

# 젖소에 있어서 영양소 이용효율 평가모델 및 비교에 관한 연구



글 | 김현진 박사(간국대학교, NBRI)

## I. 서론

젖소 사양관리에 있어 보다 효율적인 사료급여 관리 프로그램 개발을 위한 연구 결과의 적용 및 사양관리 평가 및 예측을 위한 다양한 방법들이 제시되고 있다(Fox 등, 1998).

수년간의 각종 관측 매개변수들에 대한 변이와 편차에 대한 보정노력들이 산업적 측면에서 이루어지고 있으며(Black, 1991), 보다 정확한 접근 방법들이 제시되고 있다(St-Pierre, 1998). 그러나 이러한 예측가능 모델들에 대한 입력 및 예측 항목들에 대한 정확한 유기적 연계 부족은 실증 결과의 변이가 높은 문제가 있으며, 이는 일정한 사육환경에서의 반응을 기초로 한 문제에서 기인한다.

CNCPS(Cornell Net Carbohydrate and Protein System)는 농장의 생산 및 급여와 반추동물로부터의 영양소 배설 즉, 우유, 고기 및 분뇨배설을 예측하기 위하여 고안된 모델 프로그램이며, Gill et al.(1989)에 의해서 소의 다양한 생리적 기능과 대

사과정을 고려하여 고안되었다. CNCPS(2000)에서는 소의 조직에 필요한 영양소의 공급(사료섭취량, 사료단백질과 탄수화물의 분류 및 반추위내 소화, 반추위내 통과속도 및 영양소 분해 흡수율 등)과 요구량(유지, 성장, 번식, 유생산)을 포함하여 비교하였으며, 각 기초모델들 간의 수학적 연계를 통하여 전체 모델을 기술하고 있다.

CNCPS(1995)는 연연적(mechanistic)모델과 귀납적(empirical)모델 접근 방법을 이용하고 있으며, 일정한 환경 조건에서 나타난 소의 반응을 전제로 만들어진 것으로서 (Fox 등, 1995), 실제 소의 사양관리 조건에서의 반응 결과를 반영할 수 있는 다양한 환경 조건들이 반영되어야 한다.

## II. 재료 및 방법

50두의 홀스타인 품종의 다산우(평균 BCS: 2.96, 분만후 일수:  $167.47 \pm 10.03$ , 유량:  $33.78 \pm 0.71$  kg/day, 유지율:  $4.40 \pm 0.05\%$ , 유단백률:

3.28±0.03%, 우유중요소태질소농도: 17.77±0.2mg/dl)를 이용하였으며, 모든 착유우는 자동급이기(Seo il, Co.Korea)가 설치된 계류식우사에서 사육되었으며, 사료의 급여는 1일 7회 나누어 급여 되도록 설계되었다. 1회 급여량은 1.5kg이었으며, 광물질 및 물은 자유롭게 섭취하도록 하였다.

착유는 매일 05:00 및 17:00시에 2회 착유 하였으며, 영양성분 섭취량은 <표 2>에 나타내었다.

본 실험은 총 90일간 실시하였으며, 실험 종료시까지 10일 간격을 우유 생산량 및 우유성분 조사를 하였다. 아침 5시 및 오후 5시에 유량계를 통하여 취한 약 50ml 우유 샘플은 냉장 보관하여 유성분 분석을 위하여 5℃에서 냉장 보관하였다. 사료의 급여 수준은 실험 개시전 7일간의 우유생산량과 체중을 기준으로 NRC(2000) 표준에 준하도록 농후사료 및 실험사료를 고려하여 급여량을 결정하였으며, 개체별 영양소 급여량을 기준으로 평균 산유량 및 체중에 대한 건물 섭취수준을 설정하여 1일 요구되는 총농후사료 및 자동급이기로부터 급여되는 1

회 농후사료량을 계산하였다.

사료 및 건조 분의 화학 분석은 A.O.A.C(1984)의 방법에 따라 사료의 건물과 조단백질, 조지방을 분석하였고, Van Soest와 Robertson(1985)과 Van Soest(1991)의 분석방법에 따라 NDF(중성세제 불용성 섬유소), ADF(산성세제 불용성 섬유소) 및 ADL(산성세제 불용성 리그닌)를 분석하였다.

본 실험에 이용한 젖소의 비유량을 기준으로 <25, 25< <30, 30< <35, 35kg/day<의 4개 군으로 분류하여 에너지, 단백질 및 아미노산을 기준으로 비유 예측 및 관측과의 변이를 비교 검증하였다.

### III. 결과 및 고찰

CNCPS(2000)를 이용하여 젖소의 산유능력에 따른 영양소 섭취량 및 예측 매개변수들에 대한 결과를 <표 1>에 나타내었다.

건물 섭취량 결과를 보면 유량 증가에 따라 비례하게 증가하는 결과를 나타내었고 평균 건물 섭취량

<표 1> 실험사료의 화학조성 및 건물 섭취량 결과

항 목	산유량(kg/일)				SEM
	<25	25< <30	30< <35	35kg/day<	
건물섭취량(kg/일)	18.10	21.74	23.33	27.69	0.33
조단백질(% , 건물기준)	16.15	17.57	17.96	18.77	0.10
중성세제 불용성 섬유소(% , 건물기준)	50.44	44.10	42.36	38.77	0.46
유효 NDF(% , 건물기준)	30.16	24.66	23.20	20.27	0.50
반추위 pH <sup>1</sup>	6.62	6.24	5.64	5.43	0.06
혈장내 요소태질소 농도(mg/dl <sup>1</sup> )	12.72	15.46	16.41	21.30	0.32
우유중 요소태질소 농도(mg/dl <sup>1</sup> )	11.19	13.60	14.44	18.74	0.28
조사료 급여수준(%)	46.17	37.60	35.33	30.78	0.79
반추위 통과속도(%/시간(조사료) <sup>1</sup>	4.03	4.52	4.77	5.48	0.06

1: 예측치(CNCPS, 2000)

은 22.54kg/일이었으며, 체중의 3.64%를 섭취한 것으로 조사되었다. 특히 사료 섭취량 중 조사료의 비율은 저능력우인 25kg/일 이하인 경우 46.17%에서 35kg/일 이상인 경우 30.78%로 낮아지는 결과를 보여 반추위 발효안정과 섬유소 소화에 중요하게 영향을 미치는 반추위 pH는 30kg/일 이상 산유량이 높은 젖소의 경우 6.0 이하로 예측되었다.

그러나 전체 우군의 NDF 섭취 수준을 비교하면 NRC(2001)의 산유량에 따른 권장 수준 이상 섭취한 결과를 나타내었으나, 반추 및 저작과 관계하는 유효 중성세제 불용성 섬유소 수준은 NDF의 약 60% 이하로 조사되어 전체 사료 중 식품 가공 부산물의 이용이 높은 원인에 기인하였다.

사료 단백질 섭취량 및 혈장과 우유중요소태질소 농도를 예측한 결과를 비교하면 산유량 증가에 따라 비례하게 증가하는 경향을 보였고 25kg/일 이하 경우 11.19mg/dl로서 Roseler 등(1993)의 권장 수준(12-18mg/dl)보다 낮은 것으로 예측되었고 유량 35kg/일 이상인 경우 18.74mg/dl로서 다소 높은 것으로 예측되었다.

〈표 2〉는 젖소의 산유량 결과와 CNCPS(2000)

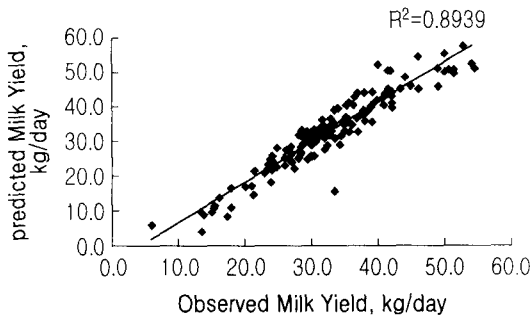
를 이용한 예측 산유량과의 비교를 분석한 결과를 보여주고 있다. CNCPS(2000)의 예측 유량 결과를 보면, 섭취한 영양소를 대사에너지(ME), 대사 단백질(MP) 및 아미노산(AA)을 기준으로 예측 평가하고 있으며, 각각의 예측 유량과 실제 산유량과의 비교를 보면, 산유량 25kg/일 이하인 경우 평균 ME의 경우 2.98kg/일, MP의 경우 0.95kg/일 낮게 예측된 결과를 나타내었고 산유량 35kg/일 이상인 경우 ME, MP 및 AA 각각 1.68, 3.65 및 8.17kg/일 더 생산되는 것으로 나타났다. 특히 AA를 기준으로 비교 평가할 경우 전체 우군에서 높게 예측된 결과를 나타내어 CNCPS(2000)의 경우 ME 및 MP를 기준으로 예측한 것보다 높은 산유량 결과를 나타내었다.

전체 우군에 대한 섭취 ME, MP 및 AA를 기준으로 산유량을 예측한 결과와 실제 생산된 유량과의 상관관계를 〈그림 1〉, 〈그림 2〉 및 〈그림 3〉에 보여주고 있다. 섭취 ME, MP 및 AA를 기준으로 비교할 경우 실제 생산량과는 0.16, 1.14 및 6.03kg/day 더 생산되는 것으로 나타났으며, 이는 실제 유량에 대하여 0.5%, 4.8% 및 19.7%로서 ME를 기

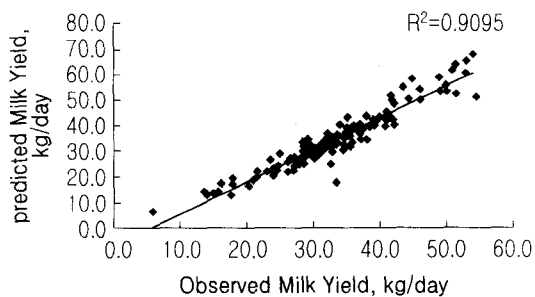
항목	유 생산량(kg/일)				예측유량의 변이 평균		
	실측 유량	ME <sup>1</sup>	MP <sup>2</sup>	AA <sup>3</sup>	ME	MP	AA
우군							
25<	20.40	17.42 <sup>4</sup>	19.46	24.64	-2.98	-0.95	4.24
25< 30	28.19	28.36	28.19	33.37	0.17	0.00	5.18
30< 35	32.27	32.25	32.12	37.14	-0.03	-0.16	4.87
35<	41.38	43.06	45.03	49.55	1.68	3.65	8.17
평균	33.01	33.17	34.15	39.04	0.16	1.14	6.03

1: 대사에너지 2: 대사단백질 3: 대사아미노산 4: 예측유량(CNCPS, 2000)

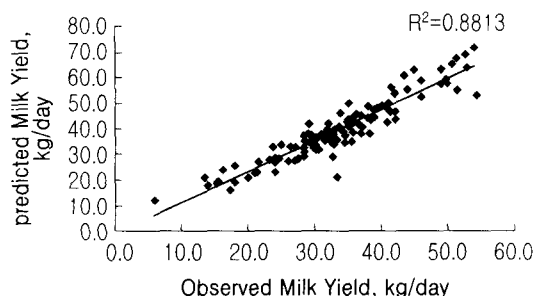
◀ 그림 1 ▶ 산유량에 따른 반추위 pH를 기준으로 예측 산유량의 비교



◀ 그림 2 ▶ 산유량에 따른 반추위 pH를 기준으로 예측 산유량의 비교



◀ 그림 3 ▶ 산유량에 따른 반추위 pH를 기준으로 예측 산유량의 비교



준으로 예측할 경우 높은 재현성을 나타내었다.

이 결과는 최근 Kolver 등 (1998)의 TMR을 이용한 연구결과 약 2.5%의 편차와 방목의 경우 약 6.8%의 차이를 나타낸 결과보다 낮은 차이를 나타내

었다. ADAS(2000)의 결과를 보면 ME 기준으로 산유량을 예측하는 경우 약 4%의 차이를 보인다 했다.

본 연구에서 산유량에 따른 반응 결과를 보면 ME를 기준으로 할 경우 30~35kg/일인 젖소가 다른 우군의 젖소에 비해 보다 정확히 예측되었으며, MP를 기준으로 할 경우 25~30kg/일인 우군이 더 정확히 예측되었다. 이 결과는 사료의 에너지 단백질 질 평가와 젖소의 ME 및 MP의 비유에 이용되는 효율의 차이가 난 것으로 사료되며, 특히 비유단계 및 분만 후 시간 경과에 다른 에너지 단백질의 젖소 체내 각 조직에서의 이용 효율의 차이와 변화가 반영되어야 할 것으로 판단된다.

### III. 요약

총 150두의 착유우를 이용하여 CNCPS(2000)에 의한 젖소의 영양소 이용효율과 젖소의 반응은 반추위 pH와 ME, MP 및 AA를 기준으로 예측 산유량과 실제 생산된 유량과의 비교를 검토하였다.

본 연구 결과를 요약하면 반추위의 pH는 산유량 30kg/일 이상의 경우 6.0 이하인 것으로 예측되었다. 우유중요소태질소 농도를 예측한 결과를 비교하면 산유량 증가에 따라 비례해 증가하는 경향을 보였다. 전체 우군에 대한 섭취 ME, MP 및 AA를 기준으로 비교할 경우 실제 생산량과 0.16, 1.14 및 6.03kg/일 더 생산되는 것으로 나타나 ME를 기준으로 예측할 경우 높은 재현성을 나타내었다.

그러나 AA를 기준으로 예측하는 경우 높은 편차를 나타내어 사료 및 반추위 미생물 합성량 및 소장에서의 흡수량 평가 등 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 판단된다. ㉟