

## 병아리콩을 첨가한 두유의 품질 특성 및 항산화 활성

한 기 영 · \*최 진 영\*

서울여자대학교 식품공학과, \*신한대학교 식품조리과학부

### Quality Characteristic and Antioxidant Activity Analysis of Soybean Milk added Chickpea

Kee-Young Han and †Jin-Young Choi\*

Dept. of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 01797, Korea  
\*Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Uijeongbu 11644, Korea

#### Abstract

In order to verify the quality characteristics of soybean milk added chickpeas, the following characteristics were investigated: pH, solid contents, color, DPPH radical scavenging, as well as electric nose and sensory evaluation. Physicochemical and the sensory characteristics were analyzed based on the experimental data. The pH value was different in the control and the treatments ( $p < 0.005$ ). As the quantity of chickpea content increased, the solid content was augmented ( $p < 0.0001$ ). The L value was 56.86 in the control, and with the amount of chickpea addition increasing, the L value increased to 57.43 in 100% chickpea soybean milk ( $p < 0.0001$ ). The a value and b value also increased significantly ( $p < 0.0001$ ). However, the DPPH radical scavenging in the control was the lowest but the antioxidant activity of 100% chickpea milk was more than 2.5 higher than that of the control ( $p < 0.0001$ ). In the electric nose experiment, the flavor component of 20%, 30% and 100% chickpea treatment showed a significant difference compared to the control in the flavor components. In the sensory evaluation, for the score of flavor ( $p < 0.001$ ) and taste ( $p < 0.0001$ ), the score was higher in the treatments where 20% and 30% of chickpeas were added. In the sensory test of texture, there was no significant difference in the different experimental conditions except for the 100% chickpea addition treatment. In the overall acceptability test, the scores of 20% and 30% chickpea treatment were the highest results, compared to other treatments ( $p < 0.0001$ ). According to the correlation analysis, both antioxidant activity (0.797) and solid content (0.834) had shown high correlation to pH among the physicochemical characteristics ( $p < 0.01$ ). In the sensory evaluation, color, flavor, taste, texture and overall acceptability had shown a positive correlation to the amount of the soy bean milk added chickpea ( $p < 0.01$ ). In particular, the overall acceptability had shown the highest correlation to the taste (0.803), and it was the texture which resulted in the next highest correlation for overall acceptability (0.666).

Key words: chickpea, antioxidant activity, electronic nose, correlation analysis

#### 서 론

다양한 대두 가공품 중 두유는 콩에 있는 수용성 물질, 고형분, 단백질 등을 주로 추출하여 ‘콩국’의 형태로 식용되어 왔다. 두유는 필수 아미노산, 필수 지방산, 비타민, 무기질과 식이섬유소가 다량 함유되어 있고, 콜레스테롤 함량이 낮아

건강 음료로서의 인식이 확대되고 있으며, 우유 알레르기예 대한 대용식품으로서의 중요성도 알려져 가공기술이 향상되고, 산업적으로도 대량 생산 공급되고 있다(Shin 등 2004; Yu HH 2016). 두유 제조에 사용되는 대두는 이소플라본, 올리고당, 사포닌, 피틴산, 식물성 에스트로겐 등 기능성 물질들이 함유되어 있어 항암 작용, 항산화 작용, 골다공증 등 여러 가

† Corresponding author: Jin-Young Choi, Division of Food Science and Culinary Arts, Shinhan University, Uijeongbu 11644, Korea. Tel: +82-31-870-3517, Fax: +82-31-870-3519, E-mail: bluechoi@shinhan.ac.kr

지 만성질환을 예방할 수 있다(Yoshiki Y 1995; Barnes S 1998; Gao YH 1999; Shin 등 2004).

두유의 품질 향상을 위한 연구로는 콩에 있는 이소플라본 함량을 향상시키기 위해 발아콩을 이용한 콩우유에 대한 연구가 있고(Lee 등 2005), 두유에 스테비아 잎 분말(Choi 등 2014), 메밀 싹(Jeong & Kim 2015), 양파(Kwon & Kim 2015), 연근 분말(Yu HH 2016) 등 다른 성분을 첨가하여 기능성을 더욱 향상시킨 두유의 품질 특성을 본 연구들이 있다. 그리고 제조 방법에서의 품질 개선 방법으로는 효소적 가수분해 처리를 한 저분자 두유(Jang 등 2008), 인삼 첨가 발효두유(Lee 등 2013)가 있고, 저장용적을 줄이고 수송을 간편화할 2차 가공제품인 동결건조 두유 제조(Kim YS 2014), 고초균과 유산균의 혼합배양에 의한 두유 요구르트 제조(Yang 등 2013)에 대한 연구들도 있다. 시판되고 있는 두유로는 칼슘강화 두유, 검은깨나 견과류를 첨가한 두유, 검은콩을 원료로 한 두유 등이 있으며, 최근 렌틸콩 두유나 렌틸콩 발효 두유, 퀴노아 두유 등의 슈퍼곡물을 넣은 두유가 판매되기 시작하였으나, 아직 병아리콩을 원료로 한 두유는 없는 실정이다.

이집트 콩이라고도 불리는 병아리콩(*Cicer arietinum* L.)은 일반적인 콩보다는 약간 크며, 그 모양이 병아리 주둥이와 닮았다 하여 병아리콩(chickpea)으로 불린다. 병아리콩의 일반 성분은 수분 11.5%, 조회분 2.77% 조단백질 17.97%, 조지방 3.8%, 식이섬유소 23.97%이고(Lee JS 2015), 무기질로는 칼륨 771.77 mg, 칼슘 156.13 mg, 나트륨 107.34 mg, 마그네슘 152.58 mg, 구리 0.98 mg, 철 6.85 mg, 아연 3.83 mg /100 mg을 함유하고 있다(Abu-salem & Abou-arab 2011). 병아리콩은 아시아와 중동 지역에서 재배되며, 중동지역, 지중해, 인도, 중앙아시아에서 샐러드, 스프, 스튜, hummus 등의 다양한 요리로 이용되고, 인도에서 많은 채식주의자의 식단에 중요한 단백질 공급원이 된다(Liu Y 2012; Akhtar & Siddiqui 2010; Sabapathy ND 2005). 병아리콩은 다른 콩과 다르게 비린내가 없고 고소한 맛이 나며 밤과 땅콩의 중간 맛이 난다고 한다. 특히 병아리콩은 높은 식이섬유소 함량으로 포만감이 높아 다이어트 식품으로 좋다(Pittaway JK 2006). Jukanti 등(2012)은 병아리콩이 비타민, 무기질의 영양성분과 펠룰 성분, 올리고당, 효소 저해제 등 다양한 생화학적 물질을 함유하고 있어 중요한 두류로 보며, 밀의 식이섬유 함량이 12.7 g에 비해 병아리콩은 18-22 g정도의 높은 함량의 식이섬유를 함유하고 있어 심혈관질환, 당뇨병, 소화기 질환, 암과 같은 질병에 유익한 효과를 줄 수 있다고 보고하였다.

병아리콩에 대한 연구로는 병아리콩 근류 내의 phospho-fructokinase 분리 및 특성(Lee HS 1998), 병아리콩에서 얻은 분말과 전분의 물리화학적 및 체외 소화율 특성(Chung HJ 2011)으로 병아리콩에서 얻은 효소와 전분성분에 대한 특성

연구가 있다. 그리고 병아리콩 분리 단백질(Chickpea Protein Isolate: CPI)을 효소로 처리하여 얻은 올리고펩티드(oligopeptide)에 대한 항산화 연구(Chen 등 2015)에서 CPI 및 펩타이드가 뚜렷한 항산화 활성이 있어서 건강기능식품 제조에 이용할 수 있다고 보았다. Abou-arab 등(2010)은 스파게티의 품질 향상을 위해 밀가루를 대체할 병아리콩가루의 영양적 평가와 기능적인 특성을, Abu-salem과 Abou-arab(2011)은 병아리콩을 이용하여 만든 콩 발효식품인 템페(tempeh)에 대한 이화학적 특성을 보았다. 우리나라에서는 강낭콩으로 만든 백앙금과 병아리콩으로 만든 병아리콩앙금의 비율을 달리한 양갱을 제조하여 품질 특성(Lee JS 2015)을 본 연구가 있으나, 국내에서는 병아리콩을 식품에 적용한 연구가 해외에 비해 부족한 상황이며, 병아리콩을 원료로 한 두유의 품질특성에 대한 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 기존의 두유보다 건강에 좋은 영양성분과 기능성 성분을 보충할 수 있는 병아리콩을 두유 제조에 첨가한 후 품질 특성과 항산화 활성을 측정하고, 소비자 기호도를 평가함으로써 병아리콩을 첨가한 두유의 활용 가능성을 살펴보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구의 실험 재료인 대두(World green, Goesan, Korea)는 2016년 생산된 것을 농협에서 구입하였으며, 병아리콩은 온라인 소평몰(Goodwell, Incheon, Korea)에서 2016년에 미얀마에서 생산된 것을 구입하여 사용하였다. 항산화 실험에 사용한 DPPH(1,1-diphenyl- 2-picrylhydrazyl)는 Sigma-Aldrich(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

### 2. 두유의 제조

두유 제조는 Table 1과 같은 배합비로 하여 제조하였다. 대두는 150 g을 깨끗이 씻어 헹잡물을 제거하고, 18~20℃ 물에 8시간 담가 두었다. 물에 불린 콩을 건져 500 mL 물을 첨가하면서 믹서(HMF-600, Hanil, Seoul, Korea)로 마쇄하였다. 콩을 마쇄하여 얻은 죽 모양의 두미를 냄비에 넣고 1,000 mL의 물을 가하여 90~95℃의 온도에서 약 30분 가열하였다. 끓인 두미를 삼베 자루에 넣어 짜서 비지를 분리하고, 우유 모양의 두유를 얻었다. 이렇게 얻은 두유를 대조구 실험재료로 사용하였으며, 시험구는 병아리콩 함량에 따라 10, 20, 30%와 100%로 순차적으로 달리하여 처리구 병아리콩 두유를 위와 같은 방법으로 제조하였다. 본 실험에 처리구로 사용한 병아리콩 두유의 배합비는 두유제조 시 고형분의 침전량을 고려하여 예비실험 결과를 토대로 10~30% 병아리콩 두유에서는

**Table 1. Composition of soybean milk with added chickpea contents**

Sample	Distilled water (mL)	Soybean (g)	Chickpea (g)	Salt (g)
Control	1,500	150	0	2
10%	1,500	135	15	2
20%	1,500	120	30	2
30%	1,500	115	45	2
100%	1,500	0	150	2

침전되는 고형분의 양이 많지 않았으나, 40% 이상의 병아리콩 두유에서는 침전량이 많게 나타나, 10~30%의 병아리콩 두유와 항산화 활성을 비교하기 위하여 100%로 병아리콩 두유를 제조하였다.

### 3. 이화학적 분석

#### 1) pH

두유의 pH 측정은 시료 20 mL를 바이알 병에 넣고 교반하면서 pH meter(MP 340, Mettler-Toledo, Switzerland)로 측정하였다.

#### 2) 고형분(°Brix)

시료의 고형분 함량 측정은 두유를 vortex mixer(G-560, NY, USA)로 잘 혼합한 후 일회용 스포이드를 사용하여 당도계((N1, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)에 주입하여 3회 반복 실험으로 고형분 함량을 측정하였다.

#### 3) 색도(Color)

시료를 원형통(지름 3 cm, 높이 0.5 cm)에 넣고 색도계(CR-400, Konica Minolta Inc, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(lightness, 명도), a(redness, 적색도), b(yellowness, 황색도)를 3회 반복하여 측정 후 평균값을 나타내었다. 이 때 사용된 표준백판은 L=96.35, a=0.17, b=1.79이었다.

#### 4. DPPH 라디칼 소거능

시료 10 g을 정확히 취하여 80% 에탄올을 용매로 사용하여 multi spin shaker(KMC-8480MX2-DT, Vision Scientific Co. Ltd., Bucheon, Korea)를 사용하여 20°C에서 각각 120 분 동안 추출하였다. 추출 후 3,000 rpm으로 20분간 원심분리(VS-5500N, Vision Scientific Co. Ltd., Bucheon, Korea)를 한 후 상등액을 추출물의 항산화 활성 측정에 사용하였다. 추출물의 항산화 활성을 측정하기 위하여 처리조건별로 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 의한 전자공여능(electron donating

ability, EDA)은 Blois MS(1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 즉,  $1 \times 10^{-4}$  M DPPH(Sigma-Aldrich) 용액(99.9% methanol에 용해) 150  $\mu$ L를 두유 추출물 시료 50  $\mu$ L와 혼합하여 상온의 암소에서 30분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 각각의 용매만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, DPPH 라디칼 제거능은 다음의 식에 의해 전자공여능을 산출하였다. DPPH 추출과 라디칼 소거능 측정은 Han과 Choi(2016)의 병아리콩의 항산화 활성 측정 방법에 따라 가장 항산화 활성이 좋은 에탄올 용매를 추출용매로 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능(%) =

$$\frac{\text{무첨가구의 흡광도} - \text{시료첨가구의 흡광도}}{\text{무첨가구의 흡광도}} \times 100$$

### 5. 전자코 분석

#### 1) 시료처리

5가지 시료를 각각 2 g을 10 mL 바이알에 sampling 한 후 70°C에서 10분간 350 rpm으로 교반하고, 110°C의 주입구 온도를 유지한 가운데 index syringe로 농축하여 주입하였다. Headspace 분석 시 syringe purge는 9.9초를 유지한 후 thermostated tray holder에 놓은 후 2.5 mL를 취하여 시료로 사용하였으며, headspace system을 이용하여 시료의 기체성분을 분석하였다. 시료는 자동 시료채취기가 연결된 전자코(SMART Nose 300, SMART Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)로 분석하였다. 분석에 사용된 질량분석기(QMS 422, Inficon AG, Balzers, Liechtenstein)가 연결되어 있으며, 휘발성 물질들은 70 eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온물질을 사중극자(quadrupole) 질량 필터링을 거친 후 특정 질량 범위(10~200 amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel 수로 사용하였다. 실험분석 초기에 공기 시료를 대조군으로 사용하였으며, 각각의 시료는 3회 반복을 실시하였다.

#### 2) 판별함수분석(Discriminant function analysis)

DFA는 판별함수 분석으로서 휘발성 성분으로부터 생성되는 10에서 200 amu의 ion fragment 중 각 시료 간에 차별성이 높은 20~30여 개의 fragment(m/z)를 독립변수로 선택하였다. 선택된 독립변수의 해당 감응도 값을 이용하여 다음 식에 따라 판별함수분석(DFA)를 실시하였으며, 종속변수에 영향을 주는 독립변수를 검정하였다.

$$DFA = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 \dots \dots \dots + B_nX_n$$

$B_0$ 는 constant값이고,  $B_1$ 는 coefficients를,  $X$ 는 각각의 amu

값에서의 감응도를 나타낸다. 이들 독립변수 중에서 종속변수를 예측할 수 있는 판별함수 값은  $DF_1, DF_2, DF_3, \dots, DF_n$ 으로 나타났다. 여러 독립변수들 중에서 종속변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로  $DF_1$ 과  $DF_2$ 를 비교하여 각 시료간의 휘발성분의 차이를 전체적인 패턴으로 나타내었다.

### 3) 전자코 통계분석

각기 다른 channel의 감응도는 matrix 형태로 기록되었으며, 이온화되어 얻어진 분자들 중 차별성이 높은 분자량( $m/z$ )을 갖는 variables 그룹을 선정하여 판별함수분석을 실시하였다. 이때 사용된 소프트웨어는 SMart Nose statistical analysis software(ver 1.51, SMart Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)를 사용하였다.

### 6. 관능평가

관능평가는 훈련된 서울여자대학교 식품공학과 대학원생 20명의 패널요원을 구성하였다. 또한 관능평가 패널선발을 위하여 평가과정을 단계별로 시료의 양, 맛보는 방법, 시료의 접촉시간 등을 훈련한 후 관능평가를 실시하여 선정하였으며, 관능평가 시간은 오전 10시에 실시하였다. 관능평가는 두유에 대한 관능적 특성의 기호도를 9점 척도법으로 1점은 먹을 수 없게 싫다, 2점 매우 싫다, 3점 싫다, 4점 약간 싫다, 5점 보통이다, 6점 약간 좋다, 7점 좋다, 8점 매우 좋다, 9점 대단히 좋다. 관능평가 항목으로서 색, 향, 맛, 조직감(바디감), 전반적인 기호도 등을 조사하였다. 이 때 조직감(바디감)의 관능평가는 두유를 마실 때 가장 이상적인 선호도를 조직감으로 표시하여 평가하였다.

### 7. 통계분석

본 실험에서 얻어진 결과의 통계분석은 SPSS(ver. 23, IBM,

Armonk, NY, USA) 프로그램을 사용하여 one-way ANOVA로 분석한 후 사후검정은 Duncan's multiple range test에 의해 실험군 간의 차이를 분석하였다. 또한 상관분석은 이변량 상관관계 분석으로 유의성은 양측검정을 실시하였으며, 모든 결과는 3번씩 반복한 값의 평균과 표준편차로 실험값을 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 1. 이화학적 분석

#### 1) pH

병아리콩을 처리구별로 pH를 측정한 결과 Table 2와 같다. 병아리콩 두유의 pH는 6.38~6.48로 대조구와 10~20% 처리구의 pH는 6.38로 적게 나타났고, 병아리콩 100% 두유의 pH는 6.48로 유의적으로 차이를 보였다( $p < 0.005$ ). pH에서는 병아리콩 100% 처리구만 다른 처리구와 유의적인 차이를 보였고, 대조구와 병아리콩 10~30% 처리구에서는 차이를 보이지 않았다. Kim 등(1990)은 두유를 30일 동안 저장하면서 현탁 안정성이 pH에 미치는 영향을 측정한 결과, 두유의 저장기간이 증가할수록 pH가 6.0에서 10.0으로 증가함을 알 수 있었으며, Kim 등(2014)은 팽화미, 취반미, 당화미를 첨가한 두유의 pH를 시판 두유와 비교하여 측정한 결과 pH 6.67~6.70를 나타내었고, 물로만 제조된 두유의 경우 중성에 가까운 pH 6.5~6.8이었다고 하였다. 또한 Kang CS(2002)는 두유 제조 시 가열 온도가 증가할수록 pH가 감소하여 100°C에서 20분간 가열 처리 하여 제조한 두유의 pH가 6.49이었다고 보고하여, 본 실험의 pH와 유사한 결과를 보였다. 따라서 본 실험의 대조구의 두유도 pH 6.38의 유사한 pH값을 보였으며, 30% 병아리콩 두유까지는 pH에서는 큰 차이를 나타내지 않았지만, 100%

Table 2. pH, solid content and color values of soybean milk with added chickpea

Sample	pH	Solid content (°Brix)	Color values		
			L	a	b
Control	<sup>1)</sup> 6.38±0.01 <sup>b</sup>	4.13±0.05 <sup>c</sup>	56.86±0.38 <sup>b</sup>	-1.32±0.17 <sup>c</sup>	5.31±0.11 <sup>d</sup>
10%	6.38±0.01 <sup>b</sup>	4.18±0.05 <sup>d</sup>	53.79±1.03 <sup>c</sup>	-1.67±0.03 <sup>b</sup>	5.48±0.22 <sup>d</sup>
20%	6.38±0.01 <sup>b</sup>	4.30±0.00 <sup>c</sup>	56.63±0.05 <sup>b</sup>	-1.74±0.06 <sup>b</sup>	5.70±0.05 <sup>c</sup>
30%	6.40±0.01 <sup>b</sup>	4.38±0.05 <sup>b</sup>	60.55±0.04 <sup>a</sup>	-1.79±0.06 <sup>b</sup>	6.57±0.07 <sup>b</sup>
100%	6.48±0.05 <sup>a</sup>	4.78±0.24 <sup>a</sup>	57.43±0.16 <sup>b</sup>	-3.14±0.02 <sup>a</sup>	11.37±0.06 <sup>a</sup>
F value	7.291	132.50	70.501	202.31	1418.97
p value	0.005	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001

<sup>1)</sup> Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±S.D. (n=3).

<sup>a-c</sup> Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test.

병아리콩 두유에서는 pH 6.48로 pH의 증가를 보였다.

## 2) 고형분 함량

병아리콩 함량을 달리하여 만든 혼합두유의 고형분 함량을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 고형분 함량은 수용성 고형분에 따라 차이를 나타낼 수 있는데, 병아리콩 두유의 고형분 함량은 4.18~4.78 °Brix로 병아리콩 함량이 증가할수록 고형분 함량이 유의적으로 증가하였다( $p < 0.0001$ ). 따라서 병아리콩에서의 고형분 함량이 대조구인 대두 100% 함유한 두유에 비하여 많이 함유한 것을 알 수 있었다. Lee JS(2015)는 병아리콩의 일반성분을 측정된 결과, 수분 11.5%, 조단백질 17.97%, 조지방 3.8%, 조회분 2.77%를 함유하였고, Noh 등(2015)은 대두의 일반성분은 단백질 20~45%, 지방질 18~22%, 회분 4~5%를 함유하여 단백질 함량은 대두가 병아리콩보다 많았다. 본 실험에서 단백질 함량은 대두가 병아리콩보다는 많은 양을 차지하고 있으나, 고형분 함량 측정 결과에서는 병아리콩 두유를 첨가한 처리구에서 높게 나타나, 이는 Lee JS(2015)의 일반성분을 측정된 결과를 토대로 탄수화물의 함량이 36% 차지하기 때문에 단백질 함량보다는 전분 함량이 많은 병아리콩의 전분에 의한 증가로 알 수 있었다. 그러나 고형분 함량이 증가됨에 따라 침전물의 증가도 비례하여 본 실험에서는 가장 침전이 적게 일어나는 두유를 제조하여 고형분 함량을 측정하는데 목적을 두었기 때문에 고형분 함량이 더 많은 30% 병아리콩 두유가 이상적이라고 생각된다.

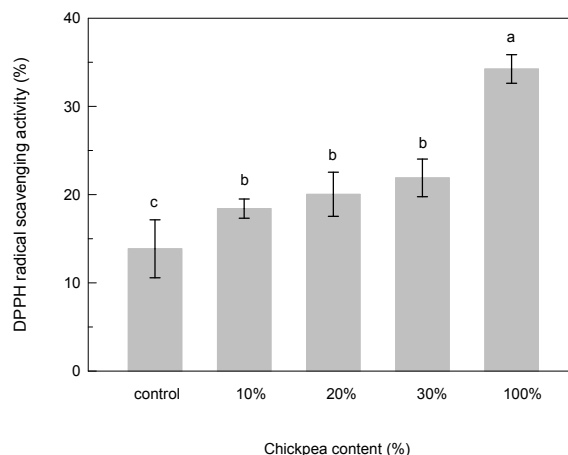
## 3) 색도

병아리콩을 함유한 두유의 색도를 측정된 결과 Table 2와 같다. 명도(L value)는 시료의 밝기에 따라 값이 증가하거나 고형분 함량에 따라 값이 달라진다. 대조구의 명도는 56.86을 나타냈으며, 20% 병아리콩 첨가 두유와 100% 병아리콩 두유의 명도는 각각 56.63과 57.43으로 유의적 차이가 없었다. 그러나 병아리콩의 첨가량이 증가할수록 명도 값이 유의적으로 증가하지는 않지만, 30% 병아리콩 첨가 두유에서 60.55로 가장 명도값이 높게 나타났다( $p < 0.0001$ ). Jang 등(2008)은 비지를 제거한 두유와 비지를 제거하지 않은 전두유에서 명도를 측정하였을 때 비지를 제거한 두유와 저분자 두유에서 명도가 크게 나타났었고, 전두유에서는 명도가 적게 나타났다고 하였다. 또한, Kim 등(2014)은 쌀알을 첨가한 두유에서 명도를 측정된 결과, 처리구간에는 차이를 보이지 않았는데 이는 두유의 특성상 비지를 제거하는 양과 물과 고형분의 양에 따라서 콜로이드 상태의 용액과 현탁액 상태의 부유물질의 분산으로 인한 차이라고 생각된다고 하였다. 적색도(a 값)를 나타내는 측정값에서는 -1.32~ -3.14의 값을 보였으며, 병아리콩 함량이 증가함에 따라 음의 값이 증가하여 녹색도 값

(-a)이 증가함을 볼 수 있으며( $p < 0.0001$ ), 병아리콩의 색깔은 황색을 띠고 있으나, 완숙되지 않은 미성숙 색소인 녹색색소가 병아리콩에 함유되어 있어 병아리콩 첨가량이 증가할수록 녹색도 값이 증가하는 것으로 생각된다. Kim과 Lee는(2016) 대두와 병아리콩, 렌틸콩 등을 이용하여 청국장을 제조하였을 때 병아리콩이 가장 적색도 값이 0.63으로 적게 나타났으며, 이는 콩의 저장기간과 살균온도에 의한 영향이라고 하였다. 따라서 병아리콩의 수확시기와 저장기간에 따라 녹색도와 황색도에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 또한, 황색도(b 값)에서는 병아리콩 자체의 색깔이 황색색소를 많이 함유하기 때문에 병아리콩 함량이 증가할수록 대조구는 5.31에서 처리구에서는 5.48~11.37로 황색도 값이 증가하였다( $p < 0.0001$ ), 대조구인 대두두유의 황색도 값인 5.31에 비해 100% 병아리콩 두유의 황색도 값은 11.37로 황색도의 값이 크게 증가되는 것을 볼 수 있었다. 따라서 Lee JS(2015)는 병아리콩을 함유한 양갱 제조 시 병아리콩 함량이 증가할수록 녹색도 값과 황색도 값이 증가한다고 하였으며, 이는 병아리콩에 들어있는 카로티노이드 색소에 기인한다고 하여 본 실험과 일치하는 결과를 보였다.

## 2. DPPH Radical 소거능

병아리콩의 항산화 활성을 측정하기 위하여 DPPH Radical 소거능을 측정된 결과 Fig. 1과 같다. 항산화 활성은 대조구에서 13.86%로 가장 작게 나타났고, 10% 병아리콩 두유에서는 18.41%, 20% 병아리콩 두유는 20.04%, 30% 병아리콩 두유는 21.89%, 100% 병아리콩 두유에서는 33.97%로 2.5배 이상의 항산화 활성을 보였다( $p < 0.0001$ ). 따라서 항산화 활성을



**Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of soybean milk with added chickpea.** <sup>a-c</sup> Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test( $F: 44.462, p < 0.0001$ ).

고려할 때 대두를 함유한 두유보다는 병아리콩을 함유한 두유가 높은 항산화 능력을 보이는 것을 알 수 있었다. Li YH 등(2008)은 병아리콩의 단백질을 분리하여 그 중 가장 크게 나타난 소수성 아미노산은 아르기닌, 알라닌, 페닐알라닌, 라이신, 류신, 아스파르긴산 등이었다. 또한, Xiao 등(2014)은 항산화 활성을 측정하기 위하여 병아리콩에 *Cordyceps militaris* SN-18균을 발효시킨 후 발효한 병아리콩과 발효하지 않은 병아리콩의 80% 에탄올과 메탄올, 물에 추출한 후 총 페놀과 총사포닌 함량을 측정된 결과, 총페놀 함량은 80% 에탄올에서 가장 함량이 많았고, 총사포닌 함량은 80% 메탄올에서 가장 많은 함량을 보였다. 또한, 템페(temphe) 제조에서 사용한 병아리콩의 총 페놀성분은 100 g당 생콩 269.38 mg, 물에 불린 콩 217.64 mg, 껍질을 벗기지 않고 삶은 콩 194.73 mg, 껍질을 벗기고 삶은 콩 171.50 mg, 템페는 86.64 mg으로 가공과정을 거치는 동안 유의적으로 감소하였다(Abu-salem & Abou-arab 2011). 렌틸콩의 총페놀성분은 12 mg/g, 병아리콩은 2.2 mg/g, 대두는 2.3 mg/g, 노란완두콩은 2.5 mg/g, 파란완두콩은 1.2 mg/g으로, 렌틸콩의 항산화 활성이 가장 높았고, 파란 완두콩이 가장 낮았다(Han & Baik 2008). 병아리콩의 항산화연구에서 높은 항산화 활성을 갖게 하는 폴리페놀 성분은 물에 담그거나, 조리하는 과정에서 폴리페놀 성분과 항산화 활성이 감소하게 된다. 이것을 방지하는 가장 좋은 방법은 실온에서 22시간 물에 담근 후 1시간 동안 삶는 과정을 하는 것이 총 페놀과 총 플라보노이드 성분을 유지시키는 조리 과정이었다(Segav 등 2011). 따라서 본 실험에서도 항산화 활성을 최대한 유지시키는 조리방법으로 물에 담그는 시간은 8시간과 삶는 시간을 30분으로 최소화하였다. 본 실험에서도 병아리콩 함량이 증가할수록 항산화에 크게 기여하여 일치되는 결과를 보였다.

3. 전자코 측정

병아리콩 두유의 콩에서 나타나는 향기성분을 관측하기 위하여 전자코를 측정된 결과 Fig. 2와 같다. 대두는 비린내가 존재할 수 있고, 병아리콩은 대두에 비해 상대적으로 비린내가 적을 것으로 보고 이 두 콩에 의한 향기성분의 변화를 전자코를 이용하여 측정하고자 하였다. 콩 비린내의 원인이 되는 휘발성 화합물은 hexanal, pentanal, 1-octen-3-ol, heptanal, nonanal 등이 있는데, 이러한 냄새를 줄이기 위해 cyclodextrin (CD)과 결합하여 냄새를 최소화하고자 한 연구에서 CD 농도가 증가할수록 hexanal과 더욱 많은 양이 결합되어 이취가 감소하였고, 이러한 포집 효과와 두유의 이취의 원인이 되는 주요 휘발성 향기성분들의 감소정도를 전자코를 이용하여 신속하고 간편하게 측정할 수 있었다고 하였다(Youn AR 2006). 본 실험에서 사용한 MS 전자코는 기준물질인 air에서 거리가

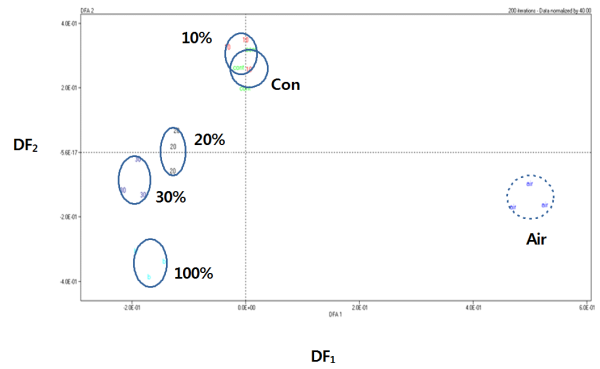


Fig. 2. Discriminant function analysis of the obtained data by mass spectrometry based on electronic nose of soybean milk with added chickpea. (DF<sub>1</sub>:  $r^2=0.9954$ ,  $F=518.58$ /DF<sub>2</sub>:  $r^2=0.9651$ ,  $F=66.31$ ).

멀어질수록 향기성분이 많이 나거나 이취가 적다는 것을 나타내는데, 대두와 병아리콩의 냄새가 두유의 향기를 좌우하며, 이 두 콩의 상호작용이 전자코에 의해 측정되었다.

전자코 분석 결과 제1 판별분석 값인 DF<sub>1</sub>에서는  $r^2$ 값이 0.9954,  $F$ 값이 518.58이었고, DF<sub>2</sub>에서는  $r^2$ 값이 0.9651,  $F$ 값이 66.31로 향기성분은 주로 DF<sub>1</sub>과 밀접한 관계를 보이고 있는 것을 알 수 있었다. 따라서 DF<sub>1</sub>에서 air와의 거리 차이를 비교해 볼 때 대조구와 10% 처리구에서는 향기성분의 차이가 크게 나타나지 않았으나, 20%, 30%와 100% 병아리콩 두유에서는 대조구와 향기성분에서 많은 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 전자코 분석에서 처리구의 DF<sub>1</sub> 값에서 air의 DF<sub>1</sub> 값을 빼서 향기성분의 차이를 본 결과는 Fig. 3과 같다. 대조구와 병아리콩 10% 두유에서는 향기성분의 차이는 거의 없었으나 30%와

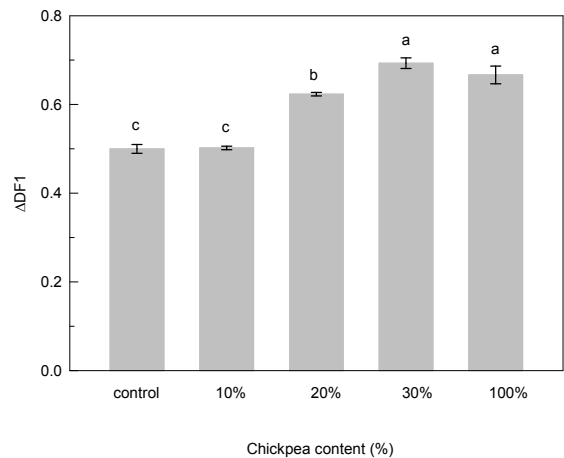


Fig. 3.  $\Delta DF_1$  of soybean milk with added chickpea. <sup>a-c</sup> Any means in the same column followed by the same letter are not significantly ( $p<0.05$ ) different by Duncan's multiple range test.

100% 처리구에서는 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ). 따라서 병아리콩 첨가량은 20~30%를 첨가하는 것이 향기성분에서는 이 상적인 배합량이라고 생각된다.

#### 4. 관능검사

병아리콩을 첨가한 두유의 색, 향기, 맛과 입안에서 느낄 수 있는 조직감(바디감), 전체적인 기호도를 측정된 결과 Table 3과 같다. 색도 분석에서는 병아리콩 첨가량이 증가할수록 황색이 많이 나타났으나, 관능검사 결과 색(color)에서는 병아리콩 첨가량이 두유의 색깔 선호도에는 3.75~5.85점으로 유의적으로 낮은 점수를 보였으며( $p<0.001$ ), 이는 대두 첨가 두유의 색깔에 대한 색의 선호도가 더 좋은 결과를 보였다. 향기(flavor)를 측정된 관능검사 결과에서는 병아리콩 100% 첨가구에서 4.31점으로 가장 점수가 낮았으나, 대조구와 10% 첨가구와는 유의적인 차이가 없었고, 20%와 30% 첨가구에서 6.36점과 6.46점으로 점수가 높았다( $p<0.001$ ). 전자코 분석과 관능검사를 비교해 보면 대조구와 10% 첨가구에서 비슷한 경향을 나타내었고, 20%와 30% 첨가구에서도 관능검사에서 가장 높은 점수를 받았으며, 전자코 분석에서도 비슷한 향기분포를 나타내어 전자코 분석과 관능검사 결과가 일치하였다. 다만 100% 병아리콩 두유에서 관능검사로 평가할 때 대조구와 유의적 차이가 없었는데, 전자코 분석에서는 30% 첨가구와 같은 결과가 나와 차이가 있었다. 또한 맛(taste)을 평가한 결과에서도 20%와 30%의 첨가구에서 7.25점과 6.69점으로 가장 점수가 높게 나타났으며( $p<0.0001$ ). 입안에서 느끼는 조직감(바디감)을 측정된 관능검사에서는 100% 첨가구가 2.62점으로 가장 점수가 낮았는데( $p<0.0001$ ), 이는 고형분 함량이 가장 높은 100% 첨가구에서는 두유에서 고형분 함량이 많아 텁텁함이 증대되어 가장 낮은 점수를 보이는 것으로 생각되며, 이는 고형분 함량을 측정된 결과에서도 병아리콩을 많이 함유할수록 고형분 함량이 증가한다는 결과와 일치함을 보였다. 다른 처리구에서는 유의적으로 차이를

보이지 않았다. 전체적인 기호도에서는 향기와 맛의 결과와 동일하게 20%와 30%의 첨가구에서 7.00점과 6.85점으로 가장 점수가 높게 나타났으며( $p<0.0001$ ), 20% 첨가구와 30% 첨가구에서는 관능검사 결과 크게 차이가 나타나지 않는 것으로 생각된다.

#### 5. 상관관계 분석

병아리콩을 첨가한 두유의 pH, 고형분 함량, 색도, 항산화 활성과 관능검사간의 상관관계를 분석한 결과 Table 4와 같다. 상관관계를 분석한 결과에서는 pH와 항산화 활성, 고형분 함량, 적색도와 황색도와는 0.75~0.97의 높은 상관관계( $p<0.01$ )를 보였다. 특히 가장 상관관계가 높은 적색도와 황색도는 피어슨의 상관계수가  $-0.967(p<0.01)$ 의 음의 상관관계를 보여 적색도가 감소함에 따라 황색도가 증가함을 보였으며, 이는 녹색도와 황색도 간에는 양의 상관관계를 보인다고 생각된다. 다음으로 높은 상관관계를 보인 것은 고형분 함량과 항산화 활성인 DPPH 라디칼 소거능은  $0.925(p<0.01)$ 로 높은 양의 상관관계를 나타내었으며, 고형분 함량이 증가할수록 항산화 활성이 크게 증가함을 보였다. 또한, pH와 고형분 함량, 항산화 활성과도 0.834, 0.797의 높은 양의 상관관계를 보였다. 따라서 병아리콩 함량이 증가할수록 고형분 함량과 항산화 활성이 증가함을 보였으며, 고형분 함량의 증가는 항산화 활성에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 그러나 명도는 pH, 고형분 함량, 항산화 활성, 적색도와 황색도와는 상관관계를 나타내지 않았으나, 관능적 평가에서는 색과 조직감에  $0.433(p<0.01)$ 의 양의 상관관계를 보였다. 관능평가에 따른 상관분석에서는 모든 처리구와 관능검사 모두에서 양의 상관관계를 보였는데 가장 큰 상관관계를 보인 것은 맛과 전체적인 기호도에서는 피어슨의 상관계수가  $0.803(p<0.01)$ 으로 높은 양의 상관관계를 보였으며, 두 번째로는 바디감과 전체적인 기호도에서  $0.666(p<0.01)$ 의 양의 상관관계를 보였다. 결과적으로 병아리콩을 첨가한 두유에서는 맛이 전체적

Table 3. Sensory evaluation of soybean milk with added chickpea

Sample	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
Control	<sup>1)</sup> 6.38±1.89 <sup>a</sup>	5.08±1.50 <sup>b</sup>	4.75±1.22 <sup>b</sup>	5.83±1.11 <sup>a</sup>	4.92±1.38 <sup>b</sup>
10%	5.85±1.95 <sup>b</sup>	4.83±1.64 <sup>b</sup>	4.50±1.93 <sup>b</sup>	5.69±1.89 <sup>a</sup>	4.31±1.60 <sup>b</sup>
20%	6.23±2.09 <sup>b</sup>	6.36±1.50 <sup>a</sup>	7.25±1.42 <sup>a</sup>	6.50±1.73 <sup>a</sup>	7.00±1.78 <sup>a</sup>
30%	6.21±1.93 <sup>b</sup>	6.46±1.39 <sup>a</sup>	6.69±1.49 <sup>a</sup>	6.85±1.28 <sup>a</sup>	6.85±1.34 <sup>a</sup>
100%	3.75±1.66 <sup>b</sup>	4.31±1.44 <sup>b</sup>	4.86±1.92 <sup>b</sup>	2.62±1.56 <sup>b</sup>	3.71±1.77 <sup>b</sup>
F value	4.051	5.396	7.448	15.266	11.658
p value	0.001	0.001	0.0001	0.0001	0.0001

<sup>1)</sup> Results were expressed as the average of triplicate samples with mean±S.D. (n=3).

<sup>a-b</sup> Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test.



Table 4. Correlation analysis of soybean milk with added chickpea

	pH	DPPH	Solid content	L value	a value	b value	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptability
pH	1.000										
DPPH	0.797**	1.000									
Solid content	0.834**	0.925**	1.000								
L value	0.301	0.418	0.492	1.000							
a value	-0.484	-0.431	-0.702**	-0.317	1.000						
b value	0.497	0.551*	0.753**	0.242	-0.967**	1.000					
Color	-0.089	0.011	0.025	0.069	0.173	-0.039	1.000				
Flavor	-0.154	-0.084	0.007	-0.546*	0.074	0.033	0.446**	1.000			
Taste	-0.189	-0.005	-0.044	-0.231	0.166	-0.218	0.325*	0.570**	1.000		
Texture	-0.307	-0.225	-0.098	-0.636*	0.134	-0.120	0.433**	0.293*	0.471**	1.000	
Overall acceptability	-0.246	-0.106	-0.081	-0.578*	0.501	-0.541*	0.351**	0.540*	0.803**	0.666**	1.000

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ 

인 두유의 기호도를 증가시키는데 영향을 많이 미칠 수 있음을 알 수 있으며, 또한 향기는 맛 0.570( $p < 0.01$ )과 전체적인 기호도 0.540( $p < 0.01$ )에 상관관계를 미치는 것을 알 수 있었다. 따라서 병아리콩 첨가 두유의 전반적인 기호도를 증가시키기 위해서는 맛, 향기와 조직감이 모두 중요한 영향을 미치는 요인으로 작용하기 때문에 두유의 맛과 향기, 조직감을 소비자들 가장 선호하는 첨가비로 맞추어 전반적인 기호도를 상승시킬 필요가 있다.

### 결론 및 요약

병아리콩 두유는 대조구를 대두로 제조하고 병아리콩 첨가량에 따라 10, 20, 30, 100%로 병아리콩을 첨가하여 병아리콩 두유를 만들었으며, 두유의 품질 특성을 확인하기 위하여 pH, 고형분, 색도, DPPH Radical 소거능, 전자코, 관능검사를 실시하였다. 또한 측정된 값을 토대로 상관관계분석을 실시하였다. pH는 6.38~6.48로 병아리콩 함량이 증가함에 따라 처리구간에 차이를 보이지 않았으며( $p < 0.005$ ), 고형분 함량은 병아리콩 함량이 증가할수록 고형분 함량이 증가하였다( $p < 0.0001$ ). 명도(L)값은 대조구에서 56.86을 나타냈으며, 병아리콩의 첨가량이 증가하여 100% 병아리콩 두유에서는 57.43으로 상승하였다( $p < 0.0001$ ). a값에서는 -1.32~ -3.14의 값을 보여 병아리콩 함량이 증가할수록 녹색도(-a) 값이 증가하였고( $p < 0.0001$ ), b값에서는 병아리콩 함량이 증가할수록 황색도의 값이 크게 증가되는 것을 볼 수 있었다( $p < 0.0001$ ). DPPH 라디칼 소거능은 대조구에서 가장 작았고, 100% 병아

리콩 두유에서는 대조구에 비하여 2.5배 이상의 항산화 활성을 보였다( $p < 0.0001$ ). 두유의 향기성분을 측정하기 위하여 MS 전자코를 측정한 결과, 대조구와 10% 처리구에서는 향기성분의 차이가 크게 나타나지 않았으나, 20%, 30%와 100% 병아리콩 두유에서는 대조구와 향기성분이 많이 차이를 보여 20% 이상 첨가한 처리구에서 병아리콩의 향기성분의 차이가 많다는 것을 알 수 있었다. 관능검사에서도 색에서는 병아리콩 첨가량이 많을수록 유의적으로 낮은 점수를 보였으며( $p < 0.001$ ), 향기( $p < 0.001$ )와 맛( $p < 0.0001$ )에서는 병아리콩 두유 20%와 30% 첨가구에서 점수가 높았다. 조직감(바디감)을 측정한 결과에서는 100% 처리구를 제외하고는 유의적으로 차이를 보이지 않았고( $p < 0.0001$ ), 전체적인 기호도에서도 20%와 30%의 첨가구에서 7.00점과 6.85점으로 가장 점수가 높게 나타났다( $p < 0.0001$ ). 상관분석에서는 이화학특성에서는 pH와 항산화 활성, 고형분 함량은 0.797, 0.834로 높은 양( $p < 0.01$ )을 보였다. 관능평가에서는 모두 양의 상관관계( $p < 0.01$ )를 보였으며, 특히 상관관계가 가장 높은 것은 맛과 전체적인 기호도에서 0.803으로 가장 높은 양의 상관관계를 보였고, 다음이 조직감과 전체적인 기호도에서 0.666으로 높은 상관관계를 보였다. 본 실험 결과, 병아리콩을 첨가한 두유에서는 관능검사와 항산화 효과를 토대로 볼 때 전체적인 기호도는 20~30% 병아리콩 첨가한 두유에서 가장 좋은 결과를 보였고, 항산화 활성은 20~30% 배합비에서 가장 높게 나타났다. 또한, 상관관계분석에서는 기호도와 맛과 조직감이 가장 상관관계가 높다는 것을 토대로 30%에서 가장 좋은 배합비라고 생각된다. 그러나 고형분 함량이 전체적으로 함량



이 적기 때문에 시판 병아리콩 두유를 제조할 때는 병아리콩 함량을 증가시키면서 침전되는 고형분의 함량을 감소시키는 콜로이드성 촉매제의 첨가에 대한 연구가 추가로 진행되어야 할 것이라고 생각된다.

## References

- Abou-arab EA, Helmy IMF, Barih GF. 2010. Nutritional evaluation and functional properties of chickpea(*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from its. *J American Sci* 6:1055-1072
- Abu-salem FM, Abou-arab EA. 2011. Physico-chemical properties of tempeh produced from chickpea seeds. *J American Sci* 7:107-118
- Akhtar MS, Siddiqui ZA. 2010. Effects of AM fungi on the plant growth and root-rot disease of chickpea. *American- Eurasian J Agric Environ Sci* 8:544-549
- Barnes S. 1998. Evolution of the health benefits of soy isoflavones. *Proc Soc Exp Biol Med* 217:386-392
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Chen XF, Sun YF, Feng, F, Wang XY, Zhou FZ. 2015. The antioxidant properties of chickpea protein hydrolyzed fractions. *J Biotechnol Bulletin* 1:104-108
- Choi SN, Joo MK, Chung NY. 2014. Quality characteristics of soybean milk added with stevia leaf powder. *J Korean Diet Assoc* 20:77-86
- Chung HJ. 2011. Studies for physicochemical and *in vitro* digestibility characteristics of flour and starch from chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J Food Sci Nutr* 16:339-347
- Gao YH. 1999. Anabolic effect of daidzein on cortical bone tin tissue culture: Comparison with genistein effect. *Mol Cell Biochem* 194:93-97
- Han H, Baik BK. 2008. Antioxidant activity and phenolic content of lentils(*Lens culinaris*), chickpea(*Cicer arietinum* L.), peas(*Pisum sativum* L.) and soybeans (*Glycine max*), and their quantitative changes during processing. *International J Food Sci Technol* 43:1971-1978
- Han KY, Choi JY. 2016. Establishment of optimum extraction conditions for antioxidant activity of chickpea by response surface methodology. *Food Service Industry J* 12:25-34
- Jang SY, Sin KA, Park NY, Bang KW, Kim JH, Jeong YJ. 2008. Functional properties of hydrolysate soy milk and whole soy milk. *Korean J Food Preserv* 15:361-366
- Jang SY, Sin KA, Park NY, Kim DH, Kim MJ, Kim SH, Jeong YJ. 2008. Changes of quality characteristic of low-molecular soymilk according to hydrolysis time. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37:1287-1293
- Jeong DH, Kim CJ. 2015. Preparation and quality characteristic of soymilk added with buckwheat sprout. *J Korean Soc Food Cult* 30:77-85
- Jukanti AK, Gaur PM, Gowda CLL, Chibbar RN. 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea(*Cicer arietinum* L.): a review. *British J Nutr* 108:11-26
- Kang CS. 2002. Changes in physicochemical properties of soymilk by heating conditions and study in effect of quality characteristics of tofu. MS Thesis, Yonsei Univ. Seoul. Korea
- Kim ES, Chung SS, Jo JS. 1990. Effect of pH, chemical composition and additive on stability of soymilk suspension. *Korean J Food Sci Technol* 22:319-324
- Kim KH, Lee GH. 2016. Quality characteristics of various bean varieties fermented with bacillus subtilis. *Korean J Food Cook Sci* 32:541-548
- Kim YS. 2014. Quality characteristics of freeze-dried soymilk powder. *Korean J Food Nutr* 27:89-98
- Kim DK, Choi YJ, Kim CH, Kim YB, Kim EM, Kum JS, Park JD. 2014. Physicochemical properties of rice grain-added soymilk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1278-1282
- Kwon YK, Kim CJ. 2015. Comparison of physicochemical and functional properties of soymilk with addition of onion. *J Korean Soc Food Cult* 30:86-96
- Lee HY, Kim JS, Kim YS, Kim WJ. 2005. Isoflavone and quality improvement of soymilk by using germinated soybean. *Korean J Food Sci Technol* 37:443-448
- Lee HS. 1998. Partial purification and characterization of minor form of phosphofructokinase from the host fraction of chickpea(*Cicer arietinum* L. cv. Amethyst) nodules. *Korean Agric Chem Biotechnol* 41:355-362
- Lee JS. 2015. Quality characteristics of *Yanggaeng* prepared with chickpea. MS Thesis, Sejong Univ. Seoul. Korea
- Lee LS, Jung KH, Choi UK, Hong HD, Kim YC. 2013. Ginsenosides composition and antioxidant activities of fermented ginseng soymilk. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1533-1538
- Li Y, Jiang B, Zhang T, Mu W, Liu Y. 2008. Antioxidant and free radical-scavenging activities of chickpea protein hydrolysate(CPH). *Food Chem* 106:444-450
- Liu Y. 2012. Acute effects of navy bean powder, lentil powder and chickpea powder on postprandial glycaemic response

- and subjective appetite in healthy young men. MS Thesis, Toronto Univ. Toronto. Canada
- Noh BS, Kim SS, Jang PS, Lee HK, Park WJ, Song KB, Lee HS, Lee SB, Hwang KT. 2015. Food Processing and Preservation. pp. 246-247. Soohaksa Pub
- Pittaway JK. 2006. Chickpeas and human health, the effect of chickpea consumption on some physiological and metabolic parameters. Research MS Thesis, Tasmania Univ. Tasmania. Australia
- Sabapathy ND. 2005. Heat and mass transfer during cooking of chickpea - measurements and computational simulation. MS Degree Thesis, Saskatchewan Univ. Moose Jaw. Canada
- Segav A, Badani H, Galili L, Hovav R, Kapulnik Y, Shomer I, Galili S. 2011. Total phenolic content and antioxidant activity chickpea(*Cicer arietinum* L.) as affected by soaking and cooking conditions. *Food Nutr Sci* 2:724-730
- Shin HC, Seong HS, Sohn HS. 2004. The industrial development and health benefit of the soymilk. *Korean Soybean Digest* 21:15-27
- Xiao Y, Xing G, Rui X, Li W, Chen X, Jiang M, Dong M. 2014. 2014. Enhancement of the antioxidant capacity of chickpeas by solid state fermentation with *Cordyceps militaris* SN-18. *J Functional Foods* 10:210-220
- Yang M, Kwak JS, Jang SR, Jia Y, Park IS. 2013. Fermentation characteristics of soybean yogurt by mixed culture of *Bacillus* sp. and lactic acid bacteria. *Korean J Food Nutr* 26:273-279
- Yoshiki Y. 1995. Active oxygen scavenging activity of DDMP saponin in soybean seed. *Biosci Biotech Biochem* 59:1556-1557
- Youn AR. 2006. Ability of various cyclodextrin to entrap volatile beany flavor compounds in soymilk by using electronic nose. MS Thesis, Seoul Women's Univ. Seoul. Korea
- Yu HH. 2016. Quality characteristics and antioxidant activity of soymilk added with *Nelumbo nucifera* root powder. *Korean J Human Ecol* 25:239-249

---

Received 05 February, 2017

Revised 28 July, 2017

Accepted 30 August, 2017