

Research Article

홀스타인 육성기에 볏짚 및 툴페스큐 건초 급여가 착유우의 생산성 및 경제성에 미치는 영향

유진수¹, 이신자², 김현진³, 이성실^{2,4*}

¹경상국립대학교 응용생명과학부, ²경상국립대학교 농업생명과학연구원(중점연구소),

³서울대학교 농업생명과학대학 농업생명과학부, ⁴경상국립대학교 응용생명과학부(BK21)

The Effect of Rice Straw and Tall Fescue Hay for Holstein Heifers on the Productivity and Economics of Lactating Cow

Jin Su Ryu¹, Shin Ja Lee², Hyun Jin Kim³ and Sung Sill Lee^{2,4*}

¹Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Gyeongsangnam-do, Jinju-si 52828, Republic of Korea

²University-Centered Labs, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Gyeongsangnam-do, Jinju-si 52828, Republic of Korea

³Department of Africultural biotechnoloty College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University 599 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul, 151-921, Korea

⁴Division of Applied Life Science (BK21), Gyeongsang National University, Gyeongsangnam-do, Jinju-si 52828, Republic of Korea

ABSTRACT

We compared the reproductive performance, non-productive performance, and milk composition performance of two groups of lactating cows that were either rice straw or tall fescue. We also compared and analyzed these parameters after the first parturition during the breeding period. The calving interval, artificial insemination, and duration from calving to conception were longer in the rice straw group than in the tall fescue group. The 305-day and peak milk yields were significantly higher in the tall fescue group than in the rice straw group ($p < 0.01$). Milk fat content was significantly higher in the tall fescue group than in the rice straw group ($p < 0.001$), but milk protein content was the same between the feeding groups. The difference in raw milk sales income between rice straw and tall fescue groups tended to increase as the number of lactations increased, but there was no effect of reduced feed costs. Analysis of the milk production and raw milk sales income of the surveyed farms revealed that the average milk production per head was significantly ($p < 0.05$) higher in the tall fescue group than in the rice straw group, and raw milk sales income showed a similar tendency. Overall, these results provide important details to be considered when selecting feed as a way to reduce milk production and heifer raising costs. However, there remains a need for future follow-up studies exploring the relationship between feed choice and the management of heifers.

(Key words: Reproductive performance, Milk production, Milk composition, Feed cost, Income)

I. 서론

2021년도 한국 유우균 능력 검정 사업 보고서에 의하면 우리나라 검정농가의 305일 성년형 유량은 10,822 kg으로 매년 성장을 하고 있으며, 이에 반해 번식성적은 개선되지 않고 있다(Dairy Cattle Improvement Center, 2022). 일반적으로 착유우의 번식효

율 저하는 비유최성기에 건물섭취량의 증가 속도가 유량 증가 속도보다 4-8주 정도 늦어져 에너지 공급부족이 발생하며, 에너지 배분 순위에 의하여 유지와 비유에 먼저 에너지가 배분되어 번식 기능 회복은 늦어지게 된다(Ha et al., 2005). 번식효율 개선은 안정적인 육성우 공급과 착유우의 두당 평균 유량을 늘릴 수 있어 목장 생산성 및 경영 향상에 많은 도움이 될 것이다.

*Corresponding author: Lee Sung Sill, University-Centered Labs, Institute of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Gyeongsangnam-do, Jinju-si 52828, Republic of Korea
Tel: +82-55-772-1883, E-mail: lss@gnu.ac.kr

우리나라의 평균 초산월령은 27개월, 분만간격 456일이며 (Dairy Cattle Improvement Center, 2022), 초산월령이 착유우의 생존율과 우유 생산에 영향이 있다는 보고가 있다(Simerl et al., 1992; Berrya and Cromieb, 2008; Lee et al., 2011). 초산월령 24-27개월령에서 생존율이 가장 높으며(Simerl et al., 1992; Berrya and Cromieb, 2008), 초산월령이 늦어지고 산차가 증가할수록 우유생산량은 감소하며, 생존율을 고려하면 총생애 유량은 초산월령 24개월령에서 가장 우수하다(Lee et al., 2011). 초산월령 단축은 육성기간 단축을 의미하기도 하지만, 착유우로 투입되는 시기가 빨라져 생산수명이 증가하여 목장의 수익 증대의 효과를 볼 수 있다. 또한, 초산월령 단축은 육성기 사양관리와 연관이 있어 지속적인 낙농을 위해서는 매우 중요한 부분이다.

2021년 하반기부터 조사료 수급 문제로 인하여 가격이 크게 상승하였으며, 사료비를 줄이기 위해 육성기에 값싼 조사료인 벣짚과 짚류를 급여하는 농가가 점차 늘어났다(Kim, 2022). 육성기 벣짚 급여는 단기적으로 사료비 절감 효과를 볼 수 있지만, 육성우의 체성장 및 초산월령이 지연된다(Ryu et al., 2024). 그러나 초산 분만 이후 젖소의 번식 및 비유능력은 각 목장의 사양관리 및 개량 정도에 따라 차이가 있지만, 육성우 기간 중 급여 조사료에 따른 초산 분만 이후 영향에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 육성기간 중 벣짚 및 톨페스큐 급여에 따른 초산 분만 이후 번식성적, 비유성적, 유성분성적 및 경영 분석 등을 통하여 육성기 벣짚 급여와 톨페스큐 급여가 초산 분만 이후 착유우의 생산성 및 경제성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 농가 선정 및 분석기간

초산 분만 이후 착유우의 성적을 정확하게 비교 분석하기 위해 벣짚급여군은 육성기간동안 벣짚을 급여한 농가 (3년 이상)를 선

정하였고, 톨페스큐급여군은 벣짚급여군과 인접한 농가로 선정하였다. 착유우의 번식 및 비유 성적을 추적 분석하기 위해 농협중앙회 젖소개량사업소의 검정사업에 참여하는 농가만 선정하였다. 착유두수는 2021년은 벣짚급여군 1,016두, 톨페스큐급여군 1,505두를 선발하였으며, 2022년은 벣짚급여군 1,512두, 톨페스큐급여군 2,132두를 선발하여 1산, 2산, 3산, 4산 및 5산 이상으로 구분하였다.

분석기간은 2021년 하반기부터 사료비가 급등하여 사료비 인상에 대한 효과를 정확히 비교분석하기 위해 두 그룹으로 나누었다(Ryu et al., 2004). 2021년은 사료비 급등 이전 기간으로 2020년 7월부터 2021년 6월까지로 하였으며, 2022년은 사료비 급등 이후 기간으로 2021년 7월부터 2022년 6월까지로 분류하여 분석하였다.

2. 분만 후 젖소의 생산성 및 경영현황 조사

홀스타인 육성기 동안 이용 조사료의 종류에 따른 착유우의 번식성적, 비유성적과 특성 및 유성분 성적을 비교 분석하였다. 젖소개량사업소의 산유능력 검정 결과를 농가별 및 개체별 성적을 활용하여 육성기 조사료 종류에 의한 영향을 평가하기 위한 기초 자료로 활용하였다. 2020년 7월부터 2022년 6월까지 매월 26개월 우군 검정성적 변화, 월별 개체검정성적, 검정성적에 의한 유성분 분석보고서, 번식성적 분석보고서, 검정성적 종합분석보고서 및 종합 기술분석표 등을 각각 분석에 이용하였다.

유대결정을 위한 세균수는 조사기간 동안 모두 1A 등급을 유지하고 있었으며, 유대결정을 위한 조건표는 서울우유 조건표(시행일 : 2021년 8월 1일)를 이용하였다(Table 1). 조사농가의 경영 분석을 위해 수취한 자료를 바탕으로 납유량 분석, 우유 1 kg 생산원가 및 유사비 분석을 하였다. 경영분석은 2022년 회계연도가 끝나지 않아 2020년 및 2021년 성적을 비교 분석하였으며, 각 농가별 사육규모 차이가 커 정확한 비교분석을 위해 경영분석 산출물은 착유우 1두를 기준으로 환산하였다.

Table 1. Milk quality, milk composition and milk price of lactating cow fed in rice straw or tall fescue for their heifer stage

Parameters	2021		2022	
	Rice straw	Tall fescue	Rice straw	Tall fescue
Somatic cell grade	2	2	1	2
Bacteria*	1A	1A	1A	1A
Milk fat (%)	3.9	4.0	3.8	4.1
Milk protein (%)	3.1	3.1	3.1	3.1
Unit milk price (won)**	1,089.1	1,101.9	1,087.1	1,107.1

*Maintained 1A grade during the survey period in all surveyed farms.

**SEOULMILK Co. LTD., Milk Price Quick List (effective date : 2021-08-01).

3. 분석모형

통계분석은 SAS (Statistical Analysis System, SAS institute Inc. Cary, NC USA. Version 6.12) GLM (Generalized linear model) 을 이용하였다. 각 급여군간의 평균값을 아래와 같은 mixed model에 조사료의 종류와 조사년도 및 이들 요인의 상호 작용을 비교 검정하였다(Steel and Torrie, 1980).

요인에 따른 분석 모델은 아래와 같다.

$$Y_{ij} = \mu + F_i + Y_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = 종속 변수, μ = 평균,
 F_i = 조사료 종류(i = Rice straw, Tall fescue),
 Y_j = 년도(j = 2021, 2022), 그리고 ϵ_{ij} = 잔차 오류.

Table 2. The reproductive performance of lactating cows fed in rice straw or tall fescue for their heifer stage

Parameters	2021			2022			P value		
	Rice straw	Tall fescue	SEM*	Rice straw	Tall fescue	SEM	Year	Forage	Y×F**
Parity means	2.3	2.4	0.9	2.3	2.4	0.9	0.95	0.40	0.60
1st lactation cow (% of milking cow)	36.2	35.4	2.0	37.0	33.9	1.8	0.86	0.30	0.55
Age at first calving (months)	30.1	27.9	0.8	30.5	27.0	0.6	0.74	<0.01	0.38
Calving interval (days)									
2nd	478.9	464.5	10.7	468.9	445.6	12.8	0.21	0.11	0.70
3rd	466.2	450.6	10.2	454.6	443.9	8.8	0.32	0.16	0.79
4th	491.5	442.8	24.6	455.6	449.1	21.8	0.55	0.26	0.39
5th<	475.5	462.3	16.8	472.2	470.5	16.5	0.88	0.64	0.72
Average	478.0	455.0	15.6	462.8	452.3	15.0	0.26	0.06	0.47
Artificial Insemination times (times)									
1st	2.2	2.2	0.2	2.5	2.2	0.2	0.40	0.35	0.40
2nd	2.4	2.6	0.2	2.2	2.6	0.2	0.69	0.17	0.69
3rd	2.3	2.1	0.2	2.2	2.5	0.3	0.55	0.81	0.21
4th	2.4	2.5	0.3	2.1	2.5	0.4	0.67	0.34	0.67
5th<	2.8	2.6	0.4	2.3	2.7	0.3	0.52	0.81	0.36
Average	2.4	2.4	0.3	2.3	2.5	0.3	0.93	0.38	0.49
Days in open (days to conception)									
1st	203.0	174.7	14.6	214.5	191.3	25.4	0.50	0.22	0.90
2nd	169.5	188.2	9.8	175.5	178.0	14.1	0.86	0.38	0.50
3rd	175.7	172.0	14.9	178.6	173.4	15.5	0.88	0.76	0.96
4th	175.9	169.5	18.5	174.4	195.3	17.6	0.52	0.70	0.47
5th<	216.1	180.6	20.3	149.9	170.6	18.3	<0.05	0.69	0.14
Average	188.1	177.0	15.6	178.6	181.7	18.2	0.97	0.41	0.59
Onset of estrus (days)									
1st	121.5	115.1	12.8	113.0	109.7	11.1	0.55	0.68	0.89
2nd	105.9	104.9	8.5	109.3	103.1	8.8	0.92	0.67	0.76
3rd	131.4	113.4	14.4	115.8	107.1	9.3	0.36	0.27	0.70
4th	121.1	105.6	13.6	114.7	107.2	12.0	0.85	0.38	0.76
5th<	129.5	113.9	9.7	108.0	102.2	13.4	0.14	0.34	0.66
Average	121.9	110.6	11.8	112.2	105.9	10.9	0.43	0.27	0.81
Dry period (days)									
2nd	54.2	64.6	2.4	62.5	61.8	3.4	0.34	0.10	0.06
3rd	63.8	68.1	3.9	66.7	66.9	3.1	0.80	0.51	0.54
4th	69.8	67.1	4.7	62.8	69.5	5.1	0.64	0.67	0.33
5th<	71.5	65.0	5.2	60.8	68.6	4.1	0.44	0.89	0.12
Average	64.8	66.2	4.0	63.2	66.7	3.9	0.95	0.48	0.91

*SEM = standard error of the mean.

**Y×F=Year×Forage.

III. 결과 및 고찰

1. 착유우의 번식성적 분석

착유우의 평균산차는 2021년 조사결과에서 조사료 종류에 따른 차이가 없었으며, 2022년 조사결과에서 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군 여군이 각각 2.3산 및 2.4산으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 이 결과는 육성기 건초급여 시 초산 분만 월령의 단축과 분만 후 도태산차 연장 등에 의한 영향으로 생각된다. 초산우 사육 비율은 2021년 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 36.2% 및 35.4%, 2022년은 각각 37.0% 및 33.9%로 통계적으로 유의한 차이는 없으나, 톨페스큐급여군에서 전체 평균 1.6% 낮은 결과를 보여 도태산차 증가에 의한 경산우 비율 증가가 영향을 미친 것으로 생각된다(Table 2).

초산 분만 월령 결과는 벚짚급여군보다 톨페스큐급여군에서 통계적으로 유의하게 약 2.8개월 (86일) 단축되었다($p < 0.01$). 이 결과는 생후 15개월령 이전 육성기 체성장과 번식효율 개선에 톨페스큐급여군이 벚짚급여군보다 긍정적인 영향을 미치는 결과(Ryu et al., 2024)에 기인한 것으로 생각된다. 산차별 분만간격, 인공수정 횟수, 공태일수 및 발정재귀일수 결과는 육성기 조사료 급여 종류에 따라 연도별 유의한 차이가 없었으나, 평균 분만간격은 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 470.4일 및 453.7일로 톨페스큐급여군이 약 16.7일 단축되었다($p < 0.1$). 산차별 건유기간은 조사료 종류에 따른 유의한 차이가 없었으며, 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 평균 64.0일 및 평균 66.4일로서 국내 젖소 평균 65.0일과 유사하였다.

2. 착유우의 비유성적 분석

평균 착유일수는 2021년과 2022년에서 조사료 종류별 유의적인 차이가 없었으나, 1산 및 2산의 경우 톨페스큐급여군이 다소 짧아 분만간격 단축에 기인한 것으로 생각된다. 그러나 3산 및 4산의 경우 톨페스큐급여군에서 각각 20.0일 및 13.4일로 연장되었다. 2021년과 2022년 전체 평균 305일 유량은 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 10,517.5 kg 및 11,363.5 kg으로 조사년도에서는 유의한 차이가 없었으나, 조사료 종류에서는 유의적인 차이 ($p < 0.01$)가 있어 톨페스큐급여군에서 305일 유량이 증가한 것으로 평가되었다(Table 3).

비유 peak 시 유량은 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 전체 평균 43.2 kg/일 및 45.6 kg/일로 톨페스큐급여군에서 약 2.4 kg/일 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 비유 peak에 도달하는 일령은 연도별, 조사료 종류별 유의한 차이가 없었으나, 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 평균 62.1일 및 평균 64.7일로 톨페스큐급여군이 2.6일 지연되었다. 비유초기 우유생산 증가

가 빠른 경우 유열, 케토시스 등 대사성 질병이 증가할 수 있는 원인이며(Ha et al., 2005), 톨페스큐급여군에서 비유 peak 일령이 지연된 결과는 번식효율과 대사성 질병으로 인한 도태를 감소하게 할 것이다. 건유 직전 최소 비유량은 조사년도별 유의한 차이가 없었으나, 톨페스큐급여군 전체 평균 31.7 kg/일이 벚짚급여군 전체평균 29.0 kg/일보다 유의하게 높았다($p < 0.01$). 이 결과는 초산우와 4산을 제외한 2산, 3산과 5산 이상 개체에서 유사한 결과가 나타나 비유기 유생산량 증가와 경영 개선에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

비유지속성은 초산우를 제외하고 벚짚급여군보다 톨페스큐급여군에서 높았으나, 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 일반적으로 비유지속성은 홀스타인의 경우 peak 유량의 약 94% 정도로 유지하는 것으로 평가되며(Cobuci et al., 2003), 조사한 목장의 비유지속성은 전체 평균 약 94.3%로서 일반적인 결과를 나타내었다. 비유지속성은 최대 peak 생산량을 달성한 이후 생산량(유량, 지방 및 단백질을)을 유지할 수 있는 능력으로 정의할 수 있으며(Cobuci et al., 2003), 젖소의 건강 및 번식과 관련된 비용 및 사료 비용을 줄여 우유 생산 비용을 줄일 수 있어서 경제적 측면과 직접적으로 관련이 있다(Pirlo et al., 2000).

3. 착유우의 유성분

비유일수 70일령까지 평균 milk urea nitrogen(MUN) 농도는 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 전체 평균 13.2 mg/dL 및 12.8 mg/dL로 유의적인 차이가 없었으며, 전체적으로 산차가 증가함에 따라 낮아지는 경향을 나타내었다. 비유 70일령 이전에 높은 비유량과 높은 MUN 농도는 농후사료의 단백질 과잉공급에 따른 번식장애의 발병 원인으로 작용할 수 있고, 12 mg/dL 이하 경우 반추위 분해성 탄수화물의 과잉공급으로 과산증을 유발할 수 있어 고능력 젖소의 에너지 단백질 균형공급이 강조되는 시기로 권장 수준인 12~18 mg/dL 범위(National Institute of Animal Science, 2017; 2022)를 유지하고 있어 급여사료의 에너지와 단백질 공급이 균형적으로 이루어져 에너지-단백질의 과부족 또는 과잉공급 없는 에너지-단백질 균형공급 사양이라 생각된다(Table 4).

유지방 함량은 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 전체 평균 각각 3.8% 및 4.1%로서 유의한 차이가 없었으나, 1산 및 2산에서는 유의적으로 톨페스큐급여군이 벚짚급여군보다 높았다($p < 0.05$). 유단백질 함량은 건물섭취량과 반추위 발효 안정, 비유 초기 대사성 질병 등에 의한 결과(National Institute of Animal Science, 2017; 2022)를 반영한 것으로서 급여 조사료 종류 및 산차에 따라 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 벚짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 전체 평균 각각 3.1% 및 3.1%로 동일한 수

준의 유단백질 함량을 나타내었다. 유지방과 유단백질 비율(F/P)은 벗짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 전체 평균 각각 1.2 및 1.3로서 대사성질병인 과산증 유발 기준인 1.5 이하(National Institute

of Animal Science, 2017; 2022)로 조사료 및 농후사료 비율이 반추위 발효에 영향을 미치지 않는 사료급여 조건으로 이루어진 것으로 생각된다.

Table 3. The lactation performance of lactating cows fed in rice straw or tall fescue for their heifer stage

Parameters	2021			2022			P value		
	Rice straw	Tall fescue	SEM*	Rice straw	Tall fescue	SEM	Year	Forage	Y×F**
Lactation period (days)									
1st	255.3	249.0	13.0	283.4	249.2	16.1	0.33	0.16	0.33
2nd	246.6	250.2	12.5	243.5	229.9	12.6	0.33	0.68	0.48
3rd	212.7	230.3	14.4	254.7	220.3	15.5	0.28	0.57	0.08
4th	234.9	251.8	24.0	206.8	256.4	21.1	0.59	0.14	0.46
5th<	265.6	269.0	23.1	223.2	222.1	17.4	0.03	0.95	0.91
Average	243.0	250.1	17.4	242.3	235.6	16.6	0.62	0.97	0.42
Milk yield of 305 days (kg)									
1st	9,368.0	9,772.0	268.0	9,167.0	9,520.0	320.0	0.43	0.19	0.93
2nd	10,564.0	11,349.0	287.0	10,490.0	11,055.0	323.0	0.54	0.03	0.71
3rd	10,800.0	11,835.0	341.0	11,061.0	12,060.0	364.0	0.48	<0.01	0.96
4th	10,993.0	12,185.0	440.0	11,129.0	12,237.0	463.0	0.83	0.01	0.92
5th<	10,635.0	11,378.0	328.0	10,967.0	12,245.0	411.0	0.10	<0.01	0.46
Average	10,472.0	11,304.0	333.0	10,563.0	11,423.0	376.0	0.82	<0.01	0.87
Peak of milk yield (kg)									
1st	35.5	36.9	1.0	34.9	35.5	1.0	0.31	0.33	0.74
2nd	44.8	46.2	1.3	43.8	44.8	1.3	0.34	0.33	0.87
3rd	46.7	49.2	1.3	45.9	49.3	1.6	0.78	0.04	0.75
4th	46.4	47.0	2.8	45.4	50.6	1.9	0.62	0.26	0.36
5th<	43.8	47.4	1.6	45.0	49.2	1.5	0.31	0.01	0.85
Average	43.4	45.3	1.6	43.0	45.9	1.5	0.97	0.04	0.72
The day of peak milk (days)									
1st	77.2	73.4	2.6	67.9	66.4	3.1	0.01	0.34	0.69
2nd	58.6	62.6	2.0	57.9	57.6	2.8	0.24	0.44	0.38
3rd	61.1	58.6	2.6	55.0	60.3	2.6	0.40	0.59	0.14
4th	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5th<	63.0	68.5	5.8	55.7	69.9	3.8	0.54	0.04	0.36
Average	65.0	65.7	3.3	59.1	63.6	3.1	0.02	0.20	0.22
Minimum of milk yield (kg)									
1st	27.3	29.2	0.8	28.0	28.6	1.1	0.95	0.17	0.49
2nd	28.0	30.7	0.9	28.1	31.1	1.1	0.82	<0.01	0.88
3rd	27.9	31.8	1.0	29.9	33.7	1.1	0.06	<0.01	0.97
4th	30.4	33.1	1.4	31.9	33.0	1.6	0.62	0.20	0.59
5th<	28.0	32.3	1.2	30.3	33.1	1.4	0.22	<0.01	0.55
Average	28.3	31.4	1.1	29.6	31.9	1.2	0.35	<0.01	0.71
Lactation persistency									
1st	97.2	97.4	0.4	97.8	96.6	0.5	0.91	0.30	0.14
2nd	93.2	94.6	0.4	93.9	94.1	0.5	0.76	0.06	0.16
3rd	92.2	93.7	0.7	92.9	94.1	0.7	0.42	<0.05	0.80
4th	93.2	93.9	0.7	94.1	94.0	0.6	0.43	0.60	0.51
5th<	92.0	93.6	1.3	94.9	93.4	0.7	0.18	0.97	0.12
Average	93.5	94.7	0.7	94.7	94.5	0.6	0.26	0.33	0.09

*SEM = standard error of the mean.

**Y×F=Year×Forage.

Table 4. The milk compositions of lactating cows fed in rice straw or tall fescue for their heifer stage

Parameters	2021			2022			P value		
	Rice straw	Tall fescue	SEM*	Rice straw	Tall fescue	SEM	Year	Forage	Y×F**
Average MUN, below 70 days of lactation (mg/dL)									
1st	13.8	13.1	0.6	13.2	12.6	0.5	0.37	0.24	0.92
2nd	13.7	13.3	0.7	13.8	13.2	0.5	1.00	0.42	0.90
3rd	13.4	12.8	0.7	13.2	12.6	0.6	0.76	0.29	0.96
4th	11.9	12.5	0.9	13.6	12.3	0.6	0.30	0.59	0.20
5th<	12.0	12.4	0.7	13.0	13.1	0.6	0.16	0.64	0.81
Average	12.9	12.8	0.7	13.4	12.8	0.6	0.76	0.48	0.65
Milk fat (%)									
1st	3.8	4.0	0.1	3.7	4.2	0.2	0.95	0.02	0.35
2nd	3.7	3.9	0.2	3.8	4.1	0.2	0.35	<0.05	0.71
3rd	3.9	4.1	0.2	3.8	4.2	0.2	0.96	0.14	0.74
4th	3.9	4.1	0.2	3.8	4.0	0.2	0.69	0.30	0.96
5th<	4.0	4.0	0.2	3.9	4.2	0.2	0.73	0.56	0.45
Average	3.9	4.0	0.2	3.8	4.1	0.2	0.87	0.09	0.65
Milk protein (%)									
1st	3.1	3.1	0.0	3.1	3.1	0.0	0.34	0.93	0.73
2nd	3.1	3.1	0.0	3.1	3.2	0.0	0.50	0.64	0.19
3rd	3.1	3.1	0.0	3.1	3.1	0.0	0.26	0.72	0.55
4th	3.1	3.1	0.0	3.1	3.1	0.1	0.34	0.75	0.91
5th<	3.0	3.1	0.1	3.0	3.1	0.0	0.83	0.18	0.70
Average	3.1	3.1	0.0	3.1	3.1	0.0	0.91	0.65	0.55

*SEM = standard error of the mean.

**Y×F=Year×Forage.

Table 5. The calculates of milk income of lactating cows fed in rice straw or tall fescue for their heifer stage

Parameters	2021				2022			
	Rice straw (A)	Tall fescue (B)	B-A	Cumulative B-A	Rice straw (C)	Tall fescue (D)	D-C	Cumulative D-C
Milk yield of 305 days (kg)								
1st	9,368.0	9,772.0	404.0	404.0	9,167.0	9,520.0	353.0	353.0
2nd	10,564.0	11,349.0	785.0	1,189.0	10,490.0	11,055.0	565.0	918.0
3rd	10,800.0	11,835.0	1,035.0	2,224.0	11,061.0	12,060.0	999.0	1,917.0
4th	10,993.0	12,185.0	1,192.0	3,416.0	11,129.0	12,237.0	1,108.0	3,025.0
5th<	10,635.0	11,378.0	743.0	4,159.0	10,967.0	12,245.0	1,278.0	4,303.0
Total	52,360.0	56,519.0	4,159.0		52,814.0	57,117.0	4,303.0	
Milk income (thousands won)								
1st	10,203	10,768	565	565	9,966	10,539	573	573
2nd	11,505	12,506	1,001	1,566	11,404	12,239	835	1,408
3rd	11,762	13,041	1,279	2,845	12,025	13,351	1,326	2,734
4th	11,972	13,427	1,455	4,300	12,099	13,547	1,448	4,182
5th<	11,582	12,538	956	5,256	11,922	13,556	1,634	5,816
Total	57,024	62,280	5,256		57,416	63,232	5,816	

4. 착유우의 유대수입

2021년 및 2022년 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군의 산차별 305일 유량 차이는 1산 404.0 kg 및 353.0 kg, 2산 785.0 kg 및 565.0 kg, 3산 1,035.0 kg 및 999.0 kg, 4산 1,192.0 kg 및 1,108.0 kg, 5산 이상 743.0 kg 및 1,278.0 kg으로 합계 4,159.0 kg 및 4,303.0 kg의 차이가 산출되었다. 산차별 유량 차이는 대체적으로 산차가 증가할수록 커졌다. 또한, 2021년 및 2022년 벼짚급여군과 톨페스큐급여군의 산차별 유대수입 누적 차이는 1산 565천원 및 573천원, 2산 1,566천원 및 1,408천원, 3산 2,845천원 및 2,734천원, 4산 4,300천원 및 4,182천원, 5산 이상 5,256천원 및 5,816천원으로 산출되어 산차가 늘어날수록 유대수입 차이가 증가하는 것을 알 수 있었다(Table 5).

육성기 벼짚급여군에서 사료비 절감효과가 있는 것으로 나타났다(Ryu et al., 2024), 초산 분만 이후 산차가 증가할수록 우유 생산량 및 유대수입은 점차 줄어드는 것으로 나타나, 육성기 양질의 조사료를 이용한 사양관리가 목장 경영 개선 및 생산비 절감에 중요한 요인으로 생각된다.

5. 경영분석

1) 납유량 및 유대수입

1 L 당 우유 단가는 2020년 및 2021년 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 1,087.8원 및 1,100.4원, 1,080.2원 및 1,092.7원으로 산출되었고 유의적인 차이는 없었다(Table 6). 2020년 및 2021년 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군의 착유우 두당 납유량은 각각 29.7 L/일 및 29.8 L/일, 31.7 L/일 및 32.9 L/일로 산출되

었고 톨페스큐급여군이 벼짚급여군보다 유의적으로 높았다 ($p<0.05$). 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군의 2020년 및 2021년 착유우 두당 유대수입은 각각 31.1천원/일 및 31.3천원/일, 33.7천원/일 및 35.1천원/일로 산출되어 육성기 양질의 조사료 급여가 유대수입 증가에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

2) 우유 생산원가 및 유사비

2020년 우유 1 kg을 생산하는데 드는 생산원가는 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 1,015.7원 및 942.8원이며, 2021년은 각각 1,017.5원 및 1,020.9원으로 산출되었고 유의적인 차이는 없었다. 연도별 상승폭은 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군에서 각각 0.2% 및 8.3%로 산출되었으며, 벼짚급여군보다 톨페스큐급여군에서 상승 폭이 큰 것은 사육규모가 상대적으로 크고, 수입조사료 의존도가 높은 것이 원인이라 생각된다(Table 7).

2021년 축산물 생산비 조사(Koea National Statistical Office, 2022) 결과에 따르면, '21년 L당 우유 생산비는 843원으로 전년 대비 34원(4.2%) 증가하고 마리당 산유량 감소 및 사료비, 자가 노동비 상승에 기인한다고 발표하였는데, 본 연구 조사 결과와 차이가 나는 이유는 우유 생산량의 적용 범위의 차이로 생각된다. 즉, 우유 생산원가는 경영비에서 부산물 수입(송아지 판매수입)을 뺀 값에 우유생산량을 나누어 산출하는데, 통계청에서는 우유생산량에 대해 목장에서 생산되는 모든 우유에 대해 적용을 하고 있으며, 본 연구에서는 분리우유를 제외한 실제 납유되는 우유에 대해서만 적용을 하였기 때문에 차이가 나는 것으로 생각된다.

2020년 및 2021년 벼짚급여군 및 톨페스큐급여군의 유사비는 각각 54.2% 및 57.7%, 56.7% 및 61.2%로 산출되었고 유의적

Table 6. The milk production of company and milk income of the surveyed farms

Parameters	2020*			2021			P value		
	Rice straw	Tall fescue	SEM**	Rice straw	Tall fescue	SEM	Year	Forage	Y×F***
Ave. lactation cow per a day (head)	39.2	62.4	4.8	39.0	63.2	5.8	0.95	<0.01	0.92
Unit milk price (won/L)	1,087.8	1,080.2	10.6	1,100.4	1,092.7	8.4	0.24	0.47	1.00
Delivery volume to milk company (per lactation cow, L)									
Year	10,995.3	11,555.2	520.0	10,858.1	11,990.7	455.0	0.61	<0.05	0.65
Ave. month	902.5	962.9	43.6	904.8	999.2	37.9	0.61	<0.05	0.65
Ave. day	29.7	31.7	1.4	29.8	32.9	1.3	0.61	<0.05	0.65
Milk income (per lactation cow, thousands won)									
Year	11,351.1	12,287.9	644.8	11,427.8	12,813.0	576.3	0.60	0.05	0.70
Ave. month	945.9	1,024.0	53.7	952.3	1,067.7	48.0	0.60	0.05	0.70
Ave. day	31.1	33.7	1.8	31.3	35.1	1.6	0.60	0.05	0.70

*Fiscal year 2020 and 2021 were calculated because the fiscal year 2022 did not end.

**SEM = standard error of the mean.

***Y×F=Year×Forage.

Table 7. The analysis of milk product cost per 1 kg and feed to milk ratio of the surveyed farms

Parameters	2020*			2021			P value		
	Rice straw	Tall fescue	SEM**	Rice straw	Tall fescue	SEM	Year	Forage	Y×F***
Milk cost per 1 kg (won) ²	1,015.7	942.8	41.4	1,017.5	1,020.9	50.7	0.34	0.41	0.37
Feed to milk ratio (%)	54.2	56.7	2.9	57.7	61.2	2.9	0.16	0.30	0.86

*Fiscal year 2020 and 2021 were calculated because the fiscal year 2022 did not end.

**SEM = standard error of the mean.

***Y×F=Year×Forage.

인 차이는 없었다. 또한, 2020년보다 2021년에서 볏짚급여군 및 톨페스큐급여군은 각각 3.5% 및 4.5% 상승한 것으로 나타나 생산원가와 마찬가지로 사료비 상승이 원인인 것으로 생각된다. 볏짚급여군보다 톨페스큐급여군에서 유사비가 높은 이유는 가격이 상대적으로 비싼 수입조사료에 의존하기 때문이다.

이상에서 착유우의 번식성적 및 비유성적은 육성기간 동안 급여 조사료의 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 낙농 목장에서 사료비 절감을 위해 홀스타인 육성기에 상대적으로 가격이 저렴한 볏짚과 같은 저질조사료 급여는 단기적으로 사료비 절감효과를 볼 수 있는 것처럼 보이나, 착유우의 생산성이 떨어져 생산비 상승을 초래하며, 장기적으로는 목장수익 저하로 인한 경영상의 문제를 일으킬 수 있다.

하지만, 대부분 수입에 의존하여 상대적으로 가격이 비싼 톨페스큐 급여가 목장 운영에 부담으로 작용할 수 있어 양질의 국내산 조사료의 공급이 이루어져야 생산비 절감 효과를 볼 수 있을 것이다. 따라서 홀스타인 육성기용 조사료 생산, 유통 및 이용을 위한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

IV. 요약

육성기간 중 볏짚 및 톨페스큐 급여가 착유우의 번식, 비유, 유 성분 및 경영에 미치는 영향을 비교했다. 분만간격, 수정횟수 및 공태일수는 볏짚급여군에서 더 길게 나타났으며, 305일 유량 및 비유 peak 유량은 톨페스큐급여군에서 유의적으로 높았다 ($p < 0.01$). 유지방 함량은 톨페스큐급여군에서 유의적으로 높았으나 ($p < 0.001$), 유단백질 함량은 유의차가 없었다. 볏짚급여군과 톨페스큐급여군의 유대수입 차이는 산차가 증가할수록 증가하였으며, 육성기간 볏짚 급여에 따른 사료비 절감 효과는 없었다. 조사 농가의 우유생산량 및 유대수입은 톨페스큐급여군에서 유의적으로 높았다 ($p < 0.05$). 결과적으로 사료비 절감을 위한 육성우 기간에 볏짚 급여는 단기적으로 육성우 사료비 절감 효과를 볼 수 있지만, 착유우 생산성적 및 경영성적 저하를 감안하면 장기적으로 목장 운영에 손해를 볼 수 있으므로, 육성우 사양관리의 중요

성과 인식 전환이 필요할 것으로 생각된다. 또한, 육성기 이용 조사료는 가격이 비싼 톨페스큐보다 국내산 조사료를 이용하여 동일한 효과를 볼 수 있도록 육성우용 국내산 조사료의 생산 및 이용에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 사사

본 논문은 한국연구재단(NRF) NRF-2015R1A6A1A03031413의 지원을 받아 진행되었습니다.

VI. REFERENCES

- Berrya, D.P. and Cromieb, A.R. 2008. Associations between age at the first calving and subsequent performance in irish spring calving Holstein-Frisian dairy cows. *Livestock Science*. 123:44-54.
- Cobuci, J.A., Euclides, R.F., Pereira, C.S., de Almeida Torres, R., Costa, C.N. and Lopes, P.S. 2003. Persistency in lactation - A review. *Animal*. 11:163-173.
- Dairy Cattle Improvement Center. 2022. 2021 Korean dairy cattle performance testing report (Korean). National Agricultural Cooperative Federation. pp. 37-143.
- Ha, J.K., Lee, S.S., Moon, Y.S. and Kim, C.H. 2005. Ruminant animal nutritional physiology. Seoul National University Press.
- Kim, J.D. 2022. Establishment of a stable supply system for domestic roughage (Korean). *Korea Dairy and Beef Farmers Association Monthly Domain*. 480:159-165.
- Korea National Statistical Office. 2022. 2021 Livestock production cost survey.
- Lee, C.J., Kim, M.K. and Park, J.S. 2011. The effect of age the first calving of the profit of dairy farm. *Journal of Korean Society of Animal Science and Management*. 38:360-380.
- National Institute of Animal Science. 2017. Korean feeding standard of dairy cattle: Third Edition. Wanju Korea. pp. 200-243.
- National Institute of Animal Science. 2022. Korean feeding standard of dairy cattle: Fourth Edition. Wanju Korea. pp. 200-247.

Rice Straw and Tall Fescue Hay Impact on Productivity and Economics of Lactating Cow

- Pirlo, G., Miglior, F. and Speroni, M. 2000. Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science*. 83:603-608. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74919-8
- Ryu, J.S., Lee, S.J., Kim, H.J. and Lee, S.S. 2024. The effect of rice straw and tall fescue hay for holstein dairy heifers on growth, age at first calving and feed cost. *Journal of Korean Society of Grassland and Forage Science*. 44(1):20-29.
- Simerl, N.A., Wilcox, C.J. and Thatcher, W.W. 1992. Postpartum performance of dairy heifers freshening at young ages. *Journal of Dairy Science*. 75:590-595. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77796-0
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometric approach, 2nd Ed. IVICGraw Hill, New York.

(Received : May 29, 2024 | Revised : June 27, 2024 | Accepted : June 27, 2024)