

貯存條件對雞蛋品質之影響⁽¹⁾

吳鈴彩⁽²⁾ 陳怡兆⁽²⁾ 葉瑞涵⁽²⁾⁽⁴⁾ 黃寂槐⁽²⁾ 張俊達⁽³⁾ 郭卿雲⁽²⁾

收件日期：113 年 9 月 19 日；接受日期：114 年 2 月 25 日

摘 要

本研究旨在探討不同貯存溫度、期間對雞蛋品質的影響。試驗樣品為國內蛋品加工廠購入之海蘭白殼雞蛋，分為 4 組進行貯存試驗：洗選冷藏組 $7 \pm 2^\circ\text{C}$ (washed and refrigerated, WR7)、洗選涼藏組 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ (washed and cool-stored, WCS25)、未洗選冷藏組 $7 \pm 2^\circ\text{C}$ (unwashed and refrigerated, UWR7) 及未洗選常溫組 $30 \pm 2^\circ\text{C}$ (unwashed and room-stored, UWRS30)。其中，WCS25 與 UWRS30 貯存 3 wks，WR7 與 UWR7 則貯存 24 wks，期間每週隨機採樣 40 顆雞蛋，測定蛋白水分、蛋白 pH 值、豪氏單位 (Haugh unit, HU) 及蛋黃係數 (yolk index, YI) 等蛋品質評估指標，並將冷藏貯存 12 wks 雞蛋做成水煮蛋進行感官品評。結果顯示，UWRS30 與 WCS25 之豪氏單位皆隨著貯存期間下降且達顯著差異 ($P < 0.05$)，而 WR7 與 UWR7 下降較緩慢。蛋黃係數與蛋白水分含量隨貯存期間均有下降趨勢，蛋白 pH 值隨著貯存期間增加而有上升的趨勢。4 個組別貯存期間雞蛋內容物之沙門氏菌皆呈陰性，總生菌數僅 WCS25 於 3rd wk 與 WR7 於 24th wk 檢出，分別為 4.18 與 4.20 log CFU/g。水煮蛋感官品評部分，各組間在蛋白與蛋黃的口感、蛋腥味及總接受性並無顯著差異。綜上所述，HU、YI、蛋白水分及 pH 值皆會受到貯存溫度與期間產生影響，為了延長雞蛋的保鮮期並保持其良好品質，建議將雞蛋置於低溫環境下貯存，本試驗證實將良好品質 (AA 級) 之洗選與未洗選雞蛋置於 7°C 冷藏 24 wks，仍能保持可食用之品質 (B 級)。

關鍵詞：雞蛋、貯存條件、雞蛋品質。

緒 言

雞蛋是一種既容易取得且重要的營養來源，其富含蛋白質、維生素和礦物質，對人類健康扮演重要的角色。然而，雞蛋以常溫貯存易腐壞、冷凍保存會改變質地，僅能以冷藏方式貯存，而貯存過程中易受到溫度和期間等環境因素的影響，導致品質下降 (Eke *et al.*, 2013)，且高溫會促使微生物的繁殖，促使加速雞蛋品質的劣化 (Silversides and Scott, 2001)。因此，了解貯存溫度和期間對雞蛋品質的影響，對於延長雞蛋的保存期和保持良好品質至關重要。

蛋白品質不僅是雞蛋新鮮度的重要指標，對於蛋品加工行業而言也具有重要意義。雞蛋品質主要透過蛋白高度 (albumen height)、豪氏單位 (Haugh unit, HU) 和蛋黃係數 (yolk index, YI) 等指標來評估 (Nematnia and Mehdizadeh, 2018)，且會受到貯存溫度與期間等環境因素的影響 (Samlli *et al.*, 2005)。蛋白高度是衡量雞蛋新鮮度的重要指標，豪氏單位則結合了蛋重和蛋白高度，提供科學數據的品質評估，蛋黃係數則反映了蛋黃的結構和品質穩定性。在貯存過程中，高溫環境會加速蛋白和蛋黃的劣化，導致蛋白高度和豪氏單位下降 (Jones and Musgrove, 2005)。美國農業部 (United States Department Of Agriculture, USDA) 以豪氏單位將雞蛋品質分為 4 級，其標準為：豪氏單位在 72 以上的雞蛋被評為 AA 級，60 – 71.9 為 A 級，31 – 59.9 為 B 級，31 以下為 C 級。

雞蛋於低溫環境貯存可顯著延長其保鮮期，並減緩豪氏單位的下降速度，雞蛋於 4°C 貯存 15 wks 後，洗選與非洗選蛋的雞蛋品質仍維持 A 級 (Jones *et al.*, 2018)；Chen *et al.* (2023) 研究指出，雞蛋貯於 25°C 下，雞蛋品質快速下降，從第 0 wk 的 AA 級降至 3th wk 的 B 級，而 7°C 貯存的雞蛋至 12 wks 仍可維持 A 級；新鮮雞蛋於 6°C 下貯存 50 d 後豪氏單位降至 71.74，而在 25°C 下 30 d 後降至 18.39 (Oliveira *et al.*, 2009)；低溫貯存可減緩雞蛋蛋白品質下降，從而維持蛋白的高度和黏性 (Jin *et al.* 2010)。

(1) 農業部畜產試驗所研究報告第 2813 號。

(2) 農業部畜產試驗所畜產加工組。

(3) 農業部畜產試驗所畜產經營組。

(4) 通訊作者，E-mail: bjo@tlri.gov.tw。

貯存期間是影響雞蛋品質的關鍵因素 (Eke *et al.*, 2013)，隨著時間的延長，內部的化學反應和物理變化會累積，導致濃厚蛋白變稀薄、蛋黃直徑增大、蛋黃膜強度下降，最終影響雞蛋的營養成分與接受性 (Okeudo *et al.*, 2005; Mohammed, 2011)；雞蛋長期貯存下，其水分蒸發受溫度和相對濕度的影響，被認為會對食用蛋的品質產生不利影響 (Walsh *et al.*, 1995; Scott and Silversides, 2000)；pH 值則是描述蛋白品質隨貯存期間變化的相關指標，隨著貯存期間二氧化碳從蛋中逸散，蛋白的 pH 值會上升，貯存期間 (從 2 d 到 30 d) 的延長會導致 pH 值和乾物質含量增加 (Silversides and Villeneuve, 1994)；而雞蛋的陳化過程 (egg aging)，會導致其黏度下降，味道與風味亦發生改變，因此，適當的低溫貯存可以有效減緩這些變化，從而延長雞蛋的保存期 (Eke *et al.*, 2013)。

本研究旨在探討不同貯存溫度、期間及洗選對雞蛋品質的影響。透過不同貯存條件下雞蛋品質指標的變化，進行系統性分析研究，期望能夠提供科學依據，幫助生產者和消費者在販售、運輸及貯存過程中選擇適當的溫度，以維持雞蛋的良好品質，從而提升雞蛋的市場價值和食品安全性。

材料與方法

I. 試驗樣品與試驗設計

本試驗自國內蛋品加工廠購入自牧場集蛋 1 d 內的海蘭白殼雞蛋 4,000 顆，包含未洗選蛋與洗選蛋各 2,000 顆，洗選蛋乃使用全程自動化電腦管控的洗選機 (egg washing & sorting machine, MOBA2500, Moba Group, Netherlands) 進行處理，洗選流程包括自動上蛋、外觀篩選檢查、使用食用級專用洗劑進行沖洗、刷洗、髒蛋與破蛋檢測、風乾、LED 光照檢查、裂殼聲納檢測 (acoustic crack detection)、UV 紫外線殺菌、重量分級、血蛋探測、蛋殼噴印及成品包裝等步驟。

試驗期間為 112 年 10 月至 113 年 4 月。試驗依貯存條件分為 4 組：洗選冷藏 WR7、洗選冷藏 WCS25、未洗選冷藏 UWR7 及未洗選常溫 UWRS30。雞蛋樣品以紙蛋盤層疊存放，冷藏組的洗選雞蛋 300 顆置於恆溫培養箱 (incubator LM-510, Yihder Technology Co., Ltd., Taiwan) 平均溫度 25.62℃、常溫組的未洗選雞蛋 300 顆置於恆溫培養箱 (incubator LM-570RD, Yihder Technology Co., Ltd., Taiwan) 平均溫度 30.2℃，此二組進行 4 wks；冷藏組的洗選與未洗選雞蛋各存放 1,700 顆於畜產試驗所加工組冷藏庫平均溫度 7.0℃，進行 24 wks，試驗期間，每週每組隨機採樣 40 顆雞蛋，進行豪氏單位、蛋黃係數、蛋白水分及蛋白 pH 值等蛋品質指標之分析，當該組雞蛋在檢測週期內出現品質降級情況時 (依 USDA 雞蛋品質分級標準 AA、A、B 及 C 級)，隨機採樣 24 顆雞蛋進行內容物微生物檢測，並於貯存 12th wk 時，將雞蛋製做成水煮蛋進行感官品評評估。

II. 測定項目

(i) 蛋品質測定

各組隨機採樣 40 顆 (N = 40)，逐顆以數位式蛋品質分析儀 (digital egg mutitester, Nabel DET6000, Japan) 測定，稱取蛋重量後，將雞蛋於測定盤上打破，經掃描後測得豪氏單位與蛋黃係數，其計算公式如下：

1. 豪氏單位

$$HU = 100 \log (H + 7.57 - 1.7W^{0.37})$$

H = 濃厚蛋白高度 (mm)

W = 雞蛋重量 (g)

2. 蛋黃係數

$$YI = h / D$$

h = 蛋黃高度 (mm)

D = 蛋黃直徑 (mm)

(ii) 蛋白水分

依據 AOAC (2005) 之方法測定蛋白水分。各組隨機採樣 40 顆，將蛋白分離置於燒杯中，每 5 個蛋白為一個試樣 (N = 8)，以均質機 (homogenizer IKA T25 digital, Germany) 5,000 rpm，30 s 均質後，再取蛋白樣品 3 g 置於坩鍋內，以 105℃ 烘 24 h 後稱重。

(iii) 蛋白 pH 值

參考陳 (2021) 之方法修訂，各組隨機採樣 40 顆，將蛋白分離置於燒杯中，每 5 個蛋白為一個試樣 (N = 8)，以均質機 (homogenizer IKA T25 digital, Germany) 5,000 rpm，30 s 均質後，再使用酸鹼度計 (pH meter, WTW pH 573, Germany) 測定 pH 值。

(iv) 微生物測定

於雞蛋品質降 1 級時 (依 USDA 雞蛋品質分級標準 AA、A、B 及 C 級)，各組採樣 24 顆 (N = 24)，以修改自 Maturin and Peeler (1995) 方法，測定雞蛋內容物的總生菌數及沙門氏菌。

1. 總生菌數：

雞蛋先用乙醇 (75%) 噴灑蛋殼後，破殼使蛋液置入無菌袋內，將無菌袋放入鐵胃 (blender mixer Model 400, seward, England) 均質 3 min，取 25 g 樣品，加入 225 g 無菌水 (滅菌之 0.9% 食鹽水) 充分混合均勻即為樣品液，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°C 恆溫培養箱 (incubator VWR scientific, Moedl 1535, USA) 中進行倒置培養 48 h，培養完成後計算其菌落數。

2. 沙門氏菌檢測：

取檢測總生菌數之適當稀釋倍數樣品液 1 mL，滴入沙門氏菌快速檢測片 (MC-media pad, JNC Corporation, Japan) 中，於 35°C 培養箱培養 24 h，依檢測片方法判讀結果並進行計數。

(v) 感官品評

修改自徐 (2000) 方法，於貯存 12th wk，WR7 及 UWR7 隨機採樣各 63 顆雞蛋，以蒸箱設定 98°C 加熱 10 min，做成水煮蛋進行感官品評，並與室溫貯存 5 d 之新鮮雞蛋作比較，品評項目為蛋白之咬感、蛋腥味及總接受性，蛋黃之組織口感、蛋腥味及總接受性，採用 7 分制進行喜好性品評，1 分代表非常討厭，7 分代表非常喜歡，受測人數共 63 人。

III. 統計分析

試驗所得數據資料利用 SAS 統計套裝軟體 (Statistical analysis system. SAS, 2002)，以一般線性模式程序 (General linear model procedure) 進行變方分析，經鄧肯式新多次變域測試 (Duncan's new multiple range test) 比較各組平均值差異之顯著性。

結果與討論

I. 豪氏單位變化

豪氏單位是根據雞蛋重量和蛋白高度計算而得的綜合指標，用來評估雞蛋的品質 (Chen *et al.*, 2023)。各組於貯存期間之豪氏單位變化如圖 1 (a) 所示，第 0 wk 洗選與非洗選豪氏單位分別為 83.08 與 87.81，達顯著差異 ($P < 0.05$)，此乃由於洗選過程中，水溫需高於蛋溫 5 – 10°C，以及隨後的烘乾過程對豪氏單位產生的影響所致；於 0 – 2nd wk 高溫組 (UWRS30 與 WCS25) 顯著較低溫組 (WR7 與 UWR7) 低 ($P < 0.05$)，而於 1st wk UWRS30 的豪氏單位顯著較 WCS25 低 ($P < 0.05$)，依 USDA 蛋品質分級標準，UWRS30 下降最快，從第 0 wk 的 87.81 (AA 級)、1st wk 59.53 (B 級)、2nd wk 降至 55.80 (B 級)；WCS25 從第 0 wk 的 83.08 (AA 級)、1st wk 63.57 (A 級)、2nd wk 降至 54.75 (B 級)；此 2 組在 3rd wk 時蛋品質均降至 C 級，其中，WCS25 有 25/40 樣品超出分析儀可判讀下限範圍 (HU = 31)，15/40 樣品測得豪氏單位平均值為 33.19，UWRS30 有 30/40 樣品超出機器可判讀下限範圍，10/40 樣品測得豪氏單位平均值為 31.27，顯示高溫貯存對雞蛋品質的負面影響最大，並參考 Liu *et al.* (2016) 在試驗中使用了豪氏單位作為雞蛋品質的主要評估指標，設定當豪氏單位平均值低於 31 (C 級) 時淘汰的標準，於 3rd wk 結束 WCS25 和 UWRS30 之貯存試驗。相較之下，冷藏組的蛋品質變化較小，WR7 的 0 – 5 wk 為 83.08 – 72.49 (AA 級)、6 – 13 wk 為 68.61 – 61.20 (A 級)、14 – 24 wk 為 58.09 – 55.02 (B 級)；UWR7 的 0 – 4 wk 為 87.81 – 72.78 (AA 級)、5 – 18 wk 為 71.77 – 60.24 (A 級)、19 – 24 wk 為 59.49 – 54.33 (B 級)，此結果表示，冷藏貯存能有效維持雞蛋的品質。冷藏對雞蛋品質的影響已被多項研究證實，溫度是影響雞蛋豪氏單位的重要因素，Jones *et al.* (2018) 研究顯示，雞蛋於 4°C 貯存 15 wks，洗選蛋與非洗選蛋的豪氏單位分別為 65 與 67 (A 級)；Chen *et al.* (2023) 進一步指出，雞蛋於 7°C 貯存能有效延緩品質下降，從第 0 wk 的 AA 級 (81.7) 至 7th wk 仍維持 A 級 (約 61.8)，直到 12th wk 才接近 A 級下限，與本研究結果一致。而 Oliveira *et al.* (2009) 發現，新鮮雞蛋於 6 ± 1°C 下貯存 50 d 後，豪氏單位從 98.55 下降至 71.74 (仍為 A 級)；Simsiri *et al.* (2021) 則強調，雞蛋於 7°C 貯存 4 wks 後仍保持 A 級品質，顯著優於常溫存放，相較之下，常溫存放會加速豪氏單位的下降。Chen *et al.* (2023) 研究發現，雞蛋於 25°C 貯存時，豪氏單位從第 0 wk 的 81.7 (AA 級) 快速下降至 1st wk 的 61.8 (A 級)、2nd wk 的 48.0 (B 級) 及 3rd wk 的 37.9 (B 級)。Oliveira *et al.* (2009) 指出，雞蛋於 25 ± 1°C 貯存 30 d 後，豪氏單位降至 18.39 (B 級以下)。Simsiri *et al.* (2021) 亦指出，雞蛋於 25°C 貯存 4 wks 後即降至 B 級或更低。低溫貯存的優勢在於其可延緩蛋白質品質下降，從而維持蛋白的高度與黏性，Jin *et al.* (2010) 特別強調，低

溫能顯著減緩豪氏單位的下降速度；此外，Silversides and Scott (2001) 的研究則證明冷藏能延長雞蛋的保鮮期。綜合以上研究結果，雞蛋於低溫 (4 至 7°C) 條件下存放，其品質明顯優於常溫或高溫存放，證實冷藏對雞蛋品質的維持具有關鍵性作用。

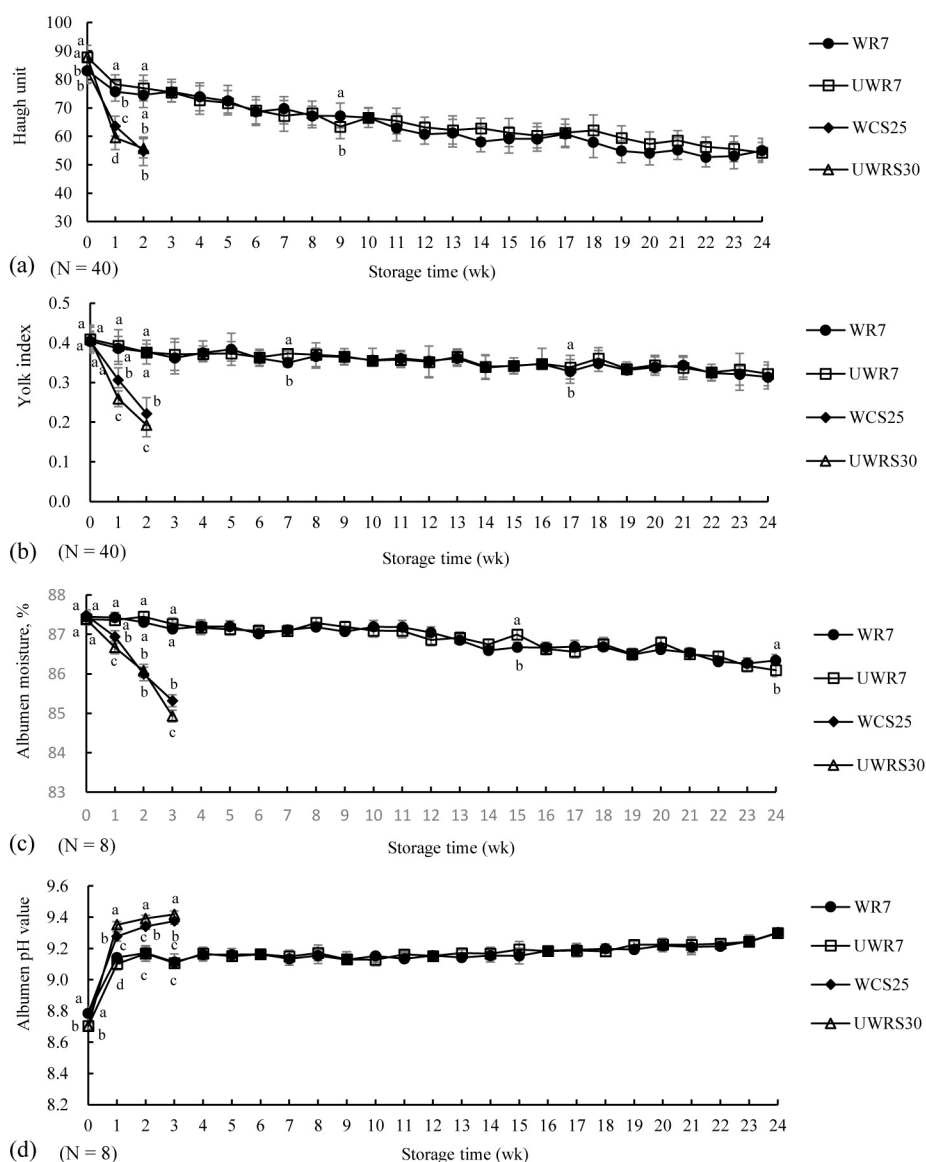


圖 1. 雞蛋貯存期間 (a) 豪氏單位、(b) 蛋黃係數、(c) 蛋白水分及 (d) 蛋白 pH 值的變化。

Fig. 1. Changes in (a) Haugh units, (b) Yolk index, (c) albumen moisture and (d) albumen pH on eggs during storage.

a, b, c, d Means within each storage time with different common letters significantly differ ($P < 0.05$).

II. 蛋黃係數變化

蛋黃係數是蛋黃高度與直徑的比值，反映蛋黃的品質，各組於貯存期間之蛋黃係數變化如圖 1 (b) 所示，於 0 – 2nd wk 高溫組 (UWRS30 與 WCS25) 顯著較低溫組 (WR7 與 UWR7) 低 ($P < 0.05$)，而於 1st wk UWRS30 的蛋黃係數顯著較 WCS25 低 ($P < 0.05$)，UWRS30 下降最快，0、1st 及 2nd wk 的蛋黃係數分別為 0.409、0.221 及 0.193；其次為 WCS25，其 0、1st 及 2nd wk 的蛋黃係數分別為 0.404、0.307 及 0.259；於 3rd wk 時，WCS25 有 25/40 樣品超出機器可判讀之下限範圍，15/40 樣品測得蛋黃係數平均值為 0.168，UWRS30 有 30/40 樣品超出機器可判讀之下限範圍，10/40 樣品測得蛋黃係數平均值為 0.127，顯示高溫貯存會造成蛋黃品質快速下降。WR7 和 UWR7 的蛋黃係數每週變化較小，於貯存 24 wk 期間，分別從第 0 wk 之 0.404 和 0.409，緩慢下降至 24th wk 的 0.314 和 0.322，表示低溫冷藏有助於維持蛋黃的良好品質。與 Chen *et al.* (2023) 研究結果相符，25°C 貯存的雞蛋之蛋黃係數於 4 wks 貯存期內顯著下降 ($P < 0.05$)，而於 7°C 貯存 12 wks 的蛋黃係數則相對穩定下降緩慢，亦與 Simsiri *et al.* (2021) 研究一致，雞蛋於 7°C 存放至 4th wk 的蛋黃係數為 0.40，而存放於 25°C 條件下的雞蛋，

其蛋黃係數顯著下降至 0.20，顯示低溫貯存期間，蛋黃係數減少較緩慢，而在高溫條件下，因水分遷移加速，導致蛋黃變扁平。此外，Oliveira *et al.* (2009) 發現，冷藏能有效保持蛋黃的質量和穩定性，蛋黃結構在高溫下容易受到影響，可能是因為脂質氧化和蛋白質品質快速下降，導致蛋黃膜變弱。

III. 蛋白水分變化

蛋白水分的變化可顯示雞蛋於貯存期間，其內部水分的散失狀況，各組於貯存期間之蛋白水分含量變化如圖 1 (c) 所示，於 3rd wk 高溫組 (UWRS30 與 WCS25) 顯著較低溫組 (WR7 與 UWR7) 低 ($P < 0.05$)，以 UWRS30 下降最快，0、1st、2nd 及 3rd wk 的蛋白水分含量分別為 87.38、86.66、86.07 及 84.93%；其次為 WCS25，其 0、1st、2nd 及 3rd wk 的水分含量分別為 87.48、86.94、86.00 及 85.32%；而 WR7 和 UWR7 在貯存 24 wk 期間，每週的水分含量變化相對較小，分別從第 0 wk 的 87.48 和 87.38% 緩慢下降至 24th wk 的 86.33 和 86.09%，顯示高溫貯存會造成雞蛋內部水分較快散失。這與 Chen *et al.* (2023) 研究結果一致，25°C 貯存的雞蛋的蛋白水分含量在 4 wks 內顯著下降，而在 7°C 貯存的雞蛋則下降較慢；Oliveira *et al.* (2009) 研究指出，新鮮雞蛋蛋白的總固形物含量平均約 12.17 g/100 g，於 $6 \pm 1^\circ\text{C}$ 下貯存 50 d 後，蛋白的總固形物含量為 13.47 g/100 g，於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 貯存 30 d 後，蛋白的總固形物含量達到 13.83 g/100 g，隨著貯存期間的增加，蛋白的總固形物含量顯著增加，表示水分顯著減少。Simsiri *et al.* (2021) 研究，雞蛋存放於 7°C 條件下其蛋白水分含量在 4th wk 為 85%，而存放於 25°C 條件下的蛋白水分含量在 4th wk 降至 75%，顯示出高溫貯存會加速水分流失，Roberts (2004) 亦指出雞蛋冷藏貯存可減緩蛋白水分的散失，蛋白水分的減少會影響蛋白的粘稠度和外觀，進而影響雞蛋的品質。

IV. 蛋白 pH 值變化

蛋白 pH 值亦是評估雞蛋品質的重要指標，各組於貯存期間之蛋白 pH 變化如圖 1 (d) 所示，於 0 – 3rd wk 高溫組 (UWRS30 與 WCS25) 顯著較低溫組 (WR7 與 UWR7) 高 ($P < 0.05$)，以 UWRS30 上升最快，0、1st、2nd 及 3rd wk 的蛋白 pH 值分別為 8.70、9.35、9.39 及 9.42；其次為 WCS25，其 0、1st、2nd 及 3rd wk 的 pH 值分別為 8.79、9.28、9.34 及 9.38；而 WR7 和 UWR7 在貯存 24 wks 期間，每週的 pH 值變化相對較小，分別從第 0 wk 的 8.79 和 8.70 緩慢上升至 24th wk 的 9.30 和 9.29。本研究結果與 Jin *et al.* (2010)、Liu *et al.* (2016) 及 Chen *et al.* (2023) 的發現一致，蛋白 pH 值會隨著貯存溫度升高而顯著上升，低溫能有效減緩蛋白 pH 值的上升速度，在 25°C 貯存條件下，雞蛋的蛋白 pH 值於 4 wk 內迅速上升，而在 7°C 下 pH 值變化較小。Oliveira *et al.* (2009) 的研究則量化此現象，顯示新鮮雞蛋的蛋白 pH 值平均為 8.02，於 $6 \pm 1^\circ\text{C}$ 貯存 50 d 後上升至 9.13，而於 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 貯存 30 d 後則升至 9.41，證實隨貯存溫度與期間增加，蛋白 pH 值顯著上升。此外，Shin *et al.* (2012)、Caner and Yuceer (2015) 及 Biladeau and Keener (2009) 也指出雞蛋貯存期間蛋殼孔隙中二氧化碳的損失與蛋白 pH 值上升之間存在密切關聯，二氧化碳的逸散可能影響碳酸 – 碳酸氫鹽緩衝系統，導致蛋白 pH 值上升。蛋白低 pH 值可被視為維持蛋白品質的良好狀態，蛋白 pH 值與豪氏單位高度相關，可以作為蛋新鮮度的指標 (Chen *et al.*, 2023)。

V. 微生物品質

雞蛋貯存期間，其內容物總生菌數的測定結果顯示，除了 WCS25 於 3rd wk 平均 4.18 log CFU/g 及 WR7 於 24th wk 平均 4.20 log CFU/g，其餘各組在整個貯存期間皆未檢出總生菌數。此外，所有組別，包括高溫組 (WCS25 和 UWRS30) 與低溫組 (WR7 和 UWR7)，雞蛋內容物皆未檢測到沙門氏菌；此結果顯示，雞蛋在適當的貯存條件下，其微生物安全性可獲得有效維持，在現行的生產與貯存管理下，雞蛋內容物的微生物污染風險極低。然而，洗選雞蛋 WCS25 組和 WR7 組，其在特定週期中檢出總生菌數，雖未超出食品安全標準，但亦證實洗選過程可能影響雞蛋的微生物，張 (1986) 表示，洗選蛋在長期貯藏時，微生物較易侵入增殖，加速蛋之腐敗。洗選會去除蛋殼表面的保護性角質層，減弱其天然屏障功能，進而增加外界微生物進入蛋內的風險，特別是在高溫或長時間貯存的情況下，更可能導致微生物數量的增長。因此，洗選後的雞蛋須更注重冷鏈管理，以降低微生物污染的潛在風險，確保產品的衛生與安全。

VI. 感官品評

雞蛋於 7°C 貯存 12 wk 做成水煮蛋進行感官品評之結果如表 1，WR7、UWR7 及新鮮雞蛋組之比較，其蛋白和蛋黃的多項指標上表現出相似的結果。WR7 的蛋白咬感平均為 5.1 ± 1.0 分，UWR7 的蛋白咬感為 5.2 ± 1.0 分，而新鮮組的蛋白咬感為 5.2 ± 1.0 分，各組間無顯著差異；WR7 和 UWR7 的蛋腥味評分分別為 4.9 ± 1.1 和 4.9 ± 1.0 ，而新鮮組為 4.9 ± 1.0 ；總接受性方面，WR7 和 UWR7 的評分分別為 5.2 ± 1.0 和 5.1 ± 1.0 ，而新鮮組為 5.0 ± 1.0 ，各組間無顯著差異；WR7 的蛋黃組織口感為 5.2 ± 1.0 分，UWR7 為 5.3 ± 1.0 分，新鮮組為 4.9 ± 1.2 分；WR7 的蛋黃腥味為 4.7 ± 1.1 分，UWR7 為 4.6 ± 1.0 分，新鮮組為 4.8 ± 1.0 分；總接受性方面，冷藏組 WR7 為 5.1 ± 1.0 分，UWR7 為 5.1 ± 1.0 分，新鮮組為 4.9 ± 1.2 ，各組間無顯著差異，由上述結果得知，不論洗選或非洗選

雞蛋，於 7°C 冷藏 12 wks，蛋白咬感、蛋白腥味、蛋黃組織口感、蛋黃腥味及總體接受性皆可被接受，與新鮮雞蛋比較，並無顯著差異 ($P > 0.05$)。7°C 貯存 12 wks 的洗選與非洗選雞蛋，其蛋品質均維持 A 級，蛋白水分僅下降 0.46%，蛋白 pH 值僅上升 0.03，顯示低溫貯存 12 wks 後的雞蛋品質特性與存放 5 d 的新鮮雞蛋相近，證實冷藏不僅能延長保鮮期，亦能保持雞蛋的感官品質特性。

表 1. 雞蛋於 7°C 貯存 12 wks 做成水煮蛋進行感官品評 (7 分制, N = 63)

Table 1. Eggs stored at 7°C for 12 weeks were made into boiled eggs for sensory evaluation (7-point scale, n = 63)

	Albumen			Yolk		
	Bite	Eggy odor	Overall acceptability	Bite	Eggy odor	Overall acceptability
WR7	5.1 ± 1.0	4.9 ± 1.1	5.2 ± 1.0	5.2 ± 1.0	4.7 ± 1.1	5.1 ± 1.0
UWR7	5.2 ± 1.0	4.9 ± 1.0	5.1 ± 1.0	5.3 ± 1.0	4.6 ± 1.0	5.1 ± 1.0
5 d fresh egg	5.2 ± 1.0	4.9 ± 1.0	5.0 ± 1.0	4.9 ± 1.2	4.8 ± 1.0	4.9 ± 1.2

結 論

雞蛋在貯存過程中，隨著貯存期間的延長與貯存溫度的升高，其豪氏單位、蛋黃係數及蛋白水分皆逐漸降低，而蛋白的 pH 值則隨之升高，這些變化皆顯示雞蛋品質逐漸下降。尤其在貯存溫度較高的情況下，雞蛋品質劣化速度更加迅速，導致豪氏單位和蛋黃係數快速下降。本試驗證實將良好品質 (AA 級) 之雞蛋置於 7°C 冷藏 24 wk，不論是洗選或非洗選均仍能保持可食用之品質 (B 級)，因此，為了延長雞蛋的保存期限並維持其良好的品質，建議應將雞蛋置於低溫環境下貯存。

誌 謝

本研究由畜產試驗所畜產加工組同仁協助完成，特此誌謝。

參考文獻

- 徐志忠。2000。冷卻及被覆處理對水煮蛋貯存品質之影響。國立中興大學畜產學系，碩士論文，臺中市。
- 張勝善。1986。蛋品加工學。華香園出版社，臺北市，第 167 頁。
- 陳冠霖。2021。評估洗選與否及貯存溫度對殼蛋長期貯存品質之影響。國立中興大學畜產學系，碩士論文，臺中市。
- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 2005. Official methods of analysis, 18th ed. Association of official analytical chemistry, Washington, DC.
- Biladeau, A. M. and K. M. Keener. 2009. The effects of edible coatings on chicken egg quality under refrigerated storage. *Poult. Sci.* 88: 1266-1274.
- Caner, C. and M. Yuceer. 2015. Efficacy of various protein-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs during storage. *Poult. Sci.* 94: 1665-1677.
- Chen, G. Z., W. Chumngoen, C. Kaewkot, Y. M. Sun, and F. J. Tan. 2023. Combination of sensory evaluation with conventional physiochemical analyses to evaluate quality changes during long-term storage and estimate the shelf life of chicken eggs. *Br. Poult. Sci.* 64: 594-604.
- Eke, M. O., N. I. Olaitan, and J. H. Ochefu. 2013. Effect of storage conditions on the quality attributes of shell (table) eggs. *Niger. Food J.* 31: 18-24.
- Jin, Y. H., K. T. Lee, W. I. Lee, and Y. K. Han. 2010. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australas. J. Animal Sci.* 24: 279-284.
- Jones, D. R. and M. T. Musgrove. 2005. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poult. Sci.* 84: 1774-1777.
- Jones, D. R., D. M. Karcher, P. Regmi, C. O. Robison, and R. K. Gast. 2018. Hen genetic strain and extended cold storage

- influence on physical egg quality from cage-free aviary housing system. *Poult. Sci.* 97: 2347-2355.
- Liu, Y. C., T. H. Chen, Y. C. Wu, Y. C. Lee, and F. J. Tan. 2016. Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chem.* 211: 687-693.
- Mohammed, H. T. 2011. Impact of storage period and quality on composition of table egg. *Adv. Environ. Biol.* 5: 856-861.
- 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.
- Nematinia, E. and S. A. Mehdizadeh. 2018. Assessment of egg freshness by prediction of Haugh unit and albumen pH using an artificial neural network. *J. Food Meas. Charact.* 12: 1449-1459.
- Okeudo, N. J., U. Ezetoha, C. Akomas, and E. C. Akanno. 2005. Egg quality of *Gallus Domesticus* under domestic storage in Nigeria. *Animal Res. Int.* 2: 319-321.
- Oliveira, G. E., T. C. Figueiredo, M. R. Souza, A. L. Oliveira, S. V. Cancado, and M. B. A. Gloria. 2009. Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. *Poult. Sci.* 88: 2428-2434.
- Roberts J. R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 41: 1661-177.
- Samli, H. E., A. Agna, and N. Senkoylu. 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 14: 548-533.
- Scott, T. A. and F. G. Silversides. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.* 79: 1725-1729.
- Shin, D., C. Narciso-Gaytán, J. M. Regenstein, and M. X. Sanchez-Plata. 2012. Effect of various refrigeration temperatures on quality of shell eggs. *J. Sci. Food Agric.* 92: 1341-1345.
- Silversides, F. G. and T. A. Scott. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poult. Sci.* 80: 1240-1245.
- Silversides, F. G. and P. Villeneuve. 1994. Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature? *Poult. Sci.* 73: 50-55.
- Simsiri, U., W. Rungruengpet, C. Kaewkot, Y. M. Sun, K. Świąder, A. Wanangkarn, and F. J. Tan. 2021. Influence of cold chain integrity during postwashing processing and storage on chicken egg quality. *Braz. J. Poult. Sci.* 23: 1-8.
- SAS Institute, 2002. Guide for personal computers. Version 8.0.1, SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- USDA. Agricultural Marketing Service. 2000. Egg-Grading-Manual. Agricultural Handbook Number 75. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/egg-grading-manual>
- Walsh, T. J., R. E. Rizk, and J. Brake. 1995. Effects of temperature and carbon dioxide on albumen characteristics, weight loss, and early embryonic mortality of long stored hatching eggs. *Poult. Sci.* 74: 1403-1410.

Effects of storage conditions on egg quality ⁽¹⁾

Ling-Tsai Wu ⁽²⁾ Yi-Chao Chen ⁽²⁾ Ruei-Han Yeh ⁽²⁾⁽⁴⁾ Chi-Huai Huang ⁽²⁾
Chun-Ta Chang ⁽³⁾ and Ching-Yun Kuo ⁽²⁾

Received: Sep. 19, 2024; Accepted: Feb. 25, 2025

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of different storage temperatures and durations on egg quality. The samples used were Hy-Line White eggs sourced from a local egg processing plant, divided into four storage groups: washed and refrigerated (WR7, $7 \pm 2^\circ\text{C}$), washed and cool-stored (WCS25, $25 \pm 2^\circ\text{C}$), unwashed and refrigerated (UWR7, $7 \pm 2^\circ\text{C}$), and unwashed and room-stored (UWRS30, $30 \pm 2^\circ\text{C}$). In particular, WCS25 and UWRS30 were stored for three weeks, while WR7 and UWR7 were stored for 24 weeks. During the period, 40 eggs were randomly sampled per week to assess the egg quality, including albumen moisture, albumen pH, Haugh Unit (HU), and yolk index (YI). Additionally, eggs refrigerated for 12 weeks were hard-boiled for sensory evaluation. The results showed that the Haugh Unit significantly decreased over time in UWRS30 and WCS25 ($P < 0.05$), while the decrease in WR7 and UWR7 was slower. Both yolk index and albumen moisture tended to decrease during storage, whereas albumen pH showed an upward trend during storage. Throughout the storage period, all 4 groups were tested negative for Salmonella, and the total plate count were tested in WCS25 at 3rd week and WR7 at 24th week, namely 4.18 and 4.20 log CFU/g, respectively. In the sensory evaluation of hard-boiled eggs, no significant differences were found among the groups in terms of albumen and yolk texture, eggy odor, or overall acceptability. In conclusion, the Haugh Unit, yolk index, albumen moisture, and pH were all influenced by storage temperature and duration. To extend the shelf-life of eggs and maintain quality, it is recommended to store eggs under low temperatures. This study confirms that high-quality (grade AA) washed and unwashed eggs can still retain edible quality (grade B) when stored at 7°C for 24 weeks.

Key words: Egg, Storage condition, Egg quality.

(1) Contribution No. 2813 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) Livestock Management Division, MOA-TLRI, HsinHua, Tainan 71246, Taiwan, R. O. C.

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