

첨가농도를 달리한 천연물첨가 두부의 제조특성

최유원 · 정헌식* · 윤광섭

대구가톨릭대학교 식품공학과, *경북대학교 농산물가공저장유통기술연구소

Effects of Various Concentrations of Natural Materials on the Manufacturing of Soybean Curd

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

Carrot, cucumber, spinach which contain carotenoid and chlorophyll pigment, and green tea which contain catechin were selected to natural materials. Although the yield of soybean curd with added natural materials were below than non-added soybean curd. Also, the additive natural materials in the soybean curd had no effect to the texture in soybean curd. In the sensory evaluation, added natural materials were high acceptability opposed to the non-containing soybean curd. The optimum concentration of added natural materials soybean curds was obtained : 4% of carrot, 10% of cucumber, 1.0% of spinach and 0.05% of green tea powder. And soybean curd with spinach and green tea addition had a longer shelf life because it prevented growing of bacteria in the early stage. Therefore, it could be possible to prevent the deterioration of soybean curd with added natural materials.

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

서론

경제성장과 더불어 국민 생활이 고급화, 건강식품화, 간편화를 지향하는 경향이 나타나면서 기능성이 가해진 건강식품이 각광을 받고 있다(1). 두부는 우리의 식단에서 매우 중요한 대중성 있는 부식으로서 영양적으로 지방, 탄수화물, 비타민 및 무기질 등을 풍부하게 함유하고 있어 매우 양질의 식품이라고 할 수 있지만, 두부 제조 과정 중 응고제로 응고되지 않은 물질은 제거되므로 우유나 유제품에 비하여 methionine과 cystine 등 합황아미노산과 성장기 아동 및 노인들에게 부족

되기 쉬운 Ca보충 등 영양개선이 요구된다(2). 천연물의 첨가로 영양강화와 아울러 풍미와 색상이 더해진 새로운 두부를 만든다면 두부제품의 다양화 및 고급화에 기여할 것으로 생각된다. 두부에 첨가할 천연첨가물로 당근은 카로틴이 많고 비타민A 효력이 크며 야맹증과 변비, 피부에 좋다고 이미 밝혀진 바가 있으며 성인병 예방에도 효과적이라고 알려져 있다. 또한 오이는 칼슘 함유량이 70mg%인 알칼리성 식품으로 비타민, 무기질의 중요한 공급원이며 향미, 색깔, 씹히는 맛 등이 좋아 식생활에 신선감을 더해준다. 그리고 피부미용은 물론 체내의 노폐물을 배설시키며, 신진대사를 활발하게 한다고 알려져 있다. 시금치는 사계절 재배할 수 있는 저온성 녹엽채소로서 수분이 89~94%, 칼슘은 36~42mg%, 철은 2.5~4.2mg%로 조혈작용과 변비, 암을 예방하며 혈중 콜레스테롤을 강하시키는 작용이 있다고 보고 되고 있다(3). 또한 최근에는 녹차에

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

대한 관심이 집중되면서 성분과 그 약리효과에 대한 많은 연구가 활발히 진행되고 있다. 녹차에 들어있는 polyphenol류는 혈중콜레스테롤을 저하시키고 고혈압이나 동맥경화를 예방하고 과산화지질의 생성을 억제하여 노화를 지연시키며, 혈청중의 지질농도를 저하시키고 중성지질의 생성을 억제하여 비만을 방지하고 모세혈관의 저항력을 증진시킨다고 보고되었다(4). 이에 따라 녹차를 첨가하여 응고제의 금속을 흡착시키고 색상에 대한 기호성을 높일 뿐만 아니라 천연물이 가지는 기능성을 부여하리라 생각된다. 천연첨가물로 당근, 오이, 시금치는 영양적인 면을 가진 동시에 지용성 색소인 클로로필과 카로티노이드색소를 가지고 있어 두유중의 단백질과 ion결합, 이황화결합, 소수성회합 등에 의하여 결합(5,6)하여 착색 할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서는 두부의 기능성과 시각적인 기호성을 향상할 수 있는 방안으로서 천연물을 첨가한 두부를 제조하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재 료

두부제조용 대두는 미국산 수입대두를, 당근과 오이 및 시금치는 시중에서 구입한 것을 사용하였고, 녹차는 국내산 분말 녹차(T사, 가루설록차)를 구입하여 사용하였다. 두부 응고제로는 황산칼슘($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)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 및 저장

두부의 제조는 일반적인 두부의 제조공정에 준하여 제조하였다(7). 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 80℃에 이르면 응고제를 처리하여 15분간 방치한 후, 압착 성형틀에서 2.28kg/100cm²

로 압착하여 두부를 성형, 제조하였다. 두부의 저장성 실험은 성형한 두부를 일정한 크기(3cm×3cm×1cm)로 잘라 30℃ 항온기에 저장하면서 실시하였다.

수 율

두부의 수율은 제조된 두부의 무게를 대두의 무게로 나누어 백분율로 표시하였다.

탁 도

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

색 도

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

적정산도

두부의 저장중 적정산도는 두부에 증류수를 가하여 마쇄한 후 0.1N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후 두부 1g을 중화하는데 소요되는 ml수를 lactic acid 로 환산하여 적정산도로 나타내었다.

총균수

두부의 저장중 총균수는 두부를 무균적으로 마쇄하여 0.1% peptone수로 적정 배수로 희석하여 plate count agar를 배지로 사용하여 30℃에서 24~48시간 배양시킨 후 나타난 colony를 계측하였다.

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

천연물 첨가두부의 제조특성

색상을 함유하고 있는 천연물을 이용하여 천연 색상 두부를 제조하고자 여러 가지 천연물 중 카로티노이드와 클로로필을 함유한 당근, 오이, 시금치와 polyphenol 성분을 가진 녹차를 천연색상원으로 천연물 첨가두부를 제조하여 그 특성을 알아보았다.

천연물을 첨가하여 제조한 두부의 수율은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 천연물 첨가군과 무첨가군을 비교했을 때 천연물 첨가두부의 수율이 낮았으며 첨가물의 종류로서는 시금치 첨가두부의 수율이 가장 높은 것으로 나타났으나 첨가농도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았다. 김 등(8)의 보고에 의하면 해조류 첨가두부의 경우 두부여액으로 유실되는 단백질의 일부를 알긴산등과 교차 결합하여 공동 침전됨으로서 두부의 수율이 증가한다고 보고하였으나 본 실험에서는 수율이 낮은 것으로 보아 천연물의 첨가는 단백질과의 결합보다는 오히려 단백질의 결합을 방해한 것으로 생각된다.

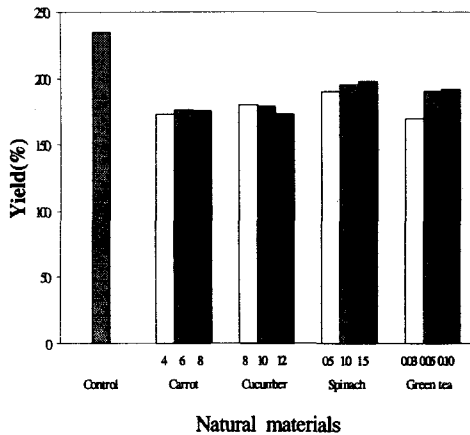


Fig. 1. Effects of added concentrations of natural materials on the yield of soybean curds.

천연물을 첨가하여 제조한 두부 여액의 탁도는 무첨가 두부에 비하여 높게 나타났는데 이는 천연물의 첨가시 즙액의 미세입자가 단백질에 흡착되지 못한 채 여액으로 빠지고 또한 두부를 형성하지 못한 단백질 입자가 탁도를 증가시킨 것으로 생각된다. 또한 녹차 첨가두부의 경우도 탁도가 증가하는 경향을 나타냈는데 농도에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았는데 이러한 결과는 우유 첨가두부 제조시 첨가 농도가 1.0%까지는 탁도가 증가함을 보였지만 그 이상의 농도에서는

다시 탁도가 낮아진다는 김 등(9)의 보고와는 다른 경향을 보였다.

천연물 첨가두부의 색도

천연물의 첨가에 따른 두부의 착색정도를 알아보고자 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 천연물 첨가두부의 경우 천연물 고유의 색상으로 착색되었으며 착색으로 L값은 다소 감소하였다. 당근 첨가두부의 경우 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값이 높아 등황색을 나타내었고 오이와 시금치, 녹차 첨가의 경우 a값이 음의 값을 가져 녹색을 나타내었다. 첨가농도가 높을수록 청색이 높았으며 시금치 첨가가 오이 첨가보다 훨씬 낮은 농도를 사용하였지만 착색은 더 많이 되었다. 전반적인 색상을 보여주는 H angle의 값이 0은 red, 90은 yellow, 180은 green, 270은 blue를 나타내는데 오이와 시금치첨가두부는 녹색을, 녹차 첨가두부는 황색계열에서 녹색계열로 넘어서는 값을 보였으며 당근 첨가두부는 적색과 황색영역에 머무르는 것을 확인할 수 있었다. Lu 등(10)은 칼슘염을 이용한 두부 제조에서 두부로서 바람직한 색깔은 흰빛을 띠면서 약간 노란색을 띠는 두부가 가장 좋다고 하였지만 천연물 첨가두부의 경우 고유의 색상을 가져 기호성 증대의 효과를 얻을 수 있을 것을 생각된다.

Table 1. Effects of various concentrations on the color values of soybean curds containing natural materials

Natural materials	Concentraions (%)	L	a	b	Hue angle ¹⁾
Control	0	85.68	-1.16	+15.68	94.2
Carrot	4	80.33	+7.50	+17.59	67.0
	6	79.27	+10.19	+18.15	60.8
	8	77.79	+10.70	+19.08	60.8
Cucumber	8	78.17	-7.59	+15.47	116.1
	10	77.18	-7.94	+15.06	117.7
	12	76.43	-8.84	+15.51	119.6
Spinach	0.5	81.94	-5.97	+16.14	110.2
	1.0	79.37	-8.81	+19.25	114.5
	1.5	79.58	-9.84	+19.23	117.1
Green Tea	0.03	84.57	-2.19	+15.73	97.8
	0.05	84.65	-2.16	+13.99	98.7
	0.10	62.64	-2.52	+14.75	99.6

¹⁾ Hue angle : $\tan^{-1}(b/a)$.

천연물 첨가두부의 물성특성

천연물 첨가두부의 물성특성을 알아보기 위하여 texture를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 무첨가 두부에 비해 전반적으로 높은 경도를 나타내어 조직이 단

단함을 보였으나 첨가물의 종류에 따라서는 큰 차이를 보이지 않았고 또한 첨가농도에 따라서도 큰 차이를 보이지 않아 천연물의 첨가가 두부의 물성에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각할 수 있다. 천연물 첨가두부는 무첨가 두부에 비하여 응집성과 탄력성은 낮아 탄력이 저하되었으나 그 정도는 크지 않았으며 검성과 부서짐성은 증가하여 씹는데 많은 에너지가 요구되는 즉, 약간 단단해지는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 김 등(11)이 보고한 우유 첨가두부의 경우 우유 첨가량이 증가할수록 조직이 단단해 진다는 결과와 일치하였으나 해조류 첨가시 두부의 탄성과 응집성이 증가하는 부드러운 특성을 나타낸다는 보고(8)와는 다른 결과를 보여 첨가물의 종류에 따라 물성이 다르게 나타나는 것을 알 수 있었다.

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

Natural materials	Concentrations (%)	Hardness (Dyne/cm ²)	Cohesiveness (%)	Springiness (%)	Gumminess (g)	Brittleness (g)
Control	0	20286	59.91	97.04	118.55	118.25
Carrot	4	406426	35.74	70.85	114.68	81.30
	6	526918	60.75	86.68	257.68	223.87
	8	486962	38.44	76.38	147.53	113.56
Cucumber	8	516305	53.58	95.47	226.74	214.35
	10	385354	57.97	78.07	166.27	116.79
	12	376456	59.83	83.60	178.74	149.32
Spinach	0.5	368343	36.36	73.32	107.65	79.74
	1.0	394564	53.62	82.52	169.07	141.57
	1.5	503194	49.08	79.40	196.28	156.03
Green Tea	0.03	477597	64.91	101.88	248.04	251.70
	0.05	452625	68.80	87.42	248.85	217.49
	0.10	292177	65.42	86.08	151.66	130.02

천연물 첨가두부의 관능특성

천연물 첨가두부의 관능검사 결과는 Table 3과 같다. 색상은 당근, 오이 및 시금치 첨가의 경우 첨가 농도 간의 유의적 차가 없었으나 녹차의 경우 0.05%첨가가 가장 좋은 점수를 얻었다. 경도는 시금치와 녹차 첨가 두부의 경우 첨가 농도에 따른 차가 없었으나 오이 10% 첨가두부와 당근 6% 첨가두부가 무첨가구와 비슷한 값을 나타내어 좋은 점수를 얻었다. 탄력성은 대조구와 비교해 볼 때 큰 차이가 없었으며 녹차 첨가두부를 제외하고는 농도간에 차이도 없는 것으로 나타났다. 색이나 외관에 있어서 첨가 두부가 전반적으로 무첨가 두부보다 높은 값을 얻어 기호성이 있는 것으로

나타났으며 특히 시금치 첨가두부의 경우 오이 첨가두부보다 적은 양으로도 뚜렷한 색상의 두부를 만들 수 있었다. 종합적인 기호도는 첨가 두부 모두 높은 점수를 얻었으며 특히 시금치 및 녹차 첨가두부가 기호성이 좋은 것으로 나타났다. 따라서 최적 첨가농도는 관능검사 결과와 물성, 수율 등 전반적인 품질특성을 고려할 때 당근 4%, 오이 10%, 시금치 1.0% 및 녹차 0.05%로 결정할 수 있었다.

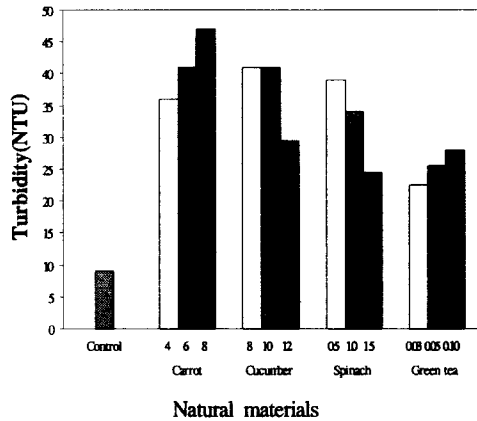


Fig. 2. Effects of added concentrations of natural materials on the turbidity of soybean curds.

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

Natural materials	Concentrations (%)	Color	Hardness	Springiness	Appearance	Acceptability
Control	0%	3.00±1.00 ^a	4.40±0.55 ^a	3.40±0.55 ^a	2.60±1.81 ^a	2.20±0.84 ^a
Carrot	4%	3.29±1.11 ^a	2.00±0.82 ^a	3.57±1.34 ^a	2.71±0.49 ^a	2.29±0.76 ^a
	6%	3.86±0.90 ^a	4.43±0.79 ^a	2.71±0.76 ^a	3.57±0.79 ^a	2.86±0.86 ^a
	8%	2.57±1.27 ^a	3.71±1.90 ^a	2.71±0.95 ^a	3.00±1.00 ^a	1.71±0.75 ^a
Cucumber	8%	3.86±0.69 ^a	2.86±1.07 ^a	4.00±1.41 ^a	3.43±0.79 ^a	2.29±0.76 ^a
	10%	3.29±0.49 ^a	4.57±0.53 ^a	2.57±0.97 ^a	3.14±1.34 ^a	2.14±0.69 ^a
	12%	3.57±1.13 ^a	3.14±1.17 ^a	3.29±1.38 ^a	2.57±0.97 ^a	2.57±0.98 ^a
Spinach	0.5%	3.00±1.41 ^a	2.60±1.34 ^a	2.80±1.09 ^a	3.20±0.84 ^a	2.40±1.14 ^a
	1.0%	3.80±0.83 ^a	3.20±1.31 ^a	2.60±0.89 ^a	3.80±0.45 ^a	3.00±1.22 ^a
	1.5%	4.20±0.84 ^a	3.60±0.89 ^a	3.60±1.14 ^a	4.20±4.20 ^a	3.40±0.89 ^a
Green Tea	0.03%	3.80±0.45 ^a	3.40±0.89 ^a	3.00±0.55 ^a	3.60±0.89 ^a	3.25±0.45 ^a
	0.05%	4.80±0.45 ^a	4.00±0.71 ^a	4.40±0.89 ^a	3.80±0.84 ^a	4.00±0.71 ^a
	0.10%	3.00±1.22 ^a	3.60±1.52 ^a	2.20±0.84 ^a	2.80±0.45 ^a	2.40±0.55 ^a

* 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.

천연물 첨가두부의 저장특성

천연물을 첨가하여 만든 천연물 첨가두부의 저장성을 알아보기 위하여 일정 크기로 자른 두부를 멸균된 petri dish에 넣어 30℃의 항온기에서 저장하면서 저장성을 알아보았다. 두부는 부패가 진행됨에 따라 미생물이 증식하게 되고 이때 생성되는 산의 영향으로 산도는 증가하는데 적정산도는 두부의 저장성을 나타내는 지표가 될 수 있다. 천연물 첨가두부의 저장에 따른 적정산도의 변화를 나타낸 결과는 Fig. 3과 같다. 저장 12시간까지는 산도의 큰 증가는 없으나 무첨가 두부의 경우 저장 12시간 이후부터 빠르게 산도가 증가하여 부패가 진행되었으며 저장 18시간 이후에 무첨가 두부의 경우 오염미생물이 두부의 단백질을 분해시켜 저분자량의 peptide와 amino acid 및 amine 등 양성 전해질을 생성함으로써 적정산도가 감소하였으나 천연물을 첨가한 두부의 경우 이런 현상이 나타나지 않아 저장성 연장의 효과가 있음을 알 수 있었다.

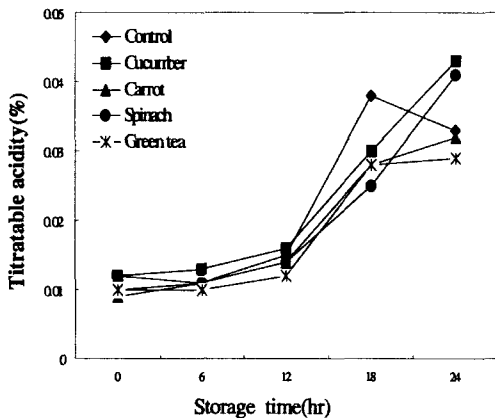


Fig. 3. Changes in the titratable acidity of soybean curds containing natural materials during storage at 30°C.

천연물 첨가두부의 저장 중 총균수의 변화를 나타낸 결과는 Table 4와 같다. 당근과 오이 첨가 두부의 경우 무첨가구와 유의적인 차가 인정되지 않아 첨가에 따른 효과를 얻을 수 없었으나 시금치 첨가두부의 경우 저장 6시간까지, 녹차 첨가두부에서는 저장 12시간까지는 훨씬 적은 수의 균수를 보여 저장초기에 균의 생육을 저지함을 알 수 있었다. 그러나 저장 18시간이 지나면서 다른 첨가물두부 보다 높은 균수를 보여 일반적으로 보고되는 녹차의 항균성(12)을 본 연구에서는 저장 12시간까지 확인할 수 있었다.

Table 4. Changes in the total bacterial counts of soybean curds containing natural materials during storage at 30°C

Natural materials	Storage time (hour)				
	0	6	12	18	24
Control	2.84	3.72±0.37 ^b	6.33±0.03 ^b	8.47±0.33 ^b	8.62±0.06 ^d
Carrot	2.95	4.39±0.27 ^c	6.54±0.23 ^b	8.32±0.48 ^b	8.54±0.05 ^d
Cucumber	2.70	3.90±0.21 ^c	6.93±0.08 ^b	8.49±0.24 ^b	8.49±0.21 ^d
Spinach	2.69	3.10±0.37 ^c	6.24±0.40 ^b	8.25±0.50 ^b	8.56±0.09 ^d
Green Tea	2.40	2.88±0.17 ^c	4.99±0.43 ^b	8.55±0.01 ^b	8.84±0.10 ^d

¹⁾ Means in a column followed by the same letter are not significantly different at P(0.05 level by Duncan's multiple test.

요약

두부의 품질을 고급화하고 다양화하기 위한 방안의 하나로 천연물을 첨가한 두부를 제조하여 기능성의 부여와 함께 기호성을 향상할 수 있는 천연물 첨가두부를 제조하였다. 천연물로는 클로로필과 카로티노이드를 가지고 있는 당근과 오이, 시금치 그리고 카테킨 등에 의한 기능성이 확인된 녹차를 천연 첨가물로 선정하였다. 천연물 첨가두부의 수율은 무첨가 두부에 비하여 감소되었으나 색상에 의한 기호성의 증대를 확인할 수 있었다. 천연물 첨가에 따라 두부의 조직특성은 큰 변화가 없었으나 기호도 향상의 효과가 있었다. 최적 첨가 농도는 당근 4%, 오이 10%, 시금치 1.0%, 녹차는 0.05%로 결정할 수 있었다. 저장 중 총균수의 변화는 시금치와 녹차 첨가두부가 저장초기 균의 생육을 저지하여 저장성이 있는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 백상호, 김명근, 윤세익, 주현규 (1996) 대두의 동결처리에 의한 두부의 텍스처특성의 증진, 한국식품과학회지, 28(2), 267-272
2. Smith, A. K. and Circle, S. J. (1978) Soybean Chemistry and Technology. Avi. Pub. Co., Westport, Connecticut, p.61
3. 전영순, 하정화 (1994) 음식도정비결. 혜진서관, p.109-155
4. 임영일, 강우식 (1980) 압·고열압을 예방하는 차의 효능. 동아출판사, p.20
5. Mori, T., Nakamura, T. and Utsumi, S. (1982) Gelation mechanism of soybean 11S globulin ;

- Formation of soluble aggregates as transient intermediates. *J. Food Sci.*, **47**, 26-30
6. Utsumi, S. and Kinsella, J. E. (1985) Structure-function relationships in food proteins: submit interactions in heat-induced gelation of 7S, 11S, and soy isolate proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 297-302
 7. 강호윤 (1992) 두부제조 의 이론과 실제. 고려서적, p.12
 8. 김동한, 임미선, 김영옥 (1996) 해조류 첨가가 두부 의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **25(2)**, 249-254
 9. 김태영, 김종만, 조남준 (1994) 응고제가 우유첨가 두부의 품질에 미치는 영향. *한국농화학회지*, **37(5)**, 370-378
 10. Lu, J. Y., Canter, E. and Chang, R. A. (1980) Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J. Food Sci.*, **45**, 32-34
 11. 김종만, 김형태, 최용배, 황호선, 김태영 (1993) 우유 첨가가 두부 품질에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, **22(4)**, 437-442
 12. 박찬성 (1998) 식중독세균에 대한 녹차 물추출물의 항균작용. *한국농산물저장유통학회지*, **5(3)**, 286-291

(접수 2000년 6월 28일)