

## 미세 전지 대두분말과 단백분해효소를 이용하여 제조한 연두부의 특성

장희순 · 이상덕 · 이기택 · 오만진

충남대학교 식품공학과

### Characteristics of Soft Soybean Curds prepared with the Ultra Fine Whole Soybean Flour and Proteinases

Hee-Soon Jang, Sang-Duck Yi, Ki-Teak Lee and Man-Jin Oh

Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

To prepare soybean curd utilizing effectively bioactive component of soybean, ultra fine whole soybean flour(UFWSF) was used as a soybean curd material for preparation of uncompressed whole soybean flour curd(UWSFC) in this study. The UWSFC was made with treatment by proteinase and coagulant, and proximate composition, color, textural properties and sensory evaluation of that were analyzed. Protease produced from *Aspergillus sojae*, bromelain and papain showed soybean curd coagulation ability and the protease produced from *Aspergillus sojae* showed the highest soybean curd coagulation ability. When, after first heating and homogenizing, the proteinase was added to soybean milk, textural properties of UWSFC were the best. Hunter's L and b values and textural properties (hardness, fracturability springiness, gumminess and chewiness) of UWSFC using proteinase and coagulant were higher than commercial soft soybean curd and adhesiveness and cohesiveness showed contrary tendency.

Key words : soybean curd, proteinase, fine soybean powder

## 서 론

콩은 단백질, 지방이 풍부하며 올리고당, isoflavonoid, saponin, 섬유질 등과 같은 성분이 다량 존재하여 오랜 옛날부터 두부, 간장, 된장, 고추장, 청국장등의 제조원료로 많이 이용되어 왔다<sup>1)</sup>.

콩 가공품 중 두부는 이렇게 긴 역사와 전통을 가지면서 현재까지 변치 않고 전래되어 온 것은 타 식품에 비해 맛이 담백하고 만족감이 있으며, 동물성 단백질에 비견할 만한 필수아미노산을 고루 갖추고 있어 영양적으로 우수하며 두부만이 갖고 있는 조직 특성 때문이라 할 수 있다.

전통적인 두부는 대두의 침지, 마쇄, 여과의 과정을 거쳐 염용성 단백질을 용출하여 이를 가열, 여과하여 비지(soy pulp)를 제거하고, 응고제를 첨가하여 응고, 압착하여 제조한다. 이어서 물에 담가 여분의 응고제를 제거하므로 좋은 단백질의 급원이기는 하나, 대두 내에 함유되어 있는 다른 수용성 성분과 불용성 단백질이 제거되는 단점을 가지고 있다<sup>2)</sup>.

전통적인 두부제조에 있어 전체작업 시간 중 절반 이상의 시간을 점하는 공정이 콩의 침지 과정으로서 여름철에는 5~6시간, 겨울철은 8~14시간을 침지한다. 그러나 이런 장시간의 공정이 전지대두분말로 두부를 제조할 경우에는 대두의 침지, 마쇄, 여과에 이르는 일련의 공정을 생략할 수 있어 제조공정을 단순화시키고 제조시간을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라<sup>3)</sup> 필연적으로 발생하는 비지가 생기지 않아 폐기물 문제는 자연히 해결된다.

전지대두분말을 이용한 두부는 대두 속에 들어 있는 유용 성분인 필수 아미노산과 단백질, 필수지방산, 레시틴, 콜린, 식이 섬유소, 칼륨, 토코페롤, 이소플라본 등의 풍부한 영양 성분이 두부 중으로 그대로 이행되어짐으로 두부의 수율 증대는 물론 식물성 섬유가 함유된 고기능성 두부제품을 만들 수 있다.

두부에 관한 연구로는 두부 제조시 품질과 수율에 미치는 요인<sup>4,5)</sup>, 인삼, 미역, 우유 등을 첨가하여 기능성 증진<sup>6,9)</sup>, soy protein isolate 이용<sup>10)</sup>, 전지대두분을 이용한 두부 제조<sup>11,12)</sup> 등이 있다.

또한 대두단백질을 변형시켜 기능특성을 개선하여 식품에의 이용성을 증가시키려는 연구가 많이 시도되었으며<sup>13,14)</sup> 대두 단백질에 효소를 처리하여 기능성을 향상시킨 연구 등이

Corresponding author : Man-Jin Oh, Department of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea  
E-mail : ohmj@cnu.ac.kr

있다<sup>15,16</sup>).

본 연구에서는 초미세 전지대두분말을 이용하여 두부를 제조할 때 콩중의 생리활성성분을 효율적으로 이용하고 조직과 맛을 개선하기 위하여 초미세 대두분말에 단백질분해효소와 응고제를 첨가하여 얻어진 두부제품의 조직 및 관능특성을 조사하여 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 재료

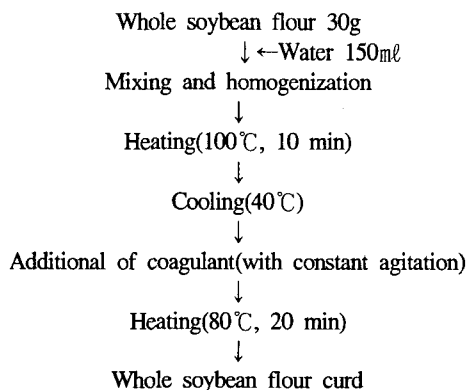
전지대두분말(whole soybean flour, WSF)은 protein dispersibility index 75 인것을 1000 mesh로 분쇄한 재료(FSP Silver, soy protein technologies, U.S.A), 대두는 품종이 백태로서 2001년 충남 청양군에서 수확된 것을 사용하였으며, 효소제인 bromelain, papain, trypsin, microbial protease(*Aspergillus sojae*, *Aspergillus saitoi*, *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus sp.*)은 sigma chemical Co. 제품을 사용하였다.

### 전지대두분말 입도 분석

Laser micron sizer(LMS-30)으로 전지대두분말 입도 크기를 0.1~1000 $\mu$ m의 범위 안에서 측정하였다.

### 비압착 전두부의 제조

비압착 전두부의 제조는 전지대두분말 30g에 전지대두분말 5배의 증류수를 첨가하고 혼합한 뒤 100 $^{\circ}$ C에서 10분간 1차 가열하였다. 1차 가열한 후 균질기(AM-17, Nihonseiki kaisha LTD., Japan)로 5000 rpm에서 10분간 균질화 시키고, 균질화된 전지대두분말액을 40 $^{\circ}$ C로 냉각시켰다. 다음으로 응고제를 첨가하고 80 $^{\circ}$ C에서 20분간 가열시키고 상온에서 1시간을 방치하여 비압착식 전두부를 제조하였다.



Scheme 1. Schematic diagram of preparation of whole soybean flour curd.

### 효소의 응고력 측정

대두분을 물에 24시간 동안 침지한 후 균질기(AM-17, Nihonseiki kaisha LTD., Japan)로 10배의 증류수를 가수하면서 5000 rpm으로 교반하고, 여지로 여과하여 비지를 분리한 다음, 두유를 100 $^{\circ}$ C에서 10분간 가열하였다. 가열 후 두유액을 실온에서 방치하여 냉각한 후 시험관에 8ml의 두유를 넣고, 두유량의 0.05%, 0.1%에 해당하는 단백질분해효소를 각각 첨가하고, 60 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 반응시킨 후 원심분리기로 2500 rpm에서 5분 동안 원심분리하여 응고물의 높이를 측정하였다.

### 효소 및 응고제의 첨가 방법

전지대두분말 30g에 5배의 증류수를 첨가하고, 혼합하여 혼합된 두유를 100 $^{\circ}$ C에서 10분간 가열 후 균질기로 5000 rpm에서 10분간 균질화 시키고 40 $^{\circ}$ C로 냉각시킨 후, 두유량의 0.05%에 해당하는 단백질분해효소와 1%에 해당하는 응고제를 첨가하여 혼합한 뒤, 60 $^{\circ}$ C에서 1시간 동안 반응 후 80 $^{\circ}$ C에서 20분 동안 가열하여 비압착 전두부를 제조하였다.

### 일반성분 분석

일반성분은 AOAC법<sup>17)</sup>에 준하여 수분은 105 $^{\circ}$ C 직접건조법, 조단백질은 Semimicro-Kjeldahl법, 조지방은 hexane을 이용한 Soxhlet 추출법, 회분은 직접회분법으로 하였다.

### 색도 측정

색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Japan)로 측정하였으며, 시료의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판의 L, a, b 값은 각각 99.23, -0.39, +0.37이었다.

### 조직 특성 측정

두부의 조직특성은 두부제조 후 6시간 후 두부를 일정크기(2 $\times$ 2 $\times$ 2cm)로 절단하여 texture analyser(TA-XT2i, stable micro system, England)를 이용하여 T.P.A test를 하였다. Table 1의 조건으로 Pluger( $\phi$  5mm)를 이용하여 시료당 3회 반복 측정하였다.

Table 1. Operating conditions of texture analyzer for texture profile analysis of whole soybean flour curd

Items	Condition
Weight of load cell	5 kg
Test speed	3.0 mm/s
Strain	80.0 %
Force threshold	5.0 g
Distance threshold	0.5 mm
Sample area	4 cm <sup>2</sup>
Contact force	5.0 g

관능평가

관능평가에 기초적인 지식과 관심을 가지고 있는 충남대학교 대학원 식품공학과 재학생 20명의 관능검사 요원에게 육안과 입안에서의 촉감 및 직접 맛을 보는 관능평가 방법으로 나누어 조사하였다. 관능평가 방법은 각각의 다른 조건으로 제조된 두부를 관능검사요원에게 외관, 향미, 조직감 특성을 Kim 등<sup>18)</sup>의 5단계 평점법(1 : 약함, 2 : 조금 약함, 3 : 보통, 4 : 조금 강함, 5 : 강함)으로 관능검사를 실시하였다. 관능검사요원에게는 선척도 위에 시료번호를 표시하여 각 특성에 대한 강도를 나타내도록 하였다. 외관 특성으로는 표면의 매끄러움, 균열정도, 노란 정도, 흰 정도를, 향미 특성으로는 삶은 콩 냄새, 콩 비린 냄새, 볶은 콩가루 냄새, 퉁은 느낌, 신맛, 쓴맛을, 조직감 특성으로는 탄력성, 강도, 내부 촉촉함, 거침성, 끈적거림, 입안에 남는 정도를 측정하였다<sup>19)</sup>.

통계처리

색도, 조직감 특성, 관능평가 결과의 통계처리는 SAS (statistical analysis system) program(Version 8.1, SAS Institute Inc., U.S.A)<sup>20)</sup>에 의한 분산분석(Anova)으로 하였고, 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 실시하였다.

결과 및 고찰

시료의 일반 성분

공시 재료를 이용한 전지대두분말의 일반성분을 조사한 결과 수분 4.9%, 조단백질 42.0%, 조지방 22.0%, 조섬유소 18.7%,가용성무질소물 9.3% 회분 5.89%이었다.

Table 2. Particle size of whole soybean flour

Size( $\mu$ m)	Cum(%)	Frac(%)	Size( $\mu$ m)	Cum(%)	Frac(%)	Size( $\mu$ m)	Cum(%)	Frac(%)
0.92	0.00	0.00	5.97	16.95	2.68	38.86	51.79	5.99
1.09	0.00	0.26	7.07	19.63	2.67	46.08	57.78	6.89
1.29	0.26	0.62	8.39	22.30	2.70	54.64	64.67	7.40
1.53	0.88	1.00	9.95	25.00	2.75	64.79	72.07	7.40
1.81	1.88	1.37	11.79	27.75	2.77	76.82	79.47	6.82
2.15	3.25	1.62	13.98	30.52	2.80	91.09	86.29	5.77
2.55	4.87	1.90	16.58	33.32	2.87	108.01	92.06	4.19
3.02	6.77	2.23	19.66	36.19	3.06	128.07	96.25	2.47
3.58	9.00	2.53	23.31	39.25	3.45	151.86	98.72	1.02
4.24	11.53	2.70	27.64	42.70	4.10	180.07	99.74	0.26
5.03	14.23	2.72	32.78	46.80	4.99	213.51	100.00	0.00

Cum : cumulative mean diameter

입도분석

실험에 사용한 전지대두분말의 입도분석 결과는 Table 2

와 같았다.

전지대두분말은 1.1~180.1 $\mu$ m의 입자크기를 가지고 있으며, 누적 평균 입도의 10%는 3.84 $\mu$ m, 50%는 36.69 $\mu$ m, 90%는 101.09 $\mu$ m 이하이었으며 30~110  $\mu$ m의 입자가 대부분이었다.

두유에 대한 단백질해효소의 응고력

두유에 0.05%, 0.1%의 단백질해효소를 첨가하여 응고물의 높이를 측정한 결과는 Fig.1,2, table 1과 같았다. Bromelain과 *Aspergillus sojae* protease를 두유에 0.05%와 0.1% 첨가하였을 때 두유 응고물의 높이가 각각 3.3cm와 3.1cm로 다른 효소들보다 높았고, papain은 3.2cm와 3.0cm로 다소 낮았다. *Aspergillus oryzae* protease는 0.05% 첨가할 때 응고물의 높이는 2.3cm 이었고 0.1%일 때는 응고되지 않았다.



Figure 1. Coagulation of soybean milk at 0.05% proteinase concentration.

A: Bromelain B: Papain C: Trypsin  
D: Protease(*Aspergillus sojae*)  
E: Protease(*Aspergillus saitoi*)F:Protease(*Aspergillus oryzae*)  
G: Protease(*Rhizopus species*)

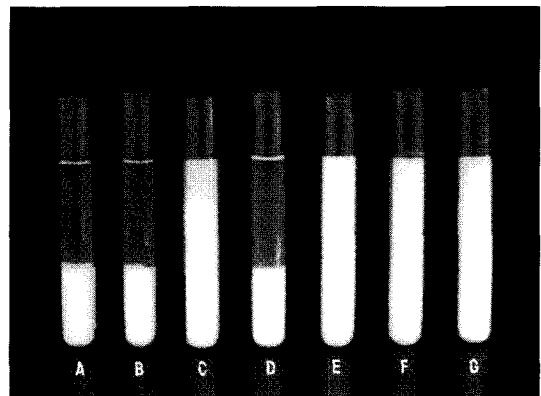


Figure 2. Coagulation of soybean milk at 0.1% proteinase concentration.

A: Bromelain B: Papain C: Trypsin  
D: Protease(*Aspergillus sojae*)  
E: Protease(*Aspergillus saitoi*)F:Protease(*Aspergillus oryzae*)  
G: Protease(*Rhizopus species*)

**Table 3. The height of soybean milk coagulation treated with various proteinases** (unit :cm)

Proteinase	Proteinase concentration	
	0.05%	0.1%
Bromelain	3.3	3.1
Papain	3.2	3.0
Trypsin	NG <sup>1)</sup>	NG
Protease( <i>Aspergillus sojae</i> )	3.3	3.1
Protease( <i>Aspergillus saitoi</i> )	NG	NG
Protease( <i>Aspergillus oryzae</i> )	2.3	NG
Protease( <i>Rhizopus species</i> )	NG	NG

<sup>1)</sup>NG; Non-gelation

Table 3에서 보는바와 같이 단백질의 종류에 따라 응고력이 다른 것으로 나타난바 이는 효소의 종류에 따라 기질 특이성이 달라 생성된 peptide의 분자량과 Ca<sup>2+</sup> 결합력이 달라 일어나는 현상이라 할 수 있겠다.

Murata 등<sup>21)</sup>은 두유에 각종 단백질 분해효소를 작용시켰을 때 bromelain, *Bacillus thermoproteolyticus*, *Aspergillus sojae* 등의 protease는 응고력이 강하였으나, papain, trypsin, *Mucor miehei* 등의 protease는 거의 응고되지 않았다.

본 실험의 결과와 murata 등의 결과와 비교하여 보면 bromelain은 응고력이 다같이 강하였으나 papain에서는 상이한 결과를 나타내었다. 이는 같은 효소라 하더라도 효소의 분리 source에 따라 기질 특이성이 달라 일어나는 것이라 하겠다.

또한 효소제의 농도에 따른 두유 응고물의 pH를 측정할 결과 가열한 두유의 pH는 6.40이었는데 효소를 작용시키면 모든 두유 응고물의 pH가 낮아졌으며 같은 효소제의 경우는 효소 첨가량이 많을수록 pH 저하 폭이 컸다.

대두 단백질에 단백질 분해효소를 작용시키면 peptide의 분자량의 감소에 의하여 친수성이 증가되어 pH의 저하가 일어나는 것이라 하였으며<sup>22)</sup> 본 실험에서도 단백질 응고물이 많은 것일수록 pH 저하 폭도 컸다.

**Table 4. The pH values of soybean milk coagulation treated with various proteinases**

Proteinase	Proteinase concentration	
	0.05%	0.1%
Bromelain	6.16	6.14
Papain	6.20	6.11
Trypsin	6.34	6.33
Protease( <i>Aspergillus sojae</i> )	6.24	6.23
Protease( <i>Aspergillus saitoi</i> )	6.38	6.36
Protease( <i>Aspergillus oryzae</i> )	6.24	6.21
Protease( <i>Rhizopus species</i> )	6.36	6.36

**효소에 의한 두부의 품질 특성**

두유에 단백질 분해효소를 첨가하여 작용시켰을 때 응고

가 잘 일어난 *Aspergillus sojae* protease, bromelain, papain을 농도별로 첨가하여 전두부를 제조한 후 색도와 조직특성을 측정할 결과는 Table 5, Table 6과 같았다.

*Aspergillus sojae* protease로 처리한 두부의 L값과 a값은 효소의 농도가 높을수록 감소하였고 b값은 증가하였으며 bromelain 첨가구에서는 효소의 농도가 높을수록 두부의 L값과 b값이 감소하였고 a값은 증가하였고 papain첨가구에서는 효소의 농도가 높을수록 L값과 b값이 증가하였고 a값은 감소하였다.

*Aspergillus sojae* protease로 처리한 두부의 조직 특성은 효소의 농도가 높을수록 hardness, fracturability, springiness, gumminess, chewiness 는 감소하였고, adhesiveness 값은 증가하였으며 bromelain 첨가구에서는 모든 효소농도에서 겔이 형성되지 않았으며 papain에서는 0.03% 첨가구에서 만 겔이 형성되었다. 두유와 미세 분말에 효소제를 처리하였을 때 응고력에 차이를 나타내었는데 이는 콩속에 들어 있는 불용성의 물질이 응고력에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 효소제 첨가 농도가 높을수록 두유 응고물의 양이 가장 많았으며 제조한 전두부의 색도와 조직특성에서 *Aspergillus sojae* protease가 전두부 제조시 우수한 효소제이었으나 시판되고 있는 두부의 조직에 비하여 견고성이 크게 감소하여 두부조직이 연하였으므로 기존 사용하던 응고제를 병용하는 것이 효과적이라고 생각한다.

한 등<sup>22)</sup>은 단백질 분해 효소를 처리하여 제조한 두부는 일반 두부에 비하여 용해성이 증가하였고 hardness, cohesiveness는 감소하였다고 보고하였는데 유사한 경향이라 할 수 있겠다.

**Table 5. Effects of various proteinase concentration on the color of whole soybean flour curd**

Proteinase	Conc.(%)	Hunter's value		
		L	a	b
Protease ( <i>Asp. sojae</i> )	0.03	89.90 <sup>1)2)</sup>	-0.66 <sup>a</sup>	20.66 <sup>d</sup>
	0.05	89.70 <sup>b</sup>	-1.93 <sup>b</sup>	22.12 <sup>c</sup>
	0.1	87.71 <sup>c</sup>	-2.06 <sup>c</sup>	25.06 <sup>b</sup>
	0.2	86.19 <sup>d</sup>	-2.15 <sup>d</sup>	27.41 <sup>a</sup>
Bromelain	0.03	85.25 <sup>d</sup>	-3.32 <sup>a</sup>	22.36 <sup>d</sup>
	0.05	85.36 <sup>c</sup>	-3.63 <sup>b</sup>	22.96 <sup>c</sup>
	0.1	86.12 <sup>b</sup>	-4.28 <sup>c</sup>	23.52 <sup>b</sup>
	0.2	86.56 <sup>a</sup>	-4.83 <sup>d</sup>	23.75 <sup>a</sup>
Papain	0.03	87.53 <sup>d</sup>	-2.94 <sup>a</sup>	21.99 <sup>d</sup>
	0.05	88.19 <sup>c</sup>	-3.10 <sup>b</sup>	22.32 <sup>c</sup>
	0.1	88.36 <sup>b</sup>	-3.21 <sup>c</sup>	22.94 <sup>b</sup>
	0.2	88.41 <sup>a</sup>	-3.32 <sup>d</sup>	23.13 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>These value mean the average values of 3 replications.

<sup>2)</sup>Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

**Table 6. Effects of various proteinase concentration on the textural properties of whole soybean flour curd**

Protein -ase	Conc. (%)	Textural properties <sup>1)</sup>						
		Hard	Frac.	Adhe.	Spri.	Coh.	Gumm.	Chew.
Protease ( <i>Asp. sojae</i> )	0.03	33.52 <sup>(ab)</sup>	27.32 <sup>a</sup>	-35.22 <sup>d</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>	12.25 <sup>a</sup>	10.63 <sup>a</sup>
	0.05	21.82 <sup>b</sup>	19.88 <sup>b</sup>	-40.12 <sup>e</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.47 <sup>c</sup>	9.89 <sup>b</sup>	8.96 <sup>b</sup>
	0.1	11.76 <sup>c</sup>	13.61 <sup>c</sup>	-19.75 <sup>e</sup>	0.79 <sup>f</sup>	0.50 <sup>d</sup>	5.86 <sup>c</sup>	4.63 <sup>c</sup>
	0.2	8.88 <sup>d</sup>	11.70 <sup>d</sup>	-5.45 <sup>e</sup>	0.55 <sup>d</sup>	0.19 <sup>d</sup>	1.76 <sup>d</sup>	1.34 <sup>d</sup>
Bromela -in	0.03	NG <sup>4)</sup>	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	0.05	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	0.1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
Papain	0.2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	0.03	10.65	8.91	-16.14	0.82	0.52	5.43	4.38
	0.05	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	0.1	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG
	0.2	NG	NG	NG	NG	NG	NG	NG

<sup>1)</sup> Hard.; Hardness, Frac.; Fracturability, Adhe.; Adhesiveness, Spri.; Springiness, Coh.; Cohesiveness, Gumm.; Gumminess, Chew.; Chewiness  
<sup>2)</sup> These value mean the average values of 3 replications.  
<sup>3)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.  
<sup>4)</sup> NG; Non-gelation

**효소 첨가 방법**

*Aspergillus sojae* protease만을 첨가한 두부는 응고력이 약하기 때문에 응고제로서 glucono- $\delta$ -lactone(GDL)을 병용하여 응고제로 이용할 때 효소 첨가 방법에 따른 두부의 조직 특성과 색도를 측정 한 결과는 Table 7, Table 8과 같았다. 효소와 GDL을 혼합하여 사용한 구, 효소를 처리한 후GDL를 첨가한 구, GDL를 첨가하고 효소를 처리한 구에 있어서 색도는 처리구간 큰 차이를 나타내지 않았으나 조직특성은 심한 차이를 나타내었다. 효소를 반응시킨 후 GDL를 첨가구가 동시에 혼합하여 첨가구에 비하여 hardness, fracturability, adhesiveness등 조직특성이 높았으며 응고제 첨가후 효소처리구는 모든 조직 특성 항목에 있어 매우 낮은 값을 나타내었다. 이는 응고제에 의하여 생성된 두부 응고물은 효소제 의하여 일단 분해되면 단백질이 변형되어 다시 응고하지 않는 것으로 생각되었으므로 응고제 첨가시기가 두부 조직에 영향을 크게 미치므로 효소를 처리한 후 응고제를 첨가하는 것이 효과적이었다.

**Table 7. Effects of added proteinase method on the color of whole soybean flour curd**

Condition	Hunter's value		
	L	a	b
Mixture	88.07 <sup>1)bc2)</sup>	-3.31 <sup>b</sup>	19.46 <sup>c</sup>
Proteinase → Coagulant	86.62 <sup>c</sup>	-2.97 <sup>a</sup>	20.91 <sup>b</sup>
Coagulant → Proteinase	88.54 <sup>a</sup>	-4.38 <sup>c</sup>	21.96 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> These value mean the average values of 3 replications.  
<sup>2)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

**Table 8. Effects of added proteinase method on the textural properties of whole soybean flour curd**

Condition	Textural properties <sup>1)</sup>						
	Hard.	Frac.	Adhe.	Spri.	Coh.	Gumm.	Chew.
Mixture	12.26 <sup>(ab)</sup>	14.14 <sup>b</sup>	-33.69 <sup>b</sup>	0.86 <sup>b</sup>	0.54 <sup>b</sup>	6.59 <sup>b</sup>	5.69 <sup>b</sup>
P → C	14.57 <sup>a</sup>	17.76 <sup>a</sup>	-38.40 <sup>c</sup>	0.91 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	7.19 <sup>a</sup>	6.51 <sup>a</sup>
C → P	2.07 <sup>c</sup>	6.64 <sup>c</sup>	-7.31 <sup>a</sup>	0.51 <sup>c</sup>	0.23 <sup>c</sup>	6.45 <sup>c</sup>	4.04 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Hard.; Hardness, Frac.; Fracturability, Adhe.; Adhesiveness, Spri.; Springiness, Coh.; Cohesiveness, Gumm.; Gumminess, Chew.; Chewiness  
<sup>2)</sup> These value mean the average values of 3 replications.  
<sup>3)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

**제품의 성분 분석, 색도 및 조직 특성**

시판되고 있는 연두부와 효소제를 포함한 응고제품을 달리하여 전지 대부분 두부의 품질특성을 검토하기 위하여 시제품 연두부를 대조구로 GDL 1.2%, CaCl<sub>2</sub> 0.8%, *Aspergillus sojae* protease 0.03%를 첨가하여 제조한 두부의 일반성분을 측정 한 결과는 Table 9와 같았다.

수분함량은 시제품 연두부가 모든 비압착 전두부 보다 높았으며, 비압착 전두부중에서 *Aspergillus sojae* protease 로 처리한 두부가 가장 높았다.

조단백질은 비압착 전두부 모두에서 시제품 연두부 보다 높았고 조지방 은 시제품 연두부 보다 비압착 전두부 모두에서 높게 나왔으며, 회분은 모든 비압착 전두부가 시제품 연두부 보다 두배 이상 높았다.

전지 대부분 두부 제품의 색도결과는 Table 10과 같았다. 전지 대부분 두부의 L 값은 대조구보다 약간 높았으나 a 값은 대조구보다 *Aspergillus sojae* protease로 처리한 두부가 높았으며 나머지 비압착 전두부는 낮았다. b 값은 모든 비압착 전두부가 시제품 연두부 보다 높았다.

김진우 등<sup>23)</sup>은 CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub>로 제조한 두부의 L 값은 85, a 값은 -1, b 값은 14이었다고 보고하였으며 김주영 등<sup>24)</sup>은 GDL과 CaSO<sub>4</sub>로 혼합하여 응고 시킨 두부의 L 값은 86, a 값은 -2.5, b 값은 18정도로서 본 실험의 결과와는 다소 차이가 있었다.

두부의 조직특성은 Table 11과 같았다. GDL, CaCl<sub>2</sub>, *Aspergillus sojae* protease로 처리하여 얻어진 두부의 hardness, fracturability, springiness, gumminess, chewiness는 대조구보다 높은 결과를 나타내었고, adhesiveness, cohesiveness는 낮았다.

김주영 등<sup>25)</sup>은 응고제의 종류와 농도에 따라 전지대부분 두부의 조직 특성은 매우 달라 응고제의 농도가 높을수록 증가하는 경향이었으나 본 실험의 결과와는 심한 차이를 나타내었다. 이는 압착정도에 따라 hardness가 달라지기 때문으로 생각된다.

**Table 9. Proximate chemical compositions of whole soybean flour curds prepared with various coagulants**

Soybean curd	(unit : %)			
	Moisture	Protein	Fat	Ash
Control	87.74	4.09	3.38	0.51
GDL	77.73	5.96	5.04	1.12
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	78.80	5.78	4.85	1.39
Protease	79.10	5.66	4.12	1.08

**Table 10. The color value of whole soft soybean flour curds prepared with various coagulants**

Soybean curd	Hunter's value		
	L	a	b
Control	89.14 <sup>1)(a2)</sup>	-2.63 <sup>b</sup>	15.33 <sup>c</sup>
GDL	90.65 <sup>a</sup>	-2.88 <sup>c</sup>	19.56 <sup>d</sup>
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	89.95 <sup>b</sup>	-3.71 <sup>c</sup>	20.57 <sup>c</sup>
Protease	89.90 <sup>c</sup>	-0.66 <sup>a</sup>	20.66 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> These value mean the average values of 3 replications.

<sup>2)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

**Table 11. The textural properties of whole soft soybean flour curds prepared with various coagulants**

Soybean curd	Textural properties <sup>1)</sup>						
	Hard.	Frac.	Adhe.	Spri.	Cohe.	Gumm.	Chew.
Control	11.81 <sup>1)(a3)</sup>	10.38 <sup>d</sup>	-13.67 <sup>a</sup>	0.80 <sup>f</sup>	0.50 <sup>b</sup>	5.97 <sup>d</sup>	4.78 <sup>d</sup>
GDL	43.16 <sup>a</sup>	53.18 <sup>a</sup>	-27.08 <sup>c</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.44 <sup>d</sup>	15.37 <sup>a</sup>	14.14 <sup>a</sup>
CaCl <sub>2</sub>	27.90 <sup>c</sup>	17.48 <sup>c</sup>	-27.84 <sup>d</sup>	0.74 <sup>d</sup>	0.39 <sup>c</sup>	11.13 <sup>c</sup>	8.27 <sup>f</sup>
Protease	33.52 <sup>b</sup>	27.32 <sup>b</sup>	-35.22 <sup>e</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.48 <sup>c</sup>	12.25 <sup>b</sup>	10.63 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Hard.; Hardness, Frac.; Fracturability, Adhe.; Adhesiveness, Spri.; Springiness, Cohe.; Cohesiveness, Gumm.; Gumminess, Chew.; Chewiness

<sup>2)</sup> These value mean the average values of 3 replications.

<sup>3)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

## 제품의 관능 검사

두부의 외관 특성을 관능검사한 결과는 Table 12와 같았다

표면의 매끄러움은 모든 비압착 전두부가 낮은 값을 나타내었고 균열정도는 대조구보다 GDL, *Aspergillus sojae* protease로 제조한 두부가 낮은 값을 나타내었고, CaCl<sub>2</sub>로 제조한 두부는 높은 값을 나타내었다. 노란정도는 GDL, *Aspergillus sojae* protease로 제조한 두부와 대조구간에는 유사하였고 CaCl<sub>2</sub> 첨가 두부는 높았다. 흰 정도는 GDL, *Aspergillus sojae* protease 처리 두부는 대조구 보다 높은 값을 나타내었고, CaCl<sub>2</sub> 첨가구에서는 낮은 값을 나타내었다.

두부의 향미 특성을 관능검사한 결과는 Table 13과 같았다.

모든 비압착 전두부의 삶은 콩 냄새, 볶은 콩가루 냄새, 텁은 느낌, 신맛, 쓴맛은 대조구 보다 높은 값을 나타내었고, 콩 비린 냄새에서는 낮은 값을 나타내었다.

두부의 조직특성을 관능검사 결과는 Table 14와 같았으며 압착 전두부 탄력성은 대조구보다 낮은 값을 나타내었고 거침성과 입안에 남는 정도는 모두 높은 값을 나타내었다. 강도는 GDL과 *Aspergillus sojae* protease로 제조한 두부가 대조구보다 높은 값을 나타내었고, CaCl<sub>2</sub> 첨가구는 낮은 값을 나타내었다. 내부 촉촉함과 끈적거림은 CaCl<sub>2</sub> 첨가구가 대조구보다 높은 값을 나타내었고, GDL과 *Aspergillus sojae* protease 처리구가 낮은 값을 나타내었다.

**Table 12. Sensory evaluation of appearances of whole soft soybean flour curds prepared with various coagulants**

Soybean curd	Smoothness	Cracks	Yellowness	Grayness
Control	3.00 <sup>1)(a2)</sup>	3.00 <sup>c</sup>	3.00 <sup>d</sup>	3.00 <sup>e</sup>
GDL	2.00 <sup>c</sup>	2.94 <sup>d</sup>	3.06 <sup>c</sup>	3.06 <sup>b</sup>
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	1.11 <sup>d</sup>	3.89 <sup>b</sup>	4.28 <sup>a</sup>	1.67 <sup>e</sup>
Protease	2.28 <sup>b</sup>	2.67 <sup>c</sup>	3.06 <sup>c</sup>	3.11 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> These number mean the average values of 20 panelists.

<sup>2)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

**Table 13. Sensory evaluation of flavors of whole soft soybean flour curds prepared with various coagulants**

Soybean curd	Cooked bean	Beany	Roasted bean	Astringent	Sour	Bitter
Control	3.00 <sup>1)(a2)</sup>	3.00 <sup>a</sup>	3.00 <sup>f</sup>	3.00 <sup>d</sup>	3.00 <sup>e</sup>	3.00 <sup>d</sup>
GDL	3.94 <sup>a</sup>	2.56 <sup>c</sup>	3.39 <sup>d</sup>	3.83 <sup>b</sup>	4.11 <sup>a</sup>	3.56 <sup>c</sup>
CaCl <sub>2</sub>	3.89 <sup>b</sup>	2.67 <sup>b</sup>	3.67 <sup>c</sup>	4.06 <sup>d</sup>	3.33 <sup>d</sup>	4.00 <sup>a</sup>
Protease	3.78 <sup>c</sup>	2.57 <sup>d</sup>	3.78 <sup>a</sup>	3.67 <sup>c</sup>	3.78 <sup>c</sup>	3.56 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> These number mean the average values of 20 panelists.

<sup>2)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

**Table 14. Sensory evaluation of textures of whole soft soybean flour curds prepared with various coagulants**

Soybean curd	Elasticity	Hardness	Inner moistness	Coarseness	Adhesiveness	Residuals
Control	3.00 <sup>1)(a2)</sup>	3.00 <sup>c</sup>	3.00 <sup>f</sup>	3.00 <sup>e</sup>	3.00 <sup>e</sup>	3.00 <sup>f</sup>
GDL	2.78 <sup>b</sup>	3.39 <sup>a</sup>	2.78 <sup>d</sup>	3.28 <sup>b</sup>	2.83 <sup>d</sup>	3.17 <sup>e</sup>
CaCl <sub>2</sub>	1.28 <sup>d</sup>	1.56 <sup>d</sup>	3.22 <sup>b</sup>	3.44 <sup>a</sup>	3.56 <sup>b</sup>	4.28 <sup>b</sup>
Protease	2.72 <sup>c</sup>	3.06 <sup>b</sup>	2.78 <sup>d</sup>	3.19 <sup>d</sup>	2.83 <sup>d</sup>	3.08 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> These number mean the average values of 20 panelists.

<sup>2)</sup> Means with the same letter are not significantly different. at the 5% level using Duncan's multiple range test.

## 요 약

대두 중의 생리활성 성분을 효율적으로 이용하는 두부를 제조하기 위하여 초미세 전지대두분말에 단백분해효소를 첨가하여 비압착 전두부를 제조한 후 일반성분, 색도, 조직감

특성, 관능검사를 실시하여 다음과 같다. 두유의 응고 형성 능이 있는 단백질효소로서는 *Aspergillus sojae* protease, bromelain, papain이었고, 이 효소를 이용하여 두부를 제조한 결과 *Aspergillus sojae* protease가 가장 좋았다. 단백질효소의 첨가 시기는 1차 가열한 두유를 균질화 시켜 효소를 첨가 하여 작용 시킨 후 응고제를 첨가하여 2차 가열을 하였을 때 조직이 가장 좋았다. 단백질효소와 응고제를 이용한 비압착 전두부의 일반성분은 시제품 연두부(대조구) 보다 수분 함량은 낮았고, 조단백질·조지방·회분 함량은 높았다. 단백질효소와 응고제를 이용한 비압착 전두부는 대조구에 비해 L값과 b값은 높았고, 조직의 hardness, fracturability, springness, gumminess, chewiness가 높았으며 adhesiveness, cohesiveness는 낮았다. 단백질효소와 응고제를 이용한 비압착 전두부의 외관 관능평가 결과는 대조구에 비해 표면의 매끄러움, 균열 정도, 흰 정도는 낮았고 노란 정도는 높았으며 그 중에서 *Aspergillus sojae* protease처리한 두부가 대조구와 비슷하였다. 단백질효소와 응고제를 이용한 비압착 전두부의 향미 특성 관능평가 결과 대조구에 비해 삶은 콩 냄새, 볶은 콩가루 냄새, 짧은 느낌, 신맛, 쓴맛은 높았고 콩 비린 냄새는 낮았다. 단백질효소와 응고제를 이용한 비압착 전두부의 조직 특성 관능평가 결과 대조구에 비해 강도, 내부 촉촉함, 거침성, 끈적거림, 입안에 남는 정도는 높았고 탄력성은 낮았다.

## 참고문헌

- Kim, C.J. (1998) Processing and using of soybean curd. *Journal of the east asian of dietary life*, 8,508-535
- 조상태 (2001) 콩가루 두부의 우수성 및 콩가루저장방법에 대한 고찰. *Korea Soybean Digest*, 18, 67-69
- Kim, J.Y., Kim, J.H., Kim, J.K. and Moon, K.D. (2000) Quality attributes of whole flour tofu affected by coagulant and theirs concentration. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 402-409
- Shen, C.F., Man, L.D., Buzzel, R.I. and Man, J.M. (1991) Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics(glucono-delta-lactone coagulant). *J. Food Sci.*, 56, 109-112
- Lim, B.T., Man, J.M., Man, L.D. and Buzzel R.I. (1990) Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics(calcium sulfate coagulant). *J. Food Sci.*, 55, 1088-1092
- 김경탁, 임지순, 김성수 (1996) 인삼 첨가 두부의 물리적 관능적 특성에 미치는 인삼 첨가량, 첨가방법 및 응고제의 영향 연구. *한국식품과학회지*, 28, 965-969
- 김동한, 임미선, 김영옥 (1996) 미역 첨가 두부 제조시 응고제가 품질에 미치는 영향. *목포대학교 논문집*, 533-542
- 김동한, 임미선, 김영옥 (1996) 해조류 첨가가 두부의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, 25, 249-254
- 김중만, 김형태, 최용배, 황호선, 김태영 (1993) 우유 첨가가 두부 품질에 미치는 영향. *한국영양식량학회지*, 22, 437-442
- Oscar, C., Sandra, E.H., Helen, J.A., Isobel, D.S. and John, R.M. (1994) Gelation enhancement of soy protein isolate using the maillard reaction and high temperature. *J. Food Sci.*, 59, 872-880
- Park, H.J., Ko, Y.S., Choi, H.S. and Kim, W.J. (1995) Effect of water addition ratio, stirring time and Ca salts on textural properties of soygel. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 27, 329-334
- Ku, K.H., Kim, M.J., Kim, N.Y., Chun, H.S. (2001) Effects of microparticulated soybean powder and its preparation condition on textural properties of chundubu. *Food Sci. Biotechnol.*, 10, 211-218
- Pucki, G. (1975) Modification of functional properties of soy protein by proteolytic enzyme treatment. *Cereal Chem.*, 52, 654
- Nissen, J.A. (1986) *Enzyme hydrolysis of food proteins*. Elsevier Applied Science Pub. Ltd,
- Sekul, A.A., Vinnett, C.H. and Ory, R.L. (1978) Some functional properties of peanut proteins partially hydrolyzed with papain. *J. Agric. Food Chem.*, 24, 855
- Kimball, M.E., Hsien, D.S.T. and Rha, C. (1981) Chymotrypsin hydrolysis of soybean protein. *J. Agric. Food Chem.*, 29, 872
- A.O.A.C. (1985) *Official methods of analysis* (11th ed.). Association of official analytical chemist, Washington, D.C.
- Kim, W.J., Sosulki, F. and Lee, S.C. (1978) Chemical and gelation characteristics of ammonia-demethylated sunflower pectins. *J. Food Sci.*, 43, 1436-1447
- Suh, D.S., Kim, S.H., Hong, J.H. and Kim, K.O. (2001) Applications of quantitative descriptive analysis to commercial soybean curd. *Korean J. Dietary Culture*, 16, 58-64
- SAS, SAS@USA's Guide (1995) *Statistics*. 1998. Edition. Release 8.1, SAA Institute Inc. Cary. NC
- Murata K., Kusakabe I., Kobayashi H. (1987) Selection of commercial enzymes suitable for making soymilk-curd. *Agric. Biol. Chem.*, 51, 2929-2933
- Han, J.S., Hwang, I.K. (1992) Effects of functional

- properties of soy protein isolate and qualities of soybean curd upon proteolytic hydrolysis. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24, 294-299
23. Kim, J.W., Lee, J.K., Hong, J.H. (1997) Effect of mixed coagulant on the rheological properties of soybean curd. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 1096-1101
24. Kim, J.Y., Kim, J.H., Kim, J.K., Moon, K.D. (2001) Quality and sensory evaluation of whole soybean flour tofu prepared from various processing conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 455-459
25. Kim, J.Y., Kim, J.H., Kim, J.K., Moon, K.D. (2000) Quality attributes of whole flour tofuaaffected by coagulant and theirs concentration. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 32, 402-409
- 

(접수 2003년 2월 8일, 채택 2003년 3월 20일)