

研究ノート

牛初乳の調理特性に関する研究

筒井 静子・大武 亜弓*

酪農学園大学短期大学部, 江別市 069-8501

* 酪農学園大学, 江別市 069-8501

The Physicochemical Characteristics of Bovine Colostrums in Cooking

Shizuko TSUTSUI and Ayumi OHTAKE*

Rakuno Gakuen University Dairy Science Institute, Ebetsu 069-8501

*Rakuno Gakuen University, Ebetsu 069-8501

キーワード: 牛初乳, 熱凝固, テクスチャー, 調理適性

Key words: bovine colostrum, thermal coagulation, texture, cooking

要 約

牛初乳の自家用調理素材としての利用範囲を広げる可能性の有無を判断するため, 牛初乳の理化学的性状を検討し, さらに調理特性の検討を行った。分娩後1回目の搾乳によって得られた初乳試料はわずかに褐色を帯びており, 2回目以降の搾乳によって得られた試料と比較し比重, 酸度, 粘度の値は高かったが, pHは低かった。アルコール検査法による凝固試験では1回目から10回目の搾乳によって得られた試料において何れも凝固反応が認められた。

加熱凝固試験では, 1回目から10回目の搾乳によって得られた初乳試料は何れも熱安定性を欠いていたが, 特に1回目と2回目の搾乳によって得られた初乳試料において, 80℃の温浴加熱により加熱開始3分からゲル化が始まりその後, 加熱試料の内部温度の上昇に伴い安定したゲルが形成された。

初乳をそのまま用いた調理試験では初乳プリン等のデザート類に応用することが可能であり, 加熱凝固により得られた生成物(加熱カード)は特異なテクスチャーを有し食材として種々の調理に利用できる可能性が示唆された。

緒 言

初乳は常乳と比較し乳清タンパク質, 特に免疫グロブリン含有量が高く(穴釜, 1974), 乳等省令において分娩後5日以内の乳の売買が禁止されていることから, 酪農家ではこの期間の初乳は主に子牛の哺乳用に

使用しているが, その一部を用い, いわゆる「初乳豆腐」に加工し自家用に消費しているのが現状である。

そこで本研究は, 牛初乳の酪農家における調理の応用範囲を広げる可能性を模索するため, 牛初乳の理化学的特性を把握し, 適切な調理法を提案することを目的として行われた。

材料および方法

実験材料は, 酪農学園大学付属農場と近郊の酪農家で分娩直後から分娩5日目(10回搾乳分)までに搾乳された6頭分の牛初乳60検体を用い, それぞれの試料について外観から色, 風味を観察し, アルコール検査法により凝固生成の有無を調べた。また, 乳製品試験法(日本薬学会編, 1999)に従い比重, pH, 酸度と水分を測定した。粘度はB型粘度計(B8L型粘度計, 東京計器)を用い, 試料17.5mlを付属の少量サンプルカップに分注して25℃の恒温に達するまで保持後, HM形-#1ローターで指針が目盛板上で安定するまで回転(10~20回)させ, その示度を測定し便宜的にニュートン流体としての絶対粘度(mPa・s)とした。また, 測色色差計(Z-300A型, 日本電色工業)を用いて色(L, a, b)を測定した。さらに, 1回目から5回目の搾乳によって得られた初乳試料を40mlずつビーカーに分注し80℃で温浴加熱して経時的に取り出し, 6℃で保持後室温に戻した試料について, レオメーター(NRM-2002J型, 不動工業), 自動計測X-Yレコーダプロッタ(FR-801型, 理化電機工業)を用いて破断試験を行い得られた数値からテクスチャー特性を判断した。レオメーター測定条件は, アダプター: カード測定用, 荷重: 200gまたは2,000g, テスト速

表1 搾乳回数の違いによる初乳の色の変化

	搾乳1回目	搾乳2回目	搾乳3回目	搾乳4回目	搾乳5回目	搾乳6回目	搾乳7回目	搾乳8回目	搾乳9回目	搾乳10回目	常乳
L値	80.12	82.38	84.24	84.73	84.46	85.2	84.95	85.77	85.33	86.02	85.85
a値	-0.09	-0.57	-1.52	-1.39	-1.36	-1.04	-1.23	-1.95	-2.09	-2.29	-2.23
b値	17.90	15.39	12.05	11.16	9.90	10.37	9.36	9.21	8.82	8.23	7.64
ΔE(色差)	4.12	2.41	1.11	0.75	1.17	0.37	0.75	0.07	0.41	0.22	

度：30 cm/min，スリーブ速度：60 cm/minとした。さらに、著者らのオリジナルレシピにより家庭の一般的な調理器具を使用して液状初乳と加熱により生成したカードを用いて20種類の調理試験を実施し、それぞれの調理品の総合的なおいしさ、食味、舌触りについて本学食物利用学研究室所属の男女8名のパネラーにより評点法による官能検査を実施した。

結果および考察

1. 牛初乳の理化学的性状

初乳の色を肉眼で観察した場合、1回目の搾乳によって得られた初乳試料（以後1回目試料，その他の回数の場合も同様に省略）ではわずかに褐色を帯びており、2回目から5回目までの試料では淡いクリーム色を呈していた。なお、特に1回目試料では血液成分の混入により初乳の色に影響を与える場合が考えられるが、今回実験に供した初乳試料は、外観から判断して色調に影響をもたらす血液成分の混入は認められなかった。

一方、それぞれの試料について測色色差計による色の測定を行った結果、1回目試料ではL値が80.12，a値が-0.09，b値が17.90となり、2回目以降の試料と比較した場合、明度を表すL値が低く、一側で緑の度合いを表すa値が低く、+側で黄色の度合いを表すb値が高くなった。さらに、それぞれの試料の測定値を

比較すると、搾乳回数の進行に伴い、明度と緑の度合いが高くなる一方、黄色の度合いが低くなり、搾乳回数経過に伴ない常乳の測定値に近づくことが確認された。また、常乳を基準としてΔEで表す色差は、1回目試料では4.12となり、NBS (National Bureau Standards) 単位の感覚的な差の基準で表現した場合、「めだつほどに差がある」と判断された。2回目の試料では2.41で「感知せられるほどに差がある」となった。3回目から5回目の試料では表現としては「わずかに差がある」に当てはまり、6回目以降の試料では「常乳との色差を判断するためにはかなりの熟練者でも再現性は疑わしい」となった(表1)。

食品の色彩は食べる側に心理的効果を与え、食品の属性にもとづく即物的イメージから連想されるミルクの色は、一般に意味をもった物体または成分を連想させる(納富, 1971)が、このことから、1回目と2回目の試料は、一般的なミルクとは異なり、初乳の性状から判断し特殊液状乳製品と考えられる。また、いずれの試料においても牛乳特有のミルクフレーバーは感じられなかった。

比重は1回目試料では1.090，2回目試料では1.055と常乳に比べて高い値を示したが、その後の搾乳によって得られた試料では1.032から1.046の範囲で、常乳に近い値を示した(図1)。粘度は1回目試料では20.93 mPa・sと高い値を示したが、2回目試料では

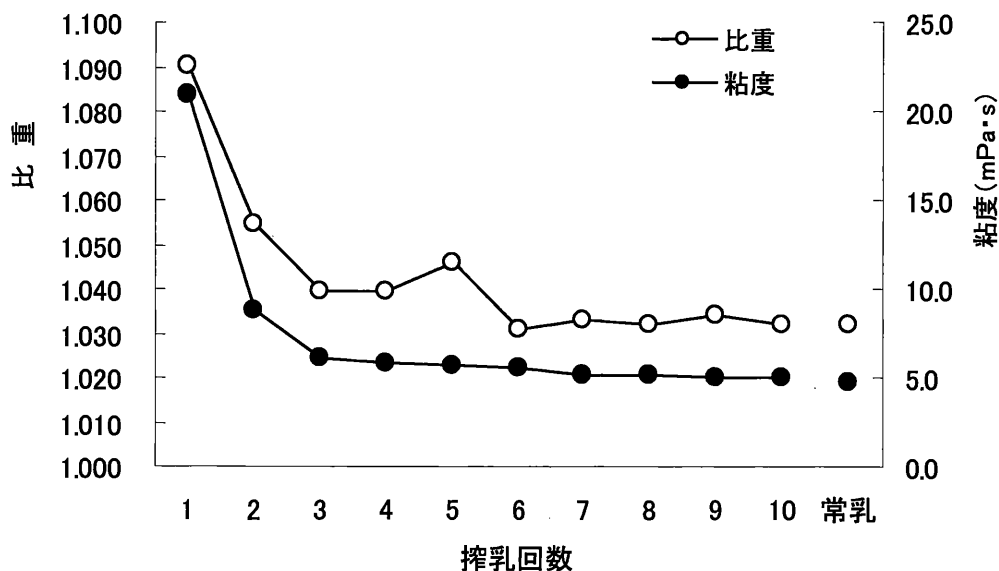


図1 搾乳回数の違いによる牛初乳の比重と粘度の推移

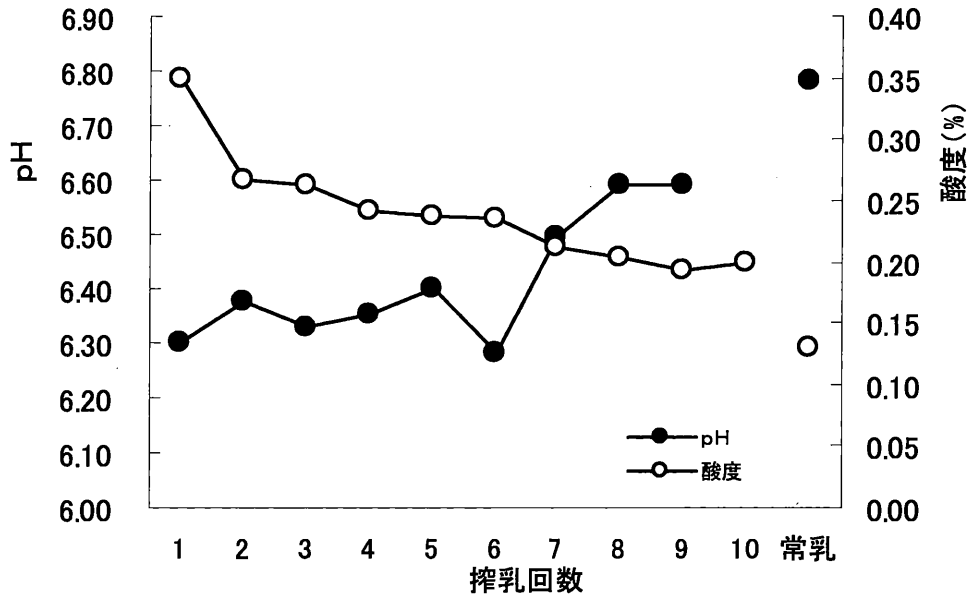


図2 搾乳回数の違いによる牛初乳のpHと酸度の推移

8.79 mPa・sと急激に低下し、以降常乳に近い値まで減少する傾向が示された(図1)。牛乳の粘度は一般に固形分含量が高くなると上昇する(足立、伊藤、1987)とされているが、その相関関係を水分含量から検討してみると、1回目試料の水分は77.12%であり、2回目以降の試料あるいは、常乳の水分87.76%と比較した場合、水分含量は約10%低く、このことが試料の粘度に影響を与えた要因の一つと考えられた。

一方、pHは1回目から6回目までの試料では殆ど変化が認められず6.28~6.40の範囲であったが、7回

目以降の試料では徐々に上昇した。酸度は1回目試料では0.35%であったが、搾乳回数が進むに従い徐々に低下し10回目試料では0.20%と常乳と殆ど変わらない値を示した(図2)。

アルコール検査法による初乳の凝固試験では、常乳がアルコールに凝固反応を示さないのに対して、いずれの試料においても強い凝固反応あるいは、やや強い凝固反応を示した。中でも1回目の試料の場合は、他の搾乳回の試料に比べて微細なゲル化物としてシャーレ全体に凝集する様子が観察された(図3)。凝固する

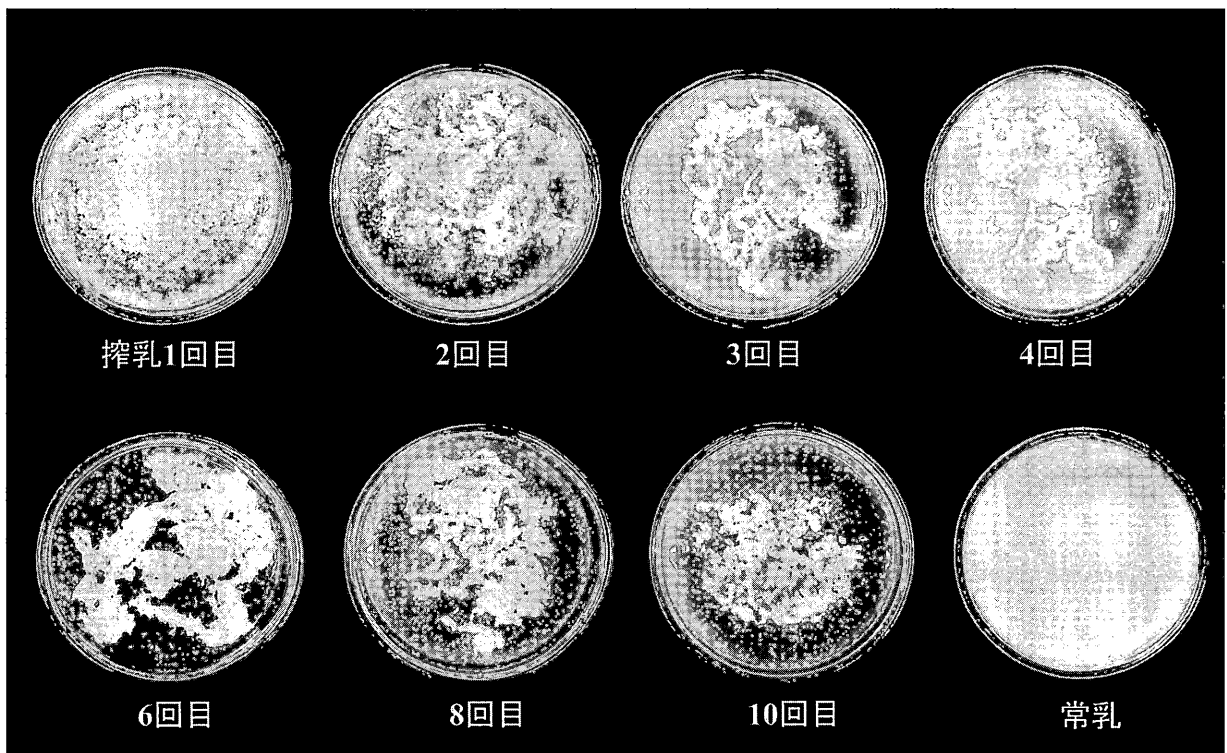


図3 牛初乳の凝固試験(アルコール検査法)

成分はアルコールの脱水作用によって不安定化したカゼインミセルが主成分であるが、70%アルコールを用いる場合には通常は酸度が0.21%以上(pH 6.5以下)になるとアルコールテストが陽性になる(足立と伊藤, 1987)と言われていることから、今回用いた試料のアルコールによる凝固反応と酸度とpHの関係は足立と伊藤(前出)の数値とほぼ一致していた。搾乳回の違いによる初乳の凝固状態の相違には、主として試料中のホエータンパク質や無機質等が関与していると考えられるが、明確な判断はできなかった。

2. 牛初乳の加熱凝固特性

熱凝固過程におけるかたさ(応力は深度8mmで測定)の変化は、1回目試料では加熱開始3分で応力19.5g、試料中心温度61.5℃に達し、ゲル化が開始された。その後、加熱8分で応力156.0g(中心温度72.0℃)、加熱13分では応力482.0g(中心温度75.9℃)、加熱18分では応力941g(中心温度78.1℃)と徐々にかたさが増し強固な熱不可逆性ゲルとなった。加熱凝固したゲルは、固ゆで卵白様のテクスチャーを有していた。2回目試料では加熱3分で応力35.7g(中心温度64.4℃)となりゲル化が開始され、加熱9分で応力196.0g(中心温度74.5℃)と熱不可逆性ゲルとなり、その後、加熱時間の経過と共にしっかりした粘りの少ない凝固物となった。3回目試料では加熱12分で応力30.4g(中心温度71.9℃)、4回目試料では加熱31分で応力30.1g(中心温度72.4℃)となり、両試料共なめらかなカスタードプディング様のゲルとなった。5回目試料では加熱23分で応力11.0g(中心温度74.3℃)となりわずかに流動性を失ったが、それ以後、加熱時間の経過に伴うゲル性状の変化は認められなかった(図4)。

牛初乳中の主な乳清タンパク質である免疫グロブリンはIgGが主成分であり、初乳ではその殆どがIgG 1である(JENNESS, 1982)が、de WIT and KLARENBECK (1984)によると、免疫グロブリンは72℃で構造変化を起こすとの結果を得ている。また、牛初乳中には β -ラクトグロブリンの含有量も多いが、安藤ら(1983)によると β -ラクトグロブリンの熱変性点は75℃であったことから、免疫グロブリンと β -ラクトグロブリンの含有量の多い1回目と2回目の試料では試料温度72~75℃付近で熱不可逆性ゲルの形成が促進されるなど、本試験の加熱条件から初乳に多い乳清タンパク質が不可逆性ゲル形成に関与していると考えられる。

3. 牛初乳の調理適性

初乳を加熱させることによって得られる特性を生かした調理試験を行ったところ、初乳(3回目から5回目試料)をそのまま利用した調理法では、初乳に砂糖を添加して蒸し焼きにし、カラメルソースの風味で食する手法が簡便であった。食感のカスタードプディングと牛乳ゼリーの両方の特徴を兼ね備えており、食味と舌触りにおける官能評価も高かった。さらに、初乳をそのまま蒸して卵豆腐状に仕上げたものは、薬味としょうゆで、あるいは、中華風に調味した具材とともに食べるのに適していた。柔らかいゲル化物の場合は、余分の水分を排除し生クリーム代替として菓子等に利用できる可能性が示唆された。

次に、初乳(1回目と2回目試料)の熱凝固物を利用した調理としては、鶏肉、ゆで卵、白身魚、豆腐等と同様の幅広い調理法が可能であった。例えば丼物の具や揚げ物の主な材料として用いた場合は、総合的なおいしさとしての官能評価が高かった。また、くん製に加工した場合は酒肴に適した独特の食感のものが得

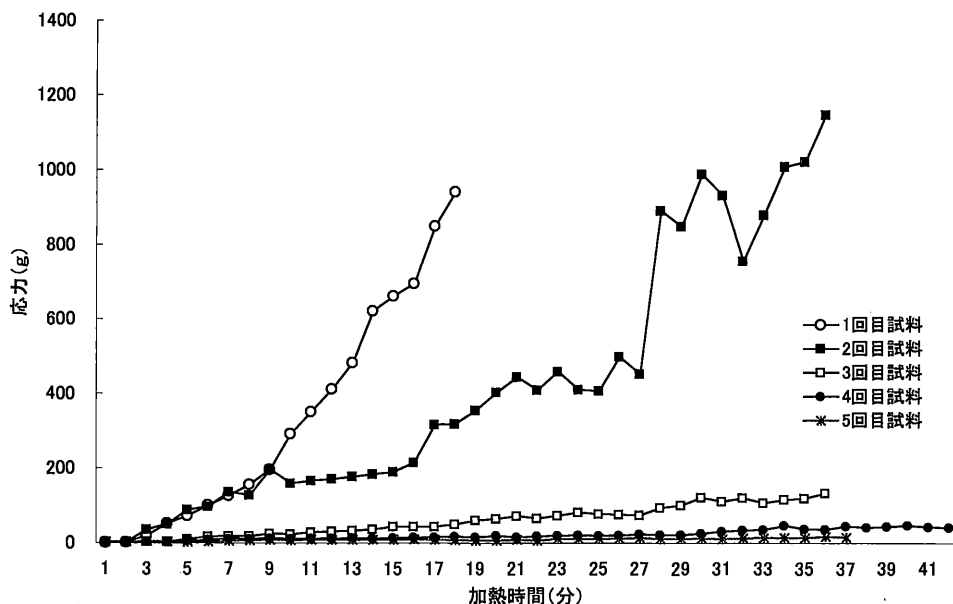


図4 加熱時間によるかたさの違い(深さ8mmの応力値)

られた。

以上の結果から、初乳をそのまま用いた調理試験では初乳プリン等のデザート類に応用することが可能であり、加熱凝固により得られた生成物（加熱カード）は特異なテクスチャーを有し食材として種々の調理に利用できる可能性が示唆された。

文 献

- 足立達・伊藤敬敏 (1987) 乳とその加工. 123-143. 建帛社. 東京.
- 穴釜雄三 (1974) 乳学. 284-287. 光琳書院. 東京.
- 安藤功一・加藤勲・PAVEL JELEN・遊佐孝五 (1983) ホエータンパク濃縮物の耐熱性と乳化能力に関する研究. 酪農学園大学紀要, 10: 1-12.
- JENNESS, R. (1982) Developments in Dairy Chemistry-1. ed. by FOX P. F., Elsevier Appl.Sci. Pub., 87-114.
- 厚生省 (1951) 乳および乳製品の成分規格等に関する省令. 昭和 26 年 12 月 17 日号.
- 日本薬学会編 (1999) 乳製品試験法・注解. 改定第 2 版. 58-66. 金原出版. 東京.
- 納富則夫 (1971) 食品の色彩と形態. 調理科学, 4: 204-209.
- de WIT, J. N. and G. KLARENBEK (1984) Effects of Various Heat Treatments on Structure and Solubility of Whey Proteins. J. of Dairy Sci., 67: 2701-2710.

