

조제분유의 주사전자현미경적 연구

최순호 · 장운기 · 정종국 · 오동규 · 이부웅
전북대학교 농과대학 축산학과 (농업과학기술연구소)

Scanning Electron Microscopic Study of Infant Milk Formula

S. H. Choi, W. K. Chang, J. K. Jung, D. K. Oh and B. O. Lee

*Department of Animal Science, College of Agriculture, Chonbuk National University
(The Institute of Agricultural Science & Technology)*

Abstract

Scanning electron microscopic appearance of infant milk formula indicated that mostly agglomerate with few or more diverse number of particles and also apple like as well as typical feature of drying in raw milk. Small particle of infant milk formula become agglomerate progressively.

Some sample represent crystalline rectangular among the globular agglomerates which seem to be a different composites or those of solubility. Some sample showed the irregular porosity at central section caused by crushed globule. There were no differences in the quality of infant milk formula by scanning electron microscopic study between Korea and European products.

Key words : scanning electron microscopic, infant milk formula.

서 론

조제분유의 생산은 유가공 산업에서 건조기술의 발달과 아울러 출현하여 세계 제2차 대전 이후 여성해방운동과 아울러 급속히 신장하였으나 allergy의 부수효과로 인하여 유아에게 많은 건강에 문제를 초래하게 되었다⁽¹⁰⁾. allergy 학문의 발전에 따라 allergy가 단백질의 구조 때문이라는 사실에 착안하여 allergy를 감소시킨 저 allergy 조제분유가 낙농선진국에서 출현하게 되었다. 유럽의 중요 조제분유회사들이 각종의 저 allergy 조제분유를 생산하고 있다. 그러나 회사마다 다양한 기술로 생산된 저 allergy 조제분유에 대한 제품의 품질평가(allergenicity)가 지금까지 문헌상에서 발표된 바 없다.

이 때문에 각종 저 allergy 조제분유들을 평가하여 이것을 토대로 우리도 외국의 저 allergy 조제분유 제품보다 우수한 제품개발을

할 필요가 있다고 생각된다.

분유에 관한 최초의 분무건조된 분유 입자는 2~20 μ 의 크기를 갖고 주름살이 있는 표면구조를 가지고 있다고 하였다^(1,2,3).

탈지분유의 주사전자현미경 촬영에 의한 사진에서 탈지분유 입자 표면은 구조가 미세한 주름구조와 톱니모양의 구조를 가지며 인스턴트유와 일반분유 한 칸 사이에 큰 차이가 없으나 내부의 공동에 차이가 있는 것을 관찰하였고 주사전자현미경 촬영에 의한 분유는 일반적으로 구형을 나타내고 절단되었을 때 크고 작은 구멍이 있다고 하였다^(4,6,8). 분무건조된 전지분유를 총지방의 10%만 탈지하여 주사전자현미경으로 관찰한 결과 일부는 용매 추출될 수 있는 유지방이 표면에 부착되어 있고 다른 일부는 입자내에 지방구로 존재한다고 하였다^(9,10). 또한 casein micell은 작은 송이모양의 형태로 있으며⁽³⁾ 이온강도와 단백질농도에 관련된 용액에서 β -lactoglobulin의 접합과 열변성은 사슬과 같은 구조로 접합된 단백질 입자구조를 가지고 있었다⁽⁵⁾.

따라서 본 연구는 분유의 품질을 위한 기본

Corresponding author : S. H. Choi, Department of Animal Science, College of Agriculture, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea.

연구로서 주사전자현미경에 의한 분유입자에 관한 연구가 필요하다고 생각되어 실시하였다.

재료 및 방법

재 료

본 연구의 재료로 사용한 조제분유는 유럽에서 판매되고 있는 9개(A, B, C, D, E, F, G, H, I)의 조제분유를 불란서 낭시에서 1997년

에 구입하여 시료로 사용하였고, 한편 국내에서는 7개(J, K, L, M, N, O, P)의 조제분유가 있으나 유일하게 모회사만 저 알레르기 분유를 생산하고 있어 이회사 제품과 여타 일반 조제분유 제품을 전북에서 구입하여 시료로 사용하였다.

주사전자현미경 관찰을 위한 전처리
각종 시료들은 개봉 즉시 carbon black tape

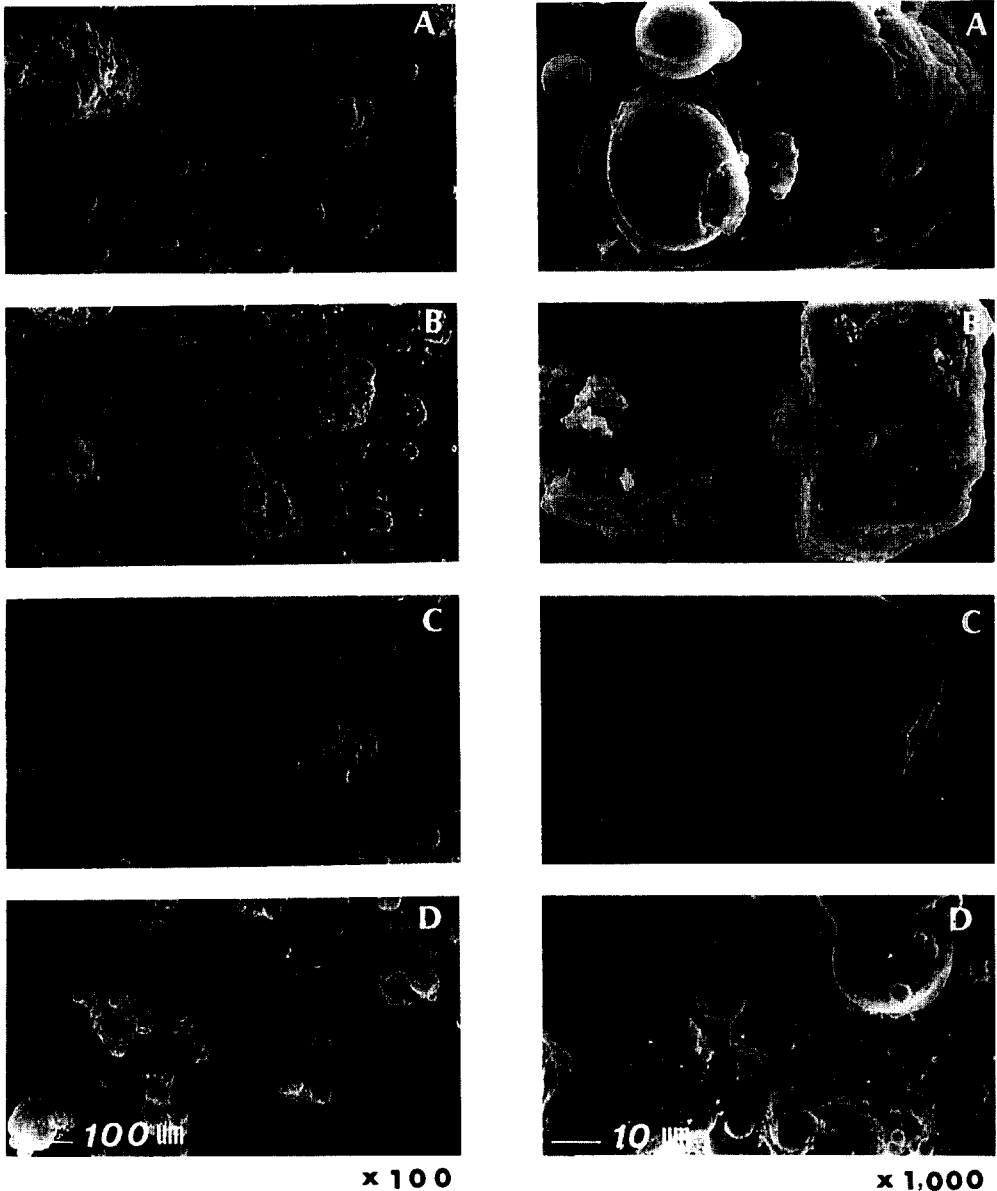


Fig. 1. Scanning electron microscope for infant milk formula of A, B, C and D product.

를 붙인 stub에 일정량 놓은 후 약하게 붙여 tape에 부착되지 않은 분유들을 붙여서 날려보낸 다음 JFC-1100 Eion sputter 사용하여 20 KV의 전압으로 5분간 gold coating 한 후 주사전자현미경관찰용 시료로 사용하였다.

주사전자현미경 관찰 조건

Gold coating된 시료는 JEOL 회사제 JSM-6400과 ISI 130의 주사현미경으로 가속전압

20KV하에서 관찰하였다.

무기물 정량

같은 조건 image상에서 X-ray에 의한 Energy dispersion spectrometer(Oxford Link IS 3.0 supplies)에 의해 Mg, P, S, K, Ca 등을 정량하였고 결과는 금속들을 전체 100으로 하였을 때 각 금속의 mole분율로 표시하였다.

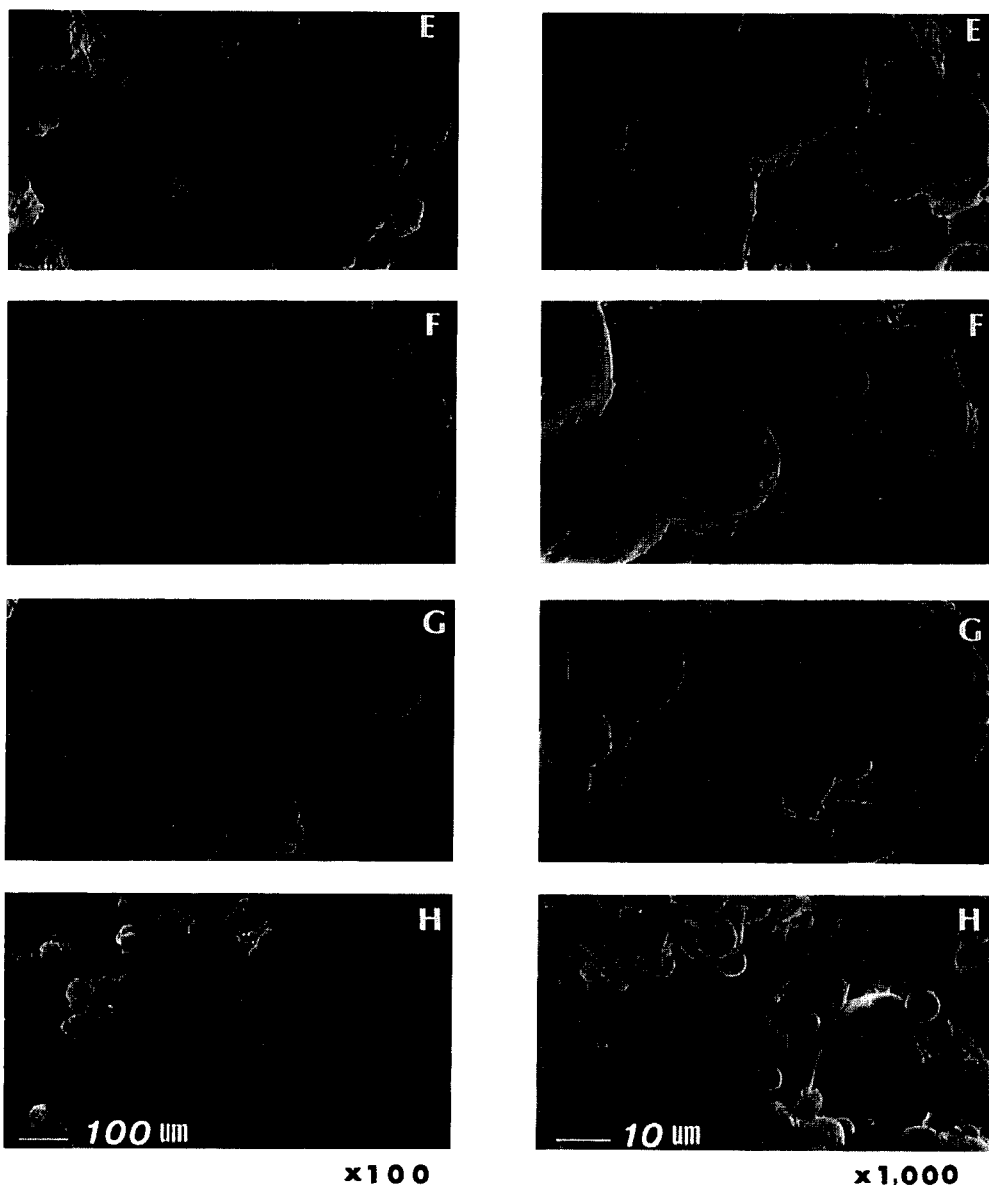


Fig. 2. Scanning electron microscope for infant milk formula of E, F, G and H product.

결과 및 고찰

주사전자현미경하에서 Fig. 1의 A에서 100배의 배율에서 입자의 크기는 28~340 μm 까지 매우 다양하였고 1,000배에서는 큰 입자들의 원유를 건조시켰을 때 나타나는 사과모양의 입자들을 관찰할 수 있었다. 또한 B의 100배에서 나타난 응집체는 42~200 μm 으로 다양하였으

며 1,000배에서는 입자 모양이 구형, 사각형등 다양한 모양을 나타내었고, 이와 같이 입자 모양을 가진 물질의 조성은 구형입자와는 다른 것으로 생각된다. C는 입자들이 모여 비교적 균일한 응집체를 이루고 있으며 1,000배에서는 사과모양의 입자가 다수 관찰되었다. D는 100배에서 작은 입자들이 모여진 응집체의 모양이 비교적 균일하게 나타났으며 접합된 부위에서는 사과모양의 입자들이 모여 응집체로 접합되

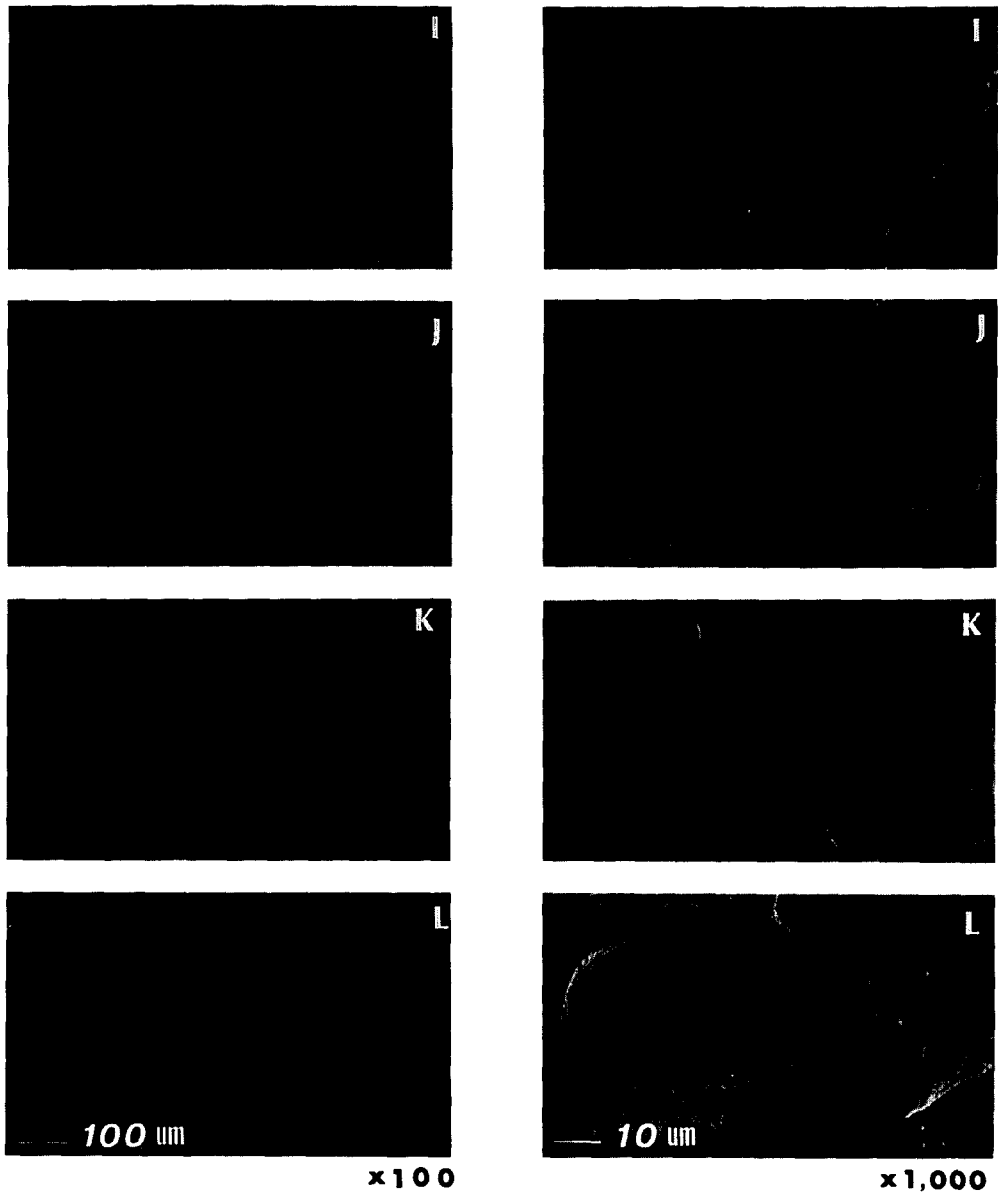


Fig. 3. Scanning electron microscope for infant milk formula of I, J, K and L product.

어가는 것을 관찰할 수 있었는데 구형의 입자가 사과모양을 나타낸 것은 Buma와 Henstra⁽²⁾가 관찰한 것과 상이하게 나타났다.

그리고 Fig. 2의 E에서 100배로 나타난 모양은 다른 시료와 차이가 없었으나 1,000배로 배율을 높여 관찰한 결과, 여러 크기의 다양한 입자들이 불규칙하고 거칠하게 접합되어 있는 것을 알 수 있었고, F에서는 100배에서 본 입자들의 응집모양은 다소 균일하다고 할 수 있으

며 표면은 미세한 혹이 붙어있는 듯한 특이한 모양으로 나타났다. G의 100배에서 응집체들의 크기는 다른 시료에 비해 작게 나타났고 1,000배에서는 입자와 입자들이 접합하여 뭉쳐진 듯한 모양을 보여주고 있다.

또한 Fig. 3의 I에서 100배의 응집체는 접합이 많이 진행되어 입자모양이 많이 사라진 상태로 모양을 관찰할 수 있었다. J에서 나타난 일부의 입자들은 구형이었으나, 구형이 아닌

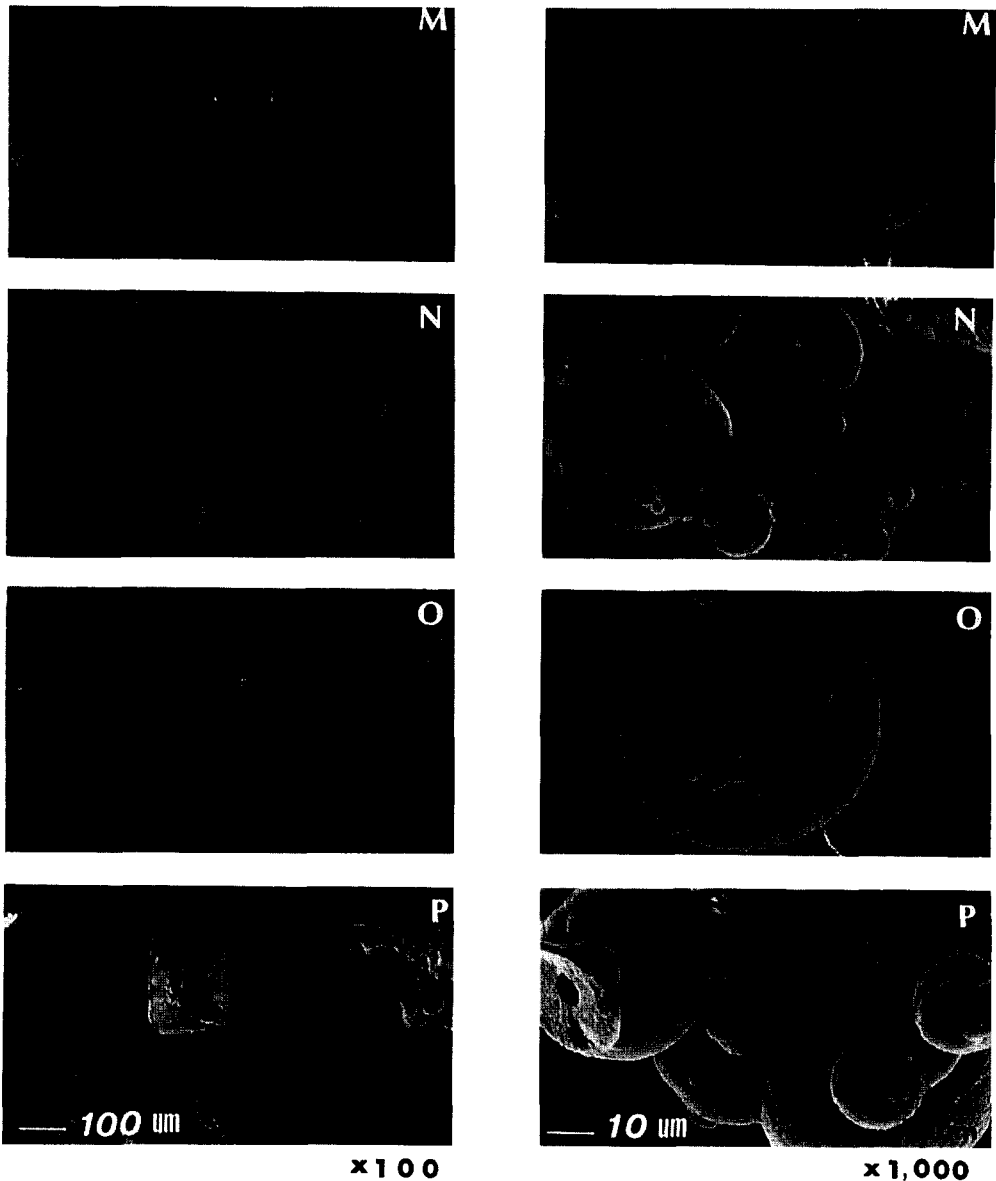


Fig. 4. Scanning electron microscope for infant milk formula of M, N, O and P product.

사각형 모양의 입자들이 관찰되었는데 이러한 입자들의 형태는 시료간의 성분과 용해도 차이 때문이라고 생각된다. 100배에서는 비교적 균일하고 작은 입자들이 모여 있기도 하고, 다양한 크기의 입자들이 불규칙으로 모여 큰 응집체 표면에 사과모양의 입자들이 붙어있는 모양을 나타내는 K와 더불어 다른 시료와 같이 L에서는 100배에서 다른 시료와 같이 비교적 균일하게 입자들이 모여 있으나 1,000배에서 파쇄된 응집체의 단면이 있었고 그단면이 다공성을 나타냈다.

Fig. 4의 M에서 100배의 작은 입자들이 상당히 융합된 모양을 나타냈으며, 1,000배에서는 사과모양의 입자들이 응집되어가고 있는 것을 관찰할 수 있었다. N는 M과 형태적인 특징에 차이가 없었고 O의 100배에서 볼 수 있는 큰 입자들은 많은 수의 작은 입자들이 서로 뭉쳐진 상태에서 이루어진 것으로 보여지고, 1,000배에서 일부 입자들은 변형된 사과모양을 나타냈다. P의 100배에서는 작은 입자들이 뭉쳐진 모양을 나타냈고, 한편 건조단계에서 열변성을 받는 정도에 따라 분유입자에의 모양은 다양해지는 것을 볼 수 있는데⁽¹¹⁾ 이것은 용해도 차이로 인해 일부 입자는 구형이 아닌 부정형으로 이루어졌으며 1,000배에서는 사과모양의 입자가 파쇄되어진 단면을 가지면서 그 단면은 다공성으로 관찰되었다.

그리고 각종 시료들의 정량 결과는 금속들을 전체 100으로 하였을 때 각 금속의 mole분율로

표시한 것은 Fig. 5와 같다. 국산 일부시료들은 광물질 조성이 외국시료와 비교할 때 조성이 약간 다른 것으로 사료되며 각 조성에 있어 Ca 이 mole분율이 가장 높고 K, S, P, 그리고 Mg 순으로 나타났으며 광물질 조성 중 Mg은 외국시료 중 G와 국산 일부 시료인 K, M, 그리고 N에서 mole분율이 나타내지 않음을 관찰할 수 있었고 Ca와 P의 비율은 모유 중의 비율로 근접시켜 흡수율을 증가시키기 위한 분유로 보강되고 있음을 보여주고 있다. 아직까지도 무기물이 유즙중에 존재할 때의 화합 형태등에 관한 비교연구가 적고 앞으로 유아의 영양에 대한 지식이 넓혀짐에 따라 계획적으로 조제분유로 개선되어야 할 것이다.

요 약

전자현미경에 의한 조제분유들의 모양은 대부분의 적은 입자들이 균일하게 혹은 다양한 수의 입자들과 뭉쳐져 있는 모양을 나타냈고 1,000배에서는 원유의 분유에서 나타나는 전형적 사과모양이 관찰되었으며, 또한 이러한 입자들이 접합되어가고 있는 것으로 나타났다. 일부 시료들은 모양이 구형인 것과 구형이 아닌 사각의 결정형으로 나타내고 있으며 이것은 성분의 차이와 용해도 차이로 인한 것으로 보여진다. 입자가 파쇄된 듯한 구형에서 단면의 내부가 다공성임 알 수 있었다.

국산 조제분유들이 외국산 분유와 비교할 때 전자현미경적 품질의 차이는 크게 나타내지 않는 것으로 나타났다.

국산 일부시료들은 광물질 조성이 외국시료와 비교할 때 조성에 있어서 차이가 있었다.

참고문헌

1. Buma, T. J. : The relationship between free-fat content and particle porosity of spray-dried whole milk, *Netherlands Milk Dairy J.*, 25, 123(1971).
2. Buma, T. J. and Henstra, S. : Particle structure of spary-dired milk products as observed by a scanning electron microscope. *Netherlands Milk Dairy J.*, 25, 75(1971).

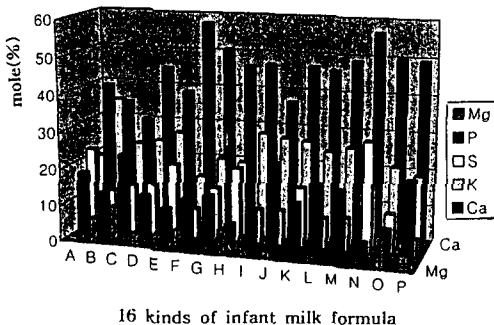


Fig. 5. A standard capacity of metal on infant milk formula by energy dispersion spectrometer of scanning electron microscope.

3. Buccheim, W. and Welsch, W : Evidence for the submicellar composition of casein micelles on the basis of electron microscopical studies. *Netherlands Milk Dairy J.*, 25, 163(1973).
4. Evdokimov, I. A. : The microstructure of lactose. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Pishchevaya Tekhnologiya.* 4(6), 34(1991).
5. Harwalkar, V. R. and Kalab, M. : Thermal denaturation and aggregation of β -lactoglobulin in solution. Electron microscopic study. *Milchwissenschaft*, 40(2), 65(1985).
6. Kalab, M. : Artifacts in conventional scanning electron microscopy of some milk products. *Food Microstructure*, 3(2), 95(1984).
7. Kalab, M. and Modler, H. W. : Milk gel structure. XV. Electron microscopy of whey protein -based Cream cheese spread. *Milchwissenschaft*, 40(4), 193(1985).
8. Kalab, M., Voisey, P. W. and Emmons, D. B. : Heat-induced milk gels. II. Preparation of gels and measurement of firmness. *J. Dairy Sci.*, 54, 178(1971).
9. Saito, Z. : Particle structure in spray-dried whole milk and in instant skim milk powder as related to lactose crystallization. *Food Microstructure*, 4(2), 333(1985).
10. Sarrinen, U. M. and Kajosaari, M. : Breastfeeding as prophylaxis against atopic disease. *Lancet*, 346, 1065(1995).
11. 이부웅, 안효일 : 탈지분유로 제조한 치즈의 미세구조 한국식품과학회지, 16(3), 279(1984).

(1998년 2월 5일 접수)