

学 位 論 文 の 要 旨

論文題目 哺育子牛への酪酸給与による発育と健全性の向上に関する研究

広島大学大学院統合生命科学研究科

生物資源科学プログラム

学生番号 D201672

氏 名 村山 恭太郎

我が国の酪農基盤維持においては乳用後継牛の確保が課題となっている。この背景としては乳用牛への黒毛和種精液の交配割合の増加や哺育期の高い死産率が背景にあり、哺育期に子牛の発育と健全性を高める哺育技術の確立が必要である。子牛の哺育プログラムは、大きく早期離乳プログラムと高栄養哺乳プログラムに分けられる。現在では、子牛の発育と健全性を高める飼養管理方法として、哺乳量を高めた高栄養哺乳管理が普及している。一般に高栄養哺乳管理では哺乳量を高めているために、哺乳期間中の発育が増加する反面、スターター摂取量が哺乳期間中は抑制され、離乳移行期に急激に増加する。未発達ルーメンとスターター採食量の急激な増加というギャップのために、離乳移行期に子牛の下部消化管に大きな負荷がかかることで下痢などが発生し、発育が停滞することが課題となっている。そのため高栄養哺乳管理で用いる代用乳には発育の亢進と子牛の健全性を担保するための機能性が求められる。またスターターについても、離乳移行期の急激な採食量の増加による負荷を減らし、発育と健全性を担保する機能性が求められる。そこで本研究では、飼料添加が可能な機能性成分として中鎖脂肪酸および酪酸に着目し、代用乳への中鎖脂肪酸および酪酸の添加およびスターターへの酪酸の添加が哺育子牛の発育および健全性に与える影響を検討した。また本研究では酪酸資材として、酪酸特有の臭気が少なく、飼料利用しやすいと考えられるトリブチリン (TB) を用いた。

第 2 章では、ホルスタイン雌子牛 63 頭を供試し、代用乳を 1 日 2 回等分給与し、8 日齢から 14 日齢までは代用乳粉体として 600g/日、15 日齢から 22 日齢までは 1,300g まで増乳、23 日齢から 49 日齢までは 1,400g/日、50 日齢から 56 日齢までは 700g/日まで減乳、57 日齢から 63 日齢前は 600g/日を給与し、64 日齢で離乳させた。処理区として、脂肪酸組成として 3.2%の C8:0 および 2.8%の C10:0 を含む代用乳を給与する区 (CONT ; n = 15) と脂肪酸組成として 6.7%の C8:0 および 6.4%の C10:0 を含む代用乳を給与する区を設定した (MCT ; n = 16)。さらに、それぞれの代用乳に乾物当たり 0.6%の TB を添加する区 (TB ; n = 16、MCT+TB ; n = 15) を設け、計 4 区の二元要因配置で試験を実施した。試験期間中、飼料摂取量および糞便スコアは毎日記録し、8 日齢から 7 日齢ごとに体格測定および採血を行った。その結果、中鎖脂肪酸の添加により、離乳前の飼料効率の向上および下痢発症率の低下が認められた。これは中鎖脂肪酸の抗菌作用により、腸内細菌叢に変化が生じたためと考えられる。CONT 区と MCT+MR 区の下痢発症率の差は最大で 2.35 倍であった。また代用乳への TB 添加により、離乳移行期以降の飼料摂取量および体重の増加が認められた。試験終了時の体重は、CONT 区が $126.4 \pm 3.73\text{kg}$ であったのに対し、MCT+TB 区は $131.0 \pm 1.74\text{kg}$ であった (平均±標準誤差)。また中鎖脂肪酸および TB の添加により、離乳前の血清 β -ヒドロキシ酪酸濃度が増加した。以上より、代用乳への中鎖脂肪酸および TB の添加により、離乳前の飼料効率の向上および下痢の減少、離乳移行期以降の飼料摂取量の増加とそれに伴う発育の向上が図れることが示唆された。

第 3 章では、ホルスタイン雌子牛 38 頭を用いて、スターターへの TB 添加が子牛の発育および健

全性に与える影響を検討した。飼料の給与および採材方法は第2章と同様とした。処理区として、第2章におけるCONT区(MR-)およびMCT+TB区(MR+)の代用乳を給与する区を設定し、それぞれに乾物当たり0.3%のTBを添加したスターターを給与する区(ST+)を設定し、計4区(MR-ST-; n = 10, MR+ST-; n = 9, MR-ST+; n = 9, MR+ST+; n = 10)の二元要因配置で試験を実施した。その結果、MR+の給与により、離乳移行期の下痢発症率が低下した。MR-ST-区とMR+ST+区の下痢発症率の違いは最大で3.51倍であった。またMR+の給与により、離乳前の血漿グルコース濃度が低下した。またST+の給与により、離乳前の血漿ケトン体濃度が増加し、離乳前および離乳後の血漿グルカゴン様ペプチド-2(GLP-2)濃度が増加した。また離乳移行期以降の体高が増加した。以上の結果から、スターターへのTB添加は、ルーメンおよび下部消化管の発達を促進し、発育を向上させることが示唆された。

第2章および第3章の試験によって得られた下痢発症率の減少、飼料効率の向上、飼料摂取量および発育の増加は、血漿ケトン体およびGLP-2濃度が増加したことから、ルーメンおよび下部消化管の発達が促進したことによる消化吸收効率の増加に起因すると考えられる。そこで上記仮説を検証するために、16頭のホルスタイン雄子牛を用いて、ルーメンおよび下部消化管組織の評価を行った。代用乳およびスターターは、第3章の試験と同様のものを用い、二元要因配置で試験を実施した(MR-ST-; n = 4, MR+ST-; n = 4, MR-ST+; n = 4, MR+ST+; n = 4)。飼料の給与および採材は第3章の試験と同様とした。すべての子牛を離乳時に屠殺解剖し、ルーメン基底部、空腸遠位および回腸から組織切片を採取し、ルーメン絨毛および下部消化管の上皮組織の発達を評価した。その結果、MR+の給与により、ルーメンの絨毛高は高値を示し、回腸において陰窩の深さが減少し、絨毛高/陰窩比が増加した。またST+の給与によっても、ルーメンの絨毛高は高値を示した。また空腸遠位において絨毛高/陰窩比が増加し、回腸において陰窩の深さが減少し、絨毛高/陰窩比が増加した。以上の結果から、代用乳への中鎖脂肪酸およびTBの添加およびスターターへのTBの添加により、ルーメン絨毛および下部消化管の上皮組織の発達が促進されることが示された。

本研究において、代用乳への中鎖脂肪酸およびTBの添加は、ルーメンおよび下部消化管の発達を促進することで飼料摂取量が増加し、その結果、発育を増加させることが示された。また中鎖脂肪酸およびTBを代用乳に添加することで、下痢発症率が低下することが示され、それは中鎖脂肪酸による腸内細菌叢の変化による可能性が示唆された。また、スターターへのTBの添加は、ルーメンおよび下部消化管の発達を促進することが示された。第2章で示された離乳後の飼料摂取量の差は、1頭当たり89.2kgの初産乳期乳量の増加に相当し、乳価を1.0kg当たり120円とすると、1頭当たり10,704円の利益の増加となる。これを平均的な飼養規模に当てはめると1戸当たり1,103,582円の利益増となる。また生後4か月以内の子牛の下痢または肺炎による治療日数は、初産305日乳量、乳脂肪および乳タンパクの生産量に負の影響を与えると報告されていることから、中鎖脂肪酸およびTBを添加した代用乳は、飼料摂取量の向上による将来の乳生産量の増加だけでなく、下痢発症による将来の乳生産量への負の影響も低減すると考えられる。

以上の結果から、代用乳への中鎖脂肪酸およびTBの添加およびスターターへのTBの添加は、ルーメンおよび下部消化管の発達を促進することで、子牛の健全性を担保しながら発育を高めることができると考えられる。本研究において、TBを代用乳およびスターターに添加したことで、酪酸ナトリウムなどと同様に、飼料摂取量の増加、発育の向上、ルーメン絨毛および下部消化管粘膜の発達促進が認められた。現状、酪酸は子牛の消化管発達や発育に対する正の効果が知られているにも関わらず、飼料利用は進んでいない。これは酪酸が特有の臭気を持つため、取り扱いが難しいことに起因する。本試験では、酪酸資材としてTBを用いたが、TBはグリセロール骨格に3つの酪酸がエステル結合したトリグリセリドであり、酪酸特有の臭気が少ないのが特徴である。このような特性からTBは飼料利用がしやすい酪酸資材と考えられるが、TBの子牛への給与効果を検討した例は少なかった。今後、酪酸資材としてTBが普及することで、様々な形で広く利用できると考えられる。