

# 中華民國第 53 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 生活與應用科學科

030828

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

學校名稱：臺中市私立曉明女子高級中學(附設國中)

作者：  國一 李昀軒  國一 陳柔安	指導老師：  謝麗惠
---------------------------------	------------------

關鍵詞：乳化效果、磷酸鹽、食鹽

## 摘要

市售貢丸幾乎都免不了食品添加物（結著劑、抗氧化劑、防腐劑等）的陰影；另一方面，網路上充斥的貢丸食譜，表面上好像避開了上述食品添加物，卻又加入了不知名的「食材」（例如標榜不含磷酸鹽類，卻加了含有磷酸鹽的泡打粉），但真有必要加入這些可能對健康產生負面影響的添加物嗎？因此，本研究以貢丸為研究材料，首先以自製儀器，探究貢丸的彈性口感該如何以科學方法予以客觀衡量，再依文獻中得知的低鹽低脂建議標準，探究如何以低鹽的製造配方與程序，控制豬肉蛋白質乳化作用，期望做出更勝電影食神中的手藝（即市售貢丸）之彈 Q 口感的健康貢丸。根據實驗結果顯示，以食鹽比例為 1.33% 的自製健康貢丸（不含磷酸鹽類等任何添加物），其彈性不僅優於著名市售貢丸，且能確保食品安全無虞。

## 壹、【研究動機】

有一天，在學校和同學討論前一天看的電視節目，無意間聊到周星馳的電影：「食神」。在影片中，食神與火雞姐僅用捶打後的牛肉與結凍的蝦泥，就可以做出可當乒乓球的爆漿牛肉丸，便引起了我的興趣，台灣著名的小吃「貢丸」，若不添加任何食品添加物，是否也能作出如此 Q 彈的口感？

據此，以「貢丸食譜」為關鍵字進行 Google 搜尋，在網路上看見一則文章<sup>1</sup>，大致上是說：台灣的貢丸很特別，它不像一般肉丸只是把絞肉捏成丸子，而是像魚丸、蝦丸、花枝丸一樣，把肉加鹽打「出膠」，打成肉漿，利用「蛋白質的鍵結性」形成網狀結構，造成彈性口感。

該文章中更提及，一般坊間多認為由於魚肉蛋白質大多很軟嫩，所以魚丸也很軟嫩，但台灣魚丸習慣加地瓜粉使口感變結實。豬肉蛋白質比較結實，所以不用加地瓜粉，貢丸也可以很結實。但是，查閱市售著名貢丸（例如：新竹當地極富盛名的海 X 貢丸）包裝袋上，明顯標示含有食品添加物：味精、磷酸鹽（結著劑），如圖一所示。就如同這篇網路文章所提到的，大家都知道，「市售的貢丸沒有不加磷酸鹽等添加物的、不加磷酸鹽做不出貢丸」，有些多到吃完嘴裡會有澀味，甚至讓人過敏或氣喘。這篇著名的網路文章中提到，該篇文章作者周老師直接告訴學員，他的天然貢丸很多人都說好吃，又 Q 又鮮美，但的確沒有加了磷酸鹽那麼脆，所以除非您能接受比市售貢丸 Q 度差一點的貢丸，才會喜歡我的天然貢丸，不然就不用費工夫試做了。

另一方面，我們到大賣場進行調查，市面上幾乎沒有不含磷酸鹽的貢丸<sup>2</sup>（請參閱圖一所示）。而在網路上搜尋關於貢丸製作的食譜，不是加了磷酸鹽，就是添加泡打粉之類的添加物。何謂「泡打粉」，英文原名為：“Baking Powder”，成份主要為磷酸鹽、碳酸氫鈉（小蘇打）、澱粉。這些添加物對健康的負面影響，除磷酸鹽類會影響人體對於鈣質的吸收<sup>3</sup>，泡打粉中更曾檢出鋁含量（是來自磷酸鹽的天然鋁含量），而鋁更被懷疑是阿茲海默症發作的可能誘因之一。但令人最擔心的，是有些網路文章提供似是而非的錯誤觀念，誤以為泡打粉可取代磷酸鹽，

<sup>1</sup> Google 搜尋關鍵字：「貢丸食譜」，所出現的第一篇網路文章。

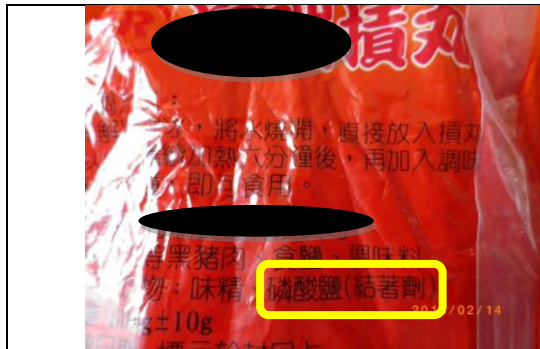
<http://homeeconomics.pixnet.net/blog/post/66280397-177.%E4%B8%8D%E4%BD%9C%E6%80%AA%E8%B2%A2%E4%B8%B8%EF%BC%88%E5%90%AB%E5%BD%B1%E7%89%87%EF%BC%89>

<sup>2</sup> 於 2013 年 2 月 2 日傍晚五時至台中市大 X 發賣場進行調查，義 X、統 X、大 X 發自有品牌皆標示含有磷酸鹽添加物，春 X 正新竹貢丸則是明確標示磷酸鹽的添加量在 0.2% 以下。桂 X 貢丸成分表雖未列出含有磷酸鹽，但相對的，卻相對未明確標示是不含食品添加物。

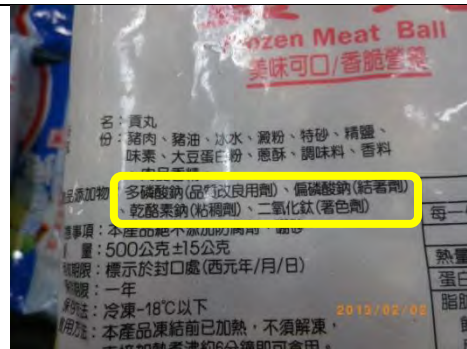
<sup>3</sup> 參閱〈育兒生活〉雜誌，第 256 期，出處：<http://www.mababy.com/knowledge/article.aspx?aid=02F8F4604FFF3E2B>。

而在網路上號稱僅加了泡打粉而不含磷酸鹽的貢丸作法<sup>4</sup>，故網路文章仍有待嚴謹的把關審查。

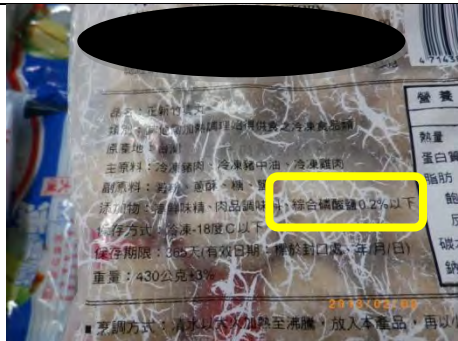
彙整上述說明，讓我深深懷疑貢丸的製作過程中是否真的需要添加這些不必要的食品添加物呢？正因如此，更讓我們下定決心要做這個實驗。



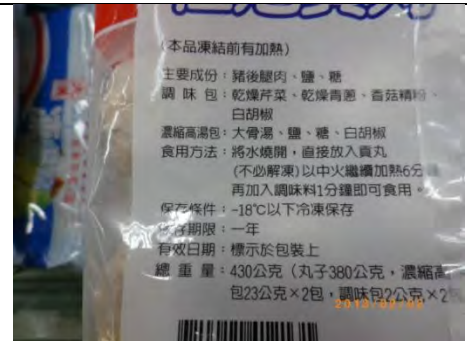
海X貢丸（有添加磷酸鹽）



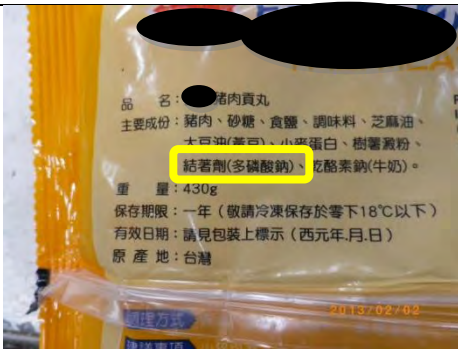
大X發自有品牌貢丸（有添加磷酸鹽）



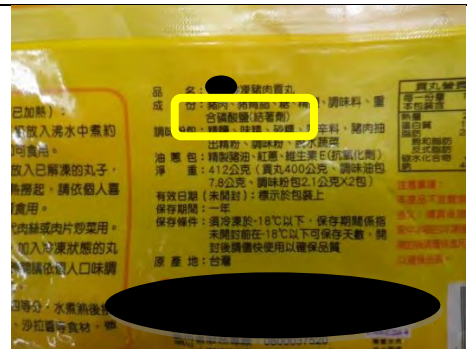
春X正新竹貢丸（有添加磷酸鹽）



桂X貢丸（未標示有添加結著劑）



義X貢丸（有添加磷酸鹽）



統X貢丸（有添加磷酸鹽）

註：磷酸鹽類雖為合法之添加物，但多數一般肉類加工品包裝上皆未見明確的使用量。

圖一、市售貢丸之磷酸鹽添加標示

<sup>4</sup> 如 <http://tw.myblog.yahoo.com/mami-sophia/article?mid=39406&prev=-2&next=-2&page=1&sc=1#yartcmt>。

## 貳、【研究目的】

我們在進行市場調查之後，發現幾乎所有的貢丸都添加的不同型態的磷酸鹽類，而網路上與坊間的食譜，除少數標榜健康貢丸的文章，也是幾乎都有添加磷酸鹽，甚至以化學發粉（泡打粉）來取代，顯示出製作貢丸要添加磷酸鹽類的習慣，已經深植在一般民眾觀念中。因此，在研究流程上將先討論本研究主題的背景與相關文獻，再提出本研究之目的。

### 一、研究背景

關於貢丸製作為何要添加磷酸鹽類，參閱台灣大學食品科技研究所許順堯教授於 2001 年發表的國科會報告中探討食鹽、多磷酸鹽、己二烯酸鉀和異抗壞血酸鈉對貢丸品質及保存性之影響，結果指出，食鹽、多磷酸鹽、己二烯酸鉀和異抗壞血酸鈉對貢丸製品的影響為：

- （一）、增加食鹽添加量會增加產品的水煮產率及直徑；
- （二）、會增加產品的硬度及彈性；
- （三）、能增進產品的官能品質包括味道、組織性口感和總接受性。

但食鹽及己二烯酸鉀對貢丸的味道有顯著的交互影響，此二者的添加量同時增加或減少，皆令產品的味道變差，而己二烯酸鉀之影響較大。食鹽和多磷酸鹽，對抑制貢丸油脂酸敗有顯著的效果，己二烯酸鉀在食鹽及多磷酸鹽之作用下較不顯著。添加食鹽（1~3%）、多磷酸鹽（0~0.3%）及己二烯酸鉀（0~0.2%）對抑制貯藏中貢丸之油脂酸敗則有顯著的影響。食鹽、多磷酸鹽及己二烯酸鉀對貢丸油脂酸敗之抑制有交互作用。

但考量於許順堯(2001)的研究中所研究的添加物，卻是在肉類加工品中有不同的功能，己二烯酸鉀是防腐劑、磷酸鹽是結著劑、而異抗壞血酸鈉則是抗氧化劑，這些添加物是否為肉類加工品的必須物，在研究中應是未予以討論。但就現代人的飲食觀念而言，化學添加物應該是盡可能不要使用，這才是上上之策。因此，分別作為防腐劑與抗氧化劑的己二烯酸鉀和異抗壞血酸鈉，這些都是為了延長食物保存期限的添加物<sup>5</sup>，就剔除於本研究之外。但是關於多磷酸鹽作為結著劑的部分，則有待進一步討論。係因坊間對於貢丸的印象，多停留在貢丸是相當具有彈性的，而彈性的原因有很多種，最主要的就是肉類蛋白質自然的黏性，但因為現代多為冷凍過的豬肉，使豬肉蛋白的乳化程度降低，導致無法大量出漿，而市面上的貢

---

<sup>5</sup> 依據衛生署（2011）對於食品添加物之定義，防腐劑（Preservative）用以抑制黴菌及微生物之生長，延長食品保存期限之物質。抗氧化劑（Antioxidant）則是在防止油脂等氧化之物質。而結著劑（Coagulating agent）是用在增強肉類魚肉類黏性之物質。

丸會具有相當的彈性，絕大部分則是添加了結著劑，尤其是新竹派的貢丸<sup>6</sup>。而結著劑的功用，主要是作為食品加工物的品質改良劑，藉由增加食品的結著性與保水性，即適用已增加食品的鮮度、脆度、與彈性，相對提升口感與風味。因此，結著劑可簡單定義為：針對肉製品及魚肉煉製品的製造或加工，用以改善製品之保水性與乳化性所必須的食品添加物（張永鍾，2008）。而目前衛生署允許的結著劑添加物，僅限於磷酸鹽類，並嚴格禁止早期以硼砂為添加物的不當做法。

換言之，磷酸鹽類雖為合法之添加物，但多數一般肉類加工品包裝上皆未見明確的使用量，且若於傳統零售市場更無從得知添加物的使用品項與添加量。審視貢丸的製作過程，應強調豬肉的播潰過程，參酌張永鍾等（2008）之著作中指出<sup>7</sup>，貢丸的彈性與口感，是源自於肉品經機械外力切或絞打後即形成所謂的肉乳化物，此為一種將固態油脂顆粒分散在水相與肌肉組織蛋白質之混合物，而後肉乳化物的蛋白質會因受熱凝膠形成可保留水分子及固定脂肪球的網狀構造。磷酸鹽類之所以能成為優良的結著劑，關鍵即在於能夠穩定地維持肌肉蛋白質的保水性與油脂乳化性<sup>8</sup>。可是，磷酸鹽對於保水性的作用機轉仍不明確。但於乳化性部分，「乳化」是香腸、火腿、貢丸及魚丸等肉製品或煉製品最重要的品質指標。優良的乳化性才能確保加熱凝膠成型產品的結著性與避免油脂分離。由於「鹽溶性蛋白」的乳化保脂能力遠比水溶性蛋白優良，因此可利用機械力絞碎、細切或播潰混合食鹽的肌肉以有效抽取鹽溶性蛋白質。添加磷酸鹽類，特別是焦磷酸鹽，能明顯增進鹽溶性蛋白質的抽取，因為磷酸鹽類的離子強度較氯化鈉（食鹽）為強，二者混合使用具有相輔相成之效果。防止蛋白質變性與有效的機械作功，雖能調控制品的彈性與脆度，但較高的鹽溶性蛋白質抽取量對後續的凝膠成型更有利，因此能夠間接地增進產品的彈性與脆度。因此，本研究將從「零添加物」的觀點下，思考不添加結著劑（當然更不應該使用防腐劑與抗氧化劑之類的添加物），如何自肉類蛋白質的物理化學性質，製作出具有更佳彈性與口感的「健康貢丸」。

## 二、研究目的

目前衛生署公告可合法添加促進肉類加工品乳化效果的唯有磷酸鹽類而已，並明令硼砂為禁用藥物。但是否真的需要添加，本研究將試圖以不添加磷酸鹽（亦不添加任何食品添加

---

<sup>6</sup> 資料出處：<http://www.wretch.cc/blog/hheenrryy/10862111>。

<sup>7</sup> 本段內容引述自張永鍾等著，2008年，實用食品添加物(二版)第16章，華格那出版有限公司。

<sup>8</sup> 參酌〈國科會高瞻自然科學教學資源平台〉對於乳化作用(emulsification)之定義如下：所謂乳化作用，是指兩種原本互不相溶的液體（例如：油和水）在經過大力攪拌或者添加乳化劑等表面活性劑之後，有一方形成微粒狀，分散於另一方中而互相混合成為均勻狀態。而這樣的作用下所產生的液體就稱之為乳化液。（<http://case.ntu.edu.tw/hs/wordpress/?p=4730>）

物)，僅以食鹽作為乳化作用的促進劑，而食鹽比例則是參考台大食科所許順堯教授於 1999 年發表的國科會報告中之結果顯示：「一般貢丸配方中，較佳的貢丸加工條件為脂肪添加量 10%，食鹽添加量 2.1~3.0%，蔗糖添加量 3.9~4.4%，加熱溫度 80°C」。因此，本研究將以食鹽 2% 為基礎所製作出完全不含任何人工添加物的貢丸，與市售貢丸進行彈性比較，為本研究之進行方式。另一方面，則是必須以客觀方式進行貢丸的彈性量測，所以必須自行設計貢丸之彈性測定儀。統整上述說明，歸納本次實驗之研究目的如下：

- (一)、在不使用任何人工添加物的條件下，維持貢丸的彈牙口感。
- (二)、設計丸類食品之彈性測定儀。
- (三)、探討當不用磷酸鹽類添加物時，研究添加「不同比例」的食鹽對於製作貢丸的口感最佳。並與市售產品進行比較（以著名的新竹海 X 貢丸為比較對象）。

## 參、【研究設備及器材】

本次實驗之重點有二：

### 一、「自製」實驗用儀器：「貢丸彈性測定儀」之設計製作

考量手工貢丸雖可控制每顆重量幾近乎相同，但因是手工製作，難以控制每顆貢丸的真圓度與球狀體之外型可以維持一致，將無法採用傳統落球回彈之彈型測量方式。故本研究模擬人口咬合的機械運作方式，並以「外力大小和物質的形變量成正比」之理論基礎，自行設計本研究之「貢丸彈性測定儀」。所需材料如下：

- (一)、水桶：2000 毫升
- (二)、鐵絲：園藝用細鐵絲，外披覆塑膠膜以防鏽蝕。
- (三)、小砧板：長 25 公分、寬 15 公分、高 0.9 公分。
- (四)、長木條 (x2)：長 22 公分、寬 1.8 公分、高 1.8 公分
- (五)、L 型角鐵 (x2)：單邊長寬各 4.5 公分。
- (六)、鐵尺 (x2)：長 15 公分、20 公分各一只。
- (七)、滑輪：直徑 2.6 公分。
- (八)、強力膠：品牌為「富士工業專業膠」。
- (九)、相機：品牌 Pentax，型號“optio RZ18”

### 二、實驗對象：自製「健康貢丸」

不添加結著劑（當然更不應該使用防腐劑與抗氧化劑之類的添加物），自肉類蛋白質的物理化學性質，製作出具有更佳彈性與口感的「健康貢丸」。所需材料如下：

- (一)、豬後腿肉（購自台中市重慶市場之溫體豬後腿肉，150 公克，粗絞）
- (二)、攪拌器（Philips HR1538）
- (三)、鍋子(x2)（直徑 26 公分高 11 公分、直徑 21 公分高 12 公分）
- (四)、冰塊和水（經逆滲透處理之過濾水，並以該過濾水製作冰塊）
- (五)、食鹽（台鹽公司之高級精鹽）
- (六)、糖（台糖公司之精製細砂糖）
- (七)、海 X 貢丸（作為本實驗製作之健康貢丸的實驗對照樣本）



## 肆、【研究過程】

原本我們要以貢丸反彈的高度作為比較的數據，但因手作貢丸呈不規則狀，所以我們擔心貢丸反彈時路徑不一，於是在經過多次討論後，根據模仿人口咬合的機械運作方式及國中二年級理化課本中的原理，完成了測量彈性的儀器。

### 一、「自製」貢丸彈性測試儀製作

#### (一) 設計原理

根據國中二年級理化課本：「外力大小和物質的形變量成正比」以及其公式：

$$F = k \Delta l$$

為設計理念，衡量需要多少外力( $F$ )才能讓貢丸產生 10%、20%、與 30%的壓縮形變。

#### (二) 材料準備與組裝測試過程

##### 1. 材料準備



鐵絲、小砧板、長木條、L型角鐵、鐵尺、滑輪

##### 2. 組裝



(1)將兩片角鐵與木條組合，模擬人口咬合運動機制。



(2)加上滑輪，以作為施力量測機制之基礎。



(3)將鐵尺置於 L 型角鐵下方，提供形變量測功能。



(4)以強力膠固定上述零件，初步組裝完成。

### 3. 完工



以小水桶蓄水重量，模擬人口咬合之施力大小。

### 4. 測試

(1)將貢丸（圖中以藍色小球為替代樣本進行測試）置於測試儀內，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，即是於下方水桶內加入的水重（含桶重）。

(A) 將貢丸（藍色小球）置於兩片 L 型角鐵之間。



(B)量測壓縮直徑 10%、20%、與 30%的形變，需要加入多少的重量於下方水桶。



(C)整體操作圖示。



## 二、貢丸製作原料

(一)、粗絞豬後腿肉 150 公克。係因傳統對於貢丸的作法，多採瘦肉比例較高的豬後腿肉為主（故以下簡稱「瘦豬肉」）。

(二)、食鹽（氯化鈉）：添加 2 公克(0.5 茶匙)、4 公克(1 茶匙)、6 公克(1.5 茶匙)、8 公克(2 茶匙)

係因應研究主題，為控制達成不同的乳化效果，依不同食鹽添加比例進行敏感性分析。每一茶匙食鹽為 4g，故添 2 公克(0.5 茶匙)、4 公克(1 茶匙)、6 公克(1.5 茶匙)、8 公克(2 茶匙)食鹽占原料(即 150 克瘦豬肉)之比例分別約為 1.33%、2.66%、4%與 5.33%，這是參酌一般家庭烹煮食品多以「茶匙」為衡量單位而訂定之實驗條件；另一方面，則是以低於台大食科所許順堯教授（1999 年）發表的貢丸較佳加工條件為食鹽添加量 2.1~3.0%，做為制定實驗程序之準則。簡言之，本研究即是以 150 克瘦豬肉添加 2 公克（1 茶匙，即食鹽比率為 2.66%）與 4 公克（0.5 茶匙食鹽，即食鹽比率為 1.33%）的自製貢丸為主要實驗標的；而高過許順堯教授（1999 年）之食鹽建議值之添加 6 公克（1.5 茶匙，即食鹽比率為 4%）與 8 公克（2 茶匙，即食鹽比率為 5.33%）的自製貢丸為對照組。

(三)、粗絞豬背肥肉：15 公克。係參酌許順堯（1999 年）研究指出，添加脂肪之最佳比例約為 9.09%）。

(四)、糖：2 公克。模擬一般市售貢丸之提味所需（於豬肉經搗潰或經搗潰靜置後加入，對於乳化作用之影響相當有限）。

## 三、貢丸製作程序

(一)、把凍硬的瘦絞肉剝或切成小塊，放入攪拌缸（就是做西點蛋糕的攪拌缸），加鹽，用槳狀腳以慢速打一下，直到確定肉不會飛散出去，再改用高速打 3~5 分鐘。

(二)、打成肉膠，就是呈現非常膠黏的狀態（如圖二所示）。肉膠顏色會比絞肉白，如果在較白的肉膠中有一粒粒較紅的絞肉，就必需再打。（若不再打也可以，但貢丸裡會有一點絞肉粒）



圖二、粗絞豬後腿肉 150 公克添加食鹽後經播潰程序後成為肉膠之示意圖

- (三)、天氣熱時要先以手觸摸肉膠，如果已經不夠冰冷，就得整盆放回冷凍庫冰到半硬才能拿出來繼續打，打到紅色顆粒不多即可，不必打到完全沒有，以免打過頭。
- (四)、把冰凍的肥絞肉也剝成小塊，加入肉膠中，糖再加入，高速拌勻即可（不用打太久，有一些肥肉顆粒是正常的）。
- (五)、置於冰水中，冰鎮半小時。
- (六)、煮沸半鍋水，關最小火使水不太沸騰。
- (七)、開始擠貢丸。左手握一些肉膠，從虎口擠出，用湯匙撥到鍋中。
- (八)、全部擠完後，開大火煮熟。煮熟就好不要煮太久以免變軟。
- (九)、貢丸煮熟後待溫度降至室溫，進行彈性測試。

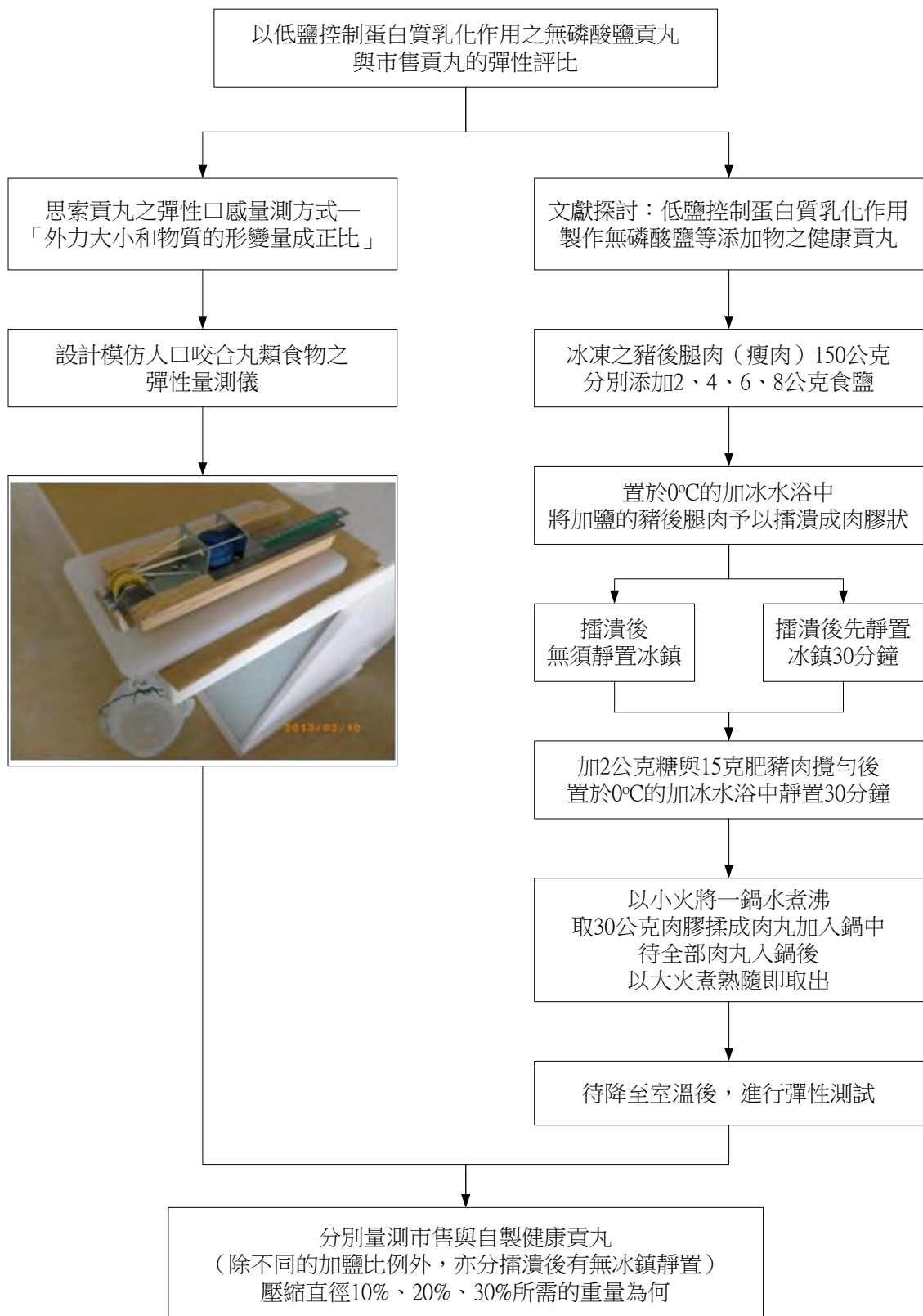
#### 四、實驗驗證內容

- (一)、呼應研究目的（三），探討當不用磷酸鹽類添加物時，研究添加『不同比例』的食鹽對於製作貢丸的口感最佳，並與市售產品進行比較（以著名的新竹海 X 貢丸為比較對象）；
- (二)、以不同的食鹽比例：2 公克(1.33%)、4 公克(2.66%)、6 公克(4%)、8 公克(5.33%) 進行貢丸製作；
- (三)、分別量測將貢丸直徑壓縮 10%、20%、30%所需的重量為何；
- (四)、研究數據整理與分析。

#### 五、彙整研究流程

為能具體驗證本研究所列舉之三項研究目的，故將本章之研究過程彙整如圖三所示，首先是自行設計可模擬人口咬合丸類食物之彈性量測儀，其次將以低鹽控制蛋白質乳化

效果製作無磷酸鹽等添加物之健康貢丸。最後，再進行市售貢丸與自製貢丸之彈性測試。



圖三、本研究之實驗操作流程圖

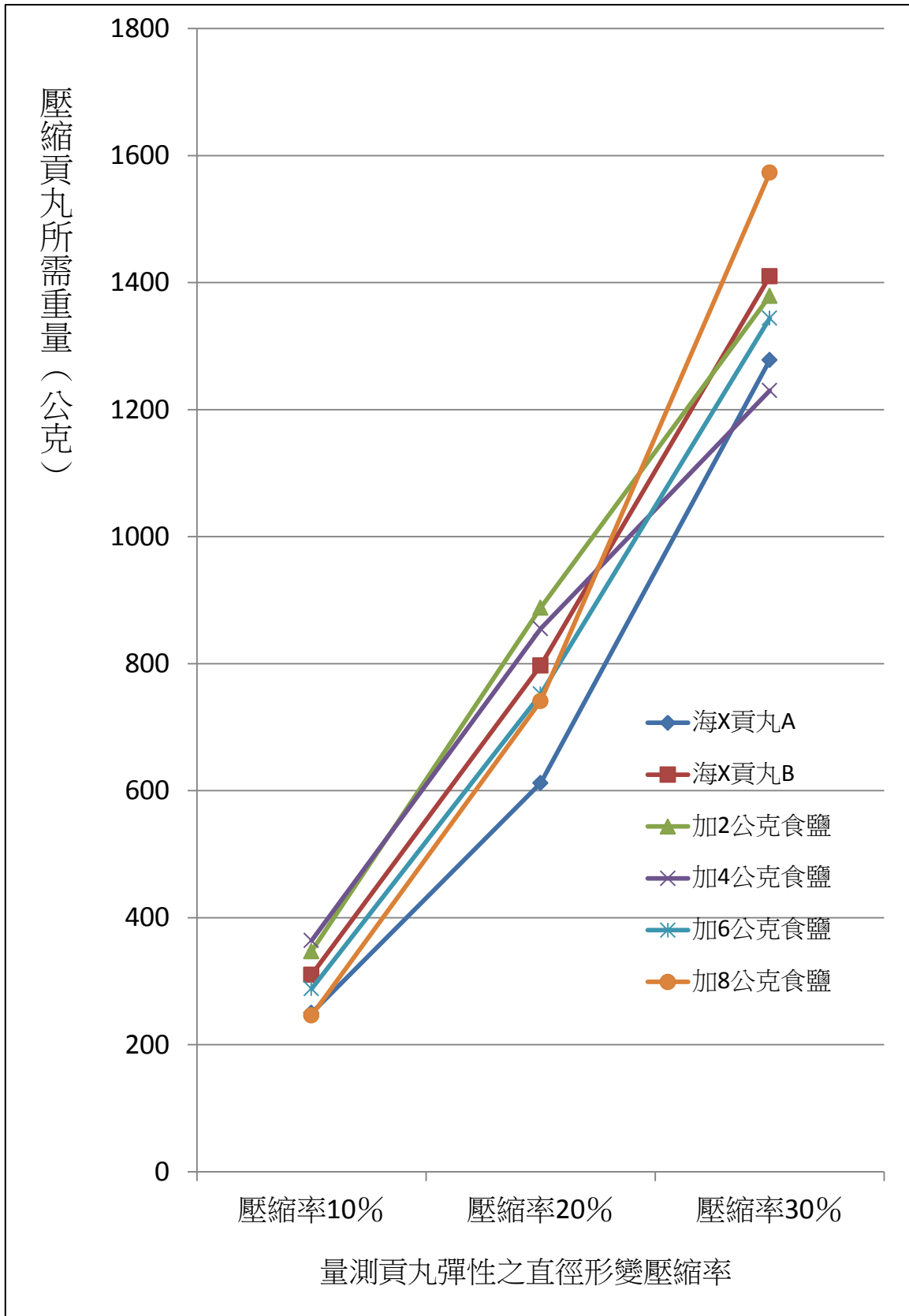
## 伍、【研究結果】

本研究是以不添加磷酸鹽類（結著劑）等各類型食品添加物之前提下，而是以添加不同的食鹽比重來控制達成不同的乳化效果，故本實驗即是依不同食鹽添加比例進行敏感性分析。分別添加食鹽 2 公克、4 公克、6 公克、8 公克占原料（即 150 克瘦豬肉）之比例分別為 1.33%、2.66%、4%與 5.33%。另一方面，由於有部分貢丸食譜建議於搗潰豬肉之後應靜置半小時，以利乳化效過更加完全，故追加添加 2 公克、4 公克食鹽且經靜置過之貢丸樣本。實驗結果如表一所示，就實驗數據顯示，未添加磷酸鹽類的健康貢丸樣本，經本實驗設計之彈性測定儀的檢測結果顯示，健康貢丸之彈性並不遜於市售貢丸，且低鹽（2 公克）即有不錯的彈性表現。

表一、不同食鹽比重貢丸於不同壓縮比例下所需施加重量之比較表

壓縮所需 重量（公克） <sup>1</sup>	壓縮 比例	壓縮率 10%	壓縮率 20%	壓縮率 30%
		品項		
海 X 貢丸 A		250	612	1278
海 X 貢丸 B		310	797	1410
加 2 公克食鹽 (1.33%)		347	888	1379
加 4 公克食鹽 (2.66%)		364	855	1230
加 6 公克食鹽 (4%)		288	752	1344
加 8 公克食鹽 (5.33%)		246	741	1573
加 2 公克食鹽 A(搗潰後靜置)		399	839	1300
加 2 公克食鹽 B(搗潰後靜置)		382	895	1728
加 2 公克食鹽 C(搗潰後靜置)		283	1009	1791
加 4 公克食鹽 A(搗潰後靜置)		369	752	1658
加 4 公克食鹽 B(搗潰後靜置)		335	697	1629
加 4 公克食鹽 C(搗潰後靜置)		363	842	1633

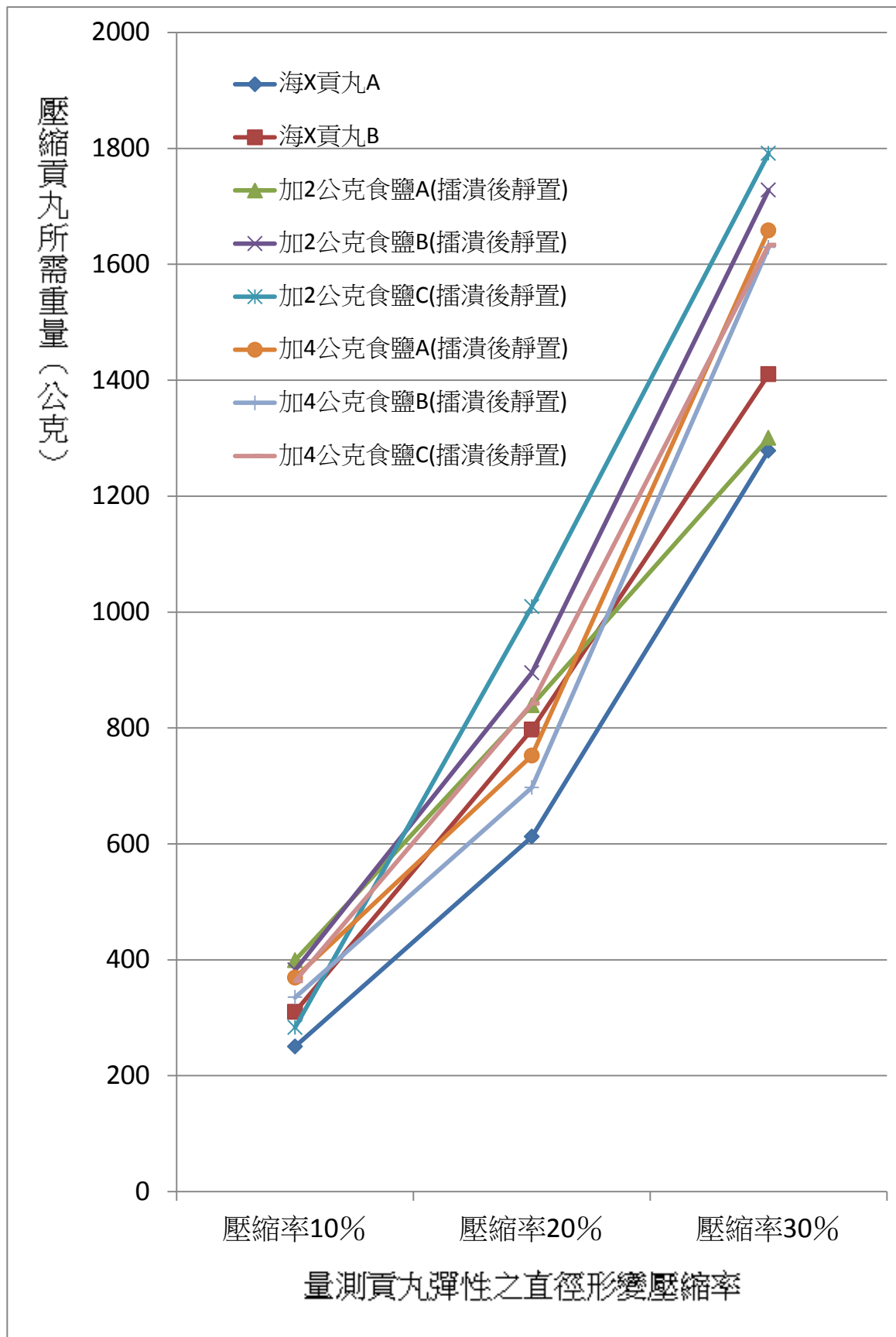
註 1：市售貢丸與本實驗自製貢丸，重量皆為 30 公克。



資料來源：本研究實驗結果

圖四、不同食鹽比重之自製健康貢丸與市售貢丸的彈性壓縮力量比較圖





資料來源：本研究實驗結果

圖五、不同食鹽比重之自製健康貢丸搗潰後靜置的彈性壓縮力量比較圖

## 陸、【討論】

以台大食科所許順堯教授(1999年)提出食鹽添加量 2.1~3.0%為貢丸最佳加工條件下，比較本研究之實驗結果數據。自表一之實驗結果數據顯示，在不合任何食品添加物之前提下，以 150 克瘦豬肉添加 2 公克(1.33%，0.5 茶匙)食鹽(不含磷酸鹽類等任何添加物，僅以 1.33% 食鹽比例的自製低鹽健康貢丸)，自圖四的比較中可以得知，本研究自製貢丸的彈性已可客觀明顯不遜於著名之市售新竹海 X 貢丸。而添加 4 公克(添加比例為 2.66%，2 茶匙)食鹽的自製健康貢丸，在壓縮 10%與 20%時，雖有較佳的數據，但於壓縮 30%的所需重量，即為彈性表現，則與市售貢丸不相上下。但若播潰後靜置 30 分鐘的自製貢丸，自圖五的比較中將可得知，則無論是添加 1.33%或 2.66%食鹽的樣本數據，其彈性量測數據可謂是優於著名市售品牌的彈性量測結果，且經靜置之後的彈性表現亦優於未經靜置的自製貢丸。

因此，參酌本研究是以不同的食鹽比重來控制豬肉的乳化效果，據以製作不含任何食品添加物的健康貢丸，且必須強調是以低鹽低脂為訴求，彙總上述資料說明與分析，本研究建議，考量現代物流的貨品運輸效率與倉儲溫控技術的突飛猛進，肉類加工應該要放棄磷酸鹽類結著劑，讓台灣有更安全的食品管理。

## 柒、【結論】

### 一、結論與建議

市售貢丸（無論是超級市場販售的冷凍食品或是傳統市場的現做貢丸）幾乎都免不了食品添加物（結著劑、抗氧化劑、防腐劑等）的陰影，且最令人無奈的，對於添加劑量幾近乎未予以明確標示。另一方面，網路上充斥的貢丸食譜，表面上好似避開了上述的食品添加物，卻又似是而非的加入了莫名其妙的添加物（例如闡明不含磷酸鹽類，卻加了含有磷酸鹽類等多種人工添加物的泡打粉）；再者，低鹽低脂的訴求喊得漫天價響，卻不見一套有效卻不失美味的衡量準則。

據此，本研究以貢丸為研究標的，首先以自製儀器探究貢丸的彈脆口感該如何以科學方法予以客觀衡量，再來是以文獻中得知的低鹽低脂建議標準，探究如何以低鹽的製造過程，控制豬肉蛋白質乳化效果，期望做出更勝食神電影中火雞姐手藝（即市售貢丸）之彈脆口感的健康貢丸。根據本研究之實驗結果顯示，以食鹽比例為 1.33% 的自製健康貢丸（即 150 克瘦豬肉加 2 公克食鹽，不含磷酸鹽類等任何添加物），其彈性已明顯不遜於著名之市售新竹貢丸；且於搗潰後再靜置 30 分鐘的自製貢丸樣本，其彈性表現不僅優於市售品牌，更優於未經靜置的自製貢丸。簡言之，依據本研究結果推論，應可明確否定貢丸製作添加磷酸鹽類的必要性。

因此，依據本文之研究目的，提出下列本研究的結論與建議：

#### （一）、不使用任何人工添加物，有可能維持貢丸的脆度與彈牙口感嗎？

以本次實驗結果而言，不含任何人工添加物（結著劑、抗氧化劑、或是防腐劑），是可以製造出彈脆口感更勝於市售產品的健康貢丸。

#### （二）、設計丸類食品之彈性測定儀。

本研究自行設計並製作，可衡量需要多少重量才能讓貢丸產生 10%、20%、與 30% 的壓縮形變的丸類加工食品彈性測試儀，希望能以科學的客觀衡量方法，突破其他研究以問卷方式對於食品彈性口感的主觀調查方式。

#### （三）、探討當不用磷酸鹽類添加物時，研究添加「不同比例」的食鹽對於製作貢丸的口感最佳。並與市售產品進行比較（以著名的新竹海 X 貢丸為比較對象）。

根據本研究之實驗結果顯示，以 1.33% 食鹽比例的自製低鹽健康貢丸（150 克豬肉加 0.5 茶匙食鹽，不含磷酸鹽類等任何添加物），其彈性明顯優於著名之市售

新竹海 X 貢丸。且搗潰後若可靜置 30 分鐘，將有更佳的彈性。

## 二、研究限制與未來研究方向

關於研究限制方面，由於本研究之實驗環境缺乏豬肉於搗潰過程中之溫度量測與控制儀器，若能有適合的環境，將可更為精準進行不同食鹽比例下的豬肉蛋白質乳化程度之比較，另一方面，也利於以大樣本方式（多次重複進行測試）進行實驗。

再者，關於未來研究方向，本研究計畫探究控制豬肉蛋白質乳化過程的另一項重要因素，於豬肉搗潰前後的溫度控制與靜置時間長短之比較；另一方面，對於脂肪比例的控制，亦是一項有趣的研究議題。簡言之，即是希望以完全不需要任何人工食品添加物為前提，以及符合低脂低鹽之訴求下，以科學方法製做出健康美味的豬肉加工食品。

## 捌、【參考資料及其他】

1. 張嘉佑，2012 年 9 月，「食品添加物風險管理」，〈食品工業〉，食品工業發展研究所出版，第 47~59 頁。
2. 周老師的美食教室－不作怪貢丸，網址：  
<http://homeeconomics.pixnet.net/blog/post/66280397-177.%E4%B8%8D%E4%BD%9C%E6%80%AA%E8%B2%A2%E4%B8%B8%EF%BC%88%E5%90%AB%E5%BD%B1%E7%89%87%EF%BC%89>
3. 許順堯，1999 年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告：低脂低鹽貢丸之研究(一)，執行機構及單位名稱：國立臺灣大學食品科技研究所。
4. 許順堯，2001 年，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告：低脂低鹽貢丸之研究(三)-以非肉蛋白質為豬脂肪取代物，執行機構及單位名稱：國立臺灣大學食品科技研究所。
5. 田玉玲、鄭淨文、林棋敏、陳佳琳，高職組之農業及生物科技科全國科展競賽資料，作品名稱：健康貢丸之製作，學校名稱：國立西螺高級農工職業學校。
6. 市售貢丸之內容物調查：義 X 貢丸、統 X 貢丸、大 X 發自有品牌貢丸、桂 X 貢丸、海 X 貢丸、春 X 正新竹貢丸。
7. 衛生署食品藥物管理局，2011 年，食品添加物手冊(出處：  
<http://consumer.fda.gov.tw/Files/doc/%E9%A3%9F%E5%93%81%E6%B7%BB%E5%8A%A0%E7%89%A9%E6%89%8B%E5%86%8A.pdf>)，最後瀏覽日期為 2012 年 2 月。
8. 張永鍾等著，2008 年，實用食品添加物(二版)，華格那出版有限公司。
9. 蘇平齡，2008 年，〈乳化類肉製品加工原理〉，教育部農業群科中心學校－畜產食品加工研習講義。(資料出處：  
<http://agcc.tcavs.tc.edu.tw/upload/%E8%98%87%E5%B9%B3%E9%BD%A1%E4%B8%BB%E4%BB%BB%EF%BC%9A%E4%B9%B3%E5%8C%96%E9%A1%9E%E8%82%89%E8%A3%BD%E5%93%81%E5%8A%A0%E5%B7%A5%E5%8E%9F%E7%90%86.pdf>)

## 【評語】 030828

1. 本研究以食鹽作為乳化作用的促進劑，製作不含人工添加物，既健康又有彈性之貢丸，值得推廣。
2. 為克服手工貢丸無法製成真圓與球型外表一致，自行設計「貢丸彈性測定儀」具有創意。
3. 測量貢丸彈性不能只測壓縮時所需的重量，尚需考量釋放後彈回之百分比。