

トウモロコシの加工形態の違いが交雑種雌牛の産肉性及び肉質に及ぼす影響

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
巻/号	34
掲載ページ	p. 189-194
発行年月	2002年12月

トウモロコシの加工形態の違いが 交雑種雌牛の産肉性及び肉質に及ぼす影響

森下 忠*・瀧澤秀明*・大橋秀一**・松井 誠*

摘要：丸粒トウモロコシの飼料としての利用を検討するため、粉碎して給与試験を行った。交雑種（♂黒毛和種×♀ホルスタイン種）雌牛に対して、粉碎丸粒トウモロコシと圧ペントウモロコシを給与し、産肉性と肉質に及ぼす影響を比較した。試験は2回に分け、1回に12頭を用いた。試験1は、肥育期の濃厚飼料の配合割合を一定にし、トウモロコシの割合を32%とした。試験2は、肥育期を2期に分け、トウモロコシの割合をそれぞれ50%、40%とした。

- 1 粉碎丸粒を給与した区で飼料摂取量が多くなるものの、増体成績、枝肉成績に差はなかった。
- 2 脂肪酸組成、肉色調及び血液成分では加工形態による差は少なく、配合割合による差があった。
- 3 粉碎丸粒の摂取量が多いため、今回の試験設定では圧ペンとの価格差が6円以上ないと、飼料費軽減効果が得られなかった。

以上の結果から、丸粒トウモロコシを粉碎することによって、圧ペントウモロコシの代替飼料として利用できることが明らかとなった。

キーワード：交雑種、トウモロコシ、肉質、肉色、脂肪酸組成

The Influence of the Processing Form of the Corn on Fattening Performance and Meat Quality in Cross-Bred Heifers

MORISHITA Makoto, TAKIZAWA Hideaki, OoHASHI Hidekazu and MATSUI Makoto

Abstract： To use the whole corn as feed, it examined the influence of the processing form of the corn. As for Cross-bred (Japanese black×Holstein) heifers, it supplied the ground corn and the steam rolled corn in the fattening period and it compared them about the influence to exert on fattening performance and meat quality. The examination went twice and used 12 heifers for once. In examination 1, it didn't change the combination rate of the concentrated feed during a fattening period. The corn was 32% contained in the concentrated feed. In examination 2, it divided a fattening period into two period. The corn was by 50%, 40% contained in the concentrated feed respectively.

1. Feed intake of the ground corn fed group were more than that of the steam rolled corn fed group. As for the body weight gains and the meet quality, there was not a difference in the ground corn and the steam rolled corn.

2. The fatty acid composition, the meet color (L,a,b) and the blood ingredient was not different significantly by the processing form of the corn. But they were different by the combination rate of the corn.

3. If the price of the whole corn was not lower by 6-yen/kg than that of the steam rolled corn, the whole corn was not worth feeding. Because the feed intake of the whole corn was higher than that of the steam rolled corn.

These results suggest that it is possible to exchange for the steam rolled corn by ground the whole corn.

Key words: Cross-bred(Japanese black×Holstein), Corn, Meat quality, Meat color, Fatty acid composition

緒言

トウモロコシは、肉牛にとって主要な飼料の一つである。畜産で使われるトウモロコシは、従来は食用への転用を避けるために圧ぺん処理を義務づけられてきた。しかし、平成7年4月から家畜への給与に限り関税が免除された¹⁾ため、丸粒トウモロコシの利用が、肉牛の飼料費削減になると考えられる。しかしながら、丸粒トウモロコシの利用は進んでいない。その背景には、従来の圧ぺんトウモロコシとの代替利用が可能かどうか不明な点がある。そこで本試験では、丸粒トウモロコシの一般的な利用方法として粉碎処理し、交雑種（♂黒毛和種×♀ホルスタイン種）雌牛に給与して、産肉性及び肉質に及ぼす影響と経済性を検討した。

材料及び方法

1 試験内容及び期間

試験は、異なる飼養条件下での影響を調べるために2回に分けて行った。

試験1は肥育中期以降の濃厚飼料の配合割合を変えずに、一般的な栄養水準（TDN74%、CP13%）で飼養した。試験期間は1999年3月12日から2000年8月18日までの18か月（525日）間とし、供試飼料の給与時期により、肥育前期（～13か月齢）と肥育後期（～26か月齢）の2期に分けた。

試験2は、肥育中後期の飼料を分け、肥育中期のトウモロコシの配合比率を高めるとともに、配合飼料の栄養水準をTDN76%、CP15%と一般より高くした。肥育期間は2000年3月15日から2001年7月4日までの17か月（476日）間とし、肥育前期（～12か月齢）、肥育中期（～21か月齢）及び肥育後期（～26か月齢）の3期に分けた。

2 供試頭数及び試験区分

供試牛は試験1は9か月齢、試験2は10か月齢の県内産交雑種雌牛を用いた。試験に用いたのは、各回12頭、合計24頭とした。供試牛の父牛の血統は、表1に示した。供試牛は、試験終了後、生後約26か月齢でと殺した。

試験区分は、試験1の粉碎丸粒トウモロコシ（以下、粉碎丸粒）を給与した区をGC1区、圧ぺんトウモロコシ（以下、圧ぺん）を給与した区をSR1区、試験2の粉碎丸粒を給与した区をGC2区、圧ぺんを給与した区をSR2区とし、各区に6頭ずつを無作為に振り分けた。

3 管理方法

管理は開放追い込み牛舎（6.4 m × 6.4 m = 41.0 m²）で6頭の群飼育（1頭当たり6.8 m²）とした。濃厚飼料は個体識別装置による1日6回の定量自動給餌とした。粗飼料は1日2回群ごとに定量給餌した。給水はウォーターカップを用い自由飲水とした。

4 飼料給与

供試飼料の配合割合を表2に示した。TDN、CPについては、日本標準飼料成分表をもとに計算した。

肥育前期の飼料は試験1、試験2とも共通とし、トウ

モロコシは圧ぺんを用いた。試験1、試験2の各期の配合割合は、トウモロコシの加工形態が異なる以外は同じとし、大麦、一般フスマ、大豆粕、大豆皮、グレインソルガムを適宜配合した。

丸粒トウモロコシは、ハンマーミル（粉末機3号型（榎尾上機械））により粉碎し、試験に供した。スクリーンには内径6 mmの穴のものを用いた。粉碎されたトウモロコシの粒度分布は表3のとおりで、仮比重は0.68であった。

粗飼料は肥育前期はチモシー乾草、肥育中後期には稲ワラ（カットワラ）を給与した。

5 調査項目

(1) 飼料摂取量及び体重・体高

飼料摂取量は、給与量から残飼量を差し引いて求めた。

体重及び体高は、試験開始時から4週間ごとに測定した。

(2) 枝肉検査

と殺48時間後に枝肉重量を測定した。また、第6～第7肋骨間を切開して、枝肉取引規格の評価法²⁾によりロース芯面積、ばらの厚さ、皮下脂肪の厚さ等の計測と肉質の調査を行った。

(3) 脂肪酸組成分析

枝肉検査時に枝肉左半丸のロース芯周辺の筋間脂肪と臀筋上部の皮下脂肪、腎臓周囲の腎脂肪を採取し、脂肪抽出後に分析に供した。脂肪酸組成はO'keefeら³⁾の方法により、脂肪をナトリウムメチラートでメチルエステル化し、ガスクロマトグラフで分析した。脂肪酸メチルエステルの分離は、キャピラリーカラム（DB-225、J&W

表1 供試牛の種雄牛

牛No.	GC1	SR1	GC2	SR2
1	福富	福富	糸福栄	菊谷福
2	和幸	和幸	北乃安福	北乃安福
3	北乃安福	北乃安福	第7安福	第7安福
4	北乃安福	北乃安福	鶴美	鶴美
5	北乃安福	和幸	安鶴谷	安鶴谷
6	北乃旅人	安福6の3	安福栄	福富

表2 濃厚飼料中の配合割合と養分含量

項目	共通	GC1, SR1	GC2, SR2
給与月齢	～12, 13 ¹⁾	～26	～20, ～26
配合割合(%)	肥育前期	肥育後期	肥育中期, 肥育後期
トウモロコシ	25	32	50, 40
皮付き圧ぺん大麦	15	40	15, 32
グレインソルガム	10	0	0, 0
一般フスマ	20	18	13, 18
コーン ²⁾ ルテンフィード	10	5	12, 5
大豆粕	10	3	10, 3
大豆皮	10	2	0, 2
TDN(原物%)	72.2	73.9	76.2, 74.5
CP(原物%)	15.8	12.5	15.0, 12.4

注 1) 試験1は13か月齢、試験2は12か月齢で切り替え

表3 粒度分布

フルイ径(mm)	>1.00	>2.00	>3.35	3.35<
構成(%)	29.4	26.9	37.8	5.9

SCIENTIFIC) を装着したガスクロマトグラフ (5890 SERIES II、HEWLETT PACKARD) で行った。

脂肪酸の測定は、飽和脂肪酸3種 (ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸) と不飽和脂肪酸5種 (ミリストレイン酸、パルミトレイン酸、オレイン酸、リノール酸及びリノレン酸)、計8種類について行った。

(4) 肉色検査

肉色及び脂肪色は、色彩色差計 (CR-210、ミノルタカメラ株式会社) を用い、光電色彩法により、明度 (L値)、赤色度 (a値)、黄色度 (b値) を求めた。検査は、第6～第7肋骨間切開の6時間後に行った。検査部位は、ロース芯及び腎脂肪、皮下脂肪とした。

(5) 血液成分分析

各試験終了時に頸部静脈より採血し、直ちに3,000回転で10分間遠心分離を行い、血清成分を抽出したあと冷凍保存した。数日後に、自動生化学分析装置 (7040型オートアナライザー、日立) にて血清中の尿素態窒素 (BUN)、グルコース、アルブミン、総コレステロール (T-Chol)、カルシウム、総たん白、無機リン、GOT、 γ -GTPの9成分について分析した。

(6) 経済性

経済性は枝肉販売額 (枝肉重量×出荷時における県内主要食肉市場の枝肉卸売価格の格付け別平均単価) から素畜費及び飼料費を差し引くことにより求めた。年度による飼料単価及び枝肉価格の差を調整するため、すべて試験2の単価に合わせた。

飼料単価は、当場の飼料原料購入価格から算出した。丸粒トウモロコシの単価は、圧ぺん単価の-5円で計算した。

出荷時における県内主要食肉市場の枝肉卸売価格の格付け別平均単価は、B-3が1,185円、B-2が953円、C-2が853円であった。また、素畜費は供試牛購入時の平均kg単価×購入時体重とした。

(7) 検定

各試験データについてt検定を行い、有意水準5%で差の検定を行った。

試験結果

1 飼料摂取量及び増体成績

期別の平均飼料摂取量を表4及び表5に示した。飼料摂取量はSR1区、SR2区に比べGC1区、GC2区で高くなる傾向にあり、試験1の肥育前期、試験2の肥育中期で有意に高くなった。また、試験1に比べ試験2の飼料摂取量が多くなった。

全期間のトウモロコシ摂取量は、GC1区で1,137kg、SR1区1,123kg、GC2区1,570kg、SR2区1,481kgとなった。

増体成績を表6及び表7に示した。試験1では、前期の1日当たり増体量 (以下DG) にのみ有意差があった。

表4 試験1 飼料摂取量

項目	GC1	SR1
1日当たり飼料摂取量(乾物kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	6.46±0.03a	6.24±0.03b
肥育後期	8.34±0.46	8.05±0.19
全期間	7.94±0.36	7.66±0.16
1日当たり濃厚飼料摂取量(乾物kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	3.33±0.00	3.32±0.01
肥育後期	6.97±0.46	6.88±0.20
全期間	6.19±0.36	6.11±0.15
期間別TDN摂取量(kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	501.8±1.7	487.9±2.1
肥育後期	2,623.9±139.0	2,558.2±77.2
全期間	3,125.7±140.4	3,046.1±78.4
期間別CP摂取量(kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	100.2±0.3	97.7±0.3
肥育後期	480.2±23.4	463.8±13.4
全期間	580.4±23.6	561.4±13.6

注 1) 平均±標準偏差
2) 異符号間で有意差あり P<0.05

表5 試験2 飼料摂取量

項目	GC2	SR2
1日当たり飼料摂取量(乾物kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	7.29±0.11	7.30±0.08
肥育中期	8.61±0.25a ²⁾	7.89±0.34b
肥育後期	8.42±1.48	8.46±1.01
全期間	8.44±0.59	8.03±0.39
1日当たり濃厚飼料摂取量(乾物kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	3.79±0.11	3.82±0.08
肥育中期	6.66±0.25	6.06±0.34
肥育後期	6.61±1.31	6.68±0.85
全期間	6.44±0.53	6.11±0.35
期間別TDN摂取量(kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	248.9±3.7	249.1±2.7
肥育中期	2,772.2±81.4	2,539.8±109.7
肥育後期	1,483.9±173.8	1,496.0±88.6
全期間	4,505.0±223.5	4,284.9±155.6
期間別CP摂取量(kg頭 ¹⁾)		
肥育前期	34.7±0.6	34.8±0.4
肥育中期	387.3±12.2	354.3±16.5
肥育後期	183.9±21.5	185.4±11.0
全期間	605.9±29.2	574.5±21.7

注 1) 平均±標準偏差
2) 異符号間で有意差あり P<0.05

表6 試験1 増体成績

項目	GC1	SR1
試験開始時体重(kg)	290.0±9.4 ¹⁾	289.8±10.7
前期終了時体重(kg)	382.3±14.8	379.5±10.1
試験終了時体重(kg)	704.7±16.5	698.3±21.6
前期DG ²⁾ (kg d ⁻¹)	0.83±0.06a ³⁾	0.81±0.06b
後期DG (kg d ⁻¹)	0.80±0.06	0.79±0.04
全期DG (kg d ⁻¹)	0.80±0.04	0.79±0.04
試験開始時体高(cm)	114.7±2.7	114.7±2.0
前期終了時体高(cm)	122.2±1.8	121.0±1.6
試験終了時体高(cm)	135.8±1.1	136.0±2.8

注 1) 平均±標準偏差
2) DG: 1日当たり増体量
3) 異符号間で有意差あり P<0.05

表7 試験2 増体成績

項目	GC2	SR2
試験開始時体重(kg)	299.2±14.0 ¹⁾	300.0±20.6
前期終了時体重(kg)	329.8±11.5	335.5±23.0
中期終了時体重(kg)	568.0±24.7	584.0±27.0
試験終了時体重(kg)	683.0±34.9	708.3±29.4
前期DG ²⁾ (kg d ⁻¹)	0.85±0.22	0.99±0.09
中期DG (kg d ⁻¹)	0.85±0.08	0.88±0.03
後期DG (kg d ⁻¹)	0.74±0.08	0.80±0.12
全期DG (kg d ⁻¹)	0.81±0.05	0.86±0.05
試験開始時体高(cm)	117.2±3.1	117.2±3.9
前期終了時体高(cm)	119.0±6.6	120.3±4.9
中期終了時体高(cm)	131.3±3.2	131.8±4.8
試験終了時体高(cm)	136.5±3.1	136.3±4.1

注 1) 平均±標準偏差
2) DG: 1日当たり増体量

表8 枝肉及び肉質成績

項目	GC1	SR1	GC2	SR2
冷却枝肉重量 (kg)	426.6 ± 18.0 ¹⁾	418.7 ± 24.5	402.2 ± 30.1	420.3 ± 22.2
ロースの面積 (cm ²)	45.3 ± 3.9	46.0 ± 5.2	42.2 ± 2.3	44.0 ± 3.3
バラの厚さ (cm)	7.2 ± 1.0	6.7 ± 0.7	6.8 ± 0.8	7.0 ± 1.0
筋間脂肪の厚さ (cm)	5.4 ± 1.1	5.0 ± 0.8	5.4 ± 1.1	5.0 ± 0.8
皮下脂肪の厚さ (cm)	3.3 ± 0.7	2.9 ± 1.2	2.6 ± 0.9	4.0 ± 1.7
歩留基準値 (BMS No)	69.8 ± 1.0	69.9 ± 1.3	70.0 ± 1.0	70.0 ± 0.9
脂肪色等級 (BCS No)	2.5 ± 0.8	2.3 ± 1.1	2.5 ± 0.8	3.2 ± 1.1
枝肉格付け	4.5 ± 0.5	5.0 ± 0.0	4.7 ± 0.5	4.7 ± 0.5
	B - 3		1	3
	B - 2	5	5	2
	C - 2	1		1

注 1) 平均±標準偏差

表9 脂肪酸組成

項目	GC1	SR1	GC2	SR2
筋間脂肪 (%)				
飽和脂肪酸 (C14:0)	3.00 ± 0.41 ¹⁾	3.24 ± 0.39	3.26 ± 0.30	3.30 ± 0.82
飽和脂肪酸 (C16:0)	24.43 ± 1.34	24.89 ± 1.81	25.45 ± 2.34	25.03 ± 3.71
飽和脂肪酸 (C18:0)	12.44 ± 2.13	10.98 ± 1.11	11.56 ± 2.24	12.36 ± 1.61
不飽和脂肪酸計	39.87 ± 3.70	39.12 ± 2.92	40.27 ± 4.70	40.69 ± 5.57
腎脂肪 (%)				
飽和脂肪酸 (C14:1)	1.25 ± 0.23	1.34 ± 0.24	1.31 ± 0.36	1.15 ± 0.27
飽和脂肪酸 (C16:1)	4.78 ± 0.45 ^{ab 2)}	5.35 ± 0.56 ^a	4.91 ± 0.97 ^{ab}	4.40 ± 0.41 ^b
飽和脂肪酸 (C18:1)	51.56 ± 3.18	51.24 ± 2.66	50.65 ± 3.65	50.18 ± 4.52
飽和脂肪酸 (C18:2)	2.38 ± 0.25 ^{ab}	2.73 ± 0.25 ^a	2.26 ± 0.36 ^b	2.71 ± 0.68 ^{ab}
飽和脂肪酸 (C18:3)	0.16 ± 0.02	0.22 ± 0.08	0.60 ± 0.29	0.87 ± 0.82
不飽和脂肪酸計	60.13 ± 3.70	60.88 ± 2.92	59.73 ± 4.70	59.31 ± 5.57
皮下脂肪 (%)				
飽和脂肪酸 (C14:0)	2.91 ± 0.26	3.09 ± 0.35	3.78 ± 0.46	3.58 ± 0.86
飽和脂肪酸 (C16:0)	25.56 ± 1.05	26.59 ± 1.99	28.22 ± 1.71	26.93 ± 3.40
飽和脂肪酸 (C18:0)	22.23 ± 3.11	21.20 ± 1.64	21.32 ± 1.72	21.28 ± 2.07
不飽和脂肪酸計	50.71 ± 3.88	50.87 ± 3.22	53.33 ± 2.57	51.79 ± 3.33
皮脂肪 (%)				
飽和脂肪酸 (C14:1)	0.51 ± 0.17	0.48 ± 0.14	0.68 ± 0.05	0.58 ± 0.20
飽和脂肪酸 (C16:1)	2.31 ± 0.34	2.41 ± 0.33	2.16 ± 0.29	2.11 ± 0.35
飽和脂肪酸 (C18:1)	44.32 ± 3.42	43.75 ± 2.92	41.72 ± 2.55	43.44 ± 3.33
飽和脂肪酸 (C18:2)	1.99 ± 0.13	2.32 ± 0.24	1.72 ± 0.24	1.71 ± 0.26
飽和脂肪酸 (C18:3)	0.16 ± 0.03	0.17 ± 0.02	0.39 ± 0.08	0.37 ± 0.13
不飽和脂肪酸計	49.29 ± 3.88	49.13 ± 3.22	46.67 ± 2.57	48.21 ± 3.33
ロース芯 (%)				
飽和脂肪酸 (C14:0)	2.82 ± 0.23	2.82 ± 0.20	2.93 ± 0.24	3.35 ± 0.70
飽和脂肪酸 (C16:0)	24.55 ± 1.22	23.64 ± 1.22	23.42 ± 1.29	24.63 ± 2.44
飽和脂肪酸 (C18:0)	6.33 ± 0.74	6.79 ± 0.97	5.81 ± 1.28	5.82 ± 0.99
不飽和脂肪酸計	33.70 ± 1.53	33.26 ± 1.78	32.16 ± 2.62	33.80 ± 3.31
皮下脂肪 (%)				
飽和脂肪酸 (C14:1)	2.32 ± 0.26	2.14 ± 0.31	2.64 ± 0.45	2.90 ± 0.80
飽和脂肪酸 (C16:1)	8.16 ± 0.78	7.95 ± 1.00	9.02 ± 1.69	9.22 ± 1.33
飽和脂肪酸 (C18:1)	53.06 ± 2.01	53.64 ± 1.52	53.12 ± 1.62	50.66 ± 3.09
飽和脂肪酸 (C18:2)	2.54 ± 0.30	2.87 ± 0.21	2.70 ± 0.22	2.88 ± 0.48
飽和脂肪酸 (C18:3)	0.22 ± 0.11	0.15 ± 0.02	0.37 ± 0.17	0.53 ± 0.32
不飽和脂肪酸計	66.30 ± 1.53	66.74 ± 1.78	67.84 ± 2.62	66.20 ± 3.31

注 1) 平均±標準偏差
2) 異符号間で有意差あり P<0.05

試験2については、両区で差がなかった。試験終了時の体重は、試験1、試験2とも700kg前後となった。

2 枝肉成績

枝肉及び肉質成績を表8に示した。枝肉成績は、SR1区に比べGC1区が、GC2区に比べSR2区が良くなったが、有意差はなかった。ロース芯面積は試験1に比べ試験2が小さくなった。

3 脂肪酸組成分析結果

試験終了時における筋間脂肪、腎脂肪、皮下脂肪の脂肪酸組成の分析結果を表9に示した。試験1、試験2の各区に有意差はなかった。試験1と試験2の比較では、筋間脂肪、腎脂肪中の飽和脂肪酸が試験2で多くなる傾向にあった。また、筋間脂肪のパルミトリン酸とリノール酸で差があった。

4 肉色検査結果

肉色検査結果を表10に示した。試験1の両区に差はなかった。試験2では、皮下脂肪のL値にのみ有意差があっ

表10 肉色等成績

項目	GC1	SR1	GC2	SR2
ロース芯				
L	47.8 ± 5.0 ¹⁾	45.3 ± 2.2	44.0 ± 2.3	45.4 ± 2.6
a	23.0 ± 2.6	23.6 ± 2.1	31.9 ± 0.6	30.7 ± 2.1
b	7.0 ± 0.8	6.7 ± 1.2	11.5 ± 0.7	11.1 ± 0.5
腎脂肪				
L	83.1 ± 2.2	82.4 ± 3.1	83.8 ± 1.2	84.1 ± 2.4
a	5.0 ± 1.1	4.6 ± 1.1	5.4 ± 1.3	5.8 ± 2.2
b	5.5 ± 1.9	6.4 ± 2.0	11.0 ± 1.4	10.0 ± 1.3
皮下脂肪				
L	80.9 ± 0.5 ^{a 2)}	79.6 ± 1.1 ^{ab}	77.4 ± 2.1 ^b	80.0 ± 1.3 ^a
a	6.5 ± 1.0	5.9 ± 0.7	12.2 ± 2.7	9.8 ± 1.1
b	6.7 ± 0.9	5.6 ± 1.0	12.1 ± 1.8	10.7 ± 0.9

注 1) 平均±標準偏差
2) 異符号間で有意差あり P<0.05

た。試験1、試験2の比較では、ロース芯、腎脂肪、皮下脂肪とも、赤色度を示すa値と黄色度を示すb値で、試験1に比べ試験2で高くなった。

表11 血液成分分析結果

項目	GC1	SR1	GC2	SR2
BUN (mg dL ⁻¹)	13.2 ± 0.7a ¹⁾²⁾	10.2 ± 1.5ab	9.8 ± 0.9b	10.1 ± 1.7ab
グルコース (mg dL ⁻¹)	67.8 ± 7.6ab	65.5 ± 6.2a	74.5 ± 3.3b	75.2 ± 3.0b
アルブミン (g dL ⁻¹)	4.1 ± 0.1ab	3.8 ± 0.3a	4.2 ± 0.1b	4.0 ± 0.2ab
T-Chol (mg dL ⁻¹)	109.8 ± 16.4	104.5 ± 11.0	118.0 ± 16.9	108.5 ± 12.1
カルシウム (mg dL ⁻¹)	9.9 ± 0.2	9.5 ± 0.4	9.7 ± 0.3	9.8 ± 0.2
総たん白 (mg dL ⁻¹)	7.5 ± 0.5ab	7.1 ± 0.4a	7.8 ± 0.4b	7.6 ± 0.2b
無機リン (mg dL ⁻¹)	6.3 ± 1.0	7.0 ± 0.6	7.0 ± 0.7	6.1 ± 0.5
GOT (IU L ⁻¹)	54.2 ± 2.7a	52.0 ± 9.4a	65.5 ± 7.5b	64.3 ± 9.0ab
γ-GTP (IU L ⁻¹)	20.5 ± 7.5	22.2 ± 5.1	23.2 ± 3.9	24.8 ± 5.9

注 1) 平均 ± 標準偏差
2) 異符号間有意差あり P<0.05

表12 経済性比較

項目	GC1	SR1	GC2	SR2
枝肉販売額 ¹⁾ (円)	424,843 ± 58,455 ²⁾	392,573 ± 34,126	399,041 ± 47,336	441,922 ± 59,922
素畜費 ³⁾ (円)	112,177 ± 4,736	112,177 ± 5,594	137,916 ± 6,473	138,300 ± 9,474
飼料費(円)	157,574 ± 5,734	156,314 ± 3,575	155,875 ± 7,087	155,346 ± 5,264
飼料費/枝重 ⁴⁾ (円)	370 ± 11	363 ± 24	389 ± 15	371 ± 29
粗収益 ⁵⁾ (円)	155,092 ± 57,052	124,082 ± 30,901	105,250 ± 41,537	148,276 ± 58,460

注 1) 枝肉販売額：枝肉販売価格 × 枝肉重量
2) 平均 ± 標準偏差
3) 素畜費：試験開始時枝肉重量 × 県内市場におけるkg単価
4) 飼料費/枝重：飼料費/冷却枝肉重量
5) 粗収益：枝肉販売額 (素畜費 + 飼料費)

5 血液成分分析結果

血液分析結果を表11に示した。試験1、試験2とも、T-Cholが粉碎丸粒給与区で高くなる傾向にあったが、そのほかには有意差はなかった。試験1、試験2の比較では、血清中のグルコース、GOT、γ-GTPについて、試験1に比べ試験2が大きくなった。

6 経済性

経済性比較を表12に示した。枝肉販売額は、枝肉成績の優れたGC1区、SR2区で高くなった。素畜費は、試験開始時体重の大きいGC2区、SR2区で高くなった。飼料費は、GC1区がやや高くなったが、有意差はなかった。粗収益はGC1区、SR2区が高くなった。

考 察

本試験では、2回に分けて粉碎丸粒トウモロコシと圧ペントウモロコシの給与比較試験を行った。

飼料摂取量は、粉碎丸粒を使ったGC1区、GC2区で高くなる傾向にあった。試験1の肥育中後期で3.6%、試験2の肥育中期で9.1%ほど粉碎丸粒の飼料摂取量が圧ペンより多くなった。圧ペンに比べ粉碎丸粒の摂取量が増える現象は、堤ら¹⁾や浅田²⁾の報告にもみられる。

トウモロコシを加熱圧ペン処理することで、結晶構造の破壊により澱粉質がアルファ化され、第一胃内での消化率が向上することが知られている³⁾。また石田ら⁴⁾は、圧ペン処理による消化率の向上は、第一胃内での子実粒度の低下が早まることとの関係を指摘している。

一方で、第一胃内のプロピオン酸の増加は、牛の満腹感を引き起こし、飼料摂取の減退につながると言われている⁵⁾。トウモロコシを圧ペン処理することにより、第一胃での消化率が向上し、消化スピードが速まるためプロピオン酸の生成が増え、飼料摂取量が抑制されやすくなるのではないかと考えられた。粉碎丸粒は、第一胃で

の消化率は圧ペンに比べ低く、粉碎処理により通過スピードも早い。そのため、本試験の粉碎丸粒を給与した区では、圧ペン区に比べ乾物摂取量が増加したのではないかと考えられた。

石井ら⁶⁾は、ナイロンバック法によるトウモロコシの第一胃消化率について、48時間で圧ペンの80.7%が消化されたのに対して、粉碎は80.4%と圧ペンに近かったと報告している。しかし、石井らが使用した粉碎トウモロコシの粒状は、約0.6 mmと比較的細かく均一化されている。本試験で使用した粉碎丸粒トウモロコシは、1 mm以下、1~2 mm、2 mm以上がおおむね均等に混ざっており、粒子の大きなサイズは第一胃の消化を受けず、下位消化管へ流れたと考えられた。

また、試験1の肥育中後期の摂取量は試験2に比べ少なかった。試験期間及び給与飼料が異なるため単純に比較できないが、試験1の飼料は試験2に比べ肥育中後期の大麦の配合割合が多い。大麦はトウモロコシに比べ第一胃での発酵が速いため、こうした結果になるのではないかと考えられた。

増体成績について、GC1区とSR1区、GC2区とSR2区を比較すると、肥育前期のGC1区とSR1区のDGに差があったほかは、差がなかった。肥育前期の飼料は両区とも共通であるため、飼料以外の要因によるものと考えられる。前述のとおり、粉碎丸粒を使った区で飼料摂取量が多いが、増体成績に影響していない。浅田⁷⁾は、挽き割りトウモロコシの消化率は圧ペンに比べ低いことを指摘している。今回使った試験牛のふん中には粉碎形状の大きなトウモロコシが散見された。これらの部分には、第一胃以降の消化管で消化されず、排泄されたものもあったと考えられる。したがって、TDN、CPなどの飼料成分については、丸粒粉碎は圧ペンより低いと考えられた。

枝肉成績についてGC1区とSR1区、GC2区とSR2区と比較すると、項目に差がなかった。試験1と試験2で比

較すると、枝肉成績には現れていないが、試験2でロース芯周辺の筋間脂肪がいわゆる”サイコロ脂肪”となり、ロース芯がハート型に変形した。そのため、試験2のロース芯面積は試験1に比べ小さくなった。一般に、ハート芯は育成期の高TDNが原因と言われている¹⁰⁾。そのため、交雑種雌牛に対して原物中TDN76%の飼料を12か月齢から給与するのは、栄養水準として高すぎると考えられた。

脂肪酸組成についてGC1区とSR1区、GC2区とSR2区で比較すると、リノール酸がややSR1区とSR2区で多くなる傾向にあったほかは差がなかった。また、試験1と試験2で比較すると、筋間脂肪と腎脂肪の飽和脂肪酸が、試験2で多くなる傾向にあった。そのため、脂肪酸組成への影響は、粉碎丸粒と圧ぺんの違いでは飼料内容の違いほど影響しないと考えられた。

肉色についてGC1区とSR1区、GC2区とSR2区で比較すると、各値に差がなかった。試験1、試験2で比較した場合、L値の差は少ないものの、a値、b値の差が大きく、試験2のロース芯や脂肪の色は、赤み、黄色みが強かった。瀧澤ら¹¹⁾の報告でも、トウモロコシ多給時にa値、b値が高くなっており、本試験と合致している。したがって、肉色についてはトウモロコシの加工形態よりも、給与量による影響が大きいと考えられた。一方で、BCSとロース芯の肉色の各値に相関はなかった。伊藤ら²⁾は、ホルスタイン種去勢牛の肉色について、色調値(L値、a値、b値)がBCSに影響することを確認しながらも、他の要因による影響によることを示唆しており、一層の解析が必要と思われた。

血液成分について、T-Cho値がややGC1区、GC2区で高くなる傾向にあった。T-Choは採食量に影響されるため¹²⁾、飼料摂取量の多い粉碎丸粒給与区で高くなったと考えられる。一方で、試験1と試験2で比較すると、試験2のGOT、 γ -GTPが高くなる傾向にあった。一般にGOT、 γ -GTPは肝機能を示している¹³⁾。試験2の数値が高くなった原因としては、試験2の飼料が高TDNであり、肝臓への負担が大きかったためではないかと考えられた。

経済性についてGC1区とSR1区、GC2区とSR2区を比較すると、粉碎丸粒の飼料摂取量が多いためGC1区、GC2区の飼料費がやや高くなった。表12の試算は丸粒トウモロコシの飼料単価を圧ぺんの-5円としている。これを-6円として試算すると、GC1区で156,284円、GC2区で154,337円となり、それぞれSR1区、SR2区より安くなる。丸粒トウモロコシを粉碎するには、粉碎のためのコストも必要となるため、今回の飼料配合では、圧ぺんとの価格差が少なくとも6円以上なければ、飼料費軽減の効果はないと考えられた。また、枝肉販売額は枝肉成績を反映しているため、枝肉成績の良いGC1区、SR2区で高くなった。そのため、粗収益は試験1は丸粒粉碎区が高くなり、試験2は圧ぺん区が高くなった。こうした試算では肉質成績が粗収益に大きく影響するため、粉碎丸粒の利用により肉質や枝肉重量が改善されれば、飼料費軽減効果の得られる飼料単価の差は、より圧縮されたと考えられた。

以上のように、丸粒粉碎と圧ぺんの違いによる産肉性及び肉質に与える影響は、給与方法の違いや飼料の違いによる影響に比べ少なかった。そのため、丸粒トウモロコシを粉碎することによって、圧ぺんトウモロコシの代替飼料として利用できると結論付けられた。ただし、丸粒粉碎は圧ぺんに比べ飼料摂取量が多くなることから、コスト面で効果を得るには、給与割合や給与時期についてさらに検討する必要があると考えられた。

引用文献

1. 平成9年度丸粒流通利用合理化促進事業報告書. 平成10年3月, 日本科学飼料協会
2. 日本食肉格付協会. 新しい牛枝肉取引規格, (1988)
3. O'Keefe P. W., Wellington G. H., Mattick L. R., Stouffer J. R.. Composition of bovine muscle lipids at various carcass locations. J. Food Sci. 33, 188-192 (1968)
4. 堤 知子, 大田 均, 溝下和則, 窪田 力, 加治佐修, 横山喜世志. 後期濃厚飼料中の大麦とトウモロコシの構成割合が黒毛和種去勢牛の産肉性に及ぼす影響, 鹿児島畜試研報. 27, 10-23 (1994)
5. 浅田 勉. 加工形態の異なるとうもろこし給与時の肥育成績と肉質等級との関係, 肉牛ジャーナル, 1. 68-73 (2001)
6. 大成 清, 木村勝紀. 高能力乳牛用飼料としての穀物のフレーク加工. 畜産の研究. 46 (11), 1199-1207 (1992)
7. 石田武, 栗原光規, 荒田直樹, 西田武弘, Agung. P., 青木稔, 田中義春, 河野良輝, 阿部亮. 全粒トウモロコシおよび全粒大麦の蒸気圧片処理が乳牛における飼料価値に及ぼす影響. 畜産試験場報告. 58, 9-16 (1997)
8. 大場真人. 実践派のための乳牛栄養学. (株) デーリィ・ジャパン社. 2000. 62-66
9. 石井知幸, 政住俊介, 相川勝信, 平野 進, 板橋久雄. とうもろこしのペレット化が肥育牛の採食量, 増体, 産肉性と第一胃内消化率に及ぼす影響. 日畜会報. 61 (6), 512-519 (1990)
10. 松本大策. もっとよくなる肥育管理. 日本畜産振興会
11. 瀧澤秀明, 大橋秀一, 森田 宏, 長瀬正和, 成瀬満佐子. トウモロコシと大麦が交雑去勢牛の産肉性及び肉質に及ぼす影響, 愛知農総試研報. 30, 289-293 (1998)
12. 伊藤 良, 有原圭三, 近藤 洋, 樽見和幸, 宮下裕, 池田 登, ホルスタイン種去勢牛枝肉の牛肉色基準に影響する諸要因の解析, 日畜会報. 61 (6), 520-525 (1990)
13. 全国家畜畜産物衛生指導協会企画. 生産獣医療システム肉牛編. 東京, 農文協, 1999, 183-194