中華民國第55屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組　生活與應用科學科

佳作

080816

「什麼魚」丸尚天然—自製手工虱目魚丸

學校名稱：臺南市安南區海東國民小學

作者：	指導老師：
小五 陳晉暐 小五 程仁杰 小五 吳祥賓 小五 蘇睿淳	趙安琪

關鍵詞：咬勁、彈性、虱目魚丸

摘要

我們的研究主要探討如何用虱目魚(又名“什麼魚”)肉自製出最好吃的虱目魚丸。研究方式是將虱目魚背肉以家用料理機打製成魚漿，擠至熱水中煮成魚丸，再以自己設計的咬勁與彈性測試機進行品質研究。在這個充斥黑心食品與人工添加物的年代，許多人開始嘗試在家簡單自製食品。我們在研究中發現，其實自製虱目魚丸過程不但容易有趣，且不需要添加任何非天然的物質。只需要在低溫下將魚肉絞碎，添加調味料打成魚漿，將魚漿冰存靜置一段時間，再以沸騰的熱水煮成魚丸；如果在製作魚漿時，加入一定比例的澱粉，將會提升虱目魚丸的口感。而我們所製作的虱目魚丸，在越來越多我們研究出的製程條件控制下，也越來越受同學們的喜愛，讓我們有很大的成就感。

壹、 研究動機

養殖虱目魚是我們家鄉最重要也最引以自豪的產業，因此虱目魚與虱目魚丸是我們最常吃到的食物之一。虱目魚魚肉香又軟嫩，低脂高蛋白，很營養又便宜，又不像海水魚有重金屬汙染與海洋資源枯竭的疑慮，是最適合人們食用的肉品之一。鬆軟的魚肉是怎麼變成魚丸的呢?是不是一定要像超市販售的產品所標示那樣，加一些化學的人工添加物才能成功?這令我們很好奇。在網路上搜尋後，發現能找到自製虱目魚丸的一些相關的研究報告或影片還有食譜，但是在做法與配方上都不大一樣。有一些報告中，在魚丸製作的過程加入化學的人工添加物，但也有少數強調可只用天然食材製作。甚至有人很斬釘截鐵的說，市售的魚丸一定是有人工添加物，因為自己怎樣也做不出如市售那樣Q彈的魚丸。真的是這樣嗎?怎樣才能做出安心又最受歡迎的虱目魚丸呢? 在這食不安的年代，如果能找出一種簡單的方式，做出完全天然又美味的虱目魚丸讓大家有興趣自己製作，不但可以推廣虱目魚這種優質肉源，還能幫助家鄉的產業，說不定還能做出新口味的產品，想到就令人覺得躍躍欲試，所以我們就開始一連串的實驗。

★與課程相關單元：三上 第四單元 廚房裡的科學
五上 第三單元 熱對物質的影響

貳、 研究目的

一、瞭解製作魚丸的配方與過程

二、設計比較魚丸彈性與咬勁的裝置以及曲折試驗與品評試驗的方法

三、魚漿靜置的時間對魚丸品質的影響

四、魚丸成型水溫對魚丸品質的影響

五、不同種類澱粉對魚丸品質之影響

六、添加不同種類澱粉的魚丸冷藏一天後品質變化情形

七、不同比例的馬鈴薯澱粉對魚丸品質之影響

八、調查品評喜好度

參、研究設備與器材

製作魚丸材料	虱目魚背肉、沙拉油、鹽、糖、馬鈴薯澱粉(日本太白粉) 、樹薯粉(台灣太白粉) 、地瓜粉、糯米粉、蒜頭、米酒、冰塊、水等
煮魚丸用具	調理機、電子加熱鍋、溫度計、電子秤、刀子、鐵方格模型器、鐵盤、碗、攪拌勺、湯匙、撈勺等
咬勁測試裝置	游標尺、塑膠底座盤、塑膠管、錫箔紙、膠帶、泡棉墊、吸管、鐵釘、電線、強力磁鐵、塑膠杯、電池與電池座、小燈泡、鱷魚夾、砝碼、墊片、切蛋器等
彈性測試裝置	學生用上課桌、木板、木條、鐵釘、鐵尺、透明桌墊、方格紙塑膠方盒、固定器
其他器材	計時器、溫度計、延長線、冰箱

肆、研究過程與方法

一、測量項目與方法

(一)測量咬勁

使用自製測咬勁器（詳見研究二），測量魚丸切片的軟硬度，模擬牙齒把魚丸咬斷所需要的力量的大小，用這些數據來了解大家對於魚丸軟硬的喜好。

(二)測量彈性

根據我們查的資料，彈性的意思是『當物體發生形變時，此物體有使本身恢復原狀的特性，稱為彈性』。所以我們使用自製測彈性法（詳見研究二），測量魚丸的彈性，用這些數據來了解大家對於魚丸好吃的標準。

(三)切片曲折實驗法

在資料搜尋時，發現許多文獻有提到這種簡單卻是常用來評比定義魚漿製品等級的方式。先將魚丸切成0.3公分之薄片，以手摺疊薄片，看看能被折疊的程度。若能被摺疊二折(即對折再對折)而沒有破裂，是魚丸網狀結構結合良好的表現。品質為最佳，評等為AA級；其次是可折疊一折不破裂，而在第二折時裂開，評等為A級；第三等為B級，是在第一次對折時就裂開了；第四等為C級，是將薄片折直角90度時就產生了破裂；而D是最差的等級，即用手輕壓捏就破碎。

圖一　曲折試驗

(四)官能品評：

採用五分制嗜好品評法。每次先選用一個五年級班級為品評員，將前一天做好放在冰箱冷藏的魚丸，放在沸水中煮一分鐘，再進行的試吃，請同學分別對咬勁、彈性、總體喜好度等三項進行評分，非常不喜歡為1 分，不喜歡為2 分，不喜歡也不討厭為3分，喜歡為4分，非常喜歡為5分。

圖二 品評前說明

圖三　同學品評時填寫問卷

二、研究流程

【研究一】
查詢製作虱目魚丸的方法與材料

【研究二】
1.設計測量工具。
2.把吃魚丸的感覺轉變成實際的數據
●測咬勁器
●彈性測量法

【研究三】
試作純的虱目魚丸，決定基本的配方與方法流程

【研究四～七】
●試驗製作魚丸過程條件的控制，對魚丸品質的影響
●添加澱粉增進虱目魚丸品質

【研究四】
在不同時間靜置虱目魚漿，製作成魚丸後品質之研究

【研究五】
將虱目魚漿以不同水溫煮成魚丸後，魚丸品質之比較

【研究六之一】
添加不同種類澱粉後虱目魚丸的品質

【研究六之二】
添加不同種類澱粉魚丸，冷藏一天後品質

【研究七】
添加不同比例馬鈴薯澱粉對魚丸品質之影響

根據調查結果和實驗數據
決定製作虱目魚丸最好的方法、流程、材料配方

伍、研究結果

【研究一】瞭解虱目魚丸的製作方式

一、上網搜尋製作魚丸的影片與文章

(一)、 周老師的美食教室 http://blog.yam.com/homeeconomics/article/39330989。

(二)、 虱目魚丸http://openinfo.npust.edu.tw/agriculture/npus12/m28/028/028%25E9%25A3%259F%25E5%2593%2581%25E5%2..

(三)、 阿基師偷呷步教你阿基師料理阿基師食譜如何做出有Q勁的魚丸

http://www.youtube.com/watch%3Fv%3DBO-FEaCxovY

二、確定魚丸的製作原理與步驟

(一)、魚丸製作原理

魚丸是魚漿捏製成球狀後製成的。魚漿其實就是魚肉打出來的，只要將魚肉剁碎，不斷地攪拌至肉質細密黏稠，魚肉就會漸漸形成漿狀，這也就是魚漿了。所以人們也都稱之為打魚漿。因為魚和肉類中都富含「肌凝蛋白」，經過絞碎、加鹽和攪拌，會溶出並互相鍵結成網狀組織，使原本鬆散的碎肉，變成非常有彈性。在市面上像虱目魚、旗魚或鯊魚等都是常用的魚肉原料。

為了增加魚丸的彈性與口感，在製作魚丸時常常添加澱粉、糖、油脂副原料，以增加魚丸品質。另外在超市中販售的丸類包含虱目魚丸，幾乎都標示含有人工添加物，因為我們不願意為口感而冒險傷害身體，所以不予考慮。

(二)、確定製作虱目魚丸的配方

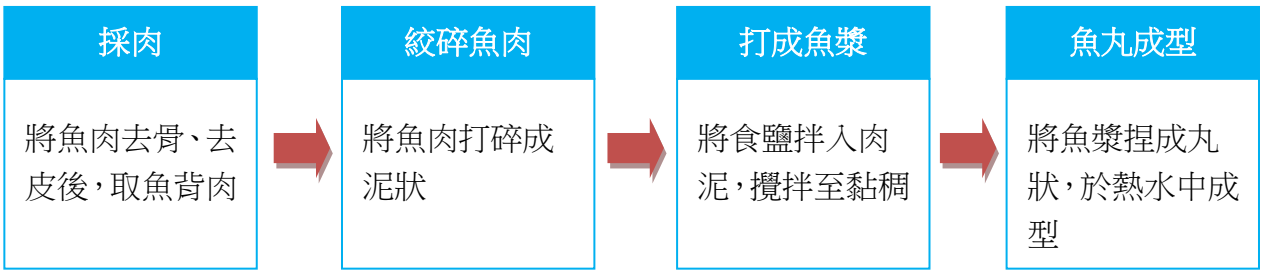
我們研究文獻中的配方後，以純魚肉比例為100，添加其他原料。歸納出製作虱目魚丸的配方如下:

表一、製作虱目魚丸的配方

	原料名稱	添加比例(%)	重量(g)	成分用途研究
主原料	虱目魚背肉	100	300	因為要控制脂肪含量與價格，製作虱目魚丸時通常取用去刺的魚背肉(即俗稱的魚柳)，而不用虱目魚肚的部份。現殺或冷藏或冷凍魚都可以。
	冰水	30	100	用來降低絞打時提升的溫度。
	食鹽	2	6	通常以2-3%添加至打碎的魚肉中攪拌，溶出肌凝蛋白。

副原料	澱粉	0～25	0-100	馬鈴薯、樹薯澱粉等為較常使用的澱粉類添加物，主要用來增強魚丸的品質，澱粉之添加量在魚漿煉製品中一般為10-30% ，高級魚漿添加在25%以下，主要目的為充填作用，因澱粉在水溶液中加熱，會產生糊化及增黏作用，吸收一些水分，使魚漿的含水率下降，進而提升魚漿的品質。阿基師在教導製作魚丸的影片中說，魚肉與澱粉比例應為3：1。
	油	5	15	油脂會妨礙網狀結構的形成，所以打虱目魚漿，只用較瘦的魚背肉來打漿。但油份太少的魚漿，吃起來比較澀，打好後可加點脂肪或肥絞肉。而在製做藥膳虱目魚丸的論文研究調查中，5%是最適合的比例。
	糖	2	6	增添風味，阿基師在教導製作魚丸的影片中說，鹽加多少糖就加多少。
	蒜米	2	6	去除腥味，增加香氣。
	米酒	3	10	去除腥味，增加香氣。

(三)、製作虱目魚丸的流程



(四)、資料研究討論

在資料研讀的過程中，由於資料來自許多不同的人，有廚師、高職學生、研究生、學者也有一些是對廚藝有興趣的網友。對於一些細節上的配方與作法眾說紛紜或者沒有

提及。讓我們產生了以下的疑問:

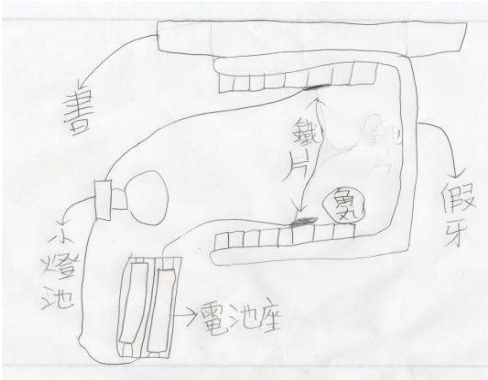
1. 剛攪打好的魚漿必須放置一段時間讓蛋白質慢慢溶合，還是必須馬上煮以保持最新鮮的狀態呢?
2. 要用怎樣的溫度水煮魚漿，才有最好的品質?
3. 每個人添加的澱粉種類都不一樣，哪一種澱粉才能讓虱目魚丸品質最好?
4. 不同比例的澱粉吃起來感覺如何，要加多少才合適呢?
5. 如果將魚丸煮好，放在冰箱或冷凍，對品質有沒有影響?

所以針對這些，我們設計研究三至研究八以後的實驗。

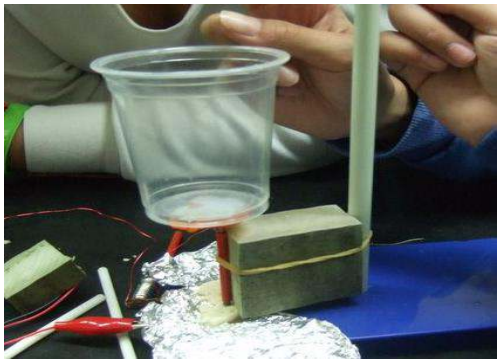
【研究二】設計測試虱目魚丸咬勁與彈性的方法

一 、測量咬勁

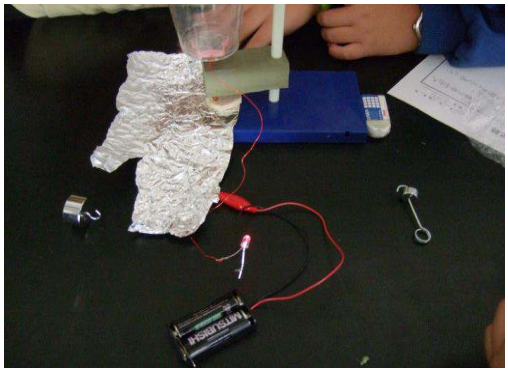
(一)、 設計測量咬勁的工具

	
一開始我們想設計一個模擬牙齒咬穿魚丸。在牙齒模型上放上不同大小重物，模擬咬穿的力；牙齒模型上下接電路，知道什麼時候刺穿了。	將牙齒模型簡化成一隻〝牙齒〞，以鐵棒當作牙齒，討論如何立起這隻牙齒及在上面放置重物。

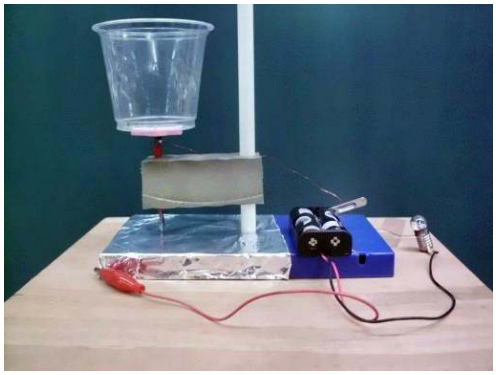
將我們的設計畫成圖。



找材料組成初步的模型。



以市售的魚丸切片測試，剛開始裝實驗課用過的LED燈，當作刺穿時(形成通路)的指示，沒想到魚片一放上去LED就亮了，顯示魚丸有微導電的性質。後來換成普通小燈泡，就符合我們的設計，鐵釘必須刺穿魚丸，才讓燈泡發亮。



魚丸咬勁測試機完成，塑膠杯下以強力磁鐵吸著鐵釘，可拉高鐵釘放入切片魚丸(放在鐵釘與鋁箔紙間)，刺穿形成通路時，燈泡會亮起。

以切蛋器切出每片0.6公分的魚丸切片 。

以魚丸切片測試咬勁(刺穿所需的力)。

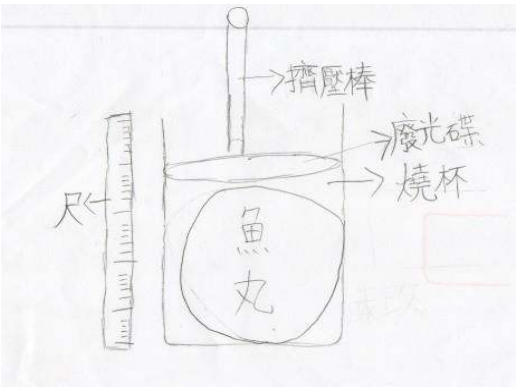
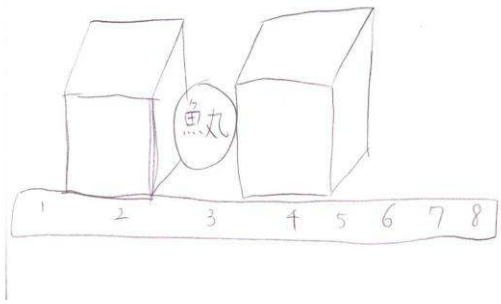
(二)、 討論

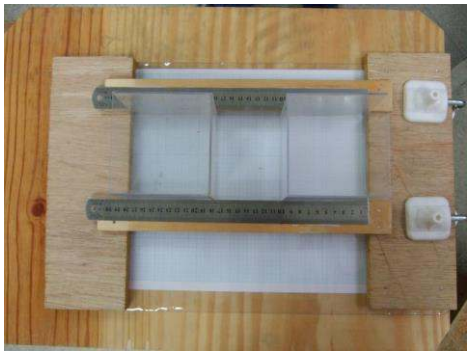
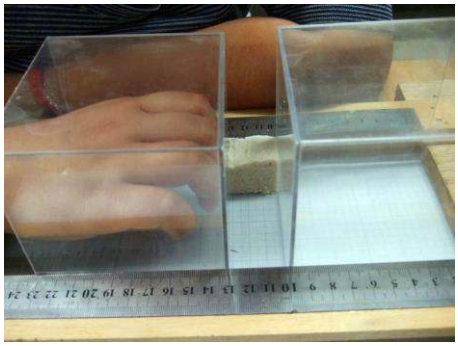
- 以市售魚丸切0.6公分厚薄片測試，用來刺穿魚丸的鐵釘如果磨去尖頭，切口成直徑約0.2公分，結果重物放了超過500克還不能刺穿；而以尖頭鐵釘則是約莫100克就刺穿了。因為杯子砝碼放越重越不穩，且放置越多次砝碼人為失誤機率會增加，還是決定用尖頭。
- 放置砝碼時，需要輕輕放入，避免重力加速度所給的額外衝力。
- 學校的砝碼只有每個十克、二十克與五十克的，我們又找來一些墊片與螺帽作為重物，有墊片每顆兩公克五公克，螺帽則有每個九十克左右的，再配合電子秤增加精準度。

二、測量魚丸彈性

(一)、設計測量彈性的工具

在我們所學的自然課中說到，彈性的意思是『當物體發生形變時，此物體有使本身恢復原狀的特性，稱為彈性』所以我們想要設計一個工具，讓魚丸壓縮一公分，一段時間後放開，再過一段恢復的時間後，看看魚丸可以恢復的程度。我們設計過程如下:

	
原先構想向下壓是很方便，但魚丸回彈時，會多一個反抗地球引力的因素。因魚丸成分比例有可能不同，無法確定地球引力是否影響，也不好平視觀察高度。	以橫向來壓，回彈方向為左右兩側，且較容易判讀，所以決定這樣設計。

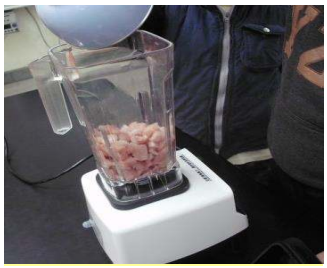
	
釘小片木板來固定一側的塑膠盒子，木條則是固定塑膠盒子壓的軌道避免壓縮魚丸時偏移。	完成後的彈性測試機。
	
塑膠盒下墊著透明桌墊，桌墊下是方格紙幫助判讀魚丸大小，鐵尺特地讓刻度10公分處對齊固定端的底部以方便記數。	測量魚丸彈性操作的情形

(二)、討論

- 以市售魚丸測試，先壓縮一公分，以馬錶測量，停留兩分鐘，放開後給予一段時間觀察魚丸恢復的情形，發現在15秒內恢復程度比例最多，在兩分鐘後則100%復原，所以決定固定以15秒為恢復時間。

【研究三】試做“純”虱目魚丸

一、 魚丸製作流程

		
1)秤取 300 公克冷凍魚背肉，與鹽、糖等其餘材料。	2)將秤好的冷凍魚肉切小塊。	3)將碎魚肉加冰水至於調理機中攪打，以瞬轉功能，每次一秒共十次。魚肉即成泥狀。
4)加入其餘調味料，放入調理機中攪打，以瞬轉功能，每次一秒共二十次。即可形成魚漿。	5)將魚漿以順時針方向攪拌三百圈(十分鐘)。即完成魚漿製備。	6) 將太白粉等澱粉以溫水以 1：1 比例調勻。拌入魚漿中。
7) 將魚漿放入方型模型中定型。製成方形魚丸。	8)以虎口捏出圓形丸子，以湯匙刮下，置於熱水中。	9)在熱水中煮至魚丸浮起，魚丸就熟了。

二、純魚丸製作

雖然在參考的資料中，大家幾乎都會添加各種澱粉，但也有研究中以不添加澱粉只用虱目魚肉與鹽加入冰水打出的魚漿做出魚丸。我們覺得這樣的魚丸是最天然的，所以決定先以這樣的方式做做看。原料只採用表一主原料部份。以製作流程步驟一至五，完成後立即放入熱水中成型(80℃煮至沸騰)至魚丸浮起，圓形魚丸需十分鐘，方型魚丸需15分鐘。等魚丸撈起放涼後，測試魚丸的品質。

三、圖表設計

(一)、在咬勁測試方面

咬勁(g) 品項	第一次	第二次	第三次	平均
市售虱目魚丸	115	105	110	110
自製虱目魚丸	30	30	40	33

(二)、在彈性測試方面，由於測試步驟較多，我們設計以下表格以方便記錄:

	市售虱目魚丸				自製虱目魚丸			
測驗次數	1	2	3	平均	1	2	3	平均
原始長度(公分)	3.1	2.8	2.5	2.8	4.2	4.1	4.1	4.13
恢復後長度(公分)	2.8	2.5	2.1	2.47	3.9	3.8	3.8	3.83
未恢復長度(公分)	0.3	0.3	0.4	0.33	0.3	0.3	0.3	0.3
恢復比率(%)	70	70	60	66.67	70	70	70	70
備註	將方型魚丸壓縮一公分，計時兩分鐘後放開，放開 15 秒後測量魚丸恢復後長度。							

※恢復比率越高彈性越好

(三)、曲折試驗

魚丸等級 品項	第一次	第二次	第三次	評比結論
市售虱目魚丸	AA	AA	AA	品質較佳
自製虱目魚丸	C	D	C	品質較差

三、討論:

(一)、魚丸製作過程

- 以手捏製圓型的魚丸時，如果以湯匙刮起丸子一起放入熱水中，再讓丸子脫離湯匙，丸子會比較圓。如果直接以湯匙撥入熱水中，則丸子會變成橢圓形，甚至會如慧星般拖著尾巴(如圖研究三之一右)，這應該是因為魚漿很黏，從手上撥下去時，拉長了魚丸。但若先以湯匙刮起丸子後，放進熱水時魚漿立刻煮成丸子，就不再黏稠。

圖 研究三之一

- 由於市售的魚丸捏成丸狀並不是很圓，而是有些橢圓狀，在大小方面(原始長度) 差異很大，測量時也很容易滾動。我們很擔心這樣會造成測量上的誤差。因此製作魚丸時，我們曾經試過以下方式希望改進此點:

1.固定重量的魚漿盡量搓圓，結果因為魚漿太軟了沒有辦法搓圓。

2.使用圓球模型(壽司模型)，結果因為魚漿太黏無法成圓型脫離模型。

3.使用製做鳳梨酥的方格模型，可製作出規格大小一致(長與寬約4.1公分)的方型魚丸(如圖 研究三之二)。但缺點是要使用很多魚漿，有點浪費。

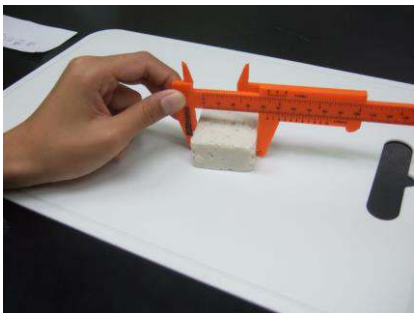


圖 研究三之二

後來我們決定採用第三種並將它平均對切成兩塊長方形，測試後發現對半切並不影響其彈性測試數據，所以之後測量都以切半的長塊做樣本。

(二)、測試比較自製虱目魚丸與市售魚丸

- 在咬勁測試方面，自製魚丸平均大約是在33公克被刺穿，而市售魚丸平均大約是在110公克被刺穿。而我們自己實際試吃時很明顯感覺我們自製的魚丸咬起來較軟。
- 在曲折試驗中，市售魚丸均是二折不裂的AA級，而我們自製的魚丸呈現C級或D級，因此我們推測，只有單純的魚肉與食鹽不能產生強韌的網狀結構。若加入一些澱粉或許可改進魚丸的品質。
- 試吃口感上自製的純魚丸雖然有彈性，但是口感太軟，與大家印象中的魚丸還有一段距離。
- 我們試吃魚丸時，覺得市售魚丸與自製魚丸吃起來都已經有點偏鹹，所以雖然有許多資料說鹽的比例可以2～3%(我們採用2%)，鹽的比例應該是不能再增加了。

【研究四】魚漿靜置的時間對魚丸品質的影響

在我們所調查的資料中，有說魚漿必須打完就立刻煮成魚丸以確保新鮮，但也有說必須放冷藏放置一段時間讓蛋白質慢慢溶合，才能做出品質最好的魚丸。而我們也想知道，如果我們在早自習時間打好魚漿冰在冰箱裡，等午休再來煮成魚丸這樣會不會影響魚漿的品質？所以我們設計這個實驗來確認。

*操縱變因:*魚漿打好後，靜置在冰箱的時間(樣品冰存於5-7℃之家用冰箱，至預定時間時取出，水煮成魚丸。)。

*控制變因:*魚漿的成分與製程(使用同一批魚漿)、煮成魚丸的水量(800CC)、水溫(由80℃時煮至沸騰)，煮成魚丸的時間(圓形10分鐘、方形15分鐘)、測量魚丸的方式與工具(含咬勁、彈性、曲折試驗與品評實驗等)。

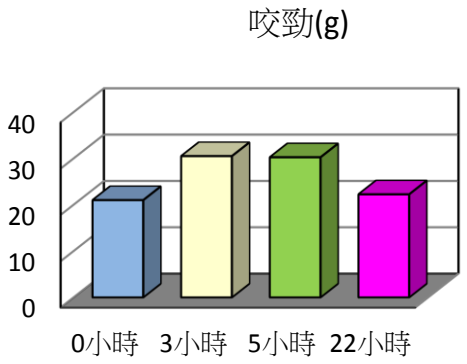
一、 魚漿靜置時間對自製虱目魚丸咬勁之影響

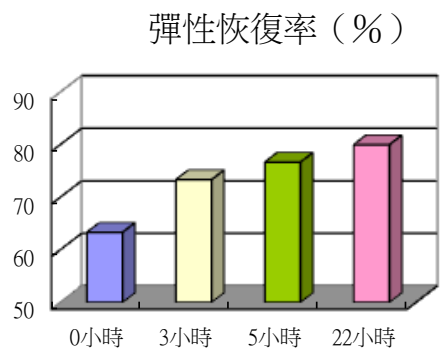
咬勁(g) / 靜置時間	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
0 小時	22	20	22	20	21
3 小時	32	30	30	30	30.5
5 小時	32	32	25	32	30.25
22 小時	22	22	22	23	22.25

二、 魚漿靜置時間對自製虱目魚丸彈性之影響

彈性恢復率(%) / 靜置時間	第一次	第二次	第三次	平均
0 小時	60	60	70	63.33
3 小時	70	70	80	73.33
5 小時	80	80	70	76.67
22 小時	80	80	80	80.00

※恢復比率越高彈性越好





三、 不同魚漿靜置時間製成虱目魚丸後之曲折試驗

魚丸等級 / 魚漿冰存時間	第 1 次	第 2 次	第 3 次	評比名次
0 小時	D	D	D	3
3 小時	A	AA	AA	1
5 小時	A	A	AA	2
22 小時	D	D	D	3

四、 不同魚漿靜置時間製成虱目魚丸後之品評試驗

不同靜置時間製成魚丸後的品評結果(平均分數)			
品項	咬勁	彈性	總體喜好
0	2.22	2.26	2.59
3	2.44	2.44	3.11
5	2.93	2.74	3.26
22	3.04	3.07	3.63

※以1~5 分代表非常不喜歡(1分)到非常喜歡(5分)

五、 討論

- 以不同的時間靜置魚漿後煮成魚丸，以靜置3小時與5小時魚丸的咬勁較硬，但與其他

兩組相差不大。

- 在0到22小時中，魚漿靜置的時間越長，彈性越好。
- 以曲折試驗來看，魚漿靜置3小時與5小時較佳，而且比另兩組好很多。
- 以五年級同學試吃的結果來看彈性和咬勁都還需要再改良，而彈性較好的22小時稍微較受同學喜愛，可見彈性對魚丸來講很重要。

- 在統計同學所打出來的分數時，發現大家所打得分數其實很兩極，即大多打1分或5分，可能是因為第一次參與這樣的實驗，只能評出喜歡或不喜歡。
- 靜置5小時魚漿所製成的魚丸，在各項評比中均排名第二，是所有品項中表現較穩定。
- 綜觀以上結果，虱目魚魚漿魚漿在經過靜置就可以得到品質較好的魚丸，靜置5小時是一個理想的選項。

【研究五】自製虱目魚丸水煮成型的溫度對魚丸品質的影響

對於該用怎樣的溫度把魚漿成型變成魚丸，在我們所看到的資料裡有以下幾種不同的說法，我們想試試看到底哪一種方法比較好，所以設計這個實驗試試看。

操縱變因:魚漿水煮成型成魚丸的溫度。

控制變因:魚漿的成分與製程(使用同一批魚漿)、煮成魚丸的水量(800CC)、魚漿冷藏的時間與溫度、測量魚丸的方式與工具(含咬勁、彈性、曲折試驗與品評實驗等)。。

一、 實驗溫度的設定與水煮時間

由於不同的水溫煮熟魚丸需花費不同的時間，所以我們也將實驗中的時間與溫度變化紀錄下來，如下表：

參考資料說法	實際實驗溫度變化歷程與水煮時間
將魚漿捏成丸置於常溫水中，開始以中火加熱直至60℃後，轉成大火煮至80℃恆溫，至魚丸浮起。	以冷水 23℃開始水煮魚漿，以中火煮 6 分鐘至 60℃轉為大火在第 10 分鐘昇溫至 80℃後，煮至第 36 分鐘魚丸浮起。是實驗中的樣品 A。
恆溫80度煮至魚丸浮起	控制在 80℃左右，水煮至第 30 分鐘魚丸浮起。是實驗中的樣品 B。
沸水煮至魚丸浮起	控制水溫在 98℃(沸點附近) ，水煮至第 7 分鐘魚丸浮起。是實驗中的樣品 C。

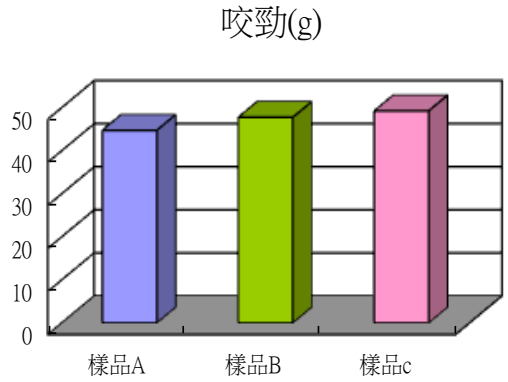
二、 自製虱目魚丸水煮成型溫度對咬勁的影響

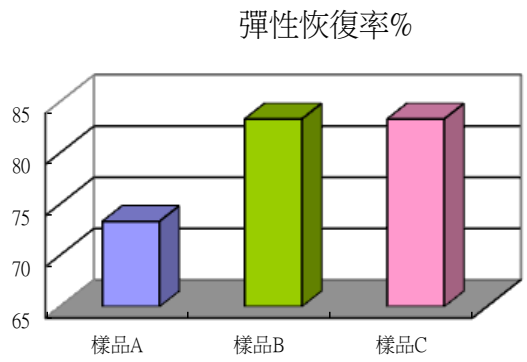
咬勁(g) / 水煮溫度	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
樣品 A(23℃加熱至 80℃)	42	42	46	49	44.75
樣品 B(80℃)	48	47	47	49	47.75
樣品 C(98℃)	49	48	48	52	49.25

三、 自製虱目魚丸水煮成型溫度對彈性的影響

彈性恢復率(%) / 水煮溫度	第一次	第二次	第三次	平均
樣品 A(23℃加熱至 80℃)	70	70	80	73.33
樣品 B(80℃)	80	80	90	83.33
樣品 c (98℃)	80	80	90	83.33

※彈性恢復率越高彈性越好





四、 不同水溫水煮成魚丸之曲折度試驗

魚丸等級 / 品項	第一次	第二次	第三次	評比名次
樣品 A	B	A	B	3
樣品 B	A	A	A	2
樣品 C	AA	AA	AA	1

五、 不同水溫水煮成魚丸之品評試驗

不同水煮溫度品評結果(平均分數)			
品項	咬勁	彈性	總體喜好
樣品 A	2.85	2	2.93
樣品 B	3.19	2.85	3.44
樣品 C	3.93	3.67	4.19

※以1~5 分代表非常不喜歡(1分)到非常喜歡(5分)

六、 討論

- 以不同的加熱方式將虱目魚漿煮成魚丸，結果發現以沸水直接煮花費時間較少，大約只需要其他方式四分之一不到的時間，比較能節省能源。
- 在虱目魚丸咬勁的測試中，以不同的加熱方式煮成魚丸，在咬勁上差異並不大。
- 在虱目魚丸彈性的測試中，以不同的加熱方式煮成魚丸，以沸水煮的樣品C彈性與80℃恆溫煮成的樣品B，兩者結果一樣，都比另一種方式好。
- 以不同的加熱方式將虱目魚漿煮成魚丸後作曲折試驗，結果發現以沸水煮的表現最好，有達到AA等級。
- 在品評試驗中發現，同學們比較喜愛以沸水直接煮熟的魚丸，總體喜好度有達到有點喜歡的程度。

【研究六之一】添加不同種類澱粉，對製成虱目魚丸品質之影響

通常製作魚丸都會添加澱粉來增加魚丸的品質。但是在我們所看到的資料中，有的添

加一般太白粉(即樹薯粉)、廚師阿基師則說必須添加日本太白粉(馬鈴薯澱粉)才會比較好，也有一些資料是添加地瓜粉的，而我們覺得很疑惑，既然要Q彈的口感為甚麼沒人用做湯圓的糯米粉呢？因此我們決定設計這個實驗來試一試。

操縱變因:魚漿添加的澱粉種類。

控制變因:添加澱粉前的魚漿的成分與製程(使用同一批魚漿)、澱粉添加的比例均為25%、煮成魚丸的水量(800CC)、魚丸成型的水溫、魚漿冷藏的時間與溫度、煮成魚丸的時間、測量魚丸的方式與工具(含咬勁、彈性、曲折試驗與品評實驗等)。

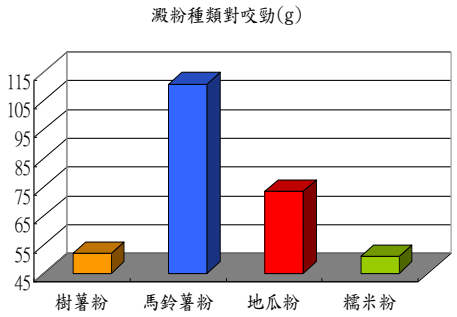
一、 自製虱目魚漿添加不同種類澱粉後對咬勁的影響

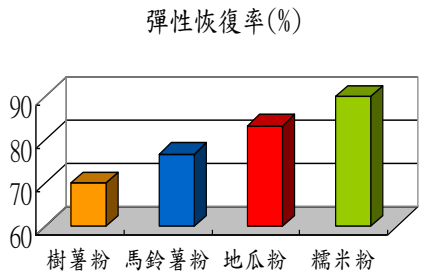
咬勁(g) / 澱粉種類	第一次	第二次	第三次	第四次	平均
樹薯粉	50	50	53	55	52
馬鈴薯粉	108	110	108	117	110.75
地瓜粉	80	70	72	72	73.5
糯米粉	50	50	52	52	51

二、 自製虱目魚漿添加不同種澱粉後對彈性的影響

彈性恢復率(%) / 澱粉種類	第一次	第二次	第三次	平均
樹薯粉	70	70	70	70.00
馬鈴薯粉	70	80	80	76.67
地瓜粉	80	80	90	83.33
糯米粉	90	90	100	93.33

※恢復比率越高彈性越好





三、　添加不同種澱粉後魚丸之曲折測試

魚丸等級 澱粉種類	第 1 次	第 2 次	第 3 次	評比名次
樹薯粉	AA	AA	AA	1
馬鈴薯粉	AA	AA	AA	1
地瓜粉	AA	AA	AA	1
糯米粉	B	C	B	2

四、　添加不同種澱粉後魚丸之品評試驗

不同種類澱粉品評結果(平均分數)			
品項	咬勁	彈性	總體喜好
樹薯粉	4.04	3.84	4.04
馬鈴薯粉	4.46	3.96	4.52
地瓜粉	4.2	4.2	4.32
糯米粉	4.52	4.44	4.6

※以1~5 分代表非常不喜歡(1分)到非常喜歡(5分)

五、　討論:

- 以不同種澱粉添加至魚漿後所製成的魚丸，在咬勁上以添加馬鈴薯澱粉者的最有咬勁，與其他的差異頗大。
- 魚漿添加不同的澱粉所製成的魚丸中，在彈性方面以添加糯米粉者彈性最佳，地瓜粉次之。
- 在曲折試驗中發現添加樹薯粉、馬鈴薯粉、地瓜粉三者的表現都很不錯，糯米粉則明顯較差。
- 品評的喜好分數方面，此次試吃的成品總體喜好上都已達到有點喜歡的程度。

【研究六之二】添加不同種類澱粉的虱目魚丸，冷藏一天後對品質之影響

如果我們所製成之魚丸，在冰箱中存放一天會對魚丸的品質有影響嗎?我們將【研究六之一】的魚丸存放一天於冷藏中，以5-7℃冰箱冷藏一天後，回復室溫(約23度)，再做測量看看是否會有變化。

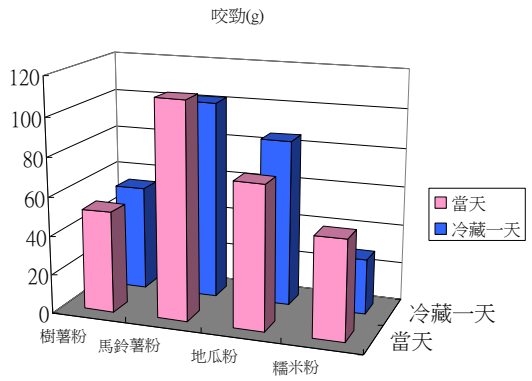
一、 添加不同種類澱粉的虱目魚丸，冷藏一天後之咬勁

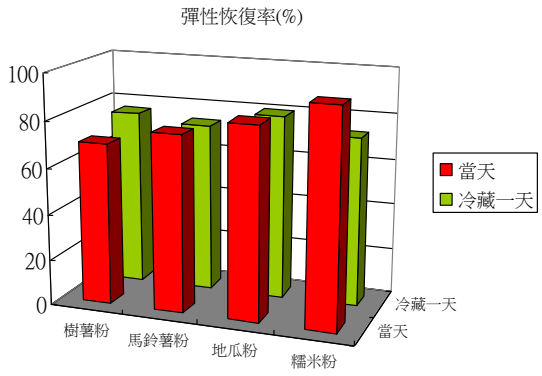
咬勁(g) / 澱粉種類	第一次	第二次	第三次	平均
樹薯粉	57	50	55	54
馬鈴薯粉	106	98	102	102
地瓜粉	81	90	85	85.33
糯米粉	28	31	26	28.33

二、 添加不同種類澱粉的虱目魚丸，冷藏一天後之彈性試驗

彈性恢復率(%) / 澱粉種類	1	2	3	平均
樹薯粉	70	80	80	76.67
馬鈴薯粉	70	70	80	73.33
地瓜粉	80	80	80	80.00
糯米粉	70	80	70	73.33

※彈性恢復率越高越好





三、 添加不同種類澱粉的虱目魚丸，冷藏一天後之曲折度試驗

魚丸等級 澱粉種類	第 1 次	第 2 次	第 3 次	評比名次
樹薯粉	AA	AA	A	1
馬鈴薯粉	AA	AA	AA	1
地瓜粉	B	B	B	2
糯米粉	B	B	B	2

四、 討論:

- 將添加各種不同澱粉的虱目魚丸放在冰箱中冷藏一天後，發現添加樹薯粉與馬鈴薯粉的魚丸品質(咬勁、彈性與曲折測驗)幾乎沒有變化，添加糯米粉的品質則會下降。
- 添加地瓜粉的虱目魚丸放在冰箱中冷藏一天後，彈性沒有改變但咬勁卻明顯的增加，推測可能是在冰箱中水份損失較多，或者是澱粉因冷藏而老化，使得魚丸變硬，需要更進一步的研究確認。
- 在曲折試驗中發現添加樹薯粉與馬鈴薯粉者品質沒有變化，而地瓜粉與糯米粉則變差。

【研究七】添加不同比例之馬鈴薯澱粉對魚丸品質的影響

我們想要知道若是調整澱粉添加的比例，對虱目魚丸的品質會有怎樣的影響？因為在研究六中添加了馬鈴薯澱粉所製成的虱目魚丸咬勁明顯比其他高，也最接近市售的虱目魚丸，所以這個研究中，我們選擇添加不同比例的馬鈴薯澱粉製作虱目魚丸，比較它們之間的差異。

操縱變因:魚漿添加馬鈴薯澱粉比例。

控制變因:添加澱粉前的魚漿的成分與製程(使用同一批魚漿)、都添加馬鈴薯澱粉(俗稱日本太白粉)、煮成魚丸的水量(800CC)、魚丸成型的水溫、魚漿冷藏的時間與溫度、煮成魚丸的時間、測量魚丸的方式與工具(含咬勁、彈性、曲折試驗與品評實驗等)。

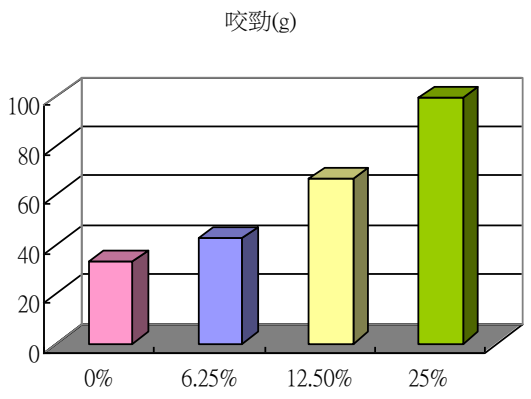
一、 自製虱目魚漿添加不同比例馬鈴薯澱粉後對咬勁的影響

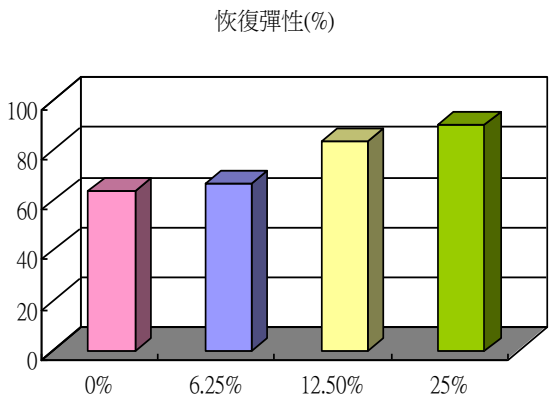
咬勁(g) 馬鈴薯澱粉比例	第一次	第二次	第三次	平均
0%	31	33	35	33
6.25%	42	42	44	42.67
12.50%	65	63	72	66.67
25%	105	100	94	99.67

二、 自製虱目魚漿添加不同比例馬鈴薯澱粉後對彈性的影響

恢復率(%) 添加比例	1	2	3	4	平均
0%	60	60	70	60	62.5
6.25%	60	70	70	70	67.5
12.50%	90	80	80	80	82.5
25%	90	90	90	90	90

※恢復比率越高彈性越好





三、 自製虱目魚漿添加不同比例馬鈴薯澱粉後曲折試驗

魚丸等級 澱粉比例	第 1 次	第 2 次	第 3 次	評比名次
0%	C	D	C	4
6.25%	B	C	B	3
12.5%	A	A	B	2
25%	AA	AA	A	1

四、 自製虱目魚漿添加不同比例馬鈴薯澱粉後品評試驗

不同馬鈴薯澱粉比例品評結果(平均分數)			
澱粉比例%	咬勁	彈性	總體喜好
0%	3	3.13	3.08
6.25%	3.88	3.92	4.13
12.5%	3.71	3.75	3.88
25%	3.75	3.63	3.71

※以1~5 分代表非常不喜歡(1分)到非常喜歡(5分)

五、 討論:

- 以不同比例之馬鈴薯澱粉添加至虱目魚丸中結果發現當澱粉比例增高時，魚丸咬勁、彈性、可曲折度都會變得更好，所以製造虱目魚丸時，添加澱粉會增進魚丸品質。
- 但在品評試驗方面，並非加入越多的馬鈴薯澱粉就越被喜愛，大家比較喜歡加入比例6.25%的。我們試吃時覺得沒有添加澱粉比較有魚肉的香味，但添加澱粉則可增加口感卻減少了魚肉的香氣。
- 在網路的資料中說一般而言市售的高級魚漿，澱粉的添加比例都在25%以內，由此次的品評結果看來是有道理的。

陸、研究結果與討論

一、虱目魚丸之製作

由【研究一】至【研究三】中發現

(一)魚漿製作部分

1.製造虱目魚丸時，在原料上只要將魚肉在低溫下打碎加入鹽、糖、油脂、澱粉即可。

2.魚丸時通常取用去刺的魚背肉(即俗稱的魚柳)，而不用虱目魚肚的部份。現殺或冷藏或冷凍魚都可以。

3.鹽、糖添加的比例為2%，油添加的比例為5%，澱粉則在25%以內。

(二)魚丸製作部分

1.由於魚漿很黏，所以無法用模子製作丸狀的魚丸，只能以虎口擠出用湯匙刮下。

2.為了做彈性試驗降低實驗的誤差，我們以方型模子製造方型魚丸。

(三)關於魚丸品質測試

1.**咬勁的意思是**：牙齒咬穿魚丸時，所需要的力量。

2.**彈性的意思是**：當物體發生形變時，此物體有使本身恢復原狀的特性。

二、如何增進虱目魚丸品質

由【研究四】至【研究七】中發現

(一)在製作魚丸過程的控制

1.虱目魚肉打成魚漿後，如果直接煮成魚丸，在咬勁、彈性、曲折試驗與試吃當中，所測出來的結果都是最差的。

2.**魚漿靜置時間**以3小時以上就可以得到品質較好的魚丸，靜置5小時魚漿所製成的魚丸，在各項評比中均排名第二，是所有品項中表現較穩定。所以我們認為靜置5小時是一個理想的選項。

3.在**魚漿靜置的品評試驗**中，以五年級同學試吃的評分結果來看，彈性和咬勁都還需要再改良，因為所得的分數只介於不討厭也不喜歡的三分與有點喜歡的四分之間。

4.在將虱目魚漿**煮成魚丸的水溫**控制上，發現以沸水直接煮花費時間較少，大約只需要其他方式四分之一不到的時間，比較能節省能源，而且在各項品質測試中也是表現最好的。

(二)在魚漿原料改進之研究

1.以不同的澱粉添加至魚漿後所製成的魚丸，在咬勁上以添加馬鈴薯澱粉者的最有咬勁，與其他的差異頗大。

2.魚漿添加**不同的澱粉**所製成的魚丸中，在彈性方面以添加糯米粉者彈性最佳。

3.但是**添加糯米粉者**在曲折試驗當中，只有介於B級與C級之間。由此可知為什麼我們所查的資料中，沒有人使用糯米粉添加在魚丸中。

4.將添加各種不同澱粉的虱目魚丸放在冰箱中冷藏一天後，發現添加樹薯粉與馬鈴薯粉的魚丸品質(咬勁、彈性與曲折測驗)幾乎沒有變化，添加糯米粉的品質則會下降。

5.以**不同比例之馬鈴薯澱粉**添加至虱目魚丸中結果發現當澱粉比例增高時，魚丸咬勁、彈性、可曲折度都會變得更好，所以製造虱目魚丸時，添加澱粉會增進魚丸品質。

6. 在添加不同比例的馬鈴薯澱粉品評試驗方面，並非加入越多就越被喜愛。同學們表示，沒有添加澱粉比較有魚肉的香味但口感較不好，但添加澱粉則可增加口感卻減少了魚肉的香氣。

7.我們每次的研究都選一個不同的五年級班級來試吃，在越來越多我們研究出的製程條件控制下，品評的分數也逐漸提升，可見控制製作虱目魚丸的過程可以不斷的改善魚丸品質。

自製魚丸(圓形)與市售魚丸切面

自製虱目魚丸(方形)

柒、結論

根據調查結果與實驗數據，最好的虱目魚丸製作方法、流程、材料配方如下:

材料

以電子秤盡可能秤出以下材料，可依人數或需求以倍數增加量，但比例不變。

- 虱目魚背肉:300 公克
- 鹽與糖:各秤 6 公克
- 冰水:100 公克
- 沙拉油:15 公克
- 馬鈴薯澱粉:25 公克
- 蒜頭:8 公克
- 米酒:10 公克

魚漿製作

- 將碎魚肉加入冰水與沙拉油以調理機打碎後，加入其它調味料(馬鈴薯澱粉除外)再以調理機攪打至黏稠團狀。
- 以攪拌匙以同一方向攪拌約 300 下。

魚漿靜置冰存

- 將魚漿冰存於冰箱中靜置，以五小時為最佳。
- 五小時後，將馬鈴薯澱粉加入等量的水攪散後，再倒入魚漿攪拌均勻。

煮魚丸

- 煮一鍋水，至水溫沸騰後將魚漿以手捏成丸狀，以湯匙刮入水中。
- 水煮七分鐘至魚丸浮起，當天食用或冰一天再吃都可以。

捌、參考文獻

一、陳明旭(2004)。**藥膳虱目魚丸試製與研發**。國立中興大學食品科學系碩士論文。

二、**周老師談魚丸**，周老師的美食教室，http://blog.yam.com/homeeconomics/article/39330989。

三、**虱目魚丸**，http://openinfo.npust.edu.tw/agriculture/npus12/m28/028/028%25E9%25A3%259F%25E5%2593%2581%25E5%2...

四、**魚漿加工技術**

http://www.seafood.nkmu.edu.tw/readimage.php%3Ffile%3Dfile/7509%25E8%25B3%2587%25E6%2596%2599%25...

五、**阿基師偷呷步教你阿基師料理阿基師食譜 自製魚丸無油腥味魚丸**

http://www.youtube.com/watch%3Fv%3Dqnhykjn07e8

六、**阿基師偷呷步教你阿基師料理阿基師食譜如何做出有 Q 勁的魚丸**

http://www.youtube.com/watch%3Fv%3DBO-FEaCxovY

七、**手做魚丸 HANDMADE FISH BALL**

http://www.youtube.com/watch%3Fv%3DLd6IZV7cB2k

八、**現場目擊！台南虱目魚丸作法大公開**，youtube影音

http://www.youtube.com/watch%3Fv%3DoXE0TNRZmdk

九、**科學麵**，中華民國第52屆中小學科學展覽會，國小組，生活與應用科學科。

【評語】080816

本實驗以製作天然手工虱目魚丸為主題，以科學量化的方式探討魚丸的咬勁與彈性，並用嚴謹的變因控制，多方實驗，值得鼓勵。