

Extrusion 제조조건에 따른 유과바탕의 물리적 품질특성(I): 찹쌀가루와 쌀가루 배합에 따른 유과바탕의 제조

은종방¹ · Fu-hung Hsieh² · 최옥자^{3*}

¹전남대학교 식품공학과

²Dept. of Biological Engineering/ Food Science, University of Missouri-Columbia

³순천대학교 조리과학과

Physical Properties of *Yukwa* Base According to the Extrusion Processing Conditions (I): Manufacturing of *Yukwa* Base with Combination of Glutinous Rice Flour and Rice Flour

Jong-Bong Eun¹, Fu-hung Hsieh², and Ok-Ja Choi^{3*}

¹Dept. of Food Science & Technology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

²Dept. of Biological Engineering/ Food Science, University of Missouri-Columbia, Missouri 65211-5200, USA

³Dept. of Food & Cooking Science, Suncheon National University, Jeonnam 540-742, Korea

Abstract

Physical properties of *Yukwa* base extruded with glutinous rice flour, rice flour, defatted soy flour, and salt using a twin-screw extruder were investigated. The ingredients were extruded at various moisture contents (16~18%), screw speeds (300 & 400 rpm) at 43.4 kg/hr feed rate. Length and specific volume of *Yukwa* base increased with decreasing moisture contents. Hunter's color L^* values of *Yukwa* base was higher whereas a^* and b^* values were lower with increasing moisture content. Water absorption index of *Yukwa* base increased with increasing moisture contents. X-ray diffraction of *Yukwa* base showed B type moisture content of 16% and 17% while it showed A type moisture content of 18%. Degree of crystallinity and breaking strength of *Yukwa* base were the lowest in the moisture content of 16% while the lowest value for hardness was found in the moisture content of 16% and of 17% with screw speed 400 rpm for all samples. In the microstructure of cross section of *Yukwa* base, air cell size was larger and cell wall was thicker as moisture content increased. The sensory evaluation of the *Yukwa* base showed that color and flavor were not significantly different among samples, while taste, appearance, mouth feel, and overall preference were higher as moisture contents decreased.

Key words: *Yukwa* base, extruder, moisture content, rice flour, glutinous rice flour

서 론

유과는 찹쌀과 콩을 이용하여 팽화시킨 과정류로서 다공질 조직으로 인하여 맛과 질감이 독특하므로 명절음식, 의례용 음식, 간식 및 후식 등으로 선호되고 있는 우리나라 고유의 전통 가공식품이다. 전통적인 유과의 제조방법은 찹쌀의 수침, 제분, 반죽, 가열, 짜리치기, 반대기 만들기, 팽화과정을 거쳐 제조되며(1), 대부분 소규모 가내 수공업으로 이루어지고 있다. 그러나 유과는 제조방법이 까다롭고 시간과 노력이 많이 필요하며, 제조과정 및 조건에 따라 유과의 형태 및 질감에 많은 차이가 있을 뿐만 아니라, 유과제조에 실패율이 높기 때문에 균일한 품질 유지를 위해 전문성이 크게 요구된다. 유과의 품질 요인은 팽화율 및 경도, 질감 등에 좌우되며, 유과의 품질에 영향을 미치는 요인은 제조과

정의 각각의 단계에서 여러 가지 변인이 작용하게 된다. 따라서 유과의 제조기술 개발과 더불어 수작업 제조공정을 기계화하여 일정한 제품을 신속하게 대량 생산할 수 있는 방안의 모색은 매우 중요하다고 하겠다.

그동안 여러 연구자들에 의하여 유과의 가공공정(1,2), 제조조건에 따른 유과의 품질특성(3,4), 팽화방법 개선(5), 첨가물의 종류 및 사용량에 따른 품질비교(6-9), 유과의 산화 방지를 위한 저장효과(10-12) 및 유과의 제조장치에 대한 연구(13)가 진행되어 왔으며, 최근 Lee 등(14)에 의해 유과 제조방법의 하나로 extruder를 사용한 연구가 시도되었다. 식품압출성형(food extrusion)은 가열, 압축, 전단력 및 팽윤 등의 여러 가지 작용에 의하여 cooking과 성형이 동시에 되기 때문에(15) 식품산업에서 스낵, 시리얼, 유아식, 영양강화식이 및 애완동물식이 등을 대량으로 제조하는데 널

*Corresponding author. E-mail: coj@suncheon.ac.kr
Phone: 82-61-750-3692, Fax: 82-61-750-3690

리 사용되고 있다. 식품의 압출성형은 extruder에서 공급되는 수분함량, screw speed, feed rate, die 크기 등에 따라 여러 가지 원료를 혼합하여 다양한 형태와 질감의 제품을 제조할 수 있어 여러 가지 식품제조에 대한 연구가 많이 보고되었다(16-20). 특히 전통적인 유과는 기름에 의한 팽화 과정을 거치나, extruder로 유과를 제조할 경우 압출성형에 의하여 팽화되기 때문에 유과의 저장성은 현저하게 개선될 수 있다. 따라서 extruder에 의한 유과의 대량 생산 및 자동화를 위하여 압출성형의 조건과 사용 재료의 종류 및 비율에 따라 유과의 제조방법을 표준화하는 연구가 필요한 실정에 놓여있다.

본 연구는 extruder를 이용하여 전통적인 유과의 품질 특성을 재현하기 위한 방법의 일환으로 찹쌀가루, 쌀가루 및 콩가루 혼합물을 extrusion 제조에 따라 유과바탕을 제조하여 유과바탕의 specific volume, 색도, x-ray회절도, breaking strength, 단면구조, 관능검사 등 품질 특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재료

유과바탕 제조에 사용된 재료는 찹쌀가루(Milled sweet rice flour, KODA FARMS Inc., Dospelos, CA, USA), 쌀가루(RM-100 RIV LAND, Huston, TX, USA), 탈지콩가루(063-100 Baker soy flour 93-902-HB protein specialties division, Decatur, IL, USA), 소금(Morton International Inc., Chicago, IL, USA)이다.

유과바탕의 제조

유과바탕의 제조는 우리나라 전통적인 방법에 준하여 찹쌀가루와 콩가루를 주원료로 하여 extruder의 여러 가지 조건에서 실험하였으나 점착성이 강하고 지나치게 팽화되어 성형의 어려움이 있었기 때문에 예비실험을 통하여 찹쌀가루와 쌀가루를 1:1로 혼합한 후 유과바탕의 품질이 우수한 수분함량 17%를 중심으로 하여 실험하였다. 사용된 재료는 Table 1과 같은 비율로 계량하여 믹서기(Double Action Mixer; model 100 DA70, Leland Southwest, Fort Worth, TX, USA)로 1시간 동안 혼합하였다. 유과바탕의 제조는 extruder(MPF-50/25, APV Baker, Twin Screw Food Extruder, Grand Rapids, MI, USA)를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 제조한 다음 65±1°C 건조기에서 7분 건조한

후 실온에서 15분 동안 풍건하여 수분함량이 약 10% 내외가 되도록 하여 밀봉한 후 시료로 사용하였다.

Extrusion 조건

압출성형실험은 extruder를 이용하여 길이와 직경비율은 25:1로 하였고, die 직경 50 mm, 온도는 6개 barrel zone에서 각각 26.7, 26.7, 51.7, 93.3, 121.1, 121.1°C로 하여 실험하였다. Feed 수분함량은 16~18%, screw 속도는 300 및 400 rpm로 하였고, feed rate는 45.4 kg/hr를 유지하였다. 모든 barrel과 제품 온도, die 압력, die 온도, % torque, screw speed, feed rate는 MACS PL-1000 data acquisition system(Elexor Associates, Morris Plains, NJ, USA)과 IBM PC-AT/XT compatible computer(Northgate, Plymouth, MN, USA)로 자동통제 하였다.

중량 및 부피 측정

유과바탕의 길이와 직경은 Caliper(No. CD-6°C Mitutoyo Co., Kawasaki, Japan)를 이용하여 시료 50개를 각각 측정하여 평균값을 구하였고, 무게는 시료 50개의 무게를 6회 측정하였다. 유과바탕의 실부피는 시료 50개를 믹서(Commercial Blender, model 51BL31, Waring Commercial, Torrington, CT, USA)로 2분간 고속으로 마쇄한 후 40 mesh로 하여 메스실린더로 측정하였고, 유과바탕 자체의 부피는 종자치환법(21)으로 측정하였다. True density는 무게를 실부피로 나누어 나타냈고, bulk density는 유과바탕의 무게를 부피로 나누었으며, specific volume은 1/bulk density로 나타냈다.

수분흡착지수(WAI, water absorption index)와 수분용해지수(WSI, water solubility index)

WAI 및 WSI는 AACC방법(56-20)에 따라 실험하였다(22). 40 mesh로 마쇄한 시료(A) 2.0±0.005 g을 40 mL 둥근 원심관에 넣고 20 mL의 증류수를 가한 후, voltex로 1분 혼합한 후 25°C 진탕 수욕조에서 30분 교반한 다음 원심분리기(model J2-21M/E centrifuge, Beckman Instruments, Palo Alto, CA, USA)로 1,000×g에서 15분 동안 원심분리 하였다. 상등액은 증발접시에 따른 후 침전물의 무게를 측정하였다. 증발접시에 따른 상등액은 105°C 오븐에서 24시간 건조하여 방냉한 후 무게를 측정하였고 다음 식에 의하여 계산하였다.

$$WAI = \frac{(\text{Weight of sediment} + \text{Tube}) - (\text{Weight of tube})}{\text{Sample dry weight}}$$

Table 1. Independent variable levels of Yukwa base

Samples	Ingredients (%)				Extrusion condition		
	Glutinous rice flour	Rice flour	Defatted Soy flour	Salt	Moisture content (%)	Screw speed (rpm)	Feed rate (kg/hr)
1	47.5	47.5	5	1	16.0	400	43.4
2	47.5	47.5	5	1	17.0	300	43.4
3	47.5	47.5	5	1	17.0	400	43.4
4	47.5	47.5	5	1	18.0	300	43.4

$$\text{WSI} = \frac{(\text{Weight of container} + \text{Dried supernatant}) - (\text{Weight of container})}{\text{Sample dry weight}}$$

색도 측정

색도는 색차계(Chroma Meter CR-410, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 값을 5회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

유과바탕의 단면 측정

유과바탕의 단면은 Video Microscope System(ICS-305B, Sometch Co., Seoul, Korea)을 이용하여 유과바탕의 단면을 절단한 후 40배 확대하여 관찰하였다.

유과바탕의 X-선 회절도 분석

X-선 회절도는 X-ray diffractometer(Rigaku Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 target: Cu-K α , filter: Ni, voltage: 35 Kv, current: 15 mA, time constant: 1 sec, F.S.R: 1×10^3 cps 조건으로 회절각도(2 θ) 4 $^\circ$ ~40 $^\circ$ 까지 회절 시켜 분석하였다. 상대적 결정화도는 X-선 회절도에서 회절강도가 최소가 되는 점들을 곡선으로 연결하여 윗부분의 면적(Ac)을 결정 부분으로, 아래 부분의 면적(Aa)을 비결정 부분으로 나누어 Ac/(Aa + Ac)를 상대적 결정화도로 계산하였다(23).

Texture Analyser에 의한 breaking strength와 TPA 측정

유과바탕의 breaking strength는 Texture Analyzer(TA-HDi Texture Technologies Co., Scarsdale, NY, USA)를 사용하여 측정하였다. 기기의 측정조건은 test type: measure force in tension, test speed: 1.0 mm/sec, distance: 25 mm, road cell: 50 kg, calibration probe: Warner-Bratzler shear blade로 하였다. Breaking strength는 유과바탕의 중앙 단면을 자른 후 최대 shear force를 단면 면적으로 나누어 계산하였으며, 10회 반복실험 하였다. TPA(Texture Profile Analysis)는 Texture Analyzer(TA-XT2^R Texture Technologies Co.)를 사용하여 측정하였으며, test speed: 1.0 mm/sec, load cell: 25 kg, calibration probe: 20 mm cylinder probe, strain: 30% 조건에서 실험하였다.

관능검사

관능검사는 식품을 전공한 한국 유학생과 교민들을 대상

으로 panel을 15(남 5, 여 10)명 구성하여 검사 실시 전에 model system과 시료를 이용하여 예비실험을 한 후 본 실험에 응하도록 하였다. 즉 유과바탕을 모양이 같은 용기에 각각 담아 오전 11시경에 평가하였고 평가내용은 색(color), 맛(taste), 향미(flavor), 입안에서의 느낌(mouth feel) 및 전체적인 기호도(overall preference)를 7점 척도법으로 평가하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 SPSS(Statistics Package for the Social Science, Ver. 12.1 for Window) 프로그램을 이용하여 통계처리 하여 분석하였다. 분석방법으로는 평균, 표준편차 및 분산분석 등을 실시했으며, Duncan's multiple range test를 통하여 사후검정 하였다.

결과 및 고찰

유과바탕의 크기 및 비용적

참쌀가루, 쌀가루, 콩가루 및 소금을 첨가하여 extruder로 제조한 유과바탕의 길이, 직경 및 비용적은 Table 2와 같았다. 유과바탕의 길이는 extruder에서 공급되는 수분함량이 16%, screw 속도가 400 rpm일 때 4.10 cm으로 가장 길었고, extruder에서 공급된 수분함량이 18%, 300 rpm일 때 2.77 cm으로 짧았다. 반면에 직경은 수분함량 17%, 300 및 400 rpm에서 작게 나타났으나 두 그룹 간 유의적인 차이는 없었다. True density는 수분함량 18%, 300 rpm에서 높게 나타났다. 비용적은 수분함량 16%, screw 속도가 400 rpm일 때 10.16으로 가장 높았고, 수분함량 18%, 300 rpm일 때 7.93으로 가장 낮게 나타났다. 수분함량이 17%인 경우 screw 속도 300 rpm보다 400 rpm일 때 비용적은 더 높았으나 유의적인 차이는 없었다. Wu 등(24)은 압출성형 시 수분함량은 비용적에 가장 많은 영향을 미친다고 하였으며 flaxseed-corn puff의 수분함량을 16%에서 20%로 증가하였을 때 비용적은 유의적으로 감소하였다고 하였다. 이러한 이유는 수분함량이 증가하면 제품의 온도가 내려가기 때문에 팽창이 덜 되어 비용적이 감소한다고 하였다. Liu 등(25)도 extruder에서 공급되는 수분함량은 제품품질에 영향을 주는 중요한 인자로서 혼합시료의 종류와 비율에 따라 차이가 있으나 수분함량이 많을 때 크기가 작아졌다고 보고하였다.

Table 2. Size and specific volume of *Yukwa* base

Samples ¹⁾	Size (cm)		True density (g/cm ³)	Bulk density (g/cm ³)	Specific volume (cm ³ /g)
	Length	Diameter			
1	4.10 ± 0.29 ^{2)a3)}	1.20 ± 0.11 ^a	0.80 ± 0.02 ^b	0.10 ± 0.00 ^c	10.16 ± 0.44 ^a
2	3.00 ± 0.27 ^c	1.14 ± 0.06 ^b	0.85 ± 0.03 ^a	0.11 ± 0.00 ^b	8.84 ± 0.37 ^b
3	3.29 ± 0.17 ^b	1.13 ± 0.15 ^b	0.81 ± 0.01 ^b	0.11 ± 0.00 ^b	9.00 ± 0.24 ^b
4	2.77 ± 0.23 ^d	1.16 ± 0.06 ^{ab}	0.87 ± 0.06 ^a	0.13 ± 0.00 ^a	7.93 ± 0.25 ^c

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾All values are mean ± SD (size n=50, density, specific volume n=6).

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

Table 3. Hunter's color value of *Yukwa* base

Samples ¹⁾	L	a	b
1	82.07±0.10 ^{2)bc3)}	0.45±0.02 ^a	12.73±0.14 ^d
2	82.23±0.32 ^{ab}	0.43±0.01 ^b	12.65±0.07 ^{ab}
3	82.22±0.11 ^{ab}	0.44±0.02 ^{ab}	12.63±0.06 ^{ab}
4	82.40±0.04 ^d	0.26±0.00 ^c	12.58±0.05 ^b

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=5).

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

유과바탕의 색도

Table 3은 유과바탕의 색도를 측정된 결과를 나타낸 것이다. 유과바탕의 색도 중 L값은 수분함량이 18%, screw 속도 300 rpm에서 82.40으로 유의적으로 높게 나타났다. a, b값은 수분함량이 16%, screw 속도 400 rpm에서 가장 높았고 수분함량이 18%, 400 rpm에서 가장 낮게 나타났다. 수분함량이 많은 경우 L값은 높고 a값 및 b값이 낮게 나타났다. 수분함량 17%에서 screw 속도가 300 rpm과 400 rpm의 경우 L값과 b값은 유의적인 차이가 없었다. Liu 등(25)은 압출성형과정에서 나타나는 색도는 혼합 재료의 종류 및 비율에 따라 차이는 있으나, 압출성형 한 oat-corn puff의 색도는 수분함량이 screw 속도보다 더 많은 영향을 미쳤다고 하였다.

유과바탕의 수분흡착지수(WAI) 및 수분용해지수(WSI)

유과바탕의 수분흡착지수와 수분용해지수는 Table 4와 같았다. 유과바탕의 수분흡착지수는 공급되는 수분함량이 많을수록 증가되어 수분함량 18%, screw 속도 300 rpm에서는 6.00으로 가장 높았고, 수분함량 17%인 경우 screw 속도 300, 400 rpm에서 각각 5.69, 5.43으로 screw 속도가 낮을 때 수분흡착지수는 더 높게 나타났다. Jin 등(26)에 의하면 screw 속도가 낮은 경우 전분의 손상이 적어 친수성기의 이용으로 인하여 물 분자와 더 많이 결합하기 때문에 수분흡착지수는 증가한다고 하였다. 수분용해지수는 수분함량 16%, screw 속도 400 rpm일 때 0.22로 가장 높았고, 수분함량 17%, screw 속도 400 rpm 순으로 높게 나타났으나 그룹 간 유의적인 차이는 없었다. Wen 등(27)에 의하면 수분용해지수는 혼합물의 종류와 비율에 따라 차이는 있으나, 전분으로부터 용해된 분자의 함량과 관계가 있기 때문에 screw 속도가 증가하면 손상된 전분의 양이 많아져 수분용해지수

Table 4. Water absorption index (WAI) and water solubility index (WSI) of *Yukwa* base

Samples ¹⁾	WAI	WSI
1	5.12±0.21 ^{2)bc3)}	0.22±0.01 ^a
2	5.69±0.11 ^{ab}	0.19±0.01 ^{bc}
3	5.43±0.23 ^{bc}	0.21±0.02 ^{ab}
4	6.00±0.07 ^a	0.18±0.01 ^c

¹⁾Refer to the Table 1.

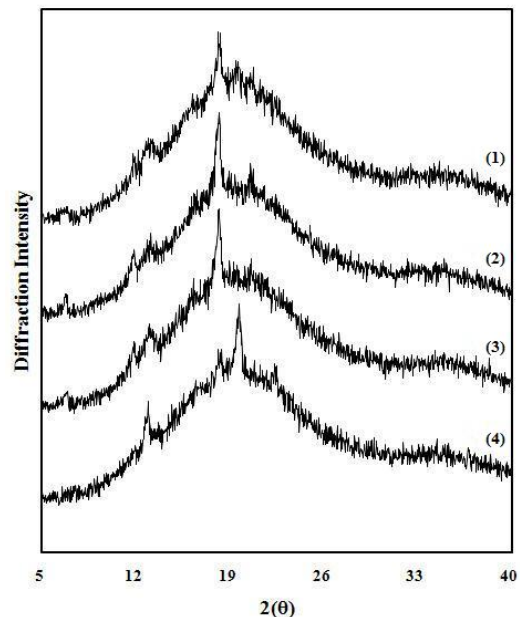
²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

는 증가한다고 하였다. 또한 Jin 등(26)의 보고에 의하면 수분흡착지수와 수분용해지수는 비용적과 관련이 있으며, 비용적이 높을수록 즉, 팽창이 많이 될수록 수분흡착지수는 낮고, 수분용해지수는 높다고 하였는데 본 실험과 같은 경향을 나타냈다.

유과바탕의 x-ray 회절도

유과바탕의 x-ray 회절도를 측정하여 Fig. 1 및 Table 5에 나타내었다. 수분함량 16% 및 17%에서는 1환(6.5°)과 4a(18.3°)환이 뚜렷한 B도형을 나타냈으며, 수분함량 18%, screw 속도 300 rpm에서는 1환(6.5°)이 없고 4a(18.3°), 4b(19.8°)환이 뚜렷한 A도형을 나타냈다(28). 수분함량 16%, screw 속도 400 rpm 및 17%, 400 rpm 조건에서는 유과바탕의 비용적이 높았는데(Table 2), 이 조건에서는 20°(2θ) 이상에서 peak가 나타나지 않았다. Kim과 Lee(29)는 압출성형 한 옥수수전분에서 바렐 온도가 상승하였을 때 20°(2θ) 이상에서 peak가 나타나지 않았다고 하였고, 2θ값이 클수록 결정격자 면간 거리 d가 작아지는데 여기에서 peak가 나타나지 않은 것은 조밀한 결정구조가 붕괴되고 느슨한 결정구조

Fig. 1. X-ray diffraction patterns of *Yukwa* base.Table 5. X-ray diffraction patterns and degree of crystallinity of *Yukwa* base

Samples ¹⁾	X-ray patterns	Degree of crystallinity (%)
1	B	10.01±0.35 ^{2)bc3)}
2	B	10.51±0.24 ^a
3	B	10.47±0.18 ^a
4	A	10.54±0.27 ^a

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=2).

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

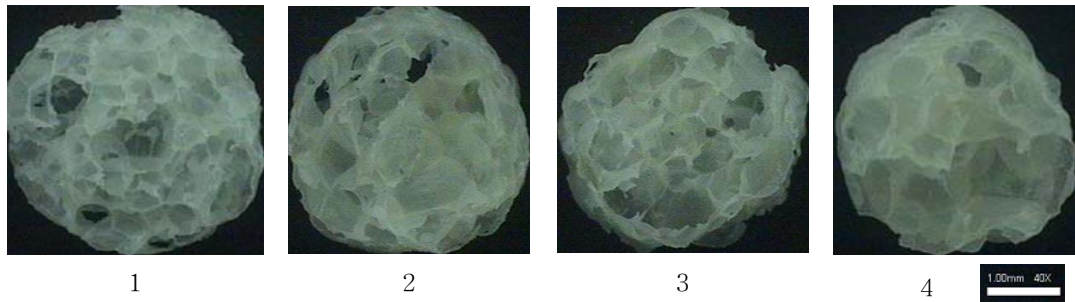


Fig. 2. Microstructure of cross section of Yukwa base by videomicroscope (40X).

들이 약간 잔존하는 것으로 보고하였다. 회절강도가 최소가 되는 점들을 연결하여 계산한 상대적 결정화도의 결과는 수분함량 16%, screw 속도 400 rpm에서 가장 낮게 나타났으며, 수분함량 17%, 18%에서는 유의적인 차이가 없었다.

유과바탕의 단면 구조

유과바탕의 단면을 40배로 확대하여 관찰한 내부 구조는 Fig. 2와 같았다. 유과바탕의 기공 크기는 수분함량이 18%인 경우 가장 크게 나타났고 단위면적당 기공의 수는 가장 작았으며 세포벽이 두껍게 나타났다. 수분함량이 16%인 경우 기공의 크기가 더 작고 치밀한 특징을 나타냈다. 수분함량 17%에서 400 rpm의 기공의 크기는 300 rpm보다 더 작았고, 기공의 수는 더 많이 나타났다. Jin 등(26)과 Moore 등(30)은 압출성형 시 제품의 내부구조는 압출성형의 조건, 섬유소, 설탕, 소금 등의 첨가물의 종류와 양에 따라 내부구조가 차이가 있다고 하였고, 첨가된 섬유소의 양이 증가하면 세포벽은 두꺼워지고 세포크기는 작아진다고 하였다. 유과바탕의 내부구조는 팽창의 정도를 나타내는 비용적(Table 2)과는 밀접한 관계가 있으며 수분함량이 증가할수록 비용적은 감소한(Table 2) 반면 유과바탕의 내부구조는 기공의 크기가 크고 세포벽이 두꺼웠다. 이와 같이 유과바탕의 다공

성의 내부구조는 팽창 정도를 나타내는 비용적뿐만 아니라 제품의 질감과 품질에도 큰 영향을 미치는 중요한 요소라고 할 수 있다.

유과바탕의 breaking strength와 텍스처 특성

유과바탕의 breaking strength를 측정된 결과는 Table 6과 같았다. Breaking strength는 최대힘을 유과바탕 단면의 면적으로 나눈 값으로서 수분함량 16%, screw 속도 400 rpm에서 15.68로 가장 낮게 나타났고, 수분함량 18%, 300 rpm에서 23.21로 가장 높게 나타났으나, 수분함량 17%, 18%에서는 유의적인 차이는 없었다. Jin 등(26)은 breaking strength는 압출성형한 제품의 미세구조와 관련이 있으며 세포벽이 두꺼우면 breaking strength가 높다고 하였는데, 본 실험에서도 유사한 결과를 나타냈다. Texture analyzer에 의하여 분석한 TPA에서 hardness도 수분함량이 낮을 때 낮게 나타났는데, 수분함량이 16%의 경우 hardness와 gumminess가 가장 낮았고 chewiness는 높게 나타났다. 수분함량이 17%의 경우 400 rpm에서 제조한 유과바탕이 300 rpm에서 제조했을 때보다 경도가 더 낮게 나타났다.

유과바탕의 관능검사

유과바탕의 관능검사 결과는 Table 7과 같았다. 유과바탕

Table 6. Breaking strength and TPA of Yukwa base by texture analyzer

Samples ¹⁾	Breaking strength (g/mm ²)	Hardness	Chewiness	Gumminess
1	15.68±0.41 ²⁾³⁾	3326.08±221 ^b	19.59±1.75 ^a	115.28±11.70 ^b
2	23.79±0.93 ^a	3660.38±280 ^{ab}	18.06±1.65 ^{ab}	138.98±10.38 ^{ab}
3	23.21±1.14 ^a	3447.78±211 ^b	19.23±0.86 ^a	128.24±11.66 ^c
4	23.83±1.12 ^a	3817.62±306 ^a	17.94±1.50 ^b	163.10±10.78 ^a

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=10).

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

Table 7. Sensory evaluation of Yukwa base

Samples ¹⁾	Color	Flavor	Taste	Appearance	Mouth feel	Overall preference
1	3.09±0.18 ²⁾	3.29±0.23	3.85±0.17 ^{a3)}	2.79±0.30 ^a	4.28±0.37 ^a	3.50±0.64 ^a
2	3.13±0.19	3.25±0.20	3.28±0.57 ^b	2.34±0.24 ^{bc}	3.35±0.22 ^c	2.59±0.15 ^c
3	3.07±0.37	3.20±0.19	3.25±0.22 ^b	2.51±0.18 ^b	3.95±0.30 ^b	3.10±0.46 ^b
4	3.15±0.23	3.17±0.22	2.81±0.21 ^c	2.21±0.26 ^c	3.00±0.67 ^d	2.37±0.31 ^c

¹⁾Refer to the Table 1.

²⁾All values are mean±SD (n=15).

³⁾The different letters within a column are significantly different at p<0.05.

의 색에 대한 기호도는 수분함량 18%, screw 속도 300 rpm의 경우 가장 높게 나타나 색도(Table 3)에서 보는 바와 같이 L값이 높고, a, b값이 낮은 유과바탕을 더 선호한다고 생각되었으나, 유의적인 차이는 없었다. 향미에 대한 기호도는 수분함량 17%, screw 속도 400 rpm에서 높았으나 그룹 간 유의적인 차는 없었다. 맛, 외관, 입안에서의 느낌 및 전체적인 선호도는 수분함량 16%, screw 속도 400 rpm에서 가장 높게 나타났다. 이는 유과바탕의 크기(Table 2), 내부구조(Fig. 2), 상대적 결정화도(Table 5), breaking strength, hardness(Table 6)의 실험결과와 밀접한 관계가 있다고 생각되며, 유과바탕의 비용적이 크고, 내부구조의 기공의 크기가 작으며 세포벽이 얇고, 상대적 결정화도, breaking strength 및 hardness가 낮을 때 선호도가 높은 것으로 나타났다.

요 약

찹쌀가루, 쌀가루, 탈지콩가루 및 소금을 첨가하여 수분함량 16~18%, screw 속도 300 및 400 rpm, feed rate 43.4 kg/hr 조건에서 extruder로 제조한 유과바탕의 특성은 다음과 같았다. 길이, 직경 및 비용적은 extruder에서 공급되는 수분함량이 낮을수록 크게 나타났다. 유과바탕의 색도 중 L값은 수분함량이 많을수록 높은 반면, a값 및 b값은 낮게 나타났다. 유과바탕의 수분흡착지수는 수분 함량이 많을수록 유의적으로 증가되었다. 유과바탕의 x-ray 회절도는 수분함량 16% 및 17%에서는 B도형을 나타냈으며, 수분함량 18%에서는 A도형을 나타냈다. 상대적 결정화도와 breaking strength는 수분함량 16%에서 가장 낮게 나타났으며, 17%, 18%에서는 유의적인 차이가 없었다. TPA에서 hardness는 수분함량 16% 및 17%, screw 속도 400 rpm에서 가장 낮게 나타났다. 유과바탕의 단면을 40배로 확대하여 관찰한 유과바탕은 수분함량이 증가할수록 기공의 크기가 컸고 세포벽은 두꺼웠다. 유과바탕의 관능검사 결과 수분함량에 따른 색과 향미에 대한 기호도는 유의적인 차이는 없었으나, 맛, 외관, 입안에서의 느낌 및 전체적인 선호도는 수분함량이 낮을수록 기호도는 높게 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2006년 순천대학교 학술연구비 공모과제로 연구되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for yukwa making, a Korean puffed rice snack (I): Steeping and punching process. *Korean J Food Sci Technol* 34: 597-603.
- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for yukwa making, a Korean puffed rice snack (II): Pelleting drying, conditioning and additives. *Korean J Food Sci Technol* 34: 818-823.
- Choi YH, Yun EK, Kang MY. 2000. Comparison of some characteristics relevant to Yukwa (fried rice cookie) made by different processing conditions. *J East Asian Soc Dietary Life* 10: 55-61.
- Lee YH, Kum JS, Ku KH, Chun HS, Kim WJ. 2001. Changes in chemical composition of glutinous rice during steeping and quality properties of Yukwa. *Korean J Food Sci Technol* 33: 737-744.
- Shin DH, Kim MK, Chung TK, Lee HY. 1990. Shelf-life study of Yukwa (Korean traditional puffed rice snack) and substitution of puffing medium to air. *Korean J Food Sci Technol* 22: 266-271.
- Yu C, Choi HW, Kim CT, Ahn SC, Choi SW, Kim BY, Baik MY. 2007. Physicochemical properties of cross-linked waxy rice starches and its application to Yukwa. *Korean J Food Sci Technol* 39: 534-540.
- Lee KA. 2008. Effects of coating syrup with water-soluble extracts of Gugija (*Lycii fructus*) on the quality characteristics of Yukwa. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 480-486.
- Park GS, Lee GS, Shin YJ. 2001. Sensory and mechanical characteristics of Yukwa added safflower seed powder. *J Korean Soc Food Sci Nur* 30: 1088-1094.
- Kim HS, Kim SN. 2001. Effect of addition of green tea powder and *Angelica keiskei* powder on the quality characteristics of Yukwa. *Korean J Food Cookery Sci* 17: 246-254.
- Park YJ, Chun HS, Kim SS, Lee JM, Kim KH. 2000. Effect of nitrogen gas packing and γ -oryzanol treatment on the shelf life of Yukwa (Korean tradition snack). *Korean J Food Sci Technol* 32: 317-322.
- Kum JS, Lee YH, Ahn YS, Kim YJ. 2001. Effects of antioxidants on shelf-life of Yukwa. *Korean J Food Sci Technol* 33: 720-727.
- Park JN, Kweon SY, Park JG, Han IJ, Song BS, Choi JI, Kim JH, Byun MW, Kim JG, Lee JW. 2008. Effects of tea powder with different fermentation status on the quality characteristics of Yukwa during storage. *J Korean Soc Food Sci Nur* 37: 367-372.
- Shin DH, Choi U. 1991. Studies on mechanization of Yukwa making. *Korean J Food Sci Technol* 23: 212-216.
- Lee SY, Jang SY, Park MJ, Kim BK. 2007. The quality and storage characterization of extrusion-puffed Yukwa. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 369-377.
- Chung MY, Lee SJ. 1997. Effect of the energy of extrusion on the starch gelatinization. *Korean J Food Sci Technol* 29: 72-76.
- Jim T, Lee ES, Hong ST, Ryu GH. 2007. Manufacturing of goami flakes by using extrusion process. *Korean J Food Sci Technol* 23: 212-216.
- Singh N, Smith AC. 1997. A comparison of wheat starch, whole wheat meal and oat flour in the extrusion cooking process. *J Engineering* 34: 15-32.
- Lin S, Hsieh F, Huff HE. 1997. Effects of lipids and processing conditions on degree of starch gelatinization of extruded dry pet food. *Lebensm Wiss u Technol* 30: 754-761.
- Pansawat N, Jangchud K, Jangchud A, Wuttijumnong P, Saalia FK, Eitenmiller RR, Phillips RD. 2008. Effects of extrusion conditions on secondary extrusion variables and physical properties of fish rice-based snacks. *Food Sci Technol* 41: 632-641.
- Altan A, McCarthy KL, Maskan M. 2008. Evaluation of snack foods from barley-tomato pomace blends by extrusion processing. *J Food Engineering* 84: 231-242.

21. Pyler EJ. 1975. Physical and chemical test methods. In *Baking Science and Technology*. Sosland Pub. Co., Kansas, USA. Vol II, p 891-895.
22. AACC. 1983. *Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists*. 8th ed. St. Paul, MN, USA. Vol II, method 56-20.
23. Komiya T, Nara S, Tsu M. 1986. Change in crystallinity and gelatinization phenomena of potato starch by acid treatment. *Starch* 38: 9-14.
24. Wu W, Huff HE, Hsieh F. 2007. Processing and properties of extruded flaxseed-corn puff. *J Food Processing Preservation* 31: 211-226.
25. Liu Y, Hsieh F, Heymann H, Huff HE. 2000. Effect of process conditions on the physical and sensory properties of extruded oat-corn puff. *J Food Sci* 65: 1253-1259.
26. Jin Z, Hsieh F, Huff HE. 1995. Effects of soy fiber, salt, sugar and screw speed on physical properties and microstructure of corn meal extrudate. *J Cereal Sci* 22: 185-194.
27. Wen L, Rodis P, Wasserman BP. 1990. Starch fragmentation and protein insolubilization during twin-screw extrusion of corn meal. *Cereal Chem* 67: 268-275.
28. 二國二郎. 1961. 덴ンプンハンドブック. 朝倉書店, 東京, 日本. p 58-60.
29. Kim JY, Lee CH. 1998. Crystalline structure of the extrudate of high amylose corn starch. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1024-1028.
30. Moore D, Sanei A, Van Hecke E, Bouvier JM. 1990. Effect of ingredients on physical structural properties of extrudates. *J Food Sci* 55: 1383-1387.

(2009년 10월 9일 접수; 2009년 10월 26일 채택)