

분리대두단백 두부의 제조를 위한 가열시간 및 혼합응고제의 영향

구경형 · 김우정*

한국식품개발연구원, *세종대학교 식품공학과

Effect of Heating Time and Mixed Coagulants for Prepared SPI Tofu

Kyur-g-Hyung Ku and Woo-Jung Kim*

Korea Food Research Institute, Sunngnam

*Department of Food Science and Technology, Sejong University

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of heating times of soy protein isolate(SPI) and mixing ratio of coagulants mixture on water holding capacity(WHC) and oil absorption capacity(OAC) of SPI, texture properties and yield of tofu. The effect of heating at 100°C on the amounts of coagulants required for coagulation showed that the amounts of CaCl₂, MgCl₂ and GDL decreased as the heating time extended to 6~9 minutes while CaSO₂ was changed little. The tofu yield showed maximum for the tofu prepared by 6 minutes boiling and coagulation with CaSO₄. The WHC of SPI was significantly reduced by heating at 100°C while OAC was rather increased until 9 minutes of heating. The textural properties of SPI tofu coagulated with mixed coagulants(CaSO₄-GDL, CaSO₄-CaCl₂, CaCl₂-GDL) showed that softer tofu was obtained as the ratio of CaSO₂ increased and harder tofu as the ratio of CaCl₂ and GDL increased. The maximum and minimum tofu yields were prepared from 100% of CaSO₂ and 100% of GDL, respectively. Organoleptic properties showed that more uniform and tender tofu were obtained with higher portion of CaSO₂ in the mixed coagulants and higher intensity of sourness and bitterness were scored as the GDL and CaCl₂ added more.

Key words: soy protein isolate, tofu, coagulants, heating time, texture, organoleptic properties

서 론

대두는 주성분인 단백질보다 콩기름 가공에 주로 사용되고 있으며 부산물로 생산되는 탈지 대두박은 대부분이 사료로 이용되고 있다. 탈지대두박은 1992년 생산량이 약 7천만톤으로 단백질로 환산할때 전세계 대두 생산의 67.3%가 탈지대두박으로 가공되고, 이외에 농축 또는 분리대두단백 등으로 제조되고 있다⁽¹⁾. 이중 분리대두단백은 생산가가 싸고 대두단백질의 가공 가능성을 거의 다 가지고 있어서 축육 제품, 수산 제품, 인조육, 제과, 제빵 등 가공식품의 품질개량 및 원가절감을 위해 사용되고 있는 단백질 소재이나, 그 사용량이 적어 계속적인 활용방법의 개발이 요구되고 있다.

한편 두부는 오랫동안 우리의 부족함: 단백질 섭취를 보충하여온 고단백 식품으로 다양한 조리방법이 개발되어 있는데, 대두가 고혈압, 동맥경화증 등 성인병의 억제 효과가 보고되면서 대두 단백질의 섭취 경향이 증가함과

동시에 대두를 원료로 하는 두부의 소비량이 증가되고 있고, 소비자들은 대두를 원료로 하는 두부제품의 다양화와 저장성이 높은 두부를 요구하게 되었다⁽²⁾. 현재 대두를 물에 침지하고 마쇄, 끓임, 여과, 응고 및 압착과정을 거쳐 제조한 보통두부는 저장성이 매우 낮아서 보통두부의 특성을 가지면서도 두부의 저장성이 향상된 두부의 제조방법의 개발이 시급한 실정이다. 두부의 제조방법과 두부품질에 관한 국내외의 연구는 콩 품종⁽³⁾과 응고제의 종류⁽⁴⁾, 응고온도, 두유의 가열온도와 시간^(5,6), 응고제 첨가량에 따른 두부의 텍스처 변화⁽⁶⁻⁸⁾와 두부의 저장성⁽⁹⁾에 대한 연구가 보고되었다. 그러나 분리대두단백으로 제조한 두부에 관한 연구는 고 등⁽¹⁰⁾과 김⁽¹¹⁾의 분리대두단백 두부의 물리적 특성에 미치는 응고온도 및 응고제의 영향만 있을 뿐 보고된 것이 거의 없으며 대두 가공 부산물인 분리대두단백을 이용하여 침지, 마쇄, 여과, 압착의 과정을 생략하고 증진과 살균을 동시에 하는 저장성이 높은 포장두부의 제조에 관한 연구는 보고된 바가 없다.

본 연구에서는 분리대두단백을 주원료로 하여 저장성이 높은 포장두부의 제조를 위한 기초연구로 분리대두단백의 끓임시간 및 혼합응고제의 혼합비율이 두부의 수율 및 텍스처의 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

Corresponding author: Woo-Jung Kim, Department of Food Science and Technology, Sejong University Kunja-Dong 98, Sungdong-Ku, Seoul 133-747 Korea

재료 및 방법

재료 및 시약

분리대두단백(Soy protein isolate, SPI, PP™500E, Protein Technol., Co., USA)은 단백질 91.5%, 수분 5.5%, 지방 0.5%, 회분 0.2%, NSI(nitrogen soluble index) 50.04%인 것을 사용하였으며, 응고제인 CaCl₂, CaSO₄, MgCl₂ 및 glucono-delta-lactone은 1급 시약을, 식용유는 콩기름(동방유량)을 사용하였다.

압착두부의 제조

SPI 압착두부의 제조는 SPI 10g에 증류수 90 ml를 가하고 homogenizer(Division of SCM Corporation Deerfield Illinois, U.S.A.)로 2분간 균질화 시켜 100℃에서 일정시간(3~15분) 가열하고, 90℃로 냉각시킨 후 10% 응고제 용액을 첨가하여 응고시킨 다음 압착시켜 성형하였다. 압착성형 방법은 응고된 대두단백질을 장 등⁽³⁾의 방법과 같이 PVC 원통(지름 5 cm, 높이 6 cm)에 응고된 SPI용액을 붓고 일정한 무게의 추(지름 4.9 cm, 높이 2.4 cm, 무게 370 g)를 올려 놓아 18.85 g/cm²의 압력하에서 30분간 압착 성형하였다.

응고제 소요량과 두부 수율 측정

균질화 시킨 SPI 분산액을 100℃에서 3분 간격으로 15분까지 각각 가열한 시료를 90℃로 냉각시켜 10% 응고제 용액(CaCl₂, CaSO₄, GDL, MgCl₂)을 서서히 교반하면서 첨가하여 단백질의 응고점에 도달하였을 때 각각의 응고제 소요량을 측정하였다. 이때 대조구는 90℃까지 가열하여 응고제를 첨가하였고, 응고제 양은 SPI 1g당 소요된 응고제의 g수로 환산하였다. 또 두부의 수율은 압착두부 제조방법에 의해 압착시킨 후 누름추를 제거하고 10분이 경과된 다음 성형된 두부의 무게를 측정하여 이 값을 SPI 1g당 얻어진 두부의 무게로 하였다.

보수력과 보유력

100℃에서 3분간격으로 15분까지 가열한 SPI분산액의 보수력(WHC)과 보유력(OAC)은 Mongeau와 Brassard⁽¹²⁾의 방법을 약간 변형하여 측정하였다. 보수력의 경우 30 ml centrifuge tube에 SPI 1g과 증류수 20 ml 첨가하여 vortex mixer로 1분간 분산시킨 후 이 현탁액을 원심분리기(Sorvall RC-5B, SS-34 rotor)로 11,000 rpm(14,460 ×g)에서 1시간 동안 원심분리하여 상정액을 제거한 뒤 그 무게를 측정하여 증가한 무게를 SPI 단위 g당 보수량으로 계산하였다. 보유력(oil absorption capacity, OAC)은 보수력 측정과 동일한 방법으로 식용유 20 ml를 넣어 vortex mixer로 현탁액을 만들어 원심분리한 뒤 SPI g당 보유량을 계산하였다.

혼합응고제

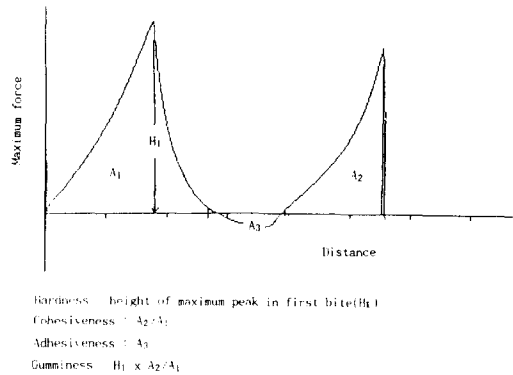


Fig. 1. Typical texture profile analysis curve of SPI tofu

SPI두부의 수율과 텍스처 특성에 미치는 혼합응고제의 영향은 균질화시킨 SPI 분산액을 6분간 100℃에서 가열한 다음 90℃에서 응고시켜 압착 성형한 후 이들 특성을 측정하였으며, 혼합응고제(CaSO₄-GDL, CaSO₄-CaCl₂, CaCl₂-GDL)의 제조는 응고에 필요한 각 단일 응고제의 소요량을 100으로 하고 혼합비율(100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75, 0 : 100)로 10% 용액을 만들었다.

텍스처 측정

두부의 텍스처 특성은 PVC 원통으로 제조한 두부의 중간 부위를 일정크기(1.5×1.5×1.5 cm)로 절단하여 Rheometer(Sun Rheometer CR-2000D., Sun Scientific, Co., Japan)로 측정하였다. 측정 Mode는 mastification로 설정하였고 측정조건은 full scale의 힘 1 kg, probe 속도 120 mm/min, chart speed 1 mm/min이었으며, probe는 지름이 15 mm인, No. 1이었다. 두부의 TPA profile은 Fig. 1과 같고, 각시료의 측정은 5회 측정하여 평균값을 계산하였다.

관능검사

두부의 관능검사는 비통계적인 방법으로 SPI 두부 제조시 4인의 관능평가원으로 하여금 각 특성의 강도를 (+) 기호의 숫자로 대단히 약하다는 (+), 보통은 (++), 대단히 강하다는 (++++)로 표시하게 하여 비교하였다. 균일성은 1.5 cm 두께의 두부를 손으로 휘었을 때 잘라진 단면의 균일한 정도를 육안으로 평가하였으며, 매끄러움은 손으로 만져 보았을 때의 촉감으로 하였고, 또한 신맛과 쓴맛은 씹었을 때의 맛으로 표시하였다. 이때 각각의 평가는 2회 반복하였다.

결과 및 고찰

가열시간에 따른 응고제 소요량 및 수율

분리대두단백(SPI)분산액의 가열시간에 따른 응고에 필요한 소요량(Table 1)과 압착 성형한 후 SPI두부의

Table 1. The amounts of individual coagulant required for coagulation of SPI suspension as affected by heating at 100°C (unit: g/g SPI)

Coagulants	Heating time(min)					
	0	3	6	9	12	15
CaCl ₂	0.032	0.033	0.030	0.029	0.031	0.031
GDL	0.084	0.075	0.070	0.071	0.074	0.074
CaSO ₄	0.127	0.118	0.121	0.120	0.120	0.118
MgCl ₂	0.045	0.043	0.042	0.040	0.039	0.039

수율을 조사하였다(Fig. 2). 각 응고제의 소요량 변화는 CaCl₂와 GDL의 경우 가열시간이 증가함에 따라 응고제 양이 감소하다가 증가함을 보였는데, CaCl₂는 가열 9분에서 0.029g으로 최저값을 보였고, GDL은 6분 가열구에서 최저값을 보였다. 반면 CaSO₄는 가열시간에 상관없이 0.12 g/g SPI-0.13 g/g SPI의 소요범위를 보였으며, MgCl₂는 대조구의 0.045g에서 가열시간이 증가함에 따라 지속적인 감소를 보여주었다. 이는 고 등⁽¹⁰⁾의 SPI분산액을 2분 가열한 후 95°C에서 소요된 응고제 양과 거의 비슷한 양이었고, 김 등⁽¹¹⁾의 보고보다는 적은 양이었다.

한편 Fig. 2는 Table 1 결과에서 가열시간별 각 응고제의 소요량을 첨가한 후 압착 성형법으로 두부를 제조한 다음 두부의 무게수율을 SPI g당 환산한 결과이다. CaSO₄ 응고두부의 경우 90°C에서 응고제를 첨가한 대조구 수율이 3.86 g/g SPI에서 100°C에서 3분 가열구는 4.43 g, 6분은 5.59g으로 최고치를 보인뒤 다시 감소하는 경향을 보였다. CaCl₂와 GDL 응고두부는 6분에서 약간 증가하였을 뿐 전반적으로 변화가 없었으며, MgCl₂ 응고두부는 가열시간이 증가할수록 약간 증가하였다. 전반적인 수율은 100°C에서의 6분 가열이 비교적 높은 수율을 보였으며, 수율의 순위는 CaSO₄>MgCl₂>CaCl₂>GDL이었다. 이상의 결과는 80°C 이상에서 응고시 응고제에 관계없이 유사한 수율을 보인 고 등⁽¹⁰⁾의 보고와 차이를 보였는데, 이는 두부의 원료 배합비율, 가열시간, 응고제량의 차이라 여겨지며, 본 실험과 거의 동일한 조건인 김⁽¹¹⁾의 보고는 약간의 수율차이는 있으나 동일한 결과를 보였다. 또 Shurtleff와 Aoyagi⁽⁶⁾의 100°C에서 두유를 7~14분 가열이 가장 높은 두부 수율을 얻었다는 보고와 달리 6분 가열시 최고 수율을 보임은 본 실험에서 사용한 원료 차이라 보여진다.

가열시간에 따른 보수력 및 보유력

분리대두단백(SPI)의 가열시간에 따른 보수력(WHC)과 보유력(OAC)을 조사한 결과(Fig. 3), 가열시간이 증가함에 따라 보수력은 점차 감소하였고, 보유력은 가열 9분까지 약간 증가하다가 감소함을 보여 주었다. 보수력의 경우는 대조구 8.95 g/g SPI 였던 것이 3분 가열시 7.72 g/g SPI, 15분 가열구는 2.20 g/g SPI로 대조구 보수력의 약 1/4이 되었다. 한편 보유력은 가열하지 않은 대조구의

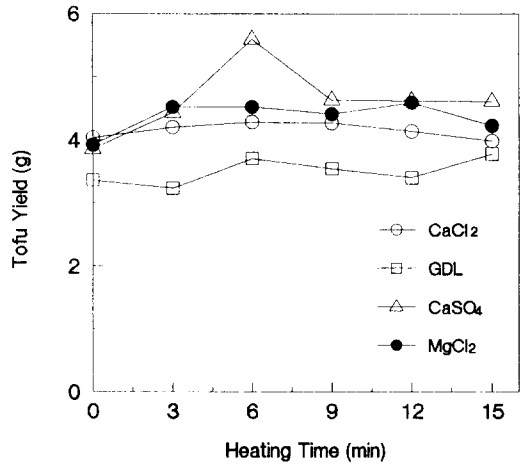


Fig. 2. Effect of heating time on the compressed tofu yields for several coagulants

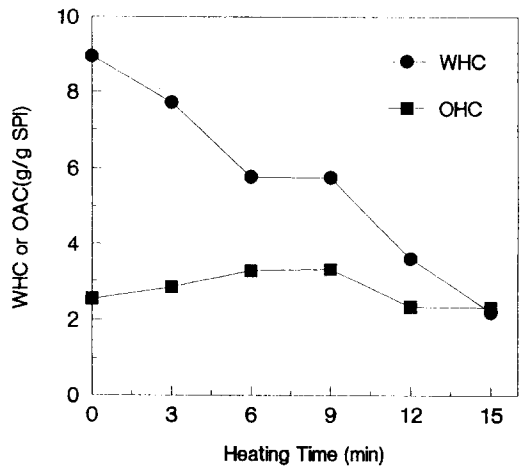


Fig. 3. Effect of heating at 100°C of SPI on the water holding and oil absorption capacity

2.54 g/g SPI에서 가열 9분에서는 3.32 g/g SPI를 보였고, 그 이후에는 감소하여 15분 가열구는 2.31 g/g SPI를 나타내었다. 이 결과 80°C에서 1~7분까지 가열한 SPI가 가열시간이 증가함에 따라 보수력은 감소하고 보유력은 증가하였다는 보고⁽¹³⁾와 변성된 SPI는 보유력은 증가하고 보수력은 감소한다는 연구보고⁽¹⁴⁾와 유사하였다.

혼합응고제의 영향

두부제조시 주로 사용되는 CaSO₄, CaCl₂, GDL의 3가지 응고제를 2가지씩 비율별로 혼합응고제를 만든 후 이들 혼합응고제의 첨가가 압착식 SPI두부의 텍스처와 관능검사 및 수율을 조사한 결과는 Table 2와 Fig. 4와 같다.

혼합응고제에 따른 텍스처 특성의 경우(Table 2),

Table 2. Effects of mixing ratio of mixed coagulants on textural properties and sensory description of compressed SPI tofu

Mixed Coagulants	Textural properties				Sensory description			
	H. (g)	Adhes. (dyne/cm ²)	Cohes. (g)	Gumm. (g)	Uniformity	Smoothness	Sourness	Bitterness
CaSO₄-GDL								
100:0	111.8	3.82	0.37	40.28	++++	++++	-	-
75:25	210.7	2.68	0.37	74.25	++++	+++	-	--
50:50	417.0	2.16	0.51	199.13	++	++	+	--
25:75	529.5	1.57	0.54	285.16	+	+	++	-
0:100	318.3	0.94	0.39	121.65	+	+	+++	-
CaSO₄-CaCl₂								
100:0	111.8	3.82	0.37	40.28	++++	++++	-	-
75:25	214.0	2.83	0.59	121.18	+	+	-	-
50:50	368.3	5.83	0.46	167.60	+	+	-	+
25:75	9,400.0	102.62	0.28	2641.23	+	+	-	+++
0:100	446.3	3.19	0.47	207.33	+	+	-	++++
CaCl₂-GDL								
100:0	446.3	3.19	0.47	207.33	+	+	-	++++
75:25	421.3	3.33	0.40	168.42	+	+	-	+++
50:50	411.3	3.21	0.41	164.41	+	+	+	+
25:75	402.2	2.90	0.42	168.42	+	+	++	-
0:100	318.3	0.94	0.39	121.65	+	+	-	+++

H: hardness, Adhes: adhesiveness, Cohes: cohesiveness, Gumm: gumminess, +++++; very strong, ++++; moderate, ++; weak, -; non defective

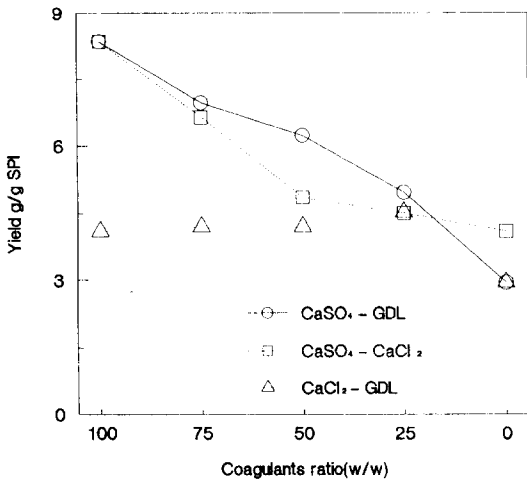


Fig. 4. Effect of mixing ratio of mixed coagulants on the yield of tofu

CaSO₄-GDL 혼합응고제 첨가두부의 견고성은 CaSO₄ 100%일 때 111.8g에서 GDL 첨가비율이 많아짐에 따라 증가하여 25 : 75(CaSO₄-GDL, 0.03g : 0.053g)에서 최고 값인 529.5g을 나타내었다가, GDL 100% 첨가구는 318.3 g의 견고성을 보였다. 부착성은 GDL 혼합비율이 증가함에 따라 감소하여 GDL 100% 첨가구는 0.94 dyne/cm²을 나타내었고, 응집성과 겔성의 경우는 견고성과 유사한 경향으로 혼합응고제 비율 25 : 75 첨가구까지 증가하

다가 감소하였다.

CaSO₄-CaCl₂ 혼합응고제의 경우, 견고성은 CaSO₄-GDL 첨가구와 동일하게 CaCl₂ 첨가 비율이 증가하면서 증가하였다가 CaCl₂ 100% 첨가구는 감소한 값을 나타내었고, 혼합응고제 비율 25 : 75(CaSO₄-CaCl₂, 0.03g : 0.023g)에서는 9,000g 이상의 높은 값을 갖는 대단히 단단한 두부가 만들어졌다. 이런 특이한 현상은 본 실험에서 규명할 수 없으나 이 비율의 혼합응고제가 결합력이 높은 단백질 응고물을 형성시키기 때문으로 짐작된다. 부착성은 CaCl₂의 첨가비율이 75%일 때의 현저히 높은 부착성(102.62 dyne/cm²) 이외에는 뚜렷한 변화가 없었다. 이는 다른 응고제 비율과 달리 높은 견고성을 갖아 텍스처 측정시 많은 힘을 받으므로 probe가 올려질 때 접촉되어 있던 시료를 떼어내는 힘이 더해진 것이라고 사료된다. CaSO₄와 CaCl₂를 50 : 50(0.06g : 0.015g)으로 혼합한 응고제는 5.83 dyne/cm²로 CaSO₄나 CaCl₂ 100%보다 높은 부착성을 보였고 응집성은 뚜렷한 경향이 없었다. 또 겔성은 25 : 75에서 현저하게 높은 값을 보였으며 변화의 경향은 GDL 혼합응고제와 동일하였다.

이에 반하여 CaCl₂-GDL 혼합 응고제는 견고성의 경우 앞의 두 실험구와 달리 혼합응고제 비율에 크게 영향을 받지 않았고, 두 응고제중 GDL이 비교적 낮은 견고성을 나타내었다. GDL 첨가비율이 증가함에 따라 견고성, 부착성 및 겔성은 점차 감소하였고, 응집성은 GDL 100% 첨가구를 제외하고는 0.40~0.47의 범위를 보였다. 이상

의 결과는 김⁽¹¹⁾의 동일조건에서 두부제조시 측정된 각각의 텍스처 측정값중 견고성은 2.5~10배 범위의 값을 보였고, 응집성과 점성은 높은 값을 부착성은 낮은 값을 보였는데 이는 첨가된 응고제량에 의한 것임이 밝혀졌다. 응고제 소요량에 따라 응고형태가 다르고 텍스처 측정값에 큰 영향을 끼치므로 이에 관한 연구가 필요하다고 여겨진다.

한편 혼합응고제에 따른 SPI 두부의 관능적 특성을 비교한 결과, CaSO₄ 100%로 응고한 두부는 부드러운 연두부 형태의 균일한 조직이었으나, 너무 약하여 형태 유지가 어려웠고, CaSO₄-GDL의 75 : 25 혼합구는 비교적 형태를 유지하면서도 조직이 균일하며 부드럽고 신맛은 거의 느낄수가 없었다. GDL이 혼합된 응고제는 GDL의 비율이 점차 증가함에 따라 신맛이 증가하고 조직의 균일성과 매끄러움이 현저히 감소하여 거칠게 되면서 단단하였다. CaSO₄-CaCl₂ 혼합응고제는 CaCl₂ 비율이 증가함에 따라 조직이 단단해졌고, 균일성과 매끄러움이 거의 없고 잘 부서졌으며, CaCl₂의 특성인 쓴맛이 있었다. 또 CaSO₄ : CaCl₂, 25 : 75 첨가구는 견고성은 경두부보다도 훨씬 단단하게 느껴져 Rheometer 측정결과와 같았으며, 씹을때 잘 부서졌고, 쓴맛이 강하게 느껴졌다. CaCl₂-GDL은 혼합비율에 관계없이 균일성과 매끄러움이 낮게 평가되었으며, 조직이 단단하고 거칠며 균일성이 결여된 SPI두부를 형성하였다. 이상의 결과에서 SPI 두부제조를 위한 응고제는 CaSO₄-GDL의 비율이 75 : 25인 혼합응고제가 가장 좋은 것으로 여겨진다.

혼합응고제 비율별 압착두부의 수율(Fig. 4)은 CaSO₄ 100% 응고두부가 가장 높은 수율을 나타내어 8.35 g/g SPI이었으며, 가장 낮은 수율을 보인 응고제는 GDL 100%로 2.95 g/g SPI으로 약 3배의 수율 차이가 있었다. 혼합응고제 CaSO₄-GDL과 CaSO₄-CaCl₂ 첨가구는 CaSO₄ 비율이 감소함에 따라 수율이 급격히 감소되었는데, CaSO₄-CaCl₂ 혼합응고제의 수율이 전반적으로 더 낮았다. CaCl₂-GDL 혼합응고제의 경우 혼합비율에 상관없이 낮은 수율을 보였다.

요 약

분리대두단백(SPI)을 주원료로 마쇄와 여과, 압착 과정을 생략한 두부의 연속적 제조 방법을 위한 기초자료로서 분리대두단백의 보수력과 보유력, 가열시간, 단일응고제 소요량, 혼합응고제에 따른 두부의 텍스처 및 수율변화 그리고 관능적 특성을 조사하였다. SPI 분산액의 100°C 에서 가열시간이 길어짐에 따라 CaCl₂와 GDL응고제 양은 감소하다가 증가하였고, MgCl₂는 감소하는 경향이였으며, CaSO₄는 대조구를 제외하고 큰 차이가 없었다. 응고에 필요한 응고제의 양은 CaSO₄>GDL>MgCl₂>CaCl₂>순이었다. 압착두부 제조방법에 의한 두부의 수율은 CaSO₄로 응고한 두부로 가열시간 6

분일 때 가장 높았으며, GDL로 응고한 두부의 수율은 다른 응고제에 비하여 낮았으나 6분에서 약간 높은 수율을 보였고, 이외의 응고제에 의한 두부수율은 가열시간에 큰 영향을 받지 않았다. SPI의 보수력은 100°C 에서 가열시간이 증가함에 따라 크게 감소하였고, 보유력은 9분까지 증가하다가 감소하였다. 또 혼합응고제(CaSO₄-GDL, CaSO₄-CaCl₂, CaCl₂-GDL)로 응고한 압착두부의 물리적 특성은 CaCl₂와 GDL 비율이 많아짐에 따라 경두부의 특성을 나타내었다. 최고의 수율은 CaSO₄ 100% 응고두부였으며, 최소의 수율은 GDL로 응고한 두부였다. 관능검사 결과 CaSO₄ 비율이 증가함에 따라 부드럽고, 균일한 조직을 얻었으며, GDL과 CaCl₂의 비율이 많은 혼합응고제로 제조한 두부는 신맛과 쓴맛의 강도가 컸다.

문 헌

1. 한국식품연감 : 연식품, 587(1992)
2. 김우정 : 콩 단백질의 영양과 이용. 미국대두협회(1987)
3. 장천일, 이정근, 구경형, 김우정 : 콩 품종에 따른 두부의 수율 및 화학적, 관능적 특성의 비교. 한국식품과학회지, 22(4), 439(1990)
4. 문수재, 손경희, 김영희 : 각종 응고제에 따른 Texture 특성에 관한 연구. 대한가정학회지, 17(1), 7(1982)
5. Wang, H.L. and Hesseltine, C.W.: Coagulation condition in Tofu processing. *Process Biochem.*, 17(1), 7 (1982)
6. Shurtleff, W. and Aoyagi, A.: *Tofu and soymilk production*. The book of Tofu(II). New age food study center (1979)
7. Saio, K.: Tofu relationships between texture and fine structure. *Cereal Foods World*, 24(8), 342(1979)
8. Hashizume, K., Maeda, M. and Watanabe, T.: Relationship of heating and cooling condition to hardness of Tofu. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 25(7), 387 (1978)
9. 이갑상, 김동환, 백승화, 전승호 : 두부의 저장에 미치는 응고제와 침지액의 효과. 한국식품과학회지, 22(2), 116 (1990)
10. 고순남, 김우정 : 분리대두단백 두부의 물리적 특성에 미치는 응고온도 및 응고제의 영향. 한국식품과학회지, 24(2), 154(1992)
11. 김동원 : 분리대두단백 두부의 제조 조건에 관한 연구. 세종대학교 대학원 박사학위논문(1992)
12. Mongeau, R. and Brassard, R.: Insoluble dietary fiber from breakfast cereals and bran; Bile salt binding and water holding capacity in relation to particle size. *Cereal Chem.*, 59, 413(1982)
13. Wagner, J.R. and Anon, M.C.: Influence of denaturation, hydrophobicity and sulfhydryl content on solubility and water absorbing capacity of soy protein isolates. *J. Food Sci.*, 55(3), 765(1990)
14. Voutsinas, L.P., Cheung, E. and Nakai, S.: Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured protein. *J. Food Sci.*, 48, 26(1983)