

醤油粕5%の配合が肥育後期豚の発育・肉質に及ぼす影響

新垣裕子・村田美里・高橋圭二・細野真司・脇 雅之

Effects of Soy-Sauce Cake Feeding to Growth Performance and Meat Quality of Finishing Pigs

Yuko ARAGAKI, Misato MURATA, Keiji TAKAHASHI, Shinji HOSONO and Masayuki WAKI

要 約

地域の未利用資源である脱塩処理を施していない圧搾醤油粕に注目し、これを配合した飼料を肥育後期豚に給与して発育・肉質成績などを調査した。試験区は、醤油粕を5%配合しCP、TDNを対照区と同等になるよう調整した「配合区」、醤油粕を市販の肥育後期飼料に5%配合した「上乘せ区」、市販の肥育後期飼料を給与する「対照区」とした。

発育・屠体・肉質成績は試験区による有意な差は見られず、醤油粕給与の2区は対照区と遜色ない成績が得られた。脂肪酸組成では飽和脂肪酸の割合が醤油粕を配合した2区で対照区より低い値を示し ($P<0.01$)、不飽和脂肪酸の割合が高い値を示した ($P<0.01$)。脂肪融点は配合区、上乘せ区が対照区より低い傾向であったが、区間に有意差はみられなかった。飲水行動の観察では、飲水回数が1日の平均で配合区が18.6回、上乘せ区が24.0回、対照区が14.8回と、上乘せ区の飲水回数が対照区に対し多い ($P<0.01$) 結果となった。

以上から、醤油粕5%を配合した飼料は豚の嗜好性に問題はなく、市販の肥育後期飼料と同等の発育・屠体・肉質成績が得られ、枝肉の格付にも悪影響はなかったが、飲水回数は配合区で対照区の1.3倍、上乘せ区で1.6倍増えた。

がある。そこで地域の未利用資源である、脱塩処理を施していない圧搾醤油粕に注目し試験を行った。

緒 言

近年の輸入飼料価格高騰により養豚経営は圧迫されており、海外の穀物相場の影響を受けない国産飼料の生産・利用は重要な課題である。輸入飼料、特にトウモロコシや大豆の代替になる飼料原料として飼料用米やエコフィードが注目され、各地で試験研究が進められ、生産現場でも利用されつつある¹⁻⁸⁾。当センターでも飼料用米およびエコフィードの試験¹⁻⁵⁾を実施しているが、これらの利用にあたっては、品質の保持、輸送コストを抑えるために地域内での流通・利用が重要である。

千葉県は醤油の生産量が全国第1位⁹⁾であり、副産物である醤油の搾り粕（以下、醤油粕）も多く発生している。大手メーカーでは飼料化、肥料化等もなされているが、中小規模のメーカーなどでは水分が高く塩分濃度も高いため、すべての醤油粕の再利用は難しいという現状

平成26年8月31日受付

材料および方法

1. 醤油粕

醤油粕は近隣の醤油メーカーから入手し、醤油を搾る際に残さとして残る圧搾処理された醤油粕（原物で食塩濃度13.2%）を2mm以下に粉碎後、他の飼料原料と配合した。醤油粕の一般成分分析値と脂肪酸組成を表1、2に示した。一般成分の分析は公定法¹⁰⁾により実施した。脂肪酸組成はFolch法¹¹⁾で抽出した脂肪をナトリウム-メチラート法によりメチル化し、ガスクロマトグラフ（島津GC14-A）で測定した。なお、水分以外は乾物中の含有割合を示した。

2. 試験区分

醤油粕を5%配合しCP、TDNが対照区と同等になるよう調整した「配合区」、実際に醤油粕を農家で利用する際の利用方法に近いと考えられる、醤油粕を市販の肥育後期飼料に5%配合した「上乘せ区」、市販の肥

育後期飼料を給与する「対照区」の3区分とした。

表1 醤油粕の成分分析値 (乾物中%)

成分	醤油粕
水分	41.8
食塩	22.7
粗タンパク質	39.0
粗脂肪	7.8
粗繊維	7.9
粗灰分	13.3
NFE	32.0

表2 醤油粕の脂肪酸組成 (%)

項目	醤油粕
C14:0 ミリスチン酸	0.0
C16:0 パルミチン酸	12.1
C16:1 パルミトレイン酸	0.0
C18:0 ステアリン酸	0.0
C18:1 オレイン酸	20.1
C18:2 リノール酸	64.5
C18:3 リノレン酸	3.3
飽和脂肪酸	12.1
不飽和脂肪酸	87.9
一価不飽和脂肪酸	20.1
多価不飽和脂肪酸	67.8

3. 供試豚

当センターで系統造成中のランドレース種と、当センターで系統を維持しているボウソウWを利用し生産した三元交雑豚LWDを各区去勢4頭、雌4頭の計24頭供試した。

試験は体重70kg (平均72.2kg) から上記3区の試験飼料を不断給与した。供試豚は単飼、自由飲水とし、110kgに到達した個体から順次屠畜した。

4. 供試飼料

飼料原料の配合割合を表3、供試飼料の一般成分分析値を表4に示した。なお、一般成分の分析は公定法¹⁰⁾により実施した。

また、醤油粕、対照区に用いた市販肥育後期飼料の食塩濃度を表5に示した。モール法¹²⁾を用いて測定を行った。

なお、飼料給与試験は2013年3月11日から5月27日に行った。

5. 調査項目

(1) 発育成績

70kg到達時より毎週個体ごとに110kg到達時まで体重測定を行い、1日平均増体量を算出した。また、飼料給与量を毎日記録、残飼量を毎週測定し、飼料要求率を算出した。

(2) 屠体調査

110kgに到達した個体から屠場に出荷し、皮はぎ

表3 飼料原料の配合割合 (%)

飼料原料	配合区	上乘せ区	対照区
醤油粕	5	5	-
市販の肥育後期飼料	-	95	100
二種混*	80.2	-	-
大豆粕ミール	9.7	-	-
なたね油粕	1.5	-	-
イエローグリース	1.8	-	-
炭酸カルシウム	0.7	-	-
第2リン酸カルシウム	0.7	-	-
サプリメント (ビタミン、ミネラル)	0.4	-	-

* 二種混の内容はトウモロコシ97.6%、魚粉2.4%

表4 供試飼料の成分分析値 (乾物中%)

成分	配合区	上乘せ区	対照区
水分	13.65	13.01	11.82
食塩	0.76	1.27	0.53
粗タンパク質	15.53	16.31	15.98
粗脂肪	6.32	3.77	3.81
粗繊維	3.75	3.90	3.78
粗灰分	4.53	4.90	4.64
NFE	69.87	71.12	71.80
TDN*	90.47	85.18	88.46

* TDNは計算値

表5 醤油粕と市販肥育後期飼料の食塩濃度 (%)

	醤油粕	市販肥育後期飼料
乾物中	22.68	0.53
原物中	13.20	0.47

法により屠畜を行った。一晚冷却し、屠畜翌日に豚産肉能力検定法の屠体の測定要領¹³⁾に準じて、冷屠体重、屠体長I、背腰長II、屠体幅、大割肉片割合、ロース断面積、背脂肪の厚さを測定した。枝肉の格付は、(社)日本食肉格付協会の格付員により行った。

(3) 肉質調査

肉質調査は、「豚肉の肉質改善に関する研究実施要領」¹⁴⁾に準じて実施した。屠畜後1日目に左半丸枝肉のロース芯を採取し、水分含量、pH、ロース芯肉色、背脂肪色を測定、2日目に伸展率、加熱損失、圧搾肉汁率、せん断力価、筋肉内脂肪含量を測定した。水分含量は定温乾燥器 (ヤマト科学DS400 135℃、2時間) を用いた方法により測定した。ロース芯肉色および脂肪色の測定は、色彩差計 (コニカミノルタ CR400) により、L*値 (明度)、a*値 (赤色度)、b*値 (黄色度) を測定した。pHは

pHメーター(堀場製作所製 D-52T、電極型式: 9621C)により測定した。伸展率および加圧保水力は、加圧ろ紙法により肉汁面積、肉片面積から算出した。加熱損失は試料を筋繊維と平行に2×2×5 cm程度のブロックに切り、ポリエチレン製の袋に入れ、72℃で20分間湯煎し、30分冷却後に加熱前後の肉重量から算出した。圧搾肉汁率は、加熱肉を用い、加圧ろ紙法により肉汁率を算出した。せん断力価は、加熱肉から筋繊維にそって直径1インチのサンプルをくり抜き、Warner-Bratzlerのせん断力価計を用いて測定した。筋肉内脂肪含量は、ソックスレー脂肪抽出器を用いて測定した。

(4) 脂質調査

脂肪は、第5胸椎付近の背脂肪内層を採取し、脂肪融点を上昇融点法にて測定し、脂肪酸組成は飼料と同様の方法で測定した。

(5) 飲水行動の観察

配合区3頭、上乘せ区2頭、対照区3頭の飲水回数を、ウェブカメラ(Logicool C920t)を用い延べ72時間録画した。2014年4月24~25日の24時間で配合区1頭、上乘せ区1頭、対照区2頭を観察し、27~29日の48時間で配合区2頭、上乘せ区1頭、対照区1頭を観察した。

(6) 血中Na、K、Clイオン濃度の測定

試験終了時に供試豚から採血し、血中Na、K、Clイオン濃度の測定を生化学分析装置(ロシュ・ダイアグノスティックス Cobas 6000)により行った。

(7) 官能評価

官能評価は食肉の官能評価ガイドライン¹⁵⁾に準じて実施した。屠畜後、-20℃で冷凍保存したロース肉を用い、解凍は5℃で6時間とし、スライサーで厚さ4 mmにスライスした後、長さ5 cm、幅4 cmで、かつ長さ5 cmのうち1 cmが皮下脂肪となるように整形した。これを230℃に設定したホットプレート(パナソニック KZ-HP2000)で両面25秒ずつ、味付けは行わずに加熱し、上乘せ区と対照区の2種類の肉を「硬さ」、「脂っこさ」、「水っぽさ」、「酸味の強さ」、「甘みの強さ」について、どちらの

肉がより当てはまるかを二点識別法で、「香りの好ましき」「全体としての好ましき」について、二点嗜好法により評価した。評価は22名のパネルにより1回実施した。

(8) 飼料コストの試算

醤油粕の価格を0円、市販肥育後期飼料を56.7円/kg(税込)として、上乘せ区と対照区の飼料コストを試算した。本試験では運送、粉碎、混合による経費を算出していないが、仮にこれらの経費を0円/kgと30円/kgとし、試算を行った。

6. 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、給与飼料を要因とする一元配置分散分析法で有意差検定を実施し、差のみられた項目については最小有意差法による多重検定を実施した¹⁶⁾。官能評価については、二項検定で二点識別法は片側検定、二点嗜好法は両側検定により解析した¹⁷⁾。

結 果

1. 発育成績

発育成績を表6に示した。発育成績ではいずれの調査項目でも試験区間に有意な差はみられなかった。1日平均増体量は、配合区1099.5g、上乘せ区1225.3g、対照区1142.0gと、各区とも良好な値を示し、特に上乘せ区は1200gを超えた成績であった。試験期間中の飼料摂取量は配合区128.7kg、上乘せ区118.4kg、対照区131.2kgと上乘せ区が少なく、飼料要求率は配合区3.6、上乘せ区3.3、対照区3.5と、上乘せ区が良い傾向を示した。

2. 屠体成績

屠体成績を表7に示した。屠体長Iで試験区間に有意差がみられたが、背脂肪の厚さやロース断面積等で各区間に有意差はみられなかった。格付け成績を表8に示した。上物は配合区で5頭、上乘せ区で4頭、対照区で1頭と、配合区の上物率が一番高い結果であった。格落理由を表9に示した。格落理由としては、薄脂肪が最も多かった。「軟脂」や「肉締り」で格落ちし

表6 発育成績

項 目		配合区	上乘せ区	対照区
屠畜日齢	(日)	161.4± 19.1	151.8± 10.2	155.8± 8.6
1日平均増体量	(g/日)	1085.5± 94.5	1221.8±203.7	1214.9±115.4
試験期間	(日)	40.9± 3.5	36.1± 5.8	38.5± 5.8
飼料摂取量	(kg)	128.7± 37.9	118.4± 10.2	131.2± 28.8
飼料要求率		3.6± 0.2	3.3± 0.2	3.5± 0.4
1日平均増体量	(g/日)	1099.5±131.7	1225.3±199.1	1142±172.1
試験開始時体重	(kg)	72.2± 2.0	72.1± 2.6	72.4± 1.5
出荷時体重	(kg)	114.2± 2.8	112.9± 1.6	115± 6.7

平均値±標準偏差

たものはみられなかった。

表7 屠体成績

項目	配合区	上乗せ区	対照区
冷屠体重量 (kg)	76.9±2.4	72.9±2.5	76.5±5.2
屠体長 I (cm)	94.0±1.8 ^a	91.2±1.9 ^b	91.8±2.3 ^{ab}
背腰長 II (cm)	68.5±2.0	66.6±1.8	67.6±4.4
屠体幅 (cm)	33.3±0.7	33.1±0.7	33.7±1.3
大割肉片重量 (kg)			
カタ	11.7±0.4	11.0±0.2	11.9±0.8
コース・バラ	15.1±0.7	14.3±1.1	15.0±1.3
ハム	11.1±0.5	10.6±0.5	11.0±0.6
大割肉片重量 (%)			
カタ	30.8±1.0	30.7±1.3	31.4±0.8
コース・バラ	39.9±1.3	39.9±1.6	39.5±1.4
ハム	29.2±1.1	29.3±0.8	29.1±0.9
背脂肪 (cm)			
カタ	3.8±0.4	3.8±0.3	4.1±0.6
セ	2.0±0.3	1.8±0.3	2.1±0.5
コシ	3.0±0.3	2.9±0.3	3.0±0.6
ランジル脂肪 (cm)			
前縁	2.9±0.3	2.6±0.2	3.0±0.4
中央部	1.8±0.2	1.6±0.1	2.0±0.4
後縁	2.8±0.4	2.7±0.2	3.2±1.2
コース断面積 (cm ²)	24.8±5.6	24.2±5.3	25.9±3.3

平均値±標準偏差、小文字異符号間 $P<0.05$

表8 格付成績 (頭)

	配合区	上乗せ区	対照区
上	5	4	1
中	3	4	5
並			2
合計	8	8	8

表9 格落理由 (頭)

	配合区	上乗せ区	対照区
厚脂			3
薄脂	2	3	2
重量大			1
肉きめ			1
均称	1		
両コース内出血		1	

3. 肉質成績

肉質成績を表10に示した。理化学的特性や肉色等、すべての調査項目について各区間に有意差はみられなかったが、配合区、上乗せ区で加圧保水力が高く、4日目のドリップロスが低い傾向にあった。筋肉内脂肪含量は配合区が2.8%と、上乗せ区、対照区の3.2%に対し低い傾向がみられた。肉色・脂肪色は各区同様の値を示した。

4. 脂質成績

脂質成績を表11に示した。背脂肪内層の融点は試験区間に有意差はみられなかったが、配合区が33.3℃、上乗せ区が33.7℃と対照区の36.1℃に対し低い傾向がみられた。背脂肪内層の脂肪酸組成割合では、パルミチン酸、ステアリン酸、オレイン酸、リノール酸で試験区間に有意差がみられ、全体としては飽和脂肪酸の割合が醤油粕を配合した2区で対照区より低い値を示し ($P<0.01$)、不飽和脂肪酸の割合が高い値を示した ($P<0.01$)。

新垣ら: 醤油粕5%の配合が肥育後期豚の発育・肉質に及ぼす影響

表10 肉質成績

項 目		配合区	上乗せ区	対照区
水分含量	(%)	73.7± 1.1	73.0± 0.8	72.9± 0.6
pH		5.3± 0.1	5.4± 0.1	5.4± 0.1
伸展率	(cm ² /g)	32.8± 3.0	32.4± 1.6	31.0± 2.5
加圧保水力	(%)	84.7± 5.5	83.9± 2.3	81.8± 3.7
ドリップロス1日目	(%)	3.6± 1.5	3.1± 1.2	3.8± 2.4
ドリップロス4日目	(%)	8.2± 2.0	8.9± 3.1	9.4± 3.6
加熱損失	(%)	14.6± 1.4	14.1± 2.0	14.9± 2.1
圧搾肉汁率	(%)	54.3± 1.6	53.9± 1.0	53.5± 1.5
せん断力価	(N)	46.4±22.0	36.8± 4.0	37.3± 6.5
筋肉内脂肪含量	(%)	2.8± 0.9	3.2± 0.6	3.2± 0.5
ロース芯肉色				
L* (明度)		50.9± 1.2	52.9± 2.5	53.4± 2.9
a* (赤色度)		8.8± 1.1	8.0± 2.1	8.4± 1.6
b* (黄色度)		6.9± 0.6	7.2± 1.2	7.5± 0.7
背脂肪色				
L* (明度)		78.0± 1.1	79.0± 0.5	79.2± 1.4
a* (赤色度)		3.1± 0.7	3.4± 2.2	2.8± 0.9
b* (黄色度)		5.7± 0.5	6.0± 0.7	6.2± 0.9

平均値±標準偏差

表11 背脂肪内層の脂肪酸組成と脂肪融点

項 目		配合区	上乗せ区	対照区
C14:0	ミリスチン酸 (%)	1.3±0.0	1.3±0.1	1.3±0.1
C16:0	パルミチン酸 (%)	25.1±0.5 ^{AB}	24.5±0.8 ^B	25.7±0.6 ^A
C16:1	パルミトレイン酸 (%)	2.6±0.1	2.6±0.3	2.4±0.2
C18:0	ステアリン酸 (%)	15.9±0.5 ^B	16.5±0.9 ^b	17.7±1.2 ^{Aa}
C18:1	オレイン酸 (%)	41.9±0.9 ^a	40.2±1.3 ^b	40.1±1.2 ^b
C18:2	リノール酸 (%)	12.4±1.0 ^B	13.9±0.8 ^A	12.0±0.8 ^B
C18:3	リノレン酸 (%)	0.8±0.7	1.1±0.4	0.8±0.6
飽和脂肪酸	(%)	42.3±0.7 ^B	42.2±1.0 ^B	44.8±1.4 ^A
不飽和脂肪酸	(%)	57.7±0.7 ^A	57.8±1.0 ^A	55.2±1.4 ^B
一価不飽和脂肪酸	(%)	44.5±0.8 ^A	42.8±1.1 ^B	42.5±1.3 ^B
多価不飽和脂肪酸	(%)	13.2±1.2 ^B	15.0±1.0 ^A	12.8±1.0 ^B
内層脂肪融点	(°C)	33.3±1.2	33.7±1.2	36.1±4.3

平均値±標準偏差、大文字異符号間:P<0.01、小文字異符号間:P<0.05

5. 飲水回数

飲水回数の観察結果を表12に示した。1日の平均で配合区が18.6回、上乗せ区が24.0回、対照区が14.8回と、上乗せ区の飲水回数が対照区に対し多い (P<0.01) 結果となった。なお、測定日の平均体重は配合

区98.3kg、上乗せ区92.5kg、対照区94.3kgであった。

6. 血中Na、K、Clイオン濃度

血中Na、K、Clイオン濃度の結果を表13に示した。各項目で試験区間に有意差はみられなかった。

表12 飲水回数

項 目	配合区	上乗せ区	対照区
調査例数	5	3	4
飲料回数(回/日)	18.6±1.9 ^{AB}	24.0±2.6 ^A	14.8±4.1 ^B

平均値±標準偏差、大文字異符号間:P<0.01

表13 血液中の電解質濃度 (mmol/L)

	配合区	上乘せ区	対照区
Na	145.26±1.86	145.68±2.00	146.40±2.58
K	5.03±0.70	5.17±0.95	5.18±0.50
Cl	102.96±2.44	101.11±1.31	102.30±3.29

平均値±標準偏差

7. 官能評価

官能評価の結果を表14に示した。各項目で上乘せ区と対照区の肉では有意差はみられなかった。

表14 官能評価結果 (人)

	上乘せ区	対照区
硬さ	13	9
脂っこさ	10	12
水っぽさ	9	13
酸味の強さ	10	12
甘味の強さ	11	11
香りの好ましさ	12	10
全体としての好ましさ	11	11

8. 飼料コストの試算

飼料コストの試算結果を表15に示した。醤油粕の価格を0円/kgとすると、上乘せ区は醤油粕を市販の肥育後期飼料に5%混合することにより、対照区より1頭あたり1057円(約14%)低減できると試算した。この試算では、運送、粉碎、混合による経費を考慮していないが、仮にこれらの費用すべてを30円/kgと仮定しても、約880円/頭(約12%)の飼料コストが削減できると試算された。

表15 飼料コスト試算

	上乘せ区	対照区
0円/kgの飼料単価(円/kg)	53.9	56.7
試算飼料費(円/頭)	6379.2	7436.4
30円/kgの飼料単価(円/kg)	55.4	56.7
試算飼料費(円/頭)	6556.8	7436.4

考 察

本試験で用いた醤油粕は乾物中のCPが39.0%と他の飼料原料と比較して高く、当初は輸入大豆の代替としての役割を期待したが、脱塩処理を施していないため乾物中の食塩濃度が22.68%と高く、豚への悪影響が出ないよう今回は飼料中への混合割合は5%とした。日本飼養標準によると、肥育後期の豚に必要なNa、K、Clイオンは風乾物中に0.1%、0.08%、0.17%必要であるとなっており¹⁸⁾、上限については示されていない。今回分析した醤油粕(原物中)の食塩濃度13.2%、供試した市販肥育後

期飼料(対照区)の0.47%から推定すると配合区では原物中に0.66%、上乘せ区では1.1%の食塩を含有している計算となり、市販肥育後期飼料でも既に要求量の約6倍の食塩を含有しているため、それに更に醤油粕5%を混合した上乘せ区は要求量の約13.8倍となっている。

飲水に関する要因は、飼料、環境、行動等多岐にわたるが、飼料中のCP含量の増加や食塩濃度の上昇とともに飲水量は増加するとされている¹⁸⁾。本試験では飲水量や尿量の測定は出来ず、飲水回数の観察のみであったが、上乘せ区が対照区に対し明らかに多い回数であった。これは醤油粕により塩分濃度の高い飼料を摂取した結果、血液中のNaイオン濃度が上昇し、恒常性作用が働いて飲水行動により血中の浸透圧を下げようとしたことが考えられる。また血液中のNa、K、Clイオン濃度に試験区間で有意差がみられなかったことは、飼料中の塩分濃度の高さを飲水により調節できていたと考えられる。食塩による過剰症状は神経症、虚弱、千鳥足、てんかん発作、麻痺、死亡などがある¹⁹⁾が、本試験ではそのような症状はみられなかった。

豚の食塩中毒による致死量は1日1頭あたり100~200gとされており²⁰⁾、半生うどんを20%配合した飼料を給与した試験²¹⁾では、1日1頭あたりの塩分摂取量は36.7gと推定され、異常もなく問題なかったとされているが、今回塩分濃度が最も高かった上乘せ区での塩分摂取量は36.08gと推定され、中毒症状を呈する程の量ではなかったと考えられる。

また、背脂肪内層の脂肪酸組成は醤油粕を配合した2区で不飽和脂肪酸割合が高かったことから飼料の影響を受け、脂肪融点において配合区、上乘せ区で有意ではないが2~3℃程度低くなる数値を示したことから、軟脂を防ぐという点からも配合割合としては5%以内が望ましいと考えられる。

今回供試した醤油粕は水分が約40%と高いため、長期の常温保存には適さないが、飼料中への5%配合は市販の肥育後期飼料と同等の発育・屠体・肉質成績が得られ、豚への健康被害もみられず、食味も問題なく、飼料コストの低減も可能であることが示唆され、未利用資源の活用にもつながると考えられる。

稿を終えるにあたり、醤油粕の提供ならびに調査研究にご協力いただきました大高醤油株式会社の皆様に深謝いたします。

引用文献

- 1) 高橋圭二・赤木友香・鈴木邦夫・新垣裕子・村野多可子 (2011)、玄米の配合割合の違いが肥育後期豚の発育及び肉質に及ぼす影響、千葉畜セ研報11:15-19
- 2) 松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二・岡崎好子 (2008)、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、千葉畜セ研報8:11-15
- 3) 赤木友香・松本友紀子・高橋圭二・鈴木邦夫・村野多可子 (2011)、豚の肥育前期または肥育後期における高タンパク質・高脂質エコフィードの利用、千葉畜セ研報11:21-26
- 4) 赤木友香・高橋圭二・新垣裕子・村野多可子 (2011)、肥育全期間の高タンパク質・高脂質エコフィード給与が豚の発育と肉質に及ぼす影響、千葉畜セ研報11:27-31
- 5) 松本友紀子・鈴木邦夫・高橋圭二 (2009)、玄米及びモミ米の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響、千葉畜セ研報9:1-4
- 6) 島田芳子・大賀友英・秋友一郎・岡村由香・岡崎 亮 (2010)、肥育豚への飼料用米給与が発育及び肉質に及ぼす影響 (第1報)、山口畜試研報25:23-27
- 7) 飼料用米の生産・給与技術マニュアル (2010年度版) (2010)、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構: 130-135
- 8) 未利用・低利用資源の飼料利用の検討 (2010)、(社) 中央畜産会
- 9) しょうゆ情報センター、醤油の統計資料 平成26年版: <https://www.soyssauce.or.jp/arekore/index.html>
- 10) 石橋 晃 (2001)、新編動物栄養試験法、(株) 養賢堂:455-466
- 11) J. Folch, M. Lees and G. H. Sloane Stanley (1957), A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem. 226:497-509
- 12) 前田安彦 (2001)、初学者のための食品分析法、弘学出版 (株):79-83
- 13) 豚産肉能力検定実務書 (1991)、(社) 日本種豚登録協会:22-49
- 14) 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:1-22
- 15) 食肉の官能評価ガイドライン (2005)、(財) 日本食肉消費総合センター:1-80
- 16) 中澤 港 (2003)、Rによる統計解析の基礎、(株) ビアソンエデュケーション:105-117
- 17) 古川秀子 (1994)、おいしさを測る、(株) 幸書房:19-22, 128, 129
- 18) 日本飼養標準 豚 (2013年版)、(社) 中央畜産会 (2013):17, 33
- 19) 柏崎 守・久保正法・小久江栄一・清水実嗣・出口栄三郎・古谷 修・山本孝史、豚病学 (第4版) (1999)、(株) 近代出版:491
- 20) 全国食品残さ飼料化行動会議・(社) 配合飼料供給安定機構 (2009)、食品残さの飼料化 (エコフィード) をめざして:69
- 21) 上原 力、田淵賢治 (2011)、未利用半生うどん飼料の給与が肥育豚の発育と肉質に及ぼす影響 (Ⅲ)、香川畜試報告45:12-17