

## 두부의 구조 및 질감 특성에 미치는 지방의 영향

윤 영 미·손 경 희

연세대학교 식생활학과

### Effect of Fat on the Structural and Textural Properties of Soybean Curd

Young Mee Yoon and Kyung Hee Sohn

Dept. of Food and Nutrition, Yonsei University

#### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of fat on structure and texture of soybean curds by partial or whole replacement of soybean with defatted soy flour. The textural properties of soybean curd were examined by Instron universal testing machine, and the microscopic structure of soybean curds was examined by Scanning electron microscope(SEM).

The results obtained were as follows;

1. Textural parameters determined by Instron universal testing machine showed that hardness and gumminess of soybean curds were significantly increased as the fat contents of the samples decreased. On the while, springiness of the samples were significantly lowered as the fat content decreased.
2. Microscopic structure of soybean curds examined by SME demonstrated that samples with high fat had more fat globules and thinner network layer which were assumed to surround moisture with.

#### 서 론

두부는 대두 단백질이 2가 금속염과 결합하여, 또는 산에 의해 등전점에(pH4.2~4.6) 도달하면 응고 침전하는 성질을 이용하여 만들어진다. 이때 대두 단백질의 변성 과정 중 형성되는 방상 구조 사이에 물을 보유하여 gel을 형성케 되며, disulfide bond, hydrogen bond, hydrophobic bond 등이 단백질의 결합에 관여한다.<sup>1,2)</sup> 특히 칼슘염을 응고제로 사용하는 경우에는

단백질 분자 사이를 칼슘 이온이 연결시켜 주는 Calcium bridge가 형성되어 있음이 Huashizume<sup>3)</sup>, Saio<sup>4)</sup> Appurao<sup>5)</sup> 등에 의해 보고되었다.

두부의 품질은 대두의 종류 및 단백질의 질, 대두유의 농도(가수량) 및 가열 온도와 가열 시간, 응고제의 종류와 양에 따라 달라진다. 또한 응고제를 첨가할 때의 대두유의 온도, 첨가 속도 및 져는 속도, 응고 시간, 압착 시의 압력 및 성형 온도, 그리고 침수 시간 등이 두부의 품질에 영향을 미친다<sup>6~11)</sup>.

대두내의 지방은 주로 triglyceride로, 95~97%를

차지하며, 이를 구성하는 주 지방산은 linoleic acid 와 oleic acid 이다. 그밖에 phosphatide 1.5~2.5%, unsaponifiable matter(plant sterol, tocopherol, squalence 등)가 1.6%, free fatty acids 가 0.3~0.7%의 범위로 함유되어 있다<sup>8~12)</sup>.

두부의 품질에 미치는 지방의 영향을 검토하여 보려는 시도가 몇몇 학자들 간에 이루어졌다. Tsai<sup>13)</sup> 등은 탈지 대두박과 대두로 각각 두부를 제조하여 비교해본 결과 탈지 대두박으로 만든 두부가 대두로 만든 두부보다 더 쫄쫄하고, 탄성이 작았다고 하였으며 Hashizume<sup>14)</sup> 등은 탈지 대두박으로 만든 두부가 대두로 만든 두부보다 견고성이 크음을 발견하고 지방이 두부의 견고성을 감소시킨다고 하였다. 반면에 Yamano<sup>15)</sup> 등은 두부 제조시 palm oil 을 첨가하여 본 결과 두부의 견고성이 커지고 탄성이 감소하였다고 한다.

1960년대까지 식품의 연구는 영양가, 맛, 냄새, 색 등에 중점을 두고 수행되어 왔으나 근래에 와서는 식품의 물성적인 측면, 특히 질감에 관심을 갖고 이에 대한 연구가 많이 행해지고 있다<sup>7,16,17)</sup>. 특히 scanning electron microscope(SEM)는 검체의 3차원적 입체 구조를 보여 줌으로써 식품 구조 및 질감 연구에 큰 진전을 가져오게 하였으며<sup>18~20)</sup> 이러한 연구 경향은 질감에 있어서 어느 식품보다 예민하게 평가받는 두부를 포함하는 대두 제품에서도 볼 수 있다<sup>21~26)</sup>.

그러나 이와같은 두부의 구조 및 질감에 대한 연구는 주로 두부내의 단백질의 영향을 살펴 본 것이며 지방이 두부의 구조 및 질감 특성에 미치는 영향에 대해서는 종합적인 연구가 없었다.

본 연구에서는 대두 및 탈지 대두분의 혼합 비율을 달리하여 지방 함량이 다른 각 두부를 제조하고, 이들 두부에 대해 기계적인 방법을 사용하여 질감과 구조를 살펴보고 이들 상호관계에 미치는 두부 내 지방의 역할을 검토하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

## 실험재료 및 방법

### 1. 실험 재료

#### 1) 대 두

두부 제조용 대두는 白太로 신촌 시장에서 일시에 구입하여 실험재료로 사용하였다.

#### 2) 탈지 대두분

두부 제조용 대두와 동일한 대두를 분쇄기를 사용하여 가루로 만든 후 박<sup>20)</sup>의 방법에 의해 acetone 으로 탈지시켜 실험 재료로 사용하였다.

### 3) 응고제

島久약품 주식회사 제품의 calcium sulfate( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )를 응고제로 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 1) 두부의 제조

예비 실험을 통해 다음과 같이 두부 제조방법을 표준화하였다(Table 1).

각 시료에 필요한 양 만큼의 대두를 깨끗이 수세한 후 350 ml 의 물에 8시간 수침, 팽윤시킨 다음 blender 에서 중속으로 5분간 마쇄하였다. 탈지 대두분은 필요한 양 만큼을 350 ml 의 물에 섞어서 2시간 방치한 후 마쇄한 용에 섞고 가수량이 원료의 10배가 되도록 하기 위해 250 ml 의 물을 가한 후, 100°C 에서 10 분간 끓였다. 끓인 콩국을 여과포에 넣고 두유를 압출하였다. 응고제는 0.05g( $\text{CaSO}_4$ )/ml( $\text{H}_2\text{O}$ )의 농도로 만든 후 두유가 70°C 가 되었을 때 한 방울씩 첨가하면서 천천히 저어주었다. 대두 단백질이 응고되기 시작하여 응고물이 62°C 가 되면 두부-를(8 cm × 8 cm × 7 cm)에 응고

Table 1. Recipe of Soybean Curd

Sample No.*	Amount of Materials(g)		Amount of Coagulant ( $\text{CaSO}_4$ ) (g)	Amount of Water (g)
	Soybean	Defatted Soy flour		
S <sub>100</sub>	95.00		1.50	950
S <sub>75</sub>	71.25	23.75	.60	950
S <sub>50</sub>	47.50	47.50	1.70	950
S <sub>25</sub>	23.75	171.25	1.80	950
S <sub>0</sub>	—	95.00	1.90	950

\*; Sample Code

S<sub>100</sub>; Soybean 100%

S<sub>75</sub>; Soybean 75% + Defatted soy flour 25%

S<sub>50</sub>; Soybean 50% + Defatted soy flour 50%

S<sub>25</sub>; Soybean 25% + Defatted soy flour 75%

S<sub>0</sub>; Defatted soy flour 100%

Table 2. The Condition of Instron Universal Testing Machine Used in the Determination of Soybean Curd

Weight of load cell	5 kg
Cross head speed	100 mm/min.
Chart speed	200 mm/min.
Compression ratio	0.8
Sample size	35 × 35 × 25 mm

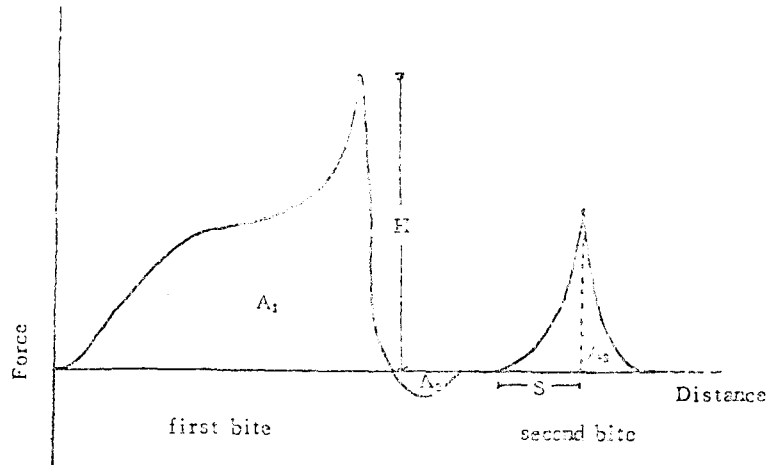


Fig. 1. A Typical texture profile curve.

물을 옮겨 뚜껑을 덮고 600 g의 추로 30분간 압력을 가하였다. 두부형이 보존되면 2등분하여 물에 수침한 후, 30분 후에 물을 바꾸어 주고 4°C 냉장고에서 보존하였다.

### 3) 두부 제품의 평가

#### (1) 두부의 수분, 단백질 및 지방 함량 측정

AOAC 법<sup>27)</sup>에 준하여 각 두부의 수분, 단백질 및 지방 함량을 측정하였다.

#### (2) Instron universal testing machine을 이용한 두부의 질감 측정

표준화된 제조 방법에 의해 제조된 두부의 질감을 Instron universal testing machine(Instron model 1132)을 사용하여 측정하였다.

측정 조건은 Table 2와 같다.

2회 반복으로 압착하였을 때 얻어지는 힘-거리 곡선(Fig. 1)으로부터 질감 특성을 계산하였다.

견고성(hardness)은 first bite의 높이, 응집성(cohesiveness)은  $A_2$ 의 면적/ $A_1$ 의 면적, 탄성(springiness)은 second bite의 peak가 나타날 때까지의 거리, 점착성(gumminess)은 견고성 $\times$ 응집성 $\times$ 100으로 표시하였다<sup>28,29)</sup>.

3회 반복 실시하여 얻은 측정치는 평균치와 표준 편차로써 표시하였으며 분산 분석과 duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다<sup>30)</sup>.

#### (3) Scanning electron microscope를 이용한 두부의 구조 관찰

표준화된 제조 방법으로 제조한 두부를 3 $\times$ 3 $\times$ 4 mm의 입방체형으로 자른 다음 두가지 처리 방법으로 각각 달리 처리하여 구조를 비교 관찰하였다.

#### ① 두부의 구조 관찰(Fixed specimen)

3 $\times$ 3 $\times$ 4 mm의 입방체형으로 자른 두부를 4°C에서 24시간 동안 3%의 glutaraldehyde 용액에 prefixing 시켰다. prefixing 시킨 두부를 0.1 M phosphate buffer로 2번 세척하여 준 다음 1% osmium tetroxide ( $OsO_4$ ) 용액을 사용하여 4°C에서 2시간 동안 postfixing 시켰다. 고정시킨 시료를 ethanol(60, 70, 80, 90, 95% 및 100%)을 사용하여 20분 간격으로 2번씩 탈수시킨 다음 isoamylacetate에 하룻밤 담가두었다. 그 후, critical point dryer(Hitachi 제품 HCP-2)로 건조시킨 다음 Ion coater를 사용하여 금을 coating 시킨 후 scanning electron microscope(35CF, JEOL)로 15 KV에서 관찰하였다.

#### ② 고정시키지 않은 두부의 구조 관찰(Unfixed specimen)

3 $\times$ 3 $\times$ 4 mm의 입방체형으로 자른 두부를 0.1 M phosphate buffer로 2번 세척해 준 다음 ethanol(60, 70, 80, 90, 95% 및 100%)을 사용하여 20분 간격으로 탈수시키고, isoamylacetate에 하룻밤 담가둔 후 critical point dryer로 건조시킨 다음, Ion coater를 사용하여 금을 coating 시킨 후 SEM으로 15 KV에서 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 두부의 수분, 단백질 및 지방 함량

각 두부의 수분, 단백질 및 지방 함량 측정 결과를 Table 3에 요약하였다.

**Table 3. Moisture, Crude Protein and Fat Content of Various Soybean Curds**

Soybean Curds	Moisture Content(%)	Crude Protein Content(%)*	Crude Fat Content(%)
	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$
S <sub>100</sub>	85.18±0.08	7.67±0.06	3.81±0.19
S <sub>75</sub>	84.51±0.30	8.66±0.07	3.15±0.01
S <sub>50</sub>	84.06±0.06	10.28±0.38	1.95±0.22
S <sub>25</sub>	82.33±0.48	12.14±0.68	1.01±0.04
S <sub>0</sub>	81.48±0.07	13.13±0.20	0.00±0.00

\* N-Coefficient of soybean;

S<sub>100</sub>; Soybean 100%

S<sub>75</sub>; Soybean 75%+Defatted soy flour 25%

S<sub>50</sub>; Soybean 50%+Defatted soy flour 50%

S<sub>25</sub>; Soybean 25%+Defatted soy flour 75%

S<sub>0</sub>; Defatted soy flour 100%

대두에 대한 탈지 대두분의 혼합 비율이 커질수록 두부의 수분 함량은 점점 낮아지며 단백질 함량은 높아지고 지방 함량은 낮아졌다. 그런데 탈지 대두분의 혼합 비율이 커질수록 단백질 함량이 높아지는 것은 원료내의 지방량이 적을수록 상대적으로 단백질 함량이 높아지게 되며, 또한 탈지 대두분의 혼합 비율이 큰 원료로 만든 두부일수록 수분 함량이 낮아지게 되기 때문에 상대적으로 단백질 함량이 높아지게 된 것으로 사료된다.

## 2. Instron universal testing machine 으로 측정한 각 두부의 질감

Instron universal testing machine 을 이용하여 검체를 2회 반복하여 압착하였을 때 얻어지는 힘-거리 곡선으로부터 산출한 각 두부들의 측정치는 Table 4와

같다.

Table 4에 나타난 바와 같이 응집성에 있어서는 각 두부간에 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 견고성, 탄성 및 점착성에 있어서는 두부간에 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 따라서 어느 두부간에 유의적인 차이를 나타내는가를 확인하기 위하여 duncan's multiple range test 를 실시하여 그 결과를 Table 5에 요약하였다.

두부내 지방 함량이 높을수록 두부의 견고성은 낮게 나타났으며 이는 Hashizum 등<sup>14)</sup>의 결과와 일치하였다. 탈지 대두분을 75% 혼합해서 만든 두부와 50% 혼합해서 만든 두부간에는 견고성에 있어서 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 다른 두부간에는 모두 유의적인 차이를 나타냈으며 탈지 대두분만으로 만든 두부가 유의적으로 가장 견고성이 컸다.

탄성은 두부내 지방 함량이 높을수록 유의적으로 컸다. 즉 대두분만으로 만든 두부는 2.30으로 가장 높은 수치를 보였으며 탈지 대두분과 혼합하거나 탈지 대두분만으로 만든 두부들과 유의적인 차이를 나타내었다. 그런데 이러한 결과는 탈지 대두분만으로 만든 두부가 대두로 만든 두부보다 탄성이 낮았다는 Tsai 등<sup>13)</sup>의 결과와 일치하였다.

점착성은 두부내 지방량이 적을수록 유의적으로 높았다. 즉, 탈지 대두분만으로 만든 두부가 25.71로 가장 유의적으로 높은 수치를 보였으며 대두분만으로 만든 두부가 8.30으로 유의적으로 가장 낮은 수치를 보였다.

## 3. Scanning electron microscope 로 관찰한 두부의 구조

두부의 구조적 특성을 관찰하기 위해 SEM 을 사용하여 glutaraldehyde 로 고정시킨 두부를 4,800배로 관

**Table 4. Textural Characteristics of Various Soybean Curds by Instron Universal Testing Machine**

Soybean Curd	Hardness*	Cohesiveness	Sprnginess*	Gumminess*
	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$	$\bar{X} \pm S.D.$
S <sub>100</sub>	0.64±0.05	0.13±0.03	2.30±0.10	8.30±2.02
S <sub>75</sub>	1.20±0.08	0.11±0.04	1.83±0.06	13.38±5.24
S <sub>50</sub>	1.58±0.10	0.11±0.01	1.70±0.10	17.44±2.11
S <sub>25</sub>	0.66±0.11	0.12±0.01	1.60±0.10	19.81±0.41
S <sub>0</sub>	1.88±0.10	0.14±0.01	1.47±0.12	25.71±2.00

S<sub>100</sub>; Soybean 100%

S<sub>75</sub>; Soybean 75%+Defatted soy flour 25%

S<sub>50</sub>; Soybean 50%+Defatted soy flour 50%

S<sub>25</sub>; Soybean 25%+Defatted soy flour 75%

S<sub>0</sub>; Defatted soy flour 100%

$\bar{X}$ ; Mean Value

S.D.; Standard Deviation

\*;  $p < 0.05$

Table 5. Duncan's Multiple Range Test of Instron Universal Testing Machine Data for Various Soybean Curds

Hardness	Sample	S <sub>0</sub>	S <sub>25</sub>	S <sub>50</sub>	S <sub>75</sub>	S <sub>100</sub>
	Average	<u>1.88</u>	<u>1.66</u>	<u>1.58</u>	<u>1.20</u>	<u>0.64</u>
Springiness	Sample	S <sub>100</sub>	S <sub>75</sub>	S <sub>50</sub>	S <sub>25</sub>	S <sub>0</sub>
	Average	<u>2.30</u>	<u>1.83</u>	<u>1.70</u>	1.60	1.47
Gumminess	Average	S <sub>0</sub>	S <sub>25</sub>	S <sub>50</sub>	S <sub>75</sub>	S <sub>100</sub>
		<u>25.71</u>	<u>19.81</u>	17.44	13.38	8.30

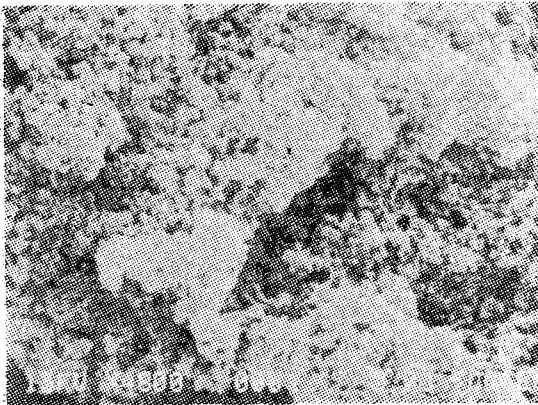
S<sub>100</sub>; Soybean 100%S<sub>75</sub>; Soybean 75%+Defatted soy flour 25%S<sub>50</sub>; Soybean 50%+Defatted soy flour 50%S<sub>25</sub>; Soybean 25%+Defatted soy flour 75%S<sub>0</sub>; Defatted soy flour 100%

Fig. 2. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd(Soybean 100%) Fixed with Glutaraldehyde(4800×)

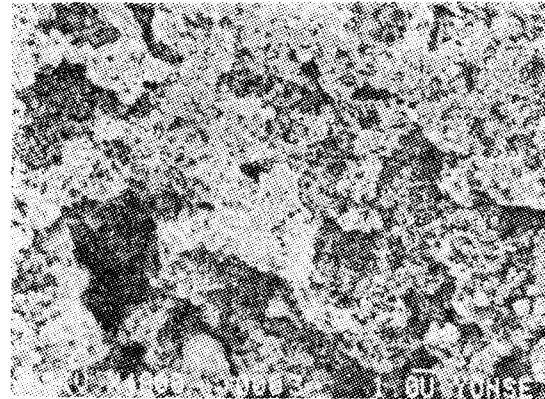


Fig. 4. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd(Soybean 50%+Defatted Soy Flour 50%) Fixed with Glutaraldehyde(4800×)

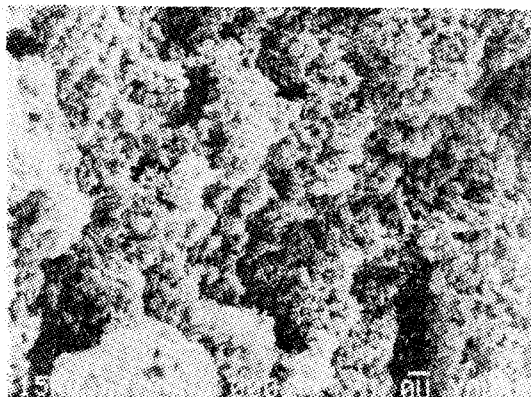


Fig. 3. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd(Soybean 75%+Defatted Soy Flour 25%) Fixed with Glutaraldehyde(4800×)

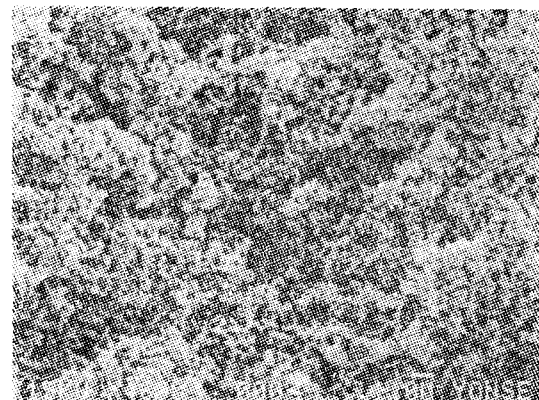


Fig. 5. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd(Soybean 25%+Defatted Soy Flour 75%) Fixed with Glutaraldehyde(4800×)

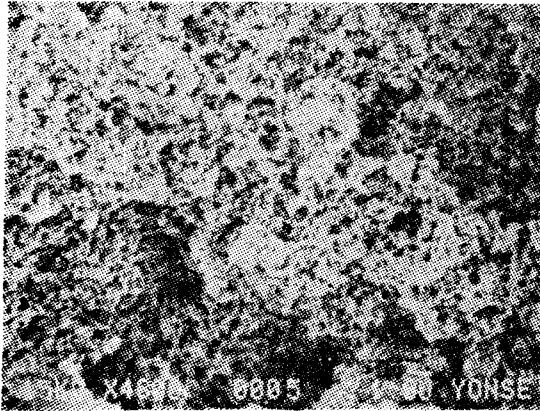


Fig. 6. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd (Defatted Soy Flour 100%) Fixed with Glutaraldehyde (4800 $\times$ )



Fig. 9. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd (Soybean 50% + Defatted Soy Flour 50%) without Fixation (1000 $\times$ )

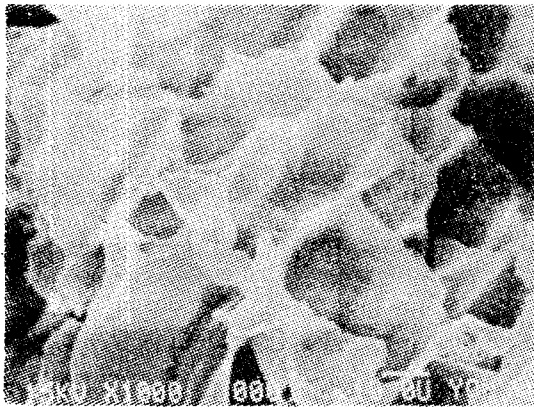


Fig. 7. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd (Soybean 100%) without Fixation (1000 $\times$ )

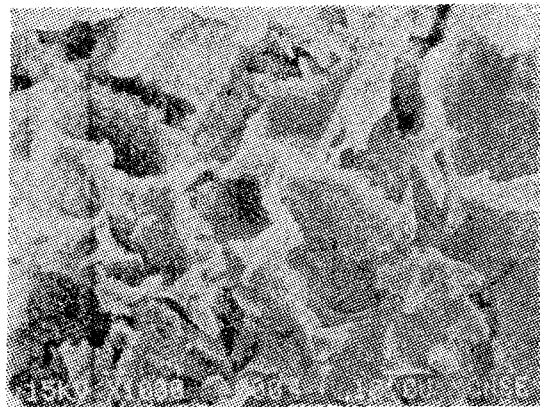


Fig. 10. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd (Soybean 25% + Defatted Soy Flour 75%) without Fixation (1000 $\times$ )



Fig. 8. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd (Soybean 75% + Defatted Soy Flour 25%) without Fixation (1000 $\times$ )

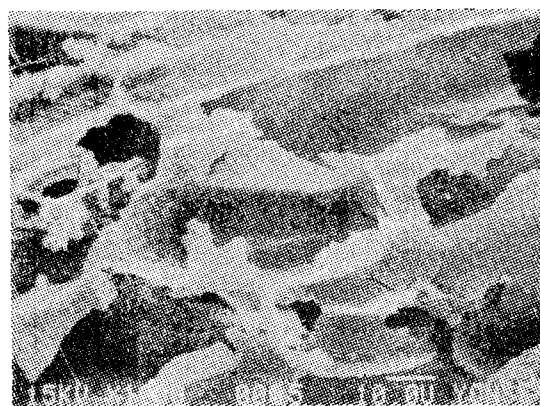


Fig. 11. Scanning Electron Microscopic Structure of Soybean Curd (Defatted Soy Flour 100%) without Fixation (1000 $\times$ )

찰하였다(Fig. 2~Fig. 6).

구조를 관찰하기 위한 시료의 고정 과정 중 단백질의 변성이 일어나서 특별한 구조적 차이를 발견하지 못하였으나 작은 지방구가 단백질 입자 사이사이에 잘게 분산되어 있음을 발견하였다. Lee 등<sup>25)</sup>은 glutaraldehyde로 고정시킨 단백질의 gel은 냉동 건조 과정 중에 얼음 결정이 커져서 얼음 결정에 의해 구조변화가 일어난다고 하였으며, 특히 칼슘으로 침전시킨 응집물의 경우, glutaraldehyde로 고정시킨 것과 시키지 않은 것 간에 구조적으로 큰 차이가 있음을 관찰하였다. Varriano-Matron<sup>26)</sup>도 냉동 건조 전에 시료를 화학약품으로 고정시키는 과정은 시료를 구조적으로 변화시키기 때문에 필요하지 않다고 하였다.

glutaraldehyde로 고정시키지 않고 1000배로 관찰한 각 두부에서는 Saio 등<sup>21, 32)</sup>과 Lee 등<sup>25)</sup>이 제시한 대두 단백질 curd의 구조와 유사한 구조 즉, 벌집모양의 3차원적 망상구조를 관찰할 수 있었으며 각 두부들의 구조에 있어서 약간의 차이가 있었다. 관찰한 각 두부의 구조는 Fig. 7~Fig. 11에 나타난 바와 같다.

두부내 지방량이 적을수록 대체로 막이 두꺼웠으며 지방량이 많을수록 막이 얇았다. Saio 등<sup>21)</sup>은 벌집 모양의 구조와 함께 기름방울들을 보았다고 하였으나 본 실험에서는 기름 방울은 관찰할 수 없었다. 그러나 고정시킨 시료로 관찰한 두부의 구조와 연관지어 생각해 볼 때 지방이 단백질 입자 사이에 끼어들어 막을 얇게 하는 것으로 사료된다. Saio 등<sup>32)</sup>은 transmission electron microscope로 두부의 구조를 관찰하고 network가 조밀할수록 수분을 덜 함유한다고 하였으나 본 실험에서는 network의 크기에 대해서는 통일된 결론을 내릴 수 없었다.

Instron universal testing machine network 측정 결과에 의하면 두부내 지방량이 적을수록 견고성이 커졌는데 이러한 두부의 견고성은 두부 구조내의 물을 포함하는 network의 막의 두께와 관련이 있는 것으로 사료된다. 즉, 지방량이 적을수록 두부의 물을 포함하는 막의 두께가 두꺼워지기 때문에 견고성이 커지게 되는 것으로 사료되며, 이러한 사실은 망상 구조 내의 단백질 입자가 클수록 더 단단한 질감을 갖게 된다는 Saio<sup>31)</sup>의 결과와 일치한다고 볼 수 있다.

또한 두부내 지방량이 많을수록 막이 부드러우며 탄력성이 있어 보였고 지방량이 적을수록 막이 뻣뻣해 보였다. 그런데 두부내 지방량이 적을수록 탄성이 감소한다는 Instron universal testing machine의 결과와 연관해서 볼 때, 이러한 두부의 구조적 특징이

두부의 탄성에 영향을 주는 것으로 사료된다.

## 결 론

1. 대두 및 탈지 대두분의 혼합 비율을 달리하여 표준화된 제조 방법으로 제조한 각 두부들의 수분, 단백질 및 지방 함량 분석 결과, 수분은 81.48~85.18%였고 단백질은 7.67~13.13% 지방은 0~3.81%였다.

2. Instron universal testing machine에 의한 측정 결과, 지방 함량이 높을수록 두부의 견고성 및 점착성은 낮고 탄성은 높게 나타났다. 그러나 응집성에 있어서는 유의적인 차이가 없었다.

3. SEM을 사용하여 두부의 구조를 관찰한 결과 두부내 지방 함량이 많을수록 지방구가 잘게 분산되어 있었으며, 수분을 포함하는 막이 얇고 탄력성이 있어 보였다. 반면에 지방량이 적거나 없는 두부는 막이 두껍고 뻣뻣해 보였다.

이상의 결과에서 볼 때 지방은 두부의 구조 형성 및 질감 특성에 영향을 주는 것을 알 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. Takagi, S., N. Okamoto, M. Akashi and K. Yasumatsu: Hydrophobic bonding and S-S bonding in heat denaturation of 11S of soybean protein, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **26**:139, 1979.
2. Haga, S. and T. Ohashi: Effect of disulfide bond on the gel formation of myosin B and /or Soybean protein CIF, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **26**:422, 1979.
- 3) Hashizume, K. and G. Ka: Difference between tofus coagulated with glucono-delta-lactone and calcium salts, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **25**:383, 1978.
4. Saio, K., E. Koyama and T. Watanabe: Protein-calcium-phytic acid relationships in soybean, Part I. Effect of calcium and phosphorus on solubility characteristics of soybean meal protein, *Agr. Biol. Chem.*, **31**:1195, 1967.
5. Appurao A.G. and R. Narasinga: Binding of calcium(II) by the 11S fraction of soybean proteins, *Cereal Chem.*, **52**:21, 1975.
6. 김동훈 : 식품화학, 탐구당, p.543-546, 1983.

7. 문수재, 손경희, 김영희 : 각종 응고제에 따른 두부의 Teexture 특성에 관한 연구, 대한가정학회지, 17:11, 1979.
8. 김길환 : 콩, 두부와 콩나물의 과학, 한국과학기술원, p.9-120, 1982.
9. 문수재, 손경희 : Gel 상 식품에 관한 실험조리적 검토, II-응고제에 따른 두부의 Texture 특성을 중심으로, 연세논총 1979.
10. 윤장식, 최춘진, 장건형 : 두부에 관한 연구 제 1 보, 두부 수득율 증가를 위한 최적 제조 조건선정에 관하여, 기술연구보고 3:1, 1964.
11. 한관주, 윤인화, 최광수 : 대두 착유방법과 두유 및 두부 제조시험, 시험연구보고 1965.
12. 양민석, 조무제, 정태영 : 대두 품종별 Triglyceride 및 Phospholipid의 지방산 조성에 관하여, 경상대논문집(자연), 18:147, 1979.
13. Tsai, S.J., C.Y. Lan, C.S. Kao and S.C. Chen: Studies on the yield and quality characteristics of tofu, *J. Food Sci.*, 46:1734, 1981.
14. Hashizume, K., N. Nakamura and T. Watanabe: Influence of ionic strength on conformation changes of soybean proteins caused by heating and relationship of it's conformation changes to gel formation, *Agr. Biol. Chem.*, 39:1339, 1975.
15. Yamano, Y., E. Miki and Y. Fukui: Effect of palm oil on the texture of soybean protein gel, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 28:131, 1981.
16. 이영화, 이관영, 이서래 : Texturometer 에 의한 성상별 식품군의 Texture 특성, 한국식품과학회지, 6:42, 1974.
17. Kramer, A. and B.A. Twigg: Quality control for the food industry, 3rd Ed., Vol. I. AVI Pub. Co., West Port. Conn., 1970.
18. Hotton, C.W. et al.: Scanning electron microscopy, proteolytic enzyme activity and acceptability of beef semitendinosus cooked by microwave and conventional meat, *J. Food Sci.*, 46:1309, 1981.
19. Christianson, D.D et al., Xanthan gum in protein-fortified starch bread, *Food Technol.*, 28:23, 1974.
20. Kim, K.O.: Starch gelatinization, egg foaming and physical properties of sponge cakes as affected by stabilizing agents and surfactants, Kansas State University, 1980.
21. Saio, K.: Microstructure of traditional Japanese soybean food, *Scanning Electron Microscopy*, 111:553, 1981.
22. Saio, K.: Tofu-relationships between texture and fine structure, *Cereal Foods World*, 241:342, 1979.
23. Lee, C.H. and C. Rha: Microstrucure of soybean protein aggregates and its relation to the physical and textural properties of the curd, *J. Food Sci.*, 43:79, 1978.
24. Tsintsadze, T.D., C.H. Lee and C. Rha: Microstructure and mechanical properties of single cell protein curd, *J. Food Sci.*, 43:625, 1918.
25. Lee, C.H. and C. Rha: Application of scanning electron microscopy for the development of materials for food, *Scanning Electron Microscopy*, 111:465, 1979.
26. 박희옥, Lipoxygenase Isoenzymes 의 Carotene 과 Chlorophyll 탈색작용 및 제빵시 반죽의 물성에 미치는 영향. 연세대학교 대학원 석사학위논문 1682.
27. AOAC, Official Methods of Analysis, 12 th ed., 1975.
28. 이철호, 채주규, 이진근, 박봉상 : 식품공업품질관리론, 용립문화사, pp.44-85, 98-157, 1984.
29. Breene, W.M.: Application of texture profile analysis to instrumental food texture evaluation, *J. Texture Studies*, 6:53, 1975
- 30) Larmond, E.: Methods for sensory evaluation of food, Canada Department of Agriculture, 1967.
31. Varriano-Marstron, E.:A comparison of dough preparation procedures for scanning electron microscopy, *Food Technol.*, 31:32, 1977.
32. Saio, K., E. Koyama, S. Yamazaki and T. Watanabe: Protein-calcium-phytic acid relationships in soybean, Part III., Effect of phytic acid on coagulative relation in tofuumaking, *Agr. Biol. Chem.*, 33:36, 1969.