

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學(二)

組 別：國小組

作品名稱：蛋鮮不鮮-探討辨別雞蛋的新鮮方法

關 鍵 詞：新鮮度、透光法、電阻值 (最多三個)

編號：A7045

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

目錄：

摘要.....	01
壹、前言（含研究動機機、目的、文獻回顧）.....	03
貳、研究設備及器材.....	04
參、研究過程或方法.....	06
肆、研究結果.....	07
伍、討論.....	09
陸、結論.....	11
柒、參考資料及其他.....	12

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機：

前陣子由於雞蛋供不應求，國內各雞場紛紛投入生產增加產量，並且政府從國外進口雞蛋，以滿足民生及市場需求，但是，隨著大量的雞蛋流入市面，市面上雞蛋的問題卻越來越多，前陣子新聞在報導，有消費者抱怨自己買到壞掉的雞蛋，而且蛋白和蛋黃的顏色很是奇怪(桃園市衛生局，2023)，如圖1-1有出現綠色蛋白，甚至黑色散發惡臭的雞蛋，造成國內的食安危機。因此，就引起了本研究對雞蛋品質的好奇，我們就在思考為甚麼現在的雞蛋越來越不新鮮？除了標示的保存期限外，還有什麼方法，可以來分辨雞蛋的新鮮程度？本研究針對雞蛋的特性，應用各種方法，希望透過一系列有關雞蛋的實驗進行探討，找出可以辨別雞蛋新鮮度的方法。

這裡我們參考了國小三年級及五年級的自然課程中，一系列有關水的探究。我們想應用阿基米德的排水法和雞蛋浮力，在本研究中來測量雞蛋的密度，並比較不同條件下的雞蛋，探討有關重量和密度的變化。國小四年級自然課程中，介紹光具有反射、折射、和穿透的特性，我們想或許可以應用光的特性，來對雞蛋進行做非破壞性的檢測，進一步來鑑別雞蛋的品質。國小六年級課程中我們了解到食品的保存和溫度的關係，本研究藉由冷藏和室溫不同溫度下的保存條件，來探討雞蛋的品質以及隨時間的變化。



圖1.1、綠色蛋白和黑雞蛋(桃園市衛生局，2023)

二、研究目的：

為了探討雞蛋品質、儲存條件與時間的關係，並找出試當與可行的判別方法，本研究的目的分述如下：

(一)雞蛋品質的分析方法

1. 利用排水法量測雞蛋的密度：探討不同儲存時間下雞蛋密度和重量的變化。
2. 利用透光法量測進行雞蛋的氣室的量測：探討雞蛋氣室隨時間的變化。
3. 測量蛋黃的徑高比來判斷雞蛋的品質。

(二)探討儲存條件對雞蛋品質的影響

1. 不同溫度下(4C、25C)比較雞蛋氣室、密度和重量隨時間的變化
2. 不同光線下對雞蛋的影響
3. 不同儲存濕度對雞蛋品質的影響

(三)不同品種的雞蛋品質判別方法

1. 雞蛋外觀的顏色隨著時間對品質的影響
2. 比較不同品種雞蛋的保存與品質判斷方法

三、文獻回顧：

(一) 雞蛋介紹

1. 雞蛋構造

雞蛋的結構可分為四部分：由外而內依序為蛋殼、薄膜、蛋白和蛋黃如圖2.1(楊悠娟，2016)。

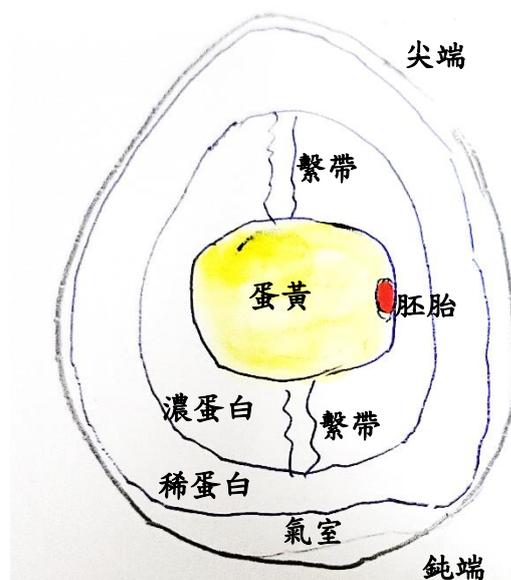


圖2.1、雞蛋構造(食農教育資訊整合平台，2019；楊悠娟，2016)

(1)蛋殼 (Shell)：主要為95%碳酸鈣、3%蛋白質、1%碳酸鎂和1%磷酸鈣所構

成。形成於母雞下蛋前20小時的，上面有角質層及毛孔，構成雞蛋主要結構，可保護胚胎，不同品種的雞蛋呈現不同顏色，常見的有白、黃、棕及綠色。

(2)薄膜 (Membrane)：成分為 α -角蛋白，包含外膜、內膜、氣室等結構，可讓空氣和水可以通過，但能防止細菌進入。

(3)蛋白 (Albumen)：主要為10%的蛋白質水溶液及1%核黃素、尼克酸、生物素、鈣、磷、鐵等物質，包括稀蛋白、濃蛋白、繫帶等結構。在母雞輸卵管時所形成。

(4)蛋黃 (Yolk)：48%水分、17%蛋白質、13%脂肪、1%無機質。礦物質包含鐵、鈣、磷酸、硫胺素 (維生素B1)、核黃素 (維生素B12)、卵磷脂 (乳化劑) 等，維生素包含A、B、D、E、K。由母雞卵巢表面的數百個卵母細胞組成，包含蛋黃膜、黃蛋黃、白蛋黃、胚盤等結構。

2. 雞蛋成分

雞蛋平均重量約35-80公克，60%蛋白、30%蛋黃、10%蛋殼，熱量約78大卡，全蛋的成分為74%水分、13%蛋白質、11%脂肪及1%無機質，其成分與母雞品種、年齡、營養及生長環境有關。

貳、研究設備及器材

一、實驗材料

(一)雞蛋：如圖2.2

- 1.購自屏東縣大武山農場洗選白蛋1月30日120顆。
- 2.購自屏東縣大武山農場紅殼蛋1月30日60顆。

(二)RO水：如圖2.2

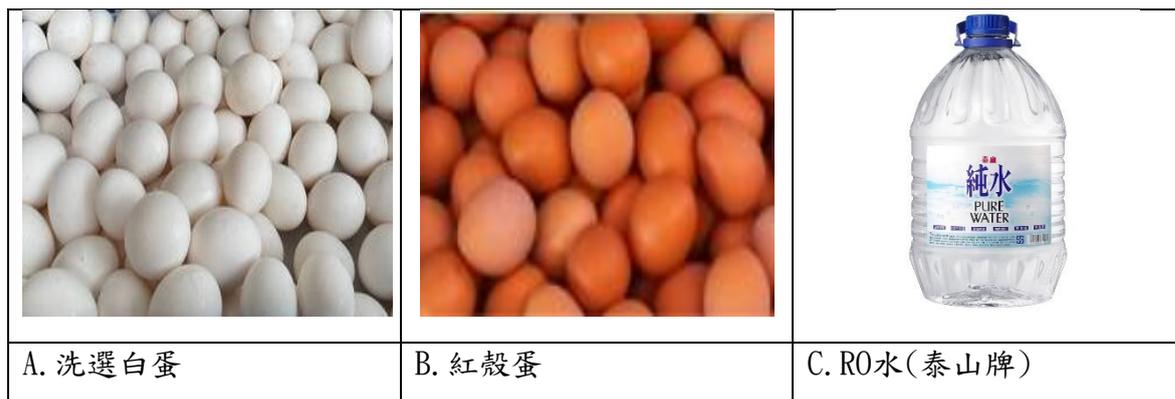


圖2.2實驗材料

二、實驗器材：如圖2.3

包括有紙、筆、電腦、膠帶、尺(1mm)、游標卡尺(精度0.05mm)、沾版、溫度計、溼度計、燒杯、量筒、50mL吸管、微量吸管、微量天平、手機、手電筒、牙籤。



圖2.3、實驗器材

三、實驗設備：如圖2.4

(一)精密微量天平：型號AS 220.R2，Radwag Co. Ltd.，波蘭，0-200g，精度0.0001g。

(二)冰箱：國際牌，型號NR-F659WX，日本。

(三)三用電表：型號EF-1002，Digital Multimeter Co. Ltd.，中國，0-60min，精度0.01sec。

(四)自製透光計檢測裝置：瓦楞紙，L x W x H= 10x3x5 cm。

(五)照度計：型號lx-1010b數字式光度計，金達通公司，中國。

(六)手持式糖度計：PAL-1，ATAGO Co. Ltd.，日本，範圍0-53 Brix%，精度：0.1 Brix%。

		
A. 精密微量天平	B. 冰箱	C. 三用電表
		
D. 自製透光計檢測裝置	E. 照度計	F. 糖度計

圖2.4、實驗器材

參、研究過程或方法

一、研究架構

我們分別就雞蛋的重量、密度、透光度等來進行非破壞性的檢測，然後，打破雞蛋進行破壞性的檢測，分別就蛋黃的徑高比、蛋白擴散程度、蛋白的電阻、蛋白的折光值進行量測。並且進一步比較不同儲存溫度(室溫及冷藏)的雞蛋的保存狀況。最後比較不同品種的雞蛋的品質判斷方法，研究架構如圖2。

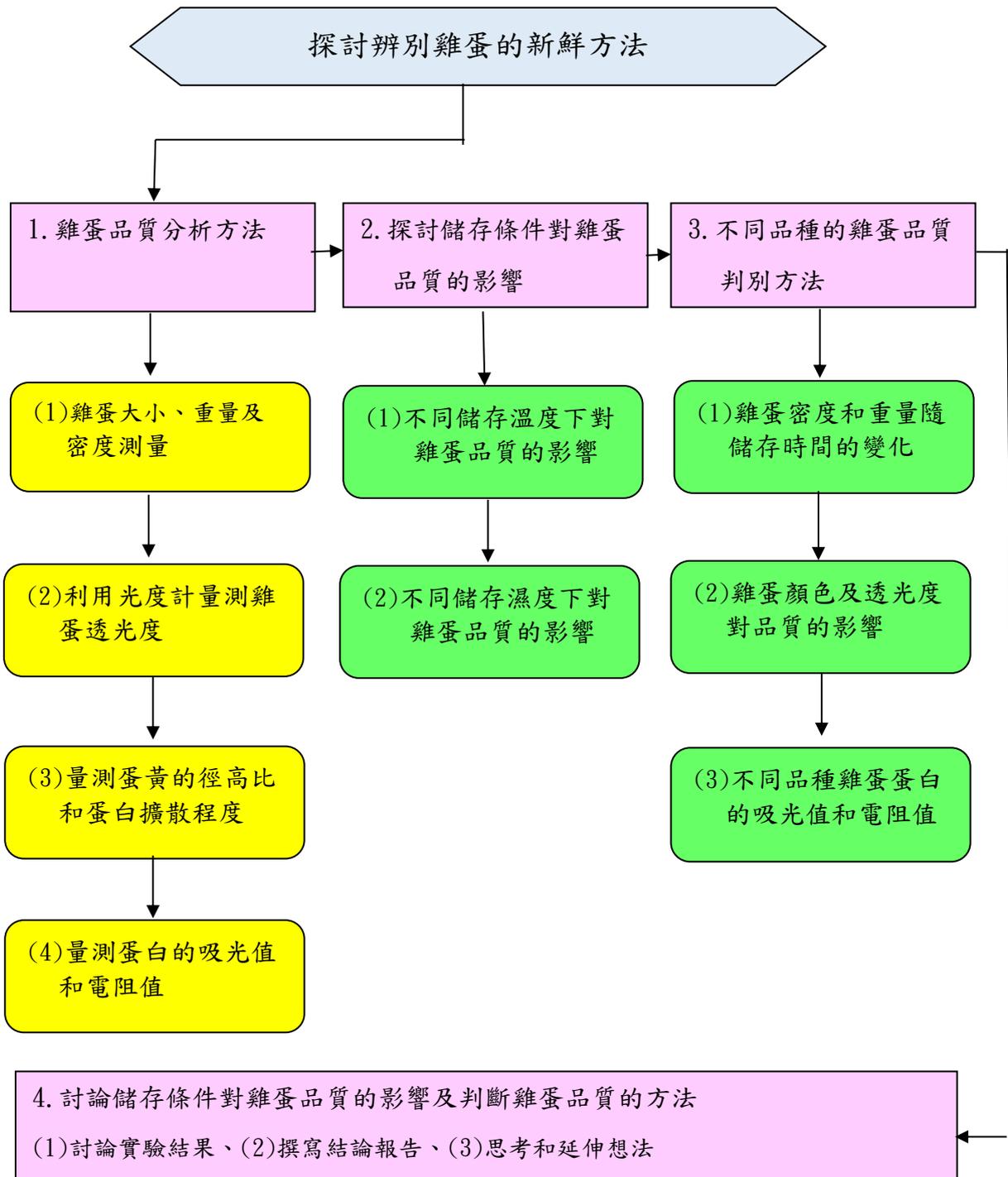


圖3.1、探討辨別雞蛋的新鮮方法的研究架構圖

二、研究方法

(一) 雞蛋品質的分析方法：分為非破壞性和破壞性檢測

1. 非破壞性檢測

(1) 雞蛋大小、重量及雞蛋密度的測量

分別用游標卡尺量測雞蛋的徑長比，找出大小均一雞蛋進行試驗，再將每顆雞蛋秤重。再將雞蛋放入燒杯中，倒入100mL的水利用排水法測量雞蛋密度，並且每隔五天觀察不同日期的雞蛋的排水體積及在水中的浮沉狀況。

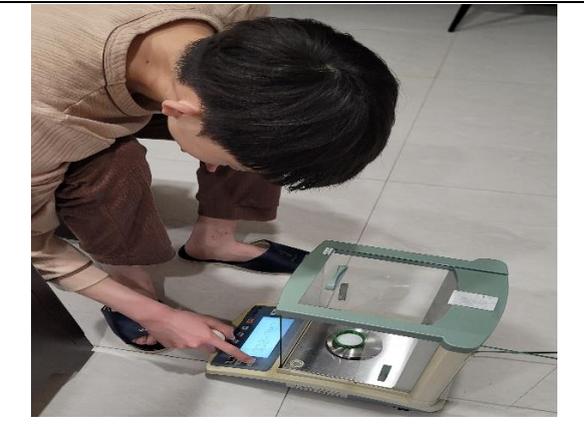
	
A. 游標卡尺量測雞蛋的徑長比	B. 紀錄雞蛋徑長比
	
C. 將每個雞蛋秤重紀錄重量變化	D. 利用排水法量測雞蛋密度
	
E. 用吸管吸出雞蛋排出的水後秤重	F. 紀錄每個雞蛋的密度值

圖3.2、雞蛋大小、重量及雞蛋密度的測量

(2) 利用光度計量測雞蛋透光度

利用紙巾廢紙筒和手電筒設計檢察平台，觀察在手電筒下雞蛋蛋殼上面的孔隙和內部氣室，進一步裝上透光計進行雞蛋透光度的檢測，並且每隔五天觀察不同日期的雞蛋的透光度值。

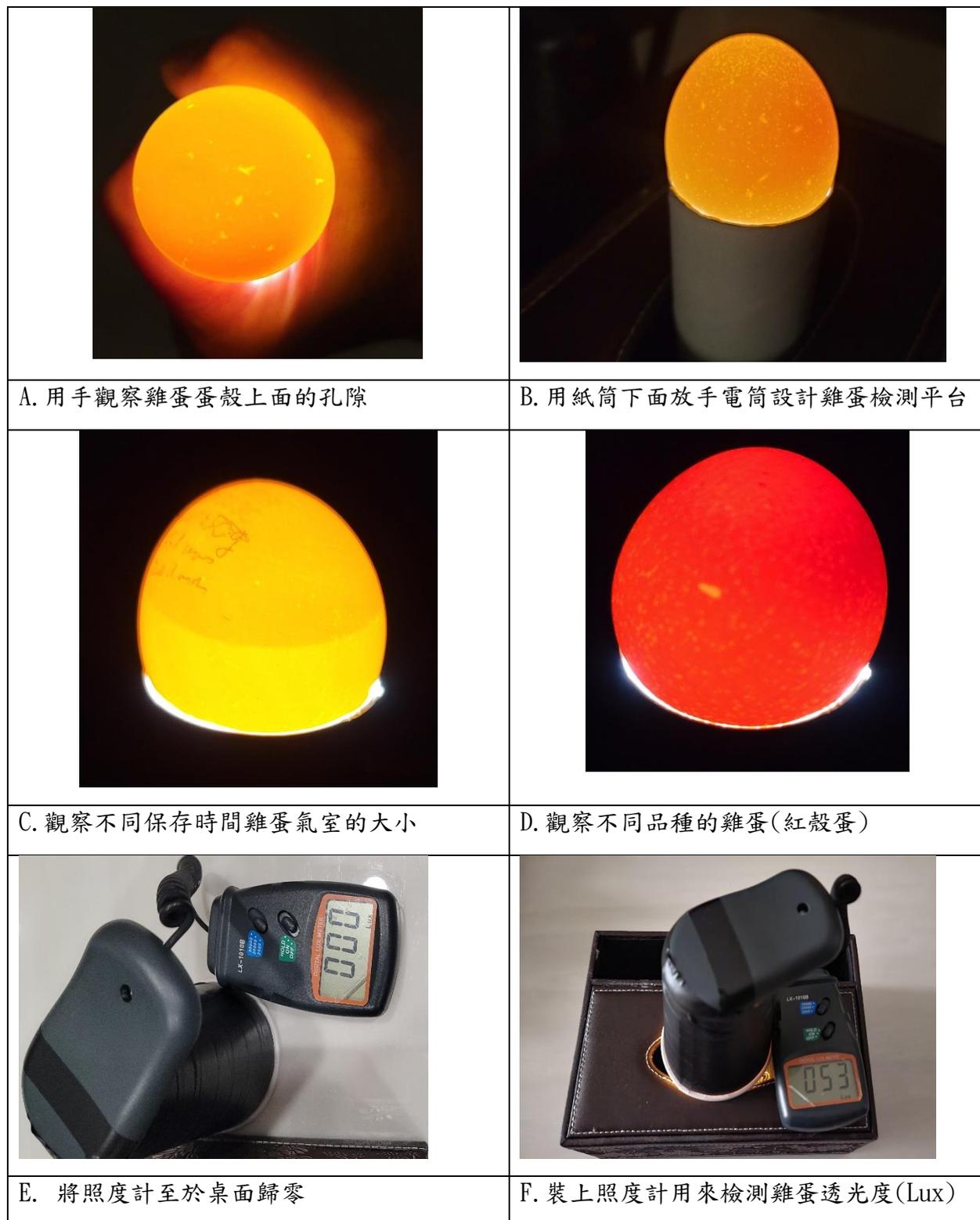


圖3.3、光度計量測雞蛋透光度

2. 破壞性檢測：在平面的光滑的沾版打破雞蛋

(1) 量測雞蛋蛋黃的徑高比、插入的牙籤數量和擴散蛋白來評估雞蛋的品質

A. 牙籤法測定法：將雞蛋打破放置在光滑的沾版上，觀察蛋液擴散狀況，用牙籤插入蛋黃中，看蛋黃最多可以支撐幾隻牙籤的數量，藉此來評估雞蛋的品質。若在蛋黃上可穩固插入牙籤而不傾倒，代表蛋黃密度高、蛋品新鮮；但如果牙籤有傾倒或根本差不住，則代表蛋黃密度鬆散或放太久、不新鮮了。

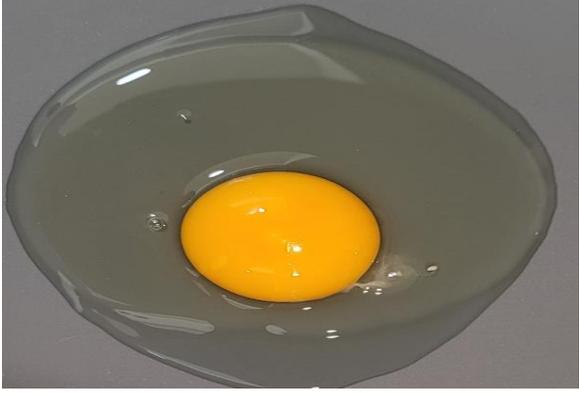
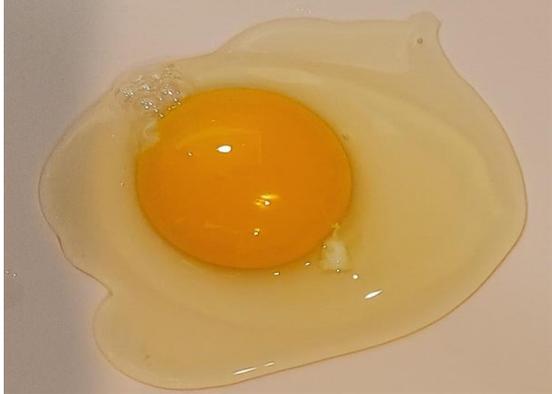
	
A. 將蛋液放入深色棧板觀察蛋液顏色	B. 將蛋液放入紅色棧板觀察蛋液顏色
	
C. 觀察淡和濃蛋白的擴散程度	D. 量測蛋黃的徑高比
	
E. 用牙籤插蛋黃來做測試蛋黃的密度	F. 利用蛋黃的徑高比公式計算新鮮度

圖3.4、由雞蛋蛋黃的徑高比、插入的牙籤數量和擴散蛋白來評估雞蛋的品質

B. 蛋黃的徑高比：查詢網路發現有篇研究(蛋黃指數，2016年)，將雞蛋打破放置在光滑平面的沾版上，用尺量測蛋黃的直徑和高度，來評估雞蛋新鮮程度，如圖3.5。

$$\text{蛋黃指數(Yolk index)} = \frac{\text{蛋黃高度}}{\text{蛋黃直徑}} \dots\dots\dots \text{公式1}$$

雞蛋的新鮮度，可以藉由蛋黃指數的計算來評估，蛋黃指數愈大代表雞蛋越新鮮，新鮮蛋的蛋黃指數約 0.36到0.42之間，數值小於0.3者，表示過期不新鮮的蛋。判斷標準如下：

一級蛋：蛋黃指數 \geq 0.40

二級蛋：0.40 \geq 蛋黃指數 \geq 0.36

三級蛋：蛋黃指數 \leq 0.35

C. 哈式蛋白評判標準：

哈式指標是1937年 Raymond Haugh 所提出，透過測定濃蛋白的高度和蛋的質量，按照公式來計算蛋白的哈式單位，用以評價雞蛋的品質和新鮮度的指標(哈氏單位，2016年)。把蛋打破將內容物置於玻璃板上，保持濃蛋白層和蛋黃完好，測量蛋黃周圍濃蛋白層中心部分的高度，即為濃蛋白高度，然後按公式計算：

$$HU = 100 \times \log (H - 1.7 \times m^{0.37} + 7.57) \dots\dots\dots \text{公式2}$$

式中：H為濃蛋白高度(mm)，m為雞蛋質量(g)。

新鮮雞蛋的哈式指標為75-80 (unit)

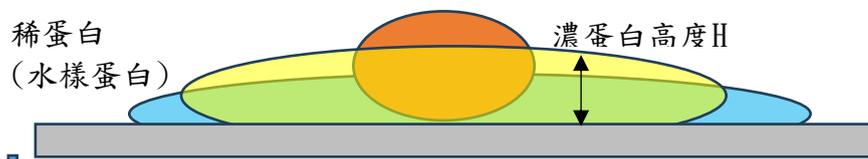


圖3.5、哈式指標濃蛋白高度量測

級別 AA	<p>◎ 豪式單位：72以上</p>  <p>氣室深度小於3.2mm。 濃厚蛋白厚而結實，蛋黃圓而挺立，兩者緊密相黏。</p>
級別 A	<p>◎ 豪式單位：60.0~71.9</p>  <p>氣室深度小於4.8mm。 濃厚蛋白較薄但依然結實，蛋黃圓滿，不過比不上AA級挺立。</p>
級別 B	<p>◎ 豪式單位：31.0~59.9</p>  <p>氣室深度大於4.8mm。 蛋黃平坦、濃厚蛋白稀少。 在美國很少零售，多用在液蛋或加工。</p>

圖3.6、雞蛋分級指標蛋白高度量測(美國農業部雞蛋分級手冊，2023)

(2) 雞蛋蛋白的吸光值和電阻值量測

利用三用電表量測蛋白的電阻值，比較不同保存期限，蛋白電阻值的變化。利用微量吸管吸取 $200\ \mu\text{L}$ 稀蛋白到糖度計中，量測蛋白的折光度(Brix %)，來評估雞蛋的品質，並比較不同保存期間，蛋白吸光值和電阻值的變化。

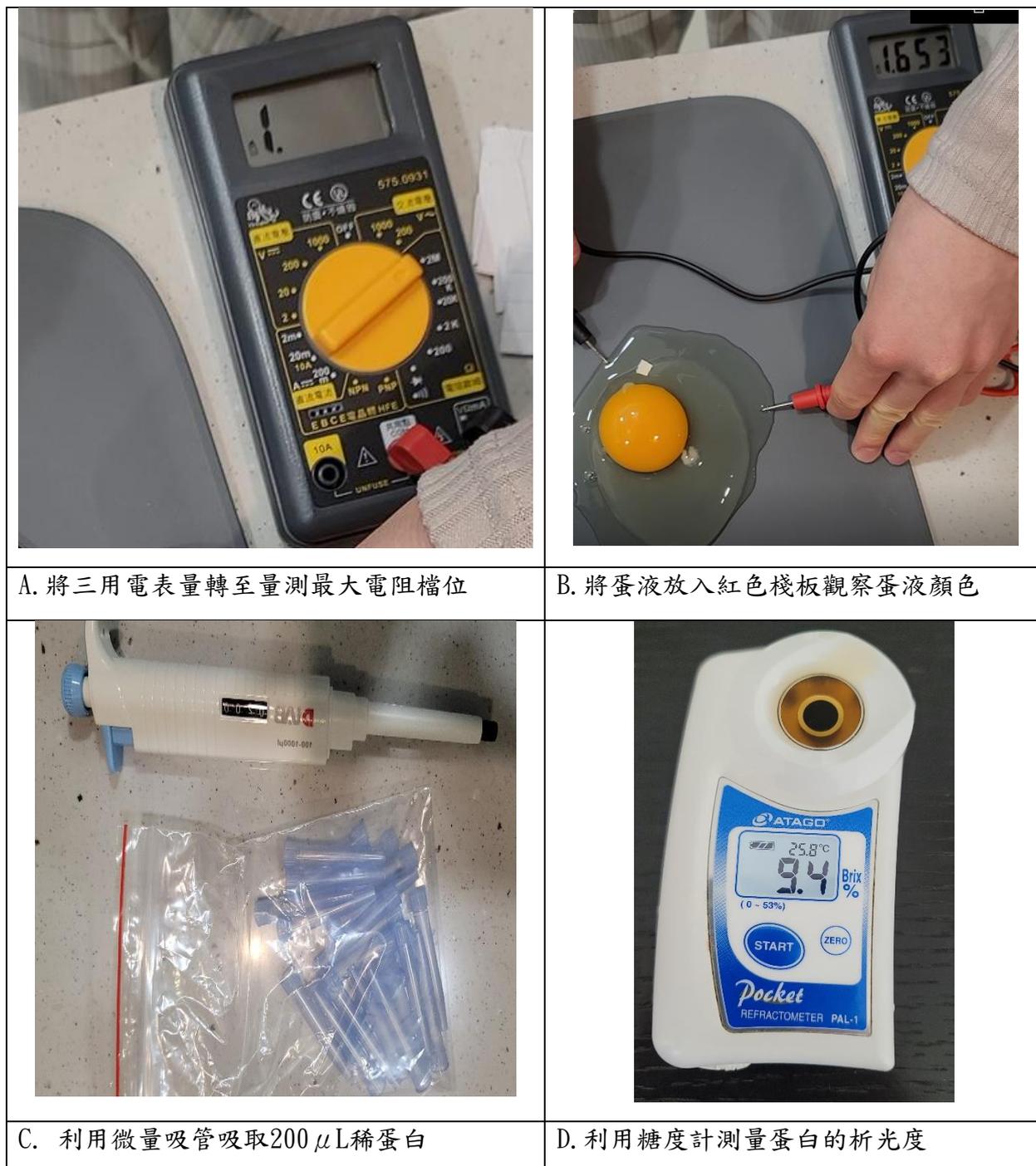


圖3.7、雞蛋蛋白的吸光值和電阻值

(二) 探討儲存條件對雞蛋品質的影響

1. 不同儲存溫度下對雞蛋品質的影響

將雞蛋分成兩批各21顆，分別放置在室溫25-28°C及冰箱中7°C冷藏，每5天拿3顆觀察雞蛋的儲放1個月中，進行雞蛋各種特性的量測，並觀察其品質變化。

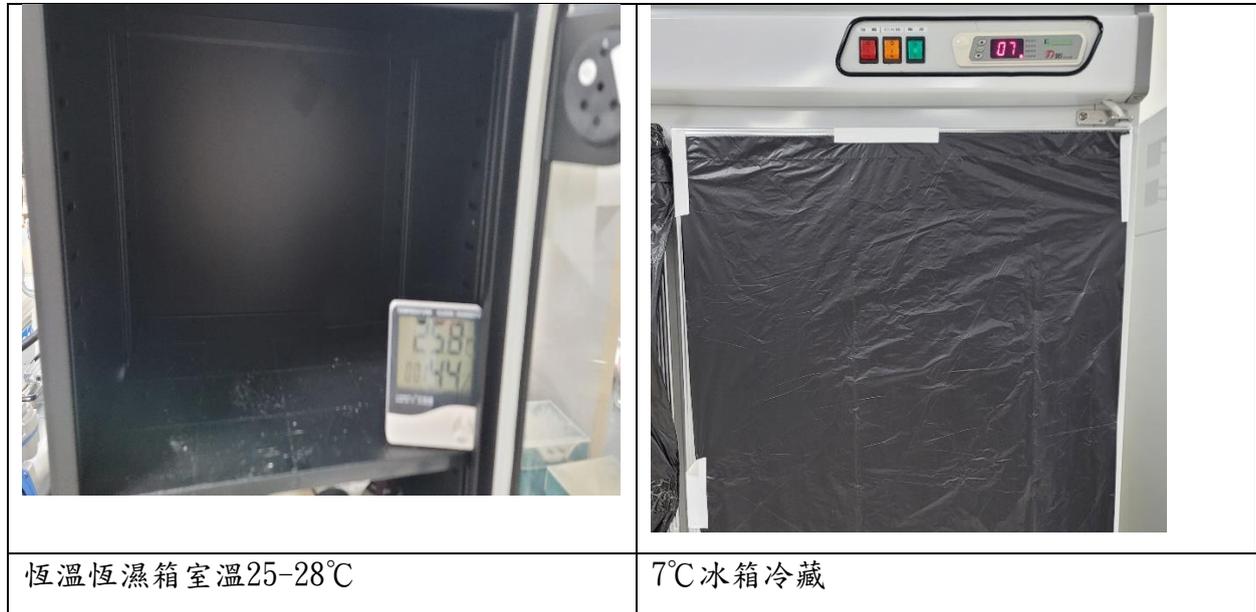


圖3.8、不同儲存溫度下儲存試驗

2. 不同儲存濕度下對雞蛋品質的影響

將雞蛋分成兩批各24顆，分別放置在裝有水盆的塑膠箱中室溫25-28°C (RH=90-98%)及冰箱中7°C (RH=85-95%)的高濕度中冷藏，每5天拿3顆觀察雞蛋的儲放1個月中，進行雞蛋各種特性的量測，並觀察其品質變化。

(三) 不同品種的雞蛋品質判別方法

應用上述方法分別觀察取樣24顆紅殼蛋和水洗白蛋，在不同溫度下儲存過程中，雞蛋密度和重量、雞蛋顏色及透光度、雞蛋蛋白的吸光值和電阻值，隨時間變化狀況，根據結果進行討論。

肆、研究結果

一、雞蛋品質的分析方法：分為非破壞性和破壞性檢測

(一) 非破壞性檢測：

1. 雞蛋大小、重量及雞蛋密度的測量：

實驗1-1. 雞蛋大小量測

量測30顆雞蛋大小（15顆水洗白蛋、15顆紅殼蛋）如表4.1所示，研究發現當蛋的長寬比越接近1，代表越接近圓形，雞蛋的徑長比約為2.2-2.5之間，所以呈現橢圓形，水洗白蛋平均為2.47 unit，紅殼蛋為2.51 unit，由此可知紅殼蛋較接近橢圓形。

表4.1、雞蛋大小量測及長寬比

水洗白蛋(長/寬, mm)			紅殼蛋(長/寬, mm)		
53.2/24.2	53.4/23.1	50.4/26.4	52.3/20.1	53.5/20.2	53.2/24.2
56.3/22.2	56.8/23.2	55.6/20.3	55.1/20.1	54.5/23.2	56.3/22.2
54.5/24.5	53.6/24.4	53.3/20.4	53.6/20.3	55.6/23.2	54.5/24.5
55.7/22.3	57.3/20.1	53.3/20.4	53.6/20.3	55.5/23.8	53.6/20.3
53.5/20.0	55.1/20.1	50.4/20.4	54.5/23.2	53.6/2.03	53.6/20.3
水洗白蛋(長寬比, unit)			紅殼蛋(長寬比, unit)		
2.20	2.31	1.91	2.60	2.65	2.20
2.54	2.45	2.74	2.74	2.35	2.54
2.22	2.20	2.61	2.64	2.40	2.22
2.50	2.85	2.61	2.64	2.33	2.64
2.68	2.74	2.47	2.35	2.64	2.64
平均值		2.47	平均值		2.51

實驗1-2. 雞蛋重量量測

量測30顆雞蛋(15顆水洗白蛋、15顆紅殼蛋)的重量如表4.2所示，研究發現水洗白蛋平居重量都比紅殼蛋來的輕4.1686克，就新鮮的雞蛋來說，紅殼蛋的品質平均比洗選白蛋來的較好。

表4.2、雞蛋重量量測

水洗白蛋(g)			紅殼蛋(g)		
61.3563	61.3256	62.3515	66.8091	64.3326	66.8793
62.2914	60.8769	61.3562	65.3861	64.3588	65.3652
62.1234	61.3549	62.3542	66.8725	63.5682	65.8792
60.2453	60.1752	61.8453	66.8715	64.8535	66.2354
60.7821	60.9542	61.7562	65.5586	65.5842	65.1234
平均值		61.4099			65.5785

實驗1-3. 雞蛋密度量測

應用排水法來量測雞蛋的體積，進而可以和重量計算出雞蛋密度，水洗白蛋密度平均為1.0699(g/cm³)，紅殼蛋密度平均為1.0739 (g/cm³)，所以紅殼蛋的品質較好。

表4.3、雞蛋密度量測

水洗白蛋(g)			紅殼蛋(g)		
61.3563	61.3256	62.3515	66.8091	64.3326	66.8793
62.2914	60.8769	61.3562	65.3861	64.3588	65.3652
62.1234	61.3549	62.3542	66.8725	63.5682	65.8792
60.2453	60.1752	61.8453	66.8715	64.8535	66.2354
60.7821	60.9542	61.7562	65.5586	65.5842	65.1234
水洗白蛋體積(cm ³)			紅殼蛋體積(cm ³)		
57	57	58	62	60	62
57	57	58	62	60	61
58	57	58	62	60	61
57	57	58	62	60	61
57	57	58	61	61	61
水洗白蛋密度(g/cm ³)			紅殼蛋密度(g/cm ³)		
1.0764	1.0759	1.0750	1.0776	1.0722	1.0787
1.0928	1.0680	1.0579	1.0546	1.0726	1.0716
1.0711	1.0764	1.0751	1.0786	1.0595	1.0800
1.0569	1.0557	1.0663	1.0786	1.0809	1.0858
1.0664	1.0694	1.0648	1.0747	1.0752	1.0676
平均值		1.0699			1.0739

2. 利用光度計量測雞蛋透光度

實驗1-4、氣室觀察：

觀察雞蛋氣室過程中，我們發現比較厚的蛋殼或紅殼蛋，蛋殼的厚度和顏色會阻擋光的穿透，因此無法可以逐一觀察每顆雞蛋氣室的大小。研究發現當隨著儲放時間蛋殼會逐漸變薄，雞蛋內部的水分也會透過的蛋殼孔隙逐漸蒸散至空氣中，氣室會隨著儲放時間而逐漸變大，如圖4.1所示。透過雞蛋的照光狀況，我們也發現蛋殼表面有很多的小孔(氣孔)，在蛋的鈍端分佈較密，在尖端則比較少。我們也發現隨著時間的增加，蛋殼上面的小孔會逐漸變多，紅殼蛋和水洗白蛋都有這樣狀況，尤其以紅殼蛋最為明顯。

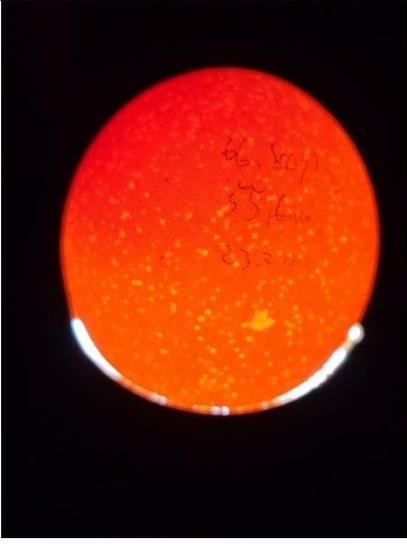
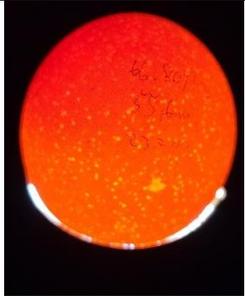
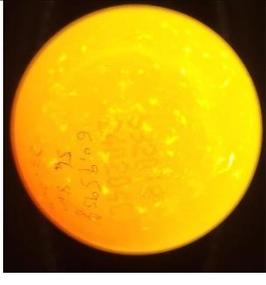
			
水洗白蛋照光狀況	紅殼蛋照光狀況		
室溫下紅殼蛋隨儲放時間蛋殼上孔隙的變化			
			
0d	5d	10d	15d
室溫下水洗白蛋隨儲放時間蛋殼上孔隙的變化			
			
0d	5d	10d	15d

圖4.1、雞蛋透光度試驗

實驗1-5、利用照度計量測雞蛋透光度：

觀察每顆雞蛋照度試驗，由於紅殼蛋的蛋殼有色素，透光率不佳，因此這裡選用水洗白蛋來進行透光度試驗，我們發現隨著儲放時間，雞蛋的透光度會變差，

表4.4、利用照度計量測雞蛋透光度

儲放時間	第0天	第5天	第10天	第15天	第20天	第25天	第30天
7°C 冷藏	68	52	48	46	42	36	32
蛋透光度 (Lux)	65	52	48	42	38	42	35
	70	52	50	42	42	36	35
平均照度 (Lux)	67.67	52.00	48.67	43.33	40.67	38.00	34.00
25°C 室溫	64	52	42	31	31	30	29
蛋透光度 (Lux)	64	48	38	42	33	32	26
	70	48	42	35	32	30	28
平均照度 (Lux)	66.00	49.33	40.67	36.00	32.00	30.67	27.67

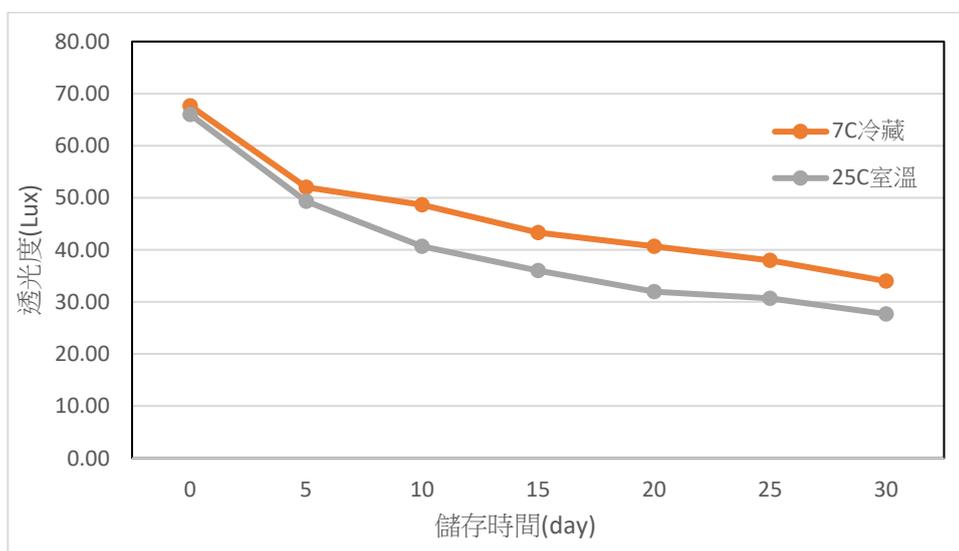


圖4.2、不同儲放溫度下雞蛋透光度隨時間變化

(二)破壞性檢測：在平面的光滑的沾版打破雞蛋進行各項檢測

1. 量測雞蛋蛋黃的徑高比、插入的牙籤數量和擴散蛋白來評估雞蛋的品質

實驗2-1、蛋黃牙籤法試驗

將牙籤插入蛋黃中，比較插入的牙籤數量，牙籤數量越高代表蛋黃密度高、蛋品新鮮。

表4.5、蛋黃牙籤法試驗

儲放時間	第0天	第5天	第10天	第15天	第20天	第25天	第30天
7°C 冷藏 牙籤數(支)	21	20	17	15	14	12	8
	20	19	16	16	12	10	9
	22	18	16	16	12	10	8
平均數(支)	21	19	16	16	13	11	8
25°C 室溫 牙籤數(支)	21	17	14	12	8	7	6
	20	16	12	10	9	6	5
	22	16	12	10	8	7	5
平均數(支)	21	16	13	11	8	7	5

實驗2-2、蛋黃的徑高比試驗

表4.6、蛋黃的徑高比試驗

儲放時間	第0天	第5天	第10天	第15天	第20天	第25天	第30天
7°C 冷藏 蛋黃徑高比 (unit)	0.33	0.34	0.33	0.34	0.33	0.34	0.31
	0.33	0.34	0.33	0.34	0.34	0.34	0.32
	0.33	0.33	0.35	0.34	0.34	0.35	0.31
平均值	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.31
25°C 室溫 蛋黃徑高比 (unit)	0.33	0.31	0.30	0.30	0.26	0.26	0.25
	0.33	0.33	0.30	0.30	0.26	0.26	0.22
	0.33	0.34	0.30	0.33	0.28	0.27	0.26
平均值	0.33	0.33	0.30	0.31	0.27	0.27	0.24

2. 雞蛋蛋白的吸光值和電阻值量測

實驗2-3、雞蛋蛋白的吸光值

儲放時間	第0天	第5天	第10天	第15天	第20天	第25天	第30天
7°C 冷藏	16.6	16.66	16.72	16.78	16.84	16.9	16.96
雞蛋蛋白的 析光值 (Brix%)	16.56	16.57	16.58	16.59	16.6	16.61	16.62
	16.45	16.55	16.65	16.75	16.85	16.95	17.05
平均值	16.54	16.59	16.65	16.71	16.76	16.82	16.88
25°C 室溫	16.6	16.72	16.84	16.96	17.08	17.15	17.22
雞蛋蛋白的 析光值 (Brix%)	16.56	16.58	16.6	16.62	16.64	16.89	17.14
	16.45	16.65	16.85	17.05	17.25	17.45	17.65
平均值	16.54	16.65	16.76	16.88	16.99	17.16	17.34

實驗2-4、雞蛋蛋白電阻值量測

儲放時間	第0天	第5天	第10天	第15天	第20天	第25天	第30天
7°C 冷藏	16.6	16.66	16.72	16.78	16.84	16.9	16.96
雞蛋蛋白的 電阻值(Ω)	16.56	16.57	16.58	16.59	16.6	16.61	16.62
	16.45	16.55	16.65	16.75	16.85	16.95	17.05
平均值(Ω)	16.54	16.59	16.65	16.71	16.76	16.82	16.88
25°C 室溫	16.6	16.72	16.84	16.96	17.08	17.15	17.22
雞蛋蛋白的 電阻值(Ω)	16.56	16.58	16.6	16.62	16.64	16.89	17.14
	16.45	16.65	16.85	17.05	17.25	17.45	17.65
平均值(Ω)	16.54	16.65	16.76	16.88	16.99	17.16	17.34

伍、討論

一、XXXXXXX

(一) XXXXXXXX

1. XXXXXX

(1) XXXXXX

陸、結論

一、XXXXXXX

(一) XXXXXXXX

1. XXXXXX

(1) XXXXXX

參考文獻

1. 泰國進口雞蛋發霉 (2023年5月27日)。桃園市，衛生局。取自 https://dph.tycg.gov.tw/News_Content.aspx?n=4218&s=873523
2. 食農教育資訊整合平台 (2019年)。農業部。取自 https://fae.moa.gov.tw/map/food_item.php?type=AS01&id=276
3. 蛋殼顏色的秘密，張以恆、郭曉芸、劉曉龍，畜產專訊109期，2019年
4. 楊悠娟 (2016年3月10日)。飲食文化與化學：蛋的化學 (上)，台灣化學教育，取自 <http://chemed.chemistry.org.tw/?p=14990>
5. 蛋黃指數(2016年)，百科知識 <https://www.jendow.com.tw/wiki/蛋黃指數>
6. Raymond Haugh (1937年)。蛋的品質；哈式指標，取自 <https://digitalegg-tester.com/tw/egg-quality/>
7. 美國雞蛋採購手冊(2023年)，取自 <https://www.usapeec.org/buyingandselling/buyersguide/egg/%20/>
8. Paul Singh, R. (2015). Encyclopædia Britannica: *Egg*. Retrieved from <http://global.britannica.com/topic/egg-food>.