

## 곰팡이와 응고제에 따른 발효두부의 품질특성

이승화\* · 김용택\* · 손미예\* · 성찬기\* · 박석규\*<sup>\*\*\*†</sup>

\*한국전통발효식품연구소

\*\*순천대학교 식품영양학과

## Quality Properties of Fermented Tofu Prepared with Different Molds and Coagulants

Seung-Hwa Lee\*, Yong-Taek Kim\*, Mi-Yae Shon\*, Chan-Ki Sung\* and Seok-Kyu Park<sup>\*\*\*†</sup>

\*Korea Fermented Food Research Institute, Sancheong 666-962, Korea

\*\*Dept. of Food and Nutrition, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

### Abstract

Changes of quality properties of fermented tofu prepared with two molds like *Actinomucor elegans* (AE) and *Rhizopus oligosporus* (RO) and coagulants (CaCl<sub>2</sub> and citric acid) were investigated. Moisture and crude protein of fermented tofu were rapidly decreased during fermentation, the contents of crude lipid and crude ash were shown to be slightly increased, and then total acidity was slowly decreased. The content of reducing sugar of fermented tofu was slowly increased for 7 day of fermentation, but rapidly increased after that time because of rapid hydrolysis of carbohydrate in fermented tofu. The contents of amino and ammonia type nitrogen were quickly increased during fermentation. The highest contents of amino type nitrogen of fermented tofu were found in sample of CaCl<sub>2</sub> group as a coagulant and RO group as a mold. Contents of minerals in tofu fermented for 14 day were high in order of K>Ca>Mg>Na. In conclusion, AE was more effective than RO to enhance the contents of reducing sugar and amino type nitrogen as an indicator of fermentation within 7 day of fermentation, and then RO was more effective than AE after that time. Calcium chloride as a coagulant was more effective than citric acid in tofu fermented with the same strain for 14 day.

**Key words:** fermented tofu, *Actinomucor elegans*, *Rhizopus oligosporus*, quality properties

### 서 론

두부는 대두의 단백질 성분만을 침전시켜 응고하여 만드는 가장 보편적인 대두 가공식품으로 오랜 세월동안 귀중한 식물성 단백질 급원식품으로 자리잡고 있으나 수분함량이 많고 지방산의 불포화도가 높아 지방질의 산패 및 미생물에 의한 변질이 쉽게 일어나는 등 저장성에 문제점이 있다(1,2). 이러한 두부의 저장성을 증대시키기 위해 두부 침지액에 소금(3,4), 보존료(5)나 초산의 첨가 및 pH 조절(6) 등을 이용한 방법과 두부 자체에 유기산의 첨가(7)나 저온살균(8) 또는 microwave처리(9) 등 많은 방법들이 제안되었으나 대부분의 연구들은 그 실효성에서 문제점이 제기되어 실용화되기는 매우 어렵다.

두부 발효식품은 주로 동남아시아 지역에 넓고 다양하게 분포되어 있는데, 가장 널리 알려진 것은 두부를 치즈형태로 발효시킨 것으로(10), 중국이나 대만에서 주로 식용되고 있는 *sufu*일 것이다. 이는 일반적인 생두부의 표면에 곰팡이를 생육시킨 후 일정기간동안 술덧이나 소금물에 침지·숙성하여 만드는데, 이런 과정이 끝난 발효두부는 조직이 부드럽고

치즈와 비슷한 물성과 풍미를 지니게 되어 soybean cheese 또는 vegetable cheese라고 부르기도 한다. 이러한 발효두부들은 저장성, 기호성 및 소화성이 우수하여 오래 전부터 자양식, 병후의 보양식 및 어린이나 노인들의 기호식품(11) 등으로 이용되어 오고 있는데, 최근 중국을 비롯한 대만, 일본 등지에서 이런 형태의 발효식품이 주목을 받고 있으며, 또한 많은 연구자들에 의한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 우리나라에서는 Kim과 Lee(12), Park과 Kim(13)의 대두를 이용한 치즈 제조에 관한 일부 단편적인 연구만이 있을 뿐 두부 발효식품에 대한 체계적인 연구는 거의 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 한국인의 기호와 입맛에 비교적 잘 부합하고, 조직감과 풍미가 우수한 두부 발효식품을 개발하고자 곰팡이와 응고제를 달리하여 제조한 발효두부의 품질특성 변화를 조사하였다.

### 재료 및 방법

#### 재료

실험에 사용된 대두(*Glycine max*)는 1999년에 전남 순천

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: bestmeju@suncheon.ac.kr  
Phone: 82-61-750-3652. Fax: 82-61-750-3652

지방에서 수확한 것(품종 : 백태)을 사용하였고, 두부 제조의 응고제로 사용한  $\text{CaCl}_2$  및 citric acid는 Junsei Chemical Co. (Tokyo, Japan)의 특급 제품을 사용하였으며, 곰팡이는 한국 종균협회에서 분양 받은 *Actinomucor elegans* ATCC 11379 와 *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* ATCC 22959 (이하 *Act. elegans*(AE) 및 *Rhi. oligosporus*(RO)로 표기)를 사용하였다.

#### 배양 및 배지조건

배양 및 접종용 액체배지는 121°C에서 10분간 살균한 potato dextrose broth 배지를 사용하였다. *Act. elegans*와 *Rhi. oligosporus* 포자를 접종하여 30°C에서 약 3~4일간 배양시킨 후 무균적으로 균사체를 모아서 세척한 다음, 작은 단편으로 파쇄시킨 균사체를 starter로 사용하였다.

#### 두부 및 발효두부의 제조

실험에 사용한 두부는 Lee의 방법(14)에 준하여 제조하였다. 즉 대두를 12시간 정도 침지한 후 마쇄 및 여과과정을 거쳐 만들어진 두유에 응고제를 첨가한 다음 압착하여 성형하였고, 발효두부의 제조는 Reddy(15), Wang과 Hesseltine(16)의 sufu 제조방법을 참고하여 제조하였다. 즉, 미리 제조한 생두부를 사각형(3×3×4 cm)으로 자른 다음 오염방지를 위하여 100°C에서 약 15분간 살균한 후 냉각하여 두부표면에 작은 단편으로 파쇄시킨 균사체를 접종하였다.

#### 일반성분

두부의 발효 과정 중 일반성분은 AOAC 표준시험방법(17)에 따라 수분정량은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet추출법, 조회분은 550°C 직접 회화법으로 측정하였다.

#### pH 및 적정산도

제조한 두부 및 발효두부의 pH는 시료 10 g에 증류수 40 mL를 가하여 homogenizer로 마쇄(10,000×g, 5 min)하고 여과한 후, 그 액의 일부를 취하여 pH meter(Corning 220, USA)로 측정하였고, 적정산도는 아래의 계산식에 따라 lactic acid 환산법으로 계산하여 표시하였다(18).

$$\text{Titrateable acidity (\%, lactic acid)} = \frac{\text{mL of 0.1 N NaOH} \times \text{Normality of NaOH} \times 0.09}{\text{Sample (g)}} \times 100$$

#### 환원당

두부 및 발효두부의 환원당 함량은 시료 5 g에 증류수 100 mL를 가하여 homogenizer로 마쇄하여 500 mL로 정용한 다음 2,000 rpm에서 2시간 교반한 후 Sep-pak C<sub>18</sub>로 색소 및 단백질성분을 제거하고, 0.45 μm membrane filter로 여과하여 미리 작성한 표준곡선내에 포함되는 흡광도 범위내에서 DNS법(19)으로 측정하여 정량한 다음 glucose양으로 계산하여 나타내었다.

#### 질소성분

아미노태 질소(NH<sub>2</sub>-N)의 함량은 Formol 값에서 암모니아태 질소를 뺀 값으로 Formol 값은 Formol 적정법으로 계산하여 나타내었다(20). 즉, 시료 5 g을 250 mL 비이커에 넣고 증류수 100 mL를 가하여 1시간 동안 교반하여 충분히 혼합한 후 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.4까지 적정한 후 중성포르말린 용액 20 mL를 가한 다음 다시 pH가 떨어지면 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.4까지 적정하여 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{NH}_2\text{-N(\%)} = \frac{(A - B) \times 1.4 \times F \times 100}{\text{Sample (g)}}$$

A: 0.1 N NaOH용액의 시료 적정량(mL)

B: 0.1 N NaOH용액의 공시험 적정량(mL)

F: 0.1 N NaOH용액의 factor

암모니아태 질소(NH<sub>3</sub>-N)(20)는 전처리 추출액 20 mL에 30% NaOH 2 mL와 실리콘 수지 3 mL를 넣은 다음 증류장치에서 발생하는 가스를 3% 분산으로 포집한 후 pH 4.04까지 적정한 HCl의 소모량으로 산출하였으며, 펩티드태 질소는 총질소량에서 아미노태 질소와 암모니아태 질소를 뺀 값으로 나타내었다.

#### 무기질

발효두부의 무기성분 분석(21)은 시료 2 g에 분해액(HClO<sub>4</sub>: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = 9: 2: 5, v/v) 25 mL를 가한 다음, 낮은 온도로 서서히 가열하여 분해액이 완전하게 무색으로 변할 때까지 가수분해하였다. 이 분해액을 3차 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 후 여과(Whatman No. 2)한 다음 ICP/MS(Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer, Fisons PQ3 STE model, UK)를 사용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

#### 일반성분의 변화

발효두부의 발효 과정 중 일반성분의 변화를 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. 발효두부의 수분은 발효시간이 경과할수록 전체적으로 빠른 속도로 감소하였으며, 발효 14일 후에 가장 수분함량이 많은 것은 citric acid를 응고제로 사용한 RO균이었고, 보수력은 citric acid를 응고제로 사용한 발효두부가  $\text{CaCl}_2$ 를 사용한 것보다 조금 더 좋은 경향을 보였다. Kim 등(11)은 우유를 첨가하여 제조한 발효두부 실험에서 발효 7일 후 수분함량이 약 71%라고 보고하였는데 이는 본 실험 결과와 거의 일치하는 경향이었고, Park과 Kim(13)은 3일간 발효시킨 두부의 수분함량은 약 76%라고 보고한 바 있는데 발효기간이 짧고 발효 전 두부의 수분함량이 약 79%로 높아 본 실험 결과와는 약간의 차이를 보였다.

조단백질 함량은 각 균 모두 발효가 진행됨에 따라 서서히 감소하는 경향을 보였는데, 이는 발효가 진행됨에 따라 곰팡

Table 1. Proximate components of soybean tofu fermented with two molds for 14 day at 20°C (unit : %)

Proximate components	Soybean tofu											
	CaCl <sub>2</sub>						Citric acid					
	AE <sup>1)</sup>			RO <sup>2)</sup>			AE			RO		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14	0	7	14
Moisture	76.6	72.8	47.3	76.6	71.8	51.8	77.3	60.8	56.1	77.3	76.9	61.5
Crude protein	14.5	12.4	11.5	14.5	11.8	10.5	14.8	13.2	12.6	14.7	13.0	12.3
Crude lipid	5.20	6.35	9.69	5.15	7.85	10.23	5.42	8.10	10.41	5.50	6.83	8.34
Crude ash	1.21	1.35	1.37	1.21	1.36	1.41	0.66	0.67	0.72	0.56	0.60	0.58

<sup>1)</sup>AE: *Act. elegans*.

<sup>2)</sup>RO: *Rhi. oligosporus*.

이가 분비하는 protease 생성이 많아져 거대 분자를 이루는 단백질성분들이 점차 분해되어 아미노태질소, 암모니아태 질소 및 아민 등을 생성하기 때문이라고 생각되며, 이와는 대조적으로 조지방 함량은 시간이 지남에 따라 수분과 조단백질 함량의 감소로 인하여 상대적인 완만한 증가를 나타내었다. Kim 등(11), Park과 Kim(13)의 실험결과에서도 전체적으로 비슷한 경향을 나타내었고, 본 실험은 발효기간이 길어 시간이 지날수록 수분의 함량이 급격히 감소하여 전체적인 중량은 감소하였으나 구성성분의 차이는 관찰되지 않았다.

**pH 및 적정산도의 변화**

발효두부의 발효과정 중 pH 및 적정산도의 변화를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 발효두부의 pH는 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였는데, 이는 두부의 단백질이 분해되어 암모니아 가스가 생성된 결과라고 생각되며, 응고제로 citric acid를 첨가한 군은 초기산도가 응고제의 영향에 의해 CaCl<sub>2</sub>를 사용한 실험군의 초기 pH인 5.8보다 낮은 4.7정도의 pH를 나타냈으나 발효가 진행됨에 따라 빠른 속도로 증가하였고, 발효 14일째에는 모든 실험군에서 비슷하게 나타났다. 군중에 따른 실험군의 pH는 AE가 RO보다 각 실험군에서 높게 나타났다.

pH가 서서히 증가함에 따라 산도는 비례적으로 서서히 감소하는 경향을 보였는데 역시 응고제를 citric acid로 실험한 군은 응고제의 영향으로 초기 산도가 0.73% 정도로 높게 나타났으나 발효 14일째에는 0.3~0.4% 정도로 낮아져 CaCl<sub>2</sub>로 사용한 군과 비교하여 큰 차이를 보이지는 않았고, 발효 7일째에서 가장 큰 변화를 보인 실험군은 pH 변화가 가장 컸던 AE였다.

**환원당의 변화**

발효두부의 발효과정에서 경시적인 환원당 함량의 변화를 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 두부의 발효과정 중 환원당의 변화는 발효가 진행되면서 CaCl<sub>2</sub>를 사용하고 RO를 접종한 실험군을 제외한 나머지 실험군은 7일까지는 서서히 증가하다가 14일째까지 급속히 증가하여 탄수화물의 가수분해가 매우 빠르게 진행됨을 알 수 있었다. 발효 7일째에는 동일 군중에서 citric acid를 응고제로 사용한 실험군이 CaCl<sub>2</sub>를 사용한 실험군보다 조금 더 높게 나타났으며, AE를 사용한

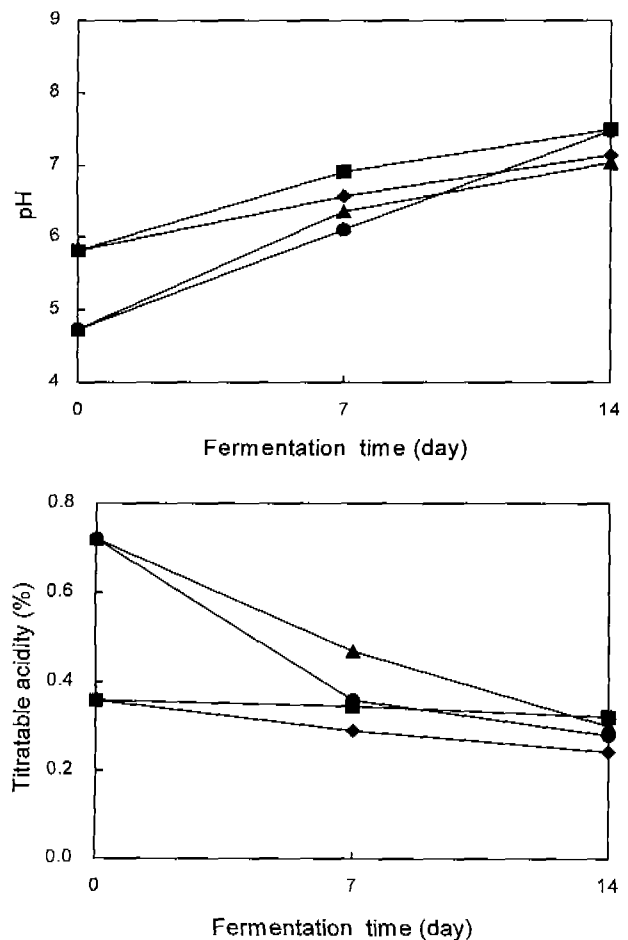


Fig. 1. Changes in pH and titratable acidity of soybean tofu fermented with different molds for 14 day at 20°C.

◆: CaCl<sub>2</sub>+*Rhi. oligosporus*, ▲: citric acid+*Rhi. oligosporus*  
 ■: CaCl<sub>2</sub>+*Act. elegans*, ●: citric acid+*Act. elegans*

실험군이 RO를 사용한 실험군보다 약간 더 높게 나타났다. 특히 citric acid를 응고제로 사용한 경우는 초기 발효보다 후기 발효과정에서 더욱 환원당 함량이 높게 나타났다.

Kim 등(11)은 우유를 첨가한 발효두부 제조 실험에서 환원당의 변화를 측정한 결과 시간의 경과에 따라 서서히 증가한다고 보고한 바 있는데 이는 본 실험과도 비슷한 경향이었으며, Kim과 Lee(12)도 식물성 치즈의 제조 실험에서 비슷한 결과를 보고한 바 있다.

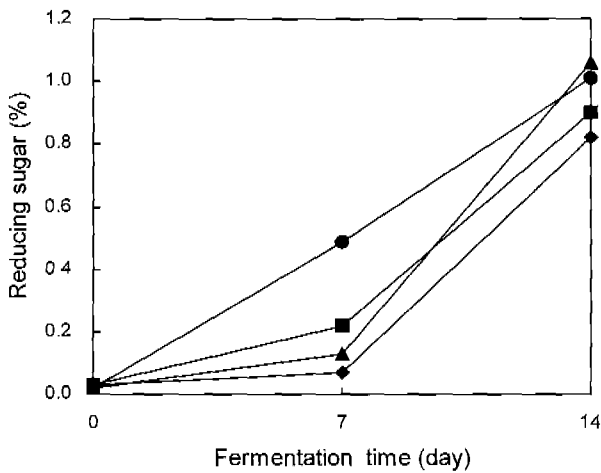


Fig. 2. Changes in reducing sugar of soybean tofu fermented with two molds for 14 day at 20°C.

◆ : CaCl<sub>2</sub> + *Rhi. oligosporus*, ▲ : citric acid + *Rhi. oligosporus*  
 ■ : CaCl<sub>2</sub> + *Act. elegans*, ● : citric acid + *Act. elegans*.

질소성분의 변화

두부의 발효 과정 중 펩티드, 아미노태 및 암모니아태 질소함량의 변화를 측정한 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 두부의 발효과정 중 펩티드 질소의 함량변화는 발효초기에 건물기준으로 두부 100 g 중 약 2.4 g 정도를 나타내지만 발효가 진행될수록 효소에 의해 서서히 분해되어 감소하기 시작하였으며, 역시 응고제로 CaCl<sub>2</sub>를 사용하고 RO를 접종한 균이 가장 많이 분해되어 아미노태 및 암모니아태 질소의 결과와 잘 일치하였고, 그 외 나머지 균들은 비슷한 경향을 나타내었다.

아미노태 질소(NH<sub>2</sub>-N) 함량의 변화는 발효기간에 비례하여 급격히 증가하는 경향을 보였는데 그 중 응고제로 CaCl<sub>2</sub>를 사용하고 RO를 접종한 균이 발효 14일째에 342 mg%로 가장

높게 나타났고, 그 다음으로 역시 RO를 접종한 균이 219 mg%로 나타났으며 나머지 균들은 각각 190 mg% 및 178 mg% 정도로 비슷하게 나타났다. Park과 Kim(13)은 식물성 치즈 제조실험에서 숙성 중 아미노태 질소의 함량이 숙성기간에 비례하여 계속 증가하였다고 보고하였는데 본 실험의 결과에서도 그 양에서 약간의 차이가 있을 뿐 전체적인 경향은 잘 일치하였다. 이런 이유는 균주에서 생성된 단백질 분해효소인 protease에 의해 두부에 존재하는 대두단백질인 glycinin, albumin 등이 발효가 진행될수록 서서히 가수분해되어 저급의 peptide 및 아미노산으로 분해된 결과라고 생각된다.

암모니아태 질소(NH<sub>3</sub>-N) 함량 역시 발효가 진행될수록 서서히 증가하는 경향을 보였는데, 아미노태 질소 측정결과와 같이 응고제로 CaCl<sub>2</sub>를 사용하고 RO를 접종한 균이 발효 7일째부터 다른 균들에 비해 2~3배 정도 높게 차이를 나타내었고 발효 14일째에는 약 23 mg%로 가장 높았다. Fig. 3의 암모니아태 질소함량의 변화곡선을 보면 아미노태 질소 함량과 상당히 비슷한 모양의 곡선을 나타내는데 이는 암모니아태 질소의 경우 아미노태 질소가 더욱 산화되어 분해되면 생성되어지기 때문이며, 암모니아태 질소의 함량이 높으면 그만큼 분해가 많이 촉진되었음을 의미하기도 한다. 그러나 암모니아태 질소의 함량이 많아질수록 냄새 등 관능적인 특성과 특히 맛에서는 상당히 불리한 영향을 끼치기 때문에 결코 바람직한 현상은 아니라고 생각된다.

무기성분

응고제와 곰팡이를 달리하여 제조한 발효두부의 무기성분 함량을 이용하여 측정한 결과는 Table 2와 같다. CaCl<sub>2</sub>를 사용하여 제조한 발효두부에서 가장 많은 함량을 차지한 것은 Ca이었으며, citric acid의 경우는 K이 가장 많은 함량을 나타내었다. 그러나 응고제로 칼슘염을 사용한 CaCl<sub>2</sub>의 경

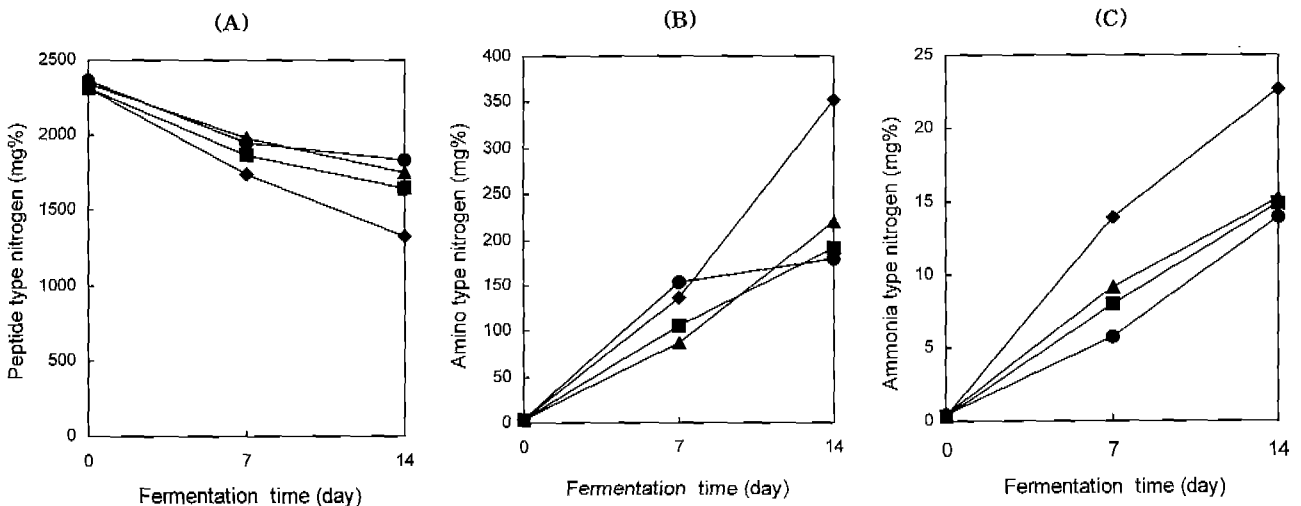


Fig. 3. Changes in peptide (A), amino (B) and ammonia type nitrogen (C) of soybean tofu fermented with different molds for 14 day at 20°C.

◆ : CaCl<sub>2</sub> + *Rhi. oligosporus*, ▲ : citric acid + *Rhi. oligosporus*, ■ : CaCl<sub>2</sub> + *Act. elegans*, ● : citric acid + *Act. elegans*.

Table 2. Contents of minerals of soybean tofu fermented with two molds for 14 day at 20°C (unit: mg%)

Minerals	Soybean tofu			
	CaCl <sub>2</sub>		Citric acid	
	AE <sup>1)</sup>	RO <sup>2)</sup>	AE	RO
K	251.0	137.0	100.5	149.0
Ca	604.5	352.0	20.5	50.5
Mg	118.5	64.5	13.0	41.0
Na	7.5	6.5	7.0	7.5
Fe	8.5	3.45	1.2	2.7
Zn	4.45	2.5	0.5	0.95
Mn	3.05	1.75	ND <sup>3)</sup>	0.5
Cu	0.4	ND	ND	ND

<sup>1)</sup>AE: *Act. elegans*.

<sup>2)</sup>RO: *Rhi. oligosporus*.

<sup>3)</sup>ND: not detected.

우에는 응고제 자체에 이미 Ca이 다량 포함되어 있어 이를 감안한다면 역시 전체적으로는 K이 가장 높았다. 약간씩의 차이는 있으나 응고제와 균주에 상관없이 많은 함량을 나타낸 무기성분은 K>Ca>Mg>Na 등의 순으로 나타났으며 그 외 미량성분으로는 Fe, Mn, Zn 등이 검출되었다.

Kim 등(22)은 응고제를 달리하여 두부를 제조한 다음 무기성분을 분석한 결과 CaCl<sub>2</sub>를 응고제로 사용한 것이 가장 좋았다고 보고하였는데 본 실험에서도 citric acid 보다는 CaCl<sub>2</sub>를 응고제로 사용한 것이 무기성분의 조성이 고르게 나타났으며, 유기산류로 제조한 두부의 경우에 있어서는 Ca의 함량이 다른 응고제를 이용하여 제조한 두부에 비해 상대적으로 낮게 나타났다고 보고하여 본 실험의 결과와 잘 일치하였다.

이러한 결과로 미루어 볼 때 발효두부의 무기성분 조성 과 함량은 원료 콩의 품종과 응고제의 종류나 첨가량 등에 영향을 받는 것으로 생각된다.

요 약

균주(*Act. elegans*, *Rhi. oligosporus*)와 응고제(CaCl<sub>2</sub>, citric acid)를 달리하여 제조한 발효두부의 품질특성을 조사하였다. 발효두부의 수분과 조단백질은 발효시간이 증가할수록 빠른 속도로 감소하였으며, 조지방과 조회분은 약간 증가하였다. pH는 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가하는 경향을 보였고, 총산은 감소하였으나 시험구간별 뚜렷한 차이점은 없는 것으로 나타났다. 환원당은 발효 7일째까지는 서서히 증가하였으나 그 후 14일째까지 급속히 증가하였고, 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 역시 빠르게 증가하였다. 무기성분은 K>Ca>Mg>Na 등의 순으로 높게 나타났으며, 각 균별 뚜렷한 차이는 보이지 않았다. 결론적으로 발효도의 지표인 환원당과 아미노태 질소함량을 증가시키기 위해서는 단기발효(7일)에서는 *Act. elegans*가 *Rhi. oligosporus*보다 효과적이었고, 장기발효(14일)에서는 반대경향을 나타내었다. 응고제는 동일균주로 장기발효를 할 경우 CaCl<sub>2</sub>가 citric acid

보다 효과적이었다.

문 헌

- Jung, G.T., Ju, I.O., Choi, J.S. and Hong, J.S.: Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of *Schizandra chinensis* (ornija) and *Prunus mume* (maesil). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 1087-1092 (2000)
- Rehberger, T.G., Wilson, L.A. and Galtz, B.A.: Microbiological quality of commercial tofu. *J. Food Sci.*, **47**, 177-181 (1984)
- Kim, H.J., Kim, B.Y. and Kim, M.H.: Rheological studies of the tofu upon the processing conditions. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **27**, 324-328 (1995)
- Chun, K.H., Kim, B.Y., Son, T.I. and Hahm, Y.T.: The extension of tofu shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 476-481 (1997)
- Miskovsky, A. and Stone, M.B.: Effect of chemical preservatives on storage and nutrient composition of soybean curd. *J. Food Sci.*, **52**, 1535-1537 (1987)
- Jang, W.Y., Kim, B.Y. and Shin, D.H.: Studies on the physical properties of soybean curd stored in the different salt concentration. *Korean Agric. Chem. Soc.*, **38**, 135-140 (1995)
- Lee, K.S., Kim, D.H., Baek, S.H. and Choun, S.H.: Effects of coagulations and soaking solutions of tofu (soybean curd) on extending its shelf-life. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 116-122 (1990)
- Champagne, C.P., Aurouze, B. and Goulet, G.: Inhibition of undesirable gas production in tofu. *J. Food Sci.*, **42**, 1448-1450 (1991)
- Wu, M.T. and Salunkhe, D.K.: Extending shelf-life of fresh soybean curds by in-package microwave treatments. *J. Food Sci.*, **56**, 1600-1603 (1977)
- Keshun, L.: *Soybeans - Chemistry, Technology and Utilization*. Aspen press Inc., Maryland, USA (1999)
- Kim, T.Y., Kim, J.M., Yoon, I.H. and Chang, C.M.: Changes in chemical components of soybean cheese making from cow's milk added soybean curd. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 837-844 (1994)
- Kim, G.H. and Lee, Y.H.: Changes of chemical components on soaking fermentation in soybean cheese. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **9**, 153-158 (1981)
- Park, K.H. and Kim, Z.U.: Preparation of cheese like product from soybean. *Korean Agric. Chem. Soc.*, **23**, 115-121 (1980)
- Lee, K.H.: Crude protein and amino acid contents of soybean curd according to coagulants, storage and frying conditions. *M.S. Thesis*, Dongguk Univ., Korea (1997)
- Reddy, N.R.: *Legume-Based Fermented Foods*. CRC press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, p.145-160 (1986)
- Wang, H.L. and Hesseltine, C.W.: Sufu and laochao. *J. Agr. Food Chem.*, **18**, 572-580 (1970)
- AOAC: *Official Methods of Analysis*. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., p.236-237 (1984)
- Cho, Y.S., Park, S.K., Chon, S.S., Moon, J.S. and Ha, B.S.: Proximate components, sugar and amino acid compositions of Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 48-56 (1993)
- Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, **31**, 426-432 (1959)
- Chung, C.Y. and Toyomizu, M.: Studies on discoloration of fish products. V. Mechanism of rusting in amino acid-

- reducing sugar - lipid system. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **34**, 857-863 (1968)
21. Park, S.K., Cho, Y.S., Park, J.R., Chun, S.S. and Moon, J.S. : Non-volatile organic acids, mineral, fatty acids and fiber compositions in Dolsan leaf mustard (*Brassica juncea*). *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **22**, 53-57 (1993)
22. Kim, T.Y., Kim, J.M. and Cho, N.J. : Effect of coagulants on the quality of soybean curd added with cow's milk. *Korean Agric. Chem. Soc.*, **37**, 370-378 (1994)

(2001년 4월 21일 접수)