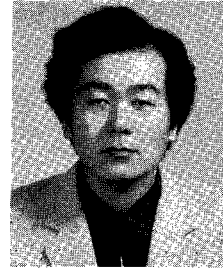


# 계란의 난각 두께에 대한 연구(I)

## 연 재 순 서

1. 서론
2. 파란의 발생 현황
3. 난각의 구조
4. 난각의 질에 영향을 미치는 요인
5. 국내의 기술 연구동향
6. 실험설계의 이론적 배경
7. Air Suspension Coating에 의한 석회석의 캡슐화
8. 실험재료 및 방법
9. 연구결과



윤 칠 석  
한국식품개발 연구원  
농 학 박 사

## 1. 서 론

양계산업에 있어서 난각질 불량은 경제적인 손실을 유발하는 하나의 큰 요인이며, 우리나라의 경우 매년 계란 생산량의 약 10% 이상이 산란에서 소비자에 이르는 과정에서 파란되어 없어진다고 추정된다. 따라서 난각의 질은 양계업자는 물론 계란을 팔고 사는 사람들 모두가 중요시 해야 될 문제이다. Hester 등(1980)에 의하면 실용산란계에서 4.77%의 계란이 난각이 얇거나 약한 것으로 보고한 바 있다.

일반적으로 산란개시후 첫달과 마지막 2개월 동안에 난각이 약간 계란이 많이 발생하며, 이외에도 여러 가지 요소 즉 닭의 나이, 환경요인(온도 32℃ 이상 및 -12℃ 이하), 영양적 요소 등이 있다. 산란계는 산란 일령이 증가함에 따라 체내 칼슘 저장능력이 저하되므로 난각 두

께가 약해지며, 사육온도 증가시도 사료섭취량 감소로 인한 칼슘 섭취량 감소 및 과도한 호흡에 의한 산-염기의 균형이 깨어져 난각질의 미세구조에 이상을 초래하여 계란품질이 저하되기도 한다. 이것은 적정 사육 온도를 넘을 때 땀샘이 발달하지 못한 닭은 체온유지를 위하여 헐떡거림(panting)이 증가하여 CO<sub>2</sub> 손실이 많아져 산-염기 균형이 변하고, 정상적인 산란을 위하여 필요한 광물질이 고갈되는 호흡성 알칼리 중독 현상에 의한다고 한다.

최근에는 산-염기의 균형조절제(시판전해질 : 동양화학 : 전해질가 (Na + K - Cl 8288mEg/kg : NaHCO<sub>3</sub> 40% + KCl 35% + NaSO<sub>4</sub> 25%의 구성) 및 KHCO<sub>3</sub>를 0.5% 정도 첨가시 난각질이 개선된다는 연구도 있다.

한편 Roland 등(1972)은 오후 8시에 계란을 낳는 닭에서는 난각 형성기간이 바로 사료섭취

기간 동안이며, 동시에 난각 형성기간 동안에 Ca에 대한 침착이 증가하므로 아침에 생산된 계란보다 더 단단하다고 하였다. 즉 오후에 알을 낳는 닭은 곡물애다 사료를 축적하여 영양소의 공급이 일정하므로 난각형성에 필요한 칼슘은 장내흡수로 충족될 수가 있다고 하였다.

## 2. 파란의 발생 현황

난각질불량은 양계산업에 경제적 손실을 주는 주요 요인의 하나이다. 일반적으로 매년 계란 생산량의 10% 이상이 산란후 소비자의 손에 이르는 과정에서 파란되어 없어진다(양계연구, 1993)고 추정되고 있다. 이것을 돈으로 환산하면 엄청난 액수가 된다.

파란의 발생율은 Hamilton 등(1979)은 생산에서 소비자까지의 사이에서 7% 정도가 파란으로 없어졌다고 하였고 호주의 Karunajeewa (1977)에 의하면 매년 생산량의 5~10%가 파란 발생율이라고 하였다.

파란의 발생은 산란후부터 여러 단계를 거치면서 발생되고 있다(표1).

농장에서 발생하는 파란율은 표1에서 보듯이 변이가 상당히 많으나 위의 보고를 평균하면 약 5.0%가 산란 및 수거시 파란으로 발생된다.

우리나라의 경우를 보면 안병윤(1981) 등은 계절적으로는 6월~9월에 난각두께가 가장 얇고 9월 이후는 점차 증가하여 난각두께가 3월까지는 높은 수준으로 유지된 후 3월 이후 점차로 떨어진다고 하였고 연평균 난각두께는 0.36mm 정도이며 하절기에는 0.33mm까지 저하되었다고 하였다.

파란율은 산란시에서 최종판매처까지가 8%

정도이며, 최종 유통단계에서는 3.8% 정도로써 총 12% 정도의 파란율을 보였으므로 외국의 일반치인 6.4~8%의 파란율보다 높은 것으로 평가되었다.

표1. 계란 취급과정에서의 파란 발생 범위

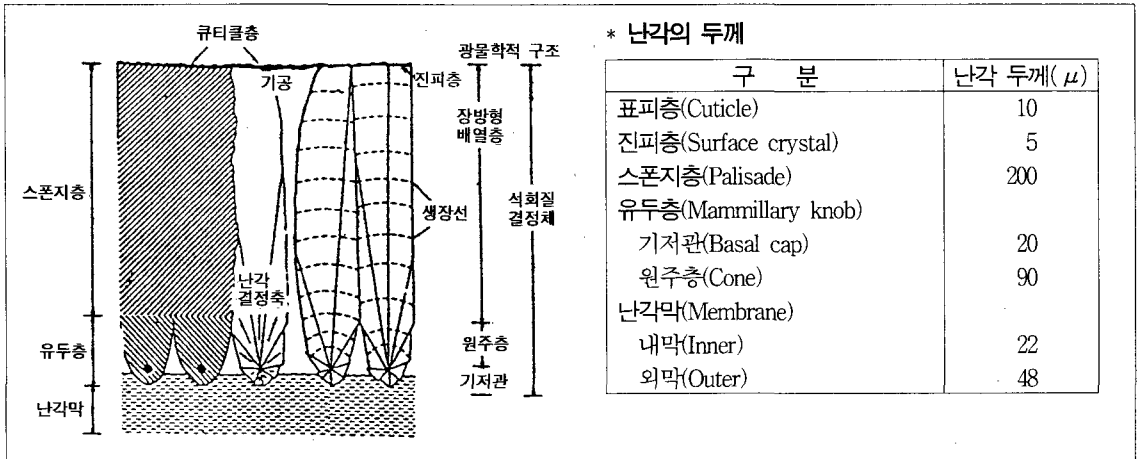
구 분	베즈파 등(1972)		존슨과 어니스트(1975)	
	평균 (%)	범 위 (%)	평균 (%)	범 위 (%)
산란시점	3.8	0~17.7	3.2	0.8~9.3
수거(기계수거)	0.3	0~1.4	2.5	0~3.6
계란 벨트 엘리베이터	1.4	0~5.9	1.0	0~7.4
			1.2	0~3.9
산란 세척	5.8	0.8~15.0	0.6	0.2~1.4
			1.5	0.5~2.6
포장			1.4	0.2~6.7
합 계	11.3	0.8~40.0	11.4	1.7~34.9

또한 난각두께는 파란 발생율에 가장 큰 영향을 미치는데, 최진호(1983) 등은 7월, 8월간 2개월의 시장조사에서 난중 평균은 58.7g, 평균 난각은 0.327mm, 비중은 1.081로 나타났었고, 난각무게는 5.21g 및 난각 %는 8.88%로 조사된바 있다.

따라서 난각두께가 0.38~4.0mm이면 2% 이하의 파란율을 보이지만 0.3~0.32mm의 난각 두께에서는 10% 정도로 파란율이 엄청나게 증가한다고 하였다(양계연구, 1993).

## 3. 난각의 구조

난각의 일반적인 구조는 그림1에서 보는 바와 같이 난각의 전체 두께는 보통 280~400 $\mu$ m 정도이며 석회질 결정체인 스폰지층(palisade layer)과 유두층(mammillary knob layer)이 난



〈그림1〉 난각의 일반적인 구조

각의 대부분을 차지하고 있다.

Belyavin과 Boorman(1980)에 의하면 표피(cuticle)층은 두께가 약 0.01mm 정도이지만 난각 두께 및 강도 유지에 큰 역할을 한다고 하였다.

그리고 난각막(membrane)은 난각의 강도 측정시 장력에 영향을 미치며, Robinson과 King(1970)에 의하면 유두층의 분포가 불규칙하고 일정치 않으면 난각강도가 좋지 않으며, 따라서 유두층의 크기는 작으면서 치밀한 상태를 보일 때 난각질이 향상된다고 하였다.

또한 Meyer 등(1973)에 의하면 일반적으로 난각강도 감소시 난각두께가 감소하는 경향이 있으나, 때로는 서로 다른 결과가 나오기도 한다. 이러한 이유는 SEM으로 난각 관찰시, 난각강도가 증가하면 스폰지층의 두께, 비중이 증가하지만, 유두층은 비교적 일정하기 때문이라고 하였다. 따라서 두께보다는 강도가 난각질의 더 좋은 지표라고 하였다(Bennett 등, 1988).

또한 난각강도가 3.39kg일 때 두께는 0.381mm로 양질을 보였고, 두께가 0.314mm 일때는 강도

는 1.83kg으로 질이 아주 불량하였다.

그리고 스폰지층은 스폰지의 역할을 하며 기둥의 사이가 좁을수록 난각강도는 증가한다고 보고되고 있다.

#### 4. 난각의 질에 영향을 미치는 요인

난각의 질은 많은 요인에 의하여 영향을 받는데, 유전적 요인, 주령, 환경온도, 점등, 환우, 영양 등이 가장 크게 영향을 주는 요인들이다.

난각질은 우선 육종과 선발로 일차적으로 개량될 수 있으나 국내의 거의 모든 산란계는 외국에서 선발된 것으로서, 우리나라의 경우 육종에 의한 선발의 기회는 거의 없는 것으로 보여진다.

또한 난각질 개량과 다른 생산 형질은 음의 상관관계가 있으므로 육종계획에 의한 난각질의 개선은 한계가 있다. 따라서 난각의 변이중 60% 이상이 유전적 요인보다는 다른 요인 즉, 영양, 사양기술 및 관리 등에 영향을 더 많이 받고 있다.

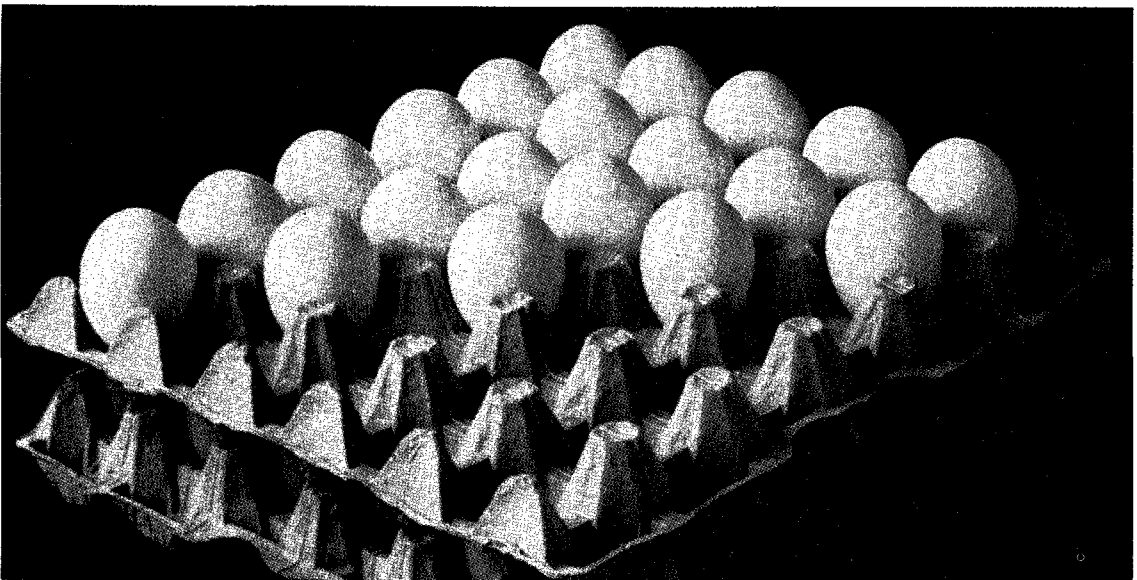
난각의 90~95%가  $\text{CaCO}_3$ 이고 난각에 침착되는 칼슘은 60~75%가 사료로 공급되므로, 사료내 칼슘 함량이 우선 중요하다. 그러나 실제로는 사료내 칼슘 함량이 부족하여 난각질이 저하되는 경우는 거의 없다. 산란계에서 적당한 칼슘함량은 3.25~3.5%면 충분하며 3.5% 이상의 칼슘함량에서도 혈청의 Ca 농도에 변화가 없으며, 3.5% Ca 수준이 두께와 난중을 향상시킬 수 있는 최대 수준(Singh 등, 1981)이며 다만 여름철에는 3.75% Ca 농도시 난질이 다소간 향상될 수 있다고 보고되고 있다.

그러나 사료내 Ca 수준은 일정하더라도 Ca 공급제의 물리적 형태에 따라서는 난질에 많은 영향을 미친다고 보고되고 있다(Meyer 등 1973 ; Karunajeewa, 1977 ; Scott 등, 1971).

칼슘(Ca) 다음으로 인(P)을 들 수 있다. 사료내 전체 P 함량도(0.5~0.65%) 실제 부족되는 일은 없으나, 유효 P 함량(0.3~0.45%)의 중요성이 강조되고 있으나, 사료중 P 함량이 높으면

혈액내 P가 증가하여 뼈에서의 칼슘 동원을 억제하므로 오히려 난각의 질이 저하될 수가 있다. 반대로 난각을 형성하지 않는 시간 동안에는 혈액중의 Ca, P가 뼈로 재 침착이 일어나므로 동시에 이들이 필요하다. 따라서 사료로 공급되는 P 수준이 너무 낮으면 뼈의 재형성이 불량해지지만, 실제 사료에 함유된 P의 함량이 낮은 경우는 거의 없다.

마그네슘(Mg)은 난각을 구성하는 광물질중 두 번째로 많은(약 0.59%) 미네랄 성분이고, Briton(1977)에 의하면 난각재(shell ash) 함량과 난각의 Ca 함량은 산란계의 나이 증가시 큰 변화가 없으나 Mg는 노계에서 증가하는 경향이 있고, Mg/Ca 비율이 감소하면 난각강도가 감소한다고 하였다. 사료내 Mg 함량이 1.2% 이상이면 난각두께가 감소하는 경향이 보고되고 있다. 그리고 미량 무기물로서 구리(Cu)는 난각막 형성에 관여하며, Cu 부족시는 난각형성 초기 단계에 영향을 준다. 즉 유두층에서



crystal column과 adjacent crystal 사이에 사이를 확대시킨다.

그리고 유두층은 계란 난각 형성 초기에 형성되므로 난각막의 구조가 약하게 되지만, Cu 부족시 스폰지층에서 큰 변화가 없다. Cu는 난각막의 keratin 형성에 주요역할을 하는데 Cu 부족시는 lysyl oxidase activity가 방해받아서 난각막의 형성이 불량해진다.

미량 광물질중 Cu외에 망간(Mn)은 난각의 구조기반인(organic matrix)의 polysaccharide 구성성분의 합성에 관여하며, Mn 부족시 난각이 얇아지며 matrix의 hexosamine과 hexuronic acid 함량이 감소하는데, hexuronic acid 함량 감소시는 난각 형성의 초기단계가 방해받는다 (Leach와 Gross, 1983).

## 5. 국내의 기술 연구동향

양계산업에 있어서 파란울의 감소는 직접적으로 경제성과 연결되며, 강한 난각의 계란 생산기술과 높은 산란율을 가진 품종의 개량은 양계농가의 염원이다. 난각질의 변이중 60% 이상이 유전적 요인보다는 다른 요인, 즉 영양, 사양기술 및 관리, 질병 등에 영향을 받으므로 국내에서도 영양 및 사양기술 등에 관한 연구가 더 활발한 경향이다. 즉, 난각질에 미치는 Ca 공급제 수준 및 종류 Ca와 비타민 D<sub>3</sub>의 영향, P의 영향, Mg 혹은 Mn 결핍시 산란율 및 난각질에 대한 연구보고 등이 있다.

그리고 고온 환경 하에 있는 64주령의 산란계에 염화칼슘 급여시 대조구의 난각은 0.375mm, 실험구는 0.371mm로서 서로 비슷하였다. 연구결과의 대부분을 보면 난각의 형성 및 이와

관련된 대사작용, 내분비적인 측면에서의 연구 보고는 없다.

따라서 우리의 환경조건, 사양조건에서의 근본적인 난각질 개선을 위하여 실제로 현장에서 활용될 수 있는 결과는 없고 거의 참고자료용으로 여겨지고 있으며, 사료회사에서도 주로 외국자료에 의존하고 있는 실정이다. 그러나 최근에는 동양화학에서 산-염기 균형조절제(시판 전해질 : 동양화학)를 개발하여 0.5~0.75% 첨가시 난각질이 개선된다고 하였다.

난각두께에 관련된 주된 연구결과들을 보면 시판 전해질을 45주령된 산란계에 급여시 대조구는 0.31mm, 처리구는 0.34mm로 향상되었고 20주령 산란계에서는 0.36mm에서 0.38mm로 나타났다. 또한 칼슘공급제인 패분, 석회석, 방해석의 비교 시험에서 보면 난각이 0.359, 0.346, 0.339로 패분이 다소간 높았던 결과, 칼슘공급수준별(1.75~3.75)의 결과에서 Ca 함량이 3.25% 때 0.353mm, 3.75%때 0.358mm로 차이가 없었고, 패분과 석회석의 입자도를 다르게 했을 때 평균 난각(40주령)은 0.361mm로 차이가 없었으며, 이때 순수한 연란은 3.16%로 조사되었다.

또한 Tricalcium phosphate, dicalcium phosphate, bone ash, oyster shell 급여시 연란은 1.13~1.01%로써 공시된 닭은 21주령이었다. 이외에도 계절적으로 조사된 결과를 보면 초산후 7개월된 산란계가 7, 8월에는 난각이 0.327mm, 년중 유통되는 계란에서 조사된 결과의 평균은 0.36mm 및 하절기는 0.33mm까지 조사된 보고도 있다. 이때 농장에서의 연란을 제외하고 순수한 파란울은 3.5~4.5% 및 생산후 최종 판매처까지의 파란울은 8%로써 상당히 높았다.(다음호에 계속) **양계**