

研究テーマ：和牛（比婆牛）の乳における免疫力を高める成分の評価と商品化可能性の研究	
研究代表者：生物資源科学部 生命環境学科 環境科学コース 教授 三苦好治	連絡先：mitomay@pu-hiroshima.ac.jp
共同研究者：生物資源学部 地域資源開発学科 准教授 藤田景子	
<p>【研究概要】</p> <p>新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な流行により、乳製品による健康増進効果に再び注目が集まっている。これまで1頭当たりの牛乳生産量が他種に比較して格段に高いことが理由で広く利用されてきたホルスタイン種の牛乳ではあるが、健康食品への利用が最適な材料かというとは実はエビデンスが不足していた。そこで本研究では、黒毛和種に注目し、人の免疫力に影響を与えることが知られているラクトフェリンについて、その含有量や保存方法について検討し、製品化が可能かどうかの調査研究を行った。</p>	

【研究内容・成果】

1. 研究内容

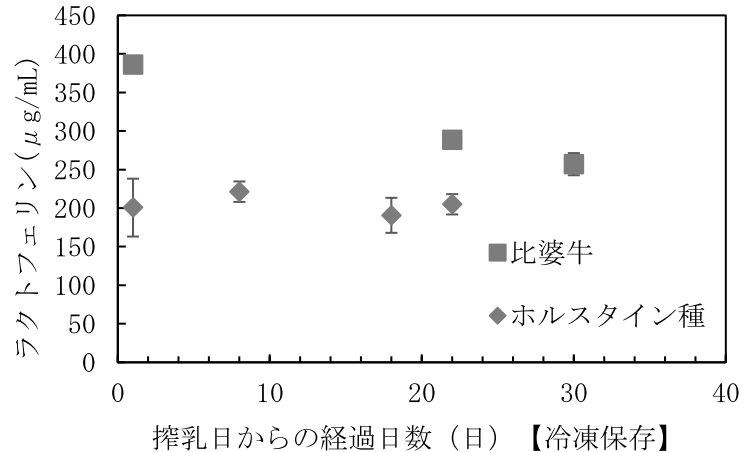
庄原市内の肥育農家のご協力により、黒毛和種の牛乳の調達を行った。また、同じく庄原市内の酪農家の協力を得てホルスタイン種の牛乳を調達した（約180頭の混合乳、1産次から4産次までのホルスタイン種、加熱処理前の牛乳）。同時に、庄原における肥育農家の現状に関してヒアリングも実施した。牛乳の受け渡しは、肥育農家からの出産の連絡後（基点とした）、可能な限り早く受け取り、分析予定本数に予め小分けして、保存方法ごとに保管した。概ね、基点日付近、そこから1週間毎にラクトフェリン量を計測した。なお、予め搾乳後の牛乳を保存するための用具等を各農家へ提供しており、搾乳後は常温で保管したものを受け取りに行った（令和3年11月ごろから令和4年3月に掛けて）。

ラクトフェリンの分析は、専用キット（コスモバイオ株式会社製、ウシラクトフェリン測定用キット、型番：CB-BLF-K）を使い、所定の保存方法（室温、室温暗所、冷蔵、冷凍など）及び期間（直後、1週間後、2週間後、4週間後など）を経て実施した。ビタミンB2の分析は、高速液体クロマトグラフィー（SHIMADZU 10Aシリーズ、UV445nm, Tosoh TSK-gel 120A カラム、移動相 A：50 mM リン酸ナトリウム緩衝液、移動相 B：20%CH₃CN リン酸ナトリウム緩衝液）を使い、牛乳試料を除タンパク処理した後に分析した。

2. 研究成果

本プロジェクトでは、まず、黒毛和種（比婆牛も含む）から生産された牛乳の成分、特に、人の免疫力に影響を与えることが知られているラクトフェリン量について、黒毛和種（比婆牛も含む）の牛乳、ホルスタイン種の牛乳、及び市販の牛乳を対象に、牛種やその保存方法、あるいは乳加工製品違いが及ぼすラクトフェリン含有量の差を求めた。その結果、黒毛和種の乳中ラクトフェリン量は概ね400-500 μg/mL程度であり、ときに個体の異なるものにおいては、900-1,000 μg/mLに至るものもあることが分かった。他方、ホルスタイン種の乳中のラクトフェリン量は200 μg/mL程度であり、また、市販の加工乳は100 μg/mLを下回るものが主流であった。以上より、黒毛和種の乳中ラクトフェリンの濃度が、他に比較して顕著に高いことが明らかになった。また、ラクトフェリンの長期保存性を次に示す各条件下で検討した。即ち、常温、常温暗所、冷蔵暗所、及び冷凍の4条件で保管した牛乳を、約1か月程度の保管期間内に適宜分析を行った。長期安定性を期待した冷蔵暗所での保存では、冷蔵時に油脂が分離し、その後、一般的な手法で混合を試みても再び均一にすることは困難であった。一方、冷凍保存では、日数が経過しても常温に戻すと均一な溶液となり、ラクトフェリンの分析が容易であった。また、残存するラクトフェリン量も再現よく定量可能であった。冬場ということもあり、常温暗所や冷凍保存であれば1か月程度安定であるのに対し、常温

保存や冷蔵暗所では、約2週間程度で顕著な濃度減少が認められた。それらのケースでは、前述の高濃度の油脂による固液分離が進んだり、光による成分分解が促進されたためと思われる。さらに、ビタミンB2量も、ホルスタイン種の牛乳(1.2 $\mu\text{g/mL}$)に比べて黒毛和種のそれが約2.6倍高い(3.2 $\mu\text{g/mL}$)ことも明らかにした。



なお、一般的に黒毛和種の搾

乳は、比較的困難であるというのが常識であったが、庄原近辺の肥育農家では、大部分の農家で出産後の授乳のために搾乳している肥育農家が多いであろうと口頭ヒアリング結果が得られた(調査6農家のうち、5農家で搾乳することであった)。そのため、計画的な出荷時期を肥育農家間で分担することで、黒毛和種の牛乳(冷凍保存したもの)を食品メーカー等に提供し、新たな商品開発に活用できるのではないかと考えている。例えば、少量の生乳を都市部で販売する、あるいは、成分濃度が高いことを利用し、少量の牛乳使用量で済む加工食品(ミルク氷にレモン等を加えたかき氷など)の製造などの案があり、引き続き検討していく予定である。また、黒毛和種には、「比婆牛」に分類できる牛も含まれており、今後、比婆牛ブランドでの展開が期待される。この点、肥育農家との会議で合意できており、今年度も夏場の牛乳の成分調査、餌や飼育環境の影響、さらにマーケット調査等を進めていく予定である。

3. まとめ

以下、目標達成状況をまとめた。

- 地元肥育農家とのコンタクトののちに、定期的に黒毛和種の牛乳(初乳)の入手先を開拓した。
- 各種牛種及び商品のラクトフェリン量を分析し、他商品等に比べ、多くのラクトフェリン量が含まれることを明らかにした。
(参考) 明治ラクトフェリンヨーグルトは、460-1260 $\mu\text{g/mL}$ を示し、ヨーグルトの固形分が斑となり、それが原因と思われるデータのぶれがあり(斑とは、ホエー部分と固形部分の分離による生じる不均一な状態を指す)であり、黒毛和種(一部、比婆牛を含む)はそれに次ぐ高濃度を示した。
- ラクトフェリン量に与える産次の影響や個体の影響を調査した(ただし、サンプル数がまだ不十分であるため、今後、再現性等を引き続き調査予定)。
- 保管方法は、固液分離が進まない常温暗所(ただし冬場)、あるいは、固液分離前に冷凍保存したものを利用すると、1か月程度ラクトフェリン量が維持できることが明らかとなった。逆に、冷蔵保存は固液分離が進み、材料の均一性が損なわれやすく、また、常温保存は冬場であっても腐敗が進んだ。
- ビタミンB2量も、黒毛和種は他社製品を大きく凌駕する値が示された。

次に、課題や今後の展開についてまとめた。

- 黒毛和種の成分の季節依存性、餌・水の影響など検証する必要がある(6月の農家説明後、一部継続する予定)。
- コロナの影響を受け未実施となった新商品の開発とその試食会など検討したい。