

水分含量を高め嗜好性を改善した蒸気乾燥トウフ粕の 肥育豚飼料としての有効性

尾上 武*・山口昇一郎¹⁾・村上徹哉¹⁾

福岡県内で開発された蒸気を熱源としてトウフ粕を乾燥させる装置により乾燥処理された水分含量4%の蒸気乾燥トウフ粕（以下乾燥トウフ粕）は保存性に優れる一方、肥育豚における飼料としては嗜好性に難がある。そこで、乾燥トウフ粕の嗜好性を改善し、その配合割合が、肥育豚の発育、経済性、枝肉性状および肉質に及ぼす影響を明らかにするために肥育試験を実施した。

まず、水分含量を高めた乾燥トウフ粕（以下水分調整トウフ粕）の嗜好性を明らかにするため、カフェテリア方式による嗜好試験を実施した。水分含量は高すぎると、変敗する可能性があるため一般的な飼料と同等の13%にして給与した結果、嗜好性の低下は認められなかった。

次に、水分含量13%の水分調整トウフ粕を用いて肥育試験を行った。水分調整トウフ粕を20%配合しても飼料摂取量や発育に影響はなく、肥育期間中の飼料費は約500円安くなった。また、水分調整トウフ粕を配合した場合、ロース芯面積、肉水分含量、肉保水力、肉色および脂肪色には影響はなかった。脂肪厚（腰）が薄くなり、背（内層）脂肪の融点が低くなる傾向が見られたが、格付けに影響を及ぼすものではないと思われた。

これらのことから、水分調整トウフ粕を肥育豚の飼料として給与する場合、水分含量を13%に調整すれば、20%まで配合しても、肥育豚の発育および枝肉性状に影響がなく、飼料費が安くなることが明らかとなった。

[キーワード：肥育豚，蒸気乾燥トウフ粕，嗜好性，飼料]

The Effect of Steam Dried Tofu Cake Feed with Moisture and Improved Palatability for Fattening-Finishing Pigs.

ONOU Takeishi, Syoitiro YAMAGUCHI and Tetsuya MURAKAMI (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-0004, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 27:75-79(2008)

Steam-dried tofu cake with 4% moisture, which had been processed in Fukuoka, was not palatable feed for growing-finishing pigs although it had superior storage stability. In this study, the palatability of the steam-dried tofu cake was improved and the effect of its blending ratio on growth of growing-finishing pigs, economy, and carcass characteristics were investigated.

The first trial was conducted to investigate if the increased moisture content in steam-dried tofu cakes made the feed palatable. Preparation of steam-dried tofu cake with 13% moisture resulted in a palatable feed for growing-finishing pigs.

The fattening trial was carried out in growing-finishing pigs by feeding them with steam-dried tofu cake with 13% moisture. In the case of the feeding with a 20% steam-dried tofu cake diet, no significant differences were observed in feed intake, growth, rib-eye area, moisture contents in muscle, water holding capacity, pork-color and adipose-color, and the cost of feed decreased by about 500 yen. Although back fat thickness (loin) tended to be leaner and melting points of inner back fat tended to be lower, it did not seem to affect the rating.

From these results, it was found that steam-dried tofu cake with 13% moisture could be incorporated into the growing-finishing pigs' diets at a level of up to 20% without affecting their growth while lowering feed costs.

[Keywords: Growing-Finishing Pigs, steam-dried tofu cake, Palatability, feed]

緒言

近年、輸入飼料の価格が高騰しており、畜産業の経営を圧迫している状況にある。このような中、食品副産物を有効に活用することは、飼料費の低減による畜産経営の改善に有効であるばかりでなく、資源のリサイクルという観点からも重要である。

食品副産物の中で、肥育豚の飼料として利用できるもののひとつとしてトウフを製造する工程で発生するトウフ粕が挙げられる¹⁴⁾。トウフ粕は食品副産物の中では発生量が多く¹⁾、蛋白質含量が高いという利点²⁾があるものの、水分含量が高いことから変敗し易いという難点がある。著者ら¹³⁾は既に、水分含量を4%まで落とした乾燥トウフ粕について、肥育豚飼料の配合割合は10%が適

当であり、20%配合すると1日当たり飼料摂取量および1日当たり増体量が約1割低下して、肥育期間が10日程度延長することを報告している。しかし、乾燥トウフ粕は安価な飼料であり、嗜好性を改善して配合割合を増加できれば飼料費を節減できると考えられる。佐藤ら¹³⁾は、暑熱期の母豚に対し加水した飼料を給与したところ飼料摂取量が増加したと報告している。そこで今回、水分含量を一般的な飼料と同程度の13%⁹⁾に高めた水分調整トウフ粕に対する肥育豚の嗜好性およびその配合割合が肥育豚の発育、経済性、枝肉性状および肉質に及ぼす影響について明らかにしたので報告する。

材料および方法

【嗜好試験】

乾燥トウフ粕の水分含量が嗜好性に及ぼす影響を明らかにするために、カフェテリア方式¹⁰⁾による嗜好試験を

* 連絡責任者（畜産環境部）

1) 家畜部

行った。1回目は水分含量4%の乾燥トウフ粕を使用した。2回目は水分含量 4%の乾燥トウフ粕に加水しながら攪拌して13%に調整したものをを使用した。市販肥育用配合飼料にそれぞれの乾燥トウフ粕を0%, 10%および20%の割合で配合し, 同じ豚房の中に用意した3個の給餌器に入れて給与し, 各飼料の摂取量を比較した。供試豚には大ヨークシャー種の肥育豚を用い15頭ずつの群飼とした。飲水は自由とした。試験期間は3日間とし, 3個の給餌器の設置場所は毎日入れ替えた。

【肥育試験】

1. 試験方法

試験区は供試飼料中に占める水分調整トウフ粕の配合割合により0%区, 10%区, 20%区の3区を設定した。水分調整トウフ粕は乾燥工程の途中、水分含量13%になった段階で乾燥機から取り出したものを用いた。各区の飼料はトウモロコシ, 大豆粕, ぶすまおよび乾燥トウフ粕を用いて配合し, TDNは75%, DCPは13%に調製して給与した。各区の配合割合を第1表に示す。

第1表 各試験区の飼料配合割合および養分含量

	0%区 (%)	10%区 (%)	20%区 (%)	単価 (円/kg)
水分調整トウフ粕 ¹⁾	0.00	10.00	20.00	26.0
2種混 ²⁾	80.30	72.50	64.50	29.0
大豆粕	15.50	12.90	10.10	50.0
ぶすま	2.00	2.40	3.30	10.0
L-リジン	0.13	0.07	0.01	360.0
DL-メチオニン	0.02	0.02	0.02	560.0
食塩	0.20	0.20	0.20	60.0
第3リン酸カルシウム	1.00	1.11	1.11	100.0
炭酸カルシウム	0.65	0.60	0.56	112.0
ビタミンミックス	0.20	0.20	0.20	600.0
合計	100.00	100.00	100.00	
DM	86.77	86.73	86.68	
DCP	13.00	13.00	13.00	
TDN	75.00	75.00	75.00	

1) 水分を13%に調整した蒸気乾燥トウフ粕

2) 粉碎トウモロコシにぶすまを12%混合したもの

供試豚は大ヨークシャー種去勢雄を用い, 供試頭数は各区3頭または4頭の2反復とし, 同腹豚3頭をそれぞれの区に1頭ずつ割り振った。飼養方法は群飼とし, 不断給餌, 自由飲水とした。生体重30kgから試験を開始し, 105kgに到達したのから順次と畜して調査を行った。

2. 調査項目

発育性および経済性として1日当たり増体量, 1日当たり飼料摂取量, 飼料要求率, 飼料費, 枝肉性状および肉質としてロース芯面積, ロース肉の水分含量, 保水性, 肉色, 背脂肪の厚さ(肩, 背, 腰), 背(内層)・腎周囲脂肪の融点および背(内層)脂肪色について調査した。ロース芯面積は第10・11胸椎間胸最長筋断面を模写したものをプランメータにより測定した。脂肪厚については, 肩は肩部の最も厚い部分, 背は背部の最も薄い部分, 腰は腰部の最も厚い部分を測定した。保水性は加圧る紙法, 脂肪融点は上昇融点法によった。肉色および脂肪色は色差計(ミノルタ社製)を用いて測定した。また, 色差計による0%区のL, a, b値を基準色として, 10%区および20%区のL, a, b値の測定値とどの程度差があるか評価するための指標として色差¹⁾を求めた。

飼料摂取量, 飼料要求率および飼料費を除き, 試験区間の有意性の検定は最小有意差法で行った。

結果

【嗜好試験】

第2表に乾燥トウフ粕の配合割合と飼料摂取量の関係について示した。水分含量4%の乾燥トウフ粕を配合した場合, 飼料摂取割合は10%配合で全体の12.9%, 20%配合で21.0%と, 配合しない場合の66.1%と比較して有意に($p<0.05$)低くなり, 嗜好性が悪いことが認められた。これに対し, 水分含量13%の水分調整トウフ粕を配合した場合, 飼料摂取割合は10%配合では38.9%, 20%配合で28.3%と, 配合しない場合の32.8%と比較して摂取量に差はなく, 嗜好性は変わらないことが認められた。

【肥育試験】

第3表に水分調整トウフ粕の配合割合と飼料摂取量, 発育および経済性の関係について示した。105kgに到達するまでに要した肥育期間は0%区が最も早く93.5日で

第2表 肥育豚に給与した乾燥トウフ粕の水分含量と摂取量の関係

トウフ粕 配合割合	乾燥トウフ粕の水分含量			
	4%		13%	
	飼料摂取量 (kg/日・頭)	摂取総量に 占める割合 (%)	飼料摂取量 (kg/日・頭)	摂取総量に 占める割合 (%)
0%	1.92 ^{a)}	66.1	1.05	32.8
10%	0.35 ^{b)}	12.9	1.24	38.9
20%	0.51 ^{b)}	21.0	0.90	28.3
合計	2.78	100.0	3.19	100.0

1)縦列異符号間に有意差 (p<0.05) あり

あり、次いで20%区、10%区の順であった。総飼料摂取量および飼料要求率は10%区が最も少なく、それぞれ279.9kg、3.73であった。20%区は総飼料摂取量および飼料要求率が最も高く、それぞれ287.0kg、3.83であった。肥育期間と総飼料摂取量から算出した1日平均飼料摂取量および1日平均増体重は10%区がそれぞれ2.82kg、758.9gと最も少なく、0%区が最も高くそれぞれ3.01kg、804.4gであった。肥育期間中の飼料費は水分調整トウフ

粕の配合割合が高くなるにつれて安くなり、20%区では9,325円となった。飼料単価は20%区が最も安く、1日当たり摂取量は10%区が最も少なかったことから1日当たりの飼料費では10%区と20%区でそれぞれ95.3円、96.9円と差は認められず、配合しない場合と比較して約10円安くなった。肥育期間および1日当たり増体量に有意差 (p<0.05) はなかった。

第3表 水分調整トウフ粕の配合割合と飼料摂取量、発育および経済性の関係

トウフ粕 配合割合	肥育 ¹⁾ 期間 (日)	総飼料 摂取量 (kg)	飼料 要求率	1日当 摂取量 (kg)	1日当 ¹⁾ 増体重 (g)	飼料単価 (円/kg)	期間内 飼料費 (円)	1日当 飼料費 (円)
0%区	93.5	281.7	3.76	3.01	804.4	34.9	9,823	105.1
10%区	99.2	279.9	3.73	2.82	758.9	33.8	9,456	95.3
20%区	96.3	287.0	3.83	2.98	785.5	32.5	9,325	96.9

1)有意差なし

第4表に水分調整トウフ粕の配合割合とロース芯面積、水分含量、保水力および肉色の関係について示した。水分調整トウフ粕を給与した区のロース芯面積、水分含量、保水力および肉色は給与しなかった区に比べ有意差 (p<0.05) は認められず、配合割合による違いも認められなかった。色差について、20%区では0%区との比較で0.82であったのに対し10%区では3.54となった。

第5表に水分調整トウフ粕の配合割合と背脂肪厚、脂肪色および脂肪融点の関係について示した。脂肪厚に関しては、水分調整トウフ粕を配合すると肩、背、腰共に脂肪厚が薄くなる傾向にあり、特に腰では0%区の3.59cmに対し、10%区では3.15cmと有意差 (p<0.05) が認められた。脂肪融点に関しては、腎周囲脂肪の融点では最

も低い10%区で33.4、最も高い20%区で34.8と水分調整トウフ粕の配合による影響は認められなかったが、背(内層)脂肪の融点は10%区で30.9、20%区で30.8と、有意差はないものの水分調整トウフ粕を配合しない場合の33.0と比較して低くなった。背(内層)脂肪色および色差には水分調整トウフ粕の配合割合による影響は認められなかった。

考 察

トウフ粕は発生量が多く栄養価も高い反面、生のは78~90%と水分が多くて変敗しやすく、長く貯蔵できないため家畜の飼料としては利用しにくい。しかし、県内

第4表 水分調整トウフ粕の配合割合とロース芯面積、水分含量、保水力および肉色の関係

トウフ粕 配合割合	面積 ³⁾ (cm ²)	水分含量 ³⁾ (%)	保水力 ³⁾ (%)	肉色 ¹⁾³⁾			色差 ²⁾
				L	a	b	
0%区	24.1	80.5	73.2	54.15	8.10	3.96	-
10%区	23.3	80.9	73.6	50.89	6.97	3.16	3.54
20%区	22.3	79.4	73.2	54.71	7.75	4.45	0.82

1)L: 明度, a: 赤色度, b: 黄色度

2) 色差 = $\{(L_0 - L_t)^2 + (a_0 - a_t)^2 + (b_0 - b_t)^2\}^{1/2}$

0; 0%区のL, a, b測定値, t; 10%区または20%区のL, a, b測定値

色差の評価 = 0+0.2; 5級(変色しない), 1.7±0.3; 4級(わずかに変色する), 9.0±0.4; 3級(変色する), 6.8±0.6; 2級(かなり変色する), 13.6±1.0; 1級(著しく変色する)

3) 有意差なし

第5表 水分調整トウフ粕の配合割合と背脂肪厚、脂肪色および脂肪融点の関係

トウフ粕 配合割合	脂肪厚			脂肪色 ²⁾⁴⁾			色差 ³⁾	脂肪融点 ⁴⁾	
	肩 ⁴⁾ (cm)	背 ⁴⁾ (cm)	腰 (cm)	L	a	b		背 ()	腎 ()
0%区	4.11	2.36	3.59 ^{A)}	76.79	3.27	3.64	-	33.0	34.6
10%区	3.91	2.12	3.15 ^{B)}	76.92	3.06	4.21	1.39	30.9	33.4
20%区	3.88	2.10	3.18 ^{A,B)}	76.19	3.03	4.55	0.84	30.8	34.8

1) 縦列異符号間 (p<0.05) に有意差あり

2)L: 明度, a: 赤色度, b: 黄色度

3) 色差 = $\{(L_0 - L_t)^2 + (a_0 - a_t)^2 + (b_0 - b_t)^2\}^{1/2}$

0; 0%区のL, a, b測定値, t; 10%区または20%区のL, a, b測定値

色差の評価 = 0+0.2; 5級(変色しない), 1.7±0.3; 4級(わずかに変色する), 9.0±0.4; 3級(変色する), 6.8±0.6; 2級(かなり変色する), 13.6±1.0; 1級(著しく変色する)

4) 有意差なし

で容易に乾燥できる装置が開発され、保存性に優れ、安価な乾燥トウフ粕の供給が可能となった。この乾燥トウフ粕を肥育豚に20%配合した飼料を給与した場合、飼料摂取量や増体量が劣るといった影響¹⁾³⁾が出た。同じ乾燥トウフ粕について肥育牛に20~25%、採卵鶏に15%配合して給与すると飼料摂取量が低下するという報告³⁾⁵⁾がある。同様に肥育豚では水分含量3%の乾燥トウフ粕を配合飼料の30%代替して給与すると、摂取量が少なく、発育が遅れる⁴⁾。一方、佐藤ら¹³⁾は飼料に倍量の水を加えると摂取量が増えたと報告している。本試験でも水分含量を13%に調整した水分調整トウフ粕は、20%配合しても嗜好性の低下は認められず、試験開始後93~99日で出荷体重である105kgに達したことから、発育や飼料摂取量に影響は認められなかった。

ロース芯面積、水分含量、保水性、肉および脂肪色に関しては水分調整トウフ粕の影響は認められず、これらの項目に関して20%配合が可能であるといえる。肉の色

差について、JISの顔料試験法¹¹⁾によると10%配合の3.16という値は3級(変色する)に相当するが、20%配合の0.82という値は4級(わずかに変色する)にも相当しないことから、水分調整トウフ粕の配合は肉色への影響はないと判断される。一方、水分調整トウフ粕を給与すると全般的に各部位の脂肪厚が薄くなる傾向が見られた。しかし、格付基準の対象となる背脂肪厚については有意差はなく、いずれの区の数値(2.10cm~2.36cm)も枝肉重量により上または中に格付けされる¹⁶⁾のものであった。従って20%までの水分調整トウフ粕の配合は背脂肪厚において格付に影響を及ぼすものではないといえる。脂肪融点に関しては、トウフ粕を用いた結果、不飽和脂肪酸の増加に伴い腎周囲脂肪等の融点が低くなったという報告^{6), 7), 8), 12), 17)}は多いが、本試験では腎周囲脂肪融点に水分調整トウフ粕配合による影響は見られなかった。

今回の試験では、乾燥トウフ粕の水分含量を他の飼料原料と同程度の水分含量まで高めることで嗜好性を改善

でき、配合飼料の原料として20%まで配合しても飼料摂取量、増体重を維持できた。その結果、水分調整トウフ粕配合飼料を体重30kgから105kgまでの肥育期間中に給与すると、配合しない場合1頭当たりの飼料費が約10,000円から約500円低減できた。肥育期間や枝肉性状に影響は認められなかったことから、飼料費節減対策として水分調整トウフ粕の活用は有効であると考えられる。トウモロコシ等の飼料価格が高騰している現在の飼料情勢下では、効果はよりいっそう高まるものと思われる。

引用文献

- 1) 阿部 亮 (編集) (2000) 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック. サイエンスフォーラム: 41-42
- 2) 独立行政法人農業技術研究機構編 (2001) 日本標準飼料成分表 (2001年版). 中央畜産会: 106-107
- 3) 福原絵里子, 池田加江, 月野友和, 西尾祐介, 田口清實 (2007) 採卵鶏における蒸気乾燥トウフ粕の飼料価値. 福岡農総試研報26: 69-73
- 4) 浜口 充, 吉田宣夫 (1999) 未利用資源の養豚飼料化体系の確立 肥育豚への乾燥豆腐粕給与. 埼玉研報 3: 18-25
- 5) 稲田 淳, 古賀鉄也, 磯崎良寛 (2005) 蒸気乾燥豆腐粕の給与割合が乳用種去勢肥育牛の産肉性および枝肉性状に及ぼす影響. 福岡農総試研報24: 82-87
- 6) 入江正和 (1986) 豚の肉質に及ぼす豆腐粕給与の影響. 大阪農技セ研報23: 39-43
- 7) 伊藤 均, 安芸 博, 今西禎雄 (1993) 肥育豚に対する生豆腐粕の飼料利用性について. 三重農技セ研報 15: 73-80
- 8) 伊藤米人, 秋永達雄, 宮崎 巖 (1985) 豆腐粕の養豚飼料としての飼料価値. 東京都畜試研報21: 21-29
- 9) 森本 宏 (編集) (1985) 飼料学. 養賢堂, 東京: 448
- 10) 森本 宏 (監修) (1971) 動物栄養試験法. 養賢堂, 東京: 184-187
- 11) 日本規格協会編 (1994) JIS規格ハンドブック色彩. 財団法人日本規格協会: 203-207, 634
- 12) 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の発育および体脂肪に及ぼす影響. 日豚会誌32 (1): 1-7
- 13) 尾上 武・村上徹哉 (2003) 蒸気乾燥トウフ粕の給与が肥育豚の発育および肉質に及ぼす影響. 九農研6 5: 124
- 14) 笹崎龍雄 (1974) 実地経営養豚大成. 養賢堂, 東京: 296
- 15) 佐藤充徳, 投野和彦, 大和碩哉 (1994) 南西暖地の暑熱環境下での豚の飼料摂取促進技術. 福岡農総試研報C-13: 11-14
- 16) 社団法人日本食肉格付協会 (1989) 部分肉取引規格解説書豚部分肉取引規格編: 22-24
- 17) 飛岡久弥, 菊地正武, 加藤正信 (1985) とうふ粕配合飼料による豚の肥育試験. 九州東海大農紀要 4: 83-91