

ホルスタイン種雌哺育牛への乳酸菌製剤投与の効果

高橋俊彦¹⁾・北野菜奈¹⁾・筥寄大輔²⁾・井上誠司¹⁾

Effect of oral administration of lactobacillus preparation to Holstein female suckling calves

Toshihiko TAKAHASHI¹⁾, Nana KITANO¹⁾, Daisuke HAKOZAKI²⁾ and Seiji INOUE¹⁾
(Accepted 12 July 2021)

はじめに

哺育期の健康や発育は将来の生産性に大きく影響する^[6]。哺育期に課題となる疾病として下痢症がある。下痢により栄養素が十分に吸収できず、他の疾病や発育不良の原因となる^[13]。そのため、下痢予防としてミルク・飼料への添加剤が多数応用されている。しかし、近年では世界的に薬剤耐性 (AMR: Antimicrobial Resistance) 菌の出現が問題となっており、抗菌性物質の使用制限が推進されている^[4,7,10,12]。酪農現場では下痢予防および治療を目的とした抗菌性物質の代替技術として、生菌剤飼料添加剤や微生物資材などのプロバイオティクス、プレバイオティクスが利用されている^[1,4,9,10,13]。

プロバイオティクスは「腸内バランス改善によって、宿主の健康とその維持および増進に有益な効果を示す微生物調製物あるいは微生物細胞の構成物」と定義されている^[1,2,5,8,9,10]。プロバイオティクスの家畜への機能として消化吸収の促進、飼料効率の改善、体重増加の促進、感染症に対する抵抗性亢進、死亡率・罹患率の減少、乳生産量の向上およびルーメンアシドーシスの抑制がある^[4,10]。家畜の生産性向上を示すプロバイオティクスの条件として、1) もともと宿主の常在微生物であること、2) 胃酸や胆汁酸などの消化管上部のバリアーの中でも生存できること、3) 増殖部位として消化管下部で増殖可能なこと、4) 腸内常在菌のバランス改善を発現すること、5) 抗菌性物質の産生や病原細菌の抑制作用をもつこと、6) 体重増加が認められること、7) 飼料効率の向上、8) 消化吸収の改善、9) 栄養素

の供給促進、10) 生産する上で扱いやすく、価格・費用が安価であることなどが挙げられる^[1]。

プレバイオティクスは「腸内に棲息する有用細菌の増殖を促進・活性化させ、有害菌を抑制することで健康に有利に働く難消化性食品成分」と定義されている^[2,5,8,10]。また、「プレバイオティクスとプロバイオティクスの同時給与」によって腸内細菌叢改善を図るシンバイオティクスという考え^[2,10]や、「直接あるいは腸内細菌叢を介して、生体調節、生体防御および疾病予防に働く食品成分」と定義されるバイोजェニックスという考え^[10]もある。

ホルスタイン種雌哺育牛への乳酸菌製剤 (プロバイオティクス)・セロオリゴ糖投与による離乳後の飼料効率増進と増体量への効果^[2,3]、シンバイオティクス投与による糞便中乳酸菌数の増加傾向と大腸菌群数の減少への効果^[2]が認められている。また、黒毛和種子牛への生菌剤投与が腸内細菌叢の安定化を促進した^[11]などの報告もある。

しかし、哺育牛への乳酸菌製剤投与の報告は少ない。本研究ではホルスタイン種雌哺育牛への乳酸菌製剤投与が良好な発育に寄与するか調査した。

材料および方法

(1) 試験期間

2019年6月1日~2020年3月31日の10か月間行った。

(2) 供試牛

酪農学園フィールド教育研究センター酪農生産ステーション哺育牛舎で飼養される哺育牛を試験区：乳酸菌濃 (3.5±0.9日齢) および乳酸菌薄 (4.2±

¹⁾ 酪農学園大学大学院酪農学研究科
Graduate School of Dairy Science, Rakuno Gakuen University Graduate School

²⁾ 酪農学園大学循環農学類
Department of Sustainable Agriculture, Rakuno Gakuen University

¹⁾²⁾ 069-8501 北海道江別市文京台緑町 582 番地
582 Midorimachi, Bunkyoudai, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

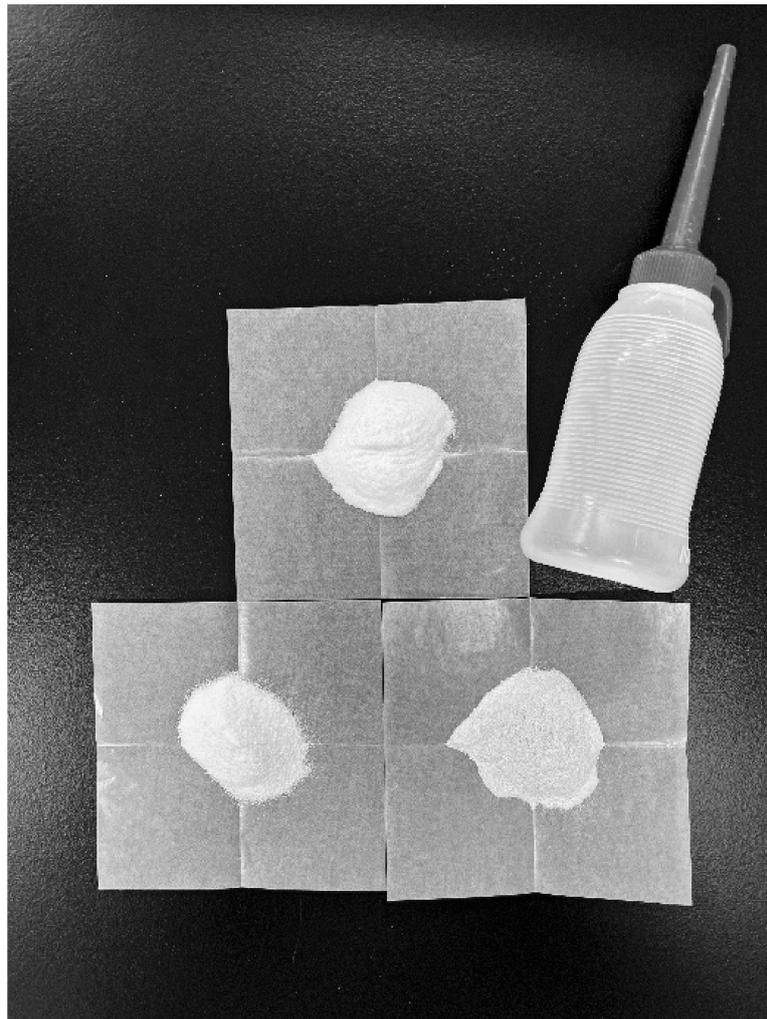


図1 乳酸菌製剤ならびにブドウ糖と投与容器

上中：ブドウ糖 下左右：乳酸菌製剤

1.2日齢) 投与, 対照区:ブドウ糖 (3.4±1.0日齢) 投与に区分し, それぞれ各4頭の計12頭を用いた。

(3) 投与方法

出生から60日間, 乳酸菌製剤ならびにブドウ糖を5g/日で水または温水にて溶解し, 経口投与した。

(4) 調査項目

出生, 1か月齢, 2か月齢, 3か月齢, 6か月齢時に体重をデジタル体重計(富士平工業株式会社), 体高を測尺計(富士平工業株式会社)を用いて測定した。また, 日増体量(DG: Daily Gain)も求めた。

出生, 1か月齢, 2か月齢, 3か月齢時に採血を実施した。頸静脈から採血, EDTA-2K真空採血管と血清分離剤入り真空採血管を用いた。血液検査項目では血清成分は総蛋白(TP), 総コレステロール(T-Chol)をLABOSPECTO08K(株会社日立ハ

イテクノロジーズ), 蛋白分画は自動電気泳動AES620(ベックマン・コールター株式会社), 血球成分は多項目自動血球分析装置XE-2100(シスメックス株式会社)を用いて測定した。

農場管理日誌から疾病状況について調査した。

(5) 統計処理

データは平均値±標準偏差で示した。各群の平均値の比較にはStudentのt検定を用いた。有意水準は5%未満とした。

(6) 乳酸菌製剤(図1)について

本研究で使用した乳酸菌製剤(製品名: Feed LP20)は乳酸菌加熱菌体(HK L-137: Heat Killed Lactobacillus plantarum L-137)混合飼料で, 乳酸菌加熱菌体L. plantarum)20%, デキストリン(タピオカ)80%である。

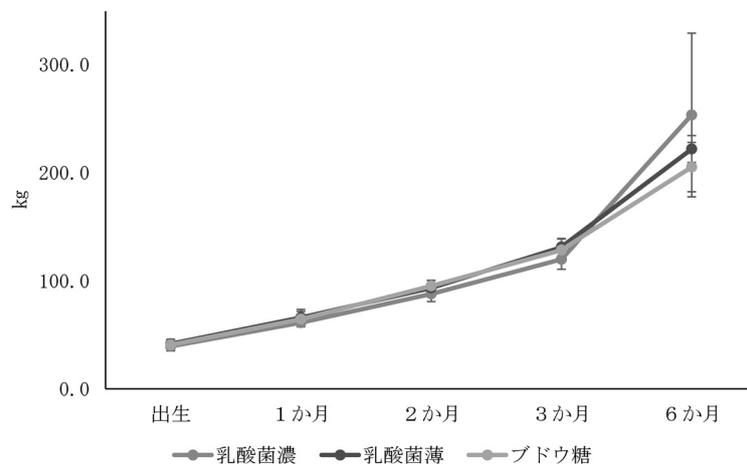


図2 体重

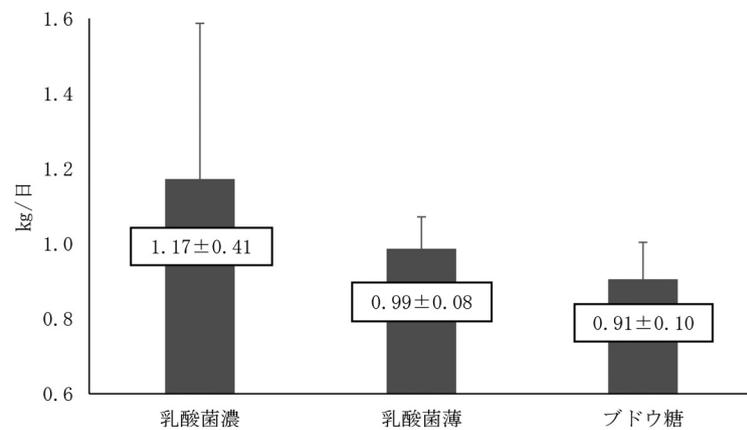


図3 DG

結 果

(1) 体重

図2に体重を示した。出生時，1か月齢，2か月齢，3か月齢，6か月齢で乳酸菌濃：39.3±4.2 kg, 61.2±3.6 kg, 87.9±7.0 kg, 119.9±9.2 kg, 253.3±75.8 kg, 乳酸菌薄：41.6±3.3 kg, 66.0±7.5 kg, 93.4±7.1 kg, 131.0±8.0 kg, 221.8±12.4 kg, ブドウ糖：40.7±5.2 kg, 64.5±7.2 kg, 95.2±5.0 kg, 128.4±10.0 kg, 205.0±22.9 kgであった。試験区が対照区に比べて6か月齢時に良好な傾向を示した。

(2) DG

図3にDGを示した。乳酸菌濃 1.17±0.41 kg/日, 乳酸菌薄 0.99±0.08 kg/日, ブドウ糖 0.91±0.10 kg/日であった。試験区が対照区に比べて良好な傾向を示した。

(3) 体高

図4に体高を示した。出生時，1か月齢，2か月齢，3か月齢，6か月齢で乳酸菌濃：79.5±2.9 cm, 87.5±5.0 cm, 94.3±4.3 cm, 101.5±2.7 cm, 120.3±11.1 cm, 乳酸菌薄：78.4±1.4 cm, 86.8±3.3 cm, 94.5±1.7 cm, 102.3±1.8 cm, 119.5±4.0 cm, ブドウ糖：79.6±2.3 cm, 87.2±1.6 cm, 96.5±2.1 cm, 102.3±2.3 cm, 116.8±4.4 cmであった。試験区が対照区に比べて6か月齢時に良好な傾向を示した。

(4) 血液検査項目

表1a, 1b, 1c血液検査項目の結果を示した。血液検査項目は試験期間を通して，試験区と対照区ともに正常範囲内で推移し，差はみられなかった。

(5) 疾病状況

表2に診療件数(件/頭)，表3に診療回数(回/疾病)を示した。診療件数(件/頭)では消化器病および呼吸器病それぞれで乳酸菌濃：0.25件と0.50件，

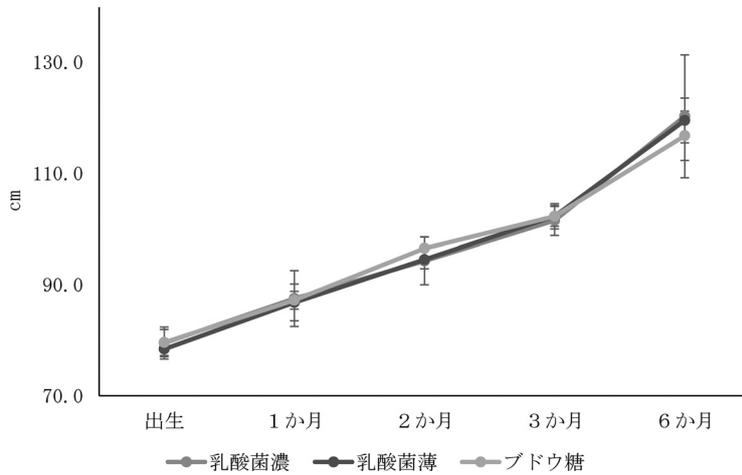


図4 体高

表 1a 血液検査項目 1

検査項目	出生			1か月			2か月			3か月		
	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖
白血球数 (/ μ L)	5722.5 \pm 461.8	7602.0 \pm 3411.8	9322.0 \pm 4917.5	9660.0 \pm 2409.7	6744.0 \pm 704.3	10442.5 \pm 1245.8	7512.5 \pm 945.9	10275.0 \pm 3859.7	7272.5 \pm 642.8	7440.0 \pm 1228.9	8927.5 \pm 1681.3	9472.5 \pm 1218.1
赤血球数 ($\times 10^4$ / μ L)	821.0 \pm 169.4	755.6 \pm 181.2	721.4 \pm 103.2	901.5 \pm 142.5	850.8 \pm 84.5	889.8 \pm 106.7	896.5 \pm 84.5	975.3 \pm 92.8	955.0 \pm 96.7	916.3 \pm 27.5	955.8 \pm 95.1	930.8 \pm 68.7
血色素量 (g/dL)	11.4 \pm 2.7	10.4 \pm 2.5	9.8 \pm 1.0	11.4 \pm 1.8	10.9 \pm 1.1	11.1 \pm 1.5	12.1 \pm 0.9	12.5 \pm 1.1	12.3 \pm 0.6	11.9 \pm 0.6	12.5 \pm 1.3	12.1 \pm 0.9
Ht (%)	35.6 \pm 9.1	31.7 \pm 8.6	29.8 \pm 4.5	33.3 \pm 5.8	31.7 \pm 3.9	33.5 \pm 5.3	33.6 \pm 2.9	35.6 \pm 3.4	36.1 \pm 2.0	33.6 \pm 2.0	34.4 \pm 4.3	34.3 \pm 2.7
MCV (fL)	42.8 \pm 2.4	41.6 \pm 2.2	41.0 \pm 1.1	37.0 \pm 1.4	37.4 \pm 1.0	37.5 \pm 2.3	37.3 \pm 2.8	36.8 \pm 0.4	36.0 \pm 1.2	36.3 \pm 1.5	36.0 \pm 1.2	36.8 \pm 1.5
MCH (pg)	13.8 \pm 0.6	13.7 \pm 0.4	13.8 \pm 0.8	12.7 \pm 0.2	12.8 \pm 0.3	12.5 \pm 0.4	13.6 \pm 0.9	12.9 \pm 0.3	13.0 \pm 1.1	13.0 \pm 0.3	13.1 \pm 0.4	13.0 \pm 0.1
MCHC (%)	32.2 \pm 0.7	33.2 \pm 1.8	33.3 \pm 2.3	34.5 \pm 0.9	34.3 \pm 1.4	33.2 \pm 1.0	36.1 \pm 0.5	35.2 \pm 1.2	34.1 \pm 0.6	35.3 \pm 0.8	36.5 \pm 1.7	35.5 \pm 1.1
血小板数 ($\times 10^4$ / μ L)	19.3 \pm 9.2	23.3 \pm 8.9	24.6 \pm 9.9	32.1 \pm 12.4	37.9 \pm 2.5	29.2 \pm 7.9	32.6 \pm 10.5	25.0 \pm 5.7	27.0 \pm 4.0	28.0 \pm 6.8	28.2 \pm 2.8	26.8 \pm 6.5

表 1b 血液検査項目 2

検査項目	出生			1か月			2か月			3か月		
	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖
N/L 比	1.0 \pm 0.5	1.2 \pm 0.2	2.5 \pm 0.5	1.1 \pm 0.4	0.6 \pm 0.3	1.2 \pm 0.7	0.7 \pm 0.5	2.2 \pm 2.3	0.6 \pm 0.1	0.7 \pm 0.3	0.9 \pm 0.4	1.4 \pm 0.6
好塩基球 (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
好酸球 (%)	0	0.4 \pm 0.5	0	1.75 \pm 2.0	0.8 \pm 1.0	0.5 \pm 0.5	0.25 \pm 0.4	0.2 \pm 0.4	0.4 \pm 0.8	1.0 \pm 0.7	0	0.2 \pm 0.4
白血球 (%)	43.0 \pm 13.7	50.6 \pm 4.2	67.0 \pm 4.4	47.0 \pm 9.7	34.2 \pm 9.2	48.3 \pm 12.6	35.0 \pm 15.2	49.5 \pm 22.3	34.5 \pm 2.1	35.5 \pm 12.3	41.5 \pm 14.0	51.3 \pm 14.9
桿状核球 (%)	3.5 \pm 2.1	4.2 \pm 2.3	4.6 \pm 1.4	2.8 \pm 1.5	2.8 \pm 1.5	3.5 \pm 1.1	4.5 \pm 2.1	7.8 \pm 4.5	3.8 \pm 1.5	3.8 \pm 1.1	3.0 \pm 2.1	3.8 \pm 3.9
分葉核球 (%)	39.5 \pm 14.1	46.4 \pm 4.0	62.4 \pm 4.8	44.3 \pm 9.1	31.4 \pm 8.8	44.8 \pm 12.3	30.5 \pm 14.2	41.8 \pm 20.2	30.8 \pm 2.2	31.8 \pm 11.4	38.5 \pm 13.4	46.3 \pm 12.3
リンパ球 (%)	49.5 \pm 11.9	42.8 \pm 5.0	28.0 \pm 4.9	47.0 \pm 10.4	58.6 \pm 10.2	46.0 \pm 12.0	60.25 \pm 13.6	43.0 \pm 20.7	57.75 \pm 4.5	58.3 \pm 12.2	53.8 \pm 14.8	44.3 \pm 15.1
単球 (%)	7.5 \pm 2.2	6.2 \pm 1.9	5.0 \pm 2.6	4.25 \pm 2.3	6.4 \pm 2.7	5.3 \pm 1.1	4.5 \pm 1.5	7.3 \pm 3.3	5.3 \pm 3.5	4.8 \pm 1.3	4.8 \pm 1.5	4.3 \pm 0.8

表 1c 血液検査項目 3

検査項目	出生			1か月			2か月			3か月		
	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖	乳酸菌濃	乳酸菌薄	ブドウ糖
TP (g/dL)	5.7 \pm 0.7	6.1 \pm 0.3	5.7 \pm 0.8	5.8 \pm 0.3	5.5 \pm 0.2	5.5 \pm 0.2	6.3 \pm 0.2	6.0 \pm 0.5	6.0 \pm 0.2	6.4 \pm 0.1	6.5 \pm 0.3	6.5 \pm 0.1
T-Cho (mg/dL)	70.0 \pm 15.3	75.4 \pm 14.2	65.6 \pm 8.3	112.0 \pm 10.2	106.8 \pm 17.6	113.0 \pm 17.6	116.8 \pm 9.2	104.0 \pm 26.2	116.5 \pm 9.1	80.5 \pm 14.4	74.5 \pm 1.7	74.5 \pm 12.8
A/G 比	0.8 \pm 0.1	0.8 \pm 0.1	0.9 \pm 0.2	1.2 \pm 0.2	1.2 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1	1.2 \pm 0.1	1.3 \pm 0.2	1.1 \pm 0.1	1.1 \pm 0.2	1.1 \pm 0.1
アルブミン (%)	45.2 \pm 3.9	43.5 \pm 1.7	45.9 \pm 5.6	54.2 \pm 3.5	54.9 \pm 2.6	54.8 \pm 1.6	54.4 \pm 1.8	54.4 \pm 4.4	55.9 \pm 3.4	51.6 \pm 1.3	51.1 \pm 4.1	52.1 \pm 3.4
α グロブリン (%)	24.7 \pm 4.9	21.4 \pm 1.1	22.0 \pm 2.7	15.5 \pm 2.1	16.2 \pm 2.0	15.0 \pm 1.9	13.7 \pm 1.5	15.0 \pm 1.6	13.4 \pm 1.6	15.2 \pm 1.7	14.7 \pm 1.1	14.2 \pm 1.5
β グロブリン (%)	14.8 \pm 0.7	17.1 \pm 1.8	16.3 \pm 1.6	16.4 \pm 1.2	16.5 \pm 1.7	17.7 \pm 1.2	15.9 \pm 0.6	15.0 \pm 0.3	15.5 \pm 1.4	15.1 \pm 0.7	13.6 \pm 1.6	13.5 \pm 1.8
γ グロブリン (%)	15.3 \pm 8.7	17.9 \pm 1.7	15.9 \pm 6.1	13.9 \pm 2.9	12.4 \pm 0.6	12.5 \pm 1.4	16.1 \pm 1.4	15.6 \pm 3.5	15.2 \pm 1.5	18.2 \pm 0.7	20.5 \pm 5.3	20.2 \pm 0.9

表2 診療件数 (件/頭)

	消化器病	呼吸器病
乳酸菌濃	0.25	0.50
乳酸菌薄	0.20	0.40
ブドウ糖	0.40	0.60

乳酸菌薄：0.20件と0.40件、ブドウ糖0.40と0.60件であった。診療回数(回/疾病)では消化器病および呼吸器病それぞれで乳酸菌濃：1.0回と 2.5 ± 0.5 回、乳酸菌薄：2.0回と 2.5 ± 0.5 回、ブドウ糖：1.0回と 2.3 ± 1.9 回であった。診療件数(件/頭)において、消化器病、呼吸器病ともに試験区が対照区に比べて良好な傾向を示した。

考 察

体重、体高および増体において、試験区が対照区に比べて良好な傾向を示したことから、乳酸菌の有用微生物により腸内細菌叢が維持改善され、栄養吸収が促進したと考えられた^[4,5,8,10,11,13]。

血液検査項目において、試験区と対照区で差はみられなかったことから、乳酸菌投与による血液成分への影響はなかったと考えられた。

疾病状況において、試験区が対照区に比べて疾病件数が少なかったことから、乳酸菌によって免疫に関与する「インターロイキン12(IL-12)」および「インターフェロン(IFN- β)」の産生が促進され免疫細胞の活性化が起り、免疫機能の調節および向上に寄与したと思われた^[4,5,8,10,13]。本試験の乳酸菌製剤が強い免疫賦活機能を保持するのは菌表面にリポテイコ酸が多く出ており、これが目印となって免疫細胞に取り込まれるためと思われた。

以上の結果より、哺育牛への乳酸菌製剤投与が体重、体高、増体および免疫機能向上など健康の維持増進に寄与することが示唆された。

要 約

ホルスタイン種雌哺育牛への乳酸菌製剤投与は体重、体高、増体および診療件数において、消化器病、呼吸器病ともに試験区が対照区に比べて良好な傾向を示した。このことから、ホルスタイン種雌哺育牛への乳酸菌製剤投与が体重、体高、増体および免疫機能向上など健康の維持増進に寄与することが示唆された。

以上の結果より、乳酸菌製剤は飼養管理に有用であることが示唆された。謝辞

本研究はハウスウエルネスフーズ株式会社との受

表3 診療回数 (回/疾病)

	消化器病	呼吸器病
乳酸菌濃	1.0	2.5 ± 0.5
乳酸菌薄	2.0	2.5 ± 0.5
ブドウ糖	1.0	2.3 ± 1.9

託研究により実施された。感謝申し上げます。

引用文献

1. 辨野義己. 2011. プロバイオティクスとして用いられる乳酸菌の分類と効能. モダンメディア. 57巻10号
2. 蓮沼俊哉ら. 2001. 乳用子ウシの発育に対するセロオリゴ糖およびシンバイオティクスの給与効果. 富山県林水産総合技術センター畜産研究所研究報第2号
3. J. Bayatkouhsar et al. 2013. Effect of supplementation lactic acid bacteria growth performance blood metabolites and fecal coliform and lactobacilli of young dairy calves. ANIFEE. 12893: No. of Pages11
4. 亀上千世子ら. 2014. 畜産領域におけるプロバイオティクスの現状と問題点. 腸内細菌学雑. 28:147-154
5. 熊谷直祐ら. 2015. 家畜の健全育成における機能性飼料素材の利用と将来展望. 家畜感染症学会誌 4巻1号
6. 久米新一. 2013. 子牛の栄養・代謝の特異性. 家畜感染症学会. 2巻2号
7. 釧路 NOSAI. 技術情報. http://www.nosai-doto.or.jp/06_gijyutu.html 2021年2月18日
8. 光岡知足. 2002. プレバイオティクスと腸内フローラ. 腸内細菌学雑誌. 16:1-10
9. 光岡知足. 1991. 家畜生産における生菌剤の利用. ビフィズス. 5:1-18
10. 日産合成工業株式会社. 2011. 牛のプロバイオティクスとプレバイオティクス. ニッサン情報. 第73号
11. 高橋 純ら. 2010. 子牛の腸内細菌叢に対する生菌剤の影響. 日本家畜臨床感染症研究会誌. 5巻1号
12. 十勝乳房炎協議会. MASTITIS CONTROL II 20TH ANIVERSARY OF TOKACHI MASTITIS COUNCIL 2ND EDITION. 第2版:1, 17, 20, 21, 39-43

13. UYENO Yutaka et al. 2015. Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.* Vol30 (No2): 126-132

Summary

Oral administration of *Lactobacillus* preparation to Holstein female suckling calves showed better trends in body weight, height, weight gain and number of medical treatments in the test group than in the control group for cow with either gastrointestinal and respiratory diseases.

This suggests that oral administration of *Lactobacillus* preparation to Holstein female suckling calves contributes to the maintenance and promotion of health, as evidenced by results for body weight, height, weight gain and improvement of immune function.

These results, strongly suggest that the lactic acid bacterium preparation is useful in feeding management.