

# 中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 化學科

第三名

080209

天然多功能黏紙王~天然物質製作黏著劑之探討

學校名稱：臺北縣永和市秀朗國民小學

作者：	指導老師：
小六 李佳芸	姜懿珊
小六 胡璧薰	朱中梧
小六 李孟庭	
小六 錢彥愷	
小六 周宜萱	

關鍵詞：黏著劑、黏度、承重力

# 天然多功能黏紙王～天然物質製作黏著劑之探討

## 摘要

本研究主題探討如何利用廚房中可見天然材料製作有效黏著劑。選擇高筋麵粉、中筋麵粉、低筋麵粉、地瓜粉、糯米粉、太白粉等六種粉類，研究不同比例、製作方法下，何種情況能夠製作出最具黏性及持久性的天然黏著劑。

## 壹、研究動機

膠水雖然方便使用，但也有用完的時候。如果急需使用，膠水剛好又沒了，該怎麼辦呢？膠水的原料 PVA(聚乙烯醇)雖然是可分解物質，但在製造過程中會消耗大量能量。為了解決我們心中的困惑，決定利用這次的研究，來探討家中有什麼材料可以代替 PVA 膠水，製作更「節能減碳」的黏著劑。相關教材：牛頓版第六冊第二單元，生活中的力。

## 貳、研究目的

- 一、探討廚房常用粉類材料是否具有黏性，可製成可用之黏著劑。
- 二、探討不同濃度比例及不同溫度熱水製成之黏著劑是否對使用效果產生影響。
- 三、探討有顯著黏著效果的黏著劑其承重程度之差別。
- 四、探討加熱調製及煮熟米飯製成的黏著劑使用效果之比較。
- 五、天然黏著劑黏性持久度的探討。
- 六、觀察探究天然黏著劑將紙張黏著於垂直平面的狀態。

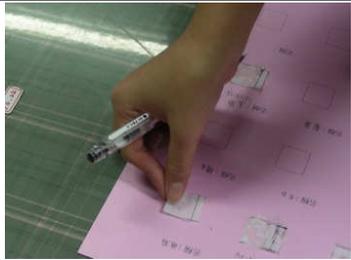
## 參、研究設備及器材

高筋麵粉、中筋麵粉、低筋麵粉、地瓜粉、糯米粉、太白粉、二號砂糖、食用精鹽、食用醋、水、酒精、80 磅影印紙、衛生紙、西卡紙、護貝膜、錐子、穿線器、棉線、油土、保鮮膜、100g 砝碼、小刀、電子秤(0.1g-1000g)、培養皿、攪拌棒、玻璃量杯、三角架、石綿心瓦、酒精燈、玻棒、溫度計、針筒(5ml)、玻璃罐、冰箱、夾鍊袋。

## 肆、研究過程

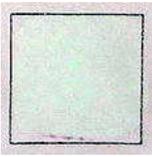
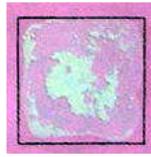
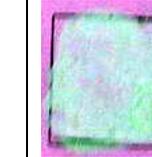
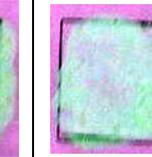
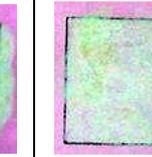
### 問題一：廚房中找到的材料所製成之物質是否能夠黏住衛生紙？

- (一) 實驗構想：在廚房幫忙的經驗讓我們知道麵粉加水會有黏性，太白粉勾芡可使菜餚變黏稠，糯米粉和地瓜粉遇濕會有點黏性，因此我們選擇這六種粉作為實驗物質，看它們是否可黏住衛生紙。
- (二) 實驗步驟：
  1. 各種粉類各稱 1g，加入室溫水 2ml 調勻。
  2. 秤出 0.2g 黏著劑，平均塗抹在 2cm × 2cm 的格子中，將衛生紙輕輕覆蓋在黏著劑上。
  3. 自然風乾一天後，輕輕撕扯衛生紙，觀察衛生紙是否有部分被黏住撕不起來。

		
將水注入已經秤好的高筋麵粉中	調製好的高筋麵粉黏著劑	秤出固定重量的黏著劑後，塗在測試紙上並貼上衛生紙

(三) 實驗結果：

表 1 六種粉類黏著劑黏度測試結果

種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	低筋麵粉	中筋麵粉	高筋麵粉
狀態	液狀	液狀	液狀	糊狀	糊狀	糊狀
黏度殘餘						
撕落狀態	直接掉落	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
殘餘評比	<b>XX</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>★★★★</b>	<b>★★★★</b>	<b>★★★★</b>
評比圖例：以★表示效果，效果等級分五等，由★★★★表示效果最好，無效者以 X 表示。 <b>X</b> 為可完全撕起， <b>XX</b> 為不需動手，乾燥後直接掉落。						

(四) 結果分析：

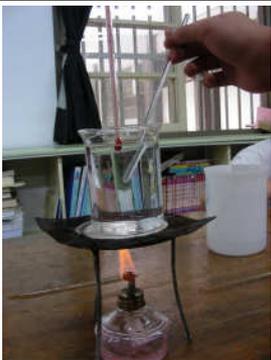
調製時就發覺麵粉皆具有黏性，其他三種似乎沒有，實驗結果確實僅有麵粉類可黏住衛生紙。衛生紙有潮濕反乾後附著物體的現象，因此地瓜粉、糯米粉可沾住衛生紙，但無殘餘，表示無法有效黏住。我們推測有可能是因為水分太多，或是水溫不夠。可考慮使用較濃比例調製或使用較高溫的水。

**問題二：調製濃度不同，使用不同水溫，是否可製成具有黏性的黏著劑？**

(一) 實驗構想：前一實驗讓我們發現地瓜粉、糯米粉、太白粉完全沒有黏性，推測煮菜勾芡作法跟溫度有關，因此我們決定使用不同水溫調製，觀察黏著度及乾燥速度。此外，我們還發現衛生紙會附著在潮濕物質上，所以再加入不易附著於潮濕物質的 80 磅影印紙來觀察黏度。

(二) 實驗步驟：

1. 將六種粉各秤 1g 及 2g，水溫使用室溫及 40°C、60°C、80°C，粉水比例使用 1：2（粉 1g 混合水 2ml）、1：1.5（2g 粉混和 3ml 水）、1：1（1g 粉混和 1ml 水），進行調製。
2. 六種材料分別秤 3 份各 0.2g 的黏著劑，平均塗抹在 2cm × 2cm 的不同格子後，將影印紙及衛生紙輕輕覆蓋在其中兩格黏著劑上，並記錄下完成時間。
3. 以手指觸碰乾燥塗布區看是否沾黏，同方法觀察衛生紙及影印紙是否明顯潮濕，等待黏著劑完全自然風乾後記下時間。
4. 同問題一方法測試黏度。

		
測量水溫需測水面水溫。	水溫到達後移開酒精燈，自水面取水 2ml。	木棒放上電子秤後，需先歸零才秤 0.2g 調製物。

(三) 實驗結果：

表 2-1 濃度 1：2 黏著劑乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	狀態	液狀	液狀	液狀	糊狀	糊狀	糊狀
	乾燥時間	36 分 25 秒	24 分 37 秒	37 分 04 秒	59 分 21 秒	50 分 50 秒	1 時 01 分 08 秒
	速度比較	<b>X</b>	$\Delta$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
40°C	狀態	液狀	液狀	液狀	糊狀	糊狀	糊狀
	乾燥時間	18 分 10 秒	37 分 31 秒	33 分 47 秒	1 時 34 分 20 秒	2 時 13 分 49 秒	1 時 57 分 18 秒
	速度比較	$\circ$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
60°C	狀態	液狀	液狀	液狀	糊狀	糊狀	糊狀
	乾燥時間	19 分 32 秒	27 分 22 秒	41 分 11 秒	1 時 07 分 48 秒	55 分 07 秒	1 時 08 分 28 秒
	速度比較	$\circ$	$\Delta$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
80°C	狀態	液狀	液狀	液狀	糰狀	糰狀	糰狀
	乾燥時間	08 分 35 秒	34 分 13 秒	37 分 40 秒	1 時 44 分 42 秒	1 時 19 分 25 秒	1 時 18 分 42 秒
	速度比較	$\odot$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

速度比較圖例：乾燥時間在 10 分 00 秒內為 $\odot$ ，10 分 01 秒至 20 分 00 秒為 $\circ$ ，20 分 01 秒至 30 分 00 秒為 $\Delta$ ，30 分 00 秒以上為**X**

表 2-2 濃度 1：1.5 黏著劑乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	狀態	液狀	液狀	液狀	糊狀	糊狀	糊狀
	乾燥時間	24 分 49 秒	12 分 59 秒	11 分 19 秒	55 分 25 秒	24 分 47 秒	36 分 41 秒
	速度比較	$\Delta$	$\circ$	$\circ$	<b>X</b>	$\Delta$	<b>X</b>
40°C	狀態	液狀	液狀	液狀	糊狀	糊狀	糊狀
	乾燥時間	14 分 01 秒	29 分 08 秒	11 分 29 秒	1 時 18 分 13 秒	1 時 52 分 57 秒	1 時 46 分 52 秒
	速度比較	$\circ$	$\Delta$	$\circ$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
60°C	狀態	液狀	濃稠粉漿	液狀	糰狀	糰狀	糊狀
	乾燥時間	16 分 56 秒	26 分 16 秒	28 分 25 秒	59 分 51 秒	47 分 15 秒	55 分 39 秒
	速度比較	$\circ$	$\Delta$	$\Delta$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
80°C	狀態	液狀	濃稠粉漿	液狀	糰狀	糰狀	糰狀
	乾燥時間	07 分 23 秒	33 分 50 秒	22 分 38 秒	1 時 22 分 13 秒	1 時 36 分 53 秒	1 時 18 分 01 秒
	速度比較	$\odot$	<b>X</b>	$\Delta$	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

表 2-3 濃度 1：1 黏著劑乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	狀態	含粉液狀	潮濕粉糰	濃稠液狀	糰狀	糰狀	糊狀
	乾燥時間	03 分 17 秒	04 分 21 秒	01 分 24 秒	34 分 35 秒	22 分 59 秒	05 分 45 秒
	速度比較	◎	◎	◎	X	△	◎
40°C	狀態	含粉液狀	潮濕粉糰	濃稠液狀	糰狀	糰狀	糊狀
	乾燥時間	12 分 18 秒	15 分 25 秒	02 分 49 秒	53 分 43 秒	1 時 26 分 37 秒	1 時 17 分 33 秒
	速度比較	○	○	◎	X	X	X
60°C	狀態	含粉液狀	潮濕粉糰	濃稠液狀	糰狀	糰狀	糰狀
	乾燥時間	13 分 16 秒	05 分 48 秒	07 分 14 秒	53 分 11 秒	30 分 11 秒	51 分 32 秒
	速度比較	○	◎	◎	X	X	X
80°C	狀態	含粉液狀	潮濕粉糰	濃稠液狀	糰狀	糰狀	糰狀
	乾燥時間	04 分 09 秒	17 分 38 秒	03 分 17 秒	1 時 05 分 19 秒	39 分 33 秒	31 分 46 秒
	速度比較	◎	○	◎	X	X	X

表 2-4 濃度 1：2 黏著劑覆蓋衛生紙乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	乾燥時間	32 分 54 秒	18 分 53 秒	04 分 38 秒	43 分 32 秒	45 分 25 秒	49 分 43 秒
	速度比較	X	○	◎	X	X	X
40°C	乾燥時間	50 分 51 秒	40 分 51 秒	16 分 57 秒	1 時 23 分 40 秒	1 時 13 分 27 秒	1 時 07 分 59 秒
	速度比較	X	X	○	X	X	X
60°C	乾燥時間	23 分 55 秒	29 分 32 秒	30 分 09 秒	47 分 46 秒	56 分 49 秒	50 分 07 秒
	速度比較	△	△	X	X	X	X
80°C	乾燥時間	46 分 25 秒	40 分 51 秒	20 分 39 秒	1 時 04 分 12 秒	38 分 29 秒	36 分 05 秒
	速度比較	X	X	△	X	X	X

表 2-5 濃度 1：1.5 黏著劑覆蓋衛生紙乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	乾燥時間	18 分 56 秒	12 分 29 秒	03 分 05 秒	25 分 38 秒	41 分 37 秒	21 分 08 秒
	速度比較	○	○	◎	△	X	△
40°C	乾燥時間	29 分 35 秒	25 分 59 秒	09 分 02 秒	48 分 06 秒	49 分 13 秒	46 分 07 秒
	速度比較	△	△	◎	X	X	X
60°C	乾燥時間	17 分 18 秒	14 分 28 秒	15 分 33 秒	38 分 57 秒	49 分 24 秒	44 分 19 秒
	速度比較	○	○	○	X	X	X
80°C	乾燥時間	31 分 50 秒	32 分 56 秒	13 分 46 秒	43 分 53 秒	31 分 36 秒	29 分 25 秒
	速度比較	X	X	○	X	X	△

表 2-6 濃度 1：1 黏著劑覆蓋衛生紙乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	乾燥時間	15 分 25 秒	08 分 52 秒	02 分 25 秒	08 分 37 秒	21 分 00 秒	07 分 54 秒
	速度比較	○	◎	◎	◎	△	◎
40℃	乾燥時間	16 分 33 秒	16 分 09 秒	03 分 03 秒	27 分 18 秒	23 分 38 秒	31 分 38 秒
	速度比較	○	○	◎	△	△	X
60℃	乾燥時間	12 分 08 秒	07 分 10 秒	13 分 02 秒	26 分 13 秒	35 分 30 秒	25 分 59 秒
	速度比較	○	◎	○	△	X	△
80℃	乾燥時間	02 分 19 秒	14 分 49 秒	10 分 13 秒	28 分 50 秒	22 分 32 秒	29 分 07 秒
	速度比較	◎	○	○	△	△	△

表 2-7 濃度 1：2 黏著劑覆蓋影印紙乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	乾燥時間	18 分 01 秒	17 分 25 秒	27 分 18 秒	29 分 37 秒	35 分 19 秒	32 分 47 秒
	速度比較	○	○	△	△	X	X
40℃	乾燥時間	35 分 42 秒	18 分 02 秒	18 分 06 秒	48 分 49 秒	16 分 21 秒	42 分 11 秒
	速度比較	X	○	○	X	○	X
60℃	乾燥時間	37 分 46 秒	16 分 23 秒	26 分 18 秒	42 分 46 秒	1 時 09 分 45 秒	42 分 21 秒
	速度比較	X	○	△	X	X	X
80℃	乾燥時間	32 分 20 秒	25 分 27 秒	13 分 52 秒	37 分 37 秒	1 時 01 分 43 秒	33 分 30 秒
	速度比較	X	△	○	X	X	X

表 2-8 濃度 1：1.5 黏著劑覆蓋影印紙乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	乾燥時間	13 分 16 秒	10 分 38 秒	15 分 00 秒	23 分 00 秒	24 分 10 秒	26 分 45 秒
	速度比較	○	○	○	△	△	△
40℃	乾燥時間	22 分 19 秒	15 分 39 秒	10 分 58 秒	37 分 49 秒	14 分 51 秒	37 分 57 秒
	速度比較	△	○	○	X	○	X
60℃	乾燥時間	28 分 58 秒	12 分 43 秒	24 分 02 秒	34 分 13 秒	33 分 59 秒	30 分 30 秒
	速度比較	△	○	△	X	X	X
80℃	乾燥時間	27 分 49 秒	20 分 51 秒	08 分 01 秒	28 分 18 秒	34 分 08 秒	30 分 37 秒
	速度比較	△	△	◎	△	X	X

表 2-9 濃度 1：1 黏著劑覆蓋影印紙乾燥速度

水溫	項目	種類					
		太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	乾燥時間	01 分 55 秒	06 分 16 秒	10 分 36 秒	06 分 23 秒	17 分 01 秒	13 分 45 秒
	速度比較	◎	◎	○	◎	○	○
40℃	乾燥時間	03 分 40 秒	09 分 28 秒	02 分 19 秒	26 分 37 秒	16 分 41 秒	27 分 02 秒
	速度比較	◎	◎	◎	△	○	△
60℃	乾燥時間	13 分 14 秒	06 分 51 秒	05 分 45 秒	24 分 01 秒	14 分 51 秒	23 分 54 秒
	速度比較	○	◎	◎	△	○	△
80℃	乾燥時間	02 分 33 秒	11 分 09 秒	01 分 29 秒	20 分 51 秒	16 分 21 秒	05 分 18 秒
	速度比較	◎	○	◎	△	○	◎

表 2-10 濃度 1 : 2 黏著劑覆蓋衛生紙黏度殘餘情形

水溫		種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	X	X	★★★★	★★★★	★★★★
40°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	輕輕撕起無殘留	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	X	XX	★★★★	★★★★	★★★★
60°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		X	X	XX	★★★★	★★★	★★★
80°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		X	X	X	★★★★	★★★★	★★★★

表 2-11 濃度 1 : 2 黏著劑覆蓋影印紙黏度殘餘情形

水溫		種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★
40°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★★★
60°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★★
80°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★	★★★★

表 2-12 濃度 1 : 1.5 黏著劑覆蓋衛生紙黏度殘餘情形

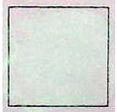
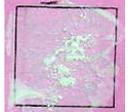
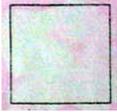
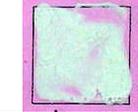
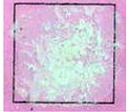
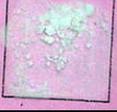
水溫		種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	黏度殘餘							
	撕落狀態	直接掉落	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	XX	X	X	★★★★	★★★★	★★★★	
40°C	黏度殘餘							
	撕落狀態	直接掉落	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	XX	X	X	★★★★	★★★★	★★★★	
60°C	黏度殘餘							
	撕落狀態	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	X	X	X	★★★★	★★★★	★★★★	
80°C	黏度殘餘							
	撕落狀態	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	輕輕撕起無殘留	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	X	X	X	★★★★	★★★★	★★★★	

表 2-13 濃度 1 : 1.5 黏著劑覆蓋影印紙黏度殘餘情形

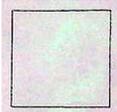
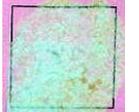
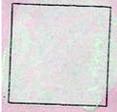
水溫		種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	黏度殘餘							
	撕落狀態	直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★★★	
40°C	黏度殘餘							
	撕落狀態	直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	XX	XX	XX	★★★	★★★★	★★★	
60°C	黏度殘餘							
	撕落狀態	直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★★★	
80°C	黏度殘餘							
	撕落狀態	直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯	
	殘餘評比	XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★★★	

表 2-14 濃度 1 : 1 黏著劑覆蓋衛生紙黏度殘餘情形

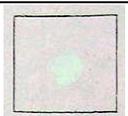
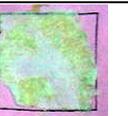
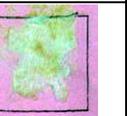
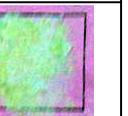
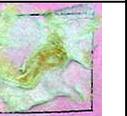
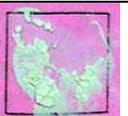
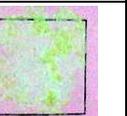
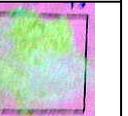
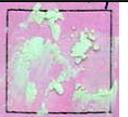
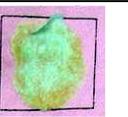
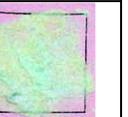
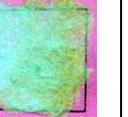
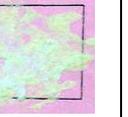
水溫		種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★	★★★★
40°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	輕輕撕起無殘留	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	X	XX	★★★	★★★★	★★★★
60°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	輕輕撕起無殘留	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	X	XX	★★★★	★★★★	★★★★
80°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★★	★★★★

表 2-15 濃度 1 : 1 黏著劑覆蓋影印紙黏度殘餘情形

水溫		種類	太白粉	糯米粉	地瓜粉	高筋麵粉	中筋麵粉	低筋麵粉
室溫	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★	★★★★	★★★★
40°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★	★★★	★★★★
60°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★	★★★★
80°C	黏度殘餘							
	撕落狀態		直接掉落	直接掉落	直接掉落	需用力撕扯	需用力撕扯	需用力撕扯
	殘餘評比		XX	XX	XX	★★★★	★★★	★★★★

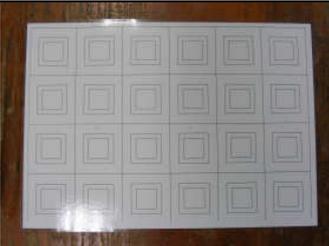
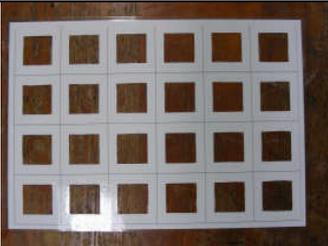
1. **乾燥速度**：直接乾燥以太白粉 80°C 最快；黏著衛生紙乾燥速度以地瓜粉室溫最快；黏著影印紙以地瓜粉 80°C 最快；麵粉類乾燥速度都不快，比較起室溫水調製的麵粉黏著劑乾燥速度較快一點。在濃度 1：2 狀況下，高筋麵粉的乾燥速度平均表現較佳；濃度 1：1.5 為中筋麵粉平均表現最佳；濃度 1：1 為低筋麵粉平均表現最佳。
2. **黏著度**：太白粉、糯米粉、地瓜粉完全無黏性。麵粉類的黏著度極佳，衛生紙只有邊緣沒有沾到太多黏著劑的部分可以撕起；影印紙僅能撕起上層纖維，且上層纖維也很難全部撕起。

### 問題三：不同麵粉在不同濃度和不同水溫下所製成的黏著劑，其承重程度是否有差異？

(一) 實驗構想：由於三種麵粉的黏度殘餘實驗效果都非常好，很難分出高下。經過討論後，我們決定嘗試將黏著劑所黏著的紙張掛上重量，看看是否能夠測出不同黏著劑承受重量拉扯的程度差異。由於紙張種類不同也會有影響，因此我們挑選兩種紙類作為承重測試紙，一種為 80 磅影印紙，一種為有色西卡紙（由於白色西卡紙紙面有上光，黏著效果可能不佳，因此選用不上光的有色西卡紙）。

(二) 實驗步驟：

1. 先製作兩種不同種類的承重測驗紙。
2. 將高、中、低筋麵粉秤 1g、2g，水溫用室溫、40°C、60°C、80°C，粉與水比例使用 1：1、1：1.5、1：2，進行調製。
3. 同一黏著劑各秤 10 份 0.2g，各平均塗抹在 2cm × 2cm 的格子中後，將另一張承重測試紙貼上並輕輕壓緊，完成兩種類承重測試紙各 5 份的黏合。
4. 等待自然風乾，三天後進行承重測試。

		
先將一張承重測試紙全部護貝。	將護貝膜應該挖空的部分切除。	將切割模版墊在護貝膜下，將挖空部分一一切除。
		
測試紙夾入護貝膜中，將護貝膜空格與測試紙對齊。	進行護貝，讓護貝膜加強影印紙四邊強度。	剪裁。

用尖錐在測試紙的四個角落穿洞。	取兩條棉線穿過測試紙兩邊的洞後打結。	完成承重測試紙後，輕輕拉扯，試試看棉線是否鬆脫。
測試紙中央框為 2cm × 2cm 塗布區，外側框為影印紙的護貝界線。	黏著物質、比例、水溫記錄在背面空白部分。	由於試做時 100g 砝碼敲歪了小克數砝碼的掛勾，所以我們決定用油土製作小克數的砝碼。
從左至右：10g 油土砝碼、5g 油土砝碼、1g 油土砝碼	小心掛上 100g 砝碼	高筋麵粉、1：1.5、40°C 承重實驗
	<p>5 份承重測試紙中，第一份作為前測，測試紙張大約掛幾個 100g 砝碼後會落下。正式實驗時，掛上的 100g 砝碼數需比前測少 3 個，然後在砝碼上加掛袋子開始放置 10g 油土砝碼。每放置一顆油土砝碼，需等待 30 秒後才可再加，若聽見紙張發出撕開聲，需等聲音停止後等待 30 秒後繼續。</p> <p>10g 油土砝碼放置約 10~15 顆後（視紙張撕開程度調整），開始換用 5g 砝碼，放置約 10~15 顆後（視紙張撕開程度調整），換用 1g 砝碼直至紙張完全撕開掉落。</p> <p>由於掉落撞擊會讓油土黏在一起，需用保鮮膜包覆阻隔。掉落後將所有砝碼、油土砝碼、加掛袋及下方測試紙一同放到電子秤上秤重。</p>	

(三) 實驗結果：

表 3-1 高筋麵粉影印紙承重效果

粉水比例	項目	水溫			
		室溫	40°C	60°C	80°C
1 : 1	平均承重(g)	416.63	371.35	403.1	309.7
	承重評比	○			✘
1 : 1.5	平均承重(g)	311	404.7	394.45	494.6
	承重評比	△			◎
1 : 2	平均承重(g)	356.87	409.83	333.08	367.65
	承重評比				

承重評比圖例：承重最佳者為◎，次佳為○，最差為✘，次差為△。

表 3-2 高筋麵粉西卡紙承重效果

粉水比例	項目	水溫			
		室溫	40°C	60°C	80°C
1 : 1	平均承重(g)	677.8	578.7	630.37	590.7
	承重評比		✘		
1 : 1.5	平均承重(g)	612.35	982.47	782.43	983.35
	承重評比		○		◎
1 : 2	平均承重(g)	769.52	820.43	579.6	805.25
	承重評比			△	

表 3-3 中筋麵粉影印紙承重效果

粉水比例	項目	水溫			
		室溫	40°C	60°C	80°C
1 : 1	平均承重(g)	327.35	432.37	433.6	377.28
	承重評比				
1 : 1.5	平均承重(g)	455.77	516.6	481.95	457.78
	承重評比		◎	○	
1 : 2	平均承重(g)	246.05	315.4	396.7	291.8
	承重評比	✘			△

表 3-4 中筋麵粉西卡紙承重效果

粉水比例	項目	水溫			
		室溫	40°C	60°C	80°C
1 : 1	平均承重(g)	535.65	672.15	688.17	652
	承重評比	✘			△
1 : 1.5	平均承重(g)	779.47	835.14	797.43	719.5
	承重評比		◎	○	
1 : 2	平均承重(g)	753.45	778.98	762.98	656.14
	承重評比				

表 3-5 低筋麵粉影印紙承重效果

粉水比例	項目	水溫			
		室溫	40°C	60°C	80°C
1 : 1	平均承重(g)	260.65	214.47	282.85	320.7
	承重評比		✘		
1 : 1.5	平均承重(g)	233.75	231.5	321.28	391.23
	承重評比		△		◎
1 : 2	平均承重(g)	329.07	325.87	256.6	287.05
	承重評比	○			

表 3-6 低筋麵粉西卡紙承重效果

粉水比例	項目	水溫			
		室溫	40°C	60°C	80°C
1:1	平均承重(g)	700	655.1	692.58	734.9
	承重評比		X	△	
1:1.5	平均承重(g)	768.6	748.3	766.3	799.5
	承重評比				
1:2	平均承重(g)	881.85	829.13	752.87	733.3
	承重評比	◎	○		

高筋麵粉在濃度 1:1.5、水溫 80°C 條件下調製成的黏著劑黏度最佳；效果最差為 1:1、80°C。中筋麵粉在濃度 1:1.5、水溫 40°C 條件下調製成的黏著劑黏度最佳；效果最差為 1:1、室溫。低筋麵粉在濃度 1:2、水溫室溫條件下調製成的黏著劑黏度最佳；效果最差為 1:1、40°C。

#### 問題四：比較高筋麵粉、太白粉加熱調製成的黏著劑，及米飯製成的黏著劑，是否具有有效黏性？

(一) 實驗構想：之前實驗讓我們對於太白粉沒有黏著效果感到意外，因此決定嘗試使用直接加熱的方式來製作黏著劑。已經煮熟的米飯也是經過加熱的物質，故選用為實驗物質，因此不再選用相似的糯米粉。另外也選擇前面承重效果最好的高筋麵粉，來看看它和其他兩種澱粉類有何差異。由於加熱過的黏著劑水分極少，較難判斷乾燥時間，故本實驗不進行測試。另外從第四十八屆中小學科學展覽會作品「黏度大考驗」中知道加糖可以增強黏性，因此我們嘗試在黏著劑中也加入二號砂糖，看看是否能增強效果。

(二) 實驗步驟：

1. 將 100g 米加上 150g 水煮成米飯，及 100g 米加 150g 水、25g 二號砂糖煮成含糖米飯。
2. 米飯及含糖米飯各秤 100g，再加水 50g，調製比例為水：飯=1：2；另各秤 100g 米飯及含糖米飯，各加水 10g，調製比例水：飯=1：10。兩種類各搗 600 下至黏稠現象。
3. 秤 100g 太白粉及高筋麵粉，分別加 150g 水並加熱 2 分鐘，離火持續攪拌至濃稠膠狀。以前述用量加上 25g 二號砂糖，加熱製成加糖黏著劑。
4. 秤 8 份黏著劑 0.2g，2 份平均塗抹在 2cm × 2cm 格子中，將衛生紙及紙分別輕輕覆蓋在該物質上。另 6 份平均塗抹在影印紙及西卡紙承重測試紙上的 2cm × 2cm 格子中，貼上另張承重測試紙並輕輕壓緊，完成兩種類承重測試紙各 3 份的黏合。
5. 同實驗二、三方法測試黏度殘餘及承重量。

		
將容器放上電子秤後歸零	秤高筋麵粉 100g	燒杯放上電子秤後歸零，秤水 150g。
		
將秤好的水及粉放入鍋中攪拌至均勻。	將便攜式瓦斯爐的爐火開至最大。	一邊加熱一邊攪拌，避免燒焦黏鍋。
		
加熱超過 1 分鐘後開始變得黏稠。	加熱至 2 分鐘時關火，之後持續攪拌。	飯水比例 2：1，搗製完成
		
飯水比例 10：1，搗製完成	高筋麵粉即將拉扯開的瞬間	秤二號砂糖 25g
		
將 25g 二號砂糖與 100g 太白粉放進鍋中。	加熱 2 分鐘後關火持續攪拌調勻之加糖太白粉。	秤 100g 加糖煮熟米飯(煮時米：糖：水=4：2：1)。

(三) 實驗結果：

表 4-1 加熱黏著劑立即使用殘餘情形

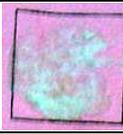
紙張	項目	種類	高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
衛生紙	黏度殘餘					
	殘餘評比		★★★★	★★★★	★★★★	★★★★
影印紙	黏度殘餘					
	殘餘評比		★★★★	★★★★	★★★★	★★★

表 4-2 加糖加熱黏著劑立即使用殘餘情形

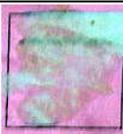
紙張	項目	種類	高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
衛生紙	黏度殘餘					
	殘餘評比		★★★	★★★★	★★★★	★★★★
影印紙	黏度殘餘					
	殘餘評比		★★★★	★★	★★★★	★★

表 4-3 加熱黏著劑立即使用承重效果

紙張	項目	種類	高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)		562.53	484.33	666.6	822.8
	承重評比			X		◎
西卡紙	平均承重(g)		1073.4	953.73	1462.3	1194.3
	承重評比			X	◎	

承重評比圖例：承重最佳者為◎，最差為X。

表 4-4 加糖加熱黏著劑立即使用承重效果

紙張	項目	種類	高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)		1072.5	584.7	852.35	688.2
	承重評比		◎	X		
西卡紙	平均承重(g)		1650.2	1247.75	920.4	1246.67
	承重評比		◎		X	

太白粉在本實驗中終於出現有效黏性，但承重效果依然比不上其他物質，不加糖黏著劑以飯類承重效果最佳。影印紙最佳黏著劑：飯(10:1)；西卡紙最佳黏著劑：飯(2:1)。

高筋麵粉及太白粉加糖之後承重效果明顯變好，飯類則不明顯。加糖加熱黏著劑中，以高筋麵粉最佳。

### 問題五：加熱製成的黏著劑，置於室溫及冰箱存放後，是否能夠有效保存並保持黏性？

(一) 實驗構想：由於加熱黏著劑製作量較大且需經過加熱，為符合經濟效益，我們決定進行保存，並觀察保存一段時間後黏著劑是否依然有效，效果是否會減退。選擇室溫及冰箱冷藏的方式保存，並於保存後進行承重測試。

(二) 實驗步驟：

1. 將前實驗加熱黏著劑、加熱加糖黏著劑各秤 30g，分別放入 2 個玻璃瓶內，其中一瓶放置室溫，另一放入冰箱冷藏，各放置一週，並每天觀察拍照。(詳見實驗日誌)
2. 一週後，各秤 6 份 0.2g 的黏著劑，同問題三的方法測試承重量。
3. 將未敗壞的冷藏之黏著劑繼續置於冰箱冷藏，每天觀察拍照，至黏著劑出現可見霉斑為止。
4. 出現霉斑後，同前方法測試承重量。

(三) 實驗結果：

圖 5-1 室溫保存

高筋麵粉黏著劑	太白粉黏著劑	米飯黏著劑(1：2)	米飯黏著劑(1：10)
			
第一週結束 軟化，水分大量增加，嚴重酸臭味。	第一週結束 顏色泛黃，嚴重發霉，無明顯異味。	第一週結束 水分增加，大量明顯孢子囊，有酸腐味。	第一週結束 顏色泛黃，嚴重發霉，有發酵味。
加糖高筋麵粉黏著劑	加糖太白粉黏著劑	加糖米飯黏著劑(1:2)	加糖米飯黏著劑(1:10)
			
第一週結束 嚴重變色發霉，狀況比未加糖時嚴重，有酸臭發酵味。	第一週結束 嚴重變色發霉且變硬，狀況比未加糖時嚴重。	第一週結束 嚴重變色發霉，狀況比未加糖時嚴重，有發酵味。	第一週結束 嚴重變色發霉，狀況比未加糖時嚴重，有發酵味。

圖 5-2 冷藏保存

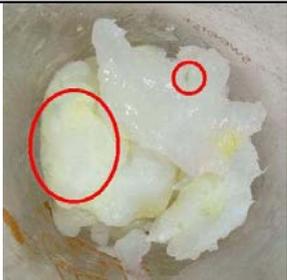
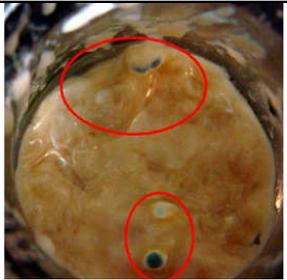
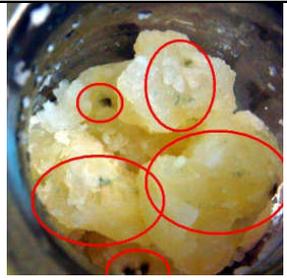
高筋麵粉黏著劑	太白粉黏著劑	米飯黏著劑(1:2)	米飯黏著劑(1:10)
			
第 25 天 水分幾乎淹過黏著劑，有發酵臭酸味	第 25 天 出現數處黃斑及少數霉菌菌落	第 25 天 出現數處黃色霉斑	第 25 天 變色，有霉斑，發出臭酸味
加糖高筋麵粉黏著劑	加糖太白粉黏著劑	加糖米飯黏著劑(1:2)	加糖米飯黏著劑(1:10)
			
第 22 天 水分增加且變色，霉菌菌落數增加	第 22 天 變色霉菌菌落數增加	第 20 天 布滿霉菌	第 24 天 全部長滿霉菌

表 5-1 加熱黏著劑室溫存放一週承重效果

紙張	項目	種類			
		高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)	358.77	440.4	575.33	500.05
	承重評比	X		◎	
西卡紙	平均承重(g)	665.47	933.77	842.63	1502.45
	承重評比	X			◎

表 5-2 加糖加熱黏著劑室溫存放一週承重效果

紙張	項目	種類			
		高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)	574.83	發霉十分嚴重，取用時霉菌孢子四散。因人體健康考量，此三項實驗物品停止承重實驗，僅測試發霉程度較輕的高筋麵粉。		
	承重評比	◎			
西卡紙	平均承重(g)	925.23			
	承重評比	◎			

表 5-3 加熱黏著劑冷藏存放一週承重效果

紙張	項目	種類			
		高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)	419.53	220.93	461.03	388.5
	承重評比		X	◎	
西卡紙	平均承重(g)	912.05	572.65	1084.97	596.25
	承重評比		X	◎	

表 5-4 加糖加熱黏著劑冷藏存放一週承重效果

紙張	項目	種類			
		高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)	519.07	無	666.7	無
	承重評比		<b>X</b>	◎	<b>X</b>
西卡紙	平均承重(g)	1120.35	無	1043.07	203.53
	承重評比	◎	<b>X</b>		

表 5-5 加熱黏著劑冷藏存放至發霉承重效果

紙張	項目	種類			
		高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)	786.17	無	779.15	432.07
	承重評比	◎	<b>X</b>		
西卡紙	平均承重(g)	1101.3	無	1421.93	1204.1
	承重評比		<b>X</b>	◎	

表 5-6 加糖加熱黏著劑冷藏存放至發霉承重效果

紙張	項目	種類			
		高筋麵粉	太白粉	飯(2:1)	飯(10:1)
影印紙	平均承重(g)	633.2	無	558.33	無
	承重評比	◎	<b>X</b>		<b>X</b>
西卡紙	平均承重(g)	890.1	無	1424.13	無
	承重評比		<b>X</b>	◎	<b>X</b>

黏著劑在室溫下無法保存超過四天，但嘗試使用已經變質的黏著劑時，發覺依然有黏著效果；加糖保存時間更短，發霉更嚴重。

冷藏保存的黏著劑中，高筋麵粉及飯(2:1)承重效果稍減。以有效保存及承重效果來看，冷藏一週後的飯(2:1)最好用。冷藏的加糖黏著劑保存較佳，但除了高筋麵粉、飯(2:1)依然保持黏性外，其餘二種皆無黏性。以有效保存及承重效果來看，冷藏一週後的加糖高筋麵粉最好用。

黏著劑保存超過兩週後就開始變質，變質後依然有黏性，以飯(2:1)承重效果最好。

#### 問題六：是否能找到保存加熱製成的黏著劑的方法，並仍能保持其黏性？

(一) 實驗構想：從前面實驗中我們發現黏著劑可至於冰箱冷藏保存，但依然會有發霉的現象。

考慮到鹽醃可脫水保存食物，醋可殺菌，因此我們決定添加鹽及醋，看看是否能延長保存。另外，我們也測試冷凍保存的方式是否可行。本次選擇在前項保存實驗中，黏性維持較好的高筋麵粉及飯(2:1)黏著劑進行實驗。

(二) 實驗步驟：

1. 將加熱高筋麵粉及飯(2:1)黏著劑各秤 30g，混入 30g 食用精鹽；30g 黏著劑加入 7.5g 食用醋。
2. 醋及鹽同樣以室溫、冷藏方式保存，同實驗五方法進行保存及承重測試。
3. 另外取四份 30g 加熱高筋黏著劑，放置於冷凍庫，每週取下一罐退凍後，同實驗五方法製作承重測試。

(三) 實驗結果：

加醋高筋室溫保存	加鹽高筋室溫保存	加醋飯室溫保存
		
第 20 天 醋味比第 1 天淡了許多	第 20 天 煮熟麵粉的味道	第 20 天 醋味比第 1 天淡了許多
加鹽飯室溫保存	加醋高筋冷藏保存	加鹽高筋冷藏保存
		
第 20 天 米飯的味道	第 20 天 醋味比第 1 天淡了許多	第 20 天 煮熟麵粉的味道
加醋飯冷藏保存	加鹽飯冷藏保存	高筋黏著劑冷凍保存
		
第 20 天 有很重的醋味	第 20 天 米飯的味道	冷凍的狀態與冷藏十分相似，只有麵粉味

表 6-1 添加鹽室溫存放承重效果

紙張	項目	種類	高筋+鹽 1 週	高筋+鹽 2 週	飯(2:1) +鹽 1 週	飯(2:1) +鹽 2 週
			影印紙	平均承重(g)	208.56	470.87
	承重評比		↑		↑	
西卡紙	平均承重(g)	424.62	542.1	181.08	775.2	
	承重評比		↑		↑	

承重評比圖例：↑ 表示承重力增加，— 表示承重力變化不大，↓ 表示承重力下降。

表 6-2 添加醋室溫存放承重效果

紙張	項目	種類	高筋+醋 1 週	高筋+醋 2 週	飯(2:1) +醋 1 週	飯(2:1) +醋 2 週
			影印紙	平均承重(g)	936.52	882.3
	承重評比		↓		—	
西卡紙	平均承重(g)	1479.44	1648.6	1865.04	1536.13	
	承重評比		↑		↓	

表 6-3 添加鹽冷藏存放承重效果

紙張	項目	種類	高筋+鹽 1 週	高筋+鹽 2 週	飯(2:1) +鹽 1 週	飯(2:1) +鹽 2 週
			影印紙	平均承重(g)	186.26	710.47
	承重評比		↑		↑	
西卡紙	平均承重(g)	497.82	725	340.84	428.93	
	承重評比		↑		↑	

表 6-4 添加醋冷藏存放承重效果

紙張	項目	種類	高筋+醋 1 週	高筋+醋 2 週	飯(2:1) +醋 1 週	飯(2:1) +醋 2 週
			影印紙	平均承重(g)	759.8	844.47
	承重評比		↑		↓	
西卡紙	平均承重(g)	1723.56	1908.87	1968.22	1239.2	
	承重評比		↑		↓	

表 6-5 加熱高筋麵粉黏著劑冷凍保存承重效果

紙張	項目	種類	立即使用	第一週
			影印紙	平均承重(g)
	承重評比		↑	
西卡紙	平均承重(g)	1073.4	1418.57	
	承重評比		↑	

鹽及醋對於黏著劑的保存效果非常好，無論是室溫或冷藏都能超過三週不發霉。但是添加鹽的黏著劑，其黏度效果大減，醋則能維持良好黏性。另外，冷凍後的黏著劑依然具有良好黏性，因此冷凍也是有效的保存方式。

### 問題七：黏著劑黏著後持久性如何？

(一) 實驗構想：從前面實驗中我們發現加熱高筋麵粉及飯(2：1)製成的黏著劑黏性很強，因此我們想確認此黏著劑的持久性。我們將紙張黏著後放置更長的時間，進行承重測試看其黏度是否會下降。

(二) 實驗步驟：

1. 將加熱高筋麵粉及飯(2：1)黏著劑各秤 24 份 0.2g 的黏著劑，影印紙、西卡紙承重測試各做 12 份。
2. 等待風乾 7 天後，先測試 3 份紙張承重量。
3. 接下來每隔 7 天，測試 3 份紙張承重量，研究放置一～三週後，觀察記錄黏著劑之黏性是否下降。

(三) 實驗結果：

表 7-1 加熱高筋黏著劑之黏著持久度承重效果

紙張	項目	種類	放置一週	放置二週	放置三週
影印紙	平均承重(g)		466.83	652	660.8
	承重評比			↑	—
西卡紙	平均承重(g)		1138.15	1703.03	1210.4
	承重評比			↑	↓

表 7-2 飯(2：1)黏著劑之黏著持久度承重效果

紙張	項目	種類	放置一週	放置二週	放置三週
影印紙	平均承重(g)		899.83	940.97	985.17
	承重評比			↑	—
西卡紙	平均承重(g)		1452.63	2150.86	1454.17
	承重評比			↑	↓

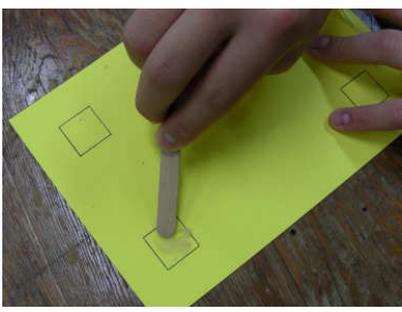
紙張黏著後經過三週，依然黏得很牢，表示本實驗製作的黏著劑可以持續維有效持黏度。

**問題八：本實驗製作之黏著劑，是否能將紙張黏著於垂直平面上？**

- (一) 實驗構想：我們製作的黏著劑可以成功黏著 2 張紙，不過有時也需要將紙張黏著在垂直的平面，如：牆壁上。因此我們使用快速麵粉黏著劑中黏度最佳的 80°C 高筋 1：1.5，以及加熱高筋、飯(2：1)黏著劑，來測試它們在垂直平面上的黏著表現。

(二) 實驗步驟：

1. 製作垂直平面黏著實驗測試紙，包含 80 磅影印紙及西卡紙兩種。
2. 製作 80°C 1：1.5 快速高筋黏著劑、加熱高筋麵粉、飯(2：1)黏著劑，秤 0.2g 的黏著劑，各塗抹在垂直承重測試角落上的 4 個 2cm × 2cm 格子中，將測試紙貼在牆壁上，輕輕壓緊，使測試紙不會馬上掉落。
3. 等待風乾 5 天後，先測試紙張承重量。
4. 以同樣方法測試此三種黏著劑在鐵質及木質垂直面上的黏著效果。

		
切割護貝膜，加強影印紙的邊	在四個角落上塗抹黏著劑	兩側掛線掛砝碼拉扯測試紙
		
拉扯後殘餘在牆上的紙張	黏在光滑木頭表面的影印紙	黏在金屬表面上的西卡紙
		
用清水及抹布清除牆上殘餘的紙張及黏著劑	濕抹布可將殘餘的紙張脫落，底下可以看見黏著劑	使用清水及抹布輕輕擦拭一陣後，可將黏著劑完全清除

(三) 實驗結果：

表 8-1 黏著於水泥牆壁之承重效果

紙張	項目	種類		
		1 : 1.5 高筋 80°C	加熱高筋麵粉	飯(2 : 1)
影印紙	平均承重(g)	2293.27	1849.1	2495.37
	承重評比			◎
西卡紙	平均承重(g)	2306.5	2130.6	2557.4
	承重評比			◎

表 8-2 黏著於金屬表面之承重效果

紙張	項目	種類		
		1 : 1.5 高筋 80°C	加熱高筋麵粉	飯(2 : 1)
影印紙	平均承重(g)	2513.87	959.6	1253.1
	承重評比	◎		
西卡紙	平均承重(g)	1962.35	2405.45	3600
	承重評比			◎

表 8-3 黏著於光滑木頭表面之承重效果

紙張	項目	種類	1 : 1.5 高筋 80°C	加熱高筋麵粉	飯(2 : 1)
			影印紙	平均承重(g)	1770.87
	承重評比			◎	
西卡紙	平均承重(g)	956.53	自行掉落	2539.9	
	承重評比			◎	

此三種黏著劑都可將紙張黏著在垂直平面上，但加熱高筋麵粉黏著劑的表現不穩定，可能是受紙質及黏著表面的光滑程度影響。飯(2 : 1)黏著於垂直表面的效果最佳。

## 伍、討論

- 一、由於紙張會吸收水分，因此濃度 1 : 2 時糯米粉、地瓜粉及麵粉類在紙張乾燥速度方面，大都比直接乾燥快。太白粉直接乾燥十分快速，放上紙類反而會因為水分保持在紙張中，而減慢乾燥速度。
- 二、濃度提高至 1 : 1.5 以後，水分降低使乾燥速度都變快，但紙張乾燥速度依然較直接乾燥快速。濃度 1 : 1 狀態下太白粉、糯米粉、地瓜粉因水分含量更少，影印紙吸收水分後比衛生紙的潮濕感更低，且影印紙根本無法附著，吸完水就脫離，因此乾燥速度比微微潮濕附著的衛生紙還快，衛生紙在這個濃度下對此三種粉反而有了保濕效果。此濃度的麵粉類直接乾燥速度在三種濃度中最快，紙張乾燥速度同樣較直接乾燥快。
- 三、紙張質料的吸水力也會影響乾燥速度。
- 四、不同溫度熱水、濃度調製的太白粉、糯米粉、地瓜粉的乾燥速度平均來說較麵粉類快，但毫無黏性。麵粉乾燥速度表現較差，但有良好黏性。

表 14-1 問題 2~7 麵粉類乾燥時間、承重效果之平均及高低標

平均數字	項目	直接	衛生紙	80 磅影印紙	三種	80 磅影印紙	西卡紙
		乾燥時間	乾燥時間	乾燥時間	乾燥時間	承重重量	承重重量
平均		1 時 05 分 31 秒	39 分 18 秒	29 分 30 秒	44 分 46 秒	354.46g	736.01g
低標		44 分 44 秒	26 分 49 秒	19 分 14 秒	27 分 59 秒		
高標						420.14g	809.86g

- 五、承重實驗中，相同麵粉、濃度、水溫下，西卡紙能夠承受的重量較 80 磅影印紙多（見表 14-1）。顯示西卡紙紙質較厚，纖維比較能夠吸收黏著劑，因此黏著效果較影印紙為佳。
- 六、80 磅影印紙承重量最佳前三名：1 : 1.5 中筋 40°C，1 : 1.5 高筋 80°C，1 : 1.5 中筋 60°C；西卡紙承重量最佳前三名：1 : 1.5 高筋 80°C，1 : 1.5 高筋 40°C，1 : 2 低筋室溫。參考問題二麵粉類的三種乾燥時間，取其低標，可以發現 1 : 1.5 中筋 40°C 於影印紙乾燥時間為 14 分 51 秒，為乾燥速度符合低標（比最低標，影印紙低標還快），承重符合

兩項高標（且在西卡紙承重力中排名第四）的黏著劑。因此需考慮時間及承重力時，濃度 1:1.5、水溫 40°C 的中筋麵粉，為最佳選擇。僅考慮承重力，1:1.5 高筋 80°C 最耐重。以上兩項為製作快速黏著劑之最佳選擇。

- 七、加熱製作黏著劑實驗中，太白粉終於出現黏性。表示太白粉需受熱時間較高、較長，才能產生黏性，而麵粉只需要水分即可產生黏性。「黏度大考驗」中使用的糯米粉經過加熱才有黏性，而我們使用熱水無法產生黏性，可見糯米粉的特性與太白粉相同。
- 八、加熱不加糖黏著劑，在承重力上以飯類表現最好，飯(2:1)黏著劑在西卡紙的承重表現較飯(10:1)更好，有可能是水分較多使西卡紙纖維吸收更多黏著劑。
- 九、黏著劑加糖後可以增加承重力，高筋麵粉承重力在此項變得比飯類還好，飯(10:1)也強過(2:1)。表示本實驗的黏紙黏著劑在這點與 48 屆科展作品製作之砌牆黏著劑有相同結果。
- 十、加糖黏著劑室溫保存一週後，比不加糖發霉更嚴重，加糖並沒有延長保存，反而加快腐敗。此結果與 48 屆科展作品製作之砌牆黏著劑不同，推測原因是砌牆黏著劑以完全風乾固著建材為目的進行保存，本實驗黏紙黏著劑是以潮濕可再利用為目的進行保存，故本實驗黏著劑在有糖有水分狀況下，於室溫中更易腐敗。
- 十一、加糖室溫保存一週後的黏著劑發霉狀況十分嚴重，打開蓋子孢子就開始飄出。試圖挖取瓶中物質時，孢子開始噴發飛散。為人體健康著想，我們認為已經變成此狀況的黏著劑不要使用為佳。
- 十二、不加糖室溫保存一週後的黏著劑已經發霉，黏著劑可能已經變質，承重效果與冷藏保存差異很大，飯(10:1)甚至在西卡紙承重力強過立即使用，但其冷藏保存一週的承重效果卻下降許多。因此室溫下保存一週後所得的承重資料數據，可能有其他變因影響，故下面討論排除室溫承重數據。
- 十三、加熱黏著劑無論是否加糖，冷藏保存一週後，承重效果都略微下降，只有飯(2:1)加糖黏著劑在西卡紙的承重效果是增加的（見下圖 9-1~4），有可能是因為水分增加，使得黏著劑進入西卡紙纖維更多。

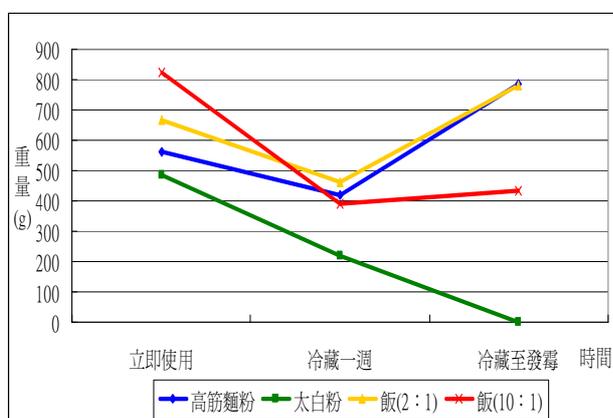


圖 9-1 不加糖黏著劑保存時間與影印紙承重變化

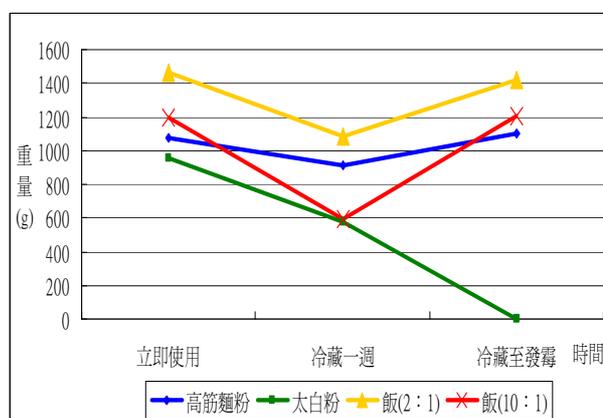


圖 9-2 不加糖黏著劑保存時間與西卡紙承重變化

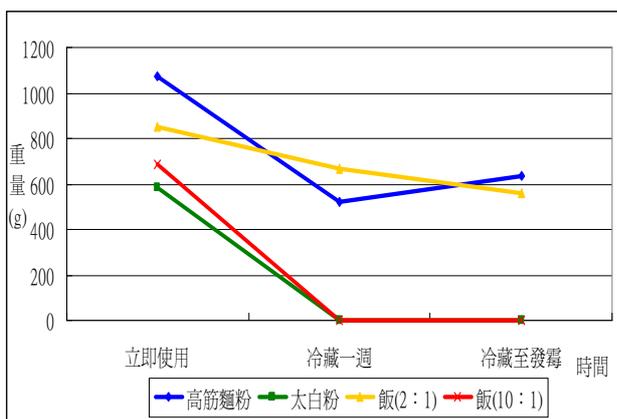


圖 9-3 加糖黏著劑保存時間與影印紙承重變化

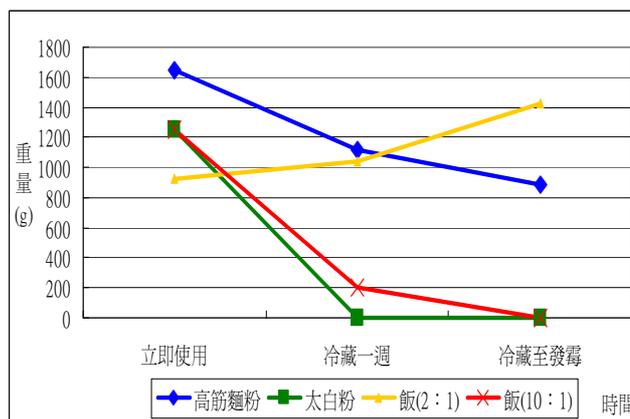


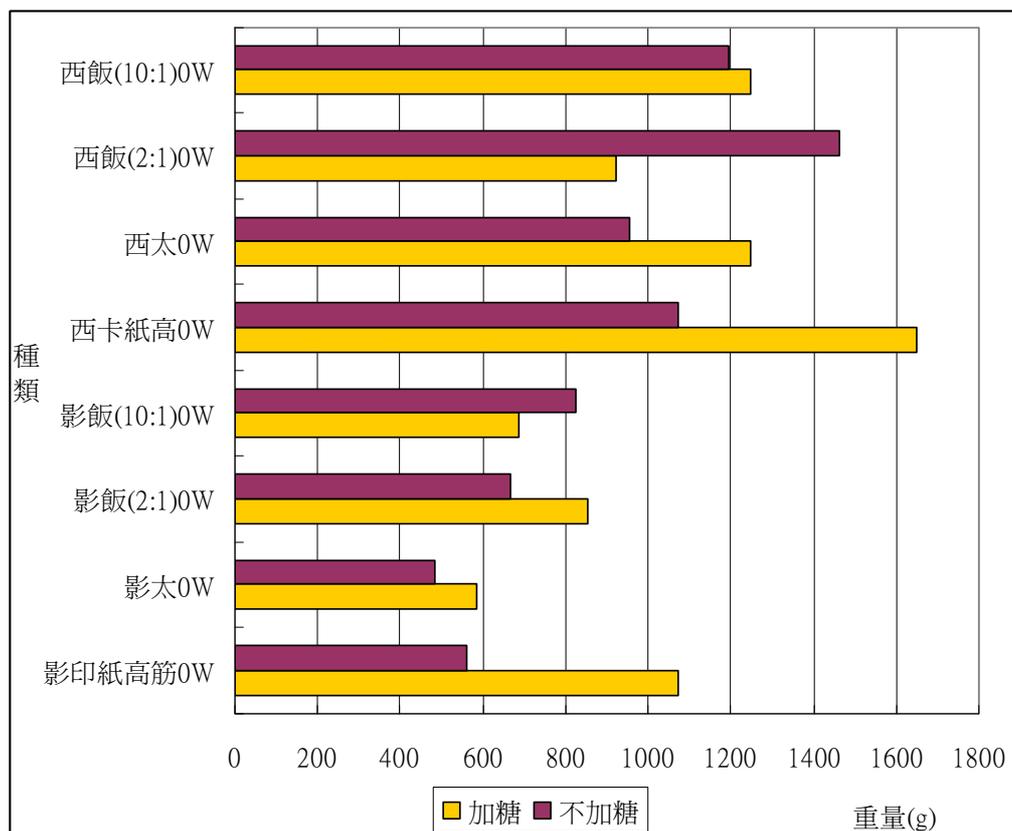
圖 9-4 加糖黏著劑保存時間與西卡紙承重變化

十四、**飯(10:1) 加糖**黏著劑冷藏保存一週後完全乾掉，因此黏性大減，故飯(10:1) 加糖黏著劑適合立即使用，不適合保存。同樣會乾掉的太白粉（無論是否加糖）黏著劑，其承重效果也下降。

十五、加熱黏著劑普遍**冷藏超過兩週**後就已經開始慢慢產生發霉或腐敗變化。**冷藏存放至發霉**後也有變質現象，除了乾掉的太白粉、加糖飯(10:1)以外，已經敗壞的黏著劑也有承重度反彈現象。因此冷藏存放置發霉之承重數據也有其他變因影響，故下面討論排除室溫承重數據。

十六、綜合來說**加熱加糖黏著劑**以**高筋麵粉**承重表現最好，**加熱不加糖黏著劑**以**飯(2:1)**承重表現最好。

圖 9-5 加熱黏著劑加糖、不加糖在西卡紙及影印紙之承重表現



十七、加熱高筋及飯(2：1)黏著劑添加**鹽**及**醋**放置於**室溫**及**冷藏**皆可**有效保存**並**防霉**。但第一週後使用顯示，**鹽**的顆粒會造成黏著劑**黏度下降**；**醋**雖可**提升黏度**，但**氣味較重較嗆鼻**。(見圖 9-6~9)

十八、**加鹽**保存至第二週時，**承重量上升**。推測可能是因為黏著劑略微出水，使鹽顆粒略減，造成**影印紙黏著度**恢復接近原先的狀態，但用於**西卡紙**並沒有恢復得很好。

十九、**加醋**保存至一週後使用會發現黏性都提升，至第二週後黏性雖略微下降，但大部分都還是較未加醋馬上使用時還好，因此**加醋**可以**防霉**，且能**提升黏性**。

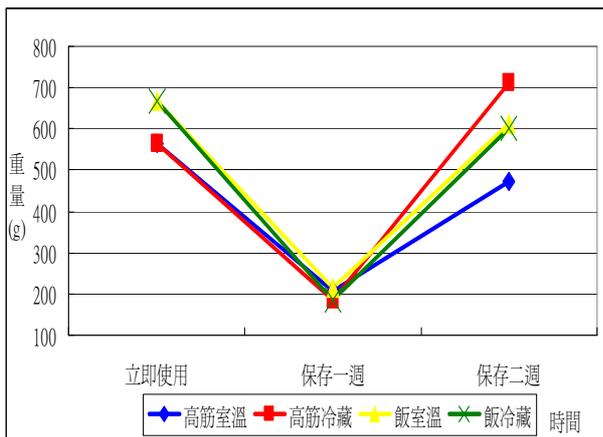


圖 9-6 加鹽黏著劑保存時間與影印紙承重變化

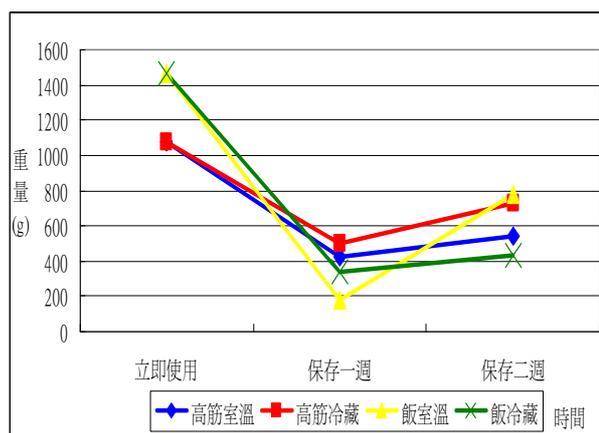


圖 9-7 加鹽黏著劑保存時間與西卡紙承重變化

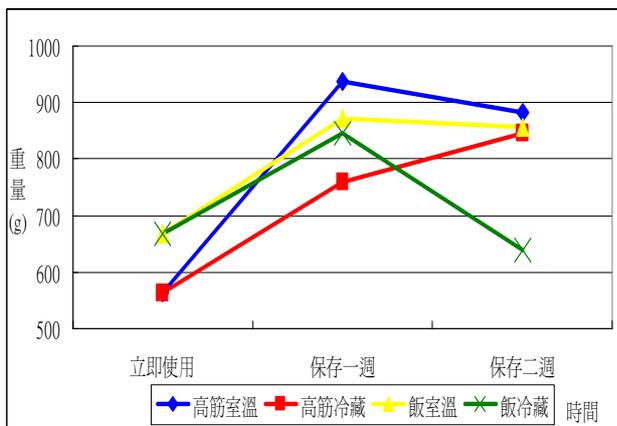


圖 9-8 加醋黏著劑保存時間與影印紙承重變化

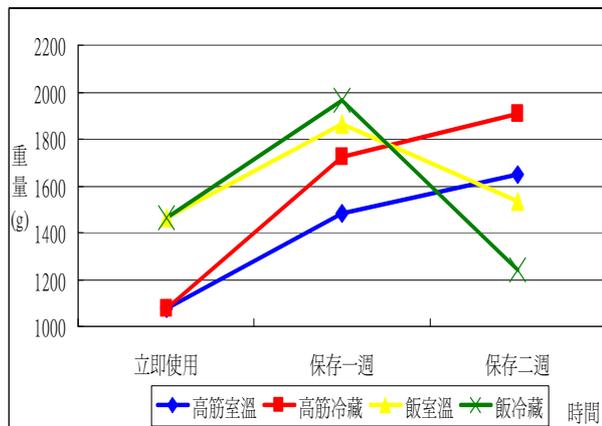


圖 9-9 加醋黏著劑保存時間與西卡紙承重變化

二十、在**室溫**保存的狀態下，只有**醋**可以有效保存、防霉、維持黏性；**冷藏**保存狀態下，**醋**及**冷凍後退冰**使用都可以有效保存、防霉並維持黏性。冷凍保存加熱的高筋黏著劑，退冰後依然可以保持黏性。此外，此方法不會有濃重的醋味，故**冷凍**為最佳保存方法。(見下頁圖 9-10~17)

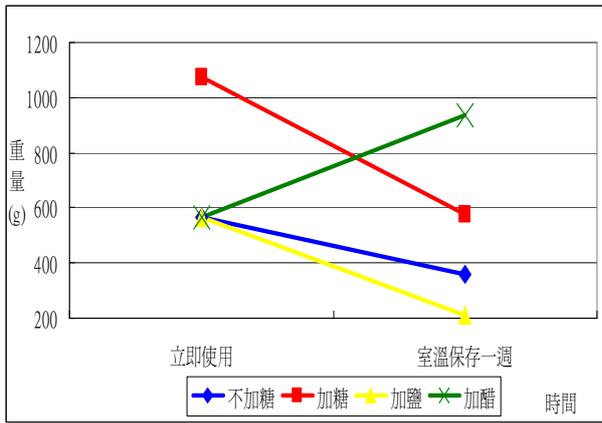


圖 9-10 加熱高筋黏著劑室溫保存與影印紙承重變化

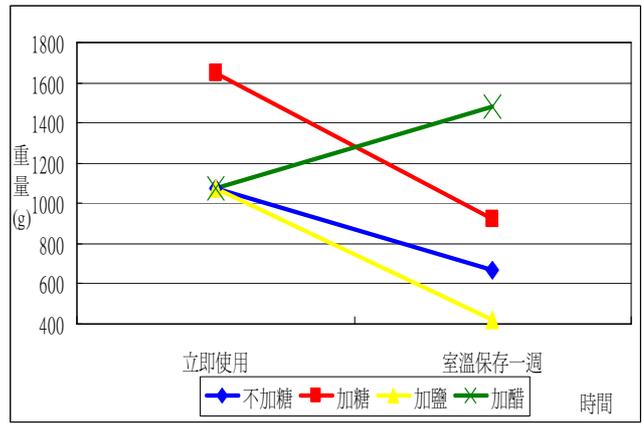


圖 9-11 加熱高筋黏著劑室溫保存與西卡紙承重變化

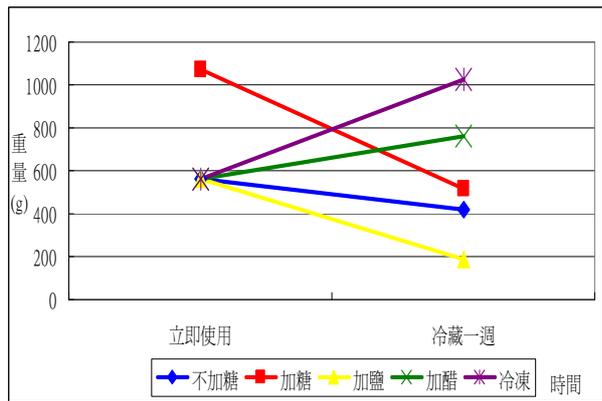


圖 9-12 加熱高筋黏著劑冷藏保存與影印紙承重變化

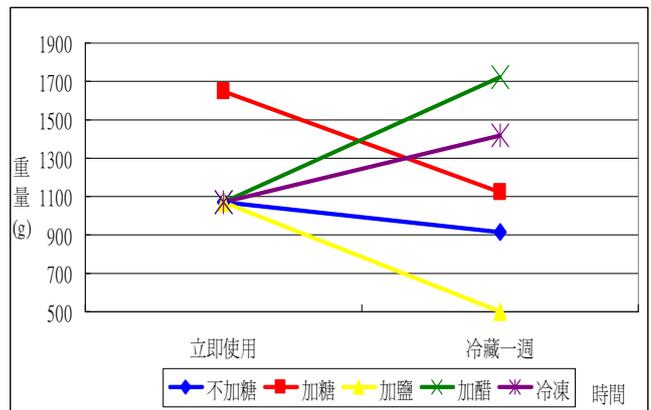


圖 9-13 加熱高筋黏著劑冷藏保存與西卡紙承重變化

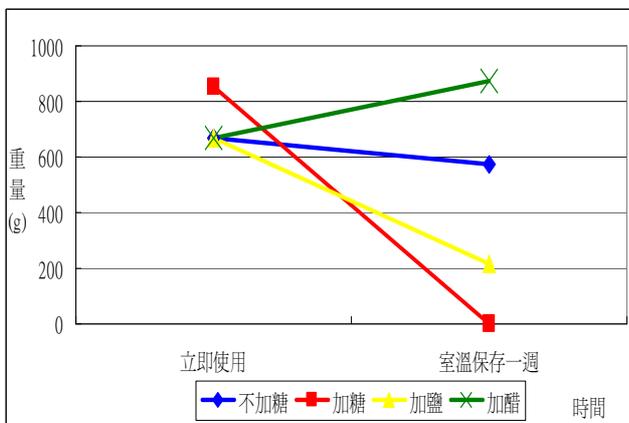


圖 9-14 飯(2:1)黏著劑室溫保存與影印紙承重變化

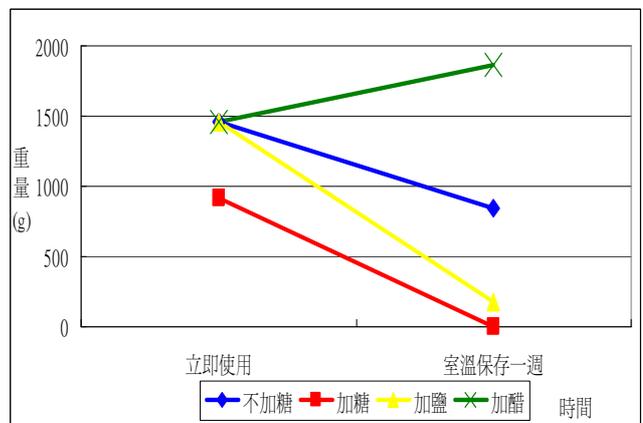


圖 9-15 飯(2:1)黏著劑室溫保存與西卡紙承重變化

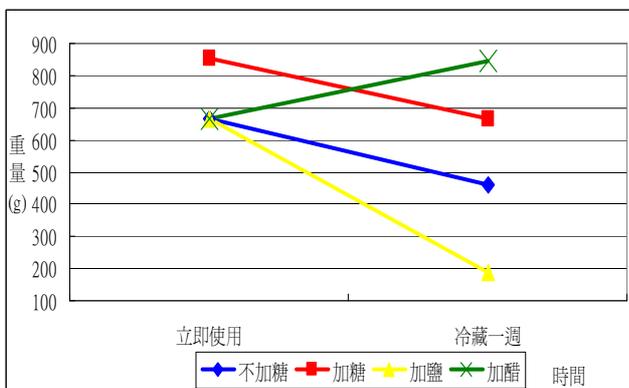


圖 9-16 飯(2:1)黏著劑冷藏保存與影印紙承重變化

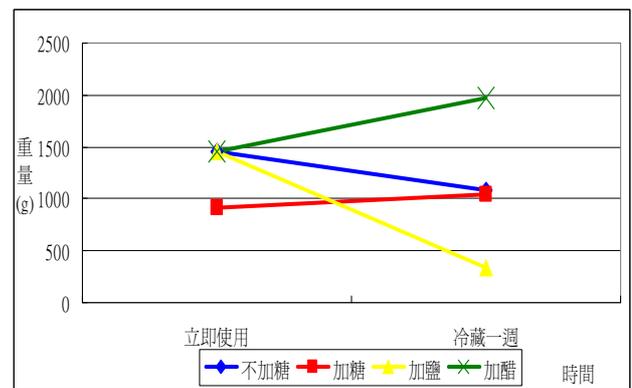


圖 9-17 飯(2:1)黏著劑冷藏保存與西卡紙承重變化

二十一、本實驗黏著劑在黏著後經過三週測試，證明黏著後經過一段時間依然可維持一定的黏度，具有良好持久性。(見 27 頁圖 9-18)

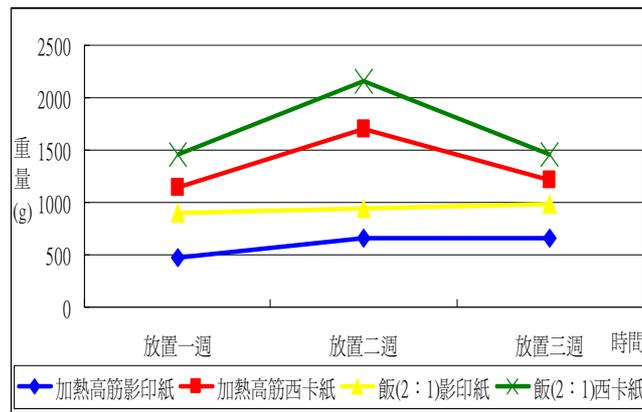


圖 9-18 加熱高筋與飯(2:1)黏著劑黏度持久性

二十二、在垂直平面實驗中，快速黏著劑 1:1.5 高筋 80°C、飯(2:1)黏著劑在不同垂直平面上皆有良好黏性表現。加熱高筋麵粉在金屬及光滑木頭平面上表現較不好，推測可能是此黏著劑較前兩項缺乏水分，因此較無法滲透、抓住光滑的平面。(圖 9-19)

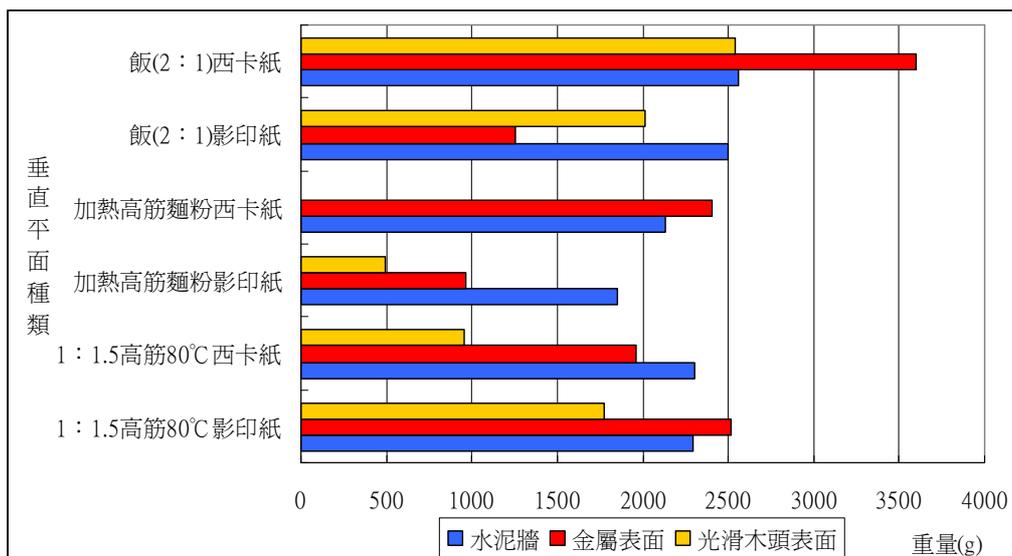
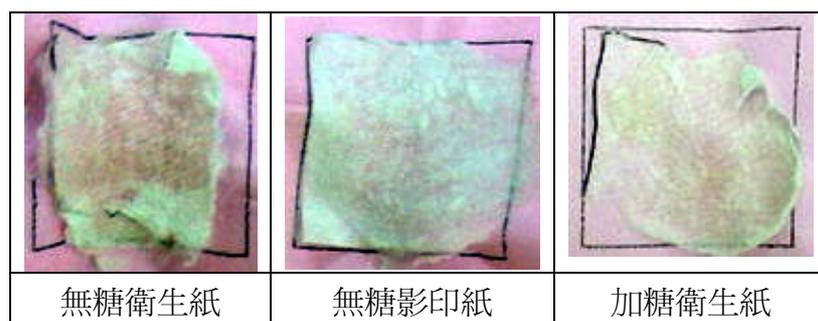


圖 9-19 垂直平面黏著表現

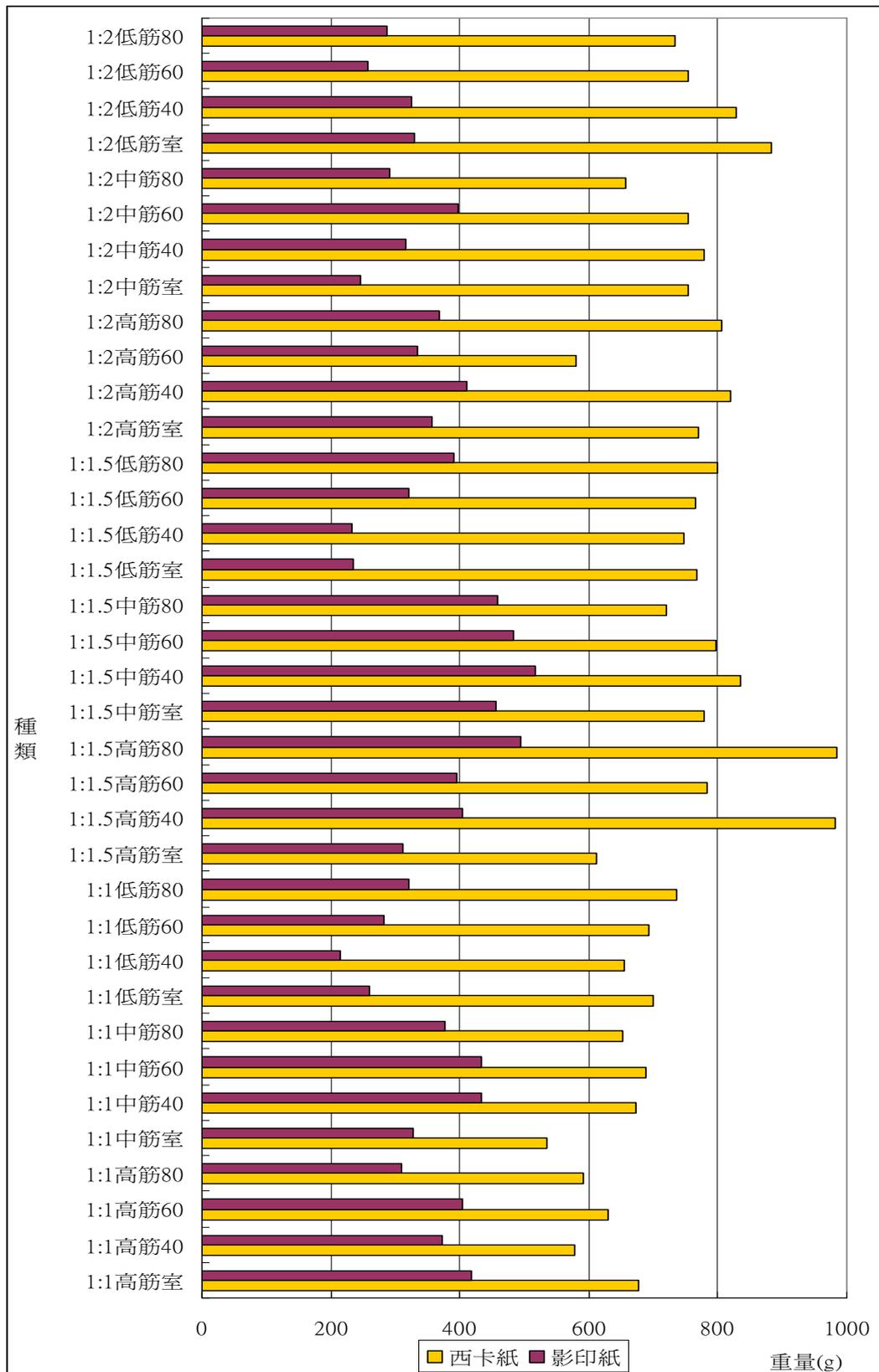
二十三、太白粉加熱後雖然產生黏性，但黏著劑乾燥後有嚴重收縮現象，加糖也一樣，與 48 屆科展作品製作之砌牆黏著劑有相同結果。其他黏著劑並無明顯扭曲紙張情況。

圖 9-20 太白粉黏著劑收縮扭曲紙張情況



二十四、我們在承重實驗中發現承重重量越大之黏著劑，其測試紙撕開後的破壞性越大，承重重量越小的黏著劑，越不容易破壞紙張。因此若我們需要重複黏貼紙張而不想破壞它時，我們可以挑選黏著度最弱的快速黏著劑 1：1 低筋 40°C。

圖 9-21 快速黏著劑承重量



二十五、膠水的主原料為**聚乙烯醇(PVA)**，雖然 PVA 為可分解物質，但其溶解方法較複雜，且需耗時一小時維持高溫(依種類不同使用溫度範圍 60°C ~ 90°C)，消耗很多能源。本實驗使用天然物質製作黏著劑，可**直接調水製作馬上使用**，加熱方法又比 PVA 來的**簡易、省時**，對目前宣導的「**節能減碳**」有正面的幫助。

## 陸、結論

1. 自廚房中可取得之材料可以製作有效的黏著劑。
2. 選擇製作**快速黏著劑**時，僅考量**承重力**時，以 **1 : 1.5 高筋 80°C 最耐重**；除**承重力**還需考量**乾燥時間**時，**1 : 1.5 中筋 40°C**為最佳選擇。
3. **太白粉**需受熱時間較高、較長，才能產生有效黏性，而**麵粉**只需要水分即可產生有效黏性。但**太白粉黏著劑**收縮程度嚴重，雖有黏性，卻**不適合黏著平面**之紙張。
4. **加熱加糖黏著劑**以**高筋麵粉**承重表現最好；**加熱不加糖黏著劑**以**飯(2 : 1)**承重表現最好。
5. 加熱黏著劑**保存方式**，建議使用**冷凍**。
6. **加糖**可以使加熱製成之黏著劑**增加承重力**，但無法延長保存。
7. 本天然多功能黏著劑可運用於將紙張**黏著於垂直平面上**。
8. **天然快速黏著劑**可依照麵粉種類、濃度、水溫，調製出各種不同的黏度，以適用各種不同的黏紙需求。
9. **PVA 膠水製作過程費時且十分耗能**，本實驗所製成之**快速黏著劑及加熱黏著劑皆能有效黏著**，且方法簡單快速，為一天然節能黏著劑。

## 柒、參考資料

第四十五屆中小學科學展覽會作品。**挑戰極限-立可白的組合密碼與凝膠應用**。臺北縣板橋市埔墘國民小學。

第四十八屆中小學科學展覽會作品。**黏度大考驗—應用具有黏性物質製作黏著劑之探討與研究**。臺北縣汐止市崇德國民小學。

PVA 之溶解方法 (無日期)。**誠興貿易全球資訊網**。民 97 年 3 月 4 日，取自 <http://www.sunchemical.com.tw/pva/pv.htm>

染色處理用漿料與糊料 (無日期)。**染化資訊網**。民 97 年 3 月 4 日，取自 <http://www.dfm.com.tw/dasp/dfaux-1/sz15-m.htm>

## 【評語】 080209

- 1、 實驗過程記錄詳實，能逐步尋求最佳條件，符合科學精神。
- 2、 如能與市售黏著劑做比較，結果會更佳。