

リサイクル飼料利用畜産物の評価調査事業報告書

「畜産物評価部会（栄養機能成分・食味官能特性）」

平成22年3月

財団法人 日本食肉消費総合センター

目 次

I. エコフィードを利用した豚肉試験	1
1 品種特性試験	1
2 乾燥飼料給与試験	28
3 リキッド飼料給与試験	53
II. エコフィードを利用した鶏卵試験	82
III. エコフィードを利用した鶏肉試験	94

担当：西村敏英(日本獣医生命科学大学)
柴田圭子(女子栄養大学)
奥嶋佐知子(女子栄養大学)

はじめに

近年、環境問題から、コンビニで賞味期限の切れたお弁当や外食産業で廃棄されている食品残渣の利用が重要な課題となっている。このような背景から、これらを原料としたリサイクル飼料の実用技術も進み、これを飼料とするエコフィードが盛んに使用されるようになってきた。しかし、エコフィードを用いて生産した畜産物の官能的並びに栄養機能的評価は、十分に行われていないのが、現状である。

そこで、様々な条件のエコフィード給与で生産された畜産物の栄養機能成分や食味官能特性を解析し、リサイクル飼料の有効性を検討することを目的とした。

I. エコフィードを利用した豚肉試験

1 品種特性試験

第1回 乾燥飼料給与が各品種豚の肉質に及ぼす影響

1 目的

現在、日本で使用されている豚は、主に三元交配豚LWDであるが、エコフィードを別品種の豚に与えたときの影響を評価することを目的とした。具体的には、三元交配豚LWD、LWB、LWY にエコフィード(乾燥飼料(EE 4%(低脂肪飼料) + タンパク質源))を与えて肥育して生産された畜産物の肉質を分析し、品種による差異が生じるかを解析することを目的とした。

2 試料の調製法

と畜後、2日目のロース片側1本が、全畜連より冷蔵で送付された。その後、0~1℃で、熟成した。と畜後の合計熟成期間は、9日間とした。これをスライスし、成分分析用と官能検査用(厚さ1cm)の試料とした。各試料は、分析まで-85℃で保存した。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

各栄養素を、下記の定法により測定した。

水分: 試料を135℃で2時間乾燥する常圧乾燥法で定量した。

タンパク質: セミマイクロケルダール法で定量した。試料を酸素触媒存在下で燃焼させ、タンパク質の窒素成分を窒素ガスに交換して熱伝導度検出器搭載のガスクロマトグラフィーで定量した。

粗脂肪: ソックスレー脂肪抽出機で抽出後、溶媒を留去し、脂肪量を測定した。

灰分: 試料を電気炉に入れ、550℃で灰化し、残渣を灰分とする乾式灰化法で定量した。

炭水化物: 試料の重量から上記の各栄養素を差し引いて算出した。

ビタミン B1: 食品衛生検査指針(食品添加物編)(厚生労働省生活衛生局監修)(1991)に記載されている公定法により定量した。

鉄: 試料を灰化した後、原子吸光分光光度計で定量した。

また、赤身肉の脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

遊離のグルタミン酸含量は、試料肉から水溶性成分を抽出した後、スルホサリチル酸で除タンパク質処理を行った。これを日本分光(株)のアミノ酸分析機(JLC-500/V2)による生体成分分析条件で定量した。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果を表 1-1 に示した。

表 1-1 品種の違いが豚肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
LWD	72.3	1	21.3	0.9	5	2	0.1	0.2	1.3	0.1
LWB	72.6	0.3	21.5	0.6	4.4	1.1	0.2	0.2	1.4	0.1
LWY	70.8	2.5	20.9	1.2	7	3.4	0.1	0.1	1.2	0.1
♀										
LWD	73	1.4	21.1 a	0.3	4.5 a	1.7	0.1	0.2	1.3	0.1
LWB	73	1.7	22.2 b	0.6	3.5	1.4	0	0	1.3 a	0.1
LWY	73.5	0.5	23.2 b	0.7	2.1 b	1.3	0	0	1.2 b	0.1

注) 表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

< 品種間差 >

水分と炭水化物においては、品種間の差異は認められなかった。タンパク質に関しては、品種間で有意差が認められ、LWDの含量がLWBやLWYより有意に低かった。脂肪と灰分に関して、メスで品種間差が認められた。脂肪含量では、LWDがLWYより高く、灰分含量では、LWBがLWYより高かった。

< 雌雄間差 >

水分と炭水化物において、雌雄間の差異は認められなかった。タンパク質含量では、LWBとLWYで有意差が認められ、メスのものがオスよりも大きな値を示した。脂肪含量では、LWYの雌雄間で差が認められ、メスの脂肪含量は、オスのものより低い値を示した。

2) ビタミン B1 及び鉄の含量

ビタミン B1 と鉄の含量の測定結果を表 1-2 に示した。

表 1-2 品種間の違いがビタミン B1 及び鉄含量に及ぼす影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)		鉄 (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
LWD	0.59	0.1	0.5 a	0.1
LWB	0.62	0.1	0.4 b	0
LWY	0.50	0.1	0.5	0.1
♀				
LWD	0.63	0.1	0.5	0.1
LWB	0.55	0.1	0.5	0.1
LWY	0.67	0.1	0.5	0.1

注) 表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

< 品種間差 >

ビタミン B1 含量は、品種間で有意な違いは認められなかった。これらの値は、いずれも成分表に記載されている豚肉の含量よりも小さいものであった。鉄含量に関しては、品種間での有意差が認められ、LWDの鉄含量がLWBのものより高かった。

< 雌雄間差 >

ビタミン B1 含量、LWBとLWYで雌雄間の有意な差が認められた。LWDでは、オスのビタミン B1 含量が、メスのものより高かった。LWYでは、メスのビタミン B1 含量がオスのものより高かった。鉄含量に関して、LWB では雌雄間の違いが認められ、メスの鉄含量がオスのものより高かった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

豚の赤身肉に含まれる脂肪の脂肪酸組成を調べ、その結果を表1-3に示した。

表1-3 品種間の違いが赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
LWD	1.4	0.1	26.6	0.6	3.5 a	0.6	12.9	0.7
LWB	1.3	0.1	26.1	0.5	3.1	0.6	13.1	0.9
LWY	1.3	0.1	26.4	1.3	2.9 b	0.6	13.9	0.6
♀								
LWD	1.3	0.1	26.8	1.2	3.3	0.5	13.5	1.2
LWB	1.3	0.1	26.9	0.6	3.5	0.4	13.4	0.3
LWY	1.4	0.1	26.6	0.8	3.6	0.5	13.2	0.7

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
LWD	49.5	1.5	3.5	0.6	0.3	0.1	0.5	0.1
LWB	49.4	1.3	4.0 a	0.2	0.3 a	0	0.6	0.1
LWY	50	0.9	2.9 b	0.6	0.2 b	0	0.5	0.1
♀								
LWD	48.1	1.5	4.0 c	0.6	0.3	0.1	0.7 a	0.1
LWB	47.8	1.5	4.1	1	0.2	0	0.7	0.3
LWY	46.9	1.8	4.9 d	1	0.3	0.1	1.0 b	0.3

注)表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

<品種間差>

オスでは、LWDのパルミトオレイン酸値が、LWYのものより高かった。また、LWBのリノール酸とリノレン酸値は、LWYのものより高かった。

メスでは、LWDのリノール酸とアラキドン酸がLWYのものより低かった。

<雌雄間差>

オレイン酸割合は、LWYで雌雄間に差が認められ、オスの含量がメスよりも高かった。リノール酸やアラキドン酸割合も、LWD及びLWYで雌雄間に差が認められ、いずれもメスの含量がオスよりも高かった。リノレン酸割合は、LWYで雌雄間に差があり、メスの含量がオスよりも高かった。

4) 遊離グルタミン酸含量

遊離グルタミン酸含量の測定結果を表 1-4 に示した。

表 1-4 品種間の違いが赤身肉の遊離グルタミン酸含量に及ぼす影響

品種	遊離グルタミン酸量 (mg/100g)	
	平均値	SD
LWD ♂	18.5	6.6
LWB ♂	17.8	4.1
LWY ♂	17.7	5.4
LWD ♀	16.6	6
LWB ♀	18.0	3.4
LDY ♀	21.1	4

遊離グルタミン酸量は、品種間で差が認められなかった。

<まとめ>

品種間でタンパク質と脂肪の含量に差が出たが、これが品種特有の差なのか、エコフィード給与が引き出したものかは、さらに検討する必要がある。

《理化学特性の分析》

1. 方法

試料は、栄養機能成分の分析の場合と同じものを用いた。

赤身肉や脂肪の色調、融点は定法により、測定した。脂肪色と肉色は、色のスタンダード(PSC)を用いて、目視で評価した。色調は、色差計でL, a, b 値を測定した。

背脂肪の融点は、以下のように測定した。背脂肪から 110℃で 4 時間かけて、脂質を抽出した。これをキャピラリーに 1cm の高さ分を取り、-30℃で一晩保存した。これを水に入れ、2 分間に 1℃上昇させた時に、脂質が融解し、1cm 上昇した時の温度を測定し、融点とした。

背脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

2. 結果

1) 色調

赤身肉と脂肪の色、色調の測定結果を表1-5、1-6に示した。

表1-5 品種の違いが肉の色に及ぼす影響

	脂肪色		肉色		赤身肉の色調					
					L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
LWD	1	0	3.5	0.6	45	3.6	5.7	0.8	6.5	1
LWB	1	0	3.3	0.5	46.5	2.6	5.3	1	6.7	0.7
LWY	1	0	3.8	0.5	44.9	6.1	4.4	1.2	5.8	1.7
♀										
LWD	1	0	3.3	0.5	45.3	3.9	5.5	1.4	6.5	1.3
LWB	1	0	3.8	0.5	42.2 a	1.8	5.8	1.8	6.1	0.8
LWY	1	0	3.5	0.6	45.5 b	2.2	5.4	1.1	6.8	0.7

注)表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

表1-6 品種の違いが脂肪の色に及ぼす影響

	脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
LWD	72.7	1.4	2.93 a	1	7.04 a	0.7
LWB	73.4	0.8	2.72	1	6.46 b	1.1
LWY	73.5	1.3	1.77 b	0.5	5.15 b	0.4
♀						
LWD	73.7 a	1	2.09	0.2	6.38 a	0.2
LWB	74.1	0.9	2.31	1	6.86 b	0.8
LWY	74.9 b	0.6	2.2	0.7	5.75 b	0.4

注)表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

L 値、a 値、b 値のうち、メスのみで品種の違いによる有意な差が認められた。LWB の L 値が他の品種よりも低い値を示した。従って、LWB は、他の品種に比べて、暗く見える可能性が示唆された。これが、品種の特性なのか、エコフィード飼料が影響したかについては、対照区を設ける必要がある。それ以外の項目では、品種間で有意差認められなかった。

2) 背脂肪の融点

背脂肪の融点の測定結果を表 1-7 に示した。

表 1-7 品種の違いが背脂肪の融点に及ぼす影響

試験1	融点(°C)	
	平均値	SD
♂		
LWD	32.4	1.2
LWB	34.6	2.3
LWY	32.4	0.5
♀		
LWD	32.4 a	1
LWB	35.0 b	1.4
LWY	33.7	1.6

注) 表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

3 品種の中では、LWB メスの融点が、LWD に比べて有意に高いことが、明らかとなった。これは、下記に示す背脂肪の脂肪酸組成において、LWB のリノール酸やリノレン酸含量が LWD のものより、低いことが起因していると推察された。

3) 背脂肪の脂肪酸組成

抽出した背脂肪の脂肪酸組成を定法にて測定し、結果を表1-8に示した。

表1-8 品種の違いが背脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
LWD	1.4 a	0.1	25.9 a	1.1	1.7 a	0.2	0.28	0	15.6 a	1
LWB	1.3 a	0.1	25.8 a	0.9	1.5	0.3	0.3	0	16.6	1
LWY	1.2 b	0.1	24.3 b	1	1.3 b	0.2	0.33	0.1	16.9 b	0.9
♀										
LWD	1.4	0.1	25.9	0.8	1.7	0.2	0.28	0	16	1.1
LWB	1.4	0.2	26.6	1.8	1.7	0.3	0.28	0.1	16.9 c	0.6
LWY	1.4	0.1	25.7	0.9	1.8	0.2	0.28	0.1	15.7 d	1

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リルン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
LWD	44.4	1.2	7.4	0.5	0.75 a	0.1	0.1	0.1
LWB	43.9	1.2	7.4	0.6	0.68 b	0.1	0.1	0.1
LWY	45.2	1.0	7.4	0.6	0.68 b	0.1	0.1	0
♀								
LWD	43.4	1.1	8.1 a	0.6	0.8 c	0	0.1	0
LWB	43	2.0	7.3 b	0.5	0.68 d	0.1	0.1	0
LWY	44.8	1.5	7.4 b	0.3	0.68 d	0.1	0.1	0

注)表中の異なるアルファベットを有する数値間で有意差があることを示す。

LWBのリノール酸やリルン酸含量がLWDのものより低かった。

<まとめ>

色調、融点、背脂肪の脂肪酸組成において、品種間で有意差が認められた。その原因がエコフィード給与で惹起されたか否かは、一般飼料の給与で肥育した豚肉の分析が必要である。

4) 豚肉の切断面の写真



LWD♂



LWB♂



LWY♂

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 7 cm角,背脂肪付,50g

加熱条件:ホットプレート 200°C, 表裏合計焼時間 3.5min

加熱終点基準は生肉 20°Cより加熱開始, 2.5 min で 75°C到達後 1分(HACCP対応)
(以降の実験全て同様)

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき, 4 個体あり, 各個体5名ずつ割付
(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい, 味, テクスチャー, 総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し, 各群間の比較は Fisher の LSD により
行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

♂:LWBがかたく、ぱさつきがあるなどのテクスチャーに関する評価が低かった。また、味の
評価、総合評価も低かった。

♀:LWBがかたく、ぱさつき、脂身のうま味が弱かった。総合評価は他の品種と差がなかった。

<まとめ>

LWB の脂肪の融点が高かったことが、官能検査で硬いと評価された要因の1つであると推定された。

第1回 品種特性試験 (乾燥飼料給与が各品種豚の肉質に及ぼす影響)
官能評価結果 調理法: ソテー

n=20

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ	
♂	LWD	0.15 ± 0.65	0.50 ± 1.28	0.25 ± 1.18	0.10 ± 1.18
	LWB	0.05 ± 0.67	-0.20 ± 1.17	-0.60 ± 1.07	-0.65 ± 1.06
	LWY	-0.15 ± 0.65	0.70 ± 1.00	0.40 ± 1.16	0.35 ± 0.96
♀	LWD	0.05 ± 0.74	0.45 ± 1.02	0.15 ± 1.06	0.05 ± 0.80
	LWB	0.05 ± 0.67	-0.50 ± 0.87	-0.45 ± 0.92	-0.45 ± 0.80
	LWY	-0.10 ± 0.70	0.15 ± 0.91	-0.25 ± 0.62	-0.10 ± 0.70

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	赤身うま味の強弱	赤身後味の強弱	脂身うま味の強弱	
♂	LWD	0.15 ± 0.65	-0.40 ± 0.86	0.20 ± 0.68	-0.20 ± 1.17
	LWB	0.05 ± 0.67	-0.45 ± 0.86	0.15 ± 0.73	-0.30 ± 1.00
	LWY	-0.25 ± 0.70	-0.10 ± 0.89	-0.10 ± 0.70	-0.10 ± 0.89
♀	LWD	0.25 ± 0.70	-0.60 ± 0.86	0.00 ± 0.84	-0.45 ± 0.92
	LWB	0.40 ± 0.73	-0.40 ± 0.86	0.15 ± 0.57	-0.65 ± 0.91
	LWY	0.15 ± 0.65	-0.45 ± 0.80	0.05 ± 0.92	0.10 ± 0.99

評価項目	味の好ましさ	総合的な好ましさ	
♂	LWD	0.05 ± 0.80	0.00 ± 0.95
	LWB	-0.45 ± 0.67	-0.45 ± 0.80
	LWY	0.10 ± 0.89	0.15 ± 0.85
♀	LWD	-0.42 ± 0.67	-0.25 ± 0.83
	LWB	-0.45 ± 0.74	-0.06 ± 0.80
	LWY	-0.25 ± 0.77	-0.35 ± 0.73

識別項目 (強弱)

-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目 (かたさ)

-3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=やややわらかい, 2=やわらかい, 3=非常にやわらかい

識別項目 (多汁性)

-3=非常にばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目 (下線付き項目)

-3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

** : p<0.01

* : p<0.05

第2回 エコフィードの割合を3段階(0, 50, 100%)に置換した飼料の及ぼす影響

1 目的

三元交配豚LWD、LWB、LWY にエコフィード(リキッド飼料)の置換割合が異なる飼料を与えて飼育した。飼料区分は、対照区(E0%)、1区(E50%)、2区(E100%)とした。(Eは、一般配合飼料をエコフィードで置換した割合を示す。)

2 試料の調製法

今回の試験では、メスのみを試料として用いた。第1回の試験で行われたと同様の方法で試料調製をした。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種成分、並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回の試験と同様の方法で行った。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果を表1-9、1-10、1-11に示した。

表1-9 エコフィードの置換割合がLWD豚肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD ♀										
対照区(E0)	72.4	0.6	22.7	0.2	3.9	1.2	0.0	0.0	1.1	0.0
1区(E50)	72.3	4.1	23.0	0.2	3.7	2.7	0.0	0.0	1.1	0.0
2区(E100)	72.7	4.4	22.8	1.3	3.4	5.8	0.0	0.0	1.1	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表1-10 エコフィードの置換割合がLWB豚肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWB ♀										
対照区(E0)	72.5	0.8	23.6	2.9	2.9	0.8	0.0	0.0	1.0	0.0
1区(E50)	73.6*	0.3	23.4	0.1	1.8*	0.3	0.2	0.0	1.1*	0.0
2区(E100)	73.1	1.1	23.5	0.8	2.4	1.0	0.0	0.0	1.1*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 1-11 エコフィードの置換割合が LWY 豚肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWY ♀										
対照区(E0)	73.4	0.8	23.7	0.2	1.9	0.6	0.0	0.0	1.1	0.0
1区(E50)	73.0	0.5	23.7	0.8	2.0	0.1	0.1	0.0	1.2	0.0
2区(E100)	73.9	0.2	22.9*	0.1	2.1	0.1	0.1	0.0	1.1	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード添加は、一般組成にあまり大きな影響を与えなかった。その中では、LWBで、50%エコフィード置換飼料を給与された豚肉で、有意に水分含量が増加し、脂肪含量が低下した。また、LWYでは、100%エコフィード置換飼料を給与された豚肉で、有意にタンパク質が減少した。

2) ビタミン B1 含量

ビタミン B1 含量の測定結果を表 1-12、1-13、1-14 に示した。

表 1-12 エコフィード置換割合が LWD 豚肉のビタミン B1 含量に及ぼす影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)	
	平均値	SD
LWD ♀		
対照区(E0)	1.1	0.0
1区(E50)	0.9	0.0
2区(E100)	0.66*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 1-13 エコフィード置換割合が LWB 豚肉のビタミン B1 含量に及ぼす影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)	
	平均値	SD
LWB ♀		
対照区(E0)	1.2	0.0
1区(E50)	0.9*	0.0
2区(E100)	0.64*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 1-14 エコフィード置換割合が LWY 豚肉のビタミン B1 含量に及ぼす影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)	
	平均値	SD
LWY ♀		
対照区 (E0)	1.0	0.1
1 区 (E50)	0.9	0.0
2 区 (E100)	0.59*	0.1

* : 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

いずれの品種においても、エコフィードを給与することにより、ビタミン B1 含量の低下が認められた。特に、LWB では、50%以上のエコフィード置換で、有意にビタミン B1 含量が低下することが判明した。LWD および LWY でも 100%のエコフィード置換により、ビタミン B1 含量が有意に低下した。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

豚の赤身肉に含まれる脂肪の脂肪酸組成を調べ、表 1-15、1-16、1-17 に示した。

表 1-15 エコフィード置換割合が LWD 豚の赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD ♀								
対照区 (E0)	1.2	0.0	25.3	0.2	1.1	0.0	20.8	2.0
1 区 (E50)	1.4	0.0	25.8	2.2	1.5*	0.0	17.9*	3.9
2 区 (E100)	1.2	0.0	24.7*	0.1	1.6*	0.0	16.2*	0.4

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD ♀						
対照区 (E0)	39.3	0.8	8.7	0.6	0.6	0.0
1 区 (E50)	41.6	5.1	8.2	0.5	0.6	0.0
2 区 (E100)	45.6*	0.6	7.1*	0.1	0.7	0.0

* : 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 1-16 エコフィード置換割合が LWB 豚の赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWB ♀								
対照区(E0)	1.2	0.0	25.3	1.1	1.1	0.0	20.8	1.8
1 区(E50)	1.2	0.0	25.8	2.8	1.2	0.0	19.6	0.8
2 区(E100)	1.3*	0.0	26.5*	0.7	1.5*	0.0	18.6*	0.3

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リレン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWB ♀						
対照区(E0)	38.7	0.8	9.3	1.5	0.6	0.0
1 区(E50)	41.1	5.1	7.4*	0.2	0.6	0.0
2 区(E100)	42.3*	0.6	6.3*	0.0	0.6	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 1-17 エコフィード置換割合が LWY 豚の赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWY ♀								
対照区(E0)	1.3	0.0	26.3	1.6	1.3	0.0	20.0	0.9
1 区(E50)	1.3	0.0	25.9	0.3	1.5	0.0	18.4	1.8
2 区(E100)	1.3	0.0	25.9	0.3	1.7*	0.1	17.4	1.2

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リレン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWY ♀						
対照区(E0)	38.5	0.4	9.0	0.3	0.6	0.0
1 区(E50)	41.8*	2.2	7.5*	0.1	0.6	0.0
2 区(E100)	43.3*	0.8	6.9*	1.0	0.6	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード置換飼料を給与された場合に、いずれもオレイン酸含量が増加し、リノール酸含量が減少した。この結果は、背脂肪融点の有意な低下と関連していた。

4) 遊離グルタミン酸量

各品種の肉中の遊離グルタミン酸を測定し、結果を表1-18に示した。

表1-18 エコフィード置換割合が各品種の肉中遊離グルタミン酸量に及ぼす影響

	遊離グルタミン酸(mg/100g)	
	平均値	SD
LWD 対照区	17.7	0.9
LWD 50%区	15.6	5.6
LWD 100%区	15.4	5.3
LWB 対照区	14.8	4.9
LWB 50%区	13.8	4
LWB 100%区	15.3	2.4
LWY 対照区	13.3	1.6
LWY 50%区	13.2	2.4
LWY 100%区	10.3*	1.4

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

遊離グルタミン酸量は、いずれの品種においても、エコフィード置換による影響を受けなかった。その中で、LWYにおいて100%置換飼料により、有意にグルタミン酸が低下した。

<まとめ>

エコフィードの置換により、一般組成への影響はあまり認められなかった。しかし、ビタミンB1の低下が認められた。また、赤肉脂肪の脂肪酸組成では、オレイン酸含量が増加し、リノール酸含量が低下した。遊離グルタミン酸含量もエコフィード100%置換飼料給与により、有意に低下した。

《理化学特性の分析》

1. 方法

三元交配豚LWD、LWB、LWY に一般飼料(対照区)、エコフィード飼料 50%置換(50%区)および100%置換(100%区)を与えて飼育した。各区の豚肉は、栄養機能成分の分析と同様にスライスしたものをを用いた。

赤肉および脂肪の色を測定した。また、融点を測定した。それぞれの測定法は、第1回目と同じである。

2. 結果

1) 色調

赤身肉と脂肪の色、色調の測定結果を表1-19, 1-20に示した。

表1-19 エコフィード置換割合が各品種の豚肉の色に及ぼす影響

♀	肉重量		肉色		L値		a値		b値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD 対照区	4.61	0.21	3.5	0.4	43.5	2.1	5.7	0.9	6.5	0.7
LWD 50%区	4.63	0.03	3.9	0.3	42	5.6	5.1	0.8	6	1.7
LWD 100%区	4.75	0.48	3	0.4	42.7	4.4	4.1	2	5.6	1.9
LWB 対照区	4.46	0.17	3.1	0.5	44.1	1.3	4.4	1.1	5.8	0.7
LWB 50%区	4.84	0.36	3.5	0.7	40.9	5	4.4	0.6	5.5	1
LWB 100%区	4.48	0.17	3.3	1.3	45.9	4.6	4.6	1.1	6.4	1.6
LWY 対照区	4.43	0.06	3.3	0.3	43.1	2.5	4.5	1	6.1	0.8
LWY 50%区	4.38	0.37	3.3	0.3	42.5	2.8	3.9	2.3	5.7	1
LWY 100%区	4.05	0.31	3.3	0.5	44.8	2.5	4.8	0.9	6.2	0.5

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表1-20 エコフィード置換割合が豚背脂肪の色に及ぼす影響

♀	脂肪色		L値		a値		b値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD 対照区	1.25	0.5	72.1	0.6	4.6	1.1	7.8	0.8
LWD 50%区	1.75	0.5	71.2	2.1	4.7	1.3	8.1	0.9
LWD 100%区	1.88	0.63	71.6	0.4	4.6	0.5	8.2	0.3
LWB 対照区	1.25	0.5	71.6	3	4.1	1.3	7.1	0.7
LWB 50%区	1.25	0.5	72.5	1.2	5.2	1	8.2	0.3
LWB 100%区	1.5	0.58	73	2.4	3.7	1.7	7.3	1.1
LWY 対照区	1	0	73.1	0.3	3.8	1.1	7	0.6
LWY 50%区	1.63	0.48	72.4	1.1	3.1	1.7	6.8	0.3
LWY 100%区	1.38	0.25	72.7	0.3	4	1.1	7.1	0.5

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

どの品種においても、エコフィード置換は、豚肉の赤身肉や脂肪の色への影響は認められなかった。

2) 脂肪の融点

背脂肪を抽出し、定法により融点を測定し、結果を表 1-21 に示した。

表 1-21 エコフィード置換割合が背脂肪融点に及ぼす影響

♀	融点(°C)	
	平均値	SD
LWD 対照区	37.7	2.2
LWD 50%区	34.7	3.6
LWD 100%区	32.2*	0.6
LWB 対照区	38.5	2.6
LWB 50%区	37.6	4.6
LWB 100%区	36.6	2.6
LWY 対照区	38.8	1.1
LWY 50%区	33.9*	1.1
LWY 100%区	34.4*	2.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

LWD100%区は、LWB100%区、LWY100%区と有意差あり。

背脂肪の融点は、LWD と LWY において、エコフィード置換飼料の給与により、有意に低下した。これは、脂肪酸組成の差異によりもたらされたと推察された。一方、LWB はエコフィード置換飼料を置換しても、背脂肪の融点は影響を受けなかった。

3) 豚肉の硬さ

豚肉の硬さについては、破断応力を測定し、結果を表 1-22 に示した。

表 1-22 エコフィード置換割合が各品種の豚肉の硬さに及ぼす影響

♀	破断応力 (X10 ⁶ N/m ²)	
	平均値	SD
LWD 対照区	4.2	1.1
LWD 50%区	4.9	0.8
LWD 100%区	4.0	1.0
LWB 対照区	5.8	0.4
LWB 50%区	4.8	1.5
LWB 100%区	4.9	1.5
LWY 対照区	4.0	1.3
LWY 50%区	5.3	1.9
LWY 100%区	5.7	0.9

各品種とも、リキッド飼料の置換率は豚肉の硬さに影響を及ぼさなかった。

4) 豚肉の切断面の写真

<LWD>



対照区♀



1区(50%区)♀



2区(100%区)

<LWB>



対照区♀



1区(50%区)♀



2区(100%区)

<LWY>



対照区♀



1区(50%区)♀



2区(100%区)

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 5cm角,背脂肪無,30g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

LWD:50%が対照、100%より多汁性が高かった。

総合評価は50%が100%より高い評価であった。

LWB:50%が対照、100%より多汁性、テクスチャーの嗜好評価が高かった。

総合評価は飼料区による差がなかった。

LWY:50%が100%より総合評価が高い評価であった。

全体的に100%よりは50%程度の方が、評価は高い傾向を示した。

<まとめ>

100%をエコフィードに置換すると、タンパク質含量や豚肉に特徴的な栄養素であるビタミンB1の低下が大きかった。官能検査でも50%置換した飼料で生産された豚肉が好まれたことから、リキッド飼料給与は、いずれの品種でも50%置換が最も良い肉質の豚肉を生産できる可能性が示唆された。

第2回品種特性試験 (エコフィードの割合を3段階に置換した飼料の及ぼす影響)
官能評価結果 調理法: ソテー

n=20

評価項目	ケモノ臭さの強弱	豚肉の好ましい香りの強弱	かたさ	多汁性	
LWD	対照	0.43 ± 1.18	-0.52 ± 0.79	-0.33 ± 1.25	-1.05 ± 0.95
	50%	0.14 ± 1.21	-0.71 ± 0.82	-0.48 ± 1.10	-0.38 ± 1.21
	100%	0.00 ± 1.23	-0.43 ± 0.95	-0.71 ± 0.98	-1.19 ± 0.79
LWB	対照	0.15 ± 0.85	-0.20 ± 1.03	-0.70 ± 1.42	-1.05 ± 0.80
	50%	0.45 ± 0.92	-0.25 ± 0.70	-0.05 ± 1.12	-0.10 ± 0.99
	100%	0.15 ± 0.91	-0.50 ± 0.74	-0.70 ± 0.90	-0.95 ± 0.80
LWY	対照	0.70 ± 0.90	-0.70 ± 0.71	-0.15 ± 0.91	-1.40 ± 0.58
	50%	0.50 ± 0.67	-0.45 ± 0.97	-0.75 ± 0.99	-1.05 ± 1.12
	100%	0.80 ± 0.75	-0.95 ± 0.86	-1.30 ± 0.84	-1.40 ± 0.97

評価項目	テクスチャーの好ましき	食べたときのケモノ臭さの強弱	うま味の強弱	脂っこさの強弱	
LWD	対照	-0.90 ± 1.02	0.33 ± 0.89	-0.38 ± 0.72	-1.38 ± 0.65
	50%	-0.43 ± 1.09	0.62 ± 0.90	-0.14 ± 0.94	-1.14 ± 0.64
	100%	-1.00 ± 0.82	0.67 ± 1.21	-0.52 ± 1.01	-1.52 ± 0.66
LWB	対照	-1.00 ± 1.18	-0.05 ± 0.97	-0.45 ± 0.86	-1.40 ± 0.86
	50%	-0.30 ± 1.00	0.60 ± 0.86	-0.35 ± 0.79	-1.35 ± 0.65
	100%	-1.10 ± 0.89	0.45 ± 0.97	-0.70 ± 0.84	-1.35 ± 0.65
LWY	対照	-1.10 ± 0.54	0.50 ± 0.87	-0.50 ± 0.67	-1.65 ± 0.57
	50%	-1.10 ± 1.04	0.15 ± 0.91	-0.60 ± 1.16	-1.60 ± 0.66
	100%	-1.50 ± 0.92	0.65 ± 0.79	-0.40 ± 1.28	-1.70 ± 0.71

評価項目	後味の強弱	味の好ましき	総合的な好ましき	
LWD	対照	0.24 ± 0.92	-0.95 ± 0.79	-0.95 ± 0.84
	50%	0.33 ± 0.94	-0.57 ± 0.85	-0.62 ± 0.84
	100%	0.38 ± 1.17	-1.00 ± 0.93	-1.19 ± 0.91
LWB	対照	0.10 ± 0.99	-0.80 ± 0.98	-0.95 ± 1.16
	50%	0.50 ± 0.74	-0.75 ± 0.83	-0.65 ± 0.91
	100%	0.25 ± 1.04	-0.70 ± 1.00	-0.90 ± 0.83
LWY	対照	0.40 ± 0.80	-1.05 ± 0.67	-1.15 ± 0.65
	50%	0.30 ± 0.78	-0.90 ± 0.89	-0.85 ± 1.15
	100%	0.45 ± 1.07	-1.35 ± 1.01	-1.55 ± 0.92

識別項目 (強弱)
-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目 (かたさ)
-3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=やややわらかい, 2=やわらかい, 3=非常にやわらかい

識別項目 (多汁性)
-3=非常にばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目 (下線付き項目)
-3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

** : p<0.01 * : p<0.05

第3回 エコフィードにおけるリジン無調整が肉質に及ぼす影響

1 目的

リジン無調整飼料で LWD を肥育することにより、高品質の豚肉が生産されている。そこで、リジン無調整飼料給与が、LWD、LWB および LWY の肉質にどのような影響を及ぼすかを調べた。

2 試料の調製法

今回の試験では、メスのみを試料として用いた。第1回の試験で行われたと同様の方法で試料調製をした。リジン調整飼料給与群を対照区、リジン無調整飼料給与群を試験区とした。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種成分、並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回の試験と同様の方法で行った。

1) 一般組成

一般組成の結果を表 1-23 に示した。

表 1-23 エコフィードのリジン無調整が一般組成(%)に及ぼす影響

	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD 対照区	71.1	1.5	22.3	1.7	5.6	0.3	0.0	0.0	1	0.1
LWD 試験区	67.6*	1.1	20.9	0.3	10.3*	0.8	0.0	0.0	1.2*	0
LWB 対照区	72.1	0.3	24.2	0.3	2.5	0.3	0.0	0.0	1.2	0.1
LWB 試験区	71.4	1.5	22.3*	0.8	5.1	2.2	0.0	0.0	1.1	0.0
LWY 対照区	72.3	1.4	24.6	1.3	1.9	0.1	0.1	0.1	1.1	0.1
LWY 試験区	70.9	2.1	22.3*	1.0	5.9	2.4	0.0	0.1	0.9	0.2

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

いずれの品種においても、リジン無調整区(試験区)の肉の水分と粗タンパク質含量が、リジン調整区(対照区)のものより低下することが明らかとなった。その中で、LWB と LWY の試験区の粗タンパク質含量が対照区と比べて有意に低い値を示した。

また、粗脂肪含量は、いずれの品種においても、試験区のものが対照区のものよりも高い値を示した。これらの結果は、これまでに知られているものと同様であった。

2) ビタミン B1 含量

ビタミン B1 含量の測定結果を表 1-24 に示した。

表 1-24 エコフィードのリジン無調整がビタミン B1 含量に及ぼす影響

	ビタミン B1 (mg/100g)	
	平均値	SD
LWD 対照区	1.3	0.1
LWD 試験区	1.3	0.2
LWB 対照区	1.3	0.2
LWB 試験区	1.3	0.1
LWY 対照区	1.2	0.1
LWY 試験区	1.5	0.3

エコフィードへのリジンの無調整は、いずれの品種においても、ビタミン B1 含量に影響を及ぼさなかった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

豚の赤身肉に含まれる脂肪の脂肪酸組成を調べ、結果を表 1-25 に示した。

表 1-25 エコフィードのリジン無調整が、赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD 対照区	1.3	0.1	25.3	1.4	1.4	0.2	15.7	0.6
LWD 試験区	1.3	0	25.6	0.6	1.4	0.1	16.5	1.4
LWB 対照区	1.4	0.2	26.7	2	1.5	0.4	17.2	0.8
LWB 試験区	1.3	0.1	25.2	0.6	1.6	0.2	14.9*	0.7
LWY 対照区	1.5	0.1	27.2	1.2	1.6	0.2	16.3	1.3
LWY 試験区	1.4	0	26.6	0.2	1.6	0.2	16.7	0.9

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
LWD 対照区	44.2	0.8	8.8	0.7	0.6	0.1	0.1	0
LWD 試験区	43.6	1.5	8.4	0.4	0.6	0	0.1	0.1
LWB 対照区	42.7	1.8	7.5	0.2	0.5	0	0.1	0
LWB 試験区	45.2	0.7	8.5*	0.5	0.5	0.1	0.1	0
LWY 対照区	42.8	1.5	7.4	0.5	0.5	0.1	0.1	0
LWY 試験区	43.0	1	7.6	0.1	0.5	0	0.1	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

LWB のリジン無調整区のステアリン酸含量が、調整区のものより有意に低い値を示した。また、無調整区のリノール酸含量は、調整区のものより有意に高い値を示した。しかし、それほど大きな違い

は認められなかった。

4) 遊離グルタミン酸量

エコフィード中のリジン無調整飼料給与区(試験区)および調整飼料給与区(対照区)が、肉中の遊離グルタミン酸に及ぼす影響を調べ、結果を表1-26に示した。

表1-26 エコフィードのリジン無調整が肉中遊離グルタミン酸量に及ぼす影響

♀	遊離グルタミン酸量 (mg/100g)	
	平均値	SD
LWD 対照区	9.2	0.7
LWD 試験区	11.8*	0.8
LWB 対照区	13.8	1.6
LWB 試験区	9.2	3.5
LWY 対照区	14.2	0.7
LWY 試験区	12.9	2.7

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

LWD では、リジン無調整飼料給与区(試験区)のグルタミン酸含量は、リジン調整飼料給与区(対照区)よりも有意に高い値を示した。LDBとLWYでは、試験区の遊離グルタミン酸は、対照区のものと同様な差は認められなかったが、対照区のものよりも低くなる傾向が認められた。

《理化学特性の分析》

1. 方法

試料は、リジン調整試料給与の対照区と無調整試料給与の試験区の豚肉であった。両区の豚肉は、栄養機能成分の分析と同様にスライスしたものをを用いた。

赤肉および脂肪の色を測定した。また、融点を測定した。それぞれの測定法は、第1回目と同じ方法で測定した。

2. 結果

1) 色調

色のスタンダードを用い、目視で評価すると同時に、色差計でL, a, b 値を測定し、結果を表1-27に示した。

表 1-27 リジン無調整が、各品種の豚赤身肉および背脂肪の色に及ぼす影響

♀	脂肪色		肉色		赤身肉の色調					
					L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区 LWD	1.5	0.0	2.0	1.0	45.7	4.2	3.3	0.9	5.2	0.9
試験区 LWD	1.7	0.3	2.0	0.0	52.2	0.8	5.0*	0.3	7.6*	0.3
対照区 LWB	1.7	0.3	2.7	0.8	41.5	5.6	4.0	0.9	5.1	1.7
試験区 LWB	1.5	0.0	2.7	0.8	38.1	6.2	5.1	1.2	5.6	1.4
対照区 LWY	1.7	0.3	2.8	0.8	40.1	1.7	3.3	0.4	4.6	0.4
試験区 LWY	1.5	0.0	2.2	0.3	43.3*	1.9	5.3	1.3	5.9	1.2

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

♀	脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区 LWD	72.8	1.2	3.7	1.6	6.7	1.2
試験区 LWD	73.7	0.3	2.8	0.7	7.4	1.0
対照区 LWB	73.1	0.8	3.2	0.1	6.4	0.5
試験区 LWB	71.7*	0.5	2.8*	0.4	5.9	0.5
対照区 LWY	74.3	0.8	1.9	0.4	6.4	0.8
試験区 LWY	73.5	1.3	2.0	0.4	5.9	0.7

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

LWDとLWYでは、リジン無調整により、赤身肉や脂肪のL値が高くなる傾向があった。LWBの脂肪の色は、有意に低くなることが明らかとなった。

2) 背脂肪の融点

背脂肪から脂肪を抽出し、定法により脂肪の融点を測定し、結果を表 1-28 に示した。

表 1-28 リジン無調整が、各品種の豚背脂肪の融点に及ぼす影響

♀	融点(°C)	
	平均値	SD
LWD対照区(調整)	30.6	3.6
LWD試験区(無調整)	31.0	0.1
LWB 対照区(調整)	31.8	0.1
LWB 試験区(無調整)	30.2*	0.0
LWY 対照区(調整)	32.3	1.8
LWY 試験区(無調整)	31.4	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す

LWB のリジン無調整区で、背脂肪の融点が調整区のものより有意に低い値を示した。これは、脂肪の脂肪酸組成において、無調整区で、ステアリン酸含量が有意に低く、リノール酸含量が有意に高い値を示したことに起因すると推察された。

3) 豚肉の硬さ

豚肉の硬さについては、破断応力を測定し、結果を表 1-29 に示した。

表 1-29 リジン無調整が各品種の豚肉の硬さに及ぼす影響

♀	破断応力 (X10 ⁶ N/m ²)	
	平均値	SD
LWD対照区(調整)	4.3	0.6
LWD試験区(無調整)	3.5	0.3
LWB 対照区(調整)	4.8	0.2
LWB 試験区(無調整)	4.6	0.2
LWY 対照区(調整)	4.3	0.6
LWY 試験区(無調整)	4.3	0.7

各品種とも、リジン無調整飼料給与は、豚肉の硬さに影響を及ぼさなかった。

4) 豚肉の切断面の写真

<LWD>



対照区(Lys 調整)



試験区(Lys 無調整)

<LWB>



対照区(Lys 調整)



試験区(Lys 無調整)

<LWY>



対照区(Lys 調整)



試験区(Lys 無調整)

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 5cm角,背脂肪無,30g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

LWD:試験区はしっとりとしてテクスチャー評価、味の評価が上がり、総合的にも対照区よりも評価が高くなった。

LWB・LWY:試験区と対照区間では、総合的な評価で差は認められなかった。

第3回品種特性試験(リジン無添加が各品種豚に及ぼす影響)
官能評価結果 調理法:ソテー

n=20

評価項目		獣臭さの強弱	豚肉の好ましい香りの強弱	かたさ	多汁性
対照区 リジン添加	LWD	-0.05 ± 1.02	-0.35 ± 0.91	0.10 ± 1.45	-0.10 ± 1.22
試験区 リジン無添加		0.00 ± 0.95	-0.15 ± 0.73	0.80 ± 1.12	0.95 ± 1.02
対照区 リジン添加	LWB	-0.40 ± 0.80	-0.55 ± 0.67	-0.45 ± 1.40	-0.85 ± 1.35
試験区 リジン無添加		0.05 ± 0.86	-0.25 ± 0.83	-1.10 ± 0.89	-1.10 ± 0.94
対照区 リジン添加	LWY	-0.10 ± 0.94	-0.25 ± 0.77	0.00 ± 1.18	-0.55 ± 1.24
試験区 リジン無添加		-0.15 ± 0.96	0.05 ± 0.80	0.70 ± 1.10	0.15 ± 1.31

評価項目		テクスチャーの好ましき	食べたときの獣臭さの強弱	うま味の強弱(たんぱく質のうま味)	脂っこさの強弱
対照区 リジン添加	LWD	-0.40 ± 1.20	0.55 ± 0.92	-0.80 ± 0.89	-0.80 ± 0.87
試験区 リジン無添加		0.70 ± 1.10	-0.05 ± 0.97	0.10 ± 0.73	0.35 ± 0.91
対照区 リジン添加	LWB	-0.85 ± 1.06	0.05 ± 0.89	-0.05 ± 0.97	0.05 ± 0.78
試験区 リジン無添加		-1.25 ± 0.77	0.10 ± 0.97	-0.55 ± 0.74	-1.30 ± 0.89
対照区 リジン添加	LWY	-0.50 ± 1.07	0.25 ± 0.94	-0.45 ± 0.92	-1.35 ± 0.73
試験区 リジン無添加		0.10 ± 1.22	-0.15 ± 0.85	0.10 ± 1.04	-0.30 ± 1.05

評価項目		後味の強弱	味の好ましき	総合的な好ましき
対照区 リジン添加	LWD	0.15 ± 0.91	-0.40 ± 0.92	-0.65 ± 1.01
試験区 リジン無添加		0.10 ± 0.70	0.25 ± 0.77	0.35 ± 0.79
対照区 リジン添加	LWB	0.05 ± 0.97	-1.05 ± 0.97	-1.00 ± 1.07
試験区 リジン無添加		-0.15 ± 0.91	-0.80 ± 0.81	-1.05 ± 0.71
対照区 リジン添加	LWY	0.05 ± 0.86	-0.50 ± 0.87	0.00 ± 0.92
試験区 リジン無添加		-0.10 ± 0.70	-0.05 ± 1.07	-0.60 ± 1.10

識別項目(強弱)

-3=非常に強い、-2=弱い、
-1=やや弱い、0=普通、1=やや強い、
2=強い、3=非常に強い

識別項目(かたさ)

-3=非常にかたい、-2=かたい、
-1=ややかたい、0=普通、
1=やややわらかい、2=やわらかい、
3=非常にやわらかい

**: $p < 0.01$

*: $p < 0.05$

識別項目(多汁性)

-3=非常にばさついている、-2=ばさついている、-1=ややばさついている、0=普通、1=ややしっとりしている、2=しっとりしている、3=非常にしっとりしている

嗜好項目(下線付き項目)

-3=非常に好ましくない、-2=好ましくない、-1=やや好ましくない、0=普通、1=やや好ましい、2=好ましい、3=非常に好ましい

2 乾燥飼料給与試験

第1回 乾燥飼料給与での脂肪含量が肉質に及ぼす影響

1 目的

三元交配豚LWDを3種類の異なる脂肪含量の飼料で肥育したときの、肉質に及ぼす影響を検討した。対照区は脂肪含量2.5%で、1区、2区、3区は、それぞれの飼料の脂肪含量(EE)を4%、6.5%、9%とした。

2 試料の調製法

と畜後、2日目のロース片側1本が、全畜連より冷蔵で送付された。その後、0~1°Cで、熟成した。と畜後の合計熟成期間は、9日間とした。これをスライスし、成分分析用と官能検査用(厚さ1cm)の試料とした。各試料は、分析まで-85°Cで保存した。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

各栄養素を、下記の定法により測定した。

水分: 試料を135°Cで2時間乾燥する常圧乾燥法で定量した。

タンパク質: セミマイクロケルダール法で定量した。試料を酸素触媒存在下で燃焼させ、タンパク質の窒素成分を窒素ガスに交換して熱伝導度検出器搭載のガスクロマトグラフィーで定量した。

粗脂肪: ソックスレー脂肪抽出機で抽出後、溶媒を留去し、脂肪量を測定した。

灰分: 試料を電気炉に入れ、550°Cで灰化し、残渣を灰分とする乾式灰化法で定量した。

炭水化物: 試料の重量から上記の各栄養素を差し引いて算出した。

ビタミン B1: 食品衛生検査指針(食品添加物編)(厚生労働省生活衛生局監修)(1991)に記載されている公定法により定量した。

鉄: 試料を灰化した後、原子吸光分光光度計で定量した。

また、赤身肉の脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

遊離のグルタミン酸含量は、試料肉から水溶性成分を抽出した後、スルホサリチル酸で除タンパク質処理を行った。これを日本分光(株)のアミノ酸分析機(JLC-500/V2)による生体成分分析条件で定量した。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の結果を表 2-1 に示した。

表 2-1 飼料中の脂肪含量が一般組成(%)に与える影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	67.5	2.9	20.7	1.1	9.6	4.2	1.1	0.9	1.1	0.1
1 区(EE4)	65.1	5.9	19.8	2.5	12.6	8.3	1.6	1.5	1	0.1
2 区(EE6.5)	67.9	1.3	20.3	0.1	9.3	0.8	1.4	0.8	1.1	0.1
3 区(EE9)	65.0	1.0	18.7*	0.6	14.3	1.4	0.9	0.7	1	0.1
♀										
対照区	69.3	2.7	20.8	0.5	7.6	2.8	1.3	1.1	1.1	0.1
1 区(EE4)	62.5	4.2	17.7*	1.1	17.8	4.9	1	0.7	1	0.1
2 区(EE6.5)	63.1	3.0	18*	1	17.4*	4.2	0.5	0.5	1	0
3 区(EE9)	65.3	1.3	19.1*	0.2	14.6*	1.2	0	0	1.1	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<飼料区による差異>

メスでは、飼料中の脂肪含量が高くなると、肉のタンパク質含量が有意に低下し、脂肪含量が有意に高くなることが明らかとなった。オスでも、同様の傾向が認められた。それ以外の成分に対する影響は認められなかった。

<雌雄差>

2 区の試料給与において、雌雄差が認められた。メスの水分含量がオスのものより低かった。また、メスのタンパク質含量もオスのものより低かった。しかし、メスの脂肪含量は、オスのものより高かった。

この試験では、いずれの試料の水分含量が低く、脂肪含量が通常のものよりかなり高い値を示した。この要因として、サンプルの保存性に問題があったと考えられた。

2) ビタミン B1 並びに鉄含量

ビタミン B1 および鉄の含量を測定し、結果を表 2-2 に示した。

表 2-2 飼料中の脂肪含量がビタミン B1 及び鉄含量に与える影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)		鉄 (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	1.08	0.07	0.6	0
1 区(EE4)	0.73*	0.08	0.63	0.06
2 区(EE6.5)	0.80*	0.07	0.63	0.06
3 区(EE9)	0.84	0.2	0.57	0.12
♀				
対照区	0.92	0.14	0.67	0.06
1 区(EE4)	0.59*	0.06	0.83	0.12
2 区(EE6.5)	0.62	0.1	0.7	0
3 区(EE9)	0.63	1.0	0.7	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<ビタミン B1 含量>

脂肪含量の多い飼料を給与された豚のビタミン B1 は、対照区のものに比べて有意に低くなることが明らかとなった。

雌雄差は、2 区の給与区豚で認められた。2 区のマスのビタミン B1 含量は、オスのものに比べて、有意に低い値を示した。

<鉄含量>

鉄含量は、飼料における脂肪含量の影響を受けなかった。1 区で雌雄差が認められ、マスの鉄含量がオスのものより有意に高いことが明らかとなった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

赤身肉内の脂肪の脂肪酸組成を測定し、その結果を表2-3に示した。

表2-3 飼料中の脂肪含量が赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に与える影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	1.7	0.1	26.8	0.7	2.27	0.4	0.4	0.1	15.8	2.2
1区(EE4)	1.53*	0.2	26.6	0.9	2.73	0.8	0.1*	0	14.1	1.1
2区(EE6.5)	1.63	0.2	27.1	0.1	2.9	0.2	0.13*	0.1	13.2	0.6
3区(EE9)	1.6	0.1	25.5*	0.7	2.3	0.3	0.17*	0.1	13.5	1.5
♀										
対照区	1.57	0.1	25.8	1.1	2.07	0.2	0.43	0.1	16.2	0.6
1区(EE4)	1.47	0.1	26.6	0.5	2.07	0.2	0.17*	0.1	15.6*	0.4
2区(EE6.5)	1.43*	0.1	26.0	0.5	2.43	0.1	0.2*	0	14.2*	0.8
3区(EE9)	1.53	0.1	25.9	0.2	2.7	0.5	0.2	0.1	13.3	1.5

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リルン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区	41.5	2	8.57	0.8	0.43	0.1	0.1	0
1区(EE4)	45.6*	0.2	6.27	1	0.5	0.2	0.1	0
2区(EE6.5)	46.2*	1	5.9*	0.9	0.5	0.1	0.1	0
3区(EE9)	46.7	2.7	6.93	1.2	0.7*	0.1	0.1	0
♀								
対照区	40.5	1.3	10.1	0.2	0.43	0.1	0.1	0
1区(EE4)	44.4*	0.7	6.77*	0.7	0.57*	0.1	0.1	0
2区(EE6.5)	45.2*	1.5	7.23*	0.3	0.67*	0.1	0.1	0
3区(EE9)	45.1*	1.4	7.93*	0.6	0.8*	0	0.1	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<飼料区による差異>

飼料の脂肪含量が高くなると、オス及びメスの豚肉のオレイン酸やリルン酸含量が有意に高くなり、リノール酸含量が低下することが明らかとなった。ステアリン酸含量も低下した。

<雌雄差>

雌雄間の差が若干認められた。2 区のおスのパルミチン酸及びパルミトレイン酸の含量が、メスのものより大きかった。対照区では、メスのリノール酸含量が、オスのものより高かった。さらに、1 区では、オスのオレイン酸含量が、メスのものより有意に高かった。

《理化学特性の分析》

理化学的特性は、豚肉の格付けに大きな影響を与えることが知られている。そこで、エコフィード給与が、豚肉の理化学的特性、特に、色、色調、融点並びに脂肪酸組成に与える影響を分析した。

1. 方法

試料は、栄養機能成分の分析の場合と同じものを用いた。

赤身肉や脂肪の色調、融点は定法により、測定した。脂肪色と肉色は、色のスタンダード(PSC)を用いて、目視で評価した。色調は、色差計でL, a, b 値を測定した。

背脂肪の融点は、以下のように測定した。背脂肪から 110℃で 4 時間かけて、脂質を抽出した。これをキャピラリーに 1cm の高さ分を取り、-30℃で一晩保存した。これを水に入れ、2 分間に 1℃上昇させた時に、脂質が融解し、1cm 上昇した時の温度を測定し、融点とした。

背脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

2. 結果

1) 色調

色のスタンダードを用い、目視で評価すると同時に、色差計でL, a, b 値を測定し、結果を表 2-4 に示した。

表 2-4 飼料中の脂肪含量が肉の色に与える影響

	脂肪色		肉色		赤身肉の色調					
					L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	1.3	0.6	4	0	35.2	5.3	4.4	0.3	4.6	1.1
1 区(EE4)	1.7	0.6	4	0	40.4	1.9	4.4	0.7	6.1	0.7
2 区(EE6.5)	1.7	0.6	3.7	0.6	43.8*	1.1	6.1*	0.3	7.6*	0.6
3 区(EE9)	1.7	0.6	4	0	42.2	4.6	6.0*	0.7	7.0*	1
♀										
対照区	1.3	0	4	0	35.9	1	3.2	0.5	3.6	0.7
1 区(EE4)	2	0	4	0	40.6*	0.9	5.1*	0.6	5.8*	0.6
2 区(EE6.5)	2	0.6	3.3	0.6	40.6*	1.3	4.4	0.9	5.1*	0.5
3 区(EE9)	1.7	0.6	3.7	0.6	41.8*	2.6	5.1*	0.6	5.8*	1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す

脂肪含量の高い飼料で肥育された豚赤身肉の色は、L 値、a 値、b 値のいずれも有意に高い値を示した。従って、明るく、濃くなることが明らかとなった。

2) 背脂肪の融点

融点は、背脂肪の脂肪を抽出した後、定法によって測定し、結果を表 2-5 に示した。

表 2-5 飼料中の脂肪含量が脂肪の融点に与える影響

試験1	融点(°C)	
	平均値	SD
♂		
対照区	35.1	2
1 区(EE4)	31.5*	0.4
2 区(EE6.5)	30.1*	0.7
3 区(EE9)	30*	1.8
♀		
対照区	31.9	0.7
1 区(EE4)	31.3	0.5
2 区(EE6.5)	29.9*	1.3
3 区(EE9)	29.8	1.5

* :対照区と比べて、有意差があったことを示す。

背脂肪の融点は、脂肪含量の高い飼料で肥育されたものほど、低い値を示した。これは、下記に示す脂肪酸組成が反映していると推察された。飼料に含まれる脂肪の組成が影響していると考えられるので、飼料の脂肪酸組成を明らかにしておく必要がある。

3) 背脂肪の脂肪酸組成

背脂肪から抽出した脂肪の脂肪酸組成を分析し、結果を表 2-6 に示した。

表 2-6 飼料中の脂肪含量が背脂肪の脂肪酸組成(%)に与える影響

脂肪酸	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	1.5	0.1	24.9	0.5	1.6	0.1	0.47	0.2	15.3	0.5
1区(EE4)	1.4	0.2	25.1	1.2	1.7	0.4	0.23*	0.1	14.2*	0.8
2区(EE6.5)	1.6	0.1	25	1.3	1.7	0	0.2*	0	13.3*	1.3
3区(EE9)	1.5	0.1	23.4	1.7	1.4*	0.1	0.23*	0.1	14	1.7
♀										
対照区	1.4	0.2	24.8	1.8	1.3	0.1	0.57	0.1	17	0.8
1区(EE4)	1.4	0.1	25.3	0.8	1.5	0.1	0.23*	0.1	15.8	0.9
2区(EE6.5)	1.5	0.1	24.9	1	1.7*	0.2	0.33*	0.1	14.3*	0.9
3区(EE9)	1.5	0.1	24.2	1.1	1.6*	0.1	0.27*	0.1	13.5*	2.2

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	40.8	0.9	11.8	1.3	0.63	0.1	0.1	0	0.1	0
1区(EE4)	45.1*	0.8	8.9*	0.4	0.83*	0.1	0.13	0.1	0.1	0
2区(EE6.5)	44.9*	1.2	9.7	1.4	1.07*	0.2	0.13	0.1	0.1	0
3区(EE9)	44.9*	2.0	10.6	1.6	1.23*	0.2	0.2*	0	0.1	0
♀										
対照区	38.9	2	12.6	1.2	0.63	0.1	0.1	0	0.1	0
1区(EE4)	44.2*	1.1	8.4*	0.9	0.73	0.1	0.1	0	0.1	0
2区(EE6.5)	43.4*	1.8	10.3*	0.7	1.1*	0.1	0.17	0.1	0.1	0
3区(EE9)	44.1*	1.9	11	0.8	1.2*	0.1	0.2*	0	0.1	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

雌雄のいずれにおいても、脂肪含量の高い飼料で肥育された豚肉では、ヘプタデカン酸、ステアリン酸、リノール酸含量が低い値を示した。オレイン酸やリノレン酸含量が高い値を示した。

<まとめ>

飽和脂肪酸の減少並びに不飽和脂肪酸の増加が、融点を低下させたと推察された。

第2回 乾燥飼料給与でのステージ別の脂肪含量が肉質に及ぼす影響

1 目的

給与前期と後期で飼料の脂肪含量を変えて、豚を肥育した場合の肉質への影響を調べた。

飼料は、1区(前期 EE4、後期 EE4)、2区(前期 EE4、後期 EE6)、3区(前期 EE6、後期 EE4)、および4区(前期 EE6、後期 EE6)とした。

2 試料の調製法

第1回の試験で行われたと同様の方法で試料調製をした。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種成分、並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回の試験と同様の方法で行った。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果を表2-7に示した。

表2-7 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが一般組成(%)に及ぼす影響

	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	72.3	0.5	22.4	0.3	4.1	0.5	0	0	1.2	0.1
1区(EE4EE4)	71.2	1.7	21.2*	0.9	6.3	2.4	0.1	0.3	1.2	0.1
2区(EE4EE6)	70*	2.0	20.7*	0.5	8.1*	2.5	0.1	0.2	1.1	0.1
3区(EE6EE4)	69*	2.7	21*	0.8	8.7*	3.2	0.2	0.2	1.2	0.1
4区(EE6EE6)	68.9*	1.9	21*	0.6	8.9*	2.4	0.1	0.1	1.2	0.1
♀										
対照区	73.2	0.8	23.3	0.7	2.2	0.7	0.1	0.1	1.2	0
1区(EE4EE4)	70.4	3.2	21*	0.8	7.5*	3.7	0.0	0.0	1.2	0
2区(EE4EE6)	72.7	2.2	21.5*	1.1	4.6*	1.3	0.0	0.1	1.2	0.1
3区(EE6EE4)	73.0	2.2	21.4*	0.5	4.5	2.4	0.0	0.2	1.1*	0.1
4区(EE6EE6)	71.6*	1.5	21.5*	0.5	5.5*	2.0	0.2	0.2	1.3*	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<脂肪含量の影響>

雌雄のいずれにおいても、飼料中の脂肪含量が高くなると、タンパク質含量が有意に減少し、脂肪含量が有意に増加することが明らかとなった。

<雌雄間の差異>

対照区、3区、4区で、メスの水分含量が、オスのものより有意に高かった。また、対照区、2区、3区、4区でメスの脂肪含量が、オスよりも有意に低かった。

2) ビタミン B1 並びに鉄含量

ビタミン B1 および鉄の含量を表 2-8 に示した。

表 2-8 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが豚肉のビタミン B1 および鉄含量に及ぼす影響

	ビタミン B1 (mg/100g)		鉄 (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	1.25	0.14	0.5	0.2
1区(EE4EE4)	1.03*	0.10	0.4	0.1
2区(EE4EE6)	1.13	0.26	0.5	0.1
3区(EE6EE4)	1.02*	0.15	0.5	0.1
4区(EE6EE6)	1*	0.14	0.4	0.1
♀				
対照区	1.02	0.15	0.5	0.1
1区(EE4EE4)	1.17	0.08	0.5	0.1
2区(EE4EE6)	1.09	0.10	0.4	0.0
3区(EE6EE4)	1.15	0.22	0.5	0.1
4区(EE6EE6)	0.98	0.16	0.5	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<ビタミン B1>

脂肪含量の多い飼料を給与された豚のビタミン B1 含量は、対照区の肉に比べて有意に低くなることが明らかとなった。雌雄間では、対照区で、オスの含量がメスのものより有意に高かった。1区では、メスの含量がオスのものより高かった。

<鉄>

鉄含量は、飼料における脂肪含量の影響を受けなかった。雌雄間では、メスの鉄含量がオスのものより有意に高かった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

脂肪を抽出し、その脂肪酸組成を測定し、結果を表2-9に示した。

表2-9 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが豚赤肉の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

♂	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	1.4	0.1	26.9	1.1	3	0.4	0.3	0.1	15.4	0.7
1区(EF4EE4)	1.4	0.1	26.5	0.7	3.1	0.4	0.1**	0	14*	0.7
2区(EF4EE6)	1.3	0.2	26	1.4	3.2	0.4	0.1**	0	13.7*	1.2
3区(EF6EE4)	1.2	0.1	25.7	0.9	2.9	0.6	0.1**	0	13.5**	0.9
4区(EF6EE6)	1.4	0.2	26.1	1.7	3	0.5	0.1**	0	13.2**	1.1

♂	オレイン酸		リノール酸		リルン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	44.1	2.1	5.7	1.1	0.2	0.1	0.8	0.3
1区(EF4EE4)	48.3**	1.1	3.7**	0.5	0.3	0	0.6	0.2
2区(EF4EE6)	49.2**	2.4	3.8*	0.6	0.3*	0	0.6	0.2
3区(EF6EE4)	50**	1	3.9*	0.9	0.3	0.1	0.6	0.2
4区(EF6EE6)	49.9**	2.8	3.7**	0.3	0.3	0.1	0.5	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

♀	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	1.3	0.1	25.3	0.7	2.8	0.4	0.3	0.1	14.9	1.2
1区(EF4EE4)	1.4	0.2	26.4	1.7	3	0.4	0.1***	0	14.1	0.5
2区(EF4EE6)	1.2*	0.1	25.2	0.6	2.5	0.2	0.1***	0	14	0.8
3区(EF6EE4)	1.4	0.2	26.2	0.9	3.1	0.4	0.1***	0	13.9	1.4
4区(EF6EE6)	1.4	0.1	26	0.8	3.5*	0.4	0.1***	0	12.7*	1.3

♀	オレイン酸		リノール酸		リルン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	42.8	3.7	8.4	1.8	0.3	0.1	1.5	0.6
1区(EF4EE4)	48.1*	2.2	4.1**	0.7	0.3	0.1	0.7*	0.3
2区(EF4EE6)	49.1**	1.1	4.6**	0.7	0.3	0	0.8	0.3
3区(EF6EE4)	46.6	2.5	5.3*	1.3	0.3	0.1	0.9	0.3
4区(EF6EE6)	48.2*	2.3	4.9**	0.6	0.4*	0.1	0.8*	0.2

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

雌雄のいずれにおいても、飼料の脂肪含量が高くなると、豚肉のオレイン酸含量が有意に上昇し、ペンタデカン酸、ステアリン酸やリノール酸含量が低下することが明らかとなった。

4) 遊離グルタミン酸量

遊離グルタミン酸量をアミノ酸分析計で測定し、結果を表 2-10 に示した。

表 2-10 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが遊離グルタミン酸量に及ぼす影響

	♂ (mg/100g)		♀ (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
対照区	13.2	4.4	12.8	1.9
1 区(EE4EE4)	13.9	0.9	16.6	3.9
2 区(EE4EE6)	19.9*	5.2	18.1*	1.5
3 区(EE6EE4)	13.6	1.8	12.0	2.2
4 区(EE6EE6)	17.4	7.3	14.6	1.5

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

雌雄のいずれにおいても、後期段階で脂肪含量が 6%の飼料を与えると、遊離グルタミン酸量が高くなる傾向が示された。

<まとめ>

飼料における脂肪含量は、豚肉の一般組成、ビタミンB1含量、並びに脂肪酸組成に影響を及ぼすことが判明した。

《理化学特性の分析》

1. 方法

各区の豚肉は、栄養機能成分の分析と同様にスライスしたものを用いた。

赤肉および脂肪の色を測定した。また、融点を測定した。それぞれの測定法は、第1回目と同じである。

2. 結果

1) 色調

色のスタンダードを用い、目視で評価すると同時に、色差計で L, a, b 値を測定し、結果を表 2-11, 2-12 に示した。

表 2-11 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが肉の色に及ぼす影響

	脂肪色		肉色		赤身肉の色調					
	平均値	SD	平均値	SD	L 値		a 値		b 値	
					平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	1	0	3.2	0.6	43	2.5	5	1.1	6	1.2
1 区(EЕ4ЕЕ4)	1	0	3	0.3	45.7	3.9	4.9	0.7	6.4	0.9
2 区(EЕ4ЕЕ6)	1	0	3.3	0.5	42	3.3	4.8	1.4	5.9	1.7
3 区(EЕ6ЕЕ4)	1	0	3.3	0.3	43.4	2.7	4.9	0.5	6.2	1
4 区(EЕ6ЕЕ6)	1.5	0.6	3.5	0.6	42.4	2.3	5.2	1.3	6.2	1
♀										
対照区	1.1	0.3	3.3	0.3	41	1.9	3.8	1	5.4	0.6
1 区(EЕ4ЕЕ4)	1	0	3.4	0.5	43.6	2.1	5.2	2.2	6.3	1.2
2 区(EЕ4ЕЕ6)	1	0	3	0.4	44	3.2	3.8	1	5.5	1.6
3 区(EЕ6ЕЕ4)	1.3	0.5	3.5	0.4	42.3	1.4	5.1	1.3	5.8	0.8
4 区(EЕ6ЕЕ6)	1.8*	0.5	4.0*	0	43.4	1.8	5	2.2	6.1	1.5

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

赤肉の色調は、飼料における脂肪含量の影響を受けなかった。

表 2-12 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが脂肪の色に及ぼす影響

	脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
対照区	71.6	1.2	5	0.7	6.7	1.2
1 区(EЕ4ЕЕ4)	72.5	2.9	3.5*	1.3	6.5	0.4
2 区(EЕ4ЕЕ6)	74.3*	0.1	2.3*	0.8	6.7	1.3
3 区(EЕ6ЕЕ4)	71.9	1.1	3.4*	0.7	6.6	0.7
4 区(EЕ6ЕЕ6)	73	1.6	2.4*	1	7.2	1.5
♀						
対照区	70.2	1.7	5.1	1	7.9	0.1
1 区(EЕ4ЕЕ4)	73.3*	0.3	3.2*	0.5	6.5*	0.4
2 区(EЕ4ЕЕ6)	73.9*	1.3	2.3*	1	7.3	0.9
3 区(EЕ6ЕЕ4)	72.5*	1.6	2.5*	0.4	7.3*	0.2
4 区(EЕ6ЕЕ6)	72.3*	1.2	3.2*	1	7.6	0.8

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪の色では、飼料給与区において、L 値が有意に高い値を示した。また、a 値は、対照区と比べて有意に低い値を示した。これは、食肉の保水性が影響していると考えられる。

2) 背脂肪の融点

背脂肪から抽出した脂肪の融点を測定し、結果を表 2-13 に示した。

表 2-13 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが融点に及ぼす影響

試験2	融点(°C)	
	平均値	SD
♂		
対照区	39.4	1.9
1 区(EF4EF4)	34.2*	1.7
2 区(EF4EF6)	32.4*	2.2
3 区(EF6EF4)	32.3*	1.7
4 区(EF6EF6)	30.3*	2
♀		
対照区	37	2.8
1 区(EF4EF4)	34	2.9
2 区(EF4EF6)	30.6*	0.5
3 区(EF6EF4)	32.1*	1.8
4 区(EF6EF6)	29.5*	1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

オスでは、全ての飼料区で背脂肪の融点が、対照区と比べて有意に低い値を示した。メスでは、2、3、4 区の豚背脂肪の融点が、対照区と比べて有意に低い値を示した。

<まとめ>

飼料における脂肪含量の違いは、背脂肪の融点に影響を与えた。

3) 背脂肪の脂肪酸組成

背脂肪から抽出した脂肪の脂肪酸組成を分析し、結果を2-14に示した。

表2-14 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが背脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

♂	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	1.4	0.1	26.6	1	1.6	0.2	0.5	0.3	17.7	1
1区(EЕ4EE4)	1.4	0.2	25.7	1.6	1.7	0.3	0.3	0	16.3	1.4
2区(EЕ4EE6)	1.5	0.1	25.4	0.7	1.9	0.4	0.2*	0	14.7*	2.1
3区(EЕ6EE4)	1.4	0.1	24.6**	0.6	1.7	0.3	0.2*	0.1	15**	1
4区(EЕ6EE6)	1.4	0.2	23.4**	1.6	1.5	0.3	0.2*	0.1	13.9**	1.1

*, **, ***は、対照区に対して5%、1%、0.1%で、有意差があることを示す。

♂	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	40	2.6	9	1.5	0.6	0.1	0.1	0.1
1区(EЕ4EE4)	43.9*	1.9	7.6	0.9	0.8*	0.1	0.2	0.1
2区(EЕ4EE6)	44.5*	1.6	8.4	0.8	0.9**	0.1	0.1	0
3区(EЕ6EE4)	45.6**	0.7	8.4	0.6	0.8**	0.1	0.1	0.1
4区(EЕ6EE6)	46**	1.8	9.8	0.4	1***	0.1	0.2	0.1

*, **, ***は、対照区に対して5%、1%、0.1%で、有意差があることを示す。

♀	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	1.4	0.1	24.7	1.6	1.3	0.1	0.5	0.1	18	1.3
1区(EЕ4EE4)	1.3	0.1	24.4	1.8	1.6*	0.2	0.4	0.3	16.1	1.8
2区(EЕ4EE6)	1.2	0.1	23.4	0.9	1.4	0.1	0.3**	0.1	14.7**	0.6
3区(EЕ6EE4)	1.5	0.2	24.2	1.1	1.8***	0.1	0.2***	0	14.1**	1.2
4区(EЕ6EE6)	1.4	0.1	23.5	1.2	1.7*	0.3	0.2***	0	13***	0.8

*, **, ***は、対照区に対して5%、1%、0.1%で、有意差があることを示す。

♀	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	38.3	1.4	12.5	0.9	0.7	0.1	0.2	0
1区(EЕ4EE4)	43.6*	1.7	9.2**	1.7	0.8	0.1	0.2	0.1
2区(EЕ4EE6)	45.9***	1.8	9.4***	0.6	1**	0.1	0.1*	0.1
3区(EЕ6EE4)	45.5***	1.7	9.4**	1.2	1*	0.1	0.2	0.1
4区(EЕ6EE6)	46.2***	1.8	10.3**	0.5	1.1**	0.1	0.2	0.1

*, **, ***は、対照区に対して5%、1%、0.1%で、有意差があることを示す。

雌雄のいずれにおいても、飼料の脂肪含量を高くすると、豚肉のオレイン酸およびリノレン酸含量が有意に高くなり、ステアリン酸やリノール酸含量は、低下することが明らかとなった。これらの脂肪酸組成の違いが、融点の低下に繋がったと推察された。

4) 豚肉の切断面の写真



対照区



1区(E4E4)



2区(E4E6)



3区(E6E4)



4区(E6E6)

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 5cm角,背脂肪無,30g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

♂:EE6EE6が対照に比べやわらかく、味、総合評価が高かった。

♀:EE6EE4が対照に比べやわらかくしっとりとしてテクスチャーの評価が高かった。味の評価も高く総合的に好まれていた。

♀は後期に低脂肪を与えた方が「かたさ、多汁性、テクスチャー、味」の評価が高めになる傾向があった。

<まとめ>

飼料の脂肪含量を高くすると、肉の脂肪含量が高くなると同時に、その融点が低くなることにより、味、テクスチャー並びに総合評価が高くなる傾向が認められた。

第2回乾燥試料給与試験（ステージ別の脂肪含有量が肉質に及ぼす影響）
 官能評価結果 調理法：ソテー

n=20

評価項目		ケモノ臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ
♂	対照 配合	-0.20 ± 0.75	-0.50 ± 1.07	-0.50 ± 1.20	-0.65 ± 1.11
	I EE4EE4	-0.05 ± 0.80	-0.25 ± 1.13	-0.45 ± 1.43	-0.40 ± 1.28
	II EE4EE6	-0.10 ± 0.83	0.50 ± 1.43	0.10 ± 1.14	0.10 ± 0.89
	III EE6EE4	-0.05 ± 0.74	0.00 ± 0.89	-0.40 ± 1.20	-0.25 ± 1.04
	IV EE6EE6	-0.15 ± 0.73	0.40 ± 1.24	-0.05 ± 1.16	-0.10 ± 1.18
♀	対照 配合	0.10 ± 0.70	-0.55 ± 1.47	-0.60 ± 1.39	-0.70 ± 1.52
	I EE4EE4	0.10 ± 0.70	0.15 ± 1.15	0.10 ± 1.09	0.15 ± 0.91
	II EE4EE6	0.05 ± 0.74	-0.85 ± 1.15	-0.70 ± 1.10	-1.05 ± 1.12
	III EE6EE4	0.05 ± 0.74	1.00 ± 1.00	0.35 ± 0.85	0.55 ± 0.92
	IV EE6EE6	0.15 ± 0.48	-0.25 ± 1.04	-0.60 ± 1.02	-0.45 ± 0.97

評価項目		食べたときのケモノ臭さの強弱	基本味としてのうま味の強弱	脂っこさの強弱	後味の強弱
♂	対照 配合	0.20 ± 0.93	-0.55 ± 0.92	-0.95 ± 0.86	0.05 ± 0.92
	I EE4EE4	-0.05 ± 0.67	-0.25 ± 1.09	-1.00 ± 0.89	0.00 ± 0.77
	II EE4EE6	0.20 ± 0.81	-0.15 ± 0.96	-0.50 ± 0.97	-0.10 ± 0.94
	III EE6EE4	0.00 ± 0.63	-0.15 ± 0.91	-0.50 ± 1.02	-0.30 ± 0.95
	IV EE6EE6	-0.05 ± 0.92	-0.10 ± 1.04	-0.15 ± 1.06	-0.15 ± 0.96
♀	対照 配合	0.50 ± 0.67	-0.65 ± 1.01	-0.95 ± 0.97	0.25 ± 0.99
	I EE4EE4	0.15 ± 0.73	-0.15 ± 0.65	-0.80 ± 0.93	-0.10 ± 0.89
	II EE4EE6	0.25 ± 0.54	-0.30 ± 0.95	-1.10 ± 0.77	0.10 ± 0.62
	III EE6EE4	0.15 ± 0.65	-0.10 ± 0.83	-0.85 ± 0.85	-0.05 ± 0.59
	IV EE6EE6	0.40 ± 0.66	-0.50 ± 0.87	-0.85 ± 0.79	-0.15 ± 0.73

評価項目		味の好ましさ	総合的な好ましさ
♂	対照 配合	-0.80 ± 0.87	-0.80 ± 0.81
	I EE4EE4	-0.35 ± 1.11	-0.40 ± 1.16
	II EE4EE6	-0.35 ± 0.65	-0.20 ± 0.81
	III EE6EE4	-0.20 ± 1.08	-0.25 ± 0.99
	IV EE6EE6	-0.10 ± 1.04	-0.15 ± 1.19
♀	対照 配合	-0.95 ± 0.97	-1.10 ± 0.99
	I EE4EE4	-0.10 ± 0.89	0.00 ± 1.00
	II EE4EE6	-0.55 ± 0.97	-0.80 ± 0.87
	III EE6EE4	0.15 ± 0.73	0.30 ± 0.71
	IV EE6EE6	-0.55 ± 0.80	-0.75 ± 0.77

識別項目（強弱）
 -3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通,
 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目（かたさ）
 -3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通,
 1=やややわらかい, 2=やわらかい, 3=非常にやわらかい

識別項目（多汁性）
 -3=非常にさびついている, -2=さびついている,
 -1=ややさびついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている,
 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目（下線付き項目）
 -3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通,
 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

** : p<0.01 * : p<0.05

第3回 ステージ別の脂肪含量が肉質に及ぼす影響—その2

1 目的

第2回目の実験結果を踏まえて、EE6EE6を除く、3つの脂肪含量の異なる群(EE4EE4, EE4EE6, EE6EE4)で実験を行った。

2 試料の調製法

今回の試験では、メスのみを試料として用いた。第1回の試験で行われたと同様の方法で試料調製をした。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種成分、並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回の試験と同様の方法で行った。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果を表2-15に示した。

表2-15 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀										
対照区	72.6	0.7	23.4	0.2	2.8	0.4	0.1	0.0	1.1	0.0
1区(EE4EE4)	72.0	0.7	22.6	1.9	4.2	2.2	0.1	0.0	1.1	0.0
2区(EE4EE6)	70.8	1.2	22.5*	0.2	5.6*	1.8	0	0.0	1.1	0.0
3区(EE6EE4)	71.8	0.5	22.6*	0.1	4.5*	0.6	0	0.0	1.1	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪含量が高い飼料を給与された区の豚肉では、タンパク質含量が有意に低下し、脂肪含量が有意に高くなった。

2) ビタミンB1含量

ビタミンB1含量の測定結果を表2-16に示した。

表 2-16 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが
ビタミン B1 含量に与える影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)	
	平均値	SD
♀		
対照区	1.2	0.0
1 区(E E4 E E4)	0.88*	0.0
2 区(E E4 E E6)	0.87*	0.0
3 区(E E6 E E4)	0.81*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪含量の多い飼料を給与された豚のビタミン B1 は、いずれの場合でも、対照区の肉に比べて有意に低くなった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

脂肪酸組成の結果を表 2-17 に示した。

表 2-17 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが赤身肉内脂肪の
脂肪酸組成(%)に与える影響

脂肪酸	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀								
対照区	1.3	0.0	22.2	3.2	1.3	0.0	15.8	3.2
1 区(E E4 E E4)	1.2	0.0	21.2	2.3	1.7*	0.1	12.2*	0.4
2 区(E E4 E E6)	1.2	0.0	20.4	0.8	1.7*	0.0	11.3*	0.3
3 区(E E6 E E4)	1.2	0.0	19.6	9.1	1.8*	0.2	10.4*	5.2

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リレン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀						
対照区	40.9	5.6	14.1	1.5	0.8	0.0
1 区(E E4 E E4)	48.4*	2.0	11.3*	0.2	1.2*	0.0
2 区(E E4 E E6)	50.1*	2.0	11.2*	0.7	1.2*	0.0
3 区(E E6 E E4)	51.3*	11.1	11.7*	3.5	1.2*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

飼料の脂肪含量が高くなると、豚肉脂肪におけるオレイン酸、パルミトオレイン酸、リレン酸の含量が有意に上昇し、リノール酸含量が有意に低下した。

4) 遊離グルタミン酸含量

ステージ別脂肪含量が、肉中遊離グルタミン酸含量に及ぼす影響を調べ、結果を表 2-18 に示した。

表 2-18 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが遊離グルタミン酸量に及ぼす影響

♀	Glu 量	
	平均値	SD
対照区	18.9	7.0
1 区(EE4EE4)	19.2	4.5
2 区(EE4EE6)	19.0	6.4
3 区(EE6EE4)	22.0	4.8

第2回の試験では、雌雄のいずれにおいても、後期段階で脂肪含量が6%の飼料を与えると、遊離グルタミン酸量が高くなる傾向が示された。しかし、今回は、そのような傾向は認められなかった。

<まとめ>

飼料における脂肪含量は、一般組成、ビタミンB1含量並びに脂肪酸組成に影響を及ぼすことが判明した。

《理化学特性の分析》

1. 方法

各区の豚肉は、栄養機能成分の分析と同様にスライスしたものを用いた。

赤身肉および脂肪の色を測定した。また、融点を測定した。それぞれの測定法は、第1回目と同じである。

2. 結果

1) 色調

色のスタンダードを用い、目視で評価すると同時に、色差計で L, a, b 値を測定し、結果を表 2-19, 2-20 に示した。

表 2-19 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが肉の色に及ぼす影響

	脂肪色		肉色		赤肉の色調					
					L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	1.3	0.1	2.3	0.4	41.6	1.3	5.1	2.2	6.0	1.9
1 区(E4E4)	1.9	0.4	2.8	0.1	44.7	28.8	5.2	0.3	6.5	1.2
2 区(E4E6)	1.3	0.1	2.1	0.2	46.1*	6.2	4.4	0.7	6.0	0.5
3 区(E6E4)	1.4	0.1	2.0	0.3	41.0	47.1	4.0	1.7	5.6	0.9
♀										
対照区	1.6	0.1	2.6	0.2	40.5	20.4	3.6	2.3	4.9	2.2
1 区(E4E4)	1.8	0.1	3.4	0.7	42.4	2.8	4.5	0.2	5.1	0.5
2 区(E4E6)	1.6	0.1	2.1	0.7	42.8	8.0	4.4	1.7	5.9	0.4
3 区(E6E4)	1.3*	0.1	2.9	0.2	42.1	2.2	3.9	0.1	5.3	0.3

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 2-20 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが脂肪の色に及ぼす影響

	脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
対照区	71.7	0.4	3.3	2.3	6.5	1.7
1 区(E4E4)	71.5	2.5	2.4	0.9	7.4	0.2
2 区(E4E6)	70.9	2.1	3.3	0.6	6.1	0.3
3 区(E6E4)	70.3*	0.9	2.4	0.7	6.9	0.9
♀						
対照区	70.9	1.5	3.0	0.2	7.4	0.7
1 区(E4E4)	71.1	1.8	2.8	0.8	6.6	1.1
2 区(E4E6)	71.3	2.3	1.8*	1.2	6.9	1.3
3 区(E6E4)	71.6	1.0	2.0*	0.7	6.3*	0.6

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

飼料における脂肪含量を高くしても、赤肉の色調にあまり大きな影響を及ぼしていなかった。脂肪の色には、若干の影響を及ぼしていると推察された。

2) 脂肪の融点

背脂肪から脂肪を抽出し、定法に従い、脂肪の融点を測定し、結果を表 2-21 に示した。

表 2-21 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが背脂肪の融点に及ぼす影響

試験2	融点(°C)	
	平均値	SD
♂		
対照区	39.6	0.9
1区(EE4EE4)	33.0*	2.4
2区(EE4EE6)	30.1*	0.9
3区(EE6EE4)	30.3*	1.3
♀		
対照区	38.3	1.7
1区(EE4EE4)	30.4	2.4
2区(EE4EE6)	30.1*	0.5
3区(EE6EE4)	29.9*	0.8

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

雌雄のいずれにおいても、飼料中の脂肪含量が高くなると、豚肉背脂肪の融点が有意に低くなった。これは、豚肉脂肪におけるオレイン酸、パルミトオレイン酸、リノレン酸の含量が有意に上昇し、リノール酸含量が有意に低下したことに起因していると推察された。

3) 豚肉の硬さ

硬さの測定結果を表 2-22 に示した。

表 2-22 ステージ別飼料給餌における脂肪含量の違いが硬さに及ぼす影響

	破断応力 (X10 ⁶ N/m ²)	
	平均値	SD
♂		
対照区	3.2	0.6
1区(EE4EE4)	4.4*	0.7
2区(EE4EE6)	4.1	1.3
3区(EE6EE4)	3.5	0.1
♀		
対照区	3.5	0.3
1区(EE4EE4)	4.1	1.1
2区(EE4EE6)	3.4	0.1
3区(EE6EE4)	4.2	0.7

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

飼料中の脂肪含量は、硬さにあまり影響を及ぼさなかった。

4) 豚肉の切断面の写真



対照区



1区(E4E4)



2区(E4E6)



3区(E6E4)

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 5cm角,背脂肪無,30g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

EE4EE4:対照に比べテクスチャーの評価が高かった。味、総合も対照より評価が高かった。

EE4EE6:対照に比べやわらかくしっとりとしてテクスチャーの評価が高かった。味、総合も対照より評価が高かった。

EE6EE4:対照に比べやわらかくしっとりとしてテクスチャーの評価が高かった。総合的には対照と差はなかった。

<まとめ>

飼料の脂肪含量が高くなると、豚肉の脂肪含量が高くなると同時に、その融点が低くなることにより、味、テクスチャー並びに総合評価が高くなる傾向が認められた。

第3回乾燥飼料給与試験（ステージ別の脂肪含有量が肉質に及ぼす影響）

官能評価結果 調理法：ソテー

n=20

評価項目		獣臭さの強弱	豚肉の好ましい香りの強弱	かたさ	多汁性	
♀	対照	配合	0.05 ± 0.84	-0.25 ± 0.77	-0.80 ± 1.07	-0.70 ± 1.27
	I	EE4EE4	0.30 ± 0.70	-0.25 ± 0.55	0.05 ± 1.30	0.30 ± 1.03
	II	EE4EE6	0.25 ± 0.74	0.00 ± 0.58	0.00 ± 1.11	-0.20 ± 1.28
	III	EE6EE4	0.45 ± 0.67	-0.40 ± 0.70	0.60 ± 1.17	0.40 ± 1.42

評価項目		テクスチャーの好ましき	食べたときの獣臭さの強弱	うま味の強弱 (たんぱく質のうま味)	脂っこさの強弱	
♀	対照	配合	-1.05 ± 1.05	0.50 ± 0.80	-0.60 ± 0.96	-1.25 ± 0.77
	I	EE4EE4	0.00 ± 1.11	0.45 ± 0.51	0.15 ± 0.95	-0.75 ± 0.62
	II	EE4EE6	-0.15 ± 1.10	0.20 ± 0.81	0.00 ± 0.89	-1.10 ± 0.93
	III	EE6EE4	0.30 ± 0.97	0.50 ± 0.74	0.25 ± 1.02	-0.80 ± 0.83

評価項目		後味の強弱	味の好ましき	総合的な好ましき	
♀	対照	配合	0.15 ± 0.89	-0.95 ± 0.98	-1.15 ± 0.95
	I	EE4EE4	0.00 ± 0.83	-0.20 ± 0.68	-0.30 ± 0.79
	II	EE4EE6	-0.10 ± 1.08	-0.20 ± 1.00	-0.35 ± 0.95
	III	EE6EE4	0.20 ± 0.85	-0.70 ± 0.86	-0.70 ± 0.79

**：p<0.01

*：p<0.05

識別項目（強弱）

-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目（かたさ）

-3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=ややわらかい, 2=わらかい, 3=非常にわらかい

識別項目（多汁性）

-3=非常ばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目（下線付き項目）

-3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

3 リキッド飼料給与試験

第1回 リキッド飼料含量が肉質に及ぼす影響

1 目的

液状の食品残渣は、乳酸発酵させることで、消化率が向上し、飼料への有効利用が可能である。そこで、三元交配豚LWDにエコフィード(リキッド飼料)の添加割合が異なる飼料を与えて飼育し、肉質への影響を調べた。飼料区分は、対照区(E0%)、1区(E25%)、2区(E50%)、3区(E75%)、4区(E100%)とした。(Eに付いた数字は、一般配合飼料(脂質 1.5%)に添加したエコフィード(脂質含量 0.68%)の割合。)

2 試料の調製法

と畜後、2日目のロース片側1本が、全畜連より冷蔵で送付された。その後、0~1°Cで、熟成した。と畜後の合計熟成期間は、9日間とした。これをスライスし、成分分析用と官能検査用(厚さ1cm)の試料とした。各試料は、分析まで-85°Cで保存した。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

各栄養素を、下記の定法により測定した。

水分: 試料を135°Cで2時間乾燥する常圧乾燥法で定量した。

タンパク質: セミマイクロケルダール法で定量した。試料を酸素触媒存在下で燃焼させ、タンパク質の窒素成分を窒素ガスに交換して熱伝導度検出器搭載のガスクロマトグラフィーで定量した。

粗脂肪: ソックスレー脂肪抽出機で抽出後、溶媒を留去し、脂肪量を測定した。

灰分: 試料を電気炉に入れ、550°Cで灰化し、残渣を灰分とする乾式灰化法で定量した。

炭水化物: 試料の重量から上記の各栄養素を差し引いて算出した。

ビタミン B1: 食品衛生検査指針(食品添加物編)(厚生労働省生活衛生局監修)(1991)に記載されている公定法により定量した。

鉄: 試料を灰化した後、原子吸光分光光度計で定量した。

また、赤身肉の脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

遊離のグルタミン酸含量は、試料肉から水溶性成分を抽出した後、スルホサリチル酸で除タンパク質処理を行った。これを日本分光(株)のアミノ酸分析機(JLC-500/V2)による生体成分分析条件で定量した。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果を表3-1に示した。

表3-1 リキッド飼料の添加割合が豚肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区(E 0%)	72.4	1.2	21.9	0.2	4.3	1.5	0.2	0.2	1.3	0.1
1区(E 25%)	71.9	2.8	22.1	0.3	4.7	2.7	0*	0	1.3	0.1
2区(E 50%)	71.8	1.3	21.8	0.7	4.8	2	0.2	0.2	1.3	0.1
3区(E 75%)	72.8	1.2	21.4	0.4	4.1	1.3	0.1	0.1	1.3	0.1
4区(E 100%)	72.9	0.6	21.4*	0.2	4.3	0.6	0.1	0.1	1.5*	0.2
♀										
対照区(E 0%)	73.8	0.7	22.3	0.5	2.6	1.1	0.1	0.2	1.3	0.1
1区(E 25%)	72.7*	0.9	22.5	0.6	3.4*	1.3	0.2	0.2	1.3	0.1
2区(E 50%)	73.7	1.6	22.2	1	2.9	2.3	0.1	0.2	1.2	0.1
3区(E 75%)	73.7	1.3	22.3	0.8	2.2	1.8	0.2	0.3	1.3	0.1
4区(E 100%)	74.1	0.7	22.1	0.6	2.4	1	0	0.1	1.4*	0.2

*: 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

水分含量は、メス1区の肉は、対照区のものに比べて低い値を示した。3区と4区では、雌雄差が認められ、いずれもメスの水分含量が、オスのものより高かった。

タンパク質含量は、飼料給与の違いによる影響をあまり受けなかった。オス4区のタンパク質含量は、対照区のものに比べて低い値を示した。3区では、雌雄差が認められ、メスのタンパク質含量がオスのものより有意に高い値を示した。

脂肪含量では、メス1区の含量が、対照区のものより高かった。また、対照区、3、4区で雌雄差が認められた。いずれの区でも、メスの脂肪含量がオスのものより高い値を示した。

灰分では、雌雄共に4区の含量が対照区と比べて、有意に高い値を示した。エコフィード中のミネラル含量が影響している可能性が示唆された。

2) ビタミン B1 及び鉄含量

ビタミン B1 及び鉄含量の測定結果を表 3-2 に示した。

表 3-2 リキッド飼料の添加割合が豚肉のビタミン B1 及び鉄含量に及ぼす影響

成分	ビタミン B1 (mg/100g)		鉄 (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区 (E 0%)	0.97	0.06	0.4	0.05
1 区 (E 25%)	0.94	0.11	0.5*	0
2 区 (E 50%)	0.85	0.2	0.5	0.08
3 区 (E 75%)	0.79*	0.05	0.5*	0
4 区 (E 100%)	0.55*	0.07	0.5	0.06
♀				
対照区 (E 0%)	1.11	0.3	0.6	0.16
1 区 (E 25%)	1.11	0.31	0.5	0.05
2 区 (E 50%)	0.91	0.09	0.5	0.05
3 区 (E 75%)	0.61*	0.08	0.4	0.05
4 区 (E 100%)	0.68*	0.12	0.5	0

*: 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<ビタミン B1>

雌雄共に、3 区と 4 区のビタミン B1 含量が、対照区のものより有意に低い値を示した。この理由は不明である。また、3 区のみで、雌雄間に差が認められ、オスのビタミン B1 含量は、メスのものより大きな値を示した。

<鉄>

1 区と 3 区のオスの鉄含量は、対照区のものより大きかった。3 区では、雌雄差が認められ、オスの鉄含量がメスのものより有意に大きな値を示した。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

豚の赤身肉に含まれる脂肪の脂肪酸組成を調べ、表 3-3 に示した。

表 3-3 リキッド飼料の添加割合が赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	1.5	0.2	27.7	1	2.5	0.6	17.4	1.4
1 区(E 25%)	1.6	0.2	27.9	1.4	2.9	0.9	16.3	1.8
2 区(E 50%)	1.5	0.1	27.4	0.3	2.7	0.3	16.7	0.8
3 区(E 75%)	1.5	0.2	27.4	1	2.9	0.8	16	1.1
4 区(E 100%)	1.5	0.2	27.3	1.2	2.5	0.4	17.4	0.3
♀								
対照区(E 0%)	1.4	0.1	26	1.1	2.8	0.4	15.2	1.3
1 区(E 25%)	1.5*	0.1	27.8*	0.5	2.7	0.4	16.7	1.6
2 区(E 50%)	1.5	0.1	27.2	0.8	3	0.4	15.4	1.7
3 区(E 75%)	1.4	0.2	26.3	1.6	2.7	0.8	15.8	1.3
4 区(E 100%)	1.5	0.2	26.2	1.1	2.9	0.7	15	1.2

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リルレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	41.6	1	6	0.6	0.3	0	0.7	0.2
1 区(E 25%)	42.9	2.6	5.4	0.9	0.3	0.1	0.6	0.1
2 区(E 50%)	42.2	1.4	6.2	1	0.4*	0	0.7	0.3
3 区(E 75%)	43.2*	1.5	5.5	0.5	0.3	0	0.8	0.2
4 区(E 100%)	42.4	2.1	5.6	0.3	0.4*	0	0.6	0.1
♀								
対照区(E 0%)	43.4	2.7	7.3	1	0.3	0	1.1	0.3
1 区(E 25%)	41.8	1.6	6.1	1	0.3	0.1	0.9	0.2
2 区(E 50%)	44	1.8	5.5	0.6	0.3	0	0.9	0.2
3 区(E 75%)	43.1	0.5	6.7	1.4	0.4*	0.1	1	0.3
4 区(E 100%)	43.1	1.5	7.2	1.4	0.5*	0.1	1.1	0.4

* :対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<処理区の差異>

ミスチン酸とパルミチン酸含量では、メス1区の割合が対照区のものより有意に高い値を示した。オレイン酸含量は、オス3区で、対照区より有意に高かった。リノレン酸含量は、オス2区及び4区で、対照区より高い値を示した。また、メス3区及び4区で、対照区より高い値を示した。これらは、対照区に使用された配合飼料とエコフィードの脂質を構成する脂肪含量が影響している可能性が考えられる。

<雌雄間の差異>

ミスチン酸、パルミチン酸、パルミトオレイン酸およびオレイン酸については、エコフィード置換飼料で肥育された雌雄間での有意差は認められなかった。対照区と4区で、ステアリン酸、リノール酸およびアラキドン酸の含量に雌雄差が認められた。ステアリン酸は、オスで含量が高く、リノール酸とアラキドン酸は、メスで含量が高かった。

<まとめ>

エコフィード飼料によるビタミンB1への影響が認められたが、それ以外の要因への影響はそれほど大きくなかった。

《理化学特性の分析》

1. 方法

試料は、栄養機能成分の分析の場合と同じものを用いた。

赤身肉や脂肪の色調、融点は定法により、測定した。脂肪色と肉色は、色のスタンダード(PSC)を用いて、目視で評価した。色調は、色差計でL, a, b値を測定した。

背脂肪の融点は、以下のように測定した。背脂肪から110℃で4時間かけて、脂質を抽出した。これをキャピラリーに1cmの高さ分を取り、-30℃で一晩保存した。これを水に入れ、2分間に1℃上昇させた時に、脂質が融解し、1cm上昇した時の温度を測定し、融点とした。

背脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

2. 結果

1) 色調

赤身肉並びに背脂肪の色調を測定した結果を表3-4、3-5に示した。

表 3-4 リキッド飼料の添加割合が肉の色に及ぼす影響

	脂肪色		肉色		赤身肉の色調					
					L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区(E 0%)	1	0	3.0	0	42.5	1.1	4.2	0.6	5.3	0.2
1 区(E 25%)	1	0	3.5	0.58	42	3.1	5.9*	0.9	6.6	1.1
2 区(E 50%)	1	0	3.1	0.25	42.5	4.1	5.5	1.8	5.6	1.5
3 区(E 75%)	1	0	3.5	0.58	40.6	5.5	5	1.4	5.6	1.6
4 区(E 100%)	1	0	4.0*	0	43.5	2.6	4.6	0.9	5.5	0.6
♀										
対照区(E 0%)	1	0	3.3	0.58	39.8	1.5	3.8	0.8	4.7	0.6
1 区(E 25%)	1	0	3.8	0.58	39.3	3.2	5.2*	0.5	5.6*	0.2
2 区(E 50%)	1	0	3.3	0.58	37.7	5.8	4.9	1.4	4.6	1.6
3 区(E 75%)	1	0	3.5	0.5	39	4.6	4.6	1.2	4.9	1.4
4 区(E 100%)	1	0	3.8	0.58	37.6	3.2	3.9	0.6	3.9	0.8

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 3-5 リキッド飼料の割合が脂肪の肉の色に及ぼす影響

	背脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
対照区(E 0%)	72.3	1.7	3.7	0.8	7.4	0.5
1 区(E 25%)	72.9	1.3	4.0	0.7	7.1	0.6
2 区(E 50%)	73.6	2.6	3.9	0.9	7.5	0.7
3 区(E 75%)	72.1	1.1	3.8	0.4	7.2	0.5
4 区(100%)	71.8	1	4.5	0.5	7.8	0.7
♀						
対照区(E 0%)	70.9	1.6	4.1	1	7.5	0.5
1 区(E 25%)	72.7*	0.5	3.6	1.3	7.5	0.4
2 区(E 50%)	71.8	0.5	4.5	1.3	7.8	1.3
3 区(E 75%)	70.7	0.5	5.1	0.5	8	0.5
4 区(E 100%)	72.0	1.6	4.6	1	7.5	0.7

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

飼料におけるエコフィードの置換率は、赤肉並びに脂肪の色調に大きな影響を及ぼさなかった。

2) 背脂肪の融点

背脂肪から脂肪を抽出し、定法により、脂肪の融点を測定し、結果を表 3-6 に示した。

表 3-6 リキッド飼料の添加割合が豚肉の脂肪の融点に及ぼす影響

試験2	融点(°C)	
	平均値	SD
♂		
対照区(E 0%)	42.6	2
1 区(E 25%)	38.5*	2.9
2 区(E 50%)	39.1	3.7
3 区(E 75%)	35.0*	0.8
4 区(E 100%)	37.7*	2.9
♀		
対照区(E 0%)	36.6	1
1 区(E 25%)	39.4	3.1
2 区(E 50%)	34.5*	1.7
3 区(E 75%)	36.9	3.6
4 区(E 100%)	34.1*	1.2

* :対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード飼料の置換率が高くなるにつれて、融点が低くなる傾向が認められた。

3) 背脂肪の脂肪酸組成

背脂肪から抽出した脂肪の脂肪酸組成を測定し、結果を表 3-7 に示した。

表 3-7 リキッド飼料の添加割合が背脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ヘプタデカン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区(E 0%)	1.4	0.1	26	0.7	1.1	0.2	0.4	0.1	20.2	1.3
1 区(E 25%)	1.4	0.1	26.6	1.6	1.2	0.3	0.28*	0	20.3	1.5
2 区(E 50%)	1.4	0.1	27.2*	0.8	1.4*	0.2	0.28*	0	19.6	1.1
3 区(E 75%)	1.4	0.2	26.3	1.7	1.6	0.5	0.23*	0.1	17.5*	1.5
4 区(E 100%)	1.4	0.2	25.9	2	1.4*	0.2	0.25*	0.1	18.3*	1.3
♀										
対照区(E 0%)	1.3	0.1	25.1	0.5	1.1	0.2	0.35	0.1	18.8	1.9
1 区(E 25%)	1.5*	0.1	27.1*	0.4	1.2	0.1	0.33	0.1	20.5	1
2 区(E 50%)	1.4	0.1	26.2	1.3	1.3	0.1	0.25*	0.1	18.6	1.5
3 区(E 75%)	1.4	0.2	25.8	1.9	1.5	0.4	0.23*	0.1	17.5	1.7
4 区(E 100%)	1.5*	0.1	25.9	1.2	1.8*	0.3	0.28	0.1	16.0*	1

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	36	0.5	11.4	0.3	0.7	0	0.1	0
1 区(E 25%)	37.1	1.1	9.8*	0.8	0.63*	0	0.1	0
2 区(E 50%)	38.4*	1.4	8.6*	0.7	0.7	0	0.1	0
3 区(E 75%)	40.9*	1.3	8.6*	0.3	0.73	0	0.1	0
4 区(E 100%)	41.0*	2.1	8.2*	1.1	0.8	0.1	0.1	0
♀								
対照区(E 0%)	38.3	1.9	11.6	0.4	0.63	0	0.1	0
1 区(E 25%)	36.3	0.8	10.1*	0.8	0.63	0	0.13	0.1
2 区(E 50%)	39.3	3	9.4*	0.5	0.73*	0	0.1	0
3 区(E 75%)	41.1	2.4	9.0*	0.5	0.8*	0	0.1	0
4 区(E 100%)	42.0*	0.5	9.1*	1.4	0.9*	0.1	0.1	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィードの置換率の高い飼料で肥育された豚肉では、ヘプタデカン酸やステアリン酸含量は低い値を示した。また、リノール酸含量の低下も認められた。一方、オレイン酸やリノレン酸含量が高い値を示した。これらの脂肪酸組成の違いが、エコフィード置換率の高い肉の背脂肪の融点低下に影響を及ぼしたと推察された。

<まとめ>

キッド飼料の置換率を上げると、飽和脂肪酸の減少並びに不飽和脂肪酸の増加が認められ、融点を低下させたと推察された。

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 7 cm角,背脂肪付,50g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

♂:50%はかたさやばさつきに関するテクスチャーの評価が低く、味の評価、総合評価も低かった。

♀:75%が100%に比べやわらかく多汁性が高く、テクスチャーの評価が高かった。

総合評価では飼料による差はなかった。

25%は対照、100%に比べ食べたときの肉臭さが弱かった。

第1回 リキッド飼料給与試験
官能評価結果 調理法：ソテー

n=20

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましき	
♂	対照	0.00 ± 0.77	-0.20 ± 0.98	-0.50 ± 1.16	-0.60 ± 0.92
	I 25%	-0.15 ± 0.79	0.15 ± 1.06	-0.60 ± 0.86	-0.45 ± 1.24
	II 50%	0.15 ± 0.57	-0.85 ± 0.91	-1.20 ± 0.75	-1.15 ± 0.73
	III 75%	0.10 ± 0.62	0.00 ± 1.18	-0.50 ± 1.20	-0.35 ± 1.15
	IV 100%	-0.05 ± 0.50	-0.40 ± 1.11	-0.70 ± 1.14	-0.60 ± 0.86
♀	対照	-0.15 ± 0.73	-0.25 ± 1.13	-0.25 ± 1.18	-0.40 ± 1.20
	I 25%	-0.05 ± 0.92	-0.50 ± 0.97	-0.45 ± 1.12	-0.70 ± 1.23
	II 50%	0.10 ± 0.62	-0.35 ± 1.01	-0.30 ± 1.05	-0.25 ± 1.04
	III 75%	-0.35 ± 0.85	0.05 ± 1.24	-0.20 ± 1.12	-0.05 ± 1.12
	IV 100%	0.05 ± 0.67	-0.75 ± 1.37	-0.90 ± 0.94	-0.90 ± 0.99

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	赤身うま味の強弱	赤身後味の強弱	脂身うま味の強弱	
♂	対照	0.00 ± 1.10	-0.85 ± 1.11	0.15 ± 1.06	-0.25 ± 1.13
	I 25%	-0.15 ± 0.79	-0.40 ± 0.92	0.30 ± 0.78	-0.25 ± 1.18
	II 50%	0.45 ± 1.07	-0.65 ± 0.96	0.30 ± 1.19	-0.30 ± 1.19
	III 75%	0.20 ± 0.93	-0.65 ± 1.06	0.65 ± 0.91	-0.35 ± 0.91
	IV 100%	0.10 ± 0.89	-0.80 ± 0.98	0.30 ± 1.00	-0.40 ± 1.20
♀	対照	0.60 ± 0.92	-0.60 ± 1.07	0.30 ± 0.90	-0.40 ± 1.07
	I 25%	-0.15 ± 1.01	-0.35 ± 1.11	0.25 ± 0.83	-0.50 ± 1.28
	II 50%	0.20 ± 0.93	-0.20 ± 0.98	0.55 ± 0.80	-0.25 ± 1.26
	III 75%	0.30 ± 1.05	-0.45 ± 1.02	0.55 ± 0.67	-0.35 ± 1.39
	IV 100%	0.50 ± 1.02	-0.50 ± 0.97	0.15 ± 1.01	-0.15 ± 1.01

評価項目	味の好ましき	総合的な好ましき	識別項目 (強弱) -3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い	
♂	対照	-0.50 ± 1.07	-0.55 ± 0.97	識別項目 (かたさ) -3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=やややわらかい, 2=やわらかい, 3=非常にやわらかい
	I 25%	-0.30 ± 0.90	-0.45 ± 0.92	識別項目 (多汁性) -3=非常にばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている
	II 50%	-1.00 ± 0.77	-1.20 ± 0.68	嗜好項目 (下線付き項目) -3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい
	III 75%	-0.70 ± 1.05	-0.80 ± 1.03	
	IV 100%	-0.75 ± 0.99	-0.90 ± 0.99	
♀	対照	-0.40 ± 0.86	-0.60 ± 1.07	
	I 25%	-0.55 ± 1.16	-0.50 ± 1.32	
	II 50%	-0.40 ± 0.80	-0.70 ± 0.84	
	III 75%	-0.55 ± 0.92	-0.50 ± 0.97	
	IV 100%	-0.45 ± 0.80	-0.75 ± 0.89	

** : p<0.01 * : p<0.05

第2回 リキッド飼料含量が肉質に及ぼす影響

1 目的

第1回目は、飼料の摂取量にバラツキが認められたため、第2回リキッド飼料給与試験は、エコフイードの問題点を改善し、第1回目と同じ内容で試験された。

2 試料の調製法

第1回の試験で行われたと同様の方法で試料調製をした。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種成分、並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回の試験と同様の方法で行った。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果が、表の3-8に示された。

表3-8 リキッド飼料の添加割合が一般組成(%)に及ぼす影響(その2)

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区(E 0%)	75	0.8	22.6	0.3	1.2	0.5	0	0	1.3	0.1
1区(E 25%)	73.6	1.3	22.7	0.4	2.6*	1.3	0	0	1.1*	0.1
2区(E 50%)	73.5*	1.1	23.1	1	2.2	1.2	0	0.1	1.2	0
3区(E 75%)	73.5*	0.3	22.2	1.1	3.2*	1.2	0	0	1.2*	0
4区(E 100%)	74.2	1.4	22.0*	0.7	2.7	1.9	0	0	1.2*	0.1
♀										
対照区(E 0%)	74.1	1.2	22.2	1.1	2.5	1.8	0	0	1.3	0.1
1区(E 25%)	74	1	23.4	0.4	1.4	0.6	0.1	0.1	1.2	0.1
2区(E 50%)	73.4	0.2	23	1	2.4	1.1	0	0	1.2	0.1
3区(E 75%)	72.2	1.7	22.7	1.1	3.9	2.7	0.1	0.1	1.2	0
4区(E 100%)	72.5*	1.1	22.6	0.9	3.8	1.9	0	0	1.2*	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<処理区による差異>

水分に関しては、オスでは2区と3区、メスでは3区で有意差が認められ、エコフィード給与区で、水分含量が低い値を示した。タンパク質では、オス4区で有意差が認められ、エコフィード置換率100%給与区でタンパク質含量が有意に低い値を示した。食肉は、タンパク質の供給源として大切な食材であることから、この低下を引き起こす要因を解析する必要がある。脂肪に関しては、オス1区と3区で有意差が認められ、給与区の脂肪含量が対照区より有意に高い値を示した。灰分では、オスの1区、3区、4区、メスの4区で有意差が認められ、いずれも給与区の含量が有意に低い値を示した。

<雌雄間での差>

タンパク質に関してのみ、雌雄間で差が認められた。1区で差が認められ、メスのタンパク質含量が、オスのものよりも高い値を示した。

2) ビタミンB1および鉄の含量

ビタミンB1および鉄含量の測定結果を表3-9に示した。

表3-9 リキッド飼料の添加割合が豚肉のビタミンB1及び鉄含量に及ぼす影響(その2)

成分	ビタミンB1 (mg/100g)		鉄 (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区(E 0%)	1.32	0.16	0.6	0.26
1区(E 25%)	1.53	0.25	0.5	0.19
2区(E 50%)	1.06*	0.1	0.5	0.6
3区(E 75%)	1.03*	0.13	0.5	0.5
4区(E 100%)	0.93*	0.06	0.4	0.5
♀				
対照区(E 0%)	1.21	2	0.5	1.2
1区(E 25%)	1.14	0.14	0.4	0.5
2区(E 50%)	1	0.12	0.5	1
3区(E 75%)	0.98	0.19	0.4	0.5
4区(E 100%)	0.86	0.1	0.5	0.08

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<ビタミンB1>

オス2区、3区、4区で、エコフィード(リキッド飼料)給与区のビタミンB1含量が有意に低くなることが明らかとなった。メスでも給与区で、低い値を示す傾向が認められた。

また、1区では、雌雄間で差が認められ、オスのビタミンB1含量が、メスのものより有意に高いことが明らかとなった。

<鉄>

エコフィード給与による影響は、全く認められなかった。雌雄間では、4区で差が認められ、メスの鉄含量がオスのものより高いことが判明した。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

豚の赤身肉に含まれる脂肪の脂肪酸組成を調べ、表3-10に示した。

表3-10 リキッド飼料の添加割合が赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響(その2)

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	1.4	0.1	26.7	0.6	2.9	0.3	15.7	0.7
1区(E 25%)	1.4	0.1	27.3	0.8	2.6	0.3	16.9*	1.1
2区(E 50%)	1.3	0.1	26.5	0.5	2.7	0.3	16.2	0.8
3区(E 75%)	1.4	0.1	27.4	0.3	2.9	0.3	16.1	0.6
4区(E 100%)	1.5	0.2	27.1	1	3	0.3	15.4	0.3
♀								
対照区(E 0%)	1.4	0.2	26.3	1.3	2.6	0.3	16.2	0.6
1区(E 25%)	1.4	0.1	26.5	1.3	2.7	0.3	15.4	0.4
2区(E 50%)	1.3	0.1	26.1	0.5	2.6	0.2	16.1	0.3
3区(E 75%)	1.4	0.1	27.2	1.2	2.9	0.4	16	1.2
4区(E 100%)	1.4	0.1	27	0.9	3.1*	0.2	14.7	0.9

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	41.9	1.8	7.3	0.7	0.3	0	1.3	0.2
1区(E 25%)	41.5	0.2	6.6	1.1	0.3	0	0.9*	0.4
2区(E 50%)	43.6	1.3	5.9	1.2	0.3	0	1	0.4
3区(E 75%)	43	1.9	5.7	1.5	0.3	0	0.8*	0.2
4区(E 100%)	44.1*	1.2	5.4*	1.1	0.4	0.1	0.9*	0.4
♀								
対照区(E 0%)	43.6	1.2	6.3	0.7	0.3	0	0.9	0.3
1区(E 25%)	41.7	1	7.9	1.4	0.4*	0.1	1.3	0.4
2区(E 50%)	43.4	0.9	6.5	1	0.4*	0.1	1.1	0.2
3区(E 75%)	43.2	1.9	5.8	1.3	0.4*	0.1	0.8	0.3
4区(E 100%)	45.6*	1.1	5	1.1	0.4*	0.1	0.7	0.2

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<飼料区間での差異>

ミスチン酸、パルミチン酸、パルミトオレイン酸では、リキッド飼料給与区間及び雌雄間でほとんど有意な差が認められなかった。ステアリン酸に関しては、オス1区の含量が対照区より有意に高い値を示した。オスとメスの4区で、リキッド飼料100%給与区のオレイン酸含量が、対照区のものより有意に高い値を示した。リノール酸やアラキドン酸の含量は、エコフィード置換率が高くなると、有意に低下することが判明した。リノレン酸含量は、いずれのリキッド飼料給与区でも対照区のものより有意に高い値を示した。

<雌雄間での差異>

いずれの脂肪酸含量も雌雄間でほとんど差が認められなかった。

<まとめ>

リキッド飼料の添加により、一般組成でタンパク質含量の低下や脂肪含量の増加をもたらした。また、ビタミンB1含量の低下をもたらした。さらに、脂肪酸組成に影響を与えることが明らかとなった。このような結果から、栄養機能成分の面からは、50%リキッド飼料置換が望ましいと推察された。

《理化学特性の分析》

1. 方法

各区の豚肉は、栄養機能成分の分析と同様にスライスしたものをを用いた。

赤肉および脂肪の色調を測定した。また、融点を測定した。それぞれの測定法は、第1回目と同じである。

2. 結果

1) 色調

色のスタンダードを用い、目視で評価すると同時に、色差計で L, a, b 値を測定し、結果を表3-11、3-12に示した。

表3-11 リキッド飼料の添加割合が肉の色に及ぼす影響(その2)

	脂肪色		肉色		赤肉の色調					
					L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区(E 0%)	1	0	3.8	0.5	41.6	2.4	3.74	0.63	4.83	0.48
1区(E 25%)	1	0	3.8	0.5	42.7	2.7	4.46	1.51	5.42	0.99
2区(E 50%)	1	0	3.3	0.5	42.2	3.1	4.09	1.07	5.28	1.27
3区(E 75%)	1	0	3.8	0.5	43.2	3.4	4.31	1.05	5.41	0.85
4区(E 100%)	1	0	4	0	39.9	1.5	2.82	1.19	4.16	0.58
♀										
対照区(E 0%)	1	0	3.8	0.5	39.8	1.1	3.89	0.45	4.83	0.57
1区(E 25%)	1	0	3.8	0.5	41.6	3.5	4.4	0.78	5.28	1.09
2区(E 50%)	1	0	3.5	0.58	41.4	3.9	2.92*	0.8	4.47	1.04
3区(E 75%)	1	0	3.5	0.58	43	3.7	4.29	0.85	5.47	0.98
4区(E 100%)	1	0	3.5	0.58	44.2*	3.1	5.24	2.02	6.42*	1.42

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

リキッド飼料の置換率が高くなると、肥育された豚肉のL値は高くなる傾向が認められた。また、a値も高くなる傾向も認められた。これらの理由は不明である。

表3-12 リキッド飼料の添加割合が脂肪の色に及ぼす影響(その2)

	脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
対照区(E 0%)	72.1	0.8	3.9	1.4	7.1	0.7
1 区(E 25%)	72.9	1.5	3.5	0.5	7	0.5
2 区(E 50%)	72.6	2.3	4.3	1.4	7.4	0.9
3 区(E 75%)	72.9	1.7	3.7	1.5	7.4	0.6
4 区(E 100%)	73.5*	0.3	4	0.6	8.2*	0.7
♀						
対照区(E 0%)	73.3	1.4	2.8	0.6	7	0.4
1 区(E 25%)	71.8	2.3	4.1*	1.1	7	1.1
2 区(E 50%)	72.3	1.3	3.5*	0.4	7	0.8
3 区(E 75%)	72.5	1.1	3.1	0.4	7.4	0.4
4 区(E 100%)	71.8	1.9	4.1	1.2	8.0*	0.9

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪の色調は、飼料区の違いによる影響はほとんど認められなかった。ただし、赤身肉や背脂肪のL値が高くなる傾向が認められた。

2) 背脂肪の融点

背脂肪から脂肪を抽出し、定法により脂肪の融点を測定し、結果を表 3-13 に示した。

表 3-13 リキッド飼料の添加割合が融点に及ぼす影響(その2)

試験4	融点(°C)	
	平均値	SD
♂		
対照区(E 0%)	38.8	2.6
1 区(E 25%)	39.5	2.1
2 区(E 50%)	39.2	3.5
3 区(E 75%)	38.5	2.8
4 区(E 100%)	34.0 *	1.7
♀		
対照区(E 0%)	38.9	0.9
1 区(E 25%)	38.8	1.6
2 区(E 50%)	35.0 *	1
3 区(E 75%)	34.1*	3.3
4 区(E 100%)	33.8*	1.4

* :対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード飼料の置換率が高い飼料で肥育された豚肉の背脂肪の融点が低下することが明らかとなった。特に、メスで飼料の影響を大きく受けることが考えられた。

3) 背脂肪の脂肪酸組成

抽出した脂肪の脂肪酸組成を調べ、結果を表3-14に示した。

表3-14 リキッド飼料の割合が背脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響(その2)

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	1.4	0.1	26.1	0.9	1.3	0.1	19.7	0.8
1区(E 25%)	1.4	0.1	25.9	0.8	1.3	0.2	19.6	1.2
2区(E 50%)	1.3*	0.1	25.7	1	1.3	0.2	18.9	1.9
3区(E 75%)	1.3	0.1	26.5	0.7	1.4	0.1	18.1*	1
4区(E 100%)	1.4	0.1	26.5	0.8	1.8*	0.2	16.5*	0.4
♀								
対照区(E 0%)	1.4	0.2	25.3	1.5	1.3	0.1	19.3	0.8
1区(E 25%)	1.4	0.1	25.6	1.7	1.3	0.1	18.5	0.9
2区(E 50%)	1.3	0	25	0.3	1.5*	0.2	17.1*	0.5
3区(E 75%)	1.3	0.1	26	1	1.6*	0.2	16.8*	1.2
4区(E 100%)	1.4	0.1	26.1	0.7	1.6*	0.2	16.2*	0.6

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	35.3	1.1	12.5	1.1	0.73	0	0.2	0
1区(E 25%)	36.3	1.2	11.8	1.1	0.73	0.1	0.13*	0.1
2区(E 50%)	39.1*	1.9	10.0*	1.1	0.78	0.1	0.1*	0
3区(E 75%)	40.0*	1.8	8.8*	1.7	0.78	0.1	0.1*	0
4区(E 100%)	40.8*	0.6	9.2*	0.4	0.88*	0.1	0.1*	0
♀								
対照区(E 0%)	36.5	1.5	12.6	1.1	0.8	0.1	0.15	0.1
1区(E 25%)	36.7	1.2	12.5	1.6	0.83	0.1	0.18	0.1
2区(E 50%)	39.0*	0.9	11.9	0.8	0.93*	0.1	0.13	0.1
3区(E 75%)	40.8*	1.9	9.6*	0.3	0.88	0.1	0.1	0
4区(E 100%)	42.1*	0.6	8.9*	0.8	0.9*	0	0.13	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード飼料の置換率を高くすると、豚背脂肪のステアリン酸の含量が低下し、オレイン酸並びにリノレン酸の割合が上昇した。これが背脂肪の融点の低下に繋がったと推察された。また、リノール酸の低下も認められた。これらは、赤身肉と同様の結果であった。

4) 硬さ並びにアミノ酸含量

硬さ、遊離アミノ酸並びに総アミノ酸含量を測定し、結果を表 3-15 に示した。

表 3-15 リキッド飼料の割合が硬さとアミノ酸含量に及ぼす影響

評価項目	硬さ(破断応力) ($\times 10^6 \text{N/m}^2$)		遊離グルタミン酸 (mg/100g)		総遊離アミノ酸 (mg/100g)		総アミノ酸(g/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区(E 0%)	2.3	0.08	18	7.1	215.8	51.5	21.2	1.1
1 区(E 25%)	2.6	0.71	18	2.6	210.8	23.1	21.8	1.1
2 区(E 50%)	2.2	0.42	17.5	5.2	206.8	41.6	23.8	2.8
3 区(E 75%)	2.8	0.94	16	2.5	194	13.6	24.6	6.3
4 区(E 100%)	2.6	0.47	17.8	7.2	209	53.6	22.9	1.4
♀								
対照区(E 0%)	2.6	0.46	15.5	4	187.5	38.9	22.6	2.1
1 区(E 25%)	2.8	0.44	13.8	3.1	176.5	21.2	21.6	0.9
2 区(E 50%)	2.9	0.39	16.3	2.8	192.5	29.2	21.5	0.9
3 区(E 75%)	2.7	0.16	16.3	1.7	204	21.6	22.1	2
4 区(E 100%)	2.6	0.81	16	1.4	182.5	16.2	21.4	1.4

いずれも対照区と比べて有意差は認められなかった。

<まとめ>

リキッド飼料の置換率は、一般組成、ビタミンB1含量、並びに脂肪酸組成に影響を及ぼすことが判明した。また、赤身肉の色調、背脂肪の融点並びに脂肪酸組成にも若干の影響を及ぼした。これらの差異を明確にするため、飼料の脂肪酸組成との関係を明確にする必要がある。

エコフィード置換によるタンパク質やビタミン B1 含量の低下から、50%までの置換が望ましいと推察された。

5) 豚肉の切断面の写真



対照区



1区(E25%)



2区(E50%)



3区(E75%)



4区(E100%)

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 7 cm角,背脂肪付,50g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

♂:75%はかたく、ぱさつきなどのテクスチャー評価、総合評価が低かった。

100%はやわらかくしっとりしてテクスチャー評価が高かった。総合評価は対照と差がなかった。

♀:50%はかたく、ぱさつきテクスチャー評価が低かった。

100%はやわらかくしっとりしてテクスチャー評価が高い。総合評価は対照と差が認められなかった。

<まとめ>

リキッド飼料の置換率を高くすると、融点が低く、オレイン酸含量が高くなる傾向が示された。しかし、官能評価では、飼料添加量による一定の傾向は見られなかった。ただ、100%エコフィード給与区では、テクスチャーの評価が高かった。

第2回リキッド飼料給与試験
官能評価結果 調理法：ソテー

n=20

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ	
♂	対照	-0.10 ± 0.70	0.60 ± 1.02	0.10 ± 1.30	0.30 ± 1.10
	I 25%	0.10 ± 0.99	0.35 ± 1.06	-0.15 ± 1.06	-0.05 ± 1.02
	II 50%	0.05 ± 0.74	0.35 ± 1.11	-0.50 ± 1.02	-0.35 ± 1.01
	III 75%	0.15 ± 0.73	-0.20 ± 1.08	-0.95 ± 1.02	-0.70 ± 1.00
	IV 100%	-0.10 ± 0.77	1.20 ± 0.75	0.15 ± 1.19	0.55 ± 0.92
♀	対照	-0.15 ± 0.65	0.65 ± 1.11	0.05 ± 1.02	0.15 ± 0.96
	I 25%	0.15 ± 0.85	0.20 ± 1.08	-0.85 ± 1.01	-0.45 ± 0.86
	II 50%	0.00 ± 0.84	-0.20 ± 1.03	-0.65 ± 1.01	-0.60 ± 0.86
	III 75%	-0.15 ± 0.73	0.60 ± 0.97	0.00 ± 1.05	0.40 ± 1.07
	IV 100%	0.15 ± 0.57	0.55 ± 0.74	0.10 ± 1.14	0.40 ± 0.86

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	赤身うま味の強弱	赤身後味の強弱	脂身うま味の強弱	
♂	対照	0.05 ± 0.86	-0.10 ± 0.89	0.00 ± 0.84	-0.32 ± 1.17
	I 25%	0.20 ± 0.93	-0.60 ± 0.86	0.05 ± 0.80	-0.25 ± 1.13
	II 50%	0.15 ± 0.79	-0.35 ± 1.06	0.20 ± 0.87	0.20 ± 1.03
	III 75%	0.35 ± 0.96	-0.35 ± 0.91	0.25 ± 0.89	-0.05 ± 1.12
	IV 100%	-0.10 ± 0.77	-0.35 ± 0.91	-0.10 ± 0.89	-0.10 ± 1.22
♀	対照	-0.45 ± 0.86	-0.70 ± 0.71	-0.40 ± 0.80	-0.35 ± 1.06
	I 25%	0.30 ± 0.90	-0.50 ± 0.87	0.10 ± 0.94	-0.35 ± 1.06
	II 50%	0.30 ± 1.27	-0.40 ± 0.73	0.30 ± 0.90	-0.55 ± 0.92
	III 75%	0.35 ± 0.96	0.00 ± 0.84	-0.05 ± 0.92	0.00 ± 0.95
	IV 100%	0.25 ± 0.99	-0.40 ± 0.97	0.05 ± 0.86	0.00 ± 1.18

評価項目	味の好ましさ	総合的な好ましさ	
♂	対照	-0.15 ± 1.11	0.05 ± 0.92
	I 25%	-0.40 ± 1.02	-0.20 ± 1.08
	II 50%	-0.30 ± 0.95	-0.30 ± 0.90
	III 75%	-0.55 ± 0.80	-0.80 ± 0.75
	IV 100%	-0.25 ± 1.22	-0.05 ± 1.20
♀	対照	-0.35 ± 0.96	-0.20 ± 1.08
	I 25%	-0.55 ± 1.02	-0.80 ± 0.87
	II 50%	-0.45 ± 0.86	-0.80 ± 0.60
	III 75%	-0.10 ± 0.89	-0.15 ± 0.96
	IV 100%	-0.15 ± 1.15	-0.15 ± 1.11

識別項目 (強弱)

-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目 (かたさ)

-3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=やややわらかい, 2=やわらかい, 3=非常にやわらかい

識別項目 (多汁性)

-3=非常にばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目 (下線付き項目)

-3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

** : p<0.01 * : p<0.05

第3回 エコフィードの割合を3段階(0, 50, 100%)に変えた飼料の及ぼす影響

1 目的

エコフィードの置換割合を2つに絞り、三元交配豚LWDにエコフィード飼料の添加割合が異なる飼料を与えたときの肉質への影響を調べた。飼料区分は、対照区(E0%:D or L)、1区(E50%)、2区(E100%)とした。(Eは、一般配合飼料に置換したエコフィード飼料の割合。)

2 試料の調製法

第1回の試験で行われたと同様の方法で試料調製をした。栄養機能成分の分析では、メスの肉のみの分析を行った。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種成分、並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回の試験と同様の方法で行った。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の測定結果を表3-16に示した。

表3-16 リキッド飼料の置換率が一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区D	71.7	1.6	23.8	0.5	3.5	1.6	0.0	0.0	1.2	0.1
1区(50%)	71.0	0.8	22.9	1.0	4.8	1.6	0.1	0.1	1.2	0.0
2区(100%)	69.8	2.0	22.6*	0.7	6.5*	2.4	0.1	0.1	1.2	0.1
対照区L	72.0	0.7	23.3	0.3	3.6	0.6	0.0	0.1	1.1	0.1
1区(50%)	71.0	0.8	22.9	1.0	4.8	1.6	0.1	0.1	1.2	0.0
2区(100%)	69.8	2.0	22.6	0.7	6.5	2.4	0.1	0.1	1.2	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

100%エコフィード置換飼料を給与された豚の肉のタンパク質含量は、対照区Dのものとは有意に低い値を示した。脂肪含量は、100%エコフィード置換飼料を給与された豚の肉で有意に高い値を示した。いずれの成分も、対照区のDとLで差は認められなかった。

2) ビタミンB1含量

ビタミンB1含量の測定結果を表3-17に示した。

表 3-17 リキッド飼料の添加割合が豚肉のビタミン B1 含量に及ぼす影響

	ビタミン B1 (mg/100g)	
	平均値	SD
対照区 D	1.14	0.09
1 区(50%)	0.82*	0.01
2 区(100%)	0.61*	0.11
対照区 L	1.08	0.04
1 区(50%)	0.82*	0.01
2 区(100%)	0.61*	0.11

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード置換飼料が給与された豚の肉では、ビタミン B1 含量が、対照区のものより有意に低い値を示した。対照区の D と L で差は認められなかった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

豚の赤身肉に含まれる脂肪の脂肪酸組成を調べ、表 3-18 に示した。

表 3-18 リキッド飼料の割合が赤身肉内脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトオレイン酸		ステアリン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区 D	1.2	0.1	25.1	1.2	1.2	0.1	19.1	0.5
1 区(50%)	1.2	0.0	25.7	1.0	1.4	0.2	18.0	2.0
2 区(100%)	1.3*	0.1	25.7	0.9	1.4	0.2	18.1*	0.7
対照区 L	1.3	0.1	25.1	2.1	1.2	0.1	17.9	1.9
1 区(50%)	1.2	0.0	25.7	1.0	1.4	0.2	18.0	2.0
2 区(100%)	1.3	0.1	25.7	0.9	1.4	0.2	18.1	0.7

脂肪酸	オレイン酸		リノール酸		リノレン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区 D	36.9	2.1	12.7	0.9	0.7	0.1
1 区(50%)	40.7*	2.2	9.6*	0.5	0.7	0.1
2 区(100%)	41.4*	1.3	8.8*	0.0	0.7	0.1
対照区 L	38.7	3.7	11.9	0.9	0.7	0.1
1 区(50%)	40.7	2.1	9.6*	0.5	0.7	0.1
2 区(100%)	41.4	1.3	8.8*	0.0	0.7	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード置換飼料が給与された豚の肉では、対照区Dに比べて、オレイン酸含量が有意に増加し、リノール酸含量が有意に低下した。いずれの脂肪酸も、対照区のDとLで差は認められなかった。

4) 遊離グルタミン酸量

リキッド飼料割合が、肉中の遊離グルタミン酸量に及ぼす影響を調べ、結果を表3-19に示した。

表3-19 リキッド飼料の割合が、遊離グルタミン酸量に及ぼす影響

♀	遊離グルタミン酸量(mg/100g)		♀	遊離グルタミン酸量(mg/100g)	
	平均値	SD		平均値	SD
対照区D	15.3	6.9	対照区L	13.6	3.0
1区(50%)	15.5	2.3	1区(50%)	15.5	2.3
2区(100%)	18.4	5.9	2区(100%)	18.4	5.9

リキッド飼料の割合を変えても、遊離グルタミン酸量にはあまり大きな影響は認められなかった。対照区DとLの両区でも有意差は認められなかった。

<まとめ>

エコフィードの100%置換により、一般組成への影響が認められた。また、ビタミンB1の低下が認められた。さらに、赤肉脂肪の脂肪酸組成では、オレイン酸含量が増加し、リノール酸含量が低下した。前回と同様の結果が認められた。

《理化学特性の分析》

1. 方法

各区の豚肉は、栄養機能成分の分析と同様にスライスしたものをを用いた。

赤身肉および脂肪の色を測定した。また、融点を測定した。それぞれの測定法は、第1回目と同じである。

2. 結果

1) 色調

色のスタンダードを用い、目視で評価すると同時に、色差計でL, a, b値を測定し、結果を表3-20に示した。

表 3-20 リキッド飼料の添加割合が肉の色に及ぼす影響

	脂肪色		肉色		赤身肉の色調					
	平均値	SD	平均値	SD	L 値		a 値		b 値	
					平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区D	1.5	0.0	3.5	0.6	39.5	2.9	3.6	1.2	4.7	0.9
1 区(50%)	1.8	0.3	2.4*	0.6	42.8	3.0	5.2*	0.9	5.9	1.2
2 区(100%)	1.9*	0.3	2.3*	0.6	46.6*	3.0	4.6	0.5	6.2*	0.8
対照区L	1.8	0.3	2.6	0.5	42.8	3.5	4.3	1.2	5.3	1.4
1 区(50%)	1.8	0.3	2.4	0.6	42.8	3.0	5.2	0.9	5.9	1.2
2 区(100%)	1.9	0.3	2.3	0.6	46.6	3.0	4.6	0.5	6.2	0.8
♀										
対照区D	1.5	0.4	2.6	0.6	41.7	1.9	4.1	1.3	4.9	1.3
1 区(50%)	1.9	0.3	2.5	0.4	43.9	2.2	4.3	0.2	6	0.3
2 区(100%)	1.6	0.3	2.1	0.3	46.8*	1.7	5.4	0.9	6.9*	0.6
対照区L	1.6	0.3	2.4	0.6	42.9	1.2	3.8	0.7	5.5	0.9
1 区(50%)	1.9	0.3	2.5	0.4	43.9	2.2	4.3	0.2	6.0	0.3
2 区(100%)	1.6	0.3	2.1	0.3	46.8*	1.7	5.4*	0.9	6.9*	0.6

* :対照区と比べて、有意差があったことを示す。

表 3-21 リキッド飼料の割合が脂肪の肉の色に及ぼす影響

	脂肪の色調					
	L 値		a 値		b 値	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
対照区D	71.6	1.7	3.1	1.2	6.6	1.0
1 区(50%)	73.1	1.0	3.4	0.4	6.9	1.1
2 区(100%)	72.7	1.0	3.8	0.3	7.2	0.4
対照区L	71.9	0.7	3.7	1.1	7.3	1.0
1 区(50%)	73.1*	1.0	3.4	0.4	6.9	1.1
2 区(100%)	72.7	1.0	3.8	0.3	7.2	0.4
♀						
対照区D	72.3	2.6	2.9	1.1	7.4	1.0
1 区(50%)	71.6	1.4	3.9	1.2	7.8	0.5
2 区(100%)	72.4	1.1	3.7	0.2	7.4	0.5
対照区L	72.5	0.6	2.5	0.7	7.2	0.6
1 区(50%)	71.6	1.4	3.9	1.2	7.8	0.5
2 区(100%)	72.4	1.1	3.7*	0.2	7.4	0.5

リキッド飼料におけるエコフィードの置換は、赤肉並びに脂肪の色調に若干の影響を及ぼしたが、それほど大きな影響をもたらさなかった。

2) 背脂肪の融点

背脂肪から脂肪を抽出し、定法により脂肪の融点を測定し、結果を 3-22 に示した。

表 3-22 リキッド飼料の割合が豚肉の脂肪の融点に及ぼす影響

♂	融点(°C)		♂	融点(°C)	
	平均値	SD		平均値	SD
対照区 D	35.7	1.9	対照区 L	37.4	1.3
1 区 (50%)	39.1	3.8	1 区(50%)	39.1	3.8
2 区 (100%)	36.9	2.3	2 区(100%)	36.9	2.3

♀	融点(°C)		♀	融点(°C)	
	平均値	SD		平均値	SD
対照区 D	34.8	1.3	対照区 L	37.3	1.2
1 区 (50%)	36.1	1.1	1 区 (50%)	36.1	1.1
2 区 (100%)	34.7	1.5	2 区 (100%)	34.7*	1.5

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

リキッド飼料の置換率を変えても融点に、ほとんど影響を与えなかった。メスの 100%置換した場合に、対照区 D と比べて有意に低下することが明らかとなった。また、対照区 D と L の両区の融点も有意差が認められなかった。

3) 豚肉の硬さ

それぞれの豚肉の硬さについては、破断応力を測定し、結果を表 3-23 に示した。

表 3-23 リキッド飼料の割合が豚肉の硬さに及ぼす影響

	破断応力 (X10 ⁶ N/m ²)	
	平均値	SD
♂		
対照区 D	5.6	0.6
1 区 (50%)	4.8	1.1
2 区 (100%)	5.3	0.5
対照区 L	5.5	0.5
1 区 (50%)	4.8	1.1
2 区 (100%)	5.3	0.5
♀		
対照区 D	3.3	1.7
1 区 (50%)	5.4*	0.9
2 区 (100%)	5.0	0.4
対照区 L	5.5	0.4
1 区 (50%)	5.4	0.9
2 区 (100%)	5.0	0.4

* : 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

リキッド飼料の添加割合を変えても硬さに、ほとんど影響を与えなかった。

<まとめ>

第 3 回は、エコフィードの製造会社を変更したことにより、リキッド飼料の添加割合への影響が小さかった。特に、脂肪酸組成への影響が小さかった。しかし、エコフィード 100%置換した飼料の給与区では、タンパク質含量やビタミン B1 の低下が、前回と同様に認められた。

4) 豚肉の切断面の写真



対照区 D



対照区 L



1 区 (50%)



2 区 (100%)

《官能評価》

1. 試料調製(ポークソテー)

試料形状:厚さ1cm, 5cm角,背脂肪無,30g

加熱条件:ホットプレート 200℃, 表裏合計焼時間 3.5min

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3~3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

50%:対照Lおよび100%に比べ肉臭さ(獣臭さ)が弱かった。総合評価は対照と差がなかった。

飼料添加量による一定の傾向は認められなかった。

<まとめ>

飼料添加量による一定の傾向は見られなかった。これは、栄養機能成分の組成があまり違わなかったことによると推察された。前回との結果を合わせて考えると、リキッド飼料の置換率 50%が望ましいと推定された。

第3回リキッド飼料給与試験

官能評価結果 調理法：ソテー

n=20

評価項目	獣臭さの強弱	豚肉の好ましい香りの強弱	かたさ	多汁性	
♀	対照D	0.20 ± 0.75	-0.25 ± 0.70	0.50 ± 1.07	0.25 ± 1.30
	対照L	0.50 ± 0.74	-0.25 ± 0.89	-0.10 ± 1.48	-0.15 ± 1.28
	50%	-0.30 ± 0.64			
	100%	0.35 ± 0.65	-0.05 ± 0.80	0.40 ± 1.46	0.20 ± 1.21
		-0.05 ± 0.74	-0.60 ± 1.24	-0.10 ± 1.30	

評価項目	テクスチャーの好ましき	食べたときの獣臭さの強弱	うま味の強弱 (たんぱく質のうま味)	脂っこさの強弱	
♀	対照D	0.40 ± 1.11	0.45 ± 0.97	0.00 ± 0.71	-0.45 ± 0.86
	対照L	-0.35 ± 1.46	0.15 ± 0.96	-0.05 ± 0.86	-0.80 ± 1.08
	50%	-0.05 ± 1.07	0.10 ± 0.77	0.25 ± 0.83	-0.70 ± 1.05
	100%	-0.40 ± 1.32	0.20 ± 0.87	0.05 ± 0.74	-0.35 ± 1.24

評価項目	後味の強弱	味の好ましき	総合的な好ましき	
♀	対照D	0.25 ± 0.89	-0.50 ± 1.02	-0.45 ± 1.07
	対照L	0.35 ± 0.85	-0.45 ± 0.86	-0.60 ± 0.92
	50%	0.15 ± 1.11	-0.30 ± 1.14	-0.30 ± 1.19
	100%	0.45 ± 0.80	-0.60 ± 1.11	-0.60 ± 1.20

** : p < 0.01

* : p < 0.05

識別項目 (強弱)

-3=非常に強い, -2=強い, -1=やや強い, 0=普通, 1=やや弱い, 2=弱い, 3=非常に弱い

識別項目 (かたさ)

-3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=やや柔らかい, 2=柔らかい, 3=非常に柔らかい

識別項目 (多汁性)

-3=非常にばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目 (下線付き項目)

-3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

II. エコフィードを利用した鶏卵試験

1 目的

下記の飼料で飼育した産卵鶏で、30 並びに 60 週齢のものから生まれた卵の栄養成分を評価した。尚、飼料区分は、0% (一般配合飼料のみ)、10% (エコフィード配合 10%)、15% (エコフィード配合 15%) 及び 20% (エコフィード配合 20%) とした。

2 試料の調製法

鶏卵全体の分析では、鶏卵 4 個を割りほぐし、完全に均一になるまでカッターでホモジナイズした。卵黄の分析では、鶏卵 6 個分の卵黄を取り出し、カッターでホモジナイズし、分析に供した。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

各栄養素を、下記の定法により測定した。

水分: 試料を 135℃ で 2 時間乾燥する常圧乾燥法で定量した。

タンパク質: セミマイクロケルダール法で定量した。試料を酸素触媒存在下で燃焼させ、タンパク質の窒素成分を窒素ガスに交換して熱伝導度検出器搭載のガスクロマトグラフィーで定量した。

粗脂肪: ソックスレー脂肪抽出機で抽出後、溶媒を留去し、脂肪量を測定した。

灰分: 試料を電気炉に入れ、550℃ で灰化し、残渣を灰分とする乾式灰化法で定量した。

炭水化物: 試料の重量から上記の各栄養素を差し引いて算出した。

鉄: 試料を灰化した後、原子吸光分光光度計で定量した。

レチノールおよび β -カロテン:

卵黄試料をピロガロール存在下のアルカリ性でけん化した後、酢酸エチルー n-ヘキサン混液で不けん化物を抽出した。高速液体クロマトグラフで測定した。レチノール当量 (μg) = レチノール (μg) + $1/12 \times \beta$ -カロテン当量 (μg) で算出した。

ビタミン B2: 試料を塩酸酸性下で加熱抽出後、アルカリ化で光分解したものを蛍光光度計で測定した。

ビタミン E: 卵黄試料をピロガロール存在下のアルカリ性でけん化した後、酢酸エチルー n-ヘキサン混液で不けん化物を抽出した。高速液体クロマトグラフで測定した。

コレステロール: 試料をアルカリで分解処理した後、有機溶媒で抽出し、ガスクロマトグラフにより測定した。

また、全卵脂質の脂肪酸組成は、以下のように測定した。脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

アミノ酸組成は、卵白から水溶性成分を抽出した後、6M 塩酸の存在下、110℃で 24 時間分解処理を行った。この分解液から塩酸を留去した後、試料溶液で溶解し、日本分光(株)のアミノ酸分析機(JLC-500/V2)による生体成分分析条件で定量した。

第 1 回目:30 週齢の鶏卵の品質

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の結果を表 4-1 に示した。

表 4-1 エコフィード添加が 30 週齢の鶏卵の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成		水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
		平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉	0%	76.5	0.3	13.1	0.1	9.3	0.1	0.2	0.1	0.9	0
	10%	76.1	0.4	13.3	0.2	9.4	0.2	0.3	0.1	0.9	0
	15%	75.8*	0.1	13.2	0.3	9.8*	0.2	0.3	0.1	0.9	0
	20%	76.0*	0.2	13.0	0.1	9.9*	0.2	0.2	0.1	0.8	0.1
赤玉	0%	76.5	0.3	13.2	0.2	9.3	0.1	0.1	0.1	0.8	0
	10%	76.3	0.4	13.4	0.1	9.3	0.3	0.2	0.1	0.8	0
	15%	76.5	0.3	13.2	0.2	9.4	0.2	0.2	0.0	0.8	0
	20%	77	0.4	12.9*	0.1	9.1	0.4	0.2	0.1	0.8	0

*:対照区(0%)と比べて、有意差があったことを示す。

白玉 15 および 20%区の水分含量が、対照区のものより有意に低い値を示した。赤玉 15 および 20%区のタンパク質含量が、対照区のものより有意に低かった。白玉 15 および 20%区の脂肪含量が、対照区より有意に高い値を示した。赤玉 15%区の炭水化物含量が、対照区と比べて高かった。灰分に関して、飼料の影響は認められなかった。

<まとめ>

エコフィード添加は、鶏卵のタンパク質と脂肪含量に影響を与えると推察された。白玉と赤玉への影響が異なっていた。

2) 機能性成分の分析

ビタミンB2、レチノール当量、β-カロテン、葉酸、鉄、ビタミン E、およびコレステロールの含量を測定した。測定結果を表 4-2 に示した。

表 4-2 エコフィード添加が 30 週齢の鶏卵の機能性成分に及ぼす影響

成分		ビタミン B2 (mg/100g)		レチノール当量 (μ g/100g)		β -カロテン当量 (μ g/100g)		葉酸(mg/100g)		鉄(mg/100g)	
		平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉	0%	0.39	0	435.5	40.1	25.8	6.8	0.12	0	5.4	0.2
	10%	0.37	0	438.2	57.4	22.3	4.3	0.11*	0	5.9*	0.1
	15%	0.39	0	380.9	39.7	15.7*	2.3	0.11	0	6.0*	0.4
	20%	0.33*	0	393.6	14.9	19	0.9	0.12	0	5.7	0.4
赤玉	0%	0.38	0	353.8	21.9	32	5.6	0.16	0	6.3	0.4
	10%	0.35	0	459.5	71.8	24.7	5.7	0.16	0	6.8	0.4
	15%	0.32*	0	498.8*	58.5	36.7	6.2	0.16	0	6.6	0.2
	20%	0.34*	0	397.6*	11.4	30.8	2.6	0.17	0	6.5	0.2

* :対照区(0%)と比べて、有意差があったことを示す。

		ビタミンE (mg/100g)		コレステロール (mg/100g)	
		平均値	SD	平均値	SD
白玉	0%	4.8	0.3	1276.2	15.7
	10%	7.0*	1.2	1292.2	272.9
	15%	7.2*	0.3	1643.3*	59.9
	20%	6.0*	0.7	1291.7	246.9
赤玉	0%	9.1	1.2	1669.5	164.8
	10%	7.1	0.3	1486.0	109.6
	15%	7.3	1.0	1591.0	70.4
	20%	7.3	0.7	1364.7*	106.5

* :対照区(0%)と比べて、有意差があったことを示す。

白玉 20%区および赤玉 15%と 20%区のビタミン B2 含量が、対照区より低い値を示した。赤玉 15 と 20%区のレチノール当量は、対照区より高い値を示した。白玉 15%区の β -カロテンが、対照区より低い値を示した。白玉 10%区の葉酸が、対照区より低い値を示した。白玉 10%と 15%の鉄含量が、対照区より高い値を示した。白玉 10, 15 および 20%区のビタミン E が、対照区より高い値を示した。白玉 15%区のコレステロール含量は、対照区より高い値を示した。赤玉 20%区では、対照区より低い値を示した。

<まとめ> 機能性成分含量に関しても、白玉と赤玉で異なる影響を受けることが判明した。

3) 脂肪酸組成の解析

全卵の脂肪を抽出し、その脂肪酸組成を解析し、結果を表4-3に示した。

表4-3 エコフィード添加が30週齢の鶏卵脂質の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉										
0%	0.3	0	24.7	0.5	1.9	0.1	8.6	0.6	44.6	0.7
10%	0.3	0	25.5*	0.3	2.1	0.1	8.9	0.2	45	0.3
15%	0.3	0	25.6*	0.4	2	0.1	9.1	0	44.7	0.3
20%	0.3	0	25.1	0.4	1.8	0.1	9.2	0.2	45.2	0.4
赤玉										
0%	0.3	0	24.7	0.3	2.2	0	8.2	0.3	46.5	1
10%	0.3	0	24.3	0.2	2.1	0.2	8.3	0.3	46.5	0.6
15%	0.3	0	24.3	0.5	2.1	0.1	8.1	0.2	47	0.4
20%	0.3	0	24.0*	0.1	2.0*	0.1	8.1	0.3	47.1	0.7

脂肪酸	リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉								
0%	15.3	0.8	0.4	0.1	1.9	0.2	1	0.1
10%	13.5*	0.2	0.4	0	1.8	0.1	1.1	0.1
15%	13.3*	0.5	0.4	0.1	1.9	0.1	1.3*	0.1
20%	13.3*	0.5	0.4	0.1	1.8	0.1	1.5*	0
赤玉								
0%	13.6	1	0.4	0.1	1.9	0	1.1	0.1
10%	13.8	0.8	0.4	0.1	1.8	0.1	1.3*	0.1
15%	13.8	0.3	0.5	0.1	1.7*	0.1	1.3*	0
20%	13.6	0.7	0.4	0.1	1.6*	0.1	1.5*	0

*:対照区(0%)と比べて、有意差があったことを示す。

白玉10と15%区のパルミチン酸含量が、対照区より高い値を示した。また、赤玉20%が、対照区より低い値を示した。ステアリン酸、オレイン酸およびリノレン酸含量は、飼料による影響を受けなかった。白玉10、15、20%区のリノール酸含量が、対照区より低い値を示した。赤玉15、20%区のアラキドン酸含量が、対照区より低い値を示した。白玉および赤玉共に、10~15%以上のエコフィード添加飼料区で、対照区と比べて有意に高い値を示した。

<まとめ>

エコフィード添加は、30 週齢の鶏卵のタンパク質、脂肪、各種栄養成分並びに脂肪酸組成に影響を与えることが示唆された。また、白玉と赤玉で効果が異なっていた理由を解明する必要がある。

2. 第2回 60週齢の鶏卵の品質

下記の飼料で長期(60 週間)飼育した産卵鶏から生まれた卵の栄養成分を評価した。

飼料区分:0%(一般配合飼料のみ)、10%(エコフィード配合 10%)、15%(エコフィード配合 15%)及び20%(エコフィード配合 20%)

1. 方法

試料の調製並びに各成分の分析は、30 週齢のものと同様の方法で行った。

2. 結果

1) 一般組成

一般組成の結果を表 4-4 に示した。

表 4-4 エコフィード添加が 60 週齢の鶏卵の一般組成に及ぼす影響

	全卵									
	水分(%)		粗タンパク質(%)		粗脂肪(%)		炭水化物(%)		灰分(%)	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉										
0%	74.4	0.3	13.4	0.3	11.1	0.2	0.17	0.1	0.97	0.1
10%	74.6	0.4	13.2	0.7	11.2	0.3	0.1	0	0.93	0.1
15%	74.6	0.4	12.7*	0.2	11.6*	0.2	0.17	0.1	0.97	0.1
20%	74.9*	0.2	12.5*	0.3	11.4*	0.1	0.13	0.1	0.97	0.1
赤玉										
0%	75.9	0.5	12.8	0.1	10.3	0.6	0.1	0	0.9	0
10%	75.8	0.9	13.2	0.4	9.9	0.7	0.13	0.1	0.93	0.1
15%	76.6	0.1	12.8	0.1	9.6	0.1	0.13	0.1	0.9	0
20%	75.9	0.3	13.1*	0.1	10.1	0.3	0.1	0	0.9	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

白玉 15、20%区の粗タンパク質含量が、対照区より有意に低い値を示した。一方、脂肪含量は有意に高い値を示した。赤玉 20%区の粗タンパク質含量は、対照区より有意に高い値を示した。一般組成に関して、白玉と赤玉では、エコフィード給与による影響が異なっていた。

2) 機能性成分の分析

ビタミンB2、レチノール当量、 β -カロテン、ビタミン E、およびコレステロールの含量を測定した。測定結果を表 4-5 に示した。

表 4-5 エコフィード添加が 60 週齢の鶏卵の栄養機能成分に及ぼす影響

	全卵		卵黄							
	ビタミン B2 (mg/100g)		レチノール当量 (μ g/100g)		β -カロテン当量 (μ g/100g)		ビタミンE (mg/100g)		コレステロール (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉										
0%	0.3	0	371.5	41.5	27.7	0.6	4.7	0.2	1310	130.3
10%	0.3	0.1	377.5	48.8	29.7	9	5.4	0.4	1417	117.6
15%	0.29	0	372.2	61.9	22.7*	2.5	6.1	0.9	1296	206.7
20%	0.32	0	385.3	39	23.5	4.3	6.2*	0.3	1136	91.4
赤玉										
0%	0.32	0	375.7	11	52	3.5	6.2	0.6	1506	99.2
10%	0.27*	0	379.1	51.2	51.7	4.9	6.5	1.1	1469	29.1
15%	0.26*	0	349.7	54.9	40.5	9.1	5.9	0.4	1680	101
20%	0.29	0	413.8	63.2	47.8	12.8	7.2	0.4	2065*	33.5

*:対照区(0%)と比べて、有意差があったことを示す。

赤玉のエコフィード給与区では、ビタミン B2 含量が対照区のものより有意に低かった。白玉のビタミン B2 含量は、エコフィードの影響を受けなかった。レチノール当量は、いずれにおいても、エコフィード給与の影響を受けなかった。ビタミン E 含量は、いずれにおいても、エコフィード添加飼料の給与により高くなる傾向が示された。コレステロールに関しては、白玉ではエコフィード給与の影響は認められなかったが、赤玉 20% 区のコレステロール含量は、対照区と比べて有意に高い値を示した。

60 週齢の卵においても、白玉と赤玉で、エコフィード給与の影響が異なっていた。この理由は、不明であり、今後の解明すべき課題である。

3) 卵白タンパク質のアミノ酸組成

卵白タンパク質のアミノ酸組成の結果を表 4-6 に示した。

表 4-6 エコフィード飼料添加が 60 週齢鶏卵の鶏卵卵白タンパク質アミノ酸組成に及ぼす影響

	白玉卵白タンパク質のアミノ酸組成(%)				赤玉卵白タンパク質のアミノ酸組成(%)			
	E0	E10	E15	E20	E0	E10	E15	E20
Asp	9.8	9.8	9.9	9.6	10.4	10.0	10.2	10.1
Thr	4.4	4.5	4.6	4.4	4.6	4.4	4.4	4.4
Ser	6.9	6.8	6.7	6.8	6.7	6.8	6.8	6.9
Glu	14.1	14.1	14.1	14	13.4	13.5	13.7	13.7
Gly	3.5	3.5	3.5	3.4	3.6	3.4	3.5	3.4
Ala	6.3	6.3	7.3	7.4	6.1	6.2	6.1	6.2
Val	6.7	6.9	7	6.8	7.4	7.5	7.3	7.3
Cys	2.5	2.4	2.4	2.3	2.9	2.5	2.6	2.4
Met	3.9	3.4	3.3	3.5	3.6	3.9	3.9	3.9
Ile	5.2	5.3	5.3	5.3	5.1	5.4	5.2	5.3
Leu	8.5	8.5	8.5	8.4	8.3	8.5	8.4	8.4
Tyr	4.0	3.8	3.8	3.8	4.0	3.9	3.9	3.9
Phe	6.4	6.4	6.4	6.4	6.1	6.3	6.2	6.2
His	2.2	2.3	1.9	2.3	2.4	2.2	2.3	2.3
Lys	6.8	6.9	5.2	6.7	6.8	6.9	6.7	6.6
Arg	5.5	5.5	6.0	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Pro	3.5	3.4	4.1	3.4	3.3	3.2	3.2	3.6

卵白タンパク質のアミノ酸組成は、白玉、赤玉共に、エコフィード添加の影響を受けなかった。また、白玉と赤玉間で、アミノ酸組成も差が認められなかった。

4) 卵黄脂質の脂肪酸組成

卵黄脂質の脂肪酸組成の結果を表 4-7 に示した。

表 4-7 エコフィード添加が 60 週齢の鶏卵の脂肪酸組成に及ぼす影響

	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉										
0%	0.3	0	25.5	0.2	2.1	0.1	9.3	0.3	45.4	1.3
10%	0.3	0	25.3	0.7	2.1	0.1	9.1	0.7	47.5*	0.5
15%	0.33	0.1	26.0*	0.1	2	0.1	9.9	0.4	45.2	0.7
20%	0.3	0	25.5	0.2	2	0.2	9.2	0.2	46.5	0.4
赤玉										
0%	0.3	0	24.1	0.3	2.3	0.1	8.4	0.7	47.1	0.7
10%	0.3	0	24.6	0.5	2.0*	0.1	8.7	0.3	46.7	1.7
15%	0.3	0	24	0.6	2.2	0.2	8.6	0.3	48.3*	0.5
20%	0.3	0	23.5	0.9	2.2	0.1	8.1	0.4	49.4*	0.5

	リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
白玉								
0%	12.2	0.9	0.3	0	2.1	0.2	1.2	0.2
10%	10.8	1.4	0.33	0.1	1.9	0.3	1.2	0.2
15%	10.9*	0.4	0.3	0	2.2	0.1	1.4	0.1
20%	11.4	0.2	0.37	0.1	1.9	0.2	1.4	0.1
赤玉								
0%	12.7	0.8	0.33	0.1	2	0.3	1.2	0.2
10%	12.2	1.1	0.33	0.1	2.1	0.2	1.5*	0.1
15%	11.5	0.8	0.37	0.1	1.8	0.1	1.4	0.1
20%	11.2*	0.7	0.37	0.1	1.8	0	1.4	0.1

*: 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

いずれにおいても、エコフィード給与区のオレイン酸やドコサヘキサエン酸(DHA)含量が、対照区のものより高い値を示した。一方、リノール酸含量は、対照区より低い値を示す傾向が認められた。

《官能評価》

1. 試料調製 (ゆで卵)

加熱条件: 水中のひび割れ卵白流出の影響を考慮して、静置加熱(蒸し器)とした。沸騰(98℃)後庫内にひと並べ(16個)を投入し、再沸騰後15分加熱した。その後流水で15分冷却し、殻をむき縦2等分に切断して試料とした。

2. 官能評価方法

評価方法: 7段階評点法(-3~3点), パネル(n=24: 本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の白玉、赤玉につき12個体あり、各個体2名ずつ割付(12個体×2名=24名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目: 外観、におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理: 官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

30週齢、60週齢とも総合評価において飼料区による一定の傾向は見られなかった。

黄身の色の濃さでは20%が他区より色が薄いと評価された。

＜まとめ＞

エコフィードで飼育された産卵鶏からの卵の品質は、飼料による影響をほとんど受けないことが明らかとなった。また、30週齢と60週齢の鶏卵間でも差が認められなかった。

【30週令卵】リサイクル飼料配合の飼料給与試験

官能評価値 ゆで卵

n=24

評価項目	黄身の色の濃さ	黄身の色の好ましさ	卵臭さの強弱	卵臭さの好ましさ	白身の弾力	
白玉	0%	0.00 ± 0.65	-0.08 ± 0.57	0.08 ± 1.04	-0.13 ± 0.67	0.38 ± 1.07
	10%	0.08 ± 0.95	0.21 ± 0.64 *	0.13 ± 0.83	-0.04 ± 0.68	0.88 ± 0.88
	15%	0.38 ± 0.70	0.33 ± 0.47 *	0.29 ± 0.68	-0.08 ± 0.70	0.42 ± 1.04 *
	20%	-0.29 ± 0.68 **	-0.04 ± 0.79 *	0.13 ± 0.83	-0.33 ± 0.62	0.25 ± 0.83
赤玉	0%	0.13 ± 0.78 *	0.08 ± 0.76 *	0.13 ± 0.78	0.21 ± 0.91	0.88 ± 1.17 **
	10%	0.71 ± 0.79 **	0.58 ± 0.91 *	0.08 ± 0.86	-0.08 ± 0.57	0.92 ± 0.81 **
	15%	0.42 ± 0.95 **	0.50 ± 0.82	0.21 ± 0.87	0.04 ± 0.73	0.00 ± 1.29 **
	20%	-0.38 ± 0.95 **	0.25 ± 0.60	0.04 ± 0.93	-0.04 ± 0.68	0.38 ± 0.86

評価項目	黄身のなめらかさ	卵全体のテクスチャーの好ましさ	食べたときの黄身の生臭さ	卵黄のうま味(コク)の強さ	塩味(黄身)	
白玉	0%	0.04 ± 0.84	-0.29 ± 0.79	0.13 ± 0.83	0.29 ± 0.54	0.58 ± 0.57
	10%	0.04 ± 1.06	-0.38 ± 0.95	0.25 ± 0.66	0.25 ± 0.92	0.63 ± 0.63
	15%	-0.04 ± 1.02	-0.25 ± 0.78	0.17 ± 0.69	0.29 ± 0.73	0.67 ± 0.62
	20%	0.33 ± 1.07	-0.13 ± 0.73	0.25 ± 0.78	0.17 ± 0.85	0.67 ± 0.62
赤玉	0%	0.00 ± 1.12	-0.22 ± 0.83	-0.13 ± 0.60	0.17 ± 0.69	0.67 ± 0.85 *
	10%	0.25 ± 1.09	0.00 ± 0.93	0.08 ± 0.64	0.21 ± 0.76	0.25 ± 0.43 *
	15%	0.29 ± 1.21	0.04 ± 1.04	0.21 ± 0.82	0.17 ± 0.99	0.42 ± 0.49 *
	20%	-0.04 ± 1.21	-0.18 ± 1.19	0.13 ± 0.80	0.13 ± 0.97	0.67 ± 0.62 *

評価項目	塩味(卵白)	卵全体としての味の好ましさ	総合評価	
白玉	0%	0.75 ± 0.66	0.13 ± 0.73	0.00 ± 0.71
	10%	0.63 ± 0.48	0.08 ± 0.70	-0.13 ± 0.88
	15%	0.79 ± 0.71	0.00 ± 0.87	-0.25 ± 0.72
	20%	0.92 ± 0.76	-0.25 ± 0.72	-0.21 ± 0.76
赤玉	0%	0.83 ± 0.62	0.21 ± 0.76	-0.17 ± 0.90
	10%	0.67 ± 0.62	0.13 ± 0.68	0.08 ± 0.81
	15%	0.83 ± 0.69	0.00 ± 1.04	-0.09 ± 1.06
	20%	0.79 ± 0.64	-0.04 ± 0.89	-0.25 ± 0.92

** : p < 0.01

* : p < 0.05

識別項目 (強弱)
-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目 (濃さ)
-3=非常に薄い, -2=薄い, -1=やや薄い, 0=普通, 1=やや濃い, 2=濃い, 3=非常に濃い

識別項目 (なめらかさ)
-3=非常にザラついている, -2=ザラついている, -1=ややざらついている, 0=普通, 1=ややなめらか, 2=なめらか, 3=非常になめらか

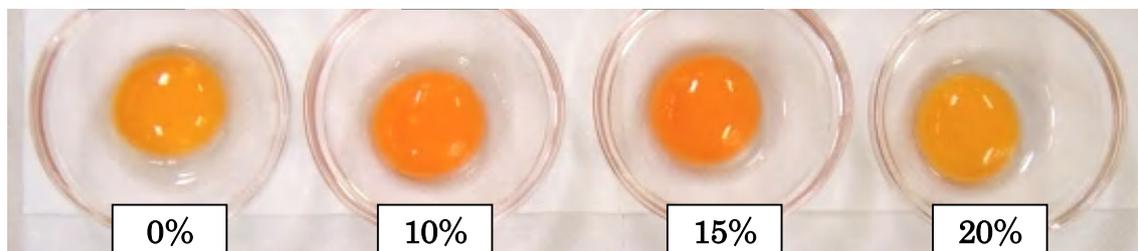
識別項目 (塩味)
0=感じない, 1=やや感じる, 2=感じる, 3=非常に感じる

嗜好項目 (下線付き項目)
-3=非常に嫌い, -2=嫌い, -1=やや嫌い, 0=普通, 1=やや好き, 2=好き, 3=非常に好き

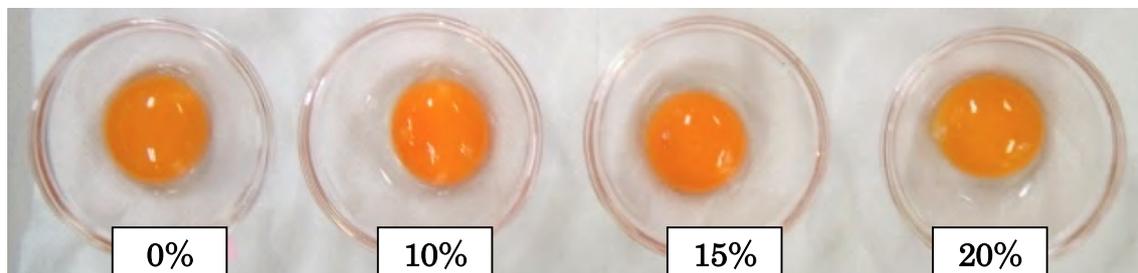
鶏卵の写真(30週令)

生卵

<白玉>

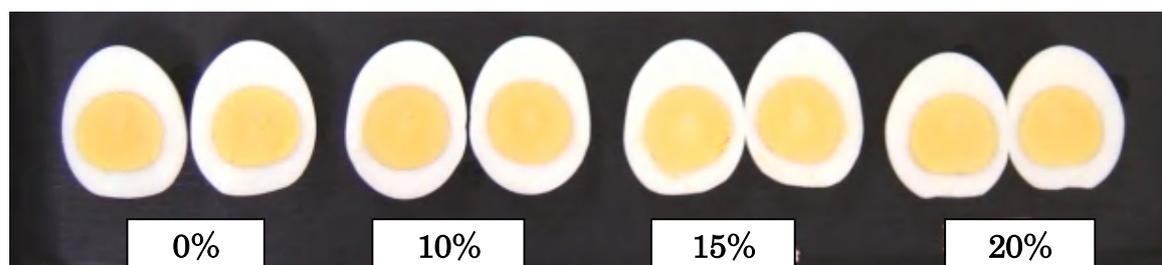


<赤玉>

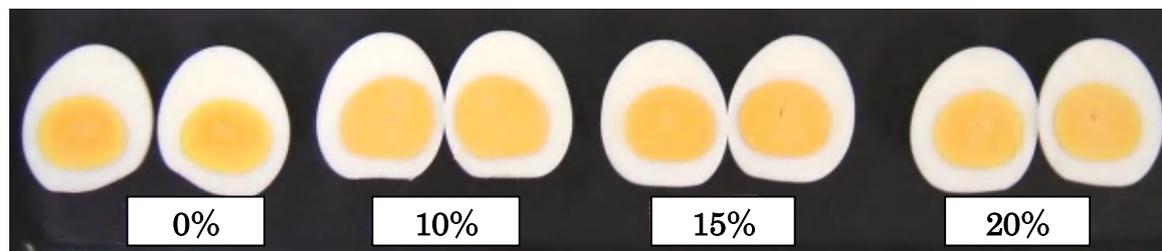


ゆで卵

<白玉>



<赤玉>



60週令の卵は試料数が少なく一定の傾向が見られなかったため写真掲載は省略した。

【60週令卵】リサイクル飼料配合の飼料給与試験
官能評価値 ゆで卵

n=24

評価項目	黄身の色の濃さ	黄身の色の好ましき	白身の弾力	黄身のテクスチャー(なめらかさ)	
白玉	0%	0.10 ± 0.89	0.45 ± 0.67	0.65 ± 0.73	-0.25 ± 0.83
	10%	0.50 ± 0.81	0.50 ± 0.81	0.15 ± 1.24	0.00 ± 1.05
	15%	0.35 ± 0.65	0.30 ± 0.64	0.30 ± 1.05	-0.15 ± 1.19
	20%	0.15 ± 0.73	0.20 ± 0.60	-0.10 ± 0.94	-0.20 ± 0.98
赤玉	0%	0.55 ± 0.74	0.50 ± 0.81	0.25 ± 0.99	-0.05 ± 1.16
	10%	0.50 ± 0.50	0.40 ± 0.58	-0.10 ± 1.14	-0.05 ± 1.07
	15%	0.45 ± 0.74	0.25 ± 0.54	-0.20 ± 1.17	-0.30 ± 1.10
	20%	-0.05 ± 0.67	0.00 ± 0.55	-0.65 ± 0.96	-0.30 ± 1.14

評価項目	卵全体としての好ましき	食べたときの生臭さ	卵黄のコクの強さ	卵全体としての味の好ましき	
白玉	0%	-0.10 ± 0.62	0.15 ± 0.73	-0.05 ± 0.92	0.05 ± 0.67
	10%	-0.30 ± 0.78	0.20 ± 0.75	0.20 ± 0.87	-0.25 ± 0.89
	15%	-0.40 ± 0.66	0.15 ± 0.79	0.15 ± 0.73	-0.35 ± 0.73
	20%	-0.05 ± 0.86	0.10 ± 0.70	0.00 ± 0.77	0.00 ± 0.77
赤玉	0%	-0.05 ± 0.74	0.30 ± 0.64	0.20 ± 1.08	-0.20 ± 0.75
	10%	0.00 ± 0.84	0.00 ± 0.77	-0.25 ± 0.83	-0.30 ± 0.64
	15%	-0.35 ± 0.96	0.15 ± 0.91	-0.30 ± 0.71	-0.35 ± 0.79
	20%	-0.55 ± 0.92	0.55 ± 0.67	0.10 ± 0.77	-0.65 ± 0.73

評価項目	総合評価	
白玉	0%	-0.05 ± 0.74
	10%	-0.30 ± 0.95
	15%	-0.55 ± 0.67
	20%	-0.05 ± 0.67
赤玉	0%	-0.15 ± 0.85
	10%	-0.25 ± 0.77
	15%	-0.45 ± 0.80
	20%	-0.65 ± 0.73

識別項目 (強弱)
-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通,
1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目 (濃さ)
-3=非常に薄い, -2=薄い, -1=やや薄い, 0=普通,
1=やや濃い, 2=濃い, 3=非常に濃い

識別項目 (なめらかさ)
-3=非常にガラついている, -2=ガラついている, -1=ややざらついている,
0=普通, 1=ややなめらか, 2=なめらか, 3=非常になめらか

識別項目 (塩味)
0=感じない, 1=やや感じる, 2=感じる, 3=非常に感じる

嗜好項目 (下線付き項目)
-3=非常に嫌い, -2=嫌い, -1=やや嫌い, 0=普通,
1=やや好き, 2=好き, 3=非常に好き

*:p<0.05

III. エコフィードを利用した鶏肉試験

第1回エコフィード添加飼料(20%、15%)が肉質に及ぼす影響

1 目的

下記の3種類の飼料区で飼育したブロイラーの肉質を調べ、エコフィード給与の有効性を検討した。

飼料区分: 対照区 — 一般配合飼料

1区(20) — 高脂高タンパク質飼料15%、低脂低タンパク質飼料5%

2区(15) — 高脂高タンパク質飼料10%、低脂低タンパク質飼料5%

2 試料の調製法

と鳥後、と体から取り出したムネ肉およびモモ肉を0-4℃で48時間(千葉からの冷蔵による輸送時間を含めて)貯蔵した。貯蔵後分析まで-85℃で凍結保存した。冷蔵庫で解凍後、ムネ肉およびモモ肉の皮及びブシを完全に取除いた後、細切後チョッパーで2度挽きしたものを分析試料とした。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

各栄養素を、下記の定法により測定した。

水分: 試料を135℃で2時間乾燥する常圧乾燥法で定量した。

タンパク質: セミマイクロケルダール法で定量した。試料を酸素触媒存在下で燃焼させ、タンパク質の窒素成分を窒素ガスに交換して熱伝導度検出器搭載のガスクロマトグラフィーで定量した。

粗脂肪: ソックスレー脂肪抽出機で抽出後、溶媒を留去し、脂肪量を測定した。

灰分: 試料を電気炉に入れ、550℃で灰化し、残渣を灰分とする乾式灰化法で定量した。

炭水化物: 試料の重量から上記の各栄養素を差し引いて算出した。

レチノール当量: 試料をピロガロール存在下のアルカリ性でけん化した後、酢酸エチル-n-ヘキサン混液で不けん化物を抽出した。高速液体クロマトグラフでレチノールおよびβ-カロテンを測定した。レチノール当量(μg) = レチノール(μg) + 1/12 × β-カロテン当量(μg) で算出した。

鉄: 試料を灰化した後、原子吸光分光光度計で定量した。

また、赤身肉の脂肪の脂肪酸組成は、以下のように測定した。各脂肪の脂質をクロロホルム・メタノール混液で抽出した後、抽出脂質に水酸化ナトリウム・メタノール溶液を加えてけん化し、次いで三フッ化ホウ素・メタノール試薬で脂肪酸をメチルエステル化した。これをガスクロマトグラフィーで分析した。

遊離グルタミン酸含量は、試料肉から水溶性成分を抽出した後、スルホサリチル酸で除タンパク質処理を行った。これを日本分光(株)のアミノ酸分析機(JLC-500/V2)による生体成分分析条件で定量した。イノシン酸含量は、試料肉から水溶性成分を抽出した後、除タンパク処理、ODSカラムを用いたHPLCで分析した。

2. 結果

<ムネ肉>

1) 一般組成

ムネ肉の一般組成の測定結果を表5-1に示した。

表5-1 高脂高タンパク質飼料給与が一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	75.8	0.1	22	0.2	0.7	0.2	0.1	0.1	1.4	0.1
1区(20)	74.6	1	23.6*	0.9	0.4	0.2	0	0	1.5	0.1
2区(15)	75.1	1.9	23.1	1.6	0.4	0.3	0	0	1.4	0
♀										
対照区	75.7	1.9	22.8	1.8	0.2	0.1	0	0	1.2	0.2
1区(20)	74.1	0.4	24.2	0.3	0.1*	0	0	0.1	1.6*	0.2
2区(15)	75.7	0.3	22.6	0.8	0.5	0.6	0	0	1.3	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

水分に関しては、給与区や雌雄の違いによる有意差は認められなかった。オス1区のタンパク質含量が対照区のものより高かった。雌雄間での差異は認められなかった。高タンパク質給与により、筋肉中のタンパク質が増大する可能性が示唆された。メス1区の脂肪含量が、対照区のものより有意に低いことが判明した。灰分では、メス1区が、対照区より有意に高かった。雌雄間での差異は認められなかった。

2) レチノール当量と鉄の含量

レチノール当量と鉄の含量を表5-2に示した。

表5-2 高脂高タンパク質飼料給与がレチノール当量や鉄含量に及ぼす影響

成分	レチノール当量($\mu\text{g}/100\text{g}$)		鉄($\text{mg}/100\text{g}$)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	5	1	0.6	0.1
1区(20)	5	0	0.6	0.1
2区(15)	5.3	0.6	0.5	0
♀				
対照区	5	2	0.5	0.1
1区(20)	3.3	0.6	0.5	0.1
2区(15)	6	2.6	0.5	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す

<レチノール当量>

給与区での違いは、認められなかった。1区で雌雄間の差異が認められた。オスの含量がメスのものより高いことが明らかとなった。

<鉄含量>

鉄含量に関しては、給与区並びに雌雄の違いによる差異は認められなかった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成の解析

鶏ムネ肉の脂肪に含まれる脂肪酸組成を調べ、結果を表5-3に示した。

表5-3 高脂高タンパク質飼料給与が脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	0.4	0.1	21.8	0.5	2.9	0.1	8.6	0.2	30.8	0.3
1区(20)	0.8*	0.1	23.4*	0.6	4.0*	0.6	8.2*	0.2	34.7*	1.4
2区(15)	0.6*	0.1	23.0*	0.1	3.1	0.3	9.2	0.7	31.9	1.1
♀										
対照区	0.5	0.1	21.7	1	2.1	0.6	9.8	1.3	28.6	3
1区(20)	0.7*	0	22.6	0.5	2.5	0.4	10.3	0.4	32	1.7
2区(15)	0.8*	0.1	22.9	0.8	2.9	0.6	9.1	1	34.1	3.8

脂肪酸	リノール酸		リルン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区	25.1	0.9	1.7	0.1	4.1	0.1	0.8	0.1
1区(20)	18.7*	1	1.3*	0.1	3.5*	0.4	1.4*	0.1
2区(15)	19.5*	0.4	1.2*	0.2	5.2*	0.8	1.8	0.2
♀								
対照区	25.3	2.4	1.9	0.3	4.9	1.3	1.1	0.4
1区(20)	17.2*	0.6	1.2*	0	5.6	0.8	2.7*	0.3
2区(15)	18.9*	0.5	1.5*	0.1	4.1	1.9	1.6	0.9

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

ミスチン酸は、雌雄共に、1区並びに2区で対照区より高い値を示した。雌雄間では、2区で差が認められ、メスのミスチン酸量が、オスのものより高かった。パルミチン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸も、オス1区で対照区より高い値を示した。ステアリン酸は、オス1区で、対照区より低い値を示した。リノール酸及びリルン酸の含量は、雌雄共に、1区並びに2区で対照区より低い値を示した。DHAは、雌雄共に1区で、対照区と比べて有意に高い値を示した。

4) 硬さとアミノ酸含量

硬さと遊離アミノ酸を測定し、結果を表5-4に示した。

表5-4 高脂高タンパク質飼料給与が硬さおよび遊離アミノ酸量に及ぼす影響

鶏ムネ肉試料	硬さ(破断応力) ($\times 10^6 \text{N/m}^2$)		遊離グルタミン酸 (mg/100g)		総遊離アミノ酸 (mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂						
対照区	1.5	0.3	50.7	3.1	346.7	15.3
1区(20)	1.6	0.2	53.7	5.1	389.3	45.9
2区(15)	1.6	0.5	47	6.9	337	34
♀						
対照区	2	0.4	41.7	9.7	271	52.4
1区(20)	1.7	0.6	38.3	1.5	306	5.2
2区(15)	1.9	0.3	43.7	7.5	306	33.1

いずれも、対照区と比べて、有意差は認められなかった。

<モモ肉>

1) 一般組成

モモ肉の一般組成の測定結果を表5-5に示した。

表5-5 高脂高タンパク質飼料給与が一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	74.7	0.3	19.1	0	5	0.3	0	0.1	1.1	0.1
1区(20)	75.6*	0.5	19.1	0.3	4.2*	0.4	0	0	1.1	0
2区(15)	75.7	1.1	20.2*	0.3	3.0*	1.2	0	0	1.2	0.1
♀										
対照区	76.4	0.4	20.7	0.1	1.7	0.4	0	0	1.2	0
1区(20)	75.2	1	20.5	0.3	3.1	1.3	0	0.1	1.2	0
2区(15)	76.8	0.8	20.4	0.5	1.6	1.1	0	0	1.2	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

オス1区の水分含量が、対照区のものより高かった。オス2区のタンパク質含量が、対照区のものより大きかった。対照区と1区では、雌雄間での差が認められ、メスのタンパク質含量が、オスのものより高い値を示した。ムネ肉ほど影響が大きくなかった。

オスの肉では、1区並びに2区共に、脂肪含量が対照区のものより低かった。灰分は、雌雄及び給与区による差異は認められなかった。

2) レチノール当量と鉄の含量

レチノール当量と鉄含量の測定結果を表5-6に示した。

表5-6 高脂高タンパク質飼料給与がレチノール当量や鉄の含量に及ぼす影響

成分	レチノール当量(μ g/100g)		鉄(mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	9.3	2.5	0.8	0
1区(20)	13.7	3.1	0.8	0.1
2区(15)	11.3	4.2	0.8	0.1
♀				
対照区	5.7	0.6	1	0.1
1区(20)	7.3	3.1	1.2*	0.1
2区(15)	6.3	1.2	1.1*	0.1

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

<レチノール当量>

給与区での違いは、認められなかった。対照区及び1区で雌雄間の差異が認められた。オスの含量がメスのものより高いことが明らかとなった。

<鉄含量>

メス1区並びに2区の鉄含量が、対照区より高い値を示した。すべての区において、メスの鉄含量がオスのものより高かった。これらの効果は、ムネ肉では認められなかったことから、ムネ肉とモモ肉への効果が異なっている可能性が示唆された。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

鶏モモ肉に含まれる脂肪を抽出し、その脂肪に含まれる脂肪酸組成を調べ、結果を表5-7に示した。

表 5-7 高脂高タンパク質飼料給与が脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	0.4	0.1	21.9	0.8	4.2	0.3	7	0.2	35.8	0.3
1区(20)	0.8*	0.1	20.0*	0.7	5.2	1.2	5.9*	0.4	40.8*	1.6
2区(15)	0.7*	0	20.3*	0.5	4.6	0.3	6.3	0.5	38.4*	0.6
♀										
対照区	0.5	0.1	21	0.8	2.8	0.7	8.6	0.7	29.3	2.2
1区(20)	0.9*	0	22.3*	0.5	4.0*	0.5	7.7*	0.1	38.2*	0.8
2区(15)	0.7*	0.1	22.4*	0.7	4.0*	0.5	8.1	0.7	35.6*	2

脂肪酸	リノール酸		リルン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区	25.3	1.2	1.9	0.1	1.3	0.1	0.2	0
1区(20)	20.4*	0.5	1.8	0.1	1.9*	0.1	0.6*	0.1
2区(15)	22.2*	0.5	1.7	0.1	2.3*	0.2	0.7*	0.1
♀								
対照区	27.9	3.1	2.2	0.3	3.7	0.4	0.8	0.1
1区(20)	19.3*	1.3	1.7*	0.1	2.2*	0.2	0.8	0.1
2区(15)	20.7*	1	1.6*	0.1	3	0.7	0.9	0.3

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

ミスチン酸は、雌雄共に、1区並びに2区で対照区より高い値を示した。雌雄間では、1区で差が認められ、メスのミスチン酸量が、オスより高かった。パルミチン酸やパルミトレイン酸も、メスでは1区並びに2区で対照区より高い値を示した。しかし、1区並びに2区オスで、パルミチン酸含量は、対照区より低い値を示した。

ステアリン酸は、雌雄共に、1区で、対照区より低い値を示した。すべての区で、メスのステアリン酸含量が、オスのものより高い値を示した。オレイン酸は、雌雄共に、1区と2区で、対照区より高い値を示した。すべての区で、オスのオレイン酸含量が、メスのものより高い値を示した。

リノール酸及びリルン酸の含量は、メスの1区並びに2区で対照区より低い値を示した。アラキドン酸は、オスでは、1区と2区で、対照区より高かった。一方、メスでは、1区で対照区より低かった。

<まとめ>

高脂高タンパク質飼料給与では、特に脂肪酸組成への影響が大きかった。

4) 遊離アミノ酸含量

遊離アミノ酸含量を測定し、結果を表5-8に示した。

表5-8 高脂高タンパク質飼料給与がモモ肉の遊離アミノ酸量に及ぼす影響

鶏モモ肉試料	遊離グルタミン酸(mg/100g)		総遊離アミノ酸(mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	59.7	8.5	469.7	43.3
1区(20)	63.3	1.2	538.7*	22.7
2区(15)	60.7	1.2	487.3	20.4
♀				
対照区	56.3	5.1	475.7	33.1
1区(20)	58.3	2.1	451.3	11.1
2区(15)	61.7	11.4	498.3	75.7

遊離グルタミン酸量は、いずれも、対照区と比べて有意差は認められなかった。総遊離アミノ酸量は、1区において、対照区より高い値を示した。

《官能評価》

1. 試料調製(蒸し鶏)

試料形状:ムネ肉・モモ肉 300～350g

加熱条件:蒸し器庫内温度 98℃、蒸し時間 25～35min.

加熱終点基準は生肉中心温度 10℃より加熱開始、83℃で加熱終点とした。鶏肉の血液凝固温度を考慮して、消火後庫内に2min 置き、内部温度 85℃確認後、官能評価試料とした。

2. 官能評価方法

評価方法:7段階評点法(-3～3点), パネル(n=20:本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目:におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理:官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較はFisherのLSDにより行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

<ムネ>

♂:対照がやわらかく、しっとりとしてテクスチャー評価が高く、総合評価も高かった。

♀:飼料区による差は認められなかった。

<モモ>

♂:対照の肉臭さが20%より強かったが、総合評価は飼料区による差がなかった。

♀:15%が対照、20%に比べやわらかかったが、総合評価は飼料区による差が認められなかった。

<まとめ>

エコフィード給与による栄養機能成分並びに官能評価への影響は、ほとんど認められなかった。

第1回エコフィード添加飼料（20%、15%）が肉質に及ぼす影響
蒸し鶏：ムネ肉

n=20

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ	
♂	対照	0.25 ± 0.77	1.45 ± 0.59	0.50 ± 1.20	0.50 ± 1.16
	I 20%	0.55 ± 0.59	0.55 ± 0.97	-0.30 ± 1.38	-0.35 ± 1.11
	II 15%	0.15 ± 0.91	-0.30 ± 1.31	-0.80 ± 1.36	-0.15 ± 1.18
♀	対照	0.68 ± 0.80	-0.95 ± 1.02	-1.10 ± 1.14	-0.20 ± 1.09
	I 20%	0.20 ± 0.75	-0.85 ± 1.35	-1.10 ± 1.26	0.00 ± 1.30
	II 15%	0.50 ± 0.74	-0.20 ± 1.36	-0.95 ± 1.56	-0.35 ± 1.53

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	うま味の強弱	後味の強弱	味の好ましさ	総合的な好ましさ	
♂	対照	-0.05 ± 0.74	0.00 ± 1.14	0.10 ± 0.70	0.10 ± 1.04	0.20 ± 1.17
	I 20%	0.20 ± 0.75	-0.15 ± 1.01	0.05 ± 0.74	-0.50 ± 0.74	-0.50 ± 0.81
	II 15%	-0.10 ± 0.54	0.10 ± 0.89	0.00 ± 0.95	-0.05 ± 0.92	-0.50 ± 1.02
♀	対照	0.25 ± 0.83	-0.30 ± 0.90	0.35 ± 0.73	-0.60 ± 0.86	-1.00 ± 1.05
	I 20%	0.40 ± 0.49	-0.60 ± 0.80	0.05 ± 0.59	-0.85 ± 0.79	-1.10 ± 0.94
	II 15%	0.05 ± 0.50	-0.45 ± 1.07	-0.10 ± 0.83	-0.50 ± 1.16	-0.85 ± 1.28

** : p<0.01 * : p<0.05

第1回エコフィード添加飼料（20%、15%）が肉質に及ぼす影響
蒸し鶏：モモ肉

n=20

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ	
♂	対照	0.35 ± 0.79	0.20 ± 1.03	-0.10 ± 1.18	-0.20 ± 0.98
	I 20%	0.10 ± 0.77	0.30 ± 1.05	0.05 ± 1.02	0.00 ± 0.84
	II 15%	0.35 ± 0.65	-0.60 ± 1.16	-0.40 ± 1.28	-0.35 ± 1.19
♀	対照	0.50 ± 0.81	-0.60 ± 0.97	-0.50 ± 0.92	-0.50 ± 0.92
	I 20%	0.70 ± 0.95	-0.40 ± 1.07	-0.35 ± 1.01	-0.35 ± 0.96
	II 15%	0.75 ± 0.89	-0.15 ± 1.06	-0.10 ± 1.04	-0.15 ± 1.01

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	うま味の強弱	後味の強弱	味の好ましさ	総合的な好ましさ	
♂	対照	0.75 ± 0.89	0.20 ± 0.93	0.45 ± 0.67	-0.10 ± 0.89	-0.15 ± 0.91
	I 20%	0.10 ± 0.89	0.35 ± 0.91	0.25 ± 0.62	0.15 ± 0.79	0.15 ± 0.85
	II 15%	0.30 ± 0.84	0.15 ± 1.06	0.35 ± 0.85	-0.10 ± 1.22	-0.20 ± 1.25
♀	対照	0.60 ± 0.92	0.25 ± 1.09	0.85 ± 0.65	-0.45 ± 0.92	-0.55 ± 1.02
	I 20%	0.50 ± 0.92	0.10 ± 1.04	0.55 ± 0.86	-0.50 ± 0.74	-0.55 ± 0.80
	II 15%	0.50 ± 0.67	0.05 ± 0.86	0.30 ± 0.71	-0.30 ± 0.95	-0.35 ± 0.96

** : p<0.01 * : p<0.05

識別項目（強弱）

-3=非常に弱い, -2=弱い, -1=やや弱い, 0=普通, 1=やや強い, 2=強い, 3=非常に強い

識別項目（かたさ）

-3=非常にかたい, -2=かたい, -1=ややかたい, 0=普通, 1=やややわらかい, 2=やわらかい, 3=非常にやわらかい

識別項目（多汁性）

-3=非常にばさついている, -2=ばさついている, -1=ややばさついている, 0=普通, 1=ややしっとりしている, 2=しっとりしている, 3=非常にしっとりしている

嗜好項目（下線付き項目）

-3=非常に好ましくない, -2=好ましくない, -1=やや好ましくない, 0=普通, 1=やや好ましい, 2=好ましい, 3=非常に好ましい

第2回 エコフィード飼料の添加量(25%、20%)が肉質に及ぼす影響

1 目的

エコフィード給与割合を高くしたときの影響を調べた。下記の3種類の飼料で飼育したブロイラーの肉質を調べた。

飼料区分:対照区 — 一般配合飼料

1区(25) — (高脂高タンパク質飼料20%, 低脂低タンパク質5%)

2区(20) — (高脂高タンパク質飼料15%, 低脂低タンパク質5%)

2 試料の調製法

第1回と同じように、千葉県の実験場で処理した鶏のムネ肉とモモ肉を48時間貯蔵し、同様にして、試料の調製を行った。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種機能性成分並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回目と同じ方法で行った。

2. 結果

<ムネ肉>

1) 一般組成

ムネ肉の一般組成の測定結果を表5-9に示した。

表5-9 高脂高タンパク質飼料給与が鶏ムネ肉の一般組成(%)に及ぼす影響

	水分		タンパク質		脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	73.6	0.5	22.4	1.1	2.6	0.5	0.1	0.1	1.2	0.1
1区(25)	74.6	0.8	22.1	0.8	2.2	0.2	0.2	0.2	1*	0
2区(20)	74	0.3	22.3	0.3	2.3	0	0.1	0.2	1.3	0.1
♀										
対照区	72.7	0.6	25.0	1.3	1.0	0.1	0	0	1.3	0.0
1区(25)	72.4	0.2	24.9	0.2	1.2	0	0	0	1.5	0.0
2区(20)	73.4	0.7	24.3	0.8	0.9	0.2	0	0	1.3	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード給与は、ムネ肉の一般組成に影響を及ぼさなかった。

2) レチノール当量や鉄の含量

レチノール当量と鉄含量の測定結果を表5-10に示した。

表5-10 高脂高タンパク質飼料給与がムネ肉のレチノール当量と鉄含量に及ぼす影響

	レチノール当量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$)		鉄 ($\text{mg}/100\text{g}$)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	5.7	3.8	0.4	0.1
1区(25)	4.3	1.2	0.4	0.1
2区(20)	3.3	1.2	0.5	0.1

♀				
対照区	7.0	1.0	0.5	0.0
1区(25)	5.3*	0.3	0.5	0.0
2区(20)	4.3	5.3	0.5	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

レチノール含量は、高脂高タンパク質添加飼料 25% の給与区において、有意に低下することが判明した。

3) 赤身肉部分の脂肪酸組成

鶏ムネ肉に含まれる脂肪を抽出し、その脂肪に含まれる脂肪酸組成を調べた。結果を表5-11に示した。

表5-11 高脂高タンパク質飼料給与が鶏ムネ肉の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

♂	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	0.4	0.1	19.2	1.2	1.8	0.5	9.3	1.4	30.4	3
1区(25)	0.8***	0	21.6*	0.3	2.8*	0.3	8.9	0.5	37.1*	3
2区(20)	0.8***	0.1	21.6*	0.3	2.7*	0.3	9.2	0.5	36.2*	0.9

♂	リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	27.9	2.9	2	0.4	4.4	2.1	1.4	0.8
1区(25)	16.8**	0.7	1.3*	0.1	4.3	1.1	2.2	0.7
2区(20)	18.3**	1.1	1.4*	0.2	3.9	0.1	2	0.2

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

♀	ミリスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	0.4	0.0	18.4	2.5	1.8	0.0	7.8	0.8	30.1	1.0
1区(25)	0.8*	0.0	19.5	0.3	2.4	0.2	8.1	0.7	40.5*	11.5
2区(20)	0.6*	0.0	19.4	2.0	2.5*	0.1	7.8	1.0	37.8*	5.1

♀	リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
対照区	27.5	0.6	1.8	0.0	6.0	0.2	1.5	0.1
1区(25)	16.2*	1.6	1.3*	0.0	4.6	1.1	2.2	0.3
2区(20)	18.0*	3.3	1.2*	0.1	5.1	1.0	2.5*	0.3

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与区のムネ肉では、雌雄のいずれにおいても、ミリスチン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸や DHA の含量が有意に増加した。一方、リノール酸やリノレン酸の含量が有意に低下した。

<まとめ>

高脂高タンパク質飼料の鶏肉への影響では、特に脂肪酸組成やレチノール当量への影響があると推察された。

<モモ肉>

1) 一般組成

モモ肉の一般組成の測定結果を表 5-12 に示した。

表 5-12 高脂高タンパク質飼料給与がモモ肉の一般組成(%)に及ぼす影響

	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	74.7	1	19.6	0.5	4.8	1.5	0	0	0.9	0.1
1区(25)	74.1	1.1	20.4*	0.4	4.4	1	0	0	1.1*	0.1
2区(20)	74.5	0.6	20	0.3	4.5	0.5	0	0	1.1*	0
♀										
対照区	74.4	1.3	21.7	1.2	2.6	0.0	0	0	1.3	0
1区(25)	74.3	0.1	21.2	0.0	3.3*	0.0	0	0.0	1.1*	0
2区(20)	74.1	0.1	22.5	0.1	2.2	0.3	0	0	1.1*	0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す

高脂高タンパク質飼料給与は、オスではタンパク質含量を高めた。また、メスの脂肪含量を有意に高めた。

2) レチノール当量と鉄の含量

モモ肉のレチノール当量と鉄の含量を表 5-13 に示した。

表 5-13 高脂高タンパク質飼料給与がレチノール当量や鉄含量に及ぼす影響

成分	レチノール当量(μ g/100g)		鉄(mg/100g)	
	平均値	SD	平均値	SD
♂				
対照区	16.3	4	0.8	0.1
1区(25)	14	4.6	0.8	0.1
2区(20)	14	3.5	0.8	0.1
♀				
対照区	8.0	1.0	1.0	0.0
1区(25)	9.7	2.3	0.9	0.0
2区(20)	6.7	1.3	0.8	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与は、モモ肉のレチノール当量と鉄の含量に大きな影響を及ぼさなかった。

3) モモ赤身肉内脂肪の脂肪酸組成の解析

鶏モモ肉に含まれる脂肪を抽出し、その脂肪に含まれる脂肪酸組成を調べた。表5-14に示した。

表5-14 高脂高タンパク質飼料給与がモモ肉の脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトリン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂										
対照区	0.4	0	18.6	1.3	2.5	0.7	8	0.9	31.8	2.9
1区(25)	0.9***	0.1	20.9*	1	3.6*	0.2	7.5	0.6	40**	0.7
2区(20)	0.8***	0.1	21.1*	0.3	3.6*	0.3	7.7	0.2	38.8**	1.3
♀										
対照区	0.4	0.0	19.7	0.8	2.4	0.0	8.4	0.2	29.6	0.3
1区(25)	0.9*	0.0	21.1*	0.2	3.0	0.3	8.2	0.1	40.7*	4.8
2区(20)	0.7*	0.0	21.7*	0.1	3.4*	0.0	8.3	0.4	37.7*	2.0

脂肪酸	リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♂								
対照区	30.6	2.7	2.3	0.2	2.6	0.8	0.7	0.2
1区(25)	19**	1.1	1.7**	0.2	2.5	0.2	1*	0.1
2区(20)	20**	1.3	1.8*	0.2	2.3	0.3	0.9	0.1
♀								
対照区	29.1	1.0	2.0	0.0	4.2	0.1	0.9	0.0
1区(25)	17.3*	2.6	1.5*	0.0	2.9*	0.3	1.1	0.1
2区(20)	18.6*	1.2	1.4*	0.0	3.4*	0.3	1.3*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与区では、ミスチン酸、パルミチン酸、パルミトリン酸、オレイン酸の含量が有意に高くなった。一方、リノール酸、リノレン酸およびアラキドン酸の含量は、対照区より低い値を示した。これらの脂肪酸組成の変化には、飼料に含まれる脂肪の脂肪酸組成が影響している可能性が考えられた。

4) 遊離グルタミン酸とイノシン酸含量

エコフィード給与が、鶏肉の遊離アミノ酸とイノシン酸含量に与える影響を調べ、結果を表5-15に示した。

表5-15 高脂高タンパク質飼料給与が遊離グルタミン酸量($\mu\text{mol/g}$ 肉)に及ぼす影響

		ムネ肉	モモ肉
♂	対照区	3.00	3.60
	1区(25)	2.20*	2.77
	2区(20)	3.05	3.50
♀	対照区	3.43	3.60
	1区(25)	2.37*	3.21
	2区(20)	2.29	3.25

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

エコフィード給与により、ムネ肉およびモモ肉において遊離アミノ酸含量が有意に低下することが、明らかとなった。

表5-16 高脂高タンパク質飼料添加割合が鶏肉のイノシン酸量($\mu\text{mol/g}$ 肉)に及ぼす影響

ムネ肉		平均値	SD
♂	対照区	6.07	1.32
	1区(25)	5.65	0.45
	2区(20)	6.02	0.48
♀	対照区	6.12	0.41
	1区(25)	5.72	0.36
	2区(20)	6.67	1.01

モモ肉		平均値	SD
♂	対照区	5.79	0.63
	1区(25)	5.50	1.25
	2区(20)	5.48	0.71
♀	対照区	6.76	0.75
	1区(25)	6.22	0.23
	2区(20)	6.37	0.52

イノシン酸含量は、エコフィード給与による影響を受けなかった。

<まとめ>

高脂高タンパク質飼料給与の鶏モモ肉への影響では、特に脂肪酸組成やレチノール当量への影響が認められた。

《官能評価》

1. 試料調製(蒸し鶏)

試料形状: ムネ肉・モモ肉 300～350g

加熱条件: 蒸し器庫内温度 98℃、蒸し時間 25～35min.

加熱終点基準は生肉中心温度 10℃より加熱開始、83℃で加熱終点とした。鶏肉の血液凝固温度を考慮して、消火後2min 庫内に放置して、内部 85℃確認後、官能評価試料とした。

2. 官能評価方法

評価方法: 7段階評点法(-3～3点), パネル(n=20: 本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目: におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理: 官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較は Fisher の LSD により行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

<ムネ>

♂: 20%が対照、25%より後味が弱いだが、総合評価は飼料区による差が認められなかった。

♀: 20%が対照、25%よりがやわらかく、多汁性評価が高く、味(好ましさ)の評価も高かった。

総合評価は飼料区による差は認められなかった。

<モモ>

♂: 対照がやわらかく、しっとりしてテクスチャー評価が高いが総合評価は飼料区による差はなかった。

♀: 25%がかたいと評価されたが、総合評価は飼料区による差はなかった。

<まとめ>

高脂高タンパク質飼料給与は、官能検査による食味性において総合評価にほとんど影響を与えなかった。また、栄養機能成分と官能評価との間にも相関はほとんど認められなかった。

第2回エコフィード添加飼料（25%、20%）が肉質に及ぼす影響

蒸し鶏：ムネ肉

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ	
♂	対照	0.65 ± 0.65	0.45 ± 1.47	0.10 ± 1.26	-0.20 ± 1.21
	I 25%	0.35 ± 0.96	0.65 ± 1.06	-0.50 ± 1.40	-0.20 ± 1.29
	II 20%	0.65 ± 1.01	0.20 ± 1.36	-0.40 ± 1.20	-0.40 ± 1.02
♀	対照	0.35 ± 0.73	-0.35 ± 1.06	-1.15 ± 1.01	-0.90 ± 1.14
	I 25%	0.60 ± 0.58	0.10 ± 0.99	-1.35 ± 0.96	-1.20 ± 0.87
	II 20%	0.30 ± 0.90	0.70 ± 1.05	-0.60 ± 1.36	-0.55 ± 1.20

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	うま味の強弱	後味の強弱	味の好ましさ	総合的な好ましさ	
♂	対照	0.60 ± 0.80	0.20 ± 0.81	0.45 ± 0.59	-0.45 ± 0.80	-0.45 ± 0.97
	I 25%	0.35 ± 0.85	-0.35 ± 1.19	0.45 ± 0.92	-0.70 ± 0.95	-0.85 ± 1.11
	II 20%	0.30 ± 0.84	-0.20 ± 0.81	-0.10 ± 0.62	-0.50 ± 0.92	-0.70 ± 1.10
♀	対照	0.35 ± 0.96	-0.35 ± 1.19	0.25 ± 0.83	-0.80 ± 0.93	-0.95 ± 0.97
	I 25%	0.35 ± 0.79	-0.65 ± 0.96	0.15 ± 1.19	-1.05 ± 0.97	-1.15 ± 1.01
	II 20%	0.10 ± 0.89	0.00 ± 1.10	0.00 ± 1.14	-0.30 ± 1.19	-0.50 ± 1.24

**：p<0.01 *：p<0.05

第2回エコフィード添加飼料（25%、20%）が肉質に及ぼす影響

蒸し鶏：モモ肉

評価項目	肉臭さの強弱	かたさ	多汁性	テクスチャーの好ましさ	
♂	対照	0.70 ± 1.05	0.50 ± 0.81	0.70 ± 0.90	0.35 ± 0.79
	I 25%	0.60 ± 0.80	-0.35 ± 0.79	-0.05 ± 0.92	-0.25 ± 0.83
	II 20%	0.70 ± 0.84	-0.10 ± 0.94	0.25 ± 0.89	-0.05 ± 0.80
♀	対照	0.55 ± 0.74	0.50 ± 0.92	-0.10 ± 0.99	0.05 ± 1.07
	I 25%	0.55 ± 0.59	-0.15 ± 0.96	-0.15 ± 1.39	-0.30 ± 1.31
	II 20%	0.80 ± 0.68	0.50 ± 0.97	0.05 ± 1.43	0.15 ± 1.42

評価項目	食べたときの肉臭さの強弱	うま味の強弱	後味の強弱	味の好ましさ	総合的な好ましさ	
♂	対照	0.55 ± 0.80	0.25 ± 1.04	0.45 ± 0.80	-0.05 ± 1.07	0.10 ± 1.04
	I 25%	0.25 ± 0.83	0.20 ± 0.93	0.30 ± 0.64	-0.20 ± 0.75	-0.15 ± 0.91
	II 20%	0.50 ± 0.92	0.10 ± 0.83	0.30 ± 0.78	-0.20 ± 0.87	-0.35 ± 0.85
♀	対照	0.35 ± 0.79	0.05 ± 0.97	0.25 ± 0.83	-0.25 ± 0.83	-0.25 ± 0.83
	I 25%	0.80 ± 0.60	0.30 ± 0.95	0.55 ± 0.67	-0.35 ± 0.79	-0.45 ± 1.02
	II 20%	0.50 ± 0.87	0.20 ± 0.98	0.05 ± 0.86	-0.25 ± 1.09	-0.35 ± 1.15

**：p<0.01 *：p<0.05

識別項目（強弱）

-3=非常に弱い、-2=弱い、-1=やや弱い、0=普通、1=やや強い、2=強い、3=非常に強い

識別項目（かたさ）

-3=非常にかたい、-2=かたい、-1=ややかたい、0=普通、1=やややわらかい、2=やわらかい、3=非常にやわらかい

識別項目（多汁性）

-3=非常にばさついている、-2=ばさついている、-1=ややばさついている、0=普通、1=ややしっとりしている、2=しっとりしている、3=非常にしっとりしている

嗜好項目（下線付き項目）

-3=非常に好ましくない、-2=好ましくない、-1=やや好ましくない、0=普通、1=やや好ましい、2=好ましい、3=非常に好ましい

第3回 エコフィード飼料の添加量(25%、20%)が肉質に及ぼす影響—その2

1 目的

第2回目と同様に、エコフィード給与割合を高くしたときの影響を調べた。第2回と全く同じ飼料区分で実験を実施した。

2 試料の調製法

第1回と同じように、千葉県の実験場で処理した鶏のムネ肉とモモ肉を48時間貯蔵し、同様にして、試料の調製を行った。今回は、試料数の関係で、メスのみで行った。

《栄養機能成分の分析》

1. 方法

一般組成、各種機能性成分並びに脂肪酸組成の各分析は、第1回目と同じ方法で行った。

2. 結果

<ムネ肉>

1) 一般組成

ムネ肉の一般組成の測定結果を表5-17に示した。

表5-17 高脂高タンパク質飼料給与がムネ肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀										
対照区	72.7	0.1	24.8	0.1	1.1	0.0	0	0	1.3	0.0
1区(25)	72.3	0.2	25.6*	0.0	0.6*	0.0	0	0	1.5*	0.0
2区(20)	72.6	0.2	24.9	0.7	1.0	0.2	0	0	1.4	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質添加飼料給与区では、ムネ肉のタンパク質含量は有意に高く、脂肪含量が有意に低下した。第2回と同様の結果を示した。

2) レチノール当量と鉄の含量

レチノール当量と鉄の含量を表 5-18 に示した。

表 5-18 高脂高タンパク質飼料給与がムネ肉のレチノール当量や鉄含量に及ぼす影響

成分	レチノール当量($\mu\text{g}/100\text{g}$)		鉄($\text{mg}/100\text{g}$)	
	平均値	SD	平均値	SD
♀				
対照区	7.0	1.0	0.5	0.0
1 区(25)	5.0*	0.0	0.5	0.0
2 区(20)	5.7	1.3	0.4	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

レチノール当量は、高脂高タンパク質添加飼料の給与区において、有意に低下することが判明した。これも第 2 回と同様の結果であった。

3) 赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

鶏ムネ肉に含まれる脂肪を抽出し、その脂肪に含まれる脂肪酸組成を調べた。結果を表 5-19 に示した。

表 5-19 高脂高タンパク質飼料給与がムネ肉の脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀										
対照区	0.4	0.0	20.7	0.7	1.9	0.1	9.0	0.0	27.6	0.4
1 区(25)	0.8*	0.0	22.6	2.3	2.7*	0.2	9.4	2.0	33.8*	8.5
2 区(20)	0.7*	0.0	22.0	0.9	2.9	0.9	8.9	0.6	36.2*	5.8

脂肪酸	リノール酸		リノレン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀								
対照区	28.7	0.8	2.2	0.0	4.4	0.2	1.3	0.0
1 区(25)	16.9*	2.1	1.1*	0.0	5.1	1.1	2.5*	0.0
2 区(20)	17.7*	1.4	1.2*	0.0	4.0	1.0	1.8*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料添加区では、ミスチン酸、パルミトオレイン酸、オレイン酸やおよびドコサヘキサエン酸(DHA)の含量が有意に高くなった。一方、リノール酸やリノレン酸の含量が有意に低下した。

<モモ肉>

1) 一般組成

モモ肉の一般組成の測定結果を表5-20に示した。

表5-20 高脂高タンパク質飼料給与がモモ肉の一般組成(%)に及ぼす影響

一般組成	水分		粗タンパク質		粗脂肪		炭水化物		灰分	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀										
対照区	73.2	0.5	22.4	0.9	3.1	0.0	0	0.0	1.2	0.0
1区(25)	74.6*	0.4	22.3	0.2	1.9*	0.1	0	0.0	1.1	0.0
2区(20)	73.7	0.2	22.7	0.0	2.5*	0.0	0	0.0	1.1*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与は、モモ肉の粗脂肪含量を有意に低下させた。これは、すべての試験において同じ傾向を示した。

2) レチノール当量と鉄の含量

モモ肉のレチノール当量と鉄の含量を表5-21に示した。

表5-21 高脂高タンパク質飼料給与がモモ肉のレチノール当量含量や鉄に及ぼす影響

成分	レチノール当量($\mu\text{g}/100\text{g}$)		鉄($\text{mg}/100\text{g}$)	
	平均値	SD	平均値	SD
♀				
対照区	15.3	22.3	0.7	0.0
1区(25)	12.0	3.0	0.7	0.0
2区(20)	10.3	2.3	0.7	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与は、モモ肉のレチノール当量と鉄の含量に有意な差をもたらさなかった。しかし、レチノール当量を低下させる傾向が認められた。

3) モモ赤身肉内脂肪の脂肪酸組成

鶏モモ肉に含まれる脂肪を抽出し、その脂肪に含まれる脂肪酸組成を調べた。その結果を表5-22に示した。

表5-22 高脂高タンパク質飼料給与がモモ肉脂肪の脂肪酸組成(%)に及ぼす影響

脂肪酸	ミスチン酸		パルミチン酸		パルミトレイン酸		ステアリン酸		オレイン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀										
対照区	0.5	0.0	19.1	1.8	2.7	0.0	7.1	0.3	29.7	0.1
1区(25)	0.9*	0.0	22.7*	0.0	3.5*	0.3	8.8*	0.5	35.9*	2.8
2区(20)	0.7*	0.0	22.4*	0.6	3.7	0.5	8.2*	0.2	37.2*	0.7

脂肪酸	リノール酸		リルン酸		アラキドン酸		ドコサヘキサエン酸	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
♀								
対照区	31.8	3.6	2.6	0.0	2.8	0.1	0.7	0.0
1区(25)	18.5*	0.3	1.4*	0.0	3.3	0.2	1.3*	0.0
2区(20)	18.9*	2.0	1.5*	0.0	3.0	0.2	1.1*	0.0

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与区では、ミスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸およびDHAの含量が有意に増加した。また、リノール酸及びリルン酸の含量は、対照区より低い値を示した。第2回と同様の結果を示した。

4) 遊離グルタミン酸とイノシン酸含量

高脂高タンパク質飼料給与が、遊離グルタミン酸とイノシン酸含量に与える影響を調べ、結果を表5-23, 5-24に示した。

表5-23 高脂高タンパク質飼料給与が遊離グルタミン酸量(μ mol/g肉)に及ぼす影響

		ムネ肉	モモ肉
♂	対照区	2.15	3.24
	1区(25)	3.89	3.97
	2区(20)	2.46	2.31
♀	対照区	4.18	5.02
	1区(25)	3.76	4.71
	2区(20)	2.79	3.67*

*:対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与では、メスのモモ肉で遊離グルタミン酸が有意に低い値を示した。

表 5-24 高脂高タンパク質飼料給与がイノシン酸量 ($\mu\text{mol/g}$ 肉) に及ぼす影響

ムネ肉		平均値	SD
♂	対照区	3.28	0.32
	1区(25)	3.90	0.80
	2区(20)	4.57*	0.97
♀	対照区	2.95	0.69
	1区(25)	4.68*	0.49
	2区(20)	2.52	0.07

モモ肉		平均値	SD
♂	対照区	4.34	0.45
	1区(25)	4.37	0.46
	2区(20)	5.32	0.80
♀	対照区	2.97	0.45
	1区(25)	5.67*	0.65
	2区(20)	4.35	0.51

*: 対照区と比べて、有意差があったことを示す。

高脂高タンパク質飼料給与では、イノシン酸量が有意に高い値を示した。

<まとめ>

高脂高タンパク質飼料給与は、一般組成、脂肪酸組成、イノシン酸含量に影響を与えることが示唆された。

《官能評価》

1. 試料調製(蒸し鶏)

試料形状: ムネ肉・モモ肉 300～350g

加熱条件: 蒸し器庫内温度 98℃、蒸し時間 25～35min.

加熱終点基準は生肉中心温度 10℃より加熱開始、83℃で加熱終点とした。鶏肉の血液凝固温度を考慮して、消火後2min 庫内に放置して、内部 85℃確認後、官能評価試料とした。

2. 官能評価方法

評価方法: 7段階評点法(-3～3点), パネル(n=20: 本学調理系・食品系教職員)

官能評価の割付は各飼料区の雌雄につき、4個体あり、各個体5名ずつ割付(4個体×5名=20名), 更にラテン方格で試食順を考慮した。

評価項目: におい、味、テクスチャー、総合評価について識別及び嗜好評価を行った。

統計処理: 官能評価の値は平均値±標準偏差を算出し、各群間の比較は Fisher の LSD により行った。

3. 官能評価結果

有意差が認められた項目は以下の通りである。

<ムネ>

♂: 20%、25%とも対照よりやわらかくテクスチャー、味、総合評価が高かった。

20%、25%間では差がなかった。

♀: 25%がやわらかく多汁性が高く、テクスチャー、味、総合評価が高かった。

<モモ>

♂: 飼料区による差はない。

♀: 25%で、食べた時の獣臭さや後味が弱く、テクスチャーや総合評価が高かった。

3回目は全体に評価が低く、対照区が非常に悪かった。

<まとめ>

25%給与区の鶏肉で、獣臭さが弱く、食感が高いと評価された。これは、脂肪酸組成が影響している可能性が示唆された。このように、高脂高タンパク質飼料給与は、鶏肉の食味性に悪い影響は与えておらず、好ましくなる傾向を示した。

第3回エコフィード添加飼料（25%、20%）が肉質に及ぼす影響

蒸し鶏：ムネ肉

評価項目		獣（ケモノ）臭さの強弱		かたさ		多汁性		テクスチャーの好ましき	
♂	対照	1.00 ± 1.03		-1.00 ± 1.03		-1.33 ± 1.14		-1.40 ± 0.88	
	I 25%	1.13 ± 0.72		0.27 ± 1.00	**	-1.07 ± 0.68	*	-0.47 ± 0.72	*
	II 20%	0.73 ± 1.00		0.47 ± 1.20	**	-0.53 ± 1.20		-0.27 ± 1.18	**
♀	対照	0.70 ± 0.95		-1.00 ± 1.41	*	-1.80 ± 0.87	*	-1.70 ± 1.05	*
	I 25%	0.50 ± 1.20		0.00 ± 1.34		-1.15 ± 0.91	*	-0.90 ± 0.94	*
	II 20%	1.15 ± 0.96		-0.80 ± 1.21		-1.75 ± 0.83		-1.70 ± 0.78	*

評価項目		食べたときの獣（ケモノ）臭さの強弱		基本味としてのうま味の強弱		後味の強弱		味の好ましき		総合的な好ましき	
♂	対照	0.73 ± 1.06		-0.73 ± 0.93		0.33 ± 1.01		-1.27 ± 0.68		-1.40 ± 0.61	**
	I 25%	0.73 ± 0.68		-0.20 ± 0.91		-0.13 ± 0.50		-0.27 ± 0.77	*	-0.33 ± 0.70	**
	II 20%	0.47 ± 0.81		-0.27 ± 0.68		0.20 ± 0.98		-0.60 ± 0.80	*	-0.53 ± 0.96	**
♀	対照	0.35 ± 0.91	*	-1.05 ± 1.07		0.00 ± 0.89	*	-1.05 ± 1.12		-1.45 ± 1.02	*
	I 25%	0.40 ± 1.11	*	-0.65 ± 0.91		-0.15 ± 0.91	*	-0.75 ± 0.77	*	-0.85 ± 0.96	*
	II 20%	1.10 ± 0.77	**	-0.85 ± 1.01		0.60 ± 0.92	*	-1.50 ± 0.81	*	-1.70 ± 0.64	**

**：p<0.01 *：p<0.05

第3回エコフィード添加飼料（25%、20%）が肉質に及ぼす影響

蒸し鶏：モモ肉

評価項目		獣（ケモノ）臭さの強弱		かたさ		多汁性		テクスチャーの好ましき	
♂	対照	1.47 ± 0.81		-0.07 ± 0.77		-0.60 ± 0.80		-0.47 ± 0.50	
	I 25%	1.33 ± 1.01		0.40 ± 0.71		-0.13 ± 0.81		0.00 ± 0.73	
	II 20%	1.07 ± 1.06		-0.07 ± 0.77		-0.47 ± 0.88		-0.20 ± 0.83	
♀	対照	0.95 ± 1.07		-0.45 ± 0.80		-0.85 ± 0.73		-0.70 ± 0.90	*
	I 25%	0.60 ± 0.80		-0.05 ± 0.80		-0.40 ± 0.97		-0.15 ± 0.85	*
	II 20%	0.80 ± 0.87		-0.20 ± 0.81		-0.55 ± 1.12		-0.45 ± 0.59	

評価項目		食べたときの獣（ケモノ）臭さの強弱		基本味としてのうま味の強弱		後味の強弱		味の好ましき		総合的な好ましき	
♂	対照	1.00 ± 0.89		-0.27 ± 0.77		0.73 ± 1.00		-0.93 ± 0.85		-1.00 ± 0.82	
	I 25%	0.67 ± 0.94		0.20 ± 0.65		0.73 ± 0.77		-0.60 ± 0.95		-0.53 ± 1.09	
	II 20%	1.07 ± 0.85		0.33 ± 0.94		0.47 ± 0.96		-0.67 ± 1.01		-0.60 ± 1.02	
♀	対照	1.00 ± 0.55	*	-0.15 ± 0.73		0.70 ± 0.64	*	-0.65 ± 0.91		-0.85 ± 0.79	*
	I 25%	0.25 ± 0.83	**	-0.20 ± 0.87		0.10 ± 0.89	*	-0.35 ± 0.73		-0.25 ± 0.83	*
	II 20%	0.40 ± 0.73	**	-0.20 ± 0.93		0.10 ± 0.77	*	-0.50 ± 0.92		-0.50 ± 0.97	

**：p<0.01 *：p<0.05

識別項目（強弱）

-3=非常に弱い、-2=弱い、-1=やや弱い、0=普通、1=やや強い、2=強い、3=非常に強い

識別項目（かたさ）

-3=非常にかたい、-2=かたい、-1=ややかたい、0=普通、1=やややわらかい、2=やわらかい、3=非常にやわらかい

識別項目（多汁性）

-3=非常にばさついている、-2=ばさついている、-1=ややばさついている、0=普通、1=ややしっとりしている、2=しっとりしている、3=非常にしっとりしている

嗜好項目（下線付き項目）

-3=非常に好ましくない、-2=好ましくない、-1=やや好ましくない、0=普通、1=やや好ましい、2=好ましい、3=非常に好ましい