

中華民國第 59 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

佳作

052204

剩食傳說－水果米飯麵包的製作與探討

學校名稱：新北市立北大高級中學

作者： 高二 詹昌明 高二 聶家騫	指導老師： 沈昌懋 黃鈺翔
-------------------------	---------------------

關鍵詞：剩食、米飯麵包、水果粉

摘要

本研究之目的在緩解營養午餐之剩食問題，以剩餘白米飯(台梗14號)、水果(蘋果、香蕉、奇異果)製成水果米飯麵包。首先以米飯加入麵包中，實驗得出米飯添加之最佳比例為43%。再者，將水果研磨成水果粉，減少冷藏之體積，並比較添加新鮮果汁與水果粉之差異，發現蘋果米飯麵包(包括新鮮果汁或水果粉)，在密度、口感均優於香蕉和奇異果米飯麵包。此外，本研究亦採用品評分析，得知同學對蘋果米飯麵包的喜好度極佳。最後探討影響奇異果和香蕉米飯麵包成型不完全原因，得知Actinidin為香蕉米飯麵包成型不完全原因，奇異果則受Actinidin和酸鹼值影響。

壹、研究動機

根據2016年環保署數據顯示，臺灣平均每人一年的廚餘量約96公斤，與歐美並列同為糧食浪費大國，比中、日、韓平均多20%，更是南亞、東南亞的8.7倍。[16]

而中學學校的營養午餐的廚餘量尤其嚴重，根據聯合報專題報導-「浪費19億vs.珍惜25元營養午餐把臺灣分成兩半」指出，臺北市營養午餐平均一年丟棄的剩食，製造2000多噸廚餘，浪費近19億元[7]；此外，詢問本校中央餐廚人員得知，業者通常會多備10%到15%的量，以因應同學吃不夠，或是打翻等突發狀況，造成剩食狀況可見一斑。最終，剩食也都變成了廚餘。因此如何活用剩食為本研究的主要課題。

高中二年級應用生物學課程中曾提及，食物與餐飲的關係需建構在來源可靠的食材，並藉由多變化的飲食，同時保持住食物中的營養素並增加可食性。長期觀察食用後之團膳，發現多數班級米飯、水果均未食用完，然而品相卻是完整的如(圖1、圖2)，因此我們發想，若是能將麵包中的麵粉部分換成營養午餐原本要被丟棄的「米飯」，並且將乏人問津的水果加入麵包中，提升營養價值。期待經研究改良之米飯麵包，無論在口感、營養價值，能不亞於傳統麵包，為解決資源浪費問題盡一分心力。



圖 1、營養午餐剩餘之米飯



圖 2、營養午餐剩餘之水果

貳、研究目的

- 一、使用營養午餐剩餘白米飯，製作米飯麵包，以提高米飯含量並兼具口感為目標。
- 二、嘗試將營養午餐剩餘水果製成「水果粉」，以減少體積、便於冷藏防腐。
- 三、分別以新鮮水果、水果粉方式添加於米飯麵包，製成水果米飯麵包，比較其差異。
- 四、進行品評分析，藉此了解學生對米飯麵包，以及不同口味的水果米飯麵包之喜好度。

參、實驗設備及器材

一、實驗設備

<p>麵包機 (Panasonic SD-BMS105T)</p>	<p>烘乾機</p>	<p>果汁機</p>
<p>自製水果烘乾架 (紙箱與錫箔紙製成)</p>	<p>電子秤</p>	<p>磅秤</p>

		
游標尺	恆溫箱	塑膠桶與黃豆 (測體積)

二、實驗器具

鋼盆、桿麵棍、量杯、PE 塑膠袋、游標卡尺、大水桶、勺子、麵包刀。

三、材料

主要使用材料為營養午餐剩餘之米飯、水果，並加入其它相關之添加物，詳細品牌與來源如(表1)所述。

【表 1、食材來源表】

品項	品牌/來源
米飯(台梗14號)	金益碾米工廠/營養午餐(公糧米)
香蕉	日清-華美青菓行/營養午餐
蘋果	日清-華美青菓行/營養午餐
奇異果	重慶水果行/營養午餐
高筋麵粉	嘉禾牌黃僑麵粉
牛奶	光泉/超商購買
鹽	臺鹽/超商購買
砂糖	臺糖/超商購買
奶油	樂寶娜磅裝無鹽奶油
乾酵母粉	瑞發食品行
小蘇打	鑫隴興業有限公司

肆、研究過程及方法

一、文獻回顧

(一)麵包的簡介

早期臺灣人沒有吃麵包的習慣，因臺灣以種植稻米為主，直到1949年國民政府遷臺，加上美國援助時期，供給了大量的麵粉，才開始有雜貨店兼賣麵包。時至今日，麵包店已相當普及，而家用麵包機的誕生，更使得麵包的食用更趨普遍化。[17]

(二)麵包成形原理

麵糰的發酵原理，主要是由構成麵包的基本原料(小麥麵粉、水、酵母、鹽)的特性決定的。麵糰的發酵就是利用酵母菌在其生命活動過程中所產生的二氧化碳和其他成分，因為澱粉跟水的作用，分子之間的結合，在加上不斷的擠壓碰撞產生熱能，碰撞過後麵粉裡面的蛋白分子(麩朊與谷蛋白)就互相連結在一起，形成堅固的組織-麵筋，如(圖3)所示。當麵糰發酵後，產生膨鬆而富有彈性(筋性)之狀態，並呈現出特殊的色、香、味及多孔性的結構[5][8]。



【圖 3、麵筋的組成(圖片來源:食物與廚藝)】 [5]

(三)米麵包

米麵包主要是以白米磨碎獲得之米穀粉製作，由於米穀粉本身不具有形成麵包骨架的小麥蛋白(麩朊與谷蛋白)，因而米麵包中麵粉仍佔70%。米麵包外觀較為扎實綿密，且用油量較低、米較小麥易於消化，都是其優點；然而，米穀粉生產成本較麵粉為高。本次研究嘗試以煮熟之米飯，即營養午餐剩餘的白米飯進行研究與製作，我們稱為「米飯麵包」，因此配方與製程會與坊間米麵包略有不同。[1]

(四)水果的簡介

本研究欲將水果添加於米飯麵包中，藉以增添營養與香氣，我們選用營養午餐常見之水果－香蕉、奇異果、蘋果作為探討對象。

二、剩食的定義與利用

(一) 剩食的定義

未經食用被丟棄的食物，稱為「剩食」，相較於廚餘，剩食更保有完整性。從資源再利用的觀點，使用營養午餐之剩食-白米飯與水果，進行再製，其產品履歷清楚如(圖4)，經政府把關且資訊公開透明(教育部食材登錄平臺)，安全性無須擔心，可作為同學課間之營養補充或弱勢家庭之輔導，減少食物浪費，一舉數得。

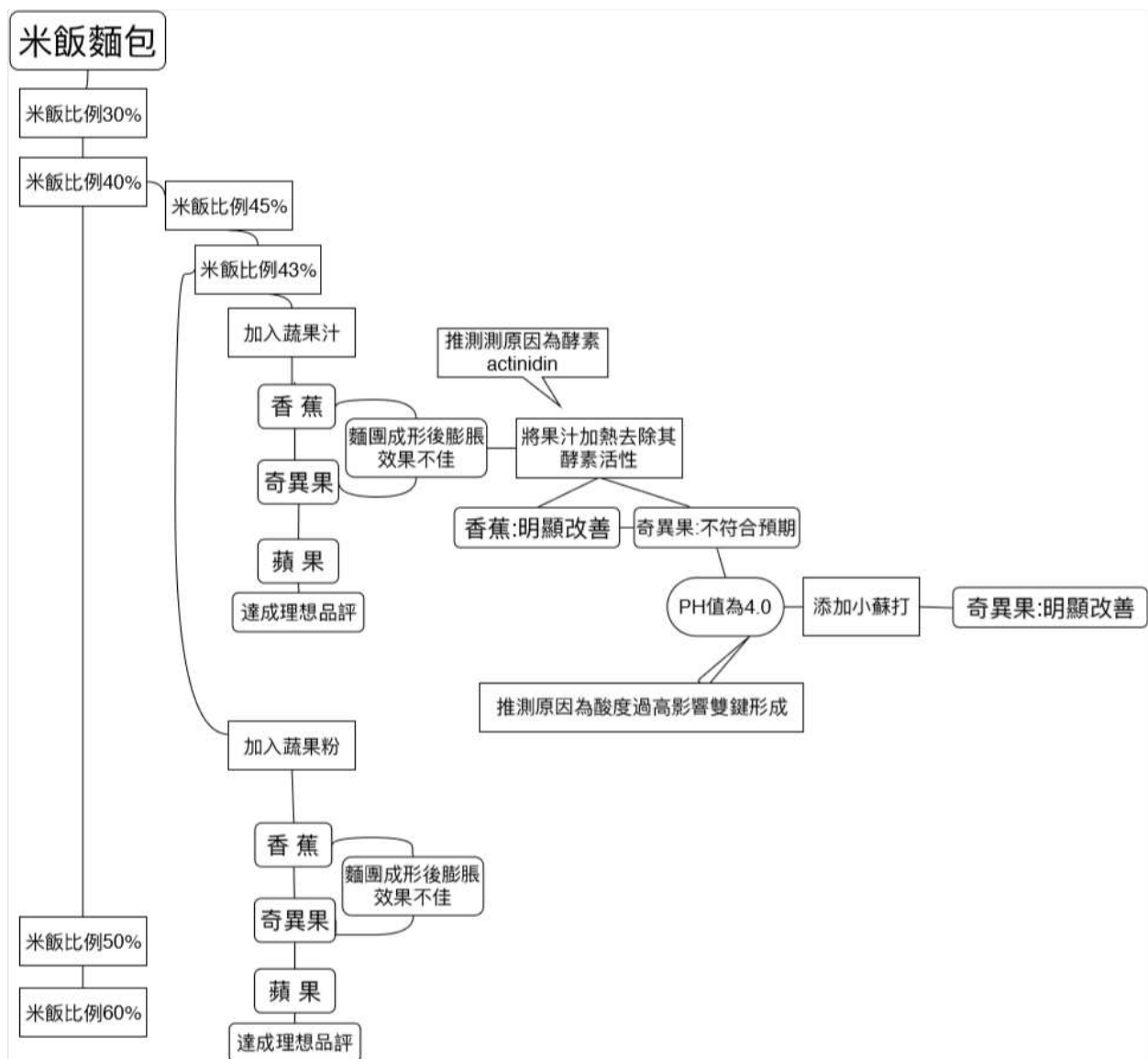


【圖 4、教育部食材登錄平臺頁面】

(二) 剩食の利用

除了營養午餐之剩食-白米飯可作為麵包添加利用外，營養午餐剩餘之新鮮水果不易長久保存，且佔冰箱空間，因此我們也嘗試將烘乾的水果磨粉取代新鮮水果，雖可能因烘乾過程中造成部分營養流失，然而如鈣、鉀、鎂、鐵、鋅、硼等礦物質並不受其影響，反因去除水分使該營養成分之密度提高 [12] 。

三、研究架構



【圖 5、實驗研究架構】

四、實驗過程

(一) 實驗一：午餐米飯製成麵包

1. 前言

以午餐剩餘的米飯(台梗 14 號)加入麵包中，由於麵團要成團時需要一定比例的麵筋蛋白，因此在將米飯加入麵糰的同時需考慮及探討麵粉在其麵糰中之比例。

2. 實驗步驟

首先，我們先調配出一個全麥傳統麵包做為對照組，配方如(表 2)。市面上米麵包大多是添加米穀粉製成的，我們將改用煮熟的米飯加入麵包進行研究。為了找出一個能增加米飯含量、且要能有不錯的質地和外觀的米飯麵包，我們參照(表 2)配方，固定其

砂糖、鹽、奶油、牛奶、酵母，並測量烘乾前後米飯的重量，藉此算出米飯含水率。然後增加米飯在麵包中的含量，而從增加的米飯含量，可得知增加的水分量，即能算出需在補足水量。最後我們試驗使米飯麵包中的米飯含量各是占全重的 30%、40%、50%、60%比例，嘗試找出條件最佳的米飯麵包(本實驗採四重複)。

其米飯含水量計算方式如下：

$$\text{米飯含水量} = \frac{\text{米飯總含水量}}{\text{米飯總重}} = \frac{132.2}{228} \approx 0.58$$

【表 2、傳統麵包的配方】

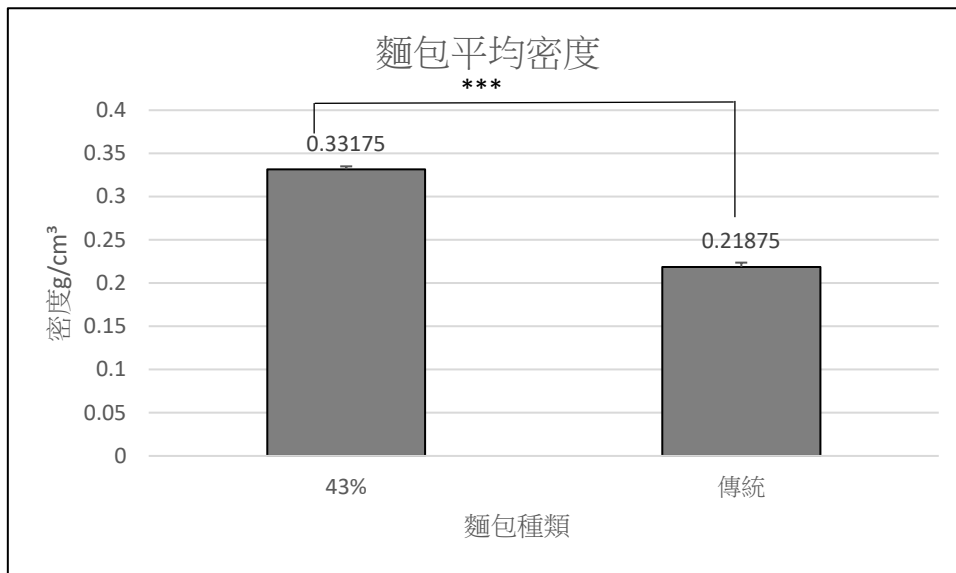
麵粉	水	糖	鹽	牛奶	奶油	乾酵母	總重
280.3g	196.6g	20g	2.8g	5.5g	20g	4.8g	530g



圖 6、傳統麵包橫切面



圖 7、傳統麵包整體外觀



【圖 8、麵包平均密度分析(傳統麵包具有較低之密度、較鬆軟，***= p<0.001)】

3. 結果

與傳統麵包(圖 6、圖 7)相較，由(圖 9~圖 18)得知，含量 50%、60%米飯比例的麵包，成品品項極差而無法測量體積，且又乾癟又硬，因此不能採用此兩種比例的麵包。而米飯含量低於 50%的麵包中，45%的米飯麵包外觀雖不像 50%一樣破碎，但 45%的米飯麵包外觀較 43%差，因而最後選擇使用 43%米飯麵包。雖然 43%米飯麵包密度較傳統麵包高，達統計上顯著差異(圖 8)，但口感厚實，外觀並不亞於傳統麵包。



圖 9、30%米麵包橫切面



圖 10、30%米麵包整體外觀



圖 11、40%米麵包橫切面



圖 12、40%米麵包整體外觀



圖 13、43%米麵包橫切面



圖 14、43%米麵包整體外觀



圖 15、45%米麵包橫切面



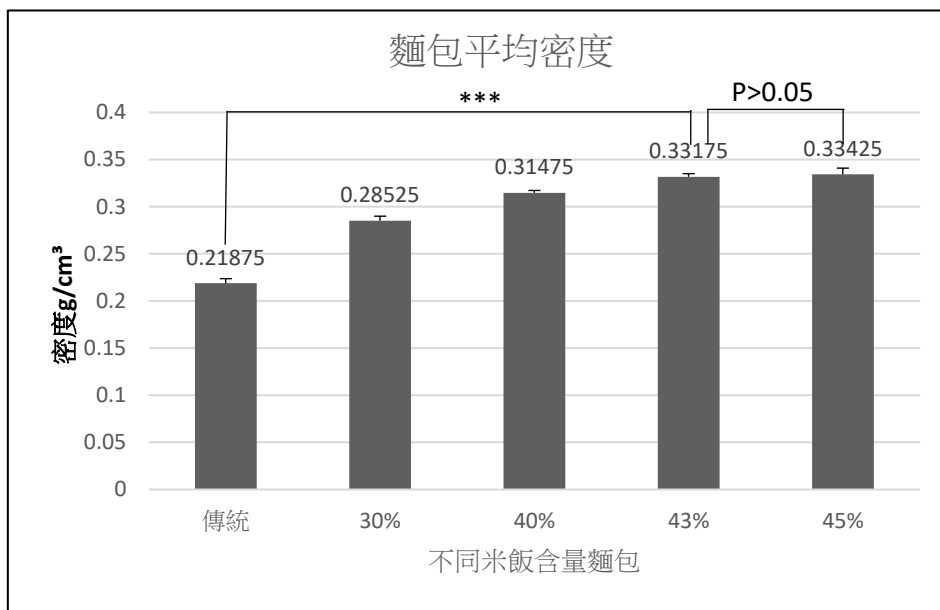
圖 16、45%米麵包整體外觀



圖 17、50%米麵包整體外觀



圖 18、60%米麵包整體外觀



【圖 19、不同米飯含量麵包密度分析(***= p<0.001)】

4. 討論

因本實驗目的是希望能兼具提高米飯含量與口感賣相之合適比例，因此採 43%米飯麵包作為後續實驗基本配方。

(二) 實驗二：以蘋果、香蕉、奇異果新鮮果汁分別加入麵包製作

1. 前言

在實驗一中，因米飯取代麵粉的比例量提高，致使麵團不易成團、筋性不足，所以我們藉由水果加入麵包，增加纖維素與其他營養成分[9] [10]，試提高米飯麵包之口感與營養價值。

2. 實驗步驟

利用三種水果:蘋果、香蕉、奇異果，分別求出各自的含水率後，算出總含水量，再打成果汁，依比例加入米飯麵包，觀察其外觀與傳統麵包的差異性。

其水果含水量計算方式如下：

$$\text{水果含水量} = \frac{\text{水果總含水量}}{\text{水果總重}}$$

本實驗先使用烘乾機烘乾切片後的蘋果、奇異果、香蕉，測量脫水前後的重量得出蘋果含水率約為 86%、香蕉含水率 74%、奇異果含水率 83%，目的是要得知加入新鮮的水果候該減去多少的水分和麵粉。

將三種水果都各配三種添加新鮮水果的配方，其總共為九種。將原本 43%米飯麵包配方裡的水量 64.4g 為總量保持不變。由於水果裡有水，所以加入的水量需減少。此外，加入的水果內除水外，亦具有果肉，因此也需扣掉麵粉的含量，最後保持總重不變。然後藉已知三種水果個別的含水率，算出新鮮水果裡的水量和額外要加入的水量的比分別為 5:5（7%蘋果汁、8%香蕉汁、7%奇異果汁）、8:2（11%蘋果汁、13%香蕉汁、11%奇異果汁）、1:0（14%蘋果汁、16%香蕉汁、14%奇異果汁）。配方如下(表 3)，成品如(圖 20~圖 37)。(本實驗採四重複)

【表 3、43%米飯麵包之各種水果汁配方】

	7%蘋 果汁	11%蘋 果汁	14%蘋 果汁	8%香 蕉汁	13%香 蕉汁	16%香 蕉汁	7%奇 異果 汁	11%奇 異果 汁	14%奇 異果 汁
新鮮 果肉	37.4g	59.9g	74.9g	43.5g	69.6g	87.0g	38.7g	62.1g	77.5g

麵粉	179.3g	176.2g	174.0g	173.2g	166.5g	161.9g	178.0g	174.0g	171.4g
水	32.2g	12.8g	0g	32.2g	12.8g	0g	32.2g	12.8g	0g

百分比為:新鮮果肉重/總重 530g

3. 結果

實驗如(圖 38)，根據圖表顯示蘋果汁米飯麵包成品密度皆最接近於 43%米飯麵包的密度 0.33 g/cm^3 ，其他香蕉和奇異果米飯麵包的外觀和密度皆相差 43%米飯麵包甚遠。









	
<p>圖 20、7%新鮮蘋果汁米飯麵包橫切面</p>	<p>圖 21、7%新鮮蘋果汁米飯麵包整體外觀</p>
	
<p>圖 22、11%新鮮蘋果汁米飯麵包橫切面</p>	<p>圖 23、11%新鮮蘋果汁米飯麵包整體外觀</p>
	

圖 24、14%新鮮蘋果汁米飯麵包橫切面	圖 25、14%新鮮蘋果汁米飯麵包整體外觀
	
圖 26、8%新鮮香蕉汁米飯麵包橫切面	圖 27、8%新鮮香蕉汁米飯麵包整體外觀





	
圖 28、13%新鮮香蕉汁米飯麵包橫切面	圖 29、13%新鮮香蕉汁米飯麵包整體外觀
	
圖 30、16%新鮮香蕉汁米飯麵包橫切面	圖 31、16%新鮮香蕉汁米飯麵包整體外觀



圖 32、7%新鮮奇異果汁米飯麵包橫切面



圖 33、7%新鮮奇異果汁米飯麵包整體外觀



圖 34、11%新鮮奇異果汁米飯麵包橫切面



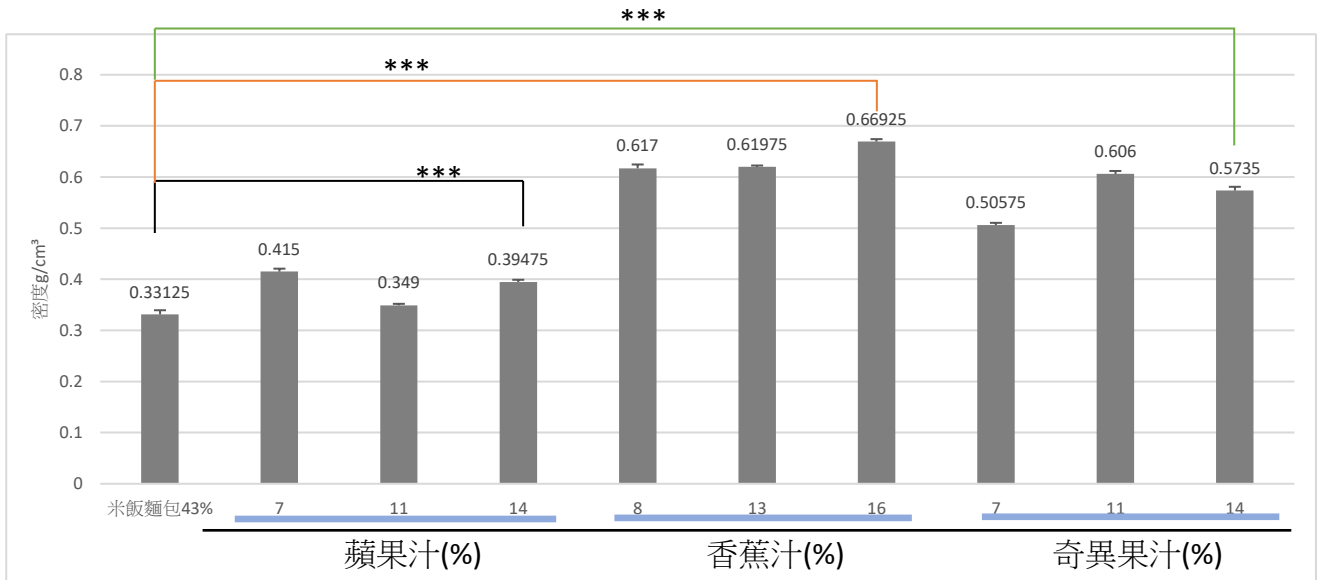
圖 35、11%新鮮奇異果汁米飯麵包整體外觀



圖 36、14%新鮮奇異果汁米飯麵包橫切面



圖 37、14%新鮮奇異果汁米飯麵包整體外觀



【圖 38、43%米飯麵包添加各種水果汁配方密度比較(***= p<0.001)】

4. 討論

由實驗得知新鮮蘋果汁米飯麵包製作出來較佳，而新鮮奇異果汁和香蕉汁製作米飯麵包則相對 43%米飯麵包較差，因此後續實驗將探討不同型態的水果加入至米飯麵包試有何差異性。

(三) 實驗三：午餐常見 3 種水果磨粉加入麵包製作

1. 前言

由於新鮮水果常溫下不易久放，冷藏又佔空間，因此我們試著將烘乾的水果磨粉，我們稱為「水果粉」，利用上述的配方配出麵包的最佳配方比例。水果變果乾後，像鈣、鉀、鎂、鐵、鋅、硼等礦物質成份，不但沒有流失，而且還因去除了水份而得到了濃縮，營養素密度提高的粉狀物，方便保存。[2] [3]

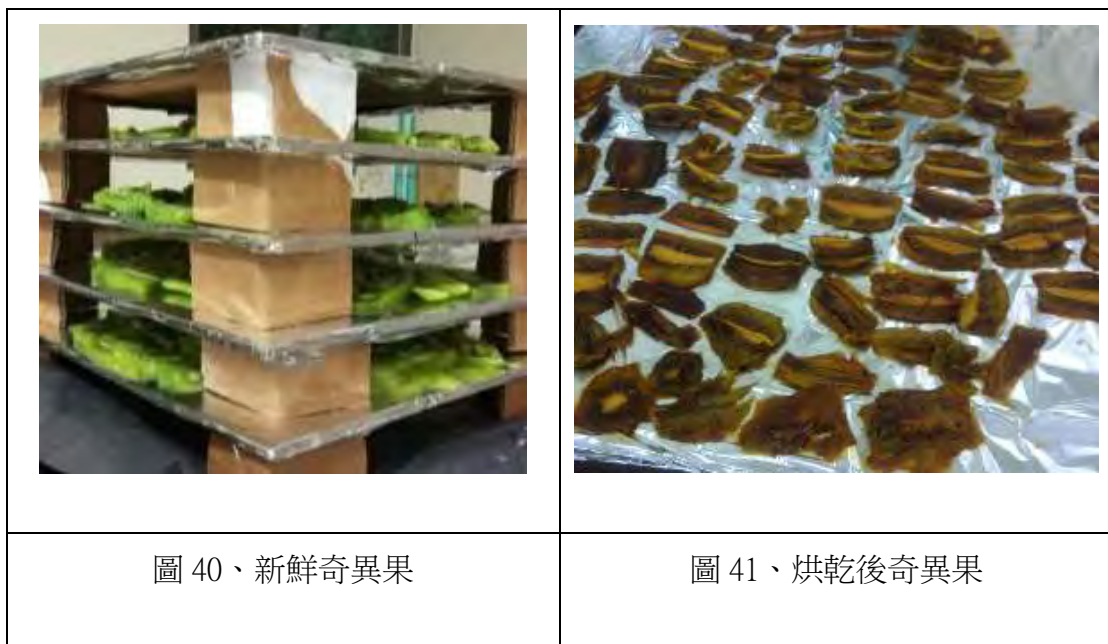
2. 實驗步驟

水果脫水磨粉程序:

經過校方同意，收集各班午餐所剩餘水果，將蘋果、奇異果切片和煮沸香蕉皮放置於自製烘乾架上方，接著將其裝置置於烘乾機內，以符合製作標本的溫度 60°C 烘乾如(圖 39、圖 40-41)。



【圖 39、果乾製作步驟】



再將烘乾水果取出且磨成粉過篩，配方中水果粉末量依照上述實驗各水果汁配方裡所含的果肉量，於實驗中加入水果粉末，並扣除等水果量的麵粉。其餘的食材照原來配方如(表 4)。(本實驗採四重複)

水果粉含水量算法：

$$\text{水果粉含水量} = \frac{\text{烘乾前重} - \text{烘乾後重}}{\text{水果總重}}$$

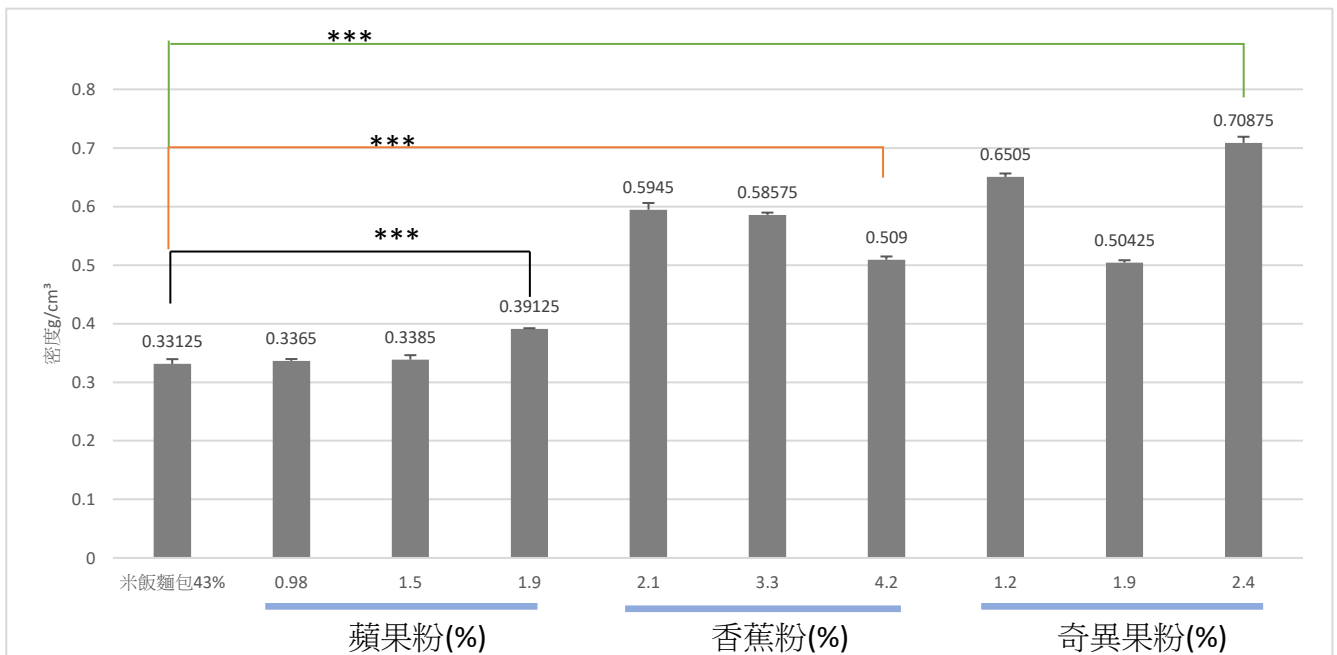
【表 4、43%米飯麵包之各種水果粉末配方】

	0.98%	1.5%	1.9%	2.1%	3.3%	4.2%	1.2%	1.9%	2.4%
	蘋果粉	蘋果粉	蘋果粉	香蕉粉	香蕉粉	香蕉粉	奇異果粉	奇異果粉	奇異果粉
粉末	5.2g	8.4g	10.5g	11.3g	18.0g	22.6g	6.5g	10.5g	13.1g
麵粉	179.3g	176.1g	174.0g	173.2g	166.5g	161.9g	178.0g	174.0g	171.4g
水	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4	64.4

百分比為：粉末重/總重 530g

3.結果

由(圖 42)可知實驗結果，蘋果粉米飯麵包有較低之密度表現，較不易改變麵包原本鬆軟口感，且和 43%米飯麵包密度較相近，香蕉和奇異果米飯麵包密度則相差 43%米飯麵包甚遠。



【圖 42、43%米飯麵包之各種水果粉配方密度比較(***)= p<0.001)】



圖 43、0.98%蘋果粉米飯麵包的橫切面



圖 44、0.98%蘋果粉米飯麵包的整體外觀



圖 45、1.5%蘋果粉米飯麵包的橫切面



圖 46、1.5%蘋果粉米飯麵包的整體外觀



圖 47、1.9%蘋果粉米飯麵包的橫切面



圖 48、1.9%蘋果粉米飯麵包的整體外觀



圖 49、2.1%香蕉粉米飯麵包的橫切面



圖 50、2.1%香蕉粉米飯麵包的整體外觀



圖 51、3.3%香蕉粉米飯麵包的橫切面



圖 52、3.3%香蕉粉米飯麵包的整體外觀



圖 53、4.2%香蕉粉米飯麵包的橫切面



圖 54、4.2%香蕉粉米飯麵包的整體外觀



圖 55、1.2%奇異果粉米飯麵包的橫切面



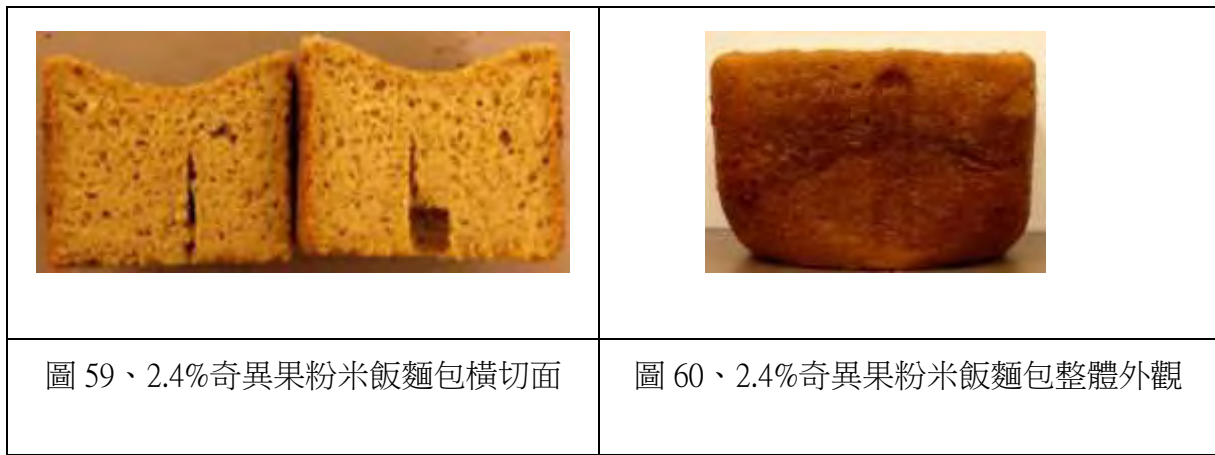
圖 56、1.2%奇異果粉米飯麵包的整體外觀



圖 57、1.9%奇異果粉米飯麵包橫切面

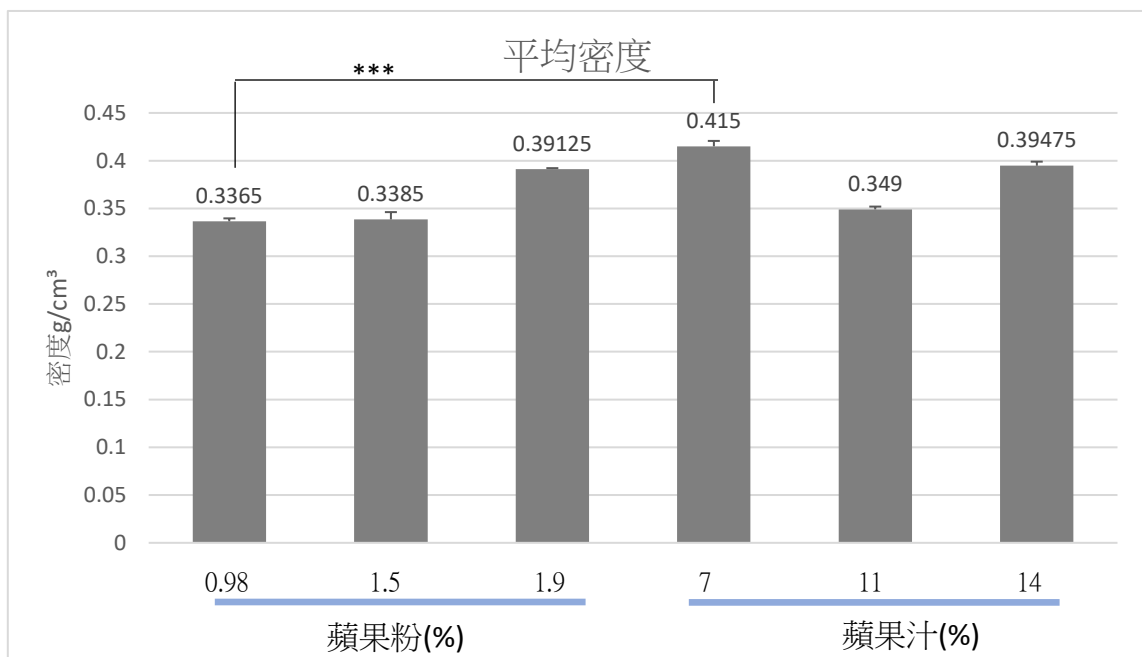


圖 58、1.9%奇異果粉米飯麵包整體外觀



4. 討論

經實驗二和三結果發現添加香蕉及奇異果粉末製成的米飯麵包的品質並不如預期，推測是奇異果與香蕉中的酵素會有效分解蛋白質，所以並不適合直接加在麵包裡[5] [6] [9] [10] [14]。此外比較蘋果汁米飯麵包與蘋果粉米飯麵包，除了添加 0.98%蘋果粉與 7%蘋果汁配方製成的米飯麵包在密度上有顯著差異外，其餘皆無顯著差異，其表示當添加較高量之蘋果時，果汁或粉末皆口感雷同。(圖 61)



【圖 61、43%米飯麵包之各種蘋果粉與蘋果汁配方密度比較(***)= p<0.001)】

(四) 實驗四：奇異果、香蕉後續探討之實驗

1. 前言

經由前述添加新鮮果汁或粉末之實驗得知香蕉以及奇異果的米飯麵包發酵並不完整，且外觀明顯凹陷如(圖 59)，密度相較於蘋果米飯麵包高出許多如(圖 38、圖 42)，我們多方查詢資料，推測水果裡內的酵素為其原因。

2. 步驟

將果汁煮沸破壞其酵素活性，再加入麵包製作之中，觀察能否成功降低米飯麵包密度。

[6] [13]

3. 結果

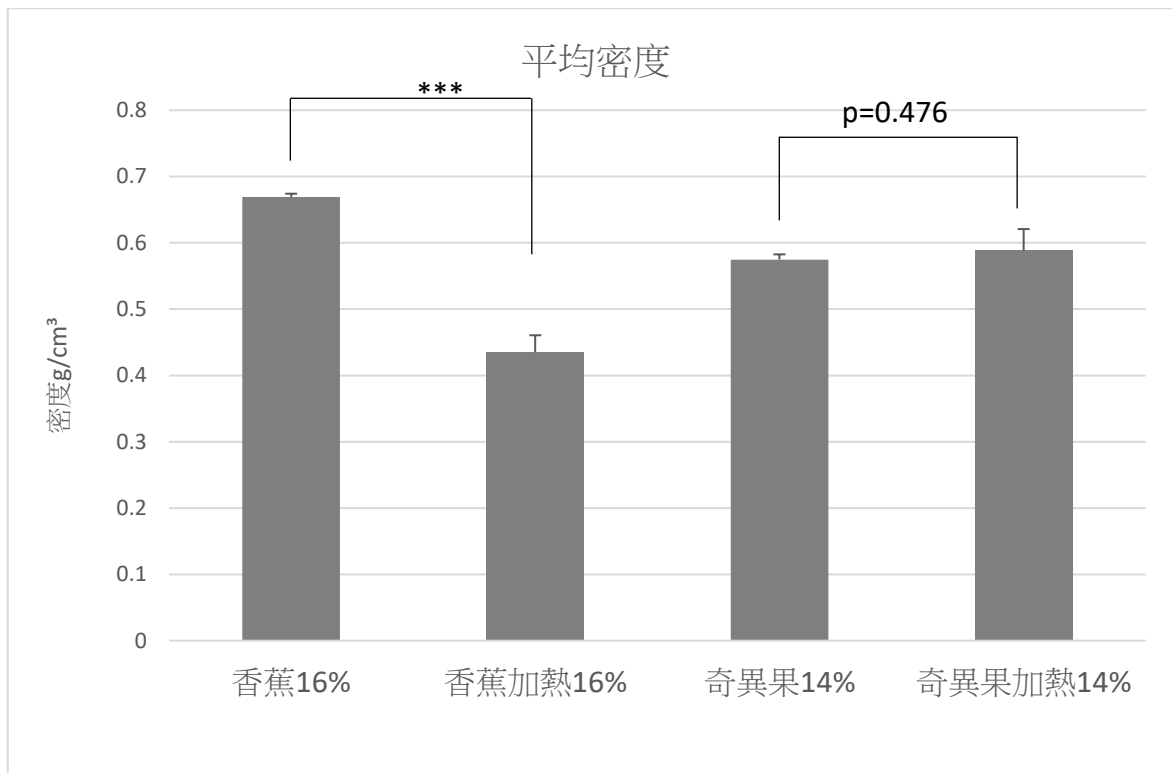
從(圖 62-64)得知實驗結果顯示添加香蕉製成之米飯麵包明顯改善，而奇異果仍使麵團成型發不完整，我們評估奇異果米飯麵包是否和酸鹼值有關。



圖 62、添加煮過的 16%香蕉汁米飯麵包



圖 63、添加煮過的 14%奇異果汁米飯麵包

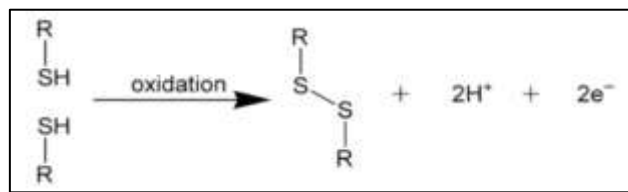


【圖 64、經加熱處理過的麵包與原之密度比較(***= p<0.001)】

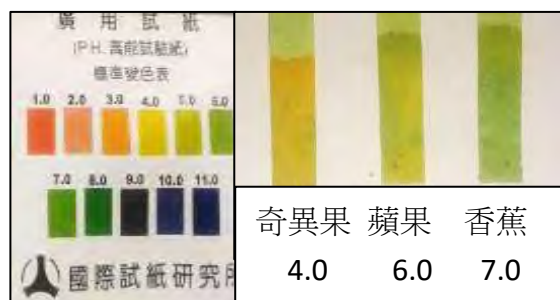
4. 討論

(1) 奇異果酸鹼值問題

奇異果添加於麵包製作導致發酵不完整原因可能為 PH 值較低，經測量其 PH 值平均為 4.0 左右如(圖 66)，而麵筋藉由雙硫鍵及氫鍵交聯在一起，推論當 H⁺過多時，雙硫鍵形成的反應不易進行如(圖 65)。



【圖 65、雙硫鍵化學式圖】



【圖 66、奇異果汁(PH 值約 4.0)、蘋果汁(PH 值約 6.0)、香蕉汁(PH 值約 7.0)之 PH 值】

(2) 香蕉澱粉問題

雖然添加香蕉製作的麵包密度明顯改善，但仍未達理想。目前仍未找尋出合適的解決方法。

(五)實驗五：奇異果改良製作

1. 前言

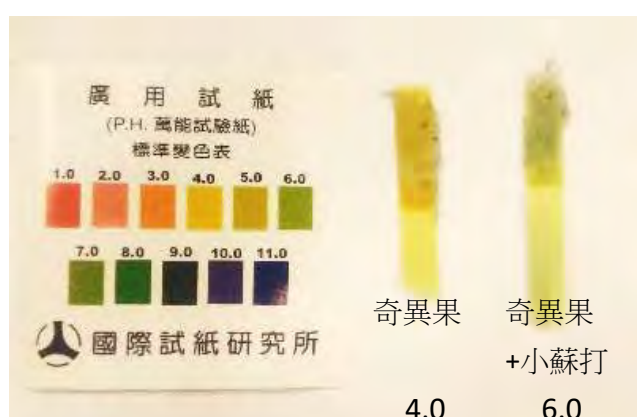
由實驗四結果，奇異果並未有效改善，因此試用小蘇打來解決酸性問題。

2. 實驗過程

奇異果汁偏酸性，加入小蘇打中和其酸鹼值。小蘇打含量增加，需降低食鹽含量以達到鈉總量不變。實驗後得知加入的奇異果汁和小蘇打比例為 410：3 中和才會和蘋果的 PH 值一樣為 6 (圖 67)，調整後配方如下(表 5)：

【表 5、添加小蘇打之 14%奇異果汁米飯麵包之配方】

	奇異果汁	小蘇打	食鹽	麵粉	水	PH 值
配方	77.5g	0.5g	2.5g	171.2g	0g	6



【圖 67、奇異果汁 (左，PH 值約 4.0)、添加小蘇打奇異果汁 (右，PH 值約 6.0) 之 PH 值】

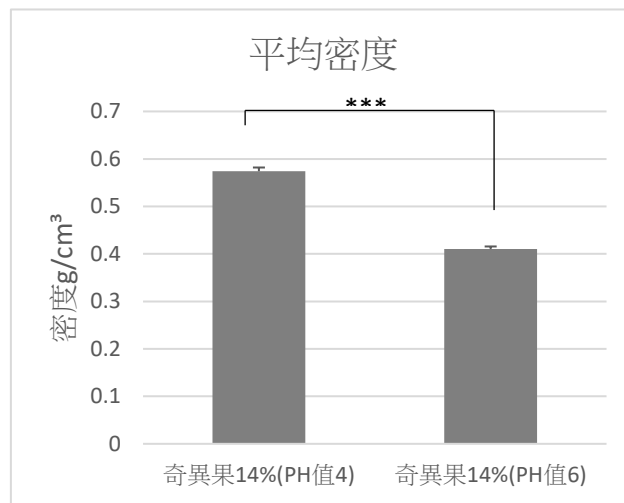


圖 68、14%奇异果汁米飯麵包的整體外觀



圖 69、14%奇异果汁米飯麵包的橫切面

3. 結果



【圖 70、經酸鹼中和處理過的奇異果麵包密度比較(***= p<0.001)】

4. 討論

由實驗可以得知若將奇異果酸鹼值中和可使麵包發酵更為完整，且顯著降低密度(圖 70)，可確定蛋白質於酸性情況下較不易形成雙硫鍵(圖 65)，藉由小蘇打中和其酸性能有效降低其密度。

伍、研究結果

一、我們以白米飯取代一般市售米麵包所使用之米穀粉，經實驗，43%米飯麵包為最佳配方。本研究並以此配方製成米飯麵包與傳統麵包(麵粉製成)進行喜好度比較，共邀請 65 位同學進行喜好度分析，品嚐前均不知其品項(以代碼表示)，請同學指出較喜歡的麵包種類，其結果如表 6：

【表 6、不同性別喜歡的麵包種類表】

性別/類別	米飯麵包	傳統麵包
女	22	3
男	29	11
總計	51	14

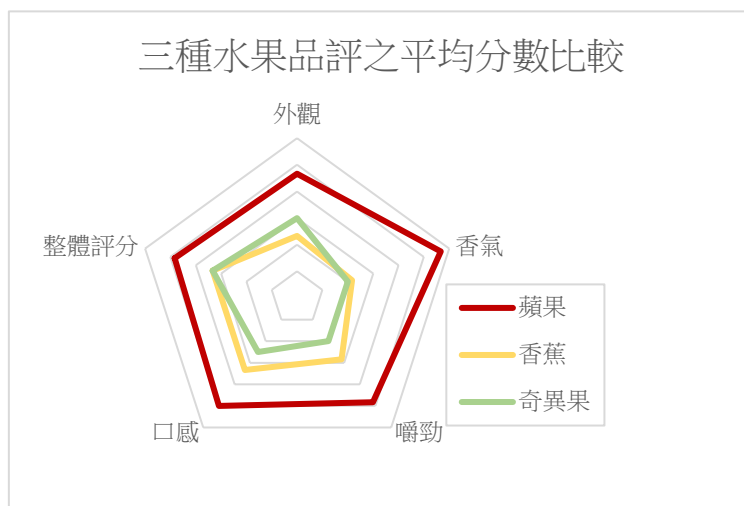
由上表得知，65 位同學中，喜歡米飯麵包的有 51 位、傳統麵包的有 14 位；此外，男生喜好米飯麵包者為全體受試男生之 78.9%，女生喜好米飯麵包者為全體受測學生之 90.9%。我們再進一步進行 2 點嗜好法(比例)檢定，虛無假設 $H_0:p=0.5$ (兩種麵包之選擇沒有顯著差異) vs 對立假設 $H_1:p \neq 0.5$ (兩種麵包之選擇具有顯著差異)。經計算其 $p=0.000324914 < 0.05$ ，表示米飯麵包喜好度達統計上顯著差異。

二、在研究出 43%米飯添加比例後，我們加入新鮮水果於米飯麵包製作。再者，進一步以減少冷藏體積與保久考量，將蘋果、香蕉、奇異果經烘乾之程序製成水果粉末加入米飯麵包，遂進行喜好度分析，以代號表示並隨機排序，供 30 位同學進行品評，依據外觀、香氣、嚼勁、口感及整體評分等五個項目，分別予以 1~5 分，其中「5」表非常喜歡、「4」表喜歡、「3」表普通、「2」表不喜歡、「1」表非常不喜歡。水果粉末添加之米飯麵包之品評項目得分平均如下表 7。

【表 7、水果米飯麵包之品評項目得分】

水果/ 品評項目	外觀	香氣	嚼勁	口感	整體評分
蘋果	4.33	4.53	4.37	4.40	4.37
香蕉	3.87	3.83	3.97	4.07	4.07
奇異果	4.00	3.80	3.80	3.90	4.07

將品評結果進一步以雷達圖示如下(圖 71)，可觀察出整體而言，蘋果在五種品評項目中均勝出；而添加奇異果與添加香蕉所製成之米飯麵包相較，奇異果口味除外觀略勝於香蕉口味外，外觀、香氣與口感之分數均低於香蕉口味。



【圖71、添加水果粉末之米飯麵包品評分數比較】

陸、討論

以水果製作水果粉方式，因脫水後，水果裡的一些水溶性營養素會流失，但纖維素、礦物質等得以保留，並因脫水減少體積，增加營養成分之密度，並利於冷藏存放。

參閱期刊論文，提及奇異果中的 Actinidin 酵素，對富含蛋白質的食物有分解效果，例如奶、蛋、魚、肉類和穀類蛋白質(Kaur L, 2013)，與本研究的推論吻合，香蕉亦含此酵素[15]。Actinidin 酵素將原本高筋麵粉中蛋白分子(麩朮與谷蛋白)分解，使筋性形成不易，導致做出來的水果米飯麵包品質無法提升。

因我們想將剩食再製之概念推廣至家庭，故探討不同品系製作出的米飯麵包是否具有差異性。依據亞洲兩大米種：梗稻(japonica)、秈稻(indica)[11]，選取台梗 14 號(營養午餐食用米)及蘭陽五農長秈米(家用米)進行 43%米飯麵包製作，試比較其差異性。結果兩者製成之密度和外觀均無明顯差異。

柒、結論

- 一、本研究主要是以團膳之熟米飯來取代麵包中的麵粉，為兼具提高米飯含量與口感賣相，選用米飯含量 43%之配方。
- 二、添加新鮮果汁於米飯麵包，研究顯示新鮮蘋果汁之添加使米飯麵包有較低之密度，較鬆軟口感。
- 三、添加水果粉於米飯麵包，研究呈現經烘乾脫水之水果粉末之米飯麵包表現性質與新鮮水果汁加入麵包製作相似，然水果粉較新鮮水果更易保存與收納。
- 四、品評結果顯示，43%之米飯麵包相較於傳統小麥麵包，更受學生喜愛；而添加不同水果之米飯麵包進行品評，無論外觀、香氣、嚼勁及口感，蘋果米飯麵包喜好度最高。
- 五、使用煮沸方式將香蕉與奇異果內之蛋白酵素(Actinidin)去活性，得知以下結果:
 - (一)香蕉組有顯著改善，因為其澱粉量提高，膨脹較差。
 - (二)奇異果組改善不明顯，推測其原因為 pH 值低，阻礙麥穀蛋白及麥膠蛋白雙硫鍵的形成，因此發酵效果不佳。
- 六、利用小蘇打中和奇異果汁酸度，成功降低其密度，證實 pH 值影響了麵筋形成，進而影響麵包成型。

捌、參考資料

- 一、書本及論文資料：
 - [1] 陳曉菁、楊藹華、王仕賢。國產米穀粉研磨技術對烘焙品質影響之研究。(2013)行政院農業委員會臺南區農業改良場研究彙報。62：74-86。
 - [2] 周敦懿。食物學(1)。出版社：五南。2014 年。
 - [3] 林耕年。食品加工(二)。出版社:復文書局。2015 年。
 - [4] 楊士慶、陳耀茂。感官檢查統計分析：EXCEL & XLSTAT 應用。出版社:五南。2018 年。
 - [5] 哈洛德•馬基。食物與廚藝[蔬•果•香料•穀物]。出版社:大家出版。2009 年。

[6] LovedeepKaur MikeBoland。Influence of Kiwifruit on Protein Digestion。2013年2月5日。

二、網路雜誌文章資源：

[7] 2017年12月28日。剩食惜食系列一：臺灣勝不剩 翻轉食代不浪費！

<http://shunews.shu.edu.tw/keys/2017/12/28/剩食惜食系列報導（一）>

[8] 2017年7月1日。麵包的發酵原理和營養。<https://kknews.cc/zh-tw/food/y69rmpj.html>

[9] 2018年4月6日。香蕉的營養價值-科技大觀園。<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sgcu.htm>

[10] ZESPRI 奇異果的營養價值。http://www.zespri.com.tw/nutritious/page_01.php

[11] 2010年3月。『臺灣稻米文化特展臺灣稻米文化特展籌劃調查研究計畫』。

<https://mocfile.moc.gov.tw/ntmhistory/be75ad55-9584-4129-86f3-e73d23305f10.pdf>

[12] 2016年8月26日。每日頭條—水果風乾了還有營養嗎？6個事實馬上告訴你答案！

<https://kknews.cc/zh-tw/health/yv3ykk.html>

[13] 2018年3月14日。溫度影響生物的酵素和生物現象(The Effects of Temperature on Enzyme Activity and Biology)。<https://sciencing.com/effects-temperature-enzyme-activity-biology-6049.html>

[14] Fruit enzyme uses 水果酵素的使用。

<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1944-fruit-enzyme-uses>

[15] Actinidain。<https://www.revolvy.com/page/Actinidain>

[16] 環保統計查詢網。<https://stat.epa.gov.tw/>

[17] 1997年。吳聰敏。1945-1949年國民政府對臺灣的經濟政策。

<http://homepage.ntu.edu.tw/~ntut019/ltes/1945-1949.pdf>

【評語】 052204

1. 以營養午餐剩食與水果製作米飯麵包及其接受度之探討。
2. 成員分工明確且對整體實驗架構理解。
3. 宜使用適當之統計分析方法來處理數據並據以解釋。

摘要

本研究目的在緩解營養午餐之剩食問題，以剩餘白米飯(台梗14號)、水果(蘋果、香蕉、奇異果)製成水果米飯麵包。首先將米飯加入麵包中，實驗得出添加米飯最佳比例為43%。再者，將水果研磨成「水果粉」，比較添加新鮮果汁與水果粉之差異，發現蘋果米飯麵包(包括新鮮果汁或水果粉)，在密度、品評均優於香蕉和奇異果米飯麵包，得知同學對蘋果米飯麵包的喜好度極佳。最後實驗發現水果中的Actinidin為影響奇異果和香蕉米飯麵包成型不完全的主因，而奇異果米飯麵包亦受酸鹼值影響。

壹、研究動機

根據2016年環保署數據顯示，保守估計臺灣平均每人一年的廚餘量約96公斤，與歐美並列同為糧食浪費大國，其比中日韓平多均20%，更是南亞、東南亞的8.7倍。

聯合報專題報導-「浪費19億vs.珍惜25元 營養午餐把臺灣分成兩半」指出，臺北市營養午餐平均一年的剩食，製造2000多噸廚餘，浪費近19億元。

在高二應用生物課程中曾提及，食物與餐飲的關係需建構在來源可靠的食材，並藉由多變化的飲食，保持住食物中的營養素。我們長期觀察食用後團膳，發現多數班級米飯、水果均未食用完，品相依然完整可食用。因此我們發想，若能將麵包中的麵粉部分替代成營養午餐剩餘的「米飯」，且將乏人問津的水果加入麵包，提升營養價值。期待經研究改良之米飯麵包，無論在口感、營養價值，能不亞於傳統白麵包，為解決資源浪費問題盡一分心力。



貳、研究目的

- 一、使用營養午餐剩餘白米飯，製作米飯麵包，以提高米飯含量並兼具口感為目標。
- 二、嘗試將營養午餐剩餘水果製成「水果粉」，以減少體積、便於冷藏防腐。
- 三、分別以新鮮水果、水果粉方式添加於米飯麵包，製成水果米飯麵包，比較其差異。
- 四、進行品評分析，藉此了解學生對米飯麵包，以及不同口味的水果米飯麵包之喜好度。

參、研究設備及器材

- 一、實驗器具：鋼盆、桿麵棍、量杯、PE塑膠袋、黃豆、大水桶、勺子、磅秤、電子秤。
- 二、材料：營養午餐剩餘之米飯(台梗14號)、水果，高筋麵粉、牛奶、鹽、砂糖、奶油、乾酵母粉。

肆、研究過程及方法

一、文獻回顧

(一)麵包成形原理

麵糰的發酵原理是用酵母菌所產生的二氧化碳和其他成分，因澱粉跟水的作用，分子之間的結合在加上不斷的擠壓碰撞產生熱能，碰撞過後的蛋白分子(麩朊與谷蛋白)就互相連結形成堅固的組織-麵筋，當麵糰發酵後，產生膨鬆而富有彈性(筋性)之狀態。



(二)前人研究

- (1)關於米麵包：第54屆全國科展國小組「有米樂-米製麵包成品之探討」作品中，以在來、蓬萊等米粉製作米麵包，探討外觀與保存變化的差異。
- (2)關於麵粉添加：第56屆全國科展高中組「麵目一新-使用馬祖老酒製作獨特風味老麵麵包」嘗試不同比例的老麵與麵糰混合，進行喜好度分析，找出最佳混合比例。本研究以不同比例之**煮熟米飯與麵粉**進行探討，找出最合適比例，再添加不同水果進行喜好度分析。
- (3)關於麵包與水果酵母：第56屆全國科展高中組「酵搖自得-水果天然酵母在麵包上之應用」，此文以檸檬、香蕉、葡萄培養之天然酵母與中種麵糰發酵，比較與商業酵母在品質特性上的差異。本研究將米飯麵包，分別以**剩食蘋果、香蕉、奇異果**製成蔬果粉，以達保久並減小冷藏體積。

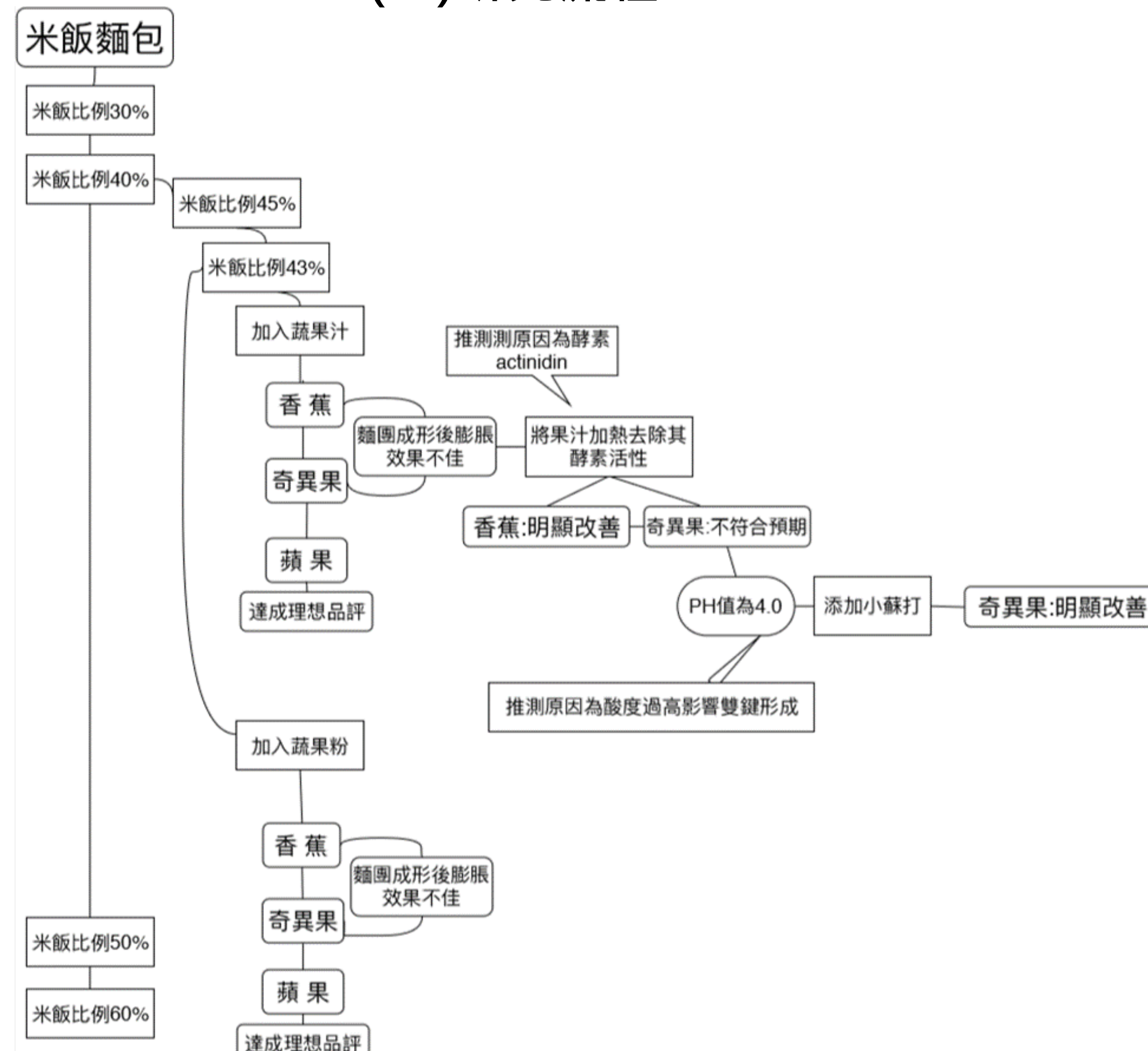
二、剩食的定義與利用

(一)剩食的定義

未經食用被丟棄的食物，稱為「剩食」。從資源再利用的觀點，使用營養午餐剩食-白米飯與水果，進行再製，其產品履歷清楚，經政府把關且資訊公開透明(教育部食材登錄平臺)，安全性無須擔心，可作為同學課間之營養補充或弱勢家庭之協助，減少食物浪費，一舉數得。



(二)研究流程



實驗一：午餐米飯麵包製成

1. 調配一個傳統麵包配方
2. 固定使用午餐剩餘的米飯(台梗14號)
3. 固定米飯麵包整體含水率
4. 調配不同比例米飯麵包
5. 實驗數據皆採四重複

傳統麵包的配方

麵粉	水	糖	鹽	牛奶	奶油	乾酵母
280.3g	196.6g	20g	2.8g	5.5g	20g	4.8g

實驗二：以蘋果、香蕉、奇異果新鮮果汁加入米飯麵包製作

1. 測量此三種午餐剩餘水果含水率
2. 將新鮮果汁加入我們所挑選的43%米飯麵包
3. 調製水果裡水分含量替代50%、80%、100%的總加水量配方
4. 此三種水果各有三種不同水果汁比例配方
5. 與43%米飯麵包比較密度差異

	7%蘋果汁	11%蘋果汁	14%蘋果汁	8%香蕉汁	13%香蕉汁	16%香蕉汁	7%奇異果汁	11%奇異果汁	14%奇異果汁
新鮮果肉	37.4g	59.9g	74.9g	43.5g	69.6g	87.0g	38.7g	62.1g	77.5g
麵粉	179.3g	176.2g	174.0g	173.2g	166.5g	161.9g	178.0g	174.0g	171.4g
水	32.2g	12.8g	0g	32.2g	12.8g	0g	32.2g	12.8g	0g

實驗三：以蘋果、香蕉、奇異果磨粉加入米飯麵包製作

1. 新鮮水果常溫下不易久放，冷藏又佔空間
2. 將切片蘋果和奇異果和煮沸香蕉皮放置於自製烘乾架上進行60°C烘乾
3. 烘乾後經果汁機磨成粉並且進行過篩
4. 依照實驗二各配方水果中果肉去除水分含量為此粉末加入量
5. 以加入粉末量占總重百分率調配出九種配方
6. 與43%米飯麵包進行密度比較

	0.98%蘋果粉	1.5%蘋果粉	1.9%蘋果粉	2.1%香蕉粉	3.3%香蕉粉	4.2%香蕉粉	1.2%奇異果粉	1.9%奇異果粉	2.4%奇異果粉
粉末	5.2g	8.4g	10.5g	11.3g	18.0g	22.6g	6.5g	10.5g	13.1g
麵粉	179.3g	176.1g	174.0g	173.2g	166.5g	161.9g	178.0g	174.0g	171.4g
水	64.4g	64.4g	64.4g	64.4g	64.4g	64.4g	64.4g	64.4g	64.4g



自製烘乾架

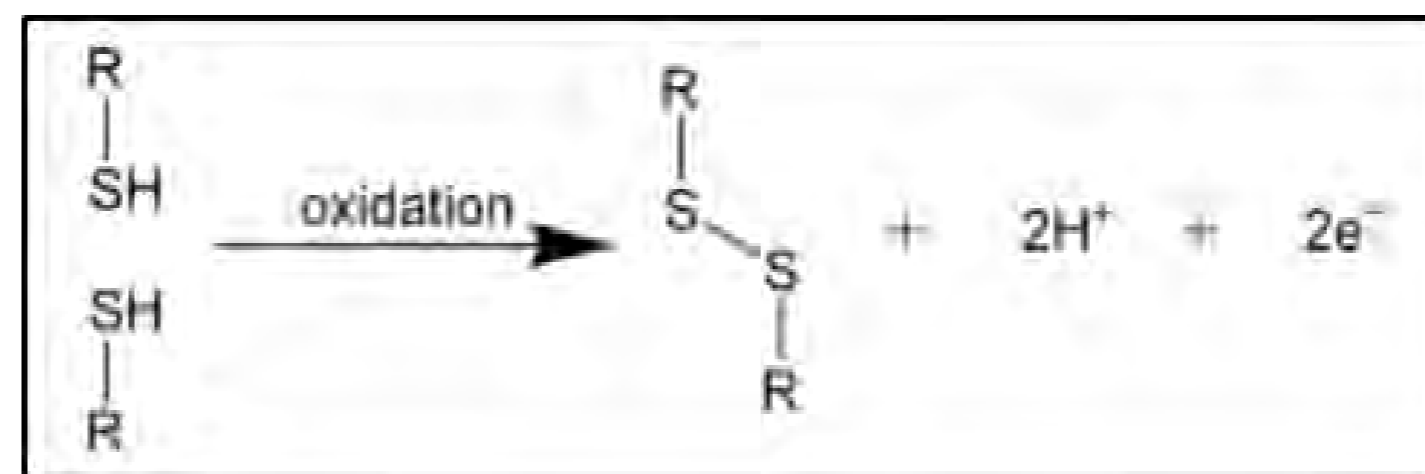


烘乾示意圖

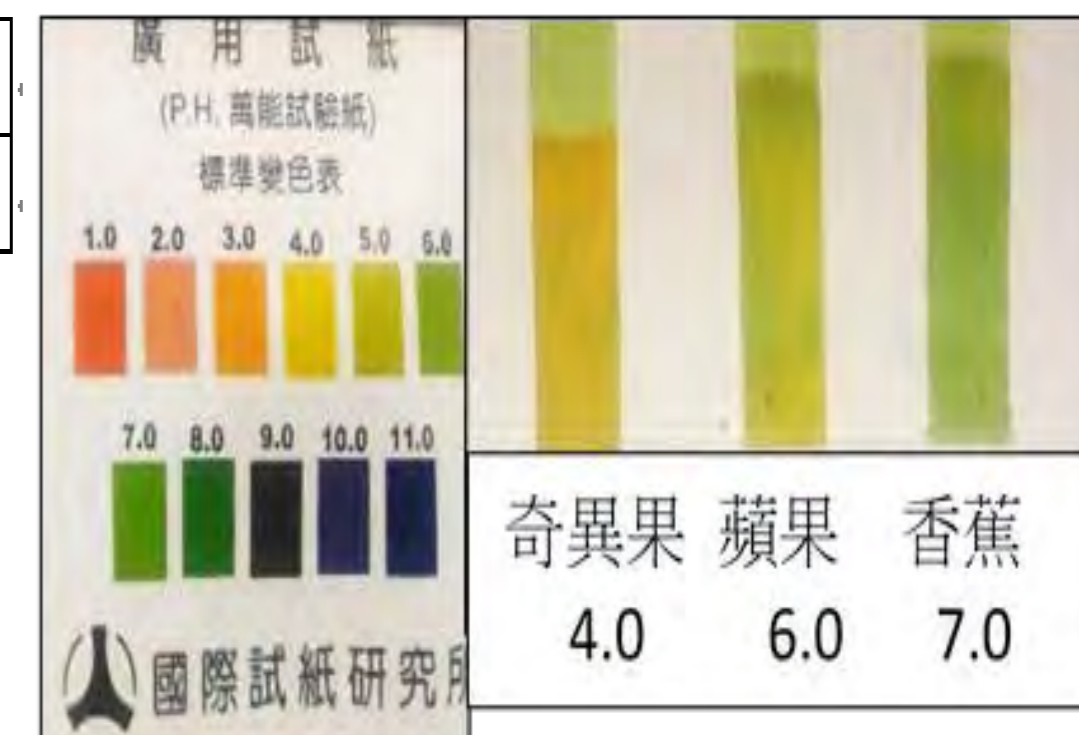
實驗五：奇異果米飯麵包改良製作

1. 經查詢推測奇異果無法順利發酵，原因可能為酵素Actinidin及pH值較低所致
2. 麵筋的形成需要雙硫鍵，氫離子較多時，會使雙硫鍵不足
3. 奇異果並未有效改善，因此試用小蘇打來中和其pH值
4. 加入奇異果汁和小蘇打比例為410：3，中和其pH值使其與蘋果汁相等為6

	奇異果汁	小蘇打	食鹽	麵粉	水	PH值
配方	77.5g	0.5g	2.5g	171.2g	0g	6



雙硫鍵化學式圖



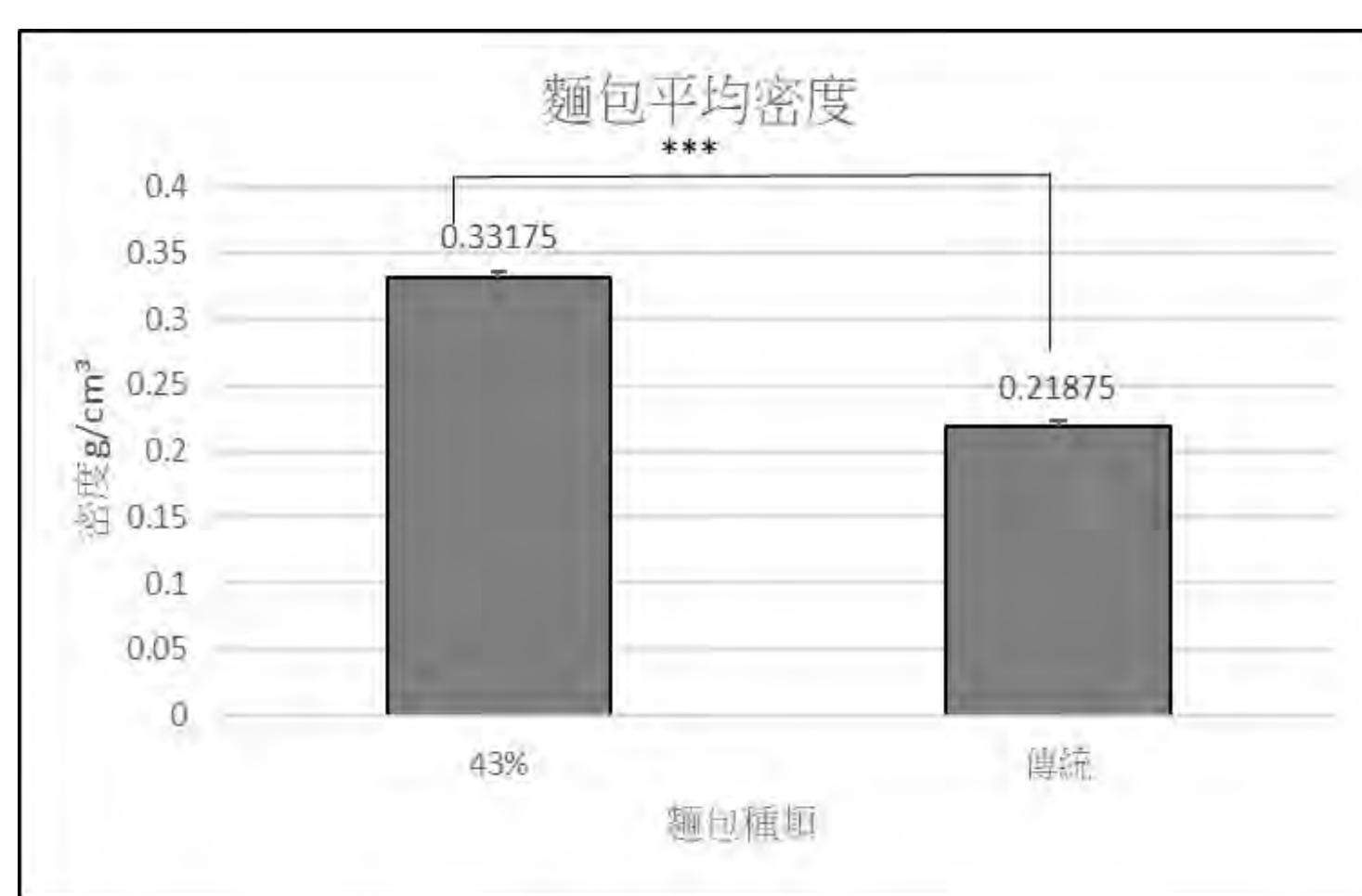
實驗四：奇異果、香蕉米飯麵包後續之實驗

1. 香蕉及奇異果製成的米飯麵包品質並不如預期
2. 推測奇異果與香蕉中擁有相同的酵素會有效分解蛋白質
3. 為證明為酵素使然，將果汁煮沸破壞酵素活性
4. 挑選14%奇異果汁和16%香蕉汁配方試比較煮沸前後密度差異

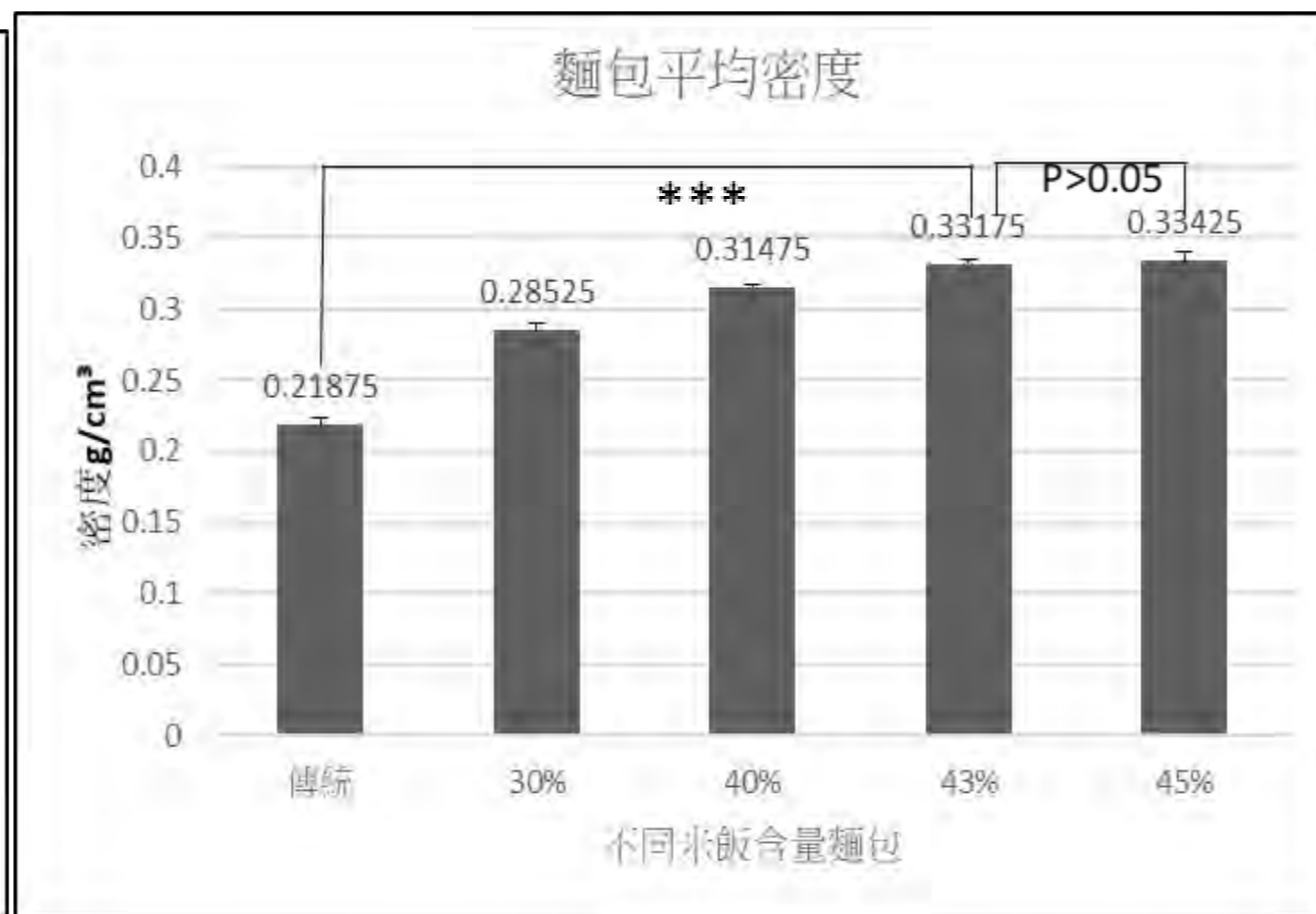
伍、研究結果

實驗一：午餐米飯麵包製成

1. 製作米飯比例分別為30%、40%、50%、60%後，含量50%、60%的米飯麵包，成品極差且無法測量體積
2. 再者，從40%到50%之間調配出45%的米飯麵包，但其外觀較差，因此我們選用最後調配出的43%米飯麵包
3. 雖然43%米飯麵包密度大於傳統麵包的密度，但它是整體來說是最適合的配方



麵包平均密度分析



不同米飯含量麵包密度分析

(***= p<0.001)



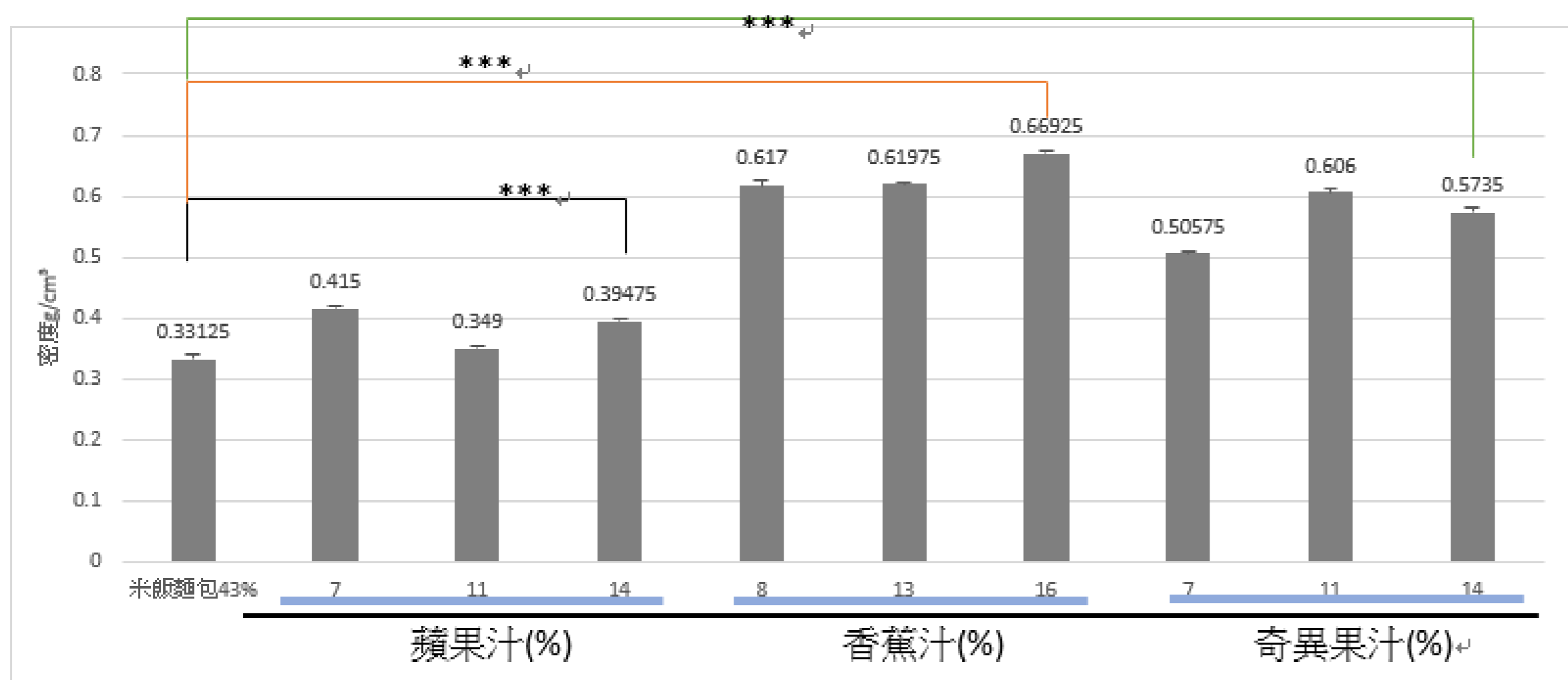
傳統麵包



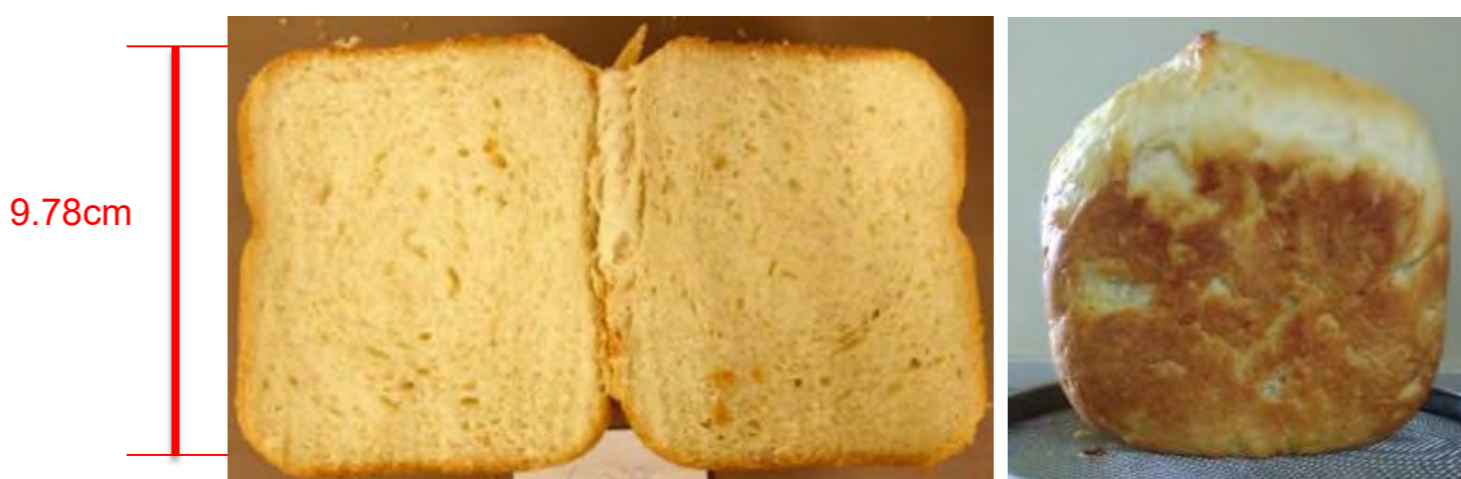
43%米飯麵包

實驗二：以蘋果、香蕉、奇異果新鮮果汁加入米飯麵包製作

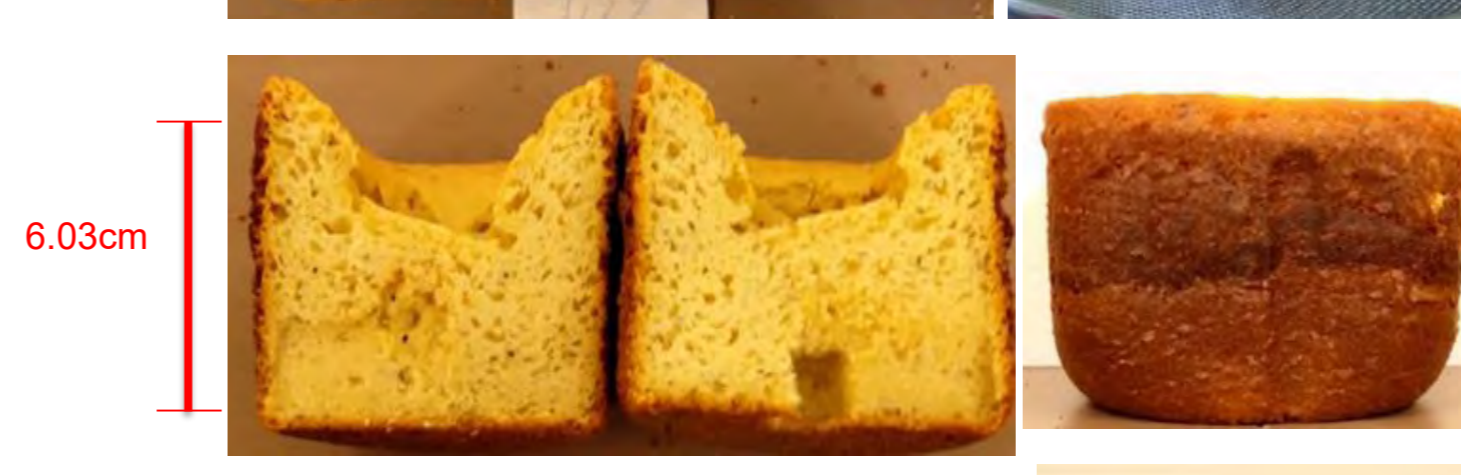
1. 新鮮蘋果汁米飯麵包密度和口感較佳，而新鮮奇異果汁和香蕉汁米飯麵包相對43%米飯麵包較差



43%米飯麵包添加各種水果汁配方密度比較(***)= p<0.001)



14%新鮮蘋果汁米飯麵包



16%新鮮香蕉汁米飯麵包



14%新鮮奇異果汁米飯麵包

實驗三：以蘋果、香蕉、奇異果磨粉加入米飯麵包製作

1. 蘋果粉米飯麵包有較低之密度表現，香蕉和奇異果粉米飯麵包密度則相差43%米飯麵包甚遠



1.9%蘋果粉米飯麵包

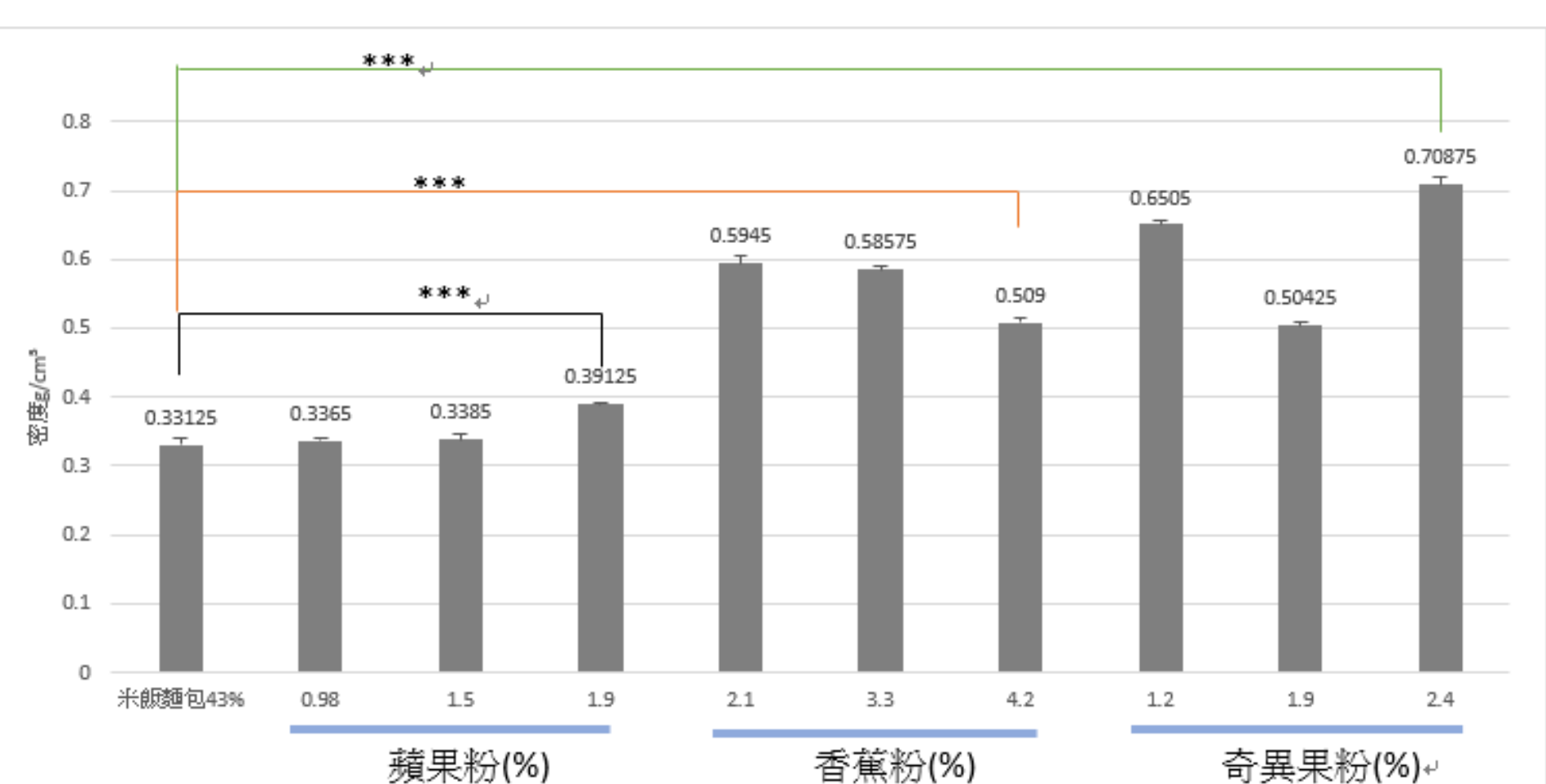


4.2%香蕉粉米飯麵包



2.4%奇異果粉米飯麵包

實驗三：以蘋果、香蕉、奇異果磨粉加入米飯麵包製作



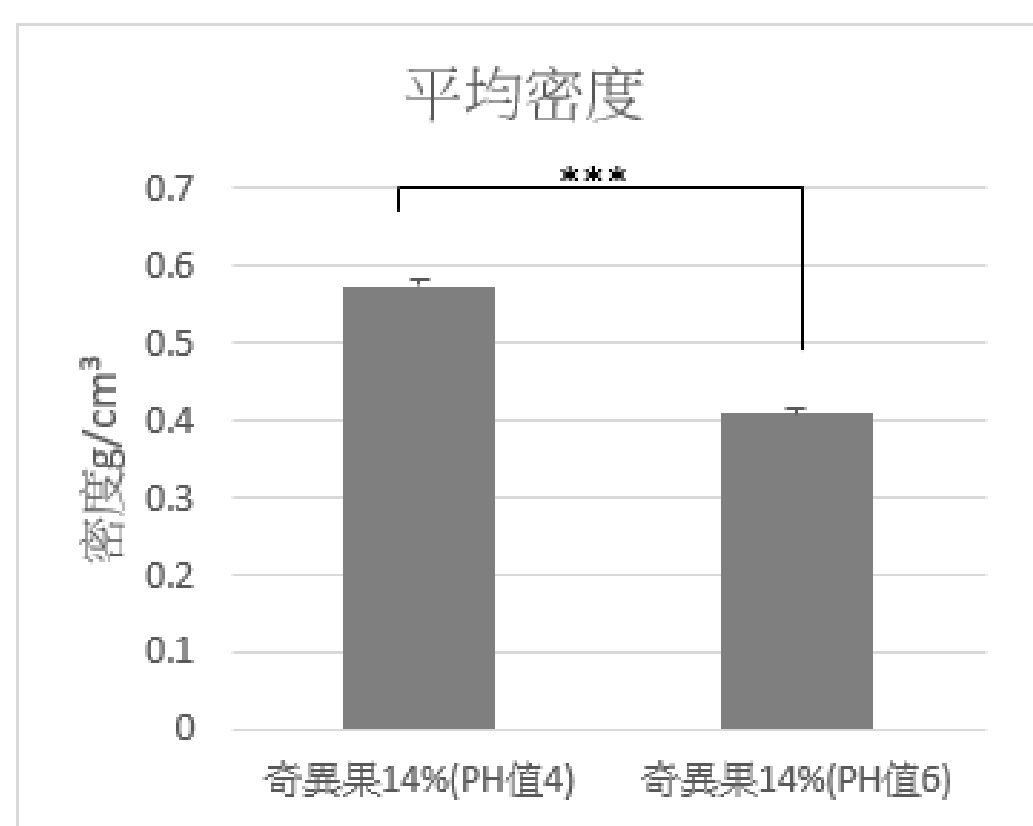
43%米飯麵包之各種水果粉配方密度比較(***) = $p < 0.001$

實驗五：奇異果米飯麵包改良製作

1. 實驗得知若將奇異果酸鹼值中和可使麵包發酵更為完整，且顯著降低密度



經小蘇打中和的14%奇異果汁米飯麵包



經酸鹼中和處理過的奇異果麵包密度比較(***) = $p < 0.001$

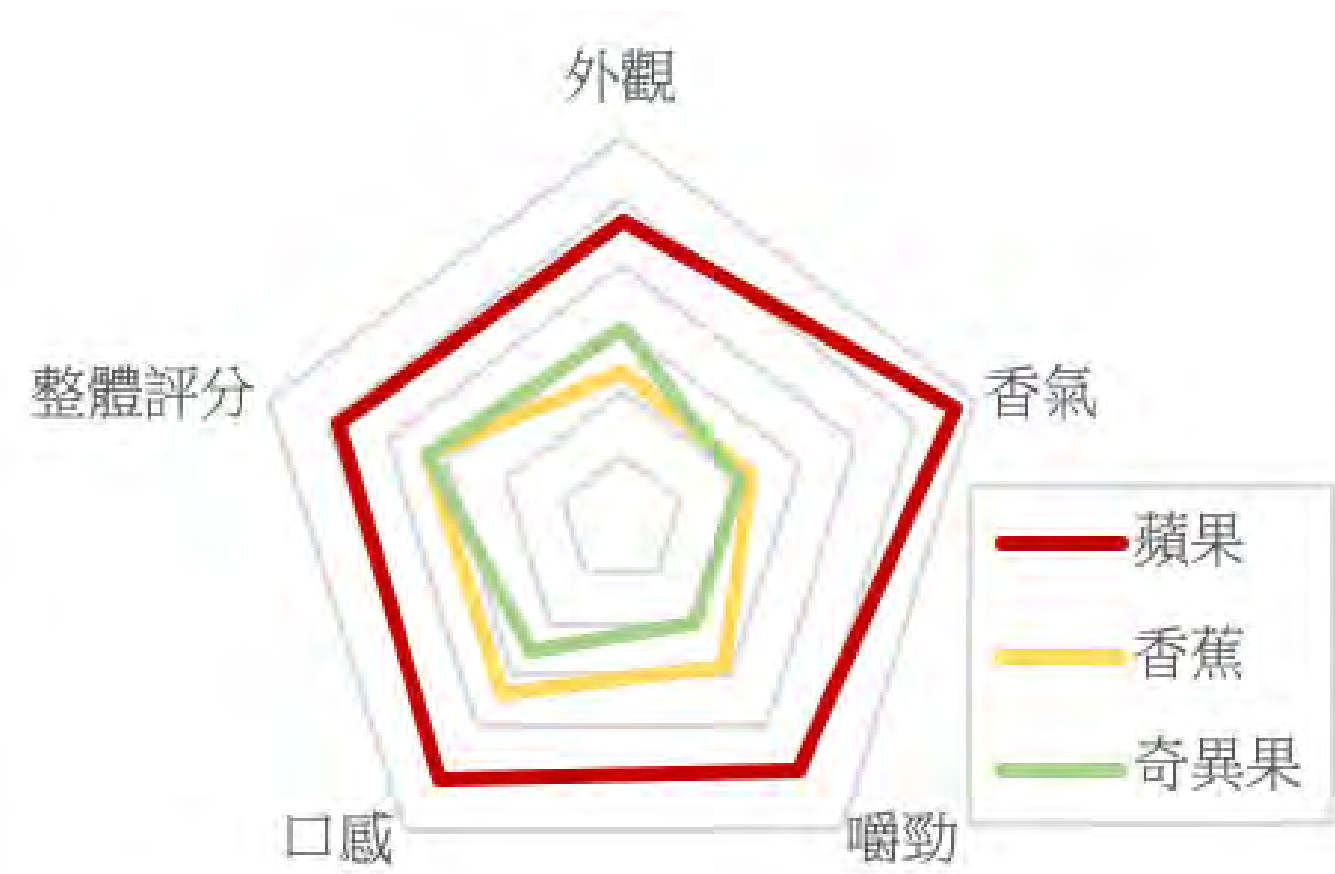
品評:

表中呈現65位同學中，喜歡米飯麵包的有51位。進一步進行比例檢定，虛無假設 $H_0: p = 0.5$ (兩種麵包之選擇沒有顯著差異) vs 對立假設 $H_1: p \neq 0.5$ (兩種麵包之選擇具有顯著差異)。經計算 $p = 0.0003 < 0.05$ ，表示米飯麵包喜好度達統計上顯著差異。

另外，將水果製成的水果粉末加入米飯麵包，進行喜好度分析，以代號表示並隨機排序，供65位同學進行品評，依據外觀、香氣、嚼勁、口感及整體評分等五個項目，分別予以1~5分，分數最高代表最喜歡。項目平均得分。雷達圖表示，觀察出蘋果在五種品評項目中均勝出。

性別/類別	米飯麵包	傳統麵包
女	22	3
男	29	11
總計	51	14

米飯麵包與傳統麵包喜好度列聯表



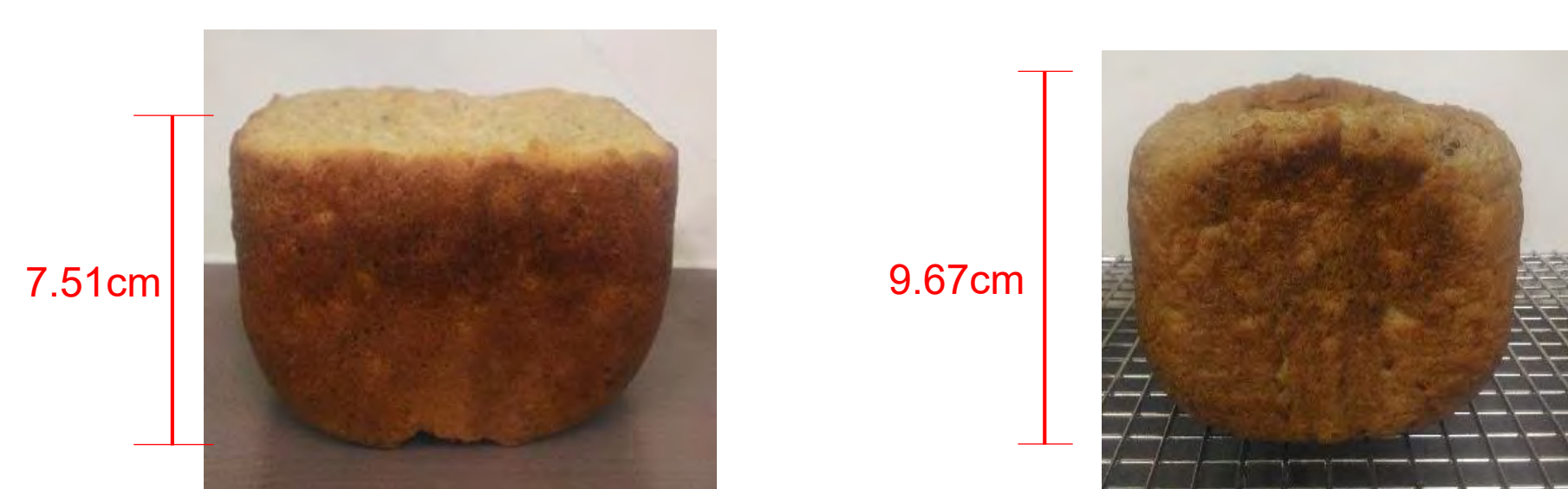
添加水果粉末之米飯麵包品評分數比較

陸、討論

1. 選取台梗14號及蘭陽五農長秈米進行43%米飯麵包製作，試比較其差異性。結果兩者製成之密度和外觀均無明顯差異。
2. Actinidin酵素將高筋麵粉中蛋白分子分解，使筋性形成不易，導致做出來的水果米飯麵包品質無法提升。

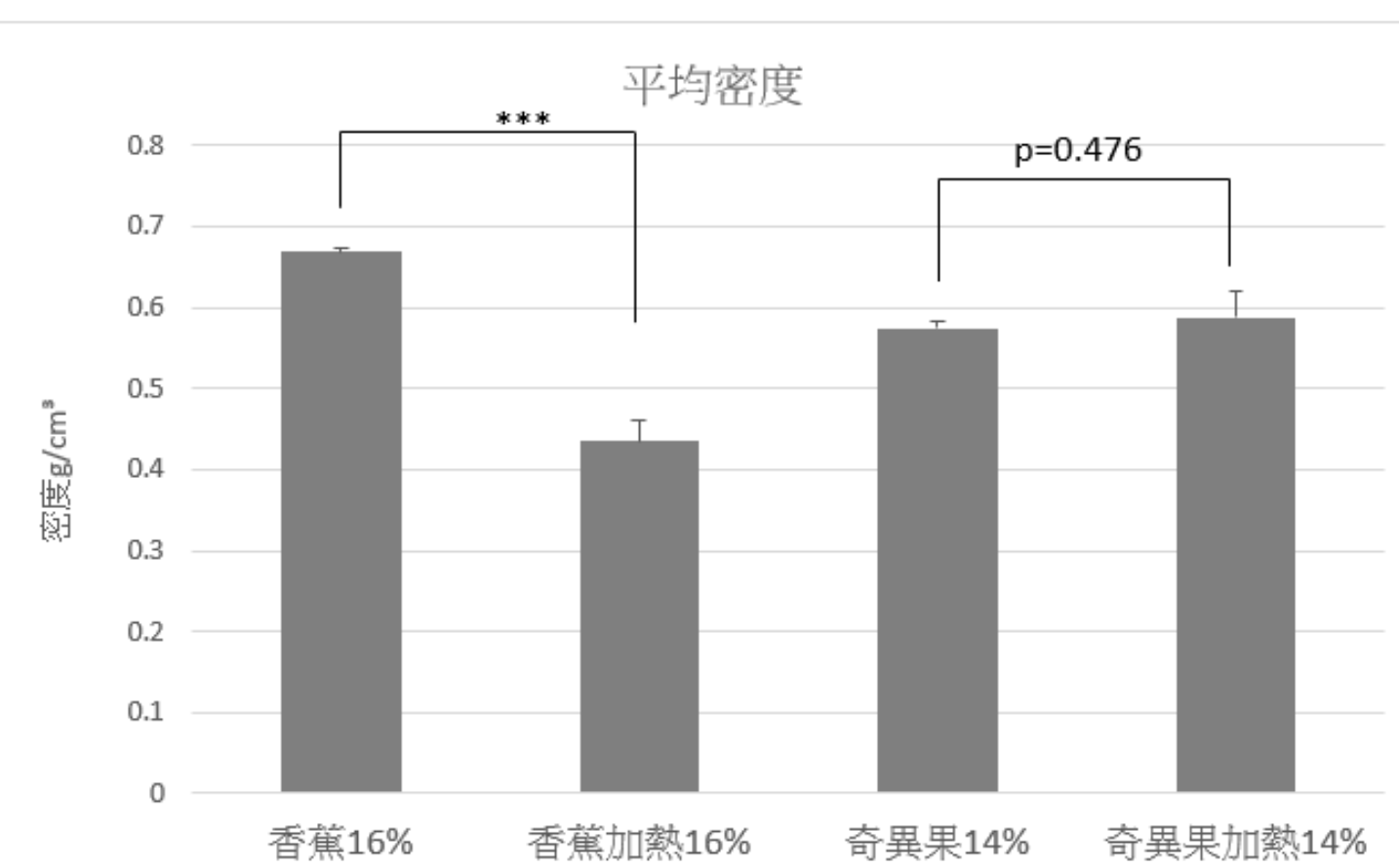
實驗四：奇異果、香蕉米飯麵包後續之實驗

1. 實驗結果顯示添加香蕉製成之米飯麵包明顯改善，而奇異果仍使麵團成型發不完整



煮過的14%奇異果汁配方

煮過的16%香蕉汁配方



水果煮沸後的麵包與原之密度比較(***) = $p < 0.001$

不同米種製作43%米飯麵包：

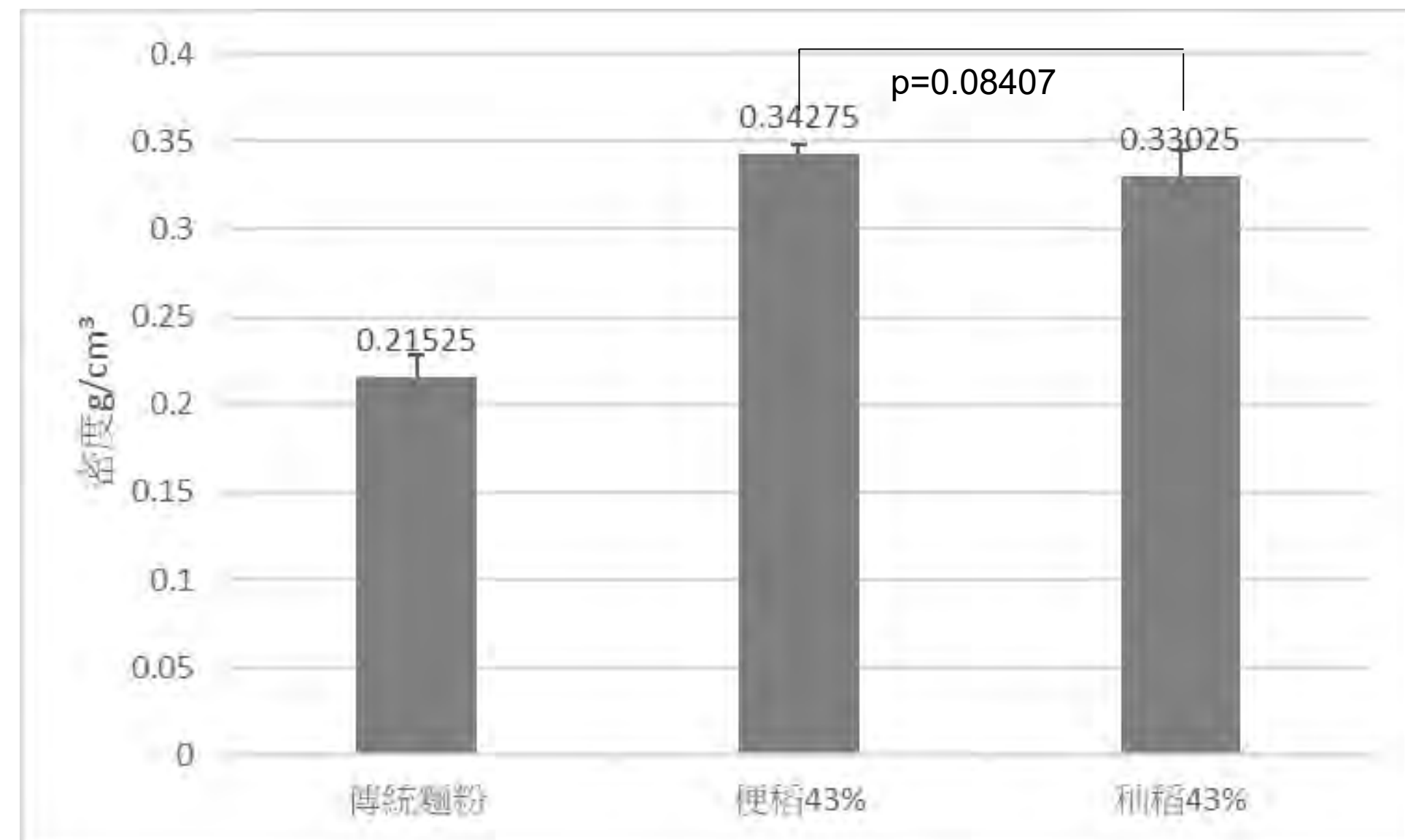
1. 台灣的米種可分為兩大種:秈稻(indica)、梗稻(japonica)。
2. 製作結果為梗稻和秈稻米飯麵包無明顯差異。



梗稻米飯麵包



秈稻米飯麵包



梗稻和秈稻米飯加入麵包之製作

柒、結論

1. 米飯最佳添加比例為43%。
2. 使用水果汁作為米飯麵包之水分替代實驗中，新鮮蘋果汁的米飯麵包有較低之密度表現，較不易改變麵包原本鬆軟口感。
3. 使用水果粉作為米飯麵包之水分替代實驗中，經烘乾之水果粉末與添加新鮮水果相似，然水果粉較易保存與收納。
4. 水果米飯麵包之品評結果表現出，高中生對於蘋果米飯麵包接受度最高。
5. 使用煮沸方式將香蕉與奇異果內之蛋白酵素(Actinidin)去活性，得知以下結果
 - (1)香蕉有顯著改善，但仍無法達成理想狀態，因其澱粉量提高，膨脹效果較差。
 - (2)奇異果因其pH值較低，阻礙雙硫鍵形成。

捌、參考資料 (請參閱作品說明書)