

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07712

研究課題名(和文)牛乳中脂肪酸の食味に及ぼす影響について

研究課題名(英文)Effect of fatty acids in milk on the taste

研究代表者

朝隈 貞樹 (Asakuma, Sadaki)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・北海道農業研究センター・主任研究員

研究者番号：50374773

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、異なる飼養条件および加工処理条件の牛乳において、官能評価および脂肪酸を中心とした成分への影響およびその関係性を明らかにすることを目的とした。分析型官能評価および嗜好型官能評価ともに、飼養条件の違いは判別されているが、嗜好性に対しては影響を及ぼさなかった。また、牛乳中の各種脂肪酸組成によって、飼養条件が予測できる可能性が示唆された。殺菌温度および均質化(ホモジナイズ)の有無については、嗜好性に大きな影響を及ぼし、特に放牧飼養による牛乳では、ホモジナイズを行う方が高評価を得た。脂肪酸組成と嗜好性との関係性だけでは明確にならなかったため、今後、これを含めた脂質クラスでの検討が必要である。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to clarify the sensory effects by fatty acid or other components in milk as well as the relationship between the taste and both different feeding and processing conditions. Even though the effect of different feeding conditions was observed in both of the analytical and preferential tests, they had no effect on the overall favorite. Moreover, it was suggested that the feeding condition might be predictable depending on the composition of various fatty acids in milk. The sterilization temperature and the presence/absence of homogenization usually affected the taste preference for the consumers; within the grazing milk, the higher preference was observed rather in the homogenized milk. However, as the relationship between fatty acid compositions and the relative preferences by the consumers was not significantly observed, the further study should be necessary in order to clarify the the total effects including by the lipid compositions.

研究分野：農学

キーワード：牛乳 脂肪酸 官能評価 放牧

1. 研究開始当初の背景

わが国において牛乳は、戦後から高度経済成長までに生じた「牛乳は体に良いもの」という栄養摂取用消費に頼るあまり、牛乳本来の“おいしさ”の追求は二の次にされ、生産性のみが追求されてきた。

また牛乳は、他の農産物と異なり、それを農家が直接売ることが容易ではない。そして、どんなに生産環境にこだわっても、様々な牛乳と一緒に混ぜられ加工処理されてしまう現状がある。

ペットボトル型清涼飲料水の普及による選択肢の増加や人口減少、大手乳業メーカーによる集団食中毒事件による食品としての信頼性の低下などが重なり、現在までの20年以上にも及ぶ消費低迷¹⁾および今後約15年で20%を超える需要減少という厳しい消費予測²⁾が提示されている。

これらのことが示しているのは、牛乳に今後求められるべきは、「健康促進・栄養補助的役割の食品」から「嗜好性の高い選択される食品」への転換であり、わが国酪農システムの「量から質」への転換である。これには、従来イメージで語られることが多かった牛乳の“おいしさ”を科学的な根拠・指標を示し、その転換を促す必要がある。

嗜好性の高い牛乳とは何か？ 今日までの牛乳・乳製品における研究で、フレーバー(香り)がその嗜好性を左右する一要因として重要だと考えられるようになった³⁾。牛乳において明確に嗜好性との関連が示唆されているのは、各種短鎖脂肪酸と不飽和脂肪酸由来とされるフレーバーである。

牛乳の脂肪酸組成は、乳牛の飼養条件(どのようなエサを与えるか)によって大きく変化する。これを含めたフレーバーについては、牛乳製造に必須である生乳処理条件(殺菌および脂肪球の均質化)によっても変化し、食味評価に影響を与えることはよく知られている³⁾。

本研究は、これまでほとんど研究されていない飼料(エサ)から乳牛を通した生産物(牛乳)の品質への繋がりという分野横断的研究であり、嗜好性の高い消費者に選択される牛乳を科学的根拠に基づき明らかにすることを目的としている。

牛乳の消費が低迷する中、牛乳の“おいしさ”について検討することは、今後の更なる需要低下、国際競争が激化する中で、生産意欲の向上とともに牛乳の消費を維持・発展させていく上で重要な研究となる。

2. 研究の目的

飼料および加工処理方法の違いが、牛乳の食味に及ぼす影響を明らかにし、各種牛乳中脂肪酸およびこれに関連するフレーバーの変化との関連を明らかにすることを目的として、以下の3項目について検討した。

1) 飼養条件および加工処理条件(殺菌温度及び時間、均質化の有無)の異なる牛乳において分析型および嗜好型パネリストによる官能評価試験を行う。

2) 異なる飼養条件下(放牧草およびトウモロコシサイレージ主体)において、牛乳中に存在する脂肪酸および揮発性成分等成分変動を明らかにし、飼養条件との関係性を検討する。

3) 1) \ 2) における条件の違いが、牛乳の官能評価に及ぼす影響とこれら牛乳中の脂肪酸を中心とした成分との関係性について検討する。

3. 研究の方法

分析型官能評価試験については、一般社団法人日本乳業協会が示す『実践官能評価法』に準じて実施した五味識別試験および濃度差識別試験の両方に合格した19名を分析型パネリストとした。

次に、分析型官能評価試験の結果を受けて、嗜好型パネリスト(1回目78、2回目84名)による官能評価試験を実施した。分析型官能評価試験には、同時期にサンプリングした放牧飼養乳3種(濃厚飼料無給与放牧農家:A、濃厚飼料併給放牧農家:B、C 放牧依存度 B>C)と非放牧飼養乳1種(舎飼飼養農家:D)をHTST殺菌(72 15秒間)した牛乳を用い、分析型パネリストによる順位法および3点識別法を用いて嗜好性および判別に関する評価を行った。

嗜好型官能評価試験においては、分析型官能評価試験と同じ牧場の生乳を用い、高温殺菌処理(HTST,72 15秒)および均質化と超高温殺菌処理(UHT,120 2秒)した牛乳を用い、順位法で官能評価試験を行った。得られた嗜好性順位を正規スコアに変換し、分散分析および多重検定を行ったものをヤードスティック図として表した(図1)。また、UHT処理乳に関しては保存期間が長くなることから、保存期間の影響についても検討した。

最後に、これまでの牛乳における尺度法による官能評価試験データを用いて、牛乳の加工処理と官能評価特性とくに嗜好性についての関係性、および各種牛乳中脂肪酸との関係について検討を行った。このデータは、飼養条件の異なる4農場の生乳(放牧3牧場、舎飼1牧場)を原料とし、ホモジナイズおよび殺菌処理(超高温殺菌ホモジナイズ、高温殺菌ホモジナイズ、高温殺菌ノンホモジナイズ)を3処理区設け、計12種の牛乳を用いて、3回の官能評価試験(計154名)を行ったものである。

尺度法による官能評価試験は、市販牛乳(UHTホモジナイズ)を基準(0)とし、色、

香りの強弱、香りの良悪、コク、甘味、後味の強弱および総合評価(おいしさ)の7項目を基準に対する各項目±5段階で評価した。各評価項目については混合モデル分散分析および多重検定を行った。さらに、総合評価を除く官能評価6項目に対して一般化プロクラステス分析を行い、スケール効果を低減した合意コンフィグを得た後、これによる主成分分析によるプロダクトマップを作成後、嗜好性データを用いたプリファレンスマップを作成した(図2)。

全ての官能評価に用いた牛乳サンプルについて、各種脂肪酸濃度、揮発性成分、一般成分等について測定した。

4. 研究成果

分析型官能評価試験の結果から、放牧草摂取量の異なる飼養形態で生産される牛乳の評価はその摂取割合が必ずしも嗜好性に悪影響を及ぼさないことが示唆された。

さらに、提示した4種類の牛乳が、分析型パネリストによりそれぞれ識別できる違いがあることも併せて明らかとなった。これらのことから、飼養形態(エサ)が異なる牛乳の識別はされているが、好みに影響するものではないということが明らかとなった。

官能評価に用いた牛乳について、一般成分(4成分)脂肪酸(37成分)香気成分(66成分)味センサ値(13項目)、その他色彩値など(5項目)の計125成分をそれぞれの方法で測定した。これら測定値について標準化を行い説明変数とし、飼養条件(放牧草摂取割合を目的変数とした)にどのように影響しているか多変量解析ソフトSIMCA-Pを用いたO-PLS回帰分析を行った(表1)。

その結果、脂肪酸組成および味センサ値はそれぞれ従来の報告と同様に強い相関が明らかとなり、とくに脂肪酸組成による回帰は、全ての成分(125成分)を説明変数とするよりもあてはまりが良いことも明らかになった。

次に、嗜好型官能評価試験について、HTST処理を行った牛乳に対する正規スコアの平均から、『飼養条件における放牧依存度の高さが必ずしも嗜好性に影響しない』という昨年度と同様の結果が確認された。

併せて行ったUHT処理乳の保存期間における評価は、UHT処理後5日経過した牛乳の官能評価では、放牧依存度の低い牛乳(図1 牧場C)および非放牧飼養である牛乳(図1 牧場D)の2種類が有意に高い評価を得た。これに対してUHT処理後12日目における官能評価では、非放牧飼養である牛乳は大きくスコアを下げ、放牧依存度の高い牛乳(図1 AおよびB)はスコアを上げる結果となり、保存期間の経過により嗜好性スコアの差が縮まった。

表1. 飼養条件の予測に関わる生乳中要因

No.	分析項目	係数
1	α-Tocopherol	0.01479
2	Dodecanoic acid, methyl ester	0.01449
3	Phyt-1-ene	0.01439
4	n3-20:5	0.01423
5	γ-Tetradecalactone	0.01420
6	C15:0	0.01419
7	ante iso-C15:0	0.01398
8	Hexadecanoic acid, methyl ester	0.01389
9	c9c11-C18:2	0.01389
10	Fat	0.01388
11	iso-C14:0	0.01364
12	Neophytadiene	0.01363
13	Pentadecanal	0.01359
14	Tetradecanoic acid, methyl ester	0.01334
15	c12,15-C18:2	0.01331
16	b*	0.01312
17	C4:0	0.01300
18	t-C16:1	0.01300
19	Dihydrophytol	0.01297
20	AAE	0.01297
21	1-Pentanol	0.01291
22	n3-C18:3	0.01288
23	c9t11-C18:2	0.01254
24	Tetradecanal	0.01253
25	Pentanal	0.01237
26	t11-C18:1	0.01236
27	C22:0	0.01215
28	C21:0	0.01179
29	β-Carotene	0.01163
30	n3-C20:3	0.01061
31	C23:0	0.01059
32	Skatole	0.00958
33	Protein	0.00955
34	Dimethyl sulfone	0.00953
35	Phyt-2-ene	0.00924
110	cpa(C00)	-0.01397
111	C20:2	-0.01397
112	2-Heptanone	-0.01401
113	C11:0	-0.01409
114	n6-C18:2	-0.01413
115	C00	-0.01421
116	AE1	-0.01423
117	C10:0	-0.01425
118	2-Undecanone	-0.01439
119	2-Tridecanone	-0.01440
120	C9:0	-0.01442
121	2-Nonanone	-0.01443
122	Lactose	-0.01455
123	cpa(AAZ)	-0.01458
124	n6-C20:4	-0.01461
125	2-Pentadecanone	-0.01474

表1では、測定した125成分の内、放牧草摂取割合の予測が正の要因を35項目、負の要因を15項目示した。放牧飼養に関連が示唆されているものを緑、穀物飼料に特徴的な成分の中から今回負の要因として特徴的に現れたケトン類を赤で示している。

分析型および嗜好型官能評価に用いた原料乳について脂肪酸濃度の分析を行ったところ、放牧草摂取依存的な変化を示した放牧特異的な不飽和脂肪酸の増加が昨年同様見られ、従来報告されている共役リノール酸などについても増加していた。

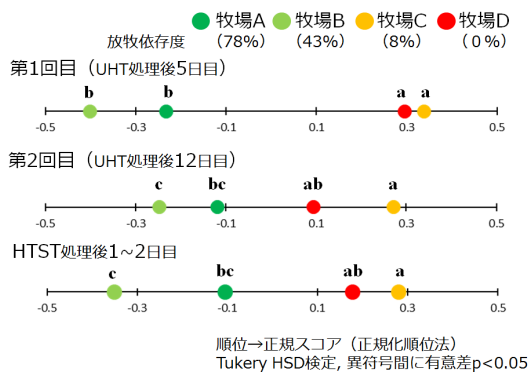


図1. 牛乳の各加工処理による嗜好型官能評価試験結果

最後に、尺度法による牛乳の官能評価試験データを用いて、飼養条件および加工処理条件の違いが官能評価に及ぼす影響を検討した。牛乳の好み(嗜好性)を除く官能評価6項目の評価データを一般化プロクラustes分析による合意コンフィグを用いて、これらの主成分分析した結果、飼養条件の違い(放牧A-Cと非放牧D)および3つの加工処理方法(UHTホモジナイズ、HTSTホモジナイズ、×HTSTノンホモジナイズ)の違いが、これまでの研究結果と同様に、類型化されることが明らかになった(図2)。主成分分析結果をもとに、各パネリストの各サンプルに対する嗜好性データからプリファレンスマップを作成した。その結果、放牧草を摂取して生産された3農場A,B,Cの牛乳において、脂質の均質化すなわちホモジナイズ処理を行った方が、消費者の嗜好性は高まる可能性が示唆された(図2)。

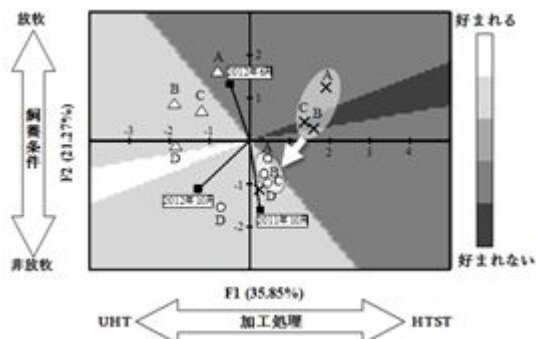


図2. 異なる飼養条件および加工処理条件での牛乳のプリファレンスマッピング

放牧依存度 牧場A > 牧場B > C 牧場Dは非放牧
○ UHTホモジナイズ処理
△ HTSTホモジナイズ処理
× HTSTノンホモジナイズ処理

牛乳中の不均一な脂質を均質化するホモジナイズにより、嗜好性が高まる結果から、牛乳の嗜好性には脂質が大きく関与している可能性があらためて裏付けられた。一方、このときの各牛乳中脂肪酸濃度と嗜好度との関係について、本試験においては、明確な相関は得られなかった。牛乳中の脂質は、トリグリセライドが95%以上とされるため本研究では脂肪酸組成を中心に検討したが、遊離脂肪酸やリン脂質など脂質クラス全体での嗜好性への関与を今後検討する必要がある。

<引用文献>

- 1)平成24年度牛乳・乳製品統計(農水省)
- 2) 薬師寺哲郎. 少子・高齢化の進展と我が国の食糧消費構造の展望. 農林水産政策研究第18号1-40(2010).
- 3)Advanced Dairy Chemistry vol.3, pp631-690.
5. 主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計0件)

[学会発表](計4件)

朝隈貞樹、エサから牛乳へ、2018年度日本酪農科学シンポジウム、2018

本田希未、朝隈貞樹、上田靖子、三谷朋弘、内田健治、元島英雅、牛乳の青草臭と嗜好性の関係、日本畜産学会第121回大会、2016

朝隈貞樹、上田靖子、本田希未、内田健治、須藤賢司、元島英雅、片野直哉、三谷朋弘、超高温殺菌(UHT)処理牛乳の嗜好性に対する放牧依存度と保存期間の影響、日本畜産学会第122回大会、2017

朝隈貞樹、本田希未、上田靖子、内田健治、元島英雅、須藤賢司、三谷朋弘、放牧依存度と乳成分との関係性について、日本畜産学会第121回大会、2016

[図書](計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：

権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

朝隈 貞樹 (ASAKUMA, Sadaki)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合
研究機構・北海道農業研究センター・酪農研
究・主任研究員

研究者番号：50374773

(2) 研究分担者 なし
(3) 連携研究者 なし
(4) 研究協力者 なし