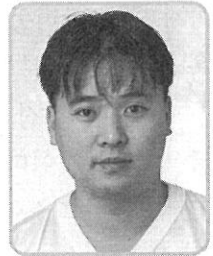


축산의 FTA 경쟁력 제고를 위한 Nutritional Imprinting의 이용



박성권 박사
농촌진흥청 국립축산과학원
영양생리팀 농업연구사

21세기 지식정보화 사회에 접어들면서 컴퓨터의 대중화로 지구는 하루 생활권이 되었고, 지구 반대편에서 일어난 소식들을 실시간으로 알 수 있게 되었다. 또한, 생명공학의 탄생으로 많은 질병들이 극복되고 인간의 수명이 연장되고 있다. 마이크로소프트사를 설립한 빌게이츠의 말대로 세계는 지금 ‘빛의 속도’로 변하고 있는 셈이다. 이에 발맞춰 컴퓨터 IT강국인 우리나라의 기업들도 빠르게 도약하고 있다.

하지만 자유 무역체제를 맞이한 축산 분야의 실정은 어떠한가? 한·미, 한·유럽연합 자유 무역협정(FTA)이 국회를 통과하고 발효된 지 약 1년여가 지난 현재, 한국 농촌경제연구원에 따르면 FTA 체결 후 15년간 우리나라 농업분야 생산 감소액은 약 2조 7천억원 규모가 될 것이고, 그 중 90% 이상은 축산분야에서 발생한다고 한다.

여기에 최근 지구온난화와 곡물가격의 상승으로 인한 사료비 증가로 우리나라 축산업 전체가 위축되고 있는 실정이다. 더구나 SNS 및 소셜 커머스의 활성화로 소비자들의 축산물에 대한 욕구는 점점 다양해지고 까다로워지고 있는 실정에서 캐나다, 미국, 일본 등에서 발생한 광우병, 아시아 각국에서 번지고 있는 구제역, 돼지 열병 및 가금 인플루엔자 등은 소비자로 하여금 축산물 소비자체를 위축시키는데 결정적인 역할을 하고 있다.

따라서, 소비자가 안심할 수 있는 생산 이력제, 유기축산, 친환경 축산의 도입과 고급화, 차별화로 부가가치를 창출하고 새로운 국면전환을 위한 축산업으로의 발전방향을 모색해야 할 시기이다.

축산물의 생산 시스템의 차별화를 위해서는 사양기간 단축, 사료비 절감, 육량/육

질 향상 등을 포함한 생산성의 극대화를 꾀할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 따라서, 탄탄한 전통 영양학, 유전학, 사료학 기반에 최첨단 과학기술의 접목이 필수적이다.

이러한 동향은 북미와 유럽에서 먼저 시작되었고, 영양유전체학(nutrigenomics)이라는 새로운 분야가 탄생하게 되었다. 2003년 인간 게놈 프로젝트(human genome project)의 완성과 다량처리 분석법(high throughput analysis)이 개발됨에 따라 유전자의 총체적인 해석이 가능하게 되었다. 따라서 유전체 지도 작성 수준을 넘어, 유전자 세부 기능을 구명하는 기능 유전체학(functional genomics)의 연구가 활발히 수행되고 있다.

영양 유전체학은 특정 영양소의 흡수 및 대사가 유전자의 발현에 미치는 영향을 줄 수 있다는 사실에 바탕을 둔 학문으로, 영양을 포함한 환경인자와 유전자의 상호작용이 어떠한 기전으로 형질 또는 기능을 조절하는지를 분석한다. 영양적 조절에 의한 효과를 유전체, 전사체, 단백질체, 대사체를 포함하는 전체적인 대사과정을 분석함으로써 특정 영양소의 대사인자에 대한 영향을 밝히는 전통 영양학에서 한 단계 업그레이드 된 기술이다.

영양학 연구분야는 단순히 오랜 시간동안의 경험 및 제한적인 임상 실험을 근거로 발전해 왔지만, 생물학, 분자생물학, 유전학, 통계학, 생물정보학 등과 융합되어진 영양 유전체학의 관점에서 볼 때, 영양소는 단순히 열량을 내거나 각종 효소의 보조인

자로 작용하는데 그치는 것이 아니라, 근본적으로 세포내에서 일어나는 다양한 반응을 조절하는 조절인자로서 작용한다.

즉, 영양소는 여러가지 유전자의 발현여부를 결정하고, 유전자 구조를 변형시키기도 하며, 때로는 단백질로의 해독 및 해독 후 과정에 영향을 미치고, 이에 따라 대사체 물질들의 합성과 분해를 조절한다.

유전자의 차이가 개개인이 얼마나 질병에 강하고 약한지를 결정짓듯이, 유전자는 우리 몸이 각종 영양성분에 의해 어떻게 반응할지를 고려하여 조절되어 진다. 이는 비만과 당뇨 등의 대사질환 연구를 위해 실시된 가계 이력 조사에서도 나타났는데, 현재 우리가 음식을 먹고 생활하는 식습관의 효과가 우리 대에만 국한되어 나타나는 것이 아니라, 후세에까지 영향을 미친다는 결과가 나왔다. 따라서 성인병으로 대표되는 현대사회의 복잡한 질병들의 경우 유전적인 요인뿐만 아니라 환경적 요인이 큰 영향을 미친다는 것을 의미한다.

여기서 후성유전체(Epigenome)의 개념이 대두가 되는데, 후성유전체학(Epigenetics)이란 '환경과 유전자의 상호작용으로 DNA 염기 서열의 변화 없이 유전자 발현이 변화되는 현상'을 연구하는 학문으로, 영양유전체와 아주 밀접한 관계가 있다. 후성유전체 연구는 앞으로의 BT산업의 성장을 위한 필수적인 소재로 부각되었고, 세계적으로도 국제협력을 통한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현대사회의 다양한 환경에서 발생하는 복잡한 질병들의 경우 실제로 유전적인

요인 외에 환경적 요인이 형질 발현에 영향을 준다.

National geographic지에 소개된 일란성 쌍둥이들은 비록 DNA서열은 같지만 다른 환경에서 생활함으로써 질병이나 성격 등의 형질이 서로 상이하게 나타난다는 것을 보여주는 실례이다. 임신모 또는 영아들이 먹는 음식이 평생 대사에 영향을 미친다는 것도 밝혀졌는데, 이는 출생 전 또는 태생 초기 영양이 성인에서의 대사 또는 비만, 당뇨, 심혈관 질환 등의 대사관련 질환에 영향을 미친다는 결과와 상응하는 것이다.

또한 인간은 아주 어릴적 경험이 유년 또는 성인의 입맛을 결정하는데, 산모가 먹은 것이 젖을 통해 태아 또는 영아에 전달됨으로써 아이는 직접 음식을 섭취하기도 전에 다양한 맛의 profile을 감지한다고 알려져 있다. 대사관련 인자들의 발현이 영양성분에 의해 변화되고 각인(imprinting) 된 것이다. 이것을 nutritional imprinting 또는 nutritional programming이라고 하는데, 태아 혹은 어릴적에(본인 또는 선조들이) 섭취한 영양성분이 평생 대사생리에 영향을 미치는 현상을 말한다.

이러한 영양·후성 유전체를 이용한 연구가 축산분야에서는 어떻게 이루어지고 있을까? 최근 미국에서 어미가 임신기간 동안 섭취한 영양성분이 자축의 유전자 발현에 미치는 영향을 연구한 결과, 환경·영양 요인이 자축의 유전자를 발현 또는 억제하고, 이 영향으로 대사 생리가 평생동안 바뀐다는 것이 밝혀졌다.

가금의 경우 갓 태어난 병아리에 초기 96 시간동안의 사양 조절을 통한 nutritional imprinting을 유도한 결과, 대사인자의 발현과 활성이 대조구와 비교하여 큰 차이를 나타내는 것으로 밝혀졌다. 이는 약재나 호르몬 사용 없이, 가금의 영양성분만을 조절함으로써 사료효율이나 성장을 촉진할 수 있는 방법으로 대두되어 연구가 활발히 진행되고 있다.

소에서는 어린 송아지에 높은 당을 함유한 농후사료를 급여함으로써 근육과 지방 세포들이 성장할 수 있는 source를 제공하여 육량과 육질을 개선하는 연구가 시행된 바 있다. 고당-저섬유 사료급여시 반추위 발효가 프로피온산과 낙산을 증가시켜 근육 성장에 필요한 에너지와 사료효율 및 성장성을 향상시킬 것이라는 가설 하에, 어린 송아지에 두 달간 고당 사료를 급여 한 후, 에너지 대사와 지방분화에 관여하는 유전 인자들의 네트워크 변화를 분석하였다.

여기서 유전인자 네트워크이란 transcription factor, nuclear receptor, RNA와 protein 등 DNA염기서열에 작용하는 모든 인자들을 포함하며, 이 인자들의 글로벌한 상호작용들이 결국 유전정보의 최종 산물을 결정하는 것이다. 어린송아지에 고당 사료 급여로 인한 metabolic imprinting으로 지방 분화에 관여하는 PPAR(peroxisome proliferator-activated receptor) 등의 유전자 발현이 송아지 시기뿐만 아니라 성축이 되어서까지 증가됨을 관찰하였고, 이로 인해 지속적으로 지방생합성이 증가되었다.

돼지에서도 태어나기 전 새끼돼지의 성장에 영향을 주는 영양요소들이 태어난 후에도 돼지의 발달에 영향을 미치는 것이 발견되었다. 그 예로, 자궁에 있던 새끼 돼지가 환경·영양적 스트레스를 받으면 평생 발달이 뒤처지게 ‘program’ 된다는 사실이 보고되었다. 출생 직전·후 발달이 완료되지 않은 시점에서의 환경·영양적 자극에 의한 생리적 ‘setting’ 또는 ‘각인’으로 출생 후에도 오랜 기간 성장 및 기능에 영향을 주는 현상으로 ‘fetal imprinting’ 이라고도 한다.

태아의 성장과정은 유전, 후성유전, 환경, 영양 등의 복잡한 생물학적 신호체계가 얽혀 있는데, 태아의 성장 및 대사와 어미의 구조, 대사적 형질이 아주 밀접하게 조절되어져야 한다. 특정 영양 성분이 영양생리 또는 조직발달에 관여하는 대사인자의 발현과 활성을 조절하고 각인하는 메커니즘을 이해함으로써 미성숙 자돈의 성장을 증진시키고 돼지의 육질을 향상 시킬 수 있을 것이다.

Nutritional imprinting이 영양학적인 혁명임에는 틀림이 없지만 아직은 가축생산

에 실용적으로 쓰일 수 있는 단계는 아니다. 하지만 후성유전체 및 nutritional imprinting 관련 기술이 미국에서 발표한 10대 유망 기술 중 하나로 선정되어 관심이 높아지면서 미국과 유럽은 이미 글로벌 공동연구 및 국제협력 컨소시엄을 형성하고, 산업체와의 유기적인 협력을 통한 연구 개발로 실용화를 위한 노력을 하고 있다.

이에 발맞춰 우리나라도 특성에 맞는 실용적 활용기술 및 환경적 변화에 대응할 수 있는 미래지향적 연구가 필요하다. 이를 위해 우리가 보유하고 있는 뛰어난 기술력과 생물자원의 토대위에 첨단 BT기술의 능동적 도입과 육성으로 축산 기술 개발의 주도권을 확보할 필요가 있을 것으로 본다. Nutritional imprinting 또는 fetal imprinting에 관련된 영양성분과 대사인자간의 상호작용을 이해하고 이를 이용해 가축의 성장성, 육량, 육질을 개선할 수 있는 실용화 기술이 개발 된다면, 우리나라 축산은 자유무역체제에서 우위를 점할 수 있을 것으로 본다. ☐