

유화·안정제 사용이 Mayonnaise의 유화안정성에 미치는 영향

이 영 업

전주대학교 이공대학 생명과학부

Effect of Emulsifiers and Stabilizers on the Emulsion Stability of Mayonnaise

Young-Youp Lee

Faculty of Life Science, College of Science and Technology, Jeonju University,
Jeonju 560-759, Korea

Abstract

The effects of oil concentration and stabilizers and emulsifiers on the emulsion stability of mayonnaise were studied. The highest viscosity of mayonnaise and the least amount of oil separation were obtained at the oil concentration of 75%. The viscosity of fresh mayonnaise was greatly increased by the addition of soluble starch, but when it was added below 0.6%, the viscosity of a mayonnaise decreased sharply during storage at 30°C. The stability of mayonnaise was increased only when the soluble starch was added to mayonnaise above 0.9%. When xanthan gum was added at the concentration of 0.05~0.1%, the viscosity of mayonnaise was increased considerably and the emulsion stability was improved. But if it was added more than at 0.2%, on the contrary, the emulsion stability was reduced and the texture of mayonnaise was changed. When both 0.1%-xanthan gum and 0.3%-soluble starch were added, the most stable mayonnaise was obtained.

Key words: mayonnaise, emulsion stability, stabilizer, emulsifier

서 론

마요네즈는 난황과 식물성 식용유를 주원료로 사용하고, 식초, 소금, 설탕, 레몬주우스, 그외 기타 조미료를 부원료로 사용하여 만든 반고체상태의 에멀전으로서, 기름이 미세한 입자로 수상(水相) 중에 유화되어 존재하는 oil-in water-emulsion이다(1,2). 이러한 에멀전은 어떤 액체속에 방울의 형태로 다른 액체가 분산되어 있는 불안정한 불균일계로서 정의된다(3,4).

유화안정성에 영향을 미치는 요인으로는 점도, 지방구의 입도분포, 상(相)의 체적, 유화제의 농도 및 종류, 밀도차, 구성성분의 비율 및 성질 등 여러 가지 요인이 유화안정제에 영향을 미치는 것으로 알려졌다(1,3).

마요네즈와 같은 반고체 식품의 경우, 일반적으로 점도는 점도가 높아질수록 Brownian운동은 감소되는데, creaming rate은 점도가 클수록 작아짐을 알 수 있다(5). 사실상, 점도가 증가하면 유화안정성은 증대되며, Einstein 식에 나타난 것처럼 에멀전의 점도는 분산상 입자의 체적 농도에 비례한다. 따라서 점도는 상대적으로

로 에멀전의 입자 크기에 대한 정보를 제공하여 준다고 하겠다(6). 마요네즈의 유화력은 난황의 lecitho-protein에 의한 것으로 알려져 있으며(7,8), 난황의 유화력은 pH에 의하여 영향을 받아 낮은 pH에서는 유화력이 약해지는 것으로 알려져 있다. 金谷과 石原(9)은 마요네즈에 있어서 기름 농도와 점도는 밀접한 관계가 있고, 점도는 기름의 용적분율에 비례하며, 기름의 용적분율이 0.75~0.80이 되면 점도가 비약적으로 증가한다고 하였다.

저장하는 기간 동안의 마요네즈의 변패는 미생물적인 것, 기름의 산화와 Maillard반응 등에 의한 화학적인 것, 온도변화, 압력, 진동 등에 의한 기름분리와 점도변화 등의 물리적인 것, 맛과 향의 변화와 같은 관능적인 것 등을 들 수가 있다(2,10,11). 이들 중, 미생물에 의한 변패를 고려하지 않는다면, 마요네즈의 보존성은 화학적 또는 물리적 변화에 따라서 그 보존성이 어느 정도 한정되어진다고 하겠다. 물리적 변화의 원인으로 화학적 변화가 수반되는 경우가 많고(11), 마요네즈의 에멀전 상태는 마요네즈의 구성성분에 크게 영향을 받으며, 마요네즈를 변화시키는 주원인은 주로 충격에 의하여

일어나는 에멀전 파괴로 알려져 있다(12).

본 연구는 salad기름 농도, 유화제 및 안정제가 마요네즈의 유화안정성에 미치는 영향을 점도, 원심분리에 의하여 분리되는 기름의 양을 측정하여 구명한 결과이다.

재료 및 방법

재료

마요네즈를 제조하기 위하여 사라다기름(대두유), 레몬쥬우스, 겨자, 소금, 설탕, 식초(12%~acetic acid 함유), citric acid 및 MSG(mono-sodium glutamate)는 시판품을, 달걀은 신선한 것을 구입하여 난황을 분리한 뒤 사용하였다. 본 실험에서 사용한 마요네즈의 표준배합비는 Table 1과 같다. 유화제 및 안정제의 영향을 검토하기 위하여 첨가한 유화제 및 안정제 첨가량의 종류는 Table 2와 같다.

마요네즈의 제조

마요네즈의 제조방법에는 여러 가지가 있으나, 본 연구에서의 시제품은 Mixer(Hamilton Beach Co., Del-

uxe Mixer)를 사용하여 Lee(13)의 방법에 따라 제조하였다. 먼저, 할란하여 난황을 분리하고, 일정량의 난황을 mixer에 넣어서 2분간 beating시킨다. 그 후 설탕, 소금, 겨자, MSG, citric acid 및 1/4량의 식초(식초와 물을 혼합한 양의 1/4)를 가하여 3분간 beating시킨다. 여기에 salad기름을 6분간 서서히 주입하면서 유화시키고, 계속해서 교반하면서 나머지 식초와 salad기름을 3분 동안에 천천히 가한다. 유화가 완료된 후에 레몬쥬우스를 적당량 가하고 1분간 저속으로 교반한 다음 이를 시제품으로 하였다.

유화제 및 안정제를 첨가하여 마요네즈를 제조할 때에는, 유화가 완료된 후 마지막 단계에서 레몬쥬우스와 함께 유화제 및 안정제를 첨가하고 균일하게 혼합시키기 위하여 3분간 저속으로 교반하였다.

전란을 사용하여 마요네즈를 제조하는 경우에는 유화제 및 안정제를 설탕, 소금 등과 함께 첨가하였으며, 식초의 전량은 유화가 완료된 후에 첨가하였고 물을 첨가하지 않은 경우와 물을 첨가한 제품으로 구분하였으며, 물을 첨가한 제품의 경우, 물을 레몬쥬우스와 함께 첨가하였다.

점도측정

마요네즈의 점도는 visco-tester(Rion Co., VT-02형 : 고점도용)의 No. 2와 No. 3 spindle을 사용하여 평형점도에 도달할 때까지 시간에 따른 점도의 변화를 상온에서 측정하였으며, 평형점도로서 나타내었다.

유화안정도 측정

마요네즈의 유화안정성은 押田(14)의 진동원심법을

Table 1. Standard formulation of mayonnaise

Ingredients	Content (w/w%)	Ingredients	Contents (w/w%)
Salad oil	74.99	MSG	0.1
Egg yolk	12.0	Mustard	0.25
Vinegar	3.0	Lemon juice	0.01
Sugar	1.5	Water	7
Salt	1.0		
Citric acid	0.15	Total	100

Table 2. Test samples manufactured with emulsifiers and stabilizers in this study

Treatment	Sample	Concentration of stabilizer(w/w%)	Oil conc.(w/w%)
Emulsifier	A	Glycerine fatty acid ester(0.5%)	74.49
	B	Sorbitan fatty acid ester(0.5%)	74.49
Stabilizer	C	Soluble starch(0.3%)	74.69
	D	Soluble starch(0.6%)	74.39
	E	Soluble starch(0.9%)	74.09
	F	Xanthan gum(0.05%)	74.94
	G	Xanthan gum(0.1%)	74.89
	H	Xanthan gum(0.2%)	74.79
	I	Xanthan gum(0.4%)	74.59
Stabilizer and Stabilizer	J	Xanthan gum(0.1%), Soluble starch(0.3%)	74.59
	K	Xanthan gum(0.1%), Soluble starch(0.1%)	74.79
	L	Xanthan gum(0.05%), Soluble starch(0.3%)	74.64
	M	Xanthan gum(0.15%), Soluble starch(0.1%)	74.74
Control	N		74.99

변형하여 rotary shaker와 원심분리기(Kokusan H-251, CS)를 이용하여 측정하였다. 마요네즈 50g을 삼각 플라스크에 넣어 30°C에서 5시간 동안 진탕하고, 그 후 진탕한 시료 20g을 원심분리관에 넣어 6,000×g에서 60분간 원심분리한 다음 상층의 분리된 기름을 피펫을 사용하여 뽑아내었다. 그런 다음 원심분리관 내벽과 마요네즈의 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.

결과 및 고찰

점도

기름 농도의 증가에 따른 마요네즈의 점도를 조사한 결과 Fig. 1과 같았다. 신선한 마요네즈의 점도는 기름 농도 69%일 때 62 poise이었으나, 기름 농도의 증가에 따라 점도가 점차 상승하여 75%에서는 120 poise로 가장 높았고, 기름 농도가 75% 이상인 경우에는 점도가 감소하여 77%에서 105 poise를 나타내었으며, 이는 押田의 결과와 일치하였다(8,14-16).

한편, 30°C에서 10일간 저장한 후의 마요네즈의 점도도 동일한 경향을 나타내어 기름첨가량의 증가에 따라 상승하다가 75%에서 95 poise로 최고 점도를 나타내었으며, 75% 이상에서는 점도가 감소하는 현상을 보였다. 그러나 전반적으로 신선한 마요네즈에 비해 점도가 저하하였으며 특히 고점도일수록 저장에 의한 점도저하 현상이 현저하였다. Fig. 2(a)에 나타난 바와 같이 기름 농도 75%에서 glycerine fatty acid ester와 sorbitan fatty acid ester를 첨가한 시료 A 및 B의 점도는 제조 직후에는 대조군인 N에 비하여 높았으나, 30°C에서 10일 저장하는 동안 급격히 감소하였으며 그 후에는 큰 변화가 없었고, 20일 저장 후에 시료 A, B 모두 시료 N과 점도에 차이가 없었다. 또한 가용성 전분을 각각 0.3, 0.6 및 0.9% 첨가한 시료 C, D, E에서 시료 C, D의 초기 점도 및 점도의 변화는 대조군과 거의 차가 없었으며, 가장 많이 첨가한 시료 E의 초기점도는 대조군과 같았으나 30°C에서 5일 저장한 후에는 점도가 급격히 증가하는 이상현상을 나타내었다. 그리고 유화안정제로서 xanthan gum을 0.05, 0.1, 0.2 및 0.4% 첨가한 시료 F,

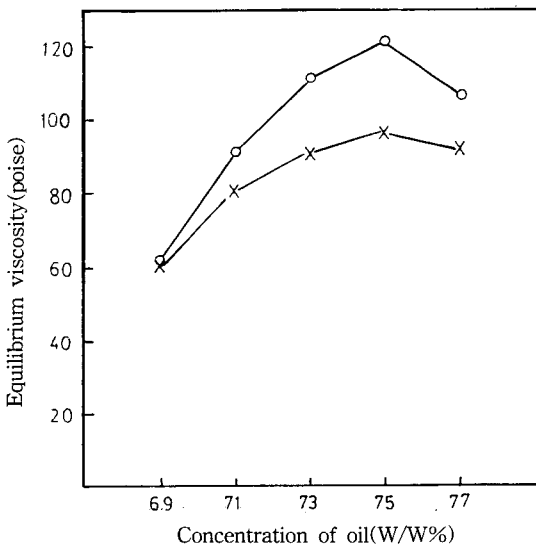


Fig. 1. Effect of salad oil concentration on the equilibrium viscosity of mayonnaise. -○-: Fresh, -×-: 10 days(30°C)

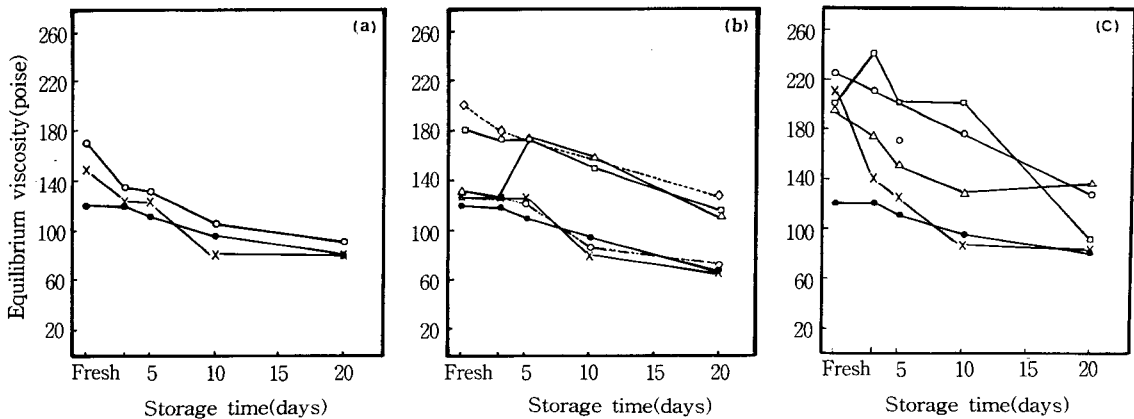


Fig. 2. Effect of stabilizer on the viscosity change of mayonnaise.

(a) -○-: Sample A, -×-: Sample B, -●-: Control
 (b) -○-: Sample C, -×-: Sample D, -△-: Sample E, -□-: Sample F, -◇-: Sample G, -●-: Control
 (c) -○-: Sample J, -×-: Sample K, -△-: Sample L, -□-: Sample M, -●-: Control

G, H, I의 초기 점도는 모두 대조군인 시료 N의 초기 점도 120poise에 비하여 매우 높아 180~200poise를 나타내었다(Fig. 2(b)).

한편 xanthan gum을 0.2% 이상 첨가한 H 및 I 시료는 마치 묵과 같이 덩어리를 형성하여 조직이 정상적인 마요네즈와 달랐으며, 또한 에멀전이 매우 불안정하여 3일 저장 후 점도계로 점도를 측정할 때 spindle의 회전에 의하여 기름이 분리되어 spindle의 표면에 유막을 생성하므로써 점도를 측정할 수 없었다. 시료 F와 G는 저장함에 따라 점도가 서서히 감소하여 20일 저장 후 115 및 120poise를 각각 나타내었다.

한편 xanthan gum과 가용성 전분을 동시에 첨가했을 경우 저장기간에 따른 점도의 변화를 Fig. 2(c)에 나타내었다. 가용성 전분을 0.3% 첨가했을 때는 xanthan gum을 단독으로 사용했을 때와 비교하여 초기 점도 및 점도변화에 큰 차이가 없었고, 가용성 전분을 1.0% 첨가한 경우에는 오히려 유화안정성을 저해하여 xanthan gum을 단독으로 사용했을 때에 비하여 점도가 급격히 감소하여 20일 저장 후에는 대조군과 거의 같은 값을 보였다. 각 제품을 30°C에서 저장하였을 때의 점도변화가 작은 것은 마요네즈 제조 후 3~5일 동안은 노른자 단백질 식초 중의 초산에 의하여 완만한 산응고를 일으키는 set-up 후에는 차츰 점도가 저하되는데 이것은, 기름입자 크기의 증가는 물론 저자 속의 효소에 의한 단백질 분해 등에 의해서 일어나는 것이라고 생각된다.

전란을 사용하여 마요네즈를 제조한 결과, 전란만으로는 에멀전이 형성되지 않았으며, 안정제를 첨가하여 야만 유화가 형성되었다. 이것은 난황의 수분량은 48.6%이고, 난백의 수분량은 87.9%이므로 전란을 사용하는 경우는 마요네즈 에멀전의 형성에 있어서 수분량의 과다와 마요네즈의 유화제인 lecito-protein의 양이 상대적으로 적어지기 때문이라고 생각된다.

전란에 안정제를 첨가하여 제조한 마요네즈의 점도 변화 및 기름분리량을 측정하는 것은 Table 3에서 볼 수 있는 바와 같이 1과 3제품에서는 점도의 차이가 컸으나 2, 4제품에서는 점도의 차이가 적었다. 이는 Garrett가 보고한 바와 같이 물첨가에 의한 creaming현상과 입자의 크기가 증가되어 접촉 면적이 감소되므로 점도가 낮아진다고 생각된다(3,6). 30에서 10일 저장 후의 1, 3제품은 에멀전이 파괴된 상태로서 점도는 20poise이고, 물을 첨가한 2, 4제품의 점도는 65poise이었다.

유화안정성

기름 농도가 마요네즈의 유화안정성에 미치는 영향을 알아 보기 위하여 신선한 마요네즈를 5시간 진탕한

Table 3. Values of viscosity and separated oil on the stability of mayonnaise with whole egg

Storage time		1	2	3	4
Fresh	Viscosity(poise)	175	110	160	105
	Separated oil(ml)	0.85	0.46	0.7	0.95
10 days	Viscosity(poise)	20	65	20	65
	Separated oil(ml)	8.6	1.0	7.8	5.0

- 1: 14%-whole egg, 5%-vinegar, 0.05%-xanthan gum
- 2: 14%-whole egg, 5%-vinegar, 0.05%-xanthan gum, 4%-water
- 3: 14%-whole egg, 5%-vinegar, 0.05%-xanthan gum, 0.1%-soluble starch
- 4: 14%-whole egg, 5%-vinegar, 0.05%-xanthan gum, 0.1%-soluble starch, 0.1%-water

후 원심분리하였을 때 분리된 기름량을 Fig. 3에 나타내었다. 기름 농도가 69%일 때는 0.65ml의 기름이 분리되었으며, 기름 농도가 증가함에 따라 기름분리량이 감소하여 75%에서는 가장 적은 0.07ml가 분리되었고, 77%에서는 다시 증가하여 0.4ml의 기름이 분리되었다. 한편, 30°C에서 10일간 저장한 경우에 기름 농도 73%까지는 많은 양의 기름이 분리되어 에멀전이 불안정하였으나, 75%에서는 0.7ml 밖에 분리되지 않아 가장 안정하였다. 즉, 가장 높은 점도를 나타내었던 75%의 기름 농도에서 신선한 마요네즈 또는 30°C에서 10일간 저장한 것 모두 분리된 기름이 가장 적어 안정한 상태이었다. 이로 미루어 보아 salad기름의 농도와 마요네즈의 안정성 사이에는 상호 밀접한 관계가 있다는 것을 알

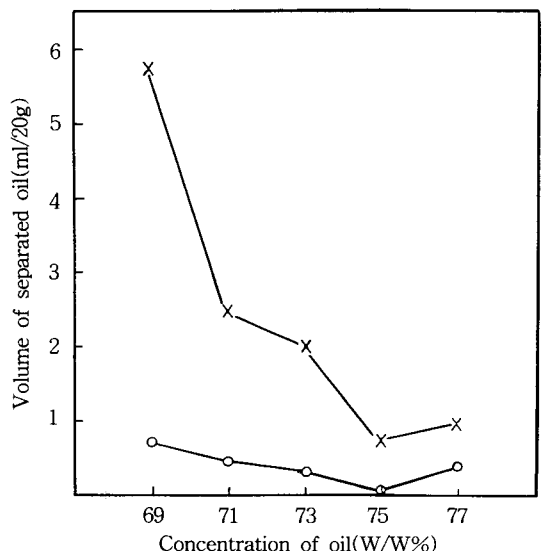


Fig. 3. Effect of concentration of salad oil on the stability of mayonnaise.
 -○-: Fresh, -×-: 10 days(30°C)

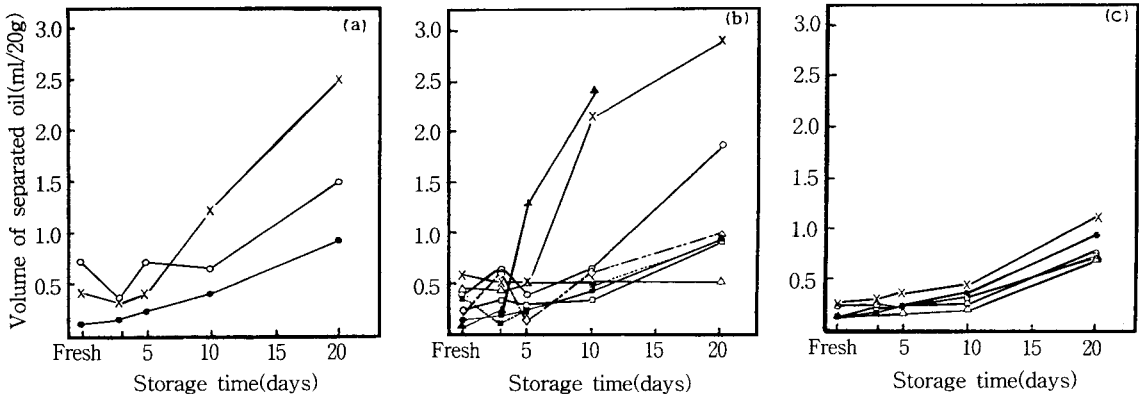


Fig. 4. Effect of emulsifiers and stabilizers on the stability of mayonnaise.

(a) —○—: Sample A, —×—: Sample B, —●—: Control

(b) —○—: Sample C, —×—: Sample D, —△—: Sample E, —□—: Sample F, —◇—: Sample G, —■—: Sample H, —▲—: Sample I, —●—: Control

(c) —○—: Sample J, —×—: Sample K, —△—: Sample L, —□—: Sample M, —●—: Control

수 있다.

유화제로 glycerine fatty acid ester와 sorbitan fatty acid ester를 첨가한 시료 A 및 B의 저장기간에 따른 기름분리량을 조사한 결과는 Fig. 4(a)와 같다. Fig. 4(a)에서 알 수 있는 것처럼 이와 같은 유화제를 첨가했을 때 저장 5일 후부터 기름분리량이 급격히 증가하여 마요네즈의 안정성이 오히려 저하되었다. 유화안정제로서 가용성 전분을 첨가한 경우에 Fig. 4(b)에 나타난 것처럼 기대했던 것과는 달리 0.3 및 0.6% 첨가한 시료 C와 D는 5~10일 후부터 기름분리량이 급격히 증가하여 유화안정성이 저하되었으며, 비교적 다량인 0.9% 첨가한 경우에만 마요네즈의 안정성에 기여하여 저장기간에 관계없이 기름분리량이 거의 일정하였다. 또한, xanthan gum을 첨가한 F, G, H, I 시료에서 가장 첨가량이 많은 I 시료는 30°C에서 10일 저장한 후에는 저질로 기름이 분리되었다. 이와 같은 현상은 점도를 측정할 때 관찰한 사실과 같은 결과로서 xanthan gum의 첨가량이 많으면 오히려 유화안정성이 저하되었다. F, G, H 시료는 초기에는 대조군인 N 시료보다 기름분리량이 약간 많았으나, 20일 저장 후에는 대조군보다 기름분리량이 적어 안정성이 향상되었음을 알 수 있다. Xanthan gum과 가용성 전분을 동시에 첨가한 경우에 저장기간에 따른 점도의 변화는 Fig. 4(c)에 나타내었다. 초기 점도는 높았으나 저장함에 따라 급격히 감소하여 20일 저장한 후에 대조군과 점도가 같아졌던 시료 K의 분리량은 대조군보다 약간 많아 마요네즈의 안정성을 향상시키지 못하였다. Xanthan gum 1.0%와 가용성 전분 0.3%를 함께 첨가한 시료 J의 기름분리량은 xanthan gum을 단독으로 0.1% 첨가했을 때와 거의 차이가 없었

으나, xanthan gum 0.05%와 가용성 전분 0.3%를 첨가한 시료 L은 xanthan gum을 단독으로 0.05% 첨가한 경우보다 안정성이 향상되어 가장 기름분리량이 적었다.

전란을 사용하여 마요네즈를 제조한 경우에 있어서 원심분리에 의한 마요네즈의 유화안정성은 Table 3에 표시하였다. 2시료의 분리된 기름이 적은 것은, 수분량 증가에 따라서 xanthan gum의 용해도 증가에 의하여 xanthan gum이 수화물을 형성하였기 때문이고, 4시료의 분리된 기름이 많은 것은 수분량 증가에 따라 전분 입자들 사이의 수소결합이 느슨해졌기 때문이라고 생각된다. 한편, 30°C에서 10일 저장 후의 원심분리 결과 1, 3, 4시료는 에멀전의 상태가 파괴되어 분리된 기름분리량이 많았으며, 2시료가 분리된 기름이 적고 에멀전 상태가 가장 안정하였다.

요 약

마요네즈의 유화안정성에 미치는 기름 농도, 유화제 및 안정제의 영향을 검토한 결과 다음과 같았다. 기름 농도 75w/w%에서 120poise로서 점도가 가장 높았으며 원심분리에 의한 기름분리량도 가장 적었으므로 기름 농도 75w/w%가 마요네즈 제조에 있어서 최적 비율임을 나타내었다. Sorbitan fatty acid ester monoglyceride는 마요네즈의 유화안정성을 향상시키지 못했으며, 가용성 전분은 초기 점도를 증가시키나, 첨가량이 적은 경우에는 저장기간에 따라 점도가 급격히 감소하여 마요네즈의 안정성은 향상되지 않았으며 0.9% 이상 첨가하여야 효과가 있었다. Xanthan gum은 0.05~0.1% 첨가했을 경우 초기 점도가 현저히 증가하였고 저장기

간에 따른 기름분리량도 적어 유화안정성이 향상되었으나, 0.2% 이상 첨가하면 오히려 안정성을 저해하였으며 제품의 texture가 변하였다. 가용성 전분과 xanthan gum을 혼합하여 사용한 경우 xanthan gum 0.1%와 가용성 전분 0.3%를 첨가한 경우 가장 안정하였다.

감사의 글

본 논문은 1996년도 전주대학교 자연과학연구소 지원과제에 의하여 이루어진 것임.

문헌

1. Becher, P. : Emulsion: Theory and practice. 2nd ed., Am. Chem. Soc. Monograph No 162, Reinhold Publ. Corp., New York, p.327(1980)
2. 今井忠平 : The measurement and freshness preservation of mayonnaise(Part 1). 食品工業(日本), **17**, 79(1984)
3. Smith, A. L. : *Theory and practice of emulsion technology*. Academic Press, London, New York, p.82(1996)
4. Ivey, F. J., Webb, N. B. and Jones, V. A. : A study of the continuous production of mayonnaise. *Food Technol.*, **24**, 1279(1970)
5. Petrowski, G. E. : Pasteurized frozen whole egg and yolk for mayonnaise production. *Adv. Food Res.*, **22**, 309(1976)
6. Sharma, S. C. : Rheological methods for studying the physical properties of emulsifier films at the oil-water interface in ice cream. *J. Food Sci.*, **44**, 1123(1979)
7. Sell, H. M., Olsen, A. G. and Kremers, R. E. : Lecitho-protein. The emulsifying ingredients in egg yolk. *Ind. Eng. Chem.*, **27**, 1222(1985)
8. 押田一夫 : Basic studies on mayonnaise manufacturing. Part II. Effects of sodium chloride and acetic acid on emulsifying capacity of egg yolk. 日本食品工業學會誌, **22**, 164(1975)
9. 金谷昭子, 石原敏子 : Studies on the viscosity of mayonnaise. Part I. The influence of concentration of oil on the viscosity of mayonnaise. 農化(日), **36**, 928(1962)
10. 今井忠平 : The measurement and freshness preservation of mayonnaise(Part 2). 食品工業(日本), **17**, 79(1984)
11. 今井忠平 : The measurement and freshness preservation of mayonnaise(Part 3). 食品工業(日本), **17**, 89(1984)
12. Furia, T. E. : *Handbook of food additives*. 2nd ed., The Chemical Rubber Co. Cleveland, OHIO(1995)
13. Lee, Y. Y. : Studies on the viscometric behavior of mayonnaise. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **15**, 119(1986)
14. 押田一夫 : The rheological studies on mayonnaise(Part 2). On the dynamic viscoelasticity of mayonnaise. 日本食品工業學會誌, **24**, 123(1977)
15. 押田一夫 : Basic studies on mayonnaise manufacturing. Part I. Stability test of mayonnaise. 日本食品工業學會誌, **22**, 176(1975)
16. 押田一夫 : The rheological studies on mayonnaise (Part 1). On the viscosity of mayonnaise. 日本食品工業學會誌, **23**, 549(1976)

(1997년 10월 13일 접수)