

# 착유우에서 지방사료와 번식



최 병 렬 · 농학박사  
(주)미래자원ML 신소재개발연구소

## 서론

최근 연간305일 착유량 기준으로 12,000kg을 생산하는 고능력우 수가 증가하여 목장에서 여러 형태의 번식장애를 호

소하고 있는 실정이다. 종축개량 협회 유우 검정 보고서에 따르면 2005년 현재 유우 검정농가 착유우들의 평균 산차를 살펴보면 2.5산 정도로 나타나고 있으나 비검정농가들을 포함시킬 경우 우리나라의 평균산차는 이보다 더 낮을 것으로 추정된다. 이처럼 평균산차가 낮은 이유는 번식장애에 의한 도태를 증가가 일조를 하고 있는 것으로 나타나고 있다. 번식장애가 나타나는 이유는 우유 생산량 증대로 인한 에너지 부족형 사양관리 등에서

찾아 볼 수가 있다. 이러한 문제점들을 해결하고 고능력우의 높은 에너지 요구량을 충족시켜 주기 위한 사양관리 및 에너지 사료개발이 그 동안 꾸준히 연구되어 오고 있다. 특히 에너지 함량이 다른 영양소들에 비하여 현저하게 높은 지방사료의 중요성이 일찍부터 강조되어 오고 있다. 본고에서는 지방사료가 착유우의 번식성적에 미치는 영향을 평가한 연구 결과들을 토대로 효율적인 지방사료의 이용방안을 모색하고자 한다.

## 1. 착유우에서 지방사료 활용

고능력우의 높은 에너지 요구량을 충족시켜 주기 위한 전통적인 방법은 사료 내 전분 함량을 높이는 것이다. 그러나 전분 함량이 높은 곡류를 다량 사용할 경우 반추위 내 과량의 유기산들이 축적되어 반추위 산독증(rumen acidosis)를 야기시

〈표 1〉 지방 사료 원료와 곡류의 비유에너지 비교 (NRC, 2000)

사료	NEL 3X, Mcal/kg	사료	NEL 3X, Mcal/kg
옥수수	2.01	부분 경화지방	2.97
칼슘염 지방	5.02	우지	4.53
가수분해 우지지방산	5.41	식물성 지방	5.65

〈표 2〉 지방 급여 시 건물 섭취량(DMI), 에너지 섭취량, 유량 및 우유 조성분 변화

항목	% 칼슘염 보호지방				SEM	P <
	0	3	6	9		
사료섭취량, kg/일	23.9	21.7	20.3	19.8	2.34	0.0001
NEL 섭취, Mcal/일	36.4	36.6	33.9	33.2	2.46	0.0001
유량, kg/일	31.9	32.2	32.5	29.9	2.28	0.005*
유지율, %	3.27	3.15	3.34	3.41	0.30	0.05
유단백율, %	3.12	2.97	2.96	2.99	0.16	유의성 없음

주) \* 표시 P value는 quadratic 효과를 나타내며 나머지는 linear 효과를 보임.

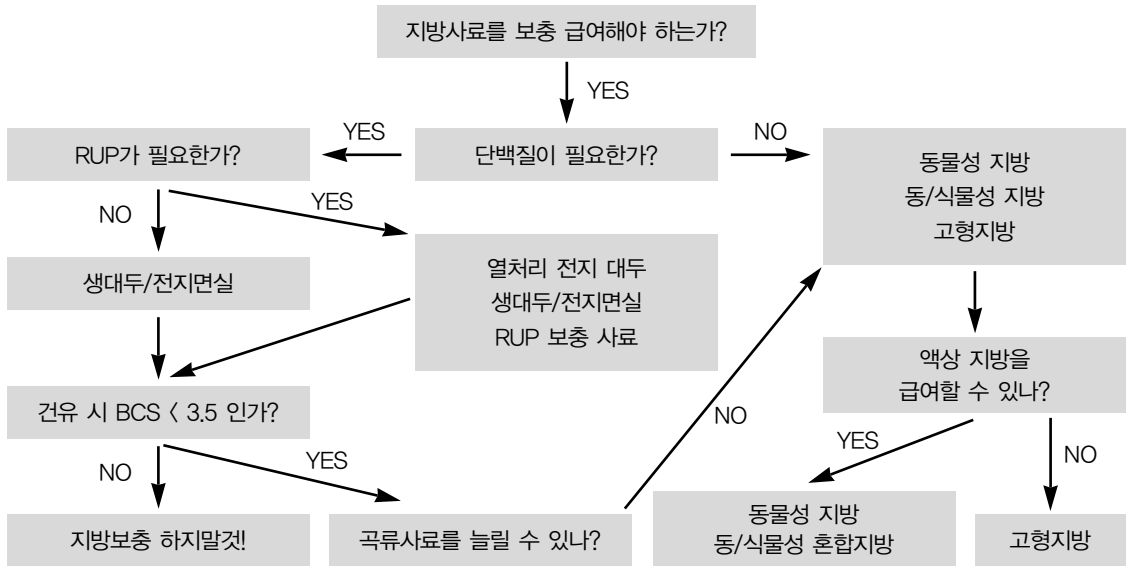
키게 된다. 그 동안의 연구 결과들을 보면 반추위 산독증은 제염염, 반추위 각질화, 궤양 등의 질병을 야기시키고 유지방 함량 및 우유 생산량 감소, 그리고 건물 섭취량을 감소시키는 부작용을 초래한다. 이러한 문제점들을 해결하지 않고서는 곡류 사료만으로 고능력우의 고에너지 요구량을 충족시켜 줄 수 없게 되었다. 그리하여 곡류를 대체할 사료로서 지방이 중요성이 대두되었고 많은 연구자들이 지방을 활용한 에너지 급여 증대를 위한 연구들을 실시하여 그 결과들을 보고하여 오고 있다. 일반적으로 지방사료는 기소화영양분 총량(TDN) 기준으로 평가할 경우 약 4,409Mcal/kg 으로서 단백질이나 탄수화물에 비하여 2.25배 높은 에너지 함량을 지니고 있다. 비유 정미에너지 기준으로 볼 때 우지는 4.53 Mcal/kg, 식물성 지방은 5.63 Mcal/kg으로서 분쇄 옥수수 2.01 Mcal/kg 보다 각각 약 2.25배 및 2.8배 정도 더 높은 것으로 보고되고 있다. 지방사료의 높은 에너지 함량으로 인하여 지방을 첨가한 사료의 단위 중량 당 에너지 함량이 증가되어 동량의 사료를 섭취하더라도 에너지 섭취량이 곡류 위주의 에너지 사료에 비하여 높아지게 된다.

일반적으로 지방을 급여할 경우 젖소의 산유량

이 증가하는 것으로 널리 보고되었다. 그 가장 주된 요인으로서 에너지 섭취량의 증가를 꼽을 수 있다. 오하이오주립대학 연구팀에 의하면 보호지방을 사료 총건물 중량의 6%까지 급여하였을 때 에너지 섭취량, 우유 생산량 및 유지방 함량이 증가되었음을 보고하였다 〈표 2〉.

그러나 사료 건물 중 총 지방 함량이 6~7% 이상을 초과할 경우 사료 섭취량이 감소되어 우유 생산량이 감소하는 것으로 나타나고 있다. 과도한 지방사료 급여는 호르몬 작용에 의한 반추위 반복 감 및 에너지 섭취 증가에 따른 식욕감퇴로 인하여 식욕을 저하시키는 것이다. 따라서 지방을 급여할 경우 총지방 함량이 급여하는 사료 총 건물 중량 기준으로 7%이상이 초과하지 않도록 해야만 건물 섭취량은 물론 다른 영양소들의 섭취량 감소를 초래하지 않고 적절한 양의 에너지를 공급할 수 있을 것이다.

〈그림 1〉은 지방사료 보충 급여를 결정할 때 유용하게 쓰일 흐름도이다. 단백질 보충 급여가 필요할 때 단백질과 지방함량이 높은 전지면실과 열처리 또는 비열처리전지대두를 활용하면서 지방 사료의 보충급여를 결정하는 것이 좋다. 건유 시 예상되는 BCS에 따라 지방을 보충해 줄 것인가를



〈그림 1〉 지방사료 보충 급여 결정 흐름도

\*RUP : 비분해 단백질

결정하는 것이 매우 중요하다 하겠다. 건유 시 예상되는 BCS가 3.5이상일 경우에는 지방 보충 급여를 하지 않음으로써 젖소의 과비를 막아 분만 직후 예상되는 과비증후군을 예방하는 것이 중요하다.

## 2. 지방 사료 종류의 선택

지방사료를 급여하기 전에 가용할 수 있는 지방사료의 종류와 특성을 인지하는 것이 중요하다.

지방 보충사료에는 종실류(전지대두, 전지면실 등), 동물성 지방(우지, 계유, yellow grease 등) 및 식물성 지방(팜유, 대두유, 옥수수유 등)이 있는데 동물성과 식물성을 혼합한 형태의 지방사료, 또는 분말지방 등이 있다. 이들 지방사료의 특성은 표 3에서 보는 바와 같다. 특히 젖소용으로 개발된 분말 지방의 경우 칼슘 등과 결합시킨 보호지방과 불포화지방산의 일부를 경화시킨 경화보호지방 등이 있다. 이러한 보호지방들의 지방 함량은 제조 가공 방식에 따라 지방 함량이 약 80~99% 정도로 차이를 보이고 있다.

〈표 3〉 젖소용 주요 지방사료의 지방 함량과 기타 영양적 특성

지방사료 종류	지방 함량, %	기타 영양소 공급 능력
전지면실	18 ~ 20	조섬유, 조단백질 급원
전지 대두	18 ~ 20	조단백질 (열처리 시 우수한 RUP 급원)
우지	100	기타 영양소 공급 능력 없음
보호지방	80 ~ 99	기타 영양소 공급 능력 미미하거나 없음

지방사료들의 소장에서의 소화율은 일반적으로 포화도에 따라 결정이 된다. 미국 크립슨 대학의 켈킨스 연구팀의 보고(1989)에 의하면 우지(포화도 43%)를 경화우지(포화도 99%; C<sub>18:0</sub>, 스테아린산 76%)로 대체하여 착유우에게 급여하였을 때 사료 지방의 일반 소화율이 68%에서 47%로 급격하게 저하되었다고 한다. 이 실험 결과로 미루어 볼 때 고수준의 포화 지방산, 특히 스테아린산의 함량이 높을수록 소장에서의 지방 소화율이 현저하게 저하될 수 것으로 사료된다. 그러나 불포화지방산 함량이 어느 정도 함유되어 있다면 포화지방산의 소화 흡수를 도울 것으로 판단하고 있다. 미국 위스콘신 대학의 그루머 박사의 연구에 의하면 미국 내에서 시판되고 있는 보호지방의 소화율을 착유우에서 측정한 결과 보호지방 내 올레인산(C<sub>18:1</sub>)의 함량이 최소 10% 정도면 소화율에 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 나타났다. 이처럼 경화의 정도 및 제품 내 올레인산의 함량에 따라 소장에서의 소화율의 차이를 나타내게 되어 결국

에너지 함량의 차이를 가져오는 것으로 사료된다 (표 1 참고). 따라서 지방 급여를 결정할 때 이러한 소화율 자료 등을 고려하여 지방사료를 선택하는 것이 유리하다.

### 3. 지방사료와 젖소의 번식성적

우유 생산량이 많은 대부분의 고능력우들은 비유초기 식욕감퇴에 의한 건물 섭취량(에너지 섭취량) 부족과 급격히 증가하는 우유 생산량으로 말미암아 부(負)의 에너지 균형(에너지 적자 negative energy balance)을 겪게 된다. 이런 부의 에너지 균형은 난포 발육을 저해하여 발정 장애를 야기시키고 장기 공태우를 양산하게 된다. 많은 목장에서 지방사료 급여를 결정하는 주요 이유 중 하나가 바로 번식성적을 개선시키려는 의도로 사료된다. 실제로 많은 연구 결과에 의하면 지방사료를 보충 급여할 경우 번식성적이 개선되는 것으로 보고되

〈표 4〉 지방사료 급여에 의한 난포 수 및 직경의 변화

직경	대조구	칼슘염 보호지방	SEM
6 ~ 9 mm	1.1	0.6	0.3
10 ~ 15 mm	1.1	1.2	0.2
≥16 mm	0.2	0.7	0.1

Lucey 등(1992)

〈표 5〉 지방 급여와 난포 직경(mm)

지방사료 종류 및 첨가량	지방 비첨가사료	지방첨가사료
칼슘염 보호지방 2.2%	12.4	18.2
대두유 200ml	7.0	10.2
우지, 0.45 kg	16.9	20.9
우지 1.9%	12.7	16.3

Staples 등, 1998



고 있다. 지방을 급여하여 번식성적이 개선되는 이유로는 1)지방산 중 리놀레익산(linoleic acid, C18:2)은 피지에프투알과(PGF<sub>2α</sub>)의 합성을 억제하여 황체 지속기간을 증대시켜 임신유지에 도움을 주고, 2)지방 급여 시 혈 중 콜레스테롤 농도가 증가하여 임신유지 호르몬인 프로게스테론의 합성을 증가시키며, 3)지방은 또한 난포의 성장을 촉진하고, 4)지방 급여 시 에너지 균형이 개선되면서 난포의 성장을 촉진하기 때문인 것으로 나타나고 있다 (표 4, 5).

현재 우리나라 목장에서 큰 문제로 대두되고 있는것은 인공수정 후 임신유지 실패에 따른 재발정 증가 또는 인공수정 횟수 증가이다.

이는 단순히 재발정의 문제가 아니라 재발정에 따른 공태기간의 연장에 따른 경제적 손실이 증가하는 점이다.

따라서 인공수정 후 재발정이 발생하는 원인을 찾아 근본적인 원인을 제거하는 것이 성공적인 번식을 기할 수 있다. 재발정은 인공수정 후 임신이 유지되지 못하여 나타나게 된다. 임신을 유지시키는 것은 황체에서 분비되는 프로게스테론이라는 임신유지 호르몬의 작용에 의한다.

만약 프로게스테론의 분비가 정상적으로 발생하지 않을 경우 임신이 중단되어 발정이 재개된다. 영양학적으로 프로게스테론의 분비를 촉진하는 방법들 중에는 전통적으로 지방을 급여하는 방법이 있다. 지방을 급여할 경우 혈 중 콜레스테롤 함량

이 증가된다. 콜레스테롤은 프로게스테론을 합성하는데 쓰이는 중요한 영양소이다. 따라서 지방 급여에 의하여 혈 중 콜레스테롤이 증가 되어 혈중 프로게스테론의 농도를 증가시킨다는 연구 보고들이 있다 (표 6).

특히 주목해야 할 점은 지방 중 리놀레익산의 함량이 번식성적에 긴밀한 상관관계를 가지고 있다는 점이다. 리놀레익산은 피지에프투알과(PGF<sub>2α</sub>)의 합성을 저해하여 PGF<sub>2α</sub>에 의한 황체의 소멸을 억제함으로써 황체 지속기간을 정상적으로 유지시켜 줌으로써 황체로부터의 임신유지호르몬인 프로게스테론의 분비를 정상화시키는 기능을 지니고 있다.

따라서 번식개선을 위한 지방을 선택할 때 리놀레익산을 소장으로 가장 많이 바이패스되는 지방을 선택하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 일반적으로 대두유나 면실유 내에 함유되어 있는 지방 중 50% 수준이 리놀레익산으로 구성되어 있다. 그러나 이들 원료로부터 공급되는 리놀레익산은 반추위 내 미생물들에 의하여 침수소화반응(경화반응)을 거쳐 포화지방산으로 전변되어 실제 소장으로 공급되는 리놀레익산의 양이 크게 변하므로 조절이 어렵다는 단점이 있다.

따라서 칼슘염 형태의 보호지방 중 리놀레익산 함량이 높은 것을 택하여 급여한다면 번식성적 개선효과가 있을 것으로 사료된다 (표 7). 일반적으로 보호지방 내 리놀레익산 중 약 10~33% 정도

(표 6) 지방 급여 및 혈 중 프로게스테론 농도(ng/ml)

항목	지방 무첨가사료	지방첨가사료
분만 후 2 ~ 12주	4.2	4.8
분만 후 5 ~ 12 주	4.5	6.0

Staples 등, 1998

〈표 7〉 지방사료 종류에 따른 소장으로 유입되는 리놀레익산 함량

지방사료 종류	급여량, kg/일	리놀레익산 급여량, g/일	소장 유입 리놀레익산, g/일
전지면실	2.8	300	30 ~ 120
전지대두	2.8	300	30 ~ 120
우지	0.45	23	2 ~ 9
칼슘염 보호지방	0.45	38	25 ~ 34

Staples 등, 1998

〈표 8〉 지방 급여에 의한 임신율 변화

처리구	급여시기	임신율, %
보호지방 무급여	분만 후 30 ~ 140일	72
칼슘염 보호지방 500g/일		87
보호지방 무급여	분만 후 1 ~ 120일	62
칼슘염 보호지방 2.6%		82
보호지방 무급여	분만 후 1 ~ 120일	52
칼슘염 보호지방 2.2%		86
우지 무급여	15 ~ 84일	44
우지 3%		62

Staples 등, 1998

가 경화되는 것으로 나타나고 있으며 전지면실 내 리놀레익산의 경우는 60~90%정도가 경화되는 것으로 보고되고 있다. 현재로서는 번식성적 개선을 위한 적정 1일 리놀레익산 급여량을 조사한 내용은 없으나 지방첨가에 의한 번식성적 개선 실험을 도태로 추정하였을 때 대체로 30~50g도를 급여하였을 때 번식성적이 개선되는 것으로 나타나

고 있다.

결론적으로 지방사료의 번식기관 및 번식관련 호르몬 분비 및 합성에 양호한 영향을 미침으로써 실제로 지방을 보충 첨가하여 착유우에게 급여할 경우 임신율의 유의적인 개선이 있음을 〈표 8〉에서 볼 수가 있다.

현재 많은 목장에서 문제가 되고 있는 번식장애

〈표 9〉 TMR 내 분해 단백질, 보호지방 함량과 혈중 요소, 번식형질에 미치는 영향

	분해 단백질 11.1%		분해 단백질 15.7%	
	0% 보호지방	2.2% 보호지방	0% 보호지방	2.2% 보호지방
BUN, mg/dl	17.1	17.4	22.4	21.6
무발정우 수	1	1	4	1
프로세스테론,ng	848	1007	371	702
임신율, %	54.5	81.8	50.0	90.0

(Garcia-Bojalil 등, 미국낙농학회지: 1374-139

의 원인으로서는 높은 혈 중 요소태 질소(BUN) 농도를 꼽을 수 있다. 조단백질의 과도한 급여, 분해 단백질 위주의 사양관리 그리고 비구조성 탄수화물 급여량의 부족 등으로 말미암아 BUN이 증가하게 된다. BUN 증가 시 혈 중 프로게스테론 농도의 저하는 여러 연구 결과에 의하여 보고되었다. 이러한 BUN에 의한 번식 장애는 지방사료를 급여함으로써 어느 정도 극복될 수 있다는 흥미로운 연구 결과들이 있다(표 9).

지방사료 급여 시 혈 중 프로게스테론 농도가 현저하게 증가하고 있으며 BUN 증가와 상관없이 수태율이 유의적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 따라서 BUN 증가에 의한 번식장애를 겪고 있는 경우라면 지방사료 급여를 고려해 볼 필요가 있다고 사료된다.

지방사료 급여에 의한 번식성적 개선 및 생산성 향상이라는 효과를 볼 수 있지만, 앞서지적한 것처럼 지나친 지방사료 급여는 오히려 젖소의 식욕을 감퇴시켜 에너지 섭취량을 감소시키게 되어 에너지 부족형 번식장애를 야기시킬 수 있음을 명심할 필요가 있다. 그러므로 지방을 보충 첨가할 경우 사료 총건물 기준(조사료 및 배합사료를 합한 총 건물 기준)으로 지방 함량이 7% 이상이 되어서는 안될 것이다. 현재 우리나라 일반 목장의 경우 보호지방 이외에 일반 배합사료나 전지면실과 같은 사료를 통하여 섭취되는 지방의 양은 1일 약 1.2kg 정도가 되는 것으로 파악되고 있다. 유량 30kg을 생산하는 젖소의 건물 섭취량이 22kg 정도가 된다면 지방 함량이 약 5.5% 수준이다. 이들 젖소에게 건물 섭취량의 6~7% 수준으로 지방사료를 급여하기로 결정하였다면 약 100~300g 정도를 보호지방으로 보충해 줄 경우 사료 섭취량에 부작용

없이 생산성 및 번식 능력을 개선할 수 있을 것으로 사료된다.

한편 지방함량이 높은 사료를 급여하는 시기 또한 중요하다. 지방사료를 언제부터 급여하느냐를 결정할 때 젖소의 건강과 생산성, 그리고 지방 급여의 경제성 등을 면밀히 검토해 보아야 한다. 지방사료가 에너지 함량이 높기 때문에 비유초기 부의 에너지 균형을 교정하는데 유용할 것이라는 막연한 기대를 하는 경우가 종종 있는 것으로 보인다. 그러나 여러 연구 결과들을 살펴 보면 분만 직후부터 고지방사료를 급여할 경우 긍정적인 효과 보다는 부정적인 효과를 나타내는 경우가 많음을 직시할 필요가 있다.

미국 오하이오주립대학교 연구진에 의하면 지방사료 보충 급여를 분만 후 6~8주부터, 즉 체지방 분해가 더 이상 일어나지 않는 시기부터 급여할 때 우유 생산성이 증가한다고 하였다. 분만 직후부터 지방함량이 높은 사료를 급여할 경우 우유 생산성이 개선되지 않는 경우가 많은데 이는 사료 섭취량 감소에 의한 것으로 보고 있다. 비유초기 대부분의 착유우들은 부의 에너지 균형을 겪고 있기 때문에 부족한 에너지를 보충하기 위하여 체지방을 동원하게 된다. 펜실바니아대학 연구진에 의하면 1 포인트 BCS 감소는 비유 정미에너지 값으로 환산할 경우 약 400Mcal라고 하였다.

만약 분만 후 첫 30일 간 1 포인트 BCS가 감소한다는 것은 533kg의 4% 유지율보정우유(FCM)를 생산할 만큼의 에너지를 몸으로부터 동원한다는 계산이 나온다. 이렇듯 비유초기 부의 에너지 균형에 의한 과도한 에너지 분해(체 지방 분해)는 혈 중 유리 지방산 농도를 증가시켜 식욕억제증후를 자극하여 건물 섭취량을 감소시킬 위험이 매우

〈표 10〉 지방첨가 사료 급여 시 간 내 지방 축적과 혈 중 케톤체 농도 변화

항목	대조구	7% 지방사료	SEM	P <
사료섭취량, kg/d*	16.4	13.9	0.99	0.03
간 내 지방, %	13.8	24.6	3.83	0.02
BHBA, mg/dl*	12.5	22.1	6.84	0.05
인슐린, U/dl	9.7	6.3	1.98	0.10

주) BHBA, beta-hydroxy butyric acid.

높다 하겠다. 한 연구 결과에 의하면 분만 직후부터 지방 함량 7%수준의 고지방사료를 급여한 결과 지방함량이 3%수준인 대조구에 비하여 건물 섭취량이 현저하게 저하되는 것을 보고하였다. 비유초기 건물 섭취량의 감소는 에너지섭취량은 물론 단백질과 탄수화물 등 다른 영양소 섭취량 감소를 동반하게 되어 젖소의 영양소 부족 현상이 악화될 수 있음을 의미한다.

분만 직후부터의 고지방사료(사료 총 건물 중 지방 함량이 7%이상인 사료)의 급여는 젖소의 건강까지 위협할 수 있는 것으로 나타나고 있다. 앞서 언급한 것처럼 분만직후부터 과도한 체지방 분해로 인하여간 조직 내에 지방 축적이 증가하여 지방간증(Fatty liver syndrome)으로 발전되고 궁극적으로는 케토시스로 이행한다는 보고들이 있다. 분만기후부터 지방함량이 7%인 보호지방을 급여한 실험 결과를 보면 분만 후 28일경에 지방간 증 및 케토시스 증상이 악화됨을 볼 수가 있다. 이러한 대사성 질병들은 발정장애들을 초래하여 번식장애를 일으키는 주요한 원인으로 작용을 하고 있다.

〈표 10〉에서 보는 바와 같이 분만 직후부터 고 지방 사료를 급여할 경우 간 내 지방함량과 케토시스 발생 물질인 베타 하이드록시 뷰티릭산(BHBA)의 혈액 중 농도가 유의적으로 증가함을 볼

수가 있다. 또한 난포 성장에 필요한 혈액 중 인슐린 농도가 고지방 사료 급여에 의하여 크게 감소하고 있는데 이 또한 고지방 사료 급여에 따른 사료 섭취량 감소에 의하여 기인되는 것이므로 여러 가지 측면에서 비유초기 고지방사료 급여는 피할 필요가 있다고 하겠다. 결론적으로 체 지방 분해가 극심하게 일어나는 비유초기 착유우에게는 사료 총 건물 중 지방 함량을 5~6%수준 이하로 유지시켜 주어사료 섭취량 감소현상을 막아야 한다.

### 결론

고능력우의 높은 에너지 요구량을 충족시켜 주는 동시에 고능력우의 번식기능 개선을 위한 지방 사료의 역할이 다른 영양소보다 중요하다.

특히 지방사료 내 리놀레익산의 함량과 소장 부위로 전달되는 리놀레익산의 함량이 중요하기 때문에 지방사료 원료의 선택에 있어서도 신중을 기할 필요가 있다.

그러나 중요한 것은 고능력우의 번식장애가 지방사료 하나만으로 해결될 수 없는 경우가 많기 때문에 번식장애의 원인을 먼저 이해하고그에 맞는 적절한 영양 공급 및 사양관리가 수반되어야 할 것이다.