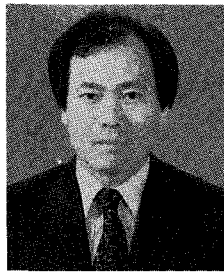


젓소의 유전능력의 개량방법과 앞으로의 연구개발분야



충남대학교 농과대학
농학박사 상병찬 교수

1. 머리말

최근 WTO체제의 출범에 따라 무한 경쟁에

처해있는 축산물의 강도 높은 시장개방압력은
국내 축산업의 앞날을 더욱 어둡게 하고 있으
며, 특히 우리나라의 낙농산업은 낙농선진 외
국에 비하여 아주 열악한 실정에 있어 앞으로

우리의 낙농산업에 지대한 영향을 미칠 것으로 전망된다.

낙농산업은 국민 건강과 직결된 잠재력이 높은 산업으로 우리나라의 부존자원을 활용한다는 측면뿐만 아니라, 우리 낙농인의 삶의 터전과 국민의 건강을 지키기 위한 완전식품인 신선한 우유 및 유제품을 공급해야만 하는 당위성이 있는 분야이므로 정부, 학계, 단체 및 젖소 사육농가 모두가 이 어려운 시기를 슬기롭게 극복하기 위하여 힘을 합쳐 보다 과학적인 젖소의 개량체제와 상호협조 체제를 구축하여야 할 것이다.

국제경쟁력 제고를 위한 젖소의 효율적인 생산성 향상은 유전능력이 우수한 젖소에 효율적이고 합리적인 환경요인을 제공해 줌으로써 소기의 목적이 달성될 수 있으며, 유전능력이 낮은 젖소에는 아무리 우수한 환경요인을 제공한다 하더라도 목적하는 결과를 얻을 수 없다는 것은 자명한 사실이다.

따라서 낙농산업의 국제 경쟁력을 제고하기 위해서는 근본적으로 우리나라에서 사육되고 있는 젖소에 유전능력이 우수한 유전자원의 지속적인 확보와 보급으로 선진 외국 수준의 유전능력을 갖춘 젖소를 확보하는 길이라고 생각된다. 젖소의 유전능력의 효율적인 개량은 과학적인 육종계획과 젖소를 사육하는 농가의 적극적인 개량의지의 협력하에서만 가능하다고 본다.

따라서 본고에서는 젖소의 유전능력의 개량에 있어서 주요 경제형질들과 이들의 유전모수를 살펴보고 젖소의 효율적인 유전능력개량과

정에 필수적으로 요구되는 젖소의 혈통등록, 외모심사 및 선형심사, 능력검정, 유전능력의 평가와 계획교배에 대하여 살펴보고자 하며, 앞으로 젖소의 보다 효율적인 유전능력의 개량에 기여할 것으로 기대되는 연구개발분야에 대하여 간략하게 알아보하고자 한다.

2. 경제형질과 육종목표

1) 경제형질

젖소의 경제적 가치는 유량과 유성분인 유지율 및 유지량, 단백질율 및 단백질량, 무지고형분율 및 무지고형분량, 총고형분량, 번식효율, 체형, 착유속도, 분만난이도, 체세포수 및 생애수명등에 의해 결정되므로 이들 주요 경제형질들에 대하여 알아보면 다음과 같다.

(1) 유량과 유성분

젖소에 있어서 유량(milk yield)은 가장 중요한 경제형질로써 낙농 수익에 가장 큰 영향을 미치는 요인이다. 한편 유성분으로는 유지량, 단백질량, 무지고형분량으로 크게 나눌 수 있으며, 이들 형질 역시 중요한 경제형질들로 우리나라에서는 유량과 유지율 및 체세포수에 의해 원유가 결정되고 있으나, 선진 낙농국에서는 단백질율도 원유가 결정에 포함시키는 나라들이 많다.

젖소의 효율적인 유전능력의 개량을 위해서는 젖소의 경제형질에 대한 유전모수(genetic parameter)를 알아야 하는데, 이들 유량과 유성분들의 유전력과 이들 형질들간의 표

현형상관과 유전상관은 <표1>과 같다.

(2) 번식효율

젖소는 송아지를 분만한 후부터 비유가 시작되므로 정상적이고 정기적인 번식이 매우 중요하다. 젖소의 번식효율(reproductive effi-

ciency)은 수태당 종부회수, 분만간격 및 공태기간등으로 나타낸다. 이들 번식효율에 대한 유전력과 반복력은 <표2>에 나타난 바와 같다.

<표 1> 유량과 유성분의 유전력 및 이들 형질들간의 표현형상관과 유전상관

유 성분	유 량	유 지 량	총고형분량	단백질량	유 지 율
유 량	(0.25)	0.65	0.90	0.80	-0.60
유 지 량	0.85	(0.20)	0.85	0.75	0.20
총고형분량	0.95	0.95	(0.20)	0.90	-0.30
단백질량	0.95	0.90	0.95	(0.20)	0.00
유 지 율	-0.15	0.30	0.05	0.00	(0.50)

* 대각선상()속의 숫자는 유전력이고, 좌측하단은 표현형상관, 우측상단은 유전상관임.

<표 2> 젖소의 번식효율의 유전력과 반복력

번 식 형 질	유 전 력	반 복 력
분만간격	0.00~0.10	0.14~0.18
수태당 종부회수	0.00~0.09	0.00~0.12
1차종부에 대한 미 발정율	0.00~0.03	0.00~0.05
공태기간	0.00~0.09	0.00~0.10

(3) 체 형

낙농가의 단기 소득은 주로 유량과 유성분에 의해 결정되나, 젖소의 생애 산유량에는 체형이 큰 영향을 미친다. 아무리 산유량이 좋은 젖소라 하더라도 유방의 부착이 좋지 않거나, 신체의 이상에 의해 도태가 된다면 그 능력을 발휘할 수 있는 기회가 줄어들어 직접 또는 간

접적으로 유생산량을 감소시키는 결과를 가져온다. 또한 종축용으로 판매되는 육성우 또는 번식우의 가격은 체형에 따라 크게 영향을 받는다. 젖소의 생애 산유량과 내구연한에 큰 영향을 미치는 선형체형형질의 유전력은 <표3>에 제시한 바와 같다.

〈표 3〉 선형 체형형질의 유전력

형 질	유 전 력	형 질	유 전 력
키	0.37	발굽의 각도	0.10
강건성	0.26	앞유방 부착	0.18
체심	0.32	뒷유방 높이	0.18
예각성	0.23	뒷유방 너비	0.16
엉덩이 경사도	0.29	유방의 정중제인대	0.15
엉덩이 너비	0.24	유방의 깊이	0.25
옆에서 본 뒷다리	0.16	유두 위치	0.21

(4) 기타형질

낙농가의 수익성과 직·간접적으로 영향을 주는 경제형질로서는 착유속도, 분만 난이도 체세포수치 및 생애수명등을 들 수 있다.

2) 육종목표

젖소의 육종목표는 낙농가에게 직·간접적으로 수익에 영향을 주는 경제형질들을 개량하는데 육종목표를 설정하여 추진하여야 할 것이다. 한편 젖소의 육종 대상형질을 살펴보면, 유량은 낙농가의 수익성에 가장 비중이 높은 경제형질로 이를 보다 증대시키는데 목표를 두어야

할 것이고, 유성분 역시 결정에 영향을 주는 요소로써 유지율 및 유단백 함량 및 고형분 함량도 보다 증대시키는 방향으로 육종목표를 설정하여야 할 것이다.

젖소의 번식효율을 증대시켜 생산성을 향상시키기 위해서 번식간격을 보다 단축하여야 하며, 체형에 있어서는 기능적 형질인 체심, 다리, 엉덩이, 유방형상의 개량에 목표를 두어야 할 것이다.

젖소의 유량 및 유성분에 대한 우리나라의 젖소 육종목표는 〈표4〉와 같다.

〈표 4〉 우리나라의 젖소 육종목표

(305일 2회 착유기준)

대 상 형 질	1992	1997	2001	연간 개량량
산유량(kg)	5,624	6,300	7,000	153
유지율(%)	3.64	3.70	3.70	-
유단백질율(%)	3.34	3.35	3.35	-
무지고형분율(%)	8.75	8.75	8.75	-

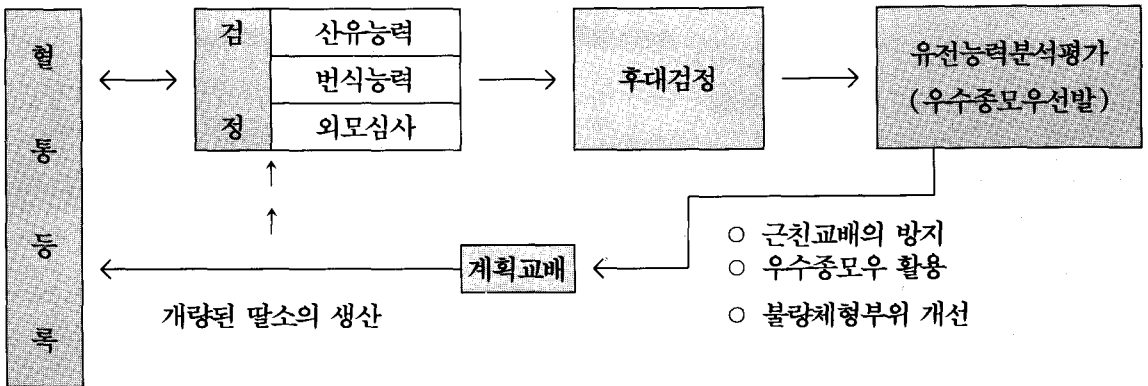
* 자료 : 가축육종정책('97 한국동물유전육종학회 심포지움)

3. 유전능력의 개량방법

젖소를 효율적으로 개량하기 위해서는 과학적인 육종 시스템과 육종 전략에 의하여 체계적으로 추진 되어야 한다. 젖소의 유전능력을 개량하는데 주도적인 역할을 하여왔던 집단 유전학적 기법에 의한 젖소의 개량은 등록사업을 통하여 혈통을 확립하고, 이들에 대한 능력검정과 체형심사를 통한 개체별 유전능력과 체형의 특성을 분석하고 유전능력과 체형이 아주 우수한 고능력우의 선발과 교배에 의한 수송아지를

생산하여 이들 수송아지에 대한 딸소의 생산능력을 검정하는 후대검정을 실시하고, 이들 경제형질에 대한 정보를 최신의 통계 유전학적 기법에 의한 유전능력을 분석·평가하여 유전능력이 아주 높은 보증종모우를 선발하고, 이들 유전자원을 능력과 체형이 우수한 후대를 생산하기 위하여 암소에 계획교배를 실시함으로써 효율적인 젖소의 유전적 능력개량이 이루어질 수 있다.

이를 종합하여 젖소의 유전능력 개량의 흐름도를 도식화하면 <그림 1>에 나타난 바와 같다.



<그림 1> 젖소 개량의 체계도

1) 혈통등록

혈통이란 선조에서 부터 부모를 통하여 현재에 이르는 혈연관계를 말하며, 젖소 개량의 시작은 혈통등록으로부터 이루어진다고 할 수 있다. 유전능력의 개량이란 보다 능력이 우수한 유전자를 효율적인 선발과 교배에 의하여 후대

에 전달하므로써 소기의 목적이 달성될 수 있으므로 혈통을 알지 못하고는 효율적인 유전능력의 개량은 이루어 질 수 없다는 것은 자명한 사실이다. 따라서 혈통등록이 되어 있지 않은 젖소는 부모와 조상에 대한 혈연관계를 알 수가 없어 근친교배를 방지할 길이 없다.

젖소가 근친이 되면 근교에 의한 능력의 저하

가 일어난다는 것은 널리 알려진 사실이다. 근친 교배는 동형접합 유전자좌의 비율을 증가시키고, 기형 및 치사 유전물질의 발생빈도를 증가시킬 뿐만 아니라 산유형질 및 번식형질에 아

주 나쁜 영향을 준다. <표5>는 근교계수 1% 증가에 따르는 각 형질의 변화량을 나타낸 것이다.

<표 5> 근교계수 1% 증가에 따르는 각 형질의 변화량

형 질	변 화 량	형 질	변 화 량
유 량*	-10~-50kg	초산 송아지 폐사율	2%
유 지 량	-0.7kg	수태당 중부 횡수	0.05회
유 지 율	0.05%	1차 중부후 수태까지의 일수	3일
생시체중	-0.11kg	임신 실패율	0.05%

* 자료 : Principles of Dairy Science(1988), * 신가축육종학(1996).

한편 혈통을 알지 못하는 젖소는 능력이 아무리 우수하다 하더라도 유전능력 개량사업에 활용할 수 없을 뿐만 아니라 젖소 사육농가가 축군의 대체를 위한 어린 시기에 암송아지를 선발할 경우에는 양친이나 외조부 등의 선조 능력을 평가하여 선발하여야 하는데 혈통을 모르는 송아지에 대한 선발과 도태의 기준이 없어 선발이 불가능하게 된다. 또한 혈통이 확립되어 있지 않으면 젖소의 유전능력개량의 강력한 수단인 선발을 위한 유전능력분석 자체가 불가능하여 젖소의 과학적인 유전능력의 개량은 할 수 없게 된다. 따라서 혈통의 확립을 위한 혈통등록은 젖소 개량의 기본 요소로서 낙농 선진국인 화란, 덴마크, 미국, 캐나다 등의 나라는 혈통등록을 100년이 넘게 실시하여 왔다.

등록제도는 나라마다 조금씩 다른데 우리나라 홀스타인 젖소의 등록제도는 기초등록, 본

등록, 혈통등록 및 고등등록으로 나누어 실시하고 있으며, 기초등록은 홀스타인 종으로 실격사항이 없는 모든 홀스타인 종은 기초등록의 대상이 될 수 있고, 기초등록된 암소에다 혈통등록된 종모우를 교배하여 생산된 젖소는 혈통등록을 할 수 있으며, 고등등록은 혈통등록된 젖소 중에서 산유능력과 외모심사 점수가 일정 기준 이상의 홀스타인종에 대하여 할 수 있다. 따라서 실제 유전능력 개량에 직접적으로 이용할 수 있는 젖소는 개체의 혈연관계를 알 수 있는 혈통등록된 젖소만이 가능하다.

2) 능력검정

젖소의 능력검정은 젖소의 유전능력을 개량하는데 필수적인 요소로서 각 개체가 가지고 있는 능력을 정확히 파악하여 유전능력이 우수한 종축을 선발 활용하기 위해 실시하게 된다.

젖소의 능력은 유량, 유성분, 번식능력 및 체형등 개량의 목표로 설정한 모든 형질이 해당된다. 젖소의 능력검정은 검정형질의 대상에 따라 번식능력검정과 산유능력검정으로 대별할 수도 있는데 번식능력검정이라함은 암소의 초임월령, 수태당 종부회수, 초산월령, 임신기간, 분만간격, 공태기간, 송아지 분만난이도, 송아지 체중, 기타 번식형질들을 조사하는 것을 말하며, 산유능력검정이라함은 암소의 산유량, 유지율, 유지량, 단백질량, 단백질율, 무지고형분량등에 대한 생산능력을 조사하는 것을 말한다.

한편 젖소는 검정 목적에 따라 아래와 같이 후보종모우를 생산하기 위한 당대검정과 보증종모우를 생산하기 위한 후대검정으로 구분되며, 검정대상에 따라 공공검정(station test)과 농가검정(field test)으로 구분하고, 농가검정은 입회검정과 자가검정으로 나눈다. 젖소의 능력검정에 대한 자세한 방법 및 검정지침은 종축검정요령(농림부고시 제1997-19호)를 참조하면 된다.

(1) 당대검정

당대검정이란 후보종모우를 선발하기 위한 고능력 수정란 또는 능력이 검증된 고능력정액등을 이용해서 생산된 수소를 대상으로 선대의 기록이나, 자체의 외모심사 및 발육상태등을 조사하는 검정을 말하며, 후보종모우를 선발하기 위하여 실시한다.

당대검정을 할 수 있는 우리나라의 예비 후보 수송아지의 선발대상은 다음과 같다.

- 고능력 수정란에 의해 생산된 수송아지
- 고능력 정액을 고능력 종빈우에 수정하여 생산된 수송아지
- 보증종모우의 정액을 고능력 종빈우에 수정하여 생산된 수송아지

(2) 후대검정과 보증종모우의 선발

후대검정이란 후보종모우의 딸소(검정낭우)의 생산, 육성과 검정낭우의 산유능력 및 번식능력을 조사하여 후보종모우의 유전능력을 평가하고 보증종모우를 선발하는 일련의 과정을 말한다.

당대검정의 결과 후보종모우로 선발된 각각의 딸소들은 그 아버지의 유전자중 임의의 반을 갖고 태어남으로 특정 종모우의 능력을 평가할 때에는 임의의 암소에 교배되어 생산된 딸소들을 후보종모우 1두당 30~50두를 평가하게 되며, 한마리의 보증종모우가 선발되기까지는 6~7년의 기간이 소요된다. 따라서 우리나라의 젖소 종모우 선발체계를 요약하면, 후보종모우용 송아지를 생산하는데 산유능력 검정을 통하여 능력검정된 암소 집단 중에서 유전능력을 평가하여 고능력 빈우(elite cow)를 선발하고, 이들에 유전능력이 보증된 국내외의 정액을 이용한 계획교배로 생산된 잠재유전능력이 우수한 수송아지, 고능력의 수정란을 이용한 수송아지, 그리고 유전능력이 우수한 것으로 예측되는 Young Bull들을 외국에서 도입하여 이들 수송아지에 대한 당대검정, 즉 이들의 발육능력 검정과 체형심사 및 정액성상을 조사한 후, 후보종모우를 선발하고, 선발된 후보

종모우를 빈우에 교배하여 생산된 딸소들의 산
유능력과 체형을 조사하여, 후보종모우에 대한
유전능력의 분석·평가로 우수 보증종모우를 선
발하고 후대생산용 유전자원으로 활용하게 된
다.

3) 외모 및 선형심사

젖소의 유전능력이 아무리 우수하다 하더라도 체형 특히 기능적 형질이 불량하면 젖소의
조기도태가 불가피하여 오랜 기간동안 그 생산
능력을 발휘할 수 없게 된다. 따라서 젖소의 외
모 즉, 체형이 우수하여야만 오랜 기간동안 그
젖소가 가지고 있는 유전능력을 충분히 발휘할
수 있게 된다.

젖소의 심사는 젖소의 외모 즉, 체형의 양부
를 판단함에 있어서 외모를 평가하는 일반 외모
심사와 종모우의 체형에 대한 유전적 특성을 평
가하기 위하여 종모우의 딸소들에 대한 중요한
기능적 형질들을 평가하는 선형심사로 대별할

수 있다.

(1) 외모심사

젖소의 외모의 양부를 평가하기 위한 외모심
사는 젖소를 개량하고자 할 때 생리적 기능이
보다 효율적으로 발휘되어 보다 높은 생산성을
발휘할 수 있는 이상적인 체형, 즉 육종목표로
한 체형을 문구로 설명 표시하여 젖소 각 부위
의 중요도에 따라 그에 상응하는 점수를 배분한
심사표준에 의하여 젖소 각 부위별의 장단점을
판정하여 점수화하는 방법으로 홀스타인종 암
소에서는 일반외모, 유용특질, 체적 및 비유기
관의 4개 부분으로 크게 구분한 후 이를 다시
세분하여 중요도에 따라 배점을 하였으며, 특
히 비유기관에 높은 배점이 주어져 있다. 예를
들어 홀스타인종 빈우의 외모심사에 대한 부위
별 점수만을 요약하면 <표6>에 제시한 바와
같다.

<표 6> Holstein종 빈우의 외모심사 부위 및 점수

일반외모(30)		유용특질(20)		체 적(20)		비유기관(30)	
부 위	점 수	부 위	점 수	부 위	점 수	부 위	점 수
품종특징	8	목, 갈비	13	전 능	10	유방용적	12
어깨, 등	5	피부, 피모	7	배	10	유 방 질	10
엉덩이	7					유 두	5
지 제	10					유 정 맥	3

한편 외모심사나 등록심사시 심사대상에서
제외되는 실격조건은 다음과 같다.

- ① 모색
 - 흑 또는 백의 전신 단일 모색

- 미방 또는 복부의 흑색
- 한 다리라도 제관부가 흑모로 쌓인 것
- 혼합모
- ② 유방 : 선천적인 1유구 이상의 결여
- ③ 이성 쌍태아의 불임축
- ④ 유전적인 불량형질
- ⑤ 부정행위

(2) 선형심사

선형(Linear)이라는 말은 선(線)이란 뜻이다. 젖소의 선형심사란 젖소의 생산능력에 직접 또는 간접으로 영향을 미치는 기능적 체형형질의 생물학적 변이의 정도를 연속적인 눈금(1에서 50)을 사용하여 수치적으로 표시하여 젖소의 체형 상태를 파악하는 심사라 하겠다.

① 심사방법

낙농경영의 개선을 위해서는 충분한 용적과 높고, 넓고, 강하게 부착된 유방, 충분한 용적의 내장과 그것을 수용할 체구(체적), 이러한 체구를 받쳐줄 만큼 강한 지체를 갖는 젖소가

필요하다.

이러한 작업은 종래에는 외모심사표준에 따른 체형을 평가하여 왔으나, 그 특징을 구체적인 형상으로써 파악하고 표현하는데는 문제가 있었다.

이점을 보완할 목적으로 개발된 것이 선형심사법으로 기존의 평가방법과 병용하여 암소 개체의 체형 특징을 구체적으로 평가하는 방법이다. 이 방법은 암소를 대상으로 유전적, 경제적으로 중요한 체형형질을 선정하여 각 형질에 대해서 1부터 50까지 50단계의 연속적으로 평가할 수 있는 기준을 설정하여 각 형질의 생물학적 특징을 평가하는 방법이다. 또한 이 데이터를 집계·분석함으로써 종모우(딸소의 아버지) 체형의 유전적 특징을 구체적으로 파악해서 평가할 수가 있는 것이다.

② 평가 대상형질

암소의 선형심사에 의한 체형 평가시 1차심사 대상형질은 <표8>과 같다.

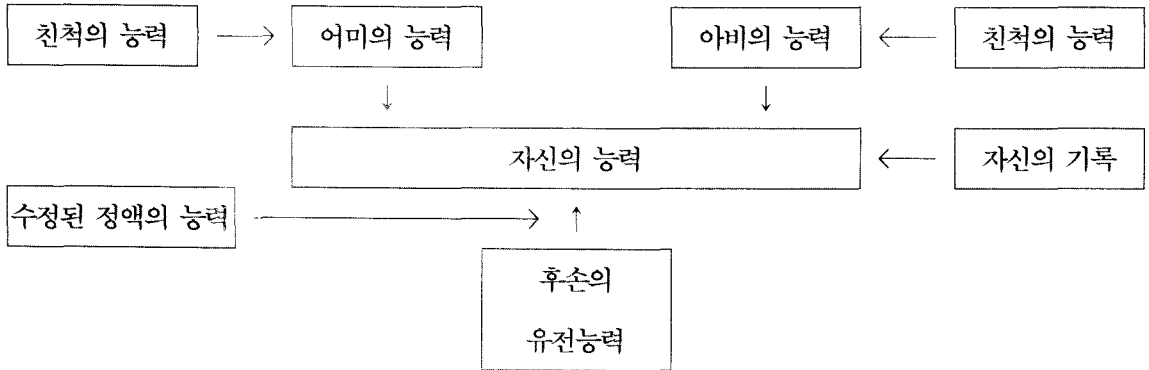
<표 8> 선형심사 1차 대상 형질

부 위	형 질	부 위	형 질
전체외모	(1) 키	비유기관	(9) 앞유방의 부착정도
	(2) 강건성		(10) 뒷유방의 부착높이
	(3) 체심		(11) 뒷유방의 부착너비
	(4) 예각성		(12) 유방의 정중제인대
영덩이	(5) 기울기	앞유두	(13) 유방의 깊이
	(6) 옆너비		(14) 뒤에서 본 배열위치
다 리	(7) 뒷다리의 옆에서 본 위치		(15) 크기
	(8) 발굽의 각도		

4) 유전능력의 평가와 선발

젖소의 유전능력을 평가하여 능력이 우수한 종축을 선발하기 위해서는 능력검정에 의해 조사된 능력검정 성적과 혈통자료를 수집하여 최신의 통계유전분석 기법인 BLUP(Best Linear Unbiased Prediction)에 의한 가축모형(Animal Model)에 의거 암수 모두의 유전능력(Predicted Transmitting Ability, PTA)을 추정함으로써 능력이 우수한 종축을 선발할 수 있다.

가축모형의 기법은 예전에 사용하던 종모우 모델(Sire Model)과는 많은 공통점을 가지고 있으나, Sire Model(MCC)법에 사용한 주요한 혈연정보는 아버 및 외조부와 수소측의 낭우와의 관계였다. 그러나 가축모형은 종모우 모델에 비해 보다 많은 혈연정보, 즉 평가하고자 하는 모든 혈연정보를 종합하여 평가가 행해진다. 가축모형에 있어서 유전정보의 흐름을 도표로 나타내면 <그림 2>와 같다.

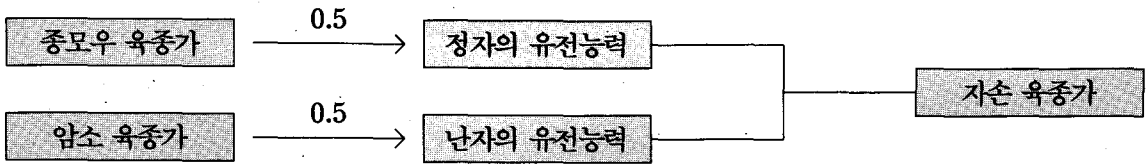


<그림 2> 가축모형에서 유전적 정보의 흐름도

가축모형에서는 젖소의 상가적 유전 효과인 육종가(Breeding Value, BV)를 추정하는데, 일부국가에서는 육종가를 쓰지않고 대신 자식에게 전달하는 유전능력(Predicted Transmitting Ability, PTA)을 사용하고 있다. 젖소는 한쌍의 유전자를 갖고 있는데 난자와 정자는 각각 한쪽의 유전자만을 갖고 있어

교배되는 후손에게 자신의 능력의 절반 정도만 물려주게 된다. 그래서 후손은 절반의 아버의 능력과 절반의 어미의 능력을 갖게 되고 이를 합하여 후손의 육종가를 이루게 된다.

육종가(BV)와 유전능력(PTA)의 관계를 도표로 나타내면 <그림 3>과 같다.



〈그림 3〉 육종가(BV)와 유전능력(PTA)의 관계

한편 산유형질들의 실생산능력의 지표가 되는 생산능력(Predicted Producing Ability, PPA)은 농가들이 소득적인 차원에서 능력에 따라 도태여부의 결정에 중요한 정보로 활용될 수 있다.

가축의 생산능력(PPA)은 육종가(BV)에 영구 환경효과를 더한 값으로 표시되며, 육종가(BV), 유전전달능력(PTA)과 생산능력(PPA)의 구성은 아래와 같다.

$$\text{육종가(BV)} = G + A$$

$$\text{유전능력(PTA)} = (G + A) / 2$$

$$\text{생산능력(PPA)} = G + A + P$$

여기서, G : 유전적 그룹효과

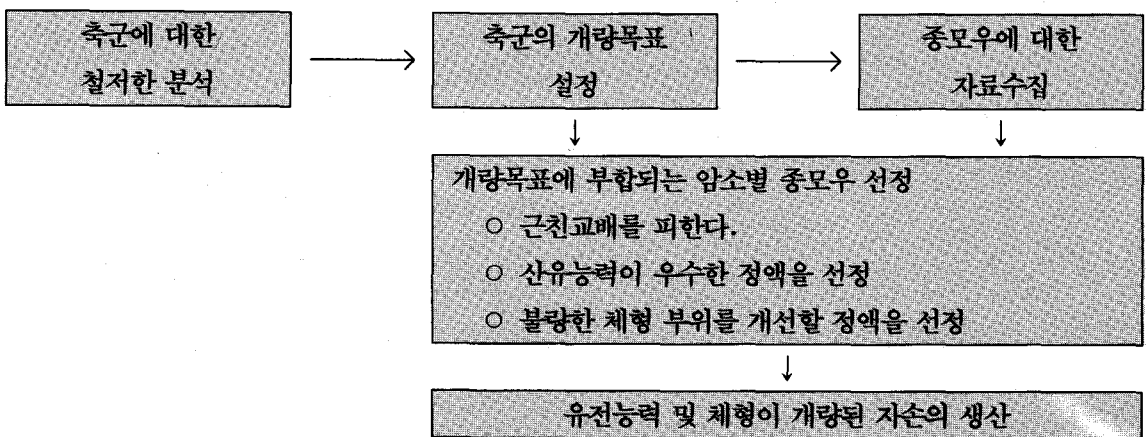
A : 개체의 상가적 유전효과

P : 개체의 영구 환경효과

5) 계획교배

송아지의 유전적 조성은 어미와 아버지로부터 각각 반씩의 유전정보를 받고 태어나므로 양친의 외모뿐만 아니라 산유능력에 있어서도 양친을 닮게 된다. 암소의 체형과 산유능력의 장단점을 파악하여 후대에 체형이 우수하고 산유능력이 높은 송아지를 생산할 수 있는 종모우를 선택하여 교배하는 것을 계획교배라 한다.

계획교배 과정의 흐름도를 그림으로 표시하면 〈그림 4〉와 같다.



〈그림 4〉 계획교배 과정의 흐름도

계획교배를 효율적으로 수행하기 위해서는 첫째는 축군의 평균능력과 암소 각 개체들의 체형을 파악하고, 집단내 개체들의 능력에 대한 자료를 분석하여야 하며, 둘째는 축군과 개체의 분석자료에 근거하여 축군의 개량목표와 개체별 개량방향을 설정하고, 셋째는 축군 전체를 일정 수준으로 끌어 올리기 위해서는 종모우 정액을 선정할 때 상호 보완이 될 수 있는 정액을 선정한 후, 개체별 개량방향에 맞게 종모우를 선정한다. 넷째는 선정된 종모우를 암소에 교배시킬 때는 근교 피해를 줄일 수 있도록 교배될 빈우의 혈연관계를 고려하여 근친교배가 되지 않도록 교배를 하여야 한다.

4. 유전능력의 개량을 위한 앞으로의 연구개발분야

젖소의 유전능력의 개량은 전통적인 통계 유전학적 방법에 의한 유전능력의 개량과 더불어 보다 구체적인 유전적 요인의 해부로 육종효과에 대한 예측을 가능케 하는 새로운 기술의 개발이 절실한 시점에 있어 이에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다.

이들 연구들로는 과배란 수정란이식(MOET)기법의 이용, 양적 형질좌(QTL)의 유전자 지도 작성, 핵 이식 및 형질전환 젖소의 생산에 대한 연구로 현재 상당한 연구 결과가 보고되고 있으며, 그 외에도 암수의 성 조작에 의한 송아지 생산과 쌍태 생산등에 대한 연구도 진행중에 있다.

1) 과배란 수정란이식(MOET)기법의 이용

후대검정은 세대간격이 길고 많은 시간과 인력과 예산이 소요되는 사업이다. 그러나 최근에 첨단 기술을 이용한 과배란 수정란이식(MOET) 기법에 의한 형태검정으로 수소를 선발하여 수소선발 세대를 단축하므로써 젖소의 유전적 개량을 보다 효율적으로 도모할 수 있는 방법이 개발되었다.

과배란 수정란이식(Multiple Ovulation and Embryo Transfer, MOET)기법에 의한 젖소의 개량방법은 수소의 선발을 딸소(낭우)의 성적에 의한 것이 아니고, 혈통, 체형 및 산유능력이 우수한 빈우(elite cow)를 과배란 처리후 고능력 보증종모우의 정액을 인공 수정하여 다수의 수정란을 2~3회 채취하고, 이들 수정란을 빈우에 이식하여 같은 세대에 전형매 가족을 많이 얻어 이들 암소에 대한 산유능력 검정을 실시하여 암소를 선발하고, 수소는 그 자매의 육종가(BV)를 평가 선발하여 젖소를 개량하고자 하는 방법을 말한다.

이 방법은 수소의 선발 기간이 후대검정 방법에 비하여 짧아 연간 유전적 개량량이 높은 것으로 추정되고 있으며, 적은 두수의 기록우로도 검정이 가능하여 검정비용이 저렴할 뿐만 아니라 검정우에 대한 환경오차를 줄여 보다 검정의 정확도를 증대시킬 수 있어 낙농 선진 외국에서는 이미 종모우가 선발되어 후대검정으로 선발된 종모우와 유전능력의 비교 평가가 거의 완료되어 유전능력 개량에 이들 선발 종모우들이 곧 이용되어질 것으로 판단되며, 우리나라도 이 방법의 개발에 대한 연구가 진행중에 있다.

2) 유전표지(Genetic Marker)의 개발과 유전자 지도 작성

젖소의 경제형질과 직접적으로 높은 연관성을 갖고 있는 유전적 표지를 탐색 및 개발하여 이들 유전표지를 선발 모델에 추가함으로써 선발의 정확도를 보다 증대시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 활발히 진행중에 있다. 한편 경제형질이나 질병과 관련된 유전자지도 작성은 젖소 육종에 있어서 직접적으로 이용될 수 있다는 점에서 높은 가치를 갖는다. 이미 단일 유전자좌에 의해 영향을 받는 몇몇 형질들에 대한 유전자좌가 결정되었으며, 양적형질로 알려진 유량이나, 유성분에 영향을 미치는 유전자좌에 대한 연구도 가계도를 이용하여 거의 완료된 것으로 보고되고 있다. 따라서 이러한 유전자지도가 작성되면 경제형질의 선발에 있어서 중요한 표지 유전자의 이용이 가능할 것으로 판단된다. 또한 각종 질환의 규명이나 원인을 확인하는데 이용될 수 있으며, 조기에 이러한 유전병이 있는 종축을 선발하는데도 이용될 수 있을 것이다.

3) 핵 이식에 의한 우수 송아지 생산

핵 이식에 의한 송아지 생산은 고능력우간에 교배 수정된 세포분열중에 있는 수정란(4~16 세포기)을 분할하여 이 분할된 세포를 핵이 제거된 공핵란에 이식하여 이식된 핵들을 암소의 자궁에 착상시켜 똑같은 유전형질을 갖는 송아지를 생산하는 기술로 이들이 대량으로 생산되면 유전능력이 우수한 송아지의 빠른 증식이 이

루어져 젖소의 유전능력 개량에 크게 기여할 것으로 기대된다. 이에 대한 연구결과로 선진외국 및 우리나라에서도 핵 이식된 송아지가 탄생되었으며, 이 방법은 핵제거, 세포융합, 핵이식, 배의 수태등의 고도의 기술이 요구되어 아직까지는 생산효율이 낮아 고가의 비용을 요하지만, 앞으로 이 기술의 효율이 증대되면 젖소의 유전능력 개량에 크게 기여할 것으로 판단된다.

4) 형질전환동물의 생산

형질전환동물(Transgenic Animal)이란 원하는 유전자를 수정란 또는 초기배의 배반세포(embryonic cell)에 도입하고 유전자를 도입받은 수정란 또는 배반세포를 이용하여 생산한 변이체 동물을 말한다. 수퍼마우스가 형질전환동물의 첫작품으로 이는 사람의 성장 호르몬 유전자를 생쥐의 수정란에 미세 주입시켜 태어난 것으로 성장이 빠르고 체구가 훨씬 큰 생쥐이다.

최근 가축의 유증성분을 사람에게 유용한 방향으로 변화시키려는 노력은 상당히 오래 전에 시작되었다. 특히 유아용 우유를 모유화시키기 위해 유단백질 유전자들의 구조와 염기서열 및 기능들이 구명되었으며, 이들 유전자들이 도입된 형질전환 가축을 생산하여, 가축 유증의 성분 변화를 유도할 수 있다는 가능성이 실험동물에서 입증되었으며, 최근에는 몇몇 형질전환 가축도 생산되었다. 특히 우유를 모유화 하기 위한 연구는, 모유에는 다량으로 함유되어 있으나 우유에는 극히 미량으로 함유되어 있는 리아소자임, 락토페린, IgA 등의 유전자를 도입시

킨 형질전환 유우에서 모유성분과 유사한 유즙을 분비시키는 것인데, 국내의 생명공학연구소에서도 사람의 락토페린 유전자를 젖소의 수정란에 주입하여 이 수정란에서 생산된 암소에서 주입된 사람의 락토페린 유전자가 발현되어 우유속에 모유의 락토페린이 생산되었다고 보고된 바 있다.

5. 맺 음 말

우리나라의 낙농산업은 선진 낙농국에 비하여 아주 열악한 상태에 있어 국제경쟁력의 제고를 위한 낙농산업의 발전은 시급한 실정에 있다.

젖소의 생산성 향상은 우수한 유전능력을 보유한 젖소에 좋은 환경요인을 제공해 줌으로써 이루어질 수 있으며, 유전능력이 우수한 젖소의 확보는 과학적인 육종 시스템과 육종 전략에 의하여 체계적으로 이루어져야만 소기의 성과를 거둘 수 있다.

젖소의 효율적인 유전능력의 개량은 젖소개량과정의 필수 요건이라고 할 수 있는 혈통등록, 능력검정, 과학적인 유전능력 평가와 선발 그리고 효율적인 교배계획에 의하여 이루어질 수 있다. 그러나 우리나라의 젖소의 유전능력 개량을 위한 요건들은 선진 외국에 비하여 아주 열악한 실정에 있다.

젖소의 과학적인 선발 및 교배계획에 필수적으로 요구되는 혈연정보를 알 수 있는 혈통등록 두수는 아주 낮은 실정이며, 젖소의 유전능력 평가에 의한 과학적인 선발과 사양관리의 기본

적인 지침으로 이용되는 능력검정과 종모우를 선발하는 후대검정 사업도 아주 열악한 실정에 있다.

젖소의 효율적인 유전능력의 개량은 아무리 우수한 육종계획이 수립되었다 하더라도 젖소를 사육하는 농가의 적극적인 협조 없이는 불가능하다고 생각된다. '96년 젖소 산유능력 검정 사업 분석결과에 의하면, 검정을 받은 농가의 평균과 받지 않은 농가의 평균은 해마다 두당 1,000kg이상씩 차이가 나고 있다고 보고된 바 있다. 이는 젖소 사육농가 모두가 젖소 개량사업에 적극 참여하는 것이 우리나라 젖소의 효율적인 유전능력 개량에 기여하는 길이며, 국제경쟁력 제고는 물론 농가 소득 증대와 직결되는 것을 단적으로 보여주고 있는 것이다.

따라서 젖소 사육농가는 사육하고 있는 젖소의 혈통을 확립하고, 개체 및 능력을 파악하는 능력검정에 참여하여 다양한 정보를 확보하고, 우수한 종모우의 정액을 적절히 활용하는 계획 교배로 우수한 유전능력과 체형을 갖는 젖소로 바꾸어 나아가야 할 것이다.

본 원고는 우리나라 낙농산업의 국제경쟁력을 제고하기 위하여 젖소의 유전능력개량에 꼭 필요한 요소들을 살펴보고 앞으로의 연구개발 분야를 점검함으로써 젖소 유전능력의 개량에 있어서 꼭 필요한 요건들의 중요성을 재인식할 수 있는 계기가 되었으면 하며, 앞으로 젖소의 유전능력개량에 크게 이바지 할 것으로 생각되는 첨단 유전공학기법의 개발에 보다 많은 관심과 연구가 이루어져 좋은 성과가 달성될 수 있기를 기대한다.