

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(二)科

第一名

082903

「百頁」千嬌～低脂高纖百頁豆腐製作之探討與  
分析

學校名稱： 新北市新莊區昌隆國民小學

作者：	指導老師：
小六 柯筑勻	劉秋燕
小六 許睿恩	康淑惠
小六 姚昀真	
小六 林奕晨	
小五 陳禹廷	
小五 邱希晨	

關鍵詞： 百頁豆腐、膳食纖維

## 得獎感言

### 廚房裡的小科學家～百頁豆腐的重生之路

很開心今年團隊可以靠著百頁豆腐進入了國展，並且有幸拿下全國第一，被總統召見，是我們最大的榮耀。

昀真說一開始只是對科學方面有一點興趣，進到學校的科展團隊之後，科學知識開始一點一滴地慢慢增加，學會了自己手做研究器材、口頭報告能力、製作簡報、比賽海報排版，學會了更多生活中較少用到的化學名詞……睿恩覺得實驗的過程很有趣，而且大家都很努力的思考，找出解決問題的方法。禹廷認為科展提升大家對研究、實驗的興趣。希晨從原本對所有的設施及物品非常不熟悉，經過日復一日的練習，最後學到從前許多不知道的知識。

這一路上經過了許多困難，前一年度的作品我們在市賽中止步，但也因為有了前一年的經驗，讓我們熟悉了科展的模式，從校內的團隊練習到市賽後教授培訓，都是我們成長的養分。而今年更是特別的一年，因凱米颱風的強烈侵襲，原本的比賽演變成了三天的颱風假，盛大的比賽也成了線上視訊。奕晨感謝老師、同學一起度過了種種的難關，也感謝大家都努力堅持到底。

我們在科展中學到了許多課本外的知識。從一開始我們申請獎助金計畫的研究動機，到了正式參展完整詳細的研究結果，最重要的是我們都學會了「團隊合作」，而且我們一起參與科展的點滴，更是珍貴的回憶。筑勻希望在未來可以將我們在科展學到的知識運用到各個領域上，繼續的探究。



前往臺南，爭取屬於我們的榮耀



我們的百頁豆腐就是~讚！



我們的實驗器材是我們自己設計動手做的



## 摘要

市售百頁豆腐含大量油脂，高熱量讓人卻步，本研究探討降低油脂和添加膳食纖維粉的可行性，並提出配方供自製時之參考。

首先自製硬度測試器、壓縮力測試器，並不斷修正器具以降低誤差和提高準確性，其次藉由實驗瞭解各原料對百頁豆腐品質的影響。實驗發現：大豆分離蛋白粉比例、油脂和澱粉的種類與添加比例、黏著劑種類、不同膳食纖維粉、酸鹼性與鹽類等，都對百頁豆腐品質具有影響。

建議：依個人喜好選用不同風味的油脂並降低至10%以下；澱粉以樹薯粉5~6%為佳；黏著劑以蛋白粉3%或以雞蛋取代能提升乳化作用也更加嫩滑；酸性、鹼性皆會降低硬度；以冷凍法貯存能增加孔隙及延長賞味期限。本研究提出低脂高纖百頁豆腐配方是健康又可行的。

## 壹、前言

### 一、研究動機

百頁豆腐口感Q彈，是很多人都愛吃的美味食物，但是暑假期間偶然被一則新聞嚇一跳：「百頁豆腐不是真豆腐？整塊全是油？」還有「百頁豆腐是化工白磚，不健康。」我們很疑惑，到底添加多少油？熱量有多高？真的不健康嗎？它是怎麼做出來的呢？豆腐製作需要凝固劑(硫酸鈣、熟石膏、鹽鹵、葡萄糖酸內酯等)，那百頁豆腐需要凝固劑嗎？

蒐集配方時發現市售百頁的營養成分表油脂熱量高達20%左右，油脂高的作用是什麼呢？是否可以降低油脂和透過一些比較健康的材料來增加它的健康性？於是我們請教自然科老師得到認可後，利用午休時間加以討論，並於假日到學校實驗室開始了一連串實驗。

本研究首先瞭解市售百頁豆腐的製作模式與原料，並藉由實驗探討各項材料對百頁豆腐的品質影響，接著添加膳食纖維與降低油脂，不斷修正製作配方希望達到與市售百頁豆腐相近的硬度與壓縮力，最後希望提出具健康概念的創意百頁豆腐配方作為推廣。

★與課程相關單元：自然科學五下第二單元水溶液(翰林版)

自然與生活科技六上第二單元熱對物質的影響(康軒版)

## 二、研究目的

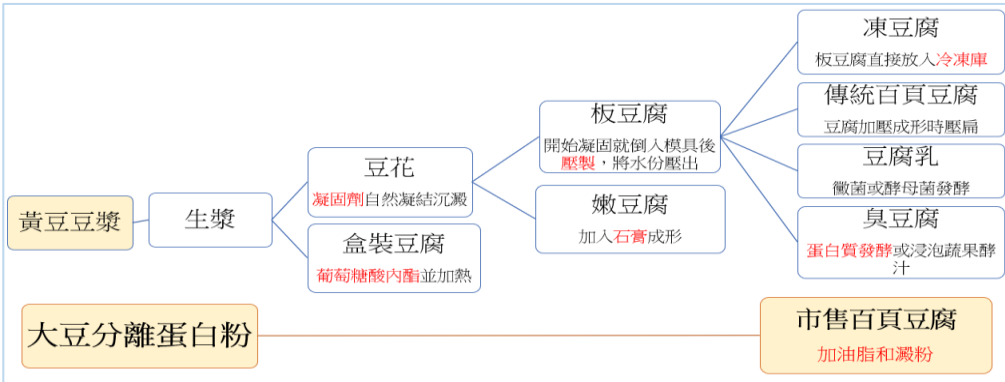
- (一) 瞭解目前「市面上百頁豆腐」的製作方法與基本材料，以及製作時「水量比例」與「水溫」，對百頁豆腐製作過程與品質的影響性。
- (二) 探討製作配方的比例對百頁豆腐品質的影響性。
- (三) 探討製作時水溶液的酸鹼值與鹽類，對百頁豆腐品質的影響。
- (四) 探討「貯存方式」，以及室溫中「氣溫變化」對百頁豆腐的影響性。
- (五) 藉由「感官品評單」提出兼顧口感與健康性的百頁豆腐配方供自製時參考。

## 三、文獻回顧

### (一) 百頁豆腐的基本原料

百頁豆腐與傳統豆腐的原料是不同的，如下表一-1所示，市售百頁豆腐的主要原料是大豆分離蛋白粉、沙拉油、澱粉等，而不是黃豆豆漿和鹽鹵。而油脂比例高則會使百頁豆腐熱量大幅增加。

表一-1百頁豆腐與傳統豆腐成分與製作過程的差異彙整表

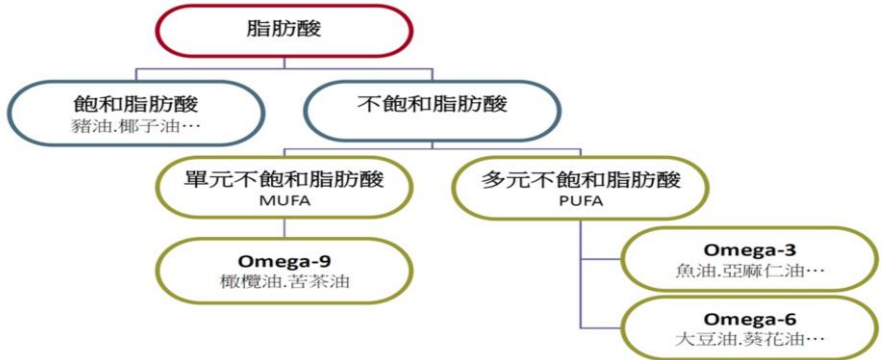
成分與製作過程的差異	我們的想法
<p>1.豆腐:原料主要是黃豆和凝固劑(硫酸鈣、熟石膏、鹽鹵、葡萄糖酸內酯)。</p> <p>2.百頁豆腐:並非由豆漿添入凝固劑而成，而是用大豆蛋白、沙拉油、澱粉、調味料所製成，熱量高。</p> <p>(資料來源:自由時報(2016年12月20日)百頁豆腐不是豆腐?一次搞懂各種豆腐種類。https://food.ltn.com.tw/article/4663)</p>  <p>圖一-1 豆腐家族圖(本研究作者整理繪製)</p>	<p>1.從材料來看，嚴格來說現在市面上的「百頁豆腐」不是黃豆豆漿製成，而是大豆分離蛋白粉。</p> <p>2.百頁豆腐不需要凝固劑，但是要油脂和澱粉。</p>

本研究蒐集8家市售廠牌，每家廠商配方不完全相同(詳見實驗日誌)，大部分主要原料

是為大豆分離蛋白粉、油脂、澱粉、蛋白粉，這四種即可製作。部分廠牌還有添加其他食品添加物，如黏稠劑(磷酸二.羥丙基磷酸二澱粉) 或品質改良劑(氫氧化鈣)等。

本研究蒐集資料以瞭解主要成分並整理如下表一-2所示，這些原料是健康的，所以自製時降低油脂量並使用健康好油是本研究的目的。

表一-2 市售百頁豆腐主要成分彙整表

1.大豆分離蛋白---不健康嗎?	我們的想法
<p>目前市面上大多使用<b>大豆分離蛋白粉</b>來製作百頁豆腐，具有<b>兩大優點：高蛋白質含量、易消化</b>。由大豆所提煉出，經過特殊技術去除了脂肪及碳水化合物，更提升了蛋白質的佔比，具營養價值是提供植物性蛋白質的好選擇。脫脂黃豆粉再進一步加工（豆粕→鹼溶→酸沈澱→中和→加熱改質→乾燥）就能得到黃豆分離蛋白。（資料來源：悠活原力網站「大豆分離蛋白是什麼？原理、製程、優點、缺點一次看懂！」文/陳怡妤，發表日:2023/10/23）</p>	<p>1.大豆分離蛋白具有高蛋白質又易消化，營養價值高。 2.網路流言說是「化工白磚」有貶抑詞的感覺，並不妥。</p>
2. 油脂---選擇那些油脂比較健康?	我們的想法
<p>脂肪酸的分類眾多，國人最缺乏的是 Omega-3，較少攝取 Omega-9，比較多使用的是 Omega-6。油脂分類圖如下：</p>  <p>(資料來源: 健康 2.0 tvbs.com.tw 「選好油要看脂肪比例！14 種油品 Omega-3、6、9 比例大公開」。王家瑜 報導，發表日: 2020/04/14)</p>	<p>資料顯示以下油脂為人體所需故選用如下： 1.飽和脂肪酸(椰子油) 2. Omega-9 (橄欖油和苦茶油) 3. Omega-3(亞麻仁油) 4. Omega-6(大豆油和葵花油) 5. Omega 9:Omega 6=接近 1:1 的油脂，對人體(芝麻油)</p>
3.澱粉---選擇哪種澱粉呢?	我們的想法
<p>1.澱粉是一種多醣，分子式(C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>，可分為直鏈澱粉（糖澱粉）和支鏈澱粉（膠澱粉），直鏈及支鏈澱粉含量會影響口感。 2.本研究樹薯澱粉、馬鈴薯澱粉、糯米的支鏈澱粉都在 80%以上，使成品黏性比較強。 (資料來源:維基百科，澱粉。詳細資料詳見實驗日誌自行整理的「直鏈及支鏈澱粉說明彙整表」)</p>	<p>本研究選用以下 6 種澱粉(玉米澱粉、馬鈴薯粉、樹薯澱粉、小麥澱粉、豌豆澱粉、糯米粉)和 2 種修飾澱粉。</p>
4.蛋白粉---蛋白粉的作用為何?	我們的想法
<p>根據食品廠說明:蛋白粉為新鮮雞蛋，取其蛋白液部分，經由噴霧乾燥所製成。可增加產品體積取代蛋白之功能，結著性佳，還原比例：蛋白粉 1kg + 水 7kg = 蛋白液 8kg。蛋白粉的蛋白質含量更高。（資料來源:詠全食品，蛋白粉。 <a href="http://www.jellyt.com.tw/productdetail_tw.php?id=113">http://www.jellyt.com.tw/productdetail_tw.php?id=113</a>)</p>	<p>蛋白粉加定量水可還原成蛋白液，若以雞蛋清來取代應該也是可以的，可讓製作變得更方便，材料更易取得。</p>

## (二) 本研究基本製作配方

### 1.降低脂肪量

依據市面上各百頁豆腐包裝上的「營養素成分表」，本研究歸納並自行整理換算出熱量如下表一-3所示，發現脂肪提供的熱量高達49~78%，脂肪提供的熱量很高。

表一-3 市售百頁豆腐油脂佔比的熱量整理表(每100克)

廠牌	蛋白質(克)	脂肪(克)	碳水化合物(克)	蛋白質(大卡)	脂肪(大卡)	碳水化合物(大卡)	熱量(大卡)	脂肪(%)	脂肪熱量(%)
義○	13.9	12.5	3.2	55.6	112.5	12.8	181	12.5%	62%
蓮○	13	8	6	52	72	24	148	8%	49%
大○	12.9	12.6	6.1	51.6	113.4	24.4	189	12.6%	60%
中○	14	19.3	4.7	56	173.7	18.8	249	19.3%	70%
中○(素)	9	9.5	10.5	36	85.5	42	163.5	9.5%	52%
糖○	11.6	26.7	5.8	46.4	240.3	23.2	309.9	26.7%	78%

### 2.增加膳食纖維

依據2017-2020年國民營養健康調查結果：「各年齡族群膳食纖維平均攝取量皆未達建議量，其中青少年最為不足，僅建議攝取量的33~38%」。康健雜誌：「膳食纖維的好處不止解便秘，它還有助於降膽固醇、控血糖、控制體重，而且還是腸道益生菌的食物來源」，因此本研究想添加膳食纖維，如加入膳食纖維是可行的，將更提升百頁豆腐的健康性。(資料來源：衛生福利部國民健康署網站「您今天膳食纖維吃夠了嗎？」發布日：2023/10/12)(康健雜誌，膳食纖維怎麼吃 才能吃進5大好處？文／黃惠姍，發布日：2017/06/21)

### 3.初步試做:

正式試驗前，本研究參考許志瑋(2013)的材料製作比例(如表一-4)，發現配方中添加的油脂量太高(約19.4%)。本研究想嘗試降低油脂量並添加膳食纖維，並依據實驗結果來重新修正配方，以符合市售之軟硬程度，擬提出新的建議配方供製作時之參考。

表一-4 百頁豆腐的基本材料配方表(許志瑋，2013)

材料	重量(克)	重量百分比	材料	重量(克)	重量百分比
1.大豆分離蛋白粉	30	12.6%	5.雞蛋蛋白粉	4.5	1.9%
2.冰水	146	61.4%	6.糖	0.6	0.3%
3.沙拉油	46	19.4%	7.鹽	0.3	0.1%
4.澱粉(樹薯澱粉)	10.3	4.3%	總重量合計	238 克	100%



## 貳、研究設備及器材

### 一、基本食材：

#### (一)大豆分離蛋白粉:






大豆分離蛋白粉由 100% 非轉基因脫脂大豆製成，去除大豆大部分脂肪和碳水化合物。所得產物含超過 90% 蛋白質及最少脂肪與碳水化合物含量。

#### (二)澱粉：玉米澱粉（日○牌）、糯米粉（日○牌）、馬鈴薯粉（日○牌）、樹薯粉（日○牌）、小麥澱粉（乙○食品）、豌豆澱粉(購自食品工廠)、修飾澱粉-羥丙基磷酸二澱粉、乙醯化己二酸二澱粉(購自中○貿易有限公司食品原料)

#### (三)油脂的種類：大豆油(泰○)、椰子油(慈○有機)、苦茶油(源○)、葵花油(泰○)、白芝麻油(臻○香)、黑麻油(義○)、橄欖油(展○貿易)、亞麻仁油(義○)。

#### (四)黏著劑: 雞蛋蛋白粉(詠○食品有限公司)、新鮮雞蛋(冠○洗選蛋)

#### (五)膳食纖維: 選擇四類膳食纖維

1.大豆纖維	2.植物種子	3.水溶性膳食纖維粉		4.難消化麥芽糊精
A.豆渣	B 奇亞籽	C 菊苣纖維粉	D.洋車前籽粉	E.難消化麥芽糊精
				

(圖片說明:以上5張照片為本研究作者自行拍攝)

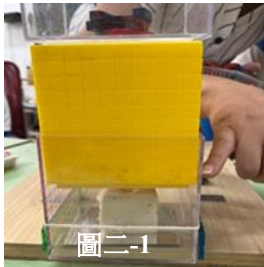
### 二、其他器材

(一)器具:電鍋、加熱爐、電動攪拌器、電子式酸鹼計、微量電子秤、食品電子秤、氣溫計、探針型溫度計、按壓式抽水馬達、水平儀。

(二)器材:溫度計、標籤紙、燒杯（250ml）、玻璃攪拌棒、瓷湯匙、數位相機、玻璃湯鍋、玻璃保鮮盒（475ml）、烘培專用刮刀、保鮮膜、耐高溫模具100個(6\*6\*5cm)

### 三、自製的測量裝置

#### 1.自製硬度測量裝置



圖二-1



圖二-2

(圖片說明:圖二-1、圖二-2 為本研究作者拍攝)  
材料:圓鈍頭型壓克力(探頭 5mm)、方形壓克力盒（1000ml）、水平儀、珍珠板方塊

#### 2.自製壓縮回彈性測量裝置



圖二-3

(圖片說明: 圖二-3 為本研究作者自行拍攝)  
材料:S 形掛勾、水桶、壓克力膠、壓克力排尺 2 支、L 形鋼 10 個、電池座、LED 燈

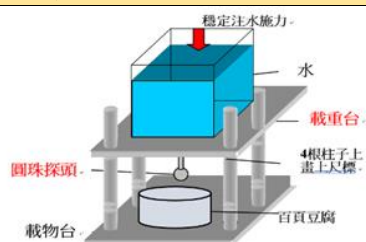
## (一) 硬度測試裝置的修正過程

如表二-1，參考學長姊研究其他主題時設計的硬度測量器設計理念，但若要直接用於本研究須進行修改以符合本研究主體，修改過程如表二-1所示。

表二-1 歷屆科展作品硬度測量方法回顧與修正

歷屆科展作品	主體	設計原理
1.有「仙」則名~探討添加物對仙草凝膠品質與官能品評嗜好性之影響。(新北市 111 學年度科展作品，生活與應用二，2023)	仙草凍	施力使探頭突破表面膜的力，即為施力，施力愈大，代表表面膜的硬度越大。(探頭的形式為圓珠探頭 10mm)
2.「蒟」世無雙~探討天然添加物對「蒟蒻」的凝膠品質與變色現象(全國第 62 屆科展化學科，2022)	魔芋蒟蒻	施力使探頭陷入蒟蒻內 1 公分時停止注水。施力愈大，代表硬度越大。(蒟蒻探頭的形式為圓珠探頭 8mm)
3.驚天「凍」地~探討添加物對「蒟蒻果凍」凝膠機制之影響與感官品評接受度(全國第 57 屆科展化學科，2017)	蒟蒻果凍	(蒟蒻果凍探頭的形式為圓珠探頭 10mm)
4.時尚「丸」家~探討「多醣類食用膠體」改善健康貢丸品質的可行性與感官品評接受度(新北市 106 學年度科展作品，2018)	貢丸	(貢丸的探頭是尖形)
5.非我莫「糰」~探討添加健康替代澱粉對傳統「糯米麻糰」品質的影響(新北市 109 學年度科展作品，2021)	麻糰	以等重 1 公斤重物按壓 30 秒，量測變形量，換算變形率，變形率越大代表硬度越小。(不使用探頭)

### 以前裝置不適用原因:



圖二-4

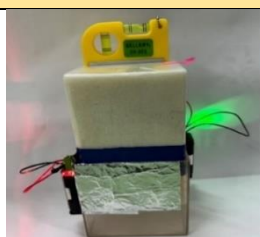
(圖片來源:圖二-4 參考新北市科展生活與應用二，2023，有「仙」則名科展作品修改繪製)

- 1.上方載重台易搖晃: 按壓時歪斜會影響數據。
- 2.探頭:之前作品依研究主體有使用過圓球型探頭 8~12mm 或是尖型探針式或平面式，不適用本研究主體。
- 3.載重台太重:當百頁豆腐比較軟時，必須換成更輕的材質為宜，注水穩度也要控制。

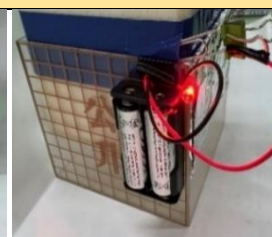
### 本研究修改如下:

1. 修正一:使用數學課的方形有刻度的壓克力盒教具，克服搖晃現象和利於觀察平衡。
2. 修正二:  
利用「水平儀」確認裝置的水平，讓實驗更精準。LED 燈組設計兩組成對角線裝置，兩組同時燈亮，代表有垂直均衡施力。(圖二-5)
3. 修正三:  
利用鋁箔包覆外盒，電池組和 LED 燈製作一組通路，當探頭下插 1 公分時，上下接觸形成通路，小 LED 燈就會亮起來，此時停止注水，以改善目視方式誤差。(圖二-6)
4. 修正四:  
當製品比較軟時，原使用百格版但會不穩(圖二-7)，所以上方又修改成珍珠板材質。探頭從 10mm 圓球型修改為 5mm 圓鈍頭型的探頭，以符合實驗需求。(圖二-8)。

### 照片說明



圖二-5



圖二-6



圖二-7



圖二-8

(圖片來源:照片皆本研究作者自行攝影)

## (二)彈性測試與壓縮力測試裝置的修正過程

如表二-2，參考學長姊研究其他主題時設計的測量器設計理念，本研究討論後採用水平壓縮的施力來測量以評定內部組織的強度，設計過程如下：

表二-2 歷屆作品彈性測試回顧與自行設計

歷屆科展作品	主體	設計原理
1.「蒟」世無雙~探討天然添加物對「蒟蒻」的凝膠品質與變色現象 (全國第 62 屆科展化學科，2021)	蒟蒻	將蒟蒻下壓至原高度的一半，停滯 1 分鐘後移開施力重物。觀察回彈 1 分鐘後回彈的高度，換算成回彈率。 
2.非我莫「糰」~探討添加健康替代澱粉對傳統「糯米麻糰」品質的影響 (新北市 109 學年度科展作品，2021)	糯米麻糰	
3. 戰勝食神的「健康貢丸」-以低鹽控制蛋白質乳化效果之無磷酸鹽貢丸 (全國第 53 屆科展生活與應用科，2021)  (圖片來源:圖二-09、圖二-10擷取於上述科展說明書)	貢丸	先衡量貢丸直徑，在計算壓縮直徑 10%、20%、與 30%的壓縮形變需要多少重量 
<b>以前裝置不適用原因:</b>		
1.施力方向由上而下，觀察不易。垂直向下施力易搖晃且無法平衡向下。(圖二-09) 2.壓縮力測試發現百頁豆腐無法壓縮到 1/2，因為擠壓力過大會產生破裂，所以本研究改為擠壓 1/3 為原則。(圖二-11) 3.參考全國第 53 屆科展貢丸彈性測試儀，加以修改設計警示燈，施力也改以定速抽水添加，使誤差降低。		 (圖片來源:本研究作者自行攝影)
<b>本研究設計如下:</b>		<b>圖片說明</b>
<p><b>1.修正一:改變施力方向便於觀察</b> 利用定滑輪改變施力方向，壓縮方式由上下改為平移擠壓的方式以利觀察。(圖二-12)</p> <p><b>2.修正二:減低摩擦力</b> 為了讓棉線施力時摩擦力小些，底部加一層玻璃片，減小方盒移動時摩擦力。(圖二-13)</p> <p><b>3.修正三:改善施力平均定速</b> 為了使施力能平均定速，改為定速抽水添加的方式。(圖二-14)</p> <p><b>4.修正四:擠壓 1/3 為原則</b>，即前後壓縮長度從 6 公分擠壓至 4 公分長。</p> <p><b>5.修正五:設計警示燈停止施力</b>，利用電池、電線、迴紋針、LED 燈，當<u>壓縮至定點形成通路時 LED 燈會亮，並停止施力(停止繼續注水)</u>。(圖二-14)</p>		<p></p> <p></p> <p></p> <p>設計警示燈 LED 燈會亮</p> <p>定速抽水馬達</p> <p>(圖片:以上 3 張皆本研究作者自行攝影)</p>



## 參、研究過程或方法

本研究所有實驗相關相片都為作者或指導老師拍攝，實驗模型裝置圖也都由本研究作者繪製，參考歷屆科展作品的測定方法與裝置示意圖是參閱科教館網站（[www.ntsec.gov.tw](http://www.ntsec.gov.tw)）科學展覽會/全國中小學科學展覽會/歷屆優勝作品(詳閱參考文獻)。

### 一、研究架構圖



圖三-1-1 研究架構表



## 二、確立本研究的百頁豆腐製作步驟

製作過程中除了降低油脂量，而且添加膳食纖維粉，製作步驟如下圖示：



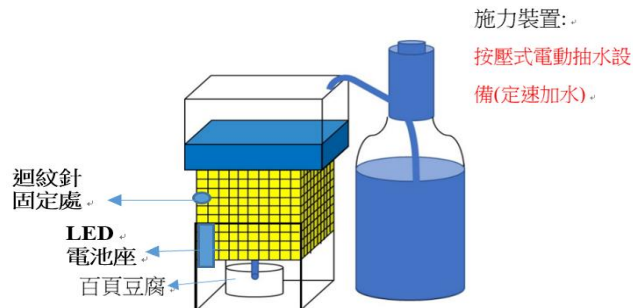
圖三-2-1 準備材料配方的比例 圖三-2-2 分3次加油脂 圖三-2-3 準備裝盒 圖三-2-4 成品出爐  
(圖片來源:以上製作步驟、4張實驗照片都是由本研究作者繪製與拍攝)

## 三、測定方法

### (一) 硬度測試：

是指質地組織的軟硬程度，施力愈大代表百頁豆腐硬度愈大。步驟如下：

1. 取百頁豆腐3個(6cm\*6cm\*3cm)，先將一塊百頁豆腐放入方型壓克力盒內。
2. 探頭固定在數學方型立體模具下，在上方放置水平儀確認水平後，再以定速施力方式(利用抽水器加水)，使用自製的5mm 圓探頭下壓施力直至探頭下陷插入百頁豆腐1公分時，本實驗裝置左右兩組的 LED 燈組形成通路而發亮(迴紋針會碰觸鋁箔片)。
3. 兩組同時發亮代表下壓施力時是垂直平穩地，此時即停止注水。若非同時亮代表施力不平均需重新測量。
4. 量測上方重物的總重量 (水箱+水+模具)即為施力。重複 3 次以上求平均值。

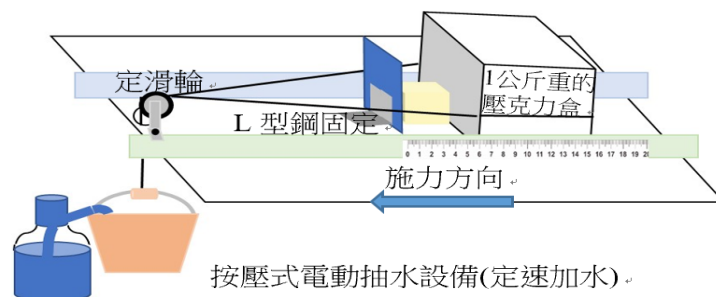


圖三-3-1 硬度測試裝置示意圖(圖片來源:本研究作者自行繪製)

## (二)內部組織的回彈性與壓縮力測試：

是指每壓縮一公分，百頁豆腐反彈的長度的百分比，回彈率越大代表彈性愈佳。

- 1.百頁豆腐從冷凍庫取出回溫到室溫時測試，紀錄內部溫度並取內部組織部分 3 塊。
- 2.將一塊百頁豆腐放入自製的壓縮軌道內，利用定滑輪改變力的方向向下施力，前後施力使百頁豆腐經擠壓而形變縮短 1/3 的長度(即 2.0cm)，旁邊設計的 LED 燈形成通路而發亮，停止注水並隨即移除重物(水)，在壓縮力作用下組織變得更加緊密，觀察並記錄反彈 1 分鐘後的長度。
- 3.量測三個以上求平均值，換算出百頁豆腐壓縮回彈率，回彈率愈大代表回彈性愈佳。
- 4.隨即記錄擠壓而產生形變量達縮短 1/3 的長度時，紀錄壓縮力，壓縮力越大代表內部組織強度越大。



(圖片來源:本研究作者自行繪製)

圖三-3-2 壓縮力測試裝置圖

## (三)感官品評單：

- 1.採評分制，是一種「嗜好性」品評的方式，主要是透過試吃活動來瞭解試吃者的喜好接受程度，我們請同學、家長和學校的師長品嚐各種配方的百頁豆腐，使用盲測的方式，並請試吃者利用平板掃 QR Code 填寫試吃表單(詳如實驗日誌)。
- 2.採七分制，針對百頁豆腐的口感、內部組織均勻度、風味、色澤等接受度的評定，設計 GOOGLE 表單，希望得知大眾的喜好程度，平均 4 分以下代表不喜歡，4 分以上代表喜歡，分數越高喜好程度越高，但品評喜好性是比較主觀的，因此試吃結果僅作為推廣製作的參考，自製時仍可應依據本研究配方並依自己喜好的口感適度調整配方。

## 肆、研究結果與討論

### 研究一、探討市面上百頁豆腐的品質

我們的構想：我們蒐集資料並採訪百頁豆腐製作的商家得知：目前製作材料為大豆分離蛋白粉加水和大量的油。我們想製作低脂百頁豆腐，以及之前上課時老師有提到目前國人的膳食纖維普遍缺乏，所以想加入一些纖維粉以增加他的健康性。

#### 一、市面上百頁豆腐的硬度、彈性、壓縮力測試

(一)實驗設計: 選擇三家有品牌包裝的市售百頁豆腐(義○、蓮○、中○一番)

(二)實驗結果

1. 結果如下圖四-1-1所示(採用組合圖)，硬度以長條圖呈現，壓縮力以散布圖呈現。

(1) 硬度值:介於290.7~344.3克之間。

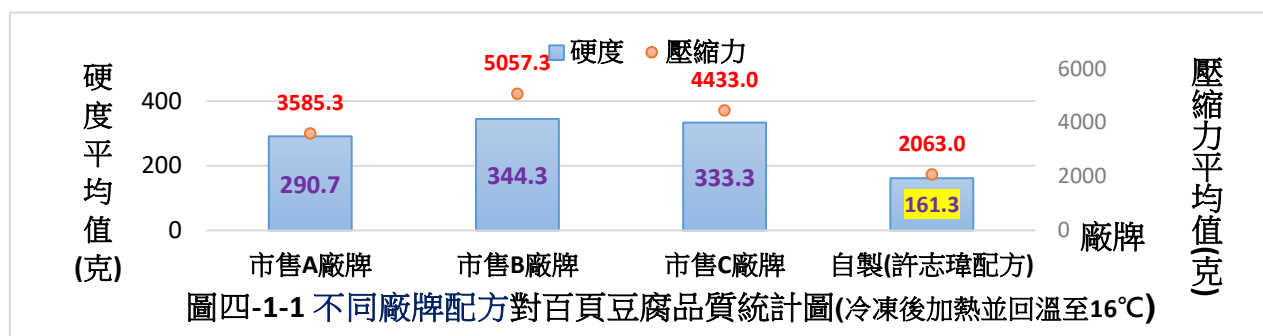
(2) 壓縮力:壓縮至原長度的2/3時，壓縮力介於 3585~5057克之間。

(3) 回彈率介於80%~90%之間，有發現破裂。

2. 正式實驗前:本研究依許志瑋(2013)的材料製作比例 (表四)初步實作結果如下。

(1) 硬度值平均: 161克。 (2) 壓縮力:平均2063克。

(3) 回彈率90%~95%，壓縮長度達1/3時未有破裂。(紀錄表請參閱現場實驗紀錄本)





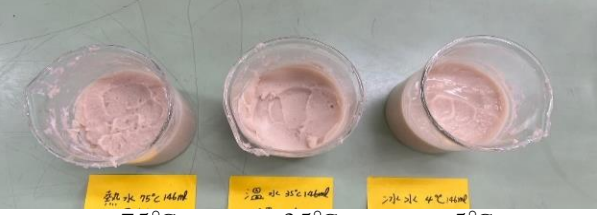
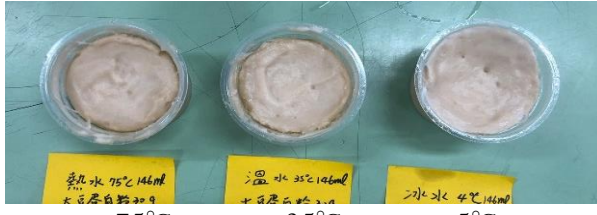
討論: 初次試作是參考許志瑋的材料配方所自製的成品，此配方油脂熱量高，而且比市售成品的硬度和壓縮力都小，討論後覺得宜修正製作材料的配方比例，以達硬度與壓縮力能與市售相近。

#### 二、製作時的水溫

(一)實驗設計: 三種溫度為 冰水(5°C)、溫水(35°C)、熱水(75°C)

(二)實驗結果: 如表四-1，冰水比較好攪拌，熱水組蒸煮後「出油」情形嚴重。

表四-1-1 實驗步驟觀察紀錄比較

<p><b>步驟 1---加水(攪拌階段)</b> 加入 75°C 熱水後造成攪拌困難，討論後覺得是因為熱水造成大豆蛋白粉糊化了。</p>  <p>75°C      35°C      5°C</p>	<p><b>步驟 2---加油脂(乳化階段)</b> 使用冰水時不論加水或加油階段都比較稀容易攪拌，會有流動感。</p>  <p>熱水(75°C) 、溫水(35°C) 、冰水(5°C)</p>
<p><b>步驟 3---加澱粉 (樹薯澱粉+膳食纖維粉)</b> 蒸煮前熱水組感覺濃稠度高，也無光澤度。</p>  <p>75°C      35°C      5°C</p>	<p><b>步驟 4---蒸煮後觀察</b> 蒸煮後發現冰水組比較軟，熱水組出油嚴重，討論可能是乳化不完全。</p>  <p>75°C      35°C      5°C</p>

(圖片來源:表四-1-1實驗照片皆由本研究作者/導老師攝影)

**發現:** 熱水不易攪拌，應是熱水造成大豆蛋白粉糊化的緣故，建議製作以冰水為宜。

### 三、探討製作時水分添加量

(一)實驗設計:水量 A125克(佔總重量56.1%)、B135克(58.0%)、C145克(59.7%)、D155克(61.9%)

(二)實驗結果

- 1.原料漿:水量增加時發現原料漿變稀，黏度下降。推論是因為水量增加蛋白質濃度下降，因而凝膠性就會下降，故黏性小。
- 2.成品出油現象:水的重量百分比56.1%、58%、59.7%、61.9%四組，不論冷凍組和冷藏組都有出油現象。從實驗得知降低水比例此時油比例17.8~20.2%都有出油現象。
- 3.成品觀察:實驗組 D 成型度不佳，太柔軟。其餘三組柔軟程度隨水量增加而變軟。
- 4.按壓回彈情形: 實驗組 D 百頁豆腐太軟，壓縮達2/3時已經變形而無法按壓回彈。

**發現:** 實驗結果以水量125克(佔總重量56.1%) 時效果佳。水分添加量太多時發現原料漿比較稀，黏度下降，此時硬度下降，而且也容易造成油水分離現象。



## 研究二、探討基本原料對「高纖維百頁豆腐」品質的影響

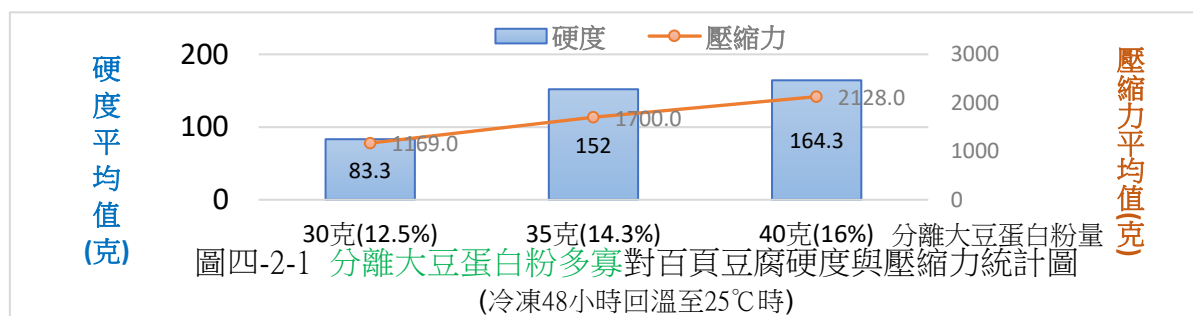
### 一、探討分離大豆蛋白粉添加比例

(一)實驗設計:操縱變因為分離大豆蛋白粉30克(12.5%)、35克(14.3%)、40克(16.0%)

(二)實驗結果(如下圖四-2-1,採用組合圖呈現,硬度為長條圖,壓縮力為折線圖)

1.硬度與壓縮力:發現分離大豆蛋白粉添加比例愈高,硬度與壓縮力都有上升趨勢。

2.討論:下圖四-2-1所示,不添加蛋白粉時,想要達到市售百頁豆腐的硬度需要更多的分離大豆蛋白粉或是減少水量才能達到。



建議: 水量調降為粉:水=1:4, 或適度添加蛋白粉(約總重量的2%), 能提升硬度與壓縮力。

### 二、探討油脂種類與添加比例

#### 二-1 降低油脂比例(以水取代油脂量)

(一)實驗設計(詳細配方詳見實驗記錄本表2-2實驗材料表)

在液體總量不變的條件下(水+油=192克), 實驗組:油與水組合不同時, 油佔液體的百分比=5%、10%、15%、20%, 即油佔總體的3.9%、7.8%、11.8%、15.7%。

(二)實驗結果

1. 蒸煮前攪拌過程發現:

增加水量而降低油脂, 發現油脂下降至總材料重的3.9%組時, 原料漿的黏度比較低, 看起來稀稀的, 而且攪拌過程竟然出現油水分離現象。

2. 蒸煮後成品出油現象:

(1)油少時(油3.9%)剛出爐脫模時有點黏在杯底(如圖四-2-2)。

(2) **出油現象觀察:** 在液體總量不變的條件下, 隨油添加量增加而出油有增加趨勢, 另外發現當水量太高的低油組3.9%, 冷凍組和冷藏組依然有出油現象。

討論: 推測是水量太多易造成原料漿黏度小, 因此油水溶液會分離。



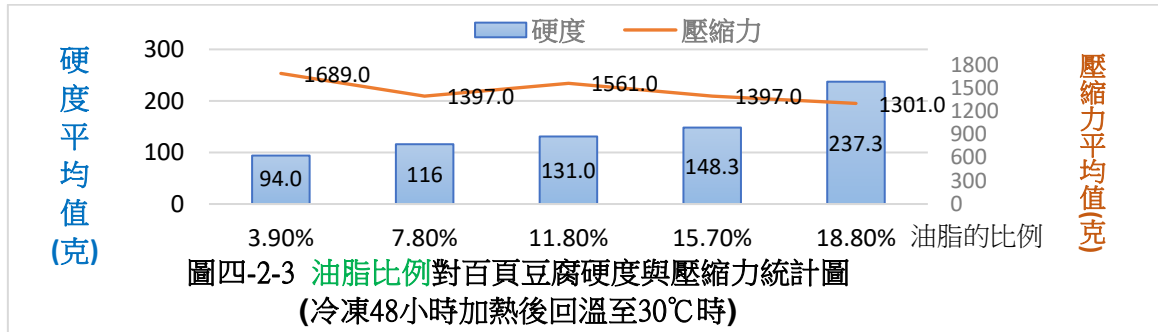
(圖片來源:由本研究作者自行攝影)

### 3. 硬度:

(1)由圖四-2-3發現:液體總重量不變的情況下,以油脂取代水,發現油脂增加硬度有上升情形,硬度介於94~237克。以水取代油脂則會使硬度下降。

(2)重新加熱後會恢復柔軟度和彈性,但當溫度隨室溫下降時,硬度會逐漸增加。

4. 壓縮力: 圖四-2-3得知重新加熱後壓縮力差異不大,壓縮1/3約介於1301~1689克。



發現: 油添加量越多越有光澤,水量太高或油脂比例高,都發現容易有出油現象。

## 二-2、油脂種類不同

(一)實驗設計: 選擇8種不同油脂

(二)實驗結果:

表四-2-2 不同油脂種類顏色變化彙整表

不同油脂	大豆油、葵花油、黑麻油、橄欖油、苦茶油、白芝麻油、椰子油、亞麻仁油							
原料漿								
出爐時								
冷凍後顏色								
	R:223 G:195 B:155	R:208 G:155 B:144	R:169 G:140 B:95	R:193 G:167 B:117	R:216 G:188 B:137	R:182 G:155 B:107	R:168 G:143 B:109	R:194 G:171 B:106

(圖片來源:表四-2-2照片皆由本研究作者或指導老師自行攝影)

1.顏色:從上表中顯示:黑麻油為深褐色，白芝麻油為淺褐色，椰子油未結凍時為透明無色，室溫下降易成固態白色，橄欖油、亞麻仁油和苦茶油為淡黃色系，大豆油與葵花油為淺黃色系。

2.原料漿顏色:8種油脂中黑芝麻油原漿顏色比其他組深，但乳化後顏色會變淡。

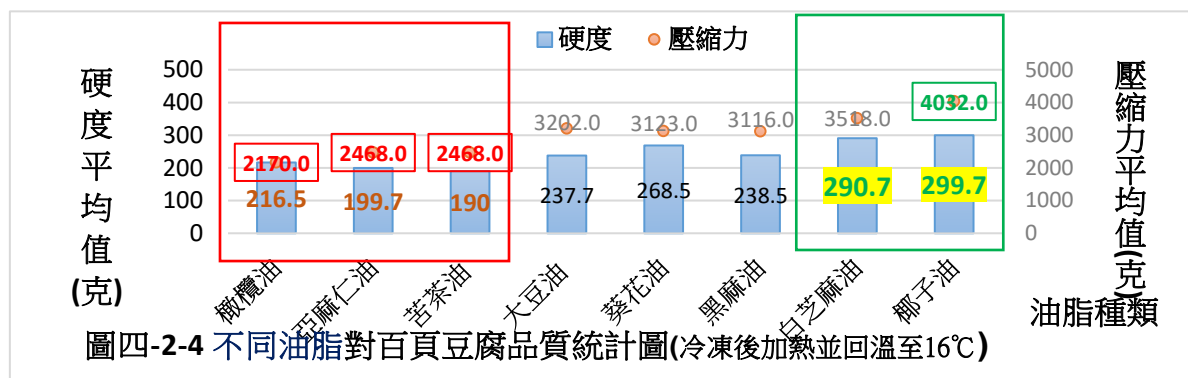
3.成品:上表四-2-2中，冷凍後顏色會變深，回溫後又會變淺些。尤其黑麻油比較深。

4.硬度測試:

(1)由圖四-2-3，硬度值較大的是椰子油、白芝麻油。由大到小:椰子油、白芝麻油>黑芝麻油、大豆油、葵花油>橄欖油、亞麻油、苦茶油。

(2)發現椰子油是很特別的油，溫度太低時會變成固態，推論是這種油的特性所以百頁豆腐回溫到室溫時硬度還是比其他植物油硬度大。

5.壓縮力測試:由圖四-2-4所示，室溫16°C時壓縮力最大的是椰子油。橄欖油、苦茶油、亞麻仁油略小。



圖四-2-4 不同油脂對百頁豆腐品質統計圖(冷凍後加熱並回溫至16°C)

發現: 椰子油硬度與壓縮力最大，而黑麻油做成的百頁豆腐色澤為最深。苦茶油、橄欖油、亞麻仁油比較柔軟，不同的油脂有不同的氣味，會影響試吃品評時的接受度。

### 三、添加不同的澱粉種類與比例對「高纖百頁豆腐」的影響如何呢？

#### 三-1、添加不同的澱粉種類

(一)實驗設計:選擇8種不同種類的澱粉

(二)實驗結果

##### 1.硬度測試

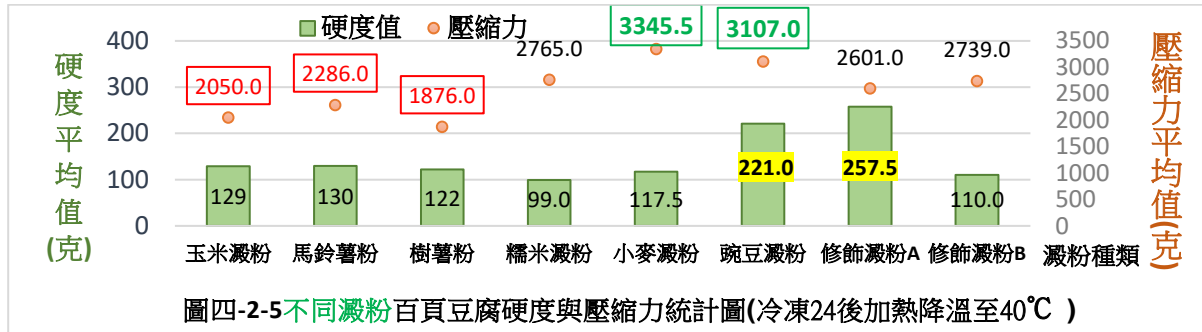
冷凍組:修飾澱粉 A(羥丙基磷酸二澱粉)硬度最大(257.5 克)，其次是豌豆澱粉(221 克)，其餘明顯較小(99~130 克)。(較大者如圖表 2-3 黃網底所示)

## 2. 壓縮力測試:

(1)由大到小:小麥澱粉、豌豆澱粉> 糯米粉、修飾澱粉 A(羥丙基磷酸二澱粉)、修飾澱粉 B(乙醯化己二酸二澱粉)>馬鈴薯粉、玉米澱粉、樹薯粉。

(2)討論:馬鈴薯粉、玉米澱粉、樹薯粉這三種壓縮力比較小。(如圖 2-3-1 紅字所示)

小麥澱粉、豌豆澱粉這二種壓縮力比較大。(如圖 2-3-1 綠字所示)



## 3. 彈性測試與內部組織變化:

(1)不論哪種澱粉種類按壓長度達 2/3 時回彈率都在九成以上，無差異。

(2)發現切開後各組都有裂痕，尤其豌豆澱粉、修飾澱粉 A、小麥澱粉最為明顯，推論是硬度較大或承受的壓縮力大的緣故。

**發現:** 豌豆澱粉、修飾澱粉 A(羥丙基磷酸二澱粉)冷凍組硬度最大。

馬鈴薯粉、玉米澱粉、樹薯粉壓縮力最小。

**澱粉有利於組織的黏彈性，建議樹薯粉或馬鈴薯澱粉為佳，添加5%~6%品質受喜愛。**

## 三-2、添加澱粉的多寡

### (一)實驗設計:

控制變因:低脂高纖百頁豆腐---降低油量(23 克)、添加膳食纖維(7 克)，其餘依表 12 材料表。操縱變因:澱粉添加量 10、15、20 克(百分比 4.5%、6.6%、8.6%)

### (二)實驗結果

#### 1. 硬度測試:

(1)剛出爐冷卻至室溫30°C發現硬度無差異。(如圖2-3-2 室溫組(30°C))

(2)但放入冷凍庫24小時後取出解凍發現隨澱粉量增加而有上升趨勢，如圖四-2-6 冷凍組(解凍至20°C)，20克>15克>10克。

**推論:** 是澱粉在蛋白質乳化膠體的過程中具有填充的作用，澱粉會吸收原料漿中的水分，應會推擠蛋白質而使百頁豆腐結構更為緊密。

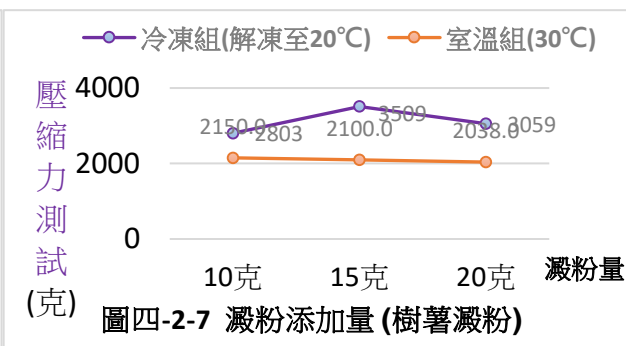
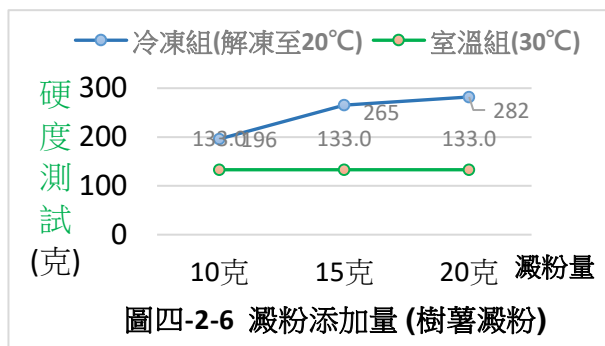


## 2. 壓縮力測試

(1) 室溫組: 出爐冷卻至室溫30°C發現壓縮力無差異。(如下圖橘線—○—室溫組(30°C))

(2) 冷凍組: 圖2-3-3 —●—冷凍組(解凍至20°C) 冷凍庫取出解凍發現澱粉量增加有上升現象, 但是至15克(6.6%組)之後有下降情形。

討論: 發現壓縮時澱粉量20克(8.6%)組有裂痕, 故導致壓縮力下降。



## 3. 試吃品評

(1) 冷凍組解凍後發現隨澱粉增加而柔軟度會下降。品評結果與圖2-3-2測試一致。

(2) 牙齒黏牙感(附著性)也隨澱粉增加而增加, 這應該是澱粉具有的特性。

發現: 隨澱粉量的增加, 成品柔軟程度下降、硬度上升、結構緊密性增加、黏牙現象提升。

## 四、探討添加「膳食纖維種類」對百頁豆腐品質的影響

(一) 實驗設計: 五種膳食纖維(添加量7克, 總重量的3%)

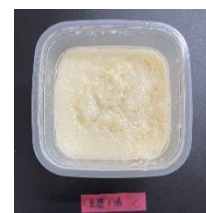
(二) 實驗結果:

1. 操作過程發現: 未添加膳食纖維原漿水分比較稀, 有添加膳食纖維, 因高吸水性故使原料漿比較稠。(如圖 2-4-1)

2. 僅用市售的豆漿製作若不添加分離大豆蛋白粉, 原料漿很稀, 容易產生分層現象, 出爐後分層無法成型。(圖四-2-8)

3. 成品觀察: 蒸煮後不論是否有添加膳食纖維, 內部都有孔隙。

4. 添加膳食纖維會影響外觀的成色。(圖四-2-10)



圖四-2-8



圖四-2-9, 右圖添加膳食纖維, 原料漿比較稠。

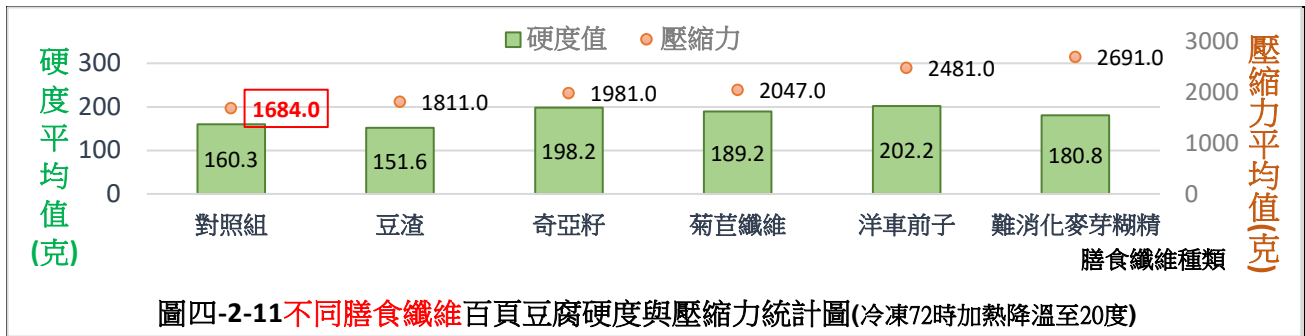
圖四-2-10 添加膳食纖維會影響外觀的成色, 第1張照片以豆漿取代大豆蛋白粉易有分層現象。

## 5.硬度測試:

(1) 從圖四-2-11 得知:硬度略小的是豆渣組，其餘差異不大(硬度約 180~202 克)。

(2) 製作發現濕豆渣具有水分又不具黏性，影響原料漿與成品的膠黏性，故硬度變小。

6.壓縮力測試: 從圖四-2-11 發現添加膳食纖維實驗組都比對照組大。加熱組壓縮力介於 1811~2691 克。(若不加熱組直接冷凍回溫壓縮力介於 2836~3788 克，請詳見實驗)



### 發現:

1. 洋車前子粉有添加其他粉末，增加了洋車前子原料漿的稠度，所以發現特別黏稠。
2. 奇亞籽是一顆顆的種子，遇水會有濕黏性。
3. 菊苣纖維粉可溶於水中形成黏性膠狀物質。
4. 難消化麥芽糊精加入原料將會發現原料漿流動性變好。

## 五、添加新鮮雞蛋取代雞蛋蛋白粉對「高纖低脂百頁豆腐」的影響

### 五-1 添加新鮮雞蛋蛋白液

(一)實驗設計: 對照組為雞蛋蛋白粉 4.5 克、實驗組為新鮮雞蛋蛋白液添加量 30 克。

#### (二)實驗結果

##### 1.成形度觀察:

(1)對照組 A0 未添加雞蛋蛋白粉無法成形，試吃品評時發現糊糊的感覺。

A1 組添加新鮮雞蛋蛋白液的百頁豆腐有成形並且變硬。

A2 組是添加新鮮雞蛋蛋白液 30 克並降低水量，成型程度更佳。

(2)推論: 加熱可以改變雞蛋蛋白的結構，因添加蛋白粉使百頁豆腐內部孔洞增大而膨脹，蛋白質網狀結構因為加熱而更緊密，整個百頁豆腐更為結實。

##### 2. 硬度測試與壓縮力測試:

(1) B 組實驗: 如表四-2-3所示，B 組增加分離大豆蛋白粉從30克增加到40克，發

現硬度與壓縮力都有增加。代表大豆分離蛋白粉增加會使硬度變大。

(2)雞蛋白液取代蛋白粉:硬度與壓縮力會降低，推測是新鮮蛋白液含水量高的緣故。

建議: A2、B2酌減水量30克為116克，發現添加30克雞蛋白液，但將水量減30克，結果可使硬度與壓縮力提升。

表四-2-3 實驗材料與實驗紀錄彙整表 單位:克

組別 材料		A 組(分離大豆蛋白粉 30 克)			B 組(分離大豆蛋白粉 40 克)		
		對照組 A0	實驗組 A1	實驗組 A2	對照組 B0	實驗組 B1	實驗組 B2
新鮮雞蛋蛋白液		0	30	30	0	30	30
雞蛋蛋白粉		4.5	0	0	4.5	0	0
冰水		146	146	116	146	146	116
實驗 結果	硬度平均(克)	196	133.3	180.8	317.3	217	224.8
	壓縮力平均(克)	2803	1467	2069	3259	2416	2934.0

發現：

百頁豆腐不須添加凝固劑，利用蛋白可提升它的凝固性與彈性，實驗結果:雞蛋蛋白粉具有凝聚黏著的功能，如果不添加蛋白就必須增加分離大豆蛋白粉來增加硬度。

## 五-2 添加新鮮全蛋液(含蛋黃)

(一)實驗設計: 依據前面實驗結果調降對照組水量為 124 克，以提高硬度。

對照組為雞蛋蛋白粉 4.5 克、實驗組 A 為新鮮雞全蛋液添加量 30 克。

實驗組 B 為新鮮雞全蛋液添加量 30 克但是水量降 30 克。

(二)實驗結果

1.成形度觀察：

(1)發現添加雞蛋的百頁豆腐有成形，試吃品評時具有咀嚼口感。

(2)製作過程中發現：雞蛋具有凝聚黏著的功能，而且發現在乳化過程中更能使原料漿乳化完全。推論：加熱可以改變雞蛋蛋白的結構，而且也發現蛋黃具有提升油水乳化作用，我們推論是雞蛋黃的緣故。

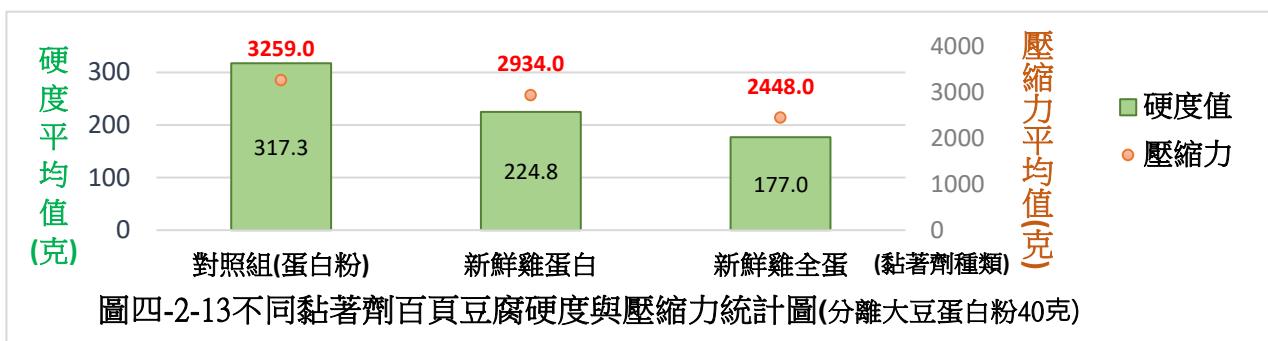
2.硬度測試與壓縮力測試:

(1)對照組添加雞蛋蛋白粉4.5克，而實驗組 A(改為添加30克雞全蛋液)硬度與壓縮力不增反減，推測是新鮮雞蛋液態含水量高的緣故。但有濃濃的雞蛋香味。

(2)實驗組 B 將水量再減 30 克，結果可使硬度與壓縮力提升，但仍比市售成品軟。

表四-2-4 實驗材料與實驗紀錄彙整表 單位:克

組別 \ 項目	對照組 A0	實驗組 A	實驗組 B	討論:
新鮮雞蛋液(全蛋)	0	30	30	常看到製作沙拉醬就是利用天然健康的雞蛋來當乳化劑，其含有的卵磷脂有助於結合水和油脂。 本研究也想使用蛋黃來測試其效果，結果非常成功，雞蛋添加可增加其特別的風味並提升乳化效果。
雞蛋蛋白粉	4.5	0	0	
分離大豆蛋白粉	30	30	30	
冰水	124	124	96	
實驗結果				
硬度平均(克)	268	156.3	177	
壓縮力平均(克)	3210	1696	2448	



#### 發現:

1. 乳化作用指的是將兩種或兩種以上的不相溶液體（例如本研究的水和油脂）攪拌、結合在一起，以新鮮雞蛋白或新鮮雞全蛋添加有助於提升硬度與壓縮力。
2. 發現蛋黃具有乳化劑功能，因其含有卵磷脂有助於水和油脂的乳化，但因為是液態的緣故，建議水量的使用可以略減。

## 研究三、探討水溶液對「高纖百頁豆腐」品質的影響

### 一、酸鹼值

(一)實驗設計:利用食用鹼粉和食用醋，調配 pH4、pH5.5、pH7、pH9.5、pH11

(二)實驗結果

#### 1.原料漿觀察:

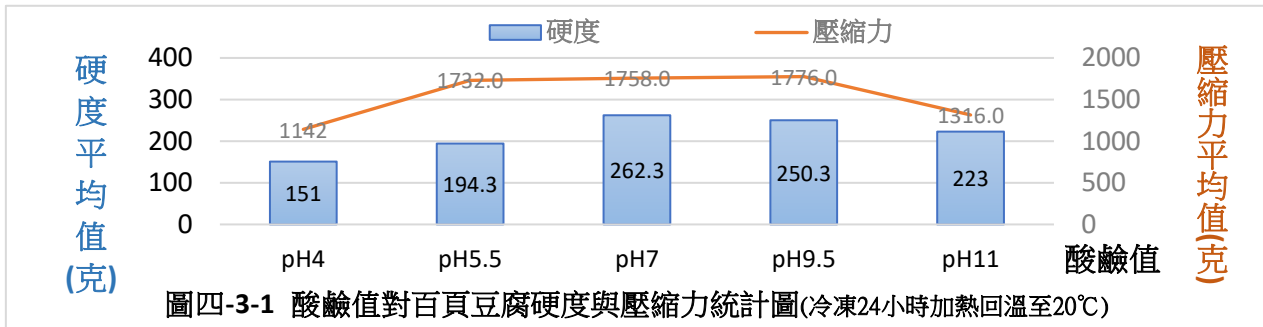
- (1) 黏稠度:製作過程中發現鹼性水溶液的原料漿比較黏稠，而酸性相對比較稀，而且鹼性水會使分離大豆蛋白粉出現糰狀，比較不容易與油脂攪打均勻的感覺。
- (2) 顏色:鹼性偏向黃色系，而酸性偏向紅色系。

#### 2.硬度測試

- (1) 酸性: 實驗發現硬度隨 pH 下降而有下降趨勢。不論是當天出爐的室溫組，或是冷凍儲存24小時後取出加熱回溫組都是如此。
- (2) 鹼性: 現硬度隨 pH 增加而有下降趨勢。

### 3. 壓縮力測試

- (1) pH4、pH11兩組壓縮力明顯低於其他各組，也發現壓縮時有破裂的產生。
- (2) 按壓回復的狀況以 pH4、pH5.5比較差。



### 4. 試吃品評

- (1) 咀嚼感: 發現 pH4、pH5.5咀嚼性比較差，Q 彈口感也比較差些。
- (2) 黏著性: 發現 pH7黏著性略強於其他組。
- (3) 口感: pH11去鹼後才能食用，否則會有澀味，可在湯汁中水煮撈出食用。  
pH4有淡淡酸味，但是並不明顯。

#### 發現：

中性的硬度和壓縮力較大，酸鹼性都會降低成品的組織硬度與內部組織的結實感。

## 二、鹽類(金屬離子)

(一) 實驗設計: 添加氯化鈉 NaCl、氯化鉀 KCl、氯化鈣 CaCl<sub>2</sub> (添加量0.15%)

(二) 實驗結果

1. 顏色: 添加氯化鈣 CaCl<sub>2</sub> 顏色偏白，亮度提升。

(圖四-3-2所示)

2. 硬度與壓縮力: (如圖四-3-3所示)

(1) 硬度: 冷凍24小時不加熱時對照組、氯化鈉、氯化鉀差異不明顯，但是氯化鈣還是略小。

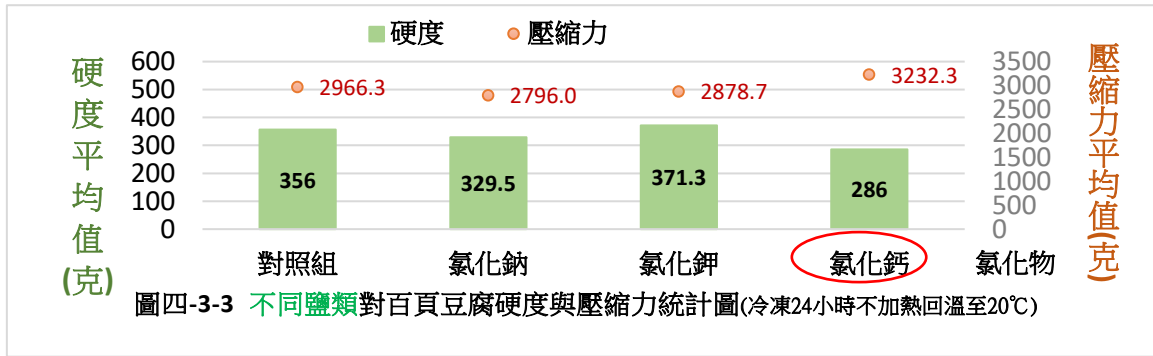
(2) 壓縮力: 對照組、氯化鈉、氯化鉀差異不大，但是氯化鈣最大。

3. 討論: CaCl<sub>2</sub>為白色，溶解度低於 KCl 和 NaCl, 可能有些 CaCl<sub>2</sub>沒有溶解致使顏色偏





白。Ca<sup>2+</sup>與蛋白質的-COO<sup>-</sup>的結合能力大於 K<sup>+</sup>和 Na<sup>+</sup>，故加氯化鈣時壓縮力較大。



發現:

添加量0.15%時氯化鈣的硬度最小而壓縮力最大。而且氯化鈣的百頁豆腐密度較大。

## 研究四、探討貯存溫度對「高纖百頁豆腐品質」的影響

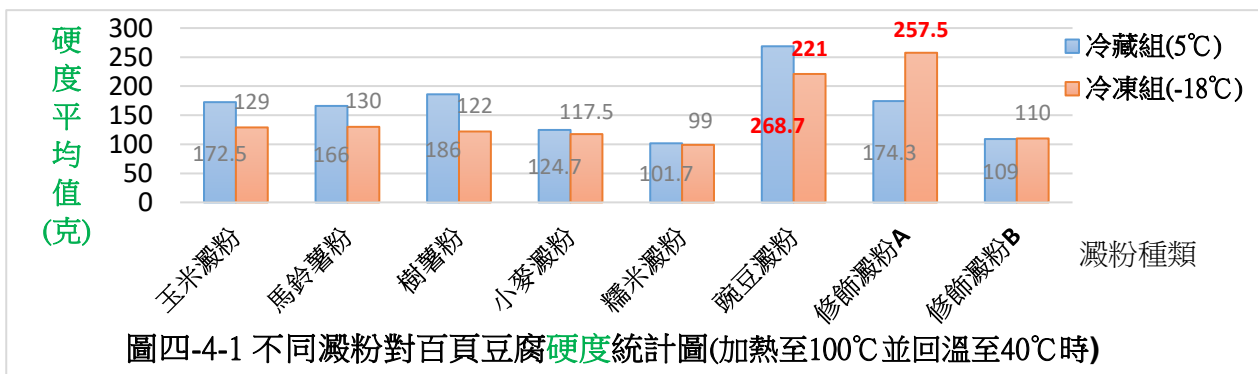
### 一、貯存方式不同

(一)實驗設計: 三種貯存溫度--- 冷藏室(5°C)、冷凍庫(-18°C)、室溫(30°C)

(二)實驗結果

#### 1. 硬度測試:

- (1) 如圖四-4-1 所示，從冰箱取出加熱後慢慢回溫至 40°C 時測量硬度，除了修飾澱粉 A 以外，**硬度是冷藏組>冷凍組**。
- (2) **冷藏組:豌豆澱粉明顯比其他組硬**。冷凍組:修飾澱粉 A(羥丙基磷酸二澱粉)，硬度最大約 257.5 克，其次是豌豆澱粉 221 克，其餘明顯較小 99~130 克。
- (3) 第 9 天取出冷藏室組有出現斑點，應是黴菌滋生，發現硬度變大，彈性變差。

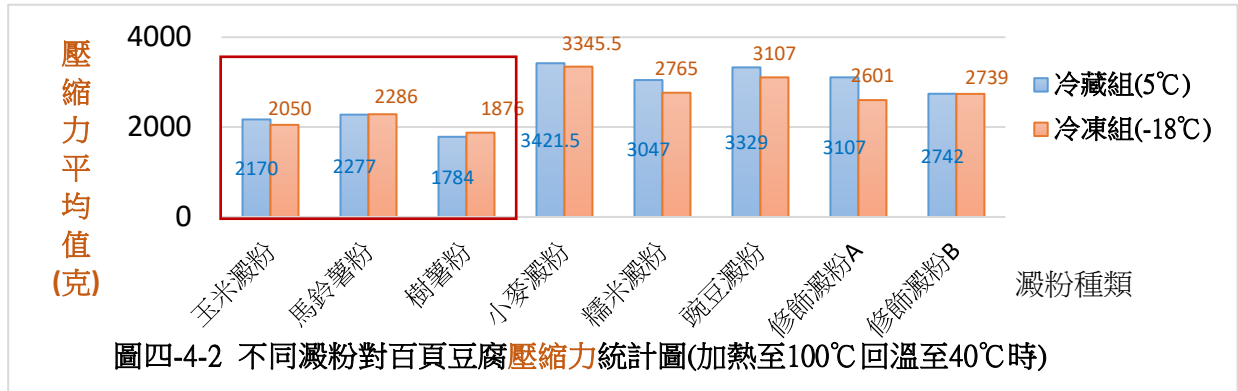


#### 2. 壓縮力測試:

- (1) 從圖四-4-2 發現小麥澱粉、豌豆澱粉、修飾澱粉 A(羥丙基磷酸二澱粉)、糯米粉>

修飾澱粉 B(乙醯化己二酸二澱粉)>馬鈴薯粉、玉米澱粉、樹薯粉。

(2) 討論: 不論是冷藏還是冷凍，馬鈴薯粉、玉米澱粉、樹薯粉這三種壓縮力較小。



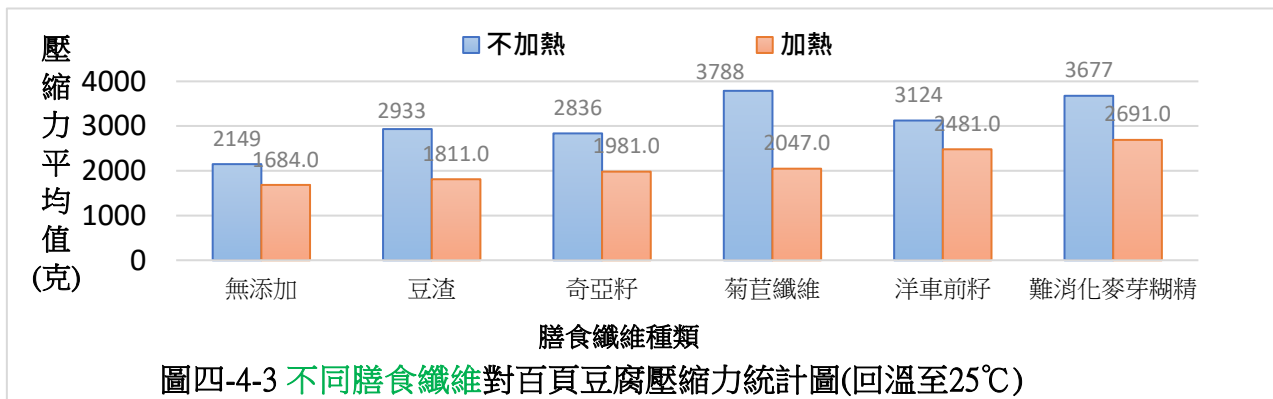
## 二、加熱處理

(一)實驗設計: 加熱100°C(蒸熱)、不加熱(室溫回溫)

(二)實驗結果

1. 壓縮力: 加熱可恢復內部組織的柔軟品質，壓縮力測試也會降低，以添加膳食纖維為例，加熱組壓縮力介於1811~2691克(如圖四-4-3 ■ 加熱); 不加熱組壓縮力介於2836~3788克(如圖四-4-3 ■ 不加熱)。

2. 硬度: 回溫後隨溫度越低硬度越大，16°C 硬度>20°C。(詳見實驗日誌統計圖)



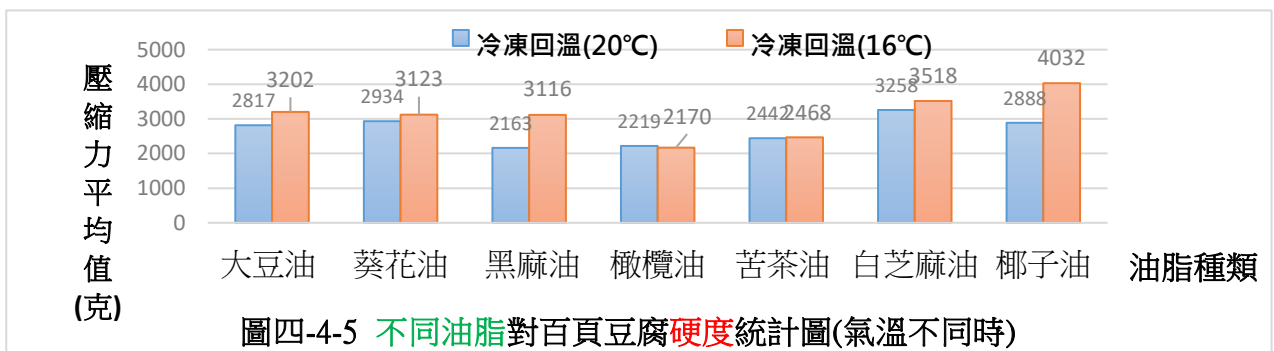
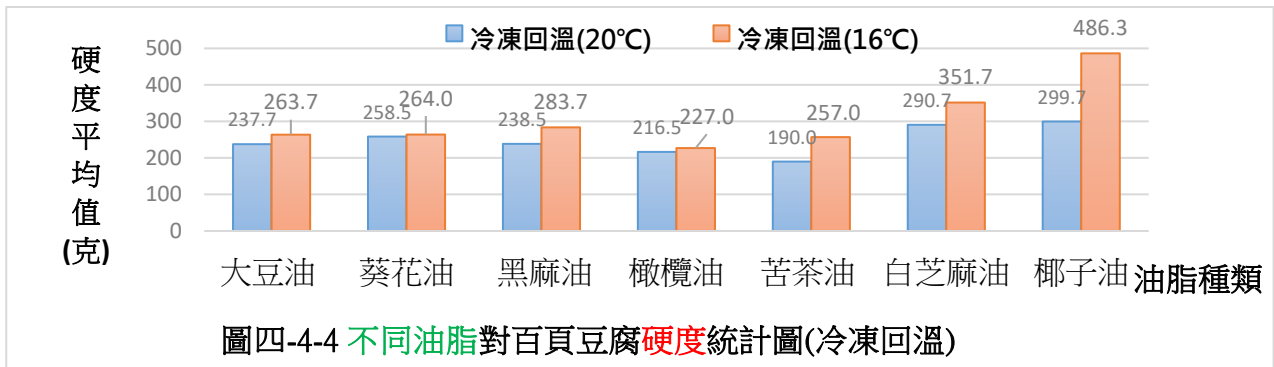
## 三、氣溫(回溫後溫度不同時)

(一)實驗設計: 氣溫16°C、20°C

(二)實驗結果:

1. 硬度: 圖四-4-4發現: 影響內部組織柔軟度除了加熱之外，氣溫影響成品的內部溫度也是重要因素。氣溫越低時內部溫度低，硬度會提升，氣溫16°C 硬度>氣溫20°C。

2. 壓縮力: 圖四-4-5得知，氣溫16°C>氣溫20°C的壓縮力，氣溫越低壓縮力會呈現上升趨勢。



**發現：**

貯存方式以冷凍庫優於冷藏室，可以延長貯存時間，室溫不利食品之保存。冷凍後使用加熱方式可以恢復百頁豆腐柔軟的品質，而且有孔洞更容易吸收湯汁。  
氣溫高低也會對於內部組織產生影響性，氣溫越低硬度會提升。

## 研究五、官能品評單嗜好性分析

### 一、第一次試吃品評-----膳食纖維

**(一)實驗設計:**

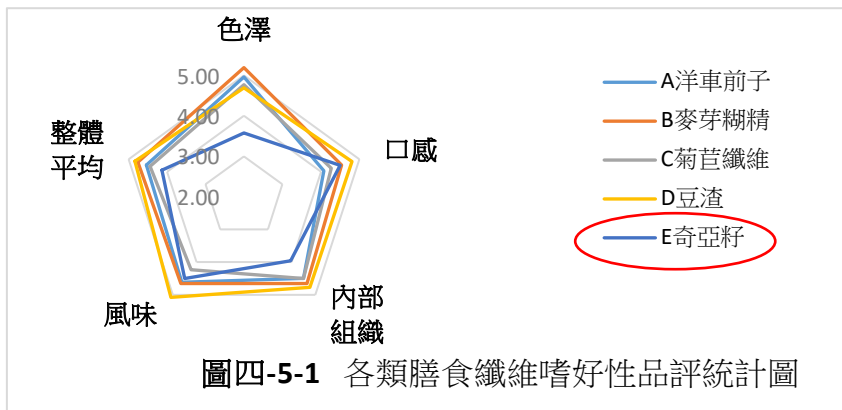
試吃品評員為本校高年級學生3個班級，回收有效問卷共68份，七分制，設計 GOOGLE 表單，平均4分以下代表不喜歡，4分以上代表喜歡，分數越高喜好程度越高。

試吃品評實驗二-4不同膳食纖維的百頁豆腐。

**(二)實驗結果:**

1. 喜好程度得分在 4.1~4.8 之間，高於中間值，是喜歡但仍有改進空間，發現成品硬度明顯低於市售產品。

2. 豆渣組和難消化麥芽糊精組最受喜愛。豆渣有纖維感但有淡淡豆漿味也頗受歡迎。
3. 從圖四-5-1 得知:奇亞籽雖一顆顆的很有咀嚼顆粒感，但有黑黑的種子而影響色澤、內部組織與外觀，在盲測過程中因品評者不知道是添加何種物品而影響品評分數。
4. 討論:此次實驗結果發現仍比市售硬度小，建議再降低水量或增加分離大豆蛋白粉來進行修正配方。



圖四-5-2 添加奇亞籽的成品  
(圖片來源:由本研究作者自行攝影)

## 二、第二次品評---不同油脂與修正水量

(一)實驗設計:依實驗結果修正降低水量(大豆分離蛋白粉:水=1:4)並搭配不同油脂

(二)實驗結果:

1. 發現硬度有提升後，喜好程度也提升，每人的喜好各有不同，但除 E 組(洋車前子粉+橄欖油)外，整體接受度皆在5.2~5.72之間，達「喜歡」可接受的程度。
2. 市售百頁豆腐的整體得分6.12~6.46，高於本研究成品。詢問原因表示是市售成品吃起來孔洞多，而本研究製品比較偏軟，內部孔洞較少，代表本研究還有進步空間。
3. 硬度與壓縮力: 硬度與壓縮力較大的是 B 組(奇亞籽+苦茶油)與 E 組(洋車前子+橄欖油)。其餘 ACDF 與市售差異不多，硬度258.7~323.5克，壓縮力3168~3825克。

表四-5-1 嗜好性品評平均分數彙整表

說明	百頁豆腐試吃品評編號	色澤	口感	內部組織	風味	總平均	硬度平均值	壓縮力平均
自製	A 豆渣+黑麻油	5.29	5.88	5.65	6.06	5.72	298	3497
	B 奇亞籽+苦茶油	4.76	5.82	5.82	5.88	5.57	536	4229
	C 麥芽糊精+白芝麻油	5.94	5.88	5.41	5.65	5.72	322.3	3415
	D 菊苣纖維+葵花油	4.81	5.52	5.24	5.71	5.32	323.5	3825
	E 洋車前子+橄欖油	4.33	4.38	4.57	4.19	4.37	531.3	5950
	F 麥芽糊精+亞麻仁油	5.00	5.10	5.21	5.41	5.20	258.7	3168
市售	I 義○	5.94	6.35	6.24	6.00	6.13	290.7	3585
	G 蓮○	6.35	6.65	6.53	6.29	6.46	344.3	5057
	H 中○一番	5.81	6.38	6.14	6.62	6.24	333.3	4433



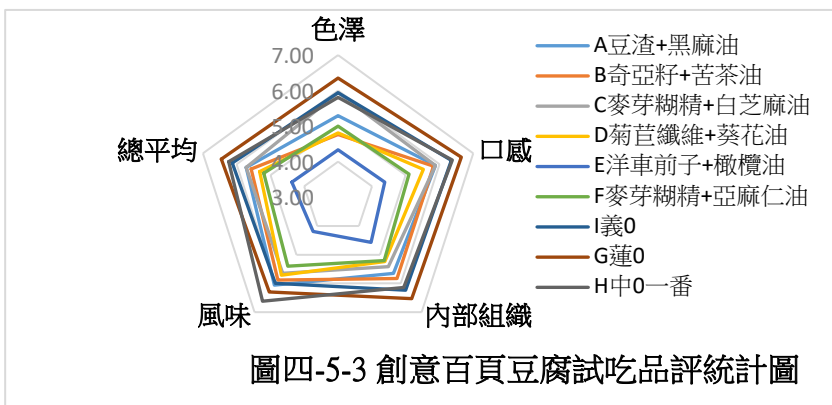
#### 4.討論:

(1)市售產品硬度介於290.7~344.3克，壓縮力約介於3585~5057克。可作為製作之參考

(2)洋車前子粉本次實驗採買的是粉末狀，廠商有額外添加澱粉或黏稠劑，所以製作和試吃時都比較硬黏，接受度最低(如表5-2，4.37分)。建議日後可以選擇植物種子來製作較佳。

(3)色澤與內部組織均勻度:

因膳食纖維會影響組織均勻度，油脂也有不同的顏色，市售的未添加高纖維故比較光滑而均勻。



(4)風味:

本研究使用健康好油

脂，又降低油脂量，特別的風味如黑麻油、苦茶油、亞麻仁油、橄欖油等，都得到很高的評價。



圖四-5-4



圖四-5-5

圖片說明:學生使用平板掃描平板掃 QR Code 填寫試吃表單

(圖片來源: 圖四-5-4、圖四-5-5皆由本研究作者/指導老師自行攝影)

### 三、第三次品評----添加雞蛋或其他健康食材

(一)實驗設計: 脂肪(10~12%)、增加纖維粉(約3.5~4%)、健康材料(葉黃素、膠原蛋白粉等)

(二)實驗結果:(如下表四-5-4所示)

1. 硬度測試: 雞蛋組 JKPQ 組約介於177~365.3克。其餘 LMO 組皆介於370~401.3克。

2. 壓縮力測驗: 雞蛋組約介於2149~3345克。其餘皆介於3332~4692克。

3. 建議: 試吃品評發現雞蛋組的硬度比較小，但口感比較柔軟綿密，有蛋香氣味，有不少人喜愛。但若使用雞蛋1顆取代雞蛋蛋白粉，建議水量宜酌減(約50克)以增加硬度(如四-5-4的 Q 組水量從124降為74mL)。

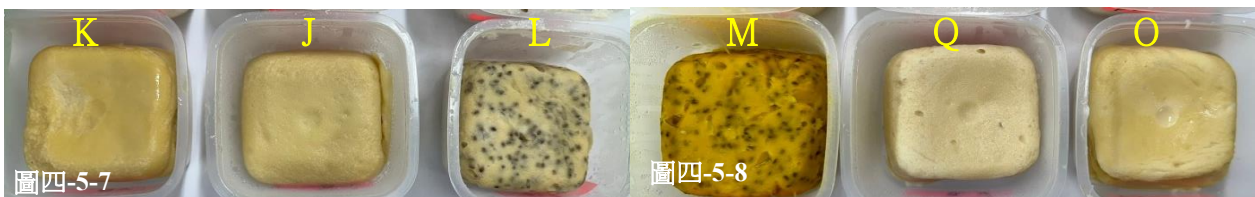
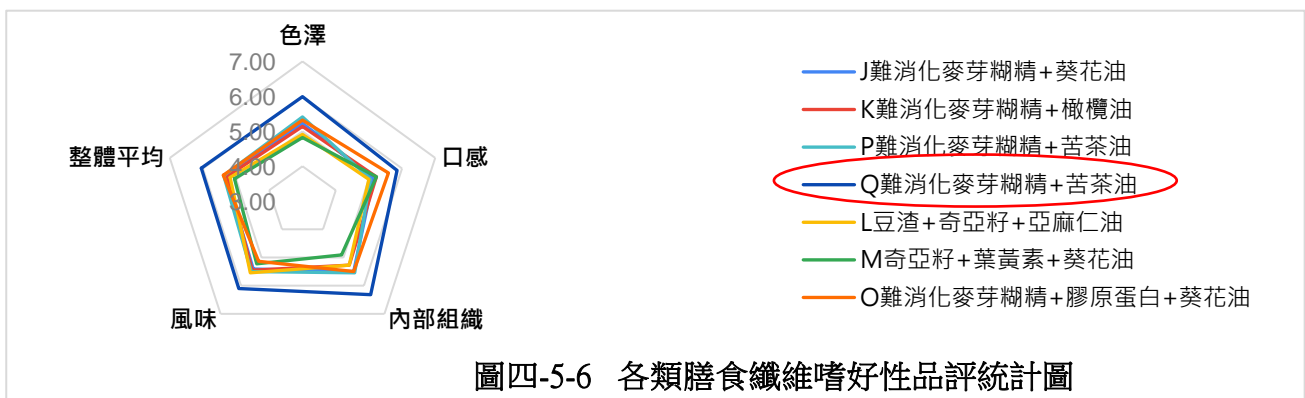
表四-5-4 七款百頁豆腐配方與實驗紀錄彙整表

自製百頁編號	添加雞蛋組				添加健康食材		
	J	K	p	Q	L	M	O
基本材料	1.分離大豆蛋白 30 克、樹薯澱粉 10.5 克、鹽 0.3 克、糖 0.6 克						
膳食纖維(7 克)或健康材料(3 克)	難消化麥芽糊精	難消化麥芽糊精	難消化麥芽糊精	難消化麥芽糊精	豆渣 30 克+奇亞籽	奇亞籽+葉黃素	麥芽糊精+膠原蛋白粉
油脂(23 克)	葵花油	橄欖油	苦茶油	苦茶油	亞麻仁油	葵花油	葵花油
蛋白粉 4.5 克或全蛋	蛋 50 克	蛋 50 克	蛋 50 克	蛋 50 克	雞蛋白粉	雞蛋白粉	雞蛋白粉
水(克)	96	96	96	74	124	124	124
硬度(克)	177.0	199.7	180.3	365.3	370.0	401.3	308.0
壓縮力(克)	2448	2468	2149	3345	4372	4692	3332

4.試吃品評:

- (1)整體喜好度4.98~6.05達喜愛程度。尤其是 Q 組最高分。
- (2)葉黃素顏色黃黃的，奇亞籽有咀嚼性，膠原蛋白有滑嫩感，豆渣有豆漿香氣各有喜好者。
- (3)討論: 若添加健康材料為濕性材料則建議酌減水量。

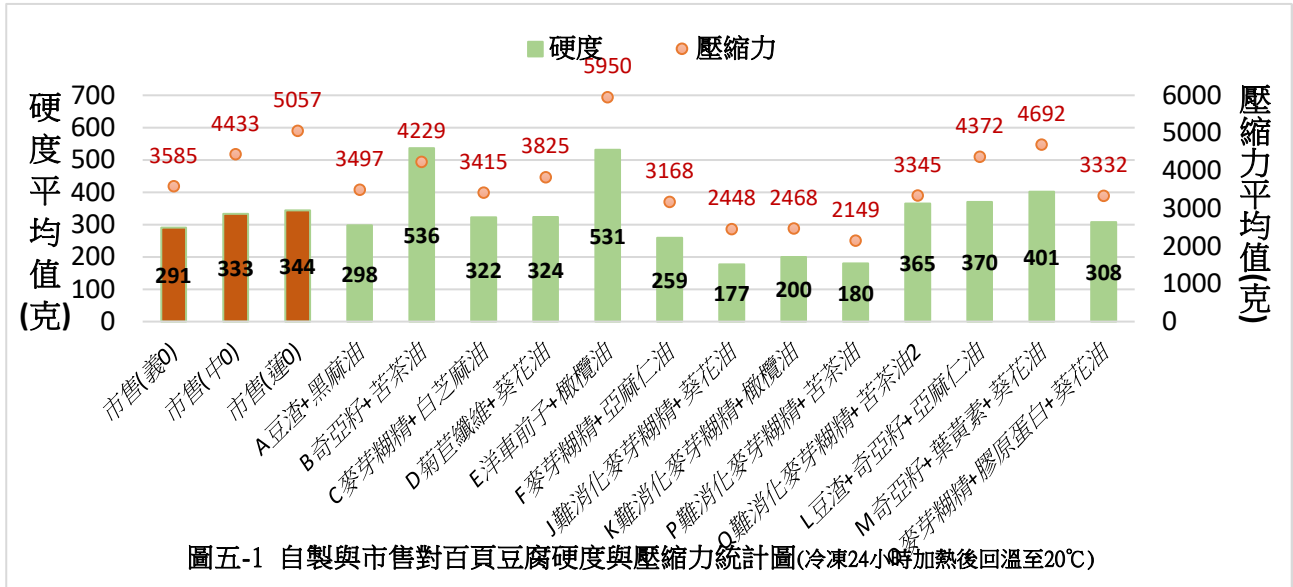
自製成品編號	色澤	口感	內部組織	風味	整體平均
J 難消化麥芽糊精+葵花油	5.23	5.14	5.50	5.41	5.32
K 難消化麥芽糊精+橄欖油	5.14	5.23	5.27	5.45	5.27
P 麥芽糊精+苦茶油	5.41	5.05	5.55	5.50	5.38
Q 麥芽糊精+苦茶油	5.99	5.85	6.32	6.10	6.05
L 豆渣+奇亞籽+亞麻仁油	4.91	5.00	5.27	5.55	5.18
M 奇亞籽+葉黃素+葵花油	4.82	5.23	4.91	5.23	5.05
O 麥芽糊精+膠原蛋白+葵花油	5.32	5.59	5.50	5.14	5.39



(圖片來源:圖四-5-7、圖四-5-8，以上6個百頁豆腐照片皆由本研究作者自行攝影擷取)

## 伍、討論

本研究建議調降油脂量並添加膳食纖維，讓百頁豆腐更健康。如下圖五-1所示，其軟硬程度可依個人之喜好調整，圖五-1的硬度與壓縮力可作為製作之參考。



依實驗結果發現:澱粉量略增、水量減少或分離大豆蛋白粉增加、添加雞蛋蛋白粉等都

可增加硬度與壓縮力，列出建議調整配方供製作時參考:(如下表五-1所示)

表五-1 新增膳食纖維製作高纖低脂百頁豆腐的建議配方表

材料	組別	調整前原料		調整後配方 A		調整後配方 B	
		重量(克)	重量百分比	重量(克)	重量百分比	重量(克)	重量百分比
膳食纖維(難消化麥芽糊精)		0	0.0%	7	3.6%	7	3.6%
大豆分離蛋白粉		30	12.6%	30	15.3%	30	15.4%
冰水		146	61.4%	125	63.8%	75	38.6%
油脂		46	19.4%	18	9.2%	18	9.3%
澱粉(樹薯澱粉)		10.3	4.3%	10.6	5.4%	10.6	5.4%
黏著劑	雞蛋蛋白粉	4.5	1.9%	4.5	2.3%	0	0
	雞蛋	0	0	0	0	50	25.7%
糖		0.6	0.3%	0.6	0.31%	0.6	0.31%
鹽		0.3	0.1%	0.3	0.15%	0.3	0.15%
健康食材(葉黃素或膠原蛋白粉)		0	0	0	0	3	1.5%
<b>總重量合計</b>		<b>238 克</b>	<b>100.0%</b>	<b>196 克</b>	<b>100.0%</b>	<b>194.5 克</b>	<b>100.0%</b>

(一) 調整後配方 A:降低水量與油脂量，添加膳食纖維。

(二) 調整後配方 B(添加雞蛋取代雞蛋蛋白粉):此時水量再降50克，添加膳食纖維後又添加3克健康食材3克。但若使用濕性原料(如豆渣)宜修正略降低水分，以免影響硬度。

討論: 根據上方配方所添加的**油脂量約10%以下，膳食纖維粉約3.6%**，嗜好性品評達到喜好程度，值得供製作時之參考。

## 陸、結論

### 一、基本原料對百頁豆腐的影響

(一)**油脂**:百頁豆腐添加油脂能使質地變得滑嫩和口感更豐富，而不同種類的油脂能增添不同的風味，選好油並**降低油脂量**能增加百頁豆腐的健康性與風味。**亞麻仁油含有 Omega-3、芝麻油與黑芝麻油含有 Omega-6，又苦茶油、橄欖油含有必需的 Omega-9。**

(二)**澱粉**:其直鏈與支鏈含量的差異會影響百頁豆腐的硬度、內部組織質地的膠質性和咀嚼時的口感。黏性最大的是糯米澱粉、其次是樹薯澱粉與馬鈴薯澱粉，而豌豆澱粉較硬，其餘澱粉的口感也都有不同的感受，**建議添加量不超過總重量的5~6%為佳。**

(三)**黏著劑**: 蛋白粉富含蛋白質，添加可增加蛋白質含量提高營養價值，**加熱新鮮蛋白會有固化現象，可作為黏著劑**有助於百頁豆腐的黏合和營養性。本研究使用新鮮蛋白液或新鮮雞全蛋也具有相當功效，**雞蛋能增加濕潤度和提升乳化作用，使其品質更加嫩滑。**

(四)**分離大豆蛋白粉**:澱粉量略增、水量減少或分離大豆蛋白粉增加、添加雞蛋蛋白粉等都可增加硬度與壓縮力。

### 二、降低油脂量與添加膳食纖維對百頁豆腐的影響

(一) **可行性**: 百頁豆腐是營養的物品，卻因為油脂的熱量大多高達20%而成為高熱量食物，本研究**降低油脂至10%，並另外添加膳食纖維3%**，使百頁豆腐較健康是可行的。

(二)**建議**: 選擇高膳食纖維的食材將有助於健康性，但會影響百頁豆腐的質地和口感，透過嗜好性品評單得知**硬度值在 300~400 克之間最為喜愛**，很多人喜愛奇亞籽，因為一顆顆的很有咀嚼顆粒感，豆渣雖有纖維感但淡淡的豆漿味也頗受歡迎。**建議粉類膳食纖維以添加 5%以下而豆渣 10%以下為佳。**

### 三、水溶液對百頁豆腐品質的影響

(一)**酸鹼性**: 酸與鹼性溶液都會降低成品的組織硬度與內部組織的結實感，鹼性水溶液的原料漿比較黏稠，酸性比較稀，以**中性溶液**製作百頁豆腐會有較佳的口感與品質。

(二)**鹽類**:發現添加量 0.15%時氯化鈣的百頁豆腐密度較大而硬度最小，壓縮力卻最大。

### 四、貯存條件

**以冷凍方式貯存百頁豆腐會抑制老化**，並保持百頁豆腐的光澤度，可有較長的貯存。

### 五、嗜好性品評



(一) 感官嗜好品評單:澱粉量略增、水量減少或分離大豆蛋白粉增加、添加雞蛋蛋白粉等都可增加硬度與壓縮力，藉由品評結果提出接受度高的低脂高纖健康百頁豆腐配方。

(二)建議製作的材料比例:分離大豆蛋白粉 (15%)、水 (60~65%)、油脂 (9~10%)、樹薯澱粉 (5~6%)、膳食纖維 (3.5~5%)、糖 (0.3%)、鹽 (0.15%)、雞蛋蛋白粉 (2~3%)或以新鮮雞蛋取代並適度調降水量。添加健康性食材，葉黃素有助眼睛明亮，或是添加膠原蛋白也很受喜愛。建議日後可以研究更多健康材料之添加，但若為濕性材料則建議酌減水量。

## 柒、參考資料文獻

- 一、林郁樺、林詩儒、魏沛萱、邱苡庭。非我莫「糲」~探討添加健康替代澱粉對傳統「糯米麻糬」品質的影響。新北市 109 學年度科學展覽會作品說明書。
- 二、林郁樺、林詩儒、魏沛萱、邱苡庭(2022)。「蒟」世無雙~添加物對「蒟蒻」凝膠性質之影響。中華民國第 62 屆中小學科學展覽會作品說明書，取自 <https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=19539&sid=19799>
- 三、柯筑勻、蔡承叡、林奕晨、許睿恩、姚昀真。添加物對「仙草汁」凝膠性質之影響。新北市 111 學年度科學展覽會作品說明書。
- 四、許志瑋(2013)。加工條件對百頁豆腐品質之探討(碩士論文)。中國文化大學。
- 五、游心瑜、江選任、陳梓皓、莊承諺。驚天「凍」地~探討添加物對「蒟蒻果凍」凝膠機制之影響與感官品評接受度。中華民國 57 屆中小學科學展覽會作品說明書，取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/080204.pdf>
- 六、莊承諺、曾奕嘉、楊景賀、王好安、張博育。時尚「丸」家~探討「多醣類食用膠體」改善健康貢丸品質的可行性與感官品評接受度。新北市 106 學年度科展作品說明書。
- 七、李昀軒、陳柔安。戰勝食神的「健康貢丸」-以低鹽控制蛋白質乳化效果之無磷酸鹽貢丸。中華民國 53 屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 八、王家瑜(2020年4月14日)。選好油要看脂肪比例！14種油品Omega-3、6、9比例大公開。健康 2.0 tvbs.com.tw，取自: <https://health.tvbs.com.tw/amp/nutrition/323371>
- 九、黃惠姍(2017年6月21日)。膳食纖維怎麼吃 才能吃進5大好處？取自: <https://www.commonhealth.com.tw/article/75209>
- 十、Udn 元氣網(2024年4月15日)。膳食纖維為何重要？攝取不足會如何？每天應該吃多少？取自: [https://health.udn.com/health/story/6037/7899848\\_2024-04-25](https://health.udn.com/health/story/6037/7899848_2024-04-25)
- 十一、陳怡妤(2023年10月23日)。大豆分離蛋白是什麼？原理、製程、優點、缺點一次看懂。悠活原力網。取自: <https://www.yohopower.tw/blogs/pet-notes/137919>
- 十二、衛生福利部國民健康署(2023年10月12日)。您今天膳食纖維吃夠了嗎? 選國產、多樣吃、餐餐有全穀。取自: <https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4705&pid=17556>
- 十三、張雅文(2016年12月20日)百頁豆腐不是豆腐？一次搞懂各種豆腐種類。自由時報。取自: <https://food.ltn.com.tw/article/4663>

## 【評語】 082903

1. 實驗整體架構設計優良，能善用控制變因與操縱變因探究百頁豆腐製作的最適化條件。
2. 實驗涵蓋五個部分，首先探討市售百頁豆腐的品質，包括硬度、彈性和壓縮力的測試；其次，探討水溫和水分添加量對製作的影響，發現冰水較適合製作，而水量過多會導致油水分離現象。第三部分，探討基本原料對百頁豆腐品質的影響，發現分離大豆蛋白粉比例、油脂種類及比例、澱粉種類及比例均會影響豆腐的硬度和彈性，特別是澱粉有利於提升黏彈性。第四部分，探討不同膳食纖維的添加效果，發現各種纖維能改善百頁豆腐的健康性。最後，研究了新鮮雞蛋和蛋白粉對豆腐品質的影響，提出了多種改良配方。每次實驗只改變一個變因以測試結果，並能重複實驗結果。
3. 本研究的創意發想大大提高百頁豆腐的健康價值，符合現代人追求健康飲食的需求。也適合設計成科學實驗項目，讓學生通過實驗了解食品製作過程，學習健康飲食知識，激發學生的科學興趣。

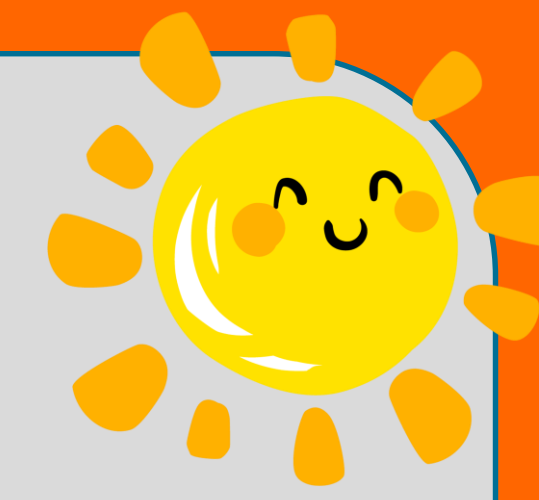
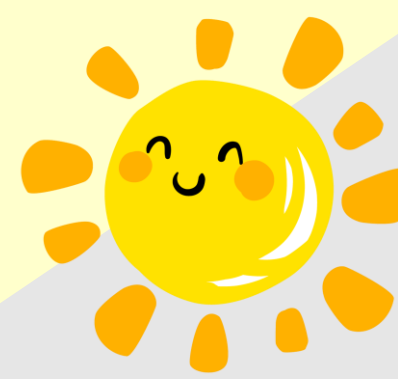
4. 實驗中運用不同的油脂和纖維將有可能影響百頁豆腐的口感和風味，因此試吃者的接受度也可能存在著差異。另外冷凍保存雖能延長百頁豆腐的保質期，但解凍後的品質與口感可能會受到影響，且在室溫下保存時間有限，建議未來可再深入探討。

## 作品簡報





# 「百頁」千嬌



## ~ 低脂高纖百頁豆腐製作之探討與分析



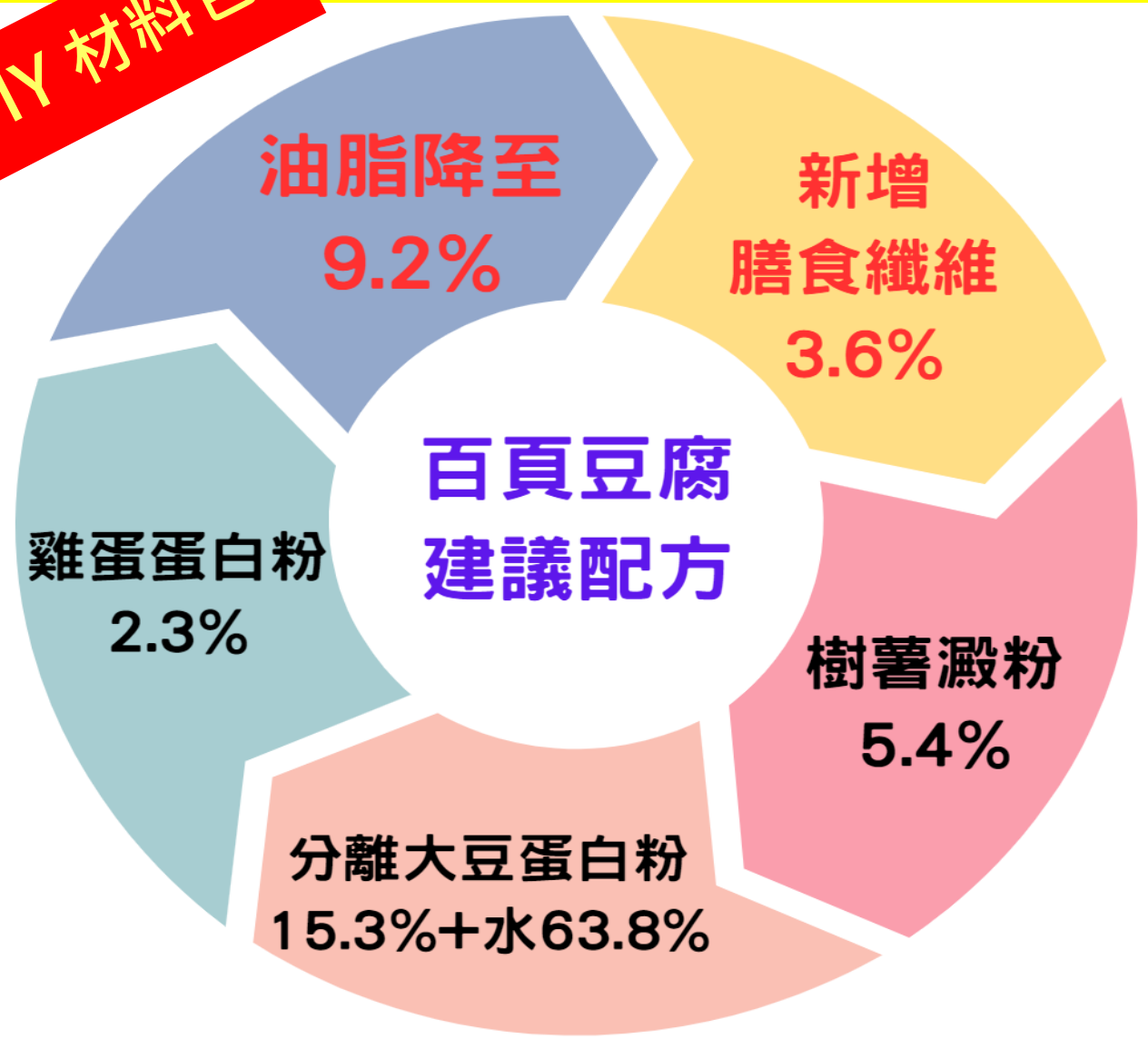
圖片來源：皆為本研究作者自行拍攝



# 壹、摘要

冷凍法貯存能增加孔隙及延長賞味期限。但壓榨性油脂類冷凍後或酸性、鹼性物質皆會使硬度下降。使用雞蛋作為黏著劑有助於乳化作用防止出油現象。添加樹薯和馬鈴薯澱粉冷凍後的變化小，品質接受度高。油脂降低至10%下，並加入膳食纖維粉5%以下的建議配方是可行的，可做為健康訴求者製作時之參考。

提出 DIY 材料包



## 研究動機:

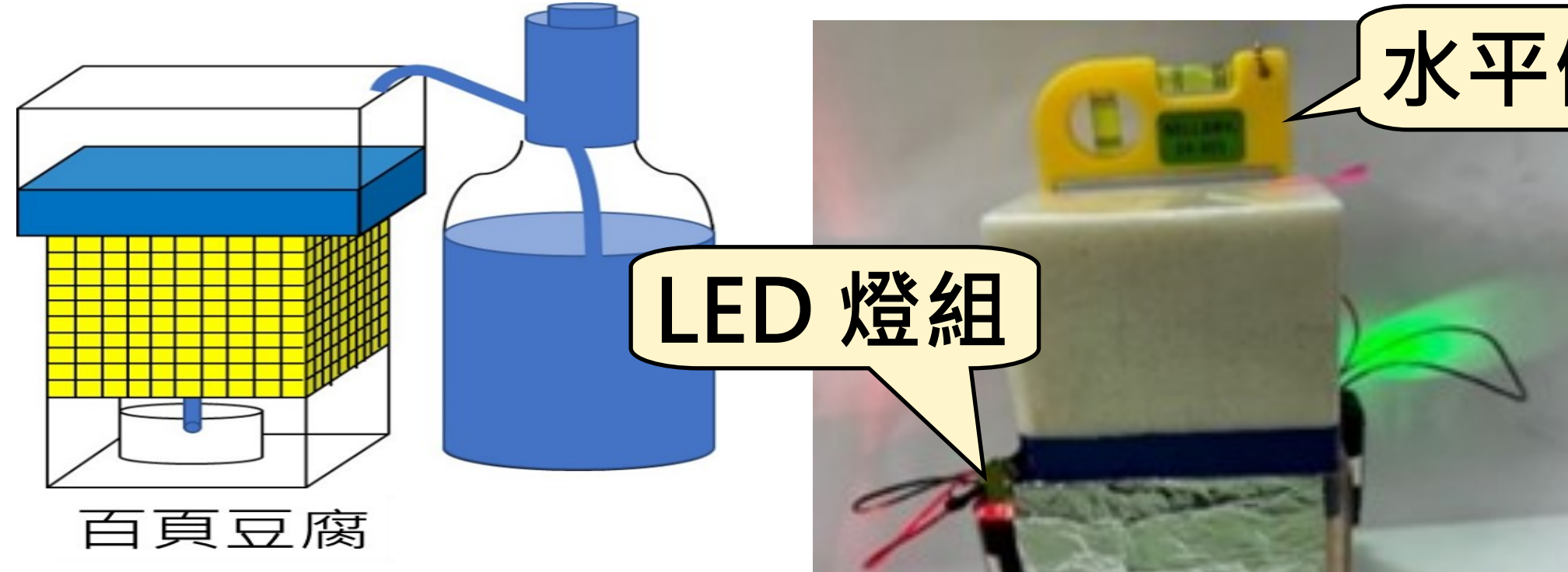
1. 百頁豆腐是豆腐嗎?
2. 降低脂肪可行嗎?
3. 添加膳食纖維可行嗎?

## 研究目的:

1. 提出接受度高的最佳黃金配方
2. 酸鹼值、鹽類的影響性
3. 提出貯存方式的建議

# 貳、研究設備及器材

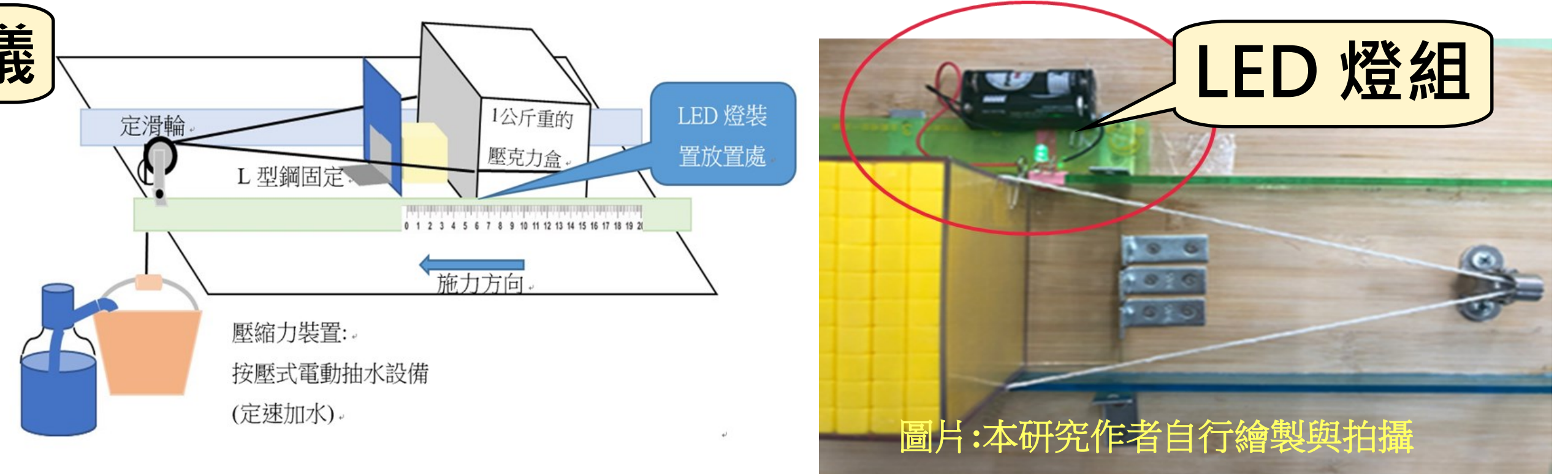
### 自製\_硬度測定器



圓探頭直徑 5mm

(圖片來源:本研究作者自行製作與拍攝)

### 自製\_內部組織的回彈性與壓縮力測定器



2. 壓縮力 = 擠壓而產生形變量達縮短 1/3 的長度時的力量

1. 硬度 = 百頁豆腐質地組織的軟硬程度。探頭突破 表面戳入 1 公分時所施的力

- 一、基本材料 1 大豆分離蛋白粉:分離大豆蛋白(Tryall 牌) 2. 如架構圖內材料
- 二、器具: 1.自製壓縮回彈性測量裝置 2.自製量測硬度的器具
- 3.電鍋(大同牌) 4.烘焙電子秤與微量電子秤 5.電子式酸鹼計 6.按壓抽水馬達、攪拌器
- 7.其他:溫度計、方形壓克力盒、標籤紙、燒杯、刮刀、訂做壓克力探頭



### 不斷修正的重點

1. 施力的平衡與穩定性
2. 善用 LED 燈組減少測量的誤差

# 參、研究過程或方法

### 研究架構圖

擬定百頁豆腐材料與製作模式

探討不同原料對百頁豆腐品質的影響性

水溶液	油脂類	澱粉	黏著劑	膳食纖維
水量	苦茶油 橄欖油 芝麻油 黑麻油 亞麻仁 大豆油 葵花油 椰子油	豌豆澱粉 玉米澱粉 小麥澱粉 馬鈴薯粉 樹薯澱粉 糯米粉 修飾澱粉(2種)	雞蛋蛋白粉 新鮮雞蛋白 新鮮雞全蛋	豆渣 奇亞籽 菊苣纖維 洋車前籽 難消化麥芽糊精
鹽類				
酸鹼性物質				

### 貯存條件

### 物性測試

### 嗜好性品評

冷藏法

硬度測試

色澤

冷凍法

壓縮力測試

口感

內部組織

風味喜好度

整體接受度

提出製作低脂高纖百頁豆腐的建議配方

百頁豆腐製作步驟:

降低油脂量

添加膳食纖維或健康食材

水合作用

乳化作用

加澱粉

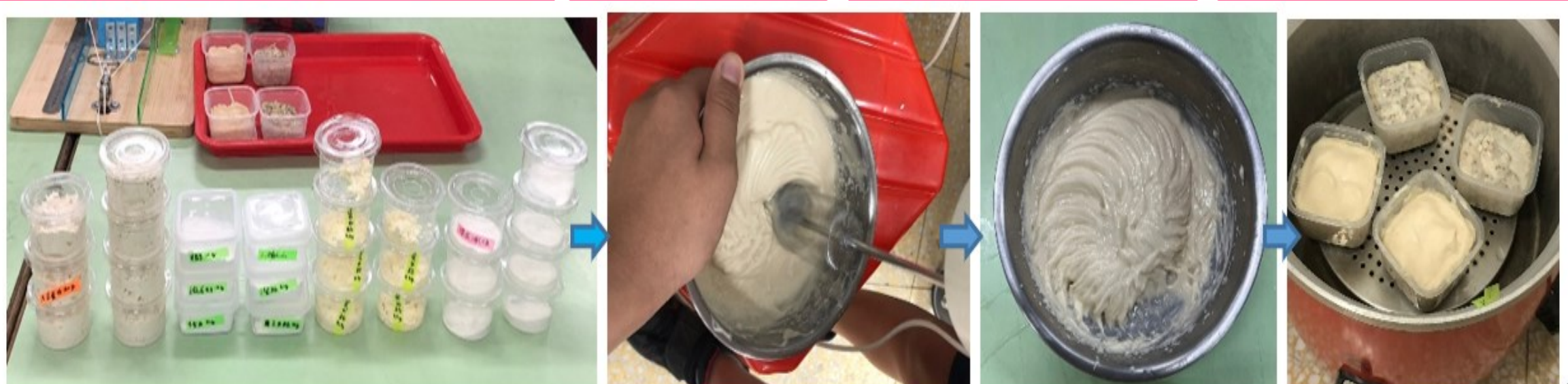
調味與烹煮

大豆分離蛋白+水

+油脂

+澱粉

+鹽、糖



圖三-2-1準備材料配方的比例 圖三-2-2分3次加油脂 圖三-2-3 準備裝盒 圖三-2-4 成品出爐 (圖片來源:以上製作步驟、4張實驗照片都是由本研究作者繪製與拍攝)

# 肆、研究結果

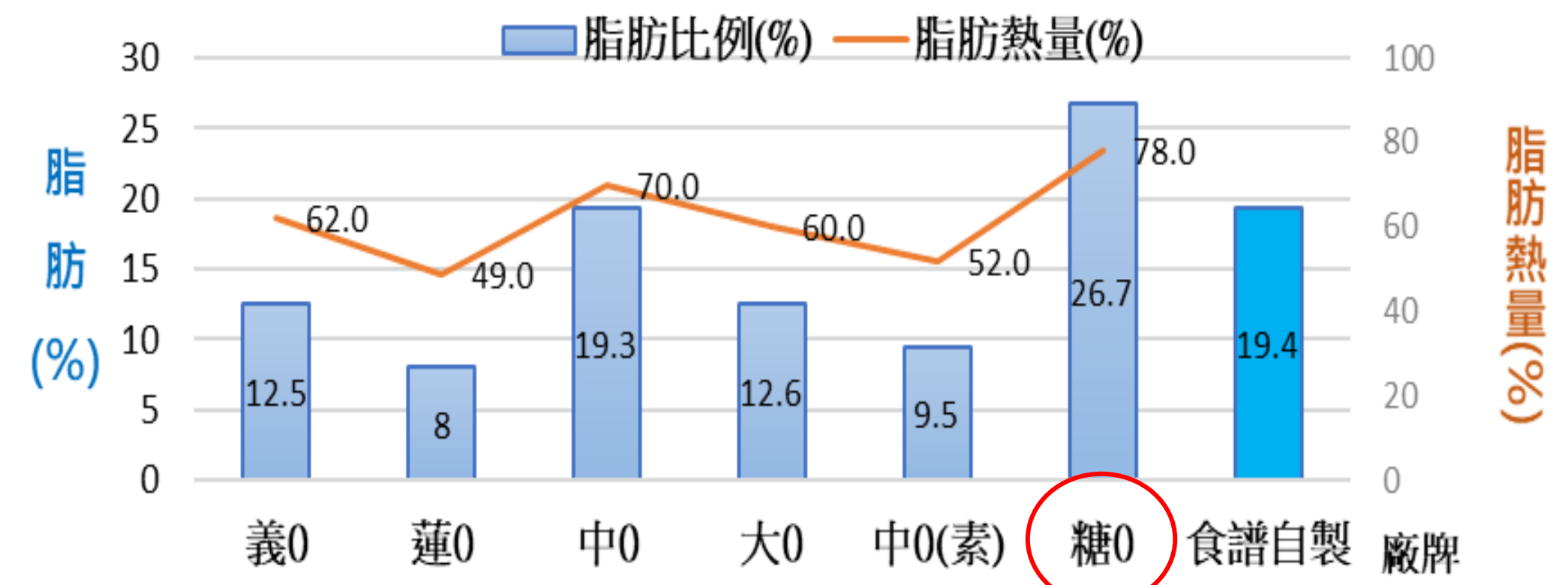
## 一、探討市面上百頁豆腐油脂比例與製作

### 市面上百頁豆腐的油脂比例

發現

脂肪比最高達 27% . 所提供的熱量高達 78%

### 分析:六家廠牌和食譜

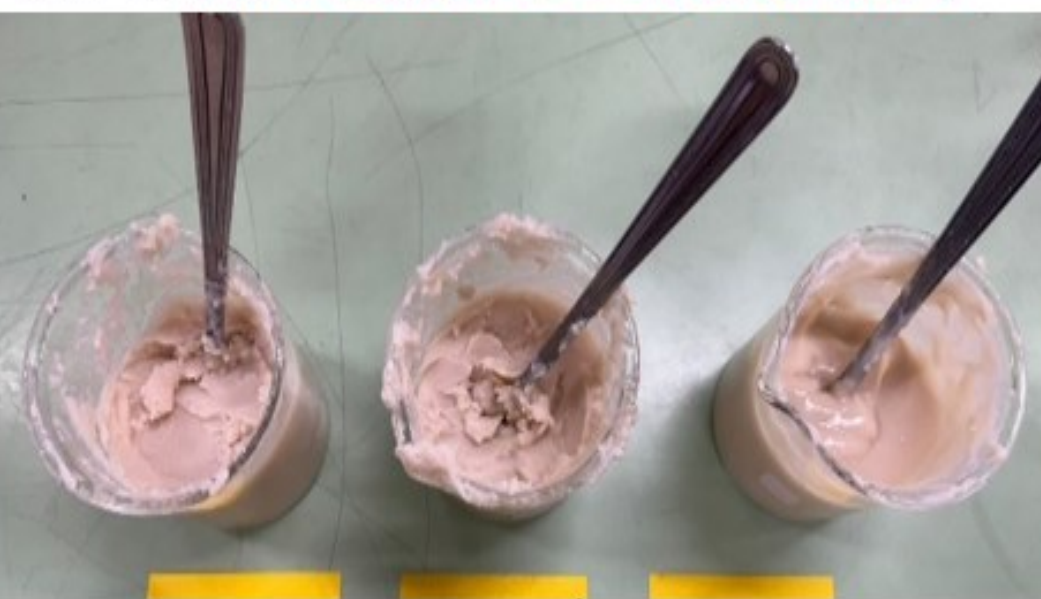


圖一-2 市售廠牌與食譜自製配方的油脂比例比較圖

## 製作時的水溫會影響品質

### 步驟1----加水(攪拌階段)

加入75°C熱水後造成攪拌困難,可能因為熱水造成大豆蛋白粉糊化了。



熱水(75°C)、溫水(35°C)、冰水(5°C)。

### 步驟2----加油脂(乳化階段)

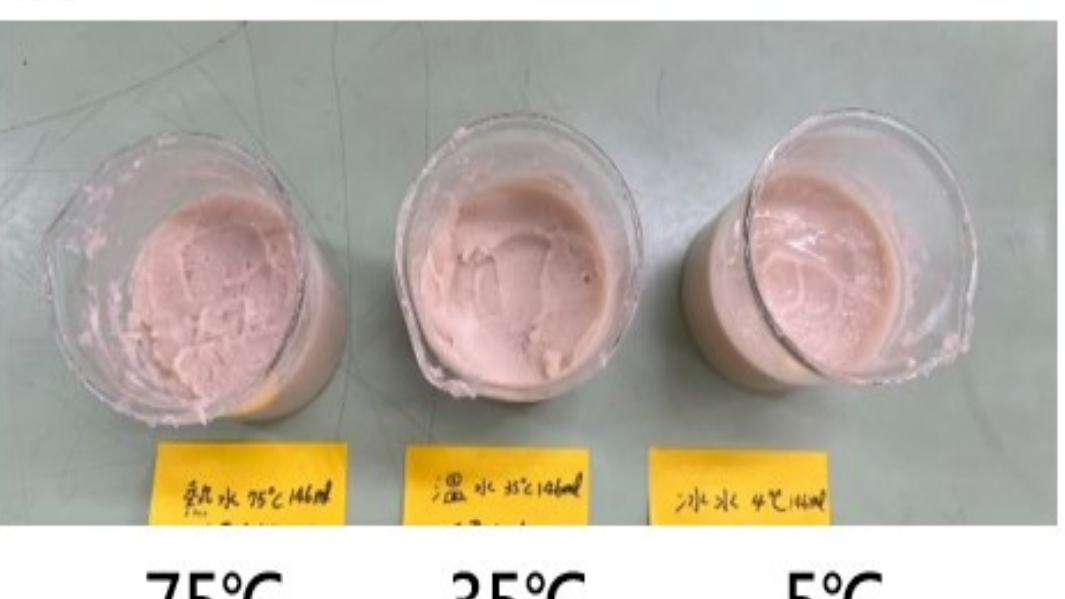
使用冰水時不論加水或加油脂階段都比較稀容易攪拌,會有流動感。



熱水(75°C)、溫水(35°C)、冰水(5°C)。

### 步驟3----加澱粉(含膳食纖維粉)

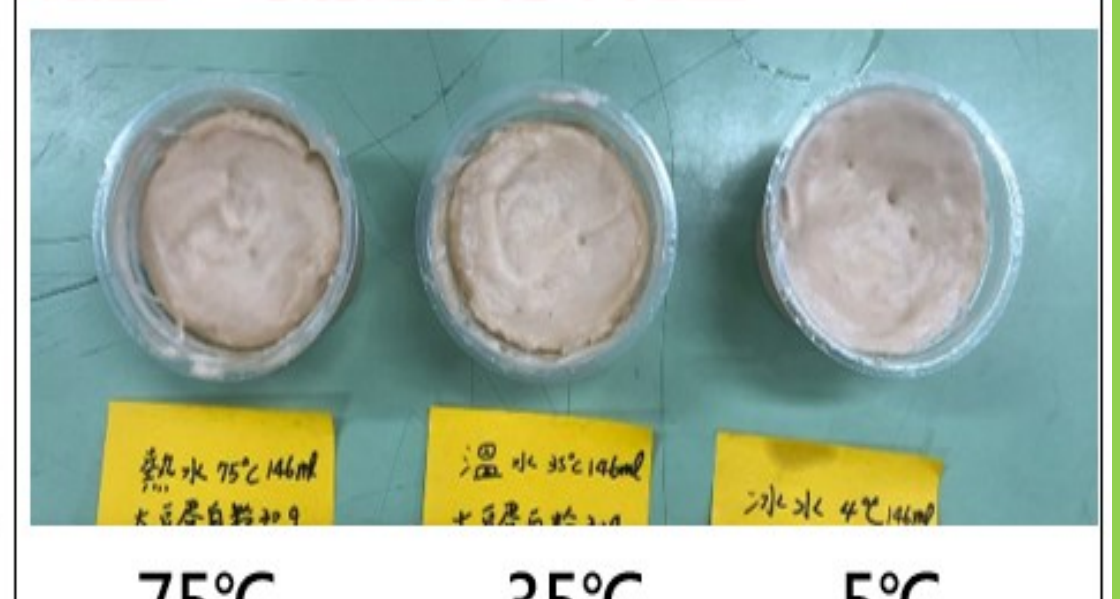
蒸煮前:熱水組濃稠度高,也無光澤度。



75°C 35°C 5°C

### 步驟4----蒸煮後的觀察

蒸煮後:冰水組比較軟,熱水組出油嚴重,可能是乳化不完全。



75°C 35°C 5°C

(圖片來源:本研究作者自行繪製與拍攝)

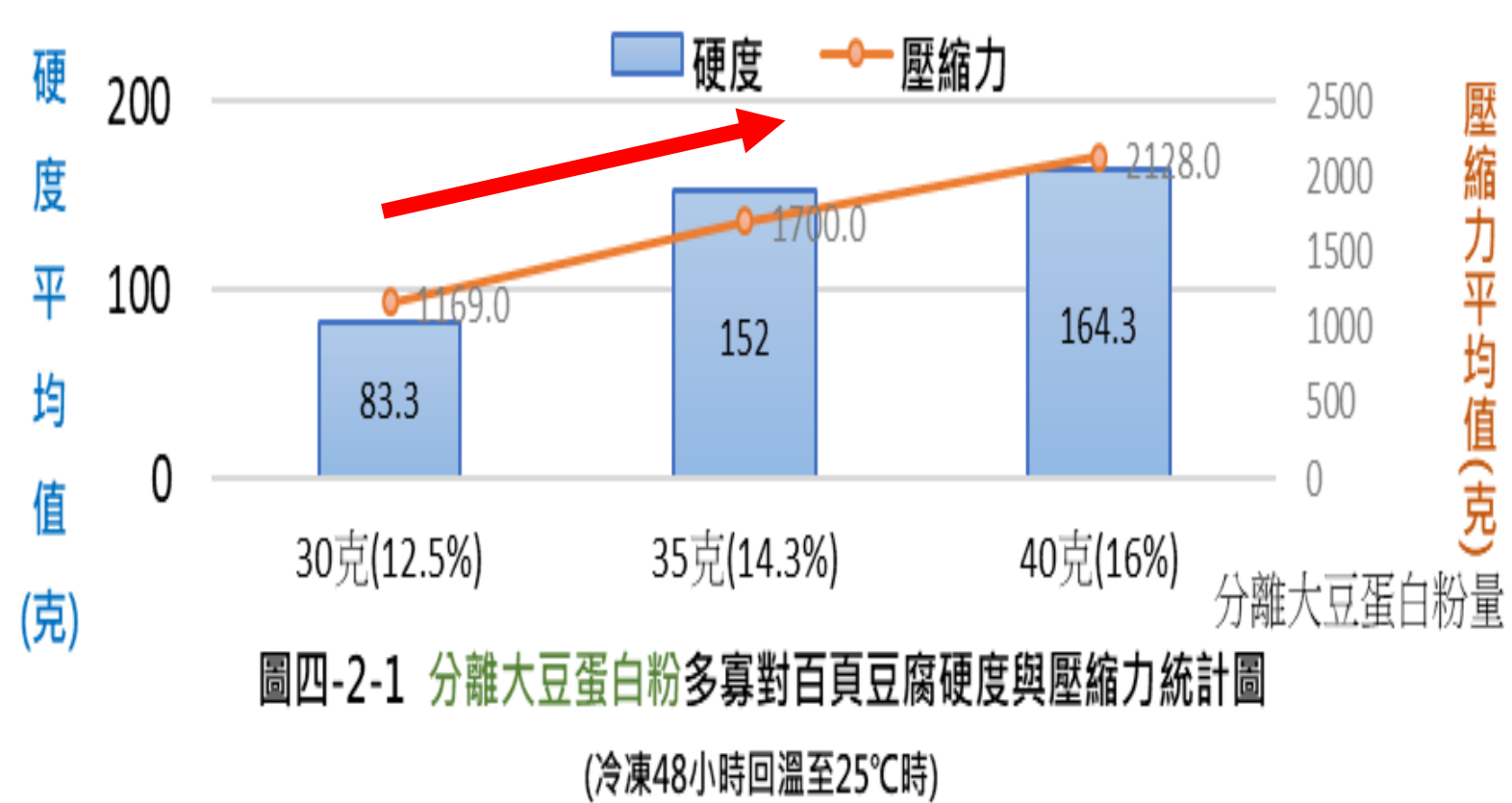
發現:熱水使大豆蛋白粉糊化不易攪拌,建議使用冰水製作



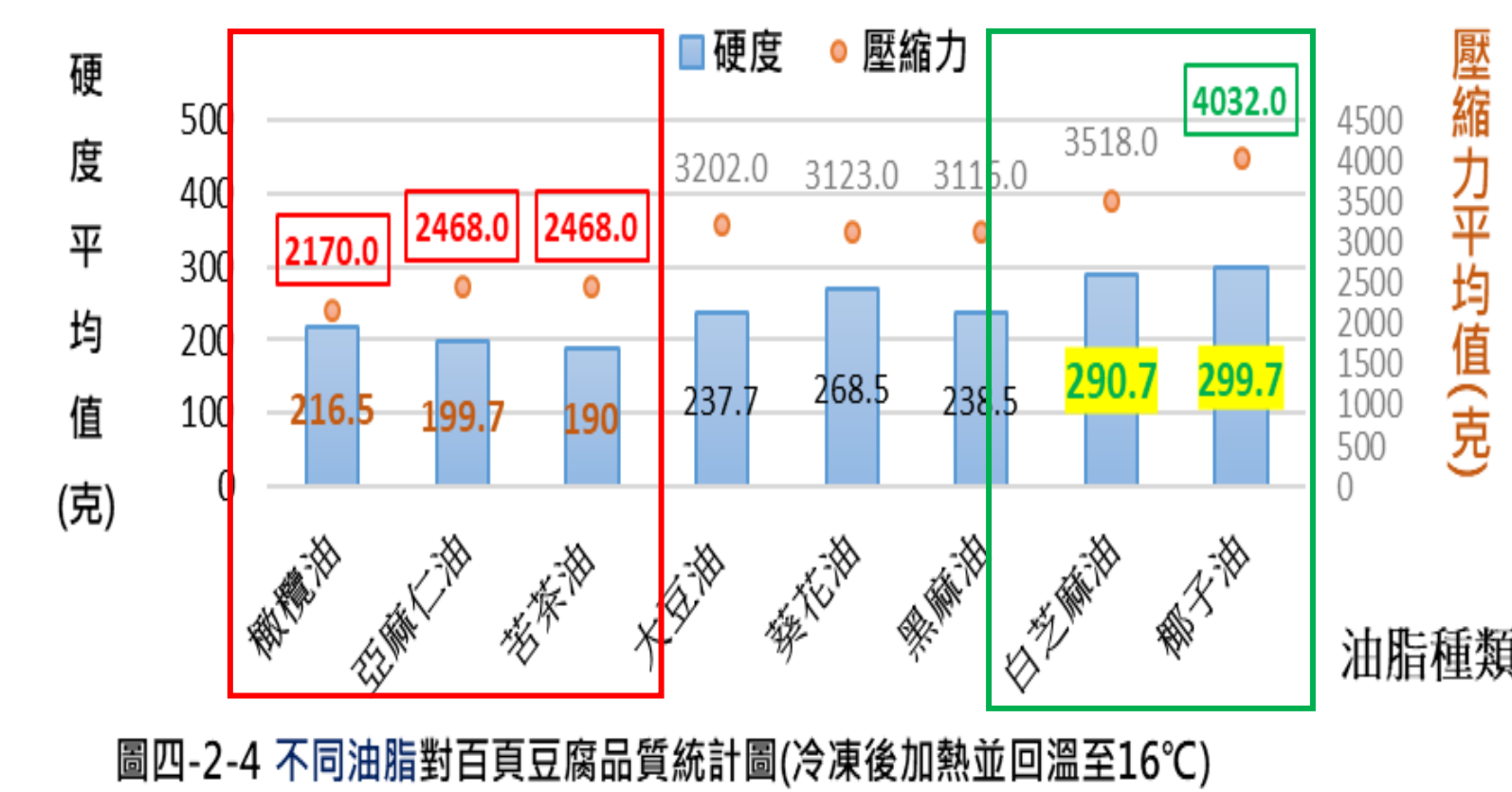
# 研究二、探討原料對「高纖百頁豆腐」品質的影響

## 1. 基本原料

### 分離大豆蛋白粉

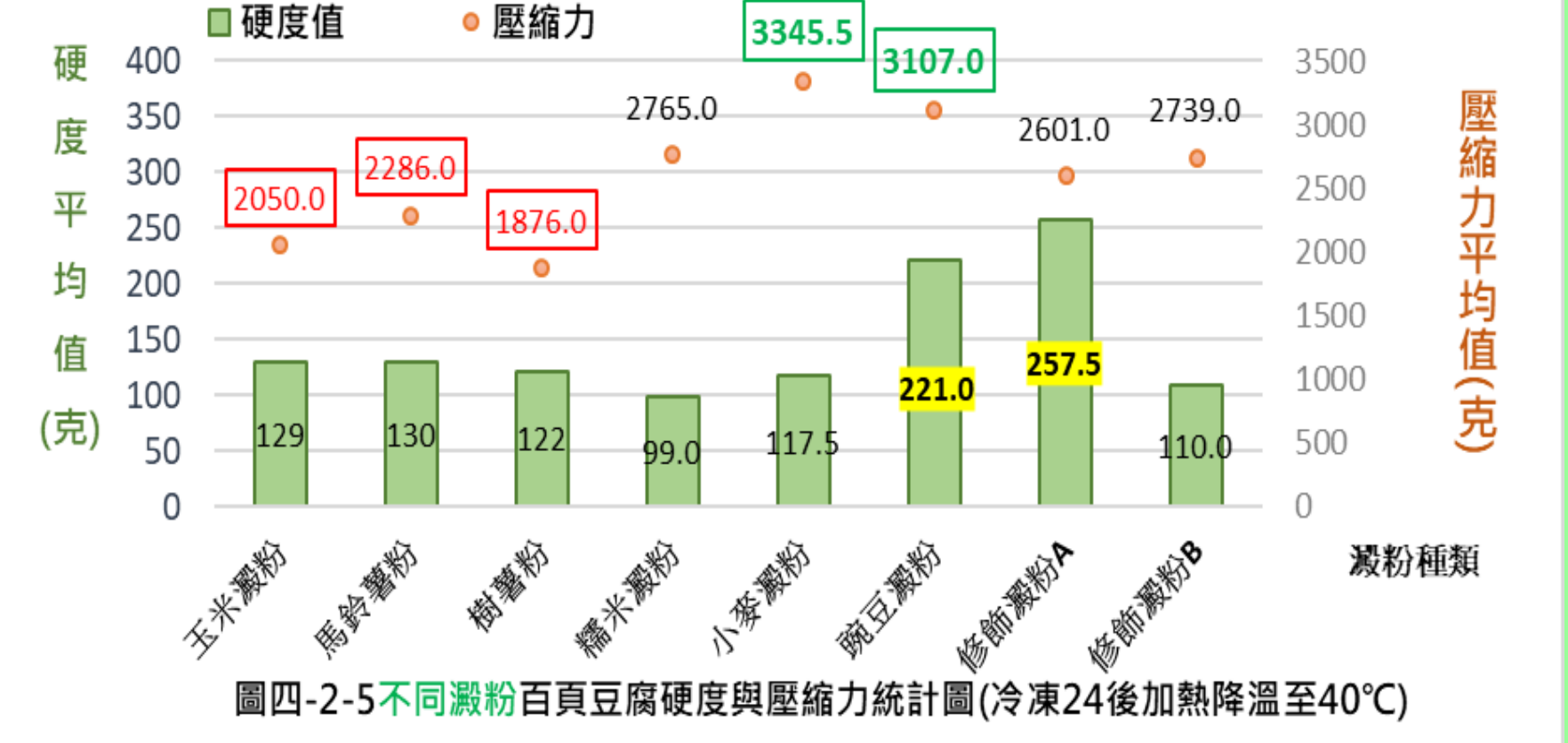


### 油脂種類



## 2. 目前市售增添的原料

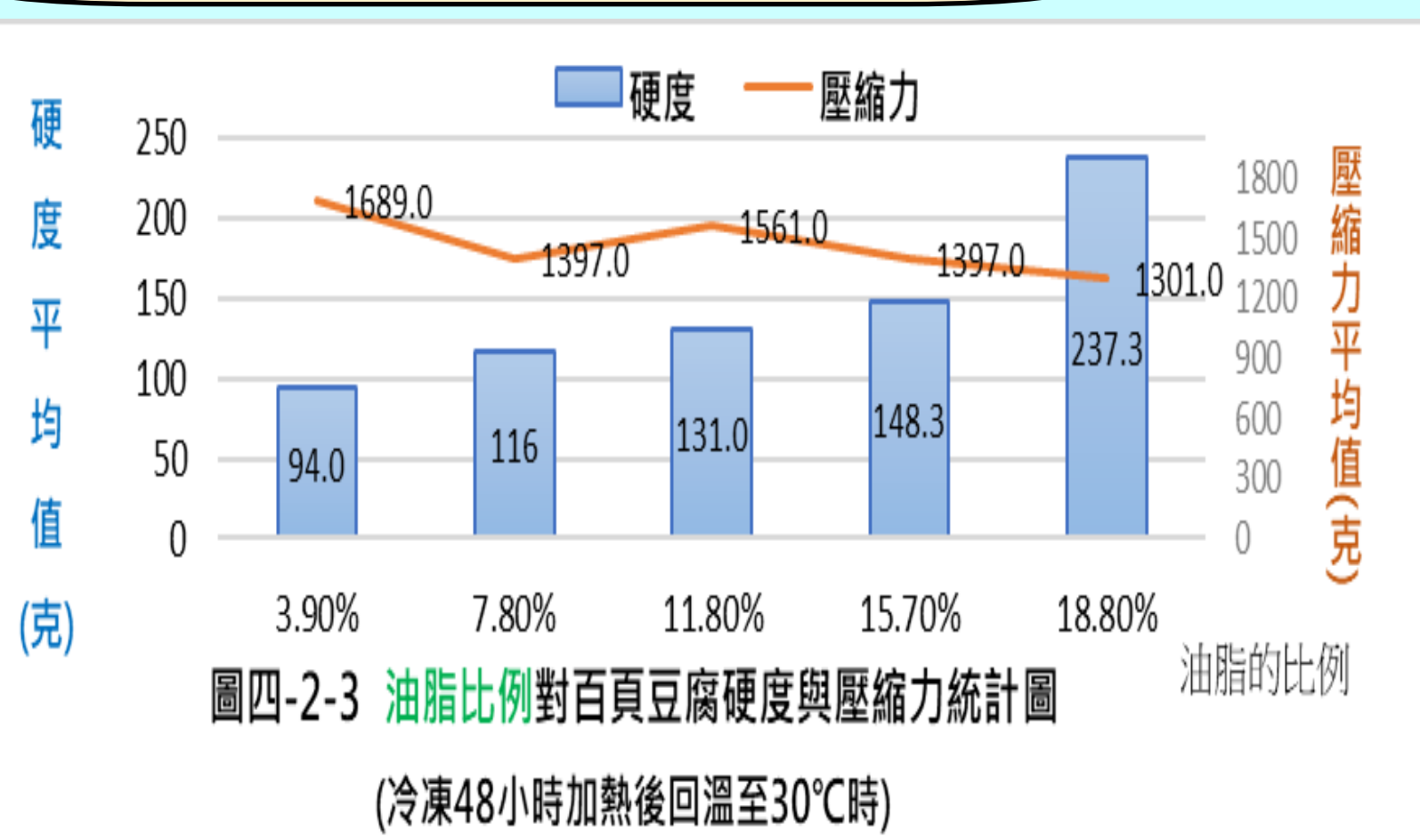
### 澱粉種類



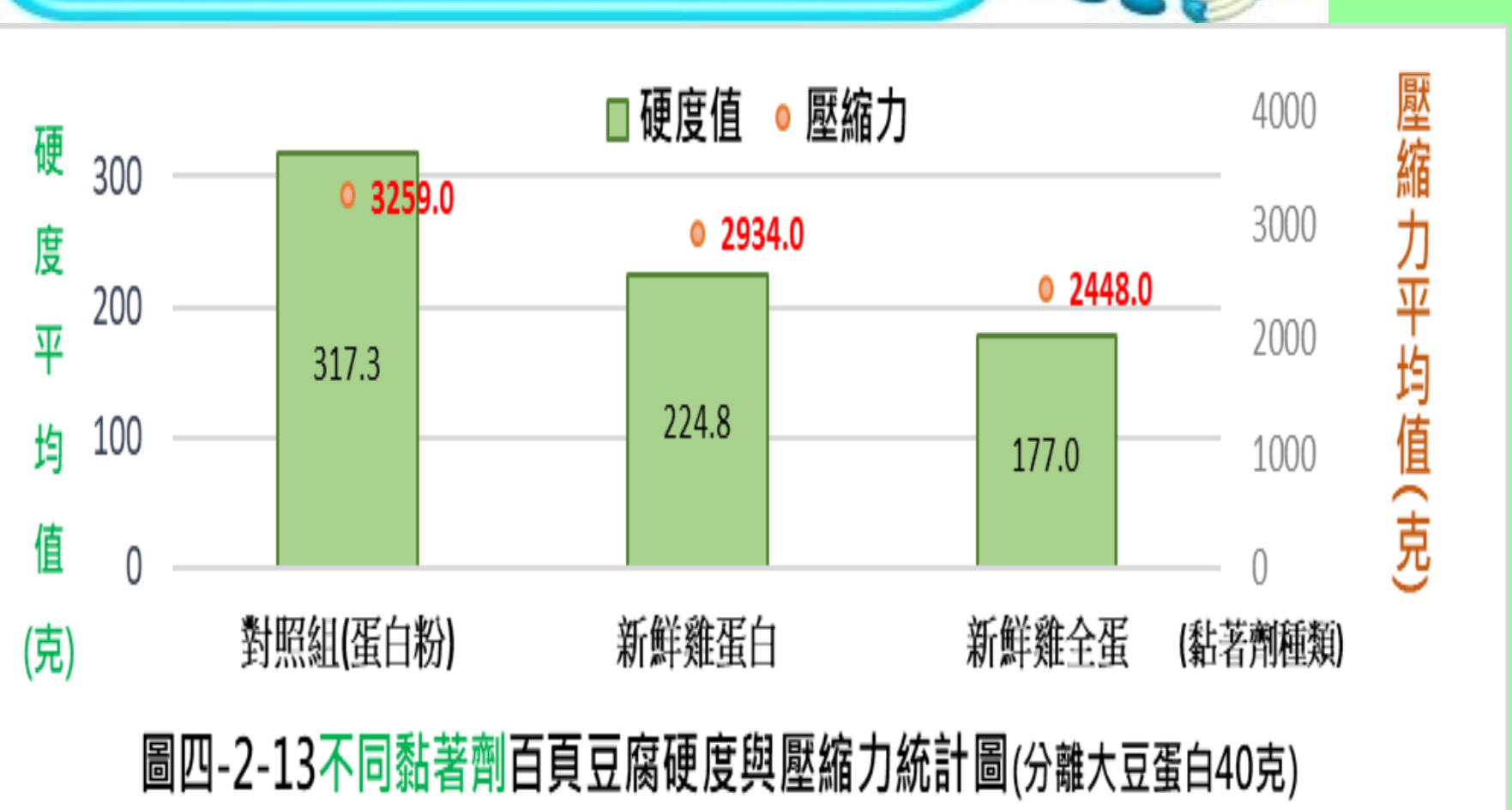
### 不同油脂有不同的顏色



### 以水取代油脂量是不可行的



### 黏著劑

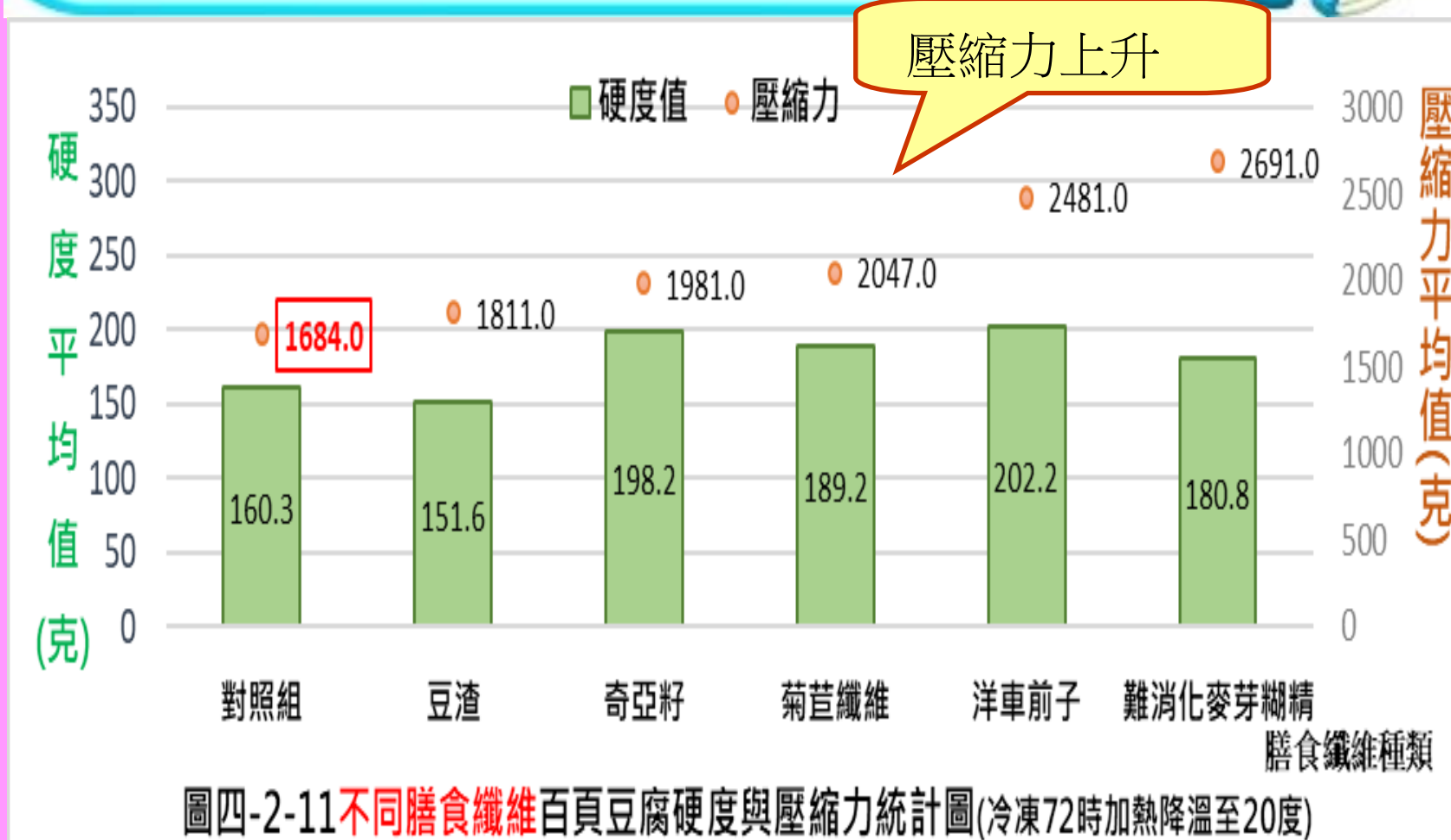


1. 添加油脂能使質地變得更加滑嫩和口感更豐富。
2. 發現壓榨型的油，冷凍後硬度會下降。
3. 以水量取代油脂量，因為水量增加會使硬度變小。
4. 水分太多原料漿太稀容易油水分離。

1. 不同澱粉直鏈與支鏈含量不同：會影響百頁豆腐的硬度、內部組織質地的膠質性和咀嚼時的口感
2. 黏著劑：蛋白粉有助於提升硬度與壓縮力。蛋黃有助於水和油脂的乳化，但建議水量的使用可以略減。

## 3. 本研究新增添的原料

### 膳食纖維



澱粉量增加 ↑  
水量減少 ↓  
分離大豆蛋白粉增加 ↑  
添加雞蛋蛋白粉 ↑

可增加  
硬度與  
壓縮力

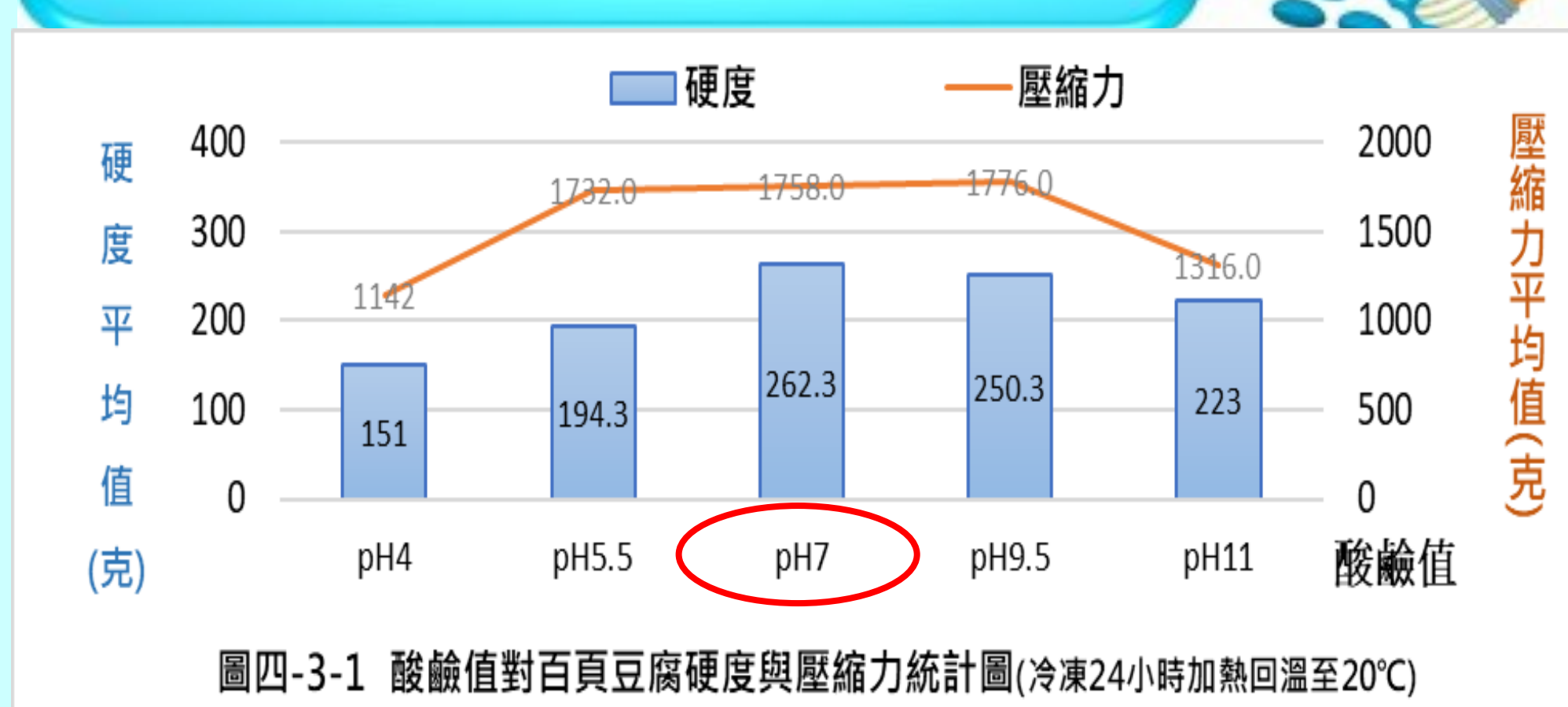
1. 從硬度結果發現：若添加健康材料為濕性材料則建議酌減水量(例如豆渣)。若為粉末則應注意是否有其他澱粉得增水量(如洋車前子)。
2. 建議：粉類膳食纖維以添加 5%以下而豆渣 10%以下為佳。



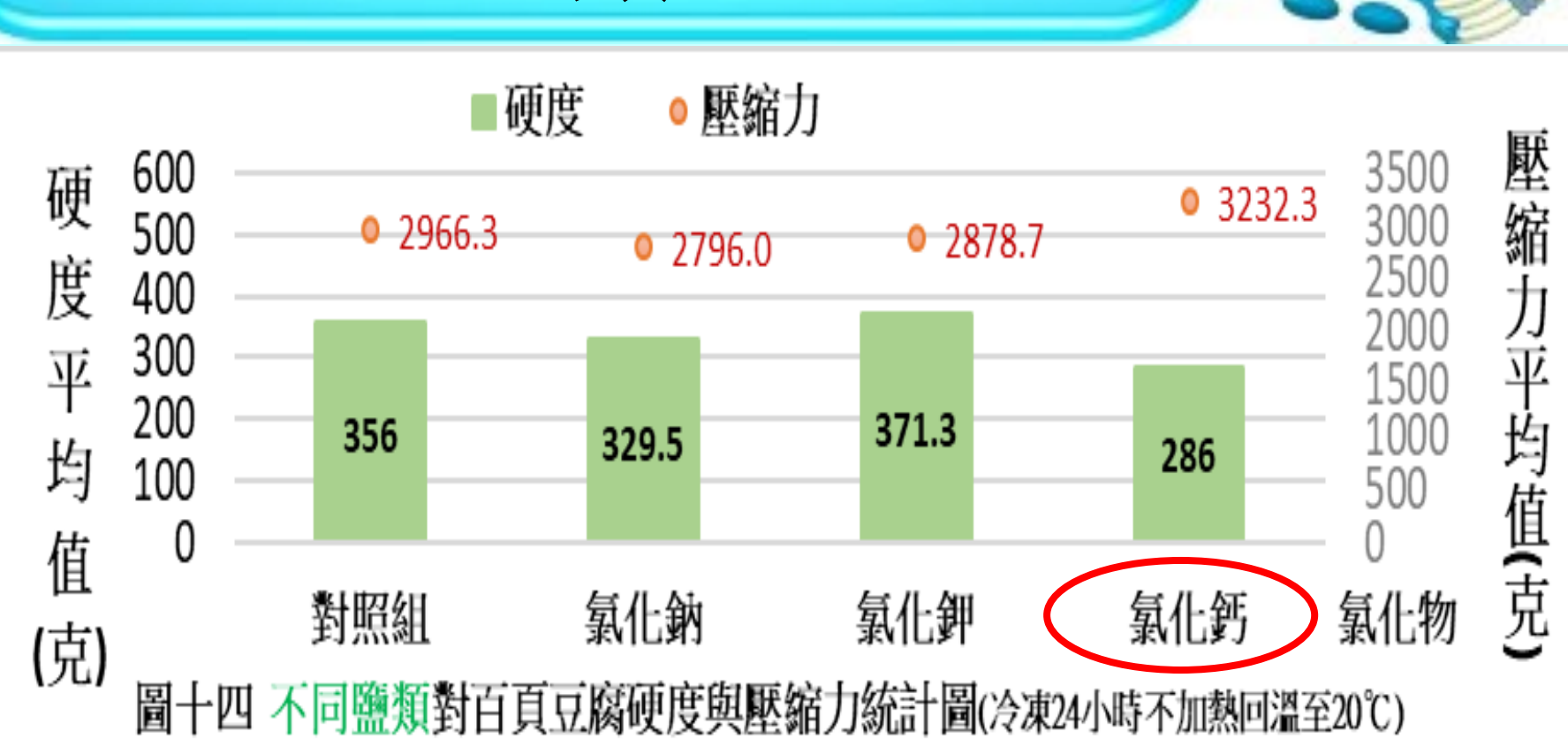
# 研究三、探討水溶液對百頁豆腐品質的影響

好奇? 豆腐有添加凝固劑，例如：金屬鹽類或酸的凝固法，那百頁豆腐呢? 本研究添加創意健康食材的酸鹼性對百頁豆腐又會如何?

### 酸鹼值



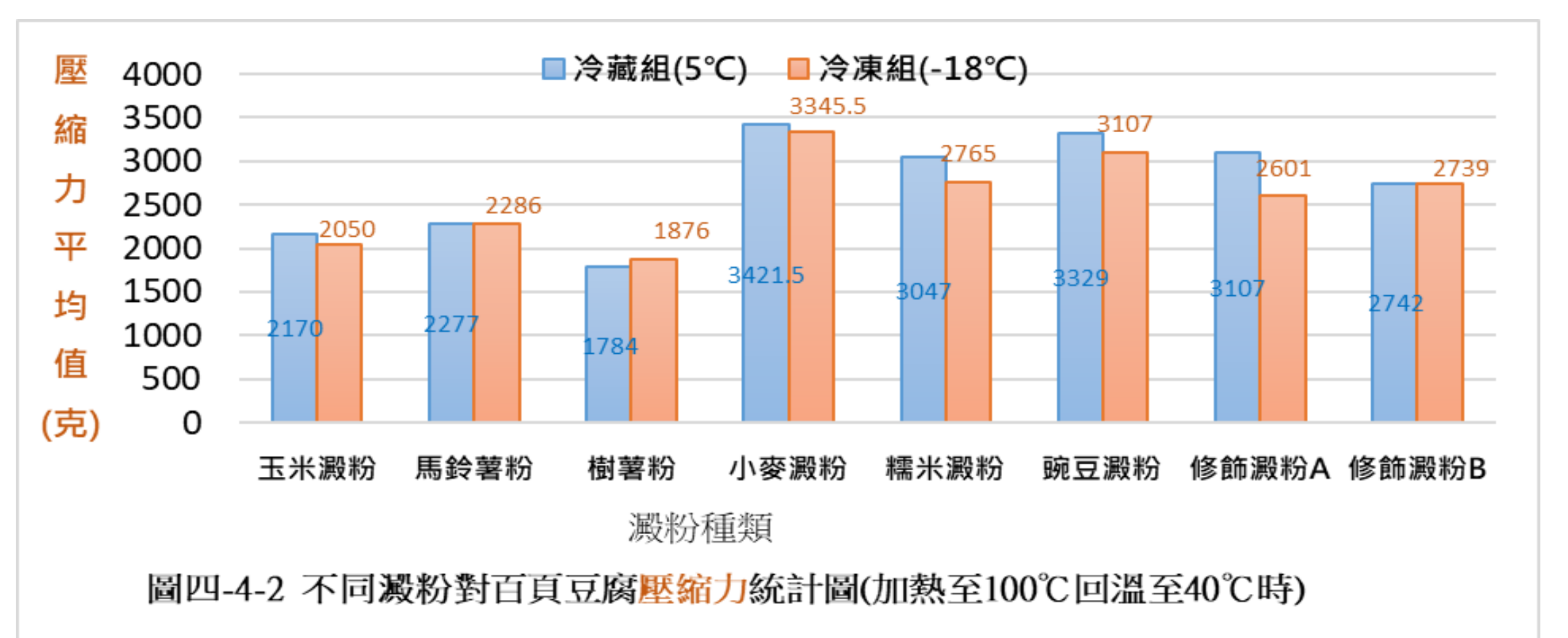
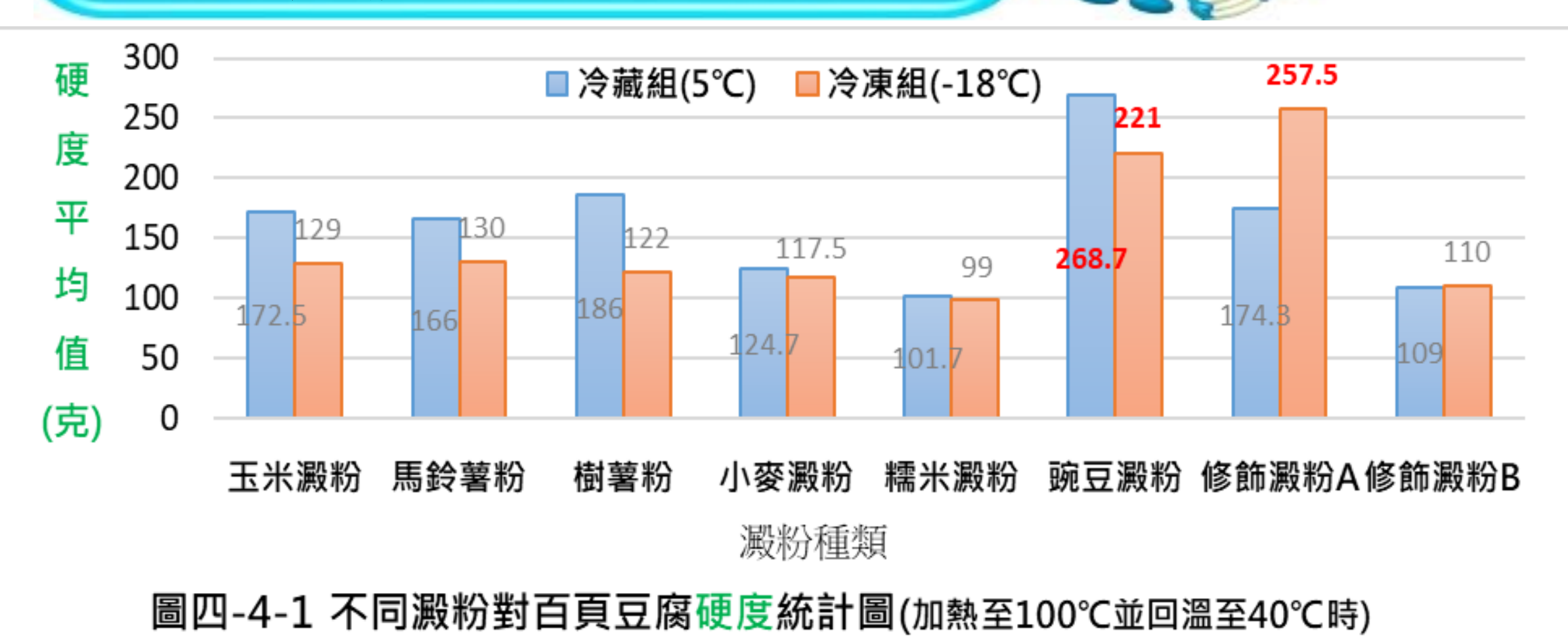
### 鹽類



1. 中性的硬度和壓縮力較大。酸性與鹼性水溶液都會降低成品的硬度與內部組織的結實感。
2. 添加量 0.15%時氯化鈣的硬度最小而壓縮力最大。氯化鈣的顏色最白，而且氯化鈣的百頁豆腐密度較大。

# 研究四、探討貯存方式對百頁豆腐品質的影響

### 貯存溫度不同時

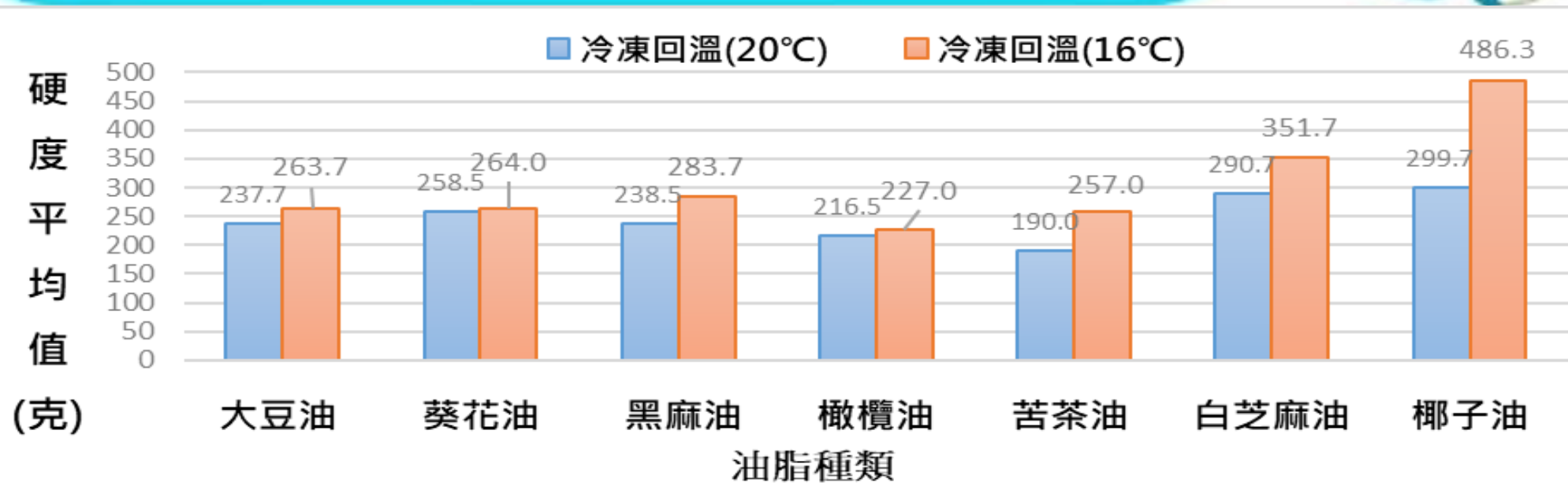


貯存方式:

1. 室溫不利食品保存，以冷凍庫優於冷藏室，可以延長貯存時間，但仍建議盡速食用為佳。
2. 冷凍組除修飾澱粉 A 外，硬度皆略小於冷藏組而孔隙多。

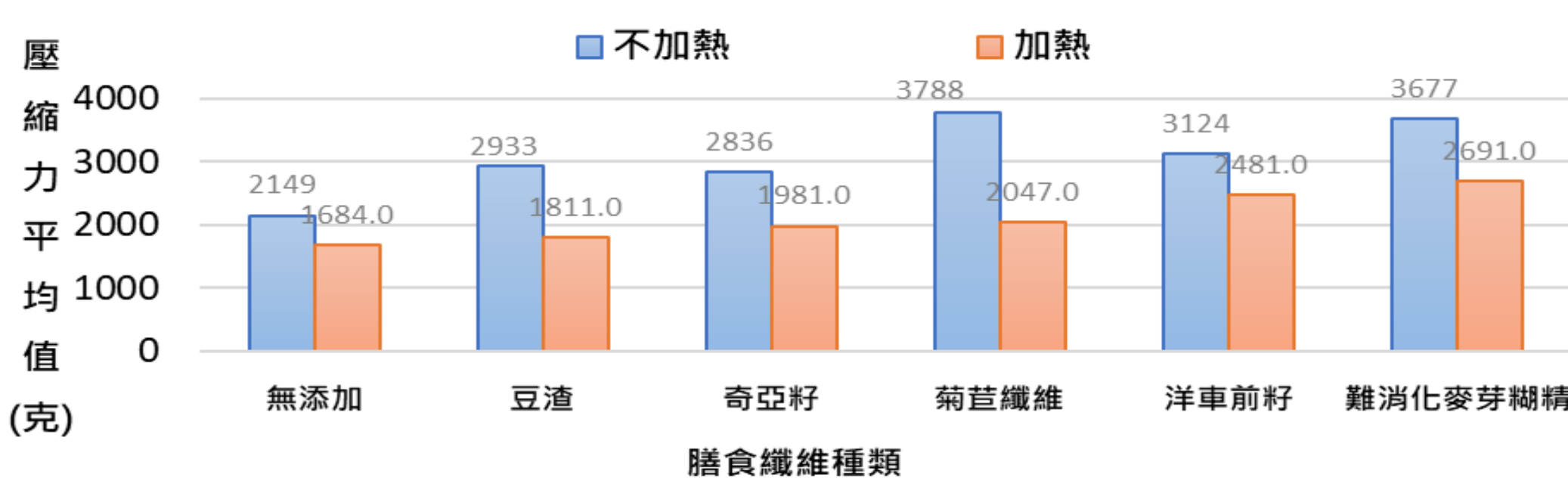


## 回溫後的溫度不同時 (氣溫)



圖四-4-4 不同油脂對百頁豆腐硬度統計圖(冷凍回溫)

## 加熱處理



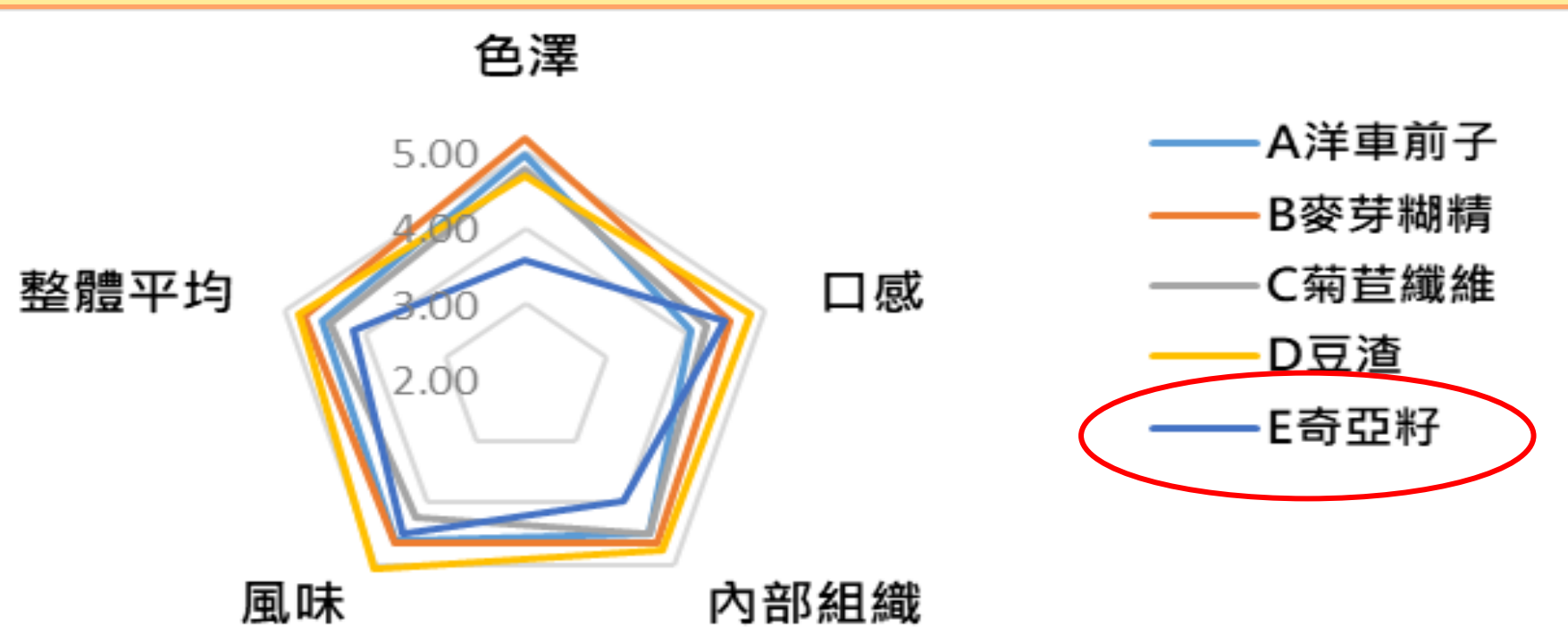
圖四-4-3 不同膳食纖維對百頁豆腐壓縮力統計圖(回溫至25°C)

1. 冷凍後使用**加熱方式**可以恢復百頁豆腐柔軟的品質，而且**有孔洞更容易吸收湯汁**，壓縮力也有下降的情況。
2. 溫度高低也會對於內部組織產生影響性，**氣溫越低時硬度會提升**。

# 研究五、官能品評單嗜好性分析

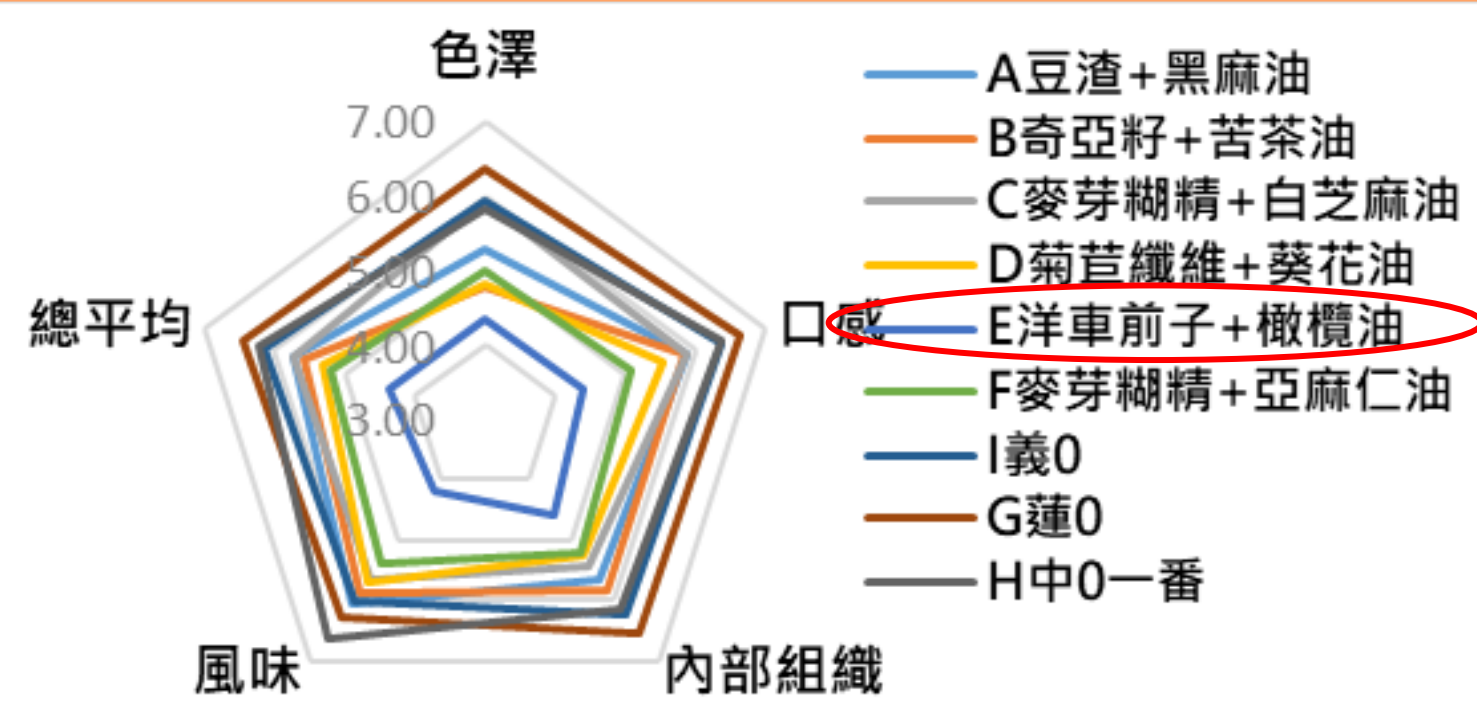
## 第一次試吃品評-膳食纖維

品評員:經過培訓的 3 個高年級班級的師生，合計 80 人



圖四-5-1 各類膳食纖維嗜好性品評統計圖

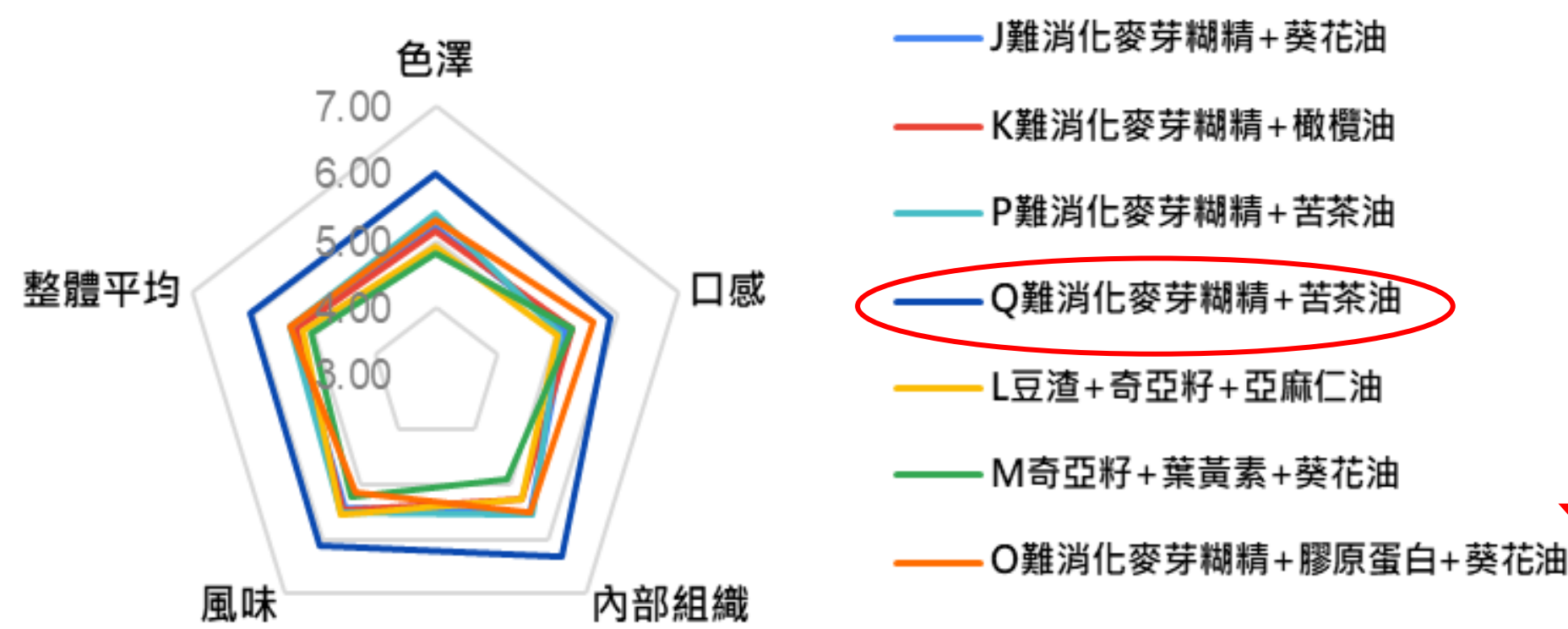
## 第二次試吃品評-市售、自製低脂高纖



圖四-5-3 創意百頁豆腐試吃品評統計圖



## 第三次品評-健康食材初探



圖四-5-6 各類膳食纖維嗜好性品評統計圖

自製成品編號	色澤	口感	內部組織	風味	整體平均	硬度	壓縮力
A 豆渣+黑麻油	5.29	5.88	5.65	6.06	5.72	298	3497
B 奇亞籽+苦茶油	4.76	5.82	5.82	5.88	5.57	536	4229
C 麥芽糊精+白芝麻油	5.94	5.88	5.41	5.65	5.72	322.3	3415
D 菊苣纖維+葵花油	4.81	5.52	5.24	5.71	5.32	323.5	3825
E 洋車前子+橄欖油	4.33	4.38	4.57	4.19	4.37	531.3	5950
F 麥芽糊精+亞麻仁油	5.00	5.10	5.21	5.41	5.20	258.7	3168
J 難消化麥芽糊精+葵花油	5.23	5.14	5.50	5.41	5.32	177	2448
K 難消化麥芽糊精+橄欖油	5.14	5.23	5.27	5.45	5.27	199.7	2468
P 麥芽糊精+苦茶油	5.41	5.05	5.55	5.50	5.38	180.3	2149
Q 麥芽糊精+苦茶油(降低水量)	5.99	5.85	6.32	6.10	6.05	365.3	3345
L 豆渣+奇亞籽+亞麻仁油	4.91	5.00	5.27	5.55	5.18	370	4372
M 奇亞籽+葉黃素+葵花油	4.82	5.23	4.91	5.23	5.05	401.3	4692
O 麥芽糊精+膠原蛋白+葵花油	5.32	5.59	5.50	5.64	5.51	308	3332

1. 市售:硬度約介於 290.7~344.3 克，壓縮力介於 3585~5057 克，可作為自製之參考。  
自製:除洋車前子粉以外，整體喜好度 5.20~6.05 達喜愛程度。
2. 每人喜好有差異:奇亞籽有咀嚼顆粒感，豆渣有纖維感但淡淡豆漿味頗受歡迎。  
雞蛋添加讓內部品質乳化更完全、葉黃素有助眼睛明亮，或是添加膠原蛋白也很受歡迎。
3. 自製:特別的風味如黑麻油、苦茶油、亞麻仁油、橄欖油等，都得到很高評價。

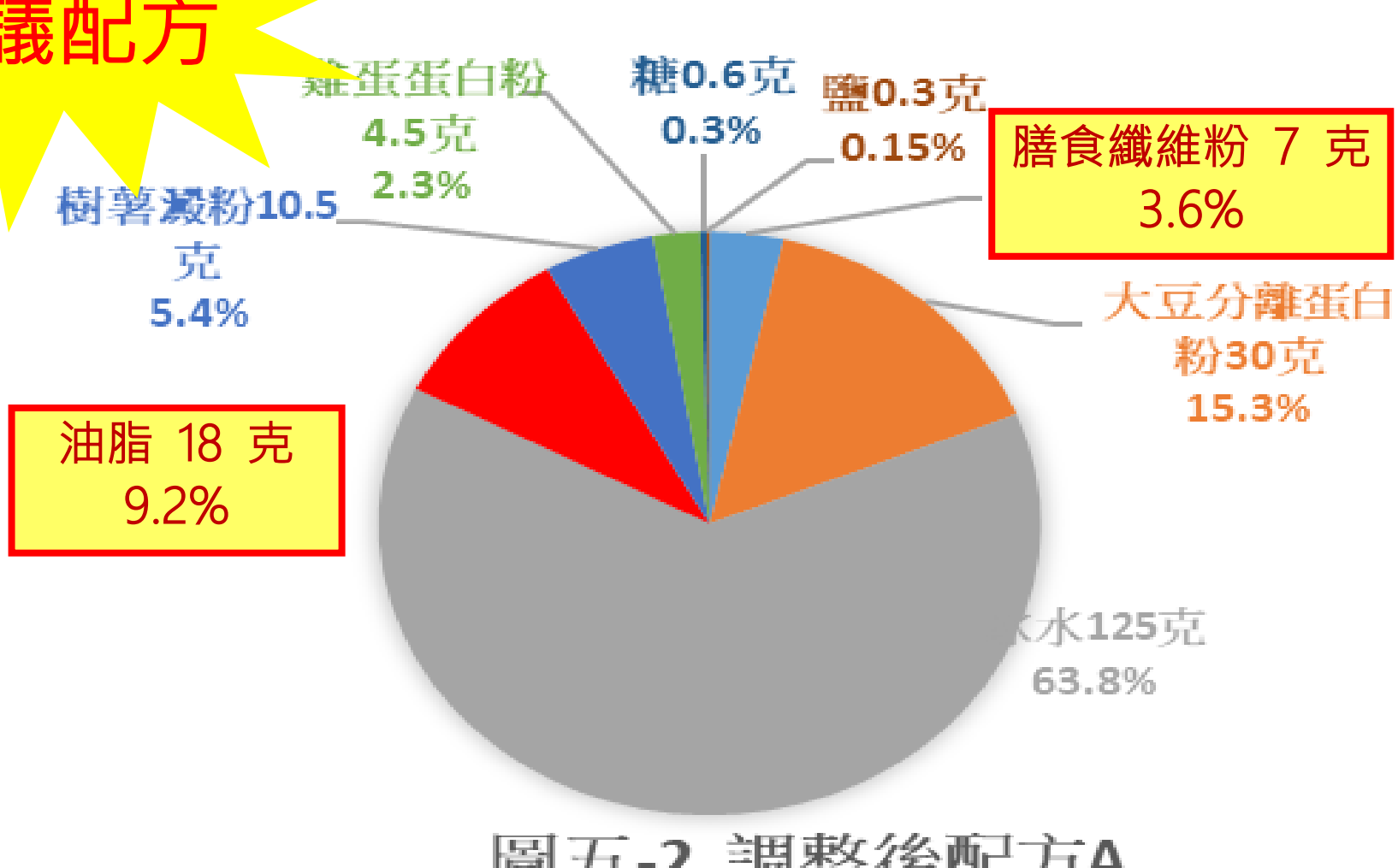
利用平板掃 QR Code 進行填寫表單(以上皆為本研究作者自行拍攝)

# 伍、討論

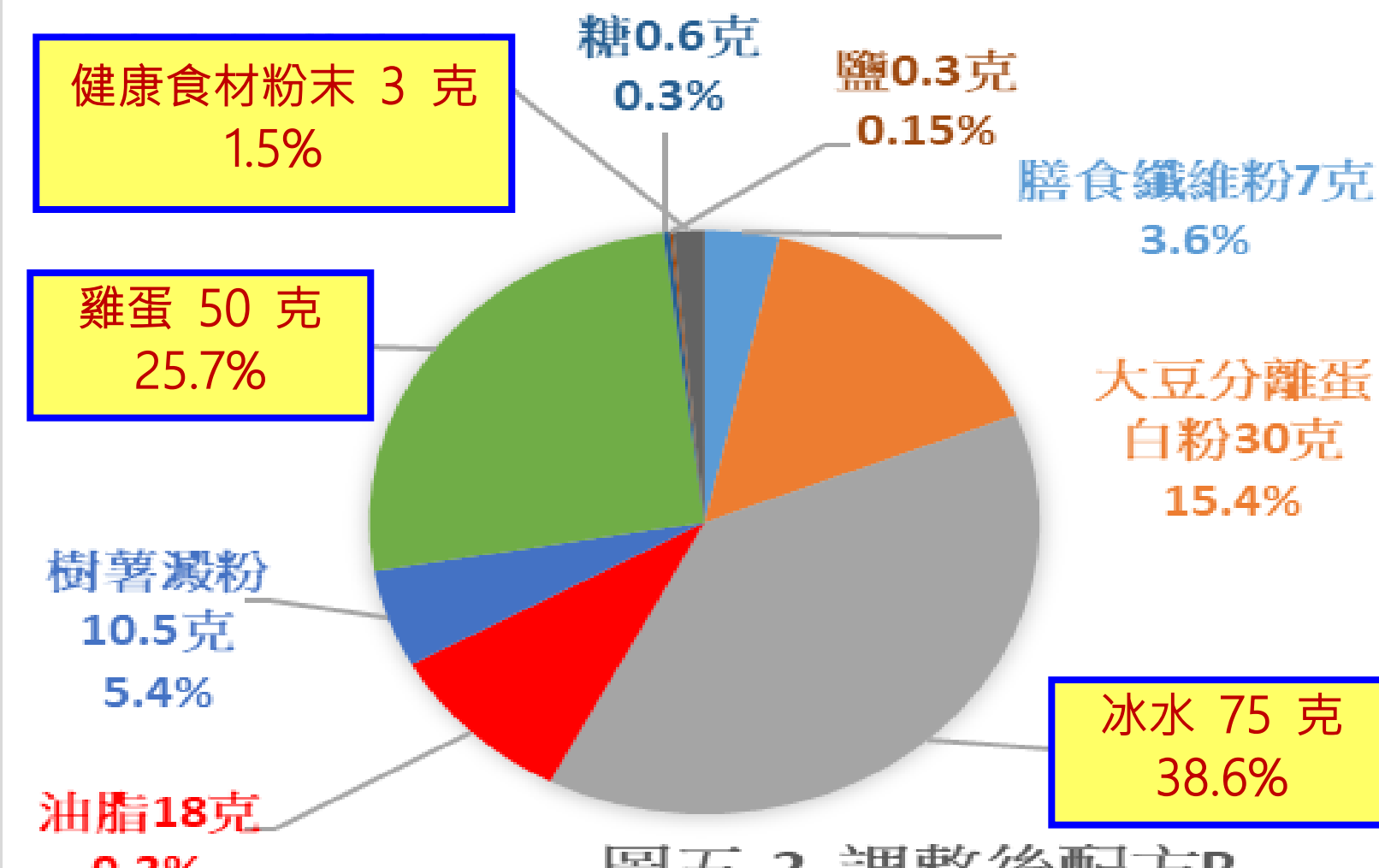
依實驗結果提出自製的配方

1. 澱粉種類:  
本研究樹薯、馬鈴薯粉、糯米的支鏈澱粉都在 80% 以上，使成品黏性比較強。  
冷凍後以樹薯澱粉和修飾澱粉對質地變化比較沒影響。
2. 乳化作用發現轉速慢效果比較好，且分次添加效果佳，比較不會有分離現象。
3. 告知添加何種健康食材接受度會提升。

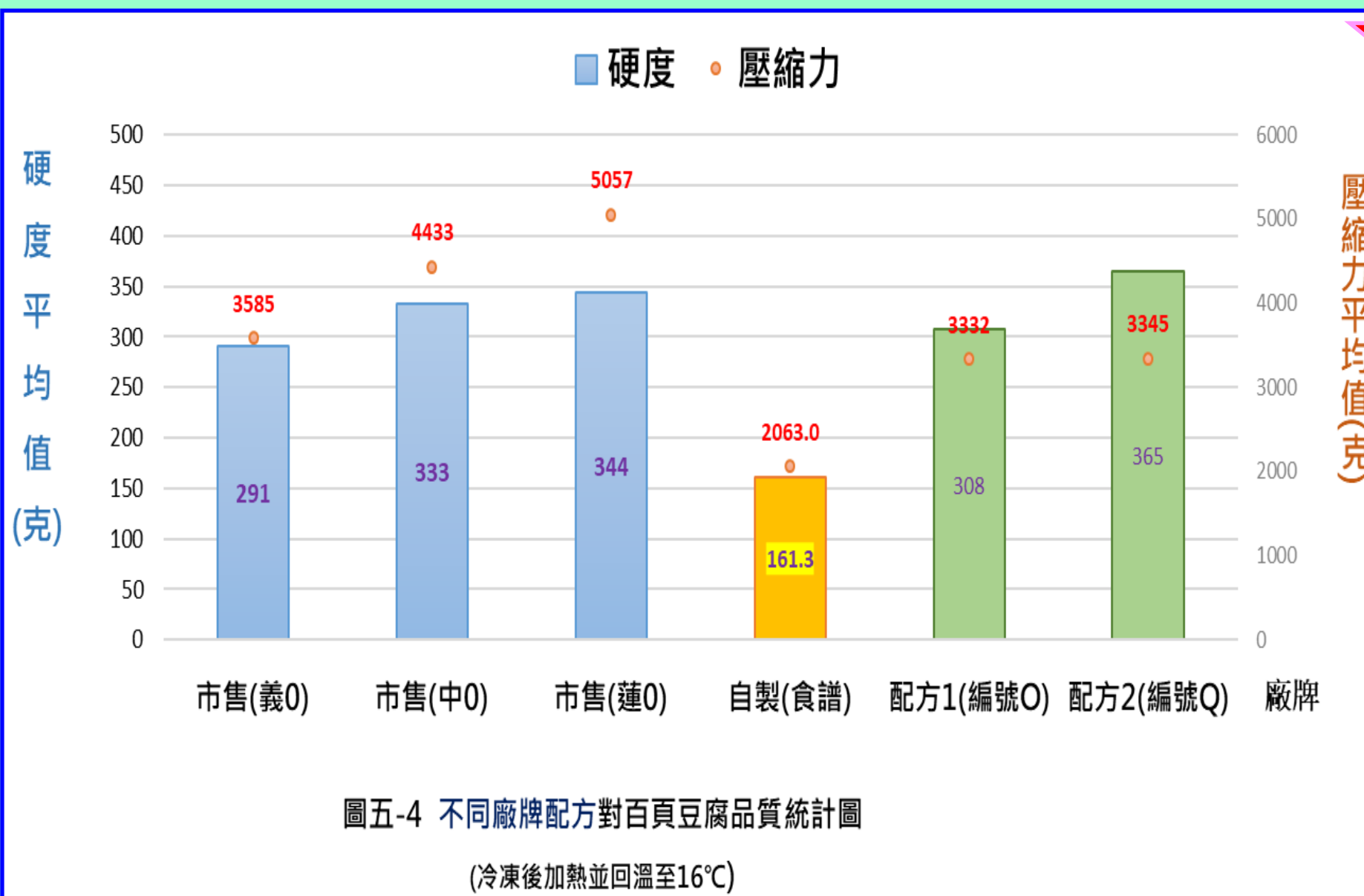
### 建議配方



圖五-2 調整後配方A



圖五-3 調整後配方B



圖五-4 不同廠牌配方對百頁豆腐品質統計圖(冷凍後加熱並回溫至16°C)

### 市售與自製新開發的DIY材料包(每份100克重)

項目	市售百頁豆腐 4 個廠牌(義0 中0 糖0 蓮0)	自製 DIY_本研究建議配方 1
分離大豆蛋白粉	不明廠牌	非基因改造優良 100%植物大豆 每 30 克含蛋白質含量高達 28 克 <b>勝</b>
澱粉	樹薯澱粉 或 馬鈴薯澱粉	建議樹薯澱粉、馬鈴薯澱粉或修飾澱粉
油脂	大豆油 葵花油	可選擇不同的健康油脂: 亞麻仁油含有 Omega-3 芝麻油與黑芝麻油含有必需的 Omega-6 脂肪酸、苦茶油、橄欖油含有必需的 Omega-9 <b>勝</b>
熱量	181~309.9 大卡	163.2 大卡 <b>勝</b>
脂肪含量	12.5~26.7 克	約 9 克 <b>勝</b>
價格	售價 12~18 元 <b>勝</b>	不同油脂(成本 14.8~37.4 元)
便利性	便利	製作簡單 便利的配方包(約 10 分鐘操作 30 分鐘可以出爐)

# 陸、結論

# 柒、參考文獻

1. 低脂高纖百頁豆腐 降低油脂量，並增加膳食纖維，能成為接受度高的健康食品。
2. 水分與油脂 水添加比例太高或油脂比例高，冷凍與冷藏都發現出油現象嚴重。  
建議有低熱量攝取的需求者，油脂佔總重量10%以下是可行的。
4. 澱粉總類 添加不同種類澱粉，其直鏈與支鏈會影響口感，黏性最大的是糯米澱粉、其次是樹薯澱粉與馬鈴薯澱粉，建議添加量不超過總重量的5~6%為佳。
3. 硬度與壓縮力測試 澱粉量略增、水量減少、分離大豆蛋白粉增加、添加雞蛋蛋白粉等都可增加硬度與壓縮力。
5. 膳食纖維 很多人不喜歡太軟的，硬度值在300~400克之間最為喜愛。奇亞籽和豆渣頗受歡迎。  
建議5%以下為宜。
6. 儲存方式以冷凍組為佳，加熱會恢復柔軟度，冷凍組壓榨性油脂硬度會略為下降。
7. 試吃品評建議分離大豆蛋白粉(15%)、水(60~65%)、油脂(8~10%)、樹薯澱粉(5~6%)、膳食纖維(3.5~4%)、糖(0.3%)、鹽(0.15%)、雞蛋蛋白粉4.5克(2~3%)或添加雞蛋但會使組織乳化更完全。

- 一、林郁樺、林詩儒、魏沛萱、邱苡庭、非我莫「禮」~探討添加健康替代澱粉對傳統「糯米麻糬」品質的影響。新北市 109 學年度科展說明書。
- 二、林郁樺、林詩儒、魏沛萱、邱苡庭(2022)。「蒟」世無雙~添加物對「蒟蒻」凝膠性質之影響。中華民國第 62 屆中小學科展作品說明書。
- 三、柯筑勻、蔡承毅、林奕晨、許睿恩、姚均真。添加物對「仙草汁」凝膠性質之影響。新北市 111 學年度科學展覽會作品說明書。
- 四、許志璋(2013)。加工條件對百頁豆腐品質之探討(碩士論文)。中國文化大學。
- 五、游心瑜、江選任、陳梓皓、莊承謙、驚天「凍」地~探討添加物對「蒟蒻果凍」凝膠機制之影響與感官品評接受度。中華民國 57 屆中小學科展作品說明書。
- 六、莊承謙、曾奕嘉、楊景賢、王舒安、張博育。時尚「丸」家~探討「多醣類食用膠糖」改善健康丸品質的可行性與感官品評接受度。新北市 106 學年度科展作品說明書。
- 七、李鈞軒、陳柔安。戰勝食神的「健康貢丸」-以低鹽控制蛋白質乳化效果之無磷酸鹽貢丸。中華民國 53 屆中小學科展作品說明書。
- 八、王家瑜(2020年4月14日)。選好油要看脂肪比例! 14種油Omega-3、6、9比例大公開。健康 2.0 tvbs.com.tw。取自:https://health.tvbs.com.tw/amp/nutrition/323371
- 九、黃惠嫻(2017年6月21日)。膳食纖維怎麼吃 才能吃進 5 大好處? 取自:https://www.commonhealth.com.tw/article/75209
- 十、Udn 元氣網(2024年4月15日)。膳食纖維為何重要? 攝取不足會如何? 每天應該吃多少? 取自:https://health.udn.com/health/story/6037/7899848-2024-04-25
- 十一、陳怡妤(2023年10月23日)。大豆分離蛋白是什麼? 原理、製程、優點、缺點一次看懂。悠活原力網。取自:https://www.yohopower.tw/blogs/pet-notes/137919
- 十二、衛生福利部國民健康署(2023年10月12日)。您今天膳食纖維吃夠了嗎? 選國產、多樣吃、營養有全觀。取自:https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=4705&pid=17556
- 十三、張雅文(2016年12月20日)。百頁豆腐不是豆腐? 一次搞懂各種豆腐 種類。自由時報。