



다양해진 牛乳製品 分析檢査

洪 正 旭

최근 수년 동안 分析化學分野에서는 多様하고 有用한 分析方法을 광범하게 이용하는 뚜렷한 추세를 보이고 있다.

이중에서 특히 赤外分光器나 分光光度計 및 개색층分析法 등이 흔히 이용되는 分析方法으로 등장하고 있다.

酪農産業에서도 이같은 多様하고 有用한 分析方法들이 주로 大量의 샘플을 分析, 검사해야 하는 필요성에서 큰 關心의 대상이 되어가고 있다.

특히 選別的 種畜을 통한 乳質向上을 위해서는 적소 한 마리마다 牛乳를 채취, 그 構成을 分析, 검사해야 하는데 이에 는 많은 시비용이 소요된다.

大量分析과 檢査의 필요성으로 일부의 경우는 分析, 檢査과정 이 機械化되어 시간과 비용을 절감시켜 준다.

含脂量 검사를 위한 거버 方式(Gerber method)이나 단백질含有量 分析의 아미도 블랙方式(Amido black Method) 등이 代表的인 例이다.

이같은 分析, 檢査技術은 최근 보다 改良된 方法들로 代替되고 있다.

그것이 곧 IRMA(Infra Red Milk Analyser)와 MT (Milko Tester) 및 PMT(Pro-Milk Tester) 등이다.

다음은 이 세가지 分析 및 檢査方法의 原理와 開發過程, 器機의 長·短點比較 및 分析과 檢査對象別 用途에 관해 살펴보자.

分析 및 檢査方法의 原理

IRMA (Infra Red Milk Analyser)

이 方法은 英國의 國立酪農研究所가 처음 開發한 것으로 후에 하우워드 그림 파슨즈社가 改良, 이 方法을 이용한 分析測定器를 製造, 販賣하고 있다.

國立酪農研究所의 클넨研究員은 물과 均質 牛乳의 赤外線 흡수差異에 착안, 이 흡수차이를 牛乳內의 지방질, 단백질, lactose(乳糖) 含有量을 측정하는데 이용할 수 있음을 발견했다.

赤外線에 빠르기는 지방질分子的 ester 結合內 carbonyl群이나, 단백질의 아미노酸內 peptide結合, 또는 lactose分子內의 hydroxyl (水酸基)群에 의해 각각 5.73, 6.46, 9.6 μ 으로 흡수된다.

단백질의 흡수 波長에서는 물이 지방질에 代替되면서 저항이 발생하는데 이런 결과로 항상 단백질測定은 지방질측정에 앞서 행해져야 한다.

실제로 赤外線 source에서 나오는 發光은 反射시스템을 이용, 두개의 光線으로 갈라져 하나는 牛乳샘풀이 들어 있는 37.5 μ 의 optical cell을 통과하고 다른 하나는 물이 들어있는 同一한 optical cell을 통과한다.

이 두 개의 cell은 커다란 알루미늄製 불럭에 장치되어 40°C \pm 0.5°C의 溫度를 유지한다. 이 불럭은 또 牛乳샘풀이 cell 쪽으로 옮겨가는 동안 豫熱을 加하게 된다. 두 개의 赤外光線은 이 cell을 통과한 후에는 廻轉하는 半圓型거울로, 다시 廻折格子(diffraction grating)로 옮겨진다.

이 廻折格子는 3개의 相異한 위치로 移動해 지방질, 단백질 및 lactose의 흡수량에 相應하는 波長의 放射가 차례로 2개의 熱檢波器로 향하도록 만들어 준다.

또 廻轉하는 半圓型 거울은 牛乳 cell과 물 cell內의 吸收量이 교대로 측정되도록 함으로써 적절한 牛乳構成質의 測定을 가능하게 해 주는 것이다.

赤外線放射가 分散되는 것을 막기 위해 지방질 小球體의 직경은 흡수波長보다 적어야 하며 이를 위해서는 超音波均質器를 통해 牛乳샘풀을 주입하면 필터를 통해 들어가면서 지방질 小球體의 직경은 흡수波長보다 적어진다.

우유샘풀의 지방질 함유량 측정은 20초 정도로, 지방질과 단백질 동시측정은 27초, 그리고 지방질과 단백질 및 lactose를 한꺼번에 측정하는 데는 34초 정도가 소요된다.

MT (Milko Test)

牛乳를 물에 타면 우유안의 지방질과 casein micelles(乾酪素 膠質粒子) 때문에 混濁해지는 데 Casein이 EDTA(Ethylene Diamine Tetracetic Acid) 含有 稀釋液으로 풀어질 때 이 溶解로 퍼져나오는 빛의 量은 지방질 小球體의 數 및 크기에 따라 좌우된다. 牛乳와 알칼리性 EDTA 稀釋劑를 精確히 配合시키고 이 配合物을 均質化시키면 일정한 크기의 지방질 小球體 離散現象이 발생하는데 이 현상으로 지방질 含有量을 측정하는 것이다.

PMT (Pro-milk Tester)와 PMA (Pro-milk Automatic)

PMT는 amido black 方法에 기초를 둔 것이는데 이 方法은 단백질과 azo染料가 非溶解 合成物을 형성할 때의 量的 反應을 측정하는 것

이다. 일정량의 牛乳는 일정량의 標準化된 染料溶解에 反應을 일으킨다.

牛乳와 染料가 精교하게 配合될 때 형성되는 非溶解性 단백질 染料合成物은 여과장치로 제거되고 단백질 含有量은 남아있는 染料溶解의 光學的인 密度를 측정함으로써 간접적으로 알아낼 수 있는 것이다.

分析 및 檢査裝置의 開發過程

샘플을 손으로 밀어넣는 手動式 MT(2型)는 1962년 포스 일렉트릭社에 의해 처음 開發되었는데 이 모델은 牛乳를 60°C로 데운 후 均質化시키고 이어 이 均質牛乳 2ml정도를 EDTA 7ml로 稀釋시킨다. 포스 일렉트릭社는 이에서 한걸음 나아가 샘플을 自動적으로 投入하고 검사결과를 多力테이프에 例示해 주는 MTA(自動式 MT)를 1969년에 開發해 내었다. 英國의 牛乳販賣委員會 技術部는 MTA를 이용, 年 7백 50만頭的 젖소採乳의 지방질 含有量과 3백 70만頭的 단백질 含有量을 검사하고 있다.

MTA는 PMA와 연결, 지방질과 단백질 含有量 측정을 일관작업으로 행할 수도 있다.

포스 일렉트릭社는 1.56±0.1ml의 牛乳와 14.02±0.3ml의 稀釋劑를 加熱, 均質化시킨 후 混合하는 MTA開發에 뒤이어 MT 2型和 MTA의 中間型인 MT 3型을 개발했는데 이 모델의 샘플投入은 MT 2型和 마찬가지로 手動式이고 均質前 稀釋原理도 MTA를 모방한 것이나, MT 2型보다 검사속도가 빨라 牛乳製品에 적당한 型이다.

한편 1968년 하우워드·그럽·파슨즈社는 IRMA 2型에 샘플自動投入裝置를 부착, 牛乳의 단백질과 지방질 含有量測定에 이용하고

있다.

時間當 샘플檢査速度는 모델에 따라 상당한 차이가 있으나 自動式 IRMA의 最高速度는 지방질 하나만의 경우, 時間當 215개 샘플, 지방질과 단백질을 동시에 하는 경우는 時間當 176개 샘플, 그리고 지방질, 단백질, lactose를 모두 동시에 檢査할 경우는 時間當 149개 샘플을 處理할 수 있다.

모델別 費用分析

牛乳의 지방질 含有量만을 측정할 경우 手動式 MT(2型)나 Gerber Method가 좋으나 하루 44개 이상의 샘플을 측정해야 될 때는 手動式 MT가 Gerber Method보다 費用이 저렴하다. 또한 하루 57개 이상의 샘플을 처리해야 할 경우는 MT 3型이 MT 2型이나 Gerber Method보다 有利하다.

自動式인 MTA는 1명의 풀타임 operator가 붙어 있어야 하고 또 時間當 샘플處理件數를 180개로 본다면 MTA가 手動式보다 有利해 지려면 하루 780개 이상의 샘플을 처리해야 하는 경우에 限한다.

各 모델의 선택여부는 단순히 샘플當 所要 費用만으로 판단되는 것은 아니다. MT 3型은 스킴크림이나 餘他 牛乳製品의 지방질 含有量을 測定하는 등 利用범위가 多樣해서 일부 特殊用途를 희망하는 사람들에게는 費用과 相關없이 필요한 모델이 되고 있다.

MT는 均質製品의 정확한 지방질 含有量 측정에는 아직 사용되지 않고 있고 다만 均質式으로 MT의 얼마간의 偏差가 許容되는 경우에 만 사용되고 있다.

한편 IRMA는 均質化된 牛乳의 지방질 含有

量測定에 직접 이용할 수 있고 또 裝備 자체의 磨滅度만 적절하게 고려한다면 牛乳製品의 構成質測定에도 이용할 수 있는 것이다.

샘플自動投入장치는 샘플檢査량이 大量인 경우나 巨額의 資本投資費를 커버할 수 있는 것이다.

器機의 눈금조정은 測定の 正確度에서 매우 중요한 영향을 미친다. 그러나 器機를 장기간 사용할 경우 器機눈금의 磨滅이 생길 수 있어 測定の 正確度를 期하는데 애로가 되고 있는데 이같은 短點을 補完하기 위해 약간씩 눈금을 調整 또는 變更시킬 수 있는 方法이 채택되고 있다.

IRMA의 경우, 지방, 단백질, lactose과 같이 同一한 波長에서 赤外線 흡수폭을 가질 때나 牛乳의 샘플光線이 simulation 흡수작용을 보일 때는 눈금調整이나 變更이 가능하다.

샘플分析의 正確度

현재 밝혀진 샘플分析의 正確度는 IRMA의 경우 지방질은 偏差가 0.06%, 단백질은 0.05% lactose는 0.06%이다. MTA는 지방질의 경우 0.06%이고 PMA는 단백질이 0.05%로 밝혀졌다.

실제로는 각 모델마다 正確度の 차이는 거

의 찾아볼 수 없을 정도인데 器機의 標準偏差는 0.02%를 目標로 하고 있다.

牛乳의 지방질含有量 測定方法은 lipolysis의 영향을 받게 되는데 눈금의 季節的 調整의 幅은 IRMA보다 MT에서 더욱 크다 하겠다. 이러한 현상은 버터지방질의 굴절율과 관련이 있는 것으로 밝혀졌다.

理論적으로는 乳液(serum) 단백질이 단백질의 單位重量當 染料結合面에서 Casein보다 結合量이 많고 또 matistic 牛乳에서는 乳液단백질에 대한 casein比率이 낮은 것이다. 이로 미루어 牛乳의 質分析에 있어서는 amido black 方法이 matistic乳에는 유리할 것으로 예상된다.

操作 및 管理上の 문제

경험적인 판단으로는 IRMA는 器機자체가 복잡하고 정교해 샘플分析이나 결함수정에 상당한 기술을 필요로 한다.

그러나 IRMA는 MTA나 PMA에 쓰이는 EDTA溶解渡는 필요가 없다.

MTA가 하루 소비하는 EDTA溶解渡는 17L, Amido black方法은 12.5l가 된다.

各 모델別 시간當 샘플處理能力과 分析對象은 表 1과 같다.

表 1

모델(器機)	샘플投入裝置	時間當 샘플處理能力			分析 및 測定對象
		지방 또는 단백질	지방과 단백질	지방, 단백질 및 乳糖	
Milko-Tester 2型	手動式	80	—	—	牛乳의 지방질
" 3型	"	120	—	—	牛乳(製品) "
M.T.A	自動	180	—	—	"
P.M. 2型	手動	45	—	—	牛乳 및 牛乳製品의 단백질
P.M.A	自動	180	—	—	"
MTA와 PMA結合	"	—	180	—	牛乳의 지방, 단백질
IRMA	"	180	133	105	牛乳 및 牛乳製品의 지방질, 단백질, 乳糖