

水煮殼蛋蒸煮機械之基本設計研究

雷鵬魁¹⁾ 鄭俊男²⁾ 鄭俊哲³⁾

尤瓊琦¹⁾ 黃國定²⁾

(接受刊載日期：中華民國83年3月22日)

摘要：水煮殼蛋是一種簡便普及的蛋加工品，也可進行二次加工，例如滷蛋、茶葉蛋或鐵蛋等，尤其滷蛋是國人所喜愛。水煮蛋的製作過程相當簡便，只須將其加熱至完熟，而後去殼即可。但在製作過程中，必須考慮蛋品本身的物性以及其加熱方式，以提高水煮蛋的加工品質。

一般製作水煮蛋時，為方便後續之去剝作業，多將蛋品貯存四天或四天以上。如此，生蛋在蒸煮後便產生蛋黃偏心的問題。本試驗採用滾動蒸煮方式及直立蒸煮方式兩種蒸煮模式進行蒸煮，亦即在蒸煮過程中同時滾動，使蛋黃在稀薄易流動的蛋白中產生位移，加寬蛋白的厚度；或採用直立放置方式，以移轉蛋黃偏心的位置來改善偏心的情形。根據測試結果，蛋的貯存天數與蛋黃偏心程度有密切的相關。而且上述二種蒸煮方式對改善蛋黃偏心率均有明顯的效果，尤其以直立放置方式蒸煮之效果更為顯著。本研究根據直立放置之蒸煮方式設計一蒸煮機械，在置蛋過程中可使用真空吸蛋機或自動排蛋機配合作業，節省勞力。假設蒸煮機械作業效率為每小時蒸煮2,500個蛋，將蛋品蒸煮至完熟，其所使用的加熱源至少需提供10,306 Kcal/hr的能量。

關鍵詞：水煮蛋、蒸煮機械、設計

一、前言

雞蛋的營養價值高，且為國人喜愛之食品，目前平均每日的總消費量約為1,500萬個。其加工製品種類繁多，而水煮殼蛋為一種簡便而普及的蛋加工品，大部份為家庭消費、郊遊時攜帶食用，或自助餐業便當使用。此外水煮殼蛋也可進行二次加工，例如滷蛋、茶葉蛋或鐵蛋等。尤其滷蛋是為國人所喜愛，消費量約佔市場的1/5。但在水煮蛋大量處理加工作

業時；加熱的方式及過程對水煮蛋的品質與後續的剝殼作業有很大的影響。一般而言，業者多是在前一天蒸煮雞蛋，第二天才作去剝作業，每次的處理量，大約在10,000~20,000個蛋，耗費很多的人力及時間。而且為了方便後續的去殼作業，多將蛋貯存四天以上，同時常會造成蛋黃偏心的問題，不僅影響水煮蛋的品質，還造成去剝作業時蛋品的損失，因為在蛋黃偏心處蛋白較薄，去剝時易破裂而露出蛋黃。

本研究的目的是在於探討分析，蛋未加熱前的物性及加熱方式對水煮蛋的品質之影響，

1) 副教授，國立中興大學農業機械工程學系

2) 研究生，國立中興大學農業機械工程學系

3) 副研究員，台灣省畜產試驗所

並建立一套水煮蛋之加熱模式，以作為設計水煮蛋蒸煮機械之基礎。

二、文獻探討

水煮蛋是蛋的一種簡便加工方式，係將鮮蛋加熱完熟而後去殼即可。而蛋殼的剝離仍是目前加工過程中所面臨難題，其作業特性需符合在蒸煮時不產生破殼、去殼容易且外觀良好及蛋黃不偏心且蛋黃表面不產生暗綠色的硫化鐵等三項標準；(Irmiter, et al., 1970)

而影響剝殼難易及品質標準的主要因素有下列五項；蛋殼強度及品質、蛋白的pH值、未煮前蛋的溫度、加熱媒介物及溫度與加熱時間。

其中前二項與未加工蛋的物性有關，而後三項與加熱的控制有關，茲分別進行討論。

雞蛋物性對剝殼難易的影響因素很多，諸如；蛋殼強度、蛋白pH值及二氧化碳(CO₂)含量、含水率等。均直接或間接影響了剝殼效率及水煮蛋的品質。

蛋殼強度及品質是蛋品檢驗時一項重要的依據，此外它亦影響了蒸煮作業時破裂的發生率，及其剝殼作業的效率。正常的蛋殼外觀呈均勻，具有良好的質地及強度，且無粗糙部份及異常物質。若蛋品異常，則在蒸煮作業時易破壞(陳明造，1990)。

影響蛋殼強度的因素有許多，諸如；蛋雞雞齡、飼料與飼養季節等。一般老母雞所產的蛋較年輕母雞所產的蛋，外形較大，蛋殼較薄，強度較為脆弱，易於蒸煮時破裂，故品質較劣。故製作滷蛋所使用的雞蛋多採用六個月內母雞所產的蛋。此外不同的飼料及生長環境也會影響蛋殼的強度品質。如果在飼料中添加鈣、磷等，可增加蛋殼厚度，但對強度並無影響。若加入鎂，可增加強度，但會影響其風味。就季節而言，冬天所產的蛋其蛋殼較厚，春秋兩季居中，而夏季最薄(張勝善，1992)。

雞蛋在貯存過程中其內部會產生一些自然變化，此變化無關於微生物侵入增殖(張勝善，1992)，但會影響到蛋品加工的品質，主要有以下四項：

(1)蛋內之二氧化碳(CO₂)及水分向蛋外之逸散。

(2)由於滲透壓差，使蛋黃、蛋白之水溶性物質相互移動，而使蛋黃膜脆弱化。

(3)蛋黃、蛋白之pH值上升，尤以蛋白變化為大。

(4)蛋白之pH值上升而使濃厚蛋白黏度稀薄化，而使蛋黃易於流動偏心。

這些變化中以蛋白的pH值升高對水煮蛋剝殼的影響最大。水煮蛋的去殼難易主要與蛋白的pH值有關，pH值越高，經蒸煮後，越易於剝殼。反之，則不易剝殼。(陳明造，1990)蛋白pH值上升的速度與環境溫度及空氣中二氧化碳的濃度有關，因蛋白pH值的變化與本身二氧化碳的含量有一定性的相關。若加長貯存時間會使pH值升高而易於剝殼，尤其在高溫(50°C)的環境下(Fuller and Angus 1969)。一些利用噴油露處理的蛋，其經貯存後，新鮮度仍高，pH值較低，剝殼不易(張勝善，1992)。此外，若貯存於二氧化碳的環境中以維持二氧化碳的濃度，則pH值降低，蒸煮後不易剝殼。相反若貯存於氨氣(NH₃)的環境中，二氧化碳迅速散失，pH值升高，蒸煮後易於剝殼。(Reink et al., 1973)

通常剛產下的蛋，其蛋白的pH值為7.5~7.6，在此環境下，氣體中二氧化碳所佔容積百分率約10%(分壓0.1)，而空氣中之二氧化碳容積百分率約0.03%(分壓0.0003)故此時溶解或充滿在蛋內之二氧化碳即開始通過氣孔向外逸散，尤以產蛋後數日內為甚。隨著二氧化碳之逸散，蛋白、蛋黃的pH值亦隨之變化，以蛋白的變化較大，約十日後pH值高達9以上，最後可高達9.5~9.7。(Romanoff and Romanoff, 1949)

除了蛋品本身的物性對水煮蛋的品質有影響外，加熱控制與水煮蛋的品質也有很大的關聯。在剝殼作業上，加熱越完熟的蛋越易於剝殼，反之加熱程度較低之半熟水煮蛋，則不易剝殼。加熱條件越高，亦即加熱程度越高者越易於剝殼。而且使用不同的加熱方式，也有不同的剝殼效果。

蛋白及蛋黃有遇熱凝固的特性，若水煮蛋之蛋白凝固未完全，常在剝殼時破裂而影響外觀。而影響蛋白熱凝固性的因素有許多，就加熱的溫度及蛋白的pH值而言：蛋白的熱凝固性深受加熱溫度的影響，溫度每上升 1°C ，蛋白的凝固速率即增高191倍，而每上升 10°C ，則約增高635倍，如在高溫下加熱，蛋白的凝固幾乎是瞬間發生的（張勝善，1992）。pH值為影響蛋白加熱凝固溫度之重要因素。蛋白的凝固溫度在pH值5.5左右時最低，隨著pH值升高而漸高，到pH值在9以上則驟然上升（Sato and Nakamura, 1977）。

雞蛋的蛋白在 62°C 即開始凝固， 65°C 失去流動性， 70°C 即已凝固硬化，在高溫則變得更堅硬。一般蛋白完全凝固溫度要達到 80°C ，蛋黃則需達到 70°C 。故全熟蛋要在 80°C 以上加熱，而時間的要求要看熱達到蛋的內部所需的時間而定。（陳明造，1990）

欲得理想的水煮蛋須賴溫度與時間之密切配合，過高的溫度會使蛋殼在蒸煮時破裂，過度的加熱或暴露於熱蒸氣中太久均會導致過度凝固，影響品質。若在適當溫度下並將時間控制得當，則可製得優良品質之產品。

在加熱過程中使用不同的加熱介質，諸如水、水蒸氣或熱風加熱；及使用不同的加熱方式，對水煮蛋的剝殼難易均有影響，一般有三種加熱方式；自冷水開始加熱、煮沸水加熱、以及加壓蒸氣加熱。而對剝殼難易的影響分別是；加壓蒸氣加熱易於煮沸水加熱，又易於自冷水開始加熱。尤以在7.5 psi及12.5分鐘加壓蒸氣中加熱的水煮蛋，最易於剝殼且外觀良好

（陳明造，1992）。此外尚有一些添加物的加熱方式可助於剝殼，諸如：

(1)新鮮蛋先在氨的氫氧化物中煙燻十分鐘，迅速提高蛋白的pH值，則蒸煮後易於剝殼（Swanson, 1959）。

(2)或是在蒸煮過程中，添加入鹼性物質，如食鹽、硼砂等，則蒸煮後易於剝殼。

一般加熱過程後，水煮蛋須經冷卻降溫以方便剝殼。冷卻的方式計有；置於空氣中常溫冷卻、於冷水中冷卻或使用液態氮急速冷卻。通常冷卻的方式對剝殼難易並無顯著的影響，但急速冷卻縮短冷卻時間，並可防蛋黃暗綠色的產生，以提高水煮蛋的外觀品質。因為水煮蛋若加熱程度過高，在蛋黃表面會有暗綠色的硫化鐵產生。採用急速冷卻可使蛋表面溫度降低，隨著發生壓力低下，使蛋白的硫化氫容易向蛋殼外面擴散，而不向蛋黃方向擴散，如此可防止暗綠色的發生（陳明造 1990）。但對滷蛋而言，在滷的過程中仍須對剝殼後的水煮蛋加熱，故在過熱的情況下，滷蛋的蛋黃多為暗綠色。

除了上述對蛋的物性處理及加熱控制外尚有一些有助於剝殼的處理方式：

(1)回熱處理：將蛋經蒸煮冷卻後再加熱處理，使蛋白與蛋殼間隙變大，以利於剝殼。Hale and Britton, 1974報告將新鮮蛋或打臘密封的蛋在水煮後浸於冰水中1分鐘，使之急速冷卻，而後再浸於煮沸水10秒鐘，則可使水煮蛋容易去殼。

(2)鑽孔處理：在蛋的鈍端（即氣室表面）鑽一小孔，再進行蒸煮，則剝殼容易且漂亮（Anonymous, 1967）。

蛋品在加熱過程中其熱傳速率隨時間而改變，故乃屬於不穩定狀態的熱傳。假設其因子模式，物體體積為 $dx dy dz$ ，由位置 x 處經由 $dy dz$ 平面單位流入的熱量，即熱量流速為 $\partial \theta_x / \partial t$ ，而在 $(x + dx)$ 處流出的熱量速度為 $\partial \theta_x / \partial t$ ，此熱量差值即滯留在物體內造成熱量

上升，其溫度變化速度與物體密度及定壓比熱呈下列的關係：

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{C_p \cdot \rho} \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = \alpha \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}$$

$$\left(\alpha = \frac{k}{C_p \cdot \rho} \right)$$

考慮直角座標 x, y, z 則：

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{C_p \cdot \rho} \cdot \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} \right)$$

轉換為球座標：

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{k}{C_p \cdot \rho} \cdot \left(\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \cdot \left(r^2 \cdot \frac{\partial t}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \cdot \sin \theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \cdot \left(\sin \theta \cdot \frac{\partial t}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \cdot \sin^2 \theta} \cdot \frac{\partial^2 t}{\partial \phi^2} \right) \dots\dots\dots (2-1)$$

T: 溫度 (°C)

t: 時間 (hr)

k: 熱傳導度 (kcal/hr · m · °C)

C_p: 定壓比熱 (kcal/kg · °C)

ρ: 密度 (kg/m³)

α: 熱擴散度 (m²/hr)

計算此狀態的加熱主要關鍵在於內阻力與外阻力的相對重要性。此時常使用無因次數群，Biot 數：

$$Bi = (h_c \times \ell) / K_s \dots\dots\dots (2-2)$$

h_c: 加熱介質的薄膜熱傳係數 (kcal/m² · hr · °C)

ℓ: 產生熱傳遞物的特性長度 (m)

K_s: 被加熱物的熱傳係數 (kcal/m · hr · °C)

若採用 100°C 的水蒸氣 (薄膜熱傳係數約 4882~9764 kcal/m² · hr · °C) 對蛋加熱，食品工程學 (孫朝棟, 1988) 中提及蛋白與蛋黃的熱傳係數分別為：

蛋白熱傳係數：在 96°F (35.5°C) 時為 0.322 Btu/(hr · ft · °F) 即等於 0.479 kcal/(hr · m · °C)

蛋黃熱傳係數：在 92.2°F (33.4°C) 時為 0.195

Btu/(hr · ft · °F) 即等於 0.29 kcal/(hr · m · °C)

就蛋的外形考量，類似橢圓球體，長軸約 5.6 cm，短軸約 4.2 cm。將其考量為直徑 = 長軸的球體 (ℓ = 5.6 cm)，分別考慮蛋白與蛋黃的情形。由式 (2-2) 計算得 Biot 數均大於 40，即物體表面溫度大致等於加熱介質溫度，可忽略其內能量，對式 (2-1) 積分可得一傅立葉級數解，(林, 1983)；

$$\frac{T_s - T}{T_s - T_0} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{R}{r} \right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \cdot \sin n \pi \frac{r}{R} \exp \left(-\frac{n^2 \pi^2 \alpha t}{R^2} \right) \dots\dots\dots (2-3)$$

此外亦可根據食品工程學所提及之級數解。

$$\frac{(T_s - t)}{(T_s - t_0)} = \exp \cdot \frac{k_s \theta}{\rho \cdot C_p \cdot R^2} \cdot \frac{X}{R} \cdot \frac{k_s}{h_c \cdot R} \dots\dots\dots (2-4)$$

T_s: 加熱浴的溫度 (°C)

t: θ 時間後之介質溫度 (°C) (蛋白完全凝固的溫度要達到 80°C，而蛋黃要達到 70°C)

T₀: (°C) 原介質體初溫

R: 介質體之半徑 (= 1/2 = 2.8 cm)

X: 距中心點之距離 (m)

ρ: 介質體之密度 (蛋的密度約 1.035 g/m³)

C_p: 介質體之比熱

蛋白的比熱 0.85 cal/g · °C

蛋黃的比熱 0.78 cal/g · °C

假設：

$$Y = \frac{(T - t)}{(T - t_0)}, \quad X = \frac{k_s \theta}{\rho \cdot C_p \cdot R^2}$$

$$n = \frac{X}{R}, \quad m = \frac{k_s}{h_c R}$$

可得 log Y 與 X 有一線性關係，如圖 1 所示

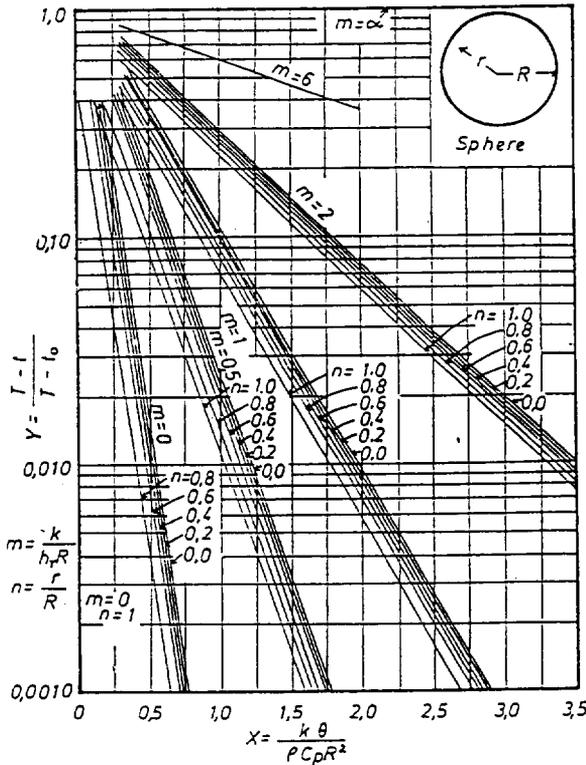


圖1 球體之Gurney-Lurie圖，
(食品工程學，1988)

依上述資料分別計算全為蛋白及全為蛋黃的情況；

(1)全蛋白的蛋：查圖(1) $n=0$ (中心處 $X=0$)， $m=0$ 的線性關係，可求得 $\theta = 17.345 \text{ min}$ 。

(2)全蛋黃的蛋：查圖(1) $n=0$ (中心處 $X=0$)， $m=0$ 的線性關係，可求得 $\theta = 20.814 \text{ min}$ 。

故在蛋品加熱的控制上，可使用 100°C 的水蒸氣加熱20分鐘以上即可得到完熟的水煮蛋。如考慮加熱一顆蛋所需的能量時，因為水煮蛋多採用六個月內母雞所產的蛋，蛋形較小，重約60g、比熱 $0.85 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ 在由 25°C 加熱到 80°C 情況下，所需能量約3.315 kcal。若作業效率2,500個/小時，則加熱源至少需每小時提供8,288 kcal的能量，考量熱量的損失數乘以1.25之安全係數每小時需要之能量10,360 kcal。

三、理論分析

鮮蛋在貯存日數超過四天時，蛋白變成稀薄化，致使蛋黃在蛋白中成為流動狀，在蒸煮完熟後常使蛋黃偏於一秀。蛋白厚度因此變薄，易於剝殼作業時破裂而影響加工品質。故構想在蒸煮過程中予以蛋品滾動，或採直立方式進行蒸煮，期能改善偏心的情況。

在剝殼過程中常施力於蛋品短軸兩側，而此處又是蛋白最薄弱處，故常造成蛋白破裂之加工損失。現採用下列二種蒸煮方式，乃基於為加寬蛋白厚度，或移轉其偏心位置，期使在剝殼過程中不損及其品質。

(1)滾動蒸煮：利用蛋黃在稀薄蛋白中的流動性在蒸煮過中同時予以滾動，期使蛋黃完熟凝固時減少偏心情況，而能加寬蛋白的厚度。以達到剝作業時蛋白不破裂之目的，提高加工之品質。其滾動的過程如圖2所示。

(2)直立式蒸煮：一般橫式放置方式蒸煮時，其偏心點恰位於蛋品之短軸最寬處，即剝殼時受最大的地方。今將其改變為直立方式放置蒸煮，將蛋的小頭一端朝下，大頭朝上則蛋黃會浮上大頭的一方。如此在蛋的中心處將擁有較厚的蛋白可避免在剝殼時破裂。直立方式蒸煮與一般方式蒸煮的比較如圖3所示。

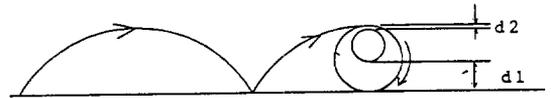


圖2 滾動蒸煮的過程

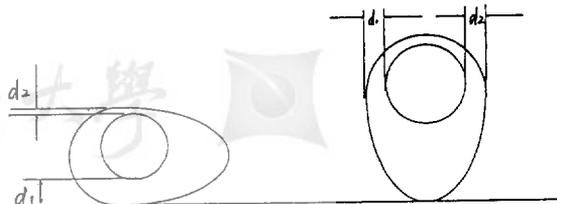


圖3 直立式蒸煮之模式

四、試驗材料與方法

滾動蒸煮試驗係為了解在蒸煮過程中同時滾動蛋品，以探討其對蛋黃偏心是否有明顯的影響，以及滾動時轉速與蛋黃偏心改善情形之分析。

試驗設備包括：

(1)鮮蛋數百顆：由欣達養雞場購入，做滷蛋的蛋通常為六個月雞齡之母雞所生，蛋形較小，本試驗所用之蛋品重量選定55至56 g，以避免試驗蛋品本身所造成之誤差。

(2)單口瓦斯爐一台。

(3)鍋子一只：內裝滾動裝置。

(4)滾動裝置：使用一減速馬達驅動，其最大負荷電壓為12V，隨電壓降低其轉速遞減。在不同的電壓下以馬達驅動滾輪組，將鮮蛋置於滾動機構上方，將之滾動，則可於不同的轉速下進行蛋品加熱。

試驗裝置如下：

(1)整體外觀如圖4所示。

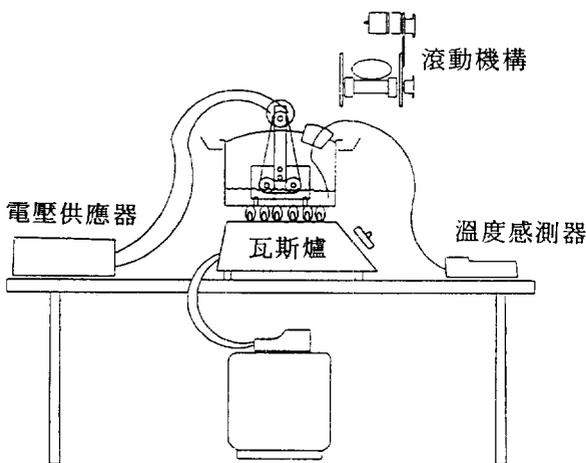


圖4 滾動蒸煮測試機構圖

(2)馬達傳動及滾動裝置如圖5

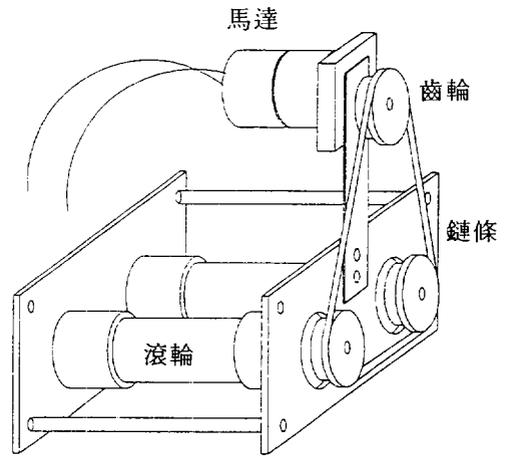


圖5 馬達傳動與滾動裝置

鮮蛋中的蛋白會隨貯存日數的增加而漸漸稀薄化，導致在蒸煮過程中蛋黃偏心的產生。因此，先將鮮蛋放置二、三、四、五、六與七天，使蛋黃產生不同程度的偏心情形。而後由於蛋黃在不同稀薄程度的蛋白中，其流動的速度也不同，故以不同的電壓控制馬達的轉速，使蛋品在不同的轉速下滾動蒸煮，每組轉速測試五顆。表1為不同電壓下蛋品所產生的轉速。

表1. 不同電壓下蛋品所產生的轉速

電 壓	蛋 品 轉 速
11.35V	160 (rpm)
10.05V	140 (rpm)
8.65V	120 (rpm)
7.3V	100 (rpm)
對 照 組	0 (rpm)

由於雞蛋的蛋白在62°C即開始凝固，65°C失去流動性，70°C即已凝固硬化。而且蛋白的凝固速度相當迅速。故設計在62°C~65°C的溫度下先行預熱，同時進行滾動。擬使接近蛋殼的蛋白稍微凝固，減少蛋黃偏心情形的發生，再進行加熱使蛋品完全凝固。

因為蛋滾動的方向係以長軸為軸心之方式滾動，故由短軸之最寬處切下，觀察蛋黃偏心的情形如圖6所示。

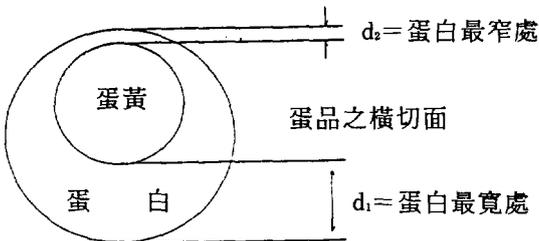


圖6 蛋品之偏心判定示意圖

定義 $d_1 > d_2$, $D = d_1 - d_2$; $r = (d_1 + d_2) / (2 d_2)$
 由D值及r值定義蛋黃偏心的程度，其值愈大則表示偏心程度愈高。

直立式蒸煮試驗係觀察在直立放置方式下蒸煮對改善蛋品短軸處之蛋白厚度是否有明顯之影響。其試驗設備包括：

(1)鮮蛋：同滾動蒸煮試驗。

表2. 蛋黃偏心程度與貯存天數的關係

	1	2	3	4	5	平均值
二天 R	2.19	2.08	1.18	1.53	1.90	1.78
三天 R	2.54	4.07	2.51	2.46	2.54	2.82
四天 R	4.68	3.70	3.67	4.61	4.62	4.27
五天 R	4.70	5.70	4.22	8.63	6.89	6.03
六天 R	6.71	6.32	10.08	13.13	7.97	8.84
七天 R	13.63	8.27	9.38	6.75	8.25	9.26

(註：R值=1時，表示蛋黃居中)

(2)蒸蛋器具：同滾動蒸煮試驗。

試驗裝置：

將蛋品如圖7所示之方式放置進行蒸煮。

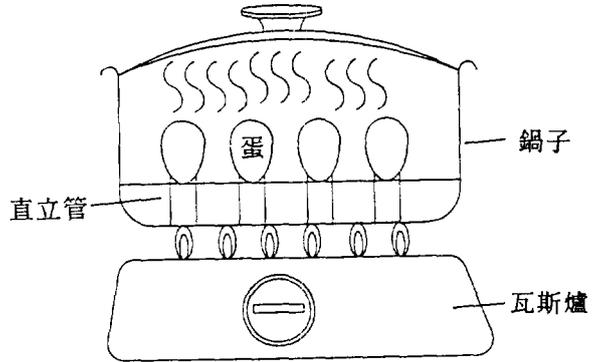


圖7 直立方式蒸煮

其蒸煮方式與蛋黃偏心之評斷方式均同於滾動蒸煮測試。

五、結果與討論

蛋黃偏心與蛋白稀薄化的程度有一定性的相關，而蛋白稀薄化與蛋品貯存的天數又有密切的關係。表2中R值表示偏心率，R值越低表示偏心率越低，R值越高表示偏心程度越高。由此可發現偏心率在貯存兩天時最低約1.78，

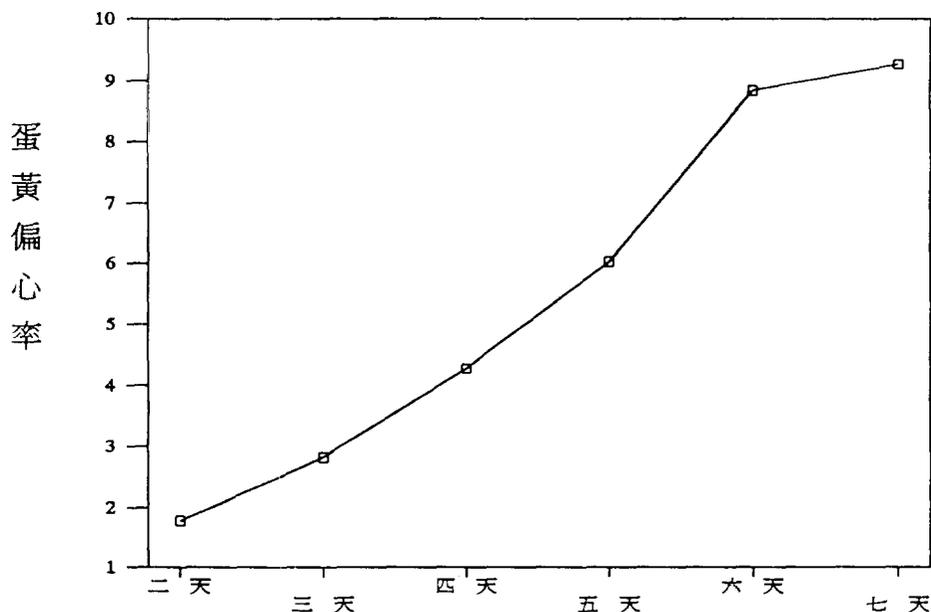


圖8 貯存天數

而後隨日數增加而加大，到第七天時為9.26。其關係如圖8。

滾動蒸煮及直立式放置方式蒸煮對蛋黃偏心的控制，均有明顯的效果。在滾動蒸煮方式中，若馬達轉速加快則可得到較低的偏心率，而直立式蒸煮所得到的偏心率更低。尤其

在貯存四天的蛋中可明顯比較出其結果。直立放置式蒸煮之R值為1.86為最低，而且在其它貯存天數的群組中，直立放置方式蒸煮均擁有較低的偏心率。在表3、4、5與6為各不同天數、不同馬達轉速之滾動蒸煮與直立放置方式蒸煮之偏心率結果。圖9為其平均值比較之結果。

表3. 第四天蛋群組之測試結果

	1	2	3	4	5	平均值
0 rpm R	4.68	3.70	3.67	4.61	4.62	4.26
100 rpm R	5.95	4.73	1.41	3.15	2.23	4.03
120 rpm R	2.97	3.59	3.32	3.34	4.05	3.45
140 rpm R	2.86	2.95	2.48	3.13	3.85	3.05
160 rpm R	2.56	2.86	2.96	2.06	2.22	2.52
直立式 R	1.72	1.76	1.96	1.63	2.24	1.86

表4. 第五天蛋群組之測試結果

	1	2	3	4	5	平均 值
0 rpm R	4.70	5.70	4.22	8.63	6.89	6.03
100 rpm R	2.13	5.45	5.11	5.40	2.76	4.17
120 rpm R	2.58	1.63	6.05	3.56	1.22	3.01
140 rpm R	4.67	3.42	5.25	4.41	4.36	4.42
160 rpm R	2.97	2.08	3.00	2.48	2.14	2.53
直 立 式 R	2.18	3.87	2.95	2.58	2.60	2.84

檔號：TK 185-8

表5. 第六天蛋群組之測試結果

	1	2	3	4	5	平均 值
0 rpm R	6.71	6.32	10.08	13.13	7.97	8.84
100 rpm R	3.96	8.64	3.63	1.91	3.27	4.28
120 rpm R	2.44	5.00	1.99	3.91	3.90	3.45
140 rpm R	4.67	4.30	5.00	3.79	3.91	4.33
160 rpm R	2.73	2.27	1.55	3.55	3.26	2.67
直 立 式 R	2.68	2.02	1.93	1.75	2.41	2.16

表6. 第七天蛋群組之測試結果

	1	2	3	4	5	平均 值
0 rpm R	13.13	8.27	9.38	6.75	8.29	9.16
100 rpm R	2.76	8.10	3.53	6.90	4.92	5.24
120 rpm R	2.05	3.27	4.19	5.36	4.76	4.53
140 rpm R	2.60	4.75	6.25	2.32	5.75	4.33
160 rpm R	6.45	6.60	6.10	6.17	5.80	6.22
直 立 式 R	2.22	1.83	1.40	1.63	2.12	1.84

檔號：TK 185-9

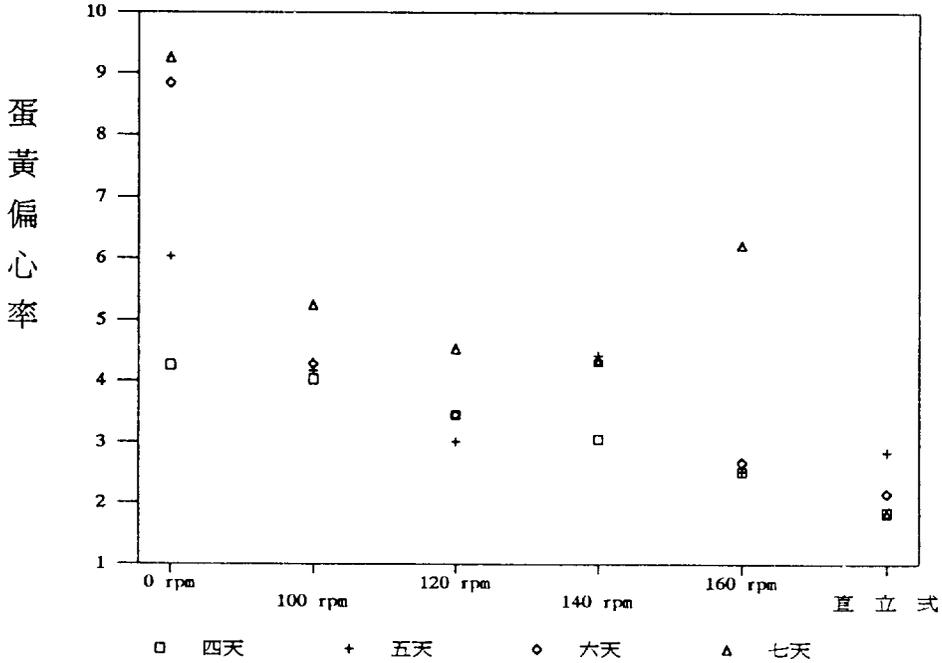


圖9 不同轉速與控制方式

當蛋品貯存4天時，增加蛋品的轉速，偏心程度的改善有明顯的增加，而以直立蒸煮的效果最佳。而當蛋品貯存天數增加時，偏心程度的改善並未隨著蛋品的轉速增加而增進改善的程度，但與對照組相比，滾動蒸煮可明顯地降低蛋品的偏心程度；而整體而言，以直立蒸煮的方式，最具改善的效果。是以為提升蛋品的品質，蒸煮機械的設計，宜以直立的方式。

六、結論與建議

(1)影響剝蛋的效率的主要因素有蛋品的物性及加熱控制。以所調查的四家廠商為例，皆將蛋品貯存四天以後採用蒸氣加熱，但其加熱溫度與時間不同，所得熟蛋再以剝殼機去殼，在效率及破損率上便有顯著的差異。

(2)蛋黃偏心的問題是影響剝殼作業的重要

因素，因為偏心處的蛋白較薄，在擠壓作業時極易破損。經使用滾動及直立方式蒸煮試驗，建議採用直立放置方式之蒸煮方式進行蒸煮作業。

(3)依上述直立放置蒸煮方式設計之蒸煮機械，若要達到每小時蒸煮2,500個蛋。則蒸煮完熟時，使用加熱源必需能夠提供10,360 kcal/hr的能量。

(4)直立放置式蒸煮機械可使用真空吸蛋機作業，不但方便，更可節省人力，以發展一貫作業之水煮蛋之蒸煮與剝殼作業機械。

七、誌謝

本研究承蒙農委會補助，計劃編號為83科技-1.6-糧-52，特此誌謝。

八、參考文獻

1. 張勝善編著，1992，蛋品加工學。華香出版社，二版，p.155~160 p.533~570。
2. 陳明造編著，1990，蛋品的加工理論及應用。藝軒出版社，初版，p.161~171 p.241~244。
3. 孫朝棟編著，1988，食品工程學。藝軒出版社，二版，p.98~112。
4. 林耕年編著，1987，畜產加工。復文書局，四版，p.164~172。
5. 林俊杰等譯著，1983，食品加工程序。科技圖書，初版，p.76~84。
6. Fuller, G.W. and Angus, P., 1969. Peelability of hard-cooked eggs. Poultry Science; 48(4) 1145-1150.
7. Hale K.K., JR., and Britton W.M., 1973. Peeling Hard Cooked Eggs by Rapid Cooling and Reheating. Poultry Science 53(3) 1069-1077.
8. Irmiter, T.F.; Dawson, L.E.; Reagan, J.G. 1970. Methods of preparing hard cooked eggs. Poultry Science 49(5) 1232-36.
9. Reinke, W.C.; Spencer, J.V.; Tryh new, L.T. 1973. The effect of storage upon the chemical, physical and functional properties of chicken eggs. Poultry Science; 52(2) 692-702.
10. Romanoff, A.L, and Romanoff, A.J., 1949, The Avian Egg. John Wiley and Sons, New York.
11. Swanson, M.H., 1959. Some observations on the peeling problem of fresh and shell-treated eggs when hard cooked. Poultry science; 38: 2353-1254.
12. Zweip. T. C.; Newhouse, D. G.; Graner, J.D. 1978 Process and apparatus for egg shelling. United States Patent, Patent No. 4082856.

The Study of Fundamental Design of Boiling Machine for Shelled Egg

Perng-Kwei Lei⁽¹⁾ Hiunn-Narn Cheng⁽²⁾ Jiunn-Jer Cheng⁽³⁾
Chung-Chyi Yu⁽¹⁾ Gwo-Ding Hwung⁽²⁾

(Accepted for publication: Mar 22, 1994)

Summary

Boiling of egg is simple and popular processing method for egg industry. Flavored egg can be made after shelling. Boiled egg are required to being heated then removing the shell. The quality of boiled egg is determined by the physical properties of egg and the heating method.

Traditionally the egg is stored for four days or more for easy peeling. But the yolk partiality will affect the quality of egg. The rolling and stand cooking methods are conducted to improve the yolk partiality problem. The results show that the stand method is the more effective one and will be adopted to design cooking machine. The energy requirement for a capacity of 2,500 eggs/hr is 10,360 kcal/hr for a continuous operation type egg cooking machine.

Key Word: Boiled Egg, Cooking Machine, Design

-
- (1) Associate Professor, Dept. of Agricultural Machinery Engineering, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R. O. C..
 - (2) Graduate Assistant, Dept. of Agricultural Machinery Engineering, National Chung-Hsing University, Tichung, Taiwan, R. O. C..
 - (3) Associate Researcher, Dept. of Livestock Mangement, Taiwan Livestock Research Institute, Hsin-hua, Tainan, Taiwan, R. O. C..