

단위동물영양연구회 세미나 발표 요약



주제 1 대사적 각인이 자돈의 성장 및 발달에 미치는 영향



박 성 권
국립축산과학원
영양생리팀 연구사

어린시기 특정기간 동안 받은 대사적 각인 (metabolic imprinting 또는 nutritional programming)은 오랜 기간 성숙한 후에 영양·생리적인 형질에 영향을 미친다. 많은 연구에도 불구하고 대사적 각인에 대한 정확한 메커니즘은 아직 밝혀지지 않고 있다.

최근 인간 게놈 프로젝트가 완성됨에 따라 sequence analysis, microarray 및 proteomics 등의 high-throughput analysis의 발달로 대용량 데이터 분석과 영양대사 기전의 총체적 해석이 가능하게 되었다. 영양소 요구량 설정, 사료 formulation, 특정 사료 및 첨가제 급여에 따른 형질변화를 분석하는 전통 영양연구를 토대로 사료와 대사 인자의 상호작용이 어린 시기 대사적 각인을 유발하여 향후 어떠한 영향을 주는지에 대한 연구가 그 시작 단계에 있다. 영양대사는 유전정보를 기본으로 영양성분과 기후 등의 환경에 따라 큰 영향을 받는데, 그 메커니즘은 epigenetics로 설명이 된다.

Epigenetics는 DNA 염기 서열의 변화 없이 형질발현이 조절되는 것으로 DNA methylation, chromatin modification 및 non-coding RNA 등에 의해 발생한다. 돼지의 생산성을 높이기 위해 임신돈에 아미노산, 당 및 성장 호르몬 등 다양한 영양성분을 처리하는 연구가 활발히 진행되고 있지만 아직 뚜렷한 기작이 확인되지 않았다. 저체중 자돈 생산에 대한 현재까지 설명은 국한된 자궁 내 환경에서 많은 수의 태아로 인해 영양·생리적 충족이 어렵다는 것이다.

이를 극복하기 위해 여러 방향으로 연구가 진행되고 있는데, 자궁 또는 자궁 내 혈관조직이나 태아의 근육 및 뼈 조직의 성장과 발달을 촉진시키기 위한 각종 영양성분과 호르몬

첨가 등이 포함된다. 하지만 현재 축산 분야의 화두중의 하나인 안전한 먹거리 생산 측면에서 볼 때 안전하고 소비자가 신뢰할 수 있으며 가격이 저렴한 축산물 생산을 위해서는 더 많은 연구가 필요하다. 유익한 미생물이나 천연 식물이나 과일에서 유익한 물질을 추출하여 가축의 건강과 생산성을 향상하는 기술개발이 시급한 실정이다. 이러한 면에서 영양, 면역, 질병 및 분자생물학 등 여러 분야의 학문들이 접목된 epigenetics 및 nutrigenomics 등의 융합연구를 통해 최신 과학기술을 적극적으로 수용하여 가축에 응용함으로써 지속적이고 친환경적으로 가축의 생산성을 향상시킬 수 있는 노력을 해야 한다고 생각된다.

주제 2 육계 초이 단계 영양의 중요성

지난 20여 년간 육종, 영양 및 사양관리 개선에 의해 육계의 생산성은 31일령에 평균체중 1.7 kg, 사료효율 1.5 대로 개선되었고, 육량(64→78%), 지방(2.1→1.3%) 및 가슴살 함량(12.2→23.2%)도 괄목할만한 변화를 가져왔다. 이런 변화의 중심에는 1990년대 후반부터 활발하게 이뤄진 사료 영양 연구에 의해 부화후 1주 기간의 초이사료(pre-starter) 급여가 육계의 생산성에 중요한 역할을 하게 된 것을 들 수 있다. 부화후 소화기관은 3 일령부터 십이지장을 비롯한 소장의 상대적 무게가 증가하여 7일령에 최고에 도달한다. 체중 증가 속도 대비 7일령까지 선위, 간 및 췌장의 상대적 무게는 더 빨리 증가한다. Crypt 수는 3일령까지 빠른 속도로 증가하며, 7일령 장관 벽의 villus 면적과 crypt 깊이도 빠른 증가가 관찰되고 있다. 난황낭은 35~45%가 지방으로 이루어져 있어 발생 중 태아 체중의 20~25%를 차지한다. 난황 지방은 부화후 4일령까지 체내에 잔류하며 에너지원으로 활용되면서 장관 발달에도 도움이 되고 있다.

부화후 1주 동안의 소화 효소 및 소화기관 발달의 최적화를 통해 사료의 소화율을 개선시킬 수 있는 초이사료를 개발하기 위한 다각도의 연구가 진행되었다. 주요 영양소 별로 초이 단계의 요구량 및 이용성에 대한 연구내용을 살펴보면, 고수준 단백질은 총 도체지방 함량을 감소시킬 수 있고, 필수아미노산 중 고수준 라이신 급여는 증체량을 높이며, 황함유 아미노산(메치오닌 및 시스틴)은 가슴살 무게 증가와 사료효율 개선과 좋은 연관성을 보였다. 트레오닌도 가슴살 발달과 연관이 있으며, branched chain 아미노산(이소류신, 류신 및 발린) 수준 과 다른 필수 아미노산들 간의 비율과 상호작용도 중요한 것으로 보고되었다.

한편 초이 단계(3~5일령)에서 지방의 소화율은 낮은 편(지방 전체, 69%; 불포화 지방산, 80%)이나, 산화를 방지하고, 단백질과 균형을 맞추면서 높은 에너지와 지방을 공급하면 출



김희성

한국축산의희망 서울사료
마케팅 팀장(이사)

하체중을 증가시킬 수 있다. 소화율이 높은 탄수화물 사료 급여는 어린 병아리에게 중요한 에너지원이 될 수 있다. 인(P) 생체이용성 및 나트륨(Na) 요구량과 함께, Na-K-Cl과 연계된 사료 전해질 농도가 증체와 사료효율에 미치는 영향도 중요시되고 있다. 결론적으로 초이 단계 영양의 요점은 부화후 소화 기관, 소화 효소 생성 및 활성을 높이면서 최적 영양소 요구량과 균형을 고려하고, 이용 효율이 높은 원료(단백질, 필수아미노산 및 탄수화물)로 만든 사료를 최대한 빠른 시간 내에 공급하는 것이다.

주제 3 동물의 보상성장 현상과 이론

보상성장이란 동물에서 영양적 제한에 의해 일정기간 동안 억제되었던 성장이 영양소(사료)의 재공급에 의해 빠른 속도로 회복되어 정상 조건의 동물과 같은 체중으로 회복되는 현상이다. 포유류 뿐만 아니라 조류, 어류, 식물 및 미생물도 보상성장의 능력을 갖고 있다. 동물에서 보상 성장이 일어나게 되는 이유로 사료섭취량의 증가와 에너지 이용 효율의 개선 등이 제시되고 있다. 생리적으로는 혈액 내 insulin, IGF-1 및 T3등의 농도에 변화가 나타난다. 이런 현상을 조절하는 기전에 대해서 최근에 epigenetics(후성유전학) 이론에 의한 설명이 시도되고 있으나 아직 결정적으로 확립된 이론은 없는 것 같다.

어린 동물에서 보상성장 초기에 나타나는 leptin surge는 사료섭취량의 조절과 무관하며 그 대신 전반적인 신체 발달에 중요한 역할을 하는 것으로 확인되었다. 보상 성장의 영문 표기로 사용되는 compensatory growth와 catch-up growth에 대한 구별이 필요하다. Catch-up growth(따라잡이성장)는 주어진 조건에서 정상 조건의 동물과 동등한 체중에 도달한 경우에 사용되는 표현이며, compensatory growth는 따라잡지(catch-up)는 못했지만 정상군보다 더 빠른 속도로 체중이 증가된 경우를 말한다.

가축의 보상성장 능력을 적절히 활용하면 사료비의 절약과 동시에 육계와 같이 우수한 성장 속도를 위해 개량 육종된 동물에서 나타나는 대사적 장애의 발생을 완화시켜 경제적인 사육 관리가 가능해질 수 있다. 보상성장에는 다양한 영양적 및 생리적 대사 요인이 관여하며 효율적인 보상 성취를 위하여 발육 생리, 영양적 관리 및 육질에 미치는 영향 등을 종합적으로 집중 연구할 필요가 있다.



지 규 만
고려대학교
명예교수

주제 4 돼지의 보상성장

보상성장은 동물이 사료섭취의 제한, 질병 및 환경 등의 이유로 영양소 섭취가 정상적으로 일어나지 않은 이후에 영양소 섭취가 정상화되면 영양소의 이용률과 성장효율이 개선되는 현상이다. 1960년대부터 시작된 보상성장에 대한 연구를 보면 이유자돈의 성장저하는 이후에 육성비육기를 거치면서 성장률의 개선으로 회복되고, 출하체중 도달일령도 차이가 없었다.

보상성장은 보상섭취에 의해 일어나기 때문에 보상성장 기간에 일어나는 성장은 지방성장일 가능성이 제기되었다. 실제로 보상성장 기간에는 섭취량이 증가되는 현상을 볼 수 있다. 하지만 이는 보상성장 기간 중에 단백질의 요구량이 증가하기 때문에 요구량을 충족시키기 위한 섭취 증가이다.

이러한 현상은 돼지들의 사료섭취와 영양소 이용은 나이와 생리적인 상태에 맞는 목표체중을 가지고 그 목표를 성취하도록 이루어지기 때문이다. 또한 단백질 성장이 지방 성장에 우선적으로 일어나므로, 목표체중을 도달하지 못한 경우에도 목표 체 단백질에 도달하기 위한 보상성장이 일어난다. 그러므로 보상성장이 지방성장이란 이론은 옳지 않다. 그리고 보상성장 기간의 사료 단백질의 소화율의 개선은 일어나지 않지만 이용성이 높아져 노단백질의 배설이 감소하고 혈액요소질소(blood urea nitrogen; BUN)가 감소하는 것으로 보상성장 기간에 성장효율이 개선되는 것을 알 수 있다.

보상성장이, 특히 적육의 보상성장이 일어나기 위해서는 체 단백질 성장이 유지되어야만 한다. 성장이 저하되거나 체중이 감소되는 경우에도 돼지는 단백질 성장이 이루어진다. 이 유직후에 체중이 감소한 자돈의 경우에도 체지방 분해로부터 얻은 에너지를 이용하여 단백질 성장이 이루어지기 때문이다. 하지만 체중감소가 심각하여 체 단백질 성장이 일어나지 못하거나 체 단백질이 감소하는 경우에는 근육세포의 감소로 이어지고, 완전한 보상성장을 기대할 수 없다. 보상성장은 영양소 섭취 제한의 정도와 기간에 크게 영향을 받는다. ☞



황 광 연
고려대학교
생명공학부 교수

