

유지율에 영향을 미치는 사료내 영양소



여준모 박사(농촌진흥청 축산연구소 낙농과)

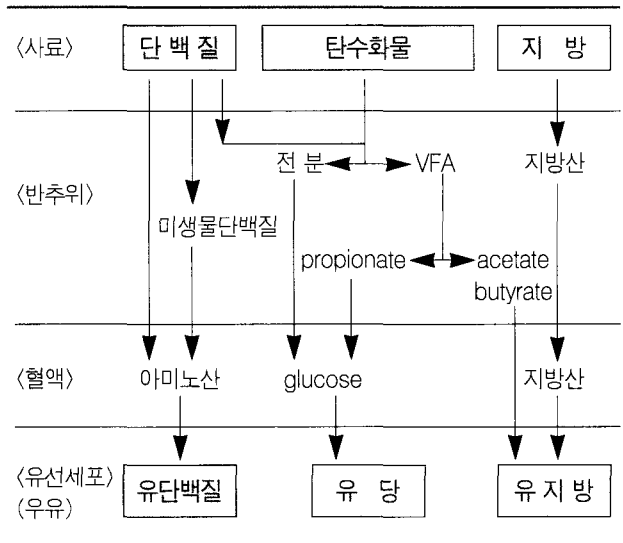
I. 서론

젖소의 우유내 지방은 95~98% 정도가 중성지방(triglycerides)으로 구성되어 있고, 나머지는 인지질(phospholipids), 콜레스테롤(cholesterol), 유리 지방산(free fatty acids) 등으로 구성되어 있다. 중성지방을 구성하고 있는 지방산들은 결합된 탄소의 수에 따라서 단쇄 지방산(C4~C10), 중쇄 지방산(C12~C16), 그리고 장쇄 지방산(C18 이상)으로 구분된다. 단쇄 지방산과 절반 정도의 중쇄 지방산은 유방의 유선세포내에서 acetate와 3-hydroxybutyrate를 이용하여 새로이 합성이 되고, 장쇄 지방산과 나머지 1/2의 중쇄 지방산은 혈액으로부터 직접 공급받는다.

Acetate와 3-hydroxybutyrate는 반추위내에서 미생물이 섭취한 사료를 이용할 때 생성되는 휘발성 지방산(VFA: Volatile Fatty Acids)으로부터 유래되고, 혈

액으로부터 유선세포로 직접 이행이 되는 지방산들은 사료내 지방이나, 체지방의 분해를 통해서 공급이 된다(〈그림 1〉). 따라서 급여하는 사료는 유지방 합성에 많은 영향을 미칠뿐만 아니라, 유지방 함량이 변하지 않더라도 각 지방산의 비율에 영향을 미쳐 유지방을 변화시킬 수 있다.

〈그림 1〉 우유 합성을 위한 영양소 이용 경로



II. 본문

1. 농후사료와 조사료의 비율이 유지방에 미치는 영향

급여하는 사료내 농후사료(전분함량이 높은 곡류사료) 비율의 증가는 반추위내 propionate의 생성량을 높이고 상대적으로 acetate의 생성량을 감소시켜, 유지방 합성에 필요한 전구물질의 공급량을 감소시킨다. 또한 반추위내 propionate와 반추위내에서 소화되지 않은 전분은 소장에서 glucose로 분해되어, 췌장에서 인슐린(insulin)의 분비를 촉진시킨다.

젖소의 경우 인슐린은 체내 지방세포의 지방합성 작용을 증가시키고, 체지방 분해를 억제하는 작용이 있기 때문에, 인슐린의 증가는 유방에 공급되는 유지방 전구물질들의 양을 감소시킨다.

<표 1>은 버퍼제의 첨가와 농후사료:조사료의 비율이 유지방 함량에 미치는 영향을 비유시기에 따라 조사한 실험결과이다.

유지방 함량은 비유초기에는 낮고 비유말기에는 높아졌다. 버퍼제를 첨가하지 않은 처리구에서는 농후사료의 비율이 높을수록 유지방 함량이 크게 감소하였다.

하지만, 버퍼제의 첨가는 유지방 함량의 감소를 억제하였을 뿐만 아니라 유량도 증가시켰다.

농후사료 비율의 증가는 반추위내 pH를 감소시켜 섬유소를 이용하는 반추미생물의 활동을 제한시키는 원인이 된다. 또한 반추위내 pH가 5.5 정도로 낮아져 젖산이 생성될 경우에는 산 중독증을

유발시킬 수 있다. 버퍼제는 반추위내 pH를 안정화시키는 역할을 하기 때문에 농후사료의 과잉 급여에 의한 악영향을 줄여줄 수 있다. 이외에도 반추위내 환경의 변화를 최소화시켜 유지방 함량의 변화를 줄여줄 수 있는 방법들로서 하루 급여하는 사료횟수를 증가시키거나, TMR의 이용, 전분위주의 사료를 에너지 함량이 높고 섬유소의 함량이 높은 사료(비트펄프)로 대체 급여하는 방법과 적정 조사료의 길이 유지 방법 등이 있다.

<표 1> 버퍼제와 농후사료: 조사료 비율이 유생산에 미치는 영향

	버퍼제* 무첨가		버퍼제 첨가	
	50:50	75:25	50:50	75:25
〈비유초기〉				
유량(kg/d)	32.9	30.5	32.0	35.1
유지방(%)	2.84	2.37	2.91	3.18
〈비유말기〉				
유량(kg/d)	21.9	24.3	23.5	24.7
유지방(%)	4.21	2.91	4.12	4.09

*버퍼제: sodium bicarbonate

- 자료출처: Animal Feed Science and Technology(1996) 60:161~180

2. 사료내 지방이 유지방에 미치는 영향

사료내 지방의 첨가 수준은 건물기준으로 약 5%를 초과하지 않는 것이 권장되고 있다. 그 이상이 될 경우에는 반추위내 미생물의 섬유소 분해 활동에 영향을 미쳐 acetate의 생산을 감소시키기 때문이다. 하지만, 최근에는 특정 지방산이 유선세포내에서 직접적으로 유지방의 합성을 감소시키는 이론이 정립되어 가고 있다.

사양

지방산은 분자내 탄화수소의 이중결합 유무에 따라 포화지방산과 불포화지방산으로 구분된다.

이중결합이 없는 것을 포화지방산이라 하고, 분자내 이중결합이 1개 이상인 것을 불포화지방산이라 한다. 불포화 지방산은 반추위내에서 미생물에 의한 수소 첨가작용으로 인하여 이중결합의 수가 감소되어 진다. 예를 들면, 이중결합이 2개 있는 linoleic acid(C18:2)의 경우 수소첨가 작용에 의하여 이중결합이 하나인 oleic acid(C18:1), 그리고 포화지방산인 stearic acid(C18:0)의 순으로 변하게 된다.

하지만 불완전한 수소첨가 작용에 의하여 여러 종류의 이성질체가 발생하는데, linoleic acid의 경우 이를 CLA(conjugated linoleic acid)라 한다. 이 CLA 중 trans-10, cis-12 C18:1 CLA는 유지방 합성을 감소시키는 것으로 많이 보고되고 있다(표 2).

<표 2> trans-10, cis-12 CLA의 첨가수준이 유지방 함량에 미치는 영향

	trans-10, cis-12 CLA(g/d)	
	0	3.5
건물섭취량(kg/d)	22.7	21.9
유량(kg/d)	26.4	26.5
유지방(%)	3.00	2.28

- 자료출처: Journal of Nutrition(2001) 131:1764~1769

<표 2>의 실험에서는 지방산이 반추위내 영향을 미치는 것을 방지하기 위하여 trans-10, cis-12 CLA를 4위내 주입하였다.

건물섭취량과 유량은 두 처리구간에 비슷하게 유지되었음에도 불구하고, 유지방 함량은 CLA

첨가에 의하여 약 25% 정도가 감소되었다.

CLA에 의하여 유지방 함량이 감소된 실험들에서 보고된 공통된 특징은 단쇄 지방산의 함량이 다른 지방산들보다 크게 감소되었다는 점이다.

그러므로 trans-10, cis-12 C18:1 CLA는 유선세포내에서 지방산들이 합성되는 과정에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다.

식물성 지방은 불포화 지방산의 함량(약 70% 이상)이 매우 높고 또한 linoleic acid의 함량도 대부분 높은 편이다. 반면, 동물성 지방(우지)은 포화지방산이 약 50% 정도이고 나머지 대부분은 oleic acid (C18:1)가 차지하고 있다. 따라서 식물성 지방보다는 동물성 지방이 유지방 함량의 감소에 미치는 영향을 줄일 수 있고, 이외 보호지방의 이용은 유지방의 감소를 줄일 뿐만 아니라 증가시킬 수 있는 가능성이 높다고 보고되었다.

3. 사료내 아미노산이 유지방에 미치는 영향

일반적으로 사료내 단백질이 유지방 합성에 미치는 영향은 예측하기 어렵다고 보고되어 왔다.

하지만, 메치오닌(methionine)의 첨가(보호메치오닌 또는 4위내 혈액에 직접 주입한 경우)는 유지방 함량과 생산량을 증가시키는 것으로 널리 알려져 있다. 이는 메치오닌이 간에서 인지질의 합성을 촉진시켜, 유방으로의 중성지방 공급량을 증가시키는 것과 연관이 있는 것으로 보고되었다. 하지만 아미노산이 유지방에 영향을 미치는 것은 메치오닌에 제한된 것만은 아닌 것으로 밝혀졌다.

최근의 자료에 의하면 사료내 히스티딘(hist-

dine)이 부족할 경우 유지방 함성이 증가되는 것으로 보고되었다. <그림 2>는 4개의 아미노산(메치오닌, 라이신, 트립토판, 히스티딘)을 혈액내 주입한 구(아미노산(+His))와 4개의 아미노산에서 히스티딘을 제외하고 주입한 것(아미노산(-His))을 비교한 실험 결과이다. 히스티딘이 제외되었을 경우에는 유지방 생산량이 기초사료 급여구에 비하여 크게 증가하였지만, 히스티딘이 첨가되었을 경우에는 유지방 생산량이 기초사료 급여구와 비슷한 수준으로 감소되었다.

이와 비슷한 실험 결과들에 의하면, 히스티딘의 부족은 유방내 혈액의 유입량을 증가시키고, 유지방의 생산량은 혈액내 유지방 전구물질들의 함량과 비례관계에 있는 것과 연관되어 있기 때문에 결국 유지방 생산량을 증가시키는 것으로 보고하였다. 특정 아미노산만이 유지방 함성에 영향을 미치는 것인지, 아니면 보다 넓은 범위에서 아미노산의 과부족으로 인한 아미노산의 불균형이 영향을 미치는 지에 대해서는 명확히 밝혀진 바는 없다. 하지만, 유지방의 변화가 섭취하는 영양소내 아미

노산의 균형을 판단하는 예측 근거로서 이용될 수 있다는 보고들이 아미노산을 이용한 실험들에서 제시되었다.

III. 결론

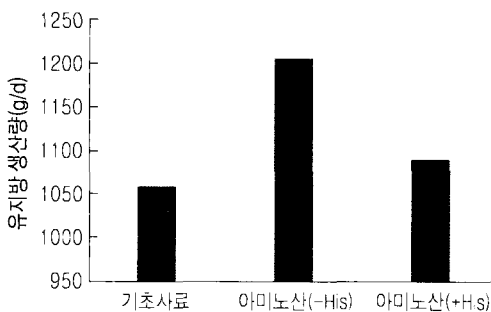
우리나라의 평균 유지방 함량은 3.7~3.8% 수준으로 유지되고 있다.

농후사료의 의존도가 높은 우리나라의 사양 여건과 홀스테인 젖소의 유지방 생산을 위한 유전능력이 높지 않다는 점을 고려할 때 이러한 수준의 유지방 함량을 유지할 수 있다는 것은 특이한 점이라 할 수 있다. 이러한 결과는 점진적인 사양관리의 개선과 유전능력의 향상을 위한 노력이 뒷받침 되었기 때문인 것으로 사료된다.

유지방에 관한 최근의 연구동향로서 많은 관심이 쏠리고 있는 부분은 유지방의 질을 향상시키는 것이다. 앞서 언급된 CLA는 체지방의 합성을 억제하는 역할을 하고 또 다른 한 종류의 CLA는 건강에 매우 이로운 것으로 알려져 있어 유지방내 이 CLA의 함량을 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

건강에 대한 관심이 점차 높아지면서 지방의 함량이 높은 식품을 점차 기피하고 있는 현 시점에서 이러한 노력은 소비자의 지방에 대한 인식을 개선시켜, 우유의 소비를 증가시킬 수 있는 방법이 될 수 있기 때문에 낙농가 및 소비자에게 반가운 일이 아닐 수 없다. ㉞

<그림 2> 아미노산이 유지방 생산량에 미치는 영향



- 자료출처: Journal of the Science of Food and Agriculture (2001) 81:1150~1155