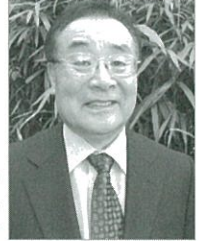


브로일러 종계의 사료섭취량 결정 요인들과 체중관리



번역
고태송
건국대학교 명예교수
tskoh@konkuk.ac.kr

1. 증체량으로 사료급여량 결정은 종계체중균일도를 높인다

대부분의 종란생산업자들(hatching egg producers)은 사료할당량(Feed allocation)결정에 강박증(強拍症)을 느낀다. 그러나 사료할당이 중요한 이유는 미리 정해진 목표체중(target body weight : BW) 달성에 미치는 결정된 사료할당량의 역할 하나이다. 빈번하고 정확한 체중측정은 사료급여량의 즉각적 결정에 이상적(理想的)이다.

정확한 시간에 알맞은 사료량을 개별 닭들에게 올바르게 급여하는 정밀사료급여기술(Precision feeding technology)이 알버타(Alberta) 대학에서 발전되어 왔다. 이 기술은 개체별 산란계 체중을 측정하고, 증체에 필요한 사료량만 선별적 급여로 여러 목표체중에서 변동계수(CV)가 3%보다 적은(<3% CV) 매우 높은 계군균일도(flock uniformity) 달성이 증명되었다. 영양소 필요량들(nutrient requirements)에 영향을 미치는 요인들을 검토하고, 매우 효과적인 사료할당량 결정 프로토콜이 연구환경에서 설명되었다.

2. 종계 사료급여와 그 반응 사이에 4주 간격이 있다

브로일러 종계들(broiler breeders) 계군(flock)에서 사료할당량은 영양소필요량(Nutrient Requirements)에 따라 결정된다. 영양소필요량은 관행으로 최고반응을 가져오는 영양소섭취량이나 사료 중 영양소농도로 정의한다.

산란 브로일러 종계에서는 영양소들에 대한 반응이 복잡하여 혼동을 일으킨다. 영양소급여와

급여영양소에 반응한 생산성 관찰에 시간상의 차이가 있기 때문이다. 사료투여 일자로부터 생산성 지표(병아리)를 확인할 때까지, 난소에서 난포들(follicles)의 보충과 성장, 교미성공, 배자(杯仔 : embryo)발육, 그리고 부화의 모든 과정은 적어도 4주 동안의 확실한 차이가 있다. 이 기간에 여러 환경요인들이 종계성공을 상승시키거나 저하시킬 수 있다. 미경산 암탉과 수탉의 영양이 병아리생산에 미치는 영향은 더 복잡하다. 미경산암탉과 수탉들은 첫 번째 병아리 생산까지 6개월간 사료를 섭취하기 때문이다.

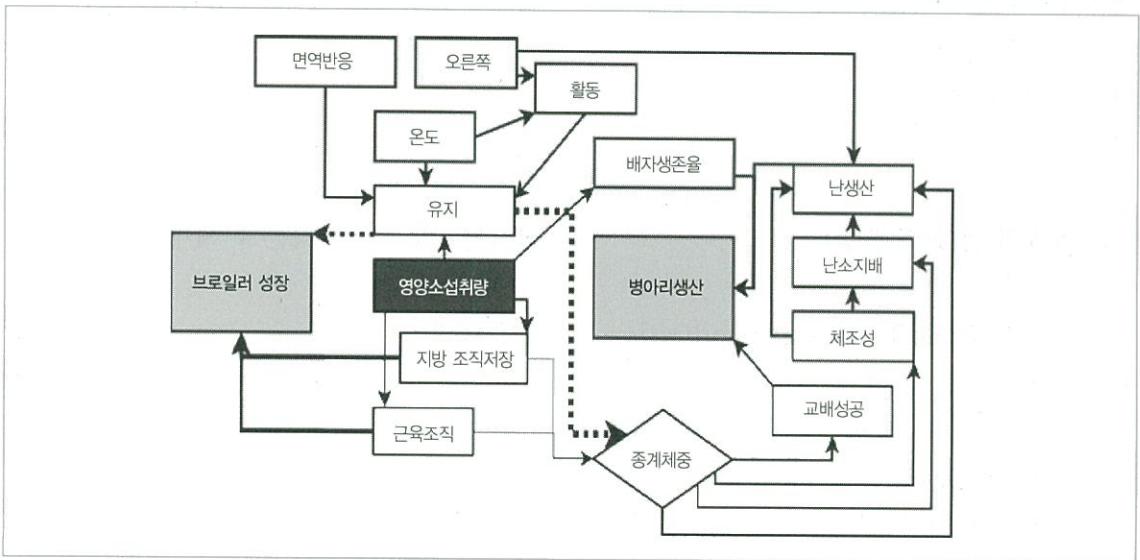
3. 에너지 이용성 분할 (Energy partitioning)

가. 유지(維持: Maintenance)

브로일러 종계가 섭취하는 대사에너지(ME)

는 유지, 성장 및 번식에 요구되는 3개의 주 영역에너지로 나눈다. 유지에너지는 대사체중 (metabolic body weight)과 상관관계가 있으며(Kleiber's law), 전형적으로 대사체중(kg, 0.75)당 100~125kcal 범위내의 값들로, 계수와 지수는 변동한다. 이 값들은 원칙적으로 대사상태(metabolic state)에 따르며, 부분적으로 동물이 얼마나 빨리 성장하는지 또는 얼마나 많은 계란이 생산되는지에 대한 하나의 함수(function)이다.

한편 유지에너지 필요량(MEm)은 환경온도, 조도(照度)와 일조시간, 활동정도, 그리고 면역상태(그림 1)에 따른다. 체성분, 특히 지방조직비율(낮은 MEm)과 근육조직비율(높은 MEm)은 또한 유지에 필요한 에너지 총량(MEm)에 영향을 미친다.



〈그림 1〉 브로일러들(왼쪽)과 브로일러 종계들(오른쪽)의 영양소사용에 영향을 미치는 요인들

나. 생산(Production)

성장과 번식에는 특히 에너지비용(energy costs)이 들어간다. 성장에 필요한 에너지필요량은 증체조성(근육 또는 지방)에 따라 결정된다.

지방 에너지함량은 g당 약 9kcal로 근육조직보다 높은 에너지 축적을 가져오기 때문이다. 단백질은 g(건물기반)당 약 44kcal를 함유하며, 근육조직의 67%는 물이므로, 전체기반으로 한 근육조직 함유에너지는 g당 1.5kcal에 가깝다.

산란을 위한 에너지 필요량들은 g당 각각 난황 3.01, 난백 0.47 및 난각 0.08kcal이다 (McLeod 등, 2014). 계란생산을 위한 에너지 값은 전형적으로 난(卵) g당 2.1kcal로 연령과 산란수준에 따르며 산란율은 변동하기 때문이다. 연령에 따라 달라지는 유지, 산란 및 성장에 필요한 에너지 요구량을 예측하는 실증 방정식들이 개발(Romero 등, 2009)되었고, 이러한 변동들은 생산조성과 체조성이 원인이다. 체조성과 계란조성은 연령에 따라 달라진다.

다. 품종과 성별(유전자형)

성장과 산란량(번식량 : reproductive outputs)에서 품종(계통)별 및 성별 차이들은 유지와 생산 에너지필요량 변동을 유발한다. 원칙적으로 목표체중 성장곡선들의 차이들은 성장을 위한 에너지필요량에 영향을 미친다. 현재 종계들에서는 고도로 사료가 제한 급여

되므로 유지와 성장을 위한 에너지필요량의 대부분은 근육조직과 관련된다.

성성숙(puberty)에 가까워지면서 광자극에 대한 반응들로 시상하부에서 분비되는 호르몬 합성량 변화들은 이때 암컷들에서는 지방부착(fat deposition)증가의 원인이다. 성별 내에서 계통사이의 차이들은 체조성분과 증체와 번식성분의 차이에 따른다.

라. 환경

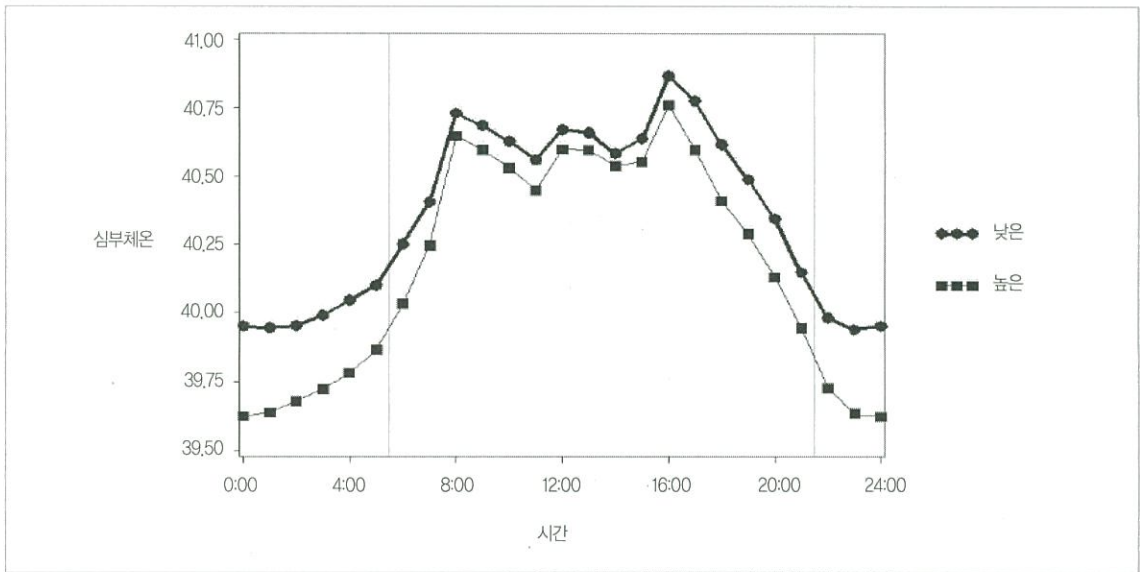
(1) 면역반응

환경은 원칙적으로 유지를 위한 대사에너지 필요량(MEm)에 차이를 만든다. 염증반응(Inflammation)은 선천면역 반응(innate immune response)으로서 식욕(appetite)에 영향을 미치고, 발열(mounting fever)과 관련된 에너지비용이 소모된다. 백신접종은 상당한 양의 에너지필요량이 발생하는 원인으로 백신접종 뒤에는 사료할당량을 더 풍부히 결정해야 한다.

한편 질병상태와 상주세균에 대한 반응에도 에너지비용의 소모가 있다. 면역반응에 대한 실제 에너지비용 산정값은 이론적으로는 잘 인식되고 있어도 아직은 두 세계뿐이다.

(2) 영양

사료에너지 자체가 에너지필요량을 발생시키는 원인이다. 저(低)ME사료를 섭취한 브로일러 종계들은 더 높은 심부체온을 가져서 환경으로 더 많은 열을 발산하고(Paul, 2013), 이 점은 유지를 위한 대사 에너지필요량



〈그림 2〉 고에너지 및 저에너지 사료를 섭취한 산란 브로일러 종계(44주령)의 일주(日週) 심부체온(CBT) 패턴. 그래프중의 수직 참조선들은 05:30 점등과 21:30 소등을 나타낸다.

(ME_m)을 증가시킨다. 따라서 저영양소밀도 사료들을 급여할 때는 사료할당량(kcal/수)을 약간 높여야 한다.

유지를 위한 대사에너지필요량(ME_m)은 ME섭취량 kcal당 0.34kcal 상승이 산정되었다(Romero 등, 2009). 이것은 섭취에너지 kcal당 무려 1/3이 열로 발산되어 이 만큼 사료ME가 저하한다는 의미를 함축한다.

(3) 점등(광선 : Light)

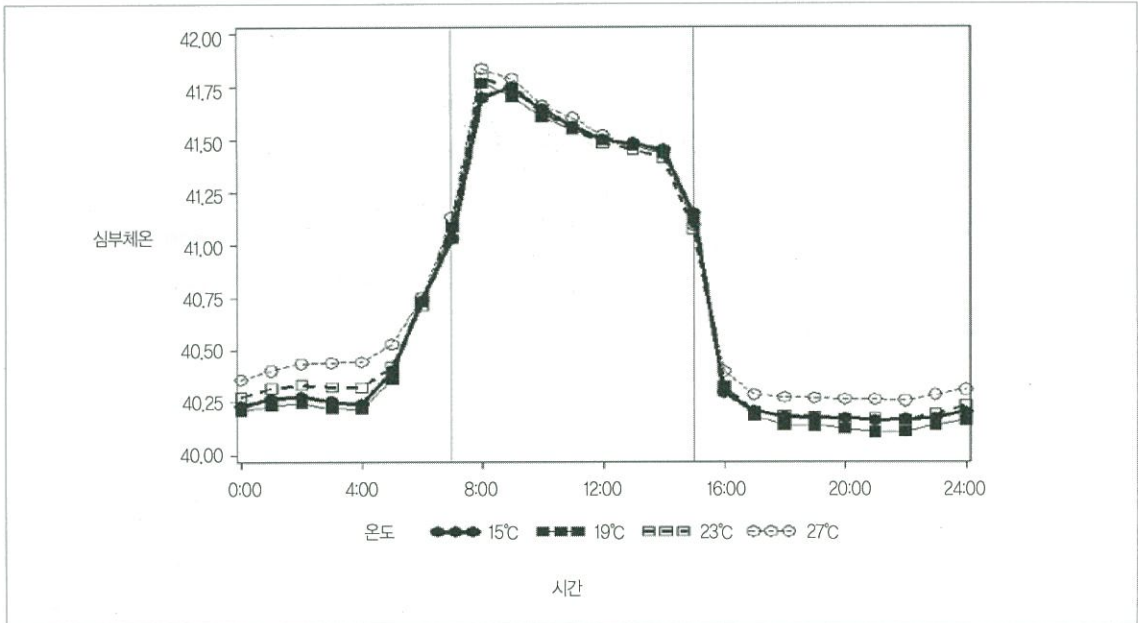
빛의 밝기[Light intensity : 조도 : 照度; 장소의 밝기 : 렉스(lx)]와 일조시간 길이(daylength)는 닭의 행동과 생리에 영향을 미치므로 영양소필요량을 변동시킨다. 강한 조도(照度)에서는 닭의 활동정도가 활발하므로 활동관련 열생산량을 높인다. 닭의 활동증가는 환경으로 열발산을 높이므로 ME_m을 증가

시킨다. 따라서 환경조도가 높을수록 그 만큼 사료할당이 많아져야 한다.

일조시간 길이는 각각 밤과 낮 동안 적거나 높은 활동상태에서 지내는 가금들의 비교적 시간길이에 영향을 미친다. 일조(점등)시간이 길면 사육닭들은 더 장기간 높은 활동상태에서 지낸다. 높은 활동상태는 심부체온(그림 2)과 환경으로의 열 발산량을 높인다. 그러므로 사료 할당량은 낮 길이가 길어진 만큼 높일 필요가 있다.

(4) 온도(Temperature)

환경온도 또한 ME_m을 변경시킨다. 성숙종계들에서 적정 환경온도(열적 중성역)는 약 24°C이다(Paul, 2013). 산란미경산계에서는 더 높은 것 같다. 육성중에는 성장과 생산 잠재력에 비하여 사료제한 정도가 높기 때문이



〈그림 3〉 환경온도15°C, 19°C, 23°C 및 27°C 처리에서 브로일러 미경산(13주령에서 20주령) 종계들의 심부체온(CBT) 일조리듬. 그래프의 수직 참조선들은 07:00 점등과 15:00 소등을 나타낸다.

다. 더 온난한 환경(23°C와 27°C)에서 육성된 종계 미경산닭과 산란계는 밤중에 심부체온이 더 높다.

향온 브로일러 종계들에서 심부체온 조절로 19°C와 그 이하에서 관찰되는 온도이하로 체온이 떨어지는 것을 예방했다. 이 점은 가금과 환경 사이의 온도 격차를 증가시킨다. 열 발산 증가와 19°C 이하 MEm증가 비율에 따라 요구되는 사료할당량을 높인다.

4. 브로일러 종계에서 사료할당급여를 어떻게 할 것인가?

가. 급여반응 순환시간을 단축하라

체중측정사이 시간이 단축될수록 결정된 사

료할당량 정확도(accuracy)가 더 개선된다. 닭의 체중을 여러번 측정하라(적어도 주당 두 번 측정한다). 어떤 시설에서도 정보의 다음 피드백사이의 시간연장은 결정 할당량의 정밀도(precision)를 저하시킨다.

눈을 통하여 뇌로 얼마나 자주 정보피드백을 제공하는지 생각하라. 자동차운전은 눈을 통하여 신속한 정보피드백 제공으로 가능하다(많은 이미지들이 매초당 처리된다). 만약에 눈을 초당 한번씩 또는 매 10초당 한번씩 감으면 얼마나 부정확한 운전이 될지 생각해 보라. 얼마 안가서 자동차가 차선을 벗어나거나, 앞차와 부딪칠 것이다. 체중을 측정하지 않는 것은 눈을 감은 채 자동차운전과 같은 것이다. 더 자주 닭의 무게측정은 자동차운전에서 눈을 크게 뜨는 것과 같은 것으로, 사료할당량을

더 자주 더 소량까지 조정이 가능하고 더 완만해진 체중곡선을 얻을 것이다.

체중을 정확하게 측정하라. 닭의 무게를 달 때마다 반복되는 테크닉과 프로토콜은 시료 일관성을 양호하게 한다.

나. 증체량중점으로 검토하라

사료할당량 결정에 실제로 중요한 두 세계의 평가값들이 있다. 체중은 그들 중의 하나가 아니다. 체중은 중요하다. 그래서 지난번 체중을 측정한 이래 가금의 성장률을 산정할 수 있고, 증체량은 체중 그 자체보다도 훨씬 더 중요하다.

(1) 평균일당증체량(ADG)

지난번 체중측정 뒤의 평균일당 증체량을 계산하라.

(2) 일당증체목표

다음 7일에서 14일에 요구되는 일당증체량(ADG)을 산정하라. ADG산정은 현재 체중과 미래 목표체중 사이의 차이이다. 목표체중을 측정값들 사이에 삽입하거나, 발행된 주당 목표체중을 사용하여 미래 체중목표까지 총 일수를 나누어 총 요구증체를 간단히 얻는다.

(3) 평균일당사료 섭취량(ADFI)

지난번 체중측정 뒤의 사료섭취량을 계산하여 사료할당량을 결정하라. 사료섭취량 계산은 사료급여량의 변경 '기준' 이다.

(4) 사료할당량 변화를 산정하라

사료할당은 목표증체 변화에 따라 바뀌어야 한다. 만약 ADG가 10일 이내에 목표체중 도달보다 낮으면, 요구되는 증체 g당 사료 0.5g 씩 '기준' ADFI로부터 ADFI를 증가시킨다. 만약 목표증체를 낮출 필요가 있으면, 과 증체 g당 사료 0.25g씩 ADFI를 감소시킨다. 이들은 요령으로서 사료할당은 '과학' 이다.

(5) 정교한 '기술' 로 '과학' 을 미세조정한다

한편 사료할당량 결정은 '기술' 이다. 사료할당량 결정들을 검토하여 마지막 세 번의 결정들에 닭이 어떻게 반응했나? 사료할당량 변경에 대한 반응이 때로는 늦어진다. 동일한 사료량 할당이나 사료할당량 감소는 닭들의 사료효율을 높이기 때문이다. 사료할당량 증가는 사료효율을 저하시킨다.

(6) 주당 닭의 체중을 2회 혹은 3회 측정하면 사료할당량 감소를 주저하지 말라

사료할당량 감소는 강력 권장하는 '가정' 이다. 체중을 충분히 여러번 달고 있으면, 감소는 매우 짧은 시간에 실시되고 약간의 결과를 얻을 것이다. 충분히 여러번 체중측정을 하지 않으면, 사료할당량 감소는 재해(災害)가 될 것이다.

(7) 사료 배분과 균일도를 관리하라

다. 양적제한(사료희석)

모든 닭들이 사료할당량 몫의 섭취기회를

가지는 것은 매우 중요하다. 닭들에게 사료가 가능한 균일하게 배분되도록 노력한다. 저밀도 영양소농도 사료급여는 좋은 대책이다. 그러나 저밀도 영양소농도 사료급여는 브로일러 성장잠재력과 종계체중목표들 사이의 격차를 키우므로 가치가 적어진다.

최근실험에서 분쇄귀리껍질로 브로일러 종계사료를 희석하여 영양소밀도를 25%까지 저하시켰으나(Holm, 2010) 사료희석에 의한 체중 균일도 개선정도가 적었다. 종계사료 용적을 팽창폴리스틸렌분쇄물 첨가 400% 증가로 닭들은 일당 사료할당량을 15분에 섭취하는 대신 사료를 20분에 섭취했다. 이러한 극적인 양적제한처리가 균일성을 개선하지는 않았다.

라. 사료 돌려주기 또는 흘뿌리기

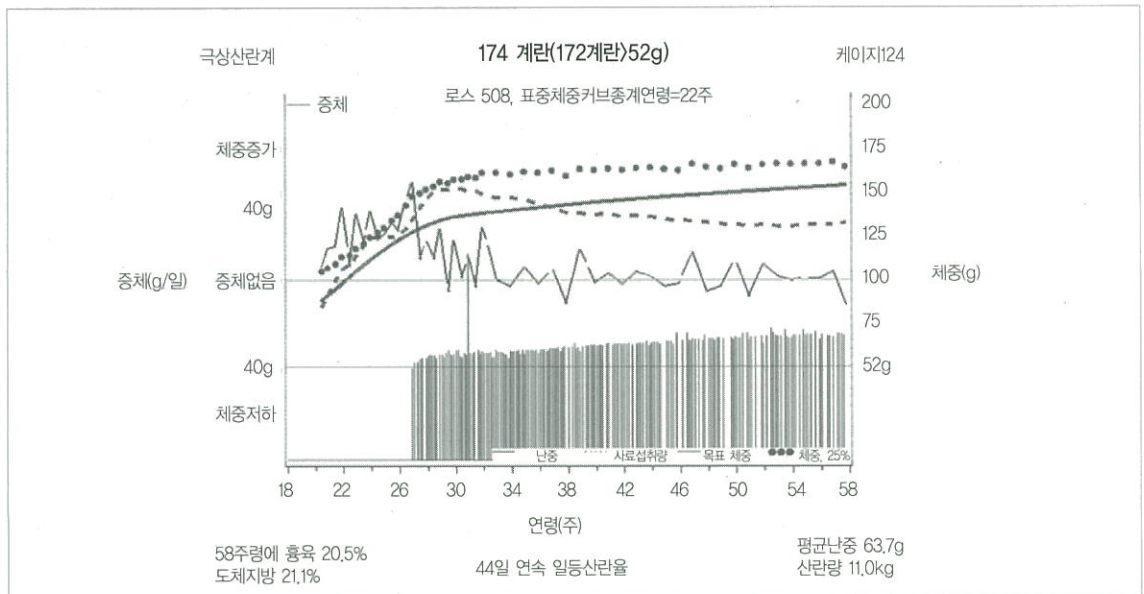
펠릿화한 종계사료를 깔짚 위에 뿌려 주면

닭들이 일당사료 섭취를 위하여 사료를 찾는 데 필요한 시간과 공간을 증가시켜서 계군균일도 개선이 대단하지는 않으나 유의했다(Holm, 2010). 비슷한 성적(van Middelkoop)도 발표되었다. 흥미롭게도 일당사료 뿌리주기 사육은 사료급여통에서 일당 또는 매 2일마다 급여 닭들보다 환경 브로일러 종계들로부터 살모넬라 회수(오염)를 저하시켰다.

마. 같은 체중 계군별로 급여

육성중 브로일러 종계들을 주기적 체중등급별로 분리사육하여 체중균일도를 개선하기도 하며, 계군내 체중 등급별로 사료할당 급여관리는 효과적인 방법이다.

닭들을 소, 중, 대 체중군(群)으로 나누는 다중사료할당방법은 동일계군내 적용이 가능하다. 소형체 중 닭들은 성장률을 높이고 대형체



〈그림 4〉 산란계 개개의 생산성 분석은 환경 변화와 영양소공급에 대한 개체반응들 통찰(通察 : insights)에 중요하다.

중 닭들은 성장률을 저하시켜서 체중 균일도를 개선한다(Holm, 2010). 동일체중계군별 급여로 종란과 병아리 생산 증가시킨다는 부화산업 보고서도 있다.

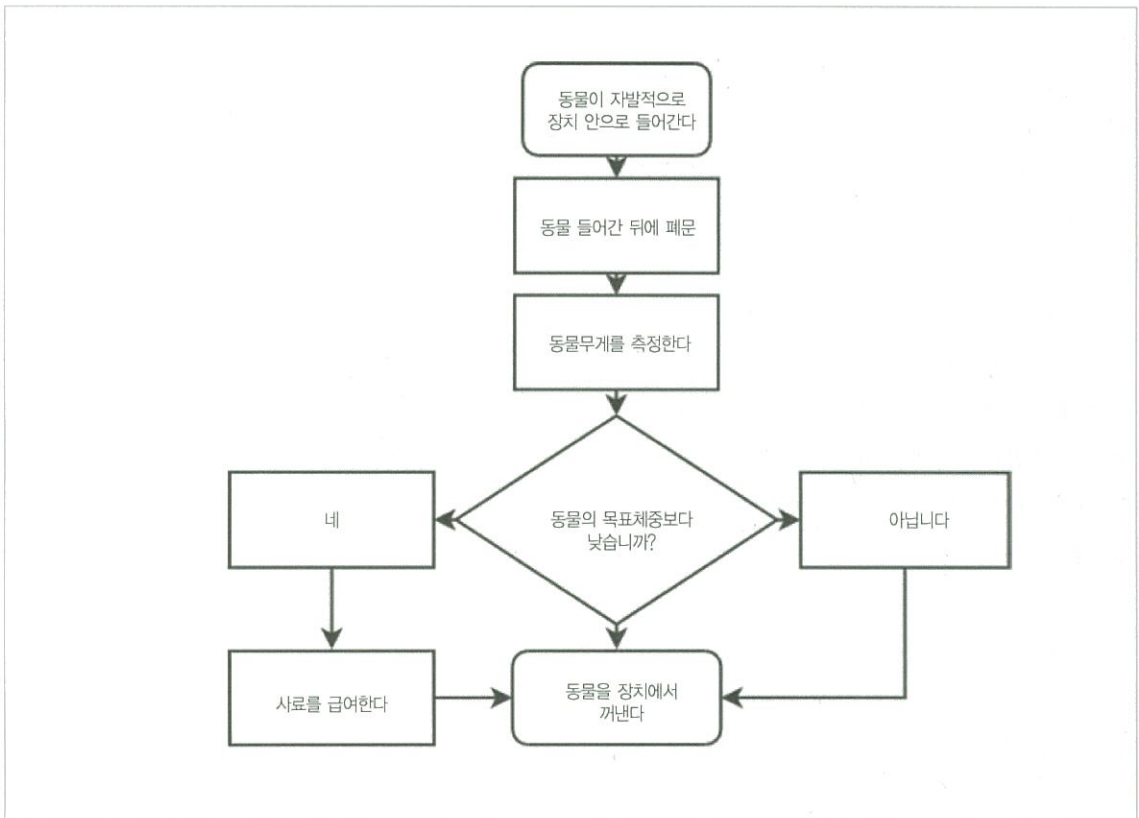
5. 정밀 사료급여

가. 개체관리가 효과적

닭들의 환경과 영양투입들에 대한 브로일러 종계들 반응에 관한 견해들은 앞으로 브로일러 종계계군들 관리에 큰 가치가 있다. 성성숙시에 산란개시로 체중증체가 낮아지는 견고한

생물학적 우선성으로 영양소분배가 성장에서 번식으로 생물학적대사가 변화한다. 체중프로필, 광자극연령, 계통품종, 또는 환경온도와 관계없이 이러한 생물학적 우선성은 고도로 지속된다.

주요한 생물학적 우선성은 닭이 양(楊)의 에너지균형을 유지하는한 체중 프로파일들은 생애 생산성에는 최소영향력을 미치면서 실질적 변화가 가능하다. 체중프로필(체중프로파일들은 통용 권장목표프로필로 회복되지 않음)의 장기증가가 실현가능한지 결정을 위한 연구가 요구된다.



〈그림 5〉 정밀 사료급여 알고리즘(절차 및 방법)

나. 유전적 잠재력과 목표체중 사이의 격차

브로일러의 유전적 성장잠재력과 브로일러 종계들의 목표체중 사이의 격차는 넓어지고 있다. 브로일러 유전적 성장잠재력은 매년 3% 이상 비율로 커지고 있고, 브로일러 목표체중은 지난 1970년대 이래 거의 변하지 않았다.

결과로서 미경산암탉과 수탉계사에서는 사료섭취를 위한 경쟁이 치열하고, 계군 균일성은 육종전문가들이 해결하려는 가장 큰 기술적 과제들 중 하나이다. 계군균일도 문제는 예측할 수 있는 장래에 해결될 것 같지는 않다. 경쟁강도가 커질 뿐일 것이다.

정밀사료급여는 장래 브로일러 종계들 관리 방법이 될 것이다. 궁극적 체중조절 방법은 사료할당량 결정 때마다 모든 닭의 무게를 측정하는 것이다. 이 방법은 현실화 되어가고 있다. 새로운 정밀사료급여 장치가 알버타대학(Zuidhof 등, 2013 ; 2014)에서 개발되었기 때문이다.

(1) 종계 정밀사료급여 체중관리장치 개발


종계관리에 중점을 둔 간단한 알고리즘(절차 및 방법)은 사료급여량 결정에서 체중관리로 이동이다. 매시간 모든 닭에 신속하고 빈번한 체중관리결과를 피드백하여 체중통제 문제에 완전히 일치하는 급여사료를 찾아 제공하는 것이다. 이러한 성적은 연구환경에서의 현실성으로, 판매용 브로일러 종계들의 정밀사료 급여장치는 아직은 얼마간의 시간이 걸린다.

브로일러 종계들에 사료 할당장치는 각각에

종계체중들로부터 즉각적 피드백을 기반으로 증체를 조절하고 영양소필요량에 일치하는 영양소를 정밀공급하는 이상적인 방법이다.

온도저하시에 유지를 위한 대사에너지필요량(MEm)이 증가하고, 모든 닭은 변화된 환경을 보상하기 위하여 여분의 사료를 충분히 섭취할 것이다.

닭이 산란을 개시하면 체중이 감소하고 산란한 시간 이내에 여분의 사료를 공급받아 계란에 투자된 영양소들을 효과적으로 보충할 것이다. 사료의 영양소밀도가 변하면 닭들은 그들의 사료섭취량을 완전히 조정하여 에너지 균형을 유지할 것이다.

개념의 증명은 완전하다. 예비연구에서 정밀사료급여는 매우 높은 정밀도의 균일도(CV 3% 이하)를 가진 적은 계군을 만들었다. 이 장치는 생산성과 각각에 닭들의 행동에 신선한 견해를 낳았다. 이것은 전에는 한 번도 성공하지 못한 방법이다. 성공적인 규모 확대로 브로일러 종계의 관리도 성공적이 될 것이다. 

※자료

Martin Zuidhof (University of Alberta, Edmonton), Factors that Affect Feed Intake in Heavy Hens : 10/1/2014 Engormix