

## 참깨박에 함유된 Phytate와 Phenol화합물의 제거가 단백질의 기능성에 미치는 영향

김 진 · 박정룡  
영남대학교 식품영양학과

### Effect of Reduction of Phytate and Phenol Compound on the Functional Properties of Sesame Protein Concentrate

Jin Kim and Jyung Rewng Park  
Department of Food and Nutrition  
Yeungnam University, Kyungsan, 712-749, Korea

#### Abstract

This study was attempted to determine the effect of reduction of phytate and phenol compound on the functional properties of sesame protein concentrate. The concentrates were prepared by using dist-water, HCl and butanol. The content of phytate and phenol compound in defatted sesame meal were 4.55% and 3.42% respectively. Considerable amount of phytate was reduced by using HCl, and butanol was effective in removing phenol compounds. Higher bulk density and fat absorption were found in sesame protein concentrate prepared by butanol but higher water absorption was found in the concentrate prepared by dist-water. Also, emulsifying and foaming properties were improved by butanol treatment.

Key words : Sesame protein, functionality, phytate, phenol compound.

#### 서 론

참깨종자(Sesamum indicum L.)는 한국인의 주요 유지자원으로 이용되고 있으며 1991년도 국내 생산량은 약 30,000 M/T이며 수입량은 약 21,000 M/T에 달하고 있다.<sup>1)</sup> 착유후 분리되는 참깨박에는 약 50%의 단백질을 함유하고 있으며 특히 함황아미노산과 tryptophan의 함량이 높지만 phytate와 phenol화합물이 함유되어 있어 식용단백질원으로서의 이용에 문제점으로 지적

되고있다. 유량종자에 함유되어있는 phytate와 이의 유도체는 Zn와 Fe등과 같은 미량무기질과 결합하여 체내 이용을 저하시키며,<sup>2)</sup> phenol화합물 역시 색깔과 풍미에 나쁜 영향을 미치는 것으로 알려져있다.<sup>3)</sup> 식물종자에 함유된 phytate를 제거하거나 감소시키기 위한 연구보고 중 특히 Hartman등<sup>4)</sup>은 phytate와 단백질의 용해도 차이를 이용하여 phytate제거 효과를 보고하였고, Han<sup>5)</sup>은 1N HCl을 이용하여 대두단백질에서 80%의 phytate 감소효과를 보고하였다. 또한 이은

교환수지를 사용하여 phytate를 감소시키는 연구도 시도되었다<sup>6)</sup>. Phenol화합물은 단백질과 가역적으로 수소결합을 하며, 알칼리성 pH에서는 polyphenol oxidase효소에 의해 비가역적으로 quinone형태로 산화되어 단백질 분자의 imino group 및 thiol, 그리고 amine등과 공유결합하여 변색을 유발하고 단백질의 기능성에도 영향을 미친다.<sup>7)</sup>

본 연구는 참깨박에 함유된 영양저해 인자인 phytate와 phenol화합물을 감소시키기 위하여 HCl과 butanol 용액으로 phytate와 phenol화합물의 제거 정도를 비교하고 이로부터 제조한 참깨박 농축단백질의 기능성차이를 규명하고자 시도하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용한 참깨박은 영남대학교 식품가공학과에서 재래종 참깨로 참기름을 제조한 후 분리된 것을 사용하였다. 참깨박에 남아있는 유지는 ethyl ether를 가하여 추출하였고, 유지를 추출한 시료는 상온에서 24시간 풍건한 다음 Willey mill을 사용하여 50mesh sieve를 통과하도록 분쇄하였으며, 실험에 사용할 때까지 4°C에서 보관하였다.

### 농축단백질의 제조

탈지참깨박 50g을 취하여 10배에 해당하는 추출용매 (증류수, 0.001N HCl, acidic butanol)를 첨가하여 교반한 다음 pH 5.0으로 조정하여 1시간동안 추출하였다. 추출용액은 3,000x g에서 30분간 원심분리한 후 침전물을 모아 증류수로 2회 세척한 후에 pH 7.0으로 다시 조정하여 동결건조시켜서 참깨박 농축단백질을 제조하였다.

### 일반성분 분석

참깨박 농축단백질의 일반성분 분석은 A.O.A.C 방법<sup>8)</sup>에 의하여 수분함량은 105°C 건조법, 단백질

함량은 micro-Kjeldahl법, 지방함량은 Soxhlet법, 회분함량은 550°C 에서 직접회화법으로 측정하였다.

### Phytate의 정량

Phytate함량은 Wheeler와 Ferrel의 방법<sup>9)</sup>에 의하여 다음과 같이 측정하였다. 시료 1g에 3% TCA용액 20ml를 가하여 30분간 교반하여 phytate를 추출한 후 10,000x g에서 15분간 원심분리하였다. 원심분리후 상징액 10ml에 FeCl<sub>3</sub>용액을 4ml를 신속히 가하고, 80°C 항온수조에서 45분간 가열한 후, 실온으로 냉각시켜 10,000x g에서 15분간 원심분리 한 후 침전물에 3% TCA용액 20ml를 가하여 세척하였다. 세척한 침전물에 증류수 2ml와 1.5N NaOH용액 3ml를 가하여 충분히 혼합한 다음, 증류수 25ml를 가하여 80°C 항온수조에서 30분간 가열하였다.

가열에 의해 Fe(OH)<sub>3</sub>의 적색 침전이 형성된 후 Whatman No.2 여과지로 여과하고 증류수 60ml로 세척한 후 100ml volumetric flask에 옮겨 3.2N HNO<sub>3</sub>용액 40ml를 가해 침전물을 용해하고 증류수로 채워 혼합하였다. 혼합된 용액 4ml를 다른 100ml volumetric flask에 넣고 1.5N KSCN용액 20ml로 발색시켜, 증류수로 표시까지 채운 후 1분 이내에 Spectrophotometer로 480nm에서 흡광도를 측정하여 표준곡선에 의해 Fe함량을 계산하였다.

### Phenol정량 분석

Phenol의 함량은 Burns의 방법<sup>10)</sup>에 의하여 측정하였다. 시료 1g에 methanol 50ml를 가하여 1시간 동안 교반한 후 30분간 정치 시킨 다음, 상징액 1ml를 취하여 발색제(vanillin-HCl) 5ml로 발색시켜 Spectrophotometer로 500nm에서 흡광도를 구하여 표준곡선에 의해 함량을 계산하였다.

Phenol정량에 사용한 표준곡선은 catechin 100mg을 methanol 50ml에 용해하여 작성하였다.

### 질소 용해도 측정

농축단백질의 질소용해도는 Dench의 방법<sup>11)</sup>으로 각 시료 0.5g에 0.1N HCl과 0.1N NaOH를 사용하여 pH를 단계적으로 (1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0, 10.0, 11.0, 12.0)로 조정하여 최종용량이 10ml가 되게한 후 25°C에서 30분간 교반하고 상징액을 취하여 micro-Kjeldahl법으로 질소를 정량하여 총질소에 대한 백분율로 용해도를 계산하였다.

### 겉보기 밀도, 수분흡수력 및 지방흡수력

겉보기 밀도는 Rahma 와 Narasinga 방법<sup>12)</sup>에 의하여 무게가 측정된 15ml원심 분리관을 부피가 5ml가 될 때까지 계속 가볍게 두들겨 일정하게 되었을 때 중단하여 다음식에 의하여 계산하였다.

$$\text{겉보기 밀도} = \frac{\text{시료의 무게(g)}}{\text{시료의 부피(ml)}}$$

수분 및 지방흡수력은 Wang과 Kinsella 방법<sup>13)</sup>을 사용하여 시료 1g에 수분 흡수력은 증류수 10ml, 지방흡수력은 옥수수 기름 10ml를 각각 첨가하여 homogenizer로 30초간 혼합한 후 3,000 x g에서 15분간 원심분리하여 얻은 상징액의 부피를 50ml cylinder로 측정하였다. 흡수력은 1g의 시료에 흡수된 증류수 및 옥수수 기름의 부피를 ml로 나타내었다.

### 유화성

유화활성과 유화안정성은 Wang과 Kinsella 등의 방법<sup>13)</sup>을 사용하였다. 유화활성은 단백질 0.7g에 증류수 10ml를 가하여 homogenizer로 5,000 rpm에서 1분간 분산시킨 후, 옥수수기름 10ml를 첨가하여 동일한 방법으로 분산시켜 균일 혼합하였다. 이때 형성된 혼합액을 두개의 centrifuge tube에 1/2씩 나누어 넣고, 하나는 유화활성에 다른 하나는 유화안정성의 측정에 사용하였다.

유화활성은 1,600x g에서 5분간 원심분리하여 다음 식에 의하여 계산하였으며, 유화안정성은

유화액을 80°C에서 30분간 가열한 후 15°C로 냉각한 다음 1,600x g에서 5분간 원심분리하여 다음과 같은 방법으로 계산하였다.

$$\text{유화활성(\%)} = \frac{\text{유화된 층의 용량(ml)}}{\text{시험관내 총 내용물의 용량(ml)}} \times 100$$

$$\text{유화안정성(\%)} = \frac{\text{가열후의 휴화된 층의 용량(ml)}}{\text{시험관내 총 내용물의 용량(ml)}} \times 100$$

### 기포성

기포 형성력과 기포안정성은 Sathe와 Salunkhe의 방법<sup>14)</sup>을 수정하여 사용하였다. 시료 0.5g에 증류수 50ml를 첨가하여 교반하면서 분산시키고 이 분산액을 homogenizer로 3,000rpm에서 3분간 포립한 후 250ml실린더에 옮겨 전체량을 기록하고 경시적으로 (0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 12.0 시간)으로 각각 거품의 양을 측정하여 다음의 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{비체적} = \frac{\text{포립 후의 부피(ml)}}{\text{포립 후의 무게(g)}}$$

$$\text{기포형성력(\%)} = \frac{\text{포립후의 부피(ml)} - \text{포립전의 부피(ml)}}{\text{포립전의 부피(ml)}} \times 100$$

## 결과 및 고찰

### 참깨박의 일반성분

본 실험에 사용한 탈지 참깨박의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같이 단백질의 함량은 49.6%로, phytate함량은 4.55%, phenol화합물의 함량은 3.42%로 나타났다.

Table 1. Chemical composition of defatted sesame meal (%)

Component	Defatted sesame meal
Crude protein	49.60
Moisture	8.10
Ash	12.60
Phytate	4.55
Phenols	3.42

### 농축단백질의 일반성분

용매(증류수, HCl, butanol)로 추출하여 제조한 참깨박 농축단백질의 일반성분은 Table 2에 나타난 바와 같다.

단백질 함량은 butanol로 추출한 참깨박 농축단백질(SPC III)이 64.29%로 가장 높았고, HCl로 추출한 참깨박 농축단백질(SPC II)은 61.9%로 가장 낮았다. Rahma등<sup>15)</sup>에 의하면 해바라기 종자박을 증류수, HCl, butanol로 추출한 농축단백질의 단백질 함량은 각각 63.2%, 68.9% 그리고 59.8%로서 butanol로 추출한 것이 가장 낮은 것으로 보고하여 본 실험의 결과와는 상반되었다.

해바라기 종자박 농축단백질의 단백질 함량은 Sodini등<sup>16)</sup>이 butanol을 용매로 추출한 경우에 67.6%를 얻었으며 Sosulski등<sup>17)</sup>은 HCl로 추출시에 67.8%로 나타남을 보고하였다.

회분함량은 추출용매에 따라서 큰 차이를 보였는데, 회분함량은 SPC III가 11.70%로 가장 높았으며, SPC I은 8.71% 이었고 SPC II는 6.08%로 가장 낮았다. 이와같은 회분함량의 차이는 HCl을 용매로 사용할 경우 phytate함량의 감소와 관련되는데, phytate와 결합된 Ca, Mg등의 2가 양이온이 phytate와 동시에 제거되어 회분함량이 감소한 결과로 사료된다.<sup>18)</sup> 또한 Chen등<sup>19)</sup>은 phytate와 단백질의 용해도 차이를 이용하여 phytate 제거후에 제조한 phytate 함량이 낮은 대두단백질의 경우에 회분함량이 낮았다고 보고하였고, Saseed등<sup>18)</sup>도 해바라기 종자박 농축단백질에서 같은 결과를 보고하였다.

### 농축단백질의 회수율과 phytate와 phenol화합물의 제거율

참깨박을 각기 다른 용매에 의해 추출한 농축단백질의 회수율과 제거율은 Table 3과 같다. 단백질의 회수율은 butanol로 추출한 SPC III이 75.04%로 가장 높았으며, SPC II는 71.76% 이었으며, SPC I은 69.75%로 나타났다.

Phytate의 제거율은 SPC II가 83.8%로 SPC I의 53.5%와 SPC III의 11.6%에 비해 높았다. 이와같이 butanol에 비해 HCl이 phytate의 제거에 효과적이었지만, 단백질의 함량은 추출용매중 가장 낮게 나타났다.

Table 2. Chemical composition of sesame protein concentrate (%)

Component	SPC I	SPC II	SPC III
Crude protein	62.40	61.90	64.29
Moisture	9.12	9.06	9.62
Ash	8.17	6.08	11.70
Crude fat	0.45	0.65	0.36

SPC I : sesame protein concentrate prepared with water.

SPC II : sesame protein concentrate prepared with HCl.

SPC III : sesame protein concentrate prepared with butanol.

Table 3. Protein, phytate and phenol content of sesame protein concentrates (%)

Products	Protein recovery	Protein <sup>1)</sup>	Phytate <sup>1)</sup>	Phenol <sup>1)</sup>
SPC I	69.75	62.37	2.12 (53.50)	2.59 (23.80)
SPC II	71.76	61.90	0.74 (83.80)	2.79 (17.90)
SPC III	75.04	64.29	4.06 (10.77)	1.13 (66.80)

SPC I : sesame protein concentrate prepared with water.  
 SPC II : sesame protein concentrate prepared with HCl.  
 SPC III : sesame protein concentrate prepared with butanol.  
<sup>1)</sup> Values were expressed on the basis of dry weight.  
 Values in parenthesis indicate percentage of phytate and phenolics removed.

단백질의 회수율이 SPC II의 경우에 가장 낮은 것은 HCl을 용매로 이용하면 pH가 산성이 되어서, phytate제거에는 효과적이었지만, 산성(약 pH 2)에서 phytate는 음으로 하전하고, 단백질은 강하게 양으로 하전한다. 따라서 protein-phytate 상호간에 복합체를 형성하여 phytate와 단백질이 같이 용해되어 회수율의 함량의 감소가 일어난다.<sup>19)</sup>

Phenol화합물의 제거율은 SPC III가 66.8%로서 SPC I의 23.8%와 SPC II의 17.9%에 비해 약 3배 정도 높았으며, 이와같은 결과는 용매를 butanol로 이용한 경우에 단백질의 변성은 최소화되며 phenol화합물의 제거는 용이함을 알 수 있었다.

Saseed등<sup>18)</sup>에 의하면 탈지 해바라기박은 3.1%의 phenol화합물을 함유했으나, butanol로 추출한 해바라기박 농축단백질에서는 1.0%로 감소하였고, 단백질함량은 61.1%에서 69.2%로 증가하였다.

단백질의 용해도가 가장 낮은 등전점은 단백질과 phenol화합물 사이의 상호작용을 약화시켜서 protein-phenol화합물의 용해도는 증가하게 된다. 또한 높은 butanol농도는 단백질의 분해를 막고, phenol화합물을 용해시키는 것으로 알려져져있다.<sup>18)</sup>

중류수와 HCl및 butanol로 추출한 참깨박 농축단백질의 용해도는 Fig.1에 나타난 바와 같이 SPC I, SPC II, SPC III 모두 pH 5.0에서 가장 낮은 용해도를 나타내었다. 특히 pH 1.0~4.0에서는 중류수를 추출한 SPC I이 용해도가 가장 낮았으나 pH 6.0~10.0에서는 SPC III이 가장

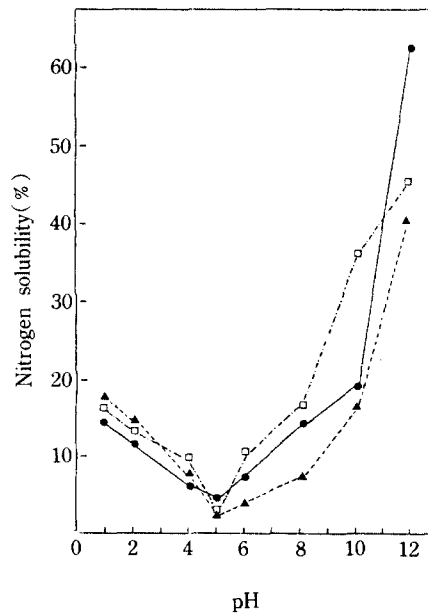


Fig. 1. pH solubility profiles of sesame protein concentrates.(●-●; SPC I, △-△; SPC II, □-□; SPC III).

높은 용해도를 나타낸 반면 HCl로 추출한 SPC II가 가장 낮은 용해도를 나타내었다.

Sosulski등<sup>17)</sup>에 의하면 HCl을 용매로 사용하여 추출한 해바라기박 농축단백질은 변성으로 인해 낮은 용해도를 나타내는 것으로 보고하였다.

Butanol에 의해 용해도가 증가된 결과는 acidic butanol을 사용함으로써 산성하에서 단백질의 용해도가 최저일 때, butanol이 phenol화합물과 결합하여 phenol화합물을 용해시키고 phenol화합물의 감소는 용이하면서 단백질의 변성은 최소화하여 단백질의 용해도가 높은 것으로 Sa-seed등<sup>18)</sup>이 보고하였다.

#### 겉보기 밀도, 수분흡수력 및 지방 흡수력

참깨박 농축단백질의 겉보기 밀도, 수분 및 지방 흡수력은 Table 4에 나타난 바와같이 SPC III의 겉보기 밀도는 0.529 g/ml로서 SPC I과는 큰 차이를 나타내지 않았으나, SPC II의 0.448 g/ml 보다는 높았다.

수분흡수력은 SPC I의 경우 3.4g/ml, SPC II는 3.2g/ml로서 유사했지만, butanol로 추출한 SPC III는 2.9g/ml로 다소 낮은 결과를 나타내었다.

수분 흡수력은 물과 단백질의 상호작용에 직접적으로 관련되어 있으므로 식품조직과 단백질의 역할에 중요한 영향을 준다. 단백질과 수분의 결합은 단백질 분자의 크기, 친수기와 소

수기의 평형, 아미노산의 조성, 그리고 외적인자인 물리화학적 조건(pH, 이온강도, 온도, 증기압)과 가공 공정등에 의해 영향을 받지만 주로 물과 결합하는 단백질의 극성기에 의한다고 알려져있다.<sup>20)</sup>

Table 4의 지방흡수력은 SPC III가 SPC I과 SPC II에 비해 높았으며, butanol로 추출한 SPC III는 winged bean 농축단백질<sup>21)</sup>과 lupin seed 농축단백질<sup>22)</sup>과는 비슷하였으나, 대두농축단백질<sup>23)</sup> 보다는 높게 나타났다.

Canella등<sup>24)</sup>에 의하면 높은 지방흡수력은 단백질이 친유성의 상태임을 의미하며, 여러개의 비극성 결사슬이 지방의 탄화수소사슬에 결합되어 나타난 결과로 설명하고 있다.

#### 유화성

단백질은 계면활성제로서 물과 기름이 단백질과 결합하여 단백질의 표면장력을 저하시킴으로 유화의 형성을 용이하게 하는데, 이러한 단백질의 작용은 batter, salad dressing등의 많은 식품제조 공정과정에 중요한 작용을 하며, 유화성이 높으면 콜로이드성 식품조직을 안정화하는데 유용하다.<sup>25)</sup>

Table 5는 용매로 추출한 참깨박 농축단백질의 유화성을 나타낸 것으로, SPC III가 SPC I과 SPC II에 비하여 높은 유화성과 유화안정성을 나타내어 butanol 추출한 경우에 유화성과 유화안정성이 향상됨을 알 수 있었다.

Table 4. Bulk density, water absorption and fat absorption of sesame protein concentrates

Products	Bulk density (g/ml)	Water absorption (ml H <sub>2</sub> O/g)	Fat absorption (ml oil/g)
SPC I	0.515	3.4	3.3
SPC II	0.448	3.2	3.0
SPC III	0.529	2.9	4.0

SPC I : sesame protein concentrate prepared with water.

SPC II : sesame protein concentrate prepared with HCl.

SPC III : sesame protein concentrate prepared with butanol.

Table 5. Emulsifying properties of sesame protein concentrates (%)

Products	Emulsifying properties	
	Activity	Stability
SPC I	56.2	45.2
SPC II	57.5	46.2
SPC III	68.7	58.8

SPC I : sesame protein concentrate prepared with water.  
 SPC II : sesame protein concentrate prepared with HCl.  
 SPC III : sesame protein concentrate prepared with butanol.

추출용매에 따른 유화성의 차이는 계면활성의 작용을 일으키는 단백질분자의 구조적 특수성에 기인한다. 복합이온으로 형성된 단백질 분자의 배열과 반응성에 미칠 수 있는 모든 외적 요소들이 그 유화력에 영향을 미치기 때문이다. 단백질의 계면활성에 영향을 주는 모든 외적조건 즉, 단백질의 농도, pH, 이온강도, oil의 첨가속도, 혼합속도, 온도등과 같은 요인이 표준화되지 않을 경우 다른 단백질과 직접적으로 비교는 어렵다.<sup>26)</sup>

### 기포성

Table 6에 나타난 바와 같이 butanol로 추출한

SPC III의 기포력이 높은 것은 butanol의 hydroxy기와 단백질의 결합력에 의한 것으로 알려져 있다.<sup>18)</sup> 용매에 의한 추출 중 낮은 기포력인 SPC II는 산성의 pH에서 cati-ionic protein과 phytate가 결합하여 복합체를 형성하므로 가용성 단백질이 phytate와 동시에 감소된 결과<sup>23)</sup>로 사료되며, 기포형성 동안 가용성 단백질은 물과 공기의 계면에 존재하여 기포를 안정화하는데 작용을 한다.

이와같이 기포성은 단백질 분자에 의한 물과 공기간 표면장력의 감소율과 관련이 있다. Sathes<sup>22)</sup>에 의하면 동물성 단백질인 $\beta$ -casein이 좋은 기포력을 형성하기 위하여 표면장력을 빨리 감소시키는 반면에, 식물성 단백질에 많이 함유된 구상단백질은 표면변성이 어려워 비교적 기포성이 낮은 것으로 설명하고 있다. 참깨의 주 단백질인 globulin은 표면의 변성이 비교적 쉽게 일어나지 않아서, 동물성 단백질보다 기포성이 낮은 것으로 알려져 있다.<sup>29)</sup>

Table 6에 나타난 기포 안정성을 보면 SPC II가 기포를 형성한 10분만에 90% 이상이 감소하였으며 1시간이 지났을때 기포가 거의 사라져서 안정성이 크게 떨어지는 결과를 보였고, SPC III은 기포가 12시간이나 지속되어 비교적 기포안정성이 좋음을 알 수 있었다.

Table 6. Foaming capacity and stability of sesame protein concentrates

Products	Wt. after whipping (g)	Vol. after whipping (ml)	Vol. increase (%)	Specific Vol. (ml/g)	Vol.(ml) at room temp. after time(hrs)						
					0.1	0.5	1.0	2.0	2.5	3.0	12.0
SPC I	49.5	63.5	28.28	1.28	56.0	54.0	54.0	53.0	51.5	50.0	-
SPC II	50.1	55.0	9.76	1.09	51.1	50.5	50.0	-	-	-	-
SPC III	48.0	132.0	163.5	2.75	85.0	70.0	61.5	60.0	57.5	50.0	50.0

SPC I : sesame protein concentrate prepared with water.  
 SPC II : sesame protein concentrate prepared with HCl.  
 SPC III : sesame protein concentrate prepared with butanol.

## 결 론

참깨박에 함유된 phytate와 phenol화합물을 감소시키기 위하여 dist-water, HCl, butanol을 처리하여 phytate와 phenol화합물의 추출정도를 비교하고 이로부터 제조한 참깨박 농축단백질의 기능성 차이를 검토하였다. 탈지참깨박의 phytate함량은 4.55%, phenol화합물의 함량은 3.42%였으며 HCl을 처리한것이 phytate제거율이 가장 높았고 phenol화합물의 제거에는 butanol이 효과적이었다. 겉보기 밀도와 지방흡수력은 butanol을 사용한 농축단백질이 높았고 수분 흡수력은 증류수로 추출한것이 높게 나타났다. 유화성과 기포성 역시 butanol로 추출하여 제조한 농축단백질이 우수한 결과를 나타내었다.

## 인 용 문 헌

1. 농림수산부. 농림수산 통계연보, 106, 1992.
2. Erdman, J. W. Oilseed phytate ; Nutritional implications, *J. Am. Oil Chem.Soc.*, 36, 736, 1979.
3. Dreher, M. L. and Holm, E. T. A high performance liquid chromatographic method for chlorogenic acid determination in sunflower seed, *J. Food Sci.*, 48, 264, 1982.
4. Hertman, G. H. Removal of phytate from soy protein, *J. Am. Oil Chem.*, 56, 731, 1979.
5. Han, Y. W. Removal of phytate from soybean and cottonseed meals, *J. Agric. Food Chem.*, 36, 1181, 1988.
6. Brooks, J. R. and Morr, C. V. Phytate removal from soy protein isolates using ion exchange processing treatments, *J. Food Sci.*, 47, 1280, 1982.
7. Sosulski, F. W. Organoleptic and nutritional effects of phenolic compounds on oilseed protein products : A review, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 34, 711, 1979.
8. A. O. A. C, Association of official analytical chemists. 13th ed, Washionton, D. C. 1980.
9. Wheeler, E. Land Ferrel, R. E. A method for phytate determination in wheat and wheat fractions, *Cereal Chem.*, 48, 312, 1971.
10. Burns, R. E. Method for estimation of tannin grain sorghum, *J. Agronomy*, 63, 51, 1971.
11. Dench, J. E. Nilo Rivas, R. and Caygill, J. C., Selected functional properties of sesame flour and two protein isolates, *J. Sci. Food Agric.*, 323, 557, 1981.
12. Rahma, E. H. and Narasinga Rao, M. S. Effect of acetylation and succinylation of cottonseed flour on its functional properties, *J. Agric. Food Chem.*, 31, 352, 1983.
13. Wang, J. C. and Kinsella, J. E. Functional properties of novel proteins ; Alfalfa leaf protein, *J. Food Sci.*, 41, 286, 1976.
14. Sathe, S. K and Salunkhe, D. K. Functional properties of the great nothern bean proteins ; Emulsion, foaming, viscosity and gelation properties, *J. Food Sci.*, 46, 71, 1981.
15. Rhama, E. H. and Narasinga Rao, M. S. Removal of polyphenols from sunflower meal by various solvents ; Effects on functional properties, *J. Food Sci.*, 46, 1522, 1981.
16. Sodini, G. and Canella, M. Acidic butanol removal of color-forming phenols from sunflower meal, *J. Agric. Food Chem.*, 25, 822, 1977.
17. Sosulski, F. W. and McCleary, C. W. Diffusion extraction of chlorogenic acid from sunflower kernels, *J. Food Sci.*, 37, 253, 1972.
18. Saseed, M. and Cheryan, M. Sunflower protein concentrates and isolat-es low in polyphenols and phytate, *J. Food Sci.*, 53, 1127, 1988.
19. Chen, B. H., Morr, C. V. Solubility and foaming properties of phytate reduces soy protein isolate, *J. Food Sci.*, 50, 1139, 1985.
20. Chor, D. H. and Morr, C. V. Protein-water interaction and functional properties, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56, 53A, 1979.



21. Sathe, S. K., Desponde, S. S. and Salunkhe, D. K., Functional properties of winged bean., *J. Food Sci.*, 47, 503, 1982.
22. Sathe, S. K. Desponde, S. S. and Salunkhe, D. K., Functional properties of lupin seed protein concentrates., *J. Food Sci.*, 47, 491, 1982.
23. John, E. Kinsella, Functional properties of soy proteins., *J. Am.Oil Chem. Soc.*, 56, 242, 1979.
24. Canella, M., Castriotta, G. and Bernardi, A., Functional and physico-chemical properties of sunflower proteins., *Lebensm. Wiss. U. Technol.*, 12, 95, 1979.
25. Ramathan, G., Lee, H. R. and Urs, L. N., Emulsification properties of groundnut protein., *J. Food Sci.*, 43, 1270, 1978.
26. Mitehell, J. R., Foaming and emulsifying properties of proteins, *In Developments in food proteins*, Elsevier Applied Sci. Publishig Co., U.S.A., 4, 291, 1988.
27. Sosulski, F. and Fleming, S. E., Chemical, functional and nutritional properties of sunflower protein products., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 100A, 1977.
28. Parkash, V. and Nandi, P. K., Isolation and characterization of globulin of sesame seed., *J. Agric. Food Chem.*, 28, 320, 1978.