

花生米的能量到底有多少？

國中生物實驗 3-1 的深入探討

國中組生物科第三名

台北市立弘道國民中學

作者：柳瑞明、孫祥軒

曾華安、袁 鋒

指導教師：張金英

一、研究動機

熱量是能量的一種，國中生物課中教我們用燃燒法測定食物的能量。當我們做生物課本的實驗 3-1 時，各組燃燒花生所得的能量均為 1~2 仟卡／克左右，而我們知道脂質能量為 9 仟卡／克，蛋白質為 4 仟卡／克，資料上顯示花生米含有 45%~50% 的油脂及 25% 左右的蛋白質，估算花生米的能量至少有 5 仟卡／克，老師說花生米的能量為 5.59 仟卡／克。

為什麼按照課本的步驟操作所得的能量會這麼低呢？我們懷疑課本中的測定方法不夠精密，使一部分熱量散失。因此我們想將測定方法稍作改良，使正確的花生米能量計算出來。

二、研究目的

燃燒實驗所使用的爐架的材質不同其吸熱也不同，吸熱用的水量不同及花生的燃燒是否完全，都會影響實驗的正確性，因此本研究針對此三項因素作探討，以改良原有的實驗方法，其項目包括：

- (一)製作五種不同材質的外罩，測試材質的影響。
- (二)改變吸熱水量，測試水量的影響。
- (三)燃燒時灌氧氣入其內，測試燃燒是否完全的影響。

三、研究設備器材

(一)實驗材料。

- 1. 花生 2. 黃豆 3. 二氧化錳 4. 雙氧水

(二)設備

自製爐架與課本上的樣式相同，但所使用的材質有五種

- 1. 奶粉罐製成之爐架 2. 保麗龍製成之爐架 3. 塑膠罐製成之爐架 4. 紙盒

製成之爐架 5. 木盒製成之爐架

(三)其他器材

1. 微量天平 2. 錐形瓶 3. 試管夾 4. 溫度計 5. 軟木塞 6. 量筒 7. 橡皮管 8. 滴管 9. 薊頭漏斗

四、研究過程或方法

(一)花生燃燒實驗(改變爐架材質及水量)

- (1)以 25 ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒花生測其能量。
- (2)以 50ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒花生測其能量。
- (3)以 100ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒花生測其能量。
- (4)以 125ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒花生測其能量。

(二)黃豆燃燒實驗(改變爐架材質及水量)

- (1)以 25ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒黃豆測其能量。
- (2)以 50ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒黃豆測其能量。
- (3)以 100ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒黃豆測其能量。
- (4)以 125ml 的水量加蓋六種不同的外罩，並燃燒黃豆測其能量。

(三)燃燒是否完全的影響

- (1)以測得花生和黃豆之能量的外罩和水量最好的，灌氧氣入其內並燃燒花生測其能量。
- (2)以測得花生和黃豆之能量的外罩和水量最好的，灌氧氣入其內並燃燒黃豆測其能量。

(四)數據計算

(1)熱量的計算方法：
$$\frac{(\text{終溫}-\text{初溫}) \times \text{水量}}{\text{花生原重}-\text{餘燼重}}$$

(2)測得花生之能量後除其理論質，取得其誤差。

花生理論值為 5.59 仟卡/克。

(3)將玻璃所吸收之能量加入計算，看其所得之能量有何改變。

五、實驗結果

1. 花生燃燒實驗之結果：

- (1)相同水量，不同外罩下：保麗龍測得之能量 > 塑膠罐測得之能量 > 木盒測得之能量 > 紙盒測得之能量 > 奶粉罐測得之能量 > 無罩測得之能量。
- (2)不同水量，相同外罩下：125ml 測得之能量 > 100ml 測得之能量 > 50ml 測得之能量 > 25ml 測得之能量。

2. 黃豆燃燒實驗之結果：

(1)相同水量，不同外罩下：保麗龍測得之能量 > 塑膠罐測得之能量 > 木盒測得之能量 > 紙盒測得之能量 > 奶粉罐測得之能量 > 無罩測得之能量。

(2)不同水量，相同外罩下：125ml 測得之能量 > 100ml 測得之能量 > 50ml 測得之能量 > 25ml 測得之能量。

3. 燃燒是否完全實驗之結果：

根據實驗一和實驗二的結果我們發現，能量之測定外罩是以保麗龍測得的能量最高，而水量方面是以 125ml 測得之能量最高，所以本實驗是以保麗龍 125ml 來做而我們發現：

(1)有加氧氣的比沒有加氧氣的所測得之能量高。

(2)在實驗一和實驗二的實驗完畢後，錐形瓶瓶底都黑黑的，但是在本實驗中，實驗完畢後瓶底卻還是乾淨的。

4. 各實驗測得花生之能量與其理論值之誤差：

(1)相同水量，不同外罩下：保麗龍測得之誤差 < 塑膠罐測得之誤差 < 木盒測得之誤差 < 紙盒測得之誤差 < 奶粉罐測得之誤差 < 無罩測得之誤差。

(2)不同水量，相同外罩下：125ml 測得之誤差 < 100ml 測得之誤差 < 50ml 測得之誤差 < 25ml 測得之誤差。

5. 將玻璃所吸收之能量加入計算後我們發現：

(1)加入玻璃所吸收的能量計算比未加入其計算的結果要高。

(2)相同水量，不同外罩下：保麗龍測得之能量 > 塑膠罐測得之能量 > 木盒測得之能量 > 紙盒測得之能量 > 奶粉罐測得之能量 > 無罩測得之能量。

(3)不同水量，相同外罩下：125ml 測得之能量 > 100ml 測得之能量 > 50ml 測得之能量 > 25ml 測得之能量。

六、討論

1. 在實驗中我們發現，花生或黃豆燃燒時，有部分的熱能會被外罩吸走，以致於實驗中的誤差加大，所以在實驗中最好選用比熱大的材質所製成的外罩，如此一來外罩所吸收的熱少，便可減少實驗的誤差。

2. 在實驗中發現，錐形瓶內的水越少，可能導致花生或黃豆所放出來的能量，無法充分的被水吸收，因而使得所測得之能量減少，誤差更大。

3. 在作完實驗後常發現錐形瓶瓶底都會黑黑的，這是因為花生和黃豆中的碳沒有完全燃燒的原故，而加入氧氣後，使得花生和黃豆燃燒更加完全，所以實驗後瓶底還是乾淨的。

4. 在作完實驗後我們發現：由紙盒和木盒所測得的能量非常相近是因為兩個外罩的隔熱度都非常相近所造成的。
5. 在作實驗時，豆子燃燒的火燄可能沒有在錐形瓶的正下方，以致於熱量沒有被水完全吸收，因而造成誤差。
6. 當豆子在酒精燈上被點燃時，有些熱量會在短暫的燃燒中被消耗，會使所測到的能量減少。
7. 在花生或黃豆燃燒時，常發現有許多熱能被錐形瓶吸走，因此必須作校正。
8. 課本中的原計算方法是：水的體積 (ml) × 升高水溫 (°C) = 熱量 (卡)，以此計算方法所算出來的是一粒花生米所產生的熱量，但花生米有大有小，所以這個數據並沒有意義，而改良後計算方法，所求得的數字是代表每一克花生米能產生多少卡的熱量，如此便可清楚的知道每一克花生米能產生多少卡的熱量了。

七、結論

經過測試結果證明，選擇適當的材質如保麗龍製作外罩，選擇適當的吸熱水量及燃燒時灌氧氣入其內，測試值非常接近理論值，將課本上的測定方法稍作改良，則正確的花生米的能量可計算出來了。

八、參考資料

- (一)國中生物課本第一冊——國立編譯館
- (二)漢聲小百科——漢聲出版社
- (三)高中物理課本第二冊——國立編譯館
- (四)國中生物課本第一冊教師手冊——國立編譯館

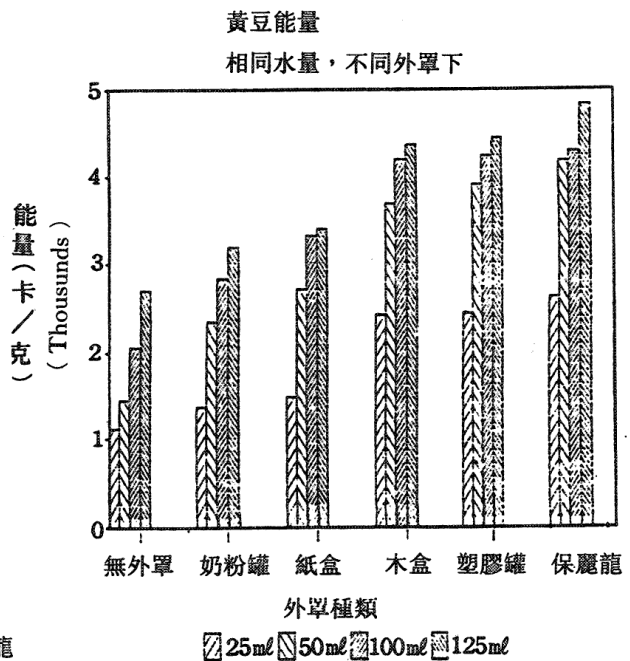
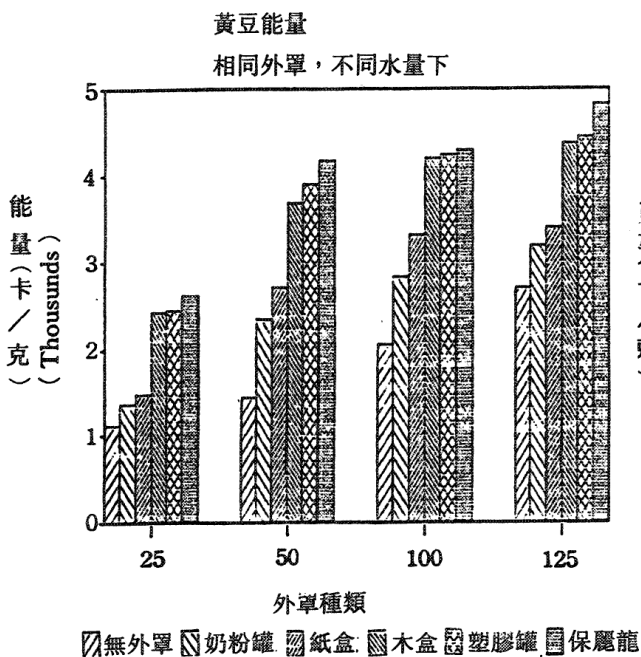
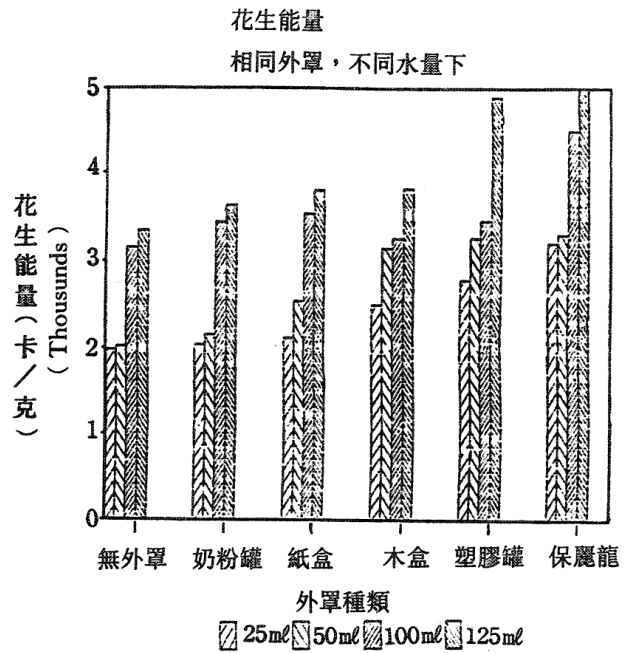
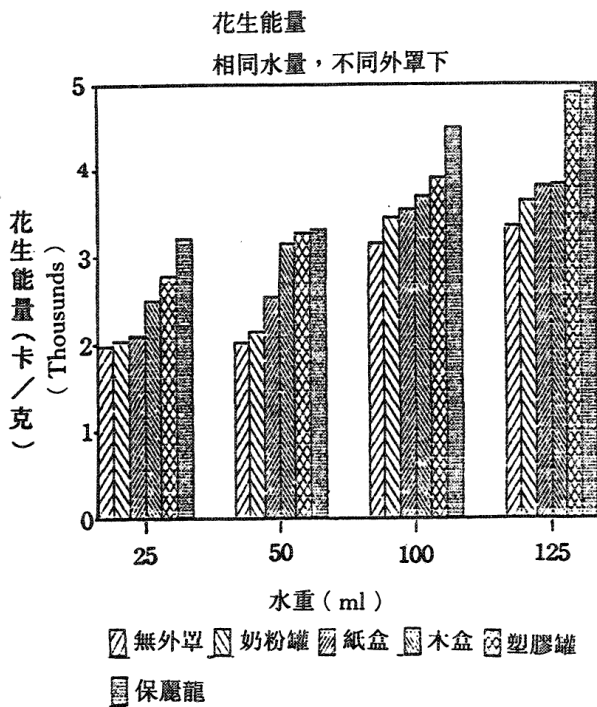
	花生能量(卡/克)			
罩/水	25ml	50ml	100ml	125ml
保麗龍	3222	3306	4507	5000
塑膠盒	2794	3283	3668	4896
木 盒	2504	3152	3536	3833
紙 盒	2126	2552	3453	3819
奶粉罐	2047	2164	3270	3646
無外罩	2000	2028	3166	3361

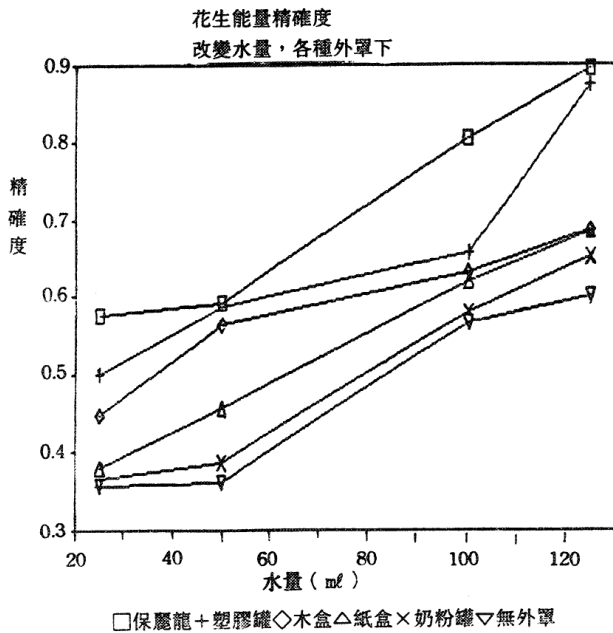
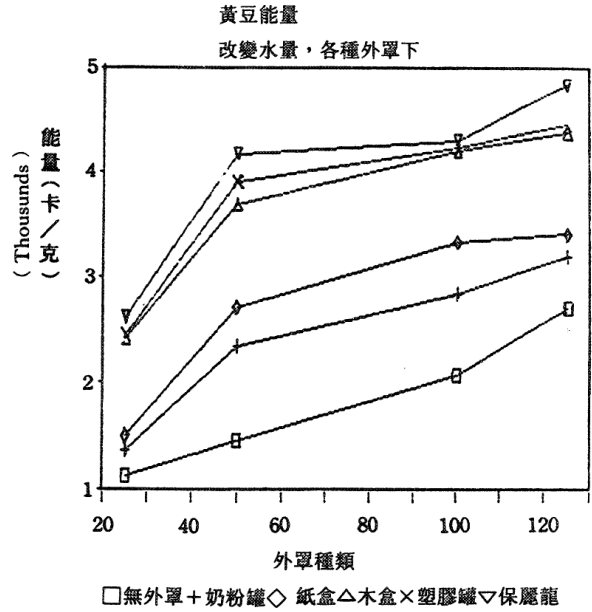
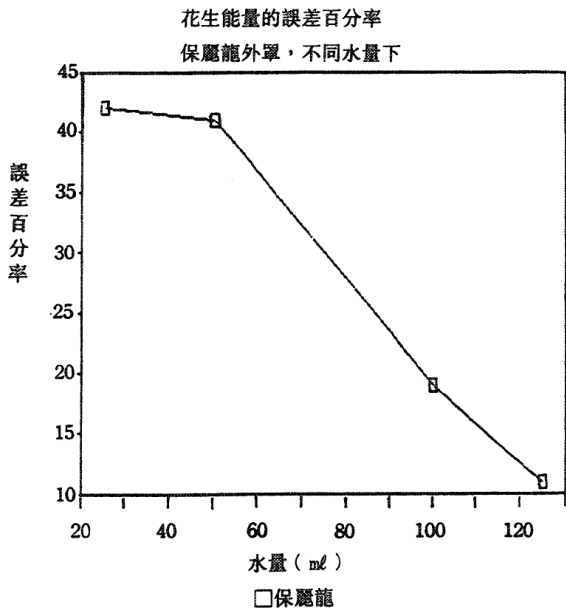
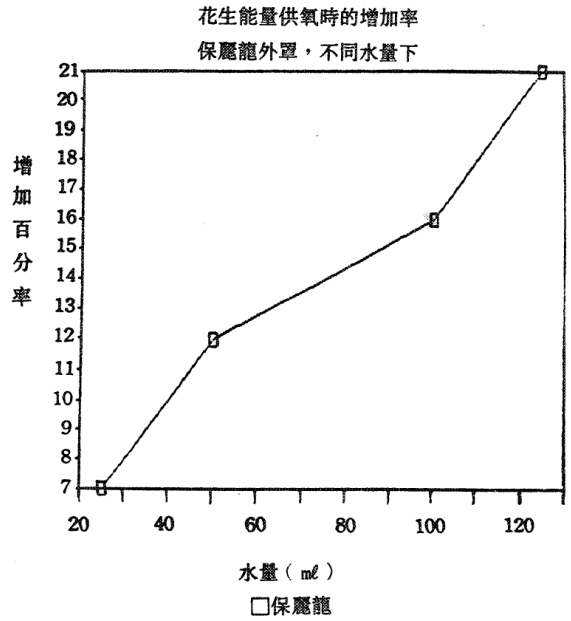
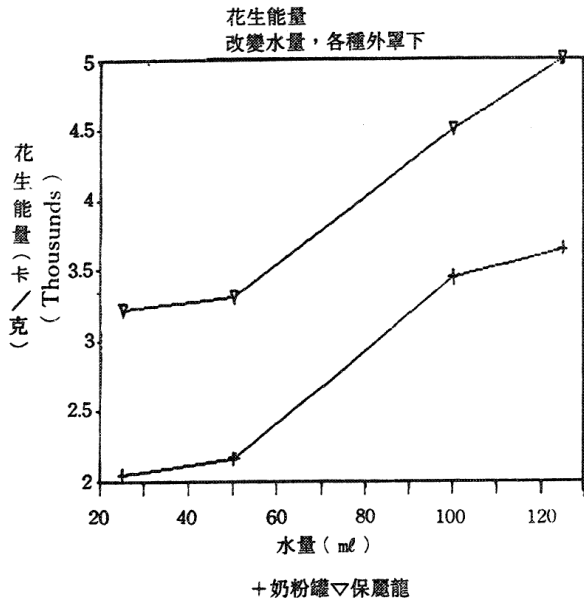
	黃豆能量(卡/克)			
罩/水	25ml	50ml	100ml	125ml
保麗龍	2625	4167	4300	4833
塑膠盒	2458	3917	4233	4444
木 盒	2431	3694	4199	4377
紙 盒	1500	2722	3333	3403
奶粉罐	1375	2353	2833	3194
無外罩	1124	1458	2074	2708

花生能量的誤差				
罩/水	25ml	50ml	100ml	125ml
保麗龍	42%	41%	19%	11%

加算玻璃的花生能量				
罩/水	25ml	50ml	100ml	125ml
保麗龍	3567	4167	4607	5438

供氧花生能量的增加率				
罩/水	25ml	50ml	100ml	125ml
保麗龍	7%	12%	16%	21%





評語

- I 在展覽一般多是廣泛的籠統的觀察報告中，本組貴在針對不合理的燃燒值，努力執着作更精確防止熱量放散等之設計，而獲得了與理論更接近的合理的值。此精緻為其精神的科學態度值得鼓勵。
- II 改良的雖然只是①隔熱程度不同素材之選擇②吸收熱量的水是否足夠③積極的氧氣的供給條件而已，但是每項都提到了燃燒實驗必須經常注意的三大條件：①Dissipation②servoir③Electron accep Tor，因此而能更進一步的窺伺到國中教課本的內容中還沒有提到，但該早日提到的熱力學、生理熱力學上的重點。
- III 表面上，此實驗只屬物理化學領域，最多也是食品營養的問題。其實不然，在現代生命科學中，物理化學觀，尤其是能量利用的經濟效率的調控是與遺傳訊息之調控，並行的兩大生命現象之鉅鎮之一，作者們有意無意中重視到這題目，也是值得鼓勵之理由。
- IV 可是他們也有不可忽視的缺點，那是在討論上沒有注意到食品之熱量，其實還須要根據生物在生化上以酵素的代謝體系轉換其氧化能量來利用的效率如何而定的事情，這可能是指導老師還沒有真正把握燃燒在生理上是甚麼意思的關係吧，希望後續者能予以注意。其他，報告的第十頁第九格的實驗值 0.25 應是 0.55 之打字上錯（打字到深夜，同學如此回答）。no excuse！內容應仔細校正，這也是科學家之態度。還有為何無罩實驗的花生米的顆重都比較重，沒有說明，應有很好的作此選擇之理由呀。