

국내 Holstein종 젖소의 경제형질과 착유량에 따른 소득의 유전모수 추정

노재광¹ · 최연호² · 조광현² · 최태정² · 나승환² · 조주현³ · 김진형⁴ · 신지섭¹ · 도창희^{1*}

¹충남대학교 농업생명과학대학 동물바이오시스템학과, ²농촌진흥청 국립축산과학원, ³농협중앙회 젖소개량사업소, ⁴한국종축개량협회

Estimation of Genetic Parameters for Economic Traits and Profit by Milk Production of Holstein Dairy Cattle in Korea

Jaekwang Noh¹, Yunho Choi², Kwang-Hyun Cho², Taejeong Choi², Seunghwan Na², Juhyun Cho³,
Jinhyung Kim⁴, Jisub Shin¹ and Changhee Do^{1*}

¹Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea, ²National Institute of Animal Science, R. D. A.,
³National Agricultural Cooperative Federation, ⁴Korean Animal Improvement Association

ABSTRACT

The data including milk yields, fat and protein percent for 628,395 heads collected by National Agricultural Cooperative Federation, 15 type traits and final score for 62,262 heads collected by Korea Animal Improvement Association, which were born in 1998 to 2004, and net profits calculated from milk price and raising expenses of individuals were used to estimate genetic parameters. The highest positive genetic correlation, 0.81, was shown between body depth (BD) and loin strength (SR). Genetic correlations between body depth (BD) and udder depth (UD), front teat placement (TP) and front teat length (TL) were -0.23 , which were lowest among the linear type traits. Furthermore, medium level of negative genetic correlations were shown the milk yield with milk contents rate traits. Mostly low level of positive genetic correlations were shown between the milk traits and linear score traits except milk yield and stature. Most of the genetic correlations of between the linear score traits and net profit were low level of positive or negative genetic correlations. Among the genetic correlations, body depth (BD), angularity (DF) and rear attachment width (UW), and final score (FS) with net profit were high as 0.17, 0.17, 0.18 and 0.18, respectively. Finally all of the genetic correlations between net profit and milk traits were positive and higher than the linear traits with positive genetic correlations. The results of this study suggest that net profit has been related with the linear traits, such as body depth (BD), angularity (DF) and rear attachment width (UW) traits, and furthermore, milk traits including yield and contents rates influence positively and greatly on net profit.

(Key words : Milk yield traits, Linear type traits, Net profit, Genetic parameter, Genetic parameter)

서 론

일반적으로 낙농가의 수입은 개체의 산유능력과 관리형질, 체형 등의 경제형질 들과 밀접하게 연관되어 있어 젖소의 수익성을 개선하기 위하여 이들 형질에 대한 개량에 대한 연구가 수행되어 왔다 (이 등, 1996; 송 등, 2002; 전 등, 2008; 최 등, 2009; 이 등, 2009). 특히 개체의 유량, 유단백율, 유지율 등의 산유형질이 젖소의 중요한 경제형질들로서 유전적 개량을 통하여 유전능력을 향상 시키려는 노력이 많이 이루어져 왔다. 또한 선형심사를 통한 가축의 평가가 실시되고, 젖소 개체의 수익과 밀접하게 관련된 젖소의 생산수명과 체형 등의 형질들과 연관성을 찾기 위한 많은 연구가 수행되어 왔다 (이 등 2009).

본 연구에서는 유생산에 의한 수익과 경제형질인 산유능력과 선

형심사형질간의 유전적 관계를 조사하여 수익에 밀접하게 관련되어 있는 형질들을 구명하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 연구에는 경제성 분석에 사용된 농협젖소개량사업소의 628,395두의 산유능력검정을 기초로 하여 경제분석을 하였고, 이 자료 중에서 생애기록을 가지고 있는 1998년에서부터 2004년까지 태어난 홀스타인종 암소들 중 한국종축개량협회와 농협젖소개량사업소의 등록, 산유능력검정, 선형심사된 개체 62,262두를 추출하여 실시하였으며, 자료의 분포는 Table 1에 나타내었다. 조사에 이용

* Corresponding author : Changhee Do, Chungnam National University, Daehak-ro 99, Yeuseong, Daejeon, South Korea. Tel: 82-42-821-5784, E-mail: ivando@cnu.ac.kr

Table 1. Distribution of records for milk yield and linear type traits

Selected data*				Milk records		Linear type traits	
Birth year	Heads.	Parity	No	Calving year	No.	Evaluation year	No.
1998	5,760	1	62,262				
1999	6,896	2	62,139	1999	123		
2000	7,614	3	48,791	2000	4,672	2000	1,472
2001	8,642	4	28,933	2001	10,029	2001	3,877
2002	10,086	5	11,898	2002	16,460	2002	4,852
2003	10,878	6	3,872	2003	21,340	2003	9,163
2004	12,386	7	1,086	2004	26,984	2004	10,199
		8 or over	292	2005	31,567	2005	12,290
				2006	35,767	2006	18,225
				2007	29,574	2007	17,488
				2008	22,218	2008	11,746
				2009	14,600	2009	6,930
				2010	5,937	2010	3,194
						2011	280
Total	62,262		219,273		219,271		99,716

* Selected data included individuals with life time milk records and linear type traits and were used for genetic analysis of net profit.

된 형질은 15개의 선형심사형질과 종합점수, 그리고 305일 유량, 개체별 생애 총 산유량과, 그리고 산차별 유지율과 유단백율, 착유량에 따라 유대조건표에 따라 유대를 산정하고, 사육비를 제외한 수익을 계산하여 순수익이라 정하여 이용하였다.

분석에 포함된 개체들은 등록에 의한 혈통기록을 보유하고 전 산차의 산유능력검정을 종료하고, 심사기록을 갖고 있다. 2004년 출생한 개체부터 선택하여 최대한 산유능력검정이 중단된 기록이 포함되지 않도록 하였다. 선형심사형질은 한국종축개량협회의 공인 심사자에 의해 협회의 젖소심사기준에 의해 1~9단계로 측정되어 수집되었다 (http://www.aiak.or.kr/sub2_16.jsp).

젖소 개체별 산유량에 의한 순수익은 유대에서 사육비를 제외하고 다음 식과 같이 정의 되었다.

$$MNP = MGP - (BFR + MCD + MCC)$$

여기서 MNP는 유대수익에 따른 순수익이며, MGP는 유대수익에 따른 조수입, BFR는 초산 전까지의 사육비이며 MCD는 건유기간 동안의 유지비, MCC는 착유기간 동안의 유지비이다. 유대수익에 따른 조수입(MGP)은 한국낙농진흥회 발표 위생 및 유조성분 등급별 유대조건표(Korea dairy committee, 2008)에 따라 각 개체의 산유능력 검정상의 산차별 착유량과 산차별 체세포와 지방등급에 따라 유대에 의한 수입을 계산하였다. 개체별 사육비는 초산 전까지는 초산까지의 단계별 산지가격(농협, 2010)을 기준으로 일 유지비를 산정하고, 평균 초종부일령인 14개월 기준으로 초과된 일수를 곱하여 초종부일령 이후 초분만전까지의 유지비를 계산하였

다. 건유기간 동안의 유지비는 젖소 사육비(통계청, 2010)에서 인공수정비용과 가축 감가상각비를 제한 후 1년 기준인 365일로 나누어 일 유지비를 산정하고 개체의 건유기간의 일 수를 곱하여 계산하였다. 착유기간 동안의 유지비(MCC)는 100kg 당 연 유생산비(통계청, 2010)를 유생산 기간을 감안하여 계산하였다. 각 항목의 상세한 산출계산은 노(2012)가 제시하였다.

2. 분석방법

검정자료에 대한 일반분석은 SAS 통계패키지를 이용하였고, 자료의 편집을 위하여 데이터베이스 SQL anywhere (SyBase Inc.)를 이용하였으며, 각 형질에 대한 상가적 유전효과에 대한 유전상관을 추정하기 위하여 WOMBAT 패키지를 이용하였다(Meyer, 2010). 착유에 의한 순수익과 선형심사 및 산유형질에 대한 유전평가와 유전모수 추정을 위해 사용한 모델들을 각각 다르게 사용하였다. 또한 유전력과 상관계수는 다형질 분석을 통해 이루어졌고, 한번 분석에 4개의 형질을 분석하였다.

유대 순수익에 대한 유전평가와 유전모수 추정을 위해 사용한 모델은 다음과 같다.

$$Y_{ik} = \mu + HYS_i + D + a_k + e_{ik}$$

식에서 Y_{ik} 는 i 번째 개체의 출생지효과와 생년, 계절에 대한 유대 추정치 이고, μ 는 집단의 평균이며, HYS_i 는 i 번째 출생지효과와 생년, 계절의 효과이다. D 는 착유일수의 공변이(covariate) 효과

과이며, a_k 는 k 번째 개체의 유전효과, e_{ik} 는 각 측정치의 임의오차이다. 선형심사형질에 대한 유전평가와 유전모수 추정을 위해 사용한 모델은 다음과 같다.

$$Y_{ijk} = \mu + HYS_i + Evaluator_j + Days + a_k + e_{ijk}$$

식에서 Y_{ik} 는 개체의 선형심사형질과 종합점수이고, $Evaluator_j$ 는 j 번째 심사자의 효과이며, $Days$ 는 심사일령의 공변이(covariate) 효과이고, 다른 효과는 수익의 유전능력평가 모델과 같다. 산유형질에 대한 유전평가와 유전모수 추정을 위해 사용한 모델은 다음과 같다.

$$Y_{ijk} = \mu + HYS_i + Parity_j + a_k + e_{ijk}$$

식에서 Y_{ik} 는 개체의 산유능력 형질이고, $Parity_j$ 는 j 번째 산차의 효과이고, 다른 효과는 위의 식들과 같다.

한편 Polynomial regression을 이용하여 일령에 따른 순수익의 경향치를 조사하였다.

진 기록(truncated records) 들을 포함하고 있다. 따라서 모든 개체를 포함하여 산출한 최종산차의 평균은 실제보다 낮게 나타날 수 있다. 그러나 최종 산차별 개체의 수익 계산은 중단 되어진 기록들이 일부 포함되었어도 그 값이 크게 편향되지 않는다. 1산만 사용하고 도태하였을 경우 부산물 수입 즉 송아지 생산과 기타 수익을 포함하지 않았을 경우 160만원 정도 농가의 손실이 발생하고, 폐축가격을 수익에 포함하여도 80만원 정도의 손실이 발생하는 것으로 나타났다. 한편 10산까지 착유하였을 경우 35백만 원의 순수익을 돌려주는 것으로 나타나, 장수형질의 개량이 농가소득의 가장 큰 요소임을 암시하고 있다.

농가에서 실질적으로 착유중인 젖소를 일률적으로 도태하는 경우는 거의 없다. 중단된 검정기록을 제외하고 평균을 구하기 위하여 생애 전 기록을 가지고 있는 62,262두의 자료로부터 계산된 젖소 생애 총순수익과 총유량은 Table 3에 제시되었다. 중단된 기록을 제외한 국내젖소의 평균 산차수는 3.5산이고, 두당 평균 생애수익은 5백만 원으로 조사되었다. 이러한 결과는 기존에 조사되고 발표되었던 국내젖소의 평균 산차 2~3산(한국종축개량협회 젖소군능력검정사업 보고서, 2009) 보다 높은 결과이다. 기존의 자료 조사시 어느 한 시점에서 개체들의 평균 산차를 조사한 결과와 일정기간에 태어난 젖소들의 최종 산차의 평균을 구한 값과의 차이로 인한 것인데 정확도 면에서는 일정구간을 조사하는 것이 더 정확할 것으로 판단된다.

Fig. 1는 Polynomial regression을 이용하여 순이익에 대한 젖소의 일령별 경향치를 보여주고 있다. 순이익 자료의 outlier를 줄이기 위하여 각 일령 당 10개 이상의 기록으로 평균을 구한 후 경향치를 조사하였다. 이 그림을 살펴보면, 산차 또는 일령이 높아질

결과 및 고찰

1. 경제성에 대한 분석

젖소의 유대에 의한 수익을 조사하기 위해서, 번식비인 인공수정료, 폐축에 의한 수입, 부산물 수입 등 유대와 관련이 없는 항목을 제외시키고, 유생산을 위한 비용과 유생산에 의한 수입을 통하여 순이익을 계산하였다. Table 2에 제시된 개체별 최종산차에 따른 비용과 수익에 대한 분석이다. 일반 검정자료는 검정 중 중단 되어

Table 2. Means of incomes¹⁾ and production costs¹⁾ according to the last parity of individuals (from truncated data)

Last parity	Head	Gross income	Cost of milk production	Maintenance cost for dry	Rearing cost for first calving	Net profit ²⁾
1	161,925	6,740.7	4,377.2		3,952.6	-1,589.1
2	157,081	14,464.2	8,603.3	945.3	3,934.2	981.4
3	124,561	21,943.4	12,201.9	1,766.9	3,926.5	4,048.1
4	84,735	29,323.8	15,492.8	2,430.3	3,917.5	7,483.2
5	50,101	36,522.8	18,637.1	3,036.1	3,907.2	10,942.4
6	26,074	43,405.0	21,516.6	3,597.2	3,891.1	14,400.1
7	12,255	49,755.8	23,538.5	4,109.0	3,881.9	18,226.4
8	5,175	56,157.8	25,455.3	4,565.5	3,878.1	22,258.9
9	2,064	61,862.0	26,190.6	4,839.2	3,855.5	26,976.7
10	1,229	68,962.4	24,645.3	4,953.0	3,861.3	35,502.8
2.8 ³⁾	628,395	20,215.8	11,023.9	2,002.5	3,934.3	3,255.1

Note¹⁾ indicates that the monetary unit is 1,000 Won, note ²⁾ excludes income due to by-product sales, and note ³⁾ represents mean of last parity of individuals.

Table 3. Statistics for lifetime economic traits (from life time data)

Trait	Obs.	Mean	S.D.
Gross income (1,000 Won)	62,262	31,147.0	9,385.8
Net profit (1,000 Won)	62,262	4,995.3	2,507.7
Life time milk yield (kg)	62,262	38,047.0	12,371.5
Average number of parities	62,262	3.5	1.2
Average days of milking	62,262	1,280.2	396.0
Average days of life span	62,262	2,253.3	488.9

$$[y = 1E-07 x^4 - 0.0016 x^3 + 5.746 x^2 - 4701.3, R^2 = 0.888]$$

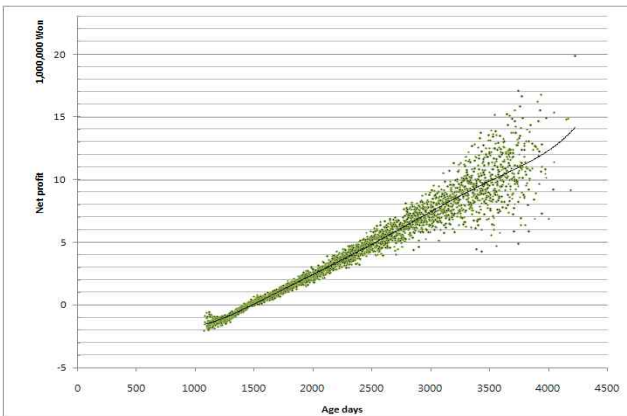


Fig. 1. Trend of net profit according to age days.

수록 생존하는 개체들의 수가 줄어들기 때문에 순수익의 편차도 더욱 커지는 것으로 나타났다.

결론적으로 수집된 자료 중 순수익을 계산하여 산차별로 살펴본 결과 생애일령이 사료비와 유지비 등이 투입되지만 하고 기대되는 수익은 없는 초산 전까지인 소들의 그룹에서는 대략 150만 원의 적자가 있는 것으로 나타났지만, 젖을 생산하는 2산차를 경과한 소들의 그룹으로부터는 흑자로 전환되어 10산까지 착유하는 소들의 그룹에서는 무려 35백만 원의 순수익을 얻을 수 있는 것으로 나타나 장수성과 순수익 간에는 밀접한 연관이 있는 것으로 판단되어, 장수성과 경제형질인 선형심사형질과 산유형질들과의 관계는 많은 연구(전 등, 2008; 이 등, 2011)의 결과와 일치하고 있다. 본 연구에서 주요관심 사항은 개체들의 착유량에 의한 순수익과의 경제형질과 직접적인 유전적 관계를 규명하는 것이다.

2. 유전적 관계에 대한 분석

한국종축개량협회에서는 젖소의 체형 및 자질이 우수한 개체를 선발함으로써 젖소의 경제수명을 연장시키고 후대축의 생산성향상을 위해 젖소선형심사를 실시하여 자료를 수집해오고 있다. 통상적으로, 젖소에 있어서 가장 중요시 되는 형질은 유방에 관련된 형질들이었다. 이를 토대로 이 논문에서는 젖소의 순수익과 선형심사형

질, 산유형질들 중 현재 유대체계에 가장 영향을 많이 미치고 있는 생애 평균 실유량과 평균 유지율, 평균 유단백율 사이의 유전력 및 유전상관을 계산하였다.

선형심사형질과 산유형질, 순수익에 대한 기본 통계량은 Table 4, 5에 제시되었다. Table 4에는 선형심사형질들의 평균점수와 표준편차를 나타내었다. 1점부터 9점제로 시행되고 있는 선형심사형질의 평균값은 모든 형질에서 5점 정도의 평균값을 가졌고 1.5 정도의 표준편차를 나타내었으며, 종합점수의 경우 100점 만점을 기준으로 76점 정도의 평균값과 3.6점 정도의 표준편차를 나타내었다.

Table 5에는 산차별 실유량과 유지율, 유단백율의 산차별 Record수와 평균, 표준편차를 나타내었다. 1산차부터 3산차까지는 Record수의 하락이 그리 급격하진 않지만, 4산차 이후부터는 급격한 하락폭을 보인다. 이는 국내 Holstein종 젖소가 3산 이후로는 많은 개체가 도태되고 있다는 것을 반증하는 것이기도 하다. 또한 평균 305일 보정유량도 4산까지는 상승폭을 보이고 있지만, 4산차 이후로는 하락폭을 보이고 있다. 하지만 유지율과 유단백율은 1산차에서 가장 높은 수치를 보이지만 산차가 지날수록 점차 낮아지는 양상을 나타낸다. 이는 3-4산에서 유지율과 유단백율에서는 소폭의 하락을 보이지만 유량을 가장 많이 내는 시기이므로 가장 높은 수익을 낼 수 있을 것으로 판단된다.

선형심사형질 및 체형종합점수에 대한 유전상관 및 표현형상관, 유전력을 Table 6에 나타내었다. Table 6의 유전상관을 살펴보면 강건성(SR)과 체심(BD)사이 간에 0.81로 가장 고도의 양(positive)의 유전적 상관관계를 보였고, 체고(ST)와 체심(BD), 예각성(DF)와 체심(BD), 체고(ST)와 엉덩이너비(RW), 뒷유방높이(UH)와 뒷유방너비(UW)의 선형심사형질들 사이에서 0.5 이상

Table 4. Basic statistics for linear type trait

Trait	No	Mean	S.D.
Front attachment placement (FU)	62262	4.69	1.62
Rear attachment height (UH)	62262	4.78	1.65
Rear attachment width (UW)	62262	4.85	1.57
Median suspensory (UC)	62262	4.87	1.39
Udder depth (UD)	62262	4.34	1.74
Front teat placement (TP)	62262	4.42	1.43
Front teat length (TL)	62262	4.93	1.58
Stature (ST)	62262	6.73	1.58
Loin strength (SR)	62262	4.65	1.39
Body depth (BD)	62262	5.07	1.46
Angularity (DF)	62262	4.90	1.32
Rump angle (RA)	62262	5.19	1.58
Rump width (RW)	62262	5.10	1.44
Rear leg, side view (LS)	62262	5.79	1.29
Foot angle (FA)	62262	4.40	1.38
Final score (FS)	62262	75.90	3.64

Table 5. Basic statistics for the milk traits (actual milk yield (kg), fat and protein percent)

Parity	No	Milk		Fat (%)		Protein (%)	
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
1	62,262	8,449.8	1,513.2	3.88	0.51	3.15	0.21
2	62,139	9,946.6	1,785.8	3.84	0.52	3.13	0.21
3	48,791	10,209.6	1,879.2	3.84	0.54	3.10	0.22
4	28,933	10,121.4	1,908.8	3.81	0.55	3.08	0.22
5	11,898	9,858.2	1,904.6	3.79	0.56	3.06	0.23
6	3,872	9,487.0	1,864.9	3.78	0.55	3.05	0.23
7	1,086	9,070.9	1,875.1	3.78	0.59	3.04	0.24
≥8	332	8,776.6	1,721.8	3.60	0.55	2.98	0.21

Table 6. Heritabilities (diagonal), genetic correlations (below diagonal) and phenotypic correlations (upper diagonal) of linear type traits

	ST	SR	BD	DF	RA	RW	LS	FA	FU	UH	UW	UC	UD	TP	TL	FS
ST	0.36	0.26	0.36	0.18	0.14	0.29	-0.04	0.12	0.04	0.05	0.13	0.03	0.01	0.00	0.08	0.22
SR	0.46	0.20	0.48	0.04	-0.01	0.24	0.01	0.06	0.09	0.00	0.17	0.01	0.01	0.04	0.09	0.20
BD	0.59	0.81	0.28	0.23	0.03	0.30	0.01	0.06	0.09	0.03	0.22	0.03	-0.13	0.04	0.01	0.26
DF	0.44	0.09	0.55	0.19	0.05	0.21	0.08	0.04	0.07	0.17	0.25	0.10	-0.03	0.02	0.04	0.34
RA	0.23	-0.06	0.01	0.15	0.33	0.03	0.05	-0.04	-0.07	0.07	0.02	-0.02	-0.04	-0.03	0.00	-0.02
RW	0.55	0.44	0.21	0.43	0.01	0.23	0.02	0.06	0.04	0.07	0.22	0.03	-0.05	0.02	0.08	0.20
LS	-0.16	-0.15	-0.09	0.07	0.12	-0.06	0.19	-0.20	-0.05	-0.04	-0.04	0.00	-0.05	0.02	0.00	-0.10
FA	0.26	0.10	0.12	0.01	-0.15	0.11	-0.52	0.14	0.08	0.07	0.09	0.05	0.06	0.01	0.03	0.19
FU	-0.01	0.12	0.15	0.20	-0.14	0.01	-0.08	0.04	0.21	0.26	0.20	0.09	0.26	0.15	0.00	0.35
UH	0.06	-0.05	0.01	0.29	0.09	0.08	-0.08	-0.01	0.47	0.22	0.35	0.16	0.21	0.02	0.02	0.38
UW	0.25	0.30	0.41	0.46	0.04	0.33	-0.13	0.20	0.35	0.57	0.15	0.11	-0.14	0.00	0.10	0.49
UC	0.07	0.01	0.04	0.10	-0.04	0.01	-0.09	0.11	0.18	0.31	0.19	0.15	0.19	0.16	0.02	0.24
UD	0.06	0.04	-0.23	-0.04	-0.07	-0.03	-0.05	0.08	0.49	0.48	0.00	0.39	0.24	0.14	-0.07	0.16
TP	-0.08	0.06	0.09	0.01	-0.07	0.00	0.11	0.09	0.25	0.01	0.19	0.26	0.19	0.25	-0.11	0.13
TL	0.08	0.13	0.09	0.12	-0.06	0.07	-0.03	0.06	-0.03	-0.02	-0.01	0.02	-0.09	-0.23	0.24	0.06
FS	0.39	0.36	0.48	0.64	-0.05	0.36	-0.32	0.41	0.62	0.60	0.76	0.34	0.33	0.18	0.05	0.28

ST = Stature, SR = Loin strength, BD = Body depth, DF = Angularity, RA = Rump angle, RW = Rump width, LS = Rear leg, side view, FA = Foot angle, FS = Final score, FU = Front attachment placement, UH = Rear attachment height, UW = Rear attachment width, UC = Median suspensory, UD = Udder depth, TP = Front teat placement, TL = Front teat length.

양(positive)의 유전적 상관관계를 보였다. 반면에 옆에서 본 뒷다리(LS)와 종합점수(FS) 사이에서의 유전상관은 -0.32로 가장 고도의 부(negative)의 유전적 상관관계를 보였다. 전체의모인 체고, 강건성, 체심은 세 형질 간에 강한 양(+)의 유전상관을 나타내었으며, 이러한 유전상관 추이는 많은 연구에서 보고되어 있는 바와 비슷한 결과였다(Vanraden, et al., 1990; Misztal, et al., 1992; Harris et al., 1992; Gengler, et al., 1998; Gutierrez and Goyache, 2001; Wiggans et al., 2003). 체고(ST)형질은 옆에서 본 뒷다리(LS) 형질과 앞유방 붙음성(FU) 형질, 뒤에서 본 앞유두 배열위치(TP) 형질과는 각각 -0.16, -0.01, -0.08의 부의 유전상관을 보였지만, 다른 형질들과는 모두 정(+)의 유전상관을 보였으며, 강건성(SR), 체심(BD), 예각성(DF), 엉덩이너비(RW)

및 종합점수(FS)와 각각 0.46, 0.59, 0.44, 0.55, 0.39의 중도의 양(+)의 유전상관을 보였다. 강건성(SR) 형질의 경우 엉덩이 기울기(RA), 옆에서 본 뒷다리(LS), 뒷유방 높이(UH) 형질과는 부(-)의 유전상관을 나타내었지만, 나머지 선형형질과는 정(+)의 유전상관을 나타내었으며, 체심(BD) 형질과는 0.81로 고도의 유전상관을 나타내었다. 체심(BD) 형질은 예각성(DF) 형질과 가장 높은 정(+)의 유전상관을 나타내었고, 유방깊이(UD) 형질과 -0.23의 부(-)의 유전상관을 나타내었다. 예각성(DF) 형질과 발굽 기울기(FA) 형질은 다른 선형심사형질들과 대체로 정(+)의 유전상관을 나타내는 경향을 보였으며, 옆에서 본 뒷다리(LS) 형질은 다른 선형심사형질들과 대체로 부(-)의 유전상관을 나타내었다. 선형심사형질들 중 유방형질에 속하는 앞유방붙음성(FU), 뒷유방높이

(UH), 뒷유방너비(UW), 정중제인대(UC), 유방깊이(UD), 뒤에서 본 앞유두 배열위치(TP) 및 앞유두크기(TL) 형질은 체형형질에 속하는 선형심사형질과 대부분 정(+의 유전상관을 나타내었으며, 유방형질들 간에도 대부분이 정(+의 유전상관을 나타내었다. 종합점수(FS) 형질의 경우 엉덩이기울기(RA) 형질과는 -0.05의 저도의 부(-)의 유전상관을 나타내었지만, 다른 선형심사형질들 간에는 정(+의 유전상관을 나타내었는데, 비교적 중·고도의 유전상관을 나타내었다. 젖소의 경제성과 가장 밀접한 관련이 있는 체형형질들 중 유방형질과 종합점수(FS) 사이에서 대체로 높은 정(+의 유전적 상관관계를 보여 종합점수를 이용한 유방형질의 개량 및 수익성 증대를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 표현형상관을 살펴보면, 뒷유방너비(UW) 형질과 종합점수(FS) 형질 간 0.49로 가장 높은 정(+의 상관을 나타내었으며, 유방깊이(UD) 형질과 뒷유방너비(UW) 형질 사이에서 -0.13으로 가장 높은 부(-)의 상관을 나타내었다. 전체적으로 표현형상관은 저·중도의 정(+의 상관과 저도의 부(-)의 상관을 나타내었으며, 유방깊이(UD) 형질은 체심(BD), 예각성(DF), 엉덩이기울기(RA), 엉덩이너비(RW), 옆에서 본 뒷다리(LS) 및 뒷유방너비(UW) 형질들과 각각 -0.13, -0.03, -0.04, -0.05, -0.05, -0.14로 다른 선형심사형질들 간에 가장 많은 부(-)의 상관이 나타내었다. 유전력은 선형심사형질 모두에서 저·중도의 유전력을 보였는데, 이는 Foster 등이(1988) 발표한 연구 결과(0.08~0.3), Vanraden 등이(1990) 발

표한 연구결과(0.1~0.37) 등과 비슷한 수준이었다.

연구에 사용된 산유형질과 순수익에 대한 유전상관과 표현형상관, 유전력을 Table 7에 나타내었다. 유량과 유지율, 유단백률 사이의 유전적인 상관은 -0.58, -0.46로 나타났고, 이 결과는 Lovendahl and M.G.G. Chagunda(2011)의 것 보다 높게 나타났다. 이는 분석에 쓰인 개체의 집단 크기와 개체의 선발에 있어 본 연구는 전 생애에 걸쳐 얻어진 유량과 유지방, 유단백율의 평균값을 사용하였지만, P. Lovendahl와 M.G.G. Chagunda의 연구에서는 3산차까지의 기록을 가지고 있는 개체들을 사용하였기 때문인 것으로 판단된다. 유전력은 유량과 유지율, 유단백율, 순수익형질에서 각각 0.25, 0.28, 0.42, 0.32로 고도의 유전력을 나타내었다. 또한 순수익형질은 유량과 유지율 사이에 유전적인 상관도가 각각 0.24, 0.28으로 비교적 높은 정(+의 유전상관을 나타내었고, 유단백율과는 0.11로 유전적 상관이 조금 낮게 나타났는데, 이는 순수익의 증대에 유대 결정요인에 참고되지 않고 있는 유단백을 보다는 보정유량과 유지율의 개량이 더욱 영향을 미칠 것으로 판단된다.

유량, 유지율, 유단백율과 선형심사형질들 간에 대한 유전상관과 Table 8에 나타내었다. 유량과 체고(ST) 형질과 -0.39의 부(-)의 유전상관을 나타내었으나, 나머지 형질들과는 낮은 정(+의 유전상관을 나타내었다. 유지율과 유단백율은 선형심사 15개의 모든 형질과 낮은 유전상관을 나타내었는데, 이는 극히 미미한 수준이라 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

순수익과 선형심사형질들 간에 대한 유전상관을 Table 9에 나타내었다. 선형심사형질 중 지체에 속하는 옆에서 본 뒷다리(LS) 형질과 발굽기울기(FA) 형질들은 순수익과 각각 -0.03, -0.07의 부(-)의 유전상관을 나타내었으며, 유방부위에 속하는 형질들은 앞유방붙음성(FU), 뒷유방높이(UH), 뒷유방너비(UW), 유두길이(TL) 형질과 순수익 사이에서는 각각 0.10, 0.11, 0.18, 0.01 정(+의 유전상관을 나타내었으나, 정중대인대(UC), 유방깊이(UD), 뒤에서 본 앞유두 배열위치(TP) 형질들과는 부(-)의 유전상관을 나타내었다. 선형심사형질 중 순수익과 가장 유전적인 상관도가 높은 뒷유방너비(UW) 형질과 최종점수(FS)는 0.18의 정(+의 유전

Table 7. Heritabilities (diagonal), genetic (below diagonal) and phenotypic correlations (upper diagonal) of Net profit between milk traits

Traits	Milk yield	Fat (%)	Protein (%)	Net Profit
Milk yield	0.25	-0.32	0.30	0.14
Fat (%)	-0.58	0.28	0.46	0.16
Protein (%)	-0.46	0.72	0.42	0.07
Net Profit	0.24	0.28	0.11	0.32

Table 8. Genetic correlations between linear type traits and milk traits

	ST	SR	BD	DF	RA	RW	LS	FA
Milk yield	-0.392	0.00	0.010	0.011	0.012	0.009	0.011	0.010
Fat (%)	0.015	0.01	0.011	0.010	0.010	0.011	0.013	0.010
Prot (%)	0.009	0.01	0.011	0.009	0.010	0.010	0.012	0.011
	FU	UH	UW	UC	UD	TP	TL	FS
Milk yield	0.011	0.009	0.011	0.010	0.010	0.010	0.011	0.010
Fat (%)	0.010	0.010	0.012	0.009	0.010	0.011	0.011	0.010
Protein (%)	0.010	0.009	0.011	0.011	0.011	0.010	0.012	0.010

ST = Stature, SR = Loin strength, BD = Body depth, DF = Angularity, RA = Rump angle, RW = Rump width, LS = Rear leg, side view, FA = Foot angle, FS = Final score, FU = Front attachment placement, UH = Rear attachment height, UW = Rear attachment width, UC = Median suspensory, UD = Udder depth, TP = Front teat placement, TL = Front teat length

Table 9. Genetic correlations of linear type traits and net profit

	ST	SR	BD	DF	RA	RW	LS	FA
Net profit	0.08	0.08	0.17	0.17	-0.03	0.08	-0.03	-0.07
	FU	UH	UW	UC	UD	TP	TL	FS
	0.10	0.11	0.18	-0.02	-0.06	-0.07	0.01	0.18

ST = Stature, SR = Loin strength, BD = Body depth, DF = Angularity, RA = Rump angle, RW = Rump width, LS = Rear leg, side view, FA = Foot angle, FS = Final score, FU = Front attachment placement, UH = Rear attachment height, UW = Rear attachment width, UC = Median suspensory, UD = Udder depth, TP = Front teat placement, TL = Front teat length.

상관을 보였다. 또한 유용강건성 부위에 속하는 선형심사형질들(키, 강건성, 체심, 예각성)은 순수익과 0.08에서 0.17 사이의 정의 유전상관을 나타내어 이들 형질이 장수성과 순수익과 밀접한 관련이 있는 형질이라고 생각되고, 엉덩이부위에 속하는 선형심사형질들(엉덩이기울기, 엉덩이너비)은 각각 -0.02와 0.03으로 낮은 유전상관을 보여 직접적으로 순수익 또는 장수성과 관련이 적은 것으로 판단된다.

선형심사형질과 산유형질, 순수익에서 보인 형질들 중 0.3 이상의 유전력을 보인 형질은 비교적 타 형질에 비해 짧은 시간 내에 개량이 가능함을 말해주며, 이와 같은 형질은 선형심사를 통해 체형개량을 도모할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 0.2 이상의 유전력을 보인 형질들도 후대축의 생산성향상을 위해 개량형질로 이용이 가능할 것으로 생각된다.

심사형질 간 유전상관 분석결과를 살펴보면 경제성과 가장 밀접한 관련이 있는 체형형질들 중 유방형질과 최종점수 사이에서 대체로 높은 정(+)의 유전적 상관관계를 보여 종합점수를 이용한 유방형질의 개량 및 수익성 증대를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 현재 종모우와 암소의 선형심사에 있어 심사관에 대한 정기적인 보정(calibration)을 통한 정확도의 제고와 심사평가 기준의 표준화를 위한 지속적인 노력을 통하여 체계적인 편의(bias)를 줄이는 것은 각 심사형질의 수익과 연관성을 정확하게 평가하는 데에 도움이 될 것으로 기대된다. 추가로 심사월령, 분만 후 비유단계, 산차 등에 대한 심사형질의 보정방법의 개발 등의 추가적인 연구와 함께 선형심사형질과 번식형질(번식간격, 첫 분만 시 일령, 분만용이성 등) 등을 통하여 젖소의 경제성에 기여하는 형질들에 대한 정확한 자료의 수집과 분석을 통하여 국내 젖소개량을 위한 수익지수의 개발을 통하여 농가소득의 향상에 기여하여야 할 것으로 판단된다.

요 약

본 연구에서 1982년부터 2010년까지 수집된 농협젖소개량사업소의 628,395두의 산유능력검정자료를 이용 경제성 분석을 실시한 후, 전산차 산유기록과 선형심사자료를 갖고 있는 1998~2004년 출생 62,262두를 선발하여 그 개체들의 유대로 인한 순수익과 경제형질간의 유전모수를 추정하였다. 순수익의 계산은 국내유대체계와 통계형 및 농협의 통계지표를 활용하여 개체의 유대 및 생산원

가를 계산하였다. 심사형질은 한국종축개량협회의 15개 심사형질과 종합점수, 산유형질은 실착유량과 평균유지율, 유단백율에 대하여 조사하였다. 선형심사형질들 사이에서 가장 높은 정(+)의 유전상관은 체심(BD) 형질과 강건성(SR) 형질 사이에서의 0.81로 나타났으며, 가장 높은 부(-)의 유전상관은 체심(BD) 형질과 유방깊이(UD), 뒤에서 본 앞유두 배열위치(TP) 형질과 앞유두크기(TL)의 -0.23으로 나타났다. 유량과 유지율, 유단백율 사이의 유전상관은 모두 중도의 부(-)의 유전상관을 나타내었고, 선형심사형질과의 유전상관도 모두 저도의 정(+)의 유전상관을 나타내었다. 선형심사형질과 착유량에 따른 순수익간의 유전상관은 대부분의 형질에서 저도의 정(+)의 유전상관을 나타내었다. 착유량에 따른 순수익과 유량과 유지율, 유단백율 사이에서는 모두 정(+)의 유전상관을 나타내었다. 이 연구에서 결과들은 개체의 순수익은 산차와 비례하여 증대되는 것을 보여주었고, 선형심사형질 중 순수익에 가장 큰 영향을 미치는 선형심사형질은 체심과 예각성, 뒷유방너비 형질로 나타났고, 순수익에 가장 큰 유전적 영향을 미치는 것은 유지율이었고, 산유량이 뒤를 이었다. 유량과 유지율에 비해 유단백율과 순수익 간에는 높지 않은 유전상관이 나타났는데, 유대체계에 유단백율을 반영하지 않기 때문인 것으로 판단된다.

(주제어: 산유형질, 선형심사형질, 순수익, 유전모수, 유전상관.)

사 사

이 논문은 농촌진흥청 생애수익지수 모델별 비교 및 개발 과제(20110401-086-509-001-04-00)의 일환으로 수행되었습니다.

인 용 문 헌

Al-Seaf, A., Keown, J. F. and Van Vleck, L. D. 2007. Genetic Parameters for Yield Traits of Cows Treated or Not Treated with Bovine Somatotropin I. *J. Dairy Sci.* 99:501.
 ANT R. VOLLEMA. and Groen, AB F. 1997. Genetic Correlations Between Longevity and Conformation Traits in an Upgrading Dairy Cattle Population. Wageningen Agricultural University, PO Box 338,6700 AH Wageningen, The Netherlands.
 Boldman, K. G. and Famula, T. R. 1985. Association of sire dystocia transmitting ability with progeny linear type traits in Holsteins. *J.*

- Dairy Sci. 68:2052-2057.
- Bourdon, R. M. and Brinks, J. S. 1983. Calving Date versus Calving Interval as a Reproductive Measure in Beef Cattle. Colorado state university, Fort collins 80523.
- Falconer, D. S. and MacKay. 1996. Introduction to Quantitative Genetics, Pearson. Longman, New York.
- Foster, W. W., Freeman, A. E., Berger, P. J. and Kuck, A. 1988. Linear type trait analysis with genetic parameter estimation. J. Dairy Sci. 71:223-231.
- Harris, B. L. and Freeman, A. E. 1992. Analysis of Herd Life in Guernsey Dairy Cattle. Animal Science Department. Iowa, State University.
- Harris, B. L., Freeman, A. E. and Metzger, E. 1992. Genetic and phenotypic parameters for type and production in Guernsey dairy cows1. J. Dairy Sci. 75:1147.
- Hayes, A. E. and Mao, I. L. 1987. Effect of parity, age and stage of lactation at classification on linear type scores of Holstein cattle. J. Dairy Sci. 70:1898.
- Heinrichs, A. J., Heinrichs, B. S., Harel, O., Rogers, G. W. and Place, N. T. 2005. A Prospective Study of Calf Factors Affecting Age, Body Size, and Body Condition Score at First Calving of Holstein Dairy Heifers. J. Dairy Sci. 88:2828.
- Kempthorne, O. 1955. The theoretical values of correlations between relatives in a random mating populations. Genetics. 40:153-167.
- Lovendahl. P. and Chagunda. M. G. G. 2011. Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. J. Dairy Sci. 94:5381-5392.
- Meyer. K. 2010. Wombat Manual. University of New England. Armidale, NSW 2351, Australia.
- Park, B. H., Kim, S. D. and Cho, K. H. 2006. Performance Comparison of Local and Imported Dairy Semen Used in Rep. of Korea. J. Anim. Sci. Kor. 48(1):15-20.
- Short, T. H. and Lawlor, T. J. 1992. Genetic Parameters of Conformation Traits Milk Yield, and Herd Life in Holsteins. J. Dairy Sci. 75:1987-1998.
- Van Raden, P. M., Jensen, E. L., Lawlor, T. J. and Funk, D. A. 1990. Prediction of transmitting abilities for Holstein type traits. J. Dairy Sci. 73:191-197.
- Van Raden, P. M., Norman, H. D., Powell, R. L. and Wiggans, G. R. 1996. Changes in USDA-DHIA genetic evaluations (July 1996). AIPL Res. Rpt. 1996; CH6.[<http://www.aipl.arsusda.gov/pdfdocs/chng967.pdf>].
- Vollema, ANT. R. and Groen, AB. F. 1997. Genetic correlations between longevity and conformation traits in an upgrading dairy cattle population. J. Dairy Sci. 80:3006-3014.
- 노재광. 2012. 국내 Holstein종 젖소의 경제형질과 소득에 대한 유전모수 추정. 충남대학교 석사학위 논문.
- 송치은, 상병찬, 도창희. 2002. 국내 홀스타인 젖소의 선형심사에 대한 보정계수 개발. 한국동물자원과학회지. 44(1):1-12.
- 이광진, 박경도 조주현, 김경남. 1996. 홀스타인 젖소의 체형형질과 생산형질들에 대한 유전모수 추정. 한축지. 38(5):455.
- 이기환, 상병찬, 남명수, 도창희, 최재관, 조광현. 2009. Holstein종 젖소의 선형심사형질에 대한 유전모수추정. 한국동물자원과학회지. 51(5):345-352.
- 이기환. 2011. 한우 암소의 선형 및 외모심사형질에 대한 유전모수 추정. 충남대학교 박사학위논문.
- 전병순, 백광수, 박성재, 박수봉, 김현섭, 조광현, 안병석, 김은길, 한광진, 상병찬. 2008. 젖소의 유방형질과 생애생산량과의 연관성 연구. 축산기술연구소.
- 최태정, 조광현, 이기환, 상병찬. 2009. 국내 홀스타인종 젖소의 선형형질의 점수제 분석. 한국동물자원과학회지. 51(2):97-104.

(Received Jul. 6, 2012; Revised Aug. 27, 2012; Accepted Aug. 28, 2012)