

中華民國第 62 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

第三名

082901

登『糖』入『食』~~探討糖製作形成吸管的可行性

學校名稱：新北市中和區興南國民小學

| | |
|-------------------------|---------------------|
| 作者： 小六 蔡昆霖 小五 楊晨右 | 指導老師： 陳銘哲 洪瑞澤 |
|-------------------------|---------------------|

關鍵詞：糖吸管、重量減少百分比、脫模

摘要

為了能製作出糖吸管，查閱文獻後發現雖然有不同材質的環保吸管，但沒有利用糖製成吸管的紀錄。經實驗後發現糖(50g)與水(45ml)的比例為 10:9，再加入添加物糯米粉 1 公克，即可形成吸管但不好脫模。由於糖的黏著性強難以脫模，歷經五代不同模具的改良，終於製作出容易脫模的糖吸管。糖吸管的物性分析如下：水溫越高吸管的重量百分比減少越多；水溶液 pH 值越低吸管重量減少百分比越多；糖吸管會受環境濕度 100% 影響，糖吸管於兩天時重量減少達 52%。成功製造出的糖吸管甜度為 2~2.8，比市面上飲料的三分糖還不甜，側面和垂直耐重各為 3300 公克和 855 公克，本研究成功製作出糖吸管，如果將來量產可以取代塑膠吸管，對環境保護能有助益。

壹、前言

一、研究動機

曾經在老街看過吹糖，留下很深的印象，有次在新聞中看到鳥巢竟然是以塑膠吸管當材料組成的，這些飛禽類可能把塑膠吸管吃到肚子導致它們生病死亡。因為塑膠經過 1 百年後仍然不會被分解，這樣會讓大自然面臨極大的污染，雖然現在有研發出紙吸管，但紙吸管放在飲料中放久了，50°C 裡 3 秒後馬上不能用，所以我們就想說有沒有其他吸管問題的替代方案。於是我們想到了吹糖，試著利用糖來製造出吸管，且吸管的糖可以融化在飲料中，調製飲料時就不需要另外加糖了，而且喝完飲料後還不會因為吸管問題而造成環境汙染，這樣不但環保，還給了我們後代子孫一個好的生活環境。

二、研究目的與問題

(一)、探討糖吸管形成之可行性。

研究問題一：糖是否可以做成吸管

研究問題二：糖本質測試

研究問題三：開發可實驗的模具

(二)、探討糖吸管之物性。

研究問題四：添加物對糖吸管的影響

研究問題五：糖吸管的耐受性

(三)、探討糖吸管之實用性。

研究問題六：製造出可使用的糖吸管

研究問題七：糖吸管甜度測試

研究問題八：測試糖吸管的側面和垂直的承重力

三、參考文獻

看完科展資料後，我們也上網尋找資料，發現很多人都做成各式材料的吸管，有人是以海藻膠與紅茶粉末製成「紅茶吸管」、也有人以豆渣麵糰、油、膠、糖的最佳比例為40:2:1:4，製出環保的吸管(高銘笙等人，2019)，但是目前沒有人利用糖來做成吸管，也沒有現成資料查詢，只有一篇將捲心餅乾的外圍塗上一層糖漿，並不是糖製作的吸管，因此我們趕快朝向利用糖來做成吸管的方向努力。

| 來源 | 作品名稱 | 相關概念及研究 |
|----------|----------------------|--|
| 全國科展第59屆 | 吸管也能吃？環保又健康的吸管 | 實驗發現糖無法形成吸管因為容易脆裂。 |
| 全國科展第59屆 | 洋洋得益--以洋菜冷凍鍍膜製作防水紙吸管 | 紙吸管因為是用木頭做的，所以可以分解，而且裡面有洋菜，所以有些昆蟲會去吃它。 |

(一)、糖吸管材料

本研究要探討糖是否能製成吸管，查閱了以前的資料發現：傳統民俗技藝文創商品開發-以畫糖為例的作者(柯惠文，2015)，以白糖、紅糖和冰糖做實驗發現125°C成焦黃色，即可起鍋倒糖，即可畫糖。查閱吹糖的研究(張宇賢、張語涵，2021)發現細砂的粘性比純蔗糖小，因此本研究選擇黏性較小的細砂糖來實驗製作糖吸管。

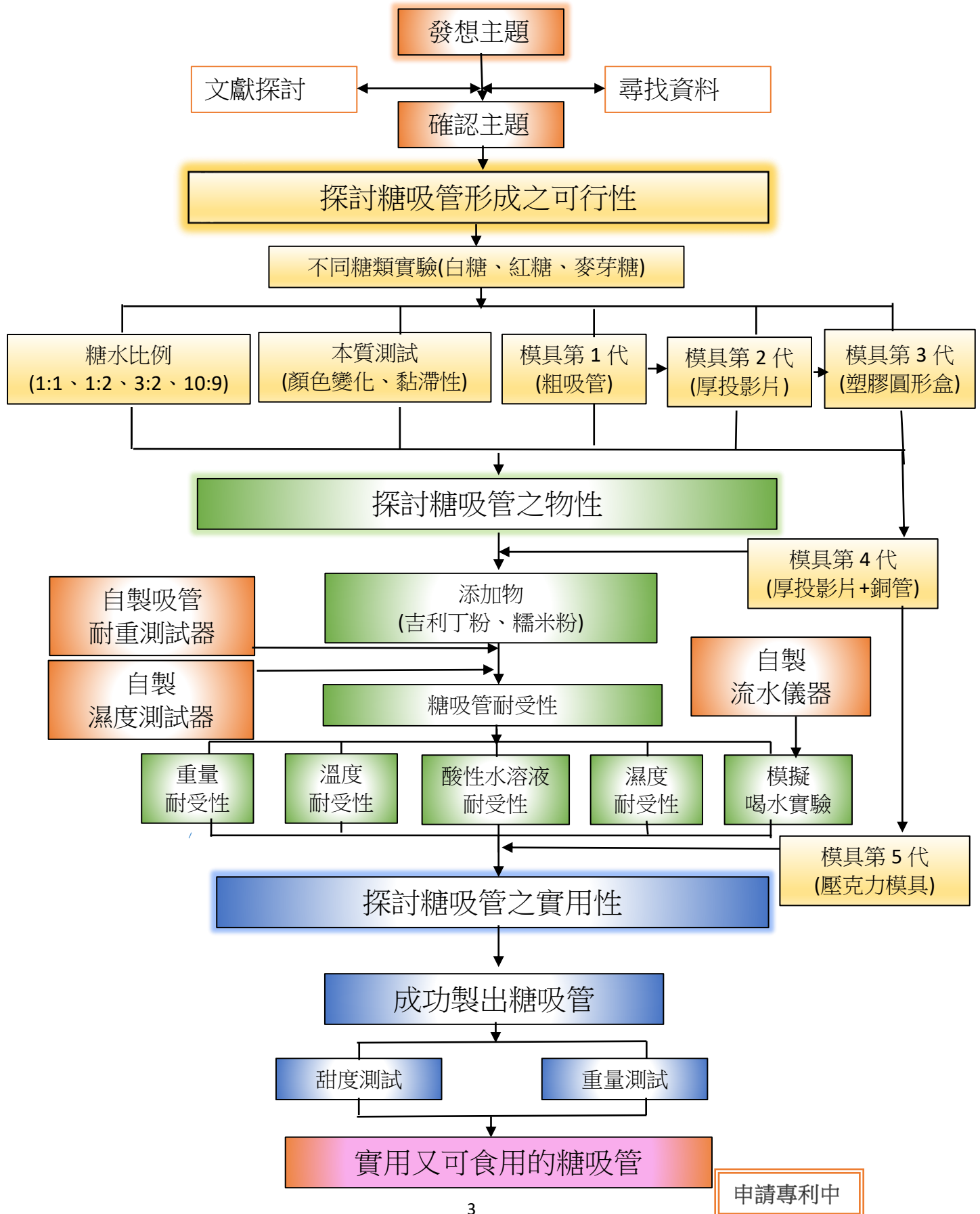
| 來源 | 作品名稱 | 相關概念及研究 |
|-----------|--------------------|--|
| 全國科展第61屆 | 富麗「糖」皇~糖的黏性探討 | 就不同純度的蔗糖而言，可能是混合物的其他成分影響到了糖類的黏性。(1)黏性大於純蔗糖：二砂、方糖、黑糖(2)黏性小於純蔗糖：細砂、冰糖。 |
| 民105年碩士論文 | 傳統民俗技藝文創商品開發~以畫糖為例 | 先以白糖水煮沸成濃稠糖液，再將糖液倒在黃銅板上利用木棒推開進行繪製。 |

(二)、糖吸管黏著性探討

實驗過程中發現糖容易極易沾黏在模具上，而為了要脫模，糖吸管又極易產生脆裂，根據方奕等人(2019)資料發現吉利丁可以能使纖維緊密增加黏性，因此實驗將會加入吉利丁粉試驗是否能幫助脫模。

| 來源 | 作品名稱 | 相關概念及研究 |
|----------|--------------------------|--|
| 全國科展第59屆 | 神奇的糯米紙 | 吉利丁雖不是製作糯米紙的主要原料，與卵磷脂同樣屬於副原料，但可以幫助混合形成糯米紙。 |
| 全國科展第61屆 | 「環」給地球新「吸」望---環保吸管的製作與探討 | 海藻酸鈉溶液中有添加飲料粉，比較容易脫模。 |

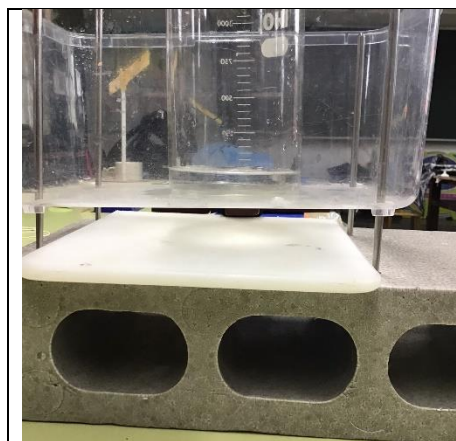
四、研究流程:



貳、研究設備及器材

一、自製測試器材

以下圖示我們自製的測試器材：



自製吸管耐重測試器



自製濕度測試器



自製吸管流水儀器

二、研究器材



酸鹼測試器



溼度計



壓克力模具



電子秤



甜度計



碼表



水平儀



黑晶電陶爐

三、研究材料：麥芽糖、白糖、紅糖、吉利丁粉、糯米紙、油土、冰棒棍、攪拌棒、漏斗、100、1500 mL 量杯、漏斗、50 mL 針筒、尖嘴鉗、C 型夾。

參、實驗過程及方法

一、主要自製測試儀器:

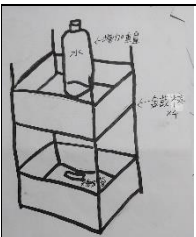




(一)、自製吸管耐重測試器:

1.方法:

為了測量糖吸管承受側面、垂直和不均勻受力的程度，自製吸管耐重測試器。將吸管放置在板中，上面放置 1500ml 的大燒杯(空重 355 公克)，逐次各加 100 mL 的水，加到吸管變形甚至破裂，即是吸管可承受的重量。

2.製作過程:

- (1) 取一塊堅固的保麗龍，上面加一塊堅硬的砧板，利用熱熔槍固定住。
- (2) 把四支鐵棒固定於四個角落，利用利用熱熔槍固定住。
- (3) 用鑽孔機將壓克力盒底部鑽四個洞，利用 4 支鐵棒來當固定支柱，壓克力盒穿過支柱可以上下活動。
- (4) 將吸管水平放置中間，上方放置大燒杯，每次加入 100 mL 的水。
- (5) 當吸管變形、碎裂時，紀錄變形的重量，即為吸管耐重量克數。

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| 設計草稿 | 利用熱熔槍把四支鐵棒固定於四個角落 | 壓克力盒子 (25*15*13 公分) 四個角落鑽洞 | 模具成形，吸管放置中央(側面測試) | 放置大燒杯每次加入 100 mL 的水，吸管變形即是可承受的重量 |

(6) 不同面糖吸管的耐重測試說明:

| 耐重實驗 | 側面耐重測試 | 垂直耐重測試 | 不均勻受力耐重測試 |
|------|---|--|---|
| 圖示 |  |  |  |
| 說明 | 吸管水平放置，利用大燒杯水量的增加測出所能承受的重量 | 吸管直立放置，利用大燒杯水量的增加測出所能承受的重量 | 吸管一端放置於木頭上(高 1.5 公分)，利用此儀器來測試時會成夾角 15°。 |

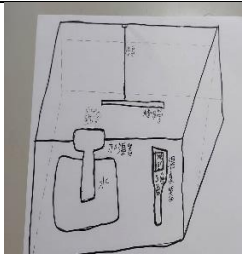

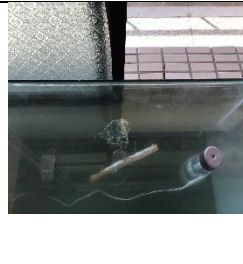


不均勻受力耐重測試:由於做實驗時，吸管耐重測試器都會形成一個固定角度約 15° (如圖)，故測量的重量我們會再乘以 $\cos 15^\circ$ 即**實際耐重=測出重量 X $\cos 15^\circ$** ，會等於所能承受的垂直重量。

(二)、自製吸管的濕度測試器:

1.方法:由於濕度不好控制，所以在一密閉空間裡，直接利用加濕器讓空氣中濕度達 99%，直接讓糖吸管在此濕度，觀察其重量減少的比例。

2.製作過程:

- (1) 找透明長 58cm，寬 22cm，高 29.5cm 的魚缸，因為透明且空間夠大，方便我們實驗與觀察。
- (2) 先把利用加濕器噴灑水氣，讓空氣中濕度可以達到達 99%，利用魚線一端把糖吸管中間綁好，另一端利用油土固定於密閉容器上方。
- (3) 開始實驗並記錄重量的減少百分比。

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
|  |  |  |  |  |
| 設計草稿 | 利用魚缸反過來當成密閉空間並放入濕度計 | 放入加濕器並放入糖吸管 | 利用加濕器在密閉空間噴出水氣 | 把糖吸管懸吊空中，觀察並記錄重量減少多少百分比 |

(三)、自製吸管流水儀器:

1.方法:製造出一個可以穩定流過糖吸管的滴水儀器，經過多次測試發現利用針頭可以穩定於水龍頭流出 140 mL/分鐘，利用此儀器可以模擬人在喝飲料經過糖吸管的情況

2.製作過程:

- (1) 把滴管的前端(4.5 公分)剪下裝到針筒前面，再裝到水龍頭下方。
- (2) 把水龍頭下方利用試管架墊高，上方放石綿芯網，方便糖吸管可以放在上方，可以完成實驗。
- (3) 針筒經過多次的測量後，確定可以穩定於一分鐘流出 140 mL 的水。
- (4) 實驗時把糖吸管放置下方，每一分鐘拿糖吸管出來秤重時，需靜置等水不會再從糖吸管流出，此時來秤重，總共實驗 5 分鐘(相當市面上的一杯飲料的量)。
- (5) 計算出**重量減少百分比(重量減少率)=(減少重量 / 原來重量)X 100%**

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| 設計草稿 | 把滴管的前方剪下 4.5 公分裝到針筒的前方 | 龍頭下方底部 利用試管架墊高， 上方放石綿芯網 | 於水龍頭下方綁上 針筒，開水龍頭經 過測試多次，每一 分鐘可流過 140ml | 開啟水龍頭經過 5 分鐘，測量糖吸管的 變化量 |

二、實驗過程與方法:

(一)、探討糖吸管形成之可行性。

1.研究問題一：糖是否可以做成吸管。

【實驗一之 1】比較不同糖類來形成吸管的可行性

- (1) 取白糖、紅糖和麥芽糖各 50 公克和水 45 mL 混合攪拌，放置電陶爐上加熱。
- (2) 沸騰持續加熱等顏色變化至焦黃色即停止，再倒入模具裡。
- (3) 放入冰箱冷凍庫 30 分鐘，取出後拆掉模具。
- (4) 觀察並紀錄結果。

【實驗一之 2】利用糖和水的不同比例來製作糖吸管

- (1) 取糖 75g 和水 50 mL (不同比例糖比水 1:1、2:1、3:2、10:9) 放入燒杯裡，放置電陶爐上。
- (2) 攪拌糖溶液加熱至沸騰，持續加熱 5 分鐘。
- (3) 糖溶液放入裝冷水容器內使它冷卻 15 秒(防止吸管軟化)。
- (4) 使用漏斗把糖溶液倒入吸管模具裡，讓糖溶液降溫，紀錄實驗結果。

【實驗一之 3】控制加熱時間讓糖吸管成形

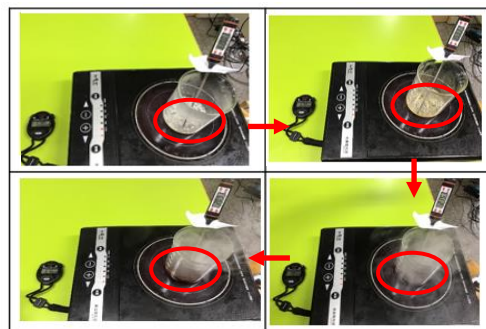
一開始是使用卡式瓦斯爐做實驗，發現一樣加熱 10 分鐘時，有時瓦斯快沒時會影響到數據，做此實驗穩定加熱是必須的條件，故改利用電陶爐來控制加熱時間來製成糖吸管。

- (1) 取糖 50g 和水 45ml 放入燒杯裡共 3 組，分別放置電陶爐上。
- (2) 攪拌糖溶液加熱至沸騰，再加熱分別為 4 分鐘、5 分鐘和 6 分鐘。
- (3) 放入裝水容器內使糖溶液冷卻 15 秒。
- (4) 使用漏斗把糖溶液倒入吸管模具裡，等待糖溶液溫度下降。
- (5) 觀察並紀錄實驗結果。

2.研究問題二：糖本質測試

【實驗二之 1】顏色和溫度的變化

- (1) 取糖 50g 和水 45 mL 放入燒杯裡，放置電陶爐上，沸騰後持續加熱，觀察糖溶液顏色變化到焦黑。
- (2) 每一分鐘利用平板拍照(如右圖)，利用電腦來比色(HEX)，共拍 8 次。
- (3) 利用電子溫度計記錄沸騰後每一分鐘的溫度變化，觀察並記錄下來。



【實驗二之 2】糖的黏滯性

- (1) 利用長 50 公分的壓克力透明管來做實驗，必須垂直於桌面成 90 度角(如右圖)。
- (2) 取糖 50g 和水 45 mL 放入燒杯裡，放置電陶爐上，沸騰後持續加熱，持續加熱到第 6 分鐘
- (3) 每隔一分鐘利用滴管吸取糖溶液，滴 3 滴糖溶液在壓克力透明管的內壁上，觀察流動情況。



2. 研究問題三: 開發可實驗的模具

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| 第一代模具是現成的塑膠吸管(把糖溶液倒入並靜置觀察是否形成吸管，無中間孔洞) | 第二代模具是厚的投影片捲成圓形的模具(吸管無中間孔洞) | 第三代模具是利用現成的塑膠圓型盒子來做模具，中間孔洞地方利用銅管來製成。(吸管有中間孔洞) | 第四代模具是厚的投影片捲成圓形的模具在內壁有加入糯米紙。中間銅管外圍也鋪上一層糯米紙，這樣糖吸管的模具慢慢成形。 | 第五代模具是壓克力磚的模具，分別長 20 公分、直徑有 0.9 和 1.2 公分的糖吸管，做實驗時外圍會包糯米紙，中間孔洞會使用鐵棒包糯米紙來方便脫模。 |

(二)、探討糖吸管之物性

1. 研究問題四：添加物對吸管的影響。

【實驗四之 1】糯米粉的多寡對糖吸管形成的影響

- (1) 取糖 50g 和水 45 mL，加入糯米粉 1、5、10 和 15g 放入燒杯裡，放置電陶爐上。
- (2) 攪拌加熱至沸騰再加熱 5 分鐘。
- (3) 放入裝水容器內 使它冷卻 15 秒。
- (4) 利用漏斗倒入吸管模具裡讓它冷卻。
- (5) 觀察並紀錄結果。

【實驗四之 2】吉利丁粉的多寡對糖吸管形成的影響

- (1) 取糖 50g 和水 45 mL，加入吉利丁粉 1、5、10 和 15g 放入燒杯裡，放置電陶爐上。
- (2) 攪拌加熱至沸騰再加熱 5 分鐘。
- (3) 放入裝水容器內 使它冷卻 15 秒。
- (4) 倒入吸管模具裡讓它冷卻(利用漏斗)。
- (5) 觀察並紀錄結果

2.研究問題五: 糖吸管的耐受性

【實驗五之 1】 測試糖吸管側面可承受的垂直力量

- (1) 拿不同比例的口徑糖吸管内徑直徑是 0.8 公分，外徑直徑分別為 1、1.1、1.5、1.8、2、2.4、2.5cm 共 7 支糖吸管分別水平放置於自製吸管耐重測試器上，加水在上方的大燒杯(重量 355 公克)裡。
- (2) 每次加入水 100 mL，直到吸管變形為止，此時即是對糖吸管側面的承受力，觀察並紀錄實驗結果。



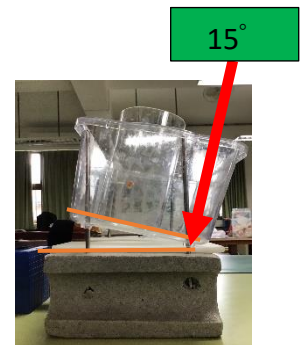
【實驗五之 2】 試糖吸管垂直可承受的力量

- (1) 拿不同比例的口徑糖吸管平均長度為 8 公分，內徑直徑是 0.8 公分，外徑直徑分別為 1、1.1、1.5、1.8、2、2.4、2.5cm 共 7 支糖吸管分別垂直放置於自製吸管耐重測試器上(如右圖)，加水在上方的大燒杯裡(重量 355 公克)。
- (2) 每次加入水 100 mL，直到吸管變形為止，此時即是對糖吸管垂直的承受力，觀察並紀錄結果。



【實驗五之 3】 測試糖吸管的管壁不均勻可承受的力量

- (1) 拿不同比例的口徑糖吸管内徑直徑是 0.8 公分，外徑直徑分別為 1、1.1、1.5、1.8、2、2.4、2.5cm 共 7 支糖吸管分別放置木頭上綁緊(如右圖)，於自製吸管耐重測試器上，加水在上方的大燒杯裡(重量 355 公克)
- (2) 每次加入水 100 mL，直到吸管變形為止，由於有夾角 15° 故乘以 $\cos 15^\circ$ (如右圖)，此時即是垂直對糖吸管不均勻的承受力。
- (3) 觀察並紀錄結果。



【實驗五之 4】 口徑不同比例的糖吸管對溫度的耐受性

- (1) 準備三種溫度 10°C 、 30°C 和 50°C 的水，把不同口徑糖吸管分別放入水裡。
- (2) 把不同比例的糖吸管(內徑直徑是 0.8 公分，外徑直徑分別為 1.1、1.5、1.8、2、2.4cm 共 5 支糖吸管)每個溫度各放入相同口徑的吸管一支，每隔 5 分鐘秤重一次(需靜置到水不再滴出)。
- (3) 紀錄 3 次，總共 15 分鐘看糖吸管的重量變化是減少多少比例。

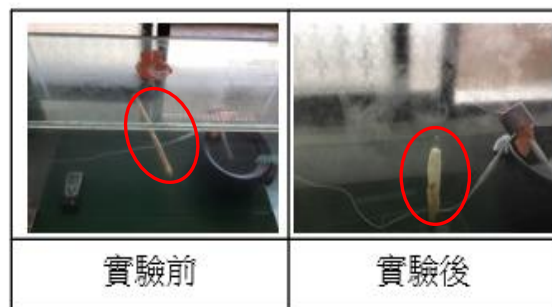
$$\text{重量減少百分比} = (\text{減少重量} / \text{原來重量}) \times 100\%$$

【實驗五之 5】糖吸管對酸性水溶液的耐受性。

- (1) 準備市面上會喝到的酸性水溶液，所測得的 pH 值為 2.8，3.0 和 4.0 的酸性飲料。
- (2) 把糖吸管放入不同的 pH 值裡，每 5 分鐘秤重一次，觀察糖吸管的變化情形
- (3) 共測 5 次，總共 25 分鐘，紀錄糖吸管的重量變化。

【實驗五之 6】糖吸管對濕度的耐受性。

- (1) 利用自製吸管的濕度測試器，製造一個濕度為 100% 的環境，來觀察糖吸管的變化情形。
- (2) 放入糖吸管重量 57 公克以自製濕度測試器，每小時觀察一次共 8 次，接著 24 小時和 48 小時觀察到變形如右圖。



- (3) 觀察並紀錄糖吸管重量的減少百分比。

【實驗五之 7】測量使用糖吸管喝水會減少多少重量

- (1) 利用自製的糖吸管滴水儀器(如右圖)，找出可以連接針頭的塑膠管，來模擬人喝水的速度 140ml/分，每分鐘秤重一次。
- (2) 準備兩種類的糖吸管各兩支，一種中間有糯米紙，一種中間無任何東西(外口徑直徑 2.4cm、內口徑直徑 1cm)放入糖吸管流水儀器下方。



- (3) 共實驗 5 分鐘，來觀察並記錄糖吸管的重量變化。

(三)、探討糖吸管之實用性

1. 研究問題六：製造出可使用的糖吸管。

【實驗六之 1】加入洋菜粉來改良由吉利丁所做出來的軟吸管

由於在添加物的實驗裡，發現到利用吉利丁粉加入可以讓糖形成吸管形狀，而且非常的好脫模，故我們利用壓克力磚製造出長 20 公分吸管(如下圖)，但由於太軟，經過我們一起查資料詢問老師後，發現洋菜粉比吉利丁所形成的物質還硬，故我們動手試試看。

下圖為加入吉利丁粉可形成很好脫模的吸管:



- (1) 先準備鐵棒，需要把鐵棒上一層糯米紙，此層糯米紙需要以螺旋狀繞著鐵棒，這樣放入模具裡容易脫模。
- (2) 取糖 50 公克、水 45 mL、糯米粉 1 公克和吉利丁粉 10 公克放入燒杯裡充分混合。
- (3) 再加入洋菜粉各 1、5、10、15 公克。
- (4) 放置電陶爐上加熱，沸騰後再加熱 5 分鐘。
- (5) 觀察並紀錄實驗結果。

【實驗六之 2】製作出成功糖吸管

※前置作業:

- (1) 如下圖，準備壓克力磚模具兩組共四片、每片長 20cm、寬 10cm、厚 2cm，每片各鑽半圓使兩片合起來時變成直徑 0.9cm 和 1.2cm 的吸管模型。



- (2) 於每片模具上塗上一層油，用膠帶使糯米紙服貼於模具上，此時絕不能讓糯米紙破損，若破損無法讓糖吸管形成。
- (3) 由於吸管會有中空部分，故我們利用鐵棒放置於模具的中間，但由於需要脫模在放置之前在鐵棒上油，並利用螺旋方式把糯米紙服貼在鐵棒上。
- (4) 利用油土(防止糖溶液溢出)和冰棒棍(架起中間支架做吸管的中空部位)固定好一邊的模具，等糖溶液煮好即可放進去。

*** 實驗步驟:**

- (1) 取糖 50 公克，水 45 mL 和糯米粉 1 公克，放置於電陶爐上加熱至沸騰，在沸騰 5 分鐘 30 秒後，利用漏斗倒入模具上。
- (2) 把糖溶液倒入模具裡，等 20 秒放入已上糯米紙的鐵棒，把兩片模具合併
- (3) 放入冰箱冷凍 30 分鐘，觀察並紀錄結果。

2. 研究問題七: 糖吸管的甜度測試

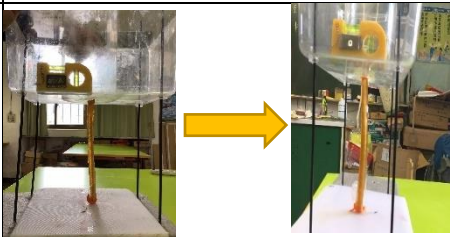
*** 測量使用糖吸管喝水會增加多少水溶液的甜度**

- (1) 先收集市面上四家(A、B、C、D)的飲料，分為全糖、七分糖、半糖和三分糖各四種飲料，先使用甜度計來測出他們的甜度是多少?
- (2) 利用自製的糖吸管滴水儀器(如上圖)，找出可以連接針頭的塑膠管，來模擬人喝水的速度 140 mL/分。
- (3) 把糖吸管接在下方，且利用容器裝好經過糖吸管的水溶液，每分鐘測試水溶液的甜度是多少?
- (4) 比較市面上飲料的甜度和糖吸管甜度的差異，紀錄下來。



3. 研究問題八: 測試糖吸管的側面和垂直的承重力

- (1) 先在自製吸管耐重測試器上放置水平儀，在每次加水時注意水平儀是否保持水平。
- (2) 拿做好的糖吸管水平和垂直放置於自製吸管耐重測試器上(如下圖)，

| 水平放置 | 垂直放置 |
|---|--|
|  |  |
| 實驗到吸管變形 | 實驗到吸管變形如右上圖 |

加水在上方的大燒杯裡(空重 355 公克)。

- (3) 每次加入水 100 mL，快到吸管變形時改成 20 mL 加入，直到吸管變形為止，此時即是對糖吸管側面和垂直的重量承受力。
- (4) 觀察並錄結果。

肆、研究結果與討論




一、研究結果:

(一)、探討糖吸管形成之可行性

1.研究問題一：糖是否可以做成吸管。

【實驗一之 1】比較不同糖類來形成吸管的可行性





(1) 實驗結果:下表為不同糖類是否可以形成糖吸管:

| | 白糖 | 紅糖 | 麥芽糖 |
|---------|---|--|---|
| 圖示 |  |  |  |
| 狀態 | 摸起來堅硬的 可以形成糖吸管 | 摸起來堅硬但容易脆裂 無法形成糖吸管 | 軟軟的 無法形成糖吸管 |
| 可否形成糖吸管 | 可以 | 否 | 否 |

(2) 由於紅糖和麥芽糖無法形成糖吸管，所以我們接下來的實驗選擇白糖來做實驗。

【實驗一之 2】利用糖和水的不同比例來製作糖吸管

(1) 實驗結果:如下表: 糖和水的比例實驗表

| | 糖：水 | 糖：水 | 糖：水 | 糖：水 |
|----------|---|---|---|---|
| 糖重:水重(g) | 50:50 | 50:25 | 75:50 | 50:45 |
| 糖水不同比例 | 1：1 | 2：1 | 3：2 | 10：9 |
| 外表 | 顆粒比較小 | 顆粒大 | 顆粒大 | 黃褐色 |
| 圖示 |  |  |  |  |
| 觸感 | 硬的地方較多 還是有 少部分軟軟的 | 整支吸管 軟軟的 | 整支吸管 軟軟的 | 偏硬 |
| 是否成形 | 否 | 否 | 否 | 可以成形 |

(2) 發現到糖和水的比例為 3:2，2:1，1:1 都無法成形，最後於 1:1 時發現到糖吸管慢慢成形，已有比較多的地方成硬硬，只有少部分軟軟的，故水少一點來試試看，最後找到糖比水的比例為 10:9，可以形成糖吸管。

(3) 分析與討論:




①糖和水的比例為 10:9，可以變成糖吸管但在倒入漏斗時，在還沒倒入吸管模具完全時，糖溶液會在漏斗上方和燒杯裡變成糖固體，無法再把糖溶液倒入。

②推測會在漏斗上方和燒杯裡形成糖固體，應該加熱時間太久，讓糖太過於濃稠以至於無法完全倒入吸管模具裡。

③接著實驗要來控制加熱的時間，讓糖溶液方便流動也可以形成糖吸管。

【實驗一之 3】控制加熱時間讓糖吸管成形

(1) 實驗結果:如下表:電陶爐加熱實驗表

| | 第一組 | 第二組 | 第三組 |
|------|---|--|---|
| 加熱時間 | 4 分鐘 | 5 分鐘 | 6 分鐘 |
| 溫度 | 112°C | 112.3°C | 119.3°C |
| 外表 | 灰白色 | 褐黃色 | 焦黃色 |
| 圖示 |  |  |  |
| 狀態 | 軟軟的 會流動 | 整支吸管 都硬硬的 | 已在漏斗內凝固了 無法倒出糖溶液 |
| 是否成形 | 否 | 是 | 否 |

(2) 實驗發現只要在電陶爐上加熱至沸騰，再持續 5 分鐘就可以形成糖吸管。

(3) 分析與討論:




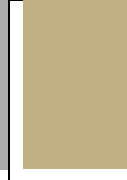
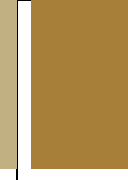
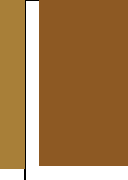
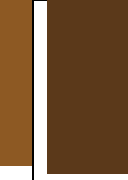

①雖然沸騰後再加熱 5 分鐘可以製成糖吸管，但是當我們要把外圍吸管模具拆掉時，糖吸管就會因為黏著碰到而造成脆裂。

②我們一方面尋找脫模的方法跟製作吸管模具，一方面想著如何讓糖可以緊密的結合不會再有脆裂的現象產生。

2.研究問題二：糖本質測試

【實驗二之 1】顏色變化

(1) 結果如下表:


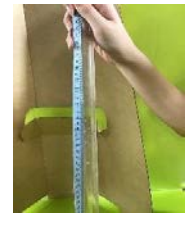



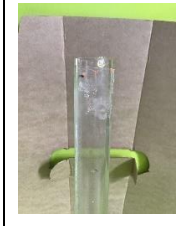
| | | | | | | | | |
|---------------|---|---|---|---|---|--|---|---|
| 加熱時間 (分鐘) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 溫度(°C) | 99.3 | 100.5 | 102.2 | 106 | 124 | 153 | 209 | 256 |
| 顏色代碼 (HEX) | 969090 | 929491 | acacac | C1b081 | a87f38 | 8d5923 | 5b391a | 412926 |
| 顏色 | 灰色 | 深灰色 | 灰色 | 淡橘色 | 深橘色 | 棕色 | 深棕色 | 深黑飽 和紅色 |
| 圖示顏 色 |  |  |  |  |  |  |  |  |

(2) 隨著加熱時間的增加，顏色越變越深。

(3) 沸騰後再加熱 5 分鐘時，發現溫度已經高達 124°C，而且也已經成焦黃色

【實驗二之 1】黏滯性

(1) 結果如下表:

| | | | | | | |
|--------------|---|---|---|--|---|---|
| 加熱時間 (分鐘) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 流動距離 (公分) | 40 | 26 | 15 | 3 | 不動 | 不動 |
| 圖示 |  |  |  |  |  |  |

(2) 實驗發現沸騰加熱隨著時間，糖的黏滯性越大，到第 5 分鐘時糖已經黏滯性大使糖無法流動。

(3) 分析與討論:

①綜合糖本質測試發現到，沸騰後加熱 5 分鐘中所呈現的溫度和顏色，跟文獻探討裡畫糖所建議的一樣，已經可以做畫糖了。且 5 分鐘時糖已經黏滯不動了，適合做糖吸管

②與實驗一之 3 的結果相符，沸騰後再加熱 5 分鐘適合做糖吸管。

3.研究問題三: 開發可實驗的模具。



| | |
|---|--|
|  | <p>第一代模具因為不好拆解並且可能會造成糖的受損。</p> <p>解決方式: 換成好拆的塑膠片。</p> |
|  | <p>第二代模具因為遇到熱就會往內縮，但若形成糖吸管會容易脫模。</p> <p>解決方式: 改成比較耐熱的塑膠模具。</p> |
|  | <p>第三代模具跟第一代的缺點相似，不好脫模並且可能會造成糖吸管外表的受損，但用這個模具做的成品非常完美如左。</p> |
|  | <p>於是我們又換回了第二代模具並且在內壁有加入糯米紙，但為了解決往內縮的情況，於是我們泡在冰水裡操作。但由於中間銅管不好脫模，故最後在銅管外圍也鋪上一層糯米紙，這樣糖吸管的模具慢慢成形。</p> |
|  | <p>最後要想辦法製造出跟市面上一樣長的吸管，使用了壓克力磚做出了長 20 公分直徑有 0.9 和 1.2 公分的糖吸管。</p> |

(二)、探討糖吸管之物性

1.研究問題四：添加物對吸管的影響。

【實驗四之 1】糯米粉的多寡對糖吸管形成的影響

(1) 實驗結果:如下表(不同重量的糯米粉實驗表):

| 糯米粉重量(g) | 1 | 5 | 10 | 15 |
|-------------|---|---|--|---|
| 外表 | 淺黃色 | 乳白色 | 乳白色 淡黃色 | 米白色 略黃 |
| 圖示 |  |  |  |  |
| 狀態 | 比 5、10 和 15g 的吸 管都堅硬 | 軟軟的 | 軟軟的 有點黏 | 軟軟的 很黏稠 |
| 吸管是否可成 形 | 可以成形 | 否 | 否 | 否 |

(2) 糯米粉 15、10 和 5 公克都無法與糖形成糖吸管，而變成有點像麻糬一樣黏黏的和軟軟的無法形成糖吸管。

(3) 糯米粉 1 公克剛剛好可以把糖聚集在一起，形成我們需要硬度夠的糖吸管。





(4) **分析與討論:**

①糯米粉因為有黏性，可以改善糖吸管本來脆裂又硬的狀況，但加入過多糯米粉使糖吸管無法呈現堅硬的狀態，而變成軟軟的無法變成糖吸管。

②加入糯米粉 1 公克，可改善純糖吸管硬、易脆裂的缺點。

【實驗四之 1】吉利丁粉的多寡對糖吸管形成的影響

(1) 實驗結果:如下表(吉利丁粉多寡的實驗表):

| | | | | |
|-----------|---|---|--|---|
| 吉利丁粉重量(g) | 1 | 5 | 10 | 15 |
| 外表 | 淡橘色 | 深紅色 | 深紅色 | 黃色 |
| 圖示 |  |  |  |  |
| 狀態 | 軟軟的 很黏稠 | 軟軟的 很黏稠 會黏在模具 | 軟軟的 但不黏稠 | 軟軟的 但不黏稠 |
| 吸管是否可成形 | 否 | 否 | 可 | 可 |

(2) 吉利丁粉 15 和 10 公克都可以形成糖吸管，但是屬於軟軟的吸管，目前不是我們想要的糖吸管。

(3) **分析與討論**：推測可能吉利丁粉黏性夠，但無法使糖液硬化，只能變成軟軟能成形的糖吸管。

2.研究問題五: 糖吸管的耐受性

【實驗五之 1】實驗結果:對口徑不同糖吸管側面的承受力

| | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 吸管編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 口徑(cm) 厚薄 (外徑-內徑) | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 | 1.7 |
| 最大可承受 重量 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 |

(2) 由實驗可以得知只要是糖吸管不管口徑 0.2、0.3、0.7、1、1.2、1.6 和 1.7cm，糖吸管側面都可以耐受重量至少 3000 公克以上。

(3) **分析與討論**:糖吸管的側面可以耐重到 3000 公克以上，是我們需要的糖吸管。

【實驗五之 2】測試糖吸管垂直可承受的力量

(1) 實驗結果:如下表(對口徑不同糖吸管垂直的承受力):

| 吸管編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 口徑(cm) 厚薄(外徑-內徑) | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 | 1.7 |
| 最大可承 受重量 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 | 3000 公 克以上 |

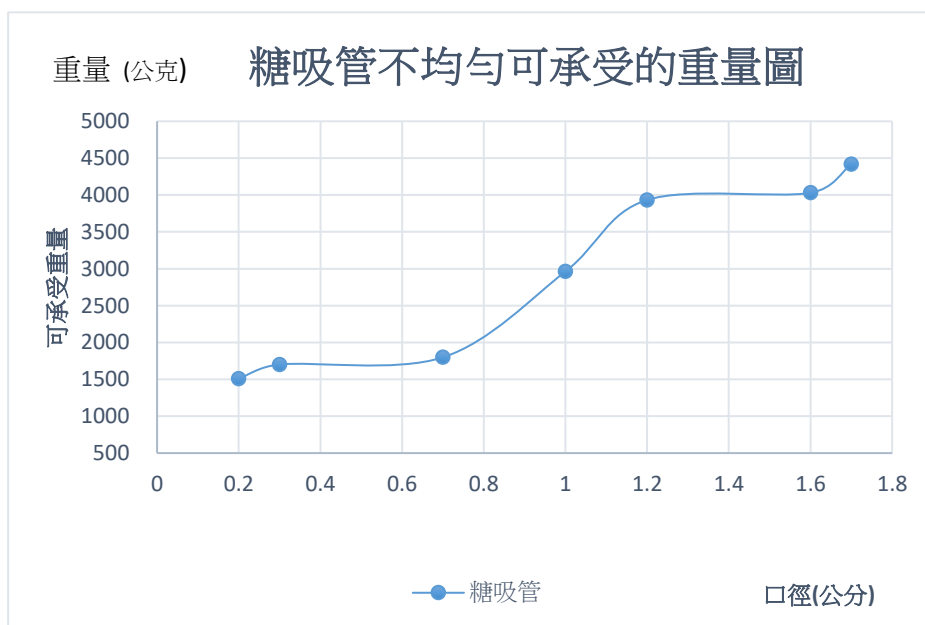
(2) 由實驗可以得知只要是糖吸管不管口徑 0.2、0.3、0.7、1、1.2、1.6 和 1.7cm 糖吸管垂直都可以耐受重量至少 3000 公克以上。

(3) **分析與討論**:推測糖吸管平均長度只有 8 公分，糖吸管的垂直面才可以耐重到 3000 公克以上，若長度變長，糖吸管有可能無法耐如此重的克數。

【實驗五之 3】:測試糖吸管不均勻可承受的力量

(1) 實驗結果:下表為糖吸管不均勻可承受的力量

| 吸管編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| 口徑(cm) 厚薄(外徑-內徑) | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 | 1.7 |
| 最大可承受重 量(公克) | 1555 | 1755 | 1855 | 3055 | 4055 | 4155 | 4555 |
| 乘以 $\cos 15^\circ =$ 垂直力量 | 1508 | 1702 | 1799 | 2963 | 3933 | 4030 | 4418 |



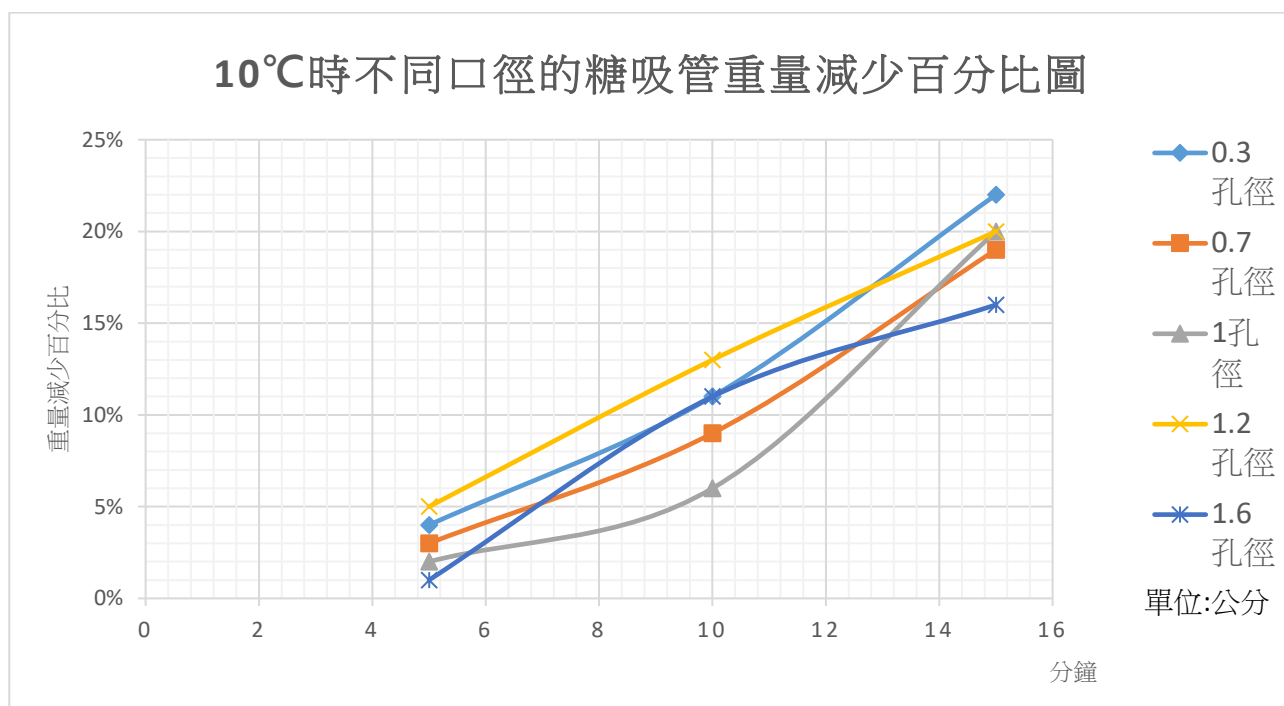
(2) 在統計上發現口徑與不均勻可承受的力量成高度正相關 $r=0.96$ ，也就是口徑越大(越厚)糖吸管不均勻可承受的力量越大。

(3) **分析與討論**:口徑越大(越厚)可以發現糖吸管所受的不均勻的重量越多。

【實驗五之 4】 口徑不同比例的糖吸管對溫度的耐受性

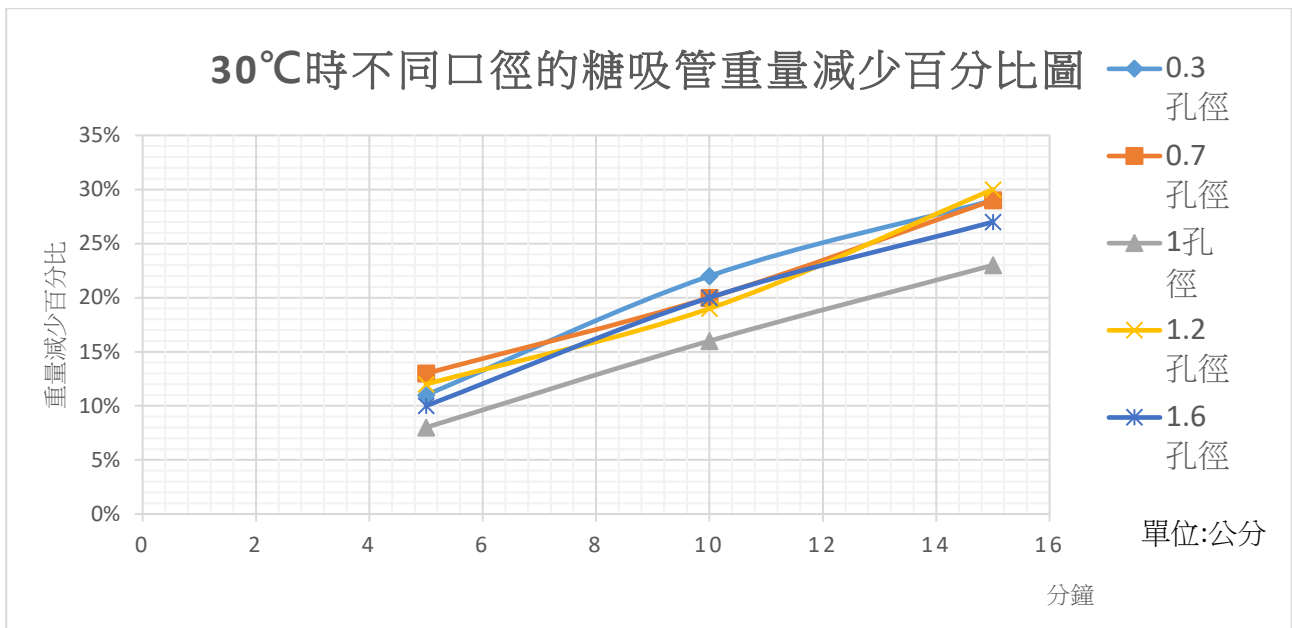
(1) 實驗結果:水溫為溫度 10 度時，不同比例的糖吸管每隔 5 分鐘的變化

| 吸管編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|-----|------|------|------|------|
| 口徑(cm) | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| 厚薄(外徑-內徑) | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| 原先重量(公克) | 5.4 | 10.8 | 14.8 | 18.4 | 31 |
| 5 分鐘重量(公克) | 5.2 | 10.5 | 14.5 | 17.5 | 30.8 |
| 10 分鐘重量(公克) | 4.8 | 9.8 | 13.9 | 16 | 27.6 |
| 15 分鐘重量(公克) | 4.2 | 8.7 | 11.9 | 14.8 | 25.9 |



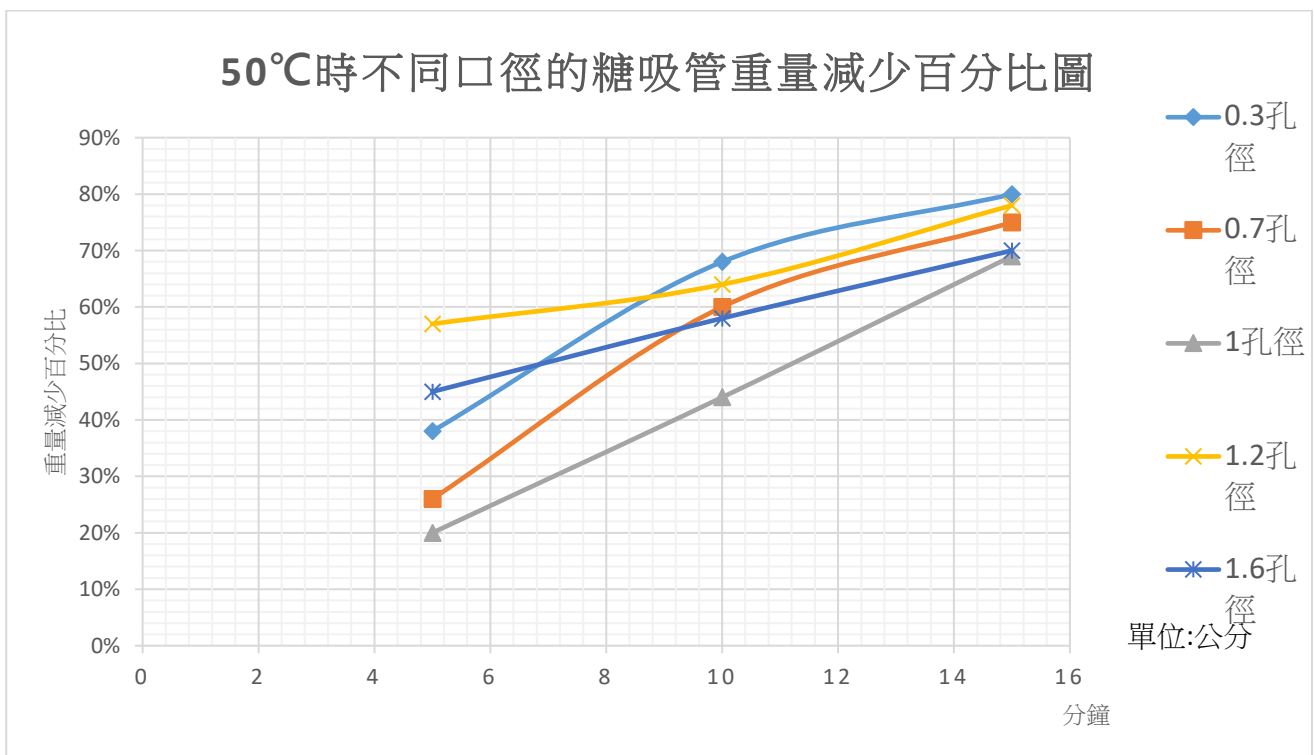
(2) 水溫為溫度 30 度時，不同比例的糖吸管每隔 5 分鐘的變化

| 吸管編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|-----|------|------|------|------|
| 口徑(cm) | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| 厚薄(外徑-內徑) | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| 原先重量(公克) | 5.5 | 10.7 | 14.6 | 18.7 | 32.1 |
| 5 分鐘重量(公克) | 4.9 | 9.3 | 13.5 | 16.9 | 28.9 |
| 10 分鐘重量(公克) | 4.3 | 8.6 | 12.2 | 15.1 | 25.6 |
| 15 分鐘重量(公克) | 3.9 | 7.6 | 11.2 | 13 | 23.5 |



(3) 水溫為溫度 50 度時，不同比例的糖吸管每隔 5 分鐘的變化

| 吸管編號 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------|-----|-----|------|------|------|
| 口徑(cm) | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| 厚薄(外徑-內徑) | 0.3 | 0.7 | 1 | 1.2 | 1.6 |
| 原先重量(公克) | 4.3 | 8.8 | 12.6 | 15.8 | 23.8 |
| 5 分鐘重量(公克) | 3.5 | 7.5 | 11.5 | 8.2 | 16.7 |
| 10 分鐘重量(公克) | 1.8 | 4.1 | 8.1 | 6.7 | 12.7 |
| 15 分鐘重量(公克) | 1.1 | 2.6 | 4.5 | 4.2 | 9.2 |



(4) **分析與討論**：

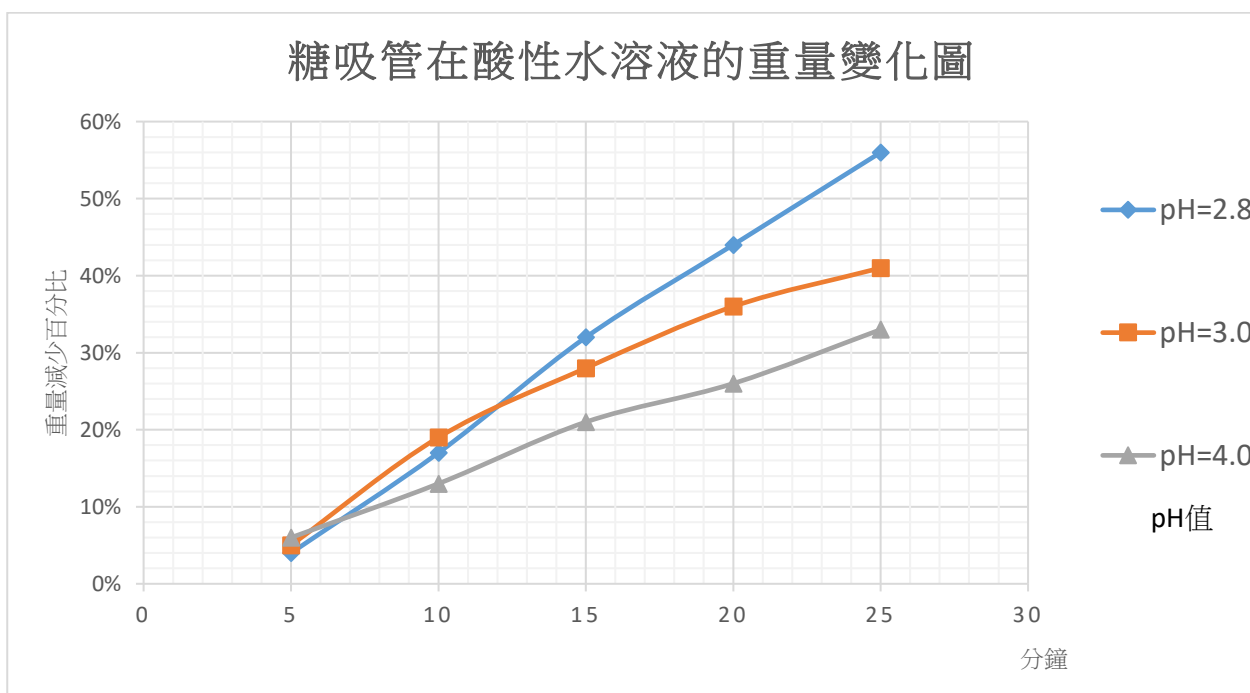
①糖吸管在 50°C 時，不論時間是 5 分、10 分和 15 分鐘，其重量減少百分比會比 10°C、30°C 高。

②糖吸管在 50°C 時，15 分鐘時糖的重量減少百分比高達 70% 以上，糖吸管在 50°C 速度會比 30°C 和 10°C 較快溶解。

【實驗五之 5】糖吸管對酸性水溶液的耐受性

(1) 實驗結果:下表為糖吸管在酸性水溶液的重量變化

| | 實驗時間(分鐘) | | | | | |
|-----------|-----------------|------|------|------|------|------|
| | 糖吸管 原來重量(公克) | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| pH=2.8 溶液 | 16.1 | 15.5 | 13.3 | 10.9 | 9.0 | 7.1 |
| pH=3.0 溶液 | 17.4 | 16.5 | 14.1 | 12.6 | 11.1 | 10.2 |
| pH=4.0 溶液 | 21.2 | 20.0 | 18.4 | 16.7 | 15.7 | 14.3 |

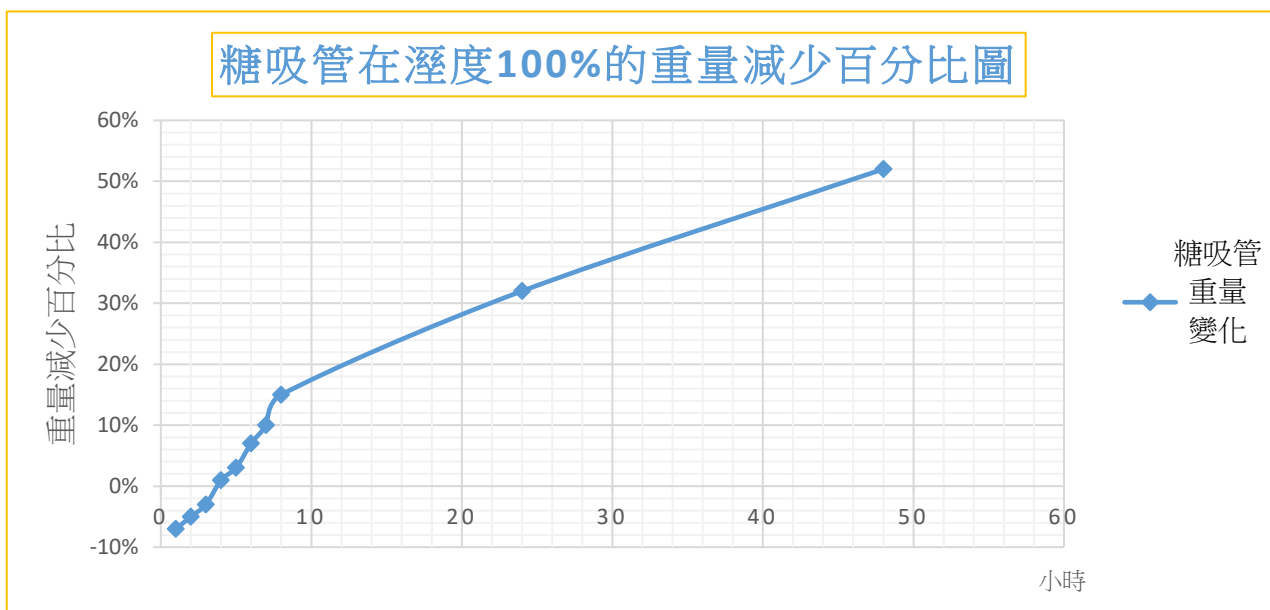


(2) 由右表的酸性水溶液的趨勢線，可以發現到 pH=2.8 比較斜，可知糖吸管在比較酸的水溶液其重量減少比較多，而且酸性水溶液越酸重量的減少越多，兩者呈高度負相關 $r=0.99$ 。

(3) **分析與討論**:糖吸管使用在酸性水溶液，其重量會隨時間減少，尤其是 pH 值越低重量減少越多，推測是糖吸管的外表和裡面吸水的內孔都會受影響。

【實驗五之 6】糖吸管對濕度的耐受性

(1) 實驗結果:下表為糖吸管在濕度 100%的環境下的重量變化



(2) 由圖可知，糖吸管於兩天時重量減少達 52%。

【實驗五之 7】測量使用糖吸管喝水會減少多少重量

(1) 實驗結果:實驗數據如下表:

| | 編號 1 中間有糯米紙 | 編號 2 中間有糯米紙 | 編號 3 中間無糯米紙 | 編號 4 中間無糯米紙 |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 糖吸管原始重量(g) | 48.4 | 46.1 | 55.8 | 44.7 |
| 糖吸管浸泡 5 分鐘後 重量(g) | 30.5 | 30 | 35.3 | 28.6 |
| 重量減少百分比 | 37% | 35% | 37% | 36% |
| 糖吸管浸泡 10 分鐘後 重量(g) | 30 | 29.7 | 29.8 | 27 |
| 重量減少百分比 | 38% | 36% | 47% | 40% |

(2) 依實驗數據可以發現到在五分鐘時，編號 1~4 糖吸管的重量減少率各是 37%、35%、37% 和 36%，可知不管內孔裡是否有糯米紙沒有都大的差異。

(3) 到 10 分鐘後發現編號 1~2 糖吸管重量減少百分比各為 2%和 1%，而編號 3~4 糖吸管重量減少率為 16%和 6%。





(4) **分析與討論**:內孔有無糯米紙在前五分鐘沒有都大差異，只有在十分鐘後才出現顯著的差異，有糯米紙的重量減少百分比會比無糯米紙的少約 5-14%。

(三)、探討糖吸管之實用性

1.研究問題六：製造出可使用的糖吸管。

【實驗六之 1】改良由吉利丁所做出來的軟吸管

(1) 實驗結果:如下表(加入洋菜粉的糖吸管的實驗表)

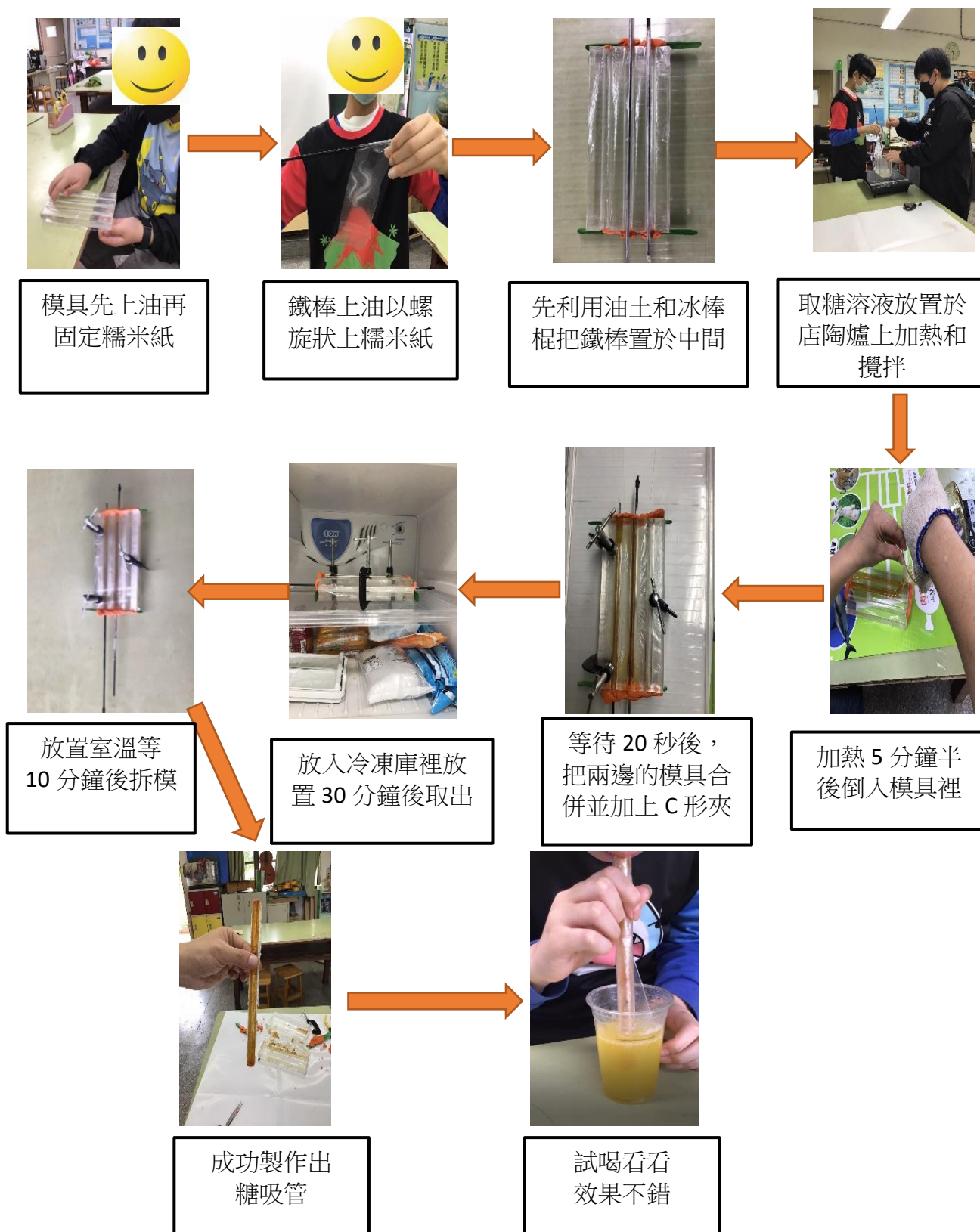
| 洋菜粉重量(公克) | 15 | 10 | 5 | 1 |
|-----------|---|---|--|---|
| 圖示 |  |  |  |  |
| 是否變硬 | 變成泥狀 非常濃稠 黏成一團 | 變成泥狀 無法加熱 開始黏成一團 | 有比泥狀好點， 但還是無法將 溶液倒入模具裡 | 有變硬 但是拆開模具時 直接分兩旁 無法形成吸管 |

(2) 此實驗時，會聞到非常難聞且有種塑膠味的味道出現，發現洋菜粉雖然會使糖溶液變硬，但太脆了，讓我們拆開模具時直接脆裂分兩旁，故添加吉利丁粉的糖吸管在加入洋菜粉，是無法形成糖吸管。

(3) **分析與討論**:洋菜粉可使糖溶液變硬，但無法形成我們要做的糖吸管。

【實驗六之 2】製作出成功糖吸管

實驗結果:糖吸管成功做出流程圖:



(2) 依照此流程做出可以使用的糖吸管，實際運用在喝飲料上，口味甜甜的，很好喝(如上圖)，也錄影起來迫不及待要跟大家分享效果如何。

2.研究問題七:糖吸管的甜度測試

(1)實驗結果:市面上飲料的甜度如下表:

| | 全糖 | 七分糖 | 半糖 | 三分糖 |
|-------|------|-----|-----|-----|
| A 家甜度 | 7 | 5.2 | 4 | 2.2 |
| B 家甜度 | 7 | 5.4 | 4.4 | 4.2 |
| C 家甜度 | 11.8 | 7 | 5.6 | 4.6 |
| D 家甜度 | 7.2 | 5.2 | 4.2 | 3.6 |

(2) 糖吸管每分鐘的甜度變化(如下表):


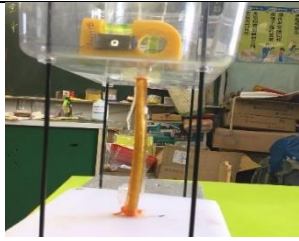


| 時間(分鐘) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--------|---|-----|---|-----|-----|
| 甜度 | 2 | 2.6 | 2 | 2.8 | 2.2 |

(3) 由實驗結果可知市面上的飲料全糖的甜度 7~11.8，七分糖甜度 5.2~7，半糖甜度 4~5.6，而三分糖甜度 2.2~4.6。

(4) 使用製造出糖吸管來使用發現 5 分鐘內，甜度的變化為 2~2.8 之間，可見我們製造出的糖吸管相當等於市面上的三分糖。

3.研究問題八:測試糖吸管的側面和垂直的承重力

(1) 實驗結果如下：

| | 側面耐重測試 | 垂直耐重測試 |
|-------|---|---|
| 實驗中圖示 |  |  |
| 可承受重量 | 3300 公克 | 855 公克 |
| 實驗後圖示 |  |  |
| 實驗後狀態 | 到 3300 公克開始變形 | 855 公克即斷裂 |

(2) 目前我們做到的糖吸管，是使用壓克力磚所製造出來的糖吸管已經達到側面力量需要 3300 公克才變形，而垂直力量需要 855 公克即斷裂。

二、研究討論:

- (一) 實驗過程中，發現脫模這過程中，非常艱難，因為糖凝固後外表會有黏黏的，故一直會殘留在模具上，導致脫模時糖吸管整個斷裂和脆裂我們一直在試各種方法例如：模具直接上油、模具上糯米紙等等，目前是在模具上油接著在表面上一層糯米紙，這樣糖吸管就容易脫模。但每次要上中間鐵棒時，需要以螺旋方式慢慢地，且此時鐵棒已經有一層油，不容易完成且時間需要很久，故目前我們想著糯米紙可不可以像塑膠一樣，遇熱直接封在鐵棒上，這樣每次做實驗就可以節省時間，且可以增加製成糖吸管成功率提高。
- (二) 添加吉利丁做成的糖吸管，經過實驗無法經由洋菜粉的添加，形成我們要的糖吸管，且發出陣陣的塑膠味，但我們還不放棄，我們還在繼續做嘗試，拿阿拉伯膠試試看，是否可以利用阿拉伯膠來變成另外一種的有點硬又有點軟的糖吸管。

伍、結論

- 一、糖是否可形成做成吸管，實驗出糖水比例為 10：9 為最佳比例，利用電陶爐加熱至沸騰，繼續加熱時間 5 分鐘，此時煮出來的糖溶液最能形成糖吸管。
- 二、糖本質測試發現，沸騰後再加熱 5 分鐘時，可發現溫度已經高達 124℃，而且也已經成焦黃色，且糖溶液黏滯性已經不動了，此時可來做成糖吸管。
- 三、模具改良方面，尋找製作吸管的模具，能耐高溫不變形，嘗試用現成的容器製作，但糖凝固後脫模又造成了糖的脆裂，改用塑膠投影片剪成適當大小捲好再試驗，雖然可以脫模，但仍不是吸管的最佳模具。再思考能耐高溫既不變形也容易打開模具的方式，改用壓克力磚鑽洞作為模具，經實驗後發現壓克力磚是目前最佳的模具。
- 四、有適當的模具之後，糖吸管的外型可塑，但緊黏在模具上無法脫離，開始試驗添加物對吸管形塑的影響，加入吉利丁粉 10 公克可以讓糖吸管有內聚力，容易脫模，變成軟軟的吸管。加入 1 公克糯米粉可以改善糖吸管過於脆裂的現象。
- 五、試驗糖吸管的側面耐重高達 3000 公克、上方耐重高達 3000 公克，均有不錯的承重力可，口徑越大的糖吸管可承受的不均勻受力越好，而不均勻受力時口徑越大可以發現糖吸管所受的不均勻的重量越多。

- 六、糖吸管在 50°C 時，不論時間是 5 分、10 分和 15 分鐘，其重量減少百分比會比 10°C、30°C 高。而糖吸管在 50°C 時，15 分鐘時，糖的重量減少百分比高達 70% 以上，糖吸管在 50°C 速度會比較快溶解，這樣糖吸管就會很快溶解且達到環保的目的，也不會污染環境。
- 七、糖吸管使用在酸性水溶液，其重量會隨時間減少，尤其是 pH 值越低重量減少百分比越多。
- 八、在濕度 100 % 環境裡第一天會快速與水蒸氣結合變成糖溶液，兩天時重量減少達 52%。
- 九、在模擬喝水實驗力，內孔有無糯米紙在前五分鐘沒有都大差異，只有在十分鐘後才出現顯著的差異，有糯米紙的重量減少百分比會比無糯米紙的少約 5-14%。
- 十、改良吉利丁粉的糖吸管，發現加上洋菜粉容易脆裂，無法變成硬硬的糖吸管。
- 十一、成功做出我們要的糖吸管，而這糖吸管使用 5 分鐘後比市面上飲料三分糖還不甜，且側面和垂直可耐重為 3300 公克和 855 公克。

陸、未來展望

- 一、我們其實一直想要使用不銹鋼模具來讓他可以商業化的生產，讓更多的人可以使用到糖吸管，想法是利用不銹鋼可以直接加熱也可以一直攪拌，吸管中間孔洞一樣使用不銹鋼鋼棒上油和一層糯米紙，當糖溶液製成時，趕快放入不銹鋼棒，此時趕快浸入冰水裡，讓它急速冷卻，此時把模具打開就可以形成一支支我們要的糖吸管。故現在我們積極地找一些製造模具的廠商試試看，目前還在尋找中。
- 二、若糖吸管製作穩定時，未來我們會試著加入不同口味，讓整支糖吸管變得有各式各樣的口味，也可試著把一些圖案呈現在糖吸管的表面，這樣你在使用糖吸管時，也在欣賞一幅美麗的畫。
- 三、糖吸管比較甜而且硬，添加吉利丁的糖吸管比較軟嫩可以適應不同形狀的容器，這兩者各有所長，我們可以依據需要發展出不同的用具，不僅美觀可食用又不會對地球造成污染。將來可以用糖漿倒入不同的模具內，讓糖的造型不一定是吸管，例如湯匙，在吃布丁的時候就可以試試看糖湯匙用起來的感覺。

柒、參考資料

- 一、柯惠文(民 105)。傳統民俗技藝文創商品開發 -以畫糖為例。東方設計學院文化創意設計研究所碩士論文。
- 二、吳承哲、呂翊瑒、嚴子杭、張博軒、魏辰翰、駱鼎鈞(2019)。洋洋得益--以洋菜冷凍鍍膜製作防水紙吸管。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 三、林以真、林穎詩、張凱越(2019)。擋不住的「吸」飲力-新型吸管之研發。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 四、林恩慈、廖妘柔(2021)。「環」給地球新「吸」望---環保吸管的製作與探討。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 五、方奕、邱翔澤、林俊維、李奕德、陳信叡(2019)。神奇的糯米紙。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 六、張宇賢、張語涵(2021)。富麗「糖」皇~糖的黏性探討。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 七、高銘笙、唐祥恩、利宗翰、馬順恩(2019)。吸管也能吃？環保又健康的吸管豆渣可食吸管的製作。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 八、陳品璇、王安、黃恩宇、蕭季夫、潘為歆、范書維(2019)。「麥」出減塑新「吸」望。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 九、維基百科。三角函數定義。<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%A4%98%E5%BC%A6>。
- 十、豐食公益飲食文化教育基金會。洋菜粉、吉利 T 粉和吉利丁粉(片)有什麼不同？
<https://www.fullfoods.org/news/%E6%B4%8B%E8%8F%9C%E7%B2%89%E3%80%81%E5%90%89%E5%88%A9%E7%B2%89%E5%92%8C%E5%90%89%E5%88%A9%E4%B8%81%E7%B2%89%E7%89%87%E6%9C%89%E4%BB%80%E9%BA%BC%E4%B8%8D%E5%90%8C%EF%BC%9F/>。

【評語】 082901

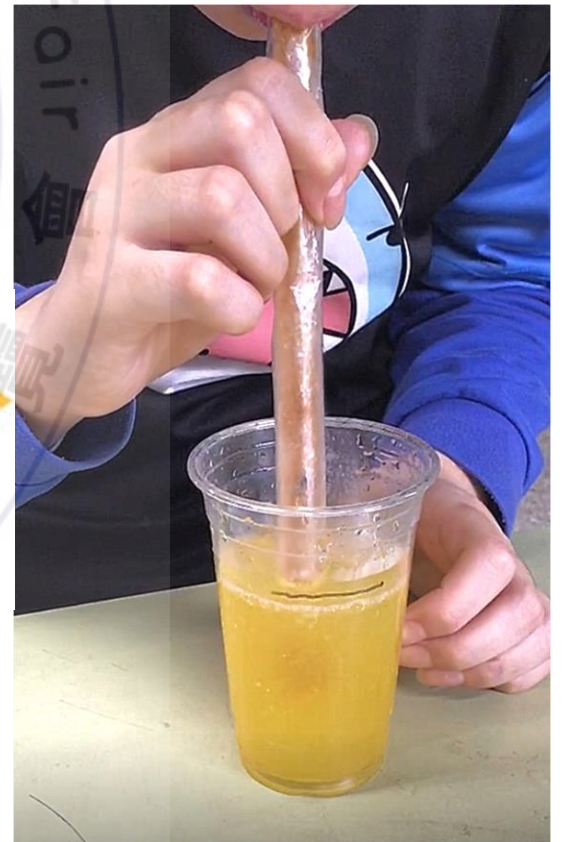
本研究利用糖來自製吸管有創意，並自製耐重、濕度、流水儀器來測量結果。近年來環境保護意識抬頭，題材新穎，減塑理念頗值得嘉許，研究架構性完整，模具研發修正歷程嚴謹。建議科展日誌標註日期及實驗主題，方便對照實驗報告內容。糖吸管使用時仍受限常溫以上的飲品會有溶解的問題，偏向於冰品使用、糖吸管也可能改變飲料本身的風味、無法攝取甜分的人無法使用糖吸管或是糖吸管的成品保存須於冷藏或冷凍，而影響其原本設計的實用性，建議可再發展其他配方使之不易快速溶解與釋放又能有良好保存的糖吸管。

作品簡報

登『糖』入『食』~~

探討糖製作形成吸管的可行性

- 科 別：生活與應用科學科(二)
- 組 別：國小組
- 編 號：



研究動機與目的

• 一、研究動機

曾經在老街看過吹糖，留下很深的印象。有次在新聞中看到鳥巢竟然以塑膠吸管當材料組成，這些飛禽類可能把塑膠吸管吃到肚子導致它們生病死亡。因為塑膠經過 1 百年後仍然不會被分解，這樣會讓大自然面臨極大的污染。

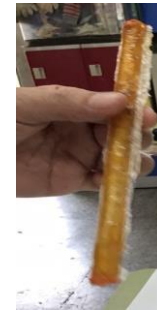


吹糖



糖
吸
管

?



• 二、研究目的

探討糖吸管形成之
可行性

探討糖吸管之
物性

探討糖吸管之
實用性

研究流程



研究結果與討論

一、探討糖吸管形成之可行性

1-1 研究問題一：糖是否可以做成吸管









- 形成糖吸管的定義：形成糖吸管時表示可以塑型且放置兩天後形狀不會改變。

| | 白糖 | 紅糖 | 麥芽糖 |
|---------|--|---|---|
| 圖示 |  |  |  |
| 狀態 | 摸起來堅硬的 可以形成糖吸管 | 摸起來堅硬但容易脆裂 無法形成糖吸管 | 軟軟的 無法形成糖吸管 |
| 可否形成糖吸管 | 可以 | 否 | 否 |

小結：**白糖**適合來做實驗，**糖水比例10：9**為最佳比例，
可煮成**濃稠**的糖溶液且可形成**糖吸管**。




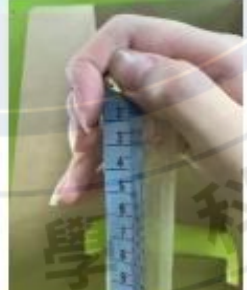


1-2研究問題二：糖本質測試

顏色變化

| | | | | | | | | |
|---------------|---|---|--|---|---|---|---|---|
| 加熱時間 (分鐘) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 溫度(°C) | 99.3 | 100.5 | 102.2 | 106 | 124 | 153 | 209 | 256 |
| 顏色代碼 (HEX) | 969090 | 929491 | acacac | C1b081 | a87f38 | 8d5923 | 5b391a | 412926 |
| 顏色 | 灰色 | 深灰色 | 灰色 | 淡橘色 | 深橘色 | 棕色 | 深棕色 | 深黑飽和紅色 |
| 圖示顏色 |  |  |  |  |  |  |  |  |

小結：
沸騰後
再加熱5分鐘，
溫度高達
124°C，已經
成焦黃色。

黏滯性

| | | | | | | |
|--------------|---|---|--|---|---|---|
| 加熱時間 (分鐘) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 流動距離 (公分) | 40 | 26 | 15 | 3 | 不動 | 不動 |
| 圖示 |  |  |  |  |  |  |

小結：
我們選擇沸
騰後，
再加熱5分鐘
來做糖吸管。

1-3研究問題三:開發可實驗的模具



第一代模具
拆解時會破壞
糖吸管



第二代模具
不耐熱



第三代模具
不好脫模



第四代模具
不好操作



第五代模具
耐高溫、
可以重複使用、
方便脫模、拆解
不會破壞糖吸管

二、探討糖吸管之物性

2-1 研究問題四：添加物對吸管的影響

實驗四之1：糯米粉的多寡對糖吸管形成的影響

| 糯米粉重量 (g) | 1 | 5 | 10 | 15 |
|-----------|---|---|--|---|
| 外表 | 淺黃色 | 乳白色 | 乳白色 淡黃色 | 米白色 略黃 |
| 圖示 |  |  |  |  |
| 狀態 | 比5、10和15g的吸管都還堅硬 | 軟軟的 | 軟軟的，有點黏。 | 軟軟的，很黏稠。 |
| 吸管是否可成形 | 可以成形 | 否 | 否 | 否 |

小結：**糯米粉1公克**剛好可把糖聚集在一起，形成硬度夠的糖吸管。

實驗四之2：吉利丁粉的多寡對糖吸管形成的影響

| 吉利丁粉重量(g) | 1 | 5 | 10 | 15 |
|-----------|---|---|---|---|
| 外表 | 淡橘色 | 深紅色 | 深紅色 | 黃色 |
| 圖示 |  |  |  |  |
| 狀態 | 軟軟的 很黏稠 | 軟軟的 很黏稠 會黏在模具上 | 軟軟的 但不黏稠 | 軟軟的 但不黏稠 |
| 吸管是否可成形 | 否 | 否 | 可 | 可 |

小結：推測可能**吉利丁粉黏性夠**，但無法使糖液硬化，只能變成**軟軟**能成形的糖吸管。

2-2 研究問題五：糖吸管的耐受性

實驗五之1：

口徑不同的糖吸管對**重量的耐受性**

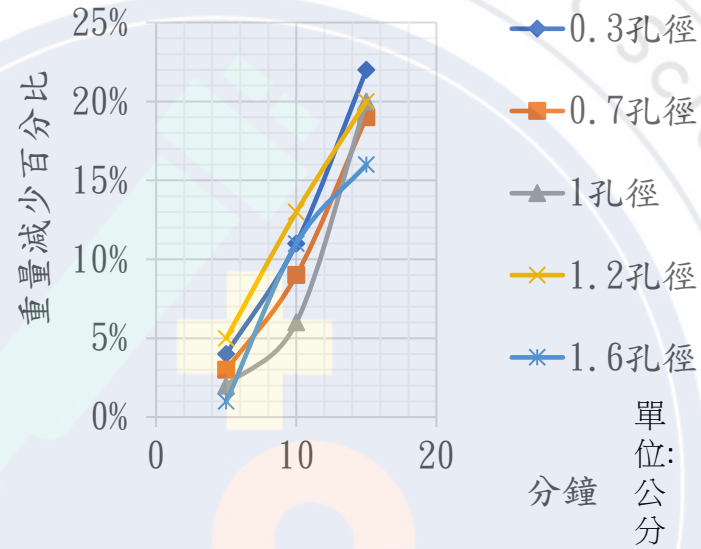
側面、垂直耐重**高達3000公克**



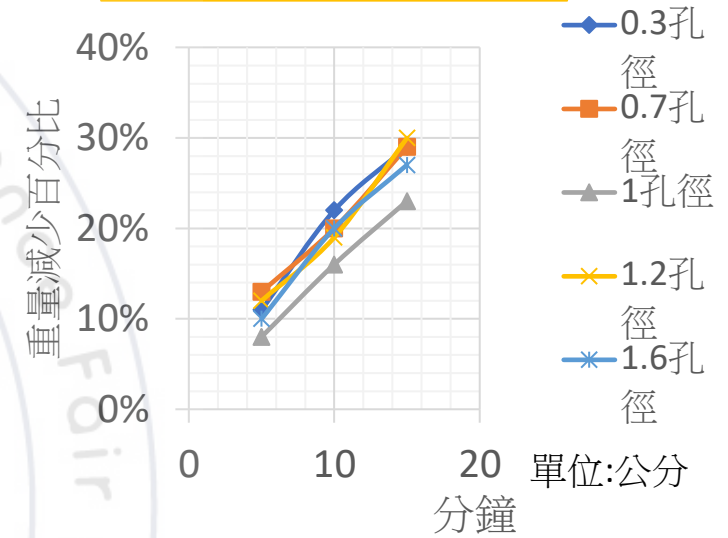
小結：口徑越大可以發現糖吸管所受的不均勻的重量越多。

實驗五之2：口徑不同比例的糖吸管對**溫度**的耐受性

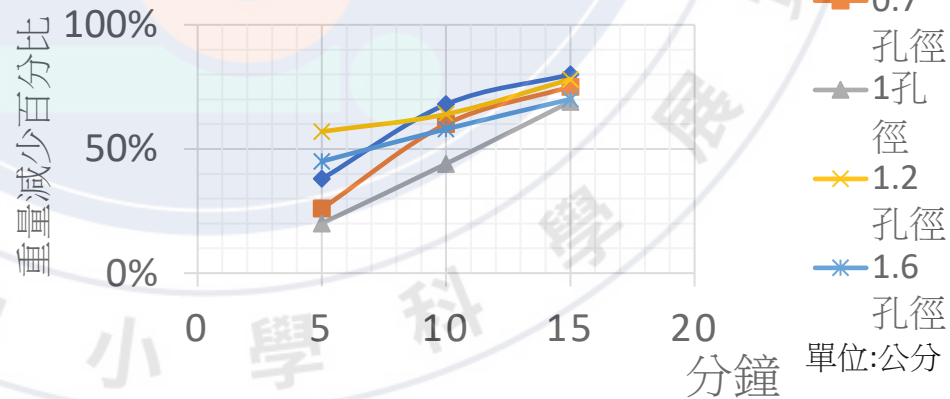
10°C時不同口徑的糖吸管重量減少百分比圖



30°C時不同口徑的糖吸管重量減少百分比圖



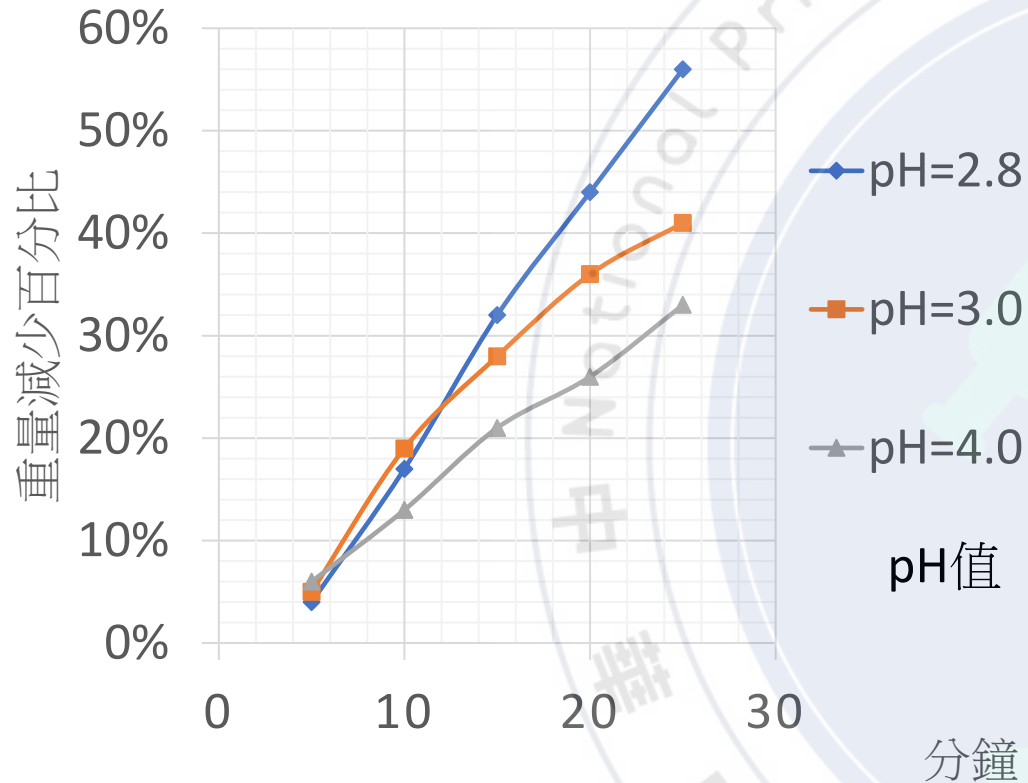
50°C時不同口徑的糖吸管重量減少百分比圖



小結：糖吸管在50°C時，**15分鐘**時糖的重量減少**高達70%以上**。

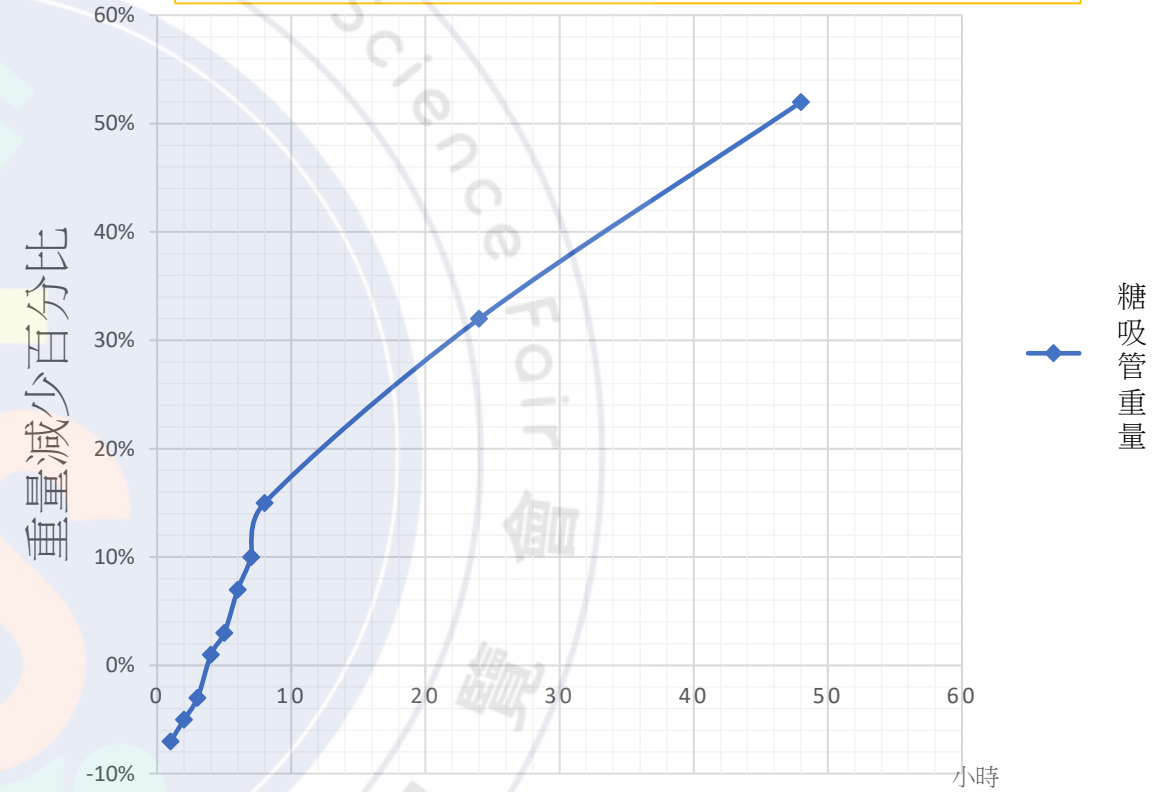
實驗五之3：糖吸管對酸性水溶液的耐受性

糖吸管在酸性水溶液的重量變化圖



實驗五之4：糖吸管對濕度的耐受性

糖吸管在溼度100%的重量減少百分比圖



小結：糖吸管使用在**酸性水溶液**，其重量會隨時間減少，尤其是**pH值越低重量減少越多**。

小結：糖吸管於兩天時**重量減少達52%**。





實驗五之5：模擬使用糖吸管喝水的情況

三、探討糖吸管之實用性

3-1 研究問題六：製造出可使用的糖吸管

實驗六之1：改良由吉利丁所做出來的軟吸管

| | 編號1 中間 有糯米紙 | 編號2 中間 有糯米紙 | 編號3 中間 無糯米紙 | 編號4 中間 無糯米紙 |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 糖吸管 原始重量(g) | 48.4 | 46.1 | 55.8 | 44.7 |
| 糖吸管 浸泡5分鐘後 重量(g) | 30.5 | 30 | 35.3 | 28.6 |
| 重量減少百分 比 | 37% | 35% | 37% | 36% |
| 糖吸管 浸泡10分鐘後 重量(g) | 30 | 29.7 | 29.8 | 27 |
| 重量減少百分 比 | 38% | 36% | 47% | 40% |

| 洋菜粉重量(公克) | 1 | 5 | 10 | 15 |
|-----------|---|---|---|---|
| 圖示 |  |  |  |  |
| 是否變硬 | 有變硬 但是拆開模具時 直接分兩旁 無法形成吸管 | 有比泥狀好點， 但還是無法將 溶液倒入模具裡 | 變成泥狀 無法加熱 開始黏成一團 | 變成泥狀 非常濃稠 黏成一團 |

小結：中間有無糯米紙在前五分鐘沒有差異，在十分鐘後才出現顯著的差異。
有糯米紙會比無糯米紙的少約5-14%。

小結：**洋菜粉可使糖溶液變硬，但無法形成糖吸管。**

3-2 研究問題七：甜度測試

| | | | | | |
|--------|---|-----|---|-----|-----|
| 時間(分鐘) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 甜度 | 2 | 2.6 | 2 | 2.8 | 2.2 |

小結：5分鐘內，甜度的變化為2~2.8，相當於市面上的三分糖。

(市售飲料全糖的甜度7~11.8，七分糖5.2~7，半糖4~5.6，三分糖2.2~4.6)。

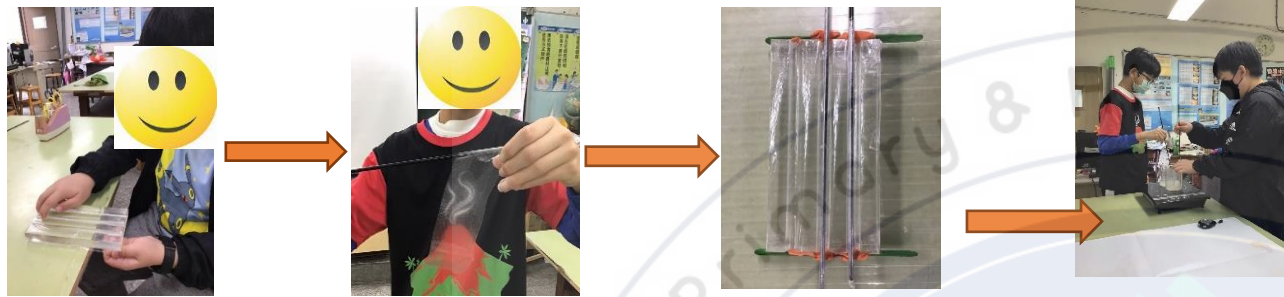
3-3 研究問題八：

測試吸管的側面和垂直的承重力

變形

側面300公克

垂直855公克



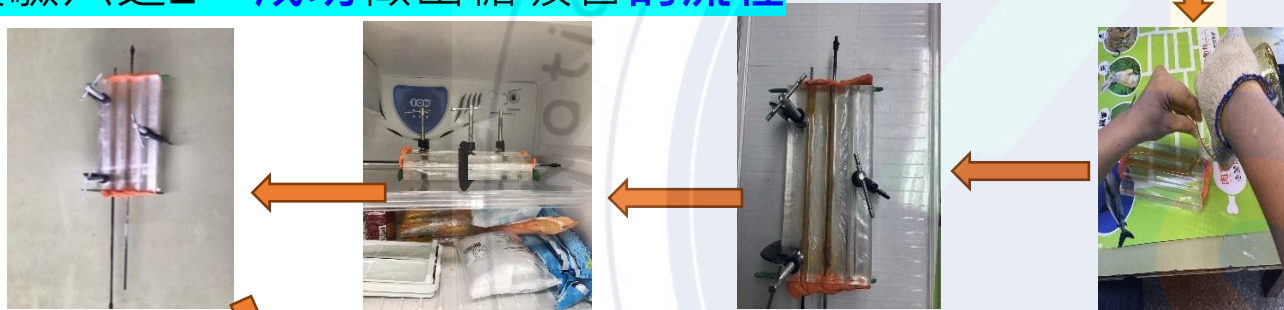
模具先上油再固定糯米紙

鐵棒上油以螺旋狀上糯米紙

先利用油土和冰棒棍把鐵棒置於中間

取糖溶液放置於電陶爐上加熱和攪拌

實驗六之2：成功做出糖吸管的流程

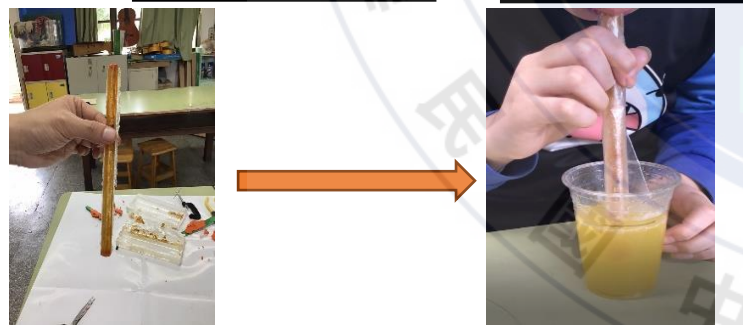


加熱5分鐘半後倒入模具裡

等待20秒後，把兩邊的模具合併並加上C形夾

放入冷凍庫裡放置30分鐘後取出

放置室溫等10分鐘後拆模



成功製作出糖吸管

試喝看看效果不錯

結論

糖水比例(10:9) 、 加添加物(糯米粉1g)



控制時間(5分30秒) 、 使用壓克力模具

耐受性好、
相當於
市面上飲料
三分糖的

糖吸管

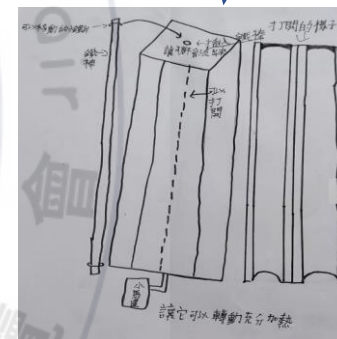
未來展望



糖湯匙



DIY糖吸管



不鏽鋼模具

參考資料

- 一. 柯惠文(民105)。傳統民俗技藝文創商品開發 -以畫糖為例。東方設計學院文化創意設計研究所碩士論文。
- 二. 林恩慈、廖妘柔(2021)。「環」給地球新「吸」望---環保吸管的製作與探討。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 三. 張宇賢、張語涵(2021)。富麗「糖」皇~糖的黏性探討。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書。