

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K05961

研究課題名(和文) 乳用子牛への木材クラフトパルプ給与によるルーメンアシドーシス制御効果の検証

研究課題名(英文) Effect of kraft pulp feeding on subacute luminal acidosis in dairy calves

研究代表者

櫛引 史郎 (Kushibiki, Shiro)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・畜産研究部門・主席研究員

研究者番号：30355218

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：離乳移行期の乳用子牛に給与するスターターの一部を木材クラフトパルプ(KP)に置き換えて、ルーメン発酵、代謝内分泌機能、および成長への影響を検討し、KPの飼料素材としての有効性を明らかにした。子牛を、KP区とKP無給与の対照区に配置した。試験期間は3週齢から12週齢までの9週間とし、7週齢で離乳した。ルーメン発酵では、KP区のエンドトキシン活性が半減したが、血漿中の炎症関連項目への影響は認められなかった。しかし、KP区子牛の発育は、対照区に比べて約10%向上した。以上より、スターターの一部KPの置き換えは、離乳移行期のルーメン発酵の健全化と発育向上に寄与する飼料資材であると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

哺乳管理は労力や時間を要するため、近年では哺乳ロボットを導入したり、哺乳管理を委託したりする事例も増えている。したがって、今後はさらに哺乳の群管理に対応する体系化された離乳移行期の栄養管理技術が求められる。そのため、現状の哺乳プログラムに組み入れ可能な離乳移行期の栄養管理技術として、ルーメンアシドーシスを制御しながら発育を遅延させずに固形飼料に移行させることが重要である。すなわち、スターターの栄養水準を保って、繊維成分を増やす飼料素材が必要である。本研究の成果は、哺乳子牛の健全性と成長促進の両立に寄与する飼料素材として、木材クラフトパルプの有効性を提示しており、今後の酪農経営の一助となり得る。

研究成果の概要(英文)：In this research, I did the evaluation test as feed of wood kraft pulp. The effects of KP feeding on the rumen fermentation, metabolism endocrine function, and growth in dairy calves was considered. The calf has been arranged in KP group and the control group. Experimental period is 9 weeks from 3-week age to 12-week age. Although the endotoxin activity in rumen fluid of KP group was halved in rumen fermentation, there was no influence of the acute phase protein concentration in plasma. However, growth performance of KP group calf improved about 10% compared with the control group. Therefore, KP is feed materials which contribute to the improvement in the rumen fermentation and the growth of a dairy calves.

研究分野：栄養代謝

キーワード：子牛 木材クラフトパルプ ルーメンアシドーシス

1. 研究開始当初の背景

離乳移行期は、哺乳プログラムによって若干異なるが、スターターの採食量が増加し始める 3 週齢から離乳が完了する 9 週齢を中心とした期間である。離乳移行期に求められる管理は、液状飼料から固形飼料への切り替えによって、子牛の消化機能を単胃から反芻胃代謝へスムーズに移行させる技術である。この移行が停滞すると、下痢や発育遅延、さらには免疫機能低下に直結する。離乳移行期の栄養管理は、育成期での発育や初産分娩月齢にも影響する。つまり、離乳移行期における発育停滞は育成期で回復させることは難しく、逆に育成期における高増体は過肥の誘因となる。したがって、離乳移行期は嗜好性と消化性が高い固形飼料として、スターターと呼ばれる子牛用配合飼料を多く給与する。離乳移行期には、固形飼料への切り替えをスムーズにかつ発育を停滞させないためにスターターを多給することから、成牛と同様に亜急性ルーメンアシドーシス (SARA) が発生する。離乳移行期からの SARA は下部消化管でのアシドーシスを誘



図 1 . 木材クラフトパルプ

発する可能性も高いため、生体機能への短期的および長期的な影響が危惧されている。木材クラフトパルプ (KP) は木材チップからリグニンを除去した素材であることから、ルーメン内微生物が利用できるセルロースが主成分である (図 1)。KP をスターターの一部と置き換えることにより、エネルギー水準を落とさずに繊維給与割合を高めることが可能となる。

2. 研究の目的

本研究課題は、離乳移行期の乳用子牛に給与するスターターの一部を KP に置き換えて、ルーメン発酵、代謝内分泌機能、および成長への影響を検討し、KP の飼料素材としての有効性を明らかにする。KP は、乾物当たりの TDN は 81%、NDF は 70% を含有する (農業資材審議会登録) 高エネルギー・高繊維素材である。さらに、KP の特性を活用して離乳移行期からの SARA とルーメン内 LPS 産生を制御し、LPS が体内に移行して引き起こされる炎症カスケードのリスクを低減させる、いわゆる炎症カスケードの抑制につなげる。

3. 研究の方法

試験 1 . KP 含量 10% のスターターを調製した。

ホルスタイン種子牛 16 頭 (雌 8 頭、雄 8 頭) を用いた。試験期間は 3 週齢から 10 週齢までの 7 週間とした。供試牛 (体重 55.3 ± 0.9 kg) は、試験開始時に対照区または KP 区 (各区、雌 4 頭、雄 4 頭) へ無作為に配置した。KP 区の子牛には KP10% 混合スターターを、対照区の子牛には KP 混和無しのスターターを給与した。哺乳は全乳を用い、給与上限を 9L/日として 1 日あたり体重の 11% 量を給与した。6 週齢で哺乳量を 2L/日に減らし、7 週齢で離乳した。スターターおよびカットチモシーは、週齢に合わせて食べきれる量を給与した。体重は週 1 回計測し、日増体量 (DG) を算出した。胃液の VFA はガスクロで、LPS はエンドポイント比色法で測定した。血漿中ホルモン濃度は RIA 法で、急性期タンパク質およびサイトカイン濃度は ELISA 法を用いた。血漿生化学成分は、自動分析機 (HITACHI 7070) を利用した。

試験 2 . 市販スターターの 10% を KP に置き換え添加した。

ホルスタイン種 24 頭 (雌 12 頭、雄 12 頭) を用いた。子牛を、KP を給与する KP 区 (12 頭) と KP 無給与の対照区 (12 頭) に配置した。試験期間は 3 週齢から 12 週齢までの 9 週間とし、6 週齢で減乳、7 週齢で完全離乳した。KP は、3 週齢時にスターターの現物 3% を置き換え、その後徐々に増量しながら 7 週齢時には 10% を置き換えた。哺乳方法ならびに体重測定は、試験 1 と同様である。分析項目ならびに方法も試験 1 と同じである。

4. 研究成果

試験 1 .

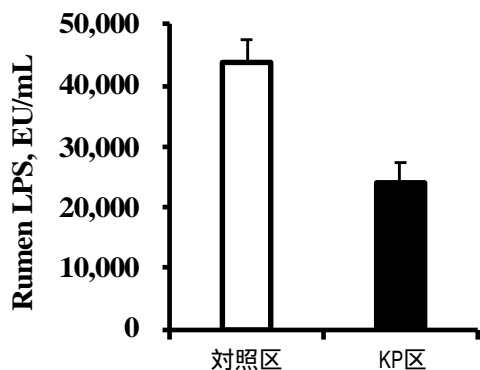


図 2 . 試験 1 のルーメン液中LPS活性

た。1日当たりの反芻時間は、両区に差は認められなかった。

試験期間における DG は、KP 区が対照区を 10% 程度上回り ($p < 0.1$)、離乳後の 7~10 週齢の期間だと約 15% 高まった ($p < 0.05$)。ルーメン液中 LPS 活性(図 2)は、KP 区が対照区に比べて半減した ($p < 0.05$)。また、ルーメン液中揮発性脂肪酸 (VFA) において、KP 区の酢酸割合が増加し ($p < 0.1$)、酢酸/プロピオン酸比は KP 区で有意に低くなった(表 1)。血漿中の成長ホルモン、インスリン様成長因子-1、インスリン、およびグルカゴン濃度に、区間差は認められなかった。血漿中急性期蛋白(LPS 結合蛋白、ハプトグロビン、血清アミロイド A)およびサイトカイン濃度など炎症関連項目にも差は認められなかった。また、試験期間を通した糞スコアは、KP 区が対照区に比べて低く推移する傾向 ($p < 0.1$) を示した。

表 1 . 試験 1 のルーメン液性状

	対照区	KP区	SEM	P-value
総VFA, mmol/dl	9.78	9.82	0.68	0.691
割合(%)				
酢酸(A)	62.44	65.56	2.31	0.098
プロピオン酸(P)	24.82	22.12	1.51	0.048
酪酸	11.57	10.98	0.98	0.647
A/P 比	2.51	2.96	0.28	0.015

試験 2 .

両区の体重および DG に差は認められなかった。血漿中の生化学項目ならびに成長関連ホルモン(成長ホルモン、インスリン様成長因子、グルカゴン、インスリン)にも両区に有意差は認められなかった。胃液中の成分では、KP 区の VFA 濃度における酢酸割合が対照区よりも高くなったが、統計的な有意差は無かった(表 2)。また、胃液中 LPS 活性レベルが、KP 区で低下する傾向 ($p < 0.1$) を示した(図 3)。また、血漿中の急性期タンパク質(LPS 結合蛋白(図 4)、ハプトグロビン、血清アミロイド A)における区間差は認められなかった。両区における反芻時間は、KP 区が有意に増加した(図 5)。

表 2 . 試験 2 のルーメン液性状

	対照区	KP区	SEM	P-value
総VFA, mmol/dl	11.48	12.51	0.98	0.714
割合(%)				
酢酸(A)	60.14	64.32	3.02	0.221
プロピオン酸(P)	25.73	23.87	2.61	0.361
酪酸	10.14	11.19	2.12	0.321
A/P 比	2.33	2.69	0.68	0.109

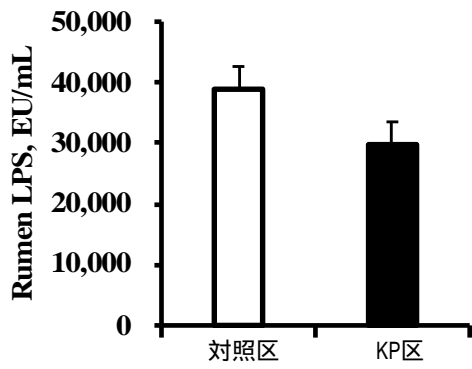


図3 . 試験2のルーメン液中LPS活性

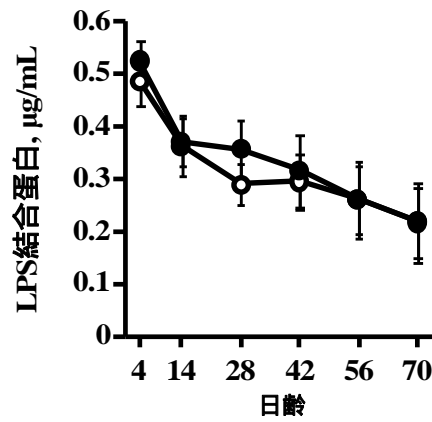


図4 . 試験2における血漿中LPS結合蛋白濃度の推移

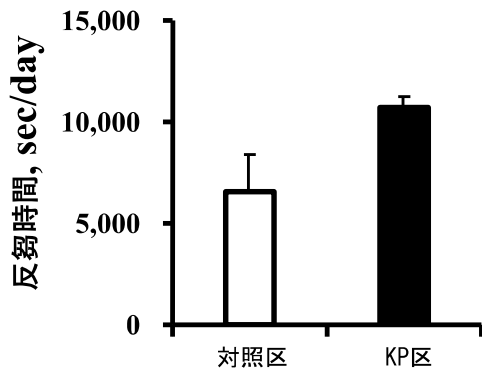


図5 . 試験2の6週齢時における1日当たりの反芻時間

以上より、スターターの一部 KP への置き換えは、ルーメンアシドーシスにおける胃液中 LPS 活性レベルの低下を誘導するが、血漿中の炎症関連項目への影響は認められず、炎症カスケードへの効果は発現しなかった。また、KP を含有するスターターでは発育向上への効果が認められた。一方で、置き換えだと成長への影響は無かった。この理由は、KP 単独では嗜好性が低いため、置き換え当初の幼齢時における KP 採食量が低くなったことが考えられる。従って、KP の効果を発現させるためには、嗜好性の高いスターターとしてより多くの KP を採食させる必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Takemura Kei, Shingu Hiroyuki, Mizuguchi Hitoshi, Kim Yo-Han, Sato Shigeru, Kushibiki Shiro	4. 巻 97
2. 論文標題 Effects of forage feeding on rumen fermentation, plasma metabolites, and hormones in Holstein calves during pre- and postweaning periods ¹	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Animal Science	6. 最初と最後の頁 2220 ~ 2229
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1093/jas/skz088	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Takemura Kei, Shingu Hiroyuki, Ikuta Kentaro, Sato Shigeru, Kushibiki Shiro	4. 巻 91
2. 論文標題 Effects of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> supplementation on growth performance, plasma metabolites and hormones, and rumen fermentation in Holstein calves during pre and post weaning periods	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Animal Science Journal	6. 最初と最後の頁 e13402
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/asj.13402	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 竹村 恵、榊引史郎
2. 発表標題 離乳期子牛のルーメンアシドーシスに及ぼす活性酵母の影響
3. 学会等名 日本獣医師学術大会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------