

## 모델시스템에서 기름과 당이 분리대두단백 두부의 특성에 미치는 영향

김동원<sup>†</sup> · 구경형\* · 최희숙\*\* · 김우정\*\*

신흥전문대학 식품영양과

\*한국식품개발연구원

\*\*세종대학교 식품공학과

## Effects of Oil and Sugar on SPI-Tofu Characteristics Under Model System

Dong-Won Kim<sup>†</sup>, Kyung-Hyung Ku\*, Hee-Sook Choi\*\* and Woo-Jung Kim\*\*

Dept. of Food and Nutrition, Shin Heung Junior College, Uijongbu 480-020, Korea

\*Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Sejeong University, Seoul 133-747, Korea

### Abstract

Effect of addition of oil, sucrose, dextrin and oil-sucrose (1 : 1, w/w) mixture on SPI tofu was investigated. The characteristics measured were yield, water holding capacity, textural and organoleptic properties. The SPI tofu was prepared by coagulation of soyprotein isolate (SPI) suspension by CaCl<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub> and GDL, followed by compression. Addition of oil to SPI increased the tofu yield and water holding capacity, particularly for those tofu coagulated by CaCl<sub>2</sub>. Eventhough dextrin addition decreased the yield, it showed the most improving effect on water holding capacity. The tofu prepared by CaSO<sub>4</sub> coagulants resulted highest in yield and water holding capacity. Hardness was found to be decreased as the oil, sucrose and dextrin added more and adhesiveness, cohesiveness and gumminess were also affected. The sensory evaluation showed the SPI tofu prepared by CaSO<sub>4</sub> and 10% addition of oil and sucrose mixture to be relatively high in hardness, elasticity and uniformity of the texture.

Key words : tofu, soyprotein isolated, coagulants, texture properties

### 서 론

콩은 단백질과 지방질이 풍부할 뿐만 아니라 칼슘과 지방의 급원으로도 매우 중요하다<sup>1,2)</sup>. 콩을 이용한 대표적 가공식품의 하나인 두부는 우리나라를 비롯하여 중국, 일본 등에서 오랫동안 섭취하여 왔고, 최근 미국, 유럽 등 기타 지역에서도 건강식품으로 관심이 높아지고 있다. 현재 우리가 섭취하고 있는 두부는 찌지 시킨 콩을 마쇄하고 끓인 다음 여과하여 응고시키고, 압착 성형한 것으로 제조과정 중 여러조건과 두부 특성에 관한 연구가 이루어져 왔다. 즉 콩의 품종과 수율<sup>3,4)</sup>, 저장조건<sup>5)</sup>, 콩의 찌지 및 가열과정<sup>6,7)</sup>, 응고제의 종류와 특성<sup>8-11)</sup>, 제조조건과 텍스처 특성<sup>12,13)</sup>, 보수성 등<sup>14)</sup> 물리, 화학적 특성에 관하여 많은 발표가 있었다. 그러

나 두부의 제조가 콩단백질의 응고에 의한 것이라고 생각할 때 콩단백질 제품으로 두부제조 가능성에 관하여는 고와 김<sup>15)</sup>이 발표한 콩 단백질의 응고 특성과 압착시의 두부 텍스처에 관한 것이 있을 뿐, 연구된 바가 거의 없다. 분리콩단백의 두부제조는 식품으로서 이용율을 높이고, 두부제조의 제조공정을 단축시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서는 분리콩단백(SPI)을 이용한 두부의 제조방법 개발에 목적을 두고, 모델 시스템하에서 콩단백에의 기름, 설탕, 맥스트린 첨가와 응고제를 달리하였을 때, 두부의 특성에 어떤 영향을 주는지 알기 위하여 조건별로 두부를 제조하여 두부 수율과 텍스처, 관능적 특성 등을 비교하였다.

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용한 분리콩단백(SPI, Protein Technologies International Co., U.S.A.)은 단백질 91.5%, 수분 5.5%, 지방 0.5%, 회분 0.2%인 것을 사용하였고, 콩기름은 시판용(주식회사, 동방유양)을, 응고제는 1급 시약인 calcium chloride(Yakuri), calcium sulfate(shinyo), glucono-delta-lactone(GDL)을 사용하였다. Sucrose, lecithin, dextrin은 1급 시약을 사용하였다.

### 두부의 제조

SPI 20g과 기름, 설탕, 덱스트린을 전물량의 30%(w/w)까지 첨가하였으며, 기름의 2%(w/w)되게 lecithin을 첨가하여 유화시켰다. SPI 혼합물에 180ml의 물을 가하고 5분간 homogenizer(Division of SCM Co., U.S.A.)로 균질화시킨 후 100°C에서 6분간 끓였다. 끓인 SPI 용액이 90°C로 되었을 때, 서서히 교반하면서 CaCl<sub>2</sub>(0.04g/g), CaSO<sub>4</sub>(0.19g/g), GDL(0.10g/g)의 10%용액을 각각 첨가하였다. 응고된 분리콩단백질은 장 등<sup>4)</sup>의 압착방법으로 18.85g/cm<sup>2</sup>의 압력으로 성형하였다.

### 수율측정

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

### 보수력 측정

보수력은 여과지 흡수방법<sup>16)</sup>에 의하여 측정하였다. SPI 두부를 원통형(직경 1.8cm, 높이 1.0cm)으로 절단하여 Watman filter paper No.4 중앙에 놓고 15분 후 젖은 부분의 직경을 측정하여 여과지에 흡수된 면적으로 표시하였다. 즉, 여과지에 흡수된 면적은 보수력과 부(-)의 관계를 갖고 있었다.

### 텍스처 측정

텍스처 측정은 SPI 두부를 일정크기(지름 1.8cm, 높이 1.8cm)로 절단한 후 Rheometer(Sun Rheometer CR-20-0D, Sun Scientific Co., Japan)를 사용하여 측정하였으며, full scale의 힘 10kg, probe의 속도는 120mm/min, graph speed 1mm/min, rod는 직경이 15mm인 No. 1으로 측정하였다. SPI 두부의 typical texture profile analysis curve(TPA)는 Fig. 1과 같이 전고성(H<sub>1</sub>), 부착성(A<sub>3</sub>), 응집성(A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>) 및 gum성(H<sub>1</sub> × A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>)을 구하였다.

### 관능검사

응고제와 부재료를 달리한 SPI 두부의 관능적인 품질의 차이를 알아보기 위하여, 7점법을 사용한 다시료비교법으로 평가하였다. 검사원은 품질의 차이를 식별할 수 있는 9명을 선정하였으며, 시료는 1.0cm × 1.0cm × 0.5cm의 크기로 제시하였고, 시료의 제시온도는 상온으로 실시하였다. 표준시료(R)는 시장에서 판매되고 있는 두부로 하였고, 관능적 평가의 결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정법<sup>17)</sup>으로 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 수율

분리콩단백(SPI)에 기름과 설탕 및 덱스트린을 첨가하여 두부수율에 미치는 영향을 조사한 결과는 Fig. 2~4와 같다. 단백질의 응고를 위하여 CaCl<sub>2</sub>를 사용하였을 때(Fig. 2) 기름의 첨가량이 많아질수록 지속적인 수율의 증가가 있었으나, 덱스트린 첨가는 오히려 약간 감소시켰고, 설탕은 20%이상에서만 증가하였다. 기름과 설탕을 동량(同量) 혼합하였을 때에도 증가 경향이 뚜렷하여 두부의 조직을 형성할 때, 단백질-지방질-당류간의 상호작용이 있었음을 짐작할 수 있었다. CaSO<sub>4</sub>로 두부를 제조하였을 때에는(Fig. 3) CaCl<sub>2</sub> 응고제와는 달리 기름 첨가구에서만 약간의 증가가 있었을 뿐, 나머지는 비슷하거나 감소하였다. 특히 덱스트린을 첨가하였을 때는 10%이상의 감소가 있었다. G-DL(Fig. 4)은 CaCl<sub>2</sub>와 CaSO<sub>4</sub>의 중간의 경향으로 15% 첨가시까지 큰 변화가 없다가 그 이상에서 기름-설탕

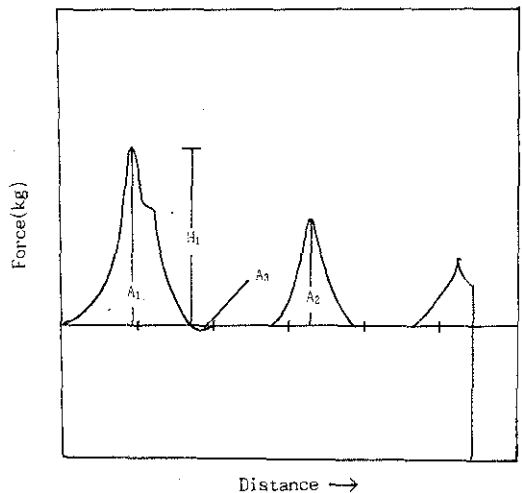


Fig. 1. Typical texture profile analysis (TPA) curve of SPI tofu.

첨가구는 뚜렷한 증가를 보였고, 덱스트린은 감소 하였으며, 설탕과 기름의 첨가는 별다른 변화가 없었다.

부재료를 첨가하지 않았을 때의 수율은  $\text{CaSO}_4$ 가 4.09g으로 가장 많았고, 다음이 GDL 3.93g 그리고  $\text{CaCl}_2$ 는 3.57g으로 가장 낮았다. 부재료 첨가에 의한 수율의 증가는  $\text{CaSO}_4$ 외에는 기름과 설탕을 함께 첨가했

을 때 가장 현저하여 기름은 단백질과의 유화작용을 높이고, 설탕은 수소결합을 증가시켜 두부의 조직형성이 향상되었기 때문으로 사료된다. 두부의 수율에 관하여 Tsai 등<sup>3)</sup>은 여러가지 응고제를 농도별로 첨가한 결과 GDL이 가장 높은 수율을 보였고,  $\text{CaSO}_4$ 와  $\text{CaCl}_2$ 는 비교적 낮은 수율을 보였다는 결과와는 다르며,

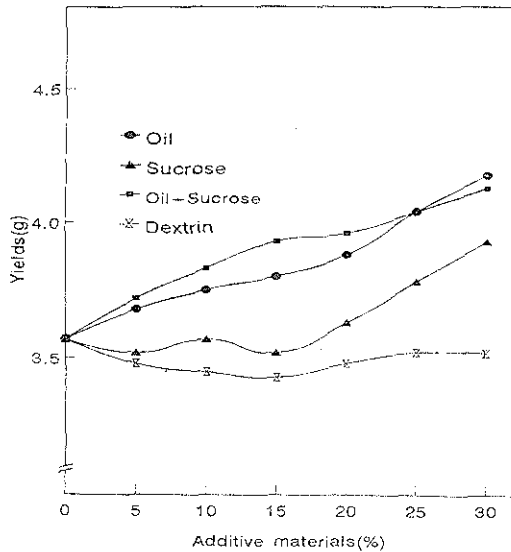


Fig. 2. Effects of addition of oil, sucrose, oil-sucrose (1 : 1) mixture and dextrin on yields of SPI tofu coagulated with  $\text{CaCl}_2$ .

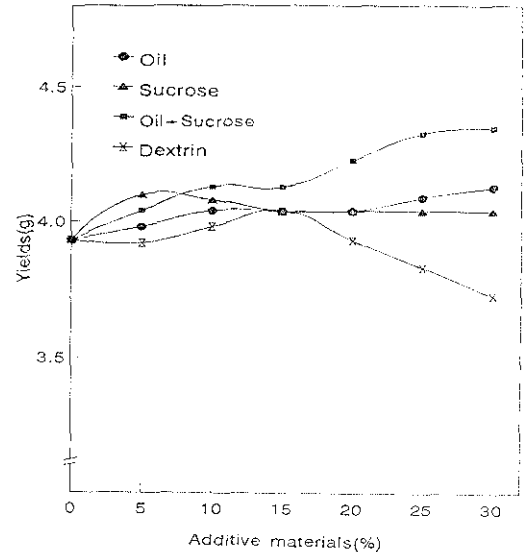


Fig. 4. Effects of addition of oil, sucrose, oil-sucrose (1 : 1) mixture and dextrin on yields of SPI tofu coagulated with GDL.

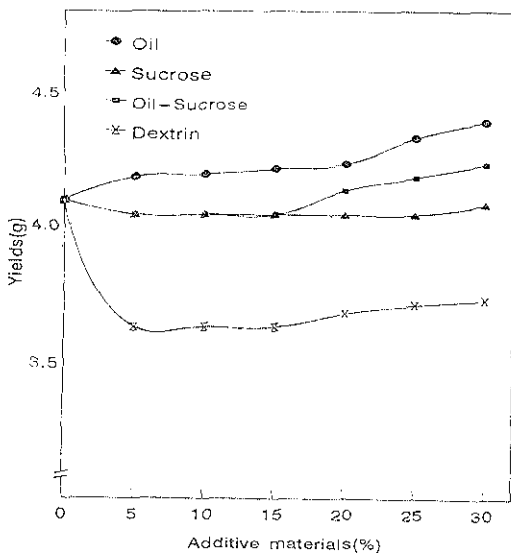


Fig. 3. Effects of addition of oil, sucrose, oil-sucrose (1 : 1) mixture and dextrin on yields of SPI tofu coagulated with  $\text{CaSO}_4$ .

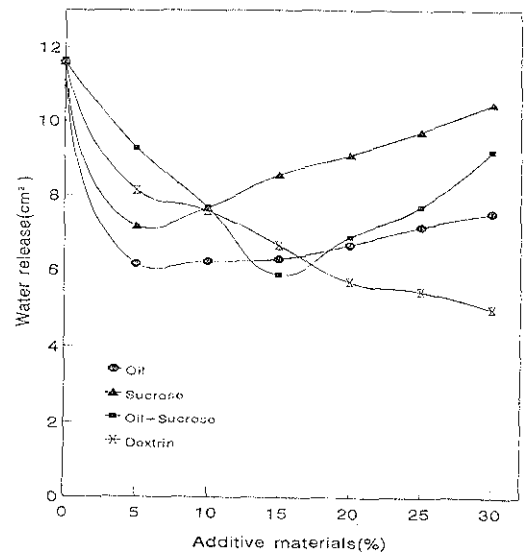


Fig. 5. Changes in area of water absorbed by filter paper from SPI tofu coagulated with  $\text{CaCl}_2$  and addition of additive materials.

Shen 등<sup>2)</sup>의 CaSO<sub>4</sub>와 GDL이 높다는 보고와는 유사 하였다. Smith 등<sup>3)</sup>은 두부수율은 콩의 수용성 단백질과 지방질의 양과 직접적인 관련이 있다고 하였으나, 본 결과에서는 지방질 뿐만아니라 당(糖)과도 관련이 있음을 보여주었다.

**보수력**

부재료 첨가에 따른 보수력의 변화를 응고제별로 조사한 것은 Fig. 5~7과 같다. 여과지 흡수면적으로 비교한 보수력은 흡수면적이 적을수록 보수력이 큰 것으로, 두부의 수화능력과 수분의 포획능을 짐작케 하는 특성이다.

응고제를 CaCl<sub>2</sub>로 하였을 때, 부재료 첨가에 의한 보수력 변화는 Fig. 5와 같다. 여과지의 흡수면적은 텍스트린의 첨가량이 많아지면서 계속 감소하여 보수력이 지속적으로 증가함을 보여 주었으나, 기름과 설탕은 5% 첨가까지 보수력이 현저히 증가 하였다가 다시 낮아지는 변화를 보였다. 기름과 설탕의 혼합첨가에서도 비슷한 경향을 보였으나, 보수력의 증가가 15% 첨가까지 연장 되었다.

CaSO<sub>4</sub>를 응고제로 사용했을 때는 (Fig. 6) 보수력의 변화가 뚜렷하지 않았으며, 특히 텍스트린은 보수력이 CaCl<sub>2</sub>에서 현저히 향상되었던 결과와는 달리 약간의 증감만 있었다. 이는 텍스트린이 조직이 거칠었던 CaCl<sub>2</sub>응고 두부에는 보수력의 향상효과가 뚜렷하지만 비

교적 조직이 균일한 CaSO<sub>4</sub>응고 두부에는 큰 효과가 없었음을 보여주고 있다.

GDL의 경우 (Fig. 7)는 텍스트린 첨가가 10%정도 까지 적었을때 오히려 보수력이 현저히 낮아져 CaCl<sub>2</sub>의 경우와 다른 경향을 보여 주었으며, 기름첨가의 효과는 CaCl<sub>2</sub>와 비슷하게 10%첨가시까지 향상되었다. 설탕의 첨가는 뚜렷한 변화를 보여주지 않았고, 기름과 설탕의 혼합첨가는 15%이후 현저히 보수력이 낮아졌다. 전반적으로 부재료를 첨가하지 않고 단백질 응고만으로 두부를 형성하였을 때, 가장 높은 보수력을 보여 준 것은 흡수면적이 6.78cm<sup>2</sup>이었던 CaSO<sub>4</sub>로 응고시킨 두부이며, 다음은 GDL (8.98cm<sup>2</sup>), CaCl<sub>2</sub>(11.61 cm<sup>2</sup>)로 CaCl<sub>2</sub>가 가장 낮은 보수력을 보였다. 이 결과는 두부 수율의 결과와 일치하는 것으로 수율이 두부의 보수력과 관계가 있음을 알 수 있었다. 또한 기름과 당은 낮은 농도일 때, 그리고 텍스트린은 높은 농도일 때 보수력 향상에 유익하지만 단백질만을 응고시킨 경우와는 달리 수율과의 관계는 적어 보수력에 여러가지 요인이 작용함을 짐작케 하였다.

**텍스처 특성**

응고제별로 기름, 설탕, 텍스트린 그리고 기름-설탕의 혼합부재료를 첨가하면서 견고성, 부착성, 응집성, gum성 등 텍스처 특성의 변화를 측정 한 값은 Table 1과 같다. CaCl<sub>2</sub>로 응고시킨 결과 부재료를 첨가하지

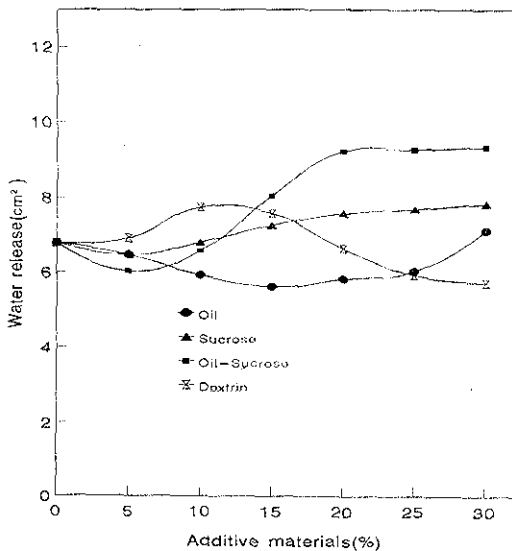


Fig. 6. Changes in area of water absorbed by filter paper from SPI tofu coagulated with CaSO<sub>4</sub> and addition of additive materials.

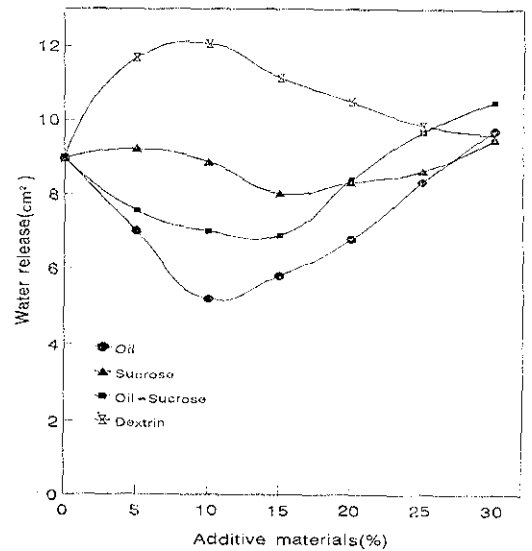


Fig. 7. Changes in area of water absorbed by filter paper from SPI tofu coagulated with GDL and addition of additive materials.

않고 SPI만을 응고시킨 대조구의 견고성은 1.49kg이었다. SIP에 첨가된 부재료의 양이 증가하면서 견고성은 전반적으로 낮아지는 경향을 보여 주었다. 이들 부재료를 30%첨가 기준으로 비교할때, 텍스트린은 1.22kg, 설탕 1.10kg, 기름 1.00kg, 기름-설탕의 혼합물은 0.84kg순으로 기름과 설탕의 혼합첨가가 가장 큰 영향을 주어 제품의 부드러움성을 나타내었다. 부착성은 부재료에 따라서 많은 차이가 있어 기름, 설탕, 텍스트린은 10%나 20%까지 증가하다가 30%에서 감소함을

보인 반면, 기름-설탕의 첨가에서는 처음은 감소하였으나 증가하는 반대 경향을 보였다. 텍스트린의에는 낮은 값을 보여 응집성 향상에 텍스트린이 효과적임을 알 수 있었고, gum성 유지에도 기름이나 설탕보다 효과적이었다. 가장 낮은 응집성과 gum성을 보인 것은 기름과 설탕의 혼합첨가로 이들의 첨가는 견고성을 감소시키는 데에도 가장 큰 영향을 주었다.

CaSO<sub>4</sub>로 응고시킨 경우에도 부재료의 첨가량이 증가하면서 견고성이 감소함은 CaCl<sub>2</sub> 경우와 비슷하였

Table 1. Effects of addition of oil, sucrose, oil + sucrose (1 : 1) mixture and dextrin on textural properties of SPI tofu coagulated with CaCl<sub>2</sub>, CaSO<sub>4</sub> and GDL

Coagulants	Additive materials(%)		Textural properties				
			Hardness (kg)	Adhesiveness (dyne/cm <sup>2</sup> )	Cohesiveness	Gumminess*(kg)	
CaCl <sub>2</sub>	Control	0	1.49	2.22	0.73	1.08	
		Oil	10	1.44	2.29	0.70	1.00
			20	1.23	2.51	0.72	0.88
	30		1.00	2.06	0.69	0.69	
	Sucrose	10	1.35	2.51	0.72	0.97	
		20	1.19	2.12	0.68	0.80	
		30	1.10	1.97	0.67	0.74	
	Oil-sucrose	10	1.26	1.78	0.67	0.84	
		20	1.11	2.06	0.66	0.73	
		30	0.84	2.17	0.67	0.56	
	Dextrin	10	1.28	2.65	0.83	1.06	
		20	1.23	2.94	0.83	1.02	
		30	1.22	1.84	0.82	1.00	
	CaSO <sub>4</sub>	Control	0	1.42	2.29	0.69	0.97
			Oil	10	1.25	2.44	0.70
20				1.14	2.16	0.68	0.77
30		1.14		2.16	0.72	0.82	
Sucrose		10	1.21	2.35	0.67	0.81	
		20	1.15	2.41	0.67	0.77	
		30	1.15	2.64	0.70	0.73	
Oil-sucrose		10	1.16	2.82	0.68	0.78	
		20	1.05	2.61	0.73	0.76	
		30	1.11	2.34	0.70	0.77	
Dextrin		10	1.18	2.99	0.85	1.00	
		20	1.10	2.58	0.87	0.95	
		30	1.08	2.03	0.85	0.91	
GDL		Control	0	1.46	2.51	0.59	0.86
			Oil	10	1.30	3.20	0.58
	20			1.22	3.39	0.58	0.70
	30	1.13		3.54	0.58	0.65	
	Sucrose	10	1.20	1.94	0.59	0.70	
		20	1.12	2.52	0.63	0.70	
		30	1.05	2.63	0.68	0.71	
	Oil-sucrose	10	1.21	2.27	0.55	0.66	
		20	1.13	2.40	0.52	0.58	
		30	1.09	2.86	0.57	0.62	
	Dextrin	10	1.27	1.86	0.60	0.76	
		20	1.09	1.57	0.65	0.70	
		30	1.10	1.74	0.77	0.84	

\*Gumminess : hardness × cohesiveness

지만 텍스트린 첨가구는 CaCl<sub>2</sub>용고 두부보다 더 낮게, 그리고 기름이나 설탕의 첨가는 낮은 농도에서는 낮으나 30% 첨가에서는 높게 측정 되었다. 부착성은 전체적으로 CaCl<sub>2</sub>용고 두부보다 높은 값을 보여 주었으며, 기름과 텍스트린 첨가는 10% 첨가에서 현저한 증가를 보였다. 또한 설탕은 지속적 증가를 나타내었고, 기름과 설탕은 10% 첨가에서 많은 증가를 보였다가 첨가 농도가 높아가면서 완전히 감소하였다. 응집성은 큰 변화가 없었지만 텍스트린 첨가구가 높았으며, gum성에서도 다른 첨가구보다 높게 나타나 CaSO<sub>4</sub>용고 두부는

텍스트린의 낮은 농도 첨가가 견고성은 낮으나 부착성, 응집성 및 gum성이 향상됨을 보여주었다.

GDL로 응고시킨 두부에서 각 부재료의 첨가 영향은 다른 응고제와 같이 견고성이 점차 감소하였고, 견고성의 값은 CaCl<sub>2</sub>와 CaSO<sub>4</sub>의 중간이었다. 부착성은 대조구의 2.51dyne/cm<sup>2</sup>와 현저한 차이를 보여 기름의 첨가량이 많아질수록 증가하여 30% 첨가에서 3.54dyne/cm<sup>2</sup>가 되었고 설탕과 기름-설탕은 감소하였다가 증가하였다. 반면 텍스트린은 감소하여 CaSO<sub>4</sub> 응고제와는 다른 경향을 보였다. 응집성은 대체적으로 큰 변

Table 2. Organoleptic data of multiple comparison test of SPI tofu as affected by addition of oil, sucrose and oil-sucrose mixture

Coagulants		Description	0 (%)	10 (%)	20 (%)	30 (%)	F-value
Oil	CaCl <sub>2</sub>	Uniformity	2.22	2.56	2.44	3.00	1.03
		Hardness	5.67	5.89	5.78	5.56	0.36
		Elasticity	5.67	5.67	5.44	5.44	0.33
		Brittleness	6.22	6.00	5.78	6.11	0.58
	CaSO <sub>4</sub>	Uniformity	2.44	2.67	3.11	2.78	0.78
		Hardness	5.56	5.44	5.11	4.67	1.97
		Elasticity	5.44 <sup>ab</sup>	5.56 <sup>a</sup>	4.89 <sup>bc</sup>	4.67 <sup>c</sup>	4.68*
		Brittleness	5.33	5.22	5.22	5.22	0.04
	GDL	Uniformity	2.00	1.44	1.89	2.56	2.58
		Hardness	5.67	5.44	5.44	5.56	0.20
		Elasticity	5.44	6.00	5.56	5.56	0.54
		Brittleness	5.44	6.33	5.56	5.33	1.95
Sucrose	CaCl <sub>2</sub>	Uniformity	2.67 <sup>a</sup>	3.22 <sup>a</sup>	1.11 <sup>b</sup>	3.11 <sup>a</sup>	17.84*
		Hardness	5.67 <sup>ab</sup>	6.11 <sup>a</sup>	5.11 <sup>b</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	3.06*
		Elasticity	5.11	5.44	5.78	5.33	0.90
		Brittleness	5.44	5.89	6.33	5.56	2.65
	CaSO <sub>4</sub>	Uniformity	2.44	2.89	2.67	2.56	0.35
		Hardness	6.00 <sup>b</sup>	5.67 <sup>a</sup>	4.78 <sup>b</sup>	5.44 <sup>ab</sup>	3.88*
		Elasticity	5.44	5.22	4.67	5.44	2.77
		Brittleness	5.56	5.44	5.00	5.78	1.28
	GDL	Uniformity	2.56 <sup>a</sup>	1.11 <sup>b</sup>	2.44 <sup>a</sup>	1.33 <sup>b</sup>	9.21*
		Hardness	5.56	5.56	5.67	5.44	0.10
		Elasticity	5.67	5.78	5.67	6.11	0.62
		Brittleness	5.22	6.33	5.56	5.78	2.69
Oil-sucrose	CaCl <sub>2</sub>	Uniformity	1.67 <sup>b</sup>	2.56 <sup>a</sup>	3.22 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	6.26*
		Hardness	5.56	5.67	5.78	5.22	0.86
		Elasticity	5.33	5.33	5.44	4.89	1.02
		Brittleness	6.00	5.89	5.56	5.22	1.33
	CaSO <sub>4</sub>	Uniformity	2.33 <sup>b</sup>	3.33 <sup>a</sup>	2.89 <sup>ab</sup>	2.89 <sup>ab</sup>	3.51*
		Hardness	5.11 <sup>bc</sup>	6.56 <sup>a</sup>	5.00 <sup>c</sup>	5.78 <sup>b</sup>	7.94*
		Elasticity	5.33 <sup>ab</sup>	5.89 <sup>a</sup>	4.78 <sup>b</sup>	5.44 <sup>ab</sup>	3.22*
		Brittleness	5.33 <sup>ab</sup>	6.22 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.11 <sup>b</sup>	3.11*
	GDL	Uniformity	2.33	1.78	1.78	1.44	1.68
		Hardness	5.11	5.33	5.33	5.33	0.19
		Elasticity	5.44	5.78	5.78	5.89	0.33
		Brittleness	5.11	5.22	6.00	6.22	2.77

The standard sample (R) compared was the ordinary commercial tofu purchased from market

<sup>abc</sup> Mean score within row followed by the sample letter are not significantly different at the 5% level using Duncan's Multiple Range test

\*p<0.05 in ANOVA test

화가 없이 대조구와 비슷하였으나, 설탕과 텍스트린이 약간 높았다.

이상의 결과에서 SPI만을 응고시켰을 때,  $\text{CaCl}_2$ 는 응집성과 gum성에서, GDL은 부착성에서 높은 값을 보여 주었지만 기름과 설탕 및 텍스트린을 첨가하면 이들 텍스처 특성이 변하였다. 즉, 부재료의 첨가농도가 증가하면서 견고성은 현저히 감소하였고, 부착성과 응집성, gum성은 첨가물과 응고제에 따라 변화 경향이 달랐다. 따라서 두부의 텍스처는 단백질의 응고에 의하여 형성되지만 조직 특성을 이루는 균일성, 단단함, 응집력, 부착성은 구성 주요성분에 의하여 많은 영향이 있음을 알 수 있다. Wang과 Hesseltime<sup>10)</sup>은  $\text{CaCl}_2$ 와  $\text{MgCl}_2$ 로 만든 두부의 견고성이  $\text{CaSO}_4$ 와  $\text{MgSO}_4$ 로 만든 두부보다 단단하다고 보고하였고, Hashizume와 Ka<sup>8)</sup>, Shen 등<sup>9)</sup>은  $\text{CaSO}_4$ 을 사용한 두부가 GDL를 첨가하여 만든 두부보다 더 연하다라고하여 본 결과와 유사하였다. 그러나 문 등<sup>11)</sup>의  $\text{CaSO}_4$ 로 제조한 두부가 가장 단단하다는 보고와는 차이가 있었다.

#### 관능적 특성

SPI 두부를 제조할 때, 기름과 당의 첨가가 관능적 특성에 미치는 영향을 다시료 비교법에 의하여 평가한 결과는 Table 2와 같다.

SPI에 기름을 첨가하여 SPI 두부를 제조하였을 때, 기름의 첨가 농도가 30%까지 증가하면서 두부조직의 균일성은 향상되는 경향이었지만, 통계적 유의성은 없었으며, 7점법으로 평가한 척도가 낮아 조직의 균일도가 낮음을 알 수 있었다. 3가지 응고제 중  $\text{CaSO}_4$ 가 비교적 높은 평가를 받았으며, 20%의 기름을 첨가할 때 3.11로 가장 높았다. 견고성은 약간씩 감소하였던  $\text{CaSO}_4$  외에는 거의 같게 나타나 기계적 측정에 의한 결과(Table 1)와 다르게 평가되었다. 탄력성은  $\text{CaSO}_4$ 에서 현저히 감소함을 보였고 거칠음성은 약간 향상되었지만 유의적 차이는 없었다. 설탕의 첨가시 조직의 균일성은 현저히 감소하였던 GDL이외에는 별 차이가 없었고 견고성은  $\text{CaCl}_2$ 와  $\text{CaSO}_4$ 에 현저한 차이가 있어 20% 첨가구가 가장 낮았다. 그 외의 탄력성과 거칠음성은 약간의 향상이 있었으나 통계적 유의성은 없었다. 한편 기름과 설탕의 혼합 첨가는  $\text{CaCl}_2$ 와  $\text{CaSO}_4$ 에서 조직의 균일성에 현저한 향상을 주었고, 견고성이 전반적으로 높아져 기계적 측정과 반대로 나타났다. 탄력성은 기름-설탕이 10% 첨가되었을 때,  $\text{CaSO}_4$ 응고에서 가장 좋은 탄력성을 보여 주었으며, 거칠음성도 많이 개선된 것으로 평가되었다.

실험 결과 조직의 균일성과 견고함, 탄력성이 우수하였던 SPI 두부는  $\text{CaSO}_4$ 로 응고시키고, 기름-설탕의 혼합물을 10%정도 첨가하였을 때 나타났으며, 거칠음성이 개선된 경우는  $\text{CaSO}_4$ 를 응고제로 사용하고 부재료는 설탕 및 기름과 설탕의 혼합물을 20% 첨가한 두부였다.

## 요 약

SPI 두부의 제조시 기름, 설탕, 텍스트린과 기름-설탕(1 : 1 w/w) 혼합물의 첨가가 두부의 수율, 보수력, 텍스처 특성과 관능적 특성에 미치는 영향을 조사 하였다. 사용한 응고제는  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ 와 GDL로 SPI 현탁액을 응고시킨 다음 압착 성형시켰다. SPI에의 기름 첨가는 두부 수율과 보수력의 증가를 보였으며, 특히  $\text{CaCl}_2$ 로 응고시켰을 경우 현저하였다. 텍스트린 첨가는 수율을 감소시켰지만, 보수력은 가장 크게 향상되었다.  $\text{CaSO}_4$  응고제로 제조된 두부는 수율과 보수력에서 가장 높은 수치를 보였다. 견고성은 기름, 설탕과 텍스트린이 첨가될수록 감소함을 알 수 있었고, 부착성, 응집성과 gum성 등의 특성에도 영향을 주었다. 관능 평가는  $\text{CaSO}_4$  응고제에 기름-설탕의 혼합물을 10% 첨가한 SPI 두부에서 조직의 견고성, 탄력성 및 균일성 등이 비교적 우수함을 나타내었다.

## 문 헌

1. Tseng, Y. L., Nury, E. S. and Chang, Y. S. : Calcium and phosphorus contents and ratios in tofu as affected by the coagulants used. *J. Home Economic Res.*, **6**, 171 (1977)
2. Jeng, C. Y., Ockerman, H. W., Cahill, V. R. and Peng, A. C. : Influence of substituting two levels of tofu for fat in a cooked comminuted meat-type product. *J. Food Sci.*, **53**, 97 (1988)
3. Smith, A. K., Watanabe, T. and Nash, A. M. : Tofu from Japanese and United States soybean. *Food Technol.*, **14**, 332 (1960)
4. 장천일, 이정근, 구경형, 김우정 : 콩 품종에 따른 수율 및 화학적, 관능적 특성의 비교. *한국식품과학회지*, **22**, 439 (1990)
5. 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)
6. Hashizume, K., Shirotori, M., Nakamura, N. and Watanabe, T. : Studies on the preparing condition of soybean milk for tofu making. Part I. Effect of the ratio of water to soybean and ionic strength in the preparation of soybean milk on the properties of tofu. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **22**, 37 (1975)

7. 김동희, 김석동, 김우정 : 콩 품종에 따른 고흡분 단백질 색소의 추출 특성의 비교. *한국농화학회지*, **33**, 8(1990)
8. Hashizume, K. and Ka, G. : Difference between tofu coagulated with glucono- $\delta$ -lacton and calcium salts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **25**, 383 (1978)
9. Shen, C. F., Deman, L., Buzzell, R. I. and Deman, J. M. : Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics : GDL coagulant. *J. Food Sci.*, **56**, 109 (1991)
10. Wang, H. L. and Hesseltine, C. W. : Coagulation condition in tofu processing. *Process Biochem.*, **17**, 7 (1982)
11. 문수재, 손경희, 김영희 : 각종 응고제에 따른 두부의 texture 특성에 관한 연구. *대한가정학회지*, **17**, 11 (1979)
12. 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)
13. Tomas, R., Deman, J. M. and Deman, L. : Soymilk and tofu properties as influenced by soybean storage conditions. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **66**, 777 (1989)
14. Hashizume, K., Shirotori, M., Nakamura, N. and Watanabe, T. : Studies on the preparing condition of soybean milk for Tofu making. Part I. Effect of the ratio of water to soybean and ionic strength in the preparation of soybean milk on the properties of tofu. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **22**, 37(1975)
15. 고순남, 김우정 : 분리대두단백 두부의 물리적 특성에 미치는 응고 온도 및 응고제의 영향. *한국식품과학회지*, **24**, 154 (1992)
16. 손정우, 김우정 : 건조비지 첨가에 의한 두부품질의 변화. *한국식품과학회지*, **17**, 522 (1985)
17. Larmond, E. : *Method for sensory evaluation of food*. Pub. No. 1284, Res. Branch, Canada Dept. of Agri., Ottawa, Canada (1977)

(1993년 10월 19일 접수)