

〔分類〕 技術情報

〔成果名〕 メタン削減効果のある柿皮パウダーの長期給与は、搾乳牛・肉用繁殖牛の生産性等を阻害せず、肥育牛の日増体量を増加させる

〔要約〕 メタン排出の抑制効果が得られる柿皮パウダーを、搾乳牛、肉用繁殖牛及び黒毛和種肥育牛に長期間給与しても生産性や繁殖性を阻害せず、肥育牛では日増体量が向上するとともに肉質の消費者評価が高まった。

〔担当〕 畜産試験場（温暖化対策領域）酪農肉用牛部

〔部会〕 畜産部会

1 背景・ねらい

牛などの反すう動物の消化管内発酵に由来するメタンは、二酸化炭素換算で農林水産分野から排出される量の34.5%を占めると推定され、温暖化対策において牛由来のメタン排出を抑制することは、極めて重要である。反すう動物の第一胃内では、微生物が繊維を消化し動物にエネルギー源を供給しているが、同時にメタン産生菌によってメタンが産生されている。メタン産生菌は、不飽和脂肪酸、渋柿や赤ワインに含まれているカテキンやタンニン等のポリフェノール、海藻等により活動が抑えられるとされるが、単純にメタン産生を抑えると飼料の利用効率が低下し、生産性の低下につながる恐れがある。県内の特産品である干柿の柿皮を色差分解処理し、乾燥したパウダー（以下「柿皮パウダー」）を牛に給与した時のメタンの産生を抑制し、生産性に影響を与えないことは、令和3年度及び4年度の試行技術として公表している。

今回、柿皮パウダーの長期給与による安全性、生産性等を搾乳牛、肉用繁殖牛及び黒毛和種肥育牛で確認し、一定の知見が得られたので報告する。

2 成果の内容・特徴

- （1）柿皮パウダー200 g/日をホルスタイン種搾乳牛に4か月間給与しても乳量、血液生化学性状、体重及び繁殖性に影響は認められなかった。
- （2）柿皮パウダー200 g/日を黒毛和種繁殖牛に4か月間給与しても血液生化学性状、体重及び繁殖性に影響は認められなかった。
- （3）柿皮パウダー200 g/日を黒毛和種肥育牛に10か月間給与したところ、血液生化学性状に影響は認められず、日増体量は対照区と比較して増加し、消費者の食味試験結果も良好であった。

3 利用上の留意点

- （1）今回の結果は、柿皮パウダーを給与して得たものである。このため、生の柿皮及び柿皮サイレージ、柿の枝等の皮以外の部位を給与することで同様の効果が得られるかは不明である。
- （2）本試験は柿皮パウダー200 g/日を4～10か月間毎日給与したものであり、200 g/日以上又は未滿の給与もしくは隔日で給与した場合の影響は不明である。
- （3）この情報は、試験や調査で得た新たな知見で、生産技術の体系化には至らない情報であるため、試験場、専門技術員又は農業農村支援センターとよく相談の上、利用すること。

4 対象範囲

県下全域乳用牛及び肉用牛飼養農家 530 戸

(1) ホルスタイン種搾乳牛への柿皮パウダー給与試験

柿皮パウダー200 g/日をホルスタイン種搾乳牛へ長期給与した場合の生産性や繁殖性への影響を調査した。調査項目のうち、体重測定及び血液生化学検査は開始と終了時に、標準乳量と乳質は牛群検定情報等から取得した。

●柿皮パウダー

- ・製造会社 テクノマックス喬木株式会社
- ・製造方法 柿皮を色差分解（加水分解の一種）後に乾燥し柿皮パウダーを作製
- ・柿皮パウダー成分：ビタミンA 316 μg / 100g
βカロテン 3,570 μg / 100g
果糖 10.7 g / 100g
ブドウ糖 14.4 g / 100g
アラビノース 0.32 g / 100g
タンニン（タンニン酸として） 1.70 g / 100g

	試験区			対照区		
	乳牛1	乳牛2	乳牛3	乳牛4	乳牛5	乳牛6
産歴	5	1	1	5	1	1
最終分娩	2023/4/12	2023/1/7	2023/5/5	2023/4/4	2023/4/9	2023/4/23
試験開始時 分娩後日数	62	159	41	72	67	53

- ・試験場所：長野県畜産試験場 酪農肉用牛部 搾乳牛舎
- ・試験期間：馴致期間2023/6/15から6/21まで（7日間）、試験期間2023/6/22から10/21まで（4か月間）
- ・給与方法：試験区へは毎日13時30分に柿皮パウダーをTMRへトッピング給与

体重及び血液生化学検査は、試験区も対照区と同様の動態を示した。両区とも搾乳日数の経過に伴い、アルブミン (ALB)、尿素窒素の (BUN) 低下が観察されたが乳房炎等の生産を阻害する疾病や肝機能障害等は認められなかった (表 2)。

乳質については、両区で有意な差がある項目は認められなかった（表3）。

なお、試験区で流産等の繁殖性に問題のある個体はみられなかった。

表2 ホルスタイン種搾乳牛血液生化学検査結果 (2023 年、畜産試験場)

検査項目	試験区		対照区	
	給与前	給与後	給与前	給与後
体重(kg)	664.0±82.1	680.0±60.8	628.0±116.8	637.3±106.3
分娩後平均日数(日)	88	216	64	192
TP(g/dl)	7.5±1.0	7.5±0.9	7.1±0.6	7.1±0.2
ALB(g/dl)	4.8±0.2	3.8±0.1	5.0±0.1	3.8±0.1
BUN(mg/dl)	20.6±3.9	13.3±2.2	18.1±0.8	13.0±0.8
GOT(U/L)	66.7±5.1	63.0±15.6	63.0±3.5	67.7±1.5
GGT(U/L)	31.7±6.1	36.0±3.5	30.7±6.7	34.3±8.6
TCHO(mg/dl)	259.7±40.7	325.0±57.4	229.7±7.0	231.3±66.6
Ca(mg/dl)	10.0±0.3	10.5±0.1	9.7±0.6	10.2±0.5
A/G	1.9±0.7	1.0±0.3	2.5±0.7	1.2±0.1
VA(IU/dl)	104.6±10.4	108.5±27.8	107.1±4.1	98.8±2.2
VE(IU/dl)	414.4±64.3	710.0±152.0	387.6±89.5	522.6±149.1
βカロテン(mg/dl)	116.0±2.8	169.9±21.8	122.7±22.3	142.5±20.3

- ・測定は富士フィルム(株)ドライケム3500Vで実施。
- ・脂溶性ビタミンは松本家畜保健衛生所の高速液体クロマトグラフィーで測定。
- ・両区間の統計はstudent Ttestで行い、有意な差は認められなかった。

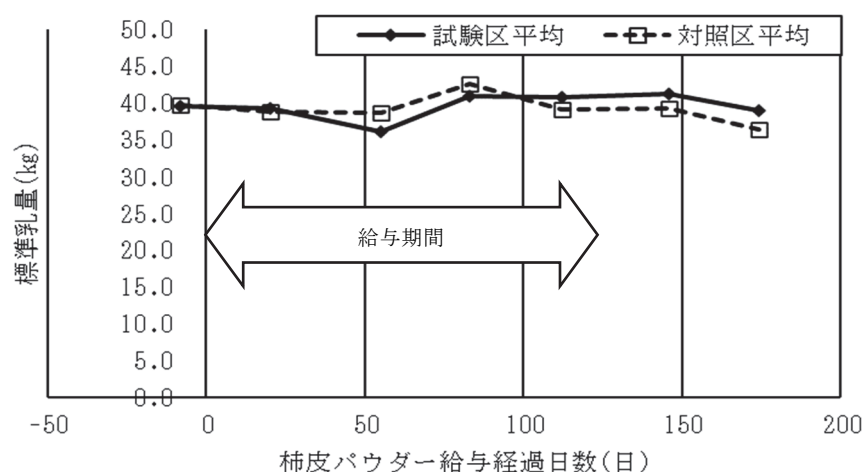


図1 試験区と対照区の標準乳量 (2023 年、畜産試験場)

- ・乳量は牛群検定日の標準乳量を示した。
- ・給与期間中の両区間の統計は student Ttest で行い、有意差は認められなかった。

表3 ホルスタイン種搾乳牛乳質検査結果 (2023 年、畜産試験場)

柿皮給与 開始後 経過日数	試験区				対照区			
	乳脂肪	乳蛋白質	乳糖率	尿素態窒素	乳脂肪	乳蛋白質	乳糖率	尿素態窒素
	(%)	(%)	(%)	(mg/dl)	(%)	(%)	(%)	(mg/dl)
-8	3.9	3.0	4.5	13.5	3.7	2.9	4.6	13.8
6	3.5	2.9	4.4	17.2	3.7	2.9	4.5	15.8
34	3.9	3.0	4.5	17.7	3.9	3.0	4.5	16.4
68	3.9	3.1	4.4	13.5	3.8	3.1	4.5	12.6
97	3.9	3.2	4.5	13.7	4.1	3.2	4.5	14.7
111	4.0	3.2	4.5	9.7	4.0	3.3	4.5	10.2
131	3.9	3.3	4.4	10.4	4.3	3.4	4.4	10.3

- ・各乳質は牛群検定の平均値を示した。
- ・両区間の統計はstudent Ttestで行い、有意な差は認められなかった。

(2) 黒毛和種繁殖牛への柿皮パウダー給与試験

ア 方法

試験方法はホルスタイン種搾乳牛と同様に行った（表4）。

表4 供試牛（黒毛和種繁殖牛）（2023年、畜産試験場）

	試験区			対照区		
	黒毛繁殖1	黒毛繁殖2	黒毛繁殖3	黒毛繁殖4	黒毛繁殖5	黒毛繁殖6
産歴	10	5	3	7	4	1
最終分娩	2022/10/19	2022/12/16	2022/12/12	2022/11/9	2022/4/3	2022/8/21
試験開始時 分娩後日数	239	181	185	218	438	298

- ・試験場所：長野県畜産試験場 酪農肉用牛部 和牛舎
- ・試験期間：馴致期間2023/6/15から6/21まで（7日間）、試験期間2023/6/22から10/21まで（4か月間）
- ・給与方法：試験区へは毎日13時頃に柿皮パウダーを飼料ヘトツドレス給与

イ 結果

試験区の給与後の1頭でカルシウム（Ca）の高値がみられた以外は、両区ともに異常値は確認されなかった（表5）。

なお、流死産等、繁殖性に異常のある個体は見られなかった。

表5 黒毛和種繁殖牛血液生化学検査及び体重結果（2023年、畜産試験場）

検査項目	試験区		対照区	
	給与前	給与後	給与前	給与後
体重(kg)	485.3±17.6	491.0±18.2	483.3±60.3	493.3±48.6
分娩後平均日数(日)	201.7	329.7	318.0	446.0
TP(g/dl)	7.1±1.0	7.0±1.0	6.9±0.1	7.2±0.2
ALB(g/dl)	4.3±0.1	3.3±0.3	4.4±0.3	3.3±0.2
BUN(mg/dl)	8.8±2.2	13.1±3.9	9.1±1.5	10.9±2.2
GOT(U/L)	58.7±8.5	45.7±2.1	63.7±10.6	58.3±8.1
GGT(U/L)	15.7±3.1	18.0±4.4	13.7±1.2	17.0±3.5
TCHO(mg/dl)	100.0±2.0	139.7±17.6	111.0±12.5	151.7±19.5
Ca(mg/dl)	9.9±0.7	13.2±4.8	9.6±0.8	10.5±0.1
A/G	1.7±0.5	0.9±0.1	1.7±0.3	0.9±0.1
VA(IU/dl)	74.3±3.6	104.1±4.9	76.3±11.7	106.8±2.9
VE(IU/dl)	314.3±39.9	432.2±95.9	372.0±57.8	463.1±71.9
βカロテン(mg/dl)	113.6±20.5	196.1±52.3	179.6±71.5	272.9±27.9

- ・測定は富士フィルム(株)ドライケム3500Vで実施。
- ・脂溶性ビタミンは松本家畜保健衛生所の高速液体クロマトグラフィーで測定。
- ・両区間の統計はstudent Ttestで行い、有意な差は認められなかった。

(3) 黒毛和種肥育牛への柿皮パウダー給与試験

ア 方法

柿皮パウダー200 g/日を株式会社夢ファームみなみ信州（高森町）で飼養する黒毛和種肥育牛に10か月間（生後18から27か月齢まで）給与し、その間の体重測定及び血液生化学検査を観察した。

柿皮パウダーを給与する試験区には肥育牛去勢6頭を配置、対照区は無給与として、同様に6頭を配置した（表6）。

両区ともに出荷体重に至ったものから出荷し、と畜成績について比較評価した。

表6 供試牛（黒毛和種肥育牛）（2023年、畜産試験場）

試験区分	性別	生年月日	血統			導入			
			父	祖父	曾祖父	年月日	導入時 平均日齢	体重	導入時 平均体重
試験区	1 和去	2021/6/8	豊奨菊	安福久	北国7の8	2022/2/3	250	273	281
	2 和去	2021/5/13	安亀忠	勝忠平	安福165の9	2022/2/3		290	
	3 和去	2021/6/18	勝白鵬	美国桜	安福久	2022/2/3		276	
	4 和去	2021/6/7	久茂福	福之姫	百合茂	2022/2/3		275	
	5 和去	2021/6/3	勝茂久	勝早桜5	平茂晴	2022/2/7		284	
	6 和去	2021/6/17	隆安国	安福久	勝忠平	2022/3/19		290	
対照区	7 和去	2021/7/9	安亀忠	満点白清	美穂国	2022/4/7	269	297	299
	8 和去	2021/7/12	安亀忠	芳之国	安福久	2022/4/7		305	
	9 和去	2021/7/16	久福久	真華盛	美穂国	2022/4/7		326	
	10 和去	2021/7/6	若百合	華春久	茂久桜	2022/4/7		287	
	11 和去	2021/7/13	安亀忠	隆之国	平茂勝	2022/4/7		294	
	12 和去	2021/7/16	茂晴花	福安照	勝忠平	2022/4/7		286	

・試験場所：株式会社夢ファームみなみ信州 牛舎（高森町）
・試験期間：2022/12/1から2023/10/1まで（10か月間）
・給与方法：試験区へは毎日、柿皮パウダーを飼料ヘトツブドレス給与

イ 結果

給与開始時から給与後9か月までの全期間で血中 β カロテン濃度は、試験区が対照区より有意に高く、それに伴い3か月及び6か月目には、血中ビタミンA(VA)濃度も有意に高かった。これは、ビタミン制限給餌を行う黒毛和種肥育牛においては、柿皮パウダー中の β カロテンが血中濃度に影響を与えていると考えられた。

3か月及び9か月目には試験区で血中ビタミンE(VE)が有意に高く、試験区の食い込みが良いことがうかがわれた（表7）。

出荷体重は、試験区が対照区より増加したが有意差は認められなかった（表8）。

と畜の結果、と畜成績の各項目において有意差は認められず、両区の全頭が信州プレミアム牛肉に認定された（表9）。

表7 黒毛和種肥育牛血液生化学検査結果（2023年、畜産試験場）

検査項目	試験区							
	開始時		3 か月 目		6 か月 目		9 か月 目	
	18か月 齢		21か月 齢		24か月 齢		27か月 齢	
WBC(10 ² /UL)	78.8±25.7		64.3±12.7		60.7±7.8		63.3±8.4	
RBC(10 ⁴ /UL)	852.2±113.2		826.0±85.7		769.3±78.1		763.2±55.4	
HCT(%)	39.0±4.8		37.5±3.4		36.4±3.7		36.2±1.0	
TP(g/dl)	5.4±0.4		5.2±0.4		5.8±0.3		6.4±0.4	
Alb(g/dl)	2.2±0.3		2.2±0.3		2.8±0.3		2.8±0.4	
GOT(IU/l)	84.7±19.9		94.0±15.4		88.7±18.3		74.8±9.9	
GGT(IU/l)	18.0±5.1		19.8±5.8		20.7±2.9		20.5±3.7	
BUN(mg/dl)	16.2±1.9		18.2±2.4		13.8±2.3		13.5±1.4	
T-Ch(mg/dl)	157.2±17.7		166.7±16.8		192.8±24.7		168.2±21.2	
Ca(mg/dl)	9.0±0.4		8.4±0.5		8.3±0.5		8.1±0.3	
VA(IU/dl)	62.2±18.0		112.1±13.7		a 70.4±8.3	a	44.7±4.4	
VE(IU/dl)	447.5±72.0		1036.6±265.1		a 615.8±115.0	a	436.3±58.5	
βカロテン(mg/dl)	7.7±2.2	a	18.8±1.9	a	16.8±2.9	a	15.2±1.9	a
対照区								
WBC(10 ² /UL)	97.2±21.8		73.8±22.4		84.8±18.0		70.2±34.9	
RBC(10 ⁴ /UL)	935.2±30.8		846.0±73.0		855.2±74.7		813.0±72.0	
HCT(%)	38.9±2.2		36.7±3.2		37.8±3.4		36.8±3.8	
TP(g/dl)	5.4±0.4		5.5±0.3		6.2±0.5		6.8±0.8	
Alb(g/dl)	2.0±0.1		2.1±0.3		2.6±0.4		3.0±0.5	
GOT(IU/l)	81.7±25.3		79.7±10.1		91.3±19.7		142.7±95.8	
GGT(IU/l)	16.3±2.9		23.0±8.2		22.2±7.0		29.7±14.0	
BUN(mg/dl)	15.9±2.4		21.4±3.8		12.8±1.2		14.1±2.6	
T-Ch(mg/dl)	140.7±24.3		140.0±24.9		164.7±35.6		141.3±33.3	
Ca(mg/dl)	8.7±0.3		8.0±0.2		7.9±0.4		7.3±0.4	
VA(IU/dl)	57.0±15.7		91.5±15.6		b 85.8±13.6	b	39.8±15.0	
VE(IU/dl)	388.6±102.7		674.4±144.9		b 750.5±199.8	b	325.1±88.8	
βカロテン(mg/dl)	5.2±1.4	b	6.9±1.1	b	7.7±1.1	b	7.7±1.2	b

・表示は平均値±標準偏差である。

・異符号間に有意差あり student Ttest ab<0.05

・血液および血清生化学測定は飯田家畜保健衛生所の血球計算装置及び富士フィルム㈱ドライケムで実施。

・脂溶性ビタミンは松本家畜保健衛生所の高速液体クロマトグラフィーで測定。

表 8 黒毛和種肥育牛増体結果（2023 年、畜産試験場）

	試験区		対照区	
	開始時	と畜時	開始時	と畜時※
月齢	18か月齢	約28か月齢	18か月齢	約29か月齢
体重(kg)	672.7±49.4	818.7±25.3	619.8±35.7	737.8±87.1
日増体重(kg/日)	0.47±0.12		0.41±0.11	
試験開始からと畜までの日数(日)	306.8±19.6		347.2±11.6	

※試験区n=6、対照区n=6であるが、対照区1頭が未と畜のため対照区と畜時成績に含んでいない。

・表示は平均値±標準偏差である。

・体重は、開始時を黒毛和種肥育用推定尺で、と畜時は各と場備え付けの体重計で計測。

・日増体重はstudent Ttestで処理したところ有意差なし。

表 9 黒毛和種肥育牛と畜成績（2023 年、畜産試験場）

項 目	試験区平均	対照区平均※
出荷体重(kg)	818.67	775.75
枝重(kg)	540.07	501.78
歩留規格	A(6/6)	A(5/5)
肉質規格	4.67	4.40
BMS-No	8.83	7.80
オレイン酸含有率(%)	56.12	55.84
BCS	4.00	3.60
ロース芯(cm ²)	67.83	60.80
バラ厚(cm)	8.72	7.86
皮下脂(cm)	2.20	2.88
信州プレミアム牛肉認定	6/6	5/5

※試験区n=6、対照区n=6であるが、対照区1頭が未と畜のため成績に含んでいない。

・両区でStudent Ttestを実施したところ、有意な差はみられなかった。

（４）消費者参加型食味試験

ア 方法

（３）でと畜した試験区と対照区の牛肉を用いた消費者参加型の食味試験を実施し、嗜好性を調査した（図２）。

●消費者参加型食味試験実施方法

- 実施日と場所 2023/12/13、J Aみなみ信州本所食堂
- 参加者 畜産関係者 42名（男性29、女性9、性別不明4名）
- 供試牛肉 試験区
A4等級BMS No.7 三角バラ（と畜日：2023/11/1、と畜体重：781kg、枝重503.1kg、オレイン酸含有率55.2%、BCS4番）
対照区
A4等級BMS No.7 三角バラ（と畜日：2023/11/1、と畜体重：787kg、枝重510.7kg、オレイン酸含有率56.3%、BCS4番）
- 試験方法 参加者はホットプレート上で供試牛肉をよく焼き、調味料等を付けずに食味を行い、総合評価と個別評価を回答した。



図2 食味試験風景(2023年、畜産試験場)

イ 結果

総合評価は、試験区が「おいしかった」と回答した人は26名、対照区は17名で、試験区の嗜好性が高かった(表10)。

個別評価では、性別ごとの集計では男性、女性とも試験区と対照区間で有意差は認められなかった(表11)。

年齢別の集計では、試験区と対照区の比較で大きな差となる項目は見られなかった。また、どの年代でも試験区と対照区間で有意差は認められなかった(表12)。

表10 消費者参加型食味試験総合評価結果(2023年、畜産試験場)

	試験区	対照区
おいしいと判断した人数(名)	26	17

表11 性別ごとの食味試験結果(2023年、畜産試験場)

性別	人数	試験区					対照区				
		やわらかさ	多汁性	うま味	脂の香り	肉の香り	やわらかさ	多汁性	うま味	脂の香り	肉の香り
男	29	4.0	3.8	3.6	3.6	3.7	4.0	3.8	3.7	3.7	3.5
女	9	4.6	4.3	4.1	3.4	3.3	4.4	4.2	4.1	3.7	3.6
不明	4	4.3	3.5	3.8	4.0	4.3	3.5	3.8	3.5	4.5	3.8
合計	42	4.1	3.9	3.7	3.6	3.7	4.0	3.9	3.8	3.8	3.5

・個別評価は次のとおり5段階評価で回答。「やわらかさ」評点1(非常にかたい)<<<評点5(非常にやわらかい)、「多汁性」評点1(非常にない)<<<評点5(非常にある)、「うま味」評点1(非常に弱い)<<<評点5(非常に強い)、「脂の香り」評点1(香り弱い)<<<評点5(香り強い)、「肉の香り」評点1(香り弱い)<<<評点5(香り強い)。
・両区でStudent Ttestを実施したところ、有意な差はみられなかった。

表12 年代ごとの食味試験結果(2023年、畜産試験場)

年代	人数	試験区					対照区				
		やわらかさ	多汁性	うま味	脂の香り	肉の香り	やわらかさ	多汁性	うま味	脂の香り	肉の香り
20	5	3.8	4.0	4.0	3.4	3.4	4.2	4.0	3.4	4.2	2.8
30	12	4.3	4.0	3.9	3.8	3.8	4.4	4.0	4.1	3.8	3.7
40	4	4.3	3.5	3.8	3.8	3.8	3.5	3.5	3.8	3.3	3.3
50	10	4.3	4.1	3.5	3.7	3.7	4.2	4.0	3.7	3.8	3.8
60	8	3.9	3.9	3.3	3.3	3.4	3.8	3.6	3.6	3.5	3.6
70	1	4.0	4.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
年齢不明	2	4.0	3.0	3.5	3.5	4.0	3.0	4.5	3.5	4.5	3.5

・個別評価は次のとおり5段階評価で回答。「やわらかさ」評点1(非常にかたい)<<<評点5(非常にやわらかい)、「多汁性」評点1(非常にない)<<<評点5(非常にある)、「うま味」評点1(非常に弱い)<<<評点5(非常に強い)、「脂の香り」評点1(香り弱い)<<<評点5(香り強い)、「肉の香り」評点1(香り弱い)<<<評点5(香り強い)。
・両区でStudent Ttestを実施したところ、有意な差はみられなかった。

6 特記事項

[課題名、研究機関、予算区分]

地域未利用資源の給与による牛のメタンガス発生削減効果の検証、2021～2023 年度（令和 3～5 年度）、県単プロジェクト

[分類理由]

柿皮パウダーは、A 飼料として登録済みであるが、飼料添加物としては未登録であること、給与量や使用法に関して検討の余地があること、費用対効果についても未検討であることから、体系化された生産技術に至らないため技術情報とした。