 総 説

高リノール酸肉及び乳製品について

福 場 博 保*

On High Linoleic Acid (Fat Modified) Meats and Dairy Products

HIROYASU FUKUBA*

現在まだ食物中の脂質，血液脂質量と冠状動脈硬化症の発生との間に直接的な因果関係は明確にされていない。しかしこのような病的症状の発生に対する危険因子 (Risk factors) の一つとして食物中の脂質量及びその脂肪酸組成が挙げられている。ことにここ 20 年ばかり，血漿コレステロール値と摂取食物中の脂肪酸組成との関係についての報告が多く，その一つとして KEYS¹⁾ の血漿コレステロール値の変動に対する各種脂肪酸の影響を示す式として，次式が提出されてから，この問題に対する関心が高まってきたものともいえよう。

$$\Delta \text{chol} = aS + bM + cP$$

S: 飽和脂肪酸

M: モノエン酸

P: ポリエン酸

ここで， $a=+2$ $b=0$ $c=-1$

であり，飽和脂肪酸としてはラウリン酸，ミリスチン酸，およびパルミチン酸が関与することが明らかにされている。

このことから，食品に多く含まれている脂肪酸について考えるならば，血漿コレステロール値はパルミチン酸 1g の摂取によって増加する分はリノール酸 2 g の摂取によって相殺されることとなる。

このように，血漿コレステロール値の上昇を抑えるために，パルミチン酸を多く含む脂質の摂取をなるべく避け，リノール酸の多い食物を摂る傾向が現われている。アメリカの場合にも，近年リノール酸の多い油脂源の利

用が増加し，バター等パルミチン酸の多い油脂源が敬遠される傾向をみせている。

しかし，パルミチン酸の多いバターを避けて，リノール酸の多い植物油脂製のマーガリンを用いるとか，乳脂肪の多いアイスクリームを無脂肪のシャーベットに代えることはできても，彼等をとってチーズなしの食生活あるいは肉食を大巾に制限されることは，大きな苦痛であろう。実際，一日当たり 160~180 g の脂肪を摂取しているが，この内様を調べてみると，バター，ラード，植物油の油脂類が 1/3，肉類に由来する脂肪が 1/3 で，乳製品，卵，その他の食品から来る脂肪が 1/3 の割合となっている。

このような背景の中で，牛，羊等の反芻動物の肉および乳製品の脂肪の脂肪酸組成を変えて，リノール酸等のポリエン酸を多く含むものに代える研究が進められた。

このため，これら動物の血液にリノール酸を多く含む油脂を注入する方法とか，直接皺胃(第 4 胃)にチューブを用いて注入する方法などが用いられたが，これらはいずれも実際的な方法でなく，実用化されなかった。

SCOTT の方法

牧草の脂質について，その脂肪酸組成を調べてみると，リノール酸 13%，リノレン酸 60% を含んでおり，約 3/4 がポリエン酸からできているが，これらの脂肪酸を摂取した反芻動物の乳脂肪あるいは肉脂肪におけるポリエン酸の量は数パーセントにすぎない。これは第 1 胃にて，微生物が不飽和脂肪酸の水素化に関与し，吸収さ

* お茶の水女子大学食物化学研究施設 (東京都文京区大塚 2-1)

Ochanomizu University, Institute of Food Chemistry, Bunkyo-ku, Tokyo)

写真 1. 油カゼイン粒子

れる時には、ほとんど飽和酸として吸収されるためとされている²⁾。

このため高不飽和脂肪酸量の乳製品あるいは肉を得るためには、ルーメン微生物によって飽和化されないような形で不飽和脂肪を与えることが必要となる。オーストラリアの CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) の動物生理部の脂質生化学者である SCOTT はこの問題について研究を進めた。まず SCOTT, COOK 及び FERGUSON ら³⁾⁻⁶⁾はカゼインをホルムアルデヒドを用いて変性させると、この変性蛋白はルーメンでは分解されないことを見出した。このため、この方法を用いて、脂質を保護することを思いつき、亜麻仁油、ヒマワリ油等のポリエン酸を多く含む不飽和油を用い、油-カゼイン粒子をスプレードライ法によって得(写真 1)、試験管実験によって、ルーメン微生物がこのものの水素化を行えないことを確かめ、さらに *in vivo* の実験を繰り返して、1969 年 10 月はじめて、

ポリエン酸含量の高い山羊乳を得ることに成功したもので、その後今日に至るまで、食品衛生学的研究や、このような乳製品、肉類の嗜好試験、人体実験、ことに血漿コレステロール値に及ぼす影響等について詳細に研究が行なわれ、数多くの報告が出されている。

1. Protected • Oil-Protein Particles (POPP) の調製

はじめの中は植物油と酸沈澱カゼインを用い、この混合物を噴霧乾燥した後、ホルムアルデヒドで処理する方法を用いていたが、より安価にこの粒子を得るため、最近では、ヒマワリ等の種子を直接原料とする方法がとられている。さらにカゼインを用いないで、植物種子に含まれる蛋白質それ自身を油滴の保護蛋白とする方法を開発中のようであるが、現在では、次図のようにカゼインを添加して製造しているようである⁷⁾⁻¹²⁾。

なお乾燥に当っては噴霧乾燥法では、固形物濃度 25~30% 以上にできないのに対し、フラッシュドライヤーでは 35~45% に高めることができるので、最近ではこの方法が用いられている。また植物種子としてはヒマワリ種子、サフラワー種子などが用いられており、ことに外皮が軟かく除きやすいのでヒマワリ種子がオーストラリアでは好まれているようである。

また乾燥物中のホルムアルデヒド濃度については詳細は不明の点もあるが、大体 1.5% (重量%) 程度である¹²⁾。

2. POPP Diet

泌乳中の羊や牛に POPP を与えると、このものに含まれるポリエン酸はすぐ血漿脂肪酸に導入され、さらに乳脂肪中の脂肪酸組成にも変化がみられる。乳脂肪中のポリエン酸濃度は投与量に依存するが、実際にリノール酸濃度 35% のものも得られている。しかしこれ以上にリノール酸濃度を高めようとして、POPP 量を多くすると、家畜は食欲を失い、飼料摂取量が減少し、逆にリノール酸濃度は減少する、今後 POPP 調製法の改良等によって、さらにリノール酸濃度の高い乳汁を得ることもできようが、実際的な目的では、これ以上高リノール酸濃度に対する必要もないので、この 35% という値が最高値とも考えられよう。

図 1 POPP の調製

図 2. 乳脂肪中のリノール酸及びリノレン酸量

図 3. 乳脂肪の脂肪酸組成

なお、一般によく知られているように、反芻動物では、飼料中の脂肪量を5%以上にすると、食欲を失うがこのPOPPの場合には、通常の脂肪量以上に脂肪量を増すことができる。

乳脂肪中のポリエン酸の種類は、POPP調製に用いた植物種子中のポリエン酸組成によって変動する。次図は通常飼料の場合及び、ヒマワリ種子および亜麻仁をPOPP調製原料とした場合の乳脂肪中のポリエン酸量を図示したもので、ヒマワリの場合にはリノール酸が、亜麻仁の場合にはリノレン酸が多く含まれて図に示されるように、ヒマワリ種子あるいはサフラワー種子を用いてPOPPを調製し、飼料に加えた場合には、リノール酸レ

ベルが上昇し、これに伴って、 $C_{14=0}$ 、 $C_{16=0}$ のような飽和酸および $C_{18=1}$ が減少するのに対し、 $C_{18=0}$ はほとんど変動を示さない。既に述べたようにKEYSの報告からみれば、血漿コレステロール値の上昇に影響する $C_{14=0}$ 、 $C_{16=0}$ が減少し、この値の低下に影響する $C_{18=2}$ のみが上昇することは、血漿コレステロール値に好ましい影響を与える乳脂肪となったこととなる。

なお、成熟した動物にPOPPを与えた場合、筋肉脂肪のポリエン酸量が25~35%に達するには、約8週間この飼料で飼育する必要があるし、幼動物の場合には、このレベルに達するには3~4週間の飼育で目的を達することができ、皮下脂肪よりも腎臓周辺の脂肪組織などの方がポリエン酸量が多くなる。乳脂肪と同様、ポリエン酸の増加に伴って、 $C_{16=0}$ 、 $C_{18=1}$ なども低下する。なお $C_{14=0}$ も減少するが、乳脂肪と異なり、筋肉脂肪でのこの脂肪酸の含有量はそれほど多くない。

またこのPOPP投与を中止した場合の変化であるが、乳脂肪中のポリエン酸量は3~4日で平常値に戻る。

3. 高リノール酸肉及び乳製品の品質

肉、牛肉及び羊肉の脂肪酸組成を示すと表1のようである。

この数値は一例であり、POPP投与量によって、リノール酸量は変化する。

フレーバ等についても多くの報告があるが牛肉の場合には、ほとんど変化は認められない。

しかし著しく変化のみられるのは羊肉である。FORDら¹³⁾は高リノール酸肉はオイリー

なアロマがあり、フレーバーは羊肉よりも豚肉あるいは鶏肉に近いと述べているし、またフレーバーとして甘い果実ようであるとも記述している。このフレーバーは揮発性物質として $trans, trans$ -deca-2, 4-dienal等の不飽和カルボニル化合物を多量に含むためとしている。

またPARKら¹⁴⁾はPOPPを与えたラムのフレーバーについて研究し、加熱肉の揮発性物質を低温分子蒸溜法によって分取し、このもののガスクロマトグラフィー-マススペクトログラフィーによって、この甘い油性のフレーバーの本体は4-hydroxydodec-cis-6-enoic acid lactoneであることをつきとめている。

表 1. 牛肉及び羊肉の脂肪酸組成

脂 肪 酸	ビーフ		ラム		マトン	
	対 照	高リノール酸肉	対 照	高リノール酸肉	対 照	高リノール酸肉
C10=0	0.1	0.1	0.2	0.1	—	—
C12=0	0.1	0.1	0.3	0.2	—	—
C14=0	3.7	2.6	3.4	3.4	2.5	2.1
C14=1	0.6	0.5	4.0	0.4	0.5	0.4
C16=0	27.6	20.4	22.5	17.2	23.0	17.5
C16=1	5.3	3.4	2.5	2.0	2.4	2.0
C18=0	16.7	17.2	27.1	22.5	25.9	24.2
C18=1	39.1	32.9	33.9	30.9	36.0	32.3
C18=2	5.6	21.4	2.5	18.4	2.5	14.9
C18=3	1.2	1.2	1.6	1.2	1.6	1.7

FORD らの示した deca-2,4-dienal にしても、このラクトンにしても共に脂肪酸の酸化生成物であり、リノール酸が体内で酸化代謝され、肉に含まれ、フレーバーとして感ずるものと考えられる。

4. 乳製品

既に示したように乳脂肪中のリノール酸量は 35% 程度にまで高めることができる。現在一般にはリノール酸量 12~15% 程度のバターが試作されているようである。この程度のリノール酸含量のものは、冷蔵庫内に保存したものを、すぐにパンの上に塗布しようとした場合にも展性がよく、パンをポロポロにしない利点がある。これに対しリノール酸量が 30% 程度にもなると、冷蔵庫からとりだすと、液化しやすく、バターとしての利用に制約があり、また非常に酸化されやすく、低温貯蔵時にも

速かに酸敗が起る。このような欠点から、12~15% リノール酸含量のものが好まれるようである。このリノール酸量は飼料中の POPP 量を加減することによって容易に制御できる。

通常のバターと高リノール酸バター及びテーブルマーガリンの脂肪酸組成を示すと表 2 のようである。

KIESEKER ら^{15)~17)}の報告によると、搾乳したものを直ちに HTST 法によって殺菌した後クリーム（脂肪分 40%）を分離し、2°C に貯蔵し、チャーニンにかけてバターを調製しているが、チャーニング温度とチャーニング時間との間の関係は表 3 のようで、通常のチャーニング時間である 30~40 分で終了するためには、はじめのチャーニング温度は 4°C あるいはそれ以下の温度が必要としている。

通常のチャーニング法によるバターについて、ペネトロメーターによる硬さの測定を行った。この値を通常バターあるいは高不飽和脂肪酸マーガリンと比較した場合表 4 のような値となる。この測定に当っては、標準のアスファルトペネトロメーターコーン A.S.T.M. 217、重量 250 g のものを用い、2°C、10°C、13°C で測定を行っている。

この値から、高リノール酸バターが通常バターと比較し、ソフトであることが示されている。

表 3. チャーニング時間に及ぼすチャーニン温度の影響 (室温 4°C)

チャーニング開始時温度 (°C)	1.3	1.2	4.5	4.9	8.0
チャーニング終了時温度 (°C)	2.5	2.7	4.8	4.2	6.8
チャーニング時間 (分)	32	33	24	27	17

表 2. バター及びテーブルマーガリンの脂肪酸組成

脂肪酸	バター	高リノール酸バター		テーブルマーガリン
		12%	20%	
C6=0	0.5	0.5	0.4	—
C8=0	1.0	0.7	0.5	—
C10=0	3.8	1.7	1.5	—
C12=0	4.6	1.9	1.5	—
C14=0	13.4	7.4	5.8	—
C16=0	29.9	23.2	17.7	8.8
C18=0	17.1	19.3	18.7	9.8
C18=1	28.7	33.5	33.3	39.5
C18=2	1.0	11.8	20.5	42.0

表 4. ペネトロメーター値

試 料	C ₁₈₋₂	測定値 (mm×10 ⁻¹)		
		2°C	10°C	13°C
高リノール酸バター	24.5	97	159	188
通常バター	0.8	29	43	67
高リノール酸マーガリン	42.0	134	194	207

表 5. 高リノール酸チーズ及び通常チーズの
フレーバ化合物

a. チェダーチーズ		
化合物	通常チーズ	高リノール酸チーズ
Ethanol	680	25
Pentane	—	214
Acetone	64	88
Ether	8	3
Diacetyl	5	trace
Butan-2-one	30	280
iso-Butanol	trace	—
Chloroform	—	trace
Pentanol	198	68
Acetoin	820	106
Pentanol	200	22
Toluene	40	18
Ethyl butyrate	6	18
Heptan-2-one	280	45
b. チェダムチーズ		
化合物	通常チーズ	高リノール酸チーズ
Methanol	52	—
Ethanol	off scale	—
Pentane	130	118
Acetone	130	98
Diacetyl	34	30
Butan-2-one	58	34
Pentanal	182	90
Acetoin	198	78
Pentanol	50	15
Toluene	68	60
Ethyl butyrate	10	10
Heptan-2-one	10	64

ただこのような高リノール酸バターは酸化されやすく、このため酸化臭が出たり、添加したβ-カロチン等の色素の褪色が起りやすい。このため、彼等は BHA, α-tocopheryl acetate, Tween 80 を 2:2:10 (w/w) の割合で混合した乳化物を牛乳 1kg 当り 5ml 添加し、酸化防止効果を持たせている。その他加工法、包装法、貯蔵法について特別な配慮の必要ことが強調されてい

る。

また高リノール酸乳から製造したチーズについての研究も多く報告されている。

CZULAK ら¹⁸⁾によると、カードは通常のミルクを用いた場合よりも若干軟い点の特徴のようである。この点はバターの場合も同様でチャーニングした場合チャーニング時間が短かく、粒子が軟かいことが報告されている。このような特徴はやはり脂肪酸組成の変化に基づくものであろう。

熟成時のチーズの状態ははじめは青味を帯び粉っぽい感じであるが、大体 3~4 カ月経過し、成熟してくると改善されてくる。しかし、熟成に従って、油脂分が遊離しやすくなり、またこの油脂の酸化による変質が起りやすい欠点がある。この問題については特殊なリパーセを添加したり、微生物の添加によって改善できることも報告されている。

チェダーおよびチェダムチーズを 6 カ月熟成させた時のヘッドスペースガスをガスクロマトグラフィーによってフレーバ化合物を分析した値は表 5 に示した。数値はピークの高さを mm で示してある。

なお酢酸量は対照チーズの 700~1180 ppm に対し、高リノール酸チーズの場合 72~124 ppm であった。

このようなフレーバの変化については、搾乳後のミルクになるべく早く抗酸化剤を添加することによって防ぐことができることを報告している。

またこの変質がカードに含まれている酸素に基因するものであることが明らかにされ、カードに加塩した後なるべく早く減圧下に脱気することが望ましい。

このような高リノール酸乳の利用についての研究から、CZULAK らは通常の牛乳の場合と全く同品質の各種チーズ、ヨーグルト、サワークリーム等が製造できる加工条件は明らかにできたと報告している。ただチーズの場合も、リノール酸含量は 12% あるいはそれ以下が望ましいようである。

5. POPP 調製に用いたホルムアルデヒドの食品衛生学的検討

POPP の調製に用いたホルムアルデヒドが肉あるいは乳および乳製品に残留し、食品衛生的に問題になるのではないかという点は、わが国のように添加物について特に神経質な消費者の多い場合には問題となることであろう。

この点について MILLS ら¹⁹⁾は ¹⁴C を用いる実験を行って、摂取したホルムアルデヒドの代謝について研究を行っている。POPP の調製に当っては、ヒマワリ油とカ

ゼインを同量用い、これに 37% HCHO を加えて蛋白質を変性させ、噴霧乾燥法によって乾燥物を得ている。この場合、乾燥物当り HCHO の量は 1.5% となるように添加している。同様の方法によって ^{14}C -HCHO を含む POPP を調製し、両者を混合し、POPP 1g 当りの ^{14}C 量を、試料 I については 0.30 μCi 、試料 II については 0.24 μCi となるように調製し、試料として用いている。

4才のメリノ種の羊4頭を用い、ムラサキウマゴヤシ-大麦 (1:1 w/w) 混合物 600g 及び POPP 250g を試験期間の3週間毎日与え予備飼育を行った。

泌乳中の山羊2頭については、それぞれ前者 1500g と POPP 300g を4週間与え予備飼育を行った後、1~3日放射性物質を含む同様な飼料を与え、この間の呼気中の放射能量等については特別な代謝室を用いて測定を行った。肉について実験する場合は18カ月同様な飼料で飼育した動物を用いている (表6)。

呼気中の放射性炭素は摂取量に対し最大 84% から 57% の間で変動した、この変動は POPP 調製から投与までの期間によって左右されるようで、飼料調製後10日の実験 I の場合最も多くの放射性炭素が呼気から回収されたのに対し、他の三実験では 40~80 日経過しているので、この場合は呼気からの回収が少くなり、逆に糞からの回収が多くなり、放置間の蛋白変性の進行が、消化性に影響を与えることを示唆しているようである。このことはこのような試料に水を加えて、37°C に1時間インキュベーションし、汙液中の放射能を求めた場合にも

表 6. POPP 投与羊の ^{14}C -HCHO* の代謝

	実験 I	実験 II	実験 III	実験 IV
^{14}C -HCHO 投与期間 (日)	2	1	3	1
摂取 ^{14}C -HCHO 量 (μCi)	135	70	208	48.9
^{14}C -HCHO 分布 (%)				
呼 気	83.5	66.1	68.0	57.3
消化管	4.4	—	5.2	—
屍 体	4.2	—	6.5	—
糞	11.4	20.7	22.7	26.6
尿	4.1	5.5	5.0	5.7
^{14}C -回収率 (%)	107.6	92.3	107.4	89.7

△実験 I~III には飼料 I (0.30 $\mu\text{Ci/g}$) を用い、実験 IV には飼料 II (0.24 $\mu\text{Ci/g}$) を用いた、なお投与日は飼料調製後それぞれ 10, 40, 84 および 50 日経過したものである。

△実験 I および III では ^{14}C -HCHO 投与後 3 日および 4 日後に屠殺した。

△呼気中の放射性の測定は ^{14}C -HCHO 投与期間及び投与後 48 時間までの総計として示した。

△糞および尿中の放射性の測定は投与後 3 日分の総計である。

図 4. ^{14}C -POPP を与えた場合の呼気中の ^{14}C -CO₂ (●) と ^{14}C -CH₄ (○) の時間変化

同様、調製後の日数の少ないものが遊離量の多いことを示している。

呼気中の放射性炭素について検討を行った結果は図4のように、投与後 6~8 時間までは CO₂ にあらわれるものと CH₄ に現われるものがほとんど同量であるが、その後は CO₂ の方が多くなる。

消化管中の場合は表7のような結果で、摂取した ^{14}C の 4~6% が消化管部から回収された。

しかし、その 3/4 は消化管内容物に見出され、器官に吸収されたものは約 1% 程度であった。

他の組織については、表8のようであった。

乳汁中の放射性炭素については山羊乳について測定し

表 7. 放射性炭素の消化管内分布

(摂取 ^{14}C 量に対する%)

器 管	実 験 I		実 験 III	
	組織	内容物	組織	内容物
Rumen	0.43	1.31	0.57	2.61
Omasum	0.06	0.02	0.08	0.03
Abomasum	0.03	0.06	—	0.14
Small intestine	0.26	0.11	0.34	0.38
Oaecum	0.30	1.78	0.34	0.71

表 8. 組織中の ^{14}C - の分布

(摂取 ^{14}C - 量に対する%)

	血液	肝臓	腎臓	脂肪	筋肉
実 験 I	0.4	0.8	0.1	1.4	1.5
実 験 III	0.6	0.4	0.1	1.1	4.3

表 9. 乳汁中の ^{14}C - の分布

	実験 I	実験 III
^{14}C -HCHO 投与期間 (日)	1	2
^{14}C -HCHO 摂取量 (μCi)	65.9	136.6
^{14}C -量 (摂取 ^{14}C に対する%)	3.4	3.8
酸可溶部	1.9	1.9
酸沈澱部	1.5	1.9

ているが、その量は少い。さらにその分布を調べてみると、表9のように酸可溶性部と酸沈澱部にほぼ同量分布していた。

なお、乳汁について比色法によって、ホルムアルデヒド量を求めた結果、その含量は 1~2 ppm であった。

同様筋肉等についてその濃度を求めると表 10 のように、乳汁をも含めて 1~9 ppm の範囲であった。

この結果から長期にわたって HCHO 処理を行った飼料を与えても、HCHO の蓄積は見られないようであり、この結果から、各組織あるいは乳汁中に見出される HCHO は正常値であると考えることができよう。

自然界において、ホルムアルデヒドは C_1 化合物として、核酸代謝等に正常に用いられるものであり、このような POPP 処理に用いるホルムアルデヒドは正常に代謝され、蓄積をみることはないものと考えることができよう。実際日常食品として利用しているものにも、スケソウタラのように 20~70 ppm のホルムアルデヒドを含むものもある。

6. 高リノール酸畜産品の利用と血漿コレステロールレベル

このような高リノール酸食品が血漿コレステロール値の低下を目的とした健康食品として開発されたものであ

り、このような高リノール酸畜産品を摂取した場合の血漿コレステロール値に与える影響についての研究も数多く報告されているが、ここでは紙数の関係で最近カリフォルニア大の HODGES ら¹⁹⁾が長期にわたって志望者約 50 名について摂食試験を行い、期待通りの結果が得られたことのみを記載するに止めたい。この方面に興味のある方々は NESTLE ら²⁰⁾²¹⁾の報告を参照されたい。

文 献

- 1) KEYS, A., H.L. TAYLOR, H. BLACKBURN, J. BROZEK, J.T. ANDERSON and E. SIMONSON: Mortality and coronary heart disease among men studied for 23 years. *Arch. Intern. Med.*, **128**, 201 (1971).
- 2) HAWKE, J.C., and W.R. SILCOCK: The *in vitro* rates of lipolysis and biohydrogenation in rumen contents.: *Biochim. Biophys. Acta.*, **218**, 201 (1970).
- 3) SCOTT, T.W., L.J. COOK, K.A. FERGUSON, I.W. McDONALD, R. A. BUCHANAN and G. L. HILLS: Production of polyunsaturated milk fat in domestic ruminants. *Aus. J. Sci.*, **32**, 291 (1970).
- 4) COOK, L.J., T.W. SCOTT, K.A. FERGUSON, and I.W. McDONALD: Production of polyunsaturated ruminant body fat. *Nature*, **228**, 178 (1970).
- 5) SCOTT, T.W., L.J. COOK, and S.C. MILLS: Protection of dietary polyunsaturated fatty acids against microbial hydrogenation in ruminants. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **48**, 358 (1971).
- 6) FERGUSON, K.A.: in "Feeding protected protein to sheep and cattle" (ed. by D.W. HODGWOOD) p. 9 (1970), (Proc. Aust. Soc. Animal Production Meeting, Sydney).
- 7) PAN, Y.S., L.J. COOK, and T.W. SCOTT:

表 10. 組織及び乳汁中のホルムアルデヒド量

	POPP 投与群			対照群
	飼育期間 (月)	飼料中 HCHO 量 (g/日)	HCHO 濃度 (ppm)	HCHO 濃度 (ppm)
(羊 組 織)				
筋 肉	18	1.8	4	3
脂 肪 組 織	18	1.8	9	11
肝 臓	2	2.5	4	8
腎 臓	2	2.5	3	4
(山 羊 乳)				
	2	5.0	1	1
	6	5.0	2	

- Formaldehyde treated casein-safflower oil supplement for dairy cows. I. Effects on milk composition. II. Effect on the fatty acid composition of plasma and milk lipids. *J. Dairy Res.*, **39**, 203 (1972); *ibid.*, **39**, 211 (1972).
- 8) COOK, L.J., T.W. SCOTT, G.L. FAICHNEY, and H.L. DAVIES: Fatty acid interrelationships in plasma, liver, muscle, and adipose tissues of cattle fed safflower oil protected from ruminant hydrogenation. *Lipids*, **7**, 83 (1972).
- 9) FAICHNEY, G. J., H. L. DAVIES, T. W. SCOTT, and L. J. COOK: The incorporation of inoleic acid into the tissues of growing steers offered a dietary supplement of formaldehyde-treated casein-safflower oil. *Aust. J. Biol. Sci.*, **25**, 205 (1972).
- 10) HOGAN, J. P., P. J. CONNELL, and S. C. MILLS: The digestion of safflower oil-casein particles protected against ruminant hydrogenation in sheep. *Aust. J. Agr. Res.*, **23**, 87 (1972).
- 11) DRYDEN, L. P., J. BITMAN, H. K. GOERING, T. W. WRENN, C. H. GORDON, and L. F. EDMONDSON: Relationship between the amounts of protected dietary and milk fat polyunsaturated fatty acids. *J. Dairy Sci.*, **55**, 714 (1972).
- 12) MILLS, S. C., L. F. SHARRY, L. J. COOK, and T. W. SCOTT: Metabolism of ^{14}C -formaldehyde when fed to ruminants as an aldehyde-casein-oil complex. *Aust. J. Biol. Sci.*, **25**, 807 (1972).
- 13) FORD, A. L., and R. J. PARK: Effect of a protected lipid supplement on flavor properties of sheep meats. *J. Food Sci.*, **40**, 236 (1975).
- 14) PARK, R. J.: 4-Hydroxydodec-*cis*-6-enoic acid lactone, An important component of lamb flavour from animals fed a lipid-protected dietary supplement. *Chem. and Ind.*, (London), 1974, p. 380.
- 15) KIESEKER, F. G.: Polyunsaturated milk fat products. *Aust. J. Dairy Tech.*, **30**, 7 (1975).
- 16) KIESEKER, F. G., L. A. HAMMOND and J. G. ZADOW: Commercial scale manufacture of dairy products from milk containing high levels of linoleic acid. *Aust. J. Dairy Tech.*, **29**, 51 (1974).
- 17) KIESEKER, F. G., and I. J. EUSTACE: Manufacture by conventional churning of butter high in linoleic acid; Technology, physical properties and sensory evaluation. *Aust. J. Dairy Tech.*, **30**, 17 (1975).
- 18) CZULAK, J., L. A. HAMMOND and J. F. HORWOOD: Cheese and cultured dairy products from milk with high linoleic acid content. I. Manufacture and physical and flavour characteristics. *Aust. J. Dairy Tech.*, **29**, 124 (1974).
- 19) HODGES, R. E., A. F. SALEL, W. L. DUNKLEY, R. ZELIS, P. F. McDONAGH, C. CLIFFORD, R. K. HOBBS, L. M. SMITH, A. FAN, D. T. MASON, and C. LYKKE: Plasma lipid changes in young adult couples consuming polyunsaturated meats and dairy products. *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 1126 (1975).
- 20) NESTLE, P. J., H. M. WHYTE, T. J. SCOTT, and L. J. COOK: Lowering of plasma cholesterol and enhanced sterol excretion with the consumption of polyunsaturated ruminant fats. *New England J. Med.*, **288**, 279 (1973).
- 21) NESTEL, P. J., Y. HOMMA, T. W. SCOTT, L. J. COOK, and N. HAVENSTEIN: Effect of dietary polyunsaturated pork on plasma lipids and sterol excretion in man. *Lipids*, **11**, 42 (1976).