

周産期乳牛へのプロピオン酸菌製剤の投与が乳生産, 第一胃発酵, 血液性状に及ぼす影響

生田 健太郎*・増子孝則**・吉田愛美**・世良健司**・小原嘉昭**

要 約

周産期乳牛へのプロピオン酸菌製剤(以下PBと呼ぶ)の投与効果を確認するため, 初妊牛, 経産牛をそれぞれ6頭ずつ供試し, 分娩予定日の21日前から分娩後28日までの間, 1日1頭あたり10gのPBを(プロピオン酸菌量 2×10^{11} cfuを含有)飼料添加する投与区と無投与の対照区へそれぞれ初妊牛と経産牛を3頭ずつ配置し, 分娩後12週まで飼養試験を行った結果, 以下の実験結果が得られた.

- 1 乾物摂取量(DMI)は初妊牛で分娩前に投与区が有意に多かった.
- 2 乳量は両間区に差は見られなかった. 乳脂率は初妊牛で12週に投与区が有意に低く, 経産牛で8週に投与区が有意に高かった. 乳蛋白質率は経産牛で6週に投与区が有意に高かった. 無脂固形分率は経産牛で2, 4, 6週に投与区が有意に高かった.
- 3 体重は初妊牛で8, 12週に投与区が有意に多かった. ボディ・コンディション・スコアは経産牛で分娩後に投与区が早く回復した.
- 4 第一胃液アンモニア態窒素濃度は初妊牛で分娩後6週に投与区が有意に低かった.
- 5 血液性状では, 供試牛全体でカルシウム(Ca)濃度と α アミノ態窒素濃度は分娩予定1週前に, アルブミンは分娩後2週にそれぞれ投与区が有意に高かった. また, 経産牛で総蛋白質は分娩後4, 6, 8週に投与区が有意に高かった.

以上の結果から, 周産期乳牛へのPB投与は初妊牛のDMIを高め, Caと蛋白質の代謝に影響し, 乳牛の代謝活性を高める可能性があることが示唆された.

Effects of Supplementation of Propionibacteria to Periparturient Dairy Cows on Milk Production, Rumen Fermentation and Blood Metabolites

Kentaro IKUTA, Takanori MASHIKO, Manami YOSHIDA, Kenji SERA and Yoshiaki OBARA

Summary

This experiment was conducted to determine the effects of supplementation of *Propionibacterium freudenreihii* agent (PB) on milk production, rumen fermentation and blood properties in periparturient dairy cows. Six primiparous and 6 multiparous cows were divided into two experimental groups: cows fed 1) a regular control diet (group C; n=6), or 2) the regular control diet supplemented with 10 g/d of PB including 2×10^{11} cfu/d of *Propionibacterium freudenreihii* (group T; n=6) from 21 d before anticipated calving to 28 d after calving. The experiment was conducted from 3 wk before anticipated calving to 12

2012年8月31日受理

*兵庫県立農林水産技術総合センター淡路農業技術センター

** (株) 明治飼糧

wk after calving. The following results were obtained:

- (1) Dry matter intake (DMI) was significantly higher for primiparous cows in group T than in group C during the prepartum period.
- (2) There was no significant difference in milk yield between the two groups. The milk fat percentage was significantly lower for primiparous cows in group T than for those in group C at 12 wk after calving, and it was significantly higher for multiparous cows in group T than for those in group C at 8 wk after calving. The milk protein percentage was significantly higher for multiparous cows in group T than for those in group C at 6 wk after calving. The milk solid non-fat percentage was significantly higher for multiparous cows in group T than in group C at 2, 4 and 6 wk after calving.
- (3) Body weight was significantly higher for primiparous cows in group T than for those in group C at 8 and 12 wk after calving. Body condition score recovered faster for cows in group T than in group C after calving.
- (4) Ruminal ammonia-N concentration was significantly lower for primiparous cows in group T than in group C at 6 wk after calving.
- (5) Serum calcium and α -amino N levels were significantly higher for cows in group T than in group C at 1 wk before anticipated calving. Serum albumin level was significantly higher for cows in group T than in group C at 2 wk after calving. Serum total protein level was significantly higher for multiparous cows in group T than in group C at 4, 6 and 8 wk after calving.

These results suggest that the PB supplementation increased DMI in primiparous cows, and affected the metabolites of Ca and protein levels. Thus, the PB supplementation enhanced the metabolic activities of dairy cows.

キーワード：乳牛，周産期，プロピオン酸菌

緒言

周産期の乳牛では飼料の摂取量や内容が大きく変わるため、第一胃内環境が不安定になりやすく、そのことがこの時期に病気が多発する素因になっている^{3,8)}。第一胃内環境の安定化にはアシドーシスを防止する重曹などの化学物質、セルラーゼなどの繊維分解酵素および乳酸菌や酵母を主体とする微生物製剤やそれらの混合物が飼料添加物として市販されており、周産期における投与効果についていくつかの報告がなされている^{6,7)}。

プロピオン酸菌はグラム陽性の通性嫌気性菌で、糖や有機酸からプロピオン酸を生成する細菌で、ルーメン内に生息するほか、チーズのスターターとしても利

用されている⁴⁾。海外ではすでにプロピオン酸菌製剤の乳牛への投与効果が報告⁹⁻¹¹⁾されているが、わが国での活用事例は未だ報告されていない。そこで、国内で新しく開発したチーズのスターター由来のプロピオン酸菌製剤(PB)の効果を試験するため、周産期の乳牛にPBを投与して、分娩前後の乾物摂取量(DMI)、乳生産、第一胃発酵および血液性状に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

1 供試牛と処理区分

淡路農業技術センターで繋養するホルスタイン種乳用牛のうち、2009年4月から同年10月に分娩予定の初妊牛6頭、経産牛(1~2産)6頭、計12頭を供試

した。

試験には，分娩予定日の21日前から分娩後28日までの間，PBを10g/日/頭（プロピオン酸菌量 2×10^{11} cfuを含有）飼料添加により投与する投与区と，無投与の対照区を設け，両区に初妊牛と経産牛をそれぞれ3頭ずつ計6頭を配置した。

2 飼養管理状況

供試牛はコンフォート型タイストール牛舎に繋留し，給餌は8時30分と15時30分から，搾乳は8時と16時30分からそれぞれ1日2回行った。

乾乳期間中，初妊牛に対しては日量でビートパルプ3kg，2種類（クレインとイタリアンライグラスまたはオーツ）の乾草5～7kg，乾乳期用配合飼料3～4kgを給与した。経産牛に対してもビートパルプと乾乳期用配合飼料を初妊牛と同量給与し，2種類の乾草7～9kgを給与した。分娩後は1週間かけて乾乳期飼料から完全混合飼料（TMR）に切り替え，その後は各供試牛の摂取量を見ながら増量し，給与量の10%程度の残飼量が出るように給与量を決定し，1日2回（朝：夕=4：6）に分けて給与した。

3 調査項目と測定方法

（1）飼料摂取状況

給与量と残飼量は朝夕の給与ごとに計量した。残飼量が多い場合はサンプルを採取し，100℃18時間の熱風乾燥により残飼の乾物率を測定した。

（2）乳生産

乳量は朝夕の搾乳毎にミルクメーター（Fシリーズ，ツルテスト・ディストリビューター社製，ニュージーランド）により計測した。

乳成分は分娩2，4，6，8，12週後にミルクメーターのサンプラーを介して乳汁検体を採取し，近畿生乳販連生乳検査所の多成分赤外線分析装置（コンビフォスTMFC，フォス社製，デンマーク）にて一般乳成分率と体細胞数の分析を行った。各乳成分率と体細胞数は朝夕の乳量比によって加重平均した。なお，体細胞数はリニアスコアに換算した後，統計処理に供した。

（3）体重およびボディ・コンディション・スコア（BCS）

体重は分娩予定の3および1週間前，分娩日，分娩2，4，6，8，12週後に牛衡器で計測した。同時にEdmonsonら¹³⁾の方法によりBCSを評価した。

（4）第一胃発酵

第一胃液は分娩予定の3および1週間前，分娩後2，4，

6，8，12週の朝の飼料給与から4時間後に経口式胃汁採取器（ルミナー：富士平工業，東京）を用いて採取した。

pHは採取直後にガラス電極法（pHメーターYUSB-01/PH：山形東亜DKK，山形）で測定した。アンモニア態窒素濃度は二重ガーゼで濾過した胃液を凍結保存し，水蒸気蒸留法によって測定した。揮発性脂肪酸（VFA）は濾過胃液2.5mlを24%メタリン酸0.5mlと混和後，18時間室温放置し，冷却遠心（4℃，3000回転/分，30分間）によって得られた上清液を凍結保存した。測定時，上清液は融解後，水系0.45μmのディスクフィルター（GLクロマトディスク25A：ジーエルサイエンス，東京）で濾過し，ガスクロマトグラフ（HITACHI-163型：日立製作所，東京）で測定した。

（5）血液性状

第一胃液の採取と同時にヘパリンナトリウム入り真空採血管を用いて頸静脈から採血した。採血後直ちに，ヘマトクリット値を測定するとともに，冷却遠心で血漿を分離し，総蛋白質（TP）は屈折法，血糖（Glu），アルブミン（Alb），尿素窒素（BUN），総コレステロール（TC），カルシウム（Ca），無機リン（iP），アスパラギン酸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）は乾式血液自動分析装置（富士ドライケム3030：富士写真フイルム，東京）で測定した。さらに，凍結血漿を用いて，βヒドロキシ酪酸（BHB）は酵素サイクリング法，遊離脂肪酸（NEFA）とαアミノ態窒素（AAN）は比色法により測定した。

（6）繁殖成績

両区ともそれぞれ初妊牛1頭については供卵牛として採卵を行った。また，投与区の経産牛1頭については繁殖に供さなかった。従って，繁殖供用頭数は対照区5頭，投与区4頭であった。

初回排卵から初回発情までは供卵牛と繁殖非供用牛も調査対象とした。さらに供卵牛については採卵のための過排卵処置に入る基準日となった発情を初回授精とした。

4 統計処理

採材時点ごとに投与区と対照区の等分散性を確認後，Student-t検定により平均値の差の検定を行った。危険率5%未満を有意差とし，10%未満は差の傾向があるとした。

結 果

1 乾物摂取量(DMI)

DMI は供試牛全体と経産牛では両区間に差は見られなかったが、初妊牛では分娩前に投与区が有意に多く(P<0.05), 分娩後も多い傾向にあった(表1)。

2 乳生産

(1) 乳量

供試期間中の平均日乳量は供試牛全体、初妊牛および経産牛のいずれにおいても両区間に差は見られなかった(表2)。

(2) 乳成分

供試牛全体では、2週に投与区の乳糖率が高い傾向にあった。初妊牛では、4週に投与区の乳脂率が低い傾向、12週に对照区(3.87%)に対し、3.30%で有意に低かった(P<0.05)。

経産牛の乳成分を表3に示す。乳脂率は4週に投与区が高い傾向、8週に有意に高かった(P<0.05)。乳蛋白質率は4、12週に投与区が高い傾向、6週に有意に高かった(P<0.05)。乳糖率は2週に投与区が高い傾向にあった。無脂固形分率は2、4、6週に投与区が有意に高く(P<0.05)、8、12週に高い傾向にあった。

体細胞数リニアスコアは供試牛全体、初妊牛および経産牛のいずれにおいても両区間に差は見られなかった。

表1. 乾物摂取量の比較

	(kg)		
	对照区	投与区	有意水準
分娩前			
供試牛全体	10.9 ± 1.9	11.2 ± 0.9	ns
初妊牛	9.2 ± 0.3	10.5 ± 0.3	P<0.05
経産牛	12.6 ± 0.4	12.0 ± 0.4	ns
分娩後			
供試牛全体	22.0 ± 4.8	23.5 ± 3.3	ns
初妊牛	18.2 ± 0.8	21.6 ± 2.0	P<0.10
経産牛	25.8 ± 3.7	25.3 ± 3.7	ns

平均値±標準偏差

ns:有意差なし

表2. 供試期間中の平均日乳量の比較

	(kg/日)		
	对照区	投与区	有意水準
供試牛全体	35.5 ± 6.9	35.0 ± 3.8	ns
初妊牛	30.7 ± 4.5	34.6 ± 4.8	ns
経産牛	40.2 ± 5.6	35.5 ± 3.7	ns

平均値±標準偏差

ns:有意差なし

表3. 経産牛における乳成分の週次別比較 (%)

項目	週次	对照区	投与区	有意水準
乳脂率	2週	5.19 ± 1.45	4.65 ± 0.06	ns
	4週	3.46 ± 0.31	3.91 ± 0.09	P<0.10
	6週	4.02 ± 0.72	3.76 ± 0.36	ns
	8週	3.37 ± 0.24	4.25 ± 0.35	P<0.05
	12週	4.13 ± 0.60	4.14 ± 0.68	ns
乳蛋白質率	2週	3.26 ± 0.10	3.37 ± 0.12	ns
	4週	2.86 ± 0.12	3.13 ± 0.14	P<0.10
	6週	2.78 ± 0.10	3.18 ± 0.14	P<0.05
	8週	2.94 ± 0.16	3.24 ± 0.19	ns
	12週	2.98 ± 0.09	3.43 ± 0.27	P<0.10
乳糖率	2週	4.26 ± 0.03	4.45 ± 0.13	P<0.10
	4週	4.49 ± 0.05	4.57 ± 0.06	ns
	6週	4.53 ± 0.02	4.56 ± 0.06	ns
	8週	4.54 ± 0.07	4.60 ± 0.05	ns
	12週	4.51 ± 0.08	4.55 ± 0.03	ns
無脂固形分率	2週	8.52 ± 0.09	8.83 ± 0.12	P<0.05
	4週	8.35 ± 0.07	8.70 ± 0.20	P<0.05
	6週	8.31 ± 0.11	8.74 ± 0.20	P<0.05
	8週	8.48 ± 0.20	8.84 ± 0.16	P<0.10
	12週	8.49 ± 0.12	8.98 ± 0.28	P<0.10

平均±標準偏差

ns:有意差なし

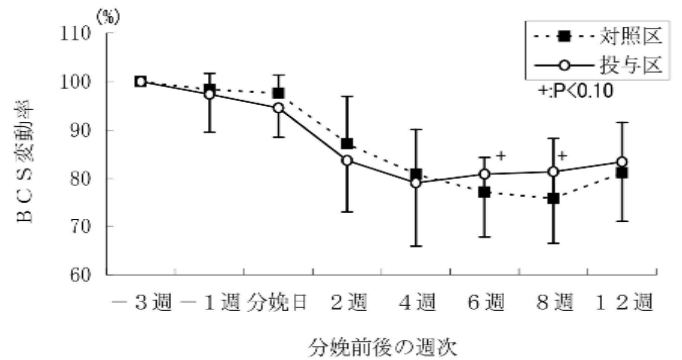


図1. ボディ・コンディション・スコア (BCS) 変動率の推移

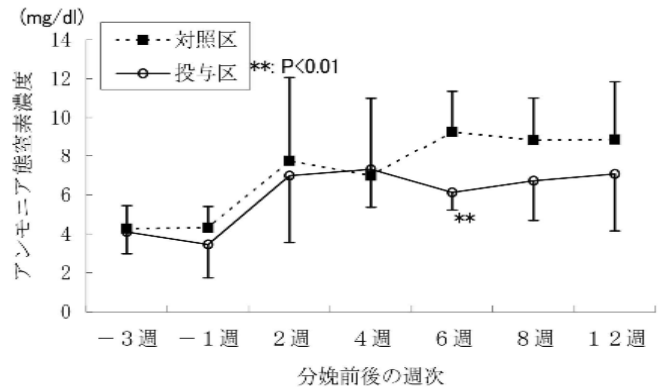


図2. 第一胃液アンモニア態窒素濃度の推移

表4. 分娩予定1週間および分娩後2週における血液成分の比較 (供試牛全体)

項目(単位)	分娩予定1週間		分娩後2週	
	対照区	投与区	対照区	投与区
ヘマトクリット(%)	31.2 ± 3.3	34.3 ± 1.5	30.7 ± 4.1	29.8 ± 2.8
総蛋白質(g/dl)	6.7 ± 0.5	7.0 ± 0.6	7.4 ± 0.6	7.9 ± 0.2
アルブミン(g/dl)	3.60 ± 0.07	3.73 ± 0.30	3.68 ^c ± 0.10	3.92 ^d ± 0.13
尿素窒素(mg/dl)	7.8 ± 3.2	7.8 ± 1.6	12.9 ± 3.1	11.9 ± 3.8
血糖(mg/dl)	67.4 ± 8.0	67.0 ± 3.7	51.7 ± 15.0	71.0 ± 24.8
総コレステロール(mg/dl)	54 ± 15	52 ± 16	87 ± 16	98 ± 24
無機リン(mg/dl)	5.1 ± 0.7	5.1 ± 0.7	5.1 ± 1.0	4.9 ± 0.9
カルシウム(mg/dl)	9.9 ^a ± 0.3	10.4 ^b ± 0.2	9.7 ± 0.6	10.2 ± 0.7
AST(IU/L)	64 ± 4	66 ± 8	116 ± 26	110 ± 9
GGT(IU/L)	30 ± 5	29 ± 3	44 ± 20	40 ± 6
βヒドロキシ酪酸(μmol/L)	490 ± 120	592 ± 42	1247 ± 1081	623 ± 187
遊離脂肪酸(μEq/L)	161 ± 61	162 ± 46	332 ± 114	341 ± 116
αアミノ態窒素(mgN/dl)	2.81 ^a ± 0.21	3.22 ^b ± 0.34	3.19 ± 0.51	3.36 ± 0.62

AST: アスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ、GGT: γグルタミルトランスペプチダーゼ

平均値±標準偏差

ab: P<0.05, cd: P<0.01

変動が見られ、分娩後8週に差の傾向が認められた。

4 第一胃発酵

pHは、供試牛全体では分娩後8週に、初妊牛では分娩後2週にそれぞれ投与区が高い傾向にあった。

総VFA濃度は、供試牛全体では分娩後8週に投与区が低い傾向にあり、初妊牛では分娩後2週に対照区(13.8 mmol/dl)に対し、投与区(10.9 mmol/dl)が有意に低かった(P<0.05)。VFA中のプロピオン酸割合は、供試牛全体の分娩後12週のみ投与区が高い傾向にあった。酢酸/プロピオン酸比は供試牛全体の分娩後12週のみ投与区が低い傾向にあった。

アンモニア態窒素濃度は供試牛全体では分娩後6週に投与区が有意に低くなり(P<0.01)、それ以降も投与区が低く推移した(図2)。初妊牛では分娩後2週に投与区が低い傾向、4週に高い傾向、6週に対照区(9.68 mg/dl)に対し、投与区(6.59 mg/dl)が有意に低かった(P<0.05)。

5 血液性状

供試牛全体では、分娩予定1週前にAANとCaが投与区で有意に高く(P<0.05)、分娩後2週にAlbが投与区で有意に高かった(P<0.01)(表4)。初妊牛では分娩後2週にヘマトクリットが投与区で低い傾向にあった。経産牛では分娩後4, 6, 8週に血清総蛋白質が投与区でそれぞれ有意に高かった(P<0.05)(表5)。

6 疾病発生状況

両区とも異常分娩や周産期疾病(乳熱, ケトーシス, 第四胃変位など)の発生はなかったが、産褥期の乳房炎が両区でそれぞれ2頭ずつ発症した。

7 繁殖成績

初回排卵, 初回発情, 初回授精, 空胎日数および授精回数はいずれも両区間に統計上の差は見られなかった(表6)。しかし、対照区では初回授精と空胎日

表5. 血清総蛋白質(TP)の比較(経産牛) (g/dl)

週次	対照区	投与区	有意水準
分娩予定3週間前	7.10 ± 0.61	7.20 ± 0.56	ns
分娩予定1週間前	6.43	7.50	例数不足
分娩後2週	7.03	7.90	例数不足
分娩後4週	7.33 ± 0.12	8.20 ± 0.17	P<0.01
分娩後6週	7.60 ± 0.20	8.37 ± 0.12	P<0.01
分娩後8週	7.87 ± 0.31	8.37 ± 0.06	P<0.05
分娩後12週	8.37 ± 0.55	8.10 ± 0.36	ns

平均±標準偏差

ns: 有意差なし

表6. 繁殖成績

	対照区	投与区	有意水準
供試頭数	6	6	
供卵牛	1	1	
繁殖供用牛	5	4	
受胎牛(受胎率)	3 (60%)	4 (100%)	
調査頭数	5	4	
初回排卵日数	31.8 ± 11.5	29.5 ± 11.1	ns
調査頭数	4	6	
初回発情日数	41.3 ± 18.8	41.0 ± 8.5	ns
調査頭数	5	5	
初回授精日数	135.2 ± 72.6	93.2 ± 31.0	ns
調査頭数	3	4	
空胎日数	256.7 ± 136.7	128.3 ± 62.6	ns
授精回数	2.0 ± 1.0	2.0 ± 0.8	

平均値±標準偏差

ns: 有意差なし

3 体重とBCS

体重は供試牛全体と経産牛では、いずれの週次においても両区間に差は見られなかったが、初妊牛では分娩後8, 12週に対照区(569, 561 kg)に対し、投与区(615, 621 kg)がそれぞれで有意に多かった(P<0.05)。

試験開始時を基準としたBCSの変動率は供試牛全体では、分娩後4週までは両区ともほぼ同様に推移したが、その後投与区が増加に転じたのに対し、対照区は8週まで低下したため、6, 8週における投与区の低下率が少ない傾向にあった(図1)。経産牛でも同様の

数が牛群検定における目標値から大幅に遅延し、繁殖供用牛5頭中2頭は不受胎であったのに対し、投与区は概ね目標値に近い日数で繁殖供用牛4頭全てが受胎した。

考 察

本試験では、周産期乳牛へプロピオン酸菌を投与した場合、経産牛においてはDMIへの影響が見られなかったが、初妊牛においては増加が認められた。一方、文献では、経産牛においてDMIの減少^{2,11)}、初妊牛において影響なし⁹⁾との報告がなされている。このことから、本試験の初妊牛におけるDMIの増加は本試験で供試した菌種の特性によるものかもしれない。

本試験では経産牛、初妊牛ともプロピオン酸菌の投与は、乳量に影響しなかった。また、乳成分では経産牛で上昇傾向がみられたのに対し、初妊牛は低下傾向がみられた。一方、文献ではプロピオン酸菌の高レベル(6×10^{11} cfu/d)の投与で乳量が増加したとする報告¹⁰⁾もあるが、本試験と同様に影響がなかったとする報告^{2,9,11)}が多い。乳成分に関しては、本試験同様、経産牛の無脂固形分や乳蛋白の増加を認めた報告²⁾もあるが、影響がなかったとする報告⁹⁻¹¹⁾が多い。従って、乳生産への影響はそれほど大きくないと考えられた。

本試験ではプロピオン酸菌の投与により初妊牛の体重が増加したが、これはDMIの増加を反映した結果と考えられた。また、分娩後のBCSの回復は供試牛全体で投与区の方が早かったが、これは経産牛の影響によるものと考えられた。一方、文献では体重やBCSには影響がなかったとする報告^{2,11)}と体重の回復が高レベル投与で早かったとする報告¹⁰⁾がある。これらの指標は摂取エネルギーと乳生産の差し引きを反映しており、前述のようにDMIや乳生産が報告によって異なることから、体重やBCSについても効果が一定しなかったと考えられた。

本試験では第一胃内における炭水化物発酵の指標であるpHや総VFA濃度およびVFA構成比率においては、一時的な差が認められた程度で特定の影響は見られなかったが、蛋白質代謝の指標であるアンモニア態窒素濃度は分娩後に投与区で低く推移した。一方、文献ではpHは泌乳中期まで高レベル投与区が対照区や低レベル投与区より低かったとするもの¹⁰⁾と総VFA濃度とpHに差がなかったとする報告⁹⁾がなされている。また、VFA構成比率に関しては、酢酸の減少に伴って

プロピオン酸が増加したとする報告^{5,10,11)}と影響はなかったとする報告⁹⁾がある。アンモニア態窒素濃度に関しては、影響はなかったとする1報⁹⁾のみである。投与したプロピオン酸菌がルーメン内で定着・増殖すれば少なくともプロピオン酸比率は増加することが予想されたが、本試験ではプロピオン酸菌自体の活動による効果は見られなかった。このことから、本試験におけるプロピオン酸菌の投与はルーメン内微生物叢全体としての活性を高め、アンモニア態窒素の微生物への取り込みが増えたと考えられた。

本試験での血液検査項目のうち、供試牛全体ではAlb, AAN, Caが分娩の直前直後に投与区で高く、経産牛でも分娩後に投与区でTPが高かったことから、蛋白質やミネラル代謝に何らかの影響があったものと考えられた。文献ではプロピオン酸菌の投与はGlu, TC, BHBには影響がなく^{2,11)}、NEFAは分娩後1週では高まる^{2,11)}が、6, 12週では有意に低下した²⁾と報告されている。NEFAに関して本試験では両区とも摂取エネルギーが充足できていたため、影響がなかったものと考えられた。一方、これらの報告では蛋白質やミネラル代謝に関する項目は検討していないため、本試験結果との比較はできない。

本試験では両区間の初回発情までの日数に大差なかったが、受胎率や空胎日数では投与区が良好な成績であった。一方、文献でも排卵間隔や卵胞の発育に差はなかったとするもの²⁾や初回排卵や初回発情までの日数に差はなかったとするもの¹⁰⁾が報告されている。本試験も含め投与時期が周産期に限られるため、繁殖への影響としては初回発情までで判断するなら、プロピオン酸菌の投与効果を断定できない。

以上のように乳牛へのプロピオン酸菌の投与効果については用いる菌種、菌株、投与レベルおよび産次や泌乳ステージなどの牛側の条件によって異なると考えられる。本試験では、周産期の乳牛の生産性に対してプロピオン酸菌の投与によって、初妊牛の乾物摂取量が向上したが、乳量には反映されなかった。また、プロピオン酸菌の投与はCaや蛋白質の代謝を向上させたことから、乳牛の代謝活性を高める可能性があることが示唆された。今後、生産レベルの高い経産牛で安定した効果が得られるような投与レベルや混合資材を検討する必要がある。

- (1) Edmonson A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver and G. Webster (1989) : A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78
- (2) Francisco C. C., C. S. Chamberlain, D. N. Waldner, R. P. Wettemann and L. J. Spicer (2002) : Propionibacteria fed to dairy cows: Effects on energy balance, plasma metabolites and hormones, and reproduction. *J. Dairy Sci.* 85:738-1751
- (3) Goff J. P. and R. L. Horst (1997) : Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80:1260-126
- (4) Hettinga D. H. and G. W. Reinbold (1972) : The propionic-acid bacteria A review: I .Growth; II .Metabolism; III .Miscellaneous metabolic activities. *J. Milk Food Technol.* 35:295-301, 358-372, 436-447
- (5) Lehloeny, K. V., C. R. Krehbiel, K. J. Mertz, T. G. Rehberger, and L. J. Spicer (2008) : Effects of propionibacteria and yeast culture fed to steers on nutrient intake and site and extent of digestion. *J. Dairy Sci.* 91:653-662
- (6) Nocek J. E., W. P. Kautz, J. A. Z. Leedle and E. Block (2003) : Direct-fed microbial supplementation on the performance of dairy cattle during the transition period. *J. Dairy Sci.* 86:331-335
- (7) Oetzel, G. R., K. M. Emery, W. P. Kautz and J. E. Nocek (2007) : Direct-fed microbial supplementation and health and performance of pre- and postpartum dairy cattle: A field trial. *J. Dairy Sci.* 90:2058-2068
- (8) Penner, G. B., K. A. Beauchemin and T. Mutsvangwa (2007) : Severity of ruminal acidosis in primiparous holstein cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 90 : 365-375
- (9) Raeth-Knight M. L., J. G. Linn and H. G. Jung (2007) : Effect of direct-fed microbials on performance, diet digestibility, and rumen characteristics of holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90:1802-1809
- (10) Stein, D. R., D. T. Allen, E. B. Perry, J. C. Bruner, K. W. Gates, T. G. Rehberger, K. Mertz, D. Jones and L. J. Spicer (2006) : Effects of feeding propionibacteria to dairy cows on milk yield, milk components, and reproduction. *J. Dairy Sci.* 89:111-125
- (11) Weiss W. P., D. J. Wyatt and T. R. McKelvey (2008) : Effect of feeding propionibacteria on milk production by early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91:646-652

本研究報告は、兵庫県立農林水産技術総合センターの畜産分野における研究報文を収録したものです。

畜産関係所在地

企画調整・経営支援部 TEL 0790-47-2434
畜産技術センター TEL 0790-47-2430
〒679-0198 加西市別府町南ノ岡甲1533 FAX 0790-47-0549

北部農業技術センター TEL 079-674-1230
〒669-5254 朝来市和田山町安井123 FAX 079-674-2211

淡路農業技術センター TEL 0799-42-4880
〒656-0442 南あわじ市八木養宜中560-1 FAX 0799-42-2990

内部査読

岡 章生 坂瀬充洋 設楽 修 野田昌伸 福島護之

編集委員

岡 章生 小林尚司 設楽 修 野田昌伸 林田雅夫 福島護之 藤本 毅

(50音順)

兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告〔畜産編〕に掲載されたすべての記事内容は、兵庫県立農林水産技術総合センターの許可なくして複写（コピー）・転載・引用を禁止します。

兵庫県立農林水産技術総合センター
研究報告〔畜産編〕第49号

2013年3月 発行

発行所 兵庫県立農林水産技術総合センター

〒679-0198 加西市別府町南ノ岡甲1533

TEL (0790) 47-2400

FAX (0790) 47-0549

No. 49
2013

BULLETIN OF
THE HYOGO PREFECTURAL TECHNOLOGY CENTER
FOR AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES
(ANIMAL HUSBANDRY SECTION)

CONTENTS

(Articles)

Influence of Different Feeding Methods of Milk Replacer on Growth in Japanese Black Calves during the Nursing Period

Mitsuhiro SAKASE, Emi YOSHIDA, Takayuki AKIYAMA, Fumiyuki IWAKI and
Moriyuki FUKUSHIMA -1-

Effects of Rice Shape Difference on Growth and Meat Quality in Finishing Pigs

Shou ISHIKAWA and Ken TATSUDA -6-

Effects of Rice Shape Difference on Productive Performance in Broiler Chickens

Ken TATSUDA and Shou ISHIKAWA -11-

Effects of Supplementation of Propionibacteria to Periparturient Dairy Cows on Milk Production, Rumen Fermentation and Blood Metabolites

Kentaro IKUTA, Takanori MASHIKO, Manami YOSHIDA, Kenji SERA and
Yoshiaki OBARA -17-

Published by

THE HYOGO PREFECTURAL TECHNOLOGY CENTER
FOR AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES

24 農 P-1 - 0 0 4 A 4