

유화·안정제의 종류에 따른 지방구의 입도 분포가 Mayonnaise의 유화안정성에 미치는 영향

이 영 엽

전주대학교 생명과학부

Effect of Size Distribution of Oil Particles with Emulsifiers and Stabilizers on the Emulsion Stability of Mayonnaise

Young-Youp Lee

Faculty of Life Science, Jeonju Universty, Jeonju 560-759, Korea

Abstract

The effects of size distribution of oil particles on the emulsion stability of mayonnaise were studied as follows; The stability of mayonnaise has concerned closely with the viscosity and the size distribution of oil particles. Mostly, if the viscosity was increased, the stability was improved, and the distribution of oil particles was uniform and the less the variation, the more the stability. 75% of oil concentration of sample showed the highest viscosity, also the size of sample was the most uniform, compared to other concentration. Mayonnaise prepared with whole egg was unstable, and the size of oil particles was double larger than the case prepared with only the yolk. Addition of xanthan gum increased, the viscosity and the stability by centrifuge so that the more stable mayonnaise could be prepared. The result of using log-normal density function by Heldmann represented that the normal size of sample adding 0.6%-soluble starch and sample N in non-adding control was increased, while those of sample adding xanthan gum and soluble starch at the same time didn't change.

Key words: mayonnaise, distribution, oil particles, emulsifiers, stabilizers, emulsion stability

서 론

마요네즈는 1756년 프랑스에서 최초로 만들어져 오래 전부터 기업화된 난제품으로서 주원료로는 식물성 식용류와 난황(卵黃)을 사용하고, 부원료로는 식초, 설탕, 소금, 구연산 외에 기타 조미료를 사용하여 만들어지는 반고체 상태의 에멀전으로 미세한 입자로 된 기름이 수상(水相) 중에 유화(乳化)되어 이루어진 oil-in-water-emulsion(1-3)이다. 이러한 에멀전은 어떤 액체 속에서 방울의 형태로 다른 액체가 분산되어 있는 불안정한 불균일계로써 Garrett는 다음과 같이 에멀전의 불안정한 형태를 4가지로 정의하였다(4,5). 첫째는 aggregation을 수반하거나 수반하지 않는 creaming과 입자 직경의 증가, 둘째는 creaming을 수반하거나 수반하지 않는 aggregation, 셋째로는 입자 직경의 증가 또는 계면(界面) 면적의 감소, 넷째는 응집, 분리된 기름상의 생성 등이다. 즉, aggregation과 creaming 과정은 가역적이지만, 입자의 직경이 증가하여 결국에 기름이 분리되는 과정은 비가역적이다. 마요네즈의 유화안정성에 영향을 미치는 요인으로는 점도, 지방구의 입도 분포, 상(相)의 체적, 유화제의 농도 및 종류,

구성성분의 비율 및 성질 등 여러 가지 요인이 유화안정성에 미치는 것으로 알려져 있다(1,4,6). 유화제와 안정제를 사용하여 마요네즈의 유화안정성에 미치는 영향은 Lec(7)에 의해 이미 보고된 바 있다. Petrowski는 입자의 크기가 creaming과 aggregation에 영향을 미치며, 일반적으로 유화안정성은 creaming 정도를 관찰하거나 입자의 크기를 측정함으로써 알 수 있다고 보고하였다(8). 따라서 유화안정성은 분산상의 평균입자의 크기 또는 기름의 양에 따라서 형성된 입자 수와 입자 크기의 변화율을 측정하여 평가할 수 있다.

마요네즈의 유화력은 난황의 lecitho-protein에 의한 것으로 알려져 있으며(9,10), 난황의 유화력은 pH에 의하여 영향을 받아 낮은 pH에서는 유화력이 약해지는 것으로 알려져 있다.

Kanedani와 Ishihara(11)는 마요네즈에 있어서 기름 농도와 점도는 밀접한 관계가 있고, 점도는 기름의 용적분율에 비례하며, 이와 함께 기름의 종류는 마요네즈의 유화안정성에 큰 영향을 미치지 않으나, 기름 자체의 점도가 마요네즈 중의 기름 입자의 크기에 영향을 미쳐, 기름의 첨가 속도가 느릴수록 분산상의 입자 크기가 작아져 점도가 높아지는 것으로 보

고하였다. 한편, Oshida(12-15)는 분산상의 입자 크기가 작을수록 마요네즈의 점도가 높고 안정성이 증대한다고 보고하였으며, 유화 상태는 기름의 농도가 75%(v/v)에서 가장 안정하였고, 85%(v/v) 이상에서는 안정한 마요네즈를 제조할 수가 없고, 97%(v/v) 이상의 기름 농도에서는 상(相)의 전환이 일어나 O/W 형의 에멀전이 W/O 형의 에멀전으로 변화한다고 보고하였다. 저장하는 기간 동안의 마요네즈의 변패는 미생물학적인 것, 기름의 산화와 Maillard 반응 등에 의한 화학적인 것, 온도 변화, 압력, 진동 등에 의한 기름 분리와 점도 변화 등의 물리적인 것, 맛과 향의 변화와 같은 관능적인 것을 들 수 있다(2,16,17) 이들 중, 미생물에 의한 변패를 고려하지 않는다면, 마요네즈의 보존성은 화학적 또는 물리적 변화에 따라서 그 보존성이 어느 정도 한정되어진다고 하겠다. 그러나 물리적 변화의 원인으로 화학적 변화가 수반되는 경우가 많고(17), 마요네즈의 에멀전 상태는 마요네즈의 피피이고, 에멀전의 파괴는 주로 기계적인 충격에 의하여 일어나는 것으로 알려져 있다(18).

본 연구에서는 salad 기름농도, 지방구의 입도 분포가 마요네즈의 유화안정성에 미치는 영향을 분산상의 입도 분포, 원심분리에 의하여 분리되는 기름의 양을 측정하여 구명하고자 하였다

재료 및 방법

재료

마요네즈를 제조하기 위하여 사라다 기름(대두유), 레몬 주우스, 겨자, 소금, 설탕, 식초(12%-초산 함유), 구연산 및 M.S.G(monosodium glutamate)는 시판품을, 달걀은 신선한 것을 구입하여 난황을 분리한 뒤 사용하였다. 본 실험에서 사용한 마요네즈의 표준 배합비(7)와 유화제 및 안정제의 영향을 검토하기 위하여 첨가한 유화제 및 안정제 첨가량과 종류는 전보(7)와 같다.

마요네즈의 제조

마요네즈의 제조에는 여러 가지 방법이 있으나, 본 연구에서는 마요네즈 시판품은 Mixer(Hamilton Beach Co., Deluxe Mixer)를 사용한 Lee(19)의 방법에 따라 제조하였다. 먼저 알란(割卵)을 한 다음 난황을 분리시켜 일정량의 난황을 Mixer에 넣고 2분간 beating시켰다. 그후 설탕, 소금, 겨자, 구연산, M.S.G 및 ¼양의 식초(식초와 물을 혼합한 양의 ¼)를 가하여 3분간 beating시켰다 여기에 사라다 기름을 6분간 서서히 주입하면서 유화시키고, 계속해서 교반하면서 나머지 식초와 사라다 기름을 3분 동안 서서히 가한다. 유화가 완료된 후에 레몬 주우스를 적당량 첨가하여 1분간 저속으로 교반한 다음에 이를 시제품으로 사용하였다 유화제 및 안정제를 첨가하여 마요네즈를 제조할 때에는, 유화가 완료된 후 마지막 단계에서 레몬 주우스와 함께 유화제와 안정제를 첨가하고 균일하게 혼합시키기 위하여 3분간 저속으로 교반하여

주었다.

전란(全卵)을 사용하여 마요네즈를 제조하는 경우에는 유화제 및 안정제를 설탕, 소금 등과 첨가하였으며, 식초의 전량(全量)은 유화가 완료된 후에 첨가하였고, 물을 첨가하지 않은 경우와 물을 첨가한 제품으로 구분하였으며, 물을 첨가한 제품의 경우에는 레몬 주우스와 함께 첨가하였다

점도측정

마요네즈의 점도는 Viscotester(Rion Co, VT-02 type 고점도형)의 No. 2와 No. 3 spindle를 사용하여 평형점도에도달할 때까지 시간에 따른 점도의 변화를 상온에서 측정하였으며, 평형점도로서 나타내었다.

유화안정도 측정

마요네즈의 유화안정성은 Oshida(12)의 진동원심법을 변형하여 rotary shaker와 원심분리기(Kokusen H-25L, CS)를 이용하여 측정하였다. 마요네즈의 50 g을 삼각플라스크에 넣어 30°C에서 5시간 진탕하고, 그 후 진탕한 시료 20 g을 원심분리관에 넣어 6,000×g에서 60분간 원심분리한 다음 상층의 분리된 기름을 피펫을 사용하여 뽑아내었다. 그런 다음 원심분리관 내벽과 마요네즈 표면에 부착한 기름을 n-heptane으로 씻어 모은 뒤 감압농축하여 n-heptane을 제거하고 남은 기름과 앞에서 피펫을 사용하여 뽑아낸 기름을 합하여 마요네즈로부터 분리된 기름의 양(mL)으로 계산하였다(Fig. 1).

입도(粒度) 분포의 측정

미량의 마요네즈를 모세관 끝으로 취하여 slide glass 상에 놓고 cover glass를 덮은 뒤 현미경으로 관찰한 다음에 현미경 사진(Photomicrographic equipment, model PM-6, Olympus, Japan)을 촬영하였다. 이때에 cover glass를 주의하여 다룬다. 너무 강하게 누르면 입자가 찌그러져 편평하여지고, 살짝 누르면 입자가 여러 층으로 중복하여 보인다. 입도 분포를 측정하기 위해서는 먼저 slide glass 위에 증류수 한 방울을 떨어뜨린 뒤 모세관으로 미량의 마요네즈를 취해 이 증류수에 희석하여 cover glass를 덮고 검정한 뒤에 현미경사진을 촬영하였다.

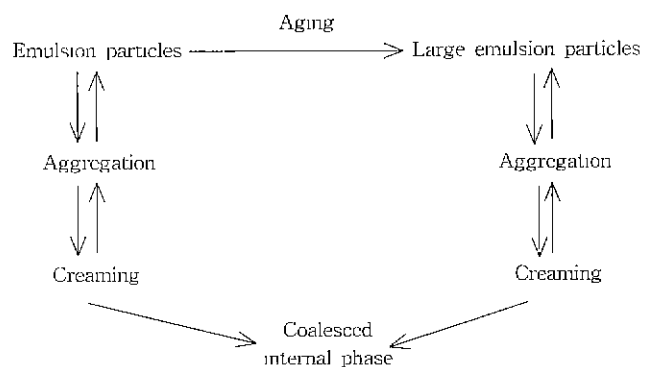


Fig. 1. Schematic diagram of emulsion stability.

입도 분포의 Model

입도 분포에 대한 데이터는 수식으로 표시할 수 있으며, 가장 일반적인 표현으로 1936년에 Rosin-Rammler-Sperling-Bennett(RRSB) Model이 발표되었고, 그 뒤 1951년에 Mugele와 Evans에 의하여 여러 종류의 입자에 대하여 사용할 수 있는 표현으로 발전하였다. 그러나 대개의 식품들은 정규분포도를 나타내지 않으므로, Heldmann에 의해 이용된 다음과 같은 log-normal density function을 주로 사용한다

$$f(x) = 1 / \ln \sigma_g \sqrt{2\pi} \cdot \exp[-\frac{1}{2} \{ (\ln D - \ln D) / \ln \sigma_g \}^2] \quad \text{①}$$

여기서, σ_g : geometric standard deviation

결과 및 고찰

신선한 마요네즈의 입도 분포

난황을 사용했을 때의 기름 농도에 따른 현미경사진으로 측정된 입도 분포는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 기름 농도가 73%와 75%에서는 직경 1 μm 인 구(球)가 50% 이상이었으며, 기름 농도 69%와 71%인 경우에는 직경 1 μm 인 지방구가 각각 40.85%, 43.85%, 2 μm 인 구에서는 각각 44.99%, 45.36%를 차지하고 있었으며, 기름 농도 77%인 경우에는 직경 1 μm 인 구가 31.20%, 2 μm 가 62.32%의 분포를 보였다. 즉, Fig. 3의 현미경사진에서도 관찰할 수 있는 것처럼 기름 농도 75%인 시료의 경우가 점도가 가장 높았으며, 또한 시료의 입도가 다른 농도의 시료에 비하여 가장 균일하였다. 난황에 안정제를 첨가한 경우는 Fig. 4에 나타내었다. Sorbitan fatty acid ester를 첨가한 시료 B는 최대 빈도수를 갖는

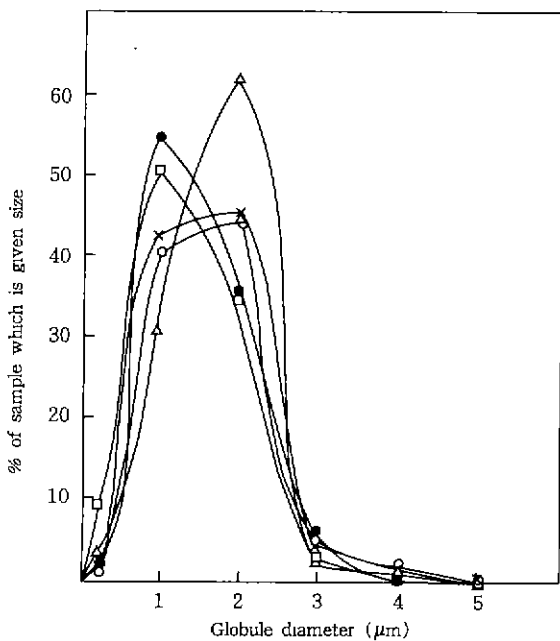


Fig. 2. Effect of oil concentration on the variation in the droplet size distribution of fresh mayonnaise. —○—: 69%, —×—: 71%, —●—: 73%, —□—: 75%, —△—: 77%

1 μm 의 입자가 91.86%, 0.6%-soluble starch를 첨가한 시료 D는 84.23%, 0.1%-xanthan gum을 첨가한 시료 G는 81.66%, xanthan gum과 soluble starch를 동시에 첨가한 시료 J는 75.10%를 나타내고 있다. 이 결과에 의하면, 시료 G와 J는 B와 D보다도 입자 크기나 점도 및 원심분리에 의한 안정성이 좋은 것은 xanthan gum의 물리·화학적 성질에 의한 것이라고 생각된다.

전란(全卵)을 사용하여 마요네즈를 제조한 경우의 입도 분포는 Table 1에서와 마찬가지로 전반적으로 입자의 크기가 난황만을 사용했을 경우보다도 2배 정도 크다는 알 수 있다. 또한 현미경사진 Fig 5를 보면, 지방구의 직경이 클 뿐만 아니라 지방구가 변형된 모양을 나타내었다. 따라서 전란을 사용하여 마요네즈를 제조할 때에는 난황을 이용하여 마요네즈를 제조하였을 때보다 불안정하므로 안정제의 선정이 문제가 된다는 것을 시사하고 있다.

입도 분포의 model 특성

본 실험에서는 probability scale에 cumulative distribution을, logarithmic scale에 지방구의 직경을 표시한 결과, 지방구의 입도 분포는 실험방법에서의 식①에서와 같이 log-normal density function으로 나타낼 수 있음을 알 수 있었다. Fig 6의 결과로부터 시료 D와 아무 것도 첨가하지 않은 대조군인 시료 N은 평균 입자의 크기가 증가함을 보여 주었으나, 시료 J는 평균 입자의 크기가 변화되지 않는 것을 나타내고 있다.

평균 입자 크기와 표준 편차

기름 농도에 따른 평균 입자 크기는 Table 2를 통해 살펴 보면, 기름 농도가 증가함에 따라 감소하다가 기름 농도 75%에서 최소가 되었고, 기름 농도 77%에서 다시 증가하는 경향을 나타내었으며, 표준 편차는 계속 감소하였다.

Table 1. Effect of the droplet size distribution of fresh mayonnaise using only whole egg

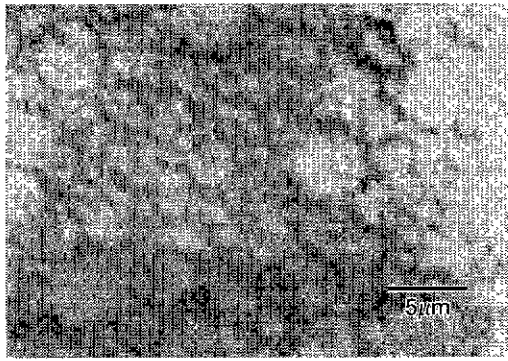
Sample ¹⁾	Globule diameter (μm)				
	1	2	3	4	5
B	18.0	25.5	36.5	15.0	1.0
D	15.0	28.5	45.5	7.0	0.5
G	20.5	28.0	25.0	20.5	3.0
J	17.0	35.1	34.0	9.0	0.7

- ¹⁾B Sorbitan fatty acid ester (0.5%)
- D Soluble starch (0.6%)
- G Xanthan gum (0.1%)
- J: Xanthan gum (0.1%), soluble starch (0.3%)

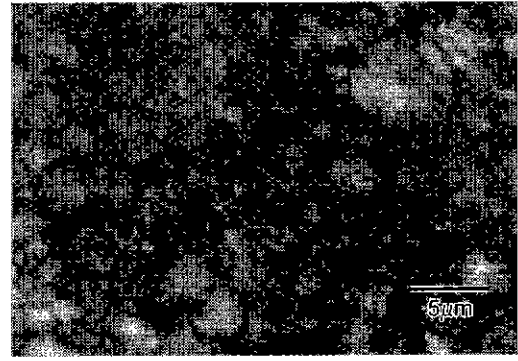
Table 2. Effect of oil concentration on the mean diameter and standard deviation

Storage period	Factors	Oil concentration (%)				
		69	71	73	75	77
Fresh	M.D. ¹⁾	1.61	1.636	1.492	1.741	1.655
	S.D	0.858	0.762	0.763	0.726	0.572
10 days	M.D	1.9130	1.808	0.772	1.698	1.921
	S.D	0.797	0.718	0.818	1.701	0.949

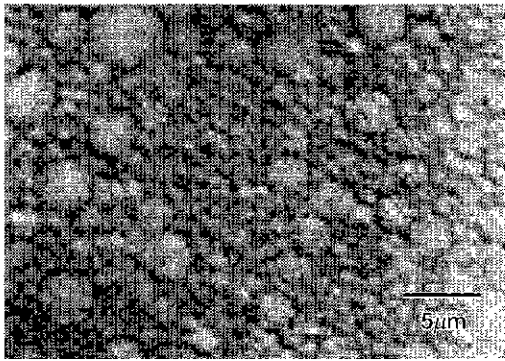
¹⁾M.D: mean diameter, S.D standard deviation



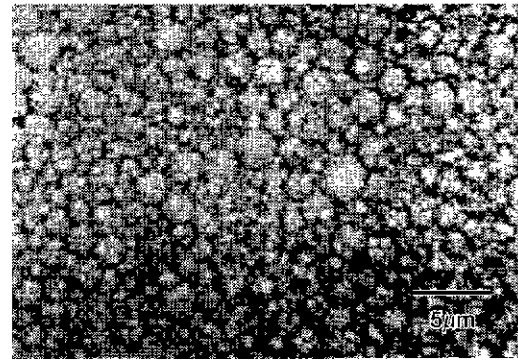
(a) 69%



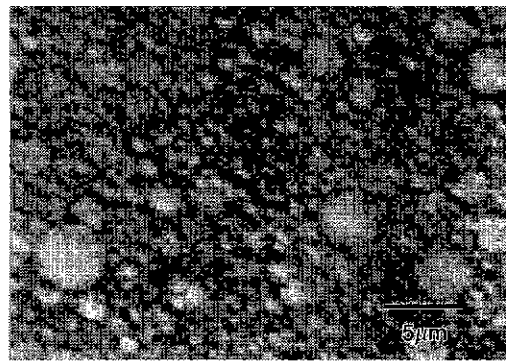
(b) 71%



(c) 73%



(d) 75%



(e) 77%

Fig. 3. Photomicrographs of fresh mayonnaise with various oil concentration. Magitude: 15×20

Oshida(12)에 의하면, 입자 크기에 대한 표준 편차는 기름 농도 상승에 따라 작아지나, 상(相)이 변화하기 전에 표준 편차가 다시 크게 되는 경향이 있으므로, 100분율 입도 분포 곡선을 입자 크기는 물론 표준 편차로 표시해도 좋다고 하였다

감사의 글

본 논문은 1998학년도 전주대학교 자연과학연구소 지원 과제에 의하여 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

요 약

마요네즈의 유화안정성에 미치는 지방구의 입도 분포의 영향을 검토한 결과는 다음과 같았다. 마요네즈의 안정성은 점도와 지방구의 입도 분포와 밀접한 관계를 가지고 있어 일반적으로 점도가 높으면 안정성이 향상되었으며 지방구의 분포가 균일하고 변화가 적을수록 안정하였다. 기름농도 75%인 시료의 경우가 점도가 가장 높았으며, 또한 시료의 입도가 다른 농도의 시료에 비해 가장 균일하였다. 전란을 사용하여

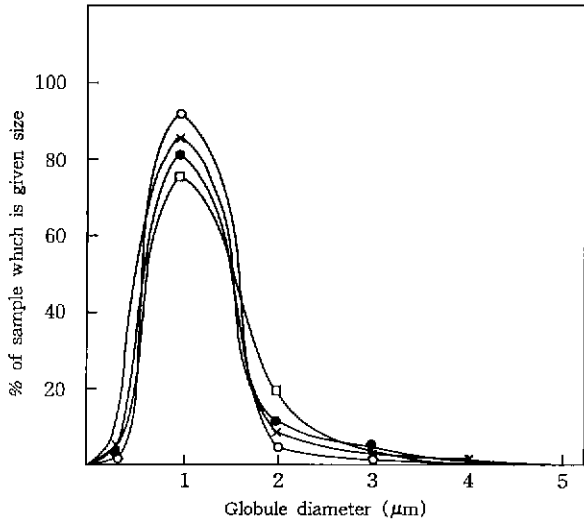
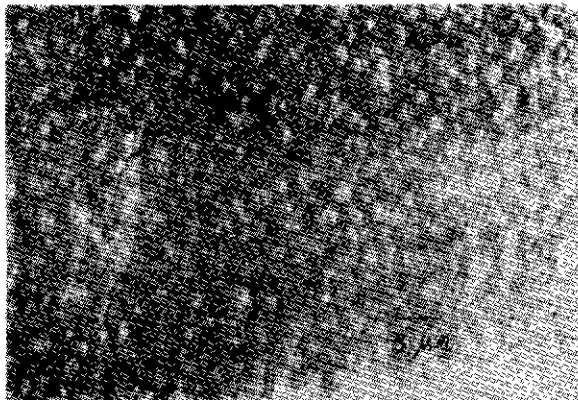
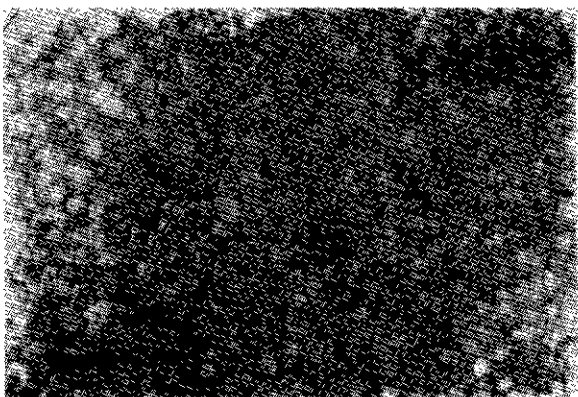


Fig. 4. Effect of stabilizer on the variation in the droplet size distribution of fresh mayonnaise.
 ○ : Sample B, × : Sample D, ● : Sample G, □ : Sample J



(a) Fresh sample



(b) 10 days old sample

Fig. 5. Photomicrographs of mayonnaise made with whole egg.
 Magnitude: 15×20

마요네즈를 제조한 결과 매우 불안정하였으며, 난황만을 사

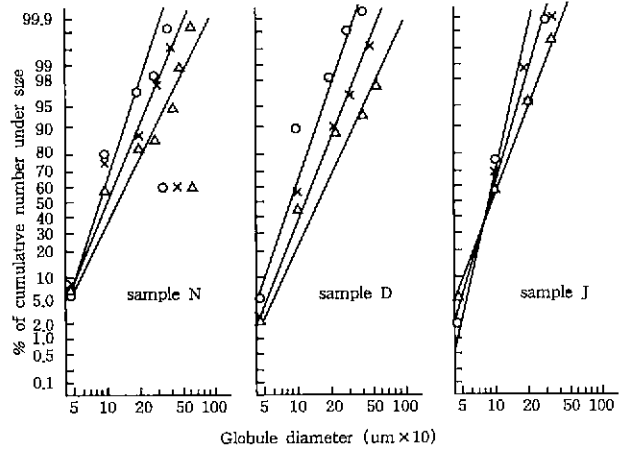


Fig. 6. Globule size distribution of mayonnaise.
 ○ : Fresh, × : 7 days, △ : 20 days

용했을 경우보다 지방구의 입자 크기가 2배정도 커졌다. Xanthan gum을 첨가한 경우 점도 및 원심분리에 의한 안정성이 매우 좋아 안정한 마요네즈를 제조할 수 있었다. 입도 분포에 대한 data는 몇 종류의 수식 model 중에서 Heldmann에 의한 log-normal density function을 사용한 결과 0.6%-soluble starch를 첨가한 시료 D와 아무 것도 첨가하지 않은 대조군인 시료 N은 평균입자 크기가 증가함을 보여 주었으나, xanthan gum과 soluble starch를 동시에 첨가한 시료 J는 평균 입자 크기가 변화하지 않음을 나타내고 있다.

문 헌

1. Becher, P. : *Emulsion; Theory and particle*. 2nd ed., Am. Chem. Soc., Monograph No 162, Reinhold Publ. Corp., New York, p.327 (1980)
2. Imai, C : The measurement and freshness preservation of mayonnaise (Part 1). *J. Japan Food Industry*, **17**, 79-91 (1984)
3. Chen, J.A. and Song, E.S. : Sensory and physical properties of low-fat mayonnaise made with starch-based fat replacers. *Korean J. Food Sci Technol.* **27**, 839-844 (1995)
4. Smith, A.L. *Theory and particle of emulsion technology*. Academic Press, London, p.82 (1996)
5. Ivey, F.J., Webb, N.B. and Jones, V.A. A study of continuous production of mayonnaise *Food Technol.*, **24**, 1279-1311 (1970)
6. Kim, J.W., Yukio, N., Cha, G.S. and Choi, C.U. Oxidative stability of perilla blended oils in mayonnaise preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **23**, 568-571 (1991)
7. Lee, Y.Y. : Effect of emulsifiers and stabilizers on the emulsion stability of mayonnaise *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **27**, 115-120 (1998)
8. Petrowski, G.E. : Pasteurized frozen whole egg and yolk for mayonnaise production. *Adv. Food Res.*, **22**, 309-359 (1976)
9. Sharma, S.C. : Rheological methods for studying the physical properties of emulsifier films at the oil-water interface in juice cream. *J. Food Sci.*, **44**, 1123-1223 (1979)
10. Snell, H.M., Olsen, A.G. and Kreners, R.E. Lecitho-protein. The emulsifying ingredients in egg yolk. *Ind. Eng. Chem.*, **27**, 1222-1223 (1985)
11. Kanedani, S. and Ishihara, M. : Studies on the viscosity of

- mayonnaise. Part I The influence of concentration of oil on the viscosity of mayonnaise. *J. Japan Agric Chem*, **36**, 928-932 (1962)
12. Oshida, I. Basic studies on mayonnaise manufacturing (Part II). Effect of sodium chloride and acetic acid on emulsifying capacity of egg yolk. *J. Japan Food Industry*, **22**, 164-169 (1962)
 13. Oshida, I. The rheological studies on mayonnaise (Part 2). On the dynamic viscoelasticity of mayonnaise. *J. Japan Food Industry*, **24**, 123 (1977)
 14. Oshida, I. : The rheological studies on mayonnaise (Part 1). On the viscosity of mayonnaise. *J. Japan Food Industry*, **23**, 549-561 (1976)
 15. Oshida, I. : Basic studies on mayonnaise manufacturing (Part D) Stability test of mayonnaise. *J. Japan Food Industry*, **22**, 176 (1975)
 16. Imai, C. The measurement and freshness preservation of mayonnaise (Part 2). *J. Japan Food Industry*, **31**, 79-91 (1984)
 17. Imai, C. : The measurement and freshness preservation of mayonnaise (Part 3). *J. Japan Food Industry*, **31**, 89-97 (1984)
 18. Furia, T.E. . *Handbook of Food Additives* 2nd ed., The Chemical Rubber Co, Cleveland, Ohio (1995)
 19. Lee, Y.Y. . Studies on the viscometric behavior of mayonnaise. *J. Korean Soc Food Nutr.*, **15**, 119-127 (1986)

(2000년 4월 24일 접수)