

## 동부박을 첨가한 두부의 품질특성

이경혜 · 이명희<sup>1</sup> · 김경탁<sup>1\*</sup>

동남보건대학교 식품생명과학과, <sup>1</sup>한국식품연구원 공정기술연구단

### Quality Characteristics of Tofu with Added Cowpea (*Vigna unguiculata*) Meal

Kyung-Hae Lee, Myung-Hee Lee<sup>1</sup> and Kyung-Tack Kim<sup>1\*</sup>

Dept. of Food Science & Biotechnology, Dongnam Health University, Gyeonggi 440-714, Korea

<sup>1</sup>Processing Technology Research Group, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

(Received August 25, 2014/Revised September 19, 2014/Accepted October 22, 2014)

**ABSTRACT** - This study was conducted to investigate the quality characteristics of tofu prepared with addition of cowpea meal (CPM). Any significant difference of L-value between control CPM-O and treatment CPM-I, CPM-II and CPM-III could not be seen as addition ratio of CPM increases ( $p < 0.05$ ). The b-value of CPM-III (75%) has shown the least value of 14.26, and it has decreased as addition ratio of CPM increases. The result of texture profile did not show any significant difference between control CPM-O and CPM-I except in the case of cohesiveness. The pH range of treatments was 6.36-6.52, which showed no significant difference from controls. The values of turbidity were 1.46-1.81, which had increasing trend as addition ratio of CPM increases. The total bacterial count of CPM-III was  $4.40 \times 10^2$  CFU/g, which showed significant difference from the control. No *Esterichia coli* was detected in the control and the treatments. The result of sensory analysis of the treatment CPM-I did not show any significant difference from the control, which implied the treatment CPM-I was found to be suitable at the tofu making using byproducts of cowpea-jelly making. Isoflavone glycoside (IG) was contained more on the order of genistin, daidzin, and glycitin, and the content decreased significantly as addition ratio of CPM increases. The content of isoflavone-aglycone (IA) was less than IG, but showed similar behavior of addition ratio of CPM.

**Key words** : tofu, cowpea meal (CPM), quality characteristics

두부는 콩을 이용한 비발효 고단백가공식품으로 우리나라, 중국, 일본 등지에서 애용되어 왔다<sup>1)</sup>. 원료 대두(*Glycine max*)를 마쇄하여 수용성 성분을 열수 추출한 후 압착여과하여 얻은 여액(soy milk)에 염을 첨가하여 침전 응고시키거나, 산에 의해 등전점에서 침전하는 성질을 이용하여 제조된 가공식품이다<sup>2-4)</sup>. 대두는 약 40% 양질의 단백질을 함유하고 있으며, 가격이 저렴할 뿐만 아니라 isoflavone, saponin 등과 같은 기능성 물질을 함유하고 있다<sup>5-8)</sup>. 또한 육가공품이나 난단백질 대체물로 널리 이용되고 있으며, 소화흡수율이 97%로 매우 높은 편이다<sup>9)</sup>. 대두의 구성 아미노산은 동물성 단백질과 유사하며, 특히 곡류에 부족한 필수아미노산인 lysine이 풍부하여 식물성 식품 중 가장

우수한 단백질 급원이다<sup>10)</sup>.

국내에서 주로 유통되고 있는 두부는 일반두부, 순두부, 연두부, 유부 등으로 대두 그 자체만을 이용한 제품이 주를 이루고 있다. 세계적인 건강식품으로 두부에 관한 관심이 집중되면서, 다양한 생리활성이 부여된 제품개발이 활발히 진행되고 있다. 최근에는 두부의 고부가가치를 창출하기 위한 방안으로 제조에 흑미<sup>11)</sup>, 복어분말<sup>12)</sup>, 양파분말 첨가<sup>13)</sup>, 홍삼추출물<sup>14)</sup>, 감분말<sup>15)</sup>, 파래분말<sup>5)</sup>, 클로렐라<sup>16)</sup>, 연잎<sup>17)</sup>, 강황<sup>18)</sup>, 해조류<sup>19)</sup>, 새우<sup>20)</sup>, 인삼<sup>21)</sup>, 녹차<sup>22)</sup>, 마늘<sup>23)</sup> 등의 다양한 소재를 첨가하여 건강기능성 향상을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

동부(*Vigna sinensis* K.)는 잡곡, 떡고물 및 묵 제조에 널리 사용되고, 위장과 신장을 보호하며 혈액순환 촉진과 당뇨병 등에 효력이 있어 민간요법 약재로도 사용되어 왔다<sup>24)</sup>. 동부에는 단백질이 함유되어 있어 열대, 아열대 지역의 주요 단백질 급원으로 이용되어 왔다<sup>25)</sup>. 동부에서 stigmaterol, 7-ketositosterol,  $\beta$ -sitosterol, stigmaterol 3-O-

\*Correspondence to: Kyung-Tack Kim, Processing Technology Research Group, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea  
Tel: 82-31-780-9096, Fax : 82-31-709-9876  
E-mail : tack@kfri.re.kr

$\beta$ -D-glucopyranoside이 확인되었으며<sup>26)</sup>, 이들 sterol류에 대한 항바이러스, 항염증, 항암, 혈당조절 및 해열 작용 등이 보고된 바 있다<sup>27-32)</sup>. 그 외 김정동부 종피색소<sup>33)</sup>, 동부묵의 텍스처<sup>34)</sup> 등에 관한 연구가 있다.

일반적으로 동부(cowpea)는 목제조에 녹두 대용으로 널리 사용되고 있으며, 동부묵 제조의 부산물로 생성된 동부박(cowpea meal; CPM)은 식용 가치가 있으나, 폐기되고 있는 실정이다<sup>35)</sup>. 묵은 우리나라 고유의 전분가공식품으로 열매나 곡식 등에서 추출한 앙금에 물을 첨가하여 끓인 후 굳힌 것으로 제조시 얻어지는 부산물은 거의 이용되지 않고 버려진다<sup>36)</sup>. 따라서 동부묵 제조시 원료 동부콩을 사용하여 얻어지는 전분질을 제외한 부산물에는 단백질 및 당류 등이 포함되어 있어, 폐기되는 동부박을 이용한 연구는 원가절감효과와 및 부가가치를 창출할 수 있는 활용 방안으로 기대할 수 있다고 판단되었다.

이에 본 연구에서는 시판두부의 약 90% 비중을 차지하는 일반두부 제조에 사용한 원료 백태에 동부박(cowpea meal; CPM)을 첨가하여 두부의 품질특성을 분석하여 제조조건을 모색하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용된 대두 (백태; *Glycine max* (L.) Merr)는 전라남도 나주에서 재배된 백태로 농협 하나로 마트에서 구입하여 4°C에서 저장하면서 두부제조에 사용하였다. 동부는 충청북도 영동에서 흰색동부를 구입하여 침지, 박피, 분쇄, 원심분리하여 얻은 상등액을 가열처리하여 4°C에서 저장하면서, 두부제조 중 응고공정에서 두유의 일부로 대체하여 사용하였다.

### 동부박 첨가 두부 제조

두부제조는 Lee 등<sup>15)</sup>의 방법에 준한 제조공정을 적용하였다. 원료대두는 수세하여 증류수 5배를 가하여 12시간 수침한 후 대두 무게의 10배 증류수를 첨가하여 마쇄하여 두미를 얻었다. 이를 100°C에서 5분간 증자한 후 압착여과하여 얻은 두유에 동부박을 일정비율로 첨가하여 75~80°C로 온도를 조절한 후 응고제로  $MgCl_2$ 를 0.3% 첨가하여 3회 교반하여 20분간 정치시켜 얻은 응고물을 성형틀(15 × 12 × 10 cm<sup>3</sup>)에 여과포를 깔고 0.3 kg/cm<sup>2</sup> 압력으로 압착 탈수시켜 성형하였다.  $MgCl_2$ 의 쓴맛을 제거하기 위하여 4°C 냉각수에 2시간 침지하여 두부를 완성하였다. 이를 4 × 4 × 3 cm<sup>3</sup> 크기로 절단한 후 PE (polyethylene bag; 14 × 18 cm<sup>2</sup>)에 증류수와 함께 포장하여 공시재료로 사용하였다. 이때 두부제조에 첨가된 동부박(CPM) 양은 원료대두를 처리하여 얻은 두유의 중량 대비 0%(대조구, CPM-O), 10%(CPM-I), 20%(CPM-II), 30%(CPM-III)로 대체하여 처리하였다.

### 동부박 첨가 두부의 색도

두부의 색도는 색차계(Minolta, CR-200, Japan)를 이용하여 각 동부박 첨가량 별로  $L$ 값(lightness),  $a$ 값(+: red, -: blue),  $b$ 값(+: yellow, -: green) 그리고 총색차  $\Delta E$  (total color difference,  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)}$ ) 값을 측정하였다. 두부는 20 × 20 × 20 mm<sup>3</sup>의 크기로 절단하여 3회 측정된 수치를 평균한 값으로 나타내었으며, 이때 표준 백색판 ( $L = 92.67$ ,  $a = -0.83$ ,  $b = 0.86$ )으로 보정하여 색도를 측정하였다.

### 동부박 첨가 두부의 texture

동부박(CPM)을 첨가하여 제조한 두부의 텍스처는 두부를 일정한 크기(20 × 20 × 20 mm<sup>3</sup>)로 절단한 후 texture analyzer (TA-XT2, stable Micro System Ltd., Haslemere, England)를 사용하여 2 bite compression을 적용시켜 측정하였다. 측정에 사용한 probe는 지름이 30 mm이었고, pre test speed 1.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post test speed 1.0 mm/sec의 조건에서 3회 반복 측정하였다. 이때 측정항목은 탄성(springiness), 껌성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 견고성(hardness), 씹힘성(chewiness)으로 나타내었다.

### 동부박 첨가 두부의 pH, 탁도

두부의 pH 측정은 두부 5 g에 9배의 증류수에 넣고 균질화 시킨 후 pH meter (Orion A211, Thermo Fisher Scientific Inc., Massachusetts, USA)를 사용하여 각 시료 당 3회 반복하여 측정하였다. 탁도 측정은 두부 5 g에 9배 증류수에 가하여 분쇄한 후 고형물을 침지시켜 여과지(Whatmann No. 2, Whatmann International Ltd., Maidstone, England)를 통과한 여액의 흡광도를 spectrophotometer (Genesys 20, Thermo electron Co., Madison, Wisconsin, USA)를 사용하여 600 nm에서 각 시료 당 3회 반복하여 측정하였다.

### 동부박 첨가 두부의 미생물 측정

두부의 동부박 첨가 처리구별 미생물 수 측정은 실험구별로 멸균팩에 시료를 2 g 채취하고 18 mL의 0.85% 생리식염수를 가한 후 균질기(bag mixer, Seward Medical, UK)를 이용하여 260 rpm으로 90초간 처리한 후 단계 희석하였다. 실험에 사용한 배지는 3M사의 건조배지(petrifilm, St. Paul, MN, U.S.A.)를 구입하여 사용하였다. 일반세균 수 측정은 petrifilm<sup>TM</sup> aerobic count plate (3M, USA), 대장균 측정은 petrifilm<sup>TM</sup> *E. coli*/Coliform count plate (3M, USA)를 사용하여 37°C에서 48시간 배양하여 측정하였고, 미생물 균수는 colony forming unit (CFU/g)로 나타내었다.

### 동부박 첨가 두부의 관능적 특성

동부박을 첨가비율을 다르게 하여 제조한 두부의 관능 평가는 맛, 조직감, 색, 향, 외관, 종합적인 기호도로 선택

하여 측정하였으며, 평가방법은 20명의 훈련된 패널요원들을 동원하여 1에서 9가지의 척도 (매우 좋다 9점, 매우 싫다 1점)를 사용한 9점 평점법<sup>37)</sup>을 택하여 관능검사를 진행하였다.

### Isoflavone 함량 분석

Isoflavone 분석은 Choi 등<sup>38)</sup>이 제시한 방법을 따랐다. 시료 0.5 g에 80% 메탄올 50 ml 가하여 ultrasonicator (Branson ultrasonic, USA)를 사용하여 30분간 초음파 처리하였다. 그 후 5,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 얻은 상정액을 0.45 µm syringe filter (National scientific, Rockwood, TN, USA)로 여과하여 시험용액으로 10 µl를 HPLC (Waters 500, Waters Co., Milford, MA, USA)에 주입하여 분석하였다. 이때 µ-Bondpack C18 column을 사용하였고, UV detector (Waters 486, Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하여 260 nm 검출과장에서 측정하였다. 이동상은 물/메탄올/초산(88:10:2) 용액과 메탄올/초산(98:2) 용액을 사용하였고 flow rate는 1.0 ml/min이었다.

Isoflavone 함량 분석에 사용한 glycoside인 genistin, daidzin, glycitin과 aglycone인 genistein, daidzein, glycitein 표준물질은 Sigma사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며, 다음과 같은 표준물질 농도구배로 검량선을 구하여 계산하였다. 표준물질 농도는 glycoside인 genistin 293.22 ppm, daidzin 278.71 ppm, glycitin 284.20 ppm으로 하였으며, aglycone인 genistein 339.47 ppm, daidzein 284.20 ppm, glycitein 368.09 ppm으로 하였다.

### 통계처리

실험측정치는 3회 반복 실시하였으며, 모든 실험결과는 평균 ± 표준편차로 나타내었고, 자료의 통계분석은 SAS (Statistical Analytical System) 프로그램을 사용하여 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)<sup>39)</sup>으로 시료간의 통계적 유의성 검정은  $p < 0.05$  수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 동부박 첨가 두부의 색도

동부박(CPM)을 첨가하여 제조한 두부의 표면색을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 명도 L값은 대조구 CPM-O (0%)와 처리구 CPM-I (10%), CPM-II (20%), CPM-III (30%)간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ). 적색도 a값은 대조구 CPM-O가 -1.69로 가장 낮은 수치를 나타내었고, 동부박(CPM) 첨가비율이 증가함에 따라 소폭 증가하는 경향을 보였으나, 동부박 20% 이상 처리구 CPM-II와 CPM-III에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 황색도 b값은 동부박 30% 처리구 CPM-III에서 14.26로 가장 낮았으며, 동부박 첨가비율이 증가함에 따라

**Table 1.** Hunter's value of the tofu prepared with addition of cowpea meal

	L	a	b	ΔE
CPM-O	92.51 ± 1.91 <sup>a1)</sup>	-1.69 ± 0.12 <sup>b</sup>	17.39 ± 0.43 <sup>a</sup>	16.64 ± 0.54 <sup>a</sup>
CPM-I	92.92 ± 0.99 <sup>a</sup>	-1.93 ± 0.10 <sup>c</sup>	17.28 ± 0.44 <sup>a</sup>	16.48 ± 0.46 <sup>a</sup>
CPM-II	92.55 ± 0.97 <sup>a</sup>	-1.37 ± 0.22 <sup>a</sup>	15.97 ± 0.66 <sup>b</sup>	15.15 ± 0.68 <sup>b</sup>
CPM-III	93.39 ± 0.33 <sup>a</sup>	-1.42 ± 0.11 <sup>a</sup>	14.26 ± 0.38 <sup>c</sup>	13.43 ± 0.37 <sup>c</sup>

All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations (n = 3).

<sup>1)</sup>Means with the same alphabet in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  using Duncan's multiple range test.

CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM)

CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM)

CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM)

CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM)

감소함을 보였다. Zheng과 Zhu<sup>40)</sup>는 대두에는 isoflavone이 0.1~0.4%로 함유되어 있다고 보고하였다. 따라서 두부 제조에 사용한 원료 백태에 flavonoid 형태의 isoflavone이 함유되어 있어 동부박 첨가비율이 높아짐에 따라 b값은 감소됨을 알 수 있었다. ΔE(총색차)는 대조구 CPA-O와 동부박 10% 처리구인 CPA-I간에서 유의적 차이를 나타내지 않았으나, 동부박 20%이상 처리구 CPA-II와 CPM-III에서는 유의적인 차이를 나타내었다.

### 동부박 첨가 두부의 texture

동부박을 첨가하여 제조한 두부의 텍스처 차이를 texture analyzer를 사용하여 측정한 결과는 Table 2와 같다. 탄성(spriginess)은 대조구 CPM-O에서 0.89로 처리구 CPM-I와는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 동부박 20%이상 처리구 CPM-II와 CPM-III 간에는 유의적 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 껌성(gumminess)의 경우 대조구 CPM-O는 386.21이고 동부박 30% 처리구 CPM-III는 261.19로 동부박(CPM) 첨가비율이 증가할수록 감소하였으며, 대조구와 처리구 CPM-II, CPM-III간에는 유의적인 차이를 나타내었다. 응집성(cohesiveness)은 동부박(CPM) 첨가비율이 증가할수록 대조구 CPM-O에서 보다 감소하였으며, 그 감소폭은 적었다. 견고성(hardness)은 대조구가 518.83로 가장 크게 나타났으며, 처리구간 유의적인 차이는 없었다. 동부박 첨가비율이 증가할수록 견고성은 감소함을 보였으나 유의적인 차이는 없었다.

씹힘성(chewiness)은 동부박(CPM)처리구에서 356.83~240.67, 대조구는 처리구 CPM-I와는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 처리구 CPM-II와 CPM-III에서는 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 동부박 첨가비율이 가장 높은 처리구 CPM-III는 씹힘성이 240.66로 가장 낮은 측정치를 나타내었는데 이는 견고성(hardness)에서도 가장 낮은 수치를 나타냈다.

**Table 2.** Texture profiles of tofu prepared with addition of cowpea meal

	Springiness (%)	Gumminess (g)	Cohesiveness (%)	Hardness (g/cm <sup>3</sup> )	Chewiness (g)
CPM-O	0.89 <sup>a1</sup> ± 0.02	386.21 <sup>ab</sup> ± 44.57	0.78 <sup>a</sup> ± 0.01	518.83 <sup>a</sup> ± 35.35	392.00 <sup>a</sup> ± 58.20
CPM-I	0.88 <sup>a</sup> ± 0.02	374.89 <sup>a</sup> ± 45.04	0.75 <sup>b</sup> ± 0.01	506.73 <sup>a</sup> ± 16.04	356.82 <sup>a</sup> ± 41.49
CPM-II	0.85 <sup>b</sup> ± 0.03	273.93 <sup>c</sup> ± 23.58	0.73 <sup>b</sup> ± 0.01	474.15 <sup>a</sup> ± 22.07	242.39 <sup>b</sup> ± 33.41
CPM-III	0.84 <sup>b</sup> ± 0.02	261.19 <sup>bc</sup> ± 43.31	0.68 <sup>c</sup> ± 0.02	462.26 <sup>a</sup> ± 28.27	240.66 <sup>b</sup> ± 31.77

All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations (n = 3).

<sup>1</sup>)Means with the same alphabet in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  using Duncan's multiple range test.

CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM)

CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM)

CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM)

CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM)

따라서 동부박 첨가 두부의 텍스처 프로파일의 결과는 대조구 CPM-O와 동부박 첨가 처리구 CPM-I간에는 응집성(cohesiveness)을 제외한 모든 조사항목에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

#### 동부박 첨가 두부의 pH, 탁도

동부박을 첨가하여 처리한 두부를 4°C에서 증류수에 저장하면서 측정된 pH와 탁도의 변화는 Table 3과 같다. 처리구별 pH는 6.36~6.52로 대조구 CPM-O와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. Hwang 등<sup>41)</sup>에 의하면 응고제 별 해양심층수를 사용하여 제조한 두부의 pH는 6.09~7.01의 범위를 나타내었다. 따라서 동부박을 처리한 두부의 pH에는 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다.

탁도는 1.46~1.81 범위로 두부제조에 동부박(CPM) 첨가 비율이 증가됨에 따라 증가하는 경향을 보였다. 동부박 첨가비율 10%와 20%로 각각 처리한 처리구 CPM-I, CPM-II에서는 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 30%첨가 처리구인 CPM-III의 경우 1.81로 가장 높았으며 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 동부박은 현탁액 상태로 첨가 처리하였고 원료 백태를 처리하여 얻은 두유보다 단백질 함량은 적으나, 그 외의 미세한 입자들이 단백질

**Table 3.** Changes in pH and turbidity of tofu prepared with addition of cowpea meal

Sample code <sup>1)</sup>	pH	Turbidity (600 nm)
CPM-O	6.40 ± 0.03 <sup>a2)</sup>	1.46 ± 0.12 <sup>a</sup>
CPM-I	6.36 ± 0.06 <sup>a</sup>	1.56 ± 0.11 <sup>a</sup>
CPM-II	6.52 ± 0.01 <sup>a</sup>	1.62 ± 0.08 <sup>a</sup>
CPM-III	6.42 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.81 ± 0.10 <sup>b</sup>

All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations (n = 3).

<sup>1</sup>)Means with the same alphabet in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  using Duncan's multiple range test.

CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM)

CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM)

CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM)

CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM)

에 흡착되지 않고 현탁액에 함유되어 있어 탁도가 증가된 것으로 판단된다. 이는 Park<sup>42)</sup>에 의한 비파괴분말을 이용한 두부제조에서 탁도의 결과와 유사하였다.

#### 동부박 첨가 두부의 미생물

두부제조에 사용한 두유 일부를 동부박(CPM) 현탁액으로 대체하여 처리한 처리구별 총세균수와 대장균수를 비교 분석한 결과는 Table 4와 같다. 총세균수는 대조구 CPM-O는  $1.40 \times 10^2$  CFU/g이고 동부박 10% 처리구 CPM-I와 20% 처리구 CPM-II는 각각  $1.20 \times 10^2$  CFU/g,  $1.35 \times 10^2$  CFU/g으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 동부박 30%를 첨가 처리한 처리구 CPM-III는  $4.40 \times 10^2$  CFU/g로 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. *Esterichia coli*의 경우, 대조구 CPM-O와 동부박 10~30% 첨가 처리한 CPM-I, CPM-II, CPM-III 처리구간에서 검출되지 않았다.

#### 동부박 첨가 두부의 관능분석

동부박(CPM)을 첨가하여 제조한 두부의 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 맛은 대조구의 경우 대조구와 동부박 첨가 처리구 CPM-I, CPM-II 간에는 5% 유의수준에서 유

**Table 4.** Changes of total bacteria count in which the tofu prepared with addition of cowpea meal

	Total bacteria (CFU/g)	E. coli
CPM-O	$1.40 \times 10^{2b1)} \pm 0.0$	N.D. <sup>2)</sup>
CPM-I	$1.20 \times 10^{2b} \pm 1.4$	N.D.
CPM-II	$1.35 \times 10^{2b} \pm 0.7$	N.D.
CPM-III	$4.40 \times 10^{2a} \pm 5.6$	N.D.

All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations (n = 3).

<sup>1</sup>)Means with the same alphabet in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  using Duncan's multiple range test.

<sup>2</sup>)Not detected.

CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM)

CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM)

CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM)

CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM)

**Table 5.** Changes in the sensory quality of tofu prepared with addition of cowpea meal, evaluated by rating scale test

	CPM-O	CPM-I	CPM-II	CPM-III
Taste	6.4 ± 1.34 <sup>a1)</sup>	6.2 ± 0.70 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.78 <sup>a</sup>	5.1 ± 0.92 <sup>b</sup>
Texture	6.1 ± 1.21 <sup>a</sup>	5.8 ± 1.19 <sup>a</sup>	5.3 ± 1.27 <sup>a</sup>	3.3 ± 1.68 <sup>b</sup>
Color	6.5 ± 1.09 <sup>a</sup>	5.9 ± 1.35 <sup>ab</sup>	5.4 ± 0.50 <sup>b</sup>	4.0 ± 1.24 <sup>c</sup>
Flavor	6.0 ± 1.57 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.56 <sup>a</sup>	5.4 ± 1.15 <sup>a</sup>	4.1 ± 1.27 <sup>b</sup>
Appearance	6.1 ± 1.54 <sup>a1)</sup>	5.9 ± 0.95 <sup>a</sup>	6.1 ± 1.14 <sup>a</sup>	5.5 ± 1.70 <sup>a</sup>
Overall acceptance	6.2 ± 1.48 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.96 <sup>a</sup>	5.9 ± 0.95 <sup>a</sup>	5.0 ± 0.68 <sup>b</sup>

Rating scale : 1(very bad) to 9(very good)

All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations (n = 3).

<sup>1)</sup>Means with the same alphabet in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  using Duncan's multiple range test

CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM)

CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM)

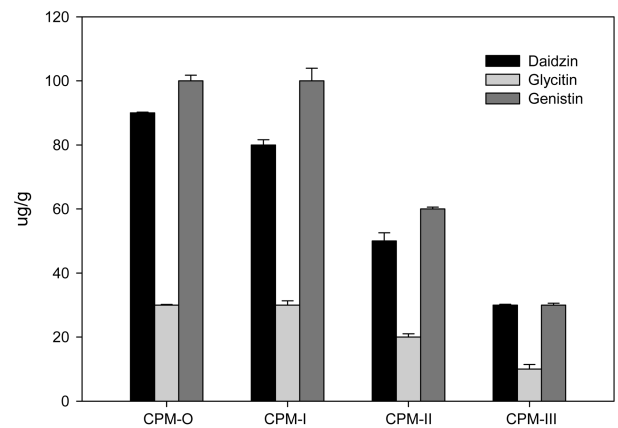
CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM)

CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM)

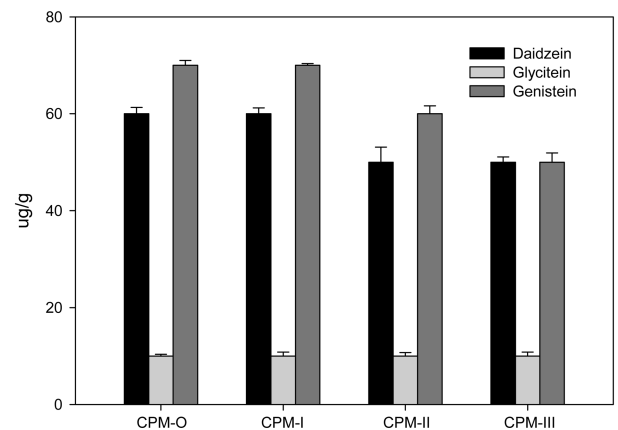
의적인 차이가 없었으나 동부박 30% 첨가 처리구 CPM-III의 경우는 유의적인 차이를 보였으며, 5.1로 가장 낮은 결과를 나타내었다. 조직감의 관능적 평가는 동부박 첨가 비율이 증가함에 따라 감소하는 경향은 기계적인 특성을 나타낸 *texture profile*의 견고성(*hardness*)과 씹힘성(*chewiness*) 결과에서도 동일한 경향을 나타내었다. 특히, CPM-III에서 조직감은 3.3으로 가장 낮은 수치를 나타내었다. 두부의 색에 대한 결과는 대조구의 경우 6.5이고 동부박 첨가 비율이 증가함에 따라 감소하였으며, 처리구 CPM-II와 CPM-III에서는 대조구와 유의적인 차이를 보였다. 9점 기호척도법을 적용한 두부 향의 결과, 동부박 첨가 비율이 증가함에 따라 향의 관능적 분석치는 감소하였으며, 첨가비율 20%까지는 유의적인 차이가 없었다. 외관의 경우는 대조구와 동부박을 첨가하여 제조한 두부 전 처리구간에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 종합적인 기호도에 대한 관능분석 결과 대조구와 동부박 첨가 처리구 CPM-I, CPM-II 간에는 유의적인 차이가 없었으나 동부박 30% 첨가 처리구 CPM-III의 경우는 유의적인 차이를 나타내어 맛에 대한 관능적 분석 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 이와같이 9점 기호척도법을 적용한 관능적인 분석 결과는 동부박 현탁액 첨가비율이 10%인 처리구 CPM-I의 경우 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않아, 동부박 제조의 부산물을 이용하여 두부제조에 적용할 때는 동부박 첨가 비율이 10%가 적합하다고 판단되었다.

### Isolflavone 함량

동부박을 첨가하여 제조한 두부의 *isoflavone* 분석을 *glycoside*와 *aglycone* 형태로 분류하여 Fig. 1과 Fig. 2에 나타내었다. 대두가공식품에 함유된 *phyto-estrogen* 역할을 하는 *isoflavone-glycoside* (IG)인 *genistin*, *daidzin*, *glycitin*



**Fig. 1.** Changes in the content of isoflavone-glycoside in tofu prepared with addition of cowpea meal. CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM), CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM), CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM), CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM).



**Fig. 2.** Changes in the content of isoflavone-aglycone in tofu prepared with addition of cowpea meal. CPM-O: Control-tofu added with 0% cowpea meal (CPM), CPM-I: Tofu added with 10% cowpea meal (CPM), CPM-II: Tofu added with 20% cowpea meal (CPM), CPM-III: Tofu added with 30% cowpea meal (CPM).

형태로 비배당체인 *genistein*, *daidzein*, *glycitin* 형태로 존재한다<sup>43-46</sup>). 대두 및 대두가공식품에 함유된 아이소플라본 함량은 0.1~0.4%로 함유되어 있는데<sup>42,47</sup>), Wang과 Murphy<sup>48</sup>)에 의하면 두부의 *isoflavone* 함량이 44% 감소된다고 하였으며, Jackson 등<sup>49</sup>)은 두부제조 중 가열처리로 *isoflavone* 함량이 15~28% 감소한다고 보고한 바 있다. Lee 등<sup>50</sup>)은 생대두의 *isoflavone*을 분석한 결과 *genistin*이 *daidzin* 농도보다 높다는 결과와 일치함을 보였다. 대조구 및 동부박 10~30% 첨가 처리한 전 처리구 CPM-I, CPM-II, CPM-III 각각의 *isoflavone-glycoside* (IG)는 *genistin*, *daidzin*, *glycitin* 순으로 많이 함유되어 있었으며, 동부박(CPM) 첨가 비율이 증가함에 따라 그 함량은 유의적으로 감소하였다. 처리구 CPM-I의 경우 대조구와 *genistin*, *daidzin*, *glycitin*

함량은 차이가 없었으나 처리구 CPM-III는 30 µg/g으로 가장 낮은 함량을 나타내었다(Fig. 1). 동부박을 첨가하여 제조한 두부의 isoflavone-aglycone (IA)을 분석한 결과(Fig. 2)를 보면, isoflavone-glycoside (IG)보다는 함량이 낮았으며, genistein과 daidzein이 glycitein 보다 많이 함유되어 있었다. 또한 동부박 첨가비율이 첨가됨에 따라 유의적으로 감소함을 보였다.

## 요 약

동부박(CPM)을 첨가하여 제조한 두부의 품질특성의 변화를 측정하였다. CPM 첨가비율이 증가할수록 L값은 대조구 CPM-O과 처리구 CPM-I, CPM-II, CPM-III 간에 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ). b값은 CPM-III에서 14.26로 가장 낮았으며, 동부박(CPM) 첨가비율이 증가함에 따라 감소하였다. 텍스처 프로파일의 결과는 대조구 CPM-O와 동부박 첨가 처리구 CPM-I간에는 응집성(cohesiveness)을 제외한 모든 조사항목에서 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 처리구 별 pH는 6.36~6.52로 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 탁도는 1.46~1.81 범위로 CPM 첨가비율이 증가됨에 따라 증가하였다. 일반 세균수는 CPM-III에서  $4.40 \times 10^2$  CFU/g로 대조구와 유의적인 차이를 나타내었다. *Esterichia coli*의 경우, 대조구 CPM-O와 전 처리구에서 검출되지 않았다. 관능적인 분석 결과는 동부박 현탁액 첨가비율이 10%인 처리구 CPM-I의 경우 대조구와 유의적인 차이를 나타내지 않아, 동부박 제조의 부산물을 이용하여 두부제조에 적용할 때는 동부박 첨가 비율이 10%가 적합하다고 판단되었다. Isoflavone glycoside (IG)는 genistin, daidzin, glycitin 순으로 많이 함유되어 있었으며, 동부박(CPM) 첨가 비율이 증가함에 따라 그 함량은 유의적으로 감소하였다. Isoflavone-aglycone (IA)는 IG보다는 함량이 낮았으며, genistein과 daidzein이 glycitein 보다 많이 함유되어 있었으며, 동부박 첨가비율이 증가됨에 따라 유의적으로 감소하였다.

## 감사의 말씀

본 연구는 2014년도 동남보건대학교 학술연구소 지원에 의하여 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Kim, J.H., Woo, E.Y., Kim, K.S. and Kim, K.H.: A study on the soybean curd (tofu) made from defatted soybean flour. *Korean J. Food Nutr.*, **19**, 22-27 (2006).
- Hwang, I.G., Hwang, Y., Kim, H.Y., Lee, J.S., Jeong, H.S. and Yoo, S.M.: Quality characteristics of tofu (soybean curd) added with Cheongyanf hot pepper (*Capsicum Annum* L.) Juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **40**, 999-1005 (2011).
- Kim, J.Y., Kim, J.H., Kim, J.K. and Moon, J.D.: Quality attributes of whole soybean flour tofu affected by coagulant and theirs concentration. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 402-409 (2000).
- 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* RUPRECHT (Omija) and *Prunus mume* (mae-sil). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **32**, 1087-1092 (2000).
- Chung, D.O.: Characteristics of tofu (soybean curd) quality mixed with *Enteromorpha intestinalis* powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **39**, 745-749 (2010).
- Lee, S.J., Chung, E.S. Park, G.S.: Quality characteristics of tofu coagulated by apricot juice. *J. Korean Food Cookery Sci.*, **22**, 825-831 (2006).
- Lee, Y.T.: Quality characteristics and antioxidative activity of soybean surd containing small black soybean. *Korean Soybean Digest.*, **24**, 14-22 (2007).
- Im, J.G., Park, I.K. and Kim, S.D.: Quality characteristics of tofu added with basil water extracts. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, **20**, 26-32 (2004).
- Kim, M.J., Kim, A.J. and Shin, J.H.: Preparation and characterization of black ginseng tofu. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, **22**, 68-74 (2012).
- Kim, J.H.: Development of functional soybean curd using isolated soy protein. MS Thesis Yongin University, Yongin, Korea (2004).
- Lee, K.H. and Choi, J.Y.: Quality properties of soybean curd by the addition of black rice (*Oryza sativar* var. suwon 415) flour. *J. Korean Soc. Ind. Food Technol.*, **7**, 73-78 (2003).
- Yoo, J.Y., Cho, H.S. and Park, B.H.: Quality characteristics of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder. *Korean J. Food Preserv.*, **20**, 495-501 (2013).
- Kang, N.S., Kim, J.H., Kim, J.K.: Quality characteristics of soybean curd mixed with freeze dried onion powder. *Korean J. Food Preserv.*, **14**, 47-53 (2007).
- Choi, G.H., Kim, K.C. and Lee, K.H.: Quality and antioxidant characteristics of soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **39**, 414-420 (2010).
- Lee, Y.R., Chung, H.S., Seong, J.H. and Moon, K.D.: Quality characteristics of tofu with added astringent persimmon powder. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **43**, 329-333 (2011).
- Kim, S.S., Park, M.K., Oh, N.S., Kim, D.C., Han, M.S. and In, M.J.: Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd (tofu). *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.*, **46**, 12-15 (2003).
- Park, B.H., Cho, H.S., Jeon, E.R., Kim, S.D. and Koh, K.M.: Quality characteristics of soybean curd prepared with lotus leaf powder. *Korean J. Food Culture*, **24**, 315-320 (2009).
- Min Y.H., Kim, J.Y., Park, L.Y., Lee, S.H. and Park, G.S.: Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with tumeric (*Curcuma aromatic* Salab). *Korean J. Food Cookery Sci.*, **23**, 510-510 (2007).
- Kim, D.H., Lim, M.S. and Kim, Y.O.: Effect of seaweeds

- addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **25**, 249-254 (1996).
20. Cho, H.S. and Kim, K.H.: Quality characteristics of tofu added with shrimp powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life*, **19**, 743-749 (2009).
  21. Kim, K.T., Im, J.S. and Kim, S.S.: A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean surd prepared with various coagulants. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 965-969 (1996).
  22. Cho, Y.O., Chung, H.S. and Youn, K.S.: Effects of coagulants on the manufacturing of soybean curd containing natural materials. *Korean J. Poastthatvest Sci. Technol.*, **7**, 249-255 (2000).
  23. Park, Y.J., Oh, N.S., Han, M.S., Park, M.K. and In, M.I.: Effects of coagulants on the yield and textural properties of soybean curd (tofu) containing garlic. *J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem.*, **47**, 370-372 (2004).
  24. Singh, B., Ajeigbe, H. A., Tarawali, S. A., Fernandez-Rivera, S. and Abubakar, M.: Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder. *Field Crops Research*, **84**, 169-150, (2003).
  25. Cho, Y.H., Chang, J.O. and Koo, S.J.: Studies on physicochemical properties of cowpea and rheological properties of cowpea starch gel. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **3**, 54-63 (1987).
  26. Cui, E.J., Park, H.J., Wu, Q., Chung, I.S., Kim, J.Y. and Baek, N.I.: Sterols from the seed of cowpea (*Vigna sinensis* K.). *J. Appl. Biol. Chem.*, **53**, 77-81 (2010).
  27. Kann, MMAA, Jain, D.C., Bhakuni, R.S., Mohd, Z. and Thakur, R.S.: Occurrence of some antiviral sterols in *Artemisia annua*. *Plant Sci.*, **75**, 161-165 (1991).
  28. Hyun, J.W., Yang, Y.M., Sung, M.S., Chung, H.S., Pail, W.H., Kang, S.S. and Park, J.G.: The cytotoxic activity of sterol derivatives from *Pulsatilla chinensis* Regal. *J. Korean Cancer*, **28**, 145-150 (1996).
  29. Jayaprakasha, G.K., Mandadi, K.K., Poulouse, S.M., Jagoud, Y., Gowda, G.A.N. and Patil, B.S.: Inhibition of colon cancer cell growth and antioxidant activity of bioactive compounds from *Poncirus trifoliata* (L.) Raf.. *Bioorg. Med. Chem.*, **14**, 4923-4932 (2007).
  30. Kim, C.J., Lim, J.S. and Cho, S.K.: Anti-diabetic agents from medical plants inhibitory activity of *Schizonepeta tenuifolia* Spikes on the diabetogenesis by streptozotocin in mice. *Arch. Pharm. Res.*, **19**, 441-446 (1996).
  31. Moon, D.O., Lee, K.J., Choi, Y.H. and Kim, G.Y.:  $\beta$ -Sitosterol-induced-apoptosis is mediated by the activation of ERK and the down-regulation of Akt in MCA-102 murine *fibrosarcoma* cells. *Int. Immunopharmacol.*, **7**, 1044-1053 (2007).
  32. Koschutnig, K., Heikkinen, S., Kemmo, S., Lampi, A.M., Piironen, V. and Wagner, K.H.: Cytotoxic and apoptotic effects of single and mixed oxides of  $\beta$ -sitosterol on HepG2-cells. *Toxicol. in Vitro*, **23**, 755-762 (2009).
  33. Jung, Y.S., Choi, K.J., Kang, H.W. and Bae, D.G.: Research on the colorants extraction from black cowpea seed coats and their storage stability. *Korea J. Plant Res.*, **24**, 499-506 (2011).
  34. Kim, S.K. and Lee, A.R.: Textural properties of cowpea *Mook* as affected by heating conditions. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **27**, 659-663 (1998).
  35. Chon, S.U.: Change in polyphenol content, antioxidant activity and antioxidant enzyme status of cowpea during germination. *Korean J. Plant Res.*, **26**, 60-67 (2013).
  36. Cha, J.A., Cha, G.H., Chung, L.N., Kim, S.Y., Chung, Y.S. and Yang, I.S.: Investigation on the history of the *Muck* (tradition starch jelly) and its processing methods reviewed in the ancient and modern culinary literatures. *Korean J. Food Culture*, **23**, 73-89 (2008).
  37. Lee, Y.C. and Kim, K.O.: Sensory evaluation of the food. Hak Yeon Sa, Seoul, Korea, pp. 185-188 (1991).
  38. Choi, W.S., Choi, S.J. and Choi, U.K.: Changes in isoflavones and germination characteristics of Eunhakong (*Glycine max*) by germinated under dark condition. *Korean J. Food & Nutr.*, **26**, 318-322 (2013).
  39. SAS Institute: Inc. SAS User's Guide Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, U.S.A (1990).
  40. Zheng, G. and Zhu, S.: Antioxidant effects of soybean isoflavones. In *Antioxidants in Human Health and Disease* (Basu, T.K., Temple, N.J. and Garg, M.L. eds). Oxford University Press, Wallingford, UK, pp. 123-130 (1999).
  41. Hwang, C.R., Yoon, H.S., Kang, M.J., Sim, H.J., Shin, J.H.: Quality characteristics of tofu coagulated by deep ground sea-like water. *Korean J. Food Preserv.*, **20**, 636-642 (2013).
  42. Park, I.D.: Quality characteristics of tofu added with loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) leaf powder. *Korean J. Food Culture*, **27**, 521-527 (2012).
  43. Heber, D. Berdanier, C.D, Dwyer, J.T., Feldman, E.B.: *Plant Foods and Phytochemicals in human health*. CRC Press., Boca Raton, Florida, USA, pp. 176-181 (2008).
  44. Park, E.S., Choi, S.K., Zhang, X.H., Choi, U.K. and Seo, J.S.: Effect of *Cheonggukjang* made with germinated soybean on lipid contents and fecal excretion of neutral steroids in rats fed a high cholesterol diet. *Food Sci. Biotechnol.*, **22**, 15-21 (2013).
  45. Kirzer M.S. and Xu, X.: Dietary phytoestrogens. *Annual Review of Nutrition*, **17**, 358-387 (1997).
  46. Lampe, J.W.: Isoflavonoid and lignan phytoestrogens as dietary biomarkers. *J. Nutr.*, **133**, 956S-964S (2003).
  47. Nendrich, S., Wang, G.J., Lin, H.K., Xu, X., Tew, B.Y., Wang, H.J. and Mirphy, P.A.: Isoflavone metabolism and bioavailability. In *Antioxidant Status, Diet, Nutrition and Health* (Papas, A.M. ed.) CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida, USA, pp. 211-230 (1999).
  48. Wang, H.J. and Murphy, P.A.: Mass balance study of isoflavones during soybean processing. *J. Agr. Food Chem.*, **44**, 2377-2383 (1996).
  49. Jackson, C.J.C., Dini, J.P., Lavandier, C., Rupasinghe, H.P.V., Faulkner, H., Poysa, V., Buzzell, D. and DeGrandis, S: Effects of processing on the content and composition of isoflavones during manufacturing of soy beverage and tofu. *Process Biochem.*, **37**, 1117-1123 (2002).
  50. Lee, S.W., Park, Y.W., Han, Y.S., Chang, P.S., Lee, J.M., Kim, Y.S. and Lee, J.H.: Changes in isoflavone profiles during *Cheongyukjang* preparation, a traditional Bangga food. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **41**, 141-145 (2009).