

우리나라 젓소개량의 기술적 현황과 이의 활용방안



이 광 전
건국대학교 축산대학 교수

1. 머리말

우리나라 낙농산업에 대한 국내외의 여건이 매우 어렵다는 사실은 누구나 주지하고 있는 현실이다.

빚장이 풀어진 상태에서, 외국 의 싼 유제품들은 밀물처럼 쏟아져 들어오는 현실, 낙농수지의 악화, 분뇨처리의 문제, 그리고 낙농의 구조적 모순 등은 우리나라 낙농의 어려운 현실을 그대로 반영하고 있다고 하겠다. 따라서 낙농가 호수의 급격한 감소도 당연한 결과라고 보아야 할 것이다.

이러한 시점에서, 우리가 낙농업을 하나의 생업으로 간주하고 또한 앞으로 자랑스러운 사업으로 계승하고자 한다면, 결국 우리가 선택할 수 있는 길이란, 젓소에 대한 생산효율을 증대시켜, 국제경쟁력을 제고시키는 방법 뿐일 것이다.

물론 생산효율증대 방법에는, 젓소의 사양관리 개선, 착유 시설의 개선, 기후풍토의 조절 등에 의해서 더욱 빨리 개선효과를 거둘 수 있는 부분들도 있다. 그러나 위와 같은 환경적 요인들은 그 변화가 수시로 이어지는 것이기 때문에, 이에 대한 대처노력

도 매일, 매월 또는 매년 변경하면서 이루어져야 한다.

반면, 젓소개량은 그 효과가 영구적이기 때문에, 일단 훌륭한 유전적 개량을 이룩한 다음에는 이로 인한 수익은 계속해서 돌아온다는 점에서, 환경적 효과와 크게 구분되는 점이라 하겠다. 따라서 젓소의 생산효율을 영구적으로 또한 가장 확실하게 증진시킬 수 있는 방법이란 결국 유전적 개량에 의존하는 길 뿐이라 하겠다.

2. 우리나라 젓소개량의 기술적 현황

우리나라 젓소개량의 기술적 현황을 살펴볼 때 필요한 기준점은, 낙농가의 입장, 소비자의 견해, 유업체나 정부의 입장에 따라 다소 다를 수가 있다.

그러나 젓소개량의 본질적 속성에 따라 고찰한다면, 젓소의 등록기술, 산유능력 검정기술, 그리고 후대검정과 관련된 기술 등이 기준점이 된다고 하겠다.

1) 젓소등록과 관련된 기술

오늘날과 같이 유전자원에 대한 국가간 경쟁이 치열해지는 시점에서, 젓소에 대한 유전적 순

1. 머리말

2. 우리나라 젓소개량의 기술적 현황

- 1) 젓소등록과 관련된 기술
- 2) 산유능력검정과 관련된 기술
- 3) 후대검정과 관련된 기술

3. 첨단기술의 활용

4. 맺음말

〈표 1〉 젖소 등록형태에 따른 생산형질들에 대한 젖소의 육종가

구분	형질	경산우	평균	표준편차
미등록	유량	17,251	-82.11	462.33
	유지방	17,251	-2.24	16.27
	유단백	10,185	-3.13	8.44
	무지고형분	10,185	-8.96	22.47
기초등록	유량	8,962	-49.11	472.78
	유지방	8,962	-1.32	16.61
	유단백	8,093	-2.23	8.70
	무지고형분	8,093	-6.49	23.77
본등록	유량	4,340	106.16	487.97
	유지방	4,340	3.62	17.16
	유단백	2,867	1.13	9.21
	무지고형분	2,867	3.10	25.25
혈통등록	유량	6,560	283.79	597.99
	유지방	6,650	8.01	19.99
	유단백	4,141	3.14	10.37
	무지고형분	4,141	9.47	28.89
고등등록	유량	712	178.11	500.36
	유지방	712	8.86	18.30
	유단백	584	4.04	11.35
	무지고형분	854	11.13	29.77

※ 자료 : 한국동물유전학회지(1997)

수도(純粹度)에 따른 차별화 방안의 개발은 매우 중요한 의미를 지니고 있다고 하겠다.

물론, 우리나라의 젖소등록은 1966년 한국 홀스타인 등록협회가 발족되었고, 그 후 1969년 한국종축개량협회로 개칭되어 커다란 발전을 이룩하였지만, 선진 낙농국들과 비교할 때, 아직도 개선의 여지가 많다고 하겠다.

우리나라 젖소등록의 문제점이라고 한다면, 혈통등록이나 고등등록의 비율이 전체 등록 중 약 12%에 불과하다든지, 또는 기초등록 비율이 전체의 80~88%나 차지하고 있다는 사실은, 젖소개량의 가장 기본적인 구조부터 부실하다는 것을 증명하고 있다고

하겠다. 그렇다면, 혈통등록이나 본등록을 하였을 경우 얻을 수 있는 경제적인 이익은 과연 무엇일까?

현재 우리나라가 갖고 있는 젖소개량 기술에 의하면 미등록, 기초등록, 본등록, 혈통등록, 그리고 고등등록 형태에 따른 유전능력의 차이를 과학적으로 분석할 수 있는 위치에 도달해 있다. 따라서 필자 등이 최근에 발표한 논문의 일부가 그러한 예에 속한다고 하겠다.〈표 1〉

젖소의 유전능력을 육종가라는 개념으로 계산한 결과이며, 실제로 본등록이나 혈통등록의 유량, 유지방량, 유단백질량, 그리고 무지고형분량 등에 대한 육

종가는 미등록과 기초등록한 젖소들에 비교하여 엄청난 차이가 있음을 보여주고 있다.

유전능력의 차이에 따라 젖소의 가격이 달라지고 있는 현실을 감안할 때, 혈통등록이나 본등록을 함으로 얻을 수 있는 경제적 효과가 얼마나 크다는 것을 실증적으로 보여주는 예이라고 하겠다.

한편, 미국의 NCDHIP, 캐나다의 ROP, 화란의 NRS, 뉴질랜드의 LIC와 같은 조직 등도 젖소등록을 하고 있으나, 그들은 개체 식별이나 등록에만 그치지 않고, 낙농가들을 위한 생산능력, 위생, 질병, 그리고 경영정보 등 매우 유용한 정보를 제공하고 있다.

따라서 한 국가의 조직화 된 정보화 기구들이 얼마나 효율적으로 또한 체계적으로 운용되느냐에 따라, 젖소개량의 국제경쟁력이 크게 좌우된다고 하겠다.

2) 산유능력검정과 관련된 기술

젖소의 산유능력검정은 젖소개량이나 관리개선시 꼭 필요한 도구라는 사실은 누구나 인정하고 있다고 하겠다.

따라서, 나라에 따라 조직의 형태는 조금씩 다를 수 있으나, 산유능력검정의 기본 목적은 동일한 것으로, 즉 낙농업의 수익성 제고가 그 목표라고 하겠다. 달리 표현한다면, 젖소에 관한 정확한 생산기록들을 정리 분석하여, 낙농가로 하여금 젖소개체뿐만 아니라 우군 전체에 관한

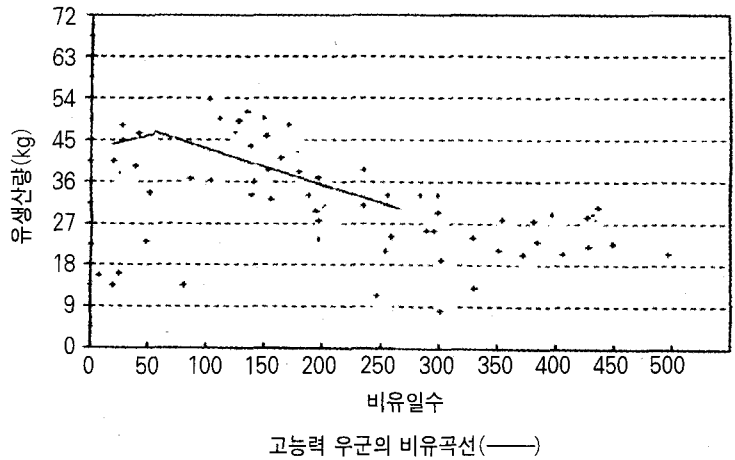
정보를 제공함으로써, 낙농경영에 실질적인 도움을 줄 수 있는 방법인 것이다.

그러나 현재 젓소개량부에서 발표하고 있는 젓소 산유능력검정 사업보고서를 볼 때, 젓소 산유능력 검정기술은 많은 발전을 이룩한 것이 사실이다. 45,612두에서 발생하는 약 12만개에 달하는 기록들을 수집하고 분석하는 과정은 모두가 전산화에 의해서 이루어지고 있다는 사실에 비추어 볼 때, 앞으로 엄청난 발전 가능성을 지니고 있다고 하겠다.

더욱이 이러한 분석과정 중 반드시 기본적으로 이용되어야 할 305일과 성년형 보정계수들이 작년까지만 해도 외국의 보정계수들을 그대로 사용하여 왔으나, 지금은 우리나라의 사육환경에 적합한 한국형 보정계수(이광전 등 1995, 1997)를 새로이 개발하여 사용하고 있다는 점이 앞으로 국제 경쟁력 제고에 크게 도움이 될 수 있을 것이다.

한편, 어느 낙농가가 산유능력검정을 실시하고 그들의 검정일 유량분포가 <그림 1>과 같다고 하자. <그림 1> 고능력우군(—로 표시)과 비교 할 때, 비유시작 후, 한 달 사이에 검정일 유량이 떨어지는 젓소들을 식별할 수 있다. 이러한 젓소들은 도태의 대상이며, 더욱이 유량생산이 10kg 미만일 때에는 고기소로 판매하는 것이 유리함을 시사하고 있다.

<그림 1> 검정일 유량에 대한 분포도



또한 착유 90일 이전 보다 그 이후가 오히려 검정일 유량이 더 떨어지고 있음을 보여주고 있다. 이러한 예에서 보듯이, 낙농가가 산유능력검정에 가입하여 그 결과들을 잘 활용한다면, 낙농경영 개선에 크게 도움이 될 것이다.

3) 후대검정과 관련된 기술

젓소개량시 가장 핵심적 기술이라고 하면, 젓소의 후대검정이라 하겠다.

따라서, 전세계의 낙농 선진국들은 보다 효율적인 후대검정 방법을 개발하는데 심혈을 기울이고 있는 실정이다 그러나 훌륭한 후대검정의 결과를 얻기 위해서는 몇 가지 전제조건이 있다고 하겠다.

첫째로, 전체 경산우 중, 산유능력검정에 가입한 두수가 많아 야 하며, 둘째로, 뚜렷한 개량목표가 설정되어 있어야 하며, 셋

째로, 후대검정을 실시할 수 있는 고도의 전문인력 등이 전제되어야 한다.

한편, 우리 나라도 1987년부터 후대검정 계획을 실시하여, 1995년 한국형 보증종모우(씨수소) 4두가 우리 나라 낙농역사상 처음으로 탄생하게 되었으며, 그 후 매년 2~3두씩 선발되어 우리 나라 젓소개량에 활용되고 있다.

그렇다면, 장기간에 걸쳐 고도의 정교한 기술에 의하여 탄생된 보증종모우들을 어떻게 하면 잘 활용할 수 있을까?

(1) 개량목표 설정

낙농가들이 자기의 젓소군을 개량하고자 할 때, 공통적으로 지니고 있는 목표가 있다고 한다면, 그것은 생산능력이 우수한 젓소를 만드는 데 있다고 하겠다. 달리 표현한다면, 젓소 일생 동안 질 좋은 우유를 많이 생산하는 젓소로 개량하는 일이라 하

졌다.

그렇다면 낙농가들은 어떻게 이러한 목표를 달성할 수 있을까? 우선 어떤 형질들이 젖소의 높은 생산효율과 상관관계가 있는지를 밝혀야 하며, 동시에 장수할 수 있는 소들인가를 구별하여야 한다. 따라서, 어떤 형질들을 개량계획에 포함시켜야 할 것인지를 결정하기전 첫번째로 해야 할 일은, 선발하고자 하는 형질이 과연 경제적으로 중요한가를 조사해야 한다.

즉 우리가 그 형질을 개량하였을 경우, 우유의 생산비는 낮아질 수 있는가를 살펴야 할 것이다. 두 번째로 고려하여야 할 일은, 우리가 그 형질을 개량하고자 할 경우, 유전적 변화가 가능한가를 또한 살펴야 한다. 이에 대한 길잡이 역할을 하는 것이, 소위 유전율(Heritability)이란 개념일 것이다.

유량, 유지방량, 유단백질량 등에 대한 유전율은 지금까지 보고된 바로는 25~30%에 이르고 있으므로 유전적 개량의 가능성이 매우 높은 것으로 지적되고 있다. 예를 들면, 유량에 대한 유전율이 0.30이라고 가정하고, 어는 젖소가 우군(牛郡)의 평균 보다 우유생산량이 약 700kg 더 많은 것으로 밝혀졌을 경우, 이 소에 대한 유전적 우월성은 $0.30 \times 700\text{kg} = 210\text{kg}$ 이라는 것을 의미하는 것이다.

한편, 체형형질들에 대한 유전

〈표 2〉 몇 가지 체형형질과 유량과의 유전상관

체 형	상관계수
일반외모	-0.16
젖소특성	0.38
체 적	-0.14
체 고	-0.07
뒷 다 리	-0.1
발 굵	-0.06
앞 유 방	-0.22
뒷 유 방	-0.07
정중인대	-0.04
유 두	-0.06

율은 비교적 높은 편이어서 이 형질들을 개량계획에 포함시킬 경우, 유전적 개량속도는 매우 빠른 속도로 이루어질 수 있다. 그러나 체형형질들을 개량계획에 포함시켰을 경우, 곧바로 돌아올 수 있는 경제적 수익은 별로 없다는 데 어려운 점이 있다고 하겠다.

특히 대부분의 체형형질들은, 유우특성(乳牛特性)만을 제외하고는, 유량이라는 형질과 부(負)의 유전상관(遺傳相關)관계를 갖고 있다는 점이다. 즉 체형형질들에 역점을 두어 개량을 하게 되면, 유량은 오히려 감소할 수 있다는 점이다.

물론 유량형질에만 역점을 두고 체형형질들을 무시한 개량계획을 수행할 경우, 체형이 점점 나빠져 젖소의 장수성에도 심대한 영향을 미칠 수 있는 것도 또한 사실이다. 〈표 2〉 참조. 따라서 생산형질과 체형형질들 사이에는 적절한 가중치를 두어 개량을 하여야만 하는 것이다.

(2) 우군의 개량

낙농가들의 젖소개량이란 흔히

젖소 한 마리에 대한 개량이라기 보다는 자기가 운영하고 있는 우군 전체에 대한 유전적 개량을 의미하는 것이 일반적이다.

더욱이, 우군에 대한 유전적 개량은 매우 속도가 느린 과정을 거쳐야 할뿐만 아니라, 오늘 우리가 내린 개량에 대한 의사결정의 결과는 당장에 나타나는 것이 아니라, 적어도 3년 후에야 나타날 수 있다는 사실을 명심해야 할 것이다.

따라서 우군에 대한 개량목표는 주의 깊게 설정되어야 하며, 또한 목표가 뚜렷하면서도 일관성 있게 추진되어야 한다. 우군이란 유전적으로 표현한다면, 수많은 유전자들(Genes)의 집합체라 할 수 있을 것이다. 어떤 유전자들은 수익성이 있는가 하면, 또 다른 유전자들은 그렇지 못한 유전자들로 구성되어 있다고 하겠다.

사양관리에 의해서 이들을 통제하는 방법에는 소를 도태하거나 대체우를 구입하는 경우 일 것이다. 이러한 방법은 수익성이 있는 유전자인지 아닌지를 정확

히 구분할 수 없을뿐더러, 고가의 비용을 요구하는 행위라 하겠다.

그러나 우군의 유전능력을 손쉽게 변경시킬 수 있는 방법이란 다름이 아닌 유전적 개량에 의존하는 것이다. 우군의 유전적 개량이란 결국 종모우 선발을 어떻게 할 것인가에 귀착된다고 하겠다.

자기의 우군에 사용할 종모우 선발이 가장 효율성 있는 방법이라고 주장하는 이유는, 첫째 종모우의 정액은 비교적 싼값으로 구입할 수 있다는 점과, 둘째 정액에 대한 유전능력 평가는 금세기 최고의 육종이론인 블립(BLUP)이론에 입각한 것이기 때문에 정확성이 높다는 점이며, 셋째 종모우에 대한 선발강도가 매우 높기 때문에 유전적 개량에 기여할 잠재력이 매우 높다는 점 등이다.

이러한 이점을 지니고 있는 종모우 정액의 선정 방법을 최대한 활용하기 위해서는 우선 자기 우군에 대한 평균적인 유전능력에 관심을 경주하는 것이 중요하다.

그러나 우군의 평균 유전능력이란 결국 자기가 사용하는 정액들의 평균혈통에 의해서 좌우된다는 점을 명심하여야 할 것이다. 달리 표현한다면, 어떤 종모우를 내 우군에 사용할 것이며, 또한 얼마나 많이 이용하느냐에 따라서 우군의 평균 유전



능력은 크게 좌우된다는 점이다. 발정이 올 때마다 아무 정액이나 이용하는 것은 우군의 유전적 개량과는 아무런 관계가 없다는 의미이다. 이러한 방법을 계속할 경우, 우군의 개량목표는 달성할 수 없을 것이다.

따라서 자기 우군의 개량목표를 명확히 설정한 후, 일년에 두 번씩 발표되는 종모우 일람표(Sire Summary)에서 자기 우군의 목표에 합당한 종모우를 선정하는 것이 현명하다. 정액을 선정 후에는 어느 암소에게 교배시킬 것인가를 결정하는 것이 그 다음으로 중요한 과제이다. 이와 같이 우군 개량이란 개념으로 접근할 경우, 개체 개량의 방법으로 수행시 우리들이 범할 수 있는 과오를 최소한으로 줄일 수 있다는 것이 육종이론으로 이미 밝혀진 바 있다.

물론 최근 유행하고 있는 전문가에 의한 교배 계획을 이용하는 것도 바람직 하나. 이에 선행하

여 이루어져야 할 사항은 교배계획을 실시하기 전, 우선 자기 우군에 대한 유전능력을 정확히 분석하여야 한다는 점이다. 자기 우군에 대한 철저한 유전능력 평가 없이는, 어떠한 교배계획도 성공할 수 없기 때문이다.

우리가 우군개량시 종모우 선발에 역점을 두는 이유는, 우군에 대한 새로운 유전자 도입은 거의 대부분 종모우에 의해서 이루어지기 때문이다. 또한 모든 우군은 나름대로 장점과 단점을 지니고 있으므로, 자기 우군의 단점을 보완할 수 있는 종모우 선발이 이루어져야 한다.

그러나 모든 정자의 능력은 동일한 것이 아니라는 사실도 명심할 필요가 있다. 실제로 유전자는 염색체(Chromosomes) 상에 존재해 있으며, 또한 염색체는 쌍으로 존재하고 있다는 점도 이미 이론적으로 입증된 바 있다. 더욱이 소는 30쌍의 염색체들로 구성되어 있다는 것

도 또한 주지의 사실이다.

만약 3쌍의 염색체가 있다고 가정하고, 이들간에 이루어질 수 있는 염색체 조합의 수를 계산한다면 8가지 방법이 가능하다. 따라서 30쌍에 대한 조합수를 계산한다면 10억이라는 가치 천문학적 숫자에 도달하게 된다. 따라서 두 마리의 젓소가 유전적으로 동일할 확률은 아주 희박하다는 사실을 이해할 수 있을 것이다. 이러한 이유 때문에, 젓소에 대한 개체개량 보다는 우군개량이 중요하다는 것을 역설하게 되는 것이다.

그렇다면 우군개량을 위해서 몇 개의 형질을 선발할 것인가? 필자의 생각으로는 4~5개를 넘지 않는 것이 바람직하다고 생각된다. 물론 이들 형질들에 대한 경제적 중요도에 대한 계산은 전문가들에게 의존하는 것이 바람직하다.

3. 첨단기술의 활용

오늘날 분자유전학이나 번식생리 기술의 눈부신 발달은 젓소개량에 대한 새로운 전기를 마련해 주고 있다. 즉 수정란이식, 표지유전자, 그리고 복제(clone) 등이 그 좋은 예라고 하겠다.

따라서 이들 첨단 기술들을 젓소개량에 활용할 경우, 젓소개량은 더욱 빠른 속도로 이루어질 것이다. 실제로, 오늘날 미국에서 생산되는 종모우들 중 약 60%는 수정란이식(Embryo

transfer)에 의해서 생산된다는 점을 감안할 때, 수정란이식 기술이 젓소개량에서 차지하는 중요성을 인식할 수 있을 것이다. 그러나 우군을 개량하기 위한 압소에 대한 수정란이식 기술은 경제적 타당성이 아직도 입증되고 있지 못한 실정이다.

따라서, 수정란이식 기술은 우군개량에 직접적으로 이용되고 있지 못한 것이 전 세계적인 현실인 것이다. 다만, 과배란수정란이식(MOET)기술만이 젓소개량의 새로운 대안으로 제시되고 있을 뿐이다.

만약, 이 기술이 현실화 될 경우, 젓소의 세대간격이 단축되어, 유전적 개량속도가 매우 빨라지게 되는 이점이 있다. 우리나라에서도 과배란수정란이식(MOET)에 대한 연구가 진행되고 있다.

한편, 표지유전자(Marker gene)란 젓소의 염색체 위에 있는 어느 특정 유전자의 위치를 뜻하는 것으로, 이 유전자에 대한 젓소의 유전자형(Genotype) 판별이 가능한 기술이다. 이러한 기술을 이용할 경우, 젓소개량의 속도는 촉진될 것이며, 동시에 평가에 대한 정확도도 높아질 것이다.

한국산 후보종모우들에 대하여 표지유전자를 이용하여 유전자형(Genotype)을 판별한 후, 생산형질들에 대한 유전능력 차이를 밝혀낸 국내의 연구들도 있으나 아직 실용화 단계에 이르지 못하고 있는 실정이다.

4. 맺음말

최근, 우리 나라 젓소개량의 이론과 기술적 수준은 매우 괄목할만한 발전을 이룩하였다.

그러나, 첨단기술과 이론의 실용화 단계에서는 아직 미흡한 점이 많다고 하겠다. 따라서, 현 단계에서 낙농가의 젓소개량에 대한 기본자세는 아래와 같이 요약될 수 있을 것이다. 낙농가가 젓소개량을 하고자 할 때, 한번에 한 마리의 젓소를 개량한다는 목표는 그 달성이 거의 불가능하다는 사실을 알아야 하겠다.

따라서 경제적 형질들을 고려한 우군의 개량목표를 설정하는 것이 매우 중요하며, 동시에 그 목표를 일관성 있게 추구하는 것이 또한 긴요하다고 하겠다. 자기 우군의 개량목표에 합당한 정액을 매년 발간되는 종모우 일람표에서 염가로 구입하는 것이 현명한 방법이다.

무조건 고가의 정액을 사용하는 것이 합리적이라 할 수 없다. 발정이 일어나기 전 선발된 종모우들에 대한 교배계획을 수립하는 것도 매우 중요한 방법이다. 눈부시게 발전하는 첨단기술을 활용하는 문제는 젓소개량에 있어서 새로운 도전임에 틀림이 없다.

그러나 경제성을 고려할 때, 후대검정에 의한 염가의 냉동정액 활용은 아직도 젓소개량시 가장 중요한 도구임에 틀림이 없다고 하겠다. ☺

(필자연락처 : 02-450-3660)