

옛밥의 조성 및 산유량과 유성분 조성에 미치는 영향

양시용¹ · 강창원² · 안규철² · 이강연² · 이종일² · 김정훈³ · 박근규*

건국대학교 동물자원연구센터, ¹CJ 제일제당 바이오기술연구소,

²건국대학교 동물생산환경학과, ³카길애그리퓨리나 기술연구소

Composition of Corn Taffy Residue and Its Dietary Effects on Milk Production and Composition of Holstein Cows

Si-Yong Yang¹, Chang-Won Kang², Gyu-Chul Ahn², Gang-Yeon Lee², Jung-Il Lee²,
Jeong-Hoon Kim³, and Keun-Kyu Park*

Animal Resources Research Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

¹Bio-Research Institute, CJ Cheiljedang, Incheon 400-103, Korea

²Department of Animal Science and Technology, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

³Research and Technology Center, Cargill Agri Purina, Seongnam 463-808, Korea

Abstract

This study was conducted to evaluate nutritional value of corn taffy residue (CTR), a by-product from Korean traditional taffy, and to investigate the dietary effect of CTR on the yield and composition of milk from dairy cows. Relatively high concentrations of residual enzymes and sugars were found in CTR. Protein and fat concentrations were high, comparable to those of corn gluten meal. Inclusion of 1, 3, and 6% CTR in total mixed rations yielded more milk ($p<0.05$) than in the control group, and increased milk fat ($p<0.05$) in high-producing cows (approximately 30 kg). In low-producing cows, (approximately 20 kg), milk yield was increased by 1 and 6% CTR, and milk protein was enhanced by 3% CTR ($p<0.05$). Based on these results, utilization of CTR is recommended for production of high quality and economical animal products

Key words: taffy residue, nutritional value, milk yield, milk composition, milk quality, dairy cows

서 론

영양성분이 우수하고 가격이 저렴한 축산식품의 생산은 축산업이 직면하고 있는 당면과제이다. 그러나 사료원료의 96%를 수입에 의존하고 있는 우리나라의 경우 우유 생산비 중 59.7%를 사료비가 차지하고 있어(Korea National Statistical Office, 2009) 외국에 비해 가격 경쟁력이 현저하게 낮은 실정이다. 생산비를 절감하여 소비자의 부담을 덜기 위한 노력의 일환으로 농업 및 농수산물 가공 중에 발생하는 각종 부산물을 사료원료로 이용하기 위한 다양한 연구가 시도되어 왔다(Baek *et al.*, 2004).

옛밥은 우리나라의 전통식품인 물엿, 엿, 조청 등의 제조 시 발생하는 식품제조부산물로서 보리를 발아시킨 맥

아 내에 함유된 효소를 이용하여 쌀이나 옥수수 전분을 분해 시킨 후 수분을 증발시켜 제조하는 것으로 착즙 과정 후 남은 고형물이다. 국내 전통 당류식품 제조업체는 약 15개로서 일일 약 25-30톤의 옛밥이 배출되고 있으며, 최근에는 전통 먹거리와 웰빙에 대한 관심이 높아지면서 그 수요가 증가하여 이에 따른 옛밥 배출량도 증가할 것으로 예상되고 있다.

현재 옛밥에 대한 연구자료는 국내외적으로 전무한 실정이므로 낙농가들에 의해 관행적인 방법에 의해서만 제한적으로 이용되고 있다. 그러므로 본 연구는 옛밥의 영양적 가치를 평가하고 착유우의 유량과 유조성분에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다.

*Corresponding author : Keun-Kyu Park, Animal Resources Research Center, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea. Tel: 82-2-450-3661, Fax: 82-2-455-1044, E-mail: kkpark@konkuk.ac.kr

재료 및 방법

실험 재료

생엿밥, 건조엿밥 및 맥아 내 효소 역가 측정

엿 제조 공장에서 채취한 생엿밥, 건조엿밥 및 맥아(엿 기름)는 speed mixer(HMF-1000, 한일, 대한민국)로 분쇄한 후, 시료 20 g에 0.1 M Tris · HCl buffer(pH 6.0)로 10 배 희석하여 60분간 교반시켜 효소를 분리한 다음 6,000 g로 10분간 원심분리 후, 상등액을 조효소액으로 하여 효소 역가 측정을 위한 전처리를 하였다. 조효소액 내 xylanase 측정은 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 0.25 mL 과 1.0% xylan(oat spelt xylan) 0.5 mL 및 각각의 조효소액 0.25 mL을 넣어 37°C에서 60분간 반응시킨 후, 100°C에서 5분간 가열처리하여 반응을 중지시켰다. 반응액은 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로(Miller, 1959) 540 nm에서 흡광도를 측정하여 생성된 잔류환원당의 함량을 산출하였다. 이때, xylanase의 1 unit는 1분 동안 1 μM의 xylose를 생성하는 효소의 양으로 하였다.

CMCase(carboxymethyl cellulase) 및 amylase의 역가 측정은 각각 1.0%의 CMC(carboxymethyl cellulose; medium viscosity) 및 soluble starch를 함유한 0.2 M phosphate buffer(pH 7.0) 용액을 기질용액으로 하여 xylanase 역가 측정과 동일한 방법으로 측정하였으며, 540 nm 에서 흡광도를 측정하였다. 이때 CMCase 및 amylase의 1 unit 는 1분 동안 1 μM 의 glucose를 생성하는 효소의 양으로 하였다.

엿밥 내 당도 측정

시료는 건조시키지 않은 생엿밥 및 60°C에서 3일간 건조시킨 건조엿밥으로서 glucose 및 maltose 함량을 refractory index detector가 장착된 HPLC(Model 1100 series, Agilent, USA)를 이용하여 측정하였다. 사용한 column은 ZORBAX NH₂(4.6 mm × 150 mm; Agilent, USA)이었고, mobile phase는 72% acetonitrile solution(AcNO₃ : D.W. = 72 : 28) 를 이용하여 1 mL/min의 유속으로 흘려 측정하였다.

엿밥의 영양가치에 대한 평가

엿밥은 60°C에서 3일간 열풍건조기에서 건조시켜 건물 함량을 측정 후 분쇄기(Wiley mill; Model 4, Thomas Scientific, NJ, USA)로 분쇄하여 2 mm 체를 통과한 것을 시료로 이용하였다. 일반조성분 분석으로서 시료의 건물, 조회분, 조단백질, 및 조지방은 각각AOAC procedure 934.01, 927.02, 976.05 및 920.39(1990) 방법에 준하여 분석하였고, neutral detergent fiber(NDF; Van Soest 등, 1991), acid detergent fiber(ADF; AOAC procedure 973.18)

및 acid detergent insoluble N(ADIN; Goering and Van Soest, 1970) 함량도 분석하였다.

시험축 선발 및 시험설계

시험 시작 전 Holstein 우군 135두 중 32두를 산차, 최 종분만일(착유일수), 유량 및 체중 등이 유사한 개체끼리 짝을 지어 이들을 처리구별(건물 기준으로 엿밥 0, 1, 3 및 6% 첨가구)로 1두씩 각 시험구에 배치하여 처리구 당 총 8두씩을 배치하였다. 각 처리구 내에는 유량을 기준으로 고능력우군(유량 약 30 kg)과 저능력우군(유량 약 20 kg)으로 4두씩 나누는 후 7일간의 예비시험을 거쳐 3주간의 사양시험을 실시하였다.

시험사료 및 조사항목

본 시험에 사용된 사료는 건초를 제외하고는 전부 완전 배합사료(total mixed ration; TMR) 형태로 1일 2회 급여 하였으며 배합사료는 TMR 배합용으로 시판 중인 사료를 이용하였다. TMR 배합 시 이용한 원료와 배합비는 Table 1과 같다. 엿밥 3과 6% 첨가구는 대조구 배합사료 중 대두박과 루핀 일부를 엿밥으로 대체하였고, 엿밥 1% 첨가구는 대조구의 배합사료 성분비를 변경시키지 않고 그대로 이용하였다. 사료급여량은 TMR의 경우 전체 처리구에서 동일하게 일정량을 급여 하였으며, 조사료는 일정 비율의 bermudagrass와 alfalfa 건초를 자유급여 하였으며 그 밖의 사양관리는 시험목장의 관행에 준하였다. 체중은 시험개시와 종료 후 우형기를 이용하여 측정하였고, 급여사료에 대한 일반조성분 분석은 엿밥의 성분 조성 평가 방법과 동일한 방법으로 수행하였다.

유량은 파이프라인 착유기용 유량계(MM6, Delaval, Sweden)를 사용하여 측정하였으며, 오전 및 오후 2회 착유 후 합산하여 1일 착유량을 측정하였다. 유조성분 분석은 3일 간격으로 채취한 시료를 근적외선 유성분 분석기(Milkoscan FT-120, Foss Electric, Denmark)를 이용하여 유지방, 유단백질, 유당 및 무지고형분(solid-not-fat; SNF)을 3회 반복하여 측정한 후 평균값을 구하였다. 유지율보정유(fat corrected milk; FCM)는 $(0.4 \times \text{유량}) + (15 \times \text{유지방})$

Table 1. Ingredients, amount of feeding, and composition of the experimental total mixed rations

Ingredients	Amount of feeding (g)	Composition (%)
Commercial grain mix	15,000	49.27 ¹
Corn silage	15,000	49.27
Protected fat	390	1.28
Vitamin-mineral premix	5	0.016
Direct fed microbials	50	0.16
Total	30,445	100

¹0, 1, 3 or 6% of corn taffy residue according to the treatments.

량) = FCM의 공식을 이용하였다.

통계분석

시험 성적의 통계 분석은 SAS(2002; version 9.1)의 General Linear Model(GLM) Procedure을 이용하여 실시하였으며, 유의차 검정은 Duncan의 다중검정법을 이용하였다.

결과 및 고찰

생엿밥, 건조엿밥 및 맥아 내 효소 역가

엿밥 내에는 amylase, xylanase 및 cellulase 등이 골고루 함유되어 있는 것으로 나타났으며, 엿 제조 시 이용하고 있는 맥아 내에는 amylase 역가가 특히 높은 것으로 나타났다(Table 2). 생엿밥 시료 1과 2에서 amylase 함량이 각각 403.5 및 462.3 unit/g으로서 비슷한 것으로 나타난 반면 건조엿밥의 경우 통계적인 유의차는 인정되지 않았으나 생엿밥보다 수치적으로(570.5 unit/g) 높은 것으로 나타났다.

소화율 증진을 위해 배합사료 내에 첨가하는 일반적인 효소제의 역가는 평균 30,000 unit/g(10,000-50,000 unit/g) 정도인 것으로 알려져 있다. 본 실험에서 시판용 xylanase의 역가 측정을 같은 조건에서 실시한 결과 26,218.1 unit/g이었다. 일반 효소제의 배합사료 내 첨가 권장량은 대략 0.1%(0.05-0.1%)이므로 전체 배합사료 내 함유된 효소의 역가는 30 unit/g인 점과 비교해 보면 본 사양실험에 이용한 건조엿밥을 6% 첨가하였을 경우의 amylase 역가의 계산값은 34.2 unit/g로서 시판용 효소제 첨가 시의 역가 수준과 유사하였다. 엿밥 내에 함유된 비교적 높은 수준의 효소 역가는 반추위 내 소화율 증진에 도움을 줄 것으로 판단된다.

엿밥 내 당도 측정

엿밥의 잔류환원당 함량(glucose + maltose)은 건물 기준으로 볼 때 건조 전에는 6.01%이었으며, 60°C에서 3일간 건조 후에는 10.41%로 증가하였다(Table 3). 일반적으로 배합사료 제조 시 기호성 증진을 목적으로 널리 이용되고 있는 당밀의 첨가 수준은 약 3% 이내이며 당밀 내 총 잔류환원당 함량은 48-50%이므로 3% 첨가 시 당밀로 인한 배합사료 내 총 환원당 함량은 약 1.5% 이내이다.

Table 3. Concentrations of glucose and maltose in the corn taffy residue and malt (%)

Item	Glucose		Maltose	
	As fed basis	DM basis	As fed basis	DM basis
Before drying	0.20	0.34	3.30	5.67
After drying ¹	3.30	3.47	6.60	6.94

¹Dried at 60°C for 3 d.

반추가축이 가장 선호하는 맛이 단맛인 점을 고려 할 때 엿밥 내 높은 잔류당 함량은 엿밥의 기호성 증진에 매우 큰 역할을 할 것으로 판단된다. 잔류당 함량이 건조 전에 비해 건조 후 증가한 이유는 건조 온도(60°C)와 건조 시간(3일)이 효소 활성을 발현하기에 적합하여 분해산물(잔류환원당)이 추가로 생성되었기 때문인 것으로 사료된다.

엿밥의 영양분 조성 특성

수거한 쌀, 옥수수, 쌀엿밥(rice taffy residue) 및 옥수수 엿밥(corn taffy residue: CTR)의 일반 성분 검색 결과는 Table 4에 나타낸 바와 같다. 엿은 맥아 효소를 이용하여 옥수수 내 전분을 맥아당(엿당)으로 분해시켜 제조하므로 잔류 고형물인 엿밥은 맥주박(brewer's grain)이나 주정박(distiller's grain)에 비해 조단백질 함량이 월등히 높은 것으로 나타났으며(평균 44.55%), 전분 가공 공정 시 생산되는 옥수수글루텐밀(corn gluten meal; CGM)에 필적할 만하였다.

섬유소(NDF) 함량은 CGM은 37.00%인데 반해 CTR은 29.60%로서 낮았고, 조지방은 CGM과 CTR이 각각 8.44 및 2.40%이었고, 조회분은 각각 1.93 및 3.00%이었다. 본 사양실험에 이용했던 CTR은 CGM에 비해 단백질과 지방 함량이 높고 섬유소도 어느 정도 함유하고 있어 반추가축용 원료사료로서의 이용 가능성은 매우 높다고 할 수 있다. 또한 여타 부산물과는 다르게 영양성분 변이도가 비교적 낮은 것으로 나타나 원료사료로 이용하기에 적합한 것으로 판단된다.

사료섭취량 및 체중 변화

시험기간 4주간의 사료섭취량, 개시체중 및 종료체중을 Table 5에 제시하였다. 본 실험에서는 모든 처리구에서

Table 2. Residual enzyme activity of the corn taffy residue (CTR) and malt (unit/g)*

Item	Amylase	SE	Xylanase	SE	Cellulase	SE
Fresh CTR 1	403.5	11.3	667.1	16.1	322.1	13.5
Fresh CTR 2	462.3	3.2	582.1	12.1	298.6	4.7
Dried CTR	570.5	8.5	682.3	7.8	207.3	11.2
Malt ¹	17665.7	144	612.8	9.0	107.9	17.5

¹Malt used for taffy production.

Table 4. Chemical composition of grains, taffy residues, and feed ingredients (% DM basis)

Item	DM	CP	EE	Ash	NDF	ADF
Rice	85.86	9.71	0.48	0.73	19.60	2.61
Corn	85.19	8.61	4.78	0.48	9.22	2.07
Rice taffy residue	27.77	39.46	12.42	5.03	-	-
Corn taffy residue						
Sample 1	53.22	47.01	8.73	3.16	35.72	8.56
Sample 2	58.20	40.95	5.92	1.36	22.82	9.83
Sample 3	58.44	44.60	9.85	1.79	30.26	13.10
Sample 4	56.14	45.62	9.25	1.43	-	-
Mean	56.50	44.55	8.44	1.93	29.60	10.50
Corn by-products ¹	21.00	26.00	6.50	10.00	42.00	10.00
Brewer's grain	21.00	26.00	6.50	10.00	42.00	10.00
Distiller's grain	25.00	29.70	9.20	8.00	40.00	8.00
Corn gluten meal	91.00	46.80	2.40	3.00	37.00	3.00

¹Adopted from NRC, 1996.

Table 5. Effects of feeding corn taffy residue (CTR) on feed intake and body weight in lactating dairy cows*

Item	Control	CTR 1%	CTR 3%	CTR 6%
Feed intake (kg/d)				
TMR	30.45	30.45	30.45	30.45
Bermudagrass	2.69	2.45	2.67	2.46
Alfalfa	1.14	1.06	1.11	1.02
Total intake	34.28	33.96	34.23	33.93
Body weight (kg)				
Initial BW	623.7	635.9	664.8	598.0
Final BW	620.5	656.9	664.6	591.4
Differences	-3.2 ^c	+21 ^a	+0.2 ^c	+6.6 ^b

*Mean, n = 8.

^{a-c}Means within a same row differ significantly ($p < 0.05$).

TMR 급여량을 제한급여 하였기 때문에 TMR섭취량에서 유의차가 나타나지 않았다. 제한급여를 한 이유는 엽밥의 잔류함유당으로 인해 엽밥첨가 사료의 기호성이 높을 것으로 예상되어 대조구에 비해 엽밥 첨가구의 TMR 섭취량이 높아지게 되면 엽밥의 첨가로 인한 소화율 향상이나 반추위 발효 증진으로 인한 생산성 향상 효과를 확인하기보다는 TMR섭취량 증가로 인해 추가로 섭취한 영양분의 효과만 확인 할 수 있기 때문이었다. 조사료 섭취는 자유로 채식하도록 하였지만 조사료 섭취량에서도 처리구 간 차이가 나타나지 않았으며 이로 인해 전체 섭취량에도 영향을 미치지 않았다.

우리나라 전통식품인 엽의 제조부산물인 엽밥에 대한 착유우 실험 결과는 국내외에서 전무한 실정으므로 다른 결과와 직접적인 비교는 할 수 없다. 그러나 최근 연료용 에탄올 생산으로 발생량이 급증하고 있는 옥수수주정박(corn distiller's grains)은 전분을 에탄올로 전환 시키고 남은 부산물이기 때문에 주성분이 단백질과 지방으로서 엽밥과 유사한 영양적 특징을 지니고 있어 비교 할만하다.

일반적으로 착유우에게 주정박을 급여 하였을 때 사료 섭취량에는 영향을 미치지 않는 것으로 보고되고 있지만 (Carvalho *et al.*, 2006; Hubbard *et al.*, 2009; Sasikala-Appukuttan *et al.*, 2008), 급여 수준이 건물 기준으로 30% 이상이면 사료섭취량 감소를 유발 할 수 있다. Birkelo 등 (2004)은 TMR에 주정박을 31.2% 급여 했을 때 사료섭취량이 10.9%나 감소하는 것을 관찰하였다. 이는 건조시키지 않은 생주정박을 급여하여 사료 내 수분 함량이 40-50% 이상이 되면 과도한 수분으로 인해 섭취량이 제한을 받는다는 보고와 일치한다(Lahr *et al.*, 1983). Anderson 등 (2006)은 생주정박 또는 건조 형태로 10 및 20% 수준에서도 대조구에 비해 사료섭취량이 감소하는 경향을 나타냈다고 한다. 본 실험의 엽밥 급여 수준은 6%이었고, TMR 사료의 수분함량이 40% 이하였기 때문에 조사료 섭취량에도 영향을 미치지 않았던 것으로 판단된다.

체중 변화에서 대조구의 경우 체중이 오히려 약간 감소하였으나 모든 엽밥 첨가구에서는 체중이 약간 증가한 것으로 나타났으며, 특히 엽밥 1% 첨가구에서는 시험개시에 비해 종료 체중이 21 kg이나 증가한 것으로 나타났다. 이는 엽밥 1% 첨가구에서는 배합사료의 배합비를 변경 시키지 않고 추가로 엽밥 1%를 첨가하였기 때문인 것으로 추정되지만 체중 증가량이 매우 높음을 고려 할 때 그 원인은 불분명하다. 대조구에서 체중이 감소한 이유는 TMR을 자유채식 시키지 않았기 때문에 우유 생산에 필요한 영양분을 합성하기 위한 체지방과 체단백질의 손실로 말미암은 것으로 판단된다. 그러나 엽밥 3% 첨가구에서는 대조구와 유의차가 없었지만 엽밥 6% 첨가구에서는 체중이 증가한 것으로 미루어 볼 때($p < 0.05$) 이는 엽밥의 우수한 영양적 특징과 이용 효율이 반영 된 것이라 생각된다.

유량, 유지율 및 4% FCM

엽밥 첨가가 유량, 유지율, 4% FCM 및 기타 유조성분

Table 6. Effects of feeding corn taffy residue (CTR) on milk productivity in lactating dairy cows

Items	Control	CTR 1%	CTR 3%	CTR 6%
Total				
Milk yield (kg/day)	28.76 ^a	24.03 ^c	22.31 ^d	26.20 ^b
Milk fat (%)	2.10 ^b	2.91 ^a	2.90 ^a	2.79 ^a
4% FCM (kg/day)	20.56 ^{ab}	20.10 ^{ab}	18.63 ^b	21.44 ^a
Milk protein(%)	3.13 ^b	3.36 ^a	3.32 ^{ab}	3.24 ^{ab}
Lactose (%)	4.37	4.39	4.35	4.30
SNF (%)	8.54 ^{ab}	8.73 ^a	8.67 ^{ab}	8.49 ^b
High producing cows				
Milk yield (kg/day)	29.12 ^c	31.01 ^b	31.67 ^b	33.27 ^a
Milk fat (%)	2.19 ^c	2.25 ^c	2.73 ^{ab}	2.43 ^{bc}
4% FCM (kg/day)	21.21 ^b	22.87 ^b	25.64 ^a	25.43 ^a
Milk protein (%)	3.04	3.06	3.15	3.03
Lactose (%)	4.65	4.72	4.71	4.57
SNF (%)	8.44	8.57	8.62	8.33
Low producing cows				
Milk yield (kg/day)	17.63 ^b	19.93 ^a	16.72 ^b	21.15 ^a
Milk fat (%)	3.16	3.64	3.62	3.33
4% FCM (kg/day)	15.41 ^b	18.85 ^a	15.77 ^b	19.02 ^a
Milk protein (%)	3.62 ^b	3.59 ^b	4.02 ^a	3.56 ^b
Lactose (%)	4.68 ^a	4.56 ^{ab}	4.18 ^c	4.46 ^b
SNF (%)	9.04	8.85	8.88	8.74

^{a-d}Means within a same row differ significantly ($p < 0.05$).

에 미치는 영향에 대한 결과는 Table 6에 나타난 바와 같다. 전체 우군(고능력우+저능력우)에 있어 산유량(kg)은 대조구(28.76)가 가장 높았으며 옛밥 6% 첨가구(26.20), 옛밥 1%(24.03), 옛밥 3%(22.31) 순으로 나타났으나($p < 0.05$), 유지율은 모든 옛밥 첨가구가 대조구에 비해 증가한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이로 인해 FCM은 옛밥 6%가 가장 높았으며 반면 옛밥 3%가 가장 낮았다($p < 0.05$).

그러나 우군을 산유량별로 나누어보면 고능력우군에서는 모든 옛밥 첨가구가 대조구에 비해 산유량이 높게 나타나($p < 0.05$), 옛밥 6% 첨가구(33.27)>옛밥 3%(31.67)=옛밥 1%(31.01)>대조구(29.12) 순서로서 옛밥의 첨가량이 높을수록 산유량이 높게 나타났다. 유지율도 옛밥 1% 첨가구는 대조구와 동일한 것으로 나타났으나 나머지 옛밥 첨가구는 대조구에 비해 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). FCM도 산유량과 비슷한 경향으로서 옛밥 3% 첨가구(25.64)=옛밥 6%(25.43)>옛밥 1%(22.87)=대조구(21.21) 순서로서 나타났다. 그러므로 옛밥 6% 첨가구를 대조구와 비교해보면 산유량면에선 14.3%(4.15 kg), FCM으로는 19.9%(4.22 kg)나 증가하였다. 또한 옛밥 3% 첨가구를 대조구와 비교해보면 산유량에선 8.76%(2.55 kg), FCM으로는 20.9%(4.43 kg)나 증가하였다.

저능력우군에서는 산유량이 옛밥 6% 첨가구(21.15)=옛밥 1%(19.93)>대조구(17.63)=옛밥 3%(16.72) 순으로 나타났으며, 유지율은 유의차가 인정되지 않았다. FCM 도 산

유량과 같은 경향으로서 옛밥 6% 첨가구(19.02)=옛밥 1%(18.85)>옛밥 3%(15.77)=대조구(15.41) 순으로 나타났다. 옛밥 3% 첨가구가 산유량 면에서 대조구와 동일하게 나타난 이유는 그 원인은 불분명하나 3% 첨가구 중 유량이 극히 낮은 개체가 있었기 때문인 것으로 판단되며, 이로 인해 전체 우군 비교시의 산유량에도 영향을 미쳐 대조구의 산유량이 옛밥 첨가구에 비해 오히려 높게 나타난 것으로 풀이된다. 그러나 옛밥 6%와 1%는 산유량이 여전히 대조구에 비해 높게 나타났으며($p < 0.05$), 옛밥 6%와 대조구를 비교해보면 산유량에선 20.0%(3.52 kg), FCM은 무려 23.4%(3.61 kg)나 증가하였다. 그러므로 사료 내 옛밥 첨가는 고능력우나 저능력우에 상관 없이 유량 증진 효과가 있는 것으로 나타났으며 고능력우의 경우 유지율 증진 효과도 인정되었다.

주정박을 급여하면 유량의 변화가 없거나(Birkelo *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2006), 증가하여도 첨가구 간의 차이는 크게 나타나지 않는다. Anderson 등(2006)은 건조 및 생주정박을 10 또는 20% 첨가하였을 때 대조구에 비해 처리구의 유량이 증가하였지만 처리구간 유의차는 나타나지 않았다. 또한 주정박을 28.5%까지 급여했을 때 유의차는 없었어도 유량이 2.2kg까지 증가하는 것을 관찰 하였지만, 첨가 수준에 따른 유량 증진 효과는 없었다는 보고도 있다(Sasikala-Appukuttan *et al.*, 2008). 이는 옛밥이나 주정박을 첨가할 때 동일한 에너지 및 단백질 함량으로 급여하였기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 이러한 부산물들을 적절히 이용 했을 때 상대적으로 가격이 높은 대두박과 같은 원료에 비해 오히려 유량 증진 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

유단백질의 경우 전체적으로는 대조구에 비해 옛밥 1% 첨가구가 가장 높았으며, 유의차는 인정되지 않았으나 옛밥 3%와 6%구도 대조구에 비해 증가하는 경향이 나타났다. 고능력우에서는 처리구간 유의차가 인정되지 않았으나, 저능력우에서는 옛밥 3%구만이 여타 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 유당 함량은 전체 우군과 고능력우의 경우 유의차가 인정되지 않았으나, 저능력우에서는 대조구가 가장 높았고 옛밥 3%가 가장 낮았다($p < 0.05$). SNF 함량은 전체 처리구간의 비교 시 옛밥 6%구만이 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났으나($p < 0.05$), 고능력우와 저능력우로 분리 시에는 처리구간의 차이가 인정되지 않았다.

일반적으로 주정박은 유지율에 영향을 미치지 않는 것으로 보고되고 있다(Carvalho *et al.*, 2006; Hubbard *et al.*, 2009; Sasikala-Appukuttan *et al.*, 2008). 한편 Da Cruz 등(2005)은 주정박 급여로 인해 오히려 유지율은 감소하고 유단백질과 유당은 증가하는 것을 관찰하였다. 그러나 본 연구에서와 마찬가지로 젖소의 반추위 내 발효를 안정화시킬 수 있는 TMR 형태로 급여했을 때는 주정박을 31.2%

까지 급여하여도 유단백질은 감소했지만 유지율은 증가했다고 하였다(Birkelo *et al.*, 2004). 본 실험에서는 저능력 우군 중 엽밥 3%군에서만 유단백질의 증가가 관찰되었는데 지나치게 높은 수준의 주정박은 옥수수단백질의 아미노산 중에는 특히 lysine이 부족하기 때문에 오히려 유단백질을 저하시킬 수 있다고 보고하였다(Carvalho *et al.*, 2006).

본 연구결과를 토대로 볼 때 젖소에게 엽밥을 6%까지 첨가하면 사료섭취량을 감소시키지 않으면서 체중과 유량 및 유지율 및 유단백질 함량을 증가시킬 수 있는 것으로 나타났다. 앞으로 이러한 부산물들을 젖소에게 뿐만 아니라 비육우 및 단위가축에게도 적극 활용한다면 축산식품을 보다 저렴하게 소비자들에게 공급하고, 국내 축산식품의 국가 경쟁력을 높이는데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 전통당류식품인 엽 제조시 발생하는 엽밥에 대한 영양가치 평가와 착유우에서의 유량 및 유조성분에 미치는 영향을 규명하고자 실시하였다. 엽밥은 잔류하는 효소 및 당도 함량이 높고, 단백질과 지방 함량이 옥수수 글루텐에 필적 할 만큼 영양적 가치가 우수한 것으로 나타났다. 착유우에게 완전배합사료 형태로 엽밥을 1, 3 및 6% 급여하였을 때 고능력우군(평균유량 31.3 kg)에서는 대조구에 비해 유량 증진 효과가 인정되었으며, 엽밥 3%군에서는 유지율도 증가하였다($p < 0.05$). 저능력우군(평균유량 18.9 kg)에서도 엽밥 1 및 6% 첨가군에서 유량이 증가하였으며($p < 0.05$) 엽밥 3%군에서는 유단백질 함량도 증가하였다($p < 0.05$). 그러므로 우유 생산 시 엽밥의 적극적인 활용은 축산식품을 보다 저렴하게 공급하는데 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Anderson, J. L., Schingoethe, D. J., Kalscheur, K. F., and Hippen, A. R. (2006) Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **89**, 3133-3142.
2. AOAC (1990) Official methods of analysis, 15th ed, Associ-

ation of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

3. Baek, I. K., Maeng, W. J., Lee, S. H., Lee, H. G., Lee, S. R., Ha, J. K., Lee, S. S., and Hwang J. H. (2004) Effects of the brown seaweed residues supplementation on *in vitro* fermentation and milk production and composition of lactating dairy cows. *Kor. J. Anim. Sci. Technol.* **46**, 373-386.
4. Birkelo, C. P., Brouk, M. J., and Schingoethe, D. J. (2004) The energy content of wet corn distillers grains for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **87**, 1815-1819.
5. Carvalho, L. P. F., Cabrita, A. R. J., Dewhurst, R. J., Vicente, T. E. J., Lopes, Z. M. C., and Fonseca, A. J. M. (2006) Evaluation of palm kernel meal and corn distillers grains in corn silage-based diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **89**, 2705-2715.
6. Da Cruz, C. R., Brouk, M. J., and Schingoethe, D. J. (2005) Lactational response of cows fed condensed corn distillers solubles. *J. Dairy Sci.* **88**, 4000-4006.
7. Goering, H. K. and Van Soest, P. J. (1970) Forage fiber analysis. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Agricultural Research Service, U.S. Dept. Agric., Agricultural Handbook No. 379, Washington, DC., pp. 1-20.
8. Hubbard, K. J., Kononoff, P. J., Gehman, A. M., Kelzer, J. M., Karges, K., and Gibson, M. L. (2009) The effect of feeding high-protein distillers dried grains on milk production of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* **92**, 2911-2914.
9. Korea National Statistical Office (2009) Livestock Production Cost, 2008. Available from <http://ups.kosis.kr/upload/Magazine/NEW/JI/EBook.htm>, p. 45.
10. Lahr, D. A., Otterby, D. E., Johnson, D. G., Linn, J. G., and Lundquist, R. G. (1983) Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk production of cows. *J. Dairy Sci.* **66**, 1891-1900.
11. Miller, G. L. (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**, 426-431.
12. SAS Institute (2002) SAS® User's guide: Statistics. Release 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
13. Sasikala-Appukuttan, A. K., Schingoethe, D. J., Hippen, A. R., Kalscheur, K. F., Karges, K., and Gibson, M. L. (2008) The feeding value of corn distillers solubles for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **91**, 279-287.
14. Van Soest, P. J., Robertson, J. B., and Lewis, B. A. (1991) Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch poly-saccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* **74**, 3583-3597

(Received 2010.4.26/Accepted 2010.6.24)