

日本畜産学会北海道支部賞

受賞講演

原料乳格付検査法の改善に関する研究

生乳検査技術研究グループ

笹野 貢^{*}、岡田迪徳^{**}、長南隆夫^{**}

北海道酪農検査所

(現 *北海道生乳検査協会)
**北海道立衛生研究所)

はじめに

原料乳検査は取引の公正化及び乳質改善を主たる目的として実施されてきたが、乳質向上に対する要望が逐年たかまるとともに原料乳検査の多様化を図らなければならない経過をたどってきた。そこで原料乳検査業務に従事する演者らは、より適正でかつ簡便な原料乳格付検査を旨として本研究を企画し、各種の検査方法および近年著しい進歩を示している生乳の機器分析に関する種々の研究を行った。

以下、本研究で実施した一連の研究内容について、その概要を報告する。

1 検査方法に関する研究

(1) アルコール試験 (昭和40年)

アルコール試験は、アルコールの脱水作用に対する生乳中のカゼインの安定性により、生乳の耐熱性および新鮮度を簡便に判定できるものとし古くから利用されてきたが、搾乳衛生の向上による細菌数の減少とともに高酸度アルコール不安定乳が年々減少し、2等乳の中で低酸度アルコール不安定乳の占める割合が多くなってきた。そこでこれらのいわゆる低酸度2等乳の利用性について検討した。

低酸度2等乳は、通常の加工製造を対象とした耐熱性、新鮮度および風味に関し1等乳と比較して遜色ない乳質を備えていることを認めた。また、一方のいわゆる高酸度等乳は、酸度、細菌数、風味などで十分判定でき、諸外国においても生乳検査にアルコール試験を採用している国がまれなことから、本試験を原料乳格付検査項目から除外し、生乳検査

の合理化を図る必要があることを提言した。

(2) TTC試験 (昭和46年)

乳牛の乳房炎などの治療剤として抗生物質の使用が増加するとともに生乳中への移行残留が公衆衛生上の問題となり、昭和45年11月の厚生省の通達によりTTC法による生乳検査が強化されることとなったので、本法の精度に影響を与える要因について検討した。TTC試薬は製造メーカーによりまた同一メーカーでも製造ロットにより差が認められるので使用前のチェックが必要なこと、試験菌の活力の差異による影響が大きいこと、洗剤・殺菌剤の乳中の混入による影響は通常の使用濃度の範疇では問題ないことならびに初乳・末期乳は93例中3例(3.2%)のみが疑陽性を示したことなどの知見を得た。

(3) 試料採取法の検討 (昭和46, 48, 54年)

バルククーラーの普及に伴いタンクローリーによる集荷が増加してきたので、バルククーラー攪拌機の性能と試料採取、タンクローリー乳の自動攪拌と試料採取についてクリームラインの消失および脂肪率の測定により検討した。バルククーラーは15社24機種について実験したところ、タンクの形状、容量、貯乳量、電動攪拌機の取付位置、回転数、羽根の大きさおよび角度などにより攪拌効果は一定でないが、3分間の攪拌でタンクの底まで届く採取管にて2部位以上から採取することにより均一な試料の採取ができることを認めた。タンクローリー乳のエア攪拌は通常実施される30秒間でみると吐気量の多い方(3.2ℓ/秒)が効果がよく、吐気量の少ない方(1.6ℓ/秒)に不均一な試料を認めた。なお、手攪拌では

タンクローリーの受入待時の時間に応じた攪拌回数（通常30回以上）の増加が必要であることを認めた。

(4) レサズリン還元試験（昭和47年）

生乳の細菌数検査の簡便法としてのレサズリン還元試験法には、試験管法とペーパー法とがあるが、夏期および冬期の個缶乳 800 試料を対象として、現行の公定法である直接鏡検法を基準とした各検査法の相互関係を検討した。試験管法では細菌数 100 万/ml以下の色調番号はおおむね 0, 400 万/ml以下では 0~2, ペーパー法では 100 万/ml以下の色調番号はおおむね 1, 400 万/ml以下では 1~2 に相当することを明らかにした。試験管法とペーパー法間では精度の差が認められなかった。あわせて、低温細菌数とレサズリン試験との関係について検討したところ、低温細菌は脱水素酵素の生成力が極めて弱いため両者の相関関係が認められなかった。なお、予備培養後本試験を行っても期待する結果が得られなかった。したがって、バルククーラーなどにより長時間冷温に保存された生乳は、低温細菌が比較的多く存在するのでレサズリン試験では正確な検査ができないものとする。

(5) 細胞数測定法の検討（昭和54年）

生乳中の細胞数測定については、公定法がなく通常乳等省令における生乳中の細菌数測定法に準じて実施されている。しかし、本法では鏡検時における細胞の読み取り値に測定者の個人差を生ずる恐れがあるので鏡検法の統一化について検討した。多形核白血球の分葉核の判定基準の違いにより読み取り値に約25%の誤差が生じることを認めた。また、鏡検視野数は従来16視野としていたが、10視野に視野数を減らしても読み取り値に有意差（危険率5%）は認められなかった。

(6) 全乳固形分の公定量法は、乳等省令に準じて行われている。省令では「こう量となるまで」乾燥を行うことになっているが、実際には3時間乾燥後の重量を「こう量」とみなし全乳固形分値とすることが一般化されている。しかし、3時間乾燥した生乳は褐変し、こげを生ずることが多く、真の全乳固形分値となっているのか疑問な点がある。経時的に乾燥、測定した全乳固形分値はこう量とならず減少を続けることが認められ、その割合は1~5時間の範囲で1時間につき0.03%であり、乾燥を18時間まで

延長してもこう量直を得られなかった。乾燥による褐変・こげはアミノカルボニル反応によって生ずることが確認され、早い試料では1時間の乾燥でこげを生じ、褐変・こげを生ずると明らかに重量が減少することが示された。この褐変・こげが現行の3時間乾燥において生じてしまうことは乾燥のしすぎと考えられ、カゼインナトリウムと乳糖の混合液を使ったモデル実験においても同様の結果を示すことから、本法における乾燥時間は1時間程度に短縮化することが望ましい。

2 機器分析に関する研究

(1) 成分測定機（昭和40~53年）

近年、牛乳分析機器の開発はめざましいものがある。特に、生乳の取引検査や乳牛能力検定などでは、多数の試料を迅速に分析する必要があるため、従来の公定法では能率が極めて悪く、迅速化された機器分析に期待するところが大きい。そこで次の機器を対象に精度および実用性について種々の実験を行った。

脂肪率測定機：濁度測定を利用したミルコテスターII型、同III型、同オートマチック（デンマーク、フォス電気社製）および同種ではあるが標準器を内蔵したミルクチェッカ（安立電気社製）

全固形分率測定機：赤外線乾燥によるTMSテスター（日本冶金社製）、マイクロ波を用いたTMSチェッカおよび連続TMSチェッカ（安立電気社製）

脂肪率・蛋白質率・乳糖率の多成分測定機：赤外線吸収を利用したミルコスキャン203型（デンマーク、フォス電気社製）

以上各機器の精度実験結果は、表1に示すとおりである。

これらの機器はいずれも十分実用に供し得ることを認めた。しかし、実用化に当たっては、精度の確保上、公定法による成分既知の標準試料での定期的な点検、機器の設置環境（温度、湿度、耐震性）の整備および機器の調整・校正のできる専門的知識を持つ技術員の配置などが必要である。

(2) 氷点測定機（昭和52年）

バイブラインミルクカーの普及とともにバイブライン中の残乳の水押しなどによる加水乳出荷の恐れがあり、この有無を判定する氷点検査が必要となった。

表1. 乳成分測定機の精度実験結果

機種名	測定成分	繰り返し			公定法との関係				備考		
		例数	測定回数	標準偏差	供試乳区分	例数	公定法を基準として±0.1%以内の割合	差の標準偏差	相関係数	測定能力(時間当たり)	実験年
		例	回		例	%			検体	昭和年	
ミルコテスターII型	脂肪率	4	30	0.008~0.013	合乳	500	96.8	—	0.949 ^{**}	70	43
					個乳	1,000	88.8	—	0.978 ^{**}		
ミルコテスターIII型	脂肪率	8	50	0.009~0.019	合乳	200	95.0	0.035	0.871 ^{**}	120	51
					個乳	200	88.0	0.044	0.968 ^{**}		
ミルコテスター オートマチック	脂肪率	4	87~ 100	0.011~0.015	合乳	100	93.0	0.036	0.893 ^{**}	180	48
					個乳	300	89.3	0.037	0.972 ^{**}		
ミルクチェッカ	脂肪率	4	50	0.008~0.014	個乳	250	89.2	0.042	0.982 ^{**}	120	49
TMSテスター	全固形分率	3	60	0.027~0.032	個乳	66	84.8	—	0.965 ^{**}	30	40
TMSチェッカ	全固形分率	3	30	0.022~0.030	個乳	51	100.0	0.026	0.994 ^{**}	15	51
連続TMSチェッカ	全固形分率	3	24	0.014~0.027	個乳	100	96.0	0.030	0.996 ^{**}	37	53
ミルコスキャン	脂肪率	3	50	0.013~0.015	個乳	225	88.4	0.037	0.962 ^{**}	225	52
	蛋白質率	3	50	0.006~0.011	個乳	225	97.8	0.025	0.922 ^{**}		
	乳糖率	3	50	0.011~0.019	個乳	225	79.5	0.046	0.710 ^{**}		

** : 1%水準有意

ので、ミルクフライオスコープMS型（アメリカ、フィスケ社製）を導入し、実用に先立ち、その精度および氷点に影響を与える要因とその影響の割合などについて検討した。繰り返しの精度は標準偏差 $0.0019 \sim 0.0026^{\circ} \text{H}$ （H：ホルトベツト温度，以下H省略）の範囲で平均 0.0023° であり、加水による氷点の上昇は乳量に対して加水1%当たり平均 0.0065° であり、酸度の上昇の影響については酸度0.01%当たり平均 0.0029° 上昇することなどを明らかにした。また、本道における個体乳（ $n=1280$ ）の氷点実態調査では $-0.522 \sim -0.660^{\circ}$ の範囲で平均 -0.556° であり、 -0.530° 以下が99.9%を占めた。この結果からみて -0.529° 以上は加水の疑いあるいは加水とみなし得ると考え、その判定基準を -0.529° に設定し、実用化の促進を図った。

おわりに

日本畜産学会北海道支部賞を受賞するに当たり、御推薦いただいた帯広畜産大学教授祐川金次郎氏、御指導いただいた北海道大学教授有馬俊六郎氏および元北海道酪農検査所長大浦義教氏ならびに御協力いただいた元北海道酪農検査所職員の各位に深甚なる謝意を表します。