

# NRC2001을 이용한 국내 착유우의 영양소 균형 평가



우택(주)  
서인준 박사

## 연구배경

NRC가 발간한 Nutrient Requirement of Dairy Cattle 7th Revised Edition, 2001(NRC2001)은 실제 농가에서 생산성 향상을 위하여 주요하게 이용할 수 있는 새로운 정보와 기술, 그리고 착유우의 영양소 요구량에 영향을 미치는 사양관리 및 환경적 요인을 고려한 dairy model을 소개하고 있다.

NRC2001은 Nutrient Requirement of Dairy Cattle 6th Revised Edition, 1989(NRC1989)보다 많은 부분이 보완되었다. NRC1989는 착유우의 건물섭취

요구량을 추정할 때, 장기간의 건물섭취요구량 추정에는 이용할 수 있으나 단기간의 추정에는 어려움이 있었다. NRC2001은 이를 보완하기 위하여 단기간의 건물섭취 요구량을 추정하기 위한 추정 공식을 제시하고 있다. 그리고 착유우의 영양소 균형 평가에 있어서도 NRC1989에서는 에너지는 가소화영양소총량(TDN)로, 단백질은 조단백질(CP)로 권장량을 제시하고 있으나, NRC2001에서는 각각 비유에 필요한 정미에너지(Net energy for lactation, NEL)와 대사 단백질(Metabolizable protein, MP)의 권장량을 제시하고 있으며 급여 사료를 통한 NEL 및 MP 섭취량을 추정하여 영양소 균형을 평가하고 있다. 또한 추정되는 NEL 및 MP 섭취량으로부터 가축의 유지요구량을 공제한 나머지 에너지 및 단백질로부터 생산 가능한 유생산량을 제시하고 있어서 사용자로 하여금 생산성 향상을 위한 보다 정밀한 방안을 제시하고 있다.

그러나 다양한 환경에서 사육되고 있는 동물들의 영양소 요구량 및 급여사료의 이용성을 추정할 때에는 많은 요인들이 영향을 미치기 때문에 NRC2001에서 제시하는 값들이 모든 착유우들의 영양소 요구량을 대표할 수는 없다. 또한 NRC2001은 착유우의 건물섭취 및 영양소 요구량을 추정함에 있어 쉽게 조사할 수 있는 대사체중(metabolic body weight, MBW), 신체충실지수(body condition score, BCS), 4%유지보정유량(fat corrected milk, FCM), 비유일수(days in milk, DIM), 임신일수, 연령 등과 같은 가축에서 얻어질 수 있는 요인만을 고려하고 있어 다양한 상황에서 사육되고 있는 착유우의 영양소 균형 평가를 함에 있어서는 항상 정확할 수는 없을 것이라고 생각한다. 그리고 NRC2001은 북미 지역의 착유우를 대상으로 하여 만들어졌으며, 국내 착유우의 사료급여환경, 사양관리 및 기타 사육환경은 북미지역과 다르다고 볼 수 있다.

따라서 국내에서 사육되고 있는 착유우에게 NRC2001을 적용함에 있어서는 그 적용성에 대한 검토가 필요하다. 본고에서는 이러한 관점에서 국내에서 사육중인 착유우를 대상으로 NRC2001이 권장하는 영양소섭취와 추정 유생산성간의 관련성을 평가한 결과를 소개하고자 한다.

### 평가자료

경기도 일대 12개 낙농가로부터 착유우 총 407두를 대상으로 하여 2003년 12월 부터 2004년 5월까지 평가에 활용할 자료를 조사하여, 조사대상 우군에서 비유 일수가 100일 이하 및 500일 이상, 월 평균 산유량이 10kg/day이하 그리고 체세포 수가 50만 이상인 착유우를 제외하고 총 831건의 유효자료를 확보하였다. 체중, BCS, 조사대상 우군 별 평균 조사료 섭취량 및 개체별 농후사료 섭취량은 월 2회 정기 방문을 통하여 조사하였고, 산차, 비유일수, 분만간격 및 월 평균 산유량과 유성분은 한국 종축개량 협회에 등록된 자료를 이용하였다.

이들 자료로부터 NRC2001 compute program(version 1.0)을 이용하여 개체 별 건물섭취(DMI), 정미에너지(NEL), 대사 단백질(MP)의 섭취 균형과 유생산성을 평가하였고, SAS(Strategic Application

Software) statistic package program(2001, release. 8.02 version)의 paired t-test procedure를 이용하여 유의성을 검정하였다. 그리고 자료의 분포 유형을 알아보기 위하여 scatter plotting을 실시하였다.

### 착유우 정보 및 급여 사료의 영양소 함량

조사한 착유우의 평균 체중은  $622.77 \pm 22.26\text{kg}$ , 산차는  $2.40 \pm 1.54\%$ , BCS는  $3.42 \pm 0.23$ , 비유일수는  $236.56 \pm 93.29$ 일을 나타내었다. 평균 유 생산량은  $29.04 \pm 7.32(\text{kg/day})$ , 유지지방은  $4.15 \pm 0.58(\%)$ , 유단백질은  $3.36 \pm 0.35(\%)$ , 무지고형분은  $8.88 \pm 0.41(\%)$ , MUN은  $16.18 \pm 3.32(\text{mg/dl})$  및 체세포수는  $111.99 \pm 103.80(10^3/\text{ml})$ 을 나타내었다. 조사한 우군에게 급여된 사료의 평균 건물함량은  $80.23 \pm 6.27\%$ , CP는  $16.28 \pm 0.99\% \text{DM}$ , EE는  $4.46 \pm 0.53\% \text{DM}$ 이었고, NFC는  $36.00 \pm 3.42\% \text{DM}$ , NDF는  $40.45 \pm$



$4.24\% \text{DM}$ , 조사료 유래의 NDF는  $21.93 \pm 4.62\% \text{DM}$ 이었다. 조사한 우군에게 급여된 사료섭취량을 이용하여 NRC2001을 통해 추정된 평균 RDP는  $10.53 \pm 0.65\% \text{DM}$ 이었고, RUP는  $5.75 \pm 0.46\% \text{DM}$ 이었으며, NEL과 MP는 각각  $1.56 \pm 0.04 \text{Mcal/kgDM}$ 과  $104.98 \pm 5.47 \text{g/kgDM}$ 이었다.

NRC2001은 조사료원으로서 적당한 입자도의 옥수수 혹은 알팔파 사일리지와 파옥쇄가 주된 전분질사료로서 TMR로 급여되는 경우 급여사료 중 NDF 함량은 최소 25 - 33%DM, 조사료 유래의 NDF 함량은 15-19%DM, NFC 함량은 최대 36 - 44%DM으로 권장하고 있다. 본 연구에서 조사한 착유우에게 급여한 사료 중 NDF 함량과 조사료 유래의 NDF함량은 각각  $40.45 \pm 4.24\% \text{DM}$ ,  $21.93 \pm 4.62\% \text{DM}$ 으로 NRC2001 권장안 보다 높았으며, NFC 함량은  $36.00 \pm 3.42\% \text{DM}$ 로 NRC2001의 최소 권장안과 유사하게 나타났다. 이는 착유우에 대한 에너지 및 섬유소 공급원으로서 비트펄프, 면실, 맥주박과 같은 부산물이 급여 사료 전체의

약30%를 차지하고 있기 때문이라고 생각되었다.

## 영양소 균형 평가 및 유생산성

조사한 착유우의 실제 건물 섭취량으로부터 NRC2001이 제시하는 계산 공식을 이용하여 산출한 NEL 및 MP 섭취량과 NRC2001이 추정하는 건물섭취 요구량, NEL 및 MP섭취 요구량의 결과를 표 1에 나타내었고, 그림 1에는 그들 간의 scatter plotting을 나타내었다.

조사한 착유우의 실제 건물섭취량과 NRC2001이 추정한 건물섭취요구량은 각각  $23.53 \pm 2.99 \text{kgDM/day}$ ,  $22.61 \pm 2.45 \text{kgDM/day}$ 로 NRC2001이 추정한 건물섭취요구량보다 실제 건물섭취량이  $0.92 \pm 2.21 \text{kgDM/day}$ 가 높았다( $P < 0.01$ ). 또한 그림 1에 나타낸 것처럼 조사한 착유우의 실제 건물섭취량과 NRC2001이 추정한 건물섭취요구량의 scatter plotting에서 조사한 자료의 63%가 NRC2001이 추정한 건물섭취요구량 보다 많이 섭취한 것으로 나타났으며, NRC2001이 추정하는 건물섭취요구량이 낮을수록 더 많이 섭취하는 경향을 나타내었다.

실제 급여된 건물을 바탕으로 NRC2001이 제시하는 계산식을 이용하여 산출한 NEL 및 MP 섭취량은  $36.7 \pm 4.6 \text{Mcal/day}$ ,  $2.48 \pm 0.42 \text{kg/day}$ 이었으며, 이는 NRC2001이 추정한 NEL 및 MP 요구량 보다 각각  $4.3 \pm 3.9 \text{Mcal/day}$ ,  $0.20 \pm 0.29 \text{kg/day}$ 가 높았다( $P < 0.01$ ). 실제 NEL 및 MP 섭취량과 NRC2001이 추정한 NEL 및 MP 요구량의 scatter plotting(그림 1)에서 NEL은 조사한 자료의 90%, MP는 조사한 자료의 76%가 NRC2001이 추정한 NEL 요구량보다 높게 나타났으며, NEL과 MP는 모두 NRC2001이 추정하는 요구량이 낮을수록 실제 NEL과 MP 섭취량과의 차이는 더 커지는 경향을 나타내었다.

국내의 착유우가 NRC2001이 추정한 NEL과 MP 요구량보다 더 많이 섭취한 것은 NRC2001이 추정한 건물섭취요구량보다 더 많은 건물을 섭취한 것이 원인이 될 수 있다. 또한 급여사료의 추정 NEL 및 MP 농도는 각각  $1.56 \text{Mcal/kgDM}$ ,  $105.0 \text{g/kgDM}$ 으로 건물섭취 균형평가에서 더 많이 섭취한 건물량( $0.9 \text{kgDM/day}$ )을

표 1. NRC2001 dairy model을 이용하여 추정한 국내 착유우의 영양소 섭취균형

항 목	실제 섭취량	추정 요구량	차 이	P value
DM, kg/d	$23.53 \pm 2.99^a$	$22.61 \pm 2.45$	$0.92 \pm 2.21$	$< 0.01$
NEL, Mcal/d	$36.69 \pm 4.58$	$32.37 \pm 4.99$	$4.32 \pm 3.94$	$< 0.01$
MP, kg/d	$2.48 \pm 0.42$	$2.28 \pm 0.39$	$0.20 \pm 0.29$	$< 0.01$

1. DM : 건물, NEL: 비유에 필요한 정미에너지, MP: 대사단백질

2. 평균 ± 표준편차

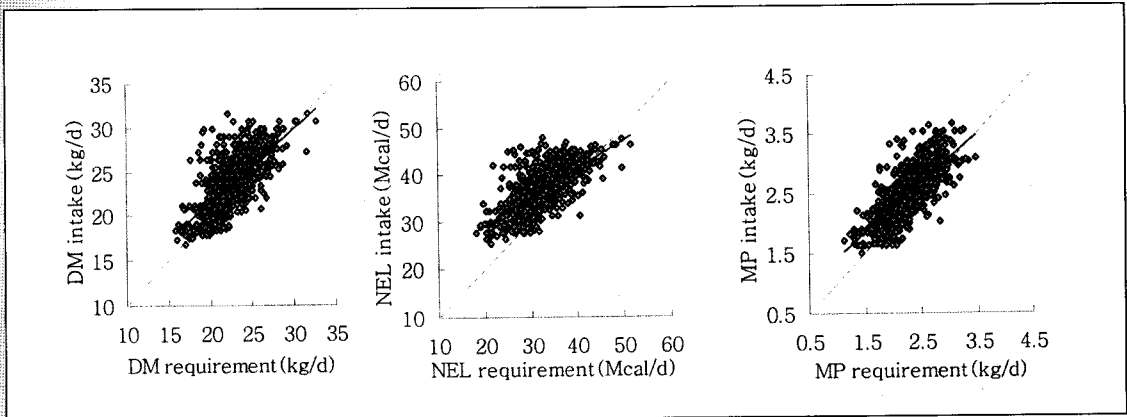


그림 1. 건물(DM), 비유에 필요한 정미에너지(NEL) 및 대사단백질(MP)의 실제 섭취량과 NRC2001의 권장 요구량 (Requirement)의 산포도. 실선은 y=x를 나타냄.

제외하고서도 NEL은 2.9Mcal/day, MP는 0.11kg/day을 더 많이 섭취한 것으로 나타났다.

국내 착유우의 실제 유생산량 조사결과로부터 NRC2001이 추정하는 NEL 및 MP allowable milk yield의 결과를 표 2에 비교하였고, 그림 2에는 실제유량(actual milk yield)과 NEL 및 MP allowable milk yield 사이의 산포도를 나타내었다.

조사한 착유우의 actual milk yield는 29.04±7.32kg/day인데 비하여 NEL 및 MP allowable milk yield는 각각 34.78±7.79kg/day, 33.36±8.96kg/day로 actual milk yield가 각각 5.75±5.29kg/day, 4.32±5.99kg/day가 더 낮았다(p<0.01). 그림 2의 actual milk yield와 NEL 및 MP allowable milk yield의 산포도에서 NEL 및 MP allowable milk yield는 actual milk yield 보다 각각 90% 및 76%가 높게 나타났으며, NEL 및 MP allowable milk yield가 증가 할수록 actual milk yield와의 차이는 커지는 경향을 나타내었다.

NRC2001을 이용한 영양소 균형 평가에서 NRC2001이 제시하는 계산식을 이용한 NEL 및 MP 섭취량

표 2. 국내 착유우의 실제 유량과 NRC2001 dairy model 추정 NEL 및 MP allowable milk yield와의 차이

항 목	실제 유량 (kg/day)	추정 유량 (kg/day)	차 이 (kg/day)	P value
NE allowable milk	29.04±7.32 <sup>1</sup>	34.78±7.79	5.75±5.29	< 0.01
MP allowable milk		33.36±8.96	4.32±5.99	< 0.01

1. 평균±표준편차

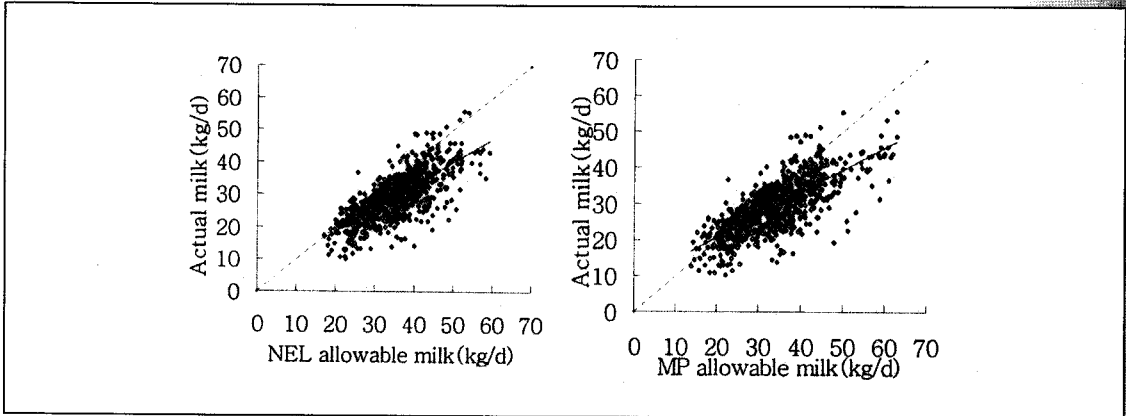
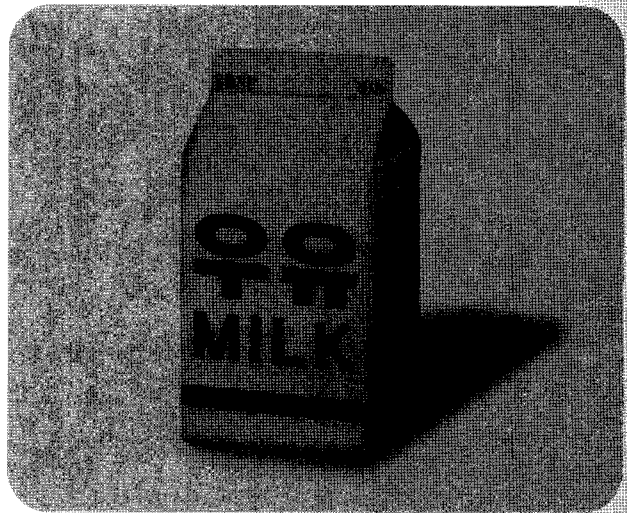


그림 2. 실제 유량과 NRC2001 추정 비유에 필요한 정미에너지(NEL) 및 대사단백질(MP) allowable milk yield의 산포도. 실선은 y=x를 나타냄.

은 NRC2001이 추정 한 요구량보다 각각  $4.3 \pm 3.9\text{Mcal/day}$ ,  $0.20 \pm 0.29\text{g/day}$ 가 높았음 ( $P<0.01$ )에도 불구하고, actual milk yield는 NEL 및 MP allowable milk yield 보다 낮게 나타났다( $P<0.01$ ).

### 결론

NRC2001 dairy model을 이용하여 국내 착유우의 영양소 균형과 유생산성을 평가한 결과, 실제 건물섭취량은 NRC2001 dairy model을 이용하여 추정 한 건물섭취량보다  $0.9 \pm 2.9\text{kgDM/day}$ 가 높았으며, 실제 건물섭취량으로부터 추정 한 NEL, MP 섭취량은 NRC2001 dairy model이 추정 한 NEL, MP 요구량 보다 각각  $4.32 \pm 3.94\text{Mcal/day}$ ,  $0.20 \pm 0.29\text{kg/day}$ 가 높았으나, 실제 유생산량은 추정 NEL 및 MP allowable milk yield 보다 각각  $5.75 \pm 5.29\text{kg/day}$ ,  $4.32 \pm \text{kg/day}$ 가 낮게 나타났다.



이와 같은 조사결과는 우리나라의 기후, 급여사료 및 사양관리 환경이 북미와 다르기 때문이라고 생각하며, NRC2001 dairy model을 국내 착유우에 적용하기 위해서는 그들이 영향을 미치는DMI, NEL 및 MP 요구량을 추정하는 부분이 일부 조정되어야 할 것으로 판단되며, 급여사료의 이용효율 또한 검토되어야 할 것이라고 생각한다. ⑤