

홍삼 추출물을 첨가한 연두부의 저장 중 품질 및 항산화 특성

최구희¹ · 김규천² · 이경행^{1*}

¹충주대학교 식품생명공학부

²흥진합동연식품

Quality and Antioxidant Characteristics of Soft Tofu Supplemented with Red Ginseng Extract during Storage

Goo-Hee Choi¹, Kyu-Chun Kim², and Kyung-Haeng Lee^{1*}

¹Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea

²Heungjin Soybean Curd Food Co., Chungbuk 368-904, Korea

Abstract

To develop tofu enhanced nutrition, storage stability and bioactivity, the soft tofu supplemented with red ginseng extract was prepared. Then, quality characteristics including storage stability, physical and chemical property, antioxidative activity, and sensory evaluation were measured. The pH and acidity of control tofu without red ginseng extract were not different from those of tofu supplemented with red ginseng extract during storage. The aerobic bacteria in the control tofu were detected from 10 days of storage whereas the number of total aerobic bacteria was reduced or not detected in the tofu added red ginseng extract during storage. The lightness and redness of the tofu supplemented with red ginseng extract were lower than those of control, but yellowness was higher. The addition of red ginseng extract did not also affect the texture of tofu, and increased lipid peroxidation inhibition and DPPH radical scavenging activity. Although the soft tofu manufactured with red ginseng extract showed a lower sensory preference in supplementation over 0.20% due to color, there was not much difference found until 0.18% red ginseng extract addition.

Key words: red ginseng extract, soft tofu, antimicrobial activity, antioxidative activity, physicochemical and sensory property

서 론

두부는 콩을 이용한 대표적인 대두 가공식품으로 그 종류로는 일반두부, 연두부, 순두부, 유부 등 여러 가지의 형태로 제조되고 있다(1). 이러한 두부제품은 대부분 대두 자체만을 이용하여 제조하였으나 최근 국민들의 소득수준 향상과 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 예전과 달리 두부제품의 기능이 영양적 및 기호적 기능뿐만 아니라 노화방지 및 성인병 등을 예방할 수 있는 생리적 기능성을 가진 제품들을 선호하게 되었고 이에 따라 학계 및 산업계에서는 기능성식품 및 기능성식품 소재 가공기술개발 연구가 활발히 진행되고 있다(2-8). 두부는 식물성 식품 중에서 단백질을 많이 함유하고 있는 식품 중의 하나로 단백질을 구성하는 아미노산의 조성이 육류나 어류 등의 동물성 단백질과 비슷하여 곡류 위주의 식생활에서 부족하기 쉬운 lysine과 같은 필수아미노산들이 많이 함유되어 있고 소화 흡수율이 높은 양질의 고단백질 식품 중의 하나이다(9). 그러나 고단백질 식품 중

의 하나인 두부는 pH가 6.0 부근이고 수분함량이 매우 높기 때문에 저장기간이 상당히 짧아 여름철의 경우에는 잘못된 유통과정 시에 하루를 넘기지 못할 정도로 저장성이 떨어지고 반쯤사레가 빈번하여 많은 불편함을 초래하고 있다(2,10,11).

한편, 인삼은 오갈피나무과 인삼속에 속하는 다년생 초본으로 다양한 생리적 기능성을 가지고 있어 우수한 건강식품 및 의약품으로 평가받고 있으며 상업적으로 유통되는 인삼의 대부분은 수삼, 수삼을 건조 가공한 백삼 및 수삼을 증숙하여 건조 가공한 홍삼으로 구분한다(12). 특히 홍삼은 홍삼의 유효성분인 사포닌이 식품 발효미생물인 젖산균뿐만 아니라 식물 병원성 곰팡이의 생육을 저해하는 것으로 알려져 있다(13,14). 또한 일부 병원미생물에 대한 홍삼의 생육 억제 효과에 관한 연구들이 활발히 진행되고 있다(15). 이와 같이 홍삼이 미생물의 생육을 저해하는 것으로 알려져 있어 두부에 홍삼 추출물을 첨가한 두부에 관한 연구도 이루어졌다(10).

*Corresponding author. E-mail: leekh@cjnu.ac.kr
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

그러나 기존의 연구는 두부제조 공정 중 압착성형 공정을 거치게 되므로 생리적 기능성을 갖는 홍삼 추출물을 첨가하고도 압착공정으로 인하여 손실되는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 저장성, 영양성 및 생리적 기능성을 가지는 두부를 제조하기 위하여 생리적 기능성이 널리 알려진 홍삼 추출물을 첨가하여 압착성형 공정 없는 연두부의 형태로 제조하여 홍삼 추출물 첨가 연두부의 저장기간에 따른 저장성, 이화학적, 항산화 활성 변화 및 관능적 평가를 측정하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 대두는 충북 증평군에서 수확한 국내산 대두(황금콩)를 사용하였고 홍삼 추출물은 (주)한국인삼공사에서 생산한 홍삼 농축액(홍삼성분 70 mg/g 이상, 고형분 64% 이상)을 사용하였다. 연두부 제조시의 응고제는 glucono- δ -lactone(GDL)을 사용하였다.

두부의 제조 및 저장

저장성, 영양성 및 기능성을 향상시킨 두부를 제조하기 위하여 연두부의 형태로 제조하였다. 즉 불린 콩 10 kg을 마쇄기에 40 L의 물과 함께 투입하여 마쇄하고 마쇄된 콩을 여과기에 투입하여 두유와 비지로 여과분리한 후 분리된 두유를 100°C 내외에서 1차 가열하였다. 가열 증숙된 두유의 농도는 13.0%로 하여 40°C 내외로 냉각시킨 후 홍삼 추출물을 각각 0, 0.16, 0.18, 0.20 및 0.24%(w/w)가 되도록 혼합하였으며 연두부 응고제로는 glucono- δ -lactone(GDL)을 0.12%(w/w) 농도가 되도록 첨가하고 홍삼 추출물이 잘 혼합되도록 믹서기를 이용하여 골고루 혼합하였다. 겔 상태로 응고된 두유를 플라스틱 포장용기(11.0×7.2×3.6 cm)에 넣고 진공 포장하여 일정형태로 성형하고 85~90°C에서 50분간 가열 살균한 후 5°C 이하에서 급냉시켜 성형하였으며 4.0±1.0°C의 냉장고에서 저장하면서 저장성, 이화학적, 항산화 활성 변화 및 관능적 평가를 측정하였다.

pH 및 산도

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 pH 변화 측정은 마쇄한 연두부를 5,000 rpm으로 20분간 원심분리 한 상층액을 pH meter(Orion 520A, Thermo Electron Co., Beverly, MA, USA)로 측정하였으며, 산도의 측정은 상층액 10 mL에 0.1% phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 citric acid(%) 양으로 환산하였다.

일반세균수 측정

두부의 저장성과 영양성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따

른 일반세균수의 변화를 측정하였다. 즉 무균적으로 채취한 연두부 10 g에 0.9% 생리식염수를 붓고 균질화 시키고 10배 희석법으로 희석하였다. 일반세균수의 측정은 plate count agar(Difco Lab., Detroit, MI, USA)를 사용하였으며 시료 1 g당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다(16).

색도 측정

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 색도변화 측정은 색도색차계(model CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness) 값을 측정하였으며 시료 간 편차를 줄이기 위하여 시료당 5회 이상의 반복 시험을 하여 색도의 변화 정도를 측정하였다.

조직감 측정

포장용기에 성형된 연두부의 조직감 측정은 Texture analyzer(TA-XT II, Stable Micro System Ltd., Surrey, UK)를 사용하여 texture profile analysis(TPA) mode에서 경도(hardness), 탄력성(springiness), 검성(gumminess), 응집성(cohesiveness), 부착성(adhesiveness)과 씹힘성(chewiness)을 측정하였다. 측정조건은 pre test speed 1.00 mm/sec, test speed 0.5 mm/sec, post test speed 1.00 mm/sec, target mode distance, distance 12.0 mm, trigger type auto, trigger force 5.0 g으로 하여 측정하였다.

지질과산화 억제능 측정

두부의 저장성, 영양성 및 기능성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 과산화물 생성 억제효과를 측정하였다(17). 먼저 linoleic acid 유화물 기질을 제조하는 방법으로는 linoleic acid 2.51 g을 99.5% ethanol 100 mL에 용해시킨 후 2.05 mL씩 취하여 falcon tube에 넣고 원심분리(5,000 rpm, 20 min)한 연두부 상층액 2 mL를 첨가한 후, 0.05 M phosphate buffer(pH 7.0) 4 mL, 증류수 1.95 mL를 가하여 40°C 항온기에 저장하면서 일정시간 동안 생성된 지질과산화 정도를 thiocyanate법에 의해서 측정하였다. 측정방법으로는 24시간마다 75% ethanol 4.7 mL에 각 시료 0.1 mL과 30% ammonium thiocyanate 0.1 mL를 넣고, 정확히 3분 후 0.02 M ferrous chloride 함유한 3.5% HCl 용액 0.1 mL를 첨가하여 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH radical 소거능 측정

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 항산화 활성의 변화를 DPPH radical 소거능을 통하여 측정하였다(18). DPPH radical 소거능은 원심분리 한 연두부 상층액을 10배 희석하고 희석액의 2 mL를 0.2 mM DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 2 mL와 혼합한 후, 실온에서 약 30분 방치시킨 후, 517 nm에서 흡광도를 측정하였으

며 DPPH radical scavenging activity는 다음 식에 의하여 산출하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{\text{시료 첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}}\right) \times 100$$

관능검사

두부의 저장성과 영양성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 관능검사는 맛, 향, 색 및 종합적 기호도에 대하여 식별능력에 대한 교육을 실시한 식품공학과 학생 12명을 대상으로 5점 척도법으로 측정하였다.

통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험구간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 pH 및 산도변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 두부의 부패를 간접적으로 모니터링 할 수 있는 방법(10)으로 알려진 pH를 측정된 결과, 홍삼 추출물을 첨가하지 않은 연두부 대조군을 마쇄한 상층액의 pH는 5.74이었으며

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 경우에는 pH 5.75~5.76으로 홍삼 첨가 유무 및 함량에 따른 차이는 없었으며 저장 20일에는 5.75~5.78로 제조 직후와 큰 차이가 없어 미생물 생육 등에 의한 변화가 없는 것으로 나타났다. Lee 등(10)은 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 두부의 저장기간에 따른 pH를 살펴본 결과, 대조군은 pH가 빠르게 감소하였으나 홍삼 추출물을 첨가하여 제조하였을 때 pH의 변화는 대조군에 비하여 적었다고 하여 본 결과와 비교해 보면 본 실험에 사용한 재료는 연두부로 포장 후 살균처리를 하였기 때문에 저장기간이 증가하여도 대조군 및 홍삼 추출물 첨가군 모두 미생물의 생육이 일어나지 않기 때문에 본 실험결과와는 차이가 있는 것으로 사료되었다.

홍삼 추출물을 첨가하지 않은 대조군의 제조 직후 산도는 0.18%이었으며 저장기간이 증가하여도 크게 변화하지 않는 것으로 나타났다. 홍삼 추출물을 0.16~0.24% 첨가하여 제조한 연두부의 제조 직후 산도는 0.17~0.18%로 대조군과 차이가 없어 홍삼 추출물을 첨가하여도 산도의 변화는 없는 것으로 나타났다. 또한 저장기간에 따른 산도의 변화를 살펴보면 저장 20일 동안 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이와 같이 본 실험에 사용한 연두부는 포장 후 살균한 제품이기 때문에 20일 동안 산도 변화가 없는 것으로 확인되어 앞서의 pH 결과를 뒷받침하였다.

일반세균수 측정

두부의 저장성과 영양성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출

Table 1. Changes of pH and acidity in soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage for 20 days at 4°C

Red ginseng extract (%)		Storage period (day)				
		0	5	10	15	20
pH	Control	5.74±0.02 ^{aA1)}	5.74±0.02 ^{aA}	5.66±0.03 ^{abB}	5.68±0.03 ^{abB}	5.78±0.03 ^{aA}
	0.16	5.75±0.02 ^{aA}	5.77±0.03 ^{aA}	5.61±0.03 ^{abB}	5.78±0.02 ^{aA}	5.76±0.02 ^{aA}
	0.18	5.76±0.02 ^{aA}	5.77±0.02 ^{aA}	5.64±0.02 ^{abB}	5.76±0.04 ^{aA}	5.75±0.02 ^{aA}
	0.20	5.75±0.01 ^{aA}	5.77±0.01 ^{aA}	5.64±0.02 ^{abB}	5.76±0.02 ^{aA}	5.78±0.03 ^{aA}
	0.24	5.75±0.02 ^{aA}	5.77±0.02 ^{aA}	5.61±0.02 ^{bcC}	5.69±0.02 ^{abB}	5.76±0.03 ^{aA}
Acidity (%)	Control	0.18±0.01 ^{NS2)}	0.16±0.02	0.19±0.03	0.17±0.02	0.18±0.01
	0.16	0.17±0.02	0.15±0.02	0.17±0.03	0.16±0.03	0.18±0.02
	0.18	0.18±0.01	0.15±0.03	0.18±0.01	0.16±0.01	0.17±0.02
	0.20	0.17±0.03	0.15±0.01	0.18±0.02	0.17±0.02	0.18±0.03
	0.24	0.18±0.02	0.15±0.02	0.18±0.02	0.15±0.01	0.17±0.02

¹⁾Means with different superscripts within the same column (a-e) and row (A-D) were significantly different (p<0.05).

²⁾Not significant.

Table 2. Changes of total bacterial counts in soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage for 20 days at 4°C (unit: CFU/g)

Red ginseng extract (%)		Storage period (day)				
		0	5	10	15	20
Control	ND ¹⁾	ND	2.5×10 ¹	4.4×10 ¹	5.1×10 ²	
0.16	ND	ND	1.3×10 ¹	ND	2.5×10 ¹	
0.18	ND	ND	ND	1.6×10 ¹	ND	
0.20	ND	ND	ND	ND	1.2×10 ¹	
0.24	ND	ND	ND	ND	ND	

¹⁾ND: not detected.

물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 일반세균수의 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 연두부 제조 직후 미생물이 발견되지 않았는데 그 이유는 두부 제조공정과 달리 연두부 제조공정 중에 포장용기에 응고된 겔을 넣고 포장하여 85~90°C에서 50분간 가열살균하기 때문에 미생물이 존재하지 않는 것으로 확인되었다. 저장기간에 따른 일반세균수의 변화를 살펴보면 대조군은 저장 10일 차부터 약간의 미생물이 발견되었으나 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부는 대조군에 비하여 낮은 균수 또는 검출되지 않는 것으로 나타났으며 홍삼 추출물의 함량이 높을수록 항균효과가 있는 것으로 보이며 연두부 제조 시 홍삼 추출물을 첨가하여 제조하면 저장성을 연장시킬 수 있을 것으로 사료되었다. Lee 등(10)은 홍삼 추출물 첨가 두부를 저장하면서 총 균수를 측정된 결과, 대조군의 균수는 약 1.0×10^4 CFU/g이었으며 홍삼 추출물을 첨가한 경우에는 다소 낮은 균수로 시작하였으며 저장기간이 증가할수록 모든 시료의 균수는 저장기간 동안 대수적으로 증가하였으나 홍삼 추출물을 첨가한 두부에서는 균수가 낮게 나타나 홍삼 추출물이 미생물의 증식을 지연시킨다고 하여 본 결과와 시료 및 처리공정의 차이는 있지만 유사한 경향이었다.

색도 측정

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 색도변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도의 경우 대조군이 가장 높았고 홍삼 추출물 첨가에 따라 유의적으로 명도가 감소하는 경향이었으나 저장기간에 따른 변화는 시료 간 차이일 뿐 저장기간 내내 비슷한 수준을 유지하였다. 적색도의 경우에는 홍삼 추출물의 함량이 높아짐에 따라 유의적으로 감소하였고 저장기간에 따른 적색도

의 변화는 대조군 및 홍삼추출물 첨가군 모두 증가하였으며 황색도는 적색도와 반대로 홍삼 추출물의 함량이 높아짐에 따라 증가하였으며 저장기간에 따라 실험군 모두 약간 감소하는 것으로 나타나 저장 중 색상을 가진 물질들이 연두부에서 서서히 순물로 용출되기 때문에 적색도와 황색도의 변화를 보이는 것으로 확인되었다. 순물이란 두부에서 curd를 유지하지 않고 분리된 액상부분을 말한다.

Lu 등(19)은 칼슘염을 이용한 curd 제조에서 두부로서 바람직한 색깔은 흰빛을 띄면서 약간 노란색을 내는 두부가 가장 좋다고 하여 본 결과에서의 결과와 비교하면 홍삼 추출물의 첨가로 황색도가 증가하여 홍삼 추출물 첨가가 색상에 관한 소비자 기호도가 향상될 수 있을 것으로 기대되어진다. 그러나 Lee 등(10)은 0~2%(w/w)의 홍삼 추출물을 첨가한 두부를 제조하여 두부의 색도를 측정된 결과, 명도는 홍삼 추출물 첨가량이 증가할수록 감소하고 적색도와 황색도는 홍삼 추출물 첨가량이 증가할수록 값이 상승하였다고 하여 본 결과와 비교해 보면 명도와 황색도는 같은 결과를 보였고 적색도는 반대의 결과를 보였다. 이와 같이 약간의 차이를 보이는 이유는 첨가한 홍삼 추출물의 양 차이 때문인 것으로 사료된다.

조직감 측정

두부의 저장성과 영양성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 조직감을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 홍삼 추출물을 첨가하지 않은 대조군의 경우 hardness는 97.09 g으로 나타났으나 홍삼 추출물을 0.16~0.24% 첨가한 경우에는 hardness값이 99.04~117.97 g으로 0.20% 첨가하여 제조한 실험군의 경우가 가장 높았으나 다른 실험군은 대조군과 유의적인 차이는 없는 것으로 나타

Table 3. Changes of Hunter's color values in soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage for 20 days at 4°C

Red ginseng extract (%)	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
Control	57.26 ± 0.06 ^{aC4)}	56.79 ± 0.09 ^{aD}	58.69 ± 0.36 ^{aA}	57.58 ± 0.08 ^{aB}	57.13 ± 0.09 ^{aC}
0.16	56.71 ± 0.16 ^{bC}	56.67 ± 0.10 ^{abC}	56.61 ± 0.16 ^{bC}	57.38 ± 0.08 ^{ba}	56.93 ± 0.15 ^{bB}
0.18	56.52 ± 0.06 ^{bcBC}	56.41 ± 0.14 ^{abC}	56.30 ± 0.19 ^{bC}	56.98 ± 0.14 ^{cA}	56.63 ± 0.15 ^{cB}
0.20	56.65 ± 0.18 ^{bcBC}	56.57 ± 0.28 ^{bcBC}	56.33 ± 0.18 ^{bC}	56.77 ± 0.13 ^{dAB}	56.87 ± 0.16 ^{ba}
0.24	56.46 ± 0.12 ^{cA}	56.26 ± 0.15 ^{cB}	56.28 ± 0.0b ^{AB}	56.34 ± 0.12 ^{eAB}	56.46 ± 0.11 ^{dA}
Control	-0.54 ± 0.02 ^{aC}	-0.49 ± 0.02 ^{abC}	-0.39 ± 0.09 ^{aA}	-0.48 ± 0.03 ^{aBC}	-0.45 ± 0.02 ^{aB}
0.16	-0.77 ± 0.02 ^{bC}	-0.65 ± 0.01 ^{bB}	-0.39 ± 0.04 ^{aA}	-0.75 ± 0.04 ^{bC}	-0.68 ± 0.05 ^{cB}
0.18	-0.88 ± 0.02 ^{dD}	-0.75 ± 0.04 ^{cB}	-0.61 ± 0.04 ^{cA}	-0.81 ± 0.01 ^{bcC}	-0.60 ± 0.04 ^{ba}
0.20	-0.83 ± 0.02 ^{cC}	-0.81 ± 0.06 ^{dC}	-0.52 ± 0.02 ^{ba}	-0.79 ± 0.02 ^{cC}	-0.70 ± 0.02 ^{bB}
0.24	-0.86 ± 0.01 ^{dC}	-0.85 ± 0.01 ^{dC}	-0.64 ± 0.02 ^{cA}	-0.77 ± 0.03 ^{bcB}	-0.86 ± 0.02 ^{dC}
Control	1.40 ± 0.02 ^{eA}	1.37 ± 0.05 ^{dAB}	1.17 ± 0.28 ^{dBC}	1.12 ± 0.04 ^{dC}	1.25 ± 0.02 ^{aABC}
0.16	3.09 ± 0.03 ^{dA}	2.66 ± 0.25 ^{cB}	1.95 ± 0.10 ^{cC}	2.89 ± 0.09 ^{aA}	2.87 ± 0.12 ^{cAB}
0.18	3.95 ± 0.13 ^{bA}	3.57 ± 0.17 ^{bB}	3.14 ± 0.11 ^{aC}	3.56 ± 0.04 ^{bB}	3.19 ± 0.12 ^{bC}
0.20	3.66 ± 0.14 ^{cA}	3.65 ± 0.18 ^{ba}	2.84 ± 0.05 ^{bC}	3.48 ± 0.03 ^{ba}	3.14 ± 0.11 ^{bB}
0.24	4.15 ± 0.10 ^{aB}	4.12 ± 0.08 ^{aB}	3.35 ± 0.08 ^{aD}	3.71 ± 0.04 ^{aC}	4.38 ± 0.09 ^{aA}

¹⁾L* value: 0 black, 100 white.

²⁾a* value: + red, - green.

³⁾b* value: + yellow, - blue.

⁴⁾Values with different superscripts within the same column (a-e) and row (A-D) were significantly different (p<0.05).

Table 4. Textural properties in soft tofu supplemented with red ginseng extract

Red ginseng extract (%)	Hardness (g)	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Chewiness
Control	97.09±5.21 ^{b1)}	0.90±0.02 ^a	58.81±5.02 ^{bc}	0.61±0.03 ^{ab}	-58.03±6.05 ^b	52.85±5.77 ^{bc}
0.16	99.04±13.36 ^b	0.91±0.01 ^a	55.02±6.33 ^c	0.56±0.04 ^b	-34.24±4.11 ^a	50.20±6.10 ^c
0.18	105.48±0.83 ^b	0.91±0.01 ^a	68.17±1.23 ^{ab}	0.65±0.01 ^a	-54.64±4.91 ^b	61.86±1.79 ^{ab}
0.20	117.97±4.94 ^a	0.91±0.01 ^a	75.06±5.62 ^a	0.64±0.03 ^a	-46.41±9.79 ^{ab}	68.83±5.70 ^a
0.24	103.33±6.88 ^b	0.91±0.01 ^a	64.49±8.25 ^{bc}	0.62±0.04 ^a	-53.45±11.12 ^b	58.90±8.24 ^{abc}

^{a-c}Means with different letters in the same column are significantly different ($p<0.05$).

났다. 이와 같이 0.20% 첨가군이 높았던 이유는 연두부 제조 시의 오차인 것으로 사료되며 홍삼 추출물 첨가군과 대조군이 거의 유사하여 홍삼 추출물을 첨가하였다고 하여 hardness에는 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 Lee 등(10)은 두부 제조 시 홍삼 추출물을 첨가하면 경도가 증가한다고 하여 본 결과와 상이한 것으로 나타났는데 이와 같은 결과는 홍삼의 기능성을 갖는 두부를 제조하기 위하여 본 실험에서는 연두부의 형태로 제조하였기 때문에 낮은 hardness를 나타내었고 두부 제조 시 첨가한 홍삼 추출물의 농도가 본 실험에 사용한 양에 비하여 많았기 때문인 것으로 사료된다. Springiness의 경우, 홍삼 추출물을 첨가하지 않은 대조군은 0.90이었으며 홍삼 추출물을 0.16~0.24% 첨가하여 제조한 실험군에서는 0.91로 대조군과 비교할 때 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. Gumminess는 대조군은 58.81이었으며 홍삼 추출물을 첨가한 경우에는 55.02~75.06으로 실험군 간에 차이가 있는 것으로 나타났지만 홍삼 추출물 첨가 농도에 의존하지 않았으며 gumminess는 연두부이기 때문에 두부에 비하여 조직감이 부드럽고 수분을 많이 함유하기 때문에 두부에 비하여 조직감에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다. Cohesiveness는 대조군은 0.61이었으며 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부는 0.56~0.65로 대조군과 비교할 때 큰 차이는 보이지 않는 것으로 나타났다. Adhesiveness는 홍삼 추출물을 첨가한 대조군의 경우에는 -58.03이었으나 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 adhesiveness는 -54.64~-34.24로 나타나 홍삼 추출물의 첨가 농도와 크게 관계가 없는 것으로 나타났으며 0.16% 홍삼 추출물 첨가군을 제외하고는 크게 유의적인 차이는 없는 것으로 보였다. Chewiness의 경우에는 대조군은 52.85였으며 홍삼 추출물을 첨가한 경우에는 50.20~68.83으로 유의적인 차이

가 있지만 홍삼 추출물 첨가 농도에 의존하지는 않는 것으로 보였다.

이상의 조직감에 대한 결과를 종합하여 보면 실험에 사용한 홍삼 추출물의 농도 범위에서는 홍삼 추출물을 첨가하더라도 기존의 연두부와 거의 유사한 물성을 지니는 것으로 나타나 소비자들의 조직감에 관련한 기호도에는 문제없을 것으로 사료되었으며 홍삼 연두부의 조직감에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

지질과산화 억제능 측정

홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 지질과산화 억제능을 측정한 결과는 Table 5와 같다. 연두부 시료를 첨가하지 않은 linoleic acid 유화물 blank의 경우에는 저장 2일부터 급격히 산화를 일으켜 O.D.값이 0.3832로 높았으며 꾸준히 증가하여 저장 7일에는 2.3040으로 지질 산화가 빠르게 진행되는 것으로 나타났다. 그러나 홍삼 추출물이 첨가되지 않은 연두부 대조군을 linoleic acid 유화물에 첨가한 경우에 지질 과산화는 7일 동안 저장하는 동안 서서히 증가하여 0.0209의 O.D.값을 나타내어 blank test 결과와 비교할 때 연두부가 지질과산화 억제능이 있음을 알 수 있었다. 한편 홍삼 추출물을 농도별로 첨가하여 제조한 연두부의 경우에는 저장 7일째의 O.D.값이 0.0138~0.0163으로 대조군과 마찬가지로 지질과산화 억제능이 있었으며 대조군보다는 약간 높은 지질과산화 억제능이 있는 것으로 사료되었다. 또한 홍삼 추출물 첨가농도가 증가할수록 지질과산화 억제능이 다소 증가하였으나 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

Lee 등(10)은 홍삼 추출물을 첨가한 두부 열수 추출물의 ORAC_{ROO·}를 측정한 결과, 두부 및 홍삼 추출물 첨가 두부 모두 항산화 활성을 나타내었고 특히 홍삼 추출물을 첨가하

Table 5. Changes of lipid peroxidation inhibition in soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage for 20 days at 4°C (unit: O.D, at 500 nm)

Red ginseng extract (%)	Storage period (day)					
	0	2	4	5	6	7
Blank	0.0561±0.00 ^{aF1)}	0.3832±0.00 ^{aE}	1.0382±0.01 ^{aD}	1.4563±0.04 ^{aC}	1.9211±0.02 ^{aB}	2.3040±0.01 ^{aA}
Control	0.0136±0.00 ^{bB}	0.0130±0.00 ^{bB}	0.0165±0.00 ^{bAB}	0.0128±0.00 ^{bB}	0.0144±0.00 ^{bB}	0.0209±0.00 ^{bA}
0.16	0.0123±0.00 ^{bA}	0.0115±0.00 ^{bA}	0.0135±0.00 ^{bA}	0.0453±0.05 ^{bA}	0.0138±0.00 ^{bA}	0.0161±0.00 ^{bA}
0.18	0.0136±0.00 ^{bAB}	0.0136±0.00 ^{bAB}	0.0128±0.00 ^{bAB}	0.0086±0.00 ^{bB}	0.0134±0.00 ^{bAB}	0.0163±0.00 ^{bA}
0.20	0.0128±0.00 ^{bAB}	0.0108±0.00 ^{bB}	0.0136±0.00 ^{bAB}	0.0045±0.00 ^{bC}	0.0121±0.00 ^{bAB}	0.0143±0.00 ^{bA}
0.24	0.0122±0.00 ^{bAB}	0.0111±0.00 ^{bB}	0.0143±0.00 ^{bA}	0.0054±0.00 ^{bC}	0.0122±0.00 ^{bAB}	0.0138±0.00 ^{bAB}

¹⁾Means with different superscripts within the same column (a-e) and row (A-F) were significantly different ($p<0.05$).

Table 6. Changes of DPPH radical scavenging activity in soft tofu supplemented with red ginseng extract during storage for 20 days at 4°C (unit: %)

Red ginseng extract (%)	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
Control	26.59±0.94 ^{dA1)}	27.37±0.86 ^{cA}	28.58±1.51 ^{cA}	19.79±1.44 ^{cB}	20.34±0.79 ^{dB}
0.16	31.75±0.51 ^{cB}	34.28±0.55 ^{bA}	31.89±1.15 ^{bB}	22.40±1.01 ^{bC}	23.00±0.49 ^{cC}
0.18	34.39±0.21 ^{bA}	36.12±0.49 ^{aA}	32.53±1.24 ^{bB}	25.31±1.57 ^{aC}	25.44±0.71 ^{bC}
0.20	34.44±1.18 ^{bAB}	35.88±0.83 ^{abA}	32.47±1.46 ^{bB}	26.13±1.25 ^{aC}	26.32±1.36 ^{abC}
0.24	36.51±1.07 ^{aA}	35.89±1.39 ^{abA}	35.68±0.49 ^{aA}	25.80±0.63 ^{abB}	27.16±0.49 ^{abB}

¹⁾Means with different superscripts within the same column (a-d) and row (A-C) were significantly different (p<0.05).

Table 7. Sensory properties in soft tofu supplemented with red ginseng extract

Red ginseng extract (%)	Taste	Flavor	Color	Overall acceptance
Control	4.34±0.22 ^{a1)}	4.20±0.17 ^a	4.31±0.22 ^a	4.26±0.16 ^a
0.16	4.21±0.25 ^{ab}	4.15±0.17 ^a	4.20±0.21 ^{ab}	4.25±0.19 ^a
0.18	4.23±0.18 ^{ab}	4.28±0.18 ^a	4.21±0.17 ^{ab}	4.22±0.18 ^{ab}
0.20	4.11±0.16 ^b	4.16±0.22 ^a	4.12±0.14 ^{bc}	4.08±0.21 ^b
0.24	4.08±0.25 ^b	4.18±0.22 ^a	4.03±0.19 ^c	4.08±0.19 ^b

Score: 5, excellent; 4, good; 3, acceptable; 2, unacceptable; 1, poor.

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different (p<0.05).

였을 때 peroxy radical에 대한 소거활성이 증가한다고 하여 본 결과와 일치하는 경향이였다.

DPPH radical 소거능 측정

두부의 저장성과 영양성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 DPPH radical 소거능을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 홍삼 추출물을 첨가하지 않은 연두부 대조군의 경우, DPPH radical 소거능이 26.59%이었으며 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부의 경우에는 DPPH radical 소거능이 31.75~36.51%로 대조군에 비하여 높은 소거능을 나타내어 홍삼 추출물을 연두부 제조 시 첨가하면 항산화 활성이 증가함을 알 수 있었다. 또한 홍삼 추출물의 첨가 농도가 많을수록 소거능이 증가하는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 DPPH radical 소거능의 경우에는 대조군 및 홍삼 첨가군 모두 저장 5~10일까지는 소거능 감소가 약간 있거나 거의 없었으나 그 이후부터는 소거능이 감소하는 경향이였다. 이와 같이 저장기간이 증가함에 따라 서서히 감소하는 경향은 장기간 저장 시 두부에서 수분이 서서히 분리되어 항산화성분이 감소되기 때문인 것으로 사료되였다.

관능검사

두부의 저장성과 영양성을 강화시키기 위하여 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부를 저장하면서 저장기간에 따른 관능검사를 한 결과는 Table 7과 같다. 맛에 있어서는 대조군이 가장 높게 나타났고 0.18%, 0.16%, 0.20%, 0.24% 순이었으나 아주 큰 차이는 아닌 것으로 보인다. 향에 있어서는 냉장상태로 보관한 시료이기 때문에 향의 차이는 거의 없는 것으로 확인되였다. 또한 색에 대한 기호도에서는 홍삼 추출물의 함량이 증가할수록 조금씩 낮은 기호도를 보였다.

종합적 기호도 면에서는 색에 대한 편견 때문에 홍삼 추출물 첨가군이 다소 낮은 기호도를 보였으나 0.18% 첨가군까지는 대조군과 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 사료되였다. Baik 등(4)의 연구에서는 인삼 추출물과 인삼분말의 첨가량이 증가함에 따라 기호도가 감소하였고 각 첨가군 모두 최소량을 첨가하였을 때 대조군과 비슷한 기호도를 가진다고 하여 본 결과와 유사한 경향이였다.

이상의 결과로 보아 두부제조 시 홍삼 추출물을 첨가하여 연두부의 형태로 제조하면 저장성뿐만 아니라 영양성 및 생리적 기능성도 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

저장성, 영양성 및 생리적 기능성을 가지는 두부를 제조하기 위하여 생리적 기능성이 널리 알려진 홍삼 추출물을 첨가하여 압착 성형 공정 없는 연두부의 형태로 제조하여 홍삼 추출물 첨가 연두부의 저장기간에 따른 저장성, 이화학적, 항산화 활성 변화 및 관능적 평가를 측정하였다. 홍삼 추출물을 첨가하지 않은 연두부 대조군의 pH 및 산도는 홍삼 추출물 첨가 연두부와 큰 차이가 없었으며 저장기간에 따른 변화도 거의 없었다. 또한 일반세균수의 변화에 있어서도 대조군은 저장 10일차부터 약간의 일반세균이 발견되었으나 홍삼 추출물을 첨가하여 제조한 연두부는 대조군에 비하여 낮은 균수 또는 검출되지 않는 것으로 나타났으며 홍삼 추출물의 함량이 높을수록 항균효과가 있는 것으로 나타났다. 연두부의 색도는 명도 및 적색도는 홍삼 추출물 첨가에 따라 약간 감소하였고 황색도는 증가하였다. 연두부의 조직감은 홍삼 추출물 첨가 유무에 크게 관계가 없는 것으로 나타났다. 연두부의 지질과산화 억제능 및 DPPH radical 소거

능은 대조군보다 홍삼 추출물을 첨가하여 제조하였을 때 억제능이 증가하였다. 관능검사 결과에서는 색에 대한 편견 때문에 0.20% 이상의 홍삼 추출물 첨가군에서는 다소 낮은 기호도를 보였으나 0.18% 첨가군까지는 대조군과 큰 차이를 보이지는 않는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2009년 지역특화자원 산업화·상품화 지원 사업으로 충북 중평군의 지원으로 수행된 연구결과로 연구비 지원에 감사드립니다.

문헌

- Han SB. 2005. Management system of tofu in Korea. *Food Industry & Nutrition* 10: 1-5.
- Chun KH, Kim BY, Hahm YT. 1999. Extension of tofu shelf-life with water soluble degraded chitosan as a coagulant. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 161-166.
- Kim KT, Im JS, Kim SS. 1996. A study of the physical and sensory characteristics of ginseng soybean curd prepared with various coagulants. *Korean J Food Sci Technol* 28: 965-969.
- Baik EK, Koo HJ, Kim KS, Kim DS, Baik MY. 2004. Characteristics of functional soybean curd with ginseng, polydextrose, and DHA. *Research Collection of Institute of Life Science & Resources* 23: 22-26.
- Kim ID, Park MJ, Ryu KC, Kim MK, Lee NH, Kim SD, Kim KS. 1998. Shelf-life of soybean curd prepared with ozone-treated soybeans. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5: 73-80.
- Kim SS, Park MK, Oh NS, Kim DC, Han MS, In MJ. 2003. Studies on quality characteristics and shelf-life of chlorella soybean curd (tofu). *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 46: 12-15.
- Jeon MK, Kim MR. 2006. Quality characteristics of tofu prepared with herbs. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 30-36.
- Hwang TI, Kim SK, Park YS, Byoun KE. 2001. Studies on the storage of functional red soybean curd. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 1115-1119.
- Park YJ, Oh NS, Han MS, Park MK, In MJ. 2004. Effects of coagulants on the yield and textural properties of soybean curd (tofu) containing garlic. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 47: 370-372.
- Lee JS, Kim GN, Jang HD. 2008. Effect of red ginseng extract on storage and antioxidant activity of tofu. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1497-1506.
- Im JG, Park IK, Kim SD. 2004. Quality characteristics of tofu added with basil water extracts. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 144-150.
- Park SJ, Cho YJ, Pyee JH, Hong HD. 2006. Meta-analysis of studies and patents on Korean ginseng in recent 5 years in Korea and prospective needs. *J Ginseng Res* 30: 212-219.
- Nam SH. 1979. Studies on the effect of Korean ginseng components on acetic acid fermentation. *MS Thesis*. Korea University, Seoul, Korea.
- Cho TH, Oh SW, Yu IH, Yu TJ. 1986. Influences of *Fusarium solani* and *Phytophthora cactorum* on the changes in saponin components of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *J Ginseng Res* 10: 180-189.
- Kwak YS, Hwang MS, Kim SC, Kim CS, Do JH, Park CK. 2006. A growth inhibition effect of saponin from red ginseng on some pathogenic microorganisms. *J Ginseng Res* 30: 128-131.
- APHA. 1976. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Speck M, ed. American Public Health Association, Washington, DC, USA.
- Kikuzak H, Nakatani N. 1993. Antioxidant effect of some ginger constituents. *J Food Sci* 58: 1407-1410.
- Blois MS. 1958. Antioxidant activity determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Lu JY, Canter E, Chang RA. 1980. Use of calcium salts for soybean curd preparation. *J Food Sci* 45: 32-34.

(2009년 12월 16일 접수; 2010년 1월 14일 채택)