J Korean Soc Food Sci Nutr
44(2), 296~301(2015)

한국식품영양과학회지
http://dx.doi.org/10.3746/jkfn.2015.44.2.296

솔잎 분말을 첨가한 두부의 품질 특성

– 연구노트 –

손병길 · 김현은 · 이준호
대구대학교 식품공학과

Physicochemical and Consumer Preference Characteristics of Tofu Incorporated with Pine Needle Powder

Byeong Gil Son, Hyun Eun Kim, and Jun Ho Lee
Department of Food Science and Engineering, Daegu University

ABSTRACT The effects of pine needle powder (PNP) on the physicochemical characteristics of tofu were investigated, and consumer acceptance test was conducted. The pH, moisture content, and lightness and yellowness significantly decreased with increasing PNP concentration from 0 to 0.8% ($P<0.05$). Hardness increased significantly with increasing PNP concentration ($P<0.05$). Antimicrobial effects of PNP incorporated into tofu were also investigated. Antioxidant activities of control and produced tofu were compared based on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and total polyphenol contents. DPPH radical scavenging activity and total polyphenol contents increased significantly ($P<0.05$) and were well-correlated. Tofu with 0.2% PNP is recommended (with respect to overall preference score) for taking advantage of the functional properties of PNP without sacrificing consumer acceptability.

Key words: tofu, pine needle powder, quality, antioxidant properties, consumer acceptance

서 론

두부는 식물성 단백질 중 가장 영양가가 풍부한 콩 단백질을 가공하여 만든 가공식품으로 조리법과 가공법은 각 국가나 지역별로 많은 차이가 있는 것으로 알려져 있다(1,2). 풍부한 단백질 공급원인 두부의 주원료는 대두이며, 대두에는 필수아미노산인 lysine의 함량이 풍부해 쌀을 주식으로 하는 동양인들에게 lysine 부족을 방지하는 역할을 해왔다(3). 두부는 8시간 이상 물에 불린 대두를 갈아서 끓인 후 응고 및 성형 공정을 거쳐 만들어지는 가공식품으로(4), 제조된 두부의 물리적 품질은 사용된 대두의 품종, 대두의 phytic acid 함량, 응고시간, 누름돌의 무게, 가공환경 등에 의해 달라진다(5).

한편 소나무는 상록성 침엽수에 속하고 주로 일본과 만주 등의 극동지방에서 자생하며, 소나무의 솔잎은 과거부터 민간요법의 약재로 사용되어 왔고 오늘날 건강 기능성이 알려지면서 기능성 식품소재로서 많은 관심을 받고 있다(6). 솔잎에는 정유성분인 α-pinene, β-pinene, camphene, borneol, phellandrene과 플라보노이드류인 quercertin, kaempferol 등이 풍부하며(7), 그 밖에도 항균 효과를 나타내는 terpene이 함유되어 있다(8). 솔잎의 항산화(6,9), 항균(10,11), 항비만(12), 면역활성 증진(13) 등에 대한 연구는 활발히 진행되어 그 효과가 잘 알려져 있고, 현재 솔잎 차, 솔잎 즙, 솔잎 술 등으로 그 이용 가치가 확대되고 있다(6).

기능성 부재료를 첨가하거나 대체하여 새로운 식품을 개발하는 과정에서 부재료의 양은 최종제품의 유변학적, 물리적, 기능적 특성 및 품질에 영향을 미치게 된다. 따라서 동등한 질감의 구체화와 적합성의 판단은 첨가 및 대체 원료의 물성에 대한 정확한 이해와 표준화된 원료의 배합비 및 제조방법을 확보하여야만 실현될 수 있고(14,15), 이러한 실험결과는 개발단계에서 매우 중요한 자료를 제공하게 된다.

본 연구에서는 최근 건강식품으로 주목받고 있는 솔잎 분말의 첨가량을 달리하여 두부를 제조하고, 이들의 물리·화학적, 항산화 활성 및 관능적 품질 특성을 비교 분석함으로써 솔잎 분말을 이용한 두부식품 개발에 필요한 중요한 기초연구 자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 솔잎 분말은 가루나라(Garunara, Seoul, Korea)에서 구입하였으며, 천일염(Chungjungone, Seoul, Korea), 대두(Organic Farm, Gwangju, Korea), 사과 식초(Chungjungone, Seoul, Korea) 등은 시중에서 구입하여 사용하였다.

Received 30 September 2014; Accepted 21 December 2014
Corresponding author: Jun Ho Lee, Department of Food Science and Engineering, Daegu University, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-714, Korea
E-mail: leejun@daegu.ac.kr, Phone: +82-53-850-6531

두부의 제조

대두를 선별하고 수세한 후 8시간 동안 물에 불린 다음 체에 옮겨 물기를 제거하고, 대두 250 g과 물 500 mL를 분쇄기(DA700-G, Daesung Artlon Co., Ltd., Seoul, Korea)로 2분간 마쇄한 후 면포로 여과하여 비지를 제거하였다. 일정량의 두유(1,400 g)를 강한 불에서 5분간 거품을 제거하며 가열한 후 염촛물(천일염 5 g과 사과식초 4 g을 혼합하여 제조) 9 g을 첨가하며 1분간 저어주고 4분간 약한 불에서 방치하였다. 두부 틀에 젖은 면 보자기를 깔고 완성된 순두부를 넣고 5.5 kg의 누름돌로 20분간 압착 성형하여 두부를 제조하였으며, 제조된 두부는 30분간 증류수에 담근 후 꺼내어 경사진 곳에서 15분간 방치하여 물기를 제거한 후 실험에 사용하였다. 응고제로 간수 대신 염촛물을 사용하였으며, 두유 양(1,400 g)을 기준으로 솔잎 분말을 첨가하지 않은 것을 대조군으로, 솔잎 분말을 각각 2.8 g, 5.6 g, 8.4 g, 11.2 g 첨가한 시료를 0.2, 0.4, 0.6, 0.8% 첨가군으로 설정하여 실험하였다.

물리·화학적 품질 측정

두부의 pH는 시료 10 g에 증류수 90 mL를 넣고 1분간 균질화한 후 상온에서 1시간 동안 방치하고, 그 상등액을 취해 pH meter(pH/Ion 510, Oakton Instruments, Vernon Hills, IL, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 수분함량은 각 시료별로 5 g씩 취해 105°C 상압가열건조법으로 측정하였고, 두부의 수율은 두유 1,400 g을 사용하여 원료 대두 100 g당 얻어지는 총 두부의 무게(g)로 표시하였으며, 각각 3회 반복 측정하여 평균값을 비교하였다.

두부의 색도는 분광색차계(CM-600d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 명도(L^*), 적색도(a^*) 및 황색도(b^*)를 5회 반복 측정하였고, 경도(hardness)는 Advanced Universal Testing System(LRXPlus, Lloyd Instrument Ltd., Fareham, Hampshire, UK)을 이용하여 크기가 2×2×2 cm인 시료로 15회 반복 측정한 후 평균값을 비교하였다. 경도 측정에 사용된 둥근 디스크형 탐침(probe)의 직경은 50 mm였고, 작동조건은 test speed를 1 mm/s로, trigger와 compression을 각각 1 g_f, 70%로 하였다.

총 세균수의 변화

제조된 두부는 4°C 냉장고에서 8일간 저장하면서 2일 간격으로 총 세균수의 변화를 측정하였다. 저장 중 두부의 세균수 측정은 각 두부 시료(10 g)와 증류수(90 mL) 혼합물을 균질화시킨 후 10진법에 따라 단계적으로 희석하였다. 각각의 희석액 1 mL를 plate에 접종하고 표준평판 한천배지(plate counter agar, Merck, Darmstadt, Germany)를 부어 혼합하고, 37°C에서 48시간 동안 배양한 후 형성된 colony를 계측하여 시료 g당 colony forming unit(CFU/g)으로 나타내었다.

항산화 활성 측정

시료 2.5 g에 70% 에탄올 50 mL를 가하여 균질화한 후 실온에서 1시간 추출하고 원심분리기(VS-21SMT, Vision Scientific Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)를 사용하여 8,000 rpm에서 10분간 원심분리 한 뒤 Whatman No. 1 여과지(GE Healthcare UK Ltd., Little Chalfont, UK)로 여과하여 시료 용액으로 사용하였다. 총 페놀화합물 함량은 Folin-Denis 법(16)을 응용하여 측정하였으며, 시료 용액 1 mL에 Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 넣고 3분 후 10% Na_2CO_3(Crown Guaranteed Reagents, Kyoto, Japan) 1 mL를 혼합하여 반응시킨 다음 분광광도계(Optizen 2020 UV Plus, Mecasys Ltd., Daejeon, Korea)를 사용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로서 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성하였다.

DPPH(Wako Pure Chemical Industries, Ltd., Osaka, Japan)에 대한 전자공여능(electron donating ability, EDA)은 Blois의 방법(17)을 응용하여 측정하였으며, 시료 용액 1 mL와 DPPH 시약 5 mL를 비교군으로 설정하고 50% 에탄올 5 mL와 시료 용액 1 mL를 대조군으로 각각 혼합하여 10분 뒤에 517 nm에서 흡광도를 측정하여 아래 식에 대입하여 계산하였다.

$$\text{EDA (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Abs}_{\text{sample}} - \text{Abs}_{\text{control}}}{\text{Abs}_{\text{blank}}}\right) \times 100$$

소비자 기호도 검사

소비자 기호도 검사는 무작위로 선발된 성인 50명(남 29명, 여 21명; 21~31세)을 대상으로 실시하였다. 각 시료를 2×2×2 cm 크기로 잘라 세 자리 난수표로 구분하여 일회용 접시에 위에 나열한 후 제시하였으며, 7점 척도(1: 대단히 싫어함, 7: 대단히 좋아함)를 사용하여 평가하였다. 전체적인 기호도(overall acceptance)를 먼저 측정하였고 개별 평가항목인 두부의 색(color), 향미(flavor), 맛(taste), 조직감(texture)에 대한 기호도는 따로 측정하였으며, 시료 간에 잔향과 잔미의 방해를 최소화하기 위해 시료 사이에 물을 이용하여 입안을 헹군 후 검사를 시행하도록 하였다.

통계처리

모든 실험 결과는 SAS ver. 9.1(18)을 이용하여 분산분석(ANOVA) 하였고, 5% 수준에서 유의성 있는 시료 간 평균값의 비교는 Duncan's multiple range test에 의해 분석하였다.

결과 및 고찰

물리·화학적 품질

솔잎 분말의 첨가량을 달리하여 제조한 두부의 물리·화학적 품질을 측정한 결과는 Table 1에 나타낸 바와 같다. 두부의 pH는 대조군이 6.48로 가장 높았으며, 0.8%의 솔잎 분말

Table 1. Physicochemical properties of tofu as affected by the incorporation of pine needle powder (PNP)

Properties	PNP incorporation (%)				
	0	0.2	0.4	0.6	0.8
pH	6.48±0.01[a]	6.46±0.01[ab]	6.41±0.05[b]	6.32±0.01[c]	6.27±0.05[c]
Moisture content (%)	84.31±1.30[a]	83.10±1.21[a]	83.80±0.99[a]	83.60±0.63[ab]	81.92±1.16[b]
Yield (g)	200.83±1.43[a]	200.22±0.90[a]	200.19±1.23[a]	199.80±0.38[a]	199.67±0.27[a]
Color *L**	86.40±0.10[a]	80.76±0.23[b]	76.57±0.17[c]	75.11±0.24[d]	73.99±0.44[e]
*a**	0.36±0.03[a]	-0.27±0.06[c]	-0.25±0.03[bc]	-0.25±0.01[bc]	-0.21±0.05[b]
*b**	15.82±0.13[a]	12.66±0.11[b]	12.53±0.07[b]	12.31±0.03[c]	11.93±0.03[d]

[a-e]Means with different letters within a same row are significantly different ($P<0.05$).

이 첨가되면 6.27로 유의적으로 감소하였다($P<0.05$). 이는 약산성인 솔잎 분말(pH 4.34)이 첨가됨에 따라 제조된 두부의 pH에 영향을 미쳤으며, 이와 같이 부재료 첨가에 따른 두부의 pH 감소 현상은 파래 분말(19), 알팔파 추출물(20), 복어 분말(21) 등을 첨가한 두부에서도 보고된 바 있다.

수분함량은 대조군이 84.31%로 가장 높았으며, 전체적으로 81.92%~84.31% 범위값을 나타내었다. 솔잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 다소 감소하는 경향을 보였으나 실질적인 차이는 2.5% 이하로 나타났으며, 이는 솔잎 분말이 첨가되면서 솔잎 분말 내 식이섬유소 등의 성분들이 대두 단백질 및 응고제와의 결합에 영향을 미쳤기 때문으로 사료되고(22), 매생이 가루(23)를 첨가한 두부에서도 유사한 결과가 보고된 바 있다.

두부의 수율은 대조군이 200.83 g으로 가장 높았고 첨가군이 각각 200.22, 200.19, 199.80, 199.67 g으로 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였지만 감소 정도는 미미하였으며 전체 시료 간 유의적 차이는 발견되지 않았다($P>0.05$). 이는 천연물이 단백질의 응고를 방해하여 천연물의 첨가량이 증가할수록 수율이 감소할 수 있으며(24), 파래 분말(19), 연잎 분말(24), 노랑 파프리카 즙(25)을 첨가한 두부실험에서도 부재료의 첨가량이 증가함에 따라 유의적 차이 없이 감소하는 경향을 보고한 바 있다.

명도($L*$)는 대조군이 86.40으로 가장 높은 값을 나타내었고, 솔잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 단계적으로 유의적 감소를 보이며 0.8% 첨가군의 명도($L*$)가 73.99로 가장 낮았다($P<0.05$). 이처럼 부재료의 첨가량 증가에 따른 명도($L*$) 감소 현상은 파래 분말(19), 알팔파 추출물(20), 복어 분말(21)을 첨가하여 제조한 두부에서도 보고되었으며, 솔잎 분말을 첨가한 마들렌(26)에서도 솔잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 명도가 감소하여 본 실험 결과와 유사하였다. 대조군의 적색도($a*$)는 0.36으로 솔잎 분말이 첨가된 시료군에서 현저한 감소를 보였다($P<0.05$). 황색도($b*$)는 명도($L*$)와 마찬가지로 솔잎 분말 첨가량이 증가함에 따라 11.93~15.82 범위 내에서 유의적으로 감소하였으나($P<0.05$), 0.2%와 0.4% 첨가군 사이에서는 유의적인 차이가 발견되지 않았다($P>0.05$). 이는 솔잎 분말 자체 색도($L*$=61.02, $a*$=1.11, $b*$=28.96)가 두부의 색도에 직접적인 영향을 미친 것으로 사료되며, 솔잎 분말을 첨가한 쿠키(27)에서도 본 실험과 유사한 결과가 보고되었다.

두부의 경도는 대조군이 0.64 kg_f로 가장 낮았으며, 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 0.81 kg_f로 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($P<0.05$)(Fig. 1). 두부의 경도는 두유 내 응고제 첨가량, 단백질 함량 및 조성에 따라 크게 영향을 받는 것으로 보고된 바 있어(28), 본 실험에서는 일정량의 응고제를 사용하였고 따라서 부재료인 솔잎 분말의 첨가에 기인한 단백질 함량 및 조성이 달라졌기 때문인 것으로 판단된다. 복어 분말(21), 떫은감 분말(29), 곰취 분말(30)을 첨가하여 제조한 두부 또한 부재료의 첨가량이 증가할수록 경도가 증가한다고 보고되어 본 실험의 경향과 유사하였다.

총 세균수

두부를 37°C에서 8일간 배양하면서 두부의 총 세균수를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 두부의 총 세균수는 저장기간 동안 지속적으로 증가하였으나 솔잎 두부가 대조군 두부에 비해 유의적으로 적게 나타났다($P<0.05$). 저장 2일째 대조군의 총 세균수는 1.21×10^5 CFU/g으로 가장 많았으며, 첨가군의 경우 각각 2.37×10^4, 2.52×10^4, 2.38×10^4, 2.67×10^4 CFU/g으로 대조군에 비해 현저하게 적었다($P<0.05$). 대조군의 총 세균수는 저장 4일이 경과하면서 급격히 증가하였으며, 저장 6일 후 대조군의 총 세균수는 1.37×10^8 CFU/g인 반면, 0.8% 첨가군의 경우 1.24×10^7 CFU/g으로 솔잎 분말의 첨가가 세균의 증식을 억제하였음을 알 수 있었

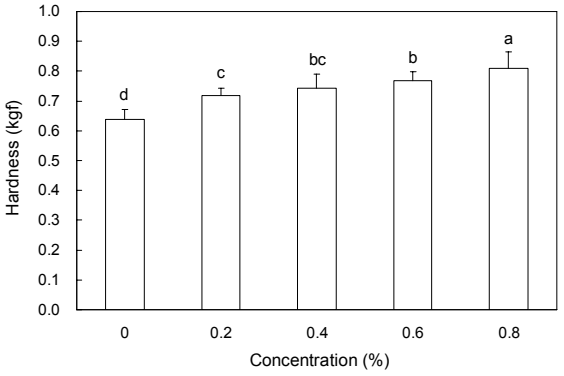

Fig. 1. Hardness of tofu as affected by the incorporation of pine needle powder. Means with different letters (a-d) above bars are significantly different ($P<0.05$).

Table 2. Total microbial count ($10^4\times$ CFU/g) of tofu during storage as affected by the incorporation of pine needle powder (PNP)

Day	PNP incorporation (%)				
	0	0.2	0.4	0.6	0.8
2	12.12±0.10[a]	2.37±0.03[c]	2.52±0.17[bc]	2.38±0.07[c]	2.67±0.03[b]
4	56.00±1.41[a]	15.00±1.41[bc]	18.00±2.83[b]	13.00±0.00[c]	17.00±0.00[bc]
6	13,720.00±169.71[a]	1,280.00±28.28[b]	1,280.00±56.57[b]	1,240.00±0.00[b]	1,240.00±56.57[b]
8	28,900.00±424.26[a]	22,100.00±282.84[b]	14,400.00±282.84[d]	15,500.00±141.42[c]	15,900.00±141.42[c]

[a-d]Means with different letters within a same row are significantly different (P<0.05).

다. 한편 솔잎 자체의 항균력을 실험한 연구(31)에서도 솔잎 분말이 일반세균 억제에 탁월한 효과를 나타내는 것으로 보고된 바 있다. 두부의 경우 총 세균수가 10^7 이상이면 부패가 진행되는 것으로 간주할 수 있는데(32), 본 실험의 경우 대조군 두부는 저장 6일째 부패가 이미 상당부분 진행된 반면, 솔잎 분말이 첨가된 두부는 부패의 경계 부분에 있는 것으로 확인할 수 있었다.

항산화 활성

솔잎 분말을 첨가한 두부의 총 페놀화합물 함량 및 DPPH radical 소거능을 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 페놀성 화합물은 2차 대사산물의 하나로 다양한 식품에 존재하는데(33), 이들은 phenolic hydroxyl기를 포함하고 있어 단백질 같은 거대 분자와 결합이 쉽고, 인체에 유해한 자유라디칼을 안정시켜 항산화 작용 및 항암 작용과 같은 다양한 생리활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(34). 페놀화합물의 함량은 대조군이 0.426×10^{-3} mg/g이었고 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 $0.906\sim1.600\times10^{-3}$ mg/g으로 유의적인 증가 경향을 보였다(P<0.05). EDA 또한 대조군이 10.56%로 가장 낮았으며, 첨가군의 경우 13.34~17.27% 범위 내에서 유의적으로 증가하여 0.8% 첨가군이 가장 높은 것으로 나타났다(P<0.05). 이러한 결과는 솔잎의 항산화 작용으로부터 유래한 것으로 보이며(13,35) 솔잎 분말을 첨가한 쿠키(27), 스펀지케이크(36)에서도 본 실험과 유사한 결과가 보고된 바 있다.

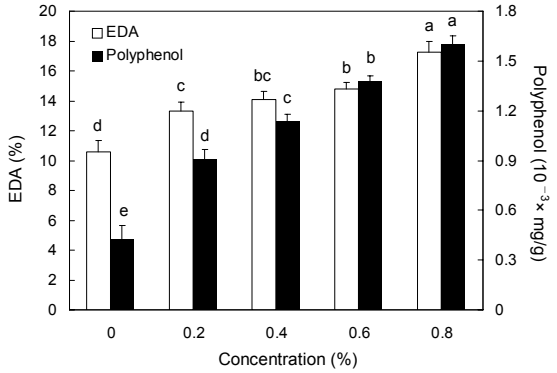

Fig. 2. DPPH radical scavenging activity and total polyphenol content of tofu as affected by the incorporation of pine needle powder. Means within the same property with different letters (a-e) are significantly different (P<0.05).

소비자 기호도

솔잎 분말을 첨가하여 제조한 두부에 대한 소비자 평가 결과는 Table 3에 나타내었다. 솔잎 두부의 색과 맛에 대한 선호도는 0.2% 첨가군이 각각 5.62, 6.22로 유의적으로 가장 높은 선호도를 얻었고(P<0.05), 첨가량이 0.4%를 초과하면서 선호도는 현저하게 감소하였는데(P<0.05), 이는 솔잎 분말의 진한 녹색과 쓴맛이 소비자에게 다소 거부감을 준 것으로 판단된다. 향에 대한 선호도는 0.4% 첨가군이 3.46으로 유의적으로 가장 높게 평가되었고(P<0.05), 특이하게 0.2% 첨가군이 2.44로 가장 낮았으며 소비자들에게 익숙하지 못한 혼합 향(두부의 전형적인 향과 솔잎 향)으로 인해 향에 대한 기호도가 전반적으로 낮게 평가된 것으로 판단된다.

조직감 평가에선 경도가 높은 두부를 대체적으로 선호하는 것으로 나타났으며, 0.4~0.8% 첨가군 사이에선 유의적인 차이가 발견되지 않았다(P>0.05). 한편 전체적인 기호도는 0.2% 첨가군이 다른 시료에 비해 유의적으로 월등히 높게 평가되었는데(P<0.05), 이에 따라 솔잎 분말의 기능적 이점을 최대한 활용하면서 전체적인 관능적 품질을 유지하기 위한 최적 첨가량은 0.2%가 가장 적절한 것으로 판단된다.

Table 3. Consumer preference of tofu as affected by the incorporation of pine needle powder (PNP)

Attributes	PNP incorporation (%)				
	0	0.2	0.4	0.6	0.8
Color	5.38±1.10[a]	5.62±0.92[a]	3.46±1.16[b]	2.58±0.88[c]	2.04±1.01[d]
Taste	5.52±1.03[b]	6.22±0.74[a]	3.52±1.05[c]	2.50±0.84[d]	1.58±0.95[e]
Flavor	2.52±0.84[cd]	2.44±0.76[d]	3.46±0.99[a]	3.06±1.06[b]	2.86±0.99[bc]
Texture	2.26±0.69[b]	2.46±0.79[b]	4.52±1.54[a]	4.50±1.30[a]	4.64±1.21[a]
Overall acceptance	5.30±0.89[b]	6.24±0.82[a]	3.78±0.82[c]	2.36±0.83[d]	1.38±0.60[e]

[a-e]Means with different letters within a same row are significantly different (P<0.05).

요 약

솔잎 분말의 첨가량을 달리하여 두부를 제조한 후 물리·화학적 및 관능적 품질 특성을 조사하였다. 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 pH, 수분함량 및 색도($L*$, $b*$)는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 두부의 수율은 솔잎 분말의 첨가량이 증가할수록 유의적인 차이 없이 감소하는 경향을 보였으며($P>0.05$), 반면 경도는 유의적으로 증가하였다($P<0.05$). 대조군의 총 세균수는 저장 기간 4일 이후 급격하게 증가하였으나 솔잎 분말이 첨가된 시료군의 총 세균수는 저장 기간 6일째까지 현저하게 낮게 유지되어 솔잎 두부에 함유된 성분의 항균성에 의해 세균의 증식이 억제된 것으로 판단된다. 항산화 지표인 총 페놀화합물 함량과 DPPH radical 소거능은 솔잎 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며($P<0.05$), 두 지표 사이에 높은 상관관계를 보였다. 소비자 기호도 평가 결과에 따르면 관능적 품질을 유지하는 동시에 솔잎 분말의 건강 기능성 효과를 활용하기 위한 최적의 첨가량은 0.2%가 가장 적절한 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Kim JH, Woo BY, Kim KS, Kim MH. 2006. A study on the soybean curd (tofu) made from defatted soybean flour. *Korean J Food & Nutr* 19: 22-27.
2. Baik YK, Kim SH, Park IS. 2008. Quality characteristics of mugwort-tofu with various salts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1307-1311.
3. Kim JM, Kim HT, Choi YB, Hwang HS, Kim TY. 1993. Effects of cow's milk addition on the quality of soybean curd. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 437-442.
4. Lee HJ, Sul MS, Cha BS, Yook HS. 1998. Tofu qualities as influenced by soybeans storage temperatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 833-839.
5. Kim HJ, Kim BY, Kim MH. 1995. Rheological studies of the tofu upon the processing conditions. *Korean J Food Sci Technol* 27: 324-328.
6. Choi HD, Koh YJ, Choi IW, Kim YS, Park YK. 2007. Anticariogenic activity and glucosyltransferase inhibitory effects of extracts from pine needle and twig. *Korean J Food Sci Technol* 39: 336-341.
7. Kim YS, Shin DH. 2005. Volatile components and antibacterial effect of pine needle (*Pinus densiflora* S. and Z.) extracts. *Food Microbiol* 22: 37-45.
8. Sung KC. 2004. Characteristics and analysis of natural pine needles extracts. *J Korean Oil Chem* 21: 320-326.
9. Boo YC, Jeon CO, Oh JY. 1997. Isolated of 4-hydroxy-5-methyl-3[2H]-furanone from pine needles as an antioxidative principle. *Agric Chem Biotechnol* 37: 310-314.
10. Park CS. 1998. Antibacterial activity of ethanol extract of pine needle against pathogenic bacteria. *Korean J Postharv Sci Technol* 5: 380-385.
11. Park KN, Lee SH. 2003. Antimicrobial activity of pine needle extract and horseradish on the growth of *Vibrio*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 185-190.
12. Jeon JR, Kim JY, Lee KM, Cho DH. 2005. Anti-obese effects of mixture contained pine needle, black tea, and green tea extracts. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 48: 375-381.
13. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activity of pine needle and green tea extracts. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 13-19.
14. Ryu JN, Jung JH, Lee SY, Ko SH. 2012. Comparison of physicochemical properties of agar and gelatin gel with uniform hardness. *Food Eng Prog* 16: 14-19.
15. Kim DE, Ko SH, Lim JD, Lee BG, Lee KY, Shin MS, Min JH, Kang WS. 2013. Screw configuration effect on physicochemical characteristics of extrudates produced by twin-screw extrusion of rice grain. *Food Eng Prog* 17: 33-42.
16. Lee EJ, Kim JS, Kim KH, Kwong JH. 2011. Prediction of the optimum conditions for microwave-assisted extraction of the total phenolic content and antioxidative and nitrite-scavenging abilities of grape seed. *Korean J Food Preserv* 18: 546-551.
17. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
18. SAS. 2005. SAS User's Guide. Ver. 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
19. Chung DO. 2010. Characteristics of tofu (soybean curd) quality mixed with *Enteromorpha intenstinalis* powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 745-749.
20. Kim SE, Lee SW, Yeum DM, Lee MJ. 2012. Quality characteristics of tofu with added alfalfa (*Medicago sativa* L.) extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 123-128.
21. Yoo JY, Cho HS, Park BH. 2013. Quality characteristics of tofu prepared with *Lagocephalus lunaris* powder. *Korean J Food Preserv* 20: 495-501.
22. Choi YO, Chung HS, Youn KS. 2000. Effects of coagulants on the manufacturing of soybean curd containing natural materials. *Korean J Postharv Sci Technol* 7: 249-255.
23. Jung BM, Shin TS, Kim DW, Chong WK. 2008. Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with mesangi (*Capsosiphone fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 691-698.
24. Park BH, Cho HS, Jeon ER, Kim SD, Kyeong MK. 2009. Quality characteristics of soybean curd prepared with *Lotus* leaf powder. *Korean J Food Culture* 24: 315-320.
25. Park BH, Jeon ER. 2008. Quality characteristics of soybean curd prepared with the addition of yellow paprika juice. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 439-444.
26. Kim WJ, Kim JM, Cheong HS, Huh YR, Shin MS. 2014. Antioxidative activity and quality characteristics of rice madeleine added with pine needle powder and extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 446-453.
27. Choi HY. 2009. Antioxidant activity and quality characteristics of pine needle cookies. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1414-1421.
28. Park CK, Hwang IK. 1994. Effects of coagulant concentration and phytic acid addition on the contents of Ca and P and rheological property of soy bean curd. *Korean J Food Sci Technol* 26: 355-358.
29. Lee YR, Chung HS, Seong HJ, Moon KD. 2011. Quality characteristics of tofu with added astringent persimmon powder. *Korean J Food Sci Technol* 43: 329-333.
30. Park BH, Kim M, Jeon ER. 2013. Quality characteristics of tofu added *Ligularia fischeri* powder. *Korean J Food Culture* 28: 495-501.
31. Zeng WC, He Q, Sun Q, Zhong K, Gao H. 2012. Antibacterial activity of water-soluble extract from pine needles of *Cedrus deodara*. *Int J Food Microbiol* 153: 78-84.
32. Jeon MK, Kim MR. 2006. Studies on storage characteristic

of tofu with herb. *Korean J Food Cookery Sci* 22: 307-313.
33. Im HW, Suh BS. 2009. The total phenolic contents and DPPH radical scavenging activities of Korean potatoes according to physical characteristics and cooking methods. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 375-383.
34. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, In HG, Lee SI. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
35. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD. 1995. Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. *Korean J Food Sci Technol* 27: 978-984.
36. Lee SE, Lee JH. 2013. Quality and antioxidant properties of sponge cakes incorporated with pine leaf powder. *Korean J Food Sci Technol* 45: 53-58.