

비유탕 유과 제조를 위한 진공팽화기의 개발 및 공정변수에 따른 유과의 팽화특성

유제혁 · 류기형*
공주대학교 식품공학과

Development of Vacuum Puffing Machine for Non-deep Fried Yukwa and Its Puffing Characteristics by Process Variables

Je-Hyeok Yu and Gi-Hyung Ryu*

Department of Food Science and Technology, Kongju National University

Abstract

The aim of this study was to analyse the quality of Yukwa puffed by using a vacuum puffing machine and compare to deep-fried Yukwa. The effect of vacuum puffing condition including heating temperature(100-160°C), preheating time(0-8 min) and vacuum puffing time(5-20 min) on physical and microstructure characteristics of the Yukwa was investigated. Vacuum puffed Yukwa at 100°C heating temperature, 6 min preheating time and 10 min puffing time had highest value in volumetric expansion ratio(10.04) and lowest value in bulk density(0.15 g/cm³). The breaking strength showed the lowest value of 140 g/cm² in vacuum puffing Yukwa at 100°C heating temperature, 6 min preheating time and 15 min puffing time. The Yukwa puffed with the vacuum puffing machine at 100°C heating temperature, 6 min preheating time and 15 min puffing time had the higher value of bulk density and the lower value of volumetric expansion ratio than those of deep-fried Yukwa. Increasing preheating time and vacuum puffing time caused an increase in white and a decrease in yellowness. The vacuum-puffed Yukwa exhibited smaller and uniform cell structure, while deep-fried Yukwa exhibited apparently in larger pores inside and smaller pores near the surface layer. The optimum condition of vacuum puffing machine for the production of vacuum-puffing Yukwa was 120°C heating temperature, 4 min preheating time and 5 min puffing time.

Key words: Yukwa, vacuum puffing, puffing characteristics

서 론

과정류에 속하는 유과는 농경사회가 발달하고 불교사상이 성행했던 신라와 고려시대에 크게 발달하였으며, 제례, 혼례, 연회 등에 필수적인 음식이다. 현대에도 설, 추석과 같은 명절, 또는 혼례, 제사 등 각종 행사에 널리 이용되고 있다(Lee et al., 2003; Lim et al., 2003). 한과류에서 유과는 찹쌀을 주원료로 하며, 건조한 찹쌀반죽을 얇게 성형하여 기름에 튀겨 각종 강정고물을 묻힌 강정류로 분류된다(Lee et al., 1997; Kang & Ryu, 2002).

유과의 특징은 첫째, 다공성 조직을 가지며 고온에서 제조하기 때문에 무균적이며, 밀도가 낮은 가벼운 식품이다.

둘째, 수침공정에서 미생물의 작용이 관계되기 때문에 발효식품이라고 할 수 있다(Kim & Yang, 1982; Kang & Ryu, 2002). 셋째, 유과는 탄수화물과 주로 기름으로 팽화시키기 때문에 유지의 함량이 높아 칼로리가 높다. 또한 다공성이기 때문에 흡습으로 인한 물성의 변화와 취급 시 부서지기 쉬우며, 고온에서 지방의 산화로 인하여 저장 중 유과의 품질저하에 영향을 미치는 단점이 있다(Kim & Yang, 1982; Han, 1982). 이로 인해 30°C에서 4주 이상 저장이 어렵다는 보고도 있다(Shin et al., 1990). 저장성 향상을 위하여 산소 차단 포장(Shin & Choi, 1993), 항산화제 첨가 및 methyl cellulose 첨가 효과(Chun et al., 1997)에 관한 연구가 이루어졌다.

재래식 방법에서 유과의 튀김공정은 기름을 사용하여 반대기를 가열 시 포집된 수분이 팽창하면서 호화된 찹쌀 전분이 다공성 조직을 형성하게 된다. 이때 반대기의 조직에 물리 화학적 변화(기름의 침투, 팽화, 전분의 재호화, 향미 생성 등)가 단시간에 일어나는 공정이다(Kim et al., 1982; Kang & Ryu, 2002). 튀김 공정 후 저장 중 산패로 인하여

Corresponding author: Gi-Hyung Ryu, Department of Food Science and Technology, Kongju National University, Yesan, Choongnam 340-800, Republic of Korea

Tel: +82-41-330-1484; Fax: +82-41-335-5944

E-mail: ghryu@kongju.ac.kr

Received March 29, 2010; revised June 30, 2010; accepted July 1, 2010

과산화물이 생성되고, 3-4주 사이에 과산화물가가 급격히 증가한다(Shin et al., 1990). 과산화물은 발암 및 생체 방어시스템 저하, 생체 단백질 변화 및 효소 활성 저하 등 식품의 품질을 저하시키고 인체에 유해한 결과를 초래한다고 보고되었다(Lee et al., 1995; Hong et al., 2000; Park et al., 1988; Carroll, 1975; McCord, 1994; Jeon et al., 2004).

이러한 문제점을 해결하기 위해서 압출팽화공정을 이용하여 유과를 팽화시키는 방법(Lee et al., 2007), 소금을 이용하여 유과를 팽화시킨 방법(Lim et al., 2003), 팽화매체를 공기로 대체한 공기팽화법(Shin et al., 1990), 고압토출 방법으로 유과를 팽화시킨 방법(Han, 2002), 열전도체로 모래와 숯을 이용하여 유과를 팽화시킨 방법(Lee & Kim, 2004) 등이 연구 발표되었다.

식품가공에서 진공에 관련된 연구는 주로 진공건조로서 고추를 중심으로 연구된 농산물 저온진공건조 열적 특성에 관한 연구(Choe, 2001), 진공건조를 이용한 참나물의 품질변화 특성(Lee et al., 2000)을 비롯한 식품의 진공포장(Kang & Lee, 2007) 등 여러 분야에서 이용되고 있다. 진공을 이용한 팽화는 저온에서 팽화가 가능해지기 때문에 비타민이나 향 등을 첨가한 기능성 유과의 제조도 가능하지만, 진공팽화를 이용한 유과에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 비유당팽화유과의 생산을 위하여 진공팽화기를 설계 제작하고 진공팽화기 공정변수(가열온도, 예열시간, 진공팽화시간)에 따른 팽화유과의 품질특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

재료

반대기 제조에 사용된 찹쌀은 충남 예산에서 2008년 수확한 돼지찰벼이며, 반대기는 삼다리한과(충남 예산)에서 구입하여 진공팽화 및 유당팽화 유과시료의 제조에 사용하였다.

반대기 및 유당팽화

유당팽화 및 진공팽화에 사용된 반대기의 제조공정은 Fig. 1과 같다. 세척한 찹쌀을 상온의 물에서 14일간 수침한 다음 롤러밀을 이용하여 3회 분쇄하였다. 분쇄된 찹쌀 가루를 반죽의 내부온도가 95°C 이상 되도록 하여 60분간 증자하였다. 증자 후 호화된 찹쌀반죽을 편칭기로 옮겨 약 5분간 파리치기 한 반죽을 50°C에서 6-7시간 동안 1차 냉각 건조하였다. 건조 후 성형용 칼을 이용하여 5×2×0.5 cm³(길이×너비×두께)로 성형하였다. 성형 후 건조온도 50°C와 습도 90%에서 2차 건조하였다. 건조된 반대기 크기별로 선별 후 3-4°C에서 저온저장 하였다. 최종 수분함량은 17%로 측정되었다. 유당팽화는 반대기를 100°C의 식용유에서 1차 팽화 후 180°C에서 2차 팽화하여 유당팽화유과를 시료로 사

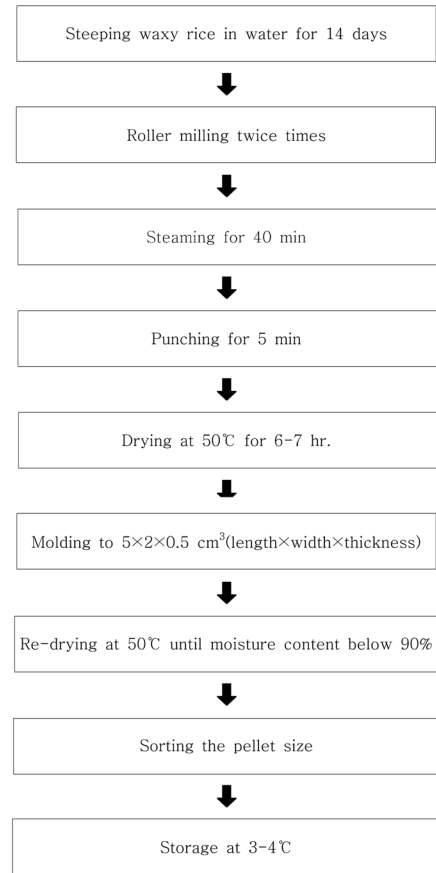


Fig. 1. Flow chart for the pellet manufacturing.

용하였다.

진공팽화기 및 진공팽화조건

진공팽화를 이용한 비유당팽화유과를 제조하기 위하여 실험용 진공팽화기를 인천공업사(Incheon Machinery Co., Incheon, Korea)와 공동으로 설계 제작하였다. 진공팽화기의 공정변수는 가열온도, 예열시간, 진공팽화시간으로 설정하였다. 가열온도는 100°C, 120°C, 140°C, 160°C, 180°C로 조절하였으며, 예열시간은 0, 2, 4, 6, 8분으로 조절하였다. 마지막으로 진공팽화시간은 각 가열온도 및 예열시간에 따라 5, 10, 15, 20분으로 조절하였다.

부피팽화율

유과의 부피팽화율은 차조를 이용한 종자치환법으로 부피를 측정하였으며, 팽화유과의 부피와 팽화 전 반대기의 부피의 비로 식(1)에 의하여 계산하였다.

$$VEI = \frac{V_x}{V_p} \quad (1)$$

VEI : Volumetric expansion index

V_y : Volume of puffed pellet(Yukwa)

V_p : Volume of pellet

체적밀도

체적밀도는 팽화유과의 질량을 구하기 위해서 차조를 이용한 종자치환법으로 계량컵을 이용하여 측정한 질량으로부터 계산된 유과 부피의 비로서 식(2)을 이용하여 구하였다.

$$\rho_y = \frac{M}{M + M_0 - M_1} \rho_m \quad (2)$$

ρ_y : Bulk density of Yukwa

ρ_m : Bulk density of millet

M : Mass of Yukwa

M_0 : Mass of millet in cup

M_1 : Mass of millet and Yukwa in cup

절단강도

Sun Rheometer(Compac-100 II, Sun Sci. Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 유과의 절단강도(F_{bs})를 측정하였다. 측정조건은 최대하중 10 kg, 지지대 이동속도 120 mm/min이며, probe는 칼날형(0.01 mm)을 사용하였다. Ryu & Ng (2001)의 식을 응용한 식(3)으로 계산하였다.

$$F_{bs} = F_s/S \quad (3)$$

F_{bs} : Breaking strength at cutting

F_s : Maximum stress of Yukwa

S : Cross-sectional area

색도

색채색차계(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 색도 L, a, b 값을 측정하였다. 명도(lightness, L), 적색도(redness, a), 황색도(yellowness, b)값을 측정하였으며, L값은 100(white)에서 0(black), a값은 +60(red)에서 -60(green), b값은 +60(yellow)에서 -60(blue)으로 나타내었다. 표준 백색판의 값은 L=97.26, a=-0.02, b=1.77이었다.

미세구조

전자의 이동을 용이하게 하기 위하여 절단한 진공팽화유과와 유탕팽화유과를 알루미늄판에 접착하여 진공상태에서 백금코팅처리를 하였다. 전처리 후 고분해능 주사전자현미경(MIRA LMH, Tescan, Czech)을 이용하여 팽화유과의 미세구조를 관찰하였다.

결과 및 고찰

진공팽화기

비유탕 진공팽화유과를 제조하기 위하여 가열실, 가열판,

진공실, 진공펌프, 제어기, 송풍팬, 압력게이지, 진공게이지 등으로 구성된 진공팽화기 시제품을 인천공업사(Incheon Machinery Co.)와 공동으로 설계 제작하였다. 진공팽화기의 외관과 설계도는 Figs. 2, 3과 같으며, 기기의 명칭과 기능은 다음과 같다.

① 가열실: 직접적으로 열을 가하는 공간으로 반대기에 일정시간동안 열을 가할 수 있도록 설계하였고, 40×43 cm² (직경×높이)인 원통형으로 제작하였다.

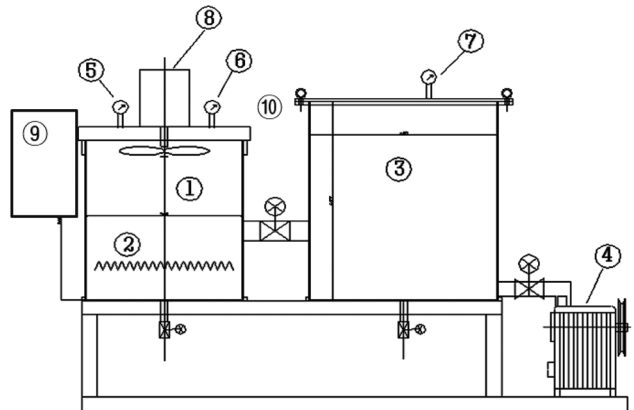
② 가열판: 가열실의 온도를 200°C까지 가열할 수 있는 가열판을 설치하였다.

③ 진공실: 원통형으로 가열실 내부의 공기를 제거하는데 사용하며, 46×51 cm²(직경×높이)으로 제작하였다.

④ 진공펌프: 진공실의 압력을 제거하기 위하여 진공펌프를 설계하였으며, 220/380 V, 전류 3.5/2.0 A, 60 Hz, 1730 rpm,



Fig. 2. Photograph of vacuum puffing machine for non-deep fried Yukwa.



1	Heat chamber	6	Vacuum gage
2	Heater	7	Vacuum gage
3	Vacuum chamber	8	Fan Motor
4	Vacuum pump	9	Control box
5	Pressure gage	10	Fan

Fig. 3. Assembly of vacuum puffing machine for non deep-fried Yukwa.

0.75 kW 인 3상유도전동기(LG-OTIS)를 사용하였다.

⑤ 가열실 압력계이지: 가열실 내부의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.

⑥ 가열실 진공계이지: 가열실 내부의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.

⑦ 진공실 진공계이지: 진공실 내부의 압력을 측정할 수 있도록 설계하였다.

⑧ 송풍팬 모터: 220 V, 40 W, 0.6 A, 70-1400 rpm, 50/60 Hz 인 모터를 사용하였다.

⑨ 제어기: 가열온도, 진공도, 송풍팬을 조절할 수 있도록 설치하였다. 최대가열온도는 200°C까지, 진공은 760 mmHg (0 기압), 송풍팬은 on/off가 가능하도록 설계하였다.

⑩ 송풍팬: 가열실에서 내부물질의 열전달을 신속하고 효율적으로 이루어지도록 설계 제작하였다.

가열온도 100°C에서 예열시간과 진공팽화시간이 짧은 초기엔 팽화가 일어나지 않았으며, 진공팽화 후 기공이 수축되는 현상이 발생하였다. 가열온도의 증가와 함께 예열시간이 증가하면 반대기에 갈변화 현상이 일어났다. 예열시간이 길어지면 팽화 전에 반대기에 갈변화 현상의 발생함과 건조되어 팽화가 일어나지 않았다. 가열온도 180°C 이

상에서 초기부터 유과에 탄화 현상이 발생함으로 실험에서 제외시켰다. 따라서 진공팽화기의 공정변수 범위는 가열온도 100-180°C, 예열시간 0-8분, 진공팽화시간 5-20분으로 하였다.

부피팽화율

가열온도, 예열시간, 진공팽화시간에 따른 진공팽화율과 부피팽화율은 Fig. 4와 같다. 가열온도 100°C와 120°C에서 예열시간과 진공팽화시간의 증가와 함께 부피팽화율은 증가하였지만, 가열온도 140°C에서는 예열시간 6분까지 증가하다가 이후에는 감소하였다. 이는 220-240°C의 온도 범위에서 팽화율보다 250°C에서 낮은 팽화율이 측정된 Kim(2001)의 연구결과와 일치하였다. 가열시간 160°C에서는 예열시간과 팽화시간이 짧아도 비교적 부피팽화율이 높은 편이었다. 가열온도 100°C, 예열시간 0분, 진공팽화시간 5분에서 0.98로 가장 낮았으며, 가열온도 100°C, 예열시간 6분과 진공팽화시간 10분에서 10.04로 가장 높았다. 진공팽화율과의 외관 및 내부조직과 예열시간과 진공팽화시간을 고려해 보았을 때 부피팽화율 9.47로 측정된 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분이 최적조건으로

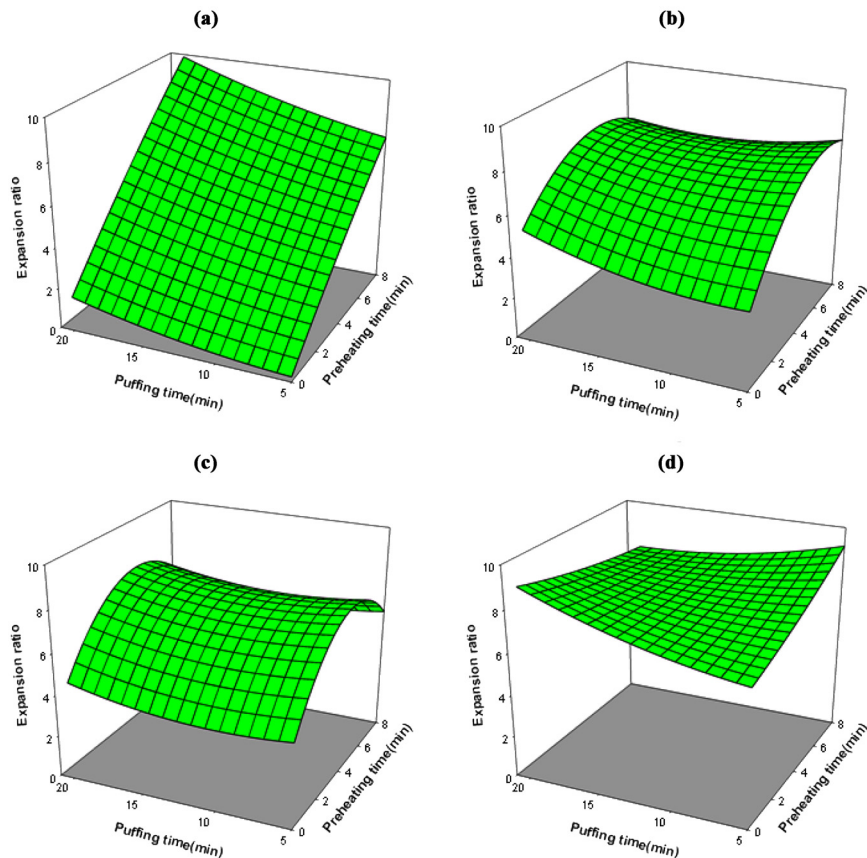


Fig. 4. Effect of vacuum puffing temperature and preheating time on volumetric expansion of Yukwa at heating temperature of 100°C(a), 120°C(b), 140°C(c) and 160°C(d).

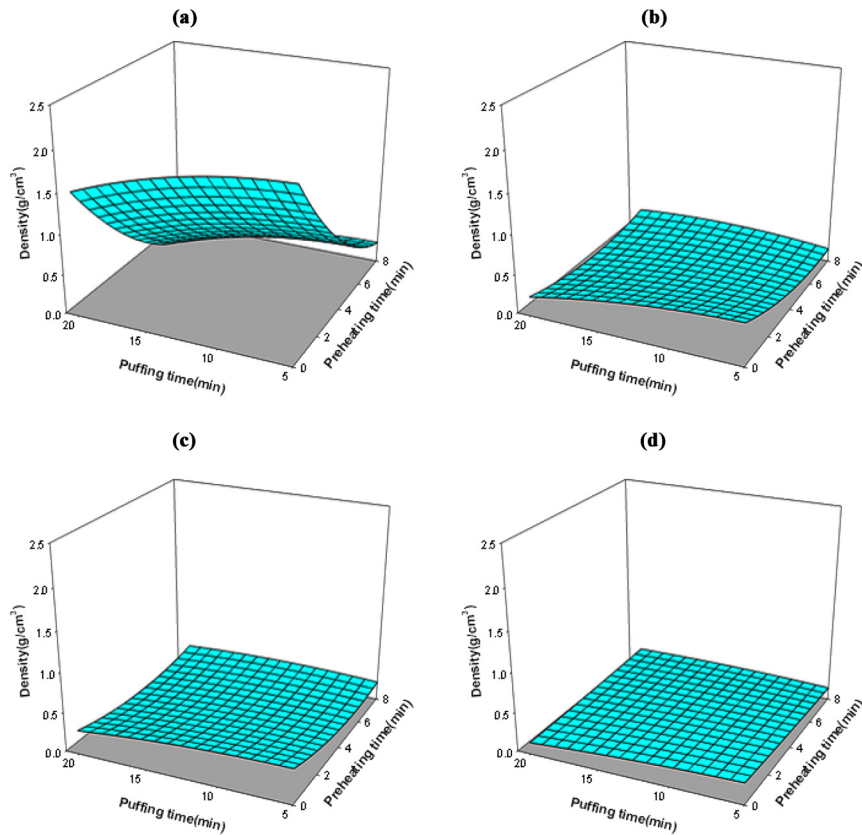


Fig. 5. Effect of vacuum puffing temperature and preheating time on bulk density of Yukwa at heating temperature of 100°C(a), 120°C(b), 140°C(c) and 160°C(d).

판단되었다. 유탕유과의 부피팽화율은 18.11로 측정되어, 진공팽화유과의 팽화율이 낮다는 것을 알 수 있었다. 이는 소금으로 팽화시킨 유과보다 기름으로 팽화시킨 유과가 길이는 약 10 mm 정도, 직경은 약 3-4 mm 정도 더 크게 팽화되었다는 Lim et al.(2003)의 연구결과와 유사하였다.

전체적으로 가열시간의 증가에 따라 부피팽화율은 증가하는 경향을 보였지만 가열온도와 예열시간의 증가가 유과 표면의 갈변화에 큰 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 가열온도의 증가에 따라 열전달이 신속하게 이루어지고 가열시간이 증가하면 찹쌀의 탄화현상이 발생하여 갈변화가 증가하는 것으로 판단되었다. Shin et al.(1990)의 팽화방법 개선 시험 연구에서도 가열 공기팽화 시 온도가 증가함에 따라 팽화율이 증가하고 고온에서 갈변화 현상이 나타났다는 결과와 일치하였다.

밀도

가열온도, 예열시간, 진공팽화시간에 따른 진공팽화유과의 밀도는 Fig. 5와 같다. 진공팽화유과의 밀도는 가열온도 100-140°C에서 예열시간과 진공팽화시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였지만 160°C에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 전반적으로 가열온도가 100°C에서 160°C로 증

가함에 따라 밀도는 감소하는 경향을 보였다. 반면에 Lim et al.(2003)의 유탕팽화 연구결과에서는 반대기가 130°C, 140°C까지는 감소하였다가 150°C, 160°C에서는 증가한 결과와 차이가 있었다. 이는 순간적으로 일어나는 진공팽화와 달리 소금을 이용하여 서서히 팽화시키기 때문에 고온에서는 표면의 경화가 먼저 진행되기 때문으로 사료되었다.

진공팽화유과의 밀도는 가열온도 100°C, 예열시간 6분, 진공팽화시간 10분에서 0.15 g/cm³로 가장 낮게 나타났다. 이는 유탕팽화유과의 밀도 0.12 g/cm³에 가장 근접했지만, 외관, 팽화에 걸리는 시간을 고려해 보았을 때 밀도 0.16 g/cm³로 측정된 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분을 최적조건으로 판단되었다. Lim et al.(2003)의 연구결과에서도 소금팽화유과의 밀도가 0.31 g/cm³로 측정되어 비유탕팽화유과의 밀도가 유탕유과의 밀도보다는 높은 것으로 측정되었다.

절단강도

가열온도 100-160°C에서 예열시간과 진공팽화시간의 변화에 따른 진공팽화유과의 절단강도 측정결과는 Fig. 6과 같다. 진공팽화유과의 절단강도는 밀도와 유사한 경향으로 가열온도 100-140°C에서 예열시간과 진공팽화시간이 경과

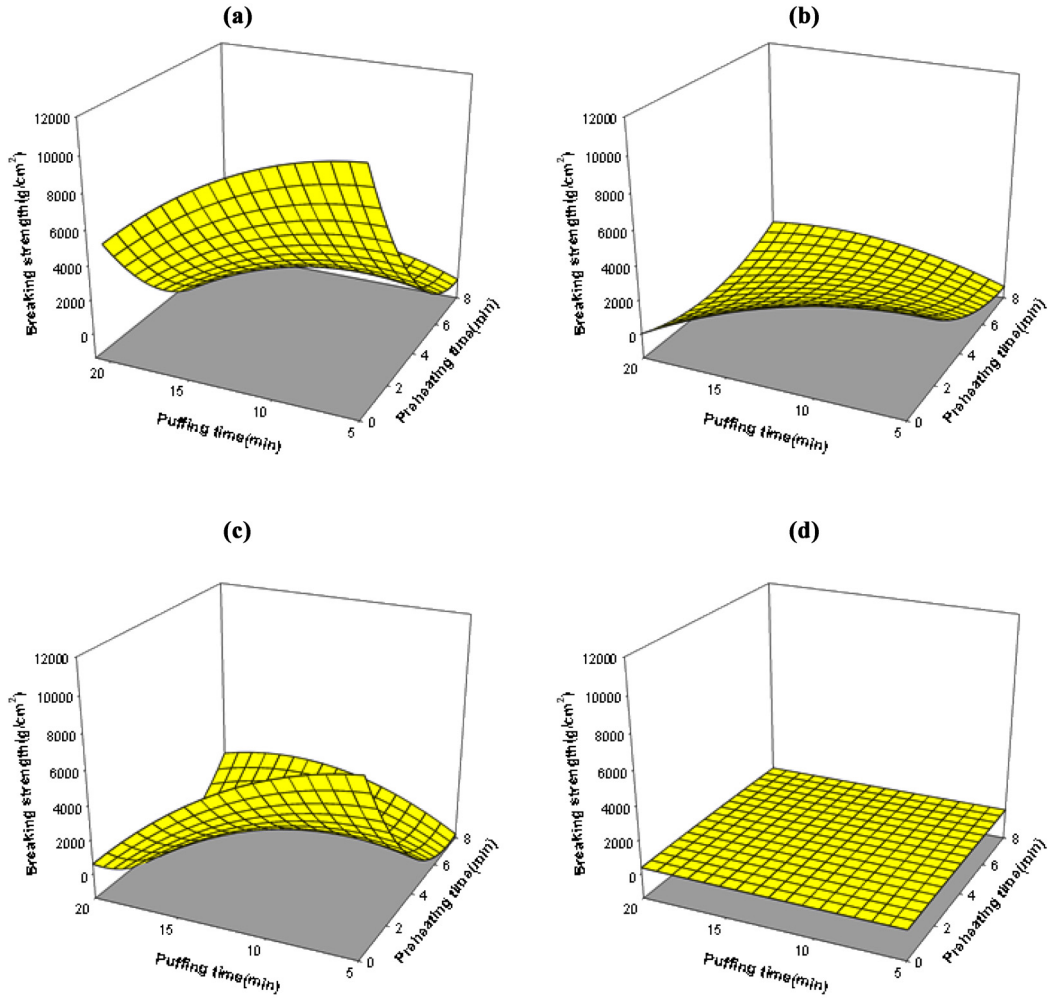


Fig. 6. Effect of vacuum puffing temperature and preheating time on breaking strength at cutting of Yukwa at heating temperature of 100°C(a), 120°C(b), 140°C(c) and 160°C(d).

함에 따라 감소하는 경향을 보였지만 160°C에서는 큰 차이는 없었다. 가열온도의 증가함에 따라 절단강도는 감소하는 경향을 보였다. 이는 가열온도가 증가함에 따라 내부의 기공이 균일하게 형성되고 조직이 유연해져 부피팽화율이 증가하고, 밀도가 감소하여 절단강도가 감소하는 것으로 사료되었다.

진공팽화유과의 절단강도는 가열온도 100°C, 예열시간 0분, 진공팽화시간 5분에서 팽화가 일어나지 않아 16032 g/cm²로 가장 높았으며, 가열온도 100°C, 예열시간 6분, 진공팽화시간 15분에서 140 g/cm²로 유탕팽화유과의 절단강도 134 g/cm²에 가장 근접하였다. 이는 소금팽화유과와 유탕팽화유과와의 조직감 실험에서도 유의적인 차이가 없었다는 Lim et al.(2003)의 결과와 Lee et al.(2007)의 압출성형기를 이용하여 팽화시킨 비유탕유과와 유탕유과의 경도가 비슷한 경향이라는 결과와 유사하였다.

색도

가열온도 120°C에서 예열시간과 진공팽화시간의 변화에 따른 유탕팽화유과와 진공팽화유과의 색도를 비교한 결과는 Table 1과 같다. 전체적으로 예열시간과 팽화시간의 증가에 따라 백색도, 황색도, 적색도는 유의적인 차이는 없었다. 진공팽화유과의 가열온도에 따른 색도의 변화를 보면 가열온도 120°C에서 백색도는 가장 높고 황색도는 가장 낮았다. 가열온도가 140, 160°C로 증가함에 따라 백색도는 감소하고 황색도는 증가하는 경향을 보였다(Table 2). 진공팽화유과의 백색도는 유탕팽화유과보다 25정도 높았다. 황색도는 전반적으로 유탕팽화유과보다 낮았으나 가열온도 160°C에서는 유탕팽화유과와 유사한 경향을 보였다.

유탕팽화유과와 진공팽화유과의 색도 차이를 비교해보았을 때, 적색도(a값)와 황색도(b값)는 1 정도의 차이가 있었지만 육안으로 색의 차이를 느끼지 못하는 정도였다. 반면

Table 1. Changes in color value of vacuum puffed Yukwa at different process variables (heating temperature 120°C)

Preheating time(min)	Puffing time(min)	Color value ¹⁾		
		L	a	b
0	5	88.61	-1.44	9.41
	10	90.28	-1.35	8.20
	15	90.98	-1.38	8.77
	20	90.30	-1.37	8.28
2	5	90.38	-0.94	7.88
	10	89.88	-1.35	8.38
	15	89.92	-1.33	8.34
	20	90.24	-1.34	7.92
4	5	91.38	-1.30	7.22
	10	91.26	-1.30	7.26
	15	91.25	-1.31	6.94
	20	90.61	-1.28	7.24
6	5	89.89	-1.32	7.84
	10	90.87	-1.29	7.15
	15	89.84	-1.34	7.57
	20	89.27	-1.37	7.75
8	5	90.21	-1.34	7.66
	10	90.10	-1.39	8.13
	15	89.23	-1.33	9.49
	20	89.68	-1.39	7.92
Deep-fried Yukwa		65.27	-2.37	8.72

¹⁾L value degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)
a value degree of redness (red +60 ↔ -60 green)
b value degree of yellowness (yellow +100 ↔ 0 blue)

Table 2. Changes in color value of vacuum puffed Yukwa at different heating temperature (preheating time 4 min and vacuum puffing time 5 min)

Heating temperature(°C)	Color value ¹⁾			
	L	a	b	
100	90.19	-1.32	8.02	
120	91.38	-1.30	7.22	
140	90.61	-1.42	7.97	
160	90.00	-1.34	8.81	
Deep-fried Yukwa		65.27	-2.37	8.72

¹⁾L value degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)
a value degree of redness (red +60 ↔ -60 green)
b value degree of yellowness (yellow +100 ↔ 0 blue)

에 백색도(L값)에서 유탕유과는 65.27이었고, 진공팽화유과의 평균값은 90.21로 큰 차이를 나타내었다. 결과적으로 색도는 진공팽화유과가 유탕유과보다 좋다는 결론을 내렸다.

이는 소금팽화유과와 유탕유과의 색도는 유의적인 차이가 없다고 보고한 연구결과(Lim et al., 2003)와 압출성형공정을 이용한 유과와 유탕팽화유과의 유의적인 색도차가 없다는 연구결과(Lee et al., 2007)와는 차이가 있었다. 이는 열전달매체로 소금을 이용한 것과 막걸리를 첨가물로 사용했기 때문으로 사료되었다. 결과적으로 색도는 진공팽

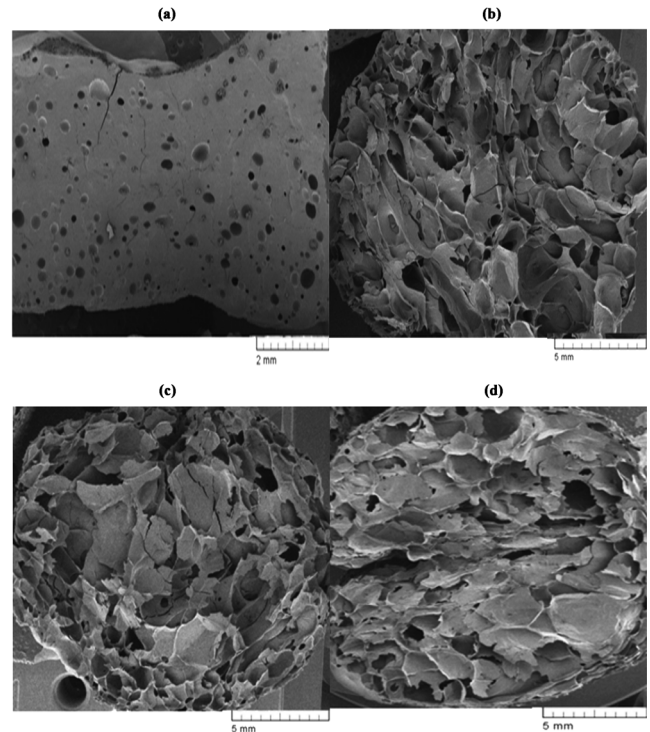


Fig. 7. Scanning electron micrographs of vacuum puffed Yukwa at preheating time 4 min and puffing time 5 min at heating temperature of 100°C(a), 120°C(b), 140°C(c) and 160°C(d).

화가 백색도는 높았고 황색도와 적색도는 유의적인 차이가 없어 유탕팽화보다 좋은 것으로 판단되었다.

미세구조

예열시간 4분, 진공팽화시간 5분에서 가열온도의 변화에 따른 진공팽화유과의 미세구조는 Fig. 7과 같다. 가열온도 100°C에서는 팽화가 일어나지 않아 반대기와 유사한 조직 구조였다. 가열온도 120-160°C에서는 가열온도가 증가함에 따라 기공의 크기가 커지고, 기공의 분포도 불균일했지만 가열온도 120-160°C에서 큰 차이는 없었다. 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분, 가열온도 120°C에서 기공의 크기가 가장 균일하고 기공벽의 두께도 가장 얇아 최적 조건으로 판단되었다.

유탕팽화유과의 미세구조를 보면 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분에서의 진공팽화유과보다 기공이 크고 불균일하였으며, 표면과 내부의 기공구조가 육안으로 차이가 확인되었다(Fig. 8).

요 약

기존의 재래식 유탕팽화유과의 문제점을 개선하기 위하여 진공을 이용한 진공팽화기를 설계 제작하였다. 공정변수에 따른 진공팽화유과의 특성을 비교 분석하기 위하여

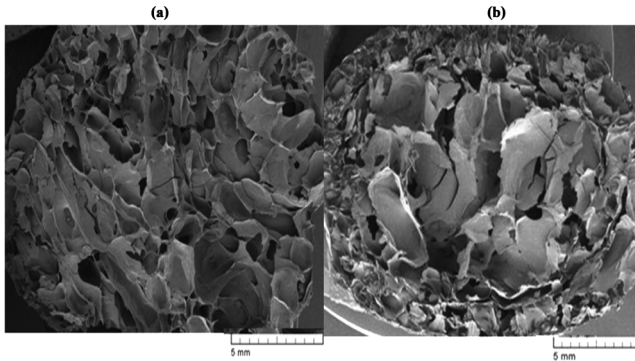


Fig. 8. Scanning electron micrographs of Yukwa obtained by vacuum puffing(a) and deep-fried(b).

부피팽화율, 밀도, 절단강도, 색도, 미세구조를 측정하였다. 진공팽화기의 공정변수는 가열온도(100, 120, 140, 160, 180°C), 예열시간(0, 2, 4, 6, 8분), 진공팽화시간(5, 10, 15, 20분)이며, 가열온도 100°C, 예열시간 6분, 진공팽화시간 10분에서 진공팽화유과의 부피팽화율은 10.04로 가장 높게 측정되었고, 밀도는 0.15 g/cm³로 가장 낮게 측정되었지만, 부피팽화율 9.47, 밀도 0.16 g/cm³으로 측정된 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분에서의 진공팽화유과가 유탕유과의 외관 및 조직과 가장 유사하였다. 절단강도는 가열온도 100°C, 예열시간 6분, 진공팽화시간 15분에서 140 g/cm²로 가장 낮게 측정되었다. 색도는 예열시간과 진공팽화시간이 증가함에 따라 백색도가 증가하는 경향을 보였고, 황색도는 감소하는 경향을 보였으며, 적색도는 유의적 차이가 없었다. 진공팽화유과의 백색도(L값)가 유탕팽화유과보다 25정도 높았으며, 적색도(a값)와 황색도(b값)는 유의적 차이는 보이지 않았으며, 진공팽화유과의 미세구조는 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분에서 기공이 작고 균일하였다. 유탕팽화유과와 비교 시 절단강도는 유사하였으나, 부피팽화율은 낮았고, 밀도는 높았다. 셀이 균일하게 형성된 진공팽화의 미세구조와는 달리 유탕팽화유과의 미세구조는 표면과 내부층의 차이가 확인되었다. 진공팽화기의 최적 공정조건은 진공팽화유과의 품질을 고려 할 때, 가열온도 120°C, 예열시간 4분, 진공팽화시간 5분으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비지원(2009년)에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Carroll KK. 1975. Experimental evidence of dietary factors and hormon-dependent cancers. *Cancer Res.* 35: 3374-3383.
- Choe SY. 2001. A study on the thermal characteristics of agriculture products in the process of low temperature vacuum drying(with Cayenne the object product for drying). *J. Korea Soc. Power Syst. Eng.* 5: 44-49.
- Chun HS, Han O, Lee CH, Huh SY. 1997. Studies on the quality improvement and extension of shelf-life for traditional Yukwa (Oil puffed waxy rice cake). *Rep. Korea Food Res. Inst. Korea*, p. 36.
- Han KS. 2002. Manufacture method of a snack pastry. Korea patent 2002-0093293.
- Han JS. 1982. A study on cookery characteristics of Korean cakes(on the Yugwa). *Korean J. Food Nutr.* 11: 37-41.
- Hong IJ, Lee JK, Koo SJ. 2000. Screening and prevention of the mutagenicity for fishes according to cookery and storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 16: 652-662.
- Jeon YJ, Kim JM, Hwang HS, Song YA, Park HS. 2004. Effect of palm oil and soybean oil on the quality and shelf-life of Yugwa base. *Korean J. Food Cul.* 19: 61-69.
- Kang SH, Ryu GH. 2002. Analysis of traditional process for Yukwa making, a Korean puffed rice snack (I): Steeping and punching processes. *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.
- Kang SM, Lee SK. 2007. Comparison of the quality characteristics and aroma of *M. Longissimus* from Korean native black pigs and modern genotype pigs during vacuum packaged-chilling. *Korean J. Food Preserv.* 14: 247-255.
- Kim JM, Yang HC. 1982. Studies on a title and characteristics of Busuge. *Korean J. Food Sci. Technol.* 15: 33-40.
- Kim MA. 2001. Quality of popped rice with deep-frying for Salyeotganjung. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 17: 478-482.
- Lee CH, Maeng YS. 1997. A literature review on traditional Korean cookies, Hankwa. *Korean J. Diet. Cul.* 2: 55-69.
- Lee EK, Lee IS, Shin NH, Joung SH, Koo SJ. 1995. Screening of mutagenic activity of extracts from croaker and pork cooked by various cooking methods. *Korean J. Food Cookery Sci.* 11: 77-82.
- Lee MK, Kim SH, Ham SS, Lee SY, Chung CK, Kang IJ, Oh DH. 2000. The effect of far infrared ray-vacuum drying on the quality changes of *Pimpinella braccycarpa*. *Korean J. Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 561-567.
- 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.
- Lee SY, Kim KJ. 2004. A study on manufacture method enhancement of the Yukwa in Korean cookies. In: *Proceedings of the SOHE Conference*. Dec. 1, Korea, p. 87.
- Lee YS, Jung HO, Rhee CO. 2003. Quality characteristics of Yukwa fried with palm oil during storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 19: 60-64.

- Lim KR, Lee KH, Kang SA. 2003. Quality of Yukwa base and popped rice for Salyeotgangjung popped with salt. Korean J. Food Cookery Sci. 19: 729-736.
- McCord JM. 1994. Free radicals and pro-oxidants in health and nutrition. Food Technol. 48: 80-84.
- Park GB, Kim YJ, Lee HG, Kim JS, Kim YH. 1988. Change in freshness of meats during postmortem storage II. Changes in freshness of beef. Korean J. Anim. Sci. 30: 672-677.
- Ryu GH, Ng PKW. 2001. Effects of selected process parameters on expansion and mechanical properties of wheat flour and whole cornmeal extrudates. Starch-Starke 53: 147-154.
- Shin DH, Choi U. 1993. Shelf-life extension of Yukwa(oil puffed rice cake) by O₂ preventive packing. Korean J. Food Sci. Technol. 25: 243.
- 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.