

## 난황 혼입률이 다른 가염 난황의 냉동저장 중 물성 및 마요네즈 제조 적성 변화

김재욱·홍기주·차가성·최춘언  
오뚜기중앙연구소

### Changes in Physical Properties of Salted Egg Yolks as Affected by Refractive Index During Frozen Storage and Their Effects on Functionalities in Mayonnaise Preparation

Jae-Wook Kim, Ki-Ju Hong, Ga-Seong Cha and Chun-Un Choi  
*Ottogi Research Center, Anyang*

#### Abstract

10% salted egg yolk containing 12-21% egg white (RI 42-45) was stored at  $-15^{\circ}\text{C}$  and  $-25^{\circ}\text{C}$ . Changes of apparent viscosity and emulsification capacity were measured monthly(1-6 months). Viscosity, oil particle size and emulsion stability of mayonnaise which was prepared with these yolks for each storage time were also tested. In salted egg yolk, viscosity was increased gradually with increasing the storage time, and further increased in the yolk of less egg white (higher RI), stored at  $-25^{\circ}\text{C}$  than  $-15^{\circ}\text{C}$ . Emulsification capacity was decreased gradually with increasing the storage time. In mayonnaise, which was prepared with these frozen egg yolks, oil particle size became smaller gradually with increasing the storage time of egg yolk, and further became smaller in the egg yolks containing low levels of egg white, stored at  $-25^{\circ}\text{C}$  than  $-15^{\circ}\text{C}$ . The viscosity of mayonnaise was decreased by about 2 months storage of egg yolk, and restored thereafter, emulsion stability was decreased by 3-4 months storage of egg yolk and restored slightly thereafter.

Key words: mayonnaise, salted egg yolk, frozen storage, physical property, refractive index

#### 서 론

난황의 저장방법의 하나로서 냉동저장이 널리 행해지고 있으며, 냉동저장한 난황은 마요네즈를 비롯하여 여러 가지 식품의 소재로 사용되고 있다. 난황을 그대로 동결하면 겔화(gelation)되어 해동한 후에도 본래의 유동성을 잃게 되는 불가역적인 물리적 변화를 일으키게 되며, 겔화된 난황은 미동결 난황에 비해 점도 상승, 풍미저하, 유화력 및 유화안정성 저하 등 몇 가지 결점을 갖고 있는 것으로 알려져 있다<sup>(1-5)</sup>.

동결에 의한 난황의 겔화는 여러 가지 조건에 의해 영향을 받으며<sup>(6-9)</sup>, 동결에 의한 겔화를 방지하기 위한 여러 가지 방법이 제안되어 있으나, 오늘날 가장 많이 사용되고 있는 방법은 10% 정도의 설탕 또는 식염을 첨가하여  $-10\sim-20^{\circ}\text{C}$ 에서 저장하는 방법으로서, 특

히 10% 가염 난황은 마요네즈 제조에 많이 이용되고 있다<sup>(10-13)</sup>.

가염 난황의 겔화에 관한 초기의 연구<sup>(1,14-17)</sup>는 주로 순수 난황만을 분리하여 10% 이하의 가염 처리를 한 것에 관한 것이므로, 오늘날 실제로 사용되는 상업적인 가염 난황과는 많은 차이가 있다. 난백이 15% 혼입된 10% 가염 난황에 관한 Palmer 등<sup>(16,17)</sup>의 연구는 냉동, 살균 전후의 난황 점도 및 마요네즈, cream puff 제조시의 유화력 변화에 관한 것이며, 난황 및 이들 난황으로 제조한 마요네즈의 물성 변화에 대해서는 검토되지 않았다. 또, 최근 Yang 등<sup>(10)</sup>은 난황의 동결, 동결건조 및 분무건조 등의 처리에 따른 난황의 점도, 마요네즈 안정성, 마요네즈의 stiffness 등에 관한 연구를 하였으며, Herald<sup>(18)</sup>는 냉동저장 중 살균 전란의 물성학적 특성에 대해 보고한 바 있다. 마요네즈는 o/w 형 유화식품으로서 난황이 유화제로서 작용하는데, 상업적인 할란시는 난황 중에 난백이 혼입되며, 난백 혼입 비율에 따라서 난황의 물성에 큰 차이를 나타내게

Corresponding author: Jae-Wook Kim, Ottogi Research Center 166-4, Pyeongchon-Dong, Anyang, Kyeonggi-Do, Korea, 430-070

된다<sup>(12)</sup>.

따라서, 본 연구는 난황 중의 난백 혼입 비율을 달리한 난황을 가염 처리하여 이들을 냉동저장하면서 저장 중 점도, 유화력의 변화를 측정하고, 이들 난황으로 마요네즈를 제조하여 유화 안정성, 입자 크기, 겔보기 점도 등을 측정함으로써 냉동저장 중 가염 난황의 난백 혼입 비율별 마요네즈 제조 적성을 비교하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 가염 난황의 조제

산란 후 2일 이내의 신선란을 할란하여 알끈, 난각막 등을 제거하여 얻은 순난황 및 순난백의 굴절율 (Refractive Index, RI)을 Digital Refractometer (ATAGO, DBX 55)로 측정하고, 순난황에 순난백을 비율별로 첨가하여 표준곡선을 구하였다 (Fig. 1). 이 곡선으로부터 RI가 45, 44, 43, 42일 때 난황 중의 난백 혼입률은 각각 12.2, 15.1, 18.0, 21.0%임을 알 수 있으며, 상업적인 할란시 난백 혼입률은 15-20% 정도이므로<sup>(10,16)</sup> 난황의 RI를 45, 44, 43, 42로 조정하였으며, 여기에 중량기준 10%의 시판 정제 염을 첨가한 후 스크류캡이 있는 250 ml 용량의 유리 병에 230g씩 충전하여 실험에 사용하였다.

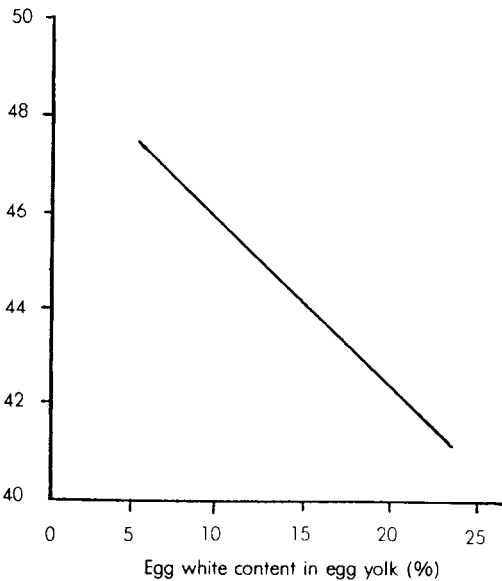


Fig. 1. Relation between refractive index(RI) and egg white content in egg yolk(X),  $X = -2.92RI + 143.6$  (RI, egg yolk; 49.0, egg white; 15.0)

#### 동결 및 해동방법

상기 시료를 난백이 15% 혼입된 10% 가염 난황의 동결점  $-17^{\circ}\text{C}$ <sup>(16)</sup>를 기준으로 그보다 높은 온도인  $-15^{\circ}\text{C}$  및 그보다 낮은 온도인  $-25^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 유지되는 냉동고에 넣어 냉동저장하며 필요시 꺼내어 실온에서 하룻밤 방치하여 해동하였다.

#### 난황의 점도측정

해동한 난황을  $20^{\circ}\text{C}$ 로 유지되는 항온 수조에서 1시간 침지하여 품온조정 후 Brookfield Viscometer (Brookfield Engineering, RVF)로 2rpm, No.6 spindle로 측정하여 나타나는 눈금에 환산계수를 곱하여 구하였다.

#### 난황의 유화력 측정

Harrison 등<sup>(11)</sup>의 방법을 변형하여 실험하였다. 즉, Hobart Mixer (Hobart Canada, N-50)의 bowl에 Table 1의 기본 배합 중 대두유를 빼 나머지 원료를 넣고 혼합한 후 2단(285rpm)으로 교반하면서 최대 유화용량이 되게 대두유를 서서히 첨가하여 전상될 때까지 소비된 대두유의 양으로 측정하였다.

#### 마요네즈의 제조, 점도 및 입경의 측정

마요네즈는 차 등<sup>(19)</sup>의 방법에 따라 Table 1의 배합으로 제조하였고, 점도는 Brookfield Viscometer (Brookfield Engineering, RVF)로 측정하였으며, 입경은 Coulter Counter (Coulter Electronics, TA2)로  $100\mu\text{m}$  aperture를 사용하여 측정하였다.

#### 유화 안정성 측정

마요네즈의 유화 안정성은 押田<sup>(20)</sup>의 진동 원심법을 변형하여 shaker와 centrifuge (Hitachi, SCR 20 BA)로써 측정하였다. 즉, 일정량의 마요네즈를 원심

Table 1. Formula of test mayonnaise

Ingredients	%
Egg Yolk	6.5
Soybean Oil	78.5
Vinegar <sup>a)</sup>	3.0
Salt	1.5
Sugar	1.0
Water	9.5
Total	100.0

<sup>a)</sup> acidity (10%)

분리관(Nalgene, No. 3117)에 취하여 shaker에서 진폭 30 mm, 진동수 350 cpm으로 1시간 동안 진동시킨 후 centrifuge에서 1200G로 5분간 원심분리하여 얻어진 상등액(분리유)을 주사기 및 blotter로 제거한 다음 무게를 측정하여 미리 알고 있는 전체 무게에 대한 분리유의 비로서 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**난황의 점도**

냉동저장 중 가염 난황의 굴절률 및 저장온도에 따른 점도변화를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 냉동저장 기간이 증가함에 따라 가염 난황의 점도는 점차 증가하였는데, 이는 Yang 등<sup>(10)</sup> 및 Palmer 등<sup>(16)</sup>의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 또, 난황의 굴절률이 클수록, -15°C보다는 -25°C에서 저장한 난황의 점도 증가가 심하였는데, 이는 난황의 수분은 약 47%이고 난백의 수분은 약 88%이므로, 난황 중 난백량이 적을수록, 즉 굴절률이 클수록 수분 함량이 적어지고 이로

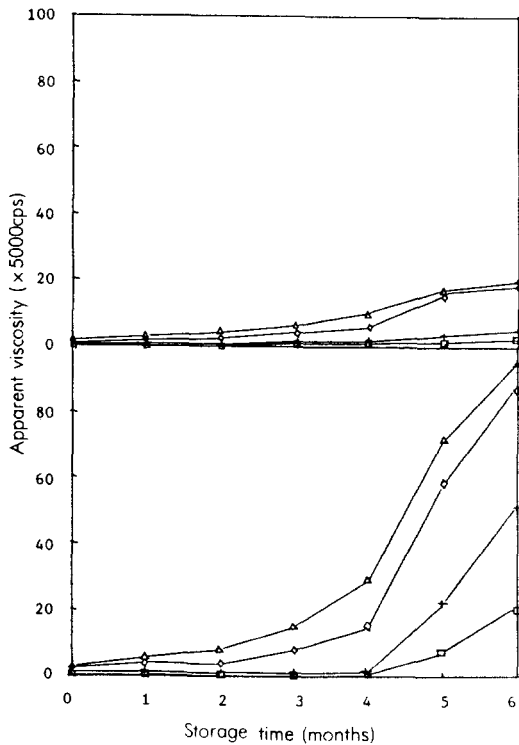


Fig. 2. Effect of egg yolk RI and storage temperature on the apparent viscosity of salted egg yolks during frozen storage at -15°C (above), -25°C (below), respectively (□; RI 42, +; RI 43, ◇; RI 44, △; RI 45)

인해 염농도가 증가하기 때문이며, 동결점 이하에서는 빙결정 형성으로 인해 단백질을 탈수시키고 이것은 염의 농도를 더욱 증가시키며, 분자구조를 둘러싼 수분막을 파괴하여 지방단백질의 변성(재배열, 응집)을 더욱 촉진시키기 때문인 것으로 추정된다.

난황의 점도가 지나치게 높을 경우에는 마요네즈 제조공정에서 타원료와 혼합 및 취급곤란 등의 실제적인 어려움이 있으므로 10% 가염 난황일 경우 -25°C보다는 동결온도보다 높은 -15°C에서 저장하는 것이 적절하다고 사료된다.

**난황의 유화력**

가염 난황의 냉동저장 중 유화력은 점차 감소하는 경향을 나타내며, 특히 난백 혼입률이 적은 RI 44 이상인 난황의 경우 -25°C에서 5개월 이상 저장시 유화력이 급격히 감소하였다(Table 2). 난백 함량이 적은 난황을 동결점 이하의 온도에서 장기간 저장시는 전술한 바와 같이 점도가 급격히 증가하며, 이 때 생성된 저밀도 지방단백질(LDL)이 해동 후에도 분해되지 않기 때문에<sup>(9,7)</sup> 용해성 저하에 따른 유화력의 감소로 생각된다.

**마요네즈의 점도 및 입경**

난백 혼입률이 다른 가염 난황을 -15°C 및 -25°C에서 냉동저장 중 이들 난황으로 제조한 마요네즈의 점도 및 입경변화는 Fig. 3 및 4에 나타낸 바와 같다. -15°C, -25°C 모두에서 저장 1-2개월까지는 점도가 감소하나 그 이후 다시 증가하여 4개월 이상 저장한 난황으로 제조한 마요네즈의 점도는 초기 미동결 난황으로 제조한 마요네즈의 점도 이상으로 회복하였으며, -15°C보다는 -25°C에서 저장한 난황으로 만든 마요네즈의 점도가 높게 나타났다. 마요네즈의 입경은 점차 작아지며, 또한 -15°C보다는 -25°C에 저장한 난황으로 제조한 마요네즈의 입경이 작았다. 이것은 전술한 바와 같이 난황의 점도가 높아져 난황 용액이 포함된 수상(water phase)의 점도가 증가하며, 유화 후의 점도도 증가하여 유동성이 감소하고 균질화 공정에서 정제하는 시간이 길어져서 입자가 미립화되었기 때문인 것으로 생각된다. RI가 높을 수록 점도가 높고, 입경이 작게 나타난 것은 난황 함량이 높을 수록 점도가 높고 입경이 작아졌다는 차 등<sup>(19)</sup>의 결과와 일치하였다.

押田<sup>(21)</sup>는 난황의 저밀도 회복(LDF)과 고밀도 회복(HDF)의 유화력 및 안정성을 비교하여 LDF 사용 마요네즈의 분산입자가 작고 유화상태는 좋으나, 점도 및

Table 2. Changes in emulsification capacity of salted egg yolks as affected by different RI during frozen storage at -15°, -25°C

Storage temp. (°C)	RI	Emulsification capacity (g oil/g yolk) <sup>a)</sup>						
		0	1	2	3	4	5	6 <sup>b)</sup>
-15	42	75.8	75.5	74.3	75.0	73.7	73.4	74.1
	43	75.6	74.7	75.3	75.1	73.3	73.9	74.2
	44	75.5	74.5	74.7	75.1	73.2	74.1	74.0
	45	76.2	76.0	75.7	74.0	73.4	73.5	73.0
-25	42	75.8	75.5	75.0	75.4	73.7	74.2	73.6
	43	75.6	75.2	74.2	74.7	74.5	73.6	73.0
	44	75.5	75.7	74.5	74.4	73.6	73.0	70.9
	45	76.2	75.1	74.2	74.4	73.1	73.0	70.3

a) Values above are average of duplicate samples

b) frozen storage time (months)

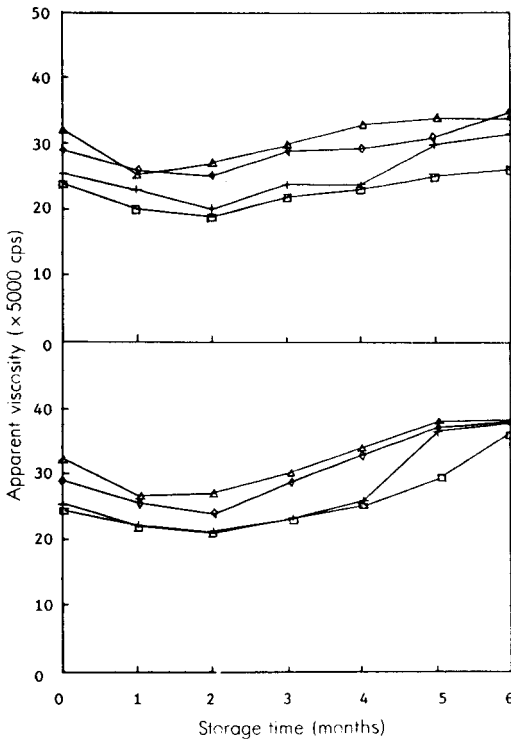


Fig. 3. Changes in viscosity of test mayonnaise as affected by egg yolk RI and storage temperature during frozen storage of salted egg yolks stored at -15°C(above) and -25°C(below), respectively(□; RI 42, +; RI 43, ◇; RI 44, △; RI 45)

안정성은 HDF 사용 마요네즈가 높았다고 하였으며, Hasiak 등<sup>(22)</sup>은 난황의 미세구조에 미치는 물리적, 화학적 처리의 영향을 연구하여 10% 가염처리에 의해 난황 중 HDL 입자가 파괴되었으며, 냉동-해동 후의 미세구조는 냉동처리를 하지 않은 LDF와 유사하다고 보

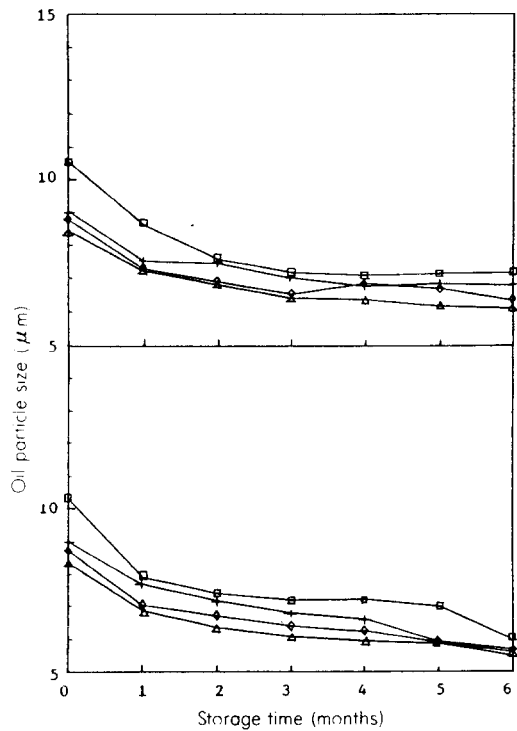


Fig. 4. Changes in oil particles size of test mayonnaise as affected by egg yolk RI and storage temperature during frozen storage of salted egg yolks stored at -15°C(above), -25°C(below), respectively(□; RI 42, +; RI 43, ◇; RI 44, △; RI 45)

고하였다. 본 실험에서 냉동저장 초기인 1-2개월 사이에 입경이 작아지며 점도도 감소한 것은 이 기간 동안 동결에 의해 난황 지방단백의 구조변경이 이루어졌기 때문인 것으로 생각된다.

Palmer 등<sup>(16)</sup>은 -18°C에서 1개월, -23°C에서 4개

Table 3. Changes in emulsion stability of mayonnaise prepared from frozen salted egg yolks as affected by RI and storage temperature during frozen storage

Storage temp. (°C)	RI	Emulsion stability <sup>a)</sup>						
		0	1	2	3	4	5	6 <sup>b)</sup>
-15	42	0.0	0.0	0.2	0.4	0.5	0.2	0.1
	43	0.0	0.2	0.3	0.5	0.3	0.1	0.0
	44	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0
	45	0.0	0.0	0.1	0.5	0.2	0.3	0.1
-25	42	0.0	0.2	0.1	0.4	0.3	0.3	0.1
	43	0.0	0.0	0.5	0.8	0.4	0.4	0.2
	44	0.0	0.1	0.1	0.6	0.2	0.2	0.0
	45	0.0	0.0	0.4	0.8	0.1	0.1	0.1

<sup>a)</sup>separated oil(%) in mayonnaise after shaking and centrifugation test, average of 3 samples

<sup>b)</sup>frozen storage time (months)

월 저장한 난황으로 제조한 마요네즈가 미동결 난황으로 만든 것보다 점도가 높아진다고 보고하여, 본 실험에서 나타난 1-2개월까지의 점도 감소 후 점도가 회복되는 결과와는 다소 차이가 있으나, 이는 배합비율 및 제조공정 등의 차이에서 기인되는 것으로 추정된다.

#### 유화 안정성

가염 난황을 -15°C 및 -25°C에 저장하며 이들 난황으로 제조한 마요네즈의 유화 안정성을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 저장기간 3-4개월까지 유화 안정성이 감소하나 그 이후 다소 회복되었으며, 난황의 굴절률 및 저장온도에 따른 차이는 인정되지 않았다.

Yang 등<sup>(10)</sup>은 -21°C에서 10일간 저장한 10% 가염 난황을 사용하여 제조한 마요네즈의 유화 안정성은 미동결 난황으로 제조한 마요네즈의 유화 안정성보다 감소하며 -21°C에서 90일간 저장한 가염 난황으로 제조한 마요네즈의 경우 더욱 감소하였는데 이것은 동결에 의한 LDL의 변성과 부분적으로 관련이 있을 것으로 보고하였다. 이것은 본 실험에서 3-4개월까지 유화 안정성이 감소하는 것과 일치하며, 본 실험에서 4개월 이후에 유화 안정성이 다소 회복되는 것은 난황 자체의 점도상승에 따른 마요네즈의 점도상승으로 인해 진동원 심분리에 대한 저항성이 강해지기 때문인 것으로 생각된다.

이상의 결과들로부터 10% 가염 난황을 냉동저장할 경우 난백 혼입률(RI) 및 보존온도에 따라 물성에 차이가 있으며, 마요네즈 제조용으로 사용할 경우에는 -25°C보다는 -15°C에 저장하는 것이 적당하다고 판단된다. 특히 RI 44 이상인 난황을 -25°C에 5개월 이상 저장하는 것은 과도한 점도상승 및 유화력 감소로

인하여 마요네즈 제조용으로는 부적합한 것으로 생각된다.

## 요 약

RI 42, 43, 44, 45로 조정한 난황을 10% 가염처리하여 이들을 -15°C 및 -25°C에서 6개월간 냉동저장하며 점도, 유화력 변화를 측정하였다. 또, 이들 난황으로 마요네즈를 제조하여 점도, 입경, 유화 안정성을 측정하였다. 냉동저장 기간이 길 수록 가염 난황의 점도는 점차 증가하였으며, 난백 혼입이 적을 수록(RI가 클 수록), -15°C보다는 -25°C에서 저장한 것이 저장중의 점도 증가가 큰 것으로 나타났으며, 유화력은 점차 감소하는 경향을 나타내었다. 난황의 냉동저장 중, 이들 난황으로 제조한 마요네즈에 있어서 입경은 냉동저장 기간이 증가함에 따라 점차 작아졌으며, 점도는 저장기간 2개월까지는 감소하나 그 이후 증가하였다. 난백 혼입이 적을 수록, -15°C보다는 -25°C에서 저장한 난황으로 만든 마요네즈가 입경이 더 작으며 점도는 높은 것으로 나타났다. 유화 안정성은 난황의 냉동저장 3-4개월까지 감소하여, 그 이후 증가하는 경향이 있었으며, RI 및 저장온도에 따른 차이는 인정되지 않았다.

## 문 헌

1. Powrie, W.D., Little, H. and Lopez, A.: Gelation of egg yolk, *J. of Food Sci.* 28, 38(1963)
2. Wakamatu, T., Sato, Y. and Saito, Y.: Further study on the effect of sucrose and sodium chloride on the gelation and unfreezeable water of egg yolk during

- freezing, *Nippon Nôgeikagaku Kaishi*, 54(11), 951(1980)
3. 佐藤泰 : 食卵의 科學と 利用, 地球社, 東京(1980)
  4. Kurisaka, Jun-Ichi, Kaminogawa, S. and Yamachi, K.: Studies on freeze-thaw gelation of very low density lipoprotein from hen's egg yolk, *J. Food Sci.*, 45, 463(1980)
  5. Davey, E.M., Zabik, M.E. and Dawson, L.E.: Fresh and frozen egg yolk protein fractions, *Poultry Sci.*, 48, 251(1969)
  6. Wakamatu, T., Sato, Y. and Saito, Y.: Effects of freezing temperature and storage time on gelation and quality of unfrozen water of hen egg yolk, *Nippon Nôgeikagaku Kaishi*, 55(8), 699(1981)
  7. 若松 利男 : 鶏卵 蛋白質의 Gel 化에 及ぼす 要因と 其의 機構, *New Food Industry*, 27(10), 84(1985)
  8. Sato, Y. and Aoki, T.: Influence of various salts on gelation of LDL(egg yolk) during freezing and thawing, *Agr. Biol. Chem.*, 39(1), 29(1975)
  9. Wakamatu, T., Sato, Y. and Saito, Y.: On sodium chloride action in the gelation process of LDL from hen egg yolk, *J. Food Sci.*, 48, 507(1983)
  10. Yang, Sheng-Shin and Cotterill, O.J.: Physical and functional properties of 10% salted egg yolk in mayonnaise, *J. Food Sci.*, 54(1), 210(1989)
  11. Harrison, L.J. and Cunningham, F.E.: Influence of salt on properties of liquid yolk and functionality in mayonnaise, *Poultry Sci.*, 65, 915(1986)
  12. 今井 忠平 : 鶏卵의 知識, 食品化學新聞社, 東京(1983)
  13. 淺野 悠輔, 石原 良三 : 卵 - 其의 化學と 加工技術, (株) 光琳, 東京(1986)
  14. Meyer, D.D. and Woodburn, M.: Gelation of frozen-defrosted egg yolk as affected by selective additives, *Poultry Sci.*, 44, 437(1965)
  15. Jordan, R. and Whitlock, E.S.: A note on the effect of salt(NaCl) upon the apparent viscosity of egg yolk, egg white, and whole egg magma, *Poultry Sci.*, 34, 566(1955)
  16. Palmer, H.H., Ijichi, K., Cimino, S.L. and Roff, H.: Salted egg yolks(1. Viscosity and performance of pasteurized and frozen samples), *Food Tech.*, 23, 148(1969)
  17. Palmer, H.H., Ijichi, K., Cimino, S.L. and Roff, H.: Salted egg yolks(2. Viscosity and performance of acidified, pasteurized and frozen samples), *Food Tech.*, 23, 154(1969)
  18. Herald, T.J., Osorio, F.A. and Smith, D.M.: Rheological properties of pasteurized liquid whole egg during frozen storage, *J. of Food Sci.*, 54(1), 35(1989)
  19. 차가성, 김재욱, 최춘언 : 마요네즈 제조시에 난황 사용량에 따른 유화 안정성의 비교, 한국식품과학회지, 20(2), 225(1988)
  20. 押田 一夫 : マヨネーズ의 安定度의 測定法, 日本食品工業學會誌, 22(4), 176(1975)
  21. 押田 一夫 : マヨネーズ의 製造에 關する 基礎的 研究(第4報), 日本食品工業學會誌, 23(6), 250(1976)
  22. Hasiak, R.J., Vadehra, D.V., Baker, R.C. and Hood, L.: Effect of certain physical and chemical treatments on the microstructure of egg yolk, *J. of Food Sci.*, 37, 913(1972)

---

(1989년 12월 29일 접수)