

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科(二)

082907

「海」底「氣」蠟龜~生物可分解的吸管之探究

學校名稱：新竹市北區舊社國民小學

| | |
|---|------------------|
| 作者： 小六 劉佩辰 小五 陳品君 小五 吳甄蓁 小五 孫維謙 | 指導老師： 李翊婕 |
|---|------------------|

關鍵詞：海藻酸鈉、交聯作用、吸管

摘要

本研究利用海藻酸鈉和氯化鈣的交互作用，做出可分解的吸管，並改良一台吸管製造機。添加不同材料製作吸管，成功做出很像塑膠的海藻膠吸管，遇到酸鹼溶液會變色的紫高菜、蝶豆花吸管。影響吸管成形速度是氯化鈣的濃度和浸泡時間，以氯化鈣25%浸泡16分鐘最快，海藻膠的最佳比例為2%。製作吸管以沾取法10秒最快，做出來的吸管必須建立在支撐物上。腐化實驗以海藻膠紙吸管1.74g最好，因海藻膠薄膜分解較快，海藻膠吸管1.4g其次，吸管泡水實驗，因為水中沒有微生物，吸管不會被分解。吸管乾燥方式以除濕機效果較好，烘乾吸管的溫度以20度較不容易變形。使用UV光消毒，成功讓菌落數由45個降低成0個。成本估算上海藻膠吸管一枝約0.8元，使用沾取法更便宜。

壹、研究動機

五年級在一次校外教學的時候，曾經到過一個學校，那裡有提供利用海藻酸鈉和乳酸鈣做成的晶球實驗，因為操作時間只有 5 分鐘，我們意猶未盡，回家後我們買了很多材料來做實驗，但卻不知道如何下手，只能做簡單晶球。後來進行科展主題探索，找了很多資料，發現海藻酸鈉和氯化鈣原來可以做成很像塑膠的東西，可以取代塑膠，在好奇心的驅使下，我們展開了這一段吸管之旅。

塑膠的成本便宜到可以忽略，加上耐用與多功能的特性，讓它在現代人的生活中無所不在，又難以擺脫，而形成一大環保災難。每年，在掩埋場、焚化爐和流出到海洋中的塑膠垃圾，多達 3.54 億噸，想減量很難，也阻礙減碳目標達成，也殘害很多海洋生物。例如海龜與吸管的影片，看了讓人難過，如果吸管可以消失的話，一定很棒。

原本我們想做可食用的水球 Ooho，以海藻膠膜取代塑膠製作而成的水瓶，利用海藻酸鈉和氯化鈣製成外層的膜包住飲用水，能減少垃圾量，但是發現吃到肚子裡可能會有食安的問題，並且吃起來也怪怪的，如果做成用品可能較安全，碰巧學校紛紛開始宣導禁用一次用塑膠製品。但是隨身攜帶吸管可能不太方便，並且有洗不乾淨、鐵吸管生鏽等其他問題呢？鋁箔包所附吸管、「珍珠奶茶」的吸管，如果沒有吸管會很不方便喝？假如能做出可以被土壤生物分解、吃掉的吸管，價格也不貴，那一定很棒！



海龜鼻孔夾出 10 公分吸管

參考課程自然五上第三單元水溶液，六下第一單元簡單的機械，第二單元微生物與食品保存，第三單元生物與環境。

貳、研究目的

本研究的主要目的是做出微生物可分解的吸管，實驗並探討下面的條件：

- 一、添加不同材料製作海藻膠吸管
- 二、海藻酸鈉和氯化鈣的最佳比例
- 三、各種可分解吸管的製作方式
- 四、吸管實用性之測試
- 五、吸管機器之設計與製作

參、研究設備及器材

一、工具：

冰箱、燒杯、試管、試管架、塑膠杯、電子秤、小湯匙、大湯匙、攪拌棒、玻璃棒、自製測壓力器材、小碟子、箱子、尺、廣用試紙、大中小塑膠盤、大中小針筒、長尾夾、砂紙、水盤、水盆、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網、打火機、濾網、焊槍、標籤紙、美工刀、剪刀、水果刀、鑷子、保特瓶、滴管、大小玻璃棒、各種不同長短大小的吸管、大小量筒、橡皮塞、砝碼組、木頭、鐵鎚、水管、夾鏈袋、鋼盆、量杯、量匙、塑膠桶、熱熔膠槍、塑膠片、木工T型尺、電子尺、三角玻璃棒。

二、材料：

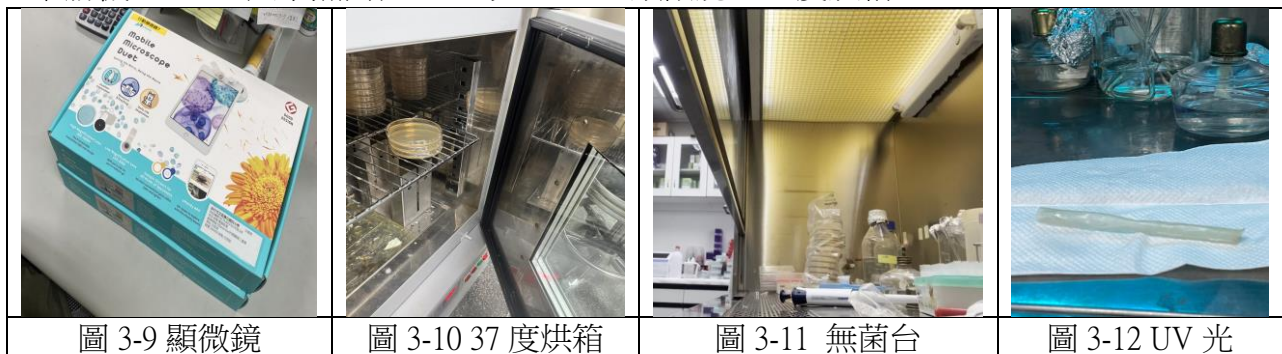
海藻酸鈉(食用級)(Taiwan)、氯化鈣(食用級)以及氯化鈣(一般測試用)、乳酸鈣。

咖啡渣、乾燥玉米殼、乾燥牛蒡皮、檸檬皮、紫高菜、薑黃粉、蝶豆花、鳳梨、紅茶、綠茶、番薯、LB 培養基。



三、設備：

測溫計、電子秤、果汁機、均勻機、蔬果烘乾機、飲水機、除濕機、電風扇、電鍋、手動灌腸機、iPad、大學無菌台、UV 光、iPAD 顯微鏡、37 度烘箱。



肆、研究過程或方法

一、參考文獻資料

(一) 海藻酸鈉簡介：

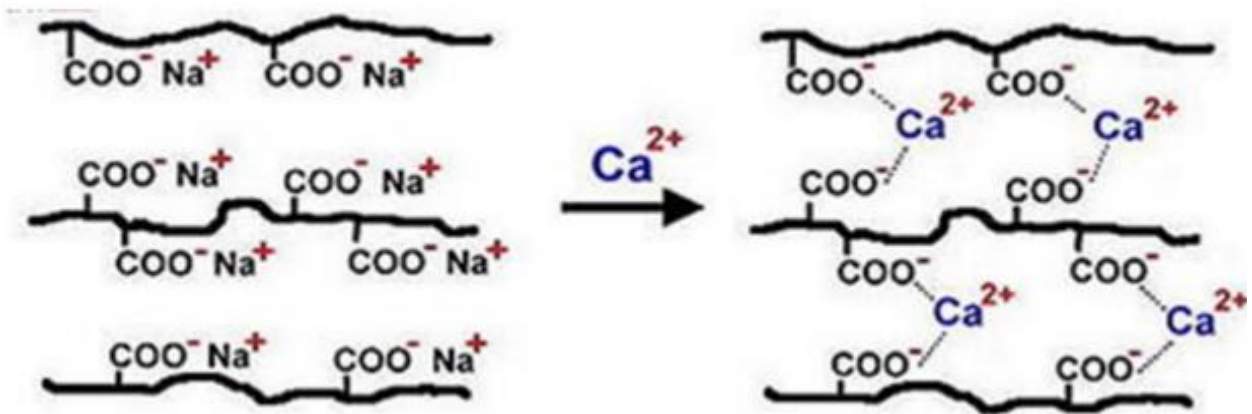
海藻酸鈉又稱為海藻膠、褐藻膠或藻膠化學式為 $C_6H_7O_6Na$ ，是存在於海洋褐藻細胞壁中的天然植物多醣，如海帶、馬尾藻、泡葉藻、巨藻等皆為海藻酸鈉主要來源。

海藻酸鈉為 β -D-甘露糖醛酸(M)及 α -L-古洛糖醛酸(G)兩種醣類單體聚合而成，以M-M，G-G 或 M-G 三種組合方式(圖一)，透過 α -1,4 糖苷鍵形成的線性多醣。

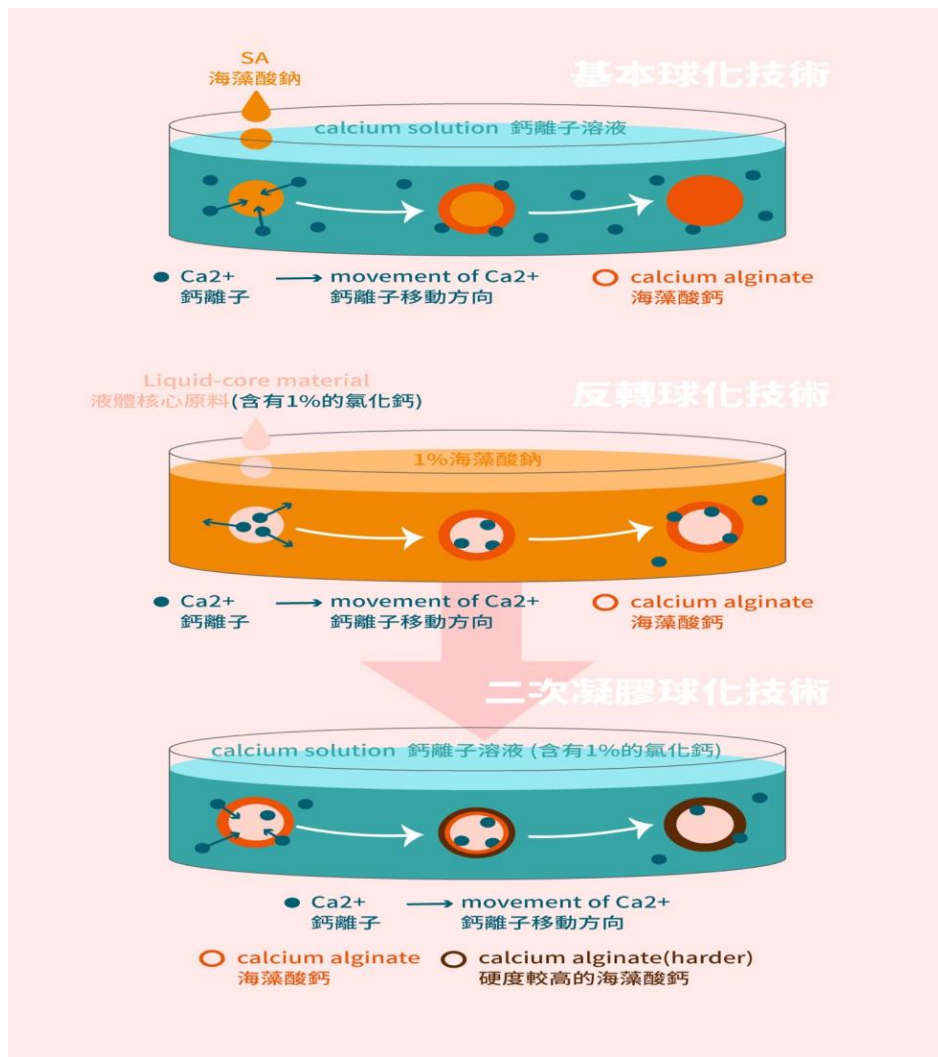
類。海藻膠是一種安全的食品添加物，作為增稠劑、穩定劑、保水劑及抗凍劑等。此種天然多醣除了作為食品添加劑，也廣泛應用於醫藥、紡織、印染、造紙、日用化工等產品。

(二) 凝膠原理：

海藻酸鈉因為有海藻酸和鈉離子所組成的特殊結構，如果把海藻膠放大來看，會發現海藻膠有很多的手，它可以抓住鈉離子形成一個特殊結構，但當海藻膠碰到含鈣的溶液水中的鈣就會像一條線把海藻膠和海藻膠的手連接在一起，最後就會形成一張大網子，這個網子就是海藻膠晶球外面的那層薄膜。



海藻膠凝膠原理



泛科學從炫技料理到可食用水球：食品科學中的晶球技術 原圖參考資料Tsai et al2017

(三)名詞解釋:

| 名稱 | 特性 | 用途 |
|-----|--|---|
| 海藻膠 | 褐藻膠，是由海帶中提取的天然多糖碳水化合物。海藻膠（Sodium Alginate）是提煉自褐藻的化學物質。 | 用途相當廣泛，可應用於食品、醫藥、紡織、造紙，經常做為增稠劑、穩定劑、粘合劑。 |
| 氯化鈣 | 由氯和鈣構成，化學式為 CaCl ₂ ，是典型的離子型鹵化物。其在室溫下為白色固體，水溶液呈中性。 | 製冷設備所用的鹽水、道路融冰劑和乾燥劑等。由於在空氣中易吸水潮解，無水氯化鈣應在容器中密封儲藏。氯化鈣及其水合物和溶液在食品製造、建築材料、醫學和生物學等多個領域均有重要的應用價值。 |
| 褐藻 | 褐藻是屬較高等的多細胞藻類，屬真核細胞生物，有 1,500 種左右，主要分佈於大陸附近的水域，則淡水種罕見。 | 褐藻經由多年的研究，已經被證實具有抑制癌細胞、活化免疫、抑制血管新生、抗發炎、調節血糖等功能，具有作為輔助癌症及糖尿病等慢性病治療的潛力。 |
| 增稠劑 | 是指用於提高產品的黏度或稠度的一類新型功能高分子材料，具有增稠明顯、使用方便等特點。 | 被廣泛地應用於製藥、印染、化妝品、食品、採油、造紙、皮革加工等行業中。 |

| | | |
|--------|---|---|
| 咖啡渣 | 咖啡渣具有親油疏水的特性，可用來做為環保疏水原料，針對咖啡渣疏水角度進行測試，結果顯示疏水角測試發霉的咖啡渣角度最大，疏水角度可到 143 度。 | 咖啡渣用途：植物肥料堆肥、驅蟲、清除寵物身上的跳蚤、鞋櫃除臭、清潔廚具身體磨砂去頭皮、保持頭皮健康、去黑眼圈、醃肉、天然染料、掩蓋傢俱表面刮痕。 |
| 紅茶渣 | 將喝剩下的茶葉渣曬乾裝入紗布袋裡，放在冰箱內，可祛除魚、肉類食物散發出來的腥味。放在廚房裡，可消除烹飪產生的氣味。放在廁所裡，可消除臭味；放在衣櫃裡，可除去附在衣服上的香煙味。放在鞋中，可消除鞋內的潮濕和臭味。 | 燃燒殘茶能除臭、驅蚊、以茶葉渣清除烤箱臭味焦垢、用晾乾的茶葉渣作枕頭心，可清腦明目、令眼睛鬆弛、止牙血、寵物鎮靜劑、茶葉能除蒜臭味、茶葉能治療燙傷。 |
| 檸檬皮 | 檸檬皮具有收斂和抗菌的特性，有助於清潔毛孔、去除黑頭和過多的油脂。 | 排毒檸檬茶、自製調味油 使用檸檬調味油、自製空氣清新劑、自製肘部和腳後跟的保濕劑、美白指甲、改善黑頭粉刺。 |
| 牛蒡皮 | 降血糖、血脂、穩定情緒 營養價值最完整的特性。 | 腸道環保作用、抗氧化能力強、抗發炎作用、保護胃的作用。 |
| 紫色高麗菜 | 紫色高麗菜是十字花科，它含有更高的維生素 C、鉀、銅、花青素含量，可具備較好的防水腫、控血壓能力，保護視力、幫助抗老、預防疾病。搭配不同風味冷壓初榨的新鮮好油，除了油脂本身的不同的營養及風味，還能讓脂溶性營養素更容易吸收。 | 1.紫色高麗菜汁顏色不變（紫色），溶液是中性。2.紫色高麗菜汁顏色藍色或綠色，溶液是鹼性。3.紫色高麗菜汁顏色偏紅色，溶液是酸性。 |
| 蝶豆花 | 蝶豆可以拿來增強記憶力、治療焦慮、憂鬱和作為鎮靜劑。 | 蝶豆花茶中的花青素受到酸鹼影響時，花青素的結構會跟著改變，在酸性條件（pH 值小於 7）時，花青素會隨著酸性的增強逐漸轉變為桃紅色；而在中性（pH 值=7）條件下，顏色則會偏向藍色，當蝶豆花茶加入酸性的檸檬汁時，顏色就會從藍紫色轉變為紫紅色。 |
| 黑豆 | 黑豆具有高蛋白、低熱量的特性。 | 黑豆等浸泡液對酸鹼溶液的反應顏色變化極為明顯，非常適合作為酸鹼指示劑。 |
| 薑黃粉 | 具有很強的抗氧化、抗發炎功效。 | 天然色素被用到食品工業中。它對還原劑穩定，著色力強，不易褪色，但對光、熱和鐵離子敏感。也用作酸鹼指示劑，pH 7.8（黃）- 9.2（紅棕）。 |
| LB 培養基 | Luria-Bertani 培養基是微生物學實驗中最常用的營養性培養基。 | 用於培養大腸桿菌等細菌，分為液態培養基和加入瓊脂製成的固態培養基。加入抗生素的 LB 培養基可用於篩選以大腸桿菌為宿主的選殖。 |

(四)市面上的吸管很多，我們簡單整理出常見到的吸管比較表：

| 吸管材質 | 優點 | 缺點 |
|-------|---|------------------------|
| 塑膠吸管 | 原生塑膠太便宜、加工容易、實用性高，不易變形 | 不耐高溫、破壞環境生態 |
| 矽膠吸管 | 材質柔軟適合小朋友、耐摔、可耐熱達 220 度 | 易卡菌、卡垢、卡味、不易清洗、不耐酸鹼 |
| 紙吸管 | 取得容易，較為環保，一次性耗材 | 不耐高溫，長時間浸泡會吸收水分軟化、爛掉 |
| 不鏽鋼吸管 | 耐高溫、可重複使用、堅固耐摔、不發霉 | 容易生鏽，不易清潔 |
| 玻璃吸管 | 透明、可看到內部、耐酸鹼、不易滋生細菌、耐高溫 | 重量比較重、易卡油、易碎、耗損率高，取得不易 |
| 餅乾吸管 | 可創造飲料新鮮感 | 不耐用，易爛，成本高 |
| 純鈦吸管 | 二氧化鈦抗菌最安全、不發霉、不生鏽、不易殘留味道、不卡油、重量輕盈、耐酸鹼、耐高溫 | 製作技術難度很高 |

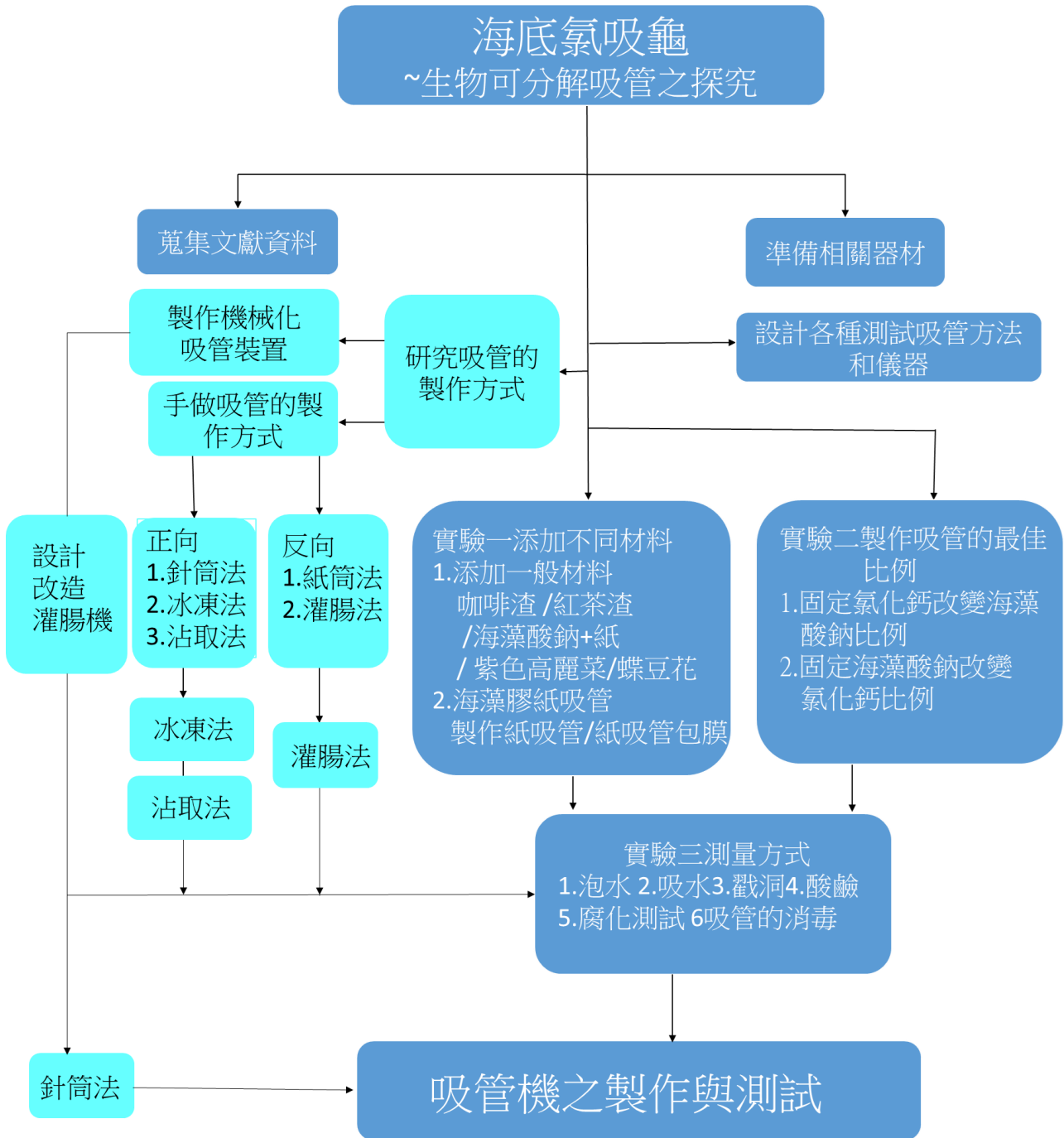
(五)質量百分濃度又稱重量百分濃度，是以百分比來表示混合物中某成分濃度的方法

| 名詞說明 | 公式說明 | 重量百分濃度計算器 |
|---|---|---|
| 也稱質量百分濃度，指溶質的質量/重量百分濃度。也表示為每 100 克溶液中所含的溶質克數。 | 溶質重量除以溶劑與溶質總重量之百分比值。 公式:溶質重量/(溶質重量+溶劑重量) 例：將 10g 的糖(溶質)溶於 90g 的水(溶劑)，求糖水的重量百分率濃度 (%)? | <p>輸入溶質重量(g)、溶劑重量(g) 自動計算重量百分率濃度(%) 將 10g 的糖(溶質)溶於 90g 的水(溶劑)，求糖水的重量百分率濃度 (%)? 溶質重量 (g) 10 10g 溶劑重量 (g) 90 90g 重量百分率濃度 (%) 10 10%</p> |

(六)原來名稱和文中的簡稱

| 原來名稱 | 簡稱 |
|---------|-------------|
| 海藻酸鈉水溶液 | 海藻膠 |
| 紙加海藻膠吸管 | 海藻膠紙吸管、海紙吸管 |
| 紫色高麗菜吸管 | 紫高菜吸管 |

二、研究流程



(一) 吸管機器之設計與改良

研究設計及找尋吸管機械化的製作方式：

1. 參考文獻資料先構想及設計機器的雛形。
2. 找到壓麵機和灌腸機，以灌腸機最適當。
3. 設計改良灌腸機。

改良一：

1. 製作測試吸管以及改良底座。
2. 利用斜面增加流速。
3. 製作彎管方便海藻膠流出。
4. 製作氯化鈣水溶液槽。
5. 使用灌腸法當出口。

改良二：

1. 加裝前段內部扇葉，使液體容易流出。
2. 使用針筒法當出口。

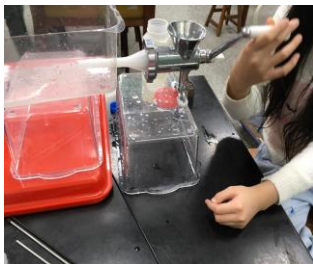


圖 4-1



圖 4-2



圖 4-3



圖 4-4

(二) 自製簡易硬度計

目的: 測試吸管的戳力，為了確認自製吸管是否能戳進飲料杯中，使用重力的自由落體法。
製作步驟：

1. 準備好大型寶特瓶、透明片、自製吸管。
2. 瓶蓋挖洞直徑2cm，裁切保特瓶。
3. 為了避免歪斜將透明片捲成圓柱狀，插入裁切好的保特瓶瓶蓋當中如圖4-5。
4. 最後用熱溶膠和膠帶固定。
5. 準備10cm高鹽巴盒一個，將藍色粉筆在鹽巴中摩擦，使鹽巴變成藍色如圖4-6。

測量步驟：

1. 鹽巴盒放在自由落體的保特瓶正下方。
2. 將吸管從保特瓶上方讓它沿著塑膠管軌道自由落下。
3. 將保特瓶中的塑膠管套拉起，拿出吸管。
4. 用T形尺測量吸管沾取藍色鹽巴的高度。

操作原理：

吸管長度30cm，自由落體刺進鹽巴盒深，戳力大；刺進鹽巴盒淺，戳力小。



圖 4-5



圖 4-6 藍色粉筆摩擦



圖 4-7

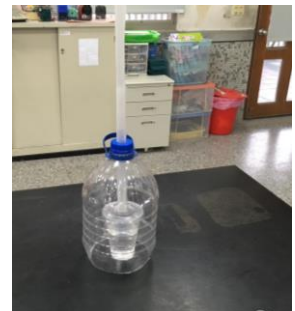


圖 4-8 耐戳

(三)使用不同方法製作吸管

【針筒法】正向實驗:

目的：做出海藻膠吸管。

操作變因：先吸取海藻膠，然後放在氯化鈣溶液中

控制變因：針筒、2%海藻膠、氯化鈣水溶液15 %

實驗步驟:

- 1.前一天先利用果汁機調製1000ml海藻膠2%，避免氣泡產生。
- 2.先用針筒吸取2%海藻膠75ml，排出針筒內的氣泡如圖4-9。
- 3.將針筒插入氯化鈣水溶液體的淺盤裡，一邊擠壓針筒，另一個人一邊往後拉如圖4-10。
- 4.在氯化鈣水溶液浸泡10分鐘。
- 5.將成形好的海藻膠管，使用玻璃棒或吸管穿刺，如圖4-11洗掉多餘的膠體。
- 6.放入烘乾機，20度烘乾2小時。
- 7.烘乾後取不下來，需要再度浸泡氯化鈣水溶液2分鐘取下後自然乾燥即可。

【冰凍法】正向實驗:

- 1.將塑膠片捲成圓形，用圓形泡棉塞住下端，在泡棉中插入支撐棒，從上端灌入海藻膠，將支撐棒調到吸管正中間後以泡棉固定，再放入冰箱冷凍。
- 2.將結凍後海藻膠條，泡入氯化鈣水溶液中如圖4-12，再將支撐棒拔出烘乾後再度浸泡水2分鐘取下後自然乾燥。



圖 4-9



圖 4-10



圖 4-11 穿刺支撐



圖 4-12 冰凍法

【沾取法】正向實驗:

目的：尋找出不用穿刺的方法。

操作變因：先沾取海藻膠，然後浸泡在氯化鈣溶液

控制變因：量筒、玻棒、海藻膠4.5%、氯化鈣水溶液15 %、浸泡在氯化鈣溶液10分鐘

實驗步驟:

- 1.使用較長口徑較大的玻璃棒、或兩枝串連的珍珠奶茶吸管，將高濃度的4.5%海藻膠，倒在一個的250ml量筒中。
- 2.把玻璃棒插進裝有海藻膠的量筒裡面，裹上海藻膠。
- 3.把沾了海藻膠的玻璃棒拿起來並放到氯化鈣水溶液裡面，浸泡10分鐘如圖4-14。
- 4.放入烘乾機，20度烘乾2小時。
- 5.烘乾後取不下來，需要再度浸泡氯化鈣水溶液2分鐘取下後自然乾燥即可。



圖 4-13 右邊浸泡液



圖 4-14 中間浸泡中



圖 4-15 浸泡完成



圖 4-16

【紙筒法】反向實驗

目的：先泡氯化鈣水溶液，然後放在海藻膠中。

操作變因：先沾取氯化鈣水溶液，後放在海藻膠中

控制變因：紙筒、海藻膠3%(需要較濃稠)、氯化鈣水溶液15 %

實驗步驟：

- 1.先將紙筒放入氯化鈣水溶液中浸泡3分鐘紙筒，將紙筒晾乾如圖4-17。
- 2.將紙筒滴乾放入3%海藻膠，等待沾滿海藻膠溶液垂直拉起如圖4-18。
- 3.將紙筒放入氯化鈉水溶液浸泡10分鐘，等待海藻膠成形。放入烘乾機，20度烘乾2小時。
- 4.將風乾後的海藻膠吸管取下，形成像塑膠一樣的薄片，再將其捲成吸管狀。



圖 4-17



圖 4-18



圖 4-19



圖 4-20 第二次脆化

【灌腸法】反向實驗

目的:不需再穿刺，一次成型。為了製作粗細大小一致的吸管，先取濕紙巾沾取氯化鈣水溶液，平鋪在減成三段的塑膠片上，灌入海藻膠溶液，再浸泡在氯化鈣水溶液。

操作變因：先取濕紙巾沾取氯化鈣水溶液，灌入海藻膠溶液，再浸泡在氯化鈣水溶液

控制變因：塑膠片、海藻膠2%、氯化鈣水溶液15 %

實驗步驟:

- 1.先剪透明資料夾裁成一張濕紙巾的大小15*15cm。
- 2.將塑膠片泡入氯化鈣。
- 3.在塑膠片上蓋泡過氯化鈣的溼紙巾，捲成圓柱。
- 4.用圓形泡棉(直徑3.4cm)塞住兩端如圖4-23。
- 5.準備三條橡皮筋，一條綁在圓柱尾端泡棉上，第二條綁在中間。
- 6.將塑膠圓柱上端打開用針筒灌或燒杯倒入海藻膠，用最後一條橡皮筋綁住上端。
- 7.將支撐棒調到吸管正中間後，泡入氯化鈉水溶液浸泡10分鐘，等待海藻膠成形。
- 8.待海藻膠成形後，把橡皮筋拔掉，塑膠片和濕紙巾拆開，泡棉拔掉，只留支撐棒繼續泡3分鐘取出如圖4-28。放入烘乾機，20度烘乾2小時。
- 9.烘乾後若取不下來，需要再浸泡氯化鈣水溶液2分鐘取下後自然乾燥即可。



圖 4-21



圖 4-22 灌腸法一



圖 4-23



圖 4-24



圖 4-25

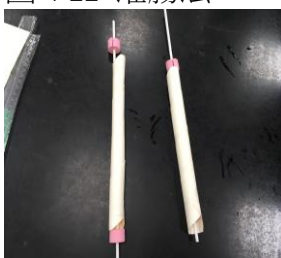


圖 4-26



圖 4-27 灌腸法二



圖 4-28

【實驗一】:添加不同材料來製作吸管

實驗1-1添加不同材料來製作吸管

目的:嘗試加入玉米殼、牛蒡皮、檸檬皮、紅茶渣、咖啡渣、紫高菜、薑黃粉、蝶豆花能否增加吸管硬度或著改變吸管顏色或味道，製作成吸管。

操作變因:玉米殼、牛蒡皮、檸檬皮、紅茶、咖啡渣、紫高菜、薑黃粉、蝶豆花

控制變因:水、海藻膠2%、氯化鈣水溶液15%

製作步驟：

- 1.前一天先利用果汁機調製海藻膠2%，在調製時分別加入30g，紅茶渣、咖啡渣、檸檬皮、玉米殼、牛蒡皮，用果汁機混合，打成海藻膠各300 ml，靜置一個晚上，避免氣泡產生如圖4-1-1~4。
- 2.先用針筒吸取2%海藻膠75ml，排出針筒內的氣泡。(一開始使用針筒法，後來使用灌腸法)。
- 3.將針筒插入氯化鈣水溶液體的淺盤裡，一邊擠壓針筒，另一個人一邊往後拉。
- 4.在氯化鈣水溶液浸泡10分鐘。
- 5.將成形好的海藻膠管，使用玻璃棒或吸管穿刺，洗掉多餘的膠體。
- 6.放入烘乾機，20度烘乾2小時。
- 7.烘乾後取不下來，需再浸泡氯化鈣水溶液2分鐘取下後自然乾燥即可。



圖 4-1-1 玉米殼



圖 4-1-2 檸檬皮



圖 4-1-3 牛蒡皮



圖 4-1-4 紅茶渣



圖 4-1-5



圖 4-1-6



圖 4-1-7



圖 4-1-8



圖 4-1-9 咖啡渣



圖 4-1-10 紫高菜



圖 4-1-11 薑黃粉



圖 4-1-12 蝶豆花



圖 4-1-13



圖 4-1-14



圖 4-1-15



圖 4-1-16

實驗1-2:製作海藻膠紙吸管

目的:利用海藻膠製作水球，發現當水分消失之後，會在紙上形成一層膜，經查詢文獻資料，發現有人也曾經做紙杯上面的膜的研究，於是想若是在紙吸管上面包上一層膜，會不會也能防水，這樣是否能延長紙吸管的使用時間。

(一)製作紙吸管

製作步驟:

- 1.先裁好一張5cm的長條形紙如圖4-1-17。
- 2.接著用30cm口徑1cm的木棒捲起來。
- 3.用糝糊黏住。
- 4.將兩頭剪成平口如圖4-1-18。

(二)海藻膠紙吸管

製作步驟:

- 1.製作較長且口徑較大的紙吸管如圖4-1-19。
- 2.將高濃度的4.5%海藻膠，倒在一個250ml量筒中。
- 3.把紙吸管放到有海藻膠水溶液的量筒裡面，裹上海藻膠。
- 4.把沾了海藻膠的紙吸管拿起來並放到氯化鈣水溶液裡面，浸泡10分鐘。
- 5.放入烘乾機，20度烘乾2小時，把尾部剪掉。
- 6.泡水測試是否成功如圖4-1-20。



圖 4-1-17



圖 4-1-18



圖 4-1-19



圖 4-1-20

【實驗二】製作吸管的最佳比例

實驗2-1尋找海藻酸鈉的最佳比例

目的:本研究在沾取法製造海藻膠吸管的時候，需要附着力很強的海藻膠，到底哪一種濃度適合，灌腸法的海藻膠，又需要多少濃度？根據文獻資料將氯化鈣水溶液固定在10%，尋找海藻膠的最佳比例。

操作變因:海藻膠1%、2%、3%、5%

控制變因:氯化鈣10%

應變變因:吸管實心的速度

實驗步驟:

- 1.準備氯化鈣10%、海藻膠1%、2%、3%、5%如圖4-2-1(當時寫錯濃度)。
- 2.先用灌腸法做出1%、2%、3%、5%海藻膠吸管各一隻。
- 3.分別放入四個倒入10%氯化鈣100ml的量筒。
- 4.每八分鐘切一次片，一次切兩片，第一次切片前要先把尾切掉，(之後都從後往前切)。
- 5.切完片再放回量筒裡。
- 6.重複4-5步驟直到吸管實心為止
- 7.用電子尺測量管壁厚度如圖4-2-4，紀錄。

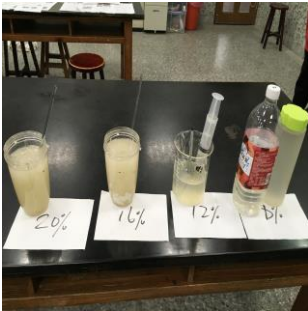


圖 4-2-1



圖 4-2-2



圖 4-2-3

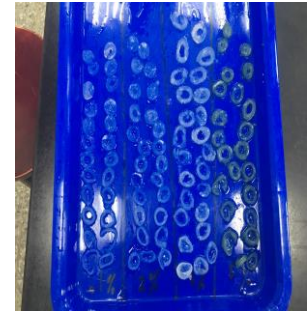


圖 4-2-4

實驗2-2尋找氯化鈣的最佳比例

目的:在製作吸管製造機時，發現流出來的液體不會是條狀，會擠成圓圓一坨。如果增加氯化鈣的濃度，能不能一流出管子就直接成形，或加快吸管實心速度，根據文獻資料將海藻膠濃度固定在2%，尋找氯化鈣水溶液的最佳比例。

操作變因:氯化鈣水溶液15%、20%、25%、30%

控制變因:2%海藻膠

應變變因:實心速度

實驗步驟:

- 1.調配出2%的海藻膠500ml。
- 2.調配15%、20%、25%、30%的氯化鈣水溶液。
- 3.利用沾取法的實驗步驟把沾了海藻膠的玻璃棒放入不同濃度的氯化鈣水溶液裡面。
- 4.看哪種濃度的氯化鈣水溶液使海藻膠管成形的時間較快，並記錄。此實驗前後做了三次如圖4-2-1~4。



圖 4-2-1 第 2 次實驗



圖 4-2-2 完成



圖 4-2-3 第 3 次實驗

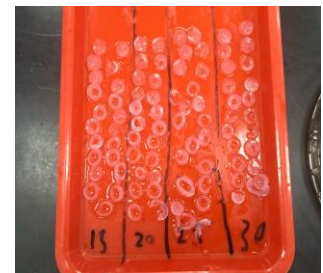


圖 4-2-4 完成

【實驗三】測量方式

實驗3-1-1:泡水測試

實驗步驟:

- 1.準備7種海藻膠、玉米殼、咖啡渣、紅茶渣、紫高菜、蝶豆花、海藻膠紙吸管，將吸管放入150毫升的水杯(自來水)當中，觀察毛細現象高度如圖4-3-2。
- 2.每隔30分鐘測量一次毛細現象的高度連續測量三次。
- 3.觀察時間結束後毛細現象以及泡水吸管的口徑。

實驗3-1-2泡水重量消失實驗:

- 1.準備12種海藻膠、玉米殼、咖啡渣、紅茶渣、紫高菜、蝶豆花、海藻膠紙吸管將吸管放入(150毫升的試管中浸泡)當中。
- 2.每隔3天測量一次重量，記錄。



圖4-3-1先測3枝

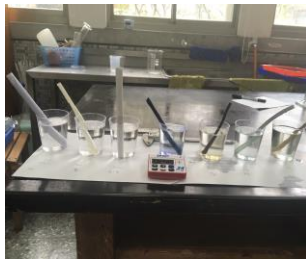


圖4-3-2吸管泡水



圖4-3-3

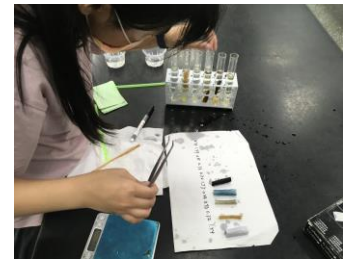


圖4-3-4

實驗3-2 吸管乾燥的實驗:

第一種烘乾方式

目的:找出最快、最有效率的烘乾方式。

操作變因:用電風扇吹、日曬、除濕機、飲水機上方(約20度)

控制變因:36個小時

應變變因:重量變化

實驗步驟:

- 1.用電風扇吹如圖4-3-5、日曬如圖4-3-6、除濕機、飲水機上方(約20度)。
- 2.準備剛做好的蝶豆花海藻膠吸管，長度20公分，口徑1公分長的吸管，先測量重量，分別準備各三段吸管。
- 3.放在四種不同的環境當中時間36個小時。
- 4.每8個小時測量一次重量，紀錄。

第二種烘乾方式:使用蔬果烘乾機20度、60度

- 1.使用蔬果烘乾機20度、60度如圖4-3-8，實驗步驟同上。



圖 4-3-5 電風扇

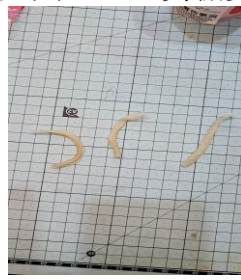


圖 4-3-6 日曬



圖 4-3-7 飲水機



圖 4-3-8 烘乾機

實驗3-3戳洞(硬度)實驗:

實驗步驟:

- 1.先做出10種不同材料的吸管如圖4-3-9。
- 2.把吸管用簡易硬度計測量他的自由落體鹽杯深度並填入表格裡。
- 3.找一個塑膠瓶蓋，將吸管依序使用硬度計自由落體戳洞看哪一種吸管可以戳入杯中如圖4-3-12，記錄。



圖 4-3-9 40 分



圖 4-3-10



圖 4-3-11

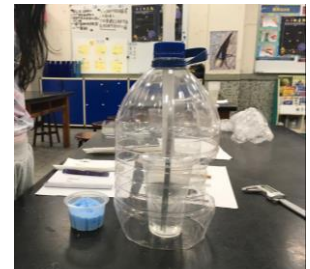


圖 4-3-12

實驗3-4腐化實驗:

目的：比較各種不同的吸管，埋在土壤中的分解效果。

操作變因：埋在土裡12天、31天、38天

控制變因：六種吸管分成三組、沙網、吸管大小

應變變因：吸管在土壤中消失的重量

實驗步驟:

- 1.選六種吸管埋到土裡分別是：紅茶渣、咖啡渣、海藻膠紙、海藻膠、紙、塑膠吸管各剪成三段如圖4-3-13。
- 2.把它分成三組並埋入土裡，每一組六種各一根，加土和沙網，以便取出的時候方便辨認。
- 3.設定日期，第一階段12天（配合學校時間）、第二階段31天、第三階段38天。
- 4.把挖出的吸管清洗乾淨烘乾如圖4-3-16。
- 5.再測量重量、記錄。

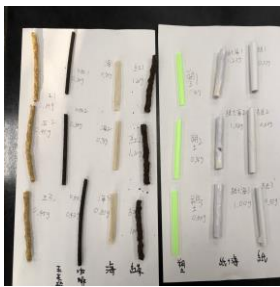


圖4-3-13

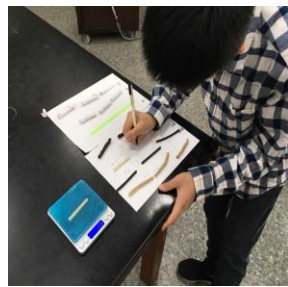


圖4-3-14



圖4-3-15



圖4-3-16

實驗3-5消毒實驗:

目的：使用UV光殺菌消毒，使消費者對新型吸管能夠安心使用。

操作變因：吸管是否有照UV光

控制變因：培養基、吸管大小、無菌台、無菌的食鹽水

應變變因：培養基上的菌落數

實驗步驟:

- 1.將海藻膠吸管裁成面積1*1cm小塊(如圖4-3-18)共6個，將其分為兩組，對照組為無UV光處理，另一組照UV光15分鐘，再將每一塊泡到各自1mL無菌食鹽水5分鐘。
- 2.分別在無菌操作台吸取0.2ml浸泡液(如圖4-3-19)，滴在LB培養基，用三角塗棒在培養基轉圈到微乾，重複對照組相同的動作，將培養基放在37度的烘箱24小時後觀察菌落數。
- 3.隔天用紅色簽字筆點算數菌落總數，記錄。



圖4-3-17

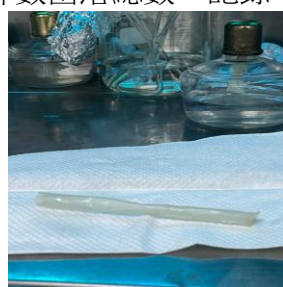


圖4-3-18

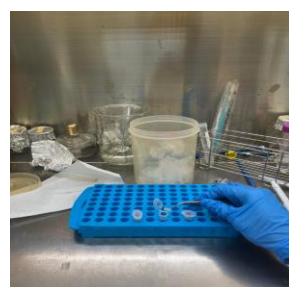


圖4-3-19

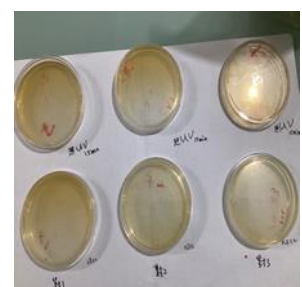


圖4-3-20

伍、研究結果

【實驗一】添加不同材料

實驗1-1:添加一般材料:使用海藻膠、海藻膠紙、玉米殼、檸檬皮、牛蒡、咖啡渣、紅茶渣、紫高菜、蝶豆花、薑黃粉。






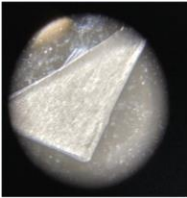
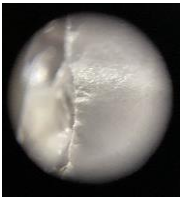

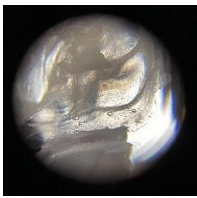
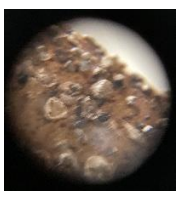
| 名稱 | 海藻膠 | 海藻膠紙 | 玉米殼 | 檸檬皮 | 牛蒡 |
|---------|---|---|---|--|---|
| 剛完成 |  |  |  |  |  |
| 顏色溶於水 | X | X | V | X | V |
| 變色 | X | X | X | X | X |
| 香氣 | X | X | X | V | X |
| 特色 | 堅固乾淨 有酸味 | 堅固乾淨 完全沒有任何味道 | 粗糙 像樹枝 有米飯的味道 | 喝酸性和茶類 和果汁類的飲料。 有檸檬味 | 粗糙像樹枝，顏色很難看 有皮味 |
| 顯微鏡下的吸管 |  |  |  |  |  |

表5-1





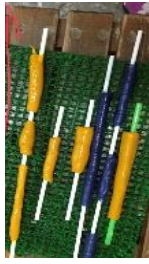
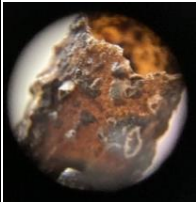

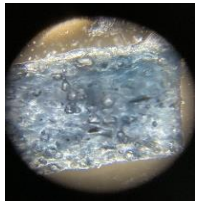
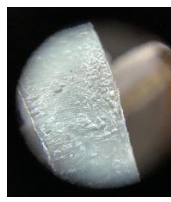
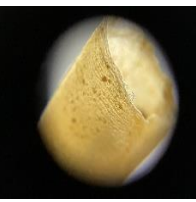
| 名稱 | 咖啡渣 | 紅茶渣 | 紫高菜 | 蝶豆花水 | 薑黃粉 |
|---------|--|--|--|---|--|
| 剛完成 |  |  |  |  |  |
| 顏色溶於水 | V | V | 部分會 | X | 部分會 |
| 變色 | X | X | 可以 | 可以 | X |
| 香氣 | V | V | X | X | X |
| 特色 | 適合用來喝咖啡 有咖啡的酸味 | 用來喝酸性飲料和茶類飲料 有紅茶加檸檬的酸味 | 喝酸性和鹼性飲料，增加實驗的樂趣。 有草酸味 | 喝酸性和鹼性飲料，增加實驗的樂趣。 有草酸味 | 適合用來喝果汁類的飲料 有酸味 |
| 顯微鏡下的吸管 |  |  |  |  |  |

表5-2

實驗結果：

- 1.海藻膠添加材料製作成吸管，全都可以成功地拿來作吸水。
- 2.製作出口徑比較大，比較適合吸珍珠的吸管有海藻膠、海藻膠紙、咖啡、紫高菜、蝶豆花吸管如表5-1~2。
- 3.玉米殼、牛蒡、咖啡渣、紅茶渣、紫高菜吸管會溶出顏色於水中，其它不會。
- 4.只有紫高菜吸管和蝶豆花吸管遇到酸鹼會變色。
- 5.製作檸檬吸管的時候，不能加入檸檬汁，只能加檸檬皮，如果加入檸檬汁，因為檸檬汁是酸性，會使海藻膠和氯化鈣無法成功交互作用吸管便無法成形，會直接散掉。
- 6.檸檬、咖啡、紅茶吸管都有特殊香氣，但放久了味道會消失。
- 7.海藻膠、海藻膠紙、檸檬皮吸管屬於淺色，看起來感覺比較乾淨。
- 8.不同的吸管適合用來喝不同的飲料，例如檸檬吸管，適合用來喝果汁。

探討使用不同方法製作吸管:

| | 針筒法 | 冰凍法 | 沾取法 | 紙筒法 | 灌腸法 |
|------|---|---|---|--|---|
| 製作方式 |  |  |  |  |  |
| 步驟 | 海→氬 | 海→氬 | 海→氬 | 氬→海→氬 | 氬→海→氬 |
| 方式 | 正向 | 正向 | 正向 | 反向 | 反向 |
| 時間 | 約 60 秒 | 約 60 秒 (不含冷凍時間) | 約 10 秒 | 約 180 秒 | 約 60 秒 |
| 成形 | 失敗率高 | 好 | 好 | 差 | 很好 |
| 穿刺 | 要 | 可以不用 | 不用 | 不用 | 要 |
| 難易度 | 不好做 | 好做 | 好做 | 不好做 | 好做 |
| 優缺點 | 口徑大小不一，製作麻煩，管壁厚度難掌控 | 口徑大小較好控制沒灌滿會凹凸不平 | 口徑大小、管壁厚度難掌控，製作方便，耗材少 | 口徑大小不好以控制，需要剝殼，一次可以做很多 | 口徑大小較好控制沒灌滿會凹凸不平 |
| 長短 | 只能做短吸管 | 長短吸管皆可 | 長短吸管皆可 | 只能做短吸管 | 長短吸管皆可 |

表5-3

實驗結果:

製作吸管速度的比較，以沾取法10秒>灌腸法=針筒法=冰凍法60秒>紙筒法180秒/枝。以做法難易度比較:沾取法>灌腸法>冰凍法> 紙筒法=針筒法。沾取法來製作最方便，灌腸法比較容易控制吸管管壁厚度，針筒法需要有2個人一起做，一個擠針筒一個拉海藻膠，耗費材料且失敗率高。沾取法、冰凍法和灌腸法可以製作較長、口徑比較寬的吸管，而紙筒法、針筒法只能做較短的吸管、口徑比較細的吸管。

實驗1-2:海藻膠紙吸管:紙吸管包膜乾燥後插入水中，測試含水毛細現象高度

| 時間 / 名稱 / 分鐘 | 海紙 1 | 海紙 2 | 海紙 3 | 海紙 4 | 海紙 5 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 14.09 | 28.98 | 16.64 | 2.2 | 12.61 |
| 20 | 25.17 | 53.72 | 31.03 | 3.42 | 33.09 |
| 30 | 39.7 | 61.87 | 47.12 | 7.39 | 45.22 |
| 40 | 42.62 | 69 | 57.93 | 13.21 | 55.15 |
| 50 | 58.96 | 71.41 | 61.91 | 15.38 | 62.87 |
| 60 | 62.62 | 72.48 | 62.42 | 18.58 | 66.73 |

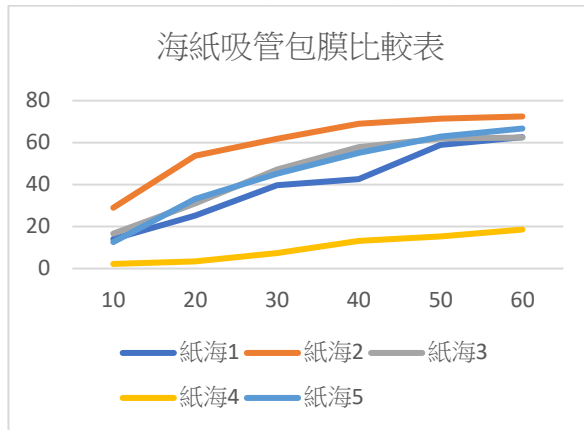


表 5-4

圖 5-1

實驗結果：

海藻膠膜紙吸管如圖 5-1 做出比較完整的海藻膠紙吸管，5 枝海藻膠紙吸管中，只有第 4 枝毛細現象較低 18.58mm 如表 5-4，製作成功率較低。

【實驗二】製作吸管的最佳比例

實驗2-1:固定氯化鈣改變海藻膠比例

| 吸管/mm/時間(時) | 海藻膠 1% | 海藻膠 3% | 海藻膠 4% |
|-------------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.1 | 4.20 | 5 |
| 2 | 0.2 | 5.90 | 6.6 |
| 3 | 0.5 | 6.20 | 8.00 |
| 4 | 1.0 | 7.10 | 8.00 |
| 5 | 1.2 | 7.10 | 8.00 |
| 6 | 2.0 | 7.10 | 8.00 |
| 7 | 2.3 | 7.10 | 8.00 |
| 8 | 3.0 | 7.10 | 8.00 |
| 9 | 4.5 | 7.10 | 8.00 |

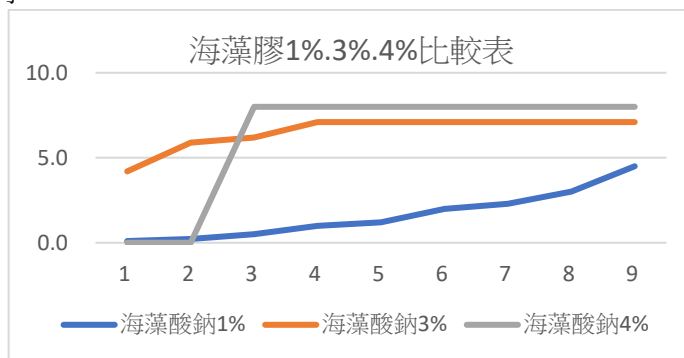


表5-5黃色代表實心

圖5-2

| 吸管/mm/時間(分) | 海藻膠 2% | 海藻膠 3% | 海藻膠 4% |
|-------------|--------|--------|--------|
| 8 | 2.00 | 1.00 | 3.00 |
| 24 | 2.00 | 2.00 | 4.00 |
| 40 | 2.00 | 3.00 | 5.00 |
| 56 | 3.00 | 4.00 | 5.00 |
| 72 | 5.00 | 6.00 | 5.00 |
| 88 | 5.00 | 7.00 | 5.00 |

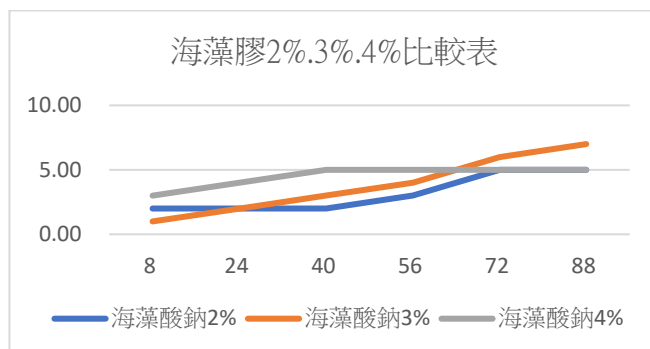


表5-6黃色代表實心

圖5-3

| 吸管/mm/ 時間(分) | 1% | 2% | 3% | 5% |
|-----------------|------|------|------|------|
| 10 | 1.65 | 2.14 | 1.53 | 2.16 |
| 20 | 2.70 | 3.42 | 2.04 | 2.97 |
| 30 | 3.87 | 3.54 | 2.76 | 3.15 |
| 40 | 4.25 | 4.45 | 3.94 | 3.72 |
| 50 | 4.95 | 5.21 | 4.48 | 3.96 |
| 60 | 5.49 | 5.47 | 4.98 | 4.52 |
| 70 | 6.04 | 5.93 | 5.57 | 5.15 |
| 80 | 6.24 | 5.95 | 5.78 | 5.57 |
| 90 | 6.41 | 7.78 | 5.80 | 5.59 |
| 100 | 7.24 | 7.96 | 6.27 | 6.10 |
| 110 | 7.81 | 8.39 | 6.20 | 7.30 |
| 120 | 8.87 | 8.89 | 8.25 | 8.32 |

表5-7

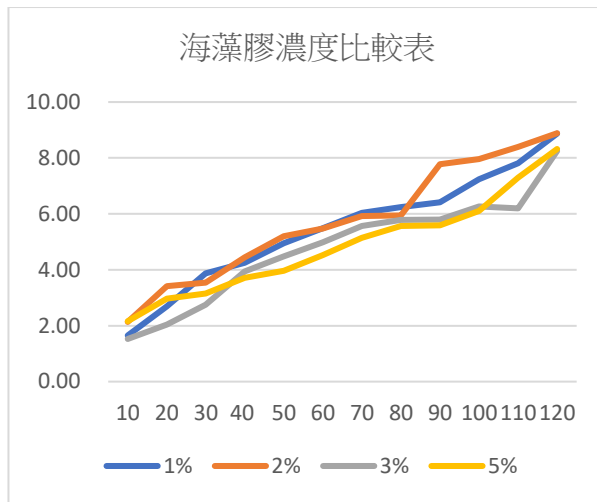


圖5-4

實驗結果:

一開始實驗的時候，以小時為單位，做出來的圖形看不出來有何成效如圖5-2，後來修改為每8分鐘切片記錄一次如表5-6，製作第一代海藻膠吸管的時候因為濃度太低，使用沾取法吸管無法成形。後來以為海藻膠濃度越高製作的吸管效果會比較好，但是跳到海藻膠5%的時候，海藻膠已經濃稠到無法攪拌。經過3次的實驗，利用灌腸法發現2%的海藻膠就可以有不錯的效果如表5-7、圖5-4。

實驗2-2:固定海藻膠改變氯化鈣比例

| 10% | | | | | 20% | | | | |
|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|-----|
| 分鐘 | 1 | 2 | 3 | 平均 | 分鐘 | 1 | 2 | 3 | 平均 |
| 4 | 4.49 | 5.18 | * | 4.8 | 4 | 4.7 | * | * | 4.7 |
| 8 | 4.22 | 4.97 | * | 4.6 | 8 | 4.61 | 4.31 | 6.26 | 5.1 |
| 12 | 4.22 | 4.22 | 4.5 | 4.3 | 12 | 5.09 | 4.84 | 5.26 | 5.1 |
| 16 | 4.88 | 4.25 | 4.39 | 4.5 | 16 | 5.06 | 5.47 | 4.81 | 5.1 |
| 20 | 5.96 | 4.18 | 5.26 | 5.1 | 20 | 4.36 | 5.1 | 4.85 | 4.8 |
| 24 | 4.57 | 4.23 | 4.3 | 4.4 | 24 | 4.54 | 4.65 | 4.52 | 4.6 |
| 28 | 5.03 | 2.28 | 3.12 | 3.5 | 28 | 5.2 | 4.29 | 5.52 | 5.0 |
| 32 | 4.79 | 3.21 | 4.72 | 4.2 | 32 | 4.93 | 4.46 | 6.8 | 5.4 |
| 36 | 4.54 | * | * | 4.5 | 36 | 4.01 | 6.46 | * | 5.2 |
| 25% | | | | | 30% | | | | |
| 分鐘 | 1 | 2 | 3 | 平均 | 分鐘 | 1 | 2 | 3 | 平均 |
| 4 | 5.08 | 5.08 | | 5.1 | 4 | 6.71 | 5.15 | | 5.9 |
| 8 | 4.03 | 3.13 | 2.79 | 3.3 | 8 | 5.15 | 6.49 | 6.49 | 6.0 |
| 12 | 4.92 | 3.56 | 2.87 | 3.8 | 12 | 5.64 | 5.61 | 6.09 | 5.8 |
| 16 | 3.7 | 4.77 | 4.49 | 4.3 | 16 | 4.56 | 5.03 | 6.61 | 5.4 |
| 20 | 6.97 | 5.41 | 5.42 | 5.9 | 20 | 5.01 | 7.05 | 6.03 | 6.0 |
| 24 | 3.2 | 6.08 | 4.86 | 4.7 | 24 | 7.14 | 7 | 7.59 | 7.2 |
| 28 | 5.33 | 6.6 | 6.6 | 6.2 | 28 | 5.22 | 5.56 | 5.56 | 5.4 |
| 32 | * | * | * | * | 32 | * | * | * | * |
| 36 | * | * | * | * | 36 | * | * | * | * |

第一次實驗

表5-8

| 分鐘 /mm/ 分鐘 | 15% | 20% | 25% | 30% |
|------------------|-----|-----|-----|-----|
| 4 | 3.5 | 4.7 | 3.3 | 5.9 |
| 8 | 4.6 | 5.1 | 3.8 | 6.0 |
| 12 | 4.3 | 5.1 | 4.3 | 5.8 |
| 16 | 4.5 | 5.1 | 5.1 | 5.4 |
| 20 | 4.8 | 4.8 | 4.7 | 5.4 |
| 24 | 4.4 | 4.6 | 5.9 | 6.0 |
| 28 | 4.2 | 5.0 | 6.2 | 7.2 |
| 32 | 4.5 | 5.4 | * | * |
| 36 | 5.1 | 5.2 | * | * |

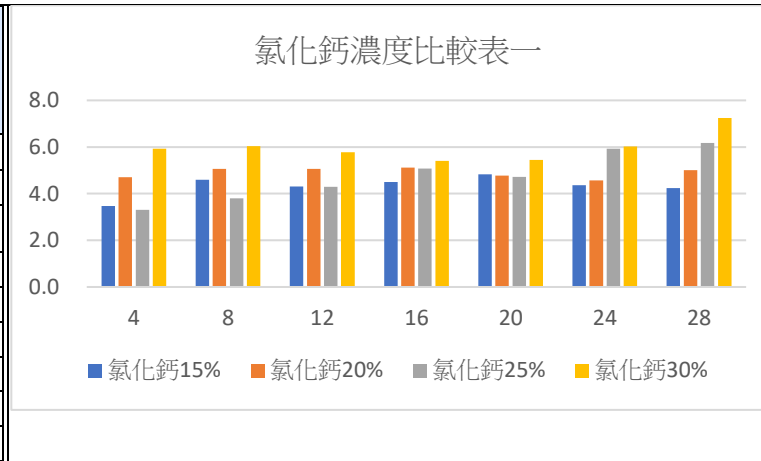


表5-9

圖5-5第二次實驗

| 氯化鈣 /mm/ 分鐘 | 15% | | | 20% | | | 25% | | | 30% | | |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 平均 | 1 | 2 | 平均 | 1 | 2 | 平均 | 1 | 2 | 平均 |
| 8 | 1.66 | * | 1.66 | 2.14 | 1.72 | 2.14 | 3.32 | 2.12 | 2.72 | 3.59 | 5.82 | 3.59 |
| 16 | 3.18 | 3.38 | 3.28 | 2.54 | 2.44 | 2.49 | 3.99 | 3.52 | 3.76 | 2.28 | 4.81 | 3.55 |
| 24 | 3.30 | 3.52 | 3.41 | 2.51 | 3.63 | 3.07 | 4.58 | 4.80 | 4.69 | 4.80 | 5.74 | 5.27 |
| 32 | 4.33 | 4.82 | 4.58 | 3.97 | 4.22 | 3.97 | 4.32 | 6.61 | 5.47 | 5.95 | 3.86 | 4.91 |
| 40 | 5.13 | 4.72 | 4.93 | 2.28 | 3.51 | 2.90 | 5.59 | 4.47 | 5.03 | 4.88 | 4.36 | 4.62 |
| 48 | 6.89 | 6.72 | 6.81 | 3.48 | 3.92 | 3.70 | 5.16 | 5.14 | 5.15 | 6.26 | 5.48 | 5.87 |
| 56 | 6.21 | 6.24 | 6.23 | 6.37 | 7.12 | 6.75 | 9.52 | 6.94 | 8.23 | 5.83 | 5.02 | 5.43 |
| 64 | 7.32 | 5.26 | 6.29 | 7.20 | 8.45 | 7.83 | 5.38 | 7.43 | 6.41 | 7.30 | 7.00 | 7.15 |
| 72 | 6.09 | 5.32 | 5.71 | 4.98 | 7.24 | 6.11 | 8.82 | 6.43 | 7.63 | 6.76 | 8.22 | 7.49 |
| 80 | 6.71 | 7.02 | 6.87 | 5.32 | 7.29 | 6.31 | 8.06 | 6.81 | 7.44 | 9.45 | 6.58 | 8.02 |
| 88 | 7.32 | 7.22 | 7.27 | 8.50 | 7.33 | 7.92 | 8.28 | 7.98 | 8.13 | 8.11 | 7.24 | 7.68 |

表5-10

| 氯化鈣 /mm/ 分鐘 | 15% | 20% | 25% | 30% |
|-------------------|------|------|------|------|
| 8 | 1.66 | 2.14 | 2.72 | 3.55 |
| 16 | 3.28 | 2.49 | 3.76 | 3.59 |
| 24 | 3.41 | 2.90 | 4.69 | 4.62 |
| 32 | 4.58 | 3.07 | 5.03 | 4.91 |
| 40 | 4.93 | 3.70 | 5.15 | 5.27 |
| 48 | 6.81 | 3.97 | 5.47 | 5.43 |
| 56 | 6.23 | 6.11 | 6.41 | 5.87 |
| 64 | 6.29 | 6.31 | 7.44 | 7.15 |
| 72 | 5.71 | 6.75 | 7.63 | 7.49 |
| 80 | 6.87 | 7.83 | 8.23 | 7.68 |
| 88 | 7.27 | 7.92 | 8.13 | 8.02 |

表5-11

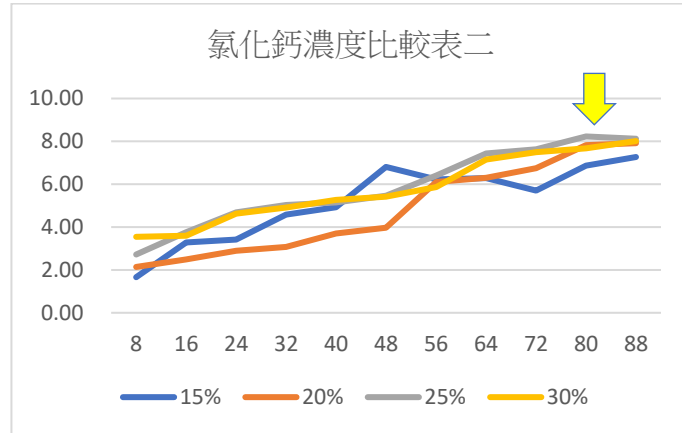


圖5-6

實驗結果：

第一次的氯化鈣水溶液濃度實驗發現浸泡時間的效果都差不多，很整齊如圖5-5，沒有因為濃度越高，有明顯的實心現象，於是又做了第二遍發現依舊如此如圖5-5、5-6；可以看出氯化鈣濃度在15~30%效果都差不多，以25%最好，時間16分鐘。

【實驗三】測量方式

實驗3-1:泡水

| 吸管/mm/ 分鐘 | 紙 | 海藻膠 | 海藻膠紙 | 紫高菜 | 咖啡渣 | 蝶豆花 | 玉米殼 |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 5 | 27.32 | 4.12 | 3.95 | 5.28 | 5.64 | 6.17 | 0.91 |
| 10 | 53.22 | 7.83 | 7.41 | 8.67 | 10.16 | 10.93 | 1.98 |
| 15 | 61.52 | 8.33 | 14.51 | 11.32 | 13.12 | 14.17 | 3.52 |
| 20 | 76.77 | 9.48 | 29.13 | 13.7 | 16.89 | 19.56 | 6.87 |
| 25 | 70.72 | 13.51 | 30.17 | 13.96 | 17.72 | 20.13 | 8.56 |
| 30 | 89.39 | 14.48 | 31.22 | 14.93 | 18.33 | 21.31 | 9.48 |
| 35 | 99.21 | 17.62 | 34.21 | 16.25 | 19.52 | 22.56 | 9.53 |
| 40 | 101.22 | 24.18 | 32.94 | 15.17 | 18.21 | 21.55 | 9.64 |

表 5-12

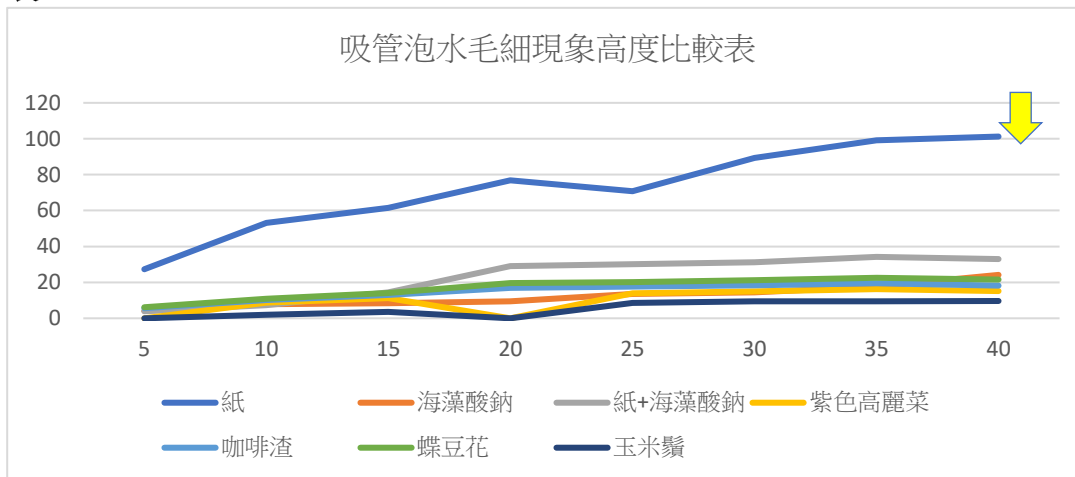


圖 5-7

| 名稱 | 泡水前 | 泡水後 |
|--------|-------|-------|
| 紙 | 11.24 | 11.98 |
| 海藻酸鈉 | 9.13 | 9.81 |
| 紙+海藻酸鈉 | 11.8 | 12.23 |
| 紫色高麗菜 | 8.68 | 9.49 |
| 咖啡渣 | 5.18 | 7.3 |
| 蝶豆花 | 6.3 | 7.81 |
| 玉米鬚 | 3.19 | 7.81 |

表 5-13

實驗結果:

從圖5-7可以看出紙吸管的毛細現象最高，其他的毛細現象都很低以玉米殼9.64mm最低。泡水後吸管口徑的比較表，發現泡水後吸管口徑會吸水膨脹，紙吸管11.98mm和海藻膠紙吸管12.23mm最明顯如表5-13，可能是因為海藻膠紙吸管的海藻膠膜沒有封好如圖5-8，第三是紫高吸管，第四是海藻膠吸管，最不明顯的是咖啡渣吸管7.3mm。

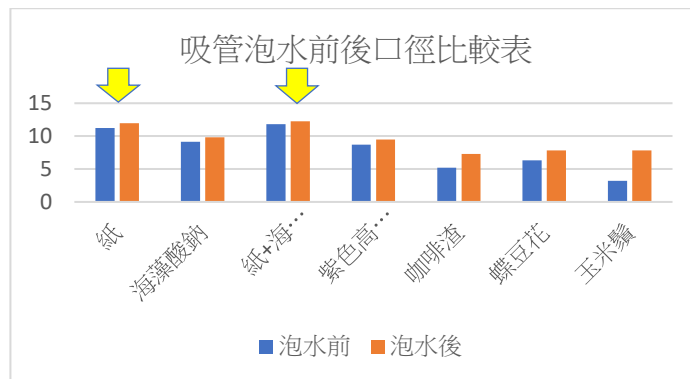


圖 5-8

泡水7天減少的重量:

| 名稱/重量 | 7天減掉的重量 |
|-------|---------|
| 海藻膠 | 0.09 |
| 玉米殼 | 0.38 |
| 檸檬皮 | 0.03 |
| 牛蒡 | 0.08 |
| 咖啡渣 | 0.03 |
| 紅茶渣 | 0.23 |
| 紫高菜 | 0.02 |
| 蝶豆花 | 0.05 |
| 薑黃粉 | 0.02 |
| 海藻膠紙 | 0.06 |

表5-14

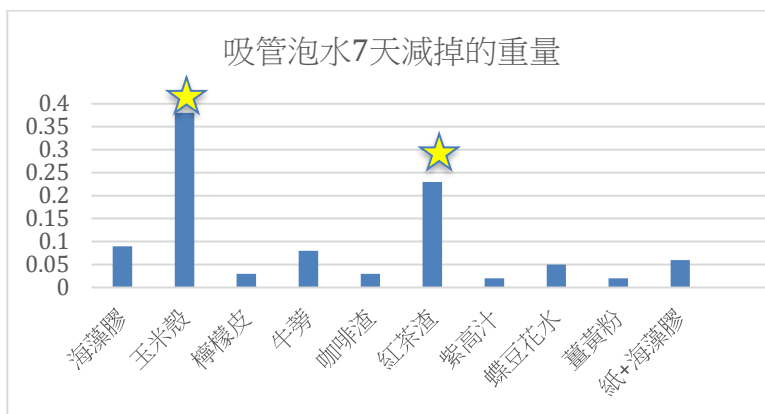


圖5-9

實驗結果:

發現泡水減少的重量有玉米殼吸管減少0.38g>紅茶渣0.23g>牛蒡0.08g，可能因為是有機物消失得比較快如表5-15。

實驗3-2.乾燥方式

| 方式 | 日曬風乾 | | | 電風扇 | | | 除濕機 | | | 飲水機上 | | |
|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| | mm | 曬乾前 | 曬乾後 | 重量差 | 烘乾前 | 吹乾後 | 重量差 | 烘乾前 | 除濕後 | 重量差 | 烘乾前 | 烘乾後 |
| 吸管 1 | 42.82 | 7.15 | 35.67 | 28.74 | 11.69 | 17.05 | 43.8 | 6.79 | 37.01 | 32.46 | 5.14 | 27.32 |
| 吸管 2 | 38.61 | 6.7 | 31.91 | 29.66 | 13.55 | 16.11 | 36.24 | 8.49 | 27.75 | 42.91 | 4.02 | 38.89 |
| 吸管 3 | 45.85 | 10.1 | 35.75 | 29.34 | 12.26 | 17.08 | 44.39 | 10.89 | 33.5 | 31.71 | 4.39 | 27.32 |

表 5-15

| 方式/mm | 日曬風乾 | 電風扇 | 除濕機 | 飲水機上 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 吸管 1 | 35.67 | 17.05 | 37.01 | 27.32 |
| 吸管 2 | 31.91 | 16.11 | 27.75 | 38.89 |
| 吸管 3 | 35.75 | 17.08 | 33.5 | 27.32 |

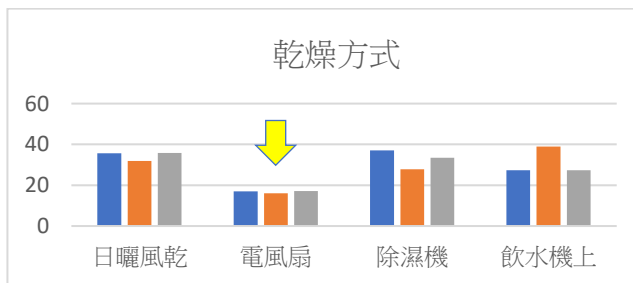


圖 5-10

表 5-16

| 吸管/g/小時 | 烘乾前重量 | 去除水分 1 | 去除水分 2 | 去除水分 3 | 去除水分 4 | 去除水分 5 | 去除水分 6 | 去除水分 7 | 去除水分 8 |
|---------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 吸管 1 | 42.82 | 15.42 | 3.14 | 2.03 | 1.73 | 2.04 | 2.68 | 1.81 | 1.76 |
| 吸管 2 | 38.61 | 12.71 | 2.16 | 1.73 | 2.17 | 1.92 | 3.25 | 0.75 | 1.91 |
| 吸管 3 | 45.85 | 19.71 | 1.84 | 1.96 | 2.21 | 1.97 | 3.37 | 0.81 | 0.39 |
| 吸管 4 | 11.74 | 2.35 | 2 | 0.84 | 1.12 | 0.77 | 1.54 | 0.44 | 0.34 |
| 吸管 5 | 42.82 | 20.18 | 13.01 | 1.72 | 1.25 | 1.15 | 1.93 | 0.3 | 0.22 |
| 吸管 6 | 38.61 | 10.58 | 3.62 | 2.6 | 2.44 | 2.83 | 1.57 | 1.34 | 1.1 |
| 吸管 7 | 45.85 | 26.65 | 3.25 | 2.35 | 2.53 | 1.39 | 2.75 | 0.81 | 1.45 |

表5-17

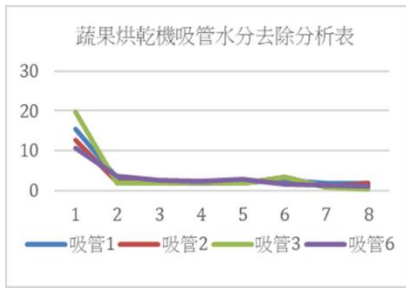


圖5-11

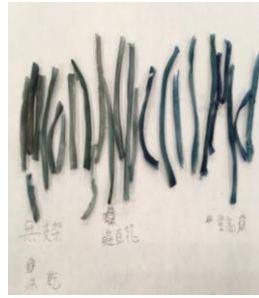


圖5-12 60度彎曲變形



圖5-13 20度烘烤

實驗結果:

- 1.使用日曬、除濕機、飲水機和電風扇的方法來做吸管的乾燥實驗。如圖 5-10 發現乾燥效果最好的是除濕機>日曬>飲水機 >電風扇。最穩定的烘乾方式是使用除濕機和飲水機上的熱能，使用電風扇的時候會因為天氣的溫度、濕度，而造成吸管乾燥程度不一，除濕機效果好，飲水機上的熱能穩定免費最好用，飲水機上的溫度經過測量為 20 °C。後來使用烘乾機來做實驗，發現 20 度就能有效的去除水分。
- 2.使用高溫烘乾吸管速度快但容易變形如圖 5-12，低溫 20 度較好如圖 5-13。

實驗 3-3 戳洞（硬度）實驗:

| 吸管 /mm | 1 | 2 | 3 | 平均 |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| 海藻膠 | 14.62 | 16.2 | 20.58 | 17.13 |
| 玉米殼 | 12.1 | 9.9 | 9.9 | 10.63 |
| 檸檬皮 | 9.9 | 10.85 | 10.27 | 10.34 |
| 牛蒡 | 6.72 | 6.72 | 5.38 | 6.27 |
| 咖啡渣 | 8.37 | 7.88 | 11.27 | 9.17 |
| 紅茶渣 | 5.82 | 8.02 | 8.6 | 7.48 |
| 紫高菜 | 14.61 | 14.38 | 24.19 | 17.73 |
| 蝶豆花 | 10.19 | 14.04 | 12.33 | 12.19 |
| 薑黃粉 | 15.08 | 12.03 | 11.57 | 12.89 |
| 海藻膠紙 | 13.03 | 11.82 | 14.14 | 13.00 |

表 5-18

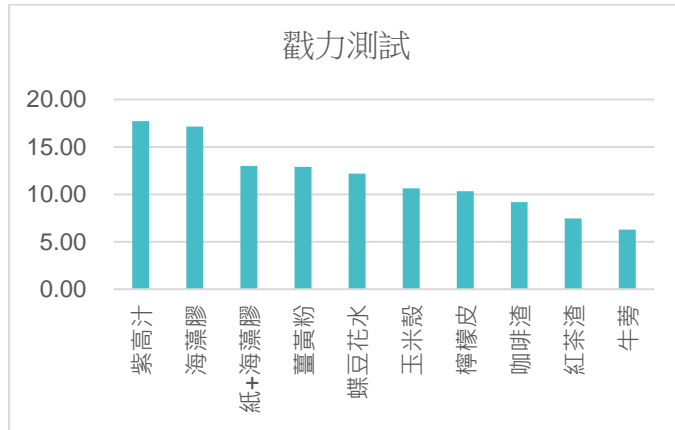


圖 5-14

實驗結果:

使用重力的自由落體法，以硬度計來測試硬度，插入越深硬度越大，插入越淺硬度較小戳力也較小。最硬的是紫高菜吸管17.13mm、海藻膠吸管10.63mm其次，牛蒡吸管最軟6.27mm如表5-19。

實驗3-4腐化測試

表5-19

| 日期/吸管名稱/ 重量/天數 | 1/4 | 1/16 | 12 天 | 1/4 | 2/6 | 31 天 | 1/4 | 2/13 | 38 天 | 3 次消失 的重量 |
|-------------------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|--------------|
| | 入土 前重 | 出土洗 淨烘乾 | 消失的 重量 | 入土 前重 | 出土洗 淨烘乾 | 消失的 重量 | 入土 前重 | 出土洗 淨烘乾 | 消失的 重量 | |
| | 第一份吸管 | | | 第二份吸管 | | | 第三份吸管 | | | |
| 玉米殼 | 0.36 | 0.36 | 0 | 0.45 | 0.30 | 0.15 | 0.45 | 0.2 | 0.25 | 0.40 |
| 咖啡渣 | 0.34 | 0.31 | 0.03 | 0.37 | 0.34 | 0.03 | 0.42 | 0.3 | 0.12 | 0.18 |
| 海藻膠 | 0.73 | 0.15 | 0.58 | 0.73 | 0.41 | 0.32 | 0.83 | 0.33 | 0.5 | 1.40 |
| 紅茶渣 | 1.21 | 1.17 | 0.04 | 1.30 | 0.72 | 0.58 | 1 | 0.45 | 0.55 | 1.17 |
| 塑膠 | 0.36 | 0.36 | 0 | 0.36 | 0.36 | 0.00 | 0.4 | 0.33 | 0.07 | 0.07 |
| 海藻膠紙 | 1.23 | 0.62 | 0.61 | 1.08 | 0.39 | 0.69 | 1 | 0.56 | 0.44 | 1.74 |
| 紙 | 0.52 | 0.52 | 0 | 0.60 | 0.46 | 0.14 | 0.51 | 0.5 | 0.01 | 0.15 |

| 吸管名稱/重量 | 3次消失的重量 |
|---------|---------|
| 海藻膠紙 | 1.74 |
| 海藻膠 | 1.40 |
| 紅茶渣 | 1.17 |
| 玉米殼 | 0.40 |
| 咖啡渣 | 0.18 |
| 紙 | 0.15 |
| 塑膠 | 0.07 |

表5-20

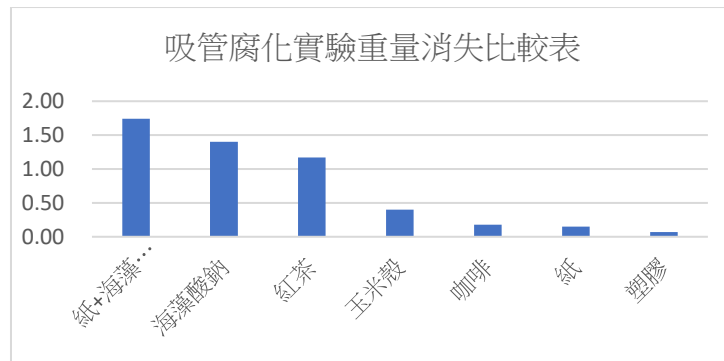


圖5-15

實驗結果:

由表5-20海藻膠紙吸管腐化效果最好，海藻膠吸管1.4 g次之，最後是塑膠吸管0.07g。

實驗3-5吸管消毒實驗:

| 菌液/菌落數/次數 | 1 | 2 | 3 | 平均 |
|-------------|---|----|----|----|
| 海藻酸鈉+無菌食 | 9 | 38 | 88 | 45 |
| UV+海藻酸鈉+無菌食 | 0 | 0 | 0 | 0 |

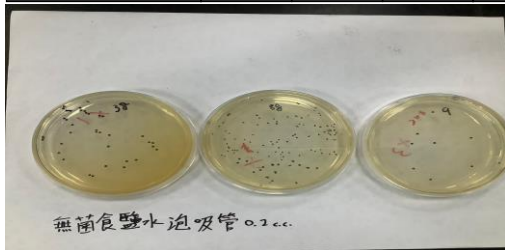


表5-21

圖5-15

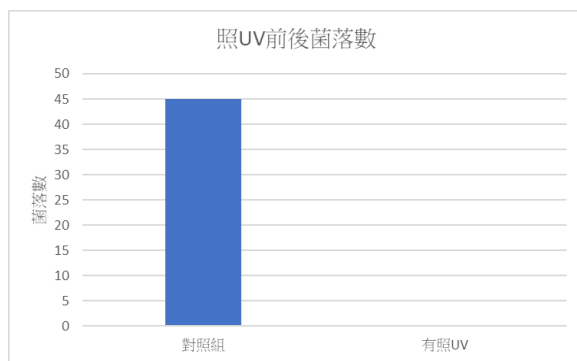


圖5-16

實驗結果:泡海藻膠吸管水溶液使用LB培養基培養24小時後的菌落數平均45個如表5-21，有照UV光的海藻膠水溶液24小時的菌落數是0。

吸管機器之設計與製作

改良方式：

- 1.改良底座，更方便製作吸管如圖5-14~17。
- 2.加裝前段內部扇葉如圖5-15，使液體容易流出，使用針筒法當出口。

缺點：

- 1.手動速度太慢
- 2.吸管管徑大小不一。
- 3.液體的進料口到出口的距離太遠。
- 4.轉動時容易產生氣泡。
- 5.清潔耗時。



圖 5-17



圖 5-18



圖 5-19



圖 5-20

陸、討論

一、各項實驗的討論:

1. 使用不同方法製作做吸管:**針筒法**:一開始使用針筒法,品質差也費工,而且需要兩個人一起做,製作過程中也產生很多廢料。**沾取法**:起初實驗失敗,所以一開始並不認同這種做法,一直到使用各種機器和其他的方法嘗試過後,都耗時費工,回頭重新再審視這個方法,於是改變配方,增加海藻膠濃度至4.5%,再放入氯化鈣水溶液中浸泡,省去做穿刺支撐,唯一的缺點是會黏住支撐棒,發現只要再泡一下水就可輕鬆取下晾乾即可,省時方便。**紙筒法**:嘗試反向能否做出吸管,用反向作法的思考,必須使用沾有氯化鈣水溶液的東西來製作,所以選用厚紙筒,實驗後發現可以在紙筒上取下薄薄的一片很像塑膠片海藻膠膜,但還是無法當作吸管使用。**灌腸法和冰凍法**:是唯一可以控制吸管厚度的方法,但花費時間較長,約60秒/枝。
2. 海藻膠添加不同材料製作成吸管,都可以成功地拿來作吸水。玉米殼、牛蒡、咖啡渣、紅茶渣、紫高菜吸管會溶出顏色於水中,其它不會。特殊香氣的吸管,有檸檬吸管、咖啡吸管、紅茶吸管,但是放久了味道會消失。在價格上,由於氯化鈣水溶液浸泡液可以重複使用,按照使用海藻膠的量,計算海藻膠紙吸管成本約每枝只要\$0.01,海藻膠吸管約\$0.8/枝,其他的吸管大部分都採用回收、家中材料製作。
3. 製作第一代海藻膠吸管的時候因為濃度太低,製作吸管無法成形,除了沾取法需要較高的濃度以**4.5%**最適合製作,使用其他的方法**2%**的海藻膠就有不錯的效果。觀察氯化鈣的最佳比例為**25%**和浸泡時間**16**分鐘。推測吸管成形的速度,關鍵在氯化鈣水溶液的濃度和浸泡時間。
4. 泡水測試看出紙吸管的毛細現象最高,第二是海藻膠紙吸管,可能是因為海藻膠膜沒有封好,其他的毛細現象都不明顯。另外也試了吸管泡水會不會消失實驗,可能因為有機物或親水性所以吸管重量消失得比較快,但自來水中沒有微生物,所以海藻膠的吸管並沒有因此分解,反而都一直維持它原來的模樣。
5. 使用硬度計來測試,戳力越強到弱,紫高菜吸管最強,牛蒡吸管最弱。戳洞實驗只有牛蒡戳不下去。
6. 腐化過程中,海藻膠紙吸管,可能因為薄薄的一層海藻膠,比較容易被土壤吸收,重量掉得最多,第二名海藻膠吸管,海藻膠吸管埋在土裡可以被分解,這次只有埋 38 天,也許可以設計 100 天以上,能夠觀察得更清楚。
7. 發現在日照烘乾吸管的過程不好控管,最穩定的烘乾方式是飲水機上的熱能,使用電風扇的時候會因為天氣的溫度、濕度,造成吸管乾燥程度不一,除濕機除去重量最多,飲水機上的溫度最為穩定,所以吸管的乾燥方式最快是使用除濕機>日曬>飲水機>電風扇的來做。飲水機上的溫度經過測量為 20 °C。後來使用蔬果烘乾機來做實驗,發現 20 度、60 度烘烤的情況,用低溫烘烤吸管比較不容易變形,高溫烘烤吸管比較容易扭曲變形難以使用。
8. 吸管消毒實驗,泡海藻膠吸管水溶液使用培養基的菌落數平均值在45個,有照UV光的海藻膠24小時的菌落數是0個,UV光可以有效地消毒吸管。UV光照30分鐘,吸管會脆化、裂掉,後來改用UV光照15分鐘,就沒有這樣的問題,培養出來的菌落數為0。
9. 利用吸管製造機製造吸管,經多次測試還沒有辦法達到有效量產,每次實驗都要耗時費工,反而使用手工沾取法的方式,比較簡便、有效率、也做得比較好。研究發現做出來的吸管和海藻膠膜必須建立在支撐物上,才能將海藻膠膜均勻的撐開。利用沾取法來製作,類似像製作冰棒一樣,將來可以搭配機器使用,更省錢更方便。

柒、結論

1. 本研究成功的製作出利用海藻酸鈉和氯化鈣的交互作用，做出可以慢慢消失的吸管，並有效的改良出一台手動的吸管製造機，製作出來的吸管不但可以吸水，有些還會變色。
2. 利用吸管製造機製作吸管，經多次測試尚未達到量產，每次實驗都要耗時費工。研究發現做出來的吸管和海藻膠膜必須建立在支撐物上，才能將海藻膠膜均勻的撐開。利用沾取法來製作，就像製作冰棒一樣，將來可以搭配機器使用，更省錢更方便。
3. 添加咖啡渣、紅茶渣、紙、紫高菜、蝶豆花、薑黃粉、牛蒡等不同材料製作而成的吸管，全都可以吸水，遇到酸鹼溶液時，紫高菜、蝶豆花吸管會變色。
4. 海藻膠的最佳比例是 2%，如果使用沾取法則需增加濃度到 4.5%。吸管成形的速度，關鍵在氯化鈣水溶液的濃度和浸泡時間，而氯化鈣水溶液的最佳比例為 25 % 浸泡 16 分鐘。
5. 本研究使用五種方法來製作吸管。針筒法:品質差也費工，沾取法:省時方便，紙筒法:可以做出海藻膠膜，灌腸法和冰凍法:可以控制吸管的厚度。就製作速度和實用性以沾取法 10 秒最快，紙筒法 180 秒最慢。
6. 使用硬度計來測量硬度，最硬的是紫高菜吸管，海藻膠吸管其次，牛蒡吸管最軟。戳飲料杯實驗也只有牛蒡吸管戳不下去。
7. 泡水實驗，紙吸管>海藻膠紙吸管>海藻膠吸管，紙吸管的毛細現象最明顯。可能是因為有機物或親水性，所以吸管泡水後重量會減少。
8. 進行腐化實驗以海藻膠紙吸管 1.74g 最好>海藻膠吸管 1.4g 其次，可能是因為薄薄的一層海藻膠膜，較容易被土壤中的微生物分解，所以腐化效果最好，但是在吸管泡水實驗時，因為自來水中沒有微生物，所以海藻膠吸管並沒有因為泡水被分解，反而一直維持原來的模樣。
9. 吸管乾燥實驗，以除濕機的效果最好，日曬時間不穩定，電風扇會因溫度和濕度效果不一，飲水機上的熱能經測量溫度為 20 度。發現低溫 20 度和高溫 60 度烘烤相比，高溫烘烤較容易扭曲變形。
10. 吸管消毒實驗，使用泡吸管的水溶液，塗抹在培養基 24 小時的菌落數，平均值在 45 個，有照 UV 光的泡吸管水溶液 24 小時的菌落數是 0 個，可證明照 UV 光可以有效地消毒吸管。
11. 海藻膠吸管既便宜又環保，購買海藻酸鈉價格上 800 元/公斤，每 20g/16 元，加水 980 毫升調成 2% 的海藻膠，每次用量 50 毫升，可以做 20 枝，而加入多為回收材料，不需費用，浸泡的氯化鈣水溶液可重複使用，不再估算範圍內，所以每枝約 0.8 元，使用沾取法更便宜。

捌、參考資料

- 中華民國第 59 屆高級中等學校組環境學科擇～擋不住的「吸」飲力－新型吸管之研發
中華民國第 58 屆中國小化學組鈣多晶球
中華民國第 58 屆 Ooho!「內」個「膜」法－凝膠薄膜性質之探討 Ooho!「內」個「膜」法－凝膠薄膜性質之探討
中華民國第 56 屆國小化學組吃我一顆水球-探討無瓶水製造方式和性質檢測
中華民國 第 50 屆檢測混不混有關係！－用混合自製天然指示劑來精細檢測酸鹼值的探討
瀕危欖蠟龜鼻孔夾出 10 公分吸管
https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=q6_en-r-IXI
成海龜死後解剖，體內竟都含垃圾！你正拿著塑膠袋，可能就是牠們的致命殺手
<https://udn.com/news/story/6811/7009560>
減塑挑戰／原生塑膠太便宜 氾濫主因，流出到海洋中的塑膠垃圾，多達 3.54 億噸
2023-03-05
<https://www.youtube.com/watch?v=SwOCIoZiHL4>
.Rice Straws making machine
<https://www.storm.mg/article/1281729?page=1>
家中自製巨型爆漿分子料理【LIS 實驗室】
<https://www.youtube.com/watch?v=dQ9QIHdQqI&t=232s>
How To Make Paper Straws
<https://www.youtube.com/watch?v=IRxcfBfyBAk>
泛科學從炫技料理到可食用水球：食品科學中的晶球技術
<https://pansci.asia/archives/165006>

玖、未來展望及後續處理

1. 本研究現階段製作的吸管，若探討其應用，較適合短時間喝飲料，目前預期可用於冷飲的吸管，取代塑膠吸管，後續會再探討對高溫的穩定性。
2. 本研究也可以作出貼近食物的以加熱保鮮膜。
3. 本研究製作出好玩的變色吸管，可增加在喝飲料時使用吸管的趣味性，也可以使用更多種的蔬果來製作調味，讓喝完飲料，可以將吸管當零食吃掉，例如葡萄吸管，更可以在酸鹼實驗時進行測試，讓實驗更有趣。
4. 本實驗原料及成品均無毒無害，又可自然分解，且實驗製程手法操作簡易不需要用到昂貴的設備，實驗在廚房進行更方便，期待未來的成品應用層面更廣，而且可以循環再用，減少因塑膠產品引起生態危機，讓地球的環境更美好。

【評語】 082907

1. 本實驗利用海藻膠做出可分解的吸管，達到保護環境的目的。
2. 本研究探討可分解吸管的製作，以海藻酸鈉與不同比例氯化鈣交聯，並加入不同材料進行改變，做出具有特色的吸管。
3. 創意、學術或實用價值佳，對科學、社會或經濟有產生影響之潛力，但已有類似議題被提出。
4. 名詞解釋等部分有太多文字與文獻相同，同學應該用自己的文字敘述，而非直接使用他人文字。
5. 折線圖應於座標軸正確標示其物理量與單位。單純的數字沒有科學意義。
6. 化學式應有正確下標。

作品海報

「海」底「氣」蟻龜

~生物可分解的吸管之探究

本研究利用海藻酸鈉和氯化鈣的交互作用，做出可分解的吸管，並改良一台吸管製造機。添加不同材料製作吸管，成功做出很像塑膠的海藻膠吸管，遇到酸鹼溶液會變色的紫高菜、蝶豆花吸管。影響吸管成形速度是氯化鈣的濃度和浸泡時間，以氯化鈣25%浸泡16分鐘最快，海藻膠的最佳比例為2%。製作吸管以沾取法10秒快又方便，做出來的吸管必須建立在支撐物上。腐化實驗以海藻膠紙吸管1.74g最好，因海藻膠薄膜分解較快，海藻膠吸管1.4g其次，吸管泡水實驗，因為水中沒有微生物，吸管不會被分解。吸管乾燥方式以除濕機效果最好，烘乾吸管的溫度以20度較不容易變形。使用UV光消毒，成功讓菌落數由45個降低成0個。成本估算上海藻膠吸管一枝約0.8元，使用沾取法更便宜。

1. 添加不同材料製作而成的吸管
2. 海藻酸鈉和氯化鈣水溶液的最佳比例
3. 各種可分解吸管的製作方式
4. 吸管實用性之測試
5. 吸管機器之設計與製作

壹、研究動機

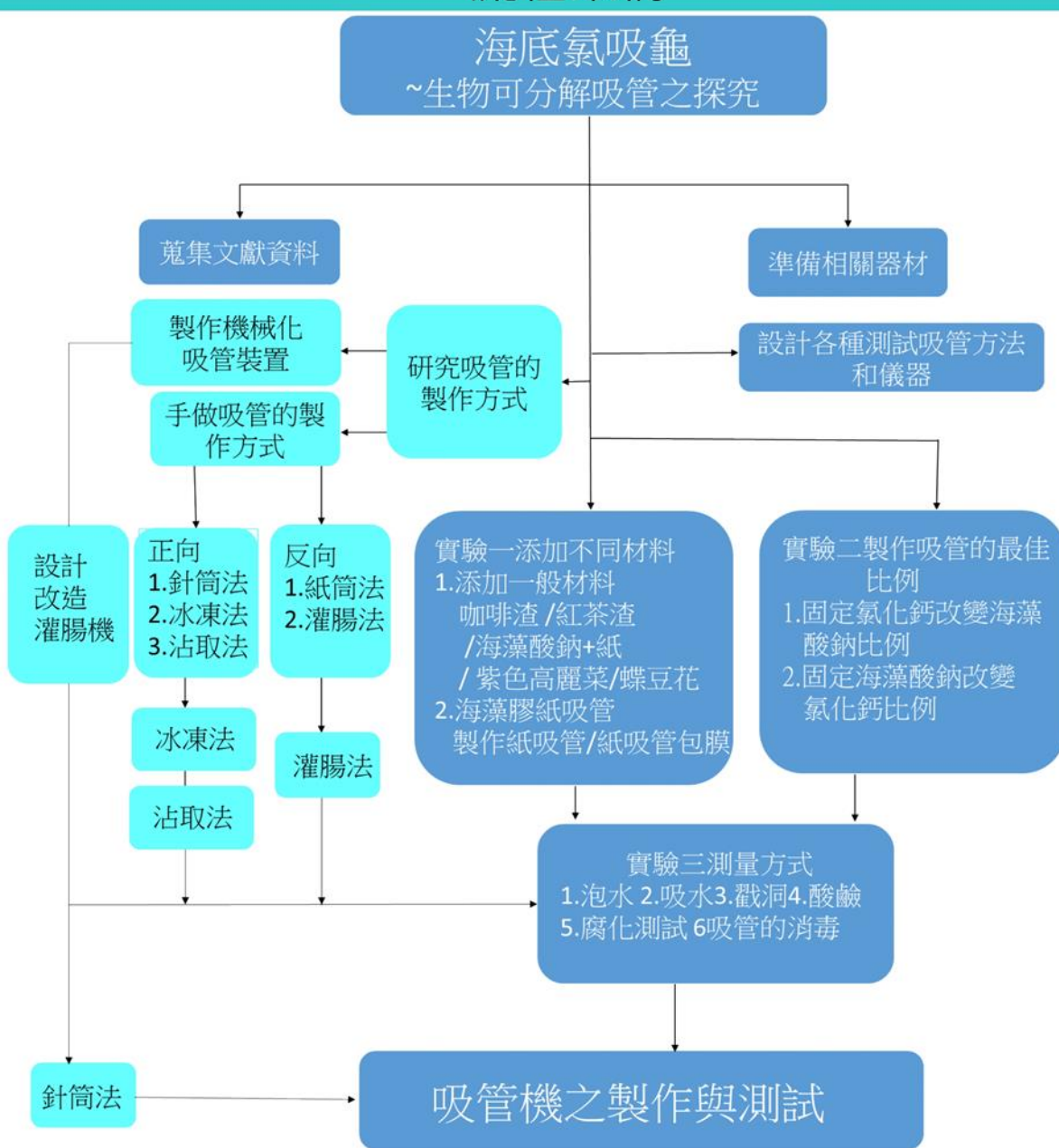
每年，在掩埋場、焚化爐和流出到海洋中的塑膠垃圾，多達3.54億噸，想減量很難，也殘害很多海洋生物。例如海龜與吸管的影片，看了讓人難過，如果吸管可以消失的話，一定很棒。一開始我們想做以海藻酸鈉水球取代塑膠製作而成的水瓶，希望能減少垃圾的數量，但是發現吃到肚子裡可能會有食安的問題，並且吃起來也怪怪的，如果做成用品可能較安全，碰巧學校紛紛開始宣導禁用一次用塑膠品。吸管我們幾乎每天要用到，如果要每天攜帶清洗，可能不方便，並且會不會有洗不乾淨、鐵吸管生鏽等問題呢？假如可以做出使用完的吸管可以被生物分解、甚至當零食吃掉、價格也不貴，那一定很棒！

參、研究設備及器材

海藻酸鈉(食用級)、氯化鈣(食用級)以及氯化鈣(一般)、乳酸鈣、冰箱、燒杯、試管、試管架、咖啡渣、乾燥玉米殼、乾燥牛蒡皮、檸檬皮、紫色高麗菜、薑黃粉、蝶豆花、鳳梨、紅茶、綠茶、番薯。測溫計、電子秤、果汁機、均勻機、蔬果烘乾機、飲水機、除濕機、電風扇、電鍋、手動灌腸機、iPad。塑膠杯、電子秤、小湯匙、大湯匙、攪拌棒、玻璃棒、自製測壓力器材、小碟子、箱子、尺、廣用試紙、大中小塑膠盤、大中小針筒、長尾夾、砂紙、水盤、水盆、酒精燈、三腳架、陶瓷纖維網、打火機、濾網、焊槍、標籤紙、美工刀、剪刀、水果刀、鑷子、保特瓶、滴管、大小玻璃棒、各種不同長短大小的吸管、大小量筒、橡皮塞、砝碼組、木頭、鐵鏈、水管、夾鏈袋、鋼盆、量杯、量匙、塑膠桶、熱熔膠槍、塑膠片、木工T型尺、電子尺、LB培養基、顯微鏡。

肆、研究過程或方法

一、流程架構



二、吸管機器之設計與製作

製作方法



圖4-1

圖4-2

圖4-3

改良灌香腸機製作吸管

改良1：製作吸管以及改良底座，利用斜面增加流速，增加彎管方便海藻膠流出，使用灌腸法當出口，流入氯化鈣水溶液槽，因為會沾黏，失敗。
改良2：改良底座，加裝前段內部扇葉如圖4-2，使液體容易流出，使用針筒法當出口，成功做出吸管。

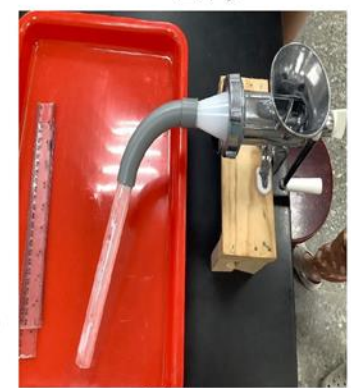


圖4-4

- 缺點：
1. 手動轉速太慢，吸管管徑大小不一。
 2. 液體的進料口到出口的距離太遠。
 3. 轉動時容易產生氣泡。
 4. 會浪費很多材料。5. 清潔耗力。

目前使用手工沾取法的方式，不但簡便，吸管做得快又好。將來可以搭配類似像製作冰棒機器來製作，更省錢更方便

四、使用不同方法製作吸管

【針筒法】正向
用針筒吸取2%海藻膠75ml，一邊擠壓針筒另一邊往後拉，再泡氯化鈣水溶液15分鐘，將成型的吸管，用玻璃棒穿刺，洗掉多餘的膠體。放入烘乾機烘乾後，再浸泡2分鐘的水取下後，自然乾燥。

【冰凍法】正向
將塑膠片捲成圓形，用圓形泡棉塞住下端，在泡棉中插入支撐棒，從上端灌入海藻膠，將支撐棒調到吸管正中間後以泡棉固定，再放入冰箱冷凍，結凍後，泡入氯化鈣水溶液中，再將支撐棒拔出烘乾後，再浸泡2分鐘的水取下後，自然乾燥。

【沾取法】正向
使用較長且口徑較大的玻璃棒，垂直插入高濃度4.5%海藻膠中，從上端灌入海藻膠，將支撐棒拿起來並泡到氯化鈣水溶液中浸泡15分鐘。烘乾機烘乾後，再度浸泡2分鐘的水取下後，自然乾燥。

【紙筒法】反向
將紙筒放入氯化鈣水溶液中浸泡3分鐘，再將紙筒放入3%海藻膠，等沾滿海藻膠後垂直拉起。泡到氯化鈣水溶液裡面，浸泡15分鐘。用烘乾機烘乾。將成形的海藻膠薄片取下再將其捲成吸管狀。

【灌腸法】反向
將塑膠片蓋上泡過氯化鈣的溼紙巾，捲成圓形。用圓形泡棉塞住兩端。固定泡棉。將捲起的塑膠片上端打開，用燒杯倒入海藻膠。將支撐棒調到吸管正中間後，放入氯化鈣水溶液中浸泡15分鐘，烘乾機烘乾後，再浸泡2分鐘的水，取下後自然乾燥。



圖4-5 海-氣



圖4-6 海-氣



圖4-7 海-氣



圖4-8 氣-海-氣

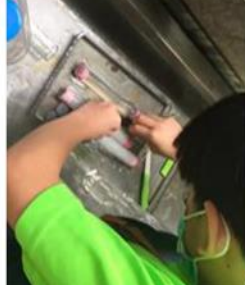


圖4-9 氣-海-氣

三、自製簡易硬度計

1. 準備好大型寶特瓶、透明片、自製吸管。
2. 瓶蓋挖洞直徑2cm，裁切保特瓶。
3. 為了避免歪斜將透明片捲成吸管狀，插入裁切好的保特瓶當中。
4. 最後用熱溶膠和膠帶固定。
5. 準備10cm高鹽巴盒一個，將藍色粉筆在鹽巴中摩擦，使鹽巴變成藍色。

測量步驟：

1. 鹽巴盒和放在自由落體保特瓶的正下方。
2. 將吸管自保特瓶上方讓它沿著塑膠管軌道自由落下。
3. 將保特瓶中的塑膠管套拉起，拿出吸管。
4. 用T形尺測量沾取藍色鹽巴的深度。

操作原理：

測量管長度30cm，自由落體刺進鹽巴盒深，戳力大；刺進鹽巴盒淺，戳力小，測量完用實際飲料瓶測試。



圖4-10

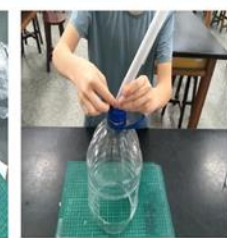


圖4-11



圖4-12



圖4-13

【實驗一】添加不同材料來製作吸管

實驗1-1 使用不同材料

| 名稱 | 海藻膠 | 海藻膠紙 | 玉米殼 | 檸檬皮 | 牛蒡 | 咖啡渣 | 紅茶渣 | 紫高菜 | 蝶豆花水 | 薑黃粉 |
|---------|---------|--------------|-------------|--------------------|----------------|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 剛完成 | | | | | | | | | | |
| 顏色溶於水 | X | X | V | X | V | V | V | 部分會 | X | 部分會 |
| 變色 | X | X | X | X | X | X | X | 可以 | 可以 | X |
| 香氣 | X | X | X | V | X | V | V | X | X | X |
| 特色 | 堅固乾淨有酸味 | 堅固乾淨完全沒有任何味道 | 粗糙像樹枝有米飯的味道 | 喝酸性和茶類和果汁類的飲料。有檸檬味 | 粗糙像樹枝，顏色很難看有皮味 | 適合用來喝咖啡有咖啡的酸味 | 適合用來喝酸性和茶類飲料有紅茶加檸檬的酸味 | 喝酸性和鹼性飲料，增加實驗的樂趣。有草酸味 | 喝酸性和鹼性飲料，增加實驗的樂趣。有草酸味 | 適合用來喝果汁類的飲料有酸味 |
| 顯微鏡下的吸管 | | | | | | | | | | |

表1-1

由表1-1海藻膠添加不同材料製作成吸管，可以成功拿來吸水。玉米殼、牛蒡、咖啡渣、紅茶渣、紫高菜吸管會溶出顏色於水中，其它不會。紫高菜吸管和蝶豆花吸管遇到酸鹼溶液會變色如圖1-1、1-2。製作檸檬吸管的時候，不能加入檸檬汁，只能加檸檬皮，如果加檸檬汁，吸管無法成形。檸檬、咖啡、紅茶吸管有特殊香氣。

由表1-2製作吸管速度的比較，以沾取法10秒>灌腸法60秒=針筒法=冰凍法>紙筒法180秒/枝。以做法難易度比較：沾取法>灌腸法>冰凍法>紙筒法=針筒法。沾取法來製作最方便，灌腸法比較容易控制吸管管壁厚度，針筒法需要2個人一起做，一個擠針筒一個拉海藻膠，耗費材料且失敗率高。沾取法、冰凍法和灌腸法可以製作較長、口徑比較寬的吸管，而紙筒法、針筒法只能做較短的吸管、口徑比較細的吸管。

不同製作吸管方法

| 方法 | 針筒法 | 冰凍法 | 沾取法 | 紙筒法 | 灌腸法 |
|------|---------------------|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|
| 製作方式 | | | | | |
| 步驟 | 海→紙 | 海→紙 | 海→紙 | 紙→海→紙 | 紙→海→紙 |
| 方式 | 正向 | 正向 | 正向 | 反向 | 反向 |
| 時間 | 約60秒 | 約60秒(不含冷凍時間) | 約10秒 | 約180秒 | 約60秒 |
| 成形 | 失敗率高 | 好 | 好 | 差 | 很好 |
| 穿刺 | 要 | 不用 | 不用 | 不用 | 1要2不用 |
| 難易 | 不好做 | 好做 | 好做 | 不好做 | 好做 |
| 優點 | 口徑大小不一，製作麻煩，管壁厚度難掌控 | 口徑大小、管壁厚度好掌控 | 口徑大小、管壁厚度難掌控，製作方便，耗材少 | 口徑大小不好控制，需要剪斷，一次可以做很多 | 口徑大小較好控制，還沒灌滿會凹凸不平 |
| 缺點 | 只能做短吸管 | 長短吸管皆可 | 長短吸管皆可 | 只能做短吸管 | 長短吸管皆可 |

圖1-1

表1-2

海藻膠添加不同材料製作成吸管，都可以成功的拿來當吸管吸水，有些遇到酸鹼液體會變顏色，如紫高菜吸管在自來水中，會變藍綠色。有些有香氣，但是放久了味道會消失。將海藻膠加入氯化鈣為正向反應的有針筒法、沾取法、冰凍法。將氯化鈣加入海藻膠裡面再放回氯化鈣浸泡為反向有紙筒法、灌腸法。使用針筒法，耗時費工廢料多，紙筒法做出吸管，但無法使用。灌腸法和冰凍法可以控制吸管的口徑大小以及厚度。沾取法：海藻膠濃度到4.5%，省去做穿刺支撐和廢料的問題，唯一的缺點是會黏住支撐棒，發現只要再泡一下氯化鈣就可取下晾乾即可，省時方便。

實驗1-2 海藻膠紙吸管

| 時間 / 名稱 | 海紙 1 | 海紙 2 | 海紙 3 | 海紙 4 | 海紙 5 |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10 | 14.09 | 28.98 | 16.64 | 2.2 | 12.61 |
| 20 | 25.17 | 53.72 | 31.03 | 3.42 | 33.09 |
| 30 | 39.7 | 61.87 | 47.12 | 7.39 | 45.22 |
| 40 | 42.62 | 69 | 57.93 | 13.21 | 55.15 |
| 50 | 58.96 | 71.41 | 61.91 | 15.38 | 62.87 |
| 60 | 62.62 | 72.48 | 62.42 | 18.58 | 66.73 |

表1-3

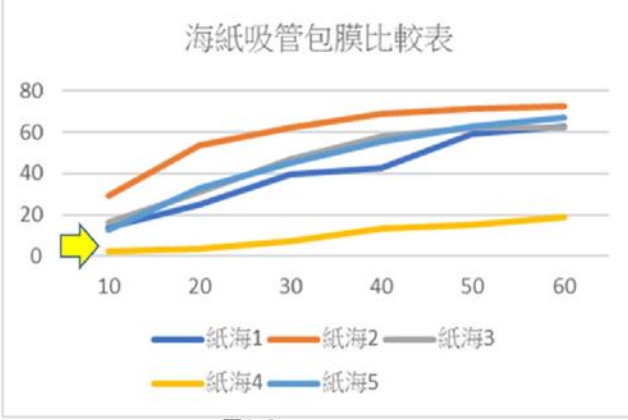


圖1-3



圖1-4

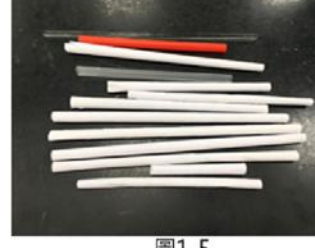


圖1-5



圖1-6

海藻膠膜紙吸管如圖1-3做出比較完整的海藻膠紙吸管，5枝海藻膠紙吸管中，只有第4枝毛細現象較低18.58mm如表1-3，製作成功率較低。

測試泡水海藻膠紙吸管，可能是因為手容易沾到，海藻膠膜沒有封好，導致破洞，只有一支成功封好膜毛細現象較不明顯。

【實驗二】製作吸管的最佳比例

實驗2-1:固定氯化鈣改變海藻酸鈉比例

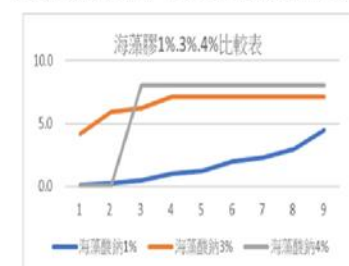


圖2-1

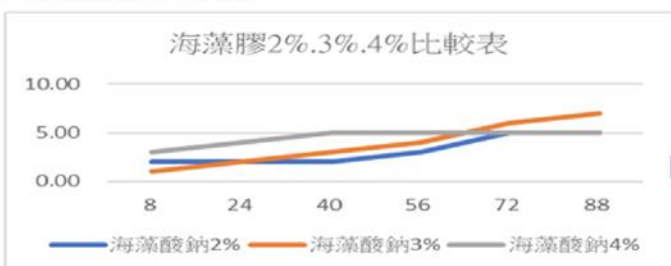


圖2-2

| 吸管/mm / 時間(分) | 1% | 2% | 3% | 5% |
|---------------|------|------|------|------|
| 10 | 1.65 | 2.14 | 1.53 | 2.16 |
| 20 | 2.70 | 3.42 | 2.04 | 2.97 |
| 30 | 3.87 | 3.54 | 2.76 | 3.15 |
| 40 | 4.25 | 4.45 | 3.94 | 3.72 |
| 50 | 4.95 | 5.21 | 4.48 | 3.96 |
| 60 | 5.49 | 5.47 | 4.98 | 4.52 |
| 70 | 6.04 | 5.93 | 5.57 | 5.15 |
| 80 | 6.24 | 5.95 | 5.78 | 5.57 |
| 90 | 6.41 | 7.78 | 5.80 | 5.59 |
| 100 | 7.24 | 7.96 | 6.27 | 6.10 |
| 110 | 7.81 | 8.39 | 6.20 | 7.30 |
| 120 | 8.87 | 8.89 | 8.25 | 8.32 |

表2-1

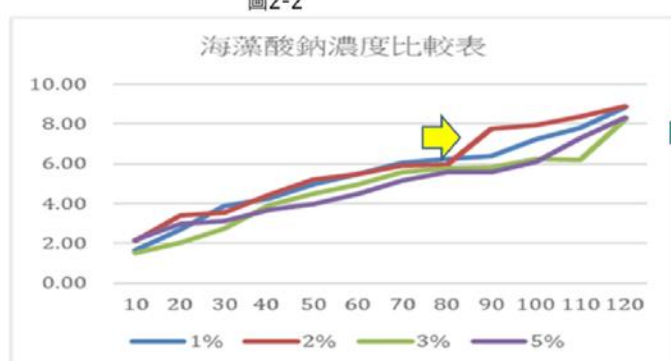


圖2-3

實驗2-2:固定海藻酸鈉改變氯化鈣比例

| 分鐘/mm | 15% | 20% | 25% | 30% |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 4 | 3.5 | 4.7 | 3.3 | 5.9 |
| 8 | 4.6 | 5.1 | 3.8 | 6.0 |
| 12 | 4.3 | 5.1 | 4.3 | 5.8 |
| 16 | 4.5 | 5.1 | 5.1 | 5.4 |
| 20 | 4.8 | 4.8 | 4.7 | 5.4 |
| 24 | 4.4 | 4.6 | 5.9 | 6.0 |
| 28 | 4.2 | 5.0 | 6.2 | 7.2 |
| 32 | 4.5 | 5.4 | - | - |
| 36 | 5.1 | 5.2 | - | - |

表2-2

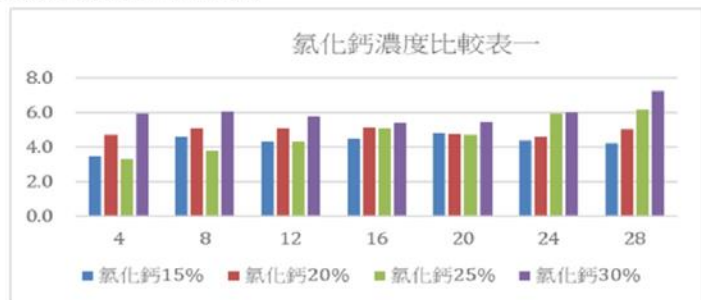


圖2-3

| 氯化鈣/mm/分 | 15% | 20% | 25% | 30% |
|----------|------|------|------|------|
| 8 | 1.66 | 2.14 | 2.72 | 3.55 |
| 16 | 3.28 | 2.49 | 3.76 | 3.59 |
| 24 | 3.41 | 2.90 | 4.69 | 4.62 |
| 32 | 4.58 | 3.07 | 5.03 | 4.91 |
| 40 | 4.93 | 3.70 | 5.15 | 5.27 |
| 48 | 6.81 | 3.97 | 5.47 | 5.43 |
| 56 | 6.23 | 6.11 | 6.41 | 5.87 |
| 64 | 6.29 | 6.31 | 7.44 | 7.15 |
| 72 | 5.71 | 6.75 | 7.63 | 7.49 |
| 80 | 6.87 | 7.83 | 8.23 | 7.68 |
| 88 | 7.27 | 7.92 | 8.13 | 8.02 |

表2-3

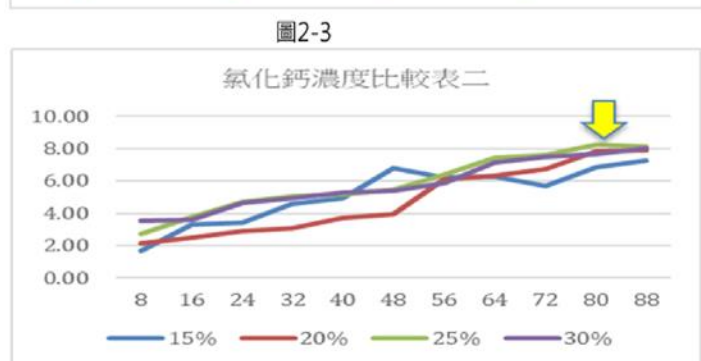


圖2-4

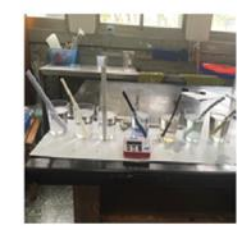
一開始實驗時，以小時為單位，無法比較如圖2-1，第2次每16分鐘測量一次如圖2-2，海藻膠3~4%比較好，第3次每10分鐘測量一次如圖2-3。經過3次的實驗，利用灌腸法發現2%以上的海藻膠就可以有不錯的效果。

第一次氯化鈣的實驗發現浸泡的時間出來的效果都差不多，很整齊如圖2-3氯化鈣濃度25%以上浸泡16分鐘就已實心。如圖2-4氯化鈣濃度25%浸泡16分鐘效果很好，並沒有因為濃度越高，有特別明顯的實心現象。於是又做了第二遍發現結果依舊如此。可以看出濃度在15~30%效果都差不多，以濃度25%稍微好一點。

發現製作第一代海藻膠吸管的時候因為濃度太低，製作吸管無法成形。海藻膠5%會濃稠到無法攪拌，除了沾取法需要較高濃度4.5%最適合製作，使用其他的方法海藻膠2%就有不錯的效果。觀察氯化鈣的最佳比例為25%和浸泡時間16分鐘。推測吸管成形的速度，關鍵在氯化鈣水溶液的濃度和浸泡時間。

【實驗三】測量方式

實驗3-1:泡水測試



| 名稱 | 厚度/mm | 長度/mm | 重量/g | 吸水率 | 吸水後重量/g | 吸水後長度/mm | 吸水後厚度/mm |
|----|-------|-------|-------|-------|---------|----------|----------|
| 紙 | 5 | 112.3 | 4.12 | 5.86 | 5.20 | 5.94 | 6.17 |
| 海 | 11 | 52.0 | 3.15 | 7.41 | 6.67 | 16.26 | 18.15 |
| 玉 | 15 | 65.2 | 4.15 | 16.53 | 13.32 | 16.84 | 16.17 |
| 檸 | 20 | 76.7 | 6.88 | 24.15 | 17.17 | 16.80 | 16.67 |
| 牛 | 25 | 70.2 | 6.59 | 16.17 | 13.06 | 15.03 | 16.15 |
| 咖 | 30 | 84.9 | 10.68 | 18.22 | 16.93 | 16.59 | 23.3 |
| 紅 | 35 | 80.2 | 13.62 | 30.73 | 16.25 | 16.25 | 23.6 |
| 紫 | 40 | 111.2 | 20.18 | 12.94 | 15.17 | 18.3 | 21.6 |

表3-1

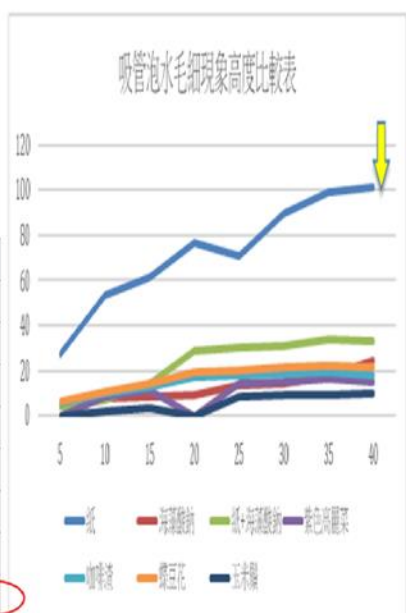


圖3-1



| 名稱 | 泡水前 | 泡水後 |
|--------|-------|-------|
| 紙 | 11.24 | 11.98 |
| 海藻膠前 | 9.13 | 9.81 |
| 紙+海藻膠前 | 11.8 | 12.23 |
| 紫高菜前 | 8.68 | 9.49 |
| 咖啡渣 | 5.18 | 7.3 |
| 蝶豆花 | 6.3 | 7.81 |
| 玉米殼 | 3.19 | 7.81 |

表3-2

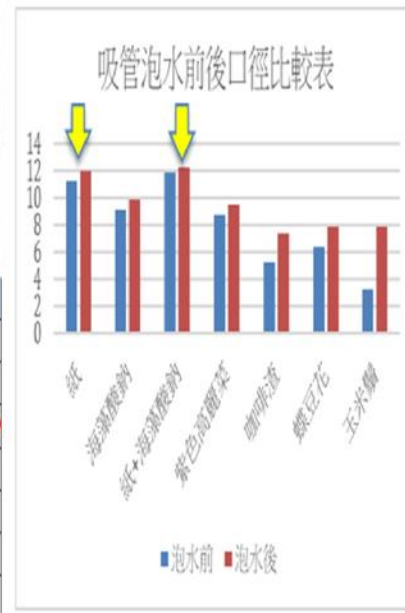
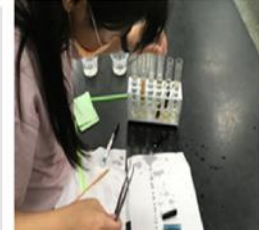


圖3-2



| 名稱/重量 | 7天減掉的重量 |
|-------|---------|
| 海藻膠 | 0.09 |
| 玉米殼 | 0.38 |
| 檸檬皮 | 0.03 |
| 牛蒡 | 0.08 |
| 咖啡渣 | 0.03 |
| 紅茶渣 | 0.23 |
| 紫高菜 | 0.02 |
| 蝶豆花水 | 0.05 |
| 薑黃粉 | 0.02 |
| 紙+海藻膠 | 0.06 |

表3-3

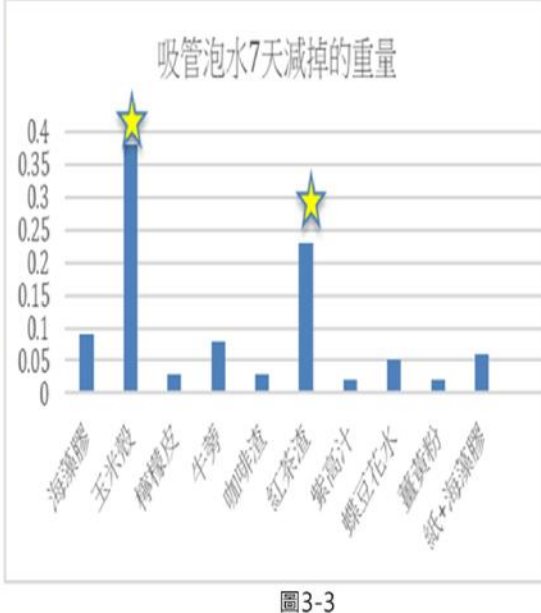


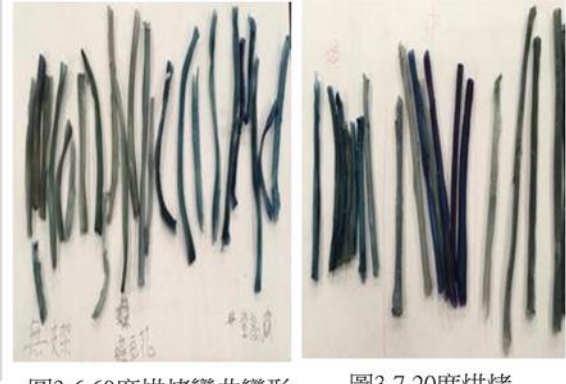
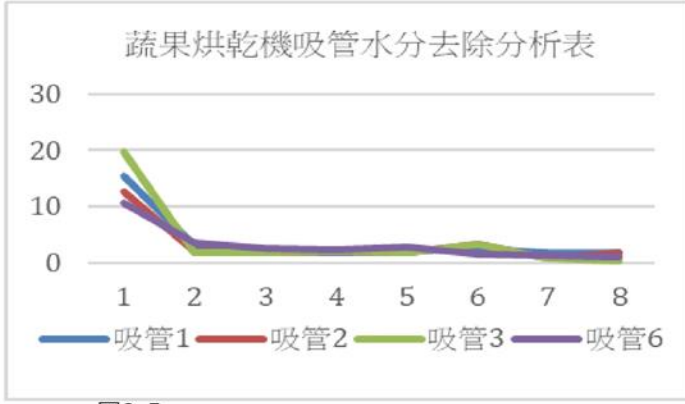
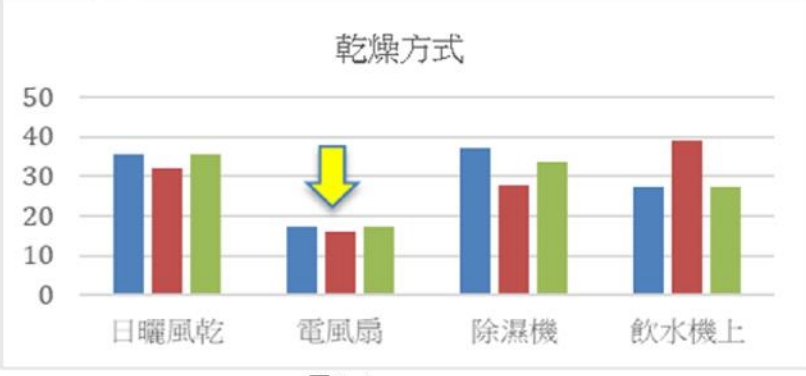
圖3-3

從圖3-1可以看出紙吸管的毛細現象最高，其它都很低以玉米殼0.64mm最低。泡水後吸管口徑的比較表，發現泡水後吸管口徑會吸水膨脹，紙吸管11.98mm和海藻膠紙吸管12.23mm最明顯如表3-2，可能是因為海藻膠紙吸管的海藻膠膜沒有封好，最不明顯的是咖啡渣吸管7.3mm。發現泡水減少的重量有玉米殼吸管減少0.38g>紅茶渣0.23g>牛蒡0.08g如圖3-3。

泡水測試看出紙吸管的毛細現象最高，第二是海藻膠紙吸管，可能是因為海藻膠膜沒有封好，其他的毛細現象都不明顯。另外也試了吸管泡水會不會消失實驗，可能因為有機物或親水性所以吸管重量消失得比較快如圖3-3。因為自來水中沒有微生物，所以海藻膠吸管並沒有因為泡分解，反而都一直維持它原來的模樣。

【實驗三】測量方式

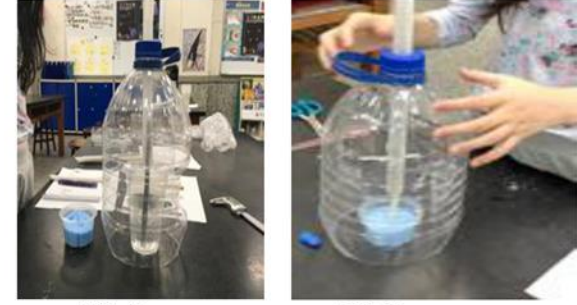
實驗3-2乾燥方式



乾燥效果最好除濕機>飲水機>日曬>電風扇。最穩定的烘乾方式是使用除濕機或飲水機上的熱能，使用電風扇的時候會被溫度、濕度影響，而造成吸管乾燥程度不一，除濕機效果好，飲水機上的熱能穩定又好用，飲水機上的溫度經測量為20度。後來使用蔬果烘乾機來做實驗，發現20度皆能有效的除去水分。使用高溫烘乾吸管速度快但容易變形如圖3-6，低溫烘烤20度較好。

除濕機除去重量最多。後來使用蔬果烘乾機來做實驗，發現20度、高溫60度烘烤的情況，用低溫烘烤吸管比較不容易變形，高溫烘烤吸管比較容易扭曲變形難以使用。

實驗3-3戳洞 (硬度)



| 吸管/mm | 1 | 2 | 3 | 平均 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 海藻膠 | 14.62 | 16.2 | 20.58 | 17.13 |
| 玉米殼 | 12.1 | 9.9 | 9.9 | 10.63 |
| 檸檬皮 | 9.9 | 10.85 | 10.27 | 10.34 |
| 牛蒡 | 6.72 | 6.72 | 5.38 | 6.27 |
| 咖啡渣 | 8.37 | 7.88 | 11.27 | 9.17 |
| 紅茶渣 | 5.82 | 8.02 | 8.6 | 7.48 |
| 紫高菜 | 14.61 | 14.38 | 24.19 | 17.73 |
| 蝶豆花水 | 10.19 | 14.04 | 12.33 | 12.19 |
| 薑黃粉 | 15.08 | 12.03 | 11.57 | 12.89 |
| 海藻膠紙 | 13.03 | 11.82 | 14.14 | 13.00 |

表3-5

最硬的是紫高菜吸管 17.13mm>海藻膠吸管 10.63mm，牛蒡吸管最弱6.27mm。

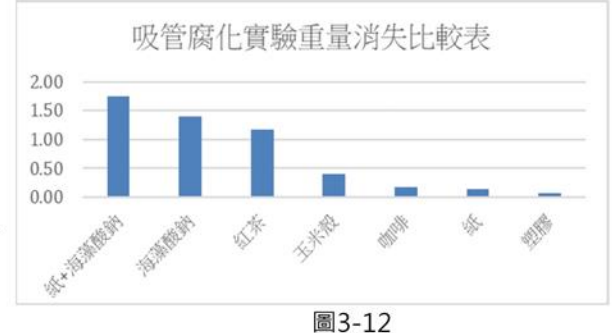


用重力的自由落體法，使用硬度計來測試戳力大小，紫高菜吸管最大，牛蒡吸管最弱。戳飲料杯只有牛蒡戳不下去。

實驗3-4腐化測試

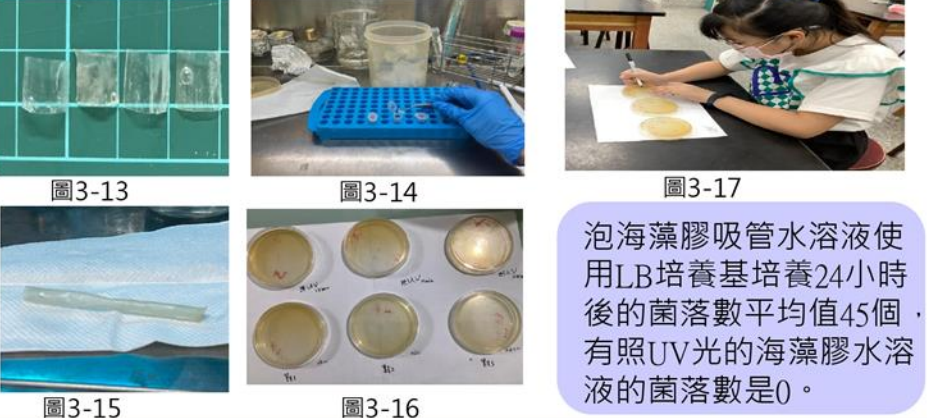


由海藻膠紙吸管合計重量消失1.74g腐化效果最好，海藻膠吸管1.4g次之，再來是紅茶渣吸管1.17g最後是塑膠吸管0.07g。

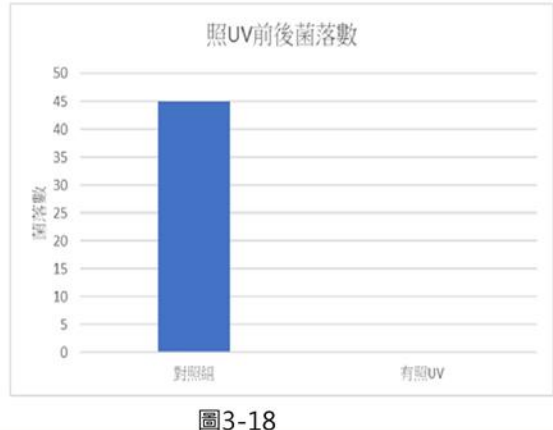


腐化過程中，海藻膠紙吸管，可能因為薄薄的一層海藻膠，較容易被土壤分解，重量掉得最多，第二名海藻膠吸管，海藻膠吸管理在土裡可以被分解，這次只有埋38天，也許可以設計100天以上，能夠觀察得更清楚。

實驗3-5消毒



泡海藻膠吸管水溶液使用LB培養基培養24小時後的菌落數平均值45個，有照UV光的海藻膠水溶液的菌落數是0。



| 菌液/菌落數/次數 | 1 | 2 | 3 | 平均 |
|-------------|---|----|----|----|
| 海藻酸鈉+無菌食 | 9 | 38 | 88 | 45 |
| UV+海藻酸鈉+無菌食 | 0 | 0 | 0 | 0 |

表3-6

泡海藻膠吸管水溶液使用培養基的菌落數平均值在45個，有照UV光的海藻膠24小時的菌落數是0個，UV光可以有效地消毒吸管。UV光照30分鐘，吸管會脆化、裂掉，後來改照15分鐘就沒有這樣的問題，培養出來的菌落數為0。

柒、結論

1. 本研究成功的製作出利用海藻酸鈉和氯化鈣的交互作用，做出可以慢慢消失的吸管，並有效的改良出一台手動的吸管製造機，製作出來的吸管不但可以吸水，有些還會變色。
2. 利用吸管製造機製作吸管，經多次測試尚未達到量產，每次實驗都要耗時費工。研究發現做出來的吸管和海藻膠膜必須建立在支撐物上，才能將海藻膠膜均勻的撐開。利用沾取法來製作，就像製作冰棒一樣，將來可以搭配製作冰棒機器使用，更省錢更方便。
3. 添加咖啡渣、紅茶渣、紙、紫高菜、蝶豆花、薑黃粉、牛蒡皮等不同材料製作而成的吸管，全都可以吸水，遇到酸鹼溶液時，紫高菜、蝶豆花吸管會變色。
4. 海藻膠的最佳比例是2%，如果使用沾取法則需增加濃度到4.5%。吸管成形的速度，關鍵在氯化鈣水溶液的濃度和浸泡時間，而氯化鈣水溶液的最佳比例為25%浸泡16分鐘。
5. 本研究使用五種方法來製作吸管。針筒法:品質差也費工，沾取法:省時方便，紙筒法:可以做出海藻膠膜，灌腸法和冰凍法:可以控制吸管的厚度。就製作速度和實用性以沾取法10秒最快，紙筒法180秒最慢。
6. 使用硬度計來測量硬度，最硬的是紫高菜吸管，海藻膠吸管其次，牛蒡吸管最軟。戳飲料杯實驗也只有牛蒡吸管戳不下去。
7. 泡水實驗，紙吸管>海藻膠紙吸管>海藻膠吸管，紙吸管的毛細現象最明顯。可能是因為有機物或親水性，所以吸管泡水後重量會減少。
8. 進行腐化實驗以海藻膠紙吸管1.74g最好>海藻膠吸管1.4g其次，可能是因為薄薄的一層海藻膠膜，較容易被土壤中的微生物分解，所以腐化效果最好，但是在吸管泡水實驗時，因為自來水中沒有微生物，所以海藻膠吸管並沒有因為泡水被分解，反而一直維持原來的模樣。
9. 吸管乾燥實驗，以除濕機的效果最好，日曬時間不穩定，電風扇會因溫度和濕度效果不一，飲水機上的熱能經測量溫度為20度。發現低溫20度和高溫60度烘烤相比，高溫烘烤較容易扭曲變形。
10. 吸管消毒實驗，使用泡吸管的水溶液，塗抹在培養基24小時的菌落數，平均值在45個，有照UV光的海藻膠水溶液24小時的菌落數是0個，可證明照UV光可以有效地消毒吸管。
11. 海藻膠吸管既便宜又環保，購買海藻酸鈉價格上800元/公斤，每20g/16元，加水980毫升調成2%的海藻膠，每次用量50毫升，可以做20枝，而加入多為回收材料，不需費用，浸泡的氯化鈣水溶液可重複使用，不再估算範圍內，所以每枝約0.8元，使用沾取法更便宜。

捌、參考資料

1. 中華民國第59屆高級中等學校組環境學科擇~擋不住的「吸」飲力-新型吸管之研發
2. 中華民國第58屆國小化學組鈣多晶球
3. 中華民國第58屆Ooho!「內」個「膜」法—凝膠薄膜性質之探討Ooho!「內」個「膜」法—凝膠薄膜性質之探討
4. 中華民國第56屆國小化學組吃我一顆水球-探討無瓶水製造方式和性質檢測
5. 中華民國第50屆檢測混不混有關係!用混合自製天然指示劑來精細檢測酸鹼值的探討
6. 瀕危鱷龜鼻孔夾出10公分吸管 https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=q6_en-r-IXI
7. 減塑挑戰 / 原生塑膠太便宜 氾濫主因，流出到海洋中的塑膠垃圾，多達3.54億噸2023-03-05 <https://udn.com/news/story/6811/7009560>