

사람 적 유전자를 가진 송아지 탄생

김영훈

두산개발 낙농팀 과장

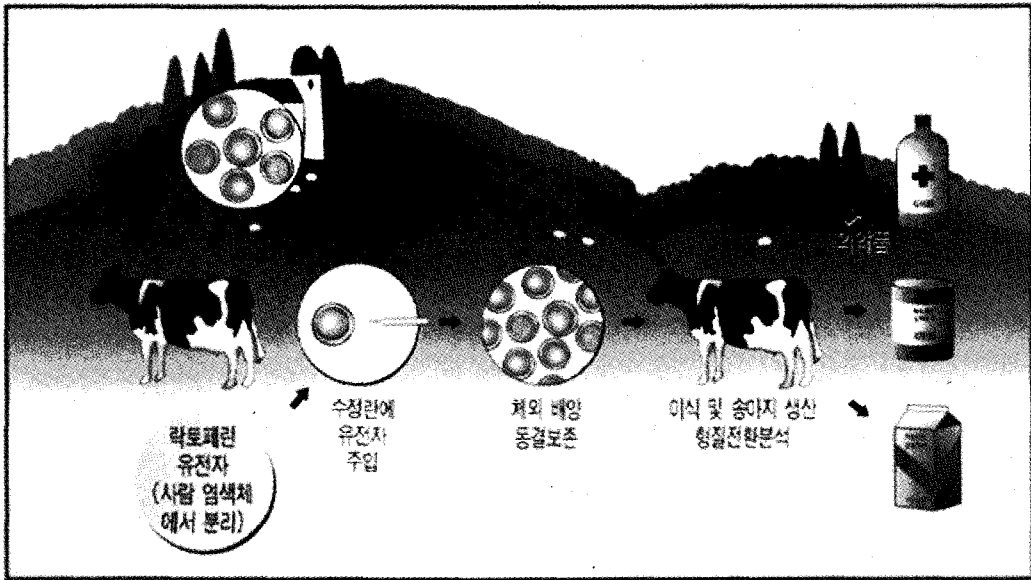
생물체의 본능인 종족유지는 유전자에 의해서 좌우된다는 사실이 상당히 오래 전부터 알려져 왔다. 특히, 유전자는 후대의 모양이나 능력 등을 발휘하는데 결정적인 역할을 하기 때문에 육종분야에서 중점적으로 연구되어 왔다. 최근 유전자를 인위적으로 조작하거나 그 실체의 일부 또는 전체를 파악하여 목적에 따라 이용할 수 있는 과학기술의 개발은 20세기 최대의 과학업적중의 하나로 간주되고 있다. 1970년대 개발된 유전자 재조합기술은 유전공학이라는 새로운 학문을 창출하였으며, 1980년대에는 형질전환동물의 생산기술이 개발되어 지금 까지 만여종의 형질전환 생쥐와 수십종의 형질전환 가축들이 생산 될 만큼 눈부시게 발전되어 오고 있다.

형질전환동물(또는 유전자 이식동물)이란 어떤 동물이 자신이 원래 가지고 있지 않은 외래의 유전자를 재조합하여, 이를 동물의 염색체상에 인공적으로 삽입시킴으로써 그 형질의 일부가 변화된 동물을 말한다. 즉 우리가 필요로 하는 유용한 유전자를 실험동물이나 가축에 도입하여 우리가 원하는 바 대로 동물을 만들 수 있는 기술이다. 이 기술은 1980년 미국의 고든(Gordon)이라는 과학자에 의해 처음으로 개발된 이후 급속도로 발전되어졌다. 이 형질전환동물 개발의 응용분야는 성장에 관련된 동물의 개발(예:수퍼마우스), 동물생체반응기 및 질환모델동물 개발분야 등으로 대별할 수 있다. 이 중 동물생체반응기로서의 형질전환동물 개발 분야는 경제성이 가장 높기 때문에 세계적으로 활발한 연구가 진행중에 있다.

동물생체반응기(Animal Bioreactor)란 유선조직

특이적으로 생리활성물질을 발현할 수 있는 재조합 유전자가 도입된 형질전환동물의 우유와 함께 고부가가치의 생리활성물질을 대량으로 생산하는 시스템을 동물생체반응기라 하며, 동물생체반응기의 가장 큰 장점은 고품질의 생리활성물질을 저렴하게 대량으로 생산할 수 있는 점이다. 생산비가 저렴한 이유는 개발된 형질전환동물은 도입된 유전형질이 유전되기 때문에 유용생리활성물질을 자손대대로 생산할 수 있고, 유단백질 생산량이 높고(리터당 평균 g단위 이상), 우유로부터 생리활성물질의 분리정제가 용이하며, 당단백질은 특성상 미생물로부터 생산할 수 없는데 유선조직은 동물세포이기 때문에 고품질의 생리활성물질 생산이 가능하다. 또한 기존 목장의 시설물을 그대로 사용할 수 있기 때문에 새로운 시설 투자비가 필요 없는 점이다.

1992년부터 생명공학연구소(이경광 박사팀)와 두산개발주식회사가 공동으로 모유성분인 인체락토페린의 유전자를 조작하여 모유화된 우유를 생산할 수 있는 쪼소를 탄생시키는 연구를 시작하였다. 두산개발(주)는 이미 1982년부터 안면도 목장에서 수정란 이식을 통한 종축개량의 시도등 국내 축산업계의 과학화 및 동물생명공학의 최첨단을 걸어왔다. 이러한 노력의 일환으로 1984년도 부터는 과거치 주관의 특정개발 연구과제 "미세조작에 의한 소 수정란 이식"을 건국대학교 정길생 교수팀과 수행하여 1987년도에 "소 수정란의 동결 및 이식기술"의 확립 성공으로 동탑 산업훈장을 수훈한 바 있고, 생명공학연구소 이경광 박사팀은 마우스의 성장호르몬 유전자를 조작하여 슈퍼마우스를 탄생시키



• 형질전환젖소 개발 모식도

는 폐거를 올린바 있어, 이 두 기관이 인체락토페린을 함유한 우유를 생산할 수 있는 젖소를 탄생시키는 연구 개발을 할 수 있게 되었다.

락토페린(Lactoferrin)은 모유에 다량으로 존재하는 단백질로서 신생아의 장내 항균, 항바이러스 작용 및 면역기능을 강화시켜 주는 유용한 생리활성 물질이며 특히, 락토페린은 철과 결합하는 능력이 있어 장내세균의 성장에 필요한 철을 잡아 먹음으로써 세균의 성장을 억제 할 뿐만 아니라 모체로부터 철을 아이에게 전달하는 중요한 기능을 가지고 있다.

또한 우리 몸에 이로운 필수 유산균인 비피더스균의 증식을 촉진 시킨다. 하지만 원료가 모유라 대량확보의 한계를 가지고 있기 때문에 그동안 젖소 락토페린이 조제분유, 안약, 항설사제, 영양제 등에 대용되어 왔다. 그러나 젖소 락토페린은 인체락토페린(약 3g/L)과 비교하여 우유중에 소량(약 0.02 - 0.3g/L) 함유되어 있어 분리 정제에 많은 비용이 든다는 단점 이외에도 구조가 틀려 인체에 흡수도가 떨어지는 등 문제가 많이 있다. 그래서 현재 사용하고 있는 젖소 락토페린 보다 월등히 우수한 인체락토페린을 우유에서 대량 생산하기 위해 생명공학연구소 이경광박사팀은 인체 락토페린 유전자를 자체적으로 찾아내고 유전자를 재조합하

여 젖소 수정란의 핵내에 집어 넣고 이 수정란을 동결시킨 후, 두산개발(주) 안면목장에서는 이 수정란을 젖소 대리모에 이식시켜 인체락토페린 유전자를 가진 송아지를 낳게 하는 연구이다. 이런 연구과정으로 1992년 말부터 1996년 까지 젖소 대리모(15개월령 육성우)에 무려 500여 두를 이식시켜 74마리가 임신되었고, 그 중 96년말 35번째로 태어난 송아지가 바로 인체 락토페린 유전자를 가진 송아지 "보람"이다. "보람"이라는 이름은 형질전환 송아지에 알맞은 이름을 공모하여 우리에게 소망과 보람을 가져다주는 송아지라고 해서 "보람"이고, 영어로도 "BOLAM(Bovine with Lactoferrin Assisted Milk)"은 우유에서 락토페린을 나오게 한다는 뜻으로 합성어를 만들어 "BOLAM"이라고 이름을 부르게 되었다.

그리고 지난 해 7월에는 보람이에 이어 두번째로 인체 락토페린 유전자를 가진 송아지 "보람2호"가 태어나는 경사가 일어나, 본 연구에 더욱 박차를 가할 수 있게 했다. 지금까지 젖소를 이용해 락토페린을 생산하려는 노력을 가장 먼저 시작한 곳은 네덜란드 파밍사(社)인데 그 곳에서는 91년부터 형질전환 젖소 개발에 들어가 지난해말 8마리의 락토페린 유전자 삽입 젖소를 개발한 상태이다. 보람이는 네덜란드에 이어 세계

두번째지만 소의 수정란을 동결시켜 대량 수정하는 방법은 세계 최초의 기술로 인정받고 있다.

보람이는 태어난후 특별 사양 프로그램을 통하여 철저히 관리되고, 또한 건강진단을 위하여 정기적으로 혈액, 혈청, 뇨검사를 실시하고 있다. 이렇게 정성을 쏟아서인지 보람이는 무럭무럭 잘 자라 지난 2월에는 처음으로 정액을 채취하여 검사를 해 본 결과, 정액속에 인체락토페린 유전자가 들어 있음이 확인되고 또한 정액의 품질(활력, 농도)도 우수함이 인정되어 이제 락토페린 유전자를 가진 젖소의 대량 번식의 길이 열리게 되었다. 사실, 처음 보람이의 정액을 채취할때 혹시 정액속에 락토페린 유전자가 들어 있지 않거나, 정액의 품질이 좋지 않을까 하는 긴장된 마음이었다. 현재 보람이는 1주일에 1~2회씩 정액을 채취하여 동결한 다음 다른 육성우에 인공수정을 실시하고 있는 중이다.

이제 금년 말이면 60여 두의 보람이의 새끼가 태어나게 되고, 이 중에서 인체 락토페린 유전자를 가진 암송아지는 약 30두 정도가 태어날 것으로 본다. 그리고 이 암송아지들은 2년후 분만을 하게 되는데 이때는 정말 우리가 고대하는 사람의 락토페린을 함유한 모유와 같은 우유를 생산하게 되고, 앞으로 3년 후인 2001년에는 형질전환된 젖소로부터 본격적인 인체 락토페린을 대량 생산 할 수 있을 것으로 기대된다. 실제 락토페린이 대량 생산되면 국내 의료산업, 축산업, 유가공업, 식품산업등에 엄청난 파급효과를 가져다 줄것으로 예상된다.

인체락토페린 함유 제품은 이미 95년 세계 시장규모가 1백 71억(약 26조원)이고, 2000년에는 2백 28억(약 34조원)에 이를 정도로 경제성이 아주 밝다고 하겠다. 인체락토페린을 첨가하여 새로이 개발할 수 있는 주요 제품은 유아용 조제분유를 비롯하여 화장품, 식품첨가물, 향설사약, 복막 투석용제, 임상영양제, 여성위생용품, 안약제품, 껌 등이 있다.

지난번 영국에서 복제면양 "돌리"가 태어났을때 종교단체 및 각종 인권단체에서 종교적인면과 윤리적인면에서 반대의 여론이 지배적이였다. 마찬가지로 보람이가 태어났을때도 일부 종교단체에서 윤리적인면에서 동물에 사람의 유전자를 인위적으로 집어넣은 것은 신

의 섭리를 어긴 행위로 본다는 반대여론이 있었으나 국내 과학계는 이런 윤리기준에 앞서 인간의 이해를 먼저 따져야 한다는 입장을 보이고 있다. 예컨데 이런 행위가 장난삼아 하거나 신의 섭리를 대항하려고 한다면 비난받아야 마땅하지만 동물을 이용해 죽어가는 생명을 살릴 수 있거나 인류의 건강증진에 이바지 한다면 이를 허용해야 한다는 것이다.

그리고 유전자조작으로 모유성분이 담긴 우유를 먹어도 정말로 지장이 없는 것일까? 하는 우려가 있을 수 있는데 이 문제는 전혀 걱정할 필요가 없다는게 유전공학자들의 견해다. 오히려 우유의 각종 성분조성을 모유와 비슷하게 만든다면 사람에게 매우 이상적인 식품을 만들것이라는 주장이다. 과학적으로만 따진다면 식품이나 의약품이 유전자 조작을 통해 만들어진다고해서 그 본질 자체가 달라지는 것은 아니기 때문이다.

예를들면, 과거 미국에서 유전자를 조작한 토마토를 놓고 시민들이 불매운동을 벌인 것도 마찬가지 일이다. 이상한 유전자가 들어 있는 과일이 내 몸속에 들어와 돌연변이라도 일으키지 않을까 하는 걱정을 하는 것이다. 하지만 대부분의 식품학자들은 인위적으로 집어넣은 유전자나 동식물 고유의 유전자나 뱃속에 들어가 소화되기는 마찬가지라고 말한다.

형질전환동물과 복제동물의 생산기술 등은 기존동물의 이용효율을 획기적으로 극대화 시킬 수 있는 유전공학기술로 인류의 복리증진에 공헌할 것으로 확신한다. 가축생산에 있어서 유전공학기술의 활용은 수정란이식 기술이 어느정도 확립되었을 때 가능하며, 이러한 첨단 기술의 개발 및 산업적 응용은 국내 축산물의 생산성과 국제경쟁력을 동시에 제고시킬 뿐만 아니라 첨단기술의 국제적 우의를 가능하게 할 것이다. 이미 선진국들은 유전공학의 연구개발을 정부차원에서 적극적으로 추진하고 있다. 따라서 국내에서도 유전공학기술의 개발과 산업화가 시급하며, 이를 위해서는 이미 국내에서 개발된 수정란 이식과 같은 가축생산의 첨단기술들을 보다 발전시키고, 이를 바탕으로 유전공학기술을 동물 산업현장에서 응용하면 고부가가치를 올릴것으로 기대된다. (㉿)

(필자연락처 : 0455-73-3510)