

醋酸處理對雞蛋殼鹽滲透性與顯微構造之影響⁽¹⁾

吳鈴彩⁽²⁾ 王錦盟⁽³⁾ 葉瑞涵⁽²⁾⁽⁴⁾ 陳怡兆⁽²⁾

收件日期：111 年 9 月 29 日；接受日期：112 年 4 月 30 日

摘 要

本研究旨在探討雞蛋經醋酸處理對蛋殼鹽滲透性的影響，以作為殼蛋加工產品開發之參考。以白殼來航雞雞蛋為試驗材料，逢機分為醋酸組（經 5% 醋酸浸泡 30 min）與對照組，測定其蛋殼顯微構造及蛋殼厚度與強度，結果顯示，醋酸處理造成蛋殼表面之顯微構造較不平整，且顯著降低雞蛋蛋殼強度（ $P < 0.05$ ）。將兩組之雞蛋浸泡於 20% 鹽溶液，於第 0、7、14 及 21 天測定雞蛋蛋白的鹽濃度，結果顯示，雞蛋經醋酸處理後，顯著提升鹽的滲透性（ $P < 0.05$ ）。進一步將二組雞蛋煮熟，於 5% 鹽濃度浸漬液中浸泡 15 天產製風味殼蛋產品，浸漬期間測定鹽濃度，於第 6 天起醋酸組的蛋黃與蛋白鹽濃度皆顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ）。風味殼蛋產品之一般成分分析與感官品評，兩組間蛋白或蛋黃的水分、粗蛋白質、粗脂肪及灰分，均無顯著差異。在感官品評方面，醋酸組的總接受性有高於對照組的趨勢（ $P = 0.07$ ）。綜上所述，雞蛋經 5% 醋酸 30 min 浸泡，可提升蛋殼對鹽的滲透性，此條件可作為後續殼蛋產品加工的應用技術。

關鍵詞：蛋殼、滲透性、醋酸處理。

緒 言

近年來國內家庭社會結構改變，隨著社會型態的快速變遷，愈來愈多的女性投入就業市場，小家庭越來越普遍，單身人口日益增加，青少年的消費能力提高而且從小養成外食習慣，加上住宅郊區化與交通壅塞使上下班通勤時間拉長，促進外食與即食消費市場的消費量（林，2000）。雞蛋為營養價值高之食材，極適合做為高營養即食產品，以供外食消費市場所需，然而目前國內蛋的即食加工產品約可概分為去殼風味蛋、裂殼蛋及殼蛋等三大類加工產品。去殼風味蛋加工產品，如滷蛋、鐵蛋、溏心蛋與燻蛋；裂殼風味蛋加工產品，如茶葉蛋與酒蛋；殼蛋加工大多為傳統中式加工產品，如皮蛋與鹹蛋等，均可供直接食用。國內殼蛋加工市場已多年未增加新產品，若能開發更多即食性殼蛋製品，除了可增加蛋產品之多樣化，更可提高蛋品加工利用，增進產業收益。

鹹雞蛋的速成浸漬法，可將新鮮雞蛋以 30% 以上之食鹽（含酒 2%），於室溫 25 – 26℃ 條件下，浸漬 45 日後，取出風乾並貯存於 10℃ 以下，其蛋白與蛋黃之顏色、水分、食鹽及揮發性鹽基態氮含量，均與市售鹹鴨蛋無顯著差異（白等，1982）。新鮮雞蛋殼蛋浸漬於 36.5% (w/v) 之飽和食鹽水，約需一個月，可製成鹹雞蛋黃（何等，2016）。

殼蛋產品的製作，須經長時間的浸泡，然而張及林（1986）發現雞蛋經 6 倍稀釋鹽酸（約 6.25%）溶液浸漬 1 min 後，可提升鹽與香辛料之滲入，可縮短製作時間，降低殼蛋製作成本。雞蛋經食品級酸處理對提升鹽與香辛料之滲入雞蛋的相關數據尚未完備，本研究探討雞蛋經醋酸處理對蛋殼滲透性的影響，以建立相關殼蛋加工前處理之技術。

材料與方法

I. 試驗材料

(i) 蛋殼品質與鹽滲透性測試

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2743 號。
(2) 農業部畜產試驗所畜產加工組。
(3) 國立自然科學博物館鳳凰谷鳥園生態園區。
(4) 通訊作者，E-mail: bjo@tlri.gov.tw。

白殼來航雞洗選雞蛋 (購自先見蛋行)、食用級醋酸 5% (HEINZ, 美國)、高級碘鹽 (臺鹽公司, 臺灣)、臺糖精製細砂糖 (臺糖公司, 臺灣)、紹興酒與玫瑰紅酒 (臺酒公司, 臺灣) 及辛香料 (八角、桂皮、甘草、月桂葉及當歸等; 購自臺南市新化區延生中藥行)。

(ii) 蛋殼與殼膜微細構造觀察: 白殼來航雞新鮮雞蛋 (取自畜產試驗所)。

II. 蛋殼品質與鹽滲透性測試

(i) 蛋殼品質測試

以白殼來航雞洗選雞蛋 120 顆為試驗材料, 逢機分為 2 組, 將雞蛋置於不鏽鋼提網, 再移入不鏽鋼鍋中, 醋酸組: 雞蛋預先於 5% 醋酸溶液中浸泡 30 min, 再以自來水沖去表面酸液。對照組: 不經醋酸處理, 以一般自來水浸泡 30 min, 再以自來水沖洗表面。5% 醋酸溶液之 pH 值為 2.56, 醋酸溶液的使用量: 雞蛋重量 = 1.1 : 1.0 (w/w)。雞蛋經醋酸處理後, 各組逢機採樣 12 顆雞蛋, 以數位式蛋品質分析儀 (DET6000, Nabel, Japan) 測定蛋殼厚度與蛋殼強度。

(ii) 鹽溶液滲透試驗

將醋酸組與對照組雞蛋浸泡於 20% 鹽溶液中, 於 4°C 條件下, 置放 3 wk, 並於第 0、7、14 及 21 天, 各組隨機採樣 12 顆雞蛋, 測定蛋白 pH 值與蛋白鹽濃度, 每顆雞蛋之蛋白, 經均質機 (Homogenizer AM-11, Nissei, Japan) 以 11,000 rpm 均質 10 sec 後, 再使用酸鹼度計 (PB-10, Sartorius, Germany) 測定 pH 值, 以導電式鹽度計 (SB-2000Pro, HM Digital, Korea) 測定鹽濃度, 測定之濃度以重量百分濃度 (w/w%) 表示。

III. 蛋殼與殼膜微細構造觀察

風味殼蛋製程為煮熟後進行浸漬, 故將醋酸處理與烹煮列入蛋殼與殼膜微細構造觀察條件。以新鮮雞蛋為試驗材料, 經材料與方法 II 醋酸組與對照組之前處理後, 各組隨機採樣 6 顆, 再各取 3 顆將其煮熟, 煮熟條件為不鏽鋼鍋注水加熱至 95°C 後, 將雞蛋置於熱水中加熱 8 min, 再以冷水浴冷卻, 並進行蛋殼與殼膜微細構造觀察。觀察樣品共分為 4 組:

A: 5% 醋酸浸泡 30 min。

B: 5% 醋酸浸泡 30 min + 煮熟。

C: 不經酸處理。

D: 不經酸處理 + 煮熟。

修改自王等 (1997) 測定蛋殼膜微細構造之方法: 自蛋殼赤道板取 1 cm² 大小試樣, 經酒精脫水乾燥後, 以金屬膠帶將其黏於樣品臺, 進行鍍銀包覆後, 送至國立成功大學貴重儀器中心微奈米科技組, 以高解析熱場發射掃描式電子顯微鏡 (Scanning Electron Microscope, JSM-7000, JEOL, Japan) 掃描與拍照。

IV. 風味殼蛋產品製作與分析

(i) 前處理

1. 雞蛋前處理

以白殼來航雞洗選雞蛋 300 顆為試驗材料, 逢機分為 2 組, 醋酸組: 雞蛋預先於 5% 醋酸溶液中浸泡 30 min, 再以自來水沖去表面酸液。對照組: 不經醋酸處理, 以一般自來水浸泡 30 min 並沖洗表面。5% 醋酸溶液之 pH 值為 2.56, 醋酸溶液的使用量: 雞蛋重量 = 1.1 : 1.0 (w/w)。

2. 浸漬液製備

取水、鹽、糖、辛香料 (八角、桂皮、甘草、月桂葉及當歸等) 及酒料煮成鹽濃度為 5% 之浸漬液。

(ii) 風味殼蛋於浸漬製程中鹽滲透監控

1. 風味殼蛋製作

將前處理完成之雞蛋置於浸漬液中以 95°C 8 min 將蛋煮熟, 立即冷水浴降至室溫, 並送入冷藏, 於 4°C 條件下, 浸泡於浸漬溶液中, 置放 15 天; 雞蛋完成浸漬後, 移除浸漬液, 每顆雞蛋個別以真空包裝, 並以 80°C 10 min 進行二次殺菌, 並立即冷水浴降至室溫, 即完成風味殼蛋產品, 並送入 4°C 冷藏貯存。

2. 風味殼蛋於浸漬過程中, 於第 0、3、6、9、12 及 15 天, 各組隨機採樣 3 顆雞蛋, 以沈澱滴定法 (李及賴, 1986) 測定蛋白與蛋黃之食鹽含量。

3. 食鹽含量測定

(1) 稱取試樣 20 克於 250 mL 燒杯, 並加入 180 mL 去離子水, 混合煮沸 10 min, 水浴冷卻後, 以濾紙 (Whatman No.1) 過濾, 取濾液 10 mL 於 125 mL 三角錐瓶中, 加入 400 μ L 10% 鉻酸鉀 (K₂CrO₄) 指示劑, 以 0.02 N 硝酸銀 (AgNO₃) 溶液滴定至溶液呈紅褐色即為滴定終點。

(2) 計算公式:

$$\text{食鹽 (\%)} = 0.117 \times F_{(\text{AgNO}_3)} \times V_{(\text{AgNO}_3)} \times (1/10) \times D$$

F (AgNO₃)：加價

V (AgNO₃)：0.02N 硝酸銀溶液滴定量 mL

10：滴定試樣 10 mL

D：樣品稀釋倍數

(iii) 風味殼蛋產品之一般成分分析

由對照組與醋酸組製成之風味殼蛋各組採樣 3 顆，依據 AOAC (2005) 之方法分析蛋白與蛋黃的水分、粗蛋白質、粗脂肪及灰分含量。

(iv) 風味殼蛋產品之微生物測定與貯存試驗監控

成品貯存於 4℃ 條件下，於第 0 — 8 wk，每隔 1 wk，各組採樣 3 顆，以修改自 Maturin and Peeler(1995) 方法，測定產品之蛋殼的總生菌數與病原性微生物 (金黃葡萄球菌、沙門氏菌、大腸桿菌及大腸桿菌群等)。

1. 總生菌數：

稱量風味殼蛋產品之樣品重量後，移入無菌袋，以樣品等重的無菌水 (滅菌之 0.9% 食鹽水)，清洗蛋殼表面即為樣品液，再以無菌水做序列稀釋後，吸取適當稀釋倍數之樣品液 1 mL 接種於 Plate count agar (Himedia, India) 培養基，於 35℃ 恆溫培養箱 (Moedl 1535, VWR Scientific, USA) 中進行倒置培養 48 h，培養完成後計算其菌落數。

2. 病原性微生物檢測：

取檢測總生菌數之適當稀釋倍數樣品液 1 mL，滴入快速檢測片 (MC-Media Pad TM, JNC Corporation, Japan) 中，於 35℃ 培養箱培養 24 h，依檢測片方法判讀結果並進行計數。

(v) 風味殼蛋產品之感官品評

修改自徐 (2000) 方法，各組採樣 36 顆風味殼蛋產品，品評時提供完整殼蛋產品，由品評者自行裂殼、剝殼再進行品評，品評項目分為外觀、風味、風味喜好、鹹味、鹹味喜好及總接受性，採用 7 分制進行喜好性品評，1 分代表非常淡和非常討厭，7 分代表非常濃和非常喜歡，受測人數 36 人。

V. 統計分析

試驗採完全隨機設計 (completely randomized design)，試驗所得數值資料利用 SAS 統計套裝軟體 (Statistical Analysis System, 2002)，以一般線性模式程序 (General Linear Model Procedure) 進行變方分析，並以最小平方方法 (Least Squares Means) 比較兩組間之差異顯著性。

結果與討論

I. 醋酸處理對生蛋蛋殼品質與鹽滲透性之影響

(i) 蛋殼品質

雞蛋經 5% 醋酸處理 30 min 後，蛋殼品質測定結果如表 1，醋酸組蛋殼強度 $3.07 \pm 0.65 \text{ kg/cm}^2$ (mean \pm SD) 顯著低於對照組的 $3.64 \pm 0.41 \text{ kg/cm}^2$ ($P < 0.05$)，表示雞蛋經 5% 醋酸前處理，造成蛋殼強度下降。在蛋殼厚度方面，醋酸組與對照組則分別為 0.32 ± 0.02 與 0.33 ± 0.02 (mm)，未達顯著差異。顯示雞蛋經 5% 醋酸處理 30 min 造成雞蛋蛋殼品質的下降。

表 1. 醋酸處理對雞蛋蛋殼品質的影響¹

Table 1. Effect of acetic acid treatment on quality of egg shell¹

Items	Acid treatment ²	Control
Egg shell strength (kg/cm ²)	3.07 ± 0.65^b	3.64 ± 0.41^a
Egg shell thickness (mm)	0.32 ± 0.02	0.33 ± 0.02

¹ Mean \pm SD (n = 12).

² Eggs were treated with 5% acetic acid for 30 min.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

雞蛋蛋殼主要成分為碳酸鈣，若將雞蛋長期浸泡於醋酸中，蛋殼之碳酸鈣會與醋酸反應，並產生醋酸鈣與二氧化碳，進而使蛋殼變薄甚至消失 (黃等，2014)。相較於黃等 (2014) 以 10% 醋酸浸泡 7 天，本研

究僅以 5% 醋酸浸泡 30 min，因醋酸處理條件較不嚴苛，因此僅蛋殼強度顯著降低，而蛋殼厚度無顯著影響。

(ii) 浸漬期間生蛋之蛋白 pH 值的變化與對鹽的滲透性之影響

醋酸組與對照組之雞蛋，於 4℃ 下浸泡於 20% 鹽溶液中，每隔 7 天測定蛋白 pH 值，結果如表 2，第 0、7、14 及 21 天，醋酸組和對照組之蛋白 pH 值分別為 8.76、8.59、8.52、8.45 與 8.79、8.61、8.55、8.46，兩組間於浸漬期間之 pH 值沒有差異，顯示雞蛋經醋酸前處理對蛋白 pH 值並無影響，而兩組之 pH 值隨著浸漬時間的增加而降低，分別自 pH 8.76 降至 8.45 與自 pH 8.79 降至 8.46。雞蛋蛋白之 pH 值會隨著貯存期間蛋白中的二氧化碳逸散而隨之上升，於貯存溫度較低則可減緩其作用，因此冷藏雞蛋 (4℃) 之 pH 顯著低於室溫貯存雞蛋 (29℃) (Jacob *et al.*, 2013)。然而，於鹹鴨蛋醃漬期間，蛋殼上的氣孔被鹽漬泥層包覆，蛋的呼吸作用所產生的二氧化碳與蛋白水分相互作用形成碳酸，而使鴨蛋白的 pH 值下降，且隨著醃漬期愈久，pH 值愈低 (黃，2002；Karthikeyan, 2018)。本試驗因雞蛋浸漬於 20% 鹽溶液中，致使二氧化碳自蛋殼氣孔逸散速率較慢，產生相似於塗敷法鹹鴨蛋於醃漬時 pH 值下降之現象，然而，本試驗於 4℃ 下進行，雞蛋的呼吸作用慢，故 pH 值下降幅度不大。

表 2. 醋酸處理對雞蛋於浸漬期間蛋白 pH 值與鹽濃度的影響¹

Table 2. Effect of acetic acid treatment on pH value and salt concentration of egg white during soaking period¹

Soaking period	pH value of egg white		Salt concentration of egg white (%)	
	Acid treatment ²	Control	Acid treatment	Control
0 day	8.76 ± 0.28	8.79 ± 0.23	0.44 ± 0.01	0.43 ± 0.02
7 days	8.59 ± 0.12	8.61 ± 0.16	1.39 ± 0.17 ^a	0.98 ± 0.13 ^b
14 days	8.52 ± 0.13	8.55 ± 0.19	2.62 ± 0.20 ^a	1.79 ± 0.40 ^b
21 days	8.45 ± 0.21	8.46 ± 0.19	3.02 ± 0.36 ^a	2.36 ± 0.43 ^b

¹ Mean ± SD (n = 12).

² Eggs were treated with 5% acetic acid for 30 min.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly (P < 0.05).

蛋白鹽濃度測定結果如表 2，第 0 天兩組之蛋白鹽濃度無顯著差異，於第 7、14 及 21 天，醋酸組之蛋白鹽濃度分別為 1.39、2.62 及 3.02%，顯著高於對照組的 0.98、1.79 及 2.36% (P < 0.05)，其中醋酸組第 14 天之鹽濃度為 2.62% 高於對照組第 21 天之鹽濃度為 2.36%，顯示雞蛋經醋酸處理可增加浸泡液中鹽滲透進入蛋白內的速度。張等 (1986) 將雞蛋以稀釋 6 倍濃鹽酸 (約 6.25%) 浸漬泡 1 min，洗去蛋殼表面酸後，將雞蛋置入 25% 鹽溶液中，於 25℃ 浸漬 20 天，測定酸處理與未經酸處理組之蛋白鹽含量，分別為 3.73 與 2.87%，蛋殼經酸處理後食鹽進入速率較未經酸處理者高，此結果與本試驗相似。

II. 蛋殼與殼膜微細構造

蛋殼表面掃描式電子顯微鏡微細構造如圖 1，醋酸組未加熱之蛋殼表面 (圖 1A) 與醋酸組加熱之蛋殼表面 (圖 1B) 皆不平整，對照組未加熱的蛋殼表面披覆具裂紋之角質層 (圖 1C)，經加熱後其角質層有消失的現象 (圖 1D)。蛋殼主要成分為碳酸鈣，碳酸鈣與醋酸反應，產生醋酸鈣與二氧化碳 (黃等，2014)。推測酸處理造成蛋殼表面的角質層破壞而流失，並造成少部份蛋殼表面的溶解。

蛋殼之橫斷面部分如圖 2，兩組之海綿層 (spongy matrix) 皆呈現細緻結實，醋酸組 (圖 2A 與 B) 與對照組 (圖 2C 與 D) 之乳頭節 (mamillary knob) 皆規則且柱狀突起平整，顯示酸處理與熱處理對蛋殼的橫斷面乳頭節與柱狀突起之影響不明顯。蛋殼膜內膜的顯微結構 (如圖 3)，經酸處理或加熱處理的殼膜纖維 (shell membrane fibers) 未出現斷裂等破壞的現象，醋酸組 (圖 3A 與 B) 與對照組 (圖 3C 與 D) 的顯微結構相似，顯示酸處理與熱處理對蛋殼膜內膜的影響亦不顯著。

角質層是一層覆蓋在蛋殼表面的複合層，其結構不均勻，以掃描電子顯微鏡觀察時有許多裂縫、星狀裂隙和片狀層 (Sparks, 1994)。很少有蛋殼具有完整的角質層覆蓋，且雞蛋經過洗滌可能會破壞角質層 (Samiullah *et al.*, 2013)。而圖 1D 及圖 1A 證實，本研究經水煮與醋酸處理具有破壞蛋殼角質層之效果。蛋殼結構由內而外分別為內蛋殼膜 (70 μm)、乳頭層 (約 100 μm)、海綿層 (約 300 μm)、垂直結晶層 (3 – 8 μm) 和角質層 (0.5 – 12.8 μm) 等 (Samiullah and Roberts, 2014)，其中蛋殼主要由方解石 (碳酸鈣的最穩定形式) 組成 (Dennis *et al.*, 1996)。本研究掃描電子顯微鏡結果證實，水煮與醋酸處理僅影響蛋殼角質層，而角質層厚度約占蛋殼 0.10 – 2.70%，

由於角質層在蛋殼厚度的佔比較低，因而可能導致表 1 蛋殼厚度無顯著差異。蛋殼角質層被破壞後，會造成蛋殼強度變弱 (Belyavin and Boorman, 1980)，此與表 1 醋酸組之蛋殼強度顯著降低的結果相符。

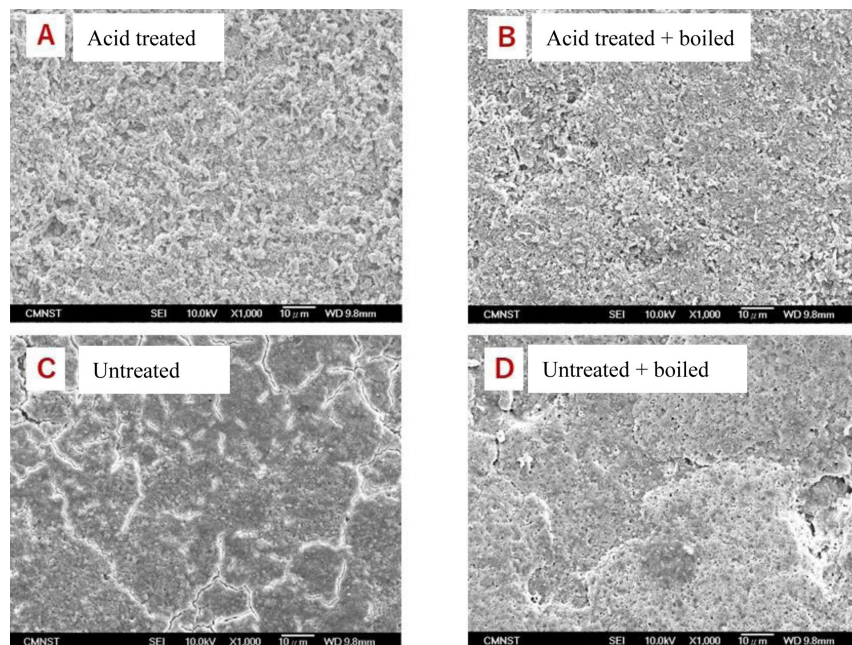


圖 1. 醋酸處理對雞蛋蛋殼表面顯微構造之影響。

Fig. 1. Microstructure of eggshell surface of acetic acid treated eggs.

A: treated with 5% acetic acid for 30 min (without boiling).

B: treated with 5% acetic acid for 30 min (with boiling).

C: untreated (without boiling).

D: untreated (with boiling).

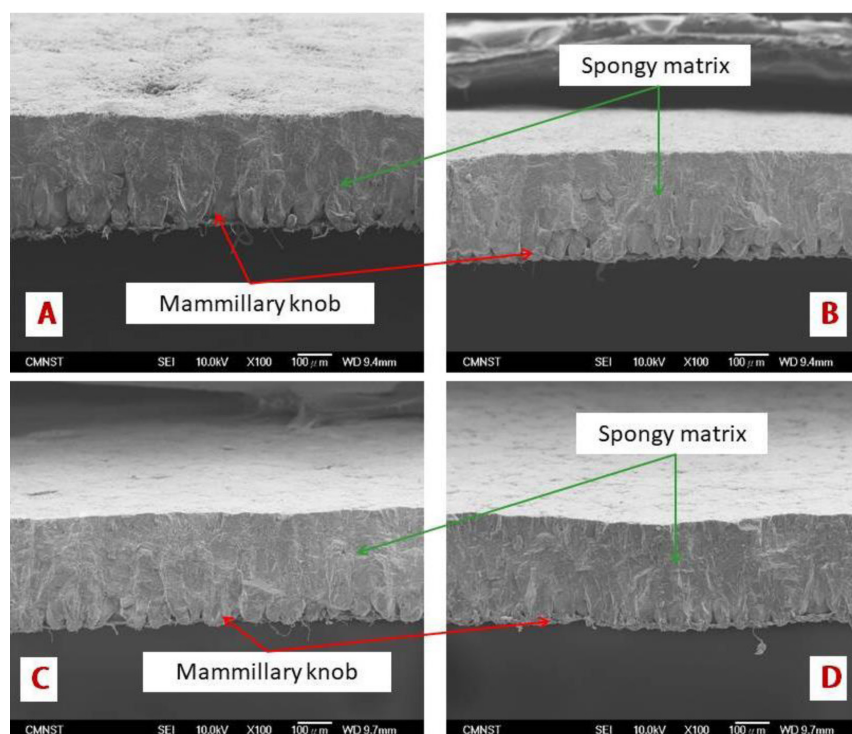


圖 2. 醋酸處理對雞蛋蛋殼橫斷面顯微構造之影響。

Fig. 2. Microstructure of eggshell cross section of acetic acid treated eggs.

A: treated with 5% acetic acid for 30 min (without boiling).

B: treated with 5% acetic acid for 30 min (with boiling).

C: untreated (without boiling).

D: untreated (with boiling).

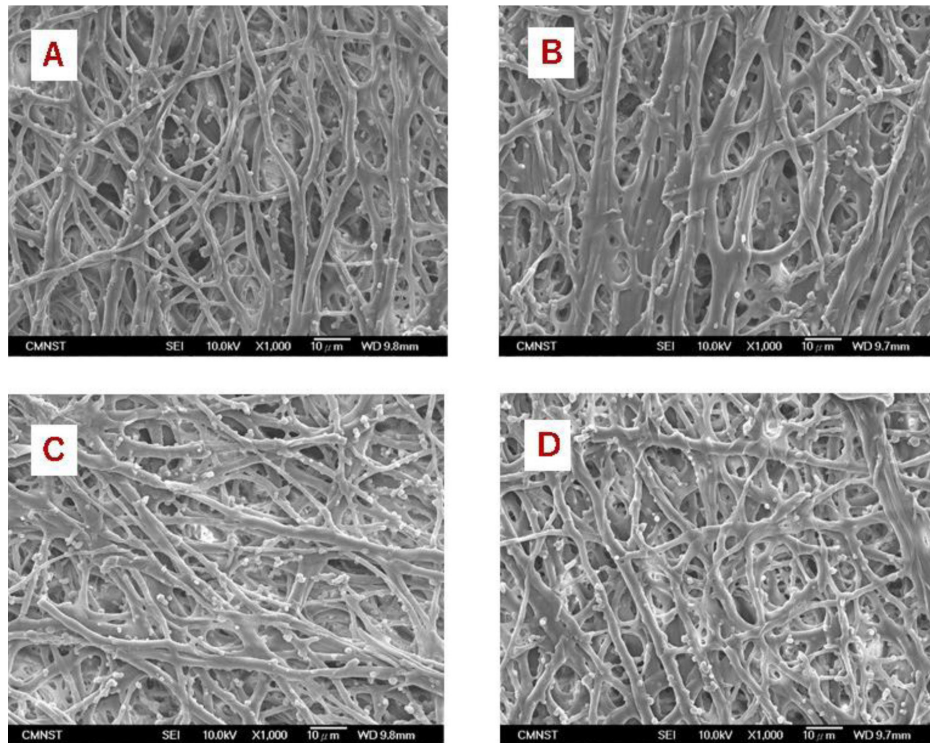


圖 3. 醋酸處理對雞蛋蛋殼膜顯微構造（纖維狀膜蛋白）之影響。

Fig. 3. Microstructure of eggshell membranes of acetic acid treated eggs.

A: treated with 5% acetic acid for 30 min (without boiling).

B: treated with 5% acetic acid for 30 min (with boiling).

C: untreated (without boiling).

D: untreated (with boiling).

III. 醋酸處理對風味殼蛋產品製作之影響

(i) 風味殼蛋於浸漬期間蛋白與蛋黃鹽濃度變化

雞蛋經 5% 醋酸前處理後，加熱煮熟與冷卻後，置於浸漬溶液中，於 4°C 進行浸漬 15 天，並於浸漬第 0、3、6、9、12 及 15 天測定殼蛋之蛋白與蛋黃的鹽濃度。結果顯示如表 3，蛋白與蛋黃之鹽濃度隨著浸漬天數的增加而上升，於第 6 天起醋酸組的蛋黃與蛋白鹽濃度皆顯著高於對照組 ($P < 0.05$)。且浸漬期間蛋白之鹽濃度變化具直線相關（如圖 4），醋酸組與對照組之回歸方程式分別為 $y = 0.0378x + 0.8457$ ($R^2 = 0.9790$) 與 $y = 0.0279x + 0.868$ ($R^2 = 0.9726$)，兩者之斜率分別為 0.0378 與 0.0279，顯示醋酸組鹽濃度上升的速率較對照組快。

表 3. 醋酸處理對風味殼蛋於浸漬期間蛋白與蛋黃鹽濃度的影響 (%)¹

Table 3. Effect of acetic acid treatment on salt concentration of flavored egg white and yolk (%) during soaking period¹

Soaking period	Salt concentration of egg white		Salt concentration of egg yolk	
	Acid treatment ²	Control	Acid treatment	Control
0 day	0.43 ± 0.01	0.43 ± 0.01	0.38 ± 0.01	0.38 ± 0.01
3 days	0.93 ± 0.01	0.91 ± 0.01	0.68 ± 0.01 ^a	0.64 ± 0.01 ^b
6 days	1.11 ± 0.01 ^a	1.06 ± 0.01 ^b	0.77 ± 0.01 ^a	0.74 ± 0.00 ^b
9 days	1.21 ± 0.00 ^a	1.16 ± 0.01 ^b	0.81 ± 0.00 ^a	0.79 ± 0.00 ^b
12 days	1.29 ± 0.04 ^a	1.23 ± 0.01 ^b	0.87 ± 0.00 ^a	0.82 ± 0.01 ^b
15 days	1.47 ± 0.00 ^a	1.31 ± 0.01 ^b	0.93 ± 0.01 ^a	0.85 ± 0.01 ^b

¹ Mean ± SD (n = 3).

² Eggs were treated with 5% acetic acid for 30 min.

^{a, b} Means in the same row with different superscripts differ significantly ($P < 0.05$).

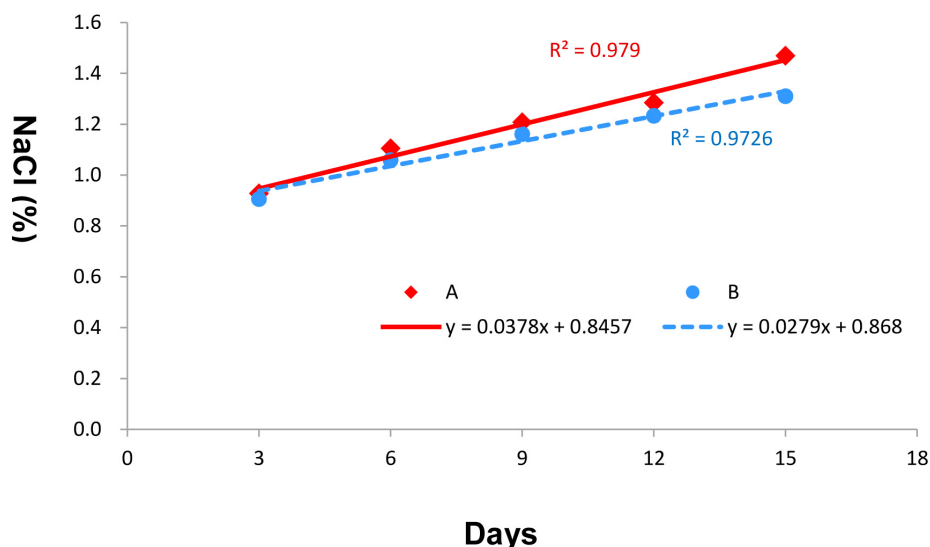


圖 4. 風味殼蛋產品於浸漬期間蛋白與蛋黃鹽濃度變化。

Fig. 4. The changes of salt concentration in egg white and yolk during soaked flavored egg products.

A: treated with 5% acetic acid for 30 min, $y = 0.0378x + 0.8457$, $R^2 = 0.9790$. y, NaCl (%); x, days.

B: un-treated, $y = 0.0279x + 0.868$, $R^2 = 0.9726$. y, NaCl (%); x, days.

(ii) 風味殼蛋一般成分分析

經浸漬 15 天之風味殼蛋產品之一般成分如表 4，醋酸組 vs. 對照組之蛋白的水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分含量，分別為 86.30 vs. 86.52、12.05 vs. 12.00、0.13 vs. 0.13 及 1.47 vs. 1.40%，皆無顯著差異。而蛋黃的水分、粗蛋白、粗脂肪及灰分含量，分別為 54.8 vs. 55.7、15.44 vs. 14.85、26.38 vs. 26.52 及 2.62 vs. 2.57%，兩組間均無顯著差異。生鮮雞蛋蛋白 vs. 蛋黃之水分、粗蛋白質、粗脂肪與灰分含量，分別為 88.0、11.0、0.2 與 0.8% vs. 48.0、17.5、32.5 與 2.0% (陳, 1995)，本試驗產製產品的浸漬過程對風味殼蛋產品之蛋白與蛋黃的一般成分無明顯影響。與生鮮雞蛋成分相較，風味殼蛋之蛋白含水分下降、蛋黃含水分增加，乃因雞蛋於浸漬過程中，鹽滲入雞蛋中，因鹽的擴散作用造成蛋白含水分降低，蛋黃含水分增加 (Karthikeyan, 2018)。

表 4. 風味殼蛋產品一般成分分析 (%)¹

Table 4. The components analysis of flavored egg products (%)¹

Items	Egg white		Yolk	
	Acid treatment ²	Control	Acid treatment	Control
Moisture	86.30 ± 0.58	86.52 ± 0.26	54.80 ± 0.39	55.57 ± 0.32
Crude Protein	12.05 ± 0.15	12.00 ± 0.40	15.44 ± 0.35	14.85 ± 0.59
Crude Fat	0.13 ± 0.03	0.13 ± 0.42	26.38 ± 0.42	26.52 ± 0.31
Ash	1.47 ± 0.04	1.40 ± 0.08	2.62 ± 0.16	2.57 ± 0.14

¹ Mean ± SD (n = 3).

² Eggs were treated with 5% acetic acid for 30 min.

(iii) 風味殼蛋之微生物測定與保存試驗監控

對照組與處理組經浸漬完成之風味殼蛋，以真空包裝與二次殺菌處理，並置於 4°C 冷藏貯存，貯存期間其總生菌數與病原性微生物 (金黃葡萄球菌、沙門氏菌、大腸桿菌及大腸桿菌群等) 之變化如表 5。試驗結果顯示，總生菌數於各組間皆無顯著差異，且冷藏貯存 8 wk 後，總生菌數皆小於 1×10^2 CFU/g，而病原性微生物皆無檢出。依優良農產品蛋品項目驗證基準之標準 (行政院農業委員會, 2007)，皮蛋生菌數規範 5×10^4 CFU/g 以下、熟鹹蛋生菌數規範為 5×10^3 CFU/g 以下、已加熱煮熟之冷藏調理食品規範為 1.0×10^5 CFU/g 以下，而本研究之風味殼蛋產品貯存期間其微生物皆小於 1×10^2 CFU/g，符合食品安全規定。試驗產品以真空包裝、二次殺菌等條件加工並貯存於低溫下，顯示此加工與貯存條件可以維持產品之良好衛生品質。

表 5. 風味殼蛋於貯存期間之微生物分析¹Table 5. The microbiological analysis of flavored eggs during storage period¹

Storage weeks	Total plate count (log CFU/g)		Pathogenic microorganisms	
	Acid treatment ²	Control	Acid treatment	Control
0	1.56 ± 0.07	1.16 ± 0.28	ND	ND
1	1.52 ± 0.07	1.42 ± 0.10	ND	ND
2	1.46 ± 0.41	1.10 ± 0.17	ND	ND
3	1.10 ± 0.17	1.26 ± 0.24	ND	ND
4	1.16 ± 0.28	1.10 ± 0.17	ND	ND
5	1.10 ± 0.17	1.00 ± 0.00	ND	ND
6	1.26 ± 0.24	1.53 ± 0.40	ND	ND
7	1.53 ± 0.13	1.49 ± 0.20	ND	ND
8	1.68 ± 0.60	1.74 ± 0.28	ND	ND

¹ Mean ± SD (n = 3).² Eggs were treated with 5% acetic acid for 30 min.

ND: No detected.

(iv) 酸處理對風味殼蛋感官品評之影響

醋酸組與對照組製成之風味殼蛋之感官品評結果如表 6，風味殼蛋外觀兩者間無顯著差異。醋酸組風味殼蛋之外觀較無光澤、色澤較不均勻，且剝殼後雞蛋白與蛋殼膜上有明顯斑點如圖 5，推測此乃因醋酸處理後，造成蛋殼表面不光滑且氣孔變大，導致加工過程浸漬液的有色質集中在蛋殼氣孔，以致蛋殼膜上深色斑點明顯。

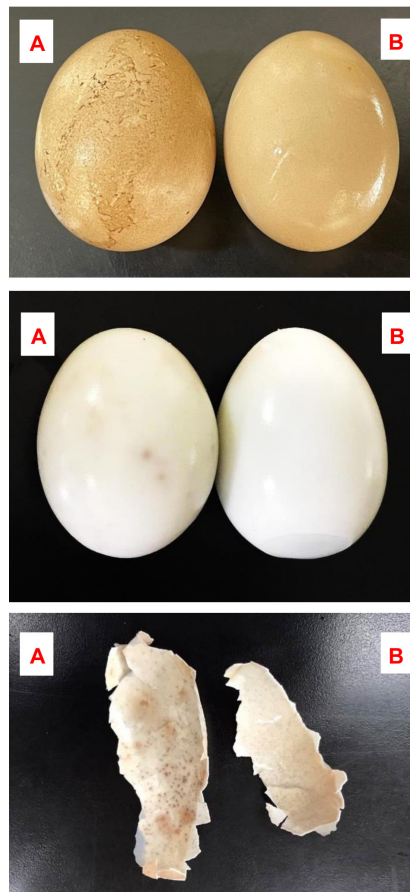


圖 5. 風味殼蛋外觀 (上) 剝殼後蛋白外觀 (中) 與蛋殼內部 (下)。

Fig. 5. The appearance of flavored eggs (top), the egg white after peeling (middle), and the inside of eggshell (bottom).

A: treated with 5% acetic acid for 30 min.

B: un-treated.

風味、風味喜好性、鹹味及鹹味喜好性方面，兩組間亦無顯著差異。在總接受性，以醋酸組 5.56 分較高，且有高於對照組 5.14 的趨勢 ($P = 0.07$)。綜上所述，品評員對醋酸組風味殼蛋產品的總接受性，有高於對照組產品的趨勢。

表 6. 風味殼蛋品評分析¹

Table 6. The sensory evaluation of flavored eggs¹

Items	Acid treatment ²	Control	P value
Appearance	5.19 ± 1.01	5.25 ± 1.00	0.82
Flavor	5.36 ± 1.18	4.94 ± 1.31	0.16
Flavor Preference	5.50 ± 1.06	5.17 ± 1.11	0.20
Salty	4.69 ± 0.82	4.44 ± 0.81	0.20
Salty Preference	5.47 ± 1.03	5.14 ± 1.02	0.17
Acceptability	5.56 ± 1.00	5.14 ± 0.93	0.07

¹ Mean ± SD (n = 36).

² Eggs were treated with 5% acetic acid for 30 min.

結 論

雞蛋以 5% 醋酸浸泡 30 min 會破壞蛋殼，致使蛋殼強度降低，但對蛋殼厚度影響不大。醋酸處理後之雞蛋，不論是以生蛋浸泡於 20% 鹽水 3 wk，或於 5% 鹽濃度之浸漬液煮熟後再低溫浸漬 15 天，兩者之蛋白或蛋黃的鹽濃度皆顯著增加，此顯示能提升蛋殼鹽滲透性，有助於縮短殼蛋產品的加工製作時間。將醋酸處理後之雞蛋製成風味殼蛋產品，其感官品評之總接受度較未處理之雞蛋有較佳之趨勢，且經過真空包裝與二次殺菌後可於 4℃ 冷藏保存 8 wk，具有商品化之潛力。然而醋酸處理亦造成浸漬液的有色物質集中在蛋殼氣孔，致使蛋殼膜產生深色斑點，未來有必要進一步探討改良。

誌 謝

本研究由畜產試驗所加工組同仁協助完成，特此誌謝。

參考文獻

- 王政騰、萬添春、潘金木、鄭永祥。1997。褐色菜鴨青白殼蛋之理化性及其鹼化過程比較。中國農業化學 35：263-272。
- 白火城、張勝善、李雙林。1982。鹹雞蛋製造之研究。中畜會誌 11：45-58。
- 李秀、賴滋漢。1986。食品分析與檢驗。富林出版社。臺北市。
- 何若瑄、蘇烈頌、李丹昂、周景銘、蘇和平。2016。利用快速浸漬法製成分離雞蛋鹹蛋黃之研究。中畜會誌 45：301-313。
- 林育慈。2000。外食型態轉變與速食消費的形成。中國飲食文化基金會會訊 200002：51-58。
- 徐志忠。2000。冷卻及被覆處理對水煮蛋貯存品質之影響。碩士論文，國立中興大學畜產學系。
- 陳明造。1995。畜產加工（初版）。三民書局。臺北市。
- 張勝善、林淑美。1986。調味雞蛋製造之研究。中畜會誌 15：71-82。
- 黃滇鈺、胡永輝、黃裕文、徐永鑫。2014。不同浸漬液對蛋品質之影響。華醫學報 40：29-40。
- 黃英豪。2002。醃製期間鹹鴨蛋理化性狀變化之研究。博士論文，國立臺灣大學畜產學研究所。
- 行政院農業委員會。2007。優良農產品驗證管理辦法－蛋品項目驗證基準則修正規定。<https://law.coa.gov.tw/glsnewsout/LawContent.aspx?id=FL043388>。
- AOAC. 2005. Official methods of analysis, 18th ed. Association of official analytical chemistry, Washington, DC.

- Belyavin, C. G. and K. N. Boorman. 1980. The influence of the cuticle on egg-Shell strength. Brit. Poult. Sci. 21: 295-298.
- Dennis, J. E., S. Q. Xiao, M. Agarwal, D. J. Fink, A. H. Heuer, and A. I. Caplan. 1996. Microstructure of matrix and mineral components of eggshell from white leghorn chickens (*Gallus gallus*). J. Morphol. 228: 287-306.
- Jacob, K. T., K. Bahe, B. Kamers, and K. Mertens. 2013. Effects of egg storage conditions on eggshell resonant frequency and albumen characteristics. Int. J. Poult. Sci. 12: 130-134.
- Karthikeyan, V. 2018. Influence of prolonged salting on the physicochemical properties of duck egg white. Food Sci. Technol. 61: 1-11.
- Maturin, L. and J. Peeler. 1995. Aerobic plate count. In: Bacteriological analytical manual (AOAC Int. ed.). AOAC Int., Gaithersburg, USA. Pp. 3.01-3.10.
- Samiullah, S., K. K. Chousalkar, J. R. Roberts, M. Sexton, D. May, and A. Kiermeier. 2013. Effects of eggshell quality and washing on *Salmonella Infantis* penetration. Int. J. Food Microbiol. 165: 77-83.
- Samiullah, S. and J. R. Roberts. 2014. The eggshell cuticle of the laying hen. World Poult. Sci. J. 70: 693-708.
- Statistical Analysis System. 2002. Guide for personal computers. Version 8.0.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Sparks, N. H. C. 1994. Shell accessory materials: structure and function, in: Board, R. G. & Fuller, R. (Eds) Microbiology of the Avian Egg, pp. 25-42 (Chapman and Hall London).

Effect of acetic acid treatment on salt permeability and microstructure of egg shells ⁽¹⁾

Ling-Tsai Wu ⁽²⁾ Chin-Meng Wang ⁽³⁾ Ruei-Han Yeh ⁽²⁾⁽⁴⁾ and Yi-Chao Chen ⁽²⁾

Received: Sep. 29, 2022; Accepted: Apr. 30, 2023

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of acetic acid treatment on the salt permeability of egg shells, and to establish a technique of egg processing. White Leghorn chicken eggs were used. The eggs were randomly divided into an experimental group treated with 5% acetic acid for 30 min and a control group, and eggshell microstructure and quality were determined. The results showed that microstructure of the eggshell surface experimental group was relatively uneven, and the eggshell strength was significantly decreased ($P < 0.05$). Then, the eggs of two groups were soaked in 20% salt solution. The salt concentrations of egg white were detected at days 0, 7, 14, and 21. The results showed that the salt permeability of the eggs, treated with 5% acetic acid, was significantly increased ($P < 0.05$). The eggs of two groups were boiled and soaked in pickling solution for 15 days under 4°C to produce flavored eggs. From the 6th day of soaking, the salt concentration of egg yolk and egg white in the acetic acid group was significantly higher than the control group ($P < 0.05$). Analyzed the components and detected the sensory evaluation of the flavored egg. The results showed that the components were no significant difference between the two groups. In the sensory evaluation, the total acceptance of the experimental group tended to be higher than the control group ($P = 0.07$). In conclusion, the egg pre-treated with 5% acetic acid for 30 min could increase the permeability of salt for eggshell. The manufacturing procedure can be used in shell egg processing.

Key words: Eggshell, Permeability, Acetic treatment.

(1) Contribution No. 2743 from Taiwan Livestock Research Institute (TLRI), Ministry of Agriculture (MOA).

(2) Animal Products Processing Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

(3) The Fonghuanggu Bird and Ecology Park, National Museum of Natural Science, Taichung City, 404023, Taiwan, R. O. C.

(4) Corresponding author, E-mail: bjo@tlri.gov.tw.