

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學科(2)(環保與民生)

組 別：國小組

作品名稱：「如何在家做出軟嫩的牛排？」—

探討牛肉嫩度在不同環境下的變化



關 鍵 詞：嫩度、中心溫度、舒肥

編 號：

摘要

本研究想知道在料理牛肉時如何不切開肉就能判斷內部的熟度。我們用大型曬衣夾、鴨舌棒、捲尺製作出簡易的測量牛肉嫩度工具，利用曬衣夾的彈力夾住不同熟度的牛肉時，夾子握把的間距值來表示牛肉的嫩度，間距值愈大，表示愈軟嫩。實驗中利用舒肥機準確的加熱牛肉，至所要的熟度，發現牛肉在中心溫度到達 50°C 的時候會變得比生肉還軟嫩，但繼續加熱至 65°C 會逐漸變硬。我們將青木瓜切片烘乾後，直接塗抹在牛肉表面，靜置 2-4 小時，發現青木瓜裡的分解酵素還是能有效的分解蛋白質，方便一般家庭保存及使用。

「如何在家做出軟嫩的牛排？」—探討牛肉嫩度在不同環境下的變化

壹、研究動機

我們常常有這種經驗——偶爾會想去牛排館吃牛排，當服務生送上牛排時，滿心期待的切開第一塊後，發現牛排外面明明都熟透了，裡頭的肉卻不夠熟，然後又得送回廚房再請廚師煎熟一點，這種經驗讓人十分掃興。我們曾經在家裡試著煎牛排，才發現原來煎出一塊想要的熟度的牛排還真不簡單，不是過熟，就是太生！難怪坊間著名牛排館消費一次動輒數千元，讓人荷包大失血！所以，為了想讓大家能在家就能做出水準之上的牛排，我們想以科學的角度來研究煎牛排這項看似簡單卻頗具技巧的廚藝。

貳、研究目的

- 一、能自製簡單測量工具測量牛肉的嫩度。
- 二、探討牛肉在不同溫度中的嫩度變化。
- 三、比較市售嫩精和自製醃漬物對牛肉軟化的效果。

參、研究設備及器材

真空包裝機、舒肥機、菜刀、砧板、真空袋、彈簧、電子秤、溫度計、相機、銅棒、塑膠管、尺、電子測距尺、捲尺、塑膠曬衣夾、電腦、攝影機、乾果機。

肆、研究過程及方法

一、相關資料蒐集


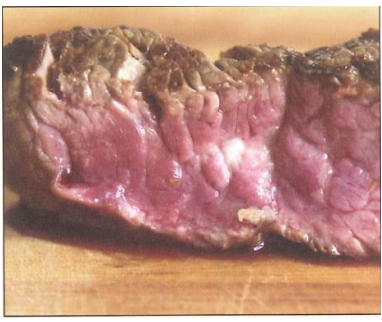

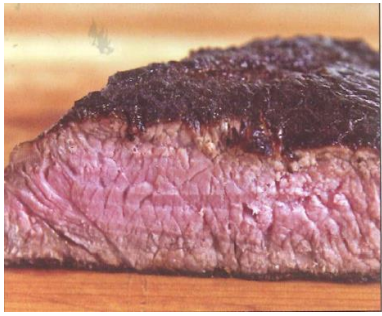
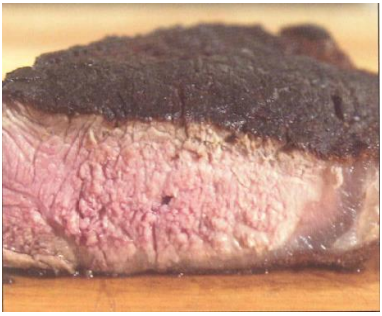
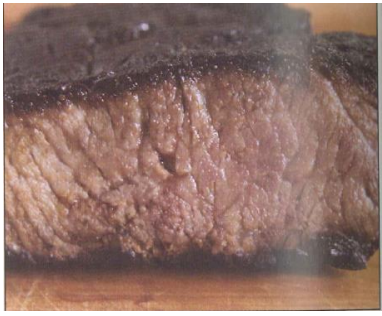
(一) 牛排熟度與嫩度

肉品是一門很高深的學問，牛肉尤其複雜。老師讓我們試吃過美國、台灣、紐西蘭的牛肉，雖然都購買同一部位（沙朗），但是發現三個地區的牛隻因為品種、生長環境、飼養方式、保存條件…等，有很明顯的差異。一般來說，牛排好吃的三個標準：嫩度、多汁、風味，必須要夠厚的牛排才能兼具三種條件。不考慮複雜的因素，烹調**溫度與時間**是最直接影響牛肉嫩度的關鍵，溫度高則容易熟，到達想要熟度的時間就愈短，而熟度愈高，肉的嫩度就愈低。依照外國與我國常用的牛排熟度，分為四種：medium rare（三分熟）、medium（五分熟）、medium

well (七分熟)、well done (全熟)，這些熟度是以牛排的**中心溫度**訂定的，但是經過我們查詢國內外網站資料，發現並沒有相同的絕對溫度標準，反而對肉切開後切面的顏色有較一致的看法，(如圖一至六)，參考完找到的資料後，本研究的牛肉熟度採取差距較大的標準(如表一)。

表一 本研究的熟度定義

熟度	三分熟	五分熟	七分熟
肉的中心溫度	50°C	58°C	65°C

		
圖一 生肉	圖二 一分熟	圖三 三分熟
		
圖四 五分熟(粉紅肉色，比三分熟更乾一些)	圖五 七分熟(很淡的粉紅色、接近棕色)	圖六 全熟(完全無粉紅色，全棕色)

註一：圖一~圖六照片取自《肉品料理終極大全：10大類肉品知識百科 X12種核心烹飪技法應用 X風味構成要素 X 175道經典肉料理、醬汁高湯食譜》

(二) 餐廳廚師的測量牛排熟度的方法

我們曾查過網路的食譜--牛排每面煎三分鐘之類的簡單方法，可是這種方法沒有考慮到肉的厚度、肉的大小、瓦斯爐的火力、鍋子的導熱性…等因素，成果跟網路上的美圖差很多。於是我們向就讀廚藝科系的親戚請教：廚師在煎牛排時如何測量肉的熟度？得到的答案居然是依靠手指按壓牛排的感覺，我們查了料理的書籍，書上的介紹方法也是如此：「將右手食指與姆指指尖交疊，比出一個圓圈，這時用左手食指去按壓大姆指底下手掌肌肉（一般稱大魚際），這時的相當於三分熟的牛排。中指與姆指交疊時，按壓大魚際的力道為五分熟，以此類推可知七分熟、全熟的按壓力道。」

但這種方法需要許多的經驗累積才能練就這項技巧，對於家庭來說，很難在平常料理牛肉時用此方法精準的判斷牛排熟度。

(三) 市面常見的料理牛排工具

1、專用溫度計：

為求在短時間烹調牛排，絕大部分的食譜都建議用大火煎，把烹調時間盡可能縮短，因此為了在肉快速變化的情形下立即測量牛排中心溫度，常用價格昂貴的快顯溫度計(圖七)來測量，甚至有可以將溫度計穿刺在牛肉中心一同料理的專用溫度計(圖八)。



圖七



圖八

2、舒肥機與真空包裝機：

舒肥機（圖九）其實就是有恆溫功能的水槽，料理的食材需放置在保鮮袋裡用真空包裝機（圖十）將袋子裡的空氣抽出，然後以固定的水溫將熱傳導給食材，這種低溫、長時間的方式可以將食材烹煮至想要的溫度。

本研究為了能精準的控制牛肉的熟度，也使用了上述的工具。



圖九



圖十

二、研究一~自製測量牛肉嫩度的工具

本研究主要探討影響牛肉軟嫩度的因素，我們參考廚師按壓牛肉測量幾分熟的方法，試著用方便且便宜的器具來測量牛肉的熟度，所以我們決定先自製測量工具。這個過程中，我們先把討論構想並畫在筆記本，然後實做、測試，失敗再改良，不斷重複此歷程，最終做出穩定的測量工具。

（一） 第一階段方法

我們用木板製作一個可調整重量的測量底座，中間孔洞放置口徑較大的玻璃管，以有裝水的透明長試管當向下施力的物體，當試管的重力壓在肉的表面時，它會陷下去，再對照底座上的玻璃管刻度，即可測量位置改變的量。但是經過我們實測後，我們發現裝在管子內的水重量不夠，牛肉表面因為受力不足，無法有明顯的差異，此作品宣告失敗。



圖十一



圖十二



圖十三

(二) 第二階段方法



圖十四



圖十五



圖十六

之前裝水的試管重量不夠，所以我們改良第一階段工具的測量負重過輕問題，決定把透明空心管改成實心銅管增加重量。本階段的工具設計原理是從以前玩過的彈力球發想，球從空中落下遇到硬的地板會反彈較高，相反的，如果掉落在較軟的物體上，彈力球則反彈較低。應用此原理，如果牛肉較熟的話，代表它的肌肉纖維緊繃，不易嚼爛，那物體如果掉在較熟的牛肉表面，反彈的力量應該比較生的牛肉來得大。所以我們訂製不同尺寸的實心銅管（直徑 1 公分，長度有 1、2、10 公分長）、玻璃彈珠以及鋼珠（三種規格：0.6、1、1.6 公分），讓上述的物體分別在內徑 2 公分、長 64 公分的透明壓克力管中自由落下，然後以 4K 畫質（每秒可切割 30 張畫面）的攝影機拍攝物體掉落牛肉表面後反彈的高度，以其中一次測量過程及結果如下：

1、牛肉烹煮條件：3 公分厚牛排，重量約 300 克，以舒肥法控制至中心溫度達 65 度。

2、掉落物體有三種：

甲：玻璃彈珠，直徑 1.6 公分、重量 4.5 克。

乙：鋼珠，直徑 1.6 公分、重量 16.5 克

丙：實心銅柱，直徑 1 公分、長度 1 公分的，16 克重。

3、甲乙丙三種物體在同一塊牛肉的 5 個測量點分別測量物體反彈高度數據 1 次後，這 5 個測量點的數值取平均。

4、此實驗以相同條件重複三次。

表二 三項物體(甲：玻璃彈珠、乙：鋼珠、丙：實心銅柱)掉落

物體種類		反彈高度(cm)								
		第一次實驗			第二次實驗			第三次實驗		
		甲	乙	丙	甲	乙	丙	甲	乙	丙
5 個 測 量 點	1	4.3	1.6	-1	-1.6	1.8	-	2	-1.6	-1.9
	2	5	2.8	-0.5	-1	-1.6	-	1.9	-1.5	-
	3	4.6	2.8	-0.5	-1.6	-1.6	-	2.4	-1.6	-
	4	5.5	5.3	-0.2	-1.6	-0.6	-	2	-1.5	-
	5	5	2.8	-0.2	-1.6	-1	-	2.1	-1.5	-
平均		4.88	3.06	-0.48	-1.48	-0.6		2.08	-1.54	

從上述結果我們認為此方法有幾項問題：

1、玻璃彈珠本身重量太輕，導致在三次實驗中測得的數據不穩定，竟然出現差距頗大的結果。

2、鋼珠重量比玻璃彈珠大，可以在第一次實驗中，測量到的 5 個數值，差異過大。

3、銅柱並非球體，第二、三次實驗中，銅柱掉落後完全沒有反彈，陷落在牛肉中。

因此，此方法不能得到穩定可靠的數據，所以只好捨棄不好。

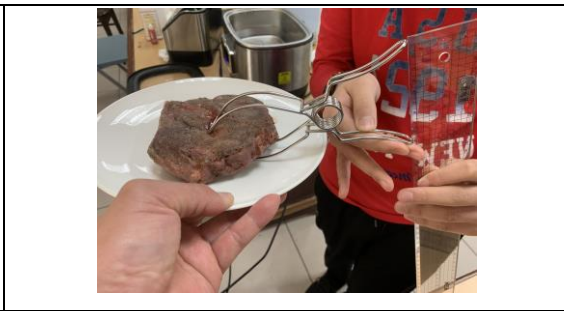
(三) 第三階段方法

1、設計原理：

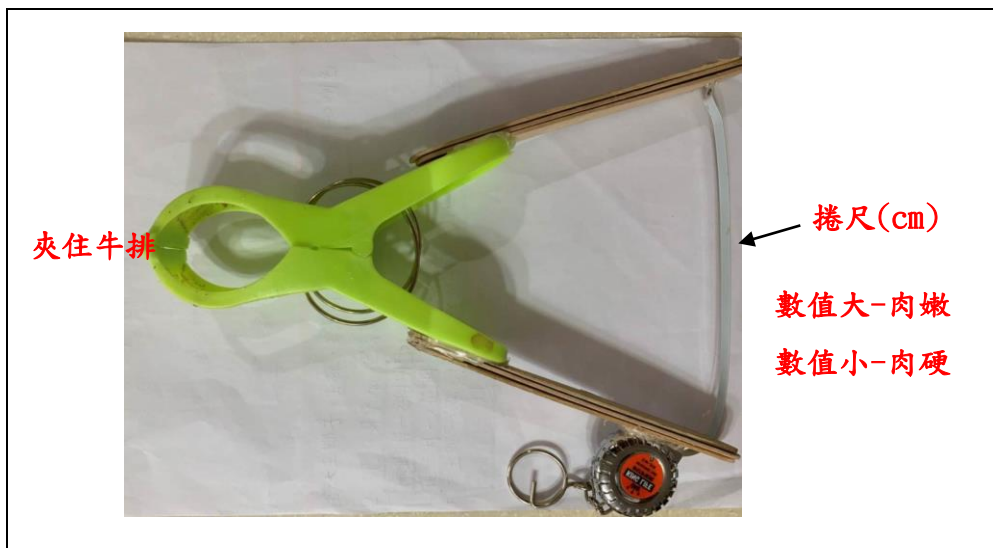
我們捨棄以肉的彈力將物體彈高的方法，改用能提供穩定力量的工具，於是想到了媽媽在家裡曬棉被用的大曬衣夾。為了尋找合適夾力的衣夾，我們模擬廚師用手指按壓牛排的力道，用食指在電子秤上面施力，結果發現數值落在 600~1000 公克的範圍內，為了找出合適的衣夾彈力，我們特地到製造彈簧的工廠買來不同尺寸的壓縮彈簧來測試衣夾的彈力，利用課本學到的虎克定律，夾子使彈簧壓縮了 1.2 公分，銅條（164.5 克）使彈簧壓縮 0.2 公分，所以推算夾子的彈力為 $164.5 \times 12 / 2 = 987$ 克，很貼近人的手指按壓力道，所以決定使用圖十七的曬棉被用的大塑膠曬衣夾。



圖十七



圖十八



圖十九

2、實際測試後的再改良：

(1)使用衣夾測試牛肉彈力，因為不容易測得前端夾住牛肉的間距，所以我們改測衣夾後端(握把)間的距離(如圖十八)，可是每次測量不易，測得數據的變化量也很微細。

(2)改良方法

我們將衣夾握把用壓舌棒加強，並加捲尺(圖十九)，測量捲尺上的數據，這使得測量結果放大，判讀也比較容易，不易有看錯的情形發生。

(3)嫩度定義

嫩度=本工具測量捲尺上的數據，單位：cm。

數值愈大，表示夾子夾住肉的深度越大，也就是牛肉的嫩度愈軟。

(4)嫩度變化量=加熱前牛排嫩度-加熱後牛排嫩度。

如果出現負值，表示加熱後的肉變得更軟嫩。

(5)變化量百分比=(嫩度變化量/加熱前牛排嫩度)×100%。

三、研究二~1 牛肉在不同溫度的嫩度變化

本研究的實驗材料牛肉皆為固定商家、固定產地(紐西蘭)、固定部位(沙朗)、機器切割指定厚度，烹調方式以舒肥機(恆溫水槽)加熱，維持實驗的穩定。測量肉的嫩度時，每塊肉至少測三次以上，每次測量不同的點，以最嫩度最差的(最硬)的為記錄值。

(一) 實驗步驟

1、將重量約300克的牛肉放在冰箱冷藏退冰後，以自製工具測量嫩度。

2、將牛肉真空包裝後放入舒肥機加熱，將牛肉加熱至中心溫度50°C(加熱1小時)、58°C(加10分鐘)、65°C(加10分鐘)時，分別取出測量嫩度。

3、重複上述步驟三次。

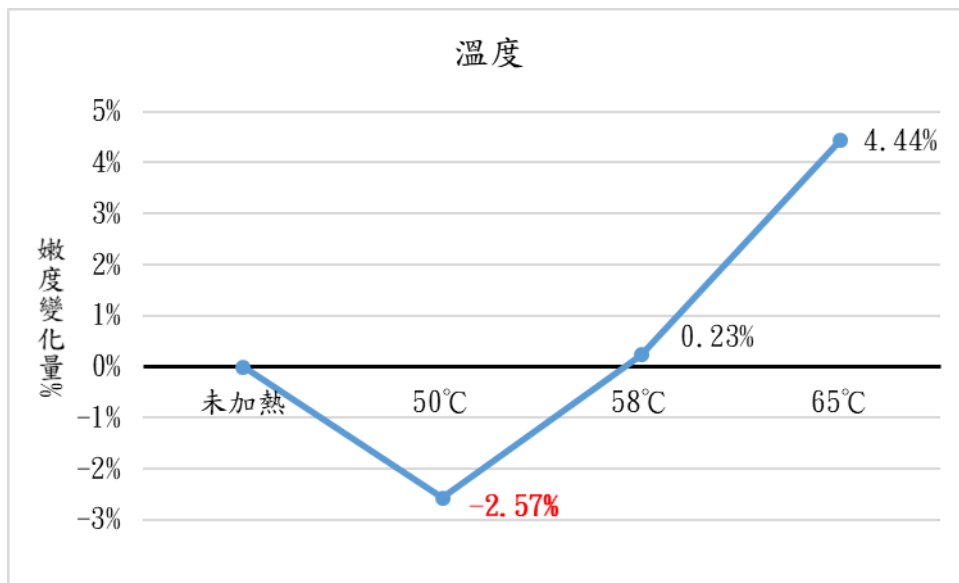
(二) 結果與討論

三次的實驗結果如下表三：

表三 同一塊牛肉在不同溫度下的嫩度、嫩度變化量、換算百分比

實驗 次數 中心 溫度	第一次			第二次			第三次			平均
	嫩度	變化量	百分比 (%)	嫩度	變化量	百分比 (%)	嫩度	變化量	百分比 (%)	百分比 (%)
未加熱	14.3			13.9			14.6			
50°C	14.7	-0.4	-2.8%	14.2	-0.3	-2.16%	15	-0.4	-2.74%	-2.57%
58°C	14.1	0.2	1.40%	14	-0.1	-0.72%	14.6	0	0.00%	0.23%
65°C	13.3	1	6.99%	13.4	0.5	3.60%	14.2	0.4	2.74%	4.44%

1、實驗結果：牛肉嫩度由硬至軟分為別：中心溫度 65°C > 58°C > 未加熱 (生肉) > 50°C。



圖二十 牛肉在不同溫度下嫩度變化百分比

2、原本我們以為加熱的溫度愈高，肉將會愈硬。但若我們將三次的嫩度變化百分比一起比較，發現生肉加熱至中心溫度 50°C 時會先變軟，然後會越來越硬！這種情況是由於

構成肌肉的三種蛋白質：肌動蛋白、肌凝蛋白、結締組織，三者遇熱時性質不同所引起的，肌凝蛋白約在 50°C 就會開始改變，當溫度到達 60°C 時，隨著肌凝蛋白進一步地變性，結締組織中的膠原蛋白也會開始變性而萎縮。肉的溫度升高至 60°C 左右時，此時肉質會比 50°C 時的狀態更硬一些（變成有彈性的口感）。並且因為肉汁開始滲出，肉中也還保留著肉汁，所以口感多汁、肉質會先軟化，其後慢慢變硬，超過 65°C 左右後則急速變硬。

四、研究二-2 不同厚度的牛排在中心溫度為 58°C（五分熟）的嫩度比較

（一）實驗步驟：

- 1、將五片不同厚度（分別為 1 公分、2 公分、3 公分、4 公分、5 公分）的牛肉退冰後，測量其嫩度。
- 2、將五片牛肉真空包裝後放入舒肥機中，以 58°C 的水溫加熱，依據厚度，分別在 30 分、45 分、1 小時、1.5 小時、2 小時取出，確保每一塊肉的中心溫度一致。
- 3、取出後測量肉的嫩度 3 次以上，取嫩度最硬的數值。



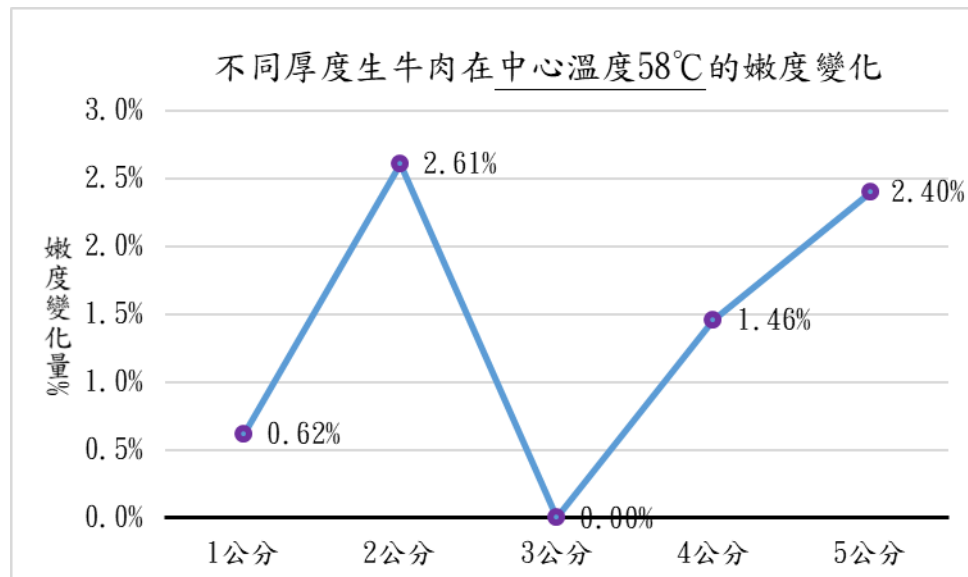
圖二十一 五種不同厚度的牛肉

（二）結果與討論

- 1、在表四中，五種厚度牛肉在中心溫度 58°C 的嫩度變化皆未達 3%，比生肉的嫩度稍硬。

表四 不同厚度牛肉在中心溫度 58°C 的嫩度變化

厚度 項目	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分
生肉嫩度	16	15.3	14.6	13.7	12.5
加熱後嫩度	15.9	14.9	14.6	13.5	12.2
變化量	0.1	0.4	0	0.2	0.3
變化百分比	0.62%	2.61%	0.00%	1.46%	2.40%



五、研究二-3 不同厚度的牛排在中心溫度為 65°C (七分熟) 的嫩度比較

(一) 實驗步驟：步驟同研究二-2，僅舒肥機水溫設定為 65°C。

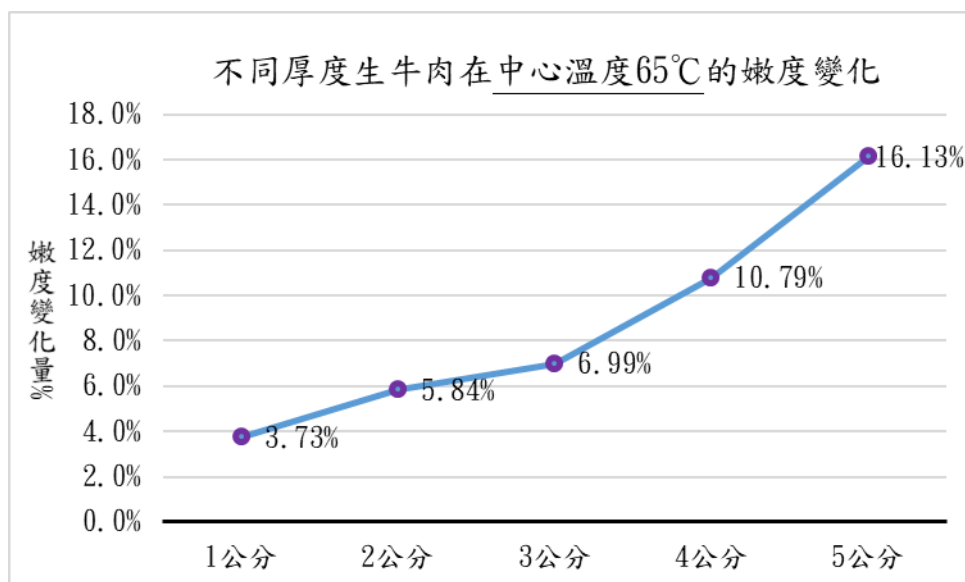
(二) 結果與討論：

1、在表五中，發現五種厚度的牛肉在中心溫度為 65°C 變化比例較 58°C 時大，

厚度 5 公分 > 4 公分 > 3 公分 > 2 公分 > 1 公分。

表四 不同厚度牛肉在中心溫度 65°C 的嫩度變化

厚度 項目	1 公分	2 公分	3 公分	4 公分	5 公分
生肉嫩度	16.1	15.4	14.3	13.9	12.4
加熱後嫩度	15.5	14.5	13.3	12.4	10.4
變化量	0.6	0.9	1	1.5	2
變化百分比	3.73%	5.84%	6.99%	10.79%	16.13%



圖二十一 五種厚度牛肉在 65°C 時的嫩度變化

2、牛肉厚度愈大，其嫩度變化量也愈大（圖二十一）。

六、研究三-1~使用自製青木瓜粉、市售嫩精、鹽水醃漬對影響牛肉嫩度的比較

我們希望能提供方法給一般家庭使用，平常在家也能做出軟嫩的牛肉。查閱了相關研究及料理書籍，讓肉類的蛋白質分解，肉吃起來就能更軟嫩，這些方法中有兩類在家庭裡就可以做到，一是取自青木瓜、鳳梨…等酵素，另一種則是鹽漬法，在料理前將肉泡在鹽水裡即

可。

(一) 自製嫩精：

市售嫩精裡的成份屬於合法的食品添加物，我們去食品材料行買了「嫩精」，實際測試了一下，果然效果非常的好，但是我們的家人曾經對人工添加物有過敏反應，加上我們不喜歡加了嫩精的牛肉味道，於是我們想試著有沒有其他的替代品。市售嫩精裡成分有一項是木瓜酵素，查了以往的科展作品，木瓜的酵素對軟化肉品很有效，但是每次打成汁液浸泡是一件不輕鬆的事，我們就想試著自己來製作更方便使用、好保存的青木瓜粉。首先，我們將青木瓜（不建議使用熟木瓜，因為烘乾後的味道令人難以接受）切成 0.2 公分左右的片狀，然後用乾果機以 50°C 連續烘乾 24 小時，完全乾燥後再用食物調理機打成粉末。青木瓜製成粉末容易保存，使用時將粉末直接塗抹在肉的表面即可。



圖二十二 烘乾後的青木瓜薄片



圖二十三 烘乾青木瓜

(二) 實驗步驟：

1、將六塊相同厚度、重量約 150 克的沙朗牛肉依烹煮前添加的物品不同分為六組：

甲：無添加

乙：加入市售嫩精 4 克、25 毫的水，浸泡 1 小時

丙：塗抹青木瓜粉 4 克，靜置 2 小時

丁：塗抹青木瓜粉 4 克，靜置 4 小時

戊：浸泡在 5.5%的鹽水裡 4 小時

己：浸泡在 10%的鹽水裡 15 分鐘

2、將六組牛肉真空包裝後，以舒肥機 65°C 加熱 30 分鐘。

3、測量六組牛肉的嫩度。

(三) 結果與討論：

1、加熱後嫩度改變差異由大至小：甲 > 戊 > 己 > 丙 > 乙 > 丁，變化量愈大，表示牛肉的嫩度改變愈多。

2、加熱後嫩度變硬的有甲、丙、戊、己組，其中甲組變得最硬；加熱後嫩度變軟的有乙、丁組，其中丁組軟化效果最佳。

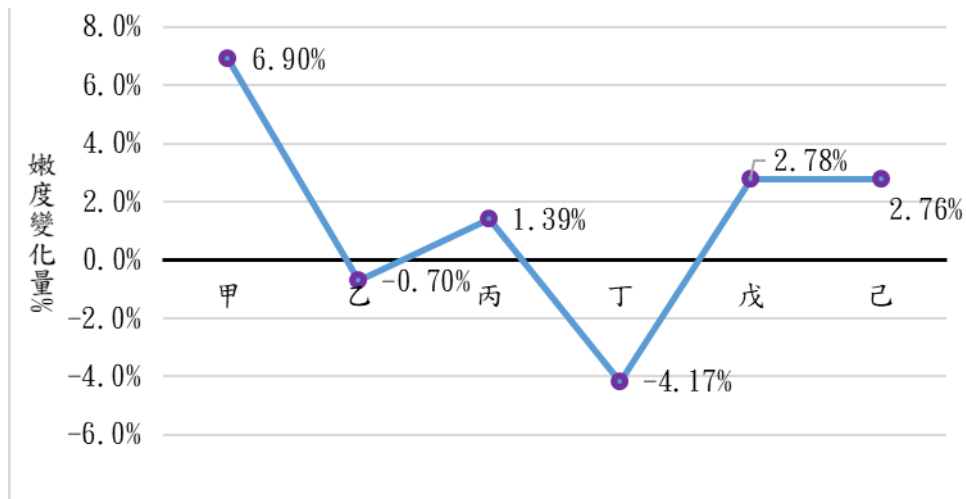
3、丙、丁皆為使用青木瓜粉，靜置時間愈久，軟化效果愈好；乙組為添加市售嫩精，浸泡時間參考使用說明，僅浸泡 1 小時，使用效率較青木瓜粉高；浸泡鹽水的戊、己二組，軟化效果差不多，都比對照組好，但己的濃度較高，浸泡時間相對較短。

4、青木瓜的分解酵素可分解牛肉裡的蛋白質，讓肉變嫩；鹽水裡的水份因為滲透作用，使肉裡的水分變多，而鹽卻因擴散作用，從鹽水進到肉裡，導致浸泡鹽水的肉可以更多汁，肉裡的蛋白質因為更多水分，變得更柔軟。

表五 不同添加物對牛肉嫩度的影響

組別 嫩度	甲	乙	丙	丁	戊	己
加熱前嫩度	14.5	14.3	14.4	14.4	14.4	14.5
加熱後嫩度	13.5	14.4	14.2	15	14	14.1
變化量	1	-0.1	0.2	-0.6	0.4	0.4
百分比	6.90%	-0.70%	1.39%	-4.17%	2.78%	2.76%

註：變化量為正值，表示牛肉在加熱後變硬；變化量為負值，表示牛肉在加熱後變得比原本生肉時還要軟。



圖二十四 不同添加物對牛肉嫩度的影響

七、研究三-2~試吃使用青木瓜粉、市售嫩精醃漬的牛肉

(一) 實驗步驟

- 1、將三片相同厚度的牛肉添加不同嫩精，分為三組。甲：添加市售嫩精 4 克，水 25 毫升，靜置 1 小時。乙：直接添加自製青木瓜粉 4 克，靜置 4 小時。丙：無添加。
- 2、烹調方式：三者放入舒肥機內，設定溫度 65°C，時間為 30 分鐘，取出時雙面各以鍋煎 1 分鐘上色，每 30 秒翻面一次，上色完畢後完全無任何調味，靜置 5 分鐘後切塊請 16 位受試者試吃。
- 3、受試者針對牛肉的「軟嫩度」、「味道」、「鮮甜」、「喜好度」做給分，最佳者給 3 分，次之給予 2 分，最差者給 1 分。

表六 添加不同嫩精的牛肉試吃結果

	甲	乙	丙
		16	

受試者	項目				項目				項目			
	軟嫩度	味道	鮮甜	喜好度	軟嫩度	味道	鮮甜	喜好度	軟嫩度	味道	鮮甜	喜好度
1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	2	3	3	3	3	2	2	2
3	1	1	1	1	2	3	2	3	3	2	3	2
4	2	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1	1
5	1	1	1	1	3	3	2	3	2	2	3	2
6	1	3	1	3	2	1	2	2	3	2	3	1
7	2	2	1	2	1	1	1	1	3	2	2	3
8	2	2	2	2	1	1	3	1	3	2	3	3
9	1	1	1	3	2	3	2	2	3	2	3	1
10	2	2	2	2	1	1	1	1	3	3	3	3
11	2	1	3	2	3	3	1	3	1	2	2	1
12	1	3	1	1	3	2	3	3	2	1	2	2
13	2	2	3	3	1	2	3	2	1	1	1	1
14	2	2	2	2	3	3	3	3	2	1	1	1
15	3	1	1	1	2	2	2	2	1	3	3	3
16	1	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	1
合計	26	27	25	29	33	34	34	35	33	29	34	28

(二) 試吃結果

- 1、以受試者試吃結果，軟嫩度：乙>丙>甲；味道：乙>丙>甲；鮮甜：乙=丙>甲；喜愛度：乙>甲>丙。
- 2、許多受試者對加入市售嫩精的牛肉反應不佳，第 12 號受試者：「甲：吃起來粉粉的，非常乾，有鹹味。乙：最鮮嫩。」。第 15 號受試者：「甲：肉質太粉，軟但口感不佳！」；第 4 號受試者：「乙含水量較多，口感較佳。」；第 9 號受試者：「乙味道最足。」；第 12 號受試者：「乙鮮嫩。」大致來說，對乙組的反應最佳。

伍、結論

- 一、利用曬衣夾、鴨舌棒、捲尺做出的測量嫩度工具利用牛肉在不同熟度時，肌肉纖維本身的彈力差異，能讓一般民眾在家料理牛肉時可以進行簡單的熟度測試，烹調出喜愛的牛肉熟度。
- 二、牛肉的中心溫度表示整塊肉的熟度。溫度會直接影響肉品裡蛋白質的軟硬度，一般來說，溫度愈高，肉會愈硬。本研究發現當牛肉的中心溫度到達 50°C 時，肉變得比未加熱前嫩，到達 58°C 時，嫩度變化量未達 3%，但是到達 65°C 時，牛肉會急速變硬，而且牛肉的厚度愈厚，嫩度改變的量愈大。
- 三、青木瓜裡的分解酵素能分解肉品的蛋白質，使肉品軟嫩。而自製的青木瓜粉雖然使用效率上沒有市售嫩精來得好，不僅相對容易保存、方便使用，對牛肉軟化也有效果。一塊 150 克重、3 公分厚的沙朗牛排，加入 4 克的青木瓜粉靜置 4 小時後，以舒肥機 65°C 加熱 30 分鐘，嫩度比生肉時更軟。

陸、建議

- 一、本研究的肉品皆為紐西蘭生產，各國飼養的環境、方法、牛隻種類差異頗大，後續研究可以針對牛肉的不同產地、不同部位再進行討論。

柒、參考文獻

- 一、新北市 104 年度國民中小學科學展覽會作品說明書 酵素拉拉樂~ 鳳梨酵素的分解應用

二、「烹飪也跟科學有關？」2019年12月20日取自牛頓書局網站：

<https://www.newtonbookstore.com/306/>

三、莊祖宜（2015）。簡單·豐盛·美好：祖宜的中西家常菜。台北市：新經典圖文傳播有限公司。

四、傑·健治·羅培茲-奧特（2017）。料理實驗室（初版）（吳宣儀·羅婉瑄·龔嘉華譯）。台北市：悅知文化

五、璜·洛卡（2018）。西班牙廚神璜·洛卡的低溫烹調聖經：全球最佳餐廳的低溫烹、舒肥料理技法全公開（初版）（鍾慧潔譯）。台北市：城邦文化事業股份有限公司 麥浩斯出版

六、詹姆斯·彼得森（2018）。肉品料理終極大全：10大類肉品知識百科 X 12種核心烹飪技法應用 X 風味構成要素 X 175道經典肉料理、醬汁高湯食譜（初版）（方玥雯譯）。台北市：城邦文化事業股份有限公司 麥浩斯出版

附錄：研究三-2 受試者試吃意見回饋

1 號	切塊部位容易影響軟嫩度評斷，三種樣本普遍吃不出印象中牛肉的味道，肉汁不多，鮮甜度偏低。
2 號	甲：太乾、太熟、熟度有一致嗎？快全熟了。乙吃起來像 7 分熟。
3 號	甲有點像肉乾，冷掉了！乙比甲軟。丙很軟。
4 號	乙含水度較多，口感較佳。
6 號	甲柴、水分少，牛肉乾的口感。丙肉質纖維較粗，油脂少、甜度較不夠。
8 號	乙焦、外皮柴。
9 號	甲：乾了點、冷掉了！所以不好吃。乙味道最足，但溫度不夠。丙：溫度夠，較軟嫩，但無味。
12 號	甲：粉粉的，非常乾，有鹹味。乙：鮮嫩。丙：乾乾，無肉香，無鹹味感。
13 號	丙雖然比較容易嚼爛，但覺得較不甜、不嫩。
14 號	甲偏乾。丙較沒味道、柴。
15 號	甲：肉質太粉~軟但口感不佳。丙：肉質較結實、甜。
16 號	甲：可以做牛肉乾了。乙有吃牛排的味道。丙：肉太老了。