

메밀 싹 첨가 두유의 제조와 품질 특성

정다혜 · 김철재*

숙명여자대학교 생활과학대학 식품영양학과

Preparation and Quality Characteristics of Soymilk added with Buckwheat Sprout

Da-Hye Jeong, Chul-Jai Kim*

Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University

Abstract

This study investigated the physicochemical properties and antioxidative activity of soymilk added with buckwheat sprout (SBS), and sensory properties of SBS were analyzed with control soymilk (CS). Moisture content decreased while protein, ash, and lipid contents increased according to content of buckwheat sprout. Solids content and viscosity tended to increase with addition of buckwheat sprout from 0% (CS) to 2.5% (2.5SBS), 3.5% (3.5SBS), and 4.5% (4.5SBS). SBS was found the significant pH drop from 7.08 to 6.43, 6.34, and 6.21. Suspension stability of soymilk slightly decreased with addition of buckwheat sprout. Hunter's color value L of SBS decreased while a and b values increased in comparison with CS. Rutin content was measured 23.78 mg/100 g (2.5SBS), 39.68 mg/100 g (3.5SBS), and 44.80mg/100 g (4.5SBS). Vitamin C content in SBS was higher than CS. Daidzin content increased as buckwheat sprout was added. Total phenolic content increased from 100.95 mg/100 g (CS) up to 315.71 mg/100 g (4.5SBS). For free radical scavenging activity, SBS was significantly higher than CS. In conclusion, SBS can be used as a functional food with higher amounts of rutin, vitamin C, total phenolics, and daidzin. 2.5SBS and 3.5SBS also showed better overall quality characteristics.

Key Words: Soymilk, buckwheat sprout, rutin, vitamin C, antioxidative activity, physicochemical property

1. 서 론

최근 식생활의 서구화, 인구 고령화로 인한 각종 성인병, 비만에 대한 위협성이 커지면서 소비자들이 건강에 대한 관심이 크게 증대되고 있으며 소위 기능성 물질을 첨가한 건강식품에 대한 소비가 증가하고 있다. 두유(Soy milk)는 콩으로부터 수용성 물질인 고형분과 단백질을 추출한 것으로, 식물성 영양음료로서 인식이 더욱 확대되고 있는 추세이다(Pyun & Hwang 1996). 또한, 최근에 새로운 천연 식용 식품으로 주목을 받고 있는 메밀(*Fagopyrum esculentum* Mönch)은 다른 곡류에 비해 단백질 함량이 높고, 미네랄과 비타민 등의 함량도 높아 영양균형이 좋은 식품으로 자리매김하고 있다(Wijngaard & Arendt 2006). 기능적인 면에서는, rutin이 매우 풍부한 것으로 알려져 있는데, 발아 시 특히 rutin의 함량이 크게 증가한다고 알려져 있다(Kreft et al. 1999). 이뿐만 아니라, 메밀싹은 아미노산 함량이 종실에 비해 4배 이상 높으며 불포화 지방산 함량도 높아 종실에 비해 영양적, 기능적인 면에서 더 긍정적으로 평가되고 있다

(Kim et al. 2004). 특히 메밀을 이용한 연구 현황을 살펴보면, 메밀의 영양적 측면을 분석한 연구(Skrabanja et al. 2004), 발아에 의한 영양소 및 생리활성 물질의 유효도를 극대화하기 위한 연구로 한국산 메밀의 발아과정 중 영양성분 비교 연구(Im 2008), 발아 중에 일어나는 메밀싹의 이화학적 특성 변화(Lee 2007), 메밀종자와 메밀나물의 화학적 성분 비교(Kim et al. 2005) 등의 연구가 있으며 메밀싹을 적용한 가공 식품에 대한 연구는 부족한 실정이다. 메밀의 이용 방법을 살펴봐도, 주로 메밀가루나 메밀국수 및 쉐러드나 생 식용으로만 이용되고 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 생리활성 물질이 다량 함유된 메밀싹을 가공이 용이하고 영양성분의 손실이 덜하면서 저장 보관이 가능하도록 동결건조하여 생추출법을 이용한 두유에 첨가하여 기능성 콩 가공식품을 제조하고자 하였다. 또한, 메밀싹 첨가량을 달리하여 제조한 두유의 이화학적 특성과 항산화 효과를 강화한 기능적 특성을 비교분석하고, 관능평가를 통해 기호도를 비교 검토함으로써 기능성 음료로서의 활용가능성을 제공하고자 하였다.

*Corresponding author: Chul-Jai Kim, Department of Food & Nutrition, Sookmyung Women's University, Cheongpa-ro 47gil 100, Yongsan-gu, Seoul 140-742 Korea Tel: 82-2-710-9468 Fax: 82-2-710-9479 E-mail: cjkim@sookmyung.ac.kr

II. 연구 내용 및 방법

1. 재료

콩은 전라북도 정읍에서 2011년 가을에 수확된 대원콩을 구입하여 4°C의 냉장고에 보관하였으며, 메밀씨는 2012년 경기도 수원시 (주)수정 우리밀새싹농원에서 7일간 재배(23±2 °C, 암실)한 씨를 구입하여 즉시 동결건조(Bondiro MCFD 8508 Freeze Dryer, Ilsin, Seoul, Korea)하여, grinder (MF 10 Basic, IKA-WERKE, Staufen, Germany)를 이용하여 분말(16 mesh)로 분쇄한 후 polyethylene 백에 담아 4°C에 보관하면서 시료로 사용하였다.

2. 메밀씨 첨가 두유의 제조

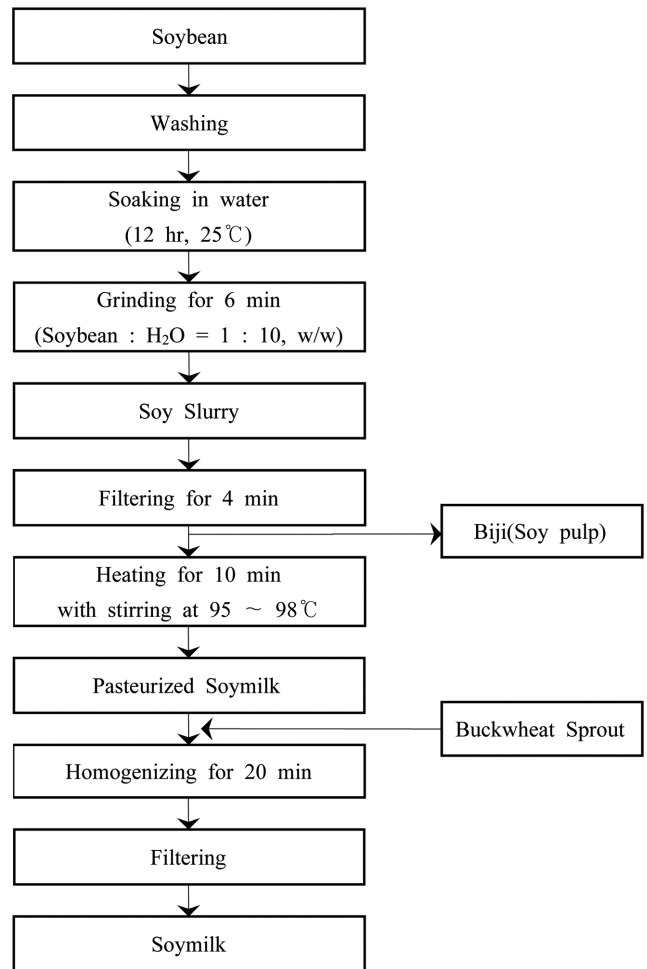
정선된 콩 100 g을 수세한 후 12시간 수침한 다음 원료콩 중량 대비 10배의 증류수를 가하여 waring blender (Model 36BL23, Waring Products Division Dynamics Co., New Hartford, CT, USA)로 6분간 마쇄한 후 여과포에 넣어 미니 탈수기(W-100T, Hanil Electric Co., Ltd., Seoul, Korea)에서 4분 동안 두유와 비지로 분리하였다. 그 후, 두유를 95~98°C에서 10분간 저어주면서 가열하였고, 실온에서 냉각시킨 후 4°C의 냉장고에 보관하면서 두유(Heated Soymilk)로 사용하였다. 두유를 균질기(POLYTRON PT2500E, KINEMATICA AG, Lucerne, Switzerland)로 회전속도 4,800 rpm 조건 하에 20분간 아이스상태에서 균질화 한 후, 대조군으로 사용하였다. 실험군은 살균 두유를 200 mL 취하고, 두유량의 2.5, 3.5, 4.5%(w/v)의 동결 건조된 메밀씨를 첨가한 후 대조군과 동일하게 균질화 한 후, 여과포에 1회 걸러 사용하였다. 이로써, 메밀씨를 첨가하지 않은 대조군 두유는 CS (Control soymilk), 동결 건조된 메밀씨 2.5% 첨가한 두유는 2.5SBS (Soymilk added with 2.5% buckwheat sprout, 2.5SBS), 메밀씨 3.5% 첨가한 두유(Soymilk-added with 3.5% buckwheat sprout, 3.5SBS), 메밀씨 4.5% 첨가한 두유(Soymilk-added 4.5% buckwheat sprout, 4.5SBS)를 각각 제조하였다. 이의 제조과정은 <Figure 1>에 나타내었다.

3. 일반성분 분석

AOAC (2000)법에 따라 3회 반복 측정하였다. 탄수화물 함량은 100°C에서 수분, 조회분, 조단백질, 조지방 함량을 빼 값으로 나타내었다.

4. 고형성분 함량, pH 및 색도 측정

고형성분 함량은 105°C 건조법으로 측정하였으며(AOAC 2000), 색도는 색도계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Osaka, Japan)로 측정하였다. 두유의 pH는 pH meter (Beckman φ34, Beckman Coulter, Inc., Fullerton, CA, USA)로 측정하였다. 분석은 3회 반복 측정하였다.



<Figure 1> Flow diagram of soymilk procedure with addition of buckwheat sprout.

5. 현탁액 안정성 및 점도 측정

현탁액 안정성은 Hwang et al. (1992) 방법에 의해 시료를 4°C에 보관하면서 3일, 7일, 10일 후의 현탁액이 분리되어 내려온 높이를 3회 반복 측정하였다. 점도는 점도계 (Brookfield Viscometer, Brookfield Engineering Labs. Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 Kim (1988) 방법으로 3회 반복 측정하였다.

6. Rutin 함량 분석

Rutin의 함량은 Ohara et al. (1989)의 방법을 토대로 액체 시료 1 g에 메탄올 20 mL를 취하여 80°C에서 60분 동안 환류추출한 후 실온에서 냉각시켰다. 그 후, 메탄올로 20 mL까지 정용하였고, 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC (Water Alliance 2695 System, Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였다. 분석 조건은 flow rate 1.0 mL/min, injection volume 10 μL으로 설정하였고, Column은 Novapak C₁₈ (4 μm, 3.9×150 mm)을, detector는 Waters 2998 PDA Detector를 사용하여 345 nm에서 3회 반복 측정하였다.

7. Vitamin C 함량 분석

Vitamin C 함량은 식품공전(Ministry of Food and Drug Safety 2010)의 HPLC에 의한 정량법으로 분석하였다. 분석 조건은 flow rate 1.0 mL/min, injection volume 20 μ L으로 설정하였고, Column은 Inertsil ODS-3 (5 μ m, 4.6 \times 150 mm)을, detector는 Waters 2998 PDA Detector를 사용하여 254 nm에서 3회 반복 측정하였다.

$$\text{Ascorbic acid (mg/100 g)} = S \times \frac{100}{1000} \times \frac{a \times b}{\text{시료채취량}}$$

S: 시험용액중의 ascorbic acid의 농도(μ g/mL)

a=시험용액의 전량(mL)

b=시험용액의 희석배수

8. Isoflavone 함량 분석

Isoflavone의 함량 측정은 Song et al. (1998)의 방법을 응용하여 3회 반복 측정하였다. 시료의 추출은 동결 건조 시료 2 g에 0.1 N HCl 2 mL와 acetonitrile 10 mL을 넣고 실온에서 2시간 교반하여 추출하였다. 그 후, 추출물을 4,000 rpm에서 20분간 원심분리한 후 상등액 8 mL에 80% 메탄올을 10 mL 취하고 볼텍스 믹서를 사용하여 교반한 후 0.2 μ m PTFE막 필터 페이퍼를 통해 여과하여 HPLC로 분석하였다.

9. 총 페놀 함량 분석

페놀 함량은 Swain et al. (1959)의 방법을 응용하여 Folin-Denis법으로 3회 반복 측정하였다. 시료를 일정하게 희석하여 0.45 μ m membrane filter로 여과한 용액 125 μ L에 증류수를 500 μ L를 첨가하고 Folin-Ciocalteu reagent 125 μ L를 첨가하여 혼합한 다음 6분간 반응시켰다. 그 다음 7% Na₂CO₃ 1.25 mL와 증류수 1 mL를 첨가하여 진탕하고 실온에서 1시간 30분간 방치하였다. 그 후 분광광도계(2800 UV/VIS Spectrophotometer, UNICO, Dayton, OH, USA)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 gallic acid (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)이며 25~500 μ g/mL의 농도로 조제하여 표준 검량선 작성에 사용하였다.

10. DPPH radical 소거능 측정

시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryldrazyl) radical에 대한 소거 능력측정은 Blois (1958)방법으로 분석하였다. 동결 건조 시료 1 g에 methanol을 가하여 실온에서 3시간 동안 추출한 후 상등액을 0.45 μ m membrane filter로 여과하였다. 그 후, 시료 추출물 200 μ L에 0.4 mM DPPH methyl alcoholic solution 800 μ L을 가해 10초간 강하게 교반 후, 20분 동안 암소에서 반응을 유도하였다. 잔존하는 radical의 농도는 분광광도계를 이용해 517 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{sample}}}{A_{\text{control}}}\right) \times 100$$

A_{sample}: 실험군의 흡광도

A_{control}: 대조군의 흡광도

11. 관능평가

관능평가는 7점 척도법으로, 관능요원은 식품영양학을 전공한 훈련된 대학원생 16명을 선정하여 3회 반복 실시하였으며 색, 맛, 냄새, 입안에서의 느낌, 목구멍으로 넘어갈 때의 느낌, 전반적인 기호도에 대해 측정하였고, 선호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 하였다.

12. 통계처리

모든 자료의 통계 처리는 SAS package (Version 9.2, NC, USA)를 이용하여 평균(Mean)과 표준편차(S.D)로 표시하였다. 각 실험군 간의 유의성 검증을 위하여 ANOVA로 분산 분석을 하였으며, 메밀싹 첨가량에 따라 유의차가 발견되었을 때 Duncan's multiple range test를 이용하여 사후검증을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이화학적 특성 분석 결과

두유의 일반성분 분석 결과는 <Table 1>과 같다. 수분함량의 경우, 대조군 두유(CS)는 91.74%, 메밀싹 첨가량이 증가할수록 각각 90.17, 89.70, 89.10%로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이는 두유의 제조과정 중 메밀싹의 고형분이 함께 여과, 흡수되어 현탁액 속에 분산되므로 고형분이 증가한 것으로 보인다. 메밀싹 첨가량이 증가할수록 탄수화물 함량은 다소 증가하는 경향을 보였지만 메밀싹 첨가 두유(SBS) 간에는 유의차가 없었다. 조단백질 함량은, CS가 3.66%, SBS는 각각 3.78% (2.5SBS), 3.80% (3.5SBS), 4.36% (4.5SBS)를 나타내었다. 즉, 메밀싹이 단백질 함량이 높은 편이었으므로, 첨가량이 증가할수록 제조과정 중 수용성 단백질이 함께 추출된 것으로 보인다. 특히, 단백질은 메밀식품의 경도, 응집력, 탄성, 접착력에 영향을 미친다고 보고된바 있으므로 (Ikeda et al. 1999), 첨가량에 따라 두유의 텍스처 및 관능적 특성에 단백질 함량 정도가 큰 영향을 줄 것으로 사료된다. 조지방 함량은 CS에 비해 메밀싹 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 메밀싹은 linoleic acid, linolenic acid의 함량이 높으므로 두유 내에 분산되면서 불포화지방산의 함량이 증가하였을 것으로 보인다(Wijngaard & Arendt 2006). 조회분 함량도, CS에 비해 SBS가 각각 0.62, 0.65, 0.80%로 유의적으로 증가하는 결과를 보였다(p \leq 0.05).

두유의 고형성분 함량, pH, 색도의 결과는 <Table 2>에 나타내었다. 고형성분 함량은, 대조군에 비해 메밀싹 첨가군

<Table 1> Proximate composition of various soymilk

Sample	Component (%(v/v))				
	Moisture	Carbohydrate	Crude protein	Crude lipid	Crude ash
CS ¹⁾	91.74±0.05 ^{a2)}	2.28±0.15 ^b	3.66±0.07 ^c	1.83±0.10 ^c	0.49±0.12 ^c
2.5SBS ³⁾	90.17±0.00 ^b	3.53±0.08 ^a	3.78±0.03 ^{bc}	1.90±0.04 ^{bc}	0.62±0.04 ^b
3.5SBS ⁴⁾	89.70±0.01 ^c	3.76±0.26 ^a	3.80±0.10 ^b	2.10±0.21 ^{ab}	0.65±0.02 ^b
4.5SBS ⁵⁾	89.10±0.01 ^d	3.54±0.18 ^a	4.36±0.07 ^a	2.20±0.13 ^a	0.80±0.02 ^a
F-value	7077.47****	42.85****	60.37****	4.87**	12.36**

¹⁾Control Soymilk.

²⁾Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$).

³⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v).

⁴⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v).

⁵⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v).

**** $p \leq 0.0001$, ** $p \leq 0.05$

Data are presented as mean±SD.

<Table 2> Solid contents, pH and Hunter's color value on soymilk with various amounts of buckwheat sprout addition

Sample	Solid contents (%)	pH	Hunter's color value			
			L	a	b	ΔE ¹⁾
CS ²⁾	8.19±0.87 ^{c3)}	7.08±0.02 ^a	83.12±0.05 ^a	(-2.06)±0.04 ^d	11.31±0.02 ^d	19.61±0.04 ^d
2.5SBS ⁴⁾	9.75±0.07 ^b	6.43±0.01 ^b	72.17±0.13 ^c	(-0.14)±0.01 ^c	17.35±0.15 ^c	31.96±0.19 ^e
3.5SBS ⁵⁾	10.15±0.13 ^{ab}	6.34±0.02 ^c	72.71±0.14 ^b	0.25±0.03 ^b	18.66±0.02 ^b	32.27±0.12 ^b
4.5SBS ⁶⁾	10.84±0.01 ^a	6.21±0.01 ^d	72.07±0.14 ^c	0.51±0.03 ^a	20.12±0.12 ^a	33.67±0.17 ^a
F-value	19.19***	1751.48****	6306.86****	5538.56****	4813.80****	6354.82****

¹⁾ ΔE means color difference.

²⁾Control Soymilk.

³⁾Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$).

⁴⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v).

⁵⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v).

⁶⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v).

**** $p \leq 0.0001$, *** $p \leq 0.001$, ** $p \leq 0.05$

Data are presented as mean±SD.

이 고형성분이 유의적으로 증가함을 확인하였다($p \leq 0.05$). 이는, 메밀씨가 첨가되면서 메밀씨의 고형성분이 두유에 추출, 여과되므로 수분함량은 감소하는 반면, 고형성분 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

pH 측정결과는 CS는 7.08으로 나타났으며, SBS는 각각 6.43(2.5SBS), 6.34(3.5SBS), 6.21(4.5SBS)로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. Lee(2007)의 연구에 의하면, 메밀은 maleic acid, citric acid, oxalic acid 등 유기산이 발아 시 증가하므로 두유에 첨가하면 이들 유기산이 두유의 pH를 낮춘 것으로 사료된다. 두유의 색도를 살펴보면, L 값은 메밀씨 첨가량이 증가할수록 83.12(CS), 72.17(2.5SBS), 72.71(3.5SBS), 72.07(4.5SBS)로 측정되어 CS에 비해 SBS가 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며, a 값은 메밀씨 첨가량이 증가할수록 유의적으로 적색도가 증가하는 경향을 보였다. Watanabe & Shimizu (2004)에 의하면, 수확과정 중 빛에 노출된 일반 메밀씨에서 안토시아닌의 함량이 증가하였다는 연구가 있으므로 적색을 띠는 정도와 관련이 있는 것으로 보인다. b 값의 결과를 볼 때, 메밀씨 첨가량이 증가할

수록 17.35에서 20.12으로 유의적으로 황색이 증가함을 알 수 있었다($p \leq 0.05$). 이는 두유 제조과정 중에 Maillard 반응을 비롯한 비효소적 갈변반응 과 함께 기능성 성분으로 황색을 띠는 rutin의 함량 변화가 영향을 끼친 것으로 사료된다.

두유의 현탁액 안정성과 점도는 <Table 3>과 같다. 대조군은 3일, 7일, 10일의 시간의 경과에 따라 가라앉는 물질이 육안으로 보이지 않았으며 안정성의 변화가 크지 않았다. 이는 두유가 가열처리됨으로써 단백질 분자가 겹쳐지고 소수기가 밖으로 노출되어 용해성이 떨어지나 대두지질 특히 인지질이 존재하므로 단백질과 지질의 상호작용으로 인하여 안정성이 증가된다는 보고와 유사하였다(Liu 1997). 반면, 메밀씨 첨가군은 안정성이 다소 감소하는 것으로 확인되었다. 단, SBS 간에 유의차는 없었다($p \leq 0.05$). 현탁액 안정성은 제조 조건에 따른 입자의 크기, 균질처리 및 열처리에 의한 단백질의 변성, 첨가물, pH, 화학적 조성에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 점도의 경우 CS는 13.30 cp으로 가장 낮았으며, SBS는 각각 25.53, 29.13, 64.43 cp로 유의적으로 증가하는 추세를 보였다($p \leq 0.05$). 두유의 점도는 우유

<Table 3> Suspension stability and viscosity of soymilk with buckwheat sprout addition

Sample	Suspension stability			Viscosity (cP)
	3 days	7 days	10 days	
CS ¹⁾	1.00±0.03 ^{a2)}	1.00±0.01 ^a	1.00±0.04 ^a	13.30±0.00 ^d
2.5SBS ³⁾	0.91±0.04 ^b	0.82±0.03 ^b	0.78±0.02 ^b	23.53±0.40 ^c
3.5SBS ⁴⁾	0.85±0.05 ^b	0.81±0.04 ^b	0.77±0.02 ^b	29.13±0.75 ^b
4.5SBS ⁵⁾	0.92±0.03 ^b	0.80±0.00 ^b	0.79±0.01 ^b	64.43±2.71 ^a
F-value	9.85**	51.62****	187.01****	731.80****

¹⁾Control Soymilk.

²⁾Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p≤0.05).

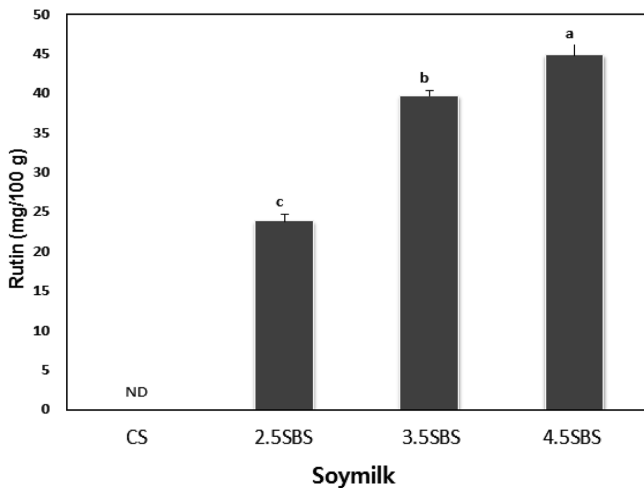
³⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v).

⁴⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v).

⁵⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v).

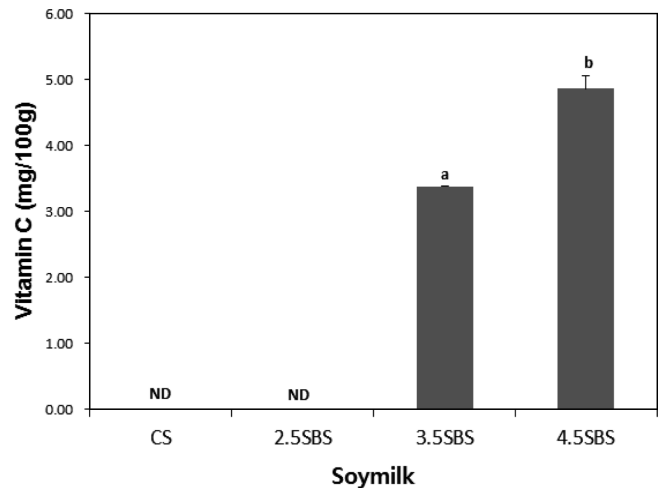
****p<0.0001, **p<0.05

Data are presented as mean ± SD.



<Figure 2> Change of rutin contents in various soymilk.

Bars with different letters among soymilk with various amounts of buckweatsprout addition are significantly different by Duncan's multiple range test (CS: Control Soymilk; 2.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v); 3.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v); 4.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v); ND: Not detected).



<Figure 3> Change of vitamin C contents in various soymilk.

Bars with different letters among soymilk with various amounts of buckwheat sprout addition are significantly different by Duncan's multiple range test (CS: Control Soymilk; 2.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v); 3.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v); 4.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v); ND: Not detected).

에 비해 높은 것이 특징으로 고형분의 농도가 증가하면서 점도는 대수 함수적으로 증가하고 온도가 증가하면 점도는 대수 함수적으로 감소한다고 알려져 있다(Soy-world science park 2006). 즉, 메밀싹 첨가량이 증가할수록 고형분 함량이 증가하고 이와 상호연관적으로 메밀싹을 2.5SBS나 3.5SBS에 비해 4.5SBS의 점도가 급격하게 증가한 결과와 일치하였다.

2. 기능적 특성 분석 결과

Rutin은 모세혈관을 강화시켜 동맥경화, 고혈압, 뇌출혈과 같은 심혈관계 질환을 예방하고, 당뇨병, 잇몸출혈, 구취제거 등에도 효과가 있는 것으로 밝혀졌다(Skrabanja et al. 2004). <Figure 2>의 분석결과, CS에는 검출되지 않았으며, 2.5SBS

는 23.79 mg/100 g, 3.5SBS는 9.67 mg/100 g, 4.5SBS는 44.80 mg/100 g로 rutin 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 상당량의 rutin 함량을 보존할 수 있었던 것은, rutin의 구조 특성 상 배당체이어서 추출 중에 일어나는 화합물의 분해를 보호할 수 있는 당 성분(Sugar moiety)을 함유하고 있으며, 추출과정 중에도 glycosides는 안정한 상태를 유지한다고 알려져 있어 rutin 구조가 파괴되지 않고 잘 추출될 수 있었던 것으로 보인다(Biesaga 2011). 즉, 항산화성이 매우 우수하여 메밀싹을 이용한 기능성 음료로써의 활용 가능성 및 가치가 클 것으로 보인다.

Vitamin C 함량 분석 결과는 <Figure 3>와 같다. 실험결과 CS와 2.5SBS는 vitamin C 성분이 검출되지 않았으며, 3.5SBS와 4.5SBS는 각각 3.38 mg/100 g과 4.86 mg/100 g의

<Table 4> Isoflavone contents in various soymilk

Sample	Isoflavone contents	
	Daidzin content (µg/g)	Genistin content (µg/g)
CS ¹⁾	3.55±0.45 ^{d2)}	21.98±1.52 ^a
2.5SBS ³⁾	12.01±0.41 ^c	20.92±1.34 ^a
3.5SBS ⁴⁾	20.69±1.56 ^b	22.30±2.48 ^a
4.5SBS ⁵⁾	34.48±1.83 ^a	25.59±3.80 ^a
F-value	333.81 ^{****}	1.98 ^{NS}

¹⁾Control Soymilk.

²⁾Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p≤0.05).

³⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v).

⁴⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v).

⁵⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v).

****p<0.0001, NS: not significantly different

Data are presented as mean±SD.

vitamin C가 들어있어 유의적으로 증가하는 경향을 보였다 (p<0.05). de la Pena et al. (2010)에 의해 pH가 낮을수록 Vitamin C는 안정한 구조를 띤다고 보고된 바 있으므로 CS와 2.5SBS보다 낮은 pH를 나타냈던 3.5SBS와 4.5SBS가 높은 vitamin C의 함량을 보인 것으로 사료된다.

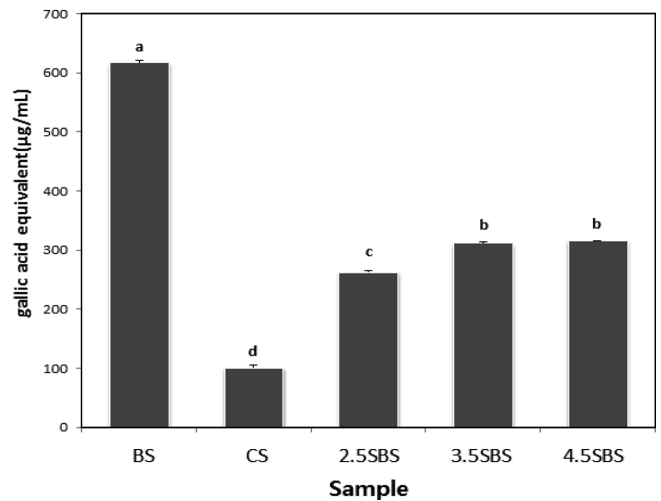
Isoflavones 함량은 <Table 4>에 나타내었다. Isoflavone의 12개의 유도체 중 두유에서 다량 함유하고 있는 배당체 형태인 daidzin과 genistin의 함량만을 비교분석하였다. Daidzin 함량의 경우, 메밀씩 첨가량이 증가할수록 12.01 µg/g (2.5SBS), 20.69 µg/g (3.5SBS), 34.48 µg/g (4.5SBS)으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. Genistin 함량은, CS에 비해 SBS가 다소 증가하는 경향을 보였지만 전반적인 유의차는 없었다(p<0.05). 원료분석 결과 메밀씩의 genistin 함량이 6.51 µg/g으로 소량 검출되었으므로 메밀씩 첨가량이 증가하여도 genistin의 함량에 변화가 없는 것으로 보인다.

페놀 함량은 <Figure 4>와 같다. 메밀씩의 총 페놀 함량은 617.86 mg/100 g으로 나타났으며, CS는 100.95 mg/100 g, SBS는 각각 263.10 mg/100 g (2.5SBS), 311.90 mg/100 g (3.5SBS), 315.71 mg/100 g (4.5SBS)으로 확인되었다(p<0.05). 즉, 두유의 총 페놀 함량이 메밀씩 총 페놀 함량의 약 50% 이상에 상당하는 결과를 나타내었으므로, 메밀씩 첨가 두유가 천연 항산화 가공 식품으로써의 기능을 충분히 수행할 수 있음을 확인하였다.

DPPH radical 소거능 측정 결과는 <Figure 5>에 나타내었다. CS에 비해 SBS가 83.20-87.57%로 항산화능이 상당히 높음을 확인하였다. 단, 3.5SBS과 4.5SBS는 유의적으로 차이를 보이지 않았으며, 메밀씩의 DPPH radical에 대한 소거 능력인 90.36%보다는 다소 낮게 나타났다(p<0.05).

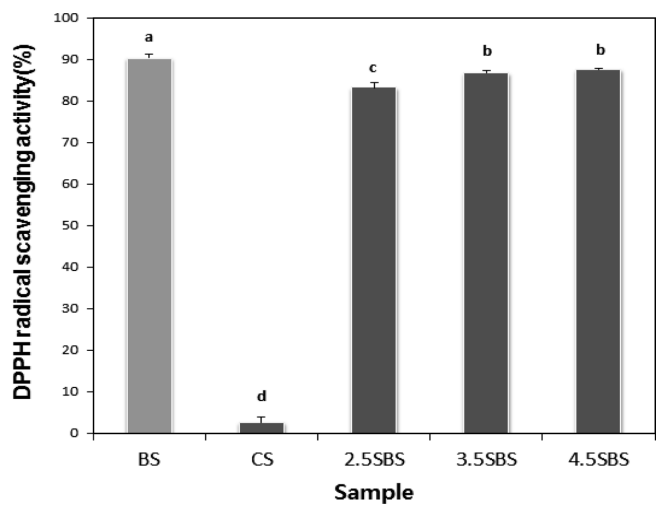
3. 두유의 관능평가 분석 결과

관능평가 결과는 <Table 5>와 같다. 메밀씩 첨가량이 증가할수록 색의 붉은 정도는 유의적으로 감소하고 된 정도는 증



<Figure 4> Total phenolic content in buckwheat sprout and various soymilk.

Bars with different letters among soymilk with various amounts of buckwheat sprout addition are significantly different by Duncan's multiple range test (BS: Buckwheat Sprout; CS: Control Soymilk; 2.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v); 3.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v); 4.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v)).



<Figure 5> Comparison of DPPH radical scavenging activity of buckwheat sprout and various soymilk.

Bars with different letters among samples are significantly different by Duncan's multiple range test (BS: Buckwheat Sprout; CS: Control Soymilk; 2.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v); 3.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v); 4.5SBS: Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v)).

가하는 결과를 보였는데, 이는 메밀씩의 어둡고 적색이 강해지는 색도에 의해 CS보다 메밀씩 첨가군이 탁해보이는 것으로 사료된다. 색의 진한 정도는 메밀씩이 첨가될수록 증가하여 색도의 결과와 유사하였다. 메밀씩 첨가량이 증가할수록 구수한 향은 감소하는 경향을 보인 반면, 콩 비린내는 감소하였지만 유의적으로 차이는 없었다. 다른 새싹채소인 콩나

<Table 5> Sensory evaluation of various soymilk

Attribute	Soymilk				F-value	
	CS ¹⁾	2.5SBS ²⁾	3.5SBS ³⁾	4.5SBS ⁴⁾		
Color	Degree of thinning	2.44±1.36 ^{c5)}	3.69±0.60 ^b	4.63±0.89 ^a	4.63±0.89 ^a	18.13****
	Darkening	1.75±0.58 ^d	4.38±0.50 ^c	5.88±0.62 ^b	6.50±0.52 ^a	231.89****
Flavor	Roasted nutty	4.44±1.26 ^a	3.63±1.09 ^{ab}	3.38±1.45 ^b	3.00±1.21 ^b	3.73**
	Beany	4.63±1.86 ^a	3.94±1.29 ^a	4.00±1.51 ^a	3.75±1.65 ^a	0.91 ^{NS}
Taste	Roasted nutty	4.38±1.54 ^a	4.56±1.36 ^a	3.94±1.57 ^{ab}	3.13±1.54 ^b	2.88**
	Beany taste	5.13±1.63 ^a	3.69±1.45 ^b	4.06±1.24 ^b	3.63±1.59 ^b	3.51**
	Sweet taste	3.38±1.45 ^a	3.69±1.45 ^a	3.25±1.44 ^a	3.13±1.36 ^a	0.46 ^{NS}
	Bitter taste	2.75±1.13 ^b	3.50±1.41 ^{ab}	4.06±1.24 ^a	4.13±1.75 ^a	3.32**
After taste	Degree of thinning	2.50±1.26 ^b	3.44±1.15 ^a	3.94±1.12 ^a	3.81±1.33 ^a	4.55**
	Chalkiness	2.69±1.66 ^b	3.63±1.15 ^{ab}	4.44±1.26 ^a	4.19±1.42 ^a	5.01**
Overall quality	Appearance acceptability	4.19±1.17 ^b	5.38±0.89 ^a	4.94±1.06 ^{ab}	4.69±1.01 ^{ab}	3.65**
	Overall quality	3.00±1.41 ^b	4.38±1.41 ^a	3.44±1.15 ^{ab}	3.19±1.52 ^b	3.13**

¹⁾Control Soymilk.

²⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 2.5%(w/v).

³⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 3.5%(w/v).

⁴⁾Soymilk added with Buckwheat Sprout 4.5%(w/v).

⁵⁾Values in different letters among soymilk in the same column are significantly different (p≤0.05).

****p≤0.0001, **p≤0.05, NS: not significantly different

Data are presented as mean±SD.

물과 숙주나물의 경우에는 콩 비린내 등 특유의 냄새 때문에 날것으로 먹기 힘든 반면, 메밀나물은 그 자체의 향만 있을 뿐 다른 이취가 나지 않아 조리학적인 측면에서의 장점을 가진다고 보고된 바 있다(Kim et al. 2005). 구수한 맛의 경우 구수한 향의 결과와 유사하게 CS와 2.5SBS가 높게 나타났으며 이는 가열과정 중 마이라드 반응이 영향을 끼치는 것으로 보인다. 콩 비린내의 경우, 메밀싹이 첨가될수록 유의적으로 감소하는 경향을 보여 4.5SBS가 가장 낮은 점수를 받았다. 메밀싹의 고유한 맛이 두유 자체의 콩 비린내를 상쇄시키는 역할을 한 것으로 보인다. 쓴맛은 메밀싹 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 유의적으로 증가하는 경향을 보였지만, 2.75-4.13범위의 낮은 점수대를 나타내었고, 실험군 간의 유의차는 없었다. 꺼끌거림과 된 정도는 메밀싹 첨가 두유가 다소 높게 나타났으나 전반적인 색의 좋은 정도와 전체적인 기호도면에서는 메밀싹을 2.5% 첨가한 두유가 가장 좋은 점수를 받았으며 꺼끌거림과 콩 비린내도 덜하다고 평가되었으므로 기호도면에서 우수함을 확인하였다(p≤0.05).

IV. 요약 및 결론

두유의 이화학적 특성 중, 일반성분 분석에서 수분은, CS의 91.74%에서 4.5SBS의 89.10%로 유의적으로 감소하였고, 조지방, 조단백질, 조회분, 탄수화물은 메밀싹을 첨가할수록 유의적으로 증가하였다. 고형성분 함량과 점도의 경우, 메밀싹 첨가량이 증가할수록 각각 8.19%에서 10.84%로, 즉 13.30 cp에서 64.43 cp로 유의적으로 높아지는 경향을 보였

는데, 메밀싹의 고형분이 두유 내에 추출, 분산되면서 농도가 증가된 것으로 보이며, 점도는 특히 4.5SBS에서 급격히 증가하였다. 반면, pH는 메밀싹 첨가량이 증가할수록 7.08, 6.43, 6.34, 6.21으로 유의적으로 감소하였는데, 이는 메밀싹이 함유하고 있는 유기산의 영향으로 보인다. 현탁액 안정성은 CS에 비해 SBS이 감소하는 경향을 보였으나, 유의차는 없었다. 색도는, 메밀싹이 첨가될수록 밝기는 어두워지고, 적색도와 황색도, 색차는 증가하는 경향을 보였는데, 이는 황색을 띠는 rutin의 함량과 관련이 있을 것으로 사료된다. Rutin 함량은 메밀싹이 첨가될수록 23.79 mg/100 g (2.5SBS), 39.67 mg/100 g (3.5SBS), 44.80 mg/100 g (4.5SBS)으로 크게 증가하였고, vitamin C 함량도 유의적으로 증가하는 경향을 보여 메밀싹 4.5SBS에서 4.86 mg/100 g으로 최대치를 나타냈다. Isoflavone 중 daidzin 함량은, 메밀싹이 첨가되면서 유의적으로 증가하였으므로, 메밀싹에도 daidzin이 함유된 것으로 사료된다. 반면, genistin 함량은 두유 간 유의차가 없었다. 총 페놀 함량은, CS에서는 100.95 mg/100 g, 메밀싹 첨가량이 증가할수록 각각 263.10 mg/100 g (2.5SBS), 311.90 mg/100 g (3.5SBS), 315.71 mg/100 g (4.5SBS)로 유의적으로 증가하였다. 따라서 DPPH radical 소거능으로 측정된 항산화 활성도 SBS가 유의적으로 크게 증가함을 알 수 있었다. 관능평가 결과, 메밀싹 첨가량이 증가할수록 색의 진한 정도, 구수한 향미, 꺼끌거림과 된 정도는 다소 높게 나타났으나, 콩 비린내의 경우 유의적으로 감소하였다. 특히, 전체적인 기호도에서는 대조군과 4.5SBS가 낮은 점수를 받는 반면, 메밀싹 2.5%를 첨가한 두유가 가장 좋게 평가되었고 두번째로

3.5SBS가 좋은 점수를 받았다. 즉, 기호도면에서는 콩 비린 맛과 꺼끌거림까지 덜한 2.5SBS가 우수한 기능성 두유로 제조될 수 있는 적절한 첨가 수준으로 사료된다.

이상의 결과로, 메밀싹 첨가량이 증가할수록 두유 내에 flavonoid의 일종인 rutin과, vitamin C, daidzin 및 총 phenol 함량이 대조군에 비해 높게 나타났으므로, 항산화성이 매우 우수함을 알 수 있었으며, 심혈관계 질환, 당뇨병, 잇몸출혈, 구취제거를 비롯하여 항암작용, 골다공증 예방에 좋은 식품이 될 수 있을 것으로 보인다. 이로써 기능면에서는 4.5SBS가 가장 좋으나 높은 점도와 낮은 pH로 3.5SBS가 기호도면에서는 2.5SBS이 건강기능성 음료료써 우수함을 확인하였으며, 추후 메밀싹을 이용한 가공식품 제조에 대한 많은 연구가 진행되어야 하며 이에 따른 객관적이고 주관적인 품질특성 연구도 병행되어야 할 것으로 사료된다. 또한, 앞으로 좀 더 구체적인 상품화를 위한 두유 품질 개선에 관하여 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

감사의 글

본 연구는 숙명여자대학교 2012학년도 교내 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

References

- AOAC. 2000. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA
- Bay Y, Wilson LA, Glatz BA. 1998. Quality of commercial shelf-stable soymilk products. *J. Food Prot.*, 61(9):1161-1164
- Biesaga M. 2011. Influence of extraction methods on stability of flavonoids. *J. Chromatogr.*, 1218(18):2505-2512
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181(4617):1199-1200
- De la Pena MM, Trujillo LS, Rojas-Grau MA, Belloso OM. 2010. Impact of high intensity pulsed electric field on antioxidant properties and quality parameters of a fruit juice-soymilk beverage in chilled storage. *J. LWT. Food Sci. Technol.*, 43(6):872-881
- Hwang IK, Kim SH, Choi YR. 1992. Development of protein foods and their rheological and sensory properties. *J. Korean. Soc. Food Sci.*, 8(2):53-58
- Im JW. 2008. Comparison of nutrition components of korean buckwheat cultivars during germination. Master's degree thesis. Sookmyung Women's University, Korea, pp 38-42
- Inglett GE, Chen D, Berhow M, Lee S. 2011. Antioxidant activity of commercial buckwheat flours and their free and bound phenolic compositions. *J. Food Chem.*, 125(3):923-929
- Ikeda K, Fujiwara J, Asami Y, Arai R, Bonafaccia G, Kreft I, Yasumoto K. 1999. Relationship of protein to the textural characteristics of buckwheat products: analysis with various buckwheat flour fractions. *Fagopyrum.*, 16(1):79-83
- 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 SL, Kim SK, Park CHO. 2004. Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Res. Int.*, 37(4):319-327
- Kim YS, Kim JG, Lee YS, Kang IJ. 2005. Comparison of the chemical components of buckwheat seed and sprout. *J. Korean. Soc. Food Sci. Nutr.*, 34(1):81-86
- Kreft S, Knapp M, Kreft I. 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) seeds and determination by capillary electrophoresis. *J. Agric. Food Chem.*, 47(11):4649-4652
- Lee EH. 2007. Changes in physico-chemical Characteristics during Buckwheat Germination. Master's degree thesis. Sookmyung woman's University, Korea, pp 44-47
- Liu K. 1997. Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization. Chapman & Hall, NY, USA, pp 137-197
- Ministry of Food and Drug Safety. 2010. Korean food standards codex. Moonyoung, Korea, pp 375-377
- 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
- Pyun JW, Hwang IK. 1996. Preparation of Calcium-fortified Soymilk and *in vitro* Digestion Properties of Its Protein and Calcium. *J. Korean. Food Sci. Technol.*, 28(6):995-1000
- Skrabanja V, Kreft I, Golob T, Modic M, Ikeda S, Ikeda K, Kreft S, Bonafaccia G, Knapp M, Kosmelj K. 2004. Nutrient Content in Buckwheat Milling Fractions. *Cereal Chem.*, 81(2):172-176
- 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):1474S-1479S
- Soy-world science park. 2006. Soybean. Korea University Press, Korea, pp 137-140
- 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
- Watanabe M, Shimizu H. 2004. Composition of flavonoid compounds in seedling of tartary buckwheat. *Tohoku Agric. Res.*, 57(4):267-268
- Wijngaard HH, Arendt EK. 2006. Buckwheat. *Cereal Chem.*, 83(4):391-401
- Yasuda T. 2001. Development of tartary buckwheat noodles

through research on rutin-degrading enzymes and its effect on blood fluidity. In the proceeding of the 8th international symposium on buckwheat. Chunchon, Korea, pp 488-502

Received November 12, 2014; revised January 23, 2015; accepted January 29, 2015