

## 저온살균 및 냉동저장이 10% 가염난황의 품질특성에 미치는 영향

김재욱\* · 최춘언<sup>1</sup>

남해전문대학 호텔조리제빵과, <sup>1</sup>주식회사 오투기

### Effects of Pasteurization and Frozen Storage on Changes in Quality Characteristics of 10% Salted Egg Yolk

Jae-Wook Kim\* and Chun-Un Choi<sup>1</sup>

Department of Hotel Culinary Arts and Bakery, College of Kyongnam Provincial Namhae  
<sup>1</sup>Ottogi Corporation

To obtain the basic data for commercial 10% salted egg yolk for mayonnaise preparation, 3 types of egg yolks [pasteurized egg yolk (Yolk A)-not salted, pasteurized before salting (Yolk B)-salted, and pasteurized after salting (Yolk C)-salted] were prepared, and the changes in quality characteristics of these egg yolks with frozen storage were tested. The results obtained were as follows; Yolk A gelatinized during frozen storage, thus could not used for mayonnaise preparation. The viscosity of the egg yolk increased 3~5 times after salting. Viscosity of the salted egg yolk increased with frozen storage time. Viscosity of Yolk B was higher at -20°C than -15°C. Viscosity of Yolk C, however, was higher at -15°C than -20°C. Frozen storage of pasteurized salted egg yolk showed some effects on the emulsification capacity. The effect, however, was smaller than that of unpasteurized salted egg yolk. Microbes of salted egg yolk were decreased with frozen storage, but there was no difference between Yolk B and Yolk C. It was suggested that commercially pasteurized 10% salted egg yolk for mayonnaise preparation can be successfully stored for 12 months at the temperature of -15~-20°C.

**Key words:** salted egg yolk, mayonnaise, frozen storage, pasteurization

#### 서 론

마요네즈는 반고체상의 수중유적형 유화식품으로, oil phase 인 식물유가 분산상으로서 전체 중량의 65~85% 정도를 차지하고, 식초 등의 water phase가 분산매로서 연속상이 되며, 유화제로서 난황이 사용되고 있다. 마요네즈의 독특한 물성 형성은 유화제로서 사용되고 있는 난황에 의하여 좌우되는 것으로 알려져 있으며<sup>(1,2)</sup>, 마요네즈 및 샐러드 드레싱 제조 업체에서는 액난황 뿐만 아니라 가염 냉동난황도 많이 이용되고 있다<sup>(3-5)</sup>.

냉동란의 잇점은 생액란과 비교할 수 없을 정도로 장기간 보존할 수 있어, 광역 유통, 계란의 수급 조정과 이에 따른 가격 조정이 가능한 것에 있다<sup>(1,6)</sup>. 특히, 계절별로 계란 가격의 등락이 심한 우리나라의 실정에서, 계란의 대량 수요처의

하나인 마요네즈 제조업체가 냉동난황의 사용비율을 높일게 되면, 계란의 수급과 가격의 안정에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되나, 상업적인 마요네즈 제조시 기초자료로 이용할 수 있는 가염 냉동난황에 대한 기초자료는 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 상업적인 마요네즈 제조에 있어서, 이용할 수 있는 가염 냉동난황에 대한 기초자료를 얻기 위하여, 가염전 살균한 가염난황, 가염후 살균한 가염난황을 각각 제조하여, 살균 및 냉동저장 조건에 따른 물성 변화를 구명하고자 하였다.

#### 재료 및 방법

##### 액난황의 제조

액난황은 산란후 2일 이내의 특란 또는 대란을 구입, 세란, 검란 후 상업적인 할란기(QP-600, Kyowa Machinery Co., Japan)로 난황과 난백으로 분리하고, 난황을 교반하여 스테인리스 재질의 40메쉬 여과기를 통과, 알끈이나 난각막 등의 이물을 제거하였다. 난황의 고형물 함량은 난황 탱크에 난백액 또는 전란액을 첨가, 교반하여 통상적인 시판 난황의 고형물 함량<sup>(6)</sup>이 되도록 43 Brix(고형물 함량 45.0%)로 조정하였다.

\*Corresponding author : Jae-Wook Kim, College of Kyongnam Provincial Namhae, 195 Nambyon-ri, Namhae-up, Namhae-gun, Kyongnam 668-801, Korea  
Tel: 82-55-860-5370  
Fax: 82-55-860-5371  
E-mail: jwkim@namhae.ac.kr

### 난황의 이화학적 분석

난황의 단백질, 지질, 탄수화물, 회분, 수분 함량은 식품공전의 일반 성분시험법<sup>7)</sup>, 무기질 성분은 습식분해법으로 전처리하여, 김<sup>11)</sup>의 방법과 같은 조건으로 ICP-AES(Jobin Yvon JY138 Ultrace, Japan)로 분석하였으며, 고형물 함량은 refractometer(ATAGO, PR-200, Japan)로 Brix를 측정하였고, pH는 pH meter(Metrohm 691, Switzerland)로 20°C에서 측정하였다. 콜레스테롤 함량은 김 등<sup>8)</sup>의 방법에 따라 전처리하여 GC(Shimadzu GC-14A, Japan) 분석 시료로 하였다.

### 난황의 살균 및 가열난황의 제조

고형물 함량을 조정한 액난황은 통상적인 액란 살균 조건<sup>9)</sup> 및 예비실험을 통하여 유해 미생물에 대한 살균 효과 등을 고려하여 아래 조건에 따라 살균하였다. 즉, 시간당 2톤 능력의 연속식 플레이트형 열교환기와 관형 열교환기를 사용하여 온도 61.5°C, 시간 3.5분간의 조건으로 살균, 냉각한 후 용기에 14 kg씩 충전, 밀봉하여 가열하지 않은 살균 난황(Yolk A)을 제조하였다.

가열난황은 다음의 2가지 방법, 즉 가열전 살균 및 가열후 살균의 방법으로 살균 및 가열 처리하였다. 가열전 살균 난황은 앞의 Yolk A와 동일한 방법으로 살균, 냉각한 후, 가열 탱크에서 난황 증량에 대하여 10%의 정제염을 첨가하고, 염이 완전히 용해되도록 교반하여 제조하였다. 가열된 난황은 염분, 고형물 함량 등을 확인, 폴리에틸렌 내포가 있는 플라 스틱 용기에 14 kg씩 충전, 밀봉한 후에 뚜껑을 하여, 가열 전 난황의 고형물 함량이 43 Brix인 살균 가열난황(Yolk B)을 제조하였다.

한편, 가열후 살균 난황은 고형물 함량을 조정한 난황에 증량백분율로 10%가 되게 가열 처리한 후, 앞에서의 열교환기로 온도 63.5°C, 시간 3.5분간의 조건으로 살균, 냉각한 후 용기에 충전, 가열전 고형물 함량이 43 Brix인 살균 가열난황(Yolk C)을 제조하였다.

### 난황의 냉동 및 해동방법

캔에 충전된 가열난황(Yolk B, Yolk C)은 10% 가열난황의 동결점인 -17°C<sup>10)</sup>를 기준으로 그 보다 높은 온도인 -15°C, 그 보다 낮은 온도인 -20°C로 유지되는 정지공기 동결기에서 1년간 저장하며, 필요시 꺼내어 해동 후 난황의 물성 변화 및 마요네즈 제조적성 실험에 사용하였다. 대조구로서 사용한 가열하지 않은 미동결 살균난황(Yolk A)은 당일 제조, 냉장고에서 저장하여 수시간 이내에 사용하였다.

### 난황의 점도 측정

가열난황의 점도는 Brookfield Viscometer(Model RVF, USA)를 사용, spindle No. 5로 2 rpm 및 4 rpm에서 측정하였다. 단, 점도가 높은 일부 시료의 경우, spindle No. 6, 2 rpm에서 측정하였다. 점도는 2회전시의 눈금을 읽고, 환산계수를 곱하여 겔보기 점도(cenipoise, cp)로 환산하였다<sup>6)</sup>. 냉동 난황의 경우, 별도로 제작한 순환 수조에 병충전된 시료 난황을 담가서 해동, 품온을 20°C로 조정하여 점도를 측정하였다.

### 난황의 유희력 측정

Harrison 등의 방법<sup>4)</sup>을 변형하여 실험하였다. 즉, 믹서(Hobert Canada, N-50)의 보울에 마요네즈의 기본 배합 중 대두유를 뺀 나머지 원료를 넣고 2단(285 rpm)으로 교반하면서 최대 유희용량이 되게 대두유를 서서히 첨가하여, 전상점까지 들어가는 대두유의 양을 측정하여 계산(oil g/yolk g)하였다<sup>1,6)</sup>.

### 리올로지 특성 측정

리올로지 특성을 측정하기 위해 실린더형 회전점도계인 Haake Rotovisco RV20(Germany)을 사용하였다. 최대 토오크 4.5 Ncm의 M5 측정장치, MV-type 로우터와 컵을 사용하였고, 온도 조절을 위해 항온수조(FC-3, Germany)를 부착하였다. RC-20 Rheocontroller에 의해 0~10 s<sup>-1</sup>에서 3분간 전단속도를 증가하였다가, 3분간 전단속도를 감소하면서 전단속도에 대한 전단응력의 rheogram을 측정하였다. 20°C 조건에서 측정하였고, 유동특성의 해석은 Haake software support version 2.4를 사용하여, linear model( $Y = a + b \times X$ ), power-law model( $\tau = a \times D^n$ ) 등을 이용하여 점도지수(a)와 유동지수(n), 항복응력( $\tau_0$ , Pa) 등을 구하였다<sup>1,11)</sup>.

### 미생물 안정성 시험

가열난황의 제조 직후 및 냉동 저장후의 일반세균수(SPC 한천배지, 37°C 48시간), 대장균군(Desoxycholate 한천배지, 37°C 24시간), 살모넬라균(SS 한천배지, 37°C 48시간), 황색 포도상구균(MS 한천배지, 37°C 48시간), 효모·곰팡이(PDA 한천배지, 30°C 48시간), 유산균군(MRS 한천배지, 37°C 48시간)을 Imai<sup>12)</sup>의 방법에 따라 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 계란의 조성 및 액난황의 일반 성분

실험에 사용된 것과 동일한ロット의 계란에서 무작위로 150개를 샘플링하여 측정된 계란 무게, 이들 계란을 손으로 할란하여 난황, 난백, 난각의 무게를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 계란 무게는 닭의 품종이나 월령, 산란 계절, 사료 등에 따라서 달라지며, 40~80 g까지 크게 변동하지만<sup>13,14)</sup>, 일반적으로 55~60 g 중량의 대란이 시장에 유통된다. 본 실험에 사용된 계란은 60~70 g 정도로서, 무게에 따른 등급으로는 특란에 속하는 것이다. 통달걀 무게에 대한 난황, 난백 및 난각의 비율은 각각 28.0%, 61.5%, 10.5%를 나타내었다.

실험에 사용된 계란에 대한 Haugh unit<sup>14)</sup>는 78.6(±4.8)으

Table 1. Weight data of shell egg and egg yolk (unit: g)

	Average	Range	Weight percent (%)
Shell egg	64.61	60.87~70.92	100
Egg yolk	18.11	15.19~21.04	28.0
Egg white	39.74	37.07~43.62	61.5
Egg shell	6.76	6.04~7.80	10.5

Table 2. General composition of egg yolk from shell egg

Yolks	Water (%)	Protein (%)	Lipid (%)	Ash (%)	Carbohydrate (%)	pH (20°C)
49.0 Brix <sup>1)</sup>	49.9	15.9	32.1	1.4	0.7	6.3
43.2 Brix <sup>2)</sup>	56.8	15.3	24.6	1.3	0.7	6.4

<sup>1)</sup>hand-separated.<sup>2)</sup>commercially-separated.

Table 3. Mineral and cholesterol contents of egg yolk and salted egg yolk

(mg/100g)

Yolks	Ca	P	Fe	Na	K	Mg	Cholesterol
Yolk A <sup>1)</sup>	142	518	4.8	38	96	9.2	918
Yolk B <sup>2)</sup>	163	818	5.4	2323	232	12.2	837

<sup>1)</sup>43.2 Brix.<sup>2)</sup>49.5 Brix.

Table 4. Microbial counts of egg yolks before and after pasteurization

(cfu/g)

Yolks	Pasteurization	Total bacteria	Lactic acid bacteria	Mold and yeast	Coliform group	<i>Staphylococcus aureus</i>	Salmonella
Yolk A	A <sup>1)</sup>	2.6×10 <sup>3</sup>	5.0×10 <sup>2</sup>	30<	4.0×10 <sup>2</sup>	30<	4.0×10 <sup>1</sup>
	B <sup>2)</sup>	30< <sup>3)</sup>	- <sup>4)</sup>	-	-	-	-
Yolk B	A	4.1×10 <sup>3</sup>	1.9×10 <sup>2</sup>	30<	2.0×10 <sup>2</sup>	2.4×10 <sup>2</sup>	30<
	B	30<	30<	-	-	-	-
Yolk C	A	3.0×10 <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	4.0×10 <sup>1</sup>	1.5×10 <sup>2</sup>	5.0×10 <sup>2</sup>	30<
	B	30<	-	30<	-	-	-

<sup>1)</sup>before pasteurization.<sup>2)</sup>after pasteurization.<sup>3)</sup>below 30.<sup>4)</sup>not detected.

로서, 모두 AA급(72이상)에 해당하는 신선한 계란이었다. 계란의 선도와 품질은 특히 산란후의 일수와 보관온도에 따라 크게 좌우되며, 본 실험에는 산란 후 2일 이내의 계란을 사용하여 신선한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단된다.

손으로 할란한 난황, 그리고 기계적인 할란기에서 분리하여 고형물 함량을 조정한 난황의 일반성분 함량 분석 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. 손으로 할란한 난황에 대한 측정값은 난황액에 대한 한국산업규격(KS)의 액란의 품질기준<sup>(15)</sup>인 단백질 13.5%이상, 조지방 27.0%이상, 고형분 43.0%이상, pH 6.1~6.5 등의 기준에 적합하였다. 그러나, 기계적으로 할란하여 고형물 함량을 조정한 상업적인 난황이나 냉동가염난황 등은 이 규격에 맞지 않으며, 이들에 대해서는 별도의 품질기준 설정이 필요하다고 사료된다.

일반성분 분석결과는 Imai<sup>(13)</sup>의 결과인 수분 54.6%, 단백질 14.4%, 조지방 28.5%, 회분 1.8%, 당질 0.2%와는 다소 차이가 있으나, Kobayashi<sup>(16)</sup>의 수분 50.0%, 단백질 16.0%, 지질 31.5%, 회분 1.7%, 탄수화물 0.8%와는 유사한 값을 나타내었다. 고형물 함량을 조정(43.2 Brix)한 상업적인 살균 난황(Yolk A), 10% 가염난황(Yolk B)의 무기질 및 콜레스테롤 함량 측정 결과는 Table 3과 같다. Yolk A의 칼슘, 인, 철 함량은 각각 142 mg, 518 mg, 4.8 mg으로서, Nakamura<sup>(17)</sup>가 제시한 칼슘 140 mg, 인 520 mg, 철 4.6 mg과 유사한 값이며, Yolk B는 첨가된 식염에 함유된 무기질 성분에 의해 Yolk A보다 무기질 함량이 많게 나타났는데, 이들 성분 분석결과는

난황에 부착하고 있는 난백함량이나 계절별, 닭의 품종이나 사료 조성별 등 여러 가지 조건에 의해서 달라질 수 있으며, 추가의 연구과제로 사료된다.

#### 난황의 살균 조건에 따른 살균 효과

액란의 살균은 저온 살균으로서, 계란 단백질이 응고되지 않을 정도의 온도와 시간의 범위에서 행하는데, 이것은 액란 중의 존재할 수 있는 살모넬라를 죽이는 것을 제 1의 목적으로 하며, 동시에 세균수의 감소나 대장균군의 사멸도 피하고 있다<sup>(13)</sup>.

세계 각국의 액난황 살균조건<sup>(1)</sup>은 프랑스 62.5°C 4분, 스웨덴 62~63°C 4분, 미국 60°C 3.5분, 일본 60°C 3.5분(10% 가염난황은 63.5°C 3.5분) 등으로, 국가나 회사별로 약간씩의 차이가 있으나, 최종제품의 일반세균수를 규격이하로 하고, 대장균군은 0.1 g당 음성, 살모넬라군은 20~50 g당 음성으로 되게 행한다. 우리나라 식품공전의 알가공품 중 난황액(살균품)<sup>(7)</sup>, KS<sup>(15)</sup>의 액란 중 난황액(살균제품)의 미생물 규격은 세균수 1 g당 10,000이하, 대장균군 1 g당 10 이하, 살모넬라군 음성으로 정하고 있다.

살균조건을 가혹하게 하면 세균적으로는 양호하지만, 물성 측면에서는 품질이 저하되기 쉬우므로, 양자 균형을 고려하여 실시하는 것이 중요하다. 가염하지 않은 난황의 살균은 61.5°C에서 3.5분이면 살균조건을 충족하나, 가염난황의 경우에는 식염에 의한 미생물의 보호효과로 인해 살균온도를 높

Table 5. Effect of thawing methods on property of frozen salted egg yolk

Test items	Thawing methods <sup>4)</sup>		
	Room temperature	Hot air	Flowing water
Required time to reach 5°C (hour)	16	10	7
Total counts (cfu/g) <sup>1)</sup>	8.5×10 <sup>3</sup>	4.4×10 <sup>3</sup>	3.3×10 <sup>3</sup>
Viscosity of thawed yolk <sup>2)</sup>	34	18	33
Viscosity of mayonnaise <sup>3)</sup>	45	32	46
Oil particle size of mayonnaise (μm)	9.5	10.6	9.4

<sup>1)</sup>Total count before thawing was 2.5×10<sup>3</sup>.

<sup>2)</sup>×2,000 cp.

<sup>3)</sup>×5,000 cp.

<sup>4)</sup>Room temperature (20°C±3°C), hot air (45°C), flow water (25°C).

여야 하며<sup>(18)</sup>, 63.5°C에서 3.5분 정도로 실시하고 있다. 살균 조건 선정을 위한 예비 실험에서, 무가염난황의 경우에는 60°C에서 3.5분, 가염난황의 경우에는 62°C에서 3.5분간 살균시는 포도상구균이 생존하는 등 살균효과가 불충분하였다.

본 실험에서의 가염전 살균 난황의 살균 조건인 61.5°C 3.5분 및 가염난황의 살균 조건인 63.5°C 3.5분은 미국농무성(USDA)가 제시하는 살균 조건(61.1°C 3.5분 및 63.3°C 3.5분)을 충족한다. 또, Table 4에 나타난 살균 전후의 미생물 수준 변화에서 보듯이, 일반세균수는 살균전의 10<sup>3</sup>에서 살균후에 10<sup>1</sup>으로 감소하였고, 대장균군 및 살모넬라균, 황색포도상구균 등의 유해미생물은 모두 음성을 나타내어, 원료란이 신선하고 효과적인 살균 조건임을 알 수 있다.

시간당 2톤 능력을 갖는 플레이트식 살균기를 사용하여 살균할 때, 가염전 살균의 경우에는 살균 과정에 문제가 없었으나, 가염후 살균(Yolk C)의 경우, 난황액의 점도 상승에 의한 유동성 감소로 유속이 느려지게 되어 살균시간이 길어지고, 살균능력이 감소하게 되어, 펌프 이송 속도의 조정이 필요하였다. 따라서, 작업성 측면에서 가염전 살균(Yolk B)방식이 바람직하였고, 국내에서 사용하고 있는 대부분의 액란살균기가 본 실험의 살균기와 유사한 방식이므로 가염후 살균보다는 살균후에 가염하는 방식이 적절한 것으로 판단되었다. 그러나, 살균후 가염하는 과정에서의 2차오염 가능성을 고려하여 고점도용의 연속식 살균 방식에 대해서도 검토할 필요가 있는 것으로 사료되었다.

### 난황의 냉동 및 해동에 따른 품질 특성

난황을 -6°C 이하에서 그대로 동결하면 겔화가 발생하며, 해동한 후에도 유동성을 상실하고 용해성이 감소하여 다른 원료와 혼합할 수 없게 되며, 유효력이 감소하여<sup>(19-22)</sup> 마요네즈 제조용의 원료로서 사용할 수가 없게 된다. 본 실험에 사용한 각 난황을 병에 충전하여, -15°C 냉동고 내에 약 45도 경사로 고정된 상태에서 1주일간 냉동하였다가 항온수조(20°C)에서 6시간 해동한 후의 외관상태를 냉동전 난황과 비교한 결과, 냉동전 난황의 경우, 유동성이 있고, 3종류간에 외관상 차이가 없으나, 냉동 후 해동한 난황의 경우에는 가염난황(Yolk B, Yolk C) 간에는 외관상 차이가 없고, 해동 후 유리병의 내면으로부터 흘러내렸으나, 가염하지 않은 난황(Yolk A)은 겔화되어 해동 후에도 유동성이 없이 유리병 내면에 둘러붙어 원료로서 사용할 수 없었다. 본 실험에서의 냉동저장

온도는 10% 가염한 미살균 난황에 대한 이전<sup>(6,23)</sup>의 실험 결과를 참고하고, 15%의 난백을 함유한 10% 가염난황의 동결 점으로 알려진 -17°C<sup>(10)</sup>를 기준으로 하여, 그 보다 높은 온도인 -15°C, 그 보다 낮은 온도인 -20°C로 유지되는 정지공기식 냉동실에서 동결하였다.

-15°C에서 6개월간 냉동 저장한 10% 가염난황(Yolk B)을 실온(20°C±3°C), 온풍(45°C), 유수(25°C) 해동 조건에서 해동할 때, 제품 중심부의 온도가 5°C에 이를 때까지 걸리는 시간, 해동전후 난황액의 미생물 수준 및 점도 변화, 이들 난황을 사용하여 제조한 마요네즈의 점도 등을 Table 5에 나타내었다.

가염난황을 해동한 후 미생물 수준은 3가지 해동방법에서 유사하며, 뚜렷한 증가를 나타내지 않았고, 중심부 온도가 5°C에 이를 때까지 소요 시간은 유수해동 7시간, 온풍해동 10시간, 실온해동은 16시간이 소요되었다. 온풍해동은 다른 해동에 비해 해동후의 난황점도가 낮고, 이 난황을 사용하여 제조한 마요네즈의 점도는 낮고 기름 입자 크기는 크게 되었는데, 이는 Palmer 등<sup>(24)</sup>이 난황을 동결, 해동 후 45-55°C의 온도에서 열처리하였을 때, 점도가 50% 감소하였다고 보고한 바, 이는 본 실험에서의 결과와 유사한 결과로 생각된다. Hot melt 또는 melting이라고 알려져 있는<sup>(25)</sup> 이러한 해동 방법은 상업적인 실제에서는 마요네즈 제조시 점도를 낮추기 위한 작업상 필요성 등에 의해서 점도가 높은 난황과 혼합 사용할 수 있을 것이다.

한편, 온도조절기 및 순환펌프 등에 의해 일정 온도의 유수가 공급, 순환되는 유수해동은 냉동저장 및 운송시 사용한 파렛트로부터 별도의 유수조용 파렛트에 제품을 이동하여야 하는 번거로움, 용기의 핀홀 발생시 해동수에 의한 오염우려, 물 사용량이 많은 점 등의 문제점은 있으나, 단시간 해동 및 균일한 해동이 가능하다는 등의 장점이 있어, 유수 해동설비가 구비된 업체에서 미생물 안정성이 요구되는 상업적인 실제에 있어서는 권장되는 방법이라고 할 수 있다.

### 냉동 저장에 따른 난황의 점도 변화

제조직후의 난황의 겔보기 점도는 점도계의 스핀들 속도를 각각 2 rpm, 4 rpm, 10 rpm으로 하여 측정하였을 때, Yolk B는 2,000 cp, 1,800 cp, 1,600 cp이었고, Yolk C는 1,600 cp, 1,500 cp, 1,200 cp로서 전단속도 증가에 따라 전단응력이 감소하는 shear thinning 유체 특성을 나타내었다. Yolk A의 경

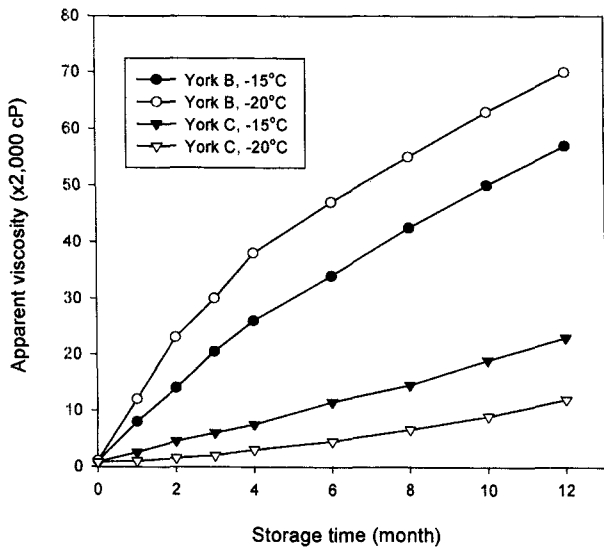


Fig. 1. Effect of egg yolk type on the apparent viscosity of salted egg yolks during storage at -15°C and -20°C.

우, 점도가 낮아 스피들 No. 1로 10 rpm에서 측정하였을 때, 점도는 400 cp 정도로 나타났다.

냉동 저장 중 가염난황의 종류 및 동결온도에 따른 점도 변화를 측정 한 결과는 Fig. 1과 같으며, 냉동저장 기간이 증가함에 따라서 난황 점도는 점차 증가하였다. Yolk B에 대한 제조 직후 점도는 2,000 cp, -15°C 및 -20°C에서 6개월간 냉동후의 점도는 68,000 cp, 94,000 cp로서, 이전에 보고(6,23)된 미살균 가염난황을 6개월간 -15°C에서 냉동후의 점도 20,500 cp보다는 높고, -25°C에서 냉동후의 점도 259,000 cp 보다는 낮았다. Yolk C의 경우에는 제조직후 1,600 cp, -15°C 및 -20°C에서 6개월간 냉동후의 점도는 각각 23,000 cp, 9,000 cp로 나타났다. 즉, -15°C와 -20°C에서의 냉동저장 온도보다는 가염전 살균인지 가염후 살균인지의 여부에 따른 냉동 저장 중의 점도 차이가 크게 나타났으며, 가염후 살균한 난황 보다 살균하여 가염한 난황의 점도가 높게 나타났다. 가염처리 및 냉동저장에 의한 난황의 점도 증가는 Yang 등(3) 및 Palmer 등(10)의 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 한편, Harrison과 Cunningham(5)은 본 실험의 -15°C 및 -20°C 보다 높은 온도 조건인 -10°C에서 30일 및 60일 동안 저장한 가염난황 사이에는 유의적인 점도차이가 없으나, 90일 동안 저장한 가염난황과는 유의적인(P>0.05) 점도 차이가 있음을 보고한 바 있다.

살균후 가염한 난황보다 가염후 살균한 난황의 냉동 저장

중 점도변화가 적은 이유에 대해서는, 가염처리 여부에 의한 영향인지, 아니면 살균온도 차이에 의한 것인지에 대해서 추가적인 확인을 요하는 과제이다. 그러나, 가염후에 살균한 난황의 경우, 가염에 의한 난황 점도 증가로 인해 살균기 통과 전후의 펌프 이송과정에서 발생하는 압력에 의한 일종의 균질화 효과도 영향이 있을 것으로 추정되었다.

냉동저장에 따른 난황의 유화력 변화

가염난황의 냉동저장에 따른 유화력의 변화를 Table 6에 나타내었다. 유화력은 냉동저장 기간 경과에 따라 큰 차이를 나타내지 않았으며, 두 종류의 난황사이에도 차이를 나타내지 않았다. 마요네즈는 난황이 유일한 유화제로서, 난황의 유화력은 레시틴과 난황단백질이 결합한 리포단백질에 의한 것으로 알려져 있으며, 마요네즈에 사용된 난황량이 일정한 경우 난황의 유화력은 최종 제품의 점도, 유화안정성 등에 직접적인 영향을 주게 되는 중요한 인자이다.

난황에 첨가된 식염(10%)은 그 난황이 살균되었는지의 여부에 따라 안정성에 상반된 영향을 미치는데, 즉, 살균되지 않은 난황의 경우에는 가염에 의해 안정성이 감소하나, 살균된 난황의 경우에는 증가하였다고 보고된 바 있다(3). 본 실험에서의 가염전 살균난황을 -20°C에서 10개월 이상 저장시에 유화력이 74.1 이하로 되었는데, 이는 냉동저장중에 증가된 난황 점도와 관련이 있으며, 이 때 생성된 저밀도 지방단백질이 해동 후에도 완전히 분해되지 않기 때문에 용해성 저하에 따른 유화력의 감소로 추정된다(26).

이전의 보고(6,23)에서 미살균 난황을 -25°C에서 6개월간 저장시에 유화력이 73.0으로 감소한 것과는 달리, 본 실험에서의 살균된 가염난황의 경우에는 냉동저장 중 유화력이 크게 감소하지 않은 것으로 나타났다. 따라서, 상업적인 마요네즈 제조용의 냉동 가염난황은 살균된 가염난황을 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

냉동저장에 따른 난황의 리올로지 특성 변화

Yolk B, Yolk C의 제조 직후, -15°C 및 -20°C에서 10개월간 저장한 후의 난황에 대한 유동특성을 측정하였다. 제조 직후의 가염전 살균난황(B), 가염후 살균난황(C)의 유동특성은 전단속도 증가에 따라 전단응력이 선형적으로 증가하였으며, linear model에 잘 일치하였고, 냉동저장후 난황의 경우, 전단속도 증가에 따라 전단응력이 비선형적으로 증가하며, power-law model을 잘 따르는 것으로 나타났다. 이들에 대한 유동특성치를 Table 7에 나타내었다. Up curve와 down curve의 사이에 발생하는 면적을 나타내는 틱소트로피성(27)은

Table 6. Changes in emulsification capacity of pasteurized salted egg yolks during storage at -15°C and -20°C

Yolks	Storage temp. (°C)	Emulsification capacity (oil g/egg yolk g)								
		0	1	2	3	4	6	8	10	12 <sup>1)</sup>
Yolk B	-15	75.4	74.7	75.2	75.2	74.8	74.9	75.1	74.6	74.8
	-20	75.4	75.1	75.2	74.8	74.6	74.8	74.4	74.1	73.9
Yolk C	-15	75.2	74.6	74.7	74.5	74.2	74.5	74.6	74.6	74.6
	-20	75.2	74.8	74.5	74.3	74.6	74.6	74.4	74.7	74.4

<sup>1)</sup>Frozen storage time (months).

Table 7. Flow behaviour constants for salted egg yolks of before and after frozen storage

Yolks <sup>1)</sup>	Curve	Model	R <sup>2</sup>	a <sup>4)</sup>	b	n <sup>5)</sup>
B	Up, down	linear	1.00	1.538	3.110	
C	Up, down	linear	1.00	0.1338	0.8290	
B-1	Up	power-law	0.99	59.94		0.4756
	Down	power-law	0.99	48.79		0.5621
B-2	Up <sup>2)</sup>	power-law	1.00	84.02		0.3866
	Down <sup>3)</sup>	power-law	1.00	67.99		0.4846
C-1	Up, down <sup>3)</sup>	power-law	0.99	36.44		0.5841
C-2	Up, down	power-law	0.99	30.34		0.6303

<sup>1)</sup>B: Yolk B before frozen storage, C: Yolk C before frozen storage, B-1: Yolk B under frozen storage at  $-15^{\circ}\text{C}$  for 10 months, B-2: Yolk B under frozen storage at  $-20^{\circ}\text{C}$  for 10 months, C-1: Yolk C under frozen storage at  $-15^{\circ}\text{C}$  for 10 months, C-2: Yolk C under frozen storage at  $-20^{\circ}\text{C}$  for 10 months.

<sup>2)</sup>Up data (flow curve of increasing shear rate from 0 to 10 s<sup>-1</sup>).

<sup>3)</sup>Down data (flow curve of decreasing shear rate from 10 to 0 s<sup>-1</sup>).

<sup>4)</sup>Consistency index (Pa.sn).

<sup>5)</sup>Flow behavior index (-).

냉동저장전의 난황, 가열후 살균난황을 냉동저장한 것에서는 적으나, 살균후 가열난황을 냉동저장한 것에서는 큰 값을 나타냈다.

난황은 과립이 현탁하고 있으므로 의가소성 유동을 나타내며, 가열과정 및 동결해동 후에는 유동성이 변화하게 된다<sup>(14)</sup>. Ibarz와 Sintez<sup>(28)</sup>는 상업적인 난황의 5~60°C의 온도구간에서 리올로지 거동은 power-law model에 따르며, 의가소성을 갖는 shear-thinning 유체의 특성을 나타낸다고 보고하였고, Pitsilis 등<sup>(29)</sup>도 5~45°C 온도 구간에서의 실험에서 이와 유사한 결과를 보고한 바 있다. 특히, 본 실험에서 가열전에 살균한 난황의 경우,  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서의 냉동저장에 의해, 흐름에 대한 저항의 정도(consistency index)를 나타내는 a값은 59.94, 84.02로 증가하고, 비뉴우톤 흐름거동의 정도(flow behavior index)를 나타내는 n값은 0.47, 0.38로 감소한 것에서도 알 수 있듯이 의가소성 및 텍스토포피성을 가지며, 앞에서 언급한 점도 증가와 함께 가열 후에 살균한 난황에 비해 비뉴우톤 유체로서의 특성이 증가하였다.

Table 8. Microbial counts of pasteurized egg yolks before (control) and after frozen storage at  $-15^{\circ}\text{C}$  and  $-20^{\circ}\text{C}$  for 12 months (cfu/g)

Treatment	Yolk <sup>1)</sup>	Total bacteria	Lactic acid bacteria
Control	Yolk B	$3.6 \times 10^1$	$2.1 \times 10^1$
	Yolk C	$2.1 \times 10^1$	<sup>3)</sup>
$-15^{\circ}\text{C}$	Yolk B	$10 <^2)$	-
	Yolk C	$10 <$	-
$-20^{\circ}\text{C}$	Yolk B	$10 <$	-
	Yolk C	$10 <$	-

<sup>1)</sup>Coliform group, Lactic acid bacteria, Salmonella, *Staphylococcus aureus* were not detected in pasteurized egg yolks after frozen storage at  $-15^{\circ}\text{C}$  and  $-20^{\circ}\text{C}$  for 12 months.

<sup>2)</sup>below 10.

<sup>3)</sup>not detected.

### 미생물 안정성

냉동저장 중 미생물 안정성을 확인하기 위해, 제조 직후의 가열난황(control), 그리고  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 1년간 저장한 가열난황의 미생물 수준 변화를 측정하였으며 결과를 Table 8에 나타내었다. 살균 직후의 가열난황에서 일반세균, 유산균은  $10^1$  수준으로 검출되었으나, 대장균군, 살모넬라군, 황색포도상구균 등은 검출되지 않았고, 이들을  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 각각 1년간 냉동저장한 것에서는 일반세균은 10 이하로 감소하였으며, 대장균군, 살모넬라군, 황색포도상구균은 물론 유산균도 검출되지 않았다.

Mori<sup>(30,31)</sup>는  $-20^{\circ}\text{C}$ 보다  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 보존한 액란의 세균수가 더 감소하였으며, 이는 세균이  $-17 \sim -20^{\circ}\text{C}$ 에서 보다  $0 \sim -10^{\circ}\text{C}$ 의 온도에서 동결장해를 더욱 심하게 받기 때문으로 추정하였고, 식염을 첨가한 경우에는 세균수의 감소효과가 더욱 커지며, 특히 대장균수의 동결장해에 대한 감수성은 다른 오염세균보다 큰 것으로 보고하였다.

한편, Imai<sup>(32)</sup>는 살균, 미살균 난황을 각종 온도에서 보존하며, 세균수의 소장을 조사하여, 미살균 난황은 초균수가 높고, 번식속도도 빠르며, 살균난황은 초균수도 적고, 번식속도도 느리며,  $3^{\circ}\text{C}$ 에서는 균수증가 경향이 나타나지 않았다고 보고하였다. 또, 미살균 난황에서는 그람음성균이 우세하며, 반면에 살균한 난황에서는 저온성 세균은 사멸하고, 저온에서 번식이 매우 느린 그람양성균만이 살아남게 되므로, 난황액의 살균은 균수를 줄이는 것 뿐만 아니라, 내열성이 약한 그룹의 균, 즉 저온에서도 번식력이 있는 균을 우선적으로 살균하는 결과, 이러한 차이가 나타난 것으로 설명하고, 따라서 살균과 저온보존을 병용하는 것은 액난황의 보존에 매우 유효한 수단임을 제시하였다.

본 실험에서의 살균한 가열난황은, 냉동저장 중에 미생물수는 감소하였으며, 이는 미생물이 가열에 의한 난황 중 고농도의 염분 및 저온에 의해 대사장애 또는 사멸을 일으켰기 때문으로 생각된다. 따라서, 본 실험에서의 상업적으로 살균된 가열난황은  $-15 \sim -20^{\circ}\text{C}$ 에서 1년간 미생물적으로 안정

하게 저장할 수 있는 것으로 판단되었다.

## 요 약

마요네즈 원료용의 상업적인 가염난황에 대한 기초자료를 얻기 위하여, 3종류의 난황 즉, 살균 난황-미가염(Yolk A), 61.5°C 3.5분간 살균한 후에 10%(w/w) 가염한 난황(Yolk B), 10%(w/w) 가염한 후에 63.5°C 3.5분간 살균한 난황(Yolk C)을 각각 제조하여 1년간 -15°C와 -20°C의 냉동고 내에 저장하면서, 이들의 품질특성에 대해 조사하였다. 미가염 살균 난황(Yolk A)은 냉동저장에 의해 겔화되어 마요네즈의 원료로서 사용할 수 없었다. 가염에 의해 난황의 점도는 3~5배 정도 증가하였다. 가염전 살균한 난황(Yolk B)의 점도는 가염후 살균한 난황(Yolk C)의 점도에 비해 높았다. 가염전 살균한 난황의 경우, -15°C보다 -20°C에서 저장한 것이 점도 증가가 컸으며, 가염후 살균한 난황의 경우에는 그 반대였다. 두 종류의 난황 모두, 냉동기간이 길어짐에 따라 해동후의 점도가 증가하였다. 난황의 유효력은 난황의 냉동저장 기간의 장단과, 냉동저장 온도 -15°C 및 -20°C 사이에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 냉동저장 기간중 미생물의 수는 감소하였으며, 가염전 살균한 난황과 가염후 살균한 난황 사이에는 유의적인 차이는 없었다. 이러한 결과는 상업적으로 살균된 10% 가염난황은 -15~-20°C에서 1년 동안 안정하게 저장할 수 있으며, 난황의 살균 조건, 냉동저장 조건의 조절에 의해 바람직한 품질특성을 갖는 마요네즈용 가염 냉동난황의 제조가능성을 제시하였다.

## 문 헌

- Kim, J.W. Effects of pasteurization and frozen storage on changes in rheological properties of salted egg yolk and quality of mayonnaise. Ph.D. dissertation, Gyeongsang National University, Jinju (1999)
- Imai, C. Manufacture and problems of mayonnaises and its related products. *J. Jpn. Oil Chem. Soc.* 28: 760-766 (1979)
- Yang, S.S. and Cotterill, O.J. Physical and functional properties of 10% salted yolk in mayonnaise. *J. Food Sci.* 54: 210-213 (1989)
- Harrison, L.J. and Cunningham, F.E. Influence of salt on properties of liquid yolk and functionality in mayonnaise. *Poultry Sci.* 65: 915-921 (1986)
- Harrison, L.J. and Cunningham, F.E. Influence of frozen storage time on properties of salted yolk and its functionality in mayonnaise. *J. Food Qual.* 9: 167-174 (1986)
- Kim, J.W., Hong, K.J., Cha, G.S. and Choi, C.U. Changes in physical properties of salted egg yolks as affected by refractive index during frozen storage and their effects on functionalities in mayonnaise preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 162-167 (1990)
- KFDA. Food Code. 387-389 (2000)
- Kim, H.W., Jeong, S.Y., Jeong, C.K., Yoon, H.S., Park, K.M., Ahn, P.U. and Choi, C.U. Studies on analysis of sterols on mayonnaise by GLC with packed and capillary column. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 82-85 (1992)
- USDA. Egg pasteurization manual. Part III. Pasteurization methods. ARS 74-48. 14-21 (1969)
- Palmer, H.H., Ijichi, K., Cimino, S.L. and Roff, H. Salted egg yolks (1. Viscosity and performance of pasteurized and frozen samples). *Food Technol.* 23: 1480-1485 (1969)
- Schramm, G. Introduction to practical viscometry. HAAKE GmbH. Dieselstrasse. Germany (1981)
- Imai, C. and Mayumi, M. Sanitary control of mayonnaise. *Oil and Fat.* 42: 72-83 (1989)
- Imai, C. and Namba, E. Knowledge of Eggs. pp. 74-100 Sai-waishobo, Tokyo, Japan (1989)
- Sato, T. Science and Utilization of Shell Eggs. pp. 84-115 Chikyu-usha, Tokyo, Japan. (1980)
- Korea Standard. Liquid egg. H 3012. Korea (1997)
- Kobayashi, Y. A study on the physical property of emulsion prepared with egg yolk and marine oil. Ph.D. dissertation, Tokyo University of Fisheries, Japan (1996)
- Nakamura, R. Science of Eggs. pp. 1-2 Asakurashoten. Tokyo. (1998)
- Isihara, R. Liquid egg and its utilization in processed food. *Japan Food Sci.* 1997-11: 53-61 (1977)
- Wakamatu, T. Gelation of low density lipoprotein (LDL) from hen egg yolk during freezing and thawing. pp. 279-283 In: *Food Hydrocolloids: Properties, and Functions.* Plenum Press, New York, USA (1994)
- Kurisasi, J., Kaminogawa, S. and Yamauchi, K. Studies on freeze-thaw gelation of very low density lipoprotein from hens egg yolk. *J. Food Sci.* 45: 463-466 (1980)
- Varadarajulu, P. and Cunningham, F.E. A study of selected characteristics of hens egg yolk (2. Influence of processing procedures, pasteurization and yolk fractionation). *Poultry Sci.* 51: 941-945 (1972)
- Cotterill, O.J., Glauert, J. and Bassett, H.J. Emulsifying properties of salted yolk after pasteurization and storage. *Poultry Sci.* 55: 544-548 (1976)
- Kim, J.W., Cha, G.S., Hong, K.J. and Choi, C.U. Changes in physical properties of salted egg yolks as affected by salt content during frozen storage and their effects on functionalities in mayonnaise preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 23: 389-393 (1991)
- Palmer, H.H., Ijichi, K. and Roff, H. Partial thermal reversal of gelation in thawed egg yolk products. *J. Food Sci.* 35: 403-406 (1970)
- Imai, C. Knowledge of Mayonnaise and Dressing. p. 14 Sai-waishobo, Tokyo, Japan (1993)
- Wakamatu, T., Sato, Y. and Saito, Y. Relationship between solubility change during dehydration and unfreezable water in egg yolk and low density lipoprotein. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 56: 117-122 (1982)
- Lin, O.C.C. Thixotropic behavior of gel-like systems. *J. Appl. Sci.* 19: 199-214 (1975)
- Ibarz, A. and Sintes, J. Rheology of egg yolk. *J. Tex. Stud.* 20: 161-167 (1989)
- Pitsilis, J.G., Brooker, D.B., Cotterill, O.J. and Walton, H.V. Rheological properties of plain egg yolk, salted egg yolk and salted whole egg. *Transactions of the ASAE:* 294-299 (1984)
- Mori, T. Studies on the freezing storage of hen's egg. Part 1. Behavior of bacteria in egg white and whole liquid egg before and after freezing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 18: 14-19 (1971)
- Mori, T. Studies on the freezing storage of hen's egg. Part 4. Relationships between storing or thawing condition and changes of viscosity or foaming property of whole liquid egg after thawing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 18: 135-141 (1971)
- Imai, C. Manufacturing control manual of aseptic package food. *Mayonnaise.* Science Forum: 417-435 (1983)

(2002년 5월 15일 접수)