

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 化學科

佳作

080203

解黏去縛—探究蛋白質的結著與降解

學校名稱： 高雄市苓雅區四維國民小學

作者： 小六 黃子綸 小六 郭慕昕 小六 唐晨芯	指導老師： 嚴鈺賢 黃永強
---------------------------------------	-------------------------

關鍵詞： 蛋白質、蛋白質黏性、蛋白質黏性解離

摘要

本研究從文獻中選出十種物質，測定其蛋白質的含量，選取其中含量最多的 4 種蛋白質萃取液，進行其黏性、承載拉力及解離效果的比較實驗。

在「蛋白質萃取液」的黏性實驗中，以加入酸性物質，比例為「3：1」、加入鹼性物質，比例為「10：1」、加入有機溶劑，比例為「1：1」、溫度在「50°C」的條件下，其黏性的強弱，為虱目魚皮魚鱗>豬皮>脫脂奶粉>全脂奶粉。

用相同於黏性的實驗條件，在黏性承載拉力實驗中，其黏性承載拉力大小，為虱目魚皮魚鱗>豬皮>脫脂奶粉>全脂奶粉。

用相同於黏性的實驗條件，在解離效果的實驗中，以浸泡在溫度「50°C」的水中，其解離效果，為全脂奶粉>脫脂奶粉>豬皮>虱目魚皮魚鱗。

壹、前言

一、研究動機

上五年級下學期自然課「防鏽與食品保存」這個單元時，自然老師介紹食品保存不當的現象，課堂上有同學分享：「帶來學校要喝的鮮奶，一直放在抽屜忘了喝，直到老師檢查抽屜，才發現放了幾天的鮮奶，於是就把鮮奶拿到洗手台倒掉，在倒掉的過程中，聞到酸酸的味道並且看到鮮奶黏稠、結塊。」自然老師也在上課時提到牛奶膠水，使我們印象深刻。回家後我們便上網找了一些有關牛奶膠水的資料，經過系統性的查詢，發現原來是跟蛋白質的變性有關，所以決定針對蛋白質來進行深入的探究。我們就從日常的食物中來研究蛋白質，並進行蛋白質黏性、蛋白質黏性解離的實驗。

※教材相關性

課程教材	學期	活動名稱	內容相關性
自然與生活科技 (翰林版五年級)	下學期	水溶液的酸鹼性	溶解在水中的物質 酸鹼性
自然與生活科技 (翰林版六年級)	下學期	力與運動	力的測量

二、研究目的

為了深入了解蛋白質的黏性與黏性解離，本研究的研究目的有以下四點：

- (一)、從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出蛋白質溶出最多者。
- (二)、在「加入不同劑量的酸性物質」、「加入不同劑量的鹼性物質」、「加入不同劑量的有機溶劑」、「加熱溫度不同」的變因中，找出蛋白質萃取液黏性的最佳條件。
- (三)、在「加入不同劑量的酸性物質」、「加入不同劑量的鹼性物質」、「加入不同劑量的有機溶劑」、「加熱溫度不同」的變因，找出蛋白質萃取液黏性承載拉力的最佳條件。
- (四)、探討在「浸泡在不同溫度的水中」的變因中，找出蛋白質萃取液黏性解離的最佳條件。

三、文獻回顧

(一)、歷屆全國科展國小組關於「蛋白質的黏性與黏性解離」相關的研究

來源	題目名稱	研究結果
第52屆化學科 編號:080201	百黏好合～ 動物性與植物性蛋白質製成蛋白質膠水的探討	著重蛋白質膠水黏性使用的研究，以蛋白質膠水的製成，將步驟逐一變成研究變因進行實驗。
第59屆化學科 編號:080206	蛋白質得來塑	以多元的蛋白質種類進行研究，建立新的凝析量判斷標準，採過濾液澄清度來判斷，以及不同類型的蛋白質塑膠在生活中的應用。
第59屆化學科 編號:080215	「膠」情「非」淺～ 探討魚鱗膠原蛋白的凝聚及水解分析研究	以廢棄的魚鱗為研究對象，設計了一系列實驗了解魚鱗膠原蛋白的提取、凝膠與水解現象。
第62屆化學科 編號:080204	與豬謀皮～ 豬皮萃取明膠製成黏著劑之研究	以廢棄不用的豬皮為研究對象，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，得到豬皮明膠最高萃取率；而豬皮明膠黏性以80°C熬煮3小時後達到最高。
前人科展研究		本次科展研究
蛋白質來源	單一主題：魚鱗（第59屆）、豬皮（第62屆）	虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉
	多種主題：奶類（牛奶、羊奶）、豆類（黃豆、黑豆、紅豆、花生、雪蓮子、米豆）、蛋類（雞蛋、鴨蛋）（第52、59屆）	
變性	加入不同劑量的酸性物質、不同加熱溫度（第52、59、62屆）	設計實驗控制變因和操縱變因(加入不同劑量的酸性物質、不同劑量的鹼性物質、不同劑量的有機溶劑、不同加熱溫度)對於應變變因(蛋白質變性)的影響

降解	用白醋變性後的蛋白質所黏成的木片，經過浸泡於酸性與鹼性溶液，其拉力測試（第52屆）	用酸性物質、鹼性物質、有機溶劑、加熱等方法變性後的蛋白質萃取液，所黏成的冰棒棍，經過浸泡於不同溫度的水中，其承載拉力的測試
----	---	---

小結：

本研究從十種日常的食物萃取液中找出蛋白質溶出的最多者。以蛋白質萃取液黏性為研究核心，藉由實驗找出蛋白質萃取液黏性的最佳條件，理解與建構影響蛋白質萃取液黏性的成因。最後探討不同溫度的水與蛋白質萃取液黏性解離的關聯。

(二)、蛋白質結構

蛋白質依其結構的複雜性可分為下列四種構造：

- 1、一級結構 (primary structure)。
- 2、二級結構 (secondary structure)。
- 3、三級結構 (tertiary structure)。
- 4、四級結構 (quaternary structure)。

(三)、蛋白質變性的方法

蛋白質受物理或化學因素的影響，改變其分子內部結構和性質的作用。一般認為蛋白質的二級結構和三級結構有了改變或遭到破壞，都是變性的結果。能使蛋白質變性的方法有：加酸、加鹼、加有機溶劑、高溫等。

(四)、蛋白質變性後的結果

- 1、溶解度降低。
- 2、失去生物活性。
- 3、黏性增加，出現凝膠化現象。
- 4、保水力改變。
- 5、無法結晶。

貳、研究設備及器材

一、研究器材：

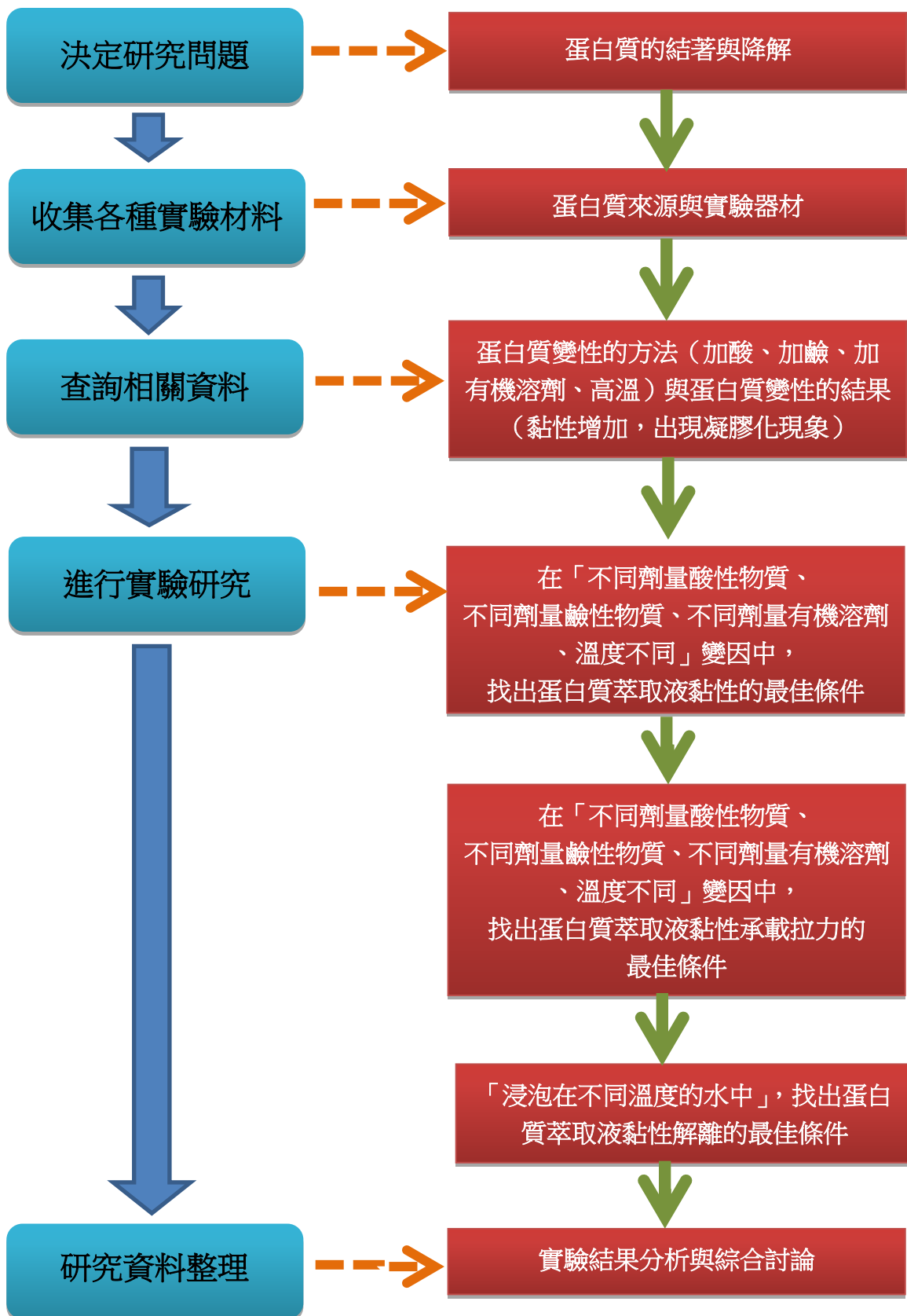
SP-101 悶燒鍋	酒精燈	HR2291/01 果汁機	微量滴管	D-70CA 防潮箱	電子秤
燒杯(2000mL)	燒杯(800mL)	燒杯(300mL)	溫度計	NR10QC 色差儀	DC-2R 電動攪拌器
量筒(50mL)	砝碼	彈珠	鑷子	夾具	百科全書
漏斗	咖啡濾紙	壓克力板	刀子	砧板	pH筆
量杯(500mL)	量杯(200mL)	冰棒棍	注射針筒(3mL)	計時器	

二、實驗藥品及材料：

虱目魚皮魚鱗	豬皮	脫脂奶粉	全脂奶粉	黃豆	豌豆
雞蛋	鴨蛋	菠菜	地瓜葉	白醋	醋酸
小蘇打粉	乙醇	蒸餾水	雙縮脲試劑	氫氧化鈉	硫酸銅
酒石酸鉀鈉					

參、研究過程與方法

一、研究架構



二、研究方法

(一)、使用雙縮脲試劑，檢測萃取液裡蛋白質含量

雙縮脲試劑（英語：Biuret reagent）是一種用於鑑定蛋白質的分析化學試劑。它是一個鹼性的含銅試液，呈藍色，由 1% 強鹼（氫氧化鈉）、1% 硫酸銅和酒石酸鉀鈉配製。當底物中含有胜肽鍵時，試液中的銅與胜肽鍵配位，配合物呈紫色，顏色深淺與蛋白質濃度成正比。本研究用色差儀將雙縮脲試劑檢測的顏色分為淡紫色、紫色、深紫色，以表示萃取液裡蛋白質含量的多寡。

(二)、使用形狀大小相同、質量等重的彈珠，檢測蛋白質萃取液的黏性

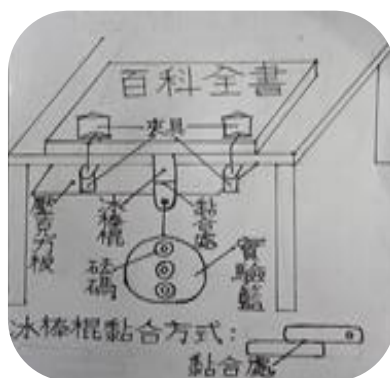
取大小相同的彈珠分別放進裝滿 50mL 蛋白質溶液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下到達量筒底部後的秒數。（作法參照文獻十二）

(三)、使用黏合的冰棒棍，在定量漸增的重壓牽引下，檢測蛋白質萃取液黏性的承載拉力

以自製冰棒棍承載拉力測量器來檢測，取蛋白質萃取液每次各 3mL，在冰棒棍 3 公分貼合區均勻塗抹後夾緊，再放置防潮箱。將乾燥的冰棒棍放在桌子邊緣，一端用百科全書壓住，百科全書底部再放一塊壓克力板，壓克力板凸出桌子邊緣 10 公分，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。（作法參照文獻四）

(四)、使用水解後的黏合冰棒棍，在定量漸增的重壓牽引下，檢測蛋白質萃取液黏性的解離

以自製冰棒棍承載拉力測量器來檢測，取蛋白質萃取液每次各 3mL，在冰棒棍 3 公分貼合區均勻塗抹後夾緊，再放置防潮箱。將乾燥的冰棒棍浸泡在不同溫度的水中，5 分鐘及 10 分鐘後，取出冰棒棍，冰棒棍放在桌子邊緣，一端用百科全書壓住，百科全書底部再放一塊壓克力板，壓克力板凸出桌子邊緣 10 公分，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，直到冰棒棍黏合處脫落，記錄下實驗籃裡面砝碼的公克數。（作法參照文獻一，並加以改良）



三、實驗 1：從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出最多蛋白質溶出者

(一)、實驗目的：以虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液，滴入定量的雙縮脲試劑，檢測蛋白質含量。

(二)、變因分析

1、控制變因：虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液劑量、雙縮脲試劑劑量。

2、操縱變因：不同種類（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉）的蛋白質萃取液來源。

(三)、操作過程

1、虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液的取得：將 100g 虱目魚皮魚鱗及 500mL 的水混合，用悶燒鍋煮 5 小時。

2、豬皮蛋白質萃取液的取得：將 100g 豬皮洗淨去油脂，加入 500mL 的 5% 醋酸溶液浸泡 24 小時後，100g 豬皮及 500mL 的水混合，用悶燒鍋煮 5 小時。

3、脫脂奶粉與全脂奶粉蛋白質萃取液的取得，將 100g 脫脂奶粉、全脂奶粉分別與 500mL 的水泡成牛奶，加入白醋，用電動攪拌器攪拌，直至出現絮狀物，用咖啡濾紙過濾，將過濾後萃取液加入小蘇打，直至萃取液變成中性。

4、黃豆、豌豆蛋白質萃取液的取得，將 100g 豆子及 500mL 的水混合，浸泡 12 小時，倒入果汁機打成漿，於室溫下靜置 10 分鐘，加入白醋，用電動攪拌器攪拌，直至出現絮狀物，用咖啡濾紙過濾。

5、雞蛋、鴨蛋蛋白質萃取液的取得，將 100g 蛋清隔水加熱至 50°C，加入白醋，用電動攪拌器攪拌，直至出現絮狀物，用咖啡濾紙過濾。

6、菠菜、地瓜葉蛋白質萃取液的取得，將 100g 蔬菜及 500mL 的水混合，倒入果汁機打成汁；加入白醋，用電動攪拌器攪拌，直至出現絮狀物，用咖啡濾紙過濾。

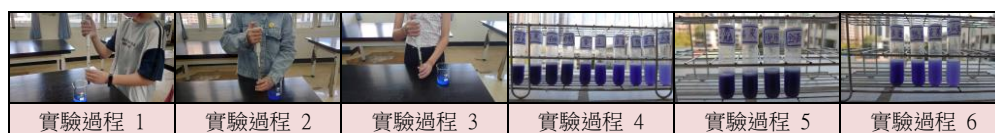
7、分別取得 60mL 虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉蛋白質萃取液，靜置 5 日。

8、取虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉蛋白質萃取液各 20mL，加入 25 滴（1 滴=0.04mL）的雙縮脲試劑，靜置 3 分鐘，直到顏色發生變化。

9、重複上述步驟，測定三次。

10、用色差儀將雙縮脲試劑檢測的顏色分為淡紫色、紫色、深紫色。

(四)、實驗流程圖



四、實驗 2：加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的醋酸混合，調配成蛋白質萃取液與醋酸的比例有四種。取大小相同的彈珠放進四種比例裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落達到量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。

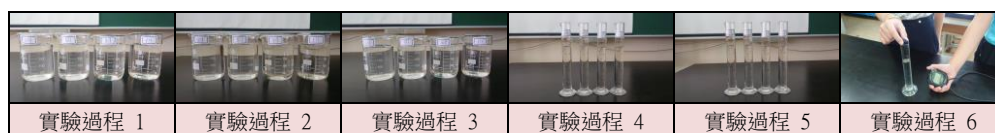
(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、攪拌速度、攪拌時間。
- 2、操縱變因：醋酸的劑量（6mL、12mL、20mL、60mL）。

(三)、操作過程

- 1、分別取每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）各 4 杯。
- 2、將這 16 杯每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與 6mL、12mL、20mL、60mL 的醋酸（5%、pH2.5）混合，調配成蛋白質萃取液與醋酸的比例為 10：1（66mL）、5：1（72mL）、3：1（80mL）、1：1（120mL）四種比例。
- 3、其中 10：1 劑量 66mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL；其中 5：1 劑量 72mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL；其中 3：1 劑量 80mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL。
- 4、將 10：1 劑量 120mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液、5：1 劑量 120mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液、3：1 劑量 120mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液、1：1 劑量 120mL 有加入醋酸的蛋白質萃取液，分別再用轉速 570rpm 的 DC-2R 電動攪拌器，攪拌 20 分鐘。
- 5、分別取四種不同比例的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的豬皮蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的脫脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的全脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒。
- 6、取大小相同的彈珠放進量筒裡，以計時器測量彈珠在量筒上方洞口的高度，落達到量筒底部的秒數。
- 7、重複上述步驟，測定三次取平均值。

(四)、實驗流程圖



五、實驗 3：加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的小蘇打水混合，調配成蛋白質萃取液與小蘇打水的比例有四種。取大小相同的彈珠放進四種比例裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落達到達量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。

(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、攪拌速度、攪拌時間。
- 2、操縱變因：小蘇打水的劑量（6mL、12mL、20mL、60mL）。

(三)、操作過程

- 1、分別取每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）各 4 杯。
- 2、將這 16 杯每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與 6mL、12mL、20mL、60mL 的小蘇打水（10%、pH12）混合，調配成蛋白質萃取液與小蘇打水的比例為 10：1（66mL）、5：1（72mL）、3：1（80mL）、1：1（120mL）四種比例。
- 3、其中 10：1 劑量 66mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL；其中 5：1 劑量 72mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL；其中 3：1 劑量 80mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL。
- 4、將 10：1 劑量 120mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液、5：1 劑量 120mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液、3：1 劑量 120mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液、1：1 劑量 120mL 有加入小蘇打水的蛋白質萃取液，分別再用轉速 570rpm 的 DC-2R 電動攪拌器，攪拌 20 分鐘。
- 5、分別取四種不同比例的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的豬皮蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的脫脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的全脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒。
- 6、取大小相同的彈珠放進量筒裡，以計時器測量彈珠在量筒上方洞口的高度，落達到達量筒底部的秒數。
- 7、重複上述步驟，測定三次取平均值。

(四)、實驗流程圖



六、實驗 4：加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的乙醇混合，調配成蛋白質萃取液與乙醇的比例有四種。取大小相同的彈珠放進四種比例裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下到達量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。

(二)、變因分析

1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、攪拌速度、攪拌時間。

2、操縱變因：乙醇的劑量（6mL、12mL、20mL、60mL）。

(三)、操作過程

1、分別取每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）各 4 杯。

2、將這 16 杯每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與 6mL、12mL、20mL、60mL 的乙醇（95%）混合，調配成蛋白質萃取液與乙醇的比例為 10：1（66mL）、5：1（72mL）、3：1（80mL）、1：1（120mL）四種比例。

3、其中 10：1 劑量 66mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL；其中 5：1 劑量 72mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL；其中 3：1 劑量 80mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液加蒸餾水配成劑量 120mL。

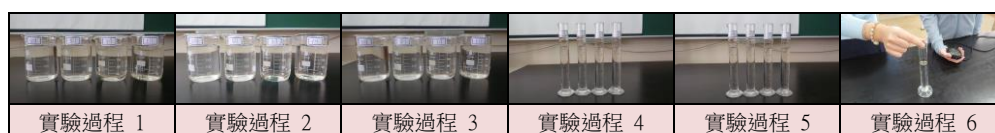
4、將 10：1 劑量 120mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液、5：1 劑量 120mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液、3：1 劑量 120mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液、1：1 劑量 120mL 有加入乙醇的蛋白質萃取液，分別再用轉速 570rpm 的 DC-2R 電動攪拌器，攪拌 20 分鐘。

5、分別取四種不同比例的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的豬皮蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的脫脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同比例的全脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒。

6、取大小相同的彈珠放進量筒裡，以計時器測量彈珠在量筒上方洞口的高度，落下到達量筒底部的秒數。

7、重複上述步驟，測定三次取平均值。

(四)、實驗流程圖



七、實驗 5：不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別以不同溫度加熱後，取大小相同的彈珠放進四種溫度裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下到達量筒底部的秒數，檢測蛋白質萃取液黏性。

(二)、變因分析

1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、加熱時間、攪拌速度、攪拌時間。

2、操縱變因：不同加熱溫度（30°C、50°C、70°C、90°C）。

(三)、操作過程

1、分別取每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）各 4 杯。

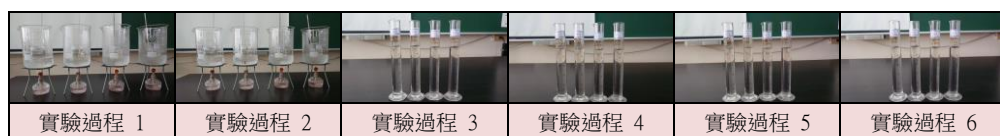
2、將這 16 杯每杯 60mL 不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別用酒精燈隔水加熱 10 分鐘。水溫分別控制 30°C、50°C、70°C、90°C，再用轉速 570rpm 的 DC-2R 電動攪拌器，攪拌 20 分鐘。

3、分別取四種不同溫度的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同溫度的豬皮蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同溫度的脫脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒、四種不同溫度的全脂奶粉蛋白質萃取液 50mL 裝進 50mL 的量筒。

4、取大小相同的彈珠放進量筒裡，以計時器測量彈珠在量筒上方洞口的高度，落下來到達量筒底部的秒數。

5、重複上述步驟，測定三次取平均值。

(四)、實驗流程圖



八、實驗 6：加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的醋酸混合，調配成蛋白質萃取液與醋酸的比例有四種。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(二)、變因分析

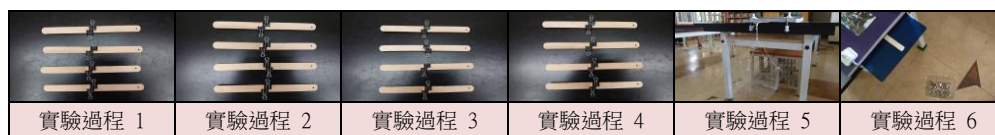
1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量。

2、操縱變因：醋酸的劑量（6mL、12mL、20mL、60mL）。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 2 的操作步驟，取得蛋白質萃取液與醋酸比例為 10：1、5：1、3：1、1：1 四種比例且不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）共 16 杯。
- 2、用 3mL 注射針筒分別取四種不同比例的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量 3mL，在冰棒棍 3 公分貼合區均勻塗抹後夾緊，每種比例的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）製作型式相同的冰棒棍 3 支，這 3 支冰棒棍分別在防潮箱放置一天、二天、三天，將放置一天、二天、三天的冰棒棍，分別用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(四)、實驗流程圖



九、實驗 7：加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的小蘇打水混合，調配成蛋白質萃取液與小蘇打水的比例有四種。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量。
- 2、操縱變因：小蘇打水的劑量（6mL、12mL、20mL、60mL）。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 3 的操作步驟，取得蛋白質萃取液與小蘇打水比例為 10：1、5：1、3：1、1：1 四種比例且不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）共 16 杯。
- 2、用 3mL 注射針筒分別取四種不同比例的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量 3mL，在冰棒棍 3 公分貼合區均勻塗抹後夾緊，每種比例的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）都製作型式相同的冰棒棍 3 支，這 3 支冰棒棍分別在防潮箱放置一天、二天、三天，將放置一天、二天、三天的冰棒棍，分別再用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(四)、實驗流程圖



十、實驗 8：加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的乙醇混合，調配成蛋白質萃取液與乙醇的比例有四種。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

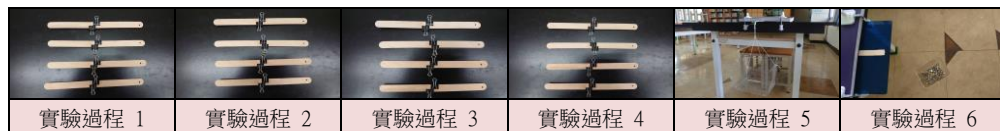
(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量。
- 2、操縱變因：乙醇的劑量（6mL、12mL、20mL、60mL）。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 4 的操作步驟，取得蛋白質萃取液與乙醇比例為 10：1、5：1、3：1、1：1 四種比例且不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）共 16 杯。
- 2、用 3mL 注射針筒分別取四種不同比例的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量 3mL，在冰棒棍 3 公分貼合區均勻塗抹後夾緊，每種比例的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）製作型式相同的冰棒棍 3 支，這 3 支冰棒棍分別在防潮箱放置一天、二天、三天，將放置一天、二天、三天的冰棒棍，分別用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(四)、實驗流程圖



十一、實驗 9：不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別以不同溫度加熱後，以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(二)、變因分析

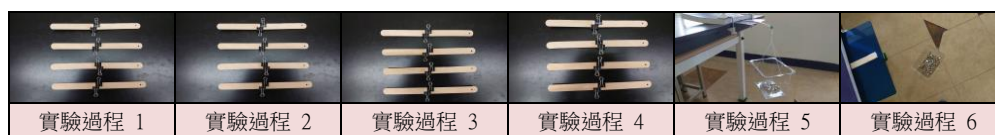
- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、加熱時間、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量。
- 2、操縱變因：不同加熱溫度（30°C、50°C、70°C、90°C）。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 5 的操作步驟，取得水溫控制在 30°C、50°C、70°C、90°C 四種溫度且不同種類的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）共 16 杯。

- 2、用 3mL 注射針筒分別取四種不同溫度的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量 3mL，在冰棒棍 3 公分貼合區均勻塗抹後夾緊，每種溫度的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）都製作型式相同的冰棒棍 3 支，這 3 支冰棒棍分別在防潮箱放置一天、二天、三天，將放置一天、二天、三天的冰棒棍，分別再用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性承載拉力。

(四)、實驗流程圖



十二、實驗 10：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入酸性物質的蛋白質萃取液黏性解離

- (一)、實驗目的：將加有相同劑量醋酸的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。

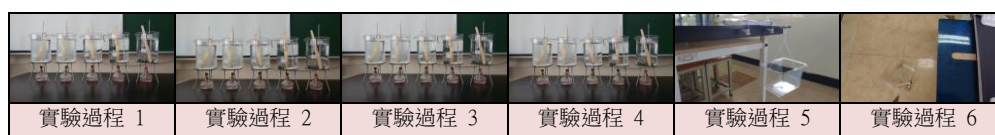
(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、相同劑量的酸性物質、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量、相同劑量的蒸餾水。
- 2、操縱變因：不同溫度（30°C、35°C、40°C、45°C、50°C）的水中。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 6 的操作步驟，取得用蛋白質萃取液與醋酸的比例為 3：1 的不同種類蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏著，且放置在防潮箱三天的冰棒棍共 40 支。
- 2、將冰棒棍放入溫度 30°C、35°C、40°C、45°C、50°C 的 2000mL 蒸餾水中。分別放置 5 分鐘、10 分鐘後取出，再用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性解離。

(四)、實驗流程圖



十三、實驗 11：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入鹼性物質的蛋白質萃取液黏性解離

- (一)、實驗目的：將加有相同劑量小蘇打水的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。

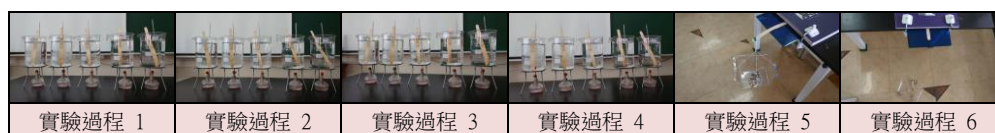
(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、相同劑量的鹼性物質、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量、相同劑量的蒸餾水。
- 2、操縱變因：不同溫度（30°C、35°C、40°C、45°C、50°C）的水中。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 7 的操作步驟，取得用蛋白質萃取液與小蘇打水比例為 10：1 的不同種類蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏著，且放置在防潮箱三天的冰棒棍共 40 支。
- 2、將冰棒棍放入溫度 30°C、35°C、40°C、45°C、50°C 的 2000mL 蒸餾水中。分別放置 5 分鐘、10 分鐘後取出，再用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性解離。

(四)、實驗流程圖



十四、實驗 12：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入有機溶劑的蛋白質萃取液黏性解離

(一)、實驗目的：將加有相同劑量乙醇的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。

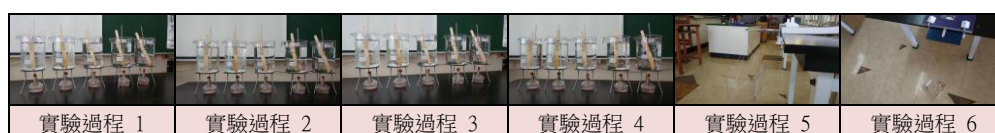
(二)、變因分析

- 1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、相同劑量的有機溶劑、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量、相同劑量的蒸餾水。
- 2、操縱變因：不同溫度（30°C、35°C、40°C、45°C、50°C）的水中。

(三)、操作過程

- 1、依據實驗 8 的操作步驟，取得用蛋白質萃取液與乙醇比例為 1：1 的不同種類蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏著，且放置在防潮箱三天的冰棒棍共 40 支。
- 2、將冰棒棍放入溫度 30°C、35°C、40°C、45°C、50°C 的 2000mL 蒸餾水中。分別放置 5 分鐘、10 分鐘後取出，再用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性解離。

(四)、實驗流程圖



十五、實驗 13：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加熱後的蛋白質萃取液黏性解離

(一)、實驗目的：將相同溫度加熱的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。

(二)、變因分析

1、控制變因：蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）劑量、加熱溫度、加熱時間、攪拌速度、攪拌時間、黏著劑量、相同劑量的蒸餾水。

2、操縱變因：不同溫度（30°C、35°C、40°C、45°C、50°C）的水中。

(三)、操作過程

1、依據實驗 9 的操作步驟，取得用加熱 50°C 的不同種類蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏著，且放置在防潮箱三天的冰棒棍共 40 支。

2、將冰棒棍放入溫度 30°C、35°C、40°C、45°C、50°C 的 2000mL 蒸餾水中。分別放置 5 分鐘、10 分鐘後取出，再用自製冰棒棍承載拉力測量器來測蛋白質萃取液黏性解離。

(四)、實驗流程圖



肆、研究結果

一、實驗 1：從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出最多蛋白質溶出者

(一)、實驗結果

表 1 不同種類食物萃取液的雙縮脲試劑顏色變化情形

食物名稱	虱目魚皮魚鱗	豬皮	脫脂奶粉	全脂奶粉		
顏色變化	深紫色	深紫色	深紫色	深紫色		
食物名稱	黃豆	豌豆	雞蛋	鴨蛋	菠菜	地瓜葉
顏色變化	紫色	紫色	紫色	紫色	淡紫色	淡紫色

(二)、實驗結果分析

1、由表 1 可看出虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉萃取液的雙縮脲試劑顏色是深紫色，黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋萃取液的雙縮脲試劑顏色是紫色，菠菜、地瓜葉萃取液的雙縮脲試劑顏色是淡紫色。

2、虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉萃取液的蛋白質含量最多。

二、實驗 2：加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗結果

表 2 與酸性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性變化情形（單位：秒數）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
4.64	4.32	4.55	4.50	7.88	8.03	7.94	7.95
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
19.33	19.41	19.36	19.37	10.39	10.58	10.57	10.51
豬皮蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
4.20	4.29	4.28	4.26	7.77	7.71	7.79	7.76
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
17.54	17.71	17.64	17.63	9.97	9.83	9.71	9.84
脫脂奶粉蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
4.15	4.10	4.13	4.13	6.28	6.42	6.45	6.38
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
16.31	16.4	16.37	16.36	8.51	8.52	8.54	8.52
全脂奶粉蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
3.66	3.61	3.67	3.65	5.93	5.71	5.86	5.83
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
14.64	14.72	14.84	14.73	7.89	8.06	8.11	8.02

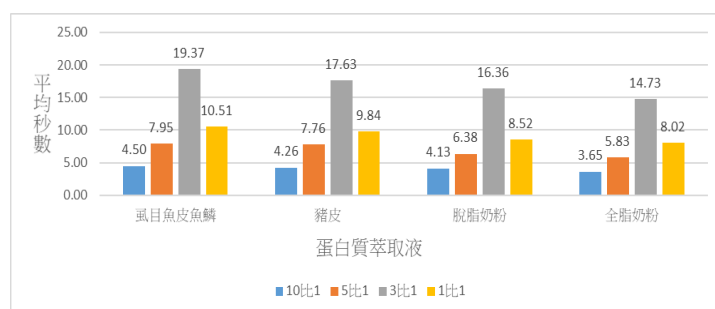


圖 1 與酸性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以與酸性物質比例不同來說：由圖 1 看出，在與酸性物質 3 : 1 的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，平均秒數是最多的。可見與酸性物質 3 : 1 的蛋白質萃取液黏性最強。
- 2、以與酸性物質 3 : 1 的蛋白質萃取液平均秒數來看：虱目魚皮魚鱗 > 豬皮 > 脫脂奶粉 > 全脂奶粉。可見與酸性物質 3 : 1 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。

三、實驗 3：加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗結果

表 3 與鹼性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性變化情形（單位：秒數）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
11.68	11.59	11.63	11.63	8.63	8.74	8.58	8.65
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
5.57	5.64	5.62	5.61	3.51	3.48	3.45	3.48
豬皮蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
11.04	11.12	11.08	11.08	8.23	8.18	8.12	8.18
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
5.33	5.26	5.32	5.30	3.09	3.14	3.17	3.13
脫脂奶粉蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
10.47	10.4	10.42	10.43	7.51	7.45	7.49	7.48
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
4.77	4.70	4.68	4.72	2.32	2.38	2.35	2.35
全脂奶粉蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
8.47	8.50	8.52	8.50	6.67	6.70	6.63	6.67
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
4.84	4.74	4.78	4.79	2.17	2.2	2.21	2.19

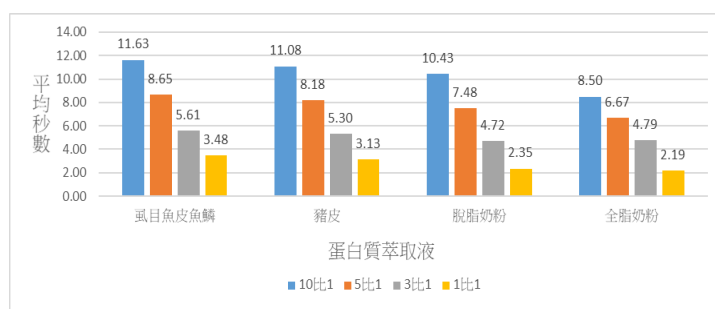


圖 2 與鹼性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以與鹼性物質比例不同來說：由圖 2 看出，在與鹼性物質 10 : 1 的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，平均秒數是最多的。可見與鹼性物質 10 : 1 的蛋白質萃取液黏性最強。
- 2、以與鹼性物質 10 : 1 的蛋白質萃取液平均秒數來看：虱目魚皮魚鱗 > 豬皮 > 脫脂奶粉 > 全脂奶粉。可見與鹼性物質 10 : 1 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。

四、實驗 4：加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗結果

表 4 與有機溶劑比例不同的蛋白質萃取液黏性變化情形（單位：秒數）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
8.12	9.98	8.11	8.74	11.70	11.78	11.96	11.81
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
12.98	13.04	13.09	13.04	16.90	16.88	16.88	16.89
豬皮蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
7.40	7.36	7.31	7.36	10.43	10.28	10.61	10.44
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
12.60	12.86	12.84	12.77	16.48	16.26	16.38	16.37
脫脂奶粉蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
7.22	7.20	7.16	7.19	9.81	9.54	9.62	9.66
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
10.15	10.09	9.98	10.07	15.05	15.17	15.06	15.09
全脂奶粉蛋白質萃取液							
10 : 1				5 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
5.63	5.79	5.89	5.77	7.25	7.17	7.23	7.22
3 : 1				1 : 1			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
8.43	8.31	8.34	8.36	13.60	13.64	13.67	13.64

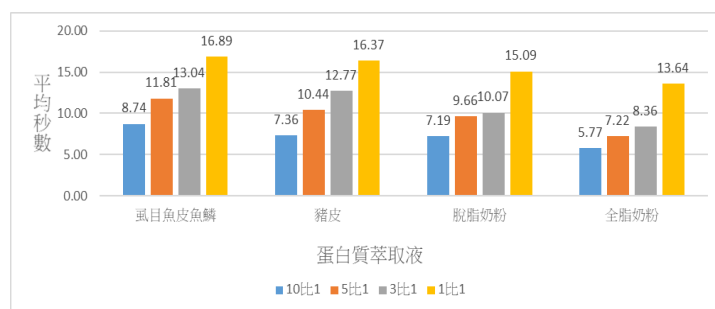


圖 3 與有機溶劑比例不同的蛋白質萃取液黏性變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以與有機溶劑比例不同來說：由圖 3 看出，在與有機溶劑 1 : 1 的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，平均秒數是最多的。可見與有機溶劑 1 : 1 的蛋白質萃取液黏性最強。
- 2、以與有機溶劑 1 : 1 的蛋白質萃取液平均秒數來看：虱目魚皮魚鱗 > 豬皮 > 脫脂奶粉 > 全脂奶粉。可見與有機溶劑 1 : 1 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。

五、實驗 5：不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性

(一)、實驗結果

表 5 不同加熱溫度的蛋白質萃取液黏性變化情形（單位：秒數）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液							
30°C				50°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
10.48	10.63	10.72	10.61	15.75	15.62	15.68	15.68
70°C				90°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
12.81	12.80	12.74	12.78	10.03	9.85	9.82	9.90
豬皮蛋白質萃取液							
30°C				50°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
10.41	10.31	10.47	10.40	14.94	14.91	14.98	14.94
70°C				90°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
12.71	12.66	12.67	12.68	8.83	9.05	8.96	8.95
脫脂奶粉蛋白質萃取液							
30°C				50°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
9.29	9.32	9.35	9.32	12.64	12.66	12.69	12.66
70°C				90°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
10.37	10.33	10.31	10.34	8.12	8.16	8.13	8.14
全脂奶粉蛋白質萃取液							
30°C				50°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
8.73	8.81	8.74	8.76	10.12	10.08	10.09	10.10
70°C				90°C			
第一次	第二次	第三次	平均	第一次	第二次	第三次	平均
9.68	9.58	9.59	9.62	7.46	7.48	7.47	7.47

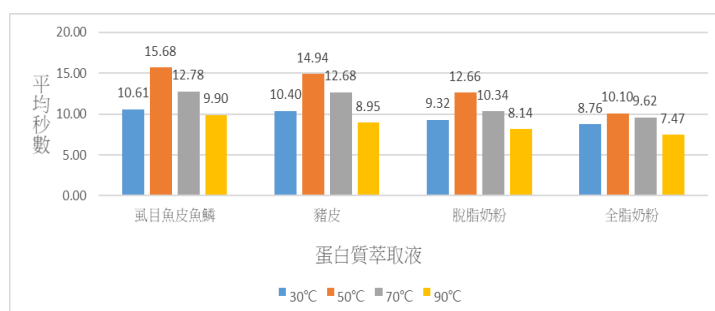


圖 4 不同加熱溫度的蛋白質萃取液黏性變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以不同加熱溫度來說：由圖 4 看出，在加熱 50°C 的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，平均秒數是最多的。可見加熱 50°C 的蛋白質萃取液黏性最強。
- 2、以加熱 50°C 的蛋白質萃取液平均秒數來看：虱目魚皮魚鱗 > 豬皮 > 脫脂奶粉 > 全脂奶粉。可見加熱 50°C 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。

六、實驗 6：加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗結果

表 6 與酸性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形（單位：公斤重）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
10 : 1			5 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.66	1.40	1.84	0.78	1.58	2.04
3 : 1			1 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
1.06	1.96	2.64	0.88	1.72	2.26
豬皮蛋白質萃取液					
10 : 1			5 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.48	1.28	1.72	0.68	1.48	1.98
3 : 1			1 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.98	1.84	2.48	0.76	1.66	2.26
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
10 : 1			5 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.38	0.92	1.32	0.58	1.06	1.60
3 : 1			1 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.82	1.56	2.04	0.68	1.38	1.86
全脂奶粉蛋白質萃取液					
10 : 1			5 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.26	0.76	1.22	0.36	0.94	1.54
3 : 1			1 : 1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.80	1.48	1.96	0.56	1.24	1.72

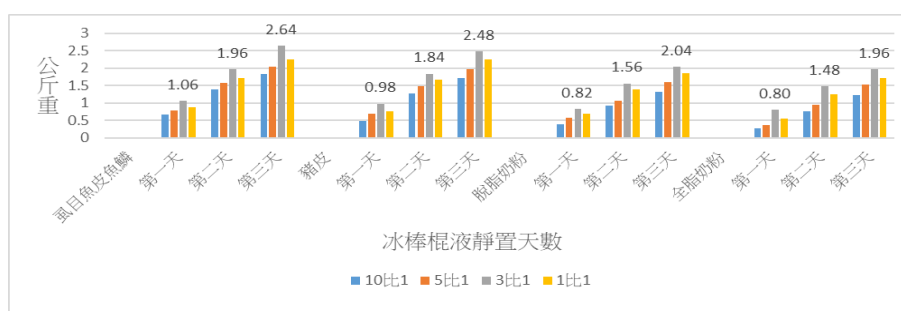


圖 5 與酸性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍黏著夾緊後靜置天數不同來說：由圖 5 看出，冰棒棍黏著夾緊後靜置三天，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最大。可見靜置三天的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 2、以與酸性物質比例不同來說：在冰棒棍黏著夾緊後靜置三天的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，與酸性物質 3 : 1，其黏性承載拉力的重量最大。可見與酸性物質 3 : 1 的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

- 3、以冰棒棍黏著夾緊後靜置三天、與酸性物質 3：1 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉。可見靜置三天、與酸性物質 3：1 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

七、實驗 7：加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗結果

表 7 與鹼性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形（單位：公斤重）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.98	1.78	2.34	0.76	1.56	2.06
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.62	1.42	1.64	0.48	1.28	1.46
豬皮蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.86	1.08	1.88	0.68	0.94	1.76
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.50	0.76	1.48	0.32	0.58	1.26
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.72	0.94	1.46	0.58	0.76	1.18
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.48	0.64	0.94	0.28	0.46	0.84
全脂奶粉蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.68	0.86	1.08	0.50	0.76	0.98
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.44	0.52	0.84	0.26	0.44	0.76

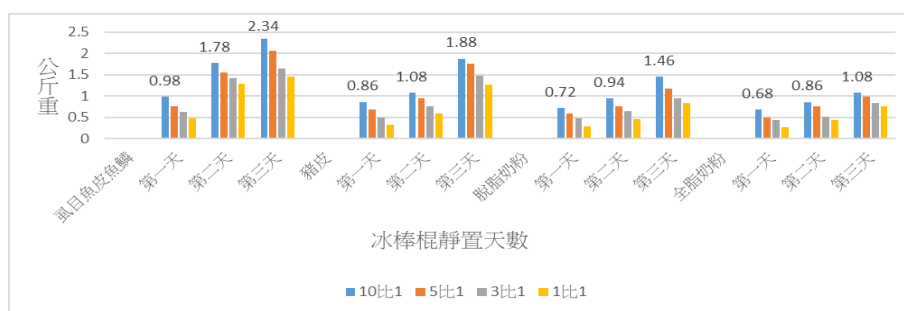


圖 6 與鹼性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍黏著夾緊後靜置天數不同來說：由圖 6 看出，冰棒棍黏著夾緊後靜置三天，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最大。可見靜置三天的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

- 2、以與鹼性物質比例不同來說：在冰棒棍黏著夾緊後靜置三天的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，與鹼性物質 10：1，其黏性承載拉力的重量最大。可見與鹼性物質 10：1 的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 3、以冰棒棍黏著夾緊後靜置三天、與鹼性物質 10：1 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉。可見靜置三天、與鹼性物質 10：1 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

八、實驗 8：加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗結果

表 8 與有機溶劑比例不同的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形（單位：公斤重）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.54	1.32	1.94	0.66	1.54	2.06
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.82	1.64	2.38	1.02	1.98	2.54
豬皮蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.40	0.96	1.76	0.50	1.18	1.96
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.76	1.42	2.14	0.92	1.54	2.48
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.36	0.86	1.56	0.48	0.96	1.72
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.74	1.04	1.98	0.82	1.28	2.04
全脂奶粉蛋白質萃取液					
10：1			5：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.24	0.48	1.36	0.36	0.66	1.44
3：1			1：1		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.48	0.96	1.70	0.64	1.08	1.92

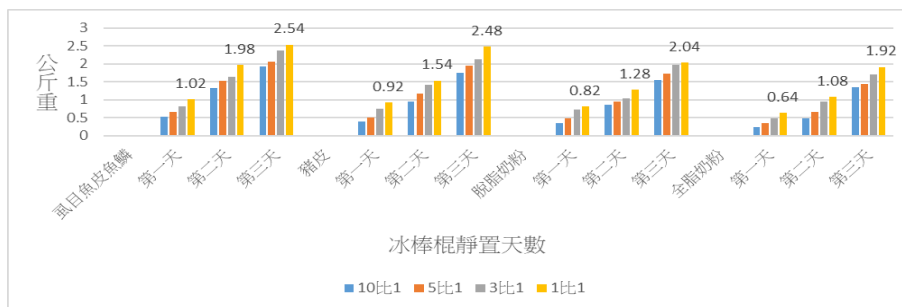


圖 7 與有機溶劑比例不同的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍黏著夾緊後靜置天數不同來說：由圖 7 看出，冰棒棍黏著夾緊後靜置三天，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最大。可見靜置三天的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 2、以與有機溶劑比例不同來說：在冰棒棍黏著夾緊後靜置三天的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，與有機溶劑 1：1，其黏性承載拉力的重量最大。可見與有機溶劑 1：1 的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 3、以冰棒棍黏著夾緊後靜置三天、與有機溶劑 1：1 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉。可見靜置三天、與有機溶劑 1：1 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

九、實驗 9：不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

(一)、實驗結果

表 9 不同加熱溫度的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形（單位：公斤重）

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
30°C			50°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.74	1.58	1.94	1.00	1.82	2.52
70°C			90°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.88	1.66	2.16	0.64	1.34	1.88
豬皮蛋白質萃取液					
30°C			50°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.66	1.44	1.96	0.94	1.62	2.34
70°C			90°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.82	1.56	2.08	0.40	1.28	1.82
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
30°C			50°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.52	1.24	1.84	0.80	1.48	2.06
70°C			90°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.64	1.36	1.98	0.36	1.02	1.62
全脂奶粉蛋白質萃取液					
30°C			50°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.48	1.06	1.62	0.72	1.34	1.98
70°C			90°C		
第一天	第二天	第三天	第一天	第二天	第三天
0.56	1.18	1.80	0.24	0.92	1.44

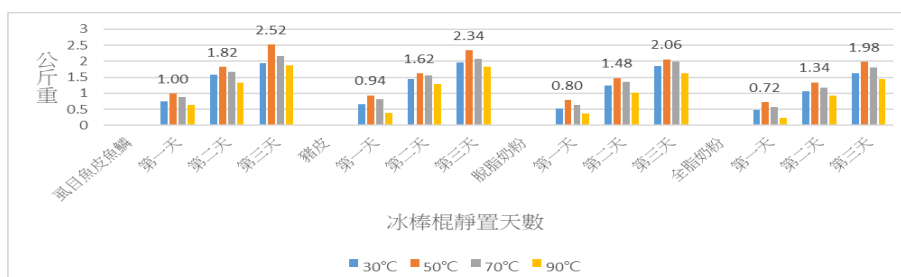


圖 8 不同加熱溫度的蛋白質萃取液黏性承載拉力變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍黏著夾緊後靜置天數不同來說：由圖 8 看出，冰棒棍黏著夾緊後靜置三天，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最大。可見靜置三天的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 2、以不同加熱溫度來說：在冰棒棍黏著夾緊後靜置三天的蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）中，加熱 50°C，其黏性承載拉力的重量最大。可見加熱 50°C 的蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 3、以冰棒棍黏著夾緊後靜置三天、加熱 50°C 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉。可見靜置三天、加熱 50°C 的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

十、實驗 10：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入酸性物質的蛋白質萃取液黏性解離

(一)、實驗結果

表 10 浸泡溫度不同的水對加入酸性物質的蛋白質萃取液黏性解離變化情形
(單位：公斤重)

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	1.24	1.18	1.06	0.94	0.84
10 分鐘後	0.98	0.86	0.72	0.68	0.52
豬皮蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	1.22	1.16	1.02	0.92	0.76
10 分鐘後	0.84	0.76	0.64	0.58	0.44
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.96	0.88	0.72	0.68	0.64
10 分鐘後	0.78	0.66	0.54	0.42	0.36
全脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.72	0.64	0.52	0.44	0.34
10 分鐘後	0.64	0.56	0.48	0.32	0.26

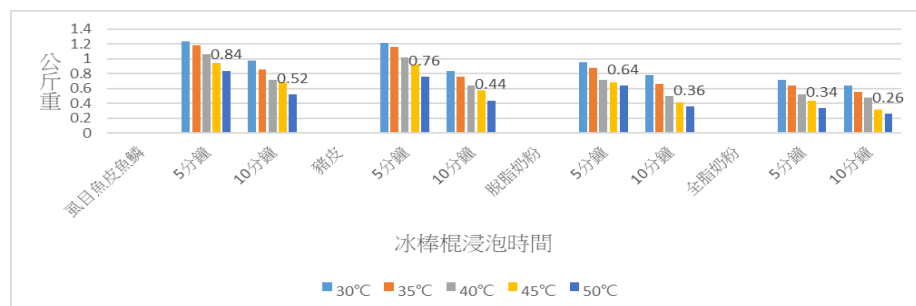


圖 9 浸泡溫度不同的水對加入相同劑量酸性物質的蛋白質萃取液黏性解離變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍浸泡時間不同來說：由圖 9 看出，冰棒棍浸泡 10 分鐘後，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小，可見浸泡 10 分鐘其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 2、以浸泡溫度不同來說：冰棒棍浸泡溫度 50°C，其蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小。可見浸泡溫度 50°C 其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 3、以浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉；相反的，蛋白質萃取液黏性解離效果依序為全脂奶粉、脫脂奶粉、豬皮、虱目魚皮魚鱗。可見浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。

十一、實驗 11：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入鹼性物質的蛋白質萃取液黏性解離

(一)、實驗結果

表 11 浸泡溫度不同的水對加入鹼性物質的蛋白質萃取液黏性解離變化情形
(單位：公斤重)

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.94	0.90	0.86	0.80	0.74
10 分鐘後	0.62	0.58	0.54	0.52	0.48
豬皮蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.86	0.82	0.76	0.72	0.68
10 分鐘後	0.50	0.48	0.42	0.38	0.34
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.70	0.66	0.62	0.58	0.56
10 分鐘後	0.48	0.42	0.36	0.30	0.28
全脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.68	0.62	0.58	0.54	0.50
10 分鐘後	0.44	0.40	0.36	0.30	0.26

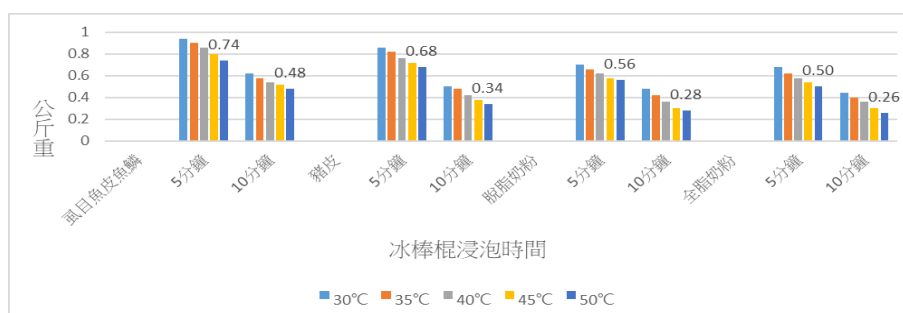


圖 10 浸泡溫度不同的水對加入相同劑量鹼性物質的蛋白質萃取液黏性解離變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍浸泡時間不同來說：由圖 10 看出，冰棒棍浸泡 10 分鐘後，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小，可見浸泡 10 分鐘其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 2、以浸泡溫度不同來說：冰棒棍浸泡溫度 50°C，其蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小。可見浸泡溫度 50°C 其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 3、以浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉；相反的，蛋白質萃取液黏性解離效果依序為全脂奶粉、脫脂奶粉、豬皮、虱目魚皮魚鱗。可見浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。

十二、實驗 12：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入有機溶劑的蛋白質萃取液黏性解離

(一)、實驗結果

表 12 浸泡溫度不同的水對加入有機溶劑的蛋白質萃取液黏性解離變化情形
(單位：公斤重)

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	1.02	0.94	0.90	0.88	0.82
10 分鐘後	0.66	0.62	0.58	0.54	0.50
豬皮蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.92	0.88	0.84	0.80	0.76
10 分鐘後	0.50	0.46	0.42	0.70	0.38
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.84	0.80	0.78	0.74	0.70
10 分鐘後	0.48	0.44	0.40	0.36	0.34
全脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.64	0.60	0.56	0.52	0.48
10 分鐘後	0.36	0.32	0.28	0.24	0.22

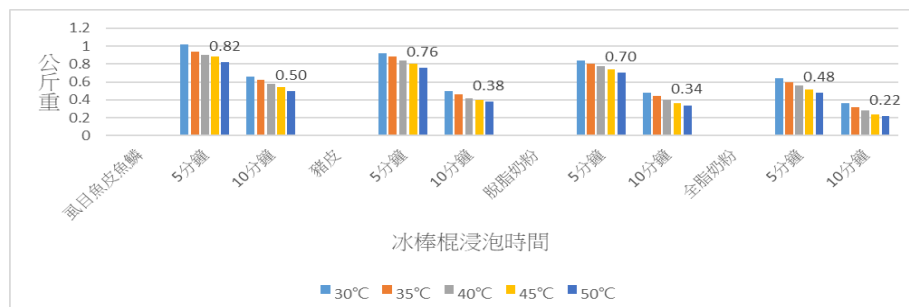


圖 11 浸泡溫度不同的水對加入相同劑量有機溶劑的蛋白質萃取液黏性解離變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍浸泡時間不同來說：由圖 11 看出，冰棒棍浸泡 10 分鐘後，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小，可見浸泡 10 分鐘其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 2、以浸泡溫度不同來說：冰棒棍浸泡溫度 50°C，其蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小。可見浸泡溫度 50°C 其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 3、以浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉；相反的，蛋白質萃取液黏性解離效果依序為全脂奶粉、脫脂奶粉、豬皮、虱目魚皮魚鱗。可見浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。

十三、實驗 13：浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加熱後的蛋白質萃取液黏性解離

(一)、實驗結果

表 13 浸泡溫度不同的水對加熱後的蛋白質萃取液黏性解離變化情形
(單位：公斤重)

虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	1.00	0.96	0.92	0.88	0.86
10 分鐘後	0.74	0.70	0.64	0.62	0.60
豬皮蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.94	0.90	0.86	0.82	0.80
10 分鐘後	0.66	0.62	0.58	0.54	0.48
脫脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64
10 分鐘後	0.52	0.48	0.44	0.42	0.38
全脂奶粉蛋白質萃取液					
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C
5 分鐘後	0.72	0.68	0.64	0.60	0.56
10 分鐘後	0.48	0.44	0.40	0.36	0.32

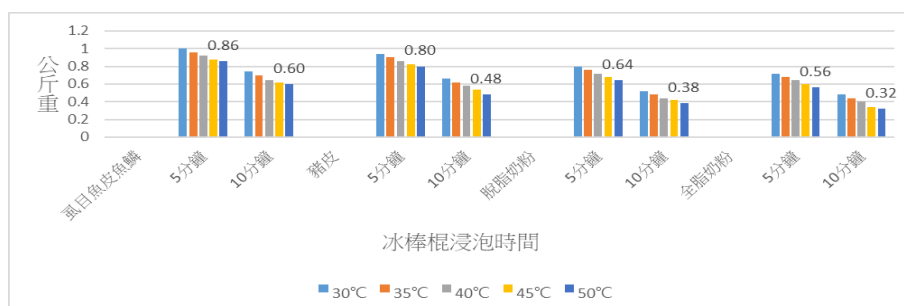


圖 12 浸泡溫度不同的水對加熱至相同溫度後的蛋白質萃取液黏性解離變化情形

(二)、實驗結果分析

- 1、以冰棒棍浸泡時間不同來說：由圖 12 看出，冰棒棍浸泡 10 分鐘後，蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小，可見浸泡 10 分鐘其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 2、以浸泡溫度不同來說：冰棒棍浸泡溫度 50°C，其蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉）黏性承載拉力的重量最小。可見浸泡溫度 50°C 其蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 3、以浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的蛋白質萃取液來說：黏性承載拉力的大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉；相反的，蛋白質萃取液黏性解離效果依序為全脂奶粉、脫脂奶粉、豬皮、虱目魚皮魚鱗。可見浸泡 10 分鐘、浸泡溫度 50°C 的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。

伍、討論

- 一、本研究從文獻中選出十種物質：虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉，其蛋白質萃取液，經雙縮脲試劑檢測，以虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉萃取液的蛋白質含量最多。經文獻對照分析，其中膠原蛋白有虱目魚皮魚鱗、豬皮的蛋白；酪蛋白有脫脂奶粉、全脂奶粉的蛋白。
- 二、在脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的蛋白質萃取液中，原本是混濁的，靜置 5 日後，出現分層澄清的蛋白質萃取液。我們的疑問是，蛋白質萃取液的靜置與靜置時間的長短是否會影響蛋白質萃取液的含量，也就是蛋白質萃取液的靜置與靜置時間，應否列為影響因子，有待進一步研究。本研究實驗一是採靜置 5 日後的虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的蛋白質萃取液，進行蛋白質的含量的檢測；實驗二至十三是採靜置 5 日後的虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉的蛋白質萃取液，進行黏性、承載拉力及解離效果的實驗。
- 三、在文獻資料中有記載，在以加入酸性物質、鹼性物質、有機溶劑和高溫為實驗變因時，會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力。所以我們以醋酸、小蘇打水、乙醇和不同溫度為條件進行實驗，從實驗數據顯示，上述條件的加入，會影響黏性承載拉力效果。
- 四、我們在實驗過程中發現，溫度是會影響蛋白質萃取液黏性的因子，但是蛋白質萃取液浸泡在不同溫度的水中時，又對蛋白質萃取液產生黏性解離變化，產生了 U 型相關，也就是溫度可以增加蛋白質萃取液黏性，也會讓蛋白質萃取液黏性解離，是本研究中所發現的悖論。
- 五、我們用來實驗的蛋白質萃取液，是透過不同比例的水解所得到的，但是在蛋白質萃取液黏性承載拉力的實驗中，是使用冰棒棍黏著夾緊後靜置天數，當成操作變因來觀察，以作為實驗的對照數據。然而冰棒棍本身是屬於木質材料，有吸收水分的性質，所以水分被木料吸收後，黏有蛋白質萃取液的冰棒棍，有可能改變蛋白質萃取液黏性的承載拉力。因此把黏有蛋白質萃取液的冰棒棍，放置在防潮箱內，在水分減少後，應該對黏性的承載拉力具有影響。上面所述，我們察覺：蛋白質萃取液的水份含量，對黏性承載拉力的影響，應該可以列為另一個變因，再進一步細究其間的關聯。

- 六、我們實驗中所使用的醋酸、小蘇打水、乙醇，究竟在萃取過程中，其機轉為何，為何會改變蛋白質黏性?另外萃取的時間長短，為何會影響蛋白質萃取量?還有我們所使用的萃取原料，在萃取的過程中，外觀上是否呈現差異?用不同的材料在蛋白質萃取時有否異同現象?種種現象曾引起我們討論關注，然而這些延伸問題，不是本次研究的範圍，但值得我們再去探討思考，實驗數據的推演過程和實驗結果背後所代表的意義。
- 七、在蛋白質萃取液黏性解離的構思上，我們的實驗設計是把蛋白質萃取液，以其超強的黏性用於黏合物體，但若不慎黏合在手上時，其降解的方式為何，這是個多元考量的命題。所以實驗設計上，第一步驟是先考量如何保護我們的手部，第二步驟才思考蛋白質萃取液黏性的降解，當然增加溫度是降解蛋白質萃取液黏性的最好方法，但又必須在手部可接受的範圍內，因此我們實驗設計浸泡熱水的最高溫度是水溫「50°C」，超過這個溫度，手部將無法耐受，所以水溫超過「50°C」的解離實驗，也是我們予以捨棄的原因。

陸、結論

- 一、從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出蛋白質溶出量最多的是「虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉」。
- 二、蛋白質萃取液黏性條件：與加入酸性物質的比例為「3：1」、與加入鹼性物質的比例為「10：1」、與加入有機溶劑的比例為「1：1」、加熱溫度在「50°C」。在上述條件下，蛋白質萃取液黏性強弱依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉，虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。
- 三、蛋白質萃取液黏性承載拉力條件：與加入酸性物質的比例為「3：1」、與加入鹼性物質的比例為「10：1」、與加入有機溶劑的比例為「1：1」、加熱溫度在「50°C」。在上述條件下，蛋白質萃取液黏性承載拉力大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉，虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。
- 四、以與加入酸性物質的比例為「3：1」、與加入鹼性物質的比例為「10：1」、與加入有機溶劑的比例為「1：1」、加熱溫度為「50°C」為黏性承載拉力條件下，再以浸泡在溫度「50°C」的水中為條件，蛋白質萃取液黏性解離效果依序為全脂奶粉、脫脂奶粉、豬皮、虱目魚皮魚鱗，全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。
- 五、綜合上述實驗得知，蛋白質黏性萃取過程中，在添加下列物質：酸性物質，比例是「3：1」、鹼性物質，比例是「10：1」、有機溶劑，比例是「1：1」、溫度設定在「50°C」的條件下，就可以取得最佳黏性的蛋白質萃取液。同時在蛋白質黏性承載拉力的實驗中，用相同於蛋白質萃取液黏性的實驗條件，所取得的最佳黏性蛋白質萃取液，也具有最佳的黏性承載拉力。而在蛋白質黏性解離的實驗中，用相同於蛋白質萃取液黏性的實驗條件，所取得的最佳黏性蛋白質萃取液，浸泡在溫度設定為「50°C」熱水時，蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。

柒、參考文獻資料

- 一、葉亞欣、楊秉澄、林冠宇、楊育棠、林祐翔。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說明書(編號080201)。
- 二、楊甸翌、黃宇詳、陳眉攸，李君瑜。蛋白質得來塑。中華民國第59屆中小學科學展覽會作品說明書(編號080206)。
- 三、張少懷、吳昱瑤、林睦潔、聶瑋君。「膠」情「非」淺—探討魚鱗膠原蛋白的凝聚及水解分析研究。中華民國第59屆中小學科學展覽會作品說明書(編號080215)。
- 四、林哲寬、林裕哲、尤柏竣、魏宏哲。與豬謀皮~豬皮萃取明膠製成黏著劑之研究。中華民國第62屆中小學科學展覽會作品說明書(編號080204)。
- 五、高雄市第62屆中小學科學展覽會作品說明書(編號10312) • 如膠似塑-蛋白質變性及其應用之初探 • 取自http://science.kh.edu.tw/science/articLe_docs/charts/62/621003012.pdf。
- 六、綠拿鐵「黃金公式」公開！2款最適合初學者食譜！能減肥助排毒（2020年4月23日）
• 健康 • 取自
<https://www.womenshealthmag.com/tw/food-nutrition/recipes/g32233599/how-to-make-green-juice-in-taiwan/>
- 七、蔬菜汁 | 黃減肥綠增免疫力5色蔬菜汁 飲用5須知材料這比例助抗癌（2022年5月19日）
• 健康 • 取自
<https://www.hk01.com/%E5%81%A5%E5%BA%B7Easy/624988/%E8%94%AC%E8%8F%9C%E6%B1%81-%E9%BB%83%E6%B8%9B%E8%82%A5%E7%B6%A0%E5%A2%9E%E5%85%8D%E7%96%AB%E5%8A%9B5%E8%89%B2%E8%94%AC%E8%8F%9C%E6%B1%81-%E9%A3%B2%E7%94%A5%E9%A0%88%E7%9F%A5%E6%9D%90%E6%96%99%E9%80%99%E6%AF%94%E4%BE%8B%E5%8A%A9%E6%8A%97%E7%99%8C>
- 八、洗澡水略燙39°C就OK了！ 解密生活中9個「最佳溫度」（2016年8月19日） • ETtoday健康雲 • <https://health.ettoday.net/news/758757/>
- 九、雙縮脲試劑：維基百科
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%8F%8C%E7%BC%A9%E8%84%B2%E8%AF%95%E5%89%82>
- 十、自然與生活科技課本(五下)，翰林出版社，2020。
- 十一、自然與生活科技課本(六下)，翰林出版社，2020。
- 十二、TeachEngineering (2018)。Measuring Viscosity。Youtube。
取自：<https://www.youtube.com/watch?v=69iUhlqFJFk>

註：本作品說明書中，所有的表與圖，均係作者自行製作或自行拍照，特此說明。

【評語】 080203

本工作通過實驗來探討不同食物來源的蛋白質含量、黏性及其解離條件。但對蛋白質的分類及異同若能加強，可減少不必花費的實驗時間。本工作包括蛋白質萃取，使用雙縮脲試劑檢測蛋白質含量，並通過彈珠落下測定黏性以及冰棒棍承載拉力測量黏性承載拉力。有別於牛奶中的酪蛋白及乳清蛋白，虱目魚皮魚鱗、豬皮含豐富的膠原蛋白，而植物則不含膠原蛋白，此等蛋白依水解程度各有不同特性。

總體而言，實驗結果清楚地顯示了不同來源的蛋白質在不同環境條件下的黏度和解離特性。這些結果為理解蛋白質變性並將其應用於實際黏度控制提供了有價值的科學基礎。希望同學們在未來的研究中能持續深化這方面的探索，進一步揭示蛋白質黏性和解離的機制。同時可能需要注意，該機械性質的主要貢獻是否確為成分中的蛋白質，而非其它物質。蛋白質的變性也有多種的方式，因此可研究的方向可以非常多元。

同樣應該注意的是與過去科展的研究內容對象確有差別，但應該加入研究特色並且進行解釋重要性。與酸性物質比例不同的蛋白質萃取液黏性變化在 3:1 時皆有特別好的黏滯性是否有特別原因？

本研究做了大範圍的變因調整及性質分析，研究成果完整，然而可能需要下一個簡單具體的結論，以提供後續可能的應用或研究方向。

作品簡報

解黏去縛

探究蛋白質的結著與降解

摘要

- 從文獻中選出十種物質，測定其蛋白質的含量，其中含量最多的4種蛋白質萃取液，進行其黏性、承載拉力及解離效果的比較實驗。
- 在「蛋白質萃取液」的黏性實驗中，以加入酸性物質，比例為「3:1」、加入鹼性物質，比例為「10:1」、加入有機溶劑，比例為「1:1」、溫度在「50°C」的條件下，其黏性的強弱，為虱目魚皮魚鱗>豬皮>脫脂奶粉>全脂奶粉。
- 用相同於黏性的實驗條件，在黏性承載拉力實驗中，其黏性承載拉力大小，為虱目魚皮魚鱗>豬皮>脫脂奶粉>全脂奶粉。
- 用相同於黏性的實驗條件，在解離效果的實驗中，以浸泡在溫度「50°C」的水中，其解離效果，為全脂奶粉>脫脂奶粉>豬皮>虱目魚皮魚鱗。

動機

- 五年級下學期自然課「防鏽與食品保存」這個單元時，自然老師介紹食品保存不當的現象，課堂上有同學分享：「帶來學校要喝的鮮奶，一直放在抽屜忘了喝，直到老師檢查抽屜，才發現放了幾天的鮮奶，於是就把鮮奶拿到洗手台倒掉，在倒掉的過程中，聞到酸酸的味道並且看到鮮奶黏稠、結塊。」
- 自然老師也在上課時提到牛奶膠水，使我們印象深刻。回家後我們便上網找了一些有關牛奶膠水的資料，經過系統性的查詢，發現原來是跟蛋白質的變性有關，所以決定針對蛋白質來進行深入的探究。我們就從日常的食物中來研究蛋白質，並進行蛋白質黏性、蛋白質黏性解離的實驗。

目的

- 從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出蛋白質溶出最多者。
- 在「加入不同劑量的酸性物質」、「加入不同劑量的鹼性物質」、「加入不同劑量的有機溶劑」、「加熱溫度不同」的變因中，找出蛋白質萃取液黏性的最佳條件。
- 在「加入不同劑量的酸性物質」、「加入不同劑量的鹼性物質」、「加入不同劑量的有機溶劑」、「加熱溫度不同」的變因中，找出蛋白質萃取液黏性承載拉力的最佳條件。
- 探討在「浸泡在不同溫度的水中」的變因中，找出蛋白質萃取液黏性解離的最佳條件。

方法

- **使用雙縮脲試劑，檢測萃取液裡蛋白質含量**
用色差儀將雙縮脲試劑檢測的顏色分為淡紫色、紫色、深紫色，以表示萃取液裡蛋白質含量的多寡。
- **使用形狀大小相同、質量等重的彈珠，檢測蛋白質萃取液的黏性**
取大小相同的彈珠放進裝滿50mL蛋白質溶液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下去到達量筒底部後的秒數。
- **使用黏合的冰棒棍，在定量漸增的重壓牽引下，檢測蛋白質萃取液黏性的承載拉力**
以冰棒棍承載拉力測量器來檢測，取蛋白質萃取液每次各3mL，在冰棒棍3公分貼合區均勻塗抹後夾緊，再放置防潮箱。將乾燥的冰棒棍放在桌子邊緣，用百科全書壓住，其底部再放一塊壓克力板，壓克力板凸出桌子邊緣10公分，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，裡面慢慢加入20公克的砝碼，直到冰棒棍黏合處斷裂，記錄下實驗籃裡面的公克數。
- **使用水解後的黏合冰棒棍，在定量漸增的重壓牽引下，檢測蛋白質萃取液黏性的解離**
以冰棒棍承載拉力測量器來檢測，取蛋白質萃取液每次各3mL，在冰棒棍3公分貼合區均勻塗抹後夾緊，再放置防潮箱。將乾燥的冰棒棍浸泡在不同溫度的水中，5分鐘及10分鐘後，取出冰棒棍，冰棒棍放在桌子邊緣，用百科全書壓住，其底部再放一塊壓克力板，壓克力板凸出桌子邊緣10公分，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，裡面慢慢加入20公克的砝碼，直到冰棒棍黏合處脫落，記錄下實驗籃裡面砝碼的公克數。

實驗 1 從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出最多蛋白質溶出者

實驗目的：以虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液，滴入定量的雙縮脲試劑，檢測蛋白質含量。



實驗 2 加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的醋酸混合，調配成蛋白質萃取液與醋酸的比例有四種。取大小相同的彈珠放進四種比例裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下去到達量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。



實驗 3 加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的小蘇打水混合，調配成蛋白質萃取液與小蘇打水的比例有四種。取大小相同的彈珠放進四種比例裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下去到達量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。



實驗 4 加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的乙醇混合，調配成蛋白質萃取液與乙醇的比例有四種。取大小相同的彈珠放進四種比例裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下去到達量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。



實驗 5 不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別以不同溫度加熱後，取大小相同的彈珠放進四種溫度裝有蛋白質萃取液的量筒裡，以計時器測量彈珠落下去到達量筒底部的秒數，來檢測蛋白質萃取液黏性。



實驗 6 加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的醋酸混合，調配成蛋白質萃取液與醋酸的比例有四種。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。



實驗 7 加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的小蘇打水混合，調配成蛋白質萃取液與小蘇打水的比例有四種。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。



實驗 8 加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別與不同劑量的乙醇混合，調配成蛋白質萃取液與乙醇的比例有四種。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。



實驗 9 不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

實驗目的：將相同劑量的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），分別以不同溫度加熱後，以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性承載拉力。



實驗 10 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入酸性物質的蛋白質萃取液黏性解離

實驗目的：將加有相同劑量醋酸的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。



實驗 11 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入鹼性物質的蛋白質萃取液黏性解離

實驗目的：將加有相同劑量小蘇打水的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。



實驗 12 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入有機溶劑的蛋白質萃取液黏性解離

實驗目的：將加有相同劑量乙醇的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。



實驗 13 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加熱後的蛋白質萃取液黏性解離

實驗目的：將相同溫度加熱的四種蛋白質萃取液（虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉），浸泡在不同溫度的水中。以自製冰棒棍承載拉力測量器，來檢測蛋白質萃取液黏性的解離。



結果 1 從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、鴨蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出最多蛋白質溶出者

- 虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉萃取液的蛋白質含量最多。

萃取液	蛋白質含量	萃取液	蛋白質含量	萃取液	蛋白質含量
虱目魚皮魚鱗	0.001	豬皮	0.001	脫脂奶粉	0.001
全脂奶粉	0.001	黃豆	0.001	豌豆	0.001
雞蛋	0.001	鴨蛋	0.001	菠菜	0.001
地瓜葉	0.001				

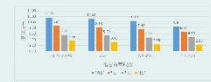
結果 2 加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

- 與酸性物質3：1的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。



結果 3 加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性

- 與鹼性物質10：1的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。



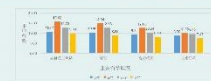
結果 4 加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性

- 與有機溶劑1：1的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。



結果 5 不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性

- 加熱50°C的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。



結果 6 加入不同劑量的酸性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

- 靜置三天、與酸性物質3：1的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。



結果 7 加入不同劑量的鹼性物質，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

- 靜置三天、與鹼性物質10：1的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。



結果 8 加入不同劑量的有機溶劑，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

- 靜置三天、與有機溶劑1：1的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。



結果 9 不同加熱溫度，是否會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力

- 靜置三天、加熱50°C的虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。



結果 10 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入酸性物質的蛋白質萃取液黏性解離

- 浸泡10分鐘、浸泡溫度50°C的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。



結果 11 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入鹼性物質的蛋白質萃取液黏性解離

- 浸泡10分鐘、浸泡溫度50°C的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。



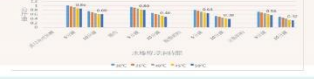
結果 12 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加入有機溶劑的蛋白質萃取液黏性解離

- 浸泡10分鐘、浸泡溫度50°C的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。



結果 13 浸泡在不同溫度的水中，是否會影響加熱後的蛋白質萃取液黏性解離

- 浸泡10分鐘、浸泡溫度50°C的全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。



討論 1 用雙縮脲試劑，檢測相關物質，其萃取液的蛋白質含量

- 經雙縮脲試劑檢測，以虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉萃取液的蛋白質含量最多。
- 由文獻對照分析，膠原蛋白有虱目魚皮魚鱗、豬皮的蛋白；酪蛋白有脫脂奶粉、全脂奶粉的蛋白。

討論 2 蛋白質萃取液的靜置與靜置時間的長短是否會影響蛋白質萃取液的含量

- 在脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆等等的蛋白質萃取液中，原本是混濁的，靜置5日之後，出現分層澄清的現象。
- 有疑問的是，蛋白質萃取液的靜置與靜置時間的長短是否會影響蛋白質萃取液的含量，也就是蛋白質萃取液的靜置與靜置時間，應否列為影響因子，有待進一步研究。
- 本研究是採靜置5日後的蛋白質萃取液，進行蛋白質含量、黏性、承載拉力和解離的實驗。

討論 3 以醋酸、小蘇打水、乙醇和不同溫度為條件，會影響黏性承載拉力效果

- 在文獻資料中記載，加入酸性物質、鹼性物質、有機溶劑和高溫為實驗變因時，會影響蛋白質萃取液黏性承載拉力。
- 我們以醋酸、小蘇打水、乙醇和不同溫度為條件進行實驗，從實驗數據顯示，上述條件會影響黏性承載拉力。

討論 4 溫度可以增加蛋白質萃取液黏性，也會讓蛋白質萃取液黏性解離

- 在實驗過程中，發現溫度會影響蛋白質萃取液黏性，但是蛋白質萃取液浸泡在不同溫度的水中，又對蛋白質萃取液產生黏性解離變化；溫度呈現了U型相關，也就是溫度可以增加蛋白質萃取液黏性，也會讓蛋白質萃取液黏性解離，是本研究中所發現的悖論。

討論 5 蛋白質萃取液的水分含量，對黏性承載拉力的影響

- 本實驗的蛋白質，是按不同比例的水解方式所萃取，然蛋白質萃取液的黏性承載拉力的實驗中，是使用冰棒棍黏著夾緊後靜置的天數，當成操作變因來觀察，作為實驗的對照數據。
- 因冰棒棍本身是木質材料，有吸收水分的性質，在水分被木質材料吸收後，黏有蛋白質萃取液的冰棒棍，有可能改變蛋白質萃取液黏性的承載拉力。因此把黏有蛋白質萃取液的冰棒棍，放置在防潮箱內，讓冰棒棍上的蛋白質萃取液水分減少後，應該對其黏性的承載拉力具有影響。
- 上面所述，我們察覺：蛋白質萃取液的水分含量，對黏性承載拉力的影響，應該可以列為另一個變因，再進一步研究其間的關聯。

討論 6 醋酸、小蘇打水、乙醇，在萃取過程中，為何會改變蛋白質萃取量？這些現象曾引起我們討論關注，然而延伸的問題，並不是本次研究的範圍

- 實驗中所用的醋酸、小蘇打水、乙醇，究竟在萃取過程，為何會改變蛋白質萃取量？萃取的時間長短，為何會影響蛋白質萃取量？還有用不同的材料在蛋白質萃取時有否異同變化？種種現象曾讓我們討論關注，然而這些延伸問題，不是本次研究的範圍，但值得我們去探討思考，特別是實驗數據的合理推演過程和實驗結果背後所代表的意義。

討論 7 增加溫度是降解蛋白質萃取液黏性的最好方法，但實驗設計的本質要忠於人性

- 在蛋白質萃取液黏性解離的構思上，我們的實驗設計是把蛋白質萃取液，以其超強的黏性用於黏合物體，但若不慎黏合在手上時，其降解的方式為何？這是個多元考量的命題。
- 所以實驗設計上，第一步驟是先考量如何保護我們的手部，第二步驟才思考蛋白質萃取液黏性的降解，當然增加溫度是降解蛋白質萃取液黏性的最好方法，但又必須在手部可接受的範圍內，因此我們實驗設計浸泡熱水的最高溫度是升溫「50°C」，超過這個溫度，手部將無法耐受，所以水溫超過「50°C」的解離實驗，是我們予以捨棄的原因。

結論 1 蛋白質溶出量最多的是「虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉」

- 從虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉、黃豆、豌豆、雞蛋、菠菜、地瓜葉的萃取液中，找出蛋白質溶出量最多的是「虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉」。

結論 2 虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強

- 蛋白質萃取液黏性條件：與加入酸性物質的比例為「3:1」、與加入鹼性物質的比例為「10:1」、與加入有機溶劑的比例為「1:1」、加熱溫度在「50°C」。在上述條件下，蛋白質萃取液黏性強弱依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉，虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性最強。

結論 3 虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大

- 蛋白質萃取液黏性承載拉力條件：與加入酸性物質的比例為「3:1」、與加入鹼性物質的比例為「10:1」、與加入有機溶劑的比例為「1:1」、加熱溫度在「50°C」。在上述條件下，蛋白質萃取液黏性承載拉力大小依序為虱目魚皮魚鱗、豬皮、脫脂奶粉、全脂奶粉，虱目魚皮魚鱗蛋白質萃取液黏性承載拉力最大。

結論 4 全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著

- 以與加入酸性物質的比例為「3:1」、與加入鹼性物質的比例為「10:1」、與加入有機溶劑的比例為「1:1」、加熱溫度為「50°C」的黏性承載拉力條件下，再以浸泡在溫度「50°C」的水中為條件，蛋白質萃取液黏性解離效果依序為全脂奶粉、脫脂奶粉、豬皮、虱目魚皮魚鱗，全脂奶粉蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。

結論 5 蛋白質萃取液最佳黏性、最佳黏性承載拉力、最佳黏性解離的條件

- 蛋白質黏性萃取過程中，在添加下列物質：酸性物質，比例是「3:1」、鹼性物質，比例是「10:1」、有機溶劑，比例是「1:1」、溫度設定在「50°C」的條件下，就可以取得最佳黏性的蛋白質萃取液。
- 同時在蛋白質黏性承載拉力的實驗中，用相同於蛋白質萃取液黏性的實驗條件，所取得的最佳黏性蛋白質萃取液，也具有最佳的黏性承載拉力。
- 而在蛋白質黏性解離的實驗中，用相同於蛋白質萃取液黏性的實驗條件，所取得的最佳黏性蛋白質萃取液，浸泡在溫度設定為「50°C」的熱水時，蛋白質萃取液黏性解離效果最顯著。本作品說明板海報中所有圖表及照片，均係作者自行製作或自行拍照。