

# 卵白의 熱感受性에 관한 研究

## I. 加熱溫度와 時間, pH 및 NaCl濃도가 卵白의 熱感受性에 미치는 影響

柳 益 鍾

農水産物流通公社 綜合食品研究院

(1988. 2. 14. 接受)

### Studies on Heat Sensitivity of Egg Albumen

#### I. Effects of Heating Time and Temperature, pH and NaCl Concentration on Heat Sensitivity of Egg Albumen

Ick- Jong Yoo

Food Research Institute, AFMC

(Received February 14, 1988)

#### SUMMARY

This study was undertaken to find out the effect of heating time and temperature, pH and NaCl concentration on heat sensitivity of egg albumen during heat treatment. Sharp increase of the turbidity and rapid decrease of the foaming power were observed when egg albumen was heated at above 60°C. Egg albumen became opaque when it was heated at 60°C for above 13 minutes or at 65°C for above 5 minutes. The turbidity was markedly increased at below pH 7 and the foaming power was largely decreased at around pH 4.0 by the heat treatment (60°C, 5 min). The foam stability was slightly decreased at alkaline pH range by the heat treatment (60°C, 5 min). The addition of NaCl up to 0.3M decreased the turbidity. There was no effect of NaCl addition on the foaming power, but the foam stability was decreased by the addition of NaCl at above 0.2M before and after the heat treatment (60°C, 5 min).

(Key words : egg albumen, heat sensitivity, turbidity, foam)

#### I. 緒 論

우리나라의 年間 鷄卵生産量은 1986年 現在 33萬2千%으로 약 60億2천9백만개가 生産되어 국민 1인당 145개를 소비한 셈이다. (축협 조사계보, 1986). 이들 중 液卵 등의 1次加工 用으로 사용된 양은 1986年 現在 年間 1,838%

으로 소량이지만 (식품 및 첨가물 생산실적, 1986) 제과, 제빵 및 其他 加工食品에 사용된 양은 약 8% 정도되는 것으로 推定된다. 그러나 앞으로는 鷄卵加工食品을 비롯하여 其他 食品의 原副材料로 사용되는 量이 더욱 증가될 것으로 展望된다.

加工食品用으로 사용되는 鷄卵중 卵白의 가장 중요한 特性의 하나는 起泡性 (foaming property) 이다. 즉 卵白의 起泡力 (foaming power)과 起泡

安定性 (foam stability)이 他食品에 비해 우수하여 제과, 제빵 등에 거품발생제로 주로 사용된다. 그러나 卵白은 低溫殺菌時 쉽게 變性하여 機能性の 低下를 일으키는 것으로 알려져 있으며(Seideman 등, 1963; Brown과 Zabik, 1967; Clinger 등, 1951) 殺菌에 사용되는 溫度는 대개 60°C 前後가 가장 보편적으로 이용되고 있다(Cunningham 등, 1964; Cunningham과 Lineweaver, 1965).

따라서 本 研究는 加熱處理에 대한 卵白의 熱感受性を 檢討하기 위하여 實施하였다. 즉 加熱時間과 溫度, 卵白의 수소이온농도와 鹽濃도가 熱感受성에 미치는 影響을 卵白의 起泡性과 濁度를 中心으로 檢討하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 試料

水原근교 개풍농장의 하이라인 産卵鷄로부터 생산된 白色卵을 구입하여 냉장고 (4 ± 2°C)에 보관하면서 산란후 2주일내에 試驗에 供試하였다.

### 2. 試料의 處理

#### 1) 前處理

鷄卵을 洗淨하여 卵白만 分離한 후 알근 (calazae)을 제거하고 均質機 (Model DH-S 08, 大韓理化學機器)를 사용하여 1,000 rpm에서 20분간 均質하여 粘度가 일정하게 된 후 試驗에 供試하였다.

#### 2) 加熱處理

卵白의 加熱處理는 試驗管 (16 × 180 mm)에 均質된 卵白을 20 ml씩 넣은 후 water bath (Blue M, Electronic company)에서 溫度調整하여 충분히 잠기게 한 후 실시하였다. 사용한 온도는 50 ~ 65°C, 시간은 1 ~ 30분이었으며 熱處理 후에는 즉시 얼음물에서 冷却시켰다.

#### 3) pH 調整

卵白의 pH 調整에 사용된 酸은 1N HCl, 알카리는 1N NaOH이었다. 自然卵白의 pH는 8.5 ± 0.3이었다.

#### 4) NaCl의 添加

NaCl의 添加는 卵白液에 대하여 0.1~1M까지 각 濃度別로 정확히 秤量하여 직접 添加하고 유

리봉으로 完全히 稀釋될 때까지 서서히 저어주었다.

## 3. 調查項目 및 方法

### 1) 起泡力

卵白 20 ml와 증류수 30 ml를 혼합한 후 교반기를 사용하여 측정하였으며 1,000rpm에서 30초간 예비 혼합한 후 5,000rpm에서 3.5分間 교반시켜 전체 부피를 ml로 表示하여 相對的인 起泡力으로 使用하였다. 使用된 교반기는 均質機 (Model DH-SO8, 大韓理化學機器)의 blade 대신 0.3 mm 두께의 전열기용 나선형 니크롬선을 직경 18 mm의 원형으로 만들어 교반축 양측에 1개씩 서로 마주보게 고정한 후 사용하였다. 교반된 거품의 용량은 48 mm 직경의 mess cylinder를 사용하여 교반 후 즉시 눈금을 읽어 측정하였다.

### 2) 起泡安定性

起泡力을 測定한 卵白 거품을 즉시 깔대기에 붓고 깔대기로 부터 흘러나온 液量을 30분 후 測定하여 ml로 表示하여 相對的인 起泡安定性으로 사용하였다. 즉 흘러나온 液量이 많을수록 起泡安定性이 낮은 것으로 볼 수 있다.

### 3) 濁度

Nephocolorimeter (Model 9, Coleman Instruments, Perkin Elmer Co.)를 사용하여 濁度를 測定하였으며 사용된 filter는 590 nm의 것이었으며 transmittance(%)로서 측정치를 表示하였다. 즉 transmittance의 값이 높을수록 濁도가 낮은 것으로 볼 수 있다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 溫度 및 時間

加熱處理 溫度와 時間에 따른 卵白의 熱感受성을 검토하기 위하여 50 ~ 65°C, 1 ~ 30분 간의 熱處理를 한 結果, 卵白의 濁度는 Fig. 1에서와 같이 溫度가 높아질수록 時間이 경과할수록 점점 높아지는 것을 알 수 있었다.

그러나 50°C와 55°C에서는 30분 加熱處理 후에도 크게 濁도가 증가하지 않았으나 60°C 이상에서는 급격히 증가하여 60°C에서는 13분, 65°C에서는 5분이상 加熱時 濁度를 測定할 수 없을 정도로 혼탁해졌다. Payawal 등(1946)은 62.5°C에서 1분 加熱에 의해 濁도가 크게 증가

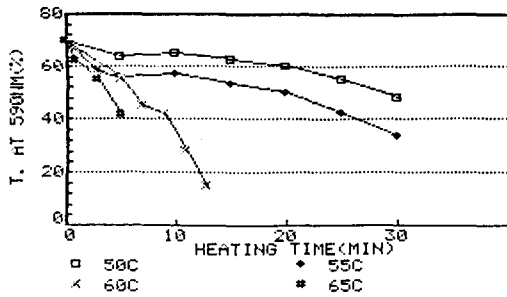


Fig. 1 Effect of heating time and temperature on the turbidity of egg albumen

되었으며 Matsuda 등 (1982)은 卵白에서의 濁度 증가는 ovomucoid와 ovomucin mixture의 相互反應에 의해 크게 좌우된다고 하였다. 즉 개별적으로 80℃에서 10분간 加熱하여도 濁度の變化가 크게 인정되지 않았으나 混合物에서는 濁도가 크게 增加했다고 하였다. 그러나 本試驗에서는 65℃ 이하의 대체로 낮은 溫度에서의 加熱處理로 인해 濁도가 증가되었으므로 60℃ 부근에서 熱變性되는 conalbumin과 globulin (Matsuda 등, 1981) 및 기타 卵白蛋白質의 相互作用 등에 의한 것으로 보인다.

卵白의 起泡力은 加熱溫度가 높아질수록 時間이 경과할수록 감소하였으며 卵白의 濁度 變化와 비슷한 樣相을 나타내었다. 즉 55℃까지의 熱處理에 의해서는 起泡力の 變化가 미약하였으나 60℃ 이상의 熱處理시에는 時間이 경과함에 따라 급격히 떨어지는 경향이었다. (Fig. 2)

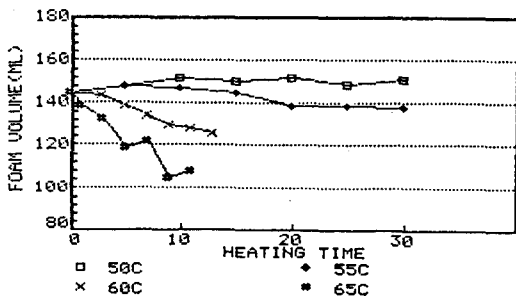


Fig. 2 Effect of heating time and temperature on the foaming power of egg albumen

起泡安定성은 50℃와 55℃의 熱處理에서는

時間이 경과하여도 큰 변화가 없었으나 60℃ 이상의 溫度에서 10분 이상 加熱시에는 起泡安全性이 다소 떨어지는 것을 알 수 있었다. (Fig. 3)

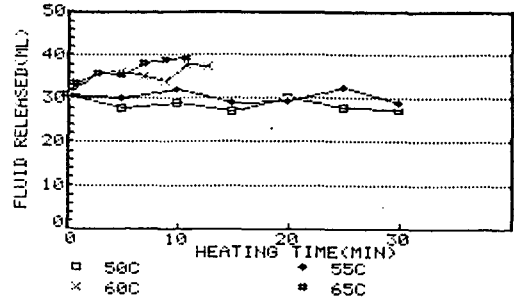


Fig. 3 Effect of heating time and temperature on the foam stability of egg albumen

Kline 등 (1966)은 56.7℃에서 4분간의 熱處理로서 起泡力이 저하하였다고 했으나 Chefel 등 (1985)은 약한 熱處理의 경우에는 오히려 起泡力을 다소 증진시키며 起泡安全性은 감소시킨다고 하였다. 또한 Brown과 Zabik (1967)는 54.4℃, 4분간의 加熱處理로 表面張力이 감소하고 거품의 비중이 증가하여 起泡安定성이 저하하였다고 했다. 本試驗結果에서는 50℃의 비교적 낮은 熱處理에 의해서는 起泡力の 變化가 크지 않았으며 起泡安定성도 熱處理하지 않은 상태와 같이 유지하여 다른 實驗者들과 類似한 경향이였다. 그러나 60℃ 이상의 加熱處理에 의해서는 起泡력과 더불어 起泡安全性이 저하되는데 이러한 機能性的 低下는 濁度の 증가 원인이 되는 熱感受性이 높은 卵白蛋白質의 變성과 ovomucin-lysozyme의 정전기적 복합체 형성 (Garibaldi 등, 1968) 등에 의한 것으로 思料된다.

## 2. 水素이온 濃度

수소이온농도에 따른 卵白蛋白質의 濁도를 검토한 結果 Fig. 4와 같이 나타났다.

熱處理를 하지 않은 卵白의 경우 pH 8.5 부근에서 가장 濁도가 낮았으며 pH가 酸과 알칼리성으로 될수록 濁도가 높아졌다. 酸性測에서는 pH 5 부근에서 혼탁된 상태가 되었으며 pH 4 부근에서 濁度の 測定이 가능했다.

한편 60℃에서 5분간 熱處理했을 경우에는 pH

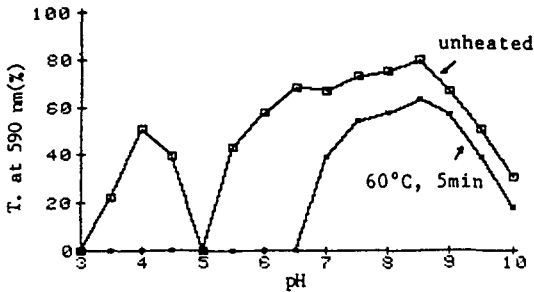


Fig. 4 Effect of pH and heat treatment on the turbidity of egg albumen

7~10 범위에서만濁度の測定이 가능했으며역시卵白의自然pH인8.5부근에서는가장濁도가낮았으나熱處理하지 않은것에는미치지 못하였다.

이러한結果로卵白의濁度は自然pH에서 멀어질수록 높아지며卵白의等電點인pH4.5부근에서는一部蛋白質의침전이 일어나濁도가 다소 낮아진 것으로 보인다.加熱處理時 산성영역에서濁度の測定이不可能했던 것으로酸性영역에서는卵白의熱感受성이 높은 것을 알 수 있다. Cotterill 등(1959)은 pH별卵白蛋白質의 optical density를測定한結果 pH 4.0 및 6.0부근에서最大値를 얻었다고 하였으며 pH 4.8부근에서最小値를 얻었다고 하여本試驗結果와 다소 다른 것을 알 수 있다. 그러나 Sato와 Watanabe(1978)는卵白의凝固溫度가 pH 5.5에서 극소치를, pH 9 이상에서 급격히 상승하였다고 하여濁도가熱變性的 지표로 흔히 사용되는 것을 감안한다면本研究結果와 유사한結果를 보였다.

Fig.5는卵白의起泡力을 pH별 및加熱處理여부에 대하여 조사한結果이다.熱處理하지 않은卵白의 경우 pH 4와 8.5에서最大値를 보였으며 pH 5.5에서最低値를 나타내었다.60°C, 5분간의加熱處理에 의하여酸性測에서는熱處理하지 않은 것 비해起泡力이 급격히 떨어졌으나알카리측에서는 대체로安定하여 크게低下하지 않았다.

Cherry와 McWatters(1981)에 의하면卵白의起泡力은 pH 4~5의等電點 부근과 pH 8~9의自然pH부근에서最高的起泡力을 나타낸다고 하여本試驗結果와 일치하였다. 또한 Ga-

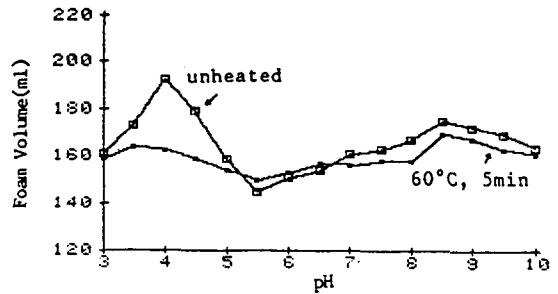


Fig. 5 Effect of pH and heat treatment on the foaming power of egg albumen

ribaldi 등(1968)은卵白의加熱處理 중起泡性的低下는中性pH부근에서 가장 적었다고 하여本試驗結果와 유사하였다. 그리고永田(1986)에 의하면 pH가 높아질수록起泡力은 증가하며 거칠고 딱딱한 거품을 형성하지만 pH가 낮으면 미세하고 부드러운 거품을 형성하여製菓用으로는 적당하지 않다고 하였다.

卵白의起泡安定성은 Fig.6에서와 같이酸性測에서알카리測보다 높은 값을 나타내었으며 pH 9.5 이상에서 더욱安定하였다.加熱處理에 의한起泡安定성의低下는 심하지 않았으나알카리영역에서는 산성영역에 비해서 다소 많이低下됨을 알 수 있었다.

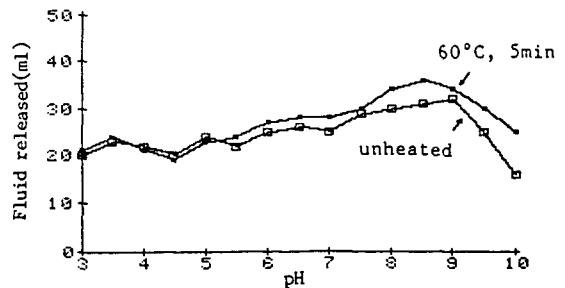


Fig. 6 Effect of pH and heat treatment on the foam stability of egg albumen

### 3. NaCl濃度

鹽濃도에 따른卵白의濁度を測定한結果0.3 M添加時까지는濁도가低下하여 다소 투명하게 되었으나 그 이상 1M까지添加할 경우 점차 증가하여自然卵白과 비슷한濁도를 나타내었다. 그리고 60°C, 5분간의熱處理時에는鹽

의 添加效果가 뚜렷하게 나타나지 않았다(Fig.7).

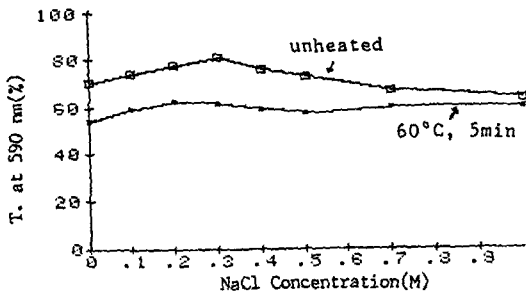


Fig. 7 Effect of NaCl concentration and heat treatment on the turbidity of egg albumen

이와 같이 熱處理時 鹽의 添加效果가 本試驗에서는 뚜렷이 나타나지 않았으나 Nakamura 등 (1979)은 脫鹽한 ovotransferrin에 NaCl을 첨가하고 60°C, 5분간의 加熱處理를 한 결과 0.15 M水準까지는 濁도가 增加하였고 그 이상의水準에서는 감소하였다고 하였다. 또한 Wakamatsu(1985)에 의하면 食鹽의 添加時 음이온의 親水效果로 인한 蛋白質分子의 unfolding 및 folding 억제작용에 의해 卵白의 熱變性溫度가 상승하고 따라서 加熱處理의 경우에는 卵白의 濁도가 다소 감소한다고 한다.

Fig.8과 9는 卵白에 鹽을 添加하여 加熱處理한 경우 起泡力과 起泡安定性的 變化를 나타낸 것이다.

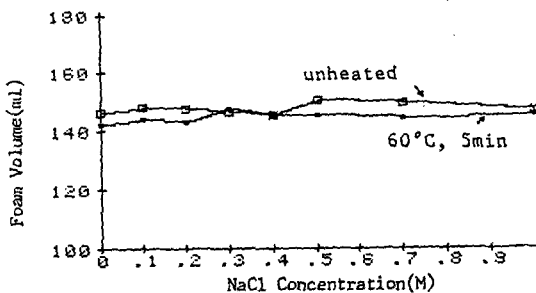


Fig. 8 Effect of NaCl concentration and treatment on the foaming power of egg albumen

起泡力에 있어서는 食鹽濃도가 增加함에 따라 큰 變化가 없었으며 加熱處理한 경우에도 食鹽의

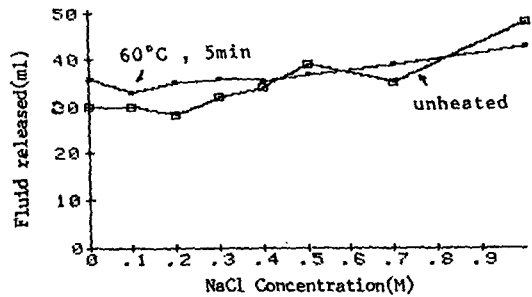


Fig. 9 Effect of NaCl concentration and heat treatment on the foam stability of egg albumen

添加水準에 상관없이 대체로 일정한 起泡力을 나타내었다.

起泡安定성은 0.2 M까지 添加時에는 큰 차이가 없었으나 그 이상 添加時 점차 떨어졌다. 加熱處理한 卵白의 起泡安定성은 鹽濃도가 0.2 M 이상 첨가될수록 점차 떨어졌으나 加熱處理하지 않은 卵白에 비해서는 작은 幅이었다. Garibaldi 등 (1968)에 의하면 卵白에 鹽을 첨가할 경우 이온강도가 0.33 증가 될때마다 起泡성은 10 배씩 감소한다고 하였다. 즉 과도한 鹽의 添加는 卵白의 機能성을 低下시킨다고 볼 수 있다.

#### IV. 摘 要

卵白의 加熱處理時 溫度와 時間, 수소이온농도 및 NaCl濃도가 卵白의 熱感受성에 미치는 影響을 起泡性和 濁도를 中心으로 檢討하였다. 55°C 이하의 溫度에서 卵白을 加熱할 경우에는 起泡性和 濁도가 서서히 떨어졌으나 60°C 이상의 溫度에서는 급격히 떨어져 60°C에서 13분간 및 65°C에서 5분간의 加熱處理로 불투명해졌다. 60°C, 5분간의 加熱處理로 pH 7 이하에서는 濁도가 현저히 증가하였으며 pH 4 부근에서는 起泡力이 크게 저하하였다. 起泡安定성은 加熱處理에 의해 알카리영역에서 다소 저하하였다. NaCl 0.3 M 첨가수준까지는 濁도가 低下하였으나 그 이상 添加로 점차 증가하였으며 熱處理 時에는 NaCl의 添加가 濁도에 큰 影響을 미치지 않았다. 60°C, 5분간의 加熱處理 前後 NaCl의 添加에 의해 起泡力에는 큰 變化가 없었으나 0.2 M 이상 첨가시 起泡安定성은 低下하였다.

## V. 引用文獻

1. Brown, S. L. and M. E. Zabik. 1967. Effects of heat treatments on the physical and functional properties of liquid and spray-dried albumen. *Food Technol.* 21 : 89-92.
2. Cheftel, J. C., J. L. Cuq and D. Lorient. 1985. Amino acids, peptides, and proteins. In "Food Chemistry". Marcel Dekker, Inc. 304-338.
3. Cherry, J. P. and K. N. McWatters. 1981. Whippability and aeration in protein functionality in foods. *Am. Chem. Soc., Washington D. C.* 149-176.
4. Clinger, C., A. Young, I. Prudent and A. R. Winter. 1951. The influence of pasteurization, freezing and storage on the functional properties of egg white. *Food Technol.* 5 : 166-170.
5. Cotterill, O. J., F. A. Gardner, F. E. Cunningham and E. M. Funk. 1959. Titration curves and turbidity of whole egg white. *Poultry Sci.* 39 : 836-842.
6. Cunningham, F. E. and H. Lineweaver. 1965. Stabilization of egg white proteins to pasteurization temperature above 60°C. *Food Technol.* 19 : 1442-1447.
7. Cunningham, F. E., H. Lineweaver, K. Ijichi and J. A. Garibaldi. 1964. Pasteurization of liquid egg white above 140°F. *Poultry Sci.* 43 : 1311.
8. Garibaldi, J. A., J. W. Donovan, J. G. Davis and S. L. Cimino. 1968. Heat denaturation of the ovomucin-lysozyme electrostatic complex. A source of damage to the whipping properties of pasteurized egg white. *J. Food Sci.* 33 : 514-524.
9. Kline, L., T. F. Sugihara and K. Ijichi. 1966. Further studies on heat pasteurization of liquid egg white. *Food Technol.* 20 : 1604-1606.
10. Matsuda, T., K. Watanabe and Y. Sato. 1981. Heat-induced aggregation of egg white proteins as studies by vertical flat-sheet polyacrylamide gel electrophoresis. *J. Food Sci.* 46 : 1829-1834.
11. Matsuda, T., K. Watanabe and Y. Sato. 1982. Interaction between ovomucoid and lysozyme. *J. Food Sci.* 47 : 637-641.
12. Nakamura, R., O. Umemura and H. Takemoto. 1979. Effect of heating on the functional properties of transferrin. *Agric. Biol. Chem.* 43(2) : 325-330.
13. Payawal, S. R., B. Lowe and G. F. Stewart. 1946. Pasteurization of liquid egg products. 2. Effect of heat treatment on appearance and viscosity. *Food Res.* 11 : 246-260.
14. Sato, Y. and K. Watanabe. 1978. Function and its regulation of egg white proteins from food aspects. *Protein, Nucleic acid, Enzyme.* 21(1) : 54-65.
15. Seideman, W. E., O. J. Cotterill and E. M. Funk. 1963. Factors affecting heat coagulation of egg white. *Poultry Sci.* 42 : 406-417.
16. Wakamatsu, T. 1985. Main cause and mechanism of gelation of the protein. *New Food Industry.* 27(9) : 61-70.
17. 축협조사계보. 1986. 축산업협동조합중앙회. 11월 : 8-11.
18. 식품 및 첨가물 생산실적. 1986. 보건사회부. 302-435.
19. 永田致治. 1986. 食卵と 卵製品. "乳・肉・卵の科學". 弘學出版社. 152-169.