

中華民國第 51 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

第二名

080803

水餃熟了，紅蘿蔔知道

學校名稱：臺北市萬華區私立光仁國民小學

作者： 小六 吳承諭 小六 陳立揚 小六 柳杰希	指導老師： 楊基宏 陳佳宜
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：水餃、紅蘿蔔、Q 度

～水餃熟了，紅蘿蔔知道～

摘要

本實驗探討「爲什麼煮水餃要加水？」，經查資料及詢問店家，得知「大概」是爲了使水餃皮不容易破。實驗後發現，煮水餃時加水，事實上使水餃皮維持一段時間的「Q度」不變化，同學們稱之爲「平原效應」，在此同時，內餡溫度仍會持續上升，可以煮熟。本實驗可說是爲「煮水餃加水」的動作做了一個科學註解。水餃熟了的最佳時機即是「內餡已熟，水餃皮不至軟爛」的狀態。本實驗也發展出「紅蘿蔔煮水餃法」做爲煮水餃時，知道「水餃熟了」的參考指標。

壹、 研究動機

同學跟著家長包水餃，很好玩。但是煮水餃的過程中，媽媽等水滾了之後要再倒入冷水，等水再次滾了之後才把水餃撈起來上桌。這個「加水，再等到沸騰」的動作讓他很好奇，所以開始這個研究。查資料、問家長以及詢問水餃賣家得知，這個動作的目的好像大家也不是很清楚是什麼用意。有人說這樣水餃才會熟，有人說這樣水餃皮才不會破，還有同學的家長表示這個程序要重覆三次，還有水餃店老闆說「客人少的時候，滾兩次；如果客人很多，水滾就上桌啦」…真是差太多了。這個程序有意義嗎？幾次才合理呢？

相關教學單元：力的作用(三上)、時間(三下)、熱和我們的生活(六下)、

貳、 研究目的

- 一、設計一個能測試水餃皮 Q 度的裝置，以利後續實驗。
- 二、了解水餃皮泡在 20, 40, 60, 80 度水中，Q 度的變化情形。
- 三、了解在只有煮水餃皮情況下，加水與不加水，是否使水餃皮 Q 度產生變化。
 1. 在持續加熱，不加水，的情況下，水餃皮 Q 度變化
 2. 在持續加熱，第三分鐘加自來水的情況下，水餃皮 Q 度變化
 3. 在持續加熱，第三、六分鐘加自來水的情況下，水餃皮 Q 度變化
 4. 在持續加熱，第三分鐘加冰水的情況下，水餃皮 Q 度變化
- 四、自己包水餃、煮水餃，了解水餃內餡溫度變化的情形。
- 五、了解不同條件下煮水餃，水餃內餡溫度變化情形。
- 六、找出使水餃能夠熟，且水餃皮不破的最佳時間。
- 七、爲「水滾幾次之後撈起來才對？」找解答。
- 八、找出一個簡便的方法，做爲煮水餃時「水餃熟了」的指標。

參、 研究設備及器材

一、水餃皮 Q 度測試儀

木板、鋸子、線鋸、手搖鑽、熱熔膠、粗吸管、螺帽(當做砝碼)、鐵絲、尖嘴鉗、晒衣夾。

二、其他

電磁爐、鍋子、水餃皮、1000cc 量杯、溫度計、(製作餡料用)餃肉、高麗菜、蔥、胡椒粉、醬油、棉質手套、切菜刀、壓克力板。



圖1 實驗器材

肆、 研究過程及方法

名詞簡要說明

煮水餃程序：把水煮開後，依鍋子的大小，倒入大約十~十五顆水餃(水餃專賣店則可以倒入更多)。這時原本已經沸騰的水會變成沒有沸騰，等到水再次沸騰，可以看到有些水餃載浮載沉，有的則還沒浮起，繼續加熱，則會有更多的水餃浮起。這時有些人會加入冷水，再等到沸騰，就把水餃撈起。但有些人還要再放入冷水，再等待沸騰。這個「加水、等沸騰」的過程有人會進行一次，有人進行二次，有人進行三次之多，但就如同前面提到，也有人表示「客人多的時候，水滾就撈起來了」。本實驗因為鍋具與爐具的限制，使用 3000~4000cc 的水，電磁爐煮水餃，沸騰時加入 300mL 水。

水餃皮 Q 度：這是我們自己定義出來的名詞。因為大家總是說「這樣皮比較 Q，比較好吃」「口感比較好」「水餃皮不會破」…莫衷一是。到底「Q」是什麼呢？我們根據大家解釋的語意，把「**水餃皮能支撐的重量**」定為「**Q 度**」，並且設計一個「**水餃皮 Q 度測試儀**」來測量它。

研究流程

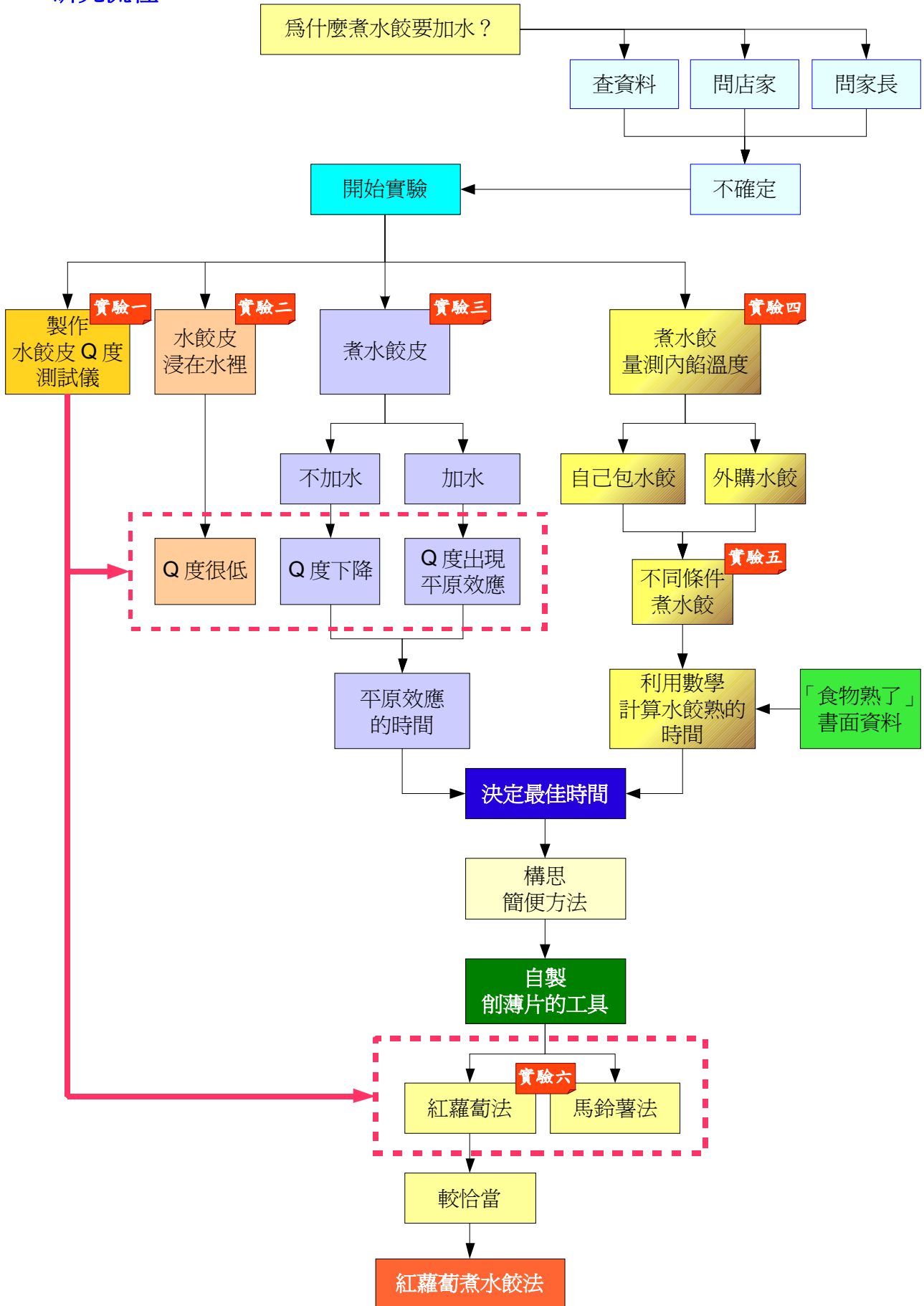


圖2 研究流程圖

實驗一 設計一個能測試水餃皮 Q 度的裝置，以利後續實驗。

整個 Q 度測試儀經過許多次失敗的經驗(圖 3)，才改良至目前這個樣子。包含一個測試架、T 型棒(圖 7)，以及用螺帽代替的砝碼，並且需要碼錶，在固定時間逐次加入砝碼。

1. 取市售水餃皮一片，夾在自製的網夾裡，共做十組(圖 6)。
2. 搭配 Q 度測試儀，待需要測試的時候，把整個網夾拿出來，放進匣口。
3. 每隔 5 秒鐘在砝碼平臺放入一個砝碼。紀錄在第幾個砝碼時，水餃皮因支撐不了重量而破裂。規定「每隔 5 秒鐘」是因為發現，一樣是載重五個砝碼情形下，有的水餃皮一下子就破裂，有的則經過十多秒鐘才破裂，這對我們來說很難紀錄。因此才決定每五秒鐘加一顆砝碼，把「時間」的變因排除。
4. 測量時，垂直桿子必須保持直立。

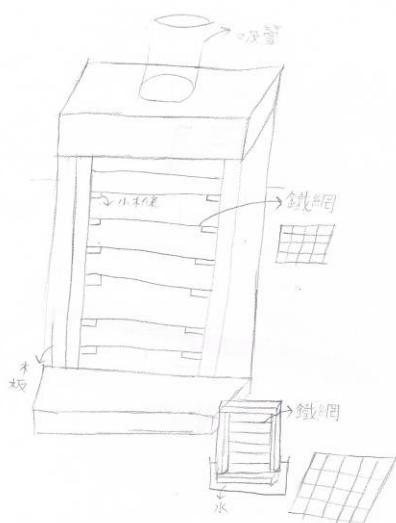


圖3 設計草圖



圖4 親手自製網夾

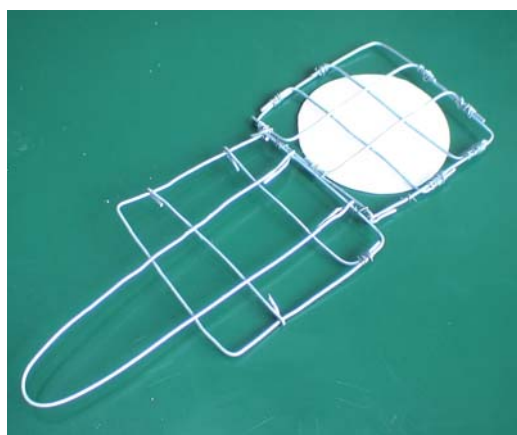


圖5 網夾的大小大約是一片水餃皮

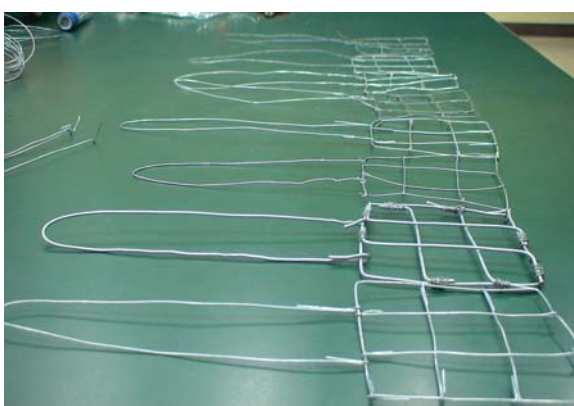
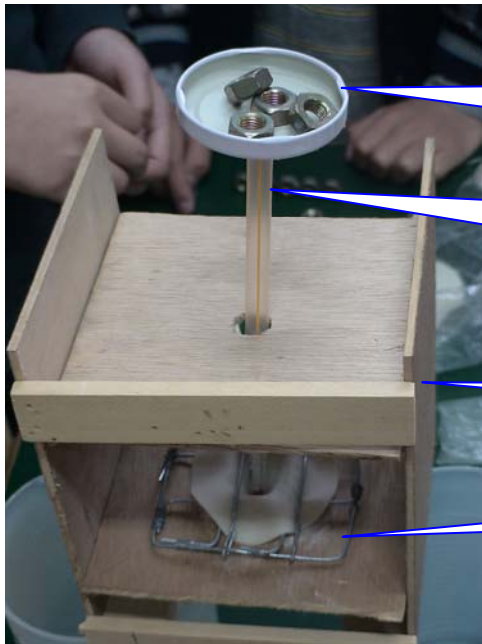


圖6 每次實驗需要十個網夾



砝碼平臺。可在上面放置砝碼。我們設定的放砝碼方式是每五秒鐘放一顆

T 型棒。承載上方的重量往下壓，測試水餃皮是否能支撐得住

主結構

網夾

圖7 水餃皮 Q 度測試儀



圖8 把螺帽當做砝碼，每顆 10.1 克。



上圖是 T 型棒的外觀。左圖是與水餃皮接觸的地方，特別選用圓弧型的頭，避免尖角把水餃皮「刺」破。

圖9 T 型棒外觀

實驗二 了解水餃皮泡在 20, 40, 60 80°C 的水中，Q 度的變化情形。

本實驗的目的在于了解，如果水餃皮只是「泡」在水中，沒有「煮」，Q 度是否有變化？

1. 準備 20, 40, 60, 80°C 的水各 4000CC，將十片水餃皮夾在網夾中，置入。
2. 每隔二分鐘取一片出來測試荷重(即 Q 度)。

實驗三 了解在只有煮水餃皮的情形下，加水與不加水，是否對水餃皮的 Q 度造成影響。

1. 準備 4000CC 的水，煮沸後，把十片夾在網夾中的水餃皮放進去煮。
2. 之後每二分鐘取一片出來測試荷重，並實驗中途加水與不加水的情形。

其中，加水與不加水的條件如下：

- A. 在持續加熱，不加水，的情況下，水餃皮 Q 度變化
- B. 在持續加熱，第三分鐘加 300mL 自來水的情況下，水餃皮 Q 度變化
- C. 在持續加熱，第三、六分鐘各加 300mL 自來水的情況下，水餃皮 Q 度變化
- D. 在持續加熱，第三分鐘加 14°C 冰水 300mL 的情況下，水餃皮 Q 度變化



圖10 煮水餃皮的情形

實驗四 自己包水餃、煮水餃，了解水餃內餡溫度變化的情形。

爲了使實驗的水餃規格相同，我們自己包水餃，採用菜：肉=6：4的比例製作餡料，控制內餡的重量一律是8公克。並且爲了了解水餃餡的溫度變化，特別找了一種「電偶式溫度計」，它的溫度探針只有像電線那樣(圖16)，把它插進水餃中，而且爲了怕它脫落，另外找小塊的水餃皮補上去(圖14)。

實驗進行的方式是依照一般煮水餃的方法：

1. 水滾之後才把水餃放進去煮，等水滾之後加入 300mL 冷水。
2. 在這過程中，每 30 秒紀錄一次水餃內餡的溫度，到達 95°C 時停止。



圖11 水餃內餡—高麗菜



圖12 把碎肉與其他食材混合



圖13 大家一起包水餃，別組同學也好奇

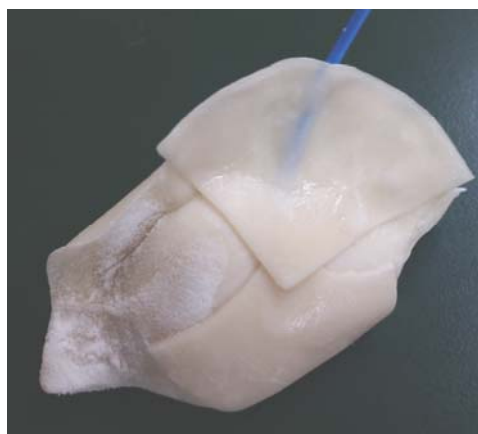


圖14 溫度計探針插入水餃內部

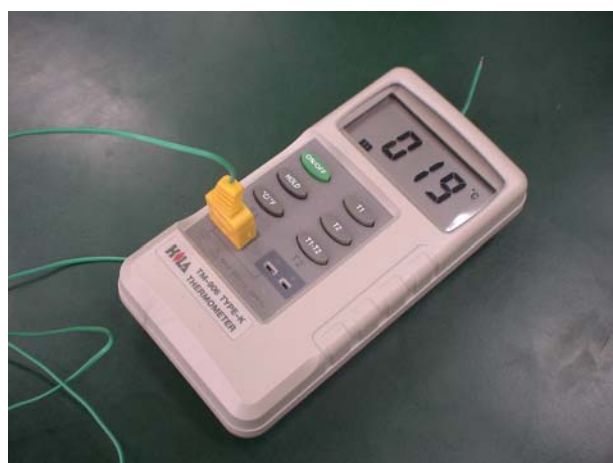


圖15 電偶式溫度計外觀

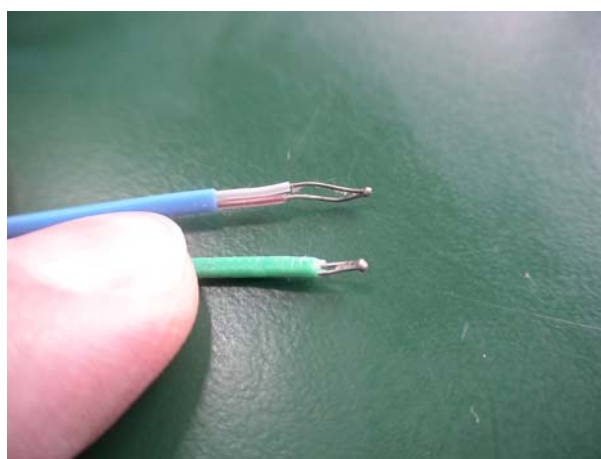


圖16 電偶式溫度計的探針

實驗五 了解不同條件下煮水餃，水餃內餡溫度變化情形。

我們除了自己包水餃之外，也到商店買現包的水餃，不用冷凍水餃，因為冷凍水餃還要解凍，如果直接煮，內餡的溫度太低，會影響結果。

條件的設定以 3000cc, 4000cc 的水煮水餃。煮法按照一般的方法，即水煮開了之後才把水餃投入，等水滾，加入一些水，再等水滾。包含以下幾種情況：

- 3000cc 水，煮 5 顆水餃；
- 3000cc 水，煮 10 顆水餃；
- 4000cc 水，煮 5 顆水餃；
- 4000cc 水，煮 10 顆水餃；
- 4000cc 水，煮 15 顆水餃；
- 4000cc 水，煮 20 顆水餃；

實驗六 找出一個簡便的方法，做為「水餃熟了」的指標。

由前面幾個實驗，我們大致了解在煮水餃過程中，「內餡熟」以及「Q 度變化」之間存在的關係。但這還不夠簡便，誰會想要在煮水餃時帶著溫度計、紙、筆呢？如果能提供大家一個簡便的方法，應該會更理想。

原本我們打算利用「熱縮膜」受熱會收縮的特性，當它受熱收縮後接觸到導線的兩端，而使燈泡發亮的方式來告訴我們水餃熟了，但又考慮到把塑膠材質放進水裡煮，恐怕大多數人都無法接受而作罷。因此，我們選擇「食物」，可以放進水裡煮，大家比較能接受。

最後我們選擇了馬鈴薯和紅蘿蔔，做為指標食物，可以在煮水餃時一起放進去煮，主要因為這兩種食物很容易取得，且可以切成不同厚度的薄片。希望能藉由觀察(或測試)馬鈴薯或紅蘿蔔的狀態，而知道水餃是否熟了。

為了得到厚薄相同的薄片，我們自製了一個切削馬鈴薯的刀具(圖 19)，且藉著調整墊片的個數(圖 20)，可以切削不同的厚度。實驗進行方式如下：

1. 把馬鈴薯或胡蘿蔔削好(圖 17)，按照煮水餃的方式，等水沸騰了才把薄片放進去煮。
2. 每隔單數分鐘(即第 1, 3, 5 ...分鐘)，拿馬鈴薯出來測試中心部份，是否能被九顆螺帽的重量壓破。
3. 每隔雙數分鐘(即第 2, 4, 6 ...分鐘)，拿紅蘿蔔出來測試中心部份，是否能被九顆螺帽的重量壓破。

為什麼單數分鐘時拿馬鈴薯，雙數分鐘拿紅蘿蔔？這是因為怕時間如果太接近，測試的同學會來不及實驗。

選擇九顆螺帽的原因是，每顆螺帽重量是 10.1g，九顆是 90.9g，再加上 T 型棒空重是 17g，加起來等於 107.9g，不會太重或太輕，可以給底下的被測試物恰當的壓力。108g 大約是一瓶養樂多的重量。



圖17 紅蘿蔔切片



圖18 煮馬鈴薯片與紅蘿蔔片



圖19 自製切薄片的工具

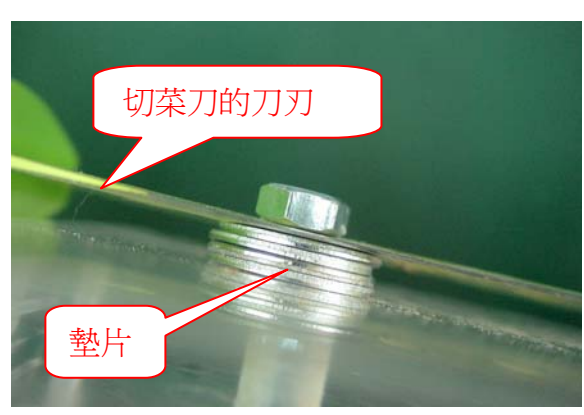


圖20 利用螺絲墊片調整薄片的厚度



←把「水餃皮 Q 度測試儀」改為測試馬鈴薯或紅蘿蔔能不能被刺穿的工具。這時砝碼平臺固定使用 9 顆砝碼(螺帽)。使用 9 顆砝碼的原因是，每顆螺帽重量 10.1g，9 顆是 90.9g，再加上 T 型棒空重是 17g，加起來等於 107.9g，不會太重或太輕，可以給底下的被測試物恰當的壓力。108g 大約是一瓶養樂多的重量。

圖21 以 Q 度測試儀測試馬鈴薯能不能被刺穿

伍、 研究結果

實驗一 設計一個能測試水餃皮 Q 度的裝置，以利後續實驗
(略，製作完成「Q 度測試儀」，已於 P4 說明)

實驗二 了解水餃皮泡在 20, 40, 60, 80 度水中，Q 度的變化情形

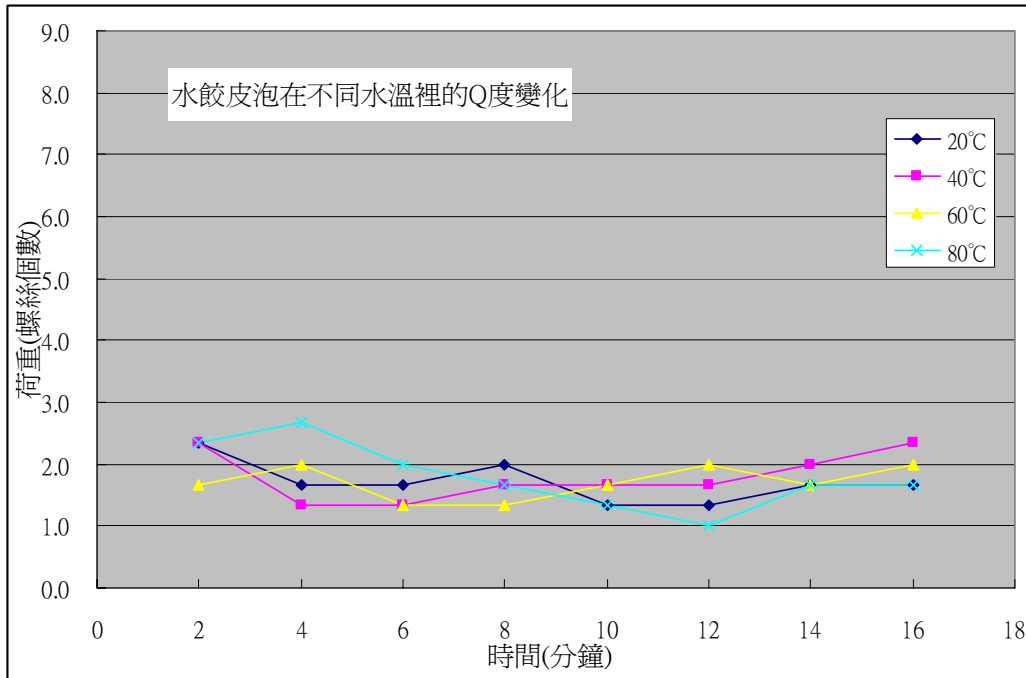


圖22 水餃皮泡在不同水溫裡的 Q 度變化情形

由圖 22 可以看出，水餃皮如果只「泡」在水裡，它的荷重只有 2~3 個螺帽重，而且不管在什麼溫度，相差並不大。只能荷重 2~3 顆砝碼的水餃皮其實是沒有什麼支撐力的。

實驗三-1 了解在持續加熱，不加水情況下，水餃皮 Q 度的變化

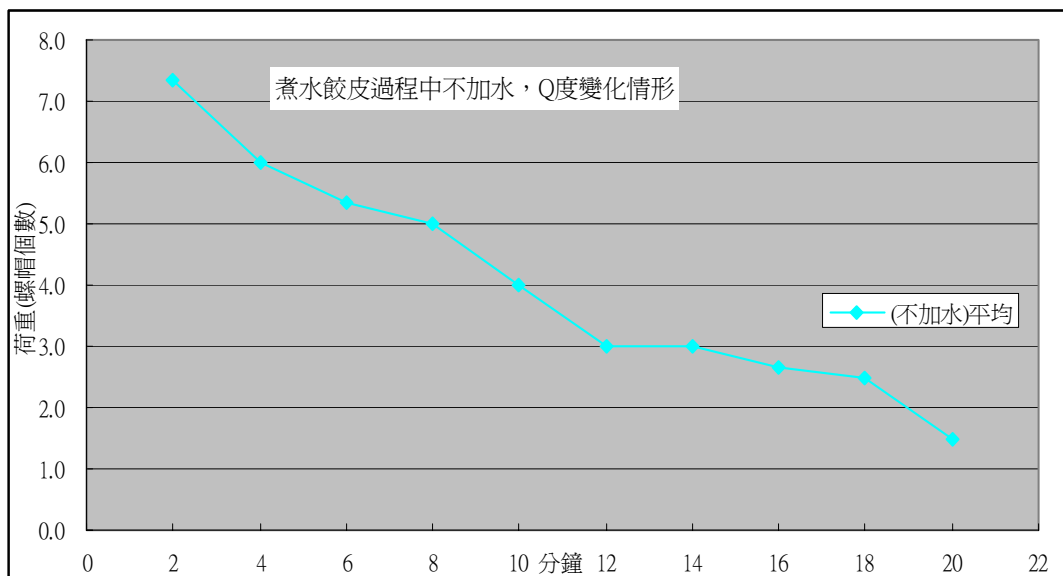


圖23 煮水餃皮不加水，Q 度變化情形

由圖 23 得知，如果不加水，水餃皮的荷重會像溜滑梯一直往下掉。
再者，與實驗二相比，我們發現，高溫水煮之後，水餃皮的荷重能夠提升。如果水餃皮只泡水，它只能支撐 2~3 個螺帽，但經過加熱，竟然都能支撐 6~7 個螺帽。因此，「加熱」會使水餃皮的 Q 度提升。不過，隨著加熱時間越長，Q 度會下降。

實驗三-2 持續加熱，第三分鐘加水的情況下，水餃皮 Q 度變化

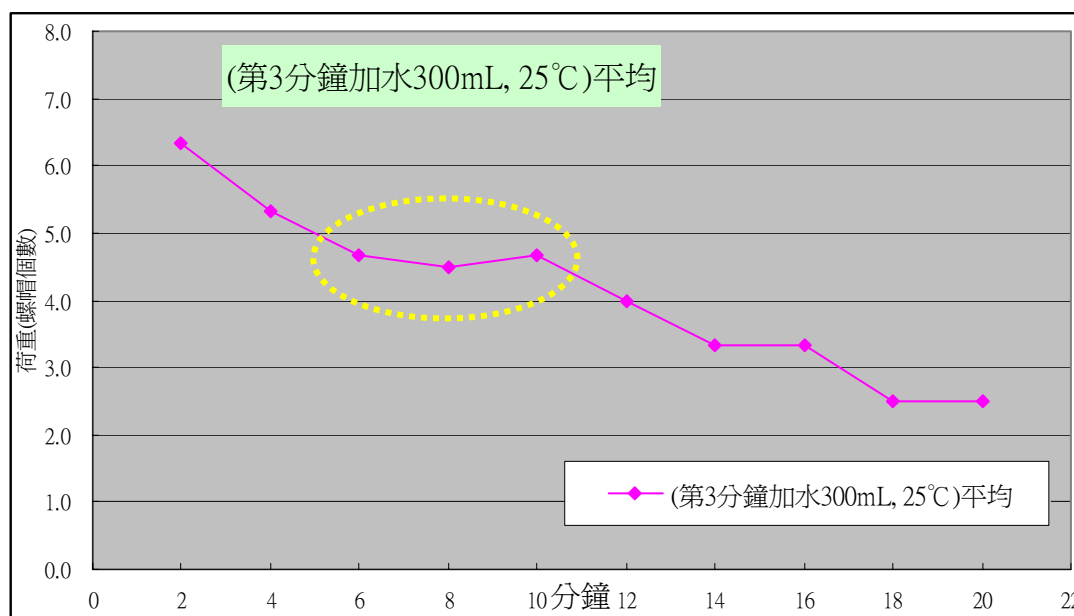


圖24 持續加熱，第三分鐘加水 300mL，水餃皮 Q 度變化情形

這個實驗中，在第三分鐘加入一般的自來水 300mL，其溫度約在 24~25°C 之間。我們覺得水餃皮在第 6~10 分鐘部份，即黃色圈圈附近出現一段比較平坦的區域，我們稱它為「平原效應」。

實驗三-3 持續加熱，第三、六分鐘加自來水的情況下，水餃皮 Q 度變化

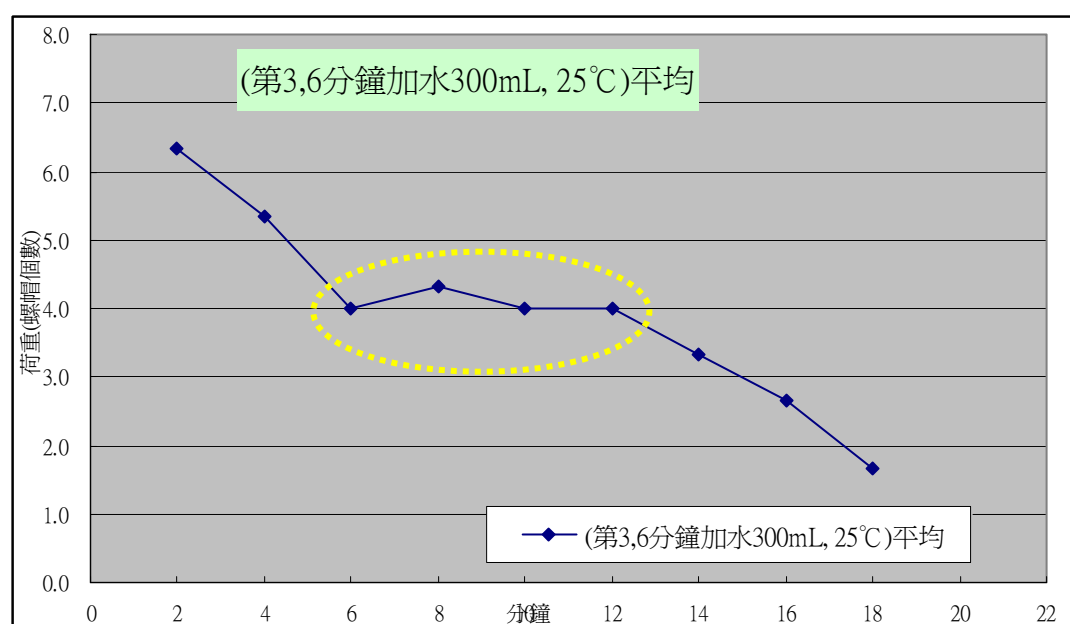


圖25 第 3, 6 分鐘加水 300mL，Q 度變化情形

這次我們刻意在第三、六分鐘都加水，想看看是否能使平原效應更明顯，從圖 25 來看，平原效應仍舊有出現(黃色圈圈附近)，卻不見得有延長。

實驗三-4 在持續加熱，第三分鐘加「冰水」的情況下，水餃皮 Q 度變化

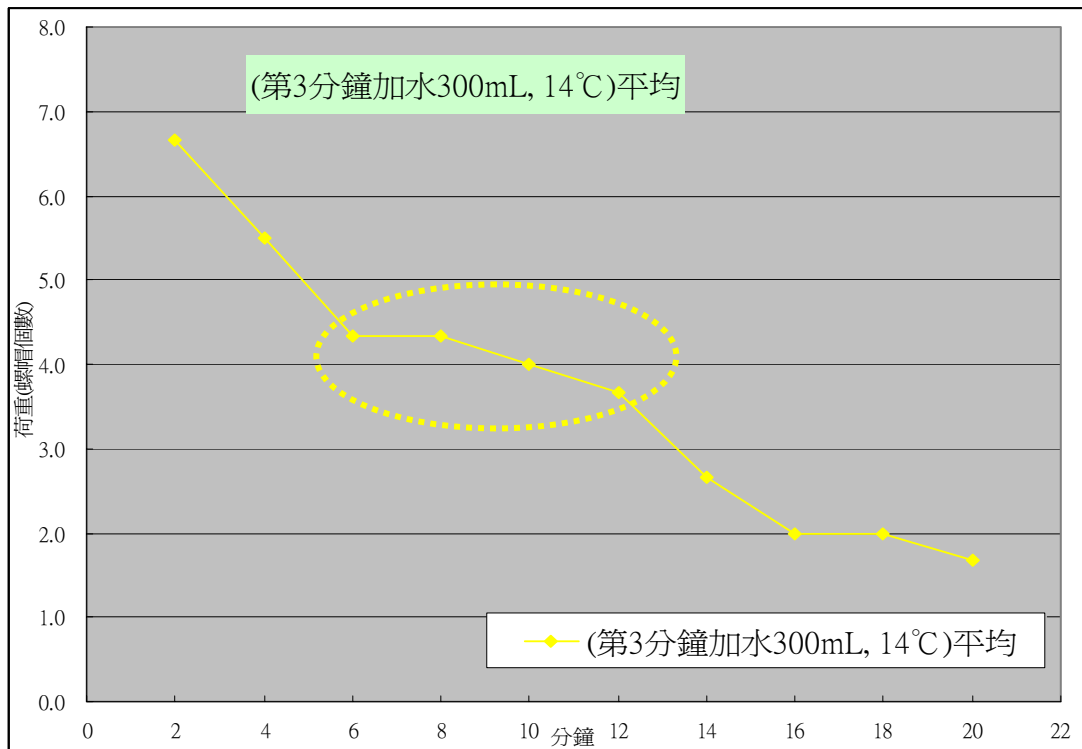


圖26 第 3 分鐘改加冰水 300mL，Q 度變化情形

我們猜想「如果加冰水，效果會不會好一點？」於是把原來使用的自來水，改為 14°C 的冰水。由圖 26 可以看出，平原效應有出現(黃色圈圈附近)，但似乎沒有更佳的效果。

我們請老師幫忙把四張圖疊在一起看，更能看出水餃皮在不同情況下，Q 度的變化情形。

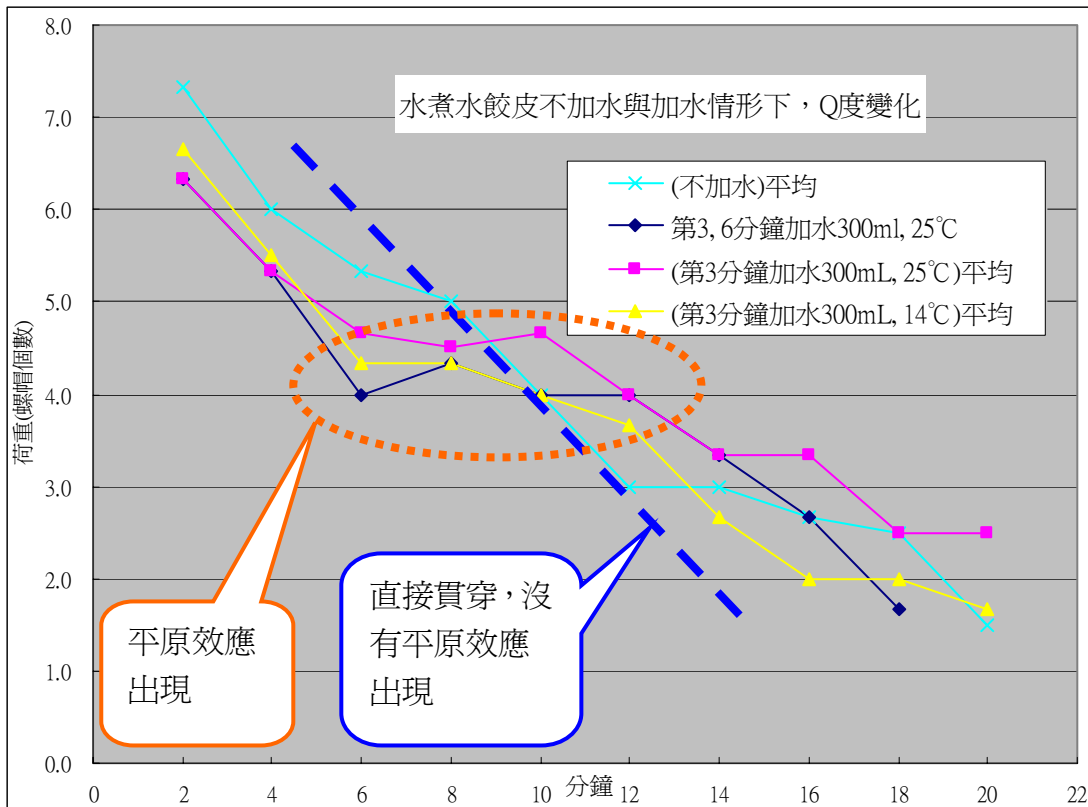


圖27 有、無出現平原效應的區別

從圖 27 可以看出，在大約第 6 分鐘～第 12 分鐘，不加水情況下(淺藍色線)，Q 度直接下降，反觀其他有加水的情況下(橙色虛線圈起來的地方)，都有出現平原效應。我們認為加水的目的是在延緩水餃皮被煮得軟爛的做法。

實驗四 自己包水餃、煮水餃，了解水餃內餡溫度變化情形

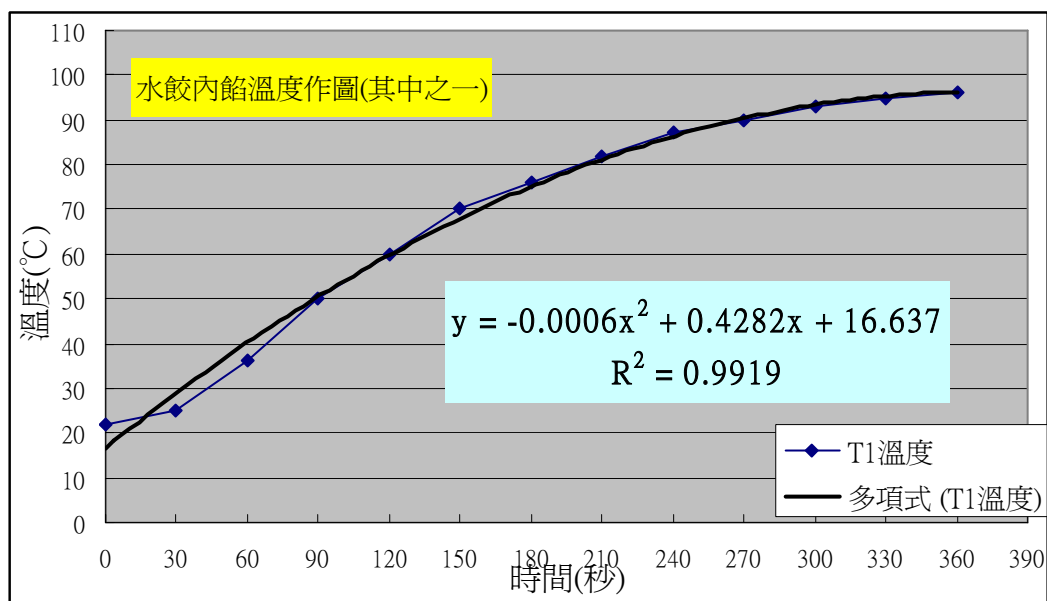


圖28 水餃內餡溫度變化情形(之一)

圖 28 是我們紀錄下來的水餃內餡溫度升高曲線的其中一組數據。這個實驗及曲線引發出我們更多的疑問。

1. 內餡溫度是否到了 95°C 或 96°C 就不會再升高了呢？
2. 我們知道溫度升高了，但是裡面的餡是否熟了呢？什麼時候才算是熟了呢？
3. 根據前面的水餃皮實驗，我們是否可以找出水餃皮不會太爛，而內餡熟了的最佳時間呢？
4. 這個曲線會不會往上揚，或是平緩地上升呢？曲線上揚的陡峭與否，代表什麼含義呢？

跟老師討論的結果，我們大致知道：

1. 由於水餃是在水裡煮，水的溫度不會高過 100°C，所以內餡的溫度「應該」不會比 100°C 高。
2. 內餡是否熟了？真的很難知道。
3. 「最佳時間」應該呼之欲出了。
4. 曲線上揚表示內餡吸熱快，曲線平緩上升，表示內餡吸熱慢。但是影響內餡吸熱的因素包含：水的多寡、熱源的加熱強度、水餃餡的比熱…

我們覺得老師很「奸詐」，一直不跟我們講正確解答，總是說「應該如何…如何…」，要我們自己試試看。能怎麼辦呢？只好再試試。

還有，在這煮水餃的過程中，加了 300mL 的水，原本沸騰的水變成不沸騰，可是從水餃內餡溫度變化看來，溫度仍然持續升高，這讓我們很意外。

然而，**最令我們苦惱的是「什麼時候算是水餃熟了呢？」**又該如何知道它熟了？查資料的結果告訴我們，把食物煮熟的最主要目的是為了殺菌，避免生病。在一份資料中顯示英、法在規範肉品加工過程中有這樣的規定(如圖 29)：

值(D值、Z值等)以建立系統化熱加工條件。在英、法規定殺菌時中心度應達70°C、兩分鐘，成品之Salmonella spp.及S. aureus呈陰性反應；在肉類食品上之殺菌中心溫度更應達80°C、25分鐘或85°C、11分鐘，且無肉毒桿菌檢出。在sous-vide製程中除殺菌作業有嚴格規定外，且應配合低溫貯存，以建立良好冷藏鏈(cold chain)的運銷作業系統，確保品質安全。

圖29 節錄農委會畜產所網頁介紹「食品真空調理法」

再者，向本校的廚房詢問「怎麼知道食物熟了呢？」工作人員告訴我們「**食物翻炒均勻之後，我們會用食物溫度計插在大鍋的中心部位，必須達到 75°C，五分鐘以上，食物就算熟了。**」

根據這兩方資料，我們覺得水餃熟了必須至少達到「75°C，五分鐘」。

當我們與老師討論到這裡，老師突然長長地嘆了一口氣。根據我們對老師的了解，這是「踏到鐵板」的意思。果然，老師說「這要用到微積分…」「你們連代數、方程式都還不知道是什麼，怎麼跟你們講微積分呢？」還好老師說這部份交給他幫忙算，就暫且把老師當做一台計算機吧，這樣我們才能繼續往下想。歸納與老師討論的結果如下，先由水餃內餡溫度走向圖來看。

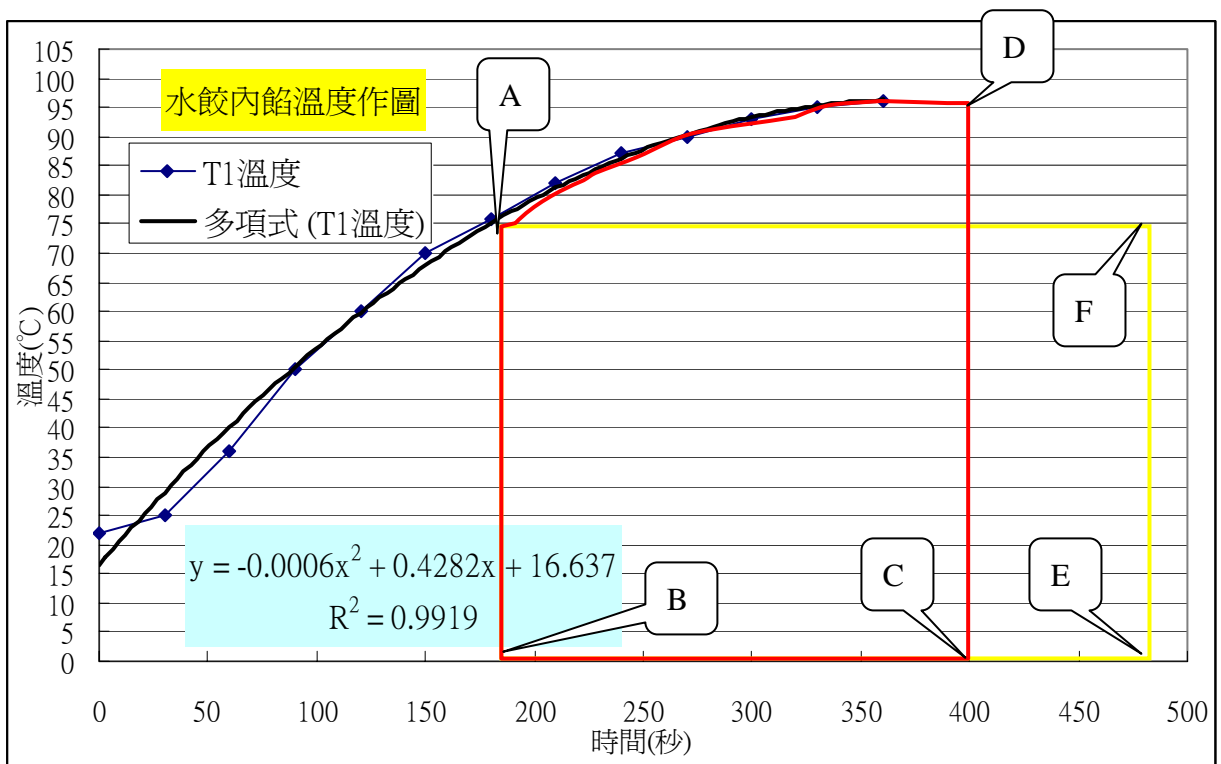


圖30 水餃內餡溫度上升情形(之一)

以圖 30 來看，水餃內餡溫度上升可以由一個二項式代表。

$$y = -0.0006x^2 + 0.4282x + 16.637 \dots\dots\dots\text{甲式}$$

當我們以「75°C，維持五分鐘」為判定水餃熟了的基本準時，只要溫度維持在 75°C 五分鐘，食物就算熟了，這是水餃熟了的最…最…最…低標準，也就是上圖的□ABEF 黃色區域部份，這個區域就代表水餃過了 75°C 之後所吸收的熱能。可是，實際的溫度是循著黑色趨勢線往上走的，這樣的話，水餃吸收的熱能是□ABCD，也就是紅色區域。意思是說，紅色區域面積與黃色區域面積應要一樣大。

$$\therefore \square ABEF = \square ABCD$$

假設水餃在第 x 秒熟了(也就是 C 的位置)，從 183 秒(B 點)積分到 x 秒，列式如下：

$$\int_{183}^x -0.0006x^2 + 0.4282x + 16.637$$

依據積分公式，從 183 秒積分到 x 秒，這個式子會變成：

$$\left[\frac{-0.0006x^3}{3} + \frac{0.4282x^2}{2} + 16.637x + c \right] - \left[\frac{-0.0006 \times 183^3}{3} + \frac{0.4282 \times 183^2}{2} + 16.637 \times 183 + c \right] \dots\dots\text{乙式}$$

$$\therefore \square ABEF = \square ABCD$$

$$\therefore \text{乙式} = (483-183) \times 75$$

[註 1]183 是將 75 代入甲式所求得的 x 值，也就是說，在 183 秒時，達到 75°C

[註 2] 483 是達到 75°C 之後五分鐘，亦即 183+60×5=483。這個意義是如果整個鍋子一直

維持 75°C，只要持續到 483 秒的時候，水餃就熟了。(這就是上圖的 E 點)

老師說乙式「是一個一元三次方程式，求一個解，介於 400~500 之間」，很難，他也不會。但是老師幫我們利用 Excel，以代入法找出一個近似解 **437 秒**，反正煮水餃時多煮一秒或少煮一秒並不會差太多嘛～

哇～我們利用積分算出在第 **437 秒**，水餃就熟了。

實驗五 了解不同條件下煮水餃，水餃內餡溫度變化情形

接下來我們試做多種不同情況的煮水餃。在實際情況下，我們不太可能用一大鍋的水煮一兩顆水餃，也不太可能用很少的水煮很多水餃。因此，我們把水餃數限制在 5~20 顆，使用的水量控制在 3000~4000cc，並且以電磁爐的最強火力為熱源，這與一般煮水餃的情況比較符合。大概可以歸納出這樣的結論：「使用的水量少，煮的水餃少，則曲線陡峭；水量多，水餃多，則曲線平緩」

紀錄數據繪圖的結果發現，溫度上升的曲線大約會落在 A,B 兩條曲線中間的區域裡。

3000cc 水，煮 5 顆水餃；→ A 曲線

4000cc 水，煮 20 顆水餃；→ B 曲線

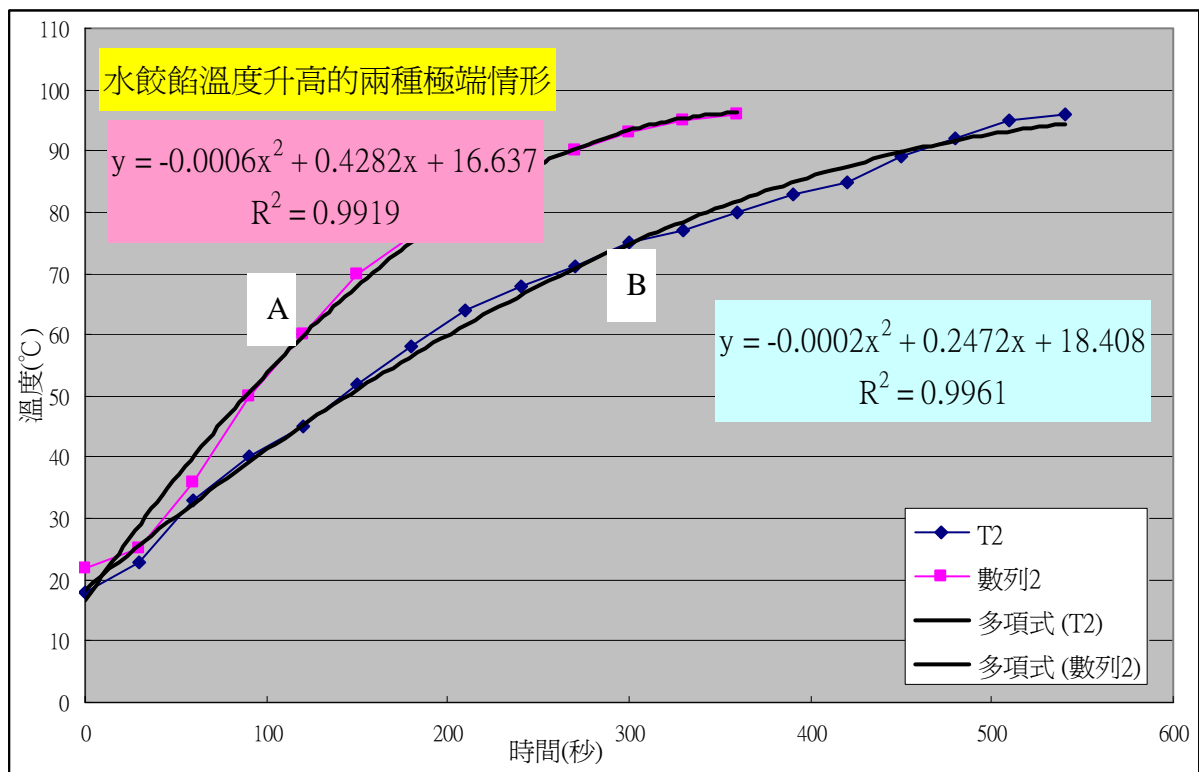


圖31 兩種極端條件下煮水餃，溫度變化情形作圖

上方曲線代表的是升溫比較快的情況；下方曲線代表升溫比較慢的情況。

[註]下方曲線，在 303 秒時達到 75°C。再經五分鐘，即 603 秒時就熟了。

$$\int_{303}^x -0.0002x^2 + 0.2472x + 18.408 \dots\dots\dots \text{丙式}$$

根據前面的陳述，從 303 秒積分到 x 的結果，與「75°C，維持五分鐘」的熱能會相等，可列式如下：

$$\text{丙式} = (603 - 303) \times 75$$

這個式子展開之後是一個一元三次方程式，我們還是請老師幫忙計算，答案是 268。也就是說，如果依循曲線升溫，要到 571 秒才會熟。(303+268=571)

與實驗四比較之下，有 134 秒的差距。(571 - 437 = 134) 也就是說，這兩種升溫曲線，把水餃煮熟，會相差 134 秒。

綜合來看，第一種煮法需要 437 秒 (7 分 17 秒)，第二種煮法需要 571 秒 (9 分 31 秒)，都落在水餃皮的平原區域(圖 27)，更準確地說，水餃皮還能維持 4 顆螺帽的 Q 度，我們認為這就是加水的用意。

另一層意義是，各種水餃，只要使用 3000~4000cc 的水煮，水滾之後加一次自來水 300mL，它們在 7 分 17 秒到 9 分 31 秒之間就會熟，都可以撈起來吃了。

再者，我們發現，在煮水餃時，如果能知道內餡溫度從 30 度上升到 40 度(或 50 度)的時間，可以根據曲線推算需要多少秒把水餃煮熟，秒數越短越好。

坊間有販賣一種「食物溫度計」，如圖 33。它剛好可以刺入水餃中測量內餡的溫度。

舉例而言，把 40°C, 60°C 代入 A 曲線的二項式，得到 59.5 秒及 122 秒，二者相差 62.5 秒。意思是說，如果從 40°C 升溫到 60°C 花了 62.5 秒，這種升溫速度是**快**的。把 40°C, 60°C 代入 B 曲線的二項式，得到 94.3 秒及 201 秒，二者相差 106.7 秒。意思是說，如果從 40°C 升溫到 60°C 花了 106.7 秒，這種升溫速度是**慢**的。列表如下：

水餃內餡從 40~60°C 所需要的時間長短，與煮水餃的關係

	0 秒	62.5 秒	106.7 秒
時間	[Colorful bar representing time intervals]		
升溫速度	快	普通	慢
是否適合煮水餃	快熟 皮不易破	中等	很慢熟 皮容易破

圖32 水餃內餡從 40 度升溫到 60 度所需要時間長短，與煮水餃的關係

除此之外，我們也認為依循圖 31 的 A 曲線煮水餃比較好，因為花的時間短，就越能避免使水餃皮浸在水裡，造成 Q 度一直下降。要怎樣才能循 A 曲線呢？應該要大火煮、水不要太多、一次不要煮太多水餃。或者，想要一次煮越多的水餃，火力一定要夠強。

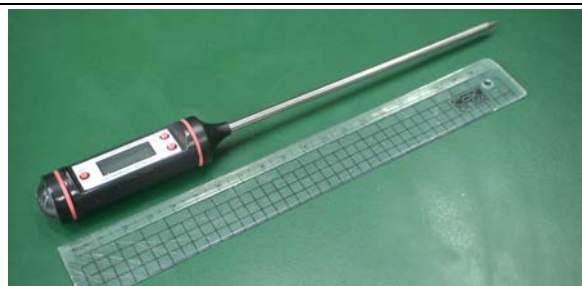


圖33 食物溫度計的外觀



圖34 它有小型螢幕可顯示溫度

實驗六 找出一個簡便的方法，做為「水餃熟了」的指標

在實驗四裡，我們在老師協助下使用一知半解的積分方式把水餃熟了的時間找出來，而且必須在 3000~4000CC 水的條件下才成立，這似乎是太麻煩了，能不能簡單一點呢？

我們把紅蘿蔔與馬鈴薯削成 3~4mm 的薄片，放進煮水餃的鍋裡一起煮，發現馬鈴薯在第 4 分鐘就被 T 型棒刺穿了，紅蘿蔔則可持續到第 12 分鐘，才被刺穿。

接著改用 1~2mm 的紅蘿蔔薄片，大約在 9 分鐘左右就能被刺穿，我們在家裡煮水餃時，大多使用瓦斯爐，水量則與實驗條件相去不遠，利用這個方法，不必計時，只要等到紅蘿蔔可以被刺穿，水餃就熟了，非常令我們興奮。這種方法在煮水餃時非常實用。我們稱這個方法為「紅蘿蔔煮水餃法」，歡迎大家告訴大家。

陸、 討論

1. **大鍋子、大火煮水餃會有差別嗎？** 本次實驗使用的是家庭用微波爐，每次大約煮十顆水餃，然而在一般專賣水餃的店家裡，他們使用的是很大的桶子，很強力的瓦斯爐，很多的水，一次可以同時煮很多水餃。我們實在很納悶在這種條件下，升溫曲線到底是如何？
2. **火力大小的差別。** 從圖 31 看來，我們覺得煮水餃時使用強力一點的熱源應該比較好，一次大約煮十顆左右為佳。如果用很多的水、煮很多的水餃，火力又不夠的話，升溫曲線會越往 B 偏，這就需要更多時間達到 75°C，這使泡在水裡的時間越長，水餃皮容易失去 Q 度，也就易破。
3. 本次實驗裡，本來想探討「**加兩次水**」會有什麼情況發生？會發生兩次平原效應嗎？實際做了幾次實驗都覺得觀察不出 Q 度與加一次水的情形有什麼不同，也就沒有再繼續下去，更不用談「加三次水」會是什麼情形了。下次不妨再探討一下是什麼原因。
4. 有人問我們「**水餃皮的厚度一樣嗎？**」這次實驗是採用同一家水餃店的水餃皮，以重量計價，據老闆表示，他們必須控制一斤的重量大約是 60 張水餃皮，可以多個 2~3 張，以免顧客不夠包或是剩太多，以後才能拿捏多少料、需要多少水餃皮。由此可知水餃皮的厚度有其均一性。
5. 日後應該還可以探討，**水餃皮的原料**如果加入不同比例的高筋麵粉、中筋麵粉、樹薯粉…是否能延長平原效應的時間，這對煮水餃有很大的幫助，說不定能研發出我們自己的獨特配方哩！
6. 根據我們的結論，煮水餃要加一次水，反觀有的人要加二次水、三次水，再等到水滾，那可真是**浪費能源**呀！
7. 同學把結論告訴媽媽，實際在家操作，本來媽媽很懷疑，一直問「真的嗎？」，等到紅蘿蔔可以刺破時，把水餃打開來檢查，吃吃看，果然熟了，媽媽也很訝異。而且媽媽覺得這種「熟」是「**剛剛熟**」，要再煮久一點也可以。
8. 這次使用了對我們來說很難的「**微積分**」，聽起來很炫，但事實上我們是一知半解的，只能對原理多了解，其他諸如積分時「把次方加一，移下來當做分母」，真的不懂，希望以後能懂。同學說他想到一句廣告詞「用電腦滾土豆」(台語)，而我們是「**用微積分煮水餃**」，哈~哈~

柒、 結論

- 一、水餃皮泡在 20, 40, 60, 80 度水中，Q 度維持在很低的狀態不太改變。因此，要使水餃皮產生支撐重量的 Q 度，一定要「煮」。
- 二、煮水餃皮時，不加水，水餃皮 Q 度會逐漸下降。如果加水，則會維持一段時間的 Q 度不變化，我們稱之為「平原效應」。這就是加水的目的。
- 三、在第 3, 6 分鐘都加水，並沒有觀察出兩次平原效應。加冰水也沒有更久的平原效應出現，因此，加一般的水即可。
- 四、水餃內餡溫度變化情形，並沒有因為加水而使溫度上升變慢(圖 25)。這可能可以解釋為什麼煮水餃要加水，因為加水可以保持水餃皮的 Q 度，而內餡卻沒有停止「從生到熟」的進程。
- 五、加一次水的情況下，水餃能夠熟，且水餃皮不破的最佳時間大約是 7 分 17 秒到 9 分 31 秒之間，如果煮到 12 分鐘也還算可以。
- 六、我們找出一個「紅蘿蔔煮水餃法」，做為煮水餃時「水餃熟了」的參考，歡迎多加利用。

整體而言，我們對煮水餃的建議如下：

1. 要用大火煮，不要細火慢燉。內餡快熟，水餃皮才不容易破。
2. 一次不要煮太多顆水餃。
3. 水滾之後，加一次水，可以延緩水餃皮變軟、變爛的時間，加兩次或三次水，好像效果不明顯。
4. 煮水餃的時間控制在 7 分 17 秒以上，到 9 分鐘之間為佳。
5. 如果不想計時，煮水餃時，切一片 1~2mm 的紅蘿蔔放進去一起煮，當發現紅蘿蔔可以被刺穿時，水餃就熟了。

捌、 參考資料及其他

1. 魏耀揮等譯(1986)。生物化學原理 p124~125。臺北市：國立編譯館。
2. 李佳琪、呂宜珊、劉仲菱、蘇司羽(無日期)。糖炒栗子之動力學研究。中華民國第四十三屆國民中小學科學展覽會。
3. 蛋白質(1999)。國民中學生物教科書上、下冊。臺北市：國立編譯館。
4. 蒲師父教您-煮水餃不會破的秘訣(2010)。2010年11月15日取自YOUTUBE。
<http://www.youtube.com/watch?v=QzHv9s-u0Fg>
5. 食品真空調理法簡介(無日期)。2010年12月15日取自行政院農業委員會畜產試驗所全球資訊網 <http://www.tlri.gov.tw/Book/Issue/issue24.asp>。

【評語】 080803

本作品探討一個生活上有趣的問題，煮水餃為何要加水，研究結果也提供很好的答案，作者自製儀器測量所謂的『Q度』以此量化一般概念(感覺)的作法很有創意，但有些研究觀摩所作的推論有些過度，仍需更多證據或進一步的觀察測量，原始構想和應用性佳。