

응고제에 따른 천연물 첨가두부의 제조 특성

최유원 · 정현식* · 윤광섭

대구가톨릭대학교 식품공학과, *경북대학교 농산물가공저장유통기술연구소

Effects of Coagulants on the Manufacturing of Soybean Curd Containing Natural Materials

You-one Choi, Hun-sik Chung* and Kwang-Sup Youn

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu
*Postharvest Technology Research Institute, Kyungpook National University

Abstract

Soybean curd has been known as one of the most favorite traditional Korean foods as well as being high in protein. Each concentration coagulant was determined as 0.2% of $MgCl_2$, 0.4% of $CaCl_2$, 2.0% of $CaSO_4$ and 0.2% of GDL by pre-experiment. Also, the optimum concentration of added natural materials soybean curds was chosen as 4% of carrot, 10% of cucumber, 1.0% of spinach and 0.05% of green tea powder. The yield of soybean curd containing natural materials was similar to that of non-containing curd. According to add GDL as coagulant, the yield of soybean curd containing natural materials was the highest. The turbidity of added natural material soybean curds was the highest coagulated with $CaCl_2$, but soybean curd containing green tea had the highest turbidity in the coagulated with GDL. In the chromaticity and texture properties of the additive natural materials in the soybean curd, the variety of additives had no effect. In the composition of natural materials, the carotenoid and chlorophyll content of soybean curds were high with $MgCl_2$ and $CaCl_2$ but polyphenol was high at the use of $CaSO_4$ and GDL.

Key words : soybean curd, coagulants, carrot, cucumber, spinach, green tea

서론

대두는 영양면에서 우수한 단백질자원일 뿐만 아니라 몸에 좋지 않은 혈중 콜레스테롤을 낮추는 것으로 알려져 있으며, 특히 대두에 함유된 isoflavones은 각종 심장질환과 암 등 성인병의 예방과 치료에 효과가 있다고 알려져 있다(1). 대두를 물과 함께 마쇄할때 대두에 함유되어 있는 단백질과 각종 염류가 용액내로 녹아 들어가 고질 현탁액인 두유를 이룬다. 여기에 응고제를 첨가하면 교질상태로 현탁되었던 단백질이 침전

되는데 이것이 응고되어 겔을 형성한 것이 두부이다(2). 두부에 관한 연구는 활발히 행해지고 있는데 김 등(3)은 제조조건에 따른 두부의 물성연구에서 제조공정에 따른 두부의 물성학적 성질의 변화를 파손강도와 응력 완화현상을 이용하여 측정, 분석하였고 이 등(4)은 응고제를 달리하여 제조한 두부의 질감과 구조 특성에서 응고제 종류와 농도에 따라 두부의 물성이 달라짐을 연구하였다. 또한 문 등(5)은 각종 응고제에 따른 두부의 texture특성에 관한 연구에서 관능검사와 기계적 검사를 통해 응고제의 최적농도와 기호도를 조사하였다.

또한 두부에 기능성을 부여하고자 한 기존의 연구로 김 등(6)은 인삼첨가 두부의 물리적, 관능적 특성에 미치는 인삼 첨가량, 첨가방법 및 응고제의 영향을 연구하여 인삼 첨가량이 0.25% 이하일 때는 대조구와의 큰 차이

Corresponding author : Kwang-Sup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu, Kyungsan, 712-702, Korea
E-mail : ksyoun@cuth.cataegu.ac.kr

가 없는 것으로 보고하였고, 김 등(7)은 미역첨가 두부 제조시 응고제가 품질에 미치는 영향에서 미역첨가시 응고제의 종류에는 상관없이 대조구에 비하여 미역의 첨가는 조직이 부드러우면서 쉽게 부서지지 않는 두부를 제조할 수 있다고 보고하였다. 또한 김 등(8)은 해조류 첨가가 두부의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향에서 해조류 첨가가 수율과 단백질, 회분 함량이 증가하였고 보고하였다. 김 등(9)은 우유 첨가가 두부 품질에 미치는 영향에서 영양적인 면과 관능적인 면이 모두 증가하여 두유에 우유를 첨가하여 두부를 만들 경우 기존 두부의 품질에 큰 변화 없이 두부의 단백질이 강화되었고 부수적으로 맛도 구수하게 향상되는 결과를 얻었다.

따라서 본 연구에서는 천연물 첨가두부의 제조시 응고제 종류에 따른 제조특성을 알아보고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

두부제조용 대두는 미국산 수입대두를, 당근과 오이 및 시금치는 시장에서 구입한 것을 사용하였고, 녹차는 국내산 분말 녹차(T사, 가루설특치)를 구입하여 사용하였다. 두부 응고제로는 염화칼슘($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 황산칼슘($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), 염화마그네슘($\text{MgCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)과 GDL (δ -Gluconic Acid Lactone, C6H10O6)을 사용하였다.

천연물의 제조

당근즙액은 당근 무게와 동량의 증류수를 가하여 blender로 마쇄한 후 부직포로 여과하여 사용하였으며 오이는 오이무게의 1/10에 해당하는 증류수를 가하고 blender로 마쇄한 후 부직포로 여과하여 첨가하였다. 시금치는 시금치 무게와 동량의 증류수를 가하여 즙액을 제조하여 사용하였고 그리고 녹차는 분말의 상태로 사용하였다.

두부의 제조

두부의 제조는 일반적인 두부의 제조공정에 준하여 제조하였다(10). 즉, 대두를 수세하여 5배의 증류수에 12시간 침지시킨 후 생대두의 8배에 해당하는 증류수를 가하여 마쇄하였다. 마쇄액을 면포에 넣어 압출하고 압출된 두유 일정량을 가열한 후 천연물 일정 농도를 첨가하고 두유의 온도가 응고제의 종류에 따라 80-90°C에 이르면 응고제를 처리하여 15분간 방치한 후, 압착 성형틀에서 압착(2.28kg/100cm²)하여 두부를 성

형, 제조하였다.

수율 측정

두부의 수율은 제조된 두부의 무게를 대두의 무게로 나누어 백분율로 표시하였다.

탁도 측정

두부여액의 탁도는 여과지(Toyo, No. 2)로 여과한 후 탁도계(HACH-Model 2100A, Turbidimeter, USA)를 사용하여 cell당 약 25ml를 취하여 측정하였다.

색도 측정

두부의 색도는 색차계(ChromaMeter, CR 200, Minolta, Japan)로 측정하였으며, L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값과 Hue angle로 나타내었다. 백색판의 L, a, b값은 94.5, 0.31, 0.30 이었다.

Texture 측정

두부의 조직감 측정은 제조된 두부를 일정크기(3.5×3.5×1.0cm)로 절단하여 Rheometer (COMPAC-100, Sun Scientific. Co., Japan)를 이용하여 strength, cohesiveness, springiness, gumminess, brittleness 값으로 나타내었다.

Carotenoid의 정량

Carotenoid 정량은 A.O.A.C.법(11)에 준하였다. 즉, 두부시료 10g을 막자사발에 넣고 hexane 과 acetone을 6:4로 혼합하여 30ml를 가하여 완전히 갈아서 색소를 추출한 후 삼각플라스크에 넣어 12시간 진탕시켜 여과하였다. 잔사에 다시 hexane 18ml, acetone 12ml, methyl alcohol 10ml를 순서대로 각각 첨가한 후 다시 잔사에 hexane과 acetone을 6:4로 혼합하여 30ml를 더 가하여 색소를 완전히 추출하였다. 그런 다음 carotenoid를 함유하고 있는 hexane층을 분리하여 spectrophotometer (Duksan Optizen II, Korea)를 이용하여 436nm에서 흡광도를 측정하였다.

Chlorophyll의 정량

Chlorophyll은 A.O.A.C.법(12)에 준하여 정량 하였다. 즉, 시료 10g을 막자사발에 넣고 85% acetone 50ml를 가하고 완전히 마쇄하여 색소를 추출한 후 삼각플라스크에 12시간 진탕하고 여과하였다. 잔사에 85% acetone 30ml를 가한 후 상등액 20ml를 취하고 ether 40ml를 첨가한 후 ether층을 분리하였다. Spectrophotometer (Duksan Optizen II, Korea)를 이용하여 660nm와 642.5nm에서 흡

광도를 측정하였다.

관능검사

대구가톨릭대학교 식품공학과 대학원생 8명을 관능요원으로 하여 색상, 견고성, 탄력성, 외관, 기호도에 대하여 최고 5점, 최저 1점으로 하는 5점채점법으로 평점하고 관능검사로 얻어진 data는 SAS Package를 이용하여 duncan's multiple range test에 의하여 유의성 검정을 행하였다.

결과 및 고찰

응고제 종류에 따른 최적 농도의 결정

두부의 응고는 대두 단백질 분자간의 수소결합, ion 결합, 황화 결합, 소수성회합 등에 의하여 이루어지며 두유의 농도, 온도, pH, ion강도, 단백질의 열변성 정도, 응고제의 종류와 농도 및 첨가방법에 의하여 품질이 좌우된다(13). 예비실험 결과 GDL을 응고제로 사용한 두부가 가장 좋은 수율을 보였는데 이는 GDL을 응고제로 사용한 두부가 연두부 형태로서 함수율이 가장 높기 때문이며 MgCl₂와 CaCl₂를 응고제로 사용할 경우 수분함량이 낮은 단단한 두부의 양상을 보였는데 이는 이들이 속효성 응고제로서 빠른 응고로 수율이 낮은 것으로 생각된다. CaSO₄를 응고제로 사용한 두부는 다른 응고제에 비하여 많은 양이 사용되었는데 예비실험 결과 다른 응고제와 비슷한 농도에서는 응고는 물론 성형이 되지 않아 높은 농도를 사용하였다. 각 응고제 별로 최적 농도를 결정하고자 제조특성인 수율과 물성, 관능검사결과 등을 고려한 결과 MgCl₂를 응고제로 사용한 두부는 0.2, 0.4, 0.6% 첨가구 중 0.2%가 적당한 정도와 수율이 높은 것으로 나타나 최적 농도로 하였다. CaCl₂를 응고제로 사용한 두부는 조직이 너무 단단하여 0.3, 0.4, 0.5% 첨가구 중 높은 수율과 낮은 경도를 갖는 것으로 나타난 0.4%로 결정하였다. CaSO₄는 1.5, 2.0, 2.5% 첨가구 중 2.0%와 2.5% 첨가가 수율은 비슷하였으나 조직의 탄력성이 적은 것으로 나타나 2.0%로 결정하였으며 GDL를 응고제로 사용한 두부는 0.2% 첨가가 가장 낮은 농도지만 0.3 및 0.4%와 비슷한 물성을 갖고 높은 수율을 보여 적정농도로 결정하였다. 따라서 본 실험에서는 응고제 종류에 따른 천연물 첨가두부의 특성을 알아보고자 일정량의 두유에 대하여 예비실험을 거쳐 당근 4%, 오이 10%, 시금치 1.0%, 녹차말차 0.05%를 각각 첨가하여 이들을 이용한 천연물 첨가두부의 제조특성을 알아보았다.

응고제에 따른 천연물 첨가두부의 제조특성

응고제 종류를 달리한 천연물 첨가두부의 수율 변화는 Fig. 1과 같다. 수율은 응고제의 종류에 따라 차이를 보여 GDL을 응고제로 사용한 두부의 수율이 가장 높았으며 그 다음이 CaSO₄를 응고제로 사용한 두부였으며 CaCl₂와 MgCl₂는 낮은 수율을 나타내어 일반적인 응고제 특성이 그대로 나타났으나 무첨가 두부에 비하여 CaSO₄를 사용한 두부의 수율이 약간 감소하는 경향을 보여 천연첨가물이 단백질의 결합을 방해하는 것으로 생각된다. Shuetleff 등(14)도 GDL을 응고제로 사용한 두부가 높은 단백질 이행율을 보인다고 하였으며 본 실험에서도 GDL을 응고제로 사용한 두부에서 가장 높은 수율을 보였으며 천연물 첨가로 인하여 응고제 특성은 달라지지 않음을 알 수 있었다.

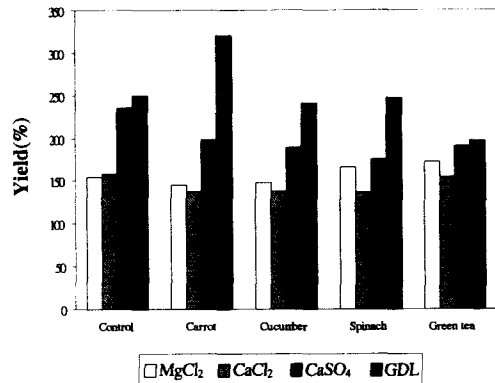


Fig. 1. Effects of coagulants and concentration on the yield of soybean curds containing natural materials.

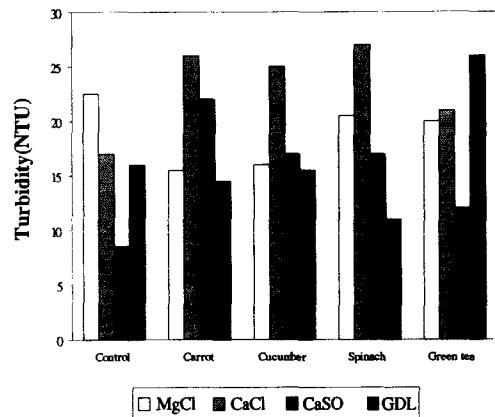


Fig. 2. Effects of coagulants and concentration on the turbidity of soybean curds containing natural materials.

응고제 종류에 따른 천연물 첨가의 두부 제조시 얻어지는 여액의 탁도는 Fig. 2와 같다. CaCl_2 를 응고제로 사용한 두부 여액의 탁도가 높았는데 이는 속효성 응고제의 사용으로 단백질분자와 결합할 수 있는 충분한 시간이 없어 단백질이 여액으로 빠져 나온 것으로 생각된다. GDL을 사용한 경우 녹차를 첨가한 두부에서만 여액의 탁도가 가장 높게 나타났는데 응고 속도가 늦어 단백질이 응고되기 전에 녹차분말이 침강함으로써 흡착되지 못하고 여액으로 빠져 나왔기 때문으로 생각된다.

Table 1. Effects of coagulants on the color properties of soybean curds containing natural materials

Natural materials	Coagulants	L	a	b	Hue angle ¹⁾
Control	MgCl_2	83.35	-1.12	+16.01	93.9
	CaCl_2	82.25	-0.93	+12.76	94.1
	CaSO_4	85.68	-1.16	+15.68	94.2
	GDL	86.89	-1.42	+15.22	95.3
Carrot	MgCl_2	84.76	+6.04	+21.60	74.4
	CaCl_2	85.13	+5.29	+20.66	75.7
	CaSO_4	85.01	+6.41	+23.24	74.7
	GDL	84.15	+5.91	+23.41	75.9
Cucumber	MgCl_2	61.11	-7.69	+16.42	115.0
	CaCl_2	82.83	-8.48	+18.46	114.6
	CaSO_4	84.56	-8.12	+18.27	113.8
	GDL	83.36	-8.12	+20.04	112.0
Spinach	MgCl_2	83.46	-8.80	+19.90	113.8
	CaCl_2	84.49	-7.95	+18.45	113.2
	CaSO_4	84.24	-9.04	+20.65	113.6
	GDL	82.41	-8.97	+21.16	112.9
Green Tea	MgCl_2	85.44	-2.13	+13.06	99.2
	CaCl_2	86.42	-1.98	+12.89	98.7
	CaSO_4	84.65	-2.13	+13.99	98.7
	GDL	82.31	-2.32	+13.85	99.5

¹⁾ Hue angle : $\tan^{-1}(b/a)$.

응고제에 따른 천연물 첨가두부의 색도

응고제 종류를 달리하여 제조한 천연물 첨가두부의 색도 측정 결과는 Table 1과 같다. 당근 첨가두부는 카로티노이드 색소에 의한 등황색을, 오이와 시금치 첨가두부는 클로로필에 의한 푸른색을, 녹차 첨가두부는 polyphenol 성분에 의한 갈색을 나타내었다. 시금치 첨가두부의 경우 오이 첨가두부 보다 훨씬 저농도를 사용하였으나 오이 첨가두부와 유사한 정도의 색을 보여 활용가능성을 확인하였다. Tasi 등(15)은 두부의 색도가 응고제 종류 따라 달라 L값이 65.5~69.6, a값이 -1.5~-3.19, b값이 9.42~11.10으로 차이가 있다고 하였으며 본 실험의 무첨가두부도 응고제에 따라 L값은 82.25~86.89, a값은 -0.93~1.42, b값은 12.76~16.01으로 나타

났다. 첨가두부에 있어서도 김 등(6)은 인삼을 첨가한 두부의 경우 CaCl_2 를 응고제로 사용했을때 L, a값이 가장 낮았으며, GDL을 응고제로 사용한 경우 b값이 가장 낮았다고 보고하였으나 본 실험에서는 첨가물의 종류에 따라서는 다른 색상을 보였으나, 응고제의 종류에 따라서는 차이를 보이지 않아 응고제 종류를 달리한 다양한 두부제품의 생산이 가능할 것으로 생각된다.

Table 2. Effects of various coagulants on the textural properties of soybean curds containing natural materials

Natural materials	Coagulants	Hardness (Dyne/cm ²)	Cohesiveness (g)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
Control	MgCl_2	378019	64.94	87.59	194.67	172.04
	CaCl_2	428276	68.65	89.04	235.59	209.68
	CaSO_4	242856	59.91	97.04	118.55	118.25
	GDL	187917	53.71	100.09	80.45	79.71
Carrot	MgCl_2	395812	77.20	105.52	247.54	261.76
	CaCl_2	447630	51.69	89.10	185.36	165.10
	CaSO_4	397061	65.26	88.23	208.22	185.28
	GDL	146088	44.96	95.03	52.91	48.89
Cucumber	MgCl_2	295298	61.12	96.41	144.20	139.70
	CaCl_2	573117	66.92	105.43	311.46	342.98
	CaSO_4	274072	61.00	89.99	135.07	124.12
	GDL	254094	53.90	106.09	109.33	115.71
Spinach	MgCl_2	250972	65.47	101.31	131.29	133.15
	CaCl_2	477006	64.31	101.96	233.76	246.60
	CaSO_4	471978	53.61	82.33	216.12	168.39
	GDL	168363	71.40	135.89	96.61	131.40
Green Tea	MgCl_2	276569	71.80	97.06	157.86	153.36
	CaCl_2	357729	65.86	91.93	185.58	171.12
	CaSO_4	452625	68.80	87.42	248.85	217.49
	GDL	244729	75.52	95.88	142.70	139.35

응고제에 따른 천연물 첨가두부의 물성특성

응고제를 달리한 첨가두부의 물성을 측정한 결과는 Table 2와 같다. 응고제 종류에 따른 두부의 물성은 각각의 응고제 특성이 그대로 반영되어 MgCl_2 와 CaCl_2 를 응고제로 사용한 두부의 조직이 단단하였으며 그 다음이 CaSO_4 이었고, 연두부 형태인 GDL을 응고제로 사용한 두부의 조직이 가장 낮았다. 조직의 강도를 나타낸다고 할 수 있는 겔성이나 부서짐성의 경우 오이와 시금치 첨가두부는 무첨가 두부와 응고제의 영향이 유사한 것으로 나타났으나 당근과 녹차 첨가두부의 경우 CaSO_4 를 응고제로 사용한 두부의 물성이 단단한 것으로 나타났다. 하지만 응집성이나 탄력성에는 큰 영향을 미치지 않아 두유에 난백(16)이나 우유(17)를 첨가한 두부에 있어서 견고성과 겔성, 씹힘성이 증가하나 탄력성이나 응집성등에는 큰 변화가 없었다고 한 보고와 유사하였다. 그러나 조직특성을 종합해 본 결과 대

조구와 뚜렷한 차이를 보이지 않는 것으로 나타나 천연물의 첨가가 두부의 물성에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다.

Table 3. Effects of various coagulants on the sensory evaluation of soybean curds containing natural materials

Natural materials	Coagulants	Color	Hardness	Springiness	Appearance	Acceptability
Control	MgCl ₂	3.8±0.45 ^d	3.2±0.45 ^d	2.8±0.44 ^d	2.4±1.34 ^d	3.0±0.07 ^d
	CaCl ₂	3.4±0.89 ^d	3.6±0.55 ^d	3.0±0.71 ^d	1.4±0.54 ^d	3.0±0.71 ^d
	CaSO ₄	3.0±1.00 ^d	4.4±0.55 ^e	3.4±0.55 ^d	2.6±1.81 ^d	2.2±0.84 ^d
	GDL	4.2±0.84 ^d	1.8±0.45 ^d	2.6±1.34 ^d	1.8±1.09 ^d	3.2±1.09 ^d
Carrot	MgCl ₂	3.2±1.31 ^f	3.2±0.83 ^f	3.0±0.71 ^f	3.0±1.22 ^f	3.2±0.84 ^f
	CaCl ₂	4.2±1.31 ^f	3.4±0.55 ^f	3.4±0.55 ^f	2.8±1.09 ^f	3.4±0.89 ^f
	CaSO ₄	3.8±0.84 ^f	3.6±0.55 ^f	3.6±0.55 ^f	2.8±1.31 ^f	3.0±1.22 ^f
	GDL	4.6±0.55 ^f	1.8±0.45 ^f	3.0±1.87 ^f	1.8±0.45 ^f	3.4±1.02 ^f
Cucumber	MgCl ₂	3.6±0.89a	3.6±1.14a	3.6±1.14a	3.0±1.41a	3.4±0.55ab
	CaCl ₂	2.8±1.30a	3.4±0.55a	3.0±1.00a	2.4±0.89a	2.4±0.89bc
	CaSO ₄	3.2±0.44a	3.8±0.84a	2.8±1.30a	2.8±1.30a	2.2±0.45a
	GDL	3.8±1.30a	2.2±0.65a	3.2±1.10a	1.8±0.45a	3.8±1.09c
Spinach	MgCl ₂	3.0±1.22 ^g	3.6±0.89 ^g	3.4±0.55 ^g	2.8±1.31 ^g	3.0±1.00 ^g
	CaCl ₂	4.0±1.00 ^g	3.0±0.71 ^g	2.8±0.84 ^g	2.8±1.31 ^g	3.6±0.54 ^g
	CaSO ₄	3.6±0.89 ^g	4.0±0.71 ^g	3.6±1.14 ^g	3.2±1.79 ^g	2.4±1.34 ^g
	GDL	3.4±1.14 ^g	2.6±1.34 ^g	3.4±1.34 ^g	2.0±1.22 ^g	3.4±1.52 ^g
Green Tea	MgCl ₂	2.6±0.55 ^h	3.2±0.45 ^h	4.4±0.55 ^h	3.0±0.71 ^h	2.6±0.55 ^h
	CaCl ₂	2.8±1.09 ^h	4.0±0.71 ^h	3.0±0.71 ^h	3.0±1.00 ^h	3.2±0.45 ^h
	CaSO ₄	3.2±0.84 ^h	3.8±1.09 ^h	3.8±0.84 ^h	2.8±0.84 ^h	2.8±1.48 ^h
	GDL	2.0±0.71 ^h	3.0±0.71 ^h	3.2±0.45 ^h	2.8±0.45 ^h	2.2±0.45 ^h

* Each values represents the mean of the rating by 8 judges using 5-point scale(1 : very poor, 5 : very good).
¹⁾ Means in a column followed by the same letter are not significantly different at P(0.05) level by Duncan's multiple test.

응고제에 따른 천연물 첨가두부의 관능특성

천연물 첨가두부의 관능적 특성을 Table 3에 나타내었다. 녹차 첨가두부의 경우 색상에 대한 기호도가 조금 떨어지는데 이는 녹차말차성분이 두부에 그대로 남아있어 거칠어 보이기 때문으로 생각된다. 경도의 경우 당근과 오이, 녹차 첨가두부는 응고제 종류에 따른 차이는 없는 것으로 나타났으며 시금치 첨가두부는 무 첨가두부와 유사한 경향으로 GDL을 응고제로 사용한 두부의 점수가 가장 낮았다. 탄력성과 외관의 항목은 4종류의 첨가물 모두 응고제의 종류에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 전체적인 기호도 항목에서 오이 첨가두부는 GDL을 응고제로 사용한 두부가 가장 높은 점수를 보여 유의성이 인정되었으며 시금치 첨가두부에서는 CaCl₂를 응고제로 사용한 두부, 녹차 첨가두부에서는 MgCl₂를 응고제로 사용한 두부가 높은 점수를 보였으나 다른 응고제를 사용한 두부와 통계적인 유의차는 없었다. 관능검사 결과 천연물 첨가두부에서는 응고제 종류에 따라 색상에 대한 기호도만 다

르게 나타날 뿐 다른 항목에서는 차이가 없는 것으로 나타났으며 이는 기계적으로 측정된 결과와 비슷한 결과를 보였다.

천연물 첨가두부의 색소 함량

천연물 첨가두부에 착색되어 두부의 기호도를 증진시키고 기능성을 나타낼 것으로 기대되는 색소의 함량을 정량하였다. 응고제에 종류에 따라 천연물로부터 두부로 이행되는 색소의 양을 알아보기 위하여 당근 첨가두부는 carotenoid 색소 함량을, 오이와 시금치 첨가두부는 chlorophyll 색소, 녹차 첨가두부는 polyphenol 함량을 각각 정량하여 그 결과를 Table 4, 5, 6에 나타내었다. 먼저 당근 첨가두부의 carotenoid 함량은 CaCl₂를 응고제로 사용한 두부의 흡광도가 0.296으로 가장 높은 값을 나타내어 착색이 많았으며, MgCl₂는 0.212, GDL은 0.210, CaSO₄는 0.184 순으로 낮아졌으며 이때 첨가한 당근즙액의 carotenoid 함량은 0.324였다. Table 5에 나타낸 오이 첨가두부의 chlorophyll 함량은 CaCl₂, MgCl₂, CaSO₄ 및 GDL순으로 낮아졌으며, 시금치 첨가두부의 chlorophyll 함량은 MgCl₂를 응고제로 사용한 두부가 가장 높은 값을 나타내었고, CaCl₂, CaSO₄, GDL순으로 낮아졌다. 이들을 종합해 본 결과 당근, 오이, 시금치 첨가두부 모두 응고속도가 빠른 속효성 응고제인 MgCl₂, CaCl₂를 응고제로 사용한 두부가 빠르게 색소를 흡착하여 다른 응고제보다 색소를 많이 흡착한 것으로 생각되며, 반면 GDL을 응고제로 사용한 두부는 응고속도가 느려 응고되기 전에 천연물이 가라앉아 착색에 어려움이 있었을 것으로 사료된다. Table 6에 나타낸 녹차 첨가두부의 polyphenol 함량은 위의 결과와는 달리 CaSO₄, GDL을 응고제로 사용한 두부가 높은 값을 보였다. 당근, 오이, 시금치를 첨가한 천연물 첨가두부와 다르게 CaCl₂나 MgCl₂를 응고제로 사용한 두부가 낮은 함량을 보였는데 이는 이들 응고제가 속효성 응고제로서 응고는 신속하게 이루어지나 물이 잘 빠지는 특성상 두부로 이행되지 못한 녹차분말이 여액으로 모두 빠져나와 다른 응고제에 비해 흡착이 잘 되지 않은 것으로 보여진다. 녹차가 두부에 흡착될 수 있는 이유는 polyphenol계 화합물인 tannin성분이 금속 이온과 chelation에 의하여 결합하는 것으로 알려져 있다(18).

요 약

응고제의 종류에 따른 천연물 첨가 두부의 제조특성을 알아보았다. 수율과 물성, 관능검사결과 등을 고려

Table 4. Effects of various coagulants on carotenoid retention in soybean curds containing carrot juice

Coagulants	O.D. at 436nm
Juice	0.324
MgCl ₂	0.212
CaCl ₂	0.296
CaSO ₄	0.184
GDL	0.210

Table 5. Effects of various coagulants on chlorophyll retention in soybean curds containing cucumber and spinach juice

Natural material	Coagulants	O.D. at 660nm	O.D. at 642.5nm	Total chlorophyll (mg/l)
Cucumber	Juice	0.132	0.085	2.3678
	MgCl ₂	0.089	0.068	1.7761
	CaCl ₂	0.099	0.078	2.0153
	CaSO ₄	0.086	0.066	1.7211
	GDL	0.065	0.056	1.4036
Spinach	Juice	0.674	0.314	10.0741
	MgCl ₂	0.104	0.072	1.9501
	CaCl ₂	0.103	0.072	1.9429
	CaSO ₄	0.089	0.061	1.6585
	GDL	0.079	0.060	1.5705

Table 6. Effects of various coagulants on tannic acid retention in soybean curds containing green tea powder

Coagulants	Tannic acid (μg/g)
Powder	597.60(mg/g)
MgCl ₂	147.65
CaCl ₂	98.85
CaSO ₄	331.40
GDL	156.95

한 결과 MgCl₂는 0.2%, CaCl₂ 0.4%, CaSO₄는 2.0% 그리고 GDL은 0.2%가 최적농도로 선택되었다. 또한 천연물 첨가농도는 당근 4%, 오이 10%, 시금치 1.0%, 녹차말차 0.05%를 최적농도로 선정하였다. GDL을 응고제로 사용한 천연물 첨가두부의 수율이 가장 높았고 천연물 첨가에 따른 응고제의 특성은 달라지지 않았다. 또한 천연물 첨가두부의 색도도 응고제의 종류에 따라서도 차이를 보이지 않았으며 두부의 물성에도 크게 영향을 미치지 않았다. 당근, 오이, 시금치 첨가두부에서 색소의 함량은 MgCl₂, CaCl₂를 응고제로 사용한 두부에서 함량이 높았으나 녹차 첨가두부의 polyphenol 함량은 CaSO₄, GDL를 응고제로 사용한 두부가 높은 값을 보였다.

참고문헌

- 최석규 (1989) 두부제품에 있어서의 당면과제. 한국콩연구회지, 5(1), 1-9
- Lee, C. H. and Rha, C. K (1978) Microstructure of soybean protein aggregates and relation to the physical and textural properties of the curd. *J. Food Sci.*, 43, 79-84
- 김학정, 김병용, 김명환 (1995) 제조조건에 따른 두부의 물성 연구. 한국식품과학회지, 27(3), 324-328
- 이현주, 황인경 (1994) 응고제를 달리하여 제조한 두부의 질감과 구조 특성. 한국조리과학회지, 10(3), 284-290
- 문수재, 손경희, 김영희 (1979) 각종 응고제에 따른 두부의 texture 특성에 관한 연구. 대한가정학회지, 7(11), 11-19
- 김경탁, 임지순, 김성수 (1996) 인삼첨가 두부의 물리적 관능적 특성에 미치는 인삼첨가량, 첨가방법 및 응고제의 영향 연구. 한국식품과학회지, 28(5), 965-969
- 김동한, 임미선, 김영옥 (1996) 미역 첨가두부 제조시 응고제가 품질에 미치는 영향. 목포대학교 논문집, 533-542
- 김동한, 임미선, 김영옥 (1996) 해조류 첨가가 두부의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 25(2), 249-254
- 김중만, 김형태, 최용배, 황호선, 김태영 (1993) 우유 첨가가 두부 품질에 미치는 영향. 한국영양식량학회지, 22(4), 437-442
- 강호운 (1992) 두부의 이론과 실제, 고려서적, p. 12-24
- A.O.A.C. (1990) *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., p.1048
- A.O.A.C. (1990) *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., p.62
- 김동한, 이갑상 (1992) 충진 두부의 저장성에 미치는 응고제의 효과. 한국식품과학회지, 24(1), 92-96
- Shurtleff, W. and Aoyagi, A. (1996) Tofu and soymilk production, *The Book of Tofu(II) : Soyfoods center*, Lafayette. CA. USA, p.115
- Tsai, S. J., Lan, C. Y., Kao, C. S and Chen, S. C. (1981) Studies of the yield and quality characteristics of tofu. *J. Food Sci.*, 46, 733-737

16. 최용배 (1989) 두유-난백 혼합물로부터 두부제조, 원광대학교 대학원 석사학위 논문
17. 김태영 (1994) 우유첨가 두부 및 두부 치즈의 이화학적 품질특성에 관한 연구. 원광대학교 대학원 박사학위 논문
18. Stagg, G. V. and Millin, D. J. (1975) The nutrition and therapeutic value of tea-A review. *J. Sci. Food Agric.*, **26**, 1439-1446
-

(접수 2000년 6월 7일)