜度，共有 8 種；HFCS 較易分辨不同糖濃度，固酸時較甜，不易受不同模式干擾。甜味的不同可排除是氫離子的影響，加酸後辨識力都會提高，可能是 TypeIII 被酸激活後，釋放 5-HT 抑制 TypeII 活性，使其不會過度疲勞，所以辨識度上升。

應用在生活上，若怕甜味被酸干擾，可用砂糖，較不易被影響；用 HFCS 調飲料，建議用固酸模式，甜度較高；喝加 HFCS 的飲料時，因辨識度高，可選擇糖度較低的飲用；使用砂糖調飲料，可採用固糖 8 種健康配方。

壹、研究動機

我在喝含酸飲料時，發現了一件很奇怪的事，我明明加了很多糖，但我卻吃不出甜味我就想會不會是酸對甜造成了什麼特殊的味覺錯亂，而這個錯亂又害我多吃了多少糖？飲料店常使用的是價格低、甜味高的高果糖玉米糖漿(HFCS)，不同糖的影響又是如何，HFCS 會不會害我吃更多糖？有的人調配的時候是先加糖再慢慢加入酸；有的人是先加酸再慢慢加入糖不同模式影響又是如何呢？有沒有方法可以用低糖創造高甜度？

貳、研究目的

- 一、探討不同的調配方式對甜味的影響
 - (一)固定糖濃度，不斷增加酸濃度
 - (二)固定酸濃度，不斷增加糖濃度
- 二、探討糖的種類是否會改變影響的程度
- 三、提出健康飲法

參、研究設備和器材



食用級檸檬酸



手持式光儀/糖度計



度量用具-天秤
(ELECTRONIC SCALE)



pH meter (EUTECH
INSTRUMENTS pH510)



台糖精製特砂

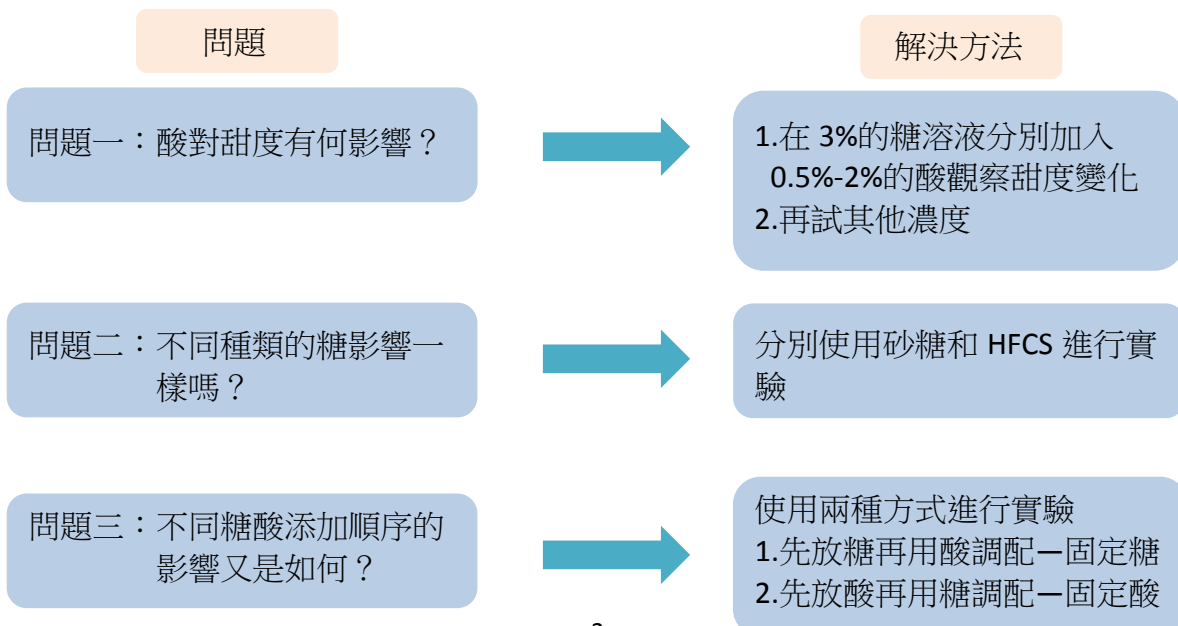


高果糖玉米糖漿 F55

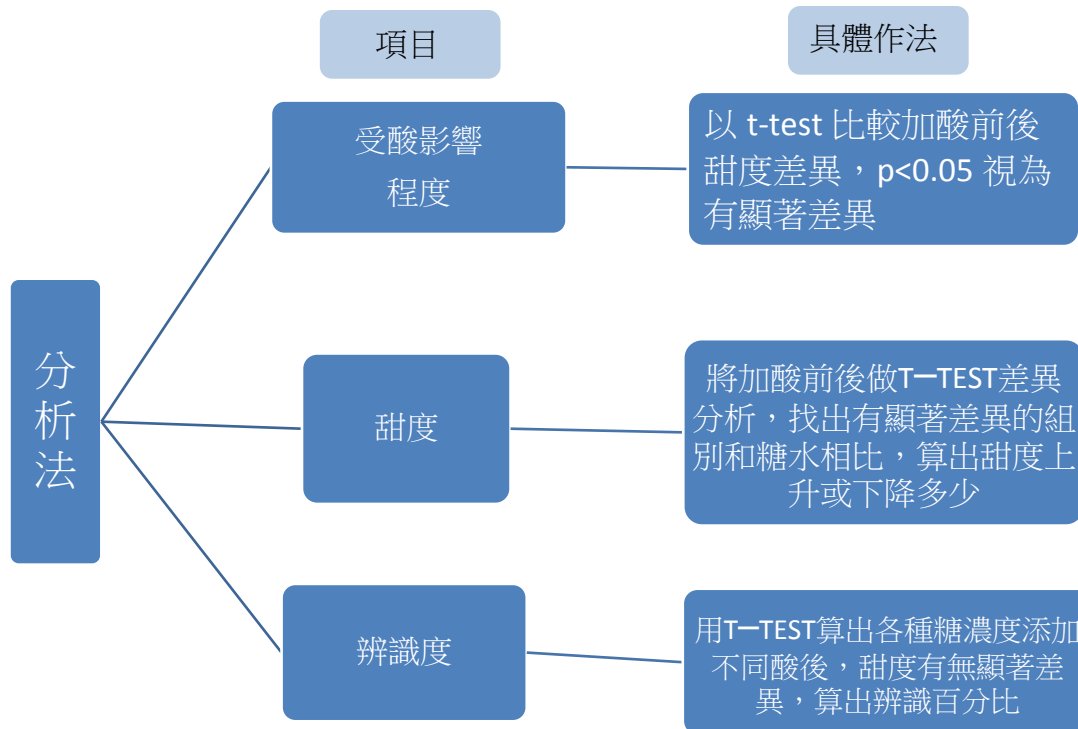
肆、研究方法

一、研究架構

(一)問題與解決方法



(二)分析方法



二、感官品評方法

糖度計只能測出溶液的"糖度"，但無法測出人感受的"甜度"，一般使用的比重式及折射式的糖度計都是偵測溶液中溶質的量，如果溶液中加入其他物質，糖度值會提高，人不一定覺得變甜，所以使用感官品評的方式進行施測，測試樣品是採用只有單一成分的檸檬酸，由於沒有專業的品評員，所以採用的是消費者感官品評的定量差異評分法，施測對象是七年級 30 位左右的為自願者，並經過家長及老師同意利用中午的時間在一間空教室進行品評，如此可控制受測者都吃學校中央餐廚，作息也類似，但因午休時間短暫，每杯之間要清除味道，所以只能最多喝十杯左右。會事先配好溶液擺置空教室，午休時進行施測，品評完成後清洗容器並晾乾，以這樣的程序進行每次實驗。

(一)施測人員

因身體健康和年齡會影響味覺，所以選擇國中的 30 位同學來施測。發下同意書請同學家長和同學本人同意參與實驗，同意書內容如下頁所示。

貴家長您好！由於本次科展需同學協助，實驗相關內容如下：

1. 午休時需要離開教室
 2. 需要試飲飲品(檸檬酸溶液、糖水)
- 如蒙家長同意，請填寫以下表格

同 意 書

同意__年__班_____同學參與實驗，實驗相關內容如下：

家長簽名：_____

學生簽名：_____

中華民國____年____月____日

圖一、施測人員同意書

(二)樣品

1. 樣品配法

前天晚上以定量瓶及天秤等器具，配置溶液，配置完成後冰入冰箱。調配不同的酸甜比例的溶液 600c.c.。

A%=糖 B%=檸檬酸 C%=水

$$\text{糖濃度：} A\% = \frac{A}{A+B+C} \times 100\%$$

$$\text{檸檬酸濃度：} B\% = \frac{B}{A+B+C} \times 100\%$$

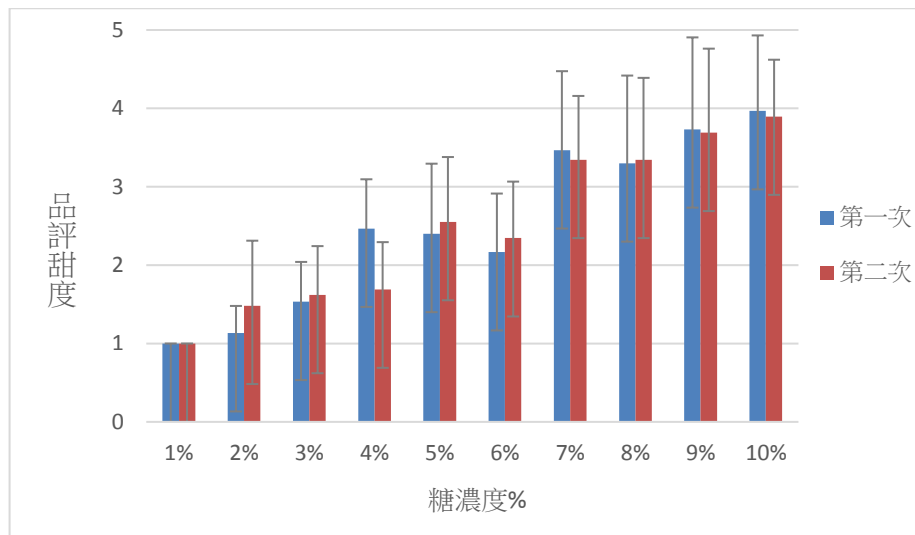
2. 樣品濃度

這個實驗需要測試糖度，為了找到人可以分辨的，又在市售飲料範圍之內的濃度，設計了一系列的實驗，來找出適合研究的濃度。

(1) 糖濃度的決定

根據網路上(TVBS 新聞 2011)文章表示，市售飲料的糖半糖有4 顆方糖，少糖 6 顆方糖，全糖 8 顆方糖，正常 10 顆方糖，一顆方糖約是 5g，所以市售飲料的濃度大約在 4%-10%之間。

A. 實驗結果



圖二、兩次糖的濃度測定 1%~10%比較

根據以上兩次實驗的結果發現，每 3%濃度一跳，都剛好會再可分辨範圍之內，再加上根據(蘋果日報，2011)文獻表示飲料店糖濃度可能高達 17%，於是決定使用 3%、6%、9%、12%、15%作為實驗的糖濃度。

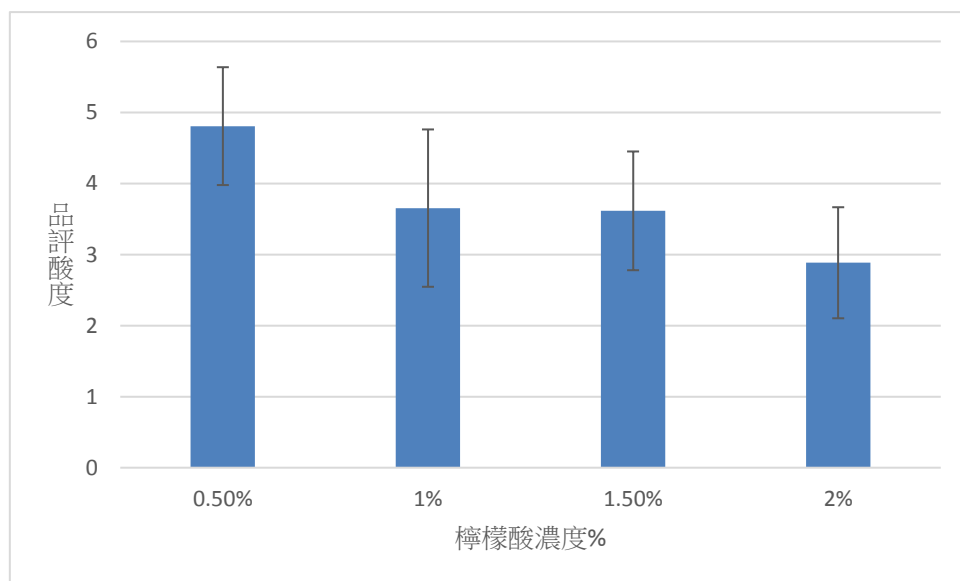
(2)酸濃度的決定

A.測量市售飲料 pH 值

表一、市售飲料 pH 值

種類	優多檸檬	金桔檸檬	蜂蜜檸檬
pH 值	3.88	3.21	3.28

B.實驗結果



圖三、酸濃度 0.5%到 2.5%品評酸度

I.2.5%以上濃度過高，可能具有危險性，所以刪除。

II.其餘在安全範圍且大致可區分，所以使用 0.5%-2%來做為實驗的酸濃度。

3.樣品準備

- (1)當天利用早自習及下課時間將冰在冰箱的溶液取出，並進行分裝大約分裝 60 盒每人兩盒每盒 5 杯，如圖四。
- (2)午休時以推車的方式運輸，將溶液運至品評教室。
- (3)請施測員入座進行品評施測。
- (4)品評完成後,請品評員自行清洗使用容器，並以自製晾乾架將容器晾乾。



圖四、將裝了實驗溶液的小杯子擺在大碗裡



圖五、用自製晾乾架將小杯子晾乾

(三)施測說明

- 1.品評時間請勿交談，以免影響品評分數。
- 2.請同學品評飲品 X。
- 3.溶液要在嘴裡含三秒鐘並吐出
- 4.要漱口兩次，把嘴裡的味道清除，此過程在一分鐘內完成。
- 5.填下分數後不得更改品評分數。
- 6.本次品評的項目是：酸(甜)。

(四)施測步驟

- 1.找一間空教室。
- 2.將桌椅排成 6 行 6 列。(如右圖)
- 3.將配置好的溶液及評分單放在桌上。(如右圖)
- 4.請同學進教室就坐。
- 5.點名。
- 6.開始唸施測說明。



圖六、施測教室

(五)品評評分單設計

表二、評分單

班級	姓名	座號	日期	/	實驗代號	評分標準 1分：不甜 2分：不夠甜 3分：剛好甜 4分：很甜 5分：太甜
黑盒子						
A	B	C	D	E		
藍盒子						
A2	B2	C2	D2	E2		

三、兩種模式的各配方的品嘗順序

研究以兩種測試模式進行，一是固定糖濃度，不斷調整酸濃度；二則是固定酸濃度，不斷調整糖濃度，分別調製不同糖酸比例去看對甜度的影響。

(一)實驗順序的決定

- 1.先測完一種糖(酸)，再測另一種糖(酸)。(黃底)
- 2.兩種糖混在一起測。(綠底)
- 3.每個實驗溶液之間濃度差距不要太大。(藍底)

表三、砂糖兩種模式的順序及人數，C表示糖；S表示酸

固定糖	順序	人數	固定酸	順序	人數
3&6	6C+1.5S→6C+0.5S→6C+2.5S→ 6C+1S→6C+2S→3C+2S→3C+0.50S →3C+2.5S→3C+1S→3C+1.5S	32	0.5%和 1%	0.5S+6C→0.5S+12C→0.5S+3C →0.5S+15C→0.5S+9C →1S+9C→1S+15C→1S+3C→ 1S+12C→1S+6C	28
6&9	6C+1.5S→6C+0.5S→6C+2.5S→6C+2S →6C+1S→9C+0.5S→9C+2.5S→ 9C+1S→9C+2S→9C+1.5S	30	1%和 1.5%	1S+6C→1S+15C→1S+3C →1S+12C→1S+9C→1.5S+12C →1.5S+9C→1.5S+6C →1.5S+15C→1.5S+3C	23
9&12	9C+1S→9C+0.5S→9C+1.5S→9C+2.5S →9C+2S→12C+2.5S→12C+1.5S→ 12C+0.5S→12C+1S→12C+2S	31	1.5%和 2%	1.5S+12C→1.5S+6C→1.5S+9C →1.5S+3C→1.5S+15C→ 2S+15C→2S+9C→2S+6C→ 2S+3C→2S+12C	29
12&15	12C+1.5S→15C+0.5S→12C+1→ 12C+0.5S→15C+1S→15C+2S→ 12C+2.5S→15C+1.5S→12c+2S→ 15C+2.5S	27	2%和 2.5%	2S+9C→2.5S+3C→2S+6C→ 2S+3C→2.5S+6C→2.5S+12C →2S+15C→2.5S+9C→2S+12C →2.5S+15C	30

伍、研究結果與討論

一、不加酸

(一)人對糖溶液的辨識度

將兩種不同配方的溶液倆倆進行差異分析，且分成間隔 3%、6%、9%，若有顯著差異，則代表能夠分辨兩者，再換算成百分比。

1.砂糖

結果出來，砂糖水的辨識度為 60%，且在糖濃度隔 3%時，除糖濃度低，其餘無法分辨；糖濃度隔 6%時，可分辨濃度增加，糖濃度高仍無分辨；糖濃度隔 9%、12%時都可以分辨。發現砂糖需濃度落差大或濃度低才可分辨。

表四、砂糖糖水辨識度

比較項目	糖濃度隔 3%				糖濃度隔 6%			糖濃度隔 9%		糖濃度隔 12	辨識百分比
	3&6	6&9	9&12	12&15	3&9	6&12	9&15	3&12	6&15	3&15	
P 值	√	X	X	X	√	√	X	√	√	√	60%

2.HFCS

結果出來，HFCS 糖水的辨識度為 60%，且在糖濃度隔 3%時，除糖濃度低，其餘無法分辨；糖濃度隔 6%時，可分辨濃度增加；糖濃度隔 9%、12%時都可以分辨。發現 HFCS 需濃度落差大，才可分辨。砂糖水和 HFCS 糖水辨識度有何不同

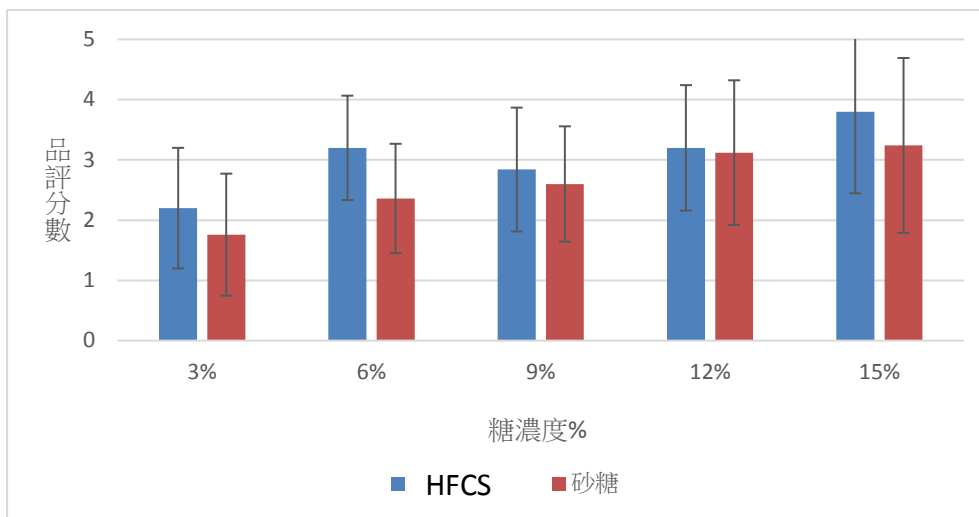
表五、HFCS 糖水辨識度

比較項目	糖濃度隔 3%				糖濃度隔 6%			糖濃度隔 9%		糖濃度隔 12	辨識百分比
	3&6	6&9	9%12	12&15	3&9	6&12	9&15	3&12	6&15	3&15	
P 值	√	X	X	X	√	X	√	√	√	√	60%

3.砂糖和 HFCS 糖水辨識度的比較

辨識度都是 60%，糖濃度隔 6%時，可分辨的濃度有些不同，但都是糖濃度落差大才可分辨，應用生活上，市售飲料全糖與正常糖大約等於 8%、10%，濃度落差 2%，可能分辨不出來，固應選擇全糖飲用。

(二)砂糖水及 HFCS 糖水甜度的比較



圖七、砂糖水及 FCS 糖水甜度

1. 砂糖水及 HFCS 糖水甜度大多無顯著差異，只有 6% 有差異，果糖甜 0.94。

表六、砂糖和 HFCS 甜度比較

糖濃度	3%	6%	9%	12%	15%
有無差異					
P 值	X	$\sqrt{\text{HFCS 甜 } 0.94}$	X	X	X

二、加酸時

(一) 砂糖

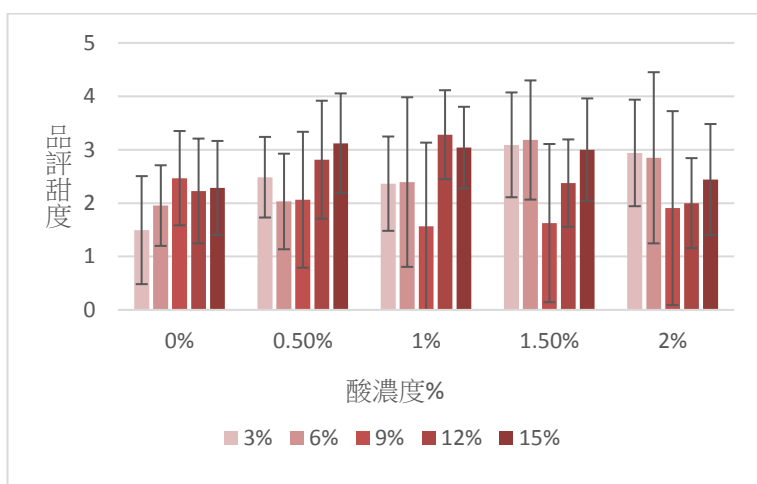
加酸後，實驗考量到糖酸甜加順序的不同，一種是糖濃度配多種酸濃度(固糖)；另一種是酸濃度配多種糖濃度(固酸)。

1. 固糖

(1) 比較加酸後受酸的影響和甜度

(2) 比較加酸後甜度變化

表七、加酸後和糖水比



糖濃度	是否有顯著變化
3%	$\sqrt{\text{上升 } 0.95}$
6%	X
9%	X
12%	X
15%	X

圖八、固糖模式對砂糖的影響

(3)結果分析

A.觀察長條圖，發現低糖溶液(3%、6%)加酸後甜度變高，且高於高糖溶液和糖水，顯示味覺的混亂。

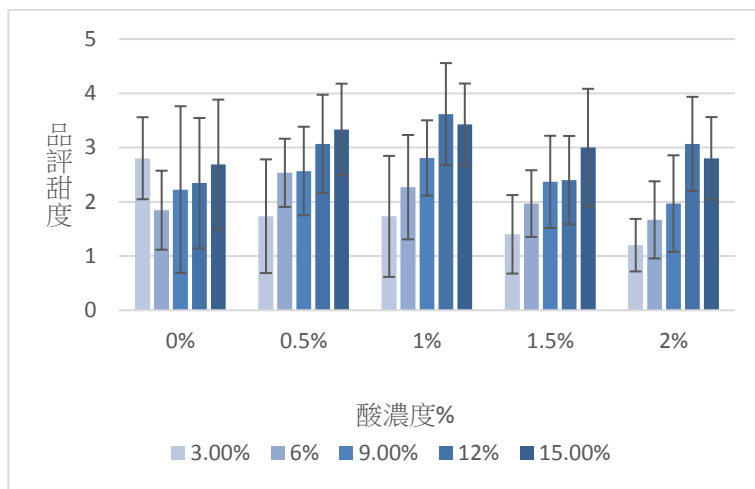
B.和糖水進行 T-TEST 差異分析，若 P 值<0.05，則有顯著差異，了解加酸後是否有顯著變化，除 3%因加酸後甜度變高，有顯著差異，其餘皆無。

2.固酸

(1)比較加酸後受酸的影響和甜度

(2)比較加酸後甜度變化

表八、加酸後和糖水比



糖濃度	是否有顯著變化
3%	X
6%	X
9%	X
12%	X
15%	X

圖九、固酸對砂糖的影響

A.觀察長條圖，發現甜度有依糖濃度變高，味覺較穩定。

B.和糖水進行 T-TEST 差異分析了解加酸後是否有顯著變化，發現皆無顯著差異。

3.比較固糖固酸的辨識度

和水糖一樣將兩種不同配方的溶液倆倆進行差異分析，砂糖固糖、固酸的辨識度為 50%、80%

表九、比較砂糖兩種模式的辨識度

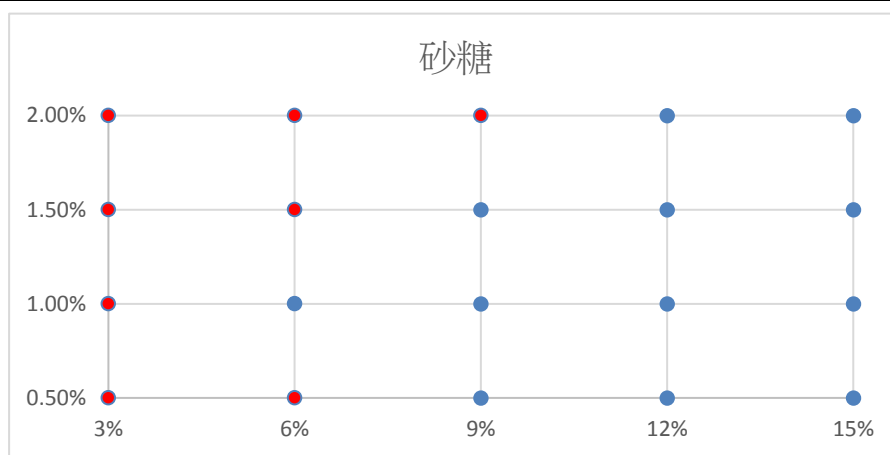
比較項目	糖濃度隔 3%				糖濃度隔 6%			糖濃度隔 9%		糖濃度隔 12	辨識百分比
	3-6	6-9	9-12	12-15	3-9	6-12	9-15	3-12	6-15		
固糖	X	√	√	X	√	X	√	X	X	√	60%
固酸	√	√	√	X	√	√	√	√	√	X	80%

4.比較固糖固酸的實驗結果

加酸後砂糖辨識度大多上升，又以固定酸辨識度較高。和糖水比，砂糖大多無顯著差異，表示砂糖加酸後受酸影響較小。用散步圖的點算出固糖固酸實驗結果相同數，紅色是有差異，藍色是沒有差異，發現沒有差異只有 55%，表示不同模式對砂糖來說干擾大。

表十、比較砂糖兩種模式的實驗結果

比較項目 種類	固定糖		固定酸		固糖固酸實驗 結果相同數
	和糖水比較	3%-15% 辨識度	和糖水比較	3%-15% 辨識度	
砂糖	3%有顯著差異 加酸甜 0.95	下降 60%→50%	都無顯著差異	提高 60%→80%	55%



圖十、砂糖固糖固酸實驗結果相同數

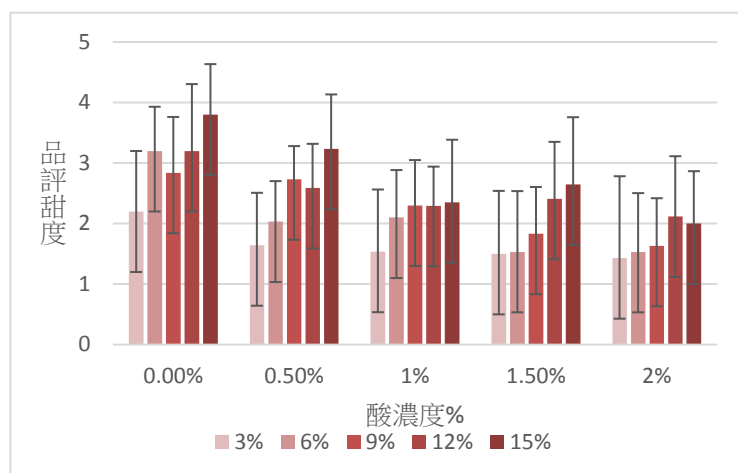
(二)HFCS

另外 HFCS，因它能增強風味、保存期限長、成本低、穩定性高而被廣泛使用，是飲料店常用的糖，但其缺點在於 HFCS 的代謝比起其他醣類，需要更多的鉻離子、鎂離子與銅離子，假設人類原本應該從食物中攝取代謝的醣類甜味劑，若大都改為用 HFCS，則可能會造成血液中，此三種金屬離子含量的降低，而影響到健康。而至今沒有學術研究研究到 HFCS 取代傳統砂糖，對人的感官、物理性、流變性有甚麼影響 (Zargaraan et al., 2016)，所以我們想要實驗 HFCS 是否會被酸影響。

1. 固糖

(1)比較加酸後受酸的影響和甜度

表十一、加酸後和糖水比



糖濃度	是否有顯著變化
3%	√下降 0.68
6%	√下降 1.39
9%	√下降 0.72
12%	√下降 0.85
15%	√下降 1.25

圖十一、比較固糖對 HFCS 的影響

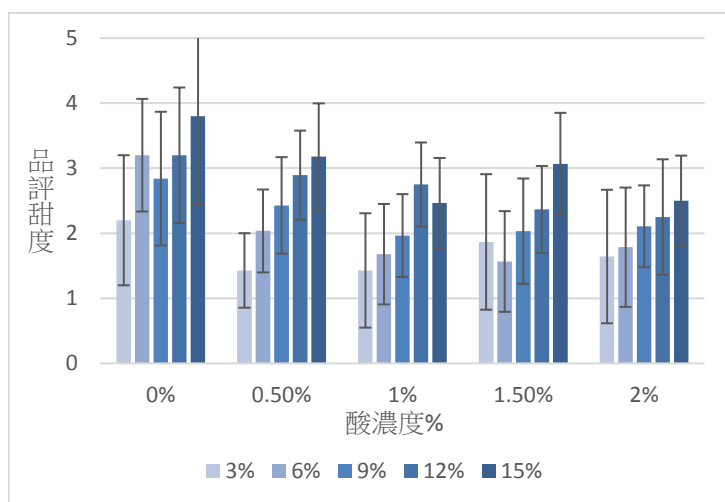
A.觀察長條圖，發現溶液甜度隨糖濃度變高，味覺感受較有規律。

B.和糖水進行 T-TEST 差異分析了解加酸後是否有顯著變化，皆有顯著差異，表示受酸影響大。

2.固酸

(1)比較加酸後受酸的影響和甜度

表十二、加酸後和糖水比



糖濃度	是否有顯著變化
3%	√下降 0.61
6%	√下降 1.44
9%	√下降 0.71
12%	√下降 0.64
15%	√下降 1

圖十二、比較固酸對 HFCS 的影響

A.觀察長條圖，發現溶液甜度隨糖濃度變高，味覺感受較有規律。

B.和糖水進行 T-TEST 差異分析了解加酸後是否有顯著變化，皆有顯著差異，表示受酸影響大。

3.HFCS 比較固糖固酸的辨識度

和糖水一樣將兩種不同配方的溶液倆倆進行差異分析，HFCS 固糖、固酸的分辨度大約 70%-90%相較糖水，加酸後辨識度上升，又已故酸模式上升較多。

表十三、比較 HFCS 兩種模式的辨識力

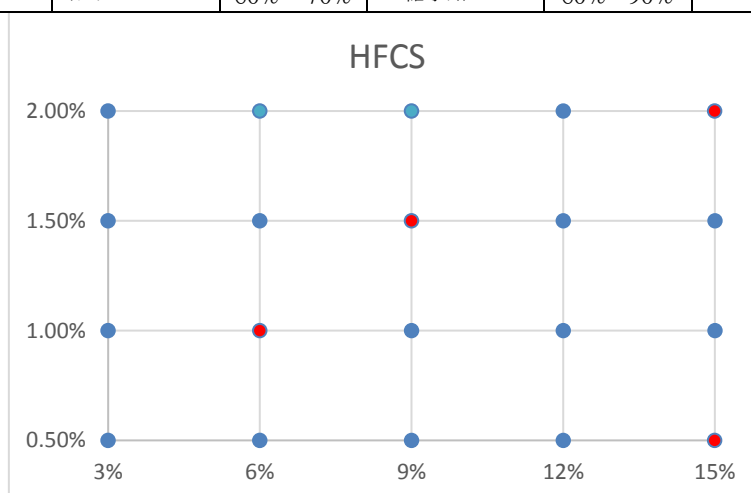
比較項目	糖濃度隔 3%				糖濃度隔 6%			糖濃度隔 9%		糖濃度隔 12	辨識百分比
	3-6	6-9	9-12	12-15	3-9	6-12	9-15	3-12	6-15		
固糖	X	√	X	X	√	√	√	√	√	√	60%
固酸	X	√	√	√	√	√	√	√	√	√	90%

4.比較固糖固酸的實驗結果

加酸後 HFCS 辨識度上升，又以固定酸上升較多，和糖水比，HFCS 都有顯著差異，表示，HFCS 加酸後受酸影響較大。以相同方式算出固糖固酸實驗結果相同數，有 85%，表示不同模式對砂糖來說，干擾較小。

表十四、比較 HFCS 兩種模式的實驗結果

比較項目 種類	固定糖		固定酸		固糖固酸實驗 結果相同數
	和糖水比較	3%-15% 辨識度	和糖水比較	3%-15% 辨識度	
HFCS	都有顯著差異 糖水甜 0.98	提高 60%→70%	都有顯著差異 糖水甜 0.88	提高 60%→90%	85%



圖十三、HFCS 固糖固酸實驗結果相同數

(三)比較各濃度的糖隨酸的變化

- 1.加酸後和糖水比，砂糖大多無顯著差異，表示砂糖加酸後受酸影響較小，HFCS 較大。
- 2.加酸後 HFCS 和砂糖辨識度大多上升，又以 HFCS 上較多，且兩種糖都是固定酸辨識度較高。應用在生活上，如果有兩種食物，一種糖較多一種糖少，若能分辨，就有助於健康的飲食。
- 3.固糖固酸的比較，砂糖有 55%相同，HFCS 有 85%相同，表示 HFCS 比較不易受模式影響。

(四)不同糖的比較

- 1.使用砂糖時，不易受酸干擾，可避免加過多糖之外，建議使用固糖模式調配，因砂糖在固糖模式可使用低糖濃度達到高甜度，建議使用。
- 2.使用 HFCS 時，辨識度較高，且固酸甜度較高，建議搭配使用。

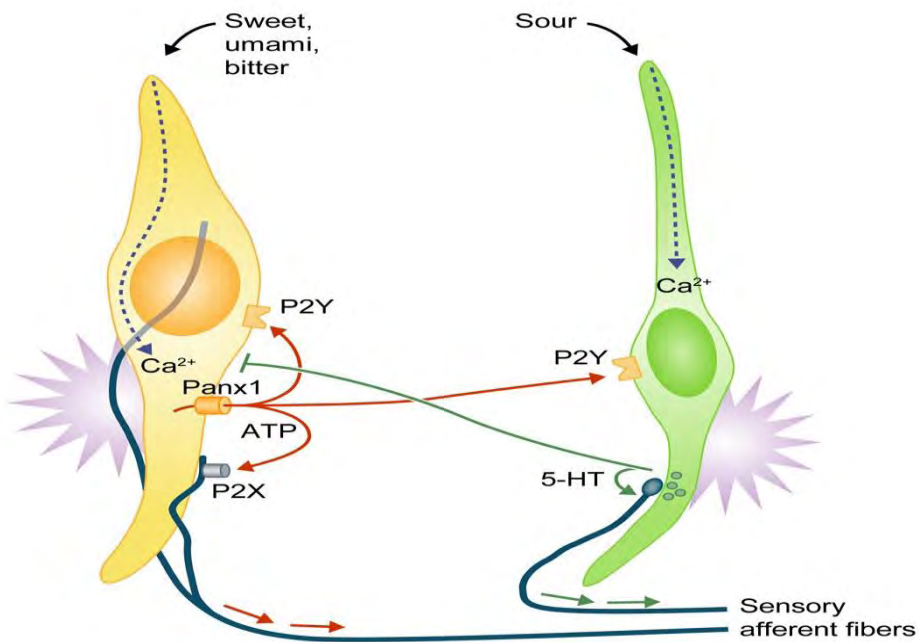
表十五、不同糖的比較

	固糖			固酸			兩模式比較
	受酸影響程度	甜度	辨識度	受酸影響程度	甜度	辨識度	
砂糖	較小	甜 1.56 倍	50%	較小	較不甜	80%	差異大
HFCS	較大	較不甜	70%	較大	甜 1.13 倍	90%	差異小

四、解釋錯覺產生的可能原因

(一)為什麼加酸及固酸模式辨識度都會提高

取自：The cell biology of taste



圖十四、TypeII 受體細胞

圖十五、TypeIII 突觸前細胞

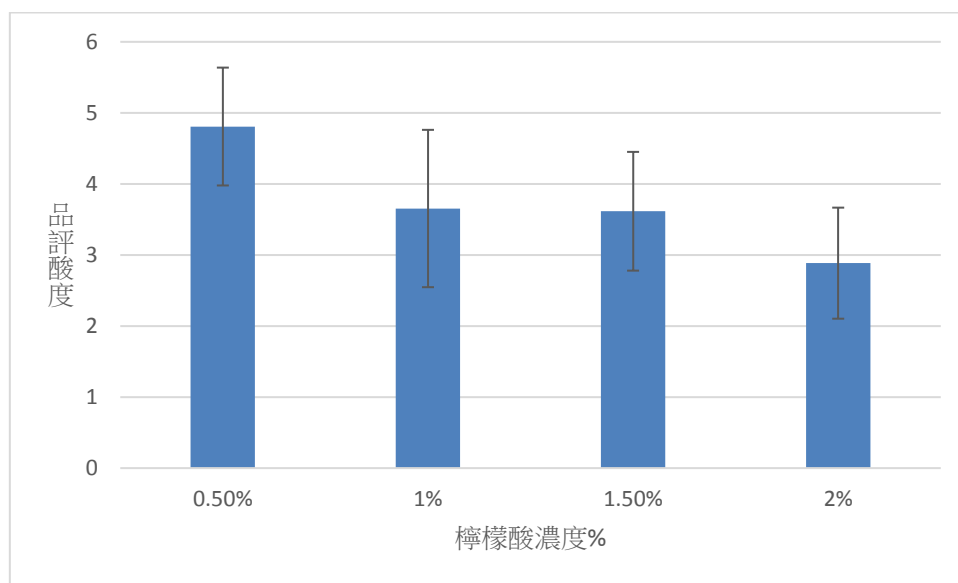
1. 甜味的受體細胞是 TypeII，可被甜、鮮和苦激活，辨識酸味的細胞是 TypeIII，可被酸和 TypeII 激活。甜味的受體甜味的受體皆是由一對 G 蛋白耦合受體家族中的蛋白質所組成的這類受體的共同點是其立體結構中都是一條跨膜七次的 α 螺旋多肽鏈，TypeII 受體細胞能辨識甜、鮮和苦，只要受體感覺到一種味道，就會刺激辨識酸的 TypeIII 突觸前細胞，當細胞被刺激時，會釋放 5-HT，降低 TypeII 細胞的活性，一般認為 5-HT 對其他味道的辨識是有幫助的。

2. 實驗結果發現甜味是糖種類的影響，固酸模式時酸刺激了 TypeIII 突觸前細胞，釋放 5-HT 抑制 TypeII 細胞，避免興奮過度而造成疲勞，固糖模式，則是因為酸太多種，而造成 TypeIII 混亂，導致辨識力不如固酸模式，但兩種模式的辨識力都較糖水好，因為 TypeIII 會抑制 TypeII，避免疲勞，所以加酸後辨識力會較好。

(二)為什麼砂糖和 HFCS 受酸影響的情況不同

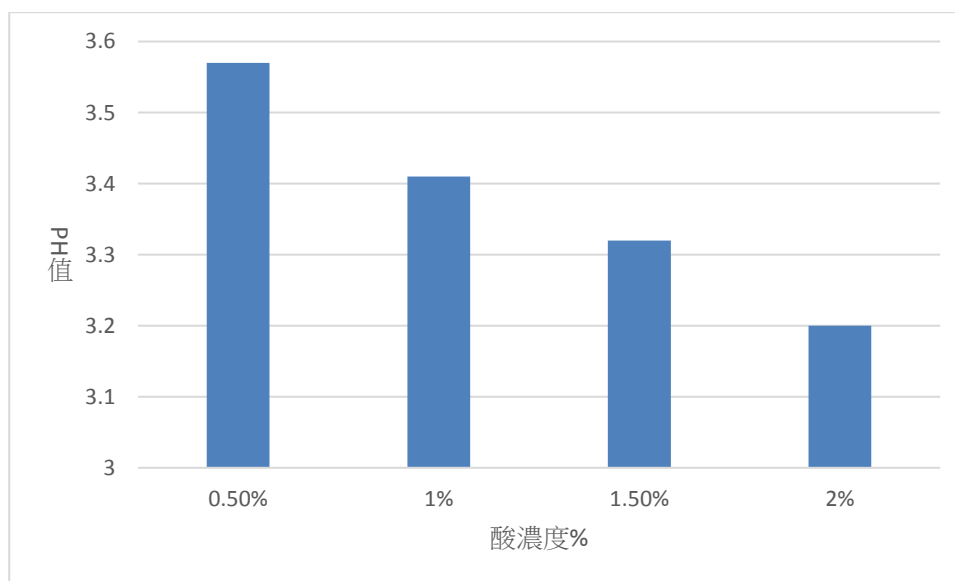
1.pH 值和感官品評的差異

(1)實驗酸濃度的品評結果



圖十六、酸濃度品評結果

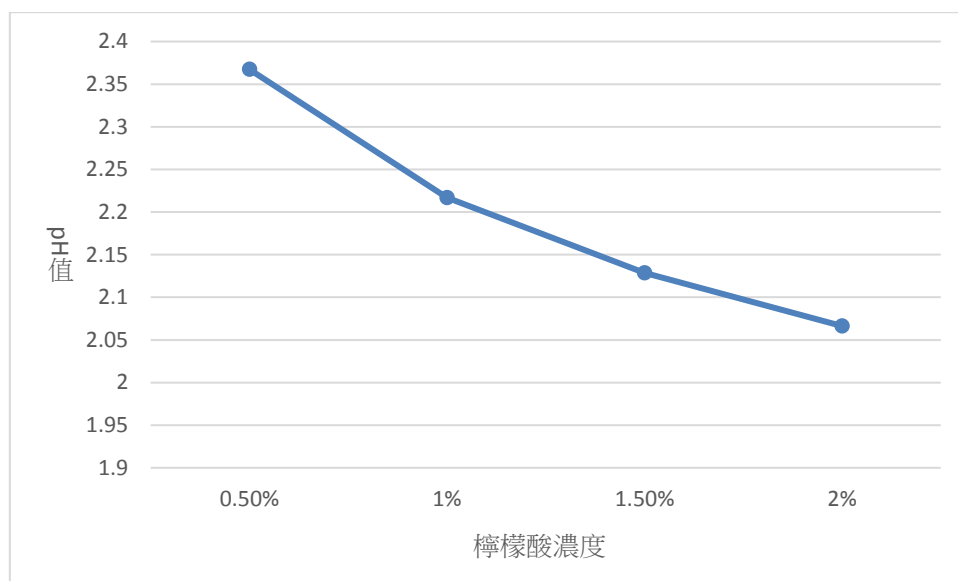
(2)實際測出酸溶液的 pH 值



圖十七、不同酸濃度的 pH 值

(3)利用檸檬酸的解離度推算出酸溶液 pH 值得理想值

作法：磷酸一氫根離子的解離度是 7.21，磷酸二氫根是利用此數據推算出酸濃度 2%、2.5% pH 值的理論值



圖十八、酸濃度的 pH 值理論值

(1)數據分析

- A.利用解離度算出 2%、2.5%理想值相似，實際測出來也一樣
- B.發現，機器測出 2%、2.5%的酸濃度幾乎相同，但人類的味覺品評卻可被區別出來的。
- C.酸味產生的機制，根據伍龍軍、徐天樂(2003 年)表示，酸敏感離子通道(ASICs)是一類藉由細胞外酸化所激活的陽離子通道。ASICs 可以被神經肽、溫度、金屬離子和缺血相關物質等調控，從而整合細胞周圍的多種信號以使其功能。推測人類對酸味的辨識除了氫離子之外，還有其他因素。

2.不同糖的比較

pH 值在各糖濃度，加入酸後兩種糖沒有顯著差異，這表示糖種雖然不同，但不會影響氫離子的釋放的，固糖模式時砂糖比較甜，但氫離子並沒有干擾，所以是糖種類問題。在固酸模式時是果糖較甜，所以可再次驗證甜度是糖種類的影響。

表十六、不同糖的比較

糖濃度	不同糖加酸後的 pH 值是否有顯著差異	加酸後固糖模式甜味是否有顯著差異	加酸後固酸模式甜味是否有顯著差異
3%	X	√	X
6%	X	√	X
9%	X	X	X
12%	X	X	√
15%	X	X	X

五、健康食法

綠色的值是原糖的甜度，紅色代表固糖模式，藍色代表固酸模式

- (一) 下列是使用砂糖和 HFCS 不依順序即依照順序的品評甜味，分別取最大及最小值相減平均成五個範圍的甜味。將同一糖濃度分別加入不同酸的組合，依照甜味放入相對的甜度範圍，以便找出健康配方，黃色的範圍表示原糖溶液的分布。
- (二) 表格是要表示使用同種糖不同配法，但相同品評分數的飲品有哪些，照理來說 相同的品評分數配法都應該要一樣，但發現在相同品評甜度時，會有很多不同的配方。
- (三) 黃格子右邊的配方就是健康配方，也就是糖加的一樣多，控制酸的比例，可以達到低糖高甜度的效果，故推薦右側配方，當要達到一個甜味時，也盡量選擇上面的配方，這樣才不會加更多糖。

表十七、使用 HFCS 時相同品評分數飲品分布圖

品評甜度 果糖濃度	1.2-1.7	1.701-2.2	2.201-2.7	2.701-3.2	3.201-3.7
3%	2%(1) 0.50%(1)0.50%(2) 1.50%(1) 1%(2) 2%(2) 1%(1)	1.50%(2)			
6%	1.50%(1) 1%(2) 1.50%(2) 2%(1) 2	2%(2) 1%(1) 0.50%(2) 0.50%(1)			
9%	2%(1)	1.50%(1) 1%(2) 2%(2)	1%(1) 0.50%(2) 1.50%(2)	0.5%(1)	
12%		1.50%(1) 2%(1)	1%(1) 2%(2) 1.50%(2)	0.50%(1)1%(2) 0.50%(2)	
15%		2%(1)	1%(1) 1%(2) 1.5%(1) 2%(2)	2.50%(2) 1.5%(2)	0.50%(1) 0.50%(2)

表十八、使用砂糖，相同品評分數飲品分布圖

品評甜度 砂糖濃度	1.2-1.7	1.701-2.2	2.201-2.7	2.701-3.2	3.201-3.7
3%	1.5(2) 2%(2)	1.724 0.5%(2) 1%(2)	0.5%(1) 1%(1)	2%(1) 1.5%(1)	
6%	2%(2)	1.5%(2) 0.5%(1)	2.482 0.5%(2) 1%(1)1%(2)	2%(1) 1.5%(1)	
9%	2%(1)	2%(2) 1.5%(1)	1%(1)0.5%(2) 1.5%(2)0.5%(1)	2.896 1%(2)	
12%		2%(1)	1.5%(2) 1.5%(1)	0.5%(1)0.5%(2) 2%(2)	3.4821%(2) 1%(1)
15%		2%(1)		1.5%(2) 1.5%(1)2%(2) 0.5%(1) 1%(1)	3.689 0.5%(2) 1%(2)

陸、結論

一、HFCS 和砂糖的比較

(一)糖水兩者大多沒有顯著差異，但是 HFCS 略甜。

(二)砂糖加酸後許多配方的甜度變化無顯著差異，表示比較不受酸影響。

(三)HFCS 被酸影響的程度比砂糖大，所有配方甜味都下降，調味時建議選用砂糖。兩種糖加酸前辨識度相同，但加酸後辨識度較好推測 TypeIII 可避免 TypeII 過度疲勞。

二、提出健康食法

(一) 調製飲料時應該使用砂糖，這樣甜味才較不易受酸影響。

(二) 利用砂糖固糖模式，添加酸時造成高甜度的特性，可做為健康飲法，在常用的調配濃度中共發現八種。

(三) 砂糖兩種模式調出來差異較大，HFCS 比較小，所以用砂糖調配時，建議選擇有高甜味的固糖模式。

柒、參考資料及其他

- 一、Argaraan et al. (2016) Effect of Substitution of Sugar by High Fructose Corn Syrup on the Physicochemical Properties of Bakery and Dairy Products: A Review. Nutrition and Food Sciences Research .pages: 3-11
- 二、Nirupa Chaudhari 、 Stephen D. Roper (2010) The cell biology of taste . THE JOURNAL OF CELL BIOLOGY.Pages: J. Cell Biol. Vol. 190 No. 3 285 – 296
- 三、無作者（無日期）。高果糖漿。維基百科。取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%91%B3%E8%A7%89>
- 四、無作者（2011年07月01日）。飲料減糖唬人？「3分甜」竟10顆方糖！。
TVBS新聞。取自：<http://news.tvbs.com.tw/local/59293>
- 五、無作者（2009年05月19日）。味覺產生的分子機制下（Taste）。科學Online。2005年5月19日。取自：<http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1031>
- 六、沈能元(2011年07月02日)。市售手搖杯調查 微糖飲料 竟含10顆方糖。取自：
<http://www.appledaily.com.tw/appledaily/article/headline/20110702/33499346/>
- 七、伍龍軍、徐天樂(2003年)。酸敏感離子通道及相關調控。取自：
http://dndx.cnjournals.com/pibben/ch/reader/create_pdf.aspx?file_no=20030303&flag=1&journal_id=pibben
- 八、劉秋雷、王飛、李磊、劉波(2014年)。甜味分子與G蛋白偶聯受體Tas1R2/3的相互作用與激活機制。取自：<http://www.life.ac.cn/news/upload/20140822-500-505%200211.pdf>
- 九、許秀華(無日期)。調味學。取自：
<http://eplus.twu.edu.tw/assets/documents/412/original/d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e.pdf?1423788306>
- 十、潘憶煊、許羿笙、陳柏帆(無日期)。「鮮」「甜」好滋味。取自：
<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2012/11/2012111614541605.pdf>

【評語】 030306

1. 本研究作品擬探討酸對人感知甜味的影響。作品的題目名稱有趣，容易吸引讀者的目光。但實驗過程的敘述(表三)及數據資料的說明不夠明確易懂。報告呈現進行統整會更容易理解。
2. 一般科學文獻中的題目與摘要避免使用英文縮寫；若一定要使用英文縮寫時，一般會建議將全名寫出，以避免混淆誤會。一般學術研究的參考文獻中，也應避免收錄網路文章當成實證結論及釋義。
3. 研究設計方法特殊，採用品評方式並加以分析，具有創意。然而，此研究所採用的「消費者感官品評」法，似乎未考慮性別及年齡層的影響，使得其結論可能有所侷限。此外，由圖表顯示，數據分析有運用到統計方法，但沒有列出正確 P 值，標準偏差不小，也未見品評分數與人數的分布。故無法正確評估此作品的結論是否正確。因有多組的分析，進行比較時須明確指出欲進行比較的樣品。圖 8 為固糖及圖 9 為固酸模式分析，X 軸座標的標示應有區別。

4. 不同試驗組的標準差異過高，建議宜增加獨立試驗的樣品數，以提高試驗的再現性。
5. 蔗糖與果糖兩者甜度比較實驗的結果(表六，3%)與表四(3 & 6)的結果似不一致。結論認為蔗糖與果糖兩者甜度相當，與已知事實不符(果糖的甜度為等濃度蔗糖的 1.7 倍)。
6. 甜度受酸影響的原因推測過於 overstated，缺少可支持該推測的證據。
7. 建議可以市面上飲品作為實驗讓品評員測試甜度，驗證假說是否合理。
8. 口語表達清楚具邏輯性。

作品海報

摘要

本研究發現，糖濃度低時，加酸後有味覺混亂，出現高甜度，可能是Type III被酸激活後，釋放5HT抑制其餘味覺受體的活性，使Type II敏感度上升。在高濃度的糖裡加入酸，甜度陡降，可能是因為甜味訊號過多，導致味覺疲勞，要避免喝含酸的高糖飲料。

砂糖和HFCS加酸後，砂糖受酸影響較大但較甜，低糖高甜度的配方較多。調飲料時建議使用砂糖。

順序和亂序品評甜度較為相近，但密集測低糖高甜度的配方較少，因產生比較的標準，對酸的變化較敏感，因造成味覺疲勞，對甜味辨識較低。

壹、研究動機

我在喝含酸飲料時，發現了一件很奇怪的事，明明加了很多糖，但我卻吃不出甜味，我就想，會不會是酸對甜造成了什麼特殊的味覺錯亂，那這個錯亂又害我多吃了多少糖呢？飲料店常使用的是價格低、甜味高的高果糖玉米糖漿(HFCS)，不同糖的影響又是如何？果糖會不會害我吃更多糖？

貳、研究目的及架構

- 一、探討不同的品評模式對甜味的影響
 - (一) 順序品嘗
 - (二) 亂序品嘗
 - (三) 密集品嘗
- 二、探討糖的種類是否會改變影響的程度
- 三、提出健康飲法

參、研究設備和器材 (請參照作品說明書)

肆、研究方法與結果

(一) 模式示意

表 1、各模式的具體做法

順序	亂序	密集
品評按照(酸/甜)由大到小，一天測十杯。	品評時，無依照一定順序，只避免酸濃度一下跳太多，一天施測十杯。	品評按照(酸/甜)由大到小，一天施測四十杯。

(四) 施測方法



圖 4、找三十位同學，並簽同意書



圖 5、施測教室



圖 6、以自製晾乾架晾乾

(五) 樣品



圖 7、準備個人測試樣品



圖 8、砂糖



圖 9、檸檬酸



圖 10、高果糖糖漿

表 2、市售飲料糖、酸濃度

	市售飲料	本實驗
甜度	4% 10%	3% 15%
酸度 (pH 值)	3.02 3.88	2.9 3.98

(六) 濃度決定

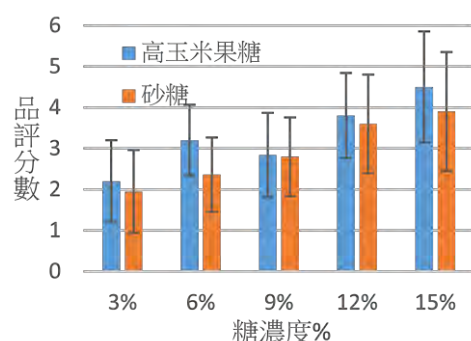


圖 11、糖濃度的決定

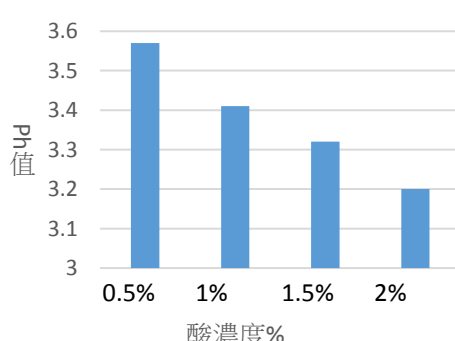


圖 12、酸濃度的決定

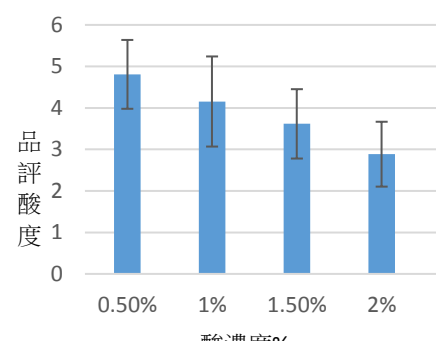


圖 13、酸濃度的決定

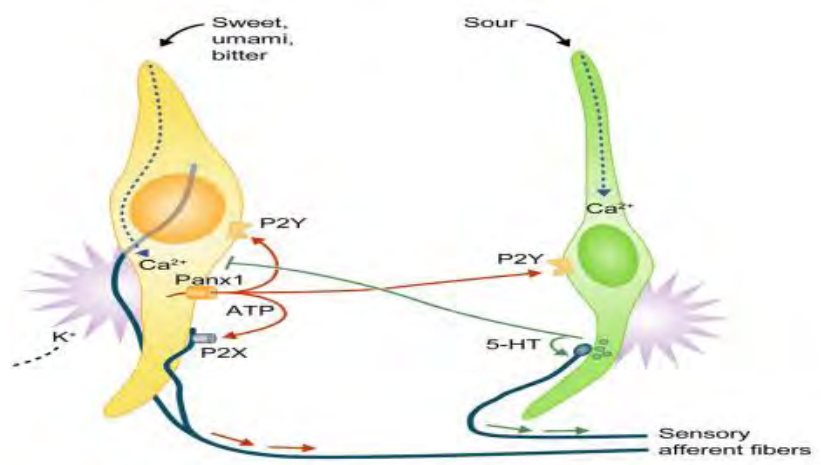


圖 1、TYPE II&TYPE III 酸甜受器

(二) 糖度計



圖 2、折光儀、比重計

(三) 感官品評

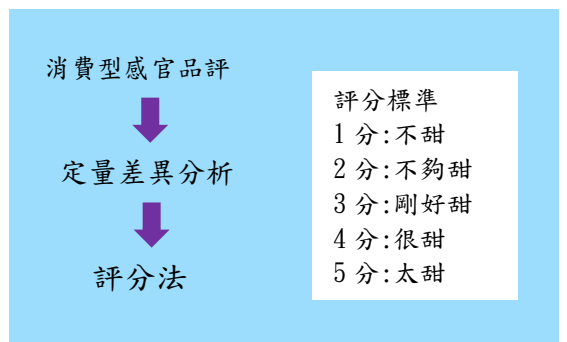
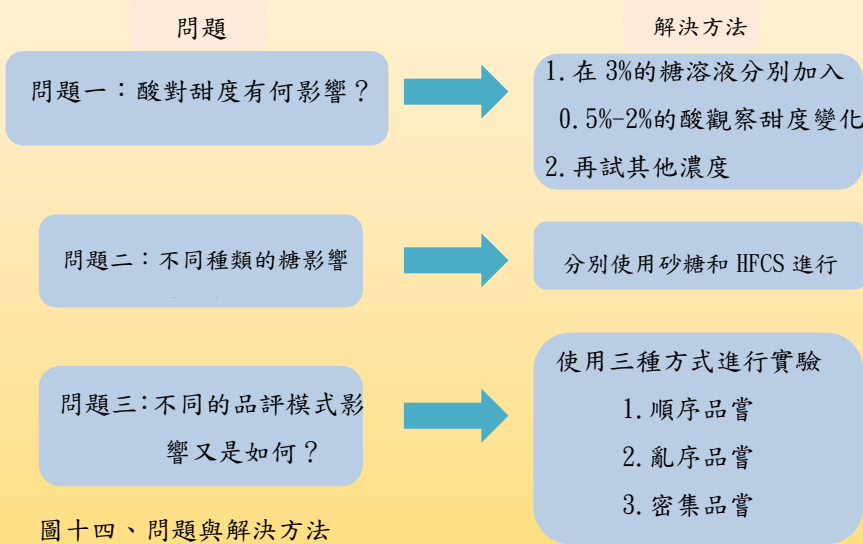
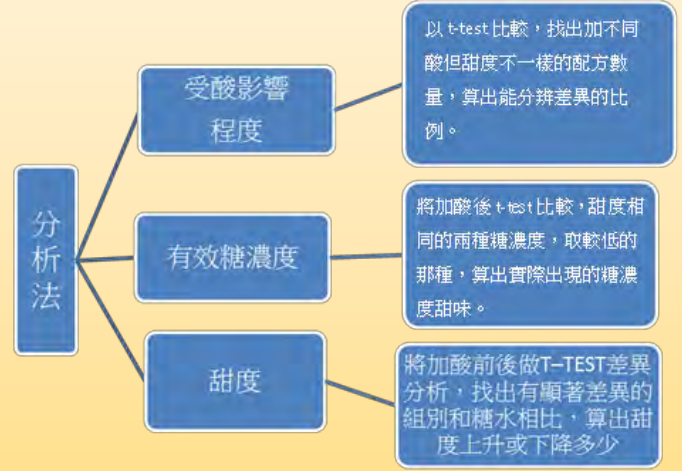


圖 3、感官品評方式

七、研究架構



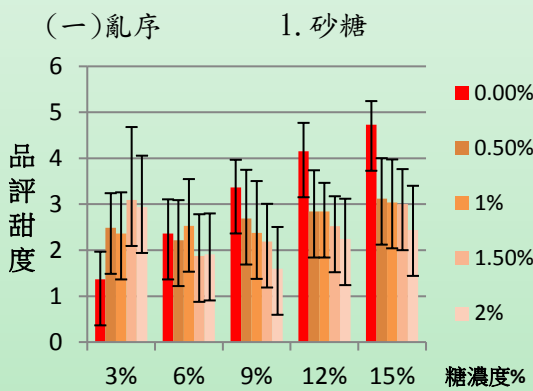
圖十四、問題與解決方法



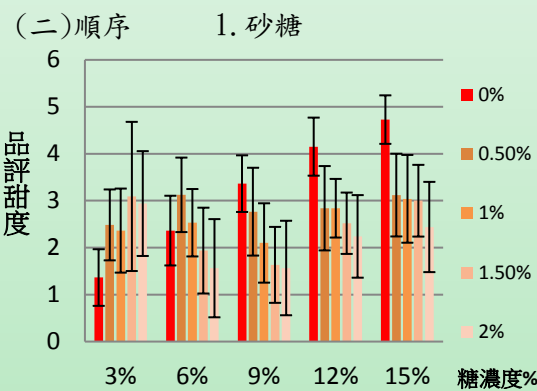
圖十五、分析方法

伍、研究結果

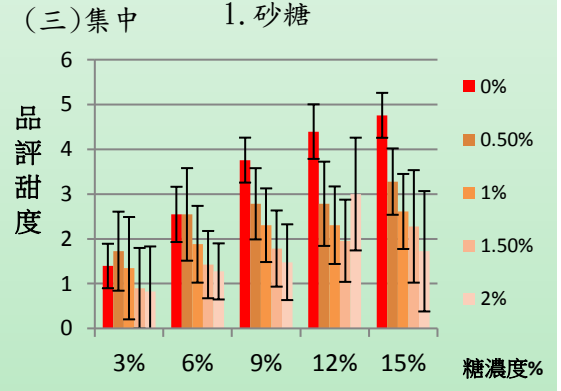
一、不同品嘗順序和糖類型的比較



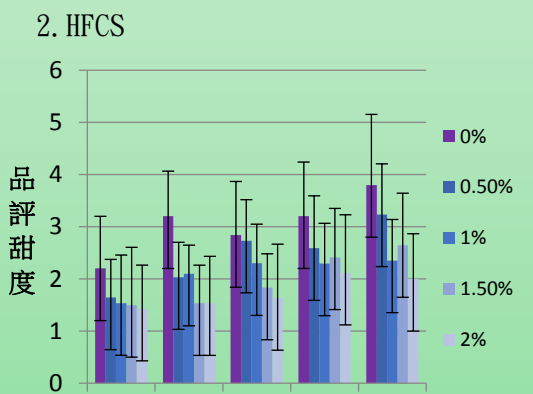
圖十六、砂糖亂序時的品評結果



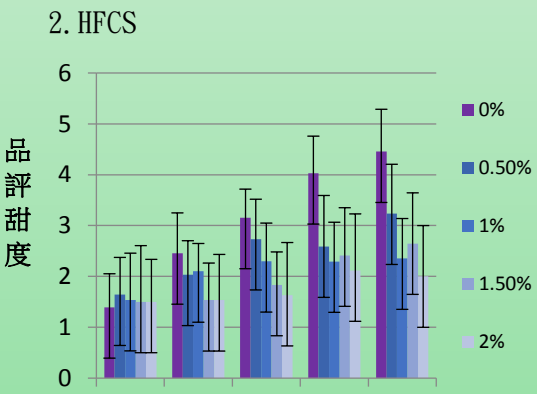
圖十七、砂糖順序時的品評結果



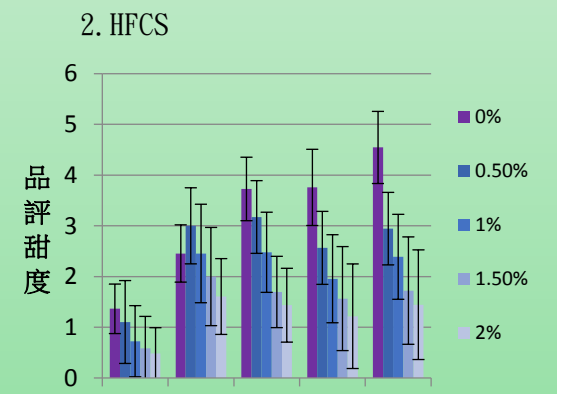
圖十八、砂糖品評密集時的結果



圖十九、HFCS 亂序時的品評結果



圖二十、HFCS 順序時的品評結果



圖二一、HFCS 品評密集時的結果

二、分析法

(一)酸對甜的影響

表三、以 T-TEST 檢驗含 3%糖各式糖液甜味

	0%	0.5%	1%	1.5%	2%
0%		O	O	O	O
0.5%			X	X	X
1%				O	O
1.5%					X
2%					

O 表示有顯著差異

同法分析
6%
|
15%

2. 加酸後有效糖濃度

表五、以 T-TEST 檢驗含 0.5%酸各式糖液甜味

	3%	6%	9%	12%	15%
3%		O	X	X	O
6%			X	X	X
9%				X	X
12%					X
15%					

同法分析
1%
|
2%

表四、所有糖濃度被酸影響的情況

糖濃度	3%	6%	9%	12%	15%
T-TEST 檢定 有顯著差異 的組合	1-1.5	0.5-1	0.5-1	0.5-2	0.5-2
	1-2	0.5-1.5	0.5-1.5	1-2	1-2
		0.5-2	0.5-2		1.5-2
		1-1.5	1-1.5		
實際可辨識 的濃度	1、2	1.5、2	1.5、2	1.5、2	2
	有顯著差異的比例 17/30				

表六、所有加酸後有效的濃度

酸濃度	0.5%	1%	1.5%	2%
T-TEST 檢定有 顯著差 異的組合	3-6	3-15	3-6	3-6
	3-15	6-15	3-9	3-9
		9-12	3-15	3-12
		9-15	6-12	6-12
			6-15	6-15
			9-12	9-12
實際可分辨 的可分辨糖濃度	3、6	3、12	3、15	3、6、12
	可分辨糖濃度 21/40			

三、品評甜度分布圖

表七、砂糖在低糖時有高甜度現象

品評甜度 砂糖濃度	1.2-1.7	1.7-2.2	2.2-2.7	2.7-3.2	3.2-3.7
3%			√0.5% √1%	√2% √1.5%	
6%		0.5%	1%	√2% √1.5%	
9%	2%	1.5%	1% 0.5%		
12%		2%	1.5%	0.5%	1%
15%		2%		1.5% 0.5% 1%	

四、比較兩種糖甜度有無顯著差異

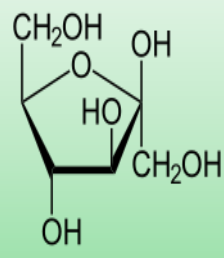
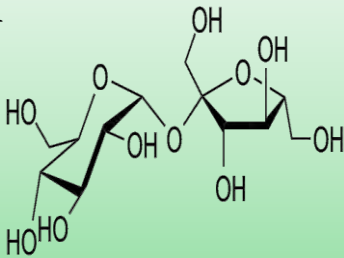
表八、比較砂糖和 HFCS 加酸後甜度無顯著差異

兩種糖 比較	3%	6%	9%	12%	15%
0%	X	X	X	X	X
0.5%	√砂糖 0.84	√砂糖 1.1	X	X	X
1%	√砂糖 0.82	√砂糖 0.43	X	√砂糖 0.55	√砂糖 0.69
1.5%	√砂糖 1.59	X	X	X	X
2%	√砂糖 1.51	X	X	X	X

五、pH 值

表九、比較砂糖和 HFCS 加酸後 pH 值有無顯著差異

3%	6%	9%	12%	15%
X	X	X	X	X



表十、比較品嘗順序及糖的種類甜味被酸影響的情形

順序	亂序		順序		密集	
	砂糖	HFCS	砂糖	HFCS	砂糖	HFCS
加酸後是否甜度下降	3%甜度上升；其餘下降 (4種配方)	皆下降	3%甜度上升；其餘下降 (4種配方)	3%甜度上升；其餘下降 (4種配方)	3%甜度上升；大多甜度下降 (1種配方)	6%甜度上升；大多甜度下降 (1種配方)
是否隨酸增加而甜度等比例下降	無	無	9%略有	無	無	15%略有
分辨不同酸濃度(受酸影響甜度)	53%	40%	57%	50%	53%	70%
可分辨的糖濃度(有效糖濃度)	50%	63%	52.5%	75%	42.5%	67.5%

陸、結論

一、酸對甜的影響

- (一) 糖濃度低時，有低糖高甜度的情形。
- (二) 糖濃度高時，有甜度陡降的情形。
- (三) 建議寒酸飲料使用低糖濃度。

二、HFCS 和砂糖的比較

- (四) 砂糖加酸後受酸影響程度較大，對糖濃度辨識較低。
- (五) HFCS 加酸後受酸影響程度較小，對糖濃度的辨識比較高，易於調配飲料。
- (六) 砂糖加酸後的甜度略大於 HFCS，健康配方數量多於 HFCS。

三、三種模式的比較

- (一) 亂序和順序甜味品嘗的結果較相近，密集差異較大。
- (二) 密集測時，健康的配方比較少，但對酸味的變化敏感性較高，對糖濃度的辨識較低。

柒、參考資料及其他

- 一、 Argaraan et al. (2016) Effect of Substitution of Sugar by High Fructose Corn Syrup on the Physicochemical Properties of Bakery and Dairy Products: A Review. Nutrition and Food Sciences Research .pages: 3-11
- 二、 Nirupa Chaudhari 、 Stephen D. Roper (2010) The cell biology of taste . THE JOURNAL OF CELL BIOLOGY. pages:287-291
- 三、 許秀華(無日期)。調味學。取自：
<http://eplus.twu.edu.tw/assets/documents/412/original/d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e.pdf?1423788306>