

中華民國第 63 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 農業與食品學科

佳作

052205

「膠」出奇「雞」——比較不同酸液與萃取溫度對
雞爪明膠品質差異之研究

學校名稱：國立旗山高級農工職業學校

作者： 職二 鄭筠儒 職二 林雅筑	指導老師： 蔡佩潔 唐元信
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：雞爪、明膠、酸膨潤

摘要

本研究以低價畜產副產物—白肉雞(Broilers)的雞爪為原料，試驗一將其浸泡於不同酸液中進行膨潤，再經熱萃取後形成之凝膠以醋酸組具有最佳之外觀、質地剖析數據、截切值、色澤分析數據及固形物比例，顯示以「雞爪」作為原料時，採用醋酸作為其膨潤劑較其他酸液更為適合。試驗二將膨潤後雞爪以不同溫度進行熱萃取，結果顯示，低溫組(70°C)和高溫組(95°C)均具有良好之質地剖析和色澤分析數據，但高溫組於感官品評時均獲得各項目之最佳喜好度和最高的總接受度。綜上所述，雞爪以醋酸膨潤後再以 95°C 進行熱萃取可得透明亮白、滑順而富有彈性之凝膠產品，未來再經澄清乾燥處理後可作為食品改良劑或凝膠類點心的原料，實現將低價副產物轉變為黃金的可行性。

壹、研究動機

一、試驗動機

依據行政院農委會農業統計年報資料顯示，民國 110 年之白肉雞(Broilers)年屠宰重量為 425,272 公噸，雞爪為肉雞屠宰時之副產物，以其活體重量 4% 計算，台灣每年產量粗估約有 17,011 公噸，除了供應國內滷味市場及少量冷凍外銷外，多數雞爪作為禽畜飼料(肉骨粉)之原料，經濟效益偏低。凝膠食品是現今普遍常見的一種休閒食品，包括布丁、奶酪、肉凍點心等，目前市面上的凝膠加工製品多添加以豬皮為原料製成之吉利丁片(Gelatin)，而雞爪中膠原蛋白含量近 10%，且熱熔點較其他來源明膠高，膠體也較為柔軟(林，2001)，若能經由實驗找出適合用做雞爪凝膠熱萃取前之膨潤劑與萃取溫度，便能將雞爪明膠應用作為凝膠加工產品的成分，可增加雞爪的可利用性，將低價值的禽畜副產物變黃金。本研究與高職畜產品加工學—「畜產品加工」及「禽畜副產物」主題相契合。

二、文獻整理

(一) 明膠簡介

明膠為動物之皮、骨、筋腱等結締組織經酸或鹼處理後再以熱水萃取而成，為動物膠原蛋白之不可逆水解產物，品質隨動物品種、年齡、部位及萃取方法而異。理論上，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(Tabata and Ikada, 1998)。

(二) 明膠的製造

1. 原料皮的清洗

將新鮮原料皮去除脂肪層後，需經 10~15°C 流水清洗以去除污物、血液，避免影響成品的顏色。

2. 原料皮的膨潤與軟化

成熟的膠原蛋白可在弱酸、弱鹼及中性鹽溶液中膨潤，並非溶解，研究指出原料皮的膨潤可使皮內氫鍵被打斷。

3. 原料皮的煮沸抽取

原料皮經酸或鹼之浸泡處理，分子內層鍵結部份雖已斷裂，可呈膨潤狀態，但仍維持膠原蛋白的基本構造，其溶解性並不大。Gustavson(1956)指出膠原蛋白中由羧脯胺酸和碳氫原子形成之-OH.....O=C—氫鍵，為分子中主要的安定鍵結，可影響加熱收縮過程之變化，抽取明膠不能在沸點抽取。明膠可能會被明膠酶(Gelatase)水解和生成明膠腴(Gelatone)而失去黏著力和凝固力，且產品色澤變暗。

4. 膠液的澄清

用機械法令靜置下沉或遠心分離，或用矽藻土、活性炭、過濾材料過濾吸著不純物而除之。加入磷酸、明礬或石灰，經加熱使膠液中的不純物凝固，再除去之(Ockerman and Hansen, 2001)。

5. 膠液的濃縮乾燥

水煮出的膠液需即刻濃縮乾燥，以防微生物的繁殖，膠液經真空濃縮可去除 50~75

%的水分，製成薄片冷卻形成膠化，以 30~60°C 漸次增溫進行乾燥。

6. 原料的漂白

製造明膠的過程中，漂白的時機有三處：即為原料漂白，膠液漂白、冷卻凝固後漂白。以漂白劑如亞硫酸浸 24 小時並隨時攪拌，再以過氧化氫浸漬去除殘留之亞硫酸，洗滌除之，用氧化鈉(Na_2O)或漂白粉亦可。

(三) 膠原蛋白以酸、鹼處理反應的途徑與轉化成明膠之路徑

天然的膠原蛋白三股螺旋展開後帶有羧基鍵(-COOH)，與醯胺鍵(-CONH)，當經由氫氧化鈣(俗稱石灰)之鹼處理；在溫度 20°C 下浸漬使其明膠的等電點(Iso-electric point IEP=5.0)偏向酸性。膠原蛋白經由酸處理(稀釋的酸如鹽酸、硫酸)浸漬 10~48 小時其羧酸鍵(-COOH)被溶解，之後用鹼性水充分洗滌，剩下醯胺鍵(-CONH)使明膠的等電點(IEP=9.0)偏向鹼性(Tabata and Ikada, 1998)。

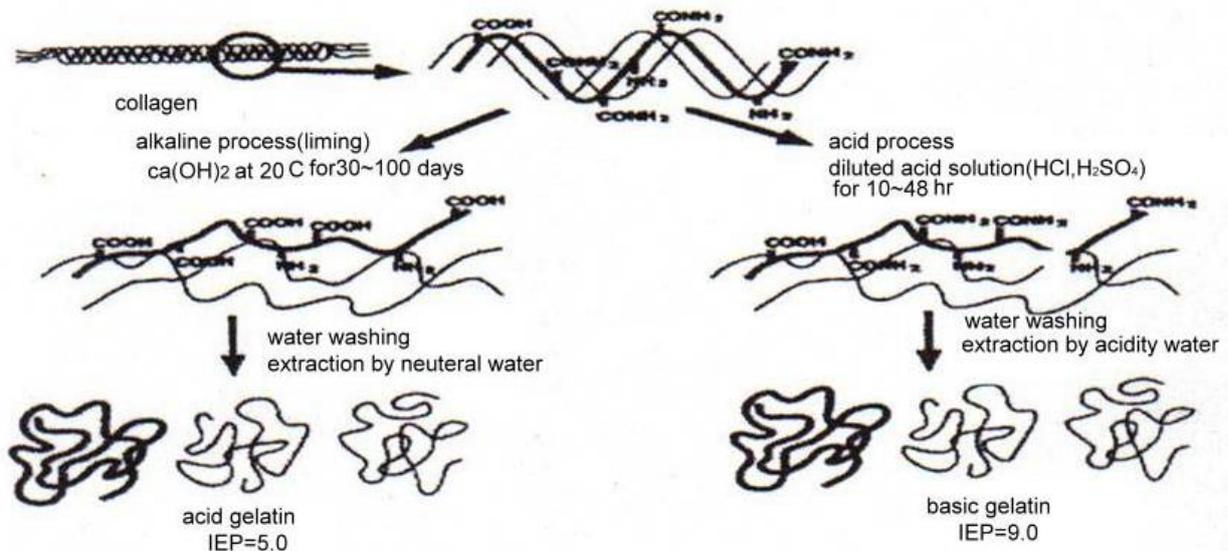


圖 1 膠原蛋白經酸、鹼處理反應的途徑(Tabata and Ikada, 1998)。

(四) 明膠之應用

明膠的用途主要分成食品與非食品工業兩大部分，分述如下：

1. 明膠在食品上之應用

明膠可應用於各類點心與食品中作為增稠劑、凝固劑、安定劑、結著劑、營養劑及發泡劑，其產品如：糖果、巧克力、米果、餅乾、蛋糕、冰淇淋、牛奶糖、布

丁、果凍、洋火腿、冷凍水餃、小籠包、湯包以及需要保持懸浮狀態不使沉澱之飲料(Ward and Courts, 1977)。明膠以具有乳化、懸浮、安定化、增黏、形成覆膜等各種作用，使用於各種食品加工製造流程中。

2. 明膠在醫藥及工業上之應用

明膠可應用於微細膠囊之製造，用以包裹有機或無機之氣體，在醫學應用上可作為錠劑用之結著劑和調製劑、止血棉、血漿替代品，以明膠水解液製備血管收縮素轉化酶抑制劑等用途。在工業上可作為懸浮劑及黏著劑，包括金屬粉黏著、高級樂器、人造水果、拍照用的底片等。

(五) 全質構分析(Texture profile analysis, TPA)

全質構分析又稱質地剖面分析，透過拉伸與壓縮動作配合探頭與輔助裝置測定物理參數，主要用於測定分析食品的物理性質，用以客觀表示食品之官能參數以及做為評估感官特性的手段(Bourne, 2002)。全質構分析探頭藉由對受試樣品進行兩次下壓上升動作，經過圖型分析工具之解析，可提供多種質地參數，例如：硬度(Hardness)、彈性(Springiness)、咀嚼性(Chewiness)、膠著性(Gumminess)、黏聚性(Cohesiveness)等。

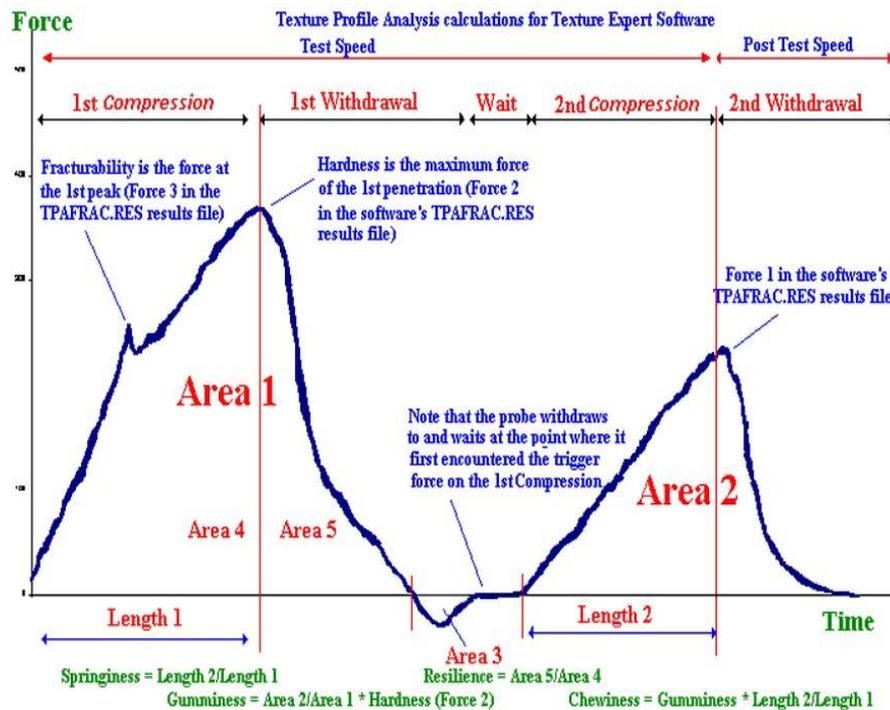


圖 2 TPA 分析圖譜(Bourne, 2002)。

貳、研究目的

本試驗以白肉雞(Broilers)的雞爪做為原料，進行以下探討：

一、試驗一：

研究指出，如欲得到高強度明膠物質，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(Tabata and Ikada, 1998)。故本試驗擬以不同食品級酸(醋酸、乳酸及檸檬酸)浸泡雞爪使之膨潤，並於熱萃取後進行雞爪凝膠品質探討。

二、試驗二：

前人研究指出明膠不能在沸點抽取，因為明膠可能會被明膠酶(Gelatase)水解和生成明膠腴(Gelatone)而失去黏著力和凝固力，且產品色澤變暗，故選取試驗一中綜合表現最佳組別再以不同加熱溫度(70°C 水浴、95°C 水浴、壓力鍋及高壓滅菌釜)進行熱萃取。參考前人研究，低溫萃取時需延長加熱時間，故試驗二將加熱時間訂為 60 分鐘，測試四種加熱溫度對於雞爪凝膠成品的質地表現影響。

參、研究設備及器材

本試驗所用之材料、設備器材與分析儀器如下：

			
<p>冰醋酸(購自順慶實業有限公司)</p>	<p>食品級乳酸(購自順慶實業有限公司)</p>	<p>食品級檸檬酸(購自順慶實業有限公司)</p>	<p>白肉雞爪(購自大成 長城股份有限公司)</p>
			
<p>鋼盆(大/中/小) 與湯勺</p>	<p>過濾袋與撈油勺</p>	<p>壓力鍋</p>	<p>電子秤</p>
			
<p>高壓滅菌釜</p>	<p>恆溫水浴槽</p>	<p>真空包裝機</p>	<p>透明塑膠杯</p>

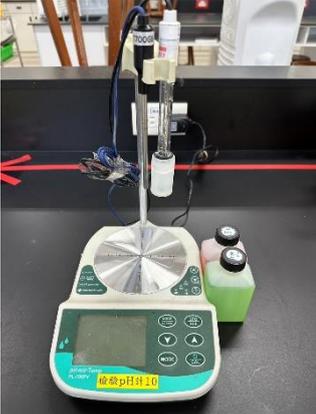
			
<p>均質機(OSTER Blender)</p>	<p>多功能桌上型酸鹼度計(PL-700 Series Bench Top Meter)</p>	<p>物性測定儀(TA.XT PlusC, Lotun Science, New Taipei, Taiwan)</p>	<p>色差計(CR-410, Konica Minolta, Japan)</p>
			
<p>紅外線水分計(AND ML-50, Japan)</p>			

圖 3 本研究所使用的材料、設備器材與分析儀器。

肆、研究過程與方法

一、試驗一之樣品製備

取新鮮雞爪洗淨並剪除趾尖後，分為四組(每組 700g)，分別浸泡於 2 倍量之不同 5% 食用酸溶液中(醋酸、乳酸、檸檬酸)使之膨潤，6 小時後進行 30 分鐘水洗，放入壓力鍋中以水定量至原樣品重之 2.5 倍後進行 40 分鐘熱萃取，過濾後澄清液分裝至透明塑膠杯中冷藏備用，進行以不同酸液膨潤後雞爪凝膠品質分析。

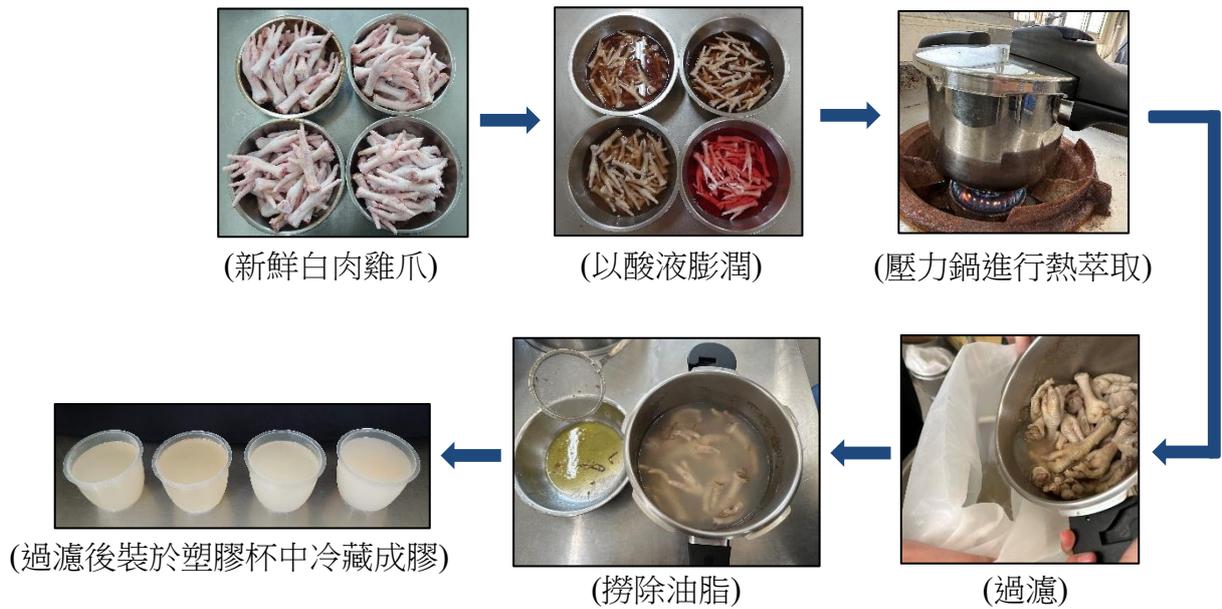


圖 4 試驗一之樣品製備流程圖。

二、試驗二之樣品製備

參考試驗一的結果，選取最佳組別進行不同溫度萃取雞爪明膠之試驗。雞爪浸泡於 5% 之醋酸溶液中進行 6 小時之膨潤後分為四組，以水定量至原樣品重之 2.5 倍後分別以低溫法 (70°C)、高溫法 (95°C)、壓力鍋 (約 100-110°C) 及高壓滅菌釜 (121°C) 進行 60 分鐘熱萃取，過濾後上澄液分裝至透明塑膠杯中冷藏備用。進行不同溫度萃取之雞爪凝膠品質分析。



圖 5 試驗二之樣品製備流程圖。

三、分析項目

(一) 膨潤率

將不同酸溶液中浸泡 6 小時之瀝乾雞爪除以處理前之雞爪之重量乘以 100 即為膨潤率，採用下列公式計算膨潤率。

$$\text{膨潤率}(\%) = (\text{不同酸溶液浸泡 6 小時後之雞爪重量} / \text{處理前之雞爪重量}) \times 100$$

(二) pH 值

1. 膨潤後雞爪 pH 值測定：取雞爪樣品 10 g 加入逆滲透水 90 ml 後，以均質機(OSTER Blender)均質 2 分鐘後，以 pH 測定儀(PL-700 Series Bench Top Meter)測定之。
2. 雞爪凝膠 pH 值測定：以微波爐加熱使凝膠融為液體後，用 pH 測定儀測定之。



圖 6 測定雞爪與其凝膠之 pH 值。

(三) 質地剖面分析(Texture profile analysis, TPA)

利用物性測定儀(TA.XT PlusC, Lotun Science)連結電腦，對樣品之硬度(Hardness)、彈性(Springiness)、黏著性(Cohesiveness)、凝膠性(Gumminess)及咀嚼性(Chewiness)進行測定。測定條件：測定探頭為 C-MADE，下壓深度 10mm，探頭下降速度 5.0 mm/sec。測定來回進行兩次下壓，一杯樣品僅能測定一次，由系統自動計算出各項數值。



圖 7 以物性測定儀進行樣品質地剖面分析。

(四) 截切值(Shear force, SF)

利用物性測定儀(TA.XT PlusC, Lotun Science, New Taipei, Taiwan)連結電腦後，測定樣品的截切值。測定條件：測定探頭為 A-MORS 刀具，觸發力 50g，下壓深度 10 mm，探頭下降速度 5.0 mm/sec。每杯樣品取三點測試，由系統自動計算與紀錄數值。

(五) 色澤分析(L^* 、 a^* 、 b^* 值)

參照 CIE(1976)方法進行測定。使用色差計(CR-410, Konica Minolta, Japan)測定樣品之亮度 L^* 值、紅色度 a^* 值與黃色度 b^* 值，使用標準白板進行校正($Y=86.3$ ， $x=0.3161$ ， $y=0.3227$)使數值標準化，每個樣品選取三點進行測量並計算平均值。



圖 8 雞爪凝膠之色澤分析。

(六) 水分含量測定

取雞爪凝膠樣品 1g 放置於紅外線水份分析儀(AND ML-50, Japan)試料皿上，以 160°C 加熱乾燥後進行重量測定，以取得樣品之水份含量數據。



圖 9 以紅外線水分分析儀測定樣品水分含量。

(七) 感官品評

本試驗中消費者感官品評共 50 位品評員參加，採用九分制喜好性品評法，品評項目包括「色澤」、「外觀形狀」、「硬度」、「彈性」、「滑順感」、「總接受度」等六個項目進行評分。於品評測試完畢之評分表上呈現：極度不喜歡、非常不喜歡、有點不喜歡、稍微不喜歡、沒有喜歡或不討厭、稍微喜歡、有點喜歡、非常喜歡及極度喜歡等九個等級選項，轉換成 1~9 分，進行數據記錄分析及繪圖。



圖 10 進行消費者感官品評分析。

不同溫度萃取雞爪凝膠之感官品評問卷

填表人年齡：_____歲

性別： 男 / 女

填表日期：112年____月____日

請依評分組別進行表格之勾選 (請打✓)

樣品	評分項目	1分 (極度不喜歡)	2分 (非常不喜歡)	3分 (有點不喜歡)	4分 (稍微不喜歡)	5分 (沒有喜歡或不討厭)	6分 (稍微喜歡)	7分 (有點喜歡)	8分 (非常喜歡)	9分 (極度喜歡)
A	顏色									
	形狀外觀									
	彈性									
	硬度									
	滑順度									
	總接受度									
B	顏色									
	形狀外觀									
	彈性									
	硬度									
	滑順度									
	總接受度									
C	顏色									
	形狀外觀									
	彈性									
	硬度									
	滑順度									
	總接受度									
D	顏色									
	形狀外觀									
	彈性									
	硬度									
	滑順度									
	總接受度									

圖 11 不同溫度萃取雞爪凝膠之感官品評問卷。

(八) 統計分析

本試驗分析所得之各項目數據使用 SPSS 20.0 統計分析軟體進行統計分析，各處理組之平均值以單因子變異數分析(One-way ANOVA)比較差異情形，若達顯著水準($p < 0.05$)，則進一步以 Duncan 法進行事後檢定。

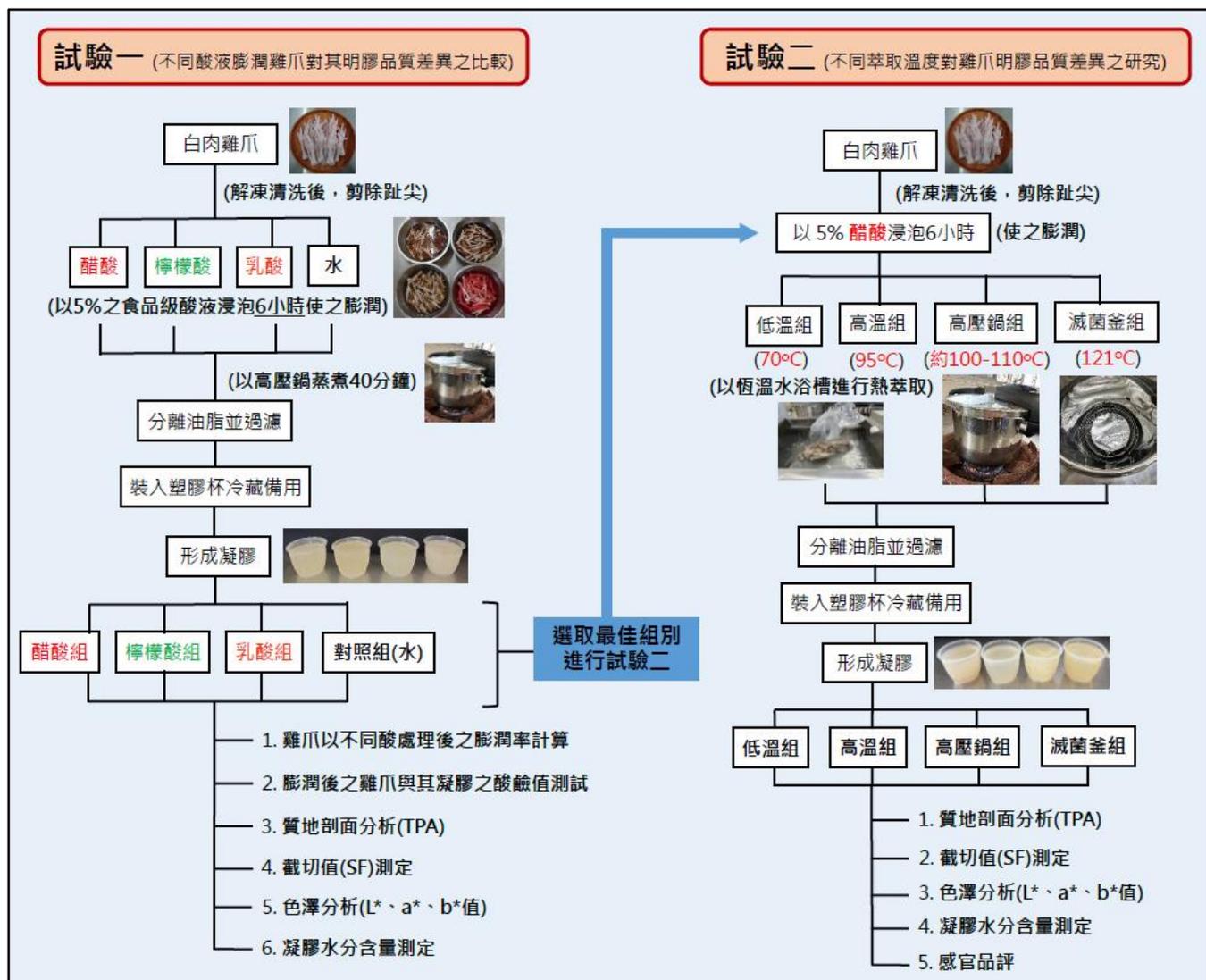


圖 12 本研究之試驗流程圖

伍、結果與討論

一、試驗一

(一) 雞爪以不同酸液浸泡後之膨潤率與其外觀

由圖 13 可見，白肉雞爪經 6 小時浸酸膨潤後外觀均呈現膨脹狀態，且酸液顏色也都呈現咖啡色帶零星油脂上浮狀，對照組則因雞爪中血水流出而呈淡紅色液體狀。雞爪膨潤率表現如圖 14 所示，三組酸液中以乳酸組具最高膨潤率，檸檬酸組居次，醋酸組較低，但於統計上並無顯著差異，而浸泡於水中之對照組則顯著有最低膨潤率 ($p < 0.05$)。本試驗使用有機酸目的是因為弱酸較強酸更容易膨潤，雞爪浸泡於有機酸中時，酸液可藉由滲透作用通過雞爪皮中毛細管而達到膨潤，若是浸漬於強酸，則會因強酸所帶的氫離子較多，造成雞爪皮脫水碳化，使雞爪皮毛細管阻塞而使得膨潤作用受到延遲(鄭, 2006)。

本研究於預備試驗階段曾將雞爪進行 24 小時膨潤作業，當時計算出之膨潤率各組均可達 128%-132%(此數據無顯示於本作品說明書中)，與本試驗中設定之六小時膨潤度相去不大，但經 24 小時膨潤後之雞爪於熱萃取後有些組別無法順利凝膠，推測原因可能與膠原蛋白結構改變有關，確切有待更進一步研究，故本試驗後續選擇以六小時進行酸膨潤作業。



圖 13 以 5%不同酸液浸潤 6 小時後之雞爪外觀。

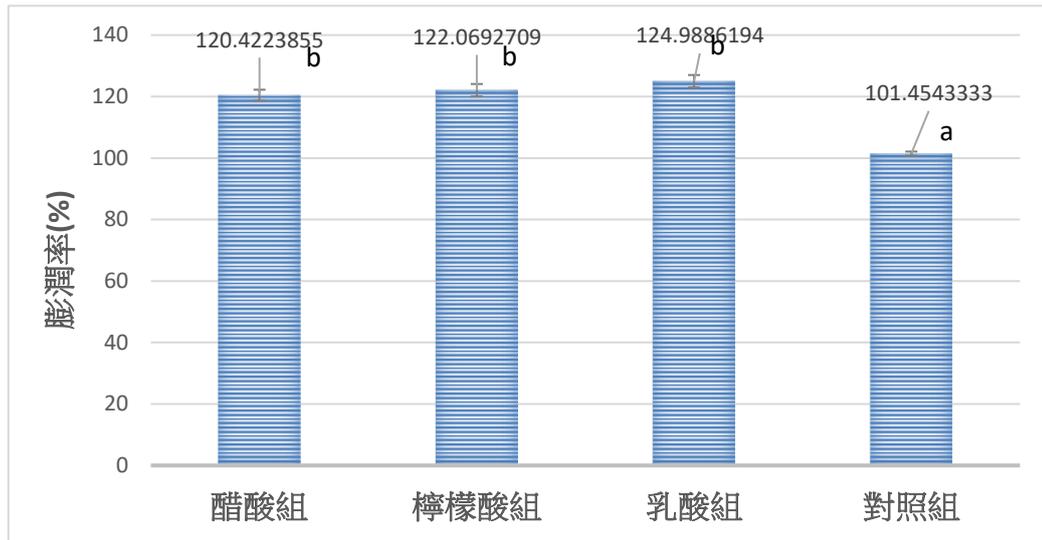


圖 14 雞爪以不同酸液浸潤 6 小時後之膨潤率。

^{ab} Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

(二) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠外觀

本試驗中以不同酸液膨潤白肉雞爪後進行熱萃取，其凝膠外觀如圖 15 所示。三組以不同酸液膨潤過之雞爪凝膠盛裝於透明塑膠杯中均呈現淡黃色半透明狀，對照組外觀顏色則較不具透明感，呈現白濁色。將四組凝膠分別倒扣於盤中觀察時，以醋酸組和對照組具有最高的形狀完整度，檸檬酸組和乳酸組則因過於柔軟無法維持形狀而向側面倒塌，肉眼觀察又以檸檬酸組最不具結構性，整體最柔軟，凝膠狀況差。

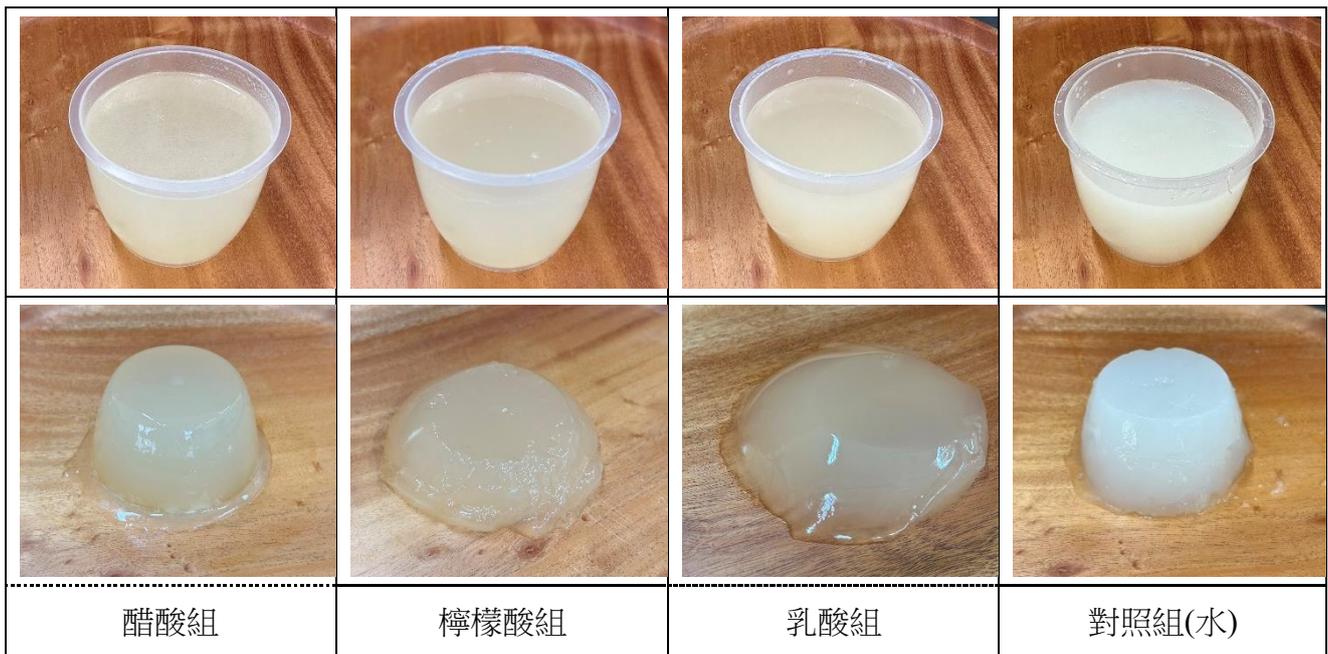


圖 15 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠外觀。

(三) 以不同酸液膨潤後雞爪與其熱萃取後凝膠之 pH 值

結果如表 1 所示，以酸液膨潤後雞爪 pH 值以醋酸組有最高數值，依序為乳酸組和檸檬酸組，三組間均具顯著差異($p < 0.05$)，而對照組則趨近於中性。以熱水萃取之雞爪凝膠 pH 值表現也與生雞爪 pH 值具有相同趨勢。Choi and Regenstein(2000)的報告中指出，明膠 pH 值在若於介於 4~8 之間時，明膠之凝膠強度的差別不大，但當 pH 值在 4 以下或 8 以上時，其膠強度皆會下降，本試驗中以檸檬酸和乳酸膨潤後之雞爪 pH 值均低於 4，其凝膠 pH 值則是僅大於 4 一些，推測此即為檸檬酸組和乳酸組凝膠狀況較差(見圖 15)之原因。

表 1 以不同酸液膨潤後雞爪與其熱萃取後凝膠之 pH 值

處理組	醋酸組	檸檬酸組	乳酸組	對照組
膨潤後雞爪 pH 值	4.18±0.05 ^c	3.28±0.22 ^a	3.63±0.14 ^b	6.99±0.084 ^d
雞爪凝膠 pH 值	4.39±0.07 ^b	4.05±0.02 ^a	4.1±0.12 ^a	7.17±0.1 ^c

^{a-d}Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(四) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠質地剖面分析(TPA)表現

雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之質地剖析數據如表 2 所示，結果分述如下：

1. 硬度(Hardness)是描述與食品變形或穿透產品所需的力有關的機械質地特性，是食品保持形狀的內部結合力，在本試驗中以醋酸組顯著具有最高的硬度，對照組為次，而檸檬酸組於硬度測試結果中具顯著最低數據，此與雞爪凝膠倒扣於盤中以肉眼觀察時的結果相符合，乳酸組與檸檬酸組凝膠過於柔軟無法完整成型。
2. 彈性(Springiness)表示物體在外力作用下發生形變，撤去外力後恢復原來狀態的能力，也是於口腔中食物在第一咬結束與第二口開始之間可以恢復的高度，本試驗中四組凝膠以醋酸組具有最高的彈性值，但統計學上並無顯著差異，而檸檬酸組因膠體過度柔軟，質地剖析專用探頭無法測得彈性數據。
3. 黏聚性(Cohesiveness)又稱為內聚性，反映咀嚼食物時食物抵抗受損並緊密連線，使食物保持完整的性質。本試驗中的受試樣品均為凝膠性食品，這類食品黏聚性

通常較低，故醋酸組、乳酸組與對照組之黏聚性數值均偏低且彼此間無顯著差異，檸檬酸組也因膠體過度柔軟而無法測得數據。

4. 膠著性(Gumminess)為將半固體物體咀嚼至可吞嚥程度所需的能量，被定義為硬度乘以黏聚性，因醋酸組的硬度和黏聚性均為四組中最高值，故其膠著性換算也顯著最高($p < 0.05$)，對照組次之，檸檬酸組無法測得數據。
5. 咀嚼性(Chewiness)：咀嚼性被定義為膠著性乘以彈性，可以解釋為咀嚼固體食物所需的能量，四組間以醋酸組顯著為最高($p < 0.05$)，對照組次之，檸檬酸組無法測得數據。

表 2 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠質地剖面分析(TPA)參數

處理組	醋酸組	檸檬酸組	乳酸組	對照組
硬度(Hardness)	376.74±2.78 ^a	5.7±1.28 ^b	61.73±4.19 ^c	128.49±23.78 ^d
彈性(Springiness)	0.79±0.01	---	0.4±0.05	0.56±0.08
黏聚性(Cohesiveness)	1.89±0.05	---	1.18±0.13	1.37±0.48
膠著性(Gumminess)	713.99±24.04 ^c	---	73.35±13.3 ^a	233.99±26.02 ^b
咀嚼性(Chewiness)	564.11±23.9 ^c	---	32.83±6.76 ^a	140.99±20.57 ^b

^{a-d} Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(五) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠截切值(SF)表現

截切值於食品物性測定部分對應的是其切斷該樣品所需之力量，應用於柔軟或膠體狀物質時通常與食品硬度具正相關。如圖 16 所示，本試驗中醋酸組之 TPA 硬度參數具顯著最高值，但截切值部分卻低於對照組，推測原因為對照組於形成凝膠時有較硬厚的表面，使施測探頭進行截切時需有用大的下壓力量，故有最高的截切值表現，此種凝膠較缺乏彈性與柔軟度，整體感覺較為脆硬。檸檬酸組與乳酸組因膠體太過柔軟而具顯著最低之截切值表現。

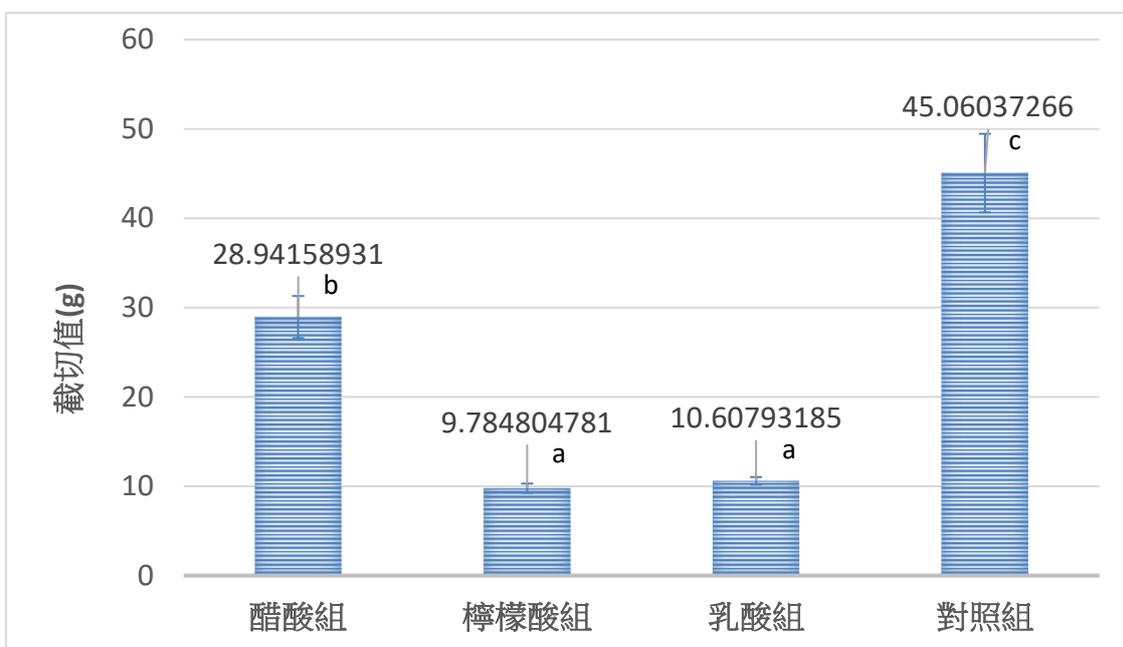


圖 16 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠截切值。

^{a-c} Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

(六) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠色澤(L^* 、 a^* 、 b^* 值)

結果如表 3 所示，在明亮度(L^*)部分以對照組顯著最高，肉眼觀察時對照組凝膠外觀呈現白色不透明狀，符合色澤分析之亮度值結果，而醋酸組亮度值居次，但顯著高於檸檬酸組和乳酸組，肉眼觀察時亦感覺醋酸組顏色較明亮。四組凝膠色澤分析之紅色值(a^*)和黃色值(b^*)具相似趨勢，均以乳酸組為最高，顯示乳酸組凝膠顏色較其他組稍深且偏暗黃。醋酸組之紅色與黃色值均最為接近零，顯示醋酸組凝膠的顏色表現於 CIELAB 色彩空間(見圖 17)中最接近無色透明，在外觀上的顏色表現最佳。

表 3 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠色澤分析(L^* 、 a^* 、 b^* 值)

處理組	醋酸組	檸檬酸組	乳酸組	對照組
L^*	29.44±0.64 ^b	16.59±2.09 ^a	16.16±1.5 ^a	41.98±1.74 ^c
a^*	0.08±0.09 ^b	0.38±0.24 ^b	0.97±0.24 ^c	-1.46±0.2 ^a
b^*	1.9±0.13 ^b	3.79±1.69 ^c	6.43±0.97 ^d	-3.95±0.27 ^a

^{a-d} Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

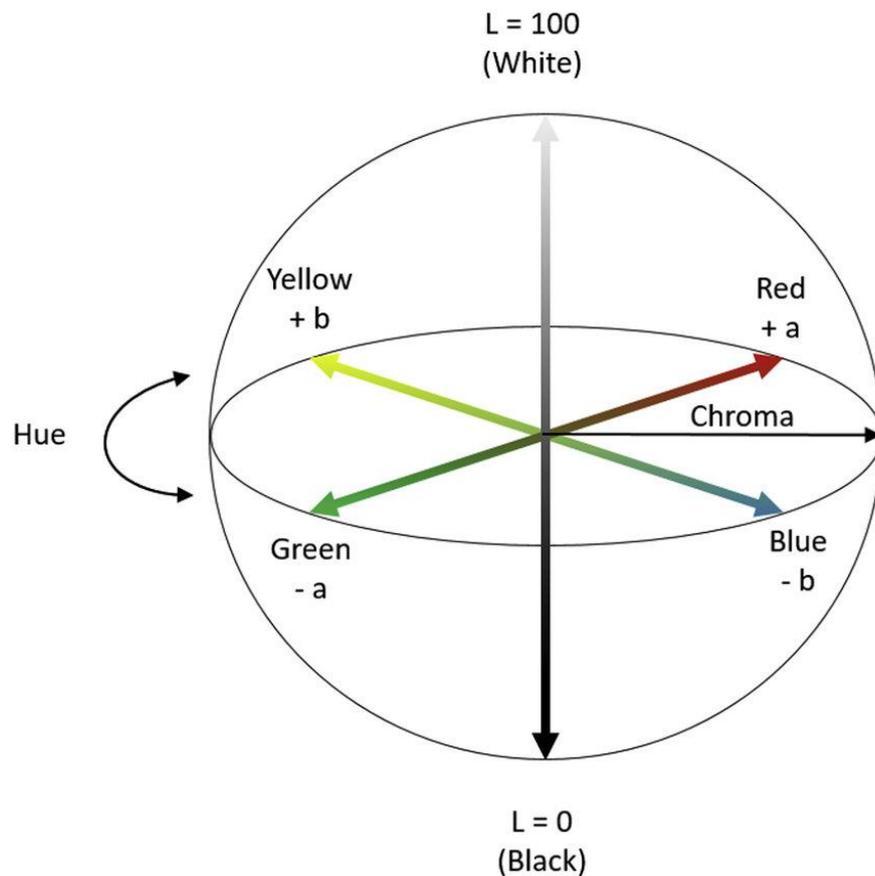


圖 17 CIELAB 色彩空間圖(Ly *et al.*, 2020)。

(七) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠水分含量

本試驗以紅外線水分分析儀對四組凝膠進行水分含量分析，並以扣除水分後之數值作為固形物比例。結果如圖 18 所示，三組以酸液先膨潤過後再進行熱萃取之凝膠扣除水分後之固形物比例均顯著較對照組為高，先前有研究指出，利用動物皮製造明膠時，需先以 1~5% 之稀酸浸泡，再水洗至 pH 4 (非膠原蛋白的等電點)，以使皮膠原蛋白可在較低溫下被熱水抽出(周，1983)，本試驗對照組凝膠中之固形物較低可能是雞爪未被酸液膨潤，其膠原蛋白三股螺旋展開不足，經熱萃取後所得之固形物(可能含多種蛋白質在內)也較低，至於對照組凝膠較脆硬且濁白之原因是否與此些固形物有相關性，則需待後續更進一步的探究方能釐清。

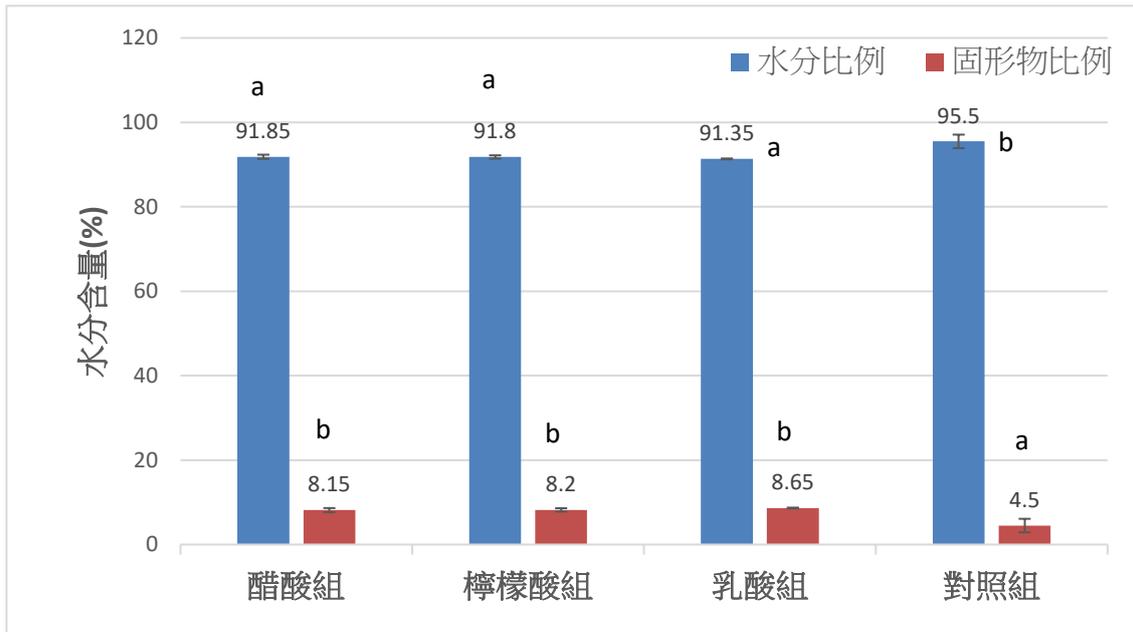


圖 18 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠水分及固形物含量。

^{a-b} Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

※ 綜上所述，在外觀、色澤、質地剖析數據(硬度、彈性、膠著性、咀嚼性)、截切值和固形物比例之數據中，四組處理組中**醋酸組**綜合表現最佳，故後續選取**醋酸**作為雞爪之膨潤劑，繼續進行第二階段試驗。

二、試驗二

(一) 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠外觀

雞爪以醋酸膨潤後再經不同溫度萃取後之凝膠外觀如圖 19 所示，在色澤上，低溫組(70°C)和高溫組(95°C)有相似的色澤，均為透明度極高的淡黃色柔軟凝膠，富有彈性及光澤感，但低溫組(70°C)凝膠倒扣於盤中觀察時，其凝膠底部(倒扣後浮現在最上層)帶薄薄一層褐色雜質碎屑，整體透明度較高溫組(95°C)略差。壓力鍋組在進行熱萃取時內部溫度粗估約 105-115°C，其凝膠成品整體形狀最為堅固，進行脫模時亦感受到其脆性較高，容易破裂，色澤部分較不透明，整體呈白色霧狀感，肉眼觀察可見有團塊狀物質鑲嵌其中。滅菌釜組(溫度 121°C 以上)凝膠外觀表現最差，幾乎無法成形，雖然具透明度但是凝膠整體顏色偏黃，陳和林(1983)之研究指出，當萃取溫度過高時明膠可能水解形成明膠脲(Gelatose)或明膠腴(Gelatone)，因而失去黏著力和凝固力，且製品顏色差；周和陳(1993)曾以 60、75 及 95°C 萃取豬骨明膠，結果發現 95°C 下所萃得之膠強度及黏度皆明顯低於 60 與 75°C 組別，本試驗結果與之相符合。

滅菌釜組(溫度 121°C 以上)凝膠外觀表現最差，幾乎無法成形，雖然具透明度但是凝膠整體顏色偏黃，陳和林(1983)之研究指出，當萃取溫度過高時明膠可能水解形成明膠脲(Gelatose)或明膠腴(Gelatone)，因而失去黏著力和凝固力，且製品顏色差；周和陳(1993)曾以 60、75 及 95°C 萃取豬骨明膠，結果發現 95°C 下所萃得之膠強度及黏度皆明顯低於 60 與 75°C 組別，本試驗結果與之相符合。

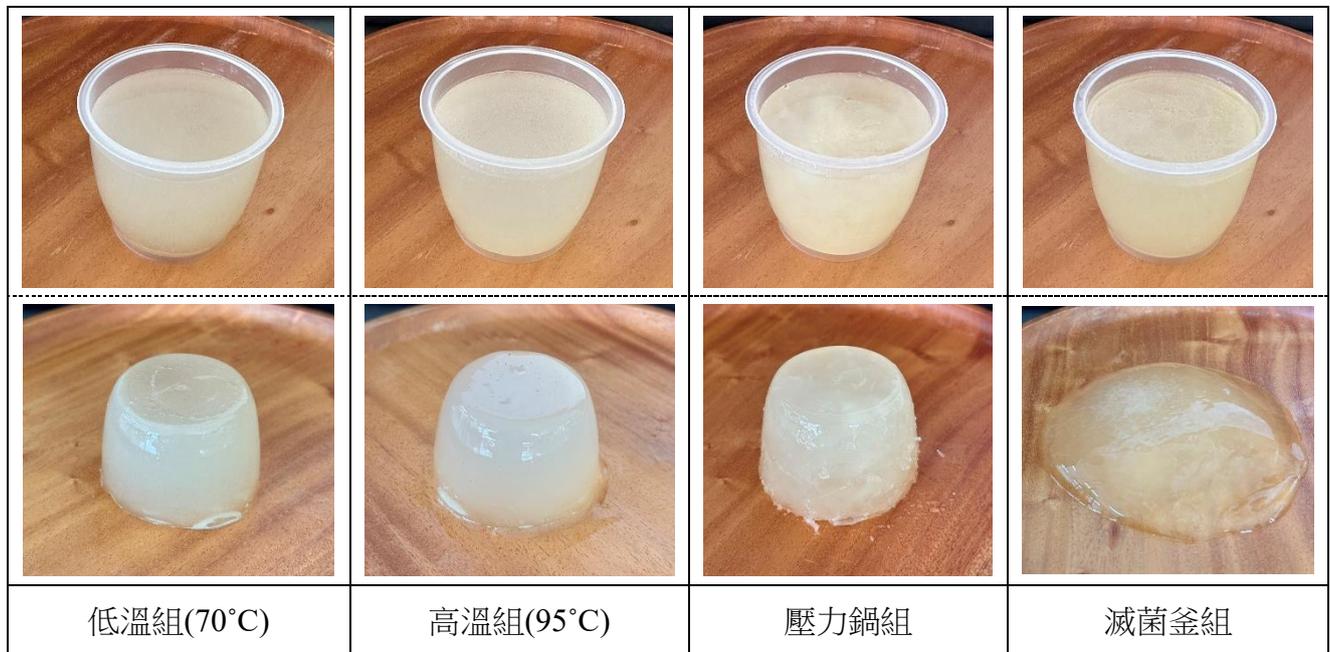


圖 19 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠外觀

(二) 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠質地剖面分析

雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠質地剖面數據如表 4 所示，硬度(Hardness)、彈性(Springiness)、黏聚性(Cohesiveness)、膠著性(Gumminess)和咀嚼性(Chewiness)此五種數據均以低溫組(70°C)有顯著最高之表現，高溫組(95°C)次之，但與壓力鍋組在統計上無顯著差異，滅菌釜組因凝膠過於柔軟，無法以質地剖析專用探頭測得數據，此與雞爪凝膠倒扣於盤中以肉眼觀察時的結果相符合。

劉(1979)之研究顯示，明膠立體結構中有親水性和疏水性基，溫度過高致破壞親水基，使疏水基外露，膠原蛋白之溶解度隨溫度上升而依次遞減；林(2001)以乳酸膨潤雞爪後進行不同溫度(50、60、70 與 80°C)萃取之研究結果顯示，60°C加熱 4 小時者凝膠強度與破斷強度最高，本試驗中以醋酸膨潤後進行不同溫度熱萃取，四組處理組中以低溫組(70°C)有最高之質地剖析數值，以劉(1979)與林(2001)的研究結果相符合。

表 4 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠質地剖面分析

處理組	低溫組(70°C)	高溫組(95°C)	壓力鍋組	滅菌釜組
硬度(Hardness)	520.79±18.66 ^b	320.24±26.51 ^a	292.18±21.76 ^a	---
彈性(Springiness)	0.79±0.01 ^b	0.75±0.01 ^a	0.76±0.01 ^a	---
黏聚性(Cohesiveness)	1.89±0.05 ^b	1.81±0.012 ^a	1.88±0.03 ^{ab}	---
膠著性(Gumminess)	987.18±52.04 ^b	580.74±40.72 ^a	548.9±48.97 ^a	---
咀嚼性(Chewiness)	548.9±48.97 ^b	436.63±35.4 ^a	415.38±40.17 ^a	---

^{a~b} Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(三) 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠截切值(Shear force, SF)

雞爪於不同溫度下熱萃取之凝膠截切值如圖 20 所示，壓力鍋組有顯著最高之截切值表現，與其凝膠表面硬度呈正相關，此與肉眼進行膠體外觀觀察時的感受相符合，壓力鍋組的形狀最堅固，進行脫模時亦感受到其脆性較高。低溫組(70°C)與高溫組(95°C)於外觀觀察時雖表現相似，但截切值數據上則低溫組顯著較高，故推測膠體柔軟度上以高溫組較佳。

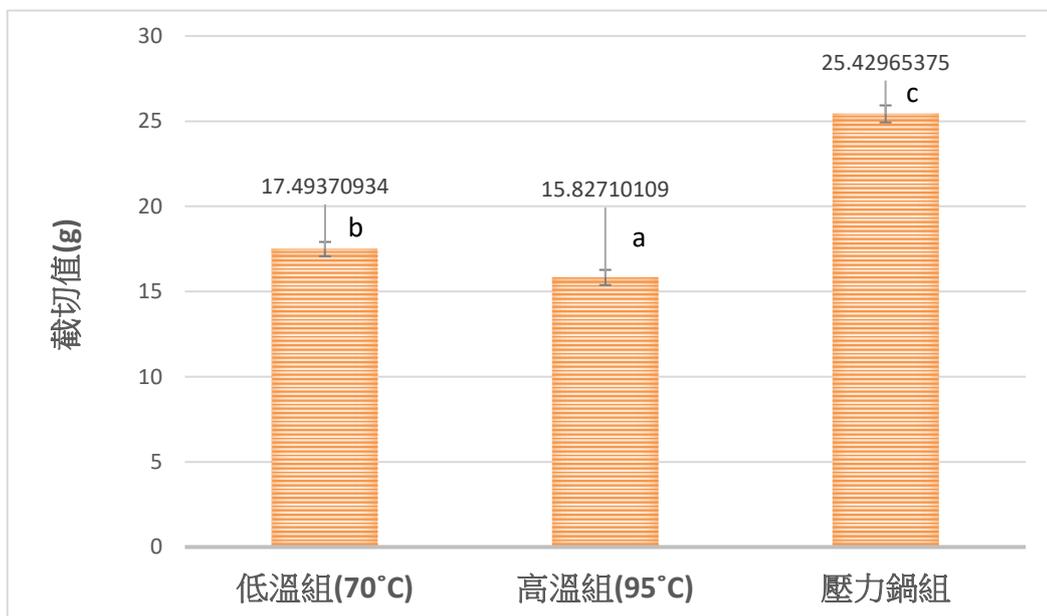


圖 20 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠截切值

^{a-c} Different superscript letters indicate significant differences. ($p < 0.05$).

(四) 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠色澤(L^* 、 a^* 、 b^* 值)

結果如表 5 所示，高溫組(95°C)具有顯著最高之明亮度(L^*)，與肉眼觀察時之結果一致，低溫組(70°C)因凝膠底部有褐色極細碎屑物質沉澱，故整體明亮度顯著最低。紅色值(a^*)與黃色值(b^*)部分都以高溫組(95°C)有最接近零之數據，顯示高溫組凝膠的顏色表現於 CIELAB 色彩空間(參考圖 17)中最接近無色透明，品質最佳。鄭(2006)的研究顯示，於高壓加熱與沸水熱處理明膠時，明膠外觀顏色會隨著溫度上升而逐漸變暗黃，此缺乏透明度的明膠添加在食品上會產品外觀混濁而缺乏光亮度，故透明度是明膠品質的重要指標。本試驗的結果亦顯示加熱溫度越高的組別(壓力鍋組與滅菌釜組)之外觀顏色較不透明，與鄭(2006)的研究相符合。此外，滅菌釜組具顯著最高之黃色值(b^*)，顯示滅菌釜組凝膠顏色較其他組偏黃，此與肉眼觀察之結果一致。

表 5 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠質地色澤

處理組	低溫組(70°C)	高溫組(95°C)	壓力鍋組	滅菌釜組
L^*	24.86±0.28 ^a	28.49±0.51 ^c	26.06±0.77 ^b	26.83±1.52 ^c
a^*	0.27±0.04 ^c	0.04±0.08 ^b	-0.42±0.05 ^a	-0.11±0.03 ^b
b^*	0.7±0.08 ^b	0.56±0.07 ^b	0.64±0.28 ^b	1.63±0.04 ^a

^{a-c}Means in the same row with different superscript letters differ significantly($p<0.05$).

(五) 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠水分含量

以不同溫度萃取之雞爪凝膠水分含量分析結果如圖 21 所示，四組處理組中以壓力鍋組具顯著最高之固形物比例，推測原因為壓力鍋組於加熱時因有些許蒸氣逸散，故凝膠中的水分含量較低，相對固形物比例最高。而低溫組(70°C)、高溫組(95°C)與滅菌釜組均以真空包裝袋密封後進行加溫，滅菌釜組具顯著較高之固形物比例，由此結果推測雞爪於高溫環境下可能溶出較多固形物，但這些固形物內是否含有影響凝膠特性之物質亦需更進一步的研究與探討。

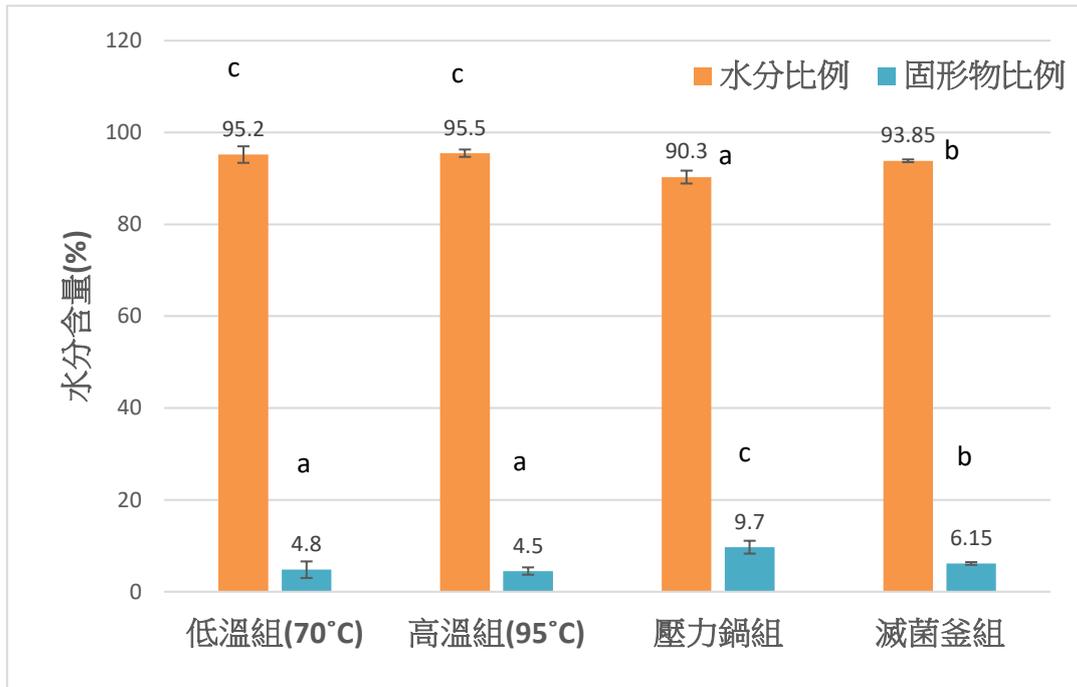


圖 21 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠水分及固形物含量

^{a-c} Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

(六) 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠感官品評結果

如圖 22 所示，本試驗中參加感官品評者共 50 位，於顏色、外觀形狀、彈性及滑順度之喜好程度和整體總接受度均以高溫組(95°C)具最佳表現，而低溫組(70°C)則具有最佳硬度喜好度，高溫組居次。低溫組與壓力鍋組於五項感官品評中表現中等，而滅菌釜組則無論是在顏色、外觀形狀、彈性、硬度、滑順度和總接受度品評表現均為最低分，僅滑順度分數稍高而已。此結果也與外觀觀察時具一致的結果，高溫組由肉眼觀察較為透明亮白，硬度適中，滑順而富有彈性；滅菌釜組外觀無法成形、向外坍塌，顏色偏黃且過軟無彈性，故其產品總接受度亦最低。

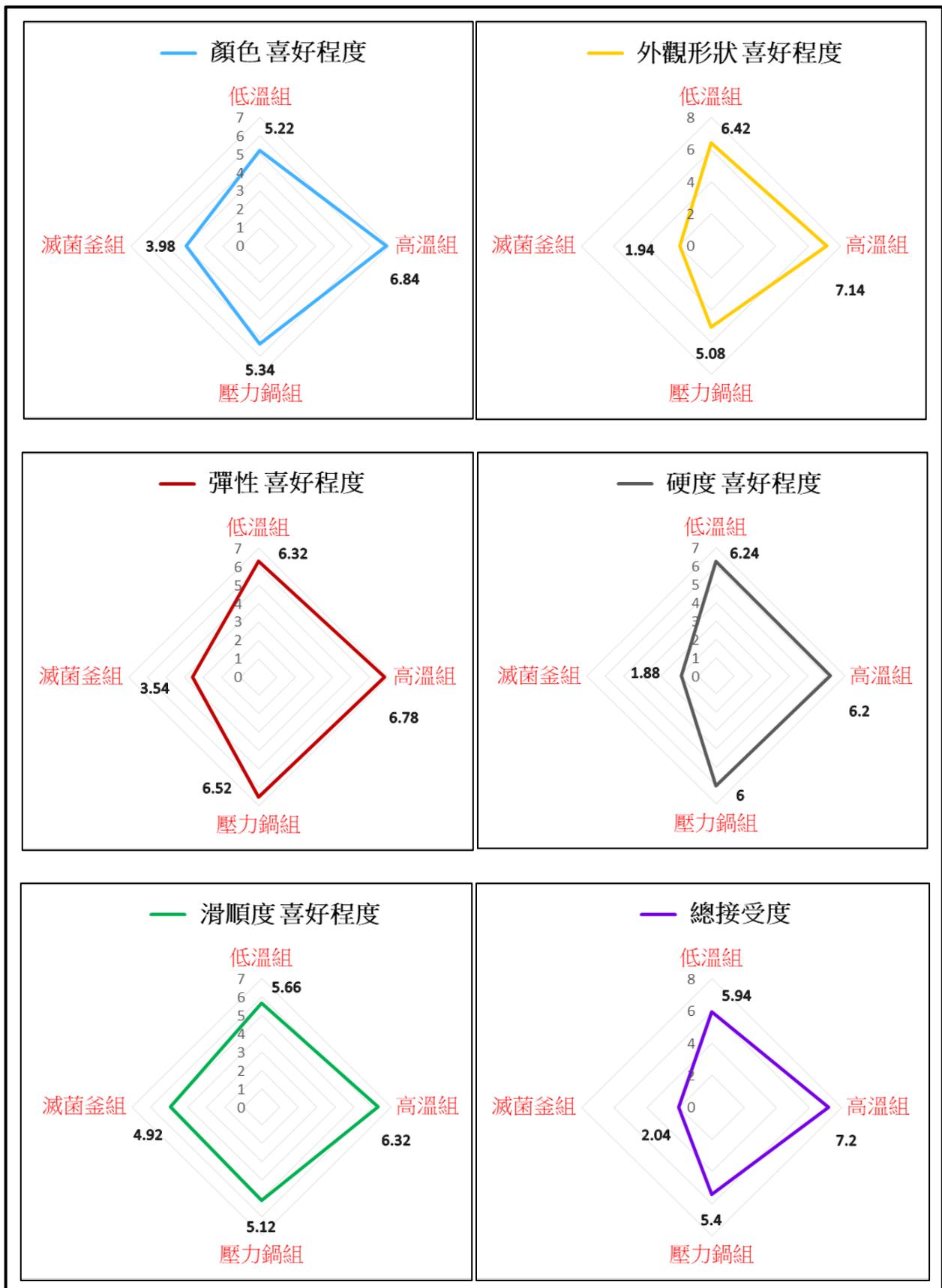


圖 22 雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠感官品評結果

陸、結論

- 一、白肉雞爪經 6 小時浸酸膨潤後外觀均呈現膨脹狀態，其中以乳酸組具最高膨潤率，檸檬酸組居次，醋酸組較低，但於統計上並無顯著差異，而對照組則顯著有最低膨潤率($p < 0.05$)。顯示以酸液對雞爪先行浸泡確實能夠稍改變動物皮的蛋白質結構，以利後續熱萃取作用。
- 二、以不同酸液膨潤雞爪後進行熱萃取之凝膠於外觀表現、質地剖析數據(硬度、彈性、膠著性、咀嚼性)、截切值、色澤分析數據及固形物含量比例中皆表現最佳，顯示若以「雞爪」此種動物皮作為原料時，採用醋酸作為其膨潤劑會較其他酸液更為適合。
- 三、由前人文獻中發現，動物皮進行熱萃取明膠作業時溫度不宜達沸點，本試驗結果指出雞爪熱萃取溫度設定高過 100°C 之壓力鍋組和高壓滅菌釜組均表現較差，其中尤以高壓滅菌釜組為甚，其外觀評價、質地剖析數據、截切值、色澤分析數據與消費者感官品評數據均居於最低值，本試驗證實當萃取溫度超過 120°C 時，導致雞爪膠原蛋白結構發生變化，可能形成明膠脲(Gelatose)或明膠腩(Gelatone)，以致萃取物於降溫後其凝膠強度偏弱，失去黏著力和凝固力，且製品顏色偏暗黃，透明度差。
- 四、本試驗中以 70°C 和 95°C 進行雞爪明膠熱萃取之組別均具有良好之質地剖析和色澤分析數據，但高溫組(95°C)於消費者感官品評時獲得最佳之顏色、外觀形狀、彈性及滑順度喜好程度和最高的整體總接受度，故以雞爪作為明膠來源時，建議萃取溫度以近沸點但不超過沸點之 95°C 為最佳。
- 五、綜上所述，雞爪以醋酸膨潤後再以 95°C 進行熱萃取可得透明亮白、硬度適中、滑順而富有彈性之凝膠產品，未來經後續澄清、乾燥及漂白處理後可作為乳化產品之品質改良劑或凝膠類點心的原料，亦可應用於化妝品、醫藥、照片及其他食品工業上，實現將低價值的禽畜副產物轉變為黃金的可能。

柒、未來展望

- 一、白肉雞(Broilers)之雞爪目前在台灣多以飼料原料使用，經過本試驗證實以雞爪為原料時採用醋酸作為膨潤劑進行預處理，再以 95°C 進行熱萃取可得最佳之凝膠品質，但有前人研究指出，動物隨著年齡增加，其畜皮所需加熱溫度越高或時間越長(Hill,1966)，而白肉雞又稱為童子雞，一般為取得最佳肉質及降低成本而僅飼養 35-42 天即屠宰上市，故未來應用於明膠萃取時可以再加入「萃取時間」這個因子，進行後續測試。
- 二、本試驗僅進行至明膠萃取的前置作業程序，包括尋找最適合雞爪皮所使用之膨潤劑及萃取溫度等，但尚未觸及後續的膠液澄清原料測試，未來希望能更進一步以不同澄清原料如矽藻土、活性碳、磷酸、明礬或石灰等，進行雞爪明膠製品澄清化研究。
- 三、若能配合澄清後膠液的濃縮乾燥技術(真空濃縮或漸溫乾燥)及漂白去味程序，期待能夠開發出可長期常溫存放的高品質明膠商品，有效提升畜牧屠宰副產物(白肉雞爪)之價值。

捌、參考資料

- 一、林詠凱(2001)。雞腳膠原蛋白與明膠之萃取及特性之研究。國立中興大學動物科學系研究所碩士論文。
- 二、行政院農業委員會(2022年7月6日)。農業統計年報[公告]。取自：
<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx> 2-2 畜牧生產(110).pdf
- 三、周繼發(1983)。自豬皮萃製明膠性質之研究。中國畜牧學會會誌。12(1/2)：7-14。
- 四、周繼發、陳金輝(1993)。自豬骨萃製明膠之研究，中國畜牧學會會誌。22(2)：197-211。
- 五、陳麗卿、林慶文(1983)。明膠抽取與利用，食品工業。15(8)：25-31。
- 六、曾泓瑜(2002)。雞腳之調味加工及其熱萃取物之特性。國立中興大學動物科學系研究所碩士論文。
- 七、黃婉君(2005)。鹼劑前處理對吳郭魚皮製備明膠之品質提昇的影響。國立高雄海洋科技大學水產食品科學研究所碩士論文。
- 八、鄭文勝(2006)。豬皮明膠之萃取、澄清及應用之研究。國立嘉義大學動物科學系研究所碩士論文。
- 九、質地剖面分析(TPA)概述(2021年3月23日)。超•有感 See the Feeling。2023年3月15日，取自：<https://lotunscience.blogspot.com/2021/03/tpa.html>
- 十、劉嘉煉(1979)。以鯊魚皮及魷魚皮抽取明膠之研究。中國農業化學會誌。17：37-46。
- 十一、 Bourne, M. C. (2002). Texture Profile Analysis (TPA). Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. 2nd Edition:182-186. Elsevier Science & Technology Books.
- 十二、 Choi, S. S. & Regenstein, J. M. (2000). Physicochemical and sensory characteristics of fish gelatin. Journal of Food Science, 65: 194-199.
- 十三、 Gustavson, K.H. (1956). The chemistry and reactivity of collagen , p 102. Academic press, New York.
- 十四、 Hill, F. (1966). The solubility of intramuscular collagen in meat animal of various ages. J. Food sci. 31:161-166。
- 十五、 Ly, B. C. K., Dyer, E. B., Feig, J. L., Chien, A. L. & Bino, S. D. (2020). Research

Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement. *Journal of Investigative Dermatology*. 140: 3-12.

十六、 Ockerman, H. W. & Hansen, C. L. (2001). *Animal by-product processing*. pp. 183-198. Ellis Horwoow Ltd. Chivhester, England.

十七、 Tabata, Y. & Ikada, Y. (1998). Protein release form gelatin matrices. *Advanced drug delivery Rev.* 31:287~301.

十八、 Ward, A. F. & Courts, A. (1977). *The science and technology of gelatin*. Academoc Press Inc., New York.

十九、 Ly, B. C. K., Dyer, E. B., Feig, J. L., Chien, A. L. & Bino, S. D. (2020). *Research Techniques Made Simple: Cutaneous Colorimetry: A Reliable Technique for Objective Skin Color Measurement*. *Journal of Investigative Dermatology*. 140: 3-12.

【評語】 052205

本研究針對雞爪製作明膠提出一些酸水解以及溫度處理條件的探討：

審查建議如下：

1. 酸浸泡對明膠分子與膠體性質的影響關係？
2. 加熱時間太長可能造成明膠變性，可再深入探討熱處理時間的影響。
3. 要加入適當的對照組處理之比較。
4. 與前人類似的研究，是否本研究有新穎或較佳的結果，應該提出來討論。
5. 實驗結果之圖表呈現清楚，但報告內容的文字敘述方式有改善空間（如：句子的主詞不明確）。有些敘述要標出依據文獻來源，有些提及的文獻其年代久遠，應注重近期發展。
6. 不同的商品有其不同的明膠硬度、口感……等要求，可考慮所製作明膠最後之商品上的應用性，來針對實驗設計與結果做合適的討論。

作品海報

「膠」出奇「雞」

比較不同酸液與萃取溫度
對雞爪明膠品質差異之研究



摘要

本研究以低價畜產副產物—白肉雞(Broilers)的雞爪作為原料，以不同酸液膨潤後再經加熱形成凝膠，其中以醋酸組具最佳外觀、質地剖面分析、截切值、色澤分析數據及固形物含量比例，顯示以「雞爪」作為原料時，採用醋酸作為膨潤劑較其他酸液更為合適。後續又將膨潤後之雞爪以不同溫度進行熱萃取，結果顯示，低溫組(70°C)和高溫組(95°C)均具良好之質地剖析和色澤分析數據，但高溫組於感官品評時獲得最佳喜好度和最高的總接受度。綜上所述，雞爪以醋酸膨潤後再以95°C進行熱萃取可得透明亮白、滑順而富彈性之凝膠產品，未來可作為食品改良劑或凝膠類點心的原料，提升雞爪可利用性。

研究動機與目的

- ★ 依據農委會農業統計年報資料顯示，白肉雞(Broilers)爪每年產量粗估約17,011公噸，多數作為禽畜飼料原料使用，經濟效益偏低。凝膠食品為現今普遍常見的休閒食品，而雞爪中膠原蛋白含量近10%，且熱熔點較高，膠體柔軟，若能找出合適的萃取條件，便能將雞爪明膠應用為加工產品的成分，提升雞爪價值。本研究與高職畜產品加工學—「畜產品加工」及「禽畜副產物」主題相契合。
- ★ 本試驗以白肉雞(Broilers)的雞爪做為原料，進行以下探討：
試驗一、以醋酸、乳酸及檸檬酸膨潤雞爪，於熱萃取後進行雞爪凝膠品質探討。
試驗二、取試驗一中綜合表現最佳組別再以不同加熱溫度(70°C水浴、95°C水浴、壓力鍋及高壓滅菌釜)進行熱萃取，並測試成品凝膠質地表現。

研究設備及器材

- ★ 試驗材料與器材：冰醋酸、食品級乳酸、食品級檸檬酸、白肉雞爪、鋼盆、湯勺、過濾袋、撈油勺、壓力鍋、電子秤、高壓滅菌釜、真空包裝機、透明塑膠杯。
- ★ 試驗分析儀器：恆溫水浴槽、均質機、多功能桌上型酸鹼度計、物性測定儀、色差計、紅外線水分計。

試驗流程圖與分析項目

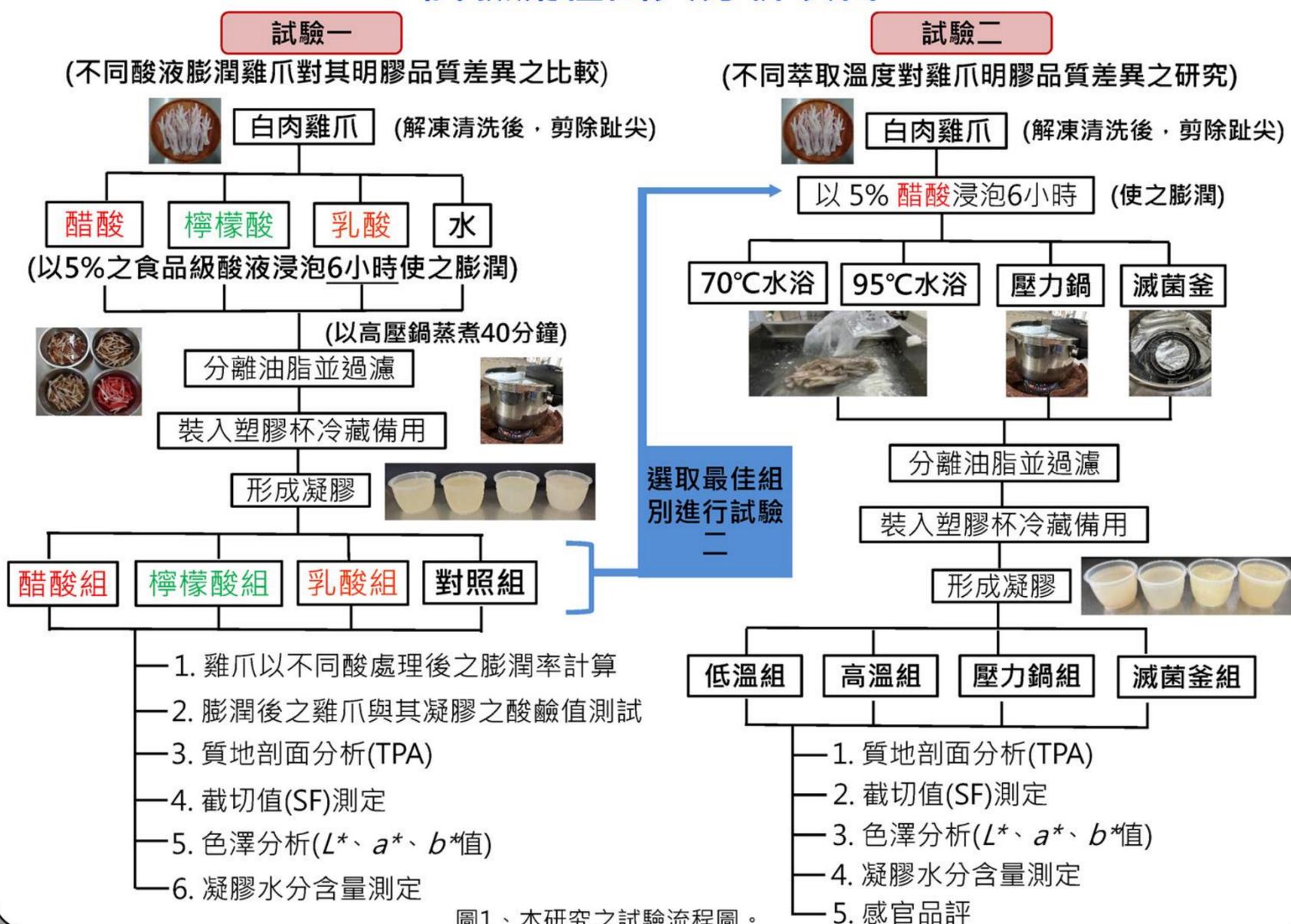


圖1、本研究之試驗流程圖。

結果與討論

試驗一

(一) 雞爪以不同酸液浸泡後之膨潤率

白肉雞爪經6小時浸酸膨潤後外觀均呈現膨脹狀態，且酸液顏色也都呈現咖啡色帶零星油脂上浮狀，對照組則因雞爪中血水流出而呈淡紅色液體狀。雞爪膨潤率表現如圖2所示，三組酸液中以乳酸組具最高膨潤率，檸檬酸組居次，醋酸組較低，但於統計上並無顯著差異，而浸泡於水中之對照組則顯著有最低膨潤率。

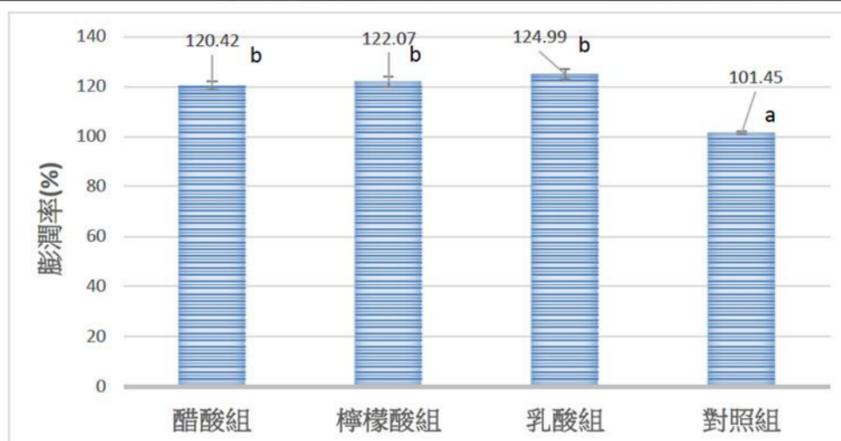


圖2、雞爪以不同酸液浸潤6小時後之膨潤率。

^{a-b}Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

(二) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠外觀

如圖3所示，三組以不同酸液膨潤過之雞爪凝膠盛裝於透明杯中均呈淡黃色半透明狀，對照組外觀則呈白濁色，較不透明。將凝膠分別倒扣於盤中觀察時，以醋酸組和對照組具最佳形狀完整度，檸檬酸組和乳酸組則因過於柔軟無法維持形狀坍塌，其中又以檸檬酸組最不具結構性，凝膠狀況差。

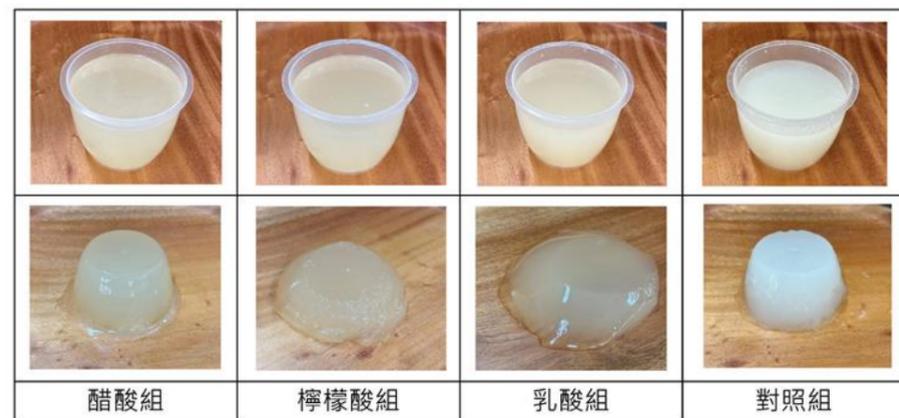


圖3、雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠外觀。

(三) 以不同酸液膨潤後雞爪與其熱萃取後凝膠之pH值

結果如表1所示，以酸液膨潤後雞爪pH值以醋酸組最高，依序為乳酸組和檸檬酸組，三組間均具顯著差異 ($p < 0.05$)，而對照組則趨近中性。以熱水萃取之雞爪凝膠pH值表現也與生雞爪pH值具有相同趨勢。前人研究指出，明膠pH值在4以下或8以上時，其膠強度皆會下降，推測此即為檸檬酸組和乳酸組凝膠狀況較差之原因。

表1、以不同酸液膨潤後雞爪與其熱萃取後凝膠之pH值

處理組	醋酸組	檸檬酸組	乳酸組	對照組
膨潤後雞爪 pH 值	4.18±0.05 ^c	3.28±0.22 ^a	3.63±0.14 ^b	6.99±0.084 ^d
雞爪凝膠 pH 值	4.39±0.07 ^b	4.05±0.02 ^a	4.1±0.12 ^a	7.17±0.1 ^c

^{a-d}Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(四) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠TPA值

如表2所示，以醋酸組具顯著最高之硬度、膠著性及咀嚼性數據，對照組為次，此與雞爪凝膠倒扣於盤中以肉眼觀察時的結果相符合。彈性部分亦以醋酸組具有最高的彈性值，但統計學上並無顯著差異。而檸檬酸組因膠體過度柔軟，質地剖析專用探頭無法測得其彈性、黏聚性、膠著性及咀嚼性。

表2、雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠質地剖面分析參數

處理組	醋酸組	檸檬酸組	乳酸組	對照組
硬度(Hardness)	376.74±2.78 ^a	5.7±1.28 ^b	61.73±4.19 ^c	128.49±23.78 ^d
彈性(Springiness)	0.79±0.01	---	0.4±0.05	0.56±0.08
黏聚性(Cohesiveness)	1.89±0.05	---	1.18±0.13	1.37±0.48
膠著性(Gumminess)	713.99±24.04 ^c	---	73.35±13.3 ^a	233.99±26.02 ^b
咀嚼性(Chewiness)	564.11±23.9 ^c	---	32.83±6.76 ^a	140.99±20.57 ^b

^{a-d}Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(五) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠截切值

如圖4，對照組具顯著最高之截切值表現，推測原因為其形成凝膠時有較硬厚的表面，使施測探頭截切時需使用較大的下壓力量，故有最高的截切值表現。檸檬酸組與乳酸組因膠體柔軟，具顯著最低之截切值。

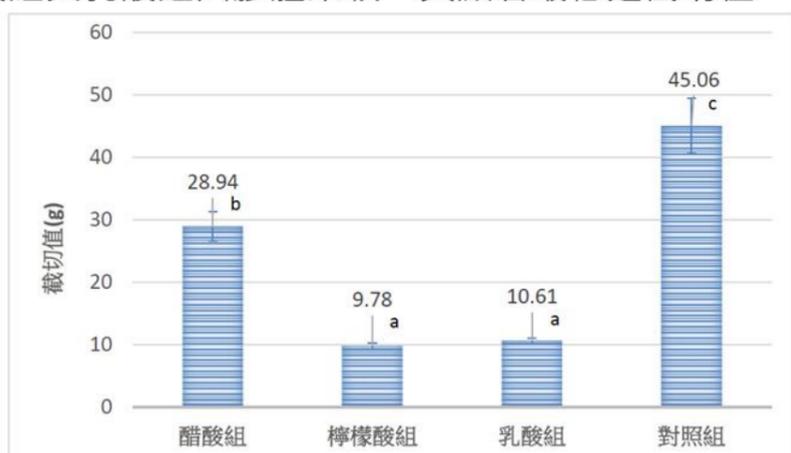


圖4、雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠截切值。

^{a-b}Different superscript letters indicate significant differences. ($p < 0.05$).

(六) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠色澤

如表3所示，在明亮度 (L^*) 部分以對照組顯著最高，醋酸組居次且顯著高於檸檬酸組和乳酸組，與肉眼觀察時之感覺相符。四組凝膠之紅色值 (a^*) 和黃色值 (b^*) 具相似趨勢，均以乳酸組為最高，檸檬酸與醋酸組居次，而對照組為負值，顯示乳酸組凝膠顏色較深且偏黃。

表3、雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠色澤分析

處理組	醋酸組	檸檬酸組	乳酸組	對照組
L^*	29.44±0.64 ^b	16.59±2.09 ^a	16.16±1.5 ^a	41.98±1.74 ^c
a^*	0.08±0.09 ^b	0.38±0.24 ^b	0.97±0.24 ^c	-1.46±0.2 ^a
b^*	1.9±0.13 ^b	3.79±1.69 ^c	6.43±0.97 ^d	-3.95±0.27 ^a

^{a-d}Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(七) 雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠水分含量

如圖5，三組以酸液膨潤後再進行熱萃取之凝膠扣除水分後之固形物比例均顯著高於對照組，推測原因為對照組雞爪未膨潤，其膠原蛋白三股螺旋展開不足，經熱萃取後所得之固形物(可能含多種蛋白質在內)也較低。

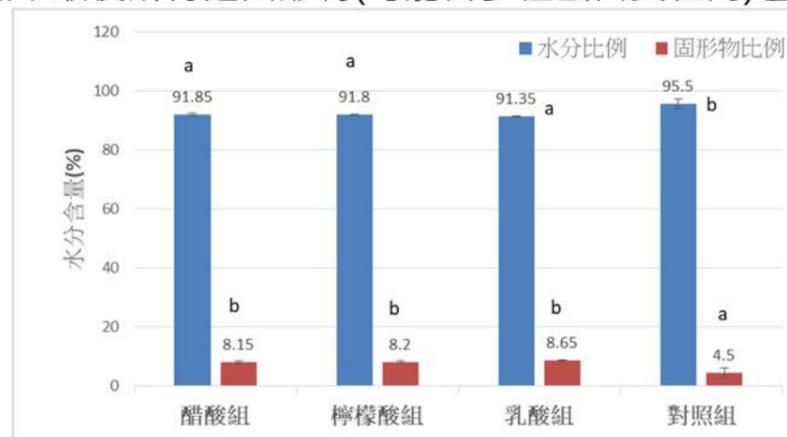


圖5、雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠水分及固形物含量。
^{ab}Different superscript letters indicate significant differences. ($p < 0.05$).

※ 在外觀、色澤、質地剖面分析、截切值和固形物比例之數據中，四組處理組中均以**醋酸組**有最佳表現，故後續選取**醋酸**作為膨潤劑進行第二階段試驗。

試驗二

(一) 雞爪以不同溫度條件下熱萃取之凝膠外觀

見圖6，低溫組和高溫組均為透明度極高的淡黃色柔軟凝膠，富彈性及光澤，但低溫組凝膠倒扣於盤中觀察時，其底部有薄薄一層褐色雜質，整體透明度略差；壓力鍋組凝膠形狀最堅固，脆性較高易破裂，較不透明；滅菌釜組凝膠外觀表現最差，幾乎無法成形。

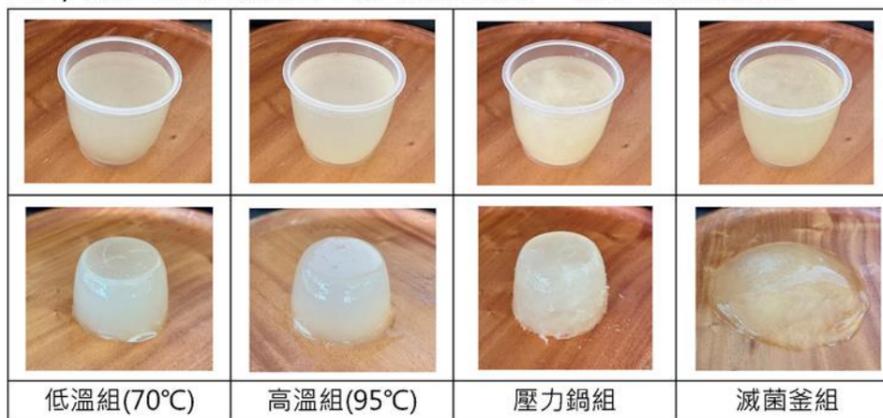


圖6、雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠外觀。

(二) 雞爪以不同溫度條件下熱萃取之凝膠質地剖析

如表4，硬度、彈性、黏聚性、膠著性和咀嚼性此五數據均以低溫組顯著最高，高溫組雖次之，但與壓力鍋組在統計上無顯著差異，滅菌釜組因凝膠過於柔軟，無法以質地剖析專用探頭測得數據，此與雞爪凝膠倒扣於盤中以肉眼觀察時的結果相符合。

表4、雞爪以不同酸液膨潤後經熱萃取之凝膠質地剖面分析

處理組	低溫組(70°C)	高溫組(95°C)	壓力鍋組	滅菌釜組
硬度(Hardness)	520.79±18.66 ^b	320.24±26.51 ^a	292.18±21.76 ^a	---
彈性(Springiness)	0.79±0.01 ^b	0.75±0.01 ^a	0.76±0.01 ^a	---
黏聚性(Cohesiveness)	1.89±0.05 ^b	1.81±0.012 ^a	1.88±0.03 ^{ab}	---
膠著性(Gumminess)	987.18±52.04 ^b	580.74±40.72 ^a	548.9±48.97 ^a	---
咀嚼性(Chewiness)	548.9±48.97 ^b	436.63±35.4 ^a	415.38±40.17 ^a	---

^{ab}Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(三) 雞爪於不同溫度條件下熱萃取之凝膠截切值

如圖7所示，壓力鍋組有顯著最高之截切值表現，與其凝膠表面硬度呈正相關，此與肉眼進行膠體觀察時的感受相符合。低溫組(70°C)與高溫組(95°C)於外觀觀察時表現大致相似，但數據則顯示低溫組具顯著較高之截切值。

a~c Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

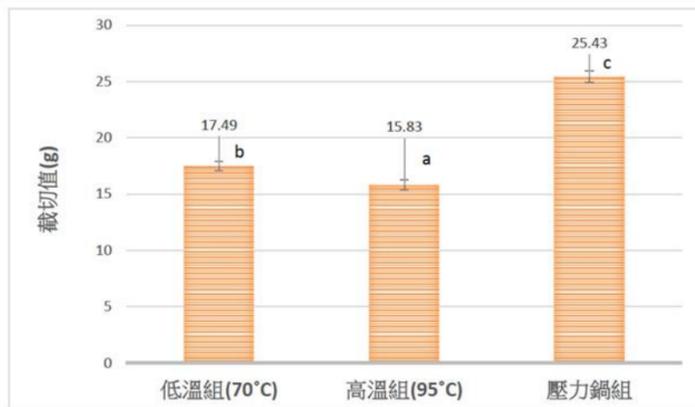


圖7、雞爪於不同溫度條件下熱萃取之凝膠截切值。

(四) 雞爪於不同溫度條件下熱萃取之凝膠色澤分析

如表5所示，高溫組具顯著最高之明亮度(L*)，低溫組因凝膠底部有褐色碎屑沉澱，故整體明亮度顯著最低。紅色值(a*)部分以低溫組最高，壓力鍋組最低，四組數值均偏低，顯示雞爪凝膠均呈淡色。黃色值(b*)部分以滅菌釜組顯著最高，其凝膠外觀顏色較其他組偏黃。

表5、雞爪於不同溫度條件下熱萃取之凝膠色澤分析

處理組	低溫組(70°C)	高溫組(95°C)	壓力鍋組	滅菌釜組
L*	24.86±0.28 ^a	28.49±0.51 ^c	26.06±0.77 ^b	26.83±1.52 ^c
a*	0.27±0.04 ^c	0.04±0.08 ^b	-0.42±0.05 ^a	-0.11±0.03 ^b
b*	0.7±0.08 ^b	0.56±0.07 ^b	0.64±0.28 ^b	1.63±0.04 ^a

a~c Means in the same row with different superscript letters differ significantly ($p < 0.05$).

(五) 雞爪以不同溫度條件下熱萃取之凝膠水分含量

如圖8所示，四組處理組中以壓力鍋組具顯著最高之固形物比例，推測原因為壓力鍋組於加熱時因有些許蒸氣逸散，故凝膠中固形物比例相對最高。而另三組均以真空包裝袋密封後進行加熱，滅菌釜組具顯著較高之固形物比例，推測雞爪於高溫環境下可溶出較多固形物。

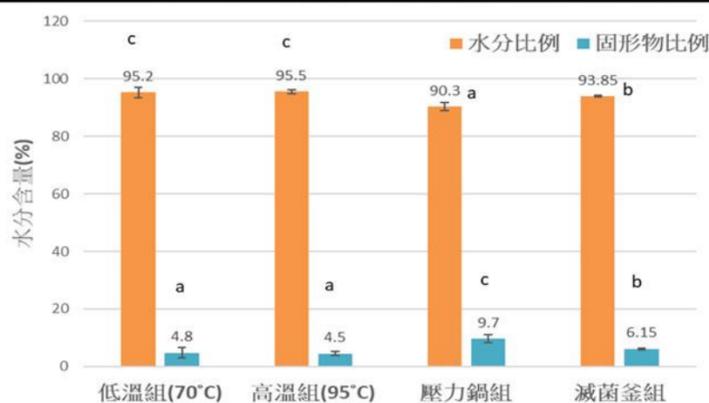


圖8、雞爪以於不同溫度條件下熱萃取之凝膠水分含量。
a~c Different superscript letters indicate significantly differences. ($p < 0.05$).

(六) 雞爪以不同溫度條件下熱萃取之凝膠感官品評

如圖9，於顏色、外觀形狀、彈性及滑順度之喜好程度和整體總接受度均以高溫組具最佳表現，低溫組與壓力鍋組於五項感官品評中表現中等，而滅菌釜組則無論是在顏色、外觀形狀、彈性、硬度、滑順度和總接受度品評表現均為最低分，僅滑順度分數稍高而已。

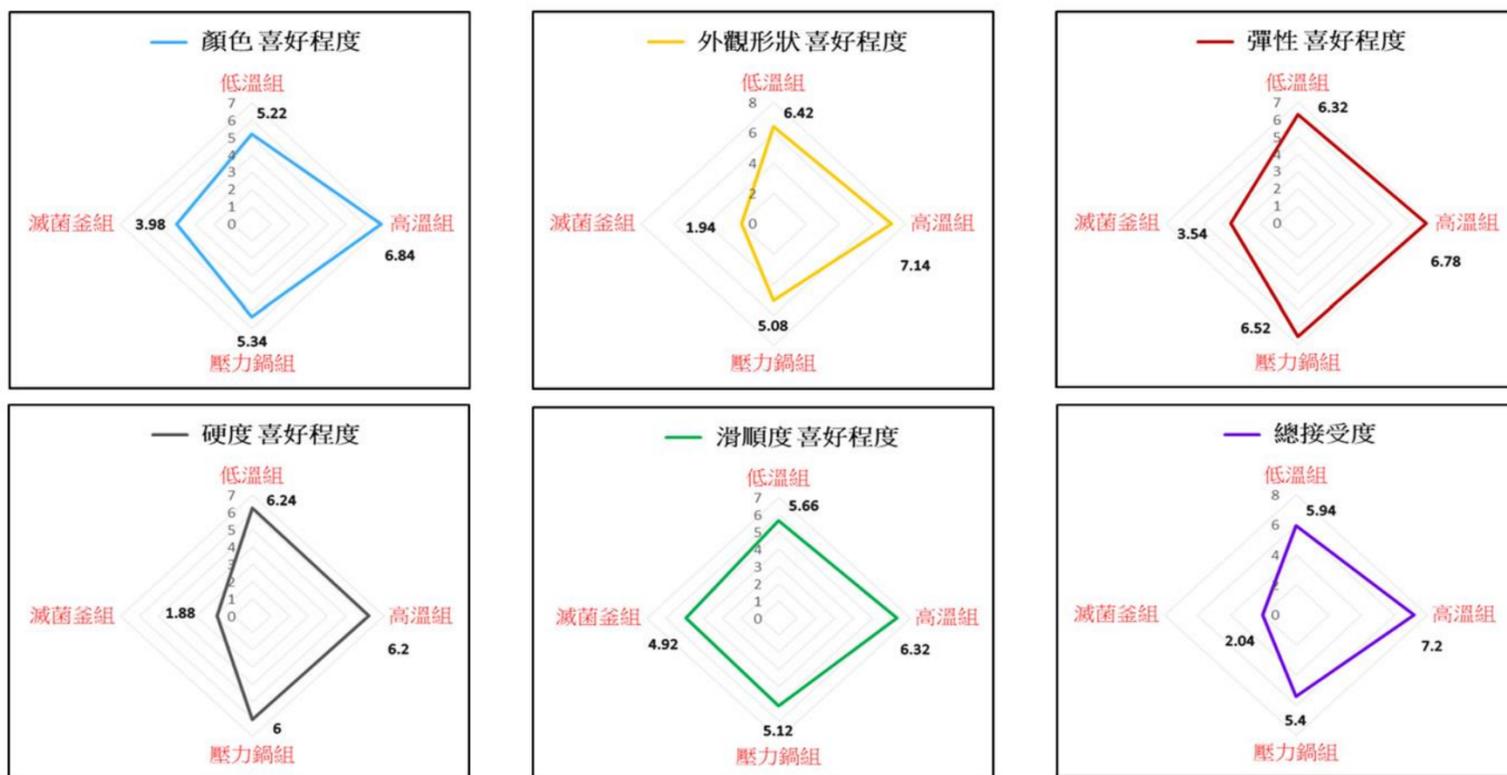


圖9、雞爪以醋酸膨潤後於不同溫度條件下熱萃取之凝膠感官品評結果。

結論

- 以不同酸液膨潤雞爪後進行熱萃取之凝膠於外觀表現、質地剖析數據(硬度、彈性、膠著性、咀嚼性)、截切值、色澤分析數據及固形物含量比例中皆表現最佳，顯示若以「雞爪」此種動物皮作為原料時，採用醋酸作為其膨潤劑會較其他酸液更為適合。
- 本試驗中以70°C和95°C進行雞爪明膠熱萃取之組別均具有良好之質地剖析和色澤分析數據，但高溫組(95°C)於消費者感官品評時獲得最佳之顏色、外觀形狀、彈性及滑順度喜好程度和最高的整體總接受度，故以雞爪作為明膠來源時，建議萃取溫度以近沸點但不超過沸點之95°C為最佳。
- 綜上所述，雞爪以醋酸膨潤後再以95°C進行熱萃取可得透明亮白、硬度適中、滑順而富有彈性之凝膠產品，未來經後續澄清、乾燥及漂白處理後可作為乳化產品之品質改良劑或凝膠類點心的原料，亦可應用於化妝品、醫藥、照片及其他食品工業上，實現將低價值的禽畜副產物轉變為黃金的可能。

