

한외여과에 의해 제조된 참깨박 농축단백질의 기능적 특성

전 정 례 · 박 정 룡**

(주) 대구백화점, 영남대학교 식품영양학과*

Functional Properties of Sesame Protein Concentrates Produced by Ultrafiltration

Jeong-Ryae Jeon and Jyung-Rewng Park**

Dept. of Food Analysis, Taegu Department Store, Taegu, 700-431, Korea

Dept. of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyongsan, 712-749, Korea*

Abstract

The functional properties of sesame protein concentrate(SPC) using different size of ultrafiltration(UF) membranes were examined and compared with those of conventional acid-precipitated sesame protein concentrate. The protein contents of SPC by UF with molecular size of 10K, 30K and 100K dalton membranes were 84.2%, 82.7%, and 76.4%, respectively, and that of acid-precipitated SPC was 88.7%. The nitrogen solubility of SPC by UF was higher than that of conventional SPC at various pH levels. Especially, it showed three-fold increase at near isoelectric point. However, water absorption capacity and fat absorption capacity of SPC by UF were decreased. For emulsion and foam properties, there were no significant differences between SPC by acid precipitation and SPC by UF method. At various pH levels, SPC by membrane with pore size of 30K dalton showed the highest emulsion properties. The SPC by UF had slightly higher viscosity than defatted sesame flour and SPC by acid precipitation.

Key words: sesame protein concentrate, ultrafiltration, functionality.

I. 서 론

참깨를 비롯한 들깨, 대두, 유채 등의 유량종자의 착유 후 얻어지는 분리박에는 양질의 단백질을 많이 함유하고 있어 단백질원으로 그 이용가치가 높은 것으로 평가되고 있으며 단백질 강화 식품이나 텍스처화된 단백질식품 및 단백질음료 등에 이용되고 있거나 개발단계에 있다¹⁾.

참깨(*Sesamum indicum* L.)는 특유의 향미와 천연 항산화제를 함유하고 있어 식용유의 원료로 그 우수함이 인정되고 있다²⁾. 착유 후 분리되는 참깨박에는 약 49%의 단백질이 함유되어 있으며, 열에 매우 안정하고 methionine, cystine, tryptophan 등의 아미노산이 풍부하고 색깔이 밝은 반면, lysine의 함량이 낮아 단백질효율비는 1.35정도이나 lysine이 풍부한 대두를 동량으로 보충할 경우 casein과 같은 단백질효율을 얻을 수 있어 참깨박 단독으로 보다는 다른

유량종실에 보충함으로 영양적인 질을 향상시키는 보충제로서 더 큰 역할을 한다³⁾. Rooney 등⁴⁾에 의하면 제빵 과정 중에 참깨 단백질을 20% 수준으로 첨가하였을 때 제빵의 부피가 좋았고 반죽시 수분 흡착력이 증가하였으며 빵의 단백질 함량이 35% 수준으로 증가되었다고 보고하였다. De Padua⁵⁾는 육류를 참깨로 대체할 수 있는 수용력을 연구하였는데 관능 검사에서 육류의 30%까지는 참깨박으로 대체할 수 있으며 식품의 증량제로 이용할 수 있다고 보고하였다.

한편 기존의 단백질 분리공정인 산 침전 방법은 고도의 단백질 농축물을 제조할 수 있으나 그 회수량이 아주 저조하고 색깔이 어두워 식품에의 이용이 제한되고 있다⁶⁾. 이러한 참깨박에서 단백질의 회수량을 증가시키면서 기능성과 색깔을 향상시키고자 기존의 산 침전 방법에 효소에 의한 가수분해와 물리·화학적 변형^{7,8)}에 대한 연구가 행해졌으며 이러한 방법은 lysinoalanine과 같은 발암물질과 염의 생성, 쓴맛이 발생하는 등의 문제점이 대두되고 있다^{8,9)}.

비교적 새로운 단백질 분리공정인 한외여과(ultrafiltration)는 막의 양쪽에 압력차를 주어 용질을 분리하는 방법으로 그 조작이 간편하고 단백질의 구조적 변형 및 기능성 저하, 효소활성의 손상을 최소화할 수 있으며 항영양 인자의 제거에도 유용한 것으로 보고되고 있다¹⁰⁾. 이에 관한 연구로 Porte와 Michaels¹¹⁾가 1970년에 단백질 분리를 위해 한외여과 공정을 처음으로 제시한 이래, Lawhon 등¹²⁾이 증전의 방법과는 다른 새로운 막 분리공정을 도입하여 대두의 경우 90% 이상의 단백질을 분리하였으며, 또한 땅콩에서는 단백질의 기능성이, 해바라기 종실에서는 색도 그리고 면실에서는 영양가가 향상되었다고 보고하였다^{13~15)}.

본 연구는 영양학적으로 충분한 가치가 있는 참깨박의 단백질원으로서의 이용성을 증진시킬 목적으로 한외여과에 의해 농축단백질을 제조하여 기존의 참깨 분리단백질과의 기능적 특성을 비교 검토하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 참깨박

한국산 참깨(경북 의성)를 구입하여 갈색으로 볶은 다음 참기름을 제조하고 남은 박에 에테르를 가해 탈지한 후 풍건하고 분쇄하여 실험에 사용하였다.

2) 실험장치

실험에 사용한 분리막과 한외여과 장치는 Pellicon Lab. Cassette System (Millipore Co., U.S.A.)으로 막의 재질은 polysulfone 이며 유효막면적은 120 cm², 분획분자사이즈는 10,000(10 K), 30,000(30 K), 100,000(100 K) dalton을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 산침전 참깨박 농축 단백질의 조제

참깨박에 10배의 증류수를 가하여 1N NaOH용액으로 pH 9.0으로 조정하고 다음 40°C에서 1시간 추출하고 10,000×g에서 15분간 원심분리하여 알칼리 추출물을 얻었다. 이것을 1 N HCl 용액으로 pH 4.5로 조정하고 다시 원심분리하여 잔사를 모으고 pH 7.0으로 조정하고 뒤 동결 건조하여 참깨 농축 단백질을 제조하였다.

2) 한외여과에 의한 참깨박 농축 단백질의 제조

산침전 참깨박 농축 단백질에서와 동일하게 참깨박 알칼리 추출물을 조제한 다음 Watman No. 1 여과지로 여과하고, 온도 40°C, 압력 2 kgf/cm²에서 10,000(10K), 30,000(30 K), 100,000(100 K)의 3 종류의 막을 사용하여 한외여과에 의해 5배로 농축한 후 pH 7.0으로 조정하고 동결건조하여 참깨박 농축 단백질(sesame protein concentrate, SPC)을 각각 제조하였다.

실험이 완료된 후에는 증류수로 압력가변하에서 20분 동안 순환시키고 사용한 막은 1% hypochlorite 용액에 48시간 담구어 세정하였으며 1% formalin 용액에 저장하였다.

3) 농축 단백질의 일반 성분 분석

참깨박 농축단백질의 일반 성분 분석은 A.O.A.C.

방법¹⁶⁾에 따라 수분 함량은 105°C 상압 가열 건조법, 단백질 함량은 micro-Kjeldahl법, 지방 함량은 Soxhlet 법으로 분석하였다.

4) 기능성 측정

(1) 용해도

참깨박 농축 단백질의 용해도는 Dench¹⁷⁾의 방법으로 행하였으며 총 질소에 대한 백분율로 용해도를 계산하였다.

(2) 겔보기 밀도, 수분 흡수력 및 지방 흡수력

겔보기 밀도는 Rahma와 Narasinga¹⁸⁾의 방법으로 행하여 시료 부피(ml)에 대한 시료의 무게(g)로 나타내었다.

수분 및 지방 흡수력은 Wang과 Kinsella¹⁹⁾의 방법에 따라 행하였으며, 농축 단백질에 흡수된 증류수와 옥수수 기름의 양을 ml로 나타내었다.

(3) 유화성

유화성은 Knuckles와 Kohler²⁰⁾의 방법에 준하여, 유화 활성의 경우 시료 1g을 증류수 10ml와 균질 혼합하여 pH를 조정한 다음 옥수수 기름 10ml를 첨가하여 교반한 다음 원 심분리하여 측정하였다. 유화안정성은 유화액을 80°C 항온 수조에서 30분간 가열한 후 계산하였으며 유화력은 시료 1g에 증류수 50ml를 첨가하여 교반하면서 pH를 조정하고 옥수수 기름 50ml를 첨가하여 교반한 다음 기름을 1ml/sec 속도로 첨가하면서 균일 혼합의 저항이 생길 때까지 유화된 기름의 양으로 나타내었다.

(4) 기포성

기포성은 Sathe 등²¹⁾의 방법에 따라 기포 형성력은 포획한 후 증가된 기포의 양을 나타내었으며, 그리고 기포 안정성은 시간의 경과에 따른 남아있는 기포의 양을 나타내었다.

(5) 점도

점도 측정은 Fleming 등²²⁾의 방법에 따라 측정하였다.

III. 실험 결과 및 고찰

1. 참깨박 농축단백질의 일반 성분

Table 1은 각 농축단백질의 일반성분을 나타낸 것으로서 탈지 참깨박의 단백질 함량은 49%인데 비해 10 K막을 사용하여 한외여과 공정에 의해 제조된 농축 단백질의 조단백질의 함량은 84.2%로서 기존의 방법인 산침전 농축 단백질의 88.7%와 거의 비슷하였으며, 또한 30 K와 100 K로 한외여과 처리한 농축 단백질의 단백질 함량도 각각 82.7%와 76.4 %로 각각 나타났다.

2. 기능성

1) 용해도

한외여과 공정에 의해 제조된 참깨박 농축단백질의 용해도를 pH 2.0~12.0의 범위에서 측정하였다 (Fig. 1). 탈지 참깨박은 pH 4.5에서 5.5%의 용해도를 나타내는 반면 참깨박 분리 및 농축 단백질은 pH 5.0에서 최저의 용해도를 나타냈는데, 이러한 변화는 Chor과 Mori²³⁾에 의하면 단백질에 결합되어 있는 phytate의 제거에 의한 것이라고 보고하였다. 한편 참깨박 분리단백질은 각 pH에 따라 용해도의 변화

Table 1. Chemical composition of sesame protein concentrates (%)

Products ¹⁾	Moisture	Protein	Fat	Ash
DSF	3.3	49.0	2.9	13.3
SPC	3.4	88.7	0.3	2.2
10K UF	3.4	84.2	0.2	4.2
30K UF	3.3	82.7	0.2	4.3
100K UF	3.3	76.4	0.2	3.5

¹⁾ DSF : defatted sesame flour

SPC : sesame protein concentrate prepared by acid precipitation

10K UF : sesame protein concentrate prepared by UF using 10⁴ MWCO membrane

30K UF : sesame protein concentrate prepared by UF using 3×10⁴ MWCO membrane

100K UF : sesame protein concentrate prepared by UF using 10⁵ MWCO membrane

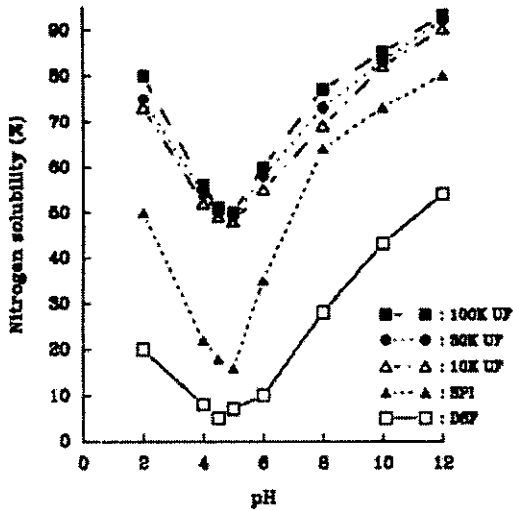


Fig. 1. The nitrogen solubility profiles of sesame protein concentrates at various pH levels.

가 심한데 비해, 3종의 분리막을 사용한 한외여과공정에 의해 제조된 농축단백질들은 전범위의 pH에 걸쳐 거의 50% 이상의 용해도를 나타내었다. 이러한 결과는 기존의 참깨박 분리단백질은 낮은 용해도로 인하여 그 용도가 제빵의 보충제 및 증량제 등의 고체식품에 국한되었으나 농축단백질의 경우 액상식품 및 음료수에의 사용이 가능함을 제시하고 있다. 특히 한외여과에 의해 제조된 농축 단백질들은 등전점을 전후한 약산성에서 용해도가 48~50%를 나타내 참깨박(5.5%)이나 분리농축단백질(16%)보다 3~9 배가 증가되어 마요네즈, salad dressings, 산성과일음료 등의 산성 액상식품의 활용에 도움을 줄 수 있을

것으로 사료된다. 3종류의 분획 분자량의 막을 사용하여 한외여과에 의해 제조된 각각의 참깨박 농축단백질간의 용해도는 현저한 차이가 발견되지 않았으며 최고의 용해도는 100 K막을 사용해 제조된 농축단백질로 pH 12.0에서 93%를 나타내었다.

2) 겔보기 밀도, 수분 및 지방 흡수력

Table 2는 참깨박의 각종 처리에 의해 제조된 단백질들의 겔보기 밀도와 수분 및 지방 흡수력을 측정된 결과이다.

탈지박의 겔보기 밀도는 0.687 g/ml였으나 산침전 농축 단백질의 겔보기 밀도는 0.489 g/ml로 부피의 팽창현상이 현저하였으며 한외여과에 의해 제조된 농축 단백질은 각각 0.524 g/ml, 0.562 g/ml, 0.553 g/ml의 겔보기 밀도를 나타내어 탈지박보다는 낮았으나 산침전 단백질보다는 높았다. Buchanan²⁴⁾에 의하면 겔보기 밀도는 동결 건조전의 수분 함유량이 높으면 보다 부드러운 단백질을 얻을 수 있다고 보고하였다.

수분 흡수력은 탈지박의 경우 2.1 mg/g인데 비해 농축 단백질에서는 상당히 감소된 결과를 나타내었다. 알칼리 용액(pH 9.0)에 의한 추출은 가용성 단백질의 양과 단백질의 분산성을 증가시켜 외부의 물리적인 힘 즉 고속의 원심 분리에 의해서도 침강되지 않아 비교적 저조한 수분흡수력을 나타낸 것으로 사료된다. 이는 가용성 단백질의 높은 함량으로 인한 것으로, 비교적 높은 용해도와 유효성을 요하는 식품에 첨가하는 sodium caseinate와 루우핀콩 분리 단백질에서 높은 수분 흡수력이 관찰되지 않았다는 보고²⁵⁾와 일치하였다. Hermansson²⁶⁾에 의하면 고도의 가

Table 2. Bulk density, water absorption and fat absorption of sesame protein concentrates

Products ¹⁾	Bulk density (g/ml)	Water absorption (ml H ₂ O/g)	Fat absorption (ml oil/g)
DSF	0.687	2.10	2.50
SPC	0.489	0.15	3.20
10K UF	0.524	0.40	2.90
30K UF	0.562	0.10	2.70
100K UF	0.553	0.24	3.10

¹⁾The symbols of products were shown in Table 1.

용성 단백질은 수분 흡수력을 저하시키므로 수분 흡수력이 강한 단백질을 식품에 첨가하면 수분 흡수의 불균형이 일어나 첨가시 수분량을 조절하여 일정한 점도를 유지하여 주어야 한다고 제안하였다.

탈지 참깨박의 지방 흡수력은 2.5ml/g 인데 비해 산침전 농축 단백질은 3.2g/ml 로서 향상되었으며 김과 이²⁵⁾가 보고한 유화 안정제로 사용되는 sodium caseinate (3.1ml/g)의 지방 흡수력과 비슷하였다. Manak 등¹³⁾은 한외여과에 의해 제조된 대두 분리 단백질의 지방흡수력은 2.52ml/g으로 시판 대두 단백질의 것(1.57ml/g)보다 높았으나 땅콩이나 면실 분리단백질의 경우는 오히려 저조하였으며, 한외여과 처리 전의 단백질 추출물을 제조하는 과정에서 사용된 알칼리의 유형에 따라 지방흡수력이 다르게 나타났다고 보고하였다.

3) 유화성

Fig. 2는 pH에 따른 참깨박 단백질의 유화활성을 나타낸 것으로 탈지박을 제외한 모든 농축 단백질들은 pH 2.0에서 최고의 유화활성을 나타내었고 등전점 부근에서 가장 낮았다. 이 결과는 박 등²⁷⁾이 보고한 참깨와 대두 분리 단백질의 유화 활성은 pH 2.0에서 가장 높았고 pH 4.0~8.0 범위에서 낮았다는 것과 유사하게 나타났으며 pH에 따른 유화 활성 곡선은 용해도의 곡선과는 달리 각 pH 간에 현저한 차이를 나타내지는 않았다. 한편 한외여과에 의해 제조된 참깨박 농축단백질의 유화 활성이 산침전 농축 단백질보다 높게 나타났으며, 특히 30 K UF의 경우 전 pH에 걸쳐 약 55~80%로서 대두(58%)나 들깨(56%)의 분리 단백질에서 보고되는 것보다 더 높게 나타났다^{27,28)}. Liu 등²⁹⁾은 대두 분리단백질의 제조과정에서 pH 9.0에서 추출하여 pH 4.2로 침전시킨 분리단백질보다 동일하게 추출하여 한외여과시킨 분리 단백질의 유화 활성이 더 높게 나타났다고 보고하였다. 이러한 차이는 단백질의 해리와 disaggregation을 야기시킴으로 물-기름 계면의 유화에 참여할 수 있는 peptide의 수를 증가시키고 단백질 내부에 있는 소수성 잔기들을 노출시켜 친수·소수 균형을 증진시켜 유화형성을 용이하게 하는 것으로²⁹⁾ 알칼리에서 추출하여 곧 바로 산침전시킨 단백질보다 한외여

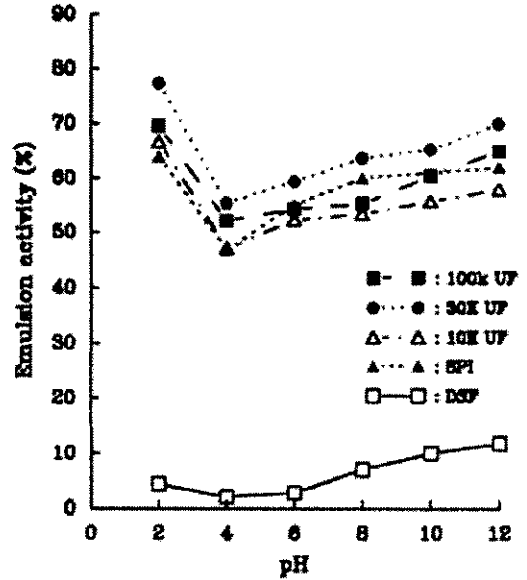


Fig. 2. Emulsion activity of sesame protein concentrates at various pH levels.

과를 통해 알칼리 용액에서 순환과정을 거쳐 얻어진 단백질의 유화성이 더 우수하다고 사료된다.

Fig. 3은 각 단백질의 유화 안정성을 나타낸 것으로서 참깨의 탈지박보다 농축단백질의 유화 안정성은 높게 나타나 이들 단백질이 80°C에서 30분 동안 가열에 의해서도 안정함을 나타내었다. Lui 등²⁸⁾은 대두에서 한외여과에 의해 유화 안정성이 향상되었다고 보고하였다.

한편 pH에 따른 참깨박 농축 단백질의 유화 형성력(Fig. 4)은 유화활성이나 안정성과는 달리 알칼리 pH에서 더 높게 나타났고 등전점인 pH 4.0에서는 비교적 저조하였다. 그러나 산침전 농축 단백질보다는 상당히 향상되어 대다수의 유량종실 단백질의 유화성이 중성에서 산성으로 갈수록 저하하는 경향과 비교해 볼 때 이들 한외여과에 의해 제조된 참깨박 농축 단백질은 마요네즈 등의 유화제에 동물성 단백질의 대체제로서 가능하리라 사료된다.

4) 기포성

탈지 참깨박의 기포 형성력은 18%인데 비해 한외

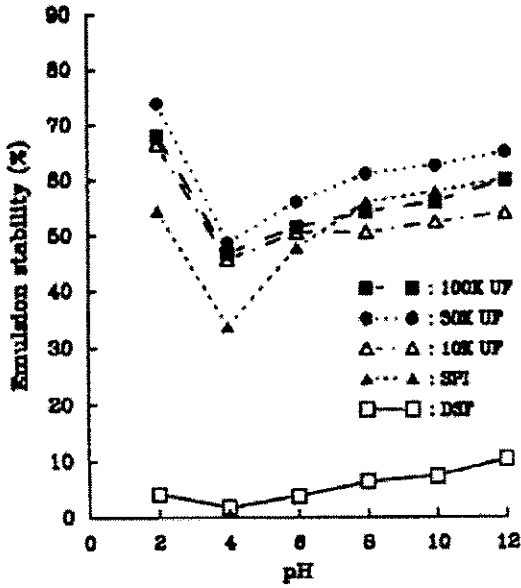


Fig. 3. Emulsion stability of sesame protein concentrates at various pH levels.

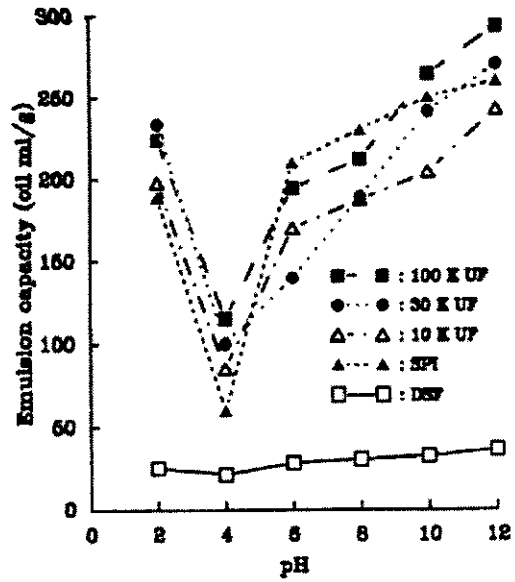


Fig. 4. Emulsion capacity of sesame protein concentrates at various pH levels.

여과한 농축단백질은 152~172%를 나타내어 Lui 등³⁰⁾이 보고한 한외여과로 농축한 대두 단백질의 95%보다는 현저하게 높았다(Table 3).

기포 안정성의 경우 참깨박은 기포를 형성한지 3시간내에 거의 사라졌으나 산침전 및 한외여과에 의해 제조된 단백질은 기포가 8시간 이상이나 지속되어 비교적 기포 안정성이 우수함을 나타내었다. 이는 참깨박을 알칼리 용액에서 가수분해시킴으로 단백질 특히 가용성 단백질의 양을 증가시켜 기포 형성력을 향상시킨 것으로 사료된다. Kinsella³⁰⁾에 의하면 air-

water system에서 단백질은 계면에서 분산되고 unfolding 이 일어나서 polypeptide의 소수기가 공기로 노출되는 변성을 일으키며 이와 같이 변성된 단백질은 film 형태로 계면에 흡수되어서 공기와 물간의 표면장력을 저하시키고 공기를 포획하여 기포의 형성을 촉진하며, Sathe와 Salunkhe 등³¹⁾에 의하면 이러한 단백질의 film 형성은 단백질의 4차구조의 안정성과 연관이 있으며 β -casein처럼 구조적으로 무질서하고 flexible한 단백질은 좋은 기포성을 나타내는 반면 lysozyme과 같이 안정되고 cross-linked 된

Table 3. Foaming capacity and stability of sesame protein concentrates

Products ¹⁾	Wt. after whipping (g)	Vol. after whipping (ml)	Specific Vol. (ml/g)	Vol.(ml), at room temp. after time(hr)						
				0.1	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0	8.0
DSF	99.60	118	1.18	112	110	108	105	102	100	100
SPC	99.24	180	1.81	130	120	115	110	110	106	102
10K UF	98.70	272	2.76	264	120	112	108	108	106	106
30K UF	97.24	268	2.76	240	110	106	104	103	102	102
100K UF	98.70	252	2.55	242	150	120	116	108	106	106

¹⁾The symbols of products were shown in Table 1.

구상 단백질은 표면이 변성되기 어려워 비교적 기포성이 낮은 것으로 설명하고 있다.

참깨의 주 단백질인 구상단백질은 표면의 변성이 쉽게 일어나지 않아 동물성 단백질보다 기포성이 낮은 것으로 알려져 있다³¹⁾. 참깨박을 알칼리 용액 pH 9에서 추출하여 산침전 또는 한외여과에 의한 농축 공정은 가용성 단백질의 양을 증가시키고 또한 단백질의 구조적 변형과 unfolding을 야기시켜 S-S결합을 감소시켜 기포성이 개선되는 것으로 사료되며 기포형성 동안 가용성 단백질만이 물과 공기의 표면에 흡착하며 기포를 안정화하는데 주로 작용을 한다³³⁾.

Table 4는 기포 형성력을 pH에 따라 기포 부피량으로 나타낸 것으로 참깨박에 비해 농축단백질의 기포 형성력은 현저히 증가되었으며 특히 10 K 분획 분자량의 막을 사용하여 제조된 참깨 농축단백질의 기포 형성력이 높게 나타났다. 또한 pH 4.0에서 가장 낮고 산과 알칼리로 갈수록 높은 기포 형성력을 나타내어 단백질 용해도와 유사하였는데 Elderidge 등³²⁾도 대두 단백질의 기포 형성력에 대한 pH의 영향에서 기포 형성력은 단백질의 용해도에 좌우되며 등

전점 부근에서 가장 낮았으며 이러한 경향은 박 등²⁷⁾의 참깨와 들깨 단백질에서도 유사하게 나타났다.

Table 5는 기포형성 2시간 경과 후 남아있는 기포의 부피를 pH에 따른 기포 안정성을 나타낸 것으로 기포 형성 2시간 경과 후에는 등전점인 pH 4.0에서 기포가 가장 많이 남아 있었다. 이는 양 등³⁶⁾이 대두 분리 단백질의 용해도와 표면장력은 등전점 부근에서 최소로 등전점에서 가용성인 단백질의 기포 안정성은 최대가 되며 pH가 등전점에서 멀어지면 단백질의 순하전이 증가하게 되어 기포 안정성이 감소되었다는 것과 유사하게 나타났다. 산침전 단백질(pH 9.0/4.5) 및 한외여과 단백질(pH 9.0/UF)의 기포 안정성은 기포 형성력에 비해 비교적 저조하게 나타났는데, Kinsella³⁰⁾에 의하면 기포 형성력은 용해도와 깊은 상관관계를 가지나 안정성은 상관관계를 갖지 않는다고 보고하고 있다. 이상의 결과에서 기포 형성력 및 안정성은 한외여과에 의해 현저히 증가되었으며 특히 10 K 분획분자량을 가지는 막을 사용한 한외여과에 의해 제조된 참깨박 농축단백질에서 기포성이 비교적 높게 나타났으며 이러한 한외여과에 의

Table 4. Foam capacity of sesame protein concentrates at various pH levels

Products ¹⁾	Foam volume (ml) at pH 2~12					
	2	4	6	8	10	12
DSF	150	30	38	120	130	168
SPC	200	180	180	180	185	220
10K UF	320	260	164	194	212	220
30K UF	260	170	168	168	170	178
100K UF	220	176	188	224	224	240

¹⁾The symbols of products were shown in Table 1.

Table 5. Foam stability of sesame protein concentrates at various pH after 2hr

Products ¹⁾	Foam volume (ml) at pH 2~12					
	2	4	6	8	10	12
DSF	0	6	5	5	0	0
SPC	30	160	20	20	20	20
10K UF	120	200	12	8	4	0
30K UF	36	60	8	0	0	0
100K UF	26	40	20	10	10	0

¹⁾ The symbols of products were shown in Table 1.

Table 6. Viscosity of sesame protein concentrates at different concentration

Products ¹⁾	Apparent viscosity (cps) ²⁾							
	Concentration (% w/v)							
	1	2	3	4	5	7	10	
DSF	1.02	1.22	1.63	2.82	3.35	4.11	9.42	
SPC	1.48	1.87	3.52	5.78	7.24	13.06	16.43	
10K UF	1.65	2.34	4.21	7.73	10.21	17.34	19.43	
30K UF	1.65	2.35	4.01	7.73	10.32	19.64	23.34	
100K UF	1.49	2.10	3.92	6.97	9.74	18.67	22.98	

¹⁾Viscosity was determined by Brookfield Viscometer LVF-100 at 20°C.

²⁾The symbols of products were shown in Table 1.

한 기포 형성력의 향상은 참깨 농축단백질을 dessert topping, angel cake 및 냉동후식 등에 이용을 가능하게 할 것으로 사료된다.

5) 점 도

각 단백질원의 농도별 점도를 측정 한 결과는 Table 5와 같다. 한외 여과 공정은 참깨박의 점도를 증가시켜 산침전 단백질 보다 한외여과 농축 단백질의 점도가 높게 나타났으며, 특히 30K UF의 점도가 가장 높게 나타났다. 참깨 탈지박은 7~10%에서 농도의 급격한 증가를 보인 반면 산침전 단백질 및 한외여과 단백질들은 5~7 %에서 최대의 증가를 나타내었다.

IV. 요약

식물성 단백질 자원으로 참깨의 유지 추출 후 분리되는 박은 단백질 함량이 높으며 질 또한 우수하여 단백질 자원으로서 이용 가치가 높게 평가되고 있다. 그러나 종실박에 함유된 oxalate와 phytate는 무기질과 결합하여 단백질의 이용과 기능성을 저해하고 폐놀 화합물은 유지 추출 과정에서 높은 열 처리로 인해 변색을 유발하여 참깨박의 이용을 비료나 동물 사료로 제한하고 있다.

따라서 본 연구는 참깨박의 비 영양 성분을 제거시키고 동시에 기능성을 향상시켜 참깨박의 식량 자원으로서의 이용을 증진시킬 목적으로 한외 여과에 의한 단백질의 최적 분리 조건을 검토하고 농축 단

백질을 제조하여 이들의 기능적 특성을 산침전 농축 단백질과 비교 검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

한외여과에 의해 제조된 참깨 농축단백질들의 단백질 함량은 84.2%, 82.0%, 76.4%로 각각 나타나 산침전 농축 단백질(88.7 %)에 비해 약간 낮았다.

참깨 농축단백질들의 용해도는 산침전 농축 단백질보다 훨씬 향상되었으며 특히 단백질의 등전점 부근의 pH에서의 용해도는 3배가 증가된 반면에 수분 흡수력과 지방 흡수력은 한외여과 처리에 의해 오히려 저하되었다.

한외 여과에 의해 제조된 참깨 농축단백질들은 산침전 단백질보다 점도가 높게 나타났으며 특히 분획분자량 30 K의 막을 사용하여 한외여과하여 제조한 농축단백질의 점도가 가장 높게 나타났다.

V. 참고문헌

1. Natarajan, K. R. : Peanut protein ingredients, preparation, properties and food uses. *Adv. Food Res.*, 26: 215-273, 1980.
2. Lyon, C. K. : Sesame : Current knowledge of composition and use. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 49: 245-249, 1972.
3. Johnson, L. A., Suleiman, T. M. and Lusas, E. W. : Sesame protein : A review and prospectus. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56: 463-468, 1979.
4. Rooney, L. W., Gustafson, C. B., Clark, S. P.

- and Cater, C. M. : Comparison of the baking properties of several oilseed flour. *J. Food Sci.*, 37: 14, 1972.
5. De Padua, M. : Some functional and utilization characteristics of sesame flour and proteins. *J. Food Sci.*, 48: 1145-1147, 1983.
6. Suleiman, T. M. : Optimization of protein isolation from sesame. Texas A & M Univ. Ph.D. Thesis, 1982.
7. Jeon, J. R. and Park, J. R. : Functional properties of silkworm larvae protein concentrate after enzyme treatments, *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 21(6): 706-711, 1992.
8. Seo, A. and Morr, C. V. : Activated carbon and ion exchange treatments for removing phenolics and phytate from peanut protein products. *J. Food Sci.*, 50: 262-263, 1985.
9. Provensal, M. P., Cug, J. L. and Cheftel, J. C. : Chemical and nutritional modification of sunflower proteins due to alkaline processing, formation of amino acid cross-links and isomerization of lysine residues, *J. Agric. Food Chem.*, 38: 651, 1990.
10. Lewis, M. J. : Concentration of protein by ultrafiltration. In "Development in Food Protein" Elsevier Applied Sci., Publishing Co., New York, Vol. 1, p. 91-130, 1982.
11. Porter, M. C. and Michaels, A. S. : Applications of membrane ultrafiltration to food processing. presented at the 3rd International Congress of Food Science and Technology, Washington, D.C., Aug. 9-14, 1970.
12. Lawhon, J. T., Hensley, D. W., Mulsow, D. and Mattil, K. F. : Optimization of protein isolate production from soy flour using industrial membrane system. *J. Food Sci.*, 43: 361-364, 1978.
13. Manak, L. T., Lawhon, J. T. and Lusas, E. W. : Functional properties of soy, cottonseed, and peanut protein isolates produced by industrial membrane system. *J. Food Sci.*, 45: 236, 1980.
14. Culioli, J., Maubois, J. L. and Chopin, A. : Industries alimentaires et agricoles, 92(9/10), 1029 (1975) cited from Lewis, M. J. : Concentration of protein by ultrafiltration. In "Development in Food Protein" Elsevier Applied Sci., Publishing Co., New York, Vol. 1, p. 91, 1982.
15. Lawhon, J. T., Manak, L. J. and Lusas, E. W. : Improved process for isolation of glandless cottonseed protein using industrial membrane system. *J. Food Sci.*, 45: 197-201, 1980
16. A.O.A.C. : Association of official analytical chemists. 13th ed. Washington, D.C., 1980.
17. Dench, J. E. : Extraction of nitrogen material from winged bean [*Phaseolus tetragonlobus*(L.) DC] flour and the preparation and properties of protein isolates. *J. Sci. Food Agric.*, 33: 173-184, 1982.
18. 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: 352-355, 1983
19. Wang, J. C. and Kinsella, J. E. : Functional properties of novel proteins : alfalfa protein. *J. Food Sci.*, 41: 286-292, 1976.
20. Knuckles, B. E. and Kohler, G. O. : Functional properties of edible protein concentrates from alfalfa. *J. Agric. Food Chem.*, 30: 748-752, 1982.
21. Sathe, S. K., Deshpande, S. S. and Salunkhe, D. K. : Functional properties of lupin seed (*Lupin mutabilis*) proteins and protien concentrates. *J. Food Sci.*, 47: 491, 1982.
22. Fleming, S. E., Sosulski, F. W. and Humbert, E. S. : Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. *J. Food Sci.*, 39: 188-191, 1974.
23. Chor, D. H. and Morr, C. V. : Protein-water interaction and functional properties. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56: 53A-62A, 1979.

24. Buchanan, R. A.: Effect of storage and lipid extraction on the properties of leaf protein. *J. Sci. Food Agric.*, 20: 359, 1959.
25. Kim, Y. W. and Lee, C. H. : Functional properties of lupin seed protein concentrate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 19(6): 499-505, 1987.
26. Hermanson, A. M. : Determination of functional property of protein foods. In "Proteins in Human Nutrition. Academic Press" London, p.407, 1973.
27. Park, H. S., Ahn, B. and Yang, C. B. : Studies on the functional properties of sesame and perilla protein isolate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 22(3): 350-356, 1990.
28. Mitchell, J. R. : Foaming and emulsifying properties, In "Developments in Food Proteins" Elsevier Applied Sci. Publishing Co., New York, Vol. 4, p. 291-338, 1984.
29. Lui, F. K., Nie, Y. H. and Shen, B. Y. : Manufacturing soy protein isolate by ultrafiltration. In "Vegetable Oilseed Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs" Am. Oil Chemists' Society, Illinois, p. 84, 1989.
30. Kinsella, J. E. : Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56: 242-258, 1979.
31. Sathe, S. K. and Salunkhe, D. K. : Functional properties of the great northern bean proteins : Emulsion, foaming, viscosity and gelation properties. *J. Food Sci.*, 46: 71, 1981.
32. Pools, S., West, S. and Fry, J. : High-performance protein foaming and gelation systems. In "Developments in Food Proteins", Elsevier Applied Sci., Publishing Co., New York, Vol. 5, p. 257-298, 1987.
33. Eldridge, A. C., Hall, P. K. and Wolf, W. J. : Stable foam from unhydrolyzed soybean protein. *Food Tech.*, 17: 1592-1596, 1963.
34. Yang, S. T., Kim, M. S. and Park, C. O. : Effects of pH and natural polysaccharide gums on the foam stability of soy protein isolate. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24(5): 482-491, 1992.