

熱 殺 菌 (応 用)

(座長 高田 亮平・朝井 勇宣・木暮保五郎)

10. 牛乳殺菌方法の進歩とこれに関連する諸問題

明治乳業KK研究所 舟 木 正 直 ※ (15分)

緒 言

牛乳が古い時代から栄養の極めて高い食品として重要な地位を占めていることは、今更ら多言を要しないところであるが、栄養価が高いだけに細菌の繁殖にも極めて好適した培地とも云えよう。故に、そのままに置けば混入していた細菌が繁殖して短時間内に腐敗するので、適当な手段によつてその栄養価を減殺することなしに、保存性をもたさねばならぬことになる。

そこで、各国とも牛乳の取扱いについては衛生上の事故が起らないように、法律をもつてその処理方法を規定しており、我国に於いては食品衛生法の適用を受け、厚生省の「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令」によつて取締られている。

牛乳の処理方法としては、加熱、紫外線照射、電流、原子力(r線)、超音波等による理学的方法と、薬品を使用する化学的方法とが挙げられるが、現在実用化されているのは加熱による方法のみで、その加熱処理方法には Pasteurization と Sterilization とがある。Pasteurization は牛乳中に存在する凡ゆる病原菌を殺滅すると同時に、牛乳に種々の欠陥を生ぜしめる原因になる他の微生物の殆んど総てを殺して、衛生上の安全性を確保すると共に保存性を増大させ、しかも乳質の変化を最小限度にとどめて、栄養価値を損じないことを目標とするものであり、Sterilization は多量の栄養価の減損をみても、長期間の保存を目的とする為に微生物を完全に殺滅する方法である。加熱の程度は、前者は比較的低温に長時間保持する(保持式低温殺菌法)か、或は比較的高温に短時間加熱する(H.T.S.T. 法)ことを原則とし、後者は高温に長時間加熱することとを特徴としている。

我国では以前には壘装高温殺菌法が専ら行われ、次いで所謂「保持式低温殺菌法」が実施されていたが、戦後酪農の振興に伴つて牛乳の生産が急激に増加し、処理量も極度に増加の傾向を来したので、従前の設備方法によつては作業能率、熱経済の点に於いて著しく不利となつたので、欧米に於いて発展している高温短時間殺菌法(H.T.S.T.法)を採用して、連続的操作によつて労力、動力の能率化をはかり、熱交換機の高効率利用によつて熱の経済的使用を行つて、生産の合理化

をはかる傾向が顕著になつてきた。

そもそも牛乳殺菌の目的である病原菌の殺滅には、古く PASTUER が提唱した方法に従つて SMITH, RUSSEL, NORTH 等の研究結果から、普通の病原菌中最も耐熱性の強い結核菌の死滅に必要な条件を基準として、これにある程度の安全率を加味したものが採用されているので、我国では厚生省令により「62~65°Cで30分間加熱殺菌」または「75°C以上で15分間加熱殺菌すること」「但し、短時間で加熱殺菌する方法によろうとするときは、厚生大臣の承認をうけること」が規定されている。従つて、殺菌処理された飲用牛乳中には、ある程度の数の衛生上無害な細菌が残存するので、殺菌後急速に冷却して品温を 55°F (10°C) 以下に保ち、これら残存細菌の繁殖による牛乳の酸敗変質を防がねばならないのである。

参考までに、牛乳中の微生物の種類を AYERS & JOHNSON に従つて分類すると、①酸生成凝固性菌、②糞生成非凝固性菌、③無害菌、④アルカリ生産菌、⑤ペプトン化菌となり、これらの菌と加熱殺菌との関係を要約すると、76.7°Cまで加熱されたものには酸生成菌が他のものよりも盛んに増殖し(酸敗)、それ以上の温度に加熱したものにはペプトン化菌の繁殖が旺盛になる(腐敗)といわれているが、これは殺菌条件の決定に大きな関係があると云えよう。

我国の現行殺菌法について

1. 保持式低温殺菌法

生乳を62~65°Cに加熱してその温度に30分間保持して殺菌するのが原則であつて、この場合、多量の牛乳を加熱してその品温を均等ならしめる為に攪拌しなければならぬが、この攪拌によつて牛乳表面に生じた泡沫の部分の温度は、通常液状部よりも数度低いために殺菌が不完全となる恐れがあるので、注意を要する。この処理方法にはコイルバット、ジャケットタンク等で加熱、保持を行つてクーラーで冷却する、小規模プラントに適した Batch system が普通である。

2. High temperature short time (H.T.S.T. 法)

H.T.S.T. 法は保持式に取つて代つた新しい殺菌法で、昨今では市乳の殺菌だけではなく乳製品原料乳、アイスクリームミックス、乳飲料等の殺菌にも広く使

(30)

用されている。H.T.S.T. 殺菌装置の構造は調節タンク、熱交換機、加熱機、保持機、冷却機、自働殺菌調節装置の6部分からできていて、他に牛乳の清浄化と均質化の目的で、夫々浄化機と均質機とが附属させてある。この方法は歐洲に於いては1937年以来実用化され、昨今ではプラントの75%以上がこの方法を採用している由で、我國でも増加しつつある。

H.T.S.T. 式は装置全体が enclose されている為に、処理に際して牛乳が空氣にふれることがなく、しかも検査や清掃が容易であり、完全な自働調整によつて殺菌過程が管理されている点もすぐれている。H.T.S.T. の工程は別図の通りで、我國では162°F、15秒の条件を採用している場合が多い。尚、参考までにH.T.S.T. の得失を挙げると次の如くである。

(H.T.S.T. の利点)

- 1) 装置の据付床面積が少くてすみ、設備費も廉くて経済的であり、増設も容易である。
- 2) 連続操作であるから能率がよく、作業員及び作業時間が節約できる。又、熱交換機の利用による熱経済と相まつて、大量処理の場合生産費が低減される。
- 3) 全工程が殆んど完全に近い迄自動的で誤差が少く、全工程が密閉されており、壞詰される迄の時間が短いので再汚染の機会が少く、衛生的である。
- 4) 加熱が少いために乳質に及ぼす影響が少く、有効成分の損失が殆んどない。又、牛乳本来の新鮮な風味を保持している。

(H.T.S.T. 法の不利な点)

- 1) 小規模処理には不経済で、少くとも日量100石を要する。
- 2) 全工程、特に温度調節系統は常に厳密な科学的管理を必要とする。
- 3) 病原菌は完全に殺滅するが、残存する総細菌数は従来の方法に比して幾分多いと云われるが、現在の輸送、配達方法では衛生上全く支障を来さない。
- 4) 加熱が少いために製品は粘稠性に乏しく、高温殺菌牛乳に馴れた需要者に対しては飲用時に稀薄感を与える。

牛乳殺菌の今後の方向

H.T.S.T. 法の研究が進むにつれて高温短時間の条件で、牛乳を殺菌することに興味を持たれてきた。このことは、機械工業の高度の発展と自働制御装置の発

達によつて一層促進される傾向にあり、飲用牛乳を比較的長期間に渡つて保存できることを目標として研究がすすめられている。その為には一層高温度に処理して無菌化することが理想であるが、牛乳を過熱すると風味、色調の劣化、栄養価の損失がある。然し、H.T.S.T. 法よりも更に高温度に非常に短い時間処理することは、多少乳質を損つても病原菌の殺滅は勿論のこと、残存細菌も減少するので、欧米では保存性のよい牛乳をつくる目的で、次に述べる U. H. T. H. とか Uperization と呼ばれる方法が、壺（罐）詰滅菌乳の予備殺菌の手段として、一部に実用化されはじめてきた。このように滅菌工程に関してはやや満足するに近い結果がえられているが、これを飲用牛乳に応用するには、滅菌後の充填方法及び容器の滅菌について尚今後の研究に俟たねばならない。

U.H.T.H. というのは Ultra high temperature heating の略称であつて、最も有名な英国 A.P.V. 社の装置を例にとれば、275°F (135°C) の加熱温度と2秒の平均保持時間を組合せたもので、185°F に予熱した原料乳を高性能のプレート式熱交換機に送つて、高圧蒸気を用いて加熱し、自働制御装置を高度に活用したものである。

Uperization は Super pasteurization の略で、スイスで研究されており、この方法は生乳を予熱してからその中に含まれた空氣を除去し、ユーペライジングヘッドと称する特別の装置を用いて、牛乳中に直接蒸気を噴射して、302°F (150°C) 3/4秒間加熱したのち真空膨脹室で冷却することによつて、滅菌を行う方法である。

H. T. S. T. 殺菌法工程図

