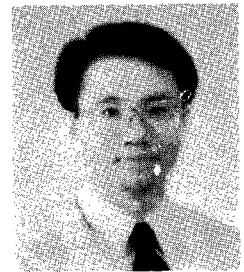


# 계란의 1차 가공기술과 문제점(Ⅱ)



유 익 중  
한국식품개발연구원

## 나. 껍질 있는 계란의 품질에 미치는 요인

### (1) 보존온도와 보존기간에 의한 영향

계란의 품질에 대해서 가장 큰 영향을 미치는 것은 보존온도이다. 각종 신선식품에 있어서도 가급적 저온에서 보존하는 것이 바람직한 것과 같이 계란도 저온보존이 바람직하다. 그러나 빙점하에서의 저장은 내용물이 동결하여 파란 및 동결변성을 일으키기 때문에 좋지않다. 또 당연한 일이지만 보존기간은 될 수 있는 장기간을 피하고 단기간으로 하는 것이 바람직하다. 여기에서는 보존온도와 보존기간에 따라 계란의 품질이 얼마나 저하하는지를 다음과 같이 기술하였다.

산란직후 계란의 난백 pH는 7.5~7.6이지

만, 산란 후 즉시 난백에 용해, 충만해 있던 CO<sub>2</sub>가스가 난각의 기공을 지나서 공기중으로 확산하기 시작하기 때문에 산란후 하루만에 난백의 pH는 약 1이 상승하여 8.6~8.7이 되고 10일이 지나면 pH는 약 9가 된다. 그후의 pH의 속도는 완만해지고 최종적으로는 pH 9.5~9.7에 달한다. 한편 난황의 pH변화는 극히 적고 산란직후의 pH6.0에서 별로 상승하지 않는다. 또 온도에 의한 영향은 2°C와 25°C에서는 난백, 난황 다같이 25°C쪽이 pH 변화가 크다.

난백의 pH가 상승함과 동시에 난백중의 농후 난백이 감소하고 수양난백의 비율이 늘어난다. 농후난백의 수양난백으로의 이행은 계란의

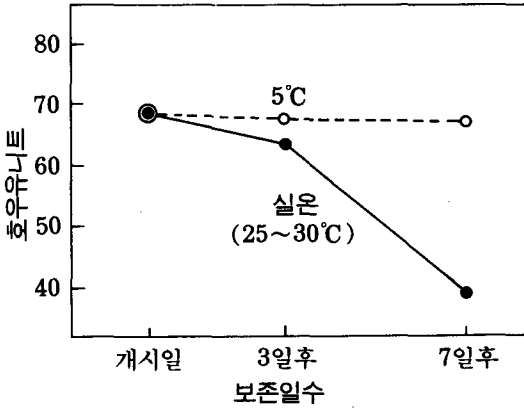


그림1. 계란의 저장중 호우유니트의 변화

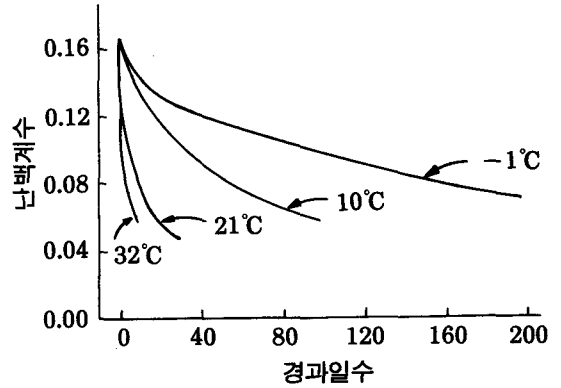


그림2. 계란의 저장중 난백계수의 변화

표1. 계란의 냉장보존중 호우유니트의 변화

계란의 호우 유닛(HU)	냉장보존 기간			
	보존전	1개월	3개월	6개월
	85.3	79.5	73.2	58.6

선도저하의 지표이다. 이것은 호우유닛, 난백계수의 저하로 나타난다(그림 1, 그림 2).

이와같은 점에서, 당연한 일이지만 저장온도가 낮을수록 선도저하는 늦고 실온(25°C~30°C)에서는 1주일 보존하면 호우유닛이 40~50으로 저하하여 신선함을 잃어버리게 되는

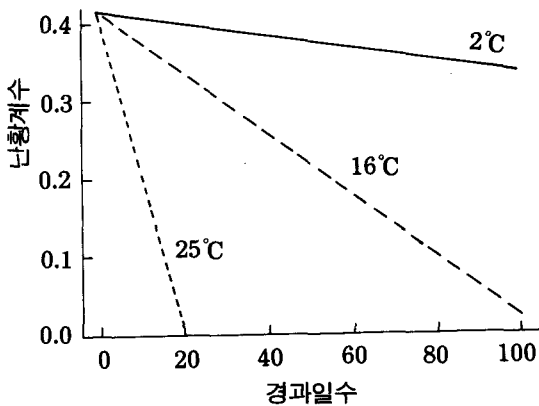


그림3. 계란의 저장중 난황계수의 변화

데 냉장보존한 경우에는 1~3개월간 보존하여도 호우유닛의 저하는 그리 볼 수 없다(표 1). 또 농후 난백의 수양화 기작에 관해서는 단백질 중의 S-S기 환원설(MacDonnell), 오보뮤신 라이소자임 복합체의 해리설(Cotterill and Winter), 오보뮤신 해리설 등이 있지만 명확하게 해명되어 있지 않다.

저장중 난황계수의 변화 및 난황막중량의 변화에 관해서는 (그림 3), (그림 4)에 나타난 바와 같으며, 농후 난백의 수양화와 같이 난황계수에 관해서도 보존온도가 높을 수록 품질저

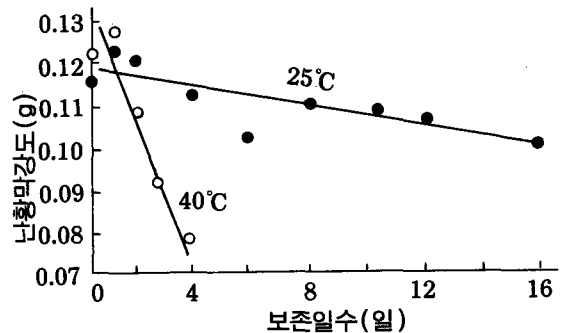


그림4. 계란의 저장중 난황막 감도의 변화

하가 심하다. 난황막 중량의 변화에 대해서도 25°C와 40°C와는 고온쪽이 품질저하가 심하다. 난황에 있어서는 저장중에 난황막중량의 감소, 즉 난황막이 얇아져 할란시 높이가 감소하고 난황계수가 낮아진다.

난황막이 얇아지고 강도가 약해지기 때문에 터지기 쉬워져 할란했을 때 난황이 난백에 혼입하는 정도가 증가한다. 난황의 혼입이 많으면 난백의 기포성이 저하해 버리기 때문에 엔젤케이크 등은 부풀어 오르지 않아 저품질의 제품이 되어 버린다.

계란의 저장중에 있어서 난백, 난황 및 전체의 중량변화를 조사해 보면(그림 5)와 같다. 난백중의 수분이 저장중에 껍질의 기공으로부터 서서히 증발해가기 때문에 난백의 중량감소가 크고 이에 따라서 전체의 중량도 가벼워지고 비중이 작아진다. 따라서 식염수에 의한 비중 측정법이 계란의 선도를 정하는 하나의 기준이 될 수 있는 것이다.

또 계란을 저장해두면 난백에서 난황으로 수분의 이행이 발생하여 약간 묽은 상태의 난황이

된다. 이것은 난백, 난황의 수분이 각각 약 88%, 약 50%이기 때문에 난백과 난황사이에 삼투압의 차가 생기기 때문에 일어나는 것으로 보여지고 있다. 농후 난백과 수양난백에 난황막으로 쌓인 난황을 넣어보면 수양난백에 넣은 것이 난황의 수분증가가 커지므로, 농후난백의 수양화도 많이 관계가 있는 듯하고 이 농후난백의 수양화는 온도가 높을수록 일어나기 쉽기 때문에 난황의 수분증가도 커지는 것이라고 생각된다(그림 6).

냉장온도인 5°C 및 실온(25°C~30°C)에 계란을 보존한 경우의 난백의 포립성 및 난황의 유화력에 관해서 조사한 결과가(그림 7), (그림 8)에 표시된 바와 같다. 이러한 계란의 기능성에 관한 측정법은 대략적으로 다음과 같다. 포립성은 난백 300ml을 케이크 믹서로 거품을 일게한 후 거품의 높이를 측정하여 기포력으로 하고 거품이 일게한 15분후의 거품의 무게를 기포안정성으로 하는 것이다. 한편 유화력은 난황 30g을 혼합한 액을 시료로 하고 이 액으로 유화할 수 있는 기름의 양(g)을 가지고

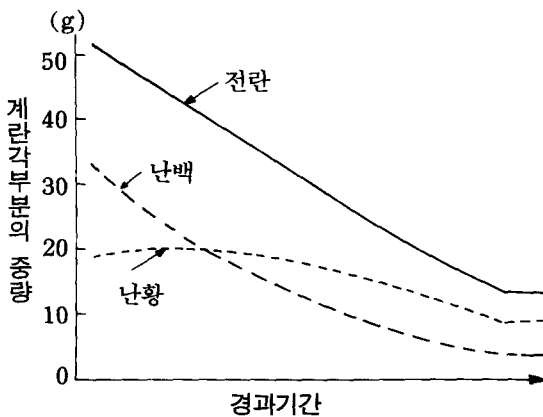


그림5. 계란의 저장중 난백, 난황 및 전란중량의 변화

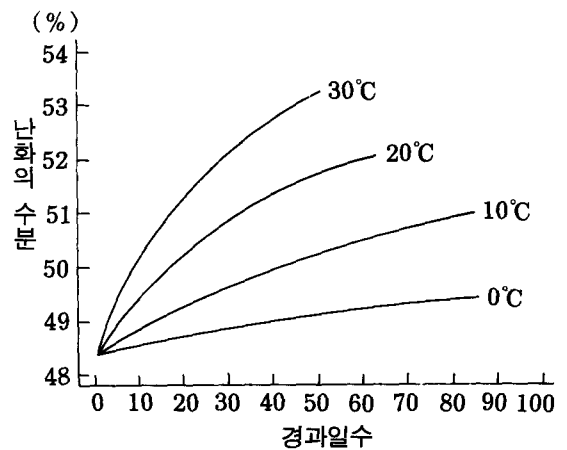


그림6. 계란의 저장중 난황수분의 변화

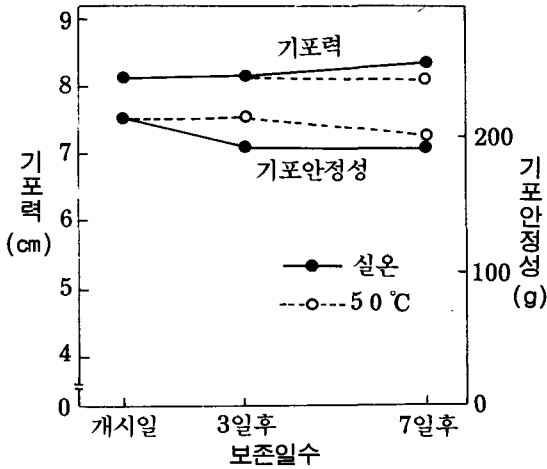


그림7. 계란의 저장중 난백의 포립성 변화

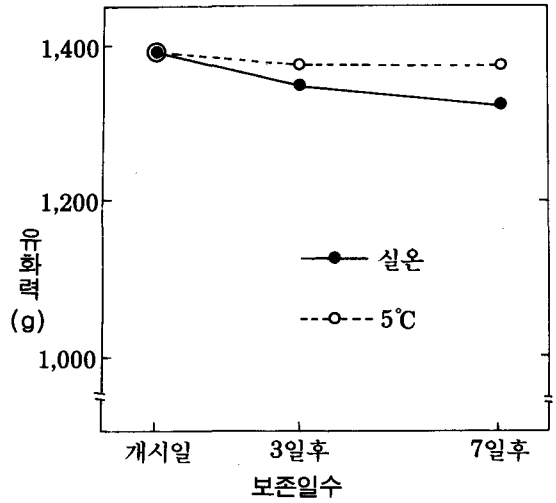


그림8. 계란의 보존중 난황의 유화력 변화

유화력으로 한다.

난백은 보존중의 포립성의 변화는 거의 없지만 난황에서는 보존온도가 높으면 수분증가와 함께 점도가 저하하여(실온에서 보존개시시 1,400cps, 3일째에 900cps, 7일째에 700cps) 유화력도 약간 감소하게 된다. 따라서 선도가 떨어진 난황을 사용한 마요네즈에서는 유화력이 저하하기 때문에 마요네즈 자체의 점도가 저하하는 것이다.

## (2) 코팅에 의한 영향

코팅이라는 것은 계란 껍질의 표면의 기공을 오일 같은 코팅제로 덮어 계란 내부로 부터의 탄산가스, 수분 등의 확산을 막는 목적과, 외부로부터 미생물의 침입을 방지하고 계란의 선도유지를 도모하기 위한 저장법으로 제2차 대전 후 부터 연구가 시작되었다.

코팅제로서는 유동파라핀이 미국에서 사용되고 있지만 일본에서는 후생성이 허가하지 않았기 때문에 유동 파라핀 대체물질이 연구되어 식

용유 등이 유동 파라핀에 뒤지지 않는 효과가 있다는 것을 알았다. 코팅하지 않은 계란이 슈퍼마켓 같은데서 얼마나 선도저하가 심한가를 알기 위하여 일본 기후대학에서 1년간에 걸쳐 매일 슈퍼에서 사모은 계란의 호우유니트의 변화를 조사하였다.

그 결과 산란직후의 호우유니트는 80~90이지만 한 여름이면 산란일에 포장하여 GP센타에 다음날 출하하였을때는 70~80이 되고 그 다음날 슈퍼에 배송되었을 때는 60~70으로, 슈퍼에 진열되었을때는 30~40으로 까지 저하했다(그림 9). 또 코팅한것과 그렇지 않은 것을 비교하면 큰차를 보인다(그림10). 즉 5일간 보존한것은 호우유니트가 90에서 64까지 저하하고, 15일간 보존한것은 24까지 저하하는데 코팅된 것은 5일간의 보존에서는 90에서 85까지로, 15일간 보존한 경우에는 76이라는 값에 멈추고 있다.

한편 미생물오염에 관해서는 표2에 나타난

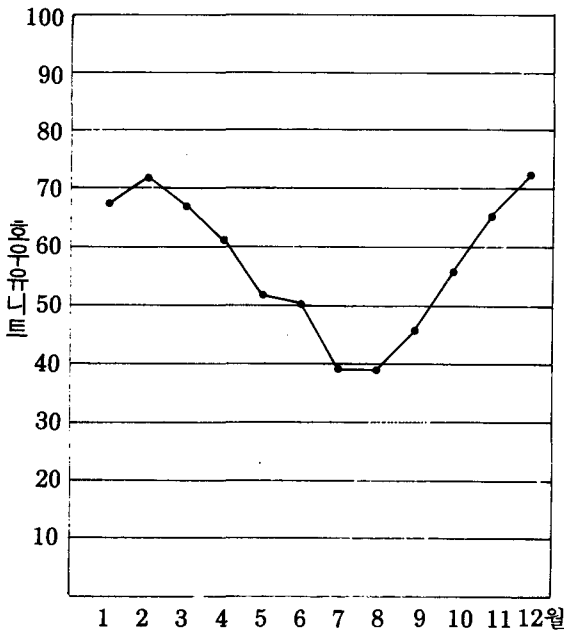


그림9. 시판계란 선도의 월별변화  
(일본기후대학조사결과)

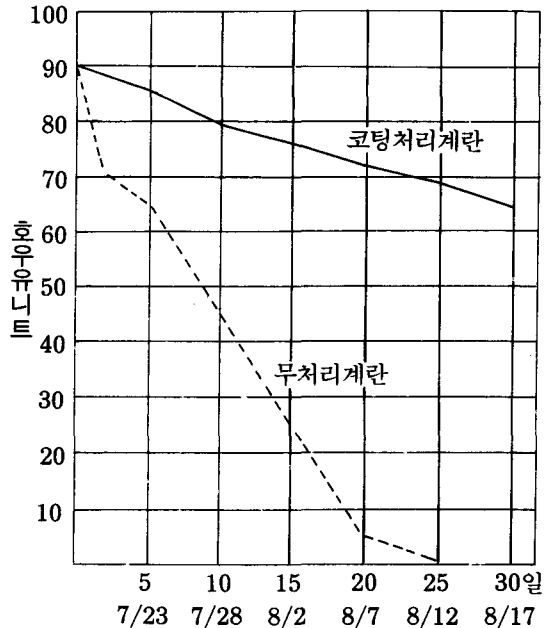


그림10. 경과일수에 따른 계란의 선도저하  
(7월 18일~8월 17일중 시험)

바와 같이 코팅의 유무에 있어서의 유의차는 인정되지 않고 있다.

코팅방법은 계란을 코팅제 안에 넣는 침지법과 계란에 안개모양으로 분사시키는 분무법이 있으나, 계란의 기공을 완전히 코팅하면 두 방법 모두 효과의 차는 없었다. 그러나 대량처리에 있어서는 분무법이 빨리 처리를 할 수가 있어야 우수하다. 코팅의 효과는 표 3에 보여주는 바와 같이 산란 후 될 수 있는 한 빨리하는 편이 보다 효과가 크다.

미국에서는 시판란의 95%가 오일코팅처리되어 있으나 우리나라에서는 다음과 같은 문제점이 있어 별로 보급되고 있지 않다. 그 문제점은 재료와 설비에 코스트가 추가로 드는 것과 도포에서 건조까지 상당한 시간을 요하여 취급상 불편하다는 점을 들 수 있다. 또 오일코팅의

경우 내부침투가 있을 가능성도 있기 때문에 장기 보존한 경우의 산패에 있어서의 영향도 배제할 수 없으므로 안전성의 확인도 필요하다.

### (3) 기타의 영향인자

계란은 산란후 내부에서 탄산가스가 확산하기 때문에 pH의 변화가 일어나, 농후난백의 수양화와 함께 선도저하가 발생하므로 이 탄산가스의 확산을 방지하면 상당히 선도를 유지할 수 있다. 따라서 탄산가스안에서의 저장은 계란의 선도유지를 위한 유력한 수단이라고 생각되고 있으나, 대규모처리는 경비가 너무 많이 들어 우리나라에서는 실시된 일이 없다. 유럽에서는 오래전(1930년경)에 실시된 적이 있다.

그 방법은 계란을 몇십만개 수용할 수 있는

**표2. 계란의 코팅유무에 따른 계란내용물의 세균 오염정도 조사결과**

시료	보 존 계 란 의 비 율				
	보 존 기 간 (월)				
	0	0.5	1	2	3
무코팅란	0/100 <sup>b)</sup>	1/1000(2.0×10 <sup>2</sup> ) <sup>c)</sup>	1/1000(3.3×10 <sup>4</sup> )	2/100(3.2×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (2.0×10 <sup>2</sup> )	(1.1×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (4.6×10 <sup>7</sup> ) 6/100(2.8×10 <sup>3</sup> ) (8.0×10 <sup>2</sup> ) (2.0×10 <sup>2</sup> ) (2.0×10 <sup>2</sup> )
코팅란A	0/50	0/50	0/50	0/50	(2.5×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> 3/50 (4.0×10 <sup>8</sup> ) (2.0×10 <sup>2</sup> )
코팅란B	0/50	1/50(2.0×10 <sup>2</sup> )	0/50	2/50(2.9×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (3.1×10 <sup>4</sup> )	(1.6×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> 3/50 (1.1×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (1.8×10 <sup>3</sup> )
코팅란 합 계	0/100	1/100(2.0×10 <sup>2</sup> )	0/100	2/100(2.9×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (3.1×10 <sup>4</sup> )	(2.5×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (1.6×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> 6/100(1.1×10 <sup>8</sup> ) <sup>a)</sup> (1.8×10 <sup>3</sup> ) (4.0×10 <sup>2</sup> ) (2.0×10 <sup>2</sup> )

a) 육안으로 부패판정 가능 b) 분자는 보균계란수, 분모는 시험 샘플수, c) 보균계란 내용물, 1g당 균수

내압용기에 넣어 내부의 공기를 배제하고 그 대신 탄산가스 88%, 질소가스 12%의 혼합가스로

치환하여 전체를 2기압으로 유지, 온도를 0-1°C로 유지하는 것이다. 이와 같이 해서 저장된 계란은 신선란과 구별할 수 없을 만큼 신선함을 유지하고 있었다.

**표3. 호우유니트 및 수분감소에 미치는 코팅전의 저장온도와 방치시간의 영향**

측정항목	호우 유니트			수분감소(%)		
	12	22	32	12	22	32
저장온도(°C)						
코팅전 방치 시간(시간)						
0	86.9	82.2	72.1	0.5	0.6	0.8
3	84.4	78.4	67.1	0.4	0.6	0.6
9	74.8	70.7	54.7	0.4	0.6	0.8
27	70.0	50.2	48.9	0.4	0.5	0.8
81	59.8	38.6	26.9	0.2	0.8	0.6

세척을 할 경우와 하지 않은 경우의 선도 저하의 유무에 관해서는 특별히 차를 볼 수 없으나 세척한 계란은 미생물의 오염이 일어나기 쉽게 된다. 이것은 세척에 의하여 난각의 큐티클층이 벗겨져 미생물이 계란내에 침입하기 쉬워지기 때문이다. 특히 난각이 젖어 있으면 미생물 오염이 촉진되기 쉬우므로 세척을 한 경우에는 즉시 표면의 수분제거를 위해 건조시켜야 한다.(다음호에 계속)