

# 형질전환 돼지 생산기술과 응용과제

이훈택 교수  
(건국대학교 축산학과)

## 1. 머리말

생물체의 종족유지는 유전자에 의해서 좌우된다는 사실은 상당히 오래 전부터 알려져 왔다. 특히, 유전자는 후대의 모양이나 능력 등을 발휘하는데 결정적인 역할을 하기 때문에 육종 분야에서 중점적으로 연구되어 왔다. 최근 유전자를 인위적으로 조작하거나 그 실체의 일부 또는 전체를 파악하여 목적에 따라 이용할 수 있는 과학기술의 개발은 20세기 최대의 과학업적중의 하나로 간주되고 있다. 1970년대에 개발된 유전자 재조합기술은 유전공학이라는 새로운 학문을 창출하였으며, 1980년대에는 형질전환동물의 생산기술이 개발되어 지금까지 만 여종의 형질전환 생쥐와 수십 종의 형질전환가축들이 생산 될 만큼 눈부시게 발달되어 오고 있다. 또한 이러한 동물들은 특허동물로 등록되어지고 있는 실정이다.

최근 건국대학교 정길생 교수팀과 축산기술연구소 장원경 박사팀은 공동으로 산양의 성장호르몬 유전자가 삽입된 형질전환 돼지(일명 수퍼돼지)를 생산하는데 성공하였다. 생후 약 1개월에서 일반 돼지들보다 수퍼돼지들은 체중이 약 20% 정도 많이 나가고 있다. 이러한 성장 초기의 체중 증가는 삽입된 산양의 유전자가 활발히 작동되어 성장이 촉진된 것으로 평가되고 있다. 또한 본 기술에 의해서 삽입된 유전자는 동물의 유전형질을 변화시킨다는 것이 이미 확인되었다. 따라서 형질전환 돼지의 생산기술은 생산원가의 절감은 물론 단위 생산성을 극적으로 제고시킬 수 있기 때문에 품종개량을 가속화할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 품종을 창출하여 양돈산업에 직접 이용할 수 있다고 본다.

## 2. 형질전환 돼지의 생산기술

가축생산에 인위적인 유전자 조작기술을 응용하려는 노력은 1982년에 미국에서 성장호르몬 유전자를 생쥐 수정란에 도입시킨 다음, 가축에 이식하여 성장형질이 증강되어 성장속도가 배가 빠른 거대생쥐를 생산하면서 본격적으로 시작되었다. 형질전환 동물을 생산하는데 이용되고 있는 외래유전자는 사람이나 동물에서 이미 분리된 유전자들을 사용하고 있다. 외래유전자를 수정란에 주입하기 전에 유전자발현을 유도하는 프로모터를 유전자의 앞부분에 연결

시켜야 한다. 이러한 외래유전자를 준비된 수정란에 약 백만분의 1ml 정도의 소량만 주입한다. 유전자가 주입된 수정란은 대리모에 이식하여 형질전환 산자를 생산한다. 그러나 이러한 방법을 사용할 경우, 형질전환가축의 생산 성공률이 1% 이하로, 생쥐의 성공률 10~15%에 비하여 매우 낮다. 따라서 기존의 형질전환가축 생산기술을 보완하거나 새로운 기술을 개발하려는 데 집중적인 연구노력을 하고 있다. 최근 저자의 연구실에서는 정자를 매개로 하여 유전자를 이식한 결과, 50% 이상의 형질전환 성공률이 생쥐와 흰쥐에서 확인되어, 이 기술을 가축에 응용하려는 연구를 진행중에 있다.

### 3. 형질전환 돼지 생산기술의 응용과제

#### 가. 성장관련 유전자들의 활용

성장관련 유전자의 형질전환 가축을 생산하려는 노력은 대부분의 가축에서 시도되어 왔으나, 거대생쥐처럼 성장기능이 배가된 예는 아직 없다. 특히 돼지는 성장기능이 곧바로 그 경제성을 결정짓기 때문에 타가축에 비하여 보다 집중적인 연구대상이 되어 왔으나, 성장관련 유전자가 도입된 형질전환 돼지의 생산 성공률이 다태동물임에도 불구하고 매우 낮았다. 그러나 외래유전자가 발현된 돼지들의 50%는 다음 세대의 후손들에게 외래유전자의 유전형질이 유전되고, 비록 거대생쥐처럼 극적인 성장효과는 나타나지는 않았지만, 이들 돼지는 10~20%의 일당증체율과 사료효율이 향상되고, 등지방 두께가 50~70% 이상 감소한다고 하였다.

최근 보고에 따르면 초등학교생 중 약 10~15%가 비만으로, 이들의 대부분이 성인병을 앓고 있다고 한다. 이것은 식생활 변화에 따른 고지방의 과잉섭취에 의하여 나타난 현상이므로, 성장관련 유전자를 활용한 형질전환 돼지로부터 저 콜레스테롤 및 저 지방의 돈육생산은 시급히 개발되어

야할 과제중의 하나이다. 또한 대부분의 사료를 외국에서 수입하고 있는 우리나라에서는 돈육 생산비의 약 60%가 사료비로 지출되고 있다. 따라서, 사료효율이 향상된 형질전환 돼지의 생산은 생산비를 절감시킴과 동시에 양돈산업의 국가경쟁력 제고에 기여하게 될 것이라고 확신한다.

#### 나. 형질전환 돼지의 단백질 생산 기능의 활용

성장관련 유전자들의 성장촉진 효과가 미흡한 가운데 많은 연구자들은 가축의 유즙이나 혈액으로 다량의 단백질을 분비하는 기능을 활용하려는 연구에 심혈을 기울이고 있다. 최근 유단백질이나 혈청단백질의 합성경로에 유용한 유전자를 도입시켜, 고가의 생리활성물질을 다량으로 분비하는 형질전환 가축을 생산하려는 연구가 선진국의 생명공학회사나 국립연구소를 중심으로 활발히 진행중에 있다.

지금까지 미생물이나 동물의 배양세포를 숙주로 이용하여 값비싼 생리활성물질의 대량생산 방법은 여러 가지 기술적, 경제적인 단점이 보고되고 있다. 따라서 가축을 숙주로 이용할 수 있는 형질전환동물을 생산하여 저렴한 가격으로 이들을 양산하려는 것이다. 이것을 동물반응기라 하며, 다음과 같은 장점들이 있다. 첫째, 안정성이 매우 높으며, 둘째, 95% 이상의 생산원가 절감이 가능하며, 셋째, 그 작용기능이 정상적이며 넷째, 생리활성 물질을 생산하는 형질전환 가축이 생산되면 기존의 농장을 이용하기 때문에 관리나 계통유지가 손쉬우며, 마지막으로 이들 가축은 발달된 가축번식 기술로 단시간 내에 증식이 가능하다는 것이다. 무엇보다도 경제적으로 매우 유리한데, 최근 보고에 의하면 기존의 생산체계에서 소요되는 생산비의 1/1,000 정도의 생산비로 고가의 생리활성물질을 생산할 수 있다고 한다.

지금까지 생리활성물질을 분비하는 형질전환 가축의 예는 주로 면양이나 산양으로 이루어졌는데, 최근 미국의 적십자사는 형질전환 돼지의 혈

액내에 사람의 헤모글로빈을 다량으로 생산하게 하는데 성공하였다. 최근 국내에서도 사람의 락토펜 유전자가 도입된 젓소를 생산하였다. 따라서 동물반응기는 동물분야의 생명공학 기술중 제일 산업성이 높고 기존의 농장을 고가의 생리활성물질 생산공장으로 이용할 수 있기 때문에 각국마다 생명공학회사를 설립하는 등, 최대한 관심과 연구노력을 기울이고 있다.

#### 다. 항병성이 강화된 형질전환 돼지생산

인간과 동물은 서로 접촉하는 기회가 많고 인류가 가축의 생산물을 이용하기 때문에 가축의 질병관리는 인간의 건강과 직결된다. 따라서 돼지 개량상의 중요한 목표중의 하나인 항병성의 강화는 생산성과 안전성의 극대화라고 보고 있다. 또한 가축의 질병관리에 소요되는 비용을 감안할 때 항병성이 강화된 형질전환 돼지의 수요도 대단할 것이다. 특히 항병성의 향상을 위해 바이러스의 감염억제 또는 면역체계의 증강 차원에서 항병성 유전자, 항체 유전자, 및 바이러스 유전자들을 도입시킨 형질전환 돼지의 생산을 시도해 왔다. 그러나 기대한 만큼 결과를 얻은 경우는 없으나, 생쥐와 닭에서 성공했으므로 조만간 항병성이 제고된 형질전환 돼지가 생산되리라고 본다.

#### 라. 특수목적의 형질전환 돼지 생산

형질전환가축생산 방법에 의하여 거대동물, 왜소동물 그리고 질환모델 등의 특수목적에 이용할 수 있는 모델동물을 생산하려는 연구 역시 활발하며 이미 특허권을 획득한 것들도 있다. 질환모델 동물은 유전병을 비롯 빈혈증, 다혈증, 순환계 장애, 소화계 이상, AIDS 및 암 등과 같은 각종 질환의 원인과 발병기전 규명 및 치료방법 개발을 위하여 일부 활용되고 있어 앞으로 특수목적 모델동물의 수요가 증가할 것으로 예상된다. 최근 영국의 연구자들은 형질전환 돼지의 심장이

인간에게 이식이 가능하다고 하여, 앞으로 인간 장기의 이식용 가축장기를 생산하려는 노력이 활발해지리라고 본다. 또한 미국에서는 선천적인 유전병으로 청년기가 되면서 시력이 약화되어 장님이 되는 과정과 치료방법을 찾기 위해 인위적으로 시력과 관련된 유전병 유전자(로돕신)의 형질전환 돼지를 생산하여 실험에 이용하고 있다. 이와같이 고품질의 돈육생산을 목적으로 하지 않고 고부가가치의 연구용 돼지의 작출에 대한 노력이 절실히 필요하다고 본다.

### 4. 맺는말

형질전환 동물의 생산기술은 기존동물의 이용 효율을 획기적으로 극대화시킬 수 있는 기술로 인류의 복리증진에 공헌할 것으로 확신한다. 특히 이 기술의 산업화는 국내 동물산업의 국제경쟁력을 제고시킬 뿐만 아니라 첨단기술의 국제적 우위를 가능하게 하리라고 본다. 최근 미국의 보고서에 의하면 생명공학 회사들이 개발한 형질전환 돼지에서 생리활성물질을 대량 생산하기 위해서는 수천, 수만마리의 가축이 필요하다고 한다. 그러나 이들 회사 스스로 이만한 규모의 돼지를 생산·유지하기에는 거의 불가능하기 때문에 기존 양돈장들과 공동노력이 불가피 할 것이다. 따라서 생리활성물질을 추출한 돈육은 종래대로 시판될 수 있어 당연히 일반 양돈가의 이윤은 증가될 것이다. 이와같이 특수한 형질전환 돼지의 개발은 생명공학회사의 이윤추구 뿐만 아니라 자국의 축산전반에 큰 파급효과를 줄 것이다. 또한 유전자를 도입시켜 생산성에 제고되거나 항병성이 강화된 형질전환 돼지는 그 생산물은 물론 종돈으로써 그 경제적 가치는 엄청나리라고 본다. 따라서 형질전환 돼지의 생산기술의 산업화가 매우 시급하며, 이를 위해서는 정부차원에서 체계적, 계획적으로 기초, 응용 및 산업화 연구가 산·학·연의 협동하에서 장기적인 안목으로 집중적인 노력이 절실히 필요하다고 본다. **養豚**