

압착무게와 압착시간이 분리대두단백 두부의 특성에 미치는 영향

김동원 · 김우정*

신홍전문대학 식품영양과, *세종대학교 식품공학과

Effects of Pressure and Pressing Time on the Properties of Isolated Soy Protein-Tofu During Compressing Process

Dong-Won Kim and Woo-Jung Kim*

Dept. of Food and Nutrition, Shin-heung Junior College, Eujeongbu 480-020, Korea

*Dept. of Food Science and Technology, Sejeong University, Seoul 133-743, Korea

Abstract

Effects of pressure and pressing time of soyprotein-CaSO₄ coagulants on the yeield, water holding capacity and textural characteristics of SPI(soy protein isolated) tofu were investigated. The tofu was prepared by addition of CaSO₄ into SPI suspension at 90℃ and then compressed. As the compressing pressure increased from 8.66g/cm² to 49.43g/cm², the volume yield and moisture absorbed on filter paper were decreased and the textural properties of hardness, adhesiveness, cohesiveness and gumminess were increased. Increase in hardness and gumminess were more significant at high pressure than those at low pressure.

Key words : tofu, soy protein isolated, coagulants, yield, texture properties.

서 론

최근 경제가 발전하고 식생활의 변화로 소비자들은 품질이 우수하고 위생적인 제품을 요구하는 실정이다. 특히 여러가지의 두부 품질 중 가장 중요한 것은 부피 수율과 보수력, 씹을 때의 조직 특성이인 텍스처라고 할 수 있다. 텍스처의 주요 특성은 견고성, 탄력성, 부드러움성, 응집성 등으로 두부의 이들 특성을 발표한 것은 다음과 같다. 콩은 품종에 따라서 7S와 11S 단백질 함량이 다르며, 보수력은 7S가 높다고 하였고¹⁾, 11S로 제조한 두부는 높은 견고성, 응집성 및 탄력성을 보이고, 7S 두부는 약간의 부착성을 나타낸다고 보고 하였다²⁻⁴⁾. Wang 등⁵⁾은 두유에 phytic acid의 양을 증가시키기에 따라서 견고성이 증가한다고 보고 하였다. 두부 수율에 관하여는 박 등⁶⁾은 두부를 제조할 때, 침지시간이 오래될 수록 수율이 증가 하였다고 발표하였고, Elias 등⁶⁾은 coconut cream을 첨가하면 수율이

증가하면서 견고성, 부착성, 응집성은 감소한다고 하였다. 변 등⁷⁻⁸⁾은 CaCl₂의 양이 0.218N일 때 최고의 수율을 보였으며, 그 이상의 농도에서는 감소하였다. 일반적으로 두부를 제조할 때 응고제로 사용되는 CaCl₂, CaSO₄, GDL(glucono-delta-lactone)중에서 Lu 등⁹⁾은 응고제에 따라서 수율에 차이가 있다고 보고 하였다. Tsai 등¹⁰⁾은 GDL이 가장 높은 수율을 보인 반면 CaSO₄와 CaCl₂는 비교적 낮은 수율을 보였다고 하였고, Shen 등¹¹⁾은 CaSO₄와 GDL이 높다고 하였다. 전보¹²⁾에서 콩단백질과 응고제간의 관계를 조사하고서 분리콩단백 분산액에 응고제를 달리하여 두부를 제조하였을 때, 두부의 수율은 CaSO₄-GDL-CaCl₂의 순으로 수율이 높았으며 견고성은 CaCl₂-GDL-CaSO₄ 순 이었다고 하였다. 또한 분리콩단백에 기름과 당의 첨가는 CaSO₄로 응고시켰을 경우 수율과 보수력에는 큰 영향을 주지 않았으나, 견고성이 감소하면서 응집성은 약간 증가한다고 하였다.

본 연구에서는 두부제조에 수율과 적당한 견고성을 보였던 CaSO₄를 응고제로 사용할 때 성형을 위한 압

착무게와 압착시간이 기름과 당을 첨가한 분리콩단백 두부의 특성에 어떤 영향을 주는지 조사함을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 주원료는 soyprotein isolate (SPI, Protein Technologies International Co., U. S. A.)로 단백질 91.5%, 수분 5.5%, 지방 0.5%, 회분 0.2%인 것을 사용하였고, 응고제인 CaSO_4 는 1급 시약을 사용하였다. 부재료인 soybean oil은 시판 콩기름(주식회사 농방유량)과 1급 시약인 sucrose와 lecithin을 사용하였다.

2. SPI 두부의 제조

SPI 20g에 부재료인 기름과 설탕의 혼합물(1:1)은 사용된 SPI 건물량의 20%(w/w)를 첨가하였으며, 기름의 첨가시 lecithin 2%(w/w)를 유화시켜 첨가하였고, 180ml의 물을 가하고 5분간 homogenizer (Division of SCM Co. U. S. A.)로 균질화 시킨 후 100℃에서 6분간 끓였다. 끓인 SPI 용액이 90℃로 되었을 때, 서서히 교반하면서 10%의 CaSO_4 용액을 가하였다. 분리콩단백 용액의 응고를 위한 소요량은 CaSO_4 0.19g/g SPI 이었고, 응고된 분리콩단백질의 압착 성형은 장 등¹²⁾이 사용한 방법과 같이 PVC 원통 (지름 5.0cm, 높이 6.0cm)에 응고된 SPI 용액을 붓고 각각의 압력과 압착시간을 달리하며 압착 성형시켰다.

3. 수율측정

압착 성형된 SPI 두부의 수율은 압착 후 추를 제거하고 무게를 측정하여, 이 값을 SPI 1g당 얻어진 두부의 무게를 수율로 표시하였다.

4. 보수력 측정

SPI 두부의 보수력은 여과지 흡수방법¹³⁾에 의하여 측정하였다. 즉 SPI 두부를 직경 1.8cm, 높이 1.0cm의 원통형으로 절단하여 Watman filter paper No. 4

중앙에 놓고 15분 후 젖은 부분의 직경을 측정하였다. 젖은 여과지 면적은 보수력과 부(-)의 관계를 갖고 있다.

5. 텍스처 측정

텍스처 측정은 SPI 두부를 일정크기(지름 1.8cm, 높이 1.8cm)로 절단한 후 Rheometer (CR-200D, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 측정하였으며, full scale의 힘 10kg, probe의 속도는 120mm/min, graph speed 1mm/min, adapter area 176.71mm², rod는 직경이 15mm인 No. 1으로 측정하였다. SPI 두부의 typical texture profile analysis curve(TPA)는 Fig. 1과 같이 견고성(H_1), 부착성(A_3), 응집성(A_2/A_1) 및 gum성($H_1 \times A_2/A_1$)을 구하였다.

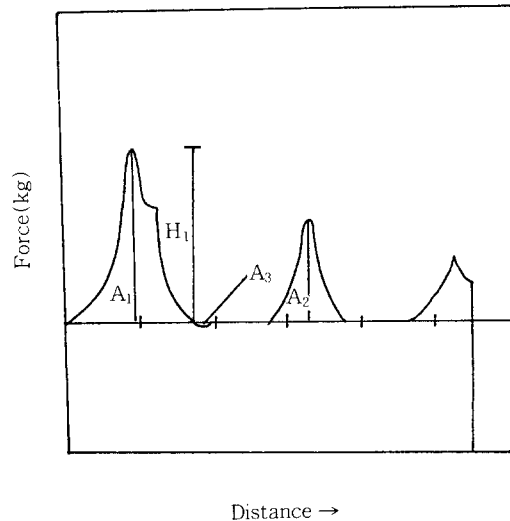


Fig. 1. Typical texture profile analysis(TPA) curve of SPI tofu

결과 및 고찰

1. 수 율

분리콩단백(SPI) 두부의 제조를 위하여 사용된 응고제와 부재료의 첨가량은 전보¹⁵⁾에서 밝혀진 결과를 토대로 한 것으로, 두부의 수율은 CaCl_2 , CaSO_4 ,

GDL 중 CaSO_4 에서 가장 높았고 기름과 당의 첨가는 분리대두단백 20%일 때 수율이 높고 단단함의 정도가 적당하여 제조조건으로 선정하여 응고시킨 후 압착시켰다.

Fig. 2는 SPI 두부를 압착 성형시킬 때의 무게를 $66 \sim 49.43 \text{g/cm}^2$ 범위로 하고 압착시간을 10~50분으로 할 때 두부수율의 변화를 보여주는 것이다. 전반적으로 압착무게가 증가하고 시간이 길어질 수록 두부의 수율은 전반적으로 감소하였다. 압착시간이 경과되면서 수율은 $8.66 \sim 49.43 \text{g/cm}^2$ 범위의 압력에서 비교적 적은 감소를 보였으나, 34.14g/cm^2 와 49.43g/cm^2 에서는 많은 감소가 있었다. 특히 높은 압력에서의 감소는 압착 후 처음 10분간 일어난 것으로 수율이 4.0g/g SPI 이하로 되었다. 압착 후 10~50분간의 수율변화는 8.66g/cm^2 에서 0.31g , 13.76g/cm^2 는 0.51g , 18.85g/cm^2 는 0.59g , 34.14g/cm^2 는 0.35g 그리고 49.43g/cm^2 는 0.31g 의 감소가 있어 13.76g/cm^2 와 18.85g/cm^2 에서 가장 많은 감소를 보였다. 압착무게와 시간의 결정은 수율과 텍스처 특성을 고려하여야 하는 것으로 20~30분간의 압착은 압착무게와 관계 없이 가장 완만한 수율 변화를 보여주었다.

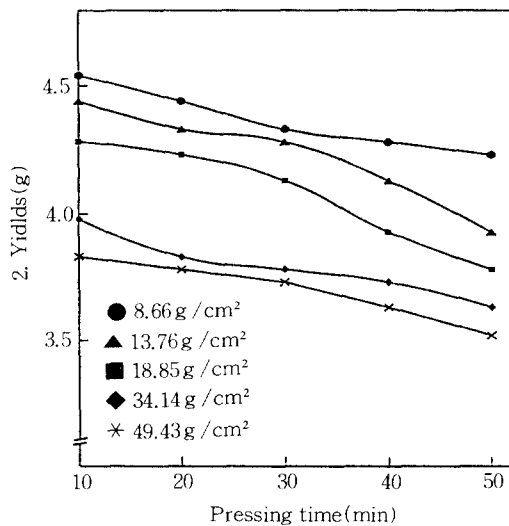


Fig. 2. Effects of compression pressure and pressing time on yields of ISP tofu prepared with 20% oil-sucrose(1:1)mixture and CaSO_4

2. 보수력

Fig. 3은 압착무게와 시간에 따른 보수력의 변화를 보여주는 것으로, 측정된 값은 일정크기의 두부를 여과지에 놓아두어 수분에 의하여 젖은 면적을 계산한 값이다. 전반적인 보수력의 변화는 압력이 증가할 수록 젖은 면적도 감소하여 보수력이 감소된 것으로 나타났다. 그러나 젖은 면적의 감소는 보수력의 차이에 의한 것이 아니라 높은 압력으로 조직내의 수분이 유출되면서 두부 조직내의 절대수분 함량이 적어졌기 때문으로 사료된다. 따라서 젖은 면적의 감소는 수율감소와 직접적인 관계가 있으리라 믿어지나 젖은 면적의 감소가 수율 감소보다 더욱 현저하였다. 즉, 압착무게 8.66g/cm^2 와 49.43g/cm^2 에서의 10분 후 수율을 비교할 때, 4.54g 과 3.83g 의 15.64% 차이가 나타난 반면에, 젖은면적은 16.79cm^2 와 7.56cm^2 로 54.98%의 차이가 있었다. 압착이 진행되면서 젖은 면적의 변화는 거의 비슷하게 지속적으로 감소하였다. 수율 변화에서 감소가 적었던 8.66 , 34.14 , 49.43g/cm^2 에서도 계속 감소하여 이는 절대수분 함량에 의한 것 뿐만 아니라 압착시간이 증가하면서 보수력이 향상되었기 때

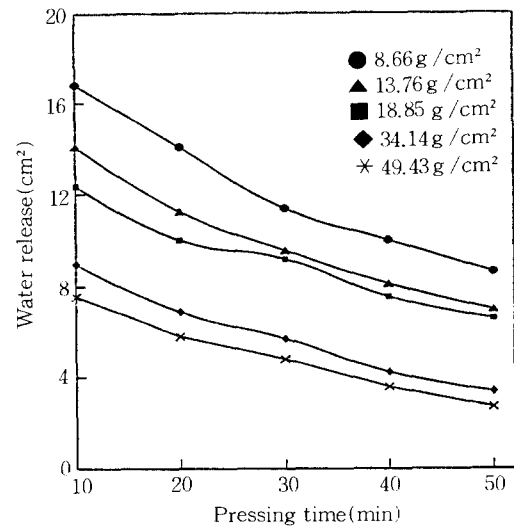


Fig. 3. Effects of compression pressure and pressing time on the area of water absorbed by filter paper from ISP tofu prepared with 20% oil + sucrose(1:1) mixture and CaSO_4

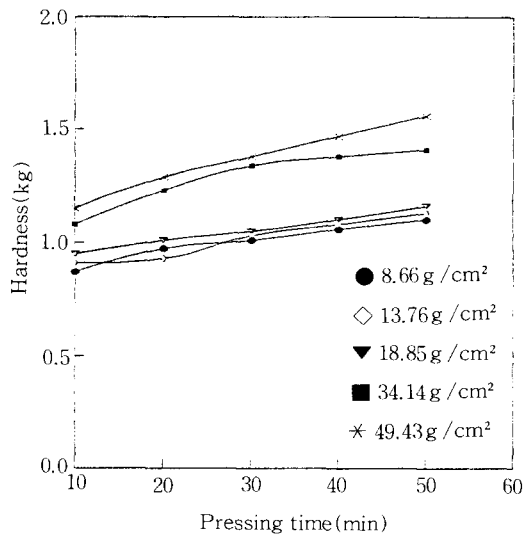


Fig. 4. Effects of compression pressure and pressing time on hardness of ISP tofu prepared with 20% oil-sucrose(1:1) mixture and CaSO_4

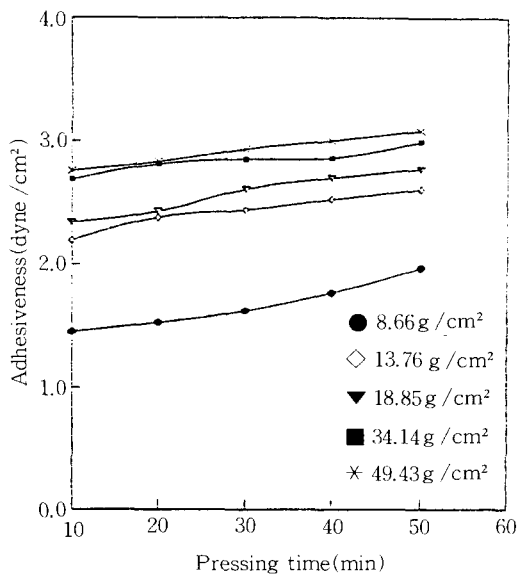


Fig. 5. Effects of compression pressure and pressing time on adhesiveness of ISP tofu prepared with 20% oil-sucrose(1:1) mixture and CaSO_4

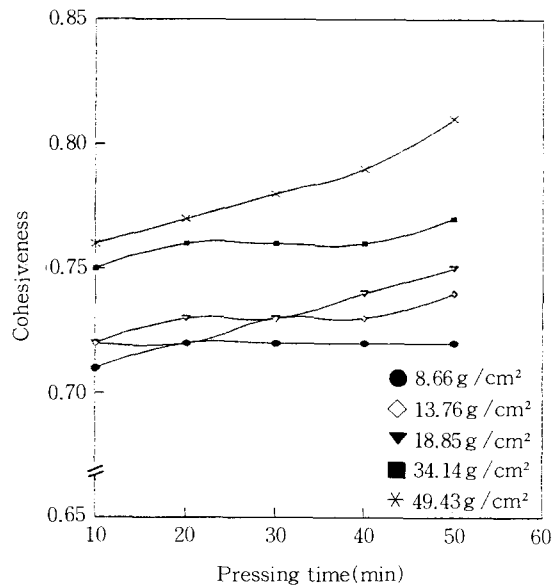


Fig. 6. Effects of compression pressure and pressing time on cohesiveness of ISP tofu prepared with 20% oil-sucrose(1:1) mixture and CaSO_4

문으로 사료된다.

3. 텍스처 특성

압착 무게와 시간을 증가시키면서 제조한 SPI 두부의 텍스처 특성은 Fig. 4-7과 같다.

견고성(Fig. 4)은 압착 무게가 증가하고 압착시간이 오래 될 수록 지속적으로 증가 하였다. 증가 경향은 낮은 압력에서 완만하였고, 34.14g/cm²와 49.43g/cm²는 비교적 빨랐다. 압착 50분 후에서의 견고성은 18.85g/cm²에서 1.16kg, 34.14g/cm²는 1.41kg를, 49.43g/cm²에서는 1.56kg으로 많은 차이를 보였다. 부착성(Fig. 5)에서도 압착 시간이 경과되면서 약간씩 증가하였고, 압력에 따라서는 많은 차이가 있었다. 10분간 압착한 결과 많은 차이를 보인 실험구는 압착압력 8.66g/cm²에서의 1.45dyne/cm²과 13.76g/cm²에서의 2.19dyne/cm²로 그 차이가 51%이었으며, 그 이상의 압력에서는 차이가 작아졌다. 압력간에 많은 차이는 압력이 높아질 수록 조직의 치밀성과 입자간의 결합력이 증가하여 부착성이 증가된 것으로 사료된다. 한편 응집성(Fig. 6)은 압착시간

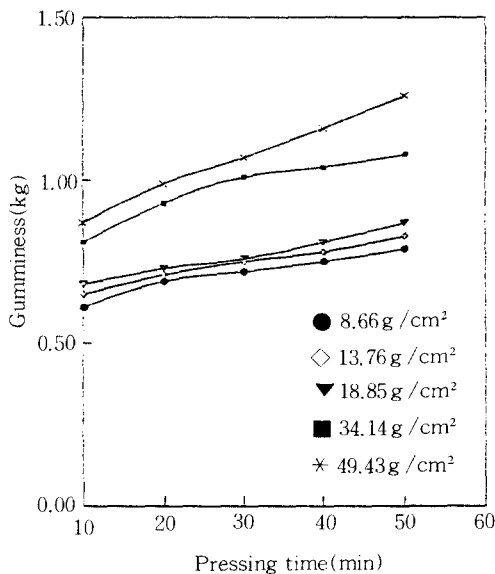


Fig. 7. Effects of compression pressure and pressing time on gumminess of ISP tofu prepared with 20% oil-sucrose(1:1) mixture and CaSO₄

이 경과 하면서 증가 경향은 압력에 따라 차이가 있어 49.43g/cm²는 빠르게 8.66g/cm²와 13.76g/cm²는 지극히 완만하게 변화하였다. 압착압력 49.43g/cm²의 경우 50분 후의 압착에서 0.81로 가장 높았고, 8.66g/cm²의 10분간 압착에서는 0.71를 나타내었다. Gum성(Fig. 7)은 견고성과 비슷한 증가 경향으로 66g/cm²과 18.85g/cm²의 압착에서 완만한 증가를 보였으나, 34.14g/cm²와 49.43g/cm²에서는 비교적 많은 증가를 가져왔다. 이 등¹⁴⁾은 압착 압력을 변화시키면서 제조한 두부의 조직을 측정된 결과, 압력이 증가할 때 견고성, 부착성 및 응집성이 증가하였다고 보고한 것과 유사한 결과를 나타내었다.

요 약

수율에 미치는 soyprotein-CaSO₄ 응고제의 압착무게와 압착시간의 영향, SPI 두부의 보수력과 조직특성 등을 조사하였다. 두부는 90℃에서 SPI 현탁액에 CaSO₄를 첨가하고 제조하여 압착하였다. 압착 압력이 8.66g/cm²에서 49.43g/cm²로 증가함에 따라 부피

수율과 여과지에 흡수되는 수분이 감소하고 견고성, 부착성, 응집성, gum성은 증가하였다. 견고성과 gum성의 증가는 낮은 압력에서 보다는 높은 압력에서 현저하였다.

참고문헌

1. Tanteeratarm, K., Wei, L. S., Steinberg, M. P. and Yamashita, N. : Bound water associated with 7S and 11S soybean proteins determined by vapor sorption isotherms and pulsed NMR. *J. Food Sci.*, **55** (1), 130(1989)
2. Wang, H. L., Swain, E. W. and Kwolek, W. F. : Effect of soybean varieties on the yield and quality of tofu. *Creat Chem.*, **60**(3), 245 (1983)
3. Utsumi, S. and Kinsella, J. E. : Forces involved in soy protein gelation. *J. Food Sci.*, **50**, 1278(1985)
4. Saio, K., Kajikawa and Watanabe : Food processing characteristics of soybean protein. part II. Effect of sulfhydryl group on physical *Agr. Biol. Chem.*, **35**(6), 890(1971)
5. 박용근, 박부덕, 최광수 : 대두의 수침 시간에 따른 조직의 미세구조, 단백질 특성 및 두부 수율의 변화. *한국영양식량학회지*, **14**(4), 381(1985)
6. Elias, E. E., Malcolm, C. B. and Lamartire, F. H. : Effect of coconut cream addition to soymilk on the composition, texture and sensory properties of tofu. *J. Food Sci.*, **50**(4), 887(1985)
7. 변진원, 황인경 : 여러가지 단백질 첨가로 인한 두부의 특성 변화. *한국조리과학회지*, **6**(3), 33 (1990)
8. 변진원, 김현숙, 박찬경, 황인경 : 응고제의 함량과 첨가물질이 두부의 특성에 미치는 영향. *한국콩연구회지*, **8**(2), 15(1991)
9. Lu, J. Y., Carter, E. and Chung, R. A. : Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J. Food Sci.*, **45**, 32(1980)

10. Tsai, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S. and Chen, S. C. : Studies on the yield and quality characteristic of tofu. *J. Food Sci.*, **46**, 1734 (1981)
11. Shen, C. F., Deman, L., Buzzell, R. I. and Deman, J. M. : Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics : Glucono-delta-lacton coagulant. *J. Food Sci.*, **56**(1), 109, (1991)
12. 장천일, 이정근, 구경형, 김우정 : 콩 품종에 따른 두부의 수율 및 화학적, 관능적 특성의 비교. 한국식품과학회지, **22**(4), 439(1990)
13. 손정우, 김우정 : 건조비지 첨가에 의한 두부 품질의 변화. 한국식품과학회지, **17**(6), 522 (1985)
14. 이명환, 안혜숙 : 두부 제조시 응고제 및 성형 압력에 미치는 영향. 서울여대 논문집, **12**, 345 (1983)
15. 김동원, 구경형, 최희숙, 김우정 : 모델 시스템에서 기름과 당이 분리대두단백 두부의 특성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, submitted, (1993)
16. 김동원, 고순남, 김우정 : 응고제의 혼합비율이 분리대두단백 두부의 특성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, submitted, (1993)

(1993년 11월 15일 수리)