

屏東縣第 62 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：化學科

組 別：國小組

作品名稱：絲絲入扣鳳織花-製紙容器融入動植物膠體之探究

關鍵詞：澱粉膠、熱壓塑型、防水力

編號：A3010

絲絲入扣鳳織花_製紙容器融入動植物膠體之探究

摘要

我們的研究是探究製作紙張容器添加纖維與製作過程中節水的可行性。根據我們的研究，添加纖維可以美化紙容器。利用吸水率得到回收紙用量控制之外，精算用水量有助於循環利用製紙，可以達到節水目的。節水例最高的辦公用紙吸水僅 8.5%，最適合用於後製澱粉膠體製作。紙容器製作過程中添加膠體，讓紙張能夠保水可以耐拗折不易碎裂。添加膠體後的紙張有厚度，會有裂痕，我們利用熨斗熱壓，製作過程中可以透過熱壓讓紙張平整，即使因為環境濕度讓紙張變形，還是可以重複塑型讓紙張回復平整狀態。最後我們以大豆蠟、蜂蠟加上不同植物油作為容器防水膜，邀請同學給予品評意見，統計後發現蜂蠟加上椰子油的容器接受度最高。

關鍵詞：澱粉膠、熱壓塑型、防水力

壹、 研究動機

我們曾經參加過抄紙工作坊，有了之前的實際操作經驗，想進一步製作紙張容器。我們認為添加纖維可以美化紙容器，計算吸水率可以達到節水目的。我們猜想，如果利用便宜的澱粉製作澱粉膠，在紙容器製作過程中添加膠體，讓紙張能夠保水可以耐拗折不易碎裂。

貳、 研究目的

- 一、 研究植物纖維製造紙張的可能性。
- 二、 研究植物纖維製造紙容器的可能性。
- 三、 研究天然蜂蠟添加能有助於容器防水效果。

參、 研究設備與材料

一、 研究設備



精密磅秤



熨斗



電子溫度計



水果削皮器



果汁機



吹風機



黑晶爐

二、 研究材料



回收紙張



蜂蠟



植物油



海藻酸鈉



洋菜條



玉米粉



鳳梨皮



澄粉



糯米粉

三、 自製工具需用材料

(一) 抄紙工具

絹網、藍色 PP 版、直尺、剪刀、美工刀、釘書機。

(二) 黏性測試拉力計

塑膠版、滾輪、膠帶用完後的中空圓柱版、棉繩、輪軸、透明膠片自製直尺規、

360°量角器、丹迪紙、保麗龍箱、紙盒。

(三) 紙容器韌性測試儀

大型量角器、黃色 PP 版、棉繩、上了防水膜的紙張、吸管。

(四) 葉綠素溶出材料

酒精燈、玻棒、異丙醇、酒精、鳳梨葉、多肉植物葉片、燒杯。

肆、 研究歷程

偶然機會下，同學的媽媽請我們吃國內食品大廠○美的有機餅乾，盛裝餅乾的紙容器看起來樸實堅固，提供我們研究的契機。我們的研究歷程包括尋找資料、複製實驗來檢驗是否可行，進而找出符合我們期待的紙容器配方和做法。



一、 文獻探討

(一) 歷屆作品分析比較

我們根據實驗向度尋找相關文獻，將歷年全國科展相關子題整理如下，討論後摘出與我們的研究相關重點共分為黏著劑、容器製作和膠體應用三大類。

【黏著劑】

屆次、科別與題目

- | | |
|-----|---|
| [1] | 第 48 屆 生活應用科 <u>黏度大考驗—應用具有黏性物質製作黏著劑之探討與研究</u> |
| [2] | 第 55 屆 生活與應用科學科 <u>黏葉大討讚</u> |
| [3] | 第 60 屆 化學科 <u>「星」火相傳—星光黏土與自製耐火配方之研究</u> |



- [1] 研究蓬萊米、圓糯米、中筋麵粉、太白粉這四種物質加上不同比例的水、添加物時哪一種物質黏性較佳，並且觀察試體縮水、變形和發霉的情形。
- [2] 選出五種含膠質物，短纖植物以學校常見的榕樹葉子當對象，研究榕樹葉跟何種含膠植物組合可以製出可用紙張。
- [3] 自製檢測裝置進行耐火黏土配方與原理探討，找出黏土耐火原理。



給我們的啟發：澱粉的黏性需要充分理解，選用支鏈澱粉高或低的澱粉來當作容器製作各階段的材料。

【容器製作】

屆次、科別與題目

第 61 屆 生活應用科 ”啡”比尋常~研究咖啡渣紙容器之環保實用表現



內容摘要：咖啡渣紙容器在塑形、防水、耐溫、強韌、耐酸鹼與滿意度調查方面個表現均佳且穩定。咖啡渣紙容器不僅可取代一次性紙容器，更可重複使用，用後甚至可以埋入土壤



我們的啟發：咖啡渣可以和植物葉子纖維加入紙漿中可能可以增加紙張厚度和韌性。

【膠體應用】

屆次、科別與題目

[1] 第 54 屆 化學科 「凍不凍有關係」續集

[2] 第 58 屆 生活與應用科學 渾身解塑-以回收紙漿和洋菜製作可分解垃圾袋

[3] 第 61 屆 化學科 魔幻「膜換」洗潔晶球-點「冰」成晶之旅



內容摘要

[1] 作者選用吳郭魚、虱目魚、烏魚和鱸魚鱗片加熱加酸可以製作出凝膠。

[2] 探討利用紙漿和洋菜，製作可分解垃圾袋，具有耐磨特性，能在一定時間內

於土壤完全分解。

[3] 透過海藻酸鈉與乳酸鈣的交聯反應包覆清潔劑，做出洗潔晶球，以「無瓶水」

概念做出薄又堅韌的水球外膜。



給我們的啟發：海藻酸鈉、魚鱗可以試試看用來添加於紙漿中，增加保水性。

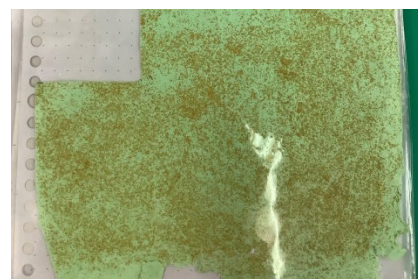
(二) 我們的研究與其他研究不一樣的地方在於：我們嘗試調整造紙技術用於製作紙張容器，在容器中添加植物纖維，除了增加容器厚度，還可以美化容器。在製作紙張時，把農漁業廢棄物處理後再利用，添加於紙張，並利用澱粉黏性增加纖維聚合程度。

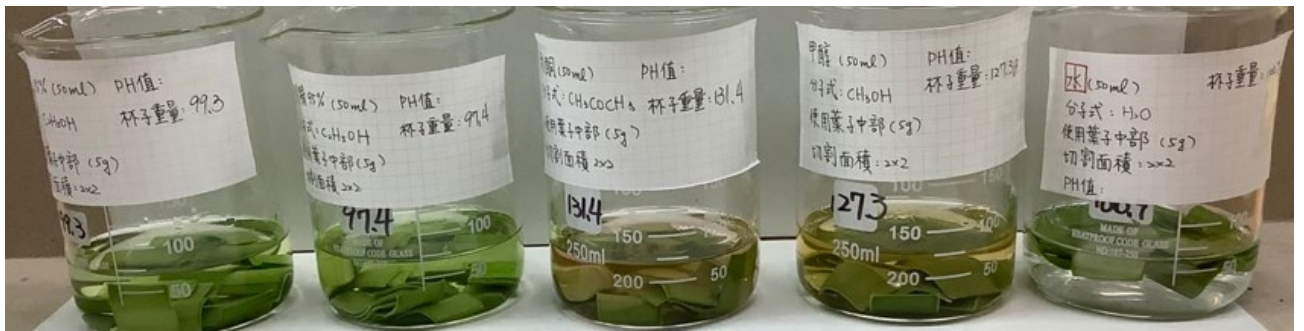
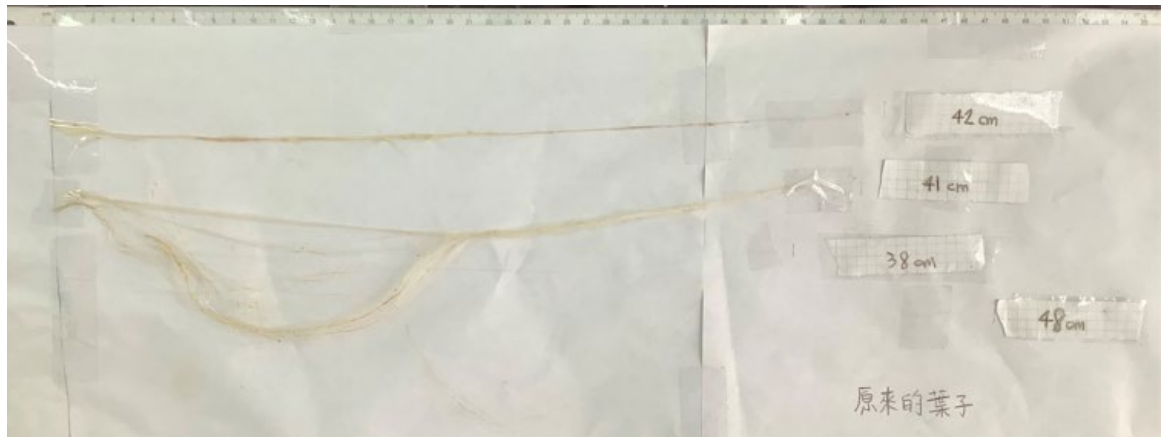
二、 踏查與實作

一開始我們對造紙沒有甚麼概念，找到網路資源和書本後，老師安排我們造訪高雄九曲鳳梨田與永豐紙業。所以初步實驗是很多次前面密集測試造紙術和去踏查累積經驗，這個時階段我們還把紙張當作押花工具，嘗試把製作出來的薄紙板放入很多種纖維和果實粉碎增加色調，也溶出葉綠素準備作為天然染料。



我們比較了九曲鳳梨纖維取出方法，再用廚房常見蔬果用削皮器，發現這是簡便又便宜的取纖維工具。我們目前取出最長纖維可達 42 公分。





天然色素準備，以丙酮、酒精和異丙醇比較，我們發現酒精效果很好又簡便，酒精容易取得，所以萃取方法以酒精為主取出後備用。

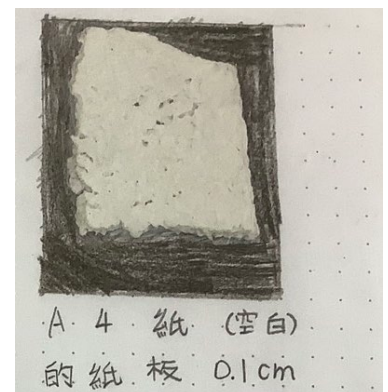
三、 本研究重點實驗

【實驗一】以傳統抄紙術製作容器紙版的可能性

傳統抄紙方法：將紙張撕碎加入果汁機打碎，加水 2 公升後以抄紙網將紙漿撈起晾乾。

我們的改良方法：將水量減低，撈出後紙漿後壓模讓紙張有厚度，放在大太陽底下曬乾。

【缺點】需求水量很多，製作出來的紙張厚薄不一、容易捲曲。只能製作出紙板，無法製作出容器。



【實驗二】不同來源回收紙製作紙漿需用水份比例

【實驗目的】希望能夠得到最好的回收紙張利用率。

【實驗準備】觀察日常環境人們用紙需求，討論如何取得回收紙準備材料：

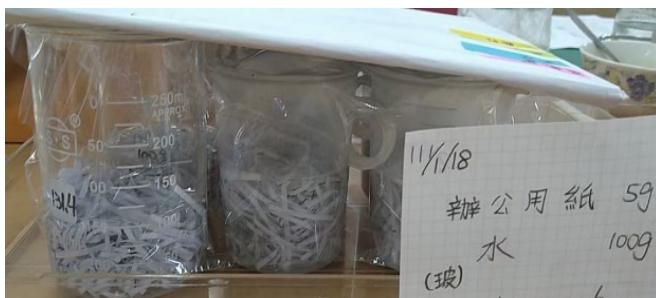
- 1.分析日常環境中經常出現的紙張類型
- 2.不同紙張因為需求不同，所以有上油墨或多彩列印，吸水率可能有差異。

製作兩批紙將分別比較

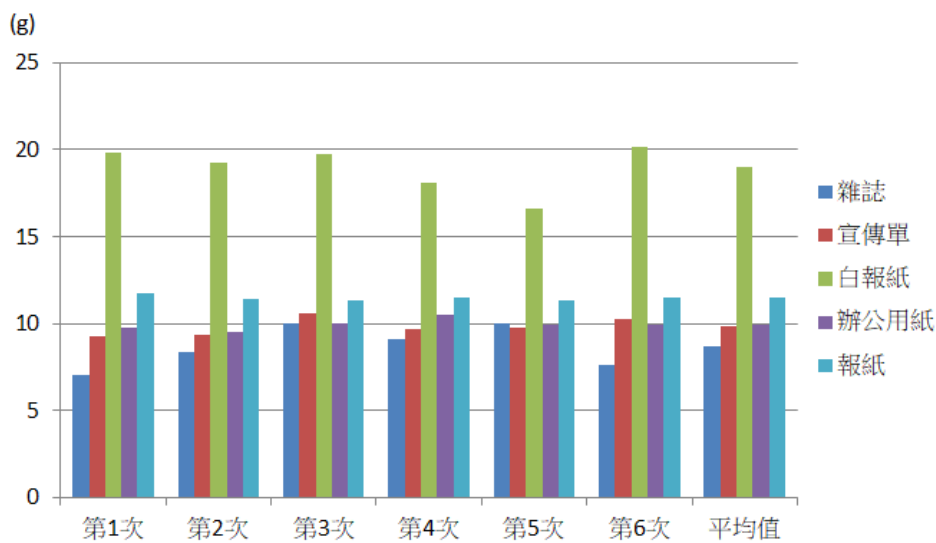
- 3.我們取用的紙張有六種類別

- (1)廣告用紙(雜誌用)、(2)廣告用紙 (宣傳單)、(3)沒有書寫過的白報紙、
- (4) 80 磅 A4 辦公用紙、(5)報紙、(6)沒有用過的 A4 紙。

	調整過的 吸水率%	原本的 吸水率%	油墨	碳粉	顏色	防水膜	精製紙	粗纖維
(1)	8.8	8.71	○	○	○	○	○	x
(2)	10.0	9.83	○	○	○	○	x	○
(3)	20.0	18.97	x	x	x	x	x	x
(4)	10.0	9.96	○	○	○	x	○	x
(5)	12.0	11.48	○	○	○	x	x	○
(6)	14.0	13.89	x	x	x	x	○	x



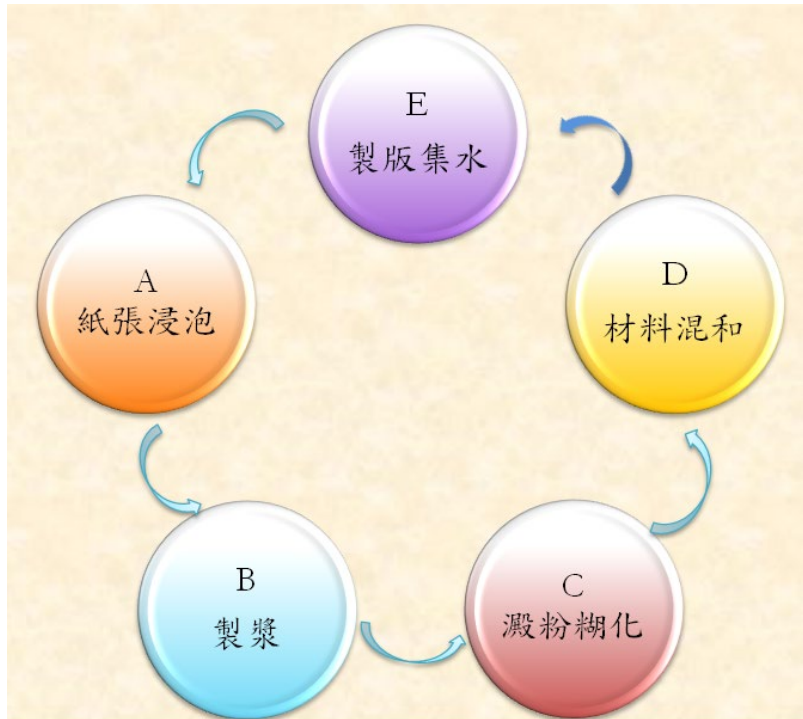
		實驗次數	1	2	3	4	5	6	平均值(g)
雜誌	濾出水重		92.98	91.59	89.99	90.88	89.95	92.37	91.29
	紙張吸附水量		7.02	8.41	10.01	9.12	10.05	7.63	8.71
宣傳單	濾出水重		90.75	90.67	89.37	90.27	90.19	89.76	90.17
	紙張吸附水量		9.25	9.33	10.63	9.73	9.81	10.24	9.83
白報紙	濾出水重		80.13	80.73	80.24	81.89	83.40	79.81	81.03
	紙張吸附水量		19.87	19.27	19.76	18.11	16.6	20.19	18.97
辦公用紙	濾出水重		90.22	90.45	89.97	89.45	90.08	90.1	90.05
	紙張吸附水量		9.78	9.55	10.03	10.55	9.93	9.9	9.96
報紙	濾出水重		88.27	88.54	88.62	88.52	88.65	88.52	88.52
	紙張吸附水量		11.73	11.46	11.38	11.48	11.35	11.48	11.48



$$\text{吸水率計算公式} = \frac{\text{總用水量} - \text{過濾水量}}{\text{總用水量}} \times 100$$

【結果】辦公用紙與雜誌吸用水量都很低。

【討論】雖然這兩種紙張吸水率都很低，但是雜誌紙張較硬，也不如辦公用紙來得普遍，我們希望製作紙容器能用經常性廢棄物回收製作，效益比較大，因此選用辦公用紙作為我們的紙漿材料。



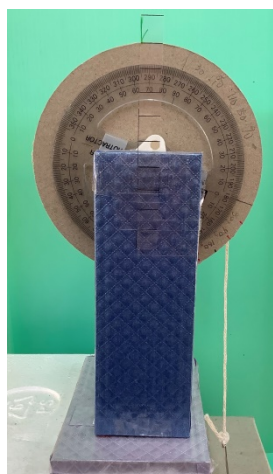
本研究節水的概念示意

【討論】

傳統造紙耗費水資源一直以來是造紙業者努力改善的目標(踏查筆記)，我們就吸水率決定採用**辦公用紙**做為紙張容器基本材料，因為學校有相當多回收紙張，也有碎紙機，便於取用操作。回收紙張之後需要討論的就是節水主題，我們決定實驗的順序和重點如下：

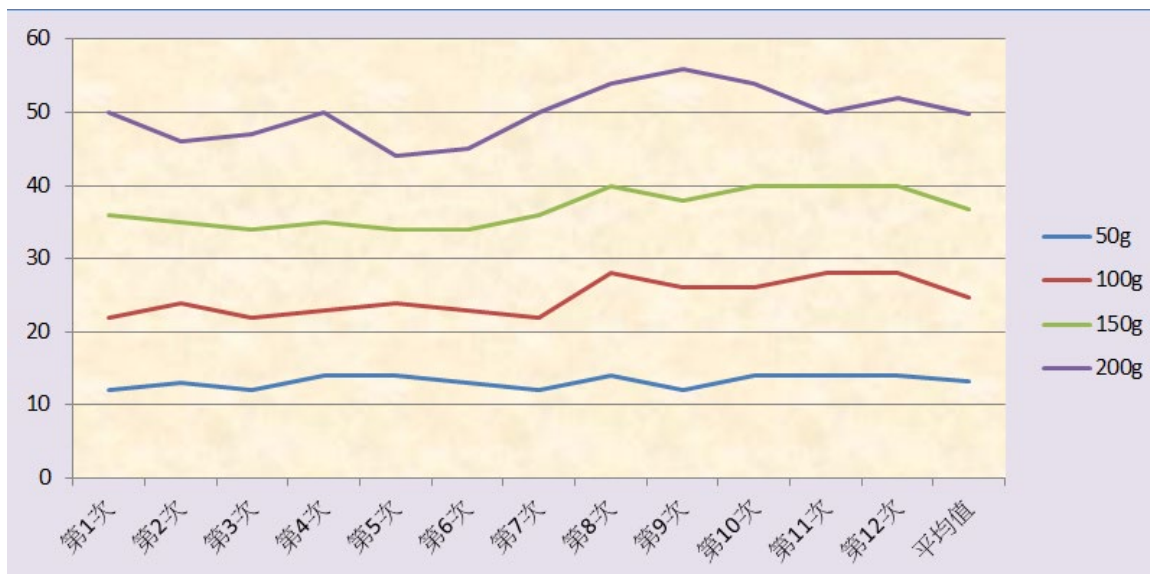
- A~B 回收紙張 5g+100g 水浸泡(我們的實驗採 4 倍水量，可做四張紙)。
- C 利用 A~B 製程收集餘水製作紙漿填充體，就是澱粉糊化後加入紙漿，利用 8g+100 水(在前面製程用了 400g，可以收集大約一半的水可用)。
- E 壓模燙平過程中收集剩餘水做為下次再利用。
- 根據實測結果，取到小數點後兩位，精確測量實際操作一次，發現完全沒有餘水，控制得剛剛好，與他人研究動輒一兩公升相較之下，我們的研究僅使用 400 毫升水即可製作出紙張容器，同時達到製作成品與節水。

【實驗三】自製黏度計選拔出可製作澱粉膠的材料



例如：當固定拉力為 50 克時，角度顯示為 13 度。

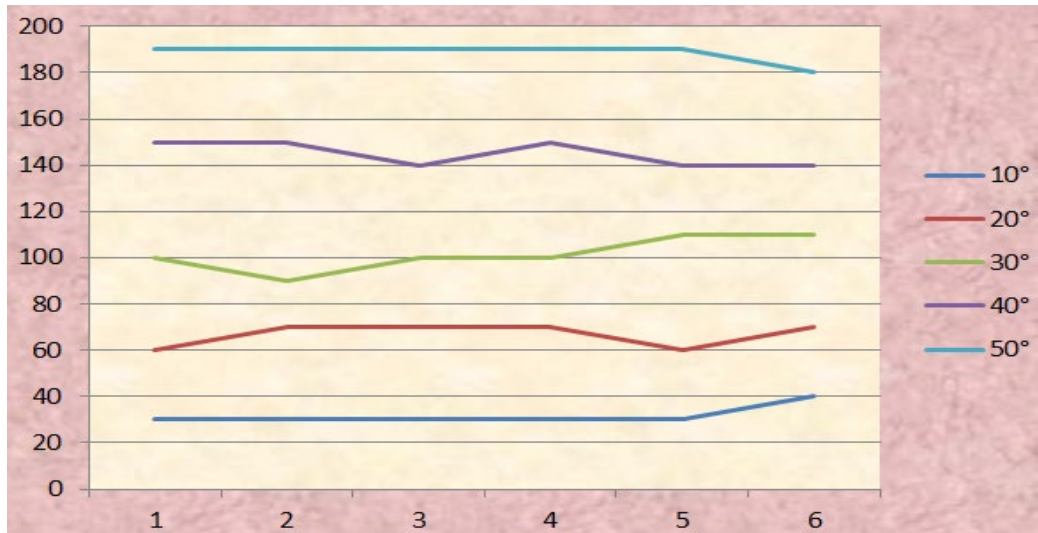
轉動角度 單位：_____°	50g	100g	150g	200g
第 1 次	12	22	36	50
第 2 次	13	24	35	46
第 3 次	12	22	34	47
第 4 次	14	23	35	50
第 5 次	14	24	34	44
第 6 次	13	23	34	45
第 7 次	12	22	36	50
第 8 次	14	28	40	54
第 9 次	12	26	38	56
第 10 次	14	26	40	54
第 11 次	14	28	40	50
第 12 次	14	28	40	52
平均值	13.17	24.67	36.83	49.83



拉力計克數測試 2 【g】

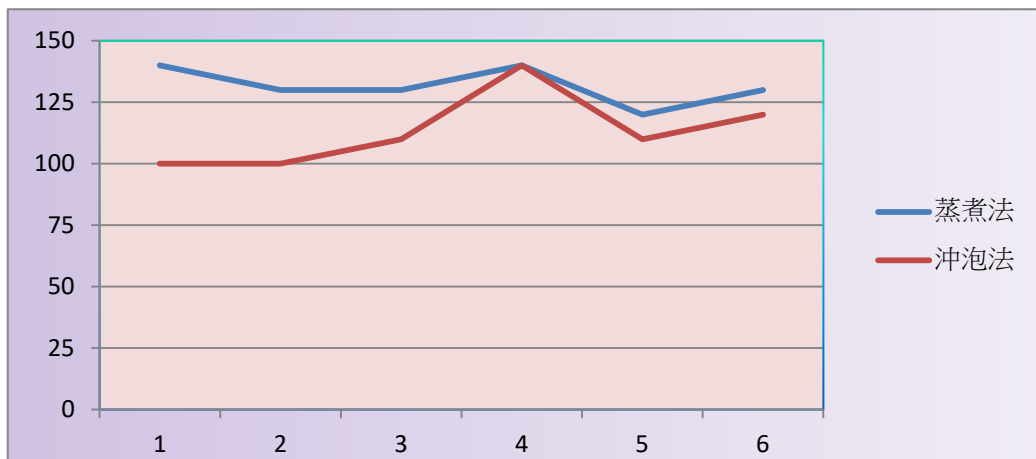
	10°	20°	30°	40°	50°
第 1 次	30	60	100	150	190
第 2 次	30	70	90	150	190
第 3 次	30	70	100	140	190
第 4 次	30	70	100	150	190
第 5 次	30	60	110	140	190
第 6 次	40	70	110	140	180
平均值	31.67	66.67	101.67	145	188.33

例如：拉力計走到 10 度顯示的拉力是 30 克



圓糯米粉以不同糊化方法備製，再以拉力計測試黏性。我們發現蒸煮法的效果和沖泡法的黏性都很不錯，但蒸煮法優於沖泡法。

	第1次	第2次	第3次	第4次	第5次	第6次	平均值
蒸煮法	140	130	130	140	120	130	131.67
沖泡法	100	100	110	140	110	120	113.33



【實驗四】製紙容器加入膠體實驗

【實驗目的】植物膠、動物膠以及混和澱粉的膠體融入紙漿中能不能做出紙容器底版。

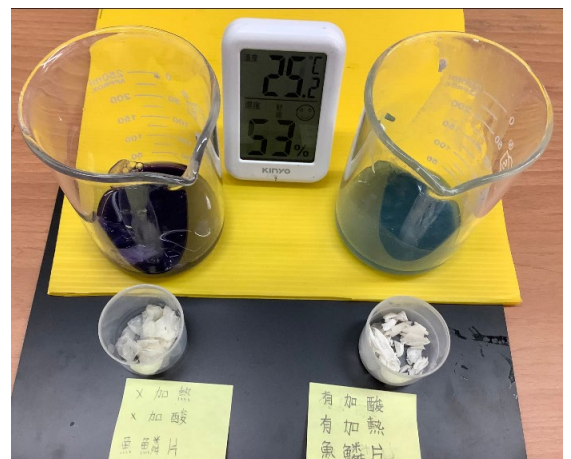
【前置準備】關於植物膠和動物膠，我們必須從幾種澱粉中選出適用澱粉。融入紙版種的澱粉和黏合容器的澱粉膠不一樣。這個階段我們需要的是有黏性卻不會太黏的澱粉理解動物膠體相關性質。

- (一) 根據資料比較，玉米粉的支鏈澱粉糯米粉比來得低，我們認為玉米粉可以用來聚合纖維。
- (二) 我們選用魚鱗做為動物性蛋白膠。由於魚鱗是中央市場攤商免費提供的混合多種魚類。我們分別撿出不同種類魚鱗在顯微鏡和數位放大鏡底下觀察。肉眼觀察魚鱗透明，有層次，摸起來光滑，曬乾後的魚鱗呈白色。



魚鱗含有大量膠原蛋白質，市售飲料有不少魚膠鳳梨飲料，加酸加熱處理後可以成為膠體。

- (1) 配置 40.0 mL 0.2 M 氫氧化鉀
- (2) 秤 9.0 g 酒石酸鉀鈉溶於溶液(1)
- (3) 再加入 1.0 g 硫酸銅(cupric sulfate)於(2)混合溶解
- (4) 溶液中再加入 1.0 g 碘化鉀混合均勻
- (5) 最後以 0.2 M NaOH 稀釋至 200.0 mL。
換算用量後有氫氧化鉀 0.45g，氫氧化鈉 1.6g，依序加入調製。



動物膠的比較：

(方法一)鳳梨煮魚鱗。味煮過的鳳梨皮測得 PH 值為 1.1，煮過後的鳳梨皮 PH 值是 3.8，鳳梨皮取自學校附近市場的鳳梨攤商，免費取用。

(方法二)檸檬酸煮魚鱗。檸檬酸($C_6H_8O_7$, Citric Acid)是一種中強度有機酸，常用於食物和飲料中的酸味添加劑。由於組員都覺得白醋的味道嗆鼻，決定用檸檬酸試試看。



鳳梨煮魚鱗



檸檬酸煮魚鱕

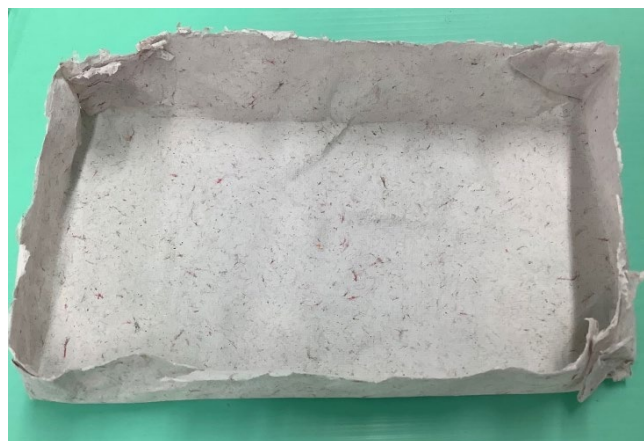
加酸煮過後的魚鱕脆脆的，一捏就碎，加入水後又回復透明，但是與未煮過的透明不一樣，會泛些許白色。

(三) 製作容器

首先我們定出期望製作出的容器必須要達到兩個標準：盛裝物品、不易破裂。

(一) 確定容器的概念：製作黏膠黏合容器四個角

我們利用數學學到的立方體概念摺出立方體的五個面作為可乘裝、有深度的容器，周圍以黏膠黏合。



(二) 膠體融入紙漿

我們採用五種膠體融入紙漿，主要考量在於高分子醣類聚合物和澱粉糊化後具有特性黏性、包覆、成膜等特性，缺點在於乾燥後有固化脫水、質地變硬脆特性，所以混和膠體和澱粉比較如下：

A.洋菜條 B.海藻酸鈉 C.魚鱗 D.洋菜條+玉米澱粉 E.海藻酸鈉+玉米澱粉，針對 D 和 E，我們先以 8 克材料依 3:7 和 4:6 兩種比例加上 100 毫升水加熱，進一步再把可能比例完成，觀察糊化狀態與終點溫度：

洋菜條 + 玉米粉		海藻酸鈉 + 玉米粉	
比例	糊化終點溫度 °C	比例	糊化終點溫度 °C
3:7	75.7	3:7	72.1
4:6	77.8	4:6	71.6
5:5	81.1	5:5	70.3
6:4	83.7	6:4	70.1
7:3	85.2	7:3	69.8



【結果】比較以上比例後，我們以 5:5 製作容器紙版。成形晾乾熨燙後，測量紙版厚度。取紙張上下左右各兩個點測量，得到以下結果：

1. 洋菜條紙板厚度

編號	厚度 cm	編號	厚度 cm	編號	厚度 cm
1-1	0.2	2-1	0.2	3-1	0.2
1-2	0.2	2-2	0.2	3-2	0.2
1-3	0.3	2-3	0.1	3-3	0.3
1-4	0.3	2-4	0.2	3-4	0.2

1-5	0.2	2-5	0.3	3-5	0.3
1-6	0.2	2-6	0.2	3-6	0.2
1-7	0.3	2-7	0.2	3-7	0.2
1-8	0.2	2-8	0.2	3-8	0.2
平均厚度	0.24		0.2		0.23

【成品比較】得到紙板厚度：第 1 張平均厚度 0.24 公分，第 2 張平均厚度 0.2 公分，第 3 張平均厚度 0.23 公分，厚度差異值小於 0.05 公分。

2. 海藻酸鈉紙板厚度

編號	厚度 cm	編號	厚度 cm	編號	厚度 cm
1-1	0.3	2-1	0.3	3-1	0.1
1-2	0.2	2-2	0.3	3-2	0.2
1-3	0.1	2-3	0.1	3-3	0.1
1-4	0.2	2-4	0.2	3-4	0.1
1-5	0.2	2-5	0.3	3-5	0.2
1-6	0.3	2-6	0.3	3-6	0.1
1-7	0.2	2-7	0.1	3-7	0.2
1-8	0.2	2-8	0.2	3-8	0.2
平均厚度	0.21		0.23		0.15

【成品比較】厚度差異值小於 0.1 公分。

3. 洋菜條加玉米粉

編號	厚度 cm	編號	厚度 cm
1-1	0.1	2-1	0.1
1-2	0.1	2-2	0.1
1-3	0.2	2-3	0.1
1-4	0.1	2-4	0.1
1-5	0.2	2-5	0.1
1-6	0.1	2-6	0.1
1-7	0.1	2-7	0.1
1-8	0.1	2-8	0.1
平均厚度	0.13		0.1

【成品比較】厚度差異值小於 0.05 公分。

4.海藻酸鈉加玉米粉

編號	厚度 cm	編號	厚度 cm	編號	厚度 cm
1-1	0.2	2-1	0.1	3-1	0.2
1-2	0.3	2-2	0.1	3-2	0.1
1-3	0.4	2-3	0.1	3-3	0.2
1-4	0.5	2-4	0.1	3-4	0.1
1-5	0.5	2-5	0.1	3-5	0.2
1-6	0.2	2-6	0.1	3-6	0.2
1-7	0.3	2-7	0.1	3-7	0.2
1-8	0.2	2-8	0.1	3-8	0.2
平均厚度	0.33		0.1		0.18

【成品比較】厚度誤差 0.15 公分。

5.魚鱗

編號	厚度 cm	編號	厚度 cm
1-1	0.3	2-1	0.1
1-2	0.2	2-2	0.1
1-3	0.4	2-3	0.1
1-4	0.2	2-4	0.1
1-5	0.3	2-5	0.1
1-6	0.1	2-6	0.1
1-7	0.2	2-7	0.1
1-8	0.1	2-8	0.1
平均厚度	0.3		0.1

【成品比較】厚度誤差 0.2 公分。

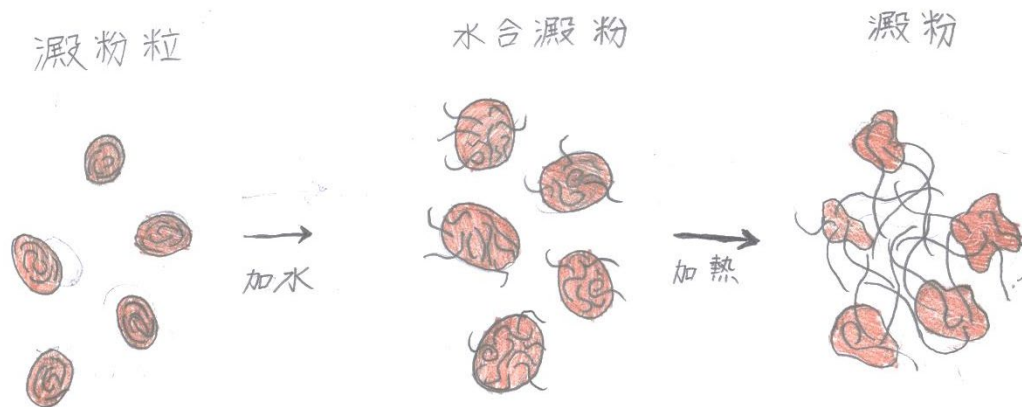
【結果】整體比較，魚鱗紙板的厚度較其他膠體紙張來得厚。熱壓乾燥可以平整，但紙隨著環境濕度增加，紙板彎曲狀態也越趨明顯。

(二) 基底紙版完成後塗上蜂蠟防水

上蜂蠟膜紙板與未上膜紙板以紙張濕度計測量，比較放置於室內環境一週後的紙張濕度，得到以下結果

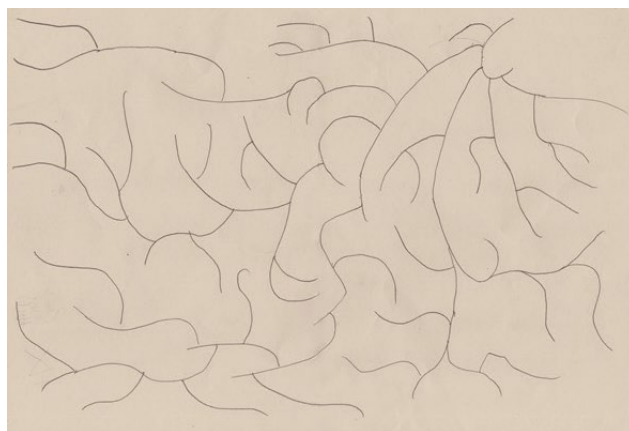
伍、 研究結果與討論

- 根據文獻，我們從澱粉種類中挑出適合製作黏膠與融入紙版的膠體不同澱粉材料。澱粉是碳水化合物的一種，屬於複雜醣類的多醣，可分解為葡萄糖提供能量。澱粉的結構主體由直鏈澱粉和支鏈澱粉組成。澱粉在經過給予充分水量之後，澱粉顆粒會膨潤，如果再予以加熱，會加速水合、黏度上升，成為一種可溶解狀態。

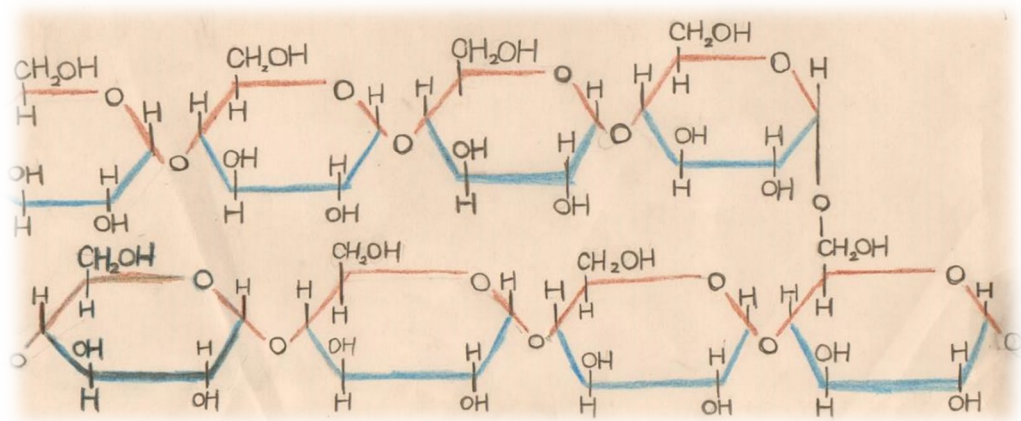


這個時候，直鏈澱粉會從澱粉顆粒中釋出，膨潤顆粒與釋出的直鏈澱粉共同形成具有黏彈性的澱粉糊。

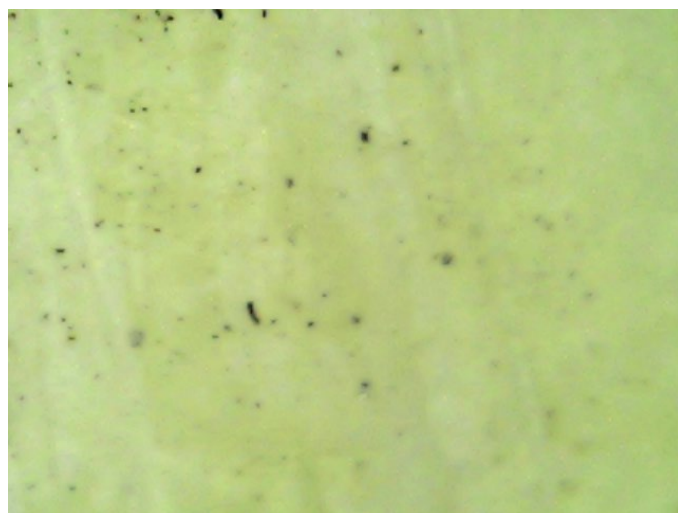
在我們的研究中，將澱粉分為兩種應用。一種是黏性高的天然糝糊製作，用於黏貼容器使用的天然糝糊。另一種則是聚合紙漿膠體的低黏性天然膠。黏性的高低與支鏈澱粉含量多寡有關。國產米穀雜糧原料建議一覽表(農糧署)糯米粉支鏈澱粉高達 95%，因此我們把糯米粉糊化後作為黏膠。



澱粉糊化後的支鏈澱粉結構(研究者自行繪製)



由於紙張會受到環境濕度的影響，因此我們比較有無上防水膜的紙張濕度。



上純蜂蠟後的紙張(數位放大鏡 X100)

洋菜條膠		無蜂蠟膜		洋菜條膠		蜂蠟膜	
編號	各測量點 濕度 %	編號	各測量點 濕度%	編號	各測量點 濕%度	編號	各測量點 濕度%
1-1	8.6	2-1	8.6	3-1	8.6	4-1	0.5
1-2	8.6	2-2	8.8	3-2	8.6	4-2	0.7
1-3	8.9	2-3	8.5	3-3	8.9	4-3	0.5
1-4	8.6	2-4	8.6	3-4	8.6	4-4	1.2
1-5	8.6	2-5	8.5	3-5	8.6	4-5	1
1-6	8.6	2-6	8.5	3-6	8.6	4-6	0.4
1-7	8.5	2-7	8.6	3-7	8.6	4-7	1
1-8	8.8	2-8	8.6	3-8	8.6	4-8	1.1

平均值	8.65	8.59	8.64	0.8
-----	------	------	------	-----

海藻酸鈉膠		無蜂蠟膜		蜂蠟膜			
編號	各測量點 濕度 %	編號	各測量點 濕度 %	編號	各測量點 濕度 %	蜂蠟膜	各測量點 濕度 %
1-1	12.6	2-1	12	3-1	12.3	4-1	2.4
1-2	12.8	2-2	11.9	3-2	12.9	4-2	2.8
1-3	12.8	2-3	11.6	3-3	12.8	4-3	2.5
1-4	12.5	2-4	11.9	3-4	12.4	4-4	2.1
1-5	12.3	2-5	11.8	3-5	12.5	4-5	2.4
1-6	12.6	2-6	12	3-6	12.8	4-6	2.2
1-7	12.7	2-7	11.4	3-7	12.9	4-7	2.4
1-8	12.7	2-8	11.7	3-8	12.8	4-8	2.3
平均值	12.63		11.79		12.68		2.39

在本研究中採用蜂蠟與植物油混和，比例為一比四，放置一週後實測發現確實有差異。

〈洋菜條+玉米粉〉膠		無蜂蠟膜		蜂蠟膜			
編號	各測量點 濕度 %	編號	各測量點 濕度 %	編號	各測量點 濕度 %	蜂蠟膜	各測量點 濕度
1-1	8.8	2-1	8.4	3-1	8.5	4-1	5.7
1-2	8.6	2-2	8.4	3-2	8.5	4-2	5
1-3	8.6	2-3	8.5	3-3	8.5	4-3	4.6
1-4	8.6	2-4	8.1	3-4	8.3	4-4	4.5
1-5	8.5	2-5	8.6	3-5	8.6	4-5	5.2
1-6	8.6	2-6	8.6	3-6	8.5	4-6	5
1-7	8.5	2-7	8.5	3-7	8.5	4-7	5.2
1-8	8.5	2-8	8.5	3-8	8.5	4-8	5.2
平均值	8.59		8.45		8.49		5.05

〈海藻酸鈉+玉米粉〉膠				無蜂蠟膜		蜂蠟膜	
編號	各測量點濕度		編號	各測量點濕度		編號	各測量點濕度
1-1	8.6		2-1	8.8		3-1	2.4
1-2	8.6		2-2	8.6		3-2	2.5
1-3	8.6		2-3	8.7		3-3	1.5
1-4	9		2-4	8.5		3-4	1.5
1-5	8.5		2-5	9.1		3-5	1.7
1-6	8.6		2-6	9.3		3-6	2.8

1 - 7	8.5	2 - 7	8.6	3 - 7	2.7
1 - 8	8.8	2 - 8	8.6	3 - 8	2.8
平均值	8.65		8.78		2.24

編號	魚鱗 膠	無蜂蠟膜		蜂蠟膜	
	各測量點濕度	編號	各測量點濕度	編號	各測量點濕度
1 - 1	8.6	2 - 1	8.5	3 - 1	1.1
1 - 2	8.6	2 - 2	8.5	3 - 2	1.2
1 - 3	8.6	2 - 3	8.6	3 - 3	1.1
1 - 4	8.6	2 - 4	9.1	3 - 4	1
1 - 5	8.6	2 - 5	8.6	3 - 5	1
1 - 6	8.6	2 - 6	8.6	3 - 6	1
1 - 7	8.5	2 - 7	8.6	3 - 7	1.2
1 - 8	8.6	2 - 8	8.6	3 - 8	1.1
平均值	8.59		8.64		1.09

上膜後防水表現以〈洋菜條+玉米粉〉膠較弱，濕度值高於5%，其他四種膠體皆小於3%，魚鱗紙板上蜂蠟膜之後防水性最優異。

最後我們完成製作五種膠體紙板容器，邀請同學為我們的成品評分。

容器喜好度評分



根據意見調查喜好度，問卷回收 47 份，我們得到喜好度結果如下：

容器添加膠體成分

	洋菜條	海藻酸鈉	魚鱗	海藻酸鈉+玉米粉	洋菜條+玉米粉
視覺向度顏色	A	B	C	D	E
0 完全不喜歡	0	0	30	0	0
1 非常不喜歡	0	0	4	0	2
2 不喜歡	1	2	3	3	9
3 還好,普通	12	11	4	14	11
4 喜歡	6	13	3	10	6
5 非常喜歡	18	11	3	10	8

	洋菜條	海藻酸鈉	魚鱗	海藻酸鈉+玉米粉	洋菜條+玉米粉
觸感細緻度	A	B	C	D	E
0 完全不喜歡	0	0	15	0	0
1 非常不喜歡	0	0	2	2	9
2 不喜歡	2	3	6	4	2
3 還好,普通	13	16	3	13	12
4 喜歡	7	6	2	8	9
5 非常喜歡	15	12	4	10	4

	洋菜條	海藻酸鈉	魚鱗	海藻酸鈉+玉米粉	洋菜條+玉米粉
整體喜好程度	A	B	C	D	E
0 完全不喜歡	0	0	18	0	0
1 非常不喜歡	0	1	4	0	3
2 不喜歡	1	3	2	5	8
3 還好,普通	11	12	4	14	12
4 喜歡	7	13	3	6	7
5 非常喜歡	18	8	4	12	6
4~5	68%	57%	20%	49%	36%

視覺向度來說，洋菜條最高，佔了 48.64%。整體來說，評分達 4~5 的比例，魚鱗明顯較低，可能與組織面比較粗糙，觸感較差有關。洋菜條與海藻酸鈉紙板的觸感細緻，海藻酸鈉加上玉米粉的觸感接受度也不錯，接受度接近或達 50% 以上。

陸、 研究結論

- 一、 使用一般 A4 辦公用紙製作紙板，取其便利與較低吸水率，可達到節約用水的目的。
- 二、 上膜後防水表現以〈洋菜條+玉米粉〉膠較弱，濕度值高於 5%，其他四種膠體皆小於 3%，魚鱗紙板上蜂蠟膜之後防水性最優異。
- 三、 魚鱗加酸加熱處理後可以成為膠體融入紙漿中製成容器紙板。
- 四、 以熱壓方法塑形可以讓濕度較高紙板回復平整。
- 五、 視覺向度來說，洋菜條膠體紙板接受度最高，佔了 48.64%。
- 六、 觸覺向度來說，洋菜條與海藻酸鈉紙板的觸感細緻，海藻酸鈉加上玉米粉的觸感接受度也不錯，接受度接近或達 50%以上。
- 七、 整體來說，評分達 4~5 的比例，魚鱗明顯較低，可能與組織面比較粗糙，觸感較差有關。

柒、 參考文獻

經濟部(2021)。紙漿、紙及紙製品製造業產業用水最適化及節水技術指引。

劉穎、謝馨慧、李綉閔(2013)。龍“鳳”“橙”祥~以鳳梨皮及柳橙果皮製作可裁式調味紙取代傳統速食麵調味包之可行性研究。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會高職組農業及生物科技科作品說明書。