

난각의 질과

칼슘, 인의 대사



최진호

- ▲ 서울대 농대 축산과 졸('71)
- ▲ 류리나코리아 근무('71)
- ▲ 서울대 대학원졸 석사학위취득 (가축영양학) ('74)
- ▲ 플로리다대학교 대학원졸 박사학위취득 (가축영양학) ('78)
- ▲ 現 축산시험장 전문위원

난각의 질은 양계인들에게 있어서 계란의 취급도중 파손으로 인한 손실과 관련되어 중요한 경제형질의 하나이다. 계란의 파손으로 인한 손실에 대한 정확한 자료는 구하기 어려우나 미국과 일본의 경우에는 파손되는 계란의 수는 일반적으로 총계란 생산량의 약 20% 이상에 달하고 있어 난각의 질을 개선함으로써 파손되는 계란의 수를 다소라도 줄일 수 있다면 양계인들에게 수입의 큰 증가를 가져올 수 있는 것이다.

사료의 칼슘수준과 난각의 질

난각의 질을 개선하기 위한 연구는 지금까지 외국에서 수없이 많이 이루어져 왔지만 노력에 비해서 그 성과는 그리 큰 것이 못되는 것 같다. 난각의 주성분은 98%가 탄산칼슘으로 되어 있고 그 중 약 40%가 칼슘이므로 지금까지 난각의 질을 개선하기 위한 대부분의 연구가 사료의 칼슘 함량과 관련지어 이

루어져 왔음은 당연한 일이라 하겠다. 난각의 형성을 위해서 많은양의 칼슘이 소요되므로 이를 위해서 충분한 양의 칼슘을 사료중에 공급해야함은 자명한 일이다. 사료중의 칼슘수준이 낮을 때 난각의 질이 떨어졌다는 보고는 문헌상에 많이 발표되었으며 칼슘수준이 낮은 산란계 사료에 칼슘을 첨가함으로써 난각의 질은 향상된다. 그러나 사료의 칼슘수준이 어느 정도(적정수준)이상될 때는 더 이상의 칼슘을 첨가해도 난각의 질은 더 이상 향상되지 않는것 같다. 따라서 난각의 질을 개선하기 위해서는 칼슘의 효율적인 이용을 위해 칼슘의 대사와 관련이 있는 다른 영양소의 효율적인 이용에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

칼슘의 대사와 직접적으로 깊은 관계를 가진 영양소는 인(P)과 비타민D를 들 수 있으며 간접적으로는 나트륨(Na)과 마그네슘(Mg) 등이 있다.

사료의 인(P) 수준과 난각의 질

난각의 질과 관련되어 칼슘의 대사에 관한 연구는 수없이 많은데 비해 칼슘의 대사와 밀접한 관계를 가진 인의 대사와 난각의 질을 관련시킨 연구는 그리 많지 않다. 그나마 지금까지 발표된 문헌상에는 사료의 인의 수준과 난각의 질과의 관계에 대해서 학자들간에 상반된 견해를 보이고 있다. 그러나 최근에 발표되는 대부분의 논문은 사료의 인의 수준이 요구량 이상으로 너무 높을 때 난각의 질은 떨어진다고 보고하고 있으며 일반적으로 대부분의 학자들에 의해서 받아들여지고 있다. 1971년도 NRC 사양표준에는 산란계의 인의 요구량을 0.6%로 정했으나 그 뒤 1977년도 개정판에는 0.5%로 낮아진 것도 과다한 인의 급여가 난각의 질을 떨어뜨린다는 최근의 연구결과와 상응하는 것이다.

난각의 질을 평가하는 방법으로 흔히 다음과 같은 척도를 사용한다. 즉, 1) 난각의 단위면적당 무게, 2) 계란을 기계적으로 깨뜨리는데 소요되는 힘, 3) 난각의 두께, 4) 계란의 비중 등인데 이 중에서 마지막의 계란의 비중을 측정하는 방법은 가장 손쉽게 측정할 수 있으며 계란을 깨뜨리지 않으므로 측정하고 난 계란을 다시 식용으로 사용할 수 있는 잇점이 있을 뿐 아니라 계란의 비중은 난각의 두께와 높은 상관관계가 있음이 밝혀져서 가장 널리 쓰이고 있는 방법이다.

Bletner와 McGhee (1975)는 일반적으로 사료의 칼슘수준이 증가할수록 계란의 비중이 증가하였으며 인의 수준이 증가할수록 계란의 비중은 감소하였다고 보고했다. 1961년에 Taylor는 순수사료(Purified diet)를 사용하여 인의 수준을 0.8%에서 0.1%로 감

소시켰을 때 난각의 두께가 증가하였다고 하였다. 그러나 이때의 인의 수준이 0.1%인 것은 산란을 위한 인의 요구량에 미달하므로 다음에 실시한 또 하나의 실험에서는 실제 사료(Practical diet)를 사용하여 0.46%의 인을 함유한 사료를 급여한 닭의 난각이 1.00%의 인을 함유한 사료를 급여한 닭의 난각보다 두꺼웠다고 보고하였다.

난각형성을 위한 칼슘의 대사

대부분의 계란의 난각은 약 1.6~2.4g의 칼슘을 함유한다. 계란이 형성되는 과정을 간단히 요약하면 난소(ovary)에서 배란된 난황은 수란관을 타고 내려오는 동안 난백이 분비되어 둘러싸이게 되며 수란관 끝부분에 있는 난각분비선(Shell gland)에서 난각이 형성된다. 한 개의 계란은 난각 분비선에서 약 20시간을 머무르게 되는데 처음 5시간 동안 난각의 분비되는 양은 점차 증가하여 나머지 시간 동안에는 비교적 일정한 양이 분비되고 산란되기 약 2시간 전에 난각형성이 완료된다. 난각이 활발하게 형성되는 동안에는 한 시간에 약 300mg의 난각이 분비되는데 다시 말하면 한 시간에 약 120mg의 칼슘이 난각 분비선으로부터 난각으로 이전된다고 할 수 있다. 이러한 양의 칼슘은 어느 한 순간 닭의 체내에 순환되고 있는 전체 혈액에 함유되어 있는 칼슘의 약 4배에 해당한다. 이것으로 보아 난각의 형성이 얼마나 능률적으로 이루어지고 있는가를 알 수 있다.

난각형성을 위한 칼슘은 궁극적으로는 사료로부터 공급되어야 하지만 난각이 활발하게 분비되고 있는 동안에는 그 때의 소장으로부터 흡수되는 칼슘만으로는 충분하지 못하게 되고 또한 난각이 형성되는 대부분의 시간은 닭이 사료를 먹지 않는 밤이므로 이 때

의 칼슘은 체내의 다른 부위에 축적되었던 칼슘으로부터 공급되어질 수밖에 없다. 칼슘의 축적장소는 골격이며 난각형성 시간 동안에는 골격으로부터 칼슘이 용출되어 난각형성에 쓰이게 되며 그 외의 시간에는 혈액 중 칼슘으로부터 뼈의 재침착이 일어나게 된다. 이와 같이 산란계에 있어서 칼슘의 저장 장소로서 골격은 중요한 기능을 가지게 되며 이 기능의 효과적인 수행을 위해서 산란계의 뼈 속에는 medullary bone 이라고 불리는 새로운 조직이 발달하여 난각형성을 위한 칼슘의 수급을 담당하게 된다.

난각형성과 관련된 혈액성분의 변화

Sloan (1976)은 산란계의 혈액 중 칼슘의 농도는 산란 주기에 따라 주기적으로 변화한다고 보고한 바 있으나 Miller 등(1977)은 이와 달리 혈액 중 칼슘의 농도는 산란 주기에 관계없이 비교적 일정하다고 하였다. 한편 Miller 등 (1977)은 혈액 중 인의 농도는 산란 주기에 따라 변화한다고 보고하였다. 이들에 의하면 산란계의 혈청 중 인의 농도는 난각이 형성되는 동안 계속적으로 증가하여 산란되기 약 2시간 전에 정점에 달하며 그 후 급격히 감소하여 산란을 전후하여 최저 수준에 달하고 이 수준에서 약 5—6시간 계속된 후 난각형성이 시작됨과 동시에 다시 증가하기 시작한다. 이러한 주기적인 변화는 산란의 주기와 완전히 일치되며 그 과정에 있어서의 칼슘과 인의 대사를 단적으로 표현해주고 있다.

난각이 형성되는 동안 골격의 성분인 인산칼슘이 용출될 때 칼슘과 동시에 인도 함께 용출되며 인은 난각형성에 쓰이지 않으므로 대부분 배설되지만 배설되는 속도보다 뼈로

부터 용출되는 속도가 더 빠르기 때문에 혈액 중 인의 함량이 증가하게 된다. 그러나 일단 난각 형성이 완료되면 뼈의 재침착이 일어나게 되는데 이 때에는 칼슘과 동시에 인도 필요하게 되므로 혈액내 인의 함량은 감소하게 되는 것이다. 한편 칼슘은 난각이 형성되는 동안이나 뼈의 재침착이 일어나는 동안이나 모두 필요하므로 산란 주기에 관계없이 혈액의 칼슘 농도는 비교적 일정한 수준을 유지하게 되는 것으로 풀이된다.

산란계 사료에 과다한 양의 인을 공급하면 난각의 질이 떨어진다는 사실로 미루어 보아 난각이 형성되는 동안에는 골격으로부터 용출되어 나오는 인을 신속히 혈액으로부터 제거해야 하며 혈액의 인의 수준이 높아지면 다음 순간의 뼈의 용해를 억제하는 효과가 있는 것이 아닌가 생각된다. 이 때 사료 중에 과다한 양의 인이 공급됨으로써 혈액 중 인의 농도는 더욱 높아져서 닭으로 하여금 불필요한 부담을 더해주는 결과가 되어 난각의 질을 떨어뜨리는 것으로 풀이된다.

산란계 사료의 인의 요구량

위에서 언급한 바와 같이 산란계에 있어서 최저 요구량 이상의 인을 급여하면 난각의 질이 떨어지게 된다. 그러나 산란계의 사료에 인이 결핍되면 산란율이 떨어지게 되고 일종의 각약증 증세인 소위 “Cage layer fatigue”에 걸리게 된다. 따라서 정상적인 산란을 위해 필요한 최소 요구량의 인은 공급하되 과다하지 않도록 적정 수준의 인을 공급하는 것이 중요하다. Romanoff (1949)에 의하면 계란 한 개의 난황에는 약 110mg의 인을 함유하며 난각에는 약 20mg 그리고 난백에는 6mg정도가 함유되어 있다고 한다. 이것을 합하면 계란 한 개당 총 인

의 함량은 약 36mg에 달한다. 따라서 최소한 이 정도의 양은 사료 중에 공급되어야 한다. 만일 산란계 한 마리가 하루에 약 120g의 사료를 먹으면서 1년에 300개의 알을 낳는다고 가정하면 0.09%의 인을 함유하는 사료이면 산란되는 계란에 필요한 인을 모두 공급할 수 있다는 계산이 나온다.

Owings등(1977)은 무기태의 인을 첨가하지 않고 0.30%의 총 인(Total Phosphorus)을 함유하는 순식물성 사료를 급여했을 때 3~4주간은 정상적인 산란이 계속되었으나 그 후부터 산란율이 떨어졌으며 이러한 기초 사료에 0.09%이상의 무기태 인을 첨가했을 때에는 산란율이 떨어지지 않고 산란이 지속되었다고 보고하였다. 한편 플로리다 대학교에서의 필자 자신의 실험 결과에 의하면 산란계의 산란 주기를 고려한 일정한 상태(산란직후)에서 혈액을 채취하였을 때 0.30%의 인을 함유한 사료를 급여한 닭의 혈청의 인의 농도가 감소하였으나 0.075%의 무기태 인을 첨가한 0.375%의 인을 함유한 사료를 급여한 닭은 인의 정상적인 혈중농도를 유지하였다. (Choi등 1978), 그 뒤에 행한 균형 시험에서는 0.30%의 인을 섭취한 닭은 24시간 동안에 0.326mg의 인을 섭취하고 278.3mg을 배설하였다. 이 닭들은 모두 당일 산란을 하였으므로 계란에 함유되어 있는 인의 양을 고려하면 이들 닭 한 마리당 약 100mg의 인을 잃었음을 알 수 있다. 산란계 한 마리당 1일 사료 섭취량을 대략 100g이라고 한다면 사료 중에 0.1%의 무기태 인을 공급하면 산란에 필요한 인을 공급할 수 있게 된다.

1977년도 NRC사양 표준은 산란계의 인의 요구량을 0.5%로 정하고 있으나 위에서 언급한 실험결과는 실제 산란계의 인의 요구량

은 다소 낮은 0.4%정도임을 암시하고 있다. 일반적으로 가축 사료의 칼슘과 인의 적정 비율은 1:1에서 2:1사이이지만 산란계의 경우에는 난각형성에 필요한 높은 칼슘의 요구량으로 인해서 위의 비율과는 다른 비율로 공급하고 있다. 산란계의 칼슘의 요구량은 3.25%이므로 NRC표준에 의한 칼슘:인의 비율은 6.5:1에 해당한다. 그러나 앞에서 언급한 바와 같이 산란계의 인의 요구량에 있어서는 산란계의 하루를 두 기간으로 나누어 생각할 수 있다. 즉 난각이 형성되는 기간에는 실제로 사료 중에 인을 공급할 필요가 없을 것이며 따라서 이 때의 칼슘:인의 비율은 6.5:1보다도 훨씬 높을 수도 있다 그리고 난각이 형성되는 이외의 시간에는 뼈의 재침착을 위해서 인이 요구되므로 이 때의 칼슘:인의 비율은 다른 동물에서와 같은 1:1에서 2:1사이의 상태로 돌아온다고 볼 수 있다. 따라서 산란계의 하루를 생리적인 상태에 따라서 두기간으로 나누어 각기 다른 인의 수준을 급여한다면 난각의 질은 현재보다 개선될 수 있다는 가설이 성립된다

일반적으로 대부분의 산란계는 아침에 산란한다. 만일 계군의 평균 산란 시간을 오전 9시라고 한다면 난각의 형성은 오후에 시작되어 다음날 오전 7시에 완료될 것이다. 이 기간 동안에는 산란계의 인의 요구량은 거의 없거나 아주 적을 것이고 오전 7시부터 정오까지의 시간에는 뼈의 재침착이 일어나는 시기이므로 인의 요구량은 높을 것이다. 따라서 미래의 사양 방법은 한 계군에 두 가지의 사료를 준비하고 하루를 두 시기로 나누어 각 시기별로 사료를 바꾸어 주는 방법을 검토하게 될 것이다. 이의 실현을 위해서 현재로는 다소 어려운 점이 있겠으나 차차 연구해볼 가치는 있는 일이라 생각된다.