

당알코올 첨가 유과의 품질 특성

이미혜 · 오명숙*
가톨릭대학교 식품영양학과

Quality Characteristics of *Yukwa* Added with Various Sugar Alcohols

Mi Hye Lee, Myung Suk Oh*
Department of Food and Nutrition, The Catholic University of Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the use of sugar alcohols (sorbitol, erythritol, and xylitol) as alternative sweeteners for replacing sucrose in *Yukwa* (traditional Korean oil-puffed rice snack). The moisture contents of *Bandegi* (dried *Yukwa* dough) and *Yukwa* containing sugar alcohols were higher than that of control (containing only sucrose). The microstructures of control and *Bandegi* containing sugar alcohols showed uniformly and finely distributed air holes. Expansion ratio and oil absorption of *Yukwa* containing sorbitol and 30% erythritol were higher than those of control. Appearance and cross section of control and *Yukwa* containing sorbitol, 30% erythritol, and 30% xylitol showed a good shape. The lightness (L) of control was significantly lower than *Yukwa* containing sugar alcohols, whereas redness (a) and yellowness (b) were higher than those in *Yukwa* containing sugar alcohols. Hardness of *Yukwa* containing sugar alcohols was significantly lower than that of control, and that of *Yukwa* containing sorbitol was the lowest. Peak number of *Yukwa* containing sugar alcohols was significantly lower than that of control, and that of *Yukwa* containing 60% erythritol and 60% xylitol was the lowest among all samples. In the sensory evaluation, color of control was deepest, whereas that of *Yukwa* containing 60% xylitol was lightest. Volume and air hole uniformity of *Yukwa* containing 60% erythritol and 60% xylitol were inferior than those of other samples. Sweetness of *Yukwa* containing sugar alcohols was lower than that of control, whereas oily flavor was stronger. Hardness of *Yukwa* containing sugar alcohols was lower than that of control, and *Yukwa* containing xylitol showed the lowest hardness among the samples. Crispness of *Yukwa* containing sugar alcohols was lower than that of control. There were no significant differences in overall acceptability between control and *Yukwa* containing 30% sorbitol and 30% erythritol. Overall, sorbitol and erythritol were appropriate as a 30% replacement for sucrose when preparing *Yukwa*.

Key Words: *Yukwa*, sugar alcohols, replacing sucrose, quality characteristics

1. 서 론

조과류의 일종인 유과는 우리나라의 전통 한과류로서 고대로부터 각종 제례, 잔칫상에 항상 사용되었고 식생활의 변화에도 불구하고 독특한 질감과 맛으로 인해 지금도 각종 잔치나 의례용 음식에 사용되고 있으며, 후식이나 간식으로도 선호되고 있다(Kim 등 2010; Kim 등 2011). 유과는 제조공정이 복잡하고 유탕 팽화하는 제품으로서 그동안 유과류에 관해 수행되어 온 연구는 제조공정과 표준화에 관한 연구, 유통 저장중 유지의 산패 및 수분함량 변화 등 저장성에 관한 연구, 첨가물에 의한 품질 특성에 관한 연구 등이 주로 행해져 왔다(Kim 등 2010). 유과의 선호도를 더욱 더 높이기 위해서는 제품을 보다 다양화하고 품질 측면에서도 현대

인의 기호에 맞게 발전시켜야 할 여지가 많다고 생각된다.

최근의 건강지향적인 사회 트렌드에 따라 당알코올과 같은 대체감미료의 식품에의 이용을 위한 다수의 연구가 발표되어 있으나(Lee & Kim 2004; Park 2007; Lee 등 2008; An 등 2010; Chung & Lee 2010; Han & Choi 2010; Lee & Oh 2010; Choi 등 2013) 유과류에 당알코올 등 대체감미료를 첨가하여 그 품질 특성을 연구한 예는 Baik 등 (2007)의 솔비톨을 첨가한 강정의 저장 중 품질 특성 조사 외에는 거의 발표되어 있지 않다. 당알코올은 저칼로리 감미료이며 섭취시 인슐린의 양을 증가시키지 않기 때문에 비만이나 당뇨병환자에게도 유용하다(Shin 등 1999). 따라서 유과 제조시 설탕 대신 건강기능성 대체감미료를 첨가하면 더욱 건강에 유익한 유과 제조가 가능할 것으로 생각된다.

*Corresponding author: Myung Suk Oh, The Catholic University of Korea, 43 Jibong-ro, Wonmi-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do, 420-743, Korea
Tel: 82-2-2164-4315 Fax: 82-2-2164-6583 E-mail: omsfn@catholic.ac.kr

당알코올 중에서 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 등이 식품 제조시 자주 이용되는데, 솔비톨은 포도당을 환원시켜 제조하는 당알코올로 깨끗하고 상쾌한 단맛이 있으며 설탕 감미의 60~70%를 가진다. 에리스리톨은 포도당을 원료로 하여 효모의 발효로 생산되는데, 용해시 흡열량이 높아 청량감을 느끼게 해주며 설탕 감미의 70~80%를 가진다. 자일로오스를 환원시켜 제조하는 자일리톨은 감미의 정도가 설탕과 비슷하고 특히 충치 억제효과가 매우 높은 것으로 알려져 있으며, 흡습성은 솔비톨보다는 낮으나 설탕보다는 크며 용해열이 커서 입안에서 느끼는 청량감이 크다(Kim 등 1996; Noh & Kim 2000; Kim 등 2002). 이처럼 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 등의 당알코올은 설탕과 다른 특성을 가지며 유과에 설탕대신 첨가하였을 때 설탕 첨가시와는 다른 품질 특성을 나타낼 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 전통 한과로서 기호도가 높은 유과에 건강 기능성을 부여하는 방안으로 최근 건강기능성 감미료로서 주목받고 있는 당알코올을 이용하고자 하였다. 즉 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨을 첨가한 유과를 제조하고 이화학적 및 관능적 품질특성을 측정하여 당알코올의 설탕대체 가능성 및 적정대체가능 함량을 조사하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

유과의 제조를 위해 사용한 찹쌀은 경기도 화성에서 2010년 수확한 화성찰벼로 10분도로 도정한 것을 구입하여 4°C에 보관하면서 사용하였다. 튀김용 기름은 해표식용유(사조해표(주), 인천)를 사용하였고, 청주는 알코올 14%의 수복골드(두산(주), 군산)를 사용하였다. 설탕은 백설탕(CJ(주), 인천)을, 생콩가루는 함양농협(하늘가에 생콩가루, 경남 함양)의 생콩가루를, 덧가루는 밀가루(CJ(주) 중력밀가루, 경남 양산)를 사용하였다. 당알코올은 솔비톨(LG생활건강(주) D-소르비톨, 울산), 에리스리톨(Cargill Polyols LLC, USA), 자일리톨(Danisco, Finland)을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 찹쌀가루의 제조

찹쌀가루는 찹쌀과 동량의 물을 넣어 25°C incubator (IQ820, YAMATO)에서 1일 1회씩 저어 주면서 7일간 수침하였다. 수침시킨 찹쌀은 수세후 실온에서 2시간 물기를 제거 한 다음 roll mill(돌케싱롤러, 미래산업)을 이용하여 2회 분쇄하였다. 이렇게 분쇄한 찹쌀가루를 600 g씩 소분하여 -18°C 냉동고(CS-G11ZX, LG전자(주))에 저장하면서 시료로 사용하였다.

2) 유과의 제조

유과는 타연구자의 방법(Baik 등 2007; Park 등 2008; Yang 등 2008; Sung 등 2011; Kim 등 2012)과 예비실험을 통해 <Table 1>의 비율로 <Figure 1>과 같이 제조하였다. 대조군은 20mesh 체를 통과시킨 찹쌀가루 100 g, 청주 8 g, 물 8 g, 설탕 6 g, 생콩가루 6 g을 모두 혼합하여 100°C의 콤포텀 오븐(OSP 6.10, HRS, Germany)에서 20분간 증자한 후 반죽기(Model K5-A, Kichen Aid, USA)로 파리치기(speed no. 2에서 10분)를 하고, 0.6 cm 두께로 밀어 40°C 열풍건조기(J-300M, Jisico)에서 2시간 동안 1차 건조를 하였다. 이것을 3 cm×1 cm×0.6 cm(길이×폭×두께)로 성형한 다음 다시 40°C 열풍건조기에서 22시간 2차 건조하였다. 건조가 끝난 성형물(이하 ‘반대기’라 칭함)은 자동 온도 조절 전기튀김기(Serie F21-RC, Tefal, China)로 120°C에서 1분 30초 간 1차 튀김을 하고, 160°C에서 30초간 2차 튀김을 한 후 30분 간 키친타올 위에서 실온 방냉하여 유과바탕(이하 ‘유과’라 칭함)을 제조하였다.

당알코올 대체 유과의 경우, 설탕량의 30, 60%를 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨로 대체하여 대조군과 동일한 방법으로 제조하였다.

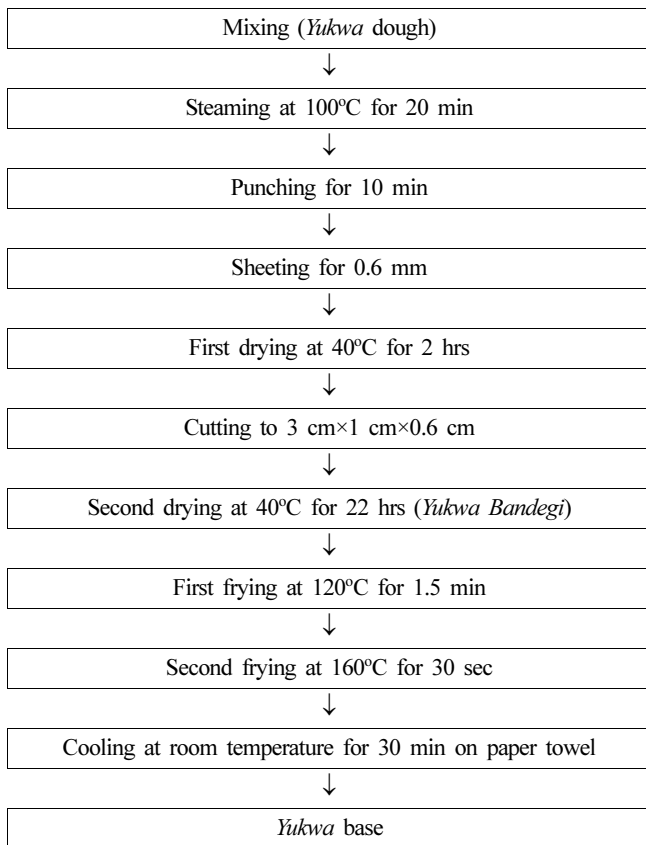
3) 반대기의 이화학적 특성

(1) 수분함량

유과 반대기의 수분함량은 상압가열 건조법으로 105°C 열

<Table 1> Formulas for Yukwa preparations with various levels of sugar alcohols

Ingredient	Control	Sorbitol		Erythritol		Xylitol	
		30%	60%	30%	60%	30%	60%
Glutinous rice flour	100	100	100	100	100	100	100
Rice wine	8	8	8	8	8	8	8
Water	8	8	8	8	8	8	8
Sucrose	6	4.2	2.4	4.2	2.4	4.2	2.4
Sorbitol	-	1.8	3.6	-	-	-	-
Erythritol	-	-	-	1.8	3.6	-	-
Xylitol	-	-	-	-	-	1.8	3.6
Raw soybean powder	6	6	6	6	6	6	6



<Figure 1> Schematic diagram for preparation of Yukwa base.

풍건조기(J-300M, JISICO, 서울)에서 향량이 될 때까지 건조시킨 후 수분함량을 측정하였다.

(2) 미세구조관찰

유과 반대기의 미세구조관찰을 위해 -80°C의 냉동고(UB5-25, SO-LOW, USA)에서 8시간 냉동 후 단면을 절단한 다음 동결건조기(XL's auto cascade multi refrigerant, Virtis, Germany)로 -45°C에서 72시간 동결 건조시켰다. 이것을 알루미늄 표본 지지대 위에 얹고 Ion Sputter(E-1045, Hitachi, Japan)를 이용하여 약 150초 동안 Pt coating 한 후 주사전 자현미경(Scanning Electron Microscope, S-4800, Hitachi, Japan)으로 관찰하였다. 이때 가속전압은 3.0 kV, 30배율로 관찰하였다.

4) 유과의 이화학적 특성

(1) 수분함량, 팽화율 및 유지흡수율

유과의 수분함량은 수분측정기(MB45/A60, OHAUS, USA)를 이용하여 측정하였다. 유과의 팽화율은 종자치환법에 따라 반대기와 유과 5개의 무게 및 부피를 측정하여 계산하였다. 유지흡수율은 튀기기 전 후의 무게를 이용하여 측정하였다.

$$\text{Expansion ratio (mL/g)} = \frac{a - b}{b}$$

a: Yukwa base volume

b: Yukwa Bandegi weight

$$\text{Oil absorption (\%)} = \frac{a - b}{b} \times 100$$

a: Yukwa base weight

b: Yukwa Bandegi weight

(2) 색도

유과의 색도를 측정하기 위하여 색차계(ZE-2000, Nippon denshoku)를 이용하여 겉면의 L, a, b값을 측정하였다.

(3) 외관 및 단면관찰

유과의 외관 및 단면은 디지털카메라(EOS 6D, Canon)를 이용하여 관찰하였다.

(4) 조직감

유과의 조직감은 Texture Analyzer(TA-XT Express, Stable Microsystems Ltd., England)를 사용하여 측정하였다. 측정조건은 <Table 2>와 같다.

5) 유과의 관능검사

유과의 관능적 품질 특성 조사를 위하여 식품영양학과 대학원생 11명을 대상으로 색, 부피, 기공의 균일성 등의 외관, 단맛, 기름향 등의 향미, 경도, 바삭한 정도 등의 조직감, 전반적인 기호도 등에 관하여 관능검사를 실시하였다. 검사 전 패널에게 특성의 개념과 정의를 확립시키고 검사방법에 대한 예비교육을 실시한 다음 임의의 세 자리 숫자가 적힌 흰색 접시에 시료를 담아 제공하였다. 각 시료의 평가 사이에 생수가 제공되었고 조사는 15점 척도로 나타내도록 하였으며 1점에 가까울수록 강도가 약함을, 15점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다.

<Table 2> Condition of texture analyzer for Yukwa base with various levels of sugar alcohols

Items	Operation condition
Test mode	Compression
Plunger type	P/2; 2 mm DIA cylinder stainless
Load cell	5 kg
Pre-test speed	2.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
Distance	30.0 mm
Trigger type	Auto-5 g
Force threshold	5 g

6) 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복하여 이루어졌으며, 그 결과들은 SAS(SAS 9.2, Cary, North Carolina, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test로 유의차를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 반대기의 이화학적 특성

1) 수분함량

<Table 3>에 반대기의 수분함량을 나타내었다. 당알코올 첨가시료가 전체적으로 대조군보다 수분함량이 더 높았으나 60% 에리스리톨 첨가 시료와 60% 자일리톨 첨가 시료외에는 시료간에 유의차는 없었다. 60% 자일리톨 첨가 시료는 대조군을 포함한 모든 다른 시료들보다 수분함량이 유의적으로 높았고, 60% 에리스리톨 첨가 시료는 60% 자일리톨 첨가 시료보다는 유의적으로 수분함량이 낮고 대조군보다는 수분함량이 유의적으로 높았으나, 그밖의 시료들과는 유의차가 없었다. Baik 등(2007)의 연구에서도 설탕을 솔비톨로 대체 첨가한 강정 반대기가 대조군보다 수분함량이 약간 더 높다고 보고하였고, Lee & Oh(2010)의 연구에서도 설탕 단독 케이크보다 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 등의 당알코올 첨가 케이크가 수분함량이 더 높다고 하여 본 연구와 같은 경

향을 나타내었다.

반대기의 수분함량은 유과제품의 조직감 및 팽화율에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Lee 등 2001). 유과 반대기의 최적 수분함량은 14-17%로서 이 범위에서 튀겼을 때 팽화도가 높고 조직감이 좋았다고 보고되어 있는데(Kang & Ryu 2002), 본 연구의 반대기 수분함량은 14-15%로 이 범위에 포함되어 있었다.

2) 미세구조 관찰

주사전자현미경으로 관찰한 반대기의 미세구조를 <Figure 2>에 나타내었다. 대조군, 30, 60% 솔비톨 첨가 반대기, 30, 60% 에리스리톨 첨가 반대기, 30, 60% 자일리톨 첨가 반대기 모두 비슷한 형상을 나타내고 있으며, 모든 시료가 기공의 크기가 작고 균일하게 분산되어 있다. 반대기의 미세구조를 관찰한 결과는 당알코올을 대체로 파괴치기에 의한 기공의 형성은 별로 영향을 받지 않는 것으로 생각된다. Kang 등(2001)은 수침 시간과 파괴치기 시간이 증가 할수록 반대기의 기공의 크기가 작고, 기공의 형태가 구형으로 균일하게 분포되었다고 하였는데, 본 연구에서는 반대기 제조시 예비 실험을 통해 최적 수침 시간과 파괴치기 시간을 동일하게 적용했으므로 제조 조건에 따른 기공의 차이는 나타나지 않은 것으로 생각된다.

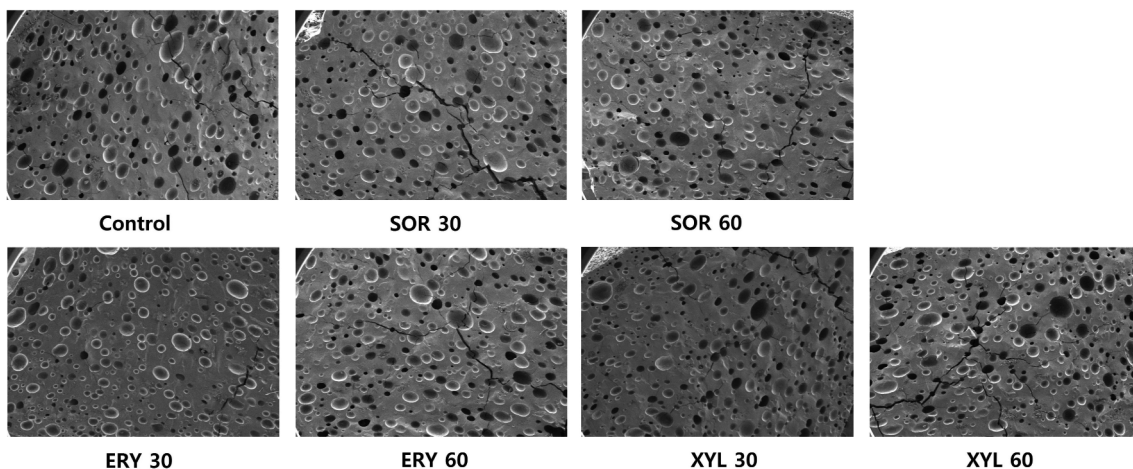
<Table 3> Moisture contents of Yukwa Bandegi with various levels of sugar alcohols

Parameters	control (sugar)	sorbitol		erythritol		xylitol		F-value
		30%	60%	30%	60%	30%	60%	
Moisture contents (%)	14.12±0.08 ^{c1)}	14.14±0.05 ^{bc}	14.25±0.15 ^{bc}	14.18±0.29 ^{bc}	14.51±0.26 ^b	14.23±0.01 ^{bc}	15.04±0.30 ^a	8.39 ^{***2)}

¹⁾Mean±SD

Means in each raw with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²⁾***significant at p<0.001.



<Figure 2> Microstructure of Yukwa Bandegi with various levels of sugar alcohols¹⁾ by SEM (Scanning Electron Microscope)

¹⁾Control: sucrose 100%, SOR 30: sucrose 70%+sorbitol 30%, SOR 60: sucrose 40%+sorbitol 60%, ERY 30: sucrose 70%+erythritol 30%, ERY 60: sucrose 40%+erythritol 60%, XYL 30: sucrose 70%+xylitol 30%, XYL 60: sucrose 40%+xylitol 60%

2. 유과의 이화학적 특성

1) 수분함량, 팽화율 및 유지흡수율

유과의 수분함량, 팽화율 및 유지흡수율을 <Table 4>에 나타내었다. 유과의 수분함량은 4.12~4.74%의 범위에 있는데, 이는 쪽분말을 첨가한 유과의 6.32~7.48%(Yang 등 2008), 솔비톨을 첨가한 강정의 9.19~9.82%(Baik 등 2007)에 비해서는 낮았으나 녹차를 첨가한 유과의 4.71~4.86%(Park 등 2008)와는 비슷한 수준의 수분함량을 나타내었다. 유과의 경우 도 반대기와 마찬가지로 당알코올 첨가시료가 대조군보다 대체로 수분함량이 더 높았으며, 반대기에서는 60% 자일리톨 첨가시료가 수분함량이 가장 높았는데 유과에서는 30% 솔비톨 첨가시료가 수분함량이 가장 높았다. 유과의 수분 함량은 반대기의 수분함량도 영향을 미치지 않지만 튀기는 과정에서 형성되는 스펀지 구조 등이 수분의 증발에 영향을 미친 것으로 생각된다.

유과의 팽화율은 솔비톨 첨가 유과와 30% 에리스리톨 첨가 유과가 유의적이지는 않지만 대조군보다 팽화율이 더 높았으며, 60% 에리스리톨 첨가 유과와 60% 자일리톨 첨가 유과는 대조군보다 팽화율이 유의적으로 더 낮았다. Lee 등 (2001)은 반대기의 수분함량이 14~18% 범위에 있을 때 수분 함량이 높을수록 팽화율이 높고 경도가 약했다고 보고하였는데, 본 연구에서 60% 에리스리톨 첨가 유과와 60% 자일리톨 첨가 유과는 반대기의 수분함량이 대조군보다 높음에도 불구하고 팽화율이 더 낮았다. 이것은 상기 두 시료가 반대기 미세구조의 기공 형성은 다른 시료와 비슷하게 균일하게 이루어졌으나 팽창후 유과 내부의 스펀지구조 유지능력이 적어 팽화율이 낮았던 것으로 생각된다. 에리스리톨은 용해성이 굉장히 낮은 특성이 있어서(Noh & Kim 2000) 60% 에리스리톨 대체의 경우 녹지않고 분산되어 스펀지구조의 형성을 방해한 것으로 생각되는데, 스펀지 케이크의 경우도 에리스리톨 대체로 케이크의 부피가 상당히 작아지는 것을 보고하고 있다(Lee & Oh 2010). 또한 설탕은 감미 부여외에 전분의 호화를 지연시켜 케이크 등의 팽화를 원활하게 하는데, 당알코올은 전분의 호화온도를 낮추고 이것이 원인으로 팽화가 덜 일어나게 된다고 알려져 있다(Ikawa 1998; Yukitomo & Ikawa 2000). 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 첨

가 케이크 반죽의 호화특성에서 자일리톨 첨가가 호화온도를 가장 많이 낮추었다고 보고되어 있는데(Lee & Oh 2010), 전분호화에 미치는 자일리톨의 이러한 영향이 60% 자일리톨 대체 유과의 팽화가 원활하게 일어나지 않았던 원인의 하나로 생각된다. Lee 등(2008)과 An 등(2010)도 식빵 및 머핀에서 설탕을 대체하여 자일리톨을 첨가하였을 때 부피가 줄어든 것을 보고하고 있다.

유과의 유지흡수율은 팽화율과 비슷한 경향으로 솔비톨, 30% 에리스리톨, 30% 자일리톨 첨가 유과는 유지흡수율이 대조군보다 유의적으로 더 높았고, 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 대조군과 유의차가 없었다. 팽화율이 작았던 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과의 유지흡수율이 작은 것은 팽화율이 감소하면 유과의 표면적이 작아지기 때문으로 생각된다. Kim 등(2010)도 유과의 유지흡수율이 팽화율과 비슷한 경향으로 팽화율이 증가하면 유과의 표면적이 넓어지기 때문에 유지흡수율이 증가한다고 하였다.

2) 외관 및 단면관찰

<Figure 3>에 유과의 외관과 단면을 나타내었다. 대조군 및 솔비톨, 30% 에리스리톨, 30% 자일리톨 첨가 유과의 외관은 유과 형태를 잘 갖추고 있으나, 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과의 외관은 약간 수축되어 모양이 변형되었다. 단면의 스펀지 구조는 대조군 및 솔비톨 첨가 유과는 기공이 균일한 스펀지 구조를 형성하였으나, 30% 에리스리톨, 30% 자일리톨 첨가 유과는 불균일한 기공의 분포가 일부 관찰되었으며 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 스펀지가 제대로 형성되지 못하였다. <Figure 2>에 나타낸 반대기의 미세구조는 대조군을 포함한 모든 시료가 파리지기에 의한 기공 형성이 잘 되어 있었으나, 유과의 외관과 단면은 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 수축되어 모양이 변형하였고 단면의 스펀지 구조도 제대로 형성되지 못 하였다. 이것은 반대기는 최적 제조 조건하에서 적절한 기공이 형성되었으나 유과는 반대기를 튀기는 과정에서 용해성이 낮은 에리스리톨의 특성과 첨가로 호화 온도를 많이 낮추는 자일리톨의 특성이 유과의 팽화 거동에 영향을 미친 것으로 생각된다.

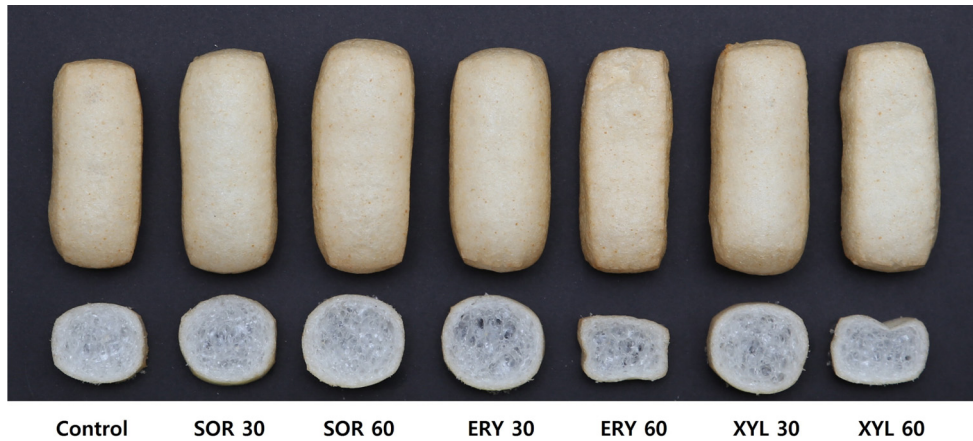
<Table 4> Moisture contents, expansion ratio and oil absorption ratio of Yukwa base with various levels of sugar alcohols

Parameters	control (sucrose)	Sorbitol		Erythritol		Xylitol		F-value
		30%	60%	30%	60%	30%	60%	
Moisture contents (%)	4.15±0.08 ^{cd1)}	4.74±0.14 ^a	4.37±0.16 ^{bc}	4.37±0.20 ^{bc}	4.16±0.11 ^{cd}	4.12±0.01 ^d	4.56±0.09 ^{ab}	10.59 ^{***2)}
Expansion ratio (mL/g)	16.24±0.72 ^a	16.94±0.92 ^a	16.93±0.41 ^a	17.06±0.53 ^a	14.97±0.37 ^{bc}	15.87±0.59 ^{ab}	14.57±0.74 ^c	7.39 ^{**}
Oil absorption (%)	29.83±1.26 ^{cd}	31.93±0.63 ^{ab}	32.48±0.72 ^a	31.51±0.43 ^{abc}	30.49±1.75 ^{bcd}	30.94±0.25 ^{abc}	28.77±0.88 ^d	5.19 ^{**}

¹⁾Mean±SD

Means in each raw with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²⁾**、***significant at p<0.01, p<0.001, respectively.



<Figure 3> Appearance and cross section of Yukwa base with various levels of sugar alcohols¹⁾

¹⁾Control: sucrose 100%, SOR 30: sucrose 70%+sorbitol 30%, SOR 60: sucrose 40%+sorbitol 60%, ERY 30: sucrose 70%+erythritol 30%, ERY 60: sucrose 40%+erythritol 60%, XYL 30: sucrose 70%+xylitol 30%, XYL 60: sucrose 40%+xylitol 60%

3) 색도

<Table 5>에 유과의 색도를 나타내었다. L값은 대조군이 당알코올 첨가 유과보다 유의적으로 낮았으며, 당알코올중에서는 60% 자일리톨 첨가 유과의 L값이 가장 높아서 당알코올 첨가 유과가 대조군보다 밝은 색을 띠며 그중에서도 60% 자일리톨 첨가 유과가 가장 밝은 색을 띠는 것을 나타내었다. Choi 등(2013)은 자일리톨과 솔비톨로 설탕을 대체한 인절미의 색도조사에서 자일리톨과 솔비톨 대체 인절미의 L값이 설탕으로 제조한 인절미보다 더 높고 그 중에서 자일리톨 대체 인절미의 L값이 가장 높은 것을 보고하여 본 연구와 같은 결과를 보고하였고, An 등(2010)도 자일리톨 첨가 머핀의 L값이 설탕 첨가 머핀 보다 L값이 더 높은 것을 보고하고 있다. 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 대조군이 당알코올 첨가 유과보다 유의적으로 높았으며, 당알코올 사이에서는 a값은 뚜렷한 차이가 없었으나 b값은 자일리톨 첨가 유과가 유의적으로 낮아 당알코올 첨가 유과의 색깔이 대조군보다 연하고 특히 자일리톨 첨가 유과의 색깔이 연한 것을 나타내었다. 당알코올이 설탕을 대체했을 때 제품의 색깔이 연해진 것은 Lee 등(2008)의 자일리톨 첨가 식빵, Lee & Oh(2010)의 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 첨가 스펀지 케이크, Baik 등(2007)의 솔비톨 첨가 강정 등

여러 제품에서 보고되고 있다. 이것은 상기 가열제품의 색은 열분해에 의해 생성 증가된 환원당과 아미노화합물 간의 Maillard 반응에 의해 가장 큰 영향을 받는데 당알코올은 환원당의 알데히드기나 케톤기가 없기 때문에 Maillard 반응이 일어나지 않고, 색을 나타내는 다른 요인인 카라멜화 반응도 당알코올이 설탕보다 열안정성이 크므로 착색이 일어나지 않기 때문이다(Lee 등 1991).

4) 조직감

<Table 6>에 유과의 조직감을 나타내었다. 당알코올 첨가 유과는 대조군보다 유의적으로 경도가 더 낮았으며, 당알코올 중에서는 솔비톨 첨가시 경도가 가장 낮았고, 자일리톨, 에리스리톨 첨가의 순으로 경도가 낮아졌다. 당알코올 첨가 수준의 영향은 첨가량이 많아지면 자일리톨 첨가 유과는 유의차가 없으나 솔비톨, 에리스리톨 첨가 유과는 경도가 더 낮아졌다. Baik 등(2007)도 솔비톨 첨가에 의해 강정의 경도가 유의적으로 낮아진 것을 보고하여 본 연구와 같은 결과를 나타내었다. Kim & Yoon(2004)은 빵설기 제조에 자일리톨, 에리스리톨 등의 당알코올을 이용했을 때 설탕 이용시보다 경도가 더 낮아졌다고 보고하였으며, Lee & Oh(2010)는 솔비톨, 자일리톨, 에리스리톨 등의 당알코올 첨가시 스펀지

<Table 5> Color value of Yukwa base with various levels of sugar alcohols

Color value	control (sucrose)	Sorbitol		Erythritol		Xylitol		F-value
		30%	60%	30%	60%	30%	60%	
L	60.52±1.13 ^{c1)}	63.61±0.38 ^b	63.96±0.73 ^b	63.31±0.71 ^b	63.29±0.44 ^b	64.03±0.71 ^b	68.93±1.10 ^a	50.05 ^{***2)}
a	2.33±0.10 ^a	1.53±0.12 ^c	1.62±0.51 ^b	1.57±0.28 ^c	1.75±0.22 ^{bc}	2.00±0.21 ^{ab}	1.87±0.40 ^{bc}	4.59 ^{**}
b	17.76±0.23 ^a	15.34±0.42 ^b	15.21±0.09 ^b	15.38±0.55 ^b	15.32±0.17 ^b	14.25±0.30 ^c	13.82±0.23 ^d	77.23 ^{***}

¹⁾Mean±SD

Means in each raw with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²⁾**、***signigicant at p<0.01, p<0.001, respectively.

<Table 6> Textural characteristics of Yukwa base with various levels of sugar alcohols

Parameters	Control (sucrose)	Sorbitol		Erythritol		Xylitol		F-value
		30%	60%	30%	60%	30%	60%	
Hardness (g)	153.67±11.83 ^{a1)}	117.89±9.00 ^c	102.54±12.11 ^d	138.09±16.87 ^b	124.79±8.84 ^c	114.73±10.37 ^c	123.02±16.28 ^c	17.54*** ²⁾
Peak number	39.10±6.14 ^a	39.10±3.84 ^a	31.50±4.88 ^b	32.00±5.66 ^b	22.80±1.87 ^c	30.30±3.09 ^b	23.40±3.78 ^c	22.18***

¹⁾Mean±SD

Means in each raw with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²⁾***signigicant at p<0.01.

<Table 7> Sensory characteristics of Yukwa base with various levels of sugar alcohols

Parameters	Control (sucrose)	Sorbitol		Erythritol		Xylitol		F-value
		30%	60%	30%	60%	30%	60%	
Color	9.14±1.21 ^{a1)}	5.43±0.98 ^b	5.29±1.50 ^b	6.14±1.35 ^b	5.29±1.70 ^b	5.14±1.68 ^b	3.57±0.79 ^c	11.03*** ³⁾
Volume	8.14±0.90 ^c	9.86±0.69 ^{ab}	10.29±0.76 ^a	11.29±1.38 ^a	8.43±2.15 ^{bc}	11.14±1.07 ^a	7.43±1.99 ^c	8.43***
Air hole Uniformity	6.86±1.68 ^{abc}	8.43±3.10 ^a	8.29±3.35 ^a	9.29±1.70 ^a	5.57±1.72 ^{bc}	8.00±2.16 ^{ab}	4.43±0.79 ^c	4.25**
Sweetness	6.57±1.40 ^a	5.00±1.15 ^{ab}	4.71±1.70 ^{ab}	5.71±2.21 ^a	5.00±1.41 ^{ab}	6.43±1.27 ^a	3.57±1.40 ^b	3.22*
Oily flavor	8.71±1.25 ^{NS2)}	8.57±2.57	9.14±1.57	10.29±1.25	9.29±0.95	9.86±1.57	9.14±1.68	0.98
Hardness	6.57±1.51 ^a	5.29±1.38 ^{ab}	4.14±1.35 ^{bc}	5.71±1.80 ^{ab}	4.57±1.51 ^{bc}	5.29±1.38 ^{ab}	3.43±0.79 ^c	3.80**
Crispness	6.29±2.06 ^a	4.71±1.38 ^b	4.29±0.76 ^b	4.14±1.86 ^b	3.71±0.76 ^b	4.29±1.70 ^b	3.43±0.79 ^b	2.95*
Overall acceptability	10.00±1.00 ^a	8.86±1.77 ^{ab}	7.57±0.79 ^{bc}	10.00±1.41 ^a	6.29±1.25 ^c	7.71±1.38 ^{bc}	7.29±1.11 ^c	8.56***

¹⁾Mean±SD. As the value increases 1 to 15, the intensity of sensory characteristics increases.

Means in each raw with different letters are significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

²⁾NS, not significant at p<0.05

³⁾*, **, ***signigicant at p<0.05, p<0.01, p<0.001, respectively.

케이크의 경도가 설탕 첨가시보다 낮아졌으며 당알코올 중에서는 솔비톨 첨가시 경도가 가장 낮다고 보고하여 본 연구와 같은 경향이였다.

피크수는 기계적 측정조건으로 설정한 역치 이상을 나타내는 피크수를 나타내는 것으로 경도에 비례하는데(Baik 등 2007), 본 연구에서도 피크수는 경도와 대체로 비례하였다. 당알코올 첨가 유과는 설탕 첨가시보다 조직이 약화되어 경도가 낮아졌는데, 경도가 낮아진 것에 비례하여 피크수도 적어졌다. 특히 내부의 스펀지구조가 유지되지 않아 팽화율도 상당히 떨어졌던 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 피크수가 가장 적어 아삭아삭함이 떨어지는 것을 나타내었다.

3. 유과의 관능적 특성

유과의 관능적 특성을 <Table 7>에 나타내었다. 색은 대조군이 가장 진하고 당알코올 첨가 유과의 색이 연하다고 하였는데, 모든 시료중 60% 자일리톨 첨가 유과의 색이 가장 연하다고 하였으며 나머지 당알코올 첨가 유과에서는 유의차가 없었다. 색에 대한 이러한 결과는 이화학적 측정의 색도 결과와 일치하는 것이다. 부피는 대조군보다 당알코올 첨가 유과가 대체로 부피가 더 크다고 평가하였으나 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 대조군과 유의차가 없어 다른 당알코올 첨가 유과에 비해 부피가 작은 것으로 평가하였다. 부피에 대한 이러한 결과는 팽화율 측정에서 60%

에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과가 유의적으로 팽화율이 작았던 결과와 일치하는 것이다. 기공의 균일성은 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과가 유의적으로 떨어진다고 하고 나머지군은 유의차가 없었는데, 이는 <Figure 3>의 유과의 단면관찰결과와 동일한 것이다. 단맛은 대조군보다 당알코올 첨가 유과의 단맛이 더 약하다고 하였고 당알코올 30% 첨가시보다 60% 첨가시 단맛이 더 약하다고 하였다. 모든 시료중 60% 자일리톨 첨가 유과를 단맛이 가장 약하다고 하였는데, 이것은 유과의 조직감, 팽화율 등이 단맛을 느끼는데 영향을 미쳤기 때문으로 생각된다. 기름향은 유의차는 없었으나 대조군보다 당알코올 첨가 유과가 더 강하다고 하였는데, 이는 <Table 4>의 유지흡수율에서 당알코올 첨가 유과의 유지흡수율이 대조군보다 더 높았던 것의 영향으로 생각된다. 경도는 당알코올 첨가 유과가 대조군보다 낮다고 하였는데, 이는 이화학적 측정의 경도와 같은 결과이다. 그러나 이화학적 측정에서는 솔비톨 첨가 유과가 경도가 가장 낮았는데, 관능측정에서는 자일리톨 첨가 유과를 경도가 가장 낮다고 평가하여 차이가 있었다. 바삭한 정도는 당알코올 첨가 유과가 대조군보다 유의적으로 낮다고 하였으며, 60% 당알코올 첨가 유과가 30% 당알코올 첨가 유과보다 유의적이지는 않으나 바삭한 정도가 더 낮다고 하여 이화학적 측정의 피크수 결과와 일치하였다. 전반적인 기호도는 대조군과 30% 솔비톨 첨가, 30% 에리스리톨 첨가 유과 사이에는 유의차가 없었으나, 60% 솔비톨 첨가, 60% 에리

스리톨 첨가 및 자일리톨 첨가 유과는 대조군보다 기호도가 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 따라서 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 중 유과에 적합한 당알코올은 솔비톨, 에리스리톨로 생각되며 첨가 농도는 설탕의 30%가 적당한 것으로 생각된다. 당알코올중 감미도와 감미의 질에서 설탕과 가장 유사한 특성을 가진 자일리톨이 설탕의 대체당으로 가장 적합한 것으로 일반적으로 보고되고 있으나(Lee & Oh 2010; Choi 등 2013), 본 연구에서는 유과의 설탕 대체당으로 자일리톨이 가장 품질 특성이 떨어지는 것으로 나타났다. 에리스리톨은 소장에서 흡수되지 않고 대장에서 장내균총에 의해 발효되지 않아 설사 등의 부작용이 없고, 열량이 거의 없기 때문에 근래에 설탕 대체당으로서 그 이용이 활발해지고 있다(Kim 등 2002). 유과 제조시 설탕의 대체당으로 여러 제품에 광범위하게 사용되고 있는 솔비톨 외에 에리스리톨의 이용도 가능해지면 다양한 품질특성을 가진 한과제조가 가능하여 소비자의 요구에 부응하는데 도움이 될 수 있을 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 등의 당알코올을 첨가한 유과를 제조하고 이화학적 및 관능적 품질특성을 측정하여 이들 당알코올의 설탕대체 가능성 및 적정대체가능 함량을 조사하였다. 반대기의 수분함량은 당알코올 첨가시료가 전체적으로 대조군보다 수분함량이 더 높았으나 60% 에리스리톨 첨가 시료와 60% 자일리톨 첨가 시료의에는 시료간에 유의차는 없었다. 반대기의 미세구조는 대조군 및 당알코올 첨가의 모든 반대기가 비슷한 형상을 나타내어 기공의 크기가 작고 균일하게 분산되어 있었다. 유과의 수분함량은 당알코올 첨가시료가 대조군보다 대체로 수분함량이 더 높았으며, 30% 솔비톨 첨가시료가 수분함량이 가장 높았다. 유과의 팽화율은 솔비톨 첨가 유과와 30% 에리스리톨 첨가 유과가 유의적이지는 않지만 대조군보다 팽화율이 더 높았으며, 60% 에리스리톨 첨가 유과와 60% 자일리톨 첨가 유과는 대조군보다 팽화율이 유의적으로 더 낮았다. 유과의 유지흡수율은 솔비톨, 30% 에리스리톨, 30% 자일리톨 첨가 유과는 유지흡수율이 대조군보다 유의적으로 더 높았고, 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 대조군과 유의차가 없었다. 유과의 외관과 단면은 대조군 및 솔비톨, 30% 에리스리톨, 30% 자일리톨 첨가 유과는 유과 형태를 잘 갖추고 있으나, 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 수축되어 모양이 변형되고 스펀지가 제대로 형성되지 못하였다. 유과의 L값은 콘트롤이 당알코올 첨가 유과보다 유의적으로 낮았으며, 당알코올 중에서는 60% 자일리톨 첨가 유과의 L값이 가장 높았다. a값과 b값은 대조군이 당알코올 첨가 유과보다 유의적으로 높았으며, 당알코올 사이에서는 a값은 뚜렷한 차이가 없었으나 b값은 자일리톨 첨가 유과가 유의적으로 낮았다.

경도는 당알코올 첨가 유과는 대조군보다 유의적으로 경도가 더 낮았으며, 당알코올 중에서는 솔비톨 첨가시 경도가 가장 낮았고, 자일리톨, 에리스리톨 첨가의 순으로 경도가 낮아졌다. 피크수는 당알코올 첨가 유과가 대조군보다 유의적으로 적어졌으며, 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 피크수가 가장 적어 아삭아삭함이 떨어지는 것을 나타내었다. 관능특성은 색은 대조군이 가장 진하고, 당알코올 첨가 유과의 색이 연하다고 하였는데, 모든 시료 중 60% 자일리톨 첨가 유과의 색이 가장 연하다고 하였으며 나머지 당알코올 첨가 유과에서는 유의차가 없었다. 부피는 대조군보다 당알코올 첨가 유과가 대체로 부피가 더 크다고 평가하였으나 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과는 대조군과 유의차가 없어 다른 당알코올 첨가 유과에 비해 부피가 작은 것으로 평가하였다. 기공의 균일성은 60% 에리스리톨, 60% 자일리톨 첨가 유과가 유의적으로 떨어진다고 하였고 나머지군은 유의차가 없었다. 단맛은 대조군보다 당알코올 첨가 유과의 단맛이 더 약하다고 하였고 당알코올 30% 첨가시보다 60% 첨가시 단맛이 더 약하다고 하였다. 기름향은 유의차는 없었으나 대조군보다 당알코올 첨가 유과가 더 강하다고 하였다. 경도는 당알코올 첨가 유과의 경도가 대조군보다 낮다고 하였으며, 자일리톨 첨가 유과의 경도가 가장 낮다고 하였다. 바삭한 정도는 당알코올 첨가 유과가 대조군보다 유의적으로 낮다고 하였으며, 60% 당알코올 첨가 유과가 30% 당알코올 첨가 유과보다 유의적이지는 않으나 바삭한 정도가 더 낮다고 하였다. 전반적인 기호도는 대조군과 30% 솔비톨 첨가, 30% 에리스리톨 첨가 유과 사이에는 유의차가 없었으나, 60% 솔비톨 첨가, 60% 에리스리톨 첨가 및 자일리톨 첨가 유과는 대조군보다 기호도가 유의적으로 낮은 것으로 나타났다. 이상을 종합하면 유과 제조시 설탕 대체로 30% 솔비톨, 30% 에리스리톨을 첨가하면 대조군과 비교하여 팽화율과 유지 흡수율이 더 높고, 유과 고유의 외관과 단면을 가지고 있으나, 경도가 낮아지고 아삭아삭함은 약간 떨어지며 전반적 기호도는 대조군과 유의차가 없는 것으로 나타났다. 따라서 솔비톨, 에리스리톨, 자일리톨 중 유과에 적합한 당알코올은 솔비톨, 에리스리톨로 생각되며 첨가 농도는 설탕의 30%가 적당한 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 가톨릭대학교 교비연구비의 지원으로 이루어졌음.

References

- An HL, Heo SJ, Lee KS. 2010. Quality characteristics of muffins with xylitol. *Korean J. Culinary Res.*, 16(3):307-316
- Baik EY, Lee HS, Lee KS, Lee JW, Kim HR, Cho MS, Kim KW.

2007. Physicochemical and sensory characteristics of *Gangjung* containing sorbitol during storage. Korean J. Food Culture, 22(1):115-126
- Choi YS, Kim HW, Hwang KE, Kim CJ, Lee HM, Kim OK, Choi KS, Chung HJ. 2013. Effects of replacing sugar with xylitol and sorbitol on the textural properties and sensory characteristics of *injeolmi*. Korean J. Food Cookery Sci., 29(6):825-831
- Chung WG, Lee JH. 2010. Batter and product characteristics of sponge cake containing sugar alcohols. Korean J. Culinary Res., 16(4):305-311
- Han YS, Choi WS. 2010. Quality characteristics of green tea *Dasik* containing sugar alcohol and agar. Korean J. Food Cookery Sci., 26(2):146-154
- Ikawa Y. 1998. Effects of sucrose replacement on baking process of sponge cakes. J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol., 45(6):357-363
- Kang SH, Lee SJ, Ryu GH. 2001. Effects of steeping and mixing time on mixing energy input and properties of pellets and puffed pellets (*Yukwa*). Food Eng. Progress, 5(1):19-24
- 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(5):818-823
- Kim HR, Kim KM, Kim KO. 2011. Sensory characteristics of *Gangjung* base produced by various manufacturers. Korean J. Food Culture, 26(3):279-282
- Kim HS, Yoon JY. 2004. Effects of various sugar alcohols on the sensory properties of mulberry rice cake. Korean J. Food Cookery Sci., 20(5):412-418
- Kim JM, Han EJ, Cha KO. 2010. Research study of *Yukwa* baking process, traditional desert originated from *Jeonbuk*, Korea. J. East Asian Soc. Dietary Life, 20(3):402-414
- Kim JY, Shim KH, Choi OJ. 2012. Quality characteristics of *Yukwa* bases with different quantities of *Soju* in storage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 41(7):988-993
- Kim SY, Oh DK, Kim SS, Kim CJ. 1996. Novel sweetener for the sugarless candy manufacture. Food Sci. Industry, 29(3):53-61
- Kim SY, Shin SC, Seo HS. 2002. Comparative study on remineralizing effect of sorbitol, xylitol & erythritol sweetened chewing gums. J. Korean Acad. Dent Health, 26(4):593-607
- Lee CH, Han BJ, Kim NY, Lim JK, Kim BC. 1991. Studies on the browning reaction of sugar derivative sweetener. Korean J. Food Sci. Technol., 23(1):52-56
- Lee JK, Oh MS. 2010. Quality characteristics of sponge cakes with various sugar alcohols. Korean J. Food Culture, 25(5):615-624
- Lee KJ, Kim MR. 2004. Quality evaluation of pumpkin jam replaced sucrose with sugar alcohols during storage. J. East Asian Soc. Dietary Life, 14(2):123-130
- Lee SJ, Paik JE, Han MR. 2008. Effect of xylitol on bread properties. Korean J. Food Nutr., 21(1):56-63
- 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(6): 737-744
- Noh BS, Kim SY. 2000. Characteristics of erythritol and its applications. Food Sci. Industry, 33(2):87-95
- 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. Nutr., 37(3):367-372
- Park MK. 2007. Quality Characteristics of strawberry jam containing sugar alcohols. Korean J. Food Sci. Technol., 39(1):44-49
- Shin IY, Kim HI, Kim CS. 1999. Effect of sugar alcohol on wheat starch gelatinization and retrogradation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28(6):1251-1255
- Sung NY, Kweon SY, Park JN, Choi JI, Song BS, Kim JK, Lee JW, Kim JH. 2011. Effect of *Yukwa* containing green tea powder on lipid composition and body weight change in mice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 40(2):177-182
- Yang S, Kim MY, Chun SS. 2008. Quality characteristics of *Yukwa* prepared with mugwort powder using different puffing process. Korean J. Food Cookery Sci., 24(3):340-348
- Yukitomo K, Ikawa Y. 2000. Baking process of sponge cake with xylitol. J. Cookery Sci. Jpn., 33(1):18-24