

嘉義市第三十七屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科（2）（環保與民生）

組 別：國小組

作品名稱：筷製人口-廢物利用的環保筷

關 鍵 詞：植物粉末、廢物利用、筷子

編 號：

壹、研究摘要

以前就聽過免洗筷不要常使用，因為裡面含有大量的化學物質和漂白劑，有害人體。因此，我們想做出對人體無害並且能廢物利用也可以被大自然直接分解的環保筷，所以我們挑選出可以再次廢物利用的主材質、天然黏著劑和強化硬度物質來製作筷子。我們嘗試調配出不同的配方來找尋最佳的筷子，最後多次測試的結果我們決定以植物粉末+糯米粉+牡蠣殼粉為主要筷子配方。我們最後透過加寬筷子的寬度來做出符合我們日常生使用的環保筷。

貳、研究動機

我們常聽新聞說竹筷子不環保，因為竹筷子在製作過程中有泡過漂白水還有雙氧水，加上容易刺到手，既不健康又不實用，所以想做全天然的筷子。找了一下市面上的天然筷子，我們有找到稻殼筷，不過進一步發現稻殼做的稻殼筷不是全天然的，還包含其他的物質，整枝筷子雖然可以被分解，但是必須在特定的溫度和濕度下才可以，我和幾位同學想研究看看，是否可以嘗試以全天然的材料來製作筷子，做出可以被大自然直接分解的環保筷。

參、研究目的

一、探討現有的免洗筷

- (一) 現有免洗筷的種類和規格測量
- (二) 現有免洗筷缺點和優點
- (三) 現有免洗筷會不會發霉

二、製作筷子的材料的挑選

- (一) 不同再利用主材質的挑選和主材質會不會發霉
- (二) 天然黏著劑的挑選和天然黏著劑會不會發霉
- (三) 不同強化硬度物質的挑選和強化硬度物質會不會發霉

三、不同配方比例的筷子組合測試

- (一) 植物粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子
- (二) 植物粉+糯米粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子
- (三) 植物粉+牡蠣粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子
- (四) 植物粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子
- (五) 植物粉+糯米粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子
- (六) 植物粉+糯米粉+牡蠣粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子
- (七) 植物粉+糯米粉+牡蠣粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子

四、不同粗度的筷子的測試

- (一) 比較不同粗度是否適合來當筷子

肆、研究設備及器材





一、研究器材及設備


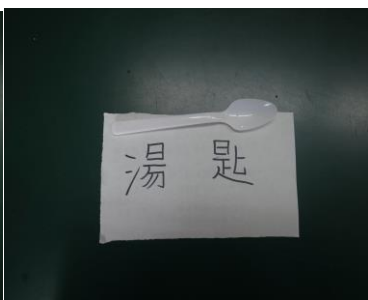
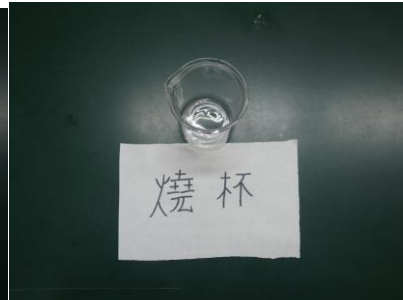







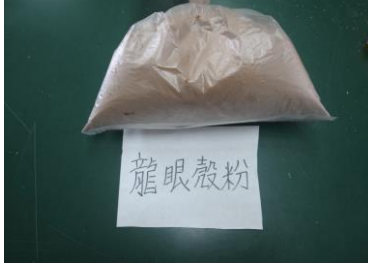



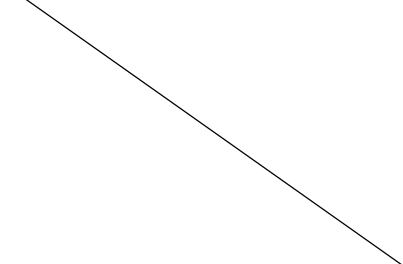
1. 電子秤	2. 模具	3 磨粉機.	4 果汁機.
5. 耐熱袋	6. 計時器	7. 濾網	8. 烤箱
9. 鋁箔紙	10. 砂紙	11. 湯匙	12. 燒杯
13. 滴管	14. 搗鉢	15. 枝條剪	16. 剪刀
15. 側面重力測量板			

二、研究材料

1. 椰子殼粉	2. 糯米粉	3. 花生粉	4. 龍眼粉
5. 牡殼粉	6. 砂糖		

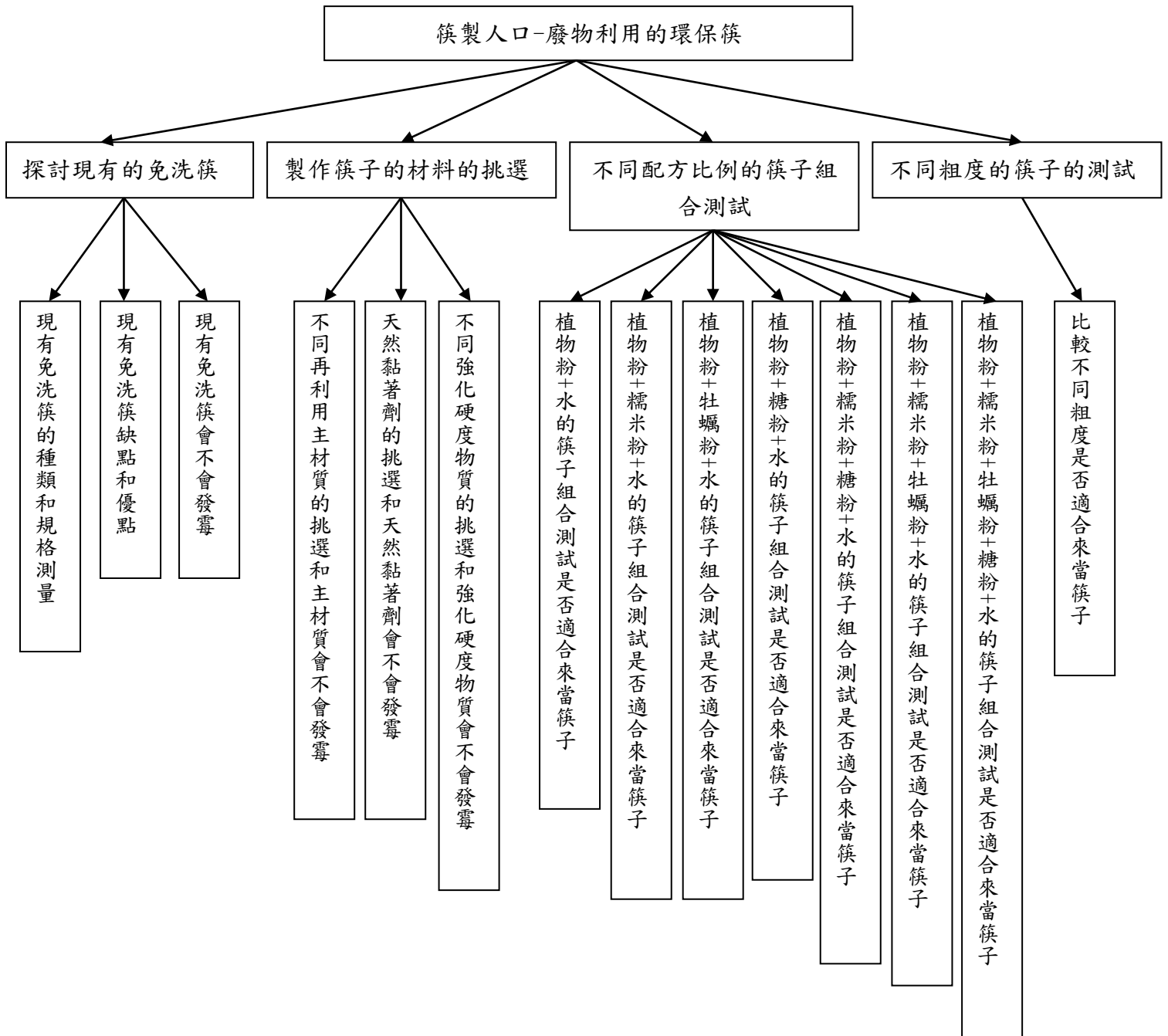
三、器材與實驗照片

		
圖 1、電子秤	圖 2、模具	圖 3、磨粉機
		
圖 4、果汁機	圖 5、耐熱袋	圖 6、計時器
		
圖 7、濾網	圖 8、烤箱	圖 9、鋁箔紙









		
<p>圖 10、砂紙</p>	<p>圖 11、湯匙</p>	<p>圖 12、燒杯</p>
		
<p>圖 13、滴管</p>	<p>圖 14、搗鉢</p>	<p>圖 15、枝條剪</p>
		
<p>圖 16、剪刀</p>	<p>圖 17、椰子殼粉</p>	<p>圖 18、糯米粉</p>
		
<p>圖 19、花生粉</p>	<p>圖 20、龍眼粉</p>	<p>圖 21、牡殼粉</p>
		
<p>圖 22、砂糖</p>	<p>圖 23、自製側面重力測量板</p>	

伍、研究過程或方法

一、架構圖



二、自製筷子的流程：

			
圖 24、準備粉末	圖 25、調配比例	圖 26、放入模具	圖 27、預熱烤箱
			
圖 28、放入烤箱	圖 29、取出並脫模	圖 30、拍照做標籤	圖 31、拍壓力測試影片

三、筷子壓力測量的方式：

		自製側面重力測量板
圖 32、正面壓力測量	圖 33、側面壓力測量	

四、現有免洗筷的種類和規格測量。

(一) 實驗步驟：

1. 收集市售的筷子並分類。
2. 測量筷子的規格和測量重量。

五、現有免洗筷缺點和優點。

(一) 調查結果：

表 1. 市售免洗筷的優缺點。

免洗筷優點	免洗筷缺點
1. 成本低廉	1. 汙染環境
2. 防止傳染病的傳播	2. 焚化產生毒氣
3. 用過即換具便利性	3. 材質對人體造成危害
	4. 損耗地球資源

六、 現有免洗筷會不會發霉。

(一) 實驗步驟：

1. 把筷子編號並放入水中浸泡。
2. 每日拍照觀察，並記錄筷子變化。

七、 不同再利用主材質的挑選和主材質會不會發霉。

(一) 實驗步驟：

1. 選擇適合的植物廢棄物來嘗試
2. 把選擇的再利用的主材質來測試製作
3. 把選擇好的主材質進行泡水的測試
4. 每日觀察主材質的變化並記錄觀察結果

八、 天然黏著劑的挑選和天然黏著劑會不會發霉。

(一) 實驗步驟：

1. 上網路搜尋可以用的天然黏著劑
2. 把選擇好的黏著劑進行泡水的測試
3. 每日觀察黏著劑的變化並記錄觀察結果

九、 不同強化硬度物質的挑選和強化硬度物質會不會發霉。

(一) 實驗步驟：

1. 上網路搜尋可以用的天然硬化物
2. 把選擇好的硬化物進行泡水的測試
3. 每日觀察硬化物的變化並記錄觀察結果

十、 植物粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十一、 植物粉+糯米粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十二、 植物粉+牡蠣粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十三、 植物粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十四、植物粉+糯米粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 步驟 1 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十五、植物粉+糯米粉+牡蠣粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十六、植物粉+糯米粉+牡蠣粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

十七、比較不同粗度是否適合來當筷子。

(一) 實驗步驟：

1. 調配植物粉末和水的比例試作不同粗度的筷子
2. 預熱烤箱到 180 度，把調配好的比例放入模具並送進烤箱
3. 烤 10 分鐘後進行脫模後在放上支架固定再送回烤箱再烤 20 分鐘
4. 時間到後，進行筷子的冷卻，一天後進行筷子的重力壓力測試

陸、研究結果

一、現有免洗筷的種類和規格測量。

(一) 研究結果



圖 34、筷子收集

圖 35、筷子標號

圖 36、筷子規格測量

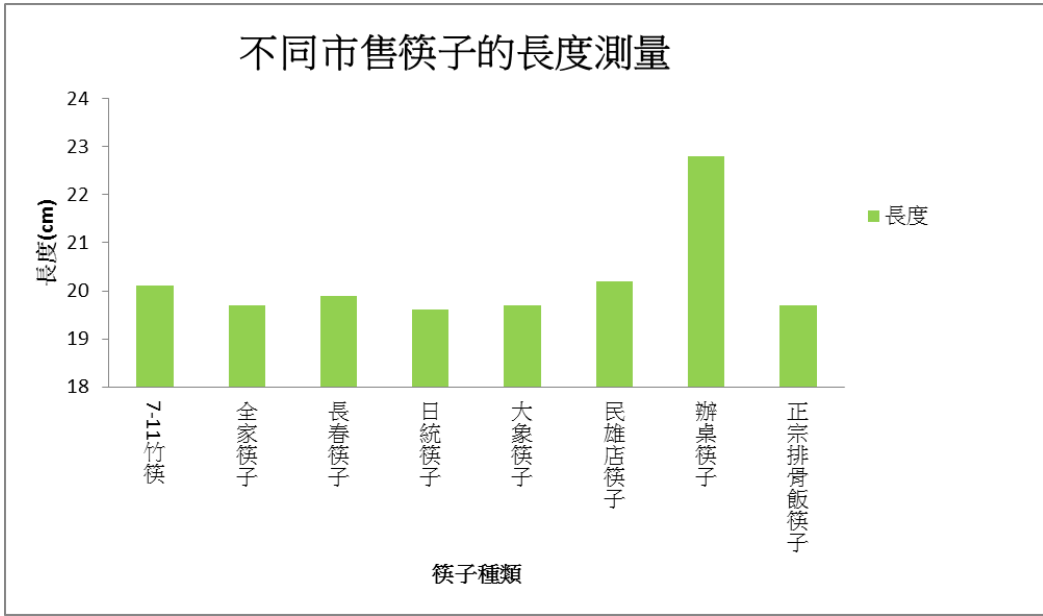


圖 37、不同市售筷子的長度測量。

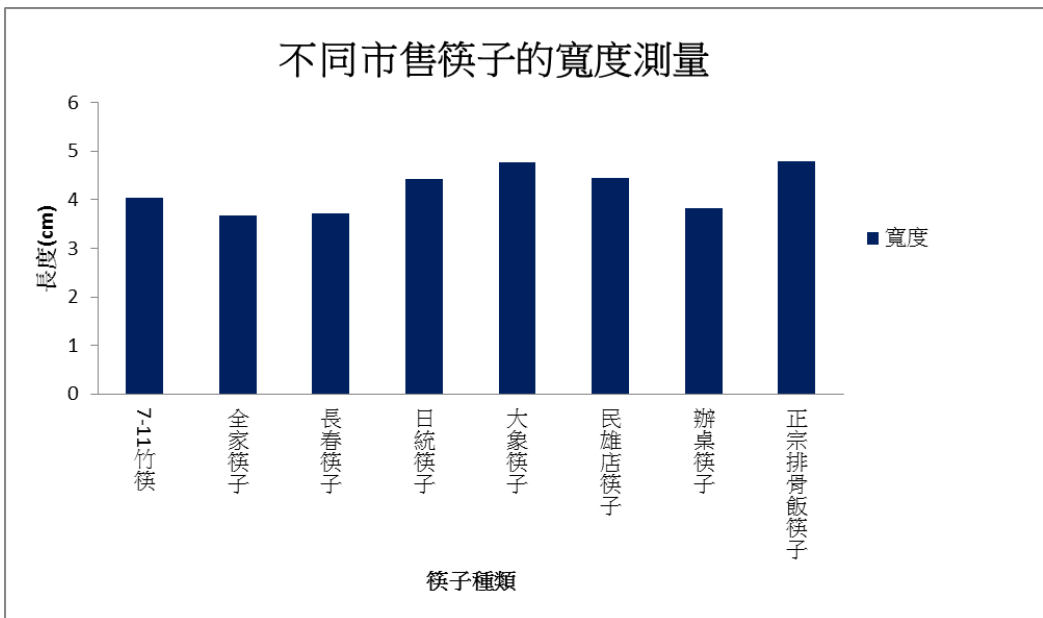


圖 38、不同市售筷子的寬度測量。

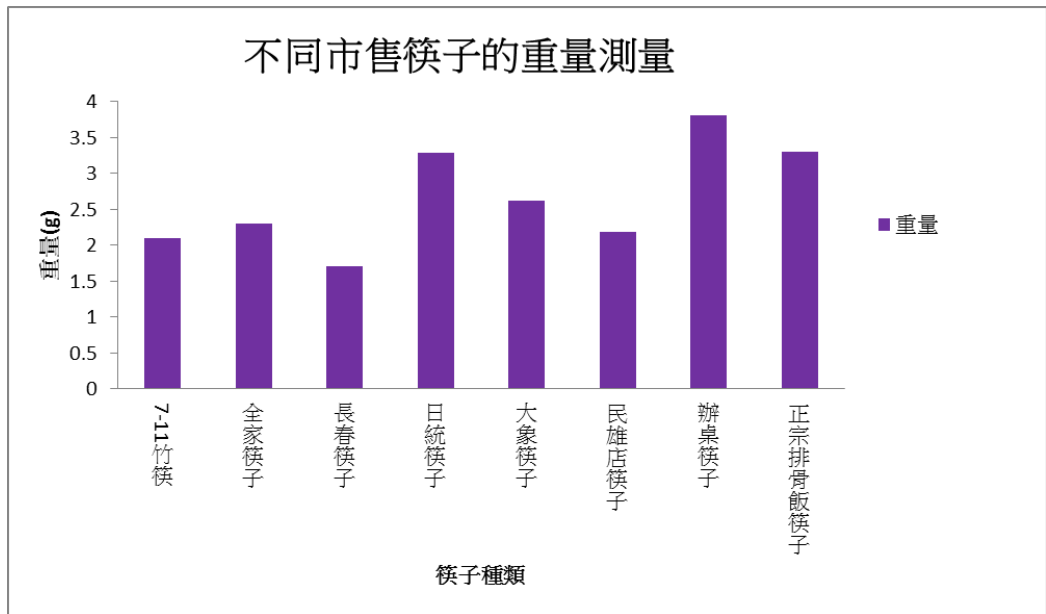


圖 39、不同市售筷子的重量測量。

(二) 實驗討論

1. 從圖 37-39 為我們測量市售免洗筷子的長度、寬度和重量，目的是為了找出多數的筷子會是怎麼樣的規格。我們先測量筷子的長度，發現平均的長度為 20.2 公分。接著我們測量筷子的寬度，發現平均的寬度為 4.2 公分。最後我們測量筷子的重量，發現平均的重量為 2.7 公克。
2. 根據實驗的結果，我們了解市售免洗筷子的規格後，以這個長度和寬度為最適合我們在使用中的便利性，我們接下來的自製筷子將會以長度 20 公分和寬度 0.4 公分來製作。

二、現有免洗筷會不會發霉。

(一) 研究結果



表 2. 市售免洗筷泡水實驗。

市售免洗筷泡水實驗	市售免洗筷泡水實驗-第一天
	
<p>圖 43、8 種市售筷子泡水前。</p>	<p>圖 44、8 種市售筷子泡水後第一天。</p>
<p>7-11 筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 全家筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 長春筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 日統筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 大象筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 民雄店筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 辦桌筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。 正宗排骨飯筷子：外觀顏色正常，沒有特殊氣味。</p>	<p>7-11 筷子：毫無變化，但好像融化，捏起來很軟 全家筷子：變成咖啡色，有一點霉味 長春筷子：轉為咖啡色，有一些是黑色 日統筷子：微變黃，有漂白水味 大象筷子：變白，有一些地方是灰色，有竹子味（很重） 民雄店筷子：變黃，有惡臭 辦桌筷子：變黃，沒有味道 正宗排骨飯筷子：無變化，有惡臭</p>
市售免洗筷泡水實驗-第二天	市售免洗筷泡水實驗-第三天
	
<p>圖 45、8 種市售筷子泡水後第二天。</p>	<p>圖 46、8 種市售筷子泡水後第三天。</p>
<p>7-11 筷子：微發黃，無味道，浮在水面上。 全家筷子：沉到水裡，發黑，有漂白水味。 長春筷子：發黑，沒有味道，浮在水面上。 日統筷子：沉到水裡，發黃，有漂白水味。 大象筷子：沉到水裡，發黃，有霉味。 民雄店筷子：沉到水裡，發黃，漂白水味。</p>	<p>7-11 筷子：浮在水面上，有一點點的咖啡色。 全家筷子：沉入水中，發黑，有異味。 長春筷子：沉入水中，沒有味道，化為灰色。 日統筷子：沉入水中，成為咖啡色。</p>

辦桌筷子：沉到水裡，發黃，沒味道。 正宗排骨飯筷子：沉到水裡，發黃，有漂白水味。	大象筷子：沉入水中，發黑。 民雄店筷子：沉入水中，發黑。 辦桌筷子：沉入水中，發黃。 正宗排骨飯筷子：沉入水中，有異味。
---	---

(二) 實驗討論


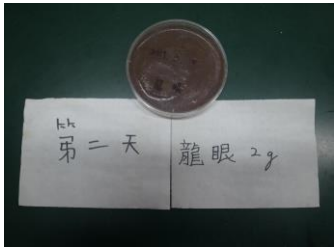
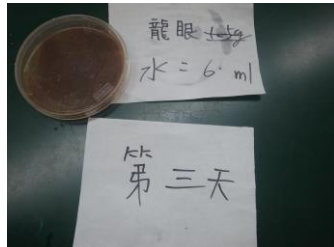
1. 從表 2 可以看到一開始的時候市售的免洗筷的外觀都大同小異，沒有特殊差別的地方。可是隨著泡水的時間越久就可以看見不同的地方，有些市售免洗筷的顏色逐漸改變，有點變成更黃，有的變成咖啡色，甚至發黑。味道也不大相同，有些有明顯的漂白水味道，有些則是有怪味。
2. 根據實驗觀察的結果，其實我們可以了解為什麼現在要提倡自帶環保筷子，不同間的免洗筷製造商的製程或是所選用的材料品質都有所不同，有些為了看起來更乾淨或預防變色或發霉其中會使用漂白水的製程，當我們使用這樣的免洗筷就有可能吃進在筷子上的殘留漂白劑物質，對身體健康其實是不好的。我們的實驗希望能找出取代市售免洗筷的天然環保筷子，人們不用擔心殘留的有毒物質又能保存比較的使用時間。

三、不同再利用主材質的挑選和主材質會不會發霉。

(一) 研究結果

		
圖 47、粉末準備	圖 48、浸泡	圖 49、拍照與紀錄變化

表 3、龍眼殼粉的泡水實驗

		
圖 50、第一天	圖 51、第二天	圖 52、第三天

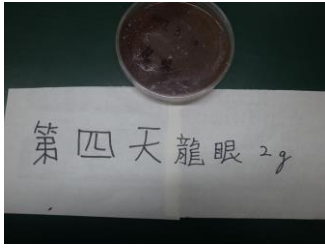
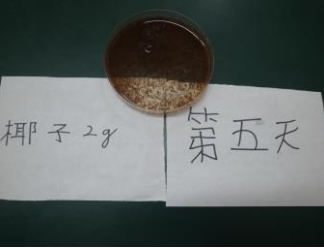

 <p>第四天 龍眼 2g</p>	 <p>椰子 2g 第五天</p>	 <p>龍眼 2g 第六天</p>
圖 53、第四天	圖 54、第五天	圖 55、第六天

表 4、花生殼粉的泡水實驗

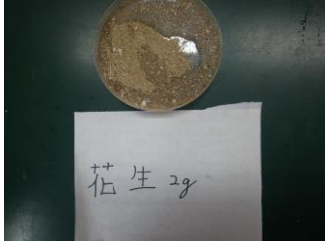

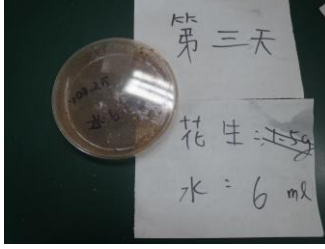
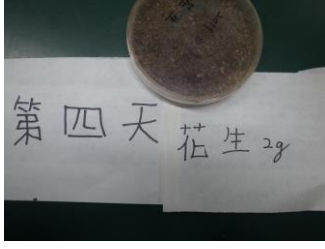

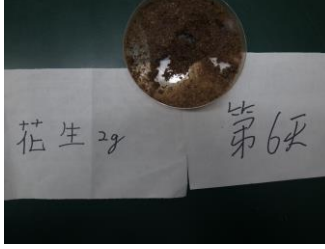

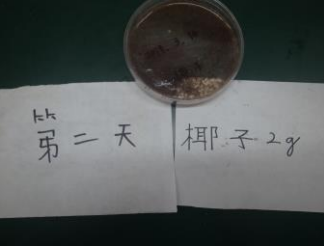
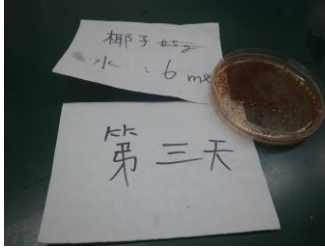
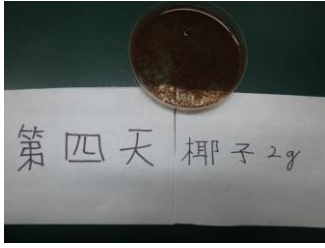
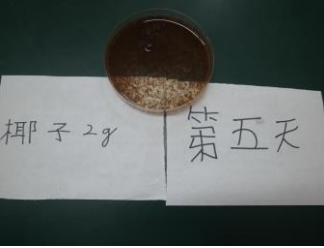
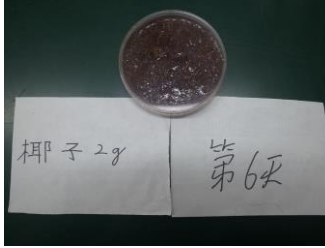
 <p>花生 2g</p>	 <p>第一天 花生 2g</p>	 <p>第三天 花生 2g 水 = 6 ml</p>
圖 56、第一天	圖 57、第二天	圖 58、第三天
 <p>第四天 花生 2g</p>	 <p>花生 2g 第五天</p>	 <p>花生 2g 第六天</p>
圖 59、第四天	圖 60、第五天	圖 61、第六天

表 5、椰子殼粉的泡水實驗

 <p>椰子 2g</p>	 <p>第二天 椰子 2g</p>	 <p>椰子 2g 水 = 6 ml 第三天</p>
圖 62、第一天	圖 63、第二天	圖 64、第三天
 <p>第四天 椰子 2g</p>	 <p>椰子 2g 第五天</p>	 <p>椰子 2g 第六天</p>
圖 65、第四天	圖 66、第五天	圖 67、第六天

(二) 實驗討論

1. 我們挑選出 4 種材料來當成我們的主材質的候選人，分別是龍眼殼、花生殼、椰子殼和甘蔗渣。我們把這些候選人磨成粉末，然後進行發霉的實驗。表 3 是我們的龍眼殼粉泡了 6 天的情況，我們發現粉末很穩定，沒有發霉的情況。表 4 是我們的花生殼粉泡了 6 天的情況，我們發現粉末也是沒有發霉的情況。緊接著表 5 是我們的椰子殼粉，從椰殼製成椰子殼粉最困難，泡了 6 天後一樣沒有發霉。最後一種是甘蔗渣，我們從店家取回要曬乾製成粉末，沒幾天就發霉了，所以最後就不考慮使用甘蔗渣來做筷子了。
2. 實驗結果發現，我們透過泡水的實驗想要進一步驗證如果製成筷子後會不會容易發霉，這 3 種材料都有過關。在實際狀況當然不會把筷子泡那麼多天，所以這些主材質都蠻適合嘗試來製作成自製筷子。

四、天然黏著劑的挑選和天然黏著劑會不會發霉。

(一) 研究結果

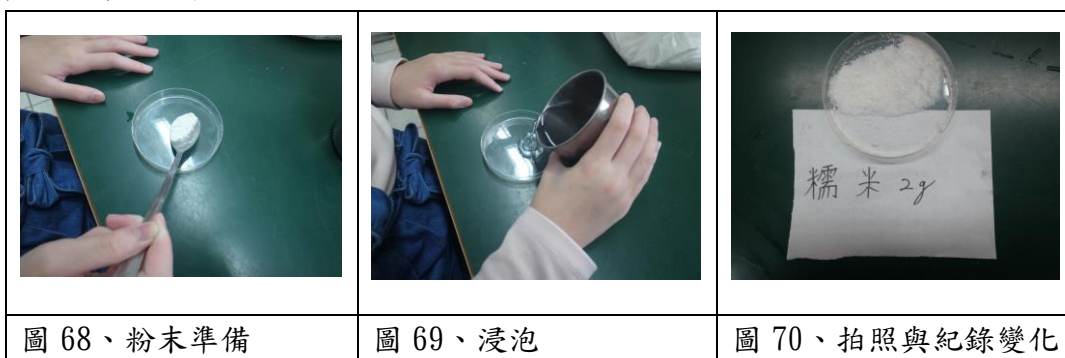
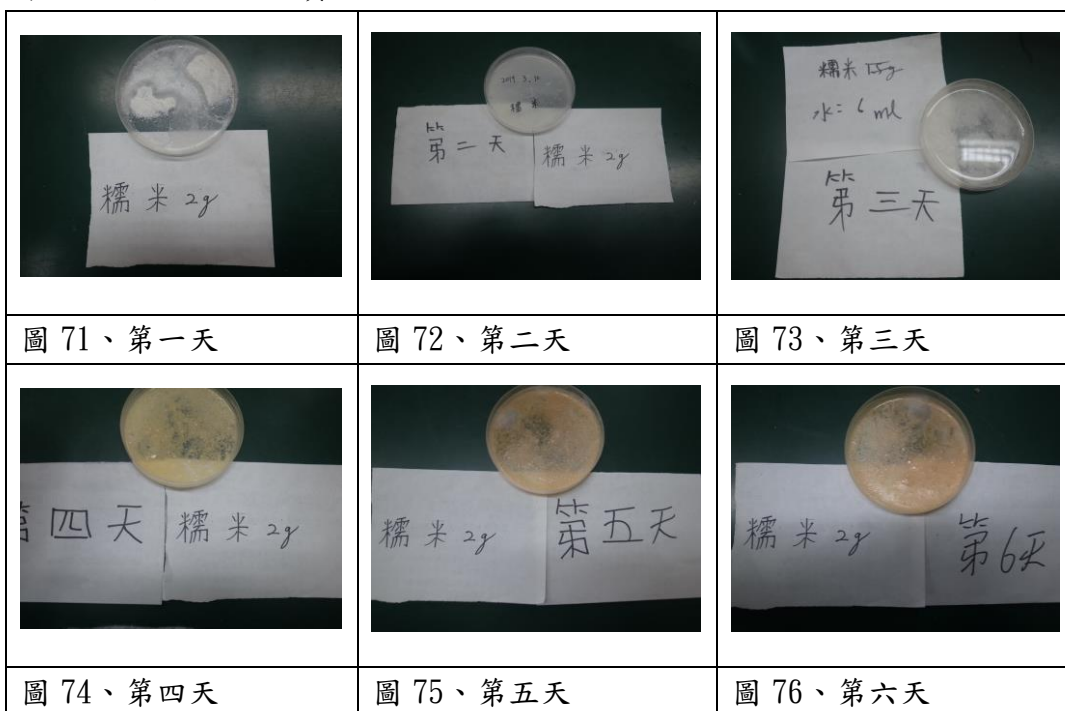


表 6、糯米粉的泡水實驗



(二) 實驗討論

1. 糯米是這個實驗所找到的天然黏著劑，主要原因是好取得並且效果也不

錯。表 6 就是把糯米粉泡了 6 天的情況，前 3 天都沒問題，但從第 4 天就開始變質，到第 6 天最後甚至發霉。

2. 從這個實驗結果雖然沒撐過 6 天的浸泡，不過由於我們製成筷子的時候糯米粉所扮演的腳色並非是主材質，而是當成黏著劑來使用，所以所佔的比例比較低，再加上我們製成筷子的時候會加熱烘烤，所以比較不擔心發霉的情況，所以糯米粉就納入我們自製筷子的材料之一。

五、不同強化硬度物質的挑選和強化硬度物質會不會發霉。

(一) 研究結果

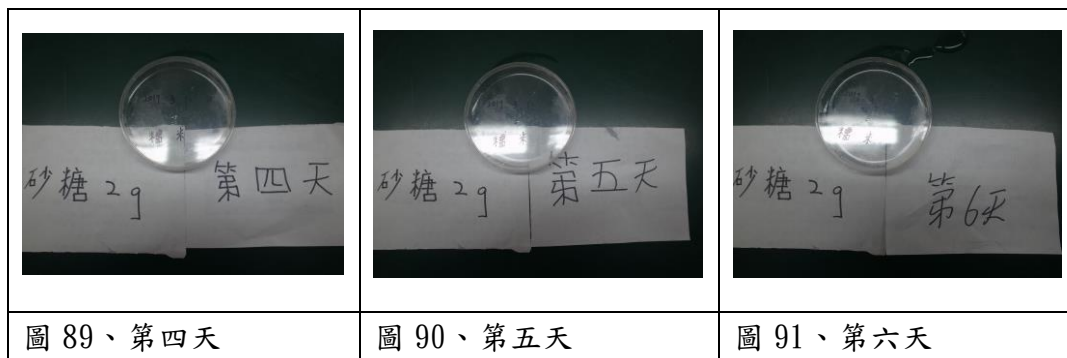
圖 77、粉末準備	圖 78、浸泡	圖 79、拍照與紀錄變化

表 7、牡殼粉的泡水實驗

圖 80、第一天	圖 81、第二天	圖 82、第三天
圖 83、第四天	圖 84、第五天	圖 85、第六天

表 8、糖粉的泡水實驗

圖 86、第一天	圖 87、第二天	圖 88、第三天



(二) 實驗討論

1. 當我們嘗試調配自製筷子的時候，我們發現如果直接製成筷子其實硬度不夠強，所以我們又挑選可以強化筷子硬度的物質，分別是牡蠣殼粉和砂糖粉。表 7 為浸泡牡蠣殼粉 6 天的情況，沒有發生任何發霉。表 8 為砂糖浸泡 6 天的情況，也是沒發生發霉的情況。
2. 透過這個實驗結果我們確定這兩種強化筷子硬化程度的物質是沒有發霉的疑慮，且能強化所製成筷子的強度，所以牡蠣殼粉和砂糖粉也納入我們自製筷子的材料之一。

六、植物粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果

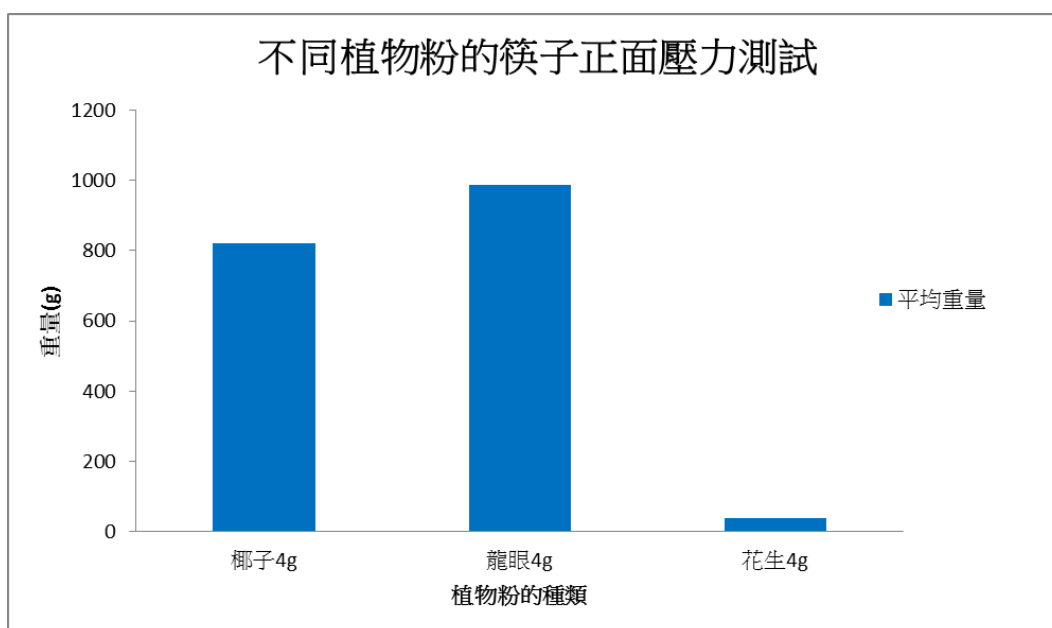
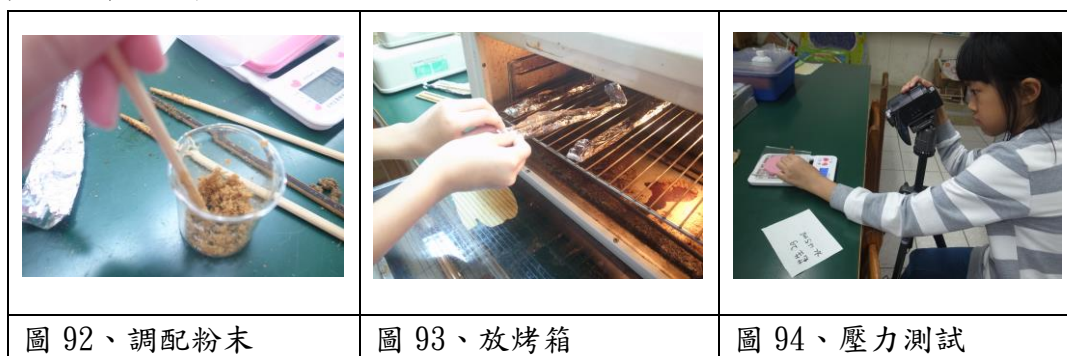


圖 95、不同植物粉的筷子正面壓力測試。

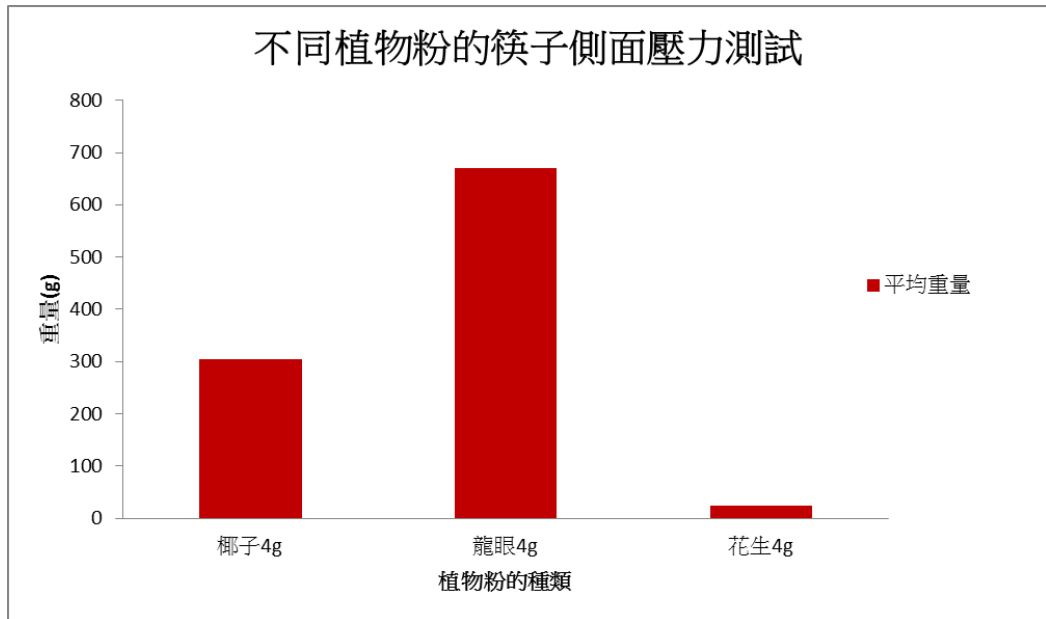


圖 96、不同植物粉的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 第一種自製筷子的配方就是植物粉加水來製成，從圖 95 中的正面壓力測試有最好的表現是龍眼殼粉其次是椰子殼粉，最後則是花生殼粉。而從圖 96 中的側面壓力測試表現的結果跟正面壓力測試一樣。
2. 從實驗的結果我們進一步研究這三種粉末的差異，可以發現龍眼殼粉的細粉比較多，其次是椰子殼粉，最後是花生殼粉。這樣的結果也可能會影響所做出來的筷子，因為越有粗的粉末越容易分離。我們也發現越紮實所做出來的筷子硬度會越好。不過我們之後還會添加黏著劑，所以我們繼續測試這三種粉末，最後挑選出最佳的配方。

七、植物粉+糯米粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果



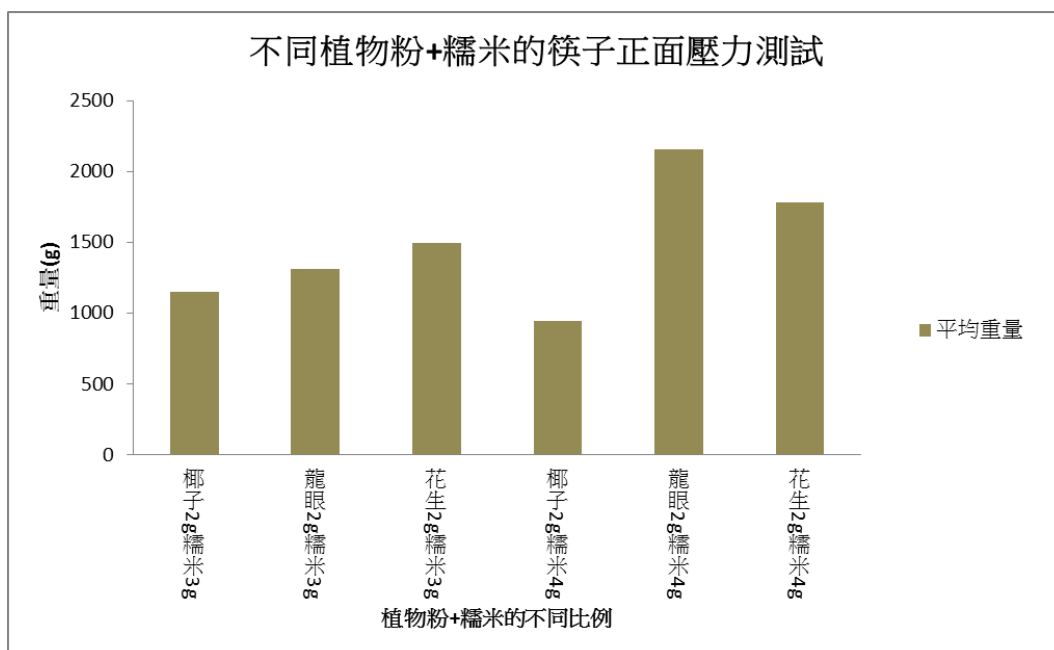


圖 100、不同植物粉+糯米的筷子正面壓力測試。

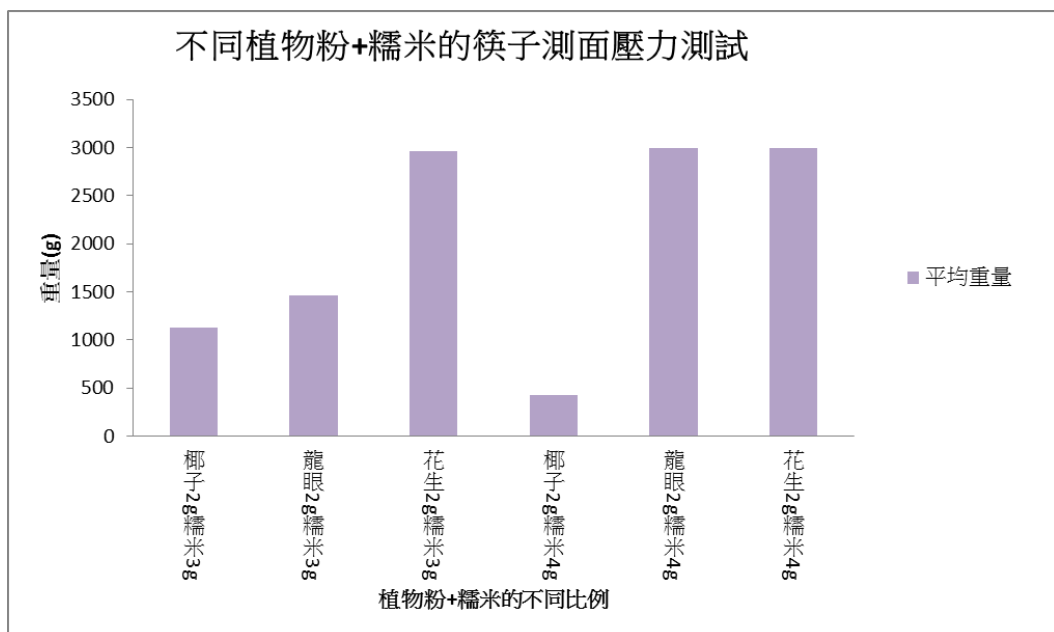


圖 101、不同植物粉+糯米的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 從圖 100 中我們可以發現，添加黏著劑後的筷子硬度增加了，當黏著劑愈多效果越好的趨勢。從圖 101 中側面的壓力測試也是相同的結果，其中以龍眼 2g 和糯米粉 4g 的表現為最佳，不管正面或側面的壓力測試都有最好的表現。
2. 從這個實驗可以了解如果能讓筷子的主材質更加緊實的結合在一起，這樣的筷子強度就可以使用，糯米粉確實提供了這樣的功能。

八、植物粉+牡蠣粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果

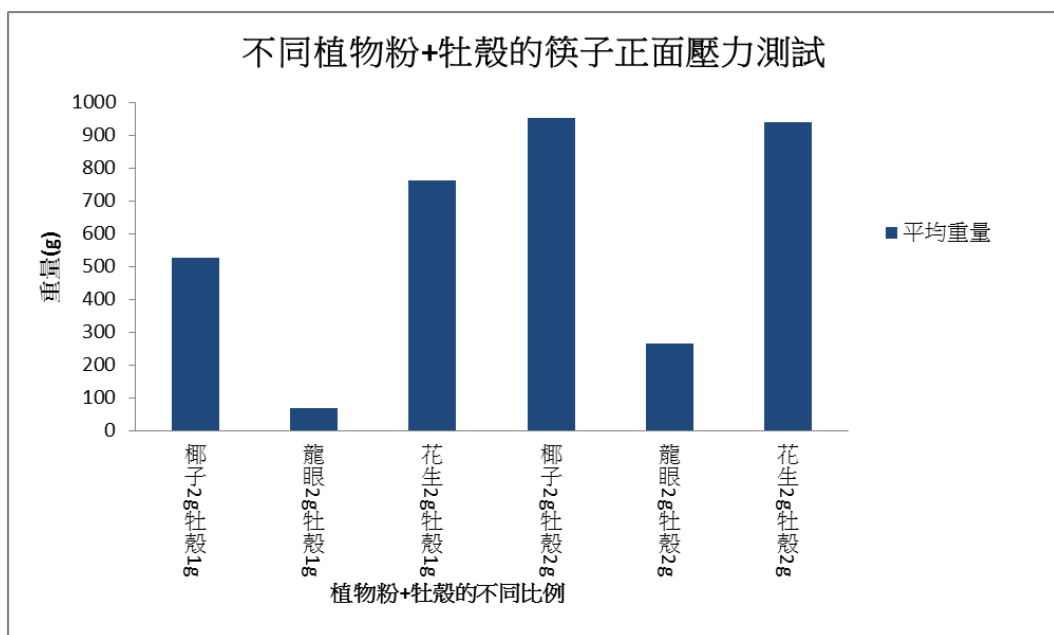


圖 105、不同植物粉+牡殼的筷子正面壓力測試。

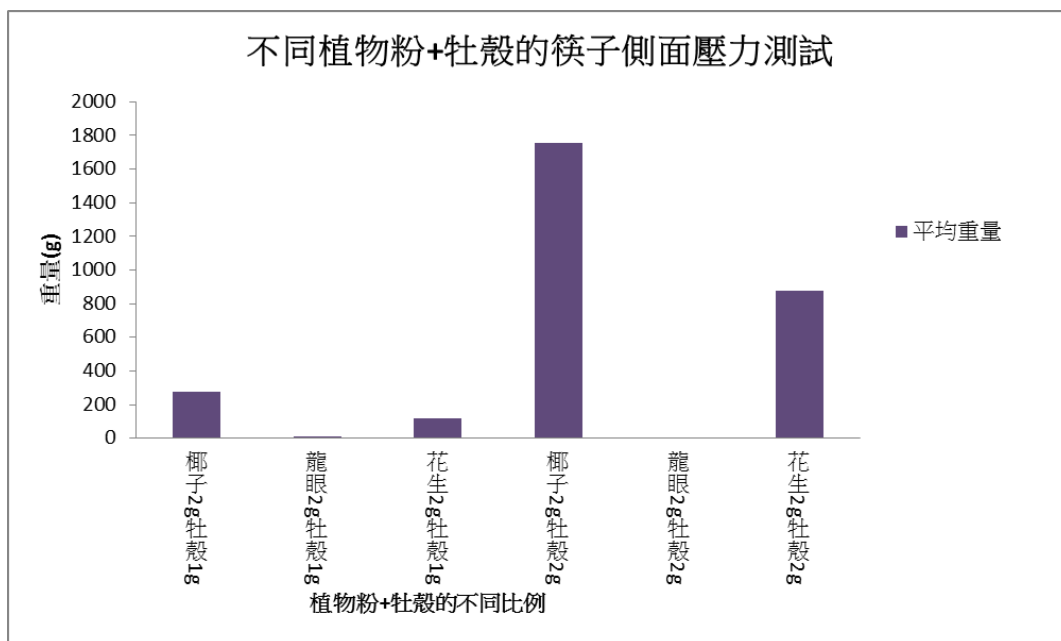


圖 106、不同植物粉+牡殼的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 緊接著我們測試了植物粉末添加牡蠣殼粉的實驗，如果沒有黏著劑，所做出來的筷子會是什麼情況。我們從圖 105-106 可以看到在正面和側面的壓力測試下椰子殼粉 2g 和牡蠣殼粉 2g 表現最好，其次則是花生殼粉 2g 和牡蠣殼粉 2g。
2. 從實驗的結果我們可以發現在黏著劑的重要性，雖然我們可以看到添加牡蠣殼粉確實可以增強筷子的硬度，但是多數表現變差。而另外我們可以發現粉末比較細的龍眼殼粉最差，可能是牡蠣殼粉的粉末比它粗，所以固著力變差了，椰子殼粉和花生殼粉表現還好，是它們的粉末還比牡蠣殼粉還粗的關係，所以固著力反而更好，不容易斷裂。

九、植物粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果

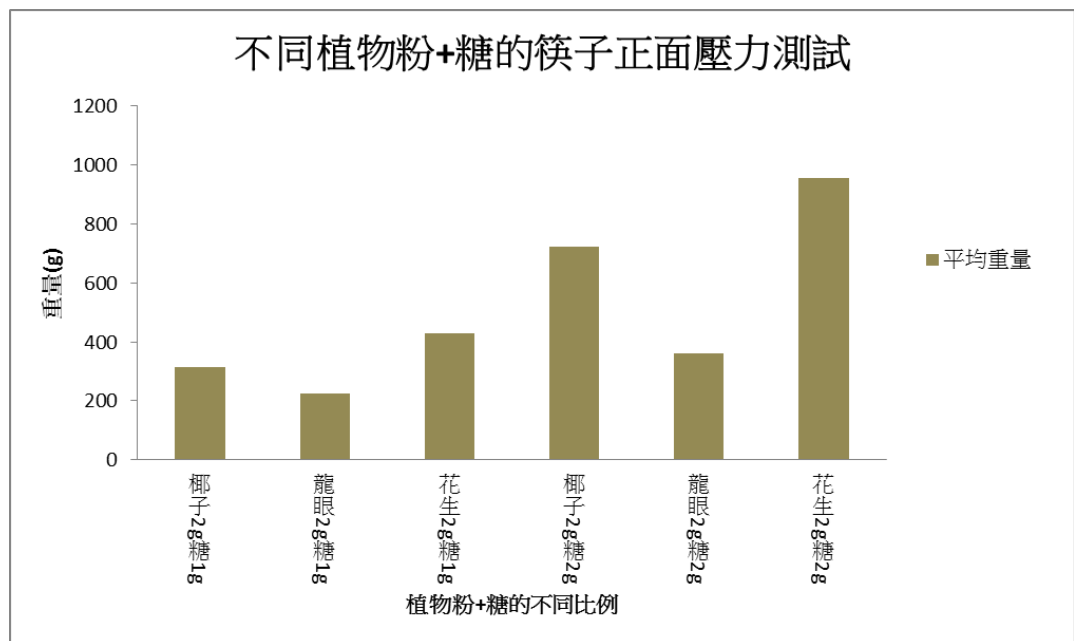
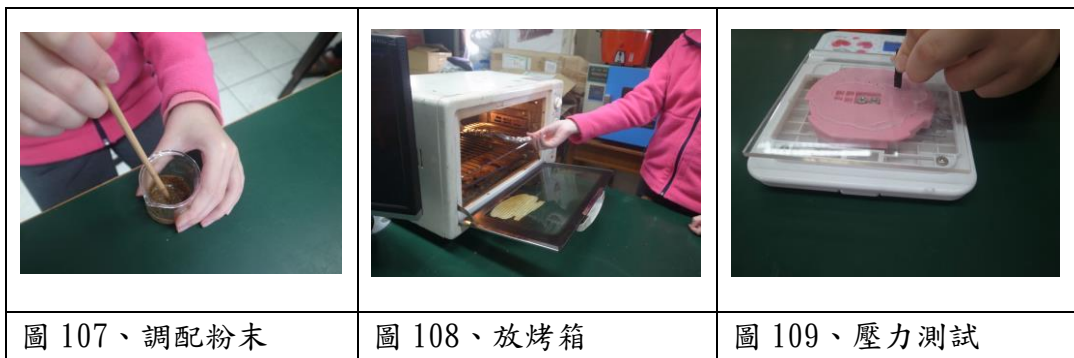


圖 110、不同植物粉+糖的筷子正面壓力測試。

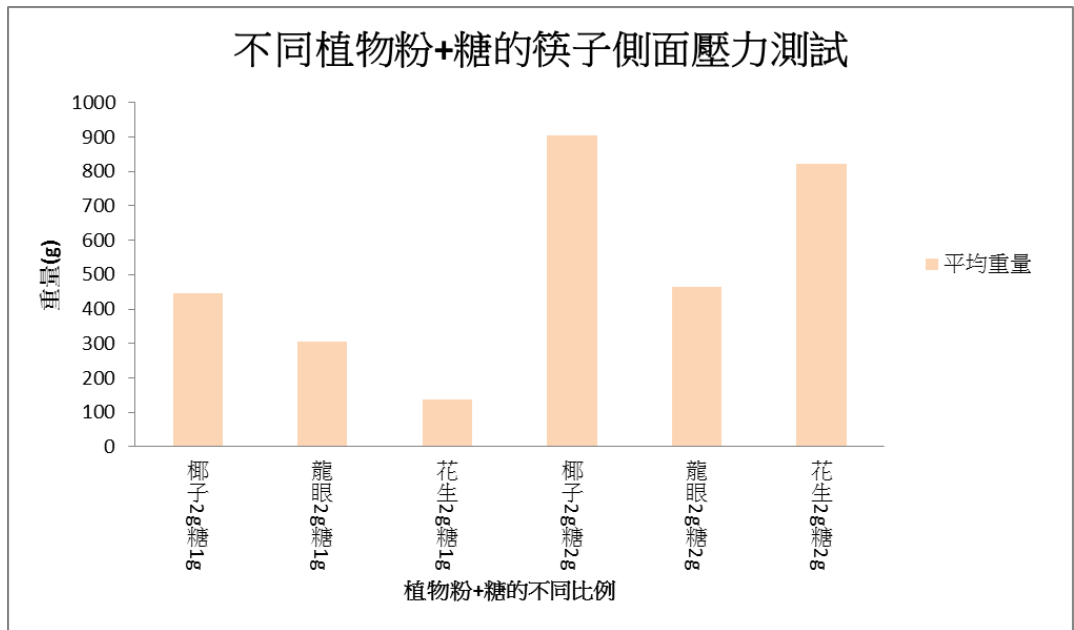


圖 111、不同植物粉+糖的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 從圖 110-111 中的實驗我們可以看到植物粉添加硬化物質糖的整體表現比牡蠣殼還來得好些，當我們增加糖的比例的時候筷子的壓力測試表現比較佳，椰子殼粉 2g 和糖粉 2g 表現最好，其次則是花生殼粉 2g 和糖粉 2g。
2. 從實驗結果我們可以確認糖粉因為透過烤箱加熱後焦糖化後冷卻下來確實可以使植物粉的更加緊密，所以製作出來的筷子壓力測試都有比較好的表現，所以糖粉確實可以協助強化筷子的硬度。

十、植物粉+糯米粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果



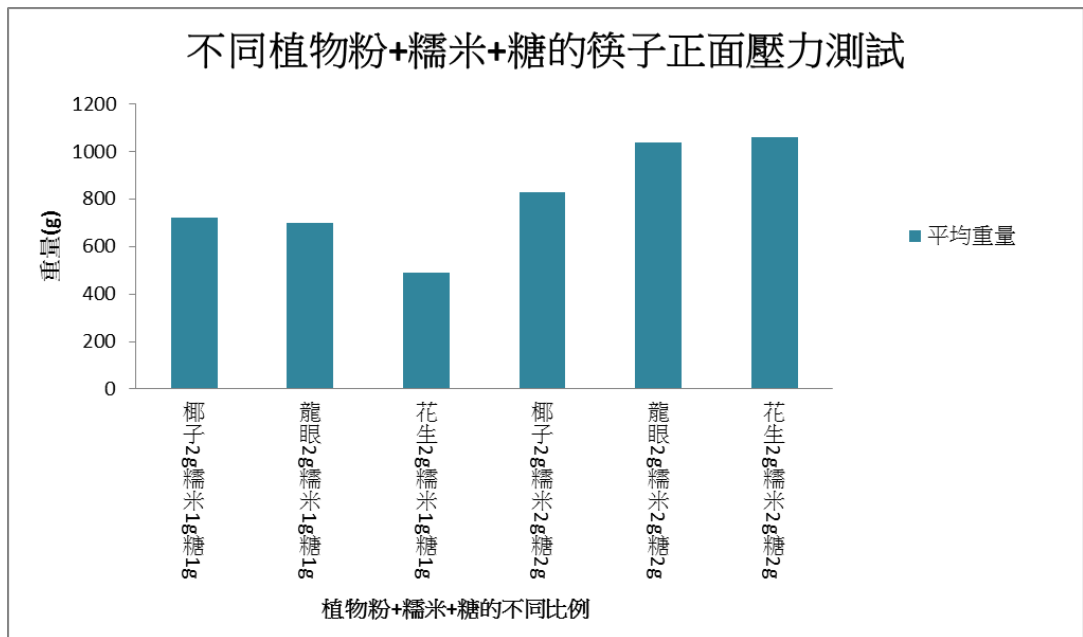


圖 115、不同植物粉+糯米+糖的筷子正面壓力測試。

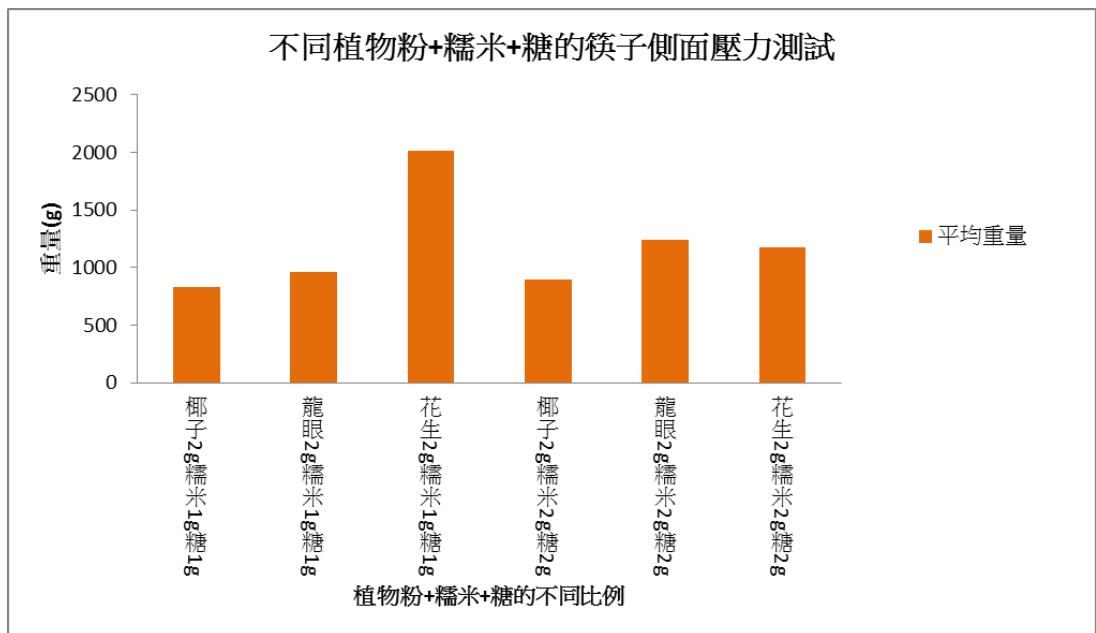


圖 116、不同植物粉+糯米+糖的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 從圖 115-116 中我們開始測試把植物粉添加黏著劑和硬化物質調配在一起，我們可以看到大多數在壓力測試的表現都還不錯，不管是正面或是側面抗壓都有增加的趨勢。
2. 從這個實驗結果我們發現當黏著劑和硬化物質都添加進來的時候，筷子表現比較穩定，雖然還是有好有壞，但是普遍都變好了，接下來要測試牡蠣殼粉看哪一種硬化物表現最好。

十一、植物粉+糯米粉+牡蠣粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果



圖 117、調配粉末



圖 118、放烤箱

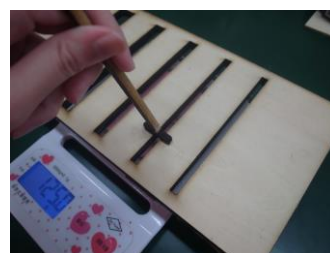


圖 119、壓力測試

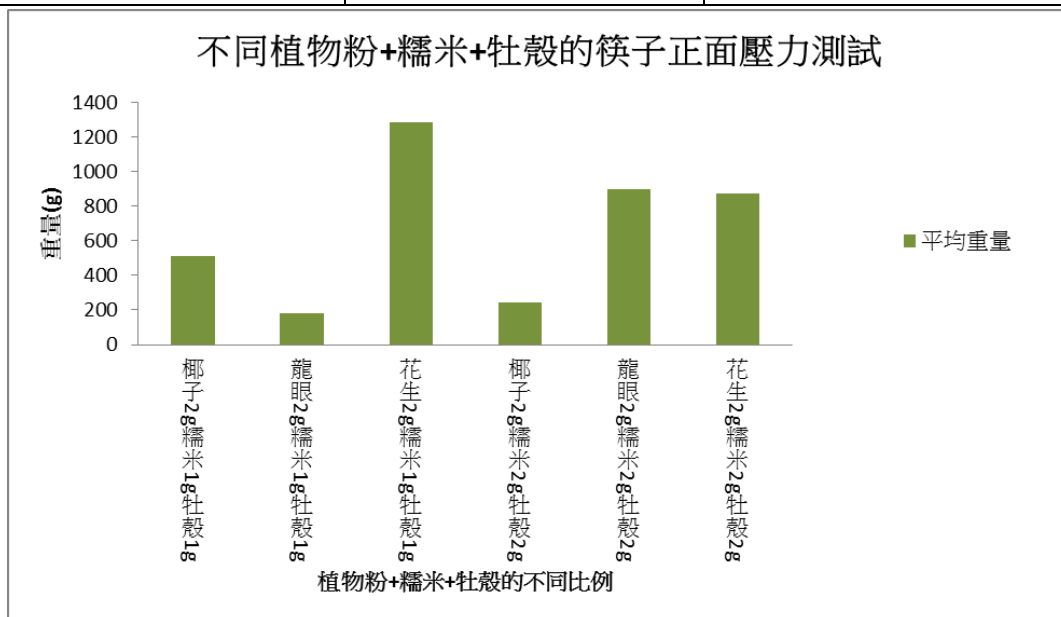


圖 120、不同植物粉+糯米+牡殼的筷子正面壓力測試。

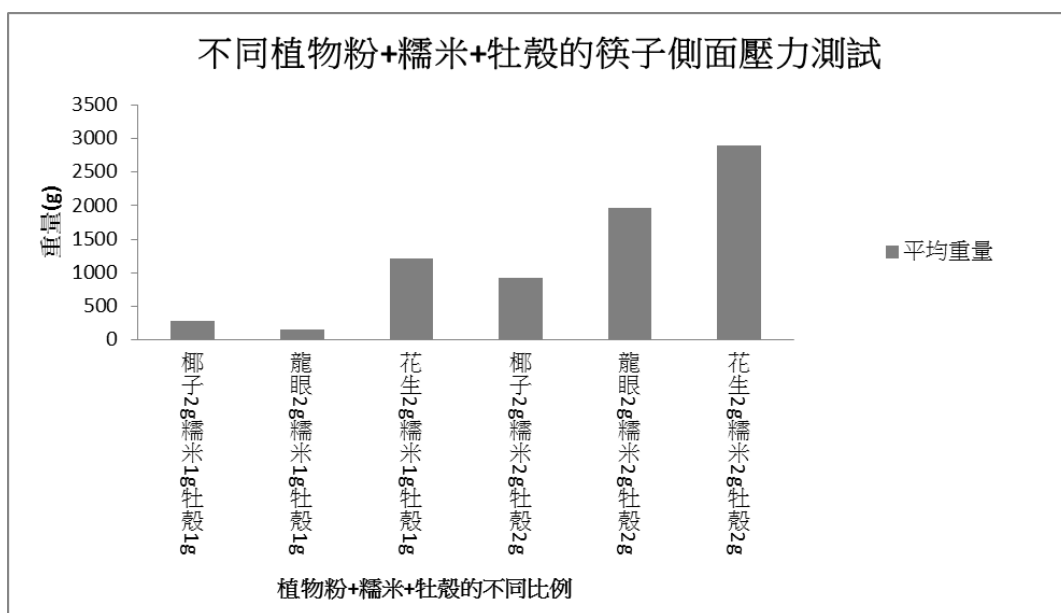


圖 121、不同植物粉+糯米+牡殼的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 從圖 120-121 中我們發現筷子的表現沒有那麼穩定，其種以花生殼粉和龍

眼殼粉表現比較好，正面的壓力測試有高到 1285g 的表現，且側面的壓力測試也有高到 2893g 的表現。

- 雖然在這個實驗並非所有的植物粉表現都很好，不過我們可以發現正面或側面的抗壓力表現更好了，但是還不夠穩定，因為要找到正面和側面同時抗壓力表現最好的才比較適合來做為我們的自製筷子。

十二、植物粉+糯米粉+牡蠣粉+糖粉+水的筷子組合測試是否適合來當筷子。

(一) 研究結果

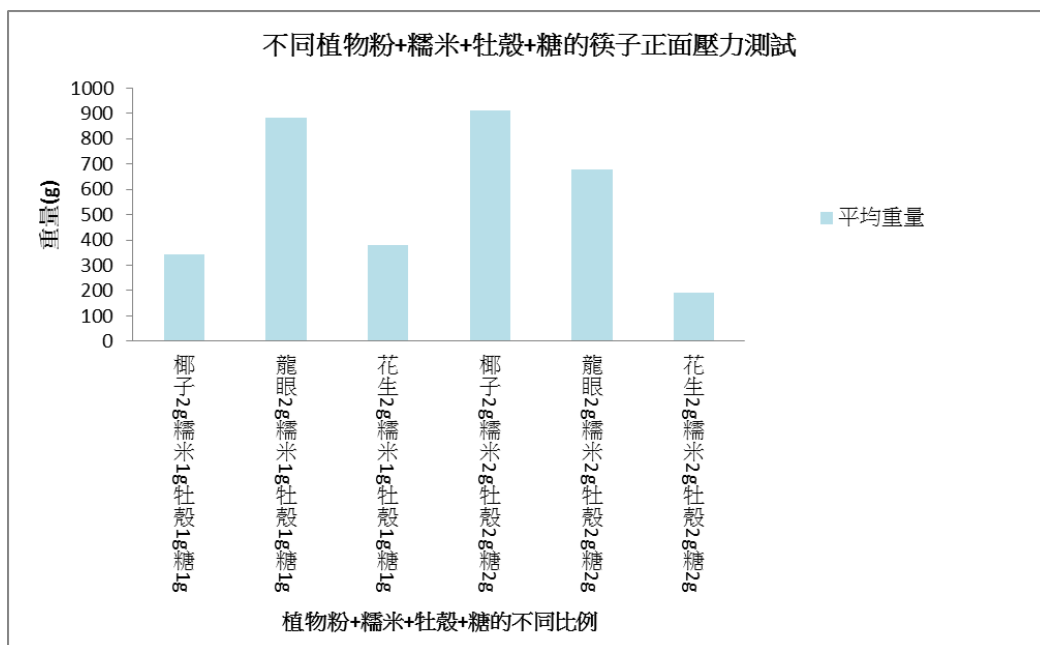


圖 125、不同植物粉+糯米+牡殼+糖的筷子正面壓力測試。

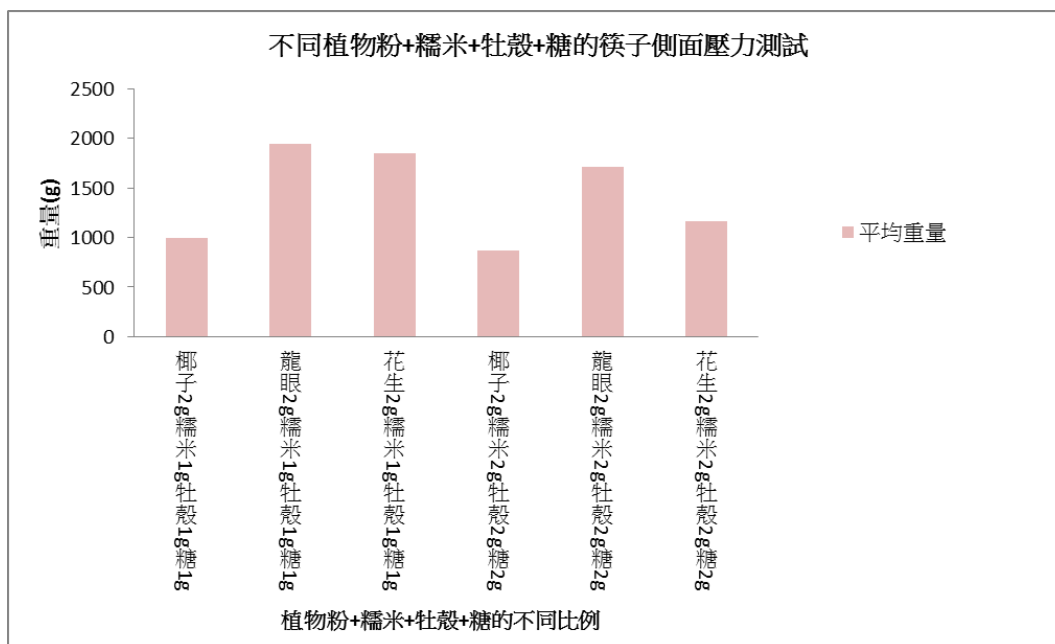


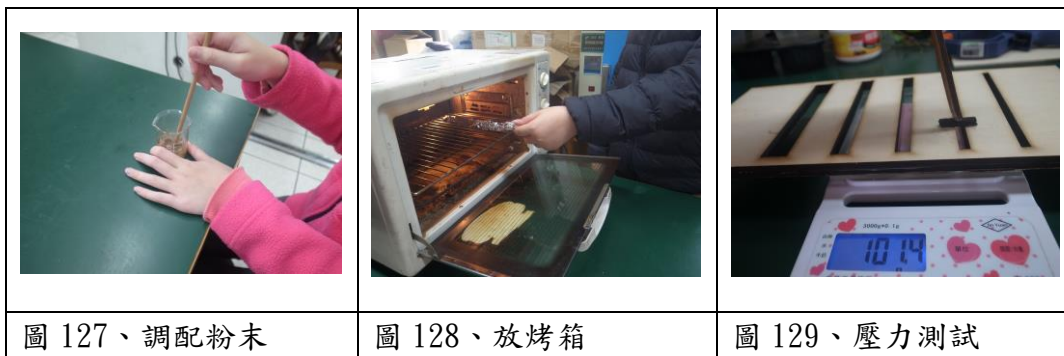
圖 126、不同植物粉+糯米+牡殼+糖的筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

1. 我們在這個實驗主要目的是想測試是否同時添加兩種硬化物質會有更好的表現。不過正面的壓力測試最好的表現只有椰子殼粉達到 913g 的結果，側面的壓力卻只有 865g 的表現。比較穩定的是龍眼殼粉正面為 882.4g 和側面 1943.6g。
2. 在這個實驗我們可以發現把兩種硬化物質都加入自製筷子中，表現出來雖然有些不錯，但是正面的抗壓力不足，這樣會使在使用的時候正面用力一壓筷子就容易斷裂，所以我們決定以植物粉末+糯米粉+牡蠣殼粉為主要的自製筷子的配方，因為不管正面或反面都有突破 1000g 的表現。不過我們也發現正面的抗壓力還好，側面的部分其實容易斷，所以我們緊接著就是要把筷子的寬度加粗，當初預設的筷子寬度是以市售的筷子為基礎，但是達不到我們要的目標，所以希望透過筷子寬度加粗就可以成功。

十三、比較不同粗度是否適合來當筷子。

(一) 研究結果



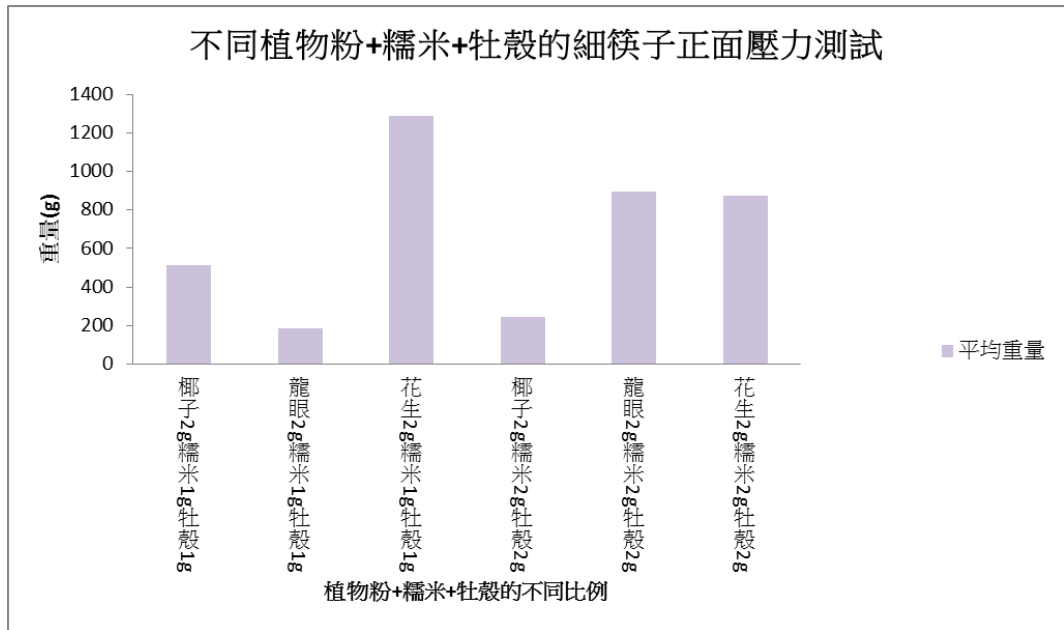


圖 130、不同植物粉+糯米+牡殼的細筷子正面壓力測試。

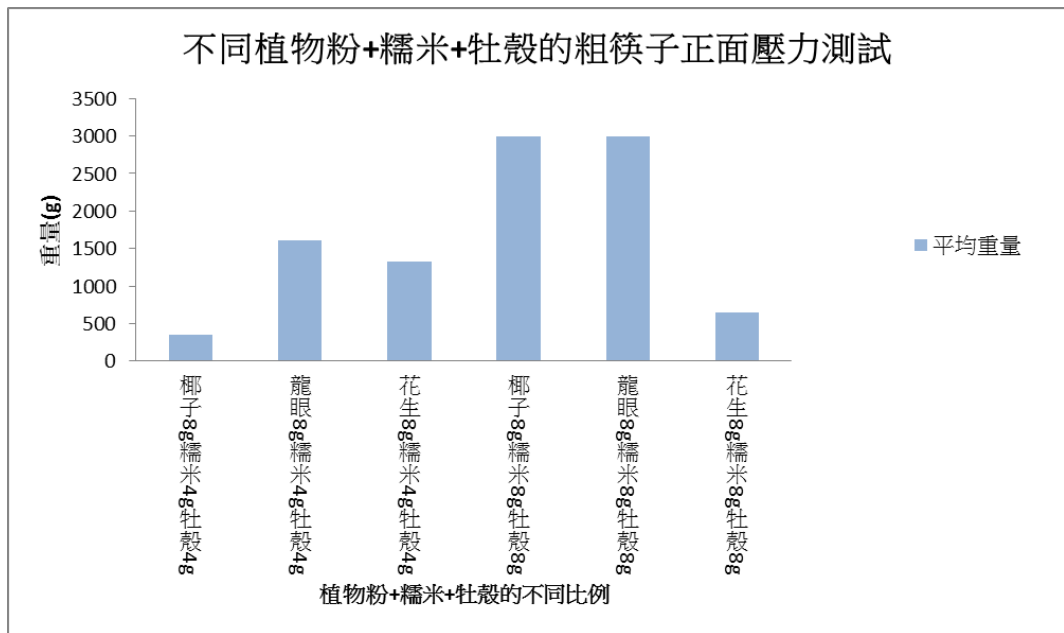


圖 131、不同植物粉+糯米+牡殼的粗筷子正面壓力測試。

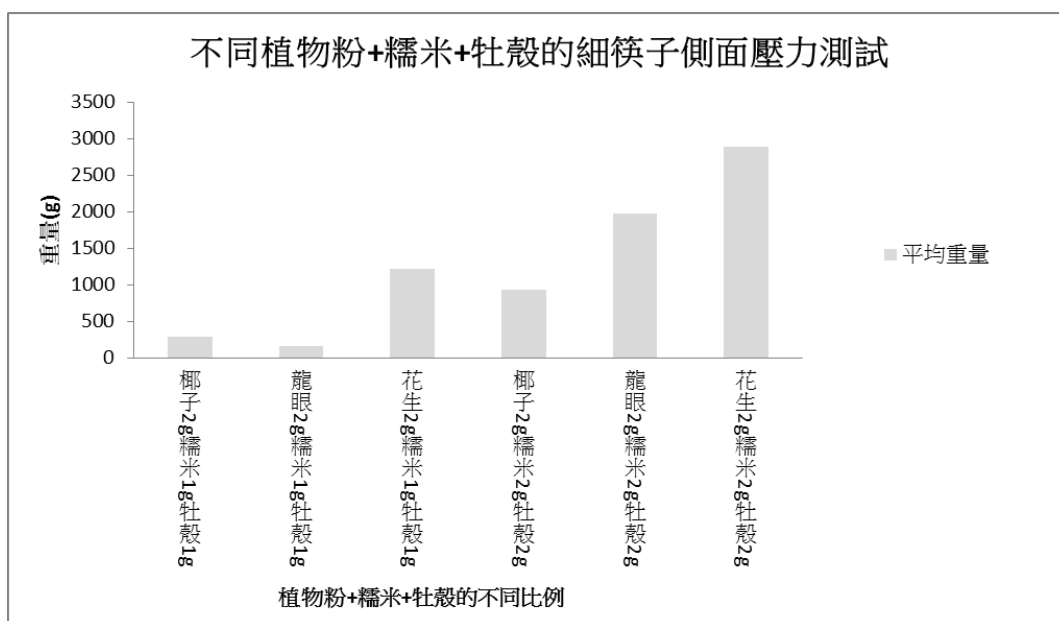


圖 132、不同植物粉+糯米+牡殼的細筷子側面壓力測試。

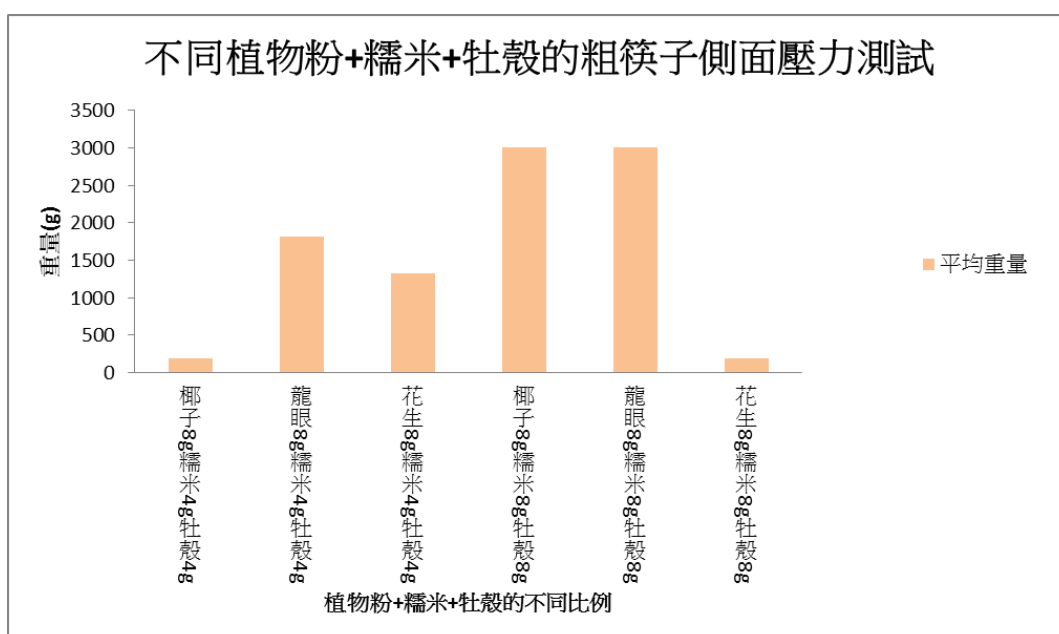


圖 133、不同植物粉+糯米+牡殼的粗筷子側面壓力測試。

(二) 實驗討論

- 從圖 130-131 中我們可以看到細筷子和粗筷子的正面壓力測試結果，我們發現大多數的抗壓力都不錯，比例的調配以 1:1 的比例表現為最佳，在粗筷子中椰子殼粉和龍眼殼粉都有高達 3000g 以上的表現。從圖 132-133 中的側面壓力測試結果，筷子寬度變粗後也表現較好，其中還是以椰子殼粉和龍眼殼粉都有高達 3000g 以上的表現為最好。
- 從最後個實驗我們找到我們最佳的結果，龍眼殼粉 8g+糯米粉 8g+牡蠣殼粉 8g 和椰子殼粉 8g+糯米粉 8g+牡蠣殼粉 8g 有最好的表現，不管是正面和側面的壓力測試都達超過 3000g 的成績，雖然筷子比一般的筷子還粗一倍左右，但是整體使用起來比較安心，畢竟這個配方的筷子能安全使用且使用

完後的筷子還能被大自然分解。

柒、結論

- 一、 我們測量 8 雙市售筷子的規格，發現平均的長度為 20.2 公分和平均的寬度為 4.2 公分，所以自製筷子將會以長度 20 公分和寬度 0.4 公分來製作。
- 二、 市售的筷子為了看起來更乾淨或預防變色或發霉其中會使用漂白水的製程，如果沒有處理乾淨免洗筷就有可能有殘留漂白劑物質，對身體健康其實是不好的。
- 三、 我們採用龍眼、花生、椰子殼粉作為主材質，因為它不容易發霉很適合作為筷子且能自然分解。
- 四、 我們黏著劑是使常見的糯米粉，添加在筷子的材料裡增加植物粉和其他材料的密合度，並使它不容易斷裂。
- 五、 硬化劑是使用牡蠣殼粉及砂糖粉，添加牡蠣殼粉是因為它不會發霉而且可以增加筷子的耐折度或是添加砂糖可以讓透過糖的焦糖化使硬度更加倍。
- 六、 第一次做的筷子配方是龍眼殼粉、花生殼粉和椰子殼粉+水，3 隻筷子分別做了正側面的壓力測試，最耐壓的是龍眼殼粉+水，其次是椰子殼粉+水，最後是花生殼粉+水，我們發現越粉越細做出的筷子越紮實硬度越好，之後會再添加黏著劑。
- 七、 第二次調配這次我們多添加了黏著劑，發現了糯米粉的比例越高有助於增加筷子硬度，原因是讓筷子的主材質能更加緊實密合在一起。
- 八、 第三次調配則換添加牡蠣殼粉，雖然發現可以增加筷子的硬度，可是植物粉末如果比它細的做出來的筷子容易斷裂，但粉末比它粗的做出來的筷子反而比較不容易斷。
- 九、 第四次調配我們把植物粉換添加另一種硬化物質-砂糖，發現砂糖也可以使植物粉更加紮實，做出來的筷子耐壓度也不錯，所以砂糖的確有助於增加硬度。
- 十、 第五次調配我們把糯米粉和可以砂糖粉混和在一起，發現筷子的表現很穩定，耐壓度也有增加的情形。
- 十一、 第六次調配我們把植物粉和牡殼粉、糯米粉混合在一起，發現筷子的表現不是很穩定，不過耐折度有不錯的表現，我們要找出正面和側面同時抗壓性最好的配方。
- 十二、 第七次調配我們試著把兩種硬化物質牡殼粉+砂糖粉和植物粉和糯米粉一起混合，做出來的筷子正面或側面的抗壓性不足，不過即使添加兩種硬化物質抗壓性表現並不是最好。所以我們決定嘗試把筷子的寬度給加寬提升筷子的耐折度。
- 十三、 第八次調配我們只要比較粗筷子和細筷子的表現，發現把筷子變粗抗壓度也跟著增加許多，這也達到我們要的目標做出廢物利用的環保筷。

捌、參考資料及其他

- 一、 王藝錚。第 46 屆科展。你吃進了多少毒素？免洗筷二氧化硫殘留量測定。雲林縣崙背鄉崙背國民小學。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=83&a...fld...>
- 二、 黃璐。第 52 屆科展。「食」在好毒—免洗筷。金門縣金沙鎮述美國民小學。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=9479&a...1>
- 三、 陳韋傑。第 48 屆科展。筷"事知多少？臺南市立文賢國民中學。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=45&a...1..>
- 四、 黃冠璋。第 47 屆科展。—筷快餐！筷摻！學校周邊衛生安全性探討。桃園縣立桃園國民中學。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=44&a...1..>
- 五、 李佳芸。第 49 屆。天然多功能黏紙王~天然物質製作黏著劑之探討。臺北縣永和市秀朗國民小學。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=65&a...1...>
- 六、 李文茜。2010。泰雅黏巴達。新竹縣花園國小。
https://ebl.hcc.edu.tw/edu/report/index_show.php?id=2466
- 七、 周富美。2005。免洗筷 5 成含致癌物。文教基金會。
news.ltn.com.tw/news/life/paper/37595
- 八、 投資網誌。2008。「免洗筷」三大危害：不環保、不健康、不安全！
https://www.igreen88.com/2012/07/blog-post_28.html
- 九、 Jaken。2014。免洗筷的危害。東森新聞。
https://www.igreen88.com/2012/07/blog-post_28.html
- 十、 健康生活。2015。千萬別再用免洗筷了！到底有多髒.....看完製作過程你就知道！
<https://www.cmoney.tw/notes/note-detail.aspx?nid=23673>