

## 研究ノート

## 乳酸生成糸状菌 (*Amylomyces rouxii*) 添加ポテトパルプサイレージと食品残渣からの乾燥調製飼料給与が肥育豚の産肉性に及ぼす影響

日高 智<sup>1</sup>・太田 忍<sup>1</sup>・三浦俊治<sup>2</sup>・小田有二<sup>3</sup><sup>1</sup>帯広畜産大学, 帯広市 080-8555<sup>2</sup>雪印種苗株式会社技術研究所, 江別市 069-0832<sup>3</sup>北海道農業研究センター, 芽室町 082-0071

### The effect of feeding dried potato pulp silage added fungus *Amylomyces rouxii* and food waste on performance in finishing pigs.

Satoshi HIDAKA<sup>1</sup>, Shinobu OHTA<sup>1</sup>, Toshiharu MIURA<sup>2</sup> and Yuuji ODA<sup>3</sup><sup>1</sup>Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555<sup>2</sup>Snow Brand Seed CO., LTD. Technical Research Institute, Ebetsu 069-0832<sup>3</sup>National Agriculture Research Center for Hokkaido Region, Memuro 082-0071

キーワード：ポテトパルプサイレージ, 乳酸生成糸状菌, 食品残渣, 産肉性, 豚

Key words : : potato pulp silage, *Amylomyces rouxii*, food waste, performance, pig

## 要 約

アミロマイセス麩を新鮮物重量あたり1%添加したポテトパルプサイレージ, おから, 屑パンおよび食品残渣を加熱滅菌・乾燥して調製飼料を得た。肥育後期豚(平均体重80kg)を13頭供試し, 配合飼料のみを給与した対照区(6頭)と調製飼料を配合飼料の30%と置き換えて給与した試験区(7頭)として42日間の肥育試験を実施した。試験終了後, 格付成績と肉質を検討した。調製飼料は, 配合飼料に比べて, 粗脂肪含量が多く, 粗タンパク質およびデンプン含量が少なかった。飼料嗜好性では, 全期間の飼料摂取量に差はなく, 対照区3.03kg/日・頭, 試験区3.13kg/日・頭であった。試験期間において試験豚の体重は, 対照区が81.9kgから112.8kgに, 試験区が79.3kgから109.8kgと増加し, 増体量に差はなかった。また, 両試験区間で, 出荷体重, 枝肉重量, 背脂肪厚, 格付等級に差はなかった。ロース芯面積, 胸最長筋の肉色, 加熱損失率, 水分含量および粗脂肪含量においても対照区と試験区に差はみられなかった。胸最長筋の切断抵抗値は, 試験区が

対照区より有意に大きい値を示したが, この原因として解体後の熟成期間が短かったためと考えられた。皮下脂肪および筋間脂肪の脂肪酸組成は, 両区ともほぼ同様な構成割合を示し, 差は認められなかった。

以上のことから, 調製飼料給与は, 豚の飼料嗜好性, 増体成績, 格付成績および肉質に影響を及ぼさなかったことから, 本試験で用いた調製飼料は豚用配合飼料に30%まで代替でき, 豚用飼料として有用であると考えられた。

## 緒 言

日本の飼料のTDN自給率は1965年には55%, 濃厚飼料では31%であったが, 2002年にはTDN自給率は24%, 濃厚飼料では10%(農水省2004)と低下している。また, 畜産業で問題となっているBSEや口蹄疫の発生はこのような飼料の輸入依存がその要因であると考えられる。そこで, 飼料の国内自給率を上昇させ, 飼料の安定供給とともに, 飼料とそれによって生産される畜産物の安全性の向上が重要な課題となる。

しかし, 外食産業から排出される食品残渣は, そのほとんどが生ゴミとして廃棄されており, 農産加工副産物の飼料としての利用も十分ではない(阿部, 2000)。

これらの残渣を豚の飼料として利用するには、飼料としての安全性、豚の嗜好性に問題がないこと、飼料としての栄養価値を知ること、安価に安定して入手できること、管理労力が過大でなく豚肉の生産性に悪影響を及ぼさないことが重要であるとされている（堀北, 2000）。また近年、環境問題が深刻化しており、その範囲は工業分野だけでなく農業の分野でもそれに対する取り組みが求められている。「食料・農業・農村基本法」においても食品産業での環境への負荷の低減と資源の有効利用確保への配慮と農業の自然循環機能の維持促進等が定められ、さらに「食品リサイクル法」によって循環資源の有効利用を具体的にこなうことを求めている（農水省, 2000）。

北海道では、毎年デンプンの加工に伴って約10万tのポテトパルプ（デンプン粕）が排出されており、ポテトパルプに乳酸生成糸状菌であるアミロマイセス（*Amylomyces roxii*）麴を新鮮物重量あたり1%添加することにより、サイレージ貯蔵中にデンプンの分解と乳酸生成が促進され、良質なサイレージが得られることが報告されている（岡田ら, 2005）。未利用資源の中でも特に農産加工副産物の豚の飼料としての利用は多数報告されており、これまでに、トウフ粕（丹羽と中西, 1995; 浜口と吉田, 1999）、ミカンジュース粕（山口ら, 2005）、無洗米ヌカ（落合ら, 2003）および食品残渣（大澤ら, 2004）などが報告されている。

そこで本試験では、デンプンの生産時に発生するポテトパルプに乳酸生成糸状菌であるアミロマイセスを添加し、良質のポテトパルプサイレージの調製を行い、このポテトパルプサイレージ、トウフ粕および食品残渣を混合乾燥して得られた調製飼料を肥育後期豚に飼料全体の30%与えたとき、豚の増体量と肉質に及ぼす影響について調査し、調製飼料給与が豚の産肉性に及ぼす影響を検討した。

### 材料および方法

2004年11月2日～2004年12月13日（42日間）に、十勝管内養豚牧場で飼養されているLWD三元雑種去勢雄肥育後期豚13頭を供試して試験を行なった。試験開始日に供試豚の体重を測定し、無作為に対照区6頭、試験区7頭に分けた。開始時平均体重は対照区81.9kg、試験区79.3kgだった。試験開始後13日目、27日目、41日目に体重を測定し、試験開始後42日目に両区とも出荷した。

調製飼料は、加熱処理装置（ED-1000, 株式会社ピーエス, 名古屋）を用いて、アミロマイセス麴を新鮮物重量あたり1%添加したポテトパルプサイレージ、おから、食品残渣（米飯、くず野菜を含む乾燥調製品）、屑パンを材料とした。調製は、材料を混合した後、常温から加熱し75℃に達した後、計5時間行なった。その後加熱を中止し、常温まで放冷することにより滅菌・

表1 調製飼料原料の配合割合と成分

	調製飼料原料			
	APS <sup>1)</sup>	おから	屑パン	食品残渣 <sup>2)</sup>
混合量(kg)	500	100	250	200
乾物	21.5	24.8	62.0	82.2
CP	5.8	25.9	15.8	29.4
デンプン	45.3	3.2	41.8	14.3
NSC	71.0	10.9	70.1	47.5
粗脂肪	0.2	8.5	4.2	14.2
灰分	2.0	4.0	1.5	10.4

CP以下は乾物中割合(%)

<sup>1)</sup> APS: 乳酸生成糸状菌添加ポテトパルプサイレージ

<sup>2)</sup> 食品残渣は米飯、くず野菜を含む乾燥調製品

表2 調製飼料と給与飼料の成分(%)

	調製飼料	配合飼料 <sup>1)</sup>	試験区 <sup>2)</sup>
乾物	82.4	86.2	85.1
CP	15.6	18.1	17.4
デンプン	25.1	53.5	45.0
NSC	66.4	65.7	65.9
粗脂肪	5.9	2.4	3.5
灰分	4.1	4.1	4.1

CP以下は乾物中割合

<sup>1)</sup> 対照区は配合飼料100%給与。

<sup>2)</sup> 試験区は、配合飼料と調製飼料を7:3の割合で混合した。

乾燥を行った。対照区には市販の肥育後期豚用配合飼料を用いた。試験区には、調製飼料を配合飼料の30%と替えて給与した。

調製飼料の原料および配合割合を表1に、調製飼料および配合飼料の成分を表2に示した。試験区および対照区の体重は試験開始時に、またその後の体重と飼料摂取量は試験開始13日、27日および41日後に測定した。飼料摂取量は給与量と残飼量の差から算出した。

枝肉の格付は、社団法人日本食肉格付協会帯広事業所に依頼して実施した。

肉質は、胸最長筋を用いて分析をおこなった。測定はロース芯面積、肉色、加熱損失率、切断抵抗値、水分含量、粗脂肪含量、皮下脂肪と筋間脂肪の脂肪酸組成についておこなった。

ロース芯面積は第7および第12胸椎部胸最長筋をプラスチック板にトレースし、それをトレーシングペーパー（40g/m<sup>2</sup>）にトレースし、その重さから面積を算出した。肉色は第12胸椎部胸最長筋を4℃1時間空気に曝した後EELmeter（MINOLTA, CM-1000 東京）を用いてL\*値、a\*値、b\*値を測定した。加熱損失率は第10-11および12-13胸椎部胸最長筋を2.5cmの厚さにスライスし、付着する水分を取り重量を測定した後、試料をビニール袋に入れ、70℃のウォーターバス中で1時間加熱した。生じた滲出液を捨て肉の重量を測定し、加熱前の肉の重量に対する加熱後の重量の減少割

合を加熱損失率とした。切断抵抗値は、加熱損失率測定で使った胸最長筋サンプルごとに、直径2.5cmのコアラーで4本のコアを筋線維の方向に平行に打ち抜き、ひとつのコアにつき2回計8回、切断抵抗測定機 (Warner-Bratzler meat share Model 235, G-R manufacturing Co, USA) を用いて切断抵抗値を測定し、肉の柔らかさを評価した。8回の測定値の最大値と最小値を除く平均値を切断抵抗値とした。水分含量は第5～7胸椎部胸最長筋約150gを挽肉機で3回挽き、サンプルとした。アルミ秤量缶にアルミ箔、ガラス棒、海砂を入れ、恒温乾燥機で100℃、3時間加熱し、さらに1時間デシケータで放冷し、恒量を秤量した後、アルミ秤量缶に、サンプルを約5g入れ、精秤し、海砂と混合した後、ホットプレート上で予乾した。それを100℃にした恒温乾燥機で3時間加熱乾燥し、デシケータで60分放冷し秤量した。その損失割合を水分含量とした。粗脂肪含量は、水分を測定したサンプルとアルミ箔を、円筒濾紙につめ、ソックスレー抽出装置に入れて、16時間、エーテル抽出を行なった。その後抽出ビンで100℃で3時間加熱し、その後1時間放冷し、秤量した。ビンの抽出後の重量と抽出前の恒量の差から粗脂肪含量を算出した。脂肪酸組成は第5～7胸椎部胸最長筋の脊椎側の筋間脂肪と胸最長筋中央部背側の皮下脂肪5mgを採取し、ねじ付き試験管に入れ、塩酸を5%含むメチルアルコール5mlを加えて、100℃で3時間、脂肪をメチル化した。その後、ねじ付き試験管にヘキサンを3ml加え1分間振とうし、上層のヘキサン層を分液ロート中へ入れた。その後、またヘキサンを入れ、計3回上層を分液ロートに入れた。水溶性画分を除くために分液ロート中に、脱イオン蒸留水加え、振とうした。ヘキサン層を濃縮後、ガスクロマトグラフィー (GC14A島津製作所、京都) により分析した。分析はキャリアーガスとしてヘリウムを用い、キャピラリーカラム (ULBON HR-SS-10, 0.32mm x 30m, 信和化工、京都) でインジェクター温度250℃、ディテクター温度250℃、初期温度150℃、昇温最終温度220℃で

行なった。各脂肪酸の同定には標準試料のメチルエステルキット (GLサイエンス社、東京) を分析し、クロマトデータ処理機 (C-R6A CHROMATOPAC, 島津製作所、京都) でその保持時間が一致することを確認した。脂肪酸はミリスチン酸 (C14:0)、パルミチン酸 (C16:0)、パルミトレン酸 (C16:1)、ステアリン酸 (C18:0)、オレイン酸 (C18:1)、リノール酸 (C18:2)、リノレン酸 (C18:3) の7種について同定した。同定した脂肪酸のうち、炭素数14, 16, 18の各偶数脂肪酸のみを得られた結果から抽出し脂肪酸割合を算出した。

統計解析は飼料嗜好性、増体成績および肉量の測定項目についてはSASのstudent's *t*-検定を用い、肉質についてはSASのGLMを用いて解析した。P<0.05のとき差が有意であると判定した。

### 結果および考察

調製飼料は豚用配合飼料に比べて、粗脂肪含量が多く、CPおよびデンプン含量が少なかった。日本飼養標準豚1998年版 (農林水産省農林水産技術会議事務局編、1998) では、風乾飼料中の養分含量として肥育後期豚では粗タンパク質含量13%としており、本試験の調製飼料の粗タンパク質含量15.6%でも十分に肥育後期豚の要求量を満たしていると考えられた。また、調製飼料の粗脂肪含量が配合飼料の約2倍と多かった。豚に摂取された脂肪によって豚の体内で炭水化物からの飽和脂肪酸の合成が抑制され、給与飼料に含まれる不飽和脂肪酸の蓄積が軟脂を発生させると考えられている (阿部、2000)。したがって本試験での調製飼料は粗脂肪含量について低減する必要があると考えられた。

試験期間中の1頭あたりの平均日採食量を表3に示した。試験開始後の1～12日目、13～26日目、27～40日目において、対照区と試験区間には大きな差はみられず、全期間 (1～40日目) で比較すると、対照区は、3.03kg/日・頭、試験区は、3.13kg/日・頭と試験区がやや多く摂取していた。したがって、飼料嗜好性に調製飼料の影響はなく、その嗜好性は、配合飼料とほぼ同等と考えられた。

試験期間における試験区と対照区の体重の変化を表4に示した。試験期間において増体量に両区間で差はなく、調製飼料給与は増体成績に影響がなかった。このことはさきに述べたように、飼料摂取量に両区間で差がなく、そのため増体量に差がみられなかったと考えられた。

格付成績では (表5) 対照区は、上が2頭、中が2頭、並が1頭、等外が1頭で、試験区は、上が3頭、中が3頭、等外が1頭であったが、その平均値で比較すると出荷時体重、枝肉重量、背脂肪厚および格付等級に有意な差はみられなかった。したがって、調製飼料給与は格付成績に影響を及ぼさなかったと考えられ

表3 調製飼料給与が豚の飼料摂取量に及ぼす影響 (kg/日)

試験日数 (日)	試験区	対照区
1～12	2.92	2.77
13～26	3.30	3.00
27～40	3.17	3.33
全期間	3.13	3.03

表4 調製飼料給与が豚の体重に及ぼす影響 (kg)

試験開始後日数	試験区	対照区
開始時体重	79.3±6.2	81.9±4.1
13日目	89.9±4.9	90.9±5.7
27日目	100.9±6.5	102.7±6.8
41日目 <sup>1)</sup>	109.8±9.8	112.8±9.9

<sup>1)</sup> 終了時体重

表5 調製飼料給与が豚の格付成績に及ぼす影響

	試験区 (n=7)	対照区 (n=6)
出荷時体重 (kg)	109.8±9.8	112.8±9.9
枝肉重量 (kg)	70.3±6.7	71.4±8.0
背脂肪厚 (cm)	1.7±0.5	2.2±0.4
格付等級	3.14±1.1	2.83±1.17

平均値±標準偏差で示した。

格付等級は、極上=5, 上=4, 中=3, 並=2, 等外=1で換算。

る。豚枝肉の格付成績では、枝肉重量と皮下脂肪厚をはじめに考慮し、その後枝肉の外観および肉質を考慮して決定される(日本食肉格付協会, 1996年)。また、出荷体重が枝肉重量および皮下脂肪厚に大きく影響する。本試験では出荷体重が対照区および試験区で同様であったため、格付成績において差がみられなかったと考えられる。

調製飼料給与が胸最長筋の肉質に及ぼす影響を表6に示した。

第7および第12胸椎部ロース芯面積において、対照区より試験区が大きい傾向を示したが、有意な差はなかった。

肉色では明るさを示すL\*値において、対照区が49.74, 試験区が49.13, 赤みを示すa\*値は、試験区が2.78, 対照区が1.89で、黄色みを示すb\*値において、試験区が7.13, 対照区が6.14といずれの値においても両区間で差はみられなかった。肉色は、と畜後のグリコーゲン分解速度、筋肉内脂肪、筋肉に含まれる色素の酸化状態で決まる(MILLET *et al.* 2004)。また、肉の赤さは筋肉に含まれるミオグロビン量に大きく影響され、加齢や筋肉の運動量の増加にミオグロビンが増加し、赤色が濃くなる。本試験で、対照区、試験区ともほぼ同様な出荷日齢と飼養環境であったことから、肉色に差がみられなかったと思われる。

加熱損失率は対照区が28%, 試験区が30%だった。加熱損失率は多汁性と関連があり、過熱損失率が小さいほど多汁性が高い(畑江, 1996)。また、豚ロース肉の加熱最終内部温度と肉の品質の関係において、加熱

表6 調製飼料給与が豚の胸最長筋の肉質に及ぼす影響

	試験区 (n=7)	対照区 (n=6)	
ロース芯面積R7 (cm <sup>2</sup> )	33.9±1.73	32.5±4.74	
ロース芯面積R12 (cm <sup>2</sup> )	49.0±2.27	46.7±4.69	
肉色	L*値	49.1±1.71	49.7±2.21
	a*値	2.8±1.02	1.9±0.53
	b*値	7.1±1.04	6.1±0.72
切断抵抗値 (kg)	9.37±1.11	7.78±1.37	
加熱損失率 (%)	27.4±0.94	27.6±0.55	
水分含量 (%)	72.6±0.74	73.3±0.73	
粗脂肪含量 (%)	3.3±0.95	2.6±0.91	

平均値±標準偏差で示した。

異なる肩文字間に有意差あり a, b; p<0.05

最終温度が高いほど損失率が大きく、加熱損失率は60℃で21.6%, 70℃で29.3%, 80℃で36.7%と報告されており(畑江, 1996)、本試験では加熱温度70℃で測定したことから、この報告と一致した。

切断抵抗値は、試験区が対照区より有意に大きい値を示した(P<0.05)。一般に、解体後から筋肉の最大硬直期までに要する時間は、0~4℃に枝肉を放置したとき、通常、豚で12時間要し、1℃での熟成で硬直の80%が解けるのは解体後、豚で5日間かかると報告されている(沖谷, 1996)。したがって、この切断抵抗値における差は、解体後3日目から分析を開始したため、試験区および対照区の豚肉の熟成が不十分であったことが原因と考えられた。

水分含量は試験区が72.6%, 対照区が73.3%と試験区が少ない傾向を示したが、差はみられなかった。一般に筋肉中の水分含量は加齢とともに減少する(鈴木, 1996)。出荷時の両試験区の平均日齢は、試験区が185日, 対照区が186日とほぼ同様であったため水分含量に差がみられなかったと考えられる。

粗脂肪含量では試験区が3.3%, 対照区が2.6%と試験区が多い傾向を示したが、有意な差はみられなかった。筋肉の水分含量と脂肪含量の関係は負の相関関係にあり、水分含量が多くなると、脂肪含量が少なくなるとされている(鈴木, 1996)。本試験においても、水分含量の少ない試験区において粗脂肪含量が多い傾向

表7 調製飼料給与が豚の皮下脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響(%)

脂肪酸	試験区 (n=7)	対照区 (n=6)
C14:0	1.3 <sup>a</sup> ±0.08	1.1 <sup>b</sup> ±0.08
C16:0	23.0±0.54	22.9±0.91
C16:1	1.5±0.18	1.5±0.22
C18:0	18.5±0.72	17.7±1.34
C18:1	43.7±0.76	44.8±0.53
C18:2	11.1±0.73	10.9±1.40
C18:3	1.0±0.14	1.1±0.16
TUSA <sup>1)</sup>	57.3±0.72	58.3±1.94

平均値±標準偏差で示した。異なる肩文字間に有意差あり a, b; p<0.05

<sup>1)</sup> TUSA: 総不飽和脂肪酸,

表8 調製飼料給与が豚の筋間脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響(%)

	試験区 (n=7)	対照区 (n=6)
C14:0	1.2±0.08	1.2±0.07
C16:0	24.2±0.78	24.6±0.75
C16:1	1.4±0.62	1.7±0.35
C18:0	18.9±1.12	18.2±1.15
C18:1	43.1±1.38	43.8±2.32
C18:2	10.4±1.69	9.6±1.73
C18:3	0.9±0.16	0.9±0.16
TUSA <sup>1)</sup>	55.7±1.43	56.1±1.30

平均値±標準偏差で示した。

<sup>1)</sup> TUSA: 総不飽和脂肪酸

を示し、同様の結果が得られた。

調製飼料給与が皮下脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響を表7に、筋間脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響を表8に示した。

皮下脂肪の脂肪酸組成では、C14:0 (ミリスチン酸)において、試験区が1.3%と対照区 (1.1%) に比べ有意に大きい値を示した。その他の脂肪酸組成では試験区と対照区との間に有意な差はみられず、C18:1 (オレイン酸), C16:0 (パルミチン酸), ステアリン酸 (C18:0) の順に多い割合を占めた。また、総不飽和脂肪酸割合 (TUSA) においても、試験区間で差はみられなかった。筋間脂肪の脂肪酸組成では両試験区ともほぼ同様な脂肪酸組成を示し、差はみられなかった。

豚の皮下脂肪ではオレイン酸が最も多く、次いでパルミチン酸、ステアリン酸が含まれることが報告されており (LIZARDO *et al.* 2002)、本研究の結果と一致した。また、豚の枝肉脂肪の品質は、給与飼料の質によって大きく左右されるとされている (LIZARDO *et al.* 2002) が、本試験での配合飼料の30%を換えた調製飼料給与は、豚の皮下脂肪および筋間脂肪の脂肪酸組成にほとんど影響がないと考えられた。

以上のことから、調製飼料給与は、豚の飼料嗜好性、増体成績、肉量、および肉質に影響をおよぼさなかったことから、本試験で用いた調製飼料は豚用配合飼料に30%まで代替でき、豚用飼料として有用であると考えられる。

なお、本試験で用いたポテトバルブはデンプン生産時のみに発生することから、通年、安定した供給がなされるわけではないが、乳酸生成糸状菌を用いサイレージ調製にすることにより、通年、安定供給が可能となると考えられた。また、おから、屑パンおよび食品残渣は、通年、安定供給が望める。またこれらの原料は、豚の産肉性に全く悪影響がみられなかったため、今後、飼料としての利用が期待できる。さらに肥育豚用飼料として適したものにするためには、飼料成分の点からデンプン含量を増加させ、粗脂肪含量を低減する、また飼料調製のコストの点からサイレージをそのまま給与するなど改善が必要と思われる。

## 文 献

阿部 亮 (2000) 飼料と脂肪の質。未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック。36-37。サイエンスフォーラム。東京。

浜口 充・吉田宣夫 (1999) 未利用資源の養豚用飼料化体系の確立 (II) 肥育豚への乾燥豆腐粕給与。埼玉畜産センター研究報告, 3: 18-25

畑江敬子 (1996) 食肉の調理, 肉の科学 (沖谷明紘編), 112-127。朝倉書店。東京。

堀北哲也 (2000) 肥育管理プログラム 生産獣医医療

システム養豚編 133-135 農山漁村文化協会。東京。

LIZARDO R., J. van MILGEN, J. MOUROT, J. NOBLET, M. BONNEAU (2002) A nutritional model of fatty acid composition in the growing-finishing pig. *Livestock Prod. Sci.*, 75:167-182

MILLET S., M. HESTA, M. SEYNAEVE, E. ONGENAE, S. De SMET, J. DEBRAEKELEER, G.P.J. JANSSENS (2004) Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Livestock Prod. Sci.*, 87:109-119

日本食肉格付協会 (1996) 枝肉取引規格解説書, 豚枝肉取引規格編。10-14

丹羽美次・中西五十 (1995) 食品製造副産物の肥育豚における利用性に関する研究, 2. 豆腐粕サイレージ給与による発育および体脂肪に及ぼす影響。日豚会誌, 32: 1-7

農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1998) 日本飼養標準豚1998年版, 中央畜産会。東京

農林水産省生産局畜産部畜産振興課消費安全局衛生管理課薬事・飼料安全室 (2004) 飼料をめぐる情勢

農林水産省食品流通局企画課食品環境対策室 (2000) 食品廃棄物の飼料化をめぐる行政対策 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック。23-27。サイエンスフォーラム。東京。

岡田 舞・渡邊 彩・松岡 栄・三浦俊治・小田有二・河合正人 (2005) 乳酸生成糸状菌 (*Amylomyces rouxii*) 添加ポテトバルブサイレージ貯蔵中における化学成分および発酵品質の経時的変化。北畜会報, 47:59-64

沖谷明紘 (1996) 熟成によるおいしさの発現。肉の科学 (沖谷明紘編), 71-86。朝倉書店。東京。

大澤貴之・亀井勝浩・丹羽美次・金 一・川島知之・佐伯真魚・堀与志美・矢後啓司・阪上 泉・音成洋司・阿部 亮 (2004) 食品循環資源の利用による高品質肉豚肥育。日豚会誌, 41: 207-216

落合 香・中西五十・赤間亮子・服部朱美・丹羽美次 (2003) 食品製造副産物の肥育豚への利用性に関する研究。20) 無洗米の糠の肥育豚への飼料効果。第80回日本養豚学会大会。講演要旨, 5。

鈴木 晋 (1996) 食肉製品の知識。幸書房。東京。

田中智夫 (2001) ブタの動物学。125-128。東京大学出版会。東京。

山口昇一郎・山本朱美・村上徹哉・伊藤 稔・古谷 修 (2005) アミノ酸添加低蛋白質飼料へのミカンジュース粕の配合が豚の発育, 背脂肪厚, 肉色および窒素排泄量に及ぼす影響。日本養豚学会誌, 42: 20-26