

착유우의 연속유량, 유량변이, 유성분, 체세포수, 비유지속시간, 비유속도에 대한 산차, 착유시간, 유기 및 착유간격의 효과

안병석*·전병순*·백광수*·박성재*·이현준*·이왕식*·김상범*·박수봉*·김현섭*·주종철**,
아즈말 칸*

농촌진흥청 축산연구소*, 천안연암대**

The Effects of Various Factors on Milk Yield and Variation in Milk Yield Between Milking, Milk Components, Milking Duration, and Milking Flow Rate in Holstein Dairy Cattle

B. S. Ahn*, B. S. Jeon*, K. S. Baek*, S. J. Park*, H. J. Lee*, W. S. Lee*,
S. B. Kim*, S. B. Park*, H. S. Kim*, J. C. Ju.** and M. A. Khan*

National Livestock Research Institute, R.D.A.*, Cheonan Yonam College**

ABSTRACT

This study was carried out to estimate the effects of parity, milking time, milking interval and days in milk(DIM) on variation in milk yield between consecutive milkings(am to pm to am), morning and evening milk yield and its components, somatic cell counts(SCS), milking duration, milk flow rate and peak milk flow in Holstein dairy cattle. Records from one hundred and twenty two heads of Holstein cattle at National Livestock Research Institute, Korea were used for this study from July 1 to August 8, 2005. The experimental herd had average 1.6±0.9 parities, 199.8±109.1 DIM and 12.26±4.06 kg milk yields at each milking. Milking yield, percent milk fat and SNF, milking duration and average milk flow were significantly varied by parity, milking time and DIM. Percent milk protein and lactose were varied by parity and DIM, however SCS and average milk flow were affected by parity and milking time. Milking interval significantly affected the consecutive, morning and evening milk yield and average milk flow. However, MUN was not affected by parity, milking time, DIM and milking interval. Milk yield was decreased with increasing parity. Milk yield in the morning was higher than that of in the evening. Milk yield between consecutive milking was not affected by parity, however, affected by milking time. Percent milk Fat, SNF and SCS were higher at in evening milk than those of in morning milk. Milk protein, lactose, SNF, SCS, milking duration and peak milk flow rate were influenced by parity. This study suggested that milk yield variation between consecutive milking, milking flow rate, and milking duration could be important traits for enhancing Holstein cattle productivity however, and more study is needed to estimate genetic parameters for such traits.

(Key words : Consecutive milk yield, Milking duration, Milking time)

Corresponding author : Byeong Seog Ahn, National Livestock Research Institute, R.D.A. # 9 Oryong-ni
Seongwhan-eup Cheonan-si Chungnam, 330-801. Korea
Tel : 041-580-3392 Fax : 041-580-3419 Email : abs3382@rda.go.kr

I. 서 론

착유우는 매일 우유를 생산하지만 일일유량은 일정하지 않고 불규칙하게 증감을 되풀이한다. 일일유량의 변이에 대한 원인은 다양한데 질병, 영양부족, 불완전 착유, 발정 및 흥분 등에 의하여 영향을 받는다. 따라서 변이의 폭이 적을수록 유량 생산에 유리할 것이다. 이와 같은 일일유량의 증감은 생산성과 연계될 수 있을 뿐만 아니라 축군을 관리하는데도 도움을 얻을 수 있어 그 특성을 파악하는 것은 중요한 일이 될 것이다. 그러나 매일 연속적으로 착유량을 조사한다는 것은 쉽지 않을뿐더러 노력도 대단히 많이 요구되어 현실적으로 불가하였으나 관리기구의 자동화로 예전에는 측정하지 못한 형질의 측정이 가능하게 되었다. 예컨대 비유속도, 비유지속시간, 최고비유속도 등과 같은 관리형질로서 중요하게 인식될 뿐만 아니라 복미 등에서는 종모우 평가에 활용되고 있고(Zwald 등, 2005) 국내에서도 관리형질에 대한 보고가 있다(안 등, 1996). 젖소에 있어서 관리에 필요한 시간은 두당 연간 50~80시간 정도로서 이들 대부분이 착유시간에 소용됨으로 (Schmidt 등, 1988) 노동력, 전기료 및 장시간 사용에 따른 장비의 노후 촉진 등과 향후 젖소 사육 규모 증가에 따른 집 등을 고려하면 그 중요성은 더욱 증가할 것이다. 그러나 비유속도 증가는 유두의 괄약근의 약화로 세균 침입이 더욱 용이하여 유방염에 쉽게 감염될 우려가 있다는 연구 보고도 있어 계속적인 연구가 필요하다고 생각된다(Boettcher 등, 1998). 이리함에도 불구하고 유량과 유성분의 변이에 대한 연구는 주로 누적 유량에 대한 연구가 대부분으로 연속된 일일유량에 관한 연구는 쉽게 찾을 수가 없다(De la Fuente 등, 1997). 따라서 본 연구에서는 연속유량, 착유시간에 영향을 미치는 비유지속시간, 최고비유속도 및 비유속도의 일일 변이와 유성분, 체세포 수에 미치는 영향을 분석하여 젖소 개량에 필요한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시축 및 통계분석

본 연구에 공시된 시험축은 2005. 7. 1부터 2005. 8. 8일까지 축산연구소에서 사육하고 1일 2회 착유하는 홀스타인 젖소 122두를 공시하였으며 이들 젖소에 대한 착유시간(오전, 오후)에 따른 조사기록을 Table 1에 제시하였다. 유량, 최고비유량, 비유속도 및 비유지속시간 등은 알프로 시스템®(Ver. 6.4)을 이용하여 매일 수집하였으며 유량의 변이는 앞 유량에서 다음 유량을 뺀 차이로 계산하였다. 유성분과 체세포수는 Somatoscope MK2/Lactoscope FTIR을 이용하여 매달 분석하였으며 체세포수(SCC)는 Ali 와 Shook (1980)가 제시한 바와 같이 SCS(somatic cell score)로 변환하였다. 자료분석에는 SAS 프로그램을 이용하여 $y_{ijk} = \mu + P_i + M_j + DIM_{ijk}(Cov) + MI_{ijk}(Cov) + e_{ijk}$ 과 같은 분석모형으로 최소자승평균치를 구하였고 요인간 비교를 위하여 t 검정을 하였다. 여기서 y_{ijk} 는 관측치이며 유량과 비유속도에 영향을 미칠 것으로 생각된 유기(DIM)와 착유간격(MI)은 공변량으로 간주하였고, P_i 는 산차로서 고정효과($i=1, 2, 3, 4$)로서 4산차 이상은 4산차에 포함하였으며, M_j 는 오전 오후 착유시간으로서 고정효과 ($j=1, 2$)로, e_{ijk} 는 나머지 임의효과로 간주하였다.

Table 1. Number of observation of milking time and parity for experimental herd

Source	Milking time		
	a.m.	p.m.	Subtotal
First parity	1917	1563	3480
Second parity	544	436	980
Third parity	473	386	859
Fourth parity ¹⁾	169	131	300
Total	3103	2516	5619

¹⁾ included more than fourth parity.

III. 결과 및 고찰

본 시험에 공시된 젖소는 1산차가 전체의 62%

정도를 차지하였고 나머지는 2, 3, 4산차로서 산차 증가에 따라 공시된 두수는 감소되었고 아침 착유 기록과 오후 착유 기록의 비율은 약 55:45%로서 각 산차 공히 오전 착유기록이 오후 착유기록 보다 많았다. 이와 같은 자료의 차이는 건유 등과 같은 우군 관리 업무가 주로 오후 착유 이전에 수행되었기 때문이라고 생각된다.

본 시험축에 대한 일반적인 특성을 Table 2에 제시하였는데 공시된 122두의 평균 산차는 1.64 ± 0.92 산, 유기는 199.8 ± 109.1 일, 1회 착유시 평균유량은 12.26 ± 4.06 kg 이었으며 유성분은 정상적인 범위를 보여 축군의 유기가 비교적 후기에 치우쳐 있음을 알 수 있었으며 일반 유성분은 낮은 수준을 보여 우리나라 검정축의 평균 성적(축산연구소, 2004년 하반기 젖소유전능력 평가보고서) 보다 낮은 경향을 나타내었다. 한편 사양관리의 지침으로 많이 활용되는 우유중 요소태 질소(MUN)는 10.5 mg/dL로서 앞서 Rajala-Schultz와 Saville(2003)가 보고한 성적($10\sim 15$ mg/dL)의 범위에 포함되었으나 안 등(2005)의 14.50 mg/dL 보다는 낮은 수준이었다. 비유허성을 나타내는 연속된 착유량의 간의 편차는 0.01 ± 4.72 kg이었고, 착유간격은 10 시간

19 분, 비유지속시간은 5.3 분, 분당 최고비유량은 3.7 kg, 분당 평균비유속도는 2.34 kg이었다. 한편 착유시간에 따른 유량과 유량간 편차(유량변이), 착유간격을 보면 오전 착유가 오후 착유에 비하여 유량이 많고 유량변이가 크며 착유간격이 긴 결과를 보였다. 또한 유성분 중에서 지방율, 무지고형분율, 체세포수에서는 오후 착유가 오전 착유에 비하여 높은 결과를 보였다. 이는 불완전한 착유로 인하여 유방에 남아 있는 유지방이 다음 착유시에 영향을 미친 결과라고 생각된다(Syrstad, 1977). 또한 착유간격으로 나타난 휴식시간도 유량에 차이를 보여 휴식시간이 젖소의 생산성에 중요함을 제시하였다. 평균비유지속시간과 평균비유속도 등에 관하여 앞선 여러 연구자의 결과와 비슷하였으며(안 등, 1996; Stewart 등, 2002), 개체 별 비유지속시간은 1~13분의 범위를 가지며 유량이 많은 개체는 비유지속시간도 길다고 보고하였다(Zwald 등, 2005). 본 연구에서는 기 제시된 착유시간과 착유간격에 의해서만 연속 유량간의 변이에 영향을 미치었으나 그 외 다른 요인, 예컨대 유전적 특성과 환경요인(스트레스 등)에 의해서도 영향을 받을 수 있을 것으로 생각되어 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료

Table 2. Statistics for experimental herd by milking time on consecutive days

Source	Observations			Means \pm SD					
	a.m.	p.m.	total	a.m.		p.m.		total	
Parity	3103	2516	5619	1.6 \pm 0.9	1.6 \pm 0.9	1.6 \pm 0.9	1.64 \pm 0.92		
Days in milk (DIM), day	3083	2497	5580	198.3 \pm 109.3	201.6 \pm 108.8	199.8 \pm 109.1			
Milk yield, kg/milking	3103	2516	5619	14.14 \pm 3.87	9.94 \pm 2.94	12.26 \pm 4.06			
Milk yield variation, kg (between consecutive milking)	3097	2514	5611	-3.94 \pm 2.91 (p.m. to a.m.)	3.18 \pm 3.28 (a.m. to p.m.)	-0.01 \pm 4.72			
Fat, %	527	528	1055	2.61 \pm 1.06	3.56 \pm 1.04	3.09 \pm 1.15			
Protein, %	527	528	1055	3.05 \pm 0.49	3.03 \pm 0.35	3.04 \pm 0.42			
Lactose, %	527	528	1055	4.85 \pm 0.27	4.82 \pm 0.33	4.84 \pm 0.31			
Solid non fat (SNF), %	443	444	887	11.36 \pm 1.21	12.21 \pm 1.24	11.79 \pm 1.30			
SCS	527	526	1053	3.43 \pm 1.97	3.40 \pm 2.20	3.41 \pm 2.09			
MUN, mg/dL	527	528	1055	11.08 \pm 4.17	9.99 \pm 4.33	10.53 \pm 4.28			
Milking interval, min	3098	2500	5598	660.5 \pm 349.6 (p.m. to a.m.)	569.1 \pm 121.9 (a.m. to p.m.)	619.6 \pm 276.3			
Milking duration, min	3103	2516	5619	5.97 \pm 2.06	4.47 \pm 1.54	5.30 \pm 1.99			
Peak milk flow, kg/min	3103	2516	5619	3.76 \pm 1.06	3.62 \pm 1.07	3.70 \pm 1.07			
Average milk flow, kg/min	3103	2516	5619	2.42 \pm 0.70	2.25 \pm 0.65	2.34 \pm 0.68			

된다.

한편 연속유량, 유량변이, 비유지속시간, 최고 비유속도, 평균비유속도에 대한 산차, 착유시간 (아침, 저녁), 공변량으로 간주한 유기(lactation period)와 착유간격의 효과를 추정하기 위한 분산분석 결과는 Table 3에 제시하였다. 연속유량, 평균 비유속도에 대하여 산차, 착유시간, 유기와 착유간격이 영향을 미치는 것으로 나타났으며 유량변이는 산차, 착유시간과 착유간격에 의하여 영향을 받았다. 이는 착유간격이 유량변이에 영향을 미치는 주요 요인이라고 한 조 등(2003)의 보고와 비슷하였다. 유당율은 산차와 유기에 의하여 영향을 받았고 SCS는 산차, 착유시간에 의하여 영향을 받는 것으로 나타났다. MUN은 산차, 착유시간, 유기, 착유간격에 의한 영향은 없는 것으로 나타났으며, 비유지속시간은 산차, 착유시간, 유기에 의하여 영향을 받은 반면에 최고비유속도는 산차와 착유시간에서만 영향을 받았다. 평균비유속도에서는 산차, 착유시간, 비유일수 및 착유간격의 영향

을 받은 것으로 나타났다. 비유시간과 비유속도는 유선내압, 유선 정맥의 혈류, 유즙 분비 등 여러 요인에 의하여 영향을 받을 수 있으나 본 연구에서는 착유간격이 비유지속시간에는 영향을 미치지 않는 것을 미루어 볼 때 착유시간과 착유간격을 적절히 관리하는 것이 우유 생산량에 도움이 될 것으로 생각한다.

한편 각 형질에 대한 최소자승평균치를 구한 후 요인 별로 비교한 결과를 Table 4에 제시하였다. 본 시험에서 연속유량은 산차가 증가할수록 감소하는 경향이였으며 오전착유가 오후 착유보다 많이 생산되었다. 유량변이에서는 산차간 차이가 없었으나 오전과 오후 착유에서는 차이가 크게 있었으며 Syrstad(1977)가 보고한 연속 착유시 유량에 대한 편차(1.24 kg) 보다는 크게 나타났다. 유지방율은 유량과 반대되는 경향을 나타내어 유량과 부의 상관성이 있음을 나타내었고, 유단백율은 3산차까지 증가하였으나 오전 착유와 오후 착유간에 차이는 없었다. 유당율은 산차가 증가할수록 감소하는

Table 3. Mean squares and standard errors for milk yield and difference between milking, milking duration, peak milk flow and average milk flow

Source	Mean squares				
	Parity	Milking time (a.m.; p.m.)	Days in milk (Regr. †)	Milking Interval (Regr. †)	Error
df	3	1	1	1	5553
Milk yield, kg/milking	203.60**	23097.75**	3763.52**	101.52**	11.05
Milk yield variation, kg (between consecutive milking)	5.83	61359.47**	0.00	7853.37**	8.32 (5545) [‡]
Fat, %	7.20**	123.23**	7.40**	0.18	0.81 (407) [‡]
Protein, %	0.54*	0.04	1.97**	0.09	0.16 (407) [‡]
Lactose, %	0.44**	0.01	0.35**	0.09	0.05 (407) [‡]
Solid non fat (SNF), %	3.51**	77.19**	6.05**	0.91	1.03 (250) [‡]
SCS	34.57**	30.99**	0.03	3.02	3.04 (407) [‡]
MUN, mg/dL	11.29	26.36	16.88	11.21	16.56 (407) [‡]
Milking duration, min	70.29**	2963.33**	373.23**	4.42	3.25
Peak milk flow, kg/min	23.28**	20.18**	1.44	2.78	1.13
Average milk flow, kg/min	12.42**	36.24**	14.53**	2.28*	0.45

** ; p<0.01, * ; p<0.05, † ; covariant factor, ‡ ; degree of freedom.

Table 4. Least squares means and standard errors of milk yield and milk yield variation, milk components, somatic cell score (SCS), milking duration, peak milk flow, average milk flow by parity and milking time on consecutive days

Source	Parity				Milking time	
	1 st	2 nd	3 rd	4 th	a.m.	p.m.
Milk yield, kg/milking	12.29 ^a ± 0.05	11.91 ^b ± 0.11	11.36 ^c ± 0.11	12.20 ^{ab} ± 0.19	14.02 ^a ± 0.07	9.86 ^b ± 0.08
Milk yield variation ¹⁾ , kg (between consecutive milking)	0.39 ^a ± 0.04	0.35 ^a ± 0.09	0.25 ^a ± 0.10	0.50 ^a ± 0.16	3.76 ^b ± 0.07	3.01 ^a ± 0.06
Fat, %	2.93 ^b ± 0.05	3.26 ^a ± 0.10	3.50 ^a ± 0.12	3.51 ^a ± 0.19	2.75 ^b ± 0.07	3.85 ^a ± 0.08
Protein, %	3.05 ^b ± 0.02	3.16 ^{ab} ± 0.04	3.19 ^a ± 0.05	2.94 ^{bc} ± 0.08	3.07 ^a ± 0.03	3.09 ^a ± 0.03
Lactose, %	4.90 ^a ± 0.01	4.76 ^b ± 0.02	4.81 ^b ± 0.03	4.81 ^b ± 0.04	4.83 ^a ± 0.01	4.82 ^a ± 0.02
Solid non fat (SNF), %	11.76 ^b ± 0.08	12.03 ^{bc} ± 0.16	12.33 ^{ac} ± 0.18	12.03 ^{bc} ± 0.30	11.46 ^b ± 0.10	12.61 ^a ± 0.13
SCS	3.04 ^b ± 0.10	4.21 ^a ± 0.20	3.82 ^a ± 0.24	4.28 ^a ± 0.38	3.56 ^b ± 0.14	4.12 ^a ± 0.16
MUN, mg/dL	10.26 ^a ± 0.25	10.56 ^a ± 0.48	9.49 ^a ± 0.57	10.28 ^a ± 0.89	10.41 ^a ± 0.33	9.89 ^a ± 0.38
Milking duration ¹⁾ , min	5.27 ^b ± 0.03	5.54 ^a ± 0.05	4.89 ^c ± 0.06	4.93 ^c ± 0.10	5.90 ^a ± 0.04	4.41 ^b ± 0.04
Peak milk flow, kg/min	3.65 ^b ± 0.01	3.63 ^b ± 0.03	3.80 ^a ± 0.03	4.10 ^c ± 0.06	3.86 ^a ± 0.02	3.73 ^b ± 0.02
Average milk flow, kg/min	2.37 ^b ± 0.01	2.19 ^d ± 0.02	2.31 ^c ± 0.02	2.54 ^a ± 0.03	2.44 ^a ± 0.01	2.27 ^b ± 0.01

a, b, c, d; Values in same row having different superscript differ.

¹⁾; a.m. means difference between milk yield in the last evening and milk yield in the next morning; p.m. means difference between milk yield in the morning and milk yield in the evening.

경향이 있었으나 무지고형분율은 3산차까지 증가하는 경향을 보였고 오후 착유가 오전 착유보다 높았다. 체세포수는 1산차가 가장 낮았고 오후 착유가 오전 착유보다 높게 나타나는 경향이였다. MUN은 모든 요인에 있어서 차이가 없었다. 착유시간에 영향을 미치는 비유지속시간과 분당최고비유속도도 산차간에 차이를 나타내었다. Stewart 등(2002)은 자동탈락 착유기의 경우 평균비유시간은 4.39~5.89분, 평균비유속도 2.21~2.83 kg/분, 평균비유량 11.1~15.3 kg이라고 하였으며, 안 등(1996)도 비유지속시간과 최고비유 속도에서 2산차가 가장 길거나 가장 짧았고 유량도 1산차가 가장 낮았다고 하였으며, Syrstad(1977)도 연속 착유에서 오전 착유가 저녁 착유보다 유량이 많았다고 하였다. 이와 같은 결과는 시험축, 축군의 평균 비유일,

조사기간 등의 차이에 영향을 받았을 것으로 생각된다. 특히 유량에서 오전과 오후 착유시간 간의 차이가 많았던 이유로서는 조사기간이 하절기이었음을 고려할 때 낮의 더위, 휴식시간, 사료 섭취량 등에서 밤 보다는 불리하였을 것으로 추정된다. 따라서 연속유량, 유량변이, 유성분, 비유속도, 비유시간 등은 사육환경뿐만 아니라 축군의 유전적 특성에서도 영향을 받을 것으로 추정되며 더 많은 연구가 필요하다고 생각된다.

한편, 각 형질간 표현형 상관계수는 연속유량과 비유지속시간(-0.64), 유량변이와 비유지속시간(-0.38), 최고비유속도와 비유지속시간(-0.38), 비유지속시간과 평균비유속도(-0.42), 비유지속시간과 유지방율(-0.47), 비유지속시간과 유단백율(-0.07), 비유지속시간과 체세포수

(-0.15) 등과 같이 비유지속시간도 주요 경제 형질과 연관이 있는 것으로 추정되었으나 유전적 관계를 구명하기 위한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

IV. 요약

본 연구는 축산연구소에서 사육하고 있는 홀스타인 젖소 122두를 공시하여 2005.7.1부터 2005.8.8까지 연속유량, 유량변이, 유성분, 체세포수, 착유시간, 비유지속시간, 최고비유속도 및 비유속도에 영향을 미치는 산차, 착유시간, 착유간격, 유기가 미치는 효과에 대하여 조사 분석하였다. 공시축의 평균산차는 1.6산, 평균유기는 199.4일, 1회 착유시 평균유량은 12.25 kg이었다. 연속유량, 유성분(지방율, 단백질율, 유당율, 무지고형분율), 체세포수, 비유지속시간, 최고비유속도, 평균비유속도는 산차 영향을 받았으며 연속유량, 유량변이, 지방율, 무지고형분율, 체세포수, 비유지속시간, 최고비유속도, 평균비유속도는 착유시간의 영향을 받았다. 비유일수는 연속유량, 지방율, 단백질율, 무지고형분율, 비유속도와 평균비유속도에 영향을 미쳤고, 착유간격은 연속유량, 유량변이, 평균비유속도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 MUN은 산차, 착유시간, 유기, 착유간격에 의한 영향은 없었다. 연속유량은 산차가 증가 할수록 감소하는 경향이었으며 오전 착유가 오후 착유보다 많이 생산되었고 유량변이에서는 산차간 차이가 없었으나 착유시간에서는 차이가 있었다. 유성분 중에서 지방율에서는 오후 착유가 오전 착유에 비하여 높은 결과를 보였다. 유성분인 유지방율, 유단백율, 유당율 및 무지고형분율과 체세포수, 비유지속시간과 분당 최고비유속도에 대하여 산차와 착유시간에 따라 달랐으나 MUN은 변화가 없었다. 본 연구 결과로 미루어 볼 때 유량변이, 비유속도, 비유시간 등도 중요한 형질로 취급되어야 하며 이들의 유전적 특성 구명을 위하여 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 생각한다.

V. 인용 문헌

1. Ali, A. K. and Shook, G. E. 1980. An optimum transformation for somatic cell concentration in milk. *J. Dairy Sci.* 63:487-490.
2. Boettcher, P. J., Dekkers, J. C. M. and Kolstad, B. W. 1998. Development of an Udder Health Index for Sire Selection Based on Somatic Cell Score, Udder Conformation, and Milking Speed. *J. Dairy Sci.* 81:1157-1168.
3. De la Fuente, L. F., San Primitivo, F., Fuertes, J. A. and Gonzalo, C. 1997. Daily and between-milking variations and repeatabilities in milk yield, somatic cell count, fat, and protein of dairy ewes. *Small Ruminant Research* 24:133-139.
4. Rajala-Schultz, P. J. and Saville, W. J. A. 2003. Sources of Variation in Milk Urea Nitrogen in Ohio Dairy Herds. *J. Dairy Sci.* 86:1653-1661.
5. SAS User's Guide: Statistics, Version 8.1 Edition. 1999. SAS Inst., Inc., Cary, NC.
6. Schmidt G. H., Van Vleck, L. D. and Hutjens, M. F. 1988. Principles of dairy science. 2nd ed. pp 78.
7. Stewart, S., Godden, S., Rapnicki, P., Reid, D., Johnson, A. and Eicker, S. 2002. Effects of Automatic Cluster Remover Settings on Average Milking Duration, Milk Flow, and Milk Yield. *J. Dairy Sci.* 85:818-823.
8. Syrstad, O. 1977. Day-to-day variation in milk yield, fat content and protein content. *Livestock Production Science*, 4:141-151.
9. Zwald, N. R., Weigel, K. A., Chang, Y. M., Welper, R. D. and Claym, J. S. 2005. Genetic evaluation of dairy sires for milking duration using electronically recorded milking times of their daughters. *J. Dairy Sci.* 88:1192-1198.
10. 안병석, 최유림, 고문석, 김준식, 김경남, 김내수. 1996. 홀스타인 젖소의 관리형질에 미치는 환경 효과와 모수추정. *한축지* 38(4):337-340.
11. 안병석, 권웅기, 서국현, 이현준, 박병기. 2005. 젖소의 고능력우와 저능력우간의 우유 성분 및 혈중 대사물질 특성 비교. *동물자원지.* 47(1):11-18.
12. 조용민, 안병석, 최유림. 2003. 김정일 1회 검정에 의한 착유우의 1일 유량 추정시 오차와 정확도. *동물자원지.* 45(5):725730.
13. 축산연구소, 2004년 하반기 젖소유전능력 평가보고서. p4.

(접수일자 : 2005. 9. 22. / 채택일자 : 2005. 11. 14.)