パン添加飼料給与がブタの増体量および肉質に及ぼす影響

岩本英治・設楽 修・入江正和¹

兵庫県立農林水産技術総合センター，加西市 679-0198

¹ 宮崎大学農学部，宮崎市 889-2192

(2004. 6. 4 受付, 2004. 9. 21 受理)

要 約 パン多給が肥育豚の増体量および肉質に及ぼす影響を検討した。供試豚として三元雑種豚 (LW・D, 平均体重; 67.1±1.6 kg, 平均日齢; 125.4±3.7 日) 10 頭を用い, 市販配合飼料を給与する対照区と, 市販配合飼料の重量比 50% をパンで代替したパン給与区に分けた。各飼料は不断給餌とし, 体重が 110 kg に到達した時点で屠畜し, 肉質を調査した。パン給与区は, 対照区に比べて 110 kg 到達日齢が有意に長く ($P<0.05$), 1 日平均増体量が有意に低くなった ($P<0.05$)。胸最長筋のマーブリングは, パン給与区が対照区に比べて有意に高くなった ($P<0.05$)。さらに, 粗脂肪含量もパン給与区が 6.4% で, 対照区の 2.4% に対して有意に高い値を示し ($P<0.05$), 代わって水分含量が有意に低い値を示した ($P<0.05$)。また, 加熱後のテクスチャー特性については, 凝集性およびガム性において, パン給与区が対照区に比べて有意に低い値を示した ($P<0.05$)。胸最長筋のイノシン酸含量およびアスパラギン酸含量以外の遊離アミノ酸には, 有意な変化はみられなかった。さらに, 背脂肪の脂肪酸組成では, パン給与区は対照区に比べてパルミチン酸含量が有意に高く ($P<0.05$), リノール酸含量が有意に低くなった ($P<0.05$)。以上の結果から, 肥育豚へのパン多給は, 増体量を低下させるものの胸最長筋の筋肉内脂肪を顕著に増加させ, 調理肉の物性や体脂肪の脂肪酸組成を変化させることが明らかとなった。

日本畜産学会報, 76 (1): 15-22, 2005

わが国で消費される豚肉の 47% は輸入豚肉で占められており (農林水産省 2003), テーブルミートについても米国, カナダなどからチルドの状態で大量に輸入されてきている。これにともない, 国内の養豚経営では, 安価な輸入豚肉に対抗するため, 低コスト生産および高品質化がきわめて重要な課題となっている。

一方, ブタの肉質は, 品種や肥育期間により異なることが知られている。デュロック種は, 他の品種に比べて豚肉特有の香りに富み (Matel ら 1988), 筋肉内粗脂肪含量が多く, さらに, ドリップロスおよび加熱損失率が少ない (鈴木ら 2001; Brewer ら 2002) 品種であるといわれている。また, 豚肉は肥育期間の延長により, 硬くなることが報告されている (清水ら 2000)。しかし, ブタの肉質は飼料内容によっても大きく影響され, 共役リノール酸の給与は胸最長筋の粗脂肪含量および保水力を増加させる (Joo ら 2002)。また, 多価不飽和脂肪酸を多く含む油脂の添加は, これらの脂肪酸を給与豚の体脂肪に選択的に蓄積させ, 給与日数の経過にともなって多く蓄積することが報告されている (入江 1992; Bee ら 2002)。

2001 年から「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」(リサイクル法) が施行され, 有機性資源の有効

活用が求められている。一方, パンの製造過程において, 多量のパン屑や余分なパン生地が発生し廃棄されているとともに, 小売店におけるパンの廃棄量も多い。しかし, これらは可消化養分総量が高く, 家畜用飼料としての有効性が期待できる。

鈴木ら (2002) は, パンを 5% 添加した飼料を肥育豚に給与したところ, 産肉および肉質形質に対する影響は認められなかったとしている。しかし, 一部の生産現場では, パン多給によると思われる脂肪交雑の多い豚肉が生産されている (入江 2002)。パン屑は, 家畜用低コスト飼料としての利用が期待され, さらに, 豚肉の高品質化に対して大きな可能性を持つと考えられる。しかしながら, パン多給による肥育豚への影響については, 十分検討されていない。

そこで, 本研究では, 肥育豚の増体量および肉質に対するパン多給の影響に関して, 市販配合飼料中 50% をパンで代替することにより検討した。

材料および方法

試験は 2 頭の繁殖雌豚から生産された三元雑種豚 (LW・D, 平均体重; 67.1±1.6 kg, 平均日齢; 125.4±3.7

連絡者: 岩本英治 (fax: 0790-47-2427, e-mail: Eiji_Iwamoto@pref.hyogo.jp)

日) 10 頭 (去勢雄 6 頭, 雌 4 頭) を用いて, 性の影響を考慮し, 市販配合飼料 (粗タンパク質含量: 15.0%, 粗脂肪含量: 2.5%, 可消化養分総量: 77.0%, くみあい配合飼料, 西日本くみあい飼料(株), 神戸市) を給与する対照区と, 市販配合飼料の重量比 50% をパンで代替した飼料を給与するパン給与区にそれぞれ, 5 頭ずつ振り分けた。

供試資材のパンは, 減圧乾燥処理したもの (水分含量: 7.7%, 粗タンパク質含量: 14.0%, 粗脂肪含量: 3.4%, 可溶性無窒素物含量: 72.4% (原物当たり)) を用いた。なお, パンを 50% 配合することにより, ビタミンおよびミネラルの不足が懸念されるため, パン給与区の飼料には, 原物あたり, 第 2 リン酸カルシウム 0.2%, 炭酸カルシウム 0.8% およびビタミンプレミックス 0.1% を添加した。給与飼料の脂肪酸組成は, エーテル抽出法 (鈴木 2000) により脂肪を抽出し, Oka ら (2002) の方法に準じて測定した。すなわち, 飼料より抽出した脂肪からナトリウムメチレート法により脂肪酸メチルエステルを調整し, Shimadzu GC-14A ガスクロマトグラフ装置 ((株) 島津製作所, 京都) により分析した。カラムは HR-SS-10 キャピラリーカラム (信和化工(株), 京都) を用い, 検出には水素炎イオン化検出器を用いた。また, 飼料の構成アミノ酸を調べるために, 塩酸加水分解した後 (奥崎と鈴木 2000), L-8800 アミノ酸分析計 (日立製作所, 東京) を用い, ニンヒドリン検出法により測定した。

供試豚の飼養管理および実験は, 兵庫県立農林水産技術総合センターにおける動物実験指針 (2003) に従い, 5 頭の群飼で不断給餌, 自由飲水により行った。試験豚は, 体重が 110 kg に到達した時点で 24 時間絶食した後, 屠畜した。増体性については, 110 kg 到達日齢, 一日平均増体量および飼料要求率を調べた。

屠畜後ただちに左枝肉半丸の屠体長, 背腰長 II, 屠体幅および背脂肪厚を測定した。さらに, 48 時間冷蔵庫内で放冷した後, 左枝肉半丸の最後胸椎部位を切断し, 最後胸椎から前方 2 胸椎分の胸最長筋を採材した。肉質形質として胸最長筋の肉色, マーブリング, 加熱損失率, 物理特性, 化学成分, 遊離アミノ酸含量, イノシン酸含量ならびに採材部位における皮下脂肪内層の脂肪酸組成について測定した。また, 加熱損失率測定後の加熱肉を用いて物理特性を測定した。

肉色は畜試式豚肉色標準模型 (ポークカラースタンダード: PCS) により判定し, さらに色差計 (Z-II OPTICAL SENSOR, 日本電色工業(株), 東京) を用いて L 値, a 値および b 値を測定した。マーブリングは National Pork Producers Council (1976) の示すマーブリングスコアにより判定した。

肉の加熱損失率は, 縦 50 mm, 横 100 mm, 厚さ 20 mm, 重量約 75 g の胸最長筋を密封し, 70°C 温湯中で 60 分加熱した後, 筋肉重量の減少率により算出した。物理特性

は, 内径カップ 38 mm, クロム 9 mm 径プランジャーを用いたテクスチュロメーター (GTX-2, (株) 全研, 東京) により硬度, 凝集性およびガム性を測定した。なお, 硬度は, 物質を変形するのに必要な力 (第 1 ピークの頂点までの長さ), 凝集性は, 食品の形態を形成している内部結合力の大きさ (第 2 ピークの面積を第 1 ピークの面積で除した数値), ガム性は, 半固形状の食品を飲み込める状態にまで碎くのに必要なエネルギー (硬度×凝集性×100) で定義される。

肉の水分含量は, 135°C, 2 時間の加熱乾燥法 (安井 2000), 粗脂肪含量は, エーテル抽出法 (鈴木 2000) で測定した。遊離アミノ酸含量およびイノシン酸含量の測定は, 千国ら (2002) の方法に準じて行った。すなわち, 生肉試料約 5 g を秤量し, 16 ml の蒸留水を加えてホモゲナイズした後, さらに蒸留水を加えて 20 ml にした。このホモジネートをそれぞれの分析に供した。遊離アミノ酸含量の測定は, ホモジネート 5 ml に等容の 10% (W/V) トリクロロ酢酸を加えて攪拌し, 1,006×g で 15 分間遠心分離することにより除タンパクした。この上清を飼料の構成アミノ酸と同様にアミノ酸分析に供した。また, イノシン酸含量の測定は, ホモジネート 5 ml に, 最終 6% となるように過塩素酸を加えて攪拌し, 1,006×g で 15 分間遠心分離することにより除タンパクした。遠心上清を KOH 溶液で pH 6.5~6.8 に調整し, 氷冷下に 30 分以上おいた後, 孔径 0.45 μm のマイクロフィルターで濾過することにより過塩素酸を除いた。濾液に最終 10 ml になるよう蒸留水を加え, 高速液体クロマトグラフで分析した。高速液体クロマトグラフは, Shim-Pack CLC-ODS (15 cm) カラム (島津製作所) を用い, 40 mM KH₂PO₄, 60 mM K₂HPO₄ (pH 調整は行わない) を移動相とし, 流速は 1 ml/min とした。検出には可視紫外検出器 L-4000 (日立製作所) を用い, 254 nm における吸光度を測定した。4.6 分付近に現れるイノシン酸のピーク面積を求め, サンプル中のイノシン酸含量を算出した。皮下脂肪内層の脂肪酸組成は, 飼料と同様に Oka ら (2002) の方法に準じて測定した。

統計処理は, 変動因として, 飼料, 性および飼料と性の交互作用をとりあげ, SAS (1993) の GLM プロシージャにより, 差の検定を行った。

結果および考察

給与飼料の化学組成および脂肪酸組成を表 1 に示した。市販配合飼料の 50% をパンで代替することにより, 粗タンパク質, 粗繊維および粗灰分の含量が減少したが, 粗脂肪および可溶性無窒素物含量は増加した。しかし, 両区の粗タンパク質含量は, 日本飼養標準における肥育豚の粗タンパク質基準値 (体重 70~115 kg で 13.0%) を上回っていた。

給与飼料の脂肪酸組成は, パン給与区が対照区に比べ

Table 1. Chemical composition and fatty acid composition of experimental diets

Item	Control	50% Breadcrumbs
Chemical composition (%)	(Air-dried basis)	(Air-dried basis)
Moisture	10.7 (13.0)	8.7 (13.0)
Crude protein	15.0 (14.6)	14.1 (13.4)
Ether extract	2.5 (2.4)	3.1 (3.0)
Nitrogen free extract	58.8 (57.3)	67.8 (64.6)
Crude fiber	5.0 (4.9)	2.0 (1.9)
Crude ash	8.0 (7.8)	4.3 (4.1)
Fatty acid composition (%)		
C14 : 0	0.8	2.0
C16 : 0	20.2	23.6
C16 : 1	1.0	0.7
C18 : 0	6.0	6.0
C18 : 1	39.3	39.7
C18 : 2	30.7	24.9
C18 : 3	1.3	1.9
C20 : 0	0.4	0.7
C20 : 1	0.4	0.4

て飽和脂肪酸であるミリスチン酸 (C14 : 0) およびパルミチン酸 (C16 : 0) の含量が高く、多価不飽和脂肪酸であるリノール酸 (C18 : 2) 含量が低くなった。

給与飼料のアミノ酸組成は、パン給与区が対照区に比べてリジンおよびアルギニンの含量が少なく、それぞれ対照区の 69.5% および 79.4% となった (表 2)。

表 3 に示すように、一日平均増体量は、パン給与区が 633.6g で対照区の 846.0g に比べて有意に劣り ($P < 0.05$)、110 kg 到達日齢もパン給与区が対照区よりも平均で 18 日長く、両区間に有意な差がみられた ($P < 0.05$)。飼料要求率もパン給与区が対照区に比べて低下した。これらの増体性および以下に示す全ての測定項目について、飼料と性の交互作用は認められなかった。

飼料中の粗タンパク質含量あるいはアミノ酸含量が減少すると、増体量が低下することが知られている (古谷ら 1997 ; 石田ら 1999)。パン給与区の飼料中の粗タンパク質含量は、対照区に比べて乾物換算で 1.2% 低く、また、粗繊維および粗灰分は大きく低下し、無機質およびビタミンの不足が考えられた。これらがパン多給による増体量低下の要因の一つであると考えられる。さらに、日本飼養標準における肥育豚のリジンおよびアルギニンの基準値 (体重 70~115 kg) は、それぞれ、0.55% および 0.18% であるのに対し、パン給与区の飼料中のリジンおよびアルギニン割合は、それぞれ、0.52% および 0.86% であった。50% パン代替飼料の給与により、わずかであるがリジンが不足しており、リジンが制限アミノ酸となり増体量に影響した可能性も考えられる。

屠体長、背腰長 II および屠体幅には、給与飼料の影響は認められなかったが、カタ部位の背脂肪厚は、パン給与区が対照区に比べて有意に厚くなった ($P < 0.05$, 表 4)。古谷ら (1997) は肥育豚を低タンパク質飼料で飼育すると必須アミノ酸が不足し、発育が劣るとともに背脂肪厚が増加することを報告している。本研究においても、50% パン代替飼料の給与により、リジンが不足し、このためブタの発育性を低下させるとともに、脂肪蓄積を促進させた可能性が考えられる。

PCS には、給与飼料の影響は認められなかったが、色差計による b 値はパン給与区が対照区に比べて有意に高くなった ($P < 0.05$, 表 5)。有意でないものの L 値もパン給与区で高い傾向を示した。これらは、次に示すマーブリングの影響と思われる。

胸最長筋のマーブリングは、パン給与区で有意に増加した ($P < 0.05$)。粗脂肪含量もパン給与区が 6.4% と対照区の 2.4% に比べて有意な差があり ($P < 0.05$)、マーブリングの結果とよく符合し、その差は約 2.7 倍となった。一方、粗脂肪含量が増加するにしたがって胸最長筋の水分含量が有意に少なくなった ($P < 0.05$)。

筋肉内脂肪含量は、共役リノール酸を 5% 添加した飼料 (Joo ら 2002) や低タンパク質飼料 (Kerr ら 1995)、あるいはリジン欠乏飼料 (Unruh ら 1996 ; Witte ら 2000) やタンパク質に対するリジン比率の低下 (Ellis と McKeith 1999) によって増加することが報告されている。

本研究では、50% をパンで代替することにより、飼料中の可溶性無窒素物含量が増加し、それにとまってリ

Table 2. Total amino acid content of experimental diets ($\mu\text{mol/g}$)

Item	Control (%)	50% Breadcrumbs (%)
Taurine	3.1 (0.3)	3.3 (0.3)
Aspartic acid	102.5 (8.8)	76.7 (6.8)
Threonine	42.4 (3.6)	35.8 (3.2)
Serine	52.4 (4.5)	47.4 (4.2)
Glutamic acid	200.4 (17.1)	279.8 (24.9)
Proline	101.7 (8.7)	91.5 (8.1)
Glycine	96.6 (8.3)	88.3 (7.8)
Alanine	102.5 (8.8)	81.2 (7.2)
Valine	69.4 (5.9)	65.1 (5.8)
Methionine	19.9 (1.7)	20.5 (1.8)
Isoleucine	48.1 (4.1)	46.5 (4.1)
Leucine	105.7 (9.0)	94.7 (8.4)
Tyrosine	32.2 (2.8)	31.7 (2.8)
Phenylalanine	44.8 (3.8)	46.0 (4.1)
γ -Amino-n-butyric acid	3.1 (0.3)	2.5 (0.2)
Ornithine	1.5 (0.1)	1.4 (0.1)
Lysine	54.6 (4.7)	37.9 (3.4)
Histidine	27.7 (2.4)	24.6 (2.2)
Carnosine	4.8 (0.4)	6.3 (0.6)
Arginine	55.9 (4.8)	44.4 (3.9)
Total	1169.3	1125.7

Table 3. The effects of 50% breadcrumbs food on growth performance

Item	Control (n=5)	50% Breadcrumbs (n=5)
Age (day)		
Initial	125.4 $\pm$ 3.9	125.4 $\pm$ 3.9
Final	182.4 $\pm$ 6.9	200.4 $\pm$ 12.7*
Daily gain (g)	846.0 $\pm$ 47.1	633.6 $\pm$ 71.1*
FCR ¹⁾	3.82	4.54

Values are means $\pm$ standard error.

¹⁾ FCR : Feed conversion ratio.

*Significant difference from values in the control groups ($P<0.05$).

ジンが低下している。飼料中の炭水化物は、体内の脂質代謝と密接な関係にあり、グルコースは解糖系を経てグリセロールおよび脂肪酸の原料となる。また、脂肪酸のミトコンドリア内での酸化には、カルニチンが重要な役割を持ち、カルニチンはリジンとメチオニンから合成される。これらのことから、飼料中の可溶性無窒素物含量の増加、また、リジン含量の低下によるカルニチン活性の低下などが関係して、筋肉内脂肪含量から明らかな

うに脂質合成が増加し、発育の遅れから明かなようにタンパク質合成が低下した可能性が考えられる。

筋肉内脂肪含量（脂肪交雑）は、近年、豚肉においても注目される肉質形質の一つであり、国内外における豚肉の改良目標は、赤肉生産重視から食べて美味しい豚肉生産へと変化してきている（入江 2002）。Huff-Lonergan ら（2002）は、筋肉内脂肪含量が豚肉のやわらかさに影響し、また、Brewer ら（2001）は、脂肪交雑の多い豚肉は消費者の官能特性においてやわらかく、多汁性に富み、嗜好性が高いことを報告している。

本研究における肉の加熱損失率には、給与飼料の影響は認められなかった。しかし、物理特性の凝集性およびガム性においてパン給与区が対照区に比べて有意に低く（ $P<0.05$ ）、また、有意でないものの硬さもパン給与区が低い傾向を示した。川井田ら（1981）は、食肉における凝集性は、筋肉の筋束内筋線維の数および太さ、すなわち、肉のきめの細やかさを客観的に表すものであるとパークシャー種の豚肉により報告している。ガム性は食品の砕けやすさを表し、その測定値により粉状、糊状、ゴム状などと表現され、硬さと凝集性を反映している。しかし、本研究におけるパン給与区の凝集性の低下は、筋線維の特性と考えるよりも、むしろ筋肉内脂肪含量の違いによるものと考えた方がよい。これらのことから、

Table 4. The effects of 50% breadcrumbs food on carcass characteristics

Item	Control (n=5)	50% Breadcrumbs (n=5)
Carcass length (cm)	100.0±1.2	99.3±1.1
Back loin length II (cm)	73.0±0.9	70.3±1.3
Carcass width (cm)	34.6±0.2	35.7±0.5
Thickness of backfat (mm)		
Shoulder	37.5±2.4	44.3±1.4*
Back	19.3±1.1	20.3±1.9
Loin	30.0±1.8	31.7±1.3

Values are means±standard error.

* Significant difference from values in the control groups ($P<0.05$).

Table 5. The effects of 50% breadcrumbs food on characteristics of the longissimus thoracis muscle

Item	Control (n=5)	50% Breadcrumbs (n=5)
Meat color ¹⁾	2.3±0.3	2.2±0.1
Marbling ²⁾	1.1±0.1	3.7±0.3*
Hunter color		
L	47.2±0.9	50.4±1.1
a	8.8±0.6	8.8±0.3
b	6.6±0.1	7.6±0.2*
Moisture (%)	73.5±0.1	69.2±0.4*
Fat (%)	2.4±0.2	6.4±1.1*
Cooking loss (%)	32.6±0.8	33.7±0.9
Hardness (kg)	5.95±0.32	5.15±0.27
Cohesiveness	0.735±0.017	0.631±0.012*
Gumminess	437.5±27.0	328.0±20.7*

Values are means±standard error.

¹⁾ A higher number indicates a darker colour (1 to 5).

²⁾ A higher number indicates more marbling (1 to 5).

* Significant difference from values in the control groups ($P<0.05$).

パン給与区の豚肉は、筋肉内脂肪含量の増加により、なめらかさや総合的なやわらかさが増した豚肉であると推測される。

表 6 に胸最長筋の遊離アミノ酸含量およびイノシン酸含量を示した。遊離アミノ酸のうちアスパラギン酸含量は、パン給与区で有意に低くなった ($P<0.05$)。しかし、他のアミノ酸および総アミノ酸含量に有意な差はなく、また、イノシン酸含量においても給与飼料の影響は認められなかった。遊離アミノ酸およびイノシン酸は、食肉を代表する呈味成分として知られており、豚肉では品種により異なり (木全ら 2001 ; 千国ら 2002)、性、給与飼料には影響されない (川井田ら 1985) ことが報告されて

いる。本研究においても、これらの報告と同様にイノシン酸含量に対するパン多給の影響はなく、また、パン多給により、アスパラギン酸含量は低下したが、他のアミノ酸および総アミノ酸含量を考慮すると、この差による呈味成分への影響はわずかであると考えられる。

表 7 に皮下脂肪内層の脂肪酸組成を示した。パン給与区は、対照区に比べて飽和脂肪酸であるパルミチン酸 (C16 : 0) 含量が有意に高まり ($P<0.05$)、多価不飽和脂肪酸であるリノール酸 (C18 : 2) 含量が有意に低下した ($P<0.05$)。

ブタの脂肪は、飼料中の油脂の質と量に大きく影響され (入江 1992 ; 山田ら 2001)、不飽和脂肪酸含量が多いほど軟らかくなり好ましくないとされている。特に飼料中のリノール酸 (C18 : 2) やリノレイン酸 (C18 : 3) などの多価不飽和脂肪酸は、飽和脂肪酸に比べてブタの脂肪組織に選択的に蓄積されやすく、脂肪を軟らかくする主な原因物質である。入江と藤谷 (1989) は、多価不飽和脂肪酸の多い大豆油を飼料に添加すると筋肉内脂肪を含むすべての部位の脂肪において、リノール酸 (C18 : 2) およびリノレイン酸 (C18 : 3) 含量が増加すると報告している。

本研究において、パン給与区の飼料は、対照区よりもパルミチン酸 (C16 : 0) 含量が 3.4% 高く、リノール酸 (C18 : 2) 含量が 5.8% 低かった。パン多給によるリノール酸 (C18 : 2) 含量の低下には、むしろ給与飼料中の脂質の影響は少ないことを示している。一方で、飽和脂肪酸であるパルミチン酸 (C16 : 0) 含量の増加は、パン多給がブタ自体の脂質代謝を変化させ、とくに飽和脂肪酸を多く合成させた可能性が高いことを示唆している。

以上のことから、肥育後期におけるパンの多給 (50% 代替) は、増体を低下させることがわかった。しかし、筋肉内脂肪含量を約 2 倍以上に増加させ、そのことにより、調理肉は総合的にやわらかくなり、また、皮下脂肪内層の脂肪酸組成を変化させることがわかった。さらに、これらの結果において、性の影響は認められないこ

Table 6. The effects of 50% breadcrumbs food on free amino acid content and inosinic acid content of longissimus thoracis muscle

Item	Control (n=5)	50% Breadcrumbs (n=5)
Free amino acid content ($\mu\text{mol/g}$)		
Taurine	2.93 ± 0.42	3.34 ± 0.36
Aspartic acid	0.34 ± 0.03	$0.23 \pm 0.02^*$
Threonine	0.46 ± 0.02	0.41 ± 0.02
Serine	0.44 ± 0.04	0.41 ± 0.03
Asparagine	1.15 ± 0.03	1.15 ± 0.14
Glutamic acid	0.97 ± 0.08	0.89 ± 0.09
Glutamine	1.11 ± 0.01	1.15 ± 0.13
Proline	1.38 ± 0.14	1.50 ± 0.8
Glycine	1.45 ± 0.14	1.47 ± 0.08
Alanine	1.80 ± 0.18	1.67 ± 0.19
Citrulline	0.09 ± 0.006	0.09 ± 0.03
Valine	0.46 ± 0.03	0.40 ± 0.01
Cystine	<0.01	<0.01
Methionine	0.21 ± 0.02	0.18 ± 0.01
Isoleucine	0.28 ± 0.02	0.25 ± 0.01
Leucine	0.45 ± 0.03	0.39 ± 0.03
Tyrosine	0.20 ± 0.02	0.18 ± 0.01
Phenylalanine	0.19 ± 0.005	0.15 ± 0.01
b-Alanine	0.31 ± 0.03	0.25 ± 0.06
γ -Amino-n-butyric acid	0.01 ± 0.001	0.01 ± 0.002
Tryptophan	0.04 ± 0.003	0.04 ± 0.003
Ornithine	0.05 ± 0.003	0.07 ± 0.02
Lysine	0.33 ± 0.04	0.27 ± 0.02
Histidine	0.17 ± 0.002	0.17 ± 0.005
Anserine	0.92 ± 0.02	1.00 ± 0.07
Carnosine	30.85 ± 1.50	26.40 ± 0.87
Arginine	0.22 ± 0.03	0.19 ± 0.01
Total	46.82 ± 2.24	42.28 ± 0.66
Inosinic acid content ($\mu\text{mol/g}$)	3.18 ± 0.54	3.00 ± 0.13

Values are means $\pm$ standard error.

* Significant difference from values in the control groups ($P < 0.05$).

とが明らかとなった。今後は、増体低下と肉質向上のバランスを考えるべく、パンの給与期間や給与時期、また、リジン添加の影響について、さらなる検討が必要であると考え。

謝 辞

本研究に対し、研究を補助して頂いた兵庫県立農林水産技術総合センター植村洋一氏、深江則仁氏、安田弥市郎氏に深く感謝の意を表します。

Table 7. The effects of 50% breadcrumbs food on fatty acid composition(%) of backfat

Fatty acid composition	Control (n=5)	50% Breadcrumbs (n=5)
C14 : 0	1.45±0.08	1.65±0.06
C16 : 0	24.69±0.88	27.22±0.07*
C16 : 1	1.74±0.17	1.77±0.13
C18 : 0	16.82±0.84	17.08±0.61
C18 : 1	43.09±1.45	42.77±0.41
C18 : 2	10.39±0.36	7.72±0.46*
C18 : 3	0.52±0.02	0.45±0.05
C20 : 0	0.34±0.01	0.36±0.01
C20 : 1	0.95±0.06	0.98±0.12

Values are means±standard error.

* Significant difference from values in the control groups ($P<0.05$).

文 献

- Bee G, Gebert S, Messikommer R. 2002. Effect of dietary energy supply and fat source on the fatty acid pattern of adipose and lean tissues and lipogenesis in the pig. *Journal of Animal Science*, 80 : 1564-1574.
- Brewer MS, Jensen J, Sosnicki AA, Fields B, Wilson E, McKeith FK. 2002. The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh pork loin chops. *Meat Science*, 61 : 249-256.
- Brewer MS, Zhu LG, McKeith FK. 2001. Marbling effects on quality characteristics of pork loin chops : Consumer purchase intent, visual and sensory characteristics. *Meat Science*, 59 : 153-163.
- 千国幸一・佐々木啓介・江森 格・岩木史之・谷 史雄・中島郁世・室谷 進・三津本 充. 2002. 豚肉風味関連物質の含量に対する加熱処理の影響. 日本養豚学会誌, 39 : 191-199.
- Ellis M, McKeith M. 1999. Nutrition influences on pork quality. Pork Fact Sheets. 1-8. National Pork Producers Council. IA, USA.
- 古谷 修・渡部正樹・阿部博行・清水俊郎・大門博之・佐藤圭子・今田哲雄・佐藤金一. 1997. アミノ酸添加低蛋白質飼料の給与による肉豚における窒素排泄量の低減. 日本養豚学会誌, 34 : 15-21.
- Huff-Lonergan E, Baas TJ, Malek M, Dekkers JCM, Prusa K, Rothschild MF. 2002. Correlations among selected pork quality traits. *Journal of Animal Science*, 80 : 617-627.
- 兵庫県立農林水産技術総合センター. 2003. 農林水産技術総合センターにおける動物実験指針. 兵庫県立農林水産技術総合センター. 兵庫.
- 入江正和. 1992. 豚における脂肪の質, 特に給与飼料の影響に関する研究. 日本養豚学会誌, 29 : 92-95.
- 入江正和. 2002. 豚肉質の評価法. 日本養豚学会誌, 39 : 221-254.
- 入江正和・藤谷泰裕. 1989. 豚の脂肪組織と筋内脂肪の理化学的性状に及ぼす大豆油添加と添加時期の影響. 日本養豚学会誌, 26 : 255-259.
- 石田光晴・銅道百里・鈴木啓一・清水俊郎. 1999. 飼料の制限が豚肉脂質及び脂肪組織の脂肪酸組成に及ぼす影響. 日本養豚学会誌, 36 : 152-159.
- Joo ST, Lee JI, Ha YL, Park GB. 2002. Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. *Journal of Animal Science*, 80 : 108-112.
- 川井田博・福元守衛・石神信男・湯之口幸一・福永隆生・古賀克也・富田裕一郎・加香孝孝・田島真理子. 1985. 豚肉の呈味成分に関する研究, 特に遊離アミノ酸について. 日本養豚学会誌, 22 : 119.
- 川井田博・奥園義美・福元守衛・楠元薩男・宮内泰千代. 1981. 鹿児島パークシャーの肉質特性と評価技術に関する研究, VI. 豚肉のテクスチャー特性(硬さ, 凝集性, ガム性, 付着性等)について. 日本養豚学会誌, 18 : 85-95.
- Kerr BJ, McKeith FK, Easter RA. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, 73 : 433-440.
- 木全 誠・石橋 晃・鎌田寿彦. 2001. 豚肉の理化学的成分と官能検査との関係. 日本養豚学会誌, 38 : 45-51.
- Matel J, Minvielle F, Poste LM. 1988. Effects of crossbreeding and sex on carcass composition, cooking properties and sensory characteristics of pork. *Journal of Animal Science*, 66 : 41-46.
- National Pork Producers Council (NPPC). 1976. *Procedures to Evaluate Market Hogs*. NPPC, Iowa.
- 農林水産省. 2003. 我が国の食料自給率, 平成 14 年度食料自給率レポート. 54-55. 農林水産省. 東京.
- Oka A, Iwaki F, Dohgo T, Ohtagaki S, Noda M, Shiozaki T, Endoh O, Ozaki M. 2002. Genetic effects on fatty acid composition of carcass fat of Japanese Black Wagyu steers. *Journal of Animal Science*, 80 : 1005-1011.
- 奥崎政美・鈴木忠直. 2000. 新食品ハンドブック. 38-40. 建帛社. 東京.
- SAS. 1993. SAS/STAT ソフトウェア : ユーザーズガイド. Version 6, 1st ed. 569-666. 株式会社サスインスティテュートジャパン. 東京.
- 清水俊郎・鈴木啓一・渡部正樹・小川ゆう子. 2000. 豚肉の肥育期間, ロース部位および肉の熟成が肉質に及ぼす影響.

日本養豚学会誌, 37 : 108-114.
鈴木啓一・清水ゆう子・阿部博行・斗内桂子・鈴木 惇.
2001. 豚肉質の品種間, 性間および胸最長筋部位間の比較.
日本畜産学会報, 72 : 215-223.
鈴木啓一・清水ゆう子・門脇 宏. 2002. 乾燥ワカメ茎とパン
屑添加飼料が豚の産肉・肉質形質に及ぼす影響. 日本養豚
学会誌, 39 : 66-70.
鈴木敏郎. 2000. 新食品ハンドブック. 57-58. 建帛社. 東京.
Unruh JA, Friesen KG, Stuewe SR, Dunn BL, Nelssen JL, Good-
band RD, Tokach MD. 1996. The influence of genotype, sex,
and dietary lysine on pork subprimal cut yields and carcass

quality of pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of
Animal Science*, 74 : 1274-1283.
Witte DP, Ellis M, McKeith FK, Wilson ER. 2000. Effect of dietary
lysine level and environmental temperature during the finish-
ing phase on the intramuscular fat content of pork. *Journal
of Animal Science*, 78 : 1272-1276.
山田未知・網中 潤・山田幸二. 2001. 豚の脂肪組織と筋肉に
おける脂肪酸組成に及ぼすエゴマ種実の影響. 日本養豚学
会誌, 38 : 25-30.
安井明美. 2000. 新食品ハンドブック. 19-20. 建帛社. 東京.

Effects of Breadcrumbs on Growth Performance and Meat Quality in Pig

Eiji IWAMOTO, Osamu SHIDARA and Masakazu IRIE¹

Hyogo Prefectural Institute of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kasai-shi 679-0198, Japan

¹ Faculty of Agriculture, Miyazaki University, Miyazaki-shi 889-2192, Japan

Corresponding : Eiji IWAMOTO (fax : +81 (0) 790-47-0549, e-mail : Eiji_Iwamoto@pref.hyogo.jp)

We examined the effects of breadcrumbs food on growth performance and meat quality in pigs. Ten ternary crossbreds (LW × D ; average body weight : 67.1 ± 1.6 kg ; average age : 125.4 ± 3.7 day) were divided into two groups : a breadcrumbs group and a control group. The pigs in the breadcrumb group were fed 50% breadcrumbs and 50% commercial diet for pig by weight. The animals in the control group were fed 100% commercial diet. The pigs were slaughtered at about 110 kg body weight and examined for meat quality. The pigs in the breadcrumb group reached 110 kg body weight significantly older than those in the control group. The average daily gain was significantly lower in the breadcrumb group than in the control group. The marbling score of the muscle in the breadcrumb group was significantly higher than that in the control group. The fat contents of *longissimus thoracis* in control and experimental groups were 2.4% and 6.4%, respectively, and the moisture decreased in substitution ($P < 0.05$). The cohesiveness and gumminess of the muscle after heating were significantly lower in the breadcrumb group than in the control group. The back fat in the breadcrumb group had significantly higher percentage of palmitic acid and lower percentage of linoleic acid than that in the control group. The inosinic acid and the free amino acids except aspartic acid from *longissimus thoracis* muscle were not significantly differed between two groups. These results suggest that feeding the food containing 50% breadcrumb to pigs increases intramuscular fat and changes fatty acid composition of backfat and texture of cooked pork, although the body weight gain decreases.

Nihon Chikusan Gakkaiho, 76 (1) : 15-22, 2005

Key words : Breadcrumbs, Meat quality, Fattening, Pig