

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

第三名

081521

水中的芭蕾舞者—利用比重的原理判斷雞蛋的新鮮度

學校名稱：臺北縣新莊市光華國民小學

作者：	指導老師：
小六 賴靜宣	林佳秀
小六 何詰詠	許家禎
小五 詹鎧駿	
小六 許晏賓	
小六 洪郁翔	

關鍵詞： 雞蛋的新鮮度、密度、比重

水中的芭蕾舞者---利用比重的原理判斷雞蛋的新鮮度

摘要

這次的實驗，主要是利用市面上各賣場及便利商店所販售的雞蛋，和直接由雞場取得當天所出產的雞蛋，經由實驗與計算，比較其密度是否相同。所謂密度即單位體積的質量，而攝氏四度的純水密度則定為 1。我們模擬將雞蛋存放在不同環境(春、夏、秋、冬及冷藏)與包裝(鋁箔紙及保鮮膜)儲存時，每顆雞蛋每日密度的變化。經過三週的實驗後，我們發現溫度及包裝都會影響雞蛋的品質。在溫度較低的儲存環境中，雞蛋密度的變化較溫度高時來的小。另在相同儲存環境下，直接存放又比被鋁箔紙包裹後存放的雞蛋密度變化大。更值得一提的是，在相同的儲存條件下，我們發現紅蛋密度的變化比白蛋來的大。藉由這個實驗使我們更清楚的知道新鮮雞蛋與陳舊雞蛋的差異。

壹、研究動機

星期天的早上媽媽和我一起去市場買菜，回家後，媽媽請我把蛋放在冰箱的蛋架上，結果我不小心把今天買的雞蛋和上星期買的雞蛋混在一起了。非常緊張的我，只見媽媽不慌不忙的將一個大湯鍋內裝滿了水，並加一小匙的鹽，然後把所有的蛋一個一個放進水中。這時候，神奇的事情發生了。有一些雞蛋沉在水裡，另外有一些在水底直立起來，還有一些在水中載浮載沉著。媽媽說：「愈底下的蛋就愈新鮮，所以我們要從比較靠近水面的蛋先吃。」於是媽媽請我依序將雞蛋從水裡撈起，並在擦乾後分三類存放。問媽媽為什麼會有這種現象發生?媽媽說：「這是媽媽小時候阿嬤教我的，至於為什麼會這樣，我也不是很了解。」這讓我覺得很神奇，於是找了幾位同學一起去請教老師，便開始進行了一連串的研究。

貳、研究目的

- 一、將雞蛋放入不同比重的食鹽水中，觀察蛋在食鹽水中沉浮的變化。
- 二、利用排水法計算出雞蛋的密度。
- 三、在相同與不同的環境中，利用同一天的雞蛋，測量每一顆雞蛋的比重是否會相同。
- 四、在相同的儲存環境中（夏天與冬天），雞蛋的質量與密度的變化。
- 五、在不同的環境與包裝儲存下，雞蛋的質量與密度的變化。
- 六、在相同的環境下不同品種的蛋，雞蛋的質量與密度的變化。
- 七、在固定的時間測量同一顆雞蛋，雞蛋的質量變化。

參、研究設備及器材

一、耗材類

(一)、雞蛋：

- 1、2月09日洗選白蛋10顆；2月13日洗選白蛋10顆；2月17日洗選白蛋10顆。
- 2、2月23日之當日早上去養雞場直接購買之白雞蛋150顆和紅雞蛋30顆。(圖一)

(二)、食鹽、RO水。(圖二)

二、器材、用具類：(圖三及圖四)

100 瓦白熱燈泡	鋁箔紙	壓克力管	衛生紙
70 瓦白熱燈泡	保鮮膜	皮尺	水族箱
60 瓦白熱燈泡	計算機	海苔筒	美工刀
紙箱	電子秤	鐵絲	
溫度計	燒杯	木條	
滴管架	滴管	膠帶	
定時器	量筒	標籤紙	
冰箱	攪拌棒	烤肉夾	



圖一、當日早上的新鮮雞蛋



圖二、食鹽及 RO 水



圖三、器材及用具



圖四、器材及用具

肆、研究過程或方法

訂主題

水中的芭蕾舞者

預備實驗及準備工作

實驗一：鹽水法

將蛋依序放入已知比重為 1.02-1.09 食鹽水溶液中，觀察不同日期的蛋之浮沉情況。

配製鹽水溶液易造成實驗誤差，故我們改用海苔的筒子，但仍無法明顯看出蛋沉浮的情形，因此我們又想了另一個方法。

實驗三：雞蛋也玩大怒神

利用長管子自製一個測量比重的工具，並記錄每一個蛋在管中的位置。

實驗二：稱重計算法

將雞蛋稱重後，用排水法求得體積，並計算出此蛋的密度。

雖然測量體積時每次都會差一點點，但具有規則性。經過討論後，我們決定將這個方法留下來。

使用三天不同包裝日期的洗選蛋進行哦!

出發前往養雞場—
到養雞場買 180 顆當天出產的雞蛋。

準備工作—

- 1、製作放蛋的紙箱。(五個)
- 2、買實驗用的器材。

工作內容—

- 1.稱重、篩選、標記、分類

實驗正式開始

名稱	時程		
	每日進行	每兩日進行	每三日進行
實驗四：在相同與不同的環境中	V		
實驗五：有無包裝對蛋的影響		V	
實驗六：比較白色雞蛋和紅色殼雞蛋儲存時間上的不同	V (夏季)	V (冬季)	
實驗七：同一顆雞蛋重量的比較			V
實驗八：雞蛋也玩大怒神（將實驗四、五、六、七的蛋來比較）			

結論

- 1、討論實驗結果
- 2、提出結論
- 3、撰寫報告
- 4、延伸想法

一、預備實驗

在國小三年級的課本中，我們學過相同重量的物體，在水中會有不一樣的沉浮狀態，這就是因為物體本身密度不同所造成的。因為我們對「密度」一詞並不是很了解，於是我們特地到圖書館查閱相關的資料。所謂密度就是單位體積的質量，而攝氏四度的純水密度則為 1。如果一個物體的密度大於 1 則放在水中會沉在水底。反之若小於 1 則會浮在水面上，這就是所謂的比重。然而比重指某物質的密度與攝氏四度純水密度的比。

另外我們也查到了新鮮雞蛋的密度在 $1.07-1.09(\text{g}/\text{cm}^3)$ 之間，所以買來的蛋放在水中會沉在水底，但隨著雞蛋的存放時間逐日增加，質量會減少而密度也會緊跟著下降，當雞蛋的密度在 $1.02(\text{g}/\text{cm}^3)$ 以下時，就表示這個雞蛋已經變質了！

我們買了三種不同包裝日期的洗選白雞蛋，分別是 2 月 09 日、2 月 13 日及 2 月 17 日，進行預備實驗。目的是因為散裝蛋不能確切知道包裝日期，而不同日期的洗選蛋可以經由所標示的製造日期，比較其密度是否亦不相同。

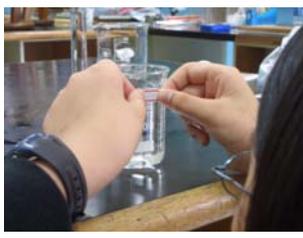
(一)、實驗一：鹽水法

利用食鹽和水分別配製比重為 1.02、1.03、1.04、1.05、1.06、1.07、1.08、1.09 的水溶液，將不同日期所購買的三種雞蛋分別放入食鹽水溶液中。如此一來可以瞭解雞蛋在不同比重的水溶液中浮沉狀況，進而估計此雞蛋的比重。

1、配製食鹽水溶液	
	
步驟一： 經計算後，用微量電子秤稱取食鹽。	步驟二： 加入 RO 水。
	
步驟三： 攪拌後貼上標籤。	步驟四： 完成比重 1.02~1.09 食鹽水溶液。

(二)、實驗二：秤重計算法---阿基米德的啓示

實驗一的方法雖然可以大約估計出雞蛋的比重，但不能得到每一顆蛋確實密度的數據。所以我們想到老師曾經說過阿基米德計算體積的故事。我們先用電子秤秤取每一顆蛋的重量，而水的重量等於質量，故可用阿基米德的排水法求得每一顆蛋的體積。如此即可計算出每一顆蛋的密度。

<p>1、<u>定量容器</u></p> <p>在實驗中，我們發現每個 250 cc 燒杯所量出來的水體積都不一樣！這讓我們不知道該用哪一個燒杯來進行實驗。到底哪一個燒杯所量出的體積是 250 cc 呢？</p> <p>不僅如此，我們又發現三個不同 50 cc 量筒中的水是一樣多的，所以我們就想到，利用量筒來定量燒杯的體積。</p>				
				
用 50 cc 量筒裝水後，	每次量筒中的水都要	重覆五次後，貼上標	如此即完成一個標	
倒入燒杯中。	儘量滴乾。	籤標記。	準體積的燒杯。	
<p>2、<u>量測雞蛋的體積</u></p> <p>我們可以利用電子秤測量雞蛋的重量，但因為蛋是橢圓體，所以體積的測量很不容易。我們利用排水法測量體積，但同一顆蛋反覆測試的結果，每次都有一點差異。(約 0.2 ~ 0.4 cm³) 為了解決這個問題，我們在實驗中讓同一個人看刻度，這樣可以讓視覺上的誤差減到最低。</p> <p>以 2 月 9 日所購買的雞蛋為例，所計算出的結果有 1.06 和 1.07 兩個不同的比重。(如下圖)</p>				
	將要測量的雞		放入已定量的燒杯	
1	蛋擦乾淨。	2		中。
	取 250 cc 的水加		至標籤上方邊緣為	
3	入燒杯中。	4		止。
			用量筒測量剩下的水	
5	6	7		量，即為該雞蛋的體
				積。

3、改良

因為剛開始的實驗我們必須要用 50 cc 的量筒，反覆 5 次，倒入 250 cc 的小燒杯中，結果較不精準，且非常麻煩。所以我們就利用電子秤來測量 250 cc 的水，因為我們知道水在 4°C 下的密度是 1，所以水的質量等於體積，這樣不但較方便也較精準，因此我們在往後的實驗中皆以此法測量蛋的體積。



步驟一：
從不同的環境中將蛋取出。



步驟二：
放置蛋架上並做好標示。

步驟三：
秤重後並紀錄。

步驟四：
將 RO 水倒入燒杯(A)，用電子儀器量 250 克的水。



步驟五：
取另一燒杯(B)秤重。

步驟六：
將燒杯(A)中的水倒入燒杯(B)大約 100 cc。

步驟七：
將蛋放入燒杯(A)中。



步驟八：
將燒杯(B)的水倒入燒杯(A)至標籤紙上緣。

步驟九：裝有水的燒杯(B)秤重，秤重後減掉燒杯(B)的重量即是蛋的體積。

步驟十：
最後將蛋取出並擦拭乾淨。

(三)、實驗三：雞蛋也玩大怒神

由於實驗一和實驗二的結果不能完全吻合，我們又去了圖書館找資料。書上說，排水法會因每一個人視覺上的差異，所得到的體積不一樣。實驗一計算食鹽水溶液比重的公式也是一個理想狀況下的結果。為此我們想了另一個方法再做比較。

我們找來兩個空的海苔筒製作了一透明的大筒子，在裡面裝入了食鹽水，將不同包裝日期的雞蛋放入後，發現了神奇的現象，有些雞蛋會沉在水底，有些則比較靠近水面。至少到這裡我們可以確定，隨著時間的增加，雞蛋的比重確實會跟著減少。這樣的結果和書上寫的一樣，所以給我們很大的信心。

在實驗過程中，由於雞蛋在海苔筒內不沉在水底，就是浮在水面上，無法明顯分辨出蛋的比重。因此我們又利用透明壓克力管製作了一個更高的管子，希望可以利用管子的長度，更明顯的看出不同日期的雞蛋在比重上的變化。

<p>1、配比重 1.055 的食鹽水溶液。 秤取食鹽。(圖 3-1) 加入 RO 水中。(圖 3-2)</p>			
	<p>圖 3-1</p>	<p>圖 3-2</p>	
<p>2、用兩個空的海苔筒製作了一透明的大筒子。貼上皮尺以方便測量高度。(圖 3-3) 將食鹽水溶液倒入。(圖 3-4) 雞蛋緩緩放入溶液中。(圖 3-5)</p>			
	<p>圖 3-3</p>	<p>圖 3-4</p>	<p>圖 3-5</p>
<p>3、因為海苔筒的高度不易分層，所以我們改用長的透明壓克力管，來進行實驗。(圖 3-6) 另一顆 2/13 和 2/17 購買的雞蛋在水中載浮載沉著。(圖 3-7)</p>			
	<p>圖 3-6</p>	<p>圖 3-7</p>	

(四)、出發前往養雞場

我們按著洗選蛋上所標示的電話去詢問工廠，包裝上的日期是不是雞蛋出生的那一天。他們說，一般從農場送來的蛋都是第二天或第三天的，取得後他們會立刻包裝，但不能肯定的哪一天生的蛋。這也讓我們遇到了麻煩。所以我們就想如果可以在一大早直接去雞場買蛋，那就可以保證是當天的蛋。

星期六的早上，我們分成兩組，其中一組去參觀了養雞場，購買當天早上生的蛋，農場主人帶我們參觀他的養雞場，也和我們聊了一些雞蛋的問題。



最後非常感謝農場主人黃先生帶我們參觀他的雞場，謝謝他熱情的協助與指導。

另外一組同學在學校裡進行準備工作--製作蛋架



撕鋁箔紙



稱重



記錄



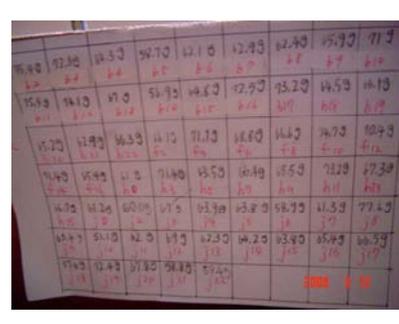
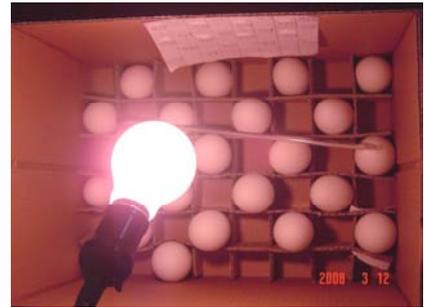
標記、分類



春天(溫度 22 度)

夏天(溫度 29 度)

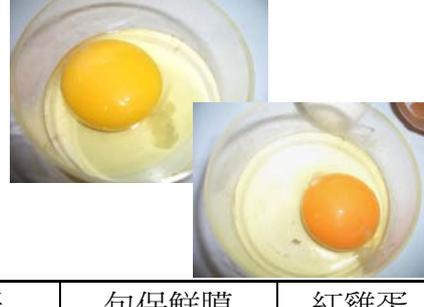
秋天(溫度 25 度)



冬天(溫度 17 度)

冰箱(溫度 5 度)

白蛋與紅蛋的觀察



	白雞蛋	包鋁箔紙	包保鮮膜	紅雞蛋
春	a1-a22			
夏	b1-b22	f 2、4、6、8、 10、12、14、16	h1、3、5、7、 9、11、13、15	j1-j22
秋	c1-c22			
冬	d1-d22	g 2、4、6、8、 10、12、14、16	i1、3、5、7、 9、11、13、15	k1、3、5、 7、9、11、 13、15
冰箱	e1-e22			

伍、研究結果

一、實驗一：鹽水法

日期	比重							
	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09
2月09日A	沉	沉	沉	直立	浮	浮	浮	浮
2月09日B	沉	沉	沉	直立	浮	浮	浮	浮
2月13日A	沉	沉	沉	沉	直立	浮	浮	浮
2月13日B	沉	沉	沉	沉	直立	浮	浮	浮
2月17日A	沉	沉	沉	沉	直立	浮	浮	浮
2月17日B	沉	沉	沉	沉	直立	浮	浮	浮

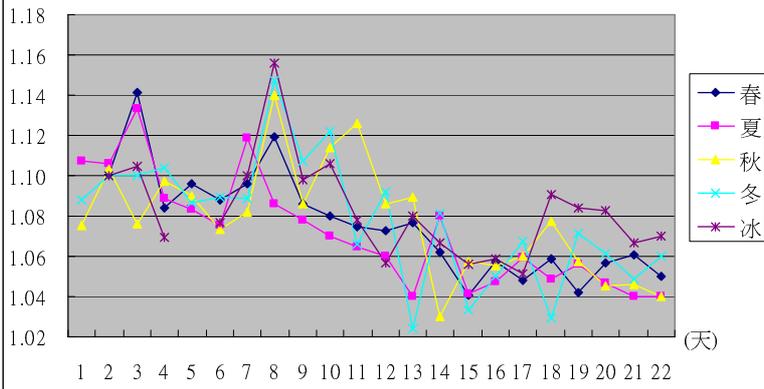
日期	比重		
	1.05	1.06	1.07
2月09日			
2月13日			
2月17日			

二、實驗二：秤重計算法 (詳細實驗記錄過程請見附件一與附件二)

	第一次			第二次			平均
	質量	體積	密度	質量	體積	密度	
2月09日A	65.2	61	1.07	65.2	62	1.05	1.06
2月09日B	62.9	59	1.07	62.8	59	1.06	1.07
2月13日A	66.3	62	1.07	66.3	62	1.07	1.07
2月13日B	61	57	1.07	61	56	1.09	1.08
2月17日A	63.8	60	1.06	63.8	59	1.08	1.07
2月17日B	64.7	60	1.08	64.7	60	1.08	1.08

結 果

不同季節時雞蛋密度變化之比較

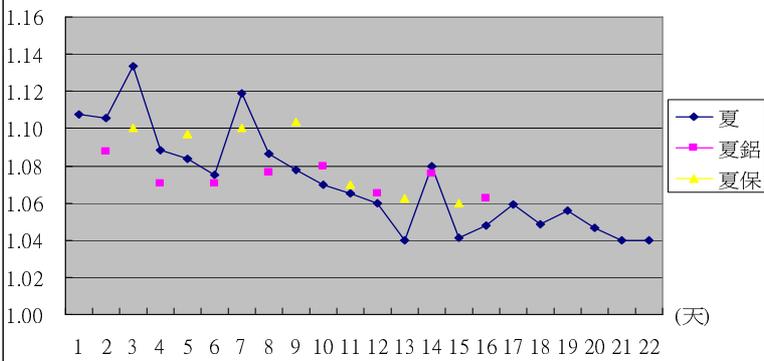


1、我們將最後一週的密度平均後得到以下的結果：

冰箱>冬季>春季>秋季>夏季

所以證明溫度會影響雞蛋的保存。

夏季時不同包裝方式密度變化之比較

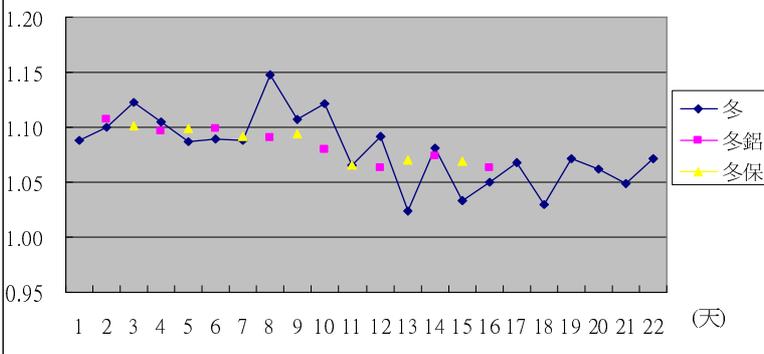


2、在預備實驗中我們發現影響雞蛋密度的原因主要是重量的減少。有些書上說原因是氣室會變大，也有書上說蛋白中的水份會藉由蛋殼表面蒸發。所以我們拿鋁箔紙、保鮮膜將雞蛋包起來保存。正如我們所想的，不管在什麼季節，經過包裝的雞蛋密度變化遠低於直接保存的雞蛋。

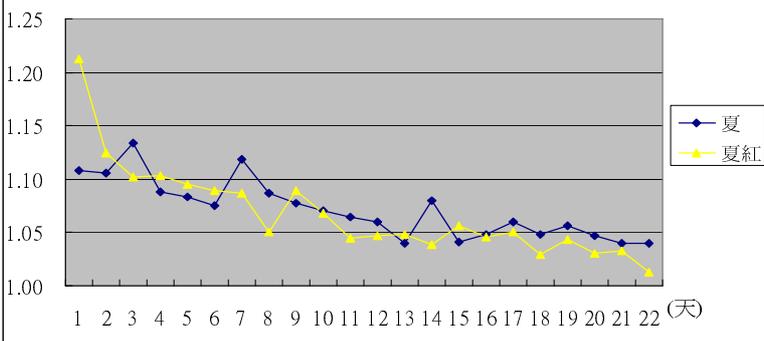
由下面的照片可以看出來，雞蛋在水中會從表面冒出很多的氣泡。如此可以證明雞蛋裡的空氣和水是可以經蛋殼跑出來。



冬季時不同包裝方式密度變化之比較

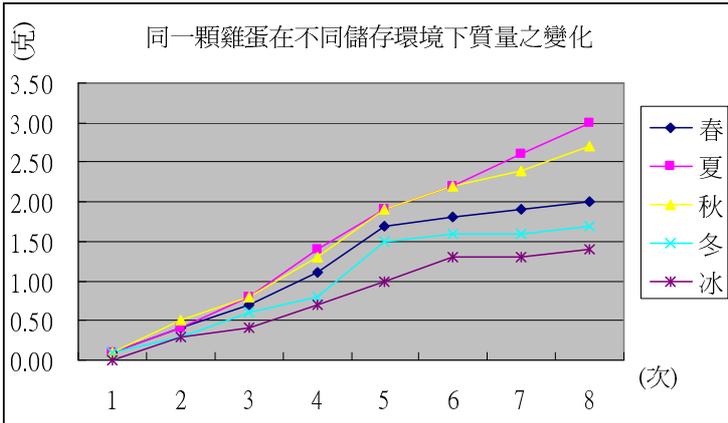


夏季時紅蛋與白蛋的比重變化

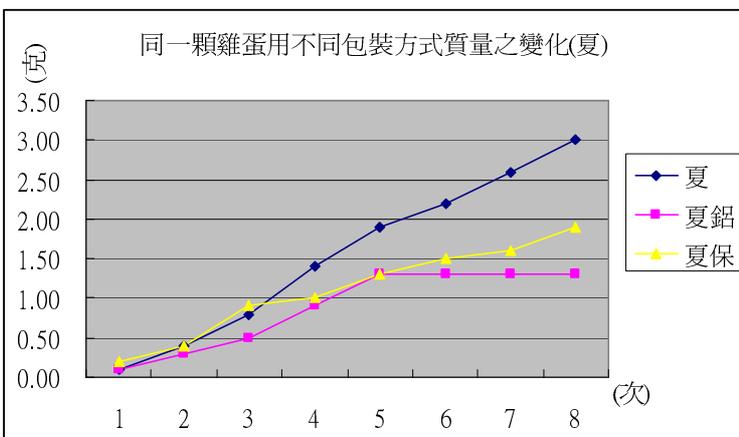


3、在同樣儲存條件下，白雞蛋的密度變化比紅雞蛋少很多，所以紅蛋不易保存。

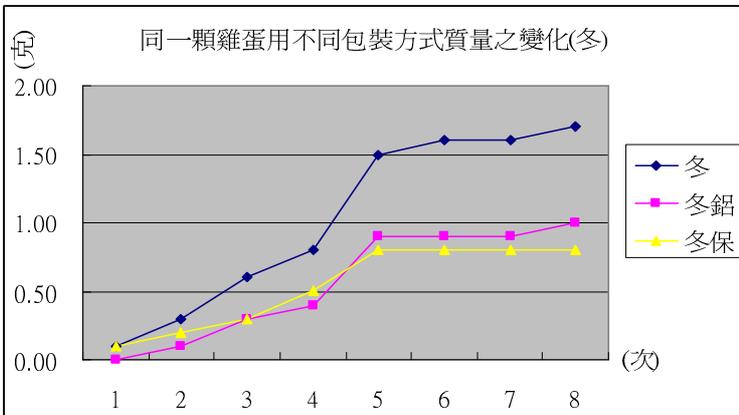
結 果



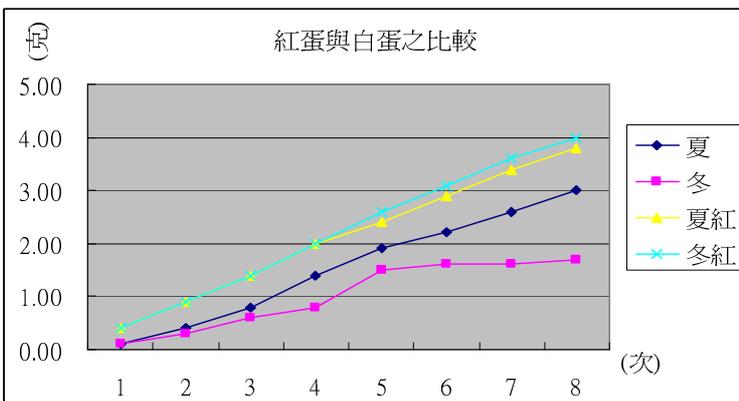
- 1、我們發現每一顆蛋個別差異很大，所以我們用同一顆雞蛋每隔三天重覆操作上面之實驗後，得到本頁的實驗結果。
- 2、在用同一顆雞蛋進行實驗後，我們發現質量變化由小至大依序為，**冰<冬<春<秋<夏**。



- 3、從結果中我們可以很明顯的發現，在模擬夏季環境時，儲存溫度較高，有包裝與沒有包裝的蛋有非常大的差別。在第 22 天時其質量變化由小至大依序為：**鋁箔紙包裝<保鮮膜包裝<沒有包裝**。



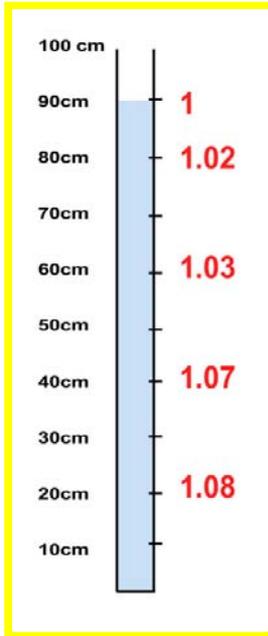
- 4、模擬冬季環境時，有包裝的雞蛋質量變化比沒有包裝的變化小。
- 5、比較不同的是本實驗中，以保鮮膜包裝和鋁箔紙包裝的蛋並沒有顯著的差異。



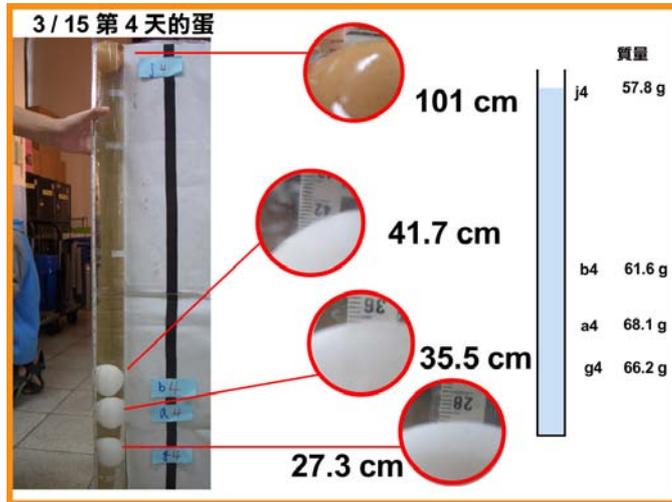
- 6、經由紅蛋與白蛋比較之後，我們可以明顯的看出，紅蛋比較不容易保存且儲存環境溫度愈高影響愈大。

三、實驗三—雞蛋也玩大怒神：

方法一：測第 4、9 天的蛋，但有些蛋沒有偶數天，所以我們就拿奇數天的蛋實驗。

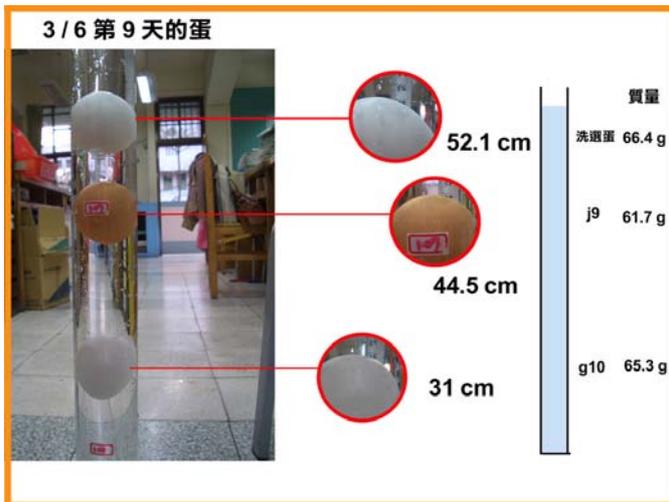


500 毫升



依比重而言：

冬鉛(g4) > 春(a4) > 夏(b4) > 夏紅(j4)



依比重而言：

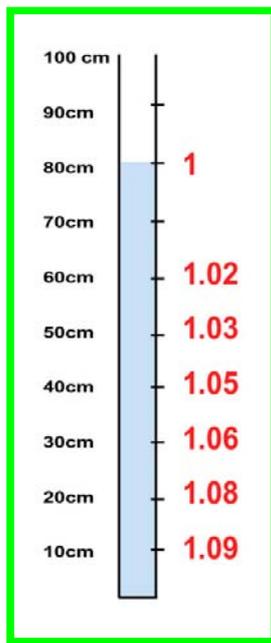
冬鉛(g10) > 夏紅(j9) > 洗選蛋



依比重而言：

冰箱(e9) > 春(a9) > 夏紅(j9)

方法二：測第 6、16 天的蛋，但有些蛋沒有偶數天，所以我們就拿奇數天的蛋實驗。

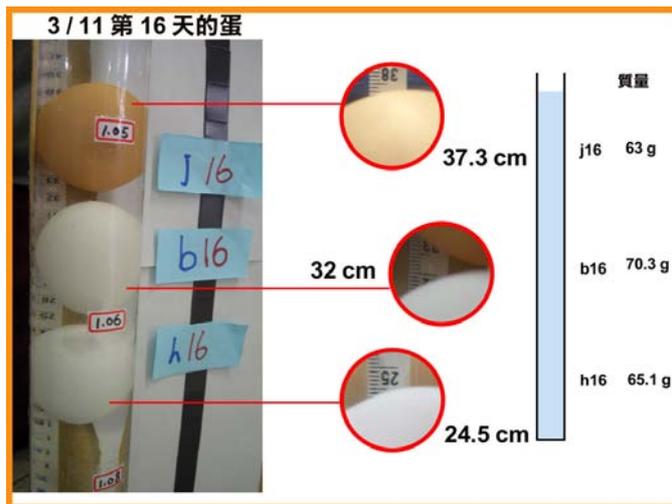


250 毫升



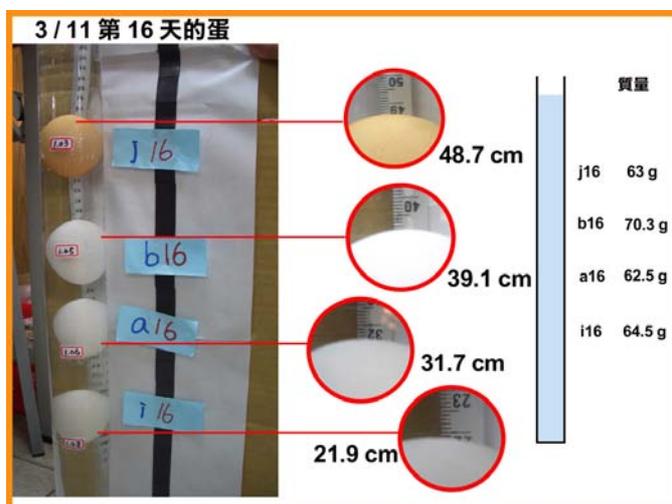
依比重而言：

冬鉛(g6) > 夏鉛(f6) > 夏(b6) > 夏紅(j7)



依比重而言：

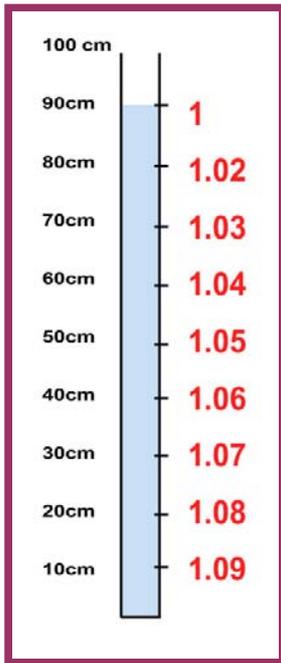
夏保(h16) > 夏(b16) > 夏紅(j16)



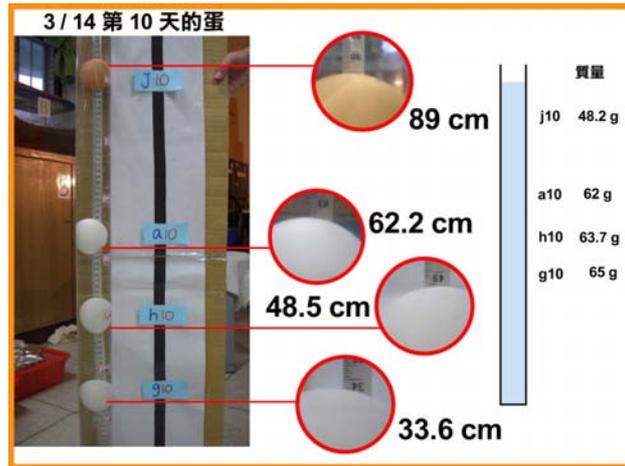
依比重而言：

冬保(i16) > 春(a16) > 夏(b16) > 夏紅(j16)

方法三：測第 8、10 天的蛋，但有些蛋沒有偶數天，所以我們就拿奇數天的蛋實驗。

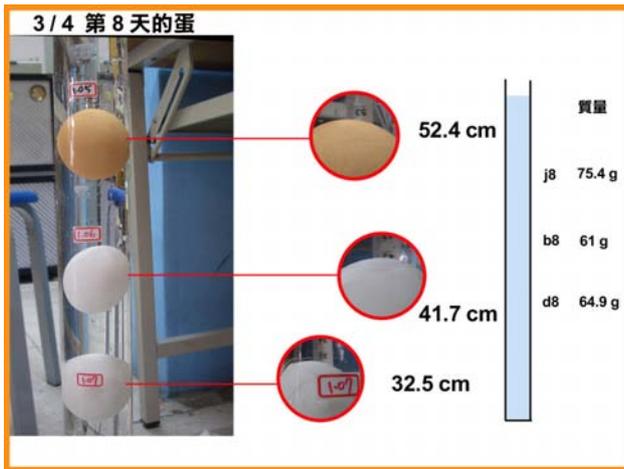


250 毫升

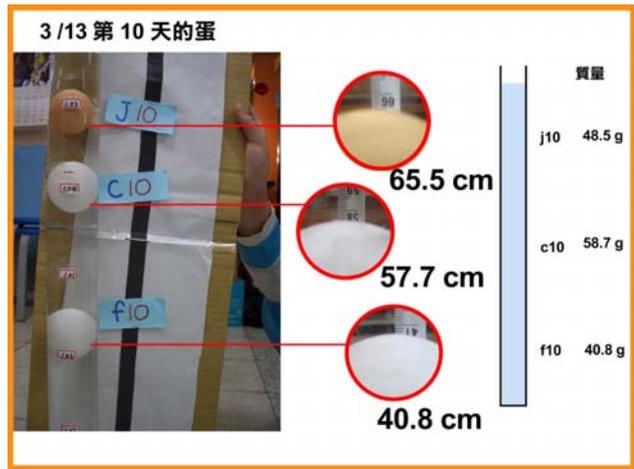


依比重而言：

冬鉛(g10) > 夏保(h10) > 春(a10) > 夏紅(j10)

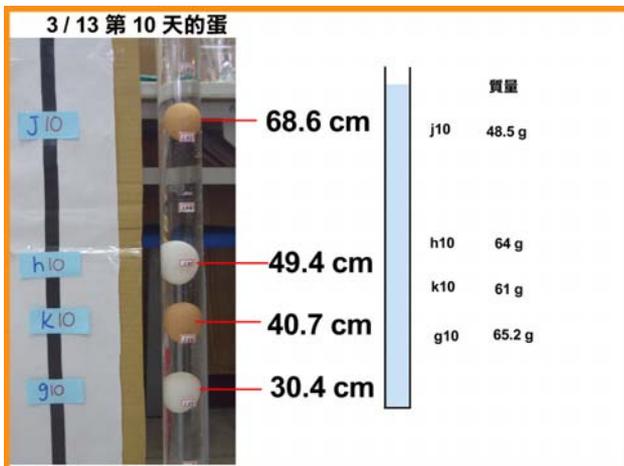


依比重而言：冬(d8) > 夏(b8) > 夏紅(j8)



依比重而言：

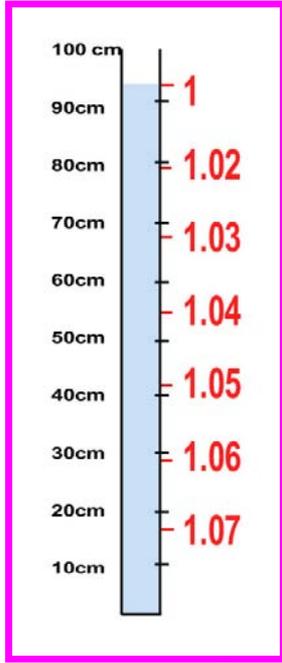
夏鉛(f10) > 秋 (c10) > 夏紅(j10)



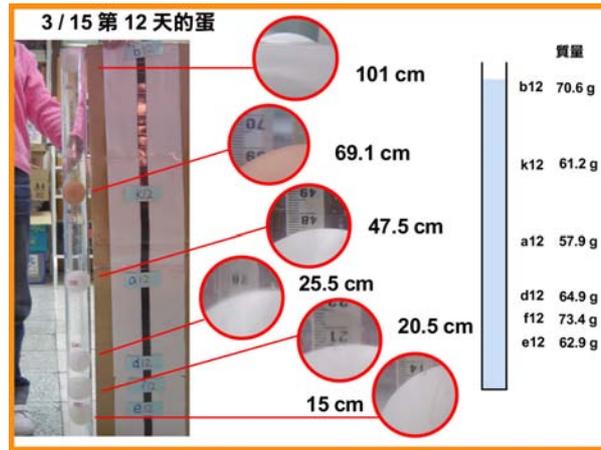
依比重而言：

冬鉛(g10) > 冬紅(k10) > 夏保(h10) > 夏紅(j10)

方法四：測第 12、14 天的蛋，但有些蛋沒有偶數天，所以我們就拿奇數天的蛋實驗。

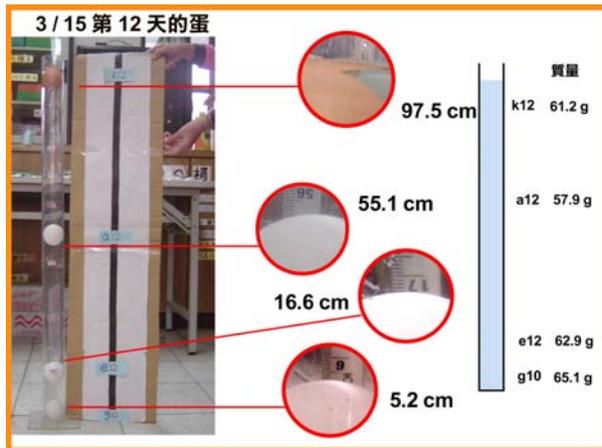


400 毫升



依比重而言：

冰(e12) > 夏鋁(f12) > 冬(d12) > 春(a12) > 冬紅(k12) > 夏(b12)



依比重而言：

冬鋁(g12) > 冰(e12) > 春(a12) > 冬紅(k12)



依比重而言：

冬保(i14) > 夏鋁(f14) > 冬(d14) > 夏紅(j14)

從以上的方法一到方法三中我們發現，隨著時間的增加，蛋的比重趨於減少，因此我們討論出下一個方法(方法四)，藉由方法四我們更可以發現不同環境的蛋在壓克力管中沉浮的現象。此外，因雞蛋新鮮度的不同，我們也會調整壓力管中食鹽水的比重，讓雞蛋在管中能更明顯的分層。

結論：

依據實驗三的結果發現，冬天的蛋因為它的環境溫度設定低，比重上的變化並不明顯；相對的，環境溫度設定較高的夏天，蛋的比重會逐日減少，使之變得較不新鮮。此外，有經過包裝的蛋，密度上的變化並不明顯，更能延長其保存期限。

陸、討 論

(一) 蛋白內有水分，而蛋殼上有毛細孔，會將蛋殼裡的水分蒸發，且蛋的質量會隨著時間的增加而減少，經由我們實驗顯示，有包裝(保鮮膜、鋁箔紙)的蛋質量減少不明顯，反而沒有包裝的蛋較不易保存。

(二) 在這個實驗過程中，影響雞蛋變質的因素有四：

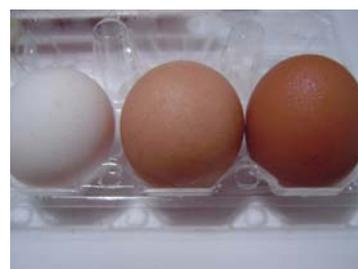
1. **陽光**：包鋁箔紙可以防止蛋與光線的接觸，而保存較久。
2. **空氣**：包保鮮膜可以阻隔蛋與空氣直接接觸，防止蛋裡的水分蒸發。
3. **溫度**：經由實驗三發現，夏天的蛋比放在其他季節、冰箱質量的變化更明顯，因此也就更不容易保存。
4. **蛋本身的品種**：經由實驗三發現紅色的蛋由於它的營養成份較高，但也易變質。



圖(二)：陽光、空氣、溫度及品種都會影響雞蛋變質。

(三) 雞蛋之所以在形狀上有大小顆之別，在於母雞本身的差異，老母雞生的蛋會比較大顆，比較年輕的雞生的蛋就比較小，也就是說母雞生的蛋會因時間愈久而越生越大。原因是老母雞生的蛋多，所以產道會變大，蛋也就比較大顆；但老母雞生的蛋，蛋白較稀，口感較差，蛋殼也比較薄。

(四) 在我們的實驗中，主要的實驗材料為雞蛋，這次挑選白雞蛋和紅雞蛋。蛋的顏色之所以有紅、白之分，是因為生白蛋的母雞在飼料上沒有添加任何的物質；而生紅蛋的母雞牠吃的飼料裡含有**胡蘿蔔素**和**海藻粉**，原料很貴，而此種原料一天只要吃一點，就可以讓雞蛋由白變紅了，因此紅蛋也比較營養。蛋顏色的深淺主要是雞吃飼料的數量，雞吃的飼料較多，蛋的顏色就比較深，而雞吃的飼料較少，蛋的顏色就比較淺。



圖(四)：右一、右二雖然同為紅蛋，但顏色仍有差異。

(五) 實驗中我們得知每顆蛋有不同的密度，將蛋打破後觀察發現，如果蛋打出來是糊糊水水、散散的話，那就表示這顆蛋已經不新鮮了，而如果蛋打出來具有彈性、QQ的，那就表示這顆蛋非常新鮮。我們做了一個有趣的實驗，如果將牙籤插入新鮮雞蛋的蛋黃中，牙籤會直立起來，且蛋黃膜不會破。反之，若雞蛋已經不新鮮了，當牙籤插入蛋黃時，蛋黃膜很容易就破掉了。



(六) 經過了 22 天的持續觀察紀錄，一般的蛋如果在室溫下，不冰在冰箱的話，可以存放 **3 個星期**。(而實驗也顯示，雞蛋的存放會隨著溫度而改變它的新鮮度)。



圖(五)：白蛋插一支牙籤、紅蛋插三支牙籤。蛋黃可以保持不破。

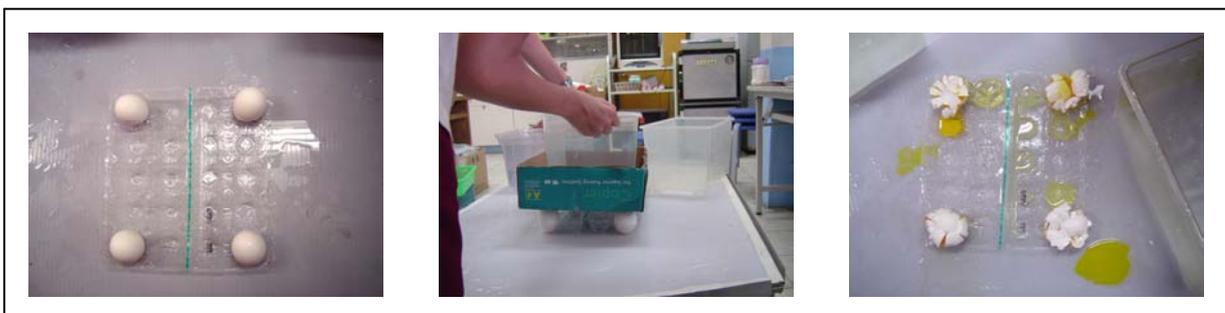
(七) 我們從養雞場將第一天的蛋帶回學校進行實驗，觀察後發現，剛生出來的蛋表面是光滑的，摸起來還有點溫溫的，因為母雞體內的體溫還存留在雞蛋上，因此和我們的認知是有差距的，並非摸起來平滑的蛋就是不新鮮的蛋。

(八) 我們觀察蛋的實驗中發現，其實蛋並不是那麼容易說破就破的，它可以承受很大的重量，但究竟它到底可以承受多大的重量呢？我們將空水族箱放在四顆白雞蛋上，然後裝水。在裝入 9750 毫升的水時，四顆白蛋同時破掉。但紅蛋在裝入 15750 毫升的水時，只有一顆破掉。這証明了紅蛋可以承受比較重的重量。而紅、白雞蛋蛋殼的厚度也不同，紅雞蛋的外殼會比較厚，而白雞蛋的殼會比較薄。所以紅雞蛋比較不容易破，但如果用力丟的話，這些蛋就真的會破了。



圖(八) - 1：

將紅蛋放在蛋盒的四個角落後，放上一個空水族箱，緩緩加水。約 15750 毫升時，左下角的蛋破掉了。



圖(八) - 2：

將白蛋放在蛋盒的四個角落後，放上一個空水族箱，緩緩加水。約 9750 毫升時，四個蛋破同時掉了。

(九) 值得一提的是，在實驗中的某一天，我們實驗教室的鹽用完了，所以我們就想是不是有別的物质可以取代鹽來進行實驗。於是我們嘗試用櫃子裡的方糖，看能不能讓蛋也在糖水中浮起來。當我們加到第 3 顆方糖時(每顆方糖約 5 克)，發現在比重 1.02 食鹽水溶液中浮起來的蛋，相同的也可以在糖水的溶液中浮起來。這真是太神奇了！

因此，我們可以從實驗中得知

500 毫升的水	
方糖(顆)	比重
3	1.02
23	1.07

柒、結 論

- (一) 市面上的洗選蛋一盒包裝內有 10 顆雞蛋，它的製造日期和保存日期一致，在同一盒包裝內的雞蛋裡隨機取 2 顆，依序放入 1.02~1.09 的食鹽水中，在這八杯不同比重的食鹽水有明顯沉浮的變化。因此我們得知大約相同製造日期裡的雞蛋其比重大致上會相同。
- (二) 在排水法算體積中，有一個算密度的公式： $質量 \div 體積 = 密度$ ，當蛋的體積不變時，蛋的質量減少也就代表著蛋的密度也會隨之減少。
- (三) 同一顆蛋，在不同的時間測量它的質量，質量上會有明顯的下降，也就是說，當時間越久時，蛋的質量也就愈來愈少，進而密度也會跟著減少，蛋的新鮮度也隨之降低。
- (四) 蛋對溫度、空氣的接觸及光線相當的敏感，在相同的環境和不相同的環境中，蛋的密度會有明顯的變化：
 1. 在不同環境中溫度的設定下 (春、夏、秋、冬、冰箱) 未經任何包裝白雞蛋的密度變化，會因為接觸不同高低的溫度，而有不同的變化，依照實驗的設計我們設定溫度由高到低，密度由多到少，都是夏→秋→春→冬→冰箱，由此可知，當溫度越高，密度的變化越大，溫度越低，密度的變化越小。
 2. 在不同的環境溫度設定下，紅雞蛋密度的變化也不同，冬天的紅雞蛋密度變化較小，而夏天的紅雞蛋密度變化較大。
 3. 在相同的環境下，夏天和冬天裡我們分別放置白蛋、包鋁箔紙的白蛋、包保鮮膜的白蛋，我們發現，雖然蛋的環境溫度設定一樣，但是它的密度變化卻不相同，包鋁箔紙的白蛋新鮮度大於包保鮮膜的白蛋，包保鮮膜的白蛋新鮮度大於未經任何包裝的白蛋，由此可推論出：鋁箔紙可以隔絕光線及空氣，而保鮮膜只能隔絕空氣，所以在保存上包鋁箔紙較好，其次是包保鮮膜。
 4. 在同一個環境下，白蛋和紅蛋的密度上的變化差距盛大，紅蛋的營養成分較高，相對的它的保存期限並不久，所以不同品種的蛋它的密度上的變化也會不一樣。
- (五) 除了雞蛋之外，我們也發現在日常生活中，還有很多食物是可以利用這個方法將品質不好的分別出來。當我們在幫媽媽清洗黃豆、白米時，大部份的豆子和米都會沉在水底，但有少部份的會浮在水面上，這也是因為比重不同之緣故。
- (六) 除了加鹽之外，其他物質也可能會改變水的比重。例如加方糖就能改變水的比重，但每一種物質的比重不一定會相同，所以要調出相同比重的水溶液，其所需的糖和鹽重量也就不同。

捌、參考資料

1. 馬春祥・吳和光・鄭登貴(民 86)。家禽之生殖。蛋(9-38 頁)。台北市：國立編譯館。
2. 趙法清(民 76)。溫熱帶養雞學。雞的產品市場與管理(229-237 頁)。台北市：德龍出版社。
3. 鄧日青(民 74)。商用養雞全書。保持種蛋的品質(51-71 頁)。台北市：畜牧半月刊社。
4. <http://www.poultry.org.tw>
5. <http://www.miobuffer.com.tw/parc>

附件一：實驗數據紀錄表之一

	春	夏	秋	冬	冰	夏鋁	冬鋁	夏保	冬保	夏紅	冬紅
2月23日	A0	B1	C1	D1	E0	F	G	H0	I0	J0	K0
原重量	59.10	67.00	62.90	62.00	67.90			61.00	65.80	61.20	64.20
重量		67.00	62.90	62.00						61.20	
體積		60.50	58.50	57.00						50.50	
密度		1.11	1.08	1.09						1.21	
重量差		0.00	0.00	0.00						0.00	
2月24日	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2			J2	
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30			60.00	
重量	62.30	75.30	71.40	69.40	68.20	66.00	65.30			59.90	
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00			53.30	
密度	1.10	1.11	1.10	1.10	1.10	1.09	1.11			1.12	
重量差	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00			0.10	
2月25日	A3	B3	C3	D3	E3			H3	I3	J3	K3
原重量	75.40	72.30	64.20	63.30	77.10			71.40	64.40	67.00	73.80
重量	75.10	72.10	63.90	63.10	77.00			71.20	64.30	66.60	73.40
體積	65.80	63.60	59.40	57.40	69.70			64.70	58.40	60.40	66.50
密度	1.14	1.13	1.08	1.10	1.10			1.10	1.10	1.10	1.10
重量差	0.30	0.20	0.30	0.20	0.10			0.20	0.10	0.40	0.40
2月26日	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4			J4	
原重量	70.00	64.30	61.20	70.20	66.20	71.70	67.00			63.90	
重量	69.60	63.90	60.90	69.90	66.10	71.40	66.90			63.10	
體積	64.20	58.70	55.50	63.30	61.80	66.70	61.00			57.20	
密度	1.08	1.09	1.10	1.10	1.07	1.07	1.10			1.10	
重量差	0.40	0.40	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10			0.80	
2月27日	A5	B5	C5	D5				H5	I5	J5	K5
原重量	70.80	58.70	63.20	75.60				63.50	62.10	63.80	67.00
重量	69.70	58.40	62.80	75.30				63.40	62.00	63.00	66.60
體積	63.60	53.90	57.60	69.30				57.80	56.40	57.50	60.60
密度	1.10	1.08	1.09	1.09				1.10	1.10	1.10	1.10
重量差	1.10	0.30	0.40	0.30				0.10	0.10	0.80	0.40
2月28日	A6	B6	C6	D6	E6	F6	G6			J6	
原重量	69.60	62.10	63.30	62.70	68.70	68.80	69.30			58.90	
重量	69.10	61.60	62.70	62.20	64.50	68.40	69.20			58.30	
體積	63.50	57.30	58.40	57.10	59.90	63.90	63.00			53.50	
密度	1.09	1.08	1.07	1.09	1.08	1.07	1.10			1.09	
重量差	0.50	0.50	0.60	0.50	4.20	0.40	0.10			0.60	
2月29日	A7	B7	C7	D7	E7			H7	I7	J7	K7

	春	夏	秋	冬	冰	夏鋁	冬鋁	夏保	冬保	夏紅	冬紅
原重量	63.20	62.90	66.70	69.40	67.50			66.40	64.80	61.30	55.20
重量	62.60	62.20	66.10	68.90	67.20			66.10	64.40	60.40	55.10
體積	57.10	55.60	61.10	63.30	61.10			60.10	59.00	55.60	49.20
密度	1.10	1.12	1.08	1.09	1.10			1.10	1.09	1.09	1.12
重量差	0.60	0.70	0.60	0.50	0.30			0.30	0.40	0.90	0.10
3月1日	A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8			J8	
原重量	70.80	62.40	64.90	66.00	65.70	66.60	70.00			77.60	
重量	70.20	61.70	64.20	65.40	65.20	66.10	69.90			76.70	
體積	62.70	56.80	56.30	57.00	56.40	61.40	64.10			73.00	
密度	1.12	1.09	1.14	1.15	1.16	1.08	1.09			1.05	
重量差	0.60	0.70	0.70	0.60	0.50	0.50	0.10			0.90	
3月2日	A9	B9	C9	D9	E9	F9	G9	H9	I9	J9	K9
原重量	70.30	65.90	65.10	58.50	68.70			65.50	72.20	63.40	67.90
重量	69.40	65.00	64.30	57.90	68.30			65.00	71.90	62.40	67.10
體積	63.90	60.30	59.20	52.30	62.20			58.90	65.70	57.30	62.00
密度	1.09	1.08	1.09	1.11	1.10			1.10	1.09	1.09	1.08
重量差	0.90	0.90	0.80	0.60	0.40			0.50	0.30	1.00	0.80
3月3日	A10	B10	C10	D10	E10	F10	G10			J10	
原重量	64.60	71.00	68.30	69.80	61.00	74.70	65.90			51.10	
重量	63.50	70.20	67.30	69.10	60.40	74.30	65.60			49.90	
體積	58.80	65.60	60.40	61.60	54.60	68.80	60.60			46.70	
密度	1.08	1.07	1.11	1.12	1.11	1.08	1.08			1.07	
重量差	1.10	0.80	1.00	0.70	0.60	0.40	0.30			1.20	
3月4日	A11	B11	C11	D11	E11			H11	I11	J11	K11
原重量	62.90	75.50	57.50	67.40	78.30			73.20	64.30	62.00	63.60
重量	61.80	74.00	56.40	66.50	77.50			72.30	63.70	60.30	62.60
體積	57.50	69.50	50.10	62.40	71.90			67.60	59.80	57.70	57.70
密度	1.07	1.06	1.13	1.07	1.08			1.07	1.07	1.05	1.08
重量差	1.10	1.50	1.10	0.90	0.80			0.90	0.60	1.70	1.00
3月5日	A12	B12	C12	D12	E12	F12	G12			J12	
原重量	59.80	74.10	67.10	62.40	63.70	70.40	80.40			69.00	
重量	58.80	72.50	65.80	61.60	63.20	70.10	80.20			66.90	
體積	54.80	68.40	60.60	56.40	59.80	65.80	75.40			63.90	
密度	1.07	1.06	1.09	1.09	1.06	1.07	1.06			1.05	
重量差	1.00	1.60	1.30	0.80	0.50	0.30	0.20			2.10	
3月6日	A13	B13	C13	D13	E13			H13	I13	J13	K13
原重量	71.50	67.00	60.40	64.60	65.00			67.30	69.10	62.30	57.00
重量	70.10	65.20	58.60	63.60	64.10			66.30	68.80	60.60	55.80

	春	夏	秋	冬	冰	夏鋁	冬鋁	夏保	冬保	夏紅	冬紅
體積	65.10	62.70	53.80	62.10	59.30			62.40	64.30	57.80	53.00
密度	1.08	1.04	1.09	1.02	1.08			1.06	1.07	1.05	1.05
重量差	1.40	1.80	1.80	1.00	0.90			1.00	0.30	1.70	1.20
3月7日	A14	B14	C14	D14	E14	F14	G14			J14	
原重量	63.20	56.90	69.80	62.40	67.00	71.40	67.70			64.20	
重量	61.80	55.50	68.20	61.30	66.20	71.00	67.20			62.20	
體積	58.20	51.40	66.20	56.70	62.10	66.00	62.60			59.90	
密度	1.06	1.08	1.03	1.08	1.07	1.08	1.07			1.04	
重量差	1.40	1.40	1.60	1.10	0.80	0.40	0.50			2.00	
3月8日	A15	B15	C15	D15	E15			H15	I15	J15	K15
原重量	65.70	64.80	73.60	66.20	66.60			66.70	65.40	63.80	57.30
重量	64.20	63.00	71.80	65.10	65.90			65.40	64.80	61.60	56.40
體積	61.70	60.50	67.90	63.00	62.40			61.60	60.60	58.30	52.10
密度	1.04	1.04	1.06	1.03	1.06			1.06	1.07	1.06	1.08
重量差	1.50	1.80	1.80	1.10	0.70			1.30	0.60	2.20	0.90
3月9日	A16	B16	C16	D16	E16	F16	G16			J16	
原重量	64.30	72.50	64.60	70.50	69.40	65.40	66.30			65.40	
重量	62.70	70.50	63.10	68.90	68.50	64.80	65.60			63.20	
體積	59.30	67.30	59.80	65.60	64.70	61.00	61.70			60.40	
密度	1.06	1.05	1.06	1.05	1.06	1.06	1.06			1.05	
重量差	1.60	2.00	1.50	1.60	0.90	0.60	0.70			2.20	
3月10日	A17	B17	C17	D17	E17					J17	
原重量	67.20	73.20	75.90	72.50	68.40					66.50	
重量	65.30	71.40	73.90	71.20	67.70					64.20	
體積	62.30	67.40	69.70	66.70	64.40					61.10	
密度	1.05	1.06	1.06	1.07	1.05					1.05	
重量差	1.90	1.80	2.00	1.30	0.70					2.30	
3月11日	A18	B18	C18	D18	E18					J18	
原重量	80.20	64.50	76.30	65.60	69.40					57.60	
重量	77.80	62.70	74.00	62.60	68.50					55.10	
體積	73.50	59.80	68.70	60.80	62.80					53.50	
密度	1.06	1.05	1.08	1.03	1.09					1.03	
重量差	2.40	1.80	2.30	3.00	0.90					2.50	
3月12日	A19	B19	C19	D19	E19					J19	
原重量	66.60	66.10	72.00	67.30	61.50					72.40	
重量	65.00	64.10	69.70	65.80	60.70					70.10	
體積	62.40	60.70	65.90	61.40	56.00					67.20	
密度	1.04	1.06	1.06	1.07	1.08					1.04	

	春	夏	秋	冬	冰	夏鋁	冬鋁	夏保	冬保	夏紅	冬紅
重量差	1.60	2.00	2.30	1.50	0.80					2.30	
3月13日	A20	B20	C20	D20	E20					J20	
原重量	57.60	65.20	71.40	73.90	63.90					67.80	
重量	56.10	62.80	69.00	72.50	63.00					64.40	
體積	53.10	60.00	66.00	68.30	58.20					62.50	
密度	1.06	1.05	1.05	1.06	1.08					1.03	
重量差	1.50	2.40	2.40	1.40	0.90					3.40	
3月14日	A21	B21	C21	D21	E21					J21	
原重量	66.80	62.90	63.70	67.90	65.20					58.80	
重量	64.60	60.40	61.30	66.50	64.30					56.30	
體積	60.90	57.90	58.60	63.40	60.30					54.50	
密度	1.06	1.04	1.05	1.05	1.07					1.03	
重量差	2.20	2.50	2.40	1.40	0.90					2.50	
3月15日	A22	B22	C22	D22	E22					J22	
原重量	67.80	66.30	71.00	73.80	62.30					59.40	
重量	65.90	63.70	68.40	72.30	61.30					56.90	
體積	62.80	61.30	65.70	68.20	57.30					56.20	
密度	1.05	1.04	1.04	1.06	1.07					1.01	
重量差	1.90	2.60	2.60	1.50	1.00					2.50	

附件二：實驗數據紀錄表之二

	春	夏	秋	冬	冰	夏鋁	冬鋁	夏保	冬保	夏紅	冬紅
	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	H3	I3	J3	K3
2月24日											
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30				
重量	62.30	75.30	71.40	69.40	68.20	66.00	65.30				
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00				
密度	1.10	1.11	1.10	1.10	1.10	1.09	1.11				
重量差	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00	0.10	0.00				
2月25日											
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80
重量								71.20	64.30	66.60	73.40
體積								64.70	58.40	60.40	66.50
密度								1.10	1.10	1.10	1.10
重量差								0.20	0.10	0.40	0.40
2月26日											
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30				
重量	62.00	75.00	71.00	69.20	67.90	65.80	65.20				
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00				
密度	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.08	1.11				
重量差	0.40	0.40	0.50	0.30	0.30	0.30	0.10				
2月27日											
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80
重量								71.00	64.20	66.10	72.90
體積								64.70	58.40	60.40	66.50
密度								1.10	1.10	1.09	1.10
重量差								0.40	0.20	0.90	0.90
2月29日											
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30				
重量	61.70	74.60	70.70	68.90	67.80	65.60	65.00				
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00				
密度	1.09	1.10	1.09	1.09	1.09	1.08	1.10				
重量差	0.70	0.80	0.80	0.60	0.40	0.50	0.30				
3月1日											
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80
重量								70.50	64.10	65.60	72.40
體積								64.70	58.40	60.40	66.50
密度								1.09	1.10	1.09	1.09
重量差								0.90	0.30	1.40	1.40

3月3日												
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30					
重量	61.30	74.00	70.20	68.70	67.50	65.20	64.90					
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00					
密度	1.08	1.09	1.09	1.09	1.09	1.07	1.10					
重量差	1.10	1.40	1.30	0.80	0.70	0.90	0.40					
3月4日												
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80	
重量								70.40	63.90	65.00	71.80	
體積								64.70	58.40	60.40	66.50	
密度								1.09	1.09	1.08	1.08	
重量差								1.00	0.50	2.00	2.00	
3月6日												
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30					
重量	60.70	73.50	69.60	68.00	67.20	64.80	64.40					
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00							
密度	1.07	1.08	1.08	1.08	1.08							
重量差	1.70	1.90	1.90	1.50	1.00	1.30	0.90					
3月7日												
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80	
重量								70.10	63.60	64.60	71.20	
體積								64.70	58.40	60.40	66.50	
密度								1.08	1.09	1.07	1.07	
重量差								1.30	0.80	2.40	2.60	
3月9日												
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30					
重量	60.60	73.20	69.30	67.90	66.90	64.80	64.40					
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00					
密度	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08	1.07	1.09					
重量差	1.80	2.20	2.20	1.60	1.30	1.30	0.90					
3月10日												
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80	
重量								69.90	63.60	64.10	70.70	
體積								64.70	58.40	60.40	66.50	
密度								1.08	1.09	1.06	1.06	
重量差								1.50	0.80	2.90	3.10	
3月12日												
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30					
重量	60.50	72.80	69.10	67.90	66.90	64.80	64.40					

體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00				
密度	1.07	1.07	1.07	1.08	1.08	1.07	1.09				
重量差	1.90	2.60	2.40	1.60	1.30	1.30	0.90				
3月13日											
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80
重量								69.80	63.60	63.60	70.20
體積								64.70	58.40	60.40	66.50
密度								1.08	1.09	1.05	1.06
重量差								1.60	0.80	3.40	3.60
3月15日											
原重量	62.40	75.40	71.50	69.50	68.20	66.10	65.30				
重量	60.40	72.40	68.80	67.80	66.80	64.80	64.30				
體積	56.60	68.10	64.70	63.10	62.00	60.70	59.00				
密度	1.07	1.06	1.06	1.07	1.08	1.07	1.09				
重量差	2.00	3.00	2.70	1.70	1.40	1.30	1.00				
3月16日											
原重量								71.40	64.40	67.00	73.80
重量								69.50	63.60	63.20	69.80
體積								64.70	58.40	60.40	66.50
密度								1.07	1.09	1.05	1.05
重量差								1.90	0.80	3.80	4.00

【評語】 081521

本作品探討有哪些因素會影響雞蛋密度的變化，因此，學生從中學會密度的測量，並據此判斷雞蛋的新鮮度，實驗結果具有實用性。另外學生對本研究相關物理知識亦具有初步的理解，值得肯定。