

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

佳作

080204

與豬謀皮～豬皮萃取明膠製成黏著劑之研究

學校名稱：臺北市大安區新生國民小學

作者： 小五 林哲寬 小五 林裕哲 小五 尤柏竣 小五 魏宏哲	指導老師： 林淑妃
---------------------------------------------	--------------

關鍵詞：豬皮、明膠、黏著劑

摘要

豬皮富含膠原蛋白，經過正確的熬煮過程可以提煉出明膠運用在許多生活用品中，我們希望能將平常廢棄不用的豬皮完整利用，做出黏性超強的黏著劑。

本研究發現，豬皮去油脂後以5%的醋酸溶液浸泡24小時，再以100°C熬煮5小時，可以得到最高的豬皮明膠萃取率；而豬皮明膠黏性以80°C熬煮3小時後達到最高；乾燥豬皮明膠的復用，則是以80°C隔水加熱2小時可以得到較高的黏性。除了豬皮明膠作為黏著劑，我們更研發出將處理過程中的所有溶液及物質，一起製作成凝膠狀的「全豬皮膠」，其黏性遠超過市售黏著劑，黏性可以高達每平方公分80公斤，不僅材料完全不浪費、容易保存且黏性品質穩定，更重要的是能夠節省乾燥所需電量，值得推薦！

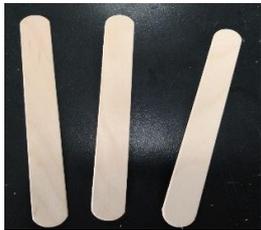
壹、前言

2021年，我們第一次參與了台北市科學展覽的盛會，我們在研究過程中發現了豬皮的神奇妙用，令我們十分驚奇！研究初期，我們單純的只是想做出一個天然無化學味的黏著劑，在試驗過各種材料與不斷嘗試錯誤之後，我們做出了黏性很強的豬皮膠，但是因為實驗設備與時間的限制，讓我們的研究出現了許多待解決的問題。評審的過程中，各位專家都提供我們許多寶貴的建議，也讓我們對進行科學研究有了更清楚的概念。對於我們研發出來的豬皮膠，我們依然充滿好奇，也想更進一步的去探討豬皮在變成黏著劑的過程中各項變化與特性，因此我們今年仍鎖定豬皮進行研究。

我們認真的思考並設計實驗嘗試解決疑惑。以此為起點，我們設定了下列研究目的：

- 一、比較浸泡不同濃度的醋酸與浸泡時間對豬皮膨潤的影響。
- 二、探究豬皮明膠熬煮時間與溫度對明膠萃取率的影響。
- 三、探究豬皮明膠萃取時間與溫度對黏著劑黏性的影響。
- 四、探究乾燥後的豬皮明膠還原成黏著劑的黏性變化。
- 五、比較全豬皮膠與豬皮明膠的黏性差異。
- 六、探究全豬皮膠保存與重複使用的黏性變化。

貳、研究設備及器材

研究主角		黏性測試材料	
			
生豬皮	冰棒棍	小木塊 (2.5公分x 0.8公分x 5公分)	
自製黏性測量裝置器材			
第一代 百科全書、夾具 自製實驗籃 20公克砝碼	第二代 百科全書、夾具 手提電子秤	第三代 拉力計、童軍繩 萬用鉗、木工用夾具 裝置固定用大木板	第四代 拉力計、童軍繩、 萬用鉗、捲揚機 滑輪、固定用螺絲、 裝置固定用大木板

一、黏著劑製程器材：

冰醋酸、小蘇打粉、pH值測試筆、計時器、100mL量杯、150mL燒杯、可控溫電磁爐、高壓鍋、濾網、鋁箔紙、鋁箔盤、果乾機、溫度計、電子秤、果汁機。

二、其他研究藥品及材料：

滴管、密封罐、奈米銀、硼酸、鹽，白膠、保麗龍膠、萬用膠、橡皮筋、打洞機、實驗盤、冰箱。

參、研究架構

一、探究豬皮膠原蛋白變性的過程：

(一) 膠原蛋白存在動物體中的皮膚、骨頭、骨髓、內臟膜及腱或其他的結締組織，其中以皮和骨頭中含有大量的膠原蛋白。膠原蛋白富伸張性，由溶水性極差的平行線性束鏈(parallel linear bundles)組成，由於高含量的甘胺酸、脯胺酸，與經脯胺酸的螺旋破壞者(helix-breaker)存在，故 α -螺旋均不發生。每一線性束鏈具三條聚肽鏈，每條聚肽鏈又扭曲呈左旋鏈，而三條聚肽鏈間以氫鍵緊密結合而互相纏繞，形成極強的右旋三絲螺旋結構(鄭文勝，2006)。

(二) 明膠係原自動物的皮、筋、腱等結締組織及骨骼中之膠原蛋白經酸或鹼處理後，以熱水萃取所得之一種蛋白質。明膠可由膠原蛋白與水加熱而得，但回收量極微。如欲得到高強度明膠物質，則必須將膠原蛋白以酸或鹼處理，膠原蛋白構形之氫鍵會因熱及酸、鹼的作用而破壞。以豬皮為原料時宜採酸性膨脹法，先使豬皮膨脹，讓豬皮膠原蛋白可以在較低溫下以熱水萃取，(鄭文勝，2006)。

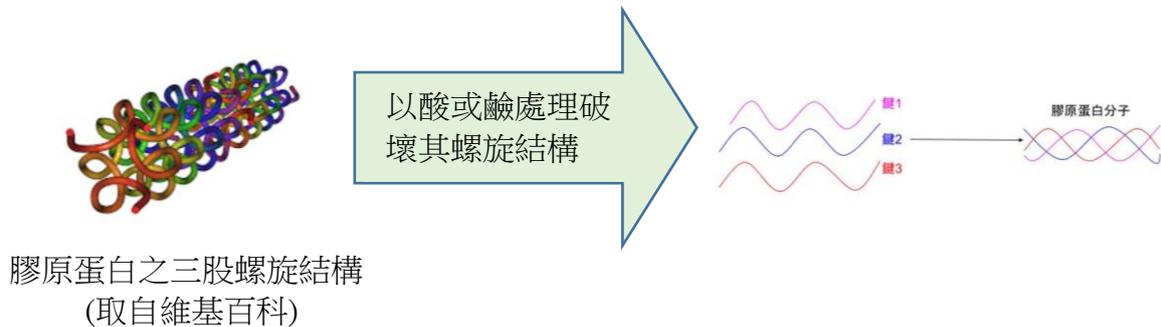


圖3-1 膠原蛋白變性結構示意圖

(三) 豬皮膠原蛋白具膨潤(swell)特性在 pH 2.5 及 12.5 產生最大膨潤，此時纖維寬度可增加 1~4 倍，長度則縮短約 30%。經酸或鹼膨潤過之皮膠原蛋白於 60°C 熱水中其三股螺旋會崩解，會產生不可逆變性，使不溶於水之膠原蛋白轉變成親水性極強之明膠(gelatin)。

(四) 目前市面上豬皮膠原蛋白之應用：可食用腸衣、醫用皮膚敷料、蛋白質機能性配料、美容食品及化妝品，而我們的研究致力於探討如何從廢棄不用的豬皮中獲得最高的豬皮明膠萃取率，並能夠探究不同實驗條件對豬皮黏著劑黏性的影響，最後挑戰製備最強的豬皮黏著劑。

二、研究設計：

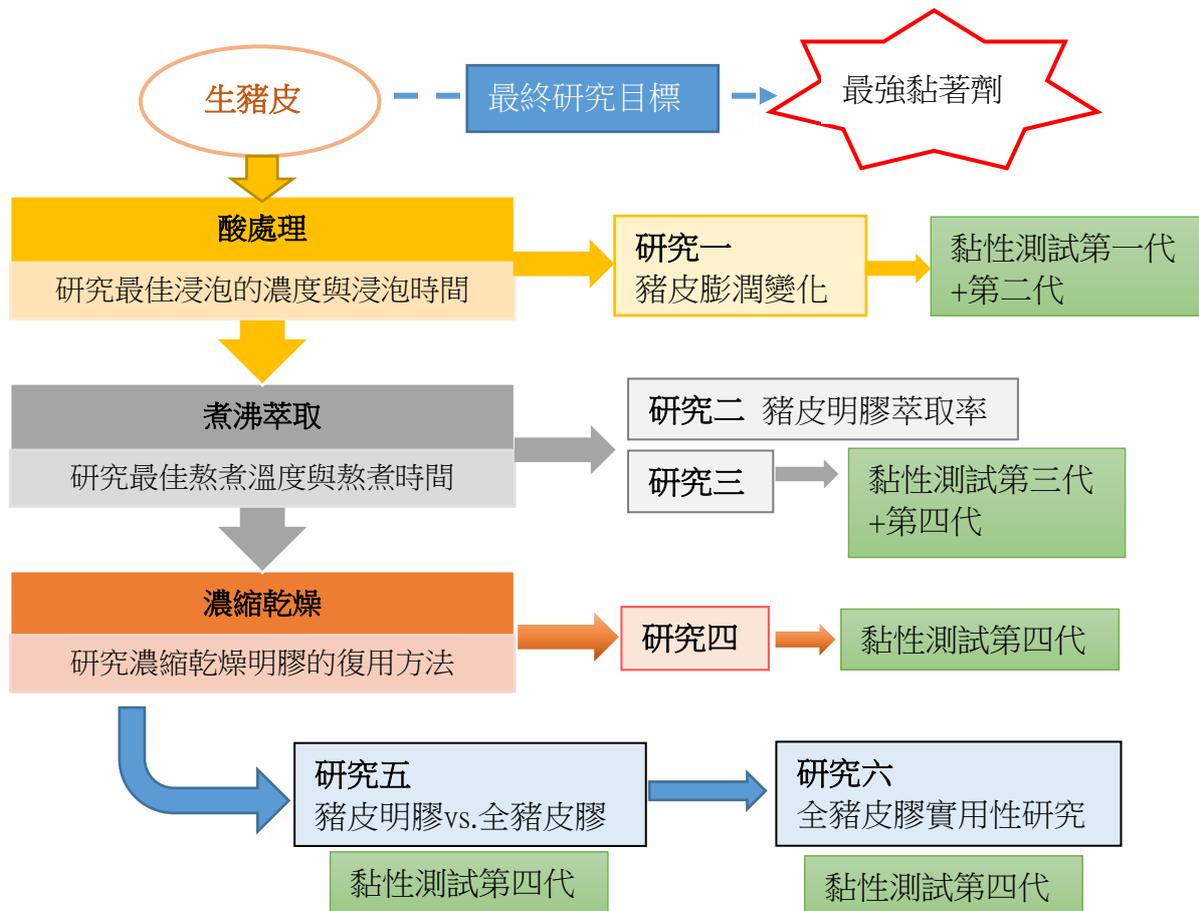


圖3-2 研究架構圖

三、名詞定義：

- (一) **豬皮膠**：在研究初期，將豬皮加水熬煮再用果汁機攪碎製作成的黏著劑，雖然尚未經過詳細的製程強化黏性，但仍然具有一定的黏性強度。
- (二) **豬皮明膠**：經過酸處理的豬皮清洗之後，以適當的溫度熬煮後，豬皮中的膠原蛋白變性成明膠溶於水中，過濾掉其他雜質，剩下的豬皮明膠液也具有黏性，可以當成黏著劑。豬皮明膠液用果乾機乾燥後，即可萃取出乾燥豬皮明膠。
- (三) **全豬皮膠**：經過酸處理的豬皮清洗之後，以適當的溫度熬煮後，豬皮中的膠原蛋白變性成明膠溶於水中，將所有的溶液包括豬皮的其他成分，全部放入果汁機中攪打成凝膠狀，即成為黏性超強的「全豬皮膠」，也是本研究中的重要發明。



圖3-3 全豬皮膠與豬皮明膠

肆、自製黏性測量裝置之改進

在研究過程中，我們必須了解由豬皮製作出來的黏著劑的黏性強度，因此每個實驗中都必須一直進行黏性測量，隨著我們製作出來的黏著劑黏性越來越強，測量黏性的方法與裝置也必須不斷進化，以下是我們自行研發的裝置進化過程：

第一代 黏性測量裝置



圖4-1 第一代測量裝置圖

1.使用冰棒棍作為測量黏性的材料

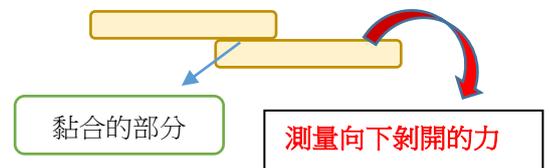


圖4-2 冰棒棍黏法示意圖

2.測量方式：將黏好的冰棒棍放在桌子邊緣，一端用百科全書壓住，書本的兩邊用夾具夾緊，冰棒棍另一端的孔洞掛上自製的實驗籃，在實驗籃裡面慢慢加入20公克的砝碼，直到冰棒棍黏合處斷裂，記錄下實驗籃裡面砝碼的公克數。

3.缺點：冰棒棍很薄，如果黏性很強的話，冰棒棍會無法支撐重量而從前端就斷裂，並不是黏合處斷裂，所以我們要重複許多次測量，才能得到真正的黏性數據，而此裝置無法測得超過 3000 公克以上的數據。

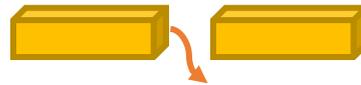
第二代黏性測量裝置



圖4-3 第二代測量裝置圖

1.改成較厚的小木塊當作黏合材料，

黏合方式改變如下：



木塊厚面塗膠處 2.5 公分x 0.8 公分

圖4-4 小木塊棍黏法示意圖

2.測量方式：小木塊的一端用百科全書和夾具牢牢壓住，另一端用手提電子秤拉開木塊黏合處，測量黏性，再記錄數據。

3.缺點：豬皮黏著劑黏性很強，因此要用很大的力量拉動手提電子秤，而小木塊分離的瞬間速度很快，必須同時用錄影的方式錄下拉力過程，再回放影片仔細記錄分離瞬間的數據，耗時又費力！

第三代黏性測量裝置

1.黏性測試材料黏合方式與第二代相同。

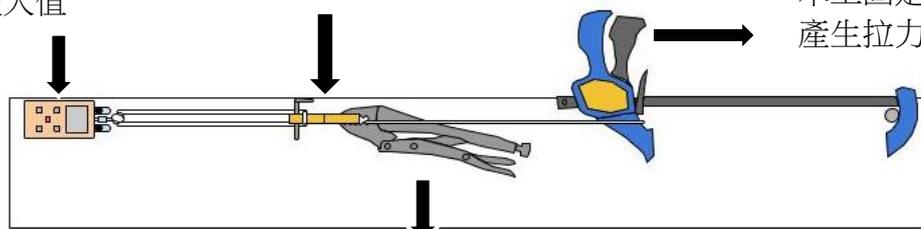


圖4-5 第三代測量裝置實體圖

使用拉力計代替手提電子秤，可以記錄拉力最大值

以小木塊當作黏合材料

木工固定夾裡的小槓桿產生拉力



用萬用鉗夾住木片

圖4-6 第三代測量裝置說明圖

2. 結果：這套裝置最高可以測量50公斤的黏性，也是拉力計的上限。木片損壞而得不到數據的狀況減少了。調整了豬皮膠製作的條件後，有些測試組竟然能承受50公斤以上的拉力也毫髮無傷。因此手壓木工固定夾壓得手很痠，還瘀青了。最後還要遊說大家來比賽握力，很辛苦！

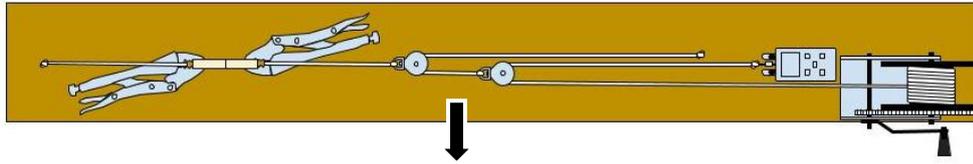
第四代黏性測量裝置

1.黏性測試材料黏合方式與第二代相同。

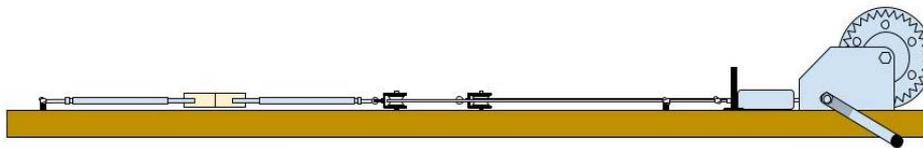


圖4-7 第四代測量裝置實體圖

第四代測量裝置示意圖(俯瞰)



利用滑輪的原理，以兩組動滑輪將拉力放大四倍。



加裝捲揚機產生拉力，也有助省力。

第四代測量裝置示意圖(側面)

圖4-6 第四代測量裝置說明圖

2. 結果：這套裝置可以輕鬆的測得最高160公斤的拉力，更能夠比較全豬皮膠的黏性強度了。開心！

伍、研究方法與過程

一、比較浸泡在不同醋酸溶液與浸泡時間對豬皮膨潤的影響

豬皮洗淨去除油脂之後，要經過酸處理使其膨潤，我們想知道到底該浸泡多少濃度的醋酸和浸泡多少時間，才能達到最高的膨潤度。因此我們設計了不同醋酸濃度與浸泡時間的實驗。

(一)豬皮膨潤實驗步驟：

豬皮洗淨去除油脂之後，切成小塊，將40公克的豬皮放入玻璃瓶中，再分別調製3%、5%和10%的醋酸溶液，每個玻璃瓶中分別加入200 mL醋酸溶液，浸泡12小時、24小時、36小時與48小時，時間到後以稀釋後的小蘇打清洗豬皮，並測量豬皮增加的重量，即為豬皮膨潤的重量。



圖5-1 浸泡不同濃度的醋與時間

(二)實驗結果：

1. 由表5-1及圖5-2可歸納出結果：**浸泡醋酸的濃度越高，豬皮的膨潤越多**，經過相同浸泡時間裡，浸泡在10% 醋酸溶液中的豬皮，膨潤重量比浸泡在3% 醋酸溶液增加許多。
2. 豬皮膨潤重量隨著浸泡時間增加而增加，但是超過36小時後，豬皮的膨潤度會下降，故**最佳浸泡時間為36小時**。

表5-1 浸泡不同濃度醋酸豬皮膨潤重量變化				
醋的濃度 \ 浸泡時間	12小時	24小時	36小時	48小時
3%	11.6	12.6	20.4	15.4
5%	15.6	14.2	21.8	19.2
10%	19	21.8	24.4	22.6

單位：公克

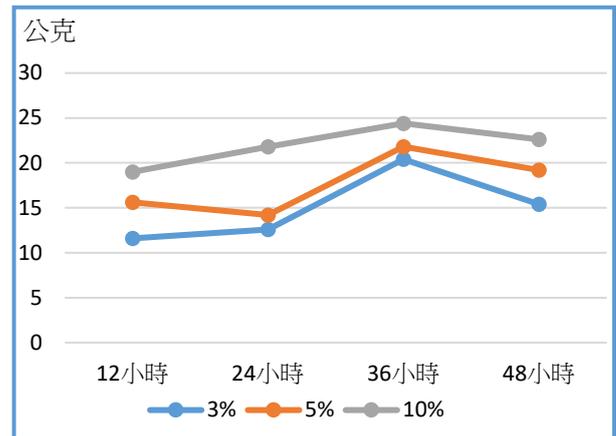


圖5-2 浸泡不同濃度醋酸豬皮膨潤重量變化

(三)黏性測試：

豬皮膨潤越多，應該能釋出的明膠也越多，是否能因此讓黏性變強？所以我們將膨潤後的豬皮清洗去除醋酸溶液後，分別加入清水到70公克，再放進高壓鍋中熬煮2個小時，取出後抽取膠液塗在冰棒棍上，進行黏性實驗。同時為了做對照，我們也做了一組沒有浸泡醋酸溶液，用相同重量的豬皮(40公克)，同樣加入清水到總重量70公克，一起熬煮過後，取出膠液進行黏性比較，以第一代裝置測量，每組實驗測量5次以上，並取5次合理數據進行平均比較。



圖5-3 浸泡不同濃度及不泡醋的豬皮放進高壓鍋中熬煮2小時

(四)實驗結果：

表5-2 黏性測試的結果令我們十分驚訝，浸泡過醋酸溶液之後熬煮的豬皮，居然沒有釋放出更多黏性，**反而是沒有浸泡醋酸溶液的豬皮經過熬煮之後還有一定的黏性**。只有浸泡3% 醋酸12 小時的豬皮膠液，還有一點點的黏性，於是我們再度翻閱資料，並檢視實驗步驟，重新進行實驗。

表5-2 浸泡不同濃度醋酸對黏性的影響-1				
醋的濃度 \ 浸泡時間	12小時	24小時	36小時	48小時
3%	460	0	0	0
5%	0	0	0	0
10%	0	0	0	0
不泡醋	1513			
單位：公克				

出現太多0的數據令我們感到困惑！

(五)實驗討論：

1. 經過重複測試，我們發現浸泡醋酸溶液之後，須將豬皮上的醋酸溶液盡量清洗乾淨（豬皮膠液酸性大於pH5），否則殘留的酸性會影響後面熬煮的豬皮膠液，導致黏性下降，甚至完全不黏。
2. 上述實驗中，因為10% 與5% 濃度太高且浸泡時間越長，豬皮吃進去的醋就會越多，所以沒有經過徹底清洗的話，豬皮膠液就會失去黏性。而3% 醋酸浸泡24小時的豬皮膠液因為濃度低時間短，因此還保有一點黏性。至於沒有泡醋的豬皮就不會受到酸的影響，膠液釋出的黏性反而比較多。
3. 因此重複實驗中，我們將浸泡後的豬皮以大量清水沖洗至pH5以上，再進行熬煮，以第二代測量裝置重複進行黏性測試，得到結果如下：



圖5-4 浸泡過的豬皮必須充分清洗

表5-3 浸泡不同濃度醋酸對黏性的影響-2				
醋的濃度 \ 浸泡時間	12小時	24小時	36小時	48小時
3%	680	420	160	0
5%	500	1060	200	0
10%	120	0	0	0
不泡醋	1513			
單位：公克				

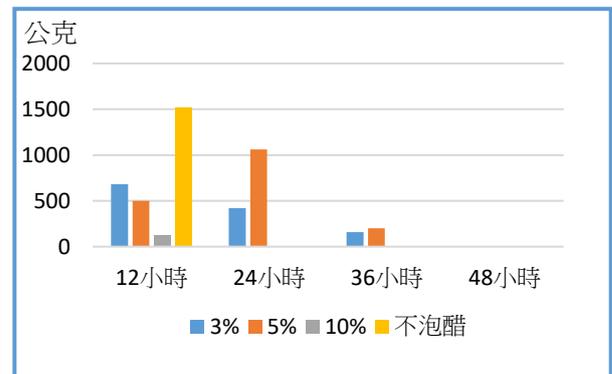


圖5-5 浸泡不同濃度醋酸對黏性的影響-2

由表5-3及圖5-5中，我們發現，浸泡的濃度越高、時間越長，就越不容易清洗，因此熬煮出來的豬皮膠液黏性也會受到影響。經過徹底清洗過的豬皮膠液黏性以**浸泡5%濃度醋酸24小時的效果最好**，因此我們後面實驗就以這樣的方式進行酸處理的步驟，再繼續探討熬煮時間與溫度對豬皮膠液的影响。

二、探究熬煮時間與溫度對明膠萃取率的影响

為了縮短豬皮明膠的處理時間，我們探討了豬皮酸處理後的熬煮時間與溫度的關係，我們將以不同溫度(60°C、80°C、100°C)與不同時間(1小時~5小時)來熬煮，比較其明膠萃取率。

(一)實驗設計：

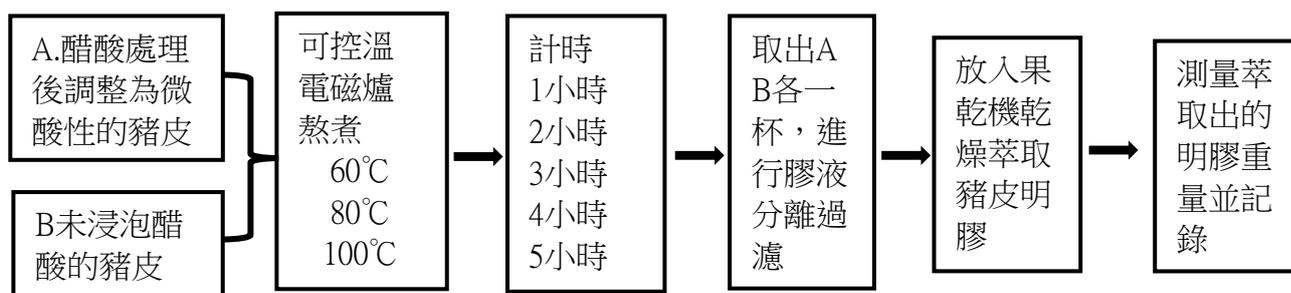


圖5-6 豬皮明膠萃取實驗設計流程圖



圖5-7 泡醋與未泡醋



圖5-8 控溫隔水加熱



圖5-9 以濾網分離出豬皮明膠液



圖5-10 分離出來的豬皮明膠液



圖5-11 豬皮明膠液放入果乾機烘乾



圖5-12 乾燥後的豬皮明膠

(二)實驗步驟：

1. 將240公克的豬皮浸泡5% 醋酸24小時後，以稀釋後的小蘇打中和至pH值6以上，將豬皮秤量相同重量分成5份放入燒杯中，加入水達總重量200公克，用鋁箔紙封住杯口。
2. 製作好泡醋與不泡醋的豬皮溶液共10杯，分別做上記號放入鍋中，以60°C 溫度開始熬煮。
3. 每隔一小時取出泡醋與不泡醋各一杯，以濾網進行膠液與其他雜質分離，並裝入鋁箔盤中準備進行乾燥。
4. 將熬煮後過濾的膠液放入果乾機中，以60°C 進行烘乾。
5. 完全烘乾的明膠以電子秤測量重量，並記錄數據進行比較。
6. 重複上述步驟，進行80°C 和100°C 的熬煮實驗。

(三)實驗結果：

1. 從下面3組圖表(表5-4圖5-13、表5-5圖5-14、表5-6圖5-15)比較中，我們發現以相同溫度與時間熬煮豬皮明膠，熬煮前泡醋的確能溶解出較多的明膠，因此酸處理的過程有助於膠原蛋白中的明膠溶出。
2. 以溫度來看，用100°C來熬煮，明膠的萃取率最高；而80°C的萃取率也高於60°C。所以溫度越高，對於豬皮中的明膠溶出越有幫助。
3. 以時間來看，熬煮的時間越久，能夠萃取出來的明膠也越多。

煮的時間	處理方式	
	泡醋	不泡醋
1小時	4	1
2小時	4.1	1.1
3小時	4.3	1.5
4小時	4.8	1.5
5小時	6.3	1.5

單位：公克

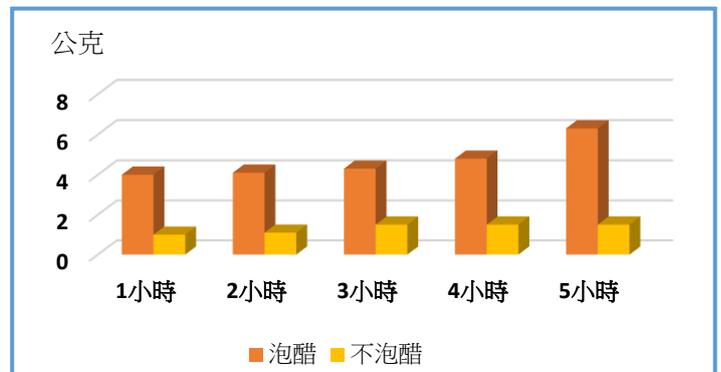


圖5-13 以60°C熬煮的豬皮明膠萃取率

處理方式	煮的時間	
	泡醋	不泡醋
1小時	4.6	1.8
2小時	6.2	2.2
3小時	6.6	2.6
4小時	8	2.8
5小時	8	3.6

單位：公克

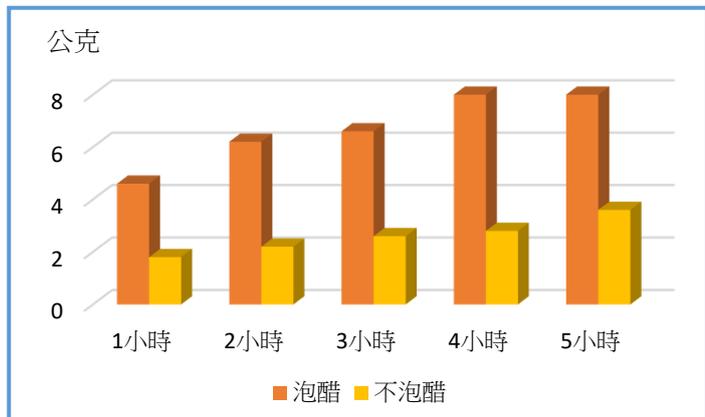


圖5-14 以80°C熬煮的豬皮明膠萃取率

處理方式	煮的時間	
	泡醋	不泡醋
1小時	5.7	2.7
2小時	7.9	4.7
3小時	8.6	4.9
4小時	8.8	6.8
5小時	9.8	8.2

單位：公克

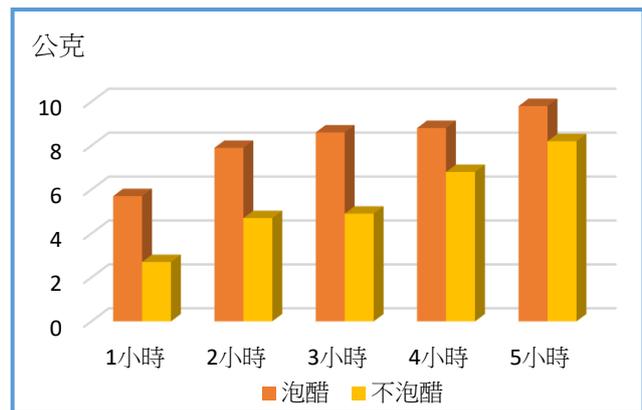


圖5-15 以100°C熬煮的豬皮明膠萃取率

處理方式	溫度	煮的時間				
		1小時	2小時	3小時	4小時	5小時
泡醋	60°C	4	4.1	4.3	4.8	6.3
	80°C	4.6	6.2	6.6	8	8
	100°C	5.7	7.9	8.6	8.8	9.8
不泡醋	60°C	1	1.1	1.5	1.5	1.5
	80°C	1.8	2.2	2.6	2.8	3.6
	100°C	2.7	4.7	4.9	6.8	8.2

單位：公克

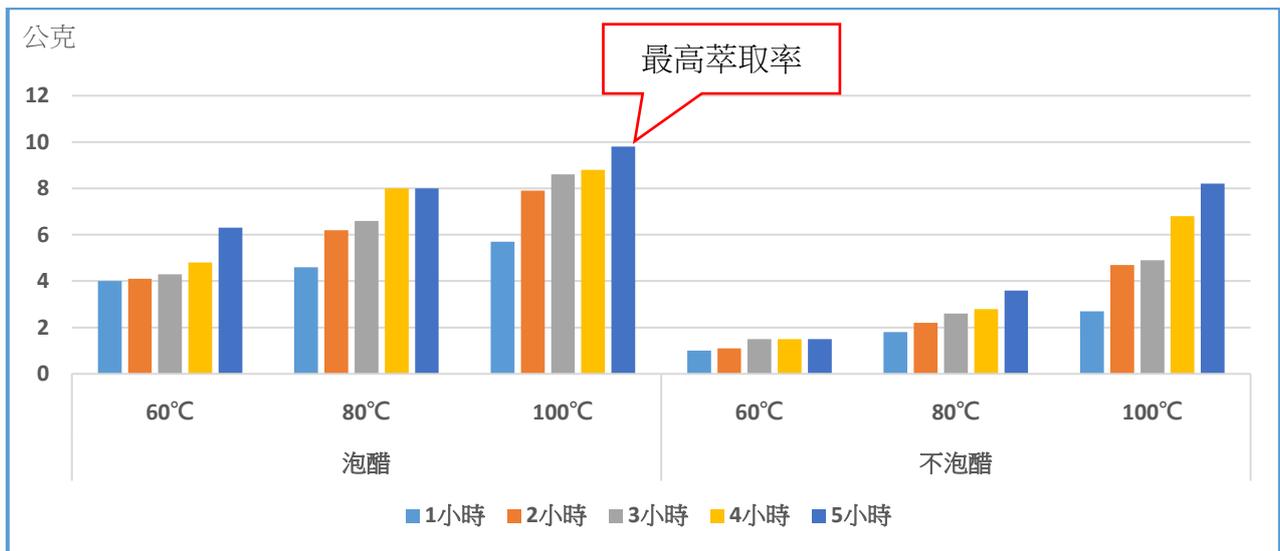


圖5-16 豬皮明膠萃取率綜合比較

三、探究豬皮明膠萃取時間與溫度對黏著劑黏性的影響

在上面的實驗中，我們發現熬煮的溫度及時間會影響明膠的萃取率，也就是說，膠原蛋白轉變為溶於水的明膠量會不同，於是我們開始思考，萃取出乾燥明膠黏性是否不同？所以就設計了以下實驗。

(一)實驗設計：

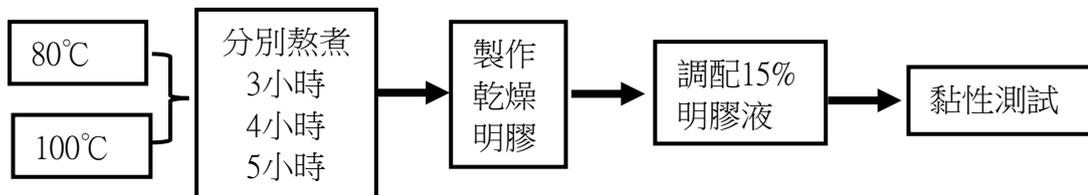


圖5-17 乾燥明膠黏性實驗設計流程圖

(二)實驗步驟：

1. 取明膠萃取率實驗中萃取率最高的兩個溫度80°C 和100°C，分別熬煮3小時、4小時、5小時。
2. 取各組乾燥明膠1公克，分別加入5.7公克的水，裝入容器並以鋁箔紙蓋住。
3. 以各組原本萃取溫度還原，直到明膠溶解。



圖5-18 15%明膠調配

4. 在小木塊上，塗上大約等量的明膠液，並以橡皮筋網綁木塊靜置乾燥24小時後，以第三代裝置測量黏性，每組實驗測量5次以上，並取5次合理數據進行平均比較。



圖5-19明膠液隔水加熱

(三)實驗結果：

1. 從表5-8 來看，80°C 萃取的明膠黏性較強，不管加熱多久，黏性都在50公斤以上，是較好的萃取溫度。
2. 100°C 萃取的明膠黏性較弱，只有萃取5 小時才有50公斤以上的黏性。

表5-8 不同萃取溫度及時間對黏性的影響-1			
溫度 \ 萃取時間	3小時	4小時	5小時
80°C	>50	>50	>50
100°C	11.72	28.23	>50

單位：公斤

(四)實驗討論：

1. 我們的實驗發現，多數實驗組的膠都可以承受超過50公斤的力量，於是我們進化黏性測試裝置，以第四代裝置測量黏性，將測量範圍提高到160公斤。
2. 因為100°C 萃取的效率差，5 小時以上才有較佳黏性，所以我們以80°C 萃取的實驗進一步進行黏性測試，結果如下：

表5-9 以80°C 萃取時間對黏性的影響-2			
溫度 \ 萃取時間	3小時	4小時	5小時
80°C	124.75	121.82	97.59

單位：公斤

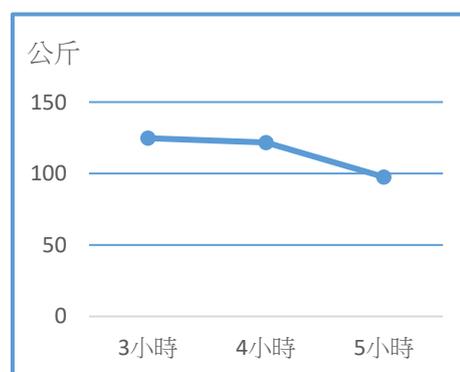


圖5-20以80°C 萃取時間對黏性的影響-2

3. 由上述結果可發現，以80°C 萃取的明膠，加熱時間越久黏性越弱。

四、探究乾燥後的豬皮明膠還原成黏著劑的黏性變化

從研究三我們發現，萃取率高的豬皮明膠反而黏性比較低，有沒有比較好的方法，把乾燥的豬皮明膠變成黏性高的黏著劑？接著我們設計了下面的實驗，來了解乾燥豬皮明膠的復用方法。

(一)實驗設計：

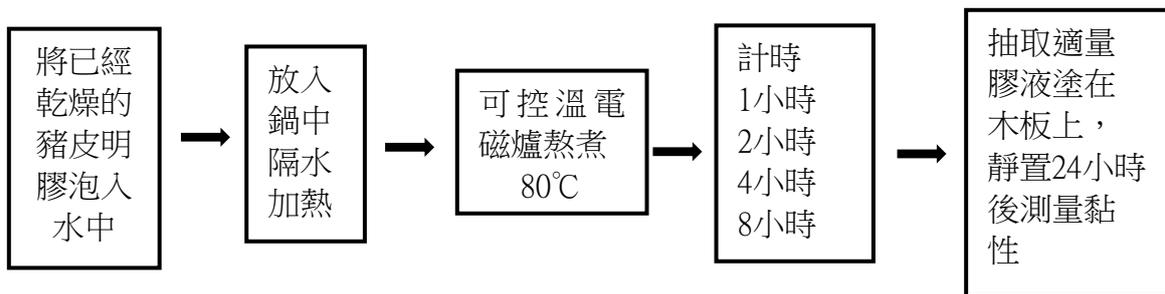


圖5-21 乾燥豬皮明膠復用實驗設計流程圖

(二)實驗步驟：

1. 在燒杯中加入17 公克水與3 公克乾燥豬皮明膠，並攪拌均勻，調配成15% 明膠溶液。
2. 在鍋子中加水，將燒杯放入已裝水之鍋子中，用鋁箔紙蓋住燒杯，進行隔水加熱，鍋中放入溫度計以測量水溫，以可控溫電磁爐加熱。
3. 加熱溫度設定為80°C，開始熬煮至8小時。
4. 在熬煮1小時、2小時、4小時、8小時後拿出燒杯以滴管抽取部分明膠溶液後，塗在木板上進行黏性測試。
5. 黏性測試的木板上用滴管以約0.03 mL的明膠液塗抹上，以橡皮筋綑綁木塊，靜置乾燥 24 小時後，以第四代裝置測量黏性，每組實驗測量5次以上，並取3次合理數據進行平均比較。



圖5-22 隔水加熱法



圖5-23 木塊黏合法

(三)實驗結果：

1. 乾燥的豬皮明膠在水中要完全溶解需要一點時間，我們發現加熱時間只有1小時的時候，膠液的黏性很弱，有的甚至沒有黏性，隨著加熱時間增加，黏性會慢慢上升。
2. 由表5-10和圖5-24來看，**加熱時間在2小時到4小時之間，明膠液的黏性達到最高。**繼續加熱後，明膠的黏性就慢慢下降。

熬煮時間 測量次數	1小時	2小時	4小時	8小時
1	5.6	10.32	7	3.92
2	5.08	10.2	11.68	2.24
3	2.52	10.2	11.84	3.76
平均	4.40	10.24	10.17	3.31

單位：公斤

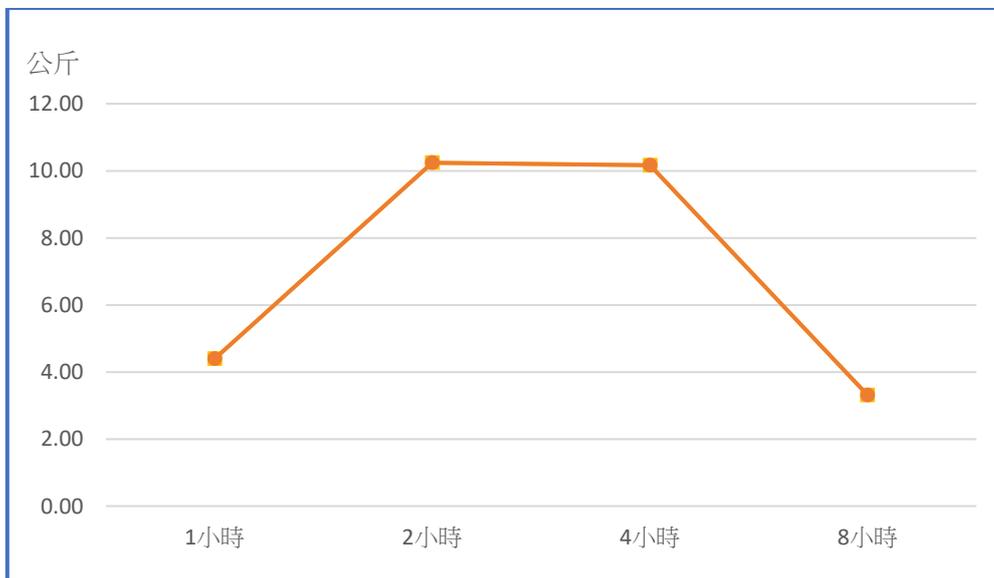


圖5-24 乾燥豬皮明膠復用黏性測試

五、比較全豬皮膠與豬皮明膠的黏性差異

從豬皮中萃取出明膠是黏性的來源，但是經過乾燥萃取後豬皮明膠的量變得很少，再復用又需要一段加熱的過程，於是我們想知道，單純的豬皮明膠和全豬皮膠到底哪一個黏性較強？因此展開了黏性比較實驗。

(一) 製作方式：

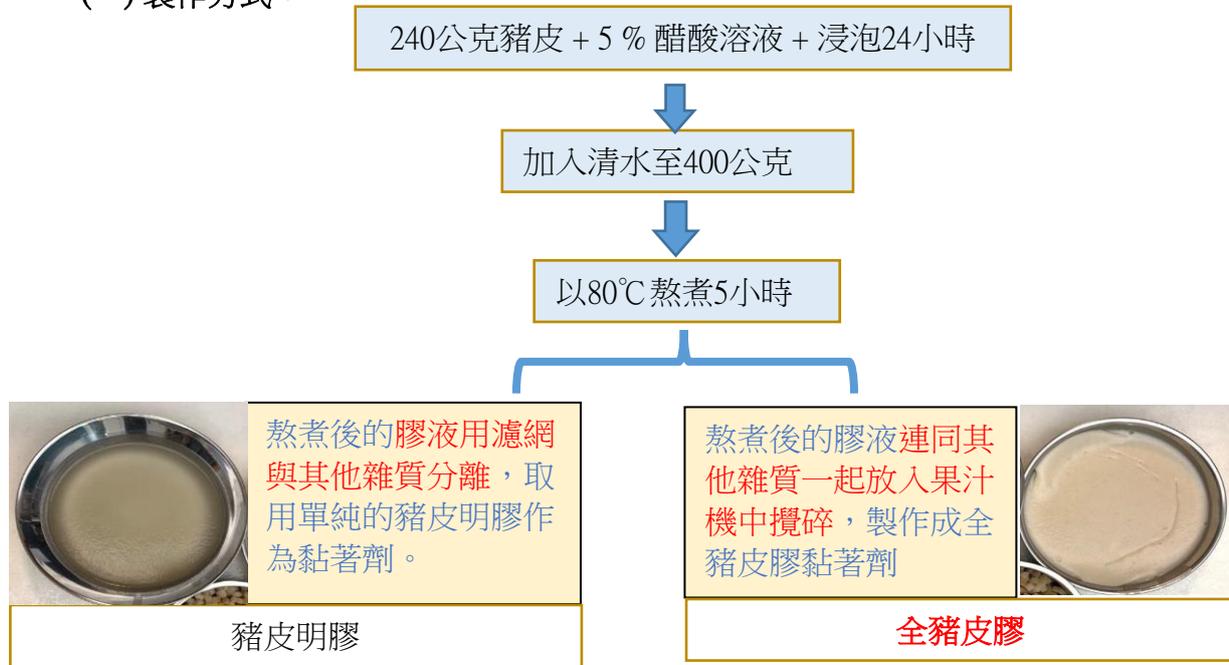


圖5-25 豬皮明膠與全豬皮膠製作流程圖

(二) 黏性實驗：製作好的豬皮明膠與全豬皮膠，取約固定量塗抹在小木塊上，黏合後以橡皮筋網綁，靜置24小時後，以第四代裝置進行黏性測試，每組實驗測量6次以上，並取6次合理數據進行平均比較。



圖5-26 第四代測量裝置測量步驟

(三)實驗結果：

重複多次測量後，記錄並計算出的平均黏性，由表5-11和圖5-22，我們發現**全豬皮膠的黏性遠遠大於豬皮明膠的黏性**，這可能是因為相較於萃取的豬皮明膠，全豬皮膠更可以將豬皮內的膠原蛋白完整利用。

表5-11 全豬皮膠與豬皮明膠黏性比較實驗		
測量次數	膠種類	
1	豬皮明膠	66.36
2	豬皮明膠	77.44
3	豬皮明膠	60.12
4	豬皮明膠	62.48
5	豬皮明膠	62.24
6	豬皮明膠	87.52
平均	豬皮明膠	69.36
	全豬皮膠	159.53

單位：公斤

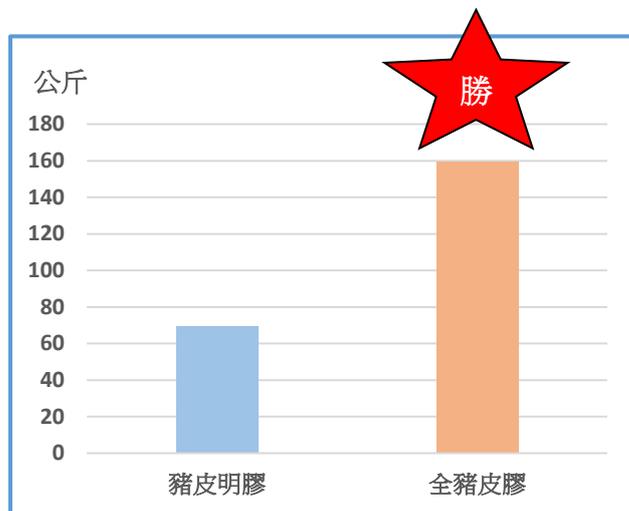


圖5-27全豬皮膠與豬皮明膠黏性比較

六、全豬皮膠實用性研究

全豬皮膠是純天然的黏著劑，製作完成之後會變成凝膠狀，放在室溫是否容易液化或是發霉，該如何保存？保存時間久了之後是否會影響黏性？以及重複使用後，黏性的變化如何？是否比市售膠水黏性更強？所以我們展開了全豬皮膠的實用性探討。

(一)保存實驗1—需不需要添加物？

1.實驗步驟：

- (1) 先將保存容器玻璃罐放入烤箱以170°C 高溫殺菌20 分鐘。
- (2) 將製作好的全豬皮膠分成4 份，每份120 公克，其中3 份分別加入不同的保存添加劑(奈米銀、硼酸和鹽) 各6公克。
- (3) 將全豬皮膠平均裝入8個玻璃罐中，保存方式分為加蓋與不加蓋兩組，放置於室溫環境下進行保存實驗。
- (4) 每日觀察、拍照、記錄全豬皮膠的變化。



圖5-28不加蓋保存 實驗



圖5-29 加蓋保存實驗

2. 實驗結果：

(1)從表5-12的記錄來看，我們原本以為添加一些物質可以防止全豬皮膠在室溫下液化或發霉，但是發現沒有加蓋的全豬皮膠組，除了添加硼酸的全豬皮膠在14天之內沒有發霉之外，其他3 瓶(無添加、添加奈米銀、添加鹽)的全豬皮膠，都在第10天開始出現發霉的情形，黴菌範圍一天天擴大，到第14天則是一半以上都發霉且發出臭味。

(2)在室溫下保存的全豬皮膠如果有加蓋的話，不管有沒有添加物，都沒有出現發霉的現象，只有表面出現輕微液化反應。

表5-12 全豬皮膠室溫下保存實驗

添加物 處理方式	無添加	奈米銀	硼酸	鹽
不加蓋	10天後出現深藍色黴菌二小群，直徑約0.1公分至14天黴菌範圍擴大，出現臭味	10天後出現深藍色黴菌二小群，直徑約0.1公分至14天黴菌範圍擴大，出現臭味	出現輕微液化現象	10天後出現深藍色黴菌二小群，直徑約0.1公分至14天黴菌範圍擴大，出現臭味
加蓋	第1天出現輕微液化現象，瓶壁出現水珠至14天沒有其他變化	第1天出現輕微液化現象，瓶壁出現水珠至14天沒有其他變化	第1天出現輕微液化現象，瓶壁出現水珠至14天沒有其他變化	沒有變化

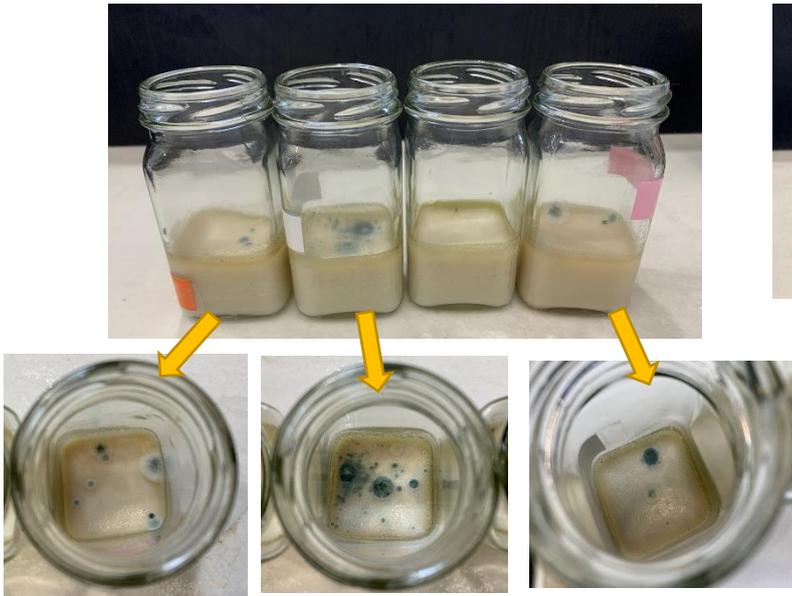


圖5-30 不加蓋保存實驗10天後發霉情形



圖5-31 加蓋保存14天後全豬皮膠沒有太大變化

3. 實驗討論：

- (1) 從圖5-30可以看到，在室溫下保存不加蓋的全豬皮膠中，只有添加硼酸的沒有發霉的情形，表示硼酸有抑制黴菌產生的作用，但是我們在研究一中也發現，酸性會讓豬皮的黏性下降，因此添加硼酸雖然可以延長保存時間，但可能不利於黏性效果。
- (2) 經過上述兩組實驗互相對照後發現，**全豬皮膠裝入容器之後，只要有加蓋**，不管有沒有添加物，**都不會發霉**，也不會有壞掉的可能性，**所以讓全豬皮膠變質的原因是與空氣接觸**，所以純天然的全豬皮膠裝入容器後，只要能夠減少與空氣接觸的時間，即使放在室溫下，**也可以維持兩週以上不會變質**。那麼不需要添加物才是最天然的做法。
- (3) 因此我們建議，**全豬皮膠最方便的保存方式就是在室溫下加蓋保存即可**。
- (4) 在去年的研究中，我們保存豬皮膠的方式是放入冰箱冷藏。冷藏的豬皮膠可以超過2個月以上都不會發霉，而且保有相當的黏性。因此接下來我們想知道，在室溫下加蓋保存和冷藏保存的全豬皮膠，保存時間和黏性變化之間的關係。

(二) 保存實驗2—黏性會不會下降？

1. 實驗步驟：

- (1) 先將保存容器玻璃罐放入烤箱以170°C 高溫殺菌20分鐘。
- (2) 將製作好的全豬皮膠分成10份平均裝入10個玻璃罐中，其中5份放在室溫下保存，另外5份放入冰箱冷藏室保存。
- (3) 保存1天後，室溫保存和冷藏保存各取一瓶隔水加熱約10分鐘，取約等量黏在小木塊上，黏合後靜置24 小時後，以第四代裝置進行黏性測試，每組實驗測量5次以上，並取5次合理數據進行平均比較。。
- (4) 接下來每3天取一瓶重複步驟(3)，直到第13天。

2. 實驗結果：

- (1) 由表5-13及圖5-32可以看出，在室溫下保存的全豬皮膠，在一週內其黏性變化不大，但是在第7天之後，黏性有下降的現象，但是仍可以維持120公斤以上的黏性。
- (2) 由表5-14及圖5-32可以看出，**冷藏保存的全豬皮膠黏性較為穩定，在兩週內大約都可以維持150公斤左右的黏性。**

保存時間 測量次數	第1天	第4天	第7天	第10天	第13天
1	154.96	133.04	160	160	108.08
2	159.92	160	160	137.44	144.08
3	160	160	160	131.28	144.36
4	153.68	160	160	153.12	71.96
5	153.6	154.96	160	160	134.64
平均	156.43	153.6	160	148.37	120.62

單位：公斤

表5-14全豬皮膠保存實驗2--冷藏黏性測試					
保存時間 測量次數	第1天	第4天	第7天	第10天	第13天
1	160	136.88	160	160	137.28
2	148.4	158.76	160	160	138
3	97.52	159.12	156.64	160	160
4	160	120.08	160	160	158.32
5	160	102	160	160	151.64
平均	145.18	135.37	159.33	160	149.05

單位：公斤

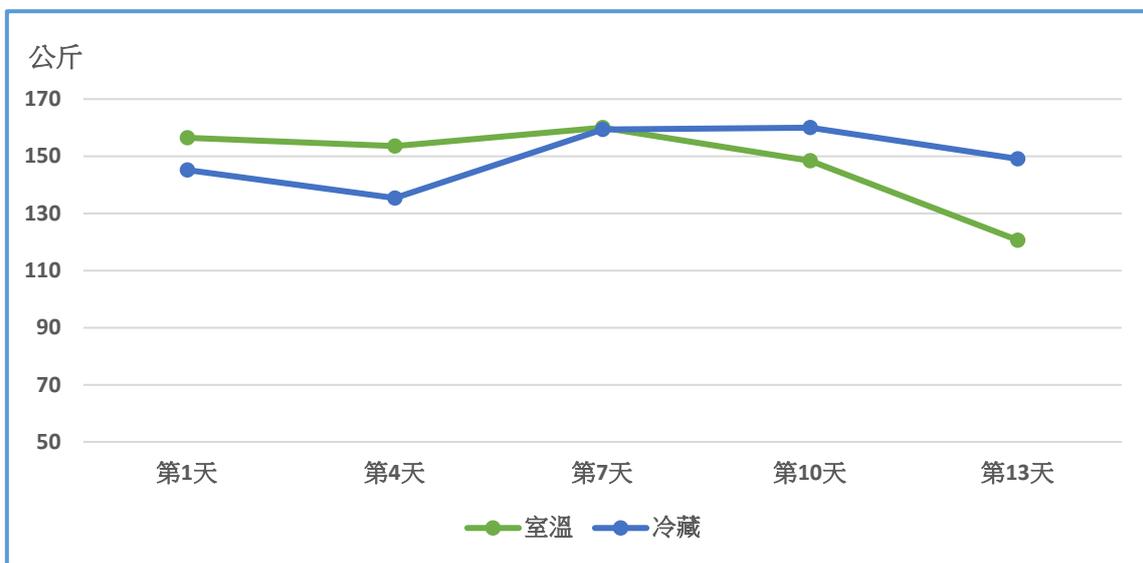


圖5-32全豬皮膠保存實驗2—室溫與冷藏黏性變化

(三) **重複加熱實驗**：因為全豬皮膠冷卻後即成為凍狀，再使用時必須隔水加熱，所以我們想了解在不斷重複加熱的情況下，全豬皮膠的黏性變化。

1. 實驗步驟：

- (1) 將製作好的全豬皮膠裝入高溫殺菌過的玻璃罐中，冷藏保存一天後進行實驗。
- (2) 將全豬皮膠隔水加熱約10分鐘，待融化成黏膠狀，取等量黏在小木塊上，進行黏性測試。



圖5-33 重複加熱實驗隔水加熱法

(3) 將全豬皮膠放涼待恢復凍狀後，再重複步驟(2)，重複加熱到第8次，整瓶全豬皮膠幾乎用完為止。

(4) 小木塊黏合後靜置24小時後，以第四代裝置進行黏性測試，每組實驗測量5次以上，並取5次合理數據進行平均比較。



圖5-34 重複加熱實驗黏性測試的小木塊

2. 實驗結果：

由表5-15及圖5-35可以看出，全豬皮膠在第2次加熱黏性反而上升，但第4次加熱之後，黏性開始依次下降。**雖然全豬皮膠黏性下降，但依然可以保持120公斤以上的黏性。**

加熱次數 測量次數	1次	2次	3次	4次	5次	6次	7次	8次
1	110.16	132.8	125.76	160	160	152.08	147.72	137.28
2	160	160	160	160	148.12	93.08	152.64	139.08
3	156	158.4	160	88.4	143.04	121.52	121.84	135.92
4	144.72	160	141.92	160	130.64	160	113.56	97.92
5	160	159.8	160	160	126.04	128.08	96.84	113.68
平均	146.18	154.20	149.54	145.68	141.57	130.95	126.52	124.78

單位：公斤

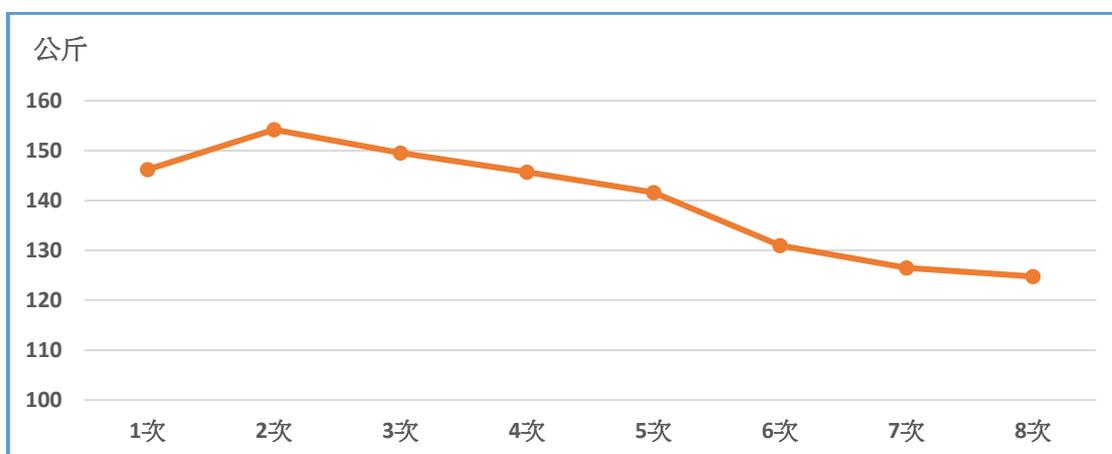


圖5-35 重複加熱實驗黏性變化

(四) 市售黏著劑vs. 全豬皮膠—在去年的研究中，我們曾經比較過市售黏著劑與我們自製的豬皮膠黏性的差異，經過黏性測量裝置的進化與全豬皮膠製程的精進後，我們再一次進行市售黏著劑與全豬皮膠黏性比較。

1. 實驗步驟：

- (1) 選擇去年研究中黏性較強的 3 種市售黏著劑，白膠、保麗龍膠、萬用膠(強力膠)與全豬皮膠進行黏性比較。
- (2) 將 4 種黏著劑取約等量黏在小木塊上，黏合後靜置24小時。
- (3) 以第四代裝置進行黏性測試，每組實驗測量5次以上，並取5次合理數據進行平均比較。

2. 實驗結果：

- (1) 由表5-16及圖5-36可以看出，**四種黏著劑中，全豬皮膠的黏性明顯勝出**。白膠的黏性是第二名，平均黏性可以達到80公斤左右，表現還不錯。比較令人訝異的是萬用膠，黏性居然比白膠和保麗龍膠還要弱很多。
- (2) 以第四代裝置測量出的黏性比起之前以第一代裝置測量的黏性都有明顯的提升，能夠更真實的測出四種黏著劑的真實黏性強度。

膠的種類 測量次數	白膠	保麗龍膠	萬用膠	全豬皮膠
1	64.12	67.88	14.64	143.72
2	68.8	35.28	0	160
3	123.92	89.16	4.28	156
4	80.52	91.68	3.52	144.72
5	66.88	67.48	4.08	160
平均	80.85	70.30	5.30	152.89

單位：公斤

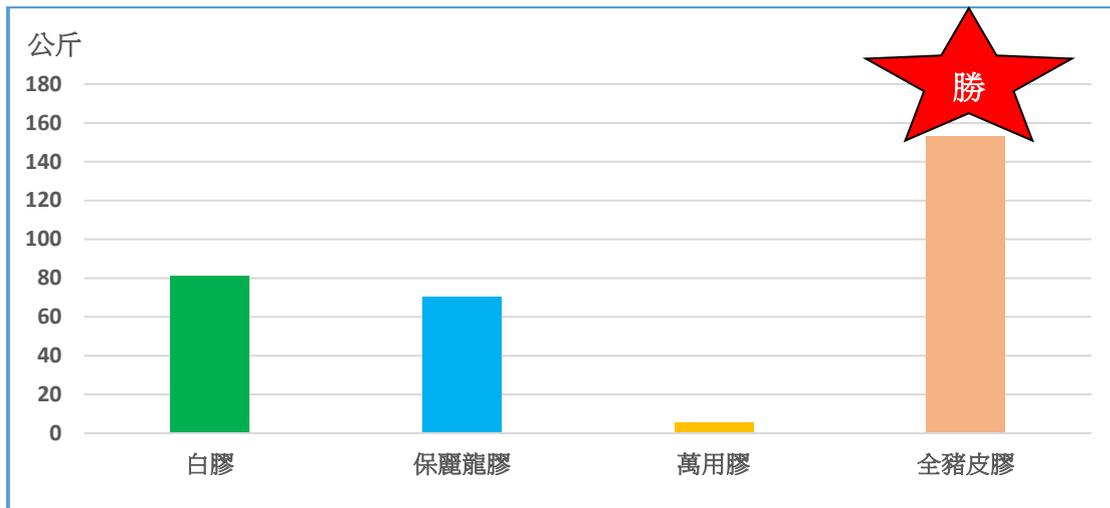


圖5-36 市售黏著劑與全豬皮膠黏性比較

陸、研究結果與討論

一、以醋酸溶液浸泡豬皮，能夠使豬皮膨潤，浸泡的醋酸濃度越高，豬皮的膨潤效果越好。膨潤的情形也會隨著浸泡的時間而改變。

1. 在實驗中，浸泡10%的醋酸溶液可以讓豬皮膨潤度最高，但也表示豬皮吸收進去的酸越多，在後續的清洗過程就要更費時耗水，否則很難讓豬皮的pH值接近中性，殘留的酸會影響到豬皮黏著劑的黏性。同樣的，浸泡的時間越久，豬皮裡面的酸性也越難清洗乾淨，因此要有較強的黏性，選取適當的濃度與時間浸泡即可。
2. 以浸泡的時間來看，豬皮膨潤的效果在36小時達到最高，之後膨潤度就會下降。但是浸泡時間越久，豬皮的酸性越強，因此也同樣會遇到不容易清洗的問題。
3. 在經過黏性實驗後發現，雖然浸泡36小時10%的醋酸溶液能夠讓豬皮達到最高膨潤度，但是卻不能達到最好的黏性。因此要製作成黏著劑的話，其實只要選取適當的膨潤度反而能有比較好的黏性效果，以5%濃度的醋酸浸泡24小時，就可以達到最適當的膨潤度，而且也較容易清洗，處理後的豬皮接近中性，以利後續的熬煮步驟。
4. 在這個實驗中，我們同時比較了沒有泡醋的豬皮的黏性，發現沒有泡醋的豬皮只要經過熬煮就可以有不錯的黏性，雖然豬皮未膨潤，但是溫度也能夠讓豬皮中的膠原蛋白變性為明膠釋出。

二、豬皮中明膠的萃取，熬煮的溫度與時間是關鍵！

1. 在實驗中經過醋酸處理與未經過酸處理的兩組豬皮，明膠萃取跟熬煮的溫度和時間都成正比。
2. 實驗證實，經過膨潤後的豬皮的確比未膨潤的豬皮能夠釋出更多的明膠。
3. 豬皮經過膨潤後，以100 °C熬煮5小時後，原重量48公克的豬皮大約可以萃取出將近9.8公克的乾燥明膠，萃取率高達20%！
4. 豬皮熬煮後的豬皮明膠液必須經過乾燥的過程才能取得最純粹的豬皮明膠，在實驗中我們用果乾機或是烘碗機來進行乾燥的過程，乾燥的溫度控制在60°C以下，避免破壞豬皮明膠液的性質，乾燥的時間大約需要一天左右，因此取得乾燥明膠的過程十分不容易。

三、萃取率跟黏性的關係：

1. 從實驗中發現，就算萃取率高，黏性不一定強。以同一個溫度來看：80°C熬煮從3小時到5小時，萃取率會越來越高，但是黏性反而會下降；而100°C萃取的明膠，萃取率會慢慢升高，黏性也會上升，這之間的現象，值得探討！
2. 我們查了明膠相關的資料，發現**膠原蛋白依據不同的加熱溫度，在不同的時間產生不同程度的水解和聚合反應**，所以我們可以推測，80°C熬煮從3小時到5小時間，是水解反應較多，所以黏性下降，100 °C 熬煮從3小時到5小時間，是聚合反應較多，所以黏性上升。
3. 以不同溫度來比較，100°C萃取出來的明膠雖然比較多，但是黏性卻比 80°C的乾燥明膠黏性更低，所以明膠的萃取率和黏性之間變化也是可以更進一步去探討的課題！

四、乾燥明膠還原有條件，溫度與時間要掌握好！

1. 乾燥的豬皮明膠並不是泡冷水就可以還原成黏膠狀，還是必須經過加熱與攪拌的過程，為了控制加熱的溫度，我們採用隔水加熱法，在實驗中發現，明膠的黏性會隨著加熱溫度與時間而有所變化，這其中的化學變化現象，值得更深入的探討！
2. 在我們的實驗中，**溫度控制在約80°C，加熱時間在2~4小時，可以得到較好的黏性。**

五、全豬皮膠的黏性遠勝於豬皮明膠！

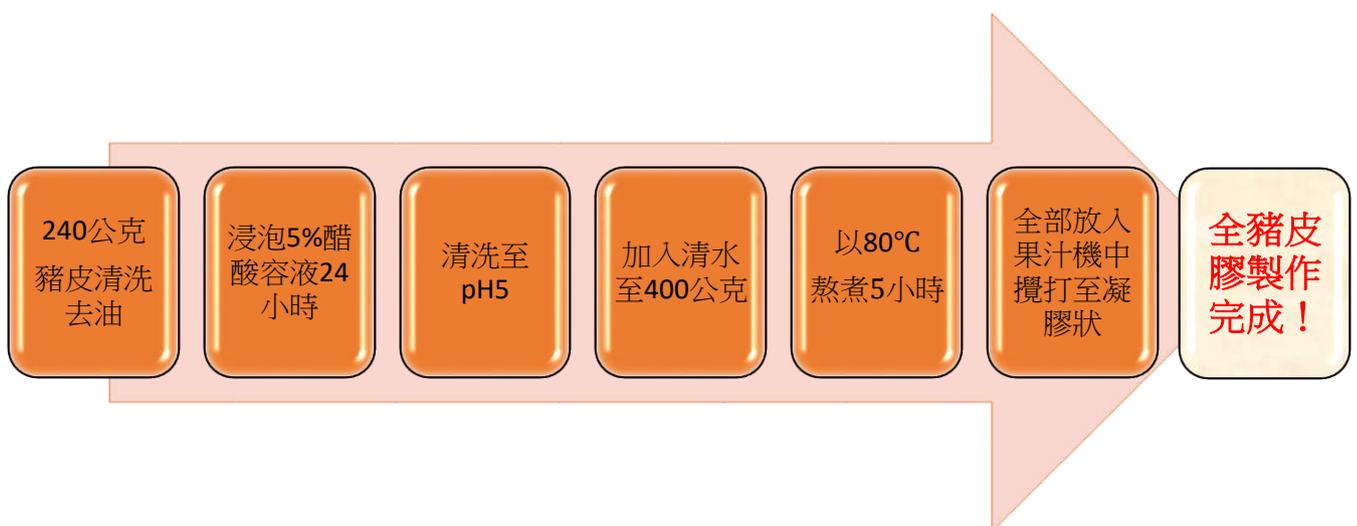
1. 經過實驗證實，全豬皮膠的黏性遠超過豬皮明膠，其原因在於**全豬皮膠將豬皮其他的成分一併攪拌進黏著劑中成為填充物**，而這些填充物大大增強了黏性。這樣的做法不需要過濾並丟棄這些其他的成分，**可以完整地利用整個豬皮，因此我們稱為「全豬皮膠」**。
2. 這次研究中製作的全豬皮膠，與我們去年製作的豬皮膠差別在於，增加了酸處理的過程，並且進一步調整了加熱的溫度與時間，因此能得到黏性超強的全豬皮膠。
3. 製作好的全豬皮膠就是黏膠的狀態，不需要再濃縮乾燥，因此可以節省乾燥過程所需要的時間或電力，因此較為經濟又環保。

六、純天然的全豬皮膠在室溫下只要加蓋保存可以維持兩週以上不會變質，放入冰箱中冷藏保存也具有同樣的效果，即使重複加熱使用，黏性依然可以維持在120公斤以上。

1. 參考其他研究以及自己實際製作天然黏著劑的經驗發現，大部分天然材料都會有發霉變質的問題，因此有些研究會在天然黏著劑中添加一些防止發霉的添加物。去年我們在保存豬皮膠時，是直接放入冰箱冷藏，冷藏保存可以維持兩個月以上不會有太大的變化。但是大部分人們都不會把黏著劑放入冰箱冷藏，因此若是**全豬皮膠在室溫下能與冷藏保存具有同樣的效果和黏性，就是一款非常實用的黏著劑了！**而透過我們的實驗也證實了這一點。
2. 通常一瓶黏著劑我們不會一次就用完，全豬皮膠使用的時候要經過加熱軟化的過程，因此**要經過多次的加熱使用還能保有一定的黏性**，才不會浪費且能為大眾所接受。我們的全豬皮膠，**也能夠符合這樣的實用性條件**，也令我們非常滿意！
3. 在我們去年的研究中亦發現，全豬皮膠在黏合的時候有快速乾燥接合的特性，而且如果不小心黏錯需要重黏的時候，還可以泡熱水快速去膠，真的是一款既實用又方便的天然黏著劑！

柒、結論

- 一、動物皮層中都含有膠原蛋白，膠原蛋白轉變成明膠就是黏性的來源，透過醋處理的過程，能夠讓豬皮膨潤後釋出溶於水的明膠，**在本研究中得到最佳的醋處理方式是用5%的醋酸溶液浸泡24小時**後，再進行後續的鹼處理，讓膨潤的豬皮接近中性，可以得到最佳的豬皮明膠黏性效果。
- 二、經過適當的熬煮可以得到最佳的豬皮明膠萃取率，熬煮的溫度越高，明膠可以融出的越多，**因此用100°C的溫度熬煮5小時可以萃取出最多的明膠，萃取率高達20%！**
- 三、**豬皮的加熱變化，並不是加熱越久，黏性越強，而是依不同的萃取溫度而決定的**，由80°C萃取的明膠，從3小時到5小時，黏性會下降，而利用100°C萃取的明膠，從3小時到5小時，黏性反而上升。
- 四、乾燥後的豬皮明膠回復成黏著劑使用時，**以80°C隔水加熱2~4小時，會有比較好的黏性**。
- 五、經過熬煮過程後將豬皮明膠液和豬皮所有的成分一起攪打成的**全豬皮膠，是黏性最強的黏著劑，每平方公分的黏性可以超過80公斤！**這樣製作出來的黏著劑不會有其他廢棄物，經濟又環保，也是我們在這個研究中的新發現。
- 六、純天然的全豬皮膠在室溫下加蓋保存和放入冰箱冷藏保存都可以維持兩週以上不會發霉變質，**重複加熱使用黏性仍可以保持在120公斤以上**，比起其他市售黏著劑的黏性更強。
- 七、**豬皮萃取明膠製成黏著劑之最佳製程如下圖**，我們的全豬皮膠是第一個以豬皮製作的純天然強力黏著劑，因此正在申請新型專利中！



捌、未來研究展望

- 一、明膠在加熱過程中的黏性變化，引發了我們對明膠蛋白質在遇熱過程中如何反應的好奇心，未來希望能對這部分有更深入的研究。
- 二、在這個研究中，我們切了超過50公斤的豬皮，所以想要研發自動化切豬皮機器，讓我們不會再切豬皮切到手發抖了！
- 三、豬皮除了做成黏著劑之外，做成孝親豬皮面膜應該也不錯，可以當成母親節禮物送給媽媽們！
- 四、我們發現在研究中不只要看豬皮的化學變化，黏性測試的裝置也是重要關鍵，因此我們應該是跨領域的結合，物理組與化學研究並行，發明個驚天動地的剪力測試機。
- 五、我們的全豬皮膠還需要一個酷炫的環保包裝，未來出研發一個可以隨拆隨用的包裝方式，就可以讓我們的全豬皮推廣到全台灣啦！

玖、參考文獻資料

- 一、維基百科，黏著劑。2020年12月27日
取自<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%BB%8F%E5%90%88%E5%89%82>
- 二、鄭文勝(2006)。動物明膠之萃取、澄清及應用之研究。國立嘉義大學動物科學系碩士論文。
- 三、簡漢柔、陳榆柔、陳庭姍、陸筠、陳映如、簡漢昇(2008)。黏度大考驗—應用具有黏性物質製作黏著劑之探討與研究。中華民國第48屆中小學科學展覽會作品。
- 四、李佳芸、胡碧薰、李孟庭、錢彥愷、周宜萱(2009)。天然多功能黏紙王~天然物質製作黏著劑之探討。中華民國第49屆中小學科學展覽會作品。
- 五、蔡辰陽、黃郁竣、施乃中、余書青、饒瑄珉(2010)。自製「斤斤計膠」的膠水。中華民國第50屆中小學科學展覽會作品。
- 六、杜羽婷、李唐安、蕭奕苓、劉子瑜、蕭聖凱、黃家澤(2011)。不是「儒」夫—古建築黏著材料之研究與探討。中華民國第51屆中小學科學展覽會作品。
- 七、陳永欣、郭孟珊、高立容、郭孟純(2011)。好“聚”好“散”！用過不留痕跡！～好黏又好去的自製天然環保膠～。中華民國第51屆中小學科學展覽會作品。

- 八、葉亞欣、楊秉澄、林冠宇、楊育棠、林祐翔(2012)。百黏好合一動物性與植物性蛋白質製成蛋白膠水的探討。中華民國第52屆中小學科學展覽會作品。
- 九、吳思翰、蔣旻劭、邱敬霖、林宥安、陳沛頤(2016)。百『黏』好合-生活中常見黏著劑之黏著力研究。中華民國第56屆中小學科學展覽會作品。
- 十、黃楷翔(2018)。化腐朽為神漆。中華民國第58屆中小學科學展覽會作品。
- 十一、張旆瑄、吳晉宇、徐翊捷、陳倚華、劉佳諺、李躍龍(2020)。起死回生～復活的保麗龍膠。中華民國第60屆中小學科學展覽會作品。
- 十二、林哲寬、林裕哲、尤柏竣(2021)。「膠」給我，沒問題！--探討製作冰棒棍作品之最佳黏著劑。台北市第54屆中小學科學展覽會作品。
- 十三、自然與生活科技課本第六冊。第四單元力與運動。南一出版社。
- 十四、自然與生活科技課本第八冊。第一單元巧妙的施力工具。南一出版社。
- 十五、維基百科，膠原蛋白三螺旋。2021年12月5日。

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%83%B6%E5%8E%9F%E8%9B%8B%E7%99%BD%E4%B8%89%E8%9E%BA%E6%97%8B>

【評語】 080204

研究由豬皮萃取明膠製造黏著劑，而且製作出的全豬皮膠的黏性超強，主題實用有趣，值得鼓勵。在實驗設計上探討各種變因，得到不錯結果，如果可以說明為何探討這些變因會更好。自行製作的黏著力量測儀器也不斷精進，但應注意其量測可信度，以及不同黏著劑與木材之間的搭配問題。雖然為延續性作品，但是在萃取明膠的工藝上面有所精進，也有更好的實驗條件控制，所得之全豬皮黏膠的黏著力有讓人眼睛為之一亮的驚喜。

作品簡報

與豬謀皮

~ 豬皮萃取明膠製成黏著劑之研究

國小組

化學科

前言

尋找製作木製工藝品之最佳黏著劑

比較市售黏著劑並自製天然黏著劑

發現豬皮的妙用

深入研究增強豬皮黏著劑黏性的方法

研發黏性測量裝置

製作最強豬皮黏著劑

研究目的與歷程



生豬皮

探討酸處理的影響

探究最佳熬煮方式

探討乾燥明膠的復用

比較豬皮明膠與全豬皮膠的差異

實用性研究

- 保存方式
- 黏性持久性
- 重複加熱

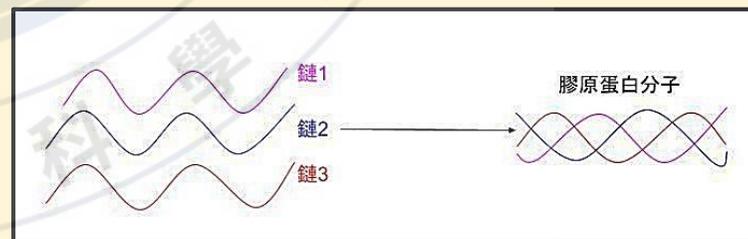
全豬皮膠

文獻探討

膠原蛋白變性的過程



以酸或鹼處理破壞其螺旋結構



黏性測量裝置改良過程

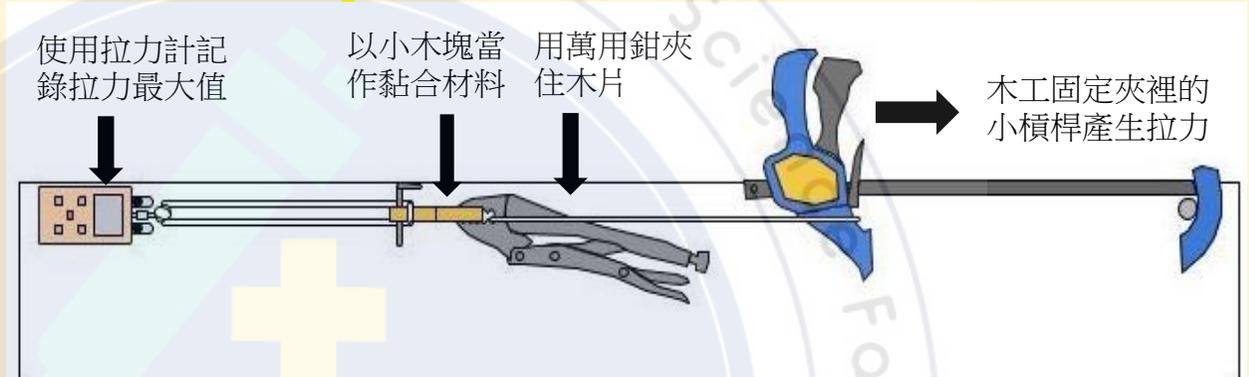
第一代黏性測量裝置



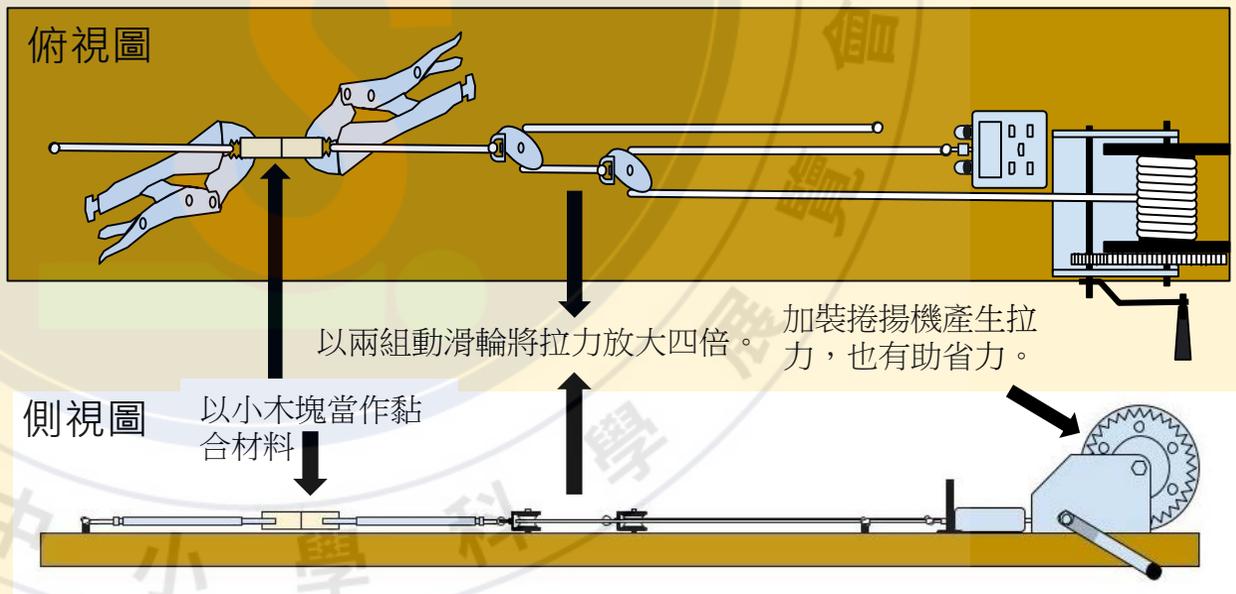
第二代黏性測量裝置



第三代黏性測量裝置

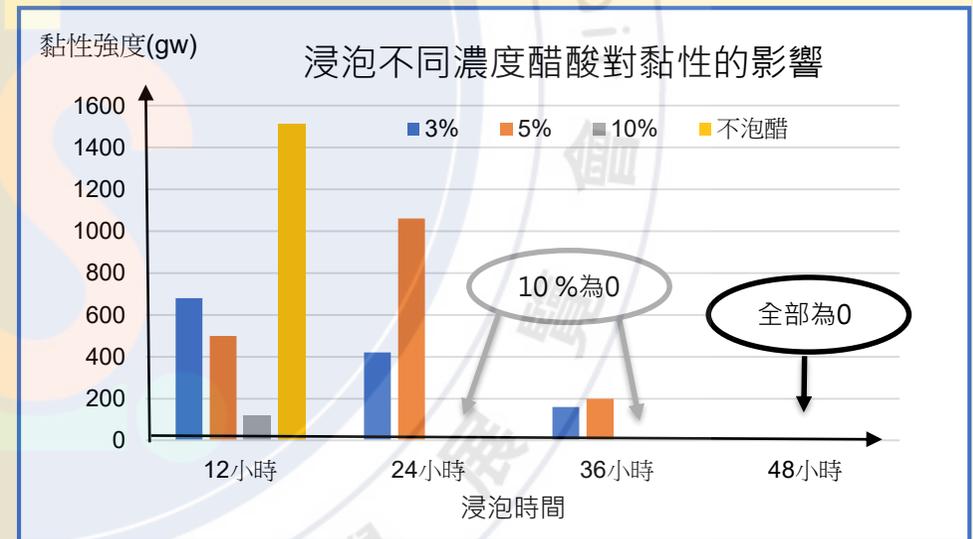
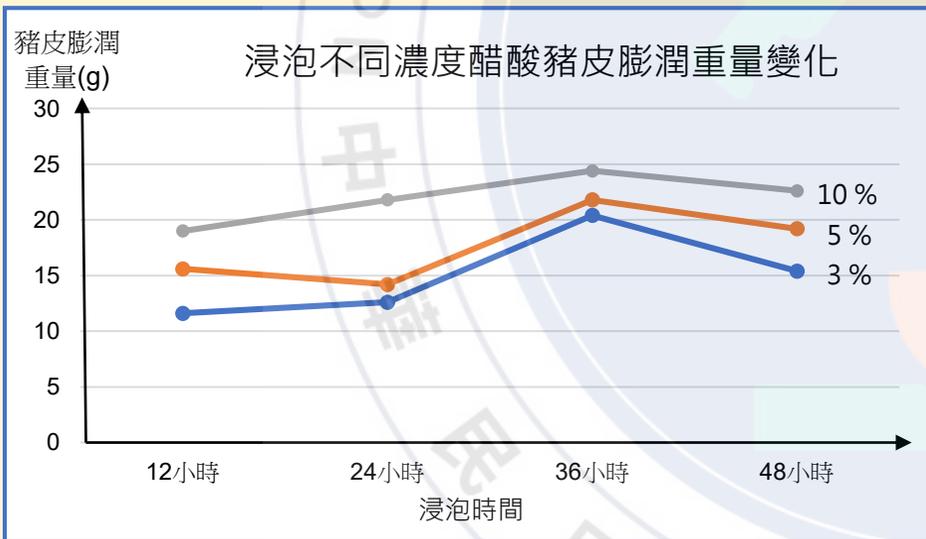


第四代黏性測量裝置



一、比較浸泡不同濃度醋酸溶液與浸泡時間對豬皮膨潤的影響

實驗設計

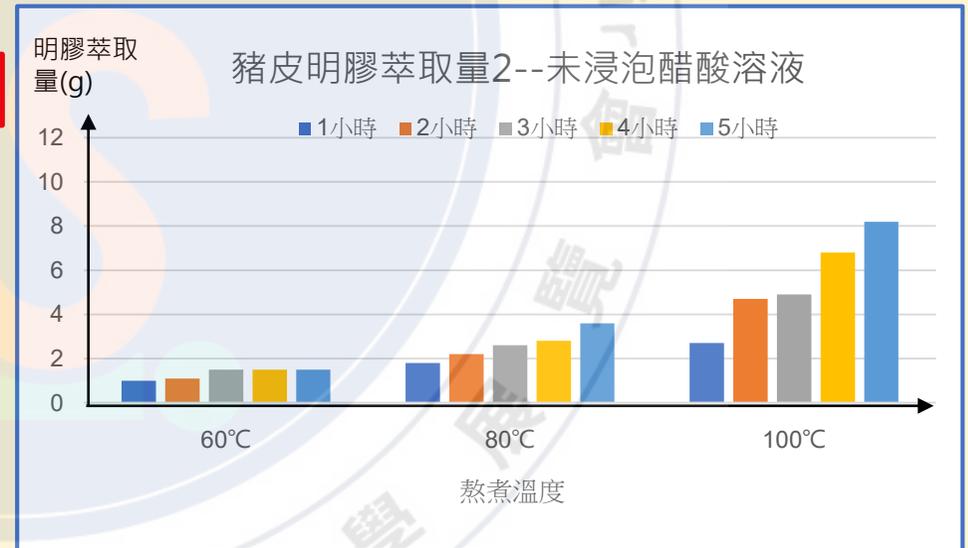
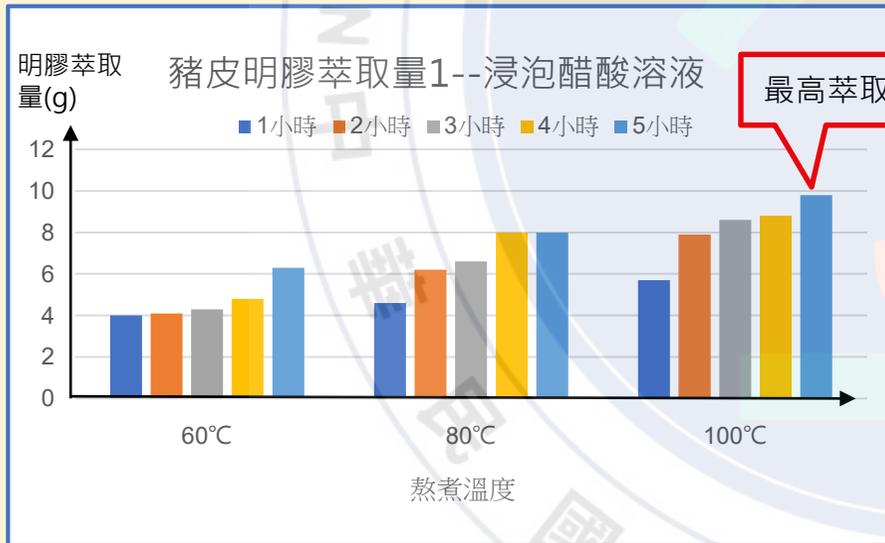
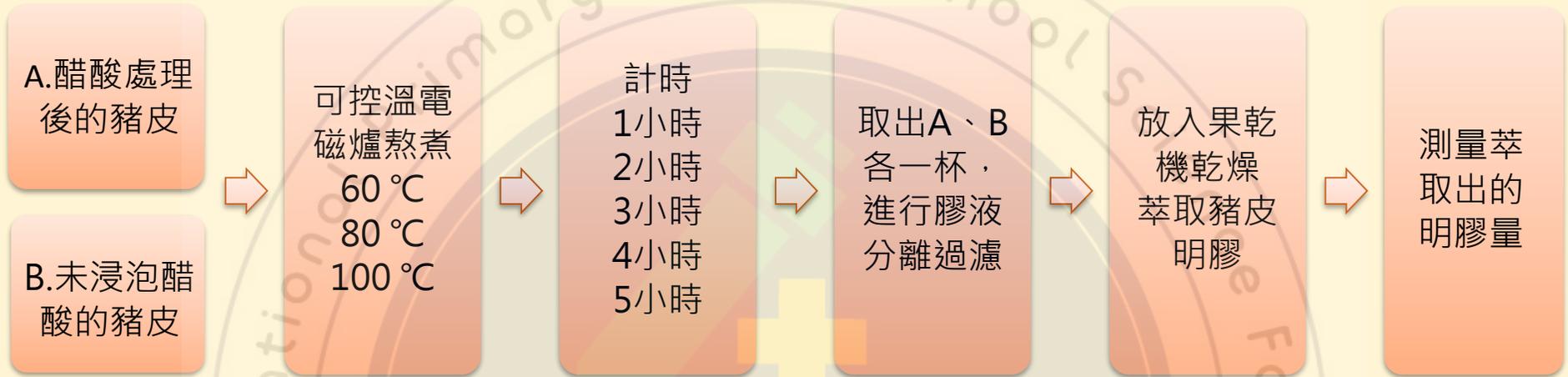


1. 浸泡醋酸的濃度越高，豬皮的膨潤重量越多。
2. 膨潤最佳條件：浸泡10 %醋酸溶液、36小時。

1. 浸泡醋酸濃度越高、時間越長，會讓豬皮膠液黏性受到影響。
2. 黏性最佳條件：浸泡5 %醋酸溶液、24小時。

二、探究熬煮時間與溫度對豬皮明膠萃取量的影響

實驗設計



1. 酸處理的過程有助於膠原蛋白中的明膠溶出。
2. 溫度越高，會從豬皮中溶出越多明膠。
3. 熬煮的時間越久，會萃取出越多明膠。
4. 最佳萃取條件：100°C、熬煮5小時。

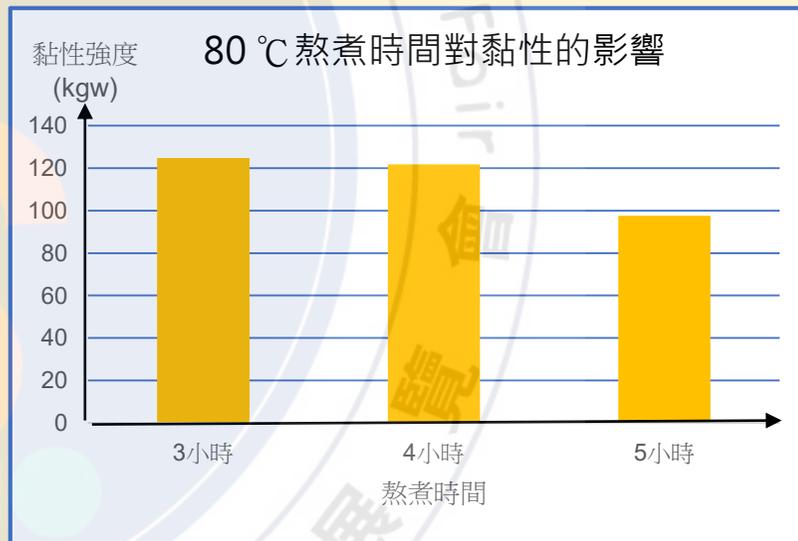
三、探究豬皮明膠熬煮時間與溫度對黏性的影響

實驗設計



不同熬煮溫度及時間對黏性的影響			
熬煮時間 \ 溫度	3小時	4小時	5小時
80 °C	>50	>50	>50
100 °C	11.72	28.23	>50

單位：kgw



1. 黏性強度：相同熬煮時間，80 °C > 100 °C。
2. 以第三代測量裝置測量，80 °C萃取的黏性都超過50 kgw。
3. 以100 °C萃取的黏性，熬煮時間越久。黏性越強。

1. 研發第四代測量裝置，精確測量以80 °C萃取的明膠黏性。
2. 萃取溫度80 °C，熬煮時間增加黏性下降。
3. 明膠黏性最佳條件：80 °C、3小時。

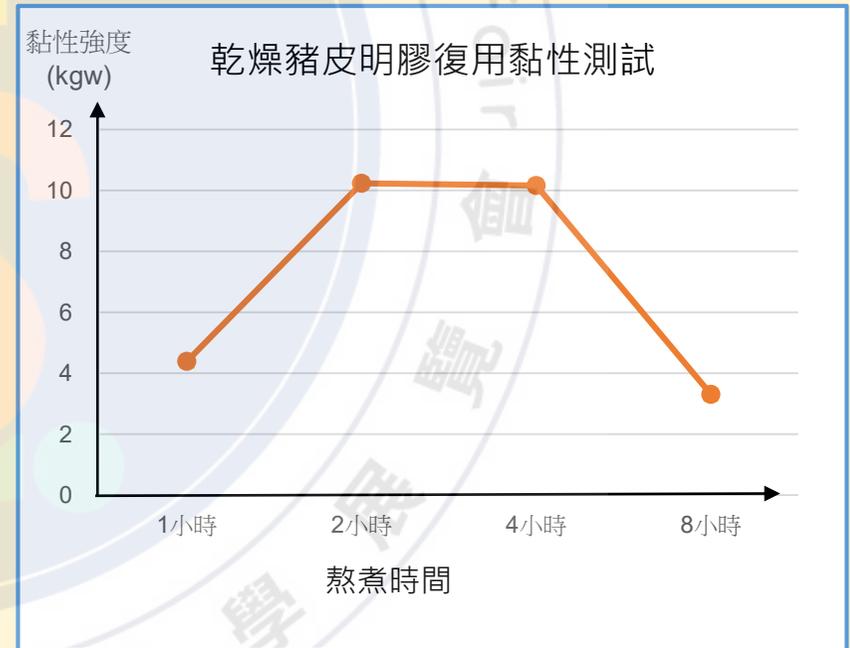
四、探究乾燥後的豬皮明膠還原成黏著劑的黏性變化

實驗設計



乾燥明膠復用黏性測試				
熬煮時間 測量次數	1小時	2小時	4小時	8小時
1	5.60	10.32	7.00	3.92
2	5.08	10.20	11.68	2.24
3	2.52	10.20	11.84	3.76
平均	4.40	10.24	10.17	3.31

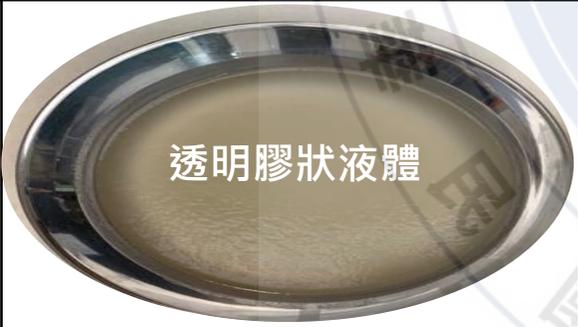
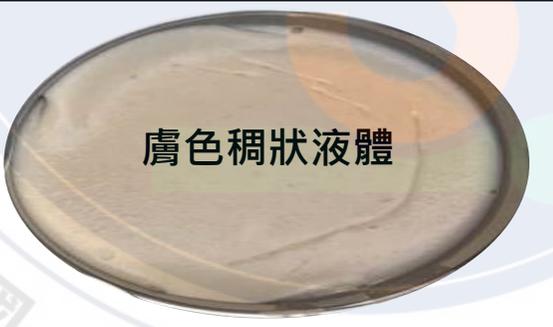
單位：kgw



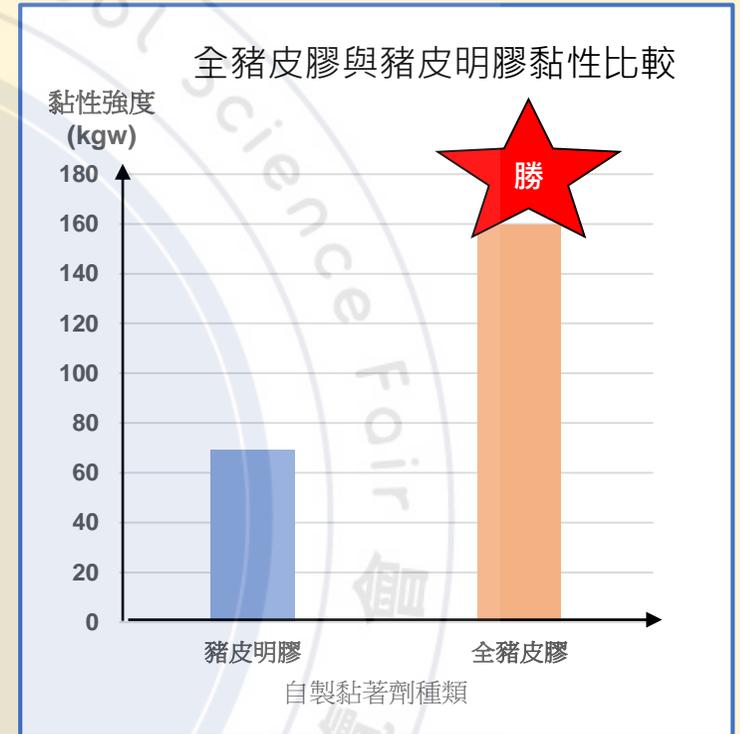
- 加熱時間在2小時到4小時之間，明膠液的黏性達到最高。繼續加熱後，明膠的黏性就慢慢下降。

五、比較全豬皮膠與豬皮明膠的黏性差異



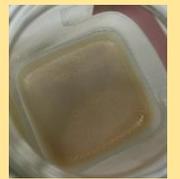
豬皮明膠	全豬皮膠
用濾網過濾，去除雜質	不過濾
不用果汁機攪碎	連同其他雜質一起放入果汁機中攪碎
 透明膠狀液體	 膚色稠狀液體

黏性測試



1. 黏性強度：全豬皮膠 > 豬皮明膠。
2. 全豬皮膠將豬皮雜質內的膠原蛋白完整利用。
3. 豬皮雜質有助稠化膠體。

六、全豬皮膠實用性研究(一)：保存1--室溫下變化

全豬皮膠室溫下保存實驗								
處理方式	不加蓋				加蓋			
保存情形	無添加	奈米銀	硼酸	鹽	無添加	奈米銀	硼酸	鹽
第1天								
14天後								
說明	除添加硼酸的有液化現象，其他3瓶至14天黴菌範圍擴大，4瓶都出現臭味				瓶壁出現水珠，其餘沒有太大變化			

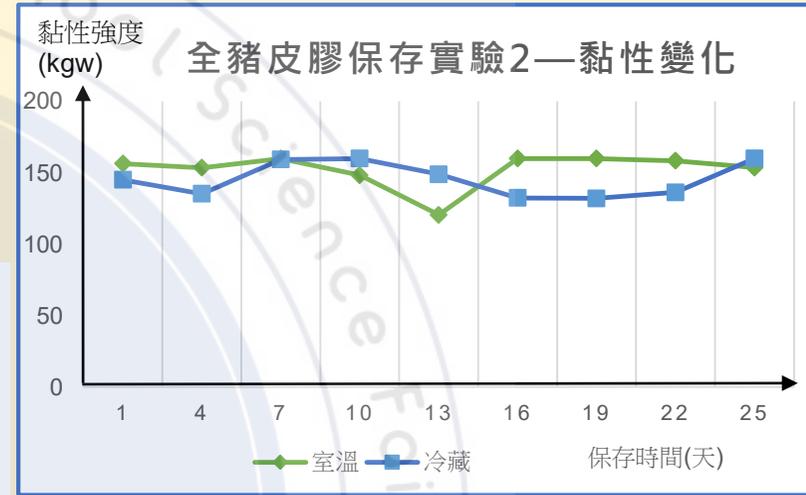
- 全豬皮膠裝入容器之後，只要有加蓋，不管有沒有添加物，可以持續一個月都不會發霉，也不會有異味出現，外觀無明顯變化。

六、全豬皮膠實用性研究(一)：保存2--黏性變化

實驗設計



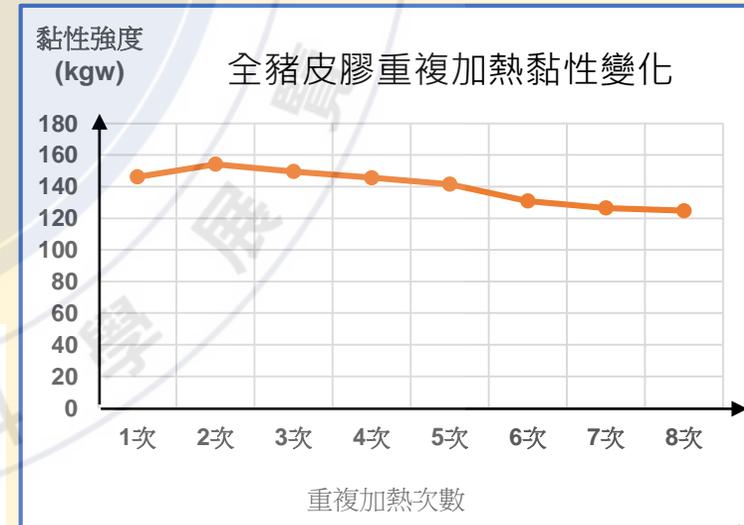
1. **室溫保存**的黏性平均在**120~160 kgw**之間，隨保存時間增加，黏性強度無明顯變化。
2. **冷藏保存**的黏性平均在**130~160 kgw**之間，隨保存時間增加，黏性強度無明顯變化。



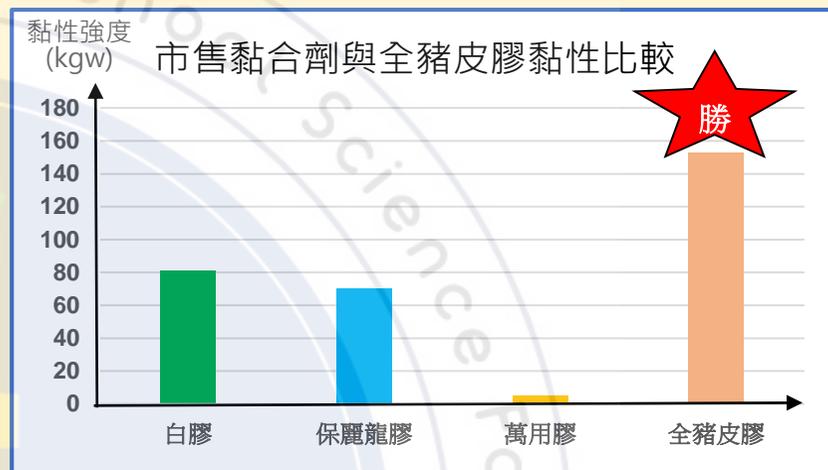
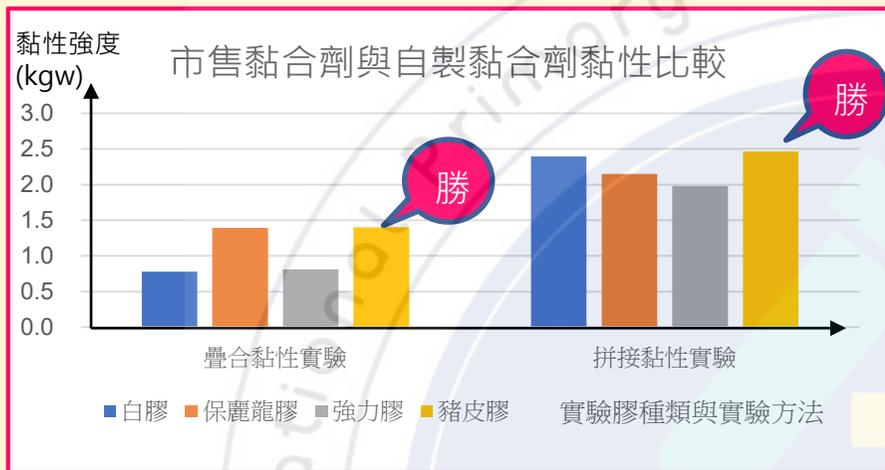
六、全豬皮膠實用性研究(二)：重複加熱



1. **重複加熱測試黏性，均大於120kgw以上。**
2. 重複加熱至第4次，黏性開始些微下降。



六、全豬皮膠實用性研究(三)：與市售黏著劑比較



豬皮黏著劑研究結果綜合整理

2021
1月

自製黏著劑
豬皮膠--最高黏性
強度2.5 kgw

製程
優化

最佳酸處理方式：5 %醋酸溶液浸泡24小時
最佳熬煮方式：以80 °C熬煮5小時
最多明膠萃取方式：以100 °C熬煮5小時
乾燥明膠的復用方式：以80 °C熬煮2~4小時

2022
4月

全豬皮膠
最高黏性強
度160 kgw

自製
黏性
測量
裝置

第一代測量上限
3 kgw

第二代測量上限
15 kgw

第三代測量上限
50 kgw

第四代測量上限
160 kgw

結 論

一、最佳製程

最佳
酸處理方式

乾燥明膠
復用方式

最佳熬煮
溫度與時間

最強
黏著劑

240公克
豬皮清洗
去油

浸泡5 %
醋酸溶液
24小時

清洗至
pH5

加入清水
至
400公克

以80 °C
熬煮
5小時

全部放入
果汁機中
攪打至凝
膠狀

全豬
皮膠

二、全豬皮膠特性

- 1.黏性強度可達160kgw
- 2.可重複使用8次以上
- 3.室溫保存容易
- 4.純天然無化學味
- 5.豬皮完全利用，無廢棄物，環保又經濟。

研究展望

我們已取得**全豬皮膠新型專利**
(專利案號：111204087)，未來將研發全豬皮膠環保包裝，期盼將全豬皮膠推廣到全台灣！

參考文獻資料

- 鄭文勝(2006)。動物明膠之萃取、澄清及應用之研究。國立嘉義大學動物科學系碩士論文。
- 林哲寬、林裕哲、尤柏竣(2021)。「膠」給我，沒問題！--探討製作冰棒棍作品之最佳黏著劑。台北市第54屆中小學科學展覽會作品。