

黒麹菌給与による家畜の生産性改善技術の確立

照山 友実子・小倉 初音¹⁾・渡邊 直人・稲垣 望・藤田 和男
大分県農林水産研究指導センター畜産研究部

要 約 黒麹飼料の給与は家畜の増体の向上効果があると報告されており、近年では黒麹と麦焼酎粕濃縮液の混合飼料が水産用に開発され、家畜への利用が開始されている。本試験では、黒麹給与が肥育牛並びに肥育豚の生産性に与える影響を調べた。試験1では肥育牛に黒麹と麦焼酎粕濃縮液を混合した黒麹混合飼料Aを飼料給与総量1.0%給与した。試験2(1)では肥育豚に黒麹混合飼料Aを飼料給与総量0.25%給与した。試験2(2)では肥育豚に麦焼酎粕濃縮液を混合していない黒麹混合飼料Bを飼料給与総量0.05%または0.1%給与し、同時に飼料給与総量の0.1%黒麹混合飼料B及び0.001%の乳酸菌を給与した。その結果、全ての試験において、黒麹給与区または黒麹及び乳酸菌給与区に増体効果は認められなかった。今回の試験により、黒麹に麦焼酎粕濃縮液を混合すると嫌気条件の影響により黒麹菌が減少または死滅する可能性が考えられた。なお、黒麹胞子を確認できた黒麹混合飼料Bの給与でも肥育豚の生産性向上効果が確認できず、既報とは違った結果となったため、黒麹混合飼料給与は確実に効果があるとは考えにくい。

(キーワード：黒麹，混合飼料)

緒 言

近年、生産性向上のための飼料添加物として、鹿児島県では焼酎生産で利用される黒麹を使い、豚や鶏の増体の向上に効果があることが示されている^{1) 2)}。また、黒麹菌及び麦焼酎粕濃縮液の混合飼料が水産用に開発され、家畜への利用も開始されている。また、乳酸菌の添加が黒麹菌の効果を高めることが示され、麦焼酎粕濃縮液は乳酸菌の増殖を促進する成分が含まれていると報告³⁾されていることから、この混合飼料に乳酸菌を加えることでさらに家畜への有用性が向上すると期待される。そこで、本試験では麦焼酎粕濃縮液及び乳酸菌の添加が黒麹菌に及ぼす影響及び混合比率について明らかにし、生産性向上を図る。

材料および方法

試験1 黒麹給与による黒毛和種去勢牛の生産性改善効果の検証

試験方法 黒毛和種去勢牛の肥育前期に黒麹混合飼料Aを給与

使用した黒麹混合飼料Aは、麦焼酎粕濃縮液、黒麹菌、及び黒麹菌増殖促進のため精白米、甘しょ、大豆油、パン酵母を混合した、粘性の高い発酵飼料である。

対照区 場内の飼養体系(表1)に準じて給与(試験期間：179日)

試験区 場内の飼養体系に準じ、飼料給与総量の1.0%の黒麹混合飼料Aを約50mlの蒸留水で希釈し、配合飼料に混和し給与(試験期間：183日)

供試牛 黒毛和種去勢牛 各区3頭を6ヶ月間(約10~16ヶ月齢)群飼

試験2 黒麹給与による肥育豚の生産性改善効果の検証

(1) 肥育豚に対する黒麹混合飼料及び乳酸菌給与

1) 畜産技術室

効果の検証 I

試験方法 肥育豚に黒麹混合飼料 A 及び乳酸菌

表 1 飼料給与体系

期首日齢	270				298	326	354	382	410	438	
濃厚飼料 (kg)	前期飼料	1	2	3	4	5	5	5	4	3.5	3
	後期飼料							1	3	4.5	6
	大豆粕	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	
	計	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	5.5	6.5	7.5	8.3	9
粗飼料 (kg)	乾草	2	2	2	2	2	2	2	1		
	発酵パガス	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	稲わら	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2.5
	計	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	4.5	3.5	3
飼料合計		6.6	7.7	8.8	9.9	11	11	12	12	11.8	12
黒麹混合飼料	給与量(g)	66	77	88	99	110	110	120	120	118	120
	価格(円)	66	77	88	99	110	110	120	120	118	120

飼料を 53 日間給与. 使用した黒麹混合飼料 A は, 試験 1 で使用したものと同様である. 乳酸菌飼料は乳酸菌, ビフィズス菌の生菌及びブドウ糖を混合した粉末状の飼料である. なお菌を凍結乾燥しマイクロカプセル化しているため好気条件でも取扱が可能な飼料である.

- 対照区 慣行配合飼料を給与.
- 黒麹区 配合飼料給与総量の 0.25%の黒麹混合飼料 A を約 1,000 ml の蒸留水で希釈し, 配合飼料に混和し給与
- 乳酸菌区 乳酸菌飼料を配合飼料給与量の 0.001%配合飼料に混和し給与.
- 供試牛 肥育豚 各区 3 頭を (約 3~5 ヶ月齢) 群飼

合した粉末状の飼料である. 乳酸菌飼料は試験 1 で使用したものと同様である.

- 対照区 慣行配合飼料を給与 (3 頭).
- 黒麹 0.05%区 配合飼料給与総量の 0.05%の黒麹混合飼料 B を配合飼料に混和し給与 (4 頭).
- 黒麹 0.1%区 配合飼料給与総量の 0.1%の黒麹混合飼料 B を配合飼料に混和し給与 (4 頭).
- 黒麹+乳酸菌区 配合飼料給与総量の 0.1%の黒麹混合飼料 B 及び 0.001%の乳酸菌飼料を配合飼料に混和し給与 (4 頭).
- 供試豚 肥育豚 各区 3~4 頭を (約 4~6 ヶ月齢) 群飼

(2) 肥育豚に対する黒麹混合飼料及び乳酸菌給与効果の検証 II

- 試験方法 肥育豚に黒麹混合飼料 B 及び乳酸菌飼料を 35 日間給与.
使用した黒麹混合飼料 B は試験 1 で使用したものと異なり, 黒麹菌及び黒麹菌増殖促進のため精白米, 甘しょ, 大豆油, パン酵母を混

試験 3 黒麹混合飼料が黒麹菌に与える影響の検証

(1) 黒麹混合飼料中の黒麹孢子数の測定 I

- 試験方法 黒麹混合飼料 A を滅菌蒸留水に懸濁し, 4 段階 (5 倍, 10 倍, 100 倍, 1000 倍) の希釈液を作成した. この希釈液を麦芽寒天培地 (斜面培地) に白金耳を用いて塗抹し, 25℃及び 30℃の好気的条件下でそれぞれ 1 週間培養した. また, 30℃で 1 週間培養後の区は引き続き

35°Cの好气的条件下でさらに1週間培養した。培養後は楠本ら(2007)の方法⁴⁾を参考とし、黒麹孢子数の計測を行った。

(2) 黒麹混合飼料中の黒麹孢子数の測定Ⅱ

試験方法 黒麹混合飼料 B に 75°C で 30 分加熱殺菌し、室温に冷却した麦焼酎粕濃縮液を混合して滅菌蒸留水に懸濁し、3 段階（10 倍、100 倍、1000 倍）の希釈液を作成した。また同様の方法で黒麹混合飼料 B 並びに黒麹混合飼料 B に乳酸菌を加えて滅菌蒸留水で混合した混合液の希釈液を作成した。混合液作成後 1 日目と 7 日目にそれぞれの希釈液を麦芽寒天培地（平面培地）に白金耳を用いて塗抹し、30°C の好气的条件下でそれぞれ 1 週間培養した。培養後は楠本ら(2007)の方法⁴⁾を参考とし、黒麹孢子数の計測を行った。

(3) 黒麹混合飼料及び乳酸菌混合液中の乳酸菌数の測定

試験方法 黒麹混合飼料 A 並びに B に乳酸菌を滅菌蒸留水に懸濁し、5 段階（10 倍、100 倍、1,000 倍、10,000 倍、100,000 倍）の希釈液を作成した。この希釈液 1ml を MRS 寒天培地（平面培地）に入れ、コンラージ棒で均一に伸ばし、30°C の嫌气的条件下でそれぞれ 72 時間培養した。生じたコロニーをカウントし、1 平板のコロニー数が 30 個から 300 個までのものを平均して乳酸菌数とした。

結果および考察

試験 1 の試験期間中の飼料摂取量について、粗飼料、濃厚飼料とも総摂取量は試験区が対照区を上回ったが、各月齢における体重及び試験期間中の日増体量に有意な差は認められなかった（表 3）。血液生化学性状について、いずれも概ね適正範囲内の数値であり、13 ヶ月齢時の GGT とグルコース、試験開始～13 ヶ月齢時までの TP 以外の項目では有意差は認められなかった（表 4）。

試験 2 (1) の発育及び枝肉成績を表 5 にまとめた。発育成績及び枝肉成績について黒麹区及び乳酸菌区どちらも有意な差は認められなかった。飼料コストについては、乳酸菌区で 178 円、黒麹区で 417 円かかった。既報では黒麹を肥育豚に飼料給与総量の 0.05% 給与したところ増体が約 13% 改善される傾向があると報告しており¹⁾、本試験とは異なった結果となった。

試験 2 (2) の発育及び枝肉成績を表 6 にまとめた。発育成績については、どの区も有意な差は認められなかったが、枝肉中のオレイン酸含量(%)において黒麹 0.1% 区が黒麹 0.05% 区よりも有意に高かった。飼料コストについては、黒麹 0.05% 区で 37 円、黒麹 0.1% 区で 76 円、黒麹+乳酸菌区で 211 円かかった。既報では黒麹と乳酸菌の混合飼料を肥育豚にリキッド飼料給与総量の 20% 給与したところ増体が約 20% 改善されたと報告しており¹⁾、本試験とは異なった結果となった。

試験 3 (1) の黒麹孢子数について、25°C または 30°C で 1 週間培養後、黒麹菌と思われるコロニーは発見されず、いずれの希釈段階においても酵母のコロニーが認められ、黒麹菌のコロニーは確認できなかった。

試験 3 (2) の結果を表 7 にまとめた。黒麹混合飼料 B 及び黒麹混合飼料 B と乳酸菌の混合液では黒麹孢子を確認できたが、黒麹混合飼料 B に麦焼酎粕濃縮液を混合した区は黒麹孢子を確認できなかった。pH3.4 の黒麹発酵飼料中に黒麹孢子を確認したという報告があるため^{1) 2)}、黒麹は麦焼酎粕濃縮液の低 pH (pH4.1) の影響を受けていないことが考えられる。黒麹菌は好気性菌であるため、麦焼酎粕濃縮液などの液状飼料との液状保管中では黒麹が生育できない可能性が考えられた。

試験 3 (3) の乳酸菌数の結果を表 8 にまとめた。乳酸菌と黒麹混合飼料 A の混合液では乳酸菌が確認できたが、乳酸菌と黒麹混合飼料 B との混合液では乳酸菌が確認できなかった。既報では黒麹はその酵素により穀類からオリゴ糖やアミノ酸等の乳酸菌の生育に欠かせない成分を生成するので、乳酸菌の生育を促進することを予想し、黒麹発酵飼料に乳

令和2年度試験成績報告書：49(2020)

酸菌を混合したところ乳酸菌数が混合前と比べて約100倍増加したという報告しており¹⁾²⁾、本試験の結果とは異なった結果となった。

黒麹菌が減少または死滅している可能性がある黒麹混合飼料Aでは乳酸菌が確認できたことから、黒麹菌が起因している可能性が考えられた。

今回の試験により、黒麹に麦焼酎粕濃縮液を混合すると嫌気条件の影響により黒麹菌が減少または

死滅する可能性が考えられたが明らかにはできなかった。また、黒麹孢子を確認できた黒麹混合飼料の給与でも肥育豚の生産性向上効果が確認できず、既報とは違った結果となったため、黒麹混合飼料給与は確実に効果があるとは考えにくい。

表2 各区3頭あたり飼料摂取量(原物kg)

区分	粗飼料					濃厚飼料					
	給与量			残滓	総摂取量	給与量				残滓	総摂取量
	乾草	稲わら	パカス			前期配合	後期配合	大豆粕	黒麹混合飼料		
対照区	934	813	288	162	1,872	2,250	836	248	0	0.7	3,334
試験区	1,133	939	286	164	2,194	2,225	832	237	59	1.2	3,352

表3 試験期間中の体重の推移及び日増体量

区分	体重推移(kg)							試験期間中 日増体量(kg)
	試験開始日	11ヶ月齢	12ヶ月齢	13ヶ月齢	14ヶ月齢	15ヶ月齢	試験終了日	
対照区	321±19	358±27	394±26	422±25	453±23	472±19	499±26	1.0±0.0
試験区	324±4	352±4	378±2	411±5	441±9	475±10	501±15	1.0±0.1

*平均値±標準誤差

*試験区「体重推移(試験終了日)」の数値は試験期間中 日増体量より補正

表4 試験期間中の血液生化学性状

区分	測定時期	GGT(U/L)	GOT(U/L)	Tcho(mg/dl)	Alb(g/dl)	BUN(mg/dl)	Glu(mg/dl)	TP(mg/dl)
対照区	試験開始日	17.0±4.0	59.7±5.8	75.7±13.7	3.3±0.1	9.9±1.3	94.7±6.0	5.9±0.2*
	11ヶ月齢	15.7±2.1	59.0±0.0	75.7±15.6	3.1±0.1	11.2±2.7	94.3±7.4	5.9±0.4*
	12ヶ月齢	18.0±2.0	62.0±5.2	84.7±2.9	3.3±0.1	14.2±2.3	85.3±6.1	6.7±0.1*
	13ヶ月齢	16.7±2.5*	56.3±3.2	81.0±7.9	3.2±0.1	12.7±2.2	80.3±3.1*	6.4±0.3*
	14ヶ月齢	19.3±2.9	53.7±4.0	99.7±14.5	3.3±0.1	14.9±1.3	85.0±5.6	6.9±0.3
	15ヶ月齢	18.0±1.0	56.7±3.1	85.0±13.2	3.4±0.2	15.3±2.7	73.0±22.5	6.8±0.0
	試験終了日	22.0±4.0	46.7±9.5	92.0±12.2	3.3±0.2	13.5±1.9	86.0±5.0	6.5±0.3
試験区	試験開始日	21.7±6.0	61.7±4.2	83.3±16.3	3.2±0.2	9.5±1.0	87.7±2.9	6.8±0.1
	11ヶ月齢	18.7±9.0	62.3±3.1	67.7±20.5	3.1±0.3	11.8±2.4	82.3±0.6	6.8±0.2
	12ヶ月齢	21.0±9.2	111.3±91.7	87.7±15.9	3.2±0.2	15.3±4.7	85.3±8.5	7.1±0.2
	13ヶ月齢	27.0±5.2	59.3±2.3	96.7±9.8	3.4±0.2	11.4±3.1	90.7±4.6	7.3±0.2
	14ヶ月齢	21.3±5.1	57.3±10.5	89.0±7.5	3.4±0.1	13.5±0.6	85.7±4.6	6.7±0.5
	15ヶ月齢	24.7±5.5	50.7±6.4	110.3±24.8	3.4±0.1	13.1±0.8	85.3±4.0	6.7±0.3
	試験終了日	23.0±7.5	51.0±3.5	121.7±23.8	3.4±0.1	12.2±1.9	82.0±3.0	6.6±0.3

平均±標準偏差

*; 対応する試験区と有意差あり(p<0.05)

表5 黒麹混合飼料A及び乳酸菌給与による肥育豚の発育及び枝肉成績

	対照区	乳酸菌区	黒麹菌区
増体重計 (kg)	49.1±3.9	48.1±0.8	46.7±1.4
日増体量(kg/日)	0.93±0.07	0.91±0.01	0.88±0.03
日採食量 (kg)	3.1	3.0	3.1
採食量計(kg)	165	162	167
飼料効率	0.30	0.30	0.29
枝肉重量(kg)	71.1±4.9	71.3±1.8	70.6±1.8
背脂肪厚 (cm)	2.4±0.4	2.3±0.2	2.5±0.2
格付け	中	上	中
枝肉単価(円/100g)	518.7±19.3	541.0±11.0	518.7±19.3
オレイン酸 (%)	39.1±0.2	39.5±0.5	38.6±0.7
配合飼料コスト(円)	8,233	8,093	8,348
乳酸菌コスト(円)		178	
黒麹混合飼料Aコスト(円)			417
総飼料コスト(円)	8,233	8,271	8,766

* 飼料単価は原物あたり 配合飼料50円/kg、乳酸菌11,000/kg、黒麹混合飼料A 1,000円/kgで試算

* 平均±標準偏差

* 試験区間で有意差なし (P<0.05)

表6 黒麹混合飼料B及び乳酸菌給与による肥育豚の発育及び枝肉成績

	対照区	黒麹0.05%区	黒麹0.1%区	黒麹+乳酸菌区
増体重計 (kg)	34.0±2.9	31.1±1.4	30.0±2.8	33.4±0.9
日増体量(kg/日)	0.97±0.08	0.89±0.04	0.88±0.08	0.98±0.03
日採食量 (kg)	3.56	3.33	3.53	3.58
採食量計(kg)	125	117	120	122
飼料効率	0.27	0.26	0.27	0.27
枝肉重量(kg)	72.8±5.0	71.1±1.5	73.9±2.1	75.5±2.9
背脂肪厚 (cm)	2.0±0.5	2.1±0.4	2.1±0.1	2.3±0.3
格付け	中	中	上	中
枝肉単価(円/100g)	446.7±20.9	448.8±14.9	445.3±1.8	441.8±1.8
オレイン酸(%)	40.1±0.4 ab	39.2±0.7 a	41.8±0.7 b	41.3±0.5 ab
配合飼料コスト(円)	6,233	5,834	6,009	6,088
乳酸菌コスト(円)				134
黒麹混合飼料Bコスト(円)		37	76	77
総飼料コスト(円)	6,233	5,871	6,085	6,299

* 飼料単価は原物あたり 配合飼料50円/kg、乳酸菌11,000/kg、黒麹混合飼料B 633円/kgで試算

* 平均±標準偏差

* 異符号間で有意差あり (P<0.05)

表 7 黒麹混合飼料中の黒麹孢子数

	黒麹孢子数 (個/ml)	
	混合 1 日経過	混合 7 日経過
黒麹混合飼料 A	0	
黒麹混合飼料 B	8.2×10^{10}	6.9×10^{10}
黒麹混合飼料 B + 麦焼酎粕濃縮液	<10	<10
黒麹混合飼料 B+ 乳酸菌	5.1×10^{10}	7.4×10^{10}

表 8 黒麹混合飼料中の乳酸菌数

	乳酸菌数 (cfu/ml)
乳酸菌飼料	5.8×10^6
乳酸菌飼料+黒麹混合飼料 A	4.0×10^6
乳酸菌飼料+黒麹混合飼料 B	<10

文 献

- 1) 日置 久美子, 川崎 千穂子, 山元 正博, 林 国興, 屋 宏典, 2015, 麹飼料における肥育豚の生産性向上, 日本暖地畜産学会報 58 (1) 45-53
- 2) 日置 久美子, 川崎 千穂子, 山元 正博, 林 国興, 屋 宏典, 2015, 黒麹・乳酸菌飼料によるブロイラーの盲腸内短鎖脂肪酸の変動, 日本家禽学誌, 52 : J48-J55
- 3) 古田 吉史, 外菌 理佐, 高下 秀春, 大盛り 俊郎, 石崎 文彬, 園元 謙二, 2007, 大麦焼酎蒸留粕に含まれる乳酸菌・ビフィズス菌増殖促進因子の探索, 生物工学会誌, 第 85 号 第 4 号 161-166
- 4) 楠本 憲一, 古川 育代, 鈴木 聡, 柏木 豊, 2007, 麹菌の簡便かつ効率的な孢子形成能の強化法, 食総研報(Rep. Nat'l. Food Res. Inst), No71, 39-43