

焼酎粕乾燥脱水ケーキの給与が搾乳牛の乳量、乳質、風味等に及ぼす影響（フィールド試験）

中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭¹⁾・別納征欧²⁾・林 国興³⁾・長谷川信美・山内 清⁴⁾
六車三治男⁴⁾・堀井洋一郎⁵⁾・高橋俊浩・森田哲夫・森下敏朗⁶⁾・林 綾子⁶⁾
田原秀隆⁷⁾・高橋勝南⁷⁾

宮崎大学農学部食料生産科学科, ¹⁾東洋ダイナム株式会社, ²⁾中部飼料株式会社, ³⁾鹿児島大学農学部生物資源化学科, ⁴⁾宮崎大学農学部応用生物科学科, ⁵⁾宮崎大学農学部獣医学科, ⁶⁾宮崎県食品開発センター, ⁷⁾霧島酒造株式会社

(2003年2月14日受理)

Effect of Dried Cake of Shochu Distiller's By-product on the Milk Yield, Milk Quality, Milk Taste and Flavor of Milking Cows (Field Experiment)

Nobuo NAKAO, Ryoji ONODERA, Akira INAZAWA¹⁾, Ikuo BETSUNO²⁾, Kunioki HAYASHI³⁾, Nobumi HASEGAWA, Kiyoshi YAMAUCHI⁴⁾, Michio MUGURUMA⁴⁾, Yoichiro HORII⁵⁾, Toshihiro TAKAHASHI, Tetsuo MORITA, Toshiro MORISHITA⁶⁾, Ayako HAYASHI⁷⁾, Hidetaka TAHARA⁷⁾, Katsumi TAKAHASHI⁷⁾

Department of Plant and Animal Sciences, ¹⁾Toyo Dainamu Co. Ltd., ²⁾Chubu Shiryo Co. Ltd., ³⁾Faculty of Agriculture, Kagoshima University, ⁴⁾Department of Biochemistry and Applied Biosciences, ⁵⁾Department of Veterinary Science, ⁶⁾Miyazaki Prefectural Food R & D Center, ⁷⁾Kirishima Corporation

Summary: In the present study, double-reversal feeding experiments (field experiments) with milking dairy cattle (Holstein) were conducted two times to examine the effect of feeding the dried cake of shochu distiller's by-products (SDB) on the milk yield, milk quality, milk taste and flavor, and the following results were obtained: 1) No significant difference in feed intake was observed between the control group and the test group fed with the dried cake of SDB. 2) Feeding the dried cake of SDB tended to increase milk yield to some extent, but there was no difference in milk quality between the two groups. 3) Feeding the dried cake of SDB to the milking cows gave no influence on the aroma components in the milk. 4) Organoleptic evaluation of the milk tended to show that feeding the dried cake of SDB to the milking cows gave no influence on the taste and flavor of the milk.

前報（中尾他2002 a; 中尾他2002 b）に記したように、筆者らは、焼酎生産地帯である南九州で排出される焼酎粕を家畜の飼料原料として再利用

することにより、環境の浄化に寄与し、さらに、低価格で、しかも安全で機能性のある飼料を開発することを目標にして、これまで牛による基礎的

および予備的試験（小野寺1997 a; 小野寺1997 b; 川村他1998; 小野寺他1998 a; 小野寺他1998 b; 小野寺他2000）ならびに豚による飼養試験およびフィールド試験（中尾他2001 a; 中尾他2001 b; 中尾他2001 c）を行ってきた。

筆者らは、当初から、焼酎粕が泌乳牛の産乳量、乳質、牛乳の味や匂い（香気成分）などに及ぼす影響を検討する予定であった。特に、焼酎粕には臭いがあるので、牛乳の香気成分に対する影響を克明に検討することは、重要と考えていた。しかし、そのような心配があるだけに、逆にこの試験に対しては、どの牛乳生産業者も慎重で、容易には協力を得ることができず、困っていた。そのような中で、たまたま、焼酎粕の飼料化に関心を抱いていた種子島実業高校が乳牛による試験に協力してくれることになった。本稿では、その結果について記す。なお、本試験は、焼酎粕乾燥脱水ケーキを用いて実施した。

材料および方法

1. 供試牛

本試験は、鹿児島県立種子島実業高等学校（鹿児島県西之表市）の協力により、2回実施した。

試験1の供試牛は、種子島実業高校の泌乳最盛期を過ぎたホルスタイン種、初産4頭、2産4頭の合計8頭を用いた。それらの供試牛の履歴の概要を表1に示した。年齢は、3～4歳である。

また、試験2の供試牛は、同じく種子島実業高校の泌乳最盛期を過ぎたホルスタイン種、初産4頭、2産3頭の合計7頭を用いた。それらの供試牛の履歴の概要を表2に示した。年齢は、試験1と同様3～4歳である。

2. 試験期間

試験1の試験期間は、1期を14日間として、3期設定して、I期とIII期に対照区（乾燥脱水ケーキ無給与区）、II期に試験区（乾燥脱水ケーキ給与区）とする反転試験法で実施した。実施期間は

表1. 供試牛の履歴（試験1） (種子島実業高校)

| 乳牛No | 生年月日 | 産次 | 最近分娩月日 | 分娩後日数 | | |
|------|----------|----|----------|-------|-----|------|
| | | | | I期 | II期 | III期 |
| 52 | 09/16/97 | 2 | 12/18/00 | 169 | 183 | 197 |
| 54 | 06/20/97 | 2 | 09/30/00 | 248 | 262 | 276 |
| 55 | 11/09/97 | 2 | 03/11/01 | 86 | 100 | 114 |
| 56 | 11/24/97 | 2 | 03/25/01 | 72 | 86 | 100 |
| 59 | 09/22/98 | 1 | 10/21/00 | 227 | 241 | 255 |
| 60 | 12/08/98 | 1 | 12/16/00 | 171 | 185 | 199 |
| 61 | 10/08/98 | 1 | 01/04/01 | 152 | 166 | 180 |
| 63 | 10/24/98 | 1 | 03/31/01 | 66 | 80 | 94 |

表2. 供試牛の履歴（試験2） (種子島実業高校)

| 乳牛No | 生年月日 | 産次 | 最近分娩月日 | 分娩後日数 | | |
|------|----------|----|----------|-------|-----|------|
| | | | | I期 | II期 | III期 |
| 52 | 09/16/97 | 2 | 12/18/00 | 226 | 243 | 267 |
| 55 | 11/09/97 | 2 | 03/11/01 | 143 | 160 | 184 |
| 56 | 11/24/97 | 2 | 03/25/01 | 129 | 146 | 170 |
| 60 | 12/08/98 | 1 | 12/16/00 | 228 | 245 | 269 |
| 61 | 10/08/98 | 1 | 01/04/01 | 209 | 226 | 250 |
| 62 | 11/29/98 | 1 | 03/07/01 | 147 | 164 | 188 |
| 63 | 10/24/98 | 1 | 03/31/01 | 123 | 140 | 164 |

以下の通りである.

I 期 (対照区) 2001年 5 月22日～6 月 4 日

II 期 (試験区) 2001年 6 月 5 日～6 月18日

III 期 (対照区) 2001年 6 月19日～7 月 2 日

試験 2 の試験期間は, 1 期17日間として, 3 期設定し, I 期と III 期に試験区 (乾燥脱水ケーキ給与区), II 期に対照区 (乾燥脱水ケーキ無給与区) とする反転試験法で実施した. なお, III 期は, 9 月 2 日の集中豪雨 (種子島) による停電および 9 月 6 日までの断水のため, 試験期間を 7 日間延長し, 24 日間実施した. 実施期間は以下の通りである.

I 期 (試験区) 2001年 7 月15日～7 月31日

II 期 (対照区) 2001年 8 月 1 日～8 月17日

III 期 (試験区) 2001年 8 月18日～9 月10日

3. 飼養管理

1) 試験畜舎

試験 1 および試験 2 とも, 供試牛は, 種子島実業高校キャンパス内の鉄骨スレート屋根のフリーストール牛舎で飼育した. なお, 種子島実業高校では, 毎年 5 月上旬以降, 1 日中, 大型扇風機で牛舎内に送風することになっている.

2) 給与飼料および給与方法

【試験 1】

試験 1 における試験区・対照区の給与飼料の組成を表 3 に示した. また, 給与飼料の一般成分と原物中養分量を表 4 に示した. なお, ここで用いた焼酎粕乾燥脱水ケーキは, 前報 (中尾他2002 a) と同様にして製造したものである.

次に, 日本飼料標準・乳牛 (1999年版) に従い, 体重650 kg, 乳量33 kg, 乳脂率3.8 %の養分要求量を満たすようにこれらの飼料の給与量を算出し, 給与した. なお, 給与飼料は, 粗飼料と濃厚飼料の割合が 4 : 6 になるように設計した.

給与方法は, トウモロコシバンカーサイレージ主体のセミコンプリートフィードとした. なお, ルーサン乾草およびオーツ乾草は別に給与した. また, トウモロコシサイレージは, 種子島実業高校で栽培し, 調製したものである. 試験区では, 焼酎粕乾燥脱水ケーキが 7 日目で 1 頭当たりの給与量が 1.5 kg になるように徐々に増やした. 乾燥脱水ケーキは, セミコンプリートフィードの材料として用い, 1 日量を朝夕 2 回に等分して, 搾乳後に給与した. また, 対照区の場合も, 乾燥脱水ケーキを 7 日目で 0 kg になるように徐々に減らした. なお, 飼料からの移行臭を考慮し, 乾燥脱水ケーキは, 他の飼料や搾乳室とは別棟に保管し

表 3. 給与飼料の配合割合及び養分値 (試験 1) (種子島実業高校)

| | 対照区 | | 試験区 | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| | 原物量(kg) | 乾物割合(%) | 原物量(kg) | 乾物割合(%) |
| 配合飼料 | 9.13 | 35.6 | 8.63 | 33.3 |
| コーンミックス | 1.88 | 7.2 | 1.63 | 6.2 |
| ビートパルプ | 2.50 | 9.6 | 2.00 | 7.6 |
| 綿実 | 1.88 | 7.6 | 1.88 | 7.5 |
| 皮付き圧ペン大麦 | 1.25 | 4.9 | 1.25 | 4.8 |
| 焼酎粕乾燥脱水ケーキ | 0.00 | 0.0 | 1.50 | 6.0 |
| コーンサイレージ | 15.00 | 15.3 | 15.00 | 15.1 |
| ルーサン乾草 | 3.00 | 11.7 | 3.00 | 11.5 |
| オーツ乾草 | 2.00 | 7.5 | 2.00 | 7.4 |
| 第 3 リン酸カルシウム | 0.14 | 0.6 | 0.14 | 0.6 |
| 原物量 | 36.78 | | 37.03 | |
| 乾物量 | 22.56 | | 22.83 | |
| 可消化養分総量 | 16.79 | 74.4 | 16.82 | 73.7 |
| 粗タンパク質 | 3.36 | 14.9 | 3.53 | 15.5 |

配合飼料中に, ハイキューブが12%含まれる

表4. 給与飼料の一般成分と原物中養分量 (試験1)

(種子島実業高校)

| | 配合飼料 | コーン ミックス | コーン サイレージ | ルーサン乾草 | オーツ乾草 | 焼酎粕乾燥 脱水ケーキ |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------|-------|----------------|
| 粗タンパク質 | 16.20 | 7.50 | 2.22 | 12.83 | 6.41 | 21.70 |
| 粗脂肪 | 3.70 | 3.20 | 0.69 | 1.59 | 1.65 | 2.90 |
| 粗繊維 | 9.60 | 3.70 | 6.39 | 30.60 | 27.44 | 11.60 |
| 粗灰分 | 5.70 | 2.10 | 1.25 | 6.45 | 6.96 | 3.80 |
| 可溶無窒素物 | 52.80 | 70.00 | 12.43 | 36.44 | 45.43 | 51.10 |
| 乾物 | 88.00 | 13.50 | 77.02 | 12.09 | 12.11 | 8.90 |
| Ca | 0.56 | 0.09 | 0.07 | 0.73 | 0.12 | 0.70 |
| P | 0.38 | 0.25 | 0.04 | 0.29 | 0.13 | 0.29 |
| 可消化粗タンパク質 | 14.00 | 6.70 | 1.00 | 9.90 | 3.50 | 13.00 |
| 可消化養分総量 | 71.00 | 78.10 | 15.10 | 50.00 | 47.40 | 60.15 |
| NDF | 23.60 | 12.20 | 13.75 | 45.02 | 52.81 | 52.16 |
| ADF | 13.50 | 5.40 | 7.93 | 35.53 | 31.67 | 39.97 |

た。ルーサン乾草とオーツ乾草を除くセミコンプリートフィードの混合・調製は、各期とも給与直前に行った。セミコンプリートフィードは、搾乳後の10時、17時の2回、ルーサン乾草とオーツ乾草は7時、12時、17時の3回給与した。水はウォーターカップからの自由摂取とし、鈹塩も自由摂取とした。

なお、搾乳は、パイプラインミルク車で、6時と16時の2回行った。

【試験2】

試験2における試験区・対照区の給与飼料の組成を表5に示した。また、給与飼料の一般成分と原物中養分量を表6に示した。なお、ここで用いた焼酎粕乾燥脱水ケーキは、前報(中尾他2002a)と同様にして製造したものである。

次に、日本飼料標準・乳牛(1999年版)に従い、体重650kg、乳量30kg、乳脂率3.6%の養分要求量を満たすように飼料給与量を算出し、給与した。なお、給与飼料は、粗飼料と濃厚飼料は4:6になるように設定した。

給与方法は、イタリアンライグラスロールペールサイレージ主体のセミコンプリートフィードとした。なお、ルーサン乾草は別に給与した。また、イタリアンライグラスサイレージは、種子島実業高校で栽培し、調製したものである。

試験区では、焼酎粕乾燥脱水ケーキが7日目で1頭当たりの給与量が1.0kgになるように徐々に増やした。乾燥脱水ケーキは、セミコンプリート

フィードの材料として用いて、1日量を朝夕2回に等分し、搾乳後に給与した。また、対照区の場合も、乾燥脱水ケーキを7日目で0kgになるように徐々に減らした。なお、試験1の場合と同様に、飼料からの移行臭を考慮し、乾燥脱水ケーキは、他飼料や搾乳室とは別棟に保管した。ルーサン乾草を除くセミコンプリートフィードの混合・調製は、各期とも給与直前に行い、また、イタリアンライグラスサイレージは、カッターで3cmに切断した。セミコンプリートフィードは、搾乳後の8時30分、18時の2回、ルーサン乾草は7時、12時、17時の3回給与した。水はウォーターカップからの自由摂取とし、鈹塩も自由摂取とした。

なお、搾乳は、パイプラインミルク車で、5時30分と17時の2回行った。

4. 調査項目および方法

1) 飼料摂取量

朝7時に残飼量を計量し、飼料摂取量を算出した。

2) 牛舎内の温度および湿度

床面より1.5mの高さに設置した温湿度計により、最高および最低の温湿度を7時に測定した。

3) 乳量

各試験区とも夕・朝を1日量とし、12日目の夕から15日目の朝まで3日間計量した。なお、計量は分流式乳量計を用いて行った。

表 5. 給与飼料の配合割合及び養分値 (試験 2) (種子島実業高校)

| | 対照区 | | 試験区 | |
|---------------|---------|---------|---------|---------|
| | 原物量(kg) | 乾物割合(%) | 原物量(kg) | 乾物割合(%) |
| 配合飼料 | 8.20 | 34.5 | 7.93 | 33.1 |
| コーンミックス | 1.60 | 6.6 | 1.33 | 5.5 |
| ビートパルプ | 1.60 | 6.6 | 1.33 | 5.5 |
| 綿実 | 2.00 | 8.8 | 2.00 | 8.7 |
| 皮付き圧ベン大麦 | 1.33 | 5.6 | 1.33 | 5.6 |
| 焼酎粕乾燥脱水ケーキ | 0.00 | 0.0 | 1.00 | 4.3 |
| イタリアンロールサイレージ | 9.00 | 18.3 | 9.00 | 18.1 |
| ルーサン乾草 | 4.50 | 19.0 | 4.50 | 18.8 |
| 第 3 リン酸カルシウム | 0.10 | 0.5 | 0.10 | 0.5 |
| 原物量 | 28.33 | | 28.52 | |
| 乾物量 | 20.89 | | 21.09 | |
| 可消化養分総量 | 15.35 | 73.5 | 15.37 | 72.9 |
| 粗タンパク質 | 3.44 | 16.4 | 3.55 | 16.8 |

配合飼料中に、ハイキューブが12%含まれる

表 6. 給与飼料の一般成分と原物中養分量 (試験 2) (種子島実業高校)

| | 配合飼料 | コーン ミックス | イタリアン ロール | ルーサン乾草 | 焼酎粕乾燥 脱水ケーキ |
|-----------|-------|-------------|--------------|--------|----------------|
| 粗タンパク質 | 16.20 | 7.50 | 4.16 | 19.85 | 21.70 |
| 粗脂肪 | 3.70 | 3.20 | 1.24 | 1.48 | 2.90 |
| 粗繊維 | 9.60 | 3.70 | 15.01 | 24.17 | 11.60 |
| 粗灰分 | 5.70 | 2.10 | 5.87 | 10.23 | 3.80 |
| 可溶無窒素物 | 52.80 | 70.00 | 16.22 | 32.46 | 51.10 |
| 乾物 | 88.00 | 13.50 | 57.50 | 11.81 | 8.90 |
| Ca | 0.56 | 0.09 | 0.23 | 1.01 | 0.70 |
| P | 0.38 | 0.25 | 0.13 | 0.33 | 0.29 |
| 可消化粗タンパク質 | 14.00 | 6.70 | 2.50 | 15.50 | 13.00 |
| 可消化養分総量 | 71.00 | 78.10 | 25.50 | 52.10 | 60.15 |
| NDF | 23.60 | 12.20 | 26.08 | 36.47 | 52.16 |
| ADF | 13.50 | 5.40 | 17.14 | 29.10 | 39.97 |

4) 乳質

乳成分は、12日目の夕から15日目の朝までの乳量計量時に生乳を採取し、社団法人宮崎県生乳検査協会に分析を依頼した。測定項目は、乳脂率、無脂乳固形分率、乳蛋白質率、乳糖率、体細胞数の5項目であり、1日分のそれぞれの値は、夕・朝の分析値を加重平均して求めた。なお、FCM(乳脂率4%の脂肪補正乳)は、次の式より算出した。

$$FCM=0.4 \times M(\text{乳量}) + 15F(\text{乳脂量})$$

5) 臭気成分

12日目の夕から15日目の朝までのそれぞれ3日間の搾乳牛全体の生乳を臭気成分分析の試料とした。採取した牛乳は、分析に供するまで冷凍保存(-20℃)した。臭気成分の分析は、Ott *et al.* (1999)の方法により、ヘッドスペースガスクロマトグラフィーで行った。すなわち、牛乳および焼酎粕(上清)に内部標準物質を加えてこれをヘッドスペースの部分に注入し、加熱により揮発性の物質を直接カラムに導入し、分析した。ここで用いた焼酎粕上清は焼酎を蒸留後の間もない粕を約

3000 rpmで遠心分離した上清液である。内部標準物質としてはアセトン、2-ブタノン、エタノールを用いた。これらの化合物は、もともと牛乳中に含まれているので、これらを牛乳に添加して、添加しないものと比較測定する方法で定量した。

6) 官能検査

(1) 供試試料

官能検査は、試験1の牛乳についてのみ実施した。試験2では、夏休みに入りパネルが揃わなかった。供試試料は、各期それぞれ14日目の夕および15日目の朝の牛乳を混合したものをを用いた。採取した牛乳は、65℃、30分加熱殺菌し、検査に供するまで4℃で冷蔵保存した。なお、本試験全体の対照として、同時に、市販の牛乳を供試した。検査に用いた牛乳の乳成分は以下の通りである。

I期(対照区), 乳脂率3.51%, 無脂乳固形分率8.36%

II期(試験区), 乳脂率3.47%, 無脂乳固形分率8.29%

III期(対照区), 乳脂率3.64%, 無脂乳固形分率8.34%

市販乳(同一メーカーの牛乳), 乳脂率3.6%以上, 無脂固形分率8.3%以上

(2) 検査方法

官能検査は、市販乳を対照にして、香りと味の2項目について、2点嗜好試験法(1999)で採点を行った。パネルは17~18歳の高校生(種子島実業高校)で、I期では76名(男子37名, 女子39名), II期では110名(男子36名, 女子74名), III期では78名(男子39名, 女子39名)であった。なお、牛乳が飲めない高校生はパネルからあらかじめ外して実施した。また、検査結果の統計処理に当たっては、男女とも試験区・対照区のパネルが同一人物となるように抽出した後に実施した。検査は、普通の実験室内で、以下の手順により行った。3桁の乱数でラベルしたコップに供試乳を約50 ml入れ、サンプルの配置はランダムにして、右から左の順に検査した。2点嗜好試験法は、I期及びIII期では市販乳と対照区乳の2点、II期では市販乳と試験区乳の2点で行った。採点は、香りと味について、1(かなり嫌い), 2(嫌い), 3(少し嫌い), 4(普通), 5(少し好き), 6(好き), 7(かなり好き)の7段階の嗜好性スコア法で評価した。

7) 統計処理

官能検査以外のデータの平均値の有意差検定はt分布検定法により行った。統計処理には、統計解析ソフト「統計JSTAT 6.7 (Copyright©, 1998)」を用いた。

結果および考察

1. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与牛の飼料摂取量

本試験では、既述のように、濃厚飼料とサイレージを混合したセミコンプリートフィード方式により規定量を給与した。これとは別にルーサン乾草およびオーツ乾草(自由摂取)を給与した。試験1および試験2において、試験区・対照区ともにセミコンプリートフィードは規定量(養分要求量)を摂取し、各乾草の摂取量もほぼ同量で、規定量(養分要求量)を摂取した。したがって、全体として、試験区・対照区間の乾物摂取量および養分摂取量に差はないと考えられた。

2. 試験牛舎内の温度および湿度

試験1における牛舎内の温度と湿度を表7に示した。試験期間が5月から7月はじめまでで、I期(対照区)では、平均最低温度は19.3℃、平均最高温度は26.3℃であった。また、平均湿度は、58.1~84.4%であった。II期(試験区)では、平均気温はI期よりも2~3℃高めとなった。平均最低湿度は、I期よりも15%ほど高くなった。平均最高湿度も、I期よりも少し高めとなった。III期では、平均最低温度がI期の最高温度レベルになり、最高温度は30℃を越えた。湿度は、II期とそれほど違わなかった。

試験2における牛舎内の温度と湿度は表8に示した。試験期間が7月から9月までで、I期(試験区)では、平均最低温度は25.8℃、平均最高温度は34.2℃であった。また、平均湿度は、64.8~86.8%であった。II期(対照区)では、平均気温も平均湿度もI期とほぼ同じであった。III期(試験区)では、平均最低温度はI期およびII期とほぼ同じであったが、平均最高温度は、9月に入り30.0℃まで下がった。湿度は、I期およびII期とそれほど違わなかった。

3. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与牛の乳量および乳質

本試験では、泌乳最盛期を過ぎた乳牛を供試しているため、一般的に考えれば、乳量は日々に漸次低下傾向を示すはずである。しかし、試験1(表9)では、II期の試験区の乳量はI期の対照区よりもやや高めであった。そして、III期の対照区の乳量はII期の試験区よりも12.5%も低下した。この点、試験2(表10)では、I期の試験区

の乳量はII期の対照区よりも少々高めで推移し、III期の試験区では、低下せず、これも対照区よりも少々高めで推移した。

また、試験1(表9)では、乳脂肪、乳タンパク質、無脂固形分の生産量も、I期(対照区)よりもII期(試験区)がやや高めに推移したにもかかわらず、III期(対照区)では、それらはすべて、10%以上急に低下した。乳成分、すなわち、乳質はほとんど変わらないので、乳量の低下がそのままこれらの各成分の生産量に響いた形となっている。これに対して、試験2(表10)でのこれらの成分の生産量は、あまり変わらず、III期の試験区でもやや高めに推移した。これらの点から、焼酎粕乾燥脱水ケーキの給与は、乳量をやや高める傾向があると考えられた。

他方、体細胞数は、試験1(表9)では、I期の対照区がII期の試験区の2倍以上の数値(27.31)を示したが、試験2(表10)では、III期の試験区でも30.7という数値が出ているので、これには、焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与は影響していないと判断された。

表7. 牛舎内の温度と湿度(試験1)
(種子島実業高校)

| | 対照区 I期 | 試験区 II期 | 対照区 III期 |
|-----------|-----------|------------|-------------|
| 平均最低温度(℃) | 19.3 | 21.8 | 26.0 |
| 平均最高温度(℃) | 26.3 | 28.4 | 32.0 |
| 平均最低湿度(%) | 58.1 | 73.6 | 71.0 |
| 平均最高湿度(%) | 84.4 | 88.4 | 88.5 |

試験期間: 2001年5月22日~7月2日

表8. 牛舎内の温度と湿度(試験2)
(種子島実業高校)

| | 対照区 I期 | 試験区 II期 | 対照区 III期 |
|---------|-----------|------------|-------------|
| 最低温度(℃) | 25.8 | 25.8 | 24.5 |
| 最高温度(℃) | 34.2 | 33.5 | 30.0 |
| 最低湿度(%) | 64.8 | 66.8 | 73.7 |
| 最高湿度(%) | 86.8 | 85.1 | 86.3 |

試験期間: 2001年7月15日~9月10日

4. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与が牛乳の香気成分に及ぼす影響

本試験では、焼酎粕乾燥脱水ケーキを給与した乳牛の試験(試験1および試験2)で採取した牛乳の香気成分に影響する臭気成分として、アセトン、エタノールおよび2-ブタノン定量した。こ

表9. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与乳牛の乳量および乳質(試験1)

| 項目 | | 対照区 I期 | 試験区 II期 | 対照区 III期 |
|----------|---------|---------------|---------------|---------------|
| 乳量 | (kg) | 36.50±2.94 | 36.95±2.05 | 32.83±2.24 |
| FCM乳量 | (kg) | 33.47±1.26 | 34.27±1.22 | 30.60±1.56 |
| 乳脂肪生産量 | (g) | 1,257.9±35.5 | 1,299.2±41.4 | 1,164.7±47.7 |
| 乳蛋白質生産量 | (g) | 1,039.0±50.7 | 1,065.5±45.7 | 941.8±49.8 |
| 無脂固形分生産量 | (g) | 3,025.6±161.2 | 3,077.5±157.2 | 2,769.8±176.4 |
| 乳成分 | | | | |
| 乳脂率 | (%) | 3.50±0.16 | 3.58±0.18 | 3.60±0.14 |
| 乳蛋白率 | (%) | 2.86±0.08 | 2.90±0.07 | 2.89±0.06 |
| 乳糖率 | (%) | 4.44±0.04 | 4.44±0.04 | 4.57±0.04 |
| 無脂固形分率 | (%) | 8.31±0.10 | 8.35±0.09 | 8.46±0.07 |
| 体細胞数 | (万個/ml) | 27.31±17.80 | 13.00±7.50 | 7.70±3.10 |

対照区はI期、II期の平均値、平均値±標準誤差

表10. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与乳牛の乳量および乳質（試験2）

| 項目 | | 対照区 I期 | 試験区 II期 | 対照区 III期 |
|---------|---------|---------------|---------------|---------------|
| 乳量 | (kg) | 33.05±1.99 | 32.90±1.84 | 32.96±2.32 |
| FCM乳量 | (kg) | 30.25±1.46 | 30.61±1.36 | 31.05±1.76 |
| 乳脂肪生産量 | (g) | 1,135.5±45.8 | 1,163.1±42.1 | 1,191.2±57.0 |
| 乳蛋白質生産量 | (g) | 963.5±50.0 | 988.8±48.4 | 998.2±66.7 |
| 無脂固形生産量 | (g) | 2,766.8±161.5 | 2,776.8±150.1 | 2,782.1±199.4 |
| 乳成分 | | | | |
| 乳脂率 | (%) | 3.46±0.09 | 3.56±0.08 | 3.65±0.11 |
| 乳蛋白率 | (%) | 2.93±0.06 | 3.01±0.07 | 3.04±0.07 |
| 乳糖率 | (%) | 4.45±0.03 | 4.43±0.04 | 4.40±0.04 |
| 無脂固形分率 | (%) | 8.38±0.08 | 8.45±0.09 | 8.44±0.09 |
| 体細胞数 | (万個/ml) | 17.2±6.2 | 19.7±9.0 | 30.7±18.8 |

対照区はI期, II期の平均値, 平均値±標準誤差

表11. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与乳牛の生乳中の臭気成分（試験1）（種子島実業高校）

| | アセトン mg/l | エタノール mg/l | 2-ブタノン mg/l |
|----------------------|--------------|---------------|----------------|
| 対照区 | 1.00±0.06 | 0.97±0.12 | 0.38±0.16 |
| 試験区 | 1.43±0.28 | 1.00±0.10 | 0.24±0.10 |
| 焼酎粕上清中 ^{a)} | 1.5 | 238 | 0.14 |

数値は, 各区3日間の平均値と標準誤差で示す

^{a)}参考として焼酎粕上清液中の分析値を掲載

表12. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与乳牛の生乳中の臭気成分（試験2）（種子島実業高校）

| | アセトン mg/l | エタノール mg/l | 2-ブタノン mg/l |
|----------------------|--------------|---------------|----------------|
| 対照区 | 1.13±0.18 | 1.53±0.26 | 0.19±0.08 |
| 試験区 | 1.63±0.19 | 1.37±0.12 | 0.05±0.00 |
| 焼酎粕上清中 ^{a)} | 1.5 | 238 | 0.14 |

数値は, 各区3日間の平均値と標準誤差で示す

^{a)}参考として焼酎粕上清液中の分析値を掲載

これらの物質は, 焼酎粕の抽出画分についても定量した。

その結果, 表11（試験1）および表12（試験2）に示したように, いずれの成分も, 試験1・試験2ともに, 試験区・対照区間に香気に影響すると考えられるほどの数値の差が認められなかった。焼酎粕の抽出物中には, アセトンや2-ブタノンはほとんど含まれていなかったが, エタノールが

桁違いに多量に含まれていた。しかし, この焼酎粕を給与した牛の乳中では, エタノールは対照区のそれと変わらなかった。牛乳中にはこの3種の臭気成分の他にもう一つの未知のピークが認められたが, この物質は定量できなかった。しかし, ピークの高さから判断して, この物質にも試験区・対照区間の差はほとんど認められなかった。

他方, 焼酎粕自体からは12種のピークが検出された。しかし, 牛乳より検出されたピークは4種のみで, 4種とも通常牛乳に含まれる成分であり, 焼酎粕由来の揮発成分が牛乳に移行した証拠は何も得られなかった。以上のように, 牛乳と焼酎粕の成分パターンは明らかに異なっており, 試験区の牛乳に対する焼酎粕の影響は見られなかった。

5. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与牛の乳の官能検査結果

方法の項に記したように, 官能検査は, 市販乳を比較のための乳とし, 17~18歳の高校生（種子島実業高校）をパネルとして, 香りと味の2項目について, 2点嗜好性スコア法で採点を行った。つまり, 対照区の乳の官能検査の場合は, 市販乳と対照区の乳（対照乳）の2つのコップを3桁の乱数でラベルしてパネルの前に置き, 試験してもらってどちらの香りや味が好きかを問うものであった。また, 試験区の乳の検査の場合は, 市販乳と試験区の乳（試験乳）の2つのコップをおいて, 同様に問うものである。その結果, 表13に示した

表13. 焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与乳牛の乳の官能検査結果（試験1）^{a)}（種子島実業高校）

| | 週当牛乳 飲用日数 | 香り ^{b)} | | | 香りの判定数 ^{c)} | | |
|-----|--------------|------------------|---------|---------|----------------------|-----|-----|
| | | 市販乳 | 対照乳 | 試験乳 | 市販乳 | 対照乳 | 試験乳 |
| 対照区 | 2.9 | 4.0±1.4 | 4.2±1.1 | | 33 | 40 | |
| 試験区 | 2.9 | 4.1±1.7 | | 4.2±1.2 | 37 | | 36 |
| | | 味 ^{b)} | | | 味の判定数 ^{c)} | | |
| | | 市販乳 | 対照乳 | 試験乳 | 市販乳 | 対照乳 | 試験乳 |
| 対照区 | | 4.5±1.5 | 4.5±1.3 | | 36 | 37 | |
| 試験区 | | 4.5±1.6 | | 4.3±1.3 | 44 | | 29 |

^{a)}全パネルのうち、両区とも同一人物となるようにパネルを抽出し、男子35名、女子38名、合計73名について統計処理をした。

市販乳は同一メーカーの牛乳で、乳脂率3.6%以上、無脂乳固形分率8.3%以上と表示されていた。

対照区はⅢ期の乳で、対照乳（最終日の乳）と称し、乳脂率3.64%、無脂固形分率8.34%であった。

試験区はⅡ期の乳で、試験乳（最終日の乳）と称し、乳脂率3.47%、無脂固形分率8.29%であった。

^{b)}香りと味の嗜好性スコアは、1（かなり嫌い）～7（かなり好き）の7段階で、数値は、
平均値±標準誤差

^{c)}判定数は好きな方を選んだ人の数

ように、香りの嗜好性スコアは対照乳も試験乳も4.2で市販乳よりも少し高かった。そして、香りの判定数では、対照乳は市販乳よりも高く、試験乳は市販乳とほぼ同数であった。このように、香りについては、焼酎粕乾燥脱水ケーキ給与乳牛の乳でも普通と変わらないと考えられた。

味の嗜好性スコアは、対照乳では市販乳と同じであったが、試験乳は市販乳より少し低めであった。しかし、同じ4レベルであった。味の判定数は、対照乳は37人で市販乳の36人ほぼと同じであったが、試験乳は29人で、市販乳の44人に比べてかなり低かった。この点は、この日の試験乳の乳脂率がやや低めであったことが、多少影響しているかもしれないが、逆に、29人は試験乳が好きだと言っているのだから、好みの差と見て良いと思われる。統計的には、各区の判定数間に有意差はなかった。

以上の結果から、焼酎粕乾燥脱水ケーキを乳牛に給与しても、乳の香りや味には影響を与えないと結論できる。

要約

本研究では、焼酎粕乾燥脱水ケーキを乳牛に給与した場合の乳量、乳質、乳の香り成分や風味に及ぼす影響を検討する目的でフィールド試験を2回実施し、以下の結果を得た。1) 焼酎粕乾燥脱水ケーキを給与しても、飼料摂取量には影響が見られなかった。2) 乾燥脱水ケーキを給与すると、乳量が少し増加する傾向が見られた。しかし、乳

質には顕著な差は見られなかった。3) 乾燥脱水ケーキを給与しても、乳の香り成分は影響を受けなかった。4) 乾燥脱水ケーキを給与した乳牛の乳の官能検査の結果、乾燥脱水ケーキが乳の香りや味には影響を与えないと考えられた。

キーワード：焼酎粕乾燥脱水ケーキ、乳牛、乳量、乳質、風味

謝辞

本研究は、平成11年度～13年度の文部科学省科学研究費地域連携推進研究費として、4,900万円の配分を受けて実施したものの一部である。記して、謝意を表す。また、こころよく焼酎粕（乾燥脱水ケーキ）を御提供いただいた霧島酒造株式会社（宮崎県都城市）に深謝する。さらに、本研究の趣旨に御理解と御賛同を賜り、供試牛を御提供頂いた鹿児島県立種子島実業高校に深甚の謝意を表す。

引用文献

川村 修・小野寺良次・長谷川信美・片山英美・兼俵由次郎・新美光弘・稲澤 昭・奥田道緒・横山三千男・増田慶信・郡 義博（1997）サイレージ調製による焼酎粕の飼料の利用—そば焼酎粕と稲わらを材料としたサイレージについて—。宮崎大学農学部研究報告 44, 93-97.

- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征欧・長谷川信美・堀井洋一郎・藤代 剛・駒谷謙司・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・林 国興・中島一喜・山内 清・六車三治男・森下敏朗・林綾子・田原秀隆・高橋勝南 (2001 a) 焼酎粕ペレット飼料が離乳期子豚の成長および健康に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 48, 1-15.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征欧・長谷川信美・山内 清・六車三治男・堀井洋一郎・藤代 剛・林 国興・森下敏朗・林綾子・田原秀隆・高橋勝南・竹之山慎一・上島良介・目和典・堤 孝彦・駒谷謙司・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・佐藤玲史・高橋信也 (2001 b) 焼酎粕ペレット飼料が肉用豚の成長, 健康および肉質に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 48, 17-38.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征欧・堀井洋一郎・山内 清・六車三治男・長谷川信美・藤代 剛・林 国興・森下敏朗・林綾子・田原秀隆・高橋勝南 (2001 c) 焼酎粕ペレット飼料が繁殖豚の健康, 同腹仔数, 分娩子豚の生存率に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 48, 39-47.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征欧・柏原 浩・長谷川信美・堀井洋一郎・藤代 剛・山内 清・六車三治男・置本宗康・河野謙宗・北爪 惣・林 国興・森下敏朗・林綾子・田原秀隆・高橋勝南 (2002 a) 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の成長, 健康, 行動および肉質に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 49, 1-21.
- 中尾信雄・小野寺良次・稲澤 昭・別納征欧・柏原 浩・長谷川信美・堀井洋一郎・藤代 剛・山内 清・六車三治男・高橋俊浩・森田哲夫・目和典・堤 孝彦・佐藤玲史・高橋信也・林国興・森下敏朗・林綾子・田原秀隆・高橋勝南 (2002 b) 焼酎粕が哺乳子牛 (交雑種) の健康および成長に及ぼす影響 (フィールド試験). 宮崎大学農学部研究報告 49, 23-30.
- 小野寺良次・稲澤 昭・奥田道緒・森下敏朗・河野幹雄・長谷川信美・片山英美・横山三千男・増田慶信・郡 義博 (1997) エクストルーダーによる焼酎粕ペレット飼料 (牛用) の製造に関する研究. 宮崎大学農学部研究報告 44, 45-53.
- 小野寺良次・稲澤 昭・駒谷謙司・奥田道緒・森下敏朗・河野幹雄・川村 修・長谷川信美・片山英美・藤代 剛・矢野光紘・萩原昭英・山下實・甲斐孝憲 (1998) エクストルーダーによる実用的焼酎粕ペレット飼料 (牛用) の製造技術と飼料成分および嗜好性. 宮崎大学農学部研究報告 45, 77-85.
- 小野寺良次・長谷川信美・藤代 剛・稲澤 昭・駒谷謙司・六車三治男・山内 清・竹之山慎一・森下敏朗・矢野光紘・山下 實・高橋勝南 (2000) 焼酎粕ペレット飼料が肉用牛の肥育および肉質に及ぼす影響 (予備試験). 宮崎大学農学部研究報告 47, 1-11.
- 小野寺良次・川村 修・稲澤 昭・泉 俊雄・奥田道緒・片山英美・横山三千男 (1997) 麦焼酎粕, ミカンおよびニンジンのジュース粕を材料とするサイレージの調製. 宮崎大学農学部研究報告 43, 145-150.
- 小野寺良次・ナジムデイン モハマド・ロキブル イスラム カーン・河上雅治・稲澤 昭・奥田道緒・森下敏朗・河野幹雄・川村 修・長谷川信美・片山英美・藤代 剛・矢野光紘・萩原昭英・山下 實・甲斐孝憲 (1998) 焼酎粕がルーメン微生物による必須アミノ酸合成量に及ぼす影響. 宮崎大学農学部研究報告 45, 87-92.
- Ott, A., J-E. Germond, M. Baumgartner, A. Chaintreau (1999) Aroma comparisons of traditional and mild yogurts: Headspace gas chromatography quantification of volatile and origin of α -diketones. *J. Agric. Food. Chem.* 47, 2379-2385.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1999) 日本飼養標準・乳牛 (1999年版), 中央畜産会, 東京
- 日本フードスペシャリスト協会編 (1999), 2点嗜好試験法 食品の官能評価・鑑別演習. p.12-15. 建邦社, 東京