

中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 化學科

第三名

080202

「鹹」入「蛋」心-----鹽與蛋的融合研究

學校名稱：新竹市香山區內湖國民小學

作者：	指導老師：
小六 吳榆倩	邱梅英
小六 李嘉芸	張明珍
小六 洪翌庭	
小六 張智翔	

關鍵詞：鹹鴨蛋、鹹蛋、鹹蛋黃

摘要

本研究在探討傳統食物-鹹蛋，它是風味特殊、食用方便的加工蛋，應該每人都吃過，尤其是美味的鹹蛋黃更是其它料理的添加物。但鹽含量很高，對於養生的人們而言，是不好的食物。本研究先從分析市售鹹鴨蛋含鹽量，再以不同濃度鹽水泡漬鴨蛋，量測鹽在蛋裡滲透擴散速率及含鹽量。及用紅土鹽泥製造鹹鴨蛋，找出使用紅土的原因，並找出本地的紅土實驗；探討鹹蛋黃快速生成法，找出以低鹽製造鹹蛋黃的方法。

壹、研究動機

我喜歡吃鹹蛋，尤其是鹹蛋黃真是美味，但蛋白太鹹，常常就留給節儉的媽媽煮鹹稀飯

學校本位課程五年級課程是認識學校周圍的養殖產業，其中一項是養鴨人家，老師帶我實地參訪學校附近的養鴨人家，鴨場的主人，是一位八十多歲的老先生，養鴨經驗有七十多年的經驗，在本地享有盛名，要購買新鮮鴨蛋和鹹鴨蛋都會到此購買。

參觀鴨子生長的環境後，接著鴨場主人介紹鹹鴨蛋製作方法，當場覺得很好吃的鹹鴨蛋竟然是如此製造-只要把紅土(來自桃園觀音)、天然鹽加水均勻塗敷在鴨蛋表面，再放置陰涼通風處 20~30 天，就可以把紅土洗淨煮熟食用。我發現旁邊有分離出未煮熟橘紅色的鹹鴨蛋黃及透明的蛋白，這顆鹹蛋黃價錢與完整煮熟的價錢一樣，透明的鹹蛋白要丟棄不要，原來鹹鴨蛋黃才是重點。這時心中有許多的疑問，鹽與紅土的功用？鹹蛋還有其他製造方法？製造時間可以縮短嗎？鹹鴨蛋黃可以速成製造？於是請問老師，老師也沒有確定的解答，但建議我去請教鴨場主人或親自做鹹蛋找出答案，於是展開鹹蛋的研究，也希望藉此研究找出好吃又符合現代人健康需求鹹鴨蛋製作方法。

貳、研究目的

- (一) 市售鹹鴨蛋的含鹽量有多少？
- (二) 好吃的鹹鴨蛋要具備那些條件？
- (三) 探討不同濃度的鹽進入蛋中滲透擴散程度，蛋白、蛋黃改變情形。
- (四) 探討鹹鴨蛋製作方法？那一種方法最佳？
- (五) 製作鹹鴨蛋最適合用紅土？學區附近有沒有適當紅土？
- (六) 探討鹹蛋黃快速生成法。
- (七) 探討低鹽製造鹹蛋黃的方法。

參、研究設備及器材

(一) 實驗器材：

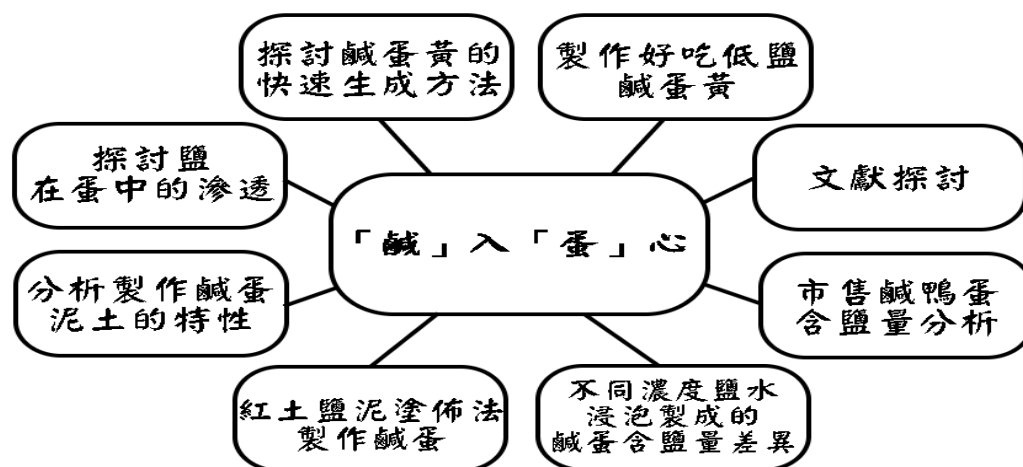
1. 數位游標尺 2. 攪拌器 4. 燒杯 5. 加熱板 6. 電鍋 7. 塑膠培養皿 8. 棉花棒 9. 數位相機 10. 電子秤 11. PH 計 12. 吸管 13. 碼錶 14. 量筒 15. 鹽度計 16. 量杯 17. 電磁爐 18. 鋁箔 19. 玻棒 20. 冰箱 21. 自製黏度計 22. 分蛋液器

(二) 實驗藥品及材料

1. 市售鹹蛋 2. 鴨場鮮鴨蛋 3. 紅土 4. 5. 黃土 6. 海沙 7. 天然鹽 8. 食用鹽 9. 硝酸銀溶液

肆、 研究方法、結果與討論

一、 研究架構



二、 研究內容：

研究一：文獻探討：

1. 鹹蛋又稱鹽蛋、醃蛋、味蛋等，是一種風味特殊、食用方便的再製蛋。鹹蛋的生產極為普遍，全國各地均有生產，個頭大且具有鮮、細、嫩、鬆、沙、油六大特點。
2. 鹹蛋主要是用食鹽醃製而成的。鮮蛋醃製時，蛋外的鹽泥或鹽水溶液中的鹽分，通過蛋殼、殼膜、蛋黃膜滲入蛋內，蛋內水分也會不斷滲出。
3. 鴨蛋醃製成熟時，蛋液內所含食鹽成分濃度，與鹽泥或食鹽水溶液中的鹽分濃度基本上相近。高滲的鹽分使細胞體的水分脫出，從而抑制了細菌的生命活動。同時，食鹽可降低蛋內蛋白酶的活性和細菌產生蛋白酶的能力，從而減緩了蛋的腐敗變質速度。食鹽的滲入和水分的滲出，改變了蛋原來的性狀和風味。
4. 醃漬鹹蛋的用鹽量，因地區、習慣不同而異。使用高濃度的鹽溶液時，滲透壓大，水分流失快，味道過鹹而口感不鮮；用鹽量低於7%則防腐能力較差，同時，浸漬時間延長，成熟期推遲，營養價值降低。總之，用鹽量過多，有礙成品風味，過少則達不到防腐目的。若以蛋的重量計，用鹽量一般在10%左右，可根據當地習慣適當調整。
5. 鹹蛋醃製方法：
 - (1)、鹽泥塗佈法，就是用食鹽水加紅土攪拌成泥漿，均勻塗佈在蛋上加工製作鹹蛋。
鹽泥的配製（以150枚雞蛋計算）：食鹽600克至750克，乾黃土650克至750克，冷開水400克至450克。使蛋殼上全部黏滿鹽泥後放入缸中，基本上裝滿後將剩餘的鹽泥倒在蛋麵上，加蓋密封。鹹蛋成熟所需時間，春秋季35天左右，夏季20天左右，冬季55天左右。鹹蛋成熟後食用時，先將蛋取出洗淨，煮熟即可食。（鹽泥含鹽24%~38.46%，平均每顆蛋表面有4克的鹽）
 - (2)、鹽水浸泡法，就是用鹽水浸泡醃漬鹹蛋。加工時將鹽水濃度配製成20%（開水80%，食鹽20%），取原料蛋洗淨後放入鹽水中浸泡，蛋的最上層要用東西壓住，以防最上

層蛋漂浮，露出水面。瓶口加蓋封存 30 天左右，鹹蛋即可成熟。鹽水浸泡法加工的鹹蛋不宜久存，否則蛋殼上易出現黑斑。

- 鮮蛋用鹽醃漬的過程中，鹽分滲入蛋內，蛋白質發生“鹽析”作用而緩慢地變性凝固，將油脂從蛋白質組織中擠出而聚集在一起，蛋中的蛋白質及脂肪已分別存在，所以鹹蛋煮熟切開後能看到明顯出油。
- 蛋黃裡的脂肪約占 36%。蛋裡水分多（約占 71%），脂肪和蛋白質、無機鹽類等物質混在一起，因此，不論生或熟的鴨蛋，都看不出蛋黃裡有油。由於鹽醃，使蛋內鹽分增加，蛋內無機鹽也隨之略增。醃漬時間久了，蛋白質會變性，並與脂肪分離，脂肪聚集在一起就成了蛋黃油，蛋黃中帶有紅黃色卵黃素及胡蘿蔔素，溶於蛋黃油呈紅黃色，增加鹹蛋的感官性狀，鹹鴨蛋出油則是醃好的指標。
- 台灣養鴨協會分析蛋黃含鈉(146 mg/100g)約為 365 mg 鹽(鴨蛋與生活中之營養 陳盈豪)。
- 羅氏比色卡將蛋黃顏色分為 15 級，適合作為商品出售要達到 8 級以上，決定了蛋品的商業價值。
- 衛生署建議成年人每天鈉攝取量最好不要超過 2400 毫克，約等於 6 公克的鹽（1 公克的鹽含有 400 毫克的鈉），WHO 也將成人的鈉日常攝取量，從 2000 毫克修正為 2000 毫克以下，4 歲及以上年齡者每日不宜超過 2400 毫克，及世衛組織最新建議的鈉攝取量：16 歲以上的民眾應低於 2000 毫克以下(行政院衛生署國民健康局網站)。






研究二：分析市售鹹鴨蛋含鹽量

(一) 實驗步驟：

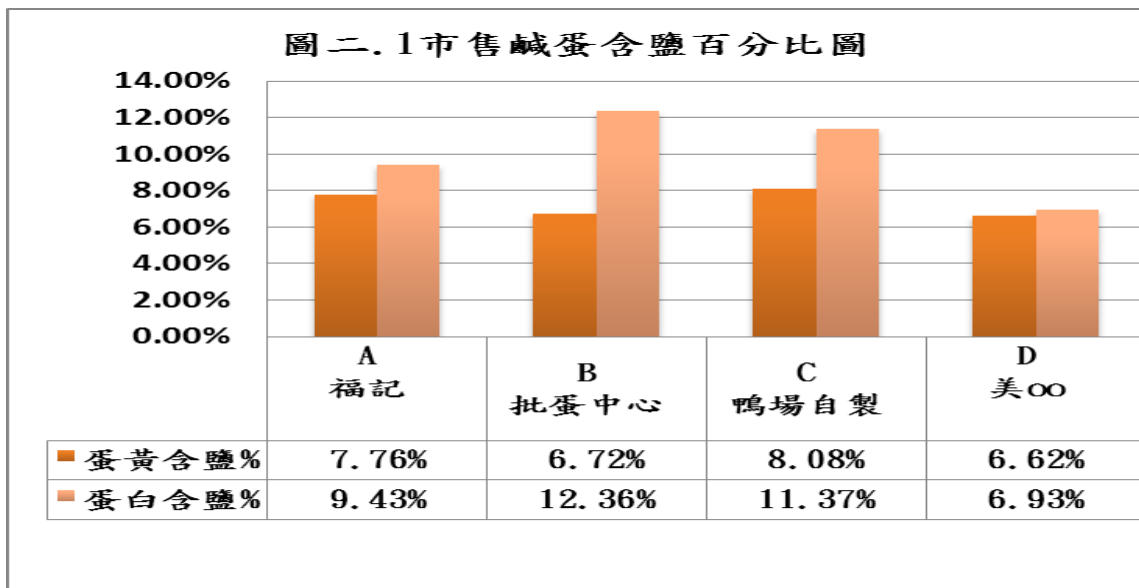
- 蒐集商家販售的鹹鴨蛋，觀察鹹鴨蛋成分標示、味道和顏色，分析含鹽量和風味。
- 鮮鴨蛋煮熟，對半切開，也把每一種鹹鴨蛋切開後，用數位游標尺量測蛋黃直徑長度、觀察蛋黃顏色(以羅氏色卡比對)試吃分辨味道、鹹度，及好吃的鹹蛋需要那些條件。
- 全顆的鹹鴨蛋，把蛋黃蛋白分離，以電子秤秤重後加水，以壓汁攪拌器打成汁液，過濾後用鹽度計測量鹽度，測量溶液體積，計算含鹽量。

(二) 實驗結果：

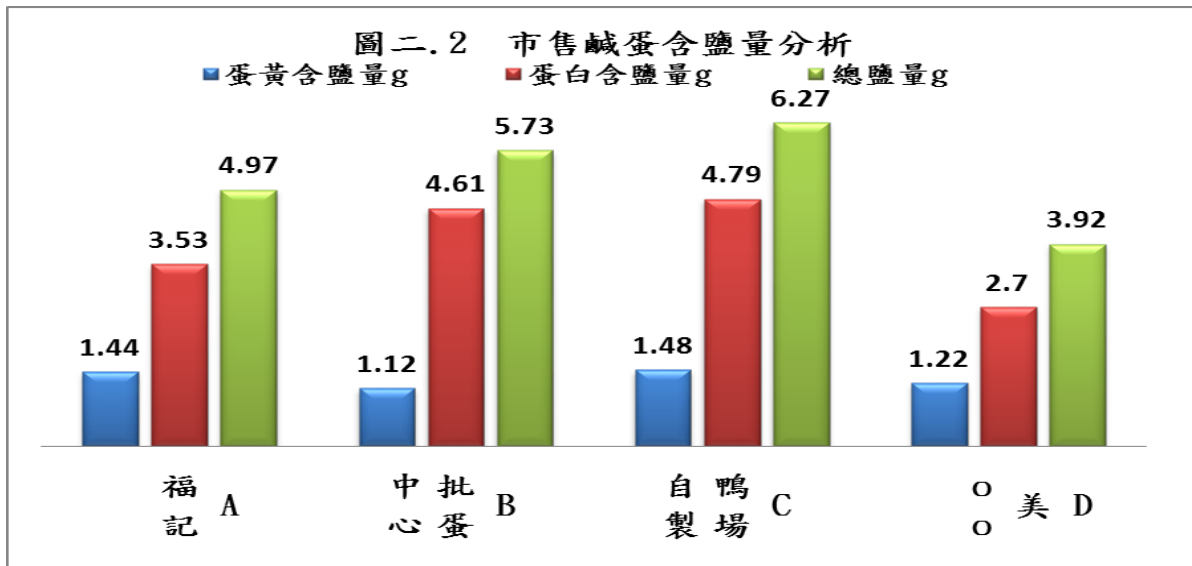
- 結果搜集四種商品，如下表二.1

編號 來源處	蛋黃								蛋白						總鹽 量 g 重
	羅氏色 卡顏色	直徑 對邊 mm	重量 g	外觀 味道	加水 成 ml	鹽 度 計%	含鹽量		重量	外觀 味道	加水 成 ml	鹽 度 計%	含鹽量		
		平均					%	g 重					%	g 重	
A 福記	11 	32.24 30.14 31.19	18.538	粉粉的	240	6	7.76	1.44	37.456	白色 鹹	177	20	9.43	3.53	4.97
B 批蛋 中心	13 	30.73 22.03 26.38	16.642	中心有塊狀、很 香、有紋路、黃油 量多(很好吃)	132	10	6.72	1.12	37.271	白色 很鹹	209	22	12.36	4.61	5.73
C 鴨場 自製	12 	27.45 29.40 28.43	18.315	中心有塊狀 有黃油，有香味 好吃	148	10	8.08	1.48	41.022	白色 鹹	266	18	11.67	4.79	6.27
D 美 00	12 	28.06 28.06 28.06	18.455	粉粉的，有香味	81	15	6.62	1.22	38.911	白色 鹹度 恰好	180	15	6.93	2.70	3.92
E 鴨場 白煮	6 	36.07 28.92 32.60	24.316	有蛋香					30.215	白色 好吃					

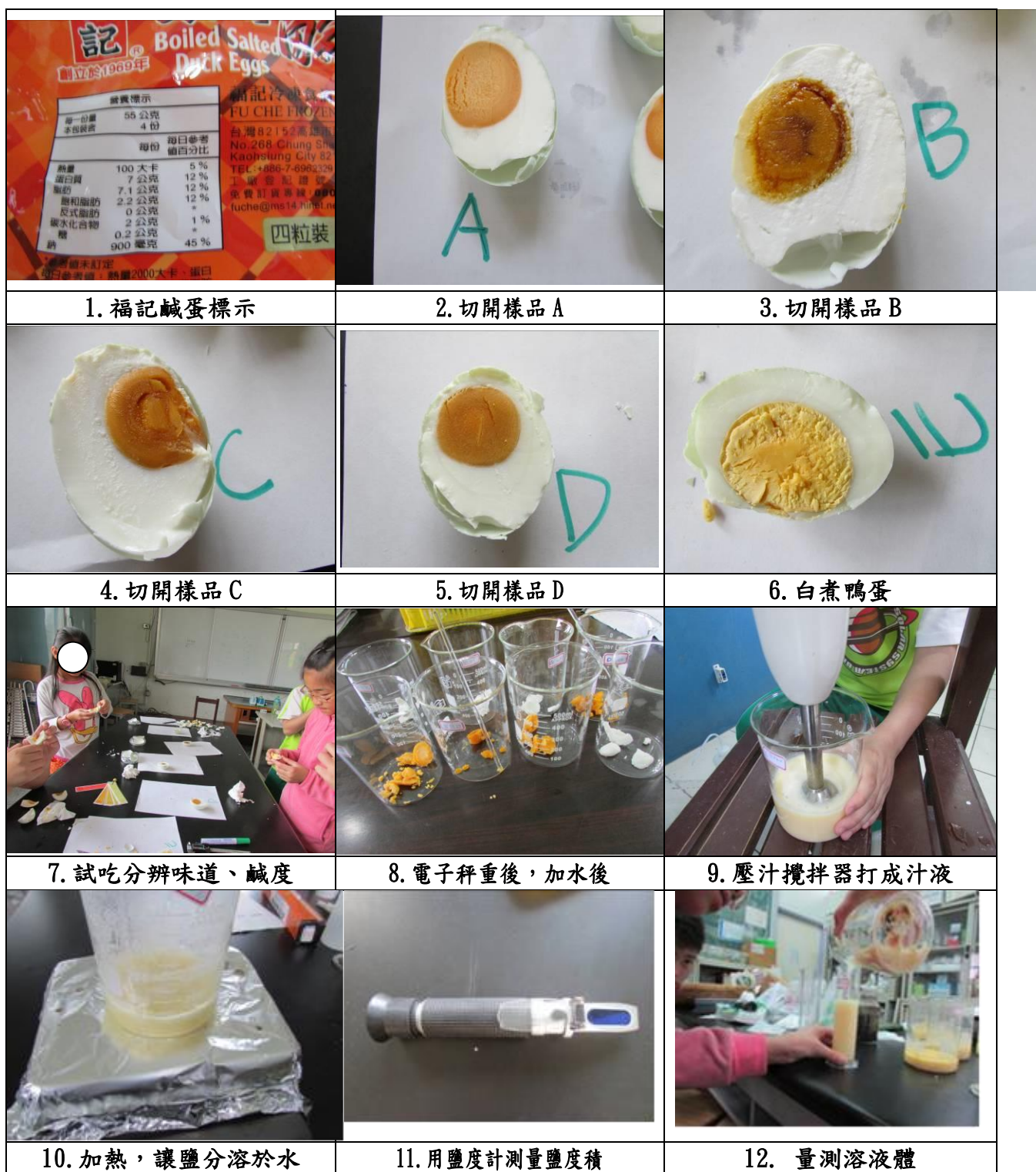
圖二.1 市售鹹蛋含鹽百分比分析圖



圖二.2 市售鹹蛋含鹽百分比分析圖



(三) 實驗照片：



(四) 討論：

1. 由四種商品可知市售鹹蛋的鹽度很高，吃一顆就達到一天用鹽量。鬆、香、沙出油好吃的鹽蛋黃，蛋白含鹽量超過 9%，吃起來很鹹，比較剛好蛋白鹹度約 6%，蛋黃的出油量與含鹽成正比。。
2. 由表二.1 商品的鹹蛋黃比白煮蛋的蛋黃的重量少 6~8 克，鹽會使蛋黃脫水，也會改變蛋黃的顏色。

研究三:探討不同濃度食鹽水浸泡製成的鹹蛋，蛋黃、蛋白的變化。

(一) 實驗步驟:

A. 浸泡食鹽水製成鹹蛋

1. 以天然鹽和煮沸過後的逆滲透水製，備 10%、15%、20%、25%、30%濃度 3L 放進 10 公升的容器裡。
2. 去鴨場買鮮蛋洗淨，把有裂痕的挑選出來。
3. 配置比重 1.5 及 1.8 的鹽水，把鮮鴨蛋依序放入，把不會沉入的挑出。
4. 做完比重測驗的鴨蛋，放置陰涼處，用電風扇吹乾後，用電子秤稱重。
5. 在步驟 1，不同濃度的食鹽水容器裡，放置 12 顆鴨蛋，擺放陰涼處。
6. 30%濃度的食鹽水容器裡，放置 36 顆鴨蛋，擺放陰涼處。



B. 鹹蛋分析

1. 每 6 天撈出一顆蛋，沖洗擦乾後稱重。
2. 把蛋打開，放在有護背膠膜白色 A4 紙上，分成蛋黃、蛋白(內、外)三部分。
3. 觀察蛋黃顏色，以數位游標尺量測蛋黃直徑長度。
4. 把外蛋白倒入 100ml 量杯，用吸管吸出 10ml 放入 30ml 量杯稱重，再放入 120ml 燒杯加水 50ml 加熱至沸騰，冷卻後用鹽度計測量鹽度，測量記錄溶液體積。
5. 測試黏度:60×60cm 的玻璃片，相間 50cm 高度用黑色奇異筆畫出起點和終點線後，放置在 30 度木架上，在起點線滴下 2ml 水到終點線所需時間，以碼表計時；鮮蛋白和鹹外蛋白依序此操作。
6. 蛋黃、內蛋白一起倒入培養皿裡稱重，用自製分蛋器，把蛋黃放在透明片內稱重，算出蛋黃、內蛋白重量。
7. 分別放進 500ml 燒杯加水 100ml 加熱至沸騰，冷卻後用鹽度計測量鹽度，測量記錄溶液體積，觀察是否有蛋黃油出現。

(二) 實驗結果與討論:

1. 鴨場的蛋很新鮮，都通過比重測試。
2. 浸泡在 10%鹽水的鴨蛋，蛋黃、蛋白(內、外)三部分含鹽量變化如表三.1，含鹽濃度會隨著天數增加而變高，蛋的重量漸漸減少(圖三.1)，根據資料顯示減少的部分是水分。
3. 蛋黃隨著鹽份增加，蛋黃縮小，顏色愈來愈深。蛋白的黏度愈小，水黏度是 1.16 秒，鮮蛋白黏度是 3.86 秒。
4. 從研究二中，一般可接受的鹹度是 6%，在表三.2(15%)、表三.3(20%)、表三.4(25%)、表三.5(30%)，圖三.2~圖三.6 可獲得，10%鹽水可浸泡 36 天，15%鹽水可浸泡 30 天，20%鹽水可浸泡 18 天，25%鹽水可浸泡 6 天，不然會過鹹。濃度愈高鹽水會加速鹹蛋的鹹度。
5. 但 30%鹽水可浸泡 30 天，濃度高的鹽水，浸泡較多的蛋，會降低鹽度，蛋容易漂浮，同一時間撈出的鹹蛋，每顆鹹度都不一樣。

表三.1: 浸泡在 10%鹽水的鴨蛋，蛋黃、蛋白(內、外)三部分含鹽量變化

浸泡天數 項目			第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 24 天	第 30 天	第 36 天
秤重	第一次(秤重)		72.734	73.177	67.213	77.67	77.683	72.297
	第二次		70.532	70.103	62.462	73.665	73.294	67.252
水份	減少水份		2.202	3.074	4.751	4.006	4.389	5.045
	減少水份%		3.03	4.20	7.06	5.15	5.65	6.98
蛋黃	羅氏色卡顏色		12 	12 	13 	13 	14 	14 
	直徑對 邊 mm	長	51.91	40.37	38.20	38.56	34.20	28.19
		短	48.44	37.10	35.80	36.26	32.10	30.96
		平均	50.20	38.74	37.00	37.41	33.15	29.58
	重量 g		25.811	22.891	21.259	23.360	22.096	16.43
	加水成 ml		131	106	97	141	98	80
	鹽度計%		4	5	6	5	8	10
	含鹽量%		2.03	2.33	2.73	3.02	3.53	4.93
	鹽重量 g		0.52	0.53	0.58	0.705	0.78	0.81
加熱蛋黃油出現量			液面一點	液面一點	液面一小片	液面一小片	液面一片	液面一片
內蛋白	重量 g		14.496	14.352	15.412	16.071	13.270	13.120
	加水成 ml		33	63	32	24	34	37
	鹽度計%		13	8	15	23	15	15
	含鹽量%		2.98	3.50	3.13	3.43	3.89	4.23
	鹽重量 g		0.43	0.502	0.482	0.5512	0.516	0.555
外蛋白	重量 g(取樣)		10.151	10.136	10.102	10.016	10.113	10.012
	黏度		3.70	3.10	3.02	2.52	2.40	2.13
	加水成 ml		40	30	50	20.5	35	48
	鹽度計%		8	13	8	20	14	11
	含鹽量%		3.15	3.78	3.79	4.10	4.85	5.27
	鹽重量 g		0.32	0.38	0.38	0.41	0.49	0.53
總鹽量 g 重			1.27	1.412	1.442	1.666	1.786	1.896

表三.2 浸泡在 15%鹽水蛋含鹽變化

項目 \ 浸泡天數	第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 24 天	第 30 天	第 36 天
蛋黃含鹽量%	2.53%	3.09%	3.43%	4.12%	4.80%	4.90%
內蛋白含鹽量%	3.23%	4.10%	5.02%	5.36%	6.36%	6.50%
外蛋白含鹽量%	3.47%	4.40%	5.32%	5.96%	6.74%	7.23%

表三.3 浸泡在 20%鹽水蛋含鹽變化

項目 \ 浸泡天數	第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 24 天	第 30 天	第 36 天
蛋黃含鹽量%	2.85%	3.73%	4.02%	5.05%	5.94%	6.13%
內蛋白含鹽量%	3.39%	4.78%	6.93%	7.95%	8.03%	8.57%
外蛋白含鹽量%	4.95%	6.50%	7.53%	8.37%	9.46%	9.64%

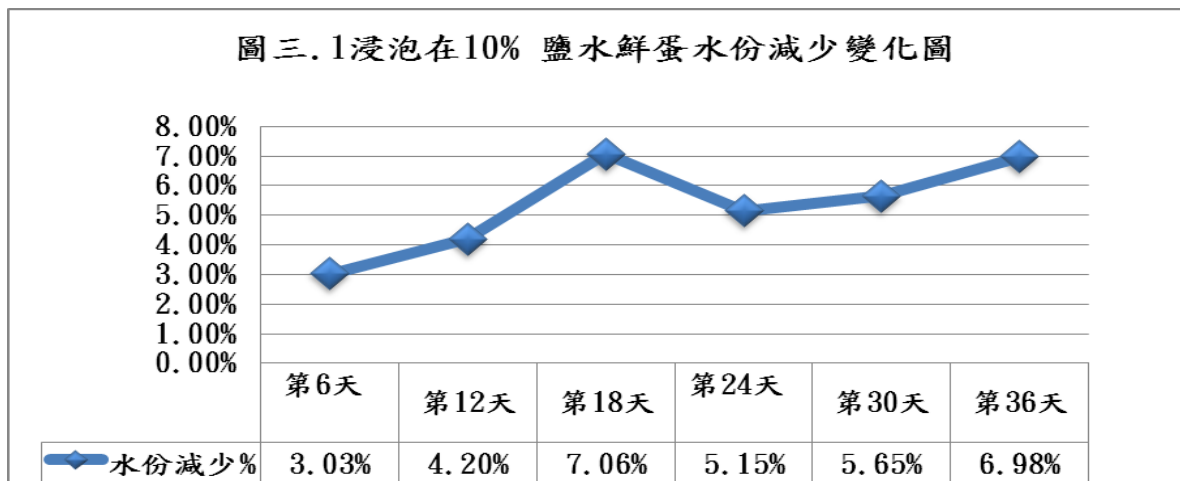
表三.4 浸泡在 25%鹽水蛋含鹽變化

項目 \ 浸泡天數	第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 24 天	第 30 天	第 36 天
蛋黃含鹽量%	3.81%	4.23%	4.98%	5.43%	6.25%	6.83%
內蛋白含鹽量%	4.59%	7.38%	10.10%	11.49%	12.43%	12.73%
外蛋白含鹽量%	7.36%	9.37%	10.25%	12.57%	13.52%	13.93%

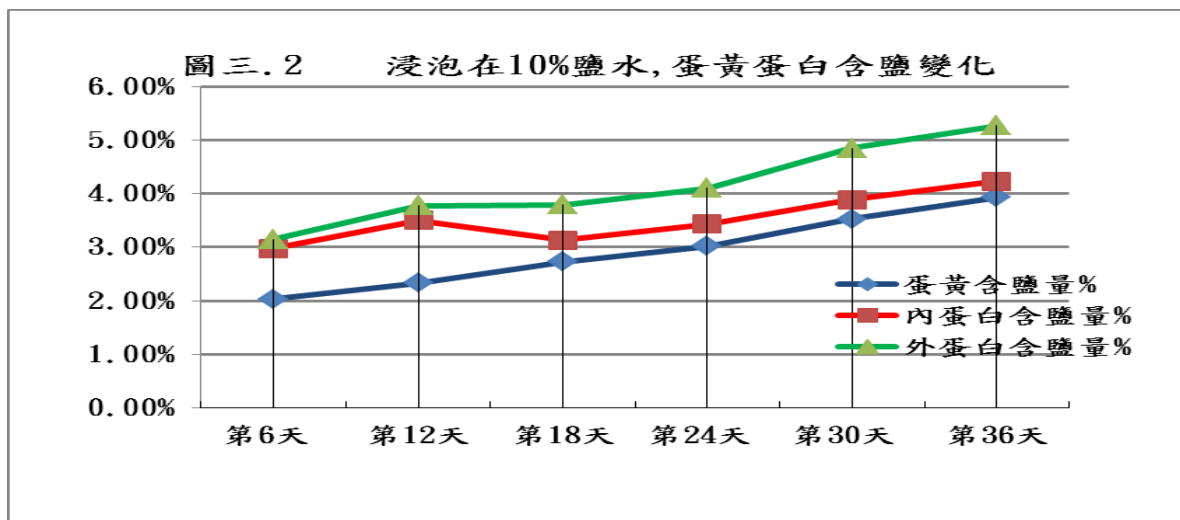
表三.5 浸泡在 30%鹽水蛋含鹽變化

項目 \ 浸泡天數	第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 24 天	第 30 天	第 36 天
蛋黃含鹽量%	2.75%	3.37%	4.02%	4.62%	5.35%	5.49%
內蛋白含鹽量%	3.12%	3.85%	4.53%	5.32%	6.78%	6.91%
外蛋白含鹽量%	4.12%	4.63%	5.73%	6.70%	7.96%	7.96%

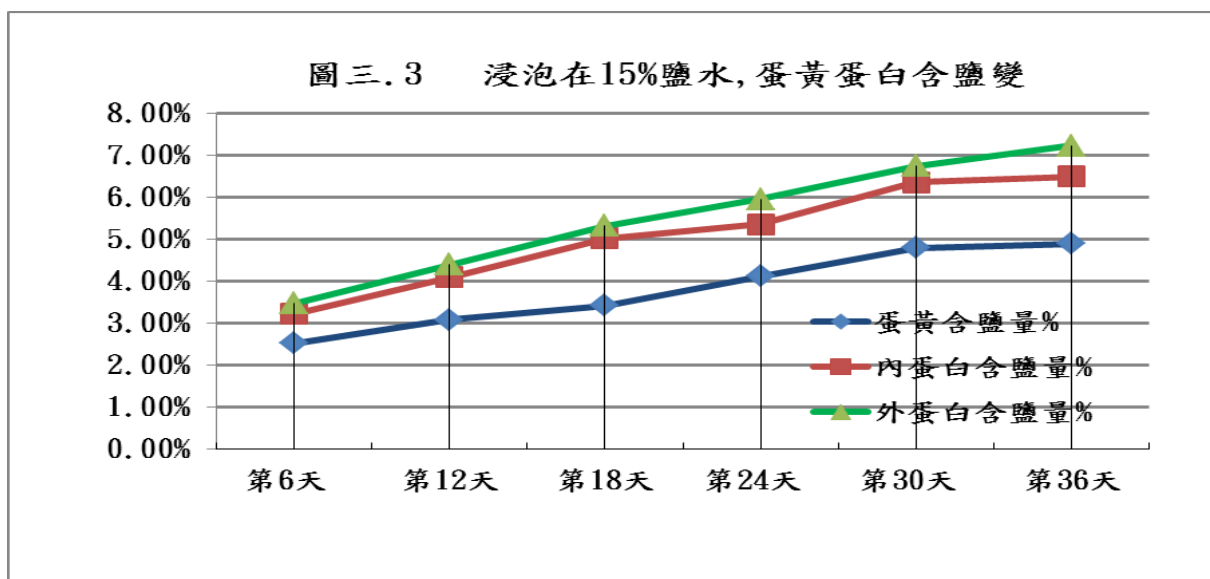
圖三.1 浸泡在 10%鹽水的鴨蛋，減少水份變化圖



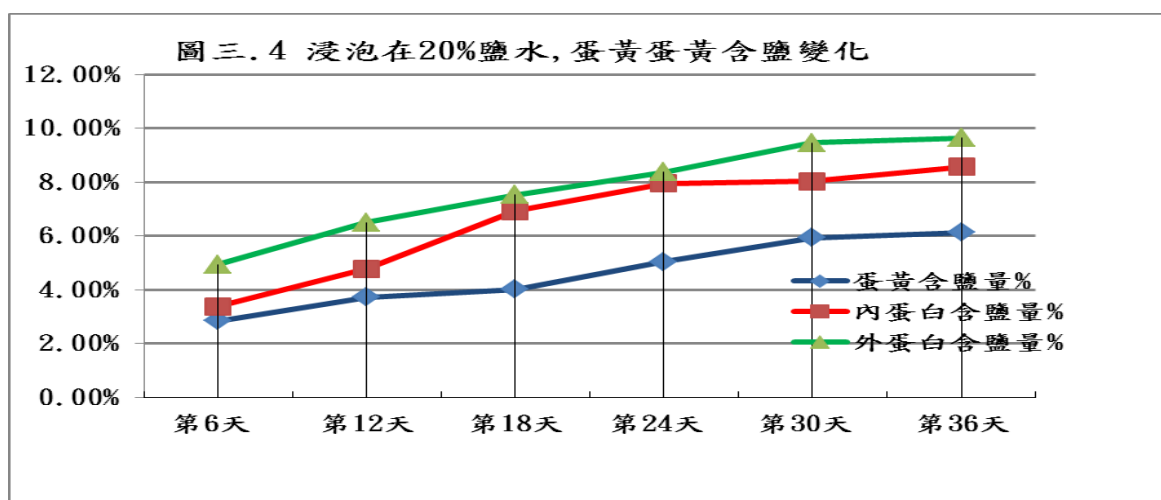
圖三.2 浸泡在 10%鹽水蛋含鹽變化



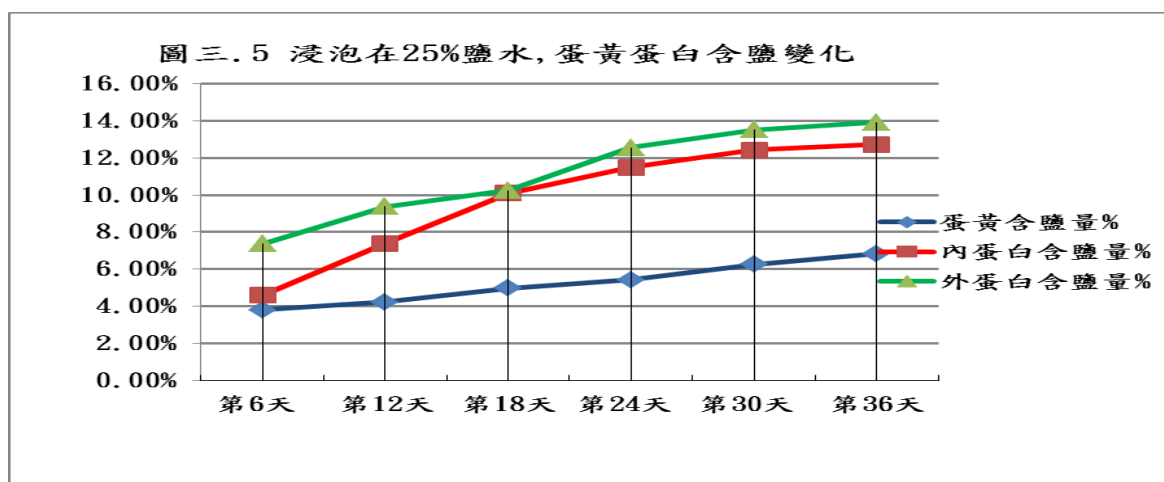
圖三.3 浸泡在 15%鹽水蛋含鹽變化



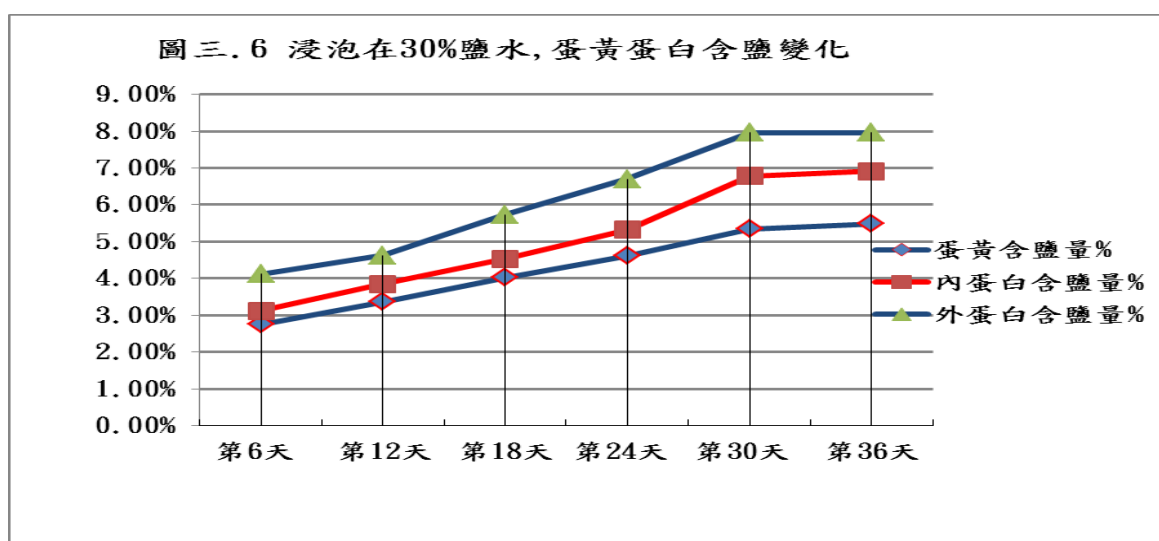
圖三.4 浸泡在 20%鹽水蛋含鹽變化






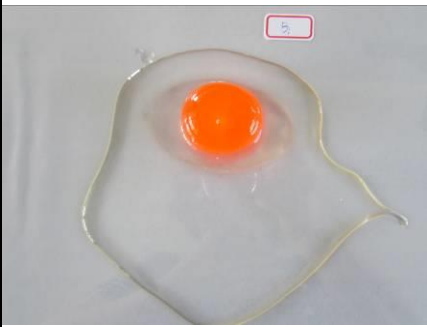
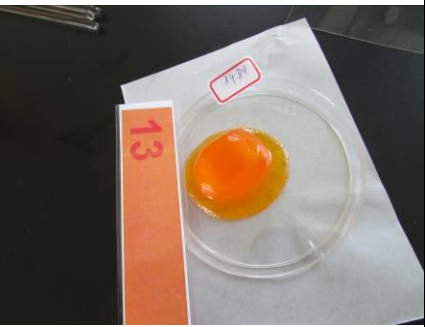


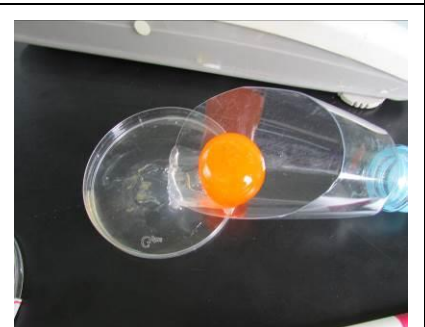
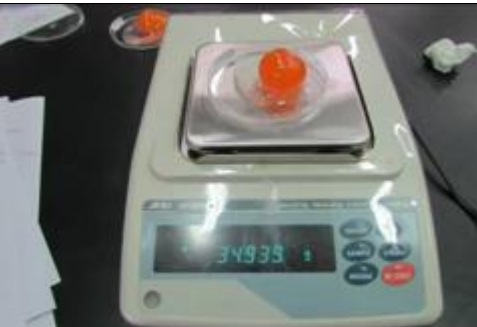
圖三.5 浸泡在 25%鹽水蛋含鹽變化



圖三.6 浸泡在 30%鹽水蛋含鹽變化



(三) 實驗照片：

		
1. 比重測試	2. 浸泡在 10% 鹽水的鴨蛋	3. 浸泡在 30% 鹽水的鴨蛋
		
4. 把蛋打開，分成蛋黃、蛋白 (內、外)三部分	5. 觀察蛋黃顏色(羅氏色卡比對)	6. 與鮮蛋黃比較淡黃顏色
		
7. 數位游標尺量測蛋黃長度	8. 分離蛋黃與內蛋白	9. 電子秤秤重

研究四：製作鹹蛋用紅土鹽泥塗佈法

(一) 實驗步驟：

1. 用鴨場提供的紅土曬乾，天然鹽製成飽和溶液(加熱沸騰放冷)。
2. 紅土 500 克加水 250ml 鹽飽和溶液攪拌均勻製成鹽泥。
3. 把前置作業合乎標準的鮮蛋用鹽泥塗抹厚 2~3mm，放進塑膠透明罐蓋子旋緊，放陰涼處。
4. 每 6 天取出一顆，洗淨稱重，算出水份減少量
5. 依研究三的鹹蛋含鹽量分析，操作實驗步驟。
6. 取 10 克均勻製成鹽泥，加水 100ml 攪拌後澄清，用鹽度計測量鹽度。

(二) 實驗結果

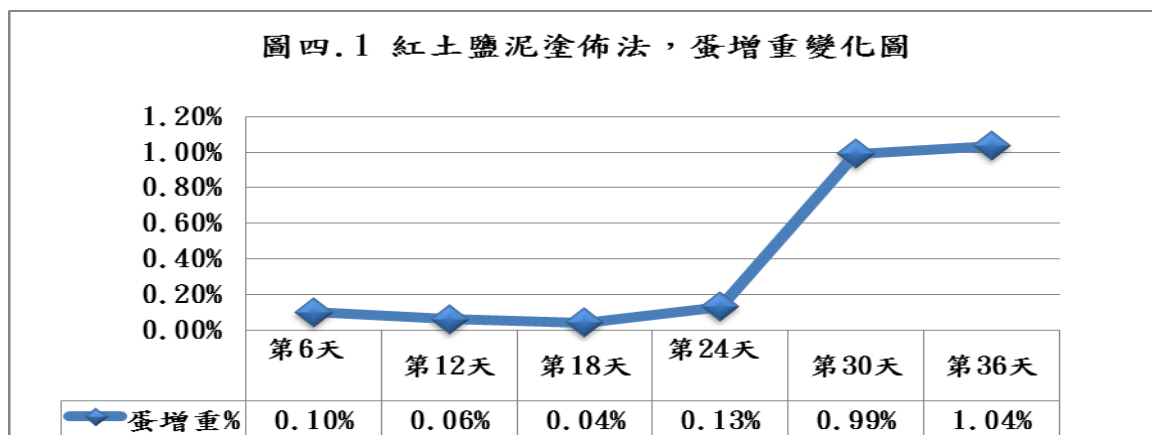
1. 鹽泥含鹽 10.24%。
2. 蛋隨著天數增加會愈來愈重

3. 鹹蛋含鹽量分析如表四.1 和圖四.1。

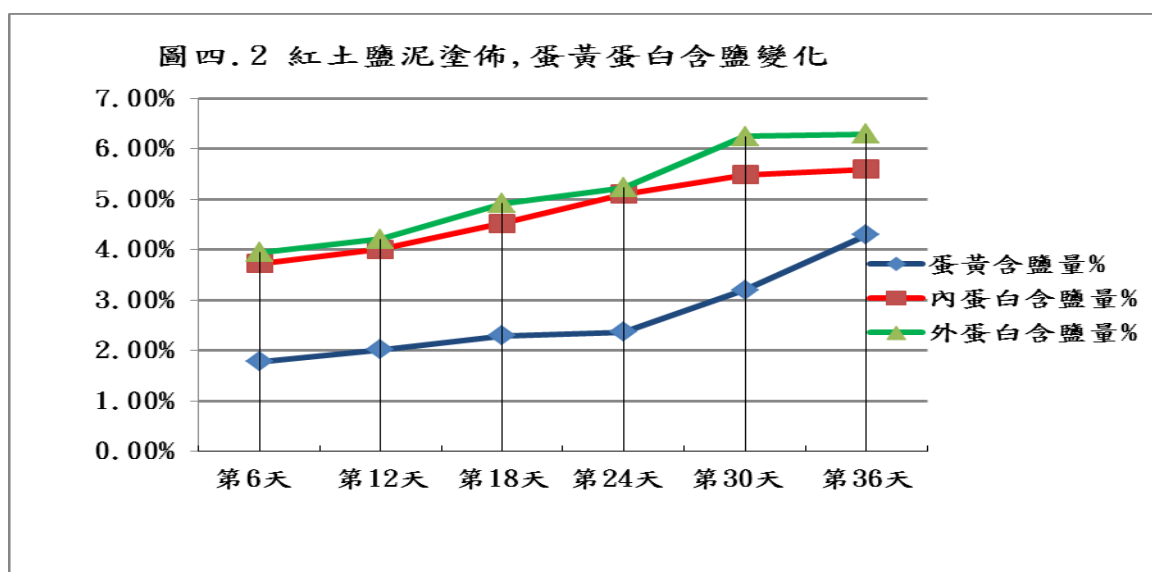
表四.1 紅土鹽泥塗佈法鹹蛋含鹽變化

浸泡天數 項目		第 6 天	第 12 天	第 18 天	第 24 天	第 30 天	第 36 天
秤 重	第 1 次(秤重)	70.318	84.263	78.675	76.536	83.131	79.844
	第 2 次	70.386	84.308	79.020	76.644	83.954	80.680
	增重第(2-1)次	0.068	0.044	0.345	0.100	0.823	0.836
	增重%	0.1%	0.06%	0.04%	0.13%	0.99%	1.036%
蛋黃含鹽量%		1.78%	2.02%	2.30%	2.37%	3.20%	4.30%
內蛋白含鹽量%		3.73%	4.01%	4.53%	5.10%	5.49%	5.60%
外蛋白含鹽量%		3.95%	4.21%	4.92%	5.23%	6.25%	6.30%

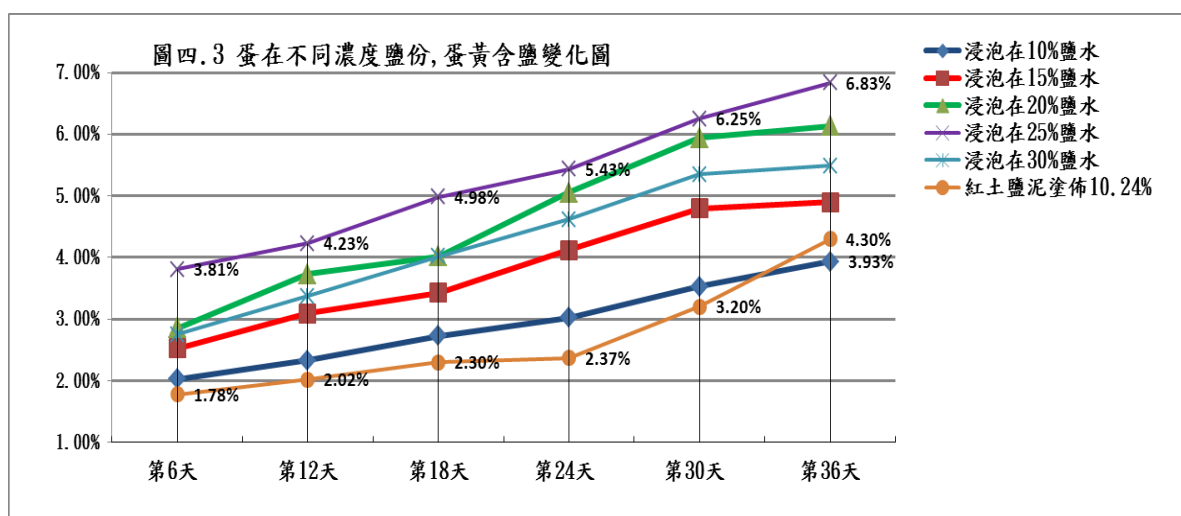
圖四.1 紅土鹽泥塗佈法，蛋增重變化



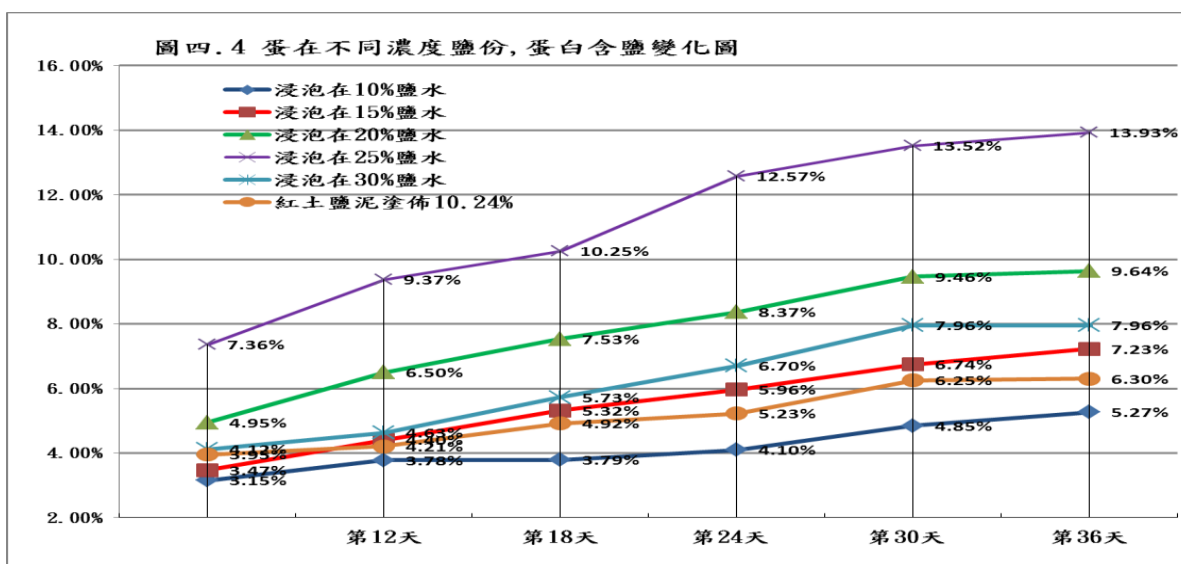
圖四.2 紅土鹽泥塗佈法鹹蛋含鹽變化




圖四.3 蛋在不同濃度鹽份, 蛋黃含鹽變化圖



圖四.4 蛋在不同濃度鹽份, 蛋白含鹽變化圖



(三) 實驗照片

		
<p>1. 紅土曬乾，</p>	<p>2. 天然鹽製成飽和溶液</p>	<p>3. 紅土 500 克加水 250ml 鹽飽和溶液攪拌均勻製成鹽泥</p>



(四) 討論

1. 用紅土鹽泥塗佈法鹹蛋，蛋的重量不會減少反增，增加的重量是紅土的鹽份。
2. 由表四.1 與圖四.1，紅土鹽泥塗佈法鹹蛋含鹽鹽分濃度與浸泡(10%鹽水)36 天相當，圖四.2 與圖四.3 用鹽水浸泡，鹽滲入蛋速度很快，很難控制，但把鹽泥塗厚薄可控制鹽份。
3. 當濃度愈高，食鹽入蛋速度快，但對蛋白而言它也快，可是蛋黃卻緩慢。

研究五：鹹蛋塗佈泥土的選擇。

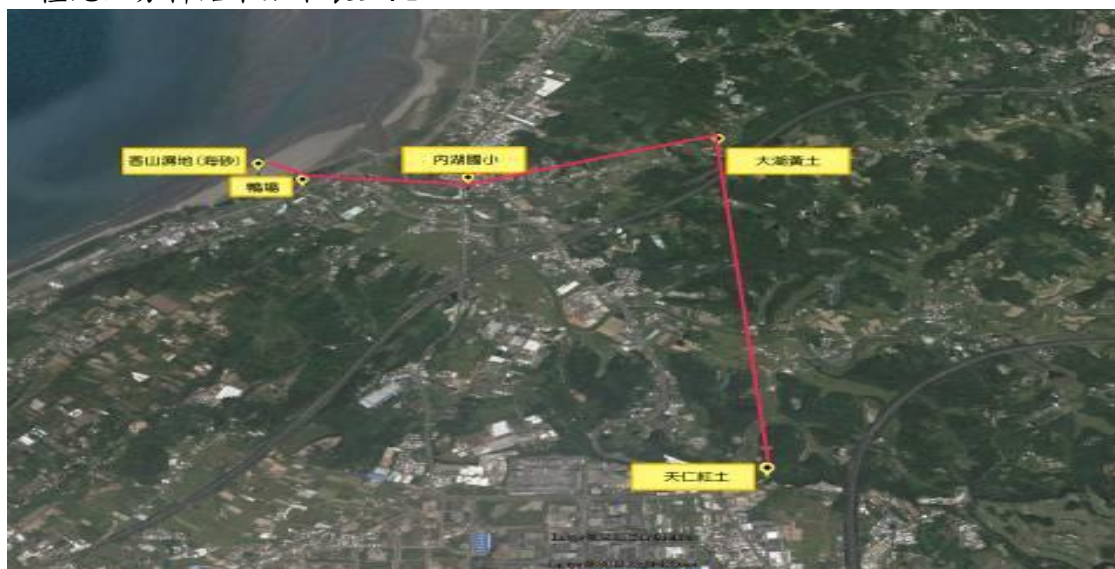
(一) 實驗步驟：

1. 找尋乾淨泥土，不含腐敗質物，曬乾後與本地鴨場使用的紅土作分析比較。
2. 用四種篩網，分出五種顆粒大小的泥土，秤重算出比例。
3. 觀察外觀顏色，取出最大顆粒的泥土 50 克，加水 100ml 攪拌，是否易變成泥漿。
4. 最小顆粒的泥土 10 克，加水 100ml 攪拌，用 PH 計測酸鹼值。
5. 取泥土 100 克，加水 100ml 攪拌，靜置成沉澱，秤約 20 克含水泥放在培養皿，放至通風處，每 12 小時秤重一次，直至重量不變。
6. 在培養皿放最小顆粒的泥土 10 克，加水 10ml 攪拌後，觀察其吸附性，靜置乾燥後秤重，算出含水量。
7. 用自製震動器，把步驟 5 黏在培養皿的泥土震散，統計次數。把泥土噴溼後，微濕重複步驟 7。
8. 取泥土 200 克，加飽和食鹽水 100ml 攪拌均勻後，塗敷在鴨蛋表面，放置二小時後，觀察其覆蓋情形，再依研究四實驗步驟 3、4 操作。
9. 取採集曬乾後的泥土，100 克，加過飽和鹽水 50ml 攪拌均勻，塗佈在 3 顆鮮蛋上，12 天後，觀察 36 天，測量蛋的含鹽量。

(二) 實驗結果

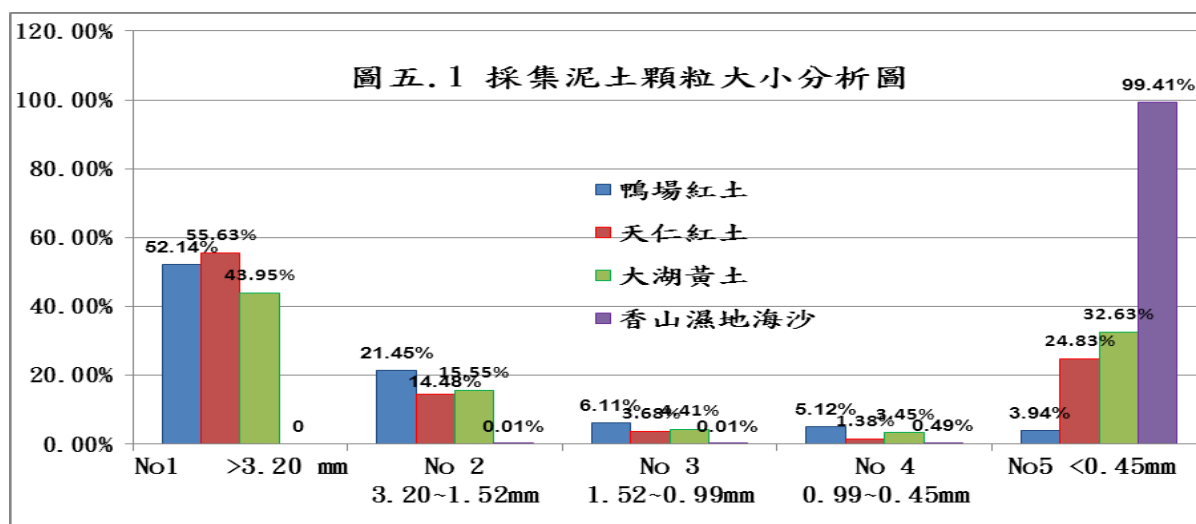
1. 採集 3 個地點，用 Goole Earth 經緯度定位如下圖。
2. 最大顆粒的泥土，除了海沙沒有大顆粒，三種泥土易變成泥漿。
3. 海砂覆蓋吸水率差，震動 1 次就鬆散掉，天仁紅土與鴨場紅土效果相當，黃土黏結率和含水率最佳。
4. 製成鹽泥海沙含鹽 6.27%，黃土含鹽 5.27%，天人紅土含鹽 8.75%。

5. 四種泥土分析結果如下表五.1



表五.1 採集泥土分析

來源 採集地	顆粒大小 mm					總重 g	PH 值
	No1 >3.20	No 2 3.20~1.52	No 3 1.52~0.99	No 4 0.99~0.45	No 5 <0.45	組成%	
鴨場紅土 24°44' 29.06" 北 120°53' 45.96" 東	261.2 52.14%	107.5 21.45%	30.6 6.11%	25.6 5.12%	76 3.94%	501 100%	4.72
天仁紅土 24°42' 54.03" 北 120°55' 29.72" 東	280 55.63%	72.8 14.48%	18.5 3.68%	6.9 1.38%	124.9 24.83%	503 100%	4.46
大湖黃土 24°44' 46.53" 北 120°55' 23.94" 東	229 43.95%	81 15.55%	23 4.41%	18 3.45%	170 32.63%	521 100%	5.31
香山濕地海砂 24°44' 36.71" 北 120°53' 31.96" 東	0 0	0.3 0.005%	0.3 0.005%	2.5 0.49%	509.2 99.41%	512 100%	7.15



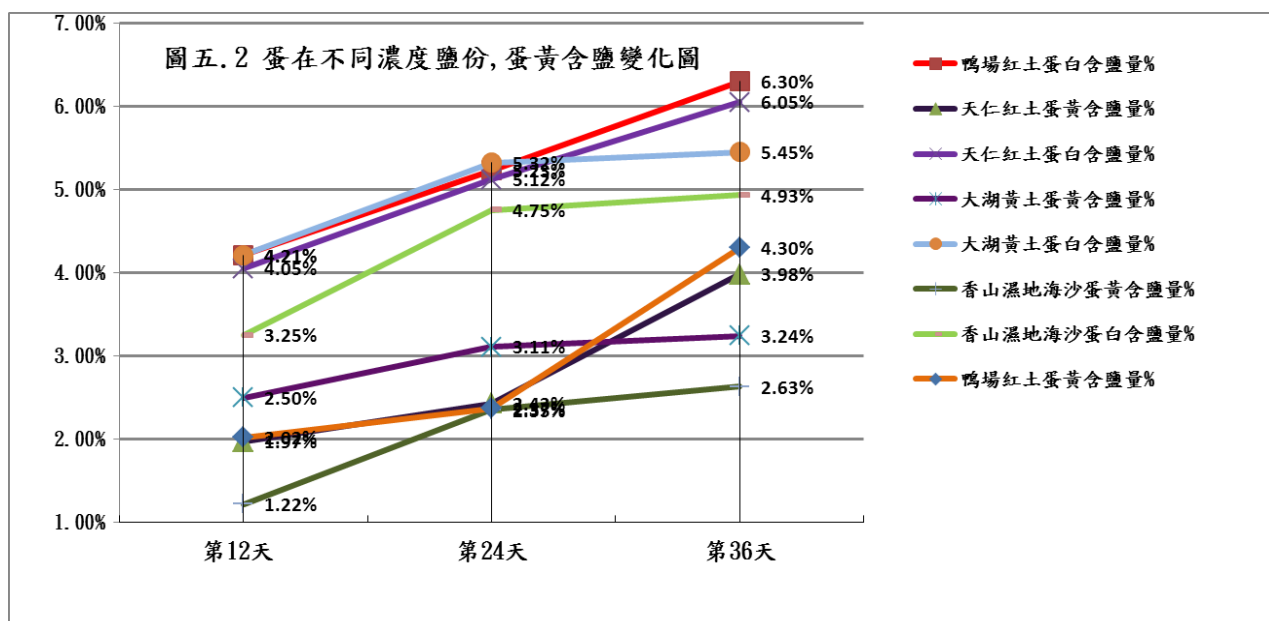
表五.2 採集泥土(吸水、黏度測試)分析

採集泥土 測試項目		鴨場紅土	天仁紅土	大湖黃土	香山濕地海沙
吸水 測試	第 1 次秤重	20.185	20.841	20.203	20.179
	第 2 次秤重	18.182	18.854	17.635	48.042
	第 3 次秤重	13.702	14.563	13.334	15.323
	第 4 次秤重	13.700	14.567	13.299	15.318
	吸水量	6.485	6.274	6.904	4.861
	吸水率%	32.12%	30.10%	34.17%	24.09%
黏結 度測 試	第 1 次泥+水	10.096	10.010	10.036	9.998
	500 克重震動	9 次	6 次	25 次	1 次
	第 2 次泥+水	11.011	11.013	11.023	11.012
	500 克重震動	10 次	8 次	32 次	1 次
	第 3 次泥+水	12.007	12.012	12.015	12.017
	500 克重震動	21 次	13 次	64 次	1 次

表五.3 取採不同種類的泥土，製成鹽泥，塗佈在蛋上，蛋含鹽變化記錄

浸泡天數 項目		第 12 天	第 24 天	第 36 天	備註
鴨場紅土 鹽泥含鹽 (10.24%)	蛋黃含鹽量%	2.02%	2.37%	4.30%	鹽泥可以附著 在蛋面
	內蛋白含鹽量%	4.01%	5.10%	5.60%	
	外蛋白含鹽量%	4.21%	5.23%	6.30%	
天仁紅土 鹽泥含鹽 (8.75%)	蛋黃含鹽量%	1.97%	2.43%	3.98%	鹽泥可以附著 在蛋面
	內蛋白含鹽量%	3.78%	4.39%	5.35%	
	外蛋白含鹽量%	4.05%	5.12%	6.05%	
大湖黃土 鹽泥含鹽 (8.27%)	蛋黃含鹽量%	2.50%	3.11%	3.24%	蛋白成淡黃色 泥土味很重
	內蛋白含鹽量%	3.52%	4.79%	5.12%	
	外蛋白含鹽量%	4.21%	5.32%	5.45%	
香山濕地海沙 鹽泥含鹽 (6.27%)	蛋黃含鹽量%	1.22%	2.35%	2.63%	蛋面海沙少量 不容易附著在 蛋面
	內蛋白含鹽量%	2.37%	3.01%	3.82%	
	外蛋白含鹽量%	3.25%	4.75%	4.93%	

圖五.2 取採不同種類的泥土，製成鹽泥，塗佈在蛋上，蛋含鹽變化圖



(三) 實驗照片

		
1. 大湖黃土	2. 天仁紅土	3. 香山濕地海沙
		
4. 用四種篩網，分出五種顆粒大小的泥土	5. 秤重算出比例	6. 秤約 20 克含水泥放在培養皿

		
<p>7. 放至通風處，每 12 小時秤重一次，直至重量不變。</p>	<p>8. 用自製震動器，黏在培養皿的泥土震散，統計次數。</p>	<p>9. 震散的黃土</p>
		
<p>10. 黃土醃製鴨蛋</p>	<p>11. 海沙醃製鴨蛋</p>	<p>12. 黃土醃製鴨蛋，蛋白成淡黃色 泥土味很重</p>

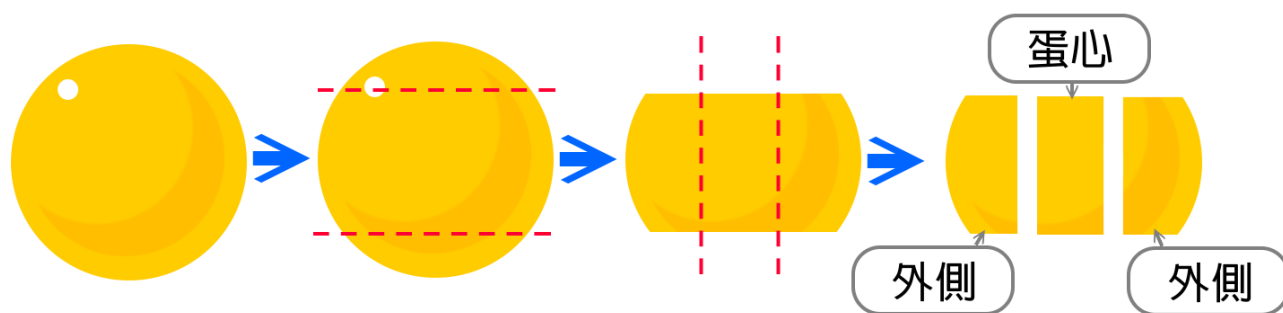
(四) 討論

1. 由上述經過吸水、黏結度測試實驗，選用黃土是最佳，用黃土製成的鹽泥會使蛋白成淡黃色泥土味很重。
2. 紅土是因 PH 低(大約 4 左右)，含有機物較少，微生物不易增殖，粘性佳，易包覆蛋。
3. 紅土：火山期過後，較為年輕的土壤，黏度強排水不良且缺乏養份，一般僅有較耐濕性之植物能生存其上，以林口台地之紅土為代表，其上常見相思樹林！黃土：肥份及排水性皆優於紅土，具微酸性，能種植大多數種類的植物，因為價格相對低廉，可以應付大多數種植用途需求，一般多作為植物培植及庭園用土！所以不是泥土都可製成鹽泥。

研究六：探討不同濃度的鹽水在蛋中的滲透擴散程度







(一) 實驗步驟：

1. 把研究二和研究三製作第 24 天的鹹蛋用電鍋煮熟放冷對半切開。
2. 用數位游標尺量測蛋黃直徑長度、觀察蛋黃顏色(羅氏色卡比對)，把蛋黃小心取出，如下圖 6.1 切成三等份(外側、中心、外側)，把外側、中心分別秤重。
3. 加入 100ml 水，用攪拌器打碎，加熱板加熱。用鹽度計測鹽度，量測容易體積，計算出鹽含量。
4. 蛋白取樣約 10 克，重複步驟 3。

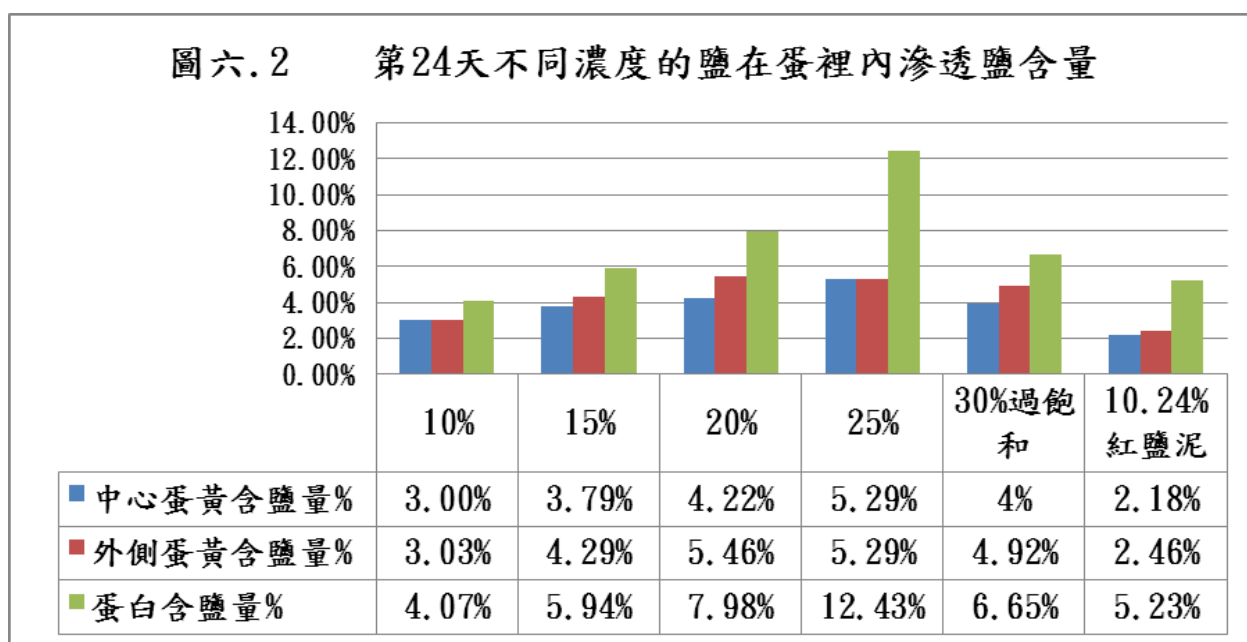


蛋黃採樣圖六.1

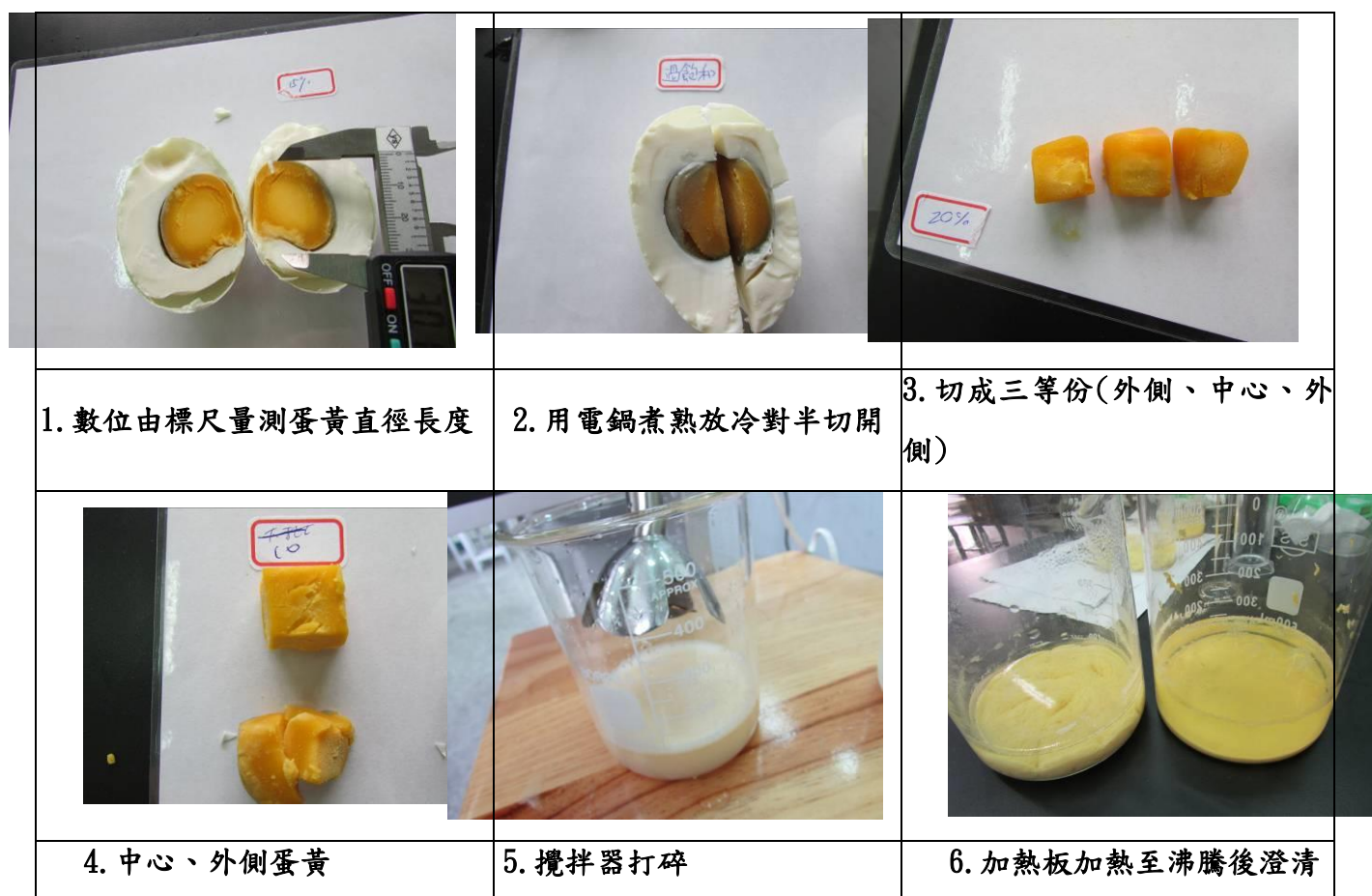
(二) 實驗結果如下表六.1: 蛋黃 (外側、中心、外側)、蛋白含鹽記錄

浸泡第 24 天 項目			10%	15%	20%	25%	過飽和 30%	紅鹽泥 10.24%
蛋黃	氏色卡顏色		11 	11 	12 	13 	13 	11 
	直徑 對邊 mm	長	31.28	30.15	29.07	24.99	34.99	31.07
		短	30.16	26.24	28.27	24.72	24.72	26.15
		平均	30.72	28.20	28.67	24.86	29.86	28.61
中心 蛋黃	重量 g		3.793	1.741	2.911	6.321	3.843	5.048
	加水成 ml		38	22	37	67	42	55
	鹽度計%		3	3	3	5	3	2
	含鹽量%		3.00%	3.79%	4.22%	5.29%	3.98%	2.18%
	品嘗鹹度		佳	佳	香、有油	很香有油 略鹹	香、有油	佳
外側 蛋黃	重量 g		4.132	2.446	4.123	6.321	4.055	6.514
	加水成 ml		25	35	45	67	45	4
	鹽度計%		5	3	5	5	2	40
	含鹽量%		3.03%	4.29%	5.46%	5.29%	4.92%	2.46%
	品嘗鹹度		佳	佳	香、有油	很香有油 略鹹	香、有油	佳
蛋白	重量 g		12.018	12.255	11.772	8.977	9.255	6.514
	加水成 ml		70	124	94	62	88	40
	鹽度計%		7	6	10	18	7	4
	含鹽量%		4.07%	5.94%	7.98%	12.43%	6.65%	5.23%
吃起來			好	鹹	鹹	很鹹	鹹	佳

圖六.2 不同濃度的鹽水在蛋中的滲透擴散程度



(三) 實驗照片



(四) 討論

1. 此研究是要證明，鮮蛋醃製時，蛋外的鹽泥或鹽水溶液中的鹽分，通過蛋殼、殼膜、蛋白、

滲入蛋黃、蛋黃中心，蛋黃內水分也不斷滲出，蛋黃要出大量的油，濃度要達4%以上。
鹹蛋好吃，鹹度很重要，浸漬鹽水的鹹蛋，不容易掌握鹹度。

2. 敷上紅土鹽泥的鹹蛋，蛋白很有水分很好吃，結合研究四，可以推理，蛋黃的水分到蛋白，又外殼是固體，不容易作交換，此方法可以緩和鹹度，所以市場賣的鹹蛋要特別標示是紅土鹹蛋，是保證不是很鹹的品質的保證。

研究七：鹹蛋黃的快速生成法 - 食鹽水溶液浸泡法

(一) 實驗步驟：

A: 室溫蛋黃食鹽水溶液浸漬法

1. 鮮鴨蛋用分蛋器把蛋黃和蛋白分離。
2. 製備飽和食鹽水溶液，裝入 500ml 的燒杯或保鮮盒裡，把 6 顆蛋黃放入。
3. 每 1 小時撈出一顆蛋黃沖洗後，放入鋁箔紙上，觀察蛋黃大小顏色(比色卡比對)，用電鍋蒸熟後，對半切開，觀察顏色，一半試吃，測其風味鹹度。
4. 一半放入 500ml 燒杯內，加入 200ml 水，用攪拌器打碎，加熱板加熱。
5. 用鹽度計測鹽份，測量體積，計算出鹽含量。

B: 冷凍蛋黃食鹽水溶液浸泡法

1. 鮮鴨蛋放置冷凍庫冰凍三天，取出放置室溫解凍 1 小時，剝開蛋殼，觀察蛋顏色大小。
2. 重複 A 實驗步驟 3~5 操作。

(二) 實驗結果

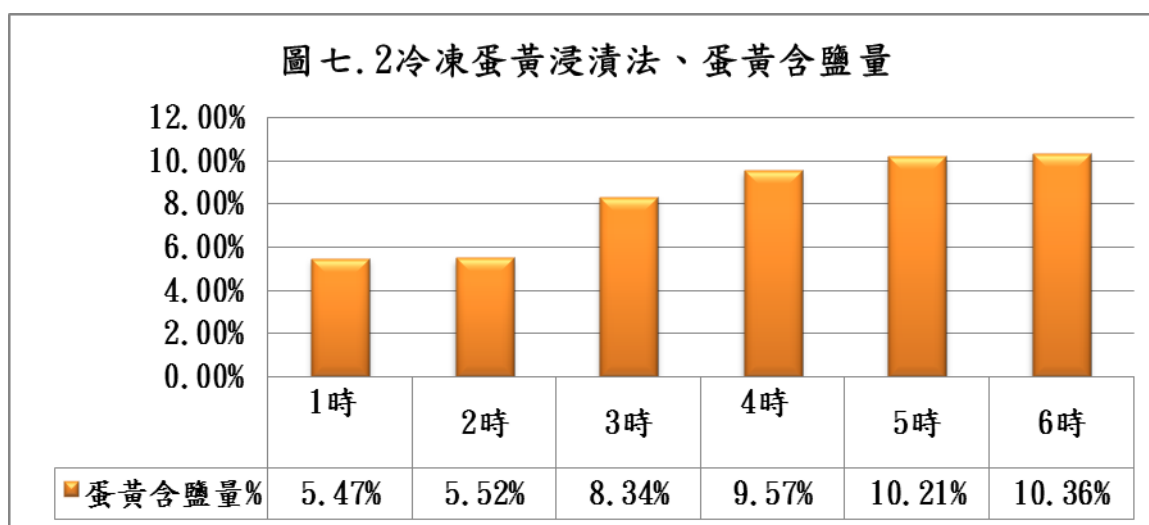
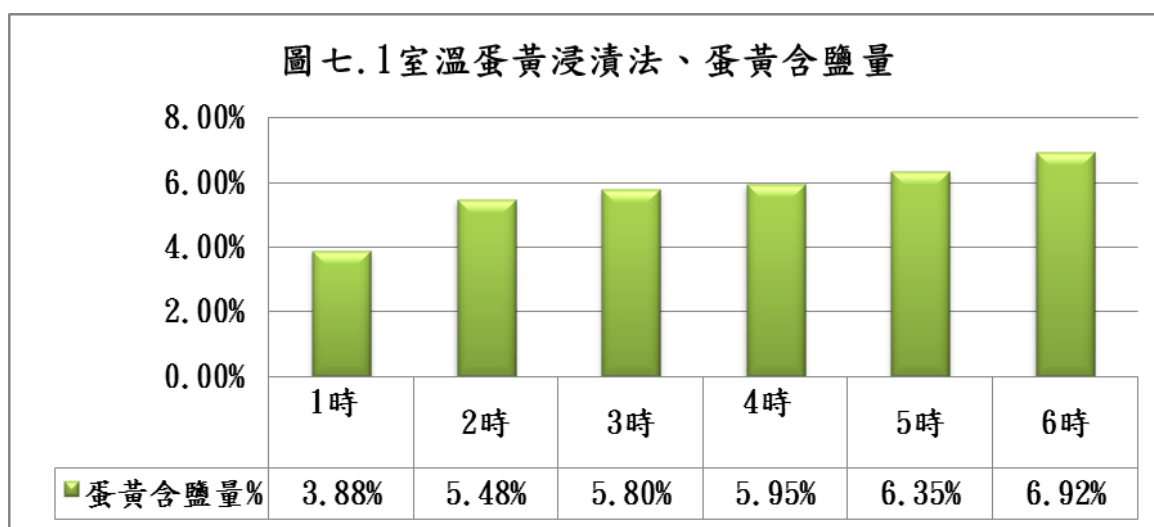
1. 結果如下表七.1、表七.2。

表七.1 室溫蛋黃浸漬法變化紀錄



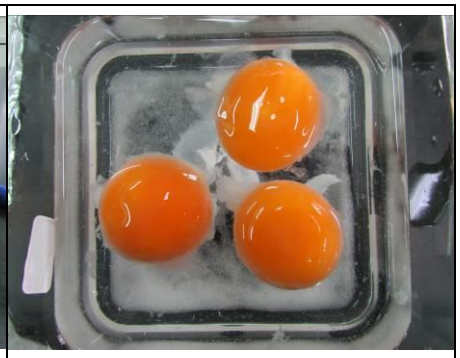

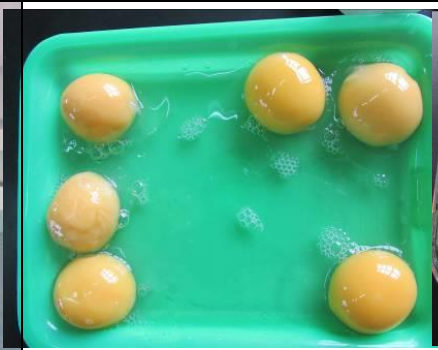

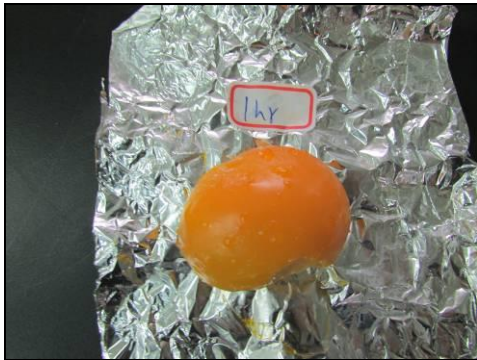
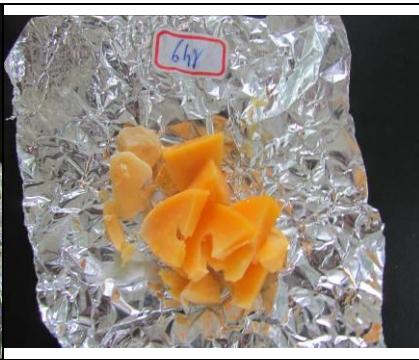

間 項 目 \ 浸漬時	1 時	2 時	3 時	4 時	5 時	6 時
蛋黃顏色	11	12	12	12	12	12
半顆蛋黃重量	10.657	6.844	8.275	9.416	9.440	9.361
加水成 ml	88	75	46	80	60	81
鹽度計‰	4	5	9	7	10	8
含鹽%	3.38	5.48	5.8	5.95	6.35	6.92
鹽量 g	0.352	0.375	0.414	0.56	0.6	0.648
全顆蛋黃鹽量 g	0.704	0.75	0.828	1.12	1.2	
吃起來	鬆、出油、略香、很好吃					

七.2 冷凍蛋黃浸漬法變化紀錄

項目 \ 浸漬時間	1 時	2 時	3 時	4 時	5 時	6 時
蛋黃顏色	11	11	11	11	11	11
半顆蛋黃重量	10.049	11.958	10.478	9.651	9.595	11.577
加水成 ml	50	66	88	77	70	80
鹽度計‰	11	10	10	12	14	15
含鹽%	5.47%	5.52%	8.34%	9.57%	10.21%	10.36%
鹽量 g	0.55	0.66	0.88	0.924	0.98	1.2
全顆蛋黃鹽量 g	1.10	1.32	1.76	1.848	1.96	2.4
吃起來	乾、有彈性		乾、鹹		很鹹、出油	



(三) 實驗照片

		
1. 用分蛋器把蛋黃和蛋白分離	2. 蛋黃放入飽和食鹽水溶液	3. 蛋黃放入飽和食鹽水溶液
		
4. 鮮鴨蛋放置冷凍庫冰凍三天	5. 放置室溫解凍 1 小時，剝開蛋殼	6. 蛋黃放入飽和食鹽水溶液
		
7. 冷凍蛋黃 1hr 蒸熟	8. 冷凍蛋黃 6hr 蒸熟切開	9. 室溫蛋黃浸漬 3hr 蒸熟

(四) 討論

1. 但把蛋黃、蛋白分開，只醃製蛋黃也可以變鹹蛋黃，由圖七.1、圖七.2 只要兩小時就可製成鹹蛋黃。
2. 冷凍蛋黃食鹽水溶液浸泡法，製作出來的鹹蛋黃形狀是圓球形的，但不好吃。

研究八：鹹蛋黃的快速生成法 - 直接放鹽法。

(一) 實驗步驟：

A: 冷藏放鹽法

鮮鴨蛋用分蛋器把蛋黃和蛋白分離。

1. 在 20×13×2(CM)的塑盒裡，鋪上紙布。
2. 置入蛋黃，依序放入 100mg、200mg、300mg、400mg、500mg、600mg 的鹽，均勻散在蛋上。
3. 冷藏 6 天後，觀察蛋黃大小顏色(以羅氏比色卡比對)，用電鍋蒸熟後，對半切開，觀察顏色，一半試吃，測其風味鹹度。

B: 室溫放鹽法

1. 在 20×13×6(CM)的保鮮盒裡，放入 1 公分厚的細食鹽，鋪上與保鮮盒同面積的紗。
2. 置入 6 顆蛋黃，依序放入 100mg、200mg、300mg、400mg、500mg、600mg 的鹽，均勻散在蛋上。
3. 室溫放置 6 時後，觀察蛋黃大小顏色(以羅氏比色卡比對)，用電鍋蒸熟後，對半切開，觀察顏色，一半試吃，測其風味鹹度。

(二) 實驗結果

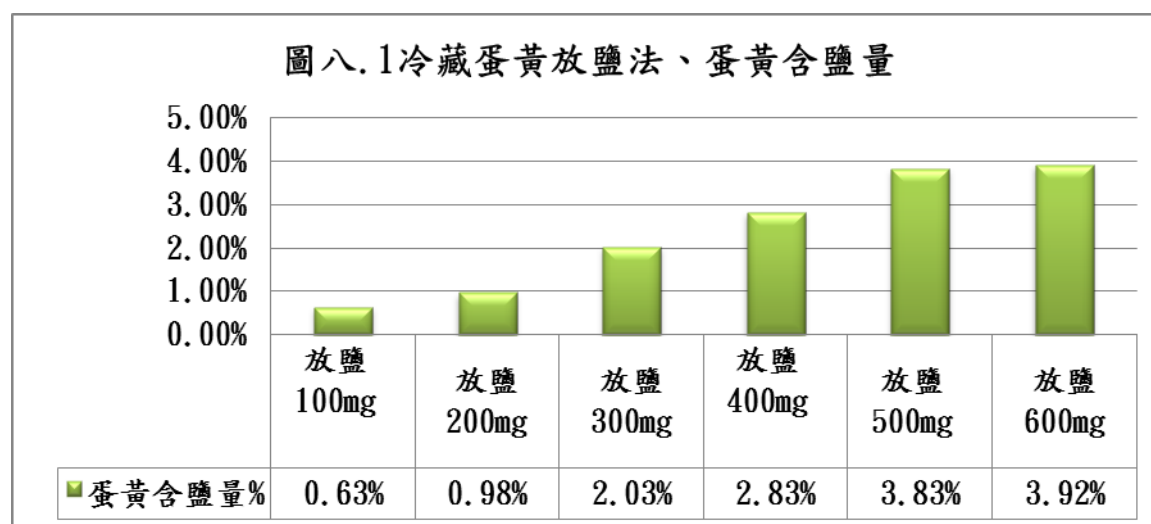
1. 冷藏一天後在蛋面上有白色鹽顆粒出現，在室溫的鹽完全溶解。
2. 含鹽量及口感如表八.1、表八.2

表八.1 冷藏放鹽法變化紀錄

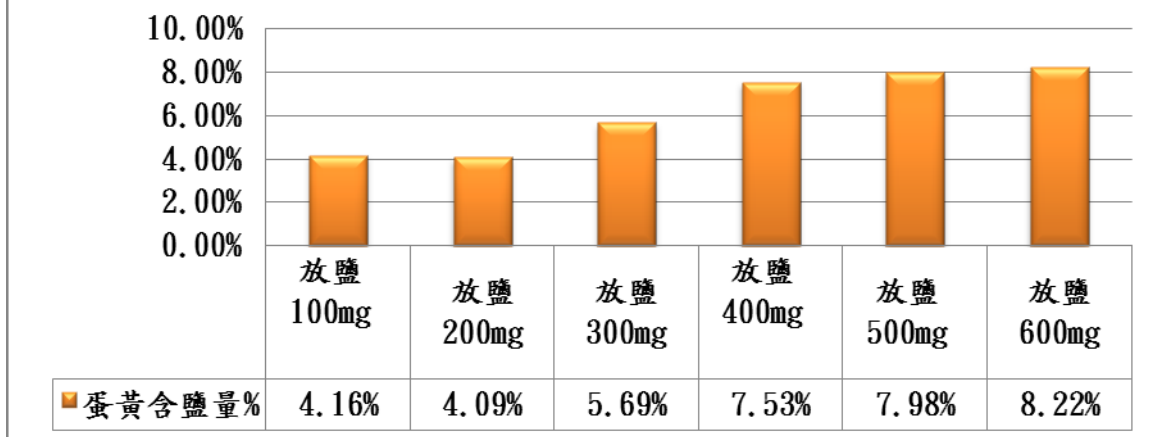
放鹽重量 項目	100mg	200mg	300mg	400mg	500mg	600mg
蛋黃顏色	13	13	13	13	13	13
半顆蛋黃重量	7.288	5.990	5.921	5.932	4.963	5.610
加水成 ml	23	59	40	56	95	74
鹽度計‰	2	1	3	3	2	3
含鹽%	0.63%	0.98%	2.03%	2.83%	3.83%	3.92%
鹽量 g	0.046	0.059	0.120	0.168	0.19	0.22
全顆蛋黃鹽量 g	0.092	0.118	0.240	0.336	0.380	0.440
吃起來	香、鬆、沙、可口、出很多油、 感覺不出有鹹味			香、鬆、沙、可口、出很多油、感 覺有一點點鹹味		

表八.2 室溫放鹽法

放鹽重量 項目	100mg	200mg	300mg	400mg	500mg	600mg
蛋黃顏色	11	12	12	12	12	12
半顆蛋黃重量	10.255	7.561	8.992	10.221	9.290	9.733
加水成 ml	61	62	64	77	57	80
鹽度計‰	7	5	8	10	13	10
含鹽%	4.16%	4.09%	5.69%	7.53%	7.98%	8.22%
鹽量 g	0.427	0.31	0.512	0.77	0.741	0.8
全顆蛋黃鹽量 g	0.854	0.62	1.014	1.54	1.482	1.6
吃起來	香、鬆、沙、可口、出油、鹹度恰好			香、鬆、沙、可口、出油、略鹹		



圖八.2室溫蛋黃放鹽法、蛋黃含鹽量



(三) 實驗照片

1. 在 20×13×6 的保鮮盒裡，放入 1 公分厚的細食鹽	2. 依序放入 100mg、~600mg 的鹽	3. 顏色變深
4. 在 20×13×2 的塑盒裡，鋪上紙布，放鹽	5. 冷藏鹽會析出在蛋黃上	6. 電鍋蒸熟後，切開品嚐

(四) 討論

1. 冷藏放鹽法可以製作低鹽好吃的鹹蛋黃，具有好吃 鮮、細、嫩、鬆、沙、油六大特點；可控制鹽用量和鹹度，是好方法，不用擔心食用過多的鹽。
2. 冷藏鹽會析出在蛋黃上，可以用更少的鹽來製作。

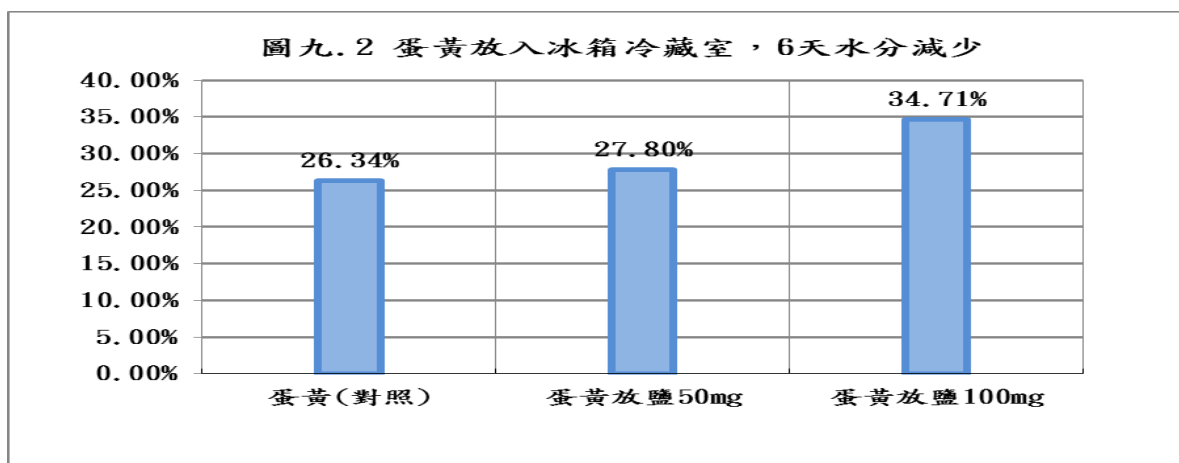
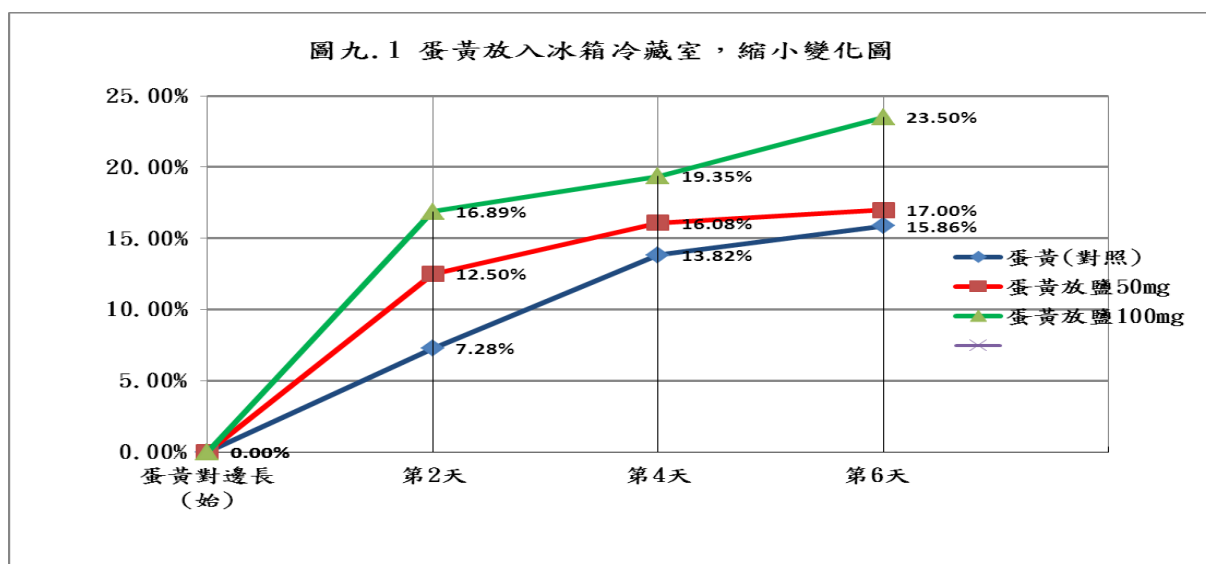
研究九：冷藏低鹽製作鹹蛋黃法。

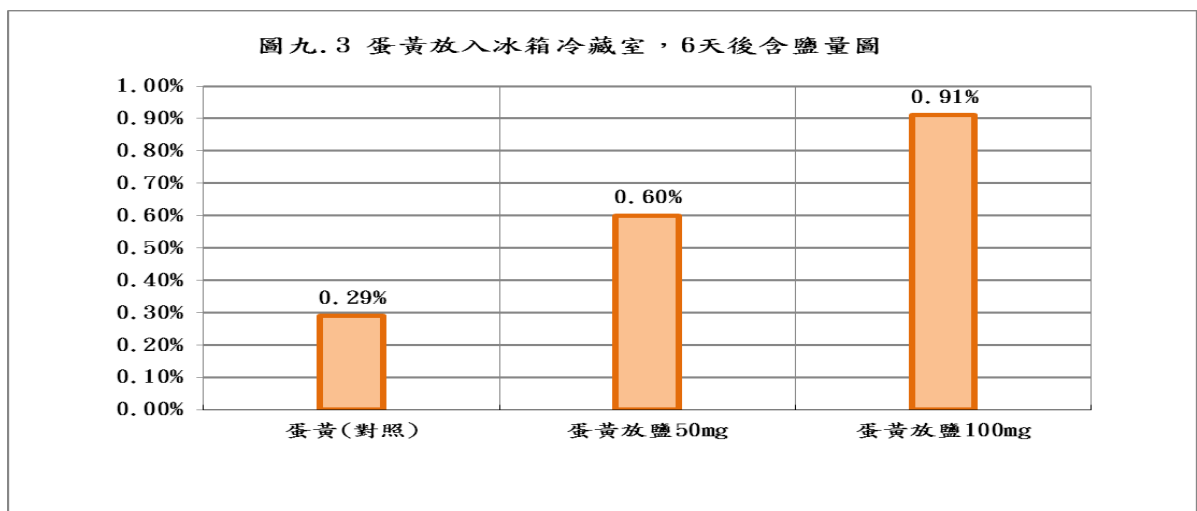
(一) 實驗步驟：

1. 在 30×20×2 的鐵盤裡，鋪上砂布，鮮鴨蛋用分蛋器把蛋黃和蛋白分離。
2. 蛋黃秤重後置入 6 顆蛋黃，依序放入 50mg 的鹽，均勻散在蛋上。放入冰箱冷藏，每 2 天用電子游標尺量測蛋黃大小。
3. 另一放 100mg 鹽，重複步驟 2。
4. 作鮮蛋黃比照實驗。
5. 冷藏 6 天後，觀察蛋黃大小顏色(比色卡比對)，用電鍋蒸熟後，對半切開，觀察顏色，一半試吃，測其風味鹹度。
6. 取約 1 克步驟 5 的製備的蛋黃，滴入硝酸銀溶液，觀察是否有白色沉澱物產生。

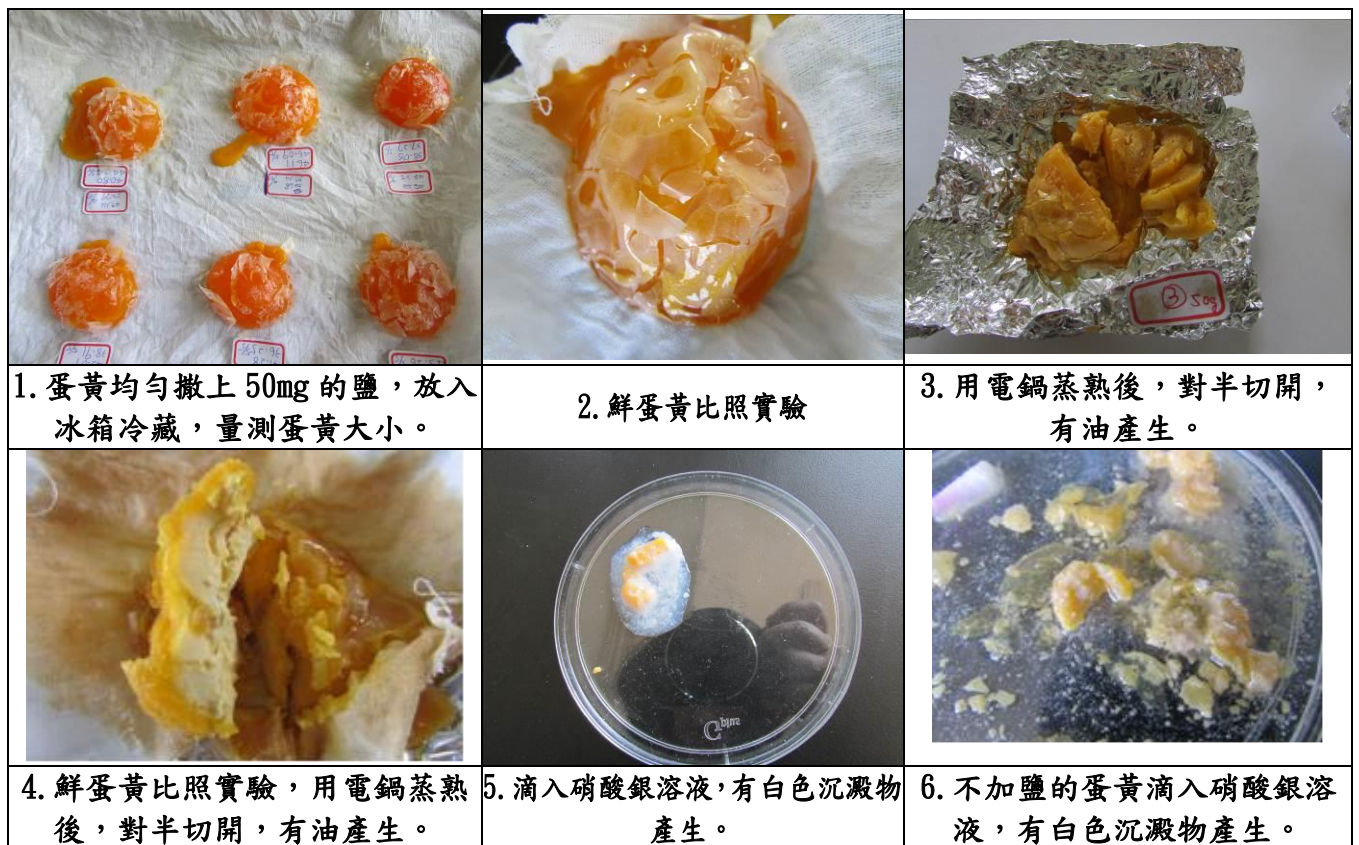
(二) 實驗結果

1. 蛋黃有無加鹽，都會減少水分，體積縮小，鹽份較多的蛋黃愈明顯。
2. 結果如附件表 9.1 和 9.2，把實驗數據平均做比較如下圖 9.1、圖 9.2、圖 9.3。





(三) 實驗照片



(四) 討論

1. 根據台灣養鴨協會分析鴨蛋黃本身含鈉(146 mg/100g)約為 365 mg 鹽，如果一顆蛋黃約 30 克，就含有 109.5 克得的鹽，所以此實驗證明，可以不加鹽，只要蛋黃減少水分，蒸熟後也會產生沙鬆油蛋黃的鹹蛋黃。

伍、 研究結論

1. 本研究每一個實驗都在探究鹽對蛋的影響，發現**鹽分**和**水分**是製作鹹蛋的關鍵點；傳統方法需**高鹽、耗時**才能製成沙、鬆、油的鹹蛋黃；但經過實驗證明，只要改變製作方法可以在不浪費蛋白下，成功製成低鹽(無鹽)好吃又具有沙、鬆、出油的蛋黃。
2. 鹽對蛋作用 --生鮮蛋黃內的脂肪由於與蛋白質結合在一起，看不出含有油脂，但用鹽醃漬過後，**鹽分滲入蛋內**，**蛋黃中的一部分水分就被迫往外滲透**，**脂肪會濃縮積聚**。鹹蛋黃加熱後，蛋白質凝固，黃色油脂就產生，蛋黃含有的紅黃色卵黃素及胡蘿蔔素，溶於蛋黃油呈紅黃色，增加鹹蛋的感官性狀，**鹹鴨蛋出油則是醃好的指標**。
3. 傳統的鹹蛋製法有二種，一是把將蛋浸漬在鹽水中，依鹽水濃度調整所需時間，口感較差，且品質較不穩定；另一是使用紅土的古老製法，製程時間雖長但很好吃，共同點是鹹鴨蛋的含鹽量很高，一顆就超標；現代人對食物營養要求為“吃出營養，吃出健康”注重飲食，此種家庭式產業可能要變成夕陽產業。
4. 本研究發現，**鮮蛋變鹹蛋的過程需要減少水分和加鹽**，要吃好吃的鹹蛋黃，不用去買，在家就可以自製，使用冷藏放鹽法自行控制鹽分，甚至無需放鹽也可製作鬆、沙、油的無鹽的蛋黃，分離出的蛋白也可再利用，若是能吃自己做的鹹蛋，那一定會吃得更健康，而且也會吃出一份成就感喔！。
5. 紅土是製作傳統鹹蛋的主角，對鹹蛋有保持水分調節鹹度的功用，不是任何泥土都可用，使用對的泥土，製作好吃的鹹蛋，不當的泥土(黃土、海沙)，會前功盡棄，透過實驗，我們幫鴨場老闆在學區附近找到可用的紅土，可不用去桃園觀音運土了。

陸、 參考資料

1. 第 54 屆全國科展 高苡婷、古昆翰、王亭文-『凍』人心『鹹』、『黃』金 Style—以冷凍凝膠法創作速成鹹蛋黃之新『蛋』生。
2. 食品科學概論- 曾道一、賈宜探，新文京開發出版。
3. 健康兩點靈 http://health.tvbs.com.tw/health_content/53/230951。
4. 鴨蛋與生活中之營養 陳盈豪，台灣養鴨協會。

柒、 其他

1. 感謝鴨場老闆技術經驗材料提供。
2. 感謝新竹教育大學 教授，實驗分析技術諮詢。

【評語】 080202

本作品從日常生活發現問題，實驗過程能自製測試黏度及震動器等器材，符合科學研究精神，但鹹蛋蛋黃直徑測量方式，可能會產生誤差，建議可以改善。