

パインアップルジュース搾り粕給与が 黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響

本田祥嵩 翁長桃子 安里直和 島袋宏俊

I 要 約

県産の農産副産物であるパインアップルジュース搾り粕（以下、パイン粕）について、粗飼料としての利用を検討するため、と畜出荷前の176日間、黒毛和種去勢牛にパイン粕を給与して肥育した区を試験区、パイン粕を給与せずに肥育した区を対照区として、肥育成績ならびに肉質の比較を行った結果、以下のとおりであった。

1. 1頭あたりの乾物（DM）摂取量、粗タンパク質（CP）摂取量および可消化養分総量（TDN）摂取量は試験区が対照区に比べ高かったものの、有意な差はみられなかった。
2. 試験開始時体重、試験終了時体重および1日あたりの増体量に有意な差はみられなかった。
3. 脂肪交雑基準（BMS No.）は対照区が7.5、試験区が7.3で有意な差はみられなかった。
4. 両区において、遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、上昇融点および破断応力に有意な差はみられなかったが、剪断力価（対照区15.3、試験区10.7）に有意な差がみられた（ $p<0.05$ ）。
5. 味覚センサーは、苦味雑味、旨味、渋味刺激の3項目が検出され、パイン粕を給与した牛肉は苦味雑味（苦味物質由来のコク）に識別可能な差がみられた。

これらのことより、今回の試験では、パイン粕が黒毛和種肥育牛の粗飼料の代替として利用可能であることが示唆された。また、肉質においてパイン粕を給与により食感が柔らかくなる可能性があると考えられたが、今後その要因について明らかにする必要がある。

II 緒 言

近年の飼料価格の高騰に伴う生産コストの上昇により肉用牛農家の経営圧迫が続く中、食品加工残さや未利用資源などの自給飼料を活用し、より付加価値の高い食肉生産技術を目指す取り組みが盛んに行われている¹⁾。本県においては、シークワサーやパインアップルなどに代表されるような熱帯果実の生産が盛んに行われており、また、それらの加工残さについては、家畜飼料として活用出来る量が排出されている²⁾。

このことから本県では、県産牛肉の地域特産化および付加価値化が図られるように、2014年度から県産の農産副産物を給与して、沖縄県産ブランド牛肉を作出するシステムを構築する取り組みを行っている。翁長ら³⁾がシークワサー搾り粕を黒毛和種肥育牛に給与した結果、飼料摂取量が多くなり、オレイン酸含量が高くなる可能性があるとして報告した。

安里ら²⁾は、本県の亜熱帯気候を活かして生産された果実の食品加工残さの排出量を調査し、その栄養特性について分析を行った結果、パイン粕は年間750t排出されており、中性デタージェント繊維（NDF）、酸性デタージェント繊維（ADF）、リグニン（ADL）などの構造的炭水化物の割合がトランスバーラとほぼ同じ構成であったことを報告した。このことから、パイン粕は良質な繊維分を含み、肉用牛の粗飼料の代替として活用できると考えられる。

そこで本研究では、パイン粕の給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響について検討を行ったので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は2015年1月5日から2015年6月29日までの176日間、沖縄県畜産研究センターで実施した。

2. 供試牛および試験区分

供試牛の概要を表1に示した。平均22カ月齢の黒毛和種去勢牛8頭を用い、肥育牛後期用TMRおよびトランスパーラを給与した4頭を対照区、TMR中ならびにパイン粕を給与した4頭を試験区とした。

表1 供試牛の概要

区 分	牛No.	生年月日	開始時日齢	開始時体重	父
対照区	1	2013/1/26	709	604	琉 玄
	2	2013/3/11	665	591	琉 玄
	3	2013/3/11	665	580	琉 玄
	4	2013/3/20	656	572	琉 玄
平均±標準偏差			673.8±23.9	586.8±13.9	
試験区	5	2013/2/18	686	587	琉 玄
	6	2013/3/9	667	640	琉 玄
	7	2013/3/10	666	632	琉 玄
	8	2013/3/11	665	570	琉 玄
平均±標準偏差			671.0±10.0	607.3±34.1	

3. 飼料給与量および養分含量

パイン粕は4~5日間ハウス内で風乾したものを供試した。各飼料の養分含量を表2、給与飼料の配合割合および養分含量を表3に示した。

表2 各飼料の養分含量

	単位：%DM		
	パイン粕	TMR	トランスパーラ
DM	88.7	90.1	84.6
TDN	61.1	81.7	59.4
CP	6.6	14.3	5.9
NDF	69.0	17.1	72.4
ADF	31.8	7.9	39.7

注) ADF : 酸性デタージェント繊維

表3 給与飼料の配合割合および養分含量

飼料名	対照区	試験区
後期肥育用TMR	85.8 (%FM)	85.2 (%FM)
パイン粕	—	14.8 (%FM)
トランスパーラ	14.2 (%FM)	—
DM	89.3 (%DM)	89.9 (%DM)
CP	13.1 (%DM)	13.2 (%DM)
TDN	78.0 (%DM)	79.0 (%DM)
NDF	25.0 (%DM)	24.8 (%DM)

注) DM : 乾物, CP : 粗タンパク質, TDN : 可消化養分総量
NDF : 中性デタージェント繊維

4. 調査項目

1) 飼料摂取量

飼料給与翌朝に残飼を測定し、給与量と残飼量との差を飼料摂取量とした。

2) 体重

試験開始日および試験終了日に測定した。

3) 枝肉成績

沖縄県食肉センターでと畜解体後の枝肉について、日本食肉格付協会⁴⁾の格付成績を用いて比較した。

4) 肉質成績

-30℃で冷凍保存したロース肉を用いて、肉質分析および味覚センサーによる分析を行った。肉質分析の調査項目は、遊離アミノ酸、核酸系物質、脂肪酸組成、脂肪融点、破断応力および剪断力価とした。味覚センサーによる分析の調査項目は、酸味、苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味、苦味、渋味および旨味コクの8項目とした。検出された項目については、対照区の検出された数値を両区の数値から除することにより、対照区を0とした場合の試験区の相対値を算出した。上記分析は日本ハム株式会社中央研究所へ委託した。

5. 統計処理

味覚センサー以外は、t検定により両区間の比較を行った。

IV 結 果

1. 飼料摂取量

1日1頭あたりの飼料摂取量と飼料要求率を表4に示した。DM摂取量は対照区が9.5 kg、試験区が10.0 kgであった。CP摂取量は対照区が1.24 kg、試験区が1.38 kgであった。TDN摂取量は対照区が7.37 kg、試験区が7.93 kgであった。両区間に有意な差は認められなかった。

	対照区	試験区
DM摂取量	9.50±0.4	10.00±6.7
CP摂取量	1.24±0.04	1.38±0.89
TDN摂取量	7.37±0.28	7.93±5.35
飼料要求率	19.0	17.9
TDN要求率	14.8	14.2

注) 平均値±標準偏差

2. 体重

体重測定値を表5に示した。試験終了時体重、試験期間の増体量および1日あたりの増体量は、対照区では674.0kg, 87.3kg, 0.49kg, 試験区では705.5 kg, 98.3kg, 0.56 kgであった。両区間に有意な差は認められなかった。

区 分	開始時体重	終了時体重	試験期間の増体量	1日あたりの増体量
対照区	586.8±13.9	674.0±24.5	87.3±11.2	0.49±0.06
試験区	607.3±34.1	705.5±67.2	98.3±33.9	0.56±0.19

注) 平均値±標準偏差

3. 枝肉成績

枝肉成績を表6に示した。枝肉重量において、対照区より試験区が20.1 kg大きかったが、有意な差は認められなかった。ロース芯面積で対照区より試験区が1.8cm²大きく、ばらの厚さで対照区に比べ試験区が0.7 cm小さかったが、有意な差は認められなかった。BMS Noは対照区が7.5、試験区が7.3で有意な差は認められなかった。

表6 枝肉成績

項目		対照区	試験区
枝肉重量	(kg)	422.0 ± 11.9	442.1 ± 41.4
ロース芯面積	(cm ²)	55.5 ± 4.9	57.3 ± 9.3
バラ厚	(cm)	7.7 ± 0.8	7.0 ± 0.3
皮下脂肪厚	(cm)	2.5 ± 0.5	2.3 ± 0.6
歩留基準値	(%)	74.2 ± 1.2	74.0 ± 1.2
BMS No.		7.5 ± 1.9	7.3 ± 1.2
BCS No.		3.5 ± 0.5	3.3 ± 0.5
縮まり		4.3 ± 0.5	4.5 ± 0.6
きめ		4.5 ± 0.6	4.8 ± 0.5
BFS No.		2.8 ± 0.3	3.0 ± 0.0
光沢と質		5.0 ± 0.0	5.0 ± 0.0

注) 平均値±標準偏差

4. 肉質成績

遊離アミノ酸の分析結果を表7に示した。メチオニンおよびトリプトファンについては、両区とも検出されなかった。両区に有意な差は認められなかった。

表7 遊離アミノ酸

項目	単位: mg/100g	
	対照区	試験区
アスパラギン酸	5.5 ± 1.0	5.3 ± 1.7
スレオニン	2.5 ± 0.6	3.0 ± 1.4
セリン	4.3 ± 1.0	4.3 ± 1.9
アスパラギン	2.0 ± 0.0	1.8 ± 1.0
グルタミン酸	5.8 ± 1.0	6.5 ± 3.0
グルタミン	26.8 ± 6.6	20.8 ± 2.1
プロリン	2.5 ± 0.6	2.7 ± 1.6
グリシン	4.0 ± 0.0	4.8 ± 1.7
アラニン	21.8 ± 3.0	21.8 ± 8.4
バリン	4.3 ± 1.0	4.0 ± 1.4
メチオニン	—	—
イソロイシン	2.5 ± 0.6	3.0 ± 0.8
ロイシン	3.0 ± 0.8	2.8 ± 1.0
チロシン	6.5 ± 1.7	6.5 ± 2.4
フェニルアラニン	4.0 ± 1.2	4.0 ± 1.4
ヒスチジン	4.0 ± 1.2	3.3 ± 1.3
リジン	5.0 ± 0.8	5.0 ± 2.7
トリプトファン	—	—
アルギニン	5.5 ± 0.6	6.8 ± 4.1

注) 平均値±標準偏差

核酸系物質の分析結果を表8に示した。イノシン酸は対照区に比べ試験区が高い値を示した。旨味成分であるとされる⁵⁾ グアニル酸についても対照区に比べ試験区が高い値を示した。両区に有意な差は認められなかった。

表8 イノシン酸・グアニル酸

項目	単位: mg/100g	
	対照区	試験区
イノシン酸	47.0 ± 15.4	55.1 ± 25.5
グアニル酸	1.4 ± 0.2	1.7 ± 0.3

注) 平均値±標準偏差

脂肪酸組成の分析結果を表9に示した。両区ともほぼ同じ値を示しており、有意な差は認められなかった。

表9 脂肪酸組成 単位：%

項目	対照区	試験区
ミリスチン酸 (C14:0)	2.5 ± 0.5	3.0 ± 0.9
ミリストレイン酸 (C14:1)	0.8 ± 0.2	1.0 ± 0.1
パルミチン酸 (C16:0)	27.5 ± 1.5	27.5 ± 2.5
パルミトレイン酸 (C16:1)	3.3 ± 0.8	3.9 ± 0.4
ステアリン酸 (C18:0)	12.5 ± 1.8	12.3 ± 1.2
オレイン酸 (C18:1)	49.4 ± 1.7	48.7 ± 5.1
リノール酸 (C18:2)	1.8 ± 0.3	1.6 ± 0.1
飽和脂肪酸	44.2 ± 9.0	44.1 ± 9.0
不飽和脂肪酸	55.8 ± 11.4	55.9 ± 11.6

注) 平均値±標準偏差

破断応力、剪断力価、脂肪融点の分析結果を表 11 に示した。破断応力、脂肪融点について両区に有意な差は認められなかったが、剪断力価は対照区が 15.3、試験区が 10.7 となり、試験区において有意に低くなった (p<0.05)。

表10 剪断力価・破断応力・脂肪融点

項目	対照区	試験区
破断応力 ($\times 10^6$ N/m ²)	2.6 ± 0.4	2.3 ± 0.6
剪断力価 (\times N/cm ²)	15.3 ± 1.6 ^a	10.7 ± 2.6 ^b
脂肪融点 (°C)	23.2 ± 4.7	25.1 ± 6.2

注) 平均値±標準偏差

a, b : 5%水準で有意差あり (p<0.05)

味覚センサー分析により検出された項目の相対値を図 1 に示した。味覚センサーで「味がある」とされるのは、酸味が-13 以上、塩味が-6 以上、その他の味が 0 以上であり⁵⁾、今回の分析では苦味雑味、旨味、渋味刺激が対照区において 3.32、1.36、9.3、試験区において 4.95、1.28、9.08 検出された。相対値が 1 違えば、人が味の違いとして識別できるとされ⁶⁾、苦味雑味に識別可能な差が認められた。

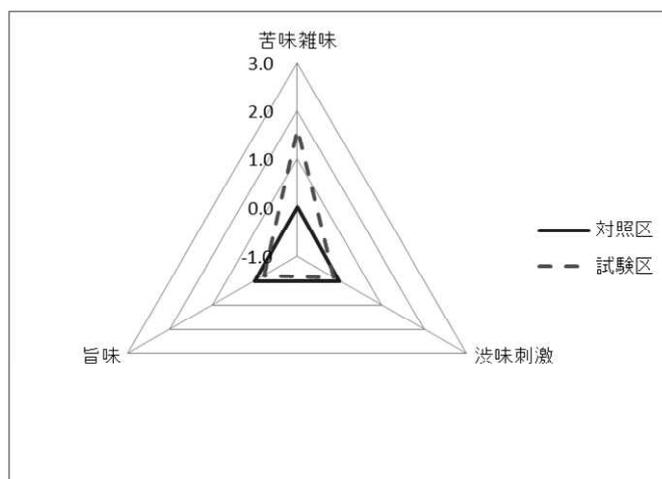


図 1 味覚センサー

V 考 察

1 頭当たりの飼料摂取量および 1 日当たりの増体量で、有意差はないものの試験区の値が対照区に比べてそれぞれ大きかったため、枝肉重量およびロース芯面積に差が現れたと考えられた。パイン粕をトップドレスで給与したところ、試験区の牛がそれを優先的に採食し、その後 TMR を採食していたことから、パイン粕に対する牛の嗜好性の高さがうかがえた。安里ら²⁾ はパイン粕の栄養成分はトランスバー

ラとほぼ同じであったと報告しており、本試験でトランスパーラの代替としてパイン粕を給与した結果、枝肉成績に悪影響を及ぼすことはみられなかったため、パイン粕は肥育牛の粗飼料として有効であることが示唆された。

肉質分析について、旨味成分として知られているグルタミン酸およびグアニル酸の分析値は試験区が対照区よりもわずかに高い値を示したものの、風味に関連があるとされる⁷⁾ オレイン酸は対照区とほぼ変わらない値を示しており、大きな差は見られなかった。このことから、パイン粕の給与によって旨味に関連する遊離アミノ酸、核酸系物質および脂肪酸組成に及ぼす影響は少ないと推察された。しかしながら、肉のやわらかさの指標となる剪断力価が試験区で有意に低くなった ($p < 0.05$)。剪断力価は肉をちぎる(剪断する)ときにかかる最大荷重のことをいい、食肉のやわらかさを示す指標となる⁸⁾。試験区の剪断力価が低かったことから、パイン粕を肥育牛に給与することで牛肉が柔らかくなることが示された。やわらかさの程度は、筋肉を構成する筋線維、筋線維を包む線維状の強靱なタンパク質結合組織、筋肉内脂肪(サシ)の3つに関連づける事ができる⁹⁾。

本試験でBMS No.および脂肪酸組成に差がみられなかったことから、筋線維の数と太さ、あるいは結合組織が牛肉のやわらかさに影響を及ぼしたものと考えられる。パインにはタンパク質分解酵素であるブロメラインを含んでいることが知られており、伊藤¹⁰⁾は果肉のタンパク質の約半分がブロメラインであることを報告している。しかしながら、パイン粕の給与によってタンパク質分解酵素が牛の筋線維あるいは結合組織のタンパク質を分解し、肉の食感を柔らかくするという報告は見当たらない。そのため、パイン粕給与が牛の生体に及ぼす影響について検討を行い、食感が柔らかくなった要因について検討の余地が残された。今回の試験ではロースを用いて肉質分析を行ったが、モモ肉など他の部位においても同様の分析を行う必要がある。また、味覚センサーにおいて、苦味雑味は「苦味由来のコク」と定義されており、低濃度であれば隠し味に相当すると言われている¹¹⁾ ことから、パイン粕を給与した牛肉は「苦い」のではなく「苦味物質由来のコクがある」と好評価できると考えられた。

今回のパイン粕はハウスで天日乾燥したものを給与したが、ブランド化を図るためには乾燥搾り粕をさらに生産する必要がある、搾り粕の乾燥施設などについても今後検討を行う必要がある。

VI 引用文献

- 1) 豊智行 (2012) オリーブ牛のブランド化, 国産牛肉産地ブランド化に関する事例調査報告IV・日本食肉消費総合センター, 31-35
- 2) 安里直和・砂川隆治・太野垣陽一・森山高広 (2013) 県産食肉ブランド強化に向けた県産果実加工残さの栄養特性, 沖縄畜研研報, 51, 41-47
- 3) 翁長桃子・安里直和・島袋宏俊 (2014) シークワサー搾り粕給与が黒毛和種肥育牛の肉質に及ぼす影響, 沖縄畜研研報, 53, 1-9
- 4) 日本食肉格付協会 牛枝肉格付成績書
- 5) 黒須泰行, 岩黒大志 (2008) シイタケ中のグアニル酸に関する研究, 国際学院埼玉短期大学研究紀要, 29, 87-91
- 6) 財団法人 北海道科学技術総合振興センター (2010) 食品の味評価のための味覚センサ活用マニュアル (第3版), 36-65
- 7) Westerling, et. al (1979) Fatty Acid Composition of Bovine Lipids as Influenced by Diet, Sex and Anatomical Location and Relationship to Sensory Characteristics, *J Anim Sci*, 48, 1343-1348
- 8) 山田信一 (2012) 理化学特性と官能特性, 最新農業技術 畜産 Vol.4, 27-33
- 9) 柴伸弥 (2012) 牛肉のかたさ(食感)とその測定方法, 最新農業技術 畜産 Vol.4, 61-66
- 10) 伊藤三郎 (1980) 熱帯果実の特性と利用, 日本食品工業学会誌, 第27巻第6号, 311-322
- 11) 池崎秀和 (2013) 味覚センサーによる味の物差し創りと味の見える化, *JVRSJ* Vol.18, 93-97