

● 연구속보

세척란의 저장성에 영향을 미치는 요인

박영신, 전기홍, 유익종
(축산물이용연구부)

I. 머리말

대부분의 계란은 산란 직후 그 내부는 무균상태이나 난각은 주위환경, 산란직후 난각에 존재하는 주된 미생물이나 계분 등으로 인하여 곧바로 오염되기 시작한다. 또한 액란이나 동결란 등을 제조하기 위하여 대량으로 계란을 처리할 때는 보통 할란기를 사용하게 되는데 이와 같이 오염된 계란이 있으면 할란시 오물이 액란에 오염되어 부패의 원인이 되므로 반드시 세척해 주어야 한다. 신선란 저장의 경우에도 오염된 계란은 쉽게 부패되며 다른 계란에게 부패취가 이행될 수 있으므로 사전에 세척이 필요하다. 그러므로 저장할 계란은 가능한 신선한 것이 좋으며 오염란이나 불결란의 경우에도 소독제 등을 사용하여 세척한 후 곧 건조시켜 저장 또는 판매하도록 해야 한다. 이와 같은 세척법이 사용되기 전에는 달걀에 묻은 오물을 솔 등으로 털어내는 건식세척이 널리 사용되어 왔으나 그 효과가 비효율적일 뿐만 아니라 계란 세척용 세제가 개발 보급되고 세란기가 나온 후에는 별로 이용되고 있지 않은 실정이다.

일반적으로 계란의 세척과정 중 젖은 형질으로 계란을 직접 문질러 세척하거나 물에 침지하여 회전솔 등으로 세척한 후 희석황산으로 수세 행금의 과정을 거친 계란은 깨끗한 미세척란에 비해 부패를

증가시킨다. 또한 미세척란이나 건식방법으로 계란 표면의 오물을 제거하면 계란의 품질은 수세에 의한 세척란에 비해 오래 유지되지만 저장중의 부패로 인한 손실은 간과할 수 없으며 이러한 현상은 계란 자체의 미생물 방어기능인 큐티클층이 세척과정 중 파괴되어 그 기능의 상실로 기인한 것이다. 이 장에서는 세척란의 저장성에 영향을 미치는 요인을 요약해 보기로 한다.

II. 세척란의 저장성에 영향을 미치는 요인

1. 저장온도와 습도

계란의 저장조건 중 저장 기간, 온도, 습도 및 처리방법 등은 계란의 품질에 큰 영향을 주며 이러한 요인들이 품질저하를 일으키는 요인이 된다. 저장온도가 높을수록 수분의 이동이 커져 난백의 수분이 난황막을 통과하여 난황으로 이동하며 이때 난황막이 쉽게 깨어진다. 또한 계란 신선도의 기준이 되는 haugh unit 값이 급격히 떨어지며 품질의 열화가 급격하다. 이와 같이 온도에 따른 품질저하 속도는 낮은 온도에서 저장할수록 품질저하 속도가 늦으며(Table 1) 가정에서 계란을 저장할 때는 $-1\sim 1^{\circ}\text{C}$ 냉장고에서 보존하는 것이 신선도를 유

Table 1. The quality in haugh units of eggs of different ages sheld with and without refrigeration (Stadelman and Cotterill, 1977)

Age in Days	non-refrigerated (10 to 27°C, Mean 16°C) Haugh Unit	refrigerated (8 to 13°C, Mean 10°C) Haugh Unit
1	80	80
4	70	74
7	65	73
10	60	71
13	57	71
16	49	69
19	53	68
Avg. Haugh Unit loss/day	1.51	0.56

Table 2. Changes of egg weight, package weight, temperature and humidity in egg stored (한, 1982)

Age of Days	Temperature (°C)	Humidity (%)	Weight loss (%)	Change of Package Weight (%)
53	-0.9	79.1	1.05	2.23
94	-1.0	80.9	1.83	2.66
122	-0.6	81.4	2.34	3.87
156	-0.9	81.8	2.67	4.33
194	-0.9	81.3	3.36	4.41
231	-0.9	80.1	4.02	4.81
262	-0.9	82.3	4.58	5.17

지하는데 좋다고 알려져 있다.

또한 저장중 저장실 내의 낮은 습도는 계란의 무게 감소에 크게 영향을 미치며 저장습도가 너무 높은 경우에는 난황이나 난백의 품질에 나쁜 영향을 끼치게 된다. 따라서 계란의 난중감소를 줄이기 위해 높은 상대습도가 권장되고 있으며 높은 습도로 인한 미생물의 오염 등을 고려할 때 보통 75~80% RH 정도의 상대습도가 적당하다. Table 2는 냉장저장할 경우의 계란과 포장재의 무게감소를 나타낸 것이다(한,1982).

또한 저장중에는 난백의 수분이 난황으로 이동하여 난황의 무게가 증가하면서 난황막이 터지기 쉽게 되는데 이와 같은 현상은 저장온도에 의해 좌우되며 높은 온도에서 저장할 때 수분의 이동이 많아진다(Fig.1). 그리고 장기간 저장시는 난황의

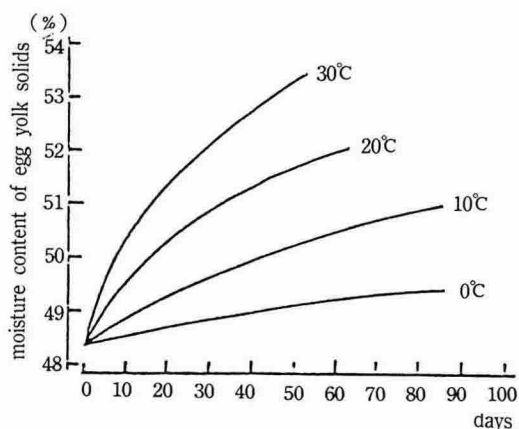


Fig.1. Changes of moisture content in egg yolk solids on egg stored. (淺野悠輔 & 石原良三, 1985)

지방이 난백으로 옮겨가서 난백의 기포성을 떨어뜨리기도 한다(송, 1983). 또한 계란을 심하게 흔들면 농후난백의 수양화가 일어나고 기실이 이동되며 난황이 계란 중심부에서 이탈되어 내부품질이 저하된다. 또 저장중 계란은 냄새를 쉽게 흡수하는 성질이 있으므로 저장실에는 냄새가 나는 다른 물질은 제거하여야 한다.

2. 세척수 온도와 세척 효과

계란을 세척할 경우 계란자체의 온도보다 세척수의 온도가 낮으면 세척수에 함유되어 있는 미생물의 난각투과가 용이하게 되어 쉽게 계란 내부로 침입하게 된다(Haines와 Moran, 1940). 그러므로 계란 세척시 세척수의 온도와 계란 온도간의 차이는 대단히 중요한 사항이다. Fig.2는 *Pseudomonas polycolor*에 오염시킨 물에 계란을 침지시킨 후 계란의 시간과 온도에 따른 미생물 수를 측정한 것으로서 계란의 온도가 미생물 배지온도보다 높은

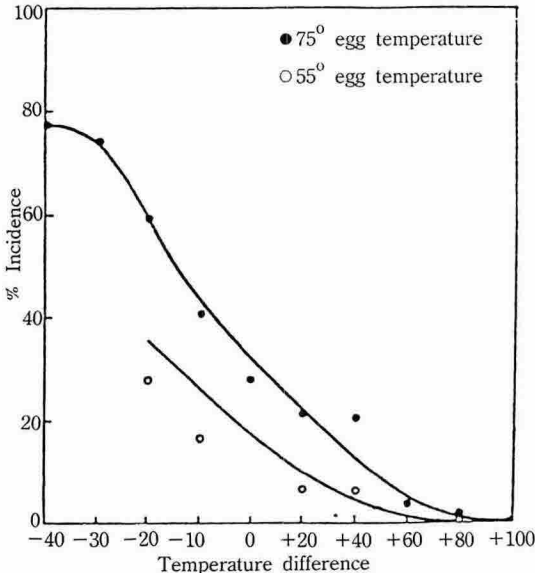


Fig.2. Effect of initial egg temperature on incidence of fluorescence in eggs dipped in a medium containing *Pseudomonas polycolor*. Temperature difference=medium temperature minus egg temperature. (Brant & Starr, 1962)

경우 미생물 발생율이 높으나 미생물 배지온도가 계란보다 높을 경우 온도차가 커질수록 미생물 발생율이 감소하였다. 송(1983)은 보통 사용하는 세척수가 계란의 품질보다 적어도 11°C 이상 높아야 하며 온도 차가 너무 많이 나면 계란의 내용물의 팽창으로 인해 난각이 깨지는 경우가 증가하며 또한 오래된 계란일 경우는 기실 확장 현상을 관찰할 수 있다.

또한 단순히 물로 계란을 세척할 경우 계란 표면의 눈에 보이는 오물의 제거는 가능하지만 난각 표면에 존재하는 $3\sim 6\times 10^6$ 정도의 미생물은 그대로 남아 있게 된다. 인위적으로 오염시킨 계란을 물로 세척하여 할란할 경우 액란내의 미생물의 수는 1.5×10^6 cells/egg이었고 염소제제를 사용하여 세척한 계란의 경우 3×10^3 cells/egg 이하였다(Penniston과 Hedrick, 1947)는 연구 보고가 있으며 일반적으로 사염화암모늄이나 세척제를 사용하여 90% 이상의 표면 미생물을 제거할 수 있다(Forsythe등, 1953). Gillespie등(1950)은 sodium hypochlorite나 QAC(Quaternary Ammonium Compound)이 표면 미생물 수를 줄이는데 효과적이라 하였지만 Winter등(1955)은 QAC를 함유하는 세척, 소독제를 사용하여 계란을 세척할 경우 난각 표면 미생물수는 급격히 감소시킬 수 있으나 부패현상은 미세척란의 경우에 비해 크게 감소시킬 수 없다고 하였다. 계란의 온도보다 세균현탁액의 온도가 낮으면 계란 내부로 침투되는 미생물 수가 급격히 증가한다(Brant와 Starr, 1962).

또한 철을 사용하는 세척수를 이용하여 계란을 세척하면 계란의 부패현상이 대단히 빨리 진행된다고 하며 철과 결합하는 성질이 있는 콘알부민은 계란에 있어서 그람음성균의 성장을 방해하는 주된 요인이다. 세척수에 철이 존재하는 경우 난각막을 오염미생물의 침입을 용이하게 한다. Fig.3은 세척수에 철의 함유유무에 따른 *Pseudomonas ovalis*에 의한 난각의 오염도를 보여주는 것으로 철함유 세척수가 대조구에 비해 계란부패가 많음을 알 수 있다. Garibaldi와 Bayne(1960)는 Ferrous sulfate가 계란의 부패를 촉진시키는 효과가 있다는 것을 밝혔으며 Brant와 Starr(1962)는 Ferrous

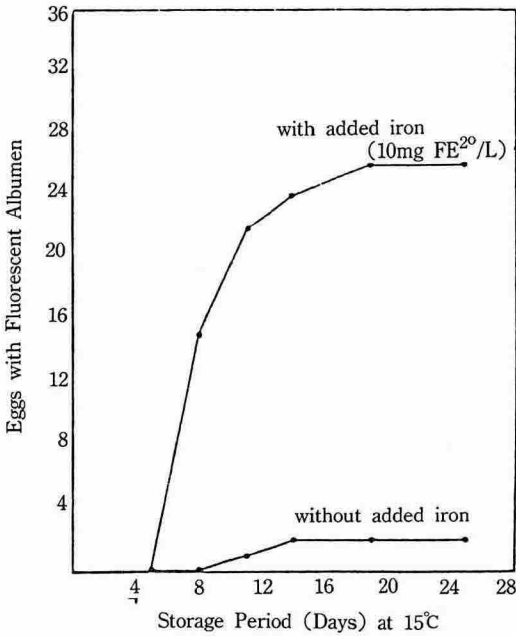


Fig. 3. The effect of iron on the spoilage of shell eggs by *Pseudomonas ovalis*. (Garibaldi & Bayne, 1960)

sulfate 희석용액에 침지하는 것은 계란의 부패를 촉진시킨다고 하였다.

세척 방법에는 손을 사용하여 세척하는 방법과 기계적 세척 방법인 회전솔을 사용하는 방법, 그리고 세척수를 밑에서 위로 솟아나게 하는 방법과 세척수를 위에서 아래로 분무시키는 방법이 있다. Trussell등(1955)은 이 방법을 비교해서 시험한

결과 손 세척 방법과 솔을 사용한 방법이 다른 두 가지 방법보다 효과가 크다는 사실을 알아냈다.

또한 Conner등(1953)은 기계적 세척방법(솔사용)에 의한 온수(74°C)세척은 표면 미생물의 수가 3.5×10^6 cells/egg에서 8.3×10^4 cells/egg로 줄어 들고 유수 채척은 1.6×10^4 cells/egg로 준다고 하였다. Fig. 4는 계란을 $-1 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 8개월간 저장하면서 온수세척과 냉수세척시 미생물수의 변화를 본 것이다.

일반적으로 계란을 기계적인 방법에 의해 세척할 경우 발생율이 1.37~7.80% 이하라고 한다. 또한 계란의 세척과정과 등급과정 중 2.13%와 6.70%의 손실이 발생한다. 세척과정 중 파란이 되어 계란 내용물이 세척수에 혼입될 경우 세척수를 모두 버려야 하는 심각한 상태를 유발하기도 한다. 계란 처리 과정에서 발생하는 손실은 계란 등급 과정에서보다 계란 파손에서 발생하는 경우가 더욱 크다. 한편 세척은 계란 자체의 품질에는 거의 영향을 미치지 않는다(Miller와 Mellor, 1971)는 보고가 있다.

3. 소독제

소독제로 계란을 세척할 경우 부패율은 더러운 미세척란에 비해 낮으나 자연적으로 깨끗한 미세척란의 경우보다 다소 높은 경향을 나타낸다. 지금까지 사용된 소독제에는 sodium hypochlorite, sodium hydroxide, sodium silicate, alkyl aryl sulfate 등이 있으며 염소화합물제제를 흔히 사용

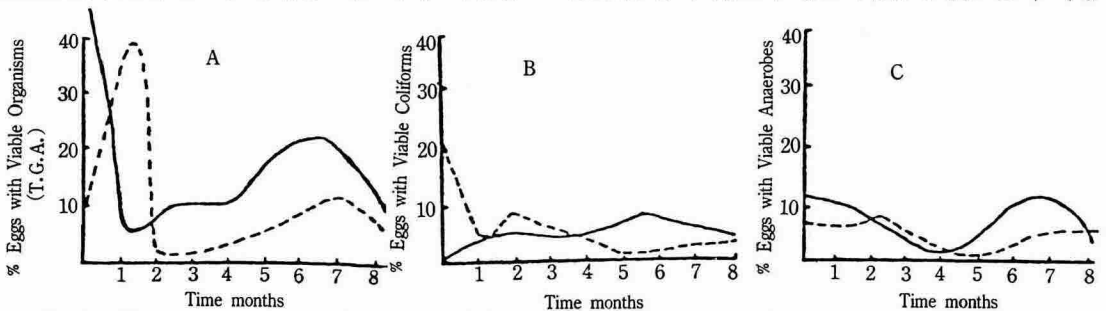


Fig. 4. The percent of eggs showing, viable bacteria at various periods up to 8 months' storage at $-1 \pm 0.5^\circ\text{C}$. Solid lines refer to dirty eggs washed in water at 73.3°C ; dashed lines refer to dirty eggs washed in unheated tap water. (Haines & Moran, 1940).

한다. 그러나 세척수내에 50ppm 이상의 염소가 존재할 경우 백색 계란의 난각 색깔이 변할 수 있으며, 이러한 현상은 염소와 난각 표면에 존재하는 큐티클층의 일부 아미노산과의 반응 때문인 것으로 알려지고 있으며 이러한 변색은 부러쉬를 사용하여 큐티클층을 벗겨내면 나타나지 않는다(송, 1983)고 한다.

Sayer(1943)은 기계로 세척한 계란을 소독제에 침지시킨 결과 소독제를 사용하지 않을 경우에 비하여 세척란의 부패를 방지한다 하였다. Table 3에서 소독제를 사용하여 세척한 계란이 물로 세척한 계란과 세척하지 않은 계란보다 저장기간동안 발생하는 부패율이 적음을 알 수 있다. Sodium hypochlorite 5000 ppm을 사용하여 소독하였을 때 난각 표면의 미생물 수는 상당히 감소되며 부패의 발생빈도도 소독제를 사용하지 않은 경우보다 상당히 감소한다(Gillespie등, 1950). 그러나 Miller(1954)는 사염화암모늄 용액이나 1% sodium hydroxide에 소독한 계란이 물에 세척한 계란보다 세척란의 부패발생은 감소되지 않고 난각 표면 미생물의 수가 상당히 감소한다고 하였다. 또한 0.65%의 sodium hydroxide를 사용하여 3분간 소독할 경우 인위적으로 오염시킨 *Pseudomonas*에 의한 부패현상을 감소시킬 수 있으나 *Salmonella*가 난각표면에 고루 분산되어 어느 정도 침입된 경우에는 소독제 침지에 의해서도 *Salmonella*를 제거할 수 없다(Sauter, 1966)고 한다. 가정용 세제나

물 등으로 세척한 계란을 장기간 저장한 후 그람 음성 부패성 미생물이 존재하는 계란의 비율을 소독제제나 sodium silicate와 alkyl aryl sulfate를 함유하는 산업용 소독제를 사용해서 세척한 계란에 비해 상당히 높다. 사염화암모늄을 계속해서 사용할 경우 급격히 효력을 상실한다. Frank와 Wright(1956), Gordon 등(1956), Lancaster 등(1952) 그리고 Williams와 Dilard(1973)는 이미 *Salmonella*가 난각에 침투된 계란을 소독제에 담가도 소독의 효과가 없었다고 하였다. 또 그와 반대로 Funk(1948)의 열안정성 실험에서도 온도가 60°C 이상인 소독제에 몇 분만 담금으로 해서 rots 억제에 효과를 가져올 수 있다고 하였다. 또 이러한 처리가 저장중 albumen이 안정하다는 것을 알아냈다(Schmidt와 Stadelman, 1957). 결과적으로 소독제로 처리한 계란은 물로만 세척한 경우보다 계란의 품질 보존 효과가 있었으며 그 효과는 다양하였다. 한편 오염 미생물이 난각에 어느 정도 침입되었을 경우 소독제의 효과는 상실되었다.

4. 도포제

신선란의 저장에 있어 품질유지를 위해서는 내부의 무균적 변화와 미생물의 침입 및 증식을 방지할 필요가 있다. 이를 위해서는 난각 표면을 깨끗이하여 건조한 상태로 냉장 유통 및 저장하여야 한다. 그러나 냉장하에서도 계란에 변식하기 쉬운

Table 3. The percentage of fluorescent spoilage in eggs inoculated with *Pseudomonas* prior to washing at 43.3°C with various sanitizer and stored at 12±2°C, 70 to 80% RH 30 weeks (Sayer, 1943)

Treatments	Percent fluorescent spoilage Storage time				Organisms/ml of inoculating suspension
	4 wks	6wks	16 wks	30 wks	
Quaternary ammonium compound	4.9	13.5	20.5	25.0	2.7 × 10 ⁷
Sodium hypochlorite	10.8	19.4	25.0	27.8	2.7 × 10 ⁷
Iodine	3.1	10.4	12.5	25.0	2.7 × 10 ⁷
Sanitizer detergent	9.7	18.1	20.1	30.6	2.7 × 10 ⁷
Washed control	15.4	31.7	40.4	51.7	2.7 × 10 ⁷
Unwashed control	19.4	33.3	43.5	59.4	2.7 × 10 ⁷

Pseudomonas 같은 부패균이 많다. 이의 침입을 방지하기 위하여 산란 즉시 기름도포를 실시하는 방법이 있다. 도포는 난각의 표면에 기름 등의 도포제를 사용하므로써 기공을 막아 계란 내부의 CO₂가스와 수분의 증발을 방지하고 외부로부터 미생물의 침입도 방지하므로써 달걀의 선도를 유지한다. 도포방법으로는 계란을 도포제에 담그는 침지법과 계란에 분무하는 분무법이 있는데 대량 처리하는데에는 분무법이 많이 권장되고 있다. 도포제로는 미국에서는 유동파라핀, 미네랄 오일이 많이 쓰이며 일본에서는 식용유가 사용된다(淺野悠輔와 石原良三, 1985). 식용유를 사용하여 계란에 도포한 것과 도포하지 않은 것의 신선도를 비교한 결과 fig.5에서와 같이 큰 차이가 있었다. 계란을 15일간 저장했을 때 haugh unit가 24까지 떨어졌으나 도포를 한 경우에는 76정도 밖에 떨어지지 않아 도포의 효과가 인정되었다고 한다. 계란은 짧은 시간안에도 달걀의 신선도와 수분감소가 일어나므로 도포할 경우에는 산란 직후 처리하는 것이 최대의 효과를 얻을 수 있다. 또한 기름 도포시 온도, 습도에 따른 달걀의 무게 감소량을 측정한 결과 table 4에서와 같이 기름에 도포시에도 불구하고 습도의 높고 낮음에 따라 무게감소율이 달라짐을 알 수 있다. 즉 고온고습에 저장했을 경우에는 무게감소량이 미미했으나 고온저습에 저장했을 경우에는 무게가 많이 감소함을 알 수 있다. 따라서 기름도포를 했을 경우에도 낮은 온도와 적

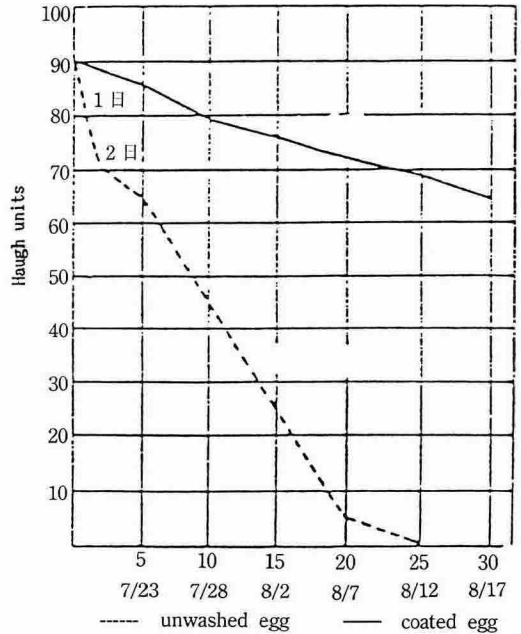


Fig.5. Effect of oiling on haugh units of egg stored. (淺野悠輔 & 石原良三, 1985)

절한 습도를 유지하여야 품질을 오랫동안 유지시킬 수 있다(유, 1989).

5. 계란의 국내외 유통현황

국내의 계란 1일 생산량은 약 1,898 만 개정도 (1990, 농림수산주요통계)이다. 또한 G.P.기기에

Table 4. Effect of spray oiling, temperature and humidity on weight loss in shell eggs. Egg oiled within 5 minutes after lay. (Stadelman & Cotterill, 1977).

Age of Egg	Held at 10°C, high humidity		Held at 24°C, low humidity	
	Oiled Gm	Nonoiled Gm	Oiled Gm	Nonoiled Gm
2 hr	0.018	0.025	0.029	0.041
4 hr	0.032	0.048	0.060	0.085
6 hr	0.042	0.064	0.077	0.113
1 day	0.107	0.172	0.197	0.328
2 days	0.167	0.228	0.313	0.572
3 days	0.212	0.374	0.411	0.795
4 days	0.260	0.469	0.506	1.017
5 days	0.309	0.575	0.604	1.256

의한 등급가리기를 거친 계란 즉, 등급관과 세척 공정을 거친 계란은 1일 약 50만개정도이다. 그 원인은 소비자들의 등급관에 대한 인식부족, 등급가리기에 의한 원가상승이 주요 원인이며 세척란의 경우에는 세척 후에 저장성이 떨어지는 이유로 세척 설비를 갖추고도 세척공정을 거치지 않는 업체도 상당수 있는 것으로 알려져 있다. Table 5는 국내의 대표적인 G.P. 센터의 일일생산량이다.

Table 5. Daily egg production by G.P center unit (10,000eggs)

Farms	Dong-Bu	Han-Naeng	Dong-Hwa	Kum-Su
Daily production	20	10	10	2

현재 대부분의 유통업자들이 저온창고를 갖추고 있지 않아 계란을 상온에서 저장하고, 세척란의 경우에도 대부분 상온에서 12~24 방치한 후에야 세척하는 실정이다. 계란의 운송 및 판매에서도 저온과 습도의 유지가 전혀 이루어지고 있지 않는 실정일 뿐 아니라 찬물세척에 따른 파란발생을 상승 및 저장성 저하에 대한 문제점과 철분을 함유한 지하수를 사용하므로써 발생될 수 있는 문제점 등을 전혀 인식하고 있지 못하고 있으며 이러한 처리 및 저장이 세척란의 저장성을 저하시키는 이유가 되기도 한다.

한편 해외에서는 네델란드를 비롯한 유럽공동체국가에서는 계란을 세척하지 않은 상태로 유통하며 일본 및 미국 등은 세척하여 유통하고 있는 실정이다(유, 1991). 미국에서는 세란, 코팅, 포장의 형태로, 일본은 세란, 계량, 포장의 형태로 분류된다. 유럽에서 세척란이 유통되고 있지 않은 주요 원인은 세척에 의해 난각의 큐티클층이 제거되어 저장 중 미생물이 난각속으로 침투되어 저장성을 저하시킨다고 믿고 있기 때문이다. 그러나 최근 난각으로부터 살모넬라의 위험성이 높고 계란도 식품이라는 인식 때문에 유럽에서도 계란의 세척을 적극적으로 검토중인 것으로 알려져 있다. 계란의 유통 및 저장은 식란일 경우 냉장유통하고

제과 및 제빵 등 2차 가공용으로 쓰일 경우에는 대부분 액란 처리하여 액란 또는 냉동란으로 유통하고 있는 실정이다. 특히 난황의 경우에는 설탕을 20% 정도 첨가하여 제과, 제빵용으로 유통시키며 마요네즈 공장에 보내지는 난황은 식염을 10% 정도 첨가하여 유통시키고 있다.

III. 맺는 말

계란의 세척은 표면의 오물을 제거하므로써 위생적인 제품의 생산이 가능할 뿐만 아니라 외관적으로 좋은 효과를 가져와서 계란의 상품으로서의 가치를 높여준다. 반면 세척란은 세척시 마찰에 의해 큐티클층이 제거됨으로 인하여 용이한 미생물 침투로 인해 저장 중 계란품질이 저하되지만 세척수 온도, 저장시 온도 및 습도 그리고 적절한 방법에 의하여 그러한 단점을 보완할 수 있다. 세척란의 저장성에 영향을 주는 많은 물리·화학적 변화 요인 중에서 저장중의 온도 및 습도는 계란의 품질에 가장 큰 영향을 주는 요소로서 낮은 온도(-1~1°C)와 높은 습도(75~85% RH)에서 세척란을 저장하는 것이 품질의 변화를 최소화할 수 있겠다. 또한 계란의 세척시 사용하는 세척수의 온도, 이물질의 혼합정도 그리고 세척방법도 계란의 저장성에 영향을 미치는 요인으로 지적되었다.

세척시 소독제의 사용은 물만으로 세척한 처리구와 세척하지 않은 처리구에 비해 계란의 부패율을 떨어뜨리는 효과를 얻을 수 있었으며 난각의 표면에도 포제 처리를 한 경우에는 계란 내부의 수분증발을 억제하고 외부로부터 미생물 등의 침투를 방지하는 효과를 가져와서 아무 처리도 하지 않은 대조구보다 저장 중 그 효과를 인정할 수 있었다.

위 결과를 통하여 품질의 변화를 최소화한 상태의 계란을 장기간 저장할 수 있는 기술의 개발을 확립하고 그 동안 문제시되어 왔던 난각의 연중변동 폭을 감소시키며 위생적인 계란의 생산으로 통해서 소비자에게 신선한 계란을 공급하고 새로운 수요의 창출을 할 수 있을 것으로 기대하며 한편 계란의 유통과정 중 G.P. system(등급가리기 및 포장체계)과 Cold chain(저온 운반 및 저장)등의 실시

로서 국제경쟁력을 강화시키고 난황의 이용개발 등 2차 가공을 통한 부가가치 증대를 모색하는 제도적, 기술적인 노력을 경주하여야만 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Brant, A. W. and P. B. Starr. Some physical factors related to egg spoilage. *Poultry Sci.* 41, 1468(1962)
2. Conner, J. W., S. E. Snyder and H. Orr. The influence of washing and oiling on grade and bacterial content of eggs stored for a nine month period. *Poultry Sci.* 32, 227 (1953)
3. Forsythe, R. H., J. C. Ayres and J. L. Radlo. Factors affecting the microbiological populations of shell egg. *Food Technol.* 7, 49(1953)
4. Frank, J. H., and G. W. Wright. The disinfection of eggs contaminated with *S. typhimurium*. *Canad. J. Comp. Med.* 26, 406(1956)
5. Funk, E. M. Experiments in cleaning soiled eggs for storage. *Mo. Agri. Exp. Sta. Res. Bul.* 426(1948)
6. Garibaldi, J. A. and H. G. Bayne. The effect of iron on *Pseudomas* spoilage of experimentally infected eggs. *Poultry Sci.* 39, 1517 (1960)
7. Gillespie, J. M., W. T. Scott and J. R. Vickery. Studies in the preservation of shell eggs. III. The storage of machine-washed eggs. *Austr. J. Appl. Sci.* 1, 313(1950)
8. Gordon, R. F., E. G. Harry and J. I. Tucker. The use of germicidal dips in the control of bacterial contamination of the shells of hatchery eggs. *Vet. Record* 68, 33(1956)
9. Haines, R. B. and T. Moran. Porosity of and bacterial invasion through the shell of the hen's egg. *J. Hyg. (Camb.)* 40, 453(1940)
10. Lancaster, J. E., R. F. Cordon and J. Tucker. The disinfection prior to incubation of hen eggs contaminated with *Salmonella pullorum*. *Brit. Vet. J.* 108, 415(1952)
11. Miller, M. M., and D. B. Mellor. Egg damage at Various points from collection to prepacking. *Poultry Sci.* 50, 1607(1971)
12. Penniston, V., and L. R. Hedrick. The reduction of bacterial count in egg pulp by use of germicides in washing dirty eggs. *Food Technol.* 1:240(1947)
13. Sauter, E. A. The effect of lye on the incidence of fluorescent Spoilage in washed eggs. *Poultry Sci.* 45, 131(1966)
14. Sayers, C. W. Rotting in eggs. *Agric. Gaz. (N. S. Wales)*, 54, 292(1943)
15. Schmidt, F. J. and W. J. Stadelman. Effect of antibiotics and heat treatment of shell eggs on quality after storage. *Poultry Sci.* 36, 1023(1957)
16. Stadelman, W. J. and O. J. Cotterill. Egg science and Technology. *AVI* 41(1977)
17. Trussell, P. C., C. O. Fulton and C. J. Cameron. Bacterial Spoilage of shell eggs. II. Evidence of spoilage of spoilage in egg from ninety-four farms. *Food Technol.* 9, 130 (1955)
18. Williams, J. E. and L. H. Dillard. The effect of external shell treatments on *Salmonella* penetration of chicken eggs. *Poultry Sci.* 52, 1084 (1973)
19. Winter, A. R., B. Burkhart, P. Clements and L. McDonald. Cleaning egg, with detergents and detergent sanitizers. *Ohio Agr. Exp. Sta. Bul.* 726(1955)
20. 淺野悠輔, 石原良三. 난-그 화학과 가공기술. 光琳, 63(1985)
21. 농림수산주요통계. 농림수산부, 244(1990)
22. 송인상. 닭고기와 계란의 이용 및 가공. II. 신선란의 저장. *현대양계* 7, 104(1983)
23. 유익종. 달걀의 유통 및 저장 중 변화. *현대양계* 3, 56(1989)
24. 한석현. 양계산물의 처리 가공(I). *월간 양계* 9, 95(1982)