액란의 냉장저장 중 미생물 및 이화학적 성상

강근호* · 조수현 · 성필남 · 박범영 · 함준상 · 정석근 · 김동훈 · 채현석

농촌진흥청 국립축산과학원

Microbial and Physicochemical Properties of Liquid Egg during Cold Storage

Geunho Kang*, Soohyun Cho, Pilnam Seong, Beomyoung Park, Junsang Ham,
Seokgeun Jeong, Donghun Kim, and Hyunseok Chae

National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea

Abstract

The study was performed to investigate microbial and physicochemical properties of domestic liquid eggs during cold storage. The liquid eggs used in the experiment were whole liquid, liquid egg yolks, and liquid egg whites. All samples were analyzed in summer and winter. The aerobic microorganisms were 1,270-83,300 CFU/g from non-sterilized liquid eggs produced in summer and their numbers increased from those produced in winter (ND, ~4,330 CFU/g). Total coliforms were not observed in non-sterilized whole liquid and non-sterilized liquid egg yolk regardless of season. Total coliforms from non-sterilized products were not detected in liquid egg whites during cold storage. *Salmonella* sp. was not observed in any of the liquid egg products. However, *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas gezei*, *Pseudomonas otitidis*, and *Pseudomonas aeruginosa* were identified by 16S rRNA from non-sterilized whole liquid eggs produced in summer. The pH and viscosity of whole liquid eggs and liquid egg whites were not different between the sterilized and non-sterilized treatments during cold storage. These results suggest that managing cross-contamination is necessary when non-sterilized liquid eggs are processed in summer.

Key words: liquid egg, microbial, total coliforms, *Salmonella*, *Pseudomonas*

서 론

농림수산물식품 주요통계 자료에 의하면(농림수산물식품부, 2010), 우리나라의 국민 1인당 연간 계란소비량은 2000년 184개, 2005년 220개, 2009년 238개로 해마다 증가를 하고 있다. 이처럼 해마다 1인당 연간 계란소비량은 꾸준히 증가를 하고 있지만, 소비자는 계란 제품의 위생적 처리로 안전성이 확보되기를 바라고 있다. 조류인플루엔자가 발생하거나 대중매체에서 계란의 비위생 실태에 관한 기사를 다룰 때마다 소비자는 계란섭취를 통해 병원성 미생물인 *Salmonella*에 감염되지 않을까라는 걱정을 하기 때문이다.

최근에는 액란처리의 비위생성에 관한 기사가 보도되면서, 소비자는 계란의 안전성에 관해 또다시 의심하게 되었다.

있다. 국내에서 생산되는 액란은 열처리 공정을 거친 살균 액란과 열처리 공정을 거치지 않고 곧바로 유통되는 비살균 액란으로 구분된다. 국내의 액란유통에 관한 객관적인 통계자료는 없는 실정이지만, 전체 액란 중 약 70% 정도가 제과와 제빵의 원료로 이용되며, 약 20%는 살균 또는 비살균 처리하여 식자재, 제과와 제빵의 원료, 육가공품 결착제 및 마요네즈와 같은 가공식품의 원료로 이용되는 것으로 업계에서는 추정하고 있다. 또한 살균 액란은 학교와 같은 단체급식소에 주로 유통되고 있는데, 전체 액란의 약 10% 내외인 것으로 업계에서는 추정하고 있다.

이처럼 업계에서 살균 액란에 비해 비살균 액란을 선호하는 것은 카스테라와 같은 제빵 제조 시 제품의 부피를 증가시키는데 유리하기 때문이다. 액란 가공장에서 살균 액란을 생산하기 위한 열처리와 관련하여 57°C 이상일 때 난백 내 단백질은 변성이 발생하며(Stadelman and Cotterill, 1995), 51-57°C 범위의 저온에서 살균하더라도 난백 내 단백질의 기능적성은 단백질의 변성과 함께 감소되는 것으로 알려져 있다(Favier *et al.*, 2007). 실제로 난백은 거품

*Corresponding author: Geunho Kang, Animal Products Research and Development Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration, Suwon 441-706, Korea. Tel: 82-31-290-1684, Fax: 82-31-290-1697, E-mail: kangroot@korea.kr

형성력, 유화력 및 젤 형성력과 같은 우수한 기능적 특성을 지니고 있어 식품산업에 있어서 폭 넓게 이용되고 있다. 난백 중 난황의 혼입은 거품 형성력과 같은 알부민의 기능성을 저하시키게 되는데, 현대의 할란 시스템으로도 이러한 문제를 완전히 예방할 수 없는 것으로 알려져 있다(Wang and Wang, 2009). 액란 제조 시 전체 난백 중 0.01-0.2% 수준의 난황이 혼합되더라도 원료물질의 품질에 영향을 미치게 된다(Cotterill and Funk, 1963; Stadelman and Cotterill, 1995). 난백 중 0.01% 난황만 혼합되더라도 거품의 확장이 감소되는 것으로 밝혀졌다(Wang and Wang, 2009).

하지만, 비살균 액란은 *Salmonella*와 같은 병원성 미생물에 노출되어 있으므로 원료 계란의 선발 및 세척 등 액란생산 공정에 있어서 많은 주의가 요구된다. 이러한 이유는 *Salmonella* 식중독의 발생원인은 75% 이상이 오염된 계란에 의한 것으로 알려져 있기 때문이다(CDC, 2000). *Salmonella*의 혈청형은 약 2,300종이며, *Salmonella*균 발생에 있어서 *Salmonella* Enteritidis는 20% 이상 관련되어 있다(CDC, 2002). 액란공장에서 가공하는 동안 원료알은 알칼리제로 세척한 후 염소제로 행굼으로서 미생물을 제거해야 한다. 최소한 알칼리성 세척수 온도는 32°C 이상 되어야 하고, 계란 보다는 적어도 6°C 이상 따뜻해야 한다. 행굼 작업 시 염소는 알칼리성 세척수보다는 약간 더 따뜻해야 하고, 염소의 농도는 50-200 ppm 이어야 하며, 200 ppm 이상이 되어서는 안된다(Agricultural Marketing Service, 2001). 이는 염소의 농도가 지나치게 높을 경우 계란을 보호하는 큐티클층을 파괴시켜 계란의 품질을 저해할 수 있기 때문이다.

그렇다면, 비살균 액란은 특히 위생관리에 각별한 신경이 요구된다. 하지만, 국내에서 유통되고 있는 액란의 위생성분 기준 설정을 위한 객관적인 자료가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 액란 생산 계절별(여름철, 겨울철) 살균 및 비살균처리에 의한 냉장저장 중 미생물과 이화학적 성상에 관한 기초자료를 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

살균 및 비살균 액란 시료채취를 위해 자동화 시설을 갖추고, 축산물의 가공기준 및 성분규격 고시(국립수의과학검역원, 2009) 기준의 원료알 처리 및 살균처리 절차에 따라 수행하였다. 본 시험에 사용된 살균 및 비살균 액란 제품은 전란액, 난황액 및 난백액으로 총 6종이었으며, 여름철(7월 중순-8월 중순, 실외온도 30°C 이상)과 겨울철(12월 하순-1월 초순, 실외온도 -5°C 이하)에 각각 액란 제품을 3회 가공하여 보관기간별 미생물 수준을 조사하였다.

1회 실험 시 사용된 액란 제품수는 18개로 각 제품에 대해 3반복 하였다.

액란의 미생물 조사를 위해 가공된 액란은 1 L 용량의 고밀도폴리에틸렌 용기에 담아 뚜껑을 밀봉 후 4°C의 냉장고에 보관하면서 저장 1, 3 및 5일째 분석하였다. 이때 살균 액란 생산의 조건은 전란액은 64°C에서 2분 30초, 난황액은 60°C에서 3분 30초, 난백액은 55°C에서 9분 30초간 각각 살균처리를 하였다. 비살균 액란은 할란 후 전란액, 난황액 및 난백액을 제조하였다.

미생물

세균수, 대장균군 및 *Salmonella*는 축산물시험방법에 따라 수행하였다(국립수의과학원, 2009). 액란 제품별 25 g의 시료는 9배량의 0.1% 펩톤수와 함께 혼합 후 스토마커(400 VW, Bag Mixer, France)를 이용하여 균질화한 것을 시험용액으로 사용하였다. 이후 10진 희석법으로 희석하여 각 단계별 희석액 1 mL을 배지에 분주하였다. 본 시험에 사용된 배지는 세균수 측정을 위해 표준한천평판배지를 사용하였으며, 대장균군 조사를 위해 건조필름배지를 사용하였다. *Salmonella*의 조사는 1차 증균배양(Buffered peptone water), 2차 증균배양(Rappaport Vassiliadis Broth)을 거친 후 분리배양(Xylose Lysine Desoxycholate Agar) 단계에서 *Salmonella* 의심균주에 대해 16S rRNA로 동정하였다.

16S rRNA 동정

*Salmonella*균으로 의심되는 배양된 균주의 colony로부터 Genomic DNA를 분리하였다. 이때 5% Boiling resin 100 μ L(143-2832, Bio-Rad, USA)와 20 μ L 용액(solGent Taq buffer 50 mL + proteinase K 1 g(PPK403-1, Bioshop, Canada))을 사용하여 추출하였다. 16S rRNA의 증폭에는 27F(AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG)와 1492R(GGT TAC CTT GTT ACG ACT T)의 primer를 사용하였다. PCR 반응은 기기를 이용하여(9902, ABI, USA) 95°C에서 15분간 초기 변성을 시킨 후, 변성-냉각-증폭 과정을 30회 반복(95°C에서 20초간 변성, 60°C에서 40초간 냉각, 72°C에서 1분 30초간 증폭) 후 최종적으로 72°C에서 5분간 증폭시켰다. 증폭된 DNA는 16S rRNA의 염기서열을 분석(ABI 3730XL DNA Analyzer, Applied Biosystems, USA) 후 BLAST 프로그램을 이용하여 동정하였다(Löffler *et al.*, 2000).

pH와 점도

pH 측정은 살균 및 비살균 액란의 모든 제품에 대해(전란액, 난황액 및 난백액) 각각 50 mL 튜브에 30 mL을 담아 균질(G560E, Scientific Industries, USA) 후 pH-meter(8603, Mettler Toledo, Swiss)로 측정하였다. 점도 측정 또한 모든 제품에 대해 약 30 mL의 시료는 플라스틱 용기

에 담아 점도계(Visco Plus R, Fungilab, Spain)를 이용하여 측정하였다.

통계처리

SAS(2008) 9.2 프로그램을 이용하여 pH와 점도는 분산 분석 및 다중검정을 통해 5% 수준에서 처리구간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

액란의 냉장저장 중 미생물 변화

살균 및 비살균 처리에 의해 생산된 액란의 냉장저장 중 세균수의 변화는 Table 1에 나타내었다. 저장 5일차 살균난백 제품은 비살균난백 제품에 비해 세균수가 낮은 것으로 나타났다($p<0.05$). 그러나, 다른 액란제품의 경우 액란생산 계절에 관계없이 살균액란 제품이 비살균액란 제품에 비해 세균수가 높은 것으로 나타났으나, 통계적으로 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 살균 전란액의 경우 여름철에 생산된 것이 겨울철에 생산된 것에 비해 세균수가 높은 것으로 나타났다. 특히, 저장 5일째에는 세균수에 있어서 여름철에 생산된 전란액이 겨울철에 생산된 전란액에 비해 2배 정도 높은 것으로 나타났다. 살균 난황액 및 난백액 또한 여름철에 생산된 것이 겨울철에 생산된 것에 비해 세균수가 높은 것으로 나타났다. 살균 난백액의 경우 여름철에 생산된 제품에서 저장 3일까지는 세균수가 없는 것으로 나타났다. 전반적으로 살균 난백액에서는 생산계절에 상관없이 살균 전란액 및 살균 난황액에 비해 세균수가 낮은 것으로 나타났다. 한편, 저장기간이 증가하더라도 세균수가 직선적으로 증가하지 않고, 전

란액 및 난황액에 비해 세균수가 낮게 나타난 것은 열처리에 의한 살균 효과와 함께 세균성의 세포벽에 작용하여 세포막을 분해하는 효소를 가진 라이소자임의 항균성 효과(Alderton *et al.*, 1945)에 기인한 것으로 사료된다.

알가공품의 품목별 세균수 기준을 보면, 살균 제품은 10,000 CFU/g 이하, 비살균 제품은 500,000 CFU/g 이하로 규정되어 있다(국립수의과학검역원, 2010). 본 실험에서는 세균수의 경우 비살균 액란의 모든 제품에서(전란액, 난황액 및 난백액) 여름철에는 1,270-83,330 CFU/g 수준으로 겨울철의 0-4,330 CFU/g에 비해 많은 것으로 나타났으나, 현행 축산물가공처리법 및 성분규격 기준에 부합하는 것으로 나타났다. 따라서 상기의 결과는 향후 관련법 개정 시 참고자료로 활용이 가능하며, 비살균 액란의 비위생성에 대한 소비자의 불만을 해소 할 수 있을 것으로 사료된다. 비록 세균수의 기준은 고시 기준에 부합하는 것으로 나타났지만, 여름철에 생산된 비살균 액란의 모든 제품에서 겨울철에 생산된 모든 제품에 비해 세균수가 높게 나타났기에 원료알 세척, 할란 작업장의 청결 및 실내 온도에 보다 많은 주의가 필요할 것으로 사료된다.

살균 및 비살균 처리에 의해 생산된 액란의 냉장저장 중 대장균수의 변화는 Table 2에 나타내었다. 살균 전란액 및 살균 난황액은 냉장저장 중 액란의 생산 계절과 관계없이 대장균군이 검출되지 않는 것으로 나타났다. 반면, 비살균 액란 제품은 냉장저장 중 겨울철에 생산된 난백액에서만 대장균군이 검출되지 않는 것으로 나타났다. 본 실험에서 대장균군의 경우 살균 액란의 모든 제품에서 여름철에는 0-445 CFU/g, 겨울철에는 0 CFU/g 수준인 것으로 나타났다. 그리고, 비살균 액란의 모든 제품에서 여름철에는 45-26,300 CFU/g, 겨울철에는 0-267 CFU/g 수준

Table 1. Changes in aerobic microorganisms (CFU/g) of liquid egg during storage at 4°C

Season	Egg products	Sterilization	Time (d)			SEM
			1	3	5	
Summer	Whole liquid egg	○	3.3 × 10 ¹	1.3 × 10 ¹	3.3 × 10 ¹	10.48
		×	8.33 × 10 ⁴	1.03 × 10 ⁴	3.66 × 10 ³	27,226
	Liquid egg yolk	○	5.13 × 10 ^{2b}	2.61 × 10 ^{3ab}	3.89 × 10 ^{2a}	820.34
		×	7.82 × 10 ³	8.9 × 10 ³	1.27 × 10 ³	3,288
	Liquid egg white	○	ND*	ND	1.04 × 10 ^{2B}	10.83
		×	4.45 × 10 ⁴	1.8 × 10 ⁴	4.79 × 10 ^{4A}	11,598
Winter	Whole liquid egg	○	ND	ND	1.67 × 10 ²	37.68
		×	1 × 10 ²	1 × 10 ²	1.67 × 10 ²	43.39
	Liquid egg yolk	○	ND	1 × 10 ²	2 × 10 ²	33.33
		×	5 × 10 ³	4 × 10 ²	4.33 × 10 ³	1,327
	Liquid egg white	○	ND	ND	ND	0
		×	ND	ND	2.67 × 10 ²	88.89

^{A-B} Means with different superscripts within a same column differ significantly ($p<0.05$).

^{a-b} Means with different superscripts within a same row differ significantly ($p<0.05$).

*ND, not detected; ○, sterilization; ×, non-sterilization

Table 2. Changes in total coliforms (CFU/g) of liquid egg during storage at 4°C

Season	Egg products	Sterilization	Time (d)			SEM
			1	3	5	
Summer	Whole liquid egg	○	ND*	ND	ND	0
		×	4.5×10^1	1.33×10^3	5.25×10^2	404.41
	Liquid egg yolk	○	2.18×10^2	1×10^2	4.45×10^2	146.72
		×	4.75×10^2	4.5×10^1	1.36×10^3	1,106
	Liquid egg white	○	ND	ND	ND	0
		×	1.75×10^3	3×10^3	2.63×10^4	20,890
Winter	Whole liquid egg	○	ND	ND	ND	0
		×	3.3×10^1	1×10^2	1×10^2	27.78
	Liquid egg yolk	○	ND	ND	ND	0
		×	2.67×10^2	6.7×10^1	6.7×10^1	88.19
	Liquid egg white	○	ND	ND	ND	0
		×	ND	ND	ND	0

*ND, not detected; ○, sterilization; ×, non-sterilization

인 것으로 나타났다. 알가공품의 품목별 세균수 기준을 보면, 대장균군수의 경우 살균 제품은 10이하 CFU/g, 비살균 제품은 100 CFU/g 이하로 규정되어 있다(국립수의과학검역원, 2010). 현행 기준에 따르면, 살균 전란액과 살균 난백액만 기준에 부합하는 것으로 풀이된다. 본 실험에서는 액란제조를 위해 위생 상태에 많은 신경을 썼음에도 불구하고 대다수의 제품이 현행 대장균군수의 기준에

Table 3. Closest species of 16S rRNA sequence similarities from bacterial strains isolated from non-sterilization whole liquid egg produced in summer

Strain	Closest species	Accession no.	Similarity (%)	Length (bp)
6.14	<i>Pseudomonas</i> sp.	EF426442	99	1494
7.5	<i>Pseudomonas</i> sp.	EF426443	99	1494
8.2	<i>Pseudomonas</i> sp.	EF426444	99	1494
A3	<i>Pseudomonas</i> sp.	EU784845	99	1464
AHL2	<i>Pseudomonas</i> sp.	AY379974	99	1512
D22	<i>Pseudomonas</i> sp.	GU566356	99	1526
DSW.1-S4	<i>Pseudomonas</i> sp.	FJ897724	99	1445
GD6	<i>Pseudomonas</i> sp.	GU566307	99	1531
m11	<i>Pseudomonas</i> sp.	EU375657	99	1399
MK3	<i>Pseudomonas</i> sp.	GU566309	99	1535
P7	<i>Pseudomonas</i> sp.	GU113077	99	1436
TSH16	<i>Pseudomonas</i> sp.	AB508847	99	1490
TSH17	<i>Pseudomonas</i> sp.	AB508848	99	1491
TSH4	<i>Pseudomonas</i> sp.	AB508894	99	1425
RA26	<i>Pseudomonas gueszennei</i>	AJ876736	99	1379
TIK669	<i>Pseudomonas gueszennei</i>	AM922198	99	1368
MCC10330	<i>Pseudomonas otitidis</i>	AY953147	99	1531
CJM	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	EJ972527	98	1428
D2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	EU915713	98	1439
8	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	EF362637	98	1412
NO2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	FJ972530	98	1419
S25	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	DQ095913	98	1431

부합하지 못한 것으로 나타났다. 이 부분에 대해서는 현재 액란생산 업계의 시설수준, 생산 및 유통현황 등을 종합적으로 고려하여 세밀한 검토가 필요한 것으로 사료된다.

비살균 전란액의 냉장저장 중 *Salmonella* 의심균에 대해 동정한 결과는 Table 3에 나타내었다. 현행 기준을 보면, *Salmonella*는 음성으로 규정하고 있다(국립수의과학검역원, 2010). 본 실험에서는 모든 액란 제품에서 *Salmonella*균은 검출되지 않았고, 여름철에 생산된 일부 비살균 전란액에서 *Salmonella* 의심균이 나타나 16S rRNA 동정한 결과, *Salmonella*는 아니었으나 병원성 미생물로 알려져 있는 *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas gueszennei*, *Pseudomonas otitidis*, *Pseudomonas aeruginosa*인 것으로 판명되었다. 특히, *Pseudomonas aeruginosa*는 호기성 그람음성균으로 주요 병원내 감염 세균으로서 호흡기계 감염, 화상감염, 낭포성 섬유증 환자의 폐렴, 요로 감염 등을 유발하는 원인균이며, 여러 종류의 항생제에 대해 내성을 가지고 있어 세균 감염증의 치료가 매우 어려운 것으로 알려져 있다(Lyczak *et al.*, 2000). 이처럼 병원성 미생물로 잘 알려져 있는 *Pseudomonas* 계통의 미생물들이 검출되는 것으로 보아 액란제조시 작업장의 오염 및 작업 중 교차오염에 각별한 주의가 필요한 것으로 사료된다.

액란의 냉장저장 중 pH와 점도 변화

액란의 냉장저장 중 pH 변화는 Table 4에 나타내었다. 전란액과 난백액에서는 냉장저장 중 살균 및 비살균 처리에 따른 pH의 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나, 살균 난황액의 경우 저장기간이 증가함에 따라 pH값 또한 증가하는 것으로 나타났고, 저장 5일 째는 비살균 난황액에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$).

난백의 단백질은 단백질의 복합체로 구성되어 있으며, 각각의 단백질은 서로 다른 등전점을 가지고 있다. 즉,

Table 4. Changes in pH of liquid egg during storage at 4°C

Egg products	Treatments	Time (d)			SEM
		1	3	5	
Whole liquid egg	Sterilization	7.55	7.58	8.20	0.17
	Non-sterilization	7.66	7.74	8.26	0.13
Liquid egg yolk	Sterilization	6.28 ^b	6.36 ^{ab}	6.48 ^{Aa}	0.04
	Non-sterilization	6.37	6.41	6.30 ^B	0.02
Liquid egg white	Sterilization	8.77	8.90	8.37	0.12
	Non-sterilization	8.89	9.02	8.34	0.16

^{A-B}Means with different superscripts within a same column differ significantly ($p<0.05$).

^{a-b}Means with different superscripts within a same row differ significantly ($p<0.05$).

Table 5. Changes in viscosity (cP) of liquid egg during storage at 4°C

Egg products	Treatments	Time (d)			SEM
		1	3	5	
Whole liquid egg	Sterilization	0.60	0.70	0.85	0.05
	Non-sterilization	0.80	0.80	0.81	0.05
Liquid egg yolk	Sterilization	9.35 ^{Aa}	6.50 ^{ab}	4.23 ^{Bb}	0.85
	Non-sterilization	2.25 ^{Bb}	6.25 ^{ab}	8.50 ^{Aa}	1.03
Liquid egg white	Sterilization	0.67 ^b	0.78 ^{ab}	0.85 ^a	0.03
	Non-sterilization	1.85	1.18	0.85	0.28

^{A-B}Means with different superscripts within a same column differ significantly ($p<0.05$).

^{a-b}Means with different superscripts within a same row differ significantly ($p<0.05$).

ovalbumin(54%, 전체 단백질 중 차지하는 비율)의 등전점은 4.5, ovotransferrin(12%)의 등전점은 6.1, ovomucoid(11%)의 등전점은 4.1, globulins(8%)의 등전점은 약 4.8-5.5, lysozyme(3.4%)의 등전점은 10.7 인 것으로 밝혀졌다(Li-Chan and Nakai, 1989). 비록 난백내 주요 단백질이 중성의 pH에서 음의 전하방향으로 이동을 할지라도 난백의 단백질은 pH 범위가 폭 넓게 형성된다. 이러한 이유로 난백의 거품 형성력을 개선시키기 위해 pH 조절에 관한 연구가 많이 수행되었다(Phillip *et al.*, 1989; Poole *et al.*, 1984, 1986; Poole, 1989). Clupeine(등전점 12) 및 낮은 함량의 lysozyme(0.01-0.1%, w/v)은 산성 단백질의 거품 형성력 개선에 상당한 효과가 있는데, 특히 clupeine이 lysozyme임에 비해 더 효과적인 것으로 보고되었다(Poole *et al.*, 1984). 염기성 단백질이 거품 형성력을 개선시키는 기전은 계란 알부민 내부의 전하를 중화시키고, 단백질간 소수성 결합을 더욱 강화시키거나 또는 반대로 전하된 단백질에는 더 강한 정전기 상호 작용이 있어서 이처럼 단백질 필름의 힘을 증가시키기 때문이다(Poole *et al.*, 1984).

이처럼 현장에서는 살균 액란의 경우 난백 단백질의 변성으로 제과 제조 시 부피가 감소하는 이유로 비살균 액란을 선호하는 것으로 알려져 있다. 앞에서 살펴본 선행연구결과에 의하면, 액란 제품 내 pH 상태가 지대한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고, 본 실험결과에서는 pH의 경우 살균처리 유무에 따른 뚜렷한 변화가 없는 것

으로 나타났다. 따라서 제과와 제빵 제조 시 저가의 비위생적인 액란을 사용하는 것보다 소비자의 건강을 고려하여 살균 액란을 사용하면서 거품 형성력을 개선시킬 수 있는 세밀한 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

난백의 거품 형성력 개선을 위해 염기성 단백질의 대체 물질로 화학제와 다당류가 조각이 간편하면서 경제적인 효과가 있는 것으로 알려지면서 많이 선호하게 되었다(Fraenkel-Conrat and Olcott, 1945). 이후 난백 단백질의 pH 변화를 위해 천연재료인 clupeine과 lysozyme으로 대체하였지만, 비용이 상승하는 문제가 제기되어 상업적으로 이용함에 있어서 한계점이 있는 것으로 드러났다(Malamud and Drysdale, 1978; Poole, 1989). 유청 단백질과 키토산의 단독 사용으로도 계란의 거품 형성력에 있어서 화학제의 대체 없이 clupeine 및 lysozyme과 동일한 효과가 있는 것으로 보고되었다(Poole, 1989). 최근에는 화학제 대신 염기성 대두단백질을 사용하더라도 난황에 오염된 albumin의 거품 형성력의 개선에 효과적인 것으로 밝혀졌다(Wang and Wang, 2009).

액란의 냉장저장 중 점도 변화는 Table 5에 나타내었다. pH 결과와 마찬가지로 전란액과 난백액에서는 냉장저장 중 살균 및 비살균 처리에 따른 점도 값은 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다. 저장 5일째 비살균 난황액이 살균 난황액에 비해 점도가 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 이처럼 점도의 변화는 pH의 변화와 유사한 것으로 나타

났다. 향후 국내 현장 실정에 맞도록 액란의 pH를 높이고, 거품 형성력을 개선시킬 수 있는 방안에 대한 세밀한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 국내에서 유통되고 있는 액란의 냉장저장 중 미생물 및 이화학적 성상을 구명하기 위해 수행하였다. 본 실험에 사용된 액란은 살균 및 비살균 처리된 전란액, 난황액 및 난백액으로 여름철과 겨울철 생산 제품에 대해 각각 조사하였다. 냉장저장 중 세균수의 경우 여름철에 생산된 비살균 액란(전란액, 난황액 및 난백액)은 1,270-83,300 CFU/g 수준으로 겨울철에 생산된 비살균 액란의 0-4,330 CFU/g 에 비해 증가하는 것으로 나타났다. 살균 전란액과 살균 난황액에서는 저장기간 동안 액란생산 계절과 관계없이 대장균군이 검출되지 않는 것으로 나타났다. 반면, 비살균 액란은 냉장저장 중 겨울철에 생산된 난백액에서만 대장균군이 검출되지 않는 것으로 나타났다. *Salmonella*는 살균 및 비살균 액란 모두에서 냉장저장 중 액란 생산 계절과 관계없이 검출되지 않았다. 그러나, 여름철에 생산된 비살균 전란액으로부터 *Salmonella* 의심균을 동정한 결과, *Pseudomonas* sp, *Pseudomonas* *geezenne*, *Pseudomonas* *otitidis*, *Pseudomonas* *aeruginosa*인 것으로 판명되었다. 액란의 냉장저장 중 pH 및 점도변화는 살균과 비살균 처리 구간 뚜렷한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 여름철에 비살균 액란 생산시 교차오염에 각별한 주의가 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업에서 연구비를 지원받았습니다.

참고문헌

1. Agricultural Marketing Service (2001) Grading of Shell Eggs. US Government Printing Office, Washington, DC, pp. 47-68.
2. Alderton, G., Ward, W. H., and Fevold, H. L. (1945) Isolation of lysozyme from egg white. *J. Biol. Chem.* **157**, 43-58.
3. CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (2000) Summary of *Salmonella* serotype Enteritidis outbreaks reported to the CDC in 1999. Available from: <http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/files/SECSTE99web.pdf>. Accessed Aug. 26, 2011.
4. CDC (Centers for Disease Control and Prevention) (2002) Summary of notifiable diseases. 2000. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **49**, 1.
5. Cotterilla, O. J. and Funk, E. M. (1963) Effect of pH and lipase treatment on yolk-contaminated egg white. *Food Technol.* **17**, 1183-1188.
6. Fraenkel-Conrat, H. and Olcott, H. S. (1945) Esterification of proteins with alcohols of low molecular weight. *J. Biol. Chem.* **161**, 259-268.
7. Favier, G. I., Escudero, M. E., and Guzmán, A. M. S. (2007) Thermal inactivation of *Yersinia enterocolitica* in liquid egg products. *J. Food Saf.* **28**, 157-169.
8. Li-Chan, E. and Nakai, S. (1989) Biochemical basis for the properties of egg white. *CRC Crit. Rev. Poul. Biol.* **2**, 21-58.
9. Löffler, F. E., Sun, Q., Li, J., and Tiedje, J. (2000) 16S rRNA gene-base detection of tetrachloroethene-dechlorinating desulfuromonase and dehalocoides species. *Appl. Environ. Microbiol.* **66**, 1369-1374.
10. Lyczak, J. B., Cannon, C. L., and Pier, G. B. (2000) Establishment of *Pseudomonas aeruginosa* infection: lessons from a versatile opportunist. *Microb. Infect.* **2**, 1051-1060.
11. Malamud, D. and Drysdale, J. W. (1978) Isoelectric points of proteins: a table. *Anal. Biochem.* **86**, 620-647.
12. Phillip, L. G., Yang, S. T., Schulman, W., and Kinsella, J. E. (1989) Effect of lysozyme, clupeine, and sucrose on the foaming properties of whey protein isolate and β -lactoglobulin. *J. Food Sci.* **54**, 743-747.
13. Poole, S. (1989) The foaming enhancing properties of basic biopolymers. *Int. J. Food Sci. Technol.* **24**, 121-137.
14. Poole, S., West, S. I., and Fry, J. C. (1986) Lipid-tolerant protein foaming systems. *Food Hydrocolloids* **1**, 45-55.
15. Poole, S., West, S. I., and Walters, C. L. (1984) Protein-protein interactions: their importance in the foaming of heterogeneous protein systems. *J. Sci. Food Agri.* **35**, 701-711.
16. SAS (2008) SAT/STAT Software for PC. Release 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
17. Stadelman, W. J. and Cotterill, O. J. (1995) Egg science and technology. 4th ed, The Haworth Press Inc., Binghamton, NY.
18. Wang, G. and Wang, T. (2009) Effects of yolk contamination, shearing, and heating on foaming properties of fresh egg white. *J. Food Sci.* **74**, 147-156.
19. Wang, G. and Wang, T. (2009) Improving foaming properties of yolk-contaminated egg albumen by basic soy protein. *J. Food Sci.* **74**, 581-587.
20. 국립수의과학검역원 (2009) 축산물의 가공기준 및 성분규격, 고시 제 2008-27 호.
21. 국립수의과학검역원 (2010) 축산물의 가공기준 및 성분규격, 고시 제2010-2호.
22. 농림수산식품부 (2010) 농림수산물식품 주요통계. p. 501.

(Received 2011.1.10/Revised 1st 2011.6.7, 2nd 2011.7.11/
Accepted 2011.7.14)