

## 단백질의 乳化作用에 미치는 外的 條件에 관한 연구

이 철호 · 김 학량 · 양 한철 · 이 명원\* · 배 종찬\*

고려대학교 식품공학과, \*제일제당주식회사 식품연구소

(1981년 12월 9일 수리)

## Effects of External Conditions on the Emulsifying Property of Proteins

Cherl-Ho Lee, Hak-Ryang Kim, Han-Chul Yang,

Myung-Won Lee\* and Chong-Chan Bae\*

Department of Food Technology, Korea University, Seoul 132

\*Food Research Institute, Cheil Sugar Co.

(Received December 9, 1981)

### Abstract

The effects of measurement conditions on the emulsifying capacity(EC) and emulsion stability(ES) of proteins were studied in order to develop laboratory standard methods for the evaluation of emulsifying properties.

The EC of proteins decreased with the increments of protein concentration and mixing rate. It increased with the increasing oil addition rate up to 0.8 ml/sec, but did not change at 0.8~1.2 ml/sec. The addition of sodiumchloride enhanced EC of proteins, attaining to the highest EC at 0.3M NaCl for Pro-Fam and 0.1M NaCl for Na-caseinate. The ES of Pro-Fam was higher than that of caseinate. The ES was increased by the increments of protein concentration, oil addition volume, mixing rate and mixing time. The EC and ES showed a close relation to the NSI of proteins, reaching to the lowest values of EC and ES at the isoelectric regions of proteins. The laboratory methods for measurements of emulsifying properties of proteins were established. The emulsifying properties of a laboratory-made soybean protein isolate were compared to those of commercial products by using the methods.

### 서 론

식품단백질의 여러가지 기능성증에서 유화능력은 식품가공기술에 있어서 대단히 중요한 요소이며 최근의 단백질 가공식품의 확대와 새로운 단백질원의 이용에서도 중요한 역할을 하고 있다. 단백질의 유화능력과 기포형성능력은 단백질이 친수성 식품성분과 친유성 식품성분 사이에 존재하는 계면장력을 낮추어 교질분산을 안정화시켜 주는 기작으로 설명할 수 있다<sup>(1)</sup>. 단백

질의 계면활성능력(surfactant property)을 측정하는 방법은 크게 나누어 계면장력, 계면농도, 계면점탄성(surface viscoelasticity)의 측정 등 물리화학적인 방법과 유화용량(emulsifying capacity, EC), 유화활성도(emulsification activity, EA), 유화안정도(emulsion stability, ES), 기포용적(foam volume) 및 기포안정도(foam stability) 등의 측정에 의한 경험적인 방법으로 나눌 수 있다<sup>(2-4)</sup>. 경험적 방법에 의한 단백질의 유화능력측정은 공장단위의 제품개발이나 품질검사에 쉽게 이용될 수 있도록 여러가지 간단한 방법들로 고안

사용되고 있다.

단백질의 유화용량(EC)은 단백질이 의해 유화될 수 있는 유지의 최대량을 뜻하는 것으로 Swift<sup>(5)</sup>에 의하여 최초로 시도되었다. 이는 단백질 분산용액을 빠른 속도로 교반하면서 일정속도로 기름을 가하여 점도가 視覺적으로 급격히 감소하는 점을 轉移點(inversion point,  $o/w-w/o$ )으로 하여 EC를 측정하는 방법이며, 전이점 결정방법을 약간씩 변형하여 널리 사용되고 있다. Swift 등<sup>(5)</sup>, Pearson 등<sup>(6)</sup>, Carpenter와 Saffle<sup>(7)</sup>, Manak 등<sup>(8)</sup>은 점도가 시각적으로 급격히 감소하는 점으로, Crenwelge 등<sup>(9)</sup>은 혼합기를 회전시키는데 요구되는 압력어수의 변화로, Webb 등<sup>(10)</sup>, Haque 등<sup>(11)</sup>은 에멀전의 전기저항변화로, Marshall 등<sup>(12)</sup>은 기름에 oil-red-O를 염색시켜, 색상이 변화하는 점을 전이점으로 하여 EC를 측정하였다. EC는 대개 시료  $g$ 당 또는 질소함량이나 단백질량에 대한 유화된 기름의  $g$ 수 또는  $ml$ 수로 표시하고 있다.

유화안정도(ES)는 유화형성후 어느 일정기간동안 기름방울의 응집이나 크립화가 일어나지 않고 남은 에멀전의 양을 측정하는 것으로 유화의 붕괴시간은 수조에서 수시간 걸린다. 따라서 ES에 대한 연구는 희석하여 유화의 구조변화를 현미경으로 관찰하거나, 시간의 경과에 따른 크립층 분리, 열을 가한다든가, 열을 가한 후 낮은 중력에서 원심분리하는 방법이 기초를 이루고 있다. Smith와 Dairiki<sup>(13)</sup>, Inklaar와 Fortune<sup>(14)</sup> 등은 원심분리후 분리된 기름의 양으로 Acton과 Saffle<sup>(15)</sup>은 수분함량으로, Pearson 등<sup>(6)</sup>은 유화붕괴 시간으로, Toneberg와 Hermansson<sup>(16)</sup>은 지방함량으로 유화안정도를 측정하고 있다.

경험적 방법에 의한 유화능력의 측정은 여러 연구자들에 의하여 교반되어 시험되었으나 이들 시험값은 연구방법에 따라, 또는 동일한 방법이라도 연구자에 따라 큰 차이를 나타내고 있다. 이것은 계면활성 작용을 일으키는 단백질 분자구조의 특수성에 기인하는 것으로 복합이온으로 형성된 단백질 거대분자의 배열과 반응성에 미칠 수 있는 모든 외적 요소들이 그 유화능력에 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 그러므로 이들 경험적인 방법들은 간단하기는 하나 믿을 만한 실험결과를 얻기 위하여는 단백질의 계면활성능력에 영향을 미칠 수 있는 모든 외적조건 즉 온도, pH, 이온강도, 기계적 변형력, 단백질 농도 등을 정확히 통제하지 않으면 안된다. 또한 여러 연구결과를 인용 비교하거나 이용하기 위하여서는 적절한 표준측정방법의 수립이 절실하게 요청되고 있다.

본 연구에서는 분리대두단백질과 우유단백질을 시료로 단백질농도, 교반속도, 기름첨가속도, pH, 염농

도, 교반시간 등이 유화용량 및 유화안정도에 미치는 영향을 비교 검토하였으며 이들 결과를 토대로 하여 표준측정방법을 결정하는 문제에 대하여 고찰하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험에 사용한 분리대두 단백질은 Pro-Fam, R. 90-H.S.으로 미국 Grain Processing Co. 제품이고 우유단백질은 Na-caseinate로 미국 Western Dairy Co. 제품이며, 유화에 사용된 기름은 정제대두유(제일제당)로 시중에서 구입하였다. 표준측정방법에 사용된 실험실 제조 분리대두단백질은 대두박수용액으로부터 추출한 단백질을 등전점침전으로 분리하고 분무건조시킨 것이다. 수입대두단백질 Supro 620은 미국 Ralston Purina Co.의 제품이다.

### 혼 합 기

실험실용 혼합기는(미국 Waring Co., Model Ep-1) 4단 blade(각 blade 길이 2.5 cm, 내부직경 6 cm, 높이 20 cm)가 설치된 용기와 밑에 모터가 장착되어 있다. 본 장치는 2단 속도조절장치가 있으며 고속(12,000 rpm)과 저속(6,000rpm)으로 조절될 수 있는 것이다.

### 방 법

가. Nitrogen Solubility Index(NSI)

단백질 1g을 증류수 100 ml에 가하고 자석젓개(magnetic stirrer)로 25°C를 유지하며 1시간 동안 교반하면서 1N HCl 및 1N NaOH로 용액의 pH를 조정하였다. 단백질분산액을 3000×g에서 15분간 원심분리한 뒤 상등액층의 질소함량을 Micro-kjeldahl법으로 정량하고 다음 식과 같이 NSI를 산출하였다<sup>(17)</sup>.

$$NSI = \frac{\text{상등액층의 수용성 질소}}{\text{시료층의 총 질소}} \times 100(\%)$$

나. 유화용량(EC)

Swift 등<sup>(5)</sup>의 방법을 사용하였으며 특별한 언급이 없는 한 다음과 같은 방법으로 측정하였다. 즉, 0.2% 단백질 용액 100 ml를 측정하는 동안에 일어나는 온도 상승을 막기 위하여 얼음속에 10분간 냉각시킨 다음 혼합기에 넣고 대두유 50 ml를 가하여 12,000 rpm에서 30초간 혼합하였다. 에멀전 상태인지 확인하고 다시 12,000 rpm으로 혼합하면서 blade에서 5 cm 떨어진 곳에 대두유를 약 0.9 ml/sec로 가하면서 점도가 視覺적으로 급격히 감소하는 점을 종말점으로 하였다. 유화용량은 100 mg 단백질에 유화된 기름의 ml수로 다음 식과 같이 표시하였다.

$$EC = \frac{\text{유화된 기름의 ml 수}}{\text{단백질의 ml 수}} \times 100$$

다. 유화안정도(ES)

유화안정도를 측정하는 여러가지 방법들(6,14,15,18)을 검토한 결과 가장 신속, 정확하고 재현성이 있다고 판단되는 Acton과 Saffle(15)방법을 변형하여 사용 하였으며 특별한 언급이 없는한 다음과 같은 방법으로 유화안정도를 측정하였다. 즉, 0.3%단백질 용액 100 ml를 얼음 속에 10분 정치후 혼합기에 넣고 대두유 50 ml를 가하여 12,000rpm에서 1분간 혼합하였다. 즉시 형성된 유화액 10ml를 시험관(12×170 mm)에 나누어 담고 실온에서 1시간 定置후 주사바늘을 부착시킨 피펫으로 밑에서 조심스럽게 5 ml를 뽑아내어 수분함량을 측정하였다. ES는 다음과 같은 식으로 산출하였다.

$$ES = \frac{100 - M_{test}}{100 - M_{original}} \times 100$$

$M_{test}$  : 한시간후에 측정된 에멀전중의 수분함량(%)

$M_{original}$  : 최초 에멀전중의 수분함량(%)

결과 및 고찰

Nitrogen solubility

Fig. 1은 분리대두단백질의 Pro-Fam과 우유단백질 Na-caseinate의 pH에 따른 수용성의 변화를 나타낸 것이다. Pro-Fam과 Na-caseinate는 서로 유사한 수용성을 나타내고 있는데 단백질의 등전점 부근인 pH4.5에서 NSI가 최소가 되며 등전점을 벗어나서 NSI는 증가하고 있다.

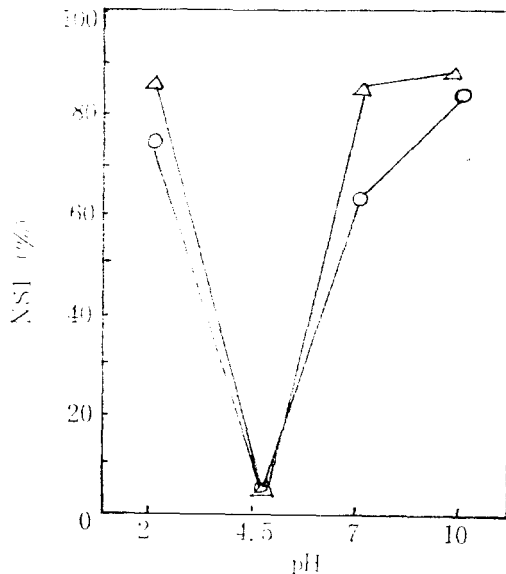


Fig. 1. Effect of pH on the NSI of Pro-Fam and Na-caseinate

—○—, Pro-Fam; —△— Na-Caseinate

유화용량에 영향을 미치는 요소

가. 단백질의 농도

Fig. 2에서 나타난 것처럼 단백질의 농도가 증가함에 따라 유화된 유지의 양은 거의 직선적으로 증가하는 관계를 나타내고 있으나 EC로 나타낼 때에는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이와 비슷한 결과는 Na-soy proteinate, potassium-caseinate, 탈지분유, 식육단백질 및 땅콩단백질에서도 보고된 바 있다(6,7,19,20).

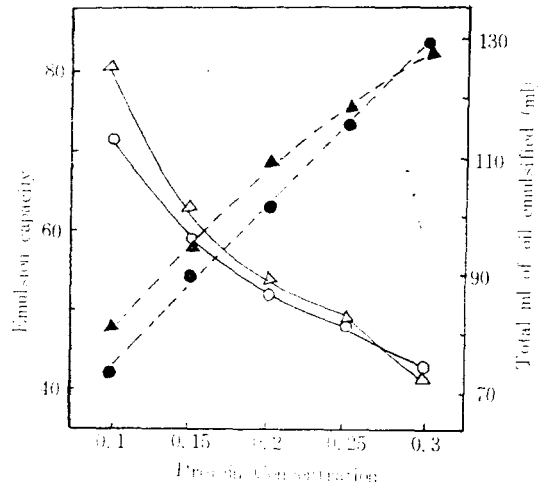


Fig. 2. Effect of protein concentration on emulsion capacity and ml of oil emulsified

—○—, E.C. of Pro-Fam; —△—, E.C. of Na-caseinate; —●—, total ml of oil emulsified in Pro-Fam; —▲—, total ml of oil emulsified in Na-caseinate

나. 기름의 첨가속도

Fig. 3에서 나타난 바와같이 Pro-Fam이나 Na-caseinate 모두 기름첨가속도 약 0.8 ml/sec까지는 EC가 직선적으로 증가하고 있으나 0.8~1.2 ml/sec까지는 EC에 별 영향을 미치지 않는 것을 볼 수 있다. 특히 0.62 ml/sec이하에서 Pro-Fam이 Na-caseinate보다 높은 EC를 나타내나 0.62 ml/sec이상에서는 Na-caseinate가 Pro-Fam보다 높은 EC를 나타낸 흥미있는 일이다.

Swift 등(5)은 식육단백질에서 기름첨가속도가 증가함에 따라 EC는 직선적으로 증가한다고 보고했고 한편 Crenwelge 등(9)은 농축대두단백질, 면실박, 탈지분유 및 소의 혈색소단백질의 경우 단백질의 종류에 따라서 기름첨가속도는 EC에 영향을 미친다고 보고하였다. 그러나 Carpenter와 Saffle(7)에 의하면 기름첨가속도는 EC에 영향을 미치지 않으며 기름첨가속도에 따른 EC의 변화는 혼합기의 능력, 혼합기의 형태 및 유화온도에 영향을 받는 것으로 생각된다고 보고하였다.

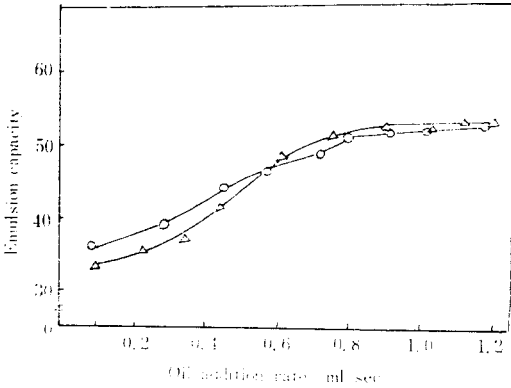


Fig. 3. Effect of oil addition rate(ml/sec) on emulsion capacity of 0.2% Pro-Fam and Na-caseinate dispersed in distilled water

—○—, Pro-Fam; —△—, Na-casseinat

다. 혼합속도

Fig. 4에서 보는 바와같이 혼합속도가 6,000rpm에서 12,000rpm으로 증가함에 따라 EC는 감소함을 알수 있다. 이와 비슷한 결과는 Swift 등(5), Hergarty 등(21), Ramanatham 등(20), 및 Crenwelge 등(9)에 의해 보고되었으며, 특히 Ivey 등(22)은 혼합속도가 증가함에 따라 기름방울의 지름이 감소됨을 관찰하였다. 따라서 혼합속도가 증가하면 기름방울의 크기가 작아지고, 이에

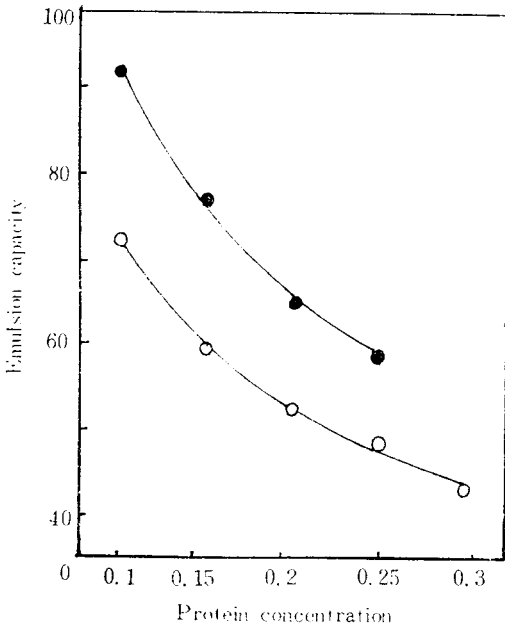


Fig. 4. Effect of mixing rate on emulsion capacity of Pro-Fam at 12,000rpm and 6,000rpm

—●—, 6,000rpm; —○—, 12,000rpm

따라 표면적이 증가되어 막 형성물질인 단백질이 부족하게됨으로써 EC가 감소하는 것으로 해석된다.

라. NaCl농도

Fig. 5는 NaCl농도의 변화에 따른 EC의 변화를 나타낸 것으로 Pro-Fam은 0.1~0.5M NaCl 농도에서 EC증가를 나타내었으며, 특히 0.3M NaCl에서 EC는 최대를 나타내었다. Na-caseinate에 있어서도 NaCl은 EC를 증가시켰으며 특히 0.1M NaCl에서 EC는 현저히 증가하였다.

이와 비슷한 결과는 식육단백질, 알팔파단백질, 당콩단백질 및 분리대두 단백질에서도 얻어진바 있다(20~24). 한편 NaCl농도에 따른 NSI변화는 Na-caseinate 경우 NaCl농도 증가에 따라 NSI는 증가하였으며 분리대두단백질의 경우 NaCl농도 증가에 따라 NSI가 감소하였다.

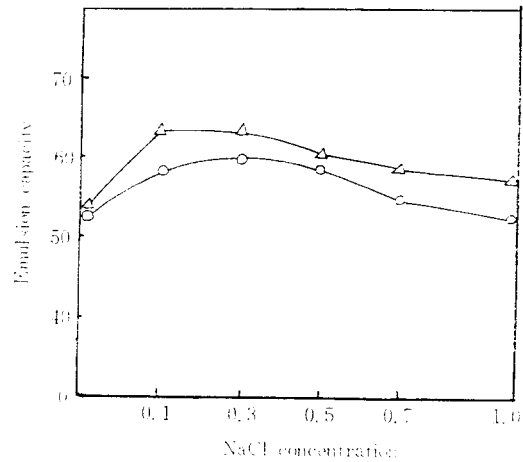


Fig. 5. Effect of NaCl on emulsion capacity of 0.2% Pro-Fam and Na-caseinate dispersions

—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

마. pH

Fig. 6에 나타낸 pH변화에 따른 Pro-Fam과 Na-caseinate의 EC변화는 Fig. 1에서 본 pH변화에 따른 NSI의 변화와 아주 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다. 단백질의 등전점 부근인 pH 4.5에서 EC는 최소가 되며, pH 2.7과 pH 10에서 EC는 급격히 증가되었다.

이와 비슷한 결과는 Aoki 등(25)의 7S, 11S 대두단백질, Crenwelge 등(9)에 의한 농축대두단백질, 면실박, 탈지분유, Ramanathan 등(20)에 의한 당콩단백질에서 각각 보고된 바 있다. 그러나 Wang과 Kinsella(23)에 의하면 일단백질에서는 pH 5에서 단백질수용성은 높지 않으나 EC는 최대가 되며 pH 10에서 수용성은 대단히 높으나 EC는 매우 낮다고 보고하였다.

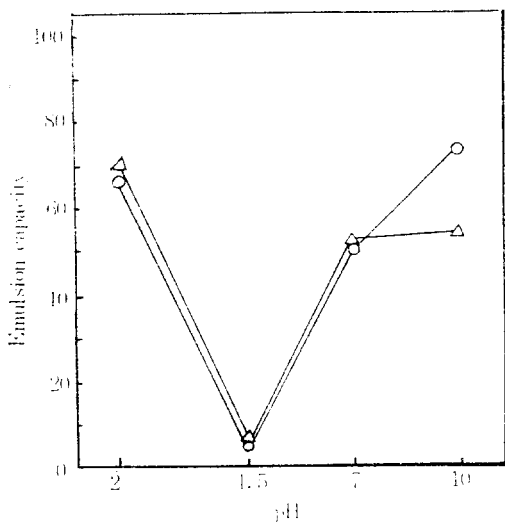


Fig. 6. Effect of pH on emulsion capacity of 0.2% Pro-Fam and Na-caseinate dispersions

—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

유화안정도에 영향을 미치는 요소

가. 단백질농도

Fig. 7을 보면 단백질의 농도가 증가할수록 Pro-Fam과 Na-caseinate의 유화안정도(ES)는 급격히 높아지고 있으며, Pro-Fam이 Na-caseinate보다 ES가 높음을 알 수 있다. 단백질농도 증가에 따라 ES가 높아진다는 사실은 Yamauchi 등<sup>26)</sup>은 whey protein에서, Acton과 Saffle<sup>(15)</sup>은 Na-soy proteinate 등에서도 보고한 바 있다. 또한 분리대두단백질이 caseinate보다 ES가 높음

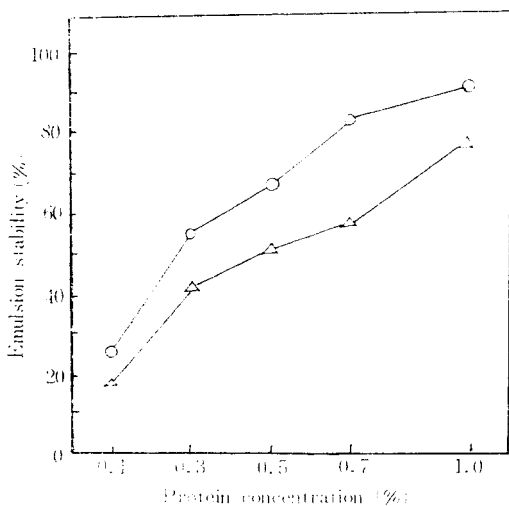


Fig. 7. Effect of protein concentration on emulsion stability of Pro-Fam and Na-caseinate

—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

을 Acton과 Saffle<sup>(15)</sup>이 보고하였다. 그러나 Acton 등에 의한 실험에서 Na-caseinate는 단백질농도 증가에 따라 유화안정도는 별 증가가 없는데 이는 본 실험에서는 실온정치시간이 1시간인데 비해 Acton과 Saffle의 방법<sup>(15)</sup>은 5°C에서 24시간 정치후 측정하는데 기인된 것으로 생각된다.

나. 기름 및 수분함량

Fig. 8 및 9에서 보는 바와같이 Pro-Fam이 Na-caseinate보다 ES가 높으며, 유화액 내의 수분함량이 증가할수록 ES는 감소하였다. 이는 기름함량증가에 따른 에멀전의 점도증가에 기인되는 것으로 생각되는데

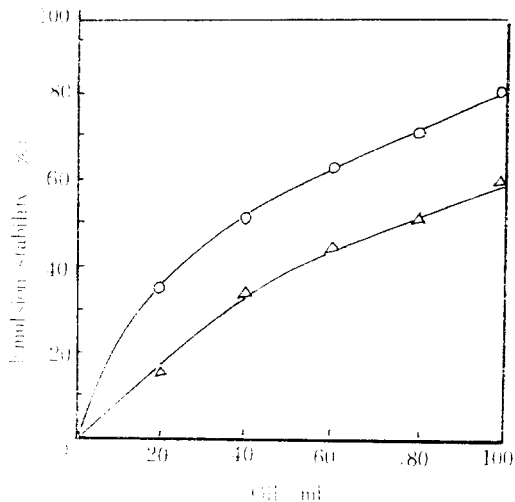


Fig. 8. Effect of oil addition volume(ml) on emulsion stability in 100 ml of 0.3% Pro-Fam and Na-caseinate dispersions

—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

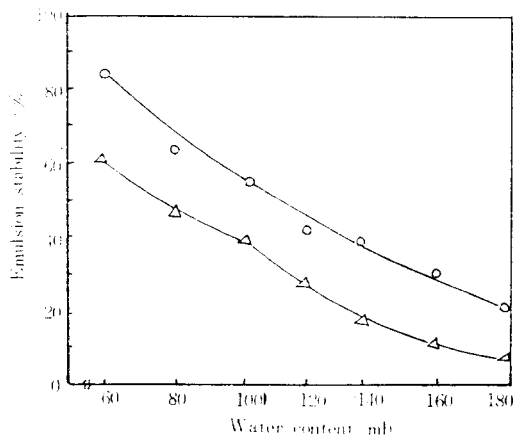


Fig. 9. Effect of water content on emulsion stability of 0.3g Pro-Fam and Na-caseinate dispersions containing 0.3g of protein

—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

Acton과 Saffle<sup>(15)</sup>은 Na-caseinate, gelatin, Na-soy proteinate 등에서 점도 증가에 따라 ES는 증가됨을 보고하였고, Yamauchi 등<sup>(26)</sup>은 whey protein에서 기름함량이 증가하면 ES가 증가됨을 보고하였다.

다. 혼합시간

Fig. 10은 Pro-Fam과 Na-caseinate의 0.5%용액을 12,000rpm에서 유화시켰을 때 혼합시간이 증가할수록 ES는 증가됨을 보이고 있으며, 또한 Pro-Fam이 Na-caseinate보다 ES가 높음을 나타내고 있다. 특히 혼합시간 2분까지는 현저히 ES가 증가하였으나 그 이후는 ES가 거의 변하지 않음을 알 수 있다.

Fig. 11에서는 Pro-Fam의 농도별 혼합시간의 변화에 따른 ES변화를 나타내고 있다. 단백질농도가 달라짐에 따라 혼합시간이 ES에 미치는 영향도 서로 다르

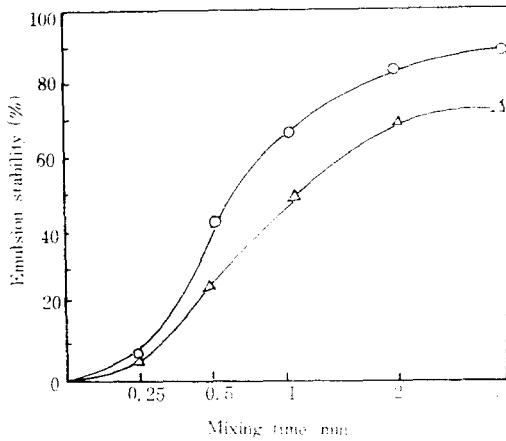


Fig. 10. Effect of mixing time on emulsion stability of 0.5% Pro-Fam and Na-caseinate dispersions at 12,000rpm  
—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

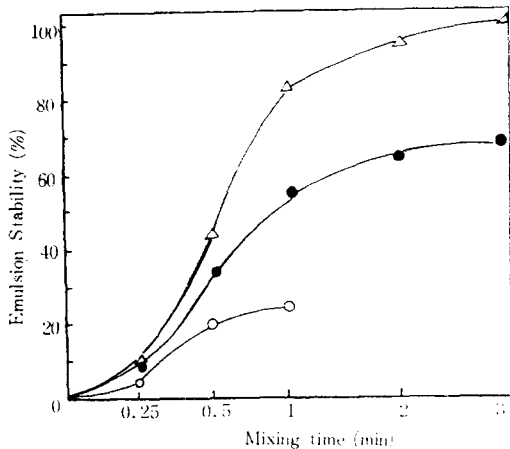


Fig. 11. Effect of mixing time at 12,000rpm on emulsion stability of various concentrations of Pro-Fam dispersion

다는 것을 알 수 있다. 특히 0.1% Pro-Fam용액으로 유화시켰을 때, 1분 이상 혼합할 경우 유화가 붕괴되었는데 이는 혼합시간이 증가됨에 따라 Ivey 등<sup>(22)</sup>이 관찰한 것처럼 지방구 표면적이 증가되어 막형성 물질인 단백질이 부족해지기 때문인 것으로 생각된다.

라. pH

Fig. 12는 pH변화에 따른 유화안정도의 변화를 나타낸 것으로 단백질의 등전점 부근인 pH 4.5에서 ES가 최저가 됨을 보이고 있으며, Aoki 등<sup>(25)</sup>과 Volkert 등<sup>(27)</sup>도 이와 비슷한 결과를 보고한 바 있다. 이 결과는 Pro-Fam 및 Na-caseinate의 유화안정도는 유화용

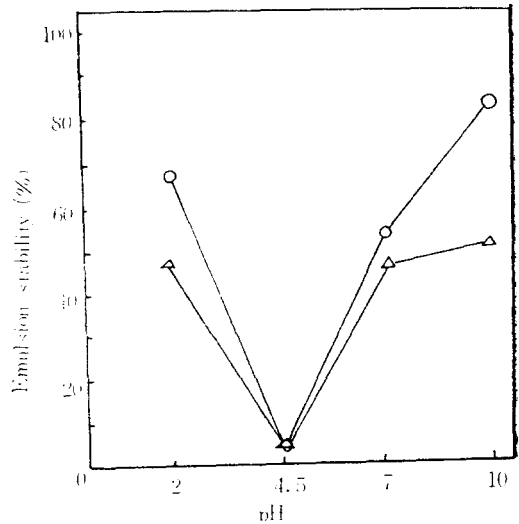


Fig. 12. Effect of pH on emulsion stability of 0.2% Pro-Fam and Na-caseinate dispersions  
—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

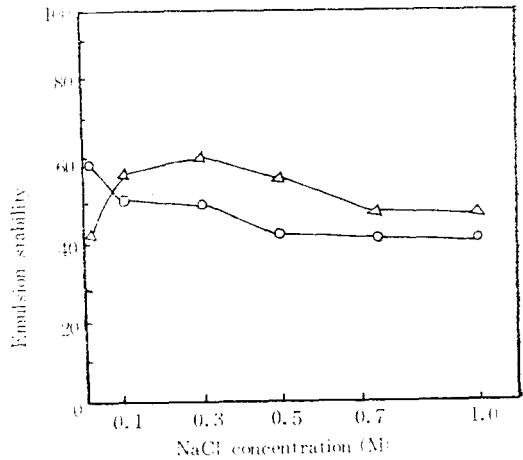


Fig. 13. Effect of NaCl on emulsion stability of 0.2% Pro-Fam and Na-caseinate dispersions  
—○—, Pro-Fam; —△—, Na-caseinate

량과 마찬가지로 단백질의 NSI와 밀접한 관계가 있음을 나타내는 것이다. 그러나 McWalters와 Cherry<sup>(28)</sup>는 대두박분과 땅콩박분을 사용한 실험에서 매우 높은 단백질 수용성이 반드시 최대 유희용량이 되지 않는 것으로 보고하였다. 이것은 이들 박자막에 들어있는 단백질 이외의 성분에 의한 영향으로 생각된다.

#### 나. NaCl농도

Fig. 13은 NaCl농도 변화에 따른 유희안정도의 변화를 나타내고 있다. NaCl의 첨가에 의하여 Pro-Fam의 ES는 감소하는 경향을 나타내는 반면 Na-caseinate는 0.3M NaCl까지는 ES가 증가한 후 그 이상 첨가될 때 감소하기 시작하였다. 소금농도 1M까지는 Na-caseinate의 ES가 Pro-Fam보다 높았다. 그러나 Inklaar와 Fortune<sup>(14)</sup>이 5% 단백질 용액에 3.3%의 NaCl을 가한 후 ES의 크기를 비교한 실험에서는 분리대두단백질의 ES가 Na-caseinate의 ES보다 큰 것으로 보고된 바 있어서 상반된 결과를 보이고 있다.

#### 기준방법에 의한 비교실험

이상의 실험결과를 종합하여 실험방법에서 기술한 것을 대두단백질의 유희능력을 점정할 수 있는 기준방법으로 정하고 실험실에서 제조할 분리대두단백질과 외국산 분리대두단백질의 유희능력을 이 기준방법에 의하여 비교하였다. Table 1에서 볼 수 있는 바와같이 실험실 제조 분리대두단백질은 외국산에 비하여 NSI는 매우 높았지만 유희용량과 유희안정도가 다소 떨어짐을 알 수 있다. 이것은 분리대두단백질의 제조과정에 적용된 조건들이 다소 차이가 있으므로 인하여 단백질의 분자구조가 달라진 것에 기인하는 것으로 고려된다.

경험적 방법에 의한 유희능력 점정은 실제 식품공업에 필요한 여러가지 자료를 제공할 수 있으며 단순한 품질관리를 위한 자료뿐만 아니라 제품개발과 공정개선을 위한 가능성을 제시할 수 있는 것이다. 예를들어 본 실험에서 관찰한 바와같이 단백질농도 및 혼합시간

의 변화에 따라 ES가 계속 변할 수 있다는 사실은 단백질용액의 유희에 사용하는 콜로이드 밀(colloid mill), 가압 균질기(pressure homogenizer), 초음파장치(ultrasonic device) 등 혼합기의 종류에 따라 ES에 차이가 나타날 수 있음을 시사하고 있다. Törnberg<sup>(29,30)</sup>는 분리대두단백질, Na-caseinate 및 whey protein concentrate 등을 밸브균질기나 초음파장치 등에 의하여 유희시킬 때 사용한 동력의 크기, 반복회수 등에 따라서는 달라짐을 보고하고 있다.

단백질의 유희용량이나 유희안정도가 유희시키는데 사용하는 기기에 따라 또한 기타 요소들에 따라 크게 달라지고 있는 것으로 보아 어느 한 system에서 얻어진 결론만으로 단백질의 유희능력을 비교하거나 평가하기는 곤란한 것임을 알 수 있다. 여러가지 단백질의 유희능력이나 유희안정도를 비교 검토하기 위하여는 유희에 사용되는 기기의 종류, 용액의 pH, 이온농도 및 단백질의 농도, 유지의 첨가속도 등을 동일하게 하여야 한다. 또한 표준화된 방법은 여러가지 단백질의 유희능력을 일차적으로 비교 검토하는데 유용하게 사용될 수 있지만, 더 나아가 특정식품에 사용될 단백질의 선택을 위하여는 그 식품의 제조과정이나 성분함량과 유사한 조건에서 유희능력을 비교하는 것이 바람직한 것이다.

## 요 약

Swift방법에 의하여 분리대두단백질과 카제인의 유희용량을 측정할 때와 Acton방법에 의하여 유희안정도를 측정할 때의 여러가지 실험조건이 측정결과에 미치는 영향을 관찰하였다.

유희용량(EC)은 단백질의 농도(0.1~0.3%)와 교반속도(6,000~12,000rpm)가 증가할수록 감소하였다. 기름첨가속도 0.8~1.0 ml/sec 범위에서는 EC에 큰 변화를 일으키지 않았으며 이온농도(0.1~1M)가 증가함에 따라 EC는 증가하는 경향을 나타내었다. 단백질의 동전점 부근에서 EC는 가장 낮게 나타났으며 이에 따른 EC의 변화는 단백질의 NSI 변화와 거의 같은 경향을 나타내었다.

유희안정도(EC)는 단백질의 농도, 기름첨가량, 교반속도, 교반시간이 증가할수록 높아졌으며 pH의 변화에 따른 ES의 변화는 단백질의 NSI변화와 같은 경향을 나타내었다. NaCl(0.1~1.0M) 첨가시 Na-caseinate의 ES는 높아졌으나 분리대두단백질의 ES는 감소하였다.

이상의 실험 결과로부터 식품단백질의 유희작용을 평가하기 위한 기준측정법을 선정하고 이 방법에 의한

Table 1. Comparison of the functional properties of different types of protein

	Lab. made ISP	Pro-Fam	Supro- 620	Na- caseinate
pH	7.32	7.65	7.62	7.20
Protein	91.6	92.6	91.3	94.0
NSI(%)	87.3	64.2	36.3	88.9
Emulsion capacity	48.7	53.5	49.3	54.8
Emulsion stability	41.8	55.5	53.9	43.3

여 실험실에서 제조된 분리대두단백질의 유화작용을 평가비교하였다.

## 문 헌

1. Karel, M.: Properties Controlling Mass Transfer in Food and Related Model Systems, in *Theory, Determination and Control of Physical Properties of Food Materials*, ed. C.K. Rha., D. Reidel Publ. Co., Dordrecht-Holland. p.221 (1975)
2. Phillips, M. C.: *Food Technol.*, **35**(1), 54 (1981)
3. Kinsella, J. E.: In *Critical Review in Food Science and Nutrition*, Chemical Rubber Co., Cleveland, OH, Vol. 7, p. 279, (1976)
4. Kinsella, J. E.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 242 (1976)
5. Swift, C. E., Lockett, C. and Fryer, A. J.: *Food Technol.*, **15**, 468 (1961)
6. Pearson, A. M., Spooner, M. E., Hegarty, G. R. and Bratzler, L. J.: *Food Technol.*, **19**, 1841 (1965)
7. Carpenter, J. A. and Saffle, R. L.: *J. Food Sci.*, **29**, 774 (1964)
8. Manak, L. T., Lawhon, J. T. and Lusas, E. W.: *J. Food Sci.*, **45**, 236 (1980)
9. Crewelge, D. D., Dill, C. W., Tybor, P. T. and Landmann, W. A.: *J. Food Sci.*, **39**, 175 (1974)
10. Webb, N.B., Ivey, F. J., Craig, H. B., Jones, V. A. and Monroe, R. J.: *J. Food Sci.*, **35**, 501 (1970)
11. Haque, A., Webb, N. B., Howell, A. T. and Barbour, B. C.: *J. Food Sci.*, **38**, 1224 (1973)
12. Marshall, W. H., Dutson, T. R., Carpenter, Z. L. and Smith, G. C.: *J. Food Sci.*, **40**, 896 (1975)
13. Smith, L. M. and Dairiki, T.: *J. Dairy Sci.*, **58**, 1249 (1975)
14. Inklaar, P. A. and Fortune, J.: *Food Technol.*, **23**, 103 (1969)
15. Acton, J. C. and Saffle, R. L.: *J. Food Sci.*, **36**, 1118 (1971)
16. Toneberg, F. and Hermansson, A. M.: *J. Food Sci.*, **42**, 468 (1977)
17. A.O.A.C.: *Official Methods of Analysis*, 13th ed., Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C. (1980)
18. Yasumatsu, K., Misaki, M., Tawada, T. and Toda, K.: *Agric. Biol. Chem.*, **36**, 737 (1972)
19. Titus, T. C., Barbous, H. F. and Wiacko, N. N.: *Food Technol.*, **22**, 1449 (1968)
20. Ramanatham, G., Rau, L. H. and Urs, L. N.: *J. Food Sci.*, **43**, 1270 (1978)
21. Hergarty, G. R., Bratzler, L. J. and Pearson, A. M.: *J. Food Sci.*, **28**, 663 (1963)
22. Ivey, F. J., Webb, N. B. and Johns, A.: *Food Technol.*, **24**, 1279 (1970)
23. Wang, J. C. and Kinsella, J. E.: *J. Food Sci.*, **41**, 286 (1976)
24. Nath, J. P. and Narasinga, M. S.: *J. Food Sci.*, **46**, 1225 (1981)
25. Aoki, H., Taneyama, O. and Inami, M.: *J. Food Sci.*, **45**, 534 (1980)
26. Yamauchi, K., Shimizu, M. and Kamiya, T.: *J. Food Sci.*, **45**, 1237 (1980)
27. Volkert, M. A. and Klein, B.: *J. Food Sci.*, **44**, 93 (1979)
28. McWalters, K. H. and Cherry, J. P.: *J. Food Sci.*, **42**, (1977)
29. Toneberg, E.: *J. Food Sci.*, **43**, 1559 (1978)
30. Toneberg, E. and Lundh, G.: *J. Food Sci.*, **43**, 1553 (1978)