

〈總 說〉

## 경제동물생산을 위한 유지의 활용

박 병 성

강원대학교 축산학과



### Utilization of Dietary Fats in Economic Animal

Park, Byung-Sung

Dept. of Animal Science, Kangwon National University

(Received Jun., 20, 1997)

#### I. 서 론

우리 인간에게 고기, 우유 및 계란 등의 고급식품을 제공해 주는 경제동물로서는 주로 소, 돼지, 닭 등을 들 수 있겠다. 이러한 동물들이 생명을 유지하고 정상적인 생리기능과 성장활동을 영위하면서 축산물의 생산효율성을 높이도록 유도하려면 사료를 통한 영양소의 충분한 공급이 중요하다. 특히 사료의 단백질과 에너지 함량을 높인 농축된 고효율사료의 공급은 생산효율성을 극대화 할 수 있으며 이때 동물사료내에 첨가되는 지방 또는 기름을 유지사료(Fats 또는 Oils)라고 한다. 유지사료의 종류는 우지(Tallow), 돈지(Lard) 등의 동물성지방(Animal Fats)과 옥수수기름(Corn oil), 면실유(Cottonseed oil), 아마씨유(Linseed oil, Flaxseed oil), 채종유(Canola oil, Rapeseed oil), 대두유(Soybean oil), 잇꽃유 또는 홍화유(Safflower oil), 팜유

(Palm oil), 코코넛유(Coconut oil)를 비롯한 여러 가지 종류의 식물성기름(Plant oils), 그리고 어유(Fish oils) 등으로 크게 나눌 수 있다. 경제동물 생산에 있어서 유지사료를 활용하게 되면 ① 사료내 에너지 수준을 높여줄 수 있으며, ② 지용성 비타민에 속하는 비타민 A, D, E, K의 공급, ③ 필수지방산(EFA, Essential Fatty Acids)의 공급효과, 그리고 사료제조 공정상의 효율을 향상시켜 줌으로서 효율적 축산물 생산을 위한 경영합리화를 꾀할 수 있다<sup>1-3)</sup>. 이러한 측면에서 특히 우지 활용도가 높는데 우지는 값이 싸기 때문에 저비용 유지사료(Low Cost Tallow)로서 앞으로도 그 사용량이 계속 증가될 것으로 생각된다. Table 1은 과거 5년 동안 경제동물 사료로서 사용된 우지의 도입 및 국내 생산실적<sup>4)</sup>을 나타낸 것으로 전체 우지의 사용량은 매년 증가하였다. 국산우지의 사용량은 증가하는 반면에 도입우지는 점점 감소함을 볼 수 있다.

최근 유지사료의 신개념이 도입되고 있다. 기존의

Table 1. 경제동물 사료로서 우지의 도입 및 국내생산실적<sup>4)</sup>

(단위 : 톤)

구 분 \ 년 도	1992	1993	1994	1995	1996
국 산	120,781( 72)	128,905( 78)	142,709( 84)	149,294( 82)	199,082( 87)
도 입	47,114( 28)	36,403( 22)	27,046( 16)	33,025( 18)	29,967( 13)
계	168,095(100)	165,308(100)	169,755(100)	182,319(100)	229,049(100)

주 : ( )안의 숫자는 총사용량에 대한 퍼센트임.

유지사료 사양시스템을 유지 및 개선하려는 데는 ① 고능력 젖소 및 산유초기 젖소의 생산효율성을 극대화하고자 우회지방(Bypass-fat) 또는 보호지방(Protected fat)의 개념을 도입하여 에너지 공급을 한층 강화하려는 것, ② 자돈의 생존율을 높이고자 흡수가 빠른 중쇄지방(MCT, Medium Chain Triglycerides)을 자돈에 공급해 주는 것, ③ 인간의 생체 생리활성 효능을 갖는 기능성 지질 신소재를 개발하여 고기, 우유, 계란 등 축산식품 속에 강화하려는 것 등이 있다. 축산식품은 식물성식품에 비하여 성인병의 중요인자로 알려진 포화지방산과 콜레스테롤 함량이 높은 것이 특징이다. 그러나 현

재 소비자들은 포화지방산과 콜레스테롤 함량이 낮고 기능성 물질이 부여된 새로운 축산식품을 더 선호하고 있다. 본고는 단위동물과 반추동물만의 지질대사 차이점을 기초로 하여 새롭게 대두되고 있는 유지사료의 중요성과 응용범위를 기술하고자 한다.

## II. 단위동물(Monogastric Animals 또는 Nonruminants)의 지질대사

### 1. 지방의 소화·흡수

사람을 비롯한 돼지, 닭 그리고 쥐와 같은 설치류(Rodents)는 하나의 위를 갖고 있어 단위동물이라

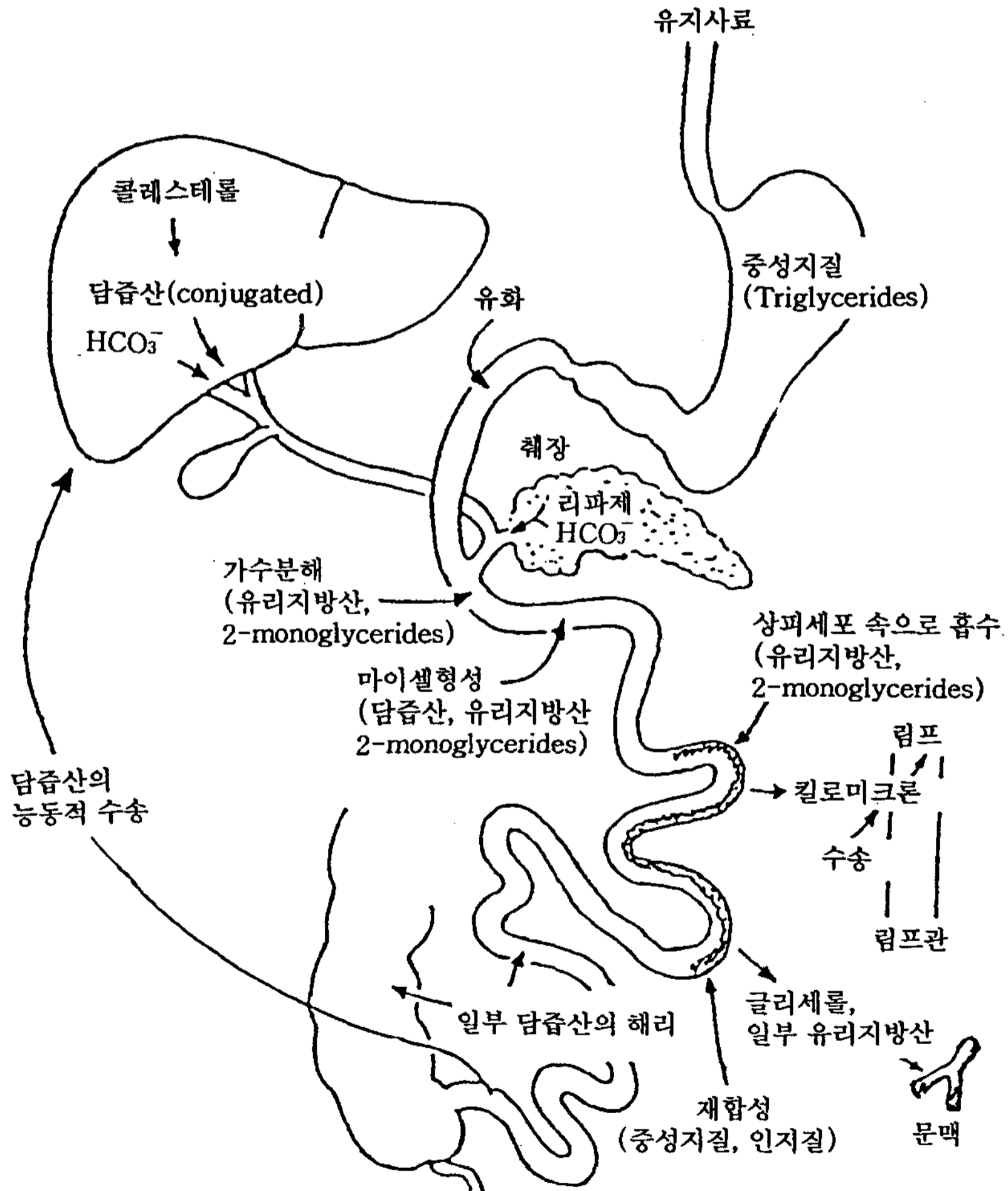


Fig. 1. 지방의 소화와 흡수과정<sup>5,6)</sup>.

고 부른다. 단위동물의 소화관은 입, 식도, 위, 소장, 대장 그리고 항문으로 연결되어 있으며 섭취된 지방의 소화 흡수는 소장을 통과하는 동안 이루어진다 (Fig. 1)<sup>5,6)</sup>. 단위동물이 섭취하는 유지사료의 형태는 대부분이 중성지질(Triacylglycerides, glycerol + fatty acids)인 반면에 반추동물이 주로 섭취하고 있는 풀사료내에는 당지질(galactolipids)이 함유되어 있다. 당지질은 반추위 내에서 휘발성 지방산(VFA, Volatile Fatty Acids)으로 분해되어, 이때 에너지가 공급된다. 단위동물은 섭취된 유지사료를 그대로 이용할 수 없으므로 이들은 흡수되기 전에 반드시 가수분해 되어야 한다. Fig. 1에서 보는

것처럼 섭취된 지방은 담즙의 소화작용으로 유화되고 표면적이 증가하게 되며 췌장에서 분비되는 리파제(Lipase)의 작용으로 글리세롤과 지방산으로 분해된다. 소장에서 Diglycerides의 흡수가 일부 일어나게 되고 대부분은 Monoglycerides와 지방산으로서 흡수된다. 장쇄지방산(LCFA; Long Chain Fatty Acids)의 대부분은 림프계 속으로 유미관(Lacteals)에 의해서 흡수된 후 심장으로 들어가는 대정맥(Vena Cava Veins) 바로 앞 혈류로 들어가 이용된다<sup>1,5,6)</sup>. 이와같이 단위동물에서 지방의 소화 흡수는 담즙의 작용과 지방 분해효소인 Lipase의 작용으로 소장에서 거의 종료되기 때문에 대장미생물

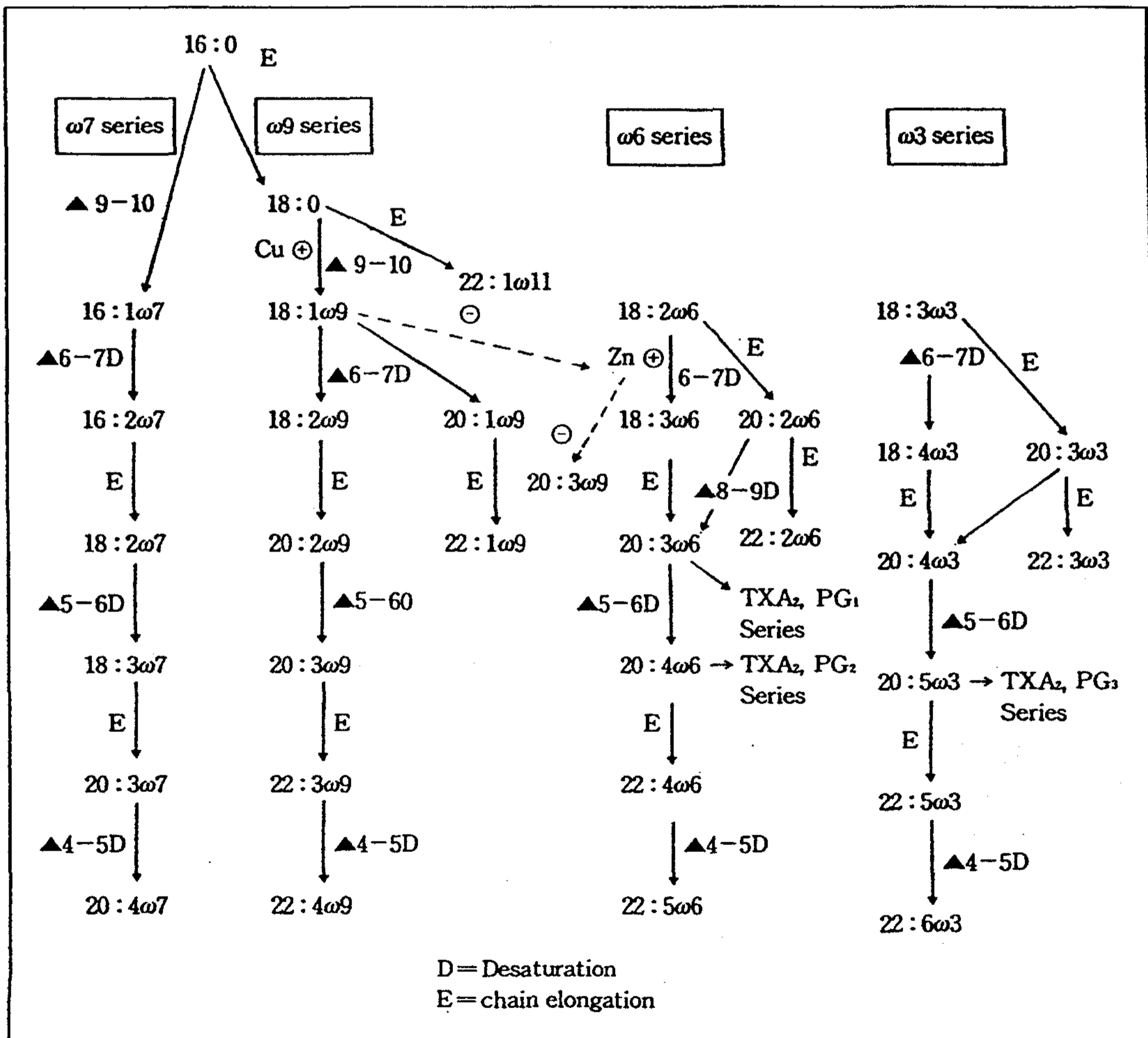


Fig. 2. 단위동물에서 지방산의 생체대사 경로<sup>7)</sup>.

에 의한 변형, 흡수정도는 아주 낮다.

2 지방의 생체이행

분해된 지방산의 생체대사 경로는 Fig. 2와 같은 효소체계를 따라 진행되며, 구성지방산의 직접축적 또는 그 대사물들이 고기, 젓, 계란내로 이행되는 비율은 매우 높다<sup>7,8)</sup>.

Table 2는 서로 다른 유지공급원으로부터 돼지에 게 급여되었을 때 돼지고기내 축적지방의 지방산 조성<sup>9)</sup>을 나타낸 것이다. 사료내 linoleic acid(18:2 $\omega$ 6) 함량은 무지방사료의 경우 0%, 3% 코코넛경화유 0.06%, 3% 홍화유 2.4%, 옥수수-대두박사료 0.8%이었고 이 사료를 섭취한 돼지고기 지방산 조

성 특히 linoleic acid 함량은 3% 홍화유 첨가 급여구가 17.15%로서 가장 높은 것으로 나타났다. 즉 돼지와 같은 단위동물에서 사료지방산의 조성은 생체조직 지질축적에 커다란 영향을 준다<sup>10-12)</sup>는 것을 시사해 주고 있다. 따라서 linoleic acid 함량이 높은 사료를 돼지에게 급여할 경우 돼지고기내 linoleic acid 함량을 높이는것이 가능하다<sup>13)</sup>. Table 3은 닭, 돼지, 면양에게 옥수수기름을 위주로 배합된 사료를 급여 후 피하지방 조직내 이행된 사료지방 특히 linoleic acid의 함병율이다. 이는 단위동물의 경우 사료지방산은 변하지 않고 그대로 체내에 반영 흡수된다는 것을 알 수 있으며, 사료지방의 형태 및 양적 수준이 지방조직내 지방산 조성에 영향을 줄 수 있

Table 2. 유지급원에 따른 돼지고기내 지방산 조성(%)<sup>9)</sup>

지 방 산	무지방사료	3% 코코넛유 (경화유)	3% 홍화유	옥수수-대두박 사 료
Capric(C10:0)	0.13	0.18	0.20	0.11
Lauric(C12:0)	0.10	0.63	0.12	0.12
Myristic(C14:0)	1.79	3.85	2.00	1.76
Palmitic(C16:0)	18.71	20.00	15.60	19.31
Palmitoleic(C16:1 $\omega$ 7)	16.85	16.47	13.01	12.68
Stearic(C18:0)	60.16	55.93	50.58	55.76
Oleic(C18:1 $\omega$ 9)	1.28	0.93	17.15	8.32
Linoleic(C18:2 $\omega$ 6)	0.00	0.06	2.4	0.8
Linolenic(C18:3 $\omega$ 3)	0.18	0.09	0.09	0.09
Eicosamonoic(C20:1 $\omega$ 9)	0.98	0.76	0.56	1.08
Eicosatrienoic(C20:3 $\omega$ 6)	0.17	0.11	0.46	0.49
Arachidonic(C20:4 $\omega$ 6)	0.07	0.07	0.19	0.23

Table 3. 닭, 돼지 및 면양의 피하지방 조직 속으로 사료내 Linoleic acid의 함병율 비교

동 물	유 지 사 료		지방조직내 Linoleic acid(%)	인용문헌
	지방첨가수준(%)	Linoleic acid(%)		
닭	10	10.3	14.1	Issaks 등(1964) <sup>14)</sup>
닭	10	28.7	44.1	'
돼지	3(사료내 함유량)	4.0	9.3	Wood 등(1978) <sup>15)</sup>
돼지	10	5.6	4.1	Mason 등(1967) <sup>16)</sup>
돼지	10	≥60	27.9	'
면양(Sheep)	3.4(사료내 함유량)	39.2	5.6	Crouse 등(1972) <sup>17)</sup>
어린양(Lamb)	보호지방 8.9	75	19.3	Faichney 등 (1973) <sup>18)</sup>

음을 보여준다. 그러나 반추동물의 사료내 고수준의 linoleic acid 첨가는 루멘미생물에 의해서 파괴되므로 반추동물의 지방조직내 linoleic acid 함량은 낮아지게 된다<sup>13)</sup>.

3. 지방의 생체 이용율

유지의 생체 이용율이 높다는 것은 동물에게 공급되는 에너지값이 높음을 나타내므로 경제동물 사양에 매우 중요하다. 단위동물의 소화관에서 지방산/monoglycerids/담즙염마이셀(micells)의 농도는 불포화도, 지방산의 사슬길이, 유리지방산과 에스터화된 지방산의 상대적인 농도 그리고 분자에 붙어 있는 포화지방산의 위치에 의해서 영향받는다<sup>13)</sup>. 돼지에서 포화지방산은 마이셀을 형성하려는 잠재성이 낮기 때문에 불포화지방산에 비해서 생체 이용율이 낮다<sup>13,19)</sup>. 그러나 포화지방산의 마이셀형성에 관한 잠재성 및 생체 이용율은 불포화지방산 또는 monoglycerides의 존재로 증가하는 것으로 보고되었다<sup>20)</sup>. 그러므로 공급되는 유지사료의 생체 이용율은 총사료내 지방산조성(불포화지방산/포화지방산 비율)에 의존한다. 박병성 등(1991)은 흰쥐에서 포화지방산의 생체 이용율이 불포화지방산에 비하여 낮으며 18:2 $\omega$ 6와 18:3 $\omega$ 3은 가장 이용율이 높고 12:0과 15:0은 가장 이용율이 낮은 것으로 보고하였다. 그리고 불포화지방산과 포화지방산의 비율 및  $\omega$ 3/ $\omega$ 6지방산의 비율을 높여줄 경우 전체 유지의 이용율이 높아진 것으로 보고하였다<sup>21)</sup>. Fig. 3은 돼지사료내 불포화지방산과 포화지방산의 비율증가에 대한 유지의 소화율을 나타낸 것이다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 불포화지방산과 포화지방산의 비율이 1.5 이상으로 높을 경우 유지사료의 소화율은 85~92%로서 높아짐을 알 수 있다. 어유를 경화할 경우 경화온도 상승에 따라서 돼지와 닭에 대한 소화율은 낮아지는 것이 일반적이다<sup>13)</sup>. 그러나 Martin(1977)은 경화된 우지(hydrogenated tallow)를 불포화지방산과 함께 조합하여 돼지에게 급여했을 때 일반소화율(apparent digestibility)이 5~10% 증가했다고 하였다<sup>13,20)</sup>. 한편 짧은사슬 또는 중간사슬지방산(탄소수 14 미만)은 포화지방산이면서도 보다쉽게 마이셀을 형성하기 때문에 중간사슬 지방산 함량이 높은 유지사료의 경우 불포화지방산과 포

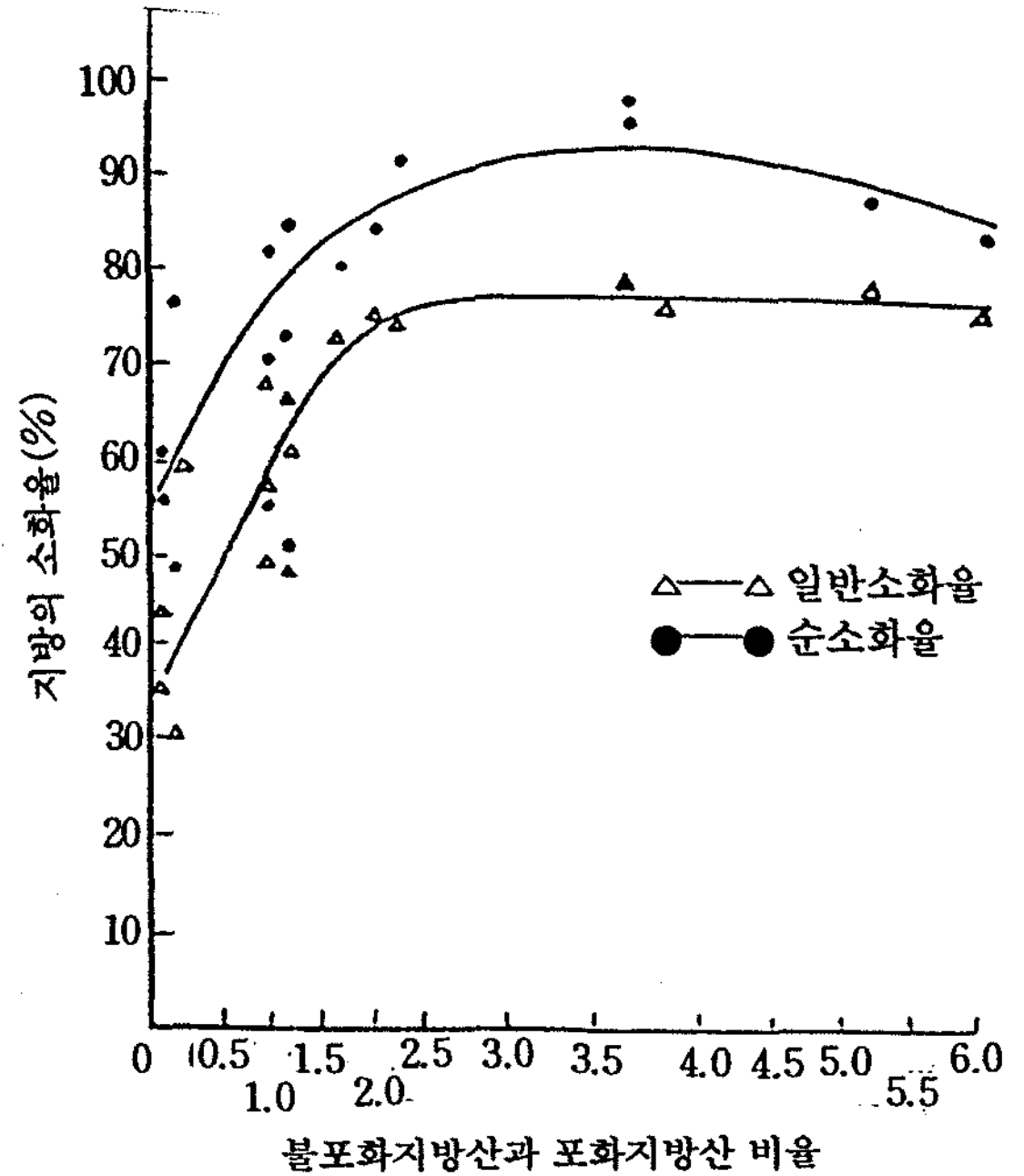


Fig. 3. 사료내 불포화지방산/포화지방산의 비율과 사료지방의 소화율 관계(돼지)<sup>13)</sup>.

화지방산의 비율에 관계없이 80~95%의 높은 생체 이용율을 나타낸다<sup>19, 22-24)</sup>. 유지의 소화율은 사료조성에 따라 영향을 받는다. 돼지에서 보리짚과 감자전분과 같은 탄수화물 급원은 소장에서의 영양소 흡수를 저해하며 대장내에서 미생물 발효를 자극하므로 유지의 소화율을 저해하는 것으로 보고되었다<sup>13,24)</sup>. Just(1982)는 사료내 조섬유 수준을 1% 높일 때마다 유지의 소화율은 1.3~1.5%까지 감소하는 것으로 보고하였다<sup>25)</sup>. Ca와 Mg 등 미네랄 수준이 높은 것 역시 쥐에서 장쇄불포화지방산의 소화율을 억제하는 것으로 보고되었다<sup>13)</sup>. Table 4는 단위동물, 송어 및 면양에 대한 유지의 생체 이용율을 정리한 것이다. 단위동물에서는 일반적으로 불포화지방산을 다량 함유한 식물성기름 및 어유가 포화지방산을 많이 함유한 동물성기름에 비하여 높은 소화율을 보인다.

4. 돼지사료내 지방 첨가수준

지방은 탄수화물에 비하여 2.25배의 열량을 더 낼 수 있기 때문에 돼지사육에 있어서 우수한 에너

Table 4. 단위동물, 송어 및 면양에 대한 유지의 생체 이용율

유지사료의 종류	동물	일반소화율(%)	순소화율(%)	인용문헌
우지	돼지	70~92	-	Wiseman(1984) <sup>13)</sup>
	닭	-	73	이효원 등(1992) <sup>3)</sup>
	쥐	88	88	박병성 등(1991) <sup>21)</sup>
돈지	닭	-	85~92	이효원 등(1992) <sup>3)</sup>
대두유	돼지	90~95	-	Wiseman(1984) <sup>13)</sup>
	닭	-	96	이효원 등(1992) <sup>3)</sup>
어유	돼지	87~92	-	Homb(1962) <sup>26)</sup>
	닭	84~91	90~96	Opstvedt(1973) <sup>27)</sup> , Ackman(1980) <sup>28)</sup>
	쥐	91	91	박병성 등(1991) <sup>21)</sup>
	밍크	94	-	Austreng 등(1979) <sup>29)</sup>
	송어	89	-	Austreng 등(1979) <sup>29)</sup>
	면양	77	84	Andrew와 Lewis(1970) <sup>30)</sup>
옥수수유	쥐	90	91	박병성 등(1991) <sup>21)</sup>
	닭	-	94	이효원 등(1992) <sup>3)</sup>

지 공급원이 된다. 임신말기와 비유기간 중 모든 사료에 대하여 우지를 15% 수준으로 첨가할 경우 자돈의 성장율을 높이며 생존율을 2.6%까지 개선할 수 있으며 모든 유량과 유질을 높일 수 있다는 것으로 보고되었다(Fig. 4)<sup>31)</sup>.

비유모돈에 대한 3% 수준의 우지 첨가효과는 도체품질을 변화시키지 않으면서 사료효율을 높일 수 있다(Table 5)<sup>31, 32, 34)</sup>. 육성비육돈에 대한 가장 경제적인 지방 첨가수준은 2~3%가 되며 최고 5%까지의 첨가수준도 고려되고 있다<sup>31)</sup>.

### Ⅲ. 반추동물(Ruminants)의 지질대사

• 루멘미생물 발효와 생체경화(Biohydrogenation), 소장흡수

단위동물에서와 달리 소, 면양, 산양, 사슴과 같은 반추동물들은 식도와 소장 사이에 4개의 위를 갖고 있다. 즉 전위(Fore stomach)에 속하는 제1위(Rumen, 혹위), 제2위(Reticulum, 벌집위), 제3위(Omasum, 주름위) 그리고 단위동물의 위와 비슷한 기능을 가지는 것으로서 전위에 속하는 제4위(Abomasum, 겹주름위)로 나누어져 있다. 제1위와 제2위를 합쳐서 반추위라고 부르는 데, 여기에는 무수

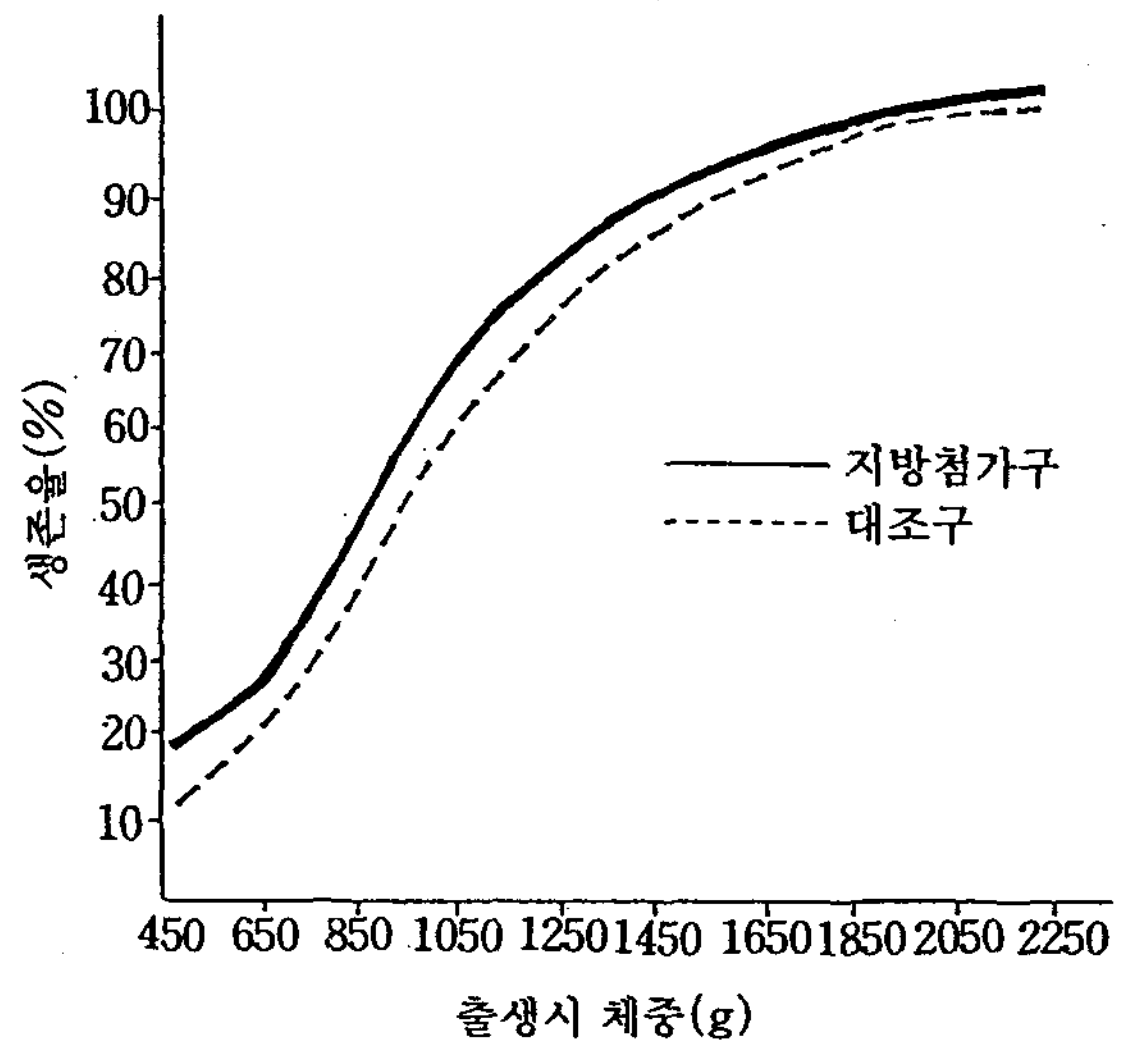


Fig. 4. 임신말기와 비유기간 중 모돈에 대한 지방첨가 급여시 자돈의 생존율에 미치는 영향<sup>31)</sup>.

한 미생물들이 서식하고 있어서 섭취된 음식물의 생체발효가 일어나는 곳이다<sup>1, 35)</sup>. 지방의 경우 ① 루멘 미생물 발효에 의해서 글리세롤과 지방산으로 가수분해되어 짧은 사슬지방산 즉, 휘발성지방산(Volatile fatty acids, C2-C5)이 형성되는 사료지질의

Table 5. 육성비육돈에 대한 지방첨가 효과<sup>33)</sup>

	우지 첨가 수준 (%)					
	0	2.6	5.2	7.9	10.4	13.0
일일증체량(kg), A	0.72	0.74	0.74	0.76	0.77	0.74
일일사료섭취량(g), B	2.58	2.50	2.39	2.35	2.19	2.12
사료요구율(B/A)	3.57	3.37	3.18	3.07	2.85	2.88
등지방, cm	0.56	0.52	0.54	0.56	0.56	0.59
햄, 등심%(온도체 기준)	41.80	42.00	42.40	41.40	41.60	41.10

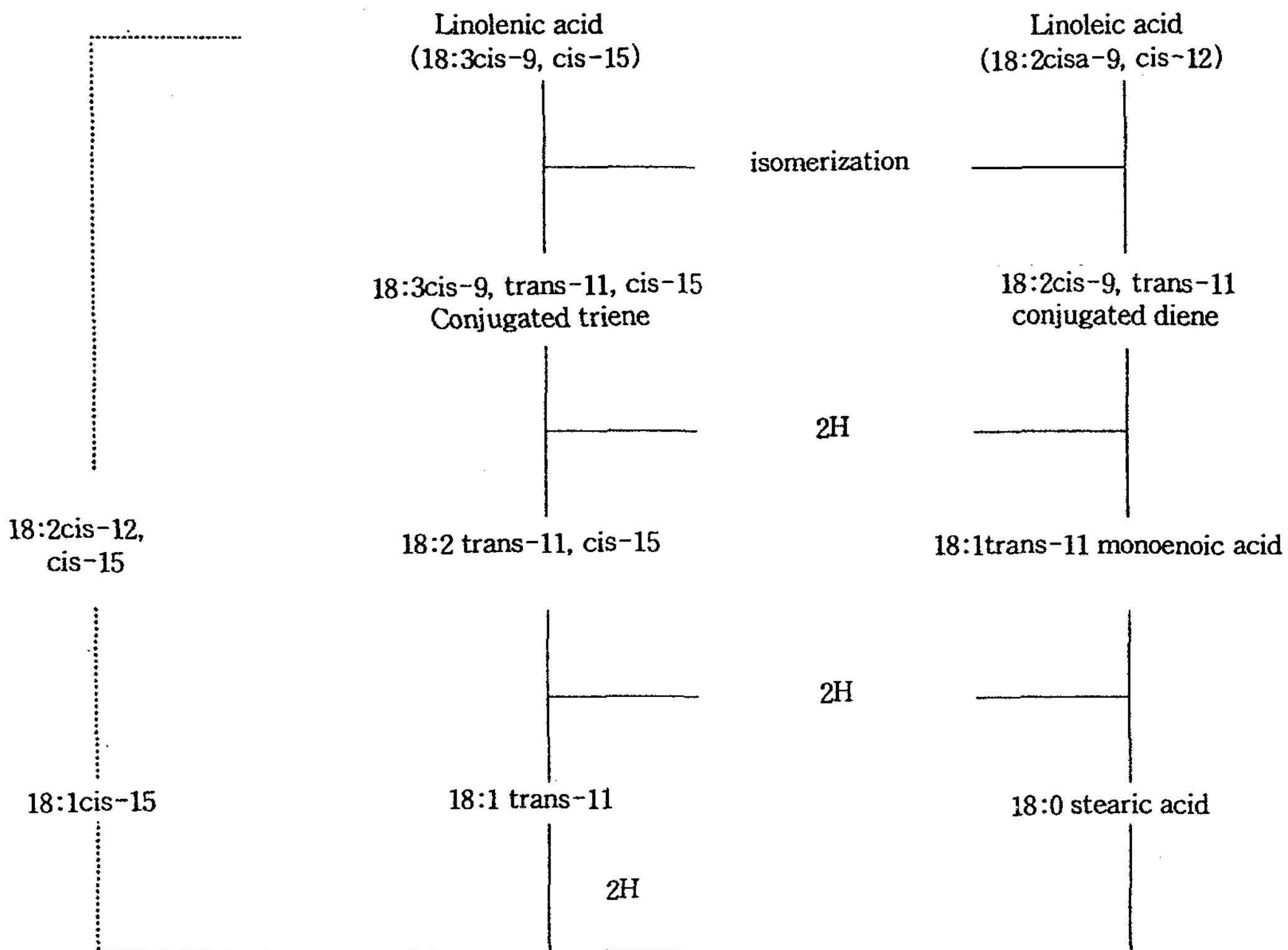


Fig. 5. Linoleic acid와 Linolenic acid의 생체 경화반응<sup>35)</sup>.

변화가 일어난다<sup>35)</sup>. 또한 ② 반추위 미생물작용에 의해서 대부분의 불포화지방산이 포화지방산으로 바뀌게 되는 생체경화가 일어난다(Fig. 5)<sup>35)</sup>. 이러한 이유 때문에 단위동물에서 순환지질의 지방산 조성이 사료지방산 조성에 의해서 쉽게 영향을 받을 수 있으나 반추동물의 경우는 그렇지 않다. 특히 반추동물의 사료내 불포화지방산이 공급될 경

우라도 사료지방산과 흡수된 지방산의 조성 차이가 현저하게 다른 것으로 알려져 있다<sup>35)</sup>. 예로써 반추동물이 주로 섭취하는 풀사료에는 linoleic acid와 linolenic acid가 많음에도 불구하고 루멘내용물에 축적된 지방에는 stearic acid가 풍부하게 함유되어 있다(Table 6)<sup>36,37)</sup>. 또한 우유에는 불포화지방산의 다양한 이성체들이 존재하는 데 가지사슬

Table 6. 건초와 루멘내용물 지질의 지방산 조성 비교(%)<sup>36,37)</sup>

지 방 산	건 초	루멘내용물
14:0br	-	0.6
14:0	0.9	1.6
14:1	0.8	-
15:0br	-	2.5
15:0	0.8	2.3
16:0br	-	1.0
16:0	33.9	30.0
16:1	1.2	-
17:0	-	2.4
18:0	3.8	41.4
18:1	3.0cis	7.0trans
18:2	24.0	3.9
18:3	31.0	6.0

주) : br = branched chain fatty acids.  
 cis = cis from fatty acids.  
 trans = trans from fatty acids.

지방산 및 유지사료에 존재하지 않는 불포화지방산의 이성체들이 함유된다<sup>35)</sup>. 루멘내에서 직접 흡수되는 휘발성지방산(탄수화물로부터), 그리고 지방의 가수분해에 의해서 형성된 휘발성지방산과 루멘미생물에 의해서 합성된 균체지방은 3위, 4위 그리고 소장을 통과하는 동안 흡수되어 직접·간접적으로 숙주동물에게 에너지를 제공해 준다<sup>1,13,35)</sup>

#### IV. 유지의 신개념

##### 1. 우회지방(By-pass fat) 또는 보호지방(Protected fat)

젖소사료 특히 비유초기 및 1일 산유량이 30kg을 넘는 고능력우의 경우 에너지 공급원으로써 추가적인 지방공급은 대단히 중요하다. 분만 후 비유초기의 젖소는 에너지 요구량을 충족시킬 수 있을 만큼 충분한 에너지를 섭취하지 못하기 때문에 처음 8~12주 동안에는 에너지 부족상태에 있게 된다. 이러한 에너지 부족상태는 대사성 질병을 유발할 수 있을 뿐 아니라 유량도 줄어들게 된다<sup>47,48)</sup>.

고능력우는 그들의 생산능력을 최대화하기 위해서 보다많은 에너지를 필요로 하기 때문에 충분한 양의 에너지 섭취가 요구된다<sup>48)</sup>. 그러므로 비유초기 및 고능력 젖소에 대해서는 사료 중 에너지 밀도를 높여주므로써 최고의 에너지 섭취를 할 수 있도록 하는 것이 가장 합리적인 사양방법이라고 할 수 있다<sup>47)</sup>. 사료 중 에너지 밀도를 높이는 방법의 일환으로 곡류를 다량 공급할 경우 에너지 섭취량을 증가시킬수는 있지만 반추위내 이상발효 및 유지율 감소를 초래할 수 있기 때문에 지방첨가로 인한 고에너지사료를 급여해 주는 것이 더 유리한 방법이 될 수 있다. 최근의 연구보고들은 지방을 첨가함으로써 에너지 이용효율을 극대화 할 수 있어 생산능력을 향상시킬 수 있다고 하여 지방에 우회단백질(By-pass protein)의 개념을 도입하였다. 즉 지방을 코팅(coating)함으로써 반추위내 미생물의 공격을 피할 수 있게 하여 반추위에서 분해를 받지 않고 직접 4위에 이르도록 하는 우회지방(By-pass fat) 또는 보호지방(Protected fat)을 개발하는 새로운 연구가 시작되었다<sup>49)</sup>. 우회지방은 반추위내 미생물작용을 피할 수 있어 소장내에서 유지방 합성을 위해 쓰여지는 지방산의 이용율을 높여주므로 유지방 생산량을 높이며 대조구와 비교할 때 유량증가를 피할 수 있다<sup>47,49)</sup>. 그러나 젖소에서 혈액 콜레스테롤 농도를 높이는 것으로 보고<sup>49)</sup> 되어 있어

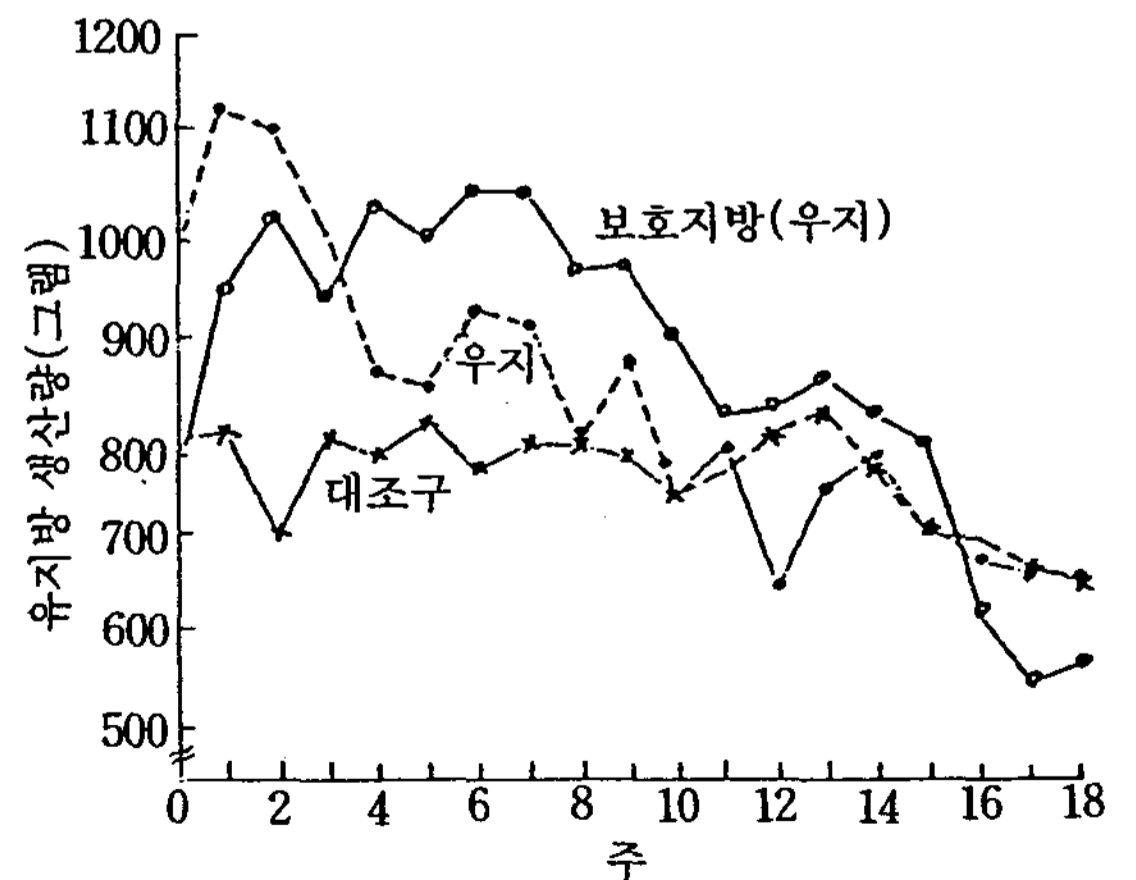


Fig. 6. 젖소에서 보호지방의 첨가급여시 유지방 생산량에 미치는 효과.



추후 쇠고기 및 우유 중 콜레스테롤 함량변화에도 관심을 가져야 할 것으로 보인다. Fig. 6은 보호지방 급여시 젖소의 유지방 생산량을 나타낸 것이며<sup>41)</sup>, Fig. 7은 보호지방 급여시 젖소의 혈액콜레스테롤 함량을 조사한 결과이다<sup>49)</sup>.

2. 중쇄지방(MCT, Medium Chain Triglycerol)

중쇄지방은 탄소수가 6개에서 12개인 지방산을 함유한다. 중쇄지방은 상업적으로 코코넛유와 팜유로부터 조제되며 실온에서 액상이며 mL당 8.3kcal의 열량을 발생한다. 중쇄지방산(MCFA, Medium Chain Fatty Acid)은 장쇄지방산(LCFA, Long Chain Fatty Acid)에서 보다는 lipase에 의해서 빠르게 분해된다. 가수분해 이후 MCFA는 LCFA에서처럼 장점막 세포에 의해서 재에스터결합(re-esterified)을 하지 않으며 오히려 문맥순환 속으로 빠르게 진입하여 간장으로 직접 흘러 들어간다. 흡수된 MCFA는 LCFA보다도 더욱 빨리 산화될 뿐만 아니라 LCFA와 반대로 지방산의 β-산화를

위한 미토콘드리아 속으로 진입하기 위해서 요구되는 카르니틴을 필요로 하지 않는 것 같다. 이러

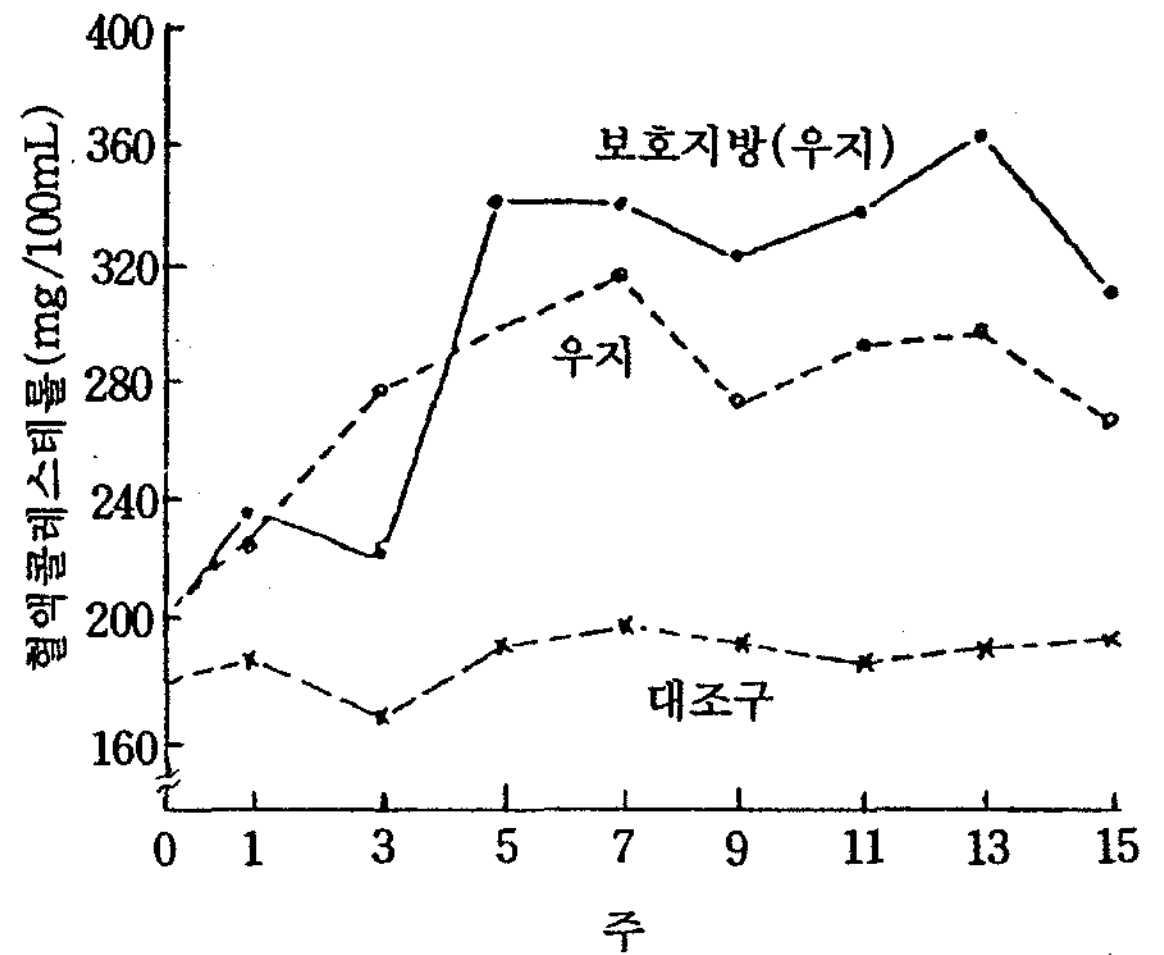


Fig. 7. 젖소에서 보호지방 첨가 급여시 혈액콜레스테롤 수준의 변화.

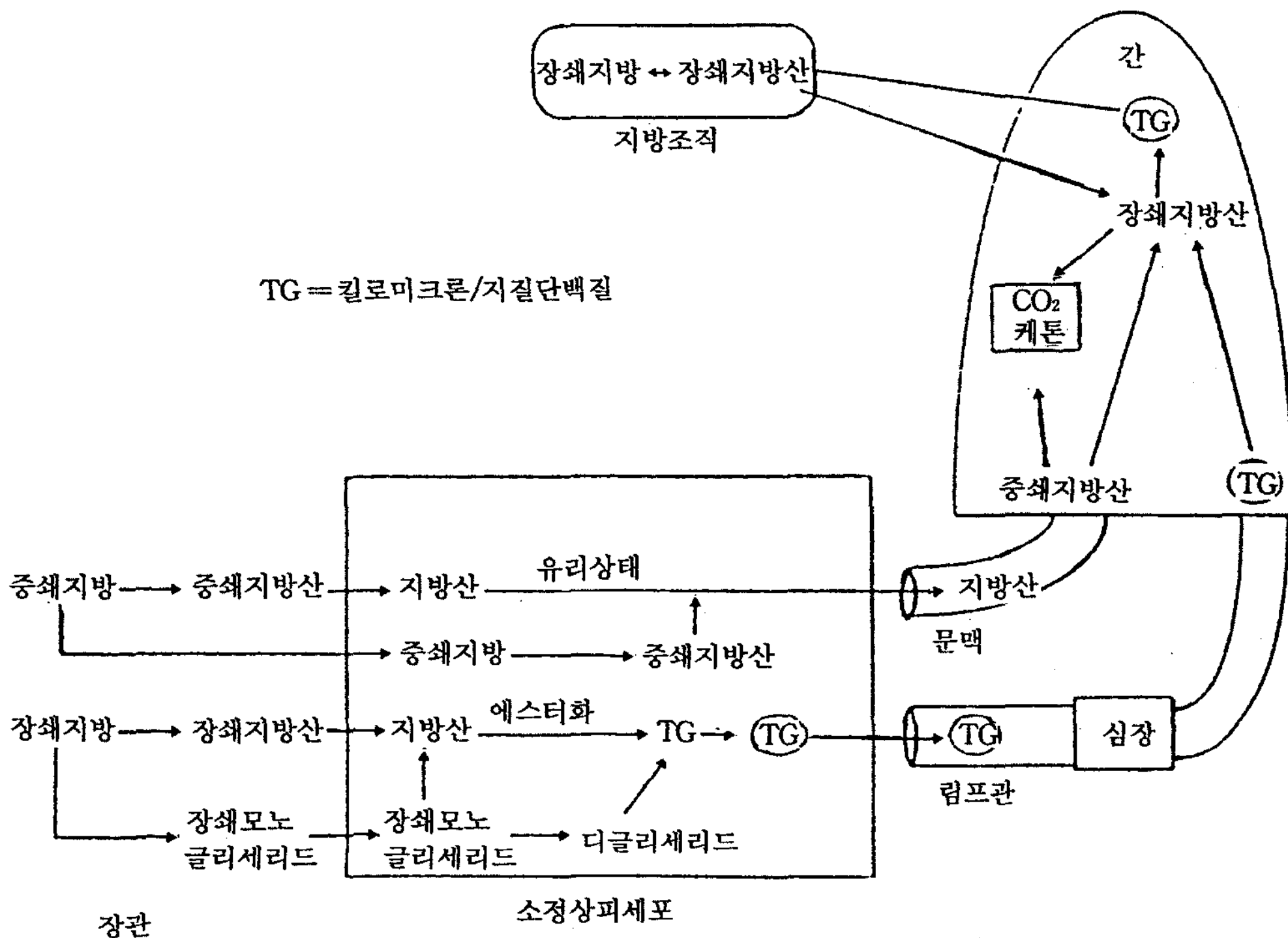


Fig. 8. 장쇄지방과 중쇄지방의 흡수경로 비교<sup>46)</sup>.

Table 7. 유지사료의 종류에 따른 돼지고기 등심내  $\omega$ -3지방산 축적율<sup>43,44)</sup>

	등심 지방산 (%)				
	우지	면실유( $\omega$ -6)	들기름( $\omega$ -3)	들기름(70)+ 대두유(30)	레시친(50)+ 어유(50)
Linoleic acid	048	044	457	745	247
EPA	053	015	105	272	225
DPA	056	024	100	224	326
DHA	085	025	085	175	808
총 $\omega$ -3 지방산	242	108	747	1416	1606
총 콜레스테롤 함량 (mg/100g 신선육)	100	79	76	72	74

한 이유 때문에 지방 분해력이 낮은 어린 자돈에서 우수한 에너지 공급원으로 쓰여질 수 있다. 실제로 MCT는 사람에게 있어서도 유아용 조제분유 및 환자 식이에 첨가되고 있다. Fig. 8은 MCT와 장쇄지방(LCT, Long Chain Triglycerol)의 흡수경로를 요약한 것이다<sup>46)</sup>.

### 3. 오메가 지방산

동물의 생체내에서 지방산의 생합성은 지방산의 알킬사슬 구조 중 맨끝 메틸기(-CH<sub>3</sub>)로부터 시작하여 카르복시기(-COOH) 쪽으로 진행된다. 오메가 지방산이란 지방산의 알킬사슬 구조 중 카르복시기로부터 가장 멀리 떨어져 있는 메틸기로부터 시작하여 탄소원자 번호를 부여하였을 때 최초 이중결합의 위치를 말한다. 오메가 지방산의 종류는  $\omega$ -3계열,  $\omega$ -6계열,  $\omega$ -9계열 및  $\omega$ -7계열로 구분할 수 있으며 그 생체대사경로는 Fig. 1에서 보는 바와 같다<sup>7,8)</sup>. 최근 성인병에 대한 관심이 높아지면서 지질의 필수지방산 및 에너지 공급 개념 이외에 새롭게 생체생리활성 기능을 갖는 오메가 3계열과 6계열의 지방산 가운데 특히 오메가 3계열의 지방산(n-3 또는  $\omega$ -3)에 대한 중요성이 높아졌다. 이는 오메가 3계열 지방산의 생리활성 기능이 오메가 6계열의 지방산에 비해서 큰 것으로 보고되었기 때문이다<sup>38,39)</sup>.

오메가 3계열 지방산의 급원으로서 들기름, 아마인유, 채종유, 대두유, 건초, 풀 등을 들 수 있으며 특히 들기름과 아마인유는 Linolenic acid(18:

3 $\omega$ 3)의 함량이 53~60% 정도로 높다. 어유에는 EPA(20:5 $\omega$ 3), DPA(22:5 $\omega$ 3) 그리고 DHA(22:6 $\omega$ 3) 함량이 높은 것이 특징이다. 오메가 6계열 지방산은 옥수수유를 포함한 대부분의 식물성기름에 다량 함유되어 있다<sup>7)</sup>. 오메가 지방산의 생체내 중요한 기능으로는 에이코사노이드 생합성 및 혈액 콜레스테롤 감소에 관여하는 것으로서 새로운 기능성 축산물 생산을 위한 신지질 소재로서 떠오르고 있다<sup>7,41,42)</sup>.

Table 7은 서로 다른 종류의 유지사료를 돼지사료에 5% 첨가 급여하였을 때 등심지방에 축적된

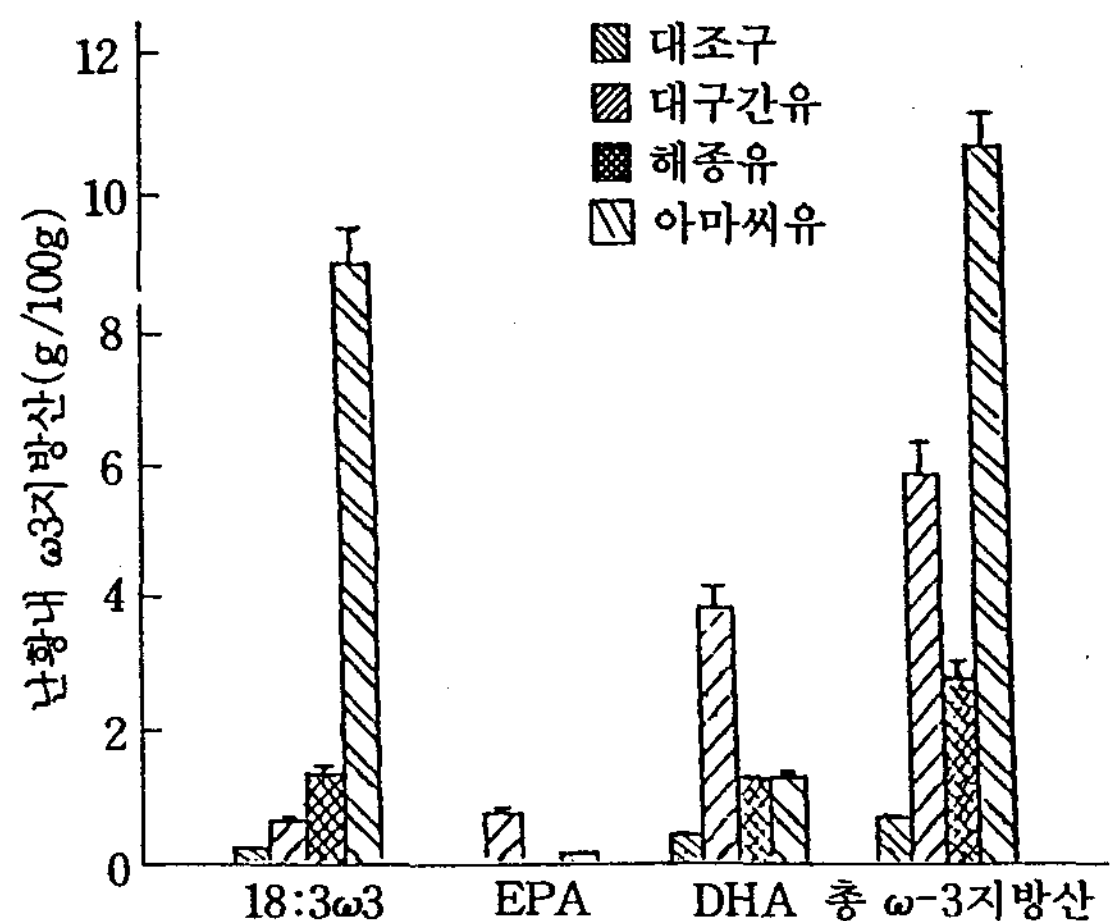


Fig. 9. 산란계에서 42일간 유지사료 급여 후 난향내  $\omega$ -3 지방산 축적율<sup>45)</sup>.

오메가 3계열의 지방산 조성을 나타낸 것이다. Fig. 9은 산란계 사료에 서로 다른 종류의 유지사료를 7% 첨가 후 42일간 급여하였을 때 난황에서 조사된 오메가 3계열의 지방산 조성을 나타낸 것이다.

## V. 결 론

경제동물 생산에 있어서 유지사료의 활용은 에너지 공급능력을 높여줄 수 있으므로 고기, 젖, 계란과 같은 축산물의 효율적인 생산에 기여할 수 있다. 경제동물에게 급여되는 유지사료의 형태는 중성지질이다. 닭, 돼지와 같은 단위동물에서 유지사료는 담즙산의 작용과 췌장에서 분비되는 리파제에 의해서 글리세롤과 지방산으로 가수분해된 후 소장에서 거의 대부분이 흡수된다. 가수분해된 각 지방산의 생체대사 경로는 서로 다른 효소체계를 가지며 조직내 이행축적되는 비율은 공급되는 유지사료의 형태 및 양적수준에 의해서 영향을 받는다. 유지의 생체 이용율은 불포화지방산과 포화지방산의 비율에 의해서 영향을 받으며 따라서 동물성지방과 식물성기름 또는 어유가 적절히 조화된 유지사료의 형태는 에너지 공급면에서 대단히 중요한 것으로 생각된다. 육성비육돈에서 유지사료의 공급수준은 2~3%가 가장 경제적이며 최고 5% 수준까지 첨가가 고려되고 있다. 반추동물에서 섭취된 유지사료는 루멘미생물작용에 의해서 불포화지방산이 포화지방산으로 변하는 이른 바 생체경화(Biohydrogenation) 현상이 일어나기 때문에 조직내 이행 축적되는 비율은 단위동물에서와 달리 사료지방에 의한 영향은 낮은 것으로 보인다. 반추동물은 특히 풀사료에 함유된 당지질로부터 휘발성지방산의 합성능력이 높으며 공급된 유지사료로부터도 휘발성지방산을 합성하여 에너지를 공급받을 수 있다. 휘발성지방산은 루멘내에서 주로 흡수되며 일부 휘발성지방산 및 균체지방은 소장에 이르는 동안 흡수 이용된다. 최근에는 유지사료의 신개념이 더욱 중요시되고 있으며 고능력젖소를 위한 에너지공급 강화방법으로써 우회지방 또는 보호지방의 사용은 산유량과 유지방 생산량을 높일 수 있다. 중쇄지방은 흡수속도가 빠르기 때문

에 어린 자돈에게 고에너지를 공급할 목적으로 사용이 검토되고 있으며, 기능성 축산물 생산을 목적으로 한 새로운 지질소재의 활용은 21세기 유지사료의 신개념을 예고하고 있다. 따라서 이제 우리는 과거 단순한 에너지 공급만을 위한 유지사료의 개념을 넘어서 동물의 생산능력을 보다 높이고 저콜레스테롤, 저지방 및 생리활성 물질이 강화된 차세대 축산물 생산을 위한 새로운 유지사료의 개발 및 활용기술을 모색해야 할 것으로 보인다.

## 문 헌

1. D. C. Church, Livestock feeds and feeding, Prentice-Hall, Inc(1991).
2. A. E. Cullison, R. S. Lowrey, Feeds and feeding, Prentice-Hall, Inc(1987).
3. 이효원 · 하종규 · 한인규, 사료학, 한국방송통신대학교 출판부(1992).
4. 월간무역, 한국축산무역(1992-1996).
5. W. D. Horace, A digest of digestion, Year book, Medical Publishere(1978).
6. 김숙희, 지방영양, 민음사(1984).
7. 박병성 · 황보종 · 이상진 · 이영철, 오메가지방산, 효일문화사(1994).
8. 박병성 · 이남형 · 이영철, Omega-3와 6지방산이 흰쥐의 생체지질 수준에 미치는 영향, 한국영양사료학회지, 16(3), 105(1992).
9. G. M. Babatunde, W. G. Pond, E. F. Jr. Walker, and P. Chapman, J. Anim. Sci, 27, 1290(1968).
10. W. G. Pond, and J. H. Maner, Swine production, AVI Publishig Co., Inc.(1984).
11. D. E. Koch, and R. A. Merkel, J. Food Sci, 33, 1(1967).
12. L. R. Jr. Dugan, Am. Meat Inst. Found. Circ, No. 36, Chicago(1957).
13. J. Wiseman, Fats in animal nutrition, Butterworths(1984).
14. R. E. Issaks, R. E. Davies, T. M. Feguson, R. Reiser, and J. R. Couch, Poultry Sci, 43, 105(1964).

15. J. D. Wood, M. B. Euser, H. J. H. Macfie, W. C. Smith, J. P. Chadwick, M. Ellis, and R. Laicd, *Meat Sci*, 2, 289(1978).
16. J. V. Mason, and R. F. Sewell, *J. Anim. Sci*, 26, 1342(1967).
17. J. D. Crouse, J. D. Kemp, J. D. fox, D. G. Ely, and W. G. Moody, *J. Anim. Sci*, 34, 388(1972).
18. G. J. Faichney, T. W. Scott, and I. J. Cook, *Australian J. Biol. Sci*, 26, 1179 (1973).
19. C. P. Freeman D. W. Holme, and E. F. Annison, *British J. Nutrition*, 22, 651 (1968).
20. C. K. Martin, Effect of dietary fat source on performance and carcass characteristics of growing-finishing swine, MS thesis, Kenturcky Univ. Lexington(1977).
21. 박병성 · 성기승 · 김홍만 · 윤칠석 · 이남형 · 이영철, *한국영양사료학회지*, 15(1), 14(1991).
22. R. M. Hamilton, and B. E. McDornald, *J. Nutrition*, 97, 33(1969).
23. L. T. Frobish, V. W. Hays, V. C. Speer, and R. C. Ewan, *J. Anim. Sci*, 30, 197 (1970).
24. R. Braude, and M. J. Newport, *British J. Nutrition*, 29, 447(1965).
25. A. Just, *Livestock Production Science*, 9, 717(1982).
26. T. Homb, *Meldinger fra Norges Landbruck, høgskole*(Scientific Report of the Agricultural University of Norway), 41(5), 1(1962).
27. J. Opstredt, *Acta agriculturar Scandinavica*, 23, 217(1973).
28. R. G. Ackman, Fish lipids, part I, In advance in fish science and technology(J. Cornell and J. J. Famham, Eds), 1986, Surrey, UK, Fishing News Books Ltd(1980).
29. E. Austreng, A. Skrede, and A. Eldegard, *Acta agriculturae Scandinavica*, 29, 119 (1979).
30. K. J. Andrews, and D. Lewis, *J. Agricultural Sci*, 75, 47(1970).
31. J. L. Nellson, *Short Course on Feed Technology*, Korea(1991).
32. M. D. Tokach, S. G. Crnelius, J. W. Rust, and J. E. Pettigrew, 67(Suppl. 1), 231 (1989).
33. G. L. Alee, G. R. Stoner, M. E. Johnston, and J. L. Nellsen. *Kansas State Univ. Res. Report* 87, 528(1987).
34. N. J. Lawrence, C. V. Maxwell, and C. G. Belcher, *Okla, Stn, Univ. Anim, Sci, Res, Rep. MP-107*, 159(1980).
35. W. W. Christie, *Lipid metabolism in ruminant animals*, UK, Pergamon press Ltd (1981).
36. L. A. Maynard, J. K. Loosli, H. F. Hintz, and R. G. Warner, *Animal Nutrition*, Seventh ed, McGraw-Hill Book, Co(1979).
37. I. Katz, and M. Keeney, *J. Dairy Sci*, 49, 962(1966).
38. 박병성 · 이영철, *한국축산학회지*, 36(3), 312 (1994).
39. M. Y. Abeywardena, P. L. Mclennan, and J. S. Charnock, *Atherosclerosis*, 66, 181 (1987).
40. 小菴義樹, *食品と開發*, 26(8), 10(1992).
41. 박병성, *양계 연구*, 45, 46(1993).
42. R. S. Lees, and M. Karel, *Omega-3 fatty acids in health and disease*, Marcell Dekker, Inc, USA(1990).
43. 박병성 · 이남형 · 윤칠석 · 김홍만 · 김덕영, *US. Patent* 5, 106, 639(1992).
44. 박병성 · 이남형 · 윤칠석, *한국식품개발연구원 보고서* 2100-0153(1991).
45. D. J. Farrell, *Poultry international*, A watt poultry publication, 62, May(1993).
46. J. Odel, L. Xi, and T. See, *New technology to improve survival of neonatal pigs*, *International Symposium for 20th Anniversary of Korean Society of Animal*

- Nutrition and Feedstuff, Korea(1996).
47. R. R. Grummer, J. Dairy Sci, 71, 117 (1988).
48. D. S. Kronfeld, J. Dairy Sci, 65, 2204 (1982).
49. T. R. Wrenn, T. Bitman, R. A. Waterman, J. R. Weyant, D. L. Wood, L. L. Stozinski, and N. W. Hooven, J. Dairy Sci, 61, 49 (1978).