

## 쌀가루를 이용한 영유아용 팽화스낵 가공 적성 연구

위경진<sup>1</sup> · 조용식<sup>1</sup> · 윤미라<sup>2</sup> · 신말식<sup>3</sup> · 고상훈<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>세종대학교 식품공학과, <sup>2</sup>농촌진흥청 국립농업과학원, <sup>3</sup>농촌진흥청 국립식량과학원, <sup>4</sup>전남대학교 식품영양학과

### Development of Rice Flour-based Puffing Snack for Early Childhood

Gyoung Jin We<sup>1</sup>, Inae Lee<sup>1</sup>, Yong-Sik Cho<sup>2</sup>, Mi-Ra Yoon<sup>3</sup>, Malshick Shin<sup>4</sup>, and Sanghoon Ko<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Sejong University

<sup>2</sup>National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration

<sup>3</sup>National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

<sup>4</sup>Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

#### Abstract

Wheat is widely used in food industry because of its low price, convenience, protein-rich resource, easy processibility, and so on. However, people who have wheat-gluten allergy need gluten-free products. Especially, gluten-free products are desirable to early childhood even though they may or may not be sensitive to wheat-gluten. As the alternative of wheat flour, recently, rice flour is gaining popularity. Hence, we developed the puffed rice snack for the baby. In order to prepare for rice extrudate, 1 kg rice flour, 450 g water, and 6 g salt were mixed together and then steamed for 1 hr. The rice extrudate was shredded into pieces (0.5 cm×0.5 cm) and dried up to 4.5% moisture content. The dried rice shreds were puffed at 257°C in a puffing machine. The puffed rice snack was oval-shaped having thickness of 0.5 cm, white in color with brown flakes. Appearance and texture of the puffed rice snacks were evaluated by the measurement of the texture, isothermal water absorption, expansion, and the color. Puffed rice was more porous, because rice increased up to about two times larger than its original volume. Texture of the rice puffing snack was suitable for early childhood. Rice puffing snack showed potentials including soft, low-allergenic, and easily digestible properties. It is concluded that rice puffing snack has potential in the food markets for early childhood.

**Key words:** rice, puffing process, gluten-free, isothermal moisture absorption, early childhood

## 서 론

최근 건강에 대한 관심이 증가하면서 건강기능성식품, 간편편이식품, 식품안전 등의 중요성이 부각되고 있다. 이러한 사회적 현상을 반영하듯이 섭취자의 연령에 맞추어 영양과 식감을 동시에 고려한 식품 개발의 필요성이 증대되고 있다. 특히, 영유아의 성장발달에 대한 소비자의 관심이 커지면서 영유아용 건강기능성식품 및 편이식품이 주목을 받고 있다. 그 중에서도 1-2세 영유아를 위한 이유식 및 간식제품에 대한 요구가 증대되면서 영유아의 치아발달, 신체발달, 정서 등을 고려한 다양한 식품의 개발이 요구되고 있다. 하지만 기존의 가공식품은 성인 및 노인들의 연령층

에 맞춰져 있으며 영유아를 위한 제품은 종류 면에서 한정되어 있는 실정이다. 특히, 최근까지 영유아용 식품의 제품 동향을 살펴보면 제품군이 대부분 이유식 및 유기농 이유식 등으로 다양성 면에서 매우 제한적이다. 이유식 이외의 제품으로는 최근 미국, 일본 등의 선진국을 중심으로 영유아용 과자 및 스낵시장이 확대되고 있다. 영유아용 과자 및 스낵의 대부분 제품은 주원료로 밀가루나 옥수수 가루를 사용하고 있는데, 최근 증가하고 있는 아토피 등의 영유아 알레르기가 밀가루의 글루텐과 같은 단백질에 의해 유발된다는 보고가 있다(Gujral et al. 2003). 글루텐은 그 물 구조를 형성하는 특성 때문에 제과 및 제빵 시 제품의 질감 형성에 중요한 역할을 하는 단백질이지만, 알레르기 및 셀리악병(celiac disease)을 유발한다고 알려져 있다(Moore et al. 2006). 이 때문에 국내외에서는 알레르기의 유발을 저하시킨 무글루텐(gluten-free) 제품의 필요성에 대한 요구가 증대되고 있다. 쌀가루는 밀가루를 대체할 수 있는 소재로 최근 주목을 받고 있는데, 쌀가루는 밀가루에 비해 알레르기 유발율이 현저히 낮고 소화가 잘되며 필수

Corresponding author: Sanghoon Ko, Department of Food Science and Technology, Sejong University, 98 Gunja-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-747

Tel: +82-2-3408-3260; Fax: +82-2-3408-4319

E-mail: sanghoonko@sejong.ac.kr

Received November 12, 2010; revised November 17, 2010; accepted November 18, 2010

아미노산 등 영양적인 측면에서 좋은 장점을 가지고 있다 (Payne et al., 1989; Kang & Ryu, 2001). 이에 따라 최근 국내에서도 밀가루를 대체한 쌀과자 및 쌀빵 제품들이 다수 개발되어 판매되고 있다(Kum et al., 1994; Park et al., 2006).

쌀가루는 밀가루와 달리 글루텐을 가지고 있지 않기 때문에 제과 및 제빵 시 구조형성능이 낮아 가공적성이 좋지 못하므로 밀가루를 대체하는데 많은 제약이 있다. 밀가루 제품의 경우에는 글루텐이 과자, 스낵, 빵 등의 제조 시 구조를 형성해 식품 특유의 질감을 형성하는데 반해, 밀가루 대체 쌀제품의 경우에는 글루텐을 대신하여 적절한 가공공정을 통하여 구조 및 질감을 형성하는 것이 중요하다. 최근 무글루텐 제품에서 질감을 개선하기 위한 많은 연구가 진행되고 있으며 무글루텐 쌀제품에 대한 소비자의 인식 및 선호도가 증가하는 모습을 보이고 있다(Moore et al., 2006). 이를 반영하듯이, 쌀가루의 입자 크기에 따른 제빵 적성을 비교하거나(Kim & Shin, 2009), 쌀가루를 이용한 제빵 시, 트랜스글루타미나아제, 글루코스 산화효소, 프로테아제 등의 다양한 효소와 적용하여 그 질감을 개선하고 (Gujral et al., 2003; Moore et al., 2006), 무글루텐 곡류에 고압조건을 제공함으로써 전분호화 및 단백질변성을 조절하여 구조형성특성 및 이에 상응하는 질감을 개선하는 (Airoidi & El-Dash., 2006; Clerici et al., 2009) 등, 글루텐의 역할을 대체하기 위한 연구가 주목을 받고 있다.

팽화는 고온 및 고압 조건에서 처리를 통해 급격하게 부피를 증가시킴으로써 다공질의 구조를 형성할 수 있는 곡류의 가공방법 중 하나이다(Ding et al., 2005). 팽화과정 동안 곡류는 열, 압력, 기계적 에너지 등을 받아 이에 상응하는 물리적, 화학적 변화를 일으키며, 이 때 현저한 질감의 변화를 수반한다(Launay & Lisch, 1983). 팽화과정 동안의 구조변화는 단시간에 급격하게 일어나기 때문에 곡류제품의 가공에서 글루텐이 없더라도 다공성 구조 형성을 조절할 수 있다(Ding et al., 2005). 팽화를 적용한 대표적인 가공식품으로는 시리얼, 스낵 등(Kim & Ryu, 2001)이 있으며, 쌀의 경우에도 팽화를 통하여 다양한 질감을 형성할 수 있다. 특히, 쌀을 팽화하여 가공한 제품은 다른 쌀 가공품에 비하여 쉽게 노화되지 않는 특성을 지니고 있어 상대적으로 장기간 품질을 유지할 수 있으며, 팽화조건의 조절을 통하여 원하는 질감 및 물성을 부여할 수 있는 가능성이 있다(Kim & Ryu, 2001). 따라서, 팽화공정을 적용한 쌀가공품은 영유아용 쌀과자 및 스낵제품으로 개발될 수 있는 잠재력을 지니고 있다.

영유아용 과자가 갖추어야 할 중요한 요건들로는 영양적으로 충분해야 하고, 알레르기 등 위해요인이 최소화되어야 하며, 치아 및 정서 발달에 도움을 줄 수 있어야 한다. 특히, 영유아의 치아 발달은 미숙하므로 영유아용 과자는 칩에 의해서 쉽게 녹여 삼킬 수 있도록 고려되어야 하며

이때 기도를 막는 일이 없어야 한다. 팽화쌀과자는 밀가루 제품에 비하여 알레르기 유발율이 낮고, 비타민 B그룹 등 영양이 풍부하며, 다공성의 구조를 형성하여 칩에 의해 쉽게 녹을 수 있으므로 기도 막힘의 우려를 최소화 할 수 있어 영유아용 식품으로 적합할 것이다. 또한 팽화과정을 통하여 기존 쌀제품이 갖는 단점인 딱딱한 물성을 개선하여 치아에 부담을 줄이며 저작운동을 유도하여 영유아의 치아발달에 도움을 줄 수 있다.

본 연구의 목적은 팽화공정을 이용하여 영유아용 쌀과자를 개발하고 이들의 질감, 등온흡습특성 등 이화학적 특성을 국내외에서 판매 중인 영유아용 과자와 비교 연구하는 것이다.

## 재료 및 방법

### 쌀 압출물 제조 및 쌀의 팽화

쌀 가루 1 kg과 물 450 g과 식염 6 g을 혼합한 후 1시간 동안 증자시킨 후 압출기(KM-102, Kyung Chang Precision Co., Seoul, Korea)를 이용하여 쌀압출물을 제조하였다. 제조된 쌀압출물은 0.5 cm×0.5 cm의 크기로 절단한 후 건조기에서 24시간 동안 수분함량 4.5%가 될 때까지 건조시켰다. 건조된 쌀압출물은 팽화기(DS-850, Daesan F&C Co., Gyeonggi-do, Korea)를 이용하여 257°C에서 압출하여 팽화시켜 팽화쌀과자를 제조하였다. 본 연구에서는 개발된 팽화쌀과자와 비교 연구하기 위하여 시판되고 있는 2종류의 영유아용 과자인 Graduates(Graduates Puffs Banana, Gerber Products Co., Fremont, MI, USA) 및 Little(Little Puffs Sweet Potato, Kroger Co., Cincinnati, OH, USA)을 선정하였다. 시판되고 있는 이들 제품은 밀가루, 밀전분, 귀리가루, 설탕 등 곡류 혼합물로 만들어졌다.

### 팽화율

팽화쌀과자의 장경(longest diameter)을 버니어 캘리퍼스(Mitutoyo, Tokyo, Japan)로 측정하고, 팽화율은 팽화쌀과자의 장경과 팽화기 시료투입구의 직경과의 비율로 계산하였다. 팽화기 시료투입구의 직경은 6.3 cm였으며, 팽화쌀과자 장경은 6회 반복하여 측정되었다.

### 표면색도

팽화쌀과자의 표면색도는 색차계(CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 팽화쌀과자 시료의 중앙 부위를 3회 반복 측정하여 표면색도를 측정하였으며, 표면색도는 Hunter 체계에 의하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 나타내었다. 이 때 색차계의 표준 값은 L=98.07, a=0.18, b=1.57이었다. 표면색도 측정은 3회 반복하여 수행되었다.

### 미세구조 측정

팽화쌀과자의 미세구조는 광학 현미경(Icamscope(G), Sometech, Anyang, Korea)을 이용하여 측정하였으며 이미지 측정 프로그램(ITPRO 3.0, Sometech)을 사용하였다. 팽화쌀과자와 Graduates와 Little 시료의 중앙 부위를 0.5 cm(세로)×1 cm(가로)×0.5 cm(높이)의 크기로 절단하였으며 확대 비율 40배로 하여 측정하였다.

### Texture Profile Analysis(TPA)

팽화쌀과자의 TPA를 위해서 texture analyzer(TMS-Pro, Food Technology Co., Sterling, VA, USA)를 사용하여 측정하였다. TPA는 입안에서 팽화쌀과자의 저작특성을 모방할 수 있도록 고안되었으며, 팽화쌀과자의 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness)과 같은 질감 특성에 대한 정보를 제공하였다. 1 cm(가로)×1 cm(세로)×0.4 cm(높이)의 일정한 크기로 자른 팽화쌀과자 시료를 texture analyzer에 놓은 후 프로브(probe)를 2회 시료 방향으로 반복 이동시켜 TPA 실험을 수행하였다. TPA에 이용된 프로브의 측정환경은 프로브 지름 0.5 cm, 이동거리 3 mm, 이동속도 10 mm/min로 설정하였다. Fig. 1은 팽화쌀과자의 전형적인 TPA 프로파일이며, 이 프로파일을 분석하여 시료의 경도, 응집성, 탄력성, 씹힘성에 대한 질감특성을 정량화 할 수 있었다. TPA는 3회 반복하여 수행되었다.

### 등온흡습특성

팽화쌀과자의 수분흡수속도 및 수분흡수량은 Dynamic Vapour Sorption instrument(DVS intrinsic, Surface Measurement System Ltd., Alpertton, UK)를 이용하여 일정한 온도에서 측정하였다. 등온흡습 실험 조건은 팽화쌀과자 시료 무게 10 mg, 측정 온도 25°C, 상대습도 증가속도 10%/60 min이었으며, 10시간 동안 측정하였다. 등온흡습 실험 동안 주어진 상대습도 범위에서 시료의 질량변화를 측정하

여 시료에 증가된 수분의 흡수량 및 흡수속도를 측정하였다. 팽화쌀과자의 수분흡수량은 초기 질량의 %로 표현하였으며, 수분흡수속도는 상대습도가 10% 증가하는 동안 수분흡수량의 차이를 시간으로 나누어 구하였다. 팽화쌀과자의 등온흡습 측정은 3회 반복하여 수행되었다.

## 결과 및 고찰

### 쌀압출물 및 팽화쌀과자 제조

팽화과자 제조 시 생쌀을 그대로 사용할 경우 조직감이 딱딱하며 먹기 불편하고 소화가 잘 되지 않는 단점이 있으나, 쌀을 곱게 분쇄하여 쌀압출물을 만든 후, 이를 팽화하면 팽화율이 증가하여 소화율을 높일 수 있다(Kim & Ryu, 2001). 생성된 쌀압출물은 고온의 팽화기에서 일시적으로 높은 압력 처리를 받았으며 이 때 외부로 배출되면서 팽화되었다. 고온 고압의 쌀압출물은 팽화기로부터 배출 시 급격히 떨어진 압력 때문에 쌀압출물 안의 수분이 기화되면서 급격히 팽창하여 이 때 생성된 힘에 의하여 팽화된다. 이때 팽화기 시료 투입구의 모양은 원형이지만 배출되어 나온 팽화쌀과자의 모양은 타원형이었으며 팽화율 측정 시 팽화쌀과자의 장경을 측정하였다. 팽화쌀과자 장경의 평균 길이는 11.7 cm였고 팽화율은 1.85였다. 팽화과정 동안 쌀압출물의 부피는 증가하였고 다공질이 형성되어 밀도는 감소하였다. 팽화에 영향을 주는 인자로는 팽화기의 온도, 압력, 팽화시간, 수분함량, 전분함량 등이 있으며, 이러한 인자들은 팽화 시 다공질 형성에 영향을 주며 이는 팽화율과 질감에 영향을 미친다.

쌀압출물의 수분함량은 팽화 시 다공질 형성에 영향을 미치는 주요 요인 중의 하나이다. 일반적으로 수분함량이 증가할 때 반죽의 점도가 감소하며 팽화율이 감소한다고 알려져 있다(Kim et al., 2001). 본 연구에서도 쌀압출물의 수분을 충분히 건조시키지 않고 팽화시켰을 경우에는 쌀과자의 형태가 원형 또는 타원형으로 유지되지 못하는 것이 관찰되

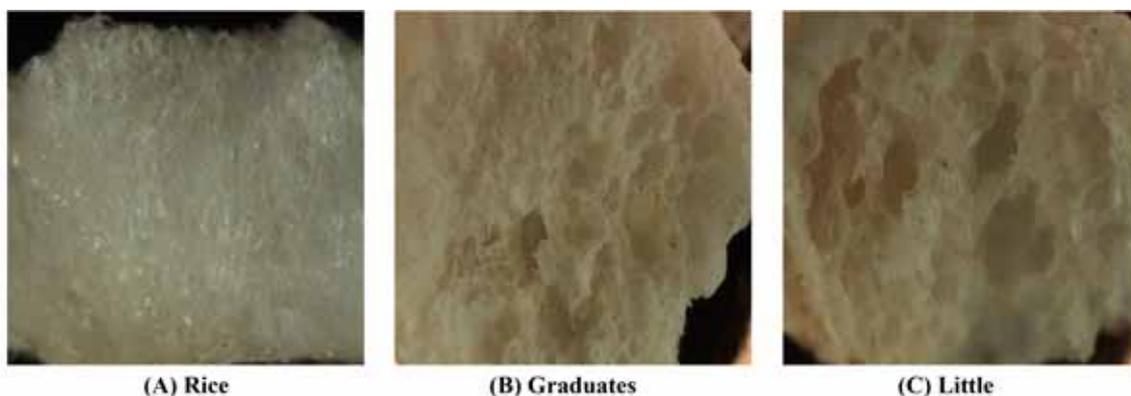


Fig. 1. Microscopic images of rice, Graduates, and Little puffs.

**Table 1. Color characteristics of rice, Graduates, and Little puffs**

Items	Color values		
	L	a	b
Rice	74.23 <sup>a1)</sup>	-0.61 <sup>a</sup>	11.85 <sup>b</sup>
Graduates	78.09 <sup>a</sup>	-0.46 <sup>a</sup>	14.71 <sup>b</sup>
Little	74.97 <sup>a</sup>	-1.06 <sup>a</sup>	19.31 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Means with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

었다. 쌀압출물을 건조하여 수분함량이 4.5%가 된 후 팽화시켰을 때, 다공질 구조의 팽화쌀과자가 형성되었다.

팽화쌀과자와 기존 영유아용 과자의 내부구조 현미경 사진(Fig. 1)에서 보듯이, 팽화쌀과자의 기공의 크기는 기존의 영유아용 과자보다 작게 만들어지며 기공의 수는 기존의 영유아용 과자보다 더 많이 만들어진 것을 볼 수 있다. 기존의 과자의 기공의 크기와 분포는 팽화쌀과자에 비해 일정하지 않다. 이러한 팽화제품의 기공의 수와 형태는 제품의 경도에 영향을 준다고 알려져 있다(Ding et al., 2005).

**표면색도**

팽화쌀과자의 표면색도 측정 결과는 Table 1과 같았다. 명도를 나타내는 L값의 경우 팽화쌀과자는 74.23이었으며 Little은 74.97, Graduates는 78.09로, 세 종류 과자의 L값은 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 적색도를 나타내는 a 값은 세가지 과자에서 모두 음수값으로 측정되었으며 세 종류 제품에서 유의적 차이는 없었다. 황색도를 나타내는 b값은 팽화쌀과자와 Graduates의 경우 유의적 차이가 없었지만 Little은 다른 비교 제품들에 비하여 큰 값을 나타내었다. 과자의 표면색도는 원료의 차이와 마이야르반응과 같은 열에 의한 변화가 주로 영향을 준다고 알려져 있는데(Kim & Jang, 2005), 본 연구의 팽화쌀과자의 표면색도는 쌀가루를 원료로 제조되었지만 시판되고 있는 다른 곡류를 원료로 하는 영유아용 과자와 유사한 특성을 보였다.

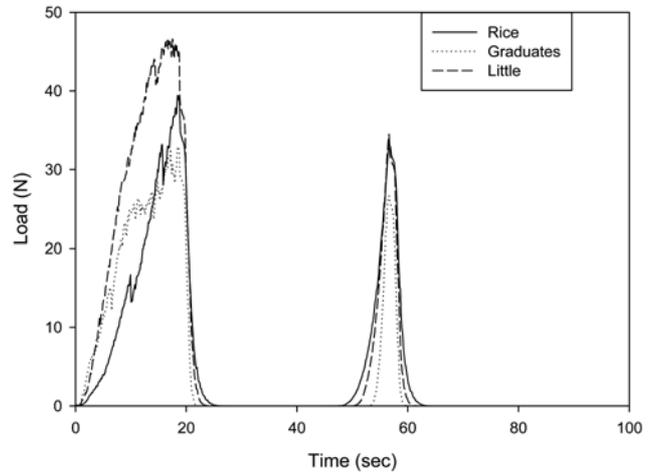
**TPA**

팽화쌀과자의 TPA 결과는 Table 2에 나타내었다. 팽화쌀과자의 경도는 34.95 N으로 측정되었으며 Graduates는

**Table 2. Texture profile analysis (TPA) of rice, Graduates, and Little puffs**

Parameter	Rice	Graduates	Little
Hardness	34.95 <sup>b1)</sup>	37.32 <sup>b</sup>	49.1 <sup>a</sup>
Cohesiveness	0.42 <sup>a</sup>	0.17 <sup>b</sup>	0.21 <sup>b</sup>
Springiness	0.59 <sup>a</sup>	0.22 <sup>c</sup>	0.36 <sup>b</sup>
Chewiness	9.22 <sup>a</sup>	1.46 <sup>b</sup>	3.77 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Means with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2. Typical TPA profiles of rice, Graduates, and Little puffs.**

37.32 N이며, Little은 49.1 N으로 측정되었다. 세 종류의 과자의 경도 측정에서 쌀압출물의 경도는 기존 제품과 유사한 특징을 나타내고 있다. 팽화쌀과자의 경도가 Little보다 낮게 측정된 이유는 이용된 곡류의 차이에 의한 단백질 함량의 차이 때문이다(Kim et al., 2001). 본 연구에서 팽화쌀과자는 2가지의 제품에 비해 경도가 낮았는데, 이는 쌀가루 100% 제품이 부재료를 첨가하여 쌀가루의 함량이 적은 제품에 비하여 팽화율은 높고 밀도는 낮다는 Sim et al., (2001)의 결과와 일치한다. 즉, 팽화 시 경도의 감소는 팽화율과 정비례한다고 할 수 있다. 이는 팽화쌀과자의 수분함량의 차이가 팽화 시 팽화율, 기공형성, 밀도 등에 영향을 주어, 결과적으로 제조된 팽화쌀과자의 경도에 영향을 주기 때문이다(Desrumaux et al., 1999). 또한 수분함량이 증가할수록 팽화제품의 경도와 바삭성이 낮아진다고 알려져 있다(Badrie & Mellowes, 1991b). 응집성은 식품의 형태를 구성하는 내부적 결합에 필요한 힘으로 정의되며 팽화쌀과자의 응집성은 0.42로 Graduates의 0.24와 Little의 0.21보다 유의적으로 높게 측정되었다. 탄성력은 외부의 힘에 의하여 변형된 물체가 외부의 힘이 제거되었을 때 본래의 상태로 되돌아가려는 성질로, 팽화쌀과자는 0.59로 높게 측정되었으며 Graduates는 0.22, Little은 0.36으로 세 종류의 과자는 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 씹힘성은 고체식품을 삼킬 수 있는 상태까지 씹는데 필요한 힘으로 경도, 응집성, 탄력성과 관계가 있으며 팽화쌀과자는 9.22로 세 종류 과자 중 가장 높은 것으로 측정되었으며, 비교시료들과 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 팽화쌀과자의 물성적 특성 결과에서, 경도는 영유아용 과자에 적당한 수치가 측정되었으나, 응집성, 탄력성, 씹힘성에서 나타난 높은 측정값으로 볼 때 팽화쌀과자를 영유아용 과자의 특성에 적합하게 하기 위한 새로운 처리법이나 추가 재료의 첨가가 필요하다고 생각된다.

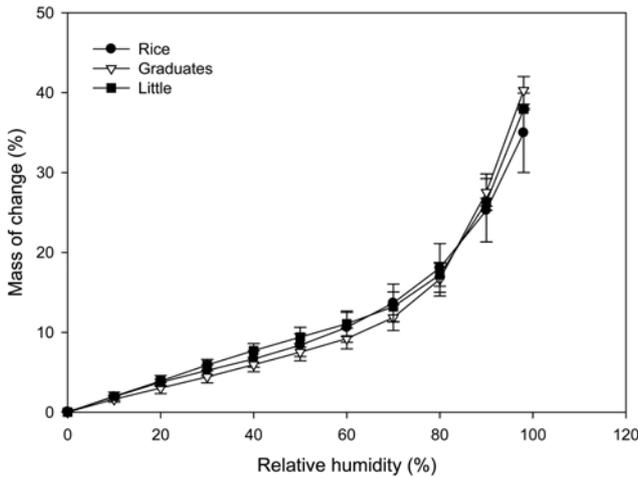


Fig. 3. Mass change of rice, Graduates, and Little puffs during on 0-98% humidity sweep.

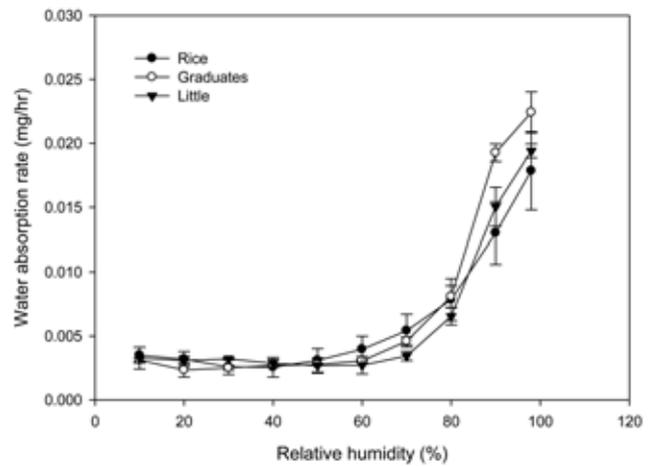


Fig. 4. Change of water absorption rate in rice, Graduates, and Little puffs.

#### 등온흡습특성

팽화쌀과자의 상대습도별 수분흡수량은 Fig. 3에서 보여 지듯이 상대습도가 증가할 때 팽화쌀과자의 초기 질량의 대한 수분흡수량이 증가되었다. 팽화쌀과자는 상대습도가 증가하면서 흡수하는 수분의 양도 증가하였으나, 상대습도 60%에서 수분흡수량이 이전의 상대습도에서 보다 급격하게 증가하였으며, 98%에서 최대 수분흡수량을 보였다. 상대습도 98%에서 팽화쌀과자는 초기의 질량에 비하여 34.97%의 수분량 증가가 일어났으며, Graduates는 초기 질량의 40.29%, Little은 37.94%의 수분을 흡수하는 것을 알 수 있었다. 초기 질량 10.57 mg의 팽화쌀과자의 질량은 상대습도 98%에서 14.33 mg으로 증가하여 3.76 mg의 수분을 흡수하였으며, Graduates의 질량은 초기 10.13 mg에서 14.36 mg으로 증가하여 4.23 mg의 수분을 흡수하였고 Little은 초기 9.66 mg에서 3.72 mg의 수분을 흡수하였다. 팽화쌀과자는 Graduates 및 Little보다 수분흡수량이 낮게 측정되었는데, 이는 팽화쌀과자의 원료는 곡류의 종류와 배합비가 달라 수분흡수량이 달랐기 때문이며, 이는 주 원료인 쌀이 호화되어 팽화되는 과정에서 만들어지는 구조적 특성의 차이 때문이다. 즉, 쌀압출물의 제조 시 Graduates 나 Little보다 더 치밀한 network를 형성하였기 때문이며 (Kum et al., 1994), 수분함량이 낮고 온도가 높을 때 일반적으로 수분흡수지수(water absorption index)가 낮고 전분의 노화의 속도가 증가하였기 때문이다(Badrie & Mellowes, 1991a).

팽화쌀과자의 수분 흡수속도는 Fig. 4에 보이는 것처럼 Graduates 및 Little에 비하여 낮은 흡수 속도 특성을 보였다. 쌀압출물의 최대 수분흡수량 및 수분 흡수속도는 Graduates 및 Little에 비하여 상대적으로 낮았다. 본 연구에서 실험된 세 종류의 과자는 상대습도가 증가함에 따라

수분흡수량은 모두 증가하였지만 수분 흡수속도는 초기에 빠르게 진행되다가 대체로 상대습도 60% 이후 흡수속도가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 팽화쌀과자의 수분흡수 속도는 상대습도가 30-40% 구간에서 0.0026 mg/hr로 수분 흡수속도가 가장 낮게 측정 되었으며, Graduates의 수분흡수 속도는 20%구간에서 0.0023 mg/hr로 가장 낮았고, Little의 경우 50%에서 0.0027 mg/hr를 나타내었다. 수분 흡수속도는 최저 수분 흡수속도를 지난 후 상대습도가 증가할수록 증가하였다. 98% 상대습도 조건에서 팽화쌀과자, Graduates, Little의 수분 흡수속도는 각각 0.019 mg/hr, 0.022 mg/hr, 0.022 mg/hr로 팽화쌀과자의 수분 흡수속도가 가장 높았다. 수분흡수속도는 수분흡수량과 같은 이유로 전분 호화 시, 구조적 변화와 압출공정 시 전분의 노화가 팽화쌀과자의 수분 흡수속도에 영향을 준 것으로 생각된다. 수분흡수속도가 최저값을 지나게 되면 다시 증가하였으며 수분흡수량에서 상대습도가 60%가 지난 후에는 급격하게 증가하였다. 수분흡수량과 흡수속도의 측정결과로부터 팽화쌀과자와 다른 제품의 유통기한을 예상할 수 있으며, 수분흡수속도가 가장 낮은 구간에서 유통기한을 최대를 할 수 있다. 수분 흡수속도 연구결과로부터 수분흡수에 의해 손실될 수 있는 품질을 유지하며 영양손실 및 관능을 보존할 수 있는 조건을 예상할 수 있다.

#### 요 약

쌀가루제품은 밀가루 제품에 비하여 알레르기 유발율이 낮으므로, 영유아용 제품으로 개발될 수 있는 가능성이 크다. 특히, 영유아용 식품은 치아발달이 미숙한 영유아에 적합하도록 침에 의해서 쉽게 녹여 삼킬 수 있어야 하는데, 본 연구에서 개발된 팽화쌀과자는 이러한 특성을 모두 만

족하고 있다. 본 연구에서는 쌀가루로부터 쌀압출물을 제조한 후 팽화시켜 다공질이 많은 구조를 갖는 쌀과자를 제조하였다. 팽화쌀과자의 팽화율은 1.8배이었으며, 경도는 대조군으로 연구된 Graduates 및 Little과 유의적 차이를 보이지 않았다. 팽화쌀과자의 수분흡수량은 상대습도가 증가함에 따라 증가하였으며 수분 흡수속도는 상대습도 30-40% 구간에서 0.0024 mg/hr로 가장 낮았다. 본 연구에서 개발된 팽화쌀과자는 기존 쌀가공품이 보이는 딱딱한 물성을 다공성의 구조의 형성을 통하여 개선하였으며, 이는 영유아의 씹힘과 삼킴에 부담을 줄이며 저작운동을 유도하여 치아발달에 도움을 제공할 수 있다. 본 연구의 팽화쌀과자와 같은 팽화쌀제품의 개발을 통하여 기존에 밥, 떡, 주류 중심의 쌀제품에서 탈피하여 쌀가공품의 다양화에 이바지할 수 있다.

### 감사의 글

본 연구는 농청진흥청에서 주관하는 ‘쌀가루 이용성 증진 연구 및 실용화 기술 개발’(과제번호: 20100104)의 연구 과제의 일부로 이루어졌으며 이에 감사 드립니다.

### 참고문헌

Airoldi C, El-Dash AA. 2006. Extruded rice flour as a gluten substitute in the production of rice bread. *Arch. Latinoam. Nutr.* 56: 288-294.

Badrie N, Mellowes WA. 1991a. Effect of extrusion variables on cassava extrudates. *J. Food Sci.* 56: 1334-1337.

Badrie N, Mellowes WA. 1991b. Texture and microstructure of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flour extrudate. *J. Food Sci.* 56: 1319-1322.

Clerici MTPS, Airoldi C, El-Dash AA. 2009. Production of acidic extruded rice flour and its influence on the qualities of gluten-free bread. *Lwt-Food Sci. Technol.* 42: 618-623.

Desrumaux A, Bouvier JM, Burri J. 1999. Effect of free fatty acids addition on corn grits extrusion cooking. *Cereal Chem.* 76: 699-704.

Ding QB, Ainsworth P, Tucker G, Marson H. 2005. The effect of extrusion conditions on the physicochemical properties and sensory characteristics of rice-based expanded snacks. *J. Food Eng.* 66: 283-289.

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: 3814-3818.

Kang SH, Ryu GH. 2001. Improvement in the Yukwa manufacturing by extrusion process with CO<sub>2</sub> gas injection. *Food Sci. Biotechnol.* 10: 1-6.

Kim JH, Ryu GH. 2001. Effects of extrusion process parameters on puffing extruded pellets. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 55-59.

Kim JN, Shin WS. 2009. Physical and sensory properties of chiffon cake made with rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 69-76.

Kim MH, Kim JO, Shin M. 2001. Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 30: 623-629.

Kim MJ, Jang MS. 2005. Quality characteristics of sponge cakes with addition of corn starch. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 34: 1427-1433.

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: 428-435.

Launay B, Lisch JM. 1983. Twin-screw extrusion cooking of starches: Flow behaviour of starch pastes, expansion and mechanical properties of extrudates. *J. Food Eng.* 2: 259-280.

Moore MM, Heinbockel M, Dockery P, Ulmer HM, Arendt EK. 2006. Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chem.* 83: 28-36.

Park MK, Lee KH, Kang SA. 2006. Effect of particle size of rice flour on popping rice bread. *Korean J. Food Sci. Technol.* 22: 419-427.

Payne FA, Taraba JL, Saputra D. 1989. A review of puffing processes for expansion of biological products. *J. Food Eng.* 10: 183-197.

Sim YJ, jung BM, Rhee KC. 2001. Quality characteristics of extruded formulated products prepared from blends of rice flour, corn flour and fish muscle by single-screw extrusion. *Korean J. Food Sci. Technol.* 33: 45-49.