

분만계절이 TMR 급여 홀스타인 육성우의 분만 후 유생산과 비유지속성에 미치는 영향

김연정* · 황선국* · 남인식** · 안종호***

Effect of Calving Season on Postpartum Milk Production and Persistency of TMR Fed Holstein Heifers

Kim, Youn-Jeong · Hwang, Sun-Cook · Nam, In-Sik · Ahn, Jong-Ho

Total of 20 Holstein calves of 10 calves (3.90 ± 0.26 month of age) born in spring (S) and 10 calves (4.10 ± 0.30 month of age) born in fall (F) were reared in this study for 24 months and diets were divided into separate feeding of forage and concentrates (C) and TMR (T). Therefore, 4 treatments in this study were composed of CS, CF, TS and TF with the factors of diets and calving season. After parturition of heifers, all animals were fed the same diet and milk production was recorded monthly. DM intakes in growing period were influenced by calving season, and those of the animals calved in fall were higher than in those calved in spring ($P < 0.01$), but there were no significant differences by feeding method. CP intakes and TDN intakes were significantly influenced by calving season ($P < 0.05$) and feeding method ($P < 0.001$), and the animals calved in fall were about 1.2% higher than those calved in spring, and the animals fed TMR were about 4.7% higher than those fed concentrates and forage separately. Average, 9th and 10th months' milk yields were significantly influenced by feeding method in which those in the treatments fed TMR (TS, TF) were higher than in separate feeding of concentrates and forage (CS, CF; average $P < 0.05$; 9th and 10th months $P < 0.01$). Average milk persistency was also significantly influenced by calving season ($P < 0.05$) and feeding method ($P < 0.01$) and those in the animals calved in fall were higher than in spring and those of the TMR fed animals were also higher than in separate feeding of concentrates and forage. Milk persistency was similar to the results of milk yield, showing statistically significant differences affected by the feeding method at 9th and 10th months of late lactation ($P < 0.01$), and it was about

* (주)영양자원연구소

** 한경대학교 동물생명환경과학과

*** Corresponding author, 한경대학교 동물생명환경과학과(jhahn@hknu.ac.kr)

8% higher in the animals fed TMR, showing higher tendency at 7th ($P=0.12$) and 8th months of late lactation ($P=0.09$). Therefore, it is expected that postpartum milk yield and milk persistency would be higher when the heifers are fed TMR in growing period and calved in fall. Average milk fat content was influenced by feeding method. Milk fat content of the animals fed TMR during growing period were 7.8% higher than those fed concentrates and forage separately ($P<0.01$). This suggests that feeding TMR during growing period influenced first postpartum eating behavior, which stabilized the rumen and resulted in the increased milk fat. At 3rd month after calving, milk fat content was lower in the animals calved in spring than in those calved in fall, suggesting that it might have been influenced by the seasonal differences. MUN showed significant differences by feeding method in which those in separate feeding of concentrates and forages were higher especially in average, 4th, 5th and 6th months (average and 4th $P<0.01$; 5th and 6th months $P<0.05$). SCC was higher in the animals fed TMR than in those fed concentrates and forage separately especially in average, 3rd and 4th months after calving ($P<0.01$). In conclusion, when feeding TMR during growing period and calving in fall, it was not influenced by the high temperature in summer, and it resulted in the improved milk yield, milk persistency and milk fat content.

Key words : *calving season, Holstein dairy heifer, milk persistency, milk production, TMR*

I. 서 론

젖소의 대표적인 사료급여 방법은 농후사료와 조사료를 분리하여 급여하는 방법(조농분리 급여)과 농후사료와 조사료를 포함한 사료원료들을 모두 혼합하여 TMR (total mixed ration; 섬유질 배합사료)로 급여하는 방법이 있다. TMR은 농후사료, 조사료, 비타민, 미네랄 및 사료 첨가제 등을 동시에 혼합하여 축우가 사료 원료를 골라내어 채식하지 않도록 급여하는 방법이다(Sung and Kim., 2004). TMR 급여는 조사료와 농후사료를 동시에 섭취하므로 선택채식을 방지하고 저작 횟수가 증가하고 타액의 분비를 촉진하여 반추위내 산도를 중성에 가깝게 유지하며(Kim et al., 2003) 결국 사료 섭취량을 증가시키고 대사성 질병을 감소시켜 유생산을 향상시킨다(Chang et al., 2013).

육성우 사육은 낙농의 필수적인 부분이나 당장의 경제적인 이익이 없다는 이유로 육성우 관리를 중요하게 여기지 않는 경우가 많다. 그러나 젖소 분만 후 유생산을 향상시키려면 육성우 사양관리가 중요하므로 육성우 사양관리 기술을 개선하기 위한 노력을 해야 하며 육성우의 성장단계에 적합한 사양관리를 통해 분만 후 유생산의 개선을 기대할 수 있다. Le Cozler 등(2008)은 젖소 육성기의 영양소 섭취는 분만 후 산유량에 영향을 미친다고 하였으며 성성숙 전에 고영양 급여는 유방 실질조직의 감소를 일으켜 초산 분만 후 산유량

에 부정적인 영향을 미친다는 연구들이 보고되고 있다(Silva et al., 2002; Ettema and Santos, 2004; Daniels, 2010). Garnworthy와 Jones (1987)와 Vacek 등(2015)은 분만 시 체중과 Body Condition Score (BCS)가 초산 분만 후 산유량에 영향을 미친다고 보고하였으며 Grummer 등(1995)은 임신기간 중 고영양 급여는 분만 후 산유량 증가에 효과적이지 않았다고 하였다.

이와 같이 외국의 사례에서 분만 전 육성우 사양관리의 중요성이 인식이 되고 있으나 적절한 사양관리 등의 연구가 여전히 미진한 실정이며 우리나라 착유우 사양관리의 경우 TMR 급여가 90%를 차지하는 반면 젖소 육성우의 사료급여 방법은 조농 분리 급여가 대부분을 차지하고 있다(Kim, 2015). 이처럼 젖소 육성우에게 TMR 급여는 조농 분리급여에 비해 낮은 비율로 적용되고 있는데 TMR이 육성우 소화 생리와 성장단계에 맞는 적절한 사료 급여 방법인지에 관한 연구가 필요한 상황이다.

착유우의 한 비유기의 유생산은 분만 후 일일 최고 유량인 비유피크 유량과 비유피크 후 유량이 감소되는 정도를 의미하는 비유지속성에 의해 결정된다(Takma and Akbas, 2007). 비유지속성이란 분만 후 일일 최고 유량에 도달한 후에 유량이 유지되는 정도를 말하는데 젖소의 분만 후 비유지속성은 분만계절, 분만년도, 산차, 나이, 착유횟수 및 광주기 등 다양한 환경요인에 영향을 받는다. Ahn 등(2000)은 홀스타인 젖소의 분만계절이 비유지속성에 영향($P<0.05$)을 미치고 분만계절 별 비유지속성은 겨울, 가을, 봄, 여름의 순서로 높았다고 ($P<0.01$) 보고하였으며, 이와 비슷하게 Sorensen 등(2008)은 겨울 분만이 봄 분만보다 비유지속성이 더 높다고 한 반면에, Tekerli 등(2000)은 여름과 가을 분만이 더 높았다고 보고하였다. 이와 같이 젖소의 분만계절에 따라 비유지속성 또는 유생산에 차이를 보이며, 특히 초산우의 경우에는 분만계절이 그 이후 산차의 분만계절에 영향을 미치고 따라서 젖소 일생의 유생산에 영향을 미치기 때문에 초산우의 분만계절 사양관리는 더욱 중요하다(농촌진흥청, 2014). 그러나 국내외적으로 비유지속성을 개선하려는 체계적인 연구가 부족한 실정이며 또한 육성기 사료급여 방법을 다르게 적용하거나 분만 시 계절의 영향에 관한 연구는 더욱 미미한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 홀스타인 젖소 육성우를 대상으로 사양관리를 개선하는 목적으로 관행의 조농분리 급여 프로그램과 TMR 급여 프로그램을 적용하여 비교하였으며 육성 후 분만 시 계절을 봄과 가을로 구분하여 분만계절이 육성우 분만 후 유생산과 비유지속성에 미치는 영향을 비교 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시동물 및 사료

경기도 이천 소재의 젖소 사육농가에서 송아지 20두(4.0 ± 0.28 개월령)를 약 24개월간 사육

하였다. 사료급여 방법은 홀스타인 젖소 육성우의 성장기에 조농분리 급여(Concentrates, C)와 TMR 급여(TMR, T)를 적용하여 생후 3개월령부터 초산 분만 전까지 급여하였으며 분만 계절을 육성기에 두 종류의 사료급여 방법으로 나누어 적용한 후 봄 분만(Spring, S)과 가을 분만(Fall, F)으로 구분하였다. 즉, 처리구는 조농분리 급여한 봄철 분만구(CS), 조농분리 급여한 가을철 분만구(CF), TMR 급여한 봄철 분만구(TS), TMR 급여한 가을철 분만구(TF)의 4가지로 구성하였다. 처리구별 시험사료는 육성초기, 육성중기, 육성후기로 구분하였으며 분만 후에는 4개의 처리구 모두 동일한 TMR을 자유채식 하였고 배합사료는 유량별로 차등 급여하였다. 시험사료의 영양소 함량은 NRC (2001) 사양표준 요구량의 10%이내의 오차 범위내로 배합되도록 하였다. 각 처리구별 공시두수는 5두씩 배치하였으며 시험축 사양관리는 처리구별로 개방식 톱밥 우사(5×10 m)에 합사하였다. 사료 급여는 조농분리 급여구의 경우 농후사료를 1일 3회 급여 후 조사료를 급여하였고, 조사료로서 육성초기와 육성중기에는 티모시와 연맥 건초를 급여하였고 육성후기에는 볏짚을 급여하였다. TMR 급여구는 TMR을 1일 2회 급여하였으며 물과 미네랄 블록 급여는 모든 구에서 자유 섭취토록 하였다.

2. 조사내용 및 방법

1) 공시사료의 성분분석

급여 사료의 일반성분은 AOAC (2005)법에 따라 그리고 NDF와 ADF는 Van Soest (1991)법에 따라 분석하였으며, TDN은 사료제조사에서 제공한 수치를 인용하여 분석하였고, 티모시 건초, 연맥건초 및 볏짚은 농촌진흥청 국립축산과학원(2012)에서 제공한 한국 표준사료 성분표의 성분을 이용하여 적용하였다(Table 1).

Table 1. Chemical composition of experimental diets of concentrates, forages and TMR (% DM)

Item*	Young heifer	Middle heifer	Large heifer	Timothy hay	Oat hay	Rice straw
	Commercial concentrates					
Moisture	11.97	11.82	11.56	8.02	10.88	12.29
CP	22.72	20.41	19.22	12.83	9.71	5.07
EE	2.84	4.30	4.13	3.96	4.42	1.98
CF	11.78	10.63	11.01	24.67	27.42	32.04
CA	6.76	7.39	7.67	7.80	6.41	16.74
NDF	27.81	31.82	32.79	52.21	60.69	76.05
ADF	15.12	16.72	17.14	30.4	36.36	51.44
TDN	82.93	81.65	81.41	54.49	50.89	43.66

Item*	Young heifer	Middle heifer	Large heifer	Timothy hay	Oat hay	Rice straw
	Total mixed ration					
Moisture	11.76	40.00	40.00			
CP	17.00	15.00	13.05			
EE	2.81	3.14	3.22			
CF	14.19	19.01	21.56			
CA	6.71	8.71	8.65			
NDF	32.89	42.66	47.17			
ADF	19.35	25.82	29.05			
TDN	71.00	66.90	63.90			

* CP: crude protein; EE: ether extract; CF: crude fiber; CA: crude ash; NDF: neutral detergent fiber; ADF: acid detergent fiber; TDN: total digestible nutrients.

** Young heifer stage: 3-6 month; Middle heifer stage: 7-12 month; Large heifer stage: 13-before calving.

2) 사료 섭취량

사료섭취량은 송아지 출생 후 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18 및 21개월령에 해당 월의 마지막 3일간 측정하였으며, 아침 사료 급여 전에 사료의 종류별로 잔량을 측정하여 전일 급여량에서 이를 공제하였다.

3) 산유량 및 유성분

유량, 유지율, 유단백율, 고형분율, 우유내 요소태 질소(MUN; milk urea nitrogen), 체세포수 등은 2016년 3월부터 2017년 9월까지의 농협 젖소개량사업소에서 제공한 검정성적을 이용하였다. 유량은 Milk Meter (Kimo, China)를 사용하여 측정하였고, 유성분은 Milko-scanTM6000 (Foss Electric, Denmark)을 사용하여 측정하였다. 체세포수는 우유 1 ml 안에 들어있는 수로 1,000단위로 측정하였다.

4) 비유지속성과 통계분석

홀스타인 젖소는 분만 후 약 2개월에 비유피크에 도달한 후 서서히 감소하는 형태로 나타난다(Lombaard, 2006). 그러나 초산우의 경우에는 경산우보다 분만 후 비유피크 도달 일수가 늦어져 분만 후 3개월에 비유피크에 도달할 수 있으므로(Won et al., 2014) 본 연구에서 비유지속성의 계산은 4, 5, 6, 7, 8, 9 및 10개월차 검정 유량을 비유피크 시기인 3개월차 검정 유량과 대비하는 아래의 공식을 적용하여 계산하였고 본 실험의 결과는 평균±표준오차(average±standard error)로 나타냈으며, 통계분석은 SPSS (17.0)의 Two-way ANOVA (2008)를 이용하여 요인분석을 실시하였다.

비유지속성(%) = Milk kg later test / Milk kg at earlier test (3rd month after calving) × 100

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 영양소 섭취량, 산유량 및 비유지속성

처리구별 건물 섭취량, CP 섭취량 및 TDN 섭취량을 Table 2에 나타내었다. 육성기의 건물 섭취량은 분만계절의 영향을 받아 가을에 분만한 구(CF구, TF구)가 봄에 분만한 구(CS구, TS구)보다 통계적으로 유의하게 높게 나타났으며($P < 0.01$) 이는 조농분리 급여구 보다 TMR 급여구 중 가을 분만구에서 사료섭취량이 특히 많이 증가되었기 때문으로 사료된다. 젖소의 사료 섭취량이 장일성 광주기에서 사육된 경우 증가한다는 연구가 다수 보고되었는데(Bocquier et al., 1997; Miller et al., 1999; Dahl et al., 2012) 본 연구에서의 TMR 급여 가을 분만구의 결과가 이와 일치하였다.

그러나 본 연구에서 전체적으로는 사료급여 방법이 건물 섭취량에 통계적으로 유의한 영향을 주지 않았는데, 홀스타인 육성우에게 TMR 급여 시 조농분리 급여 경우와 비교하여 건물 섭취량의 차이가 없었다고 보고하며 오히려 조농분리 급여 시 개체 경합과 선택 채식이 증가하여 NDF 섭취량이 감소하며 분상태도 묽어지는 경향이 있었다고 하였다(Greter et al., 2010). CP 섭취량과 TDN 섭취량은 분만계절($P < 0.05$)과 사료급여($P < 0.01$) 모두에 의해 유의한 영향을 받았으며 가을에 분만한 구(CF구, TF구)가 봄에 분만한 구(CS구, TS구)에 비해 약 1.2% 높게 나타났고, TMR 급여구(TS구, TF구)가 조농분리 급여구(CS구, CF구) 보다 약 4.7%정도 높은 결과를 보였다.

전체적으로 볼 때 육성기에 TMR을 급여하고 난 후 가을에 분만할 경우 영양소 섭취량이 높은 결과를 나타내었으며, 전체 처리구들의 영양소 섭취량은 젖소 육성우 요구량(NRC, 2001)의 범위에 충족($\pm 10\%$)된 것으로 나타났다.

사료급여 방법을 달리 적용한 홀스타인 육성우에 있어 봄 또는 가을 분만 시, 분만 후의 처리구간 산유량 변화(Table 2)는 모든 처리구에서 분만 후 급속히 증가하다가 3개월령을 정점으로 서서히 감소하였다. 평균 산유량을 보면 CS구, CF구, TS구 그리고 TF구에서 각각 30.9, 30.7, 31.6, 32.0 kg으로 사료급여 방법에 의해 유의한 영향을 받아 TMR 급여구(TS구, TF구)가 조농분리 급여구(CS구, CF구) 보다 높은 결과를 나타내었다($P < 0.05$). 특히 비유후기인 9, 10개월차에 육성기 때 TMR을 급여한 TF구(31.1, 29.7 kg)와 TS구(29.8, 29.0 kg)는 조농분리 급여한 CS구(27.9, 27.0 kg)와 CF구(28.1, 27.1 kg) 보다 높은 결과를 나타내어 육성기 사료급여 방법에 의해 유의한 영향을 받았다($P < 0.01$). DeVries (2018)에 따르면 송아지의 섭취 행동은 직접적으로 영양소 섭취와 성장에 영향을 주고 섭취행동은 반추동물의 생

육초기에 학습되고 발달된다고 하였는데, 이는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받을 수 있으며 장기간 지속될 수 있다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 TMR의 자유채식에 의한 송아지의 사양관리로 인해 학습된 섭취행동이 분만 후의 섭취행동에도 영향을 주어(DeVries, 2018) 반추위 환경을 안정적으로 조성하였으며 산유량 증가에 영향을 주었을 것으로 생각된다. TMR 자유채식에 의한 섭취행동은 조농분리 급여 시 보다 사조 방문 횟수가 증가하

Table 2. Effects of feeding method and calving season on nutrients intake in growing period and postpartum milk yield of Holstein heifers

Item*	CS	CF	TS	TF	SEM	P value		
						Effect		
						Season	Feed	S x F
Nutrients intake, DM basis								
DMI, kg/day	7.63±0.22	7.58±0.23	7.51±0.24	7.74±0.24	0.05	<0.01	0.39	<0.01
CPI, g/day	1073.8±22.2	1063.1±22.0	1096.7±26.6	1130.9±26.6	6.2	<0.05	<0.01	<0.01
TDNI, g/day	4842.7±123.2	4810.9±131.2	4997.7±145.0	5150.0±145.5	31.7	<0.01	<0.01	<0.01
Milk yield, kg								
1st**	28.9±2.1	28.0±1.0	28.9±0.9	27.9±0.6	0.66	0.50	0.98	0.98
2nd	33.7±0.7	32.4±1.0	33.5±0.8	33.6±0.7	0.43	0.51	0.59	0.41
3rd	34.8±0.7	34.3±0.5	34.9±0.9	34.5±0.5	0.35	0.57	0.83	0.88
4th	33.5±1.0	33.5±0.5	33.7±0.8	33.7±0.5	0.37	0.95	0.82	0.97
5th	32.1±1.2	32.2±0.9	32.8±0.6	33.4±0.3	0.43	0.72	0.31	0.79
6th	31.2±1.2	31.6±0.2	32.0±0.6	32.4±0.4	0.38	0.63	0.31	0.95
7th	30.4±0.9	30.4±0.7	31.1±0.7	32.1±0.4	0.39	0.53	0.16	0.55
8th	29.5±1.1	29.3±1.0	30.5±0.8	31.2±0.3	0.45	0.79	0.13	0.68
9th	27.9±0.8	28.1±0.7	29.8±0.7	31.1±0.5	0.47	0.36	0.01	0.47
10th	27.0±0.7	27.1±0.7	29.0±0.7	29.7±0.3	0.40	0.57	0.01	0.72
Average	30.9±0.5	30.7±0.4	31.6±0.4	32.0±0.3	0.20	0.84	0.02	0.45

Each value is expressed as mean±standard error.

* CS : Feeding concentrates in growing period and calving in spring; CF : Feeding concentrates in growing period and calving in Fall; TS : Feeding TMR in growing period and calving in spring; TF : Feeding TMR in growing period and calving in Fall.

SEM : standard error of the mean.

SxF : season effect x feed effect.

DMI : dry matter intake; CPI : crude protein intake; TDNI : total digestible nutrients intake.

** Months after calving.

고 1회당 섭취시간이 감소하여 TMR을 소량씩 다회 섭취하는 섭취패턴을 보이는데(Moya et al., 2011) 이의 영향을 받았을 것으로 사료된다. 특히 본 연구에서 젖소 성장기에 TMR을 급여하고 난 후 가을에 분만한 TF구가 다른 처리구에 비해 영양소 섭취량이 가장 높았는데, 이는 TMR 급여가 성장기 유선 성장에 긍정적 역할을 하여 분만 후 산유량 증가에 일정 부분 기여했을 가능성이 있을 것으로 사료된다.

전체적으로 처리구간 산유량의 차이는 있었으나 분만계절에 의한 통계적 유의성 또는 분만계절 x 사료급여에 의한 상관관계는 나타나지 않았다. Mostert 등(2001)은 분만계절이 305일 유량에 중요한 영향을 미친다고 하였으며 Torshizi (2016)는 가을에 분만한 젖소에서 비유증기와 후기에 유량이 높았다고 하였는데 본 연구에서는 분만계절에 의해 통계적으로 유의한 영향을 받지 않았지만 TF구에서 5개월차부터 10개월차까지 다른 처리구들에 비해 높은 경향을 보여 이들의 연구 결과와 유사하였다.

Table 3은 분만계절과 사료급여가 비유지속성에 미치는 영향 및 두 요인의 상관관계를 표시하였다. 모든 처리구에서 비유지속성은 3개월차 유량 대비 지속적으로 감소하였다. 비유지속성의 평균은 CS구, CF구, TS구 그리고 TF구에서 각각 86.8%, 88.5%, 89.9%, 92.5%로 나타났으며 분만계절($P<0.05$)과 사료급여 방법($P<0.01$)에 의해 유의한 영향을 받아 가을에

Table 3. Effects of feeding methods and calving season on postpartum milk persistency of Holstein heifers

(Unit : %)

Item*	Months after calving							
	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Average
CS	96.0±1.6	92.1±2.8	89.6±2.3	87.4±1.7	84.5±2.0	80.3±1.9	77.5±1.5	86.8±1.3
CF	97.9±0.3	93.8±1.5	92.2±1.4	88.8±1.5	85.5±2.0	82.0±1.8	79.2±1.6	88.5±1.2
TS	96.7±1.2	94.2±1.3	91.9±1.2	89.4±1.9	87.8±2.1	85.6±2.5	83.6±2.6	89.9±1.0
TF	97.6±1.1	96.6±0.6	94.0±1.5	93.0±1.6	90.4±1.8	90.1±1.9	86.0±1.4	92.5±0.8
SEM	0.62	0.96	0.92	0.98	1.14	1.36	1.22	0.61
Season effect	0.30	0.30	0.22	0.20	0.43	0.19	0.33	0.05
Feed effect	0.90	0.22	0.28	0.12	0.09	0.01	0.01	0.01
S x F	0.72	0.85	0.88	0.57	0.72	0.59	0.86	0.68

Each value is expressed as mean±standard error.

* CS : concentrate feed for growing period and calving in spring; CF : concentrate feed for growing period and calving in Fall; TS : TMR feed for growing period and calving in spring; TF : TMR feed for growing period and calving in Fall.

SEM : standard error of the mean.

S x F : season effect x feed effect.

분만한 구(CF구, TF구)가 봄에 분만한 구(CS구, TS구)에 비해 높은 결과를 보였고 TMR 급여구(TS구, TF구)가 조농분리 급여구(CS구, CF구)보다 높은 결과를 나타냈다. 산유량의 결과와 유사하게 비유지속성도 비유후기인 9, 10개월차에 사료급여에 의해 통계적 유의차를 보였으며($P<0.01$), 7개월차($P=0.12$)와 8개월차($P=0.09$)에도 높은 경향을 나타내었다. TMR을 급여한 TF구(90.1, 86.0%)와 TS구(85.6, 83.6%)가 조사료와 농후사료를 분리 급여한 CF구(82.0, 79.2%)와 CS구(80.3, 77.5%)에 비해 9개월차와 10개월차에서 약 8% 높은 결과를 나타내었다($P<0.01$).

본 연구에서는 봄 분만우보다 가을 분만우에서 비유지속성이 더 높았다. Won 등(2014)이 분만계절에 대한 비유곡선 모수를 추정하는 실험을 하였는데 비유피크 유량은 봄 분만우에서 높았으나 5-8개월차에는 가을 분만우의 유량이 더 높은 경향을 보임으로써 가을 분만우의 비유지속성이 봄 분만우보다 더 높은 것으로 판단하였다. 이와 유사한 연구 결과들(Wilmink, 1987; Stanton et al., 1992; Ahn et al., 2000; Tekerli et al., 2000; Sorensen et al., 2008; Khalifa et al., 2018)에서도 가을 분만우의 산유량과 비유지속성이 더 높다고 하였는데, 이는 봄 분만의 경우 여름철 고온 스트레스에 의한 사료 섭취량 감소로 인한 결과라고 보고하였으며, 본 연구의 결과와 부합하는 것으로 추정되었다. 젖소가 고온 스트레스를 받으면 사료 섭취량이 감소하고 우유합성에 사용되는 영양소의 이용률을 감소시키며(Rhoads et al., 2009), 동시에 체온조절을 위한 기초 대사가 증가하여 젖소의 유지를 위한 영양소 요구량을 7-25% 증가시켜 산유량을 감소시킨다고 하였다(NRC, 2001).

2. 유성분 조성

초산 분만 후 10개월 동안 우유 내 성분의 변화를 Table 4에 제시하였다. 유지율은 분만 후 감소하다가 2~3개월차를 기점으로 서서히 증가하였다. 처리구간 평균 유지율은 CS구 3.85%, CF구 3.87%, TS구 4.15% 및 TF구 4.17%로 나타났으며, 사료급여의 영향을 받아 TMR 급여구(TS구, TF구)가 조농분리 급여구(CS구, CF구)보다 7.8% 높았다($P<0.01$). 분만 후 3개월차에 분만계절에 의해 통계적 유의차를 나타내어($P<0.05$) 가을에 분만한 구(CF구, TF구)가 봄에 분만한 구(CS구, TS구) 보다 유지방 함량이 높았다. 봄에 분만하면 여름철에 비유피크에 도달하고 이때의 고온 스트레스가 유성분에 영향을 미치며(Berman, 2005; Gantner et al., 2011; Das et al., 2016), 또한 체온을 증가시켜 유선의 지방합성에 부정적인 영향을 주어(Hammami et al., 2015) 유지방 함량을 감소시킨다고 하여(Torshizi, 2016) 본 연구의 결과와 유사하였다. 유지방 함량은 사료급여(TMR 급여)에 의해서도 1, 2, 3, 4, 5 및 8개월차에 유의한 영향을 받았는데(1, 2개월차 $P<0.01$; 3, 4, 5, 8개월차 $P<0.05$) 이는 아마도 육성기 TMR 급여로 인해 학습된 섭취행동이 분만 후에도 사료 섭취 횟수 및 섭취시간 증가 등의 섭취행동에 영향을 주어(DeVries, 2018) 반추위 내 pH가 안정화되어 유지율이 증가한 것으로

로 사료된다. 한편, 유단백질 함량 및 총고형분 함량은 대부분의 시기에 분만계절과 사료급여에 의해 유의한 영향을 받지 않았다.

Table 4. Effects of feeding method and calving season on postpartum milk composition of Holstein heifers

Item*	Treatment**	Months after calving										
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Average
Milk Fat, %	CS	4.05±0.18	3.44±0.05	3.40±0.03	3.62±0.03	3.68±0.06	3.92±0.06	3.99±0.08	4.09±0.10	4.23±0.18	4.09±0.07	3.85±0.05
	CF	3.62±0.07	3.48±0.07	3.67±0.11	3.72±0.12	3.84±0.11	3.88±0.14	4.00±0.10	4.00±0.09	4.19±0.08	4.29±0.18	3.87±0.05
	TS	4.08±0.12	3.71±0.08	3.65±0.10	4.01±0.15	4.15±0.19	4.24±0.15	4.42±0.08	4.40±0.09	4.44±0.07	4.37±0.13	4.15±0.05
	TF	4.78±0.13	4.04±0.14	3.90±0.11	3.88±0.15	3.96±0.16	4.09±0.14	4.10±0.14	4.29±0.16	4.22±0.17	4.41±0.14	4.17±0.06
	SEM	0.12	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.03
	Season effect	0.27	0.12	0.03	0.76	0.74	0.68	0.28	0.53	0.37	0.46	0.76
	Feed effect	0.01	0.01	0.05	0.05	0.05	0.14	0.06	0.05	0.39	0.24	0.01
	S x F	0.01	0.25	0.92	0.32	0.2	0.9	0.24	0.98	0.5	0.66	0.95
Milk protein, %	CS	3.18±0.10	2.93±0.02	2.99±0.04	3.04±0.08	3.07±0.08	3.21±0.09	3.28±0.10	3.37±0.11	3.31±0.12	3.34±0.12	3.17±0.04
	CF	3.04±0.04	3.05±0.03	3.04±0.03	3.14±0.04	3.24±0.06	3.21±0.06	3.27±0.06	3.31±0.04	3.37±0.06	3.45±0.11	3.21±0.03
	TS	2.82±0.08	2.85±0.06	2.92±0.09	3.04±0.12	3.20±0.11	3.28±0.10	3.43±0.06	3.39±0.10	3.40±0.03	3.44±0.08	3.18±0.04
	TF	3.15±0.03	2.96±0.12	3.02±0.08	3.15±0.06	3.14±0.07	3.16±0.09	3.22±0.10	3.22±0.09	3.20±0.09	3.23±0.11	3.15±0.03
	SEM	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.02
	Season effect	0.44	0.26	0.51	0.52	0.83	0.39	0.2	0.08	0.48	0.9	0.97
	Feed effect	0.26	0.46	0.82	0.9	0.52	0.65	0.53	0.85	0.71	0.44	0.43
	S x F	0.02	0.65	0.98	0.66	0.09	0.36	0.23	0.26	0.23	0.33	0.27
SNF, %	CS	8.72±0.18	8.55±0.08	8.61±0.10	8.61±0.13	8.59±0.19	8.64±0.12	8.85±0.12	8.96±0.13	8.92±0.18	8.89±0.17	8.73±0.05
	CF	8.70±0.11	8.72±0.12	8.71±0.09	8.78±0.05	8.91±0.04	8.89±0.11	8.91±0.08	8.94±0.15	8.98±0.15	9.04±0.13	8.86±0.04
	TS	8.58±0.15	8.58±0.09	8.62±0.14	8.63±0.17	8.88±0.12	8.96±0.10	9.11±0.11	9.16±0.13	9.21±0.13	9.20±0.13	8.89±0.05
	TF	8.92±0.08	8.53±0.14	8.58±0.10	8.59±0.12	8.63±0.12	8.77±0.13	8.87±0.10	8.96±0.10	8.99±0.09	9.05±0.11	8.79±0.04
	SEM	0.08	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.02
	Season effect	0.58	0.86	0.94	0.89	0.91	0.99	0.41	0.39	0.55	0.95	0.9
	Feed effect	0.41	0.77	0.88	0.97	0.71	0.27	0.36	0.4	0.3	0.31	0.31
	S x F	0.49	0.28	0.36	0.16	0.04	0.05	0.23	0.49	0.33	0.34	0.02
MUN, mg/dl	CS	10.5±0.6	13.5±0.9	14.9±1.2	14.2±0.9	14.1±0.7	14.4±1.2	14.9±0.7	14.9±0.5	14.0±0.8	13.7±1.3	13.9±0.3
	CF	11.9±1.2	14.1±1.0	16.5±1.4	16.9±1.1	16.3±1.2	15.7±1.1	13.5±0.8	12.7±0.6	11.8±0.7	13.0±0.9	14.2±0.4
	TS	9.4±1.4	13.6±0.5	12.3±1.7	12.2±0.9	12.9±1.1	12.2±1.2	13.2±0.4	12.8±0.5	11.8±0.90	11.6±0.8	12.2±0.4

Item*	Treat-ment**	Months after calving										
		1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	Aver-age
MUN, mg/dl	TF	12.1±0.6	13.7±1.0	14.0±1.1	12.4±0.2	11.6±0.7	12.1±0.4	13.8±0.7	12.8±0.7	13.1±0.7	13.4±0.7	12.9±0.3
	SEM	0.57	0.45	0.79	0.62	0.64	0.63	0.37	0.37	0.45	0.51	0.18
	Season effect	0.16	0.66	0.36	0.2	0.67	0.64	0.78	0.12	0.55	0.68	0.14
	Feed effect	0.93	0.83	0.17	0.01	0.01	0.03	0.25	0.2	0.71	0.48	0.01
	S x F	0.89	0.87	0.95	0.19	0.12	0.57	0.12	0.18	0.09	0.31	0.59
SCC, ×1000/ml	CS	92.2±20.4	103.6±33.0	62.4±7.3	56.0±11.6	115.4±53.9	84.4±28.2	140.4±53.5	110.2±38.4	84.4±32.0	69.2±18.4	91.8±11.1
	CF	24.0±3.9	38.1±5.5	39.7±8.0	51.2±7.0	55.8±10.0	58.4±16.1	48.8±12.7	57.8±23.4	85.6±29.7	109.2±32.7	56.9±6.5
	TS	109.0±23.3	110.4±27.5	98.8±17.0	138.8±24.2	131.8±19.5	84.6±5.0	114.7±11.5	118.2±21.9	134.7±34.0	84.6±21.1	112.6±7.4
	TF	88.8±13.8	143.6±39.3	165.2±30.8	129.3±29.7	111.0±21.8	124.8±20.6	136.8±21.8	101.8±9.0	128.2±27.7	114.8±13.5	124.4±8.3
	SEM	11.5	17.4	14.4	13.9	17.2	11.3	17.6	14.1	16.7	12.3	4.6
	Season effect	0.07	0.67	0.21	0.99	0.39	0.7	0.42	0.35	0.95	0.09	0.22
	Feed effect	0.09	0.13	0.01	0.01	0.46	0.19	0.48	0.5	0.27	0.99	0.01
	S x F	0.06	0.17	0.03	0.86	0.45	0.15	0.1	0.44	0.97	0.84	0.01

Each value is expressed as mean±standard error.

* SNF : solids not fat; MUN : milk urea nitrogen; SCC : somatic cell count.

** CS : concentrate feed for growing period and calving in spring; CF : concentrate feed for growing period and calving in Fall; TS : TMR feed for growing period and calving in spring; TF : TMR feed for growing period and calving in Fall.

SEM : standard error of the mean.

S x F : season effect x feed effect.

MUN은 평균과 비유중기인 4, 5 및 6개월차에 사료급여 방법에 의해 통계적으로 유의한 차이를 보였는데 조농분리 급여구(CS구, CF구)가 TMR 급여구(TS구, TF구) 보다 높은 결과를 나타내었다(4개월차 P<0.01; 5, 6개월차 P<0.05). Ferland 등(2018)은 TMR 급여로 사료의 단백질 이용률이 더 높아져 MUN이 낮았다고 하였고, 여러 다른 연구들에서도 TMR 급여 시 조농분리 급여보다 MUN이 더 낮았다고 보고하였는데(Wattiaux et al., 2005; Miglior et al., 2006; Ferland et al., 2018) 본 연구의 결과와 부합되는 것으로 사료된다. 체세포수는 평균과 분만 후 3, 4개월차에 TMR 급여구(TS구, TF구)가 조농분리 급여구(CS구, CF구)보다 유의하게 높았으나(P<0.01) 1등급 기준(200천개/ml)에 부합되는 수준이었다. 체세포수는 1산차일 때 가장 낮고 산차가 올라갈수록 증가한다고 하였는데(Jeon, 2011; Kim and Kim, 2017) 본 연구의 경우 체세포수 평균이 50천~130천개/ml로 모든 처리구에서 1등급 수준을 보였다.

IV. 적 요

본 연구는 봄에 출생한 송아지 10두(3.90 ± 0.26 개월령)와 가을에 출생한 송아지 10두(4.10 ± 0.30 개월령)를 약 24개월간 조사료와 농후사료를 분리 급여하거나 또는 TMR을 급여하여 분만 후의 유생산과 비유지속성을 조사하였다. 처리구는 사료 급여 형태와 분만계절의 2가지 요인으로 육성기에 조사료와 농후사료를 분리하여 급여하고 봄에 분만한 CS구, 육성기에 조농분리 급여한 후 가을 분만한 CF구, 육성기에 TMR을 급여한 후 봄에 분만한 TS구 그리고 육성기에 TMR을 급여하고 가을에 분만한 TF구의 4가지로 구분하였다. 육성기의 건물섭취량은 분만계절의 영향을 받아 가을에 분만한 구가 봄에 분만한 구보다 높게 나타났으나($P < 0.01$), 사료급여 방법에 의해서는 유의한 차이를 나타내지 않았다. CP 섭취량과 TDN 섭취량은 분만계절($P < 0.05$)과 사료급여($P < 0.01$)에 의해 유의한 영향을 받았으며 가을에 분만한 구가 봄에 분만한 구에 비해 약 1.2% 높게 나타났고 TMR 급여구가 조농분리 급여구보다 약 4.7%정도 높은 결과를 보였다.

평균 산유량과 9, 10개월차의 산유량은 사료급여 방법에 의해 유의한 영향을 받아 TMR 급여구(TS구, TF구)가 조농분리 급여구(CS구, CF구) 보다 높은 결과를 나타내었다(평균 $P < 0.05$; 9개월차와 10개월차 $P < 0.01$). 평균 비유지속성은 분만계절($P < 0.05$)과 사료급여 방법($P < 0.01$)에 의해 유의한 영향을 받아 가을에 분만한 구가 봄에 분만한 구에 비해 높은 결과를 보였으며 TMR 급여구가 조농분리 급여구 보다 높은 결과를 나타냈다. 산유량의 결과와 유사하게 비유후기인 9, 10개월차에 사료급여에 의해 통계적 유의차를 보여($P < 0.01$) TMR 급여구가 약 8% 높았으며, 7개월차($P = 0.12$)와 8개월차($P = 0.09$)에도 높은 경향을 나타내었다. 따라서 육성기에 TMR을 급여하고 가을에 분만할 경우 초산우의 산유량과 비유지속성 증진에 효과적일 것으로 사료된다. 평균 유지율은 사료급여의 영향을 받아 TMR 급여구가 조농분리 급여구 보다 7.8% 높았는데($P < 0.01$) 육성기 TMR 급여가 분만 후 섭취행동에 영향을 주어 반추위의 안정화로 인해 유지율이 증가한 것으로 사료된다. 분만 후 3개월차에는 봄에 분만한 구가 가을에 분만한 구보다 유지방 함량이 낮았으며($P < 0.05$) 이는 계절적 차이에 의한 것으로 사료된다. MUN은 평균과 4, 5 및 6개월차에 조농분리 급여구에서 유의하게 높았다(4개월차 $P < 0.01$; 5, 6개월차 $P < 0.05$). 체세포수는 평균과 분만 후 3, 4개월차에 TMR 급여구가 조농분리 급여구 보다 높은 결과를 보였다($P < 0.01$). 결과를 종합해보면, 육성기에 TMR 급여방법을 적용하고 가을에 분만하는 경우 봄에 분만하는 경우에 비해 여름철 고온의 영향을 비교적 덜 받아 산유량과 비유지속성 뿐만 아니라 유지율 등이 개선되어 경제성이 향상되는 효과를 보았다. 그러나 본 실험은 봄과 가을의 분만계절이 미치는 영향만을 보았기 때문에 여름과 겨울의 분만계절의 영향에 대한 추가 실험이 필요할 것으로 사료된다.

[Submitted, June. 14, 2019 ; Revised, July. 16, 2019 ; Accepted, August. 6, 2019]

References

1. 농촌진흥청. 2014. 보도자료. 겨울에 분만한 젖소의 우유 생산량 가장 높아.
2. 농촌진흥청 국립축산과학원. 2012. 한국 표준사료 성분표.
3. Ahn, B. S., Y. L. Choi, S. B. Choi, S. J. Park, H. Y. Jeong, U. G. Kweon, K. S. Ki, and J. S. Kim. 2000. Estimates of environmental effects for peak milk yield and persistency of first freshened holstein cow. *Kor. J. Anim. Sci. & Tech.* 42: 547-552.
4. AOAC. 2005. Official methods of analysis. 17th ed. association of official analytical chemists. Arlington. USA.
5. Berman, A. 2005. Estimates of heat stress relief needs for holstein dairy cows. *J. Anim. Sci.* 83: 1377-1384.
6. Bocquier, F., S. Ligios, G. Molle, and S. Casu. 1997. Effect of photoperiod on milk, milk composition and voluntary food intake in lactating dairy ewes. *Ann. Zootech.* 46: 427-438.
7. Chang, S. S., H. J. Kwon, S. M. Lee, Y. M. Cho, K. Y. Chung, N. J. Choi, and S. S. Lee. 2013. Effects of brewers grain, soybean curd and rice straw as an ingredient of TMR on growth performance, serum parameters and carcass characteristics of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. Technol.* 55: 51-59.
8. Dahl, G. E., S. Tao, and I. M. Thompson. 2012. Effects of photoperiod on mammary gland development and lactation. *J. Anim. Sci.* 90: 755-760.
9. Daniels, K. M. 2010. Dairy heifer mammary development. Proceedings of the 19th annual tri-state dairy nutrition conference. pp. 69-76.
10. Das, R., L. Sailo, N. Verma, P. Bharti, J. Saikia, Imtiwati, and R. Kumar. 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animal: A review. *Vet. World.* 9: 260-268.
11. DeVries, T. 2018. Calf rearing affects lifetime eating behavior. Webinar archives. Hoard's Dairyman.
12. Ettema, J. F. and J. E. P. Santos. 2004. Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms. *J. Dairy Sci.* 87: 2730-2742.
13. Ferland, M. C., M. A. Guesthier, R. I. Cue, R. Lacroix, S. A. Burgos, D. Lefebvre, and K. M. Wade. 2018. Effect of feeding system and grain source on lactation characteristics and milk components in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 101: 8572-8585.

14. Ganter, V., P. Mijic, K. Kuterovac, D. Solic, and R. Gantner. 2011. Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Daily production of dairy cattle*, Mljekarstvo. 61: 56-63.
15. Garnsworthy, P. C., and G. P. Jones. 1987. The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows. *Ani. Prod.* 44: 347-353.
16. Greter, A. M., K. E. Leslie, G. J. Mason, B. W. McBride, and T. J. DeVries. 2010. Effect of feed delivery method on the behavior and growth of dairy heifers. *J Dairy Sci.* 93: 1668-1676.
17. Grummer, R. R., P. C. Hoffman, M. L. Luck, and S. J. Bertics. 1995. Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows. *J. Dairy Sci.* 78: 172-180.
18. Hammami, H., J. Vandenplsa, M. L. Vanrobays, B. Rekik, C. Bastin, and N. Gengler. 2015. Genetic analysis of heat stress effects on yield traits, udder health and fatty acids of Walloon Holstein cows. *J. Dairy. Sci.* 98: 4956-5968.
19. Jeon, B. S. 2011. Estimation of genetic parameter and breeding values of linear type and milk production traits in Holstein dairy cattle. Ph. D. Thesis. Chungnam National University. Chungnam. Korea.
20. Khalifa, M., A. Hamrouni, and M. Djemali. 2018. The Estimation of lactation curve parameters according to season of calving in Holstein cows under North Africa environmental conditions: The case of Tunisia. *Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology.* 50: 3048-3053.
21. Kim, G. H. 2015. Effects of TDN/CP ratio and the age at first calving on the productivity in replacement dairy heifer. Ph.D. Dissertation. Konkuk University. Korea.
22. Kim, G. W., and J. G. Kim. 2017. Changes of milk yield and compositions according to parity, milk yield and seasons in dairy cattle. *Ann. Anim. Resour. Sci.* 28: 1-8.
23. Kim, K. H., K. S. Kim, S. C. Lee, Y. G. Oh, C. S. Chung, and K. J. Kim. 2003. Effects of total mixed rations on ruminal characteristics, digestibility and beef production of Hanwoo steers. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* 45: 387-396.
24. Le Cozler, Y., V. Lollivier, P. Lacasse, and C. Disenhaus. 2008. Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review. *Animal.* 2: 1393-1404.
25. Lombaard, C. S. 2006. Hierarchical bayesian modelling for the analysis of the lactation of dairy animals. PhD thesis. University of the Free State Bloemfontein, South Africa.
26. Miglior, F., A. Sewalem, J. Jamrozik, D. M. Lefebvre, and R. K. Moore. 2006. Analysis of

- milk urea nitrogen and lactose and their effect on longevity in Canadian dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89: 4886-4894.
27. Miller, A. R. E., E. P. Stanisiewski, R. A. Erdman, L. W. Douglass, and G. E. Dahl. 1999. Effects of long daily photoperiod and bovine somatotropin (Trobtest) on milk yield in cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1716-1722.
 28. Moya, D., A. Mazzenga, L. Holtshausen, G. Cozzi, L. A. Gonzales, S. Calsamiglia, D. G. Gibb, T. A. McAllister, K. A. Beauchemin, and K. Schwartzkopf-Genswein. 2011. Feeding behavior and ruminal acidosis in beef cattle offered a total mixed ration or dietary components separately. *J. Anim. Sci.* 89: 520-530.
 29. Mostert, B. E., H. E. Theron, and F. H. J. Kanfer. 2001. The effect of calving season and age at calving on production traits of South African dairy cattle. *South Afric. J. Anim. Sci.* 31: 205-204.
 30. NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci.. Washington. DC.
 31. Rhoads, M. L., R. P. Rhoads, M. J. Van Baale, R. L. Collier, S. R. Sanders, W. J. Weber, B. A. Crooker, and L. H. Baumgard. 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *J. Dairy Sci.* 92: 1986-1997.
 32. Silva, L. F. P., M. J. Vandehaar, B. K. Whitlock, R. P. Radcliff, and H. A. Tucker. 2002. Short Communication: Relationship between body growth and mammary development in dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 85: 2600-2602.
 33. Sorensen, A., D. D. Muir, and C. H. Knight. 2008. Extended lactation in dairy cows: effects of milking frequency, calving season and nutrition on lactation persistency and milk quality. *Journal of Dairy Research.* 75: 90-97.
 34. Stanton, T. L., L. R. Jones, R. W. V. Everett, and S. D. Kachman. 1992. Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model. *J. Dairy Sci.* 75: 1691-1700.
 35. Sung, H. G., and D. K. Kim. 2004. Effect of herd-mix feeding system formulated by energy requirement levels on the performance of lactating cows. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* 46: 773-782.
 36. Takma, C., and Y. Akbas. 2007. Estimates of genetic parameters for test day milk yields of a Holstein Friesian herd in Turkey with random regression models. *Arch Tierz.* 50: 327-336.
 37. Tekerli, M., Z. Akinci, I. Dogan, and A. Akcan. 2000. Factors affecting the shape of lactation curves of Holstein cows from the Balikesir Province of Turkey. *J. Dairy Sci.* 83: 1381-1386.

38. Torshizi, M. E. 2016. Effects of season and age at first calving on genetic and phenotypic characteristic of lactation curve parameters in Holstein cows. *J. Anim. Sci. Technol.* 58: 8.
39. Vacek, M., L. Krpalkova, J. Syrucek, M. Stipkova, and M. Janecka. 2015. Relationships between growth and body condition development during the rearing period and performance in the first three lactations in Holstein cows. *Czech J. Anmi. Sci.* 60: 417-425.
40. Van Soest, P. J. 1991. *Nutritional ecology of the ruminant.* D and B Books. Corvallis, OR, USA.
41. Wattiaux, M. A., E. V. Nordheim, and P. Crump. 2005. Statistical evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement milk urea nitrogen in commercial Midwest dairy herds. *J. Dairy Sci.* 88: 3020-3035.
42. Wilmink, J. B. M. 1987. Adjustment of test-day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Lives Prod. Sci.* 16: 335-348.
43. Won, J. I., Y. S. Jung, H. J. Lim, S. D. Kim, M. R. Cho, H. L. Min, S. K. Im, E. G. Kwon, and H. B. Yoon. 2014. Influences of calving season on the lactation curve of first parity holstein in Korea. *J. Agri. Life Sci.* 48: 233-242.