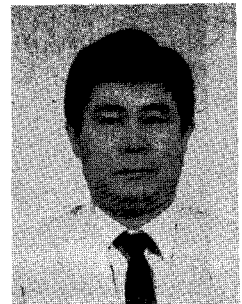


지방 (脂肪)



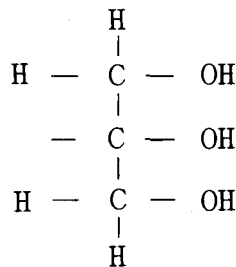
최진호
최진호 연구소

지방은 물에는 녹지 않고 유기용매(에틸, 클로르포름, 벤젠 등)에 녹으며 다른 영양소에 비하여 탄소(C)와 수소(H)의 구성비가 높다. 따라서 모든 영양소 중에서 에너지의 함량이 가장 높아서 (탄수화물의 2.25배)동물체 내 에너지 저장 수단이 된다.

지방으로 분류되는 물질 중에서 가장 중요한 것이 중성 지방(中性脂肪, neutral fat 또는 triglyceride)이며 이밖에 wax, 인지질, 당지질, 지방 단백질 및 각종 스테로이드 화합물 등이 지방에 포함된다.

1. 지방의 구조

앞에서 언급했듯이 지방에는 여러 가지 물질이 포함되지만 여기에서는 그 중에서도 가장 중요한 중성 지방의 구조에 대해서만 간단히 설명하기로 한다.



(그림1) 글리세롤(glycerol)의 구조

지방을 간단히 말하면 글리세롤(glycerol)과 지방산(fatty acid)의 화합물이다. 글리세롤이란 그림 1에서 보는 바와 같이 3개의 탄소 원자(C)를 가진 화합물로 각각의 탄소 원자에 하나씩의 수산기(-OH)를 가지고 있어서 총 3개의 -OH기를 가진 3가 화합물이다.

지방산이란 그림 2에서 보는 바와 같이 긴 탄소 골격에 카복실기(-COOH)를 가진 유기산을 말한다. 이 때 탄소 골격을 구성하는 탄소의 수에 따라서 또는 2중 결합의 수에 따라 여러가

지 다른 종류의 지방산이 된다. 지방산의 탄소 골격을 보면 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{---}$ 의 모양으로 되어 있다. 탄소 원자 하나 하나는 4개의 결합수(結合手)를 가지고 있는데 맨 끝의 탄소 원자의 경우 4개의 결합수중 하나는 옆의 탄소 원자와 연결되고 나머지 3개의 결합수에는 모두 수소 원자(H)와 결합하고 있다.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{---CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$
(그림 2) 지방산의 구조. 일반적으로 R-COOH로 표시되기도 한다.

한편 중간에 위치한 탄소 원자의 경우에는 좌우 양쪽으로 다른 탄소 원자가 있으므로 2개의 결합수가 각각 이들과 결합하고 나머지 2개의 결합수에 수소 원자가 결합되어 있다. 이와 같이 모든 탄소의 모든 결합수가 각각 다른 원자와 결합을 이루고 있는 이러한 모양의 탄소 골격을 가지는 지방산을 포화 지방산(飽和脂肪酸)이라 한다.

그러나, 어떤 지방산에는 탄소 골격 중에 -CH=CH- 의 부분을 가지는 것이 있다. 이 경우에는 탄소 원자 사이의 결합에 쌍방 2개씩의 결합수가 사용되고 있는 형태로서 이러한 결합을 이중 결합(二重結合)이라 한다. 그리고 이중 결합을 가지는 지방산을 불포화 지방산(不飽和脂肪酸)이라 한다. 또한 불포화 지방산 중에서도 이중 결합을 1개 가

지는 불포화 지방산이 있는가 하면 이중 결합을 2개 이상 가지는 것도 있다. 영양학에서 몇 가지 중요한 지방산을 열거하면 표 1에서 보는 바와 같다.

표 1을 자세히 살펴보면 몇가지 재미있는 사실을 발견할 수 있다. 첫째로 Propionic acid를 제외하고는 모든 지방산의 탄소수가 짝수로 되어 있다. 실제로 자연계에는 특수한 경우에 탄소수가 홀수인 지방산도 있기는 하지만 대부분의 지방산은 탄소수가 짝수로 되어 있다. 둘째, 포

화 지방산의 경우 탄소의 수가 증가할수록 융점이 높아진다는 것이다. 이것은 분자량이 클수록 운동에 높은 에너지가 필요하기 때문이다. 셋째로 같은 탄소수라 하더라도 이중 결합이 많을수록 융점이 낮아진다는 것이다. 위의 세 가지는 지방산의 중요한 특징이다.

지방산의 카복실기(-COOH)는 수산기(-OH)를 가지는 알코올과 만나면 에스터 결합을 이루며 반응하는데 글리세롤의 -OH 기와 반응하면 지방을 형성한다.

표 1. 지방산의 종류

지방산의 이름	분자식	융점 ($^{\circ}\text{C}$)	탄소의 수	이중 결합의 수
포화 지방산				
Acetic acid	CH_3COOH	16.6	2	0
Propionic acid	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	-22.0	3	0
Butyric acid	$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$	-6.0	4	0
Caproic acid	$\text{C}_5\text{H}_{11}\text{COOH}$	16.5	6	0
Caprylic acid	$\text{C}_7\text{H}_{15}\text{COOH}$	31.4	8	0
Capric acid	$\text{C}_9\text{H}_{19}\text{COOH}$	44.2	10	0
Lauric acid	$\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{COOH}$	53.9	12	0
Myristic acid	$\text{C}_{13}\text{H}_{27}\text{COOH}$	63.1	14	0
Palmitic acid	$\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$	69.6	16	0
Stearic acid	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$	76.5	18	0
Arachidic acid	$\text{C}_{19}\text{H}_{39}\text{COOH}$	80.0	20	0
Behenic acid	$\text{C}_{21}\text{H}_{43}\text{COOH}$	86.0	22	0
불포화 지방산				
Palmitoleic acid	$\text{C}_{15}\text{H}_{29}\text{COOH}$	1.5	16	1
Oleic acid	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$	16.3	18	1
Linoleic acid	$\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$	-5.0	18	2
Linolenic acid	$\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$	-11.3	18	3
Arachidonic acid	$\text{C}_{19}\text{H}_{31}\text{COOH}$	-43.5	20	4

글리세롤에는 3개의 -OH기가 있으므로 최고 3개의 지방산과 결합할 수 있다. 하나의 글리세롤이 1개의 지방산과 결합한 것을 monoglyceride라하고 두 개의 지방산과 결합한 것을 diglyceride라 하며 3개의 지방산과 결합한 것을 triglyceride 즉, 중성 지방이라 한다. 중성 지방을 이루고 있는 3개의 지방산은 모두 같은 종류일 수도 있고 서로 다른 것일 수도 있다.

2. 필수 지방산

지방은 에너지 공급원 및 에너지의 체내 저장 형태로서의 중요성 외에도 세포막의 구성 성분으로서 중요한 작용을 하는데 여기에는 여러 가지 종류의 포화 또는 불포화 지방산이 필요하다.

일반적으로 지방산은 체내에서 합성이 가능하며 한 가지 지방산으로부터 다른 종류의 지방산으로 전변도 가능하다. 따라서 포화 지방산이나 이중 결합이 하나인 불포화 지방산은 반드시 사료를 통해서 섭취하지 않더라도 체내에서 합성할 수 있으므로 별 문제가 없다. 그러나 이중 결합이 2개 이상인 불포화 지방산은 체내에서 합성할 수 없으므로 반드시 사료를 통해서 섭취되어야 한다. 표 1에서 열거된 지방산중에서 linoleic acid, linolenic acid 및 arachidonic acid는 이중 결합

이 2개 이상인 지방산으로 이들을 필수 지방산이라 한다.

3. 지방의 소화 및 대사작용

지방은 췌장과 소장 점막에서 분비되는 지방 분해 효소에 의하여 소장에서 분해되는데 일부는 글리세롤과 지방산으로 분해되지만 일부는 monoglyceride까지만 분해된다. 이러한 지방 분해 물질들은 담낭에서 분비되는 담즙의 도움을 받아 소장 점막에서 흡수된다. 소장 점막 세포 내에서 일부는 다시 triglyceride로 합성되며 기타 지방 분해물들과 지방 단백질 등의 물질이 혼합되어 직경이 $0.5\mu\text{m}$ 정도의 카일로마이크론(chylomicron)이라고 하는 미세한 입자를 형성하여 임파관을 통해서 간(肝)으로 수송된다. 한편 탄소수가 10개이하로 분자량이 작은 지방산이나 글리세롤은 직접 혈액을 통해서 간으로 수송되기도 한다.

간으로 수송된 지방은 이 곳에서 인지질로 합성되어 혈액을 통해서 다른 조직으로 수송된다. 지방이 간으로부터 다른 조직으로 수송되기 위해서는 인지질이 합성되어야 하며 인지질을 합성하기 위해서 비타민의 하나인 콜린(choline)이 필요하다. 만일 콜린이 결합할 경우에는 인지질 합성이 원만하지 못하여 지방이 간

으로부터 다른 조직으로 수송되지 못하여 간에 지방이 축적되는데 이것을 지방간(脂肪肝, fatty liver)이라 한다. 지방간 증상이 심해지면 간 세포내에 지방이 대부분의 공간을 차지하여 세포의 정상적인 기능을 위축시키고 심하면 간세포의 괴사가 일어나며 결과적인 간경화 등으로 발전하게 된다.

에너지원으로서의 지방의 산화는 궁극적으로 탄수화물의 산화와 밀접한 관계를 가진다. 중성 지방은 산화되기 위해서는 우선 글리세롤과 지방산으로 분해되며 이 중 글리세롤은 탄수화물의 산화 과정의 중간 대사물로 전변되어 이하 탄수화물과 같은 대사 경로를 겪게 된다. 지방산은 지방산의 특수한 산화 경로인 β -oxidation이라고 불리는 일련의 반응 경로를 거쳐 긴 탄소 골격이 탄소원자 2개씩의 단위로 끊어지면서 일종의 조효소인 Co A(코엔자임 A)에 의해서 활성화된 아세틸 Co A를 생산한다. 아세틸 Co A는 궁극적으로 탄수화물의 산화과정에서와 마찬가지로 크렙회로(Kreb Cycle)에서 완전 산화된다.

4. 지방의 산패

일반적으로 탄수화물이나 단백질에 비해서 지방은 산패되기 쉬운 성질을 가진다. 불포화 지

지방산의 이중 결합 부위는 오존(O₃)이나 산소(O₂)와 쉽게 반응하여 각종 알데하이드(aldehyde)와 과산화물(Peroxide)을 형성한다. 알데하이드와 과산화물은 동물체내에서 독성을 가지므로 산패한 지방을 함유한 사료를 섭취할 경우 중독 증상을 나타낼 수 있다. 따라서 지방함량이 높은 사료에서는 지방의 산패를 방지하기 위해서 항산화제의 첨가가 필요하다.

5. 지방의 중요성

여기에서 지방의 중요성을 요약하면 다음과 같다.

① 지방은 많은 에너지를 공급할 수 있는 에너지원이다. 지방은 탄수화물보다 2.25배의 에너지를 공급할 수 있는 고열량 영양소이다.

② 지방은 동물체내에서 에너지의 저장형태이다.

③ 지방은 지용성(脂溶性)비타민인 비타민 A, D, E, K의 공급원이기도 하다. 지용성비타민은 주로 지방과 함께 존재하므로 지방을 많이 섭취하면 지용성비타민의 섭취량도 증가하게 된다.

④ 지방은 동물 체내에서는 중요한 기관을 충격으로부터 보호하기도 하며 체온의 상실을 막아주는 절연체의 역할을 하기도 한다.

⑤ 지방은 필수 지방산의 공급원이다.

⑥ 지방은 사료의 기호성을 증진시킨다. 배합사료에 적당한 양의 지방을 첨가하면 사료의 색상도 좋게 되고 먼지 발생을 줄일 뿐 아니라 기호성을 증진시킨다.

⑦ 배합 사료에 지방의 첨가는 윤활유 역할을 하여 기계의 마모를 줄이기도 한다.

⑧ 지방은 다른 영양소에 비하여 열량 증가(heat increment)

로의 손실이 적어서 동일한 양의 대사 에너지를 급여하더라도 다른 영양소에 비하여 지방으로 공급된 에너지는 정미 에너지로의 이용율이 높아서 더 많은 에너지를 공급한 것과 같은 효과를 거둘 수 있다. 이것을 지방의 extra caloric effect라 한다.

6. 배합사료내의 지방 요구량

동물체내에서 지방은 거의 무제한으로 합성될 수 있으므로 탄수화물을 통하여 총 물질 에너지만 공급한다면 지방의 요구량이라고 할 만한 것이 없다. 단 필수 지방산의 공급을 위해서 약간의 지방을 섭취하면 되는 것이다. 일반적으로 배합사료내에 식물성 원료를 통해서 공급되는 지방의 2~3% 정도만 되면 필수 지방산의 공급은 충분하다고 볼 수 있다. **양계**

양계 용어 정리

9. 연속산란일수(連續産卵日數, clutch)

닭은 일반적으로 며칠동안 산란을 계속한 후에 1일, 혹은 2, 3일간 휴식하고 다시 며칠동안 산란을 계속하는 주기성을 가지고 있는데 이와같이 연속적으로 산란하는 날짜의 합을 연속산란일수라고 한다.

10. 산란기간(産卵期間)

닭이 성성숙 이후부터 일정한 기간동안 계속적으로 산란하고 그 후에 털갈이와 동시에 휴산하는데 이와 같이 휴산 하기전 알을 낳는 기간을 산란기간이라고 한다.