

Sodium Hexametaphosphate 처리가 참깨박 단백질의 추출성과 농축단백질의 색도 및 아미노산 조성에 미치는 영향

이정수 · 박정룡[†]

영남대학교 식품영양학과

Effect of Sodium Hexametaphosphate on the Extractability of Sesame Meal Protein and Amino Acid Composition and Color of Its Protein Concentrate

Jeong-Soo Rhee and Jyung-Rewng Park[†]

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

Abstract

The effect of sodium hexametaphosphate (SHMP) on the extraction of defatted sesame meal protein and the color and amino acid composition of protein concentrate have been studied. The highest amount of protein could be extracted with 1.5% SHMP and the extraction was effective at pH 12.0. The extraction rate tended to increase with increasing the flour to solvent ratio and about 60% of protein was obtained when adjusted the ratio to 1 : 40. Color of sesame protein concentrate was slightly improved by SHMP treatment. Lysine and methionine content were decreased in SHMP-treated protein concentrate but valine and leucine content were increased.

Key words : sesame protein, sodium hexametaphosphate, protein extractability

서 론

참깨(*Sesamum indicum* L.)는 한국인의 주요 유지자원으로 이용되고 있으며 1991년도 생산량은 29,767 M/T이며 수입량은 20,708 M/T에 달하고 있다¹⁾. 참기름 제조후 분리되는 참깨박에는 약 50%의 단백질을 함유하고 있어 식용단백질원으로서 이용가능성을 가지고 있다.

참깨단백질에는 함유아미노산인 methionine과 cysteine 함량이 높아 대두 및 기타 두류단백질의 영양가를 향상 시키는 것으로 알려져 있으며 또한 trypsin 저해인자도 존재하지 않는다²⁻⁵⁾.

Sodium hexametaphosphate (SHMP)를 포함한 polyphosphate는 분리단백질에 있어서 효과적인 complexing agent로 잘 알려져 있으며 단백질의 회수율과 기능성을 향상시키는 것으로 보고 되고 있다⁶⁾. Chang⁷⁾은

polyphosphate로 처리한 대두단백질이 대두가공식품의 기호성을 향상 시킨다고 보고하였으며 Shemer 등⁸⁾은 2%의 SHMP용액이 면실단백질의 추출에 효과적인 것을 증명하였다. Thompson 등⁹⁾도 유채종자로부터 단백질을 추출하는데 있어서 2%의 SHMP를 이용하는 방법을 개발하였으며 Hidalgo 등¹⁰⁾도 동일한 phosphate를 사용하여 유정단백질의 회수율을 90%까지 높이는 것이 가능하였다고 보고하였다.

본 논문은 참깨박단백질의 추출에 있어서 SHMP의 영향과 이를 사용하여 제조한 농축단백질의 색도와 아미노산 조성의 차이를 검토하였다.

재료 및 방법

실험재료

본실험에 사용한 참깨박은 영남대학교 식품가공학과에서 참기름을 제조한후 분리된 것을 진공건조기(50°C)에서 5시간 건조시킨 다음 soxhlet장치에 의해

[†]To whom all correspondence should be addressed

ether로 16시간 탈지시킨후 실온에서 48시간 풍건한 다음 Willey mill로 60mesh를 통과하도록 분쇄하여 사용하였다.

pH에 따른 단백질의 추출물

Thompson 등¹¹⁾의 방법을 일부 수정하여 사용하였다. 각시료 2.0g에 1.5% SHMP용액을 80ml 가한 다음 magnetic stirrer를 사용하여 10분간 교반한후 3N NaOH와 3N HCl을 사용하여 pH 1.0에서 pH 12.0으로 조정 한 다음 다시 30분간 교반하여 추출한 혼합액을 1,000×g에서 20분간 원심분리하여 얻어진 상정액 2ml을 취하여 micro-Kjeldahl법으로 질소를 정량하여 시료중 질소량에 대한 추출용액중의 질소량의 백분율로 추출율을 계산하였다.

SHMP농도에 따른 질소 추출율

시료 2g을 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5% SHMP용액 각각 80ml와 잘 혼합하여 자석교반기로 10분간 교반한 후 3N NaOH를 사용하여 pH 12.0으로 조정하고 30분간 추출한후 1,000×g에서 20분간 원심분리하여 얻은 상정액 2ml를 취하여 micro-Kjeldahl법으로 질소량을 측정하여 계산하였다.

시료와 용매와의 비율

시료 2g에 시료와 추출용매의 비율을 1:10, 1:20,

1:30, 1:40으로하여 pH 12.0에서 30분간 추출한후 1,000×g에서 20분간 원심분리하여 얻은 상정액 일정량을 취하여 micro-Kjeldahl법으로 질소를 정량하여 계산하였다.

농축단백질의 제조

SHMP에 의한 참깨박 농축단백질 (SPC I)은 Thompson 등¹¹⁾의 방법에 준하여 Fig. 1과 같이 제조하였다. 탈지참깨분을 1.5% SHMP용액으로 실온에서 10분간 교반한 다음 pH 12.0으로 조정한후 다시 30분간 교반한 추출액을 1,000×g에서 20분간 원심분리하였다. 원심분리후 상정액을 모아 3N HCl로 pH 5.0으로 조정하여 원심분리하고 침전물을 모아 pH 7.0으로 조정 한 다음 -50°C에서 48시간 동결건조시켰다.

SHMP 대신에 증류수로 추출한 참깨박 농축단백질 (SPC II)은 동일한 방법으로 제조하였다.

일반성분 분석

참깨박과 참깨박 농축단백질의 일반성분 분석은 AOAC방법¹²⁾에 따라 수분은 상압건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 지방은 soxhlet법, 회분은 550°C에서 직접회분법으로 분석하였다.

색도

참깨박 농축단백질의 색도는 Color and Color Diff-

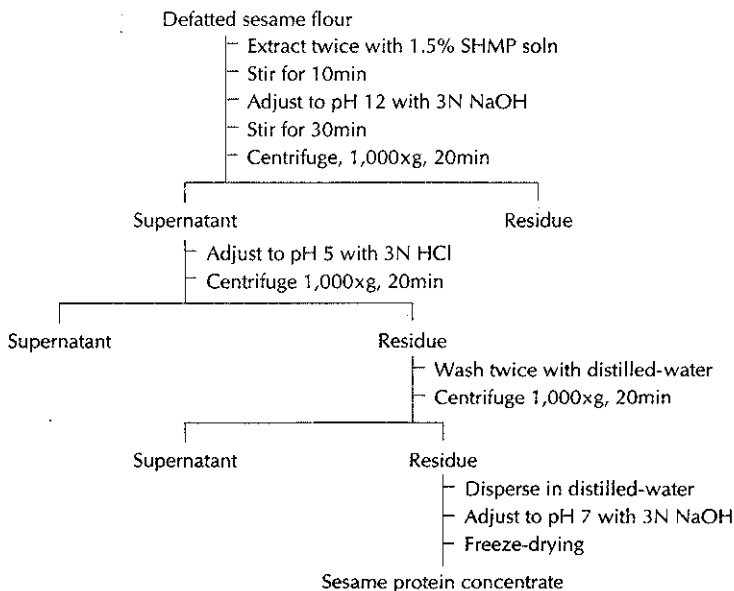


Fig. 1. Schematic diagram for the preparation of sesame meal protein concentrate.

erence Meter (Model 600-UC-IV Yasuda Seiki, Seisakuso Ltd., Japan)에 의해 색도를 측정하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내었으며, 이때 사용한 표준색판은 백색판 (L=89.2, a=0.921, b=0.78)을 사용하였다.

아미노산 분석

참깨박 농축단백질에 6N HCl을 가하여 밀봉한 후 110°C에서 24시간 가수분해한 뒤 HCl을 제거하고 0.02M sodium citrate buffer를 가하여 아미노산 자동분석기(LKB-4150)로 분석하였다.

결과 및 고찰

참깨박과 농축단백질의 조성

탈지 참깨박의 단백질함량은 50.0%로서 안과 박¹³⁾이 보고한 52.37%와 거의 유사한 결과를 나타내었으며 SHMP와 증류수를 사용하여 제조한 농축단백질의 일반성분은 Table 1에 나타난 바와 같다. SHMP를 사용하여 추출한 참깨박 농축단백질(SPC I)의 경우 단백질 함량이 81.96%로서 증류수를 사용하여 추출한 참깨박 농축단백질(SPC II)의 단백질함량 72.92% 보다 9%정도 증가한 결과를 나타내었다. SHMP에 의한 단백질함량의 증가는 Shemer 등⁸⁾의 면실단백질 실험결

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

Concentrates	Protein	Fat	Moisture	Ash
SPC I	81.96	0.35	8.49	8.48
SPC II	72.92	0.65	5.12	4.97

*SPC I : Sesame protein concentrate prepared with SHMP

SPC II : Sesame protein concentrate prepared with distilled-water

Table 2. Effect of sodium hexametaphosphate concentration on the protein extractability of defatted sesame seed meal

SHMP concentration (%)	Protein extractability (%)
0	37.3
0.5	39.0
1.0	46.0
1.5	58.0
2.0	51.0
2.5	49.0

Conditions : pH 12.0, 1:40 flour to solvent ratio, 30min extraction

과와 Thompson 등¹¹⁾의 rapeseed 단백질에 대한 실험결과와 일치하였다

SHMP 농도가 단백질 추출에 미치는 영향

Table 2는 SHMP의 농도가 참깨박 단백질의 추출율에 미치는 영향을 실험한 결과로서 pH 12.0에서 SHMP의 농도 0~2.5%의 범위에서 측정하였다. SHMP의 농도에 따른 단백질의 추출율은 1.5%에서 58.0%로 최대치를 나타내어 SHMP를 처리하지 않은 경우보다 약 20%의 증가를 나타내었으며 2.0% 이상에서는 추출율이 오히려 감소하였다. 이 결과는 Shemer 등⁸⁾이 면실 단백질 추출시 2.0% SHMP 용액에서 최대추출율을 나타내었으나 3.0% 이상에서는 오히려 감소한다는 보고와 유사하였다.

pH의 영향

1.5% SHMP용액에서 pH변화에 따른 참깨박단백질의 추출율은 Fig. 2에 나타난 바와 같이 전반적으로 산성조건에서 추출한 경우보다 알칼리조건에서 추출시 더 많은 단백질이 추출되었으며 참깨단백질의 등전점 부근인 pH 5.0에서 17.7%의 단백질이 추출되어 최저수준을 나타내었고 pH 12.0에서는 60.7%의 단백질이 추출되었다. 일반적으로 식물종자 단백질의 추출성은 pH 12.0이상에서는 단백질의 변성으로 인하여 그이상 증가하지 않고 오히려 감소하는 것으로 알려져있다. Dench 등¹⁴⁾은 참깨단백질을 alkali처리하여 분리단백을 만들었을때 pH 5.3~6.0사이에서 등전점을 나타내어 5% 미만의 가장 낮은 추출율을 보였으며 pH 10.0

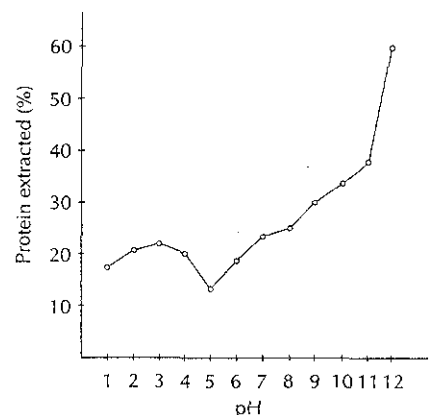


Fig. 2. Effect of pH on the extraction of protein from defatted sesame flour.

*Protein was extracted with 1.5% SHMP at 25°C for 30min.

에서는 90%이상의 단백질을 추출하였다. 이에 비해 박¹⁵⁾의 실험에서는 pH 6.0에서 추출율이 20%정도였고 pH 10.0에서는 73%의 추출율을 보였다. 본 실험에서는 최 등¹⁶⁾이 보고한 참깨박 단백질의 추출율 결과에서 나타난 pH 5.0에서 10.2%, pH 12.0에서 39.0%보다 훨씬 높은 추출율을 나타내었다. Gilberg와 Tornell¹⁷⁾에 의하면 rapeseed 단백질의 추출율이 pH 6.0이하에서 감소하는 것은 aspartic acid와 glutamic acid잔기에 존재하는 carboxyl group의 중화로 인하여 단백질의 음전하가 감소하기 때문이라고 설명하였다.

시료와 용매와의 비율

Table 3은 참깨박 단백질의 추출율에 영향을 미치는 시료와 용매와의 비율을 실험한 결과로서 1:10~1:40의 범위에서 측정하였다. 용매와의 비율에 따른 단백질의 추출율은 1:10일때 43%, 1:20일때 47%, 1:30일때 50%, 1:40일때 60.7%로서 용매와의 비율이 1:40까지는 추출율이 증가하는 경향을 나타내었으나 1:50으로 추출한 결과 36.7%로 오히려 감소하였다. 이 결과는 Thompson 등¹⁸⁾이 보고한 시료와 용매와의 비율이 1:10에서 1:40까지의 증가가 단백질 추출율에 거의 영향을 미치지 않았다는 결과와는 상반되지만 Molina 등¹⁹⁾이 jack bean을 시료로 실험한 결과에서 시료와 용매와의 비율이 14:100에서 1:100으로 증가함에 따라 추출율이 증가한다는 보고와는 유사한 결과를 나타내었다. Gilbert와 Tornell¹⁷⁾에 의하면 적당량의

Table 3. Effect of flour to solvent ratio on the protein extractability of defatted sesame seed meal

Flour to solvent ratio	Protein extractability (%)
1 : 10	43.1
1 : 20	46.9
1 : 30	50.0
1 : 40	60.7
1 : 50	36.7

Condition : double extraction with 1:10 flour to solvent ratio, 1.5% SHMP, 30min extraction

Table 4. Color and color difference of sesame seed protein concentrate

	Tristimulus color value*			ΔE^{**}
	L	a	b	
SPC I	36.0	4.18	11.0	54.1
SPC II	37.7	4.36	13.3	53.0

*Color measurement recorded as L=lightness, a=red, b=yellow
 $\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$ was calculated using difference between color values

SHMP의 첨가로 인해 rapeseed 분리단백질의 단백질 함량이 증가한 것은 SHMP첨가로 인해 강한 염기성 저분자단백질이 침전하였거나 산성다당류의 침전이 저해된 결과로 보고하였다.

색도

참깨박 농축단백질의 색도는 Table 4에 나타난 바와 같이 SHMP를 처리하지 않은 SPC II의 적색도(a)가 4.36, 황색도(b)가 13.3으로서 SPC I의 a값 4.18, b값 11.0에 비해 다소 짙은 결과를 나타내었다. 이 결과는 SPC I과 SPC II의 단백질 추출 용액의 pH가 일정하므로, 첨가된 SHMP에 의해 색깔이 개선된 것으로 사료된다.

아미노산 조성

참깨박 농축단백질의 아미노산 조성은 Table 5에 나타난 바와같이 lysine과 methionine의 함량이 SPC I에서 각각 1.95%와 0.03%인데 비해 SPC II에서 4.19%와 4.29%로 나타나 SHMP처리에 의해 현저히 감소하는 결과를 나타내었다. 반면에 valine과 leucine의 함량은 SPC I에서 각각 3.03%와 7.97%로 SPC II보다 높게 나타났다. 또한 비필수아미노산인 histidine의 경우 SHMP로 처리한 SPC I의 경우 4.63%로 SPC II의 0.17%보다 현저히 증가하였다. Rapeseed분리단백질을 실험한

Table 5. Amino acid composition of sesame seed protein concentrates

	(g/100g protein)	
Amino acids	SPC I	SPC II
<u>Essential</u>		
Lysine	1.95	4.19
Threonine	3.74	3.67
Cystine	6.79	5.44
Methionine	0.03	4.29
Valine	3.03	0.21
Isoleucine	7.97	3.67
Leucine	3.57	5.11
Tyrosine	5.21	4.38
Total	37.72	38.30
<u>Non-essential</u>		
Histidine	4.63	0.17
Arginine	9.42	9.26
Aspartic acid	7.63	9.12
Serine	4.30	4.37
Glutamic acid	14.77	17.32
Proline	0.08	0.09
Glycine	10.77	8.93
Alanine	8.97	6.61
Total	59.71	55.87

* Tryptophan was not determined

Thompson 등¹¹⁾에 의하면 SHMP처리에 의해 콩아미노산의 함량이 약간 증가하였으며 Pelroy와 Spinelli¹²⁾에 의하면 생선 근장단백질에 SHMP를 처리하였을 때 lysine, threonine, methionine 각각의 함량에는 유의적인 변화를 나타내지 않았다고 보고하였다.

요 약

Sodium hexametaphosphate (SHMP)가 탈지대두박 단백질의 추출과 농축단백질의 색도 및 아미노산 조성에 미치는 영향을 검토하였다. SHMP에 의한 단백질의 추출은 1.5% SHMP에서 가장 높았으며 이 이상의 농도에서는 오히려 감소하는 결과를 나타내었다. 또한 참깨박 단백질의 추출은 pH 5.0에서 17.0%, pH 2.0에서는 22.7%로 아주 낮았으나 pH 12.0에서 60.7%의 단백질이 추출되었다. 시료와 용매와의 비율에 있어서는 1:40에서 약 60%의 단백질이 추출되었으며 비율이 증가할수록 추출율이 증가하는 경향을 나타내었고 SHMP처리로 인해 농축단백질의 색도가 개선되었다. 참깨박 농축단백질의 아미노산 조성을 비교한 결과 SHMP의 처리에 의해 lysine과 methionine의 함량이 현저히 감소된 반면 valine과 leucine함량은 증가된 결과를 나타내었다.

문 헌

1. 농림수산부 : 농림수산통계연보. p.106(1992)
2. Smith, K. J. : Nutritional frame work of oil seed proteins. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **48**, 625(1971)
3. Brito, O. J. and Nunez, N. : Evaluation of sesame flour as a complementary protein source for combination with soy and corn flour. *J. Food Sci.*, **47**, 457(1982)
4. Johnson, L. A., Suleiman, T. M. and Lusas, E. W. : Sesame protein : A review and prospects. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **56**, 463(1979)
5. Yen, G. C., Shyu, S. L. and Lin, J. S. : Studies on proteins and oil composition of sesame seeds. *J. Agric. Forestry*, **35**, 177(1986)
6. Finley, J. W., Gauger, M. A. and Fellers, D. A. : Condensed phosphates for precipitation of protein in gluten-washing effluent. *Cereal Chem.*, **50**, 465(1973)
7. Chang, P. K. : Oil seed proteins evidencing improved functionality. U. S. Patent No. 4,530,788(1985)
8. Shermer, M., Mizzorahi, S., Berk, Z. and Mokady, S. : Effect of processing conditions on isolation of cottonseed proteins by sodium hexametaphosphate extraction method. *J. Agric. Food Chem.*, **21**, 460(1973)
9. Thompson, L. U., Reyes, E. and Jones, J. D. : Modification of the sodium hexametaphosphate extraction-precipitation technique of rapeseed protein preparation. *J. Food Sci.*, **47**, 982(1982)
10. Hidalgo, J., Kruseman, J. and Bohren, H. U. : Recovery of whey proteins with sodium hexametaphosphate. *J. Dairy Sci.*, **56**, 988(1973)
11. Thompson, L. U., Poon, P. A. and Procope, C. : Isolation of rapeseed protein using sodium hexametaphosphate. *Can. Inst. Food Sci. Tech. J.*, **9**, 15(1976)
12. A.O.A.C. : *Association of official analytical chemists*. 13th ed., Washington, D.C., p.15(1980)
13. 안정임, 박정룡 : 참깨(*Sesamum indicum* L.)단백질의 기능성에 관한 연구. 영남대학교 자원문제연구소 논문집, **3**(1), 123(1984)
14. Dench, J. E., Rivas, N. and Caygill, J. C. : Selected functional properties of sesame flour and two protein isolates. *J. Sci. Food Agric.*, **32**, 357(1981)
15. 박현숙 : 참깨와 들깨단백질의 기능성에 관한 연구. 한양대학교 대학원 석사학위논문(1988)
16. 최정, 조영재, 손규복, 임성일, 이우재 : 참깨박 단백질과 phytate의 용해도에 의한 pH와 염류의 영향. 영남대학교 자원문제연구소 논문집, **8**(1), 85(1989)
17. Gilberg, L. and Tornell, B. : Preparation of rapeseed protein isolates. Precipitation of rapeseed proteins in the presence of polyacids. *J. Food Sci.*, **41**, 1070(1976)
18. Molina, M. R., Argueta, C. E. and Bressani, R. : Extraction of nitrogenous constituents from the jack bean. *J. Agric. Food Chem.*, **22**, 309(1974)
19. Pelroy, G. A. and Spinelli, J. : Availability of amino acids in sarcoplasmic fish proteins complexed with sodium hexametaphosphate. *J. Food Sci.*, **36**, 144(1971)

(1993년 7월 7일 접수)