

沸水中的泳者

高小組物理科第三名

台中縣塗城國民小學

作者：林佳慧、林君穎

徐嘉禧

指導教師：林昌泉

一、研究動機

冬至那天，我在廚房幫媽媽煮湯圓，媽媽告訴我，煮湯圓要水沸了，湯圓才能放進水裏，等到湯圓浮起來時，就熟了。當時我覺得很納悶，爲什麼要水沸了才能放進去，而當湯圓浮起來時，就表示熟了呢？於是我問媽媽，媽媽說：「這是前人的經驗。」我又去問同學，同學也都都不知道，於是我和幾位同學決定追根究底，去請教老師，並在老師的指導下，做了一系列的的實驗。

二、研究目的

- (一)研究湯圓製作的材料及過程。
- (二)研究湯圓爲何要水沸了，才能放進鍋中。
- (三)研究湯圓爲何熟了，會自動浮上水面。
- (四)研究那些因素會影響湯圓煮熟上浮的時間。
- (五)我們假設此種現象與密度有關，配合密度深入探討。

三、研究設備及器材

- (一)器材：天秤、砝碼、量筒、燒杯、酒精燈、計時器、溫度計。
- (二)用品：糯米粉、細鹽、砂糖、自來水、摘蝦網、打火機。

四、研究過程及方法

[實驗一]研究湯圓製作的材料及過程。

(一)製作湯圓的材料及過程有兩種：

1. ㄅ 是以糯米爲原料，將糯米洗淨，浸泡約半日後再磨成米漿，裝入紗袋中軋乾脫水，便成粉漿塊。
- ㄆ 取出一小部份用蒸或煮的方式，煮熟使其糊化成膠狀具有黏性，再與生的粉漿塊搓揉成糰。

□將粉漿糰分割後搓成長條狀，再切成小塊並搓圓即可。

2. ♪是以市面出售之糯米粉，直接加水攪拌後，搓揉成糰。

♪將粉漿糰分割後搓成長條狀，再切成小塊並搓圓。

(二)發現與討論：

1. 由於用方法 1 所做之湯圓內已含熟粉漿成份，恐影響實驗準確性，所以本實驗事先決定都用方法 2 製作湯圓備用。

2. 但後來發現實驗中攪動湯圓會使粉粒脫落分離！所以有些實驗只好去市場買現成（方法 1）製作的湯圓。

3. 為控制湯圓含水量的變因，所以在搓湯圓時皆採固定水和糯米粉的比例混合，以使湯圓品質固定。

[實驗二] 為什麼湯圓要水沸後，才能放入鍋中？

(一)實驗步驟：

1. 將糯米糰各做成每粒 5 公克的小湯圓 30 粒。

2. 取 5 個燒杯裝水 175 公撮，並分別加熱使其溫度達到 20°、40°、60°、80° 及 100° 之溫度。

3. 將小湯圓 3 粒 1 組分別放入 5 個不同水溫之燒杯中煮，直到水沸後湯圓浮到水面。

4. 將上列材料倒出，觀察其情況，並記錄在表一中。

(二)實驗結果：如表一

表一

起 始 水 溫	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
煮 熟 後 是 否 上 浮	是	是	是	是	是
鍋 底 狀 況	有大片的 湯圓黏於 杯底，且 燒成硬塊	有大片湯 圓黏於杯 底	有部份湯 圓黏於杯 底	有少許湯 圓黏於杯 底	杯底沒有 黏附的湯 圓
湯 圓 狀 況	互相黏結 煮得較爛	黏結狀況 稍有改善	已不太會 相互黏結	不相互黏 結	互相分開 湯圓結實

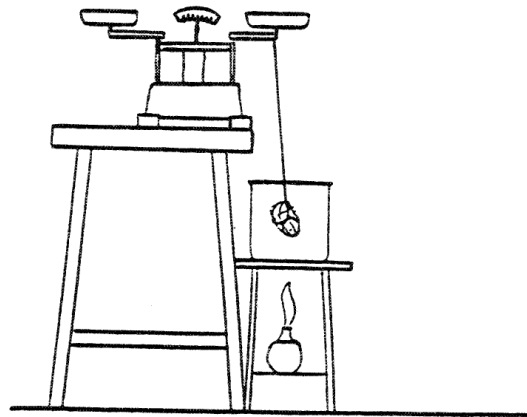
(三)發現與討論：

1. 水用燒杯加熱時，冷水較易使湯圓黏於杯底，且互相黏結。
2. 水加熱後，因有上下對流作用產生，使水往上流動，所以湯圓較不容易黏於杯底。
3. 當水沸騰時再把湯圓放入，則煮出來的湯圓不但不會黏於鍋底，且韌性夠較結實。

[實驗三] 爲什麼湯圓收入冷水中會沉入鍋底，其浮力隨水溫上升有何變化？

(一)實驗步驟：

1. 將天秤改良後，安置如右圖位置。
2. 將湯圓 10 克放入網中吊於天秤一端，並放入燒杯內水中。
3. 以砝碼保持天秤兩端平衡，從 20℃ 起，每隔 10° 記錄一次砝碼重。
4. 湯圓實際重量減在水中重 = 浮力。

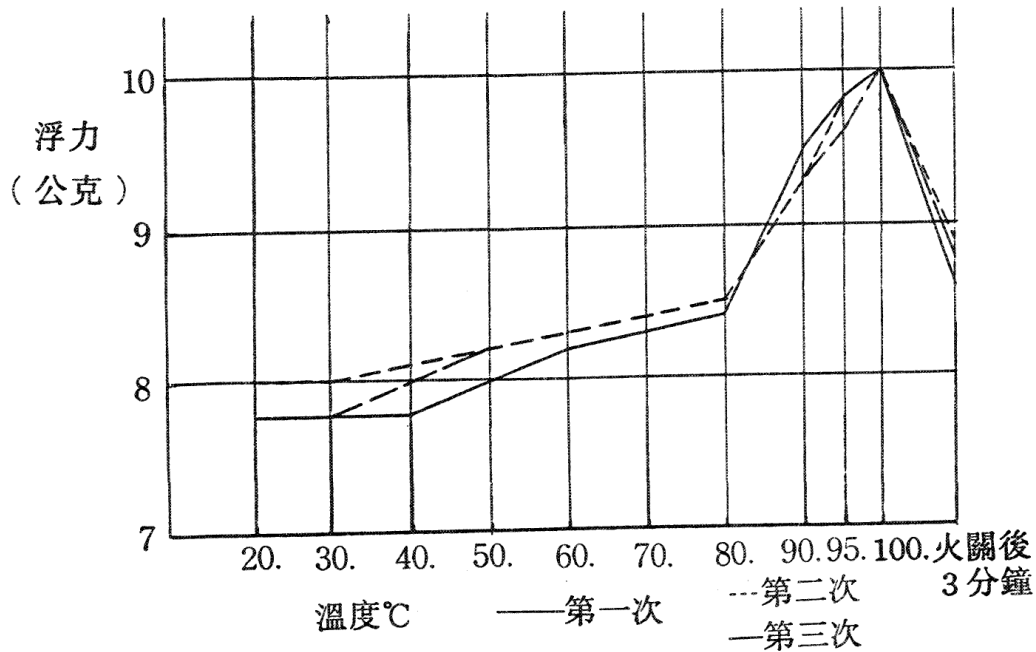


(二)實驗結果：如表二

溫度	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃	95℃	100℃	火熄後 3分鐘
第一次 測浮力	7.8g	7.8g	7.8g	8.0g	8.2g	8.3g	8.4g	9.5g	9.8g	10g	8.6g
第二次 測浮力	8.0g	8.0g	8.1g	8.2g	8.3g	8.4g	8.5g	9.3g	9.8g	10g	8.9g
第三次 測浮力	7.8g	7.8g	8.0g	8.2g	8.3g	8.4g	8.5g	9.3g	9.6g	10g	8.8g

(三)發現與討論：

1. 溫度最低時浮力最小，40℃ 以下浮力沒有改變。
2. 40° 至 80° 之間，溫度增加浮力也穩定增加，但不大。
3. 80° 以上，浮力快速增加，處於快煮熟階段。
4. 煮熟後火關掉，浮力又減少。其浮力變化曲線如下圖。



[實驗四] 為什麼湯圓熟了會自動浮起來，假設是因為密度變化而浮起，那密度又是多少？

(一) 實驗步驟：

1. 將湯圓各做成每粒 5 公克的小湯圓共 50 粒。
2. 將湯圓裝入捕蝦網中，每網兩粒共 7 個網組，然後一起放入冷水鍋中加熱。
3. 依水溫每隔 20°C 取出 2 粒，先秤其質量，再量體積，並求其密度。

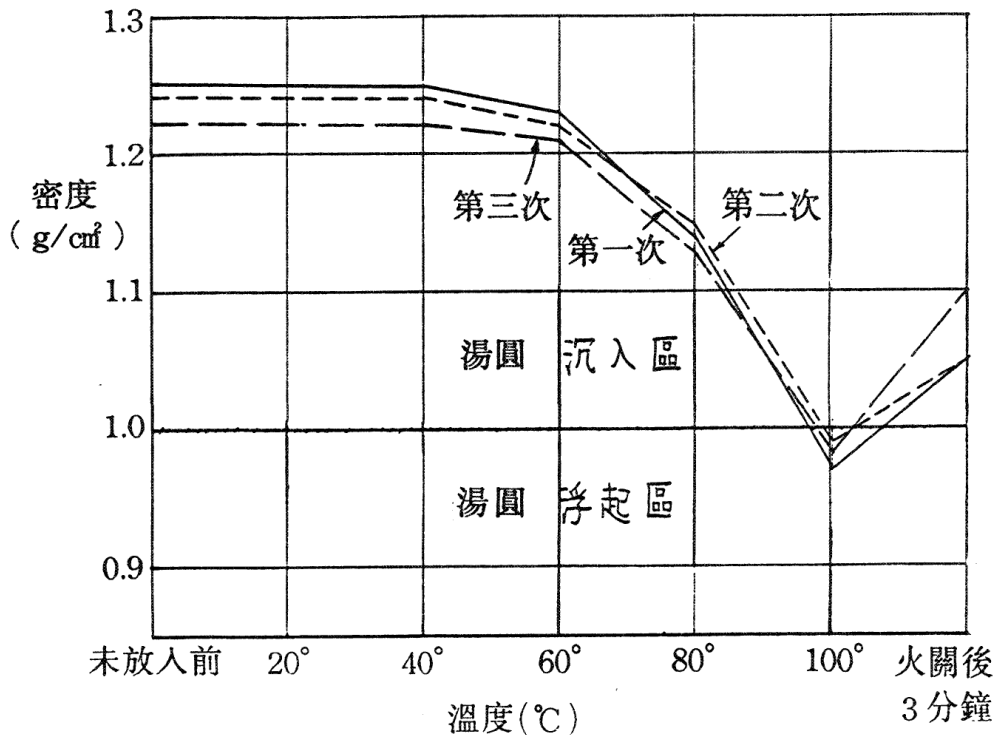
(二) 實驗結果：如表三

溫度	未放入前	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C	火關後
第一次測密度	1.25	1.25	1.25	1.23	1.14	0.97	1.05
第二次測密度	1.24	1.24	1.24	1.22	1.15	0.99	1.05
第三次測密度	1.22	1.22	1.22	1.21	1.13	0.98	1.10

(三) 發現與討論：

1. 湯圓隨水溫增加有體積膨脹的現象，故密度隨溫度升高而降低，終至煮熟而浮起。
2. 湯圓於水沸浮起時，體積最小，密度最小火關掉後，其體積會縮小一些，而使密度略為增加，終至沉入水底。

3. 其密度變化曲線如下圖：



[實驗五] 何種因素會影響湯圓浮起的速度？

實驗甲：假設湯圓的大小會影響湯圓浮起的速度。

(一) 步驟：

1. 將湯圓做成 2、4、6、8、10 克等不同質量各 4 粒。
2. 取 5 個燒杯各裝水 175 公撮，並加熱使水沸騰。
3. 將不同質量之湯圓分別放入五個沸水杯中煮熟，上浮。

(二) 結果：如表四

質量	2 克	4 克	6 克	8 克	10 克	備註
時間	1 分 35 秒	2 分 15 秒	2 分 50 秒	3 分 20 秒	3 分 55 秒	第一次
時間	1 分 30 秒	2 分 10 秒	2 分 55 秒	3 分 30 秒	4 分	第二次
時間	1 分 40 秒	2 分 20 秒	2 分 45 秒	3 分 17 秒	3 分 55 秒	第三次

實驗乙：假設湯圓的形狀會影響湯圓浮起的速度。

(一) 步驟：

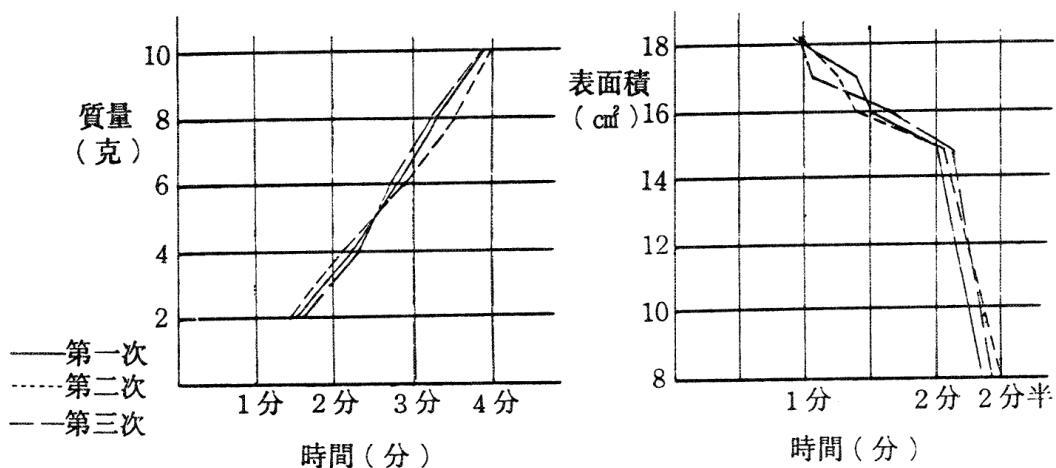
1. 將糯米糰分成 5 公克一糰，並分別做成球形、硬幣形、金字塔形、立方形、環形等五種形狀各 3 個。
2. 取 5 個燒杯各裝水 175 公撮，並加熱沸水沸騰。
3. 將不同形狀之湯圓分別放入五個沸水杯中煮熟，上浮。

(二)結果：如表五

形 狀	球 形	硬 幣 形	金 字 塔 形	立 方 形	環 形	備 註
表 面 積	8.05cm ²	18.2cm ²	16.1cm ²	15.1cm ²	17.0cm ²	為大約值
時 間	2 分 20 秒	50 秒	1 分 30 秒	2 分	1 分 25 秒	第一次
時 間	2 分 30 秒	60 秒	1 分 20 秒	2 分 5 秒	1 分 15 秒	第二次
時 間	2 分 25 秒	55 秒	1 分 40 秒	2 分 10 秒	1 分 05 秒	第三次

(三)發現與討論：

1. 湯圓的質量愈大，浮起速度愈慢，愈難煮熟，如下圖左。
2. 湯圓表面積愈大，與沸水接觸面愈多，愈快煮熟，如下圖右。
3. 湯圓煮熟的時間與其質量成正比，與表面積成反比。



[實驗六]各種溶液對湯圓浮起速度的比較。

(一)實驗步驟：

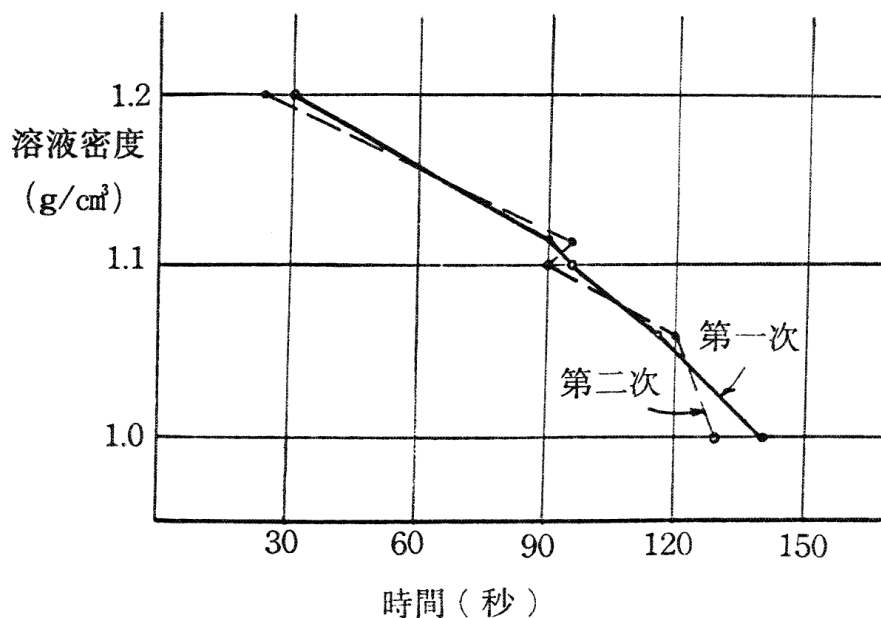
1. 將湯圓各做成每粒 5 公克的小湯圓共 20 粒。
2. 取清水，12.5% 濃度鹽水、12.5% 濃度糖水、25% 濃度鹽水、25% 濃度之糖水等五種水溶液各 175 公撮，測其密度後放入燒杯中加熱至 100°C。
3. 將湯圓分別放入各種煮沸之溶液中，待湯圓浮出水面。

(二)實驗結果：如表六

溶液種類	清水	12.5%鹽水	12.5%糖水	25%鹽水	25%糖水
溶液密度	1g/cm ³	1.1g/cm ³	1.06g/cm ³	1.2g/cm ³	1.12g/cm ³
浮起時間	2分20秒	1分35秒	1分55秒	30秒	1分30秒
浮起時間	2分10秒	1分30秒	2分	25秒	1分35秒
浮起狀況	有一半浮在水上，裏面熟透。	部份浮出水面，剖開裏面部份未熟。	部份浮出水面，剖開裏面已熟	浮在水面下撈起剖開，裏面尚未熟。	浮在水面下撈起剖開，尚有部份未熟。

(三)發現與討論：

1. 溶液密度會影響湯圓上浮的速度，密度愈大，時間愈短。
2. 水中加入鹽或加入糖，皆可使水的密度增加，故浮力增加，縮短湯圓上浮的時間，但湯圓卻不一定熟。
3. 湯圓浮起的時間與所用溶液的密度大小成反比，如下圖。



五、討論

- (一)每只燒杯加熱前，皆裝水 175ml，但因加熱過程中湯圓會吸入少量的水，同時也會蒸發掉一些，所以實驗完燒杯內的水會減少。

(二)湯圓煮熟後體積會膨脹和米煮成飯變大的原理是一樣，都是經過澱粉轉化的過程而使其脹大並變熟。

(三)湯圓在脹大的過程中，因吸入之水量沒有體積增加的量，所以密度愈來愈小。

六、結論

(一)煮湯圓都好要水沸後才收入，否則會黏鍋底和互相黏結，也會較爛，影響美味。

(二)湯圓在水中的浮力隨水溫升高而漸漸增加，直到 100°C 煮熟時最大而浮出水面，火關掉後一會兒，湯圓會再度下沉。

(三)湯圓在水溫 50°C 以上密度才會因體積膨脹而漸漸減少，而在煮熟的瞬間，密度達到最小值。

(四)湯圓煮熟瞬間的密度，剛好小於水的密度 (1 克/m³) 之下，所以我們才可以利用浮起的現象，判斷其已煮熟。

(五)湯圓浮起的現象與所用的液體密度有關，與是否煮熟並無一定關係。

(六)若我們利用其他密度較大的溶液煮湯圓，則會產生未熟即浮起的現象，宜加長煮的時間。

(七)湯圓質量愈大，愈慢煮熟，表面積愈大，則愈快愈煮熟，所以湯圓做成扁的，迅速煮熟較不糊爛，應該會更好吃。

七、參考資料

(一)自然課本第十一冊第七單元—密度。

(二)中式點心製作 (食品加工教材)

(三)食品化學 (復文書局)

評語

1. 作者利用網袋，天平測量湯圓所受浮力的方法頗為新穎，且富創意。
2. 學生對浮力、密度等相關概念亦有深入的了解，對現象的解釋合於科學原理。