



# 영아용 쌀눈 첨가 단호박 쌀 스낵의 항산화적 물리적 특성

오수보 · 김은경 · 최근영 · 김혜영B\*  
용인대학교 식품영양학과

## Antioxidative and Physical Characteristics of Rice Germ added Sweet Pumpkin Rice Snack for Infants

Xiubao Wu, Eunkyung Kim, Kunyoung Choi, Haeyoung Kim\*  
Department of Food Science and Nutrition, Yongin University

### Abstract

The purpose of this study was to investigate the antioxidative and physical properties of finger food type rice snacks and pumpkin rice snacks for infants aged 6 to 12 months old. The addition of rice germ did not affect density or porosity, and there was no significant difference when compared with commercial products. The addition of rice germ to the rice snack group did not reduce the longitudinal expansion quality of the rice snack. The WAI of RW and SW values were 9.83 and 8.93, respectively, which were significantly higher than those of other samples ( $p < 0.05$ ). The results of this study show that the addition of rice germ to rice snack resulted in reduced density and porosity of rice snacks and maintenance of a high water absorption index, which are more desirable characteristics for products. The products with rice germ showed significantly higher antioxidative activities among all samples ( $p < 0.05$ ).

Key Words: Rice germ, rice snack, antioxidant, physical

## 1. 서 론

영유아의 성장 및 식이에 대한 소비자의 관심이 증가함에 따라 성장 및 연령 단계별 다양한 영유아용 제품에 대한 수요가 급격히 증가하면서 다양한 영유아용 스낵제품에 대한 요구도 늘어나고 있다. 영유아용 시리얼 스낵 식품은 일반 스낵 제품과 달리 알레르기 등 위해 요인의 종류를 제외하여야 하고, 영유아의 성장과 발달에 필요한 영양소 공급이 충분하여야 한다(Le et al. 2014). 최근 영유아에게 증가하고 있는 아토피 등의 알레르기 및 소화장애가 영유아용 스낵제품에 주로 사용되는 원료인 밀가루의 글루텐에 의해 유발된다는 보고가 있어, 영유아 식품의 원료로 글루텐이 포함되지 않은 다른 유형의 제품 개발에 대한 관심이 높아지고 있다(Gujral et al. 2003).

쌀(*Oryza sativa* L.)은 동남아를 비롯한 세계 많은 인구가 에너지 공급원이 되는 주식으로 사용하고 있으며 왕겨, 내겨, 및 쌀눈 등의 구조로 구성되어 있는데(Kwak & Yeo 2004), 영유아용 스낵제품 소재로서 쌀이 밀가루를 대체할 수 있다는 연구들이 보고되고 있다(Kum et al. 1994; Park et al. 2006). 쌀은 알레르기의 유발을 저하시킨 무글루텐(gluten-

free)식품원료로서 밀가루보다 양질의 단백질을 더 많이 함유하는 등 영양적으로 우수하며 소화가 잘되는 특성이 있다(Kang & Ryu 2001). 특히, 팽화된 쌀가공제품은 노화가 잘 되지 않아 상대적으로 오랫동안 품질 유지가 용이하기 때문에 치아발달이 미숙한 영유아용 쌀 스낵의 물성과 조직감을 부여할 수 있는 장점이 있다(Lee et al. 2015). 이에 따라 급성장하고 있는 영유아용 팽화 쌀 스낵 제품 산업 시장에 비해 이에 관련된 연구는 영유아용 팽화스낵 가공적성연구(We et al. 2010) 등이 있을 뿐 미흡한 편이다.

한편 쌀의 주요 영양성분인 쌀눈은 쌀의 2% 정도이나 인체의 에너지 대사에 필요한 비타민 B<sub>1</sub>과 양질의 단백질 등을 포함하고 피부와 세포의 노화를 방지하고, 콜레스테롤저하, 대사증후군 예방 및 피로감소를 도와주는 효과가 있다(Kim et al. 2010). 쌀눈의 대표적인 영양 성분인 ‘감마오리자놀’은 체내 지질대사에 관련 질병예방 및 항산화 효과를 기대할 수 있다는 연구들이 진행되어 왔다(Ko et al. 2003; Cho et al. 2008). 단호박은 β-carotene, 비타민 A, 비타민 B<sub>1</sub>, 비타민 C와 무기질 등 영양성분과 식이섬유가 풍부한 건강에 좋은 식재료로 영아용 식재료로도 사용이 가능하며(Lee & Lee 2013), 맛과 영양이 풍부한 단호박은 필수아미노산을

\*Corresponding author: Haeyoung Kim, Department of Food Science and Nutrition, Yong In University, 134, Yongin Daehakro, Cheoin-gu Yongin-si, Gyeonggi-do 17092, Korea Tel: 82-31-8020-2757 Fax: 82-31-8020-3075 E-mail: hylkim@yongin.ac.kr

많이 함유하고 있어 영유아의 두뇌 발달 향상에 도움이 되는 것으로 알려져 있다(Park et al. 2001). 식품산업에서 국수, 쿠키, 케익, 소스 등 다양한 제품의 기능성 부재료로 사용되어 그 품질특성이 연구되어 왔으나(Chang et al. 2012; Park 2012; Park et al. 2015), 현재까지 단호박이 영아용 쌀 스낵에 적용된 연구는 보고된 바 없다. 생후 6개월에서 8개월경 영아는 치아가 보이기 시작하고 씹는데 필요한 턱의 움직임이 발달하며 10개월경에는 손가락 모양 음식(finger foods)을 혀로 눌러 으깨어 먹을 수 있고 1세 이전 저작기능이 발달하도록 손가락 모양 스낵을 먹을 수 있다(Kim 2003). 이에 본 연구에서는 영양과 항산화 기능이 부가된 쌀눈이 첨가된 영아용 쌀 스낵과 단호박 쌀 스낵을 제조하고 항산화적 물리적 특성을 조사하여 6개월에서 12개월 이전 영아의 치아 및 구강발달을 도울수 있는 핑거푸드타입의 경쟁력 있는 고부가가치 영아용 쌀 스낵제품개발에 필요한 기초연구 자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 쌀 스낵의 제조

본 실험용 시료로서 영아용 쌀눈을 첨가하지 않은 쌀 스낵(Rice snack without rice germ: 이하 RWO라 함) 쌀눈을 첨가한 쌀 스낵(Rice snack with rice germ: 이하 RW라 함), 쌀눈과 단호박 가루를 첨가한 단호박 쌀 스낵(Sweet pumpkin rice snack with rice germ: 이하 SW라 함)와 쌀눈 무첨가 단호박가루 첨가 쌀 스낵(Sweet pumpkin rice snack without rice germ: 이하 SWO라 함)를 제조하였다. 즉 쌀가루, 물, 및 식염을 혼합하여 일정시간 동안 증자시킨 후 압출기(KM-102, Kyung Chang Precision Co., Seoul, Korea)로 쌀압출물을 제조하였다. 제조된 쌀압출물은 일정한 크기로 절단한 후 건조기에서 12시간 동안 수분함량 11%가 될 때까지 건조시켰다. 건조된 쌀 압출물은 팽화기(RE101, Delice Co., Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 180°C에서 압출 팽화시켜 영아용 쌀 스낵을 제조하였다. 제품의 배합비율은 <Table 1>과 같으며 모든 시료는 유기농 쌀가루로 제조되었다. 쌀눈 첨가 쌀 스낵의 배합비는 유기농 쌀가루

98.994%, 쌀눈가루 1%, 철분 0.006%이었으며. 쌀눈을 첨가하지 않은 단호박 쌀 스낵은 유기농 쌀가루 98% 및 단호박가루 2%, 쌀눈을 첨가한 단호박 쌀 스낵은 유기농 쌀가루 96.994%, 단호박가루 2%에 쌀눈가루 1% 및 철분 0.006%를 첨가하여 제조되었다. 본 연구에서 개발된 영아용 쌀 스낵과 특성비교를 위해 시중에서 판매되고 있는 Organic rice snack (No brand, Chungo Health Agriculture Co., Kyunggi, Korea: 이하 RE라함) 및 Organic sweet pumpkin rice snack (No brand, Chungo Health Agriculture Co., Kyunggi, Korea: 이하 SE라함)을 구입하여 사용하였다.

### 2. Bulk density, Apparent density, Porosity 및 longitudinal expansion

Bulk density는 시료의 무게를 측정 후 종실치환법(Kim & Ko 2012)으로 부피를 측정하여 무게를 부피로 나누어 값으로 정하였다. Apparent density는 시료 30개의 무게를 쟀 후 이를 믹서(MX2050, Model 4184, Linaset A.S. Czech)에 담아 2분간 고속으로 마쇄한 후 40mesh 체에 쳐서 실린더에 담아 실부피를 측정하여, 시료의 무게를 실부피로 나누어 계산하였다. Porosity는 쌀 스낵의 bulk 부피와 실부피를 다음의 식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{Porosity} = \frac{\text{Bulk volume} - \text{Apparent volume}}{\text{Bulk volume}}$$

시료의 longitudinal expansion 측정을 위해 시료 50개의 무게를 각각 측정하여 평균값을 구하였다. 시료의 길이는 Caliper (No. CD-6"C, Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan)를 이용하여 쟀 후 길이를 무게로 나누어 longitudinal expansion을 계산하였다(Eun et al. 2014).

### 3. Water absorption index (WAI) 및 Water solubility index (WSI)

40 mesh로 마쇄한 시료의 수분흡수지수(Water absorption index (WAI))와 수분용해지수(Water solubility index (WSI))는 AACC(1983)의 방법을 수정하여 측정하였다. WAI는 마쇄한 시료를 과량의 수분에 충분히 팽윤시킨 후 늘어난 부

<Table 1> Rice snack formula for infants

(%)

Ingredients	RWO <sup>1)</sup>	RW	RE	SWO	SW	SE
Organic rice flour	100	98.994	100	98	96.994	98
Sweet pumpkin flour	0	0	0	2	2	2
Rice germ flour	0	1	0	0	1	0
Iron	0	0.006	0	0	0.006	0
Total	100	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

피를 측정하였다. 즉, 시료 0.2 g의 무게를 측정해놓은 튜브를 준비한 후 6 mL의 증류수와 혼합하여 30°C 항온 수조에서 30분간 가열해준 후 각 튜브를 원심분리기(Model HA-12 centrifuge, Hanil Science Industrial Co., Inchun, Korea)로 1,000×g에서 15분 동안 원심분리 하였다. 상등액과 침전물을 분리하여 침전물의 무게를 측정하였고 알루미늄 접시의 무게를 측정 후 상등액을 알루미늄 접시에 붓고 105°C에서 완전히 건조될 때까지 1시간 15분 동안 건조시켰다. 침전물과 tube의 무게와 건조된 상등액 무게를 측정하여 WAI와 수분 용해지수 WSI를 아래의 식으로 계산하였다.

$$\text{WAI (g/g)} = \frac{\text{Hydrated sample wt.} - \text{Dry sample wt.}}{\text{Dry sample wt.}}$$

$$\text{WSI (\%)} = \frac{\text{Dry solid wt. recovered by evaporating the supernatant}}{\text{Dry sample wt.}} \times 100$$

#### 4. 색도

시료의 색도는 40 mesh로 마쇄한 시료를 투명한 유리 용기에 가득 담아 평평하게 한 후 분광 색차계(Color JC801, color Techno system Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 색의 명도는 L값(lightness)으로 나타내었고 녹색에서 적색의 보색을 나타내는 적색도(redness)는 a값, 청색과 황색의 보색을 나타내는 황색도(yellowness)는 b값으로 표시하였다. 이때 사용된 표준 백색판(Standard plate)의 L값은 98.74, a값은 -0.45이었으며, b값은 0.36이었다.

#### 5. 항산화활성

시료의 DPPH 라디칼 소거활성은 Blois(1958)의 방법을 수정하여 측정하였다. 시료는 40 mesh로 마쇄하여 1g을 취한 후, ethanol(Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA) 9 mL를 가하여 24시간 동안 추출한 여과액을 3000 rpm에서 15분간 원심분리(HA-12 centrifuge, Hanil Science Industrial Co., Incheon, Korea)하여 상등액을 취하여 10배 희석하여 사용하였다. 0.4 mM DPPH용액은 ethanol으로 희석하여 570 nm에서 흡광도는 0.95-1.00 사이에 맞추어 측정하였다. 0.4 mM DPPH용액 2 mL에 제조한 시료액 1 mL을 가하여 진탕한 뒤 암소에서 30분간 방치하였다가 570 nm에서 분광광도계(SP-2000UV, Woongi Science Co., Seoul, Korea)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 대조군은 시료 용액과 같은 양의 99.9% 에탄올을 사용하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{실험군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}}\right) \times 100\%$$

시료의 ABTS 라디칼 소거활성은 Re et al.(1999)의 방법을 수정하여 측정하였다. ABTS 용액은 7.4 mM ABTS 용

액에 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 실온의 암소에서 약 24시간 동안, pH 4.2의 phosphate citrate acid buffer로 radical 형성시켰다. 이를 405 nm에서 흡광도 값이 0.95-1.00이 되도록 조절하여 사용하였다. 시료는 스넥 1 g에 dimethyl sulfoxide 9 mL를 가하여 24시간 동안 추출한 여과액을 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 상등액을 취해 10배 희석하여 사용하였으며, ABTS solution 2 mL와 각 시료 추출물 1 mL를 혼합하고 암소에서 30분간 반응시켜 405 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 추출물 첨가군과 무첨가군을 비교하여 라디칼 소거활성을 백분율(%)로 나타내었고 이때 무첨가군은 시료와 동량의 PCA buffer를 사용하여 대조군으로 하였다.

$$\text{ABTS 라디칼 소거활성(\%)} = \left(1 - \frac{\text{실험군의 흡광도}}{\text{대조군의 흡광도}}\right) \times 100\%$$

총 페놀함량은 Folin-Denis 방법(Folin & Denis 1912, Ra & Kim 2014)를 수정하여 분석하였다. 각각의 시료 추출물을 100배 희석 후, 희석액 1 mL와 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent (Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA) 1 mL를 혼합하여 실온에서 3분간 방치한 뒤, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA) 2 mL를 혼합하여 다시 실온에서 30분간 반응시켜 분광광도계(SP-2000UV, Woongi science Co., Seoul, Korea)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid (Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 하여 mgGAE/100 g으로 작성하였으며 3회 반복 실험하여 측정하였다. 시료의 총 플라보노이드 함량은 Ra & Kim(2014)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각 시료 추출물 1 mL에 5% NaNO<sub>2</sub> 300 μL를 가하여 5분후 10% AlCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 600 μL를 가하여 5분 방치하였다. 이에 1 N NaOH 2 mL를 가한 후 실온의 암소에서 30분간 반응시켰다. 이를 510 nm에서 분광광도계(SP2000UV, Woongi science Co., Seoul, Korea)를 사용하여 흡광도를 측정하였고, 표준물질 quercetin (Sigma-Aldrich Inc., St. Louis, MO, USA)으로 작성한 검량선에 흡광도를 대입하여 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

#### 6. 통계처리

결과의 데이터는 모두 5회 이상 반복 실험하였다. 이에 대하여 SPSS (Statistical package for the social sciences, Ver 20.0, SPSS Inc., Chicago IL, USA) 프로그램을 이용하여 통계처리 및 분석하였고, 각 변수는 평균±표준편차로 나타내었다. 실험군의 평균값에는 분산 분석(ANOVA)를 이용하여 유의차 분석을 실시하였으며 사후검정시 Duncan's multiple range test의 모든 구간에서 유의수준은 p<0.05로 하였다.

### III. 연구 결과 및 고찰

#### 1. Bulk density, apparent density, porosity 및 longitudinal expansion

영아용 쌀 스낵의 density, apparent density, porosity 및 longitudinal expansion의 결과는 <Table 2>와 같다. Bulk density 측정결과, 쌀 스낵 시료군에서 유기농 쌀눈 첨가 쌀 스낵인 RW는 쌀눈 무첨가 RWO와 시판 RE와 유의차가 없었다. 단호박 쌀 시료군에서 유기농 쌀눈 첨가 단호박 쌀 스낵 SW의 bulk density는 0.08 g/cm<sup>3</sup>로 시판 단호박 쌀 스낵 SE와는 유의차를 보이지 않았으나 쌀눈 무첨가 단호박 쌀 스낵인 SWO의 0.06 g/cm<sup>3</sup>보다 유의적으로 높은 값을 나타내었다(p<0.05). 쌀눈 첨가 유기농 쌀 스낵인 RW의 apparent density는 0.09 g/cm<sup>3</sup>로 RWO 보다 유의적으로 낮았으며 시판 RE의 0.07 g/cm<sup>3</sup>보다는 유의적으로 높게 측정되었다(p<0.05). 쌀눈 첨가 유기농 단호박 쌀 스낵 SW의 apparent density는 RW와 같이 0.09 g/cm<sup>3</sup>로 나타났으며 시판 단호박 쌀 스낵인 SE와 유의차를 보이지 않았다. 쌀눈 무첨가 시료인 RWO와 SWO는 각각 0.12 g/cm<sup>3</sup> 및 0.13 g/cm<sup>3</sup>로 다른 시료군에 비해 유의적으로 높은 apparent density값을 보였다(p<0.05). 팽화스낵의 밀도가 높으면 일반적으로 팽화가 덜 일어나는데(Yagci & Göğüs 2008), 본 연구에서 개발된 영아용 유기농 쌀 스낵에 쌀눈을 첨가하여도 밀도에 영향이 크지 않았으며, 단호박 쌀 스낵의 경우에도 시판 제품과 비교해 볼 때 쌀눈 첨가가 밀도에 주는 영향이 크지 않았다.

쌀 스낵의 팽화 정도를 나타내는 porosity에서 쌀 스낵 시료군의 RW는 0.36으로 RWO의 0.53보다 유의적으로 낮았으며, 시판 RE의 0.18보다는 유의적으로 높게 측정되었다(p<0.05). 단호박 쌀 스낵 시료군에서 SW의 porosity는 0.14의 값으로 SWO 및 SE와 유의차를 보이지 않았으며 RE와는 비슷한 값을 보였다. Eun 등(2014)의 연구에 따르면 bulk density와 porosity는 부의 상관 관계를 나타내며 bulk

density가 높으면 팽화율이 낮아지고 팽화가 덜 일어난다고 하였다. 본 실험에서 쌀눈의 첨가는 쌀 스낵 시료군과 단호박 쌀 시료군의 밀도와 기공성 결과에서 보는 바와 같이 팽창정도에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료되었다.

시료의 길이 팽창정도를 나타내는 longitudinal expansion에서는 쌀 스낵 시료군에서 쌀눈을 첨가한 RW가 90.13 mm/g의 값으로 다른 시료들에 비해 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며(p<0.05), 단호박 쌀 스낵 시료군의 경우에도 SW가 111.43 mm/g값으로 쌀눈을 첨가하지 않은 SWO 및 시판 SE보다 유의적으로 높은 길이 팽창정도를 나타내었다(p<0.05). Ainsworth et al.(2007)의 연구에서 길이 팽창정도가 큰 경우 밀도와 역의 상관성이 있다고 하였으며 본 실험에서 쌀눈을 첨가한 경우 쌀 스낵군이나 단호박 쌀 스낵군 모두의 경우에서 오히려 높은 길이 팽창정도를 나타내어 쌀눈의 첨가가 쌀 스낵의 팽화정도를 저하시키지 않는 것으로 나타났다.

#### 2. Water absorption index (WAI) 및 water solubility index (WSI)

영아용 쌀 스낵의 수분흡수지수(WAI)와 수분용해지수(WSI)는 <Table 3>과 같다. 쌀 스낵 시료군에서 RW의 수분흡수지수인 WAI는 9.83으로 쌀눈 무첨가 RWO의 8.43과 시판 쌀 스낵 RE의 8.99에 비해 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 단호박 쌀 스낵군에서 SW의 WAI도 8.93으로 SWO나 시판 SE보다 유의적으로 높은 수치를 보여(p<0.05), 쌀 스낵 시료군과 유사한 결과를 나타내었다. 쌀 스낵 내부 전분의 손상이 적으면 전분내의 친수성기와 물 분자와 더 많이 결합할 수 있어 수분흡수지수는 증가할 수 있는데(Jin et al. 2012), Lee et al.(2012)에 의하면 스낵 제품의 가공 시 WAI가 높을수록 좋은 제품의 품질로 인정 할 수 있다고 하였다. 본 실험에서 제품에 쌀눈의 첨가는 쌀 스낵의 밀도와 기공성을 낮추면서 수분흡수지수를 높게 유지하는 것으로 나

<Table 2> Bulk density, apparent density, porosity and longitudinal expansion

Variables	Bulk density (g/cm <sup>3</sup> )	Apparent density (g/cm <sup>3</sup> )	Porosity	Longitudinal expansion (mm/g)
RWO <sup>1)</sup>	0.06±0.01	0.12±0.00 <sup>a3)</sup>	0.53±0.07 <sup>a</sup>	75.27±8.57 <sup>b</sup>
RW	0.06±0.01	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.36±0.09 <sup>b</sup>	90.13±4.91 <sup>a</sup>
RE	0.06±0.01	0.07±0.01 <sup>c</sup>	0.18±0.10 <sup>c</sup>	77.90±8.73 <sup>b</sup>
F-value	0.20 <sup>NS2)</sup>	43.73***	18.79***	5.41*
SWO	0.06±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.02 <sup>a</sup>	0.44±0.17 <sup>a</sup>	65.49±8.18 <sup>b</sup>
SW	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.09±0.01 <sup>b</sup>	0.14±0.22 <sup>b</sup>	111.43±7.34 <sup>a</sup>
SE	0.08±0.01 <sup>a</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>	0.22±0.13 <sup>ab</sup>	64.49±11.52 <sup>b</sup>
F-value	4.40*	9.17**	3.80 <sup>NS</sup>	42.55***

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

<sup>2)</sup>NS: not significant, \*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

<sup>3)</sup>Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

<Table 3> Water absorption index (WAI) and water solubility index (WSI)

Variables	WAI (g/g)	WSI (%)
RWO <sup>1)</sup>	8.43±0.39 <sup>b3)</sup>	9.00±5.48
RW	9.83±0.80 <sup>a</sup>	6.00±2.24
RE	8.99±0.64 <sup>b</sup>	11.00±2.24
F-value	6.14 <sup>*2)</sup>	2.38 <sup>NS</sup>
SWO	7.99±0.35 <sup>b</sup>	13.00±2.74
SW	8.93±0.52 <sup>a</sup>	10.00±6.12
SE	7.36±0.17 <sup>c</sup>	17.00±11.51
F-value	22.20 <sup>***</sup>	1.04 <sup>NS</sup>

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

<sup>2)</sup>NS: not significant, \*p<0.005, \*\*\*p<0.001

<sup>3)</sup>Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

타나 입속에서 침을 잘 흡수하여 치아발달이 미성숙한 영아용 쌀 스낵으로서 바람직한 특성이 될 수 있을 것이다. 수분용해지수인 WSI는 쌀 스낵 시료군과 단호박 쌀 스낵 시료군에서 유의차를 보이지는 않았으나 쌀눈 첨가군인 RW와 SW는 무첨가군인 RWO와 SWO 및 시판 RE와 SE보다 낮은 경향을 나타내었다. 제품의 WSI가 증가되는 것은 내부의 손상된 전분의 양이 많아 전분으로부터 용해된 분자의 양이 많아지기 때문인데(Wen et al. 1990), 쌀 플레이크의 품질특성 연구(Lee et al. 2001)에서 팽화도 및 여러 바람직한 특성들과 WAI와는 정의 상관성을 보였고 WSI와는 부의 상관성을 보였다고 하였다. 본 연구에서 쌀눈 첨가 시료군의 경우 WAI는 높게 WSI는 낮게 나타나는 결과를 보여 영아용 쌀 스낵에 쌀눈을 첨가시 영양과 물리적 특성에서 더 바람직한 특성을 보이는 것으로 판단되었다.

### 3. 색도

쌀 스낵 및 단호박 쌀 스낵 시료군의 색도 측정 결과는 <Table 4>와 같다. 쌀 스낵 시료군에서 명도 L값은 시판 쌀 스낵인 RE가 88.06의 값으로 쌀눈 첨가 RW의 87.17이나 쌀눈 무첨가 RWO 84.27에 비해 유의적으로 더 높게 평가되었다(p<0.05). 적색도의 a값은 명도의 결과와 반대로 시판 스낵의 RE의 경우 적색도 a값이 3.72의 값으로 유의적으로 가장 낮았으며 RW와 RWO의 값이 각각 4.48과 5.54의 값으로 유의적으로 높은 값을 보였다(p<0.05). 황색도 b값은 a값과 유사한 결과로서 시판 RE가 10.02로 유의적으로 가장 낮은 수치를 보였고 RW와 RWO는 각각 12.42와 16.34로 유의적으로 높은 결과를 보여주었다(p<0.05). 단호박 시료군의 색도는 쌀 스낵 시료군의 색도 결과와 유사하였다. 명도

<Table 4> Color values of rice snacks

Variables	L	a	b
RWO <sup>1)</sup>	84.27±0.11 <sup>c3)</sup>	5.54±0.20 <sup>a</sup>	16.34±0.08 <sup>a</sup>
RW	87.17±0.35 <sup>b</sup>	4.48±0.68 <sup>b</sup>	12.42±0.41 <sup>b</sup>
RE	88.06±0.08 <sup>a</sup>	3.72±0.35 <sup>c</sup>	10.02±0.10 <sup>c</sup>
F-value	414.41 <sup>***2)</sup>	20.26 <sup>***</sup>	815.51 <sup>***</sup>
SWO	79.99±0.03 <sup>b</sup>	7.67±0.07 <sup>a</sup>	23.20±0.05 <sup>b</sup>
SW	79.84±0.06 <sup>c</sup>	7.04±0.26 <sup>b</sup>	28.79±0.06 <sup>a</sup>
SE	84.49±0.02 <sup>a</sup>	6.08±0.11 <sup>c</sup>	22.26±0.02 <sup>c</sup>
F-value	21948.43 <sup>***</sup>	113.29 <sup>***</sup>	28458.72 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

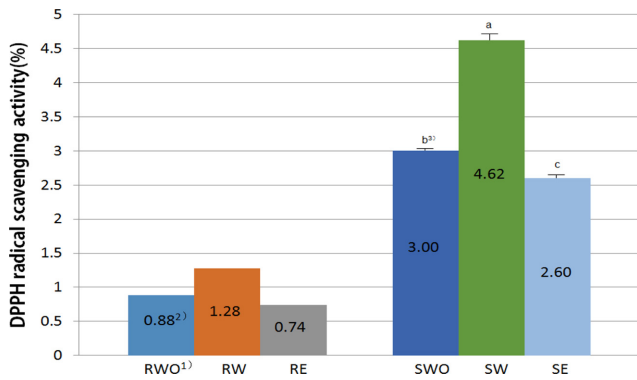
<sup>2)</sup>\*\*\*p<0.001

<sup>3)</sup>Mean±SD, The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

L값은 시판 단호박 쌀 스낵이 84.49의 값으로 SWO와 SW의 79.84와 79.99의 값보다 유의적으로 높게 평가되었다(p<0.05). 단호박 쌀 스낵 시료군의 적색도 a값은 쌀 스낵 시료군보다 높게 측정되었으며, 쌀 스낵 시료군에서와 같이 시판 SE가 6.08의 값으로 SW와 SWO의 각각 7.04와 7.67의 값보다 유의적으로 낮은 값을 보였다(p<0.05). 단호박 쌀 스낵 시료군의 황색도 b값에도 모두 쌀 스낵 시료군보다 높게 측정되었으며, 시료군 내에서는 시판 SE가 22.26의 값으로 유의적으로 가장 낮게 측정되었다. 쌀눈 첨가 단호박 시료인 SW의 b값은 28.79값으로 유의적으로 가장 높은 황색도를 나타내었다(p<0.05). 항암 항산화 효과가 있는 β-carotene을 함유한 단호박(Krinsky & Deneke 1982) 쌀 스낵 시료군은 쌀 스낵 시료군에 비해 높은 b값을 나타내었다. 쌀을 이용한 즉석 팽화 쌀 스낵은 제조과정 중에 Maillard reaction과 같은 갈변반응이 생길 수 있으며(Jin et al. 2012), 갈변반응이 생기면 L값이 낮아지고 a값은 높아질 수 있다.

### 4. 항산화 활성

영아용 쌀 스낵의 DPPH 라디칼 소거활성 결과는 <Figure 1>과 같다. 쌀 스낵 시료군에서 유의차는 없었지만 쌀눈 첨가 RW가 1.28%로 RWO와 RE보다 높은 활성을 보였다. 단호박 쌀 스낵 시료군은 쌀 스낵 시료군보다 현저히 높은 DPPH 라디칼 소거활성효과를 보였으며 특히 쌀눈 첨가 SW는 4.62%로 시판 SE의 2.6%보다 유의적으로 1.8배 높은 항산화 효과를 나타내었다(p<0.05). 쌀에 함유된 flavonoid 계열 화합물은 DPPH radical 소거 활성에 의한 항산화 효과를 나타낸다고 알려져 있으며(Villano et al. 2007), 단호박은 항산화력이 뛰어난 β-carotene이 풍부한 식품으로(Park et al. 2015), 영아용 스낵으로 안전성이 인정된 식재료이다. 영아



<Figure 1> DPPH radical scavenging activity of rice snacks

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

<sup>2)</sup>Mean

<sup>3)</sup>The same superscripts in a row are not significantly different each other at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.



<Figure 2> ABTS radical scavenging activity of rice snacks

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

<sup>2)</sup>Mean

<sup>3)</sup>The same superscripts in a row are not significantly different each other at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.

용 쌀 스낵의 ABTS 라디칼 소거활성은 <Figure 2>와 같이 DPPH 라디칼 소거활성 결과와 유사하였다. 쌀 스낵 시료군에서는 쌀눈을 첨가한 RW가 51.12%로 쌀눈을 첨가하지 않은 RWO의 42.18%보다 유의적으로 높은 활성효과를 보였고 시판 쌀 스낵인 RE는 21.19%로 유의적으로 가장 낮은 ABTS 라디칼 소거활성을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 단호박 쌀 스낵 시료군의 ABTS 라디칼 소거활성은 쌀 스낵 시료군보다 현저히 높았으며 시료군내에서는 쌀눈을 첨가한 SW가 89.03%로 유의적으로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 이는 시판 SE의 60.09% 보다 약 1.5배 높게 측정된 값이다.

영아용 쌀 스낵에서 또 다른 항산화 활성을 나타내는 총

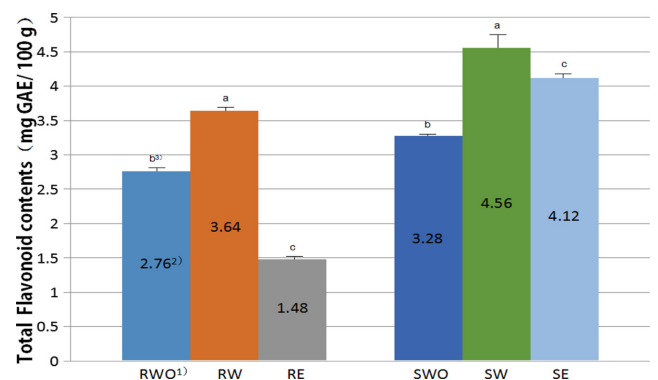


<Figure 3> Total Phenol contents of rice snacks

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

<sup>2)</sup>Mean

<sup>3)</sup>The same superscripts in a row are not significantly different each other at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.



<Figure 4> Total Flavonoid contents of rice snacks

<sup>1)</sup>RWO, Organic rice snack without rice germ; RW, Organic rice snack with rice germ; RE, Commercial organic rice snack; SWO, Organic sweet pumpkin rice snack without rice germ; SW, Organic sweet pumpkin rice snack with rice germ; SE, Commercial organic sweet pumpkin rice snack

<sup>2)</sup>Mean

<sup>3)</sup>The same superscripts in a row are not significantly different each other at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.

페놀 함량은 <Figure 3>과 같다. 쌀 스낵 시료군에서 총 페놀 함량은 0.07-0.08 mg GAE/100 g으로 시료간의 유의차는 없었다. 단호박 쌀 스낵 시료군의 총 페놀 함량은 쌀눈을 무첨가한 SWO가 0.14 mg GAE/100 g으로 시판 SE의 0.02 mg GAE/100 g보다 유의적으로 7배정도 높게 측정되었다( $p < 0.05$ ). 영아용 쌀 스낵의 총 플라보노이드 함량결과는 <Figure 4>와 같다. 쌀 스낵 시료군에서 총 플라보노이드 함량은 쌀눈을 첨가한 RW가 3.64 mg GAE/100 g, 쌀눈을 첨가하지 않은 RWO가 2.76 mg GAE/100 g, 시판 RE가 1.48 mg GAE/100 g으로 유의적 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), RW의 총 플라보노이드 함량은 시판 RE보다 약 2.5배 높은 것으로

나타났다. 단호박 쌀 스낵 시료군의 총 플라보노이드 함량은 쌀 스낵 시료군보다 대체로 높았으며 시료군내에서는 쌀눈을 첨가한 SW가 4.56 mg GAE/100 g으로 유의적으로 가장 높았다( $p < 0.05$ ). 시판 SE의 총 플라보노이드 함량은 4.12 mg GAE/100 g으로 쌀눈 무첨가 SW보다 유의적으로 약간 높은 총 플라보노이드 함량 값을 나타내었다. 이상과 같이 여러 항산화 활성을 측정하는 방법에 따라 기질과 이에 반응하는 물질의 결합 정도에 따라 약간의 차이를 보였으나(Lee et al. 2012), 쌀눈을 첨가한 단호박 쌀 스낵의 항산화력은 본 연구의 다른 시료들에 비해 특히 시판 제품에 비해 항산화 능이 월등히 보강된 것을 알 수 있었다.

#### IV. 결론 및 요약

6개월에서 12개월 이전 영아의 치아 및 구강발달을 도울 수 있는 핑거푸드타입의 영양과 항산화 기능이 부가된 쌀눈이 첨가된 영아용 쌀 스낵과 단호박 쌀 스낵을 제조하고 항산화적 물리적 특성을 조사한 결과, 시료의 density, apparent density, porosity 및 longitudinal expansion의 측정에서, 쌀 스낵 시료군과 단호박 쌀 시료군에 쌀눈을 첨가하여도 밀도에 영향이 크지 않았으며, 시판 제품과 비교해 볼 때에도 유의차가 거의 없이 쌀눈 첨가가 밀도에 주는 영향이 크지 않았다. 쌀 스낵의 팽화 정도를 나타내는 porosity는 bulk density가 높으면 낮아지고 팽화가 덜 일어나는 특성이지만, 본 실험에서 쌀눈의 첨가는 쌀 스낵 시료군과 단호박 쌀 시료군의 밀도와 기공성 결과에서 보는 바와 같이 팽창 정도에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단되었다. 시료의 길이 팽창 정도를 나타내는 longitudinal expansion에서도 쌀눈을 첨가한 경우 쌀 스낵군이나 단호박 쌀 스낵군 모두의 경우에서 오히려 높은 길이 팽창 정도를 나타내어 쌀눈의 첨가가 쌀 스낵의 팽화 정도를 저하시키지 않는 것으로 나타났다.

스낵 제품의 가공 시 수분흡수지수인 WAI가 높을수록 좋은 제품의 품질로 인정되는데, 본 실험에서 쌀눈을 첨가한 쌀 스낵 RW는 9.83으로, 쌀눈을 첨가한 단호박 쌀 스낵 SW는 8.93의 값으로 다른 시료들 보다 유의적으로 높은 WAI 값을 보였다( $p < 0.05$ ). 본 연구 결과 제품에 쌀눈의 첨가는 쌀 스낵의 밀도와 기공성을 낮추면서 수분흡수지수를 높게 유지하는 것으로 나타나 입속에서 침을 잘 흡수하여 치아발달이 미성숙한 영아용 쌀 스낵으로서 영양과 물리적 특성에서 더 바람직한 특성을 보이는 것으로 판단되었다. 시료들의 항산화 활성을 측정한 결과, 쌀눈 첨가 쌀 스낵 RW가 DPPH 라디칼 소거활성, ABTS 라디칼 소거활성 및 총 플라보노이드 함량 3가지에서 유의적으로 가장 높은 값을 보였으며 쌀눈을 첨가한 단호박 쌀 스낵 SW도 총 페놀 함량을 제외한 3가지에서 유의차를 보이며 높은 항산화성을 가진 스낵으로 평가되었다( $p < 0.05$ ).

#### 감사의 글

본 결과물은 2017 농림축산식품부의 재원으로 농업기술실용화재단의 향토산업 육성사업 R&D 사업의 지원을 받은 양평 친환경 쌀 사업 추진의 일부로 연구되었습니다.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

#### References

- AACC. 1983. Approved method, American Association of Chemists, pp. 20-56
- Ainsworth P, Ibanoglu S, Plunkett A, Ibanoglu E, Stojceka V. 2007. Effect of brewers spent grain addition and screw speed on the selected physical and nutritional properties of extruded snack. *J Food Eng* 81(4):702-709
- Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*. 18(1):1191-1200
- Chang KH, Cho KH, Kang MK. 2012. Optimization of the preparation conditions and quality characteristics of sweet pumpkin-doengjang sauce. *Korean J Food Preserv* 19(4):492-500
- Cho MK, Kim MH, Kang MY. 2008. Effects of rice embryo and embryo jelly with black rice bran pigment on lipid metabolism and antioxidant enzyme activity in high cholesterol-fed rats. *J. Kor. Soc. Appl. Biol. Chem.* 51(3):200-206
- Gujral HS, Guardiola I, Carbonell JV, Rosell CA. 2003. Effect of cyclodextrinase on dough rheology and bread quality from rice flour. *J. Agric. Food Chem.* 51(13):3814-3818
- Eun JB, Hsieh F, Choi OJ. 2014. Physicochemical Properties of Rice-based Expanded Snacks according to Extrusion Conditions, *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43(9):1407-1414
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12:239-243
- Jin T, Yu JH, Ryu GH. 2012. Effect of moisture content and temperature on physical properties of Instant Puffed Rices Snacks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41(6):846-852
- Kang SH, Ryu GH. 2001. Improvement in the Yukwa manufacturing by extrusion process with CO<sub>2</sub> gas injection. *Food Sci. Biotechnol.* 10(1):1-6
- Krinsky NI, Deneke SM. 1982. Interaction of oxygen and oxyradicals with carotenoids. *J Natl Cancer Inst* 69(1):205-210
- Kim HS. 2003. *Cookery Science Approach for Infant Formula.*

- Korean J Food Cook Sci 19(6):794-805
- Kim HY, Ko BK. 2012. Food and Cookery Science. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp 170-171
- Kim DJ, Oh SK, Yoon M, Chun AR, Hong HC, Lee JS and Kim YK. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the 70% ethanol extracts from brown and milled rice by cultivar. J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr. 39(3):467-473
- Ko SN, Kim CJ, Kim IH. 2003. Effects of roasting condition on the quality characteristics and oxidative stabilities of rice germ. Korean J. Food Sci. Technol. 35(3):347-352
- Kum JS, Lee HY, Shin MG, Yoo MR, Kim KH. 1994. Properties of modified rice starch by physical modification. Korean J. Food Sci. Technol. 26(4):428-435
- Kwak TS, Yeo JH. 2004. Varietal variation of ripending and physico-chemical properties in different rice ecotype. Kor. J. Intl. Agri. 16(2):130-135
- Le Reverend BJ, Edelson LR, Loret C. 2014. Anatomical, functional, physiological and behavioral aspects of the mastication in early childhood. Brit. J. Nutr. 111(3):403-414
- Lee JE, Kim YJ, Cho MG, Park SY, Kim EM, Cho YS, Choi YH. 2012. Physicochemical properties of extruded rice flour and gelatinization popped rice flour. Korean J. Food & Nutr. 25(4):850-854
- Lee JH, Lee MK. 2013. Quality characteristics of jelly incorporated with sweet pumpkin powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 42(1):139-142
- Lee SY, Ko BS, Park JK, Choi EH, Lee MY, Yoo YM, Jo EK, Lee JK. 2015. Effect of superheated steam treatment on physicochemical properties of extruded rice snack. Food Eng. Prog. 19(3):263-268
- Lee YR, Choi YH, Koh HJ, Kang MY. 2001. Quality Characteristics of Brown Rice Flakes Prepared with Giant Embryonic Rice and Normal Rice Cultivars. Korean J. Food Sci. Technol. 33(5):540-544
- Park ID. 2012. Effects of sweet pumpkin powder on quality characteristics of cookies. Korean J Food Culture 27(1):89-94
- Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. 2001. Preparation of semi-solid infant foods using sweet-pumpkin. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(6):1108-1114
- Park MK, Lee KH, Kang SA. 2006. Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. Korean J. Food Sci. Technol. 22(4):419-427
- Park JH, Choi JE, Lee JH. 2015. Selected physicochemical and consumer preference characteristics of noodles incorporated with sweet pumpkin powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 44(2):291-295
- Ra HN, Kim HY. 2014. Quality Characteristics and Microbial Safety of Sunsik with Dandelion (*Taraxacum platycarpum*) Complex Extract Powder (AF-343) for Home Meal Replacement. Korean J. Food Cook. Sci 30(5):642-649
- Re R, Pellegrini N, Protegente A, Pannala A, Yang M, RiceEvans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radicals. Biol Med. 26(9-10):1231-1237
- Villano D, Fernandez-Pachon MS, Moya ML, Troncoso AM, Garcia-Parrilla MC. 2007. Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. Talanta 71(1):230-235
- Yagci S, Gögüs F. 2008. Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. J Food Eng 86(1):122-132
- We GJ, Cho YS, Yoon MR, Shin MS, Ko SH. 2010. Development of rice flour-based puffing snack for early childhood. Food Eng. Prog. 14(4):322-327
- Wen LF, Rodis P, Wasserman BP. 1990. Starch fragmentation and protein insolubilization during twin-screw extrusion of corn meal. Cereal Chem 67(3):268-275