

## 저항전분 대체에 따른 유과의 품질에 관한 연구

이 미 혜 · 오 명 숙<sup>†</sup>

가톨릭대학교 식품영양학과

### Study on Quality of *Yukwa* by Substitution with Resistant Starch

Mi Hye Lee and Myung Suk Oh<sup>†</sup>

Dept. of Food and Nutrition, The Catholic University of Korea, Bucheon 14662, Korea

#### ABSTRACT

Effects of resistant starch as a functional substitute on the quality of *Yukwa* were determined. Replacement ratios of resistant starch were 2, 4, and 6% of glutinous rice flour. Regarding pasting properties of *Yukwa* dough replaced with resistant starch, initial pasting temperature significantly increased and peak viscosity significantly decreased with increasing resistant starch. The moisture contents of *bandegi* and *Yukwa* base replaced with resistant starch were higher than that of the control. The expansion ratio of *Yukwa* base replaced with resistant starch significantly decreased with increasing resistant starch, and there were no significant differences in the oil absorption ratio. Lightness (L) of *Yukwa* base replaced with resistant starch increased significantly with increasing resistant starch. Appearance of *Yukwa* base replaced with resistant starch showed a shortened length and increased width with increasing resistant starch, and cross-section showed an oval shape, fine air cell distribution, and increased outer layer thickness. Hardness and peak number increased significantly with increasing resistant starch. The overall acceptability of *Yukwa* base replaced with 6% resistant starch was the highest among the samples, but the result was not significant. The above results show that resistant starch substitution in *Yukwa* improved the texture and further could improve health functionality due to its dietary fiber content. Resistant starch was appropriate as a 6% replacement for glutinous rice flour in *Yukwa*.

Key words : Resistant starch, functional substitute, *bandegi*, *Yukwa* base

#### 서 론

우리나라의 대표적 한과인 유과는 독특한 조직감과 맛을 갖추고 있어 의례용 및 기호음식으로서 오랜 역사를 가지고 있는데, 근대 사회로 넘어오면서 서구의 다양한 과자류가 유입되어 상대적으로 한과에 대한 대중의 관심이 감소하였다 (Park SG 2015). 그러나 최근 소비자들의 전통 문화에 대한 인식 변화와 건강식에 대한 관심이 높아져 전통 식품도 웰빙 트렌드에 맞는 기능성 식품으로 변화하기를 기대하고 있다 (Lee YH 등 2001; Kim JM 등 2010). 이와 같은 소비자의 요구를 충족하기 위해 식품에 건강기능성 재료를 첨가하여 그 품질특성을 파악하고, 새로운 전통 식품을 제조하려는 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 전통 식품 중 하나인 유과에도 기능성 재료를 첨가한 연구가 다수 발표되었다. 최근 발표된 연구들을 살펴보면, 지치 추출물(Kim JS 등 2006), 표고버섯 (Park JS & Na HS 2007), 당알코올(Baik EY 등 2007; Lee

MH & Oh MS 2014), 녹차가루(Kweon SI 2008; Park JN 등 2008; Sung NY 등 2011), 홍삼농축액(Kim NG 2009), 구기자 (Park BH 등 2012), 수수겨(Koh JY 등 2014), 뽕잎(Seo JK 2014), 카레분말(Kang DC 등 2015), 귀노아(Kim SE 2015) 등 기능성이 풍부한 식품재료를 첨가한 유과의 이화학적 및 관능적 품질특성을 알아본 연구가 발표되어 있다. 상기 연구들에서는 위의 첨가물 내 건강기능성 성분들, 즉 카테킨, 커큐민, 사포닌, 카로티노이드, 안토시아닌, 식이섬유 등이 유과와 접촉되었을 때 나타나는 품질 특성과 더불어 생리활성물질의 잔류 여부 및 그 기능 정도를 파악하고자 하였다. 그러나 상기의 기능성 성분들은 첨가시 대부분 유과의 색상 변화, 텍스처 저하, 풍미의 변화 등을 초래하므로, 소비자의 고품질화 요구를 만족시키기 위해서는 기존에 발표된 건강기능성 성분 외에 그 단점을 보완한 새로운 기능성 성분 첨가에 따른 품질특성 연구도 필요하다.

이전부터 식품 산업에서 인체의 소장에서 소화 흡수되지 않는 저항전분이 주목을 받고 있는데, Englyst 등(1982)은 비전분 탄수화물류 분석 실험(*in vitro*)에서  $\alpha$ -amylase와 pullulanase(제한적 텍스트린 분해효소)처리에 의해 가수분해되지

<sup>†</sup> Corresponding author : Myung Suk Oh, Tel : +82-2-2164-4315, Fax : +82-2-2164-6583, E-mail : omsfn@catholic.ac.kr

않는 전분을 발견하고, 이를 효소에 저항성을 가진 전분인 저항전분이라고 처음 소개하였다. 저항 전분에는 4가지 종류가 있는데, 부분적으로 도정된 낱알이나 종자와 같이 소화효소가 전분 입자에 접근하기 어려운 복잡한 형태의 전분을 RS1, 소화 효소에 저항성을 가지는 특정 결정 형태(B type)로 이루어진 전분을 RS2, 전분의 노화를 통해 형성된 전분을 RS3, 화학적 변성을 통해 소화 효소에 저항성을 갖는 전분을 RS4라고 하였다(Bae CH 2014). 이들 중 화학적 변성을 통해 제조된 RS4의 경우, RS1이나 RS2에 비해 비교적 열에 안정적이며, 보다 저렴하고 균일하게 대량생산이 가능하므로 경제성과 효율성을 갖춘 저항전분의 급원으로서 각광받고 있다(Kim JH 2000; Oh SH & Shin MS 2002; Bae CH 2014). 저항전분은 불용성 식이섬유와 비슷한 생리적 기능, 즉 대장암 예방과 혈당 저하, 콜레스테롤 저하 등의 기능을 가지므로 생리활성물질로 분류되는 것이 특징인데(Sajilata MG 등 2006; Fysun O 등 2015), 이처럼 우수한 생리적 기능을 가지는 저항전분은 식이섬유와 달리 작은 입자와 온화한 냄새, 그리고 낮은 수분 흡수력이라는 장점을 겸비하고 있어 각종 식품에 첨가되어 그 품질특성에 관한 연구가 행해지고 있다(Sajilata MG 등 2006). 현재까지 발표된 저항전분 첨가에 관한 연구는 떡과 빵, 과자류 등의 제조 시 재료 중 일부를 저항전분으로 대체하여 그 특성을 파악하려는 연구로서(Fausto FD 등 1997; Song JY 등 2000; Kim MH 등 2001; Choi CR 2002; Kim JS & Shin MS 2006; Lee HJ & Shin MS 2006a; Lee HJ & Shin MS 2006b; Park MA 등 2007; Yao H 2011; Bae CH 등 2013), 대부분 저항 전분 첨가로 조직감이 증진되고 기호도가 증가하였는데, 아직까지 유과에 저항전분을 적용한 연구는 찾아보기 힘들다. 유과 제조 시 저항 전분의 기능성을 접목시킨다면, 식이섬유의 생리 활성 기능 부여와 더불어 바삭한 조직감의 증가를 통해 유과의 기호도가 증진될 것으로 생각된다.

이에 본 연구에서는 유과에 건강 기능성과 기호도를 증진시키려는 방안으로 유과의 주재료인 찹쌀가루의 일부를 식이섬유 첨가 시 나타나는 거친 질감, 낮은 풍미, 흡수력 증가 등의 단점이 보완된 식품소재인 저항전분으로 대체하여 유과를 제조한 후, 이화학적 및 관능적 품질특성을 측정하여 저항전분의 찹쌀가루 대체 가능성 및 최적 대체 수준을 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

유과 반죽과 반대기의 제조를 위해 사용한 찹쌀은 경기도 화성에서 2010년 수확한 화성 찰벼로 10분도로 도정한 것을

구입하여 4°C에 보관하면서 사용하였다. 튀김용 기름은 해표 식용유(사조해표(주), 인천)를 사용하였고, 청주는 알코올 14%의 수복폴드(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. 저항전분은 옥수수전분(대정화곡(주), Corn starch, 경기도 시흥)으로 직접 제조하여 사용하였다.

## 2. 실험 방법

### 1) 찹쌀가루의 제조

찹쌀가루 제조를 위하여 찹쌀과 동량의 물을 넣어 25°C incubator(IQ820, Yamato, Tokyo, Japan)에서 1일 1회씩 저어주면서 7일간 수침하였다(Kim HR 등 2009a; Kim HR 등 2009b; Lee MH & Oh MS 2014; Park SG 2015). 수침시킨 찹쌀은 10회 수세 후 실온에서 2시간 물기를 제거한 다음, roll mill (돌케싱롤러, 미래산업, 천안)을 이용하여 2회 분쇄하고, 체(20 mesh)를 통과시켰다. 이렇게 분쇄하고 체를 통과시킨 찹쌀가루를 600 g씩 소분하여 -18°C 냉동고(CS-G11ZX, LG 전자(주), 서울)에 저장하면서 시료로 사용하였다. 이때 찹쌀가루의 수분함량은 41.89±0.08%였다.

### 2) 저항전분의 제조

저항전분은 Bae CH(2014)의 인산가교에 의한 RS4형 옥수수 저항전분의 최적 제조 조건에 따라 다음과 같이 제조하였다. 옥수수전분 300 g에 물을 가하여 농도 22 baume(39.1% ds)의 전분유로 제조한 후, 1 N HCl 용액으로 pH 2.0으로 보정한 다음, 50°C 항온교반수조에서 80 rpm의 속도로 흔들어 주며 2시간 annealing 하였다. Annealing 후 알칼리용액에 의한 전분의 호화를 방지하고, 반응효율을 향상시키기 위해 sodium sulfate를 전분 고형분당 10% 첨가하여 용해시킨 후 1 N NaOH를 전분 고형분당 1.2% 투입하고, STMP(sodium trimetaphosphate, Sigma aldrich)와 STPP(sodium tripolyphosphate, Sigma aldrich)를 99:1로 혼합한 복합 인산염을 전분 무수물 대비 10% 첨가한 후 50°C 항온교반수조에서 80 rpm의 속도로 흔들어 주며 15시간 annealing하였다. 모든 반응이 끝난 전분유액은 1 M HCl 용액으로 중화(pH 5.0)한 후, 여과지(No. 5A(110 mm), Advantec, Tokyo, Japan)를 끼운 부크너 편벨을 사용하여 반응액의 4배의 증류수로 정제한 후 증발접시에 담아 50°C 열풍건조기(J-300M, 지시코, 서울)에서 2시간 건조하여 시료로 사용하였다. 제조한 저항 전분의 수분 함량은 18.55±0.15%였다.

### 3) 저항전분의 이화학적 특성

저항전분의 이화학적 특성으로 식이섬유소 함량, 용해도 및 팽윤력을 구하였다. 옥수수 전분과 저항전분에 함유된 식이섬유소의 함량은 총 식이섬유 시험법(식품공전 2014c)에 의해 분석하였다.

옥수수전분과 저항전분의 용해도와 팽윤력은 Schoch(1964)의 방법에 따라 측정하였다. 각각의 전분 0.5 g을 증류수 30 mL에 분산시킨 후 90℃ 항온수조에서 20분 간 100 rpm으로 흔들어주면서 가열한 후, 3,000 rpm에서 30분간 원심 분리하였다. 상징액은 미리 무게를 재어 놓은 용기에 담아 105℃ 열풍건조기(J-300M, Jisico, 서울)에서 항량이 될 때까지 건조시켜 A와 같이 용해도를 구하였고, 상징액 중 침전물의 무게로부터 B에 따라 팽윤력을 구하였다.

$$\text{용해도(\%)} = \frac{\text{상징액에서 증발되고 남은 시료의 무게(g)}}{\text{시료의 무게(g, 건량기준)}} \times 100 \quad (\text{A})$$

$$\text{팽윤력} = \frac{\text{침전된 시료의 무게(g)} \times 100}{\text{시료의 무게(g, 건량기준)} \times (100 - \text{용해도(\%)})} \quad (\text{B})$$

4) 유과 반죽, 반대기, 바탕의 제조

유과 반죽, 반대기, 바탕 제조를 위한 재료의 비율과 방법은 여러 연구(Baik EY 등 2007; Park JN 등 2008; Yang S 등 2008; Sung NY 등 2011; Kim JY 등 2012)의 결과와 예비실험을 통해 Table 1의 비율로 Fig. 1과 같이 제조하였다. 대조군은 찹쌀가루 100 g, 청주 8 g, 물 8 g, 설탕 6 g 및 생콩가루 6 g을 모두 혼합하여 바닥에 구멍이 뚫린 스테인리스 스틸 소재의 트레이(527 mm × 323 mm × 65 mm, 가로×세로×높이)에 면보와 실리콘 패드를 깔고, 혼합한 재료를 높이 1.5 cm 정도 되게 평평하게 펼쳐 넣은 후, 뚜껑을 닫지 않은 채 100℃의 수증기를 균일하게 발생시키는 콤포텀 오븐(OSP 6.10,

Table 1. Formular for Yukwa with various levels of resistant starch

Ingredient (g)	Control	Resistant starch		
		2%	4%	6%
Glutinous rice flour	100	98	96	94
Resistant starch	-	2	4	6
Rice wine	8	8	8	8
Water	8	8.5	8.9	9.4
Sucrose	6	6	6	6
Raw soybean powder	6	6	6	6

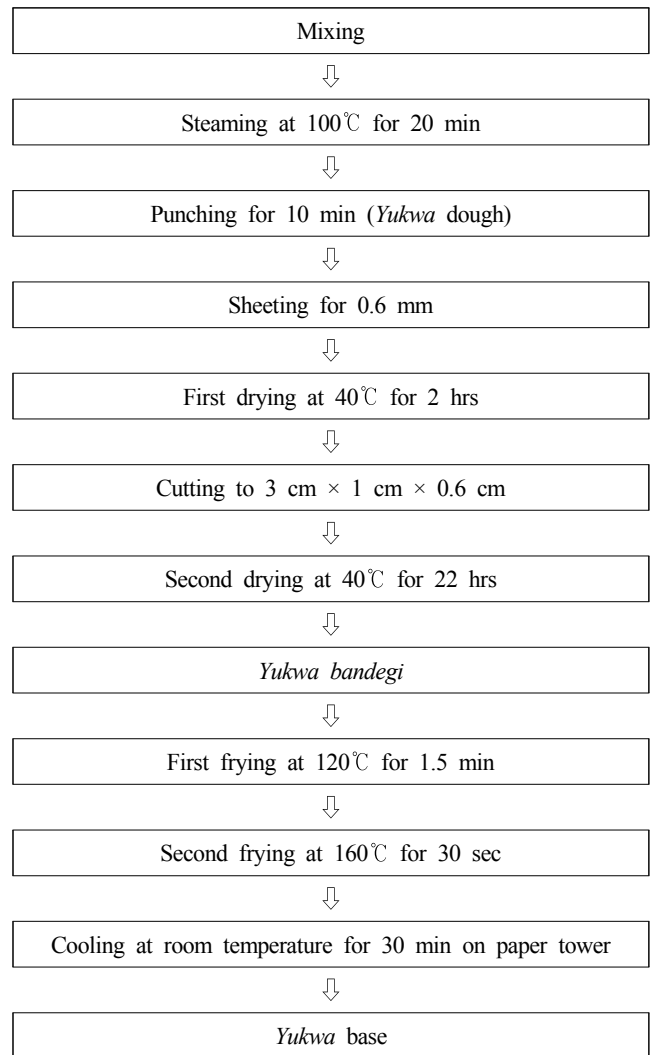


Fig. 1. Schematic diagram for Yukwa base preparation.

HRS, Egfling, Germany)에서 20분간 증자하였다. 증자한 재료를 반죽기(Model K5-A, Kichen Aid, USA)를 이용하여 speed No. 2(95±5 rpm)에서 10분간 짜리치기 하여 유과 반죽을 제조하였는데, 이때 사용한 반죽 용기는 밀이 둥근 형태의 타원형(스테인리스 스틸 소재, 용량 5L)이었다. 짜리치기 한 유과 반죽을 12 cm 간격을 둔 두 개의 나무 판(35 cm × 3 cm × 0.6 cm, 길이×폭×두께)사이에 넣고, 밀대로 0.6 cm 두께로 밀어 40℃ 열풍건조기(J-300M, Jisico, 서울)에서 2시간 동안 1차 건조를 하고, 이것을 3 cm × 1 cm × 0.6 cm(길이×폭×두께)크기로 칼로 절단한 다음, 다시 40℃ 열풍건조기에서 22시간 2차 건조하여 반대기를 제조하였다. 건조 시 시료는 구멍이 촘촘히 뚫린 금속망에 1 cm 간격으로 가지런히 늘어놓고, 열풍건조기에 넣어 바람이 골고루 통하도록 하였다. 시료제작 시 덧가루(중력분)는 붙지 않을 최소한도의 양(5 g 내외)만 사용하였고, 후에 붓(50 mm, 방산, 서울)으로 모두 털어

내었다. 건조가 끝난 성형물(반대기)은 자동 온도 조절 전기 튀김기(Serie F21-RC, Tefal, China)로 120℃에서 1분 30초간 1차 튀김을 하고, 바로 160℃에서 30초간 2차 튀김을 한 후, 30분 간 키친 타올 위에서 실온(24±1℃) 방냉하여 바탕을 제조하였다.

저항전분 대체 유과는 Bae CH 등(2013)의 연구와 예비실험을 통해 저항전분의 대체량을 정하여 Table 1과 같은 비율로 혼합하였다. 즉, 저항전분 대체 유과는 찹쌀가루 총량의 2, 4, 6%를 저항전분으로 대체하여 제조하였는데, 찹쌀가루의 수분함량(41.89%)이 저항전분의 수분함량(18.55%)보다 높으므로 대조군과 저항전분 대체군이 동일한 수분함량을 갖도록 저항전분 대체군에 추가로 물을 첨가하였다.

### 5) 유과 반죽의 점도 특성

저항전분이 전분의 호화 거동에 영향을 미치므로(Shin MS 등 2001; Kim JS & Shin MS 2006; Yao H 2011), 저항전분을 대체한 유과 반죽에 대하여 신속점도측정기(Rapid Visco Analyzer, RVA NEWPORT, Newport Scientific, Australia)를 사용하여 점도특성을 측정하였다.

찹쌀가루와 저항전분을 각각의 배합비(0%, 2%, 4%, 6%)에 맞게 칭량한 후, 물을 넣고 건량기준 14%의 현탁액을 만들어 측정에 사용하였으며, 측정조건은 Table 2에 나타내었다. 얻어진 점도곡선으로부터 호화개시온도(initial pasting temperature), 최고점도(peak viscosity, P), 최저점도(holding strength, 95℃에서 2분 30초 간 유지시킨 후의 점도, H), 최종점도(final viscosity, F)를 측정하고, 이들 측정값으로부터 breakdown(P-H), setback (F-P), consistency(F-H) 값을 얻었다.

### 6) 반대기의 수분 함량

반대기의 수분함량은 시료를 곱게 분쇄하여 칭량한 후, 상압 가열 건조법으로 105℃ 열풍건조기(J-300M, 지시코, 서울)를 사용하여 항량이 될 때까지 건조시킨 후 수분 함량을 측정하였다.

Table 2. Operation conditions for rapid visco analyzer

Time (min)	Temperature control
0~1.0	Heating from r.t.* to 50℃
1.0~4.7	Heating from 50℃ to 95℃
4.7~7.2	Holding at 95℃
7.2~11.0	Cooling from 95℃ to 50℃
11.0~13.0	Holding at 50℃

\* Room temperature.

### 7) 바탕의 이화학적 특성

#### (1) 수분 함량

바탕의 수분 함량은 반대기의 수분 함량 측정 시와 동일한 방법으로 측정하였다.

#### (2) 팽화율 및 유지 흡수율

바탕의 팽화율은 중자치환법에 따라 팽화 전후의 반대기와 바탕 5개의 무게 및 부피를 측정하여 A와 같이 계산하였다. 유지흡수율은 튀기기 전후의 반대기와 바탕 5개의 무게를 측정하여 B와 같이 계산하였다(Lee SA 등 2000; Yang S 등 2008).

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

a : Yukwa base volume

b : Yukwa bandegi volume

c : Yukwa bandegi weight

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

a : Yukwa base weight

b : Yukwa bandegi weight

#### (3) 색도

바탕의 색도는 색차계(ZE-2000, Nippon denshoku, Tokyo, Japan)를 이용하여 시료 겉면의 L, a, b값을 측정하였다. 표준색판(Y=94.96, X=93.00, Z=111.54)을 사용하였다(Lee MH & Oh MS 2014).

#### (4) 외관 및 단면 관찰

바탕의 외관 및 단면관찰은 디지털카메라(Digital IXUS 860IS, Cannon, Japan)를 이용하여 관찰하였다(Yu C 등 2006).

#### (5) 조직감

바탕의 조직감은 Texture Analyzer(TA-XT Express, Stable Microsystems Ltd., Surrey, England)를 사용하여 측정하였다. 측정조건은 Table 3과 같다(Lee SA 등 2000; Lee MH & Oh MS 2014).

### 8) 바탕의 관능적 특성

바탕의 관능적 품질특성 조사를 위하여 식품영양학과 대학원생 및 학부생 15명을 대상으로 정량적 묘사분석 방법을 적용하여 색, 부피, 기공의 균일성 등의 외관, 단맛, 기름향

Table 3. Conditions of texture analyzer for *Yukwa* base

Items	Operation condition
Test mode	Compression
Probe type	P/2 ; 2 mm DIA cylinder stainless
Load cell	5 kg
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post-test speed	10.0 mm/sec
Distance	30.0 mm
Trigger type	Auto-5 g
Sample size	Half size of <i>Yukwa</i> base

등의 향미, 경도, 바삭한 정도 등의 조직감, 삼킨 후 입안의 잔여물 및 이에 붙는 정도 등에 관하여 특성강도를 측정하였고(Baik 등 2007; Kim 등 2011; Hwang 등 2013), 이와 함께 전반적인 기호도 검사를 실시하였다. 검사 전 패널에게 관능 특성의 개념과 정의를 확립시켰고, 색을 비교하기 위한 기준 색지 및 부피와 맛, 조직감을 판단할 수 있는 기준시료를 제시하여 시료에 대한 정확한 특성 파악 및 검사방법에 대해 예비교육을 실시하였다. 시료의 제시는 임의의 세 자리 숫자가 적힌 흰색 접시에 시료를 1개씩 담아 제공하였다. 각 시료의 평가 사이에 생수가 제공되었고, 조사는 15점 척도로 나타내도록 하였으며, 1점에 가까울수록 강도가 약함을, 15점에 가까울수록 강도가 강함을 나타내도록 하였다. 전반적인 기호도 역시 1점에 가까울수록 불만족을, 15점에 가까울수록 만족을 나타내도록 하였다.

### 9) 통계처리

관능적 특성을 제외한 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.

## 결과 및 고찰

### 1. 저항전분의 이화학적 특성

전분과 저항전분의 식이섬유소 함량, 용해도 및 팽윤력을 Table 4에 나타내었다. 전분에는 시료 100 g(d.w.) 당 0.19 g의 식이섬유소가 함유되어 있는 반면, 저항전분에는 시료 100 g(d.w.) 당 51.52 g의 식이섬유소가 함유되어 있어서, 저항전분이 상당량의 식이섬유소를 함유하고 있는 것을 나타내었다.

용해도는 전분이 6.78%, 저항전분이 0.12%로 유의적으로

Table 4. Total dietary fiber contents, solubility and swelling power of native and resistant starch

	Native starch	Resistant starch	<i>t</i> -value <sup>3)</sup>
Total dietary fiber (g/100g <sup>1)</sup> )	0.19±0.07 <sup>2)</sup>	51.52±2.60	-34.13***
Solubility (%)	6.78±0.67	0.12±0.04	17.29***
Swelling power	13.48±0.26	4.08±0.04	62.91***

<sup>1)</sup> Per dry weight.

<sup>2)</sup> Mean±S.D.

<sup>3)</sup> \*\*\* Significant at  $p < 0.001$  by *t*-test.

큰 차이를 나타내었다( $p < 0.001$ ). 이는 저항전분을 만드는 과정 중 일어나는 아밀로펙틴 분자간의 가교결합이 전분의 팽윤을 억제시켜 최종적으로 저항전분의 용해성이 낮아지는데(Choi CR 2002), 이러한 이유로 저항전분의 용해도가 급격히 낮아진 것으로 생각되었다. 팽윤력(90℃)은 전분이 13.48이었고, 저항전분이 4.08로 유의적으로 큰 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 가교결합된 전분은 분자간의 결합이 매우 강하여 그 움직임이 제한되는데, 이로 인해 전분의 팽윤이 억제되어 호화 후 냉각 시 겔이 아닌 페이스트 상태로 존재하므로(Chatakanonda P 등 2000), 본 연구의 팽윤력 역시 감소된 것으로 생각되었다. 인산가교를 통해 제조한 RS4형 옥수수 저항전분의 팽윤력이 식이섬유 함량 59.4%일 때 4.1이었는데(Bae CH 2014), 본 연구의 저항전분 식이섬유 함량이 51.52%이었으므로 팽윤력 4.08은 거의 유사한 결과라고 할 수 있다.

### 2. 유과 반죽의 점도 특성

RVA에 의한 저항전분 대체에 따른 반죽의 점도특성을 Table 5에 나타내었다. 대조군의 호화 개시온도는 67.28℃이었고, 저항전분 2, 4, 6% 대체군은 각각 68.33, 68.95, 69.47℃로 저항전분의 대체량이 증가할수록 호화개시온도가 유의적으로 증가하였는데( $p < 0.001$ ), 최고점도는 대조군이 48.28 RVU, 저항전분 2, 4, 6% 대체군이 각각 41.78, 37.47, 38.94 RVU로 저항전분의 대체량이 증가할수록 최고점도가 감소하였다( $p < 0.001$ ). 최고점도는 페이스트의 점도가 가장 높은 지점으로 전분 입자의 물리적인 붕괴가 일어나기 전까지 전분 입자가 최대로 팽윤될 수 있는 능력을 반영하며, 높은 팽윤력을 가진 전분입자는 최고 점도가 높다(Lee MJ 2005). 저항전분은 전분에 비해 팽윤력과 용해도가 낮아(Table 5) 유과 반죽에 저항전분을 대체하면 반죽 내 전분의 팽윤력을 감소시켜 반죽의 최고 점도가 감소된 것으로 생각된다. 최저점도와 최종점도에서는 저항전분의 대체에 따라 수치적 감소를 나타내었으나 유의적인 차이는 없었고, 최고점도와 최저점도의 차이를 나타내는 breakdown은 저항전분의 대체량이 증가할수

Table 5. RVA characteristics of Yukwa dough substituted with various levels of resistant starch

Parameters	Control	Resistant corn starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
Initial pasting temperature (°C)	67.28±0.45 <sup>1)c2)</sup>	68.33±0.46 <sup>b</sup>	68.95±0.52 <sup>ab</sup>	69.47±0.03 <sup>a</sup>	15.44 <sup>***</sup>
Peak viscosity (RVU)	48.28±4.00 <sup>a</sup>	41.78±0.49 <sup>b</sup>	37.47±1.30 <sup>c</sup>	38.94±0.64 <sup>bc</sup>	15.00 <sup>***</sup>
Holding strength (RVU)	17.19±1.97	14.97±0.46	14.58±1.23	16.14±1.14	2.43 <sup>NS4)</sup>
Final viscosity (RVU)	22.53±2.63	20.45±0.41	19.50±1.59	20.25±1.23	1.82 <sup>NS</sup>
Breakdown (RVU)	31.08±2.16 <sup>a</sup>	26.81±0.90 <sup>b</sup>	22.89±0.13 <sup>c</sup>	22.80±0.65 <sup>c</sup>	31.34 <sup>***</sup>
Setback (RVU)	-25.75±1.38 <sup>c</sup>	-21.33±0.08 <sup>b</sup>	-17.97±0.68 <sup>a</sup>	-18.03±0.57 <sup>a</sup>	60.19 <sup>***</sup>
Consistency (RVU)	5.33±0.96	5.47±0.84	4.92±0.60	4.11±0.31	2.16 <sup>NS</sup>

1) Mean±S.D.

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

3) \*\*\* Significant at  $p<0.001$ .

4) NS No significance.

록 유의적으로 감소하였다( $p<0.001$ ). 최종점도와 최고점도의 차이인 setback은 저항전분의 대체량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으며( $p<0.001$ ), 최종점도와 최저점도의 차이를 나타내는 consistency는 저항전분의 대체량이 증가함에 따라 감소되었으나, 유의차를 나타내지는 않았다.

저항전분 첨가 쌀전분의 점도특성도 저항전분의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 호화개시온도가 증가하였고, 최고점도와 breakdown 값이 감소하였으며(Yu MY 2014), 저항전분 대체 쿠키의 점도특성 역시 저항전분 대체군이 대조군에 비해 호화개시온도가 증가하고, 최고점도, 최저점도, 최종점도가 감소하여(Kim JS & Shin MS 2006) 본 연구와 같은 결과를 나타내었다. 그러므로 저항전분의 대체로 호화개시온도가 상승하여 반죽의 호화가 지연되며, setback 값이 대조군에 비해 높아 노화가 빨라지나, -값을 유지하여 노화에 대한 안정성이 유지되는 것으로 생각되었다.

### 3. 반대기의 수분함량

저항전분 대체 반대기의 수분함량을 Table 6에 나타내었다. 대조군에 비해 저항전분의 함량 증가에 따라 반대기의 수분함량이 점차 증가되었으나, 유의적으로 증가한 것은 저항전분 4%와 6% 대체군이었다( $p<0.05$ ). 저항전분을 10% 대체하여 제조한 프렌치 브레드의 수분함량도 대조군에 비해 유의적으로 증가( $p<0.05$ )하였다고 보고되어(Lee HJ & Shin MS 2006a), 본 연구와 같은 경향을 나타내었다.

### 4. 바탕의 이화학적 특성

#### 1) 수분함량

Table 6. Moisture contents of Yukwa bandaegi with various levels of resistant starch

	Control	Resistant corn starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
Moisture contents (%)	14.75±0.25 <sup>1)c2)</sup>	14.89±0.13 <sup>bc</sup>	15.13±0.11 <sup>ab</sup>	15.23±0.07 <sup>a</sup>	5.79 <sup>*</sup>

1) Mean±S.D.

2) Means in a row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

3) \* Significant at  $p<0.05$ .

저항전분 대체 바탕의 수분함량을 Table 7에 나타내었다. 대조군의 수분함량은 4.61%이었고, 2, 4, 6% 저항전분 대체군의 수분함량은 각각 4.81, 5.07, 4.97%로 대조군과 비교하여 저항전분 대체군의 수분함량이 전체적으로 높았다( $p<0.05$ ). 이는 저항전분 대체량 증가에 따른 반대기 수분함량 변화(Table 6)와 유사한 경향이였다. Bae CH 등(2013)도 RS4 옥수수 전분 대체 쿠키가 대조군에 비해 저항전분의 대체량 증가에 따라 수분함량이 증가되었다고 보고하였는데, 이는 저항전분이 쿠키의 물 결합능력에 영향을 미쳐서 수분함량이 증가된 것으로 추정된다고 하였다. Kim JE (2012)의 보고에서도 쌀전분으로 제조한 RS4의 물 결합능력이 RS3보다는 낮으나, 쌀전분보다는 높아서 저항전분이 생전분보다 물 결합능력이 높은 것을 나타내었다. 그러므로 저항전분의 물 결합능력으로 인해 저항전분 대체량이 증가할수록 바탕의 수분함량 역시 증가한 것으로 생각되었다.

#### 2) 팽화율 및 유지흡수율

**Table 7. Moisture content of Yukwa base with various levels of resistant starch**

	Control	Resistant corn starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
Moisture contents (%)	4.61±0.07 <sup>1)c2)</sup>	4.81±0.05 <sup>b</sup>	5.07±0.05 <sup>a</sup>	4.97±0.10 <sup>a</sup>	24.82 <sup>***</sup>

1) Mean±S.D.

2) Means in a row with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

3) \*\*\* Significant at  $p<0.001$ .

저항전분 대체 바탕의 팽화율과 유지흡수율을 Table 8에 나타내었다. 일반적으로 반대기의 수분함량이 많을수록 바탕의 팽화율이 증가하는데(Lee SA 등 2000; Lee MH & Oh MS 2014), Table 6에 나타난 반대기의 수분함량은 저항전분 대체량이 증가됨에 따라 증가되었지만, 바탕의 팽화율은 저항전분 대체량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p<0.01$ ). 이는 저항전분의 존재로 인한 내부구조의 변화로 팽화율이 감소된 것으로 생각되며, Song JY 등(2000)의 연구에서 저항전분을 대체한 식빵의 부피 역시 대조군에 비해 감소하였으며, 이러한 부피의 감소 정도는 저항전분 대체량이 증가할수록 더 크게 일어나는 본 연구결과와 일치하였다.

유지흡수율은 팽화율과 같이 저항전분의 대체량이 증가할수록 감소하나 유의차는 없었다. 바탕의 팽화율은 유지흡수율과 비슷한 경향인 것으로 알려져 있는데(Kim KM 등 2010), 본 연구에서 저항전분 대체량 증가에 따라 바탕의 팽화율이 유의적으로 감소하였고, 유의적이지는 않지만 유지흡수율 역시 감소하여 같은 경향을 나타내었다.

### 3) 색도

**Table 8. Expansion ratio and oil absorption ratio of Yukwa base with varied levels of resistant starch**

Properties	Control	Resistant starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
Expansion ratio (mL/g)	11.96±0.24 <sup>1)a2)</sup>	11.63±0.08 <sup>ab</sup>	11.36±0.23 <sup>bc</sup>	11.03±0.31 <sup>c</sup>	8.75 <sup>**</sup>
Oil absorption ratio (%)	25.01±0.63	24.88±0.74	24.09±0.71	23.95±0.34	2.23 <sup>NS4)</sup>

1) Mean±S.D.

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

3) \*\* Significant at  $p<0.01$ .

4) NS No significance.

저항전분 대체 바탕의 색도를 Table 9에 나타내었다. 명도(L 값)는 대조군이 63.15였고, 저항전분 2, 4, 6% 대체군들은 각각 64.29, 65.84, 67.63으로 저항전분 대체량의 증가에 따라 명도가 유의적으로 증가하여( $p<0.001$ ) 더 밝은 색을 띠는 것으로 나타났다. 적색도(a 값)는 저항전분의 대체로 대조군에 비해 감소하였으나, 저항전분 대체군 사이에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p<0.01$ ). 황색도(b 값)는 대조군과 저항전분 대체군 사이에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

Shin MS 등(2002)의 보고에서 RS4를 국수에 첨가하면 국수의 명도가 대조군에 비해 증가하였는데, 이는 전분의 첨가로 인해 국수 반죽의 색을 나타내는 주요 물질인 단백질과 회분의 함량이 각각 감소하여 희석되었기 때문이라고 하였으며, Kim JS & Shin MS(2006)도 저항전분을 첨가하여 제조한 쿠키의 색도가 위와 같은 이유로 RS4 첨가군의 명도가 대조군에 비해 증가하였다고 보고하였다. Bae CH 등(2013)도 저항전분을 첨가하여 제조한 쿠키의 색도에서 RS4 형태의 옥수수 전분의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비해 명도가 증가되었고( $p<0.05$ ), 적색도는 대조군에 비해 유의적으로 증가되었으나, 첨가군 사이에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았으며( $p<0.05$ ), 황색도는 유의적인 차이를 나타내지 않았다고 보고하여 본 연구와 대체로 비슷한 경향을 나타내었다.

### 4) 외관 및 단면관찰

저항전분 대체 바탕의 외관 및 단면을 Fig. 2에 나타내었다. 저항전분의 대체량이 증가될수록 바탕의 길이가 약간 감소하면서 직경이 증가하는 것을 나타내었다. 대조군의 단면

**Table 9. Color values of Yukwa base with varied levels of resistant starch**

Color value <sup>4)</sup>	Control	Resistant starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
L	63.15±0.20 <sup>1)c2)</sup>	64.29±0.49 <sup>c</sup>	65.84±1.30 <sup>b</sup>	67.63±0.29 <sup>a</sup>	22.16 <sup>***</sup>
a	1.39±0.26 <sup>a</sup>	0.61±0.23 <sup>b</sup>	0.61±0.22 <sup>b</sup>	0.59±0.11 <sup>b</sup>	10.07 <sup>**</sup>
b	16.49±0.06	16.76±0.04	16.81±0.20	16.59±0.18	3.50 <sup>NS5)</sup>

1) Mean±S.D.

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

3) \*\*, \*\*\* Significant at  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ , respectively.

4) L: degree of lightness (Black 0 ↔ 100 White), a: degree of redness (Green - ↔ + Red), b: degree of yellowness (Blue - ↔ + Yellow).

5) NS No significance.



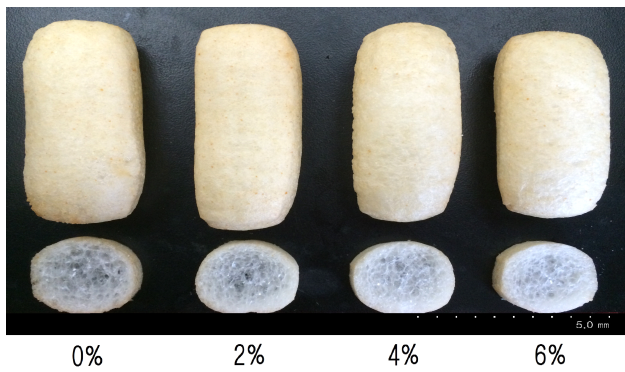


Fig. 2. Appearances and their cross section of Yukwa base with varied levels of resistant starch<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> 0%: non-resistant starch, 2%: added 2% resistant starch, 4%: added 4% resistant starch, 6%: added 6% resistant starch.

은 원형을 이루고 있고, 내부는 비교적 고른 기포분포가 관찰되었지만, 저항전분의 대체량이 증가할수록 단면의 모양이 점차 타원형으로 바뀌었으며, 기포가 미세해짐과 동시에 겉질 쪽으로 갈수록 조밀한 기포 분포를 나타내어 바탕 외벽 기포층의 두께가 증가하고 있음이 관찰되었다. Song JY 등(2000)의 보고에서 생전분 및 RS3 형태의 저항전분을 첨가하여 제조한 식빵의 외관관찰에서 생전분 첨가 식빵에 비해 저항전분 첨가 식빵의 부피가 감소하였는데, 그 이유는 두 군 모두 동일한 비율 첨가이므로 글루텐 회석 효과는 같지만, 가열-냉각과정을 거쳐 만들어진 저항전분은 입자형태를 유지하지 않아, 가열 시 그물망 형성에서 역할이 어렵기 때문이라고 하였다. 또한 저항전분 첨가 식빵의 내부 기포세포가 대조군보다 더 미세하고 밀집되어 있어서 본 연구와 같은 결과였다. 저항전분 첨가에 따른 머핀의 높이도 유의적이지는 않지만, 대조군보다 감소하는 경향을 나타내었다(Yao H 2011). 본 연구의 바탕 역시 저항전분의 대체시 그물망 구조 형성이 방해받아 부피가 감소한 것으로 생각되었으며, RVA의 점도 특성 결과(Table 6)에서 나타난 것처럼 저항전분의 대체는 호화온도의 상승과 점도의 감소를 유발하므로, 내부 구조의 주된 재료인 아밀로펙틴 막 형성을 억제하여 최종적으로 바탕의 외형과 단면의 구조가 변형된 것으로 생각되었다.

### 5) 조직감

저항전분 대체 바탕의 조직감을 Table 10에 나타내었다. 경도는 대조군에 비해 저항전분 대체량 증가에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.001$ ). RS4 첨가 쿠키도 대조군에 비해 경도가 증가하였고(Kim JS 2001), 오트밀 쿠키의 경도도 저항전분의 함량이 증가할수록 증가하여(Kang NE & Kim HY 2005) 본 연구결과와 같은 경향을 나타내었다. 저항전분 대체에 따른 경도의 증가는 반죽의 점도특성(Table 5)에서 나

Table 10. Texture characteristics of Yukwa base with various levels of resistant starch

	Control	Resistant corn starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
Hardness (g)	207.10±20.36 <sup>1)c2)</sup>	343.98±27.07 <sup>b)</sup>	377.89±28.40 <sup>ab)</sup>	405.52±42.34 <sup>a)</sup>	49.63 <sup>***)</sup>
Peak number	41.00±4.56 <sup>b)</sup>	41.17±6.05 <sup>b)</sup>	50.33±2.42 <sup>a)</sup>	51.17±5.46 <sup>a)</sup>	8.07 <sup>**)</sup>

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> Means in each row with different letters are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup> \*\*, \*\*\* Significant at  $p < 0.01$ ,  $p < 0.001$ , respectively.

타낸 것처럼, 저항전분 대체 반죽의 호화 지연이 바탕의 경도를 증가시킨 것으로 생각되었다. 저항전분 대체군의 피크수는 대조군에 비해 저항전분 대체량이 증가될수록 증가되었는데, 이는 피크수가 유과 내부의 세포 특성을 나타내는 것으로 내부 조직이 강화되면 피크수가 증가하므로(Baik 등 2007; Kim 등 2010), 본 연구에서 저항전분 대체에 의해 내부 조직 구조가 더 조밀해진 것으로 생각된다.

### 5. 바탕의 관능적 특성

저항전분 대체 바탕의 관능적 특성을 Table 11에 나타내었다. 바탕의 색은 저항전분 4% 대체군 부터 유의적으로 낮아져( $p < 0.05$ ) 대조군에 비해 점점 색이 얼어지는 것으로 나타나, 명도 결과(Table 10)와 일치하였다. 부피는 대조군과 저항전분 2% 및 4% 대체군 사이에는 유의적 차이가 나타나지 않았으나, 저항전분 6% 대체군은 유의적으로 감소하여 바탕의 팽화율과 일치하였다(Table 8). 기공의 균일성 역시 대조군과 저항전분 2% 및 4% 대체군 간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았으나, 저항전분 6% 대체군은 기공이 균일한 것으로 나타나, 외관 및 단면관찰(Fig. 2)에서와 같이 6% 대체군은 대조군에 비해 작고 치밀하게 형성된 기공 때문인 것으로 생각되었다. 단맛과 기름향은 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 경도는 조직감 결과(Table 10)와 같이 저항전분의 대체에 의해 경도가 증가되었으나, 저항전분 대체군 사이에서는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ). 바삭거리는 정도는 저항전분의 대체량이 증가할수록 더 바삭거린다고 응답하였는데( $p < 0.001$ ), Sajilata MG 등(2006)은 저항전분이 식품에 첨가되면 낮은 수분 흡수력으로 인해 제품에 바삭함이 부여된다고 하였다. 삼킨 후 입 안의 잔여물 및 이에 붙는 정도도 저항전분의 대체량 증가에 따라 각각 유의적으로 증가하였는데(각각  $p < 0.001$ ,  $p < 0.05$ ), 이는 점도특성 결과(Table 5)와 같이 유과 제조 조건 하에서 저항전분으로 인해 반죽 및



**Table 11. Sensory characteristics of *Yukwa* base with various levels of resistant starch**

Properties <sup>5)</sup>	Control	Resistant starch			F-value <sup>3)</sup>
		2%	4%	6%	
Color	8.36± 0.92 <sup>1)a2)</sup>	8.08± 0.79 <sup>a</sup>	7.70± 0.48 <sup>ab</sup>	7.27± 1.19 <sup>b</sup>	3.12*
Volume	8.00± 0.74 <sup>a</sup>	8.00± 0.95 <sup>a</sup>	7.82± 0.40 <sup>a</sup>	6.90± 1.10 <sup>b</sup>	4.17*
Uniformity	8.08± 0.90 <sup>b</sup>	8.27± 1.10 <sup>b</sup>	8.67± 1.37 <sup>ab</sup>	9.50± 1.35 <sup>a</sup>	2.94*
Sweet taste	8.00± 1.04	7.92± 0.90	8.00± 0.63	7.92± 1.04	0.03 <sup>NS4)</sup>
Oil-flavor	9.33± 1.67	9.18± 1.33	8.91± 1.38	8.90± 1.60	0.23 <sup>NS</sup>
Hardness	7.85± 0.99 <sup>b</sup>	8.15± 0.90 <sup>ab</sup>	8.80± 0.63 <sup>a</sup>	8.85± 0.80 <sup>a</sup>	4.11*
Crispness	7.82± 0.87 <sup>c</sup>	8.33± 0.89 <sup>c</sup>	9.38± 1.12 <sup>b</sup>	10.23± 1.17 <sup>a</sup>	13.31 <sup>***</sup>
Residual taste	7.08± 1.00 <sup>b</sup>	8.64± 1.50 <sup>a</sup>	9.18± 1.17 <sup>a</sup>	9.70± 1.49 <sup>a</sup>	8.62 <sup>***</sup>
Tooth-packing	8.33± 1.78 <sup>b</sup>	9.60± 1.17 <sup>ab</sup>	9.25± 1.06 <sup>ab</sup>	10.58± 1.93 <sup>a</sup>	4.34 <sup>**</sup>
Overall acceptability <sup>6)</sup>	10.70± 1.77	9.91± 1.51	9.50± 2.17	11.25± 1.91	1.97 <sup>NS</sup>

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>2)</sup> Means in each column with different letters are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup> \*, \*\*, \*\*\* Significant at  $p<0.05$ ,  $p<0.01$ ,  $p<0.001$ , respectively.

<sup>4)</sup> NS No significance.

<sup>5)</sup> 15-point scale : 1=most weak, 15=most strong.

<sup>6)</sup> 15-point scale : 1=least acceptable, 15=most acceptable.

반대기의 호화가 지연되고, 이러한 불충분하게 호화된 저항전분의 입자가 입 안에 존재하게 되므로 나타난 결과라고 생각되었다. 전반적인 기호도는 유의적이지는 않았지만, 저항전분 6% 대체군이 높은 경향을 나타내었는데, 이는 대조군에 비해 밝은 색과 바삭바삭한 조직감이 만족감을 증가시켜 입 안의 잔여물감과 이에 붙는 정도가 다른 군에 비해 강함에도 불구하고, 기호성이 높게 나타난 것으로 생각되었다.

### 요약 및 결론

본 연구에서는 유과에 건강 기능성과 기호도를 증진시키는 방안으로 유과의 주재료인 찹쌀가루의 일부를 저항전분으로 대체하여 제조한 유과의 품질 특성을 조사하여 저항

전분의 찹쌀가루 대체 가능성 및 최적 대체 수준을 파악하고자 하였다.

저항전분 대체(찹쌀가루의 2, 4, 6% 대체) 유과 반죽, 반대기, 바탕의 이화학적 및 관능적 특성은 다음과 같다.

- 저항전분 대체 유과 반죽의 점도 특성은 저항전분 대체량이 증가할수록 호화개시온도는 유의적으로 증가하였고, 최고점도는 유의적으로 감소하였다.
- 저항전분 대체 반대기와 바탕의 수분함량은 대조군에 비해 유의적으로 증가하였다. 저항전분 대체 바탕의 팽화율은 저항전분의 대체량에 따라 유의적으로 감소하였으나, 유지 흡수율은 유의차가 없었다. 명도(L값)는 저항전분의 대체량이 증가될수록 유의적으로 증가하였다. 외관은 저항전분 대체량이 증가하면서 길이가 줄고 폭이 증가하였고, 단면은 점차 타원형으로 모양이 바뀌었으며, 기포의 조밀성 증가와 바탕 외벽 기포층의 두께가 증가하였다. 조직감은 저항전분의 대체량이 증가할수록 경도와 피크수가 유의적으로 증가하였다.
- 저항전분 대체 바탕의 관능적 특성은 저항전분의 대체량이 증가할수록 색은 유의적으로 밝아졌고, 부피는 유의적으로 감소하였으며, 기공의 균일성은 유의적으로 증가하였다. 저항전분 대체량 증가에 따라 기름향과 단맛은 유의적인 차이를 나타내지 않았고, 경도와 바삭거리는 정도는 유의적으로 증가하였으며, 삼킨 후 입 안의 잔여물 및 이에 붙는 정도는 유의적으로 증가하였다. 전반적인 기호도는 유의적이지는 않았지만, 저항전분 6% 대체 바탕이 가장 높게 나타났다.

이상의 결과로 유과 제조 시 찹쌀의 일부를 저항전분으로 대체하면 팽화율은 감소되나, 색이 밝아지고, 기공 균일성이 증가되며, 경도와 바삭거림이 증가되어 전반적인 기호도가 증가되었다. 따라서 저항전분의 대체는 조직감 증진과 함께 식이섬유소의 장점을 두루 갖출 수 있는 방안으로 보이며, 대체 수준은 찹쌀가루의 6% 정도가 적당할 것으로 생각되었다.

### REFERENCES

- Bae CH (2014) Preparation and physiological properties of type 4 resistant corn starch by phosphorylated cross-linking. PhD Dissertation Kyungpook National University, Daegu. pp 1-9, pp 29-33, pp 60-69.
- Bae CH, Park GH, Kang WW, Park HD (2013) Quality characteristics of cookies added with RS4 type resistant corn starch. Korean J Food Preserv 20(4): 539-545.
- 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.
- Chatakanonda P, Varavinit S, Chinachoti P (2000) Relationship of gelatinization and recrystallization of cross-linked rice to glass transition temperature. Cereal Chem 77: 315-319.
- Choi CR (2002) The properties of rice flours and *Garedduk* with resistant starch. PhD Dissertation Chonnam National University, Gwangju. pp 53-69.
- Englyst HN, Wiggins HS, Cummings JH (1982) Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. Analyst 107: 307-318.
- Fausto FD, Kacchi AI, Mehta D (1997) Starch products in confectionery. Beverage Food World 24(4): 4-16.
- Fysun O, Stoeckel M, Thienel K, Wäschle F, Palzer S, Hinrichs J (2015) Prediction of water activity in aqueous polyol solutions. Chem Ing Tech 87(10): 1327-1333.
- Hwang IK, Kim MR, Song HN, Moon BK, Lee SM, Seo HS (2013) Food Quality Management & Evaluation. Kyomunsa, Korea. pp 206-210.
- Kang DC, Lee H, Yu F, Han JA (2015) Quality characteristics of *Yukwa* (fried glutinous rice cake) with curry powder. Korean J Soc Food Sci 47(2): 211-216.
- Kang NE, Kim HY (2005) Quality characteristics of health concerned functional cookies using crude ingredients. Korean J Food Culture 20(3): 331-336.
- Kim HR, Kim KM, Kim KW (2009a) Changes in microflora, enzyme activities and microscopic structure of waxy rice and steeping water in response to different steeping conditions during preparation of *Gangjung*. Korean J Food Sci Technol 41(6): 644-651.
- Kim HR, Kim KM, Kim KW (2009b) Optimizing steeping conditions of waxy rice based on the sensory properties of *Gangjung*. Korean J Food Sci Technol 41(5): 464-470.
- Kim HR, Kim KM, Kim KW (2011) Sensory characteristics of *Gangjung* base produced by various manufacturers. Korean J Food Culture 26(3): 279-282.
- Kim JE (2012) Properties of rice starch gels added with resistant starch. MS Thesis Chonnam National University, Gwangju. pp 20-21, pp 32-35.
- Kim JH (2000) Effects of resistant starch on metabolism of bile acids in college women. Ph D Dissertation Chonnam National University, Gwangju. pp 1-10.
- Kim JM, Han EJ, Cha KO (2010) Research study of *Yukwa* baking process, traditional dessert originated from Jeonbuk, Korea J East Asian Soc Dietary Life 20(3): 402-414.
- Kim JS (2001) The quality characteristics of cookies with resistant starches. MS Thesis Chonnam National University, Gwangju. pp 46-50.
- Kim JS, Kim TY, Kim SB (2006) Evaluation of the storage characteristics of *Kangjung* added with gromwell extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 35(6): 791-800.
- Kim JS, Shin MS (2006) Quality characteristics of cookies with resistant starches. Korean J Food Cookery Sci 23(5): 659-665.
- 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 KM, Lee JH, Kim HR (2010) Quality characteristics of *Gangjung* made of different varieties of waxy rice. Korean J Food Sci Technol 42(2): 175-182.
- Kim MH, Kim JO, Shin MS (2001) Effects of resistant starches on the characteristics of sponge cakes. J Korean Soc Food Sci Nutr 30(4): 623-629.
- Kim NG (2009) Study on the quality and functional properties of *Yukwa* prepared with red ginseng extract. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 21-44.
- Kim SE (2015) Characteristics of rice *Gangjung* with added quinoa, MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 53-55.
- Koh JY, Woo GS, Kim JI, Song SB, Lee JS, Jeong MS, Jeong TW, Yoon YH, Oh IS (2014) Effect of quality characteristics and antioxidant activities *Yukwa* added with '*Donganme*' sorghum bran powder and extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(8): 1181-1188.
- Korean Food Standards Codex(2014c) The ninth chapter. General test method. 1. Food ingredient testing method. 1.1 General component test. 1.1.4 Carbohydrate. 1.1.4.3 Dietary fiber. KFDA.
- Kweon SI (2008) Study on the quality and functional properties of *Yukwa* prepared with green tea powder. Ph D Dissertation Sejong University, Seoul. pp 74-76.
- Lee HJ, Shin MS (2006a) Quality characteristics of french bread with various dietary fibers. Korean J Food Cookery Sci 22(4): 477-487.
- Lee HJ, Shin MS (2006b) Comparison of the properties of wheat flours supplemented with various dietary fibers. Food Sci Biotechnol 15(5): 746-751.

- Lee MH, Oh MS (2014) Quality characteristics of *Yukwa* added with various sugar alcohols. *Korean J Food Culture* 29(5): 428-436.
- Lee MJ (2005) Utilization of starch to improve quality of deep-fat fried batter. MS Thesis Korea University, Seoul. pp 20-23.
- Lee SA, Kim CS, Kim HI (2000) Studies on the drying methods of *Gangjung* pellets. *Korean J Soc Food Sci* 16(1): 47-56.
- 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.
- Oh SH, Shin MS (2002) The effect of resistant starch on physiological availability in human. *J Nutrition and Health* 35(9): 932-942.
- 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 JN, Kweon SY, Park JG, Song BS, Choi JI, Kim JH, Byun MW, Kim JG, Lee JW (2008) Effect 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 JS, Na HS (2007) Quality characteristics of *Gangjeong* containing various levels of *Lentinus edodes*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(2): 241-245.
- Park MA, Lee JW, Shin MS, Lee SY (2007) Glycemic index lowering effects of breads supplemented with resistant starch, whole rye grain and fructooligosaccharide. *Korean J Community Nutrition* 12(2): 189-197.
- Park SG (2015) A study on the improvement of manufacturing process of traditional *Hangwa*-Focusing on frying processes. Ph D Dissertation Kangnung-Wonju National University, Kangnung. pp 1-9, pp 37-38.
- Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR (2006) Resistant starch-A review. *Comprehensive Reviews Food Sci Food Safety* 5(1): 1-16.
- SAS (2009) SAS User's Guide. SAS Institute. Ver. 9.2. Cary, North Carolina, USA.
- Schoch, TJ (1964) *Method in Carbohydrate Chemistry*. Whistler RL(ed) Academic Press, New York. p 106.
- Seo JK (2014) Quality Characteristics of *Yukwa* and *Maejagwa* prepared with different ratios of mulberry leaf powder. MS Thesis Chodang University, Muan. pp 30-31.
- Shin MS, Mun SH, Woo KS (2001) Effects of cross-linked RS4 starches on pasting profiles of wheat starch using RVA. *Korean J Food Sci* 33(1): 157-160.
- Shin MS, Woo KS, Seib PA (2002) Supplementations of resistant starches to Asian noodles. *Food Sci Biotech* 11(4): 365-370.
- Song JY (2002) Development and application of resistant starches prepared from wheat and waxy rice starch. MS Thesis Chonnam National University, Gwangju. pp 66-68, pp 97-99.
- Song JY, Lee SK, Shin MS (2000) Effects of RS-3 type resistant starches on breadmaking and quality of white pan bread. *Korean J Soc Food Sci* 16(2): 188-194.
- 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. *Korean J Soc Food Sci* 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.
- Yao H (2011) Physicochemical characterization and food application of hydrocolloid and resistant starch mixtures. MS Thesis Hanyang University, Seoul. pp 55-56.
- Yu C, Choi HW, Kim CT, Kim DS, Choi SW, Park YJ, Baik MY (2006) Physicochemical properties of hydroxypropylated waxy rice starches and its application to *Yukwa*. *Korean J Food Sci Technol* 38(3): 385-391.
- Yu MY (2014) Microstructure and physicochemical properties of non-waxy rice starch gels added with cross-linked resistant starch. MS Thesis Chonnam National University, Gwangju. pp 20-23.

---

Date Received Aug. 28, 2016  
 Date Revised Sep. 13, 2016  
 Date Accepted Sep. 19, 2016