

마 분말을 첨가한 쌀약과의 품질 특성과 산화안정성

황혜정¹ · 곽은정^{1,2*}

¹영남대학교 식품과학과, ²영남대학교 식품공학과

Quality Characteristics and Oxidative Stability of Rice *Yackwa* added with Yam Powder

Hea Jung Hwang¹ and Eun Jung Kwak^{1,2*}

¹Dept. of Food Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

ABSTRACT

This study was carried out to evaluate the effects of yam powder addition (0~40%) on the quality characteristics and oxidative stability of *yackwa* made with rice flour. While most rice flour (34.35%) had a particle size more than 250 μm , 75% of yam powder had a particle size less than 65 μm . Width, height, and volume of rice *yackwa* added with yam powder increased with increasing yam powder content. While L and b values of rice *yackwa* added with yam powder decreased with increasing yam powder content, a value increased. Hardness and chewiness of rice *yackwa* added with yam powder increased as storage period increased at 25°C for 9 days, whereas they decreased with increasing yam powder content. In a discrimination test, brown color, flavor, sweetness, and bitterness increased with increasing yam powder content, whereas hardness decreased. In a preference test, taste, texture, and overall acceptance increased with increasing yam powder content. The acid and thiobarbituric acid (TBA) values of rice *yackwa* added with yam powder increased as storage period increased. However, acid and TBA values of the treated groups decreased with increasing yam powder content compared to the control group. Although 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl (DPPH) radical scavenging activities decreased with increasing storage period, values increased with increasing yam powder content. It was found that *yackwa* quality, preference, and oxidative stability increased during storage with increasing yam powder content. From these results, addition of 40% yam powder would be the optimal conditions for making rice *yackwa*.

Key words : Rice, yam, *yackwa*, quality characteristics, oxidation stability

서론

약과(藥菓)는 밀가루에 기름과 꿀을 넣고 반죽하여 일정한 모양으로 만든 후 기름에 튀겨 꿀에 집착한 유밀과의 한 종류로(Cho EJ 등 2007), 과줄 또는 한자로는 조과(造菓)라고 불렀다. 특히 약과는 고려시대 불교 행사인 연등회, 팔관회 등 국가적인 큰 행사와 왕족, 귀족, 사원 행사의 고임상에 올려졌을 뿐 아니라, 서민들의 혼례나 제례 등의 행사 및 명절에도 이용될 만큼 인기가 있었던 유밀과였다(Cho EJ 등 2007). 그러나 급격한 산업화와 패스트푸드 및 인스턴트식품의 발달로 인해 전통 과자는 서양식 과자와 빵에 밀려 크게 쇠퇴하기도 하였으나, 약과는 현재에도 중요한 제례음식으로 사용될 뿐 아니라, 일상생활에서도 기호 식품으로 꾸준히 이용되고 있다.

우리나라에서 재배되고 있는 마는 Dioscoreaceae과 *Dioscorea*속에 속하는 다년생 초본으로 고구마와 형태가 비슷하고

덩이를 이루고 있으며, 덩이뿌리 모양에 따라 장마(*Dioscorea batatas*), 단마(*Dioscorea aimadoimo*) 및 참마(*Dioscorea japonica* Thunb.)로 분류된다(Kim YK 2012). 마의 성분은 품종에 따라 차이가 있지만, 수분 74%. 전분 20%, 단백질 1~3%, 비타민 등의 영양성분 이외에 steroid성 saponin, 점질성 다당류, 페놀성 화합물과 같은 건강기능성 성분을 함유(Chen YT & Lin KW 2007; Lu YL 등 2011; Jun HI & Song GS 2012)하여 오래 전부터 한국, 중국, 일본에서는 자양(滋養), 강장(剛腸), 익정(益精), 폐결핵, 지사(止瀉), 지갈(止渴) 및 진해(鎮咳) 등에 유효한 약재로 사용해 왔다(Kim YK 2012). 최근에는 건강식품에 대한 관심의 증대와 마의 기능성이 알려짐에 따라 수요가 증가되고 있으나, 마는 주로 생식하거나 건조하여 분말로 만들어 이용하고 있는 정도이다(Song HP 등 2010).

쌀의 연간 생산량은 440~500만 톤 수준을 유지하고 있으나, 식생활의 서구화로 인해 쌀소비량은 꾸준히 감소하고 있다(Han JH & Gouk SY 2014). 그러나 생산된 쌀의 대부분은 주식으로 사용되고 있고, 6%만이 주류 및 한과 등과 같은 가

* Corresponding author : Eun Jung Kwak, Tel: +82-53-810-2983, Fax: +82-53-810-4662, E-mail: kwakej@ynu.ac.kr

공식품의 형태로 소비되고 있어(Kim MS 등 2013), 소비되지 않은 쌀 문제는 심각한 수준이다(Han JH & Gouk SY 2014). 한편, 쌀은 에너지를 공급할 뿐 아니라, 쌀에 함유된 건강기능성 성분에 의해 당뇨, 비만, 심장병 예방효과(Shao Y & Bao J 2015)를 갖는 것으로 알려지면서, 쌀의 소비증대와 건강증진을 위해 밀가루를 쌀가루로 대체하여 빵(Park MK 등 2008; Kim HA & Lee KS 2011), 쿠키(Kim MS 등 2013; Lee JK & Lim JK 2013), 국수(Choi EJ 등 2014) 등의 식품들이 개발되고 있다. 약과의 경우도 쌀가루로 제조하거나(Kwak EJ 등 1992; Kim HA & Lee KH 2012), 밀가루의 일부를 쌀이나 찹쌀가루로 대체하여 만든 약과(Lee HS 등 1992; Lee KA 2006)에 대한 연구가 보고되었다. 본 연구에서는 쌀과 마의 소비촉진에 기여하고자 마 분말을 첨가하여 쌀약과를 제조한 후, 마 분말이 쌀약과의 품질과 산화안정성에 미치는 영향을 알아보았다.

재료 및 방법

1. 재료

마 분말은 경북 안동산 마로 제조한 것을 북 안동농협에서, 멥쌀은 경북 창녕 재래시장에서 구입하여 침지한 후, 분쇄기(대신기계, 한국)를 사용하여 2번 분쇄하였고, 생강은 대구의 재래시장에서 구입하였다. 꿀(동서, 아카시아 꿀), 소금(백설표), 물엿(동원), 참기름(동원), 식용유(백설표, 대두유), 설탕(백설표), 막걸리(동국, 경북 청도)는 대구의 대형 마트에서 구입하여 사용하였다.

2. 약과 제조

약과 반죽은 문헌 및 자료(Hyun JS & Kim MA 2005; Cho EJ 등 2007)를 참고하여 제조하였으며, 그 배합비는 Table 1과 같다. 마 분말 첨가량은 예비 실험 결과를 기초로 하여 쌀가루 중량의 0%(대조구), 10%, 20%, 30%, 40%로 결정하였다. 멥쌀가루는 일반 조리용 체에 내린 후 마 분말과 소금을 첨가하여 다시 동일한 체에 내렸다. 참기름을 넣어 비비면서 기름과 가루재료를 균일하게 혼합하고, 다시 한 번 체에 내린 후 막걸리, 생강즙, 꿀의 순서로 넣고, 손바닥으로 30회 비벼 반죽하였다. 이를 polypropylene bag에 넣고 10 mm의 높이가 되도록 밀대로 밀어 30분 휴지시킨 뒤, 20×20×10 mm 크기로 절단하였다. 튀김은 튀김기(KFR-1201, KAISER, Goyang, Korea)를 사용하여 150℃에서 5분 동안 튀긴 즉시 미리 만들어 놓은 시럽에 3시간 침적하였다. 시럽은 설탕, 물, 물엿을 2:2:1의 비율로 혼합하고, 강불로 가열하여 끓기 시작하면 약불로 5분 정도 끓여 제조하였다. 시럽의 당도는 굴절당도계(N-IE, Tokyo, ATAGO, Japan)로 측정하여 30 °Bx가

Table 1. Preparation of rice *yackwa* added with yam powder

Ingredients (g)	Yam powder content (%)				
	Control	10	20	30	40
Rice flour	100	90	80	70	60
Yam powder	0	10	20	30	40
Sesame oil	13	13	13	13	13
Honey	27	27	27	27	27
Makgeolli	18	18	18	18	18
Ginger juice	3	3	3	3	3
Salt	1	1	1	1	1

되도록 하였다. 집침 후 약과는 망에 건져 여분의 시럽을 제거한 후 실온에서 30분 건조하여 시료로 사용하였다.

3. 입도 측정

쌀가루와 마 분말은 체(청계상공사, 한국)에 걸러 쌀가루 입도 분포를 측정하였다. 마 분말과 쌀가루 100 g씩을 체를 바꿔가며 쳐서 통과되는 쌀가루의 중량을 측정하여 %로 나타내었다. 쌀가루는 60 mesh, 80 mesh, 120 mesh(250 μ m, 180 μ m, 125 μ m), 마 분말은 170 mesh, 200 mesh, 230 mesh(90 μ m, 75 μ m, 63 μ m)의 체를 사용하였다.

4. 팽화도 측정

마 분말을 첨가한 쌀약과는 튀기기 전과 후의 부피는 차이를 이용한 종자치환법으로 측정하였다.

5. 색도 측정

마 분말을 첨가한 쌀약과의 색을 색도계(RS-232C, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 측정하여 그 평균값을 나타내었다. 이때 표준백판은 L=97.22, a=0.02, b=1.74이었다.

6. 텍스처 측정

마 분말을 첨가한 쌀약과는 제조 즉시 각각 10개씩 polypropylene bag에 밀봉하여 항온기(VS-1203PF-LN, Hanbaek, Bucheon, Korea)에서 25℃를 유지하면서 9일간 저장하면서 시료로 사용하였다. 경도와 씹힘성은 rheometer(CR500-DX-L, Sun Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며, 이때 조건은 Table 2와 같다.

7. 관능평가

Table 2. Condition of texture measurement

Measurement	Condition
Probe type	10 mm cylinder
Load cell	10 kg
Table head speed	60 mm/min
Distance	6.00 mm
Set value	5.00 mm

관능평가를 위한 쌀약과는 제조 당일의 시료를 사용하였다. 검사는 오후 3시경에 실시하였으며, 관능평가 요원으로 영남대학교 외식산업학 전공 남·여 대학생 20명을 대상으로 실시하였다. 시료 번호는 난수표로부터 얻어진 3자리 숫자로 정하였다. 시료는 직경 12 cm의 흰색 접시에 종류별로 각 1개씩 담고, 물과 함께 제공하였고, 쌀약과를 평가한 후에는 반드시 생수로 입을 행구도록 하였다. 특성 강도 평가에서는 갈변도(browning color), 향(flavor), 단맛(sweetness), 씹쌀한 맛(bitterness), 경도(hardness)를 검사하였고, 기호도 검사에서는 외관(appearance), 향(flavor), 맛(taste), 조직감(texture), 종합적인 기호도(overall acceptability)를 7점 척도법에 의해 1점(매우 싫어함)에서 7점(매우 좋아함)까지의 점수를 부여하도록 하였다.

8. 유지 추출물 제조

마 분말을 첨가한 쌀약과는 50℃ 항온기에서 10일간 저장하면서 5일마다 Folch법(Folch J 등 1957)을 참고하여 유지를 추출하였다. 즉, 쌀약과 150 g을 분쇄한 다음 ethyl ether 500 mL를 가하여 2시간 동안 100 rpm으로 섞어준 후, 추출액을 추출한 후 여과하였다. 여액을 분액 깔대기에 옮긴 다음, 여액량의 1/3에 해당하는 증류수를 가하고, 격렬히 흔들어 혼합한 후, 하부의 증류수층을 제거하였다. Ethyl ether층은 sodium sulfate로 탈수시킨 다음 회전진공농축기(N-1000, Tokyo Rikakikai Co. Tokyo, Japan)로 40℃에서 감압 농축하여 12 g의 시료유를 얻어 이를 시료로 사용하였다.

9. 산가 측정

마 분말을 첨가한 쌀약과의 저장기간에 따른 산가 측정은 AOAC 법(2000)을 응용하여 측정하였다. 쌀약과에서 추출된 시료유 1 g을 ethylether:ethanol(1:1) 혼합용액 20 mL를 가하여 완전히 용해시킨 후, 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어뜨린 다음, 연분홍색이 30초간 지속될 때까지 0.1 N potassium hydroxide-ethanol 용액으로 적정하였다. 산가는 아래의 식으로 계산하여 구하였다.

$$\text{산가(KOH mg/g)} = (V_1 - V_0) \times 5.611 \times F/S$$

V_1 : 본 시험의 0.1 N KOH 용액의 적정 소비량(mL)

V_0 : 공 시험의 0.1 N KOH 용액의 적정 소비량(mL)

F : 적정에 사용한 0.1 N KOH 용액의 역가

S : 시료량(g)

10. Thiobarbituric Acid(TBA)가 측정

마 분말을 첨가한 쌀약과의 저장기간에 따른 TBA가 측정은 Chae SK(1998)의 방법을 참고하여 측정하였다. 쌀약과에서 추출된 시료유 2 g에 benzene 10 mL를 가하여 유지를 완전히 용해한 후, TBA 시약 10 mL를 첨가하여 vortex mixer로 교반하였다. 이를 4분간 정치시킨 다음 분액 깔대기로 분리하고, 하층부를 분리하여 100℃에서 30분간 가열한 후 냉각하여 530 nm에서의 흡광도를 측정하였다. TBA가는 아래의 식으로 계산하여 구하였다.

$$\text{TBA가} = (A - B) \times 3 \times 100/S$$

A : 시료 흡광도(530 nm)

B : 공시험 흡광도(530 nm)

S : 시료량(g)

11. DPPH Radical 소거능 측정

마 분말을 첨가한 쌀약과의 저장기간에 따른 1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl(DPPH(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) radical 소거능 측정은 Brand-Williams 등(1995)의 방법을 변경하여 측정하였다. 시료액은 쌀약과 1 g에 80% MeOH 9 mL를 가하여 2시간 동안 100 rpm으로 흔들어 추출한 후 여과한 것을 사용하였다. 다음 추출액 0.5 mL와 0.1 mM DPPH 용액 2.5 mL를 첨가하여 혼합한 후 실온에서 30분간 반응시킨 다음 517 nm에서의 흡광도를 측정하였다. DPPH radical 소거능은 다음 식으로 계산하여 구하였다.

$$\text{Inhibition(\%)} = (A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}/A_{\text{blank}}) \times 100$$

12. 통계 처리

실험에서 얻어진 결과는 3회 이상 반복 실시한 평균값과 표준편차로 나타내었다. 결과의 통계 처리는 SPSS 20.0 version (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후, 유의적인 차이가 있는 항목에 대해서는 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 입도

쌀가루와 마 분말의 입도 분포를 측정한 결과는 Fig. 1A, 1B와 같다. 쌀가루의 입도는 250 μm 이상이 34.35%로 가장 높았고, 125~180 μm 범위의 입도는 14.07%로 가장 낮았다 (Fig. 1A). 한편, 125 μm 이하의 고운 쌀가루는 26.51% 함유되어 있었다.

마 분말의 입도는 230 mesh를 통과한 65 μm 이하의 입도가 75.70%로 가장 높아(Fig. 1B), 마 분말의 입자는 쌀가루 입자보다 현저하게 미세하였다.

2. 팽화도

마 분말을 첨가한 쌀약과의 튀김에 따른 너비, 높이, 부피 증가율의 변화는 Table 3과 같다. 부피의 증가율은 너비와 높이가 증가함에 따라 대조구 109.00, 10% 첨가구 112.09, 20% 첨가구 126.29, 30% 첨가구 132.90, 40% 첨가구 142.36으로 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 현저히 증가하였다.

이와 같은 결과는 Fig. 1의 쌀가루보다 미세한 입자의 마 분말 첨가량이 증가함에 따른 것으로 사료된다. Park MK 등 (2008)의 쌀가루로 만든 식빵과 고아미 가루로 만든 모닝빵의 결과(Kim HA & Lee KS 2011)에서도 쌀가루의 입도가 작을수록 쌀가루로 제조한 식빵 조직 내 크고 많은 기공에 의해 부피가 크게 증가하였다. 또한 밀가루에 홍삼분말을 2~8%씩 첨가 시 너비는 6% 첨가구에서, 높이는 4% 첨가구가 가장 높았고(Hyun JS & Kim MA 2005), 녹차분말을 2~8% 첨가한 약과에서는 4% 첨가 시 높이가 가장 증가하였다

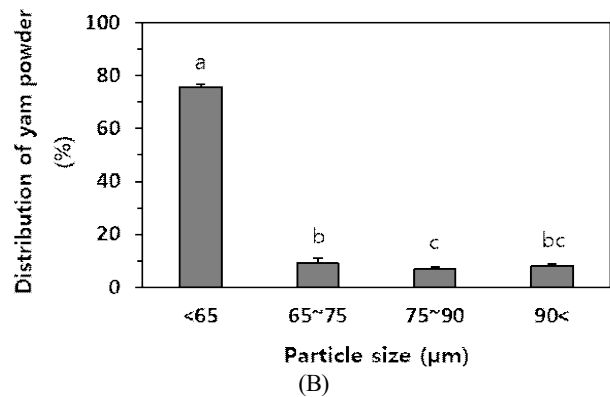
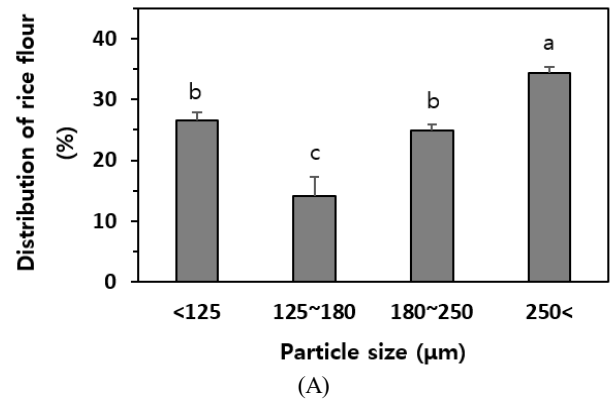


Fig. 1. Particle size of rice flour and yam powder.

Data represent the means of three determinations.

^{a-c} Values with different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 3. Changes in width, height, and volume of rice *yackwa* added with yam powder

Variable	Yam powder content (%)					F-value	
	Control	10	20	30	40		
Width (mm)	Before frying	20.06±0.08 ^{1(a2)}	20.24±1.50 ^a	20.39±1.31 ^a	20.20±0.70 ^a	20.48±5.50 ^a	1.49 ^{NS}
	After frying	20.58±1.55 ^{bc}	20.45±2.97 ^c	21.13±2.63 ^b	21.94±2.87 ^a	22.39±7.42 ^a	17.60 ^{***}
		102.59 ³⁾	101.04	103.63	108.61	109.33	
Height (mm)	Before frying	10.09±0.63 ^a	10.09±1.03 ^a	10.18±1.44 ^a	10.13±1.44 ^a	10.16±1.38 ^a	0.45 ^{NS}
	After frying	11.31±0.85 ^c	11.29±2.39 ^c	12.39±4.11 ^b	12.70±4.45 ^{ab}	12.98±2.06 ^a	26.18 ^{***}
		112.09	111.89	121.70	125.37	127.75	
Volume (mL)	Before frying	5.00±0.82 ^a	5.13±0.85 ^a	5.25±0.50 ^a	5.38±0.48 ^a	5.50±0.58 ^a	0.35 ^{NS}
	After frying	5.45±0.42 ^c	5.75±0.53 ^c	6.63±0.62 ^b	7.15±0.31 ^{ab}	7.83±0.57 ^a	15.22 ^{***}
		109.00	112.09	126.29	132.90	142.36	

*** $p<0.001$, ^{NS} No significant.

¹⁾ Mean±S.D.(n=5).

²⁾ Values with the same letter in the row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

³⁾ (Size after deep frying size before frying)×100.

(Yun GY & Kim MA 2005). 약과의 팽화도는 재료의 입도, 부재료의 종류와 첨가량 등에 따라 차이가 나타나는 것으로 생각된다.

3. 색도

마 분말을 첨가한 쌀약과의 색도는 Fig. 2A~2C와 같다. 쌀약과의 L값은 대조구가 47.79±1.01로 시료 약과 중 가장 높았고($p<0.05$), 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(Fig. 2A). 이는 마 분말의 단백질(Song HP 등 2010)과 약과 재료로 첨가된 꿀의 환원당 간에 Maillard 반응이 일어났기 때문으로 사료된다. 마 분말을 첨가하여 제조한 스폰지 케이크(Yi SY 등 2001), 설기떡(Kim JS & Kwak EJ 2010; Kim YK 2012), 젤리(Lee JA & Park GS 2007), 쿠키(Joo NM 등 2008), 쌀다식(Jo SE & Choi SK 2010) 등의 연구에서도 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값이 감소하여 본 연구 결과와 일치하였다.

쌀약과의 a값은 대조구가 가장 낮았고, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향이었으나, 20~40% 첨가구사이 유의적 차이는 없었다(Fig. 2B). 쌀약과의 b값은 10% 첨가구에서 가장 높게 나타난 후 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다(Fig. 2C). 마 분말이 첨가된 설기떡(Kim JS & Kwak EJ 2010), 쌀다식(Jo SE & Choi SK 2010), 쿠키(Joo NM 등 2008)에서도 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 a값은 증가하였다. b값의 경우, 본 연구시료인 마 분말 첨가 약과와 마 분말을 첨가한 스폰지 케이크(Yi SY 등 2001)과 같이 고온에서 가열하여 제품의 색이 진한 경우에는 감소하였으나, 설기떡(Kim JS & Kwak EJ 2010; Kim YK 2012), 젤리(Lee JA & Park GS 2007)에서는 증가하여 차이가 있었다.

4. 텍스처

마 분말을 첨가한 쌀약과를 25℃에서 9일간 저장 시 저장기간에 따른 경도 및 씹힘성 변화의 결과는 Fig. 3A, 3B와 같다. 제조 당일 쌀약과의 경도는 대조구가 가장 높았고, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(Fig. 3A). 마 분말을 첨가한 설기떡(Cho KO & Kim HS 2010; Kim JS & Kwak EJ 2010; Kim YK 2012)에서도 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도가 감소하여 본 연구결과와 일치하였다. 시료 쌀약과의 경도는 저장개시 후 3일까지 급격히 증가하였고, 이후 완만히 증가하는 경향이였다. 특히 대조구는 제조 당일 14.80 kg/cm²에서 9일째에 86.90 kg/cm²로 4.8배나 증가하여 시료 약과 중 가장 단단해진 것으로 나타났다. 마 분말 첨가구도 저장기간이 증가함에 따라 증가하였으나, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도는 감소하여 40% 첨가구는 대조구의 2/3 수준이었다. 마 분말을 첨가한 설기떡에서도 저

장 기간 중 대조구의 경도가 가장 많이 증가하였고, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도는 감소하여 본 결과와 일치하였다(Kim JS & Kwak EJ 2010; Kim YK 2012).

씹힘성은 제조 당일 대조구가 364.51 g으로 가장 높았고, 마 첨가구는 351.24~281.79 g의 범위로 마 분말 첨가량이 증

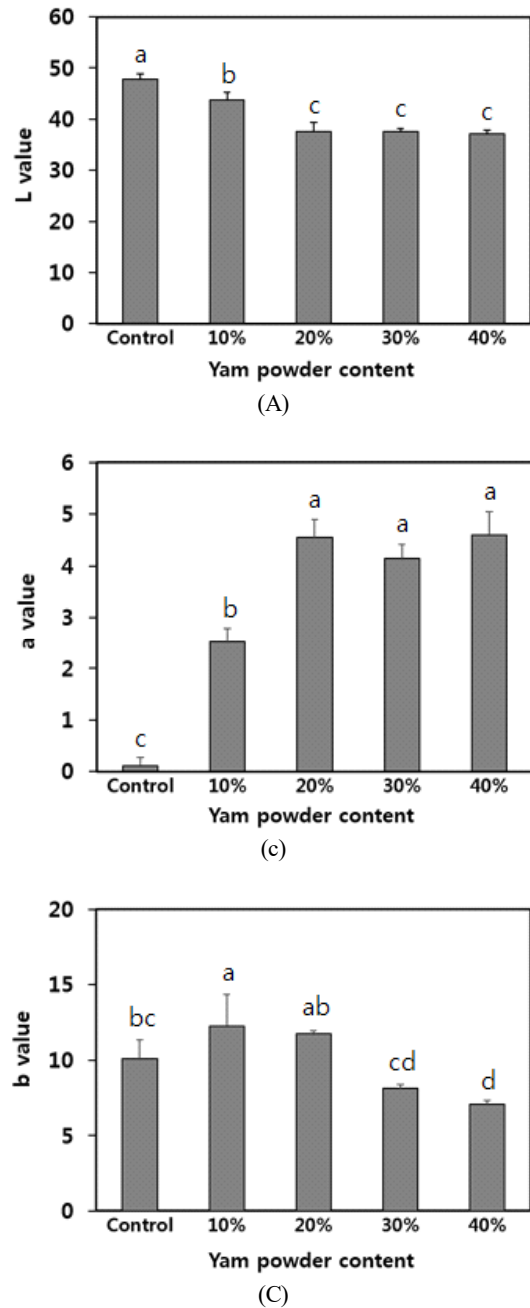


Fig. 2. Color values of rice yackwa added with yam powder.

Data represent the means of three determinations.

^{a-d} Values with different superscripts are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

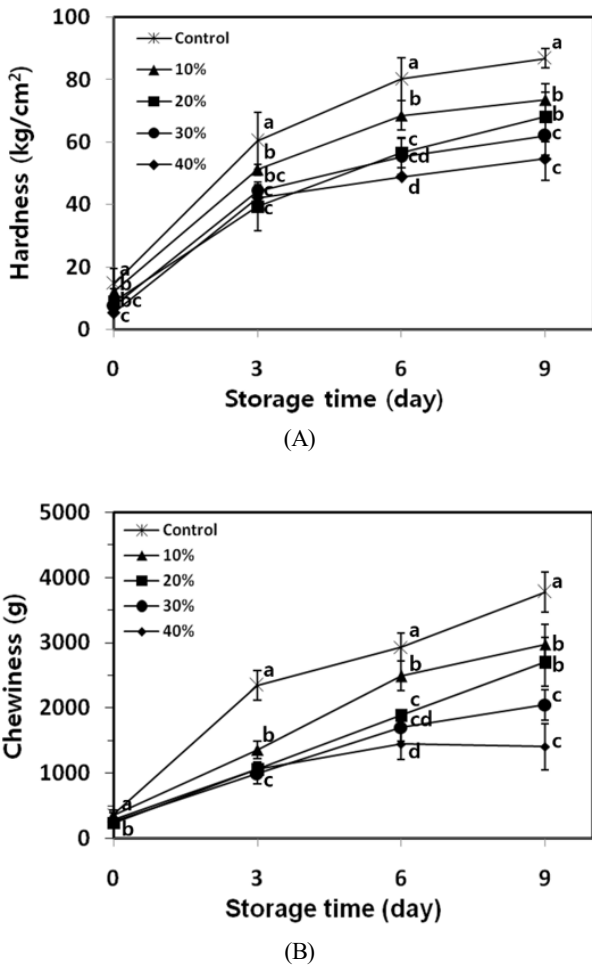


Fig. 3. Changes in hardness and chewiness of rice yackwa added with yam powder during storage at 25°C for 9 days. Data represent the means of 3 determinations. ^{a~c} Values with different superscripts in the same storage time are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

가함에 따라 유의적으로 감소하였다(Fig. 3B). 마 분말을 첨가한 젤리(Lee JA & Park GS 2007)와 설기떡(Cho KO & Kim HS 2010; Kim YK 2012)에서도 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 씹힘성이 감소하여 본 결과와 일치하였다. 이는 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 조직을 구성하는 입자간의 결합력이 약하게 되기 때문인 것으로 생각되었다(Kim YK 2012). 쌀약과의 씹힘성도 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 9일째에는 대조구 3,773 g, 10% 첨가구 2,976 g, 20% 첨가구 2,701 g, 30% 첨가구 2,044 g, 40% 첨가구는 1,403 g이었으나, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다($p < 0.05$). 그러나 마 분말을 첨가한 설기떡의 씹힘성은 저장기간 중 감소하여 쌀약과와 반대로 나타났다(Cho KO & Kim HS 2010; Kim YK 2012). 한편, Lee JH & Kim JS(2014)

는 밀가루에 마 분말을 15% 첨가하여 대조구와 12일간 저장 시 마 분말 첨가 약과의 씹힘성은 증가하였다고 보고하였다. 이 결과로부터 약과의 경우, 밀대로 반죽을 밀어 압력이 가해짐에 따라 조직이 설기떡보다 치밀해져서 씹힘성이 증가하게 된 것으로 추측된다.

5. 관능평가

마 분말을 첨가한 쌀약과의 관능평가 결과는 Fig. 4A, 4B와 같다. 갈색도는 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다(Fig. 4A). 이와 같은 결과는 마 분말 첨가량이 증가할수록 Fig. 2A에서 명도가 낮아진 결과와 일치하였다. 향, 단맛, 씹쓸한 맛도 대조구가 가장 낮았고, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 경도는 대조구가 5.05로 가장 높았고, 10%와 20% 첨가구는 4.68로 차이가 없었고, 30% 첨가구 4.36, 40% 첨가구는 2.95로 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하여 Fig. 3A의 경도 결과와 일치하였다. 마 분말을 첨가한 설기떡(Kim YK 2012)에서도 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 경도와 씹힘성이 낮아진다고 하여 본 연구 결과와 유사하였다.

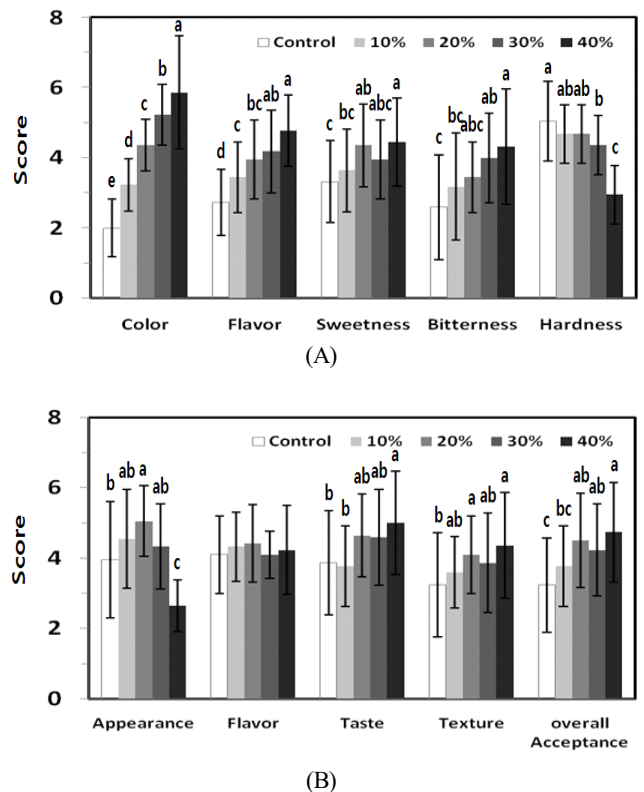


Fig. 4. Result of discrimination test (A) and preference test (B) of rice yackwa added with yam powder. ^{a~e} Values with different superscripts on the bar are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

기호도 검사 결과, 외관은 20% 첨가구가 가장 선호되었고, 40% 첨가구는 가장 선호도가 낮았다(Fig. 4B). 향은 시료간 유의적인 차이가 없었다. 맛과 텍스처의 선호도는 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였다($p < 0.05$). 종합적인 기호도의 경우, 40% 첨가구가 가장 선호되었고, 이어 20%와 30% 첨가구는 유의적인 차이 없이 선호되었으며, 대조구는 가장 선호되지 못하였다($p < 0.05$). 40% 첨가구는 색이 진한 갈색을 띄어 외관의 선호도가 낮았지만, 맛과 텍스처의 선호도가 높아 종합적인 선호도는 가장 높게 나타난 것으로 생각되었다.

6. 산가

마 분말을 첨가한 쌀약과의 저장기간에 따른 산가의 결과는 Table 4와 같다. 산가는 유지가 저장 중 가수분해되어 형성된 유리지방산의 함량을 측정하여 유지의 산패 정도를 측정하는 방법이다. 시료 쌀약과의 제조당일 산가는 대조구 1.08 mg/g으로 가장 높았고, 40% 첨가구는 0.51 mg/g으로 가장 낮았다. 쌀약과의 산가는 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 10일째에 대조구 2.18 mg/g, 10% 첨가구 1.73 mg/g, 20% 첨가구 1.45 mg/g, 30% 첨가구 1.23 mg/g, 40% 첨가구 0.99 mg/g의 순으로 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 감소하였다. 특히 40% 첨가구는 저장 5일까지 제조 당일과 유의적인 차이 없어 억제하여 첨가구중 가장 산패억제 효과가 높았다.

화피 추출물의 첨가량이 증가함에 따라 저장기간 중 개성 주약의 산가는 감소하였고(Joo SY 2013), 쑥분말을 첨가한 매작과에서도 쑥분말 첨가량이 증가함에 따라 산가는 감소

하여(Kim KH 등 2011) 본 결과와 유사하였다. 이와 같은 결과는 마 분말, 화피 추출물, 쑥분말과 같은 첨가물이 저장기간 동안 유리지방산 생성을 억제하여 산패가 서서히 진행되게 하는 것으로 사료되었다.

7. TBA가

마 분말을 첨가한 쌀약과의 저장기간에 따른 TBA가의 결과는 Table 4와 같다. 식품에 함유된 지방질 중 특히, 불포화 지방산은 산패가 진행됨에 따라 과산화물 및 carbonyl 화합물을 생성하는데, TBA가는 이때 생성된 산패정도를 측정하는 방법이며, 산화가 지속됨에 따라 그 값이 계속 증가한다(Kim KM 등 2007). 당일 제조한 마 분말을 첨가한 쌀약과의 TBA가는 대조구 8.77, 10% 첨가구 7.76, 20% 첨가구 6.85, 30% 첨가구 6.38, 40% 첨가구 5.06의 순으로 대조구가 가장 높았으며, 20%와 30% 첨가구가 유사하였고, 40% 첨가구의 TBA가가 가장 낮았다($p < 0.05$). 마 분말을 첨가한 쌀약과의 TBA가는 저장기간이 증가함에 따라 증가하여 저장 10일째에는 대조구 25.20, 10% 첨가구 23.85, 20% 첨가구 21.75, 30% 첨가구 21.15, 40% 첨가구 16.50이었으나, 10일간 저장한 40% 첨가구의 TBA가는 5일간 저장한 대조구보다 낮아, 마 분말 첨가가 산패 속도를 느리게 진행되게 하는 것을 알 수 있었다.

구기자 분말을 첨가한 유과(Park BH 등 2012), 무독화 옷 추출물 첨가한 강정(Kim KM 등 2007) 및 스피루리나를 첨가한 쌀엿강정(Kim HJ 등 2010)에서도 TBA가는 대조구가 가장 높았고, 저장기간이 증가함에 따라 TBA가가 증가하였

Table 4. Acid value, TBA value, and DPPH radical scavenging activity of rice yackwa added with yam powder during storage at 50°C for 10 days

	Storage time (day)	Yam powder content (%)				
		Control	10	20	30	40
Acid value	0	^C 1.08±0.11 ^{1)a2)}	^C 0.90±0.07 ^b	^C 0.82±0.03 ^{bc}	^C 0.68±0.04 ^{cd}	^B 0.51±0.08 ^d
	5	^B 1.54±0.01 ^a	^B 1.30±0.06 ^b	^B 1.10±0.03 ^c	^B 0.82±0.01 ^d	^B 0.68±0.03 ^e
	10	^A 2.18±0.12 ^a	^A 1.73±0.13 ^b	^A 1.45±0.06 ^c	^A 1.23±0.05 ^{cd}	^A 0.99±0.08 ^d
TBA value	0	^C 8.77±1.84 ^a	^C 7.76±0.34 ^b	^C 6.85±0.17 ^c	^C 6.38±0.24 ^c	^C 5.06±0.37 ^d
	5	^B 18.60±0.42 ^a	^B 14.23±0.49 ^b	^B 9.85±0.78 ^c	^B 9.17±0.33 ^c	^B 7.14±0.28 ^d
	10	^A 25.20±0.42 ^a	^A 23.85±0.21 ^b	^A 21.75±0.64 ^c	^A 21.15±0.50 ^c	^A 16.50±0.40 ^d
DPPH radical scavenging activity	0	10.46±0.64 ^e	^A 32.51±0.64 ^d	^A 59.29±0.95 ^c	^A 70.70±0.72 ^b	88.70±1.03 ^a
	5	10.18±1.03 ^e	^{AB} 30.63±0.88 ^d	^{AB} 57.09±0.40 ^c	^{AB} 68.95±0.64 ^b	87.10±0.43 ^a
	10	8.32±0.64 ^e	^B 29.02±0.50 ^d	^B 54.50±1.03 ^c	^B 64.68±0.16 ^b	86.15±0.78 ^a

¹⁾ Mean±S.D.(n=3).

²⁾ Values with different superscripts in the same row (^{a-e}) and column(^{A-C}) are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

으나, 첨가물의 함량이 증가함에 따라 감소하여 본 결과와 유사하였다.

8. DPPH Radical 소거능

마 분말을 첨가한 쌀약과의 저장기간에 따른 DPPH radical 소거능의 결과는 Table 4와 같다. DPPH는 비교적 안정한 free radical로 항산화물질에 의해 환원되어 free radical이 소거되면서 특유의 짙은 자색이 탈색되는 정도를 측정하는 것으로, 항산화 물질을 검색하는데 가장 많이 사용되고 있는 방법 중 하나이다(Kim KH 등 2011). 제조 당일 마 분말을 첨가한 쌀약과의 DPPH radical 소거능은 40% 첨가구가 88.70%로 가장 높았고, 대조구는 10.46%로 가장 낮았다. 시료 쌀약과의 DPPH radical 소거능은 저장기간이 증가함에 따라 감소하여 10일째에는 40% 첨가구 86.15%, 30% 첨가구 64.68%, 20% 첨가구 54.50%, 10% 첨가구 29.02%의 순으로 감소하였다. 그러나 DPPH radical 소거능은 마 분말 첨가량이 증가할수록 유의적으로 높아, 40% 첨가구의 경우 대조구보다 10배나 높았다. 이와 같은 결과는 마에 함유된 페놀성 화합물에 의해 (Chen YT & Lin KW 2007) 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 DPPH radical 소거능이 증가되었으며, 저장기간이 증가하여도 대조구에 비해 높은 소거활성을 가지는 것으로 사료되었다.

화피 추출물을 첨가한 개성주약(Joo SY 2013)의 DPPH radical 소거능은 제조 당일 2% 첨가구가 78.50%였으나, 저장 4일 후 69.09%로 감소하였고, 숙첨가 매작과(Kim KH 등 2011)의 소거능은 5% 첨가 시 제조 당일 85.00%에서 14일 후 47.15%로 감소하였다. 그러나 스피루리나 첨가 쌀엿강정(Kim HJ 등 2010), 화피 추출물을 첨가한 개성주약(Joo SY 2013), 숙첨가 매작과(Kim KH 등 2011)에서 모두 첨가물량이 증가할수록 DPPH radical 소거능은 증가되어 본 결과와 유사하였다.

요약 및 결론

쌀과 마의 소비를 증대시키고자 쌀가루에 마 분말을 10~40% 첨가하여 쌀약과를 제조한 후, 쌀가루와 마 분말의 입도, 쌀약과의 팽화도, 색도, 관능적 특성 및 저장기간 중의 텍스처와 산화안정성을 측정하였다. 쌀가루의 입도는 250 μm 를 통과하지 못한 입자가 34.35%로 가장 많이 함유되어 있었고, 마 분말은 65 μm 이하의 입도가 75.70%로 쌀가루 입자보다 미세하였다. 마 분말을 첨가한 쌀약과의 튀김에 따른 너비, 높이, 부피의 변화는 마 분말의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 L값과 b값은 감소하였고, a값은 증가하였다. 마 분말을 첨가한 쌀약과의 경도와 씹힘성은 저장기간이 증가함에 따라 증가하였으나, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 대조구에

비해 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 식별검사 결과, 갈색도, 향, 단맛, 씹살한 맛은 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하였으나, 경도는 감소하였다. 기호도 검사 결과, 맛, 텍스처, 종합적 선호도는 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 증가하여 40% 첨가구가 시료 쌀약과 중 가장 선호되었다. 마 분말을 첨가한 쌀약과를 50 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10일간 저장 시 산가와 TBA가는 저장기간이 증가함에 따라 증가하였으나, 마 분말 첨가량이 증가함에 따라 대조구에 비해 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 또한 시료 쌀약과의 DPPH radical 소거능은 저장기간이 증가함에 따라 감소하였으나, 마 분말 첨가량과 비례하여 증가하여 40% 첨가구가 가장 높았다. 이상의 결과로부터 쌀약과 제조 시 마 분말을 40% 첨가하는 것이 대조구에 비해 단맛과 씹살한 맛에 팽화되어 단단하지 않고, 산화안정성이 우수한 최적 조건으로 사료되었다.

REFERENCES

- AOAC (2000) Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC. p 53.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food Sci Technol 28(1): 25-30.
- Chae SK (1998) Food Analysis. Jigu Publishing. Co., Korea. pp 350-351.
- Chen YT, Lin KW (2007) Effects of heating temperature on the total phenolic compound, antioxidative ability and the stability of dioscorin of various yam cultivars. Food Chem 101(3): 955-963.
- Cho EJ, Yang MO, Kang HJ (2007) Physicochemical characteristics of *yackwa* with added rice wine cake. J East Asian Soc Dietary Life 17(1): 94-102.
- Cho KO, Kim HS (2010) Quality characteristics of *sulgidduck* with added yam (*Dioscorea japonica*) powder. Korean J Food Culture 25(6): 801-809.
- Choi EJ, Kim CH, Kim YB, kum JS, Jeong Y, Park JD (2014) Quality characteristics of instant rice noodles manufactured with broken rice flour. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(8): 1270-1277.
- Folch J, Lees M, Sloane Stanly GH (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. J Biol Chem 226: 497-509.
- Han JH, Gouk SY (2014) Analysis on consumer's perceptions and preferred attributes toward the processed rice foods. -Focusing on breads, biscuits, noodles-. Korean Food Mark

- Eco 31(3): 29-47.
- Hyun JS, Kim MA (2005) The effect of addition of level of red ginseng powder on *yackwa* quality and during storage. Korean J Food Culture 20(3): 352-359.
- Jo SE, Choi SK (2010) Quality characteristics of rice *dasik* made with yam (*Dioscorea japonica*) powder. Korean J Culinary Research 16(2): 308-321.
- Joo NM, Lee SM, Jung HS, Park SH, Song YH, Shin JH, Jung HA (2008) Optimization of cookie preparation by addition of yam powder. Korean J Food Preserv 15(1): 49-57.
- Joo SY (2013) Change of antioxidant activity and quality characteristics of *gaeseong-juak* prepared with *Prunus yedoensis* Matsumura extract during the storage period. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(7): 1086-1095.
- Jun HI, Song GS (2012) Quality characteristics of *doenjang* added with yam (*Dioscorea batatas*). J Agr Life Sci 43(2): 54-58.
- Kim HA, Lee KS (2011) A study on the characteristics of morning buns made from different particle sizes of *goami* powder. The Korean Journal of Culinary Research 17(5): 218-230.
- Kim HA, Lee KH (2012) Quality characteristics of baked *yackwa* made with *goami* powder added oil. J East Asian Soc Dietary Life 22(4): 514-520.
- Kim HJ, Shim EK, Kim HR, Kim MR (2010) Antioxidant activities of rice *yeot gangjung* with added spirulina powder. Korean J Food Culture 25(6): 795-800.
- Kim JS, Kwak EJ (2010) Quality characteristics of *sulgidduk* containing yam (*Dioscorea japonica* Thumb.) powder. Korean J Food Culture 25(3): 342-349.
- Kim KH, Kim SJ, Yoon MH, Byun MW, Jang SA, Yook HS (2011) Change of anti-oxidative activity and quality characteristics of *maejakgwa* with mugwort powder during the storage period. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(3): 335-342.
- Kim KM, Kim TY, Kim MK, Kim HR (2007) Quality properties of *gangjung* added with detoxified stem bark of *Rhus verniciflua* (RVSB) extract during acceleration storage. Korean J Food Sci Technol 39(4): 425-431.
- Kim MS, Park JD, Lee HY, Kum JS (2013) Effect of rice flour prepared with enzyme treatment on quality characteristics of rice cookies. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(9): 1439-1445.
- Kim YK (2012) The quality characteristics of *backsulgi* prepared with yam (*Dioscorea japonica*) powder. Korean J Community Living Sci 23(1): 31-39.
- Kwak EJ, Lee KH, Lee YS (1992) Effect of egg foam on texture of rice *yackwa*. Korean J Soc Food Sci 8(2): 83-93.
- Lee HS, Park MW, Jang MS (1992) Effects of waxy rice flour on the quality and acceptability of *yackwa* during storage. Korean J Dietary Culture 7(3): 213-222.
- Lee JA, Park GS (2007) Quality characteristics of jelly made with yam powder. Korean J Food Cook Sci 23(6): 884-890.
- Lee JH, Kim JS (2014) Quality characteristics of *yakwa* made with yam (*Dioscorea batatas* Decne) powder. The Korean Journal of Culinary Research 20(6): 56-68.
- Lee JK, Lim JK (2013) Effect of pregelatinized rice flour on the textural properties of gluten-free rice cookies. J Korean Soc Food Sci Nutr 42(8): 1277-1282.
- Lee KA (2006) Effect of black rice flour replacement on physicochemical, textural and sensory properties of *yackwa*. Korean J Hum Ecol 15(4): 669-674.
- Lu YL, Chia CY, Liu YW, Hou WC (2011) Biological activities and applications of dioscorins, the major tuber storage proteins of yam. J Tradit Complement Med 2(1): 41-46.
- Park BH, Yang HH, Cho HS (2012) Quality characteristics and antioxidative effect of *yukwa* prepared with *Lycii fructus* powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(6): 745-751.
- Park MK, Lee KS, Lee KH (2008) Effects of rice powder particle size in baked rice breads. J East Asian Soc Dietary Life 18(3): 397-404.
- Shao Y, Bao J (2015) Polyphenols in whole rice grain: Genetic diversity and health benefits. Food Chem 180(1): 86-97.
- Song HP, Kim BD, Shin EH, Song DS, Lee HJ, Kim DH (2010) Effects of gamma irradiation on the microbiological and general quality characteristics of fresh yam juice. Korean J Food Preserv 17(4): 494-499.
- Yi SY, Kim CS, Song YS, Park JH (2001) Studies on the quality characteristics of sponge cakes with addition of yam powders. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(1): 48-55.
- Yun GY, Kim MA (2005) The effect of green tea powder on *yackwa* quality and preservation. Korean J Food Culture 20(1): 103-112.

Date Received Feb. 24, 2017
 Date Revised May 13, 2017
 Date Accepted May 17, 2017