

Biotechnology에 의한 우유생산

손 등 화

이화학연구소

본고는 미국 농무성(USDA., United States Department of Agriculture) 1994년 발행 "Food Review"지(Vol.17, Issue 2)에 게재된 식품의 안전성에 관한 기사를 중심으로 우리나라의 생산자나 소비자도 관심이 높은 우유와 biotechnology에 관한 기사를 요약한 것이다.

1. 우유와 Biotechnology (안전한 우유의 공급을 위해서)

미국식품의약국(Food and Drug Administration : FDA)은 1993년말 우유생산에 관련한 신기술의 상업화를 둘러싸고 격심한 논란이 계속되는 가운데, 유전자 재조합 기술에 의하여 생산된 소 성장호르몬(recombinant bovine somatotropin : rbST)을 우유생산 촉진제로 미국내의 판매를 허가했다. 소비자 감시 단체들은 유가공회사와 식료품점들이 rbST를 젖소에 투여하여 생산한 우유와 이를 이용하여 제조한 유제품을 판매하지말 것을 요구한적도 있다. 다수의 사람이 rbST를 투여한 젖소의 우유로 만든 유제품에 표시(label)를 요망했다. 그러나 FDA는 동물용 신약의 안전성에 대한 결정과 우유 및 유제품의 표시 제도를 주로 담당하고 있는 연방정부기관의 입장에서 이와 같은 것은 근거가 없다고 말하고 있다. 광범위한 테스트(우유에 rbST를 투여한 결과를 보고하는 제1회 조사는

1982년에 실시되었다)를 실시한후 FDA는 rbST를 투여하여 생산된 우유는 안전하며 또한 이 우유로 만든 유제품을 소비자들이 섭취하여도 안전한 것으로 인정했던 것이다. FDA의 당국자는 검토해야할 동물용 의약품으로는 가장 광범위한 조사를 실시한 것중의 하나이므로, 소비자는 rbST 처리한 젖소의 우유나 고기를 섭취해도 안전하다고 확신해도 된다고 말하고 있다.

2. Bio기술이 시장에 등장

rbST는 소의 체내에서 생산되는 단백질상 성장호르몬(bovine somatotropin 또는 bST라 부른다)을 인공적으로 합성한 복제품인데 이 호르몬은 소의 뇌하수체로부터 자연적으로 분비되어 소의 성장, 젖소의 우유생산 및 그밖의 기능을 미량으로 조절하는 중요한 호르몬이다. 유전자 복제 호르몬을 젖소에 투여하면 우유의 생산량을 늘릴 수가 있다. 현재까지의 연구조사 결과 245일 동안의 투여기간중 젖

소의 우유 생산량이 10~20% 증가되었음이 판명되었다. 미농무성(USDA)에서 실시한 rbST의 효과분석에서는 305일간의 산유기간중 한마리당 851ℓ (11.5%)의 우유생산량 증가가 (1993년 암소 한마리당 평균생산량 7,384ℓ 를 기본으로 하여) 확인되었다. rbST는 동물용 의약품으로 보고 있기 때문에 FDA의 인가가 없을 경우는 미국내에서 판매 할 수 없다. 이미 4개 의약품회사가 자사의 rbST 제품판매를 신청하고 있다. FDA는 1993년 11월5일 몬산토사의 제품(Posilac)의 판매를 허가했다. FDA의 인가는 몬산토사의 제품만을 대상으로 하고 있기 때문에 타사의 유사품은 개별적으로 심사되고 있다. FDA는 동물용 의약품의 심사에서 그 효과와 안전성에 중점을 두고 있다. 식품을 생산하는 동물에게 투여하는 의약품은 다음 3개 분야에 대한 안전성이 확인되지 않으면 안된다.

- 1) 인간(의약품을 투여한 동물로 만든 식품을 섭취한 사람)
- 2) 의약품을 투여 받은 동물
- 3) 환경

3. 인간에 대한 안전성

FDA는 2건의 정보를 기초로 rbST가 인간에 대해서 안전하다고 결론 짓고 있다. 그 2건은 rbST의 일반특성과 제품판매를 목표로 의약품회사가 FDA의 규제와 지침에 따라 실시한 조사결과이다. 현재까지 지적되고 있는 인간에 대한 주요 안전성 문제는 다음과 같다.

- 1) rbST가 투여된 젖소가 생산한 우유나 고기의 안전성
- 2) 인슐린상 성장인자(Insulin-like Growth Factor : IGF)에 의한 위험
- 3) 항생물질의 사용량 증대에 따른 위험

FDA는 rbST가 동물실험을 기초로 1980년대 중반에 이미 rbST를 투여한 실험동물에서 취한 우

유와 고기는 인간이 소비해도 안전하다고 결론을 내렸다. 그 후 몇몇 단체가 FDA의 조사결과를 지지했다.

그 단체는 미국의약품협회(American Medical Association), 미국립보건원(National Institutes of Health), 의회 기술평가국(Congressional Office of Technology Assessment), 세계보건국(WHO), 국제식품연합기구(FAO)등 이다.

4. 인슐린상 성장인자

몇몇 과학자들은 1980년에 rbST가 처리된 우유는 그속에 포함된 IGF농도가 높아짐으로써 인체에 나쁜 영향을 미칠지도 모른다는 불안한 점을 발표했다. IGF, 특히 IGF-I은 somatotropine의 작용에 의하여 체내 분비가 촉진된다. 더구나 소의 IGF-I은 인간의 IGF-I과 구조가 동일하다는 것이 판명되었다. 그 때문에 과학자는 rbST를 투여한 젖소가 만든 우유와 고기를 사람이 섭취하였을때 사람의 IGF-I 농도가 높아지지 않는 것을 확인하려 했다. FDA는 제약회사에 rbST의 사용량과 IGF-I의 수준과의 상관관계에 관한 정보의 제공을 요구했다. 그결과 일반적으로 젖에 함유된 IGF-I의 수준은 젖소나 다른 가축(말, 돼지와 같은 대동물)간에 커다란 차이가 있음이 판명되었다. rbST를 처리하면 IGF-I의 수준은 약간 상승했지만 사용하지 않은 소나 가축의 수준을 뛰어넘는 정도는 아니었다. rbST를 젖소에 경구투여한 경우는 우유에 함유된 IGF-I의 농도를 변화시키지 않음으로서 전혀 활성을 나타내지 않는 것으로 판명되었다. rbST를 투여한 동물과 투여하지 않은 젖소에서 채취한 우유중의 IGF-I의 수준은 인체의 혈액중에서 통상 검출되는 IGF-I의 수준에 비교하여 100에서 1000배 정도 낮았다. IGF-I은 인체에서 통상적으로 성장 및 건강유지에 필요한 단백질로 밝혀졌다. IGF-I은 대부분 모든 인체조직과 타액등의 체액중에 존재하고 있다. FDA은 rbST를 투여한 우유에서 채취한 우유와 고기는 “소비자의 건강에 위험

이 없다”고 결론을 내렸다.

5. 항생물질의 사용

미국회계검사원(U.S.General Accounting Office)은 1992년의 보고서에서 rbST 처리 젖소의 유방염 발생율을 상승시키거나 또 그것을 고치기 위해서 항생물질의 사용량을 증가시키므로서 간접적인 위험을 초래할 우려가 있다고 결론을 내렸다. 연방과 주정부가 구성된 광역감시기관(rbST의 사용량을 둘러싼 안전성 논쟁에서 안전수준을 넘는 항생물질이 잔류하는 우유가 국민에게 보급되는 것을 방지하는 기관)은 우유에 잔류하는 위법약물의 발견에 일익을 담당하고 있다. 만약 농가가 이와 같은 잔류물을 포함한 우유를 출하한 것이 판명되면 처벌을 받게된다. FDA는 유방염 문제를 해결하기 위해 몬산토사가 제공한 자료를 검토했다. 실험에서 rbST를 사용한 동물의 유방염의 발생율은 약간 높았지만 사용하지 않았던 동물의 유방염을 치료하는 것보다 심각하지는 않았다.

게다가 몬산토사의 rbST제품이 유방염의 발생율에 미치는 영향은 그밖의 요인 예컨대 군집, 환경, 계절, 젖소의 연령 및 수유기등 기타요인 보다도 훨씬 낮은 것으로 판명되었다. FDA는 한정된 범위내에서 항생물질의 사용량을 증대해도 인간의 건강에는 커다란 위험은 없다고 결론을 내렸다. FDA의 조사 결과는 몬산토사 제품에만 해당되는 것이어서 타사의 rbST제품에 대해서는 개별적으로 유방염 대한 위험성을 임상예를 통해서 조사를 하지 않으면 안된다. 몬산토사는 독자적으로 FDA와 상담하여 허가를 받은 자사제품이 초래하는 영향을 감시하는 프로그램을 개발했다. 이 프로그램에는 다음과 같은 조사내용이 포함되어 있다.

- 1) 대소의 상업용 농장에서 사육되고 있는 젖소에게 rbST를 투여한 경우의 영향평가 : 젖소의 건강, 특히 유방염, 약물투여, 또는 약물투여에 의한 착유량의 저하 등에 중점을 두고

- 2) 농가의 만족도와 발생한 문제에 관한 정보의 수집
- 3) 우유의 생산과 잔류약물의 3년간 추적
- 4) 생산자에게서 제공받은 우유의 1년간 조사

rbST를 투여한 젖소와 투여하지 않은 젖소 사이에서 약물검사의 결과 그 차이가 뚜렷이 나타나는지를 비교하기 위해 폐기되는 우유중의 rbST를 직접 조사하는 방법이 있겠으나 소의 체내에서 분비된 bST와 완전히 같기 때문에 인공의 rbST와 자연의 bST의 차이를 거의 식별할 수 없다.

우유나 소고기가 rbST를 투여한 젖소에서 유래한 것인지를 판정하는 시험법을 FDA가 요구하고 있지 않고 있다는 것은 주목해야 할 사실이다. 이와 같은 규제방법은 인간에 대한 안전성에 위험이 없는 동물의약품의 경우에는 불필요함을 시사한다.

6. 소비자는 rbST처리 우유의 표시를 요망한다.

압도적인 소비자가 rbST제품을 사용한 젖소에서 채취한 우유에 특별한 표시(label)를 희망하고 있다.

FDA는 1993년 5월에 식품문제 전문위원회와 수의학위원회의 공개 합동회를 개최하고 표시 문제를 토의 했다. 이 문제에 관심이 있는 모든 단체가 초대되어 증언과 설명을 했다. FDA로서는 신뢰할 수 있는 과학적 증거가 없어서 강제표시 결정을 내릴 수가 없었다. 소비자의 요구만으로는 불충분하였기 때문이다. 전문위원회의 정보에 덧붙여 그 회의에서의 증언에 기초하여 FDA는 “연방식품의약품화장품법”에 의거 rbST를 투여한 젖소에서 채취한 우유제품에 특별한 표시를 의무화하는 법적인 근거가 없다고 결론을 내렸다. FDA는 rbST에 관하여 그 정보가 옳고 오해를 초래하지 않는 범위내에서 자주적으로 우유와 관련 유제품에 그 표시를 해도 좋다고 식품회사에 지시했다. FDA는 1994년 2월에 그 표시에 관한 지침을 내렸지만 최종적

인 결정은 아직 공포하지 않고 있다. 다수의 소비자, 산업단체 및 개인으로부터 표시 지침에 관한 의견이 FDA로 쇄도하고 있다. FDA는 최종결정을 내리기 앞서 이들 의견을 검토하지 않으면 안될 것이다.

7. 우유의 증산량과 경제적 파급

소비자 낙농산업계 및 연방예산 감시자는 rbST의 사용이 초래할 경제적인 파급을 한결같이 걱정하고 있다. rbST가 우유의 생산량과 낙농업자의 판매가격에 미치는 영향, 이것에 이어 우유와 유제품의 소매가격에 대한 영향, 게다가 이들의 변화가 연방정부의 낙농지원, 식료생산지원 프로그램용 예산 지출에 대한 영향 등은 걱정하는 문제의 극히 일부에 불과하다. rbST를 사용한 낙농제품이 이미 일반적으로 판매되었을 뿐 경제적인 분석은 정확히 행해지지 않고 있으며 다만 분석가의 추정에 의존하고 있다. 농무성의 분석을 기초로 해서 부분적으로 정리한 최근 조사에 의하면 미국의 우유생산고는 rbST를 사용한 결과 1994년부터 1999년에 걸쳐 년 평균 1% 상승할 전망이다. 한편 농가의 판매가격은 동기간중 매년 약 2% 하락할 것이며, 이때문에 낙농산업 전체의 총수입은 연간 약 1% 줄어들게 될것이다. 이와 같은 예측은 이하의 가정에 기초를 두고있다.

- 1) 현재 미국농무성의 우유가격 지원정책이 계속된다.
- 2) rbST의 사용에 의해 우유의 생산량이 한마리당 851ℓ 증가하며 또 이에 따른 사료의 섭취량이 변화한다.
- 3) rbST를 사용한 우유가 판매되어도 우유와 유제품의 소비량이 떨어지지 않는다.

우유의 생산량이 증가하면 농가의 판매가격이 떨어지기 때문에 연방정부는 농가의 수입을 유지하기 위해 유제품의 매입량을 늘리게 된다. 그 결과 연방 유제품 가격지원 프로그램의 경비가 증가하여

1996년에는 약 1억5,000만 달러로 절정을 이루고 그 후는 산업계가 rbST의 사용에 순응함에 따라 감소하게 될 것이다. 이것은 1996년에 연방 농산물보조금 예측 총액의 1.8% 증가를 의미하고 있다. 1994년-1999년의 전기간에 걸쳐 5억1,000만 달러의 유제품 가격 지원 프로그램경비의 증가가 예측되며 이것은 동기간의 연방농산물보조금 전액의 약1%에 상당한다. 그러나 동시에 우유의 가격이 떨어지면 정부가 여성, 유아, 어린이를 위한 특별 보조식품 프로그램(WIC : Women, Infants and Children)의 수혜자용으로 공급되는 액상우유, 치즈 및 유아용 유동식의 가격이 떨어질 것이다. 액상우유의 가격이 떨어지면 정부의 Food stamp (저소득층에게 배급되는 일종의 쿠폰)의 지급액을 계산하는 기준인 "Thrifty Food Plan"의 경비도 감소될 것이다.

연방정부의 식품원조 프로그램의 경비절감은 1997년에 시작되어 1997-1999년 동안 WIC에서 연평균 1,800만달러, Food Stamp에서 연평균 5,300만 달러가 각각 절약된다. 이들의 절약은 유제품 가격지원 프로그램의 경비증가를 10년 이내에 상쇄 시킬 것으로 전망된다.

8. rbST는 경영규모에 의한 불공평이 없을 것으로 기대

한가지 염려스러운 것은 rbST는 소규모 낙농가를 폐업으로까지 몰고갈지 어떨지 하는 점이다. 분석가들은 대체로 rbST를 경영규모에 불공평이 없는 기술로서 인정하고있다.

곧 암소 1마리당 비용을 기초로 하면 만약 경영능력이 같다면 사육두수가 적은 농가도 두수가 많은 농가와 같은 이익을 얻을수 있다. rbST를 사용하기 위해서 특히 막대한 자본투자나 설비는 필요로 하지않는다. 예를들면 몬산토사는 rbST의 25회 분입포장을 140달러로 판매하고 있다. 이와 같이 적은 양으로 구입이 가능하기 때문에 사육두수의 대소를 근거로 rbST의 사용을 배제하는 농가

는 없다. 젖소 한마리당 투여기간을 215일로 하면 rbST의 비용은 86\$, 혹은 1일 40센트가 된다. 그러나 만약 rbST가 대량 사용되어 우유의 가격이 떨어지면 rbST를 사용하지 않는 영세 농가의 일부는 경제적으로 충분한 양의 우유를 생산할수 없기 때문에 폐업을 할 수도 있을 것이다. 이와 같은 상황은 여타의 비용, 삭감형 신기술의 경우에도 역시 발생하는 것이다.

9. 그러나 소비자는 제품을 살까

조사에 의하면 소비자는 바이오기술의 농업분야에 대한 응용에 대해서는 일반적으로 긍정적인 견해를 갖고 있으나 우유의 rbST에 대한 반응은 다양한 것으로 판명되었다. rbST에 관한 소비문제는

기본적으로는 전체 우유소비의 40%를 차지하는 액상우유에 관한 것이다.

근년 bio기술에 의해 생산된 rennet의 경우 아직까지는 거의 문제가 일어나지 않고 있었다. 그러나 rbST의 경우는 rbST의 사용이 허가 되기전에 소비자의 4-20%가 만약 rbST가 허가되어 사용된다면 우유를 사지 않겠다는 반응을 보였다. 판매가 실시되면 이들의 숫자는 우유전체의 수요가 2-8% 감소함을 의미하고 있다. 하지만 액상우유의 판매고는 1994년 초에 신장되고 1991년 이후 연속신장을 기록했다. 소비자가 rbST에 관련해서 제기하고 있는 염려는 다른 식품에 제기되고 있는 모든 문제와 유사하다. 결국 생산자와 소비자 쌍방이 명확하고도 상세한 정보를 입수하는 것이 rbST의 용인 이전에 더욱 중요한 문제이다.

Recombinant bovine somatotropin : rbST

유전자 재조합 소 성장 호르몬

rbST는 소의 체내에서 자연생성되는 단백질상 성장 호르몬을 유전자 재조합 기술에 의하여 합성한 복제품이다. bST는 소의 뇌하수체에서 분비되어 즉 사료에서 섭취한 에너지나 영양을 조절하여 성장 및 그밖의 체조절 기능을 발휘하고 있으며, 191개의 아미노산으로 구성된 polypeptide로서 분자량은 약22KD로 알려져 있다. 이 호르몬은 분비후 암소의 혈관을 통해 생리 효과를 발휘하는 다른 기관으로 운반되어 특히 젖소의 유선에 도착한 bST는 우유의 생산을 자극한다. 초기 연구에서는 bST의 유일한 기능은 성장촉진으로만 이해되고 있었다. 그 때문에 이전은 소의 성장호르몬(bGH)으로 정의되고 있었다. 그 이후 연구에 의해 bST는 몸의 항상성 유지나 우유의 생산에도 영향을 주는 중요한 대사 호르몬임이 판명되었다. 최근 연구에서는 rbST를 처리한 젖소로부터 얻은 우유는 보통우유와 비교시 우유의 물리화학적 특성, 영양특성 등에서 차이가 없음이 판명되고 있다. rbST는 자연의 bST와 구조가 거의 유사하며 몇개의 아미노산 서열이 bST 단백질분자의 가장자리에 부가된다. 여분의 펩타이드가 부가되지 않는 생산 방법도 있다. rbST의 생리 활성부분은 생산과정에서 첨가된 불필요한 아미노산 서열을 갖고 있음에도 불구하고 자연의 bST의 생리 활성과 동일하다.