

十勝産水牛乳等を用いた乳製品の開発に関する試験（平成 27 年度）

研究開発課 葛西大介

共同研究：株式会社 大樹農社

1. 目的と概要

北海道十勝管内では初となる稀少な水牛乳を用いた乳製品の開発を検討した。昨年度の共同研究では、水牛乳の性質を把握し、その知見を基に、水牛乳に適したモッツァレラチーズ製造条件について検討した。本年度は昨年度に実施できなかった一部の製造条件を検討し、水牛乳モッツァレラチーズの製造技術を確立することを目的に、レンネットの適正添加量や保存液組成の設計に関する試験を実施した。

2. 試験方法

（1）レンネット添加量の検討

水牛の生乳 50ml をビーカーに入れ、40℃のウォーターバス中で加温し、既に確立している添加量（非公開）の実製造用乳酸菌スターターを添加して、レンネットの実製造添加タイミング（非公開）まで培養した。添加タイミングの pH に到達した時点で、レンネットの添加量を現在の添加量（非公開）から段階的に一定量を減らして、各ビーカーに添加し、30 秒間よく攪拌後にビーカー中の乳の流れを完全に止め、40℃のまま静置させた。レンネットの添加 10 分後から、乳をスポイトで吸い取り、蒸留水を入れた別のビーカーに数滴、滴下して水中に投入された乳の凝固状態を目視し、凝乳が開始した時間をセッティング時間として計測した。これを基に、セッティング時間の 3 倍にあたる時間をカットティング時間として計算した。適正なレンネット添加量の判断はカットティング時間が 45 分後となる添加量と定めた。

（2）保存液の検討

モッツァレラチーズの保存液は水、有機酸、ホエイ、食塩などを原料として様々な組成が考えられる。このため、どんな組成が望ましい保存液であるかは容易に設計できない。

そこで、単純な組成から複雑な組成まで、これまでの経験も踏まえて保存液 A～D を作成し、各々を乳酸で pH4.0 と pH4.5 に調製し、この保存液に投入したモッツァレラチーズの微生物検査を行って、チーズの保存性や外観に与える影響を評価した。モッツァレラチーズは 10℃で保管した。微生物検査はデソキシコレート寒天培地を使用し、混釈培養法にて 35℃、24 時間後に大腸菌群を計測した。pH は pH メーター（HORIBA F-71）を用いて測定した。物性は表皮の状態を目視確認した。

3. 結果と考察

（1）レンネット添加量の検討

レンネットの添加量を変えてセッティング時間を計測し、それを基にカットティング時間

を算出した結果を表 1 に示す。

表 1 セッティングとカットイング時間

この結果、添加量を 1 段階減らす毎にセッティング時間は 2 分ずつ長くなり、その分カットイング時間も 6 分ずつ遅くなることが確認された。

添加量 (mg/50ml)	セッティング時間 (分)	カットイング時間 (分)
a	17	51
b	19	57
c	21	63

また、ビーカー試験では、どの添加量でも目標の 45 分よりも長い時間がかかっているが、添加量 a で実施した実製造試験では実測セッティング時間が 6 分、カットイング時間が 18 分であり、ビーカー試験のセッティング時間よりも大幅に時間が短かった。これは、実製造の 40L 仕込みに対してビーカーでは 50ml という極端に小さなスケールでの試験であったため、試験と実製造に大きな誤差が生じていると考えられた。そこで、この誤差を補正するため、ビーカー試験での結果を基に、添加量とセッティング時間の関係から、試験を実施していない添加量におけるビーカー試験でのセッティング時間とカットイング時間を推定し、この推定時間が実製造におけるカットイング時間になるように数回の実製造試験を行って補正計算のシミュレーションを行った (表 2)。

表 2 レンネット添加量のシミュレーション

レンネット添加量 (mg/50ml)	ビーカー試験 セッティング時間(分)	ビーカー試験 カットイング時間(分)	実製造 セッティング時間(分)	実製造 カットイング時間(分)
a	17	51	5	15
b	19	57	7	21
c	21	63	9	27
d	23	69	11	33
e	25	75	13	39
f	27	81	15	45
g	29	87	17	51

この結果、シミュレーションの計算式は「実製造のカットイング時間 (分) = 3 × (ビーカー試験のセッティング時間 (分) - 12 分)」となった。これにより、実製造のセッティング時間は添加量 f のときに目標とする 45 分となり、適正添加量を f (mg/50ml) と決定した。

これらの検討により、レンネット添加量は従来の約 1/3 まで減少させることができ、コストダウンにつながった。また、製造担当者によると、物性や風味が良くなり、特に風味において、レンネット由来と思われる苦味の後味がかなり低減したという感想を得た。

(2) 保存液の検討

配合 A ~ D の保存液に製造直後のモッツァレラチーズを投入し、10℃で保管して DAY10、15、20 の 3 回にわたり、大腸菌群の検査を行った。その結果、配合 A は pH4.0 では DAY20 まで大腸菌群陰性であったが、pH4.5 では DAY20 で大腸菌群陽性となった。配合 B は pH4.0 でも DAY20 まで日持ちがしなかった。配合 C 及び配合 D は pH4.0、pH4.5 とも DAY20 で大腸菌群が陰性で、目標とする衛生的品質を維持しており、最も適していると考

えられた（表 3）。

表 3 各種保存液の保存試験結果（大腸菌群）

このため、保存液の組成は配合 C 及び配合 D に絞り込み、pH4.5 の保存液の時の物性について、評価を行った。

	pH4.0			pH4.5		
	DAY10	DAY15	DAY20	DAY10	DAY15	DAY20
配合 A	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(+)
配合 B	(-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(+)
配合 C	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
配合 D	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

この結果、配合 C では、DAY10 まで良好な外観を保っていたが、DAY12 には表皮の溶解が始まり、DAY14 の時点で完全に溶解した。一方、配合 D では、DAY20 まで表皮の溶解は認められず、良好な外観を保っていた（図 1）。

これらのことから、保存液の組成は配合 D が最も適していると考えられた。現在はこれまでの知見を活かし、保存液組成の微調整を実施している。

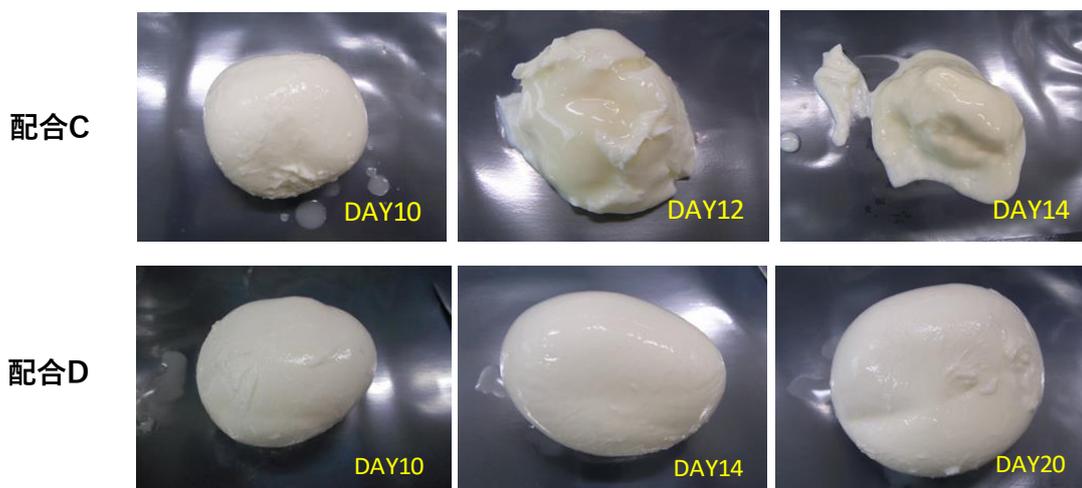


図 1 配合 C と配合 D の 10℃保存中の表皮の外観

また、保存液の組成は、保存性に大きな影響を与え、従来の組成では賞味期限が 1 週間であったが、組成の変更により、賞味期限は 2 週間まで延長することが可能となった。

4. まとめ

国産では希少な、水牛乳モッツァレラチーズの製造技術を確立することを目的に、昨年度までに得られた知見に加え、本年度は昨年度に検討できなかったレンネット添加量と保存液の設計について試験を行った。これにより、レンネットについては添加量を少なくし、物性改良や風味向上に寄与することができた。保存液の設計については、文献等では得られない知見を得て、モッツァレラチーズの外観と保存性を両立する保存液の設計をほぼ完成させることができた。これにより、昨年度の知見と合わせ、水牛乳モッツァレラチーズの製造技術をほぼ確立した。また、保存液の設計により、賞味期限も従来の 7 日間と比較して約 2 倍の 14 日間まで延長できる品質とすることができた。