

분리 강남콩 단백질의 유화특성에 관한 연구

최 희 령 · 손 경 희 · 민 성 희

연세대학교 식생활학과

A study of the Emulsifying Properties of Kidney Bean Protein Isolate

Hee Ryong Choi, Kyung Hee Sohn, and Sung Hee Min

Dept. of Food and Nutr., College of Home Economics, Yonsei Univ.

Abstract

This study was carried out in order to study the emulsifying properties of kidney bean protein isolate. Kidney bean protein isolate was tested for the purpose of finding out the effect of pH, addition of NaCl, and heat treatment on the solubility and emulsion capacity, emulsion stability, surface hydrophobicity and emulsion viscosity.

The results were summarized as follows.

1. The solubility of kidney bean protein isolate was affected by pH and showed the lowest value at pH 4.5 which is isoelectric point of kidney bean isolate. When the kidney bean protein isolate was heated, the highest value observed at pH 2 and pH 7 was 96.11%, 97.41% respectively.

2. The emulsion capacity of kidney bean protein isolate was not significantly different with each pH. With addition of NaCl, emulsion capacity decreased steadily. When heated the highest value observed at pH 2 and pH 7 was 82.91 ml oil/100 mg protein (60°C), 82.08 ml oil/100 mg protein (80°C) respectively.

3. The emulsion stability was significantly higher at pH 4.5 than that of pH 2 and pH 7. (p 0.05)

When NaCl was added, emulsion stability was generally increased after 2hrs. When heated, the highest value observed at pH 2 and pH 7 was 21.25% (80°C), 23.7%(100°C) respectively after 2hrs.

4. Surface hydrophobicity increased sharply as 0.2 M NaCl was added to pH 4.5. When heated, the surface hydrophobicity increased as the temperature increased.

5. The highest value of emulsion viscosity was observed at pH 4.5 and pH 7 when 0.2 M NaCl

was added. Under heat treatment, the highest value was 48,000 cps at pH 4.5 (40 °C). In the case of pH 7, the highest value was 105,000 cps at 100 °C.

서 론

두류는 예로부터 우리나라를 비롯한 동양에서 많이 섭취되어온 식품으로 쌀, 보리, 곡류 위주의 식사에서 부족하기 쉬운 단백질을 공급받아 왔으므로 우리나라 식생활에서 두류는 매우 중요한 위치를 차지한다. 식품내에 함유된 단백질은 영양적 가치를 지닐뿐 아니라 식품의 품질에도 미치는 영향이 매우 크다. 종전의 단백질 연구는 조리 가공시 수반되는 영양 성분의 변화에 중점을 두어 왔으나 점차로 유화성, 기포성과 같은 다양한 기능성에 대한 관심이 높아져 단백질의 기능성에 대한 연구와²⁾ 이를 토대로 새로운 식품을 개발하고 질을 향상시키려는 연구가 진행되고 있다³⁻⁵⁾. 두류등의 식물성 단백질은 영양이 우수하며 경제적이므로 식물성 단백질을 고가의 동물성 단백질제품에 대체하고자 하는 노력이 이루어지고 있다. 우리나라의 경우 대두에 대한 다각적인 연구가 진행되어 그 이용 범위를 넓혀가고 있으나 대두외에 국내에서 생산되는 두류에 관한 연구는 아직 미비한 실정이다. 그러므로 본 연구에서는 국산 두류 중 그 식품학적 기능성이 밝혀진 바 없는 강남콩으로부터 단백질을 분리하여 유화특성을 알아보고자 용해도, 유화용량, 유화안정성, 표면소수성, 유화액의 점성을 살펴보았다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 강남콩은 1988년 수확한 긴 알라콩 품종으로 강원도 홍천에서 재배된 것을 답십리 농업협동조합에서 구입하였다. 기름은 시판 대두유를 구입하여 실온에서 보관하며 사용하였다.

2. 시료의 조제

강남콩의 외피를 제거한 후 분쇄하여 100 mesh의 체를 통과시킨 후 Fig. 1과 같이 분리 강남콩 단백질을 제조하였다.

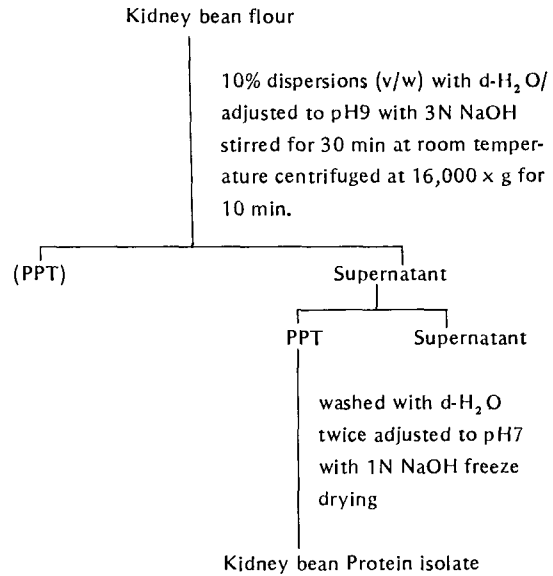


Fig. 1. Flow sheet of preparation of Kidney bean Protein idolsyr.

3. 실험방법

1) 용해도

① pH에 따른 용해도

단백질의 용해도는 Lu⁶⁾의 방법에 의하여 다음과 같이 측정하였다. 0.3%의 단백질 용액을 제조한 후 pH를 조절하고 pH 11인 시료의 가용성 단백질을 100으로 보고 이에 대한 백분비로 표시하였다.

② 염화나트륨 농도에 따른 용해도

염농도에 따른 분리 강남콩 단백질의 용해도 변화를 알아보기 위해 0.3% 단백질 용액을 각각 pH 2, pH 4.5, pH 7로 조절한 후 0M, 0.2M, 0.4M, 0.6M, 0.8M, 1.0M의 염농도가 되도록 NaCl을 첨가한 후 앞에서와 같은 방법으로 단백질농도를 측정하였다.

③ 열처리에 따른 용해도

0.3%의 단백질용액을 각각 pH 2, pH 4.5, pH 7로 맞춘 후 각각의 용액을 20°C, 40°C, 60°C, 80°C, 100°C의 일정온도에서 10분간 가열한 후 냉각시킨 다음 이 용액의 단백질 농도를 측정하였다.

2) 유화 용량 측정

Swift등⁷⁾의 방법을 수정한 박⁸⁾의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 실온에서 0.3% 단백질 용액을 pH에 따라 제조하거나 가열 혹은 일정한 염을 첨가하여 제조한 후 단백질 용액을 Ice bath에서 온도 평형을 이루면서 Ultra-disperser (Yamato LK-21)로 20,000 rpm에서 균질화시켰다. 이때 기름의 첨가는 칼날에서 0.5cm 떨어진 위치에서 0.5 ml/sec의 속도로 첨가하였다. 단백질 용액의 최대 유화 용량은 phase inversion이 일어나는 지점으로 이 붕괴점에서 점도가 급격히 감소하므로 시각적으로 관찰하여 반응 종말점으로 간주하였다. 유화능력은 단백질 mg당 유화된 기름의 ml을 유화 용량으로 표시하였다.

3) 유화 안정성의 측정

유화 안정성의 측정은 Titus등과 Acton등⁹⁾의 방법에 수정한 박⁸⁾의 방법을 사용하여 다음의 공식에 의하여 계산하였다.

$$\text{Emulsion Stability} = \frac{100 - M \text{ test}}{100 - M \text{ original}} \times 100$$

M test: The % moisture of the bottom 2 ml of the sample standing at room temperature for 2 hours (ES 1) or 24 hours (ES 2)

M original: The initial % moisture of the sample

4) 표면 소수성의 측정

분리 강낭콩 단백질의 소수성은 ANS 용액 (1-Anilino-8-Naphthalene-Sulfate)를 이용한 Kato와 Nakai 등¹⁰⁾의 방법을 수정하여 측정하였다.

5) 유화액의 점성 측정

3%의 단백질 용액을 제조한 후 염농도에 따른 점성의 변화와 열처리에 따른 점성의 변화를 알아보았다. 처리

를 달리하여 준비한 단백질 용액에 대두유를 첨가하여 균질화시킨 후 유화액의 점성이 mayonnaise와 같아 보이고 용기를 거꾸로 하여 흐르지 않는 정도까지 계속한다. 제조한 유화액을 일정 용기에 옮긴후 30분후 실온에서 Brookfield viscometer (Model LVT)를 사용하여 centipoises (cps)로 나타내었다. 또한 30시간이 경과한 뒤 동일한 방법으로 점성을 측정하였다.

6) 통계처리

본 연구의 모든 실험결과는 각 실험군별로 평균치 및 표준오차를 산출하였고 각 실험군별 평균의 차이에 대한 통계적 유의성은 개인용 computer package를 이용한 one way ANOVA로 검증하였다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 용해도

1) pH에 따른 용해도

pH에 따른 분리 강낭콩 단백질의 용해도 변화는 Table 1과 같다. 등전점인 pH 4.5에서 1.4%로 최소의 용해도를 나타냈으며 pH 2, pH 7, pH 9에서 용해도가

Table 1. Effect of pH on the solubility of Kidney bean Protein isolate

(Unit : %)				
pH	2	4.5	7	9
	88.32±1.3 ^{b1}	1.40±0.24 ^a	88.81±0.19 ^b	91.08±0.00 ^b

1) Values are expressed as mean ± S.E.M. Values not sharing a common superscript letter are significantly different (P < 0.05) by multiple range test.

Table 2. Effect of NaCl concentration on the solubility of Kidney bean Protein isolate (unit : %)

pH	NaCl conc (M)					
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2	88.32 ^{ab} ± 1.3	92.41 ^b ± 0.20	92.38 ^b ± 2.18	86.47 ^{ab} ± 0.00	90.84 ^b ± 1.22	82.00 ^a ± 2.44
4.5	1.40 ^{a1} ± 0.24	52.00 ^b ± 1.30	65.57 ^c ± 3.29	66.27 ^{cd} ± 2.59	65.96 ^{cd} ± 2.28	76.65 ^d ± 2.60
7	89.81 ± 0.19	91.11 ± 1.49	85.73 ± 0.46	84.43 ± 0.28	83.14 ± 2.90	83.14 ± 2.90

1) Values are expressed as mean ± S.E.M. Values not sharing a common superscript letter are significantly different (P < 0.05) by multiple range test.

증가하였으나 이들 세 pH에서의 용해도는 서로 유의적인 차이가 없었다($P < 0.05$).

2) 염화나트륨 농도에 따른 용해도

pH 2, pH 4.5, pH 7에서 염농도에 따른 용해도 변화는 Table 2와 같다. pH 2에서는 염을 첨가하지 않은 경우보다 0.2 M, 0.4 M의 염을 첨가해준 경우 용해도가 유의적으로 높게 나타났다($P < 0.05$). 0.1 M의 고염을 첨가한 경우에는 첨가하지 않은 경우보다 용해도가 유의적으로 낮게 나타났다. pH 4.5에서는 염을 첨가한 경우 첨가하지 않은 경우에 비해 용해도가 모두 유의적으로 높게 나타났다. pH 7에서는 염첨가에 의하여 용해도가 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다($p < 0.05$).

3) 열처리에 따른 용해도

열처리에 따른 분리 강낭콩 단백질의 용해도 변화는 Table 3과 같다. pH 2에서는 80°C에서 용해도가 가장 높았으나 100°C에서는 가열하지 않은 경우보다 용해도가 유의적으로 낮았다($p < 0.05$). pH 4.5에서는 가열시 단백질이 불용성 침전물을 형성하여 용해도가 상당히 낮았다. pH 7에서는 가열하지 않은 경우보다 60°C와 80°C에서 용해도가 유의적으로 높았다.

2. 유화용량

1) pH에 따른 유화 용량

pH에 따른 분리 강낭콩 단백질의 유화용량 변화는 Table 4와 같다. pH 2, pH 4.5, pH 7에서는 유화 용량 간에 유의적인 차이를 보이지 않으며 pH 9 이상에서는 유화용량이 유의적으로 증가하였다.

2) 염화나트륨 농도에 따른 유화용량

염 농도에 따른 분리 강낭콩 단백질의 유화용량은 Table 5와 같다. pH 2에서는 0.02 M 염의 첨가로 첨가하지 않은 것 보다 유화 용량이 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). pH 4.5에서는 0.4 M의 염 농도까지는 유화 용량이 유의적 차이가 없었으나 0.6 M 이상의 염 농도에서 유화용량이 유의적으로 감소하였다. pH 7에서는 염을 첨가한 경우 유의적인 차이를 보이지 않았다. Anusuya¹¹⁾는 spirulina flour가 0.4 M 0.6 M 이상의 염화나트륨을 첨가해준 경우 유화용량이 저하하였다고 보고한바 있다.

3) 열 처리에 따른 유화 용량

가열 온도가 유화 용량에 미치는 효과는 Table 6과 같다. pH 2에서는 60°C, 80°C, 100°C에서의 유화 용량이 열처리 하지 않은 경우 보다 유의적으로 높았으며($p < 0.05$).

Table 3. Effect of heating temperature on the solubility Kidney bean Protein isolate (unit : %)

pH	Heating temp. (°C)	20	40	60	80	100
2		88.32 ^b	85.73 ^{ab}	93.52 ^{bc}	96.11 ^c	80.53 ^{a1}
		± 1.3	± 1.29	± 0.36	± 2.30	± 1.40
4.5		8.89	4.45	6.17	— ²	—
7		89.81 ^{ab}	86.53 ^{ab}	97.41 ^b	93.00 ^b	84.60 ^a
		± 0.19	± 0.45	± 2.64	± 0.00	± 1.49

1) Values are expressed as Mean ± S.E.M.
 Values not sharing a common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$) by multiple range test.
 2) not determined.

Table 4. Effect of pH on the emulsion capacity of Kidney bean Protein isolate (unit : ml oil/100mg protein)

pH	2	4.5	7	9	11
	68.33 ^{a1}	68.91 ^a	71.25 ^a	79.99 ^b	86.08 ^c
	± 0.26	± 0.58	± 1.25	± 0.84	± 1.08

1) Values are expressed as Mean ± S.E.M.
 Values not sharing a common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$) by multiple range test.

Table 5. Effect of NaCl concentration on the emulsion capacity of Kidney bean Protein isolate
(unit : ml oil/100mg protein)

pH	NaCl conc (M)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2		68.33 ^d ± 0.26	62.50 ^c ± 0.10	61.66 ^c ± 1.67	61.24 ^c ± 0.41	57.49 ^b ± 0.83	53.33 ^{a1} ± 0.49
4.5		68.91 ^a ± 0.58	65.00 ^a ± 1.26	63.33 ^{ab} ± 0.67	58.33 ^b ± 2.33	55.83 ^b ± 1.07	55.00 ^b ± 1.34
7		71.25 ± 1.25	68.33 ± 2.19	66.67 ± 0.38	66.67 ± 2.21	65.83 ± 1.07	64.17 ± 2.21

1) Values are expressed as mean ± S.E.M.

Values not sharing a common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$) by multiple range test.

Table 6. Effect of heating temperature on the emulsion capacity of Kidney bean Protein isolate
(unit : ml oil/100 mg protein)

pH	Heating temp. (°C)	20	40	60	80	100
2		65.58 ^{a1} ± 0.42	65.83 ^a ± 1.66	82.91 ^c ± 0.41	79.99 ^{bc} ± 0.83	77.49 ^b ± 0.83
4.5		68.91 ^b ± 0.58	70.41 ^b ± 0.41	73.08 ^c ± 0.58	64.58 ^a ± 0.22	— ²
7		73.75 ^{ab} ± 1.25	69.41 ^a ± 1.08	75.41 ^{ab} ± 0.25	82.08 ^b ± 1.75	78.08 ^b ± 1.42

1) Values are expressed as Mean ± S.E.M.

Values not sharing a common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$) by multiple range test.

2) not determined

05), 60°C에서 가장 높았다. pH 4.5에서는 60°C에서 가장 높은 값을 나타내었으나 80°C에서는 가열하지 않은 경우보다 유화 용량이 유의적으로 저하하였으며, 100°C에서는 유화가 형성되지 않았다. 즉 pH 4.5에서는 100°C 고온 처리로 유화가 형성되지 않았으므로 60°C 이상의 가열은 부적당하다고 본다. pH 7에서는 80°C에서 가장 높은 유화 용량을 나타내며 100°C에서는 80°C에서보다 유화 용량이 적었으나 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$) 동부 단백질의 유화특성을 보면¹²⁾ pH 4.5에서 유화가 형성되지 않았고 pH 2와 pH 7에서 온도 상승에 따라 유화 용량이 증가하는 결과를 나타내 강낭콩 단백질과 그 경향이 비슷하게 나타났다.

3. 유화 안정성

1) pH에 따른 유화 안정성

pH가 유화 안정성에 미치는 효과는 Table 7과 같다.

유화 형성 2시간 후에는 pH 11에서 가장 유화 안정성이 높았으며 pH 4.5에서의 유화 안정성은 pH 2와 pH 7보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$).

유화 형성 24시간 후에는 pH 4.5에서 82.94%로 가장 높은 유화 안정성을 보이며 pH 9와 pH 7에서는 유의적으로 낮은 값을 나타냈다.

본 유화 안정성 실험은 유화 형성 후 일정 유화액에서 2시간 후 2ml를 취해 분리된 수분 양으로 유화 안정성을 구하였으며 24시간 후에 유화 안정성이 더 높게 나타난 것은 초기 2시간 동안은 수분이 유출되다가 시간이 경과하면서 유출되는 수분 양이 감소한다는 것을 의미한다. Koyoro등¹³⁾은 Pea globulin fraction은 pH 4에서 pH 7보다 유화 안정성이 더 높았다고 하였으며 이는 pH 4에서 용해되지 않은 단백질에 기름 방울이 서로 응집하는 것을 방지하는 물리적 장벽을 만들어 유화를 안정시키기 때문일 것이라고 하였다. Volkert¹⁴⁾등과 김¹⁵⁾

Table 7. Effect of pH on the emulsion stability of Kidney bean Protein isolate (unit : %)

pH	2	4.5	7	9	11
ES1	7.94 ^{a1} ± 0.03	19.64 ^b ± 3.26	9.19 ^a ± 0.09	25.53 ^b ± 0.55	38.01 ^c ± 1.12
ES2	65.17 ^b ± 4.3	82.94 ^c ± 1.12	69.71 ^b ± 0.86	35.52 ^a ± 0.56	25.68 ^a ± 0.48

1) Values are expressed as Mean ± S.E.M.

Values not sharing a common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$) by multiple range test.

ES1 : Emulsion Stability after 2 hours.

ES2 : Emulsion Stability after 24 hours.

Table 8. Effect of NaCl concentration on the emulsion stability of Kidney bean Protein isolate. (unit : %)

pH	NaCl conc (M)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
2	ES1	7.94 ^{a1} ± 0.03	6.56 ^a ± 0.39	10.07 ^{ab} ± 0.52	14.67 ^{ab} ± 3.08	21.21 ^b ± 1.49	18.13 ^b ± 2.72
	ES2	65.17 ^a ± 4.3	78.21 ^{ab} ± 2.54	83.51 ^b ± 1.31	82.27 ^b ± 5.21	84.07 ^b ± 1.78	81.04 ^b ± 0.35
4.5	ES1	19.64 ^{ab} ± 3.26	25.02 ^b ± 0.68	23.73 ^b ± 0.52	20.12 ^{ab} ± 0.03	16.01 ^a ± 0.28	15.6 ^a ± 0.18
	ES2	82.94 ± 1.12	88.79 ± 1.29	80.38 ± 1.01	88.54 ± 0.97	88.03 ± 2.13	85.38 ± 0.22
7	ES1	9.19 ^a ± 0.09	13.10 ^b ± 3.84	10.76 ^{ab} ± 0.44	16.67 ^{bc} ± 1.24	19.83 ^{bc} ± 0.35	20.93 ^c ± 0.87
	ES2	69.71 ± 0.19	77.2 ± 5.5	74.88 ± 3.16	76.34 ± 2.65	76.33 ± 1.62	70.86 ± 4.12

1) Values are expressed as mean ± S.E.M.

Values not sharing a common superscript letter are significantly different ($P < 0.05$) by multiple range test.

ES1 : Emulsion Stability after 2 hours.

ES2 : Emulsion Stability after 24 hours.

등은 대두 제품은 용해도가 최소인 등전점에서 유화 안정성이 가장 낮아 용해도와 유화 안정성간에 상관관계가 있음을 제시한 바 있다. 그러나 본 실험에서는 용해도가 최소인 pH 4.5에서 유화 안정성이 높게 나타났으므로 이 결과는 분자 구조적인 차원에서의 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

2) 염화나트륨 농도에 따른 유화 안정성

염 농도가 분리 강남콩 단백질의 유화 안정성에 미치는 효과는 Table 8과 같다. pH 2에서는 유화 형성 2시

간 후 0.6 M 농도까지 안정성이 높아지는 경향을 보이나 염을 첨가하지 않은 경우와 유의적인 차이는 없었다 ($p < 0.05$). 24시간 후에는 염을 첨가하지 않은 경우보다 0.4 M 이상 염을 첨가하면 유화 안정성이 유의적으로 높게 나타나 염농도가 증가할수록 유리되는 수분량이 적어 안정성이 높아진다는 것을 알 수 있다. pH 4.5에서는 유화형성 2시간 후 0.2 M, 0.4 M의 염 농도에서 첨가하지 않은 경우보다 안정성이 유의적으로 높았다. pH 7에서는 2시간 후 염의 첨가로 인해 유화 안정성이 모두 유의

적으로 증가하였으나, 24시간 후에는 염 농도에 따른 유화 안정성간에 유의적인 차이가 없었다.

3) 열 처리에 따른 유화 안정성

열 처리가 유화 안정성에 미치는 효과는 Table 9와 같다. pH 2에서 유화형성 2시간 후 80°C에서 안정성이 가장 높았으며 24시간 후에는 온도가 증가할 수록 유화 안정성이 낮아졌으나 유의적인 차이는 없었다. pH 4.5의 경우 40°C에서 20.69%로 가장 높은 유화 안정성을 보였으나 80°C에서는 2.65%로 상당히 낮은 안정성을 나타냈고 100°C에서는 유화가 형성되지 않았다. 즉 pH 4.5에서는 열 처리로 불완전한 유화액을 형성할 뿐 아니라 유화 안정성이 저하되므로 가열하지 않은 상태에서 0.2

M 정도의 염을 첨가해 준다면 유화 능력이 충분히 발휘될 수 있을 것이다.

4. 표면 소수성

1) 염화나트륨 농도에 따른 표면소수성

염 농도에 따른 분리 강남콩 단백질의 표면 소수성의 변화는 Table 10과 같다. pH 4.5에서 0.2 M의 염을 첨가한 경우 991로 소수성이 급격히 증가하며 0.4 M~0.6 M의 염을 첨가하면 소수성의 변화가 거의 없으나 1.0 M의 염농도에서는 소수성이 저하하였다. pH 7에서는 0.6 M의 염농도까지 서서히 소수성이 증가하였으며 0.8 M과 1.0 M의 염 농도에서는 표면소수성의 변화가 거의

Table 9. Effect of heating temperature on the emulsion stability of Kidney bean protein isolate (unit : %)

pH	Heating temp. (°C)	20	40	60	80	100
2	ES1	9.83a ± 0.09	10.60a ± 0.01	14.51ab ± 2.12	21.25b ± 3.59	15.39ab ± 0.05
	ES2	65.17 ± 4.3	63.8 ± 3.2	60.92 ± 0.68	53.44 ± 1.77	55.04 ± 2.03
	ES1	19.64b ± 3.26	20.69b ± 2.45	9.98ab ± 0.26	2.65a ± 0.08	— ²
	ES2	82.94b ± 1.12	86.4b ± 0.28	83.44b ± 2.31	5.34a ± 1.14	—
7	ES1	9.19a ± 0.09	9.92a ± 0.59	9.95a ± 2.43	22.30b ± 1.84	23.76b ± 0.82
	ES2	69.71b ± 0.86	78.33b ± 0.36	76.75b ± 4.23	54.98a ± 0.92	52.77a ± 0.26

1) Values are expressed as Mean ± S.E.M.
 Values not sharing a common superscript letter are significantly different (P < 0.05) by multiple range test.
 2) Not determined
 ES1 : Emulsion Stability after 2 hours.
 ES2 : Emulsion Stability after 24 hours.

Table 10. Effect of NaCl concentration on surface hydrophobicity of Kidney bean protein isolate

pH	NaCl conc (M)					
	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
4.5	471	991	635	631	640	551
7	205	273	279	331	310	333

없었다. 염 농도에 따른 표면 소수성과 유화 용량간에는 높은 상관관계를 얻지 못했으나 표면 소수성과 유화 안정성간에는 밀접한 관계를 보이고 있어, 염 첨가로 인한 단백질의 해리, 결합하는 과정에서 노출되는 표면 소수성이 유화 용량보다는 유화를 안정시키는 데 더 큰 역할을 한다고 보여진다.

2) 열처리에 따른 표면 소수성

열처리에 따른 표면 소수성의 변화는 Table 11과 같다. pH 4.5에서는 40°C의 경우 표면소수성이 가장 높았으나, 80°C에서 감소하고 100°C에서 다시 증가하였다. pH 7에서는 80°C 이상에서 소수성이 급상승하였다. 특히 pH 7 수용액 상태에서 표면소수성이 유화용량, 유화안정성과 높은 상관관계를 보였다($r=0.84, r=0.96$)

Table 11. Effect of heating temperature on surface hydrophobicity of Kidney bean protein isolate

pH	Heating temp. (°C)	Surface hydrophobicity (cps X 1000)				
		20	40	60	80	100
4.5	20	471	550	515	491	521
	7	205	247	340	521	544

5. 유화액의 점성

1) 염화나트륨 농도에 따른 유화액의 점성

3% 분리 강남콩 단백질은 염 농도 변화와 시간 경과에 따라 유화액의 점성에 차이가 있었다(Table 12).

Table 12. Effect of NaCl concentration on emulsion viscosity of Kidney bean Protein isolate (unit : cps X 1000)

pH	NaCl conc (M)	Emulsion Viscosity (cps X 1000)			
		0	0.2	0.4	0.6
4.5	EV1	40	68	60	55
	EV2	29	37	55	52
7	EV1	65	98	79	76
	EV2	63	86	68	68

EV1 : Emulsion Viscosity after 30 min.
EV2 : Emulsion Viscosity after 30 hrs.
cps : centipoise

pH 4.5에서는 0.2 M의 염을 첨가하여 68,000 cps의 점성으로 상업용 mayonnaise (68,000 cps)의 점성을 나타냈고, 염을 첨가하지 않은 경우 40,000 cps로 점성이 가장 낮았다. 30시간 경과후 0.4 M, 0.6 M 염농도에서 점성이 높게 나타나 염 농도를 증가시켜 점성을 유지할 수 있었다. pH 7에서는 0.2 M의 염을 첨가한 경우 98,000 cps의 점성을 나타내 mayonnaise의 점성보다도

높았으며 30시간 후 점성의 유지력도 높았다.

2) 열처리에 따른 유화액의 점성

열처리에 따른 유화액의 점성과 시간 경과에 따른 점성의 변화를 Table 13에 나타내었다. pH 4.5에서는 60°C에서 가장 점성이 높게 나타났으며 pH 7에서는 온도가 증가할수록 점성이 증가하여 100°C에서 가장 높게 나타났다. 그러나 30시간 경과 후 pH 4.5의 경우 온도

Table 13. Effect of heating temperature on emulsion viscosity of Kidney bean protein isolate (unit : cps X 1000)

pH	Heating temp (°C)	Emulsion Viscosity (cps X 1000)			
		20	60	80	100
4.5	EV1	40	48	14	1.5
	EV2	29	33	13	0.8
7	EV1	65	79	87	105
	EV2	63	57	75	85
Commercial mayonnaise		EV1 : 68		EV2 : 65	

EV1 : Emulsion Viscosity after 30 min.
EV2 : Emulsion Viscosity after 30 hrs.
cps : centipoise

를 높게 처리한 것일수록 점성이 낮아졌으나 pH 7에서는 이와 상반된 결과를 보였다. 그러나 Macwatter등¹⁶⁾은 습열 처리한 땅콩분은 열처리하지 않은 경우보다 점도가 떨어졌다고 하며 임¹⁷⁾의 연구에서도 분리 녹두 단백질이 열처리에 의해 점성이 저하된다고 보고한 바 있어 본 실험과는 차이를 보이고 있다. 결론적으로 분리 강남콩 단백질은 pH 4.5의 경우, 가열 처리하지 않고 0.2 M의 염을 첨가하면 점성이 증가하고, pH 7의 경우에는 0.2 M의 염을 첨가하거나 가열 처리하면 점성이 상당히 높아지므로 본 분리 강남콩 단백질은 mayonnaise type의 식품 제조에 이용 가능한 소재로 보여진다.

IV. 결론 및 제언

분리 강남콩 단백질의 유화 특성을 알아본 결과는 다음과 같다.

- 1) 용해도는 pH에 따라 영향을 받으며 등전점에서 가

장 낮았고 그 이상과 이하의 pH에서는 증가하였다. 염 농도에 따른 용해도는 각 pH마다 차이가 있게 나타났으며 pH 2와 pH 7의 경우 각각 80°C와 60°C에서 용해도가 유의적으로 높게 나타났다.

2) 분리 강낭콩 단백질의 유화 용량은 pH간에 유의적인 차이는 없었으며 염의 첨가에 의하여 유화용량이 유의적으로 낮아졌다. 열처리시 pH 2와 pH 4.5의 경우 60°C의 온도에서 유화 용량이 가장 높았으며 pH 7에서는 80°C에서 가장 높게 나타났다.

3) 분리 강낭콩 단백질의 유화 안정성은 유화 형성 2시간 후 pH 4.5에서 pH 2와 pH 7보다 유의적으로 높았다($p < 0.05$).

염농도에 따른 안정성은 pH 2, pH 4.5, pH 7의 경우 각각 그 양상이 다르게 나타났다. 유화형성 24시간 후의 안정성은 2시간 후의 안정성보다 높게 나타나 유화액으로부터 초기에는 수분이 유출되나 시간이 경과할수록 유출되는 수분이 적다.

4) 표면 소수성과 유화 안정성간의 상관관계가 높게 나타나 표면 소수성이 유화를 안정시키는 인자임을 알 수 있다.

5) 유화액의 점성은 pH 4.5에서 0.2 M의 염을 첨가하거나 pH 7에서 0.2 M의 염을 첨가하고 열처리를 한 경우 가장 높았다.

참 고 문 헌

- 1) Sathe, S.K. and salumkhe, D.K., Functional properties of the great northern bean proteins: emulsion, foaming, viscosity, and gelation properties, *J. Food Sci.*, **46**:71, 1981
- 2) Macwatter, K.H. and Cherry, J.D., Emulsification, foaming and protein solubilities of defatted soybean, peanut, field pea and pecan flours, *J. Food Sci.*, **42**:144, 1977
- 3) Sosulski, F.W., Chakraborty, P., and Humbert, E.S., Legume based imitation and blended milk products, *Can. Inst. Food Sci. Tech.*, **11**:117, 1978
- 4) Lin, M.J.Y., Humbert, E.S., Sosulski, and F.W., Quality of wieners supplemented with sunflower and products, *Can. Inst. Food Sci. Tech.*, **8**:97, 1975
- 5) Thompson, L.U., Lin, R.F.K., and Jones, J.D., Functional properties and food applications of rapeseed protein concentrate, *J. Food Sci.*, **47**:1175, 1972
- 6) Lu, P.S., and Kinsella, J.E., Extractability and properties of protein from alfalfa leaf meal, *J. Food Sci.*, **37**:94, 1972
- 7) Swift, C., Locket, C., and Flyer, A.J., Communitied meat emulsion: The capacity of meats for emulsifying fat, *Food Tech.*, **15**:468, 1961
- 8) 박혜원, 녹두 단백질의 이화학적 및 식품학적 특성에 관한 연구, 연세대학교 대학원, 식생활학과, 1987
- 9) Action, J.C., and Saffle, R.L., Emulsifying capacity of muscle protein: Phase volumes at emulsion collapse, *J. Food Sci.*, **37**:904, 1972
- 10) Kato, A., and Nakai, S., Hydrophobicity determined by a fluorescence probe method and its correlation with surface properties of proteins, *Biophysica Acta*, **624**:13, 1980
- 11) Anusuya Devi, M., and Venkataraman, L.V., Functional properties of protein products of mass cultivated Blue-Green Alga spirulina platensis, *J. Food Sci.*, **49**:24, 1984
- 12) 정혜정, 분리 동부 단백질의 식품학적 특성에 관한 연구, 연세대학교 대학원 식생활과, 1988
- 13) Koryro, H., and Powers, J.R., Functional properties of pea globulin fractions, *Cereal chem.*, **64**:97, 1987
- 14) Vlokert, M.A., and Klein, B.P., Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products, *J. Food Sci.*, **44**:93, 1979
- 15) 김영숙 외, 분리 대두 단백질의 기름-물 계면 흡착과 유화 안정성에 관한 연구, 한국식품과학회지, **18**:468, 1986
- 16) Cherry, J.P., Macwatters, K.H., and Holmes, M.R., Effect of moist heat on solubility and structural component of peanut proteins, *J. Food Soc.*, **40**:1199, 1975
- 17) 임경미, 분리 녹두 단백질의 유화특성에 관한 연구, 연세대학교 대학원 식생활학과, 1977