

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 農業及生物科技科

第一名

最佳創意獎

091401

『凍』人心『鹹』、『黃』金 Style

—以冷凍凝膠法創作速成鹹蛋黃之新『蛋』生

學校名稱：國立苗栗高級農工職業學校

作者： 高二 陳苡婷 高二 古昆翰 高一 王亭文	指導老師： 謝文斌
---	------------------

關鍵詞：鹹蛋、冷凍凝膠、速成鹹蛋黃

得獎感言

很難想像在過去 6 個多月的時光裡，我們是與成百上千個鴨蛋黃一起度過的，每當實驗完瀰漫在全身的蛋腥味，總有上百個理由想向實驗說 bye bye! 每當挑燈夜戰趕實驗、假日也得在學校做紀錄，還在想這是多麼難熬的日子呀! 而今當實驗已經結束，與同學一樣不再待跑實驗室的生活時，卻開始懷念起這段令我們難忘的奇幻之旅，我想這就是對科學研究的狂熱種子，已經悄悄在我們心中萌芽了。

雖然一開始在實驗的過程中，我們常常會因為實驗失敗而感到挫折、或意見不合而發生爭執與誤會，但是在小組組員間的磨合下，已經無形中培養出以團隊合作精神共同解決問題的默契了，而且每當我們遇到瓶頸想不到辦法時，謝文斌老師總是會適時跳出來給我們加油打氣，並引導我們方向以找到方法來解決問題，所以每到最後都可以突破難關累積成果與經驗。而且我們也藉由組員專長去分工，三個人可說是各有所司，有擅長製作簡報製作，有擅長做數據分析，還有擅長口說應對，再加上長期培養團隊合作默契，並在謝文斌老師經驗豐富的指導下，我們更能得心應手，終能完成速成鹹蛋黃這項創作作品。

在這段期間我們幾乎是利用課餘時間進行實驗，感謝謝文斌老師這一路來的指導及協助，不惜犧牲自己的假日及陪伴家人的時間，當我們最強大的靠山，讓我們獲得如此棒的佳績。老師，您辛苦了，謝謝您！還有要感謝苗栗農工能提供如此完善的實驗環境及自由研究的創作空間，讓我們能順利完成實驗，也感謝在這段實驗過程中時時給予我們關懷陳進通校長、師長、家人以及同學們，讓我們在疲倦的時候，擁有更大的動力繼續向前行。

這是一個非常難忘的經驗，這不只讓我們學習到了何謂團隊精神，何謂百折不撓，何謂奮鬥到底，更讓我們在競賽中，結識了非常多可敬的對手，憑藉著互相交流、切磋，更可以讓我們看得更寬、更廣、更遠，也讓我們更加堅信，要將這顆已在我們心中萌芽的科學探究種子，讓它繼續成長茁壯。



與參賽海報合影



獲獎時刻



與台灣康寧創新獎牌及第一名獎座合影

摘要

中秋節暢銷蛋黃酥所使用鹹蛋黃，來自於整顆鴨蛋鹽漬而成，取出鹹蛋黃剩餘鹹蛋白因鹽度高，無法再利用只能拋棄相當不環保，本實驗利用蛋黃冷凍會發生凝膠作發想，將蛋冷凍再解凍以分離出蛋白及蛋黃，蛋白可加工再利用，凝膠蛋黃則可鹽漬成鹹蛋黃。結果發現蛋黃在-18°C 冷凍 3 天可完全凝膠，再以 30% 食鹽水鹽漬 40-60 分鐘，其鹽度已與市售鹹蛋黃相當。在喜好性感官品評發現，無論鹹味、口感及整體喜好性均與傳統鹹蛋黃相似無差易存在。解凍鴨蛋白製成天使蛋糕在喜好性感官品評則發現，其色澤及口感評分最高甚至優於新鮮蛋白，在香味及整體喜好性則與新鮮蛋白無顯著差異。速成鹹鴨蛋黃僅須 1/10 生產時間且蛋白可以回收再利用，減少鹹蛋白廢棄物，前景可期。

壹、研究動機

每年中秋節前各大糕餅業者都會日夜趕工生產及販售蛋黃酥，我們觀察發現業者每天必須敲上成千上萬顆的鹹蛋，以取出鹹蛋黃進行烘焙，剩餘鹹蛋白因為鹽度很高，無法再回收利用，只能倒掉拋棄，相當浪費又不環保，甚至汙染環境，查閱相關文獻迄今也沒有良好解決方法可以改善。

在二年級時我們在修習食品加工課程蛋品加工單元時，老師講解課文時有提到蛋黃有冷凍凝膠現象，所以蛋黃不可以直接冷凍，必須在冷凍前先加糖、鹽或甘油等抗凝固劑，才可以冷凍，否則解凍後會出現不可逆凝膠反應而固化，但蛋白則無此現象。

因此我們突發奇想如果逆向操作刻意將蛋先行冷凍，使其發生冷凍凝膠，再解凍分離出蛋白及蛋黃，解凍蛋白可加工再利用，凝膠固化蛋黃則可以單獨進行鹽漬，如此一來，蛋白不僅不會浪費，單獨鹽漬蛋黃也可以大幅縮短醃漬時間。我們利用專題導論及專題製作的課程進行蛋黃冷凍凝膠的專題研究，初步發現具有可行性，但由於專題課程時間有限，無法進一步探討如：不同鹽漬方法、速成鹹蛋黃之風味是否符合消費者喜愛，冷凍後蛋白是否仍能維持其物化性質進行再利用如：蛋糕等點心製作？這是令人想繼續延伸探討的主題，於是我們進行了一系列充滿挑戰的實驗之旅。

貳、研究目的

- 一、鮮蛋以不同方法及時間進行冷凍，藉此探討冷凍蛋黃的凝膠性，並找出何種冷凍條件製成的冷凍蛋黃效果最佳。
- 二、以不同鹽漬方法作進行鹽漬，藉此探討速成鹹蛋黃的鹽度及內中外層之鹽度滲透速率。
- 三、以速成鹹蛋黃及解凍蛋白製成蛋糕分別進行喜好性感官品評試驗，評估消費者對此新產品之喜好程度。

參、 研究材料及設備

一、 研究材料

	
雞蛋(龍億蛋行)	鴨蛋(龍億蛋行)
	
市售鹹蛋黃(當地南北貨行)	食鹽(台鹽公司)

二、 研究設備及器材

			
冰箱(元揚公司)	攪拌機(士邦公司)	鹽度計(ATAGO 公司)	游標卡尺(宏展公司)
			
物性測定儀 (BROOKFIELD 公司)	電子秤(A&D 公司)	震盪機(程揚儀器)	離心機(程揚儀器)
			
研鉢(宏展公司)	溫度計(程揚儀器)	烤箱(陸上公司)	離心管(宏展公司)

肆、研究過程與方法

一、文獻回顧(3)(6)(9)(10)(13)

根據農業部統計，國內鴨蛋年產量約 4.6 億枚，年產值超過 17 億元，以供製鹹蛋、皮蛋加工為主。加工鴨蛋為我國最重要出口之家禽產品，每年外銷香港、歐美及東南亞等華人市場 超過 1,600 萬顆，外銷超過新臺幣 1.2 億元。

(一)鹹蛋的製作流程

鴨蛋或雞蛋→洗淨→調製浸漬液→浸漬法(浸入食鹽量 20-30%之浸漬液，須放置約 30 天)或塗敷法(蛋殼表面塗佈塗敷料再滾上稻殼或粗糠，須放置約 40 天) →水洗→成品。

(二)蛋的冷凍凝膠特性

液態卵黃經冷凍後，卵黃中之脂蛋白在凍藏時會分離出來，使蛋黃黏度增加，失去流動性，當解凍後，無法在溶解出蛋黃中，產生不可回復的凝膠現象。

二、研究架構：

(一)以不同製程條件進行鮮蛋冷凍凝膠之試驗設計

1. 以不同的溫度及時間觀察鮮蛋冷凍凝膠現象，以找出最佳的凝膠條件。
2. 以不同的低溫方法觀察鮮蛋冷凍凝膠現象，並找出最佳的凝膠條件。
3. 以最適化的凝膠條件量產冷凍凝膠蛋黃及蛋白。

(二) 已凝膠蛋黃製作鹹蛋黃之試驗設計

1. 以不同鹽漬方法作為操縱變因，測量鴨蛋黃的鹽度變化及蛋黃內中外層之滲透速率。
2. 以最適化鹽漬法量產速成鹹蛋黃。

(三) 以冷凍凝膠製造鹹蛋黃所剩餘蛋白進行蛋糕製作之試驗設計

1. 以新鮮雞蛋蛋白及冷凍雞蛋蛋白作為操縱變因，製作天使蛋糕。
2. 以新鮮鴨蛋蛋白及冷凍蛋白作為操縱變因，製作天使蛋糕。

(四) 以速成鹹蛋黃及冷凍過蛋白製作蛋糕進行喜好性感官品評試驗設計

1. 以速成鹹蛋黃進行喜好性感官品評試驗(hedonic test)。
2. 以速成鹹蛋黃進行剛剛好感官品評試驗(just-about-right test)。
3. 以不同鹽度速成鹹蛋黃進行喜好性感官品評及剛剛好感官品評試驗(just-about-right)。
4. 以冷凍過蛋白製作天使蛋糕進行喜好性感官品評試驗。

(五)速成鹹蛋黃及冷凍蛋白再利用產品進行成本分析及未來展望

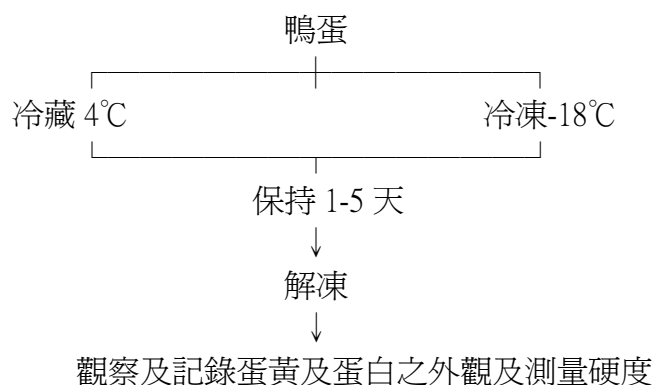
1. 速成鹹蛋黃及冷凍蛋白再利用產品成本分析。
2. 可調式低鹽鹹蛋黃之未來展望。

三、實驗設計及方法：

(一)以不同製程條件進行鮮蛋冷凍凝膠之試驗設計

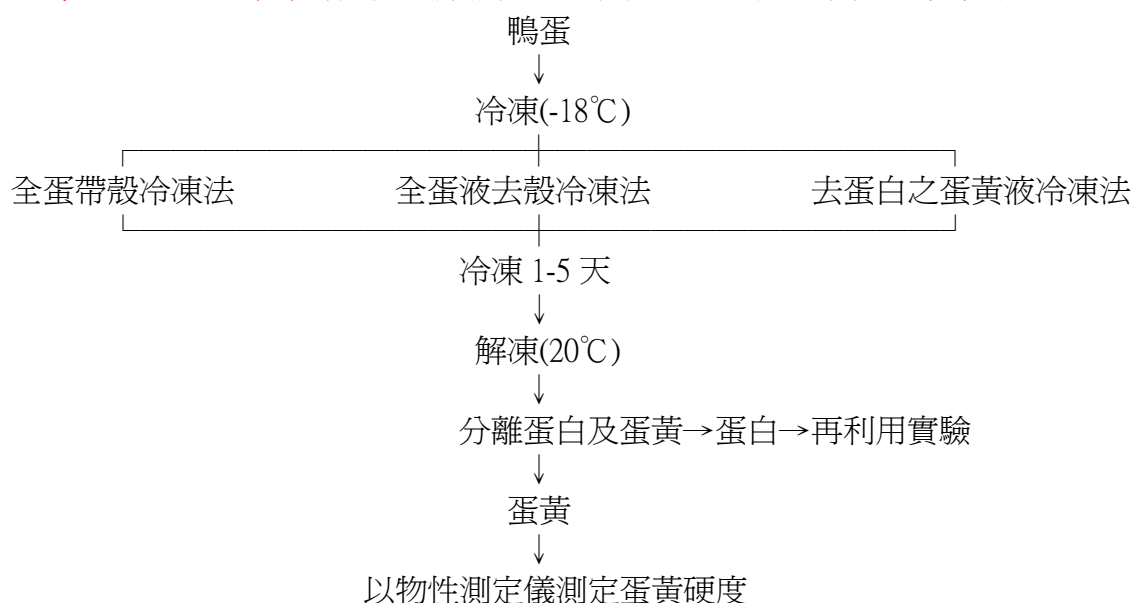
1. 試驗設計一：以不同的溫度觀察鴨蛋低溫凝膠現象，以找出最佳的凝膠條件：

本實驗以鴨蛋為原料，用不同的冷凍溫度做為操縱變因進行試驗設計，以找出最佳的冷凍溫度。



2. 試驗設計二：以不同的冷凍時間及方法觀察鴨蛋冷凍凝膠現象，找出最佳凝膠條件：

在實驗一結果發現，當鴨蛋低於-18°C 冷凍溫度時，蛋黃及蛋白均會冷凍而凝固，且冷凍蛋解凍後 1 小時內蛋白會溶化，**蛋黃則可保持凝固，但卻發現蛋黃內部仍有部分呈半固態狀態**，由於食品溫度傳遞之原理是採對流、傳導及輻射等方式達成，而鮮蛋冷凍後由於蛋黃及蛋白均已呈固態(賴等人，2007)，因此主要採以傳導方式進行降溫，愈內層達到低溫所需時間將愈久，因此本實驗將依據冷凍食品國家標準(CNS)所採用-18°C 作為冷凍溫度基準，以不同的冷凍時間做為操縱變因進行試驗，以找出最佳的冷凍時間。





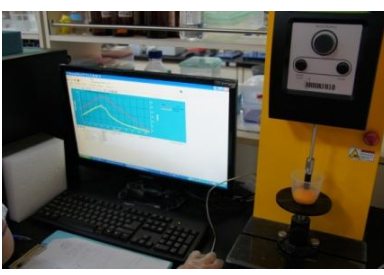
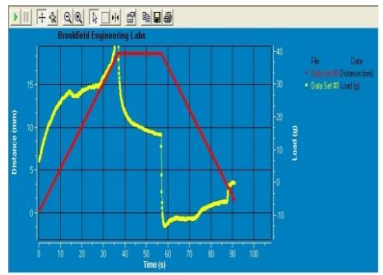


(1)不同冷凍方法之作法及介紹

冷凍方法	作法	圖示	設計目的
全蛋帶殼 冷凍法	將新鮮鴨蛋洗淨後，直接進行冷凍。		不須破殼，直接冷凍，省時省工。
全蛋液去殼 冷凍法	將新鮮鴨蛋洗淨，去除蛋殼之全蛋液裝瓶進行冷凍。		冷凍後解凍即可分離蛋白取出蛋黃，可大量量產方便取用。
去蛋白之蛋黃液 冷凍法	將新鮮鴨蛋洗淨，去除蛋殼及蛋白之蛋黃液裝瓶進行冷凍。		冷凍後解凍即可直接取得蛋黃，可大量量產方便取用。

(2)物性測定儀之作法

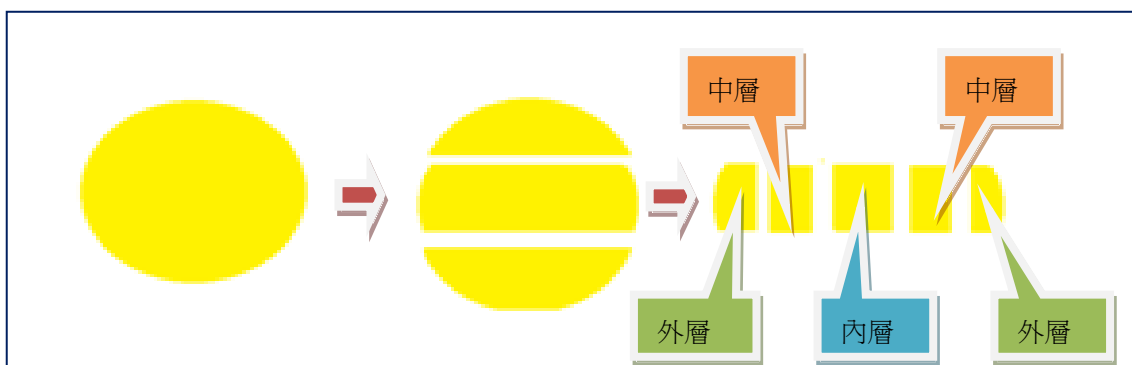
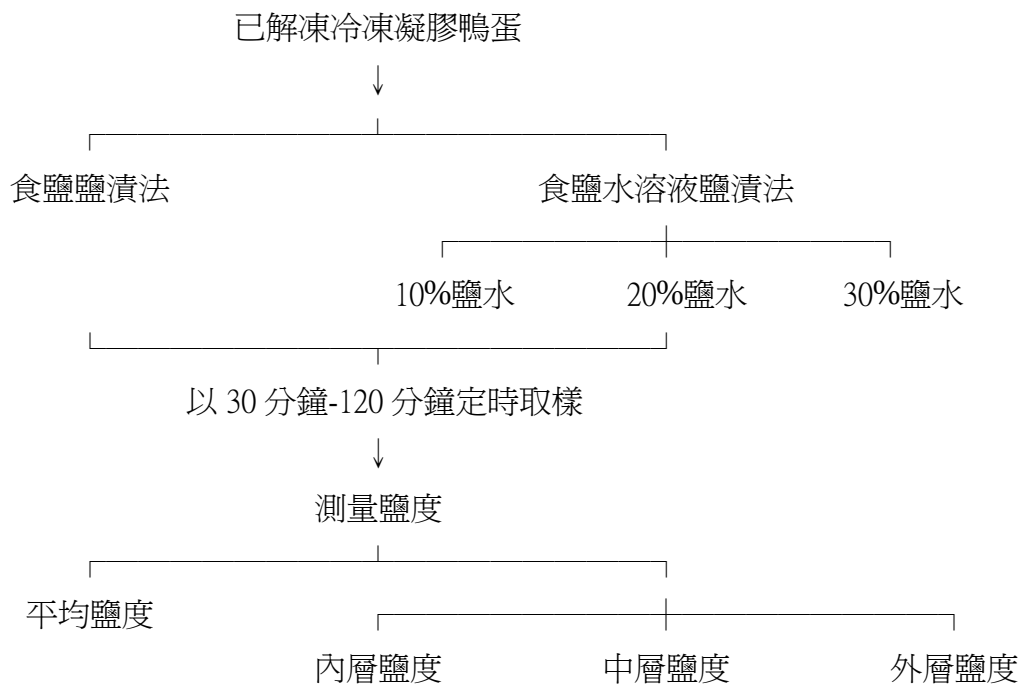
本實驗採用 BROOKFIELD 公司物性測定儀，使用 TA5 型號探頭(Probe)，並設計以 50 公克固定力量持續 20 秒測試條件進行物性數據收集，為了使每顆解凍蛋黃在相同條件下進行測試，統一將每批冷凍蛋黃解凍至 20°C 溫度後再進行物性測定，並記錄每顆蛋黃在探頭下壓固定距離(5mm)時之硬度(公克)，每個樣品三重複，並收集數據進行統計分析。

		
TA5 號探頭(Probe)	冷凍蛋黃解凍	解凍至 20°C 溫度
		
物性測定儀測定硬度		

(二)已凝膠蛋黃製作鹹蛋黃之試驗設計：


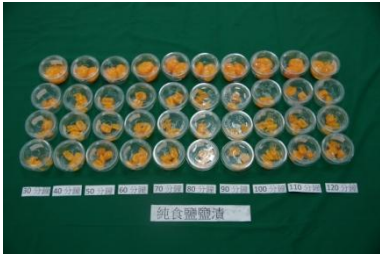
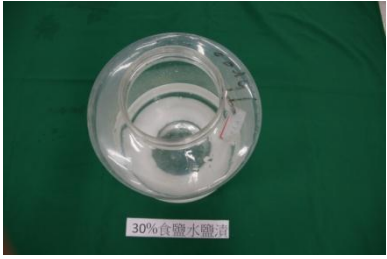

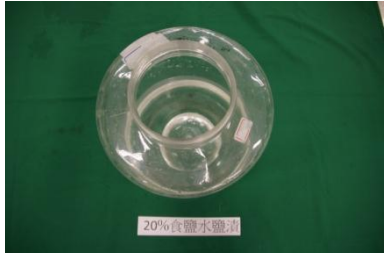

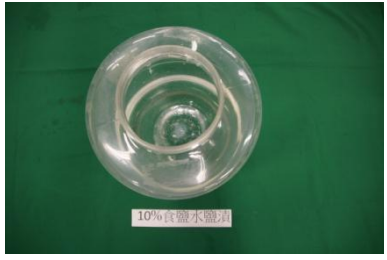
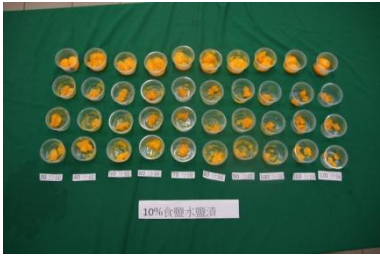
1.試驗設計一：將凝膠蛋黃以不同鹽漬方法作為操縱變因，測量鹽漬過程中蛋黃的鹽度及其內中外層之滲透速率：

將已解凍蛋黃，分別以純食鹽及不同濃度食鹽水進行鹽漬，定時取樣(圖一)、以研鉢研磨、加水震盪溶解定容、最後以離心機(6000rpm、5分鐘)後分別取得全蛋黃、蛋黃內層、中層及外層等澄清液，再以鹽度屈折計測定整顆蛋黃及蛋黃外層、中層及內層鹽度(三重複)，以求證何種鹽漬法製得鹹蛋黃其鹽度與市售鹹蛋黃最為接近。



圖一、蛋黃外層中層及內層取樣示意圖

(1)不同鹽漬法：










鹽漬方法	說明	鹽漬方法圖示	每 10 分鐘取樣(30-120 分鐘)
食鹽鹽漬法			
30%食鹽水 溶液鹽漬法			
20%食鹽水 溶液鹽漬法			
10%食鹽水 溶液鹽漬法			

(2)食鹽鹽漬法：

		
鴨蛋退冰	鴨蛋去殼(一)	鴨蛋去殼(二)

		
蛋黃及蛋白分離	凝膠蛋黃	重量選別
		
直徑選別	食鹽鹽漬(一)	食鹽鹽漬(二)

(3)食鹽水溶液鹽漬法：

		
鴨蛋退冰	鴨蛋去殼(一)	鴨蛋去殼(二)
		
蛋黃及蛋白分離	凝膠蛋黃	重量選別
		
直徑選別	食鹽水鹽漬(一)	食鹽水鹽漬(二)

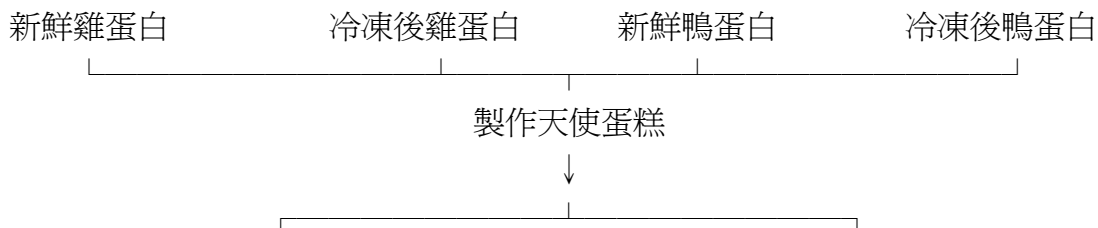
(4)取樣方法

		
切邊		量測總長度分 6 等份

		
切外層取樣		切中層取樣
		
切中層取樣	其餘內層取樣	取樣樣品容器
		
取樣樣品收集	研磨	稀釋
		
離心	吸取澄清液	鹽度測定

(三) 以冷凍凝膠製造鹹蛋黃所剩餘蛋白進行蛋糕製作之試驗設計

鮮蛋經冷凍使蛋黃發生冷凍凝膠凝固，再將冷凍蛋解凍後，蛋黃可進行速成鹹蛋黃之製作，剩餘已融化蛋白收集後，嘗試將其製作為天使蛋糕，並與新鮮蛋製作的天使蛋糕進行品評比較。



統計分析及紀錄

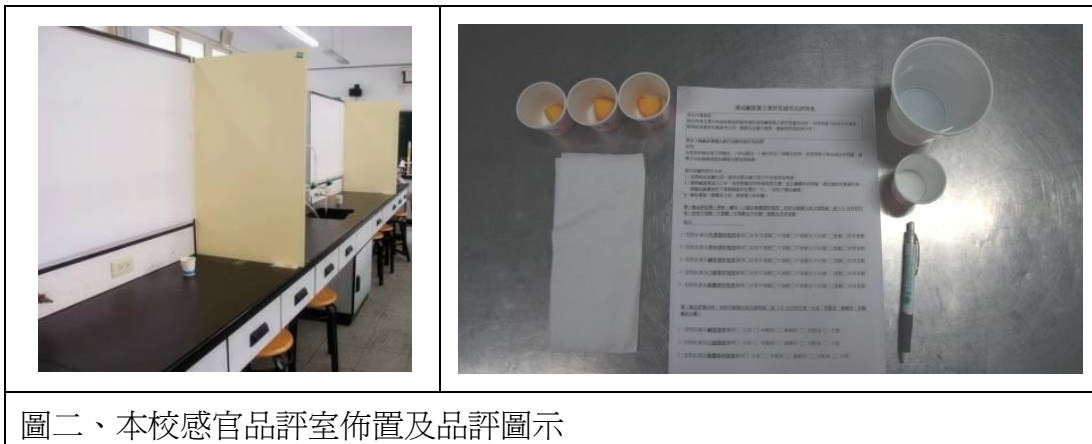
		
蛋白與塔塔粉中速打發	分次加入砂糖	加入低粉、玉米粉、香草粉
		
低速拌勻	分裝置烤模	以 180°C/170°C 烤 20 分鐘

(四) 以速成鹹蛋黃及冷凍過蛋白製作蛋糕分別進行喜好性感官品評試驗設計：

(1)(2)(4)(5)(8)(11)(12)

- 1.品評員選擇：選定未經品評訓練的品評員，根據參考文獻記載如果實驗研究設計得宜，取樣人數須 15 人，但 Gay 權威學者則提出最少 30 人以上方有代表性，本實驗設計則隨機取樣 60 人進行品評。
- 2.品評室設計：參考文獻及鄰近大學品評實驗室，將品評室隔間後(如圖二)，進行品評。
- 3.品評方法及尺度：採用 5 分制喜好性品評法，並依品評試驗之不同分成二類，第一類品評色澤、香味、口感、鹹味及整體接受性，其評分範圍分成五個等級，從 1~5 分分別代表：非常不喜歡、不喜歡、不喜歡也不討厭、喜歡及非常喜歡。第二類品評口感、鹹味及整體接受適合性，其評分範圍分成五個等級，從 1~5 分此五個數字分別代表：太淡、有點淡、剛剛好、有點強及太強。
- 4.樣品的供應順序：爲了避免次序效應(order effect)，根據文獻記載，當樣品數在 3~6 至多到 8 個時，可採用平衡式完全區集試驗法進行樣品排列及供應，即依照供

應順序讓每位品評員品評所有供應之樣品但順序已達隨機抵消次序效應。



圖二、本校感官品評室佈置及品評圖示

5.統計分析：

根據感官品評試驗所獲得結果進行統計分析，利用修習過計算機概論，請教老師後學習以電腦統計分析軟體 EXCEL、XLSTAT 及 SPSS 進行資料分析，分別計算平均值、標準差及變異數分析 (ANOVA)，若組間有顯著差異 ($p < 0.05$)，則進一步事後分析採 Duncan 多變域測試，來分析各實驗組平均值間是否有顯著差異存在 ($p < 0.05$)。


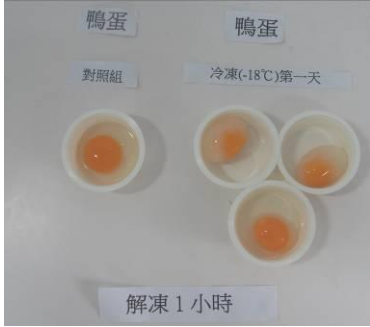
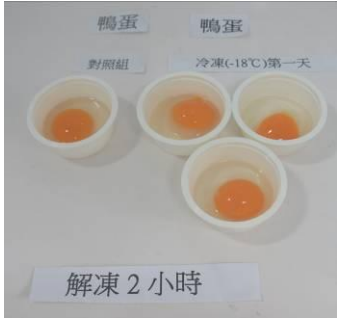

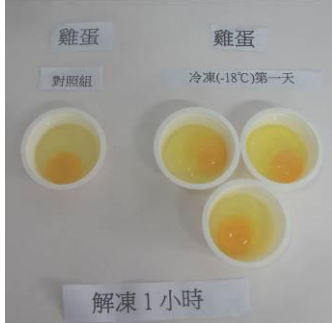
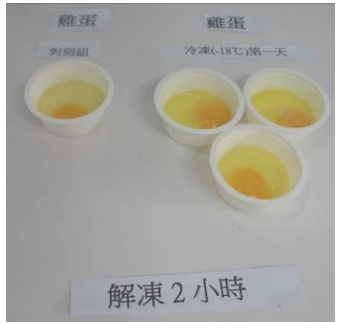
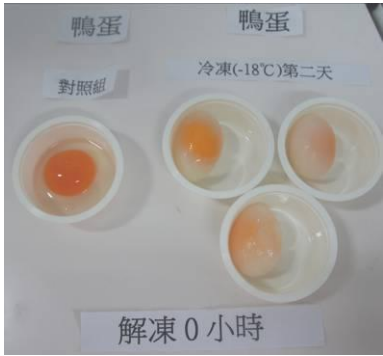


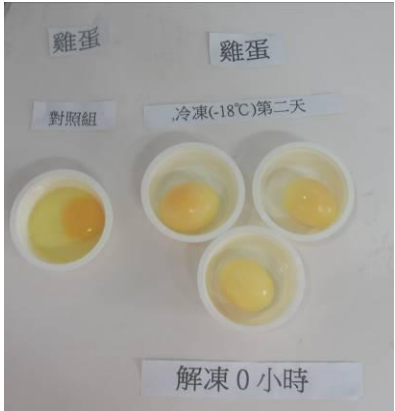

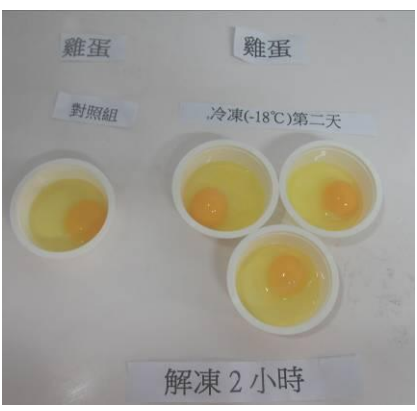
伍、研究結果與討論

一、以不同製程條件進行鮮蛋低溫凝膠之試驗結果：

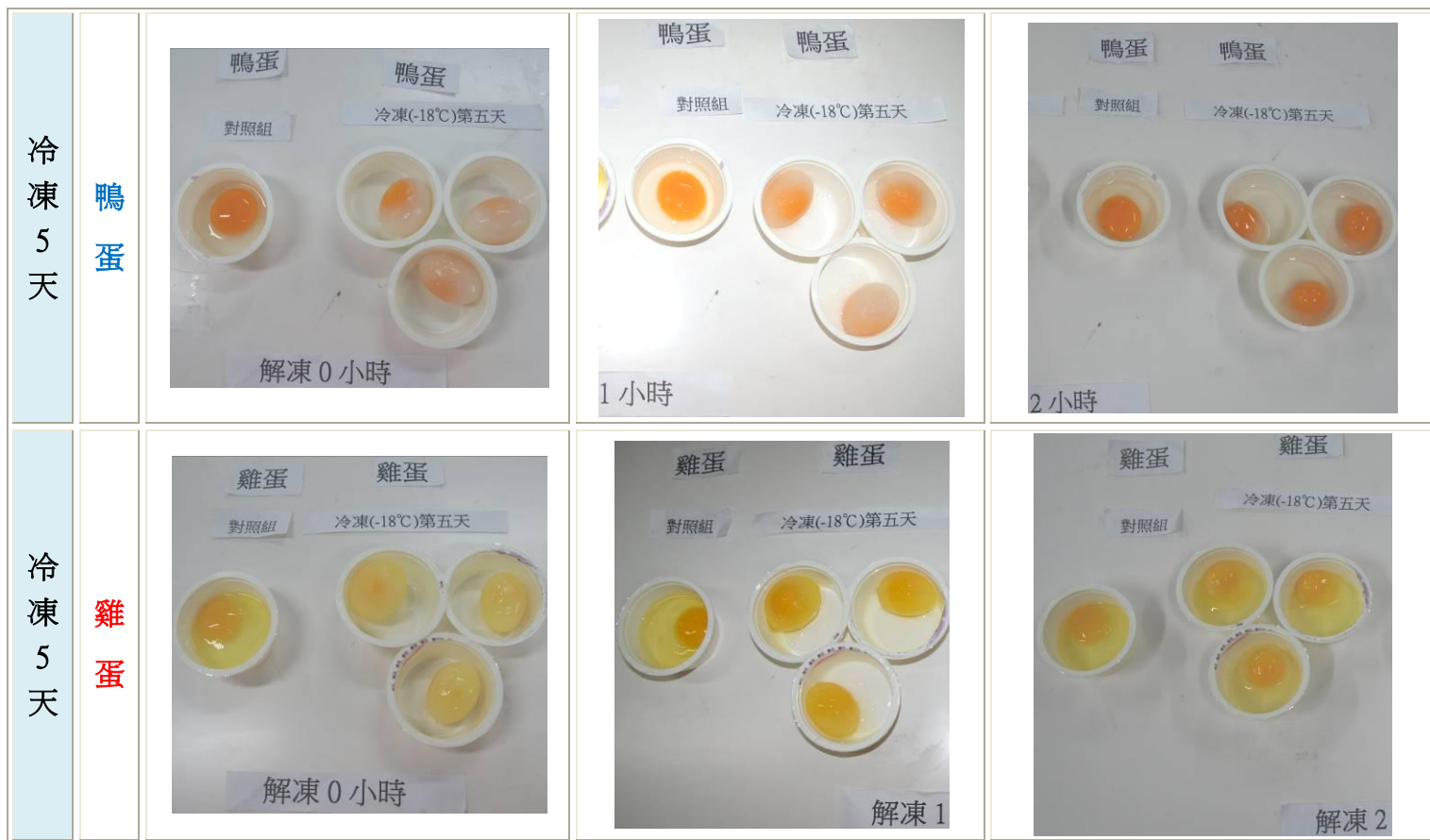
結果如圖三所示，當鮮蛋放置於 -18°C 冷凍 1-5 天，與放置於冷藏庫(4°C)對照組，每天取蛋破蛋進行解凍過程觀察，發現無論鴨蛋及雞蛋之蛋黃均會凝固且不再回到液態，但蛋白則均在 2 小時內融化成液態，印證教科書所提及蛋黃冷凍凝膠現象(郭等人，2012)，但冷藏的鮮蛋則無此現象，蛋黃及蛋白均呈液態。

我們也發現當鮮蛋冷凍 1-2 天時，蛋黃內部仍有部分未凝膠，直至冷凍第 3 天以後，蛋黃內外均呈現固態。若改以 5 梯次每天放置鮮蛋至冷凍庫，在冷凍 5 天後統一進行觀察(如圖四)，也有相同結果。因此我們進一步想了解冷凍時間的長短是否會影響凝膠蛋黃的軟硬程度，也同時討論採用不同方法進行冷凍時其硬度是否也會有所差別，為了符合實驗結果客觀性，採用物性測定儀來測量不同時驗條件時之蛋黃硬度，結果如表一、圖五所示，無論用何種形態方式進行冷凍，凝膠蛋黃之硬度均有隨冷凍時間遞增而增加，蛋黃硬度均在冷凍第 3 天達到最高，其中以全蛋冷凍法之蛋黃硬度最大。我們也發現當冷凍超過三天以後蛋黃之硬度有逐漸降低之趨勢。

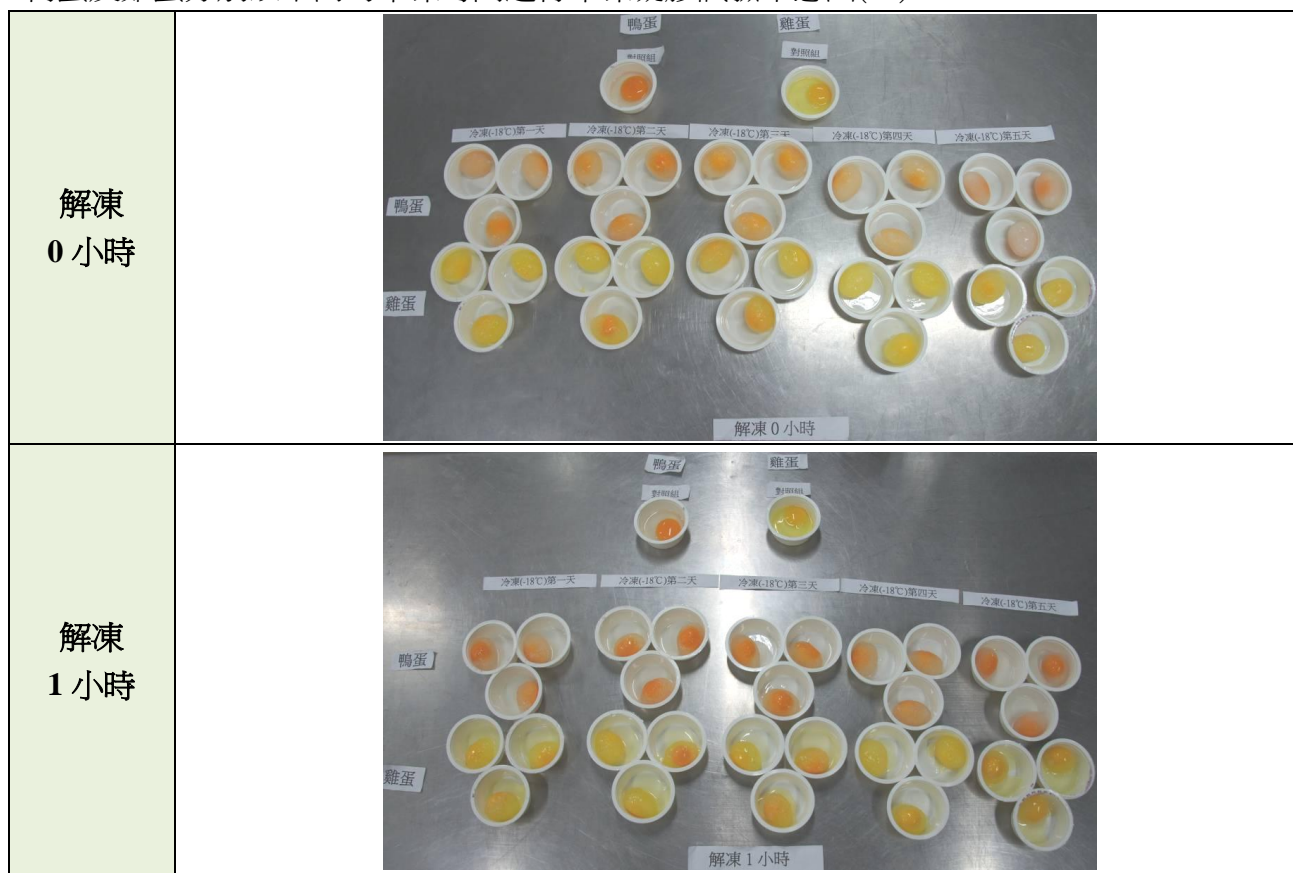
由圖六也得知，以全蛋冷凍法製成之蛋黃其外型呈圓球形，與市售鹹蛋黃外觀最接近，最符合我們所期望蛋黃外觀；全蛋液冷凍法次之；蛋黃冷凍法外觀最差。因此接下來的實驗將以全蛋冷凍法所製成之蛋黃來進行試驗。

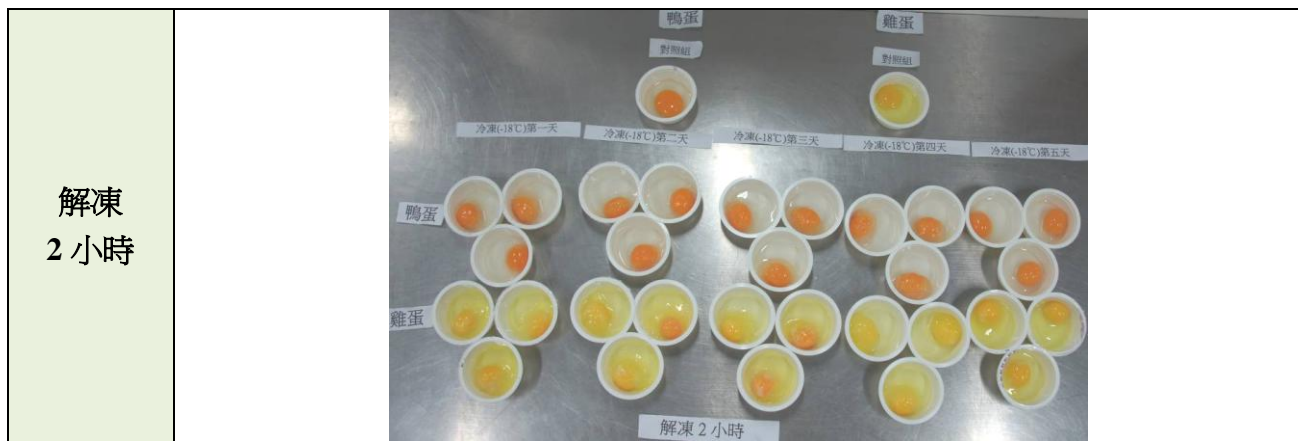
天數	種類	解凍 0 小時	解凍 1 小時	解凍 2 小時
冷凍 1 天	鴨蛋			
	雞蛋			
冷凍 2 天	鴨蛋			
	雞蛋			

冷凍 3 天	鴨 蛋				
		雞 蛋			
			鴨 蛋		
雞 蛋					



圖三、鴨蛋及雞蛋分別以不同的冷凍時間進行冷凍凝膠試驗示意圖(一)

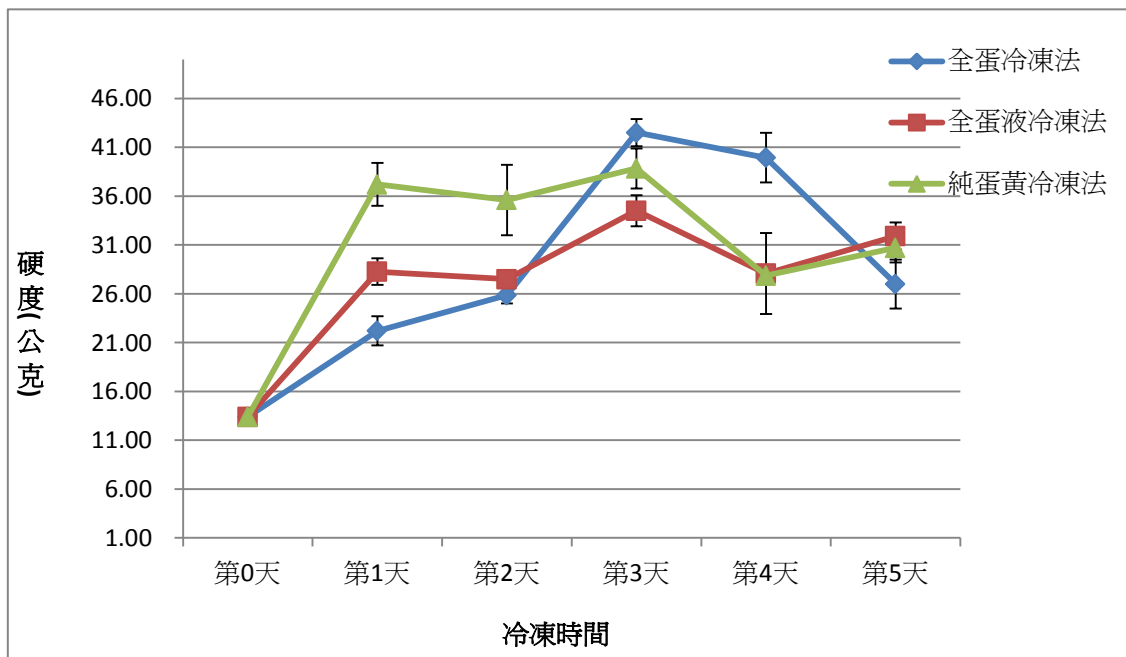




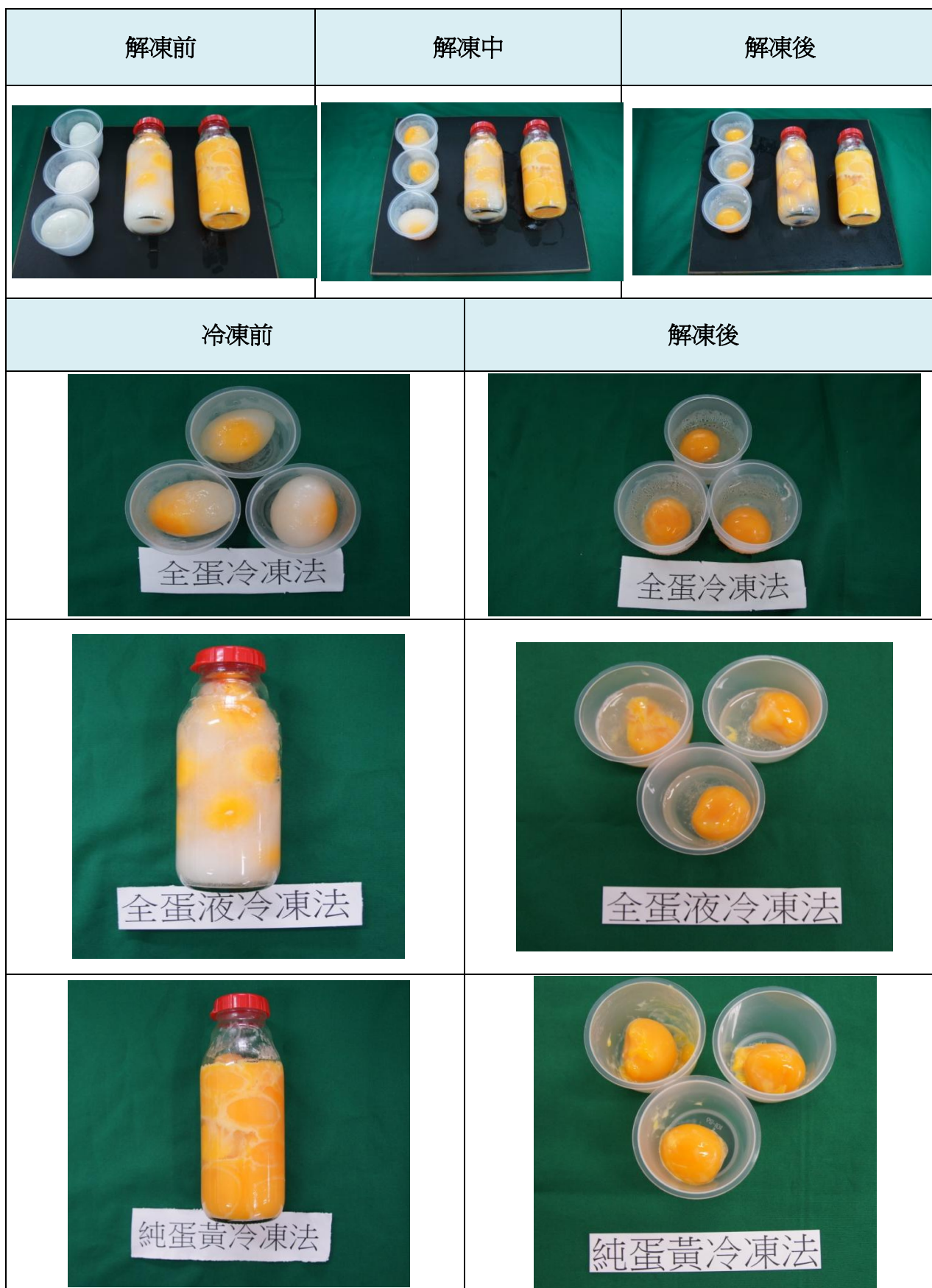
圖四、鴨蛋及雞蛋分別以不同的冷凍時間進行冷凍凝膠試驗示意圖(二)

表一、不同冷凍時間鴨蛋黃以物性測定儀進行硬度測試之統計表

硬度 (公克)	冷凍方法	冷凍時間		
		全蛋冷凍法	全蛋液冷凍法	純蛋黃冷凍法
未冷凍		13.40±0.82		
冷凍一天		22.20±1.50	28.27±1.36	37.20±2.20
冷凍二天		25.85±0.85	27.50±0.92	35.60±3.60
冷凍三天		42.50±1.40	34.50±1.60	38.83±2.05
冷凍四天		39.93±2.55	28.07±4.14	27.85±0.25
冷凍五天		27.00±2.51	31.90±1.40	30.70±1.51



圖五、不同冷凍時間鴨蛋黃進行硬度測試統計圖




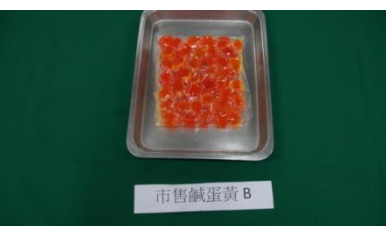
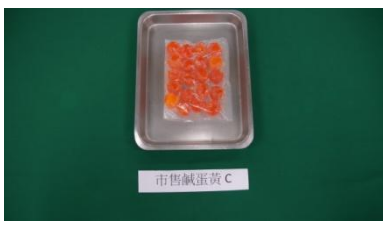
圖六、不同冷凍方法冷凍後解凍之外形觀察圖

二、以不同鹽漬方法作為操縱變因，測量鹽漬過程中鴨蛋黃的鹽度變化結果與討論：

(一)測量鹽漬過程中鴨蛋黃的鹽度：

由表二可得知，一般市售的鹹蛋黃鹽度經測定其值平均在 6%，並測量蛋黃外層、中層及內層的鹽度，蛋黃外層鹽度最高(6.0-6.8%)、中間層次之(5.8-6.4%)、而內層鹽度較低(3.6-6.4%)，符合課本所說鹽漬食品滲透是由外而內滲透，以表面的鹽度最高，中間層次之，而內層最低。(柯等人，2011)。

表二、市售鹹蛋黃內中外層鹽度統計表

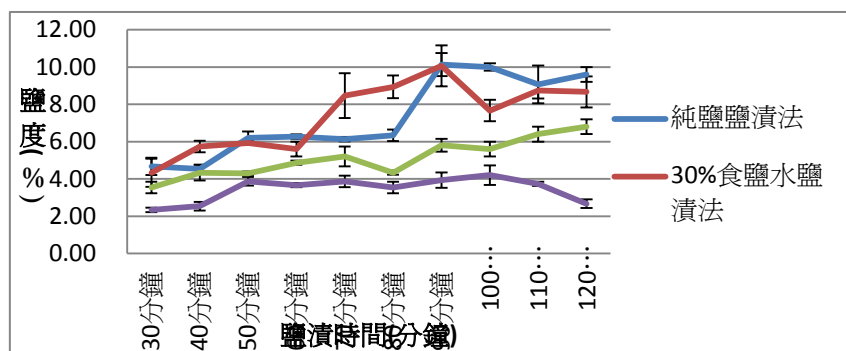
廠商名稱		鹽度	市售鹹蛋黃				
			外層鹽度	中層鹽度	內層鹽度	平均鹽度	內外層鹽度差
A 廠商			6.2	5.8	3.6	6.0	-2.6
B 廠商			6.8	6.4	6.4	6.0	-0.4
C 廠商			6.0	6.2	4.8	6.0	-1.2

凝膠蛋黃分別以食鹽及不同濃度食鹽水進行鹽漬結果，如表三所示，**實驗發現食鹽鹽漬法實驗組在 50-80 分鐘時其鹽度與市售較為接近；30%食鹽水鹽漬法實驗組在 40-60 分鐘時其鹽度與市售最為接近，20%食鹽水鹽漬法實驗組則要到 110 分鐘其鹽度才與市售接近；10%食鹽水鹽漬法實驗組鹽漬至 120 分鐘皆無法達到市售鹽度。**實驗到此我們出現一個疑問，在鹽度測定時是取樣整顆蛋黃進行鹽度測定，所以所測得鹽度是整顆蛋黃平均值，但在教科書中有提及有關鹽漬食品之鹽漬速率快慢，與滲透壓大小有關，而滲透壓大小又與溶質濃度成正

比關係(李等人, 2011), 由於我們實驗設計是將整顆蛋黃放置於食鹽中進行鹽漬滲透, 我們很好奇在鹽漬過程中, 蛋黃表面與蛋黃中心的食鹽濃度是否也會有所不同呢於是繼續進行下一階段實驗來驗證。

表三、凝膠蛋黃分別以食鹽及不同濃度食鹽水進行鹽漬其鹽度統計表

時間 鹽度(%) 鹽漬方法	鹽漬方法				市售鹹蛋黃
	食鹽鹽漬法	30%食鹽水鹽漬法	20%食鹽水鹽漬法	10%食鹽水鹽漬法	
30 分鐘	4.67±0.46	4.33±0.76	3.53±0.31	2.33±0.12	6.0
40 分鐘	4.53±0.23	5.73±0.31	4.33±0.42	2.53±0.23	
50 分鐘	6.20±0.35	5.93±0.12	4.30±0.10	3.87±0.23	
60 分鐘	6.27±0.12	5.60±0.40	4.87±0.12	3.70±0.10	
70 分鐘	6.13±0.12	8.47±1.21	5.20±0.53	3.87±0.31	
80 分鐘	6.33±0.31	8.93±0.61	4.313±0.12	3.53±0.31	
90 分鐘	10.13±0.61	10.07±1.10	5.80±0.35	3.93±0.42	
100 分鐘	10.00±0.20	7.67±0.58	5.60±0.40	4.20±0.53	
110 分鐘	9.07±1.01	8.73±0.42	6.40±0.40	3.73±0.12	
120 分鐘	9.60±0.40	8.67±0.83	6.80±0.40	2.67±0.23	



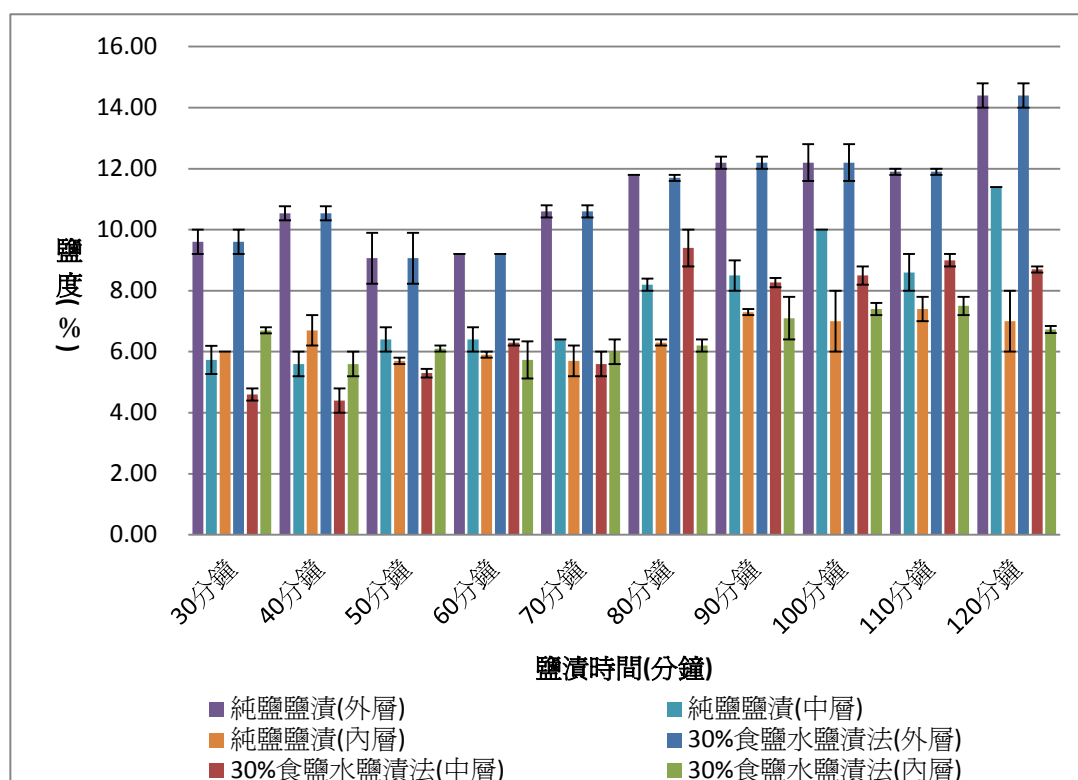
圖七、凝膠蛋黃分別以食鹽及不同濃度食鹽水進行鹽漬其鹽度統計表

(二)測量蛋黃外層、中層及內層的鹽度變化：

結果如表四、圖八所示，速成鴨蛋黃以食鹽及食鹽水鹽漬法發現，食鹽鹽漬到達 30 分鐘時鴨蛋黃實驗組外層、內層鹽度，接近市售鹹蛋黃鹽度，但外層鹽度已超過市售鹹蛋黃；30%食鹽水鹽漬法鹽漬達 40 分鐘時鴨蛋黃實驗組外層、內層及平均鹽度，與市售鹹蛋黃鹽度較為接近，且我們發現以食鹽水鹽漬法鹽漬的鴨蛋黃內外層鹽度差較小。

表四、凝膠蛋黃分別以食鹽及 30%食鹽水進行鹽漬其外中內層鹽度統計表

鹽度(%) 鹽漬時間	食鹽鹽漬法				30%食鹽水鹽漬法			
	外層	中層	內層	內外層鹽度差	外層	中層	內層	內外層鹽度差
30 分鐘	9.60±0.40	5.73±0.46	6.00±0.00	-3.6	9.60±0.40	4.60±0.20	6.70±0.10	1.2
40 分鐘	10.53±0.23	5.60±0.40	6.70±0.50	-3.9	10.53±0.23	4.40±0.40	5.60±0.40	-1.0
50 分鐘	9.07±0.83	6.40±0.40	5.70±0.10	-3.3	9.07±0.83	5.30±0.14	6.10±0.10	-3.3
60 分鐘	9.20±0.00	6.40±0.40	5.90±0.10	-3.3	9.20±0.00	6.30±0.10	5.73±0.61	-5.0
70 分鐘	10.60±0.20	6.40±0.00	5.70±0.50	-4.9	10.60±0.20	5.60±0.40	6.00±0.40	-5.6
80 分鐘	11.80±0.00	8.20±0.20	6.30±0.10	-5.5	11.70±0.10	9.40±0.60	6.20±0.20	-4.4
90 分鐘	12.20±0.20	8.50±0.50	7.30±0.10	-4.9	12.20±0.20	8.27±0.15	7.10±0.70	-5.0
100 分鐘	12.20±0.60	10.00±0.00	7.00±1.00	-5.2	12.20±0.60	8.50±0.30	7.40±0.20	-5.1
110 分鐘	11.90±0.10	8.60±0.6	7.40±0.40	-4.5	11.90±0.10	9.00±0.20	7.50±0.30	-5.2
120 分鐘	14.40±0.40	11.40±0.00	7.00±1.00	-7.4	14.40±0.40	8.70±0.10	6.73±0.12	-4.2



圖八、食鹽鹽漬法測量鴨蛋黃外層、中層及內層鹽度變化統計圖

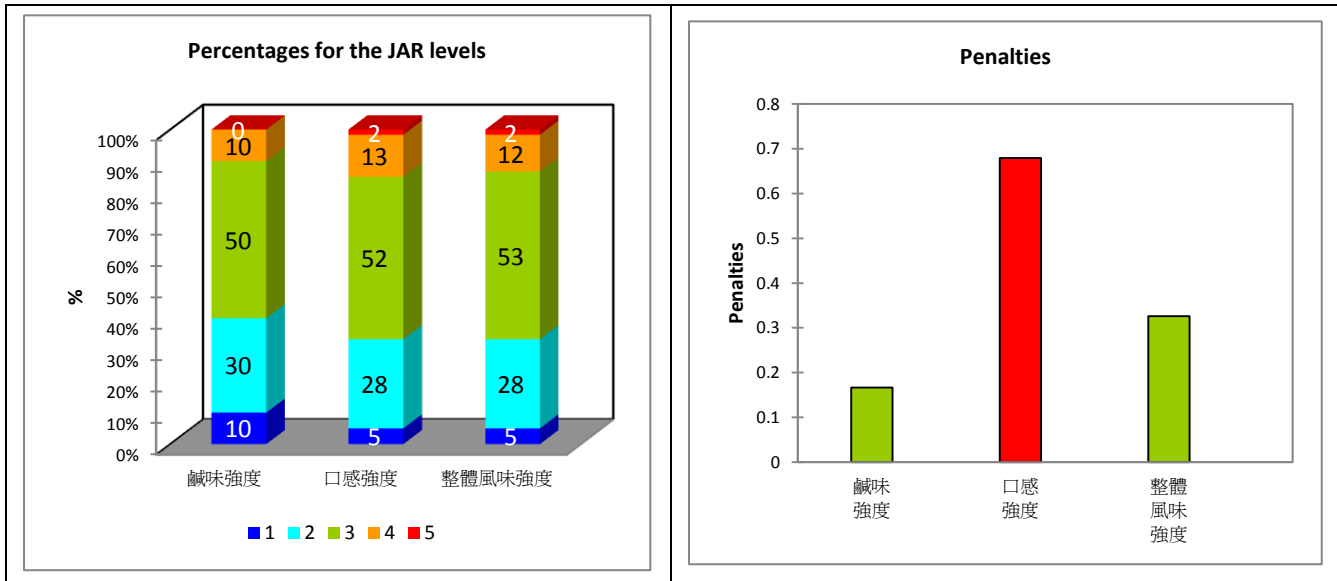
三、將冷凍凝膠鴨蛋製作速成鹹蛋黃，進行喜好性感官品評試驗結果與討論：

經由上述實驗結果我們將以食鹽及 30%食鹽水鹽漬法製作成速成鹹蛋黃進行喜好性感官品評試驗，並搭配感官品評懲罰性試驗(Penalty test)，以了解此產品是否受消費者所接受，並證實鹹蛋黃之鹹味、口感及整體風味強度是否剛剛好 (just about right)。由表五可得知，速成鹹鴨蛋黃在鹹味及整體風味強度方面在 5%冒險率下未被懲罰 ($p > 0.05$)，是可以被消費者覺得剛剛好 (just about right) 而接受，但在口感強度方面則是被懲罰的 ($p < 0.05$)，代表消費者認為口感偏弱沒有剛剛好。

表五、速成鹹鴨蛋黃進行懲罰性試驗結果

Variable	Level	Frequencies	%	Mean(整體喜好程度)	p-value	Significant Penalties	p-value	Significant
鹹味強度	弱	24	40.00%	3.083	0.193	No	0.167	0.508
	剛剛好	30	50.00%	3.400				
	強	6	10.00%	3.833				
口感強度	弱	20	33.33%	2.750	0.001	Yes	0.680	0.005
	剛剛好	31	51.67%	3.645				
	強	9	15.00%	3.444				
	弱	20	33.33%	2.850	0.011	Yes		

整體風味 強度	剛剛好	32	53.33%	3.469	0.326	0.194	No
	強	8	13.33%	3.875			

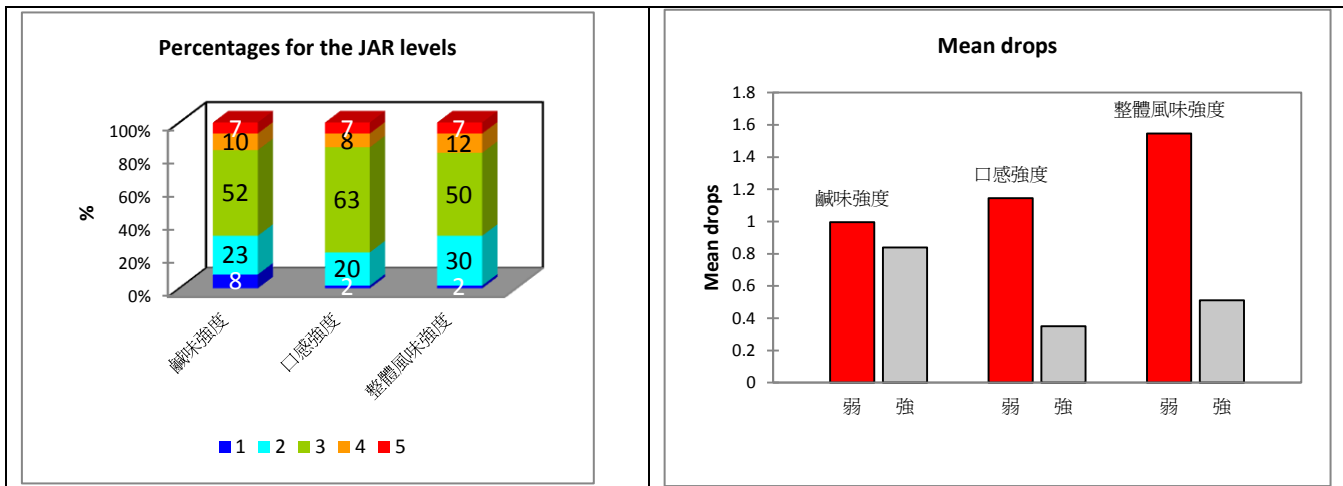


圖九、速成鹹鴨蛋黃進行懲罰性試驗測試鹹味、口感及整體風味強度之結果

由表六可得知，速成鹹雞蛋黃在鹹味、口感及整體風味強度方面在 5% 冒險率下均被懲罰 ($p < 0.05$) 代表消費者認為其強度較弱，因此後續實驗將排除雞蛋為原料進行速成鹹蛋黃之實驗。

表六、速成鹹雞蛋黃進行懲罰性試驗結果

Variable	Level	Frequencies	%	Mean(整體喜好程度)	p-value	Significant	Penalties	p-value	Significant
鹹味強度	弱	19	31.67%	2.842	< 0.0001	Yes			
	剛剛好	31	51.67%	3.839			0.942	0.000	Yes
	強	10	16.67%	3.000					
口感強度	弱	13	21.67%	2.538	< 0.0001	Yes			
	剛剛好	38	63.33%	3.684			0.821	0.001	Yes
	強	9	15.00%	3.333					
整體風味強度	弱	19	31.67%	2.421	< 0.0001	Yes			
	剛剛好	30	50.00%	3.967			1.167	< 0.0001	Yes
	強	11	18.33%	3.455					

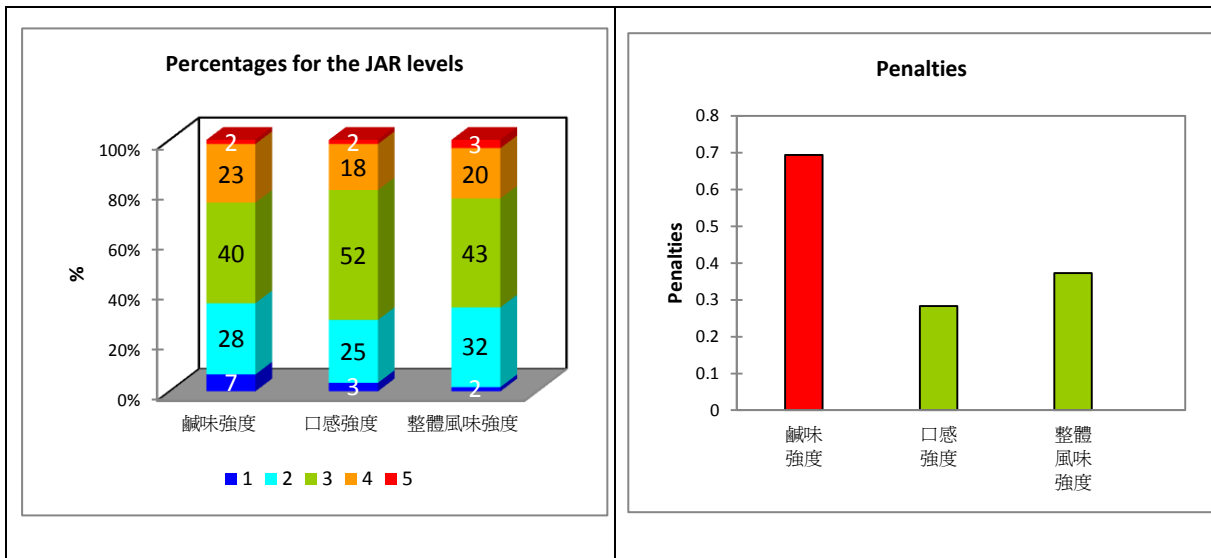


圖十、速成鹹雞蛋黃進行懲罰性試驗測試鹹味、口感及整體風味強度之結果

由表七可得知，市售鹹蛋黃在鹹味強度方面在 5% 冒險率下是被懲罰的 ($p < 0.05$)，代表消費者分別認為鹹味太弱或太強，沒有剛剛好。但口感及整體風味強度方面則是剛剛好的 ($p > 0.05$) 未被懲罰。由上述實驗可得知以鴨蛋進行速成鹹蛋黃在鹹味及整體喜好性強度較符合消費者喜好性。接下來實驗將以不同鹽度方法進行消費者喜好性感官品評試驗。

表七、市售鴨蛋黃進行懲罰性試驗結果

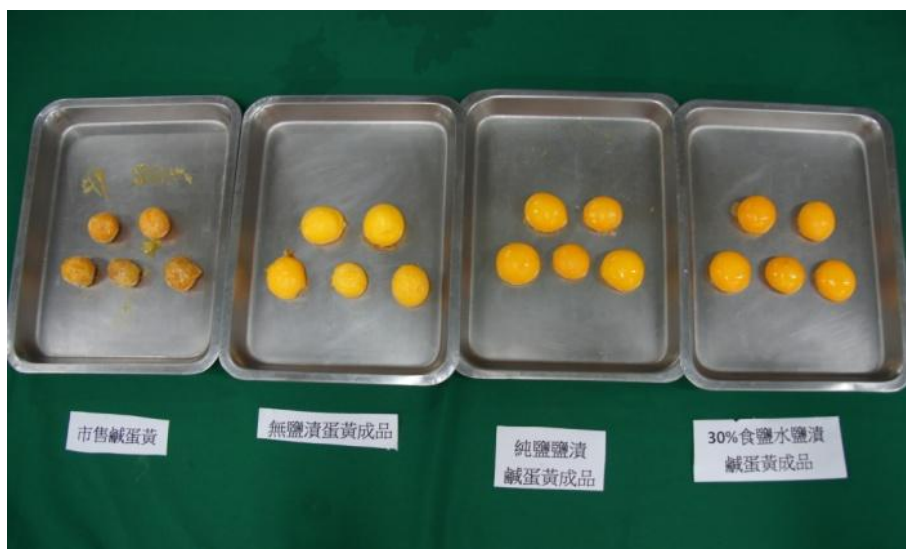
Variable	Level	Frequencies	%	Mean(整體喜好程度)	p-value	Significant Penalties	p-value	Significant	
鹹味強度	弱	21	35.00%	2.714	< 0.0001	Yes			
	剛剛好	24	40.00%	3.667			0.694	0.002	Yes
	強	15	25.00%	3.333	< 0.0001	Yes			
口感強度	弱	17	28.33%	2.588	0.000	Yes			
	剛剛好	31	51.67%	3.387			0.284	0.210	No
	強	12	20.00%	3.833	0.000	Yes			
整體風味強度	弱	20	33.33%	2.550	< 0.0001	Yes			
	剛剛好	26	43.33%	3.462			0.373	0.100	No
	強	14	23.33%	3.857	< 0.0001	Yes			



圖十一、市售鴨蛋黃進行懲罰性試驗測試鹹味、口感及整體風味強度之結果

四、以鴨蛋製作速成鹹蛋黃，進行喜好性感官品評口感之結果與討論：

由表八可得知在色澤方面 30%食鹽水鹽漬速成鹹蛋黃實驗組的評分最高，與傳統市售鹹蛋黃(對照組)有顯著差異存在 ($p < 0.05$) (圖十一)。由此可見在色澤方面 30%食鹽水鹽漬速成鹹蛋黃較受消費者喜愛。

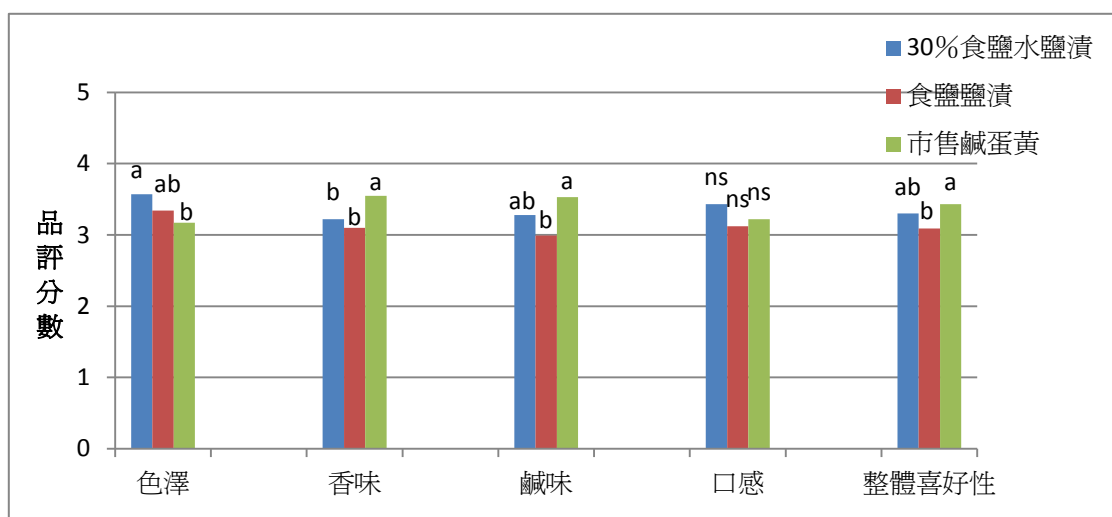


圖十一、蛋黃色澤比較圖

在鹹味及整體喜好性方面，30%食鹽水鹽漬速成鹹蛋黃實驗組與傳統市售鹹鴨蛋黃(對照組)評分較高並且兩者無顯著差異存在，在口感方面實驗組與傳統市售鹹鴨蛋黃(對照組)評分皆無顯著差異存在 ($p > 0.05$) 代表二者在鹹味、口感、整體喜好性均能被消費者接受。唯獨在香味方面傳統市售鹹蛋黃(對照組)評分較高有顯著差異存在 ($p < 0.05$)。

表八、消費者喜好性感官品評統計表

鹽漬方法 品評項目	食鹽鹽漬 速成鹹蛋黃	30%食鹽水鹽漬 速成鹹蛋黃	市售鹹蛋黃
色澤品評分數	3.34ab	3.57a	3.17b
香味品評分數	3.10b	3.22b	3.55a
鹹味品評分數	2.99b	3.28ab	3.53a
口感品評分數	3.12ns	3.43ns	3.22ns
整體喜好性品評 分數	3.09b	3.30ab	3.43a



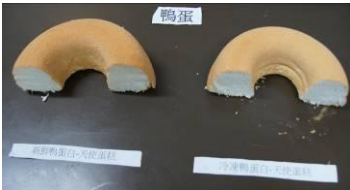




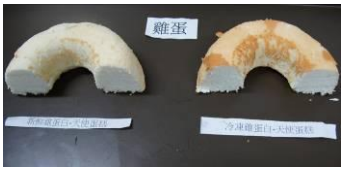

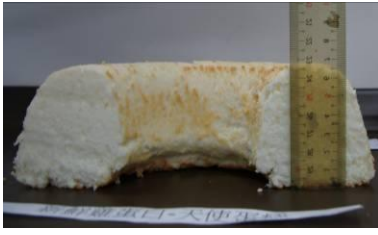


圖十二、消費者喜好性感官品評統計圖

※有效樣本共102 份

※a~b： means bearing different letters are significantly different ($p < 0.05$)

五、以冷凍凝膠法製造鹹蛋黃所剩餘蛋白進行蛋糕製作之結果與討論：

利用冷凍凝膠法製作速成鹹蛋黃，不僅可大幅縮短鴨蛋鹽漬時間，原本產生大量廢棄無用鹹蛋白將不復再見，取代的將是大量解凍蛋白，經過冷凍再解凍蛋白其加工特性如起泡性、凝固性是否有所影響，與新鮮蛋白是否有所差異，接下來將嘗試將其製作為天使蛋糕，並與新鮮蛋白製成天使蛋糕進行比較，分別進行蛋糕體積測量及消費者喜好性感官品評試驗，由圖十二可得知，無論以冷凍雞蛋白或鴨蛋白均可製成天使蛋糕，其剖面組織細緻性均相當，若測量蛋糕體高度，**新鮮雞蛋白及鴨蛋白平均在 6.5 公分；相較於冷凍雞蛋白與鴨蛋白，其蛋糕體高度約在 6.0 公分，僅約有 0.5 公分之差異，在外觀而言仍在可接受範圍。**

	比較圖	天使蛋糕剖面組織圖	天使蛋糕高度示意圖
新鮮鴨蛋白			
冷凍鴨蛋白			
新鮮雞蛋白			
冷凍雞蛋白			

圖十三、以不同蛋白製作天使蛋糕測量其成品體積示意圖

由表九可得知在色澤方面以**冷凍鴨蛋白製成天使蛋糕評分最高**，與新鮮雞蛋白或新鮮鴨蛋白實驗組之間有顯著差異存在 ($p < 0.05$)。冷凍雞蛋白與新鮮雞蛋白或新鮮鴨蛋白實驗組之間則無差異存在。在香味方面以**冷凍雞蛋白製成天使蛋糕評分最高**，與新鮮雞蛋白間有顯著差異存在 ($p < 0.05$)。冷凍鴨蛋白與新鮮雞蛋白或新鮮鴨蛋白實驗組之間則無差異存在。在口感方面以**冷凍鴨蛋白製成天使蛋糕評分最高**，與各實驗組之間有顯著差異存在 ($p < 0.05$)。在整體喜好性方面以**冷凍鴨蛋白製成天使蛋糕評分最高**，與新鮮雞蛋白或冷凍鴨蛋白實驗組

之間有顯著差異存在 (p<0.05)。冷凍鴨蛋白與新鮮鴨蛋白之間則無差異存在。

由上述試驗結果可得知，**冷凍鴨蛋白製作天使蛋糕進行消費者喜好性官能品評，在色澤、口感評分最高，與新鮮蛋白組有顯著差異存在，代表經過冷凍後蛋白不僅不會破壞蛋白加工性質，甚至還優於新鮮蛋白，在香味及整體喜好性則與新鮮蛋白組無顯著差異存在，代表鴨蛋白是否冷凍與其加工特性無顯著影響。**

表九、進行消費者喜好性感官品評分數統計表

	新鮮雞蛋白	冷凍雞蛋白	新鮮鴨蛋白	冷凍鴨蛋白
色澤品評分數	3.4b	3.6ab	3.5b	3.8a
香味品評分數	3.2b	3.6a	3.4ab	3.4ab
口感品評分數	2.7c	2.7c	3.5b	3.9a
整體喜好性品評分數	3.0b	3.1b	3.5a	3.8a

※有效樣本共60 份

※a~b： means bearing different letters are no significantly different (p<0.05)

六、速成鹹蛋黃產品特色及未來願景：

項目	速成鹹蛋黃	傳統鹹蛋黃	速成鹹蛋黃未來優勢
製作時間	僅需 4 天。	冬天需 45 天、夏天需 30 天。	可節省 26-41 天製作時間，以傳統鹹蛋黃平均需 37.5 天來計算，可多增加生產 8 批速成鹹蛋黃之產能。
鹹蛋白廢棄物	無。	每顆傳統鹹蛋含有 2/3 鹹蛋白(約 40 公克/每顆)，無法再利用。	無廢棄鹹蛋白，以每年國內鴨蛋年產量約 4.6 億枚，主要作為鹹蛋、皮蛋等原料，若預估約 1/4 作鹹蛋(以 1 億枚計)， 則可減少 4000 噸鹹蛋白廢棄物。
解凍蛋白	每顆速成鹹蛋含有 2/3 蛋白，可再收集利用，提供烘焙業者進行蛋糕、西點等加工。	無。	解凍鴨蛋白可收集包裝成液蛋販售(1 公斤/每瓶)， 若以 4000 噸蛋白計，每瓶蛋白市價 60 元，最高可增加 2.4 億元附加價值。
醃漬食鹽原料	可重複再鹽漬利用	傳統用加鹽紅土進行醃漬，無法再利用	無廢棄紅土產生，不會造成環境汙染。
鹽度調整	可隨意調整或降低鹽度。	不易調整改變。	可隨時偵測鹽度依消費者喜好性調整或降低鹽度，符合現代健康飲食達到低鈉鹽飲食理想及目標。

陸、結論

- 一、以全蛋冷凍法所製成之蛋黃，與市售鹹蛋黃外觀最接近，冷凍凝膠效果最佳。
- 二、一般市售的鹹蛋黃鹽度經測定其值為 6%，以冷凍凝鴨膠蛋黃以 30%食鹽水鹽漬 40 - 60 分鐘，其鹽度即已市售鹹蛋黃相當。
- 三、以速成鹹鴨蛋黃進行消費者喜好性感官品評，在色澤方面 30%食鹽水鹽漬鹹鴨蛋黃與傳統市售鹹蛋黃有顯著差異的好 ($p < 0.05$)，在鹹味、口感及整體喜好性方面，30%食鹽水鹽漬鹹鴨蛋黃與傳統市售鹹蛋黃的評分較高且無顯著差異存在，代表二者均能被消費者接受。
- 四、冷凍鴨蛋白製作天使蛋糕進行消費者喜好性官能品評，在色澤、口感評分最高，與新鮮蛋白組有顯著差異存在，甚至還優於新鮮蛋白，在香味及整體喜好性則與新鮮蛋白組無顯著差異存在，代表經過冷凍後蛋白並不會破壞其加工特性。
- 五、成本分析：速成鹹蛋黃只需冷凍 3 天及鹽漬 40-60 分鐘即可完成，與傳統鹹蛋醃製需至少 30 天相比，大幅縮短了生產時間且蛋白可以回收再利用，每年可減少大量鹹蛋白廢棄物，解凍鴨蛋白可收集包裝成液蛋販售可增加其附加價值。

柒、參考資料

- (1)佐藤信(1989)。官能檢驗法入門。台中：國彰出版社。
- (2)吳明隆(2006)。SPSS 統計應用學習實務。台北：知成科技。
- (3)李玫琳、林頌生、余豐任、何淇義(2011)。食品化學與分析 II。台南市：復文書局。
- (4)區少梅(1992)。食品官能品評學講義。台北。
- (5)姚念周(2012)。感官品評與實務應用。桃園：樞紐科技。
- (6)馬宗能(2000)。食品概論。台南市：復文書局。
- (7)郭文玉、劉發勇、邱宗甫(2012)。食品加工 I。台南市：復文書局。
- (8)彭秋妹、王家仁(1991)。食品官能檢查手冊。新竹：食品工業發展研究所。
- (9)鄭清和(1992)。食品原料上。台南市：復文書局。
- (10)賴滋漢 阮喜文 柯文慶(1991)。食品原料。台中市：精華出版社。
- (11)劉伯康(2013)。食品感官品研習講義。台中。
- (12)謝文斌(1994)。不同糖酸比對番石榴果汁之消費者喜好性的影響。台北：輔仁大學食品營養學研究所碩士論文。
- (13)網路資料 網址：
http://www.coa.gov.tw/show_news.php?cat=show_news&serial=coa_diamond_20130830102920&print=1

【評語】 091401

1. 研究極具創新性與實際應用性，實驗設計與執行符合科學試驗精神。
2. 利用蛋白與蛋黃組成差異所造成低溫時之物性變化，進行簡易分離步驟，具有實際應用之價值。
3. 創新鹹鴨蛋蛋黃之快速製作方法，並妥善保留蛋白打發特性，以達到全蛋利用之目的，解決鹹蛋中取用鹹蛋黃後產生大量鹹蛋白廢棄與食材浪費之問題。
4. 團隊表達能力佳。
5. 實驗記錄完整。