

청양고추 착즙액을 첨가한 두부의 품질 특성

황인국¹ · 황 영¹ · 김하윤¹ · 이준수² · 정현상² · 유선미^{1*}

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

²충북대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Tofu (Soybean Curd) Added with Cheongyang Hot Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Juice

In Guk Hwang¹, Young Hwang¹, Ha Yun Kim¹, Junsoo Lee², Heon Sang Jeong², and Seon Mi Yoo^{1*}

¹Dept. of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science,
Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the quality characteristics of tofu (soybean curd) prepared with added Cheongyang hot pepper juice (CPJ). The moisture, crude protein, crude lipid, and crude ash contents of the control tofu were 82.98%, 10.26%, 4.86%, and 0.41%, respectively. The moisture content of tofu decreased according to the level of added CPJ, whereas the crude protein, crude lipid, and crude ash contents increased. The yield of tofu prepared with 5% CPJ significantly increased relative to that of control tofu. The turbidity and acidity increased with increasing concentration of CPJ, whereas pH decreased. The Hunter's color values of the tofu were significantly lower in L and a values and significantly higher in b values with increasing concentration of CPJ. The hardness, adhesiveness, and springiness of the tofu samples did not differ significantly according to the level of added CPJ. Capsaicin, dihydrocapsaicin, total polyphenol contents, and antioxidant (DPPH radical and ABTS radical scavenging activity) activities were significantly increased with increasing concentration of CPJ. Sensory evaluation indicated that the tofu prepared with 5% CPJ was not significantly different from the control tofu. Overall, CPJ could be used as an effective ingredient to improve the sensory and antioxidant properties of tofu without affecting the quality properties.

Key words: tofu, Cheongyang hot pepper, quality characteristics, antioxidant

서 론

콩(*Glycine max* L.)은 우리나라를 비롯한 동남아시아에서 널리 재배되었으며, 곡류를 주식으로 하고 동물성 단백질의 섭취가 부족한 동양 문화권에서 중요한 단백질 공급원으로 오래전부터 소비되어 왔다(1). 콩에는 단백질(35~40%), 지방(15~20%), 탄수화물(35%) 등의 영양성분 이외에 mineral, oligosaccharide, dietary fiber, isoflavone, phytate, saponin, lecithin, phenolic acids 등의 다양한 생리활성 성분이 함유되어 있어 골다공증 예방, 혈중 콜레스테롤 저하, 혈압강하, 항산화, 항암, 항비만, 고지혈증 등에 효과가 있는 것으로 보고되면서 서양에서도 soy foods에 대한 관심과 소비가 증가하고 있다(1-3).

두부는 콩을 이용한 대표적인 콩 가공식품으로 수용성 단백질(glycinin)을 추출하여 염이나 산으로 응고시킨 gel상의 식품으로 일반두부, 연두부, 순두부, 유부 등의 형태로 제조

되고 있다. 두부의 품질은 대두의 종류, 두유의 농도, 가열 온도와 시간, 응고제의 종류와 양, 응고시간, 성형압력 등에 영향을 받는 것으로 보고되어 있으며(4-6), 이에 대한 연구는 많이 이루어져 있다. 최근 생활수준의 향상으로 인해 많은 사람들이 건강에 대한 인식 변화와 더불어 웰빙의 영향으로 건강에 대한 관심이 급증하면서 두부 제조 시 복분자(7), 양과분말(8), 쪽(9), 수수(10), 홍삼 추출물(11), 파래분말(12) 등을 첨가하여 두부의 저장성, 품질 특성 및 기능성을 향상시키고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

고추는(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 다년생 초본식물로 온대에서 열대지방에 걸쳐 널리 재배되고 있으며, 우리나라에서 가장 많이 생산, 소비되는 채소작물로서 주로 음식의 맛을 내는 향신료로 한국인의 식생활에 없어서는 안 될 중요한 위치를 차지하고 있다(13,14). 고추에는 단백질, 무기질, 섬유소 등의 영양성분을 비롯한 vitamin A, B₁, B₂, C, E 및 나이아신 등이 풍부한 우수한

*Corresponding author. E-mail: yoosm@korea.kr
Phone: 82-31-299-0460, Fax: 82-31-299-0454

식재료이다. 또한 carotenoids, capsaicinoids, polyphenol, flavonoid 등의 활성성분이 함유되어 있어 항산화, 항암, 항비만, 콜레스테롤 저하 및 식욕증진 효과를 보이는 것으로 보고되어있다(15-17). 최근 소비자들의 매운맛 선호도가 높아지는 경향에 따라 식품첨가물로서 capsaicin 사용량이 증가하고 있으며, 매운맛을 내는데 고추, 후추 등을 병행해서 사용하는 경우도 많다(18). 하지만 아직까지 고추는 김치, 고추장 및 각종 양념용으로 주로 사용될 뿐 그 활용 범위가 매우 제한적인 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 영양성분 및 생리적 효능이 우수한 고추의 이용 분야 확대와 소비자의 기호를 만족시키기 위하여 청양고추 착즙액의 첨가량을 달리하여 제조한 두부의 품질 특성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 대두(백대) 및 청양고추는 2011년도 3월 대형마트에서 구입하여 시료로 사용하였다. 구입한 청양고추는 청고추였다. 두부 제조를 위한 응고제는 무기성분을 함유하지 않은 G.D.L(glucono- δ -lacton, Food additives grade, Roquette, Lestrem, France)을 사용하였고, capsaicin, dihydrocapsaicinascorbic acid, Folin-Ciocalteu(F-C), ABTS (2,2-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)), DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) reagent는 Sigma (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 그 밖에 사용된 추출용매 및 시약은 analytical 및 HPLC 등급을 사용하였다.

청양고추즙 첨가 두부 제조

대두 200 g을 10배량의 증류수를 첨가하여 상온에서 24시간 동안 수침한 후 분쇄기(HR-2870, Philips, Amsterdam, Netherlands)로 분쇄하였다. 분쇄한 두미액을 90~95°C에서 10분간 끓인 후 여과포로 착즙하여 두유를 제조하였고, 1,600 mL의 두유를 두부제조에 사용하였다. 청양고추즙은 청양고추 2.5 kg을 흐르는 물로 수차례 세척하여 물기 및 꼭지를 제거한 다음 분쇄기(HMF-1000, HANIL Electric, Seoul, Korea)에 한번에 200 g씩 넣어 1분간 분쇄 후 여과포로 걸러 제조하였다. 두부제조는 두유량의 0, 5, 10, 15%(v/v) 청양고추즙을 첨가한 후 water bath에서 중탕하면서 75~80°C의 온도에서 G.D.L을 최종 농도가 0.25%(w/v)가 되도록 첨가하여 실온에서 10분간 응고시켰다. 응고물을 여과포를 간성형틀에 넣고 40 g/cm² 압력으로 30분간 압착 성형하여 두부를 제조하였으며, 찬물에 2시간 침지한 후 두부 표면의 물기를 제거한 다음 분석용 시료로 사용하였다.

원료 및 청양고추즙 첨가 두부의 일반성분

원료 및 제조된 두부의 일반성분 분석은 AOAC법(19)에

준하여 측정하였다. 수분함량은 105°C 상압가열법, 조단백질함량은 semi-micro Kjeldahl법, 조지방함량은 Soxhlet법, 조회분함량은 550°C 직접회화법을 사용하여 측정하였다.

원료 및 청양고추즙 첨가 두부의 pH, 총산도, 탁도 및 수을 측정

청양고추즙 및 두유의 pH는 원액 50 mL을 측정용 시료로 사용하였고, 두부의 pH는 제조된 두부 10 g에 증류수 50 mL를 가하여 마쇄한 후 Whatman filter paper(No. 2, Whatman)로 여과하여 pH meter(Orion 4 star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였으며, 총산도는 0.1 N NaOH용액으로 pH 8.3이 될 때까지 적정에 소요된 mL를 lactic acid로 환산하여 나타내었다. 탁도는 제조된 두부의 순물을 Whatman filter paper(No. 2, Whatman)로 여과한 후 여액을 spectrophotometer(UV-1650PC, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 600 nm에서 흡광도를 측정하였다. 두부의 수율은 사용한 원료 대두 g 당 얻어지는 두부 무게와의 비율로 측정하였다(12).

색도 측정

제조된 두부의 색도는 색차계(Color and color difference meter, CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a값(redness), 황색도를 나타내는 b값(yellowness)의 변화된 값을 비교하였다.

조직감 측정

제조된 두부의 조직감은 일정크기(2×2×2 cm)로 절단하여 texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems Ltd., Haslemere, England)로 10회 반복하여 TPA(texture profile analysis)를 측정하였다. 측정조건은 ϕ 25 mm cylinder probe를 사용하였으며, pre- 및 post-test speed는 1.0 mm/sec, test speed는 1.0 mm/sec, stain은 70%, trigger force는 1.0 g으로 하여 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess) 및 씹힘성(chewiness)을 구하였다.

Capsaicinoids 함량 분석

청양고추 및 제조된 두부의 capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량은 Jung 등(20)의 방법을 변형하여 실행하였다. 즉, 동결 건조된 시료 2 g를 methanol 100 mL과 혼합하여 homogenizer(Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)로 2분간 교반하여 추출하였다. 균질화 후 100 mL mass flask에 깔대기를 넣고 Toyo No. 2 filter paper를 이용하여 여과 후 methanol로 정용하였다. 정용 후 2 mL을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 Agilent Technologies 1200 series HPLC systems(Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. HPLC 조건은 Mightysil RP-18 GP column(4.6×250 mm, 5 μ m, Kanto Chemical, Tokyo,

Japan)을 사용하였으며, fluorescence detector(Exλ=280 nm, Emλ=320 nm)를 이용하여 검출하였다. 이동상은 80% acetonitrile로 flow rate는 0.6 mL/min이며 시료의 주입량은 20 µL이었다.

추출물 제조

동결 건조된 두부 5 g에 80% ethanol 100 mL을 가하여 1시간 동안 3회 초음파추출 하였다. 추출물은 감압여과 하여 회전진공농축기(EYELA N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)로 40°C에서 용매를 완전히 제거한 다음 80% ethanol 20 mL에 정용하여 항산화활성 측정용 시료로 사용 하였다.

총 폴리페놀 함량 및 항산화활성 측정

총 폴리페놀 함량은 Hwang 등(21)의 방법에 따라 분석하였다. 각 추출물 100 µL에 2% Na₂CO₃ 용액 2 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 µL를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고, 표준물질로 gallic acid를 사용하였다. 검량선을 작성한 후 총 폴리페놀 함량은 시료 100 g 중의 mg gallic acid 로 나타내었다.

ABTS 및 DPPH radical을 이용한 총 항산화력은 Hwang 등(21)의 방법을 변형하여 측정하였다. ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS·⁺ 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS·⁺용액 1 mL에 추출액 50 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. DPPH radical의 소거활성은 0.2 mM DPPH용액 1.0 mL에 시료 50 µL를 첨가한 후 520 nm에서 정확히 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하다. ABTS 및 DPPH radical 소거활성은 AEAC(L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity)로 표현하였다.

관능특성

청양고추즙 첨가량을 달리하여 제조한 두부의 관능평가는 농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 연구원 10명에게 실험의 목적에 대하여 충분히 이해시킨 후 실시하였다. 두부는 동일 크기(3×3×1 cm)로 자른 후 흰색 접시에 담아 제공하였으며, 한 개의 시료를 평가 후 반드시 생수로 입안을 헹구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 측정 항목은 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적 기호도에 대하여 9점 척도법(1점=아주 나쁘다, 5점=보통이다, 9점=아주 좋다)으로 평가하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 통계프로그램(Statistical Package for the Social Science, Ver. 12.0 SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of Variation)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

원료 및 청양고추즙 첨가 두부의 일반성분

두부제조에 원료로 사용한 콩, 두유, 청양고추 및 청양고추즙의 일반성분을 분석한 결과 Table 1과 같이 나타났다. 콩의 일반성분은 수분 8.79%, 조단백질 39.59%, 조지방 14.24%, 조회분 4.87%이었으며, 두유의 경우 수분 94.19%, 조단백질 2.41%, 조지방 1.02%, 조회분 0.38%이었다. 청양고추는 수분 90.19%, 조단백질 1.53%, 조지방 0.47%, 조회분 0.57%이었으며, 착즙액은 수분 95.26%, 조단백질 1.06%, 조지방 0.24%, 조회분 0.52%이었다.

청양고추즙 첨가량별로 제조한 두부의 일반성분은 Table 2와 같다. 무첨가 두부의 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 각각 82.98%, 10.26%, 4.86%, 0.41%로 나타났다. 청양고추즙 첨가 두부의 수분함량은 첨가량이 증가할수록 85.54~83.26%로 감소하는 경향을 보였지만, 무첨가 두부에 비해 높은 수분함량을 보였다. 이는 청양고추즙 함유된 식이 섬유와 색소성분 등이 단백질과 응고제와의 결합 강도 및 시간에 영향을 주어 두부의 보수력에 영향을 주기 때문이라 생각된다(22). 청양고추즙 첨가 두부의 조단백질, 조지방 및 조회분 함량은 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 각각 9.61~9.98%, 4.48~4.77%, 0.38~0.40%로 증가하는 경향을 보였지만, 무첨가 두부에 비해 낮은 함량을 나타냈다. 하지만 두부의 수율(Table 3)을 고려해 볼 때 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

청양고추즙 첨가 두부의 수율, pH, 총산도 및 탁도

청양고추즙 첨가량별로 제조한 두부의 수율, pH, 총산도 및 탁도를 측정한 결과 Table 3과 같다. 무첨가 두부의 수율은 238.69%이었으며, 청양고추즙 첨가 시 수율은 무첨가 두부에 비해 증가하였으나, 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 251.38~242.66%로 감소하는 경향을 보였고 5% 첨가두부에서 대조구에 비해 유의적(p<0.05)으로 높았다. 일반적으로

Table 1. General compositions of raw materials

(Units: %)

Sample	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Soybean	8.79±0.07 ¹⁾	39.59±0.33	14.24±0.02	4.87±0.02
Soymilk	94.19±0.09	2.41±0.08	1.02±0.01	0.38±0.01
Cheongyang hot pepper	90.19±0.30	1.53±0.01	0.47±0.01	0.57±0.02
Cheongyang hot pepper juice	95.26±0.19	1.06±0.01	0.24±0.00	0.52±0.02

¹⁾Means of triplicate determinations±SD expressed.

Table 2. General compositions of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice

(Units: %)

Sample ¹⁾	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash
Control	82.98±1.15 ^{2)a3)}	10.26±0.40 ^b	4.86±0.05 ^c	0.41±0.01 ^b
5% CPJ	85.54±0.34 ^b	9.61±0.27 ^a	4.48±0.06 ^a	0.38±0.01 ^a
10% CPJ	83.53±0.98 ^a	9.90±0.52 ^{ab}	4.60±0.03 ^{ab}	0.38±0.02 ^a
15% CPJ	83.26±1.37 ^a	9.98±0.54 ^{ab}	4.77±0.15 ^{bc}	0.40±0.01 ^b

¹⁾Control: 0% soybean curd added Cheongyang hot pepper juice, 5% CPJ: 5% soybean curd added Cheongyang hot pepper juice, 10% CPJ: 10% soybean curd added Cheongyang hot pepper juice, 15% CPJ: 15% soybean curd added Cheongyang hot pepper juice.

²⁾Means of triplicate determinations±SD expressed.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

Table 3. Yield, pH, acidity and turbidity of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice

Sample ¹⁾	Yield (%)	pH	Total acidity (%)	Turbidity
Soy milk	—	6.73±0.03	0.09±0.01	—
Cheongyang hot pepper juice	—	5.64±0.02	0.14±0.01	—
Control	238.69±5.38 ^{2)a3)}	5.76±0.02 ^b	0.22±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a
5% CPJ	251.38±4.71 ^b	5.74±0.02 ^{ab}	0.23±0.02 ^{ab}	0.14±0.01 ^{ab}
10% CPJ	246.43±3.75 ^{ab}	5.73±0.01 ^{ab}	0.25±0.02 ^{bc}	0.15±0.02 ^{ab}
15% CPJ	242.66±4.39 ^{ab}	5.72±0.02 ^a	0.27±0.01 ^c	0.16±0.01 ^b

¹⁾Abbreviations are the same as in Table 2.

²⁾Means of triplicate determinations±SD expressed.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

두부의 수율은 콩 중의 수용성 단백질과 지방함량의 차이 때문인 것으로 보고되어 있다(12,22). 또한, 두부 제조 시 첨가하는 천연물의 종류 및 형태에 따라 영향을 받으며, Choi 등(23)과 Chung(12)은 천연물의 첨가가 단백질의 응고성에 변화를 주어 보수력이 낮아져서 첨가량이 증가할수록 수율이 감소한다고 보고한 바 있으며, 쪽(9), 함초(24), 연잎분말(25), 오미자(26) 첨가의 경우에도 수율이 감소하는 현상을 보였다. 반면 구기자(27), 청국장분말(28) 첨가 두부의 경우 수율은 증가하는 것으로 보고하였다. 두유 및 청양고추추출액의 pH는 각각 6.73 및 5.64였고, 총산도는 각각 0.09% 및 0.14%이었다(Table 3). 무첨가 두부의 pH와 총산도는 각각 5.76 및 0.22%이었으며, 청양고추추출 첨가량이 증가할수록 pH의 경우 5.74~5.72로 감소하는 경향을 보였고, 총산도는 0.23~0.27%로 증가하는 경향을 나타냈다. 이는 청양고추추출의 유기산이 두부로 이행되었기 때문인 것으로 생각된다. 무첨가 두부 순물의 탁도는 0.14였으며, 청양고추추출 첨가 두부의 경우 0.14~0.16으로 다소 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이는 없었다.

청양고추추출 첨가 두부의 색도 측정

청양고추추출 첨가량별로 제조한 두부의 색도를 측정된 결과 Table 4와 같다. 명도(lightness)를 나타내는 L값은 무첨가 두부가 85.33이었으며, 청양고추추출 첨가량이 증가할수록 76.23~67.45로 대조구와 유의적인($p<0.05$) 차이를 보이며 감소하였다. 적색도(redness)를 나타내는 a값은 음의 값이 클수록 강한 청색을 나타내는 것으로 무첨가 두부의 a값은 0.87이었으며, 청양고추추출 첨가량이 증가할수록 -a값은 -4.14~-6.11로 유의적으로($p<0.05$) 증가하였다. 황색도(yellow-

Table 4. Hunter's color values of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice

Sample ¹⁾	L	a	b
Control	85.33±0.27 ^{2)d3)}	0.87±0.08 ^d	17.72±0.36 ^a
5% CPJ	76.23±0.27 ^c	-4.14±0.26 ^e	25.26±0.67 ^b
10% CPJ	71.31±0.41 ^b	-5.74±0.09 ^b	28.74±0.31 ^c
15% CPJ	67.45±0.12 ^a	-6.11±0.14 ^a	32.59±0.52 ^d

¹⁾Abbreviations are the same as in Table 2.

²⁾Means of triplicate determinations±SD expressed.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

ness)를 나타내는 b값은 무첨가 두부가 17.72에서 청양고추추출 첨가량이 증가할수록 25.26~32.59로 증가하는 경향을 보였다. 색은 식품의 기호성, 신선도, 성숙도, 품질 등을 결정하는 중요한 요소 중 하나로서 색도는 시각적 기호도의 척도로 이용된다. 최근 천연색소가 기능적, 관능적 특성이 우수한 것으로 평가되고 있어 천연색소에 대한 관심이 증가하고 있다(29). 따라서 청양고추추출 첨가 두부는 일반 두부와 다른 녹색을 나타내므로 녹색의 강도에 따라 두부의 기호도에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

청양고추추출 첨가 두부의 조직감 측정

조직감은 신체의 일부와 식품이 접촉하여 생기는 물리적 자극에 대한 촉각반응으로써 식품의 품질을 결정하는 중요한 인자이다. 청양고추추출 첨가량별로 제조한 두부의 조직감(TPA)을 측정된 결과 Table 5와 같다. 무첨가 두부의 견고성, 부착성, 탄력성, 검성, 씹힘성은 각각 336.41 g, -32.95 g·s, 0.79, 131.57 및 102.55로 나타났다. 청양고추추출 첨가 두부의 경우 첨가량이 증가할수록 견고성, 부착성, 탄력성은

Table 5. Texture characteristics of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice

Sample ¹⁾	Hardness (g)	Adhesiveness (g·s)	Springiness	Gumminess	Chewiness
Control	336.41±35.87 ^{2)a3)}	-32.95±8.21 ^a	0.79±0.06 ^a	131.57±25.56 ^b	102.55±18.73 ^b
5% CPJ	302.38±46.68 ^a	-28.83±7.55 ^a	0.77±0.09 ^a	94.58±6.48 ^a	80.45±11.49 ^a
10% CPJ	314.46±41.36 ^a	-28.85±4.10 ^a	0.77±0.04 ^a	106.69±12.84 ^{ab}	84.61±14.68 ^{ab}
15% CPJ	323.26±32.61 ^a	-32.35±3.68 ^a	0.81±0.05 ^a	129.64±20.60 ^b	96.56±9.86 ^{ab}

¹⁾Abbreviations are the same as in Table 2.

²⁾Means of triplicate determinations±SD expressed.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

각각 302.38~323.26 g, -28.83~-32.35 g·s 및 0.77~0.81로 증가하는 경향을 보였고 대조구와 유의적인 차이는 없으므로 나타났다. 또한, 검성 및 씹힘성도 각각 94~129.64 및 80.45~96.56으로 증가하는 경향을 보였으며, 5% 첨가 두부에서 대조구에 비해 유의적으로($p<0.05$) 감소하였다. 두부의 겔화는 단백질과 단백질, 단백질과 용매 간의 인력에 의해 이루어지며 단백질의 3차원 망이 그 안에 물을 가두어 탄력성을 띄게 되는데 너무 빠른 응고는 단백질이 일정한 모양으로 정렬될 시간이 없으므로 단단해지며 물이 빠져나오는 이수현상을 가져와 두부의 물성에 영향을 미치게 된다(22). 두부의 물성은 두유의 고형분 함량, 단백질 함량과 조성, 응고제의 종류 및 첨가량, 성형조건 등에 따라 영향을 받으며(4-6), 파래(12), 합초(24), 연잎(25) 첨가 두부의 경우 첨가량이 증가할수록 경도가 증가하는 경향을 보였다. 반면 양파 분말(8), 수수가루(10), 해조류(30) 첨가 두부의 경우 경도는 감소하는 현상을 보여 두부 제조 시 첨가하는 천연물의 형태 및 종류에 따라 두부의 물성은 상이할 것으로 생각된다.

청양고추즙 첨가 두부의 capsaicinoids 함량 분석

고추 매운맛의 주성분은 capsaicinoids 물질로, capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin 등의 동족체로 구성되어 있고 이중 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 매운맛 성분의 80~90%를 차지하고 있으며, 고추 품종, 재배지역의 기후 및 토양조건, 수확시기 등에 따라 함량 범위가 광범위하다(31). Kim 등(32)은 고추 47종에 대한 capsaicinoids 함량을 분석한 결과 10.54~250.87 mg/100 g의 범위였으며, Yoon 등(33)의 재배 방식에 따른 11품종에 대한 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량은 각각 0.0~268.3 mg/100 g 및 0.0~55.1 mg/100 g으로 청양품종이 가장 높은 함량을 나타냈다. 청양고추즙 첨가량별로 제조한 두부의 capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량은 Fig. 1과 같다. 청양고추즙의 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함량은 각각 11.39 및 2.28 mg/100 mL로 확인되었다. 청양고추즙 첨가 두부의 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 함량은 첨가량에 비례하여 각각 1.62~5.21 및 0.35~1.33 mg/100 g으로 증가하였다. Ku 등(34)은 capsaicin 함량을 달리하여 제조한 김치의 매운맛 특성을 검토한 결과 capsaicin 함량 1.74 mg%로 제조한 김치의 경우 확실히 맵다고 평가되었으

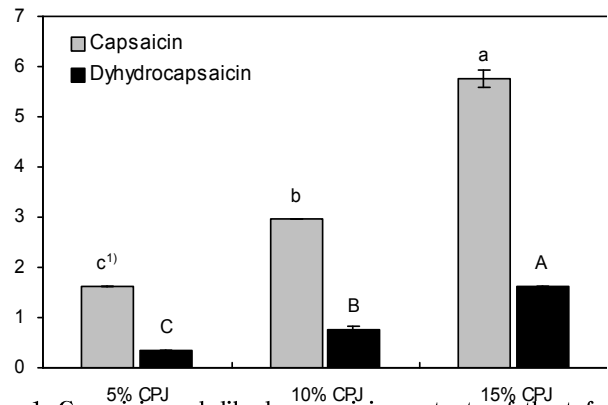


Fig. 1. Capsaicin and dihydrocapsaicin contents of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice. ¹⁾Values with different letters on the bars in the same color are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

며, 0.87 및 0.43 mg%로 제조한 김치의 경우 유의적인 차이 없이 중간 매운맛으로 평가되었다. 본 연구에서 제조된 두부의 capsaicin 함량은 1.62 mg% 이상으로 보통 이상의 매운맛을 보일 것으로 생각된다.

청양고추즙 첨가 두부의 총 폴리페놀 함량 및 항산화활성 측정

식품에 존재하는 polyphenol 화합물들은 수산기를 통한 수소공여와 페놀 고리 구조의 공명 안정화에 의해 인체 유해한 free radical을 안정화시키는 우수한 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있다(35). 청양고추즙 첨가 두부의 polyphenol 함량을 분석한 결과 Fig. 2와 같이 대조구의 polyphenol 함량은 31.08 mg/100 g이었고, 청양고추즙 첨가 두부의 경우 첨가량이 증가할수록 33.54~42.94 mg/100 g으로 유의적으로($p<0.05$) 증가하였다. DPPH 및 ABTS radical을 이용한 항산화활성은 L-ascorbic acid를 표준물로 이용하여 AEAC값(mg ascorbic acid equivalent/100 g, tofu)으로 산출하였고, 청양고추즙 첨가 두부의 항산화활성은 Fig. 3에 나타내었다. 대조구의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 각각 4.14 및 10.50 AEAC였고, 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 항산화활성은 각각 4.96~6.28 및 12.35~14.91 AEAC로 유의적으로($p<0.05$) 증가하였다. 이는 고추에 함유된 활성성분인 ascorbic acid, carotenoids, capsaicinoids, phenolic 화합물 등이 두부로 이행되었기 때문인 것으로 판단된다.

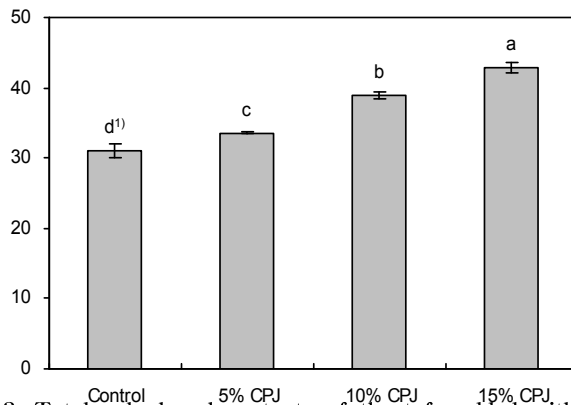


Fig. 2. Total polyphenol contents of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice. ¹⁾Values with different letters on the bars in the same color are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

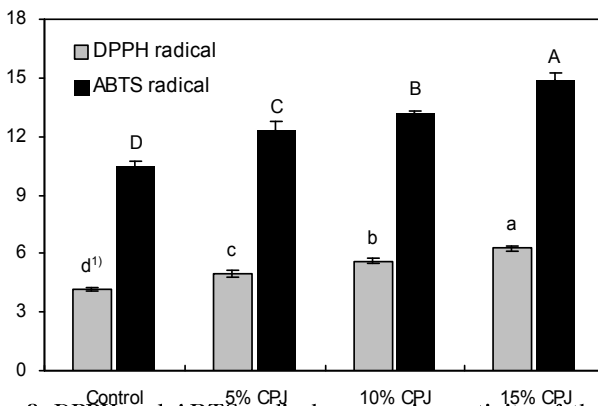


Fig. 3. DPPH and ABTS radical scavenging activity of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice. ¹⁾Values with different letters on the bars in the same color are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

청양고추즙 첨가 두부의 관능특성

청양고추즙 첨가 두부의 색, 향, 맛, 조직감 및 전반적 기호도를 평가항목으로 관능검사를 실시한 결과는 Table 6과 같다. 무첨가 두부의 색, 향, 맛, 조직감, 전반적 기호도에 대한 점수는 각각 5.83, 5.67, 6.17, 5.50 및 6.00이었고, 청양고추즙 첨가 두부의 경우 첨가량이 증가할수록 각각 6.17~4.82, 5.68~4.50, 6.33~3.67, 6.00~4.83 및 6.33~3.33으로 감소하는 경향을 보였지만, 전반적으로 5% 첨가 두부가 대조구에 비해 높은 점수를 받았다. 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 낮은 기호도를 보였는데, 이는 두부의 진한 청색과 고추 특유의 풋내 및 강한 매운맛 등의 요인으로 인한 결과인 것으로

로 생각된다. 따라서 청양고추 두부 제조 시 청양고추즙의 적정 첨가농도는 5% 이내로 하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 청양고추즙을 두유량의 5%, 10%, 15% (v/v)가 되도록 첨가하여 제조한 두부의 품질 특성 변화를 조사하였다. 제조된 두부의 수분 함량은 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였지만 무첨가 두부에 비해 높았으며, 조단백, 조지방 및 조회분 함량은 청양고추즙 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였다. 두부의 수율은 5% 청양고추즙 첨가 두부에서 대조구에 비해 유의적으로 ($p < 0.05$) 높게 나타났다. 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 탁도 및 총산도는 증가하였으며, pH는 감소하는 경향을 보였다. 두부의 색도는 청양고추즙을 첨가하였을 때 L값과 a값은 감소하고 b값은 증가하였다. 청양고추즙 첨가 두부의 견고성, 부착성, 탄력성, 감성, 씹힘성은 첨가량에 따라 증가하는 경향을 보였으나 대조구에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 청양고추즙 첨가 두부의 capsaicin, dihydrocapsaicin, 총 폴리페놀 함량과 DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 첨가량에 비례하여 각각 1.62~5.21, 0.35~1.33, 31.08~42.94 mg/100 g 및 4.14~6.26, 10.50~14.91 AEAC로 증가하였다. 두부의 관능검사 결과 점수는 청양고추즙 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였으나, 5% 첨가 두부가 대조구에 비해 유의적인 차이는 없었으나 다소 높은 점수를 받았다. 이상의 결과로부터 두부 제조 시 청양고추즙의 첨가는 두부의 품질 특성은 유지하면서 관능적 특성 및 기능성의 향상을 기대할 수 있으며, 적정 첨가량은 5% 이내가 적합할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ007805), 국립농업과학원 기관고유사업(PJ007524) 및 2011년도 농촌진흥청(국립농업과학원) 박사후연수과정지원사업에 의해 이루어진 것임.

Table 6. Sensory characteristics of the tofu added with Cheongyang hot pepper juice

Sample ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control	5.83±0.98 ^{2)a3)}	5.67±1.51 ^a	6.17±0.98 ^b	5.50±1.38 ^a	6.00±1.26 ^b
5% CPJ	6.17±1.17 ^a	5.68±1.52 ^a	6.33±1.03 ^b	6.00±0.89 ^a	6.33±0.52 ^b
10% CPJ	4.83±1.72 ^a	4.83±0.98 ^a	4.50±0.55 ^a	4.83±0.98 ^a	4.00±0.89 ^a
15% CPJ	4.82±2.23 ^a	4.50±2.51 ^a	3.67±1.03 ^a	5.00±1.79 ^a	3.33±1.03 ^a

¹⁾Abbreviations are the same as in Table 2.

²⁾Means of triplicate determinations±SD expressed.

³⁾Values with different letters in the same column are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

문헌

- Kim JS. 1996. Current research trends on bioactive function of soybean. *Korea Soybean Digest* 13: 17-24.
- Myung JE, Hwang IY. 2008. Functional components and antioxidative activities of soybean extract. *Korea Soybean Digest* 25: 23-29.
- Shon DH. 1997. Nutritional and bioactive components of soymilk and cow's milk (a review). *Korea Soybean Digest* 14: 66-76.
- Kim JY, Kim JH, Kim JK, Moon JD. 2000. Quality attributes of whole soybean flour tofu affected by coagulant and their concentration. *Korean J Food Sci Technol* 32: 402-409.
- Lee BY, Kim DM, Kim KH. 1990. Studies on the processing aptitude of the Korean soybean cultivars for soybean curd. *Korean J Food Sci Technol* 22: 363-368.
- Chang CI, Lee JK, Ku KH, Kim WJ. 1990. Comparison of soybean varieties for yield. Chemical and sensory properties of soybean curds. *Korean J Food Sci Technol* 22: 439-444.
- Han MR, Kim MH. 2007. Quality characteristics and storage improvement studies of *Rubus coreanus* added soybean curd. *Food Engineering Progress* 11: 167-174.
- Kang NS, Kim JH, Kim JK. 2007. Quality characteristics of soybean curd mixed with freeze dried onion powder. *Korean J Food Preserv* 14: 47-53.
- Baik YK, Kim SH, Park I. 2008. Quality characteristics of mugwort-tofu with various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1307-1311.
- Woo KS, Ko JY, Seo MC, Song SB, Oh BG, Lee JS, Kang JR, Nam MH. 2009. Physicochemical characteristics of the tofu (soybean curd) added sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1746-1752.
- Choi GH, Kim KC, Lee KH. 2010. Quality and antioxidant characteristics of soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 414-420.
- Chung DO. 2010. Characteristics of tofu (soybean curd) quality mixed with *Enteromorpha intestinalis* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 745-749.
- Cho YS, Cho MC, Suh HD. 2000. Current status and projects of national hot pepper industry in Korea. *J Korean Capsicum Res Coop* 6: 1-27.
- Jeong EJ, Bang BH, Kim KP. 2005. The characteristics of Kimchi by the degree of hotness of powdered red pepper. *Korean J Food & Nutr* 18: 88-93.
- Howard LR, Smith RT, Wagner AB, Villalon B, Burns EE. 1994. Provitamin A and ascorbic acid content of fresh pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) and processed jalapeños. *J Food Sci* 59: 362-365.
- Kim S, Kim KS, Park JB. 2006. Changes of various chemical components by the difference of the degree of ripening and harvesting factors in two single-harvested peppers (*Capsicum annuum* L.). *Korean J Food Sci Technol* 38: 615-620.
- Materska M, Piacente S, Stochmal A, Pizza C, Olezek W, Peruka I. 2003. Isolation and structure elucidation of flavonoid and phenolic acid glycosides from pericarp of hot pepper fruit *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry* 63: 893-898.
- Choi SK, Kim SH, Choi EH, Shin KE, Lee JH, Lee MS. 2010. Quality and sensory characteristics of Gochujang sauce by degree of hot taste. *The Korean J of Culinary Research* 16: 268-277.
- AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 8-35.
- Jung M, Hwang Y, Kim HY, Jeong HS, Park J, Park D, Lee J. 2010. Analyses of capsaicinoids and ascorbic acid in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1705-1709.
- Hwang IG, Kim HY, Joung EM, Woo KS, Jeong JH, Yu KW, Lee J, Jeong HS. 2010. Changes in ginsenosides and antioxidant activity of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) with heating temperature and pressure. *Food Sci Biotechnol* 19: 941-949.
- Kim KC, Hwang IG, Kim HY, Song HL, Kim HS, Jang KI, Lee J, Jeong HS. 2010. Quality characteristics and mineral, oxalate and phytate contents of tofu manufactured by recommended soybean cultivars in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 986-991.
- Choi YO, Chung HS, Yoon KS. 2000. Effects of various concentration of natural materials on the manufacturing of soybean curd. *Korean J Pastharvest Sci Technol* 7: 256-261.
- Kim MH, Shin MK, Hong GJ, Kim KS, Lee KA. 2010. Quality assessment of soybean curd supplemented with saltwort (*Salicornia herbacea* L.). *Korean J Food Cookery Sci* 26: 406-412.
- Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD, Koh KM. 2009. Quality characteristics of soybean curd prepared with *Lotus* leaf powder. *Korean J Food Culture* 24: 315-320.
- Kim JS, Choi SY. 2008. Quality characteristics of soybean curd with Omija extract. *Korean J Food & Nutr* 21: 43-50.
- Park BH, Koh KM, Jeon ER. 2010. Quality characteristics of tofu prepared with *Lycii fructus* powder during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 586-595.
- An SH, Lee SH, Park GS. 2008. Quality characteristics of tofu prepared with various concentrations of commercial Chungkukjang powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 258-265.
- Kong S, Lee J. 2010. Quality characteristics and changes in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 274-280.
- Kim DH, Lim MS, Kim YO. 1996. Effect of seaweeds addition on the physicochemical characteristics of soybean curd. *J Korean Soc Food Nutr* 25: 249-254.
- Chiang GH. 1986. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. *J Food Sci* 51: 499-505.
- Kim S, Park JH, Wang IK. 2002. Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J Food Sci* 67: 2957-2961.
- Yoon J, Jun JJ, Lim SC, Lee KH, Kim HT, Jeong HS, Lee J. 2010. Changes in selected components and antioxidant and antiproliferative activity of peppers depending on cultivation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 731-736.
- Ku KH, Kim NY, Park JB, Park WS. 2001. Characteristics of color and pungency in the red pepper for Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 33: 231-237.
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Sci* 2: 152-159.