

숙성 및 가압 방식에 의한 훈제 계란의 제조 공정 최적화

김진곤¹, 황용일¹, 권상철^{2*}

¹경남대학교 식품생명학과

²한국교통대학교 식품공학과

Optimization of Processing Conditions for Smoked Eggs Aging and Pressurizing Techniques

Jin-Gon Kim¹, Yong-Il Hwang¹, Sang-Chul Kwon^{2*}

¹Department of Food Science and Biotechnology, Kyungnam University

²Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation

요약 본 연구는 훈제 계란의 제조시간 단축과 진의 생성으로 발생하는 불량 훈제 계란을 감소시키기 위한 공정 조건 설정을 위한 목적으로 실시하였다. 진은 공정과정 중에 염지액의 과열 등으로 발생하는 난각의 얼룩으로 훈제 계란의 난각에 진이 발생할 경우 상품으로 사용할 수 없어 불량 처리하고 있다. 본 실험에 사용된 재료인 계란은 부산 오경농장에서 구입하여 대란만을 사용하였다. 제조 공정은 일반적인 훈제 계란 가공업체의 제조 공정을 참고로 작성하였다. 예비 실험을 통하여 훈제 계란의 최적 염도는 1.67~2.00%이었고, 훈제 계란의 진 발생으로 생성되는 불량 계란은 5%로 최적 염도의 조건과 3% 미만의 불량률을 목표로 하였다. 숙성 공정의 50℃에서 96시간 숙성한 후, 훈제 계란을 가공하였을 때 진 발생은 0%였다. 순환식 침지방식은 8시간 처리하였을 때 제조한 훈제 계란의 염도는 1.67%였으며, 가압 방식은 2.07 kg/cm²의 압력으로 4시간 처리하였을 때 제조한 훈제 계란의 염도는 2.00%였다. 최적 효율의 압력을 찾기 위하여 0.52, 1.55, 1.86, 2.07, 2.38, 2.58, 3.62 kg/cm²으로 처리하였을 때 2.07 kg/cm²의 압력 처리가 최적의 훈제 계란 염도와 2.2%의 진 발생률을 보였다. 숙성 및 가압 방식은 훈제 계란 가공 시 제조시간의 단축과 불량률을 감소시켜 줄 수 있는 기초가 될 것으로 사료된다.

Abstract This study assessed the technology to minimize the discoloration to reduce the defect rate and penetrate the curing solution through the egg shells to produce quality smoked eggs that meet the preference of consumers. The discoloration refers to the defects on the colors of egg shells due to overheated smoking fluids, causing the eggs to be discarded. The manufacturing process was prepared by the manufacturer of the regular smoked egg manufacturing process. A preliminary study found that the preferred salinity of smoked eggs was 1.67~2.00% and the major processing factors have been set to maintain the optimal salinity of smoked eggs and an industrially attainable minimum defect rate below 3%. When the eggs were aged at 50℃ for 96 hours to produce the smoked eggs, the discoloration rate was 0%. When the circulatory dipping method was applied, 3.00% salinity was achieved after 8 hours. When the eggs were smoked at that time, the salinity was 1.67%. With a 2.07 kg/cm² pressure, 3.33% salinity was achieved after 4 hours and 2.00% salinity was achieved when the smoked eggs were produced. To identify the most efficient pressurizing method, 0.52, 1.55, 1.86, 2.07, 2.38, 2.58, and 3.62 kg/cm² were applied, the discoloration rate was 2.2% after 4 hours under a 2.07 kg/cm² pressure. The aging and pressurized method is considered to be the basis for reducing the manufacturing time and decreasing the rate of error during the smoked eggs process.

Keywords : Egg, Smoked Edd, Aging Techniques, Pressurizing Techniques, Discoloration

*Corresponding Author : Sang-Chul Kwon(Korea National University of Transportation)

Tel: +82-10-5468-8355 email: ksc6969@hanmail.net

Received March 6, 2017

Revised (1st March 27, 2017, 2nd April 4, 2017)

Accepted June 9, 2017

Published June 30, 2017

1. 서론

과학과 의학의 발달로 인류의 평균수명은 계속 증가하고 있으며, 여성의 사회진출 확대, 국민소득의 증가 및 식생활의 서구화 등으로 사회적으로 식품소비 경향이 변화되고 있다. 특히, 축산식품 소비량은 매년 증가하는 추세이며, 축산식품 중에서 비교적 저렴한 비용으로 양질의 동물성 단백질을 섭취할 수 있는 계란은 소비자들에게 친숙한 축산식품이다. 최근에는 학교급식이 보편화되고 단체급식산업의 규모가 증가함에 따라 섭취 및 활용하기에 편리한 알 가공품의 수요가 급증하고 있다[1, 2]. 농림수산식품부 통계자료에 의하면 우리나라 국민 1인당 연간 계란 소비량은 2008년 224개에서 2010년 236개, 2013년 245개로 매년 증가하는 추세이다[3, 4]. 계란은 아미노산 조성이 우수한 완전 단백질 식품이며, 비타민 A, 리보플라빈, 비타민 B₁₂, 엽산, 비타민 D, 비타민 E, 비타민 K, 칼슘(Calcium), 철(iron), 콜린(Choline), 셀레늄(Selenium), β-카로틴(Carotene), 루테인(Lutein), 제아잔틴(Zeaxanthin) 등을 함유하고 있어 단일 식품으로는 인체에 필수적인 중요 영양소를 골고루 함유한 식품이다[5, 6].

가공 계란의 국내 시장규모는 전체 계란의 20% 정도 수준으로 약 2,682억 원/년(2011년)이었으며 그 중 가공계란은 450억 원 정도로 가공 계란 시장의 규모의 16.8% 비중이나[7] 신소재 및 신기술과 접목하여 발전 가능성이 매우 높다고 볼 수 있다.

계란 가공제품은 소비 확대나 가격 인상이 어려운 시장여건에서, 가공 계란 특히 훈제 계란 가공업체는 경영합리화를 위한 방안모색은 매우 어려운 과제가 되고 있다. 현 시점에서의 활로개척은 인건비 및 불량률 감소를 통한 가공비용을 절감 할 수 있는 제조 기술의 개선이 필요하다고 할 수 있다[8].

기존 훈제 계란은 5~6 단계의 공정을 거치면서 120시간(5~6일) 정도 소요하여 가공되어진다. 그 과정에서 약 5%에 이르는 난각 손상 및 혼연불량(진 발생) 등이 발생되어 폐기처분되고 있다[8].

따라서 본 연구에서는 숙성 및 가압 방식에 의한 훈제 계란 제조 공정을 통하여 가공시간의 단축과 진 발생을 3% 미만으로 불량률 개선하여 최적 염도의 훈제 계란을 제조하는 공정 개선에 필요한 연구를 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험 재료

본 연구에 사용된 계란은 오경농장(부산 사상구)에서 구입하였으며, 30주령의 닭에서 생산된 유정란 중 대란(54~60 g)만을 선별한 후 사용하였고, 소금은 시판품(순도 97%)을 사용하였다.

2.2 순환식 및 가압식 훈제 계란의 제조

계란 가공을 위한 전처리 공정은 원란의 선별, 세척 후 15~60℃, 0~120시간 숙성과정을 거쳐 Table 1과 같이 20~25%(wt/vol) 염지액을 순환식 침지 방식(Fig. 1)으로 침지통에 압력을 가하여 액체를 한 방향으로 염지액이 침전되지 않게 계속적으로 회전시킨다. 이에 계란을 부유하지 않게 침지시킨 후 12~24시간 동안 침지시켰다. 침지된 계란은 세척 후 참나무 칩을 이용하여 30℃에서 80℃로 온도를 상승시키면서, 4~6시간 동안 혼연시켜 순환식 훈제 계란을 제조하였다[6, 9].



Fig. 1. Circulatory and Pressurized Dipping Methods

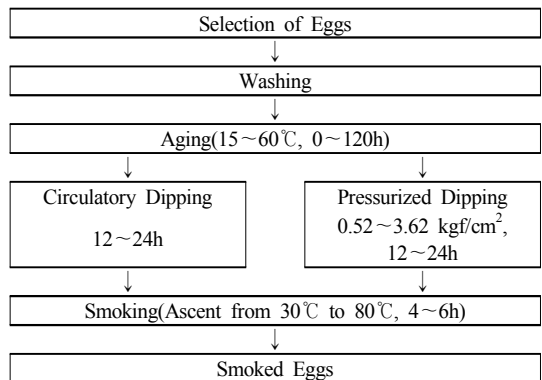


Fig. 2. Processing for Smoked Eggs Aging and Pressurizing Techniques

또한 원란의 선별, 세척 및 숙성과정(15~60℃, 0~120시간)을 거친 계란은 20~25%(wt/vol) 염지액을 가압기(SUNGCHANG 2008-05-005, Sungchang Machine, Daejeon, Korea)를 이용(Fig. 1)하여 상온에서 0.52~3.62 kgf/cm²의 압력으로 12~24시간 동안 가압하였다. 가압 처리한 계란은 세척 후 참나무 칩을 이용하여 30~80℃로 온도를 상승시키면서, 4~6시간 동안 훈연시켜 가압식 훈제 계란을 제조하였다[6, 9].

Table 1. Composition of seasoning

	Rate(%)
NaCl	1.46
MSG	0.04
Water	98.50
Total	100.00

2.3 계란의 숙성 조건 설정

염지액이 침투된 훈제 계란을 제조하기 위해 다음의 실험을 진행하였다. 신선한 계란을 전수검사 과정을 거쳐 선별하고, 각 온도(15, 20, 30, 40, 50, 60℃) 구간에 있어 일정 시간(0~120 h) 동안 숙성하였다. 숙성된 계란은 시간별(24, 48, 72, 96, 120 h) 무게를 각각 측정하고 이를 훈제 계란으로 제조하고 진 발생률을 측정하였다. 다음과 같이 훈제 계란의 불량률을 계산하였다.

$$\text{불량률 (\%)} = \frac{\text{진 발생 훈제 계란의 개수}}{\text{전체 생산된 훈제 계란의 개수}} \times 100$$

2.4 시간 경과에 따른 계란의 염도 측정

각 온도(15, 20, 30, 40, 50, 60℃) 구간에서 일정 시간(0~120 h) 동안 숙성과정을 거친 계란은 순환식 침지 방식과 가압기 SUNGCHANG 2008-05-005, Sungchang Machine, Daejeon, Korea)를 이용(Fig. 1)하여 2.07 kgf/cm² 압력으로 침지시간별로 계란의 염도를 측정하고, 이를 훈제 계란으로 제조하여 염도를 측정하였

다[10].

2.5 계란의 가압조건의 설정

숙성과정을 거친 계란은 가압기(SUNGCHANG 2008-05-005, Sungchang Machine, Daejeon, Korea)를 이용하여 각 압력별(0.52, 1.55, 1.86, 2.07, 2.38, 2.58, 3.62 kgf/cm²)로 일정 시간 동안 가압하여 각 압력 범위에서 훈제 계란을 제조하여 염도와 진 발생률을 측정하였다.

2.6 통계 처리

본 연구의 모든 실험은 3회 반복 측정하였다. 통계처리는 Statistical analysis system (SAS) program(version 8.0, SAS institute, Inc., Cary, NC, USA)에 의해 ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간의 유의수준 p<0.05에서 유의성을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 온도에 따른 훈제 계란의 진 발생률

선별된 계란을 온도별 일정 시간 동안 숙성시킨 후, 훈제 계란을 제조했을 때 Table 2과 같이 진이 발생하였다(Fig. 3). 15℃, 20℃, 30℃에서는 숙성 시간이 24~120 시간 했을 때 진이 100% 발생하였다. 40℃에서는 48 시간부터 진 발생이 감소하기 시작하였다. 50℃, 96 시간부터 진이 발생하지 않았고, 온도에 따른 계란 중량이 85% 이하에서 진이 발생되지 않는 것을 확인할 수 있었다.

3.2 시간 경과에 따른 계란의 염도 측정

숙성 과정을 거친 계란은 순환식 침지 방식과 가압 방식을 통해 난각으로 염지액을 침투하였다. 예비실험 결

Table 2. Occurrence of Discoloration when Producing Smoked Eggs Using Eggs at Different Temperatures

Time(hr)	Temp	15℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃
24		100.0	100.0	100.0	100.0	66.7	100.0
48		100.0	100.0	100.0	66.7	66.7	66.7
72		100.0	100.0	100.0	66.7	66.7	66.7
96		100.0	100.0	100.0	66.7	0.0	0.0
120		100.0	100.0	100.0	33.0	0.0	0.0

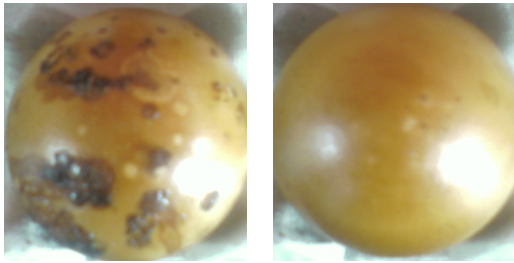


Fig. 3. Discoloration of Smoked Eggs

과, 훈제 계란은 염도 1.67~2.00 % 일 때 가장 좋은 선호도를 나타내었기 때문에 이 염도 조건을 충족시키고자 하였다. 순환식 침지 방식을 이용하였을 때, 8 시간동안 침지하였을 때 계란의 염도는 3.00 %였으며, 이것을 훈제 계란으로 가공했을 때는 1.67 %를 나타내었다(Table 3). 또한 가압 방식을 이용하여 4 시간동안 침지했을 때 계란의 염도는 3.33%로 나타났으며, 훈제 계란으로 가공했을 때는 2.00 %로 나타났다(Table 4).

Table 3. Salinity of Eggs and Smoked Eggs over Time Using Circulatory Dipping Method

kind	Time(hr)	0	2	4	6	8
Egg		1.58	1.67	1.67	2.33	3.00
Smoked egg		1.00	1.00	1.33	1.33	1.67

Table 4. Salinity of Eggs and Smoked Eggs over Time Using Pressurized Dipping Method

kind	Time(hr)	0	2	4	6	8
Egg		1.58	2.33	3.33	4.33	4.67
Smoked egg		1.00	1.33	2.00	2.33	2.33

가압 방식이 순환식 침지 방식보다 염지액 침투 시간을 4 시간 정도 감소시킬 수 있었다.

이러한 결과는 김동호 등의 연구 결과[10]와 같이 계란을 먼저 온도를 올렸다가 침지액으로 냉각시킴으로 계

란 내부 난막의 수축을 유도한 방법을 통하여 계란 내부로 염이 침투되는 점에서 비슷한 경향을 보이고 있다. 이는 Schoeni 등[11]과 Messens 등[12]이 보고한 계란의 온도 변화에 의해 계란 내부의 난막이 수축되어 기실내 진공현상이 발생하여 미생물이 내부로 침투되어 계란이 오염된다는 결과를 미루어볼 때, 계란의 온도 조절에 의해 발생된 기실의 진공에 의해 외부의 염분이 내부로 침투되어진 것으로 생각된다.

3.3 압력 조건에 따른 염도 및 진 발생률

예비실험 결과, 가압식 침지 방식으로 2.07 kg/cm² 압력과 4 시간 침지시킨 계란으로 훈제 계란을 가공했을 때, 가장 좋은 관능을 보였다. 최적 압력조건을 찾기 위해 압력별(0.52, 1.55, 1.86, 2.07, 2.38, 2.58, 3.62 kg/cm²)로 설정하고 4시간과 5시간 경과 후 훈제 계란으로 가공했을 때 진 발생을 확인하였다.

실험 결과를 보면 압력이 낮을 수록 진의 발생률이 낮았으며, 압력이 높을 수록 훈제 계란 가공 시 진 발생률이 증가하였다. 2.07 kg/cm² 압력에서 4 시간 처리한 경우 가장 좋은 계란의 염도(2.9±0.5 %)와 훈제 계란으로 가공했을 때 2.2%의 진 발생률을 보였다. 동일 압력조건에서 4 시간(Table 5)과 5 시간(Table 6) 처리 후, 염도와 진 발생률을 비교한 결과, 염도는 모든 압력에서 5 시간 처리구가 다소 높았으며, 진 발생률은 1.86 kg/cm² 압력까지는 변화가 없었으나, 그 보다 높을 경우 5 시간 처리구가 약간 높게 나타나서 압력이 높을 수록, 처리 시간이 오래될 수록 염도와 진 발생률이 높은 것으로 나타났다.

이러한 결과는 김진곤 등에 의한 훈제 계란의 품질특성에 관한연구[6], 전기홍 등의 연구 결과[9]와 같이 가압조건(4.0 kg/cm²), 염지액 농도(40%)로 염 침투량을 측정하였을 때, 난백에서 6시간동안 염지했을 때 0.65%의 염 함량을 보였고, 42시간 염지했을 때 1.58%의 염도를

Table 5. Salinity according to Pressure Conditions

	0.52 kg/cm ²	1.55 kg/cm ²	1.86 kg/cm ²	2.07 kg/cm ²	2.38 kg/cm ²	2.58 kg/cm ²	3.62 kg/cm ²
4	1.3±0.2	2.3±0.2	2.5±0.2	2.9±0.5	3.3±0.3	3.4±0.5	4.1±0.3
5	1.5±0.3	2.5±0.2	2.7±0.1	3.0±0.4	3.2±0.3	3.6±0.4	4.2±0.3

Table 6. Discoloration according to Pressure Conditions

	0.52 kg/cm ²	1.55 kg/cm ²	1.86 kg/cm ²	2.07 kg/cm ²	2.38 kg/cm ²	2.58 kg/cm ²	3.62 kg/cm ²
4	0.0	1.1	2.2	2.2	4.4	8.9	22.2
5	1.1	2.2	2.2	3.3	6.6	8.9	31.1

보였다. 이는 일반 계란을 숙성 공정을 통했을 때, 가압 42시간 염지했을 때와 같은 염 함량(1.58%)을 보였으며, 숙성과 가압 공정을 같이 처리했을 시, 더 많은 염 침투량을 보이는 것으로 생각된다.

4. 요약

훈제 계란의 제조시간 단축과 진의 생성으로 발생하는 불량 훈제 계란을 감소시키기 위하여 가공 공정 중 숙성과 압력을 이용한 침지의 최적 조건을 설정하기 위해 실험한 다음의 결론을 얻었다.

1. 예비 실험을 통해 염지액이 침지된 계란과 이를 이용해 가공된 훈제 계란의 염도는 각각 3.00~3.33 %, 1.67~2.00 %일 때 가장 좋은 기호도를 보였으며,
2. 숙성 공정 시 50 ℃에서 96 시간 숙성한 계란을 훈제 계란으로 가공하였을 때, 진 발생률이 0%였다.
3. 훈제 계란 가공에 많이 사용되고 있는 순환식 침지 방식보다 압력을 이용한 가압 방식은 제조시간을 단축시켜 줄 수 있을 것이다. 예비 실험에서 2.07 kg/cm² 압력으로 4 시간 처리하였을 때 최적 기호도에 근접하는 염도인 2.00 %가 되었다.
4. 최적 효율의 압력 조건을 찾기 위하여 0.52, 1.55, 1.86, 2.07, 2.38, 2.58, 3.62 kg/cm² 압력으로 처리하였을 때 2.07 kg/cm² 에서 4 시간 동안 처리하였을 때 가장 기호도에 근접한 계란의 염도(2.9±0.5 %)와 훈제 계란으로 가공했을 때 2.2 %의 진 발생률을 보였다.

본 연구로 훈제 계란의 가장 많이 발생하고 있는 불량 원인인 진의 발생을 감소시키고, 압력을 통하여 침지 공정의 시간을 단축할 수 있었다. 이를 통해 훈제 계란 제조 시 불량률의 감소와 제조시간의 단축으로 사용되는 에너지의 사용 감소 등으로 가공비용을 절감을 통하여 가공 기업과 관련 산업의 발전에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

References

- [1] K. I. Lee, H. S. Han, E. Y. Son, "Agricultural Outlook 2008. Korea Rural Economic Institute", 2008.
- [2] "Statistics Korea : 2012 Food grain consumption survey report", 2013.
- [3] "MIAFF(Ministry of food, agriculture, forestry and fisheries) 2014. : Statistics of food, agriculture", forestry and fisheries, 2013.
- [4] H. J. Jo, B. G. Choi, Y. Wu, J. S. Moon, Y. J. Kim, K. S. Yoon, "Microbiological Quality and Growth and Survival of Foodborne Pathogens in Ready-To-Eat Egg Products", Journal of food hygiene and safety, 2, pp. 178-188, 2015.
- [5] E. J. Yang, Y. E. Lee, H. K. Moon, "Nutritional roles and health effects of eggs", J Nutri Health, 47, 6, pp. 385-393, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.4163/jnh.2014.47.6.385>
- [6] J. G. Kim, H. J. Cho, Y. I. Hwang, S. C. Kwon. "Quality Characterization of Smoked Egg by Penetration Seasoning through Pressurization method without Damaging Eggshell", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 17, 10, pp. 204-212, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.10.204>
- [7] N. H. Lee. "A Study on the consumers recognition about domestic processed egg products", Konkuk University Graduate School of Agriculture & Animal Science(a master's thesis), 2013.
- [8] M. H. Park. "Smoked egg production technology : Suggestion for Improvement", Kor. poultry J. 41(8), pp. 119-125, 2009.
- [9] K. H. Jeon, I. J. Yoo, Y. H. Jang and T. S. Kang. "Permeation Effect of NaCl into Shell Egg with Concentration of NaCl Solution, Salting Time and Salting Pressure", Korean journal of poultry science. 20, 3, pp. 125-131, 1993.
- [10] D. H. Kim, H. J. You., J. Y. You, Y. J. Park., S. H. Choi and K. I. Jang. "Development of Rapid Salting Method for Seasoning Eggs using a Temperature Change Method", The Korean journal of food and nutrition. 25, 2, pp. 393-397, 2012.
- [11] Schoeni JL, Glass KA, McDermott JL, Wong ACL. "Growth and penetration of Salmonella enteritidis, Salmonella heidelberg and Salmonella typhimurium in eggs", Int J Food Microbiol 24, pp. 385-396, 1995.
DOI: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(94\)00042-5](https://doi.org/10.1016/0168-1605(94)00042-5)
- [12] Messens W, Grijspeerdt K, Herman L. "Eggshell penetration of hen's eggs by Salmonella enterica serovar. Enteritidis upon various storage conditions", British Poultry Sci 47, pp. 554-560, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1080/00071660600954601>

권 상 철(Sang-Chul Kwon)

[정회원]



- 2002년 2월 : 성균관대학교 식품생명공학과(이학박사)
- 1995년 10월 ~ 2011년 2월 : (주) 참선진종합식품(R&D 부장)
- 2011년 3월 ~ 2013년 2월 : 한국식품산업협회 식품안전지원단
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국교통대학교 식품공학과 부교수

<관심분야>

발효공학, HACCP, 식품위생, 식품미생물, 식품가공

김 진 곤(Jin-Gon Kim)

[정회원]



- 2014년 8월 : 경남대학교 첨단공학과 식품생명전공(박사수료)
- 2011년 1월 ~ 2013년 4월 : (주) 디엔제이 (연구지원 이사)
- 2013년 12월 ~ 2014년 7월 : 인산죽염존(주) (연구소장/이사)
- 2015년 6월 ~ 현재 : 중원대학교 산학협력단 연구원

<관심분야>

식품가공, 농식품가공, 기능성식품, 발효공학, 유기가공

황 용 일(Yong-Il Hwang)

[정회원]



- 1989년 3월 : 일본 오사카대학교 응용생물공학과(공학박사)
- 2011년 3월 ~ 2012년 2월 : 경남대학교 산학협력단 단장
- 2012년 3월 ~ 2014년 2월 : 경남대학교 자연과학대학 학장
- 1989년 3월 ~ 현재 : 경남대학교 식품생명학과 교수

<관심분야>

식품미생물, 효소공학, 발효공학, 기능성식품