

마요네즈의 유동 특성과 유화 안정성에 미치는 초산 농도의 영향

배 효 미·오 명 숙

성심여자대학교 식품영양학과

Effects of Acetic Acid Concentration on Rheological Characteristics and Emulsion Stability of Mayonnaise

Hyo Mee Bae, Myung Suk Oh

Dept of Food and Nutr., Song Sim College for Women

Abstract

The effect of acetic acid concentration on the qualities of mayonnaise was studied. The rheological properties, emulsifying stability and color of the mayonnaise were determined by rotary viscometer, rotary shaker and centrifuge, and color and color difference meter, respectively. The rheological behavior of mayonnaise showed plastic behavior with yield stress and that of shear thinning. The yield stress and consistency index increased as the acetic acid concentration increased. The emulsion stability was lowest at 4% acetic acid concentration and highest at 1% acetic acid concentration. With the increase of the acetic acid concentration, lightness increased and yellowness decreased.

I. 서 론

마요네즈는 가정의 수요가 증가함에 따라 공업적 생산에 의해 품질이 향상된 유화 식품중의 하나이다. 우리나라에서 마요네즈가 상품화되어 판매되기 시작한 것은 얼마되지 않았지만, 식생활의 서구화 경향에 따라 그 수요는 매년 크게 신장되고 있으며¹⁾ 고품질의 마요네즈를 원하는 소비자의 요구도 크게 증대되고 있다.

마요네즈의 품질에 영향을 미치는 주요한 인자에는 각 재료의 배합상태 및 조제조건이 있다. 마요네즈의 재료

배합상태를 품질 특성과 관련지은 연구로는 押田에 의한 마요네즈의 안정성, 유화력에 미치는 식염, 식초의 영향^{2~5)}, 中浜등에 의한 재료 배합비에 따른 마요네즈의 성상 및 유동 특성^{6,7)}, 차등에 의한 난황 사용량에 따른 마요네즈의 유화 안정성의 비교⁸⁾, 전에 의한 마요네즈의 유동 특성과 유화성에 미치는 pH 및 ion 강도의 영향⁹⁾ 등이 있다.

마요네즈의 재료중 식초는 분산매인 水相을 구성하며 그 함량이 마요네즈의 품질에 큰 영향을 미친다. 마요네즈의 품질에 미치는 식초의 영향에 대하여 지금까지 발표된 연구는 주로 유화성에 국한되어 있고^{2~5)}, 다른 재

료의 배합비율이 동시에 변화하고 있어서^{6,7)} 마요네즈의 여러 품질 특성에 대한 식초의 영향은 명확하게 조사되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 마요네즈의 품질 특성에 미치는 식초의 영향을 조사하기 위하여, 다른 재료의 배합은 고정시키고 초산 농도를 달리한 마요네즈를 제조하여 유동 특성, 유화 안정성, 색도등의 품질 특성에 대하여 비교·검토하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

난황은 시판의 신선한 계란에서 난백을 분리하여 사용하였고 초산용액(순도 99.5%의 초산사용), 식염(순도 99.9%의 NaCl), 사라디유(면실유)를 정해진 배합비율에 따라 사용하였다.

2. 시료의 제조

수相試料의 배합비는 난황 24 ml, 초산용액 24 ml, NaCl 2 g으로 하였다. 초산용액의 초산농도는 0, 1, 2, 4, 6%(vol%)로 변화하였으며, 혼합한 수相試料를 magnetic stirrer로 3분간 교반시킨 후 pH meter (Orion Research Ionizer/model 339 A)로 각각의 pH를 측정하였다.

마요네즈 시료는 기름농도 76 v/v%로 제조하였다. 즉 초산함량을 달리한 수相試料 48 ml를 mixer (Sunbeam mixmaster)에 넣고 No. 5 (490 rpm)로 교반하면서 사라디유 152 ml를 천천히 주입하여 총 3분 30초에 예비교반을 끝낸 후 Sorvall Omni mixer (Du Pont company)를 사용하여 No. 8 (1200 rpm)로 2분간 마무리 유화를 하였다. 단 유화 안정성 측정용 마요네즈 시료는 수相試料 45 ml에 동일 용량의 사라디유를 혼합한 후 Sorvall Omni mixer로 No. 8의 속도에서 2분간 유화하여 50 v/v의 마요네즈를 얻었다.

3. 유동 특성의 측정

마요네즈의 유동 특성은 회전 점도계(Brookfield model LVT)를 사용하여 spindle No. 4로 spindle의 회전속도 0.6, 3, 6, 12 rpm의 4단계에서 일정 전단속도에 대한 전단응력의 시간적 변화를 측정하였다. 유동 특성의 산출은 항복응력(δy)는 Casson식에 의하여 구하였고, 위에서 구한 δy 를 Herschel-Bulkley식에 사용하여

粘稠度指數(K), 유동지수(n)을 구하였다⁷⁾.

4. 유화 안정성의 측정

마요네즈의 유화 안정성은 押田의 진공원심법^{10,11)}을 변형하여 rotary shaker와 원심분리기를 사용하여 측정하였다. 즉, 마요네즈 50 g을 삼각 flask에 밀봉하여 25°C에서 3시간 shaking한 후 원심 분리관에 넣어 2000 rpm으로 30분간 원심 분리시킨 후에 그 상층액을 얻고 원심 분리관의 내면에 부착한 기름을 n-heptane으로 세척한 후, 감압 농축하여 n-heptane을 제거하고 남은 순수한 分離油를 칭량하였다.

5. 색도의 측정

마요네즈의 색도는 색차계(日本電色工業 kk製)를 사용하여 Hunter의 색도 L, a 및 b 값으로 나타내었다.

III. 결과 및 고찰

1. 수相試料의 pH 변화

초산용액의 초산농도를 0~6%로 변화시키면서 측정한 수相試料의 pH는 Table 1과 같다. 초산농도 0에서의 pH는 6.20이나 초산농도 1~6%사이의 pH는 3.65~4.25로, 초산농도에 따른 pH 변화는 크지 않은 것을 알 수 있다. 金¹¹⁾은 마요네즈에 있어서 식초의 역할을 pH를 3~4로 하여 방부효과를 높이고 적당한 산미와 유화력을 부여한다고 하였다.

2. 유동 특성

초산농도를 달리하여 제조한 마요네즈에 대하여 전단속도를 변화시키면서, 전단시간에 대한 전단응력의 변화를 측정하였다. Fig. 1에서는 전단속도 0.627 sec⁻¹에서의 전단응력-시간 곡선을 나타내었는데 측정 개시후

Table 1. Changes of pH in water phase of mayonnaise at various acetic acid concentrations

Acetic acid (%)	pH
0	6.20
1	4.25
2	3.98
4	3.83
6	3.65

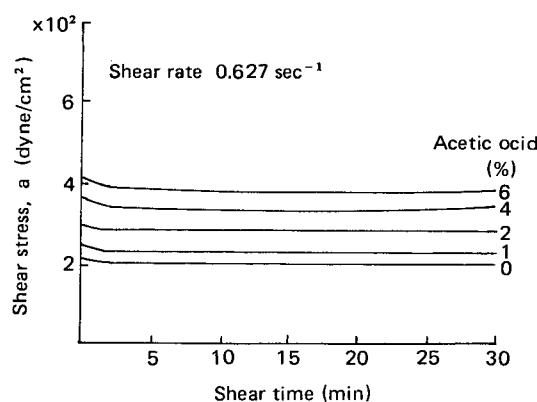


Fig. 1. Typical curves of shear stress vs. shear time of mayonnaise at various acetic acid concentrations.

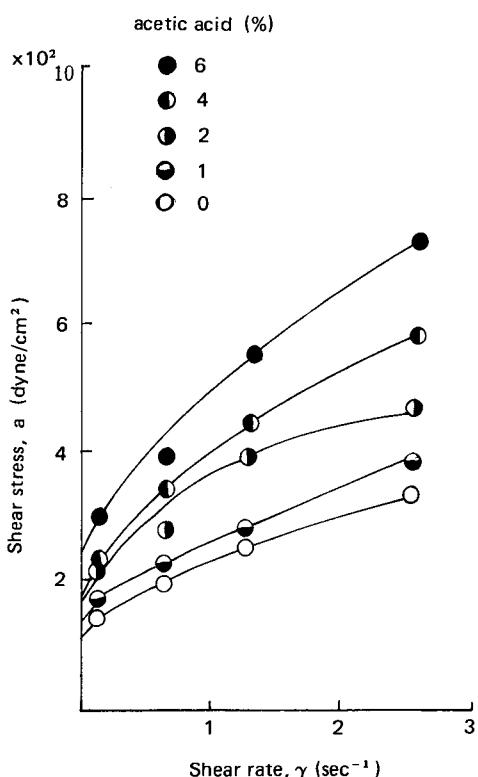


Fig. 2. Flow curves of mayonnaise at various acetic acid concentrations.

5분 이내에 응력감소의 대부분이 일어나고, 그 이후의 변화는 매우 적은 것을 알 수 있다. 또한 초산농도가 높을수록 전단응력이 큰 것을 나타내었고, 마요네즈의 유

동거동이 이미 보고된 바와 같이^{7,9)} 시간의존성이라는 것을 나타내었다.

Fig. 2는 초산농도를 달리한 마요네즈의 측정개시후 1분후의 전단응력과 전단속도와의 관계를 나타낸 것인데, 마요네즈의 유동이 모든 초산농도에서 항복응력을 가지는 소성유동인 것을 알 수 있다. Table 2에 초산농도를 달리한 마요네즈의 항복응력(δy), 粘稠度指數(K), 유동지수(n)을 나타내었다. 유동지수(n)은 초산농도에 따른 어떤 경향은 없었으나 그 값이 0.56~0.59로 마요네즈의 유동이 의가소성적이라는 것을 보여 주었다. 항복응력(δy) 및 粘稠度指數(K)는 초산농도가 높아질수록 커져서, 초산농도가 높아질수록 더 粘稠하고 단단한 마요네즈를 얻을 수 있는것을 나타내었다. 野並 등¹²⁾은 마요네즈의 점도는 난황성분중 lipoprotein 이외의 난황단백질이 초산 및 식염의 첨가에 의해 변성한 때문에 생긴다고 하였다. 또 筒井 등¹³⁾은 pH에 따른 난황의 점도변화에 대하여 조사하여 pH 4이하와 pH10 이상에서 산변성 및 알카리변성에 의해 점도가 상승하는 것을 보고하고 있다. 본 연구에서 초산농도가 높아짐에 따라 마요네즈의 물성이 粘稠해진 것은 초산농도가 높아져서 난황의 pH가 저하한 결과 난황단백질의 산변성이 심해져서 마요네즈의 점도가 상승한 것으로 사료된다.

3. 유화 안정성

Fig. 3에 마요네즈의 초산농도별 유화안정성을 나타내었다. 마요네즈의 안정성은 초산농도가 많아질수록 분리되는 기름의 양이 많아지는 경향으로 대체로 감소하였다. 분리되는 기름의 양은 초산농도 1%일 때 최소치를, 초산농도 4%일때 최대치를 각각 나타내었다. 押

Table 2. Rheological properties of mayonnaise at various acetic acid concentrations

Acetic acid (%)	δy (dyn/cm²)	K (dyn s ⁿ /cm²)	n (-)
0	96	144	0.58
1	118	158	0.56
2	152	196	0.57
4	161	251	0.59
6	198	306	0.56

δy : yield stress

K : consistency index

n : flow behavior index

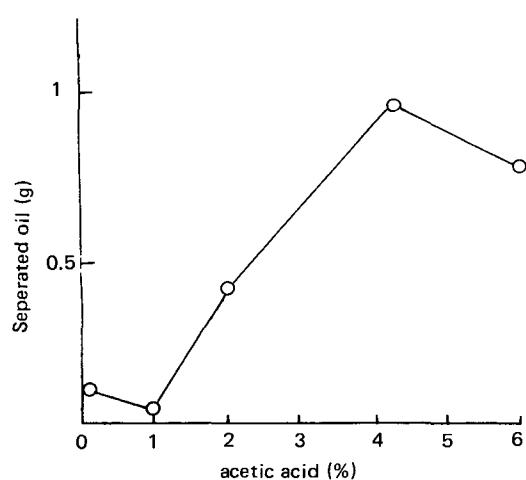


Fig. 3. Effect of acetic acid concentrations on emulsion stability of mayonnaise.

Table 3. Hunter's color values of mayonnaise at various acetic acid concentrations

Acetic acid (%)	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)
0	83.5	-1.8	16.5
1	84.4	-1.8	17.4
2	84.5	-1.9	15.8
4	84.7	-1.9	15.4
6	85.1	-1.7	15.5

표³⁾은 마요네즈의 유화안정성에는 초산의 영향이 커서 pH 4.0이하에서는 난황의 용해도가 급격히 저하하고 마요네즈의 유화안정도가 현저히 저하한다고 보고하고 있다. 본 연구에서 초산농도 4%이상이 되면 pH가 4.0에서 멀어지므로 안정성의 저하가 현저한 것으로 생각된다.

이상의 결과로 마요네즈 제조시 초산 함량이 높을수록
粘稠한 마요네즈를 얻을 수 있으나, 초산함량 4%이상에
서는 유화안정성의 저하가 심하므로 초산함량은 4%이
하가 적절할 것으로 사료된다.

4. 색 도

초산농도에 따른 색도를 Table 3에 나타내었다. 초산농도가 높아짐에 따라 L값이 증가하여 명도가 높아지는 것을 알 수 있고, a값은 별 변동이 없으나 b값은 감소하는 경향을 보여 초산농도가 높아질수록 노란색조가 감소

하는 것을 알 수 있다. 초산농도가 높아질수록 입자경이 미세해져서 반사율이 증가하기 때문에 마요네즈의 색이 밝은 흰색계통으로 나타나는 것으로 사료된다.

IV. 요 약

초산용액의 초산농도를 0, 1, 2, 4, 6%로 변화하여 제조한 마요네즈의 유동 특성, 유화 안정성, 색도에 대하여 조사하였다. 마요네즈의 유동은 항복응력을 가지는 소성유동이며, 초산농도가 높아질수록 항복응력 및 粘稠度指數가 커져서 초산농도가 높아질수록 마요네즈의 물성이 粘稠해지는 것을 나타내었다. 마요네즈의 유화안정성은 초산농도가 높아질수록 감소하는 경향을 보였고, 초산농도 4%일때 가장 안정성이 낮았다. 색도는 초산함량이 증가할수록 L값(명도)이 증가하고 b값(yellowness)은 감소하였다.

참 고 문 헌

- 1) 김재남, 유지 및 유화식품의 제조기술, 식품과학, 15(3):18, 1982.
- 2) 押田一夫, マヨネーズの製造に関する基礎的研究, (第2報) 卵黄の乳化力に及ぼす食鹽及び酢酸の影響について, 日本食品工業學會誌, 22(4): 164, 1975.
- 3) 押田一夫, マヨネーズの製造に関する基礎的研究, (第3報) マヨネーズの安定性に及ぼす食鹽及び酢酸の影響について, 日本食品工業學會誌, 22(10): 50, 1975.
- 4) 押田一夫, マヨネーゴの製造に関する基礎的研究, (第4報) 卵黄のLow-density Fraction及びHigh density Fractionの乳化力と安定性に及ぼす食鹽及び酢酸の影響について, 日本食品工業學會誌, 23(16): 250, 1976.
- 5) 押田一夫, マヨネーズの製造に関する基礎的研究, (第5報) マヨネーズの乳化状態と安定度に及ぼす油の容積, 水相中の食鹽及び酢酸の影響について, 日本食品工業學會誌, 23(11): 549, 1976.
- 6) 中浜信子, 大澤はまる, 赤羽ひろ, 品川弘子, マヨネーズの性状に及ぼす材料配合比の影響, 日本家政學雜誌, 31(9): 629, 1980.
- 7) 品川弘子, 赤羽ひろ, 中浜信子, マヨネーズの材料配合比による流動特性の変化, 日本家政學雜誌, 32(8): 594, 1981.
- 8) 차가성, 김재욱, 최춘언, 마요네즈 제조시에 난황 사용량에 따른 유화 안정성의 비교, 한국식품과학회지, 20(2): 225, 1988.
- 9) 전진숙, 마요네즈의 유동 특성과 유화성에 미치는 pH

- 및 이온강도의 영향, 성심여자대학석사학위논문, 1987.
- 10) 押田一夫, マヨネーズの安定度の測定法, 日本食品工業學會誌, 22(4) : 176, 1975.
- 11) 李英燁, 마요네즈의 점성에 관한 연구, 한국영양식량학회지, 15(2) : 119, 1986.
- 12) 野並慶宣, 竹内順子, 卵黄リボ蛋白質の乳化力, 日本農藝化學會誌, 35(5) : 464, 1961.
- 13) 筒井知己, 小原哲二郎, 鶏卵卵黃蛋白質成分の酸, アルカリ變性について, 日本食品工業學會誌, 26(9) : 365, 1979.