

## 뽕잎 분말과 현미가루가 첨가된 pellet을 이용하여 제조한 뽕잎 팽화과자(뽕튀기)의 특성

장은영 · 김철암 · 은종방\*  
전남대학교 식품공학과 · 농업과학기술연구소

### Properties of Puffed Mulberry-Rice Snack, *Ppeongtuigi* by Pellet with Mulberry Leaf and Brown Rice Flour

Eun-Young Jang, Tie-Yan Jin, and Jong-Bang Eun\*

Department of Food Science and Technology and Institute of Agricultural Science and Technology,  
Chonnam National University

**Abstract** The physical and sensory properties of puffed mulberry-rice snack (PMRS) by pellet with mulberry leaf and brown rice flour were evaluated at different temper moisture contents and at varying puffing temperatures. The mulberry pellets were prepared using a food extruder to extrude the dough made from mulberry leaf powder and brown rice flour. The mulberry pellets were tempered to 14, 16, and 18% moisture content and were puffed at 220, 230, and 240°C for 4, 5, and 6 sec. The specific volume and breaking strength of PMRS increased with increasing heating temperature and time; however, the breaking strength decreased as the moisture content increased. The Hunter L value decreased as the heating temperature and time increased, showing an especially large decrease with increased heating time. The a and b values increased with increasing heating temperature and time. These results indicated that PMRS, which has a distinctive flavor and color, could be effectively used as a functional food with the use of a puffing machine and that PMRS shows potential for use as a new snack product.

**Key words:** puffed mulberry-rice snack, pellet, specific volume, breaking strength, sensory test

## 서 론

소득 수준의 향상에 따라 건강한 삶을 위해 기능성 식품을 찾는 웰빙이 사회 속에서 새로운 기능성 물질의 이용과 새로운 식품 개발에 관심이 지속적으로 증가되고 있다. 이런 현상에도 불구하고 스낵계통의 식품들은 아직까지 영양밀도가 낮으므로 일부 영양학자들은 “empty-calorie food” “junk foods”라고 간주하고 있다. 이러한 스낵의 낮은 영양성을 보충하기 위한 노력과 새로운 기능성 물질을 첨가한 스낵제품의 개발이 현재 필요한 실정이다(1-3). 현재 곡류를 팽화시켜 가공한 식품은 증가하고 있다. 곡류를 팽화시킨 스낵 중의 하나인 뽕튀기는 puffing gun이나, 압출성형기 등의 장치를 이용하여 주로 고온고압에서 행하여지고 있다. 이러한 공정에서 곡류가 팽화되는 원리는 고온고압상태에서 전분이 수증기로의 melting에 의한 점탄성을 가지는 반죽과 물이 수증기로의 상변화에 의한 비체적의 증가를 추진력으로 하여 반죽은 팽화되는 현상을 이용하는 것이다(4). 이러한 뽕튀기에 새로운 기능성 물질을 첨가하여 뽕튀기를 제조하면 뽕튀기의 영양성 뿐만 아니라 기능성도 증가시킬 것으로 생각된다.

뽕나무는 뽕나무과(Moraceae)의 뽕나무 속(Morus)에 속하는 식물로 열대지방에서부터 온대지방에 걸쳐 세계 각지에 널리 분포하고 있다. 우리나라에서 재배되고 있는 뽕나무는 대부분 산상, 백상, 노상에 속하는 육성종종들이다(5). 뽕잎은 무기질이 2.7-3.1%, 비타민 성분이 4.1-7.4%나 함유되어 있어 기능성 식품소재로서 유망할 뿐만 아니라(6), 혈압강하 물질인  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA)도 비교적 풍부하여 약용작물로서 개발 가능성도 보고되었다(7). 뽕잎에는 flavonoid 성분으로서 rutin, quercetin, quercitrin, isoquercitrin 뿐만 아니라, alkaloid 성분으로서  $\alpha$ -glucosidase 저해 활성을 갖는 1-deoxynojirimycin의 존재도 보고되었다(8-9). 또한 뽕잎 추출물이 콜레스테롤 합성을 효과적으로 억제한다고 하였다. 과거에 소화효소에 의해 소화되지 않은 식이섬유는 다른 영양소의 이용효율을 저하시킨다고 하였으나, 최근 식이섬유의 여러 가지 이로운 생리기능과 성인병 예방 및 치료효과가 밝혀져 중요성이 인식되고 있다(10-13). 이러한 뽕잎은 단순히 누에를 키우는데 주로 사용되고 있으며 뽕잎분말을 첨가하여 케이크(11), 절편(14) 등 제조하는 연구는 진행되었으나 뽕튀기 대한 연구는 거의 진행되지 않는 상황이다. 이러한 여러 가지 기능성을 가지고 있는 뽕잎분말을 첨가하여 뽕튀기를 제조하여 뽕튀기의 영양성과 기능성을 증가된 새로운 스낵제품이 개발이 가능할 것이다.

따라서 본 연구에서는 영양학적 및 기능성 면에서 우수한 뽕잎의 이용성을 증대하고 또 뽕잎분말을 첨가하여 서로 다른 수분 함량, 팽화온도, 팽화시간에서 제조된 뽕튀기의 품질특성을 조사하여 적당한 제조조건을 찾아내고, 특성을 검토하여 뽕잎 뽕튀기의 개발 가능성을 검토해 보고자 하였다.

\*Corresponding author: Jong-Bang Eun, Department of Food Science and Technology and Institute of Agricultural Science and Technology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea  
Tel: 82-62-530-2145  
Fax: 82-62-530-2149  
E-mail: jbeun@chonnam.ac.kr  
Received August 29, 2006; accepted October 23, 2006

## 재료 및 방법

### 재료

뽕잎은 전남 순천 잠실농원에서 채취하여 증류수로 2-3회 수세한 후 물기를 제거하고 50°C에서 열풍건조(FO-450M, Jeio Tech., Korea)시켰다. 건조된 뽕잎을 분쇄기(Hood Mixer, FM-681C, Korea)에서 분쇄하여 뽕잎가루를 제조하였다. 현미(동진), 밀가루(강력분, 대한제분), 아스파탐(미원), 소금을 시중 마트에서 구입하여 사용하였다.

### 펠릿 제조 방법

예비 실험에 의하여 확정된 뽕잎 분말(6%, 30g)에 현미가루(10%, 50g), 밀가루(50%, 250g, 강력분), 쌀가루(33%, 165g)를 첨가하였다. 그리고 소금과 감미료(1% 각각 2g, 3g)를 120 mL 물에 용해시켜 첨가한 후 교반하여 혼합물을 제조하였다. 제조된 반죽을 쌍축 동방향 압출성형기(Model IHM 30, Inchen Machine, Inchen, Korea)를 사용하였으며 시출구직경은 4 mm인 원형(circular type)을 사용하였다. 제조된 혼합물(수분함량 25.2%)을 사입하였으며 바렐온도는 0.5 kW 전열기를 사용하여 가열하였고 105°C로 일정하게 조절하였다. 반죽의 사입속도는 160 g/min, 스크류 회전 속도는 150 rpm로 하여 펠릿을 제조하였다. 제조된 pellets를 50°C dry oven (FO-450M, Jeio Tech., Korea)에서 열풍건조를 실시하여 수분함량이 각각 14, 16, 18% 되게 조절한 다음 약 2 cm 크기로 절단하여 펠릿을 제조하였다.

### 뽕튀기 제조 방법

수분 함량이 각각 14, 16, 18%인 pellets를 Fig. 1에서 나타난 뽕튀기 기계(puffing machine, Boknam Machine, Gwangju, Korea)에 넣어 팽화온도를 각각 220, 230, 240°C로 하고 팽화시간을 4, 5, 6초로 하여 뽕튀기를 제조하였다.

### 비체적 측정

뽕잎 뽕튀기 부피는 Hsieh 등(15)과 Park 등(16)의 방법에 의해 측정되었다. 이미 무게가 측정되어 있는 뽕잎 뽕튀기와 밀도를 알고 있는 겨자씨를 용기에 채워놓고 그 무게를 측정하였다. 그리고 동일한 용기에 겨자씨를 위와 같은 체적으로 채워놓고 무게를 측정하였다. 측정 후 뽕잎 뽕튀기의 비체적은 다음의 식에

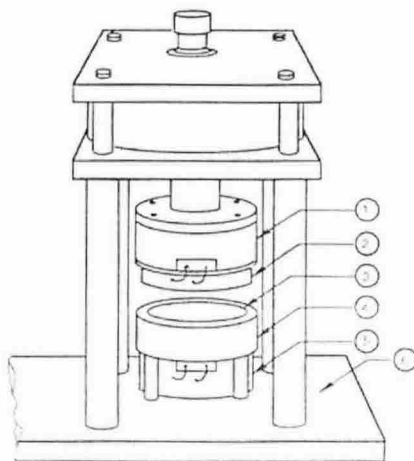


Fig. 1. Puffing machine of the mulberry-rice snack, ppeongtuigi. ① insulation block, ② upper platen, ③ lower platen, ④ ring, ⑤ insulation block, ⑥ base plate.

따라 계산되어졌다.

$$\text{비체적 (cm}^3/\text{g)} = \frac{T_0 - T_1}{D_s \times W_c}$$

$T_0$ 은 용기와 겨자씨의 무게,  $T_1$ 은 용기, 겨자씨, 뽕잎 뽕튀기의 무게,  $W_c$ 는 뽕잎 뽕튀기의 무게, 그리고  $D_s$ 는 겨자씨의 밀도( $\text{g}/\text{cm}^3$ )이다.

### 파괴력 측정

파괴력 측정은 Texture Analyzer(TA-XT2, Stable Micro Systems, Godlming, UK)를 사용하여 측정하였다. 뽕잎 뽕튀기를 5 cm 간격을 두고 나란히 세워진 금속판 위에 놓고 금속판 사이를 얇은 칼날형태의 blade를 통과시켜 blade가 받는 힘을 측정하였다. Crosshead speed는 5 cm/min, 경도는 peak force의 높이에 의하여 측정하였다.

### 색도 측정

시료의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하였고 L(Lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었다. 뽕튀기의 좌우상하중 5개 부위로 나누어 3회씩 측정하여 평균값을 구하였다.

### 관능검사

뽕잎 뽕튀기의 관능검사는 전남대학교 식품공학과 대학원생 10명을 패널로 선정하여 시료의 전체적인 기호도에 대하여 5점 평점법(17)으로 평가하여 제일 좋다 5, 제일 싫다 1로 표시하였다.

### 통계처리

실험결과는 3차 반복실험을 하였고 값을 SPSS ver. 10.0 package program(18)을 이용하여 각 시험구의 평균과 표준편차를 산출하고 각 시험구간의 차이 유무를 ANOVA로 분석한 뒤  $\alpha=0.05$ 에서 유의적 차이가 있는 경우 Turkey법을 이용하여 사후 검증하였다(19).

## 결과 및 고찰

### 비체적

서로 다른 수분함량(14, 16, 18%), 팽화온도(220, 230, 240°C), 팽화시간(4, 5, 6초)에서 제조된 뽕잎 뽕튀기의 비체적은 Table 1에 나타내었다. 비체적은 수분 함량, 팽화온도 및 팽화시간이 증가에 따라 증가하는 경향을 보였다. 수분 함량 14%, 팽화온도 220°C, 팽화시간 4초에서 제조된 뽕잎 뽕튀기가 5.27  $\text{cm}^3/\text{g}$ 로 가장 적게 나타났고 수분 함량 18%, 팽화온도 240°C, 팽화시간 6초에서 제조된 뽕잎 뽕튀기가 6.43  $\text{cm}^3/\text{g}$ 로 가장 크게 나타났다. 수분 함량의 증가, 팽화온도의 증가, 팽화시간의 증가에 따라 뽕잎 뽕튀기의 비체적이 증가되며 5% 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 수분함량이 높아짐에 따라 뽕잎 뽕튀기가 팽화 시, 액체상태의 수분이 고온에서 기체상태의 수증기로 상 변화되면서 비체적이 증가되는 것으로 생각된다(21). Kim 등(21)도 펠릿 팽화 시 원료의 수분 함량의 증가에 따라 비체적이 증가된다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 이러한 원인으로 수분함량이 증가에 따라 비체적이 증가되었다고 생각된다. 팽화온도와 팽화시간은 원료 중 분말의 수분 증발과 집착에 영향을 주고 water melting은 팽화 중의 분말에 영향을 끼친 것으로 생각된다. 아울러, 높은 팽화온도는 높은 온도구배와 높은 열전달비

**Table 1. Specific volume<sup>1)</sup> of puffed mulberry-rice snack manufactured at different moisture content, puffed temperature, and heating time** (Unit: cm<sup>3</sup>/g)

Moisture content (%)	Puffed temperature (°C)	Heating time (sec)		
		4	5	6
142	20	<sup>x</sup> 5.27 ± 0.02 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 5.52 ± 0.04 <sup>b</sup>	<sup>x</sup> 5.82 ± 0.03 <sup>c</sup>
	230	<sup>x</sup> 5.53 ± 0.03 <sup>a</sup>	<sup>xy</sup> 5.78 ± 0.03 <sup>ab</sup>	<sup>x</sup> 5.96 ± 0.04 <sup>b</sup>
	240	<sup>xy</sup> 5.72 ± 0.01 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 5.82 ± 0.04 <sup>ab</sup>	<sup>y</sup> 6.09 ± 0.02 <sup>b</sup>
16	220	<sup>x</sup> 5.53 ± 0.02 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 5.82 ± 0.04 <sup>b</sup>	<sup>xy</sup> 6.05 ± 0.03 <sup>c</sup>
	230	<sup>xy</sup> 5.75 ± 0.04 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 5.98 ± 0.04 <sup>b</sup>	<sup>y</sup> 6.12 ± 0.05 <sup>c</sup>
	240	<sup>y</sup> 5.92 ± 0.01 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 6.13 ± 0.06 <sup>b</sup>	<sup>y</sup> 6.15 ± 0.02 <sup>b</sup>
18	220	<sup>y</sup> 5.95 ± 0.03 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 6.08 ± 0.04 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 6.12 ± 0.03 <sup>a</sup>
	230	<sup>yz</sup> 6.16 ± 0.04 <sup>a</sup>	<sup>z</sup> 6.24 ± 0.04 <sup>ab</sup>	<sup>z</sup> 6.32 ± 0.05 <sup>b</sup>
	240	<sup>z</sup> 6.22 ± 0.04 <sup>a</sup>	<sup>z</sup> 6.32 ± 0.06 <sup>ab</sup>	<sup>z</sup> 6.43 ± 0.02 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD. (n = 3)<sup>a-c</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.<sup>x-z</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.**Table 2. Breaking strength of puffed mulberry-rice snack manufactured at different moisture content, puffed temperature, and heating time** (Unit: g)

Moisture content (%)	Puffed temperature (°C)	Heating time (sec)		
		4	5	6
14	220	<sup>y</sup> 641.12 ± 3.26 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 638.35 ± 5.43 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 639.16 ± 3.86 <sup>a</sup>
	230	<sup>z</sup> 652.45 ± 3.47 <sup>a</sup>	<sup>z</sup> 654.52 ± 4.28 <sup>ab</sup>	<sup>z</sup> 659.24 ± 4.28 <sup>b</sup>
	240	<sup>z</sup> 686.51 ± 4.52 <sup>a</sup>	<sup>z</sup> 689.58 ± 5.76 <sup>ab</sup>	<sup>z</sup> 691.76 ± 4.26 <sup>b</sup>
16	220	<sup>xy</sup> 621.74 ± 4.24 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 624.37 ± 4.28 <sup>b</sup>	<sup>xy</sup> 623.42 ± 4.12 <sup>b</sup>
	230	<sup>y</sup> 633.12 ± 3.62 <sup>a</sup>	<sup>xy</sup> 629.35 ± 4.47 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 632.16 ± 3.28 <sup>a</sup>
	240	<sup>z</sup> 651.54 ± 3.45 <sup>a</sup>	<sup>z</sup> 654.53 ± 4.82 <sup>b</sup>	<sup>z</sup> 656.24 ± 4.15 <sup>b</sup>
18	220	<sup>x</sup> 608.63 ± 4.22 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 611.58 ± 4.56 <sup>b</sup>	<sup>x</sup> 612.54 ± 4.18 <sup>b</sup>
	230	<sup>xy</sup> 628.21 ± 3.84 <sup>a</sup>	<sup>xy</sup> 628.35 ± 5.34 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 632.16 ± 3.86 <sup>b</sup>
	240	<sup>y</sup> 632.45 ± 3.24 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 634.52 ± 4.82 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 634.24 ± 4.25 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD. (n = 3)<sup>a-c</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.<sup>x-z</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.

에 영향을 주었고 따라서 가속된 낱알의 접착과 그것의 증가는 빵잎 팽튀기의 비체적을 증가시킨 것으로 생각된다(22). 위의 연구를 통하여 수분 함량, 팽화온도, 팽화시간의 증가에 따라 비체적은 증가된다는 것을 알 수 있었다.

### 파괴력

수분함량, 팽화온도, 팽화시간 변화에 따른 빵잎 팽튀기의 파괴력을 Table 2에 나타내었다. 파괴력은 수분 함량 18%, 팽화온도 220°C, 팽화시간 4초에서 제조된 빵잎 팽튀기가 608.54 g로 제일 작게 나타났고 수분함량 14%, 팽화온도 240°C, 팽화시간 6초에서 제조된 빵잎 팽튀기는 691.76 g로 제일 높게 나타났다. 전체적으로 보면 파괴력은 팽화온도와 팽화시간이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났고 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 그리고 수분 함량이 낮을수록 높게 나타났는데 역시 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 수분의 부족으로 팽튀기 내부 기공의 형성이 부족하여 수분이 감소할수록 밀도가 증가하여 조직이 견고한 경향을 보이기에 수분 함량이 낮은 빵잎 팽튀기의 파괴력이 높게 나타내었다고 생각된다. Kim 등(21)은 다시마 분말을 첨가한 쌀 압출팽화물의 파괴력은 팽화온도가 낮을 때에 낮게 나타났다고 보고하였고 Kim 등(23)

은 팽화시간의 증가에 따라 파괴력은 증가되었다고 보고하였다. 따라서 본 연구의 결과도 이러한 원인으로 인하여 생긴 것이라고 생각된다. 위의 결과로 볼 때 파괴력은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 증가되고 수분 함량의 증가에 따라 감소되는 것을 볼 수 있다. 파괴력으로 볼 때 수분 함량이 높은 팽튀를 원료로 하여 팽튀기를 제조 하였을 때 낮게 나타났으며 조직이 부드러워진다는 것을 알 수 있었다.

### 색도

Table 3은 서로 다른 수분 함량(14, 16, 18%), 팽화온도(220, 230, 240°C), 팽화시간(4, 5, 6초) 조건으로 빵잎 팽튀기를 제조하였을 때의 색도 중 L값의 변화를 측정하여 나타내었다. L값은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 감소된 것으로 나타났으며 수분 함량과는 영향이 없는 것으로 나타났다. 팽화온도와 팽화시간이 증가됨에 따라 L값은 감소되었고 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 수분 함량은 L값에 영향을 미치지 않으며 5%에서 유의적 차이를 나타내지 않았다. 빵잎 팽튀기의 L값은 팽화온도와 팽화시간의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 빵잎 팽튀기의 L값은 두 가지 요소에 영향을 받을 수 있는데, 하나는 팽튀기 표면의 쌀 함량이고 다른 하나는 팽화공정 중

**Table 3. L values of puffed mulberry-rice snack manufactured at different moisture content, puffed temperature, and heating time**

Moisture content (%)	Puffed temperature (°C)	Heating time (sec)		
		4	5	6
14	220	<sup>a</sup> 60.61 ± 1.32 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 57.46 ± 1.58 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 53.12 ± 2.15 <sup>a</sup>
	230	<sup>a</sup> 59.79 ± 1.48 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 56.64 ± 1.66 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 51.42 ± 1.34 <sup>a</sup>
	240	<sup>b</sup> 57.12 ± 1.58 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 53.24 ± 1.62 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 48.18 ± 1.45 <sup>a</sup>
16	220	<sup>a</sup> 59.79 ± 1.32 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 55.64 ± 2.41 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 51.22 ± 2.42 <sup>a</sup>
	230	<sup>b</sup> 57.52 ± 2.25 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 54.46 ± 1.72 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 51.27 ± 1.48 <sup>a</sup>
	240	<sup>b</sup> 55.12 ± 1.58 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 52.24 ± 1.57 <sup>b</sup>	<sup>a</sup> 47.78 ± 1.47 <sup>a</sup>
18	220	<sup>a</sup> 59.23 ± 1.85 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 55.62 ± 1.56 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 52.25 ± 1.27 <sup>a</sup>
	230	<sup>a</sup> 59.18 ± 1.52 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 56.46 ± 1.24 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 50.24 ± 1.25 <sup>a</sup>
	240	<sup>b</sup> 56.42 ± 1.53 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 53.15 ± 1.65 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 49.27 ± 1.53 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD. (n = 3)

<sup>a-c</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at α = 0.05 Turkey's multiple range test.

<sup>x-z</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at α = 0.05 Turkey's multiple range test.

**Table 4. a values of puffed mulberry-rice snack manufactured at different moisture content, puffed temperature, and heating time**

Moisture content (%)	Puffed temperature (°C)	Heating time (sec)		
		4	5	6
14	220	<sup>a</sup> 4.73 ± 0.06 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.23 ± 0.04 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 5.96 ± 0.12 <sup>c</sup>
	230	<sup>a</sup> 4.87 ± 0.05 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.48 ± 0.05 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 5.86 ± 0.08 <sup>b</sup>
	240	<sup>a</sup> 4.94 ± 0.08 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.46 ± 0.06 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 5.92 ± 0.05 <sup>c</sup>
16	220	<sup>a</sup> 4.22 ± 0.06 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.25 ± 0.07 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 5.85 ± 0.06 <sup>c</sup>
	230	<sup>a</sup> 4.87 ± 0.05 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 5.48 ± 0.05 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 5.86 ± 0.08 <sup>b</sup>
	240	<sup>a</sup> 4.96 ± 0.05 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.77 ± 0.07 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 5.97 ± 0.07 <sup>b</sup>
18	220	<sup>a</sup> 4.65 ± 0.06 <sup>a</sup>	<sup>ab</sup> 5.32 ± 0.05 <sup>ab</sup>	<sup>b</sup> 5.82 ± 0.17 <sup>b</sup>
	230	<sup>a</sup> 4.87 ± 0.06 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.62 ± 0.07 <sup>b</sup>	<sup>b</sup> 5.92 ± 0.07 <sup>b</sup>
	240	<sup>a</sup> 4.95 ± 0.07 <sup>a</sup>	<sup>b</sup> 5.86 ± 0.09 <sup>b</sup>	<sup>c</sup> 6.15 ± 0.05 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD. (n = 3)

<sup>a-c</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at α = 0.05 Turkey's multiple range test.

<sup>x-z</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at α = 0.05 Turkey's multiple range test.

에 발생하는 갈색반응이다. 첫 번째 요인은 뽕튀기의 펠릿과 관련이 되어있다. Huff 등(24)은 낮은 펠릿의 뽕튀기는 일반적으로 밝은 색을 나타낸다고 기술하였다. 그들의 연구에 의하면 펠릿의 팽창이 각 쌀 낱알에 수많은 작은 공기cell을 형성하며 생성된 공기cell로 인해서 팽화된 쌀 낱알은 반투명해 지고 백색도가 감소된다고 밝혔다. 그리고 Fan 등(22)은 높은 팽화온도와 긴 팽화시간은 팽화 중의 갈변을 촉진시킨다고 보고하였다. 이러한 원인으로 높은 팽화온도와 긴 팽화시간은 L값을 감소를 촉진시키는 원인이라고 생각된다.

Table 4는 서로 다른 수분 함량, 팽화온도, 팽화시간에서 제조된 뽕잎 뽕튀기의 색도 중 a값의 변화를 나타내었다. a값은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 증가되는 것으로 나타났으며 5% 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났었다. Fan 등(22)은 높은 팽화온도에서 갈변이 낮은 팽화온도에서 보다 더 쉽게 일어나며 또 팽화시간이 길수록 갈변 정도가 더 심하다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서도 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 a 값이 증가된 것으로 생각된다.

뽕잎 뽕튀기의 색도 중 b값의 변화를 Table 5에 나타내었다. b 값도 a값과 마찬가지로 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 증가된 것으로 나타났으며 5% 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났었다. Ha 등(25)은 높은 온도에서 Maillard reaction에 의한 갈변반응이 더 쉽게 일어나며 시간이 길어짐에 따라 갈변정

도가 심하게 일어난다고 보고하였다.

위의 실험 결과로 볼 때 팽화온도가 낮을수록, 팽화시간이 짧을수록 L값은 높게, a와 b값은 낮게 나타났고 팽화온도가 높을수록, 팽화시간이 길수록 L값은 낮게, a와 b값은 높게 나타났었다. 그리고 수분 함량은 색도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났었다.

**관능검사**

뽕잎 뽕튀기의 전체적 기호도는 Table 6에서 나타내었다. 수분 함량 18%, 팽화온도 220°C, 팽화시간 4초에서 제조된 뽕잎 뽕튀기가 3.6으로 제일 높게 나타났고 수분함량 14%, 팽화온도 240°C, 팽화시간 6초에서 제조된 뽕튀기가 3.1로 제일 낮게 나타났으며 5%에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났었다. 수분 함량이 높은 상태에서 제조된 뽕튀기는 수분 함량이 낮은 상태에서 제조된 뽕튀기 보다 기호도가 높은 것으로 나타났고 또 5% 수준에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났었다. 비체적이 높고 낮은 파괴력이 기호도가 더 높은 것으로 나타났었다. 그리고 낮은 팽화온도와 짧은 팽화시간에서 제조된 뽕튀기가 기호도가 더 높은 것으로 나타났었다. 전체적으로 보면 수분 함량이 높고 팽화온도가 낮으며 팽화시간이 짧은 조건에서 제조된 뽕잎 뽕튀기의 기호도가 좋은 것으로 나타났었다. 이러한 관능검사를 통하여 뽕잎 뽕튀기는 높은 수분 함량, 낮은 팽화온도, 짧은 팽화시간이 적합하다고 생각된다.

위의 실험을 통하여 비체적은 수분 함량, 팽화온도, 팽화시간

**Table 5. b values of puffed mulberry-rice snack manufactured at different moisture content, puffed temperature, and heating time**

Moisture content (%)	Puffed temperature (°C)	Heating time (sec)		
		4	5	6
14	220	<sup>x</sup> 24.17 ± 0.16 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 24.57 ± 0.22 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 26.38 ± 0.32 <sup>b</sup>
	230	<sup>x</sup> 24.21 ± 0.16 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 26.57 ± 0.22 <sup>b</sup>	<sup>y</sup> 27.38 ± 0.32 <sup>c</sup>
	240	<sup>y</sup> 25.35 ± 0.16 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 26.22 ± 0.28 <sup>b</sup>	<sup>z</sup> 28.42 ± 0.36 <sup>b</sup>
16	220	<sup>x</sup> 24.17 ± 0.25 <sup>a</sup>	<sup>xy</sup> 25.97 ± 0.38 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 26.88 ± 0.37 <sup>b</sup>
	230	<sup>x</sup> 24.25 ± 0.16 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 24.76 ± 0.32 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 27.88 ± 0.23 <sup>b</sup>
	240	<sup>xy</sup> 24.78 ± 0.06 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 26.56 ± 0.26 <sup>b</sup>	<sup>z</sup> 28.24 ± 0.32 <sup>c</sup>
18	220	<sup>x</sup> 24.75 ± 0.18 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 24.92 ± 0.28 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 26.58 ± 0.35 <sup>b</sup>
	230	<sup>x</sup> 24.54 ± 0.21 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 24.42 ± 0.25 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 27.38 ± 0.31 <sup>b</sup>
	240	<sup>x</sup> 24.52 ± 0.31 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 25.77 ± 0.23 <sup>b</sup>	<sup>z</sup> 28.57 ± 0.25 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD. (n=3)

<sup>a-c</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.

<sup>x-z</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.

**Table 6. Sensory evaluation of puffed mulberry-rice snack manufactured at different moisture content, puffed temperature, and heating time**

Moisture content (%)	Puffed temperature (°C)	Heating time (sec)		
		4	5	6
14	220	<sup>x</sup> 3.2 ± 0.2 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 3.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 3.2 ± 0.2 <sup>a</sup>
	230	<sup>x</sup> 3.2 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 3.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 3.2 ± 0.1 <sup>a</sup>
	240	<sup>x</sup> 3.1 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>x</sup> 3.2 ± 0.2 <sup>ab</sup>	<sup>x</sup> 3.2 ± 0.2 <sup>b</sup>
16	220	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>
	230	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>
	240	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>
18	220	<sup>z</sup> 3.6 ± 0.3 <sup>b</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>ab</sup>	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.3 <sup>a</sup>
	230	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.4 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.2 <sup>a</sup>
	240	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	<sup>y</sup> 3.5 ± 0.3 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± SD. (n=3)

<sup>a-c</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.

<sup>x-z</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha = 0.05$  Turkey's multiple range test.

의 증가에 따라 증가되었고 파괴력은 수분 함량의 증가함에 따라 감소되었다. 색도 중 L값은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 감소되었고 a와 b값은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 증가되었으며 수분 함량은 색도에 영향을 미치지 않았다. 전체적 기호도는 높은 수분 함량, 낮은 팽화온도, 짧은 팽화시간에서 제조된 빵잎 빵튀기가 제일 좋게 나타났다. 이상의 실험결과에 의하면 빵잎 빵튀기를 제조할 때 높은 수분 함량, 낮은 팽화온도, 짧은 팽화시간 조건으로 제조하는 것이 적합하다고 생각된다.

## 요 약

빵잎 분말을 첨가하여 제조한 펠릿을 서로 다른 수분 함량(14, 16, 18%), 팽화온도(220, 230, 240°C), 팽화시간(4, 5, 6초)에서 제조된 빵튀기에 대한 특성을 조사하였다. 비체적은 수분 함량, 팽화온도, 팽화시간의 증가에 따라 증가되었지만 수분 함량의 증가에 따라 감소되는 것으로 나타났다. 색도 중 L값은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 감소되었고 a값과 b값은 팽화온도와 팽화시간의 증가에 따라 증가된 것으로 나타났으며 모두 수분 함량과는 서로 상관이 없는 것으로 나타났다. 관능검사에서는 수분 함량 18%, 팽화온도 240°C, 팽화시간 4초에서 제조된 빵잎 빵튀기

가 제일 높게 나타났고 높은 수분 함량, 높은 팽화온도, 짧은 팽화시간에서 제조된 빵잎 빵튀기가 전체적 기호도가 좋은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼 때 높은 수분 함량, 높은 팽화온도, 짧은 팽화시간 조건으로 품질 특성이 우수한 빵잎 빵튀기를 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2005년도 농림부 농업기술개발사업 지역농업연구사업 친환경 농업연구 사업단의 지원에 의해 이루어진 것이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Jung BI, Don KP, Kim ES, Rhee KS, Rhee KC. Single-screw extrusion puffing of rice flour-defatted soy flour-squid, blends: Process optimization and product characterization. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 412-419 (2000)
2. Hwang YK, Kim TY. Characteristics of colored rice bread using the extruded HeugJinJu rice. Korean J. Soc. Food Sci. 16: 167-172 (2000)
3. Sim YJ, Jung BM, Rhee KC. Quality characteristics of extruded formulated products prepared from blends of rice flour, fish mus-

- cle by single-screw extrusion. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 45-49 (2001)
4. Ferdinand JM, Lai-Fook RA, Ollett AL, Smith AC, Clark SA. Structure formation by carbon dioxide injection in extrusion cooking. J. Food Eng. 11: 209-216 (1990)
  5. Lee HS, Kim SY, Lee WC, Lee SD, Moon JY, Ryu KS. Effects of dietary mulberry leaf powder on gastrointestinal function of rat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 29: 865-869 (2000)
  6. Shin KH, Young HS, Lee TW, Choi JS. Studies on the chemical component and antioxidant effects of *Solanum lyratum*. Korean J. Pharmacogn. 26: 130-138 (1995)
  7. Kim JS, Kang SS, Lee MW, Kim OK. Isolation of flavonoids from the leaves of *Aralia continentalis*. Korean J. Pharmacogn. 26: 239-243 (1995)
  8. Yoshikumi Y. Inhibition of intestinal  $\alpha$ -glucosidase activity and postprandial hyperglycemia by moranoline and its N-alkyl derivatives. Agric. Biol. Chem. 52: 121-126 (1994)
  9. Asano N, Oseki K, Tomioka E, Kizu H, Matsui K. N-containing sugar from the *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. Carbohydr. Res. 259: 243-255 (1994)
  10. Chae JY, Lee JY, Hoang IS, Whangbo D, Choi PW, Lee WC, Kim JW, Kim SY, Rhee SJ. Analysis of functional components of leaves of different mulberry cultivars. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 15-21 (2003)
  11. Kim YA. Effects of mulberry leaves powders on the quality characteristics of yellow later cakes. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 871-876 (2003)
  12. Kim SY, Lee WC, Kim HB, Kim AJ, Kim SK. Antihyperlipidemic effects of methanol extracts from mulberry leaves in cholesterol-induced hyperlipidemia rats. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27: 1217-1222 (1998)
  13. Choi JH, Kim DI, Park SH, Kim DW, Lee JS, Ryu KS, Lee WC. Effects of mulberry leaf extract on oxygen radicals and their scavenger enzymes in serum of rats. Korean J. Seric. Sci. 41: 135-140 (1999)
  14. Kim AJ, Lim YH, Kim MW, Kim MH, Woo KJ. Mineral contents and properties of pongihp julpyun preparation by adding mulberry leaves powder. Korean J. Soc. Food Sci. 16: 311-315
  15. Hsieh F, Huff HE, Peng IC, Marek SW. Puffing of rice cakes as influenced by tempering and heating conditions. J. Food Sci. 54: 1310-1312 (1989)
  16. Park KH. Elucidation of the extrusion puffing process. Ph D thesis, University of Illinois, Urbana-Campaign, IL, USA (1976)
  17. Kim UJ, Ku KH. Sensory Evaluation Techniques Food, Hyoil Moonhacsa Co., Seoul, Korea. pp. 68-72 (2001)
  18. SPSS. Statistical Packages for Social Science for Windows. Rel. 10.0. SPSS Inc., Chicago, IL, USA (1999)
  19. Jung CY, Choi LG. SPSSWIN for Statistics Analysis, Version 10.0, 4th ed. Muyok Publishing Co., Seoul, Korea, pp. 276-283 (2002)
  20. Ryu GH. Extrusion process with gas injection (in Korean). Food Sci. Ind. 28: 30-38 (1995)
  21. Kim JH, Ryu GH. Effects of extrusion process parameters on puffing of extruded pellets. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 55-59 (2001)
  22. Fan S, Hsieh F, Huff EH. Puffing of wheat cakes using a rice cake machine. Am. Soc. Agric. Eng. 15: 677-684 (1999)
  23. Kim JD, Lee JC, Hsieh F, Eun JB. Rice cake production using black rice and medium-grain brown rice. Food Sci. Biotechnol. 10: 315-322 (2001)
  24. Huff HE, Hsieh F, Peng IC. Rice cake production using long-grain and medium-grain brown rice. J. Food Sci. 57: 1164-1167 (1992)
  25. Ha JO, Lee SC, Bac HD, Park OP. Food Chemistry. Dooyangsa, Seoul, Korea. pp. 218-344 (2004)