

# 고기유화물에 대하여 (Meat emulsion)

宋 仁 相

〈農開公 綜合食品研究院·農博〉

## 1. 서 언

일반적으로 유화란 섞일 수 없는 두 개의 액상에서 하나의 액상이 물리적인 힘에 의해 작은 액상소립자 혹은 액상결정체 형태로 조개져서 다른 액상에 분산되어 있는 형태를 말한다.

그러나 고기유화물(meat emulsion)에 있어서는 일반적인 유화의 이론은 적용되기가 어렵고 하나의 액상에 다른 섞일 수 없는 고체상이 분산되어 있는 이중상(two-phase system)으로 정의될 수 있다. 여기에서 액상(혹은 연속상)이란 소금과 단백질의 용액뿐만 아니라 불용성단백질, 근섬유조각, 결체조직이 분산되어 있는 콜로이드상의 매질을 말하게 되며 보통 매트릭스(matrix)라고 하고 이 매트릭스에 지방이 작은 구(球)로 분산되어 형성되는 다중상(multiple-phase system)을 고기유화물이라 부른다.

또한 일반적인 유화물과는 달리 소시지나 던치온미트 등 유화육제품 생산에 있어서 가장 중요한 문제점인 고기유화물의 안정도는 분산된 지방의 안정도와 함께 매트릭스 자체의 안정화까지를 포함하여야 하므로 보지력(fat-holding capacity)뿐만 아니라 매트릭스의 안정도에 가장 관계가 깊은 보수력(water-holding capacity)도 고려되어야 한다. 그리고 이와 같

이 생성된 고기유화물은 최종적으로 열에 의해 응고, 안정되어야 하므로 보지력, 보수력 이외에도 열처리 후 제품에 유지되는 물과 지방의 양도 중요한 의미가 있다.

즉 고기유화물의 안정도는 매트릭스의 안정도에 의해 가장 크게 영향을 받으며 이와 같은 이유에서 결착성이 높고 점도가 높은 매트릭스의 형성과 지방구의 포착이 이루어지기 위하여는 육단백질의 수화력이 가장 중요하다. 또한 매트릭스의 형성뿐만 아니라 매트릭스의 지방이 이루는 이중상에도 보수력을 통하여 가장 중요한 역할을 하는 육단백질은 이의 전체적인 양뿐만 아니라 용해도, 수화도, 유화력 등 질적인 면에 의해서도 그 기능이 달라지며 이와 같은 질적인 가공적성은 성별, 나이, 도살 전후의 처리, 고기의 pH, 소금첨가수준, 이온존재 유무 및 이온강도 등에 의해 좌우된다.

## 2. 매트릭스의 형성

안정된 매트릭스의 형성은 고기유화물 제조의 선결조건이다. 이 안정된 매트릭스는 보수성에 의한 myofibrillar protein의 팽윤에 의해 이루어지므로 무엇보다도 사용된 고기의 보수성이 중요하고 이 때문에 높은 pH의 고기나 소금, 복합인산염 및 온도제발육 등을 사용하는 것이 좋다. 그러나 온도제 사용에는 골발

에 어려움이 있고 골발이 지연될 때 골발중  
강직이 일어날 수 있어 실제 사용에는 어려움  
이 있으나 외국의 몇몇 공장에서는 실제로 사  
용하고 있다.

매트릭스 형성을 위한 사일런트카터에서의  
초핑중 myofibrillar protein의 일부는 용액  
으로 용해되나 actomyosin은 팽윤된 상태에  
서 더 이상 용해상태로 되지 않는 것 같다.  
즉 실제 제품 생산시 soluble myofibrillar pro-  
tein의 양은 아주 낮으며 k-fraction(고기를 열  
용액과 초핑후 원심분리시 중간의 콜로이드상  
부분을 말하며 sarcolemma로부터 유리된 ac-  
tomyosin이 팽윤되어 paste상을 이룬 것임 :  
총 육단백질의 40%이상을 이룸)이 지방과 물  
사이의 친화성을 가지고 있고 유화과정중 팽  
윤이 더 진행되어 콜로이드상태로 되므로 안  
정된 매트릭스를 이루는 주요 부분이 된다.  
그러므로 K-fraction이 팽윤되는데 가장 중요  
한 요인인 보수성과 소금, 빙수첨가등이 매트  
릭스 형성에 필요하다.

그러므로 안정된 매트릭스를 만들기 위하여  
서는 높은 pH(일반적으로 높은 보수성)을 가  
진 고기를 사용하고, 가능한 높은 수준의 소  
금(3~5%)을 첨가하여 팽윤을 촉진시키고 또  
한 초핑을 충분히 하여야 하나 단백질 변성이  
적게 일어나도록 가능한 낮은 온도를 유지하  
는 것이 중요하다.

### 3. 유화의 형성

고기유화물은 oil-in-water형의 유화물로 여  
기에서 고기단백질은 유화제로 작용한다. 그  
러나 고기단백질의 pH는 보통 등전점에서 알  
카리쪽에 있으므로 단백질의 친수성기는 대부  
분 음전하를 띠게 되며 따라서 지방구끼리 서  
로 반발하게 만드나 실제 제조시에는 매트릭  
스의 점도가 높아 지방구의 이동이 힘들므로  
반발력은 큰 문제가 안된다. 그러므로 고기유  
화물의 안정도는 지방구가 적을 수록, 매트릭  
스의 점도가 높을 수록 높아지며 이를 식으로  
표시하면 다음과 같다.

$$V = \frac{D^2(d_i - d_o)g}{18\eta} \text{ (Stokes' law)}$$

V: 분리도, D: 지방구의 크기,  $d_i$ : 지방구  
의 밀도,  $d_o$ : 매트릭스의 밀도, g: 중력가  
속도,  $\eta$ : 매트릭스의 점도

#### 가. 고기단백질의 유화특성

모델system을 이용한 고기단백질의 유화력  
(emulsion capacity) 측정 결과 보통 myofi-  
brillar protein (염용성단백질)의 유화력은 sar-  
coplasmic protein(수용성단백질)보다 큰 것  
으로 알려지고 있다. 그리고 정제단백질의 경  
우 actin(염이 없을 경우), myosin, actomy-  
osin, sarcoplasmic protein, actin(0.3M NaCl  
에 녹아 있을 경우)의 순으로 높은 유화력을  
나타낸다. Gaska와 Regenstein(1982)은 고농  
도 염용액에 녹는 근섬유단백질이 고기유화에  
주요한 역할을 한다고 보고하고 있다. 지금까  
지 단백질의 유화력을 추정하는데 단백질의  
용해도를 가장 많이 사용하여 왔으나 높은 용  
해도(50%이상)를 가진 시료의 경우 표면소수  
성(surface hydrophobicity)이 유화력과 더 높  
은 역상관이 있다고 보고하고 있다(Li-chan et  
al, 1984).

이외에 온도와 유화특성과의 관계는 온도가  
높을 수록 유화능력이 떨어지며 ( $r > -0.93$ ) 이  
는 온도 증가에 따른 표면적의 증가, 점도의  
감소, 지방구의 확산, 단백질의 변성, 지방구  
의 결합증가 때문인 것으로 알려지고 있다.  
그러나 실제적으로 단백질의 변성은 유화력에  
큰 영향을 주지는 않으며 실제 제품 생산시  
온도 증가에 따른 유화안정도의 감소는 점도  
의 감소 등 다른 요인때문인 것 같다. 그래서  
32°C 이상으로 유화를 시켜서 유화를 깨트린  
후 이를 4°C로 냉각하고 다시 15.5°C 이하에  
서 유화를 종결하면 안정된 고기유화물을 재  
생산할 수 있다고 한다. 지금까지 알려진 바  
로는 14°C 정도가 가장 좋은 것으로 알려지고  
있다.

또한 지방의 첨가속도는 온도만 주의한다면  
별 영향이 없으며, 유화속도의 경우는 속도가  
증가될 수록 지방구의 분산에 의한 표면적의

증가때문에 낮은 유화안정도를 나타낸다. 그러나 이와 같은 모델 system을 이용하여 나온 결과는 실제 소시지 생산시와는 달리 유화안정도에 큰 영향이 있는 유화물의 점도가 다르고 사용하는 유화기구의 유화속도가 너무 빠르등 여러 가지 차이점이 있어 그대로 적용하기에는 어려움이 있다.

### 나. 고기유화물의 제조

#### (1) 장 비

지금까지 고기유화물 생산에는 사일런트카터가 대부분 사용되어 왔으나 최근에는 사일런트카터는 재료의 분쇄, 혼합 목적으로만 사용하며 유화는 emulsitor나 colloid mill을 통과시켜 제조하나 보통 emulsitor를 사용하면 5~8°C의 온도상승이 일어나므로 주의가 필요하다. 또한 공기방울의 제거도 필요한 공정이다.

#### (2) 기름의 종류와 온도

기름의 종류에 따른 유화안정도에 대하여는 아직 확실한 결론이 나오지 않았으나 불포화지방산이 포화지방산보다, 우지가 돈지보다 더 많이 유화된다고 한다. 그리고 지방조적율 그대로 쓴 것이 추출한 지방을 쓰는 것 보다, 우지 사용시가 돈지 사용시보다 유화안정도가 높다. 이와 같은 차이는 사일런트카터의 속도, 유화물의 온도 등에 따라 달라지나 응집이 높은 지방사용시 더 안정된 유화물을 만들 수 있다.

또한 첨가되는 지방의 온도가 유화안정도에 영향이 있는데 최종 고기유화물의 온도를 낮게 유지할 수 있다면 높은 온도의 지방 첨가시, 낮은 온도의 지방 첨가시 보다 높은 안정도를 나타낸다.

#### (3) 고기유화물의 안정도

고기는 유화공정중 여러 크기로 잘라지는데 이중 비교적 적은 myosin분자나 F-actin 부분 등은 지방구 주위의 단백질막을 형성하여 유화를 이루고 비교적 큰 팽윤된 기타 조직 등은 최종 제품의 결착에 관여하는데 이는 열처리 후 겔을 형성하여 유리수 등을 포함하는

조직감 있는 제품을 이루게 된다. 유화안정의 중요한 요인인 표면적의 크기는 지방의 분쇄 정도나 첨가된 지방량에 따라 달라지는데 초핑시간이 짧거나 첨가된 지방이 너무 적은 경우 즉 표면적이 너무 좁은 경우에는 myofibrillar부분이 너무 두꺼운 단백질막을 이루게 되어 유화안정도가 낮아지고 너무 표면적이 과다해지면 단백질막이 너무 얇아져 기계적 강도와 탄력성이 낮아지고 이에 따라 막이 깨어지기 쉽고 열처리 겔을 형성하지 못하므로 유화안정도가 낮게 된다. 그러므로 14°C를 넘지 않는 범위에서는 초핑시간이 길 수록 또 유화안정 수준까지는 지방을 많이 첨가할 수록 높은 유화안정도를 나타낸다.

지방구의 크기에 있어서도 0.1 $\mu$ m에서 50 $\mu$ m로 큰 차이가 있어 엄격한 의미에서 유화라 볼 수 없으며 일종의 콜로이드상이다. 이때 작은 지방구는 유화안정도에, 큰 지방구는 매트릭스의 일부분이 되어 열처리 후의 조직형성에 기여한다. Jones와 Mandigo(1982) 등이 보고한 바에 따르면 초핑이 지속되면 온도상승과 함께 지방구를 둘러싼 단백질막의 두께가 점차 두꺼워지게 되는데 초핑 초기에 단백질막이 너무 얇으면 구멍(pore)을 통하여 아주 작은 지방구가 소시지 조직으로 유출, grease해지나 유화는 깨지지 않는다. 그러나 지방구가 너무 두꺼운 단백질막에 쌓이면 단백질막이 부서져서 완전히 유화가 깨어져 버리게 된다. 즉 유화안정도는 지방구 표면의 단백질막의 두께와 지방구의 크기에 따라 달라지는데 일반적으로 지방구 표면의 단백질막 두께와 지방구 크기의 비율이 0.03~0.05 사이에서 가장 높은 안정도를 나타낸다.

이외에 고기유화물의 안정도는 첨가되는 주요 성분 즉 단백질, 지방, 첨가된 물의 비율에 의해 크게 달라지는데 그림 1에서 보는 바와 같이 고기량이 증가되면 유화안정도가 감소되나 수분이 증가되면 안정도는 증가한다. 즉 30%지방 첨가시(진 사선...) 수분은 16% 이상이나 32% 이하를 첨가하여야 안정된 유화물을 얻을 수 있다.

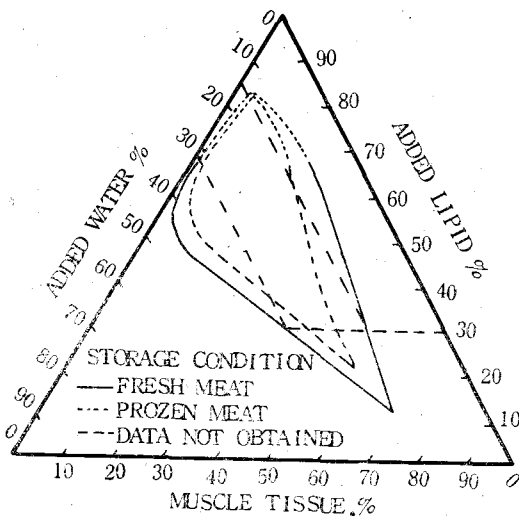


그림 1. Limiting boundary for cook stability (90%) of emulsion having various compositions when prepared from fresh and frozen meat (Morrison, G.S. et al., 1971)

이외에 여러 종류의 고기유화능력을 추정한 유화상수(constant emulsificant value)가 있는데 돼지고기는 13.1, 쇠고기는 14.0으로 계산되고 있다. 이 유화상수는 재료의 구성비 및 원가절감을 위한 배합비 계산시 이용한다.

지금까지 살펴 본 바와 같이 높은 유화안정도를 얻기 위하여는 1) 보수성이 높은 원료육 2) 고기와 빙수의 비율 즉 매트릭스와 지방과의 비율, 첨가물 등 배합비율의 최적화 3) 배합순서, 초핑시간, 단백질섬유의 분쇄정도, 초핑온도, 지방분산(표면적의 과다) 정도 등 기계적 처리의 최적화 4) 열처리 조건의 적정화를 기하여야 한다.

#### (4) 첨가물

유화와 관계가 있는 첨가물은 단백질 증량제, 탄수화물 합성유화제 등이 있겠으나 이중 탄수화물은 유화에 직접 관여하지는 못하고 보수력도 높여주는 것도 아니나 과다한 수분을 흡수하여 어느 정도 유화의 안정화에 기여할 수 있다. 또한 합성유화제는 간소시지외에는 제품의 유화안정도에 나쁜 영향을 준다.

육가공산업에서 주로 사용하는 단백질 증량제에는 sodium caseinate와 콩단백질 제품이 있다. 이중 sodium caseinate는 보통 가장 높은 유화안정도를 나타내는데 이는 열처리시 수축이 일어나지 않기 때문이며 초핑시에도 고기유화물의 열안정도를 높여준다. 콩단백질은 단백질농도에 따라 soy flour(50%), soy protein concentrate (70%), soy protein isolate(90%)로 구별된다. 이중 soy protein isolate는 soy sodium proteinate 형태로 판매되는데 불용성이나 물에 분산 후 열처리하면 겔을 형성하므로 매트릭스의 수분보유 능력을 증진시키고 유화안정도와 조직감을 향상시킨다. 즉 soy sodium proteinate는 직접 유화에 참가하지는 못하고 보수력의 증가로 매트릭스의 안정도를 높이고 더 나아가서 지방구를 고정시킴으로 유화안정도에 기여한다.

## 4. 고기유화물 제조에 관한 새로운 기술

### 가. Preblending

소시지 생산시 제품의 화학적 조성의 차이를 배제하기 위하여 고기만을 조금 등과 함께 만육 혼합하여 화학적 조성을 알아본 후 원하는 최종 제품의 조성에 맞추어 필요한 지방이나 고기를 첨가하는 기술을 preblending이라 한다. 이와 같이 preblending한 고기를 냉장고에서 12시간 저장하면 유화능력이 2배 정도 증가되는 것으로 알려지고 있다.

preblending시 온도제올발육을 사용하면 첨가된 소금에 의해 구심유내의 glycogen분해가 저해를 받고 이에 따라 pH가 높아져 보수력과 유화성이 더 좋아지나 강직후 고기를 사용하더라도 좋은 경제적 효과를 볼 수 있다. Abu-Baker 등(1982)은 강직전 쇠고기의 preblend 제조시 3% 소금, 60ppm nitrite를 첨가하여 제조하고 공기와의 접촉만 가능한 피하면 2°C에서 28일까지 최종 제품인 소시지에 영향없이 저장 가능하였다고 하며 BHA첨가는 효과가 없었다고 하였다.

표 1. Formulations for making fat-batters and mortadella sausages

Ingredient (%)	Protein-product in fat batter <sup>a</sup>				Mortadella <sup>b</sup>
	Vital wheat gluten	Isolated soy protein	Soy protein conc	Sodium caseinate	
Pork fatback	43.1	43.8	42.5	43.8	—
Hot water	43.1	43.8	42.5	43.8	—
Protein-product	12.4	11.0	13.6	11.0	—
Salt	1.4	1.4	1.4	1.4	—
Lean beef	—	—	—	—	22.8
Pork trim	—	—	—	—	45.5
Ice/water	—	—	—	—	21.8
Seasonings/curing ingredients <sup>c</sup>	—	—	—	—	9.9
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

<sup>a</sup>Formulated to contain equivalent protein contents of 9.9% ; made as 4.54kg batches.

<sup>b</sup>Formulated to contain approximately 30% fat including addition of appropriate amounts of fat-batter.

<sup>c</sup>Seasonings/curing ingredients (4.10% nonfat dry milk, 2.0% salt, 1.36% corn syrup solids, 1.10% spices, 1.02% dextrose, 0.08% onion powder, 156ppm sodium nitrite and 550ppm sodium erythorbate).

#### 나. Fat-batter의 이용

제품의 품질에 영향이 없이 단백질 증량제와 지방의 사용량을 늘리기 위해 homogenizer나 silent cutter를 이용하여 단백질 용액에 지방을 넣어 실제적인 유화물을 만든 후 제품에 그대로 첨가하거나 동결 후 육각형등 필요한 모양으로 잘라서 고기유화물에 넣는 기술인 fat-batter(hot emulsion 혹은 pre-emulsified fat이라고도 부른다)가 유럽에서 많이 이용되고 있다. 이 fat-batter의 제조방법은 먼저 돈 지방을 소금과 함께 사일런트카터에서 초핑후 뜨거운 물(70°C 정도)로 전체 물 사용량의 30%와 단백질증량제를 넣어 어느 정도 혼화 후 나머지 물을 넣어 충분히 유화시킨다. 그 후 적당한 용기에 넣어 3.3°C에서 48시간 정도 냉장시켜 제품화하며 제조배합에는 표 1과 같다(Hand 1983).

Zayas(1985)는 fat-batter를 넣어 소시지 제조시 높은 보수성, 점도 및 균일한 지방분포 등으로 최종 제품의 수율을 6~7% 증가시킬 수 있다고 하였다.

#### 다. 온도체골발육의 이용

온도체골발육을 소시지 등 유화육제품에 이용하기 위하여는 강직개시전에 만육하고 소금을 쳐 놓아야 한다. 온도체시 즉 pH와 ATP 수준이 높을 때 소금을 혼합해 놓으면 myosin과 actin의 정전기적인 반발력을 유지할 수 있고 이와 같은 효과는 저장중 근육내 ATP와 pH가 낮아져도 유지된다. Drerup 등(1981)은 강직전 돈육의 사용이 소시지의 조리감량을 낮추고 기호성을 높이며 지방산화의 억제효과도 있다고 보고하고 있다.

#### 라. 기계골발육의 이용

기계골발육은 제조과정중 작게 부서져 표면적이 넓어지고 골수가 혼입되며 제품의 온도가 올라가게 되어 미생물의 오염 및 번식가능성 및 지방산패가 일어나기 쉬운 결점은 있으나 가격이 저렴하므로 소시지 원료로 많이 사용되고 있다. 기계골발육은 화학적으로도 골발부위에 따라 상당한 조성의 차이가 있고 뼈가루 혼입에 따른 Ca의 수준이 높은 등 몇 가지 문제점이 있으나 유화력 및 유화안정도에서는 손골발육과 별 차이가 없다. 대체적으로 소시지에 기계골발육을 첨가하면 제품의 색택이 검어지고 조직감이 나빠지며, 지방산

폐가 축진되어 다량 사용에는 어려움이 있다 (Ockerman 등, 1981).

## 5. 결 언

지금까지 고기유화물의 제조원리 및 새로운 기술에 대하여 정리하여 보았다. 그러나 실제 육가공 공장에서 유화형 육제품인 소시지 제조를 위하여는 원부재료 등을 포함하여 35~50 종류의 가격 및 성분이 다른 재료를 사용하게 되고 또한 여러 가지 법적이거나 품질 조건을 만족시켜야 함으로 최소 가격으로 최대 적정 품질을 유지하기에는 어려움이 있다. 또한 육가공 공장의 생산추세가 다품목, 소량 생산으로 나가고 있어 기계에 따른 생산일정 및 인력관리 등도 중요한 문제이다.

그러므로 최근 육가공 공장에서의 컴퓨터 이용이 진지하게 논의되고 있고 또 외국의 경우 대부분의 공장에서 이용되고 있다. 이때 적정품질을 유지하면서 싼 가격으로 생산할 수 있는 배합비(Least-cost formula)를 찾기 위하여 linear programming이 이용되고 있다.

우리나라의 경우 아직 원료육의 종류 및 가격이 다양하지 못하여 이용에 제한이 있을 수 있겠으나 앞으로 각 공장에서는 한국의 실정에 맞고 공장의 처리능력에 맞는 programming 개발을 고려하여야 할 것이다.

앞으로 고기유화물에 대한 연구과제로는 소금의 수준을 낮출 경우 이에 따른 가공적성의 열화방지 관계, 기계골발육, 콩단백질, 혈장 단백질 등 값싸고 영양가 높은 새로운 단백질 자원의 이용화 제고 등이 있을 것이다. ■

## 참 고 문 헌

1. Abu-Baker, A. et al. J. Food Sci. 47 : 374 (1982).
2. Drerup, D.L. et al. J. Food Sci. 46 : 1659 (1981).
3. Gaska, M.T. and Regentsen, J.M. J. Food Sci. 47 : 1460(1982).
4. Hand, L.W. et al. J. Food Sci. 48 : 119(1983).
5. Jones, K.W. and Mandigo, R.W. J. Food Sci. 47 : 1934(1982).
6. Li-Chan, E. et al. J. Food Sci. 49 : 345(1984)
7. Morrison, G.S. et al. J. Food Sci. 36 : 426 (1971).
8. Ockerman, H.W. et al. J. Food Sci. 46 : 220(1981).
9. Schut, J. and Veghel, D.M.V. 1976. "Meat emulsion in Food emulsion" p.385~457. Stig Friberg(ed.), Marcel Dekker, Inc.
10. Saffle, R.L. 1968. "Meat emulsion" Ad. in Food Research 16 : 105~160.
11. Zayas, J.F. J. Food Sci. 50 : 689(1985).

## 「서적 배부 안내」

본회는 식품관련 업계, 학계 및 단체등의 필수서적인 「식품위생법 및 위생감시지침」, 「식품첨가물 공전」, 「식품등의 규격 및 기준」을 한정판으로 발행하여 아래와 같이 배부중에 있습니다.

<아 래>

- 배부가격 : 식품위생법 및 위생감시지침 —권당 7,000원  
식품등의 규격 및 기준 —권당 6,000원  
식품첨가물 공전 —권당 8,000원  
※ 우편(소액환) 구입시는 배부가격에 등기소포료 800원이 추가됨.
- 배 부 처 : 한국식품공업협회(전화 : 585-5052, 3)  
주소 : 11315 서울·강남구 서초동 1174-4