

분리 팥 단백질의 유화특성에 관한 연구

김 현 정 · 손 경 희 · 박 현 경

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

Emulsion Properties of Small Red Bean Protein Isolates

Hyon-Jung Kim, Kyung-Hee Sohn and Hyun-Kyung Park

Department of Food and Nutrition,
College of Home Economics, Yonsei University

Abstract

The emulsifying properties of small red bean protein isoates were evaluated through their emulsion capacity and stability of the resulting emulsions. The influence of pH, Sodium Chloride and heat treatment on the efficiency of small red bean protein isolates as emulsifying agents was studied. The surface hydrophobicity (S_o) of small red bean protein islates also examined.

The results were obtained as follows;

1. The emulsion capacity of small red bean protein isolates was high at pH 11, low at pH 3 and decreased by heat treatment. With addition of NaCl, emulsion capacity decreased steadily and showed lowest value when 0.2 M NaCl was added.
2. The emulsion stability at pH 4.5 and heat treatment over 60°C decreased emulsion stability at pH 4.5. When NaCl was added, emulsion stability was generally increased.
3. The surface hydrophobicity of small red bean protein isolates showed the highest value at pH 3 and lowest at pH 11 and increased as the heating temperature increased. When 0.2 M NaCl was added, surface hydrophobicity also increased at pH 4.5.

I. 서 론

식품내 단백질이 가진 기능성중의 하나인 유화성은 식품내의 품질에 중요한 영향을 미칠수 있는 요소로서 천연 유화제인 단백질은 그 구조내에 친수기와 소수기를 공유함으로써 유화액을 형성시킬 수 있다. 이러한 단백

질의 유화특성은 단백질의 구조, 점성, pH, 온도 및 각종 첨가물질에 의해 달라질수 있는데¹⁾ 크게 유화용량과 유화안정성으로 나누어 나타낼 수 있다. 또한 단백질의 표면소수성은 여러가지 식품기능성의 지표가 될 수 있는데 특히 유화성과는 상당히 밀접한 관계가 있다고 보고된 바 있다^{2,3)}.

최근까지 인류의 증가에 따른 식량부족문제를 해결하

기 위하여 영양가가 높고 경제적으로도 값이 싼 단백질의 개발 및 이용에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔으며 이중 두류 단백질의 식품학적 기능특성을 이용하여 다양한 식품첨가제로써 사용하려는 시도가 꾸준히 이루어지고 있다⁴⁾.

팥은 한국, 중국, 일본 등지에서 널리 재배되는 두류로 우리나라의 경우 그 생산량이 대두 다음으로 많다. 본 연구에서는 팥으로부터 단백질을 분리하여 유화특성 및 표면 소수성에 대해 살펴보고 각 특성치간의 상관성을 알아보고자 하였으며 팥의 종류에 따른 차이가 있는지를 알아보기 위해서 붉은 팥인 적두와 검정팥인 거두를 상호 비교하여 보았다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 시료의 조제

팥의 외피를 제거하여 만든 팥가루를 이용하여 Fig. 1과 같은 순서로 분리 팥 단백질을 제조하였다.

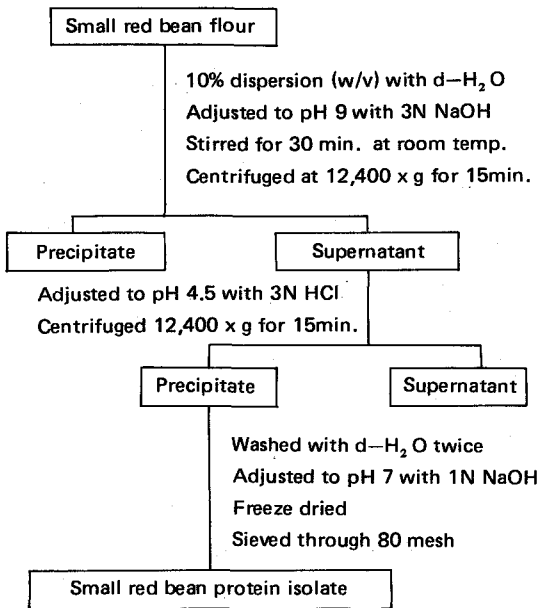


Fig. 1. Schematic diagram for the preparation of Small red bean protein isolate

2. 실험 방법

1) 유화 용량 측정 (Emulsion Capacity: EC)

유화 용량은 박⁵⁾의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 0.3% 단백질 용액을 pH에 따라 제조하거나 가열 또는 염을 첨가하여 Ultra-disperser (Yamato LK-21)로 20000 rpm에서 균질화 시켰다. 기름은 0.5 ml/sec의 속도로 첨가하였고 phase inversion이 일어나는 지점을 반응 종말점으로 간주하여 단백질 mg 당 유화된 기름의 양(ml)을 유화용량으로 표시하였다.

2) 유화 안정성의 측정 (Emulsion Stability: ES)

유화 안정성은 Wang 등⁶⁾의 방법을 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 3% 단백질용액 10ml에 공기름 10ml를 가하여 Homogenizer(Ace type, Nihon Seiki)로 유화액을 형성시킨 후 80°C water bath에서 30분간 가열하여 15°C로 냉각시킨 후 3000 rpm에서 5분간 원심분리하여 다음공식에 의하여 계산하였다.

Emulsion Stability (%)

$$= \frac{\text{Volume of emulsified layer after centrifugation}}{\text{Volume of total content in the tube}}$$

3) 표면 소수성 측정 (Surface Hydrophobicity: So)

분리 팥 단백질의 표면 소수성은 Paulson⁷⁾의 방법에 따라 측정하였다. 원충용액을 이용하여 0.5% 단백질 용액을 pH에 따라 제조하거나 가열 혹은 염을 첨가하여 제조한 후 0.025~0.15%의 농도로 희석하여 ANS(1-Anilino-8-Naphthalene Sulfonate) 용액을 첨가한 후 Amino Bowman spectrofluorometer로 형광도를 측정하였다. 단백질의 순수 형광도는 ANS로 처리한 값과 처리하지 않은 값의 차이로 나타내었으며 단백질농도에 대한 순수 형광도를 도식하여 최소자승법에 의해 기울기를 구하여 표면소수성으로 표기하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

1. 유화 용량

분리 팥 단백질의 유화용량에 대한 실험 결과를 Fig. 2, 3, 4에 표시하였다. pH에 따른 유화 용량을 보면 거두, 적두 모두 pH 11에서 가장 높은 유화 용량을 나타냈고 pH 3에서 가장 낮은 유화용량을 나타내어 등전점 이상의 pH영역에서 유화 용량이 높은 것으로 보인다.

Volkert⁸⁾에 의하면 유화 용량은 등전점 부근에서 차

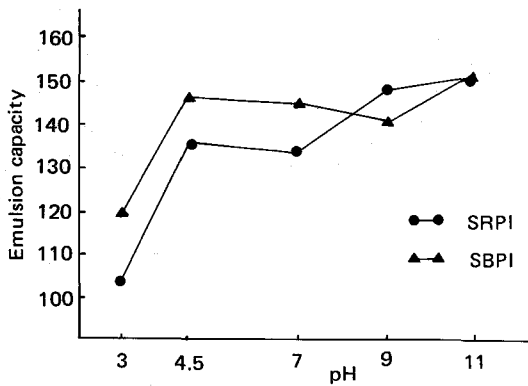


Fig. 2. Effect of pH on the emulsion capacity of two small red bean protein isolates.

* SRPI : Small red bean, red protein isolate
 * SBPI : Small red bean, black protein isolate

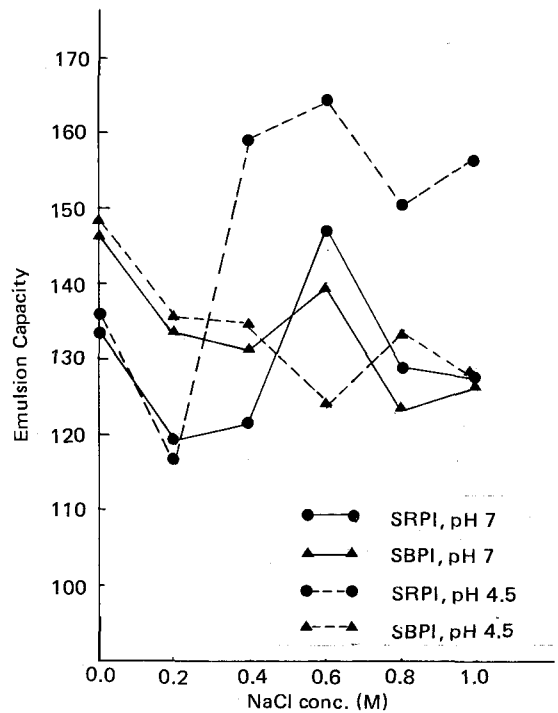


Fig. 4. Effect of NaCl concentration on the emulsion capacity of two small red bean protein isolates

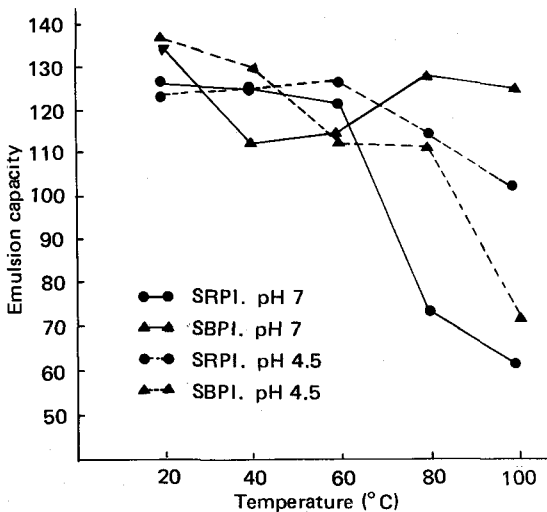


Fig. 3. Effect of heating temperature on the emulsion capacity of two small red bean protein isolates.

이가 나지 않으며 pH의 영향을 받지 않는다고 보고하였다.

열처리에 의한 유화 용량은 겨두, 적두 모두 pH 4.5와 pH 7에서는 적두가 더 많이 감소되어 겨두와 적두간의 pH에 따라 열처리에 의한 유화 특성에 차이를 보였다.

NaCl의 첨가에 의해 유화 용량은 다소 감소되는 경향을 보였으며 이는 0.2 M의 NaCl의 첨가시에 특히 그러

했다. 0.4 M 이상의 NaCl의 첨가에 의해서는 유화 용량이 다소 회복 되었으며 pH 4.5의 적두는 0.4 M 이상의 NaCl 첨가시에 유화용량이 매우 증가 됐다.

pH에 따른 표면 소수성과 유화용량간의 상관관계는 상관계수 0.8, 0.6으로 매우 높은 상관관계를 나타냈으나 NaCl 첨가시에 낮은 값을, 열처리시에 또 높은 값을 가져 일관적인 결과를 나타내지 못했다. 그러나 모든 경우에 있어 0.3 이상의 값을 나타냄으로 표면 소수성과 유화용량간에 관련성이 있다고 판단되었다.

2. 유화 안정도

pH에 따른 분리 팔 단백질의 유화 안정도의 결과를 Fig. 5에 제시하였다.

겨두와 적두간의 pH에 따르는 유화 안정도의 차이는 없는 것으로 나타났으며 pH 4.5에서 분리 팔 단백질은 유화 안정성이 가장 높은 것으로 나타났다. Koyoro 등⁹⁾은 Peaglobulin fraction은 pH 7에서 유화 안정성이 더 높다고 하였으며 이는 pH 4.5에서 용해되지 않은 단백질이 기름방울이 서로 응집하는 것을 방지하는 물리적인

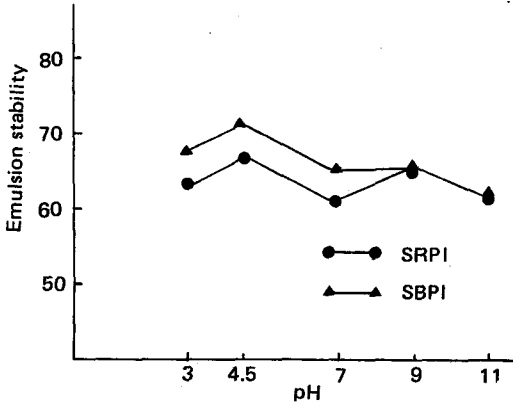


Fig. 5. Effect of pH on the emulsion stability of two small red bean protein isolates

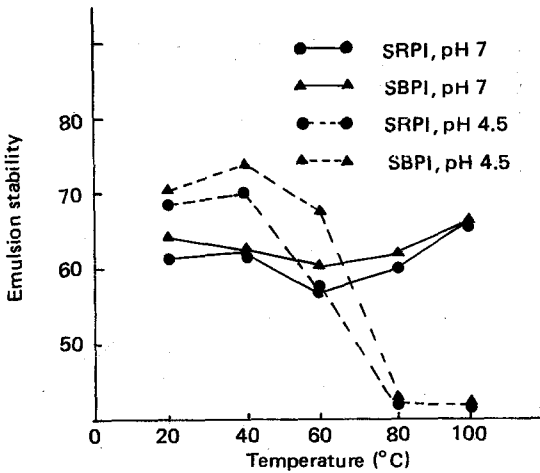


Fig. 6. Effect of heating temperature on the emulsion stability of two small red bean protein isolates.

장벽을 만들어 유화를 안정시키기 때문이라고 보았다.

분리 팔 단백질의 열처리에 의한 유화 안정성은 Fig. 6에 나타났다.

pH 7에서는 겨두, 적두 모두 열처리에 의해 유화 안정성에 영향을 받지 않았으나 pH 4.5에서는 60°C 이상의 열처리에 의해 겨두, 적두 모두 유화 안정성 감소되었고 80°C 이상의 열처리 시에는 유화액이 완전히 깨지는 현상을 보였다.

Kato¹⁰⁾ 등의 연구에 의하면 ovalbumin과 lysozyme은 응고하지 않을 정도의 열처리변성에 의해 유화 특성이 향상 된다고 하였는데 본 실험에서도 pH 4.5에서

40°C의 열처리시엔 유화 안정성이 증가되는 현상을 나타냈다.

NaCl 첨가에 따른 유화 안정성의 변화는 Fig. 7에 제시하였다. NaCl의 첨가에 따라 분리 팔 단백질의 유화 안정성은 다소 증가 되었으며 특히 pH 7에서는 더욱 그러했다.

3. 표면 소수성

표면 소수성은 용해도, 기포성, 유화성등에 밀접한 관련을 갖는 성질로 분리 팔 단백질 용액의 표면 소수성에 대한 실험의 결과를 Fig. 8, 9, 10에 제시하였다.

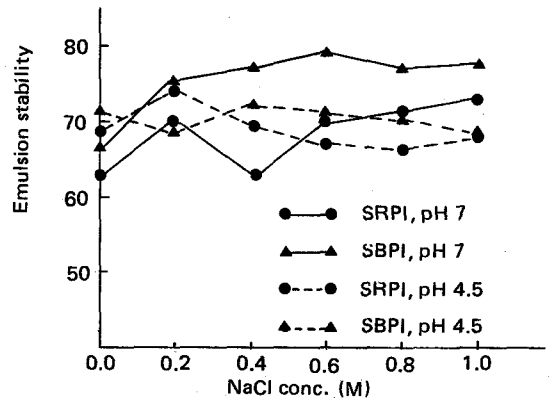


Fig. 7. Effect of NaCl concentration on the emulsion stability of two small red bean protein isolates.

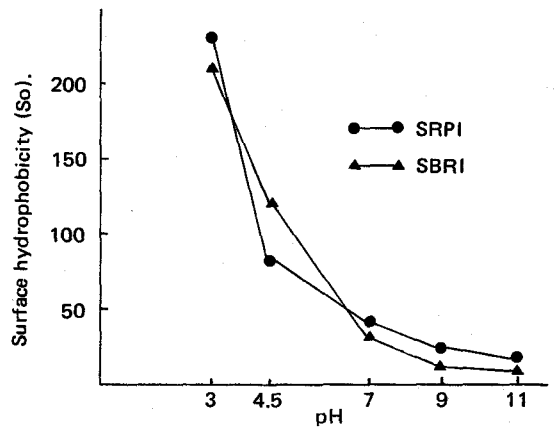


Fig. 8. Effect of pH on the surface hydrophobicity of two small red bean protein isolates.

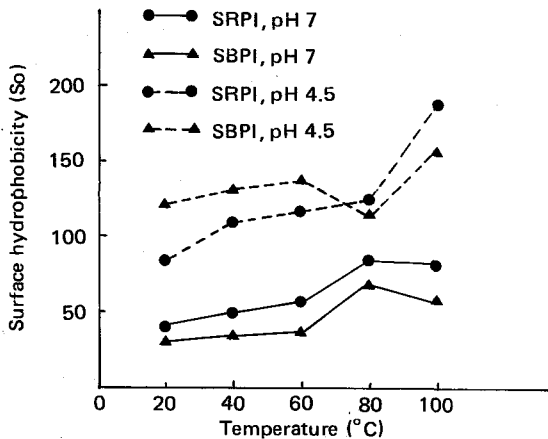


Fig. 9. Effect of heating temperature on the surface hydrophobicity of two small red bean protein isolates

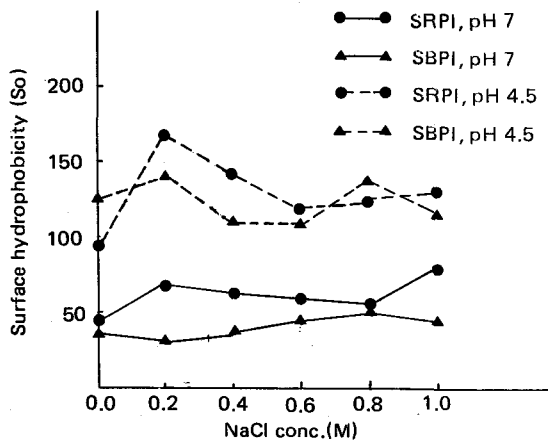


Fig. 10. Effect of NaCl concentration on the surface hydrophobicity of two small red bean protein isolates.

적두, 거두 모두 산성 pH 영역에서 표면 소수성이 높았으며 특히 pH 3에서 가장 높은 값을 나타냈다.

열처리에 의해 단백질 용액은 분자들의 unfolding이 일어나게되어 소수성 잔기들이 노출되며 표면 소수성에 변화가 오게된다. 적두와 거두는 열처리에 의해서 표면 소수성이 증가되는 경향을 나타내었으며 이는 pH 4.5에서 더욱 뚜렷하게 나타났다.

Chan 등³⁾의 연구에서도 단백질의 열처리에 의해 표면 소수성은 증가된다고 보고되었다. NaCl의 첨가에 의해 분리 팥 단백질의 표면 소수성은 다소 증가되었다. 이는

0.2 M의 NaCl 첨가시 그러했으며 pH 4.5에서 더욱 두드러졌다.

이러한 사실은 Paulson 등⁷⁾의 canola protein isoalte를 이용한 실험에서 산성 pH에서는 NaCl의 첨가에 의해 표면 소수성이 감소되고 알칼리성 pH에서는 증가했던 것과는 약간 다른 결과였다.

IV. 결론 및 제언

분리 팥 단백질의 pH, NaCl, 열처리에 따른 단백질의 표면 소수성, 유화용량, 유화안정성의 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 거두, 적두 모두 pH 11에서 가장 높은 유화 용량을 pH 3에서 가장 낮은 유화용량을 나타냈으며 일반적으로 등전점 이상의 pH 영역에서 유화용량이 높은 것으로 나타났다.

열처리에 의해 거두, 적두 모두 유화 용량이 감소되었으며 NaCl 첨가에 따라서도 유화용량은 다소 감소되는 경향을 보였고 특히 0.2M의 NaCl 첨가시에 그러했다.

2) 등전점인 pH 4.5에서 거두, 적두 모두 유화 안정성이 가장 높았으며 pH 7에서는 열처리에 의해 유화 안정성이 감소되지 않았으나 pH 4.5에서는 60°C 이상의 열처리에 의해 거두, 적두 모두 유화 안정성이 감소되었다.

NaCl의 첨가에 의해서는 유화 안정성이 다소 증가되는 경향을 보였다.

3) 분리 팥 단백질의 표면 소수성은 pH에 따라 크게 차이를 나타내어 거두 적두 모두 산성 pH 영역에서는 높은 값을 염기성 pH영역에서는 낮은 값을 보였으며 pH 3에서 가장 높은 값을 가졌다.

열처리에 의해 표면 소수성은 증가되는 경향을 보였으며 이는 pH 4.5에서 더욱 뚜렷하게 나타났다. 0.2 M의 NaCl 첨가시 pH 4.5에서 표면 소수성은 증가 되었다.

이상의 결과로 본 분리 팥 단백질의 유화 특성은 우수하다고 보여지며 식품계에서 이용될 경우 유용하리라 여겨진다.

그러나 식품계에서의 이용을 위해서는 이 단백질의 물리화학적 성질과 분자구조 뿐 아니라 다른 식품성분 및 제조과정중에 미치는 여러가지 영향에 대한 연구가 함께 이루어져야 한다고 사료된다.

REFERENCES

- 1) Philips, M.C., Protein conformation at liquid interfaces and its roll in stabilizing emulsion and foams, *Food Tech.*, **35**:50, 1981
- 2) Voutsinas, L.P. and Cheung, E., Relationship of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins, *J. Food Sci.*, **48**:26, 1983
- 3) Li-chan, E. and Nakai, S., Hydrophobicity and solubility of meat proteins and their relationship to emulsifying properties, *J. Food Sci.*, **49**:345, 1984
- 4) King, J., Aguirre, C. and Pablo, S., Functional properties of lupin protein isolates, *J. Food Sci.*, **50**:82, 1985
- 5) 박혜원, 녹두 단백질의 이화학적 및 식품학적 특성에 관한 연구, 연세대학교 대학원, 식생활학과, 박사학위 논문, 1987.
- 6) Wang, J.C. and Kinsella, J.E. Functional properties of novel proteins: alfalfa leaf protein, *J. Food Sci.*, **41**:286, 1976
- 7) Paulson, A.T. and Tung, M.A., Solubility, hydrophobicity and net charge of succinylated canola protein isolates, *J. Food Sci.*, **52**:1557, 1987
- 8) Volkert, M.A. and Llein, B.P., Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products, *J. food Sci.*, **44**:93, 1979
- 9) Koyoro, H. and Powers, J.R., Functional properties of pea globulin fractions, *Cereal Chem.*, **64**:97, 1987
- 10) Kato, A. and Osako, Y., Changes in emulsifying and foaming properties of proteins during heat denaturation, *Agri. Biol. Chem.*, **47**:33, 1983