

コンビニエンスストアに由来するエコフィード給与が 肥育後期の豚の発育と肉質に及ぼす影響

松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二・岡崎好子

Effect of Residual Convenience Stores Feeding on Growth Performance and Meat
Quality in Finishing Stage of Fattening Pigs

Yukiko MATSUMOTO, Kunio SUZUKI, Keiji TAKAHASHI and Yoshiko OKAZAKI

要 約

コンビニエンスストアから排出される消費期限切れの食品のうち低タンパク質・低脂質の素材を加熱乾燥した飼料（エコフィード）を用い、豚肥育後期用飼料の30%、50%、70%代替した飼料およびエコフィード主体で成分調製を行った飼料を、肥育豚（WLD）に体重70kgから110kgまでの肥育後期のステージに給与し、発育、と体形質、肉質、脂質に及ぼす影響を調査した。

発育成績は、50%区がもっとも良好で、全てのエコフィード給与区が対照区より良好な成績を示した。と体成績では、エコフィード給与区は背脂肪が厚くなる傾向を示した。肉質成績は、給与飼料による一定の傾向はみられなかった。筋肉内脂肪含量は、エコフィード給与区が対照区より高い傾向を示した。内層脂肪融点は各区間に有意差はなく、軟脂の傾向はみられなかった。内層脂肪の脂肪酸組成では、エコフィード給与区のオレイン酸含量が増加し、リノール酸含量が減少する傾向がみられたが、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸の割合は変わらなかった。以上の結果から、エコフィードの肥育後期豚への利用が可能であることが示唆された。

緒 言

食品の流通過程で大量に排出される食品廃棄物を食品循環資源として有効利用するために、その飼料化が全国的に進められている。また、とうもろこしのバイオマス利用などの影響による飼料価格の高騰が、畜産経営を圧迫し始めている現況下、より安価な飼料資源の確保が求められている。

食品製造工場などから食品の製造過程で発生するおからやパン屑などの製造副産物は、成分が安定しているため飼料化しやすく、多くの肥育豚への給与と試験研究が行われている^{1) - 10)}。一方、外食産業、食品卸売りおよび小売業から発生する消費期限切れ食品や食べ残しなどの都市厨芥は、成分が安定せず供給も不安定なため、利用が進み難い。さらにこれらの素材は脂肪含量が高いことから、豚に給与した場合、軟脂の発生も懸念される¹¹⁾。しかし、これら食べ残し食品を有効利用するために、乾燥、発酵または脱脂処理を行ったものを配合飼料に混合し肥

育豚に給与した報告^{12) - 18)}や、発酵リキッド飼料として給与した報告^{19) - 20)}などがあり、肉質や脂質に悪影響のない給与方法が検討されている。

県内では、大規模な循環型飼料化施設が建設され、東京23区などから回収されるコンビニエンスストアの消費期限切れの食品を、原料の段階で低タンパク質・低脂質と高タンパク質・高脂質の素材に分け加熱乾燥処理により飼料化が行われている。そこで、低タンパク質・低脂質エコフィードの給与が、肥育後期の豚の飼料として有効活用できるかを検討した。

材料および方法

1. 低タンパク質・低脂質エコフィード

コンビニエンスストアから回収された消費期限切れの食品のうち、ご飯類80%、低脂麺（そば、うどん）10%、菓子パン10%の割合で混合し加熱乾燥したものを利用した。エコフィードの成分値を表1に示した。

2. 供試豚

当センターで維持している系統豚ボウソウL3とボウソウWを利用し生産した三元交雑豚WLD20頭（去勢15頭、雌5頭）を供試した。供試豚は、各区去勢3

平成20年8月31日受付

表1. エコフィードの成分値

成分	値 (%)
水分	14.3
粗蛋白質	10.3
粗脂肪	5.1
粗繊維	1.3
粗灰分	2.4
TDN	89.5
Ca	0.03
P	0.14
Mg	0.01
Na	0.68

十勝農業協同組合連合会での分析値
水分以外は乾物中の含有割合を示す

頭と雌1頭に振り分け体重30kgから2頭群飼で飼育し、2頭の平均体重が70kgに到達した豚群から試験用飼料に切り替え、調査を開始した。飼養条件は不断給餌、自由飲水とした。調査期間は2006年5月22日から8月7日であった。

3. 試験区分と供試飼料

試験区は、肥育用飼料へのエコフィードの配合割合により、30%代替区、50%代替区、70%代替区、およびエコフィード主体で成分調製を行った区(以下、30%区、50%区、70%区、エコ配合区とする)の4区とした。エコ配合区は、エコフィード77%、大豆粕10%、アルファルファミール10%、ビタミンADE1%、第二リン酸カルシウム1%、炭酸カルシウム1%を配合調製した飼料である。対照区には、肥育用飼料のみを用いた。なお、試験区、対照区ともに肥育用飼料は、新豚産肉能力検定用飼料(CP14.5%以上、TDN74.5%以上)を用いた。供試飼料の一般成分値と脂肪酸組成を表2に示した。

4. 調査項目

(1) 飼料成分

エコフィードの成分変動を調査するために、試験期間中に製造されたエコフィードの製造ロットごとの一般成分の分析を公定法²¹⁾により実施した。脂肪酸組成はFolch法²²⁾で抽出した脂肪をナトリウム-メチレート法によりメチル化し、ガスクロマトグラフィ(島津

表2. 供試飼料の一般成分および脂肪酸組成

区	一般成分 (%)						NFE
	水分	粗蛋白質	粗脂肪	粗繊維	粗灰分		
対照区	11.6	17.0	3.2	4.4	5.5	69.9	
30%区	8.6	15.1	3.1	3.2	4.4	74.2	
50%区	8.8	12.8	3.0	2.0	4.0	78.1	
70%区	9.6	10.3	3.9	1.9	3.8	80.1	
エコ配合区	9.3	17.2	3.0	4.3	5.0	70.5	

区	脂肪酸組成 (%)						
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	飽和 不飽和
対照区	0.6	16.0	0.7	3.3	33.3	43.3	77.8
30%区	2.5	19.8	1.5	5.8	42.9	23.2	68.2
50%区	2.8	19.9	1.2	5.9	41.5	24.2	67.6
70%区	2.1	20.3	1.2	5.1	42.5	24.8	69.1
エコ配合区	3.0	21.4	1.2	6.4	42.3	22.0	65.8

水分以外は乾物中の含有割合を示す

GC17-A、カラム:chromosorbWAW 10% SP-2340、温度:カラム200、注入部とFID230)で測定した。

(2) 発育成績

豚の体重を70kg到達時より毎週測定し、1日平均増体量を算出した。体重測定時に残飼量を測定し1頭あたりの飼料摂取量を求め、試験期間中の飼料要求率を算出した。

(3) 枝肉調査

110kgに到達した豚から順次出荷し皮はぎ法によりと畜を行った。と畜翌日に、豚産肉能力検定法²³⁾に準じて、冷と体重、と体長、背腰長、と体幅、大割肉片割合、ロース断面積(第4-5胸椎間)、背脂肪の厚さを測定した。

(4) 肉質および脂肪質

肉質検査は「豚肉の品質評価に関する研究実施要領」²⁴⁾に準じて実施した。と畜後1日目に左半丸枝肉のロース部分(第5~9胸椎)を採取し、水分含量、ロース芯肉色および背脂肪色を測定し、2日目に筋肉内脂肪含量、伸展率、加圧保水力、加熱損失、圧搾肉汁率、せん断力価を測定した。ロース芯肉色ならびに背脂肪色は、色彩色差計(ミノルタ製CR300)により、L*値(明度)、a*値(赤色度)、b*値(黄色度)を測定した。せん断力価は、Warner-Bratzlerのせん断力価計を用いて測定した。

脂肪は、第5胸椎の内層脂肪を採取し、脂肪融点を上昇融点法²⁴⁾にて測定し、脂肪酸組成は、溶解し脱脂水を通した脂肪を飼料成分と同じ条件で測定した。

5. 統計処理

データの解析は、フリーソフトR ver.2.5.1を用い、給与飼料を要因とした一元配置の分散分析を行った。

結 果

1. 飼料成分値

エコフィードの製造ロット別の一般成分値を表3に示した。水分は10.5~12.0%、粗蛋白質は8.8~10.3%、粗脂肪は3.9~4.7%の範囲であり大きなばらつきはみられなかった。粗繊維および粗灰分は8ロットほぼ同様の値であった。

表3. エコフィードの製造ロット毎の成分分析値

ロット	水分 %	粗蛋白質 %DM	粗脂肪 %DM	粗繊維 %DM	粗灰分 %DM	NFE %DM
1	11.3	10.3	4.7	0.5	2.1	82.3
2	10.5	9.6	4.2	0.3	2.3	83.6
3	12.0	8.8	4.6	0.5	2.2	83.8
4	11.6	9.1	4.5	0.6	2.1	83.6
5	11.1	9.4	4.6	0.6	2.2	83.2
6	10.9	9.0	4.3	0.5	2.3	83.9
7	11.5	9.1	3.9	0.5	2.5	84.1
8	11.8	10.0	3.9	0.5	2.4	83.2
平均	11.3	9.4	4.4	0.5	2.3	83.5
±SD	0.5	0.5	0.3	0.1	0.1	0.6

表 4. 発育成績

区	1日平均増体量 (g)	飼料 要求率	試験開始 日齢	肥育期間(日) (体重70~110kg)	出荷日齢
対照区	943.7 ± 120.8	3.7	122.8 ± 6.1	41.5 ± 9.7	166.8 ± 14.7
30%区	1002.7 ± 189.2	3.9	117.3 ± 10.1	42.0 ± 9.9	161.3 ± 14.7
50%区	1217.9 ± 120.6	3.3	116.5 ± 4.7	33.3 ± 3.5	151.8 ± 6.1
70%区	976.7 ± 26.7	3.4	123.8 ± 7.4	36.8 ± 3.5	162.5 ± 9.3
エコ配合区	990.1 ± 164.4	3.1	121.0 ± 4.9	41.5 ± 9.7	164.5 ± 11.0

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり (p<0.05)

表 5. と体成績

区	冷と体重 (kg)	と体長 (cm)	背腰長 (cm)	と体幅 (cm)	大割肉片割合 (%)			ロース断面積 (cm ²)
					カタ	ロース・バラ	ハム	
対照区	73.9 ± 1.9	93.5 ± 1.5	67.9 ± 1.3	33.3 ± 1.2	30.2 ± 0.2	41.2 ± 1.4	29.6 ± 1.2	22.5 ± 3.8
30%区	77.6 ± 1.3	93.2 ± 0.8	67.4 ± 0.9	33.9 ± 0.5	29.6 ± 0.3	42.2 ± 1.1	28.2 ± 0.8	20.2 ± 2.0
50%区	78.0 ± 1.8	92.5 ± 2.3	67.6 ± 1.4	33.8 ± 0.6	29.4 ± 0.2	41.6 ± 0.8	29.0 ± 1.0	21.7 ± 1.0
70%区	77.5 ± 1.1	94.1 ± 2.1	68.8 ± 1.6	34.4 ± 0.6	29.9 ± 0.5	42.6 ± 0.9	27.5 ± 1.1	18.2 ± 1.1
エコ配合区	77.6 ± 2.7	94.1 ± 3.0	68.0 ± 1.5	34.3 ± 1.1	29.7 ± 0.5	41.0 ± 0.8	29.3 ± 0.6	19.7 ± 2.2

平均値±標準偏差

区	背脂肪 (cm)				ランジル (cm)		
	カタ	セ	コシ	3部位平均	前	中	後
対照区	3.6 ± 0.3	1.7 ± 0.2 ^b	2.6 ± 0.3	2.6 ± 0.3 ^b	2.8 ± 0.3	1.7 ± 0.4 ^c	2.8 ± 0.6
30%区	4.1 ± 0.3	2.4 ± 0.2 ^a	3.2 ± 0.2	3.2 ± 0.2 ^a	3.6 ± 0.4	2.5 ± 0.3 ^a	3.3 ± 0.3
50%区	4.2 ± 0.3	2.2 ± 0.3 ^{ab}	3.2 ± 0.1	3.2 ± 0.2 ^a	3.4 ± 0.3	2.3 ± 0.3 ^{ab}	3.5 ± 0.3
70%区	4.2 ± 0.5	2.5 ± 0.3 ^a	3.2 ± 0.4	3.3 ± 0.2 ^a	3.3 ± 0.3	2.4 ± 0.3 ^{ab}	3.4 ± 0.1
エコ配合区	3.9 ± 0.2	2.1 ± 0.3 ^{ab}	3.0 ± 0.4	3.0 ± 0.2 ^{ab}	3.1 ± 0.3	1.9 ± 0.1 ^{bc}	3.1 ± 0.2

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり (p<0.05)

2. 発育成績

発育成績を表4に示した。調査した全ての項目に有意な差はみられなかったが、1日平均増体量は対照区と比較して、エコフィード給与区が良好な値を示した。飼料要求率は30%区を除きエコフィードの配合割合が増加するに従って、対照区より良好な値を示す傾向にあった。70kgから110kgまでの肥育期間は50%区で33.3日と最も短く、出荷日齢も早かった。

3. と体成績

と体成績を表5に示した。冷と体重、と体長、背腰長、と体幅、大割肉片の割合は、全ての試験区において対照区と有意な差はみられなかった。ロース断面積は対照区と比べて各試験区とも小さい値を示したが、有意

な差はみられなかった。

脂肪厚はセの部分において対照区に比べ、30%区と70%区で有意に高い値を示した (p<0.05)。背脂肪の3部位平均においても対照区に比べ、30%区、50%区および70%区で有意に高い値を示した (p<0.05)。ランジルの中央部でも対照区と比べ、30%区、50%区および70%区で有意に高い値を示した (p<0.05)。

4. 肉質成績

肉質成績を表6に示した。筋肉内脂肪含量は、50%区、70%区およびエコ配合区で対照区より有意に高い値を示した (p<0.05)。その他の各測定項目は、エコフィード給与区と対照区に有意な差はみられなかった。

ロース芯の肉色および背脂肪色を表7に示した。各

表 6. 肉質成績

区	水分含量 (%)	伸張率 (cm/g)	加熱損失 (%)	加圧保水力 (%)	圧搾肉汁率 (%)	せん断力価 (Lb)	筋肉内脂肪含量 (%)
対照区	73.1 ± 0.8	29.2 ± 1.5	20.5 ± 1.5	77.6 ± 1.0	53.1 ± 1.1	6.6 ± 0.6	3.0 ± 0.8 ^c
30%区	73.1 ± 0.8	32.0 ± 2.0	20.0 ± 1.3	78.4 ± 2.2	53.7 ± 1.8	7.8 ± 0.5	3.7 ± 0.6 ^{bc}
50%区	72.9 ± 1.1	30.8 ± 0.6	22.6 ± 0.5	79.4 ± 1.6	53.3 ± 1.3	7.4 ± 2.0	4.0 ± 0.6 ^{ab}
70%区	72.7 ± 0.4	28.4 ± 1.2	21.3 ± 2.5	77.9 ± 1.5	53.3 ± 1.0	6.4 ± 0.7	4.5 ± 1.1 ^a
エコ配合区	72.9 ± 0.8	28.9 ± 1.0	22.2 ± 3.4	77.8 ± 2.4	52.2 ± 1.8	6.5 ± 0.6	4.3 ± 1.1 ^{ab}

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり (p<0.05)

表 7. ロース芯肉色および背脂肪色

区	ロース芯肉色			背脂肪色		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
対照区	51.2 ± 1.5	8.5 ± 0.3	3.6 ± 0.6	80.4 ± 0.7	2.9 ± 0.3	4.2 ± 0.5
30%区	50.6 ± 1.2	9.0 ± 0.9	3.4 ± 0.4	80.2 ± 1.0	3.4 ± 0.4	3.7 ± 0.2
50%区	52.0 ± 1.2	8.7 ± 0.6	3.6 ± 0.6	80.2 ± 0.8	3.5 ± 0.2	3.6 ± 0.1
70%区	52.9 ± 1.2	8.7 ± 1.4	3.8 ± 0.5	80.9 ± 0.7	2.9 ± 0.2	4.1 ± 0.3
エコ配合区	52.3 ± 1.9	8.6 ± 1.3	3.9 ± 0.8	80.3 ± 0.6	3.3 ± 0.6	4.6 ± 0.6

平均値±標準偏差

表8. 内層脂肪の融点と脂肪酸組成

区	脂肪融点 ()	脂肪酸組成 (%)					
		C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2
対照区	38.2 ± 1.7	1.4 ± 0.4	25.5 ± 0.7	2.6 ± 0.2	17.9 ± 0.3	40.1 ± 1.0 ^b	10.9 ± 1.9 ^a
30%区	38.8 ± 0.6	1.3 ± 0.1	26.2 ± 0.8	2.4 ± 0.3	17.6 ± 1.0	42.4 ± 1.0 ^a	8.6 ± 1.2 ^b
50%区	40.6 ± 1.1	1.3 ± 0.1	25.9 ± 0.8	2.4 ± 0.3	18.9 ± 0.9	41.0 ± 0.3 ^{ab}	8.9 ± 1.0 ^b
70%区	39.5 ± 1.6	1.3 ± 0.0	25.9 ± 0.5	2.0 ± 0.2	19.2 ± 1.1	42.6 ± 1.1 ^a	7.6 ± 0.7 ^b
エコ配合区	40.0 ± 2.0	1.4 ± 0.0	27.6 ± 0.9	2.5 ± 0.0	18.8 ± 0.8	42.0 ± 2.6 ^a	8.2 ± 1.2 ^b

区	脂肪酸組成 (%)			
	飽和	不飽和	一価不飽和	多価不飽和
対照区	46.3 ± 0.8	53.7 ± 0.8	42.7 ± 1.2 ^c	11.1 ± 1.7 ^a
30%区	46.5 ± 1.6	53.5 ± 1.6	44.8 ± 1.1 ^a	8.7 ± 1.2 ^b
50%区	47.6 ± 1.6	52.4 ± 1.6	43.5 ± 0.5 ^{bc}	9.1 ± 1.1 ^b
70%区	47.8 ± 1.7	52.2 ± 1.7	44.6 ± 1.3 ^{ab}	7.6 ± 0.6 ^b
エコ配合区	48.0 ± 2.6	52.0 ± 2.6	43.8 ± 1.5 ^{ab}	8.2 ± 1.2 ^b

平均値±標準偏差

異符号間に有意差あり (p<0.05)

区間の肉色および脂肪色に有意な差はみられなかった。

内層脂肪の融点および脂肪酸組成を表8に示した。内層脂肪の融点は、各区間に有意差はなく、38.2～40.6の範囲で軟脂の傾向はみられなかった。脂肪酸組成においては、全てのエコフィード給与区のオレイン酸の含有割合が対照区より多い傾向があり、30%区、70%区、エコ配合区では有意に高い値を示した (p<0.05)。オレイン酸を含む一価不飽和脂肪酸含量においても同様の傾向がみられた。リノール酸は、各エコフィード給与区ともに対照区と比べ有意に低い値を示した (p<0.05)。リノール酸を含む多価不飽和脂肪酸においても同様の傾向がみられた。

考 察

エコフィードの利用は畜産における飼料費の低減および飼料自給率向上だけでなく、食品リサイクルの推進、資源循環型社会の構築においても重要な取り組みである。

コンビニエンスストアから排出される消費期限切れの食品のうち、今回用いた低タンパク質・低脂質の素材を乾燥処理したものは、エコフィードを利用する場合に懸念される成分の大きなばらつきはみられず、製造ロットごとの成分値の変動はほとんどみられなかった。

高TDN飼料を豚に給与すると、飼料要求率および1日平均増体量が改善されるとの報告があるが²⁵⁾～²⁹⁾、今回の試験においても、TDNが89.5%と高い飼料であるエコフィードを50%、70%の高率で配合飼料と代替した区において、発育成績は対照区よりも良好であった。枝肉形質において、飼料のエネルギー水準が高まると背脂肪が厚くなるという報告があるが²⁷⁾、本試験においても、エコフィード給与区の脂肪厚は測定部位によっては対照区より厚くなる傾向を示した。トウモロコシの代替としてエコフィードを利用し配合設計したエコ配合区では、背脂肪が厚くなることはなく、全ての調査項目において

対照区と類似した値を示したことから、エコフィードは、配合飼料の原料としても十分に利用できると思われる。

内層脂肪中の脂肪酸は、エコフィードを給与することによりリノール酸含量が減少する傾向がみられた。エコフィードを豚に給与する場合、最も問題となるのは軟脂の発生である。軟脂の発生に大きく関与するのは飼料であり、特に飼料中の脂肪含量および脂肪酸組成の影響が大きい²⁹⁾。脂肪酸の中でも不飽和脂肪酸、特にリノール酸などの多価不飽和脂肪酸が多いほど軟脂になりやすいといわれている¹¹⁾。給与したエコフィードのリノール酸含量は配合飼料よりも低く、軟脂が発生する心配のない脂肪成分であると考えられる。

また、健康や味の観点から注目されているオレイン酸は、動脈硬化防止などに著しい効果を発揮することがわかっている¹¹⁾。エコフィード給与区の内層脂肪においてオレイン酸含量が増加する傾向がみられたことから、エコフィードを給与し生産された豚肉は、特徴ある豚肉生産が可能で、銘柄豚肉としての利用の可能性も考えられる。

今回の試験は、供試頭数が少ないため実際の生産現場での普及にはさらなる調査が必要であるが、これらの成績はエコフィードを肥育後期の豚に有効利用することが可能であることを示唆し、さらにエコフィード主体の配合設計でも良好な成績であったことは、エコフィードの利用拡大につながると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 齋藤健光・設楽修・山口和光 (1988)・兵庫農技総セ研報〔畜産〕: 24: 43-48
- 2) 丹羽美次・中西五十 (1995) 日豚会誌: 32: 1-7
- 3) 鈴木啓一・清水ゆう子・門脇宏 (2002) 日豚会誌: 39,4: 66-70
- 4) 矢後啓司・青木稔・峰崎洋通・仲澤慶紀・菅野二郎・鈴木貢 (2002) 神奈川畜研研報: 89: 26-28
- 5) 鈴木啓一・門脇宏・日野正浩・田村勝男 (2002) 日豚会誌 39, 2: 59-65
- 6) 山田未知・桑折修平・山田幸二・菅野廣和 (2004) 日豚会誌 41,2: 67-75
- 7) 岩本英治・設楽修・入江正和 (2005) 日畜会報 76(1): 15-22
- 8) 山田未知・添田輝・関口志真・網中潤・山田幸二・武藤健司 (2005) 日豚会誌 42,2: 45-53

松本ら：コンビニエンスストアに由来するエコフィード給与が肥育後期の豚の発育と肉質に及ぼす影響

- 9) 嶋澤光一・本多昭幸・竹野大志・西川徹・尾野喜孝 (2007) 日畜会報 78 (3): 355-362
- 10) 上原力・田淵賢治 (2007) 香川畜試験研報: 42: 1-9,39-45
- 11) 入江正和 (2002) 日豚会誌 39, 4: 221-254
- 12) 阿部亮編 (2006) 食品循環資源最適利用マニュアル サイエンスフォーラム: 78-83
- 13) 川北正昭・守倉梨佳・中田雄二 (2002) 宮崎畜試研報: 15: 101-105
- 14) 小池達也・芝田周平・高橋一郎 (2004) 栃木畜試研報: 20: 23-30
- 15) 来間太志・三角久志・守倉梨佳・中田雄二 (2004) 宮崎畜試研報: 17: 109-112
- 16) 堀之内正次郎・三角久志・岩切正芳・入江正和・高橋俊浩・森田哲夫・立石真理 (2007) 宮崎畜試研報: 20: 68-74
- 17) 大賀友英・太田壮洋・元永利正・菅原健介 (2006) 山口畜試研報: 21: 89-96
- 18) 渡邊哲夫・小池達也・齋藤俊哉・菊池草一・芝田周平 (2007) 栃木畜試研報: 23: 17-22
- 19) 阿部亮編 (2006) 食品循環資源最適利用マニュアル サイエンスフォーラム: 84-87
- 20) 大森英之・守谷直子・石田三佳・大塚舞・小橋有里・本山三知代・佐々木啓介・田島清・西岡輝美・蔡義民・三津本充・勝俣昌也・川島知之 (2007) 日畜会報 78 (2): 189-200
- 21) 石橋晃 (2001) 新編動物栄養試験法 養賢堂: 455-466
- 22) FOLCH, J., M. LEES and G. H. SLOANE STANLEY (1957) J. Biol. Chem., 226: 497-509
- 23) 社団法人日本種豚登録協会、豚産肉能力検定実務書: 22-49
- 24) 農林水産省畜産試験場加工第2研究室 (1990): 豚肉の肉質改善に関する研究実施要領
- 25) 古橋圭介・小山昇 (1969) 神奈川畜試研報: 36: 20-43
- 26) 内藤昌男・加藤良忠 (1978) 千葉畜セ研報: 2: 41-47
- 27) 設楽修・山本剛・齋藤健光 (1991) 兵庫農技総セ研報〔畜産〕: 27: 21-26
- 28) 設楽修・齋藤健光・山口和光 (1990) 兵庫農技総セ研報〔畜産〕: 26: 25-30
- 29) 独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構編 (2005) 日本飼養標準・豚(2005年度版) 中央畜産会: 41-42