

콩 種實 蛋白質 分劃(7S, 11S)과 두부特性

김용호* · 김석동* · 홍은희*

11S and 7S Globulin Fractions in Soybean Seed and Soycurd Characteristics

Yong Ho Kim* · Seok Dong Kim* and Eun Hi Hong*

ABSTRACT : Soybean seed consists of two major storage protein, the 7S and 11S globulins. For improving the quality of soybean seed protein, an increase of 11S /7S ratio would be a desirable objective because the 11S globulin contains much more the sulfur-containing amino acids than the 7S globulin. In this study, some soybean varieties were used to investigate the analyzing method for 7S and 11S globulins. 7S and 11S globulins could be fractionated by their different solubilities in tris buffers. Adjusting the pH and tris concentration were major factors affecting the precipitation of the two globulins. And it was possible to screen the soybean genotypes having aberrant subunit compositions of the two globulins by an sodium dodecyl sulfate polyacrylamide gel electrophoresis(SDS-PAGE) of total soybean proteins. The ratio of 11S to 7S globulin ranged from 1.29 to 1.38. This paper also dealt with the contribution of protein components in soybean seeds to the physical properties of soycurd. It indicated that the soycurd from crude 11S was remarkably harder than that from crude 7S, and springiness and cohesiveness were slightly higher in soycurd having higher proportion of 11S. So, it may be concluded that proportion of protein components in soybean seed can be an important factor which controls the suitability for soycurd or other foods.

Key word : Soybean, Storage protein, 7S and 11S globulin, Soycurd, Processing characteristics

콩에는 40% 내외의 蛋白質이 포함되어 있으며 이들의 대부분(90%)은 可溶性蛋白質인데, 이들 可溶性蛋白質은 대부분이 globulin으로서 貯藏蛋白質로 이용되며 나머지는 세포내 효소나 lipoprotein 등으로 되어 있다. 콩 단백질은 超遠心分離하면 沈降速度에 따라 2S, 7S, 11S와 15S 등 4가지로 구분되는데 이 중 7S와 11S가 전체 貯藏蛋白質의 70%를 차지한다^{3,16)}. 7S는 β 와 γ -conglycinin으

로 되어 있는데 대부분이 낮은 이온 농도에서 9S로 변할 수 있는 β -conglycinin(M.W=150,000)으로 이루어져 있으며³⁾, α α' , 그리고 β 등 3가지의 주요 subunit로 區分되어진다. 11S(glycinin, M.W=350,000)는 몇개의 acid와 basic subunit로 구성되어 있는데 이들은 disulfide bond로 연결되어 있다^{9,16)}. 그러나 7S와 11S 모두 subunit의 수에 관해서는 아직까지 研究者에 따라 약간의 차이가 나타난

* 作物試驗場 (Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

〈'94. 7. 6 接受〉

다⁶⁾.

7S와 S의 주요차이는 아미노산 組成에 있어서 11S가 함황아미노산인 메티오닌과 시스테인의 含量이 7S보다 몇배 높다는 것인데^{7,11)}, 콩 蛋白質이 良質의 단백질이기는 하나 함황 아미노산 부족이 큰 缺點인 것을 감안할 때 11S 含量을 높이는 蛋白質 組成 改良의 의의는 크다고 하겠다. Kitamura와 Kaizuma는 콩 1,700系統을 분석한 결과 7S 含量이 낮은 Mo-shi-dou(Gong 503)와 Keburi를 찾아내고 이들의 11S / 7S 比率는 일반계통들에 비해 높다고 하였으며⁷⁾, Ogawa등¹⁰⁾은 교잡에 의해 "7S-low lines"을 育成하고 이들을 분석한 결과 7S가 낮은 系統들의 11S 含量은 일반계통에 비해 14%가 증가하며, 따라서 함황아미노산의 함량도 20% 증가되었으며 7S와 11S 함량과의 상관은 $r = -0.84$ 로 負의 相關을 나타낸다고 하였다. 이와 같이 7S와 11S를 조절함으로써 蛋白質 조성 개량의 가능성이 있음이 밝혀졌으며, 지금까지 이 방면에 遺傳分析을 비롯하여^{8,16)} 많은 연구가 이루어지고 있다^{2,5,10,14)}.

一般的으로 7S와 11S 확인은 遠心分離를 이용한 분리 및 정제와 電氣泳動을 통하여 그 subunit를 확인하고 있으나 시간과 노력이 많이 소모되는데, Cho 등¹⁾은 NIRS(Near Infrared Reflectance Spectroscopic)를 이용한 결과 7S와 11S 含量 分析이 가능함을 報告한 바 있으며, 따라서 앞으로 다양한 精密機器를 이용한 손쉽고 새로운 분석방법이 개발됨으로써 콩 蛋白質 改良의 목표도 쉽게 이루어질 수 있으리라 판단된다.

이밖에 콩 蛋白質을 7S와 11S로 分割한 후 이들을 재료로 사용한 두부제조시험도 실시된 바 있는데^{12,13)}, 11S로 제조된 두부의 硬度, 탄력성, 부착성 등이 7S 제조 두부보다 높게 나타난다고 하였으며, Tsai 등¹⁵⁾과 Johnson 등⁴⁾도 두부品質은 原料콩에 따라 각기 다르게 나타난다고 한 바 있으므로 두부의 品質 및 맛도 콩 蛋白質의 組成에 따라 다르게 나타나리라 사료된다.

本 연구에서는 콩 貯藏蛋白質 조성 개량을 위한 基礎研究로 몇가지 콩 品種에서 7S와 11S 分析을 시도하고, 이들 分割蛋白質을 이용한 두부제조시험을 하였기에 그 結果를 보고하는 바이다.

材料 및 方法

蛋白質 分割 : 국내 콩 獎勵品種 5系統을 공시재료로 사용하였다. 먼저 각 供試材料를 마쇄하고 탈지한 후 蛋白質을 분획하였는데, Thanh 등¹⁴⁾의 방법에 따라 원심분리와 pH조정에 의해 7S와 11S로 분획하였다. 탈지된 콩 분말을 0.03M Tris buffer(pH 8.0)용액에서 1시간 추출(Meal: Buffer, 1:20)한 후 원심분리(10,000rpm, 20분, 4℃)하고 다시 pH를 6.4로 조정하여 다음 遠心分離하여 그 沈澱物을 11S로 사용하였다. 7S는 위의 상등액을 pH 4.8로 조정하여 후 원심분리하고 그 침전물을 사용하였다.

電氣泳動 : 각 品種別로 分割된 7S와 11S globulin은 0.03M Tris buffer로 녹인 후(11S는 0.5M NaCl도 첨가) 電氣泳動에 사용하였고, 콩 종실은 망치로 분쇄한 후 일정량을 취하여 사용하였으며, Kitamura 등⁶⁾의 方法을 조정하여 SDS-PAGE법으로 실시하였다. Sample buffer는 5M Urea, 0.2% SDS, 0.05M Tris를 혼합하였고 sample loading시에는 2-mercaptoethanol을 첨가하였다. 11S 와 7S의 量은 Densitometer를 사용하여 측정하였다.

두부제조 : 11S와 7S를 遠心分離를 이용하여 분획한 후, 이들을 다시 냉동건조기로 건조시키고 평량하여 두부제조에 사용하였다. 무게비율은 11S: 7S가 1:0, 2:1, 1:1, 1:2, 0:1이 되게 5가지로 구분하였으며 전체무게는 30g으로 하였다. 먼저 10배의 물을 첨가한 후 5분간 조심스럽게 끓이고 비지를 제거한 뒤 두유를 얻었다. 여기에 0.25%의 Calcium sulfate를 70℃에서 添加하여 응고시킨 후 준비된 성형틀에서 15분간 압착성형하여 두부를 製造하였다. 제조된 두부는 30분간 물에 담근후 꺼내어 물기를 除去하고 Texture analyzer(TA-XT₂, USA)를 이용하여 물성을 측정하였다.

結果 및 考察

콩 7S 蛋白質의 90%를 차지하는 β -conglycinin은 3가지 polypeptides(α : 57K daltons, α' : 58K

daltons, β : 46K daltons)로 이루어져 있으며, 11S globulin인 glycinin은 酸性(34~45K daltons)과 鹽基性(19~23K daltons)의 subunits로 구성되어 있다⁷⁾.

콩 種實을 분쇄한 후 電氣泳動(SDS-PAGE)한 것이 그림 1이다. 7S와 11S의 subunit가 결핍된 mutant들과 일반품종인 황금콩을 대비하여 볼 때 그림에서와 같이 11S와 7S로 구분할 수 있었으며 11S와 7S도 각각의 subunit로 區分되어졌다. 이밖에 遠心分離를 이용하여 7S와 11S를 分割한 뒤 이들을 電氣泳動했을때도 crude 11S와 crude 7S는 각각의 특정 band를 確認할 수 있었으며 따라서 遠心分離法에 의해 11S와 7S 분리가 가능함을 알 수 있었다. 그러나 그림에서 보는 바와 같이 crude 11S와 7S는 깨끗하게 분리되지 않았으며 그 경향은 crude 11S에서 심하게 나타났는데 이것은 遠心分離시 pH 조정에 따라 purity가 높은 11S로 분리할 수 있으리라 판단된다¹⁴⁾.

이와 같이 遠心分離에 의해 7S와 11S를 분획할 수 있었으며 SDS-PAGE에 의해 7S와 11S를 구분 확인할 수 있었으므로 앞으로 콩 種實 成分改良을

위한 遺傳資源의 특성검정에 이 방법등은 유용하게 쓰일 수 있으리라 사료된다.

表 1은 densitometer를 이용하여 콩 種實의 7S와 11S 含量을 測定한 결과이다. 國內 장려품종인 供試系統들은 7S가 34~37%, 11S가 46~50%를 나타내어 11S/7S 비율은 1.29~1.38의 範圍를 보였다. 표로 제시하지는 않았지만 遠心分離에 의한 11S/7S의 비율은 1.19~1.43을 나타내었으나 公 시계통간 큰 차이는 없었다. Kitamura 등⁷⁾은 7S low계통인 Mo-shi-dou Gong 503과 Keburi를 電氣泳動 방법을 이용해 발견한 후 이들의 11S/7S 비율을 확인한 결과 각각 1.61과 2.59였다고 하였으며, 따라서 이들 mutant를 이용한 콩 蛋白質 조성 개량 可能性을 보고한 바 있고, Ogawa 등¹⁰⁾은 交雜에 의해 低 7S 계통을 육성하고 이들 육성계통은 兩親에 비해 11S량이 14% 증가되었다고 하였다. 이같은 기존의 報告를 檢討할 때 콩에는 성분 改良育種을 할 수 있는 다양한 변이의 遺傳資源이 있으며 이들을 이용한 成分改良이 가능하므로, 앞으로 국산콩의 성분조성개량을 위해서는 많은 유전자원의 확보와 특성검정이 요구된다고 생각한다.

표 2는 황금콩과 수원 169호를 材料로 사용하여 각각 種實 蛋白質을 7S와 11S로 分割한 후 두부제조 실험을 한 結果이다. 7S와 11S를 5가지의 비율로 혼합한 후 비율별로 각각 두부를 제조하고, 텍스처 分析計를 이용해 두부의 물성을 측정하였다.

실험방법 및 여건 등의 제약으로 인해 7S와 11S 비율간의 뚜렷한 차이는 구분하기 어려웠으나 대체로 供試된 2품종 모두 11S량이 7S보다 많아질 때 경도(hardness), 탄력성(sprnginess), 응집성

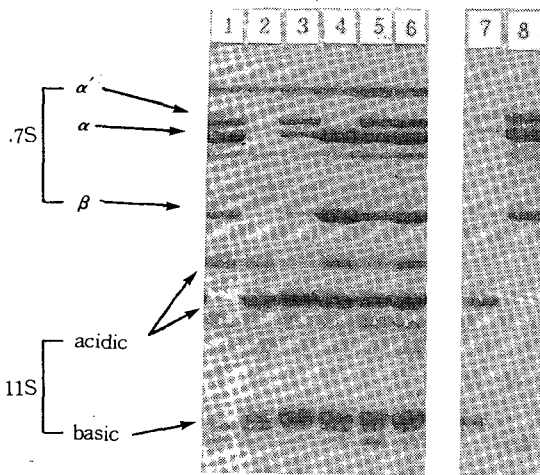


Fig.1. SDS-PAGE patterns of the total seed protein in soybeans.

- 1: 11S low line, 2: 7S low line
- 3: Mo-shi-dou Gong 503(α , and β low)
- 4: Keburi (α' -null), 5: β -low line
- 6: Hwangkeumkong (normal)
- 7: Crude 11S globulin, 8: Crude 7S globulin

Table 1. Total and fractional protein contents of soybean flour from the five varieties

Variety	Total protein (%)	% of Total protein		Ratio 11S/7S
		7S	11S	
Suwon 169	40.25	34.45	47.23 ^b	1.37
Danbaek-kong	49.39	35.96	49.64 ^a	1.38
Danyeob-kong	41.12	35.73	49.25 ^a	1.38
Jangyeob-kong	39.70	36.64	46.86 ^b	1.29
Hwangkeum-kong	40.76	34.59	47.19 ^b	1.36

Table 2. Change in texturometer measurements of soycurd prepared by mixing curde 11S and 7S of soybeans

	Hwangkeum-kong					Suwon 169					
	11S*	1	2	1	1	0	1	2	1	1	0
Hardness	3.3 ^a	1.8 ^d	2.7 ^c	2.9 ^b	3.3 ^a	3.1 ^b	3.9 ^a	2.5 ^c	2.1 ^d	2.2 ^d	
Springiness	0.9 ^a	0.4 ^b	0.5 ^b	0.4 ^b	0.6 ^b	0.5 ^a	0.4 ^a	0.2 ^b	0.4 ^a	0.2 ^b	
Cohesiveness	0.6 ^a	0.4 ^b	0.3 ^b	0.3 ^b	0.2 ^c	0.4 ^a	0.2 ^b	0.2 ^b	0.3 ^b	0.3 ^a	
Gumminess	1.9 ^a	0.7 ^d	0.9 ^c	1.0 ^b	0.6 ^d	1.4 ^a	0.7 ^b	0.5 ^c	0.6 ^c	0.7 ^b	
Chewiness	1.7 ^a	0.3 ^b	0.5 ^b	0.4 ^b	0.3 ^c	0.7 ^a	0.3 ^b	0.1 ^c	0.2 ^b	0.1 ^c	

* Hwangkeum-kong: 11S-139mgN/g, 7S-130mgN/g
Suwon 169: 11S-131mgN/g, 7S-121mgN/g

(cohesiveness) 등이 높게 나타났다. 탄력성과 응집성은 주로 재료내부의 결합강도 등을 나타내는 것인데 경도에 비해 차이는 작았으나 11S 제조두부가 7S 보다 높게 나타났으며, 겹성(gumminess)과 저작성(chewiness)은 응집성의 2차 특성인데 이들의 강도는 응집성에 비해 크게 나타났으며 역시 11S 첨가량이 많을수록 높게 나타났다.

Saio 등¹³⁾은 11S가 7S보다 결형성이 빨리 이루어지며 11S로 제조된 두부가 7S보다 경도가 높다고 한 바 있으며, 전자현미경으로 관찰하면 11S의 겹은 比較的 큰 입자상의 응고물로 나타나나 7S는 미세한 응고물로 되어 있음이 發表된 바도 있다. 따라서 11S와 7S의 첨가비율을 조절함으로써 두부의 텍스처를 變化시키는 方法에 관해서도 연구가 이루어지고 있으며, 두부 이외에도 11S/7S의 비율을 조정한 여러가지 食品開發研究가 이루어지고 있다.

이와 같은 결과들을 종합하여 볼때 콩 蛋白質의 組成 改良은 용도에 따라 식품특성에 맞게 이루어질 수 있으며, 이를 위해서는 새로운 分析方法의 開發 및 다양한 遺傳資源의 확보가 무엇보다도 시급한 과제라 판단된다.

摘 要

콩 貯藏 蛋白質의 대부분은 globulin이며, 이중 7S와 11S가 70% 이상을 차지한다. 따라서 콩 蛋白質

의 組成改良을 위해서는 11S/7S 비율 조정이 우선되는데, 본 연구에서는 몇가지 콩 品種을 사용하여 7S와 11S를 분리 확인하고, 이들 분획 蛋白質을 이용한 두부제조시험을 實施하였다. 7S와 11S는 콩 분말을 탈지한 후 pH를 조정하고 遠心分離를 이용함으로써 분획할 수 있었고, 電氣泳動上(SDS-PAGE)에서 이를 확인할 수 있었다. 供試系統들의 11S/7S 比率는 1.29~1.38을 나타내어 계통간 차이가 없었다. 한편 콩 種實 蛋白質을 7S와 11S로 분획한 후 7S와 11S를 비율별로 혼합하여 두부를 제조하고 물성을 측정한 결과 11S량이 많아질수록 두부의 경도, 탄력성, 응집성 등이 높게 나타난다. 따라서 11S와 7S의 비율을 조정함으로써 여러가지 용도에 알맞는 식품개발이 가능하리라 판단된다.

引用文獻

1. Cho, R.K., M. Iwamoto and K. Saio. 1987. Determination of 7S and 11S globulins in ground whole soybeans by Near Infrared Reflectance Spectroscopic analysis. 日本食品工業學會誌. 34(10):666-672.
2. Harada, K., Y. Toyokawa and K. Kitamura. 1983. Genetic analysis of the most acidic 11S globulin subunit and related characters in soybean seeds. Japan. J. Breed., 33(1):23-30.
3. Iibuchi, C. and K. Imahori. 1978. Interconversion between monomer and dimer of the 7S globulin of soybean seed. Agric. Boil. Chem., 42(1):25-30.
4. Johnson, L.D. and L.A. Wilson. 1984. Influence of soybean variety and the method of processing in tofu manufacturing: Comparison of methods for measuring soluble solids in soymilk. J. Food Science 49:202-204.
5. Kitamura, K., T. Takagi and K. Shibasaki. 1976. Subunit structure of

- soybean 11S globulin. *Agr. Biol. Chem.*, 40(9):1837-1844.
6. Kitamura, K., Y. Toyokawa and K. Harada. 1980. Polymorphism of glycinin in soybean seeds. *Phytochemistry*(19):1841-1843.
 7. Kitamura, K. and N. Kaizuma 1981. Mutant strains with low level of subunits of 7S globulin in soybean seed. *Japan J. Breed.* 31(4):353-359.
 8. Kitamura, K., C.S. Davies and N.C. Nielsen. 1984. Inheritance of alleles for Cgy₁ and Cgy₄ storage protein genes in soybean. *Theor. Appl. Genet.* 68:253-257.
 9. Nielsen, N.C. 1985. The structure and complexity of the 11S polypeptides in soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 62:1680-1686.
 10. Nakamura, T., S. Utsumi, K. Kitamura, K. Harada and T. Mori. 1984. Cultivar differences in gelling characteristics of soybean glycinin. *J. Agric. Food Chem.* 32:647-651.
 11. Ogawa, T., E. Tayama, K. Kitamura and N. Kaizuma. 1989. Genetic improvement of seed storage proteins using three variant alleles of 7S globulin subunits in soybean. *Japan J. Breed.* 39:137-147.
 12. Saio, K. 1979. Tofu-Relationships between texture and fine structure. *Cereal Foods World* 24(8):342-354.
 13. Saio, K., M. Kamiya and T. Watanabe. 1969. Food processing characteristics of soybean 11S and 7S proteins. I. Effect of difference of protein components among soybean varieties on formation of tofu-gel. *Agr. Biol. Chem.* 33(9):1301-1308.
 14. Thanh, V.H. and K. Shibasaki. 1976. Major proteins of soybean seeds. A straightforward fractionation and their characterization. *J. Agric. Food Chem.* 24(6):1117-1121.
 15. Tsai, S.J., C.Y. Lan, C.S. Kao and S.C. Chen. 1981. Studies on the yield and quality characteristics of tofu. *J. Food Science.* 46:1734-1740.
 16. Tsukada, Y., K. Kitamura, K. Harada and N. Kaizuma. 1986. Genetic analysis of subunits of two major storage proteins(β -conglycinin and glycinin) in soybean seeds. *Japan J. Breed.* 36:390-400.