

(이 원고는 학술 연구논문이 아님)

미래의 축산

김 규 일*

The Future Livestock Production

Kyu-Il Kim

Summary

The future livestock production is reviewed, based on published literature. Increases in productivity from improvements in animal breeding, reproduction, health, nutrition and management are possible. Use of hormones and other agents including those obtained from advances in biotechnology will substantially increase productivity. Especially, recombinant DNA techniques will contribute to improving animal growth, and diagnosis and control of diseases. Although consumers are health-conscious and have expressed concern regarding animal products, in regard to cholesterol and fats in some products, it is predicted that animal products will continue to be important in human diets, and to increase in consumption in developing countries, as their living standard increases. However, to make livestock industry profitable it is strongly recommended to balance between supply and demand by controlling production (including imports), marketing (including exports) and consumption.

서론

지난 20여년간 우리 나라는 급속한 경제성장을 이룩해 왔다. 이에 따라 국민총생산액중 농업생산액이 차지하는 비중은 현저히 감소하여 1970년에 29.5%이었던 것이 1985년에는 17%에 불과했다. 그러나 농업총생산액중 축산생산액은 1970년 14.6%에서 1985년 25.3%로 농업에서의 축산의 비중은 1.7배나 증가하였음을 알 수 있다.

이러한 축산소득의 증대는 국민소득이 증가함에 따라 식생활구조가 변하여 축산물 소비량이 증가되

었기 때문이다.

예를 들면 1965년에서 1985년 사이에 육류는 4.2배, 계란은 4.4배, 우유는 65배나 소비량이 증가하였다. 최근 한국, 일본, 미국의 1인 1일당 동물성 단백질 섭취량을 보면 각각 25.41, 75g이다. 미국을 기준으로 보면 우리 국민의 축산물 소비는 앞으로 3배가량 증가할 여지가 있다고 볼 수 있다.

최근 우리 나라의 축산에서도 영양, 사양, 번식, 가공, 건강 관리분야에 괄목할 만한 발전을 가져왔고 따라서 생산효율도 개선되어 왔다. 그러나 연도에 따른 수요공급의 불균형 때문에 축산업계가 큰 타격

* 제주대학교 농과대학 축산학과

을 받아왔다. 이러한 문제는 앞으로도 계속 남아 있을 것이며 행정당국이나 자체 조합에서 정책적인 수요공급의 조절에 의해서만 해결 가능하다고 본다.

선진국에서의 축산물 소비경향은 앞으로 큰 변동이 없을 것으로 전망되지만 많은 사람들이 식품을 구입할 때 그들의 건강문제와 결부시키고 있다. 특히 소금, 칼로리, 포화지방산, 콜레스테롤 등의 함량을 염두에 두고 있음을 소비자 여론조사 결과에서 알 수 있다. 축산물에서의 또 다른 문제는 잔류약품이다. 미국, 캐나다 등 선진국에서는 잔류물질을 엄격히 통제하고 있지만 우리 나라에서는 속수무책인 현실이다.

이러한 문제들을 고려할 때 앞으로의 축산은 양보다 질을 향상시키는데 더 큰 비중을 두게 될 것이며, 다른 모든 산업에서와 마찬가지로 생산효율의 향상이 축산업의 성패를 가름할 것이다. 이 소고를 통해서 앞으로 축산은 어떤 방향으로 진전될 것인가를 여러 학자들의 보고를 기초로 살펴보고자 한다.

유전공학을 이용한 새로운 기술의 개발

앞으로 유전공학 기술을 이용하여 세포 혹은 유전자의 cloning, 중간에 유전물질 이식, 수정란 절단 분리 등에 많은 발전이 있을 것으로 기대된다. 이미 순수 유전자를 분리 조작해서 수정란에 삽입하는 기술이 선진국에서는 확보되어 있고 (recombinant DNA technique), 또한 유전자 혹은 DNA sequence를 규명하고 분리해 내는 것이 가능하게 되었다. 그러나 유전적 기전의 이해가 증진됨에 따라 기대하지 못했던 복잡성이 가끔 발견됨을 감안한다면 유전공학에 대한 기대와 열정이 너무 지나친 감이 없지 않다.

축산에 있어서 생물공학의 응용은 적어도 다음의 네 가지 분야에서 이루어질 것이다: 1) 가축 건강관리, 2) 곡류 혹은 사료작물의 개량, 3) 가축의 생리 조절 그리고 4) 가축의 유전적 개량 등이다. 이러한 분야의 발전은 가축 생산력을 증가시키고, 따라서 안정되고 값이 싼 동물성 식품을 국민에게 공급하게 될 것이다. 위의 네 가지 분야를 좀더 구체적으로 살펴보기로 한다.

1. 가축의 건강관리

질병을 진단하기 위해서 monoclonal antibody를 이용할 수 있게 되었다. 이 방법은 수의사가 신속하고도 값이 싸게 질병을 진단함으로써 치료 혹은 방역대책을 강구할 수 있도록 할 것이다. 특히 소의 brucellosis, 닭의 기관지염, 돼지의 유사광견병 등의 진단에 곧 쓰이게 될 것이다. 어린 송아지에 있어서 치명적인 enteric colibacillosis를 monoclonal antibody를 써서 예방 또는 치료가 가능하게 되었고, Genecol^{TM99}이라는 상표로 시판되고 있다. 생물공학을 이용한 이 분야의 발전은 급속히 이루어질 것으로 기대되며 선진국에서는 주로 개인회사에서 연구가 활발히 진행되고 있다.

2. 곡류와 사료작물의 개량

식물체에 있어서 광합성의 증가, 세포 및 조직배양, 성장조절 물질, 질소고정 등을 이용하여 농작물의 생산을 크게 증가시킬 수 있을 것이다. 유전자를 분리 혹은 합성하여 Ti plasmid (Agrobacterium tumefaciens)를 vector로 사용해서 식물 세포속으로 이식될 수 있다고 알려졌고 콩에서 중요한 단백질인 phaseolin에 대한 유전자를 해바라기 세포로 이식하는 데 성공하였다. 이러한 발전은 식물의 genome을 조작할 수 있고 새로운 유전자를 삽입하여 곡류의 특성을 변화 개량할 수 있다는 가능성을 제시하였다.

Salmonella typhimurium에서 추출해낸 aro A gene을 담배에 이식하여 제초제인 glyphosate에 견디는 담배를 생산할 수 있게 되었으며 대두, 토마토, 유채 등에도 이식 시험을 하고 있다. 이 aro A gene은 식물에서는 처음으로 recombinant DNA를 이용한 예이다.

미국에서 생산되는 옥수수 약 30%가 돼지와 닭 사료로 사용되기 때문에 곡류의 생산 및 품질 증가는 축산에 직접 영향을 미칠 것이다. 옥수수에는 lysine이 가장 부족하는데 이것은 옥수수에 들어있는 zein 단백질에 lysine 함량이 낮기 때문이다. Zein에 해당하는 gene에 lysine에 해당하는 nucleotide를 삽입하여 recombinant DNA를 만들어 옥수수 배아에

이식시킨다면 옥수수의 lysine 함량은 증가될 것이다.

지금까지는 모든 필수 아미노산을 발효방법에 의해서 생산하여 왔지만 앞으로 세균에서 아미노산을 합성하는 생리과정을 인공적으로 조절하여 특정 아미노산을 더 많이 생산하는 균주를 만들어낼 수 있을 것이다. 현재 Bioreactor에 의해 몇 아미노산이 생산되고 있지만 경제적인 생산이 문제시된다.

또 하나의 생물공학 이용은 lignin을 분해할 수 있는 균주를 개발하여 볏짚 등 농가 부산물이나 저질의 조사료를 미리 처리하여 사료가치를 증진시키는 것이다.

3. 생리조절

세균에 동물 유전자를 이식시켜 동물 고유의 효소를 생산하는 것이 가능해졌다. 당뇨병 치료약인 insulin이나 몇 년전 암 치료약이라고 선풍을 일으킨 interferon 등이 좋은 예이다.

현재 가축에 이용할 수 있는 것으로는 유전자 조작에 의하여 생산된 소의 성장 호르몬을 젖소에 주사하여 우유성분을 변화시키지 않고 우유 생산량을 40%나 증가하였다는 보고가 있다. 성장 호르몬을 투여하여 돼지의 성장을 촉진시키려는 시도가 있었으나 성장은 여러 가지 효소의 복합적 작용에 의해서 조절되기 때문에 성장 조절에 대한 더 많은 지식이 필요하다고 본다

4. 유전적 개량

지난 수십 년간 외형형질 (phenotype)에 대한 선발을 통해서 괄목할만한 가축개량이 이루어졌다. 그러나 앞으로 recombinant DNA 기술에 의한 개량은 더 큰 발전을 약속하고 있다. 가축의 생산형질은 여러 개의 유전자에 의하여 통제될 경우가 많기 때문에 어떤 유전자가 어떤 형질을 지배하는지를 알아내는 것이 recombinant DNA 기술을 가축 생산 향상에 이용하는 데 있어서 선결 조건이다.

최근 recombinant DNA를 초기 수정난에 이식시켜 가축을 개량할 수 있는 가능성이 제시되었다. 1980년 최초로 생쥐에 유전자 이식을 성공시켰고 그

후 이 분야에 놀라운 발전이 이루어지고 있다. 비슷한 시험이 돼지, 양, 토끼에서도 성공했다고 보고되었다. 토끼에 β -globin 유전자를 이식할 때 삽입장소에 따라 그 표현이 영향을 받는다고 보고되었지만 적당한 promoter DNA, 조직 특이적 분화 조절되는 유전자를 이용함으로써 이식 장소에 따른 유전자의 형질 표현 차이를 극복할 수 있다고 보고되었다.

1983년에는 metalothionein-hGH (중금속 결합 단백질 - 사람 성장 호르몬) recombinant DNA를 이식한 변종쥐를 생산해 냈다. 유전자를 이식한 101마리의 생쥐 중 33마리가 사람 성장 호르몬에 양성 반응을 나타냈고 그중 23마리의 쥐는 대조구보다 18%나 더 컸으며 몇 마리는 2배의 성장을 보였다. 이 생쥐들의 새끼도 역시 성장이 빨랐음이 알려졌다. 1985년에는 돼지의 수정난에도 비슷한 시험을 했으며 그 결과 성장 호르몬에는 양성 반응을 보였으나 성장에는 큰 영향을 주지 않았다고 보고되었다.

생산에 관여하는 형질은 여러 유전자에 의해서 지배되기 때문에 유전자 이식에 사용될 수 있는 유전자를 찾아낸다는 것은 쉬운 일이 아니어서 가까운 장래에 많은 유전자를 실제 응용할 전망은 어둡다.

현재로는 성장호르몬, gonadotropin, 항체 생산에 관여하는 유전자 등이 유전자 이식에 유망한 후보들이다.

Recombinant DNA 기술과 유전자 이식은 분자생물학의 발전을 위한 도구가 될 것이며, 가축 유전학과 생리학의 지식 범위를 넓히게 될 것이다. 이 확대된 지식은 가축의 건강증진, 곡식의 개량, 가축 생리 조작 등에 이용될 것이 분명하다. 이로 인한 축산의 발전을 양적으로 예상하기는 어렵지만 큰 기대를 가져볼 수 있다.

번식기술

가축 생산을 더 효율적으로 하기 위해서는 번식분야에 새로운 기술 개발이 요구된다. 발정주기의 조절, 수정난 이식, 시험관배 수정, 수정난의 동결저장, 과배란, 새끼의 성 조절, 수정난 사망율의 감소 등에 특히 진전이 있을 것으로 본다. 예를 들면 현재 암소 한마리가 50마리 이상의 송아지를 위한 수

정난을 공급할 수 있으며 앞으로 100마리까지 가능하다고 한다. 또한 수정난을 동결 수송할 수 있다면 세계 어디든지 저렴한 수송비로 우수한 종자의 전파를 가능하게 할 것이며, 도입에 수반되는 질병의 전파 위험도 없어질 것이다.

Steroid 홀몬인 androstenedione에 대한 항원이 개발되어 "Fecundin"이라는 상표로 시판되고 있는데 이를 암양에 주사하면 배란수가 30% 증가한다. 또 면양에서 inhibin에 대한 항체를 개발하여 면양에 주사하거나 gonadotropin을 투여하여 과배란 시킬 수 있다고 보고되었다.

사양기술

앞으로 농후사료의 외국 의존도는 더 높아질 것이 분명하며 대동물 사육에 있어서 조사료 공급이 큰 문제로 대두될 것이다. 따라서 목초의 생산량을 증가하고 질을 개선하기 위한 노력이 계속될 것이다.

젖소나 도입 육우의 사육을 위해서는 양질의 목초 공급이 중요한 문제이고 따라서 기계를 이용한 목야지 개량, 초지관리의 개선이 이루어질 것이다. 부존 자원의 사료화를 위한 노력이 증가될 것이나 차지할 비중은 제한되어 있다. 균형된 사료공급과 질병의 예방 등 가축의 건강 관리에 더 많은 투자를 하게 될 것이고 따라서 가축의 생산효율이 증가되고 육우, 돼지, 육계 등의 시장 출하기간이 더욱 짧아질 것이다. 새로운 vaccine의 개발과 유전자 조작에 의한 신품종의 개발로 성장율, 산란율, 산유율 등이 크게 개선될 것이다.

영 양

적당한 영양관리가 따르지 않으면 어떤 기술을 통해서도 가축 생산성의 향상을 꾀할 수 없다. 건전한 영양관리는 영양소의 결핍증을 막을 뿐만 아니라 질병의 발생이나 그 경중에 막대한 영향을 주기 때문에 가축 건강 유지에도 대단히 중요하다. 사료섭취, 에너지 요구량, 에너지와 다른 영양소간 단백질과 지방함성간 또는 우유와 체조직 함성간의 분리 이용

을 결정하는 여러 가지 요인들에 대해 더 많은 지식을 요구한다. 영양소 특히 소에 광물질 등의 투여방법이 개선되고 조직내 이식(implant)에 의한 성장촉진제 투여 방법이 많이 이용될 것이다. 여러 가지 성장촉진제를 사용해 왔는데 특히 천연 혹은 합성 estrogens, androgens, progestagens 등이 단일로 혹은 혼합으로 사용되어 왔다. 어떤 물질들은 암 유발물질(예: diethylstilbesterol)로 판명되어 사용금지 조치되었다. 단백질의 합성을 촉진시키고 분해를 감소시키는 약으로는 clenbuterol이 있으며 성장홀몬 분비를 억제시키는 somatostatin에 대한 항체 이용으로 성장을 촉진시킨다는 보고도 있다. 이러한 물질에 대한 개발은 앞으로 더욱 활발히 진행될 것으로 기대된다.

Computer를 이용하여 가축의 성장을 모델화함으로써 농가에서 주어진 사육조건(품종, 사양, 환경 조건 등등)에서의 생산성을 추정해 낼 수 있을 것이다. 사료의 빠른 분석 방법, 품질 관리방법이 개발되고 있으며 특히 infrared reflectance spectroscopy는 좋은 예이다. 소의 제1위 내에서의 발효증진을 위해서도 수많은 가능성이 제시되고 있으며 예로서 새로운 Ionophore(rumensin, lasalocid 등)와 항생제의 개발은 위내 미생물을 조절할 수 있게 되었으며, 유전공학을 이용한 새로운 위내 미생물의 개발과 접종은 반추 영양학에 또 다른 이정표를 세우게 될 것이다.

경영관리

지난 20년간 우리 나라 축산의 사양규모의 변천을 보면 한우와 비육우의 사육농가 호수는 100만호 수준에 머물러 있고 규모 확대가 서서히 이루어지고 있음을 알 수 있다. 사육농가 중 1~2두의 농가 비율이 1965년 99%에서 1985년 74%로 낮아졌지만 아직도 영세농가가 큰 비중을 차지하고 있다. 이와 비교하면 다른 가축에 있어서 생산규모 변화는 뚜렷한 편이다.

돼지의 경우 동 기간중 사육농가 호수가 100만호에서 30만호로 감소하였으며, 1965년 이전에는 10두 미만 사

육용가가 거의 전부였고 10두 이상 농가는 불과 2,000호 정도였다. 그러나 1985년에는 10두 미만 농가가 총 양돈농가의 87%를 차지하고 있으나 사육두수로 보면 단지 13%에 불과하다. 근년에 와서 50~100두 이상 규모에서 규모 확대가 뚜렷하게 일어나고 있다. 1985년 통계를 보면 50~100두 12%, 100~150두 28%, 500~1,000두 8%, 1,000~5,000두 11% 등이다.

양계농가 호수는 1965~1985년 기간 중 130만에서 30만으로 감소하였고 양돈농가와 비슷한 추세를 보였다. 1980년부터 5,000수를 분기점으로 대규모 양계농가의 비중은 커지고 있으며 5,000수 미만의 비중은 점차 낮아지고 있다. 1985년 통계에 의하면 총 사육수수 5,000만 수중 1~19수 2%, 5천~1만수 22%, 1만~3만 26%로서 5,000수 이상 규모가 전체 사육수수의 69%를 차지하고 있다.

유우의 총 수는 1965년 6,600두에서 1985년 39만 두로 거의 60배가 증가하였다. 그 중 59%인 23만두가 착유중이었다. 사육규모를 보면 1985년 현재 전체 사육농가 45,800호중 1~2두 21%, 3~4두 22%로 전체의 43%를 점하고 있다. 그러나 10~14두 규모가 전체 두수의 18%를 점하여 가장 높은 비중을 차지하고 있다.

이상에서 보면 단기 생산기간을 요하는 양돈과 양계 부분의 급격한 대규모화는 앞으로도 계속될 전망이다. 대동물의 경우는 훨씬 느린 속도로 대규모화하겠지만 대 자본가들의 토지에 대한 투기의욕, 농경의 기계화, 사양기술의 전문화 등을 고려해 볼 때 영세 양축가의 위치는 점점 작아질 것이 분명하다.

이러한 사양규모의 변화에 따라 경영형태도 전문화되어 경영 및 생산기록, 통제 처리 등도 computer에 의존하게 될 것이다. 현재 선진국에서는 특히 젓소, 산란계 농장에서 minicomputer를 이용하여 자료 수집, 기록, 분석을 하고 있는 곳이 많다.

앞으로는 자료 분석을 그래프 형식으로 나타내어 생산 경향을 파악할 수 있고 또 타 농장이나 다른 농장들의 평균치에 쉽게 비교해 볼 수 있는 경영형태가 될 것이다.

결론

급변하는 정치, 경제, 사회 속에서 축산이 겪어야 할 진통을 농업인의 한 사람으로서 간과할 수 없다. 모든 산업분야에서 경영규모가 커지고 새로운 기술의 도입 혹은 개발로 생산효율화가 이루어지고 있는데 축산업만이 구태의연한 농가 부업으로 존재하기는 어려운 것이다. 시대에 부응하는 축산을 하기 위해서는 우선 경영자의 개방적인 경영자세와 새로운 품종, 새로운 사양기술의 도입과 더불어 효율적인 방역과 건강관리에도 더 많은 투자를 해야 될 것이다.

모든 산업에서 그렇지만 특히 축산업은 시기적 수요공급의 불균형 뿐만 아니라 나라간에 수출입 등에 의한 예측 불허의 수요 공급을 대처하기 위하여 충분한 자본 축적이나 위험분산을 필요로 한다. 축산물 생산의 양적인 발전뿐만 아니라 질적 향상에도 노력을 경주하게 될 것이다. 생산면에서 머물지 않고 가공기술의 개발과 원활한 소비시장 확보를 위한 선진 광고에도 많은 투자를 하게 될 것이며 이러한 노력이 따르지 않는 한 우리나라 축산물 시장은 모든 조건이 우리나라보다 좋은 미국, 호주 등 선진국의 무대가 될 가능성도 배제할 수 없다.

적요

출판된 문헌을 참고로 미래의 축산에 관해서 살펴 보았다. 동물의 육종, 번식, 건강, 영양, 사양관리 등의 개선은 생산성의 향상을 가능하게 할 것이다. 생물공학의 진보로부터 얻을 수 있는 것들을 포함한 홀몬과 기타 약품은 생산성을 현저히 증가시킬 것이며, 특히 DNA 조작 기술은 동물의 성장, 질병의 진단과 치료의 개선에 기여하게 될 것이다. 소비자들은 건강을 의식하고 콜레스테롤과 지방 때문에 동물성 식품에 대해 관심을 가지고 있음은 사실이지만 동물성 식품이 인간에게 필수적인 것이라는 것은 불변의 사실이며 개도국에서는 생활수준의 향상과 더불어 동물성 식품의 소비가 크게 증가하리라는 것을 예

측할 수 있다. 그러나 축산업이 원활하게 운영되기 위해서는 공급과 수요간에 균형을 맞추는 것이 대

단히 중요한데 생산(수입 포함), 유통(수출 포함), 소비 등을 상호 조절함으로써 이루어질 것이다.

References

- Bauman, D. E., S. N. McGutcheon, W. D. Steinhour, P. J. Eppard and S. J. Sechen. 1985. Sources of variation and prospective efficiency in dairy cow: A review. *J. Animal Sci.* 60, 583.
- Bergen, W. G. and D. W. Bates. 1968. Ionophores: Their effect on production efficiency and mode of action. *J. Animal Sci.* 58, 1465.
- Chung, C. B., T. D. Etherton and J. P. Wiggins. 1985. Stimulation of swine growth by porcine growth hormone. *J. Animal Sci.* 60, 118.
- Corbett, J. L. 1986. Animal agriculture in Australia, New Zealand and Indonesia in the year 2000. *Korean J. Animal Sci.* 28, 252.
- Fontenot, J. P. 1986. Animal agriculture in North America in the year 2000. *Korean J. Animal Sci.* 28, 240.
- Hammer, R. E., V. G. Pursel, C. E. Rexroad, Jr., R. J. Wall, D. J. Bolt, R. E. Palmiter and R. L. Brinster. 1986. Genetic engineering of mammalian embryos. *J. Animal Sci.* 63, 269.
- Kelly, K. W. and H. A. Lewin. 1986. Monoclonal antibodies: Pragmatic application of immunology and cell biology. *J. Animal Sci.* 63, 288.
- Kim, K. S. 1986. Animal Husbandry of Korea in the year 2000. *Korean J. Animal Sci.* 28, 312.
- Kim, Y. J. 1986. Development strategy for the livestock industry in the year 2000. *Korean J. Animal Sci.* 28, 374.
- Palmiter, R. D., G. Norstedt, R. E. Gelinas, R. E. Hammer and R. C. Brinster. 1983. Metallothionein-human GH fusion genes stimulate growth of mice. *Science* 222, 809.
- Petters, R. M. 1986. Recombinant DNA, gene transfer and the future of animal agriculture. *J. Animal Sci.* 62, 1759.
- Schanbacher, B. D. 1984. Manipulation of endogenous and exogenous hormones for red meat production. *J. Animal Sci.* 59, 1621.