

## 쌀알 첨가 두유의 이화학적 품질특성

김동광 · 최은지 · 김창희 · 김영봉 · 김은미 · 금준석 · 박종대

한국식품연구원

### Physicochemical Properties of Rice Grain-added Soymilk

Dong-Kwang Kim, Eun-Ji Choi, Chang-Hee Kim, Young-Boong Kim,  
Eun-Mi Kim, Jun-Seok Kum, and Jong-Dae Park

Korea Food Research Institute

**ABSTRACT** The objective of this study was to improve the sensory qualities of soymilk. For this purpose, soymilk was prepared by adding different types of rice grain, including cooked, puffed, and saccharified rice. Acceptable products could be obtained by addition of saccharified rice. The addition of saccharified rice had a positive influence on sensory qualities, especially mouth feel. Further, soymilk with saccharified rice was comparable in terms of physicochemical characteristics (pH, soluble solids, and viscosity) with commercial whole-bean soymilk. This result suggests that there are opportunities to develop a new market for soy-milk that incorporates health benefits and traditional beverages.

**Key words:** rice grain, soymilk, saccharification, physical, sensory

## 서 론

대두(soybean, *Glycine max* L.)는 3,000년 전부터 고대 중국의 만주지방이 원산지로서 수 세기 동안 우리나라, 중국, 일본 등에서 다양한 형태로 단백질을 공급하는 중요한 원료로서 양질의 단백질이 40% 이상 함유되어 있다. 또한 대두에는 철, 불포화지방산, niacin 등의 영양성분을 비롯하여 isoflavone, phytic acid, phytosterol, saponin, 식이섬유 등 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있다. 이들 성분들에 의한 항암, 항균, 항산화 등의 기능이 밝혀지면서 대두 가공품들이 큰 주목을 받고 있으며 1999년 미국 FDA에서는 대두 단백질이 심혈관 질환의 위험성을 감소시킬 수 있다는 health claim을 허가함으로써 대두 식품의 유용성을 입증하였다(1,2).

두유는 대두로부터 고형분과 단백질을 주로 추출하여 만든 가공제품으로 단백질, 철, 불포화지방산, niacin의 함량이 많고 지방과 탄수화물의 함량은 적은 것으로 알려져 있으며 유당불내증에 대한 우유 대체식품으로서 중요한 역할을 하고 있다(3). 또한 두유는 콜레스테롤이 거의 함유되어 있지 않을 뿐 아니라 성인병 예방에 좋은 생리활성 물질들을 함유하고 있어 식물성 건강음료로의 인식이 더욱 확대되고 있다(4,5).

두유의 품질 및 기능성 향상을 위해 머루, 자색고구마,

메밀싹, 홍삼 등에서 기능성 물질을 추출하여 첨가하거나 (6-9) 발효를 통하여 두유의 기능성을 증진시키는 연구 (10-14) 등이 수행되었다. 또한 전통적인 순수 두유 제품을 포함하여 검은콩을 원료로 한 두유, 칼슘을 강화한 두유, 오트밀 두유, 검은깨를 첨가한 두유 및 각종 견과류를 첨가한 두유 등 두유의 시장 성장에 저해 요인으로 작용되었던 관능적인 면을 극복하기 위한 다양한 가공두유가 개발되었다. 그러나 우리의 주식으로 이용되어 온 대표적인 곡물인 쌀알을 이용한 두유에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 쌀은 벼의 알곡으로 도정 정도에 따라 백미, 현미 등으로 불리며 밀, 옥수수과 더불어 세계 3대 식량 작물로서 세계 총 생산량의 약 91%가 아시아에서 생산되고 대부분이 아시아 사람들의 주식으로 이용되고 있다(15).

본 연구에서는 두유액에 쌀알을 다양한 방법으로 첨가하여 쌀알 함유 두유를 제조하였으며, 쌀알 첨가 방법에 따른 두유의 이화학적 품질특성을 비교 분석하고 관능검사를 통해 기호도를 비교함으로써 기호도 및 기능성이 증진된 음료로서의 활용 가능성을 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용된 대두(*Glycine max* L.)는 강원도 양구산을 사용하였고 백미(추청, 이천산) 및 엿기름(Chungo, Gwangju, Korea)은 농협에서 구입하여 사용하였다. 부재료로는 정제엿(Hanju Co., Ulsan, Korea), 탈지분유(Seoul Dairy Co., Seoul, Korea), 쌀올리고당(Daesang Co., Osan, Korea),

Received 28 March 2014; Accepted 27 May 2014

Corresponding author: Jong-Dae Park, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea  
E-mail: jdpark@kfri.re.kr, Phone: +82-31-780-9211

정백당(CJ Cheiljedang, Incheon, Korea) 등을 사용하였다. 시판 두유는 성남시내 대형마트와 편의점에서 브랜드 및 첨가물을 고려하여 10종을 구입하여 분석하였다.

### 두유 제조

두유는 5°C에서 24시간 불려 껍질을 제거하고 80°C에서 조분쇄 공정을 거쳐 원료 콩 중량의 8배의 물을 가하여 콜로이드밀을 2회 처리하여 두유 원액을 얻었다. 얻어진 두유 원액을 75~78°C에서 homogenizer(HF-93, SMT Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 1,000 rpm에서 40분 교반하여 균질화한 후 두유량의 3%(w/v) 수준의 전처리된 쌀알이 함유된 용기에 균질화된 두유액을 충전시키고 retort 처리하여 제조하였다.

### 쌀알 제조

두유 첨가용 쌀알 제조를 위해 백미는 3번 씻어 1시간 동안 실온에 침지 후 물기를 제거하여 사용하였다. 취반미는 세척된 쌀에 1.2배의 물을 가하여 전기밥솥을 이용하여 제조하였으며, 팽화미는 microwave oven(Model M1712N Samsung, Bangpakong, Thailand)을 이용하여 2,450 MHz, 700 W에서 2분간 가열하여 제조하였다. 당화쌀은 취반미에 취반미 무게 10배의 엿기름액을 가하여 60°C에서 6시간 당화시켜 제조 후 쌀알만을 분리하여 정제수에 행굼 후 사용하였으며 이때 사용된 엿기름액은 엿기름 무게 10배의 물을 첨가하여 45°C에서 3시간 교반 추출 후 원심분리 하여 상층액을 분리하여 사용하였다.

### 색도 측정

색도는 투명한 플라스틱 원통용기(35×10 mm)에 쌀알을 제거한 후 두유액만을 담아 분광색차계(CM-2500D, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L 값(lightness), a 값(+redness, -greenness), b 값(+yellowness, -blueness)을 측정하였다. Chroma 값은  $(a^2 + b^2)^{1/2}$  식으로부터 계산하였으며, TCD 값은 전처리 쌀알 첨가군과 무첨가군과의 색차 즉  $\{(L - L^{control})^2 + (a - a^{control})^2 + (b - b^{control})^2\}^{1/2}$  식을 이용하여 계산하였다. 색도 값은 각각 3개씩 준비하여 3회 반복 측정하였으며 평균치(mean)와 표준편차(SD)로 나타내었다.

### 점도 측정

점도는 Vibro viscometer(SV-10, A&D Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 25°C에서 전단속도를 증가시키면서 3회 반복 측정하여 millipascal-second(mPa sec)로 나타내었다.

### pH 및 가용성 고형분 함량

pH는 pH meter(model 420+, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였으며,

가용성 고형분 함량은 굴절당도계(Refractometer, model WM-7, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 상온에서 측정 후 °Brix로 나타내었다.

### 관능검사

기호도 평가를 위해 일반 성인 30명을 대상으로 색, 향미, 맛, 입안에서의 느낌 및 종합적 기호도에 대해 9점 척도법으로 1은 '매우 싫다' 그리고 9는 '매우 좋다'로 평가하였다. 관능검사용 두유는 25°C로 유지된 동일한 용량의 두유를 제시하여 수행하였다.

### 통계처리

모든 분석 결과는 SPSS program(SPSS version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계처리 하였으며, 분산분석(ANOVA)을 이용하여 5% 수준에서 Duncan의 다중범위검정 또는 t-test를 실시하여 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 시중 유통 두유의 품질특성

두유 제품 즉 순수 두유 및 아몬드, 호두, 녹차, 검은콩 등이 첨가된 두유 등 시중에 유통 중인 두유 제품 10종에 대한 품질특성을 측정된 결과는 Table 1에 나타내었다. pH는 6.7~7.5, 입도는 1.0~61.2 μm, 가용성 고형분 함량은 7.7~14.4°Brix 그리고 점도는 2.5~6.2 mPa sec로 나타났으며, 색도 측정 결과 L 값은 58.4~71.4, a 값은 -0.5~3.8 그리고 b 값은 4.5~16.7로 분석되어 두유에 첨가된 소재에 따라 품질특성에 큰 차이를 보였다.

### 쌀알 첨가 두유의 pH, 가용성 고형분 함량 및 점도

취반미, 팽화미 및 당화쌀알을 첨가하여 제조한 쌀알 첨가 두유의 pH, 입도 및 가용성 고형분 함량은 Table 2에, 점도는 Fig. 1에 나타내었다. 제조된 두유의 pH는 6.7~6.8로 나타나 물로만 제조된 두유의 경우 중성에 가까운 pH 6.5~6.8이었다는 Liu(16)의 보고와 유사함을 알 수 있었으며 쌀알 첨가가 pH 값에 거의 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 입도는 53.8~55.9 μm로 쌀알 첨가구의 입도 값이 무첨가구에 비해 다소 높은 경향을 보였으나 유의적 차이는 보이지 않았다. 가용성 고형분 함량은 11.2~12.0°Brix를 나타냈으며 점도는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 7.7~11.2 mPa sec로 측정되었다. 일반적으로 가수율에 따른 두유 농도와 관계로 살펴보면 가수율이 높아질수록 두유의 농도가 묽어지고 가용성 고형분 함량과 점도 또한 낮아지는 것을 볼 수 있다. 본 실험에서는 8배의 가수율을 이용하여 두유를 제조하였으며 쌀알 첨가구의 가용성 고형분 함량이 유의적으로 높았고 팽화미 첨가구에서 가장 높게 나타났다. 점도는 쌀알을 첨가하지 않은 대조구가 7.7 mPa sec로 가장 낮게

**Table 1.** Physicochemical characteristics of commercial soymilk

	pH	Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Soluble solid ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	Viscosity (mPa sec)	Color values		
					L	a	b
A	7.3 $\pm$ 0.06 <sup>ab1)</sup>	5.1 $\pm$ 0.49 <sup>f</sup>	11.4 $\pm$ 0.32 <sup>e</sup>	3.6 $\pm$ 0.15 <sup>f</sup>	65.7 $\pm$ 0.60 <sup>cde</sup>	1.3 $\pm$ 0.10 <sup>e</sup>	12.8 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup>
B	7.0 $\pm$ 0.12 <sup>c</sup>	61.2 $\pm$ 0.59 <sup>a</sup>	14.3 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>	3.9 $\pm$ 0.08 <sup>e</sup>	62.4 $\pm$ 1.18 <sup>f</sup>	2.3 $\pm$ 0.32 <sup>b</sup>	12.7 $\pm$ 0.21 <sup>b</sup>
C	7.2 $\pm$ 0.07 <sup>b</sup>	34.6 $\pm$ 0.55 <sup>d</sup>	13.8 $\pm$ 0.25 <sup>b</sup>	4.8 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>	61.9 $\pm$ 0.65 <sup>f</sup>	1.5 $\pm$ 0.13 <sup>de</sup>	8.0 $\pm$ 0.15 <sup>e</sup>
D	7.0 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	45.2 $\pm$ 0.52 <sup>b</sup>	11.8 $\pm$ 0.09 <sup>d</sup>	4.9 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	64.9 $\pm$ 1.01 <sup>de</sup>	1.3 $\pm$ 0.06 <sup>e</sup>	10.5 $\pm$ 0.35 <sup>f</sup>
E	6.8 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	43.3 $\pm$ 0.32 <sup>c</sup>	12.8 $\pm$ 0.10 <sup>c</sup>	6.2 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	58.4 $\pm$ 0.70 <sup>g</sup>	-0.5 $\pm$ 0.05 <sup>g</sup>	4.5 $\pm$ 0.04 <sup>h</sup>
F	6.8 $\pm$ 0.05 <sup>cd</sup>	1.6 $\pm$ 0.20 <sup>h</sup>	14.4 $\pm$ 0.48 <sup>a</sup>	3.7 $\pm$ 0.07 <sup>f</sup>	68.9 $\pm$ 1.12 <sup>b</sup>	1.7 $\pm$ 0.10 <sup>cd</sup>	11.6 $\pm$ 0.07 <sup>d</sup>
G	7.0 $\pm$ 0.15 <sup>c</sup>	2.6 $\pm$ 0.04 <sup>g</sup>	11.6 $\pm$ 0.05 <sup>de</sup>	4.3 $\pm$ 0.08 <sup>d</sup>	67.0 $\pm$ 1.27 <sup>c</sup>	1.9 $\pm$ 0.51 <sup>c</sup>	12.5 $\pm$ 0.09 <sup>bc</sup>
H	6.9 $\pm$ 0.15 <sup>cd</sup>	1.0 $\pm$ 0.13 <sup>h</sup>	13.2 $\pm$ 0.08 <sup>c</sup>	2.5 $\pm$ 0.10 <sup>g</sup>	66.6 $\pm$ 0.89 <sup>cd</sup>	1.8 $\pm$ 0.10 <sup>cd</sup>	12.4 $\pm$ 0.04 <sup>c</sup>
I	7.5 $\pm$ 0.10 <sup>a</sup>	1.5 $\pm$ 0.03 <sup>h</sup>	13.8 $\pm$ 0.06 <sup>b</sup>	5.2 $\pm$ 0.13 <sup>b</sup>	64.6 $\pm$ 1.02 <sup>e</sup>	3.8 $\pm$ 0.12 <sup>a</sup>	16.7 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>
J	6.7 $\pm$ 0.15 <sup>d</sup>	24.2 $\pm$ 0.62 <sup>e</sup>	7.7 $\pm$ 0.05 <sup>f</sup>	4.8 $\pm$ 0.11 <sup>c</sup>	71.4 $\pm$ 0.87 <sup>a</sup>	0.7 $\pm$ 0.08 <sup>f</sup>	11.0 $\pm$ 0.13 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different (Duncan's multiple range test,  $P<0.05$ ).

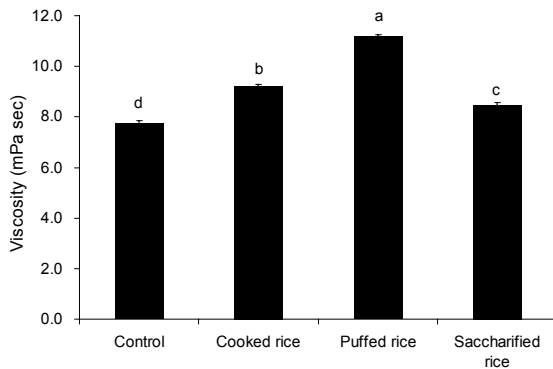
**Table 2.** pH, particle size, and soluble solid content of rice grain-added soymilk

	pH	Particle size ( $\mu\text{m}$ )	Soluble solid ( $^{\circ}\text{Brix}$ )
Control <sup>1)</sup>	6.7 $\pm$ 0.06 <sup>NS2)</sup>	53.8 $\pm$ 1.18	11.2 $\pm$ 0.44 <sup>c3)</sup>
Cooked rice	6.7 $\pm$ 0.03	54.3 $\pm$ 0.82	11.7 $\pm$ 0.07 <sup>ab</sup>
Puffed rice	6.8 $\pm$ 0.05	55.9 $\pm$ 1.01	12.0 $\pm$ 0.20 <sup>a</sup>
Saccharified rice	6.7 $\pm$ 0.04	54.2 $\pm$ 0.96	11.5 $\pm$ 0.13 <sup>bc</sup>

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

<sup>2)</sup>NS: not significant.

<sup>3)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different (Duncan's multiple range test,  $P<0.05$ ).



**Fig. 1.** Viscosity of rice grain-added soymilk. Bars with different letters for each treatment represent significant different among the sample (Duncan's multiple range test,  $P<0.05$ ). Control: soymilk plain.

나타났으며 쌀알을 첨가한 처리구는 당화쌀알 첨가구에서 8.5 mPa sec로 가장 낮게 나타났고 팽화미 첨가구에서 11.2 mPa sec로 유의적으로 가장 높게 나타났다. 점도는 두유의 바디감과 뽀얗게 영향을 미치는 중요한 요인으로 Courregelongue 등(17)은 두유의 점도를 2.2 mPa sec에서 6.8 mPa sec까지 증가시키면 두유의 뽀얗게를 25%까지 감소시킬 수 있다고 보고한 바 있다. 시판 두유에서는 두유의 바디감과 안정성 향상 등 품질개선을 위해 증점안정제로서 검류 등을 주로 사용하는데 본 연구의 전처리된 쌀알 첨가로 증점안정제의 사용량을 일부 줄일 수 있을 것으로 사료

된다. 시중 유통 중인 두유의 점도에 대한 보고로 Ginn 등(18)은 4.7 mPa sec, Bai 등(19)은 16.35~26.4 mPa sec 임을 보고한 바 있으며, 국내 시판 두유 10종에 대한 점도는 Table 1에 나타난 바와 같이 2.5~6.2 mPa sec로 분석되어 두유의 점도 값은 매우 다양함을 알 수 있었다. 이는 식품유형별 규격 및 두유 제조공정상의 차이에 의한 것으로 판단된다.

#### 쌀알 첨가 두유의 색도

취반미, 팽화미 및 당화쌀알을 이용하여 제조한 쌀알 첨가 두유의 색도를 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. L 값은 69.6~71.1로 시료 간에 유의차가 없었으나, Jang 등(20)의 연구 결과인 전두유의 L 값 82.2보다 전체적으로 낮고 Table 1의 시판 두유보다 비슷하거나 더 높게 나타났다. 적색도를 나타내는 a 값은 2.8로 쌀알 첨가에 따른 영향은 없는 것으로 나타났으며 Jang 등(20)의 연구 결과인 전두유의 a 값 3.5보다 낮은 수준을 나타냈다. b 값은 12.2~13.0으로 쌀알 첨가에 의해 황색도가 증가함을 알 수 있었으며 특히 팽화미 첨가구에서 가장 높은 b 값을 나타냈다. 색도 a 값 및 b 값으로부터 얻어진 Chroma 값 또한 팽화미 첨가구에서 13.3으로 가장 높게 나타났다. 쌀알 무첨가구를 기준으로 쌀알 첨가에 의한 전체적인 색변화를 나타내는 TCD 값은 Table 3에 나타난 바와 같이  $t$ -test 결과 취반미 및 당화쌀알 첨가구에서는 무첨가구와 유의차가 없는 것으로 나타났으나 팽화미 첨가구에서는 유의차가 인정되었다( $P<0.05$ ). 두유의 색은 두유 제조 시 가열과 살균 과정에서 발생한 열로 인한 비효소적 갈변반응인 Maillard reaction에 의한 것으로 알려져 있으며(16,21), 당화쌀알 첨가구에서 다른 쌀알 첨가구에 비해 b 값이 낮게 나타난 것은 amylase 등 전분 분해효소에 의해 쌀 중의 전분이 분해되어 당화액으로 용출됨으로써 Maillard reaction에 대한 영향이 상대적으로 더 적었던 것으로 사료된다. Kim 등(22)은 식혜 제조를 위한 당화과정 중 당화액 성분 변화를 측정된 결과 총당과 환원당이 증가하였음을 보고한 바 있다. 반면에 팽화미는 마이크로웨이브 조사에 의해 쌀알 중의 탄수화물이나 단백질이 저분

**Table 3.** Color value of rice grain-added soymilk

	Color values				
	L	a	b	Chroma	TCD
Control <sup>1)</sup>	69.6±0.64 <sup>NS2)</sup>	2.8±0.07	12.2±0.08 <sup>c3)</sup>	12.5±0.08 <sup>c</sup>	0
Cooked rice	71.1±1.10	2.8±0.05	12.6±0.10 <sup>b</sup>	12.9±0.10 <sup>b</sup>	1.6±0.99
Puffed rice	71.1±0.38	2.8±0.08	13.0±0.12 <sup>a</sup>	13.3±0.11 <sup>a</sup>	2.0±0.46*
Saccharified rice	70.3±1.00	2.8±0.05	12.5±0.07 <sup>b</sup>	12.9±0.06 <sup>b</sup>	0.9±0.75

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

<sup>2)</sup>NS: not significant.

<sup>3)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different (Duncan's multiple range test,  $P<0.05$ ).

\*Significant differences between control and puffed rice group of TCD value measured by *t*-test ( $P<0.05$ ).

자 수용성 물질로 일부 가수분해되어 다른 쌀알에 비해 상대적으로 Maillard 반응이 더 많이 일어나 b 값이 더 높게 나타난 것으로 사료된다. Beszédés 등(23)과 Hermati 등(24)은 시료 중의 cellulose, 전분, 단백질 등이 마이크로웨이브 조사에 의해 저분자 물질로 가수분해됨을 보고한 바 있다.

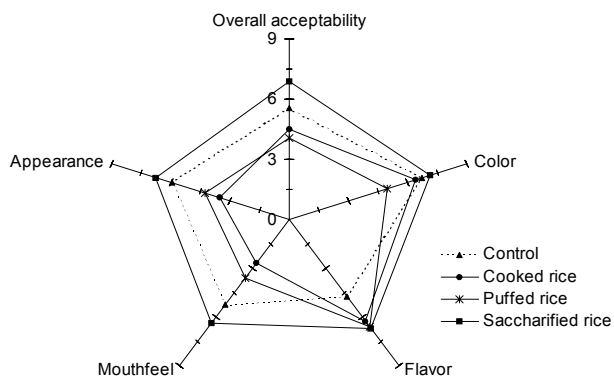
**쌀알 첨가 두유의 관능특성**

취반미, 팽화미 및 당화쌀알을 이용하여 제조한 쌀알 첨가 두유의 색, 풍미, 입안에서의 느낌, 외관 및 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 두유의 색에 대한 기호도는 색도 b 값 및 Chroma 값이 가장 높게 평가된 팽화미 첨가구에서 가장 낮게 평가되었으며, 전체적인 색 변화는 동일한 제조과정을 거친 쌀알 무첨가구인 대조구와 비슷하나 중간 정도의 b 값과 Chroma 값을 갖는 당화쌀 첨가구에서 유의적으로 가장 높게 평가되었다. 맛, 콩 비린내 등 풍미에 대한 기호도는 쌀알 무첨가구에서 유의적으로 가장 낮게 평가되었으며 쌀알 첨가구 간에는 유의적 차이가 없었다. 이는 두유 제조 시 가열처리 과정 중 일어난 Maillard reaction에 의한 갈변뿐만 아니라 맛과 향에도 영향을 미친 것으로 사료된다. 목 넘김과 thicker body 등 입안에서의 느낌 및 외관에 대한 기호도는 각각 취반미와 팽화미 첨가구에서 유의적으로 가장 낮게 평가되었으며 당화쌀알 첨가구에서 가장 높게 평가되었다. 이는 취반미와 팽화미 첨가

구의 경우 쌀알의 엉김 현상이 발생하여 기호도에 부정적인 영향을 미친 것으로 판단되며 당화쌀알의 경우 엉김 현상 없이 고루 분산되고 또한 씹힘성이 느껴져 기호도가 높게 평가된 것으로 사료된다. Terhaag 등(25)은 시중 유통 두유의 물리화학적 특성과 전반적 기호도에 대한 상관관계를 분석한 연구 결과에서 본 연구의 관능검사 결과와는 다르게 상대적으로 점도가 높고 색이 짙으며 단백질 함량이 높은 두유가 높게 선호되었음을 보고한 바 있다. 본 연구에서는 취반쌀알 및 팽화쌀알은 두유 제조 후 쌀알의 엉김 현상으로 인한 품질 저하로 쌀알 첨가 두유 제조에 적합하지 않을 것으로 판단되었으며 당화쌀알이 첨가된 두유는 기존 형태의 두유와 비교하여 기호도 개선뿐만 아니라 전통음료와 건강음료의 이미지가 동시에 전달될 수 있는 새로운 형태의 두유를 제조할 수 있을 것으로 사료되었다.

**요 약**

본 연구에서는 취반미, 팽화미 및 당화쌀알이 첨가된 쌀알 첨가 두유를 제조하였으며, 이에 따른 두유의 이화학적 및 관능적 품질특성에 대해 알아보았다. pH는 6.67~6.70, 가용성 고형분 함량은 11.50~12.00°Brix, 점도는 7.87~11.27 mPa sec로 시판 두유 중 전두유와 비슷한 경향을 보였으며 쌀알 첨가에 의해 점도가 높아짐을 알 수 있었다. 색도는 밝기를 나타내는 L 값과 적색도 a 값은 시료 간에 유의적인 차이가 없었으나 b 값은 12.22~12.91로 쌀알 첨가에 의해 황색도가 증가함을 알 수 있었다. 이것에 비해 시판 두유는 L 값 57.9~70.7, a 값 -0.4~3.8 그리고 b 값 4.5~16.8로 시료 간에 차이가 많음을 알 수 있었다. 관능검사 결과는 쌀알의 엉김 현상이 심하게 나타난 취반미의 선호도가 가장 낮았으며, 쌀알의 엉김 현상 없이 고루 분산되고 입안에서의 느낌 등 전체 항목에서 높게 평가된 당화쌀알 첨가구의 선호도가 가장 높게 평가되었다. 이상의 결과로부터 당화쌀알이 첨가된 두유 제조로 기존 두유와 비교하여 기호도 개선뿐만 아니라 전통음료와 건강음료의 이미지가 동시에 전달될 수 있는 새로운 형태의 두유를 제조할 수 있을 것으로 사료되었다.



**Fig. 2.** Sensory evaluation of rice grain-added soymilk. The sensory evaluation of soymilk was assigned scores between 1 and 9 with 1 being “extremely disliked” and 9 being “extremely liked”. Control: soymilk plain.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 고부가 식품기술개발사업에 의해 이루어진 것으로 연구비 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Kim EH, Ro HM, Kim SL, Kim HS, Chung IM. 2012. Analysis of isoflavone, phenolic, soyasapogenol, and tocopherol compounds in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] germplasms of different seed weights and origins. *J Agric Food Chem* 60: 6045-6055.
- Orhan I, Özcelik B, Kartal M, Aslan S, Sener B, Özguven M. 2007. Quantification of daidzein, genistein and fatty acids in soybeans and soy sprouts, and some bioactive studies. *Acta Biol Cracov Bot* 49: 61-68.
- Shim HC, Seong HS, Sohn HS. 2004. The industrial development and health benefits of the soymilk. *J Korean Soybean Digest* 21: 15-27.
- Carroll KK, Kurowska EM. 1995. Soy consumption and cholesterol reduction: review of animal and human studies. *J Nutr* 125: 594S-597S.
- Xiao CW. 2008. Health effects of soy protein and isoflavones in humans. *J Nutr* 138: 1244S-1249S.
- Roh S. 2012. Effect of anthocyanin obtained from wild grapes on the photooxidation stability of soymilk. *MS Thesis*. Dankook University, Cheonan, Korea.
- Liu Q. 2011. Quality characteristics and antioxidant activity of blackbean soy sikhye yogurt added with purple sweet potato powder. *MS Thesis*. Chung-Ang University, Anseong, Korea.
- Jeong DH. 2013. Physicochemical and functional properties of soymilk with buckwheat sprout addition. *MS Thesis*. Sookmyung Women's University, Seoul, Korea.
- Lee KJ. 2012. Characteristics of physico-chemical properties and analysis of functional components in soy milk with red ginseng extraction. *PhD Dissertation*. Chosun University, Gwangju, 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.
- Yang H, Zhang L. 2009. Changes in some components of soymilk during fermentation with the basidiomycete *Ganoderma lucidum*. *Food Chem* 112: 1-5.
- Tsangalis D, Ashton JF, McGill AEJ, Shah NP. 2002. Enzymic transformation of isoflavone phytoestrogens in soymilk by  $\beta$ -glucosidase-producing bifidobacteria. *J Food Sci* 67: 3104-3113.
- Chun J, Kim JS, Kim JH. 2008. Enrichment of isoflavones aglycones in soymilk by fermentation with single and mixed cultures of *Streptococcus infantarius* 12 and *Weissella* sp. 4. *Food Chem* 109: 278-284.
- Kwon YI, Apostolidis E, Shetty K. 2006. Anti-diabetes functionality of Kefir culture-mediated fermented soymilk supplemented with *Rhodiola* extracts. *Food Biotechnol* 20: 13-29.
- FAO. 2012. *FAO Statistical Yearbook. World food and agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. p 182-183.
- Liu K. 1997. *Soybeans: chemistry, technology, and utilization*. Chapman & Hall Inc., New York, NY, USA. p 151-153.
- Courregelongue S, Schlich P, Noble AC. 1999. Using repeated ingestion to determine the effect of sweetness, viscosity and oiliness on temporal perception of soymilk astringency. *Food Qua Prefer* 10: 273-279.
- Ginn PW, Hosken RW, Cole SJ, Ashton JF. 1998. Physicochemical and sensory evaluation of selected Australian UHT processed soy beverages. *Food Aust* 50: 347-351.
- Bai Y, Wilson LA, Glatz BA. 1998. Quality of commercial shelf-stable soymilk products. *J Food Prot* 9: 1161-1164.
- 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.
- Kwok KC, MacDougall DB, Niranjana K. 1999. Reaction kinetics of heat-induced colour changes in soymilk. *J Food Eng* 40: 15-20.
- Kim BS, Lee TS, Lee MW. 1984. Changes of component in Sikhei during saccharification. *Kor J Appl Microbiol Bioeng* 12: 125-129.
- Beszédes S, Ábel M, Szabó G, Hodúr C, László Z. 2011. Enhanced enzymatic saccharification of agri-food solid wastes by microwave pre-treatment. *Annals of Faculty Engineering Hunedoara-Int J Eng* 9: 453-458.
- Hermiati E, Azuma J, Mangunwidjaja D, Sunarti TC, Suparno O, Prasetya B. 2011. Hydrolysis of carbohydrates in cassava pulp and tapioca flour under microwave irradiation. *Indo J Chem* 11: 238-245.
- Terhaag MM, Almeida MB, Benassi MT. 2013. Soymilk plain beverages: correlation between acceptability and physical and chemical characteristics. *Food Sci Technol* 33: 387-394.