

# 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 農業與食品學科

## 團隊合作獎

052209

吃軟不吃硬-探討麵粉與膨鬆劑對馬芬蛋糕結構  
的影響

學校名稱：新北市立丹鳳高級中學

作者： 高二 張家晞 高二 林釀吟	指導老師： 周慧萱
-------------------------	--------------

關鍵詞：馬芬蛋糕、膨鬆劑、麵粉

## 摘要

本實驗之研究目的在找出馬芬蛋糕的最佳配方。以不同比例的泡打粉、酵母粉和麵粉種類，設計出 11 組不同配方，找出麵粉和膨鬆劑對馬芬蛋糕的影響。本研究利用電腦軟體 ImageJ 測量氣孔、物化分析儀測量其硬度和咀嚼度、體積置換法來測量體積的改變，以科學化數據方式觀察，量化紀錄資料比較蛋糕本體外形和品評口感，同時進行大腸桿菌含量實驗測量其保存後的新鮮度。綜合比較結果，酵母粉馬芬蛋糕硬度均大於泡打粉馬芬蛋糕，相較之下也較難咀嚼。所以最佳配方建議以「4.5g 泡打粉+低筋麵粉」為本研究最喜愛的配方。若要添加酵母粉，則建議搭配高筋麵粉提高彈性增加風味。最後無添加膨鬆劑的馬芬蛋糕也廣受到受試者的喜愛，可做為另一健康食譜的新選擇。

## 壹、研究動機

近年來受到高齡化社會影響，「依據國民健康署 2016 年針對全國 22 縣市高齡友善城市調查，發現 10%老人有咀嚼困難問題」(註 1) 如何做出兼具健康與營養價值的全齡食品也成為值得關注的議題。而在高二應用生物課程中也提到，19 世紀時，法國科學家巴斯德無意發現酒精發酵是由酵母菌在無氧狀態下作用的，自此後，人們開始利用微生物進行食品製作。為了增加口感，烘焙時泡打粉也常被用於糕點類製作，而酵母粉則用於麵包。既然兩者都是使西點膨脹的成分，為什麼要有如此區分呢？前人研究中「在不使用含鋁明礬條件下，探討無鋁鹽泡打粉中個別鹼性物質和酸性物質產氣量，找出各單體最佳百分比，並考量雙重發粉及中和值開發特性，改善無鋁鹽泡打粉效能」(註 2)，是透過泡打粉的種類來探討產品的效能，而我們則是想探究製作馬芬(Muffin)蛋糕時以酵母粉和泡打粉做為膨脹成份來源，對於馬芬蛋糕體的結構將會造成哪些影響。雖然馬芬不同於傳統蛋糕，但是作法容易，變因好控制，且符合現代烘焙產品的健康趨勢，所以我們決定用馬芬蛋糕來做為探究膨脹效果的研究對象。

另外，本研究也藉此探討不同麵粉筋性對馬芬蛋糕造成的影響，除了食品外觀及口感外，將蛋糕體的結構如氣孔、軟硬度、高度和體積等資料數據量化分析討論，結合前者膨鬆劑的影響找出其中的相關性，最後再利用品評測試來互相佐證客觀及主觀的結果，相信會是較全面探討食品科學的一種方式。

## 貳、研究目的

- 一、探討不同膨鬆劑(泡打粉和酵母粉)及麵粉種類的改變對於馬芬蛋糕的影響。
- 二、將馬芬蛋糕的物理性質數據量化呈現，作為未來科學化表達口感的依據。
- 三、搭配口感品評找出民眾對馬芬蛋糕最喜愛的配方比例。

## 參、研究設備及器材

### 一、研究材料

- (一)低筋麵粉(日正)，成分：低筋麵粉、營養添加劑(菸鹼鹽胺、丁烯二酸亞鐵、硝酸硫胺明(維生素 B1)、核黃素(維生素 B2)、葉酸)。
- (二)中筋麵粉(日正)，成分：中筋麵粉、營養添加劑(菸鹼鹽胺、丁烯二酸亞鐵、硝酸硫胺明(維生素 B1)、核黃素(維生素 B2)、葉酸)。
- (三)高筋麵粉(日正)，成分：高筋麵粉、營養添加劑(菸鹼鹽胺、丁烯二酸亞鐵、硝酸硫胺明(維生素 B1)、核黃素(維生素 B2)、葉酸)。
- (四)泡打粉(日正)，成分：樹薯澱粉、碳酸氫鈉(膨脹劑)、酸性焦磷酸鈉(品質改良劑)、磷酸二氫鈣(品質改良劑)、焦磷酸鈉(無水)(品質改良劑)。
- (五)速發酵母粉(伯爵牌)，成分：釀酒酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)、乳化劑(脂肪酸山梨醇酐酯)(E491)。
- (六)瑞穗鮮乳(台北場)。
- (七)雞蛋(德豐牧場)。
- (八)糖粉(日正)，成分：砂糖、樹薯澱粉。
- (九)無鹽奶油(安佳)，成分：殺菌乳脂、水份。
- (十)油麻菜籽(板橋農會)。

### 二、設備與器材

- (一)物化分析儀(TA-XT2i, Stable Micro Ltd., Godalming, UK)：此機器能計算食物的硬度與咀嚼度。硬度是指樣品達到一定變形所需的力，而咀嚼度則是將固體樣品咀嚼成吞嚥時的穩定狀態所需的能量。
- (二)顯微攝影(HY-2307, China)：此設備能夠拍攝範圍較小的清晰照片，在進行氣孔分析

時，使用此照片會比用手機拍攝的照片好。

(三)恆溫培養箱(DENG YNG E450L)：固定環境溫度使酵母在穩定的環境下發酵。

(四)攪拌機(SUNHOW Super Power 250 Watts)：此機器能固定在打發奶油時的力度。

(五)烤箱(SAMPO KZ-XD20)：透過高溫將麵糊固化的機器。

(六)微波爐(Panasonic NN-ST342)：將奶油與牛奶加熱所使用的設備。

(七)電子秤(SKY-600T)：秤材料重量與控制每個蛋糕重量的機器。

(八)自製翻拍架：用裁好的木板組成，能固定拍攝距離和角度。

(九)大腸桿菌快篩片(3M Petrifilm 6404/6414/6444)：用於培養蛋糕存放數天後所產生的大腸桿菌。



圖 1、設備與器材

## 肆、研究過程及方法

### 一、文獻探討

#### (一)麵粉

常在烘焙的人最常使用低筋、中筋與高筋麵粉，而這三種麵粉的差別是蛋白質含

量。「因為這三種麵粉的蛋白質含量差異甚大，各種麵粉吸收水分的情況不同。」(註 3) 麵粉中的麥穀蛋白與穀膠蛋白能夠很容易的吸水，使麵團搓揉後更有黏性。

1. **低筋麵粉**：此麵粉蛋白質含量偏低，約 6%到 8%，筋度、灰份與吸水量都比較少，做出來的麵團不怎麼有彈性，因此能夠製作出質感較為細膩精緻的蛋糕與點心。
2. **中筋麵粉**：此麵粉的蛋白質含量約為 10%到 11.7%，這樣的蛋白質含量除了能提供吐司健全的結構外，還能使其具有輕盈的質地，可以製作出口感稍軟卻又帶些嚼勁的點心。
3. **高筋麵粉**：此麵粉的蛋白質含量約為 12%到 14%，這樣的蛋白質含量足以產生大量麩質能夠使麵包具有強韌耐嚼的口感。

## (二)膨鬆劑

### 1. 泡打粉

泡打粉是一種化學膨鬆劑，不僅發酵速度快，且不易受溫度、濕度等環境因素的影響，主要用於糧食制品之快速發酵。主要作用機制是通過碳酸氫鈉與酸性物質的酸鹼反應來製造二氧化碳。市面上分為兩大類，第一類「一劑式發粉」其碳酸氫鈉、酸性物質及稀釋劑是預先混合，在加水和加熱時即可以發生旺盛的氣體。需用密閉容器保存。第二類「二劑式發粉」則將碳酸氫鈉以澱粉作為稀釋劑混合成一袋，另一袋為酸性物質，使用前需先混合兩劑。優點是效力不因保存過久而降低。本研究所使用的日正牌泡打粉，成分為樹薯澱粉、碳酸氫鈉（膨脹劑）、「**酸性焦磷酸鈉可含有適量的鋁鹽或鈣鹽以控制反應速率**」（註 4）、「**磷酸二氫鈣提高食品的絡合金屬離子、pH 值、增加離子強度等的作用，可以改善食品的黏著力和持水性。**」（註 5）、「**焦磷酸鈉（無水）可減少營養成分的損失**」（註 6），本研究依據「**食品添加物使用範圍及限量暨規格標準**」（註 7），用量均符合此規範。

### 2. 酵母粉

酵母為單細胞菌類，是一種天然的微生物，本身含有多種 B 族維生素，可預防 B 族維生素缺乏症。每 100 公克酵母中含有維生素 B1 0.9-16.5 毫克、維生素 B2 3.9-10 毫克以及煙酸、維生素 B6、維生素 B12 等。在發酵過程中，酵母粉產生二氧化碳使麵糰膨大，同時將穀類或葡萄中所含的醣轉換為酒精成分。單醣類的葡萄糖及果糖最先被

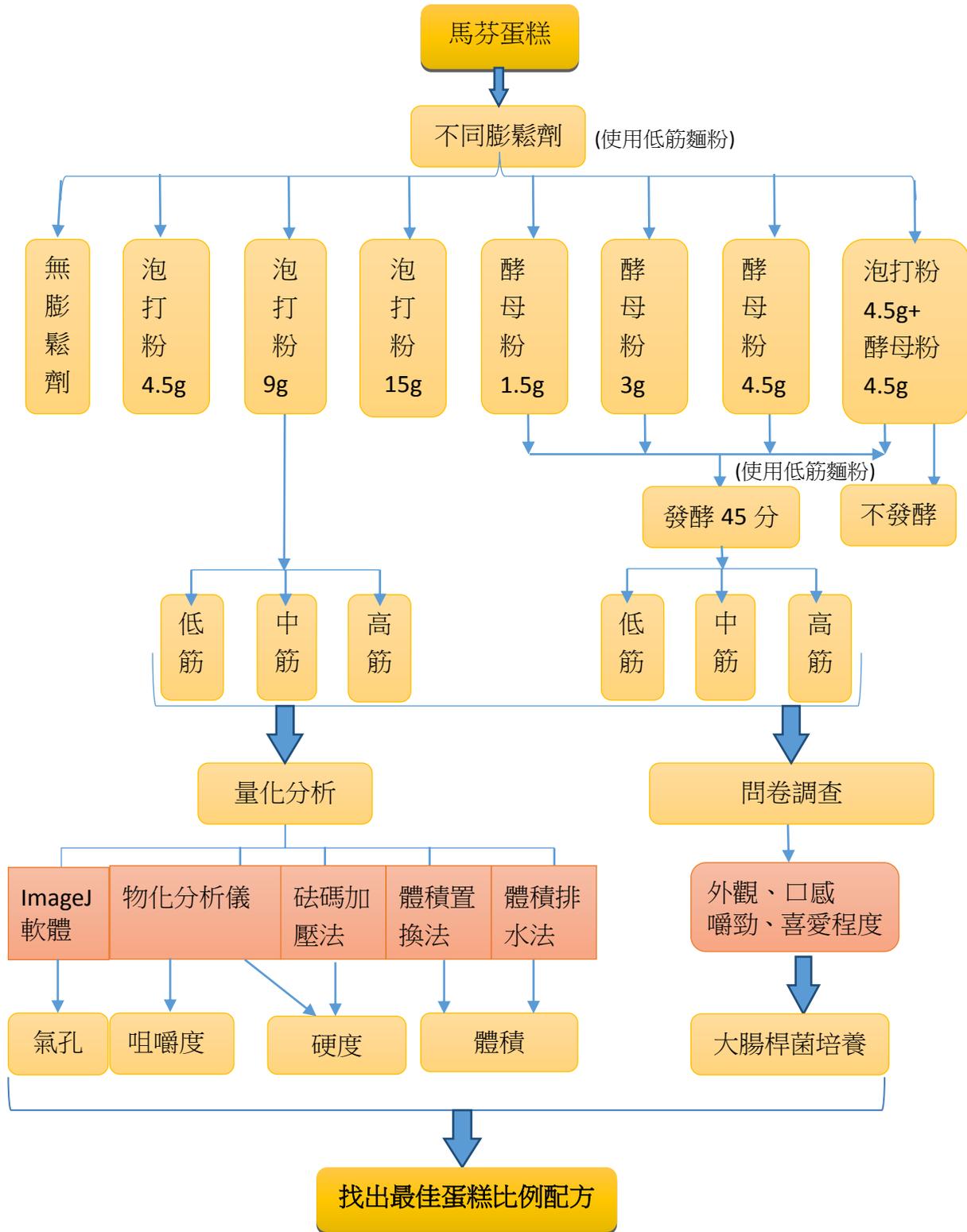
消耗掉，在經過一段時間後，酵母開始以多醣類為食。因此糖的加入可以增加酵母的活力。溫度也是影響的關鍵，低溫時呈休眠狀態，活力隨溫度升高而增加，35°C 時活力最旺盛，可一但高於 40°C，細胞酵素便會受到破壞而開始死亡。而酵母又根據使用方式主要分為「活性乾酵母」、「即溶酵母」和「新鮮酵母」三種。本研究以使用「即溶酵母」為主，「**即溶酵母類似粉狀，溶解力快，能迅速恢復酵母作用**」（註 12）因此發酵速度比活性乾酵母快，也因活力強故使用量比活性乾酵母少。

### (三)前人研究

在 2010 年，蔡佳璇等人的「『麵』目一新～探討『湯種麵團』技術應用在『傳統饅頭』之品質研究」作品中，他們添加不同的湯種麵團，使饅頭的品質有所改變。而他們最後發現「**湯種麵團可延緩麵團老化，且讓麵包口感柔軟**」（註 8）。2015 年，王俊勝的「**香蕉吐司麵包之品質評估**」論文中，將不同比例的香蕉粉取代特高筋麵粉後做成的吐司，與對照組進行各種分析與品評。他指出「**添加全果的山蕉粉及芭蕉粉末的吐司，能成為促進健康營養的功能性食品**」（註 9）。2018 年，詹昌明等人的「**剩食傳說—水果米飯麵包的製作與探討**」（註 10）先找出適合加入麵包的米飯比例後，再試著用不同水果的果汁及水果粉加入米飯麵包中做比較。他們發現蘋果米飯麵包在密度、口感及品評的比較優於其他變因的麵包。

在上述的前人研究中，都是在基礎食譜上添加新食材進行產品開發，我們則遵循此種食品科學研究的模式設計本次的研究架構，進行科學數據分析結合品評實測結果得到結論。和前人研究不同的是，在本研究中，我們另外在基礎食譜上更改原有的材料，將馬芬蛋糕常用的泡打粉置換成酵母粉，低筋麵粉使用不同筋性的麵粉實作，並分析產品差異和成果，想藉此尋找能兼具美味、健康和容易操作的全齡化馬芬蛋糕食譜。也希望日後能藉由這種研究建模方式，將本研究模組套用在各種不同產品探究食譜中，不斷開發並找出能取代原有材料，製作出更美味且健康的食品方式。

## 二、研究架構



## 三、研究方法

### (一)馬芬蛋糕作法

經過許多資料查找與比對，我們訂定最常出現的馬芬蛋糕配方為本研究的標準配方，藉由改變麵粉種類和膨鬆劑種類及重量，來觀察馬芬蛋糕的改變。

## 1. 基本配方

表 1、本研究馬芬蛋糕基本配方

麵粉 (低,中,高筋)	泡打粉 或酵母粉	牛奶	雞蛋	糖粉	奶油
135g	依實驗設計	15ml	108g	54g	75g

## 2. 實驗步驟

- (1)取 75 克奶油以微波爐加熱 40 秒至完全融化。
- (2)酵母配方外加步驟: 15ml 的牛奶加熱至 40°C，將牛奶與 4.5g 酵母攪拌均勻(圖 2)。
- (3)將融化的奶油及兩顆全蛋倒入鋼盆，用自動攪拌機調至強度 1 計時 3 分鐘(圖 3)。
- (4)加入過篩後的麵粉、糖粉、牛奶及膨鬆劑，充分攪拌至看不見粉即完成麵糊(圖 4)。
- (5)將麵糊倒入擠花袋後分別擠於六個紙模中，重量控制於 60 克(圖 5)。
- (6)酵母配方外加步驟: 酵母馬芬放入烤箱前，需先使用恆溫培養箱在 30°C 的環境下發酵 45 分鐘使其體積膨脹至約 1.5 倍左右。
- (7)設定烤箱上下火 200°C 烘烤 20 分鐘，出爐後先冷卻 5 分鐘後再開始測量數值。



圖 2、牛奶與酵母攪拌    圖 3、自動攪拌機攪拌    圖 4、攪拌後的麵糊    圖 5、將麵糊擠於紙模中

### (二)測量樣本初始設置

每個變因以一次烤六個馬芬蛋糕為一組，依序由 1-6 號進行標記。1-3 號利用物化分析儀測量其硬度及咀嚼度，4-6 號則切成薄片放至顯微攝影下進行拍攝動作，並利用 ImageJ 軟體進行氣孔分析。體積測量方面因我們使用的是體積置換法，測量後並不會對樣品本身造成巨大影響(如變形等)，故為了得到更精確的數值，每個樣本至少皆測量三重重複相同的物理性質，並將數據平均。在比較蛋糕體積和外觀形狀顏色部分，為了確保拍攝時能固定高度及角度，我們搭建了簡易的翻拍架，以固定距離和角度方式拍攝蛋糕

的側視圖和剖面圖(圖 6.)。



圖 6、蛋糕拍攝之翻拍架

### (三)測量方式

#### 1. 蛋糕孔洞密度

本測量使用 ImageJ 軟體測量，這是一個利用 java 原理寫出的公共圖像處理軟體，能夠將圖片，進行編輯、分析、儲存和列印功能。同時也能針對圖片進行區域像素統計、間距和角度計算，也能建立柱狀圖和剖面圖，進行傅立葉變換。

- (1)開啟照片圖檔，進行長度校正，並設定全圖長度。
- (2)選擇欲測量範圍，進行裁剪。
- (3)將圖片調成 8 位元後，設定閾值，把選擇的範圍調為 0 到 125。
- (4)設定計算訊息後，開始分析顆粒狀態。
- (5)待分析完畢後，得到總孔洞數量與孔占面積比，以此資料進行分析比較(圖 7.)。

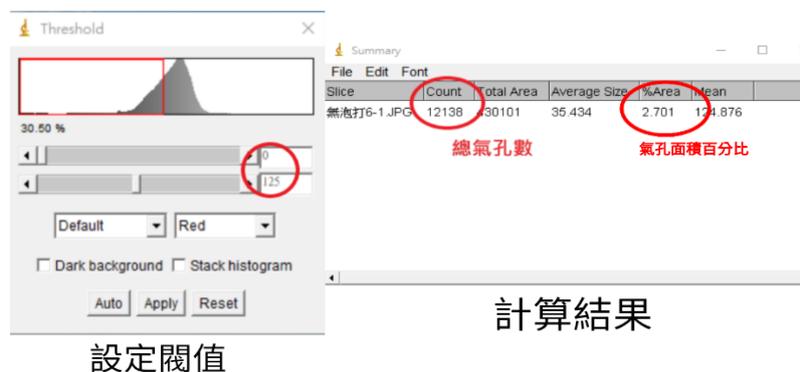


圖 7、軟體閾值設定與最終計算結果畫面

## 2. 蛋糕硬度與咀嚼度

藉由測量此數值來表示蛋糕的硬度，在本實驗中我們採用兩種方式測量，一種為砝碼加壓測量，另一種為物化分析儀分析硬度與咀嚼度。



圖 8、加壓測量

### (1) 砝碼加壓法

- I. 將馬芬蛋糕中央戳一小洞並固定於底座。
- II. 逐漸放上測量砝碼，測量其下壓 2 公分時所需的重量(圖 8.)。

因蛋糕表面凹凸不平，導致砝碼重量無法平均受力於各表面，進而影響下壓時數值的判斷造成較大誤差，且砝碼最小單位僅止於克，故最後我們決定使用物化分析儀來分析蛋糕的硬度。

### (2) 物化分析儀（註 11）

- I. 將測前速度、測量速度、返回速度均設定為 1mm/sec。
- II. 下壓樣品 60%進行測量(圖 10)。
- III. 計算出馬芬蛋糕的硬度與咀嚼度。



圖 9、物化分析儀

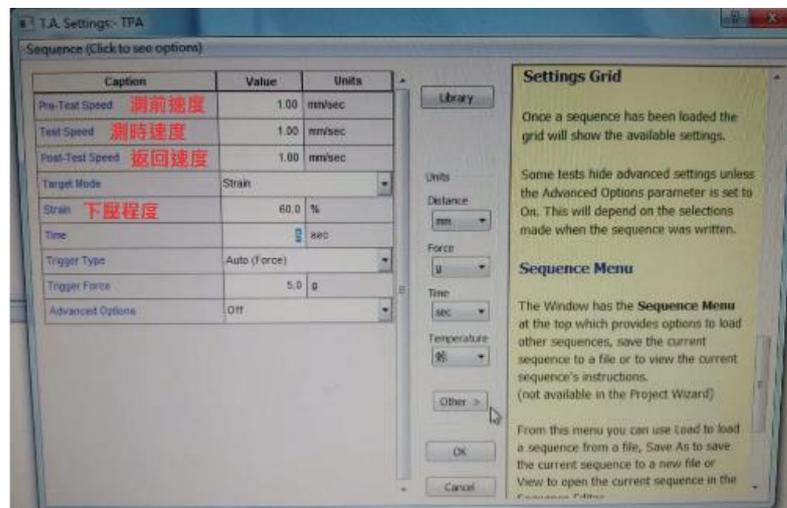


圖 10、程式相關設定

## 3. 蛋糕體積測量

### (1) 體積排水法

- I. 將裝滿水的杯子置於更大的盆子中。
- II. 利用保鮮膜包裹馬芬放入杯中時所溢出的水測量其體積。

III.因馬芬浮力較大無法下沉至水中，故將扳手黏於馬芬底部增加重量（圖 11）。



圖 11、排水法測量



圖 12、體積置換法測量

過程中發現使用保鮮膜包裹馬芬蛋糕雖能阻隔大部分水進入蛋糕體，但若時間一久仍然會有少量的水滲入，此外馬芬蛋糕烘烤時所產生的裂痕，也因保鮮膜包裹的影響無法列入體積的計算，造成些微誤差。為了解決以上問題，我們改用體積置換法作為新的測量方案。

## (2) 體積置換法

- I. 利用油麻菜籽裝滿大型 1000mL 量筒中，裝至 500mL 並畫記號作為基準線。
- II. 將蛋糕埋入體積 500ml 的油麻菜籽堆裡，並將高於基準線的油麻菜籽倒入量筒，測量其體積(圖 12)。

此方法可用在測量不可碰水之樣品，利用顆粒很小的物體，模擬出如排水法的測量辦法，雖然誤差的產生仍無法完全解決，卻能盡量讓馬芬蛋糕裂痕的體積部分能被測量，因此我們主要採用的資料是用此法測量出來的數據。

## (四) 蛋糕品評

### 1. 問卷設計

將 6 組不同變因的馬芬蛋糕隨機由 A 至 F 進行編號，利用問卷的方式調查每個人對於不同蛋糕的外觀、口感、嚼勁的想法與喜愛程度，問卷如下表 2(僅顯示部分)。問卷每題分數為 1-5 分。就外觀而言，滿分 5 為蛋糕看起來最可口；就口感而言，5 分代表口感最軟；就嚼勁而言，滿分 5 分代表很有嚼勁；就喜愛程度而言，滿分 5 分代表喜歡這種蛋糕的綜合口感表現，最後我們還讓受試者將吃完後的感想寫下，以供質性分析（回收問卷 80 份，有效問卷 63 份）。

表 2、馬芬蛋糕品評表

馬芬蛋糕評分表

A 蛋糕	1. 外觀評分：____ (分數 1~5, 看起來不美味→看起來可口) 2. 口感評分：____ (分數 1~5, 口感硬→口感軟) 3. 嚼勁有無：____ (分數 1~5, 無嚼勁→很有嚼勁) 4. 喜愛程度：____ (分數 1~5, 不喜歡→喜歡) 5. 口感描述：____ (至少 5 字)
B 蛋糕	1. 外觀評分：____ (分數 1~5, 看起來不美味→看起來可口) 2. 口感評分：____ (分數 1~5, 口感硬→口感軟) 3. 嚼勁有無：____ (分數 1~5, 無嚼勁→很有嚼勁) 4. 喜愛程度：____ (分數 1~5, 不喜歡→喜歡) 5. 口感描述：____ (至少 5 字)
C 蛋糕	1. 外觀評分：____ (分數 1~5, 看起來不美味→看起來可口) 2. 口感評分：____ (分數 1~5, 口感硬→口感軟) 3. 嚼勁有無：____ (分數 1~5, 無嚼勁→很有嚼勁) 4. 喜愛程度：____ (分數 1~5, 不喜歡→喜歡) 5. 口感描述：____ (至少 5 字)

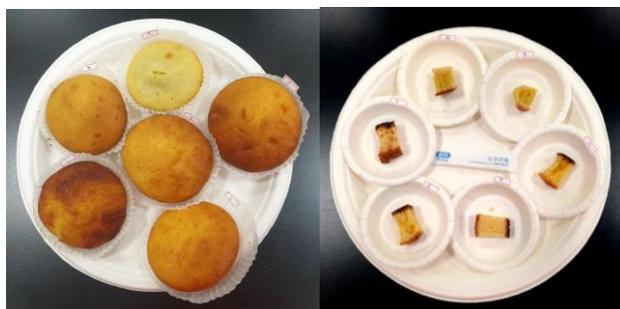


圖 13、品評試驗樣本外觀及口感呈現方式

## 2. 品評測試

- (1) 將六種處理蛋糕隨機排列，取一盤完整的蛋糕，上面貼上 A→F 標籤作為外觀評分參考依據。
- (2) 其他蛋糕切成相同等分約一口大小盛裝於紙盤中，並編號於盤上。
- (3) 在校園中隨機邀請年齡 10-60 歲的學生和教職員工品嚐並給予問卷回饋(圖 13)。

## (五) 大腸桿菌培養

為瞭解不同配方的馬芬蛋糕，在保存後的新鮮度，我們將馬芬蛋糕冷藏保存數天後，使用大腸桿菌快篩片對蛋糕體依序進行大腸桿菌含量測試實驗。

1. 將 5g 的蛋糕碎屑加入 20ml 蒸餾水中攪拌均勻。
2. 用微量吸管將 1ml 的液體吸起，滴至快篩片中，放置一分鐘使培養基凝固。
3. 將試紙放入恆溫培養箱，於 35°C 的環境下培養 24 小時觀察菌叢數量。

# 伍、研究結果與討論

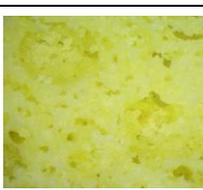
## 一、膨鬆劑差別對馬芬蛋糕之影響

### (一)外觀

#### 1. 色澤與外型

由圖 14 可看出除了無膨鬆劑與 4.5g 酵母粉的馬芬蛋糕外，其他變因都烤出黃褐色，但同時添加酵母粉和泡打粉（以下簡稱為混合）的蛋糕表面卻有深色斑點分佈。大部分馬芬蛋糕高度相似，均為 3 公分左右，其中以混合無發酵的蛋糕高度最高(表 3)。

無膨鬆劑的蛋糕本體和未烘烤的麵糊顏色相近，推測是因為無法膨脹，導致離上方火源較遠而呈色最淡。4.5g 酵母粉蛋糕外觀最黑的原因可能是因「**酵母菌含有較高量的蛋白質**」（註 12），因為大量的蛋白質導致梅納反映。大部分的蛋糕切面上都有較大氣孔，推測是因為奶油的抱氣力，「**油脂在高速攪拌的過程中，空氣被拌入形成大量的小氣泡**」（註 12），在攪拌的過程中形成了較大的氣泡，在烘烤過程中定型所致。

膨鬆劑	俯視圖	側視圖	氣孔圖	剖面圖
無膨鬆劑				
4.5g 泡打粉				
9g 泡打粉				
15g 泡打粉				
1.5g 酵母粉				
3g 酵母粉				
4.5g 酵母粉				

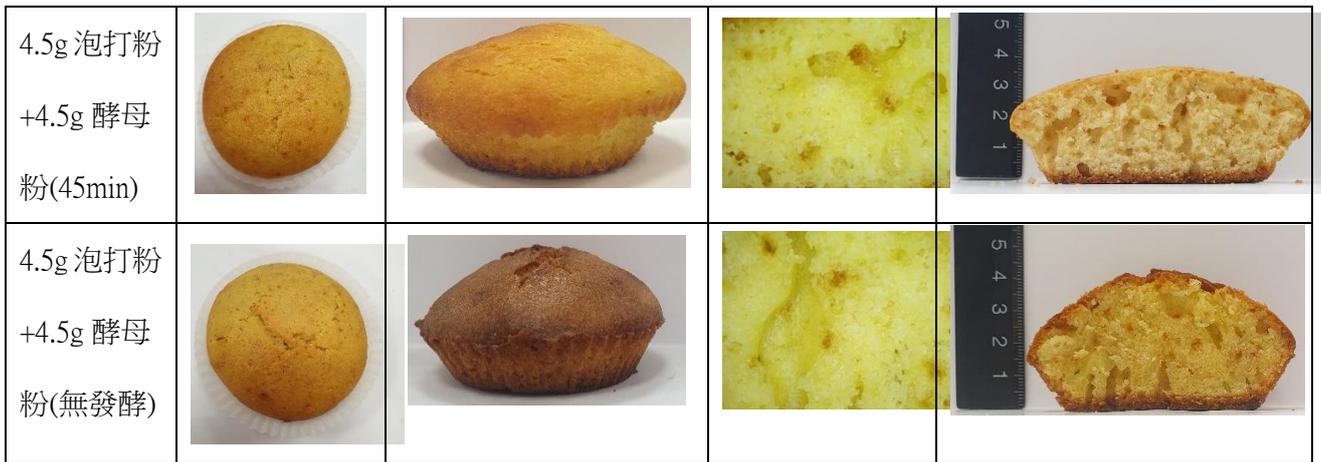


圖 14、不同膨鬆劑的含量對馬芬蛋糕外觀與氣孔之影響

表 3、不同膨鬆劑馬芬蛋糕氣孔數量和高度

配方	氣孔數量(平均)	蛋糕體高度(平均)
無膨鬆劑	9191.17	3.6
4.5g 泡打粉	9585.67	3.7
9g 泡打粉	12212.7	3.8
15g 泡打粉	13870.2	4
1.5g 酵母粉	3766.28	3.1
3g 酵母粉	7230.5	3.4
4.5g 酵母粉	12251.4	3.6
4.5g 泡打粉	10421.78	4.4
4.5g 泡打粉	7315.22	3.7

## 2. 體積

為了確保各變因之間的體積差距不會受到麵糊多寡而造成誤差，於是我們將每個蛋糕麵糊重量固定在 60 克。下圖 15 指出隨著泡打粉的增加，馬芬蛋糕體積隨之增加；酵母粉增加，蛋糕體積卻縮小。添加兩種不同膨鬆劑的蛋糕則膨脹最大，而有發酵過的馬芬比沒發酵的大。其中 15g 泡打粉與無膨鬆劑的馬芬蛋糕兩者差距達 1.75 倍。酵母蛋糕的體積是隨著酵母粉的量增加而縮小的，可能是因為，酵母在發酵溫度超過 30 度以後，會隨著溫度越高反而使發酵體積下降(註 13)。

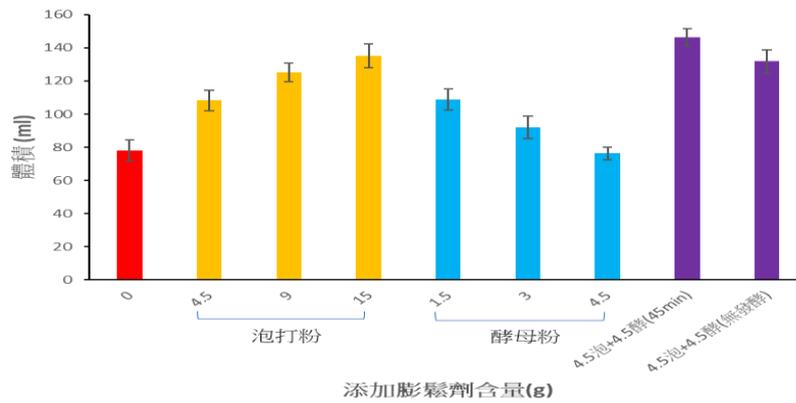


圖 15、不同膨鬆劑含量對馬芬蛋糕體積之影響

## (二)氣孔數與氣孔分布百分比

由圖 16 可看出氣孔數量隨著泡打粉量增加而增加，但在氣孔密度部分(圖 17)和膨鬆劑的含量則無顯著相關性，15g 泡打粉馬芬的氣孔密度低於 4.5g 馬芬蛋糕，3g 和 4.5g 的酵母蛋糕氣孔密度則穩定相似。15g 泡打粉蛋糕切面的氣孔大小較其他蛋糕小，但數量卻相對多。

隨著泡打粉量越多，產生的氣孔數就越多，但 15g 泡打粉蛋糕的氣孔密度卻比 9g 泡打粉小，推測是因為產生的氣體過多，導致氣泡破裂空氣逸散，只剩下小氣孔。酵母粉的量越多，產生的氣孔數也越多，但氣孔密度在 4.5g 以上的酵母粉馬芬沒有明顯差異。推測因為低筋麵粉的麵筋不夠將 4.5g 酵母粉所產生的氣體全部保留住，導致氣泡過大破裂而使氣體逸散。混合配方的蛋糕中，有讓酵母發酵的蛋糕氣孔數量較多，但氣孔密度不論有無加入發酵步驟均相同。

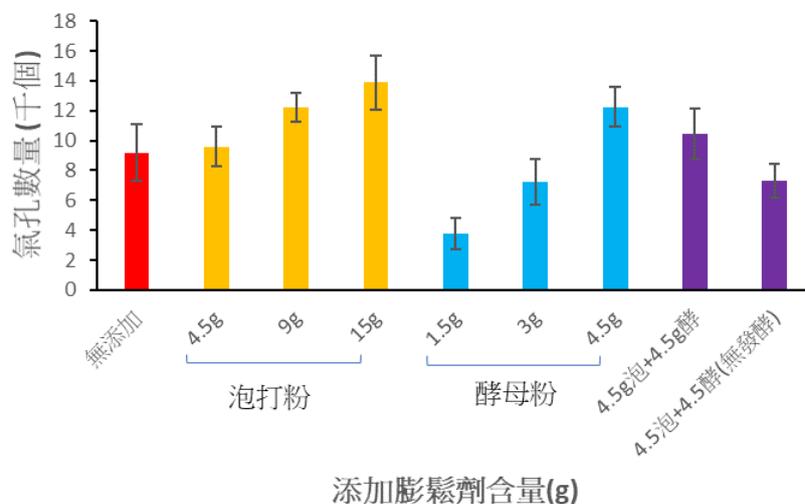


圖 16、不同膨鬆劑含量造成馬芬蛋糕的氣孔數影響

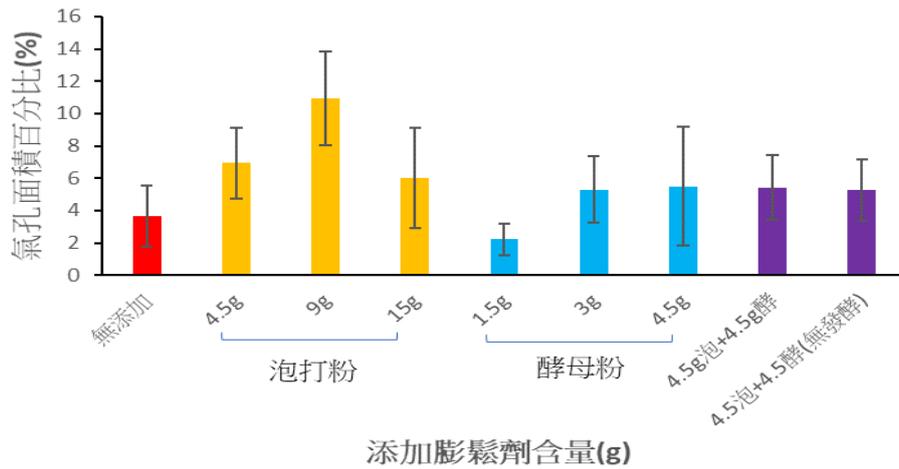


圖 17、不同膨鬆劑含量造成馬芬蛋糕的氣孔密度影響

### (三) 硬度與咀嚼度

圖 18、19 指出添加不同膨鬆劑的馬芬蛋糕硬度與咀嚼度變化趨勢相似，隨著泡打粉增加，蛋糕越軟，咀嚼度越低；而酵母蛋糕的硬度與咀嚼度則無呈現線性關係，以 3g 酵母粉蛋糕最軟且咀嚼度最低。

隨著泡打粉量越多，氣孔數量就越多，導致硬度與咀嚼度越低。「**酵母發酵過程中所產生的有機酸能軟化麵筋，改善麵團之物理性質**」（註 12），所以雖然酵母蛋糕的硬度和咀嚼度比泡打粉馬芬大，但仍然也無膨鬆劑馬芬小。混合馬芬蛋糕的硬度與咀嚼度均有較低的數值，推測是因為除了酵母能軟化麵筋外，同時又有泡打粉能幫助膨脹，增加氣體，使口感變柔軟。

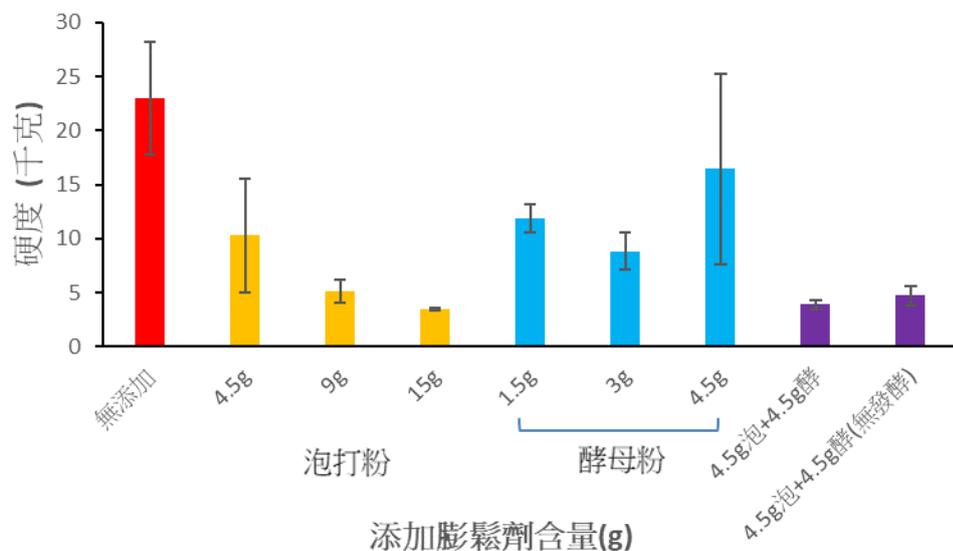


圖 18、不同膨鬆劑對馬芬蛋糕硬度影響

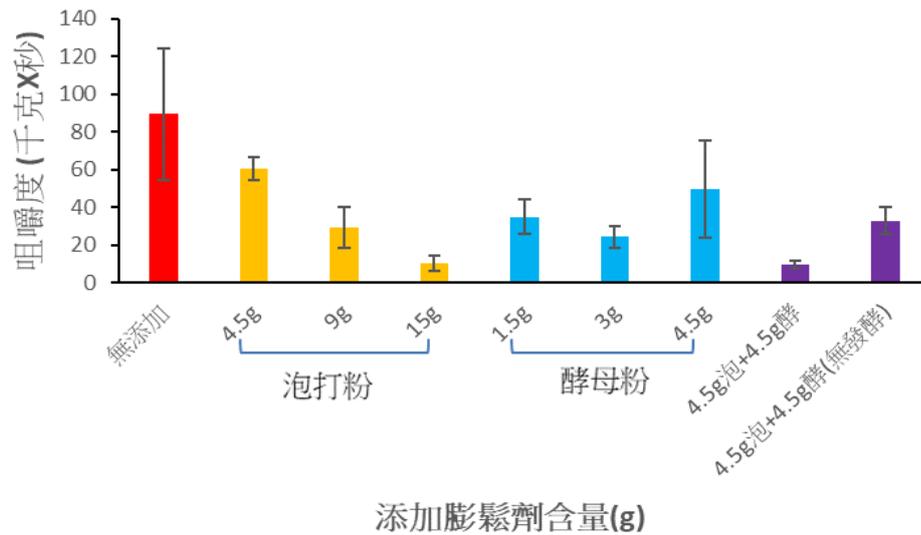


圖 19、不同膨鬆劑對馬芬蛋糕咀嚼度影響

## 二、麵粉種類對馬芬蛋糕之影響

### (一)外觀

#### 1. 色澤與外型

由圖 20 可看出泡打粉馬芬蛋糕搭配不同筋性麵粉，外觀的狀況。低筋和中筋麵粉做出的蛋糕裂紋相似，高筋麵粉蛋糕裂紋不明顯但表面凹凸不平。顏色最深的是低筋麵粉但均勻分布，高筋麵粉則是出現深淺不一的有色斑塊，看起來較不可口。外型方面則是以低筋和中筋麵粉的外觀較蓬鬆圓弧。而酵母馬芬蛋糕因麵團發酵是一個複雜的生化反應過程，當醣類物質被分解轉化而所轉化的葡萄糖、果糖和蛋白質烘烤時會發生梅納反應(Maillard browning reaction)，形成非酵素性褐變，賦予麵包香氣和較深的表面色澤，所以顏色較深，其中又以低筋麵粉的顏色最深。而酵母馬芬的表面裂痕相較泡打粉馬芬淺，因「**酵母所製作的麵包水分喪失速率較慢、組織更柔軟光滑**」（註 14），從側視圖也可看出低筋酵母馬芬蛋糕較平坦扁塌，低筋和高筋麵粉的馬芬蛋糕膨脹度很差也無法成形。

麵粉種類	俯視圖	側視圖	氣孔圖	剖面圖
低筋泡打粉				

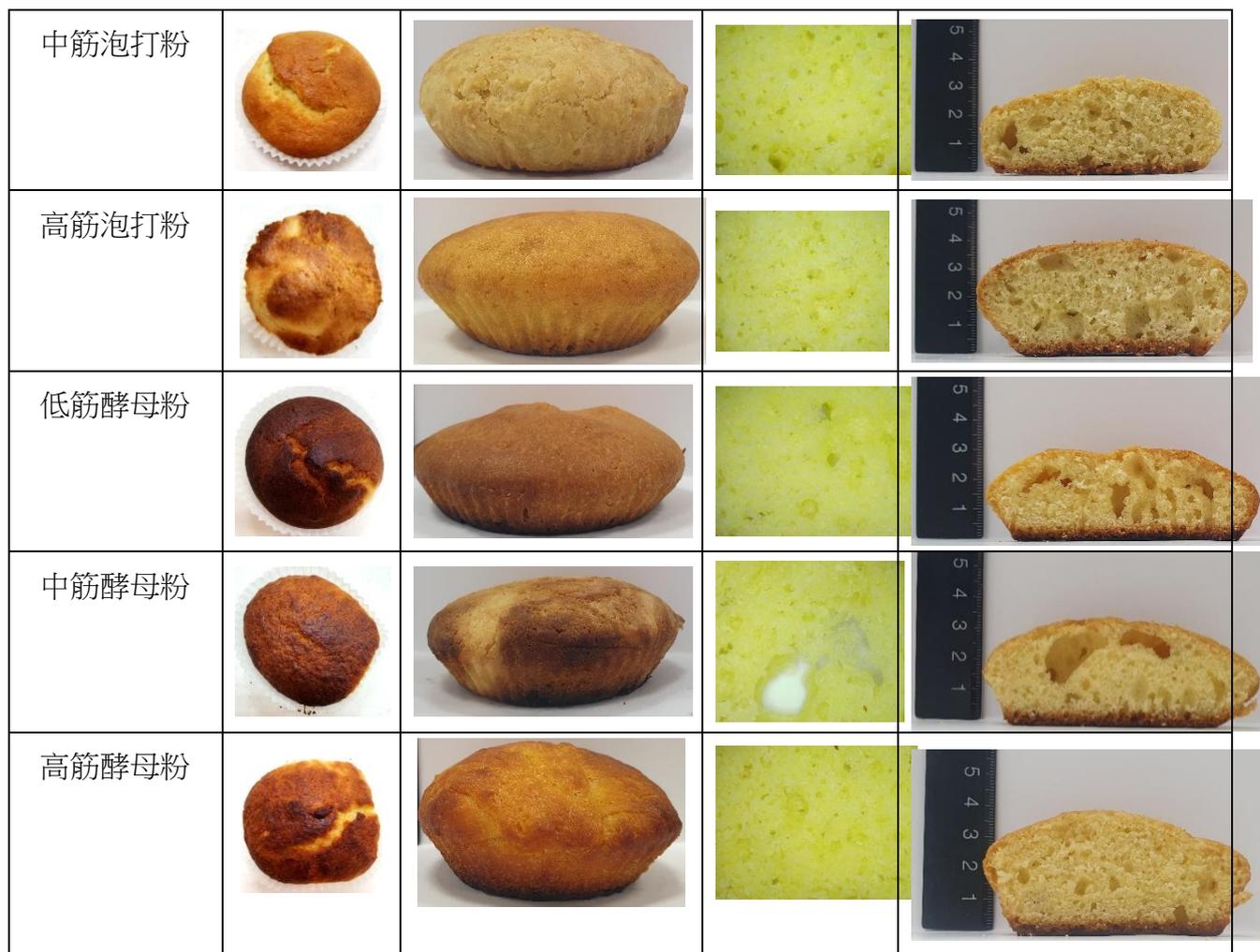


圖 20、麵粉筋性對馬芬蛋糕(泡打粉、酵母粉)外觀之影響(去背景校正處理)

表 4、不同麵粉種類的馬芬蛋糕氣孔數和蛋糕高度

配方	氣孔數量(平均)	蛋糕體高度(平均)
低筋泡打粉	12212.7	3.8
中筋泡打粉	6211.11	3.5
高筋泡打粉	4595.61	4.1
低筋酵母粉	12251.4	3.1
中筋酵母粉	8204.11	3.4
高筋酵母粉	15455.7	3.9

## 2. 體積

由下圖 21 中我們可以看出低筋麵粉對於泡打粉馬芬而言能產生最大體積，其次是高筋麵粉，相較於最小的中筋泡打粉馬芬差距也將近 1.5 倍，可見麵粉的筋性和蛋糕體

積大小沒有絕對相關性。如果想要蓬鬆一點的馬芬蛋糕，可以使用泡打粉搭配低筋或高筋麵粉，但口感等其他影響要另外考量。相較之下麵粉對於酵母馬芬的影響卻有些不同，體積由大到小分別是高筋酵母馬芬>低筋酵母馬芬>中筋酵母馬芬。高筋麵粉不只含有較多形成麩質的蛋白質含量，同時還有易形成麩質的蛋白質特性，因此相較於低筋麵粉，高筋麵粉的特徵是可以形成更多的麩質，並且形成的麩質也具有更強的黏性和彈力。如果以低筋麵粉來製作麵團，其形成的麩質量不僅較少，同時也因黏性和彈力較弱，所以產生的二氧化碳會向外溢出，使得麵團無法膨脹。

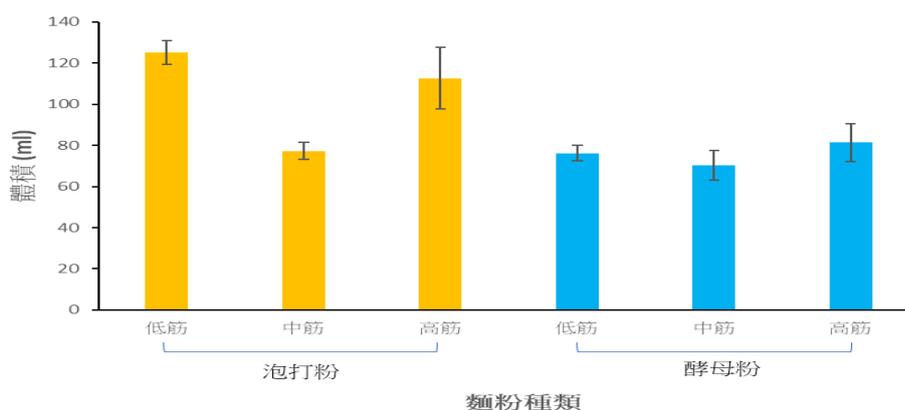


圖 21、麵粉種類對馬芬蛋糕體積的影響

## (二)氣孔數與氣孔分布百分比

觀察氣孔數量和氣孔密度如圖 22 和圖 23，可知低筋泡打粉馬芬所產生的氣孔數和密度均是最多的，而高筋泡打粉馬芬則產生最少和密度最低的氣孔，與我們所認知的麵粉筋性效果相符。根據文獻指出，「麵團經過攪拌使麵筋吸水膨化，組成立體的網狀結構(Network)。網孔內充塞澱粉與酵母，且每一網孔成一個細胞。糖和其他養分溶於水中滲入酵母之細胞膜，經過酵母作用後產生的二氧化碳及酒精，以氣態或者液態的型態釋出，而被保存在網孔裡。」(註 14) 因此泡打粉與酵母粉產生的氣泡對麵粉種類的影響差異甚大，高筋酵母馬芬蛋糕的氣孔數是最多的，中筋酵母馬芬蛋糕最少(圖 22)，而氣孔密度也是以酵母粉搭配高筋麵粉製作蛋糕時的氣孔密度最大。

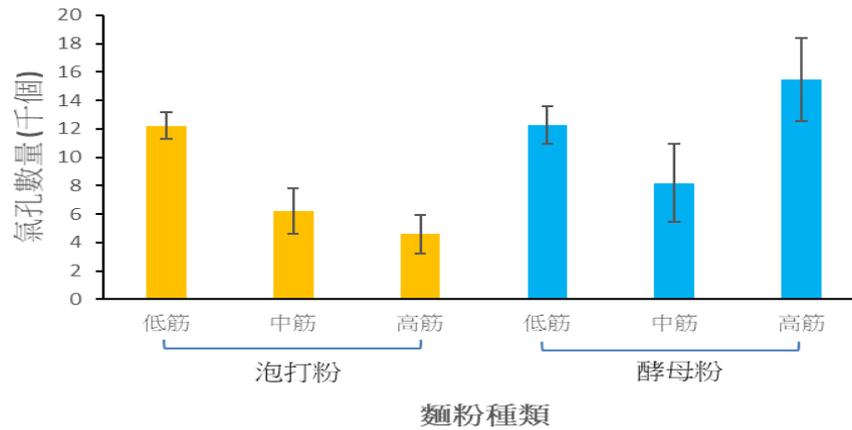


圖 22、麵粉種類造成馬芬蛋糕氣孔數量

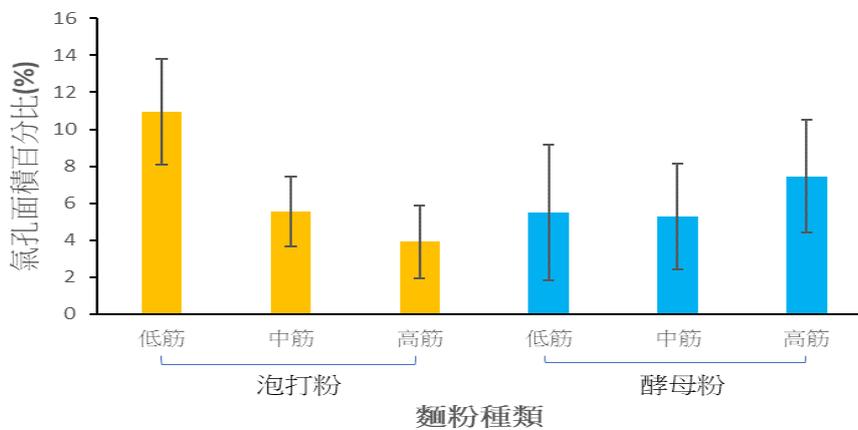


圖 23、麵粉種類對馬芬蛋糕造成氣孔密度

### (三) 硬度與咀嚼度

使用低筋麵粉做出來的泡打粉馬芬蛋糕硬度和咀嚼度均為最低(圖 24、圖 25)，高筋麵粉做出的馬芬蛋糕非常有彈性和韌性。而低筋酵母馬芬蛋糕硬度大於高筋酵母，然而咀嚼度卻反而較低，中筋酵母馬芬的數據中則不論是硬度還是咀嚼度均為最低。

所以我們推論出，以泡打粉製作馬芬蛋糕，若搭配中或高筋麵粉，則會使蛋糕體變得很硬且咀嚼度增加，進而影響口感，所以泡打當作膨鬆劑時，建議搭配低筋麵粉製作。但若使用酵母粉製作，則是低筋麵粉會有較硬的口感，而高筋麵粉的咀嚼對卻較高可見若要搭配酵母粉當作膨鬆劑，建議使用高筋麵粉才會有較 Q 彈的口感。

此外以酵母粉作為膨鬆劑的馬芬蛋糕硬度與咀嚼度普遍大於泡打粉馬芬蛋糕。可能的原因為「**酵母粉在發酵時，除了使麵糊膨脹外，還能讓麵筋擴展**」(註 15)，導致表

面變硬進而影響到整個蛋糕體硬度，筋性提高也變得更硬且咀嚼度高，其中低筋酵母馬芬的標準差明顯較大，因低筋麵粉水性較低，因此在同樣放置一天後測量的情況下也比表面其他蛋糕較為乾硬，造成測量時容易產生誤差。我們都不希望製作蛋糕時，讓麵糊產生過多的麩質，因為麩質生成太多會影響麵糊膨脹。但在進行材料混合時，難免還是會產生些許麩質。而當我們讓酵母進行發酵作用時，酵母便使麵筋擴展，使麵糊擁有比添加泡打粉的麵糊更較好的彈性和延展性，也讓烤出來的酵母蛋糕硬度與咀嚼度大部分都高於泡打粉蛋糕。

中筋泡打粉馬芬硬度比高筋泡打粉馬芬還硬，但咀嚼度則相反。推測是因為中筋泡打粉馬芬體積普遍較小，所以重量固定時，密度越大，硬度就越大。而咀嚼度方面，麵粉種類和蛋白質含量差異有關，蛋白質含量越多，產生的麩質就會越多，麵糊的麵筋就多，嚼起來需要花費的能量也就越多。

此外，我們也觀察到中筋酵母馬芬的硬度與咀嚼度在酵母蛋糕內是最低的，且低筋酵母馬芬硬度比高筋酵母馬芬還高，但咀嚼度則相反。從圖 22 和圖 23 可推測低筋酵母馬芬所產生的氣泡數量多但氣孔密度比高筋酵母馬芬小，所以低筋酵母蛋糕內結構含有較多微小的氣泡，所以才產生沒有彈性的特性。

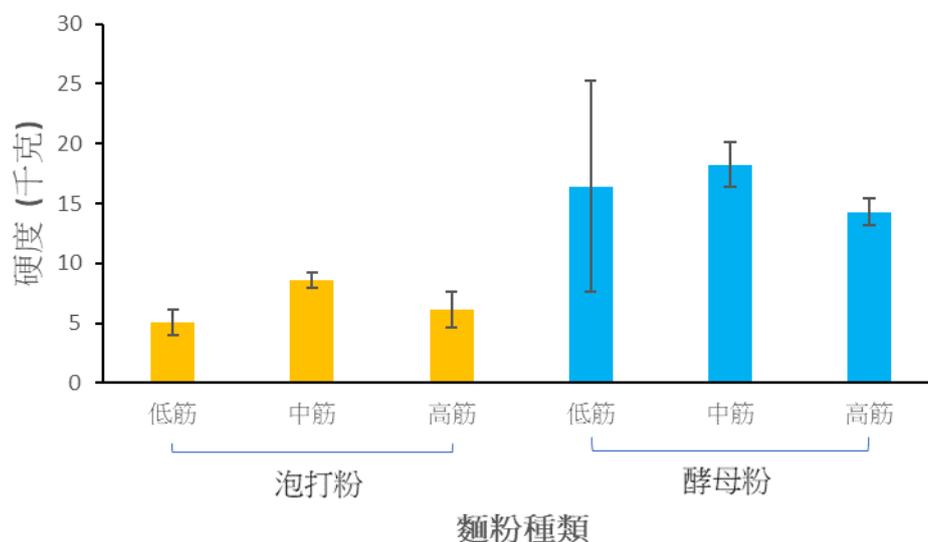


圖 24、麵粉種類對馬芬蛋糕硬度的影響

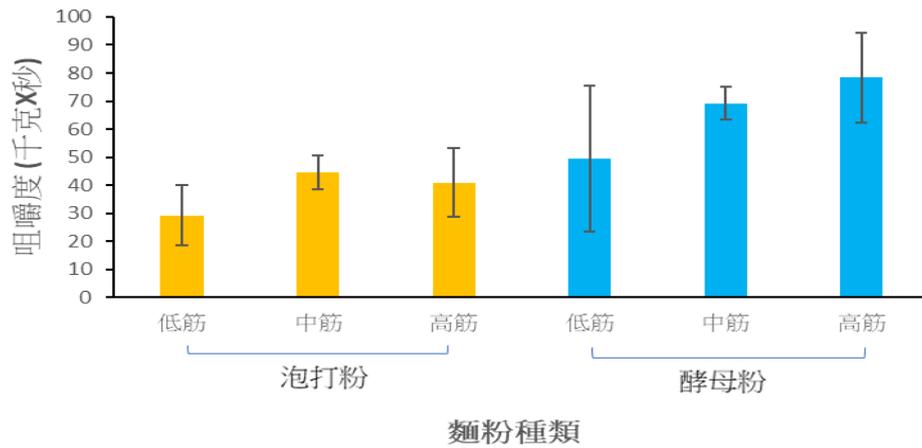


圖 25、麵粉筋性對馬芬蛋糕咀嚼度的影響

### 三、民眾主觀意識和喜愛口感對照一品評及問卷結果

#### (一)無膨鬆劑馬芬蛋糕

由圖 26 可看出 41-50 歲民眾在外觀、嚼勁與喜愛程度均給出了較高的評價。其餘除了外觀明顯較不受 31-40 歲民眾歡迎外，整體上並無特別大的差異。而從問卷的回饋中我們得到 10-20 歲及 51-60 歲的民眾大多反應蛋糕較扎實，其他有覺得軟硬適中甜甜的有顆粒感，也有覺得口感像在吃果凍一樣軟 Q 的而給予較高評價。缺點則是反應蛋糕較硬、較乾、味道較淡，甚至也有覺得吃起來像是沒熟的。

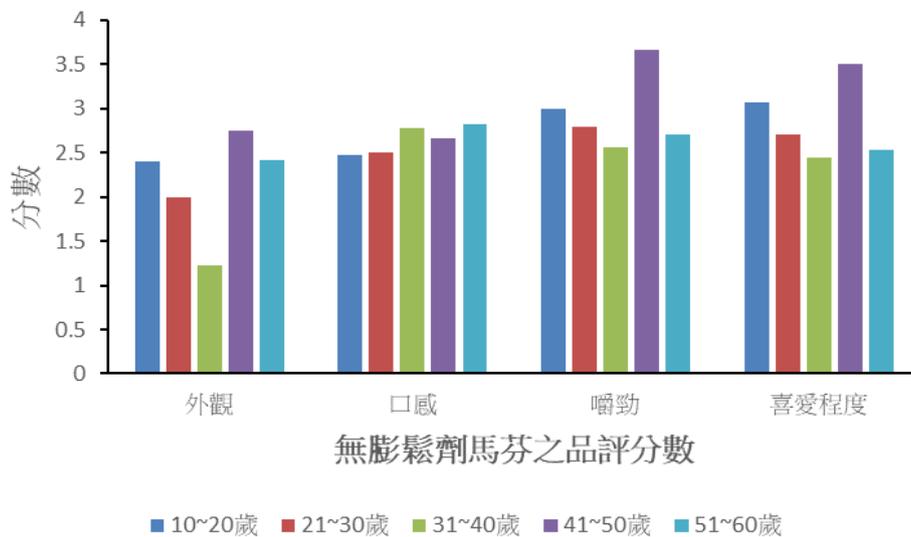


圖 26、無膨鬆劑馬芬之品評分數

#### (二)4.5g 泡打粉馬芬蛋糕

外觀多因其表面金黃的色澤而給予較高的分數。此配方的蛋糕較有嚼勁，外酥內軟且有微微香氣，是本次品評中評價最好的。從圖 27 中可以知道其中以 41-50 歲民眾對於

此配方的喜愛程度最高。問卷中大多都給予正面的饋。

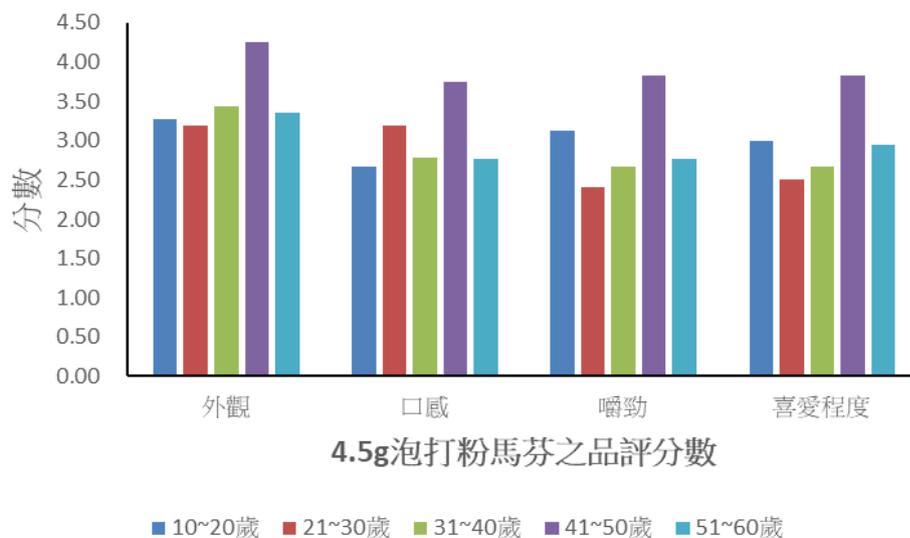


圖 27、4.5g 泡打粉馬芬之品評分數

### (三)1.5g 酵母馬芬蛋糕

由於 1.5g 酵母馬芬蛋糕表面色澤相較於其他馬芬蛋糕最深，因此在外觀評分上分數偏低，尤其以 51-60 歲民眾最不受歡迎。在嚼勁部分，10-20 歲與 40 歲以上民眾多表示蛋糕較有嚼勁彈性，而中間年齡層的民眾則認為有扎實、外酥內軟的口感，吃起來很順口，因而均給予較高的口感評價(圖 28)。

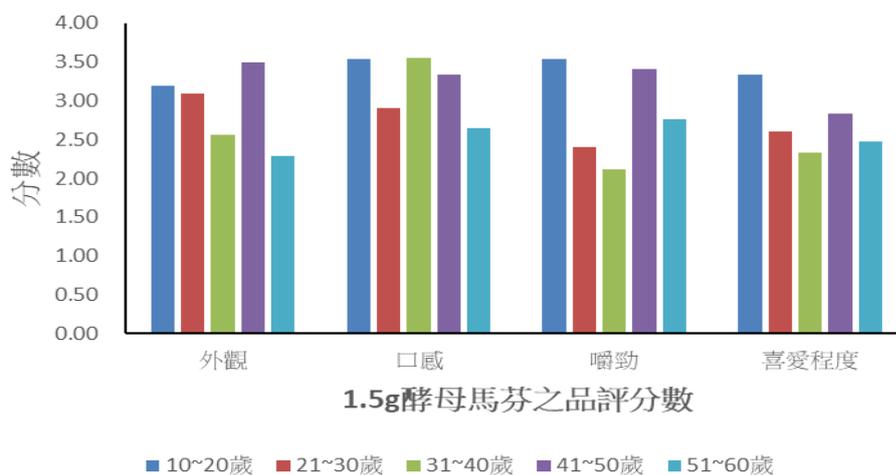


圖 28、1.5g 酵母馬芬之品評分數

### (四)3g 酵母馬芬蛋糕

圖 29 我們可以得知大眾對於此蛋糕的外觀有較高的評價，但嚼勁的部分可以發現 31-40 歲與 41-50 歲的感受有明顯不同。從質性回饋分析中，可發現大家覺得蛋糕太乾導

致難以下嚥。

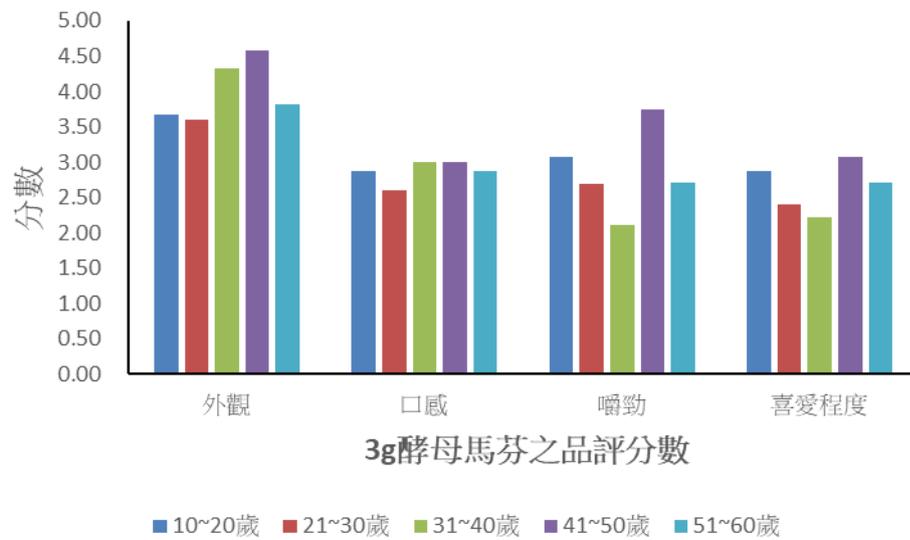


圖 29、3g 酵母馬芬之品評分數

(五)高筋酵母馬芬蛋糕

圖 30 可以看出不同年齡層對此蛋糕的外觀、嚼勁與喜愛程度雖然有所差異，其中只有 10-20 歲與 41-50 歲的年齡層給予蛋糕體較高分數。大部分人覺得口感很鬆軟，但是很乾，而且底部有焦黑現象。

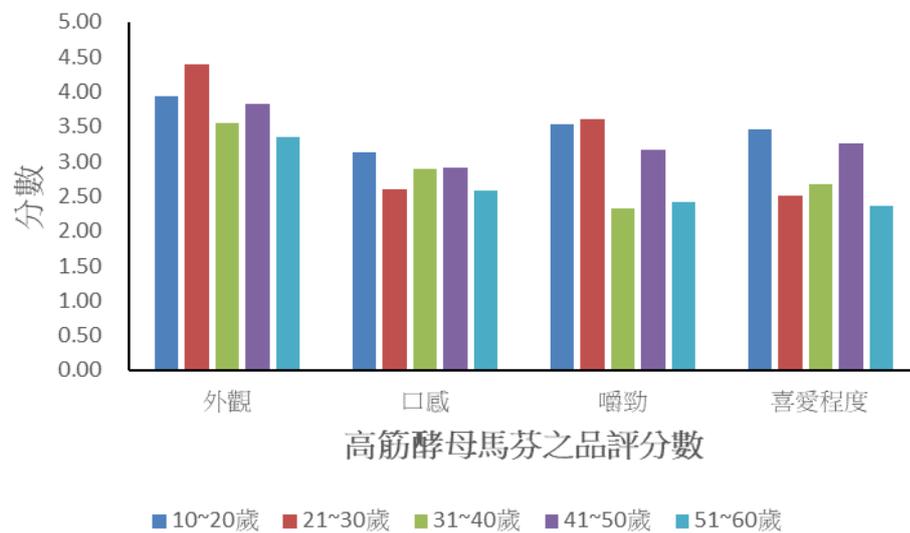


圖 30、高筋酵母馬芬之品評分數

(六)4.5g 泡打粉+4.5g 酵母馬芬蛋糕

由圖 31 可發現大眾都對此蛋糕的外觀有很高評價，由其實是 10-20 歲的民眾對此蛋糕有高度評價。而 10-20 歲和 41-50 歲民眾則因為覺得此蛋糕有嚼勁，所以相對應的給予喜好程度較高的評分。

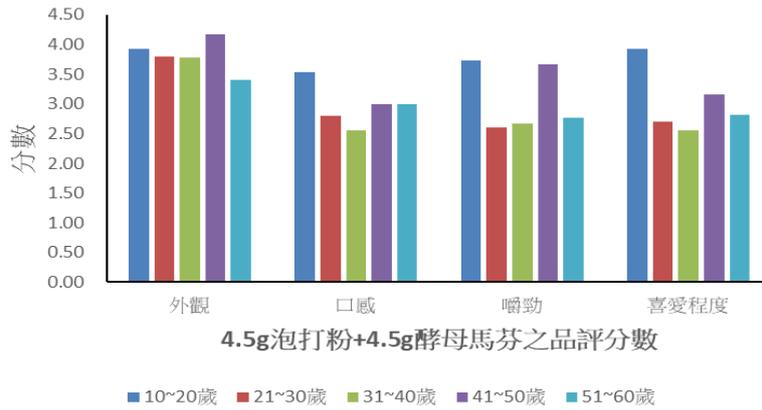


圖 31、4.5g 泡打粉+4.5g 酵母馬芬之品評分數

(七)男性品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

由圖 32 可以發現，男性在外觀部分最喜歡添加 3g 酵母粉顏色淡黃較扁塌的馬芬蛋糕，但喜愛程度卻是最低的，我們推測是因為沒有什麼嚼勁。整體最喜歡的則是添加 4.5g 泡打粉、無添加泡打粉和混合馬芬蛋糕三種最受歡迎。無膨鬆劑馬芬蛋糕的外觀雖然是最低評價，但配上口感與咀嚼度，反而相當受喜愛。混合馬芬蛋糕咀嚼度最高分，我們推測是因為酵母軟化麵筋外，也有一定硬度提升口感。而 4.5g 泡打粉馬芬蛋糕則是外酥內軟，且香氣十足。1.5g 酵母馬芬蛋糕是被認為口感最硬的，我們推測是因為蛋糕表皮過硬的原因。

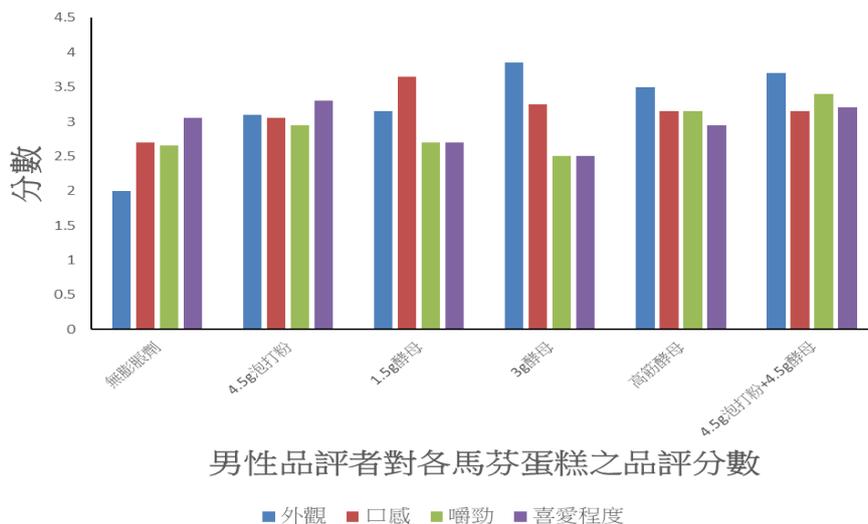


圖 32、男性品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

(八)女性品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

女性的想法跟男性相似，都覺得 3g 酵母馬芬蛋糕的外觀最好看；1.5g 酵母蛋糕口

感最硬；混合馬芬蛋糕的咀嚼度最高；最不喜歡的馬芬蛋糕是 3g 馬芬酵母蛋糕。但還是有些不同之處，女性對 3g 酵母馬芬蛋糕與高筋馬芬蛋糕的想法與男性不同(圖 33)。

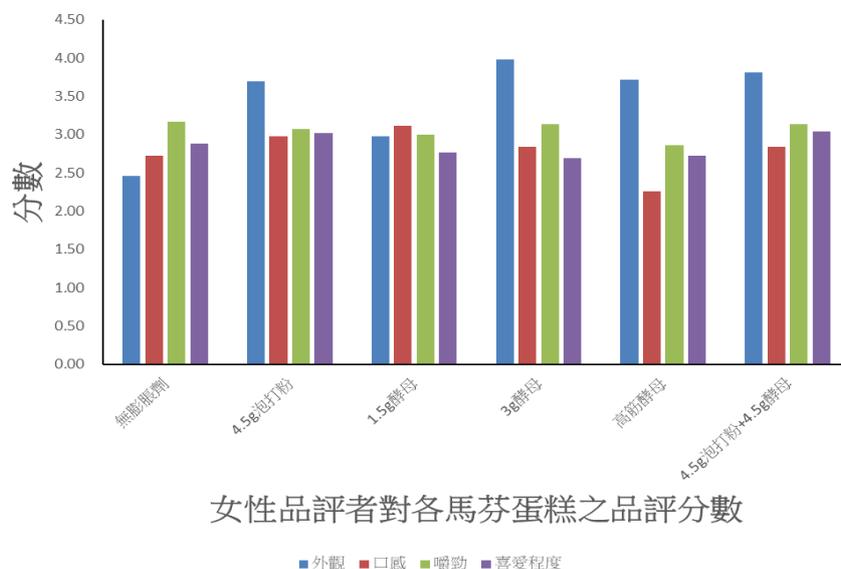


圖 33、女性品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

#### (九)整體品評者對馬芬蛋糕之品評分數

由圖 34 可看出全年齡層對 4.5g 泡打粉馬芬蛋糕與混合馬芬蛋糕評價最好，但沒有太明顯差異，只加酵母粉的馬芬蛋糕評價不好，而無膨鬆劑馬芬蛋糕也有相當程度的喜歡，所以各年齡層對不同配方馬芬蛋糕的喜好其實差異甚大。其中以 41 歲以上品評者對於各個馬芬蛋糕多有較高的評價與回饋，從圖 35 可發現 4.5g 泡打粉馬芬在整體上分數最高，與第二名的 4.5g 泡打粉+4.5g 酵母馬芬分數相近。若從外觀方面來看則是以色澤呈現金黃色的 3g 酵母馬芬最有賣相。且 3g 酵母馬芬與 4.5g 泡打粉+4.5g 酵母馬芬兩組在各項品評上均有相同的趨勢。

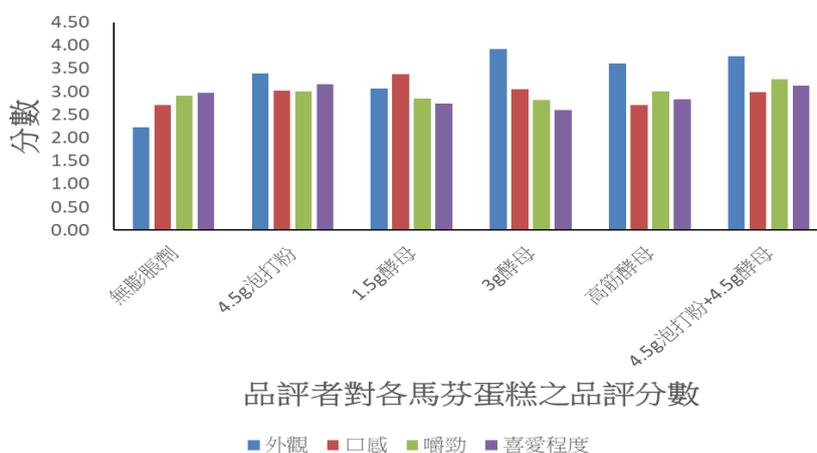


圖 34、品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

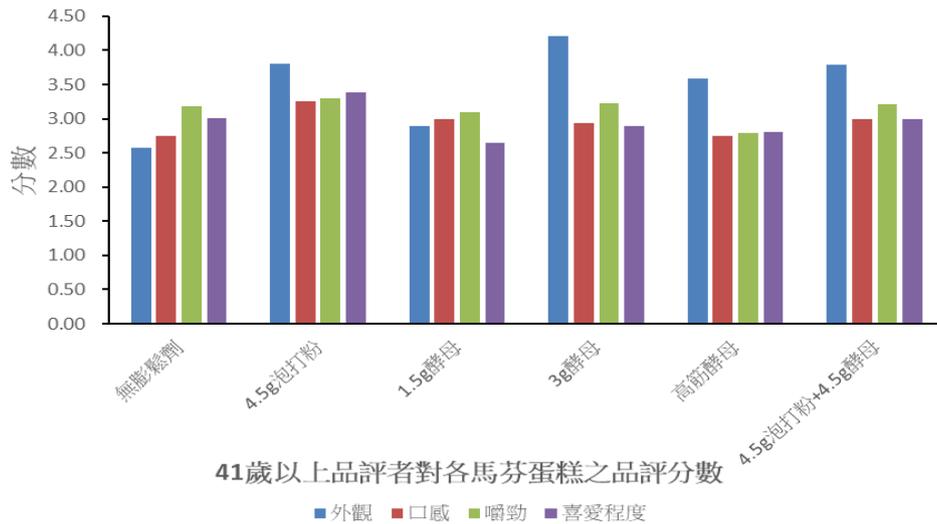


圖 35、41 歲以上品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

#### 四、品評與預期結果

市場調查與我們的預期結果還是有些偏差的，我們預期無膨鬆劑的馬芬蛋糕評價並不會太高，但品評結果卻不是最差的。且品評結果的硬度與咀嚼度反而跟測量的數據有差距。外觀方面的評價與我們預期的結果差不多，因為無膨鬆劑的顏色較淡且扁塌，因此評價才不好。4.5g 泡打粉馬芬蛋糕則因為與市面上的馬芬蛋糕味道最相近，所以喜愛程度最高，但在不同年齡層的喜好程度不同，混合馬芬蛋糕也相當受人喜愛，是本研究的新收穫。

#### 五、食品安全

泡打粉畢竟還是化學製品，民眾多半覺得還是少用為妙。酵母粉是天然的膨鬆劑，相對於身體較無負擔，但要進行發酵的環境控制，技術門檻較高，且時間較久。而且利用酵母粉做出的馬芬有種特殊的風味，並非每個人都能接受。無膨鬆劑的馬芬也相對健康，只是因為沒有膨鬆劑使麵糊膨脹，所以吃起來偏硬，很有嚼勁。混合馬芬除了能達到減量使用化學膨鬆劑目的外，酵母也能提供營養，根據品評調查，大部分人也都很喜歡這蛋糕。

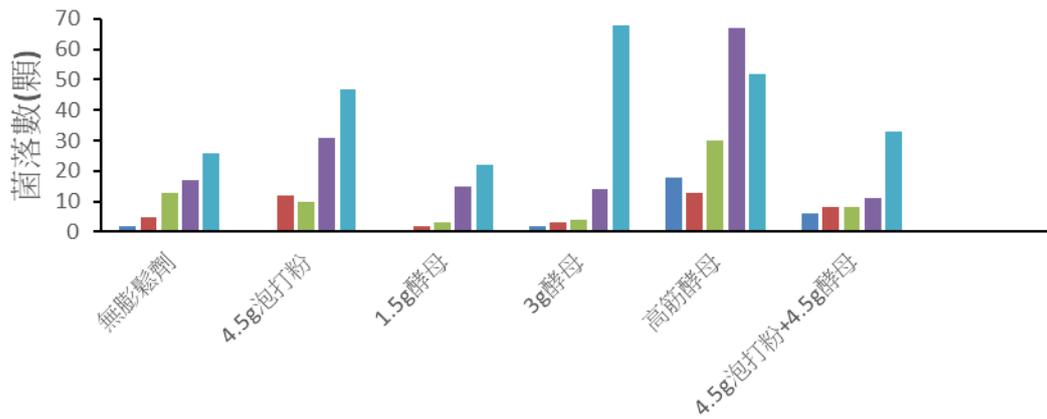
#### 六、大腸桿菌培養

我們針對冷藏保存不同天數的馬芬蛋糕，進行大腸桿菌叢的數量檢定測試，由圖 36 可發現，高筋酵母馬芬的大腸桿菌菌落是成長最快，可能是因為不論麵粉或是酵母粉的蛋白質較多，能提供細菌較多的營養，所以容易滋生細菌。而無膨鬆劑與 4.5g 泡打粉馬

芬的大腸桿菌叢則排名第二，1.5g 酵母、3g 酵母與混合馬芬大腸桿菌生長幅度較不明顯。根據衛生福利部公布的「一般食品衛生標準」（註 16），雖然本次研究菌叢數都在安全範圍內，但高筋酵母馬芬則建議在出爐的四天內盡快食用完畢，以保持新鮮。其他馬芬蛋糕則可以冷藏保存到第五天。

	無膨鬆劑	4.5g 泡打粉	1.5g 酵母	3g 酵母	高筋酵母	4.5g 泡打粉 +4.5g 酵母
第一天						
第二天						
第三天						
第四天						
第五天						

圖 36、不同天數大腸桿菌的生長情形



不同天數的大腸桿菌菌落數

■ 第一天 ■ 第二天 ■ 第三天 ■ 第四天 ■ 第五天

圖 37、不同天數的大腸桿菌菌落數

## 陸、結論

- 一、泡打粉添加愈多，馬芬蛋糕體積愈大，氣孔密度較高，口感偏軟且無嚼勁。
- 二、酵母粉製作馬芬蛋糕建議搭配高筋麵粉，會產生很有彈性的口感，但在烘焙時注意使用大烤箱或置於烤箱底部，否則容易焦黑。
- 三、泡打粉馬芬的體積比酵母馬芬大，但硬度較小。喜歡鬆軟蛋糕的人建議使用泡打粉作為膨鬆劑，喜歡有嚼勁口感的建議試試酵母粉作膨鬆劑。
- 四、無膨鬆劑的馬芬蛋糕適合喜歡很有嚼勁口感的人，但表面顏色偏黃，增加烘焙時間或溫度也許能讓蛋糕看起來更可口。
- 五、高筋泡打粉馬芬的外觀略為焦黑，咀嚼起來也偏硬，不太適合當作馬芬蛋糕的製作材料。
- 六、只加酵母的馬芬蛋糕在品評方面不是那麼受喜愛。我們推薦可以試試也加 4.5g 泡打粉的配方，除了評價良好外，他的軟硬度也適合讓年長者食用。
- 七、4.5g 泡打粉馬芬的評價也很好，但他的硬度略高於 4.5g 泡打粉+4.5g 酵母粉馬芬蛋糕，可能不是這麼適合讓年長者食用。
- 八、高筋酵母馬芬的菌落成長快速，應該早點食用完畢。
- 九、酵母粉馬芬的菌落成長不那麼明顯，雖然能保存較久，但水分會隨著時間流逝，還是建議盡早食用完畢。

## 柒、參考資料及其他

1. 衛生福利部國民健康署（2016年12月）。2019年9月15日，取自  
<https://www.hpa.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=1137&pid=7766>
2. 馮馨瑩（2014）。無鋁鹽複合式化學膨大劑品質改善探討。國立高雄餐旅大學：碩士論文。
3. 陳維真、張簡守展（譯）（2017）。料理的科學：50個圖解核心觀念說明，破解世上美味烹調秘密與技巧。台北市：大雁文化，P40。
4. 化學工業出版社（2005）。中國化工產品大全 第三版上卷。北京市：化學工業出版社，P490。
5. 上海物競化工科技有限公司—物競化學品數據庫（2009）。2019年9月27日，取自  
<http://www.basechem.org/chemical/15957>
6. 鑫隴興業有限公司（2010）。2019年10月2日，取自  
<https://www.sinlong-food.com.tw/product-detail-1173814.html>
7. 全國法規資料庫—食品添加物使用範圍及限量暨規則標準（2019年11月7日）。2019年12月20日，取自  
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=L0040084&fbclid=IwAR1MICwHoUpR0gNnTRGpWV95vlt1KSYMajOJ5KVu-YZIDwg3fTdt49edQ50>。
8. 蔡佳璇、鄭如喻、歐榆暄、王倍瑜（2010）。「麵」目一新～探討「湯種麵團技術」應用在「傳統饅頭」之品質研究。全國中小學科展第50屆優勝作品。
9. 王俊勝（2016）。香蕉吐司麵包之品質評估。弘光科技大學：碩士論文。
10. 詹昌明、聶家騫（2019）。剩食傳說—水果米飯麵包的製作與討論。全國中小學科展第59屆優勝作品。
11. 超技儀器有限公司—食品類（2018年10月）。2020年01月15日，取自  
<http://www.lotun.com.tw/service-and-support/service/e-newsletter/144-food-monthly/619-food201810.html>
12. 盧訓（2014）。烘焙學。台中市：華格納企業，P4-20、4-27。
13. 楊昭景等（2016）。廚藝概論。新北市：揚智文化事業股份有限公司，P194。
14. 武子靖（2020年2月）。麵包學。新北市：質人文化創意事業有限公司，P81、85。

15. 中山弘典、木村萬紀子（2010）。用科學方式了解高點的「為什麼」：基本面團、材料的 231 個 Q&A。台北市：大境文化事業有限公司，P 240。
16. 衛生福利部食品藥物管理署（2017）。2020 年 3 月 7 日，取自 <https://consumer.fda.gov.tw/Law/Detail.aspx?nodeID=518&lawid=763&fbclid=IwAR1kqhyVGCH2zG1RRjcvaSP1GvFVN3Cz-PTGk25SkQb31YuhSCzO0k9-SdU>
17. 林建廷（2017）。中式點心化學膨鬆劑取代技術之探討－以桃酥為例。國立屏東科技大學：碩士論文。
18. 劉庭瑋（2018）。發酵台灣藜酸麵糰以增進台灣藜麵包中之 GABA 含量。國立嘉義大學：碩士論文。
19. 施明智、蕭思玉、蔡敏郎（2019）。食品加工學。台北市：五南圖書出版股份有限公司，P 398-399。
20. 蔡承志（譯）（2016）。食物與廚藝：麵食、醬料、甜點、飲料。新北市：遠足文化事業股份有限公司，P 26。

## 【評語】 052209

1. 以不同比例的泡打粉、酵母粉和不同筋度之麵粉，設計出 11 組不同配方，以找出麵粉和膨鬆劑對馬芬蛋糕的影響。實驗設計堪稱嚴謹，惟新穎性與創意較為不足。
2. 此份報告撰寫流暢，文字與數據表達的清楚有條理！現場表達亦佳。
3. 表 3 最下方兩組均為“4.5g 泡打粉”標示不全？轉檔問題？數據建議以  $\text{mean} \pm \text{SD}$  表示並求出統計差異。氣孔數量小數點以下的數字意義不大可刪除，表 4 亦同。
4. 圖 15-19 有統計差異？圖 21-25 有統計差異？其他品評數據沒有呈現統計關係。沒有適當的統計計算與呈現是本研究較不足之處，科學研究結果呈現統計意義相當重要。
5. 實驗記錄完整。
6. 團隊合作表現突出。

# 摘要

本以不同比例泡打粉、酵母粉和麵粉種類，設計出不同馬芬蛋糕配方。利用各種不同科學方法測量蛋糕氣孔分布、軟硬度、咀嚼度和體積進行數據化分析，再以蛋糕外型和品評口感進行綜合比較結果。得知最佳口感配方為「4.5g泡打粉+低筋麵粉」；最佳健康配方為「4.5g酵母粉+高筋麵粉」；冷藏保存後最具食品安全的配方為「1.5g酵母粉+低筋麵粉」。本研究亦提供不同年齡層和性別對馬芬蛋糕配方的喜好分析，可做為研發新產品或因應高齡化食品之應用。

## 壹、研究動機

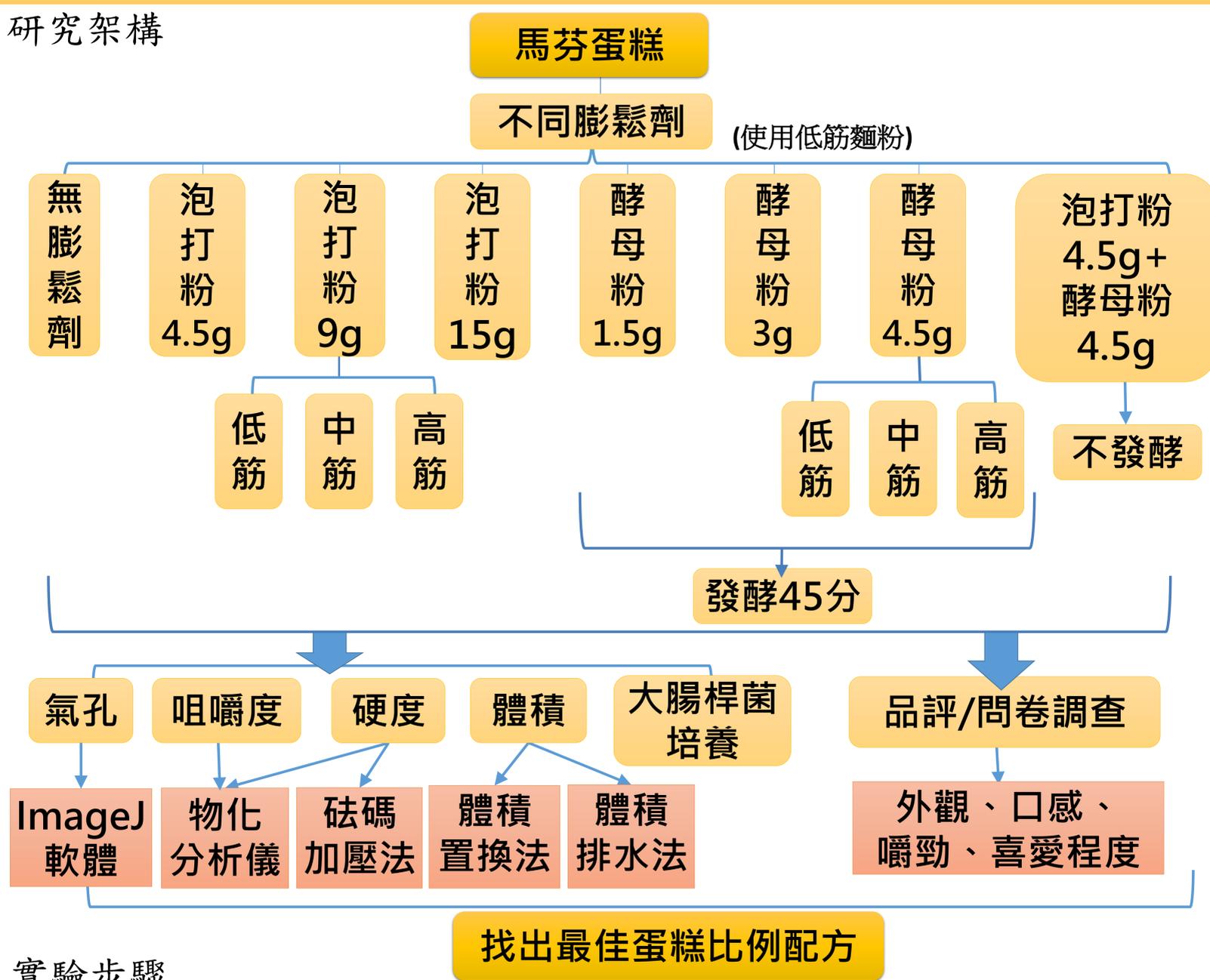
隨著台灣人口高齡化問題浮現，年長者的生活議題越來越被重視，我們想做出兼具營養美味與健康的全齡食品。而應用生物課程中提到微生物如酵母粉在食品加工的應用非常有趣，但某些糕餅卻建議使用泡打粉製作，讓我們想了解這兩種使糕點膨脹的成分究竟有何不同影響？因此我們設計不同比例配方之馬芬蛋糕，搭配物化分析產生數據，同時對比品評結果，試著找出最佳配方。

## 貳、研究目的

- 一、探討不同膨鬆劑(泡打粉、酵母粉)及麵粉種類對馬芬蛋糕結構體的影響。
- 二、利用科學方法量化馬芬蛋糕物理性質，作為食品科學化表達口感的依據。
- 三、分析不同年齡及性別民眾喜好的蛋糕口感和外觀，找出最佳配方比例。

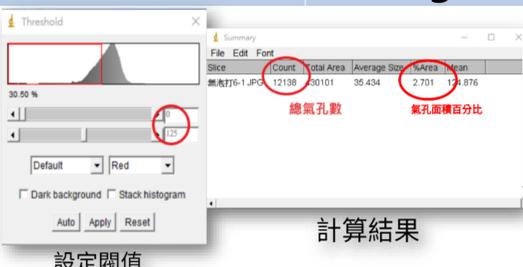
## 參、研究過程及方法

### 一、研究架構



### 二、實驗步驟

成份	含量
麵粉	135g
泡打粉or酵母粉	實驗設計
牛奶	15ml
雞蛋	108g
糖粉	54g
奶油	75g



計算結果



馬芬蛋糕品評表

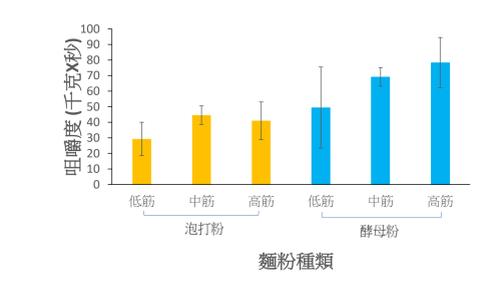
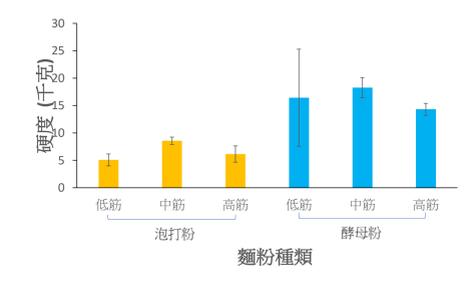
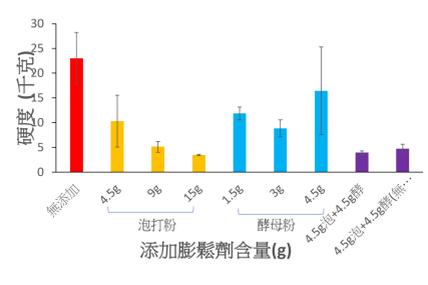
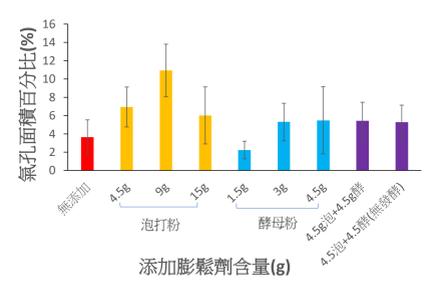
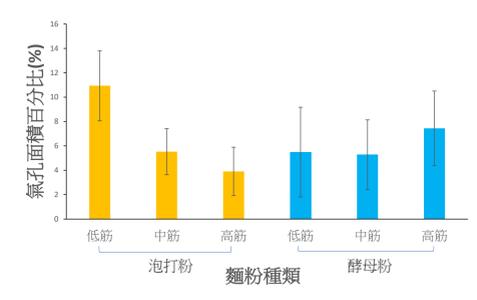
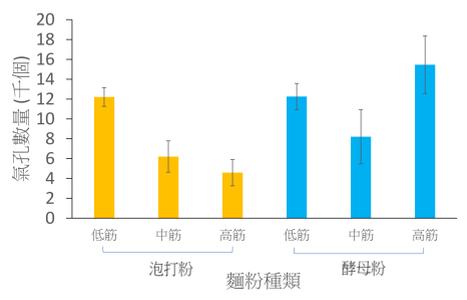
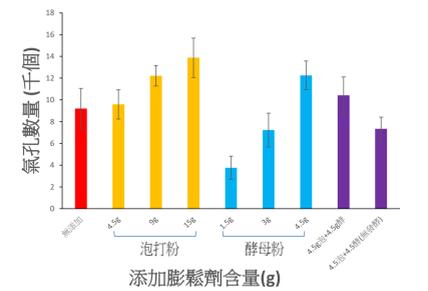
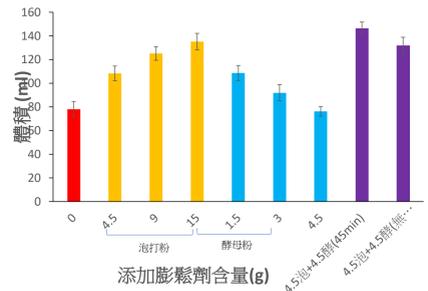
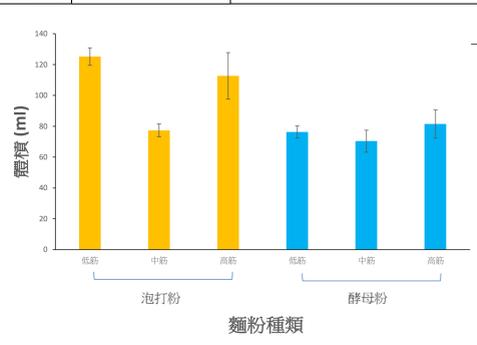
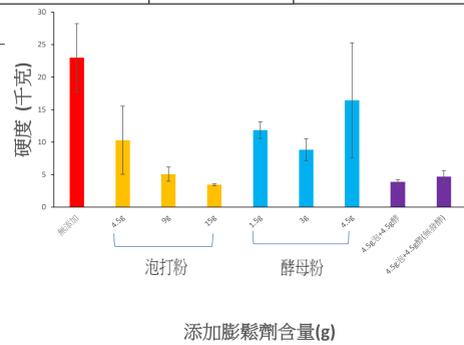
品類	外觀	口感	嚼勁	喜愛程度
A	1. 外觀評分: (分數 1-5, 無膨鬆劑+不發酵) 無膨鬆劑+不發酵	2. 口感評分: (分數 1-5, 低筋麵粉+泡打粉) 低筋麵粉+泡打粉	3. 嚼勁評分: (分數 1-5, 低筋麵粉+泡打粉) 低筋麵粉+泡打粉	4. 喜愛程度: (分數 1-5, 不發酵+無膨鬆劑) 不發酵+無膨鬆劑
B	1. 外觀評分: (分數 1-5, 無膨鬆劑+不發酵) 無膨鬆劑+不發酵	2. 口感評分: (分數 1-5, 低筋麵粉+泡打粉) 低筋麵粉+泡打粉	3. 嚼勁評分: (分數 1-5, 低筋麵粉+泡打粉) 低筋麵粉+泡打粉	4. 喜愛程度: (分數 1-5, 不發酵+無膨鬆劑) 不發酵+無膨鬆劑
C	1. 外觀評分: (分數 1-5, 無膨鬆劑+不發酵) 無膨鬆劑+不發酵	2. 口感評分: (分數 1-5, 低筋麵粉+泡打粉) 低筋麵粉+泡打粉	3. 嚼勁評分: (分數 1-5, 低筋麵粉+泡打粉) 低筋麵粉+泡打粉	4. 喜愛程度: (分數 1-5, 不發酵+無膨鬆劑) 不發酵+無膨鬆劑

# 肆、研究結果

## 一、不同變因對馬芬蛋糕的外觀與氣孔影響

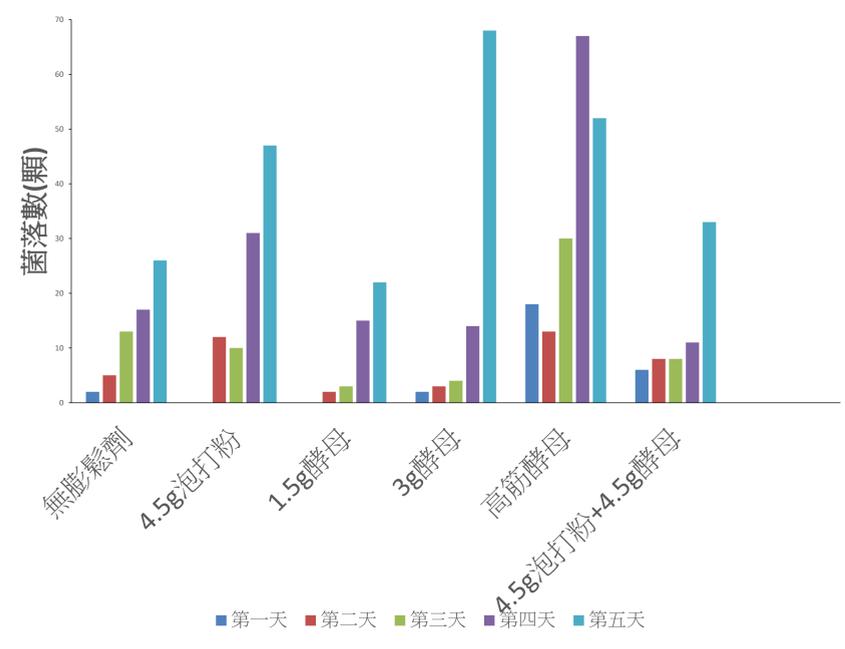
膨鬆劑	俯視圖	側視圖	氣孔圖	剖面圖
無膨鬆劑				
4.5g泡打粉				
9g泡打粉				
15g泡打粉				
1.5g酵母粉				
3g酵母粉				
4.5g酵母粉				
4.5g泡打粉+4.5g酵母粉(45min)				
4.5g泡打粉+4.5g酵母粉(無發酵)				

麵粉種類	俯視圖	側視圖	氣孔圖	剖面圖
低筋泡打粉				
中筋泡打粉				
高筋泡打粉				
低筋酵母粉				
中筋酵母粉				
高筋酵母粉				



## 二、大腸桿菌培養

	無膨鬆劑	4.5g 泡打粉	1.5g 酵母	3g 酵母	高筋酵母	4.5g 泡打粉+4.5g 酵母
第一天						
第二天						
第三天						
第四天						
第五天						



### 三、品評及問卷結果

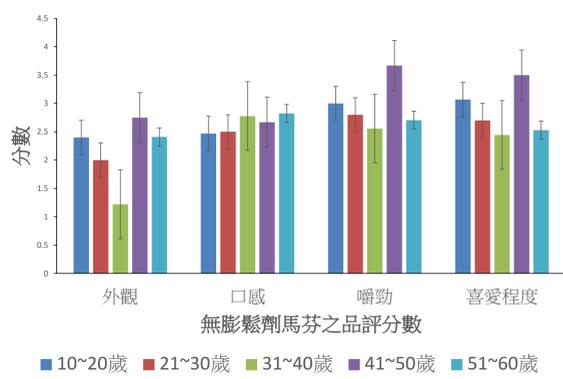


圖12.各年齡對無膨脹劑馬芬蛋糕之評價

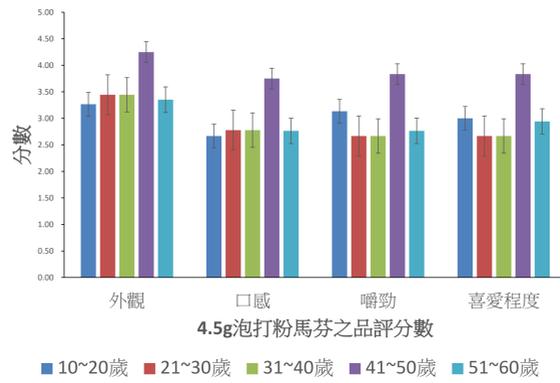


圖13.各年齡對4.5g泡打粉馬芬蛋糕之評價

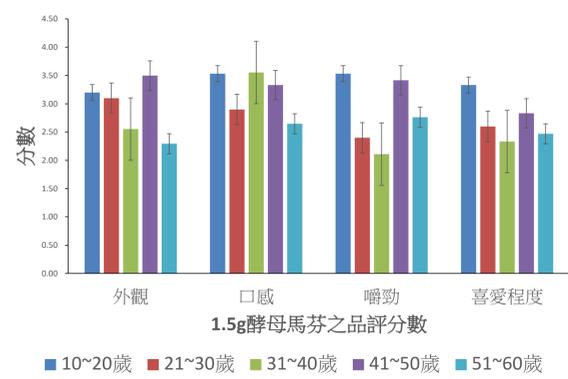


圖14.各年齡對1.5g酵母馬芬蛋糕之評價

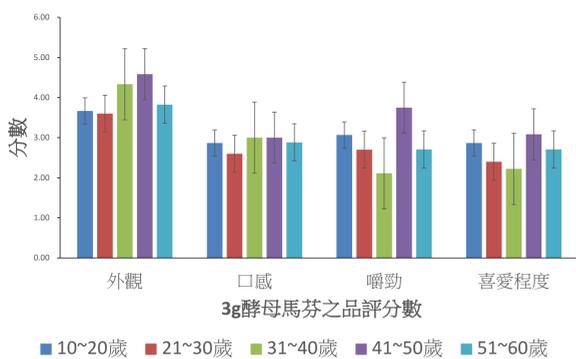


圖15.各年齡對3g酵母馬芬蛋糕之評價

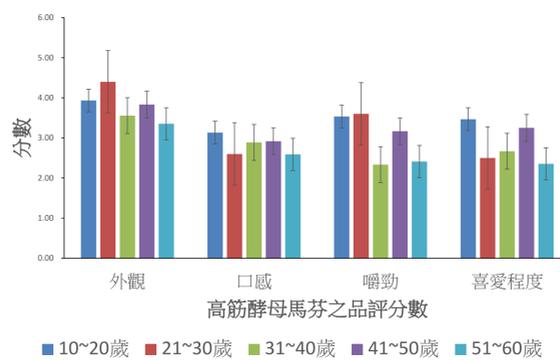


圖16.各年齡對高筋酵母馬芬蛋糕之評價

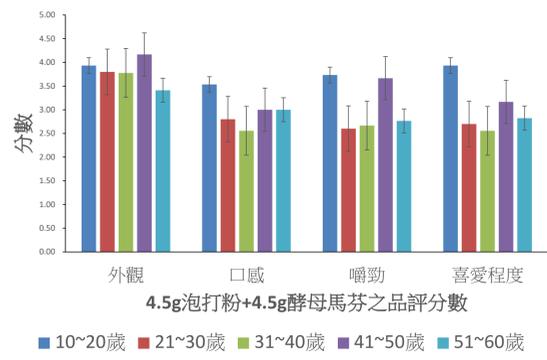


圖17.各年齡對4.5g泡打粉+4.5g酵母馬芬蛋糕之評價

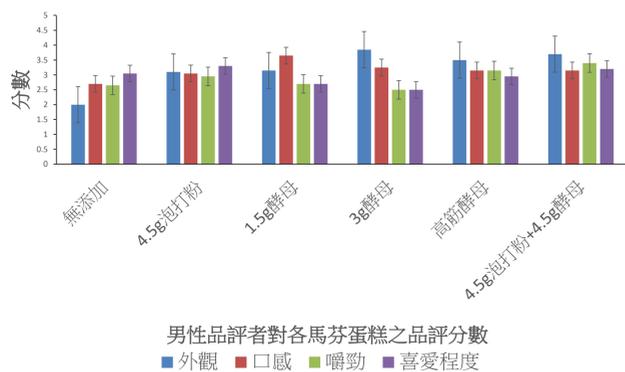


圖18. 男性品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

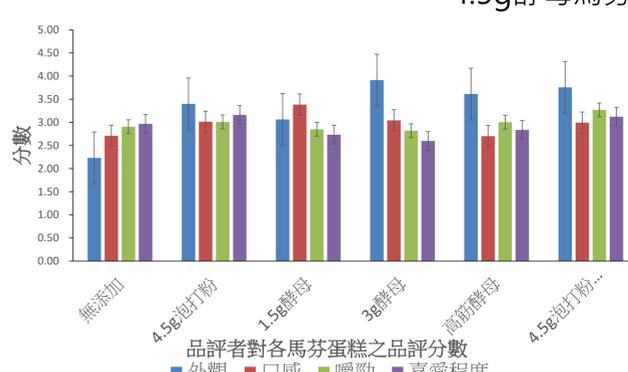


圖19. 全年零受試者對各馬芬蛋糕之品評分數

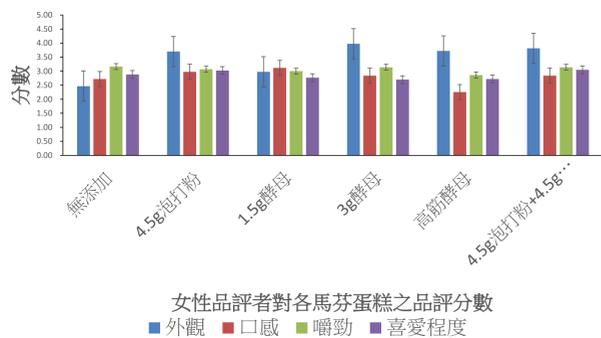


圖20. 女性品評者對各馬芬蛋糕之品評分數

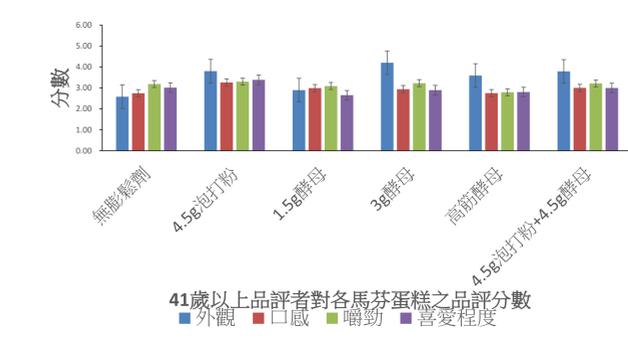


圖21. 41歲以上受試者對各馬芬蛋糕之品評分數

## 伍、討論

### 一、外觀與體積

- (一)膨鬆劑種類:泡打粉增加,馬芬蛋糕體積增大;酵母馬芬增加,蛋糕體積縮小。
- (二)麵粉種類:低筋麵粉能產生最大體積,和中筋麵粉馬芬差距近1.5倍。

### 二、口感

- (一)膨鬆劑種類:酵母馬芬硬度與咀嚼度比泡打粉大,泡打粉越多蛋糕越軟。
- (二)麵粉種類:泡打粉搭配中高筋麵粉,使蛋糕硬度和咀嚼度增加。

### 三、氣孔數與面積百分比

- (一)膨鬆劑種類:泡打粉增加,氣孔密度越大。酵母馬芬氣孔數量比泡打粉馬芬多但氣孔密度比泡打粉馬芬小,所以酵母馬芬蛋糕硬度較高但彈性低。
- (二)麵粉種類:泡打粉馬芬隨麵粉筋性提高,氣孔數和密度下降;酵母馬芬搭配麵粉筋性越高,則氣孔數和密度增加。

### 四、品評結果

- (一)外觀:前三名為3g酵母粉、4.5g泡打粉+4.5g酵母粉、高筋麵粉+4.5g酵母粉。
- (二)口感:無膨鬆劑與1.5g酵母馬芬口感最硬,和儀器計算結果不完全符合。
- (三)嚼勁:與喜愛程度呈正相關,越有嚼勁的蛋糕越受民眾喜愛。
- (四)喜愛程度:「低筋麵粉+4.5g泡打粉」和「4.5g泡打粉+4.5g酵母粉」配方最受民眾喜愛,質性回饋表示前者表面酥脆內部蓬鬆,後者很有彈性。

## 陸、結論

- 一.泡打粉添加越多,馬芬蛋糕體積和氣孔密度愈大,口感偏軟但無嚼勁。
- 二.酵母馬芬蛋糕建議搭配高筋麵粉,會產生很有咀嚼勁的口感。
- 三.鬆軟蛋糕配方建議使用泡打粉為膨鬆劑,嚼勁口感蛋糕配方建議使用酵母粉
- 四.«4.5g泡打粉+4.5g酵母粉»的馬芬蛋糕配方,評價良好,也適合年長者食用。
- 五.«1.5g酵母粉»馬芬能保存較久,但水分流逝口感不佳,仍建議盡早食用完畢