



あたらしい 農業技術

No.615

黒毛和種肥育牛に対するミカン
ジュース残さ給与が肉質等に
与える影響

平成 27 年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- ・ 黒毛和種肥育牛に対して 500g/日の乾燥ミカンジュース残さを出荷前3か月間給与した結果、発育や格付成績に影響を及ぼすことなく、酸化ストレス耐性を高めるとともに、特色をもった牛肉を生産できる可能性があった。

2 技術、情報の適用効果

- ・ 静岡県の特産物である温州ミカンを利用して、資源循環型農業を実施することができる。
- ・ 地域ブランド牛肉の生産に役立てることができる。
- ・ 産業廃棄物を有効活用することができる。

3 適用範囲

- ・ 県内全域の黒毛和種肥育農家

4 普及上の留意点

- ・ 乾燥ミカンジュース残さの給与量を増やした場合には、発育停滞などの悪影響が発生する可能性がある。
- ・ 精肉を店頭販売する場合には、通常以上に肉色の変化に注意が必要である。
- ・ β -クリプトキサンチンは体内でビタミンAに変換されるため、肥育後期以外の給与ではビタミン制御による肉質改善効果を阻害する恐れがある。

目 次

はじめに	1
1 試験飼料について	1
2 方法及び結果	1
(1) 試験区	1
(2) 発育	1
(3) 血液生化学検査	2
(4) 格付成績	3
(5) 一般肉質分析	3
(6) 脂肪酸組成	4
(7) アミノ酸含量	4
(8) 機能性成分	4
(9) 保存性試験	6
3 考察	6
おわりに	7
参考文献	7

はじめに

本県特産物である温州ミカンには生食だけでなく、県内でジュース等に加工され利用されている。ミカンジュースを製造する場合には、原料の重量に対し 50～60%の残さが発生するといわれており¹⁾、飲料製造産業の盛んな県内では大量の残さが発生しているものと見込まれている。温州ミカンは多くの栄養成分や機能性成分を含むことが知られており、主要生産地である県西部地域では、肉牛堆肥をミカンの肥料として利用し、ミカンジュース残さを肉牛へ給与する資源循環型農業を実施している。

ミカンジュース残さの肉用牛への給与試験は以前から行われており²⁾、当所においても収穫時期の違いによる飼料成分の変動を明らかにする³⁾など、多くの研究が実施されてきた。しかし、これまでは肉質の低い乳用種肥育牛の生産コスト削減を目的とした試験のみで、高級牛肉となる黒毛和種に対する給与試験や機能性成分に着目した研究は実施されたことがない。

本研究では、黒毛和種肥育牛に対する給与試験を実施し、発育や肉質等に与える影響を調査するとともに、抗酸化作用を持つ機能性成分(β -クリプトキサンチン)に着目して、ミカンジュース残さ給与による特色ある牛肉生産の可能性について検討した。

1 試験飼料について

県西部で生産された温州ミカンの搾汁残さを温風乾燥した「乾燥ミカンジュース残さ(表 1、写真 1)」を、配合飼料の一部を代替して 500g/日を給与した。

表 1 乾燥ミカンジュース残さの成分 (%)

水分	CP	EE	CA	NFE	TDN
2.1	6.3	0.8	7.8	80.2	81.1
β -クリプトキサンチン				13.3mg/100g	
β -カロテン				0.73mg/100g	



写真 1 乾燥ミカンジュース残さ

2 方法及び結果

(1) 試験区

給与区では黒毛和種肥育牛 9 頭に対し、出荷前 1 か月 (1M、雌 3 頭) 及び 3 か月 (3M、去勢 3 頭、雌 3 頭) の期間、試験飼料を給与した。また、通常飼料で飼育した黒毛和種肥育牛 14 頭 (去勢 4 頭、雌 10 頭) を対照区 (cont) とした。

(2) 発育

1M 及び 3M は、給与前と出荷時に体重測定を行い、試験期間中の 1 日平均増体重を算出し

た。cont は1 か月ごとに体重測定を行い、同時期の1日平均増体重を算出した。

1M は出荷前1 か月間、3M については出荷前3 か月間の1日平均増体重を性別ごとに cont と比較した結果、1M・3M とも cont と有意な差は認められなかった (図1)。

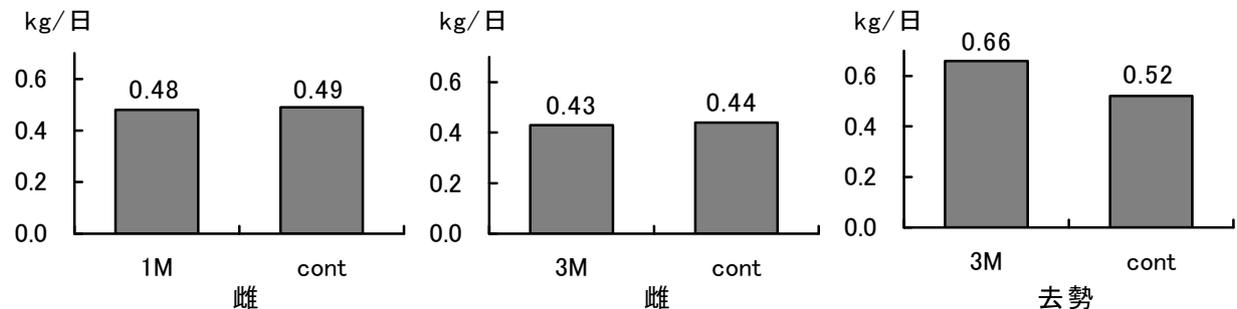


図1 1日平均増体重

(3) 血液生化学検査

1M・3M は給与前と出荷時、cont は出荷時に、頸静脈からヘパリン加採血管を用いて採取した血液を3,000rpmで10分間遠心分離して得られた血漿を材料として、血液生化学検査を実施した。検査項目は、血糖(Glu)、総コレステロール(Tcho)、総タンパク質(TP)、アルブミン(Alb)、尿素窒素(BUN)、GOTの6項目で、1M・3Mの給与前と出荷時、また出荷時の1M・3Mとcontとを比較した。

その結果、Albは3Mで給与前より出荷時が高値を示し、1M・3Mとも出荷時はcontより高値を示した。また、GOTは3Mで給与前より出荷時が高値を示した。その他の項目に有意な差は認められなかった(図2)。

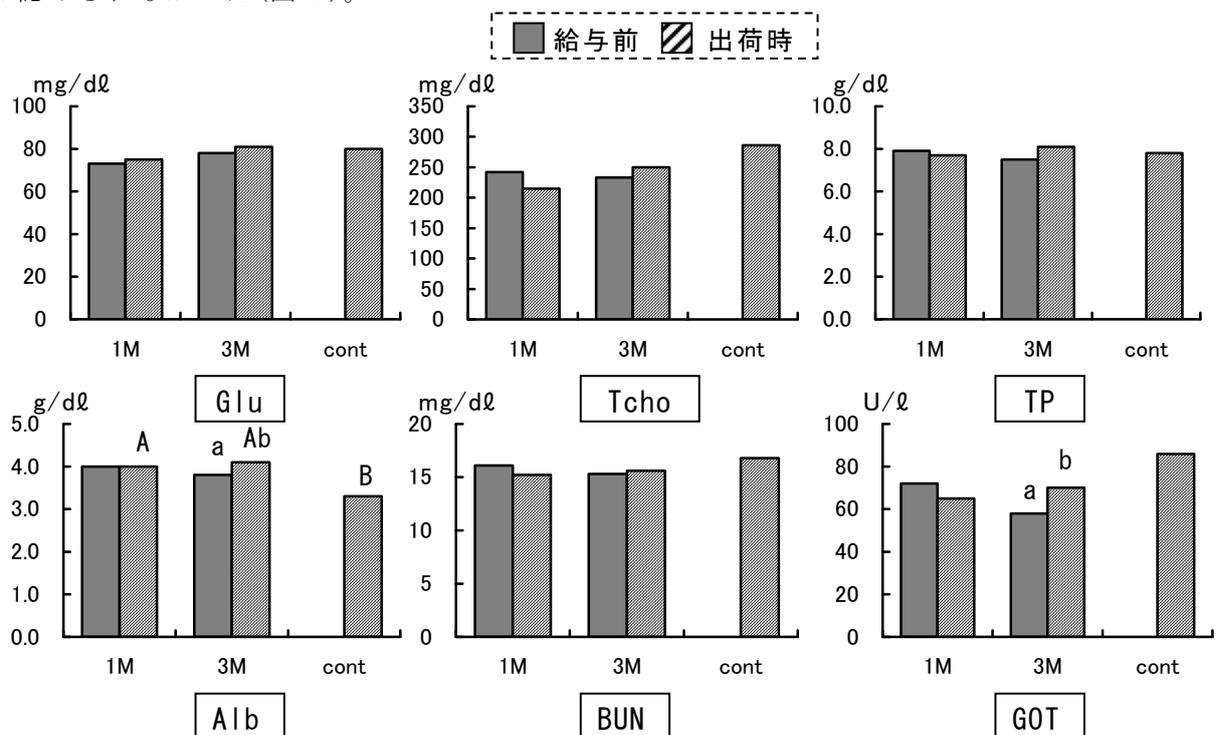


図2 血液生化学検査

A-B: p<0.01, a-b: p<0.05

(4) 格付成績

(公社)日本食肉格付協会の基準に基づく、枝肉重量、ロース芯面積、バラの厚さ、BMS(牛脂肪交雑基準)、肉質等級(脂肪交雑、肉の色沢、肉のしまり及びきめ、脂肪の色沢と質)について、出荷時の1M・3Mとcontを比較した。

その結果、有意な差は認められなかった。

(5) 一般肉質分析

と畜3日後に、第7肋骨とともに半丸枝肉を約10cmの厚さに切断し、サンプルとして採取した。

ア セン断力価

胸最長筋を繊維に沿って1cm角に切り出し、70℃で60分間加熱し、冷却後、Warner-Bratzler セン断力価計を用いて測定した。

1M(5.0±1.0kg/cm²)・3M(4.0±0.9kg/cm²)をcont(3.9±1.3kg/cm²)と比較した結果、有意な差は認められなかった。

イ 水分量

胸最長筋をフードプロセッサーを用いてミンチとし、135℃で120分間乾燥させた。乾燥前後の重量を測定することで水分量を算出した。

1M(48.4±3.8%)・3M(47.7±6.2%)をcont(49.5±5.9%)と比較した結果、有意な差は認められなかった。

ウ 肉色、脂肪色

胸最長筋及び筋間脂肪を切断後直ちに色彩色差計CR-300を用いて測定し、L*a*b*表色系(表2)で評価した。

1M・3Mとも胸最長筋の肉色はb*値がcontより有意に低値を示したが、筋間脂肪の脂肪色には有意な差は認められなかった(図3、4)。

表2 L*a*b*表色系

	-	0	+
L*(明度)	暗		明
a*(彩度)	緑	白	赤
b*(彩度)	紫	白	黄

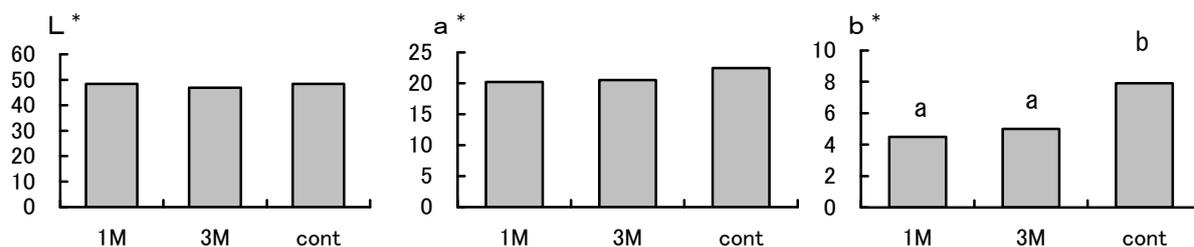


図3 肉色(胸最長筋)

a-b:p<0.05

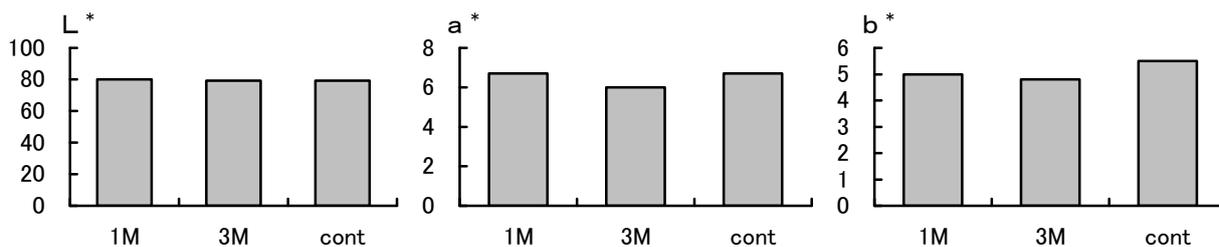


図4 脂肪色(筋間脂肪)

(6) 脂肪酸組成

と畜3日後に腎周囲脂肪を採取し、メチル化後、ヘキサン抽出し、ガスクロマトグラフィを用いて脂肪酸組成とその組成割合を分析した。

ミリスチン酸(C14-0)、パルミチン酸(C16-0)、パルミトオレイン酸(C16-1)、ステアリン酸(C18-0)、オレイン酸(C18-1)、リノール酸(C18-2)の6種に区分され、C16-1で1Mがcontより低値を示したが、その他の組成割合に有意な差は認められなかった(図5)。

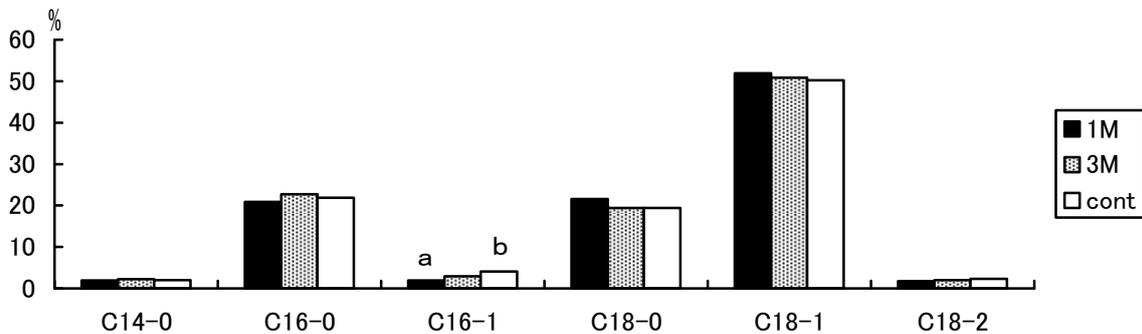


図5 脂肪酸組成とその組成割合 a-b:p<0.05

(7) アミノ酸含量

一般肉質分析で用いた胸最長筋を、スルホサリチル酸で除タンパクした後にホモジナイズし、高速アミノ酸分析装置を用いてアミノ酸含量を分析した。

スレオニン(Thr)、セリン(Ser)、グルタミン(Glu)、グリシン(Gly)、アラニン(Ala)、バリン(Val)、メチオニン(Met)、イソロイシン(Ile)、ロイシン(Leu)、チロシン(Tyr)、フェニルアラニン(Phe)、リジン(Lys)、ヒスチジン(His)、アルギニン(Arg)、プロリン(Pro)の15種について分析した結果、3MでAla、Ile、Leu、Pro、1MでAlaがcontより有意に高値を示した。その他に有意な差は認められなかった(図6)。

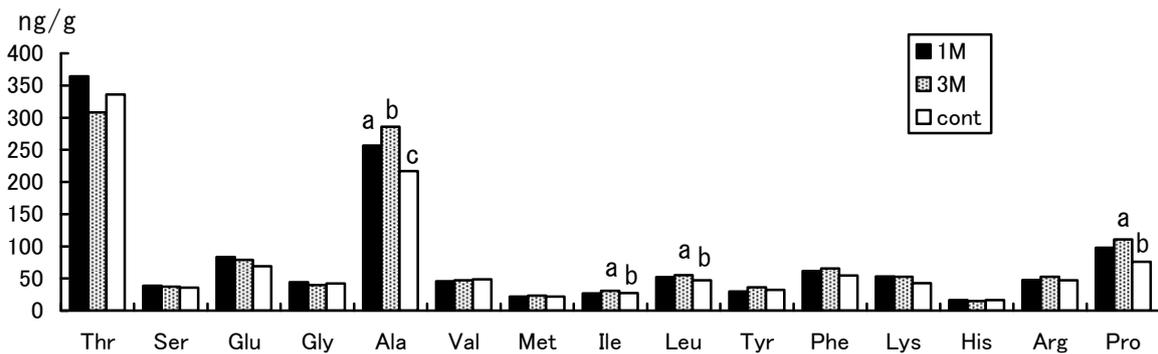


図6 アミノ酸含量 a-b-c:p<0.05

(8) 機能性成分

ア 血漿ビタミンA、E濃度

血液生化学検査を実施した血漿を用いて、ビタミンA及びE濃度を、HPLC法を用いて測定した。

1M・3Mの給与前と出荷時、1M・3Mとcontの出荷時の濃度を比較したところ、有意な

差は認められなかった(図7、8)。

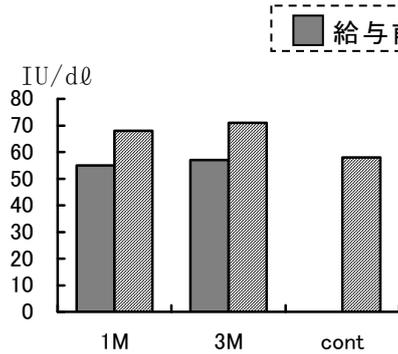


図7 血漿ビタミンA濃度

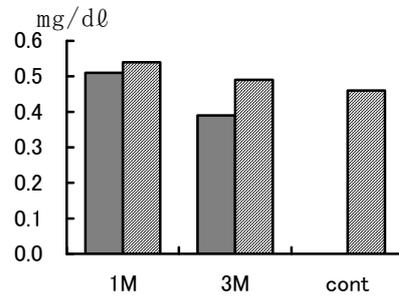


図8 血漿ビタミンE濃度

イ 血漿β-クリプトキサンチン濃度

1Mは1週間(W)ごと、3Mは1か月(M)ごとに、血液生化学検査と同様の方法で得られた血漿を材料として、HPLC法でβ-クリプトキサンチン濃度を分析した。

給与前(pre)の濃度と比較した結果、血漿β-クリプトキサンチン濃度は給与前の1週間後には有意に増加し、1か月後をピークに出荷時まで高値を維持した(図9)。

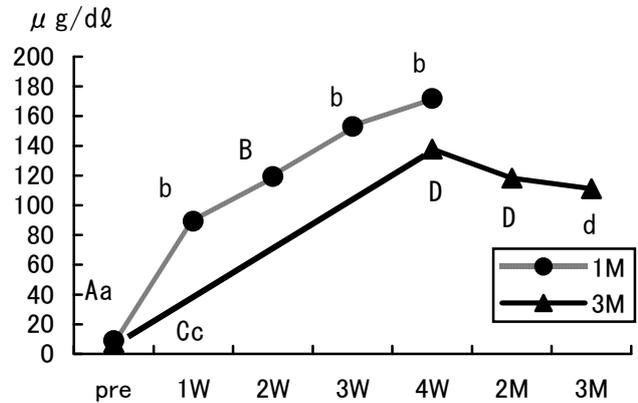


図9 血漿β-クリプトキサンチン濃度

A-B, C-D: $p > 0.01$
a-b, c-d: $p > 0.05$

ウ 組織中β-クリプトキサンチン含量

3Mの雌3頭の胸最長筋、腎周囲脂肪、筋間脂肪について、HPLC法でβ-クリプトキサンチン含量を分析した。測定限度は6 μg/100gであった。

胸最長筋のすべてと2頭の腎周囲脂肪は測定限度以下であったが、1頭の腎周囲脂肪から8 μg/100gのβ-クリプトキサンチンが検出されたほか、筋間脂肪では2頭から7 μg/100g、1頭から8 μg/100g検出された。

エ 血漿抗酸化能

乾燥ミカンジュース残さを給与前することで、抗酸化作用を持つβ-クリプトキサンチンの血漿濃度が増加したことから、血漿中の抗酸化能(活性酸素消去能)を、血液生化学検査を実施した血漿を用いて、TAS抗酸化能分析キットで調査した。

1M・3Mの給与前と出荷時、1M・3Mとcontの出荷時を比較したところ、出荷時において3Mがcontより有意に高値を示した(図10)。

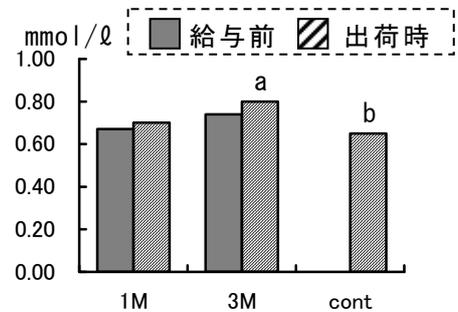


図10 血漿抗酸化能

A-b: $p < 0.05$

(9) 保存性試験

抗酸化作用を持つビタミンEを給与して生産された牛肉は、冷蔵保存中の変色が抑制されることが報告されていることから⁴⁾、同様の効果を期待して調査を実施した。

3M及びcontの去勢牛各3頭の牛肉をフードプロセッサーでミンチとし、各15gを厚さ約2mmのパテに整形した後にセロファン紙ではさみ、乾燥を防止するため容器に密閉して2℃で10日間保存した(写真2)。



写真2 保存性試験

試験期間中の肉色の変化を、色彩色差計を用いて毎日測定し、L*a*b*表色系で評価した。

その結果、L*値、b*値は3M・contとも同様の傾向を示したが、a*値は3Mでcontより急激に低下(赤味が減少)する傾向を示した(図11)。

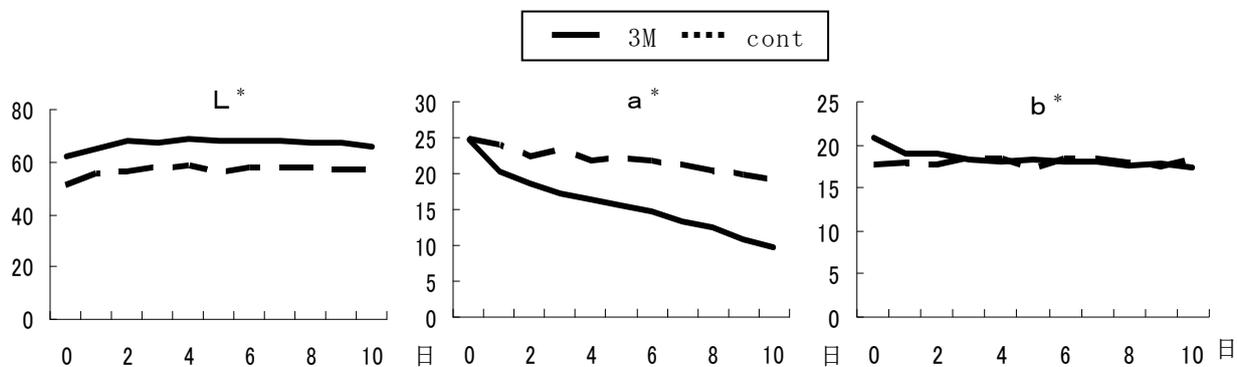


図11 保存性試験(肉色)

3 考察

温州ミカンは飼料として優れているだけでなく、多くの機能性成分を含んでおり、中でもカロテノイドの一種であるβ-クリプトキサンチンは、県内三ヶ日地域で実施された大規模な疫学研究により、人の各疾患リスクを改善する機能が明らかとされた本県に身近な成分である⁵⁾。β-クリプトキサンチンは強い抗酸化作用をもち、酸化ストレス軽減による発育や肉質の改善効果が期待できる一方、ビタミンAの前駆物質であるため、ビタミン制御による肉質向上の妨げになることが懸念されている⁶⁾。また、ミカンジュース残さを乳用種肥育牛へ大量に給与した際に脂肪が黄色化した事例があった⁷⁾ことから、高級牛肉として流通される黒毛和種ではほとんど利用されていない。

本研究では、県内黒毛和種肥育農家の飼料給与形態に合わせてミカンジュース残さを乾燥飼料化し、ビタミン制御による肉質向上の妨げとならないよう、乳牛における給与事例⁸⁾を参考にβ-クリプトキサンチン給与量が約0.1mg/kgとなる500g/日の乾燥ミカンジュース残さを給与した。その結果、発育や格付成績に悪影響を及ぼすことなく、産業廃棄物であるミカンジュース残さをエコフィードとして黒毛和種肥育牛の飼料に活用できることが明らかとなった。

また、ミカンジュース残さの給与により、β-クリプトキサンチンの血漿濃度は急激に増加し、1か月後をピークに出荷時まで高値を維持した。また、3Mの血漿抗酸化能はcontよ

り高くなる傾向を示した。血漿抗酸化能は血液中に含まれる抗酸化物質により酸化ストレスの原因となる活性酸素を除去する能力であることから⁹⁾、血漿抗酸化能の上昇は酸化ストレスに対する耐性の向上を示しており、これは抗酸化物質であるβ-クリプトキサンチンの血漿濃度が増加したことによるものだと考えられた。

生の温州ミカンジュース残さを肥育牛に給与した試験¹⁰⁾では、β-クリプトキサンチンが筋肉より脂肪に多く蓄積することが報告されており、本試験においても胸最長筋のβ-クリプトキサンチン含量は検出限度以下で、腎周囲脂肪、筋間脂肪からは検出されていた。また、この試験では脂肪色のb*値が上昇し黄色化することが報告されているが、本試験では脂肪色に差はなく、肉色のb*値が低値を示した。これは、ミカンジュース残さの乾燥処理による影響の可能性が考えられた。

近年、牛肉を差別化するために“おいしさ”を指標とする試みが行われている¹¹⁾。牛肉の“こく”については不明な点が多いが、苦味物質と甘味物質を混合した時に両方の味が相殺され“こく”を感じるのであると言われており¹²⁾。本研究においても、甘味を呈するプロリン、苦味を呈するイソロイシン、ロイシンといった呈味アミノ酸含量が増加していることから、ミカンジュース残さを給与して生産した牛肉には味に何らかの違いが生じている可能性が示唆された。

店頭に展示されている牛肉は鮮紅色から徐々に褐色に変化していくが、これはオキシミオグロビンに酸素が結合することによってメトミオグロビンになることが原因だといわれている¹³⁾。本研究では変色を抑制する効果が認められただけでなく、a*値が急激に低下(赤味が減少)する現象が認められた。この理由は不明であるが、ミカンジュース残さを給与して生産した牛肉を販売する際には注意が必要だと考えられた。

おわりに

肉牛は飼料自給率が低いため、農家の購入飼料価格は国際情勢の変動に大きな影響を受けている。近年は円安や新興国の穀物需要の増加などにより、飼料価格は年々上昇し、農家経営を圧迫している。これに伴ない、肉牛飼養農家ではオカラなどのエコフィードを利用する動きが活発となっているが、黒毛和種肥育農家では肉質への影響を懸念して利用を控える農家も多い。一方、県内は食品製造が盛んで、中でも飲料製造は全国第1位である¹⁴⁾。今後はこれら食品残さを飼料として利用することで、コストを削減するだけでなく、それぞれの特徴を生かして差別化できる牛肉生産を進めていくことが必要であり、本研究の成果が役立つことを祈念する。

参考文献

- 1) 有機質資源化推進会議. 1999. 有機廃棄物資源化大事典, 農文協, 212-215
- 2) 谷口喜代次・宮澤寿広・津田逞・水上清. 1976. みかん乾燥果皮給与による乳用去勢牛の肥育試験. 和歌山県畜産試験場試験研究報告, 57-61
- 3) 片山信也・工嶋さとみ・芹澤駿治・小山弘・岩野聖十郎. 1992. ミカンジュース粕の飼料成分. 静岡県畜産試験場研究報告, 92-98
- 4) 三津本充・小沢忍・三橋忠由・河野幸雄・原田武典・藤田浩三・小出和之. 1995. 黒毛和

種去勢牛への屠殺前4週間のビタミンE給与による展示中の牛肉色と脂質の安定化. 日本畜産学会報, 66, 962-968

- 5) 杉浦実. 2013. 常緑果樹の健康機能性成分. 農業技術体系, 8, 159-171
- 6) 林孝・甫立京子・中西直人・阿部亮・佐藤光行・藤田雄一・安留浩. 2003. 肉牛枝肉形質と肥育過程における各種血漿成分の関心の解析. 日本畜産学会報, 74, 537-545
- 7) 中西一夫・早川昭・谷口駒次・榎本茂廣・浅利芳一・尾崎清志・宮澤壽廣. 1983. みかんジュース粕とコーンフレークを主体にした飼料による乳用去勢牛の肥育試験. 和歌山県畜産試験場試験研究報告, 18-22
- 8) 木村淳・田端義巖・宇賀聡・小川徹三. 2011. β -クリプトキサンチンの乳牛への臨床応用に関する予備試験. 岩手県獣医師会報, 37, 192-194
- 9) 江口裕伸. 2009. 酸化ストレスと健康. 生物試料分析, 32, 4, 247-256
- 10) 岡幸宏・織田一恵. 2014. 黒毛和種肥育牛に対する温州ミカンジュース粕飼料添加給与が肉質に及ぼす影響. 愛媛県農林水産研究所畜産研究センター研究報告, 2, 7-13
- 11) 農林水産省. 2010. 酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針.
- 12) 桜井芳人. 1986. 総合食品事典, 同文書院, 324
- 13) 松本和典. 2011. 肉牛大事典, 農文協, 945-948
- 14) 経済産業省. 2013. 工業統計

用語解説

1) β -クリプトキサンチン

天然に存在するカロテノイドの一種で、柑橘類の果皮に多く含まれている。強い抗酸化作用をもち、体内で組織を傷害する活性酸素の消去に役立っているだけでなく、発ガン抑制や骨粗しょう症の予防にも効果があることが知られている。

2) せん断力価

人の歯でかみ切るという動作を模倣したもので、食肉のやわらかさを示す指標として国際的に汎用されている。低値になるほど小さな力がかみ切ることができることを示している。

3) 血漿抗酸化能

血漿中に含まれている抗酸化作用を持つ物質や酵素が、血液中の活性酸素を消去する能力で、本研究ではトロロックスという抗酸化物質と比較した値で示している。

畜産技術研究所 肉牛科長 齋藤美英

発行年月：平成28年3月

編集発行：静岡県経済産業部振興局研究調整課

〒420-8601

静岡市葵区追手町9番6号

TEL 054-221-3643

この情報は下記のホームページからご覧になれます。

<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130a/>

