

[分類]	普及技術
[成果名]	自給粗飼料と食品製造粕類を活用した発酵 TMR により、増体に優れた肉用交雑種肥育が可能である
[要約]	交雑種肥育牛にソルガムサイレージ、エンバクサイレージ、ビール粕およびトウフ粕を原料とした発酵 TMR を給与すると、増体に優れ、脂肪交雑は慣行肥育と同等の肥育成績が得られる。
[担当]	畜産試験場酪農肉用牛部・飼料環境部
[部会]	畜産部会

## 1 背景・ねらい

輸入飼料に対する依存度が高い肉用牛肥育経営は、近年の飼料価格の高騰により経営を圧迫しており、その対応策として飼料費の低減や国内産飼料の活用が求められている。近年、高消化性および紫斑点病抵抗性を併せ持つ兼用型ソルガム（華青葉）が育成された。また、エンバクの超極早生品種が販売され、冷涼な長野県においてもソルガムとの 2 毛作が可能となり、それら自給飼料の利用技術の確立が望まれている。ここ数年、自給粗飼料と食品製造粕類を組み合わせた発酵 TMR が注目されており、肉用牛の飼料としての利用が拡大している。そこで、ソルガムサイレージ、エンバクサイレージ、ビール粕およびトウフ粕を主原料とした発酵 TMR を交雑種肥育牛に給与し、発育や肥育成績などを検討した結果、この技術を用いると発育や肥育成績が良好で慣行肥育と同等の成績を達成できることが明らかになったため、今回普及技術とした。

## 2 成果の内容・特徴

- (1) 本技術は、ソルガムサイレージ(華青葉)、エンバクサイレージ、ビール粕およびトウフ粕を主原料として調製した発酵 TMR を交雑種肥育牛に肥育全期間、または肥育前期と後期に給与する体系である。
- (2) 肥育全期間、または肥育前期と後期に給与する体系では、配合飼料と稲ワラを給与する慣行肥育と比較して、枝肉重量は重く、脂肪交雑は慣行肥育と同等の枝肉成績が得られる。発酵 TMR の給与により枝肉重量が大きくなるため、枝肉販売額が高くなる。
- (3) 発酵 TMR の原料として、自給飼料と食品製造粕類を使用することにより、配合飼料給与量を削減でき、飼料費は若干の低減が可能となる。
- (4) 飼養試験における発酵 TMR 採食量に基づく、交雑種肥育牛への給与量は表 1 を目安とする。給与した発酵 TMR の原料混合割合は表 2 に示した。

表 1 肥育ステージ別給与量の目安（平成 23～26 年、畜産試験場）

試験区分	肥育ステージ	1日の給与量(原物kg/1頭)		
		発酵 TMR	配合飼料	稲ワラ
全期間区	前期	12-15	-	-
	中期	15-18	-	-
	後期	18-21	-	-
前後期区	前期	12-15	-	-
	中期	-	8-10	1-2
	後期	18-21	-	-

肥育ステージ前期：7～12カ月齢、中期：13～19カ月齢、後期：20～27カ月齢  
飼料は朝夕 2 回に分けて給与した。

表2 ソルガムサイレージ主体の「発酵TMR」の原料割合と飼料成分  
(平成23～26年、畜産試験場)

飼料構成	前期TMR		中期TMR		後期TMR		
	原物%	乾物%	原物%	乾物%	原物%	乾物%	
原料割合							
ソルガムサイレージ	35.0	19.7	30.0	16.9	30.0	16.5	
エンバクサイレージ	15.0	12.7	10.0	8.5	0.0	0.0	
稲ワラ	6.0	9.9	5.0	8.3	5.0	8.1	
ビール粕	6.0	2.9	10.0	4.8	15.0	7.1	
トウフ粕	6.0	2.3	10.0	3.9	10.0	3.8	
配合飼料	大麦	9.6	15.9	10.5	17.4	12.0	19.5
	とうもろこし	12.8	20.7	14.0	22.8	16.0	25.4
	ふすま(一般)	5.1	8.5	5.6	9.3	6.4	10.4
	脱脂米ぬか	1.9	3.1	2.1	3.4	2.4	3.9
	大豆粕(皮付)	1.9	3.2	2.1	3.5	2.4	3.9
	食塩	0.3	0.6	0.4	0.7	0.4	0.7
	タンカル	0.3	0.6	0.4	0.7	0.4	0.7
飼料成分(分析値)							
TDN	38.5	72.1	39.5	74.2	41.6	76.5	
CP	6.4	12.0	6.9	13.0	7.5	13.8	
粗繊維	6.1	11.3	5.4	10.2	4.3	7.9	
NDF	19.9	37.2	18.5	34.8	17.3	31.7	
ADF	10.8	20.3	9.7	18.1	8.5	15.6	
水分	46.6	-	46.8	-	45.6	-	

ソルガムサイレージには「華青葉」を使用

### 3 利用上の留意点

- (1) 発酵TMRは、飼料成分および発酵品質を分析した上で利用する。
- (2) 発酵品質の悪い原料サイレージおよび発酵TMRの利用は避ける。
- (3) 細断型ロールベアラを利用した発酵TMRの製造法は、平成20年度新しく普及に移す農業技術(普及技術)「高消化性ソルガム「葉月」の細断型ロールベールサイレージとこれを主原料に調製した発酵TMRの品質は良好で安定している」を参考にする。
- (4) 夏季や冬季における発酵品質については、平成25年度新しく普及に移す農業技術(試行技術)「ソルガムサイレージと食品製造粕類を活用することにより飼料費を節減し、飼料自給率を高めた肥育牛生産が可能である」を参考にする。
- (5) 春播きエンバクの栽培および収穫・調製法は、平成25年度新しく普及に移す農業技術(普及技術)「春播き栽培に向くエンバク品種と栽培および収穫・調製法」を参考にする。
- (6) 飼料費の試算は経済状況により変化する。

### 4 対象範囲

県下全域(肉牛農家541戸)

### 5 具体的データ

#### (1) 試験方法

##### ア 供試牛と試験区分

供試牛は当場で生産した交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)雌17頭で、父牛は本県種雄牛の「金井屋」とした。供試牛を6ヵ月齢まで育成し、その後1ヵ月かけて飼料馴致を行い、7ヵ月齢から肥育試験に供試した。肥育期間は20ヵ月で、終了時27ヵ月齢の目標体重を760kgに設定した。

試験区分は発酵TMRを肥育全期間給与する「全期間区」、発酵TMRを肥育前期(7-12ヵ

月齢)および後期(20-27ヵ月齢)に給与し、肥育中期は配合飼料と稲ワラの慣行飼料を給与する「前後期区」、発酵TMRを肥育前期(7-12ヵ月齢)に給与し、肥育中期および後期は慣行飼料を給与する「前期区」と発酵TMRを給与しない「対照区」の4区とした(表3)。

「対照区」は肥育前期に配合飼料、チモシー乾草とルーサンペレット、肥育中期および後期に配合飼料と稲ワラを分離給与した。なお、配合飼料は間接検定用飼料を用いた。「全期間区」に雌4頭、「前後期区」に雌5頭、「前期区」に雌4頭、「対照区」に雌4頭を配置し、飼料の発酵品質、採食量、発育、血漿成分および枝肉成績について検討した。

表3 肥育ステージにおける試験区別の給与飼料 (平成23~26年、畜産試験場)

試験区分	肥育前期 (7-12ヵ月齢)	肥育中期 (13-19ヵ月齢)	肥育後期 (20-27ヵ月齢)
全期間区	前期TMR	中期TMR	後期TMR
前後期区	前期TMR	配合飼料 <sup>*</sup> ・稲ワラ	後期TMR
前期区	前期TMR	配合飼料 <sup>*</sup> ・稲ワラ	配合飼料 <sup>*</sup> ・稲ワラ
対照区	配合飼料 <sup>*</sup> ・チモシー乾草	配合飼料 <sup>*</sup> ・稲ワラ	配合飼料 <sup>*</sup> ・稲ワラ

※間接検定用飼料に準拠 表2を参照

#### イ 試験用発酵TMRの調製

肥育試験に供試する前期、中期および後期の発酵TMRは、国内産飼料を原物で60%以上混合した。乾物中のTDN含量は前・中・後期各々72、74、77%であった(表2)。稲ワラは2cmに細断して用い、ソルガムサイレージ、エンバクサイレージ、ビール粕、トウフ粕および配合飼料を混合、直ちに細断型ロールベアラで梱包後、ラッピングマシンにより密閉して一定期間貯蔵した(詳細は平成20年度新しく普及に移す農業技術(普及技術)「高消化性ソルガム「葉月」の細断型ロールベールサイレージとこれを主原料に調製した「発酵TMR」の品質は良好で安定している」を参照)。

## (2) 結果の概要

### ア 調製したTMRの単価

原料割合(表2)と飼料原料単価(表4)より、供試したTMRの飼料単価を試算したところ、前期TMR 33.5円/原物kg、中期TMR 34.7円/原物kg、後期TMR 37.3円/原物kgとなった(表5)。なお、TMRの飼料単価には1ロールベール当たりの重量を300kgとして、ロールネット代180円(0.6円/kg)、ラップフィルム代270円(0.9円/kg)を加えて試算した。

表4 飼料原料価格(平成23~26年、畜産試験場)

原材料名	単価 (原物kg/円)	
ソルガムサイレージ	15.0	自給飼料
エンバクサイレージ	15.0	
トウフ粕	6.0	購入飼料
ビール粕	14.0	
稲ワラ	20.0	
チモシー乾草	65.0	
配合飼料	69.0	
ルーサンペレット	75.0	

自給飼料のソルガムサイレージとエンバクサイレージの原物1kgあたりの単価は農業経営指標(平成24年長野県農政部)、千葉県畜産総合センター研究報告11号(平成24年)および関東東海北陸農業研究成果情報(平成16年)を参考とした。トウフ粕、ビール粕、稲ワラ、チモシー乾草、配合飼料およびルーサンペレットは、購入価格を記載した。

表5 供試したTMRの価格（平成23～26年、畜産試験場）

	円/原物kg	円/乾物kg	円/TDNkg
前期TMR	33.5	62.7	87.0
中期TMR	34.7	65.2	87.9
後期TMR	37.3	68.6	89.6

イ 発育成績および飼料摂取量

肥育試験開始時の各試験区の平均体重は201kgから227kgで区間に差はなく、育成期間中の発育は良好であった。全期間発酵TMRを給与した「全期間区」は、試験期間中発育停滞することなく体重が増加した。肥育終了時の体重とDGは「全期間区」809kg、1.01kg/日、「前後期区」751kg、0.87kg/日で対照区を上回る結果となった(表6)。

供試牛の飼料摂取量より肥育に要した1頭当たりの飼料費を計算すると、「全期間区」339,934円、「前後期区」327,037円、「前期区」321,541円、「対照区」348,232円となり、若干ではあるが「全期間区」、「前後期区」および「前期区」で「対照区」より安くなった(表7)。「全期間区」の合計乾物摂取量は「対照区」より有意に多く、「前後期区」は多い傾向がみられた(表8)。「全期間区」、「前後期区」および「前期区」の飼料効率「対照区」に比較して、高い傾向であった(表8)。

TMRの調製に繊維含量が高い自給飼料や食品製造副産物を多く用いたため、「全期間区」、「前後期区」および「前期区」のNDFおよびADF摂取量は「対照区」に比べ多くなった(表9)。粗飼料も含めた給与飼料のTDN自給率は「対照区」の3.7%に対し、「全期間区」は38.5%と大幅に向上した(表10)。

表6 供試牛の発育成績（平成23～26年、畜産試験場）

試験区分	体重(kg)				日増体量 (kg/日)
	肥育開始時	中期開始時	後期開始時	試験終了時	
	(7ヵ月齢)	(13ヵ月齢)	(20ヵ月齢)	(27ヶ月齢)	
全期間区	205	431	645	809a	1.01
前後期区	227	411	611	751ab	0.87
前期区	201	377	574	717b	0.86
対照区	226	400	578	700b	0.79

異符号間で有意差あり (p<0.05)

表7 供試牛の飼料摂取量（原物kg）と飼料費（平成23～26年、畜産試験場）

試験区分	前期TMR	中期TMR	後期TMR	配合飼料	稲ワラ	チモシー 乾草	ルーサン ペレット	飼料費(円)
全期間区	2,475	3,735	3,416	-	-	-	-	339,934
前後期区	2,400	-	2,947	1,906	260	-	-	327,037
前期区	1,874	-	-	3,618	456	-	-	321,541
対照区	-	-	-	4,583	422	321	36	348,232

表8 試験期間中の乾物摂取量および飼料効率 (平成23~26年、畜産試験場)

試験区分	乾物摂取量 (kg/日)							合計乾物摂取量(kg)	飼料効率
	9ヵ月齢	12ヵ月齢	15ヵ月齢	18ヵ月齢	21ヵ月齢	24ヵ月齢	27ヵ月齢		
全期間区	7.6	8.9	9.0	9.2	8.6	9.1	9.5	5,167a	0.117
前後期区	7.4	8.5	8.1	9.1	6.3	9.5	9.1	4,785b	0.110
前期区	6.6	7.3	8.3	8.2	8.2	8.2	8.7	4,574b	0.113
対照区	6.4	8.4	7.7	8.3	8.4	9.0	8.8	4,663b	0.102

縦列異符号間で有意差あり (p<0.05)

表9 試験期間中のNDFおよびADF摂取量 (平成23~26年、畜産試験場)

試験区分	NDF摂取量 (kg/日)							合計NDF摂取量(kg)	ADF摂取量 (kg/日)							合計ADF摂取量(kg)
	9ヵ月齢	12ヵ月齢	15ヵ月齢	18ヵ月齢	21ヵ月齢	24ヵ月齢	27ヵ月齢		9ヵ月齢	12ヵ月齢	15ヵ月齢	18ヵ月齢	21ヵ月齢	24ヵ月齢	27ヵ月齢	
全期間区	2.8	3.3	3.1	3.2	2.7	2.9	3.0	1,775a	1.5	1.8	1.6	1.7	1.3	1.4	1.5	920a
前後期区	2.8	3.2	1.9	2.2	2.1	3.0	2.9	1,451b	1.5	1.7	0.8	1.0	1.0	1.5	1.4	715b
前期区	2.5	2.7	2.0	2.0	2.0	2.0	2.1	1,231c	1.3	1.5	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	579c
対照区	1.8	1.8	1.6	1.8	1.9	2.0	1.8	1,178c	0.9	0.8	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	534c

チモシー乾草および稲ワラのNDF・ADF含量は日本標準飼料成分表 (2001年版) を参照、縦列異符号間で有意差あり (p<0.05)

配合飼料中のNDF・ADF含量の計算には分析値を用いた

表10 TDNにおける原材料別構成比とTDN自給率 (%) (平成23~26年、畜産試験場)

試験区分	自給飼料					TDN自給率 合計	輸入飼料		
	ソルガムサイレージ	エンバクサイレージ	稲ワラ	ビール粕	トウフ粕		チモシー乾草	配合飼料	合計
全期間区	17.8	5.3	5.5	5.3	4.6	38.5	-	61.5	61.5
前後期区	9.8	2.4	5.7	2.9	2.3	23.1	-	76.9	76.9
前期区	3.9	1.9	6.1	0.6	0.6	13.1	-	86.9	86.9
対照区	-	-	3.7	-	-	3.7	6.3	90.0	96.3

自給飼料は、ソルガムサイレージ、エンバクサイレージ、稲ワラ、ビール粕およびトウフ粕とし、試験区分ごとのTDN自給率を示した。

#### ウ 血液生化学成分

肥育前期 (8、10ヵ月齢)、中期 (13、16.5、20ヵ月齢)、後期 (23.5、27ヵ月齢) の血漿中の成分値を図1に示した。血漿中のレチノール含量は「対照区」が肥育後期に20IU/dlまで低下したのに対し、「全期間区」は肥育期間中60IU/dl以上で推移した。

β-カロテン含量は、「全期間区」が肥育期間中200μg/dl以上で高く推移した。「前後期区」のレチノールおよびβ-カロテン含量は発酵TMRの給与により増加したが、肥育中期に配合飼料と稲ワラ給与への切替えにより、「対照区」と同程度まで減少した。発酵TMRの給与を再開した肥育後期には「全期間区」と同程度まで上昇した。

α-トコフェロール含量は「全期間区」が他の区に比べ試験期間中高値で推移した。GOTは試験区の差がなく、正常値の範囲であった。T-CHOは、「全期間区」と「前後期区」が「対照区」よりも肥育期間中高く推移した。

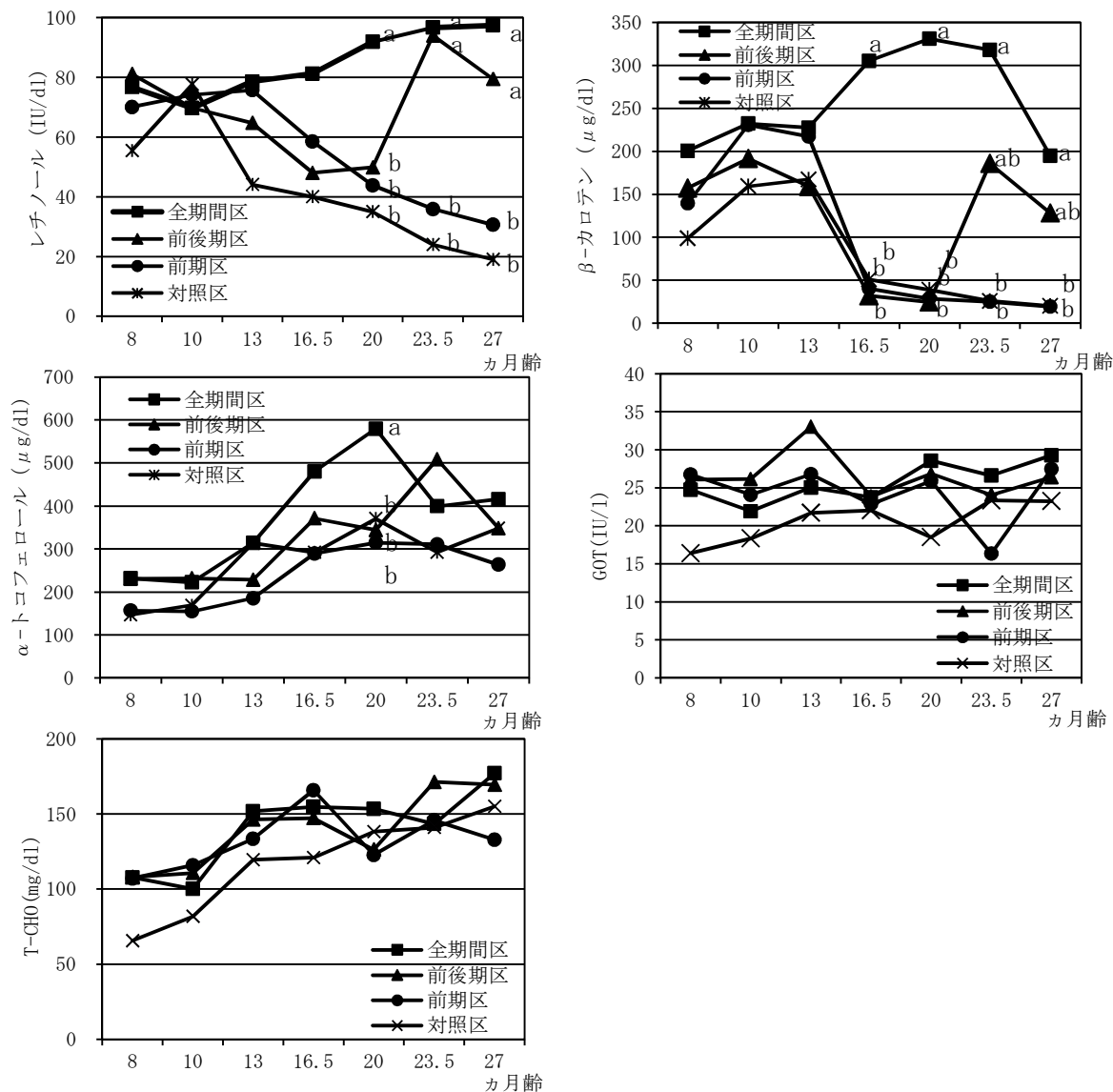


図1 血液生化学成分の推移。(平成23年～26年、畜産試験場)  
縦列異符号間で有意差(p<0.05)が認められる。

エ 枝肉成績

供試牛の枝肉重量は、発酵TMRを給与した「全期間区」が492.1kg、「前後期区」が471.9kgと「対照区」に比較して重い傾向であった。「全期間区」と「前後期区」のロース芯面積とバラ厚は「対照区」に比較して大きい傾向であり、BMS No.は「前後期区」と「前期区」が「対照区」に比べ優れる傾向であった(表11)。

表11 交雑種肥育牛の枝肉成績 (平成23～26年、畜産試験場)

試験区分	枝肉重量 (kg)	ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	バラ厚 (cm)	皮下脂肪厚 (cm)	歩留基準値 (%)	肉質等級	BMS No.	BCS No.	肉の締まり	肉のきめ	BFS No.	脂肪の光沢と質
全期間区	492.1	55.0	6.8	3.0	70.2	2.7	2.7	4.0	2.7	2.7	3.0	4.0
前後期区	471.9	53.7	6.9	2.6	70.7	2.8	3.3	4.2	2.7	2.8	3.0	4.0
前期区	441.1	47.0	6.3	2.5	69.9	3.0	3.3	4.3	3.0	3.3	3.0	4.0
対照区	437.3	48.8	6.3	2.9	69.4	2.5	2.5	4.0	2.3	2.3	3.0	4.0

BMS:脂肪交雑基準、BCS:肉色基準、BFS:脂肪色基準

オ 疾病の発生状況

試験期間中食滞が散見されたが症状は軽く、発育に影響を及ぼさなかった。対照区の肥育後期の供試牛の一部にビタミンA欠乏と思われる症状が見られた。

カ 経済効果の検討

枝肉販売金額と飼料費より経済効果の試算をおこなった（表12）。販売金額は「全期間区」526,547円、「前後期区」514,371円、「前期区」483,005円、「対照区」467,036円と発酵TMRを給与した区が高くなった。販売金額から飼料費を差し引いた粗収入は、「全期間区」186,613円、「前後期区」187,334円、「前期区」161,464円、「対照区」118,804円となった（表12）。

発酵TMRの給与により乾物摂取量が増えたため、「全期間区」では「対照区」に比べ飼料費を約8千円、「前後期区」では飼料費を約21千円程度しか削減することができなかったが、粗収入は「対照区」に比べ、「全期間区」で約68千円、「前後期区」では約69千円多くなったため、発酵TMR給与は経済性の面で有効である。

表12 発酵TMR導入による経済効果の試算（平成23～26年、畜産試験場）

試験区分	販売金額(A)	販売内訳				飼料費(B)	粗収入(A-B)
		枝肉重量(kg)	枝肉単価(円/kg)	売上金額	内臓		
全期間区	526,547	492.1	1,040	511,784	14,763	339,934	186,613
前後期区	514,371	471.9	1,060	500,214	14,157	327,037	187,334
前期区	483,005	441.1	1,065	469,772	13,233	321,541	161,464
対照区	467,036	437.3	1,038	453,917	13,119	348,232	118,804

粗収入=販売金額(A)-飼料費(B)

キ 必要となる飼料量

肥育経営100頭規模において全期間、発酵TMRを給与した場合の年間で必要となる飼料量を表13に示した。なお発酵TMRの給与量は表1に示した1頭あたり給与量のうち肥育前期で15kg/日、肥育中期で18kg/日、肥育後期で21kg/日として、必要となる飼料量を試算した。

表13 肥育100頭経営規模における1年間に必要となる飼料量(原物トン)（平成23～26年、畜産試験場）

配合飼料	ソルガムサイレージ	エンバクサイレージ	ビール粕	トウフ粕	稲ワラ
244	206	43	76	61	35

肥育経営規模は100頭、年間出荷頭数60頭として試算した。

6 特記事項

[公開]

限定なし。

[課題名、研究期間、予算区分]

自給飼料とエコフィードを活用した土地利用型肉用牛肥育システムの開発（国産飼料プロ）  
平成22～26年度（2010～2014）独法受託