

## 양파 첨가 형태를 달리한 두유의 이화학적 및 기능적 특성 비교

권유경 · 김철재\*

숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학과

### Comparison of Physicochemical and Functional properties of Soymilk with Addition of Onion

Yu-Kyung Kwon, Chul-Jai Kim\*

Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

#### Abstract

Onions contain antioxidant flavonoids and bioactive sulfur compounds. These substances are more abundant in the peel than in onion flesh. For this reason, whole onions including peels were added to soy milk to produce soy milk with whole onions (SWO), whereas peeled onions were added to soy milk to produce soy milk with peeled onions (SPO). The functional and antioxidant properties of these two kinds of soy milk were then analyzed and compared. Compared to control soy milk (CS) without onion powder, treated samples (to which freeze dried onion powder was added at 1.4, 1.6, 1.8, and 2.0%, respectively) showed significantly increased amounts of quercetin, isoflavone, and total phenol ( $p=0.05$ ). The magnitude of the increase rose as the amount of added onion powder increased and when onion powder contained onion peels. With regards to antioxidant activity (DPPH and ABTS), SWO showed a greater value than SPO. The sensory evaluation scores of SWO and SPO were lower than CS for roughness and swallowing, as adding onion powder increased solid contents and viscosities. However, higher overall acceptability were obtained 1.8SPO and 1.8SWO.

Key Words: Soymilk, onions, quercetin, flavonoids, antioxidation

#### 1. 서 론

콩(Soybean, *Glycine max.* L.)은 단백질(40%)뿐만 아니라 아미노산 조성에서도 시스테인과 메티오닌을 제외한 필수아미노산을 고루 함유하고 있고, 콜레스테롤 함량이 낮으며 비타민과 무기질 및 식이섬유소까지 함유되어 있어 동물성 식품 위주의 식생활의 단점을 보완할수 있는 이상적인 식품이다(Soy-world science park 2006). 콩의 가공식품 중에서 많이 이용되고 있는 두유(Soy milk)는 콩으로부터 수용성 물질인 고형분과 단백질을 추출한 것으로 고단백 우유 대체식품으로서의 가치를 인정받고 있다(Riaz 2006).

양파(Onion, *Allium cepa* L.)는 동서양을 막론하고 고추, 마늘 등과 더불어 여러 가지 요리에 향신료와 조미료로 많이 이용되고 있는 채소 중의 하나이다(Kim & Chun 2001). 양파에는 항균효과를 비롯하여 중금속의 해독작용, 콜레스테롤의 감소 및 항동맥경화 효과, 혈당저하 효과, 심혈관계질환 예방효과, 항암효과 등이 보고되었으며, 양파에 함유되어 있는 플라보노이드계 성분인 quercetin, quercitrin 및 rutin 등과 함황 화합물인 allyl propyl disulfide 및 diallyl disulfide

성분은 항산화작용을 나타내는 것으로 보고되어 있다(Park et al. 1994; Ra et al. 1997). 이러한 양파의 성분에 대한 연구에서 양파의 생리활성물질 함량 분석 결과 양파 껍질은 육질과 비교하였을 때 48배나 높은 플라보노이드 함량을 나타내고(Jang & Lim 2009) 껍질과 육질의 항산화 효과도 조금 다르다는 연구가 있었다(Park & Kim 2005). 그리고 양파 껍질에는 플라보노이드 중 quercetin의 함량이 상당히 높고 식이섬유도 다량 함유되어 있어(Kim & Kim 2004) 장점이 많다고 생각되어진다. 이러한 양파는 다지거나 썰어서 양념 형태로 조리에 이용하거나 샐러드 등의 생식으로도 이용하고 있고 가공식품으로는 분말, 기름, 피클 등이 있으며, 최근에 건강식품으로 양파 특유의 매운맛과 냄새를 제거하고 효능을 살린 즙, 식초, 장류, 스낵 등이 개발되고 있다(Rural Development Administration 2013). 양파의 종류로는 여러 가지가 있고 품종, 재배시기에 따라 함유되어 있는 성분의 함량이 다르다. 이렇게 여러 장점을 지닌 양파의 기능성 성분에 대한 함량에 대한 연구가 많이 진행되어져 오고 있지만, 양파는 다양하게 활용되고 있으나 부산물로 여겨지고 있는 양파 껍질에 대한 연구와 그것을 식품에 이용하여 활용

\*Corresponding author: Chul-Jai Kim, Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Cheongpa-ro 47gil 100, Yongsan-gu, Seoul, Korea Tel: 82-2-710-9468, Fax: 82-2-710-9479, E-mail: cjkim@sookmyung.ac.kr

할 수 있는 연구는 부족하다. 본 연구에서는 양파의 플라보노이드와 같은 생리활성물질을 두유에 접목시켜 항산화 및 항노화 같은 건강 기능성 음료로 활용해보고자 하였다. 그러므로 껍질을 포함한 양파를 첨가한 두유와 양파과육만을 첨가한 두유를 제조하여 기능성 면에서 어떤 차이를 보이는지를 규명하고, 첨가량을 달리하여 제조한 두유의 이화학적 특성과 기능적 특성을 비교분석하며, 관능평가를 통해 기호도를 비교·검토함으로써 기능성 음료로서의 활용 가능성을 타진해보고자 하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 재료 및 시약

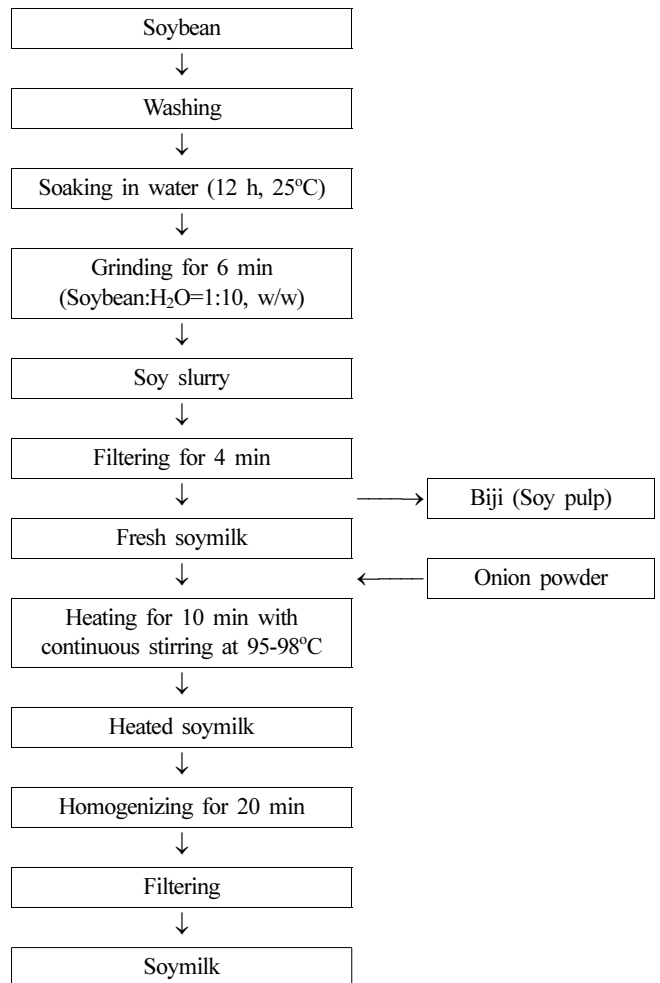
콩(Soybean, *Glycine max.* L.)은 전라북도 정읍에서 2012년 가을에 수확된 대원콩을 구입하여 4°C의 냉장고에 보관하였으며, 양파(Onion, *Allium cepa.* L)는 2013년 경남 창원시 탐하영농조합법인에서 6월에 출하된 만생종 60 kg을 구입하여 30 kg은 껍질을 모두 제거하고, 30 kg은 제일 바깥쪽 오염이 가장 심한 두껍을 제거후 깨끗이 세척하여 진공포장기(PCS, VP5700, Seoul, Korea)를 이용한 다음 냉장 보관한다. 양파는 동결건조(FDUT-86-06 Freeze Dryer, OPERON, Gyeonggi, Korea)한 후 grinder (MF 10 Basic, IKA-WERKE, Staufen, Germany)를 이용하여 분말(16 mesh)로 분쇄하여 진공백에 담아 4°C에 보관하면서 시료로 사용하였는데 껍질을 포함한 양파를 WO (Whole Onion), 껍질을 제거한 양파를 PO (Peeled Onion)라 명명하였다.

Quercetin, isoflavone 정량을 위한 표준물질로 사용한 quercetin, daidzin, genistin, glycitin과 Folin-Ciocalteu's phenol 시약, 1,1-diphenyl-2-picryldrazyl (DPPH), 2,2-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS)는 모두 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

### 2. 양파 첨가 두유의 제조

정선된 콩 100 g을 수세한 후 12시간 수침한 다음 원료콩 중량 대비 10배의 증류수를 가하여 waring blender (Model 36BL23, Waring Products Division Dynamics Co., New Hartford, CT, USA)로 6분간 마쇄한 후 여과포에 넣어 미니탈수기(W-100T, Hanil Electric Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 4분 동안 두유와 비지로 분리하였다. 그 후, 두유를 95-98°C에서 10분간 저어주면서 가열하였고, 실온에서 냉각시킨 후 4°C의 냉장고에 보관하면서 사용하였다. 그 후, 가열 두유를 균질기(Homogenizer, polytron Pt2500e, Kinematica AG, Lucerne, Switzerland)에서 회전속도 4,800 rpm 조건하에 20분간 냉각상태에서 균질화 한 후, 대조군으로 사용하였다. 양파 첨가 두유의 제조는 비지를 분리한 두유 500 mL 취하고, 두유량의 1.4, 1.6, 1.8, 2.0% (w/v)의 동결 건조된 양파를 첨가한 후 대조군과 동일하게 95-98°C에서 10분간

저어주면서 가열하였다. 그 후 실온에서 냉각시켜 균질기로 균질화 한 후, 여과포에 1회 걸러 사용하였다. 이때 동결 건조된 양파는 껍질을 포함한 양파와 껍질을 모두 제거한 양파를 구분하여 첨가하였다. 양파를 첨가하지 않은 대조군 두유(Control Soymilk)는 CS로 명명하였고, 껍질을 포함한 동결 건조된 양파를 1.4% 첨가한 두유(Soy milk added 1.4% whole onion)는 1.4SWO로, 껍질을 포함한 동결 건조된 양파를 1.6% 첨가한 두유(Soy milk added 1.6% whole onion)는 1.6SWO로, 껍질을 포함한 동결 건조된 양파를 1.8% 첨가한 두유(Soy milk added 1.8% whole onion)는 1.8SWO로, 껍질을 포함한 동결 건조된 양파를 2.0% 첨가한 두유(Soy milk added 2.0% whole onion)는 2.0SWO로 명명하였다. 그리고 껍질을 제거한 동결 건조된 양파를 1.4% 첨가한 두유(Soy milk added 1.4% peeled onion)는 1.4SPO로, 껍질을 제거한 동결 건조된 양파를 1.6% 첨가한 두유(Soy milk added 1.6% peeled onion)는 1.6SPO로, 껍질을 제거한 동결 건조된 양파를 1.8% 첨가한 두유(Soy milk added 1.8% peeled onion)는 1.8SPO로, 껍질을 제거한 동결 건조된 양파를 2.0% 첨가한 두유(Soy milk added 2.0% peeled onion)



<Figure 1> Flow diagram of soymilk procedure with addition of onion powder

는 2.0SPO로 명명하였다. 두유 제조 전 과정은 <Figure 1>에 나타냈다.

### 3. 양파 첨가 두유의 이화학적, 물리적 특성

#### 1) 일반성분 분석

AOAC (2000)법에 따라 분석하였다. 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 함량을 뺀 값으로 나타내었다.

#### 2) 고형성분 함량, pH 및 색도 측정

고형성분 함량은 105°C 건조법으로 측정하였으며(AOAC 2000), 색도는 색도계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)로 측정하였고, pH는 pH meter (Accumet AR10 pH meter, Fisher Scientific, Marietta, GA, USA)로 측정하였다.

#### 3) 현탁액 안정성 및 점도 측정

현탁액 안정성은 두유를 500 mL cylinder에 담아 5°C에서 10일 보관후에 상층액과 하층액 중앙으로부터 1/3 부분에서 각각 15 mL를 취해서 고형분 함량을 구한 후 하층액의 고형분 함량에 대한 상층의 고형분 함량의 비율로 산출하였다. 점도는 점도계(Brookfield Viscometer, Brookfield Engineering Labs. Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 각 시료를 30분간 25°C 수욕조상에서 균질한 후, 600 mL 비커에 두유량 400 mL을 정량한 후 #2 spindle, 회전속도 60 rpm으로 60초 동안 일정한 값을 나타내는 포인트를 3회 반복 측정하여 나타냈다.

#### 4) 총 식이섬유 측정

총 식이섬유 분석은 AOAC(2000) 방법에 의해 실시하였다. 도가니에 0.5 g의 celite를 넣고 항량을 구했다. 600 mL 비커에 시료 1 g을 담고 pH 6.0 phosphate buffer 50 mL를 첨가하여 섞고 0.1 mL의  $\alpha$ -amylase를 넣어 혼합한 후 95°C의 항온수조에 15분간 섞어주었다. 이 용액을 실온으로 냉각시킨 후 0.275 N NaOH 10 mL를 첨가, NaOH와 HCl을 이용하여 pH를 7.5±0.2로 맞춘다. 1 mL phosphate buffer에 protease 50 mg을 녹인 다음 시료가 담긴 비커에 protease 0.1 mL를 가한 뒤 60°C 항온수조에서 30분간 섞어주었다. 그 후 0.325 N HCl 10 mL를 첨가하고 pH를 4.0-4.6으로 조정 한 다음 0.3 mL의 amyloglucosidase를 넣은 후 60 항온수조에서 30분 혼합하였다. 60°C로 데운 95% ethanol 280 mL를 첨가한 다음 밤새 보관하여 완전히 침전시킨후 항량을 구했던 도가니를 여과장치에 연결하고 78% ethanol을 가한 다음 시료를 담아 침전시켰던 비커의 용액을 celite에 통과시켜 여과하였다. 이때 78% ethanol 40 mL, 95% ethanol 20 mL, acetone 20 mL을 가하여 비커에 남겨진 침전물을 씻으며 함께 여과하였다. 도가니를 오븐에서 24시간 건조시킨 후 무게를 측정한 다음 시료 하나는 회화로에서 5시간 회화시

켜 회분함량을 구하고, 다른 하나는 microKjeldahl방법에 의하여 단백질 함량을 측정하였다. 위의 과정을 blank도 함께 진행하였으며 총 식이섬유 함량은 다음과 같이 계산하였다.

$$\text{Total dietary fiber (\%)} = \frac{[(R_1 + R_2)/2] - P - A - B}{(W_1 + W_2)/2} \times 100$$

여기서  $W_1$ ,  $W_2$ 는 각각 2개의 시료 무게,  $R_1$ ,  $R_2$ 는 각각 2개의 침전물의 무게, P는 단백질 함량, A는 회분 함량, B는 blank 무게이다.

#### 5) 총당 분석

총당은 phenol-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>법에 의하여 측정하였다. 일정하게 추출한 시료를 0.2  $\mu$ m로 여과후 추출액 10  $\mu$ L와 methanol 990  $\mu$ L를 넣고 혼합하였다. 이 혼합용액 100  $\mu$ L를 취한 후 5% phenol 100  $\mu$ L, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 500  $\mu$ L를 넣은 다음 혼합하였다. 20분간 반응, 냉각 후 분광광도계(Epoch Microplate Spectrophotometer, Biotek Instruments, Winooski, VT, USA)에서 480 nm로 측정하였으며, 표준곡선은 glucose를 농도별로 반응시킨 후 얻은 표준곡선에 의해서 총당 함량을 측정하였다.

### 4. 양파 첨가 두유의 기능적 특성

#### 1) Quercetin 함량 분석

Quercetin의 함량은 Ohara et al. (1989)의 방법을 토대로 시료 1 g에 메탄올 20 mL를 취하여 80°C에서 60분 동안 환류추출(Reflux condenser, water bath, WBE-B, Balman tech, Seoul, Korea) 한 후 실온에서 냉각시켰다. 그 후, 20 mL 까지 methanol로 정용하여 여과한 후 시료를 추출한 다음 HPLC (Water Alliance 2695 System, Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였다. 분석 조건은 flow rate 1.0 mL/min, injection volume 10  $\mu$ L으로 설정하였고, Column은 XBridge C<sub>18</sub> (5  $\mu$ m 4.6×150 mm)을, detector는 Waters 2998 PDA Detector를 사용하여 270 nm에서 측정하였다.

#### 2) Isoflavone 함량 분석

Isoflavone의 함량 측정은 Song et al. (1998)의 방법을 응용하여 측정하였다. 시료의 추출은 시료 2 g에 0.1 N HCl 2 mL와 acetonitrile 10 mL를 넣고 실온에서 2시간 교반 추출하였다. 그 후, 추출물을 3,400 rpm에서 20분간 원심분리한 후 상등액 8 mL에 80% methanol을 10 mL 취하고 볼텍스 믹서(Vortex mixer, VM-10, Wisd, Germany)를 사용하여 교반한 후 0.2  $\mu$ m PTFE막 필터 페이퍼를 통해 여과하여 HPLC로 daidzin과 genistin, glycitin의 함량을 분석하였다.

### 5. 양파 첨가 두유의 항산화성

#### 1) 총 페놀 함량 분석

페놀 함량은 Swain et al. (1959)의 방법을 응용하여 Folin-Denis법으로 측정하였다. 일정하게 희석한 시료를 0.45  $\mu$ m

membrane filter로 여과한 용액 10  $\mu\text{L}$ 과 증류수 600  $\mu\text{L}$ 를 첨가하고 Folin-Ciocalteu reagent 50  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 혼합한 다음 8분간 반응시켰다. 그 다음 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  150  $\mu\text{L}$ 와 증류수 1,190  $\mu\text{L}$ 를 첨가하여 진탕하고, 상온에서 2시간 동안 암소 보관한다. 그 후 분광광도계를 이용하여 765 nm에서 측정하였다. 이때 사용한 표준물질로는 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)이며 0-1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 농도로 조제하여 표준 검량선 작성에 사용하였다.

## 2) DPPH radical 소거능 측정

시료의 DPPH (1,1-diphenyl-2-picryldrazyl) radical에 대한 소거능력 측정은 Blois(1958) 방법에 준하여 분석하였다. 시료 1 g에 methanol을 가하여 실온에서 3시간 동안 추출한 후 여과하였다. 그 후, DPPH methyl alcoholic solution 800  $\mu\text{L}$ 에 methanol 900  $\mu\text{L}$  가해 10초간 강하게 교반 후, 20분 동안 암소에서 반응을 유도한 다음 분광광도계를 이용해 517 nm에서 측정하였다. 샘플의 DPPH radical 소거능은 아래의 계산식을 통해 나타냈다.

DPPH radical scavenging activity (%)

$$= \left(1 - \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}}\right) \times 100$$

여기서 A sample은 실험군의 흡광도를 나타내고 A control은 대조군의 흡광도를 나타낸다.

## 3) ABTS radical 소거능 측정

2,2-azinobis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical-scavenging 활성 측정은 Re et al. (1999)의 방법에 따라 측정하였다. 7.0 mM의 2,2-azinobis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)와 potassium persulfate 2.45 mM을 혼합한 다음 실온, 암소에서 12-16시간 동안 방치하여 radical을 형성한 다음 ABTS 용액을 실험 직전에 734 nm에서 분광광도계 값이  $0.70 \pm 0.02$ 가 되도록 methanol로 희석하여 사용하였다. 추출물 10  $\mu\text{L}$ 에 준비된 ABTS 용액 990  $\mu\text{L}$  첨가해서 30°C에서 10분 동안 반응시킨 다음 이 반응용액의 흡광도를 734 nm에서 측정하였다.

ABTS radical scavenging activity (%)

$$= \left(1 - \frac{C-S}{C}\right) \times 100$$

여기서 C는 Control 흡광도, S는 Sample 흡광도를 나타낸다.

## 6. 양파 첨가 두유의 관능검사

관능 평가는 7점 척도법으로 식품영양학을 전공한 미각이 훈련된 대학원생 10명을 선정하여 냄새(Flavor), 입안 그리고 목넘김의 느낌(After taste), 색(Color), 맛(Taste), 전반적인 기호도(Overall quality)에 대한 특성을 측정하였고, 기호도가

가장 낮은 평점을 1점, 가장 높은 평점을 7점으로 평가하였다.

## 7. 통계처리

모든 자료의 통계처리는 SAS package (Version 9.3, NC USA)를 이용하였다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위하여 one way ANOVA로 분산분석을 하였고, 양파 첨가 형태와 첨가량에 따른 기능성에 관한 비교분석은 two way ANOVA로 유의성 검증을 실시하였으며 유의차가 발견되었을 때 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검증을 실시하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 양파 첨가 두유의 이화학적, 물리적 특성

#### 1) 일반성분

두유의 일반성분 분석 결과는 <Table 1>과 같다. 양파를 첨가하지 않은 대조군 두유(CS)와 껍질을 포함한 양파 첨가량을 달리한 두유(SWO), 껍질을 제거한 양파 첨가량을 달리한 두유(SPO)를 비교해보면, 수분은 CS 90.54%에서 SWO 89.94-87.99%까지, SPO는 90.21-89.61%로 감소하였다. 이는 두유 제조 과정 중 CS 자체의 고형 성분 외에 동결 건조한 양파의 고형분이 함께 여과, 흡수되어 현탁액 속에 분산되므로 상대적으로 양파 첨가량이 증가할수록 수분 함량은 낮아지고 고형분은 증가하는 것으로 보인다.

탄수화물의 경우 CS 1.68%에 비해 SWO에서 4.32-4.89%와 SPO에서 4.73-4.03%의 경향을 보였고, 조단백질은 CS 4.63%, SWO에서 3.80-4.63%와 SPO에서 3.79-4.25%를 나타냈으며, 조지방은 CS 2.64%, SWO 1.46-1.90%와 SPO 0.76-1.54%를 나타냈다. 양파를 첨가한 두 그룹에서 CS보다 조지방 함량이 유의적 차이는 보이지 않았으나 감소한 것을 볼 수 있으며 조지방의 함량은 CS 0.51%, SWO 0.48-0.58%, SPO에서 0.51-0.57%로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 이는 Kim(1988)의 0.41-0.81% 범위로 나타난 보고와 유사하여 일반적인 두유의 조지방 함량에 적합한 것으로 확인되었다.

#### 2) 고형성분 함량, pH 및 색도

두유의 고형성분 함량, pH, 색도의 결과는 <Table 2>에 나타냈다. 고형성분의 함량은 대조군에 비해 SWO, SPO 그룹 모두 유의적으로 증가되었음을 확인할 수 있다( $p=0.05$ ). Kang (2005)의 연구에서 양파에는 citric acid, benzoic acid, maleic acid 등의 유기산을 함유하고 있는데 특히 동결건조 양파 분말에는 1,965 mg%의 citric acid를 함유하고 있다는 것과 유기산이 두유박의 탈수율에 영향을 미친다는 Pyun et al. (1996)의 연구결과와 같이 본 연구에서도 양파의 첨가량이 증가함에 따라 유기산이 증가하여 수분은 감소하고 고형분 함량이 증가된 것으로 사료된다.

<Table 1> Proximate composition of control and onion-added soymilks

Soymilk	Content (%)				
	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude fat	Crude ash
CS <sup>1)</sup>	90.54±0.32 <sup>2)</sup>	1.68±0.66 <sup>b</sup>	4.63±0.08 <sup>a</sup>	2.64±0.59 <sup>a</sup>	0.51±0.01 <sup>a</sup>
1.4SWO <sup>3)</sup>	89.94±0.41 <sup>ab</sup>	4.32±1.10 <sup>a</sup>	3.80±0.00 <sup>d</sup>	1.46±0.95 <sup>ab</sup>	0.48±0.09 <sup>a</sup>
1.6SWO	89.53±0.30 <sup>ab</sup>	4.45±1.07 <sup>a</sup>	4.03±0.05 <sup>c</sup>	1.48±0.02 <sup>ab</sup>	0.50±0.01 <sup>a</sup>
1.8SWO	89.14±0.54 <sup>bc</sup>	3.97±0.72 <sup>a</sup>	4.48±0.04 <sup>a</sup>	1.85±0.22 <sup>ab</sup>	0.55±0.02 <sup>a</sup>
2.0SWO	87.99±0.16 <sup>c</sup>	4.89±0.30 <sup>a</sup>	4.63±0.12 <sup>a</sup>	1.90±0.22 <sup>ab</sup>	0.58±0.00 <sup>a</sup>
1.4SPO <sup>4)</sup>	90.21±0.89 <sup>ab</sup>	4.73±0.86 <sup>a</sup>	3.79±0.03 <sup>d</sup>	0.76±0.51 <sup>b</sup>	0.51±0.05 <sup>a</sup>
1.6SPO	90.16±0.33 <sup>ab</sup>	4.32±0.46 <sup>a</sup>	4.11±0.09 <sup>bc</sup>	0.89±0.09 <sup>b</sup>	0.53±0.01 <sup>a</sup>
1.8SPO	89.63±0.09 <sup>ab</sup>	4.52±0.64 <sup>a</sup>	4.15±0.04 <sup>bc</sup>	1.17±0.62 <sup>ab</sup>	0.53±0.04 <sup>a</sup>
2.0SPO	89.61±0.14 <sup>ab</sup>	4.03±0.51 <sup>a</sup>	4.25±0.02 <sup>b</sup>	1.54±0.38 <sup>ab</sup>	0.57±0.01 <sup>a</sup>
F-value	9.44****	5.25**	76.58****	3.86**	2.15*

<sup>1)</sup>Control soymilk.

<sup>2)</sup>Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p=0.05).

<sup>3)</sup>Soymilk contains whole onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

<sup>4)</sup>Soymilk contains peeled onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

\*\*\*\*p<0.0001, \*\*p<0.01, \*p<0.05.

<Table 2> Hunter's color value and pH, solid content of control and onion-added soymilks

Soymilk	Solid content (%)	pH	Hunter's color value			
			L	a	b	E <sup>1)</sup>
CS <sup>2)</sup>	8.46±0.11 <sup>d3)</sup>	6.92±0.04 <sup>ab</sup>	82.62±0.03 <sup>a</sup>	-0.24±0.00 <sup>d</sup>	15.32±0.13 <sup>c</sup>	21.16±0.12 <sup>s</sup>
1.4SWO <sup>4)</sup>	11.20±0.20 <sup>b</sup>	6.90±0.13 <sup>ab</sup>	75.34±0.04 <sup>h</sup>	0.23±0.02 <sup>c</sup>	15.94±0.03 <sup>d</sup>	24.62±0.53 <sup>cd</sup>
1.6SWO	11.92±0.24 <sup>a</sup>	6.76±0.04 <sup>bcd</sup>	78.09±0.02 <sup>e</sup>	0.23±0.02 <sup>c</sup>	16.68±0.02 <sup>c</sup>	25.33±0.00 <sup>e</sup>
1.8SWO	11.92±0.21 <sup>a</sup>	6.68±0.03 <sup>cd</sup>	77.50±0.35 <sup>f</sup>	1.22±0.22 <sup>b</sup>	17.49±0.15 <sup>ab</sup>	26.35±0.36 <sup>b</sup>
2.0SWO	11.96±0.22 <sup>a</sup>	6.63±0.04 <sup>d</sup>	76.24±0.48 <sup>g</sup>	1.67±0.28 <sup>a</sup>	17.85±0.39 <sup>a</sup>	27.56±0.42 <sup>a</sup>
1.4SPO <sup>5)</sup>	10.53±0.12 <sup>c</sup>	6.93±0.01 <sup>a</sup>	80.05±0.03 <sup>d</sup>	-0.64±0.01 <sup>de</sup>	15.88±0.08 <sup>d</sup>	23.02±0.05 <sup>f</sup>
1.6SPO	11.79±0.18 <sup>a</sup>	6.85±0.07 <sup>abc</sup>	80.99±0.03 <sup>bc</sup>	-0.74±0.01 <sup>e</sup>	16.66±0.04 <sup>c</sup>	23.25±0.05 <sup>ef</sup>
1.8SPO	11.82±0.17 <sup>a</sup>	6.76±0.02 <sup>abcd</sup>	80.42±0.01 <sup>cd</sup>	-0.77±0.29 <sup>e</sup>	17.15±0.01 <sup>b</sup>	23.34±0.09 <sup>ef</sup>
2.0SPO	11.90±0.24 <sup>a</sup>	6.76±0.05 <sup>abcd</sup>	81.16±0.01 <sup>b</sup>	-1.08±0.01 <sup>f</sup>	16.47±0.06 <sup>c</sup>	24.00±0.01 <sup>de</sup>
F-value	105.28****	9.79****	451.26****	114.83****	86.11****	160.31****

<sup>1)</sup>E means color difference.

<sup>2)</sup>Control soymilk.

<sup>3)</sup>Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p=0.05).

<sup>4)</sup>Soymilk contains whole onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

<sup>5)</sup>Soymilk contains peeled onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

\*\*\*\*p<0.0001

pH 측정 결과는 대조군(CS)은 6.92으로 나타났으며, SWO, SPO군 모두 6.90-6.63 (1.4-2.0SWO), 6.93 (1.4SPO), 6.85 (1.6SPO), 1.8SPO와 2.0SPO는 6.76을 기록하여 양파 첨가량에 따라 감소하는 경향을 나타내었다.

색도 측정 결과를 보면 L값은 CS가 82.62를 나타내었고, SWO는 각각 75.34-76.24로 측정되어 유의적으로 감소한 결과를 나타내며 SPO의 경우는 80.05-81.16으로 조금씩 유의적으로 증가하는 결과를 보였다. a값은 CS -0.24를 기록했고, SWO에서 각각 0.23-1.67, SPO에서 -0.64(-1.08)의 결과를 나타냈다. SWO군은 껍질 때문에 첨가량이 증가할수록 적색도가 증가한 것으로 나타났다. b값의 결과를 볼 때, CS는 15.32로 가장 낮은 yellowness를 보였다. SWO는 WO의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 값이 증가한 반면 SPO

는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 양파 첨가량이 증가함에 따라 두유의 색이 황색을 띠는 정도가 증가하였다. 그러나 적색도는 껍질이 있는 경우는 적색이 증가하였으나 껍질이 없는 경우는 감소하여 껍질의 유무에 영향을 받음을 확인하였다.

3) 현탁액 안정성 및 점도

현탁액 안정성과 점도 실험에 대한 결과는 <Table 3>에 나타났다. 현탁액 안정성은 각 그룹간에 유의적 차이를 보이지 않았으며 CS는 가라앉는 물질이 육안으로 보이지 않아 안정성의 변화가 크지 않았다. Priepke et al. (1980)은 균질 처리시 온도, 지방질 및 고형물의 농도가 중요한 인자라고 보고하였고, 본 실험에서는 두유를 98°C 이상 가열하였는데

<Table 3> Suspension stability and viscosity of control and onion-added soymilks

Soymilk	Suspension stability	Viscosity (cp)
CS <sup>1)</sup>	1.01±0.01 <sup>2)</sup>	20.23±0.40 <sup>e2)</sup>
1.4SWO <sup>3)</sup>	1.01±0.01	28.00±0.70 <sup>c</sup>
1.6SWO	1.00±0.03	43.81±0.72 <sup>c</sup>
1.8SWO	0.99±0.03	46.66±0.65 <sup>b</sup>
2.0SWO	0.97±0.01	55.70±0.36 <sup>a</sup>
1.4SPO <sup>4)</sup>	1.01±0.01	24.47±0.40 <sup>f</sup>
1.6SPO	0.99±0.02	41.16±0.52 <sup>d</sup>
1.8SPO	0.98±0.01	44.27±0.39 <sup>c</sup>
2.0SPO	0.97±0.01	48.01±0.20 <sup>b</sup>
F-value	NS	1654.46****

<sup>1)</sup>Control soymilk.

<sup>2)</sup>Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p=0.05).

<sup>3)</sup>Soymilk contains whole onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

<sup>4)</sup>Soymilk contains peeled onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

\*\*\*\*p<0.0001, NS: Not significantly different

Shimoyamada et al. (2008)의 연구 내용에 두유를 90°C 이상으로 가열하였을 때, 두유 단백질과 지질의 분산 안정성이 증가하였다고 보고하였으므로 현탁액 안정성에 영향을 끼친 것으로 사료된다.

대조군의 점도는 20.23 cp으로 가장 낮았으며, SWO 28.00-55.70 cp, SPO 24.47-48.01 cp의 유의적 차이를 보였다 (p=0.05). 본 실험에서 제조된 양파 첨가 두유의 점도는 양파의 첨가량에 따라 상승되는 것으로 사료된다. 이는 양파의 첨가량이 증가하면서 두유의 단백질과 지방 함량이 증가함에 따라 표면장력이 증가하여 점도 값이 상승된 것으로 생

각되고 두유의 점도는 고형분의 농도가 증가하면서 대수 함수적으로 증가하며, 온도가 증가할수록 점도는 대수 함수적으로 감소한다고 알려져 있는 내용(한국콩박물관건립추진위원회 2006)과 Jung(2013)의 연구결과 메밀싹 첨가 두유에서 메밀싹 첨가량이 증가할수록 고형분 함량이 증가하고 이와 상호 연관적으로 점도가 증가한다는 결과와 일치하였다.

4) 총 식이섬유와 총당 함량

총 식이섬유와 총당 함량에 관한 결과는 <Table 4>에 기록하였으며, 양파의 식이섬유량은 WO 29.23%, PO 18.80%를 나타냈다. 이는 Kim et al. (2000)의 연구에서 식이섬유를 분석한 결과인 17.86%와 비교시 PO의 결과와 유사하며, Laura et al. (2002)의 연구 결과인 14.9%를 기록한 것 보다는 조금 높게 나온 것을 확인할 수 있었다. 이는 양파가 생육할 수 있는 토양조건과 온도와 일장 등의 조건들이 양파의 품종이나 구 비대 등에 영향을 주어 다른 결과가 나타난 것으로 보이며(Rural Development Administration 2011), 콩의 식이섬유는 21.79%로 Ryoo et al. (2004)이 분석한 대원콩의 20.52%와 유사한 결과를 보였고 Hwang et al. (1995)의 결과 또한 21.05%로 본 실험에서 사용한 콩의 식이섬유 함량과 유사했다. 양파 첨가 두유의 식이섬유량은 CS가 17.13%, SWO 31.13-37.70%로 나타났고, SPO는 26.56-33.88%로 나타났다. 양파는 양파 건조물 중의 80%를 fructan, glucose, fructose 및 sucrose 등의 당이 차지할 정도로 당함량이 높으며 fructan이라고 불리는 frcto-oligosaccharides가 양파의 주요 탄수화물이므로(Abayomi & Terry 2009) 양파 첨가 두유의 총당함량이 증가한 것으로 나타났다. 양파 첨가 두유의 총당 함량은 CS 2.93 mg/g, SWO는 9.73-13.58 mg/g로 나타났고, SPO는 10.58-13.11 mg/g로 나타났다.

<Table 4> Total dietary fiber, total sugar, quercetin, isoflavone contents in control and onion-added soymilks

Soymilk	Total dietary fiber content (%)	Total sugar content (mg/g)	Quercetin content (mg/100 g)	Isoflavone contents (µg/g)		
				Daidzin	Genistin	Glycitin
CS <sup>1)</sup>	17.13±0.96 <sup>2)</sup>	2.93±0.17 <sup>d2)</sup>	ND <sup>e2)</sup>	119.76±3.28 <sup>d2)</sup>	288.76±1.96 <sup>e</sup>	44.96±0.68 <sup>b</sup>
1.4SWO <sup>3)</sup>	31.13±0.31 <sup>c</sup>	9.73±0.56 <sup>c</sup>	6.02±1.45 <sup>c</sup>	111.82±2.25 <sup>e</sup>	324.85±0.38 <sup>e</sup>	36.89±0.97 <sup>e</sup>
1.6SWO	34.14±0.34 <sup>b</sup>	10.79±0.45 <sup>bc</sup>	18.60±1.05 <sup>b</sup>	146.33±1.91 <sup>c</sup>	367.49±1.79 <sup>d</sup>	40.71±1.85 <sup>cd</sup>
1.8SWO	34.59±0.36 <sup>b</sup>	13.50±0.62 <sup>b</sup>	20.77±0.81 <sup>ab</sup>	159.30±0.95 <sup>b</sup>	385.44±0.39 <sup>b</sup>	42.45±0.69 <sup>bc</sup>
2.0SWO	37.70±0.13 <sup>a</sup>	13.58±0.60 <sup>a</sup>	21.80±0.96 <sup>a</sup>	173.26±2.59 <sup>a</sup>	444.58±0.77 <sup>a</sup>	50.16±1.86 <sup>a</sup>
1.4SPO <sup>4)</sup>	26.56±0.51 <sup>c</sup>	10.58±0.42 <sup>bc</sup>	0.56±0.34 <sup>c</sup>	102.21±0.97 <sup>f</sup>	313.51±0.45 <sup>f</sup>	36.34±1.33 <sup>e</sup>
1.6SPO	29.44±0.44 <sup>d</sup>	10.77±1.09 <sup>bc</sup>	7.19±0.65 <sup>d</sup>	108.55±0.08 <sup>e</sup>	322.36±0.47 <sup>e</sup>	37.66±0.23 <sup>de</sup>
1.8SPO	29.85±0.07 <sup>d</sup>	11.80±1.49 <sup>abc</sup>	11.35±0.92 <sup>c</sup>	112.78±0.61 <sup>e</sup>	322.99±0.14 <sup>e</sup>	40.63±0.31 <sup>cd</sup>
2.0SPO	33.88±0.18 <sup>b</sup>	13.11±1.55 <sup>ab</sup>	11.72±1.60 <sup>c</sup>	121.40±1.04 <sup>d</sup>	378.42±0.64 <sup>c</sup>	45.41±1.55 <sup>b</sup>
F-value	547.97****	39.15****	207.94****	575.04****	7127.38****	43.05****

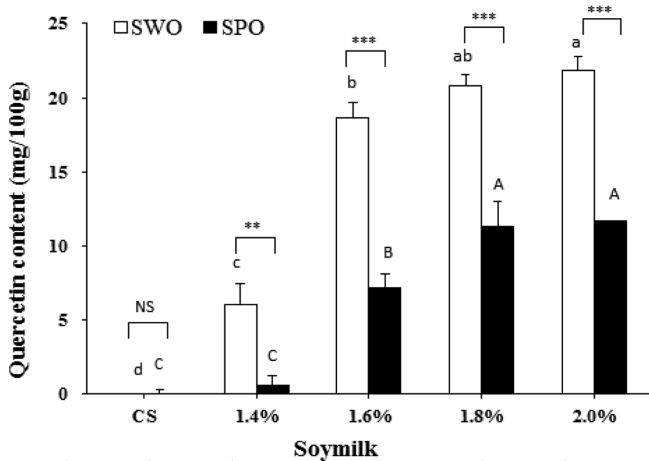
<sup>1)</sup>Control soymilk.

<sup>2)</sup>Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p=0.05).

<sup>3)</sup>Soymilk contains whole onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

<sup>4)</sup>Soymilk contains peeled onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

\*\*\*\*p<0.0001



<Figure 2> Change of quercetin content in control and onion-added soymilks

<sup>A-C</sup>Mean values with different superscripts of SWO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ), <sup>a-d</sup>Mean values with different superscripts of SPO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ), \*Mean values are different from SWO and SPO. \*\*\* $p < 0.001$ , \*\* $p < 0.01$ .

## 2. 양파 첨가 두유의 기능적 특성

### 1) Quercetin 함량

양파의 quercetin 함량은 양파 종류와 수확시기, 재배환경에 차이가 있고(Crozier et al. 1997), 이 성분은 항균, 해독, 발암물질 활성 감소 등 광범위한 기능성을 가진다고 한다(Leighton et al. 1992). 양파 quercetin 함량은 양파 껍질(Onion peel)만 분석했을 때 3097.67 mg/100 g으로 검출되었다. 이는 Jeong (2009)과 Kim & Kim (2006)의 양파 껍질 quercetin 함량이 각각 755.29, 859 mg/100 g인 것에 비해 월등히 높은 값을 나타냈다. Jeong (2009)과 Kim & Kim (2006)의 연구에서 추출용매로 methanol, ethanol과 HCl을 사용하고 추출온도가 90°C 이상 이었던 것과 다르게 본 연구에서는 추출온도를 80°C로 낮추고 methanol만 용매로 사용, 추출하여 시료 추출조건, 양파 재배환경, 조건 등의 이유로 함량이 높게 나타난 것으로 보인다. 그리고 껍질 포함 양파(WO)의 경우는 28.80 mg/100 g으로 검출되었고, 껍질 제거 양파(PO)의 경우는 6.61 mg/100 g으로 검출되었다.

양파 첨가 두유의 quercetin 함량 분석결과 <Table 4>와 <Figure 2>에 나타냈듯이 CS의 경우 quercetin 함량이 검출되지 않았으며, 양파 첨가량이 증가할수록 6.02-21.80 mg/100 g (1.4-2.0SWO), 0.56-11.72 mg/100 g (1.4-2.0SPO)으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, SWO, SPO 그룹간 첨가량에 따른 비교에서는 SWO 그룹이 SPO보다 quercetin 함량이 훨씬 높고 유의적 차이( $p = 0.05$ )를 보인 것으로 나타났다.

### 2) Isoflavone 함량

대두에는 genistein과 daidzein의 배당체인 genistin과

<Table 5> Total phenolic, DPPH, ABTS radical scavenging activity contents in control and onion-added soymilks

Soymilk	Total phenolic content (mg/100 g)	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
CS <sup>1)</sup>	164.00±0.00 <sup>g2)</sup>	6.48±2.28 <sup>d2)</sup>	17.89±1.16 <sup>e2)</sup>
1.4SWO <sup>3)</sup>	208.75±1.99 <sup>d</sup>	82.92±0.34 <sup>b</sup>	75.40±1.77 <sup>c</sup>
1.6SWO	217.33±1.15 <sup>c</sup>	84.96±2.15 <sup>ab</sup>	79.55±1.30 <sup>bc</sup>
1.8SWO	231.33±3.06 <sup>b</sup>	88.21±1.39 <sup>ab</sup>	81.22±0.82 <sup>b</sup>
2.0SWO	252.00±3.46 <sup>a</sup>	89.25±1.39 <sup>a</sup>	89.44±0.33 <sup>a</sup>
1.4SPO <sup>4)</sup>	168.93±1.36 <sup>ef</sup>	70.85±0.59 <sup>c</sup>	66.18±1.14 <sup>d</sup>
1.6SPO	174.00±1.80 <sup>f</sup>	73.74±3.06 <sup>c</sup>	75.47±1.22 <sup>c</sup>
1.8SPO	202.00±1.00 <sup>e</sup>	75.91±3.26 <sup>c</sup>	77.31±2.20 <sup>bc</sup>
2.0SPO	234.67±1.15 <sup>b</sup>	76.02±2.89 <sup>c</sup>	78.92±2.42 <sup>bc</sup>
F-value	782.01****	411.65****	578.28****

<sup>1)</sup>Control soymilk.

<sup>2)</sup>Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different ( $p = 0.05$ ).

<sup>3)</sup>Soymilk contains whole onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

<sup>4)</sup>Soymilk contains peeled onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.

\*\*\*\* $p < 0.0001$

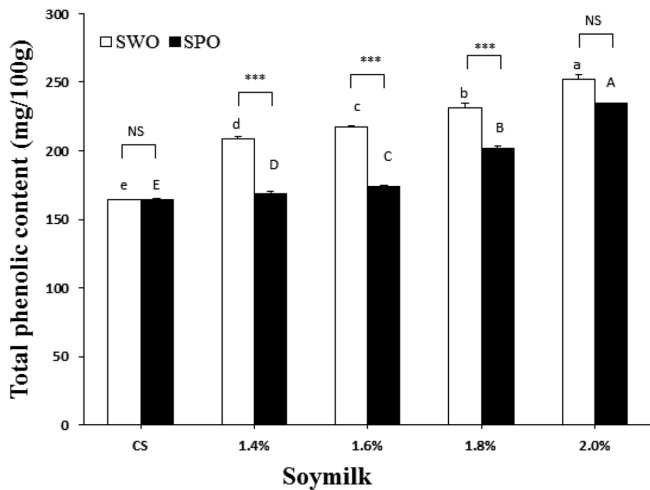
daidzin이 풍부한 것으로 알려져 있다(Gallagher et al. 1994; Christenson 1997). 본 실험에서는 HPLC로 daidzin과 genistin, glycitin의 함량을 비교분석하였다. <Table 4>에 나타난 것처럼 daidzin은 CS 119.76 µg/g에서 2.0SWO 173.26 µg/g, 2.0SPO 121.40 µg/g으로 SWO, SPO 모두 증가됨을 확인하였다. Kao et al. (2004)에 의하면, 콩 가공식품 중 10분간 가열한 두유의 daidzin 함량이 47.70 µg/g으로 보고된 것보다 본 실험에서 제조한 두유의 daidzin 함량이 높은 결과를 나타냈다. 이는 실험에 사용된 콩 품종과 두유 제조과정에 차이가 있어 함량의 변화가 있는 것으로 보인다. Genistin 또한 CS 288.76 µg/g에서 324.85-444.58 µg/g (1.4-2.0SWO), 313.51-378.42 µg/g(1.4-2.0SPO)으로 SWO, SPO 모두 유의적으로 증가한 것으로 나타났고, glycitin은 CS 44.96 µg/g에서 2.0SWO 50.16 µg/g, 그리고 2.0SPO 45.41 µg/g으로 모두 증가하였다.

## 3. 양파 첨가 두유의 항산화성

### 1) 총 페놀 함량

식물의 폴리페놀성 물질은 항산화, 항암, 고혈압 억제 등의 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려져 있는데 An & Lee(2001)의 연구에 의하면 양파에는 폴리페놀이 다량 함유되어 있어 기능성 식품 소재로서의 이용이 가능하다고 보고되고 있다.

양파의 총 페놀 함량은 WO는 384.03 mg/100 g, PO 265.13 mg/100 g의 높은 함량을 나타냈으며 <Table 5>와 <Figure 3>과 같이 CS는 164.00 mg/100 g, SWO 208.75-



<Figure 3> Change of total phenolic content in control and onion-added soymilks

<sup>A-E</sup>Mean values with different superscripts of SWO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Mean values with different superscripts of SPO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). \*\*\* $p < 0.001$ , NS: Not significantly different.

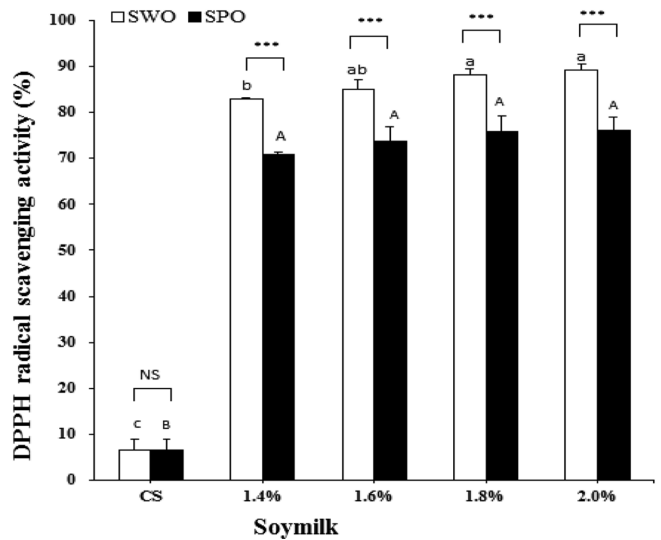
252.00 mg/100 g, SPO 168.93-234.67 mg/100 g으로 확인되었으며 SWO, SPO 그룹간 첨가량에 따른 비교에서는 SWO 그룹이 SPO보다 총 페놀 함량이 높으며 유의적 차이가 있음을 볼 수 있다.

2) DPPH radical 소거능

양파 껍질의 DPPH 분석은 90.64%로 높은 결과를 나타내었고 WO는 97.09%, PO 93.12%로 양파 껍질 보다 훨씬 높은 결과를 보였다. Kim & Kim(2006)의 양파 부위별 DPPH radical 소거능력을 보았을 때 양파 껍질 부분은 91.96%, 과육 부분에서는 86.25-88.02%를 기록한 것으로 보아 양파 껍질의 항산화능은 유사하게 나타났다. 양파 첨가 두유의 DPPH radical 소거능 분석결과는 <Table 5>와 <Figure 4>에 나타났다. CS는 6.48%, SWO그룹 82.92-89.25%, SPO그룹 70.85-76.02%로 확인되었다. WO의 첨가량이 많은 두유가 PO 첨가량이 많은 두유보다 높은 결과를 나타냈다. Kang et al. (1996)은 DPPH radical 소거능이 phenolic acid와 플라보노이드 및 기타 페놀성 물질에 대한 항산화 작용의 지표로서, 이 물질들은 환원력이 큰 것일수록 전자공여 능이 높다고 하였다. 따라서 황을 함유한 양파의 DPPH radical을 분석한 결과 높은 소거능을 보였으므로 페놀성 화합물과 서로 밀접한 관계가 있는 것으로 여겨진다.

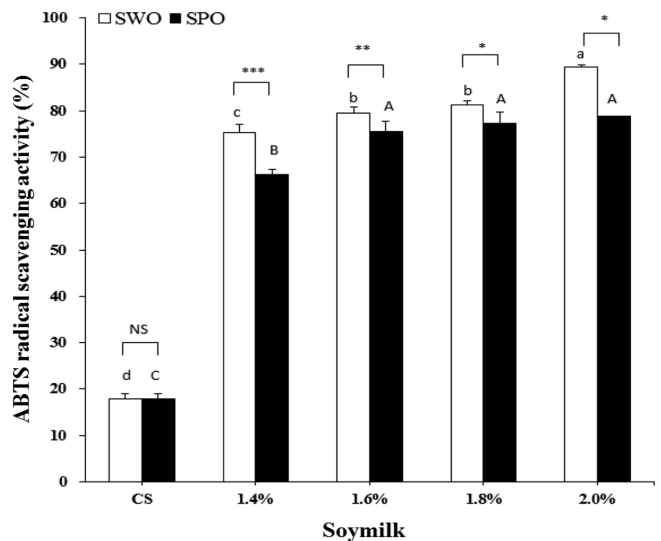
3) ABTS radical 소거능

양파껍질의 ABTS 결과는 97.30%로 높은 결과를 나타내었고 WO는 96.37%, PO 84.63%로 양파 껍질과 유사하게 높은 결과를 보였다. <Table 5>와 <Figure 5>에 기록한



<Figure 4> Change of DPPH radical scavenging activity in control and onion-added soymilks.

<sup>A-B</sup>Mean values with different superscripts of SWO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Mean values with different superscripts of SPO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). \*\*\* $p < 0.001$



<Figure 5> Change of ABTS radical scavenging activity in control and onion-added soymilks

<sup>A-B</sup>Mean values with different superscripts of SWO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). <sup>a-c</sup>Mean values with different superscripts of SPO differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ). \*\*\* $p < 0.001$ , \*\* $p < 0.01$ , \* $p < 0.05$ .

ABTS 분석은 CS 17.89%, SWO는 75.40-89.44%, SPO에서는 66.18-78.92%로 확인되었다. ABTS radical 소거능의 결과도 DPPH radical 소거능과 유사하게 CS가 매우 낮게 측정되었으며, WO와 PO의 결과에서 확인했듯이 SPO보다 SWO의 항산화능이 높게 나타났다.



<Table 6> Sensory evaluation of control and onion-added soymilks

Attribute	Soymilk									F-value	
	CS <sup>1)</sup>	1.4SWO <sup>2)</sup>	1.6SWO	1.8SWO	2.0SWO	1.4SPO <sup>3)</sup>	1.6SPO	1.8SPO	2.0SPO		
Flavor	Beany	4.90±1.10	4.60±0.84	4.50±1.18	4.50±1.27	4.00±1.33	4.80±1.14	4.70±0.82	4.20±1.23	3.90±1.10	0.90 <sup>NS</sup>
	Onion flavor	2.90±1.45	3.60±1.58	4.20±1.93	4.40±1.58	4.60±1.43	4.10±1.37	4.20±1.48	4.40±1.51	4.30±0.95	1.22 <sup>NS</sup>
	Roasted nutty	3.90±1.73	4.40±1.26	4.40±1.17	4.11±1.36	4.20±1.48	4.60±1.51	3.50±1.08	3.50±1.72	3.40±1.07	1.03 <sup>NS</sup>
After taste	Chalkiness	2.50±1.51 <sup>d4)</sup>	3.10±1.85 <sup>cd</sup>	4.30±1.49 <sup>bcd</sup>	4.70±0.67 <sup>abc</sup>	5.80±0.63	2.80±0.92 <sup>d</sup>	3.10±1.37 <sup>cd</sup>	3.80±1.14 <sup>bcd</sup>	5.20±1.40 <sup>ab</sup>	8.04 <sup>****</sup>
	Mouthfeel	2.40±1.43 <sup>c</sup>	2.90±0.99 <sup>c</sup>	3.80±0.92 <sup>bc</sup>	4.70±0.95 <sup>ab</sup>	5.90±1.10 <sup>a</sup>	2.60±0.84 <sup>c</sup>	3.00±1.25 <sup>c</sup>	3.60±1.35 <sup>bc</sup>	5.60±0.97 <sup>a</sup>	13.63 <sup>****</sup>
Color	Degree of thinning	2.80±1.32 <sup>d</sup>	3.50±1.18 <sup>cd</sup>	3.80±1.40 <sup>bcd</sup>	4.50±0.85 <sup>abc</sup>	5.50±1.46 <sup>a</sup>	3.20±1.03 <sup>cd</sup>	3.70±1.06 <sup>bcd</sup>	3.70±0.48 <sup>bcd</sup>	5.20±1.03 <sup>ab</sup>	43.05 <sup>****</sup>
	Darkness	3.30±0.82 <sup>c</sup>	4.90±0.74 <sup>ab</sup>	4.90±1.20 <sup>ab</sup>	4.90±1.52 <sup>ab</sup>	5.30±0.48 <sup>a</sup>	3.40±1.07 <sup>c</sup>	3.50±0.71 <sup>c</sup>	3.90±1.10 <sup>bc</sup>	4.30±0.48 <sup>abc</sup>	6.43 <sup>****</sup>
Taste	Roasted nutty	3.60±1.65	3.20±1.23	4.20±1.32	4.30±1.16	4.70±1.06	3.70±0.67	3.70±1.25	4.10±1.10	4.30±1.16	1.47 <sup>NS</sup>
	Beany taste	5.30±1.16	4.90±1.37	4.60±1.58	3.70±1.42	3.50±1.96	4.40±1.17	4.50±0.85	4.10±1.10	4.00±1.56	1.70 <sup>NS</sup>
	Sweet taste	2.60±1.78	3.00±0.94	3.40±1.17	3.50±1.51	4.10±1.66	2.90±1.37	3.10±1.10	3.60±1.96	3.60±0.97	1.01 <sup>NS</sup>
Overall quality	2.90±1.52	3.40±1.17	3.50±1.43	4.00±0.67	2.80±1.62	3.60±1.35	3.90±1.37	4.00±1.41	2.40±1.17	1.84 <sup>NS</sup>	

<sup>1)</sup>Control soymilk.  
<sup>2)</sup>Soymilk contains whole onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.  
<sup>3)</sup>Soymilk contains peeled onion powder with concentration of 1.4, 1.6, 1.8 and 2.0%.  
<sup>4)</sup>Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p=0.05).  
 \*\*\*\*p<0.0001, NS: not significantly different.

<Table 7> Two way ANOVA analyzing the interaction between the amount of onion powder added and onion powder with and without peel in the physicochemical and functional properties

Parameter	Amount <sup>1)</sup>	Peel <sup>2)</sup>	Interaction of amount and peel
Hunter's value	L	p<0.0001	p<0.0001
	a	p<0.0001	p<0.0001
	b	p<0.0001	p<0.0001
Suspension stability	NS	NS	NS
Viscosity	p<0.0001	p<0.0001	p<0.0001
Total dietary fiber	p<0.0001	p<0.0001	NS
Total sugar	p<0.0001	NS	NS
Quercetin	p<0.0001	p<0.0001	p<0.001
Isoflavone	Daidzin	p<0.0001	p<0.0001
	Genistin	p<0.0001	p<0.0001
	Glycitin	p<0.0001	p<0.0001
Total phenolics	p<0.0001	p<0.0001	p<0.0001
DPPH	p<0.001	p<0.0001	NS
ABTS	p<0.0001	p<0.0001	p<0.05

<sup>1)</sup>Amount of onion powder added.  
<sup>2)</sup>With or without peels.  
 NS: Not significantly different.

4. 관능검사

관능평가 결과는 <Table 6>에 나타내었다. 꺼끌거림과 목넘김, 색을 제외하고는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 양파 첨가량이 증가할수록 양파 향과 단맛이 증가하였고, 이는 양파의 매운맛 성분인 allylpropyl disulfide 및 allyl sulfide는 열을 가하면 기화하지만 일부는 분해되어 설

당의 50배의 단맛을 내는 propyl mercaptan을 형성하여 조리후에 양파가 단맛을 지니게 된다는 연구결과(Bang & Cho 1998)와 유사한 것을 확인할수 있었다. 콩 냄새는 감소, 꺼끌거림과 목넘김은 증가하였으며, 색은 양파껍질의 영향을 더 어두워지는 경향을 나타내었다. 그리고 콩 비린맛은 감소하면서 전체적인 기호도 또한 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 껍질 유무에 따라서는 양파 향, 꺼끌거림, 목넘김은 SWO가 더 높은 것으로 나타났다. 이는 양파가 첨가됨으로써 고형분의 증가로 점도가 상승함에 따른 것으로 보이며, 전체적인 기호도는 1.8%의 SWO, SPO가 가장 좋은 점수를 받았다.

이상의 실험 결과로 양파 첨가 두유는 <Table 7>에 나타냈듯이 색도, quercetin, 이소플라본, 총 페놀, 항산화능 등의 결과가 양파 첨가량 뿐 아니라 양파 껍질의 유무와도 관련이 있는 것으로 보아 양파껍질이 양파 첨가 두유의 기능성면에 좋은 영향을 주는 요소임을 확인할 수 있었고 이로써 1.8SWO가 기능성과 기호도를 만족할 수 있는 긍정적인 음료라 할 수 있겠다.

IV. 요약 및 결론

양파를 첨가한 두유의 일반성분 분석에서 수분은 CS가 가장 높았고, SWO, SPO 모두 첨가량이 증가할수록 감소하였고, 조지방, 조단백질, 조회분, 탄수화물은 양파 첨가량이 많아질수록 증가하였다. 양파분말이 첨가될수록 고형성분의 함량도 유의적으로 증가함을 확인하였고, 색도결과는 양파 껍질의 유무에 따라 밝기, 적색도, 황색도의 증가율이 차이를 보였다. 두유의 pH는 양파 첨가량이 증가할수록 SWO, SPO 모두 유의적 감소를 나타냈고 현탁액 안정성은 두유 균질처

리시 온도, 지방질 및 고형물의 농도의 영향으로 시간이 지남에 따라 안정성이 다소 감소하는 경향을 보였다. 양파의 첨가량이 증가하면서 고형분의 함량이 증가함에 따라 점도 또한 증가하였고 총 식이섬유는 CS가 17.13%, SWO, SPO 모두 양파 첨가량이 증가함에 따라 31.13-37.70% (1.4-2.0SWO), 26.56-33.88% (1.4-2.0SPO)로 유의적 증가를 보였다. 총당 함량 또한 CS 2.93 mg/g에서 9.73-13.58 mg/g (1.4-2.0SWO), 10.58-13.11 mg/g (1.4-2.0SPO)으로 증가한 것을 확인하였다.

Quercetin 함량은 양파 첨가량이 증가할수록 6.02-21.80 mg/100 g (1.4-2.0SWO), 0.56-11.72 mg/100 g (1.4-2.0SPO)으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였고, isoflavone 함량 중 daidzin은 CS 119.76 µg/g에서 2.0SWO 173.26 µg/g, 2.0SPO 121.40 µg/g으로 SWO, SPO 모두 증가됨을 확인하였다. glycitin의 결과는 CS 44.96 µg/g에서 2.0SWO 50.16 µg/g, 그리고 2.0SPO 45.41 µg/g으로 모두 증가하였고, genistin 또한 CS 288.76 µg/g에서 2.0SWO 444.58 µg/g, 2.0SPO 378.42 µg/g으로 SWO, SPO 모두 유의적으로 증가한 것으로 나타났다. 총 페놀 함량은 CS 164.00 mg/100 g에서 2.0SWO 252.00 mg/100 g, 2.0SPO 234.67 mg/100 g까지 증가하였다. 즉, 양파 첨가량이 증가할수록 두유 내에 플라보노이드의 일종인 quercetin과 isoflavone 및 총 페놀 함량이 CS에 비해 높게 나타나 기능성 음료로 적합할 것으로 사료된다.

양파 첨가 두유의 항산화 활성은 DPPH radical 소거능 측정결과 CS 6.48%, 82.92-89.25% (1.4-2.0SWO), 70.85-76.02 (1.4-2.0SPO)로 모두 유의적으로 크게 증가함을 알 수 있었고, ABTS radical 소거능 측정결과 또한 CS 17.89%, 75.40-89.44% (1.4-2.0SWO), 66.18-78.92% (1.4-2.0SPO)로 증가함을 확인하였다.

관능평가 결과, 양파 첨가량이 증가할수록 색도의 결과와 유사하게 진해졌으며, 구수한 향미는 SWO에서는 양파 첨가량이 증가할수록 점수는 높게 나타났으나 유의적 차이는 보이지 않았다. 두유의 콩 비린 맛은 양파 첨가량이 증가할수록 감소된 것을 볼 수 있었고, 단맛은 CS에 비해 높은 점수를 받았지만 유의적인 차이는 보이지 않았다. 꺼끌거림과 목 넘김에서의 느낌은 SWO, SPO 모두 CS와 비교하여 유의적으로 큰 증가를 보였다. 전체적인 기호도는 1.8%의 SWO, SPO가 가장 좋은 점수를 받았지만 기능적 음료로의 가능성을 본다면 1.8SWO가 좀 더 적합한 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 2012학년도 교내 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## References

- Rural Development Administration. 2011. Standard Agriculture Manual, pp 14-15
- Rural Development Administration. 2013. Round elixir plant, Onion (둥근 불로초, 양파) RDA Interrobang, pp 15-16
- Soy-world science park. 2006. Soybean. Korea University Press, pp 292-579
- Abeyomi LA, Terry LA. 2009. Implications of spatial and temporal changes in concentration of pyruvate and glucose in onion (*Allium cepa* L.) bulbs during controlled atmosphere storage. *J. Sci. Food Agric.*, 89(4):683-687
- An BJ, Lee JT. 2001. Screening of biological activity for phenolic fraction from onion. *Korean J. Food Phosthavest Sci. Technol.*, 8(2):224-230
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
- Bang HA, Cho JS. 1998. Antioxidant effects on various solvent extracts from onion peel and onion flesh. *J. Korean Diet Assoc.*, 4(1):14-19
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.*, 181(4617):1199-1200
- Christenson RH. 1997. Biochemical markers of bone metabolism: An overview, *Clin. Biochem.*, 30(8):573-593
- Crozeir A, Lean MEJ, McDonald MS, Black C. 1997. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery. *J. Agric. Food Chem.*, 45(3):590-595
- Gallagher JC, Riggs BL, Eisman J. 1994. Diagnosis, prophylaxis, and treatment of osteoporosis. *Am. J. Med.*, 9(8):1137-1141
- Hwang SH, Sung JJ, Kim JI. 1995. Analysis of dietary fiber content of commin korean foods. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 24(3):396-403
- Jang JR, Lim, SY. 2009. Effects of onion flesh and peel on chemical components, antioxidant and anticancer activities. *J. Life Sci.*, 19(11):1598-1604
- Jeong CH, Heo HJ, Choi SG, Shim KH. 2009. Antioxidant and Anticancer Properties of Methanolic Extracts from Different Parts of White, Yellow, and Red Onion. *Food Sci. Biotechnol.*, 18(1):108-112
- Jung DH. 2013. Physicochemical and functional properties of soymilk with buckwheat sprout addition. Master's degree thesis, Sookmyung Woman's University, Koera, pp 53-55
- Kang NS. 2005. Development of onion soybean curd and physicochemical quality characteristics by various drying conditions on onion. Master's degree thesis. Sang Ju University, Korea, pp 22-23

- Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 28(2):232-239
- Kao TH, Lu YF, Hsieh HC, Chen BH. 2004. Stability of isoflavone glucosides during processing of soymilk and tofu. *Food. Res. Int.*, 37(9):891-900
- Kim CJ. 1988. Physico-chemical nutritional and flavor properties of soybean extracts processed by rapid-hydration hydrothermal cooking. Doctoral degree thesis, Iowa State University, USA, pp 27-29
- Kim MY, Chun SS. 2001. Effects of onion on the quality characteristics of strawberry jam. *Korea J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17(4):316-322
- Kim SH, Hong SS, Kim DJ. 2000. A study of analytical methods of dietary fiber on vegetable foods. *The Human Ecology Research Institute Dona-A University*, 8:105-116
- Kim SJ, Kim GH. 2006. Quantification of quercetin in different parts of onion and Its DPPH radical scavenging and antibacterial activity. *Food Sci. Biotechnol.*, 15(1):39-43
- Kim SK, Kim MK. 2004. Effect of dried powders or ethanol extracts of onion flesh and peel on lipid metabolism, antioxidative and antithrombogenic capacities in 16-month-old rats. *Korean J. Nutr.*, 37(8):623-632
- Laura J, Esperanza M, Almudena F. 2002. Structural Carbohydrate Differences and Potential Source of Dietary Fiber of Onion (*Allium cepa* L.) Tissues. *J. Agric. Food Chem.*, 50(1):122-128
- Leighton Y, Ginther C, Fluss L, Harter WK, Cansado J, Nortario V. 1992. Molecular characterization of quercetin and quercetin glycosides in *Allium* vegetables. phenolic compounds in food and their effects on health, ACS, Washington, D.C. 507(16):220-238
- Ohara T, Ohinata H, Muramatsu N, Matsuhashi T. 1989. Determination of rutin in buckwheat foods by high performance liquid chromatography. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36(2):114-117
- Park JY & Kim MK, 2005, Effect of onion flesh or peel feeding on antioxidative capacity in 16-month-old rats fed high iron diet. *Korean J. Food Cult.*, 20(6):721-730
- Park PS, Lee BR, Lee MY. 1994. Effects of onion juice on ethanol-induced hepatic lipid peroxidation in rats. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, 23(5):750-756
- Priepke PE, Wei LS, Nelson AI, Steinberg MP. 1980. Suspension stability of Illinois soybean beverage. *J. Food Sci.*, 45(2):242-245
- Pyun YR, Cho WI, Lee YS, Kwon. IB. 1996. The effect of organic acids on dewatering efficiency of soybean milk residue by hydraulic press. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28(4):638-643
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. 1997. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *J. Korean. Food Sci Technol.*, 29(3):595-600
- Raiz MN. 2006. Soy applications in foods. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, USA, pp 9-10
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.*, 26(9-10):1231-1237
- Ryoo SH, Kim SR, Kim KT, Kim SS. 2004. Isoflavone, phytic acid and oligosaccharide contents of domestic and imported soybean cultivars in Korea. *Korean J. Food & Nutr.*, 17(2):229-235
- Shimoyamada M, Tsushima N, Tsuzuki K, Asao H, Yamauchi R. 2008. Effect of heat treatment on dispersion stability of soymilk and heat denaturation of soymilk protein. *Food Sci. Technol. Res.*, 14(1):32-38
- Song T, Barua K, Buseman G, Murphy PA. 1998. Soy isoflavones analysis: quality control and a new internal standard. *Am. J. Clin. Nutr.*, 68(6):1474-1479
- Swain T, Hillis WE, Oritega M. 1959. Phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. the quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.*, 10(1):83-88

---

Received January 21, 2015; revised January 29, 2015; accepted February 2, 2015