

卵白의 熱感受性에 관한 研究

II. 金屬鹽의 添加와 pH 가 卵白의 熱感受性에 미치는 影響

柳益鍾 · 李成基 · 金英鵬

韓國食品開發研究院

(1989. 3. 13 接受)

Studies on Heat Sensitivity of Egg Albumen

II. Effects of pH and/or the Addition of Metal Ions on Heat Sensitivity of Egg Albumen

I. J. Yoo, S. K. Lee and Y. B. Kim

Korea Food Research Institute

(Received March 13, 1989)

SUMMARY

In order to dull heat sensitivity of egg albumen, metal ions (aluminium, ferric, ferrous, copper) were added and functional properties of egg albumen were determined before and after heat treatment at 60°C for 5 minutes. Effect of pH on heat sensitivity of aluminium salt added egg albumen was also determined. Addition of metal ions increased turbidity of egg albumen before and after the heat treatment. Changes of the turbidity were minimized by addition of aluminium salt. The foaming power was markedly increased by addition of ferric salt before the heat treatment and increased by addition of aluminium, ferric and copper salt after the heat treatment. Before the heat treatment the foam was stable by addition of ferric and ferrous salt but after the heat treatment it was stable by addition of aluminium and ferric salt. The turbidity and foaming property of the egg albumen with aluminium salt were not largely changed after the heat treatment at pH range 7 to 8.5. Over pH 9 the turbidity and foaming power were not decreased, but the foam stability was increased before and after the heat treatment. *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 (10^6 cells/ml) inoculated in egg albumen at pH range 7 to 8.5 was destructed by the heat treatment.

Key words: egg albumen, heat sensitivity, metal ions, pH

I. 緒 論

鶏卵은 그 이용과 저장의 편의성을 도모하기 위하여 割卵이라는 1차 가공을 거쳐 卵白, 卵黃 또는 全卵의 1차 가공품이 생산되게 된다. 이와 같이 割卵工程을 거친 달걀은 외부의 미생물로 부터 쉽게 오염되어 품질의 低下가 우려되므로 살균하여 저장하거나 유통하도록 권장하고 있다.

이 중 卵白은 약한 열처리에도 변성되는 높은 熱感受性으로 인하여 低溫殺菌시 機能性的 低下를 일으키는 것으로 알려져 있다(Seideman 등, 1963; Brown과 Zabik, 1967; Clinger 등, 1951; Kline 등, 1966). 즉, 일찌기 Osborne과 Campbell (1900)은 卵白내에 ovalbumin보다 더 熱感受性이 높은 蛋白質이 존재한다고 했으며 conalbumin이라 명명한 바 있다. 그러나 conalbumin이 철과 강하게 결합한다(Schade와 Cardine, 1944; Alderton과 Fevold 등, 1946)고 밝혀졌다. 한편, Azari와 Feeney (1958)는 철-conalbumin 복합체가 conalbumin 단독에 비해서 한층 열에 안정하다고 하였으며 Kline 등(1953)은 산성화된 全卵에서는 conalbumin이 변성되었으나 중성 pH에서는 안정하였다고 하였다. 또한 Seideman 등(1963)은 알카리 영역에서 conalbumin이 더욱 안정하다고 보고한 바 있다.

이렇게 加熱處理에 의해 일어나는 卵白의 機能性 低下를 최소로 하기 위하여 살균에 사용되는 온도는 60°C 전후가 가장 보편적으로 이용되고 있다. 따라서 본 시험에서는 60°C, 5분간의 加熱處理條件 하에서 卵白의 熱感受性을 鈍化시키고 가열살균 후 卵白의 機能性을 유지하기 위하여 金屬鹽의 添加와 수소이온농도가 卵白의 機能性에 미치는 影響을 검토하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試料

수원 근교 개풍농장의 하이라인 산란계로 부터 생산된 백색란을 구입하여 냉장고(4 ± 2°C)에 보관하면서 산란 후 2주일 내에 시험에 供試하였다.

2. 試料의 處理

1) 前處理

鶏卵을 割卵하여 알끈을 제거하고 卵白만 분리한

후 균질기(Model DH-SO 8, 대한이화학기기)를 사용하여 1,000rpm에서 20분간 균질하여 시험에 供試하였다.

2) 加熱處理

시험관(16 × 180 mm)에 균질된 卵白 20 ml씩 넣은 후 water bath (Blue M, Electronic company)에서 60°C로 온도를 조정하여 충분히 잠기게 한 후 5분간 열처리하였다. 열처리 후에는 즉시 얼음물에서 냉각시켰다.

3) 金屬鹽의 添加

Cunningham과 Lineweaver (1965)가 실시한 방법을 변형하여 金屬鹽의 添加量을 결정하였다. 卵白液에 대해서 0.001 M씩 添加하였으며 添加方法은 0.1 M 용액을 조제한 후 卵白에 대해서 1%씩 添加한 후 혼합하였다. 添加한 金屬鹽은 Al³⁺의 효과검토를 위하여 aluminium sulfate, Fe³⁺의 효과검토를 위하여 ferric chloride, Fe²⁺의 효과검토를 위하여 ferrous ammonium sulfate, Cu²⁺의 효과검토를 위하여 cupric chloride를 각각 사용하였다.

4) 卵白의 pH조정

균질된 卵白에 aluminium sulfate를 0.001 M 添加한 후 lactic acid 33.3% 용액을 이용하여 卵白液의 pH를 7 - 10 까지 조정하였다.

3. 調查項目 및 方法

1) 卵白의 機能性 및 濁度

前報인 柳(1988)의 방법에 의하여 卵白의 起泡力과 起泡安定性, 濁度を 측정하였다.

2) 微生物 檢査

微生物 檢査는 전처리된 시료를 0.1% peptone 용액으로 희석한 후 진탕하여 사용하였다. *Salmonella*의 살균효과 측정은 한국중균협회에서 분양한 *Salmonella typhimurium* ATCC 14028를 본시험에 사용하였으며, 분양된 균주는 enriched media인 Bacto selenite broth 10 ml에 접종하여 35 - 37°C에서 1차 증균시킨 후 다시 卵白液에 접종하여 35 - 37°C에서 2차 증균시켜 시료에 ml당 1 × 10⁶ cells의 수준으로 접종하였다. 접종된 시료는 시험처리 후 *Salmonella-Shigella* agar를 사용하여 35 - 37°C에서 24시간 배양하여 발생한 colony 수를 측정하였다. 총균 수는 표준평판법으로 Bacto plate count agar를 사용하였으며 대장균군은 Violet red bile agar를 사용하여 37°C에서 24시간 배양 후 발생한 colony 수를 측

정하였다.

Ⅲ. 結果 및 考察

1. 金屬鹽

卵白의 가열시 熱感受性を 低下시키기 위하여 금속 이온들을 添加하고 機能性を 검토한 결과, 卵白의 濁度는 가열 전후 添加하지 않은 것에 비해서 대체로 증가하였다(Fig. 1).

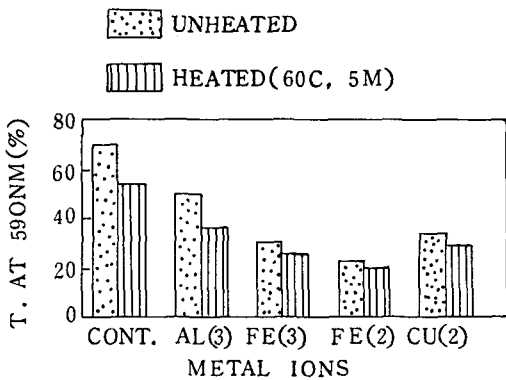


Figure 1. Effect of metal ions and heat treatment on the turbidity of egg albumen

金屬鹽의 添加區 중에는 알루미늄염의 添加時 가장 濁度가 낮았으며 철염중 Fe^{2+} 의 添加區가 가장 높은 濁度를 나타내었다. 그러나 본 시험에서는 590 nm에서의 transmittance를 측정 한 결과이므로 金屬鹽 添加에 의해 발현된 색의 濁度 측정치에 影響을 끼쳤을 가능성도 배제할 수는 없다. 특히 철이온(Fe^{3+} , Fe^{2+})의 添加時에는 붉은 색이 육안으로 관찰되어 卵白 고유의 색을 띠지 못했으며 Cu^{2+} 의 添加時에는 다소 푸른 빛을 띠었으나, Al^{3+} 의 添加時에는 특별히 다른 색을 띠지 않았다. 이러한 결과는 Cunningham과 Lineweaver (1965)가 conalbumin의 熱感受性を 鈍化시키기 위하여 여러가지 金屬鹽을 사용하였으나 대부분 卵白 고유의 색에 影響을 주므로 Al^{3+} 의 添加가 바람직하였다는 보고와 일치하였다.

金屬鹽의 添加가 열처리 전후 卵白의 起泡力에 미치는 影響을 검토한 결과, Fig. 2와 같이 나타났다.

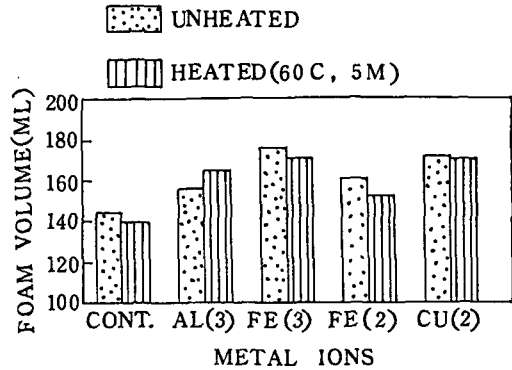


Figure 2. Effect of metal ions and heat treatment on the foaming power of egg albumen

金屬鹽 添加에 의해 卵白의 起泡力은 대체로 향상 되었으며 Fe^{3+} 의 添加時 가장 높은 起泡力을 나타내었다. 열처리 후에는 Cu^{2+} 와 Al^{3+} 添加區가 Fe^{3+} 의 添加區와 함께 높은 起泡力을 유지하였다.

한편 金屬鹽 添加에 따른 열처리 전후 卵白의 起泡安定性を 검토한 결과, Fig. 3과 같이 나타났다.

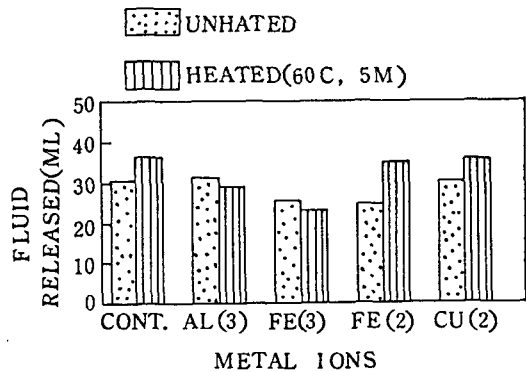


Figure 3. Effect of metal ions and heat treatment on the foam stability of egg albumen

起泡安定성에 있어서는 Fe^{3+} 와 Fe^{2+} 添加區가 유출액량이 가장 적어 높은 안정성을 나타내었으며 열처리 후에는 Fe^{3+} 와 Al^{3+} 添加區가 가장 높은 起泡

안정성을 나타내었다. 이와 같이 金屬鹽의 添加가 加熱處理 후에도 卵白의 機能性を 높게 유지시키는 것은 Cunningham 등(1964)에 의하면 卵白蛋白質중 가장 熱感受性이 높은 conalbumin이 이들 금속과 복합체를 형성하여 열안정성이 높은 구조를 이루기 때문이라고 한다.

한편, Donovan 등(1975)에 의하면 conalbumin 한 분자당 철 두 원자가 결합된 경우에는 열변성 온도가 68°C의 경우와 77°C의 두가지 경우가 있을 수 있다고 하였으며 Al³⁺을 添加한 경우에는 conalbumin 한 분자당 한개의 원자밖에 결합될 수 없고 그 변성온도는 63°C에서 68°C로 상승하는 것에 불과하다고 하였다. 본 시험에서 철이온 添加區가 알루미늄이온 添加區에 비해 높은 起泡안정성을 나타낸 것은 이러한 이유 때문이라고 사료된다.

2. 알루미늄염과 pH

卵白의 금속복합체는 산성 pH에서 즉 pH 6 이하에서는 해리되어 안정성이 현저히 떨어지는 경향이 있다(Kline 등, 1953)고 하면 철과의 복합체를 만든 상태에서 卵白은 pH 7 이상에서 극히 熱感受性이 鈍化된다(Azari와 Feeney, 1961)고도 한다. 따라서 상기시험의 결과, 卵白 고유의 색을 유지하며 비교적 熱感受性이 鈍化된 알루미늄염이 添加된 卵白의 pH를 7 이상 10 까지 변화시키면서 卵白의 機能性を 검토한 결과는 다음과 같다.

알루미늄염을 卵白液에 0.001 M 添加한 후 lactic acid 용액을 사용하여 pH를 7-10으로 변화시켰을 때 卵白의 機能성과 열처리시 *Salmonella*의 살균효

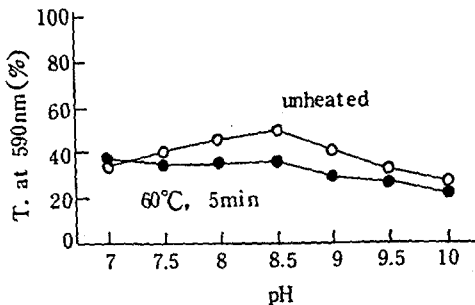


Figure 4. Effect of pH and heat treatment on the turbidity of egg albumen with aluminium salt

과 등을 검토하였다. 卵白의 濁度는 pH 8.5에서 가장 낮았으며 pH 8.5를 중심으로 pH 7과 pH 10이 될수록 濁度는 높아졌다. 한편 60°C, 5분간의 열처리에 의해 卵白의 濁度는 pH 7-8.5까지는 비슷한 수준을 보였으나 pH 9 이상이 될수록 다소 높아졌다(Fig. 4).

卵白의 起泡力은 Fig. 5에서 나타난 바와 같이 pH 7-8.5까지는 대개 비슷한 수준을 유지하였으나 pH 9 이상이 될수록 加熱處理 유무에 관계없이 서서히 떨어지는 경향이였다.

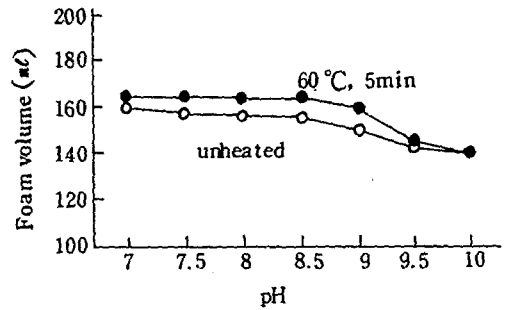


Figure 5. Effect of pH and heat treatment on the foaming power of egg albumen with aluminium salt

卵白의 起泡안정성은 Fig. 6에서와 같이 pH 9.5 이상의 알카리 영역에서는 증가되었으나 pH 9 이하에서는 대개 비슷한 경향을 보였다. 그러나 Cunn-

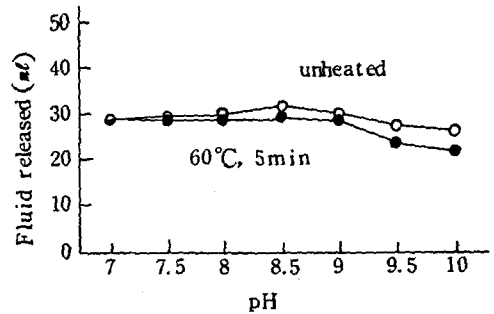


Figure 6. Effect of pH and heat treatment on the foam stability of egg albumen with aluminium salt

gham과 Lineweaver (1965)는 卵白의 53% 가량 차지하는 ovalbumin의 열안정성을 고려하여 pH7에서 저온처리하는 것이 바람직하며 pH9에서는 점도가 급격히 증가하여 바람직하지 못하다고 하였다. 그러나 본연구 결과에서는 pH7-8.5간의 pH영역에서 卵白의 起泡性 등 機能性的 변화가 크지 않아 卵白의 자연 pH인 8.5 부근에서의 열처리도 pH7로 조절하여 열처리한 것에 비해 卵白의 機能性면에서는

뒤떨어지지 않는 것으로 보여진다.

알루미늄염이 添加된 卵白液을 pH7-8.5로 조정하고 *Salmonella typhimurium* ATCC 14028을 10^6 cells/ml수준으로 접종한 후 60°C, 5분간의 열처리 후 살균효과를 검토한 결과는 Table 1에 나타난 것과 같다. 이 결과 모든 처리구에서 *Salmonella*가 검출되지 않아 60°C, 5분간의 열처리로 *Salmonella*가 사멸된 것으로 나타났다.

Table 1. Destruction of *S. typhimurium* at 60°C for 5 minutes in egg aluminium salt at various pH level

pH of egg albumen	<i>S. typhimurium</i> (cells / ml)	
	inoculated count	after heat treatment
7.0	1×10^6	Negative
7.5	1×10^6	Negative
8.0	1×10^6	Negative
8.5	1×10^6	Negative

Table 2는 알루미늄염이 添加된 卵白液을 pH7-8.5로 조정한 다음 열처리 전후의 총균수와 대장균군을 조사한 결과이다. 즉 열처리 전의 卵白은 $10^3 - 10^4$ 의 총균수와 $10^2 - 10^3$ 의 대장균군수를 보였

으나 60°C, 5분간의 열처리 후에는 pH7.5인 卵白液에서 10이하의 총균수를 보였으며 다른 모든 처리구에서는 세균이 검출되지 않았으며 대장균군은 열처리 후 모든 처리구에서 검출되지 않아 사멸된 것

Table 2. Microbial count of egg albumen with aluminum salt at various pH level before and after heat treatment at 60°C for 5 minutes

pH of egg albumen	(cells / ml)			
	Total count		Coliforms	
	unheated	heated	unheated	heated
7.0	3.0×10^3	Negative	8.1×10^2	Negative
7.5	2.5×10^4	<10	5.0×10^2	Negative
8.0	3.0×10^3	Negative	4.2×10^2	Negative
8.5	3.5×10^4	Negative	1.5×10^3	Negative

으로 나타났다.

이상의 研究에서 金屬鹽의 添加와 수소이온농도에 따른 卵白의 熱感受性 鈍化效果를 검토하였으며 60°C, 5분간의 가열살균처리 효과도 동시에 검토되었다. 한편, 우리나라에서의 액란 성분규격은 1℔당 10,000이하의 세균수와 1℔당 10이하의 대장균군, 살모넬라균은 음성(食品公典, 1988)으로서 본 시험

결과 모든 처리구가 이러한 규격을 만족시키나 향후 최저 加熱殺菌條件의 확립을 위한 加熱處理條件에 관한 研究가 더욱 필요하다고 사료된다.

IV. 摘 要

卵白의 熱感受性を 鈍化시키기 위하여 각종 金屬鹽

(Fe^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Cu^{2+})을添加하고加熱處理(60°C, 5분간) 전후 卵白의 機能性を 검토하였으며 알루미늄염(Al^{3+})이添加된 卵白의 pH에 대한 효과도 검토하였다. 金屬鹽의添加에 의해加熱處理 전후 卵白의 濁도는 대체로 증가하였으나 알루미늄염의添加時 濁도의 변화가 가장 작았다. 卵白의 起泡力은 金屬鹽의添加에 의해 전반적으로 증가하였으며 Fe^{2+} 의添加效果가 가장 컸다. 특히, 加熱處理 후 卵白의 起泡力은 Fe^{2+} , Al^{3+} 및 Cu^{2+} 의添加에 의해 크게 증가되었다. 起泡安定性的 경우 열처리 전에는 Fe^{2+} , Fe^{3+} 의添加效果가 있었으나 열처리 후에는 Fe^{2+} 와 Al^{3+} 의添加가 효과적이었다. 한편 알루미늄염을添加한 卵白을 pH 7-10의 범위에서 加熱處理한 결과 pH 7-8.5 범위에서는 濁도 및 起泡性的 변화가 크지 않았고 pH 9 이상에서는 濁도와 起泡力은 낮아졌으나 起泡安定성은 향상되었다. 卵白液에 *Salmonella typhimurium*을 10^6 cells/ml 수준으로 접종 후 60°C, 5분간의 加熱處理 결과 pH에 상관없이 모두 死滅되었다.

V. 引用文獻

1. Alderton, G., and H. L. Fevold. 1946. Direct crystallization of enzyme from egg white and some crystalline salts of lysozyme. *J. Biol. Chem.* 164: 1-5.
2. Azari, P. R., and R. E. Feeney. 1958. Resistances of metal complexes of conalbumin and transferrin to proteolysis and to thermal denaturation. *J. Biol. Chem.* 232: 293-302.
3. Azari, P. R., and R. E. Feeney. 1961. The resistances of conalbumin and its ion complex to physical and chemical treatments. *Arch. Biochem. Biophys.* 92: 44-52.
4. Brown, S. L., and M. E. Zabik. 1967. Effect of heat treatments on the physical and functional properties of liquid and spray dried albumen. *Food Technol.* 21: 89-92.
5. 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.
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. Donovan, J. W., C. J. Davis, and J. A. Garibaldi. 1975. A differential scanning calorimetric study of the stability of egg white to heat denaturation. *J. Sci. Fd Agric.* 26: 73-83.
9. Kline, L., T. T. Sonoda, H. L. Hanson, and J. H. Mitchell, Jr. 1953. Relative chemical, functional and organoleptic stabilities of acidified and glucose free whole egg powders. *Food Technol.* 7: 456-462.
10. Kline, L., T. F. Sugihara, and K. Ijichi. 1966. Further studies on heat pasteurization of liquid egg white. *Food Technol.* 20: 1604-1606.
11. Osborne, T. B., and G. F. Campbell. 1900. The protein constituents of egg white. *J. Am. Chem. Soc.* 22: 422-428.
12. Seideman, W. E., O. J. Cotterill, and E. M. Funk. 1963. Factors affecting heat coagulation of egg white. *Poultry Sci.* 42: 406-417.
13. Schade, A. L., and L. Caroline. 1944. Raw hen egg white and the role of iron in growth inhibition of *Shigella dysenteriae*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Science.* 100: 14-22.
14. 柳益種. 1988. 卵白의 熱感受性에 관한 研究. I. 加熱溫度와 時間, pH 및 NaCl 濃度가 卵白의 熱感受性에 미치는 影響. 韓國家禽學會誌. 15(1): 39~44.
15. 食品公典. 1988. 알가공품의 성분규격. 保健社會部. 124.