

平成22年度エコフィールド緊急増産対策事業
未利用資源給与実証試験報告書
(生米ぬか)

平成23年 3月

社団法人 兵庫県畜産協会

1. 背景・目的

穀物生産地の異常気象、中国での穀物需要の増大、輸送費の高騰などによって、穀類を中心とした輸入飼料の価格が高騰している。このため濃厚飼料の大部分を海外からの輸入に依存している我が国の畜産経営は非常に不安定な状況に置かれている。一方、国の掲げる食料自給率向上に寄与するため、畜産業においても飼料自給率を高めようと様々な取り組みが全国各地で展開されている。その中で濃厚飼料については食品製造残さ等の未利用資源(エコフィード)の活用が図られつつある。

本試験では地域で確保可能なエコフィード資材として、コイン精米機から排出される生米ぬかを選定し、交雑種雌肥育牛への給与試験を行い、エコフィード資材としての有用性や問題点等を検討する。

2. 試験内容

(1) 試験期間

平成22年9月～平成23年3月(供試牛最終出荷日まで)

現地調査

1回目:平成22年10月27日

2回目:平成22年12月20日

(2) 試験場所

洲本市五色町 武久牧場

(3) 供試資材

生米ぬか:JA淡路日の出設置のコイン精米機から排出(月30トン程度)

(4) 供試牛と試験区分

交雑種(黒毛和種×ホルスタイン種)雌牛 12頭・・・表1

米ぬか区(6頭):通常飼料の給与量3%に相当する米ぬかをふりかけ方式で給与

対 照 区(6頭):通常飼料のみ

表1. 供試牛一覧

個体番号	試験区	生年月日	導入年月日
1	対照区	H21.2.20	H21.4.9
2	対照区	H21.2.18	H21.4.9
3	対照区	H21.1.29	H21.3.25
4	対照区	H21.2.28	H21.4.25
5	対照区	H21.2.18	H21.4.9
6	対照区	H21.2.27	H21.4.25
7	米ぬか区	H21.1.10	H21.2.24
8	米ぬか区	H21.2.1	H21.3.25
9	米ぬか区	H21.1.9	H21.2.25
10	米ぬか区	H21.1.13	H21.3.9
11	米ぬか区	H21.1.26	H21.3.2
12	米ぬか区	H20.12.26	H21.2.25

(5) 調査項目

①飼料成分:十勝農協連飼料分析センターに委託

②米ぬかの酸価:日本食品分析センターに委託

25℃の高温環境下で保管し、コイン精米機からの回収直後と10日後及び20日後の3回分析

③発育成績

体重、体測尺値(体高、胸囲、腹囲)

④血液成分

洲本家畜保健衛生所での分析項目

赤血球数、白血球数、ヘマトクリット、総コレステロール、血糖、総蛋白、アルブミン、尿素窒素、カルシウム、無機リン、アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(AST)、 γ グルタミルトランスペプチダーゼ(GGT)、総ビリルビン、クレアチニン、クレアチンフォスフォキナーゼ(CPK)

兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センターでの分析項目

ビタミン A(VA)、E(VE)、 β カロチン(BC)

⑤枝肉形質

枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑及び肉色

脂肪酸組成・・・兵庫県立農林水産技術総合センター畜産技術センターで分析

⑥その他

嗜好性、疾病の発生状況

3. 主な試験結果

(1) 飼料成分

対照区、米ぬか区および供試した米ぬか単味の飼料分析に基づく成分組成を表2に示す。

表2. 飼料構成と飼料成分

飼料構成(原物kg)	対照区		米ぬか区	
	150頭分	1頭分	150頭分	1頭分
ビール粕	160	1.1	160	1.1
α BCS7	1400	9.3	1400	9.3
ウイスキー粕(液)	60	0.4	60	0.4
バガス	80	0.5	80	0.5
稲わらサイレージ	160	1.1	160	1.1
NB90	3	0.02	3	0.02
米ぬか			49.5	0.33
飼料成分				米ぬか
乾物率(%)	76.4		79.0	86.1
可消化養分総量(TDN; %)	75.0		78.7	91.1
粗蛋白質(CP; %)	13.1		14.3	15.5
粗脂肪(%)	3.8		8.0	21.2
灰分(%)	4.8		6.1	10.6
ADF(%)	17.1		15.0	11.8
NDF(%)	36.6		36.3	25.8
NFC(%)	48.2		39.6	29.1
カルシウム(%)	0.26		0.26	0.11
リン(%)	0.57		0.96	2.36
マグネシウム(%)	0.31		0.49	1.23
カリウム(%)	0.84		0.90	1.65

米ぬかの粗脂肪含量は 21.2%で、日本標準飼料成分表(2009)[9]とほぼ同じ値であった。このように高脂肪分の米ぬかを含むため、米ぬか区の TDN は対照区よりやや高い値であった。

(2) 米ぬかの酸価度

外観と官能検査においては変色や異臭などの変化は認められなかったが、酸価は採取直後 28.4、10 日後 36.7、20 日後 41.6 と次第に上昇した。

(3) 発育成績

体重、日増体量、体高、胸囲、腹囲および腹囲と胸囲の差を表3に示す。

表3. 発育成績

		対照区		米ぬか区		有意水準
体重(kg)	1回目現地調査時	672	± 46	672	± 66	ns
	2回目現地調査時	720	± 46	721	± 71	ns
	出荷時	778	± 52	771	± 98	ns
日増体量(kg/日)	1回目～2回目	0.89	± 0.10	0.90	± 0.11	ns
	1回目～出荷時	0.73	± 0.14	0.83	± 0.36	ns
	生時→出荷時	0.97	± 0.06	0.95	± 0.13	ns
体高(cm)	1回目現地調査時	131	± 2	134	± 4	ns
	2回目現地調査時	137	± 3	136	± 4	ns
	出荷時	139	± 4	138	± 4	ns
胸囲(cm)	1回目現地調査時	223	± 5	224	± 13	ns
	2回目現地調査時	230	± 5	235	± 15	ns
	出荷時	240	± 5	243	± 14	ns
腹囲(cm)	1回目現地調査時	254	± 10	254	± 8	ns
	2回目現地調査時	263	± 10	262	± 10	ns
	出荷時	271	± 13	271	± 7	ns
腹囲と胸囲の差(cm)	1回目現地調査時	31	± 7	30	± 6	ns
	2回目現地調査時	32	± 9	27	± 8	ns
	出荷時	30	± 10	28	± 9	ns

ns:有意差なし

体重と体測尺値(体高、胸囲、腹囲および腹囲と胸囲の差)は1回目調査時、2回目調査時および出荷時とも試験区間に差はなかった。

日増体量については1回目調査時から2回目調査時までの間、1回目調査時から出荷時までの間および生時から出荷時までの間のいずれにおいても試験区間に差はなかった。

(4) 血液成分

血液成分を表4に示す。

①血球数関連項目

赤血球数は両調査時とも対照区が米ぬか区より100万個/ μ l程度有意に($P<0.01$)多かった。白血球数は両調査時とも両区で高値(対照区3頭、米ぬか区2頭)な個体が居たため、平均値もやや高くなった。ヘマトクリットは1回目調査時では試験区間に差はなかったが、2回目調査時では米ぬか区が低い傾向($P<0.10$)がみられた。

②エネルギー代謝関連項目

総コレステロールは両調査時とも試験区間に差はなく、両区とも1回目に比べ2回目の方が高値であった。血糖も両調査時とも試験区間に差はなかった。

③蛋白質代謝関連項目

総蛋白質は1回目調査時に米ぬか区が高い傾向($P<0.10$)がみられたが、2回目調査時では試験区間に差はなかった。アルブミンは1回目調査時では試験区間に差はなかったが2回目調査時では米ぬか区が高い傾向($P<0.10$)にあった。尿素窒素は両調査時とも試験区間に差はなく、両区とも1回目に比べ2回目の方が高値であった。

④ビタミン関連項目

ビタミンA、ビタミンEおよび β カロチンはいずれも両調査時とも試験区間に差はなく、両区とも1回目に比べ2回目の方が高値であった。

表4. 血液成分

項目	対照区	米ぬか区	有意水準
赤血球($\times 10^4/\mu\text{l}$)	870 \pm 66	761 \pm 37	P<0.01
	856 \pm 57	744 \pm 45	P<0.01
白血球($\times 10^2/\mu\text{l}$)	122 \pm 37	103 \pm 22	ns
	117 \pm 35	101 \pm 26	ns
ヘマトクリット(%)	40.4 \pm 2.7	39.7 \pm 4.3	ns
	39.2 \pm 3.1	36.2 \pm 2.3	P<0.10
総コレステロール(U/l)	174 \pm 17	175 \pm 30	ns
	204 \pm 18	211 \pm 38	ns
血糖(mg/dl)	74 \pm 5	74 \pm 3	ns
	72 \pm 5	72 \pm 5	ns
総蛋白質(mg/dl)	6.80 \pm 0.14	7.08 \pm 0.33	P<0.10
	6.82 \pm 0.18	6.88 \pm 0.31	ns
アルブミン(g/dl)	3.51 \pm 0.14	3.61 \pm 0.20	ns
	3.38 \pm 0.21	3.68 \pm 0.33	P<0.10
アルブミン/グロブリン比	1.07 \pm 0.09	1.06 \pm 0.20	ns
	0.99 \pm 0.14	1.17 \pm 0.25	ns
尿素窒素(g/dl)	11.1 \pm 2.8	11.1 \pm 1.7	ns
	14.0 \pm 2.4	13.1 \pm 2.1	ns
ビタミンA(IU/dl)	54 \pm 18	51 \pm 10	ns
	75 \pm 19	61 \pm 11	ns
ビタミンE($\mu\text{g/dl}$)	490 \pm 54	523 \pm 74	ns
	765 \pm 97	849 \pm 115	ns
β カロチン($\mu\text{g/dl}$)	12 \pm 3	13 \pm 5	ns
	28 \pm 7	28 \pm 12	ns
カルシウム(mg/dl)	9.03 \pm 0.33	9.10 \pm 0.20	ns
	9.22 \pm 0.34	9.15 \pm 0.23	ns
無機リン(mg/dl)	6.93 \pm 0.23	6.35 \pm 0.15	P<0.01
	6.48 \pm 0.44	6.03 \pm 0.37	P<0.10
アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ(U/l)	73.7 \pm 5.0	70.8 \pm 10.4	ns
	72.0 \pm 7.5	70.0 \pm 9.5	ns
γ グルタミルトランスペプチダーゼ(U/l)	39.8 \pm 10.8	43.5 \pm 14.0	ns
	40.3 \pm 10.1	44.0 \pm 11.4	ns
総ビリルビン(mg/dl)	0.13 \pm 0.05	0.12 \pm 0.04	ns
	0.20 \pm 0.06	0.20 \pm 0.09	ns
クレアチニン(mg/dl)	0.97 \pm 0.23	0.95 \pm 0.14	ns
	0.97 \pm 0.23	0.88 \pm 0.17	ns
クレアチンフォスフォキナーゼ(U/l)	170 \pm 57	172 \pm 74	ns
	268 \pm 89	158 \pm 50	P<0.05

上段: 1回目現地調査、下段: 2回目現地調査

ns: 有意差なし

⑤ミネラル関連項目

カルシウムは両調査時とも試験区間に差はなかった。無機リンは1回目調査時では米ぬか区が有意(P<0.01)に低く、2回目調査時でも米ぬか区が低い傾向(P<0.10)がみられた。

⑥肝機能関連項目

AST、GGT および総ビリルビンは両調査時とも試験区間に差はなかった。

⑦腎機能関連項目

クレアチニンは両調査時とも試験区間に差はなかった。

⑧その他の項目

アルブミン／グロブリン比は両調査時とも試験区間に差はなかった。

CPK は1回目調査時では試験区間に差はなかったが、2回目調査時では対照区の個体が全体に上昇したため、対照区が有意($P < 0.05$)に高くなった。

(5) 枝肉成績

枝肉重量、ロース芯面積、バラ厚、皮下脂肪厚、歩留基準値、脂肪交雑および肉色を表5に示す。

表5. 枝肉形質

項目(単位)	対照区	米ぬか区	有意水準
枝肉重量(kg)	475 ± 31	471 ± 60	ns
ロース芯面積(cm ²)	49.7 ± 1.5	50.0 ± 8.1	ns
バラ厚(cm)	7.9 ± 0.4	8.0 ± 0.9	ns
皮下脂肪厚(cm)	2.2 ± 0.8	1.8 ± 0.4	ns
歩留基準値(%)	70.9 ± 1.2	71.4 ± 1.1	ns
脂肪交雑(BMS No.)	4.0 ± 0.6	3.5 ± 0.8	ns
肉色(BCS No.)	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0	ns

いずれの項目も試験区間に差はなかった。

胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成を表6に示す。

表6. 胸最長筋内脂肪の脂肪酸組成

項目(単位)	対照区	米ぬか区	有意水準
ミリスチン酸(C14:0)	2.6 ± 0.7	2.4 ± 0.3	ns
ミリストレイン酸(C14:1)	0.9 ± 0.2	1.0 ± 0.1	ns
パルミチン酸(C16:0)	23.9 ± 1.1	24.2 ± 1.9	ns
パルミトレイン酸(C16:1)	4.8 ± 0.8	4.0 ± 0.4	ns
ステアリン酸(C18:0)	12.3 ± 1.5	12.4 ± 1.2	ns
オレイン酸(C18:1)	48.6 ± 2.4	50.5 ± 2.6	ns
リノール酸(C18:2)	2.8 ± 0.4	2.7 ± 0.3	ns
リノレン酸(C18:3)	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.0	ns
飽和脂肪酸(SFA)	41.1 ± 2.1	40.6 ± 2.8	ns
モノ不飽和脂肪酸(MUFA)	56.0 ± 1.9	56.6 ± 2.8	ns
多価不飽和脂肪酸(PUFA)	2.9 ± 0.5	2.8 ± 0.3	ns

いずれの項目も試験区間に差はなかった。

(6) その他

①嗜好性

畜主の観察によると米ぬかの嗜好性は非常に良く、残飼に米ぬかを振りかけると再度食べるようになるとのことであった。

②疾病発生状況

両区とも調査期間中を通じて、治療を要するような疾病の発生は認められなかった。また、当初懸念されていた尿石症についても供試牛が雌であったこともあるが、影響は認められなかった。

4. 考察

米ぬかは粗脂肪含量が 20%を超える高脂肪であるため、保管中の酸化に伴う品質劣化が懸念された。そこで、どの程度酸化が起こっているかを確認するため、「酸価」を指標に検討したところ、採取直後 30 未

満であったものが20日後には40を超えた。藤谷ら[3]も米ぬかの酸価、過酸化価の経日的変化を調査したところ、緩やかに上昇し30日後には30を超えたことから、給与量としては全体の5%にとどめるのが好ましいとしている。一方、高平ら[10, 12]によると生稲わらサイレージと米ぬかをを用いた発酵TMRでは開封7日後においても過酸価物やカルボニル価に変化はなかったとしており、可能であれば、密封状態での保管が酸化防止には有効であると考えられた。

発育成績への影響については、本試験のいずれの調査項目においても試験区間の差は認められなかった。黒毛和種去勢牛へ肥育の全期間米ぬかを8%程度給与した浅田ら[1, 2]の報告やホルスタイン種去勢牛へ豆腐粕との混合発酵飼料で4%給与した藤谷ら[4]の報告では発育への影響はなかったとしている。一方、黒毛和種去勢牛へ米ぬかを発酵TMRで5%または10%給与した高平[10, 11]の報告やホルスタイン種去勢牛へ豆腐粕との混合発酵飼料で5%給与した宮腰ら[8]の報告では乾物摂取量の増加によって日増体量が増加したとしているが、これは米ぬか単独の効果というよりも発酵TMRによって、嗜好性が向上したためと考えられる。いずれにしても米ぬかを飼料中数%程度給与することで発育に負の影響はないものと考えられる。

血液成分への影響については米ぬか区の赤血球数(1, 2回目ともに)、無機リン(1回目)、CPK(2回目)が有意に低く、ヘマトクリット(2回目)、総蛋白(1回目)、アルブミン(2回目)で低い傾向がみられた。血液成分は牛の品種、性別、肥育ステージ、給与飼料、飼料給与から採血までの時間などの条件によって変動する項目もあるため、他の調査成績と単純には比較できないが、比較的検査項目数が多く、正常と考えられる肥育牛の血液成分に関する報告[6, 7]と参考までに比較してみると、ヘマトクリット、総蛋白、アルブミン、尿素窒素、A/G比、AST、総ビリルビンについては両区とも報告値の範囲内であり、総コレステロール、血糖、GGTについては両区とも本試験の値が報告値よりも高く、カルシウムとクレアチニンについては両区とも本試験の値が報告値よりも低かった。また、白血球数は本試験の対照区の値が高く、無機リンは本試験の試験区の値が低かった。以上のことから本試験の供試牛は概ね正常範囲に入っており、高い飼料摂取量を反映してエネルギー代謝や肝機能に関する項目で高値を示し、飼料成分の特性を反映してミネラル代謝に関する項目に変動がみられたと考えられた。一方、米ぬか給与試験の血液成分に関して、浅田ら[1, 2]はヘマトクリットと総コレステロールが高かったとし、藤谷ら[5]は肥育前期でヘマトクリットが高く、肥育後期でアルブミンが低かったとし、宮腰ら[8]は肥育前期で総蛋白、総コレステロール、リン脂質およびGGTが高かったが、中・後期では差はなかったとし、高平ら[12]は無機リン、ビタミン類が高い傾向にあったと報告している。以上のように本試験と既報の結果に共通点は少なく、血液成分の差は一概に米ぬか給与による影響とは考えにくい。

枝肉成績への影響については、本試験のいずれの調査項目においても試験区間の差は認められなかった。一方、前述の宮腰ら[8]や高平[10, 11]の報告では米ぬかを給与した試験区の成績が優れていたとしている。これらの給与試験は本試験に比べ米ぬかの添加量が多く、他の飼料と混合した発酵TMRで給与しているため、乾物摂取量や発育成績を反映した結果と考えられた。

筋肉内脂肪の脂肪酸組成への影響については、本試験のいずれの調査項目においても試験区間の差は認められなかった。一方、浅田ら[1, 2]は本試験と同程度の粗脂肪を含む米ぬかの脂肪酸組成を分析したところ、モノ不飽和脂肪酸であるオレイン酸の割合が44.3%であったと報告している。さらに、この米ぬかを黒毛和種去勢牛へ肥育全期間(11~28か月齢)を通じて濃厚飼料の8%添加(後期で全体の7.4%相当)したところ、皮下脂肪の不飽和脂肪酸割合、筋肉内脂肪のオレイン酸割合が高まったと報告している。これらの脂肪酸は牛肉の風味と関連することが知られており、米ぬか給与は肉の味を向上させる効果も期待されているが、本試験では添加量や添加期間が脂肪酸組成に影響するには十分でなかったものと考えられた。

本試験では飼料摂取量を測定していないため、嗜好性については畜主の感想でしか把握できないが、概ね良好であった。藤谷ら[4]、宮腰ら[6]、高平[10-12]の報告においても米ぬかの給与で飼料摂取量の増加を認めていることから、米ぬかは牛の食欲を刺激する効果があると考えられる。

引用文献

- [1] 浅田 勉・黒沢 功・南雲 忠(2007):米ぬか添加が黒毛和種去勢牛の産肉性および枝肉脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響:群馬畜試研報, 14号, 9-20
- [2] 浅田 勉(2009):生米ぬか給与によるおいしい牛肉生産:養牛の友 2009年6月号, 55-59
- [3] 藤谷泰裕・開発俊幸・田中眞岐子・大石武士(2000):保存期間が生米ぬかの油脂性状と飼料価値に及ぼす影響:近畿中国農研 99, 76-80
- [4] 藤谷泰裕・延原章子・大谷新太郎・西村和彦・毛利集造・大石武士(2000):生米ぬかと豆腐粕給与が乳用種去勢牛の飼料摂取量および増体に及ぼす影響:大阪農技セ研報 36, 48-52
- [5] 藤谷泰裕・延原章子・大谷新太郎・西村和彦・大石武士(2001):生米ぬかと豆腐粕の混合給与が乳用種去勢牛のルーメン機能および肝機能に及ぼす影響:大阪農技セ研報 37, 35-38
- [6] 細川定亮・新家重隆(1983):黒毛和種牛の血液生化学的的正常値について:家畜診療 244, 23-24
- [7] 一條俊浩・佐藤 繁・田口 清(2009):肥育牛の第四胃左方変位における臨床および臨床生化学所見:日獣会誌 62, 203-207
- [8] 宮腰雄一・村松克久・今井明夫・阿部 悟(2000):豆腐粕、米ぬか混合飼料による乳用種去勢牛の肥育技術:日本畜産学会北陸支部会報 80, 1-4
- [9] 農業・食品産業技術総合研究機構(2009):日本標準飼料成分表 P84:中央畜産会, 東京
- [10] 高平寧子(2009):生稲わらサイレージ・生米ぬか混合発酵TMRの肥育後期黒毛和種去勢牛への給与法:畜産技術 2009年7月号, 43-46
- [11] 高平寧子(2010):生稲わらサイレージ・生米ぬか混合発酵TMRの給与法:養牛の友 2010年7月号, 36-39
- [12] 高平寧子・金谷千津子・中島麻希子・吉野英治・丸山富美子・紺 博昭(2010):生米ぬかや生稲わらサイレージを混合した黒毛和種去勢牛向け発酵TMRの品質と採食性:富山農総技セ畜研研報 1号, 9-13