

숙시닐화에 따른 참깨박 농축 단백질의 성분 변화

김진아 · 박정룡 · 차명화 · 김 진 · 전정례
영남대학교 식품영양학과

Effect of Succinylation on the Composition of Sesame Protein Concentrates

Jin-Ah Kim, Jyung-Rewng Park, Myung-Hwa Cha, Jin Kim and Jeong-Ryae Jeon

Department of Food and Nutrition, Yeungnam University, Kyongsan, 712-749, Korea

ABSTRACT

Addition of 0.5, 1.0 and 2.0g of succinic anhydride to 2g of sesame protein concentrates succinylated 44.9, 70.0 and 83.1% of the available amino groups, respectively. Considerable amount of phytate were removed in all sesame protein concentrates and the highest reduction was obtained by addition of 2.0g of succinic anhydride. Among the minerals investigated, high amount of calcium and magnesium were presented in defatted sesame flour. In the case of calcium, magnesium and iron, the contents were decreased as the degree of succinylation was increased. Most amino acid content of sesame protein concentrates was not changed by succinylation but lysine was slightly decreased. Result of color measurement showed that the higher degree of succinylation, the higher values of L and b were founded.

Key words: Sesame protein concentrate, Succinylation.

I. 서 론

새로운 식물성 단백질 자원으로서 대두¹⁻⁷⁾를 비롯하여 참깨⁸⁾, 땅콩⁹⁾, 유채¹⁰⁾, 면실¹¹⁾, 그리고 해바라기씨¹²⁾ 등과 같은 유량 종실이 제시되고 있다. 이러한 유량 종실들은 대체로 식용 유지 자원으로서 이용되며, 지방을 추출한 후 얻어지는 박(粕)에는 다량의 단백질이 함유되어 있으나 보통은 동물 사료

나 비료 등으로 이용되고 있는 실정이다. 45~63%의 지방을 함유하고 있는 참깨 (*Sesamum indiculum* L.)는 주로 유지 자원으로서 사용되는데¹³⁾ 참기름은 독성이 없고 향미가 좋으며 필수 지방산의 좋은 공급 식품이 되고 있다.

착유 후 부산물로 얻어지는 참깨박에는 50% 이상의 단백질이 함유되어 있는데 methionine이나 cystine 같은 함황 아미노산과 tryptophan 등이 비교적 풍부하기 때문에 단백질 자원으로서 충분한 개발

가능성을 가지고 있다.^{15, 20)} De Pauda¹⁷⁾는 관능 검사 결과 참깨박으로 meat loaf의 40%까지 대체시켜도 차이가 없음을 보고하였고, 빵의 제조에 첨가하였을 때 다른 유량 종자보다 반죽의 부피를 더 많이 증가시켰다는 보고도 있다.²⁰⁾

최근에는 물리, 화학적 및 효소적 방법으로 단백질 분자를 변형시켜 식품 단백질이 갖고 있는 종래의 기능성을 더욱 향상시키거나 폐기자원을 효율적으로 이용하려는 많은 연구가 시도되고 있다. 그러나 일반적인 화학적 변형 방법은 산에 의해 지나치게 가수분해되거나 휴민화합물의 생성 가능성이 있고, 또한 알칼리 처리시에는 cysteine과 lysine 같은 필수아미노산이 파괴될 뿐만 아니라 lysinoalanine과 같은 독성 물질을 생성하고 소화 장애가 나타나는 문제점이 있어²¹⁾ 모든 식품 단백질에 적용하는 것이 불가능한 실정이다. 반면 succinic anhydride에 의한 succinylation은 이런 우려가 없어 식품 단백질의 유화성, 기포성, 용해성 등과 같은 기능적 특성을 향상시키고자 하는 많은 연구에 이용되고 있다.

본 연구는 참기름을 추출하고 얻은 참깨박을 식품 단백질원로서의 효율적인 이용 가능성을 모색하기 위해 참깨박 농축단백질을 숙시닐화시켜 숙시닐화 정도에 따른 성분 변화를 검토하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재 료

참깨박은 참깨 (94년 의성產)를 193℃에서 13분간 볶음 기계 (태환 자동화 산업, 서울)에서 볶은 다음 연속 압착식 착유기 (풍산 기공사, 대구)로 참기름을 착유한 후 회수하였고, 여기에 시료의 10배에 해당하는 n-hexane을 가하여 24시간 탈지시킨 후 실온에서 48시간 풍건하여 50 mesh sieve를 통과하도록 분쇄한 후, 4℃에서 계속 보관하여 시료로 사용하였다.

2. 농축단백질의 제조

참깨박 농축단백질은 Rhee 등²²⁾의 방법에 따라 제조하였다. 탈지참깨박에 시료의 10배에 해당하는

증류수를 첨가하고, 1N NaOH로 pH를 9.0으로 유지하면서 실온에서 1시간 교반한 후 원심분리하였다. 여기서 얻은 상정액에 1N HCl을 사용하여 pH를 4.5로 조정하여 단백질을 침전시킨 후, 다시 원심분리(3,000×g, 10분)하여 분리된 산사를 증류수에 분산시켜 1N NaOH로 pH 7.0이 되도록 조정하고, -40℃에서 동결하여 냉동건조기 (일신 Engineering, Model MCDF 5510, plate temp. -50℃, vacuum degree 50×10⁻³ torr)로 건조하였다.

3. 참깨박 농축단백질의 숙시닐화 및 숙시닐화 정도의 측정

참깨박 농축단백질 2g에 0.075M phosphate buffer (pH 7.5) 250ml를 가한 현탁액을 계속해서 교반하면서 succinic anhydride 0.5g, 1.0g, 2.0 g (25%, 50%, 100%, w/w) 을 소량씩 첨가하였다. 반응 중 pH는 3.5 N NaOH로서 7.0~7.5로 유지하였으며 실온에서 행하였다. 반응 용액의 pH가 안정화된 다음 4℃에서 24시간 동안 증류수로 투석하고, 숙시닐화시킨 농축단백질은 동결 건조하여 회수하였다.

참깨박 농축단백질의 숙시닐화 정도는 1% 단백질 용액 1ml에 ninhydrin 용액 1ml를 가하여 100℃에서 5분간 가열한 다음 실온으로 냉각한 후, 75% ethanol로서 전량을 5 ml로 조정한 후 용액의 흡광도를 측정하였다.

숙시닐화 정도는 숙시닐화 농축단백질과 숙시닐화시키지 않은 농축단백질의 흡광도의 차로부터 계산하였다.

$$\text{Succinylation (\%)} = \frac{A(\text{unsuccinylated}) - A(\text{succinylated})}{A(\text{unsuccinylated})} \times 100$$

A : absorbance at 470 nm

4. 일반 성분

참깨박 농축단백질의 일반 성분 분석은 A.O.A.

C.법²⁴⁾에 의하여 수분 함량은 105℃ 건조법, 단백질 함량은 micro-Kjeldahl법, 지방 함량은 Soxhlet법, 회분 함량은 550℃ 직접회분법에 의해 측정하였다.

5. Phytate 정량

Phytate의 정량은 Wheeler와 Ferrel²⁵⁾의 방법을 이용하여 시료 1g에 3% trichloroacetic acid 20ml를 가하고 30분간 교반하여 phytate를 추출한 다음 10,000×g에서 15분간 원심분리하였다. 원심분리하여 얻은 상정액 10ml에 FeCl₃용액 (FeCl₃ 580.6mg을 3% TCA용액 100ml에 용해) 4ml를 신속히 가하고, 80℃ 항온수조에서 45분간 가열하였다. 침전된 ferric phytate를 실온에서 냉각시킨 후 10,000×g에서 15분간 원심분리하여 얻은 침전물에 3% TCA 20ml를 가하여 세척한 다음 다시 원심분리하였다. 세척된 침전물에 증류수 2ml와 1.5N NaOH 3ml를 가하여 완전히 혼합한 다음, 다시 증류수 25ml를 가하여 80℃ 항온수조에서 30분간 가열하였다. 가열에 의해 Fe(OH)₃의 적색 침전이 형성된 후 원심분리하여 분리된 침전물에 3.2N HNO₃ 40ml를 가해 침전물을 용해시킨 후 100ml volumetric flask에 옮겨 증류수로 표선까지 채워 균일 혼합하였다. 혼합된 용액 4ml를 다시 100ml volumetric flask에 넣은 후 1.5 N KSCN 20ml로 발색시키고, 증류수로 표선까지 채워서 1분 이내에 Spectrophotometer (Model U-2000, Hitachi Ltd., Japan)로 480 nm에서 흡광도를 측정하고 표준 곡선에 의해 Fe함량을 계산하였다. 표준 곡선에 의해 구한 Fe의 함량은 phytate 1mole에 4mole의 Fe이 결합한다는 분자구조의 이론적 가정하에 Fe값에 환산치 2.98을 곱하여 phytate 함량으로 나타내었다.

6. Mineral 정량

각 시료의 무기질 함량은 Thompson과 Blanchflower²⁶⁾의 방법으로 측정하였다. 시료 1g에 nitric acid 20ml를 넣고 환류 냉각 장치가 달린 분해 장치에서 서서히 가열시킨 후 perchloric acid 20ml를 첨가하여 무색이 될 때까지 가열하였다. 플라스크내의 용액이 5ml정도 남았을 때 냉각시키고 초순수 증류수를 넣어 회백색의 침전이 생길 때까지 증

발 건조시켰다. 냉각된 침전물에 희석한 HCl (1:3) 20ml를 첨가하여 용해시킨 다음 총량을 50ml로 만들어 Atomic absorption spectrophotometer (Model 3030-B, Perkin Elmer Instrument Co., USA)로 분석하였다. 시약 및 증류수는 무기질 분석 전용 제품을 사용하였다.

7. 아미노산 분석

시료중 아미노산 분석은 김 등¹⁶⁾의 방법에 따라 시료 0.1g을 유리관에 넣고 6N HCl을 가한 다음, N gas로 충전시켜 밀봉한 후 110℃ 건조기에서 24시간 가수분해시켰다. 가수분해액은 -40℃에서 동결 건조한 다음 구연산 나트륨 완충액 (pH 2.2)으로 희석하여 아미노산 자동 분석기 (L.K.B, biochrom)로 분석하였으며, tryptophan 정량은 Sodek 등²⁷⁾의 방법에 따라 행하였다.

8. 색도 측정

색도는 색도계 (Model CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도)로 나타내었다.

색차 (ΔE)는 Hunter식²⁸⁾ ($\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$)에 의하여 백색 표준관 (L = 95.87, a = -0.45, b = +2.55)에 대한 시료의 색차를 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 참깨박의 일반 성분

본 실험에서 사용한 탈지참깨박의 단백질 함량은 51.01%로 김 등¹⁶⁾이 보고한 탈지참깨박의 단백질 함량 (44.7%)보다는 다소 높게 나타났다.

한편 탈지참깨박의 phytate 함량은 3.98%로 전²⁹⁾

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

Component	Content
Crude protein	51.01
Crude fat	2.89
Moisture	4.52
Ash	12.27
Phytate	3.98

이 보고한 탈지참깨박의 phytate 함량 (4.11%)과는 비슷한 수준이었으나, de Boland 등³¹⁾이 보고한 탈지참깨박의 phytate 함량 (5.2%)보다는 낮게 나타났다 (Table 1).

2. 참깨박 농축단백질의 숙시닐화

참깨박 농축단백질에 succinic anhydride를 첨가시켜 pH 7.0~7.5에서 반응시키면 유리 아미노기를 비롯하여 아미노산의 모든 친핵성기 즉 lysine의 -amino기, tyrosine의 phenol기, histidine의 imidazol기, cysteine의 sulfhydryl기 그리고 serine과 threonine의 hydroxyl기에서 숙시닐화가 가능하다.

숙시닐화 정도는 SPC에 대해 succinic anhydride를 25% 첨가한 경우에는 44.9%, 50% 첨가시 70.0% 그리고, 100% 첨가시 83.1%로서 첨가량이 많아질수록 그 정도도 증가하였다 (Table 2). Franzen과 Kinsella³²⁾는 대두 단백질에 succinic anhydride를 첨가하였을 때 25% 첨가시 50%, 100% 첨가시 98%가 숙시닐화되었다고 하였고, Paulson

과 Tung³¹⁾은 canola protein concentrate의 숙시닐화에서 succinic anhydride 5.2%, 14.2%를 각각 첨가할 경우 pH 8에서 유리 아미노기의 54%, 84%가 변형되었다고 보고하였다. 또한 김과 심³³⁾의 보고에 의하면 sesame protein isolate를 숙시닐화시켰을 때 그 정도가 succinic anhydride 50% 첨가시 65.8%, 100% 첨가시 85.6%였으며, 이는 본 실험 결과와 매우 유사하였다.

3. 참깨박 농축단백질의 일반 성분

일반 성분의 분석 결과를 Table 3에 나타내었다. 숙시닐화시키지 않은 농축단백질의 단백질 함량은 87.38%로서 전³⁷⁾이 pH 9에서 추출한 참깨박 농축단백질의 단백질 함량인 88.7%와 유사하였으며, 김³³⁾이 보고한 79.50%보다는 조금 높은 것으로 나타났다.

한편 숙시닐화시킨 시료들은 succinic anhydride의 첨가량에 따라 단백질 함량에 차이를 보였는데 25% 첨가시 80.75%, 50% 첨가시 74.63% 그리고 100% 첨가시 69.41%로 succinic anhydride의 첨가량이 많을수록, 즉 숙시닐화 정도가 증가할수록 단백질 함량은 숙시닐화시키지 않은 시료에 비해 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 대두 분리단백질과 sunflower protein isolate를 숙시닐화한 경우와 유사한 결과를 나타내었다.^{31,35)}

숙시닐화의 증가에 따라 단백질 함량이 감소되는 것은 숙시닐화로 인하여 분자량의 증가가 동반되고 단백질 구조 중에 숙시닐기가 첨가됨으로서 회석 효과가 나타났기 때문이라고 보고되고 있다.³⁵⁾

Table 2. Degree of succinylation as function of ratio of succinic anhydride and sesame protein concentrate

Products	Succinic anhydride /SPC (g/g)	Succinylation (%)
SPC I	0/2	0
SPC II	0.5/2	44.9
SPC III	1/2	70.0
SPC IV	2/2	83.1

SPC : Sesame protein concentrate

Table 3. Chemical composition of sesame protein concentrate and succinylated sesame protein concentrates

(%)

	Crude protein	Crude fat	Moisture	Ash
SPC I	87.38	0.30	6.23	4.12
SPC II	80.75	0.28	5.89	4.48
SPC III	74.63	0.30	5.89	3.98
SPC IV	69.41	0.38	6.15	4.10

SPC I : SPC by extraction at pH 9.0 / precipitation at pH 4.5

SPC II : SPC by succinylation with succinic anhydride 0.25 g/g SPC

SPC III : SPC by succinylation with succinic anhydride 0.5 g/g SPC

SPC IV : SPC by succinylation with succinic anhydride 1.0 g/g SPC

4. Phytate 함량

Phytate (myo-inositol 1,2,3,4,5,6-hexakis)는 곡류, 두류, 유량 종실에 많이 함유되어 있으며 Ca, Mg, Fe, Cu, Zn 등의 금속이온과 결합하여 phytin이라는 불용성 염을 형성함으로써 단백질 및 무기질의 체내흡수를 저하시키는 영양 저해 인자이다.^{36,37)} 단일 소화기관을 갖는 동물이나 인간은 phytate 분해효소인 phytase가 거의 분비되지 않으며, 분비되더라도 그 활성이 거의 없으므로 식품 자체의 phytate를 제거하거나 무기 성분과의 결합을 약화시키려는 연구가 행해지고 있다.^{38,39,40)}

Table 4는 phytate 함량을 나타낸 것으로, DSF에는 3.98%가 함유되어 있는데 비해 SPC I의 경우는 0.42%로 88.2%가 감소하였다. 이는 이⁴¹⁾가 보고한 pH 10에서 추출한 참깨박 분리단백질의 phytate 함량인 0.14%보다는 높게 나타났다. SPC II, III, IV의 phytate 함량은 각각 0.29, 0.28, 0.17%로서 숙시닐화 정도가 높을수록 감소하는 결과를 나타내었다. 특히 SPC IV의 경우, 95.72%의 높은 phytate 제거율을 나타내었는데, 이는 숙시닐

Table 4. Phytate content of sesame protein concentrates^{a)} (%)

Products	Phytate content
DSF	3.98
SPC I	0.42 (89.44) ^{b)}
SPC II	0.29 (92.71)
SPC III	0.28 (92.96)
SPC IV	0.17 (95.72)

^{a)} Values were expressed on the basis of dry weight

^{b)} Values in parenthesis indicate percentage of phytate removed

화 과정중 구조적 변형에 의해 분리되어져 나온 phytate가 증류수로 24시간 투석하는 과정에서 제거되어진 것으로 사료된다.⁴²⁾

5. Mineral 함량

참깨박 및 참깨박 농축단백질의 무기질 함량은 Table 5에 나타낸 바와 같다. 모든 시료에서 가장 많은 양이 검출된 것은 칼슘으로, 탈지참깨박 (2429 mg/100g)을 알칼리 추출한 결과 385.5mg/100g으로 상당히 감소하였는데, 이는 알칼리 용액에서 단백질을 용출하는 동안 조섬유소나 불용성 단백질 등과 함께 제거된 것으로 사료된다.⁴³⁾

숙시닐화 과정 중 무기질 특히 칼슘의 감소는 phytate의 제거와 직접적 관련이 있으며, 숙시닐화는 단백질의 구조를 변형시켜 무기질의 추출율을 증가시키고 분리된 무기질은 투석 과정에서 제거된다는 보고도 있다.^{41,43)} 마그네슘, 망간, 철, 구리 등도 칼슘과 같은 경향을 나타내었으나, 아연의 경우에는 이와 상반되는 결과를 나타내었다. SPC I의 아연 함량은 4.0mg/g으로 DSF보다는 현저히 감소하였으나, 숙시닐화시킨 SPC II, III, IV는 6.0mg/g, 10.5mg/g, 11.0mg/g을 나타내어 숙시닐화가 증가함에 따라 아연의 함량이 오히려 증가하는 결과를 나타내었다. 이 결과는 Cho와 Thompson⁴⁴⁾이 rapeseed 분리단백질의 숙시닐화 결과 아연의 함량이 원래의 분리단백질 보다 더 증가하였다고 보고한 것과 유사한 경향이었다.

6. 아미노산의 조성

각 농축단백질들의 아미노산 조성을 분석한 결과를 Table 6에 나타내었다. 탈지참깨박과 각 농축단백질들에 공통적으로 가장 많이 함유되어 있는 아미

Table 5. Mineral content of sesame protein concentrates

(mg/100g)

Products	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
DSF	2429.0	940.0	37.55	10.5	3.45	3.95
SPC I	385.5	64.0	15.55	4.0	10.95	2.45
SPC II	370.0	35.5	12.05	6.0	5.35	0.55
SPC III	315.5	33.5	11.05	10.5	5.45	0.45
SPC IV	250.0	26.0	13.55	11.0	4.95	0.45

Table 6. Amino acid composition of sesame protein concentrates (g/100g protein)

Amino acid	DSF	SPC I	SPC II	SPC III	SPC IV
Essential					
Isoleucine	4.49	4.22	4.24	4.33	4.34
Leucine	5.33	5.88	5.97	5.93	5.93
Lysine	3.73	3.99	3.01	2.81	2.78
Methionine	3.55	3.78	3.88	3.77	3.87
Phenylalanine	3.94	4.37	4.40	4.04	3.99
Threonine	2.78	3.38	3.49	3.47	3.50
Tryptophan	1.08	2.27	2.20	2.21	2.09
Valine	8.88	8.81	8.35	8.55	8.58
Total	33.78	36.70	35.54	35.11	35.08
Non-essential					
Alanine	4.60	4.33	4.20	4.15	4.12
Arginine	4.92	5.79	5.06	5.98	6.00
Aspartic acid	6.99	7.20	7.31	7.31	7.26
Cystine	1.57	1.81	1.61	1.61	1.85
Glutamic acid	17.74	19.74	18.08	18.33	18.56
Glycine	7.39	5.95	5.82	5.85	5.80
Histidine	3.56	2.98	3.05	3.14	3.13
Proline	7.72	6.30	6.56	6.57	6.57
Serine	3.17	3.17	3.42	3.34	3.47
Tyrosine	2.17	2.55	2.49	3.04	2.16
Total	59.83	59.82	57.60	58.50	58.92

노산은 glutamic acid로 17%이상을 차지하고 있고, 필수 아미노산 중 valine과 leucine 등이 많이 함유되어 있다. 특히 대두단백질에 부족한 필수아미노산인 methionine은 참깨단백질제품 모두 대두보다 약 3배 이상 함유되었다.

농축단백질을 숙시닐화한 경우 아미노산 조성에 큰 변화는 없었으나, lysine, phenylalanine, valine, alanine, cystine 등이 다소 감소된 경향을 나타낸 반면 isoleucine, leucine, methionine, threonine 등은 증가하였다. 특히 lysine의 함량의 감소가 뚜렷이 나타났는데 이는 단백질이 산 가수분해를 받을 때 lysine의 탈아실화가 완전하게 일어나지 않았기 때문으로 보고하고 있다.

7. 색도

Table 7은 각 시료들의 색도를 나타낸 것으로서, 알칼리 추출하여 산침전시킨 농축단백질의 색도는 탈지참깨박보다 현저히 짙은 경향을 나타내므로 식

Table 7. Color and color difference of sesame protein concentrates

	Tristimulus color value ^{a)}			ΔE^b
	L	a	b	
DSF	62.93	3.90	25.44	40.35
SPC I	46.31	4.08	18.70	52.32
SPC II	52.53	3.30	19.20	46.58
SPC III	57.78	2.78	20.22	42.11
SPC IV	63.59	2.45	21.93	37.76

^{a)} Color measurement recorded as L = lightness, a = red, b = yellow

^{b)} $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$ was calculated using difference between color values

품에 이용하는데 있어서 제한 요인이 될 수 있다.

본 실험에서 사용한 DSF는 백색도가 62.93인데 비해, SPC I은 46.31을 나타내어 크게 감소하였음을 알 수 있었다. 한편 숙시닐화 정도를 달리한 농축단백질인 SPC II, III, IV의 백색도는 각각 52.32,

57.78, 63.59로 숙시닐화 정도가 증가할수록 백색도가 향상됨을 알 수 있으며, 특히 succinic anhydride를 100% 첨가한 SPC IV의 경우에는 DSF의 백색도 보다 더 높게 나타났다.

또한 농축단백질들의 백색 표준편에 대한 색차를 비교해 본 결과 숙시닐화시키지 않은 단백질인 SPC I의 색차가 52.32로 백색 표준편과의 색차가 높아 가장 어두운 색을 띠었고, succinic anhydride의 첨가량이 증가할수록 색차가 점점 감소되는 경향을 나타내어 외관상 다소 개선되었다. 이 결과는 김등⁴⁾이 대두 단백질을 숙시닐화시켰을 때 숙시닐화 정도가 증가함에 따라 외관적으로 분말 색상이 밝아졌다고 보고한 것과 유사하였다.

IV. 요약

식물성 단백질 자원으로 참깨박은 단백질 함량이 높고, 질 또한 우수하여 새로운 단백질 자원으로 사용 전망이 크다. 이에 본 연구는 참깨박 단백질 이용을 증가시키기 위한 목적으로 숙시닐화가 참깨박 농축단백질의 각 성분에 미치는 영향을 검토하였다. Succinic anhydride의 첨가량에 따른 숙시닐화 정도는 농축단백질에 대해 25%, 50%, 100% 첨가시 각각 44.9%, 70.0%, 83.1%로서 첨가량이 증가할수록 높은 경향을 나타냈다. Succinic anhydride를 첨가하지 않은 농축 단백질의 단백질 함량은 87.38%이고 25%, 50%, 100% 첨가한 경우는 각각 80.75%, 74.63%, 69.41%로 나타나 숙시닐화 정도가 증가할수록 단백질 함량이 감소하는 결과를 나타내었다. 참깨박으로부터 단백질 추출은 phytate 함량을 상당량 제거시켰으며, 특히 숙시닐화 정도가 가장 높은 농축 단백질의 경우 phytate 함량은 0.17%로 95.72%의 제거율을 나타내었다. Ca, Mg을 비롯한 대부분의 무기질 함량은 탈지참깨박에 비해 알칼리 추출한 농축단백질에서 다소 감소되었으며, 숙시닐화 정도가 증가함에 따라 더 많은 양이 감소하였다. 참깨박 농축단백질을 숙시닐화시킨 결과 아미노산 조성에 큰 변화는 없었으나 lysine은 다소 감소하였다. 참깨박 농축단백질의 색도는 탈지참깨박에 비해 다소 짙은 경향을 보였으나, 숙시닐화에

의해 현저히 개선되어 100% succinic anhydride를 첨가한 경우에는 탈지참깨박보다 더 밝은 색을 나타내었다.

V. 참고문헌

1. Deeslie, W. D. and Cheryan, M. : Functional properties of soy protein hydrolysates from a continuous ultrafiltration reactor. *J. Agric. Food Chem.*, 36, 26, 1988.
2. De Rham, O. and Jost, T. : Phytate-protein interactions in soybean extracts and low-phytate soy protein products. *J. Food Sci.*, 44, 596, 1979.
3. Kinsella, J. E. : Functional properties of soy proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56, 242, 1979
4. Wolf, W. J. : Soybean protein : Their functional, chemical and physical properties. *J. Agric. Food Chem.*, 18, 969, 1970.
5. 변시명, 김철진 : 탈지대두박에서 추출한 분리 대두단백질의 식품학적 성질. *한국식품과학회지*, 9(3), 123, 1977 .
6. Shen, J. L. : Solubility profile, intrinsic viscosity and optical rotation studies of acid precipitated soy protein and commercial soy isolate. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 784, 1977.
7. Wolf, W. J. : Physical and chemical properties of soybean protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54, 112, 1977.
8. Nilo Rivas, R., Dench, J. E. and Caygill, J. C. : Nitrogen extractability of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed and the preparation of two protein isolates. *J. Sci. Food Agric.*, 32, 565, 1981.
9. Mcwatters, K. H., Cherry, J. P. and Holmes, M. R. : Influence of suspension medium and pH on functional and protein properties of defatted peanut meal. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 517, 1976.

10. Thompson, L. U., Reyes, E. and Jones, J. D. : Modification of the sodium hexametaphosphate extraction-precipitation technique of rapeseed protein concentrate preparation. *J. Food Sci.*, 47, 1175, 1982.
11. 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.
12. Huffman, V. L., Lee, C. K. and Burn, E. E. : Selected functional properties of sunflower meal. *J. Food Sci.*, 40, 70, 1975.
13. World oilseed : Chemistry, technology and utilization. Van Nostrand Reinhold, New York, 371, 1992
14. Lyon, C. K. : Sesame : Current knowledge of composition and use. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 49, 245, 1972
15. 신효선 : 참깨박에 대한 식품영양학적 연구. *한국식품과학회지*, 5(2), 113, 1973
16. 김준평, 심우만, 김종직 : 참깨박 단백질의 분리와 조성. *한국농화학회지*, 23, 1, 1980
17. De Pauda, M. R. : Some functional and utilization characteristics of sesame flour and proteins. *J. Food Sci.*, 48, 1145, 1983
18. Johnson, L. A., Suleiman, T. M. and Lusas, E. W. : Sesame protein : A review and prospectus. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56, 463, 1979
19. Dench, J. E., Nilo Rivas, R. and Caygill, J. C. : Selected functional properties of sesame (*Sesamum indicum* L.) flour and two protein isolates. *J. Sci. Food Agric.*, 32, 557, 1981.
20. Rooney, L. W., Gustason, C. B., Clark, S. P. and Cater, C. M. : Comparison of the baking properties of several oilseed flour. *J. Food Sci.*, 37, 14, 1972.
21. 조수영, 김종관 : Succinylation이 엽록단백질의 기능성에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, 12 (3), 251, 1983.
22. Rhee, K. C., Cater, C. M. and Mattil, K. F. : Effect of processing pH on the properties of peanut protein isolates and oil. *Cereal Chem.*, 50, 395, 1973.
23. Franzen, K. L. and Kinsella, J. E. : Functional properties of succinylated and acetylated soy protein. *J. Agric. Food Chem.*, 24 (4), 788, 1976.
24. A. O. A. C. : Association of official analytical chemists. 13th ed., Washington, D. C., 1980.
25. Wheeler, E. L. and Ferrel, R. E. : A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chem.*, 48, 312, 1971.
26. Thompson, R. H. and Blanchflower, W. J. : Wet-ashing apparatus to prepare biological materials for atomic absorption spectrophotometry. *Lab. Pro.*, 20, 859.
27. Sodek, L., Vecchia, T. D. and Maria, L. G. : Rapid determination of tryptophan in Bean (*Phaseolus vulgaris*) by the acid ninhydrin method. *J. Agric. Food Chem.*, 31, 352, 1975.
28. Mackinney, G. and Little, A. C. : Color of foods, AVI, Westport, p. 140, 1962.
29. 전정례 : 한외여과에 의한 참깨박 농축단백질의 제조. 영남대학교 대학원 박사학위 논문, 1994.
30. De Boland, A. R., Garner, G. B. and O' Dell, B. L. : Identification and properties of "phytate" in cereal grains and oilseed products. *J. Agric. Food Chem.*, 23, 1186, 1975.
31. Paulson, A. T. and Tung, M. A. : Emulsification properties of succinylated canola protein isolate. *J. Food Sci.*, 53 (3), 817, 1988.
32. 김성렬, 심현숙 : 과산화수소, papain처리 및 acyl화가 분리 참깨박단백질의 품질 및 기능적 성질에 미치는 영향. *한국식품과학회지*, 20 (3), 405, 1988.
33. 김은경 : 추출 pH가 참깨박 농축단백질의 성분과 기능성에 미치는 영향. 영남대학교 대학원

- 석사학위 논문, 1995.
34. 이지원, 하정옥 : 숙시닐화 및 부분가수분해가 대두 단백질분리물의 기능적 특성과 단백질-단백질 상호작용에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 18 (4), 410, 1989.
 35. Kabirullah, M. and Wills, R. B. H. : Functional properties of acetylated and succinylated sunflower protein isolate. *J. Food Technol.*, 17, 235, 1982.
 36. 윤형식, 이재하 : 들깨 (*Perilla ocimoides* L.) 종자의 단백질 분해에 따른 phytate와 질소의 용해도. 한국농화학회지, 32 (4), 321, 1989.
 37. Suleiman, T. M. : Optimization of protein isolation from sesame. Texas A & M Univ. Ph D. thesis, 1982.
 38. Siy, R. D. and Talbot, F. D. F : Preparation of low-phytate rapeseed protein by ultrafiltration. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 59 (4), 191, 1982.
 39. O' Dell, B. L. and Boland, A. : Complexation of phytic acid with protein and cations in corn germ and oilseed meal. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 804, 1976.
 40. Ranhotra, G. S., Loewe, R. J. and Puyat, L. : Effect of dietary phytic acid on the availability of iron and phosphorous. *Cereal Chem.*, 51, 323 1974.
 41. 이현주 : 참깨 종실 단백질로부터 phytate 제거에 관한 연구. 한양대학교 대학원 석사학위 논문, 1986.
 42. Thompson, L. U. and Cho, Y. S. : Effect of acylation upon extractability of nitrogen, phytic acid and minerals in rapeseed flour and protein concentrates. *J. Food Sci.*, 49, 771, 1984.
 43. Grynspan, F. and Cheryan, M. : Calcium phytate : Effect of pH and molar ratio on *in vitro* solubility. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 60 (1), 1761 1983.
 44. Cho, Y. S. and Thompson, L. U. : Precipitation behavior of extracted nitrogen, phytic acid and minerals in rapeseed flour modified by acylating agents. *J. Food Sci.*, 49, 765, 1984.
 45. 김영숙, 황재관, 조은경, 이선영, 변유량 : 변형 대두단백질의 기능 특성에 관한 연구. 한국식품과학회지, 17 (5), 383, 1985.