

## 原著論文

## 抗菌性飼料添加物を含まない肥育前期飼料へのサトウキビ抽出物の添加が肉豚の生産性およびと畜検査成績に及ぼす影響

巽 俊彰<sup>1)</sup>、市川隆久<sup>2)</sup>、西 康裕<sup>2)</sup> (<sup>1)</sup>三重県北勢家畜保健衛生所、<sup>2)</sup>三重県畜産研究所)

Tatsumi, T., Ichikawa, T. and Nishi, Y. (2012). Effects of sugar cane extract as a dietary supplement on slaughter test performance and productivity of growing - finishing pigs.

*Proc. Jpn. Pig Vet. Soc.* 60, 25-29.

キーワード：サトウキビ抽出物、飼料添加物、生産性、と畜検査成績、肉豚

## 要 約

抗菌性飼料添加物 (AGP) を含まない肥育前期飼料へのサトウキビ抽出物 (SCE) の添加が、肉豚の生産性およびと畜検査成績に及ぼす影響について検討した。肥育前期に三重県畜産研究所 (試験豚舎) では AGP 無添加飼料のみの無添加区、0.05% SCE 添加の SCE 添加区、AGP 添加の AGP 添加区、三重県内の養豚場 (生産農場) では無添加区と SCE 添加区を設け、肥育後期は全区に AGP 無添加飼料を給与した。その結果、試験豚舎では肥育後期の飼料摂取量が無添加区に比べ SCE 添加区で有意 ( $P < 0.1$ ) に低く飼料要求率が改善し、生産農場ではと畜検査成績での胸膜性肺炎または流行性肺炎の罹患率が無添加区に比べ SCE 添加区で有意 ( $P < 0.05$ ) に低かったことから、0.05% SCE 添加は胸膜性肺炎または流行性肺炎の感染による病変の発現を抑制し、生産性を向上させることが示唆された。

## 緒 言

現在、わが国では肥育後期を除く肉豚用飼料については、成長促進を目的に飼料安全法に定められた抗菌性飼料添加物 (AGP) の添加が認められている<sup>5)</sup>。一方、家畜に使用する AGP と人での薬剤耐性菌の出現との関連が指摘されていることから、欧州連合 (EU) では 2006 年に家畜飼料への AGP 使用が禁止され、わが国でも AGP の使用の見直しがなされている<sup>1,2)</sup>。また、消費者の食品に対する安心・安全のニーズにより AGP 無添加の飼料で飼育された豚肉が望まれているが、育成率の低下やと畜場での廃棄率の増加等による生産性の低下が懸念されている<sup>3)</sup>。これを解決するには、AGP に

対する豚の免疫機能や生産性に及ぼす影響を検証するとともに、消費者に理解の得られやすい天然物由来資材を AGP の代替として用いてその効果を検証する必要がある。

本試験で供試したサトウキビ抽出物 (SCE) は、サトウキビから脱糖した搾汁を陽イオンクロマトグラフィーにてポリフェノール含有画分に分画し、米ぬか油かすに 20% (W/W) の割合で吸着させた顆粒品 (きびしぼり EX, 三井製糖株式会社) であり、間欠投与により離乳豚での免疫機能の増強ならびに増体の向上等が報告されている<sup>3,4)</sup> ことから、AGP の代替資材としての利用が期待できる。これまでに著者らは、SCE を AGP 無添加の肥育前期飼料に 0.05% 添加することにより、AGP 無添加飼料および AGP 添加飼料よりもヘルパー T 細胞免疫応答を増強し、宿主の防御能を高めること、ならびに肥育前期において AGP 無添加飼料より増体は高値を、飼料要求率は低値を示したことを報告している<sup>7)</sup>。そこで、本試験では AGP 無添加の肥育前期飼料に 0.05% SCE 添加することによる肥育後期を含めた肥育全期間の生産性について、病原体の汚染度の低い三重県畜産研究所 (試験豚舎) で AGP 添加区ならびに無添加区と比較検討するとともに、各種病原体の存在する可能性のある三重県内の養豚場 (生産農場) において無添加区と比較検討を行った。

## 材料および方法

## 1. 試験方法

## 試験 1. 試験豚舎での検討

三重県畜産研究所で飼育した平均体重約 30kg の LWD 種を 1 期あたり 12 頭供試し、1 処理区あたり各 4 頭を飼育密度 1.8m<sup>2</sup>/頭の 1 豚房で群飼し、不断給餌、自由飲水で行った。これを 2005 年 4 月 4 日～11 月 7 日に計 4 回、計 48 頭を供試して行った。

体重約30~70kgの肥育前期には、粗蛋白質 (CP) 14.5%, 可消化養分総量 (TDN) 76%のAGP無添加の肥育前期飼料を基礎飼料として用い、基礎飼料に0.05%SCE添加したSCE添加区、ノシヘブタイド2.5g力価/t、デストマイシンA6g力価/tを添加したAGP添加区、基礎飼料のみの無添加区の計3区を設けた。第1期は2005年4月4日~5月9日(10~15週齢:5週間)、第2期は2005年5月9日~6月13日(10~15週齢:5週間)、第3期は2005年5月9日~6月20日(10~16週齢:6週間)、第4期は2005年8月22日~10月3日(9~15週齢:6週間)に行った。

体重約70~110kgの肥育後期には、全区にCP13.5%, TDN77%のAGP無添加の肥育後期飼料を給与した。第1期は2005年5月9日~6月13日(15~20週齢:5週間)、第2期は2005年6月13日~7月18日(15~20週齢:5週間)、第3期は2005年6月20日~7月25日(16~21週齢:5週間)、第4期は2005年10月3日~11月7日(15~20週齢:5週間)に行った。

#### 試験2. 生産農場での検討

三重県内の養豚農場で飼育した平均体重約30kgのWLD種40頭(雌10頭/区×2区、去勢10頭/区×2区)を供試し、同農場にて10頭/1室(飼育密度0.9m<sup>2</sup>/頭)で不断給餌により2009年5月12日~9月24日に行った。

肥育前期にはCP14.5%, TDN76%のAGP無添加の肥育前期飼料を基礎飼料として用い、基礎飼料にSCEを0.05%添加したSCE添加区および基礎飼料のみの無添加区を設けた。肥育後期には各区ともCP13.5%,

TDN77%のAGP無添加の肥育後期飼料を給与した。

#### 2. 調査項目および調査方法

##### (1) 発育成績

体重は個体毎、飼料摂取量は区毎に測定し、肥育前期、肥育後期、これらをあわせた肥育全期間の1日増体重、1日飼料摂取量、飼料要求率を算出した。育成率は、試験終了時の頭数を試験開始時の頭数で除した百分率で示した。

##### (2) と畜検査成績

と畜検査成績は、三重県松阪食肉衛生検査所の検査成績に基づいた。

#### 3. 統計処理

試験豚舎での発育成績は一元配置分散分析による解析ならびに最小有意差法による有意差検定、生産農場でのと畜検査成績は $\chi^2$ 検定にて行った<sup>10)</sup>。

## 結 果

#### 1. 試験豚舎での検討(試験1)

##### 1) 発育成績への影響

表1に試験1の結果を示す。肥育前期では、1日増体重はSCE添加区1006gでAGP添加区1007gと同等、無添加区929gに比べ高値であった。1日飼料摂取量はSCE添加区2506gでAGP添加区2518gと同等、無添加区2375gに比べ高値であった。飼料要求率はSCE添加区2.49でAGP添加区2.51と同等、無添加区2.58より低値であった。

肥育後期では、1日増体重はSCE添加区915gでAGP添加区935g、無添加区986gに比べ低値であった。

表1 試験豚舎での発育成績(試験1)

期間	区分	1日増体重 (g/頭/日)	1日飼料摂取量 (g/頭/日)	飼料要求率
肥育前期	SCE添加区 (n=16)	1006±56 (108.3%)	2506±101 (105.5%)	2.49±0.08 (96.5%)
	AGP添加区 (n=16)	1007±95 (108.4%)	2518±177 (106.0%)	2.51±0.14 (97.3%)
	無添加区 (n=16)	929±121 (100.0%)	2375±152 (100.0%)	2.58±0.21 (100.0%)
肥育後期	SCE添加区 (n=16)	915±16 (92.8%)	2974±156 <sup>b2)</sup> (87.7%)	3.25±0.15 (94.2%)
	AGP添加区 (n=16)	935±96 (94.8%)	3150±198 <sup>ab</sup> (92.7%)	3.38±0.19 (98.0%)
	無添加区 (n=15) <sup>1)</sup>	986±66 (100.0%)	3392±204 <sup>a</sup> (100.0%)	3.45±0.29 (100.0%)
肥育全期間	SCE添加区 (n=16)	962±34 (103.0%)	2730±131 (97.0%)	2.84±0.08 (93.1%)
	AGP添加区 (n=16)	973±90 (104.2%)	2819±181 (100.1%)	2.91±0.14 (95.4%)
	無添加区 (n=16)	934±133 (100.0%)	2815±144 (100.0%)	3.05±0.32 (100.0%)

表記は平均±標準偏差、()内は無添加区との百分比

1)無添加区は試験中に1頭淘汰したため、n=15

2)異符号間に10%水準で有意差あり

1日飼料摂取量はSCE添加区2974gでAGP添加区3150gとの間に有意差はなかったが、無添加区3392gに比べ有意 (P < 0.1) に低値であった。飼料要求率はSCE添加区3.25でAGP添加区3.38、無添加区3.45より低値であった。

肥育全期間では、1日増体重はSCE添加区962gでAGP添加区973gと同等、無添加区934gより高値であった。1日飼料摂取量はSCE添加区2730gで、AGP添加区2819g、無添加区2815gより低値であった。飼料要求率はSCE添加区2.84で、AGP添加区2.91、無添加区3.05より低値であった。育成率はSCE添加区およびAGP添加区が100%、無添加区が93.8%であった。なお、無添加区は第3期の去勢1頭が肥育前期飼料給与3週間で降食欲不振となり、体重も4週間後をピークに減少したため、6週間後の肥育後期飼料切り替え時に体重31.1kgで淘汰した。このため、肥育後期における無添加区の発育成績は、第3期の淘汰1頭を除いた成績とした。

2) と畜検査成績への影響

表2にと畜検査成績の結果を示す。と畜検査成績は、SCE添加区で胸膜性肺炎、大腸炎により計2頭、罹患率12.5%、AGP添加区で胸膜性肺炎、肝炎、小腸炎、大腸炎、筋肉出血により計6頭、罹患率37.5%、無添加区で大腸炎、筋肉膿瘍により計2頭、罹患率13.3%であった。なお、無添加区では第3期の淘汰1頭の数値を除いた成績で示した。

2. 生産農場での検討 (試験2)

1) 発育成績への影響

表3に試験2の発育成績の結果を示す。肥育前期では1日増体重がSCE添加区857gで無添加区830gに比べ高値であった。1日飼料摂取量はSCE添加区2501gで無添加区2519gと同等であった。飼料要求率はSCE添加区2.91で無添加区3.03より低値であった。

肥育後期では1日増体重がSCE添加区715gで無添加区708gと同等であった。1日飼料摂取量はSCE添

表2 試験豚舎でのと畜検査成績 (試験1)

	胸膜性肺炎	腸炎	肝炎	筋肉出血	筋肉膿瘍	合計
SCE添加区 (n=16)	1 (6.3%)	1 (6.3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (12.5%)
AGP添加区 (n=16)	2 (12.5%)	2 (12.5%)	1 (6.3%)	1 (6.3%)	0 (0%)	6 (37.5%)
無添加区 (n=15) <sup>1)</sup>	0 (0%)	1 (6.7%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (6.7%)	2 (13.3%)

単位:頭、()内はその百分率

1)無添加区は試験中に1頭淘汰したため、n=15

表3 生産農場での発育成績 (試験2)

期間	区分	1日増体重 (g/頭/日)	1日飼料摂取量 (g/頭/日)	飼料要求率	飼育日数 (日)
肥育前期	SCE添加区 (n=20)	857±72 (103.3%)	2501±316 (99.3%)	2.91±0.12 (96.1%)	48.0±0 (100.0%)
	無添加区 (n=20)	830±71 (100.0%)	2519±309 (100.0%)	3.03±0.11 (100.0%)	48.0±0 (100.0%)
肥育後期	SCE添加区 (n=20)	715±59 (101.0%)	2723±610 (102.9%)	3.79±0.54 (101.2%)	58.9±6.8 (95.0%)
	無添加区 (n=20)	708±28 (100.0%)	2647±85 (100.0%)	3.74±0.27 (100.0%)	62.0±2.8 (100.0%)
肥育全期間	SCE添加区 (n=20)	779±69 (102.3%)	2619±471(101.0%)	3.35±0.31 (98.4%)	106.9±6.8 (97.2%)
	無添加区 (n=20)	762±17 (100.0%)	2592±181 (100.0%)	3.40±0.16 (100.0%)	110.0±2.8 (100.0%)

表記は平均±標準偏差、()内は無添加区との百分比

表4 生産農場でのと畜検査成績 (試験2)

	胸膜性肺炎・流行性肺炎	異常なし
SCE添加区 (n=20)	3 (15%) <sup>b 1)</sup>	14 (70%) <sup>a</sup>
無添加区 (n=20)	10 (50%) <sup>a</sup>	7 (35%) <sup>b</sup>

表記は頭数、()内はその百分率、1)同項目の異符号間は5%水準で有意差あり

加区2723gで無添加区2647gに比べ高値であった。飼料要求率はSCE添加区3.79で無添加区3.74と同等であった。

肥育全期間では1日増体重がSCE添加区779gで無添加区762gに比べ高値であった。1日飼料摂取量はSCE添加区2619gで無添加区2592gと同等であった。飼料要求率はSCE添加区3.35で無添加区3.40と同等であった。肥育期間は、SCE添加区106.9日で無添加区110.0日に比べ3.1日短縮した。

## 2) と畜検査成績への影響

表4にと畜検査成績の結果を示す。と畜検査成績における胸膜性肺炎または流行性肺炎の罹患率は、無添加区が50%、SCE添加区が15%で、無添加区に比べSCE添加区の方が有意 ( $P < 0.05$ ) に低かった。また、異常の認められない個体の割合は無添加区が35%、SCE添加区が70%で、無添加区に比べSCE添加区の方が有意 ( $P < 0.05$ ) に高かった。

## 考 察

Loら<sup>3)</sup>は、5週齢の豚を1週間に3日間連続でSCEを1日につき体重あたり500mg/kg、2週間または4週間給与した結果、対照と比較してNK細胞の細胞障害性活性、好中球と単球の貪食作用の有意な促進があったと報告している。また、離乳豚に及ぼすSCEの効果について一貫生産養豚場で5~14週齢において、SCE投与群は1週間で3日間連続で1日につき体重あたり500mg/kg給与し4週間続けた結果、増体重は対照と比較して有意差はないものの7.85%の増加を示したと報告<sup>3)</sup>している。その理由としてSCEは成長促進に貢献する可能性のある呈味改善効果を示し、SCE投与後の感染の減少や病変の軽減が結果的に成長促進に貢献すると考察している。さらに、12週齢の豚に3日間連続でSCEを1日につき体重あたり500mg/kg与え、2日目にオーエスキー病ウイルス (PrV) を鼻腔内に接種した試験群は、SCEを投与せずにPrVを接種した対照群と比較して、NK細胞の細胞障害性活性、リンパ球増殖、単球の貪食作用ならびにCD4および $\gamma\delta$ T細胞の産生するインターフェロン $\gamma$ が有意に増大すること、臨床症状と病変の重症度の低下が認められ、PrVを接種後14日の増体重は対照と比較して有意差はないものの12%の増加を示したと報告している<sup>4)</sup>。しかし、養豚場ではこのような給与方法は採用しにくいことから、本試験では0.05%SCEを添加したAGP無添加の肥育前期飼料を連続投与し、肥育後期を含めた肥

育全期間の生産性について、病原体の汚染度の低い試験豚舎 (本試験1) および各種病原体の存在する可能性がある生産農場 (本試験2) においてその効果を検討した。

その結果、本試験1において無添加区の1頭で発育不良による淘汰が発生したこと、と畜検査成績における罹患率がAGP添加区で高かったのに対してSCE添加区では低かったこと、本試験2において無添加区に比べSCE添加区は胸膜性肺炎または流行性肺炎の罹患率が有意 ( $P < 0.05$ ) に低く、異常の認められなかった個体の割合が有意 ( $P < 0.05$ ) に高かったことから、本試験はAGP無添加の肥育前期飼料に0.05%SCE添加により、ヘルパーT細胞免疫応答を増強し、宿主の防御能を高めることを報告した著者らの報告<sup>7)</sup>ならびに間欠投与によりSCE投与後の感染の減少や病変の軽減が結果的に成長促進に貢献すると考察したLoらの成績<sup>3,4)</sup>を支持する結果となった。

また、本試験1では体重約30~70kgの子豚に対して0.05%SCEを添加した結果、増体重で8.3%、飼料要求率で3.5%の改善効果が、肥育全期間では増体重で3.0%、飼料要求率で6.9%の改善効果が得られた。さらに、本試験2では体重約30~70kgの肥育前期の子豚に対して0.05%SCE添加により増体重で3.3%、飼料要求率で3.9%の改善効果が、肥育全期間では増体重で2.3%、飼料要求率で1.6%の改善効果が得られ、病原体の汚染度に違いがある試験豚舎と生産農場の両方とも0.05%SCE添加により増体重、飼料要求率の改善が認められた。一方、83日齢の採卵鶏雄を用いて0.05%SCE添加飼料を35日間給与したYamauchiら<sup>8)</sup>の報告では、飼料摂取量および増体重が対照区と比べて増える傾向にあり、腸における腸絨毛高、腸絨毛面積、上皮細胞面積が対照区と比較して高い値を示したことから、組織学的に腸機能の活性化が認められ、こうした腸機能の活性化により鶏に対する発育促進効果と免疫刺激作用がみられたとしている。本試験では腸における組織学的な検討を行っていないため明らかではないが、豚においても0.05%SCE添加により腸絨毛の機能を活性化することで飼料成分の吸収が促進され、飼料要求率を改善させた可能性が推察された。

なお、AGP添加飼料を給与した場合、米持<sup>9)</sup>は体重10kg前後~70kgの子豚において増体重で約15%、飼料要求率で約4%、設楽ら<sup>6)</sup>は体重32~73kgの子豚において増体重で3.8%、飼料要求率で13.9%の改善効果が得られたと報告している。本試験1では体重約30~

70kgの肥育前期の子豚に対してAGPを添加した結果、増体重で8.4%、飼料要求率で2.7%の改善効果が得られ、過去の報告を支持する結果であった。肥育全期間では、肥育前期飼料にAGPを添加した結果、増体重で1.8%、飼料要求率で6.7%の改善効果が得られた。

以上のことから、肥育前期におけるAGP無添加飼料への0.05%SCE添加は、胸膜性肺炎または流行性肺炎の感染による病変の発現を抑制し、生産性を向上させる可能性があるものと推察された。

## 謝 辞

と畜検査成績の調査にご協力を頂いた三重県松阪食肉衛生検査所、松阪食肉公社および全農みえ松阪食肉センターの職員の皆様、試験豚舎での豚の飼育管理にご尽力頂いた三重県畜産研究所の服部重衛氏、伊藤託也氏、田中善之氏、岸江秀和氏、伊藤浩也氏、実証試験においてご協力頂いた大西博氏、南勢家畜保健衛生所の安芸博氏、中央家畜保健衛生所の稲垣慎氏に感謝いたします。

## 引用文献

- 1) 石橋晃 (2007) 飼料の現状と課題. 日畜会報, 78: 1-13.
- 2) 小林秀樹 (2004) WHO 報告書 デンマークにおける成長促進剤としての抗菌性飼料添加物中止の影響について. 豚病会報, 45: 12-48.
- 3) Lo D-Y, et al. (2005) Effects of sugar cane extract on the modulation of immunity in pigs, *J Vet Med Sci*, 67:591-597.
- 4) Lo D-Y, et al. (2006) Effects of sugar cane extract on pseudorabies virus challenge of pigs, *J Vet Med Sci*, 68:219-225.
- 5) 農林水産省消費安全局 (2005) 飼料安全法関係通知集 第4版, p706, 社団法人日本科学飼料協会, 東京.
- 6) 設楽修、忽那圭子 (2009) 抗菌性飼料添加物無添加飼料への乳酸菌製剤添加が肥育豚の発育、血液性状および糞便内細菌数に及ぼす影響. 日豚会誌, 46: 144-151.
- 7) 巽俊彰ら (2011) サトウキビ抽出物の飼料添加が子豚の免疫機能に及ぼす影響. 日獣会誌, 64: 946-949.
- 8) Yamauchi K, et al. (2006) Histological alterations of the intestinal villi and epithelial cells in chickens fed dietary sugar cane extract. *Bri Poul Sci*, 47:544-553.
- 9) 米持千里 (2003) 日本における抗菌性飼料添加物の役割と課題. 動物抗菌会報, 25: 33-38.
- 10) 吉田実 (1978) 畜産を中心とする実験計画法 改訂第2版, p68-86, p209-210, 養賢堂, 東京.