

# 우유의 지질성분

농촌영양개선연수원

연구관 閔龍圭

## 1. 머리말

지질은 물에 녹지 않고 클로로포름, 에테르, 벤젠과 같은 유기용매에 녹으며 분자내에 긴 사슬 모양의 탄화수소를 가지고 생물체내에 존재 하든가 생물체로부터 유래하는 물질을 말한다.

지질은 우리 몸을 구성하고 있는 3대 영양소의 하나로서 단백질, 탄수화물과 함께 영양적으로 중요한 성분이다.

지질은 지방, 인지질, 당지질, 콜레스테롤 등의 형태로 존재하며 신체조직내의 막을 구성하는 주요구조물질로서 막의 조성과 투과성에 영향을 미친다.

지질은 또한 상피조직을 이루는 주성분으로서 체온을 유지하고 외부의 충격으로부터 신체내부 기관을 보호하며 신체의 모양을 유지하는 데에 기여한다.

동 식물 지질의 대부분을 차지하는 지방은 1 그람당 9 kcal을 낼 수 있어서 단백질이나 탄수화물의 4 kcal보다 열량밀도가 2 배이상 높은 농축된 열량원이기도 하다.

지질에 포함된 필수 지방산은 우리몸 속에서 생합성되지 못하고 반드시 식품을 통하여 섭취

흡수되어야만 하고 결핍되면 비타민에서 처럼 피부병, 성장저해를 비롯한 여러가지 생리적 저해 작용이나 병적 결핍증상이 나타나게 된다.

식품속의 지질은 지용성 비타민A, D, E, K, 에 대한 용매 및 운반작용을 하며 이들 성분의 소화흡수를 돕는다.

지질은 또한 식품의 풍미에 기여할뿐 아니라 식품의 조직과 질감을 유지하고 식품의 품위를 높여 주며 식사후에 충족감을 주는 주요 물질이다.

그러나 지질은 식품의 저장, 가공중에 효소에 의하여 쉽게 가수분해 되거나 공기중의 산소와 쉽게 반응하여 산패(酸敗) 되고 불쾌한 풍미를 생성함으로써 식품의 품질을 떨어뜨리기도 한다.

사람은 특히 냄새나 맛에 대단히 민감하여  $10^{-10}$  몰과 같은 아주 낮은 농도에서도 냄새를 느낄 수 있는 물질이 있는가 하면 머캅탄 같은 물질은 9 개 분자만 있어도 느낄 수 있다고 한다.

그러므로 소량의 지방이 산패되더라도 식품전체의 품질에 크게 영향을 미치므로 식품의 산패방지는 식품의 품질을 보전하는 데에 중요한 의미를 가진다.

## 2. 우유의 지질성분

우유가 지금까지 가장 완전한 식품이라고 찬사를 받는 이유는 우유가 단백질, 탄수화물, 지질, 무기질 및 비타민을 우리 몸에서 이용되기 쉬운 형태로 고루 갖추고 있기 때문이라 할 수 있다.

우유의 지질함량은 젖소의 품종, 비유기, 사료의 종류등에 따라 영향을 받지만 2~6%의 범위이고 평균 3.6% 정도이다.

우유의 지질은 몇 가지 물에 녹는 미량의 지방산을 제외하고는 주로 지방구(脂肪球)라고 하는 작은 입자를 이루어 존재하고 이들 지방구는 지방구막이라고 하는 물질로 둘러 싸여 있다.

지방구막에는 물과 결합할 수 있는 지질성분이 들어 있고 이 성분의 작용으로 지방구는 물과 유탁액을 형성하여 우유내에 고루 분포되어 있다.

우유의 지질성분중 97-98%가 지방성분 즉 트리글리세라이드(Triglyceride)이다. 글리세롤과 지방산이 결합하면 글리세라이드가 되는데 한 분자의 글리세롤은 최고 3 분자의 지방산과 결합할 수 있고 결합된 지방산의 수(數)에 따라 하나 이면 모노글리세라이드(Monoglyceride), 둘 이면 다이글리세라이드(Diglyceride), 셋이면 트리글리세라이드(Triglyceride)라고 한다. 트리글리세라이드는 식품지질의 95%를 점유하고 있고 에너지 저장물질로 중요한 성분이다.

우유의 지방은 적어도 140여개의 지방산으로 되어 있고 이들 지방산의 종류, 수(數) 및 글리세롤과 결합한 양상에 따라 우유지방의 성질이 결정된다.

트리글리세라이드를 이루고 있는 지방산은 우유지질 전체 무게의 85%를 차지하고 있다. 우

유지방은 다른 식품의 지방과 비교해서 분자량이 적은 휘발성 지방산을 7%나 포함하고 있다. 이들 저분자량의 지방산은 쉽게 소화, 흡수되며 부티릭산과 카프로익산이 주요 산이다. 이들은 낮은 온도에서도 액체상태를 유지하므로 우유지방의 융점을 낮추어 주며 특히 부티릭산은 다른 식품의 지방에는 많이 들어 있지 않으므로 우유와 우유가공품의 독특한 지방산이라고 할 수 있다.

지방산은 지방산내의 탄소와 수소의 결합상태에 따라 포화 지방산과 불포화 지방산으로 구분된다.

우유지질의 조성

| 지질성분      | 중량%          |
|-----------|--------------|
| 탄 화 수 소   | 미 량          |
| 스테롤에스테르   | 미 량          |
| 트리글리세라이드  | 97-98        |
| 다이글리세라이드  | 0.28 - 0.59  |
| 모노글리세라이드  | 0.016 - 0.38 |
| 유 리 지 방 산 | 0.10 - 0.44  |
| 유 리 스테롤   | 0.22 - 0.41  |
| 인 지 질     | 0.2 - 1.0    |

포화 지방산은 그 속의 탄소에 수소가 포화상태로 결합되어 있어 더 이상 수소가 결합될 수 없는 지방산이며 불포화 지방산은 수소가 더 첨가 될 수 있는 산을 가르킨다. 지방산의 불포화 결합은 이중결합이다.

포화 지방산은 우유지방의 65%를 차지하고 팔미틱산이 주이며 불포화 지방산은 35%로 올레익산이 주성분이다.

지방산내의 이중결합을 가진 탄소는 서로 수직을 이루고 탄소와 수소로 이루어진 사슬의 방향이 같으면 시스형, 다르면 트랜스형으로 구분된다.



도닉산도 소량 우유에 존재한다.

모노글리세라이드와 다이글리세라이드는 우유 지방의 0.5% 이하이며 다이글리세라이드가 모노글리세라이드의 농도보다 10배 정도 많이 들어 있다.

인지질은 0.5~1%로 소량이지만 지방구의 안정화 구실을 한다. 콜레스테롤은 우유 지방의 0.5~0.4%로 소량이 들어 있고 그 중 7-데하이드로콜레스테롤은 비타민 D<sub>3</sub>의 전구체로서 자외선에 의하여 활성화 된다.

그 외에 지용성(脂溶性) 비타민A, D, E, K도 우유의 지질에 포함되기도 한다.

치이즈의 풍미는 물론 알데하이드, 케톤유리 지방산, 유리 아미노산 등 여러가지 성분의 복합적 작용에 의하여 나타나지만 크리스토퍼슨(Kristoffersen)이 요약한 가장 기본이 되는 성분은 다음과 같다.

| 치이즈의 종류          | 풍미 성분                        |
|------------------|------------------------------|
| 체다(Cheeddar)     | H <sub>2</sub> S, 유리지방산      |
| 스위스(Swiss)       | 프로피오닉산, 프롤린                  |
| 로마노(Romano)      | 브티락산, 글루타민산                  |
| 블루우(Blue)        | 유리지방산, 머캅탄과 H <sub>2</sub> S |
| 카렘베르트(Camembert) | 수용성 펩타이드와 암모니아               |

### 3. 우유의 지방과 유가공품의 풍미

우유 및 유제품에서도 풍미는 소비를 결정하는 주요한 인자이며 풍미를 이루는 각개 성분도 중요하지만 이들 상호간 농도의 균형과 제품의 물리성도 풍미를 결정하는 데에 중요한 구실을 한다. 신선우유의 독특한 풍미성분인 메틸셀파이드도 과량으로 존재하면 불쾌한 풍미를 내게 되고 케톤의 함량이 높아져도 같은 효과를 나타낸다.

우유의 지방은 단백질과 함께 풍미성분을 포집(捕集)하고 조직의 질감을 형성하며 효소와 미생물이 풍미물질을 만드는 데에 필요한 원료 성분을 제공함으로써 우유 및 유제품의 맛, 향기 및 조직의 기본 구조를 이루는 성분이 된다.

특히 치즈 제조시 우유의 지방을 제거하면 치즈에 독특한 치즈다운 풍미가 나타나지 않는 점으로서도 풍미발달에 대한 지방의 중요성을 알 수 있다.

우유제품의 풍미성분중 가장 중요한 성분의 하나는 유리지방산이라고 할 수 있으며 이들 지방산의 일부는 미생물에 의하여 만들어질 수도 있고 우유지방의 가수분해에 의하여도 만들어질 수 있다.

우유지방의 가수분해는 라이페이스(lipase)라고 하는 효소에 의해서 이루어지며 가수분해에 의해서 우유지방에 풍부한 휘발성 지방산이 유리상태로 되어 우유제품의 풍미에 기여하게 된다.

### 4. 우유지방의 산패(酸敗)

지방이 오래되면 아주 불쾌한 산성자극취를 내는데 이것을 지방의 산패라고 한다. 지방의 산패는 지방이 가수분해되어 일어나는 효소적 산패와 불포화 지방산에 산소가 결합되어 일어나는 산화적 산패가 있다.

우유나 유제품이 불쾌한 풍미를 내는 원인

우유 및 우유가공품의 유리지방산 함량(mg/kg)

| 지방산      | 양질우유 | 산패우유      | 신선크림  | 체다치즈  | 블루우치즈  | 로키포르트치즈 | 스위스치즈  |
|----------|------|-----------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 1 : 0    |      |           |       |       |        |         |        |
| 2 : 0    |      |           |       | 865   | 345    | 826     | 3,724  |
| 3 : 0    |      |           |       |       |        |         | 3,919  |
| 4 : 0    | 27   | 27-62     | 74    | 115   | 2,517  | 338     | 329    |
| 2-Me-4:0 |      |           |       |       |        |         | 100    |
| 3-Me-4:0 |      |           |       |       |        |         | 13     |
| 6 : 0    | 12   | 16-35     | 31    | 38    | 1,471  | 115     |        |
| 8 : 0    | 7    | 8-21      | 22    | 41    | 1,237  | 676     | 94     |
| 10 : 0   | 20   | 28-41     | 59    | 49    | 2,026  | 1,414   | 113    |
| 12 : 0   | 20   | 27-41     | 107   | 81    | 2,458  | 965     | 174    |
| 14 : 0   | 35   | 48-98     | 249   | 218   | 9,324  | 2,291   | 592    |
| 16 : 0   | 81   | 118-268   | 628   | 503   | 20,308 | 5,162   | 1,727  |
| 18 : 0   | 36   | 58-140    | 345   | 172   | 6,239  | 2,011   | 629    |
| 18 : 1   | 105  | 137-278   | 1,072 | 467   | 18,199 | 7,480   | 1,728  |
| 18 : 2   | 15   | 16-43     | 111   | 69    | 1,615  | 1,175   | 238    |
| 18 : 3   |      |           | 56    | 40    | 1,320  | 1,587   | 175    |
| Total    | 358  | 483-1,027 | 2,653 | 2,658 | 67,069 | 24,372  | 15,670 |
| PH       | 6.6  | 6.6       | 6.6   | 5.3   | 5.3    | 5.6     | 5.4    |

은 젖소가 불쾌한 풍미물질이 들어 있는 사료를 섭취하였을 때 그대로 흡수되어 혈액을 통하여 우유까지 옮겨가는 경우와 우유에 들어 있는 지방분해 효소인 라이페이스(Lipase)에 의하여 지방이 가수분해되고 그 분해산물이 쓴 맛과 변패취를 내는 효소적 산패의 경우와 특수 화학물질이나 태양광선에 노출되어 일어나는 화학적 작용에 의한 변패의 경우를 들 수 있다.

지방은 글리세롤과 지방산이 에스테르 결합을 한 화합물이며 이 에스테르 결합은 쉽게 파괴된다. 지방의 에스테르 결합을 끊어 가수분해시키는 효소를 라이페이스(Lipase)라고 한다.

우유에는 88% 정도의 물이 들어 있고 적어도

두가지 이상의 라이페이스를 포함하고 있으므로 지방의 가수분해가 일어나기 좋은 조건이 갖추어 있다.

우유의 지방에는 휘발성 지방산이 많아서 지방의 가수분해만 일어나도 산패취를 내게되고 특히 부티릭산(酪酸)이 많이 들어 있어 부티릭산 특유의 불쾌한 자극취를 생성하므로 부티릭산패(Butyric rancidity)라고도 불리워진다.

우유에 들어있는 라이페이스의 최적 PH는 6.5~9.0이고 최적온도는 37°C 이다. 우유의 라이페이스는 냉우유를 일단 데웠다가 다시 냉각시키면 활성화 되어 지방의 가수분해를 일으킨다. 우유의 라이페이스는 10°C 이하의 우유를 30°C 까

지 데웠다가 다시 10℃ 이하로 천천히 식혔을 때  
활성도가 가장 높다. 이렇게 되면 우유는 산패  
되어 마실 수 없게 된다. 이런 점은 신선우유를  
10℃ 이하로 신속히 냉각시켜 살균시 까지 그대  
로 온도를 유지하면 방지될 수 있다.

또한 우유의 라이페이스는 58~63℃에서 30분  
간 가열하면 쉽게 불활성화 되며 환원형 아스코  
빅산을 산화형으로 바꿀 수 있게끔 충분한 과산  
화수소를 가하면 완전히 불활성화 된다.

지방에는 불포화 결합이 들어 있고 이 불포화  
결합에 산소가 결합하여 산패를 일으키며 효소  
적 산패와 구분하여 산화적(酸化的) 산패라고 한  
다.

신선우유에서는 지방이 비교적 안정하고 지방  
의 산패는 주로 효소에 의하여 일어나며 산화적  
산패는 일어나지 않는다.

그러나 우유제품을 장기간 저장하면 지방은 산  
패되고 지용성 비타민도 손실된다. 지방의 산화  
적 산패는 유가공품의 종류, 생산과 가공방법 및  
저장조건에 따라 영향을 받는다.

우유에 5~10PPm의 구리가 있을 때에 지방  
의 산화적 산패는 촉진된다. 비타민C도 산소와  
함께 산화적 산패에 중요한 구실을 하고 광선과  
구리에 의해서 더욱 촉진된다.

우유내의 비타민 C를 신속히 산화시키면 상당  
기간 산패를 억제할 수 있고 그 방법으로서 과  
산화수소를 이용하거나 광선을 이용하여 아스코  
빅산을 산화시킨 다음 91.6℃에서 30분간 살균  
한다. 다른 방법은 살균하면서 산소를 가하는 방  
법이다. 산화형 아스코빅산(비타민 C)은 불안  
정한 물질로 열에 의하여 쉽게 파괴된다.

그러나 아스코빅산의 일부만을 산화시키면 산  
패작용은 오히려 촉진된다. 아스코빅산의 환원  
형과 산화형의 비가 1 : 1 이거나 그 이하일 때

산패는 더 잘 일어난다.

## 5. 맺는 말

우유의 지질함량은 약 3.6% 정도이고 그 중  
에서 영양적으로 중요한 지방함량은 98~99%이  
다. 우유의 지질에는 필수 지방산인 리놀레익,  
리놀레닉, 아라키도닉산이 들어 있으며 비타민  
A, D, E, K도 들어 있다.

우유의 콜레스테롤 함량은 지질의 0.4% 정도  
소량 들어 있으며 우리가 섭취하는 우유의 양을  
생각하면 우유로부터 섭취되는 콜레스테롤양은  
그 절대량이 아주 적을 것으로 생각된다.

1975년도 우유류의 국별 공급량(1인당 1일: g)

| 국 별 | 공급량 | 국 별 | 공급량 |
|-----|-----|-----|-----|
| 미 국 | 674 | 영 국 | 993 |
| 캐나다 | 826 | 서 독 | 738 |
| 스웨덴 | 985 | 프랑스 | 876 |
| 일 본 | 146 | 한 국 | 12  |

1980년도 우유류의 1인당 1일 공급량은 29g  
밖에 되지 않고 앞으로 국민경제가 향상됨에 따  
라 우유의 소비량은 많이 증가하리라 생각되며  
이는 국민영양상 바람직한 일이라 하겠다.

우유 및 우유제품의 풍미를 보전하는데는 지  
방의 산패를 방지해야 한다. 효소적 산패는 우  
유를 10℃ 이하로 살균시까지 유지하고 58~63℃  
에서 30분간 살균하면 막을 수 있다. 산화적 산  
패는 아스코빅산, 구리이온, 광선 및 산소에 의  
하여 촉진되므로 우유내의 아스코빅산을 모두 산  
화형으로 과산화수소를 사용하여 바꾸어주면 상  
당기간 산화적 산패를 방지할 수 있다. 아스코  
빅산의 일부만을 산화시키면 오히려 지방의 산패  
를 촉진시키므로 주의해야 한다.