

# 風味に優れる豚肉生産技術の開発

飯塚悟・金丸 芳<sup>\*</sup>・新居雅宏

## 要 約

風味に優れる豚肉を生産する技術を開発することを目的として、臭みの低減及び肉質の改善に効果があるとされる、飼料用木炭及びハーブ（オレガノ抽出物）を添加した飼料を肥育豚に給与し、発育や肉質にもたらす影響について調査した。

木炭(1%)及びハーブ(0.1%)を添加した試験区は、1日平均増体重において、対照区に比べて劣る傾向があった。対して、枝肉歩留においては対照区よりもやや優れる傾向があった。肉質においては、食味官能評価における赤肉の軟らかさの項目で有意に優れ( $p < 0.01$ )、また、ジューシー感や旨味(赤肉)の項目においても優れる傾向があった。味認識装置を用いた味の分析では、旨味、旨味コク及び塩味の3つの項目において、対照区よりも優れる結果となった。GC-MSによる臭気成分分析では、脂肪中からグリーン様の芳香を持つ揮発性成分が対照区よりも多く検出された。以上の結果から、木炭やハーブの添加は、肉質向上と、脂肪中のグリーン様芳香物を増加させる可能性が示唆された。

## 目 的

畜肉の持つ匂いや香りが消費者の嗜好にもたらす影響は少なくない。黒毛和牛肉においては、甘い香りを持つラクトン類に、脂臭さを呈するアルコール類やアルデヒド類等が合わさり、和牛香と呼ばれる好ましい香りを形成していると報告されている<sup>1)</sup>。豚肉においては、雄臭として知られているアンドロステノンの他、脂肪中のスカトールが豚肉の風味に悪影響を及ぼす可能性があることが報告されている<sup>2)</sup>。また、飼料中に含まれる魚粉などの動物性原料は、豚肉の臭みを増す要因と考えられており、生産現場においては、植物性原料のみで構成した飼料の活用や、臭みの低減に効果が期待される資材の飼料添加等が試みられている。

一方、近年の養豚産業を取り巻く状況は、飼料価格の高止まりに、安価な輸入豚肉との競合もあり、厳しい状況にある。そのような中、国内にお

いては、全国的に銘柄化やブランド化が進むなど、競争がますます激化しており、生産者においては、生産性の向上と合わせ、差別化を目的として、特色ある豚肉の生産に取り組む必要性が高まっている。

そこで、本研究においては、臭みを低減し、かつ、好まれる香りを向上させた豚肉を生産する技術を開発することを目的として、植物性原料で構成した基礎飼料に、臭みの低減や肉質改善に効果があるとされている飼料用木炭やハーブを添加したものを肥育豚に給与し、発育及び肉質に与える影響について調査した。

## 材料及び方法

### 1) 試験期間

平成28年11月16日から平成29年1月10日までの5日間とした。

\*徳島大学大学院社会産業理工学研究部生物資源産業学域

## 2) 供試豚

大ヨークシャー種の肥育豚8頭（2腹×4頭，去勢，135日齢）を供試した。

## 3) 試験区分

試験区分を表1に示した。基礎飼料は表2に示す自家配合飼料を用い，試験区には飼料用木炭を1%，ハーブ剤としてコーキン化学のアロマックスK（オレガノ抽出物）を0.1%添加した。飼養管理は，各区4頭ずつを群飼し，飼料は不断給餌とした。

表1 試験区分

|     | 給与飼料                      | 頭数 |
|-----|---------------------------|----|
| 対照区 | 基礎飼料                      | 4頭 |
| 試験区 | 基礎飼料に木炭(1%)及びハーブ(0.1%)を添加 | 4頭 |

表2 基礎飼料配合割合(%)

| 原料名        | (%) |
|------------|-----|
| トウモロコシ     | 75  |
| 大豆粕        | 15  |
| フスマ        | 8.1 |
| 炭酸カルシウム    | 0.6 |
| 第二リン酸カルシウム | 0.9 |
| 食塩         | 0.2 |
| ビタミン剤      | 0.2 |

## 4) 調査項目

## (1) 発育成績及び枝肉成績

発育成績は，試験開始30日後，50日後に体重を測定し，1日平均増体重を求めた。

枝肉成績は，と畜翌日に枝肉の背脂肪厚（肩部，背部，腰部，ランジル部）ならびに第4-5胸椎間のロース芯における断面積，PCS（Pork Color Standard），しまり，マーブリングスコア（NPPCモデル）及びドリップ重量（Kauffman法）を測定した。

## (2) 肉質

と畜翌日，ロース肉を持ち帰り，理化学性状，物性，脂肪形質を測定した。また，持ち帰ったロース肉の一部は0℃で6日間保冷した後，-30℃で

冷凍し，後日，食味官能評価，味認識装置による味分析及び臭気成分分析に用いた。

## (a) 理化学性状

ロース芯における肉色，水分率，加圧保水性，ドリップロス，伸展率，圧搾肉汁率，加熱損失，及び筋肉内粗脂肪含量について，当研究課の定法<sup>3)</sup>により測定した。

## (b) 物性

厚さ2cmに切り出したロース芯ブロック肉を70℃の温湯で1時間加温し，流水で30分間冷却した。その後，筋線維方向に沿って1cm厚になるようにカットし，テンシプレッサー（MyBoy2；タケモト電機）を用いて，Tenderness (N/m<sup>2</sup>)，Pliability，Toughness (J/n<sup>2</sup>)及びBrittlenessを測定した。また，1cm厚にカットした肉片は，さらに1cm角に成形した後，Warner-Bratzler剪断力価計により剪断力価を測定した。

## (c) 脂肪形質

脂肪形質は，脂肪融点及び脂肪酸組成を測定した。脂肪融点は，背脂肪内層の中心部より切り出した脂肪を用い，上昇融点法により測定した。また，同じ部位より採取した脂肪を，NaOHメタノールによりケン化した後，三フッ化ホウ素メタノール水溶液によるエステル化し，n-ヘキサン及び飽和食塩水を用いてヘキサン移行させ，そのうちの1μLをガスクロマトグラフィー（島津製作所GC-2014）に注入し，リテンションタイムにより脂肪酸を同定し，百分率により示した。

## (d) 食味官能評価

ロース肉を厚さ約1cmに切り出し，200℃のホットプレートで，片面2分30秒間，裏返して2分30秒間，ふたをして2分間加熱した後，十字に切り，脂身がついていない赤肉のみの肉片と脂身がついた肉片の2つをパネリスト12名に提供した。

評価は，赤肉だけの肉片を食した際の「軟らかさ」，「ジューシー感」，「旨味」について，脂身がついた肉片を食した際の「臭み」，「好ましい風味」，

「甘味」,「旨味」,「総合評価」の計8項目について、採点法(−3点〜+3点)により行った。

なお、パネリストは、パネル選定用基準臭(第一薬品産業株式会社)により、嗅覚正常者と判断され、かつ、0.4%ショ糖、0.02%クエン酸、0.13%食塩、0.05%グルタミン酸ナトリウム及び0.03%カフェインを含む水溶液の味が正しく認識できる者とした。

#### (e) 味認識装置による味の分析

官能評価で用いたものと同じロース肉を粉碎し、2倍量の水を加え、食品用ミルで1分間かくはん後、沸騰水浴中で10分間加温し、ろ紙でろ過したものを試料とした。試料は味認識装置(TS-5000 Z; インテリジェントセンサーテクノロジー)の5種類の味覚センサー(CA0, C00, AE1, AAE, CT0)を用いて測定し、対照区をゼロとした味覚項目換算値の差を求めた。

#### (f) 臭気成分分析

ミンチにした脂身を、230℃で5分間加熱し、溶解した脂肪0.5gをSPME用の20mlガラス瓶に入れて密封し、230℃で2分間加熱した。サンプルの入ったガラス瓶を5分間予備加熱し、さらにHeガスを流しながら30分間80℃に保持し、挿入したSPME-fiberに揮発成分を吸着させ、GCMS-QP2010 Ultra(SHIMADZU)で測定した。カラムはTG-5MS(30m×0.25mm×0.25μm)(Thermo Fisher Sci.)を用い、分析はHeをキャリアガスとし、GCでは270℃で離脱させ、スプリット(10:1)注入し、40℃で3分間保持した後、40〜280℃まで10℃/分で昇温した。成分はデータベースからマスパターンで同定した。

### 結果及び考察

#### (1) 発育成績及び枝肉成績

発育成績及び枝肉成績を表3に示した。1日平均増体重は、対照区に比べ、試験区がやや劣る傾向があった。枝肉歩留は、対照区に比べ、試験区の

方がやや高くなる傾向があった。

表3 飼養成績及び枝肉成績

|                          |      | 対照区   |        | 試験区   |        |
|--------------------------|------|-------|--------|-------|--------|
| 1日平均増体重(kg/日)            |      | 1.12  | ± 0.16 | 0.91  | ± 0.22 |
| 枝肉歩留(%)                  |      | 64.86 | ± 0.13 | 65.54 | ± 0.73 |
| 脂肪厚(cm)                  | 肩    | 5.52  | ± 0.59 | 5.39  | ± 0.66 |
|                          | 背    | 3.91  | ± 0.37 | 3.74  | ± 0.41 |
|                          | 腰    | 4.78  | ± 0.46 | 4.67  | ± 0.65 |
|                          | ランジル | 3.62  | ± 0.46 | 3.37  | ± 0.58 |
| PCS                      |      | 4.25  | ± 1.19 | 4.00  | ± 1.08 |
| しまり                      |      | 1.50  | ± 0.91 | 1.63  | ± 0.95 |
| マーブリングスコア                |      | 3.00  | ± 0.74 | 2.88  | ± 0.14 |
| ロース芯面積(cm <sup>2</sup> ) |      | 20.78 | ± 0.90 | 21.48 | ± 1.85 |

PCS: Pork Color Standard マーブリングスコア: NPPCモデル

#### (2) 理化学性状

理化学性状の測定結果を表4に示した。対照区において、筋肉内粗脂肪含量のばらつきが大きい結果となったが、いずれの項目も両区に差は認められなかった。

表4 理化学性状

|             |     | 対照区   |        | 試験区   |        |
|-------------|-----|-------|--------|-------|--------|
| ロース芯肉色      | (L) | 52.31 | ± 2.22 | 53.50 | ± 3.86 |
|             | (a) | 10.52 | ± 1.09 | 12.47 | ± 1.53 |
|             | (b) | 7.00  | ± 0.77 | 8.30  | ± 1.78 |
| 水分率(%)      |     | 71.27 | ± 1.78 | 71.63 | ± 1.67 |
| 加圧保水性(%)    |     | 79.08 | ± 2.83 | 77.52 | ± 1.41 |
| トリップロス(%)   |     | 3.08  | ± 1.93 | 3.27  | ± 1.62 |
| 伸展率(%)      |     | 29.68 | ± 2.33 | 26.30 | ± 3.19 |
| 圧搾肉汁率(%)    |     | 37.17 | ± 2.29 | 35.96 | ± 0.89 |
| 加熱損失(%)     |     | 27.41 | ± 1.47 | 27.39 | ± 1.07 |
| 筋肉内粗脂肪含量(%) |     | 8.51  | ± 2.63 | 6.31  | ± 1.67 |

#### (3) 物性

テンシプレッサー及び剪断力価計による測定結果を表5に示した。テンシプレッサーにおけるTenderness, Pliability, Toughness及びBrittlenessにおいて、両区に差は認められなかった。剪断力価は対照区よりも試験区の方が高くなる傾向があった。

表5 テンシブレスサー及び剪断力価計における物性分析

|          |                                    | 対照区             | 試験区             |
|----------|------------------------------------|-----------------|-----------------|
| テンシブレスサー | Tenderness ( $10^6 \text{N/m}^2$ ) | 7.51 $\pm$ 1.48 | 7.86 $\pm$ 1.34 |
|          | Pliability                         | 1.44 $\pm$ 0.12 | 1.39 $\pm$ 0.07 |
|          | Toughness ( $10^6 \text{J/n}^2$ )  | 2.12 $\pm$ 0.47 | 2.26 $\pm$ 0.41 |
|          | Brittleness                        | 1.29 $\pm$ 0.13 | 1.29 $\pm$ 0.09 |
| 剪断力価(kg) |                                    | 2.58 $\pm$ 0.66 | 3.68 $\pm$ 0.86 |

Tenderness: 破断応力(軟らかさ) Pliability: 柔軟性

Toughness: かみ応え Brittleness: 脆さ

## (3) 脂肪形質

背脂肪内層における脂肪酸割合及び脂肪融点を表6に示した。脂肪酸割合は、リノール酸(C18:2)及び $\alpha$ リノレン酸(C18:3)において、試験区は対照区よりやや多い傾向があった。脂肪融点は、両区に差は認められなかった。

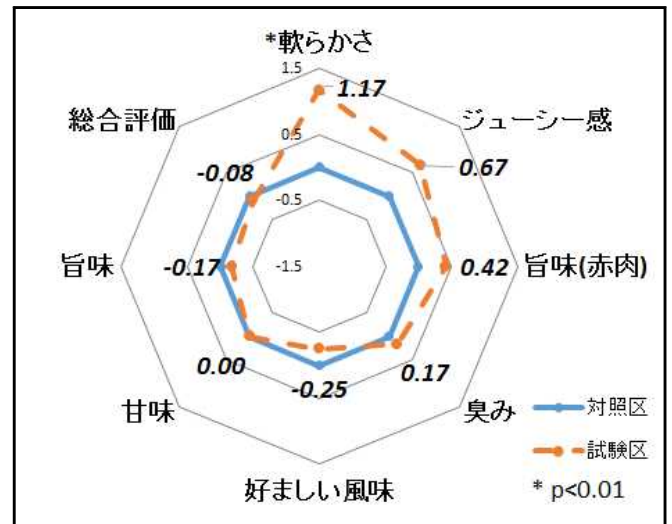
表6 背脂肪内層の脂肪酸割合(%)及び融点(°C)

|                       | 対照区              | 試験区              |
|-----------------------|------------------|------------------|
| ミリスチン酸(C14:0)         | 1.27 $\pm$ 0.10  | 1.29 $\pm$ 0.12  |
| パルミチン酸(C16:0)         | 28.26 $\pm$ 1.14 | 28.27 $\pm$ 1.40 |
| パルミトレイン酸(C16:1)       | 1.38 $\pm$ 0.39  | 1.42 $\pm$ 0.15  |
| ステアリン酸(C18:0)         | 18.40 $\pm$ 2.39 | 18.13 $\pm$ 0.94 |
| オレイン酸(C18:1)          | 39.85 $\pm$ 1.78 | 39.92 $\pm$ 1.97 |
| リノール酸(C18:2)          | 6.42 $\pm$ 0.89  | 7.00 $\pm$ 0.68  |
| $\alpha$ リノレン酸(C18:3) | 0.30 $\pm$ 0.03  | 0.33 $\pm$ 0.02  |
| アラキジン酸(C20:0)         | 0.26 $\pm$ 0.05  | 0.24 $\pm$ 0.02  |
| 融点(°C)                | 41.55 $\pm$ 1.10 | 41.13 $\pm$ 1.38 |

## (4) 食味官能評価

官能評価の結果を図1に示した。試験区は対照区に比べ、赤肉のみを食した際の評価で、軟らかさの項目において、優れる結果となった( $p < 0.01$ )。また、ジューシー感や旨味(赤肉)の項目においても、対照区より優れる傾向があった。しかしながら、臭みや好ましい風味といった匂いに関連する項目では、両区に差は認められなかった。

図1 官能評価



&lt;赤肉を食して評価&gt;

軟らかさ, ジューシー感, 赤肉(旨味)

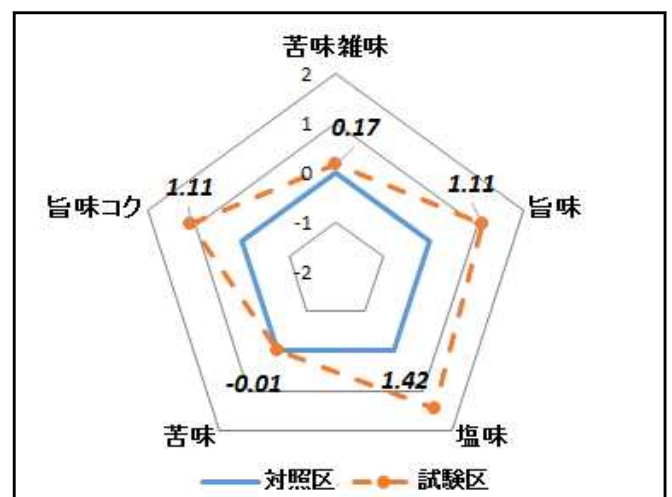
&lt;赤肉と脂身を同時に食して評価&gt;

臭み, 好ましい風味, 甘味, 旨味, 総合評価

## (5) 味認識装置による味分析

味認識装置による測定結果を図2に示した。試験区は、旨味、旨味コク及び塩味の3つにおいて、対照区よりも1.0以上高い値となった。味覚項目換算値における1.0の差は、人間の最小識別濃度差(20%濃度差)とされており、試験区は、旨味、旨味コク及び塩味において、人の味覚で識別可能な差で優れていることが示唆された。

図2 味覚センサーにおける味覚項目換算値(差)



## (f) 臭気成分分析

GC-MSによる検出結果を表7に相対値で示した。試験区は対照区に比べ、グリーン様の芳香をもつ、ヘプタナール、2-ヘプタナール、ヘキサナール、オクタナール、n-ペンタナール等のアルデヒド類が多く検出された。また、ケトン類においても、グリーン様の香りを持つ2,5-オクタジオンの他、ヨーグルトやバター様の匂いを呈すアセトインが多く検出された。テルペン類においては、針葉樹の芳香をもつ $\delta$ -カジネンが対照区より多く検出された。一方、グリーン様の芳香を持つノナナールや、脂臭さを持つ1-オクタノール等は対照区に比べて試験区の方が少ない結果となった。

試験区は、総じて、対照区よりもグリーン様芳香物が多く検出されており、木炭及びハーブ(オレガノ抽出物)の添加は、豚肉の脂肪において、主にグリーン様の芳香成分を増加させる可能性が示唆された。

表7 GC-MSで検出された臭気成分(相対値)

|           | 化合物                                                           | 対照区  | 試験区  | 特徴          |
|-----------|---------------------------------------------------------------|------|------|-------------|
| Acids     | Decanoic acid <n->                                            | 3.6  | 6.8  | 脂肪臭         |
|           | Dodecanoic acid                                               | —(*) | 1.1  | 脂肪臭         |
|           | Hexanoic acid                                                 | 22.3 | 25.8 | 脂肪臭         |
|           | Octanoic acid                                                 | 4.6  | 5.7  | グリーン、脂肪臭    |
|           | Tetradecanoic acid                                            | —(*) | 0.4  | 脂肪臭         |
| Alcohols  | 1-Octanol                                                     | 2.9  |      | 脂肪臭         |
| Aldehydes | 2-Decenal, (E)-                                               | 0.3  | 1.0  | 果物様         |
|           | 2-Heptenal, (Z)-                                              | —(*) | 7.0  | グリーン        |
|           | 2-Hexenal, (E)-                                               | —(*) | 0.6  | グリーン、アーモンド臭 |
|           | 2,4-Decadienal, (E,E)-                                        | 0.3  | 0.4  | 脂肪臭         |
|           | Decanal <n->                                                  | —(*) | 0.4  | 果物様、グリーン    |
|           | Heptanal                                                      | 1.1  | 6.2  | 甘み、グリーン     |
|           | Hexanal                                                       | 5.2  | 18.1 | 甘み、脂肪臭、グリーン |
|           | Nonanal                                                       | 8.2  | —(*) | 甘み、脂肪臭、グリーン |
|           | Octanal                                                       | 5.4  | 37.1 | 甘み、グリーン     |
|           | Pentanal <n->                                                 | —(*) | 5.2  | グリーン        |
|           | Propionaldehyde <3-methylthio->                               | —(*) | 1.2  | 甘み、焦げ臭さ     |
|           | Aromatic Naphthalene, Hydorocarbons                           |      |      |             |
|           | 1,2,3,4-tetrahydro-1,6-dimethyl-4-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- | 3.0  | —(*) | 樟脳臭、石油臭     |
| Ketones   | 2-Tridecanone                                                 | —(*) | 0.5  | 果物様、グリーン    |
|           | 2,5-Octanedione                                               | —(*) | 19.8 | グリーン        |
|           | Acetoin                                                       | —(*) | 7.3  | ヨーグルト様、バター様 |
|           | Heptan-2-one                                                  | —(*) | 0.4  | ベンキ臭        |
| Terpenes  | Cadinene <delta->                                             | 1.3  | 2.7  | 針葉樹の芳香      |

(\*) 検出限界

## まとめ

木炭(1%)及びハーブ(0.1%)の飼料添加は、豚肉の食感(軟らかさ、ジューシー感)や旨味を向上させ、脂肪中のグリーン様芳香成分を主に増大させる可能性が示唆された。しかしながら、発育において負の影響を与える可能性や、添加したことにより増加したと考えられた臭気が、食味官能評価において、差として表れなかったことなど、課題が残った。木炭1%を肥育豚に給与した試験では、発育に差は認められなかったとの報告<sup>4)</sup>もあり、今後、他資材の活用も含め検証していく必要がある。

なお、本研究は、農林水産オープンイノベーション推進事業「畜産物の商品価値を高める研究」において実施したものであり、一部成果は徳島大学へ委託した試験によるものである。

## 文 献

- 1) 松石昌典・久米淳一・伊藤友己・高橋道長・荒井正純・永富宏・渡邊佳奈・早瀬文孝・沖谷明紘. 日畜会報. 75 (3): 409-415. 2004
- 2) 西岡輝美・石塚譲・因野要一・入江正和. 日畜会報. 82 (2): 147-153. 2011
- 3) 新居雅宏・山口智美・浅野順司. 徳島畜研報. 9. 29-32. 2010
- 4) 鈴木邦夫・高橋圭二・園原邦治・岡崎好子. 千葉畜セ研報. 7: 71-72. 2007