

일반 고구마 분말을 첨가한 팽화과자(뽕튀기)의 이화학적 특성

천선화 · 은종방*

전남대학교 식품공학과

The Physical Properties of Puffed Snacks (ppeongtuigi) Added with Sweet Potato Flours

Seon-Hwa Cheon and Jong-Bang Eun*

Department of Food Science and Technology, Chonnam National University,
77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Republic of Korea

Received April 29, 2011; Accepted June 13, 2011

The physical properties of puffed snack by pellet with sweet potato flour, brown rice flour and wheat flour were evaluated at different moisture content, puffing temperature, and puffing time. The sweet potato pellets were tempered to 14, 16, and 18% moisture content and were puffed at 233, 238, and 243°C for 4, 5 and 6 s. The whiteness (L^*) value decreased as the heating temperature and time increased. The redness (a^*) and yellowness (b^*) values increased with increasing heating temperature and time. The specific volume of sweet potato puffed snacks showed an increasing trend with higher puffing conditions. The hardness of sweet potato puffed snacks increased as heating time and heating temperature increased. The sweet potato puffed snacks prepared with increasing moisture content (18%), heating times (6 s), and heating temperatures (243°C) were awarded the highest scores for most of the sensory attributes and hence declared as best sweet potato puffed snacks.

Key words: pellet, puffed snack, sweet potato, sweet potato flour

서 론

고구마는 통화식물목 메꽃과의 다년생 초본식물로 감자, 조저라고도 한다. 학명은 *Ipomoea batatas*이며, 원산지는 남미 멕시코로 우리나라에서는 영조 6년(1736년) 통신사 조엄이 일본 대마도에서 그 종자를 들여와 재배하기 시작하였다[Oh와 Hong, 2008]. 또한 감자, 토란, 돼지감자, 카사바, 마, 압 등과 함께 중요한 탄수화물 및 열량원으로 단위 면적 당 수확량이 많고 환경적 영향을 받지 않아 열악한 환경조건에서도 잘 생육하며 주로 열대, 아열대 지역에서 다년생으로 재배되고 있다[Choi 등, 2000]. 1960년대 이전에는 우리나라에서 고구마가 중요한 구황 작물이었으나 1970년대 초 생산량이 2백만 여 톤, 1990년에는 43만 2천여 톤, 1994년에는 24만 7천여 톤으로 생산량이 감소하였으나[Lee, 2009] 지역농협을 중심으로 특용작물을 브랜드 육성화하면서 품종과 품질개발, 저장, 가공, 유통, 판매, 홍보까지 일관하여 생산 및 가공, 유통 계열화 시스템이 도입됨으로

써 생산량이 점차 증가하고 있는 추세이다. 현재는 주로 청과용, 전분원료용, 식품가공용, 소주 및 알코올 원료용, 동물 사료용으로 가공되어 이용되고 있다[Lee, 2008].

고구마는 품종에 따라 그 색깔, 맛, 육질, 수확량, 수분, 전분 함량, 저장성, 가공적성 등이 다르게 나타나는 독특한 특성을 가지고 있으며 그에 따라 용도도 달라진다. 특히 가열 조리 후 조직특성의 변화에 따라 크게 분질고구마와 점질고구마로 나누어지는데 점질 고구마는 비교적 전분이 적고 당분이 많으며 식용보다는 전분제조와 사료로 더 많이 이용되고 있다. 또한 분질 고구마는 전분이 많고 단맛이 있어 식용으로 적합하며 모양도 고르고 외피도 매끈한 편이다. 현재 국내에서 재배되고 있는 분질고구마의 품종은 울미, 건미, 진홍미, 신천미, 증미 등이 있으며, 점질고구마의 품종으로는 진미, 황미, 신향미, 홍미 등이 있다. 또한 최근 개발된 유색 고구마 품종인 자미는 표피층 뿐만 아니라 육질까지 짙은 자색을 띠는 유색 고구마로써 anthocyanin계의 색소원을 함유하고 있어 새로운 천연 식용 색소로 이용 가능성이 높은 품종으로 각광받고 있다[Lee, 2001].

고구마의 주요기능성은 비타민 A원(carotenoid)에 의한 항암 작용, 비타민 E의 항산화작용, 식이섬유와 알라핀(jalapin)의 변비해소, 칼륨의 혈압강하, 칼슘의 출혈방지, 식물 프로게스테론의 여성골다공증 예방치료, 안토시아닌 색소의 간 보호기능 등

*Corresponding author

Phone: +82-62-530-2145; Fax: +82-62-530-2149

E-mail: jbeun@jnu.ac.kr

이 알려져 있다[Oh와 Hong, 2008]. 고구마 전분의 사용량은 국내 산업에서 옥수수전분과 감자전분 다음으로 높으며 대부분 국수나 스프, 스낵, 빵 등과 같은 가공식품들의 첨가물로 사용된다. 이러한 고구마 전분의 이화학적 특성은 품종이나 토양 등 재배조건에 따라 차이를 나타낸다. 일반적으로 고구마 전분은 옥수수 전분에 비해 페이스트의 점도가 높고 투명하여 쥬의 냉동 및 해동 안정성이 우수하여 시럽을 생산하거나 당면이나 과자류 제조의 원료로 사용되며 증점제 등의 첨가물로 식품산업에 이용되고 있다. 고구마 전분입자의 크기는 5~25 μm 이고 amylose 함량은 대략 8.5~37.7% 범위에 있어 품종 간에 큰 차이를 나타내고 있다[Kim, 2010].

그러나 고구마는 고구마 특유의 냄새와 갈변, 저장성 등의 문제로 소비자들이 간편하게 먹을 수 있는 편의식 제품개발이 거의 되어있지 않고 가공용도가 제한되어 있기 때문에 일반 가정에서의 고구마 수요는 감소하고 있다. 외국의 경우 칩이나 스낵, 플레이크 형태로 가공되거나 제과류, 간장 등에 고구마가 일부 대체 작물로 이용된 연구결과가 있으나 상당량이 생것 그대로 판매되어 가정에서 구이용으로 이용이 한정되어 있다고 보고되어 있다[Kim과 Ryu, 1995]. 고구마의 이용범위를 확대하기 위해서는 사용하기 용이한 식품 소재로의 전환이 필요하다. 한 가지 방안으로 고구마를 저장성이 높은 분말형태로 가공하여 다른 식품에 첨가함으로써 고구마의 기능성을 살린 건강편이식품을 제조하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 전통스낵으로써 한국인의 선호도가 높은 팽화과자(빵튀기)에 일반 고구마 분말을 첨가하여 물리적 및 관능적 품질 조사를 실시하여 건강편이식품으로 이용 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료. 본 실험에 사용된 일반 고구마(*I. batatas*, 울미)는 전라남도 무안에서 생산된 것으로 2009년 10월에 수확한 것을 시중에서 구입하였으며, 구입한 고구마는 갈변을 최소화하고자 수중에서 박피를 실시한 다음 절단기(HFS 350G, Fujee, Suwon, Korea)를 이용하여 1 mm의 두께로 세절하였다. 세절한 일반 고구마 절편은 증류수에 침지한 다음 열풍건조기(HY-8000S, Hanyoung, Bucheon, Korea)를 이용하여 55°C에서 건조하였다. 건조된 고구마 절편은 분쇄기(논스탑 M형 스텐분쇄기, (주)DAE HWA, Cheonan, Korea)로 분쇄한 뒤 80 mesh체를 통과시켜 -20°C에 저장하면서 실험에 사용하였다. 고구마 팽화과자의 펠릿제조 시 사용된 찰현미(동진벼, 자연마을, 나주, 한국)와 밀가루(백설 빵용 밀가루, CJ, 인천, 한국), 인조미(소맥분 99%, 미강유 1%, Youngjin Food, Busan, Korea)는 각각 시중에서 구입하였다.

실험방법. 펠릿 제조 및 팽화과자(빵튀기) 제조방법. 예비실험에 의해 결정된 고구마 분말(45%, 90 g)과 현미 가루(30%, 60 g), 밀가루(25%, 50 g, 백설 빵용 밀가루)에 100 mL의 물을 첨가하여 교반한 다음 반죽을 제조하였다. 제조된 반죽은 펠릿 제조기(Boknam Machine, Gwangju, Korea)를 이용하여 0.2×0.5 cm로 절단하여 수분함량을 14, 16, 18%로 조절한 다음 펠릿을 제조하였다. 제조된 펠릿은 인조미(Youngjin Food)와

1:1 비율로 혼합한 다음 빵튀기 기계(Newvini, 빵 만드는 사람들, Seoul, Korea)에 넣어 빵튀기를 제조하였다. 이때 팽화온도 및 팽화시간은 빵튀기 제조 시 과팽창되지 않는 조건을 탐색하여 팽화온도는 각각 233, 238, 243±2°C로 하고, 팽화시간을 4, 5, 6초로 설정하여 빵튀기를 제조하였다.

색도. 일반 고구마 빵튀기의 색도는 색도계(CM-3500d, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정하고 결과 값은 L*, a*, b*값으로 표시하였다.

비체적. 비체적은 Hsieh 등[1989]의 방법에 의해 측정하였다. 이미 무게가 측정된 고구마 빵튀기와 밀도를 알고 있는 겨자씨를 용기에 채워놓고 그 무게를 측정하였다. 그리고 동일한 용기에 겨자씨를 위와 같은 체적으로 채워놓고 무게를 측정하였다. 측정 후 고구마 빵튀기의 비체적은 다음 식에 따라 계산하였다.

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

T₀: 용기와 겨자씨의 무게(g)

T₁: 용기, 겨자씨, 고구마빵튀기의 무게(g)

W_c: 고구마 빵튀기의 무게(g)

D_s: 겨자씨의 밀도(g/cm³)

파괴력(Breaking strength). Breaking strength 측정은 Texture Analyzer (TA-XT2, Stable Micro Systems, Haslemere, England)를 사용하여 측정하였다. 5 cm 간격을 두고 나란히 세워진 금속판 위에 빵튀기를 놓고 얇은 칼날 형태의 blade-probe를 통과시켜 blade가 받는 힘을 측정하였다. Crosshead speed는 5 cm/min, 파괴력은 peak force의 높이에 의하여 측정하였다.

관능검사. 일반 고구마 빵튀기의 관능검사는 전남대학교 식품공학과 대학원생 30명을 패널로 선정하여 팽화시간과 팽화온도, 수분함량을 달리하여 제조한 일반 고구마 빵튀기의 외관, 색, 향, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도를 7점 평점법(1점, 매우 좋지 않음; ~7점, 매우 좋음)을 사용하여 평가하였다.

통계분석. 통계분석은 통계분석용 프로그램인 SPSS package ver. 12 (SPSS Inc., Chicago, IL)를 이용하여 일원배치분산분석(One-Way ANOVA)에 의해 집단 간의 평균 차이를 알아보고, 신뢰수준 $p < 0.05$ 에서 Duncan의 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

색도. Table 1~3은 팽화 조건을 달리하여 제조한 일반 고구마 빵튀기의 색도 중 L*, a*, b* 값을 나타낸 것이다. L*값은 팽화온도 및 팽화시간이 증가함에 따라 감소하는 것을 알 수 있었으며 16%의 수분을 함유하였을 때 높게 나타나는 것을 알 수 있었다(Table 1). Huff 등[1992]에 의하면 고온고압과정에 의해 펠릿이 팽창되면 각 쌀 낱알이 다수의 기공을 형성하여 쌀 낱알이 반투명해지고 이로 인해 백색도가 감소된다고 보고하였다. 메밀가루를 이용하여 팽화스낵을 제조한 연구에서도 수분함량이 스낵의 팽창에 중요한 역할을 하였다고 보고된 바 있다. 이는 메밀가루에 함유된 수분이 고온고압의 팽화과정 중 증

Table 1. L* value of puffed snack made of sweet potato flour under different puffing conditions

Moisture content of pellets (%)	Puffing temperature (°C)	Puffing time (s)		
		4	5	6
14	233	61.13±1.71 ^A	58.91±1.77 ^B	^b 57.90±3.33 ^B
	238	61.59±1.87	59.85±0.56	^a 59.28±0.67
	243	62.71±0.09 ^A	60.04±0.91 ^B	^a 61.20±0.57 ^{AB}
16	233	^b 64.38±0.85	^b 63.51±0.59	^b 62.66±0.86
	238	^c 61.25±1.07	^b 62.44±1.64	^b 64.21±2.80
	243	^a 68.43±1.54 ^A	^a 66.31±0.50 ^{AB}	^a 65.11±0.54 ^B
18	233	^{ns} 64.75±1.23	^b 62.42±0.67	62.37±1.71
	238	65.27±1.58	^a 64.56±0.76	63.98±0.30
	243	64.97±1.45 ^A	^b 62.70±1.08 ^B	62.19±1.77 ^B

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each column are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each row are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. a* value of puffed snack made of sweet potato flour under different puffing conditions

Moisture content of pellets (%)	Puffing temperature (°C)	Puffing time (s)		
		4	5	6
14	233	5.60±0.76 ^{NS}	5.78±0.32	^b 6.01±0.05
	238	5.31±0.18 ^B	6.81±1.18 ^A	^{ab} 6.97±0.43 ^A
	243	5.77±1.01	6.92±0.36	^a 7.13±0.80
16	233	5.72±0.32	6.14±1.15	^b 6.21±0.76
	238	5.37±0.58 ^B	6.74±0.45 ^A	^{ab} 6.93±0.52 ^A
	243	5.82±0.13 ^C	6.41±0.50 ^B	^a 7.45±0.63 ^A
18	233	^{ab} 5.88±0.60	^{ab} 6.16±0.52	6.78±0.65
	238	^{ab} 5.57±0.34	^b 5.81±0.52	6.42±1.47
	243	^a 6.02±0.30 ^C	^a 7.13±0.42 ^B	8.36±0.60 ^A

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each column are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each row are significantly different ($p < 0.05$).

^{NS}: Not significant

기로 변환하게 되고 이를 원동력으로 하여 쌀 낱알은 팽화된 다. 그러므로 높은 수분함량은 원료의 팽화에 더 큰 힘을 제공할 수 있다고 저자는 주장하였다[Im 등, 2003]. 본 연구에서도 동일한 원인으로 인해 수분함량이 높은 제품은 더욱 팽창하였고 L값은 감소한 것으로 보인다.

적색도를 나타내는 a*값은 Table 2에 나타내었다. 전반적으로 모든 시험구에서 뚜렷한 경향은 나타나지 않았으나 몇몇 시험구에서 팽화온도 및 팽화시간이 증가함에 따라 적색도도 증가하는 것을 발견하였다. 가장 높은 a*값은 18%의 수분을 함유하고 243°C에서 5초간 가열하였을 때 나타났으며, 반면에 14%의 수분을 함유하고 238°C에서 4초간 가열한 제품이 가장 낮은 a*값을 보여주었다.

황색도를 나타내는 b*값은 14%의 수분함량에서 243°C에서만 유의적인 차이를 나타내 팽화시간이 증가할수록 b*값도 증가하는 것을 알 수 있었다(Table 3). Huff 등[1992]은 현미를 이용하여 팽화스낵을 제조한 결과 팽화시간이 증가할수록 적색도가 증가하였다고 보고하였다. 이것은 고온에서 오랜 가열에 의해 팽화스낵이 과열되었기 때문에 색이 변하는 결과를 초래하게 된 것이라고 보고하였다. 또한 그는 수분함량은 팽화과자의 적색도나 황색도에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다. 본 연구에서도 팽화온도 및 팽화시간이 증가함에 따라 팽화과자의

a*값과 b*값이 증가하여 선행 연구보고와 일치하는 것을 알 수 있었다.

비체적. 수분함량, 팽화온도, 팽화시간을 달리하여 제조한 일반 고구마 빵튀기의 비체적은 Table 4에 나타내었다. 수분함량에 따른 시험구의 차이는 16%의 수분을 함유하였을 때 다른 수분함량에 비해 높은 값을 나타내었다. 모든 시험구 중에서 가장 높은 비체적은 16%의 수분을 함유한 펠릿을 238°C에서 5초간 가열하였을 때 8.70±0.40 cm³/g으로 가장 높게 나타났으며, 뒤이어 18%의 수분함량과 243°C의 팽화온도에서 6초간 가열하여 제조한 빵튀기가 8.47±0.08 cm³/g으로 높게 나타났다. 이와 같이 일반 고구마 빵튀기의 비체적은 전반적으로 수분함량과 팽화온도가 증가함에 따라 증가하는 경향을 보여 16%의 수분을 함유하고 238°C에서 5초간 가열하였을 때 가장 높은 비체적을 나타내는 것을 알 수 있었다. Im 등[2003]은 메밀 가루를 이용하여 팽화과자를 제조한 연구에서 팽화스낵의 팽창 정도는 팽화 시 발생하는 증기로 인해 제품에 기공을 형성하여 셀 크기를 결정하며 이것은 비체적에 영향을 미친다고 보고한 바 있다. 또한 Huff 등[1992]은 팽화온도가 증가할수록 쌀에 함유된 수분을 급속히 증발시키고, 열에 의해 쌀이 용해되는 것이 가속화되어 팽화시간을 증가시킬수록 비체적이 증가된다고 보고하였다.

Table 3. b* value of puffed snack made of sweet potato flour under different puffing conditions

Moisture content of pellets (%)	Puffing temperature (°C)	Puffing time (s)		
		4	5	6
14	233	20.99±0.85	21.69±0.41	22.24±0.58
	238	20.87±0.86	21.06±1.60	22.04±0.97
	243	19.99±0.39 ^B	22.21±1.71 ^A	22.85±0.17 ^A
16	233	22.53±0.39	22.49±0.77	^b 22.59±0.56
	238	22.10±1.08	23.15±1.94	^{ab} 23.20±0.27
	243	21.05±0.92 ^B	22.58±0.94 ^B	^a 24.40±0.11 ^A
18	233	23.71±1.35	^b 23.56±1.07	23.86±0.52
	238	22.53±0.96	^{ab} 23.54±0.70	23.91±1.34
	243	22.52±2.15	^a 23.01±0.63	24.34±1.44

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each column are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each row are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4. Specific volume of puffed snack made of sweet potato flour under different puffing conditions

(Unit: cm³/g)

Moisture content of pellets (%)	Puffing temperature (°C)	Puffing time (s)		
		4	5	6
14	233	7.72±0.08 ^A	^a 7.76±0.05 ^A	7.55±0.09 ^B
	238	7.60±0.17	^b 7.62±0.09	7.54±0.12
	243	7.55±0.12	^b 7.53±0.05	7.56±0.06
16	233	^a 7.87±0.24	^b 7.69±0.11	7.85±0.04
	238	^a 7.90±0.02 ^B	^a 8.70±0.40 ^A	7.87±0.15 ^B
	243	^b 7.54±0.04 ^B	^a 8.28±0.12 ^A	7.51±0.44 ^B
18	233	7.79±0.06	^{ab} 7.92±0.20	^b 7.83±0.06
	238	7.69±0.14	^b 7.75±0.06	^b 7.80±0.09
	243	7.70±0.16 ^C	^a 8.12±0.09 ^B	^a 8.47±0.08 ^A

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each column are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each row are significantly different ($p < 0.05$).

Kim[1998]과 Kim 등[2001]에 의하면 팽화과자의 주요 품질 변수는 외형과 색, 비체적, 완전성에 의해 결정된다고 보고되었으며 특히 비체적의 경우, 부스러지기 쉬운 조직을 가진 팽화과자의 특징 상 수월한 제품 포장 및 수송을 위해서 제어하는 것이 매우 중요하다고 강조하였다. 일반적으로 팽튀기는 수분 함량이 많은 펠릿을 이용하여 가열하였을 때 액체상태의 수분이 고온 고압의 처리로 인해 기체상태의 수증기로 상변화를 일으키면서 펠릿이 팽화되고, 비체적이 증가하는 것으로 알려져 있는데[Kim과 Ryu, 2001], 본 연구의 결과는 선행연구에서 보고된 결과와 거의 유사하게 나타남으로써 제시한 팽화조건이 비체적을 제어할 수 있는 범위인 것으로 판단되었다. 또한 본 연구를 통해 이러한 팽화조건이 팽튀기의 비체적에 영향을 미치며, 경도와 상관관계를 가지는 것을 확인할 수 있었다.

파괴력(Breaking strength). Table 5는 수분함량, 팽화온도, 팽화시간에 따른 일반 고구마 팽튀기의 파괴력을 나타낸 것이다. 일반 고구마 팽튀기의 파괴력은 수분 함량이 낮을수록, 팽화온도가 높을수록, 팽화시간이 길수록 높게 나타났다. 특히 14%의 수분을 함유하고 233°C에서 5초간 가열하여 제조한 고구마 팽튀기가 853.73±39.68 g으로 가장 높은 값을 나타내었고, 반면에 가장 낮은 파괴력은 수분함량 18%인 펠릿을 243°C에서 4초간 가열한 제품에서 나타났다.

일반적으로 압출성형물의 밀도는 조직감과 밀접한 관계가 있

어 밀도가 증가할수록 견고성과 파괴력은 증가한다고 알려져 있다[Meuser와 Wiedmann, 1989]. Kim 등[2001]은 팽화스낵 제조 시 팽화시간의 증가에 따라 파괴력이 증가한다고 보고하였으며, Jang 등[2006]은 수분함량이 높은 펠릿을 원료로 하여 팽튀기를 제조 하였을 때 파괴력이 낮게 나타나고 조직이 부드러워진다고 보고하였다. 이러한 결과를 통해 파괴력은 팽화온도와 팽화시간이 증가할수록 감소되고 수분함량이 증가할수록 감소되는 것을 알 수 있었으며, 본 연구에서도 본 연구에서도 수분함량이 많거나 팽화온도가 높을수록, 그리고 팽화시간을 오래한 조건에서 팽튀기 제조 시 파괴력이 감소함으로써 조직감이 가장 부드러운 팽튀기가 제조되는 것을 알 수 있었다. 반면에 수분함량 및 팽화온도가 낮고, 팽화시간이 짧을수록 팽튀기의 파괴력은 증가하였다.

관능검사. Table 6은 일반 고구마 팽튀기의 전체적 기호도를 나타낸 것이다. 일반적으로 전체적인 기호도는 색, 향, 맛, 조직감에 대한 기호도를 종합하는 결과로 수분함량이 14%일 때 팽화시간에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았지만 243°C의 팽화온도는 부분적인 차이를 나타내었다. 16%의 수분을 함유한 팽튀기는 팽화시간 및 팽화온도에 따른 뚜렷한 차이가 없었고, 18%의 수분을 함유한 제품은 팽화온도에 따라 유의적인 차이를 나타내지 않아 팽화온도는 영향을 받지 않은 것으로 보이며, 팽화시간에서는 6초간 가열하였을 때 우수한 값을 나타내

Table 5. Breaking strength of puffed snack made of sweet potato flour under different puffing conditions

(Unit: g)

Moisture content of pellets (%)	Puffing temperature (°C)	Puffing time (s)		
		4	5	6
14	233	841.22±65.17 ^A	715.85±47.97 ^B	680.11±50.78 ^B
	238	853.73±39.68 ^A	799.98±46.24 ^A	673.55±58.69 ^B
	243	780.99±48.17	746.40±76.83	707.52±54.55
16	233	818.54±28.31 ^A	701.80±77.50 ^{AB}	679.58±68.18 ^B
	238	849.15±84.75	767.03±96.09	697.85±51.86
	243	775.69±22.82 ^A	731.33±42.41 ^{AB}	697.03±19.72 ^B
18	233	^a 803.33±35.11 ^A	697.26±39.71 ^B	658.24±42.14 ^B
	238	^a 840.65±52.78 ^A	736.71±48.38 ^{AB}	661.42±64.63 ^B
	243	^b 707.38±11.58 ^A	686.75±29.43 ^{AB}	632.58±37.84 ^B

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each column are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each row are significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Overall acceptability in sensory evaluation of puffed snack made of sweet potato flour under different puffing conditions

Moisture content of pellets (%)	Puffing temperature (°C)	Puffing time (s)		
		4	5	6
14	233	^b 4.40±0.52	4.90±0.74	5.00±0.67
	238	^{ab} 4.90±0.74	4.90±0.99	4.70±0.95
	243	^a 5.40±0.97	4.90±0.99	5.10±0.74
16	233	4.70±1.34	4.50±1.08	5.10±1.29
	238	4.50±1.08	4.20±1.14	4.80±1.03
	243	4.60±0.57 ^B	4.70±1.06 ^B	5.30±0.36 ^A
18	233	4.60±0.70 ^B	4.50±1.27 ^B	5.70±1.06 ^A
	238	4.50±0.85	5.10±0.99	4.90±0.88
	243	5.10±0.99 ^{AB}	4.70±0.95 ^B	5.60±0.52 ^A

^{a-c}: Means followed by different superscript alphabets in each column are significantly different ($p < 0.05$).

^{A-C}: Means followed by different superscript alphabets in each row are significantly different ($p < 0.05$).

었다. 가장 우수한 결과는 18%의 수분을 함유하고 243°C에서 6초간 가열한 제품에서 나타났다. 관능요원들을 통해 일반 고구마 빵튀기의 관능검사를 실시한 결과, 수분함량이 높고, 팽화온도가 높으며, 팽화시간이 길수록 선호도가 높은 것으로 나타났다. 즉, 18%의 수분함량과 243°C의 팽화온도, 팽화시간 6초에서 제조한 고구마 빵튀기가 높은 값을 나타내 이와 같은 조건에서 일반 고구마 빵튀기 제조 시 관능적으로 우수하고 소비자 선호도가 높은 제품이 생산될 수 있을 것으로 생각된다.

초 록

고구마 분말을 첨가한 빵튀기 제조 시 팽화시간, 팽화온도, 수분함량과 같은 팽화조건을 달리하여 물리적 및 관능적 품질 특성을 조사하였다. 실험 결과, 색도에서 수분함량은 유의적 차이를 나타내지 않았지만 팽화온도와 팽화시간이 증가함에 따라 L*값이 감소하고, a*값과 b*값이 증가하였다. 비체적은 팽화시간, 팽화온도, 수분함량이 증가할수록 일반 고구마 빵튀기의 비체적도 증가하였으며, 파괴력은 낮은 수분함량, 높은 팽화온도, 오랜 팽화시간에서 높게 나타났다. 또한 외관, 색, 향, 조직감, 맛에 대한 패널들의 전체적인 기호도를 나타낸 관능평가에서는 수분함량 및 팽화온도가 높고, 오랜 팽화시간 하에 제조된 시료가 우수하게 평가되었다.

Key words: pellet, puffed snack, sweet potato, sweet potato flour

참고문헌

Choi CR, Rhim JW, and Park YK (2000) Physicochemical properties of purple fleshed sweet potato starch. *J Korean Soc Food Sci Nutr* **29**, 1-5.

Hsieh F, Huff HE, Peng IC, and Marek SW (1989) Puffing of rice cakes as influenced by tempering and heating conditions. *J Food Sci* **54**, 1310-1312.

Huff HE, Hsieh F, and Peng IC (1992) Rice cake production using long grain and medium-grain brown rice. *J Food Sci* **57**, 1164-1167.

Im JS, Huff HE, and Hsieh F (2003) Effects of processing conditions on the physical and chemical properties of buckwheat grit cakes. *J Agric Food Chem* **51**, 659-666.

Jang EY, Kim CA, and Eun JB (2006) Properties of puffed mulberry-rice snack, *ppeongtuigi* by pellet with mulberry leaf and brown rice flour. *Korean J Food Sci Tech* **38**, 756-761.

Kim JD (1998) Physicochemical characteristics of black rice varieties and puffing of rice cake using black rice and medium-grain brown rice. MS Thesis, Chonnam National University, Gwangju, Korea.

Kim JD, Lee JC, Hsieh F, and Eun JB (2001) Rice cake production

- using black rice and medium-grain brown rice. *Food Sci Biotech* **10**, 315-322.
- Kim JH and Ryu GH (2001) Effects of extrusion process parameters on puffing of extruded pellets. *Korean J Food Sci Technol* **33**, 55-59.
- Kim KE (2010) Physicochemical properties of flour and starch prepared from sweet potatoes with varying flesh colors. MS Thesis, Kyungwon University, Seongnam, Korea.
- Kim SY and Ryu CH (1995) Studies on the nutritional components of purple sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Korean J Food Sci Technol* **27**, 819-825.
- Lee JH (2008) The effects of added sweet potato flour on the preservation of steamed rice cake (*Backsulki*). MS Thesis, Dankook University, Yongin, Korea.
- Lee JJ (2001) Cooking characteristics of various cultivars of sweet potatoes and properties of their starch-based edible films. MS Thesis, Mokpo National University, Mokpo, Korea.
- Lee JS (2009) Sensory and quality characteristics of noodles added natural colorant purple sweet potato powder. MS Thesis, Sejong University, Seoul, Korea.
- Meuser F and Wiedmann W (1989) Extrusion plant design. In *Extrusion Cooking*, Mercier C, Linko P, and Harper JM (eds.), p. 128. AACC Inc., St. Paul, MN.
- Oh HE and Hong JS (2008) Quality characteristics of *sulgidduk* added with fresh sweet potato. *Korean J Food Cookery Sci* **24**, 501-510.