

젖소 사육의 수익성을 좌우하는 주요 형질의 유전적 특성

-편집실-

1. 비유량

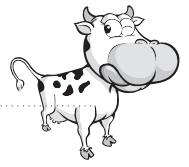
비유량은 한 유기내 총생산유량을 의미하는 것으로 젖소 사육에서 얻어지는 수입의 주를 이루며 수익의 증가는 비유량 증가에 정비례한다.

유기나 총유량은 최고 비유일의 유량(peak yield)과 비유지속성(persistency of yield)에 의해 좌우되는데, 전자의 영향을 더 많이 받는다. Sweden 후대검정소의 자료 분석결과를 보면 분만 후 250일간 총유량 변이의 60%는 최고비유일 전후 1개월 유량에 기인되고, 비유지속성에 의한 변이는 11%에 불과하다. 비유지속성은 여러 가지 방법으로 표기되지만 흔히 P2:1치, 즉 분만 후 첫 100일 동안의 유량에 대한 101일부터 200일까지의 유량 비율(%)로 표기된다. 최고 비유일 유량의 유전력이 중심인 데 반해 비유지속성의 유전력은 0.4 내외로 낮은 편이며, 이 두 형질간의 유전상관계수도 -0.22로 낮다. 여러 보고를 종합할 때 비유량의 유전력은 0.2~0.3의 범위이고, 따라서 적절한 선발법을 택하면 개량효과를 기대 할 수 있는 형질이다.

2. 우유의 성분

우유의 고형분 조성을 보면 유당 함량이 가장 높고, 다음으로 유지방, 유단백질, 회분의 함률 순인데, 이들 중 변이가 가장 많은 성분은 유지방이고, 회분은 거의 변이가 없다.

유지방, 유단백 및 무지고형분 함률의 유전력은 모두가 0.5 이상으로 대단히 높고, 또 상호간의 표현 및 유전상관 역시 모두 높은 정(正)의 상관도를 보



이다. 따라서 이들은 개체선발을 통해 쉽게 개량이 가능하고, 또 현재 일반화된 유지율 검정 및 선발을 통해 유단백질 함량이나 PLM%(유단백-유당-무기물)도 쉽게 개량할 수 있음을 알 수 있다. <표 1>에서 보면 비유량과 이들 성분간의 표현상관은 -0.10~-0.35범위이고 유전상관은 -0.15~-0.45의 범위이다. 즉, 이들 성분 함량을 높은 쪽으로 선발, 개량할 때 비유능력은 낮아지게 된다.

이들 성분 생산량 제고는 비유량 제고를 통해서 이루는 것이 더 효율적이다.

<표 1> 보고된 젖소 경제형질들의 유전력 및 비유량과의 표현 또는 유전상관계수의 범위

주요 경제형질	유전력의 범위	비유량과의 상관계수 범위	
		표현상관	유전상관
비유량	0.20~0.30	-	-
유지율(%)	0.50~0.60	-0.15~-0.35	-0.15~-0.40
PLM(%)*	0.45~0.55	-0.10~-0.30	-0.20~-0.45
유단백질(%)	0.45~0.55	-0.10~-0.30	-0.20~-0.45
유지 생산량	0.20~0.30	0.25~0.95	0.75~0.95
PLM 생산량	0.20~0.30	0.85~0.95	0.75~0.95
유단백질 생산량	0.20~0.30	0.85~0.95	0.85~0.95
전고형분 생산량	0.20~0.30	0.85~0.95	0.85~0.95
사료효율	0.30~0.40	0.50~0.60	0.50~0.60
유방염 저항성	0.10~0.30	0	0
성우의 크기	0.30~0.50	0.15~0.30	-0.20~-0.10
착유시 유속**	0.30~0.40	0.05~0.20	?
생산수명	0.00~0.10	0.15~0.20	0
번식 효율	0.00~0.10	0.10~0.25	0
체형 평점	0.15~0.30	0.00~0.15	0.00~0.20

*PLM : 단백질-유당-무기물 ** 착유에 소요되는 시간의 장단

<표 2> 유성분 함률들 간의 표현 및 유전상관계수

	유지방(%)	유단백질(%)	무지고형분(%)
유지방(%)		0.55	0.55
유단백질(%)	0.50		0.85
무지고형분(%)	0.50	0.80	

* 대각선 위는 유전상관계수, 아래는 표현상관계수임.

3. 사료효율

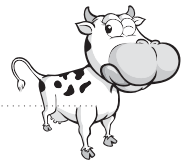
가축을 경제 목적으로 기르는 이상 개량의 주목표는 수익성이다. 수익성 제고는 생산량 개량을 통해서 얻어지지만 사료효율을 개선시켜서도 할 수 있다.

사료효율에 관한 대규모 후대검정 사업은 덴마크에서 시작되었는데, Venge(1956)의 보고를 보면 사료효율의 변이계수는 유지 생산량에 대한 변이계수의 1/3 정도인 7.6%였고, 변이의 주요인은 가계간이 아니라 검정소간이었으며, 유전력은 0.2였다. 그러나 Hooven 등(1972)에 조사된 사료효율의 유전력은 동일 부친내 모낭회귀계수로 계산된 값이 0.56으로 높고, 유지보정된 비유량과의 유전상관은 0.93으로 아주 높다. 이같이 두 형질간 유전상관이 높기 때문에 비유량 개량을 통해서 사료효율의 간접개량이 가능한 것이다. 실제로 젖소에서 사료효율은 직접 선발, 개량되지 않고 비유량 제고를 통해 간접 개량되어져 왔다. 장기간에 걸쳐 사료를 통한 영양소 섭취량은 정확히 측정해 사료효율을 계산, 선발하는 일이 비유량을 통한 간접 선발, 개량하는 것보다 비효율적이기 때문이다. 개체별 사료효율을 직접 조사할 필요가 있을 경우 흔히 단기검정을 하게된다. 단기검정은 비유 개시 121일부터 150일까지 30일 정도 하는 것이 권장되는데, 이 시기의 사료효율이 전비유기간의 사료효율과 가장 높은 상관을 보이기 때문이다. 사료섭취량에 관해 Miller 등(1972)의 보고를 보면 사료섭취량, 농후사료섭취량 및 섭취 총열량의 유전력은 각각 0.19, 0.26 및 0.42였고, 조사료 섭취량과비유량간의 유전상관은 0.2정도였다.

4.체형과 외모

일반 농가에서 체형이나 외모를 보고서 젖소를 선발하는 일이 가끔 있다. 그러나 단순히 외모 심사결과만을 가지고서 종축을 선발할 때 비유능력에 나타나는 상관반응은 지극히 적다. 외모 심사평점이나 체형형질들의 유전력이 비유량의 유전력보다 높지 않고, 또 비유량과의 유전상관도 낮기 때문이다. 하지만 같은 능력의 소유자라 하더라도 체형이 좋으면 작업성이 좋아 사육 관리비용을 줄일 수 있고, 또 내구성이 좋아 장수하기 때문에 결과적으로 평생유량(life-time production)을 많게 한다. 따라서 종축선발시 체형을 고려할 필요가 있는 것이다.

미국 Holstein협회는 체형과 비유량간에 유전상관이 없는 것으로 간주하고 두 형질을 함께 고려해 종모우를 평가할 수 있는 선발지수를 개발한바 있는데, 이것이 바로 종합능력지수(TPI:total performance index)이다.



〈표 3〉 체형형질 심사평점들의 반복력과 유전력 및 종모우의 유량 예상차(PDM)와 난우 체형형질 심사평점간의 유전상관

체형형질	반복력	유전력	유전상관
최종 심사평점 final score	0.75	0.31	-0.23
일반외모 general appearance	0.69	0.29	-0.24
유용특성 dairy character	0.45	0.19	0.41
체격 body capacity	0.58	0.27	-0.22
비유기간 mammary system	0.67	0.22	-0.24
체고 stature	0.75	0.51	-0.11
두부 head	0.32	0.10	-0.10
전단 front end	0.26	0.12	-0.19
배 back	0.41	0.23	-0.16
둔부 rump	0.48	0.25	-0.23
후지 hind legs	0.29	0.15	-0.15
족 feet	0.27	0.11	-0.16
전유구 fore udder	0.47	0.21	-0.36
후유구 rear udder	0.49	0.21	-0.14
유방부착 udder support	0.50	0.21	-0.08
유두배치 teat placement	0.57	0.31	-0.09

5. 체구의 크기

동일 품종내 연령이 같은 젖소에서 체내 근육의 발달 정도와 비유량 간에는 부의 상관을 보이지만 체구의 크기와 비유량간에는 정의 상관을 보인다. 체구의 크기는 유전력($h = 0.3 \sim 0.5$)이 비교적 높기 때문에 개체선택으로도 쉽게 커진다. 그러나 비유량에 나타나는 상관반응은 그렇게 큰 편이 아니다. 즉, 두 형질간 유전상관이 낮음을 의미한다.

젖소에서 알맞은 체구의 크기는 유생산을 위한 경제적 여건에 따라서 결정 되어야 한다. 미국의 한 보고를 보면 첫 분만 후 체중이 약 550kg 정도 되는 것이 이보다 적거나 큰 것보다 효율적인 생산을 한다고 되어 있다. Fewson과 Nieble(1972)에 의하면 조사료가 풍부하고 노동력이 제한받는 곳에서는 큰소를 사육하는 것이 유리하다고 한다. 현재까지의 연구결과를 종합해 보면 체구의 크기를 증가시키기 위한 선발계획은 필요치 않는 것 같다.

6. 유방의 형태와 착유속도

유방의 모양, 크기, 부착 및 조직의 상태와 유두의 길이, 직경, 위치 등도 선발 목표가 된다. 이들은 비유량과 생산수명 및 효율적인 착유관리에 관계된 형질들이다. 이들의 심사평점 또는 측정치들의 유전력은 0.1~0.3의 범위인데, 연령과 분만 후 경과기간에 따라서 영향을 많이 받는 형질들이다. 그래서 이들의 개체간 비교는 동일한 연령과 분만 후 동일 월령에서 행해져야 한다.

착유속도는 낙농이 대형화, 기계화됨에 따라서 중요한 개량목표가 되었다. 착유시간이 두당 2분 빨라지면 한 유기(305일)에는 20시간의 착유시간이 단축되어 관리시간은 그만큼 절약되는 것이다. 착유속도는 착유시간(milking time 또는 milking sate), 평균유속(average flow), 최고유속(peak flow), 첫 2분간 유량(milk in 2 minutes)등 여러 가지 방법으로 표시된다. 이들 중 가장 널리 쓰는 최고유속은 착유중 최고비유순간의 1분 동안 유량으로 표시되며, 착유시간은 착유개시부터 stripping 시작 직전까지의 시간이고, 첫 2분간 유량은 착유 전량에 대한 착유개시 후 2분간 유량의 비율로 표시한 것이다. 각 방법으로 표시된 착유속도의 유전력은 다음 <표 4>와 같다.

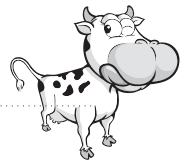
<표 4> 여러 방법으로 측정된 착유속도의 유전력 측정치

측정방법	유전력 범위
착유시간(milking time)	0.02~0.30
평균유속(average flow)	0.30~0.40
최고유속(peak flow)	0.35~0.45
첫 2분간 유량(milk in 2 minutes)	0.35~0.45

유방형태와 착유속도간에는 상관관계가 거의 없다. 그러나 유두의 길이와 착유속도간에는 부의 상관관계를 가진다. 즉, 짧은 유두는 기계착유가 훨씬 쉽다. 크기가 작고 4개의 유구(乳區)가 균등치 못하고 부착이 약한 유방은 고능력우에게 항상 고통을 주며, 비질 이하로 처진 진자형 유방은 기계착유가 불편할 뿐 아니라 상처받기 쉽고 또 유방염에도 잘 걸린다. 유두의 괄약근이 약한 것과 착유속도가 너무 빠른 개체도 유방염 이환율이 높다.

7. 번식효율

젖소의 번식률(reproductive efficiency)을 표시하는 방법으로는 분만간격(calving interval), 수태당 소요 종부회수(services per conception), 첫 종부(種付)에 의한 수태율(nonreturns to first service), 공태일수(days open)등을 이용할 수 있다. 많은 보고들을 종합해 작성한 <표5>를



보면 이들 형질의 반복력과 유전력이 거의 0에 가깝다. 따라서 이들의 개량에는 개체선택이 효과적으로 쓰일 수 없다. 한편 번식능력과 관련되어 난산빈도도 문제가 되는데, 이의 유전력 역시 아주 낮아 초산우에서는 0.03~0.020이고, 경산우에서는 0.00~0.08로 보급되고 있다.

〈표 5〉여러 가지 방법으로 표시된 번식효율의 반복력과 유전력

표시방법	반복력	유전력
분만간격	0.04~0.18	0~0.10
수태당 종부횟수	0~0.12	0~0.09
첫 종부에 의한 수태율	0~0.05	0~0.03
공태일수	0~0.10	0~0.09

난산은 태어난 송아지의 손실뿐만 아니라 어미소의 번식능력도 감소시키는 것으로 알려져 있다.

8. 생산수명

젖소는 보통 6세가 되어야 완전 성숙되며 유기 중 비유량도 최고에 달하게 된다. 따라서 6세 이전에 소가 도태된다면 그만큼 젖소에 대한 감가상각비가 높아져 경제적으로 손해를 보게 되는 것이다. 젖소가 자신의 수명을 다하지 못하고 중도에 도태되는 주요 원인을 보면 생산능력 불량과 번식장애 및 유방의 이상 등이다. 따라서 이들 형질이 잘 개량되어 있으면 생산수명은 자연스럽게 길어지게 된다.

Wickersham과 Everett(1974)의 보고에서 비유능력이 생산수명에 미치는 영향을 보면, 첫 유기의 비유량이 상위 25%내에 속한 우군은 제 6차 유기까지 도태되지 않고, 우군내에 생존한 두수가 22%나 된 데 반하여, 하위 25%군은 제 6차 유기에 불과 8%만이 생존하고 있다.

〈표 6〉첫 유기의 비유수준으로 구분한 각 우군의 제 6차 유기시까지의 생존율

첫 유기의 비유능력 구분	첫 유기의 비유기록수	각 유기까지 생존두수(%)				
		2차 유기	3차 유기	4차 유기	5차 유기	6차 유기
상 위 25%	87,409	84	67	50	35	22
중하위 25%	83,467	80	61	45	31	20
중하위 25%	73,211	75	52	36	25	16
하 위 25%	73,214	55	32	20	13	8

한편 유방이상의 주원인은 유방염이다. 유방염에 대한 감수성이 유전성임은 이미 잘 알려져 있

다. Ward(1945)의 보고를 보면 유방염 저항성인 어미소의 낳우들은 감수성인 어미소의 낳우들보다 유방염 이환율이 33~38%나 낮고, Legates와 Grinnells(1952)의 조사결과도 저항성인 어미소의 낳우에서 유방염 이환개체들이 34%나 적다. 뿐만 아니라 종모우 가계간에도 낳우들의 유방염 감수성 차이가 현저함이 Grootenhuis(1976), Skolosinski(1978) 등에 의해 보고된 바 있다. 여러 보고치들을 종합해 보면 유방염 저항성의 유전력은 0.05~0.38 범위이다.

유방염 이환빈도는 유방의 형태, 부착강도 및 유두관약근의 강약 정도의 영향도 받는데, 이들 형질 역시 유전성임이 알려지고 있다. 큰 유방이 몸에 잘 부착되지 못하고 늘어져 전자형 유방(pendulous udder)이 될 경우 상처를 받기가 쉽고, 따라서 유방염 이환율이 높을 수밖에 없다.

참고문헌:가축육종학(한국방송대학교출판부)

Understanding Animal Breeding

Glossary

accuracy(정확도)실제값과 예측값 사이의 관계가 얼마나 긴밀한가를 나타내는 척도.

accuracy of selection or accuracy of breeding value prediction(rBV,BV)(선발의 정확도 또는 예측육종가(breeding value)의 정확도)선발에 있어 한 형질에 대한 실제 육종가와 예측 값 사이의 관계가 얼마나 긴밀한가를 나타내는 척도.

additive gene effect(상가적 유전자 효과):독립 유전자 효과

alike in state (동형 상태):기능이 상당히 비슷하고 화학적 구조가 정확히 또는 거의 정확히 같은 유전자.

animal model(개체 모형)집단에 있는 모든 개체(단지 아버와 대조적으로)를 평가하기 위해 이용하는 유전 예측에 대한 진보된 통계모형.

arrow diagram(모식도)조상으로부터 지손에까지 유전자의 흐름을 도식적으로 설명하는 혈통의 한 형태.

artificial insemination(AI, 인공수정):수컷에서 정액을 모은 다음 암컷을 임신 시키기 위해 그대로 또는 냉동시켜 이용하는 번식 기술.

artificial selection(인위 선발)인간의 조절하에 이루어지는 선발

assortative mating(동류 교배)비슷한 개체들의 교배(양의 동류 교배)나 비슷하지 않는 개체들의 교배(음의 동류 교배).