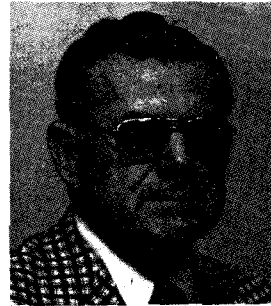


난각질에 영향을 미치는 영양적요인



로버트 H. 함즈
(플로리다대학교 가금학과교수)

난각의 질이 약한데서 오는 파손란의 발생은 채란 산업에 심각한 문제가 되고 있다. 이것은 특히 여름철에 더욱 심하며 특히 산란말기에 이른 노계에서 더욱 심하다. 난각의 질을 저하시키는 요인으로 여러가지 원인이 알려져 왔는데 그중에서 가장 빈번하게 발생하는 원인들을 크게 5가지 부류로 나누면 다음과 같다.

- 1) 질병
- 2) 유전적 요인
- 3) 환경적 요인
- 4) 생리적 요인
- 5) 영양적 요인

어떤 종류의 질병은 닭의 난각형성 기능을 저해한다는 사실을 우리는 알고 있다. 난각형성을 방해하는 질병으로 가장 두드러진 것은 기관지염과 뉴캐슬이다. 이러한 질병들은 연각란의 원인이 될 뿐만 아니라 비정상적인 모양의 계란을 낳게 하기도 한다.

유전적요인도 난각의 질에 중요한 영향을 미친다. 문헌에 의하면 똑같은 사료를 급여

하더라도 닭의 품종에 따라서 난각의 질은 달라진다고 한다. 그러나 불행하게도 품종간의 차이를 비교한 대다수의 연구에서는 산란용 품종과 육용 품종간의 비교였다. 이러한 비교에서는 품종간의 사료섭취량과 산란율에 큰 차이가 있기 때문에 엄밀한 의미에서 품종간의 변이라고 보기가 어렵다. 같은 산란용 품종의 계통간에도 난각의 질에는 확실히 차이가 있지만 이러한 차이는 매우 작은것 같다. 난각의 질은 유전이 된다. 하지만 다른 생산성과 높은 역상관 관계가 있다. 따라서 육종에 의해 난각의 질을 개선할 수 있는 전망은 그다지 밝지 못하다.

생리적인 요인의 예를들면 닭을 자주 옮기거나 만지는등의 작업은 닭의 체온을 증가시켜서 난각이 거칠어지고 다공질 또는 쉽게 부스러지거나 얇은 난각의 원인이 될수도 있다. 따라서 스트레스 문제에 많은 배려를 하여야 하며 이러한 문제를 줄이기 위하여 진정제와 같은 약품을 사용하기도 한다. 그러나 오늘날까지 이러한 실험 결과는 그다지 큰 효과를 나타내지 못하였다.

환경적 요인도 난각의 질에 영향을 미치는 데 그 중에서도 더위의 영향은 크다. 기온이 상승하면 난각의 두께를 감소시키므로 더운 지방의 양계업자들에게는 이것이 가장 큰 관심사이다.

마지막으로 그러나 중요한 원인의 하나는 영양적 요인이다. 이것은 지난 40년간 상당한 관심을 기울여 온 분야인데 그 결과 난각의 질을 개선하는데 다소의 진전을 보았다. 난각의 질을 개선하는데 있어서 최초의 괄목할 만한 성과는 1960년에 이루어졌다. Idaho 대학 연구소의 Peterson 교수는 산란계 사료의 칼슘함량을 당시의 NRC 사양표준의 2.25% 이상으로 증가시킨 결과 난각의 질이 개선되었다고 보고하였다. 이 보고는 많은 관심을 불러 일으켰으며 많은 연구자들에 의해 추시되었다. 이와 거의같은 시기에 Colorado 대학 시험장의 Thornton 박사 연구진은 산란계 사료에 비타민 C의 첨가도 역시 난각의 질을 개선했다고 보고하였다.

Florida는 미국에서 더운지방에 속하는 데 난각의 문제는 이 지역 양계인들에게 주요 관심사이다. 따라서 Idaho와 Colorado에서의 연구결과가 발표된 직후 Florida 대학 시험장에서도 사료에 칼슘과 비타민 C의 첨가 효과를 규명하기 위한 시험이 수행되었다.

산란 개시후 11개월된 닭에게 2.5%와 4.6%의 칼슘을 급여한 결과를 Slide I에서 보여 주고 있다. 이 시험에 공시된 닭들은 시험개시전 11개월의 산란기간중에 2.3%의 칼슘을 함유한 사료를 섭취하였다. 칼슘함량이 4.6%인 사료를 섭취한 닭의 난각이 칼슘 2.5%의 사료를 섭취한 닭의 난각보다 두꺼웠다. 이것은 물론 칼슘함량을 증가시키면 난각의 두께도 증가한다는 Peterson 교수의 보고와 일치한다. 사료의 칼슘수준을 2.5%에서 4.6%로 증가시키므로써 산란율도 약간 증가하였다는 것도 역시 흥미있는 일이다.

각각의 시험사료에 사료 파운드당 10mg의

비타민 C를 첨가한 사료와 첨가하지 않은 사료를 비교하였으며 그 결과는 Slide 2에서 보여주고 있다. 사료의 칼슘함량이 2.5%일때 비타민 C의 첨가는 난각에 영향을 주지 않았다. 칼슘함량이 4.6%인 사료에 비타민 C를 첨가하였을때 난각의 질은 다소 떨어졌으나 통계적인 유의성은 없었다. 칼슘 4.6%의 사료에 비타민 C를 첨가함으로써 산란율도 약간 떨어졌다. 시험 결과에 의하면 Florida 시험장의 시험 조건하에서 비타민 C의 첨가는 아무런 효과가 없었음을 알 수 있었다.

사료의 칼슘함량을 높힘으로써 난각두께가 개선된다는 사실이 밝혀졌을 때 대부분의 양계인과 사료, 생산업자들은 이제 난각의 문제는 해결되었다고 생각하였다. 그러나 그뒤의 연구결과 사료의 칼슘수준에 관계없이 노계의 경우에 발생하는 연각란은 여전히 문제로 남아있다는 사실이 인정되었다. 이것은 다음 Slide 3에서 보여주고 있다.

이 Slide 3은 Florida에서 실시한 또하나의 시험 결과인데 여기에서는 사료의 칼슘수준을 2.0, 3.75, 5.5%로 하고 10개월간 시험을 실시하였다. 사료의 칼슘함량이 2.0%에서 3.75%로 증가할때 산란율이 개선되었다. 이것은 과거의 연구결과 최대 산란율을 위해서 2.35%이상의 칼슘이 필요하다고 알려져 있었으므로 새로운 사실이 아니다. 칼슘수준을 3.75%에서 5.5%로 증가시켜도 산란율에 영향을 미치지 않았다.

사료의 칼슘수준이 2.0%에서 3.75%로 증가하였을때 난각의 두께는 현저히 증가하였다. 한편 사료의 칼슘수준을 3.75%에서 5.5%로 증가하였을 때 유의성은 없었으나 난각의 두께가 다소 개선되었다. 중요한 사실은 높은 수준의 칼슘을 9개월간의 전 시험기간동안 급여하여도 난각의 질은 떨어진다는 것이다. 이것으로 미루어 보아 사료의 칼슘함량을 높여도 노계에 있어서 난각의 질의 저하는 완전히 막을 수 없다는 것을 알 수 있다.

약 10년전에 사료중의 미세하게 분쇄된 석회석입자들은 특히 자동급이기 내에서 분리현상이 일어나서 부분적으로 난각문제의 원인이 될 수 있다는 의견이 나왔다. Georgia 대학의 Charles 박사는 패분은 석회석보다 비중이 낮아서 분리현상이 비교적 덜 일어나므로 자동급이기 내의 전체 사료에 보다 균일한 칼슘 함량을 유지해준다고 보고하였다. 석회석 대신 패분을 사용하여 칼슘입자들의 분리현상을 막아주더라도 난각의 문제는 여전히 남는다.

1971년 Scott 박사 연구진에 의해서 미세하게 분쇄한 석회석을 패분으로 대체함으로써 난각의 질이 개선되었다는 것이 보고되었을 때 많은 사람들은 또 하나의 대성공이라고 생각하였다. 한 시험예를 요약하면 Slide 4에서 보는 바와 같다. 사료중에 함유된 총 칼슘의 2/3를 패분으로 공급했을 때 3개월 후 난각의 질이 개선되었다. 이것은 9개월간의 산란기간에 계속되었다. 그러나 패분을 급여한 경우에도 난각의 질은 닭의 나이에 따라 떨어졌다. 이들 연구자들은 패분은 닭의 근위에 머물면서 그후 24시간 동안에 닭이 칼슘을 가장 필요로 할때 근위를 통과하는 양이 조절된다고 결론 지었다.

Florida 시험장의 Roland 박사는 여름철에 산란계 사료에 입자도가 큰 탄산칼슘을 급여함으로써 난각의 질이 개선되었다고 하였다. 그러나 이 방법은 겨울에는 효과가 없었다. 이 연구의 결과는 Slide 5에서 보는 바와 같다.

Roland 박사가 성계용 사료 입자도의 석회석과 패분 또는 대추용 사료 입자도의 석회석과 패분으로 사료의 총 칼슘함량의 2/3를 공급하였는데 이 방법은 Scott 박사가 실시한 것과 같은 방법이었다. 여름철에 계란의 비중으로 측정된 난각의 질은 개선되었다. 그러나 겨울철에는 영향이 없었다. 한편 패분과 석회석간에도 아무런 차이가 없었다. Roland 나 Scott가 사용한 시험사료의 칼슘함량은

공히 3%이었다.

Roland의 연구에서는 혈청의 칼슘농도를 측정하였는데 그결과는 Slide 6에서와 같다. 성계용이든 대추용이든 간에 칼슘의 입자도를 크게 하였을 때 여름에는 오후 4시에 혈청 칼슘의 농도가 증가 하였다. 동일한 시험을 겨울에 실시하였을때에는 혈청칼슘이 증가하지 않았다. 여름철에 칼슘의 입자도를 크게 했을 때 혈청 칼슘농도가 증가했다는 사실로 난각의 질이 개선되었다는 사실을 설명할 수 있다. 또한 겨울철에는 입자도를 크게해도 효과가 없었다는 것도 혈청 칼슘 함량이 증가하지 않는 것으로 설명된다. 이상의 시험 결과로 사료에 성계용 또는 대추용 입자도의 패분이나 석회석을 사용함으로써 난각의 질이 개선되었다는 것은 분명하다. 그러나 1973년 플로리다 시험장의 Roland 박사는 패분이 밤사이에 소화된다는 Scott 박사의 발표는 사실과 다르다고 발표하였다. Roland 박사의 시험결과는 Slide 8에서 보여주고 있다.

이 시험에서 10g의 탄산칼슘을 공급원과 입자도를 달리하여 강제 급여하였다. 24시간후에 닭을 죽여서 근위를 통과한 탄산칼슘의 양을 측정하였다. 탄산칼슘의 공급원은 근위를 통과하는 속도에 영향을 미치지 않았다. 그러나 탄산칼슘을 대추용 입자도로 급여했을때 통과속도가 빨랐다.

Roland 박사는 칼슘이 근위로부터 통과하는 속도가 조절된다고 사실을 인정하였다. 그러나 대부분의 칼슘은 아침 6시 이후에 없어지며 닭이 난각형성을 위해서 칼슘을 필요로 하는 밤에는 통과하지 않는다는 사실을 발견하였다.(Slide 8) 이 시험에서는 68주령된 산란계 20수에게 아침 8시에 성계용 입자도의 패분을 수당 10g씩 급여하였다. 그후 시간간격을 두고 4수씩 죽여서 소화기관을 조사하였으며 근위와 소낭에 잔유하는 패분의 양을 측정하였다. 급여한지 4시간 이내에 패분의 83%가 소낭을 통과하였다. 정오에서 오후 8

시 사이에 패분은 소낭을 통과하지 않았다. 총 급여한 패분의 99%가 처음 24시간 이내에 소낭으로부터 통과하여 없어졌다.

약 37%의 패분이 정오까지 근위를 통과하였으며 오후 8시까지는 반이상인 근위를 통과하였다. 그러나 닭이 난각 형성을 위해서 가장 칼슘을 요구하는 시간인 오후 8시부터 오전 8시 사이에서 단지 8%만이 소낭이나 근위를 통과했다. 다음날 오전 8시부터 12시 정오까지 사이에는 약 13%가 근위를 통과했다. 이시간은 혈액의 칼슘농도가 최저수준에 달하는 시간과 일치하며 이것은 닭의 혈액내 칼슘농도가 최저일때 근위로부터 칼슘을 통과시키는 조절능력이 있음을 말해주고 있다.

Cornell 대학과 Florida 대학에서의 이전의 연구에서 사료의 칼슘함량이 3 인때 칼슘 공급제의 입자도를 크게 함으로써 더욱 계절에 난각의 질을 개선한다는 사실을 분명히 말해준다. 그러나 Florida의 시험결과는 패분이나 석회석의 칼슘 공급제간에 아무런 차이가 없음을 시사하고 있다. 이것은 병아리를 사용한 시험에서도 칼슘공급제간의 칼슘의 이용성에 차이가 없다는 결과를 보더라도 놀라운일이 아니다. 이와 관련되어 약 2년전에 Florida 시험장에서 실시한 시험결과 몇가지를 소개하고자 한다. 다음 Slide 9에서는 이 시험에서 얻은 뼈의 회분함량을 보여주고 있다. 여섯가지의 칼슘공급제를 사용하여 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 및 0.7%의 칼슘을 급여하였다. 사료의 칼슘함량은 4개 실험실에서 분석한 분석치의 평균으로 계산하였다. 칼슘 공급제간에 사료중의 칼슘함량은 차이가 없었다.

다음 시험에서 Roland는 칼슘함량이 3% 이하인 사료에서 칼슘공급제의 입자도를 크게했을 때 난각의 질은 개선되었다고 하였다. 그러나 사료의 칼슘수준이 높았을때는 Slide 10에서 보는바와같이 입자도는 아무런 영향을 미치지 않았다. 사료의 칼슘함량이 2.5 또는

3% 일때 큰입자를 급여함으로써 난각의 질이 개선되었다. 그러나 사료의 칼슘함량이 4 또는 4.5% 일때 입자도에 의한 차이는 없었다. 이 발견은 그뒤 스페인의 Tortuero 박사를 포함한 다른 연구자에 의해서도 확인되었다. 이들 데이터에 의하면 칼슘의 입자도가 클때 생물학적 이용성이 높다는 것을 말해준다. 이것은 보다 많은 양의 칼슘이 근위를 통과하기 전에 용해되기 때문인지도 모른다. 따라서 큰입자도를 사용할 때 사료의 칼슘수준을 다소 낮출 수 있을 것 같다. 그러나 사료의 칼슘함량이 충분하다면 패분이나 석회석의 입자도를 크게 하여도 난각의 질을 더 이상 개선하지 못한다.

오늘날의 우리는 20년전에 비하여 칼슘함량이 훨씬 높은 사료를 사용한다. 이는 1950년에 Idaho 시험장에 Peterson 교수가 보고한 연구 결과에 기원한다. 그러나 문헌을 보다 철저히 검토해보면 이미 1944년에 Evans 등이 산란율을 위해서는 2.5%의 칼슘이 적절하지만 칼슘수준을 3%로 높였을 때 난각의 두께가 2.5%의 칼슘을 급여했을 때 보다 두꺼웠다고 보고한 바 있다. 양계산업에서는 새로운 연구결과를 매우 빨리 채택한다고 생각하지만 이 경우에는 Evans 등의 발견을 채택하는데 16년 이상이나 걸렸다.

산란계에 있어서 난각의 질을 유지하기 위하여 적정량의 칼슘을 공급해야하는 중요성에 대해서 충분히 논의 되었다고 본다. 다음 슬라이드 (Slide 11)를 보면 왜 칼슘이 그렇게 중요하며 난각의 질과 관련되어 칼슘에 관한 연구가 왜 그렇게 많이 실시되었는지를 알 수 있다. 계란 한개의 난각에는 약 2,100mg 즉 2.1g의 칼슘을 함유한다. 이에 비해서 인의 함량은 약 20mg에 지나지 않는다. 한편 난황에는 약 130~140mg의 인이 함유되어 있다. 따라서 계란 한개의 난각과 난황에 함유된 인의 총량은 약 160mg에 불과하다.

난각에 함유되는 인의 양이 이처럼 소량에

불과하므로 이제까지 난각의 질과 인과의 관계에 대해서 연구가 많이 이루어지지 않은 것은 당연하다 하겠다. 그러나 사료에 인의 함량이 지나치게 높으면 난각의 질을 떨어뜨린다. 다음에 나오는 3개의 슬라이드에서는 최대 산란을 위해서 필요한 양 이상의 인을 급여했을 때 난각의 질이 저하되는 현재까지의 데이터를 보여준다. 그런다음에는 인이 결핍한 사료를 급여할 경우 인의 결핍증인 "Cage layer fatigue"의 원인이 되어 체사율이 높아질 수 있다는 시험결과를 보여줄 것이다. Slide12에서는 고수준의 인이 난각의 질을 저하시킨다는 시험결과를 보여주고 있다. 이것은 1962년 Oregon에서 발표된 시험결과인데 이 데이터가 처음 발표되었을 때는 별로 관심을 얻지 못했다. 그 이유로 칼슘대사에는 인이 필요하므로 인이 칼슘대사와 난각형성을 방해한다는 것은 그 당시에는 생각하기 어려웠던 것이다. 그러나 이 데이터를 보면 고수준의 인이 난각의 질을 떨어뜨린다는 것은 분명하다.

다음 슬라이드 (Slide13)는 1973년에 Florida 시험장에서 실시한 시험 결과인데 역시 여분의 인은 난각의 질을 떨어뜨린다는 것을 보여주고 있다. 이 시험에서는 Babcock B-300계통의 산란계를 사용하여 옥수수-대두박을 기초로한 시험사료를 급여하였다. 옥수수-대두박 기초사료의 인 함량은 0.33%이었다.

슬라이드 왼쪽에서 보는 바와 같이 여러수준의 인을 첨가하였다. 사료중 인의 함량이 0.43%일때 난각의 질은 가장 우수하였으며 이것은 시험개시후 4개월 또는 7개월에 조사하여도 같은 결과였다. 사료의 인 함량이 증가함에 따라 계란의 비중은 감소하였다. 이 슬라이드에서는 산란율은 보여주지 않지만 인 함량이 0.43%일때 10개월 동안의 산란율도 가장 높았다.

다음 Slide14에서는 평사하는 브로일러 종계에 대해서 과다한 인의 급여가 계란의 비중

에 미치는 영향을 보여주고 있다. 여기에서도 0.31%의 인을 함유하는 옥수수-대두박 기초사료가 사용되었으며 여기에 다섯가지 수준의 인을 첨가 하였다.

사료 인의 수준을 0.41%까지 증가시킴에 따라 산란율은 증가하였다. 난각의 질은 낮은 3가지의 인수준에서 실제로 차이가 없었으나 인의 수준을 그이상으로 증가시킴에 따라 계란의 비중은 감소하였다. 높은 수준의 인을 급여했을 때 산란율도 역시 떨어졌다. 이 경우의 산란율의 저하는 Singsen박사 연구진의 결과와도 일치하는데 이들은 1960년대 초반에 평사하는 산란계에게 인의 과다 급여는 산란율을 떨어뜨렸다고 보고한바 있다. Florida에서의 시험결과는 역시 과다한 인은 케이지 사육하는 닭에서도 산란율을 떨어뜨렸다고 보고하였다.

이상에서 보여준 3개의 슬라이드에서 과다한 인은 난각의 질을 저하시킨다는 것을 분명히 알 수 있다. 다음에 보여주는 2개의 슬라이드에서는 산란계의 칼슘과 인의 요구량이 하루중의 기간동안에도 변화한다는 사실을 보여준다. Side15에서는 닭이 하루중의 필요에 따라서 칼슘을 선택적으로 섭취할 수 있다는 것을 보여준다. 이 시험에서는 각각의 케이지 정면에 두개의 컵을놓고 각각 칼슘함량이 다른 사료를 주고 개개의 닭이 두가지 사료중에서 선택적으로 섭취할 수 있도록 하였다. 한컵에는 3%의 칼슘을 함유한 사료를 주고 또 한 컵에는 칼슘함량이 0.7%인 사료를 급여하였다. 이렇게 함으로써 닭은 하루중의 칼슘요구량에 맞추어서 섭취량을 조절할 수 있었다. 아침 6시부터 8시 사이에는 칼슘함량이 높은 사료를 훨씬 많이 섭취하였으나 이 사료의 섭취량은 오후 2시까지 점차 감소하였다. 오후 2시에서 4시 사이에는 칼슘함량이 높은 사료의 섭취량이 다시 증가하였다.

대부분의 닭은 오전 8시부터 오후 2시사

이에 산란한다. 따라서 닭의 체내에서는 오전 8시부터 오후 2시 사이에 골격의 재 침착이 일어난다. 오후 2시 이후에는 다음 알의 난각형성이 개시된다. 이 데이터에 의하면 닭은 골격을 재 침착하는 기간보다 난각이 형성되는 동안에 높은 수준의 칼슘을 더욱 선호하는 것으로 풀이된다.

다음의 Slide 16에서는 인의 선택적인 섭취를 보여준다. 이 시험에서는 한 계군은 2.43%와 0.19%의 인을 함유한 2가지 사료 중에서 선택적으로 섭취할 수 있도록 했으며 또 한 계군은 2.43%와 1.00%의 인중에서 선택 섭취하도록 하였다. 이 그래프는 높은 수준의 인을 함유하는 사료를 섭취한 비율을 %로 표시한 것이다. 두개의 계군에서 모두 오전 6시에서 8시 사이에 높은 수준의 인을 섭취하였다. 오전 8시에 인함량이 높은 사료의 섭취량이 증가하였으나 오후 2시까지 감소하기 시작하여 오후 8시까지 계속 감소하였다.

이 데이터에 의하면 닭은 오전 8시부터 오후 2시 사이에 골격의 재형성이 일어나는 동안에 높은 수준의 인을 요구한다는 것을 보여주고 있다. 그러나 난각형성이 시작된 후부터 다시 낮은 수준의 인을 요구하게 된다.

앞의 2개의 슬라이드에 나타난 결과를 토대로 이번에는 아침과 오후에 각각 다른 수준의 인을 급여하였다. 이러한 2개의 시험 결과를 Slide 17에서 보여주고 있다. 이 시험에 사용된 닭들은 시험 개시전에는 0.75%의 인을 섭취하였다. 한 처리는 대조구로서 이 사료를 계속 급여하였다. 모든 다른 시험군도 오전 11시부터 오후 3시까지는 모든 사료를 제거하여 닭의 소화관을 비우게 했다. 오후 3시에 한 시험군은 모든 인첨가제를 제거하여 인이 결핍한 사료를 급여하고 대조구는 인 0.75%인 사료를 계속 급여하였다. 또 하나의 시험군에서는 오후 사료의 인 수준을 증가시켰다.

시험 결과는 두 시험 모두에서 오후에 인 수준을 감소시킴으로써 난각의 질이 개선되었음을 말해주고 있다. 반면에 오후에 인 수준을 증가했을 때는 난각의 질이 떨어졌다. 이 데이터에 의하면 난각이 형성되고 있는 동안의 사료의 인 함량이 난각의 질에 영향을 준다는 사실을 구체적으로 설명하고 있다. 이시점에서 Florida에서 수행된 인의 대사에 관한 연구에 관심을 기울일 필요가 있다.

이 연구에서는 혈액의 인 수준은 제란형성 주기와 밀접한 관련을 가지면서 주기적으로 변화하는 사실이 발견되었다.

이 그래프는 다음 Slide 18에서 보여지고 있다. 혈청의 인 수준은 닭이 산란하기 약 30분 전에 6mg%로 최고치에 달하였으며 그후 30분 이내에 4.5mg% 수준으로 급격히 감소하였다. 이 4.5mg% 수준은 그후 약 5시간정도 유지되었으며 그후부터 다시 증가하기 시작하여 다음날 아침 산란하기 30분전까지 계속 증가하였다.

인이 결핍한 사료를 급여한 산란계의 혈청 인의 수준도 같은 주기적인 변화를 보인다. 그러나 이때의 혈청 인수준은 정상적인 사료를 섭취한 닭보다 약 2mg%가량 낮다. 인이 결핍한 사료를 급여할 경우에 혈청인의 수준은 산란 30분전에 약 4.5mg% 정도이며 이것이 2.5mg%로 떨어져서 그후 5시간 동안 이 수준을 유지한다. 그후에는 Slide 18에서와 같은 방법의 주기적인 변화가 되풀이 된다. 결핍한 사료를 급여하기 시작한지 3일 이내에 혈액의 인수준은 낮아진 상태로 주기적인 변화를 보이기 시작하여 이상태로 4~6주간 지속된 후에는 혈액의 인수준은 다시 그 이하로 떨어지게 된다. 두번째 혈액 인수준이 떨어지게 될 때 산란계는 인의 결핍증을 보이면서 산란을 중단하게 된다.

그러면 어떤 작용에 의해서 혈액의 인 수준은 이런 주기적인 변화를 보이는가? 닭은 필요한 인을 사료로부터 섭취해야 된다.(Slide 19)

사료의 인함량을 높이면 사료의 비용이 증가하게 된다.

오늘날의 가격을 기준으로 계산할 때 사료 인함량을 0.1% 높이면 비용은 사료톤당 약 \$1.75이 더 소요된다. 이것은 경제적으로 중요한 의미를 가진다. 그러나 여기에서는 난각형성에 관여하는 인의 기능에 대해서 살펴보기로 한다.

사료를 통해서 공급되는 인은 소화기관을 거쳐서 혈액으로 들어가며 그후에는 골격을 형성하는데 이용되거나 제란(주로 난황)으로 이전된다. 따라서 사료로부터 공급되는 인은 두가지의 중요한 기능을 가진다. Slide 20에서는 난각을 형성하고 있지않는 닭의 인의 대사 경로를 설명하고 있다. 여기에서는 사료로부터 공급되는 칼슘과 인은 함께 혈액으로 이전된다. 칼슘은 인과 결합하여 인산칼슘 복합체로 골격에 침착된다. 그러나 난각이 형성되고 있는 동안에는 이와는 완전히 다른 경로를 거치게 된다.

Slide 21에서도 사료로부터 공급되는 칼슘과 인이 혈액으로 들어간다. 그러나 난각은 인보다 약 100배나 많은 양의 칼슘을 함유한다. 따라서 궁극적으로는 칼슘만이 난각으로 축적된다고 할 수 있다. 결과적으로 혈액내에는 여분의 인이 누적되어 부분적으로 혈액의 인 수준을 증가시키는 원인이 된다. 그러나 난각형성 기간동안에는 사료이외에도 골격으로부터 칼슘이 공급된다. (Slide 22)

골격으로부터 칼슘이 유리될 때 칼슘과 함께 인도 같이 유리된다. 골격으로부터 공급되는 칼슘은 사료에서 공급되는 칼슘과 함께 난각으로 이전된다. 이 결과로 혈액내에는 인이 누적된다. 이 인의 일부는 난황을 형성하는데 이용되기도 하지만 난황 형성에 필요한 인의 양은 사료와 골격으로부터 공급되는 인에 비하여 훨씬 적은 양이다. 따라서 난각이 형성되는 동안에 혈액의 인 수준은 계속 증가하게 되는 것이다. 만일 이때 혈액내의 인함

량의 증가를 피할 수 있다면 닭은 골격으로부터 보다 많은 칼슘을 끌어내서 난각의 질을 개선할수 있을 것이다. 지나친 인의 급여가 난각의 질을 떨어뜨리는 이유도 바로 여기에 있다고 생각된다. 또한 오후 사료의 인함량을 낮출때 난각의 질이 개선되고 오후에 인함량이 높은 사료를 급여 할때 난각의 질이 떨어지는 것도 이것으로 설명된다. 그러나 닭의 체내에서 필요로 하는 요구량을 충족시킬 수 있는 충분한 양의 인을 공급해야 한다는 것을 명심해야 한다. 사료의 인함량이 부족할 때 "cage layer fatigue"가 오는 수가 있다는 것을 고려해야 한다.

Florida에서는 1957년이래 산란계의 인 요구량에 관한 연구를 계속하고 있다. 1963년에 "cage layer fatigue"의 원인은 전적으로 인의 부족이라고 생각했었다. 그러나 지금은 여기에는 다른 요인이 관여한다는 것이 확실하다. 그러나 지금도 충분한 양의 인을 급여하면 "cage layer fatigue"는 생기지 않을 것으로 생각된다.

이시점에서 인의 결핍증은 높은 폐사율을 초래하며 이의 주요 원인은 "cage layer fatigue"라는 사실을 말해주는 Florida 시험장에서의 연구 결과를 소개할 필요가 있다고 생각된다. Slide 23에서 보여주는 이 연구에서 여러수준의 인을 함유한 사료를 케이지 사육 또는 평사되는 채란계에 급여하였다. 사료의 인수준이 증가할수록 케이지 사육하는 닭의 폐사율은 감소하였다. 그러나 평사의 경우에는 폐사율은 사료의 인 수준에 영향을 받지 않았다. 이것은 인이 "cage layer fatigue"의 원인이라는 결론이 나오게한 많은 연구 결과중의 한 예에 불과하다. 다시 말하면 인 결핍증은 "cage layer fatigue"를 발생시키며 이것이 산란기간의 초기에 높은 수준의 인을 급여하는 이유이다.

지금까지의 얘기를 요약하면 난각의 질을 유지하기 위해서는 충분한 양의 칼슘을 공급

해야 하며 반대로 지나친 인의 급여는 난각의 질문제를 야기시킨다는 것이다.

보다 최근에 사료의 양이온-음이온 균형 문제가 난각의 질에 영향을 미친다는 사실에 관심이 높아지고 있다. France의 Mongin 박사가 이분야 연구에 선구자 역할을 한 사람의 하나이다. 그는 다음 Slide 24에서 보는바와 같이 여러가지 무기물은 체내에서 전해질의 균형을 유지하는데 관련된다고 지적한 바 있다.

여섯가지의 양이온과 다섯가지의 음이온이 열거되어 있으나 아마 이밖에도 더 있을 것이다. 그러나 Mongin은 사료의 전해질을 계산하는데 있어서 실제로 중요한 것은 나트륨(Na), 칼륨(K) 및 염소(Cl)라고 하였다. 그는 $Na + K + Cl$ 의 양이 사료 100g당 25mg보다 높거나 낮으면 병아리의 성장이 억제된다고 결론 지었다.

1968년 Mongin은 산-염기 균형이 난각의 질을 좌우하는 매우 중요한 요인이라고 하였다. 1970년에 Hodges는 난각이 형성되는 동안 난각분비부의 체액과 혈액의 PH가 감소한다고 보고하였다. Mongin과 Lacassoga는 이 산성증은 간접적으로 난각 분비선에서 형성되는 탄산에 기인하는 것이라고 하였다. 또한 그들은 이 산성증은 환기 정도를 높여 줌으로써 부분적으로 해소될 수 있다고 하였다.

난각의 질을 개선하려는 목적으로 중탄산소다를 사용하는 연구가 진행되어 왔으나 그 결과는 일관성이 없다. 중탄산소다는 난각이 형성되는 동안에 혈액의 PH의 감소를 방지하기 위해서 급여되었다. 그러나 cohen과 Hurwitz는 Na과 K의 합한 양과 Cl의 비율($Na+K/Cl$)이 1.5 이상인 준 순수사료를 급여한 닭에서는 난각형성 기간동안 혈액의 PH가 감소하지 않았다고 보고 하였다. 그들은 뿐만아니라 이 비율이 2 이상일 때 대사성 알카리증이 발생했다고 보고하였다. 이 발견은 그후 Hamilton과 Thompson이 산-염기 균

형의 변화가 난각의 질에 미치는 영향을 연구하게된 동기가 되었다. 이들은 $Na+K/Cl$ 의 비율이 서로 다른 6가지의 사료를 급여하였다. 이들 6가지 사료의 Na, K 및 Cl의 분석치는 Slide 25에서 보는 바와 같다. $Na+K/Cl$ 의 비율은 0.40~7.69의 범위이었다. Na의 함량은 0.09~1.40%, 그리고 Cl의 함량은 0.11~2.13의 범위였다.

이들은 이 결과 계란의 비중의 변화를 볼 수 있었으며 닭의 체내에서의 산-염기 균형을 변화시킬 수 있었다. 그러나 산-염기 균형과 난각의 질 간에는 결정적인 관계가 발견되지 않았다. 그러나 혈액내의 각 특성 간에는 재미있는 상호관계를 보여 주었다. Slide 26에 의하면 1번 사료와 6번 사료를 급여했을 때 계란의 비중이 현저히 떨어졌다. 이 사료들은 각각 $Na+K/Cl$ 의 비율이 가장 낮은 사료와 가장 높은 사료인 것이다. 그들은 한편 Cl의 함량이 가장 높은 사료와 가장 낮은 사료에 Na의 함량은 3번 사료와 같도록 하였으며 Na/Cl 의 비율에 일정한 경향이 없어서 1번 사료의 비율이 가장 낮았으며 6번 사료의 비율은 5번 사료보다 낮았다. Na과 Cl의 공급제로는 $NaCl$, $NaHCO_3$ 및 $CaCl_2$ 가 사용되었다. 그러나 계란의 비중은 이들중 어느 원료와도 관련이 없었다.

계란의 비중과 혈액의 특 간에는 분명한 관계가 있었는데 다음 Slide 27에서 보는 바와 같다. 1번 사료를 섭취한 닭에서 혈중 K 농도가 가장 높았으며 칼슘과 인의 농도는 가장 낮았다. 또한 혈액의 PH와 중탄산이온(HCO_3^-) 농도도 가장 낮았다. 6번 사료를 섭취한 닭의 혈중 K 함량은 가장 낮았으며 칼슘, 인 및 HCO_3^- 의 농도가 PH는 가장 높았다. 1번 사료를 섭취한 닭에서 혈중 인농도와 PH가 낮고 6번 사료를 섭취한 닭에서 높은 것은 혈중 인농도가 높고 낮음이 계란의 비중에 영향을 미치는 것으로 풀이된다. 혈액의 PH 변화는 혈액의 인농도와 변화에 기인하는 결과이며

혈액의 PH 그 자체는 직접 계란의 비중에 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 따라서 본 강의 나머지 시간에는 음이온-양이온 균형이 인의 대사에 미치는 영향과 난각의 질에 미치는 영향에 대해서 언급하고자 한다. 다른 무기물이 어떻게 인의 대사에 영향을 미칠수 있으며 나아가서 칼슘의 대사와 난각의 질을 변화시키는가에 대해서 검토하고자 한다.

앞에서 언급했듯이 1962년 Arscott 등은 사료의 인함량을 0.6%에서 0.9%로 증가시킴으로써 혈액의 인농도가 증가하고 계란의 비중이 감소했다고 보고하였다. 이 보고는 1973년 Damron과 Harms가 최고 산란율을 위한 요구량 이상의 인을 급여한 결과 계란의 비중이 감소하였다고 보고하기 전까지는 큰 관심을 끌지 못하였다. 다른 연구자들도 이 결과를 확인하였다.

앞에서 말한바와 같이 난각의 질을 개선하기 위하여 중탄산소다의 사용에 관한 연구가 수행된바 있다. 그러나 대부분의 이러한 연구에서는 사료의 소금이나 Na의 수준에 대해서 고려하지 않았다. 중탄산소다는 여분의 인을 배설시킴으로써 난각의 질을 개선하는데 도움이 되는듯 하다. 이 가설을 증명하기 위하여 더운 계절에 한 시험을 실시하였는데 그 결과는 Slide28에서 보는바와 같다.

대조구에는 0.4%의 NaCl을 함유하는 옥수수-대두박 사료를 급여하였다. 사료에 중탄산소다를 첨가할 때에는 소금의 수준을 0.1%로 감소시켰다. 이때에는 대조구 사료에서 같은 수준의 Na를 유지하도록 충분한 양의 중탄산소다를 첨가하였다. 시험개시후 14일째까지 계란의 비중이 증가하였다. 시험은 55일간 실시되었는데 시험말기에 난각의 질은 더욱 개선되었다.

한편 염소(Cl)는 난각의 질을 저하시키는 원인이 되는 것으로 생각되기 때문에 사료에 염산(HCl)의 첨가가 난각의 질에 미치는 영향에 대해서 연구하였으며 그 결과는 Slide29

에서 보는바와 같다. 여기에서도 대조구에는 0.4%의 NaCl을 함유하는 옥수수-대두박 사료를 급여하였다. 소금의 수준을 1%로 증가했을 경우와 같은 양의 염소(Cl) 수준이 되도록 충분한 양의 HCl을 사료에 첨가하였다. 시험개시후 10일째에 HCl을 첨가한 사료에서 계란의 비중이 크게 감소했다. 소금과 칼슘 및 인의 상호관계에 관한 또하나의 시험결과는 Slide30에서 보여주고 있다.

사료에 0.18%의 소금을 첨가하였을 때 칼슘수준이 3.5%에서 6.0%로 증가할 때 산란율은 다소 감소하였으나 유의성은 없었다. 사료의 소금수준이 0.35%일 때에는 칼슘수준을 2.25%에서 3.50%로 증가한 결과 산란율이 증가하였으나 칼슘수준이 6%로 증가했을 때에는 산란율이 감소하였다. 소금 첨가수준이 0.7%로 증가했을 때는 산란율은 칼슘수준에 영향을 받지 않았다.

한편 사료의 소금과 인의 수준 간에도 상관관계가 있는데 Slide31에서 보는바와 같다. 사료의 인함량이 0.45%일 때 소금 첨가수준을 0.18%에서 0.35%로 증가시킴으로써 산란율이 증가하였다. 그러나 소금의 수준을 그 이상으로 증가시켜도 산란율은 더이상 개선되지 않았다. 사료의 인함량이 0.7%일 때는 소금함량이 증가할때마다 산란율이 개선되었다. 소금과 인의 상관관계에 대해서는 다음 Slide32에서 보는바와 같이 Florida에서 실시된 또하나의 시험결과에서도 보여지고 있다.

사료에 소금을 첨가하지 않았을 때 인의 수준이 증가함에 따라 산란율은 일관성있게 감소하였다. 소금을 0.35%첨가한 사료에서도 역시 인의 수준이 증가함에 따라 산란율이 감소하였다. 그러나 소금 첨가수준이 1.4%인 사료에서는 인의 수준이 높아져도 산란율에 영향이 없었다. 다음 Slide33에서 보여주고 있는 혈청인의 함량을 보더라도 앞에서 말한 사료의 인과 소금의 교호작용을 뒷받침해 준다.

소금의 수준에 관계없이 사료의 인 수준이 증가함에 따라 혈청 인농도가 증가하였다. 한편 사료의 소금수준이 증가하여도 혈청 인은 증가하였다. 이 시험결과는 사료의 Na과 인 간에는 분명한 상호관계가 있으며 이 관계가 산란계의 능력에 영향을 미친다는 것을 말해준다.

Florida에서의 최근의 연구에서는 사료의 인, 칼슘, 또는 나트륨의 수준을 변화시킴으로써 혈액의 인수준을 변화시켜서 난각의 질에 크게 영향을 미칠수 있음을 보여주고 있다. 이것은 Slide34에서 보는바와 같다. 사료의 인함량을 0.42%에서 1.4%까지 증가시킴으로써 혈액의 인농도는 증가하였으며 계란의 비중은 감소하였다. 사료의 인수준이 0.42%이거나 1.40%이거나간에 중탄산소다를 첨가한결과 혈액의 인농도는 감소하였으며 계란의 비중은 증가하였다. 사료의 칼슘함량을 3.25%에서 4.65%로 증가시킨결과 혈액의 인수준은 감소하였으며 계란의 비중은 증가하였다. 이 데이터는 분명히 난각의 질은 혈액의 인농도와 관련이 있음을 말해준다.

Florida대학교에서 최근에 완료된 한 시험에서는 사료의 인함량이 부족하거나 지나치게 높으면 난각의 질을 떨어뜨렸다. 이것은 Slide35에서 보는바와 같다. 사료의 인함량이 0.17%에서 0.5%까지 증가할 때마다 계란의 비중이 증가하였다. 사료의 인함량이 그 이상 증가하였을 때 계란의 비중은 감소하였다. 이 시험결과에 의하면 난각형성을 위해서 이용되는 칼슘의 대사에 인이 필요하다는 것을 의미한다. 그러나 인수준이 지나치게 높으면 난각의 형성을 방해한다.

일반적으로 난각의 질은 아침에 산란한 알보다 오후에 산란한 알이 우수하다는 것은 널리 인정되고 있다. 이 차이의 원인은 아직 밝혀지지 않고 있지만 Florida대학교에서 실시된 최근의 연구에 의하면 산란하기 4시간전의 혈중 인농도와 관련있는듯 하다 (Slide36).

아침에 산란하거나 오후에 산란하거나 산란시의 혈중 인농도는 대체로 같다. 그러나 산란후 21시간 즉 다음 산란하기 4시간 전의 혈중 인농도는 아침에 산란하는 닭에서는 5.90mg/100ml이었으며 오후에 산란하는 닭에서는 4.91mg/100ml이었다. 산란하기 4시간전의 혈중 인농도의 차이가 아침에 산란한 계란과 오후에 산란한 계란의 난각의 질에 영향을 미치는 것으로 풀이된다.

한편 산란 4시간전에 혈중 인농도의 차이는 난각형성에 쓰이는 칼슘의 공급원에 기인한다 (Slide37). 아침에 산란하는 닭은 산란전 몇시간동안 골격으로부터 칼슘을 유리시킨다. 이때 유리된 칼슘과 인은 약 2:1 정도의 비율로 혈액에 들어간다. 그러나 아침 일찍 닭이 사료를 먹기 시작하는 사료로부터 칼슘과 인은 7:1의 비율로 혈액으로 들어간다. 골격과 사료의 Ca:P의 비율의 차이에 의해서 산란 4시간전 혈액의 인농도의 차이가 생기게 된다. 중탄산소다의 첨가가 난각의 질을 개선하는 효과는 오후보다는 아침에 크게 나타난다. 이것은 아침과 오후에 혈중 인농도의 차이에 기인하는 것이다.

사료에 0.2% 및 0.4%의 중탄산소다를 첨가함으로써 오전에 산란하는 계란의 비중이 증가하였다 (Slide38). 그러나 0.8% 또는 1.6%의 중탄산소다를 첨가한 결과 비중은 감소하였다. 0.2% 또는 0.4%의 중탄산소다를 첨가하여 계란의 비중이 증가하는 효과는 오후에 더 크게 나타났다. 이 차이는 소화기관내에서 중탄산소다의 변화에 기인하는 것으로 생각된다. 나트륨(Na)은 혈액의 인농도가 최고에 달하는 밤에는 혈액으로 들어가지 않는다. 반면에 사료를 통해서 섭취된 중탄산소다는 낮 동안에 흡수된다. 혈액으로 들어간 Na은 여분의 인과 결합하여 혈액으로부터 배설됨으로써 혈액내의 인의 함량을 낮춘다. 혈중 인농도가 낮아 짐으로써 난각의 질은 개선되는 것이다.

요 약

난각의 질을 높이기 위해서 우리는 산란계 사료에 충분한 양의 칼슘을 공급해야 한다. 이 칼슘은 석회석이나 패분으로 공급할 수 있다.

사료에 인함량이 너무 높으면 난각의 질이 떨어진다. 그러나 인이 부족하면 "cage layer fatigue"가 발생한다. 따라서 20~36주령의 산

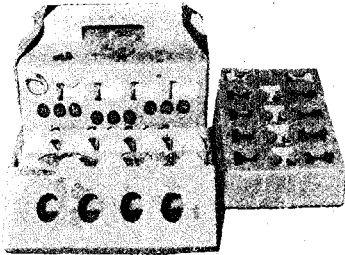
란계는 일당 총 인의 섭취량 650mg이 적당하다. 53주령 이상된 노계에는 하루에 450mg이 적당하다.

양이온-음이온 균형은 중요한 영향을 미친다. 그러나 이것이 혈액의 PH에 미치는 영향보다 혈중 인에 미치는 영향이 더욱 중요한 것 같다.

운반용 계란 BOX

(실용신안특허원 1275, 5067)
(의장등록원 1039)

- * 가정용 (10, 15개 들이)
- * 선물용 (30, 60개 들이)
- * 야외용 (6, 20개 들이)



- 운반편리 • 파란방지
- 위생적임 • 신선도유지

봉 고 물 산

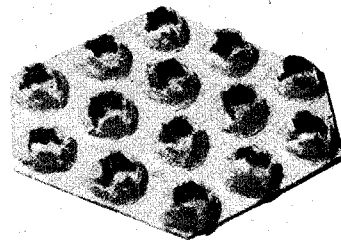
☎ (94) 7612

**절찬리에
판매중!**

**병아리 운반상자용
종이깔판**

(의장등록 30658호)

*** 여름철에 시원하다**



목면·짚을 대신하는 종이깔판은 220℃ 고열 살균 처리되며 분뇨를 쉽게 흡수하여 계공부의 옷을 더럽히지 않아 위생적입니다.

종이깔판은 보관창고를 필요로 하지 않으며 운반도중 미끄러지거나 한쪽에 치우치지 않고 가격이 저렴해 경제적입니다. 종이깔판은 상자 생산공장에서 작업을 대신도 하기에 얻어지는 시간에 관리에 충실해 경영 효율화에 기여합니다.