

研究論文

肉用牛の産肉性および肉質に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

竹之山慎一・河原 聡¹⁾・アーメド アブドラティフ¹⁾・森 弘²⁾・垂水啓二郎²⁾・
石黒浩二³⁾・吉元 誠³⁾・六車三治男¹⁾

南九州大学健康栄養学部, ¹⁾ 宮崎大学農学部食品機能化学講座, ²⁾ 宮崎県畜産試験場,
³⁾ 九州・沖縄農業研究センター都城畑作研究拠点

(2007年10月16日 受理)

Effects of Sweet Potato Litters as Supplemental Feed on Beef Cattle

Shin-ichi TAKENOYAMA, Satoshi KAWAHARA¹⁾, Abdulatef AHHMED¹⁾, Hiromu MORI²⁾,
Keijirou TARUMIZU²⁾, Koji ISHIGURO³⁾, Makoto YOSHIMOTO³⁾ and Michio MUGURUMA¹⁾.

Department of Nutrition Management, Faculty of Health and Nutrition, Minami-kyusyu University

¹⁾ Department of Biochemistry and Applied Biosciences, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

²⁾ Miyazaki Livestock Research Institute

³⁾ National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region.

Summary : In this study, the effects of sweet potato litters (SPL) on growth performance, body morphology, meat characteristic and lipid peroxidation of beef cattle were investigated. Eight Japanese beef cattle were divided into two groups, 4 heads each. Control group was fed an ordinary diet, the treated group was fed an ordinary diet contains 5% of SPL.

As a result, growth performance (GP) did not change by diet type even if contains SPL. Values of carcass yield and beef marbling score (BMS) in the treated group were insignificantly higher than that found in control group. In addition, lipid content in treated group was slightly higher than control group with the evidence of the collected result from BMS. Result suggested that meat productivity was improved by the SPL feeding. Diet did not affect fatty acids composition and free amino acid contents in loin of beef cattle. Vitamin E contents in loin and fat tissues of beef cattle did not change by the diet type. At day 0 under a refrigerating process, malondialdehyde values of loin in treated group, were significantly ($P < 0.05$) lower than values in control group. However, at day 3 and 6 the values were increased, furthermore the means differences were insignificant when compared to that in control samples.

This research was conducted to determine the benefits of those materials as forage for beef cattle. The current study is the first of its type to be conducted with ruminant animal. As malondialdehyde values of the treated group were low, the use of SPL as feeding may contribute considerably to meat quality of beef.

Key words : By-product, Carcass traits, Lipid peroxidation, Sweet potato litters, Vitamin E

緒言

近年、大きな社会問題の一つとなっている廃棄物処理の問題は、わが国が直面し、解決すべき重要な課題の一つである。そのような中で環境負荷が小さいリサイクル社会の構築が求められており、農林水産業においては、自然循環機能の維持増進を図っていくことが必要とされている。現在では食品製造段階、流通段階、消費段階の各段階で生ずる排泄物や動植物残渣、食品廃棄物等の積極的な利活用が強く求められており（阿部他 2000a）、その中で近年、様々な乾燥技術が開発・改良により多くの原料も飼料として利用できる可能性が示唆されている（阿部他 2000b）。

南九州特有の農林水産業廃棄物として排出されるものとして、澱粉粕、焼酎廃液、茎葉などのカンショ残渣が問題となっている。このうち焼酎粕をウシ（小野寺他 2000）、豚（中尾他 2001）等に給与した研究により幾つか実用化されている。粗繊維、ビタミン、ミネラル、ポリフェノール類等多種多様な機能性成分を高濃度に含有している茎葉部分は、一部地域で人が野菜として食したり（古在 1996）、一部のみ青刈り緑餌やサイレージとして家畜飼料に利用したりすることが行われてきた（渡辺 1970）。しかしバイオリサイクル研究の観点からも食品収穫後に排出される多量の残渣を家畜の飼料として再利用するということは重要な課題である。

我々の以前の報告（竹之山他 2007）では、卵用鶏の産卵性および卵質に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響について検討した。その結果、鶏卵生産に支障をきたすことなく鶏卵を生産することが可能であり、ビタミンE含量やルテイン含量が増加する傾向にあることを明らかにし、付加価値の高い鶏卵が生産出来る可能性が示唆された。

そこで本研究では、大家畜用飼料としてカンショ茎葉を有効利用することを目的として、カンショ茎葉乾燥粉末を添加した飼料を用いて肉用牛への飼養試験を行い、肉用牛での育成状況、産肉性、肉質および成分について調査し、それらに及ぼす影響について検討した。

材料および方法

I. 供試飼料

供試飼料として、市販の濃厚飼料およびカンショ

茎葉粉末飼料（コガネセンガンのカンショ茎葉乾燥粉末：霧島酒造株式会社）を用いた。対照区としては、上記の濃厚飼料のみを用いた。試験区には濃厚飼料にカンショ茎葉粉末飼料を5%混和したものを供試試験飼料とした。

II. 飼養試験および調査項目

供試牛には、黒毛和種去勢オスを8頭用い、各4頭からなる2つの区を設けた。肥育中期（14ヶ月齢）より出荷時（28ヶ月齢）まで、濃厚飼料（対照区）あるいは濃厚飼料に乾燥カンショ茎葉5%混和した飼料（試験区）を給与した。調査項目として給与期間の育成状況、産肉性、肉質について調査した。さらにロース肉組織およびロース肉周辺脂肪組織内の脂質含量の測定、脂肪酸組成分析、遊離アミノ酸含量の測定、ビタミンE含量の測定およびロース肉冷蔵貯蔵中における脂質過酸化度の測定を行った。

III. 脂質含量および脂肪酸組成の測定

脂質の抽出は主としてFolch *et al.* (1957)の方法に準じてクロロホルム・メタノール(2:1v/v)溶液を用いて行い、その総脂質は重量法にて測定した。得られた脂質抽出物の一部を用い、Takenoyama *et al.* (1999)の方法に準じて脂肪酸メチルエステル調製を行い、キャピラリーカラムガスクロマトグラフィー(GC-17B)により脂肪酸組成の分析を行った。

IV. ビタミンEの定量

Yamauchi *et al.* (1980)の方法に準じて60% KOH水溶液を用いてケン化後、ヘキサン抽出し、高速液体クロマトグラフ(HPLC)分析装置により分析を行い、内部標準法による定量計算によりビタミンE含量を求めた。

V. 遊離アミノ酸含量の測定

遊離アミノ酸含量については、Nishimura *et al.* (1988)の方法に準じて2%スルホサリチル酸にて抽出し、遠心分離後(3000rpm, 10min)の上清をフィルター濾過(0.45 μ m)したものをアミノ酸自動分析機(JLC-500)にて分析を行った。

VI. 脂質過酸化度の測定

ロース肉冷蔵貯蔵中における脂質過酸化度の測定は、0～6日間の冷蔵庫内（4℃）での貯蔵中における脂質過酸化物であるマロンジアルデヒド（MDA）量についてTBARS Assay Kit（ZeptoMetrix社）を用いて測定し、ロース肉中の脂質過酸化物量（nmol/g）として求めた。

VII. 統計解析

実験によって得られた結果の両群間の有意差検定は、エクセル統計2000（SSRI）によりt-検定を行い有意性を検討し、 $P < 0.05$ を統計的に有意

と判定した。

結果および考察

I. 成育状況に及ぼすカンショ茎葉給与の影響

カンショ茎葉給与牛の体重推移について比較した結果をFig. 1に示し、また飼料摂取量、一日増体量および飼料要求率についても調べた結果をTable 1に示した。その結果、対照区と試験区におけるカンショ茎葉給与期間中の体重推移に有意な差異は認められず、カンショ茎葉5%を混合した場合では発育に影響を及ぼさないことが示された。また、配合飼料に換算した場合、僅かに飼料

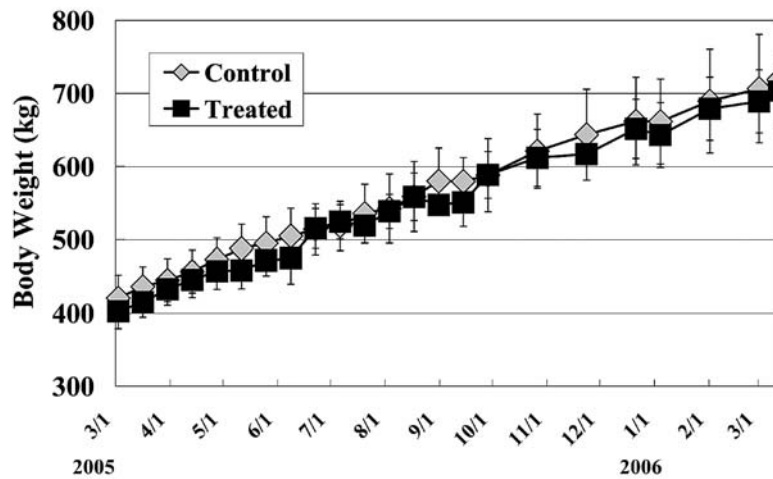


Fig. 1 Changes in body weight of beef cattle within the fattening period as the used diet contains SPL.

Table 1. Effects of sweet potato litters (SPL) as supplemental feed on growth performance of beef cattle.

Diet type	Feed intake(kg/head)	Daily Gain(g/day)	Feed Demand(kg/kg)
Control (n=4)	3524.24 [Concentrate]*	903.3	8.10 [Concentrate]*
Treated (n=4)	3382.85 [3213.71]	820.0	8.51 [8.08]

*Concentrate means commercial ordinary diet.

Table 2. Effects of SPL on the body morphology of beef cattle.

Diet type	Carcass Weight (kg)	Carcass Yield (%)	Loin Cross Section Area (cm ²)	Marbling Score (BMS)	Meet Color Score (BCS)	Fat Color Score (BFS)
Control	425.5	72.2	50.5	3.5	3.0	3.0
Treated	430.4	72.5	52.3	4.0	3.3	3.0

要求率が低値を示したことから、配合飼料の節約効果の可能性が示唆された。

II. 産肉性および肉質に及ぼすカンショ茎葉給与の影響

カンショ給与牛の産肉性および肉質に関して調査するために、と畜後の枝肉成績について調べた結果をTable 2に示した。その結果、肥育終了時の体重は試験区が僅かに低値を示したにも関わらず、枝肉重量および胸最長筋長は試験区が高値を示し枝肉歩留も僅かに高値を示したが、統計的な有意差は認められなかった。肉質については、バ

ラ厚並びに脂肪交雑は試験区が高値を示し、良好な結果が得られた。このことから、カンショ茎葉給与により産肉性は向上することが示唆された。

III. 脂質含量および脂肪酸組成に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

ロース肉の脂質含量は脂肪交雑と深く関係し、牛肉中脂肪の脂肪酸組成の相違により融点が異なり食味に深く関わることから、ロース肉並びにロース肉周辺脂肪中の脂質含量および脂肪酸組成を調べた。その結果、Fig. 2に示すとおり、有意差は認められないもののロース肉中の脂質含量は対照

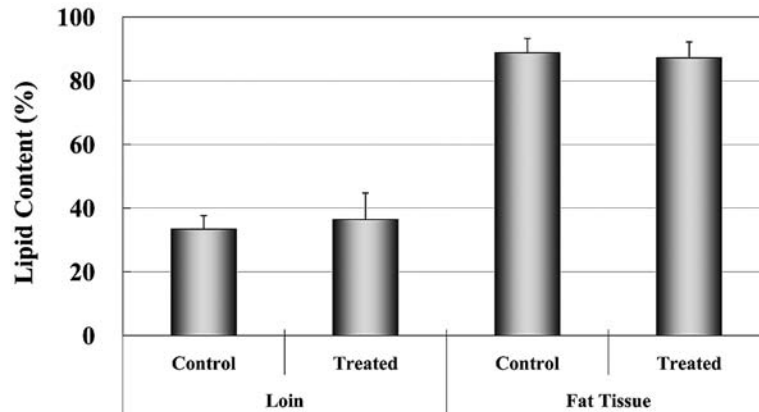


Fig. 2 Effects of SPL on lipid contents in loin and fat tissues of beef cattle.

Table 3. Effects of SPL on fatty acid composition in loin and fat tissues of beef cattle.

	Loin		Fat Tissue	
	Control	Treated	Control	Treated
12:0	0.06%	0.09%	0.05%	0.08%
14:0	3.60%	3.65%	2.86%	3.15%
14:1	1.23%	1.00%	1.98%	1.62%
16:0	31.83%	30.28%	26.76%	27.19%
16:1 (n-7)	4.43%	4.28%	6.39%	5.26%
17:0	1.09%	1.44%	0.95%	1.40%
18:0	10.62%	10.44%	8.00%	8.49%
18:1 (n-9)	44.81%	46.18%	49.76%	49.25%
18:2 (n-6)	1.80%	1.98%	2.20%	2.52%
9c, 11t CLA	0.19%	0.22%	0.38%	0.36%
18:3 (n-3)	0.11%	0.13%	0.16%	0.16%
20:0	0.06%	0.05%	0.05%	0.06%
20:1 (n-9)	0.16%	0.25%	0.46%	0.47%
Total	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

区に比較して試験区において高い傾向にあり、さきの試験区での脂肪交雑の数値が高値を示す結果の裏づけとなった。引き続きロース肉およびロース肉周辺脂肪内の脂肪酸組成を比較した結果、Table 3に示すとおり明白な差異は認められず、カンショ茎葉給与は脂肪酸組成へ影響を及ぼさないことが示された。

IV. 遊離アミノ酸含量に及ぼすカンショ茎葉給与の影響

食肉中遊離アミノ酸含量の大小は、食肉を食した際の旨味に関与すると考え、ロース肉中の遊離アミノ酸含量を調査した。その結果はFig. 3に示したとおりであり、旨味に直接関与するグルタミンおよびグルタミン酸において、試験区が対照区に比較して僅かに高値を示したがその差は有意な

ものではなく、他のアミノ酸についても差異は明白ではなかった。このことから、食味に直接関与する可能性が低いことが示唆された。

V. ビタミンE含量に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響

本研究に用いた基礎飼料とカンショ茎葉粉末のビタミンE含量 ($\mu\text{g}/100\text{g}$ 試料) をFig. 4に示した。その結果、ビタミンE同族体のなかで最も抗酸化活性の強い α -トコフェロール (野口他2000) がカンショ茎葉粉末に基礎飼料の約3倍含まれていたことから、ビタミンEがロース肉および周辺脂肪へ移行し得る可能性が考えられる。ビタミンEは脂質過酸化の抑制、生体膜の機能維持および筋細胞質中の色素タンパク質であるミオグロビンの酸化 (メト化) を抑制すると考えられて

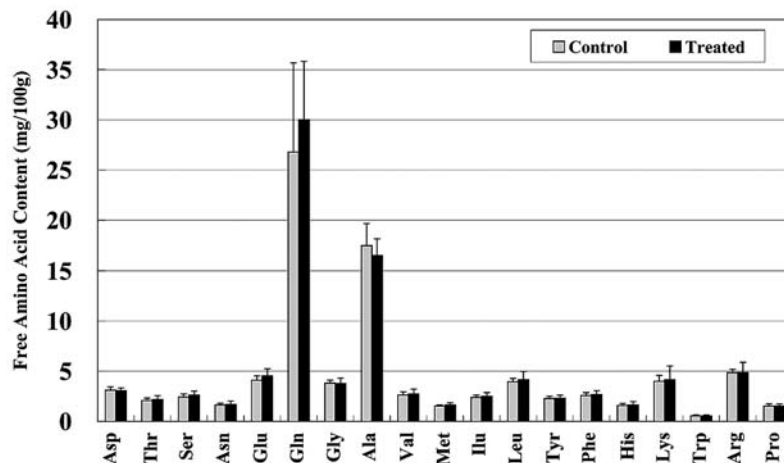


Fig. 3 Effects of SPL on free amino acid contents in loin of beef cattle.

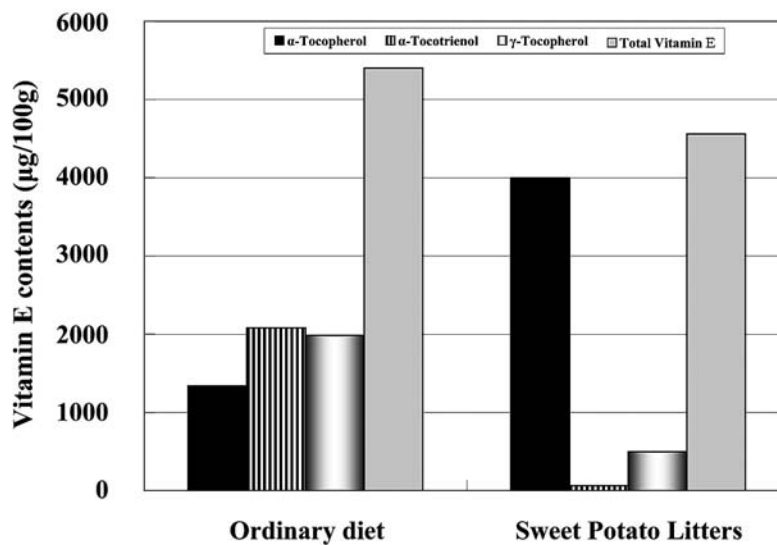


Fig. 4 Vitamin E content ($\mu\text{g}/100\text{g}$) in diets.

いる（細野他 2002）ことより、ロース肉および脂肪組織中のビタミンE含量を知ることが重要と考えた。そこでロース肉および周辺脂肪中のビタミンE含量を測定し、その結果をFig. 5に示した、今回の結果においては、Jiang *et al.*の報告（1994）や我々の報告（竹之山他 2007）の食餌性ビタミンEが卵黄中に移行する結果と異なり、ロース肉および周辺脂肪中のビタミンE含量には両区に差異は認められず、本結果からはカンショ茎葉給与による影響は無いことが示された。

VI. 食肉の脂質過酸化度に及ぼすカンショ茎葉給与の影響

食肉の脂質過酸化は貯蔵期間中に進行し、脂質

過酸化物量が増加することがよく知られている（Yamauchi *et al.* 1980）ことから、ロース肉の貯蔵期間中の脂質過酸化物量の指標としてマロンジアルデヒド（MDA）量を測定し、脂質過酸化度に及ぼすカンショ茎葉給与の影響について調べた。その結果Fig. 6示したとおり、0日目のロース肉中のMDA量は対照区に比較して試験区において有意（ $P < 0.05$ ）に低値を示した。3日後および6日後については有意差は認められないものの、対照区に比較して試験区において低値を示した。このことはカンショ茎葉中のビタミンEが肉および脂肪組織中に蓄積はしないものの、脂質過酸化物の生成を抑制し、その結果ロース肉中の脂質過酸化物量が低値を示したものと推察できる。

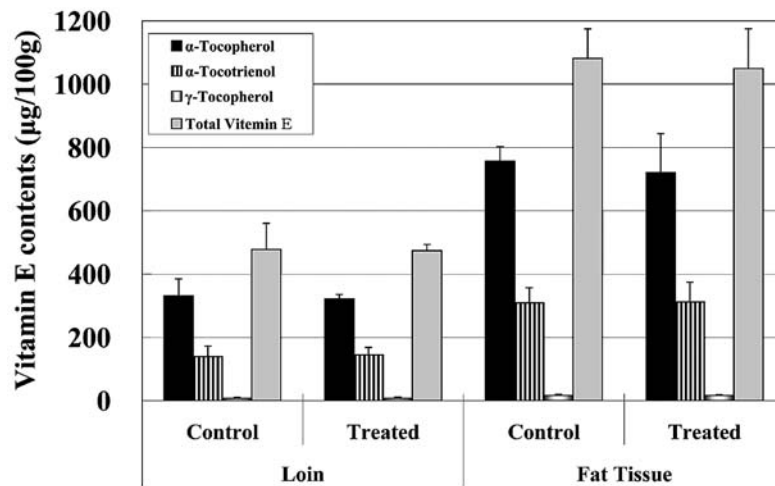


Fig. 5 Effects of SPL on vitamin E contents in loin and fat tissues of beef cattle.

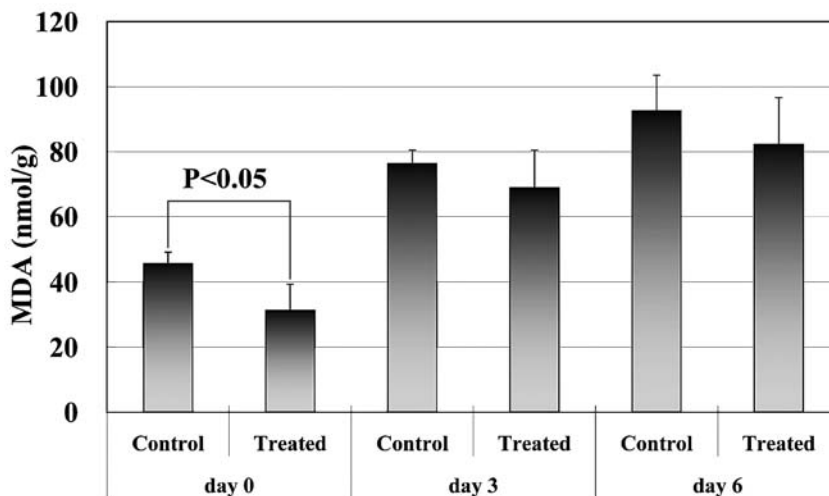


Fig. 6 Effects of SPL on the malondialdehyde under the refrigerating process (0-6 days/4C) in loin of beef cattle.

あるいはポリフェノール類等の抗酸化物質を摂取することによって家畜体内での脂質過酸化物の生成が抑制され、低値を示した可能性も推測できる。これらの結果より、脂質過酸化物の少ない高品質の食肉の生産につながる可能性が示唆された。

要約

本研究では、カンショ茎葉を肉用牛用の飼料として有効利用の可能性について検討するために、5%のカンショ茎葉添加飼料を給与し、成育状況、産肉性、肉質および脂質過酸化度について調査した。

その結果、成育状況に差異は認められず、発育に影響を及ぼさないことが示され、枝肉成績では、枝肉歩留や脂肪交雑において対照区に比較して試験区が高値を示す傾向にあり、カンショ茎葉給与により産肉性の向上が示唆された。ロース肉中の脂質含量は僅かに試験区が高い傾向にあり、脂肪交雑の結果の裏付けとなった。ロース肉および周辺脂肪の脂肪酸組成や遊離アミノ酸含量には明白な差異は認められず、カンショ茎葉給与はこれらへ影響しないことが示され、食味に直接関与する可能性が低いことが示唆された。ロース肉および周辺脂肪のビタミンE含量には差異は認められず、本結果はカンショ茎葉給与による影響は少ないことが示された。ロース肉の貯蔵による脂質過酸化物量については、開始時に有意 ($P < 0.05$) に試験区が低値を示し、貯蔵期間中の脂質過酸化物の増加も抑制される傾向にあった。

以上の結果より、バイオリサイクル研究の観点から食品収穫後の残渣であるカンショ茎葉は肉用牛の飼料として利用できる可能性が示唆された。また、ビタミンEはロース肉および周辺脂肪中に蓄積はしないものの、カンショ茎葉給与により脂質過酸化物量の低い、高品質の食肉の生産が期待された。

キーワード：枝肉成績，カンショ茎葉，脂質過酸化，ビタミンE含量，副産物

謝辞

本研究は平成17年度および18年度独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構九州・沖縄農業研究センターからの研究助成を受けて実施した

ものである。記して深甚の謝意を表す。またカンショ茎葉の提供にご協力いただいた霧島酒造株式会社関係者各位に感謝申し上げる。

引用文献

- 阿部 亮・吉田宣夫・今井昭夫・山本英雄 (2000a) 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック。サイエンスフォーラム。東京。pp. 23-24.
- 阿部 亮・吉田宣夫・今井昭夫・山本英雄 (2000b) 未利用有機物資源の飼料利用ハンドブック。サイエンスフォーラム。東京。pp. 309.
- Folch, J., Lees, M., Sloane, Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Boil. Chem.* **226**, 497-509.
- 細野明義・沖谷明紘・吉川正明・八田 一 (2002) 畜産食品の事典。朝倉書店。東京。pp. 291.
- Jiang, Y. H., McGeachin, R. B., Bailey, C. (1994) Alpha-tocopherol, beta-carotene, and retinol enrichment of chicken eggs. *Poult. Sci.* **73**, 1137-1143.
- 古在豊樹・久保田智恵利・北宅善昭 (1996) サツマイモ技術と21世紀の食糧，エネルギー，資源および環境問題。生物環境調節，**34**，105-114.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征欧・長谷川信美・山内 清・六車三治男・堀井洋一郎・藤代 剛・林 国興・森下敏朗・林 綾子・田原秀隆・高橋勝南・竹之山慎一・上島良介・目和典・堤 孝彦・駒谷謙司・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・佐藤玲史・高橋信也 (2001) 焼酎粕ペレット飼料が肉用豚の成長，健康および肉質に及ぼす影響。宮崎大学農学部研究報告，**48**，(1・2)，17-38.
- Nishimura, T., Rhue, M., R., Okitani, A., Kato, H. (1988) Components conditioning to the improvement of meat taste during storage. *Agric. Biol. Chem.* **52**, 2323-2330.
- 野口 忠・伏木 亨・門脇基二・野口民夫・今泉勝己・古川勇次・舛重正一・矢ヶ崎一三・青山頼孝 (2000) 最新栄養化学。朝倉書店。東京。pp. 163.
- 小野寺良次・長谷川信美・藤代 剛・稲澤 昭・駒谷謙司・六車三治男・山内 清・竹之山慎一・

- 森下敏朗・矢野光紘・山下 實・高野勝南 (2000) 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の肥育および肉質に及ぼす影響 (予備試験). 宮崎大学農学部研究報告. **47**, (1・2), 1-11.
- Takeyama, S., Kawahara, S., Murata, H., Yamauchi, K. (1999) Investigation of some preparation procedures of fatty acid methyl esters for capillary gas-liquid chromatographic analysis of conjugated linoleic acid in meat. *Anim. Sci. J.* **70**, 336-342.
- 竹之山慎一・河原 聡・林ひとみ・井本貴典・長瀬朋子・安藤忠弘・石黒浩二・吉元 誠・六車三治男 (2007) 卵用鶏の産卵性および卵質に及ぼすカンショ茎葉添加飼料給与の影響. 宮崎大学農学部研究報告. **53**, (1・2), 93-99.
- Yamauchi, K., Nagai, Y., Ohashi, T. (1980) Quantitative relationship between alpha-tocopherol and polyunsaturated fatty acids and its connection to development of oxidative rancidity in porcine skeletal muscle. *Aglic. Biol. Chem.* **44**, 1061-1067.
- 渡辺 和之 (1970) 現代農業技術双書・カンショ. 家の光協会. 東京. pp. 220 - 221.