



## 사람유전자를 가진 돼지의 육종

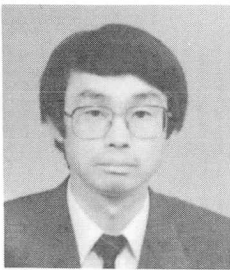
사람들은 신기술을 개발하여 가축을 개량하기 위해 끊임없이 노력해 왔다.

수천년 전에는 야생동물을 순화하여 가축으로 만들기 시작하였으며 우수한 종축을 선발하여 좋은 후대자손을 생산하는데 사용하였다. 또 그뿐만 아니라 가축의 조기 성성숙 및 발정을 유도하여 번식능력을 향상시켰고, 인공수정기술을 개발하여 우수한 종모축의 정액을 더욱 효율적으로 이용하기 시작하였으며 수정란 이식기술이 발전되어 가축의 능력개량을 가속화시켰다. 최근에는 생명공학 및 유전공학 기술을 개발하여 축산업에서도 이러한 첨단기술을 응용하여 가축의 생산성 향상에 크게 기여하게 되었으며 급기야는 영국에서 사람유전자를 가진 돼지도 생

산하기에 이르렀다.

### 1. 사람유전자를 가진 돼지란?

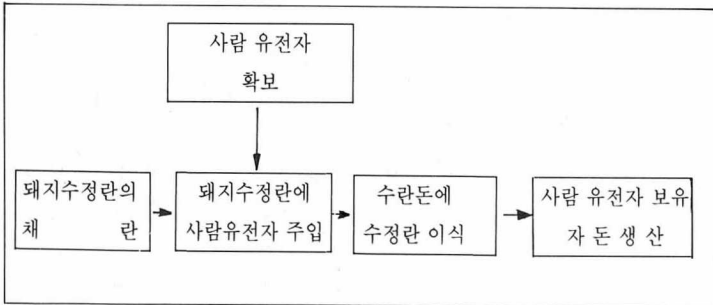
사람의 유전자를 가진 돼지란 문자 그대로 돼지가 사람의 유전자를 가지고 있는 것으로 이는 이른바 최첨단 기술인 수정란이식, 생명공학 및 유전공학기법에 의해 그 생산이 가능하다. 즉 혈액 등에서 사람의 유전자를 분리하여 확보한 다음 그 확보된 유전자를 미세주입기법에 의해 수정란에 주입하고 그 유전자가 주입된 수정란을 수정란이식 기법에 의해 모돈에 이식하여 자돈을 생산해 내면 태어난 자돈들은 돼지의 유전자는 물론 사람의 유전자로 가지게되어 사람의 유전자를 가진 돼지가 생산되는 것이다.



정진관 박사  
(축산시험장 연구관)

## 2. 사람유전자를 가진 돼지의 생산방법

외래유전자를 가진 형질전환된 돼지를 생산하는 방법은 몇 가지 있으나 이 중에서 미세주입에 의한 방법이 가장 많이 이용되고 있는데 유전자의 미세주입 방법이란 1세포기 수정란 전핵에 유전자를 주입하거나 또는 2세포기 수정란 핵에 외래 유전자를 주입하는 방법인데 유전자를 주입하는 전핵은 응성전핵을 선택하는 것이 유리하다.



〈그림1〉사람유전자를 가진 돼지의 생산과정

왜냐하면 응성전핵이 자성전핵보다 크기 때문이다. 미세주입에 의한 형질전환 돼지의 생산법을 단계별로 보면 다음과 같다.

- ①주입할 유전자의 선택
- ②재조합 유전자의 제조
- ③수정란의 채란
- ④유전자를 수정란의 전핵에 미세주입
- ⑤유전자 주입 수정란의 이식
- ⑥생산자돈의 혈액분석 및 능

력검정

### 1)사람유전자의 확보 및 재조합 유전자의 제조

사람유전자를 확보하기 위해서는 혈액을 채취하여 원심분리 등을 통해 이 속에 들어있는 사람의 유전자를 얻어내거나 또는 이미 얻어진 유전자를 이용하여 유전공학기법에 의해 인위적으로 다량 만들어 낼 수 있다. 또 여러개의 유전자를 결합하여 재조합유전자를 만들어서 이를 미세주입에 이용할 수 있다.

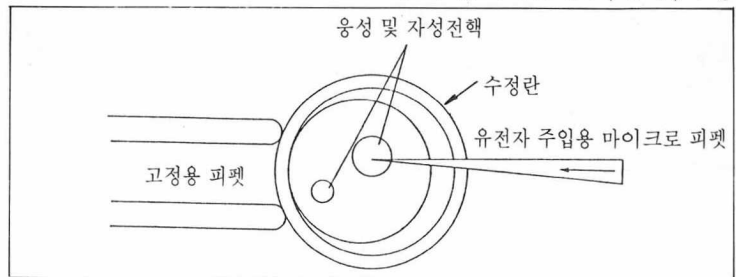
### 2)수정란 이식 및 유전자 주입

사람유전자를 가진 돼지를 생산해 내기 위해서는 반드시

유전자 주입 및 수정란이식 기법을 이용하기 때문에 먼저 유전자 주입 및 수정란 이식에 대해 간단히 설명하고자 한다.

수정란이식이란 유전적으로 우수한 능력을 가진 가축을 단시일내에 많이 생산해내기 위하여 유전적으로 우수한 소수의 종축을 선발하여 다배란 처리 등을 한 후 종부시켜서 수정란을 채란하여 일시에 여러마리의 다른 가축에 이식을 하여 우수한 가축을 생산해 내는 것을 말하며, 돼지에 있어서의 수정란이식은 1950년대 초부터 실시되기 시작하였으며, 돼지 자체를 다루거나 운송하는 것보다는 돼지의 수정란을 다루거나 운송하는 것이 훨씬 편리하고 유전공학 및 생명공학 기법에 의해 우수한 돼지가 생산되기 위해서는 수정란 이식기법을 이용해야 되기 때문에 수정란 이식의 역할은 대단히 크다 하겠다.

돼지의 수정란이식 절차는 원칙적으로 소에서와 비슷하며 공란돈 및 수란돈의 선발, 발정 동기화, 다배란 유도, 종부, 수정



〈그림2〉유전자의 주입장면

란 채란, 검란, 유전자의 미세주입 그리고 유전자 주입란의 이식 등의 순으로 이루어진다. 즉, 먼저 우수한 공란돈을 선발하여 이를 다배란 처리시켜서 종부를 시킨 다음 수정란을 채란하는데 보통 돼지는 수술에 의한 방법으로 수정란을 채란한다.

발정동기화 및 다배란을 다음과 같이 유도할 수 있다. 즉 PMSG와 HCG를 3일 간격으로 주사하여 발정 및 배란을 유도한 후 13~14일 후에 PGF<sub>2α</sub>를 주사하여 황체를 퇴행시킨 후 다시 PMSG와 HCG주사에 의해 발정 및 배란을 유도하면 발정의 동기화 및 다배란을 유도할 수 있다.

발정의 동기화 및 다배란이 유도된 돼지는 대체로 HCG주사후 40~44시간 후에 배란이 일어나므로 발정개시 24시간 후에 첫 종부를 시키는 것이 좋고 그후 매 12시간 간격으로 2~3회 더 종부를 시키는 것이 좋다.

수정란의 채란장소는 채란일에 따라 달라지지만 미세주입용 수정란의 채란은 종부후 1~2일 이전에 채란하므로 난관에 서 한다.

채란한 수정란은 보통 그 크기가 0.2mm정도 이하로 아주 작기 때문에 특수한 현미경하에서 관찰하는데 수정란의 핵을 찾아 그 핵속에 원하는 유전

“ 사람유전자 이외에 소나 다른 가축 또는 우수한 다른 돼지의 유전자를 주입하여 슈퍼돼지를 생산하고 수정란 조작이나 이식기술 등의 생명공학 기술과 유전자 조작 등 유전공학 기술이 더욱 발전되어 생산효율이 높아지면 앞으로 이 방법에 의한 돼지의 육종방법은 더욱 더 확대되어 이용이 될 것이다. ”

자를 주입하면 된다.

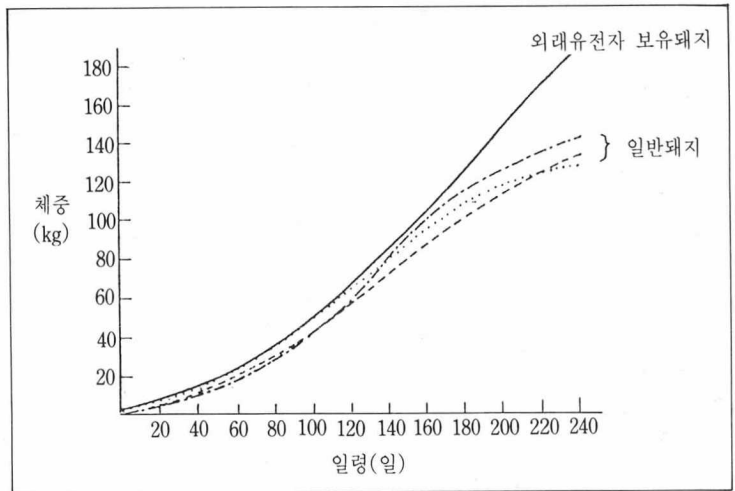
이렇게 하여 외래 유전자를 주입한 수정란을 다시 외과적 방법에 의해 수란돈에 이식하는데 수정란의 이식도 채란과 마찬가지로 외과적인 방법에 의해 실시되며 마취후 복부를 절개하여 난관을 들어낸 뒤 난관에 주사기를 통해 외래유전자가 주입된 수정란을 이식하면 된다.

이렇게 수정란을 이식하면

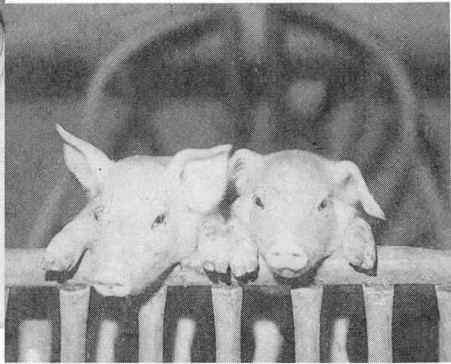
모돈에서 자돈이 잉태되어 임신기간을 지난 후에 외래 유전자를 가진 자돈이 생산되게 된다.

### 3) 태어난 자돈의 외래유전자 보유 확인 및 능력검정

이렇게 하여 자돈이 생산되면 자돈이 외래 유전자를 가지고 있는지 확인을 해야 하는데 그러기 위해서는 자돈에서 혈액을 채취하여 그 속에 외래 유



<그림3>외래유전자를 가진 돼지의 성장곡선



전자가 있는지 확인하면 된다. 또 태어난 자돈의 능력검정을 하면 그 자돈의 능력이 일반 돼지보다 어떻게 다른지 알 수 있다.

외국의 실험결과를 보면 돼지에 외래 유전자를 주입하여 자돈을 생산해 본 결과 생후 2~6개월령에서 성장이 빨랐으며 9개월령시 체중이 동복자의 다른 일반 자돈보다 28% 더 무거웠다는 보고가 있다.

또 외래유전자로 성장호르몬의 유전자를 주입하여 자돈을 생산하면 그 돼지는 체중이 무거울 뿐 아니라 등지방이 얇아지고 사료효율이 개선된다는 보고도 있다.

### 3. 문제점 및 금후 연구 방향

이렇게 외래유전자를 주입하여 돼지의 능력을 개량하는 방법은 과거의 육종방법에 의해

〈표1〉 외래 유전자를 가진 돼지의 생산효율(외국,1990)

시 험 수	수정란수	형질전환 수(%)	유전자 발현수(%)
15	13,046	104(0.8)	46(0.4)

소요되는 기간이 짧고 생산성도 향상시키는 새로운 기술이기는 하지만 돼지에 있어서의 그 성공율은 1% 미만으로 아주 낮고 경비가 많이 소요되기 때문에 현실적으로 돼지의 개량에 직접 적용하기 어려우며 또 사람의 유전자를 가진 돼지를 생산하여 이를 식용으로 할 경우 도덕적이며 윤리적인 문제가 대두될 수 있다.

그러나 사람유전자 이외에 소나 다른 가축 또는 우수한 다른 돼지의 유전자를 주입하여 슈퍼돼지를 생산하고 수정란 조작이나 이식기술 등의 생명공학 기술과 유전자 조작 등 유전공학 기술이 더욱 발전되어 생산효율이 높아지면 앞으로 이 방법에 의한 돼지의 육종방법은 더욱 더 확대되어 이용이 될 것이다.

또 이번에 영국에서 개발한 사람 유전자를 가진 돼지의 경우처럼 인간의 면역체계가 거부 반응을 일으키지 않는 장기를 지닌 돼지를 번식하여 이를 인간의 장기 이식용으로 도입하여 현재 세계의 장기 이식 희망자 중 15%만이 장기이식을 받던 것을 모든 장기이식 희망자에게 이식해 줄 수 있게끔 하는 데에도 이용이 될 수 있을 것으로 사료가 된다. **■**

#### □필자 약력

- 서울농대 축산과 졸업
- 미국 Kansas주립대 대학원 박사학위 취득(가축번식학)
- 영국 캠브리지대 객원 연구원
- 현재 : 축산시험장 연구관