

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：從折斷到入口--義大利麵彎曲與口感的實驗分析

一、摘要

主要是針對義大利麵烹煮時間與麵條物理性質差異所進行的探究報告。起因是同學們在相同時間下煮麵卻產生不同口感，經過討論發現不同品牌的義大利麵建議煮法與成分皆有差異。於是，學生團隊設立了四大研究目的，包含：折斷時的物理差異、不同煮麵時間下的抗彎與抗拉能力分析，及這三者之間的關聯。

我們選用三種品牌（藍牌、綠牌、紅牌）進行實驗，並自製實驗設備，分別進行麵條折斷、抗彎與抗拉能力測試，搭配 Excel 進行統計分析（ANOVA）。實驗發現，不同品牌在曲率、折數、兩端距離上皆有顯著差異，其中紅牌可彎曲性最低，斷裂時最不易分成多節。煮麵實驗顯示，煮越久抗彎能力越弱，藍牌與綠牌在建議時間煮熟時有較佳口感與彈性，紅牌則整體偏軟。抗拉能力方面，藍牌在 10 分鐘時最強，但時間一久下降；綠牌與紅牌則隨時間增加而穩定提升。

結論指出，綠牌義大利麵因蛋白質含量高、麵體較粗，在口感與彈性上表現最佳。這份報告不僅驗證不同品牌義大利麵在物理性質與烹煮效果上的差異，也為消費者選擇義大利麵提供了實用參考。

二、探究題目與動機

在家政課中，我們進行了煮義大利麵的實作活動。老師要求我們將麵條烹煮固定時間後調味，卻發現雖然操作方法一致，各組煮出來的義大利麵口感卻不盡相同。有的偏硬、有的太軟，甚至出現中心尚未熟透的情況。經討論與觀察，我們發現每組使用的義大利麵品牌皆不相同，進一步查閱包裝，發現各品牌在建議烹煮時間與成分上也有所差異。這個現象引發我們的好奇：不同品牌的義大利麵是否因成分或結構差異，在物理性質上也有所不同？我們希望透過實驗驗證這些變因與麵條口感之間的關聯。

三、探究目的與假設

根據我們查到的資料，我們發現有人做過折義大利麵(未煮)的實驗[1]，但卻沒有將其結果與煮熟的義大利麵做結合，我們嘗試將它結合一起，因此我們整理了以下幾個研究目的：

1. 探討不同品牌的義大利麵在折斷時，其折數、兩端距離及曲率之間有什麼差異。
2. 探討不同品牌的義大利麵，在不同的煮麵時間下，麵條的抗彎能力的變化。
3. 探討不同品牌的義大利麵，在不同的煮麵時間下，麵條的抗拉能力的變化。
4. 討論以上三者之間的相關性，並找出影響口感與物理性質的因素。

四、探究方法與驗證步驟

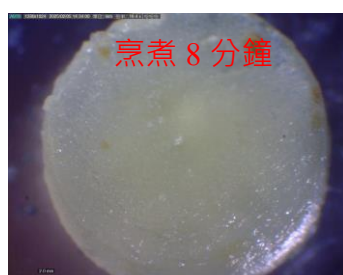
藉由上述的探究目的，我們買了三種不同品牌的義大利麵，其外包裝主色調分別為藍色、綠色與紅色。因此，以下的實驗我們均以藍牌、綠牌、紅牌來稱呼。



(一) 義大利麵成分、產地與建議烹煮時間

品牌	成分	原產地	直徑範圍(mm)	建議烹煮時間	蛋白質	脂肪
藍牌	杜蘭小麥粉、水	土耳其	1.64~1.75	6~8 分鐘	10.5	0.5
綠牌	杜蘭小麥粉、水	台灣	1.89~1.96	10 分鐘	12.4	0.7
紅牌	硬粒杜蘭小麥粗麵粉、水	澳洲	1.95~2.05	12 分鐘	12.5	2

我們實際試吃後發現藍牌的烹煮時間要超過 7 分鐘才不會有中心尚未熟透的口感。透過顯微鏡拍攝煮好 6 分鐘與 8 分鐘的麵條橫切面可以發現端倪，6 分鐘中心還有一點點白色的地方，表示尚未煮透。8 分鐘就沒有這個現象了。



(二) 名詞釋義

1. **折數**：使用統一長度 24.5cm 的義大利麵，利用自製的實驗設備將未煮的麵折斷，折斷後的段數即為折數。
2. **兩端距離**：我們利用自製的實驗設備(機身貼有直尺)進行折斷義大利麵，透過慢速錄影找出即將斷裂時，機器兩端移動轉軸之處的距離。

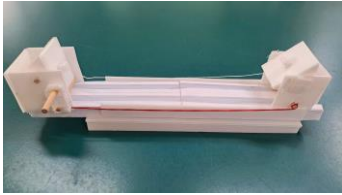
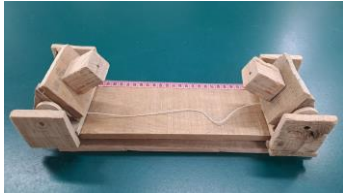
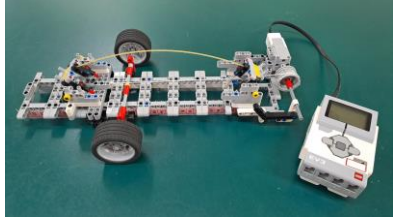


3. **曲率**：因義大利麵彎曲時，其曲線與二次函數 $y = ax^2$ 接近，亦即非常接近拋物線，所以透過線上軟體 desmos 找出 a 值，特性是 a 值越大，開口越小，曲率越大。
4. **抗彎能力**：吊掛重物時，義大利麵會因重力產生彎曲，再因彎曲應力過大而斷裂，此與麵條軟硬度有關，因此，抗彎強度即為義大利麵吊掛重物時產生斷裂的重量。
5. **抗拉能力**：在拉伸負荷下所能承受的最大應力，超過這個極限，義大利麵就會被拉斷，此與麵條的彈性有關。因此，抗拉能力即為義大利麵透過自製實驗設備所旋轉的角度。
6. **烹煮時間**：本實驗將烹煮時間分為 2、4、6、.....、20 分鐘，下圖為紅牌烹煮時間不同所呈現的顏色差異。

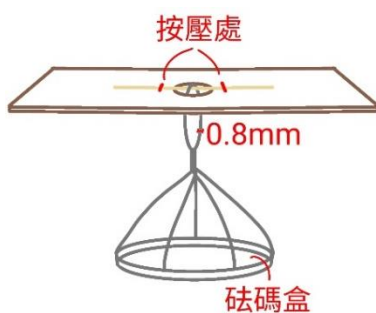


(三)實驗設備

1. 折斷未煮義大利麵的設備

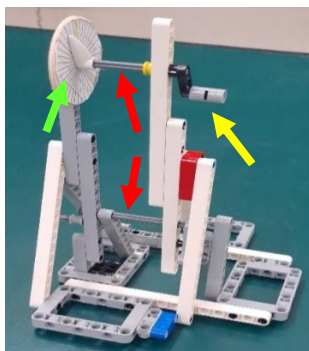
機器	一代機	二代機	三代機
			
操作	1.將麵條卡在機器上 2.轉動把手 3.觀察麵條折斷時，兩端的距離	1.將麵條卡在機器上 2.拉連接可移動端的繩子 3.觀察麵條折斷時，兩端的距離	1.將麵條卡在機器上 2.操控主機使一端向內移 3.以慢速錄影觀察麵條折斷時，兩端的距離及曲率
優點	製作簡單、材料方便取得	解決一代機材容易分離的問題	解決前兩代機器無法勻速前進的問題，數據精確。
缺點	材質太輕機器容易分離，數據誤差過大	製作耗時，軌道不平整導致數據有誤差、無法勻速前進	材料偏貴，機器的程式撰寫與組裝需由學過的人進行。

2. 抗彎能力實驗設備



- (1)將麵條穿過砝碼盒上的繩圈並置於木板上
- (2)用手按壓麵條兩處(相距 6 公分)，避免麵條滑落
- (3)利用麵粉自製砝碼，用電子秤測量 1、5、10、15 克裝入小夾鏈袋中，接著於盒內添加麵粉袋直至麵條斷裂，然後記錄斷裂時盒內麵粉總重，同一時間均收集五次數據。

3. 抗拉能力實驗設備



- (1)將麵條兩端黏在圖中紅箭頭處，兩個水平桿距離是 11cm
- (2)接著旋轉旋鈕(圖中黃箭頭處)，利用慢速錄影，找出旋轉角度(圖中綠箭頭處)，同一烹煮時間均收集三次數據。

五、結論與生活應用

藉由上收所收集到的數據進行分析，所得的結果如下：

(一) 不同品牌的義大利麵在折斷時，其折數、兩端距離及曲率之間的差異

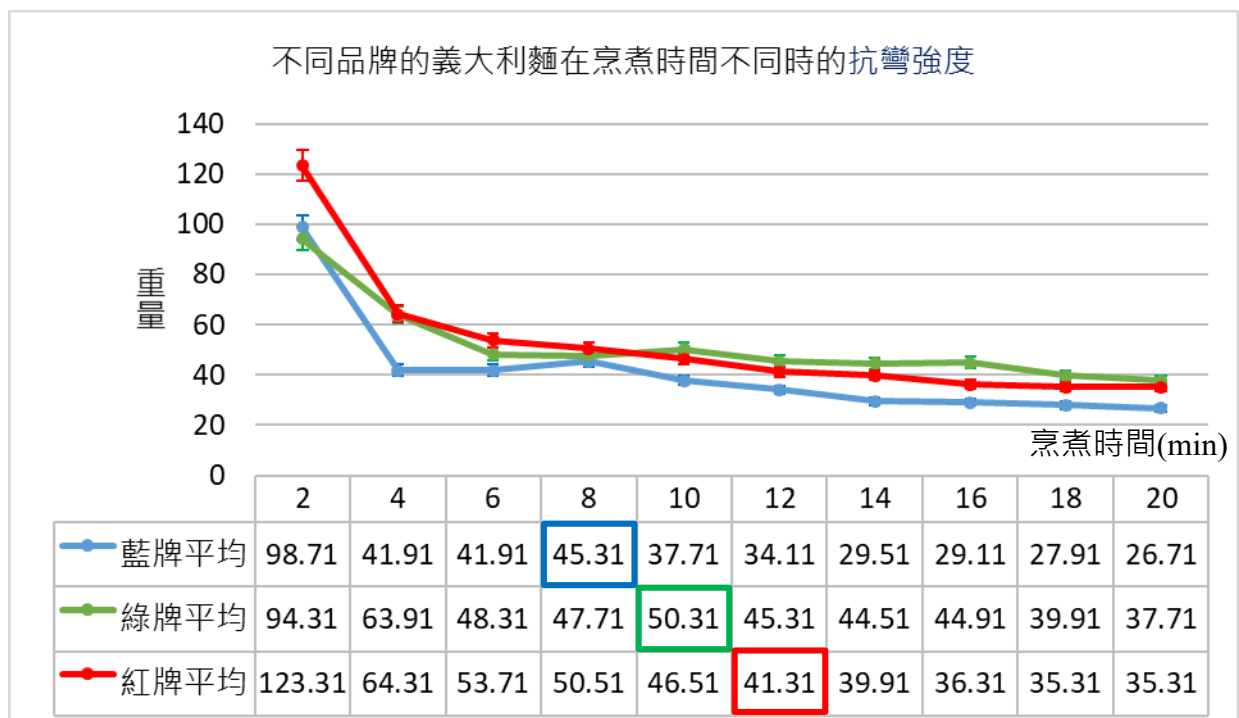
	藍牌	綠牌	紅牌	檢定值	顯著性	事後比較
曲率平均	0.169	0.181	0.132	19.85	p<0.05	綠>紅；藍>紅
兩端平均距離	17.49	18.24	19.55	20.83	p<0.05	藍<綠<紅
平均斷裂折數	2.2	2.4	2	11.04	p<0.05	

設備中輪子的前進速度為每秒 2.37cm，將三種品牌的義大利麵分別進行 10 次測試，並將收集的曲率、兩端距離的數據進行變異數分析(ANOVA)，折數則是進行卡方檢定(χ^2 -test)，結果以上方表格呈現，說明如下：

- 曲率與兩端距離：**三種不同品牌在曲率與兩端距離的表現上確實有明顯差異，以紅牌的可彎曲程度最低、兩端距離最長。可能與成分有極大關係，紅牌可以用手觸摸出明顯的顆粒感，藍牌與綠牌則無。
- 折數：**三種不同品牌在折斷後的段數表現上確實有差，其中以紅牌皆斷成 2 節與其他兩排有明顯差距，綠牌有四次斷成 3 節，藍牌有一次斷成 4 節，表示雖然義大利麵的主成分皆是杜蘭小麥粉，不同品牌的含量比率會有不同。此外，依據我們所搜尋的資料裡[2]，義大利麵要斷兩截需先扭再折，但在此實驗中，其實只要輪子前進速度夠慢，便會有很高的機率只斷兩節。

(二) 不同品牌的義大利麵，在不同的煮麵時間下，麵條的抗彎能力

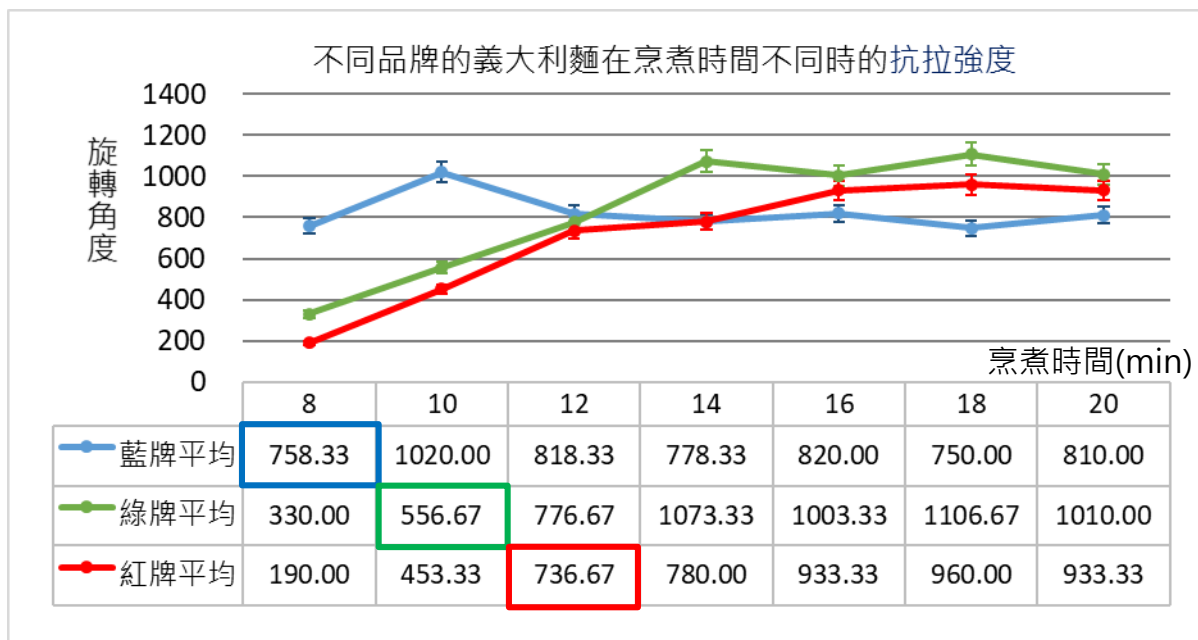
實驗設備的砝碼盤重量為 26.71g，將收集到數據平均後加上 26.71，利用 excel 的統計分析畫出下方的折線圖，框起來的數為該品牌建議烹煮時間的平均重量。接著使用變異數分析辨別不同品牌在不同烹煮時間的抗彎能力差異。說明如下：



1. 未煮熟前，不管哪種品牌，其抗彎能力都比較強，隨著煮的時間增加，抗彎能力有非常明顯的下降趨勢。
2. 煮熟後，藍綠紅三品牌透過 ANOVA 分析，F 值分別是 56.08、84.75、50.15 均達顯著。表示不管哪種品牌，抗彎能力的確也是逐步下降。值得注意的是藍牌與綠牌在剛好煮熟時的抗彎能力都有些為提升，經由事後比較確定「藍牌煮 10 分鐘」與「綠牌煮 10 分鐘」的抗彎能力的確比較高，**顯示此兩品牌在剛煮好時的軟硬度口感較佳**。而紅牌抗彎能力在剛煮熟時為三者最低，顯示口感上較另外兩種品牌軟。推測此與三種品牌每百公克的脂肪含量相關，

(三) 不同品牌的義大利麵，在不同的煮麵時間下，麵條的抗拉能力

利用 excel 的統計分析畫出抗拉能力的折線圖，框起來的數為該品牌建烹煮時間的旋轉平均角度。因麵體未煮熟前無法掛上實驗設備，所以我們的數據由烹煮 8 分鐘後開始收集，接著使用變異數分析辨別不同品牌在不同烹煮時間的抗拉能力差異。說明如下：



1. 由上面圖表知，藍牌的抗拉強度在烹煮 10 分鐘顯示最大，之後便有下降趨勢，但時間一久趨勢並不明顯。於是我們進行 ANOVA 分析，得出 F 值為 5.73，達到顯著差異。表示不同時間下的抗拉強度的確有差異。再進一步進行事後比較，發現只有 10 分鐘的抗拉強度明顯優於其他時間，至於 12 分鐘後的抗拉強度並沒有顯著的差異情況。
2. 綠牌與紅牌的抗拉強度隨著烹煮時間增加而增加，並沒有像藍牌一樣有特別突出的地方。遂進行 ANOVA 分析，得出 F 值分別為 16.18 與 18.83，皆達到顯著差異。顯示這兩品牌在不同時間下的抗拉強度的確有差異。進行事後比較發現綠牌在 8~12 分鐘有明顯差異，但 14~20 分鐘彼此的差異便不



顯著了。紅牌則是 8~14 分鐘有明顯差異，而 16~20 分鐘彼此的差異不顯著。

3. 綠牌與紅牌的蛋白質含量為每百克 12.4 與 12.5 克，麵體較粗，藍牌蛋白質含量較少，僅有 10.5 克，麵體稍細。所以，當烹煮時間越長，麵本身的 Q 彈程度以藍牌來說並不好，但綠牌和紅牌就比較 Q 彈了。

(四) 總結

從參考資料[3]中，知道義大利麵要好吃需要有許多因素配合，義大利麵多用「杜蘭小麥粉」(Durum Wheat Semolina)，蛋白質含量通常 12-14%，比一般中筋麵粉還高。這種粉做出來的麵條煮後不容易爛，有「Al dente」(to the tooth)的理想口感，口感主要來自蛋白質(筋性)和水合程度。高蛋白也讓麵條在煮的過程中能保持形狀，不會糊糊爛爛。其脂肪含量通常很低(每百公克低於 1 克)，但製作時其添加物會增加脂肪含量。

我們買到的紅牌義大利麵脂肪含量明顯較高，且多含硬粒粗粒麵粉，生的時候進行折斷實驗時，其彈性也不足以讓折斷的段數增加，雖然麵體較粗，但煮熟後的抗彎、抗拉強度也明顯沒有比綠牌好。藍牌則是麵條較細，蛋白質含量較少，生的時候進行折斷實驗僅有一次可折成 4 節，比例稍低，煮熟後的抗拉和抗彎能力也明顯是三者中最差的。最後，實際煮來吃吃看，我們皆一致認為綠牌的口感果真是是三者中最好的。

參考資料

1. 洪宛瑩、呂閑筠(2016)。一折不兩斷的義大利麵條 —探討不同條件下義大利麵條的斷裂情況。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會。取自：<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/030113.pdf>
2. 怎麼把義大利麵折兩半？困擾諾貝爾獎得主的難題有解。取自：<https://dq.yam.com/post/9896>
3. 揭示硬粒小麥蛋白質數量和品質對熟麵食質地特性和微觀結構的影響。取自：<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cche.10627>