

## 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당을 첨가한 국내산 한라봉잼의 품질특성 연구

최소례<sup>1)</sup> · 박현주<sup>2)</sup> · 진현희<sup>¶</sup>

인천재능대학교 한식명품조리과<sup>1)¶</sup> · 세종대학교 조리외식경영학과<sup>2)</sup>

### Quality Characteristics of Tangor Jam including Fructo Oligosaccharide and Isomalto Oligosaccharide

So-Rye Choi<sup>1)</sup> · Hyun-Ju Park<sup>2)</sup> · Hyun-Hee Jin<sup>¶</sup>

Department of Korean Master-Work Culinary Arts, Jaeneung Educational Institute<sup>1)¶</sup>

Department of Food Service Management, Sejong University<sup>2)¶</sup>

#### Abstract

The present study relates to the development of a processed product for expansion of use of Tangor which is mostly eaten raw in winter. Furthermore, Tangor jam containing fructo oligosaccharide and isomalto oligosaccharide was prepared, and thus quality characteristics of the jam have been determined according to the sugar concentration by making a low-sugar jam by adding substitute sweeteners instead of sugar, because low-sugar products are recently preferred in the market. Furthermore, the general elements of flesh and rind of Tangor, DPPH free radical scavenging activity, chromaticity, sugar content, pH, acidity, and preference have been checked. As a result of the experiment, the chromaticity, luminosity (L), the sugar content, and pH were the lowest in the control group. In F1, F2, and F3, which gradually added fructo oligosaccharide, and I1, I2, and I3, which slowly added isomalto oligosaccharide, luminosity significantly increased with the addition of oligosaccharide. In contrast, as the amount of addition of oligosaccharide increases, red chromaticity (a), yellow chromaticity (b), and sugar content have significantly decreased. Lastly, in the preference test using a 9 point test scheme, F2 and I2 have been considered most appropriate when producing Tangor jam.

**Key words:** Tangor(*Citrus kiyomi* × *C. ponkan*), fructo oligosaccharide, isomalto oligosaccharide, jam, antioxidative activities

#### I. 서 론

한라산의 봉우리와 비슷하다고 붙여진 한라봉은 1972년에 일본 농림수산성 과수시험장에서 청견과 Ponkan의 교잡종으로 육성되어 부지화로 불려졌다(Kim SH et al 2010). 다른 감귤류에 비하여 채배가 까다롭고 품질이 항상 일정하지 않

며, 품종육종을 한 일본에서도 품종등록을 하지 않았기 때문에 당도가 13°Brix 이상이고, 산 함량이 1% 이하인 감귤에만 ‘테코폰(テコポン)’이라는 상품명으로 출하되며, 이외는 부지화로 판매되고 있다(Michael OM & Lee HS 2005).

1990년대 초반에 일부 소득농가와 농업연구기관의 시범사업으로 부지화가 국내에 도입된 후

¶ : 진현희, +82-10-9597-6600, ricook@naver.com, 인천 동구 재능로 178 재능대학교

부지화, 데코봉 등으로 불렀다가 1998년에 제주도 부지화 감귤상표명칭 선정심사위원회에서 한라봉으로 상표명칭이 결정되었고, 상품명으로 ‘한라봉’으로 부르게 되었다. 한라봉은 온주 밀감에 비하여 맛과 향이 좋아, 소비자들이 선호하는 과일로 인식되면서 재배면적이 급속히 성장하였다(Kim HS et al 2007).

한라봉은 제주에서는 온주밀감 다음으로 생산량이 많으며, 조기 출하를 위한 가온재배와 더불어 주로 비가림 시설에서 재배되고 있다. 일본에서는 부지화의 재배면적이 확대되면서, 이 품종의 결점을 개량하기 위한 육종이 이루어지고 있다. 우선 바이러스 감염이 잘 안되며, 유기산 함량의 감소가 빠른 우량품종인 M16A로 점차 대체되고 있다. M16A는 기존의 한라봉 품종에 비하여 수세가 비교적 강하고, 기형화의 발생이 적으며, 어린잎이 많이 생기고 길기 때문에 잎이 크다. 당도에는 차이가 없으나, 산 함량이 감소가 쉬운 특징이 있어서, 제주지역에서도 M16A를 도입하여 기존의 한라봉 품종을 일부 대체하고 있다(Kim SH et al 2010 ; Kim HS et al 2007). 특이한 품질특성을 가지고 있는 한라봉을 2005년부터 제주도조례를 제정하여 당도가 12 °Brix 이상이고, 유기산 함량이 1.1% 이하인 한라봉의 상품규격을 정하고 있으나, 지금까지 한라봉 감귤에 대한 연구보고가 거의 없어 이에 따른 성분분석 등의 자료가 매우 빈약한 실정이다. 따라서 품질표준화를 위한 품질특성에 따른 연구 및 개체의 변화에 생산기술 접근에 도움이 되는 연구자료들을 바탕으로 한라봉의 품질을 이용한 기능성 식품의 개발연구가 필요하다.

잼은 제조 특성상 당을 첨가하여 단맛과 보존성을 증대시킨 가공품이며(Song HS 2005), 일반적인 잼은 펄프상태의 과육질에 당, 구연산, 인공감미료 등을 첨가하여 가열 농축하는 방법으로 제조되고 있다(Lee HO 1998). 최근 식생활 패턴의 변화에 따라 아침식사 대용으로 빵과 같은 편의 식품의 소비가 점차 증가하고 있으며, 빵에 발

라먹는 잼류의 소비도 동시에 증가하여 그 종류도 다양화되고 있다. 그러나 최근 설탕의 과다섭취로 인한 성인병의 우려가 높아, 설탕을 기피하고 있는 추세이며, 기존의 잼에 사용되어왔던 설탕은 고농도로서 저장성을 높일 수는 있으나, 지나친 당질 섭취면에서 바람직하지 못하다(Yun JW et al 1994). 그러므로 잼의 당을 난소화성인 올리고당 성분으로 대체하여 제조할 수 있는데, 올리고당은 glucose, galactose, fructose와 같은 단당류가 2~8개 정도가 결합한 당질이며, 소화 효소에 의하여 분해되지 않는 당질을 일컫는다(Yun JW et al 1992). 또한, 난소화성이기 때문에 소화 흡수되지 않으면서 대장에 도달되어 비피더스균에 선택적으로 이용되어 비피더스균을 증식시키며(Hou WN et al 1999), 발효되어 장내 균총을 개선하고, 단쇄지방산을 생성하며, 장내의 pH를 저하시키고, 대변의 성질개선 및 장내 부패를 억제하는 등의 효과를 발휘한다(Bemiller JN 2010).

특히 자일로 올리고당, 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당 및 대두 올리고당이 장의 기능을 증진시킨다고 알려져 있으며(Yun JW et al 1994), 비만 및 충치 억제, 변비개선 효과와 면역력 강화 등의 많은 생리적 효과가 밝혀진 바 있다(Kim HS et al 2007). 국내 연구로는 최근 수년 동안 새로운 종류의 올리고당의 개발 및 연구가 활발히 진행되고 있으며, 미생물이 생산하는 효소를 이용하여 설탕, 유당, 포도당 및 전분으로부터 다양한 올리고당 제품을 개발하는 연구 자료들이 있다(Lee GD & Jeong YJ 1999). 그러나 각각의 올리고당은 다양한 물리화학적 특성으로 인해 식품에서의 이용가능성이 높을 것으로 기대되지만, 물성적 측면에서 실제로 폭넓게 이용되지 못하고 있는 실정이다(Kim YC et al 2001 ; Song HS et al 1999).

따라서 본 연구에서는 겨울철 단경기에 수확되어 거의 생식용으로 소비되는 한라봉의 이용 증대를 위해 가공품을 개발하고자 하였으며, 저당 식품이 선호되는 요즘의 추세에 맞추어 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당을 첨가한 한라봉잼

을 제조하여 설탕의 과다섭취를 줄이고, 보존성을 증대시키며, 소비자의 기호에 맞는 저감미 잼을 만들어 과당의 조절 농도에 따른 잼의 품질특성을 연구하고자 하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에서 잼 제조 시 사용한 한라봉은 제주 특별자치도 서귀포시 남원읍에 소재하는 과수원에서 구입하였으며, 2012년 1월 중순에 수확한 중간 크기의 한라봉(*Citrus kiyomi* × *C. ponkan*)을 선별한 후 공시재료로 사용하였다. 설탕은 제일제당의 정백당, 프락토 올리고당은 제일제당의 백설, 이소말토 올리고당은 청정원 것을 구입하여 사용하였다.

### 2. 한라봉의 수분함량, 단백질, 지방함량, 회분함량 측정

한라봉의 과육, 과피의 일반성분 분석은 AOAC 법(AOAC 2000)에 준하여 측정하였다. 수분은 상

압가열 건조법 AOAC(AOAC 2000), 단백질은 semi micro Kjeldahl법 AOAC(AOAC 1995), 지방함량은 Soxhlet법 AOAC(AOAC 2000), 회분함량은 550°C에서 6시간 회화하여 평량을 구하여 건식회화법 AOAC(AOAC 2000)으로 측정하였으며, 모든 실험은 3회 반복 측정하였다.

### 3. 한라봉잼의 제조

한라봉잼 제조를 위한 전처리 방법과 재료 비율은 선행연구(Kim SJ et al 2004 ; Lee SM 2014 ; Song IS et al. 2004)를 참조하여 여러 차례의 예비실험을 통해 결정하였으며, 배합비율은 <Table 1>과 같다. 한라봉잼의 제조공정은 원료를 선별, 세척한 다음, 과피와 과육을 분리한 후, 물에 3회 수세하여 과육 360 g, 과피 40 g씩을 blender(HMF-1000A, Hanil, Seoul, Korea)에 넣고 3분간 마쇄하여 전량을 고르게 섞은 뒤 한라봉 퓨레를 만들고, 400 g씩 폴리에틸렌 봉투에 넣어 포장하여 -18°C에서 냉동(Micon GC-124CGF, LG, Seoul, Korea) 보관하였고, 필요시 흐르는 물에서 2시간 동안 해동하여 잼의 원료로 사용하였다. 한라봉 퓨레 400

<Table 1> Formula for *Hallabong Tangor jam with oligosaccharide*

| Sample <sup>1)</sup> | Ingredients (g)         |       |                        |                          |
|----------------------|-------------------------|-------|------------------------|--------------------------|
|                      | <i>Hallabong Tangor</i> | Sugar | Fructo oligosaccharide | Isomalto oligosaccharide |
| Control              | 400                     | 200   | -                      | -                        |
| F1                   | 400                     | 160   | 40                     | -                        |
| F2                   | 400                     | 120   | 80                     | -                        |
| F3                   | 400                     | 80    | 120                    | -                        |
| I1                   | 400                     | 160   | -                      | 40                       |
| I2                   | 400                     | 120   | -                      | 80                       |
| I3                   | 400                     | 80    | -                      | 120                      |

<sup>1)</sup> Control: Sugar 200 g

F1: Sugar 160 g+Fructo oligosaccharide 40 g

F2: Sugar 120 g+Fructo oligosaccharide 80 g

F3: Sugar 80 g+Fructo oligosaccharide 120 g

I1: Sugar 160 g+Isomalto oligosaccharide 40 g

I2: Sugar 120 g+Isomalto oligosaccharide 80 g

I3: Sugar 80 g+Isomalto oligosaccharide 120 g

g을 기준으로 설탕 200 g, 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당을 각각 설탕 대비 20, 40, 60%씩 첨가하여 제조하였다. 한라봉과 비율을 달리한 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당을 전기 후라이팬(SCK-900SL, Shinil, Seoul, Korea)에서 충분히 혼합 후, 나무주걱으로 저으면서 내용물의 온도가 80℃가 될 때까지 10분간 4단으로 끓여 주었다. 원료에 첨가하는 설탕은 30초 간격으로 1/2을 두 번에 나누어 녹이다가 다시 끓기 시작하면 올리고당을 넣어 주고, 5~10분 정도 가열 농축하여 젤리화 시킨 다음 병에 충전 후 100℃에서 5분간 열탕처리 하였다.

#### 4. 실험 방법

##### 1) 수분함량 측정

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 수분 함량은 AOAC법(AOAC 1995)에 따라 105℃ 상압가열 건조법으로 측정하였으며, 3회 반복 실험하여 평균값으로 나타냈다.

##### 2) 당도 측정

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼 1 g과 증류수 9 mL를 2분간 혼합 후, 혼합용액 1 mL를 취하고 6,000 rpm에서 15분간 원심분리(Model GZ-13-12M, Centrifuge, Japan)하여 상등액을 당도계(Model PR-101, Digital Refractometer, ATAGO, Japan)로 3회 반복 측정하였다.

##### 3) 환원당

환원당 함량은 DNS(Dinitrosalicylic acid)법(Miller GL et al 1959)에 의하여 측정하였다. DNS시약은 Dinitrosalicylic acid 10 g과 Phenol 2 g을 1% Sodium hydroxide 용액으로 1 L로 정용하여 사용하였다. 한라봉잼은 10배 희석하여 원심분리 후 상등액만을 취하여 시료로 사용하였다. 시료 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣어 vortex mixer로 혼

합하고, 100℃의 수조에서 가열하면서 40% Rochell salt 1 mL를 가하였다. 끓는 물에서 5분간 가열한 후, 시험관을 흐르는 물에 충분히 식힌 뒤 550 nm(550 nm)에서 흡광도를 측정하였으며, 이때 표준물질로는 D-glucose를 사용하여 작성된 검량곡선에 의하여 조정시료 1 mL당 D-glucose 당량으로 표시하였다.

##### 4) pH 측정

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 pH측정은 AOAC법(AOAC 1995)에 따라 한라봉잼을 취하고, 증류수를 20 mL를 가한 다음 pH meter(Satrious, PB-101, Germany)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

##### 5) 총산도 측정

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 총산도 측정은 AOAC법(AOAC 1995)에 따라 한라봉잼 10 g을 취하고, 증류수를 20 mL를 가한 다음, 0.1 N NaOH로 pH가 8.2까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH의 mL수로 나타내었다.

##### 6) 색도 측정

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 색도는 색도계(Model CR - 300, Minolta Co., Japan)를 사용하여 Hunter값인 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)을 측정하여 평균값으로 나타내었다. 이때 표준백판의 값은 L값은 96.18, a값은 +0.03, b값은 +1.79이었다.

##### 7) 총 폴리페놀 함량

한라봉잼의 폴리페놀 함량은 Dewanto 등(Dewanto V et al 2002)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 잼 3 g을 메탄올:물:초산(70:30:5) 혼합용액 60 mL로 추출하여 100 mL의 volumetric flask 로 정용하고 원심분리하여 상등액을 취하여 시료로 하였다. 시료 추출물 0.25 mL에 Folin-Ciocalteu's

reagent 시약 0.25 mL와 증류수 2 mL를 첨가하여 상온에서 3분간 반응시킨 후 37°C 수조에서 30분간 반응시켜 750 nm에서 흡광도를 Spectrophotometer (UV-2101(PC)S, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)로 측정하였다. 이 때 표준물질로는 gallic acid를 이용하였다.

### 8) DPPH 라디칼 소거능

전자공여능(electron donating ability: EDA)은 항산화 활성을 나타내는 DPPH 라디칼 소거활성 방법으로 Blois의 방법(Blois MS al 1958)에 따라 잼 3 g을 폴리페놀 추출법으로 조제한 추출물 0.2 mL에 0.2 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl) 용액 0.8 mL를 가하여 vortex로 혼합한 후, 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 계산은 아래의 계산식에 의하여 활성을 산출하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} \\ = 100 - [(\text{O.D of sample}/\text{O.D of control}) \times 100]$$

### 9) 기호도 조사

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼을 만든 지 1시간 경과 후 무작위로 선정하였으며, 검사원은 20~30대 남녀 40명을 기준으로 실시하였다. 측정 항목은 색(Color), 풍미(flavor), 쓴맛(bitterness), 부드러운 정도(softness), 전체적인 기호도(Overall acceptance)였으며, 9점 척도법(Michael & Lee 2005)에 따라서 1점이 '매우 싫어한다' 9점이 '매우 좋아한다'를 사용하여 평가하도록 하였다.

### 10) 통계 처리

각 실험에서 얻은 결과는 통계분석 프로그램인 SPSS 19.0 program을 사용하였으며, 분산분석(ANOVA)을 실시하여, Duncan's multiple range test에 의해  $p < 0.05$  수준에서 각 시료간의 유의적 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 한라봉의 수분함량, 단백질함량, 지방함량, 회분함량

한라봉의 수분, 단백질, 지방, 회분 함량은 <Table 2>와 같다. 과육의 수분은 87.53%였고, 과피는 77.53%로 과육보다 약 10% 정도 적었다. 과육의 조단백질은 0.47%, 조지방은 0.38%, 조회분은 0.48%였고, 과피의 조단백질은 0.40%, 조지방은 0.17%, 조회분은 0.33%였다. 한라봉 과육의 총 식이섬유소함량은 0.40%였고, 과육의 총 식이섬유소 함량은 2.23%로 약 5배 정도 많았으며, 총탄수화물량은 과육이 11.70%, 과피가 5.90%로, 과피가 약 2배 정도 높은 값을 나타냈다. 이는 한라봉의 품질특성에 관한 연구(Kim et al 2007)와 유사한 결과를 나타냈다.

#### 1) 수분함량

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 수분함량을 측정한 결과는 <Table 3>과 같다. 대조군과 20%첨가군인 F1, F2 시료 간에는 유의적인 차이가 없었으며, 프락토 올리고당의 함량이 많아질수록 수분함량의 유의적으로 높아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 대조군이 36.25%로 가장 낮고, F3인 프락토 올리고당을 60% 대체한 한라봉잼의 경우

### 2. 한라봉잼의 품질특성

<Table 2> Proximate composition of *Hallabong* Tangor

| Items                 | Flesh                    | Peel       |
|-----------------------|--------------------------|------------|
| Moisture(%)           | 87.53±1.27 <sup>1)</sup> | 77.53±1.34 |
| Crude protein(%)      | 0.47±0.12                | 0.40±0.10  |
| Crude fat(%)          | 0.38±0.10                | 0.17±0.06  |
| Crude ash(%)          | 0.48±0.03                | 0.33±0.06  |
| Total diet fiber(%)   | 0.40±0.02                | 2.23±0.02  |
| Total carbohydrate(%) | 11.70±1.37               | 5.90±0.53  |

<sup>1)</sup>Mean±S.D., n=3.

〈Table 3〉 Moisture content of *Hallabong* Tangor jam added with oligosaccharides

| Sample  | Moisture content(%)     |
|---------|-------------------------|
| Control | 36.25±0.55 <sup>c</sup> |
| F1      | 36.32±0.18 <sup>c</sup> |
| F2      | 39.21±0.32 <sup>b</sup> |
| F3      | 43.29±0.24 <sup>a</sup> |
| I1      | 36.36±0.21 <sup>c</sup> |
| I2      | 39.57±0.57 <sup>b</sup> |
| I3      | 42.29±0.24 <sup>a</sup> |
| F-value | 164.98 <sup>***</sup>   |

<sup>1)</sup> Mean±S.D.

<sup>a~d</sup> Means in a column by different superscripts are significantly different by Duncan's multiple range test( $p<0.05$ ).

43.29%로 가장 높게 나타났으며, 이와 같은 결과는 올리고당 첨가 오디잼의 이화학적 특성 및 항산화연구(Jeon HR et al 2010)에서 올리고당 첨가군보다 대조군이 낮은 수분함량을 보인 결과와 유사하였고, 프락토 올리고당을 첨가한 토마토잼의 품질특성 연구(Na YM et al 2012)에서도 설탕 중량의 50%를 대체한 프락토 올리고당의 수분함량이 가장 높고, 대조군이 낮았다는 결과와 일치하였다. 수분함량 측정 결과, 설탕이 감소하고 수분함량이 높은 올리고당이 함량 증가할수록 수분함량이 높게 나타나는 것으로 판단되어진다.

## 2) 가용성 고형분

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 가용성 고형분(°Brix)은 〈Table 4〉와 같다. 대조군이 42.29로 가장 높았고, 프락토 올리고당을 첨가한 F1, F2, F3는 각각 36.92, 33.64, 31.58로 프락토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 가용성 고형분이 유의적으로 감소하였으며, 이소말토 올리고당을 첨가한 I1, I2, I3도 각각 38.24, 35.10, 32.46으로 프락토 올리고당을 첨가한 잼과 유사한 결과를 나타냈다. 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당 모두 첨가량

〈Table 4〉 Soluble solid of *Hallabong* tangor jam added with oligosaccharides

|         | °Brix                   | Reducing sugar(%)        |
|---------|-------------------------|--------------------------|
| Control | 42.29±0.24 <sup>a</sup> | 0.052±0.002 <sup>e</sup> |
| F1      | 36.92±0.58 <sup>c</sup> | 0.085±0.004 <sup>d</sup> |
| F2      | 33.64±0.55 <sup>e</sup> | 0.092±0.002 <sup>c</sup> |
| F3      | 31.58±0.11 <sup>g</sup> | 0.106±0.006 <sup>b</sup> |
| I1      | 38.24±0.16 <sup>b</sup> | 0.077±0.003 <sup>d</sup> |
| I2      | 35.10±0.81 <sup>d</sup> | 0.090±0.002 <sup>c</sup> |
| I3      | 32.46±0.34 <sup>f</sup> | 0.115±0.003 <sup>a</sup> |
| F-value | 953.739 <sup>***</sup>  | 221.953 <sup>***</sup>   |

<sup>1)</sup> Mean±S.D., n=3.

<sup>a~d</sup> Means in a column followed by different superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

이 증가할수록 값이 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이는 프락토 올리고당을 첨가한 토마토잼의 연구(Na YM et al 2012)에서 대조군의 가용성 고형분의 값이 67.30으로 가장 높은 결과를 나타낸 것과 유사하였으며, 올리고당을 첨가한 딸기잼의 연구(Kim MY · Chun SS 2000)와도 일치하였다.

## 3) 환원당 함량

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 환원당 함량은 〈Table 4〉와 같다. 환원당 함량은 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 환원당 함량도 유의적으로 증가하였으며, 이소말토 올리고당 첨가 잼이 프락토 올리고당 첨가 잼보다 많은 환원당 함량을 나타냈다( $p<0.05$ ). 이와 같은 결과는 프락토 올리고당 첨가 흑마늘잼의 황산화성 연구(Kim MH et al 2010)에서 프락토 올리고당이 가장 많이 함유된 FTO에서 가장 높게 함유되어 있고, 유의적인 차이를 보이며, 대조군이 가장 낮은 환원당 함량을 나타냈는데, 이는 올리고당을 첨가한 호박잼에 관한 연구(Song IS et al

**〈Table 5〉 pH and total acidity of *Hallabong* tangor jam added with oligosaccharides**

|                 | pH                      | Total acidity          |
|-----------------|-------------------------|------------------------|
| Control         | 3.35±0.14 <sup>d</sup>  | 1.28±0.01 <sup>a</sup> |
| F1              | 4.24±0.03 <sup>b</sup>  | 1.35±0.02 <sup>a</sup> |
| F2              | 4.29±0.06 <sup>bc</sup> | 1.35±0.03 <sup>a</sup> |
| F3              | 4.39±0.03 <sup>bc</sup> | 1.36±0.04 <sup>a</sup> |
| I1              | 4.33±0.03 <sup>bc</sup> | 1.37±0.02 <sup>a</sup> |
| I2              | 4.47±0.13 <sup>b</sup>  | 1.36±0.01 <sup>a</sup> |
| I3              | 4.61±0.09 <sup>a</sup>  | 1.36±0.02 <sup>a</sup> |
| <i>F</i> -value | 56.019 <sup>***</sup>   | 0.408                  |

<sup>1)</sup> Mean±S.D., n=3.

<sup>a-d</sup> Means in a column followed by different superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

2004)에서 이소말토 올리고당 첨가 호박잼 저장 기간 중 가장 많은 환원당 함량을 나타낸 연구결과와 일치한다.

#### 4) pH와 총산도

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 pH와 총산도는 〈Table 5〉와 같다. 프락토 올리고당을 첨가한 한라봉잼의 pH는 control 3.35±0.14로 가장 낮은 값을 나타냈고, 프락토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 값이 증가하였으나, F1부터 F3시료간의 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 총산도는 비슷한 값을 나타내며, 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p<0.05$ ). 이소말토 올리고당을 첨가한 한라봉잼의 경우 control이 3.35±0.14로 가장 낮은 값을 나타냈고, I1은 4.33, I2는 4.47, I3은 4.61로 첨가량이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며, 유의적인 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 총산도는 I1부터 I3시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 프락토 올리고당을 첨가하였을 때와 비

슷한 경향을 보였다. 두 가지 올리고당 모두 잼에 첨가하여도 제품의 pH와 산도에는 영향을 미치지 않은 것으로 판단되어진다. 반면, 해당화 열매를 첨가한 사과잼의 연구(kim et al 2010)에서는 사과잼의 pH가 3.10~3.20이었으며, 올리고당을 첨가한 딸기잼의 연구(Kim MY · Chun SS 2000)에서 pH는 3.35~3.55이었는데, 본 연구결과보다 낮은 pH를 나타냈다.

#### 5) 색도

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 색도는 〈Table 6〉과 같다. 명도를 나타내는 L값은 control이 65.61로 가장 낮았고, 프락토 올리고당을 첨가한 F1, F2, F3는 각각 68.51, 71.33, 72.60으로 프락토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 명도가 유의적으로 증가하였으며, 이소말토 올리고당을 첨가한 I1, I2, I3도 각각 68.29, 71.74, 72.73으로 프락토 올리고당을 첨가한 잼과 유사한 결과를 나타냈다. 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값의 경우, control이 프락토 올리고당, 이소말토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p<0.01$ ). 이는 올리고당 첨가 토마토 잼의 연구(Kim KS et al 1997)에서 액상의 이소말토, 프락토, 갈락토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 명도값이 유의적인 차이를 보이며 감소하는 결과와 유사한 경향을 나타내었으며, 올리고당을 첨가한 오디잼의 이화학적 특성연구(Jeon HR et al 2010)에서 황색도의 값이 올리고당을 첨가할수록 감소하는 경향과 유사한 결과를 나타냈다.

#### 6) DPPH Free Radical 소거활성 측정

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 DPPH free radical 소거능 측정 결과는 〈Table 7〉과 같다. 올리고당을 첨가할수록 대조군에 비해 높은 활성을 보이며, 유의적인 차이를 보였으며( $p<0.05$ ), 가

〈Table 6〉 Hunter's color value of *Hallabong* tangor jam added with oligosaccharides

|         | L                           | a                       | b                       |
|---------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Control | 65.61±0.42 <sup>1)2)c</sup> | 12.54±0.06 <sup>a</sup> | 22.64±0.17 <sup>a</sup> |
| F1      | 68.51±0.30 <sup>d</sup>     | 11.37±0.23 <sup>b</sup> | 20.36±0.16 <sup>b</sup> |
| F2      | 71.33±0.13 <sup>c</sup>     | 10.20±0.22 <sup>d</sup> | 18.63±0.71 <sup>d</sup> |
| F3      | 72.60±0.21 <sup>a</sup>     | 9.07±0.05 <sup>c</sup>  | 17.29±0.27 <sup>c</sup> |
| I1      | 68.29±0.36 <sup>d</sup>     | 11.04±0.02 <sup>c</sup> | 20.29±0.13 <sup>b</sup> |
| I2      | 71.74±0.59 <sup>b</sup>     | 10.50±0.26 <sup>d</sup> | 19.45±0.08 <sup>c</sup> |
| I3      | 72.73±0.36 <sup>a</sup>     | 8.60±0.16 <sup>f</sup>  | 16.43±0.17 <sup>f</sup> |
| F-value | 516.671 <sup>***</sup>      | 267.287 <sup>***</sup>  | 436.183 <sup>***</sup>  |

<sup>1)</sup> Mean±S.D., n=3.

<sup>a-d</sup> Means in a column followed by different superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

장 높은 값인 I3는 91.78 %로 나타났다. 이는 프락토 올리고당 첨가 흑마늘 잼의 연구(Kim MH et al 2010)에서 FTO 첨가군이 DPPH free radical 소거능이 가장 컸으며, 대조군이 가장 낮은 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

### 7) 총 Polyphenol 함량

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 총 polyphenol 함량 측정결과는 〈Table 7〉과 같다. 각 첨가시료마다 유의적인 차이( $p<0.001$ )를 보였는데, 총 폴리페놀함량은 I3가 22.44 mg/g으로 가장 높은 값을 나타내었고, 그 다음으로 I2가 20.65 mg/g으로 나타났으며, F3는 19.53 mg/g으로 이소말토 올리고당보다 낮은 총페놀 함량을 보였다. 한편, 대조군의 총 polyphenol 함량은 16.32 mg/g으로 이 결과 올리고당의 종류와는 상관없이 첨가군이 무첨가군보다 높은 총 페놀함량을 가지는 것으로 나타났다. 식물계의 페놀화합물은 benzoic acid와 cinnamic acid의 유도체인 페놀산, flavonoid 및 탄닌의 형태로 분류되며, 이러한 페놀화합물의 항산화 활성은 구조에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 예로서, polyphenol류에 속하는 flavonoid와 cactechin이 들어있는 콩류, 과당류 등에 항산화 효과가 영향을 받는 것으로 보고되고 있으며

〈Table 7〉 Effect of DPPH radical and total polyphenol contents of *Hallabong* tangor jam added with oligosaccharides

| Sample  | DPPH RAS (%)              | Total polyphenols (mg GAE <sup>1)</sup> /g) |
|---------|---------------------------|---|
| Control | 76.35±0.42 <sup>2)f</sup> | 16.32±0.11 <sup>g</sup>                     |
| F1      | 79.51±0.63 <sup>d</sup>   | 17.50±0.15 <sup>f</sup>                     |
| F2      | 87.13±2.38 <sup>g</sup>   | 18.55±0.29 <sup>d</sup>                     |
| F3      | 90.35±0.85 <sup>c</sup>   | 19.53±0.17 <sup>c</sup>                     |
| I1      | 79.24±0.51 <sup>e</sup>   | 18.18±0.16 <sup>e</sup>                     |
| I2      | 90.85±0.43 <sup>b</sup>   | 20.65±0.08 <sup>b</sup>                     |
| I3      | 91.78±0.51 <sup>a</sup>   | 22.44±0.12 <sup>a</sup>                     |
| F-value | 1,047.22 <sup>***</sup>   | 115.08 <sup>***</sup>                       |

<sup>1)</sup> GAE, gallic acid equivalents; RHE, rutin hydrate equivalents.

<sup>2)</sup> Mean±S.D., n=3.

<sup>a-d</sup> Means in a column followed by different superscripts are significantly different at  $p<0.05$  by Duncan's multiple range test.

(Kim MH et al 2010), 이는 페놀화합물의 구조에 따라 radical 소거활성 반응 시 전자의 이동이 영향을 받기 때문인 것으로 알려져 있다. 이와 같은 결과는 DPPH free radical 소거능 결과와 일치하는 것으로 나타났으며, 항산화 기작은 라디칼 소거작용에 기인한다고 보고된 바 있다(Chung YA et al 2003). 한편, 대나무 추출물 제조 시 생성되는



**〈Table 8〉 Sensory characteristics of Hallabong tangor jam added with oligosaccharides**

| Sample          | Color                   | Aroma                   | Flavor                  | Spreadability           | Overall acceptance      |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Control         | 5.67±0.65 <sup>b</sup>  | 5.90±0.88 <sup>b</sup>  | 5.67±0.71 <sup>bc</sup> | 6.97±0.93 <sup>a</sup>  | 5.87±0.78 <sup>c</sup>  |
| F1              | 5.73±0.90 <sup>b</sup>  | 5.53±0.86 <sup>c</sup>  | 5.73±0.94 <sup>b</sup>  | 6.33±0.80 <sup>bc</sup> | 5.53±0.90 <sup>d</sup>  |
| F2              | 6.30±0.86 <sup>a</sup>  | 6.37±1.07 <sup>a</sup>  | 6.30±0.79 <sup>a</sup>  | 5.97±1.10 <sup>d</sup>  | 6.27±0.78 <sup>a</sup>  |
| F3              | 5.80±0.94 <sup>b</sup>  | 5.37±0.81 <sup>cd</sup> | 5.80±0.81 <sup>b</sup>  | 6.13±1.07 <sup>c</sup>  | 6.07±1.08 <sup>b</sup>  |
| I1              | 5.40±1.03 <sup>bc</sup> | 5.87±0.82 <sup>b</sup>  | 5.40±0.67 <sup>c</sup>  | 6.37±1.03 <sup>b</sup>  | 5.90±0.76 <sup>c</sup>  |
| I2              | 6.47±0.99 <sup>a</sup>  | 5.97±0.56 <sup>b</sup>  | 6.47±0.82 <sup>a</sup>  | 5.83±0.99 <sup>d</sup>  | 6.33±0.80 <sup>ab</sup> |
| I3              | 5.27±0.89 <sup>c</sup>  | 5.30±0.79 <sup>a</sup>  | 5.27±0.78 <sup>c</sup>  | 5.57±0.94 <sup>e</sup>  | 6.13±0.82 <sup>b</sup>  |
| <i>F</i> -value | 16.44 <sup>***</sup>    | 54.11 <sup>***</sup>    | 18.19 <sup>***</sup>    | 43.48 <sup>***</sup>    | 37.09 <sup>**</sup>     |

<sup>1)</sup> Mean±S.D., n=3.

<sup>a-d</sup> Means in a column followed by different superscripts are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

매일라드 반응 생성물 연구(Lee MJ et al 2003)의 연구결과에서 환원당 함량과 항산화 효과가 관계가 높다는 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

## 8) 기호도 조사

프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼의 기호도는 〈Table 8〉과 같다. 색(color)의 항목에서는 프락토 올리고당 40% 첨가군에서 6.30, 이소말토 올리고당 40% 첨가군에서 6.47로 가장 높게 나타났으며, 시료간의 유의적인 차이가 나타났다( $p < 0.01$ ). 향(aroma)항목에서는 이소말토 올리고당 60% 첨가군에서 5.30으로 가장 낮은 값을 나타내었으며, 색의 항목과 같이 올리고당 40% 첨가군에서 가장 높은 값을 나타내었다. 향미(flavor)항목에서는 이소말토 올리고당 40% 첨가군에서 6.47값으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 이소말토 올리고당 60% 첨가군에서 5.27 값으로 가장 낮게 나타났다. 기호도 순으로는 F40>I40>F60>F20>I20>I60으로 높은 기호도를 보였다. 발림성(Spreadability) 항목에서는 Control 6.97값으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당 20% 첨가군에서 각각 6.33, 6.37값으로 높은 값을 나타내었다. 이와 유사한 연구로 올리고당을 첨가한 토마토잼의 연구(Kim KS et al 1997)의 발

림성(Spreadability)과 대조적인 끈기(adhesiveness) 항목에서 이소말토 올리고당을 30% 첨가한 시료가 가장 약하다는 유사한 결과를 나타내었다. 전체적인 기호도(Overall acceptance)에서는 이소말토 올리고당 40% 첨가군에서 6.33값으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 시료간의 유의적인 차이( $p < 0.05$ )를 보였고, I40>F40>I60>F60>I20>F20 기호도 순으로 나타났다. 이와 같이 모든 시료에서 유의적인 차이를 보였으며, 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼 제조시 올리고당의 첨가량과 맛을 고려한 수준에서 이소말토 올리고당 40%, 프락토 올리고당 40%의 적절한 사용은 제품의 기호도를 높이는 것으로 확인되었다.

## 요약 및 결론

본 연구에서는 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 후, 품질특성에 관한 실험을 통하여 설탕의 과다 섭취를 줄이고, 보존성을 증대시키는 저감미 잼을 활용하는 가능성을 탐색하고자 하였다.

이에 본 연구는 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당을 설탕비율에 20, 40, 60%로 대체하여 한라봉잼을 제조한 후, 품질특성 차이를 살펴보았

다. 한라봉의 일반분석 결과 과육의 수분은 87.53%였고, 과피는 77.53%로 과육보다 약 10% 정도 적었다. 과육의 조단백질은 0.47%, 조지방은 0.38%, 조회분은 0.48%였고, 과피의 조단백질은 0.40%, 조지방은 0.17%, 조회분은 0.33%였다. 한라봉 과육의 총 식이섬유소함량은 0.40%였고, 과육의 총 식이섬유소 함량은 2.23%로 약 5배 정도 많았으며, 총탄수화물량은 과육이 11.70%, 과피가 5.90%로, 과피가 약 2배 정도 높은 값을 나타냈다. 한라봉잼의 수분함량은 올리고당의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다( $p < 0.01$ ). 잼의 가용성 고형분은 올리고당의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여( $p < 0.05$ ), 프락토 올리고당 60% 첨가군에서 31.58 °Brix로 가장 낮았다. pH 및 산도측정에서는 올리고당의 첨가량이 증가할수록 값이 증가하였으나, 첨가시료 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 색도에서 L값은 올리고당의 첨가량이 증가할수록 각첨가군 간에 유의적인 차이를 보이며 증가하였다( $p < 0.05$ ). a값과 b값은 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). DPPH free radical 소거활성 측정에서는 대조군에 비해 첨가량이 증가할수록 높은 값을 나타냈으며, 이소말토 올리고당 60% 첨가군에서 91.78%로 가장 높은 값을 나타냈다. Total polyphenol 함량에서는 각 첨가시료마다 유의적인 차이( $p < 0.001$ )를 보였는데, 총 페놀함량은 I3가 22.44 mg/g으로 가장 높은 값을 나타내었고, 그 다음으로 I2가 20.65 mg/g으로 나타났으며, F3는 19.53 mg/g으로 이소말토 올리고당보다 낮은 총페놀 함량을 보였다. 기호도 측정에서 색(color)은 프락토 올리고당 40% 첨가군에서 6.30, 이소말토 올리고당 40% 첨가군에서 6.47로 높은기호도를 나타냈으며, 향(aroma)은 이소말토 올리고당 60%첨가군에서 5.30으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 향미(flavor)항목에서는 이소말토 올리고당 40% 첨가군에서 6.47값으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 이소말토 올리고당 60% 첨가군에서 5.27

값으로 가장 낮게 나타났다. 발림성(Spreadability) 항목에서는 Control 군이 6.97 로 가장 높은 값을 나타냈으며, 프락토 올리고당과 이소말토 올리고당 20% 첨가군에서 각각 6.33, 6.37값으로 높은 값을 나타내었다. 전체적인 기호도(Overall acceptance)에서는 이소말토 올리고당 40% 첨가군에서 6.33값으로 가장 높은 값을 나타냈으며, 시료 간의 유의적인 차이( $p < 0.05$ )를 보였고, I40 > F40 > I60 > F60 > I20 > F20 기호도 순으로 나타났다. 이상의 결과로부터 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 한라봉잼 제조시 40% 정도의 수준에서 올리고당을 대체하면 저감미 잼을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

## 한글초록

이 연구는 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 잼으로 저감미 잼의 최적 첨가량을 결정하고, 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리한 한라봉잼에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다. 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당을 설탕비율에 20, 40, 60%로 대체하여 한라봉잼을 제조한 후, 품질 특성으로 기계적 특성과 관능검사를 실시하였다. 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량을 달리하여 제조한 잼의 수분 함량과 당도는 이소말토 올리고당 및 프락토 올리고당의 함량이 많아질수록 수분함량의 유의적으로 높아지는 경향을 보였으며, 가용성 고형분에서는 대조군에 비해 올리고당의 함량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 환원당 함량은 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량이 증가할수록 환원당 함량도 유의적으로 증가하였으며, pH는 이소말토 올리고당 및 프락토 올리고당의 함량이 많아질수록 증가할수록 값이 증가하였고, 총산도는 비슷한 값을 나타내며, 시료간에 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p < 0.05$ ). 색도에서 L값은 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당의 첨가량이

증가할수록 명도가 유의적으로 증가하였으며, DPPH free radical 소거활성 측정 올리고당을 첨가할수록 대조군에 비해 높은 활성을 보이며, 유의적인 차이를 보였다. 총 폴리페놀함량은 이소말토 올리고당이 60%일 때, 가장 높은 값을 나타내었고, 그 다음으로 이소말토 올리고당 40% 순으로 총페놀 함량을 보였다. 기호도 검사에서 전반적인 기호도(overall acceptability)는 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당을 40%을 대체하여 제조한 잼의 가장 높은 것으로 나타났다. 위의 결과로부터 프락토 올리고당 및 이소말토 올리고당을 첨가하여 한라봉잼을 제조시 40% 정도의 수준에서 첨가한다면 한라봉잼의 기호도와 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- AOAC (2000). Approved Method of American Association of Cereal Chem. 10th ed. Association. St. Paul MN, USA. 210-219.
- Bemiller JN (2010). An introduction to pectin: Structure and properties. in chemistry and function of pectins. *American Chemical Society Symposium Series* 31:2-12.
- Blois MS (1958). Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Korean J Food Sci Nutr* 26(181):1199-1200.
- Chung YA, Lee JK (2003). Antioxidative properties of phenolic compounds extracted from black rice. *Korean J Food Cookery Sci* 32(6): 948-951.
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH (2002). Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50:3010-3014.
- Hou WN, Kim MH, Go EK (1999). Processing of low sugar fig jam marketable production. *Korean J Food Sci Technol* 31(3):651-657.
- Kim HS (2007). Quality Properties and Physico-Chemical Properties of Hallabong Tangor(*Citrus kiyomi* × *ponkan*) with Heating. Jeju university. thesis.
- Kim HS, Lee SH, Koh JS (2006). Physicochemical properties of Hallabong Tangor(*Citrus Kiyomi* × *ponkan*) cultivated with heating. *Korean J. Food Preserv* 13(5):611-615.
- Kim MH, Kim MH, Yun SJ, Lee BY, Lee CW, Kim BA, Jang KH, Lee JC, Surh JH (2010). Preparation and quality characterization of apple jam with *Rosa rugosa* Thunb fruit. *Korean J Food Cookery Sci* 26(4):367-380.
- Kim YC, Koh KS, Koh JS (2001). Change of some flavonoids in peel of satsuma mandarin(*Citrus unshiu*) harvested during maturation. *Korean J Soc Agric Chem Biotechno* 44(2):143-146.
- Kim KS, Chae YK (1997). The effects of addition of oligosaccharide on the quality characteristics of tomato jam. *Korean J Soc Food Sci* 13 (3):348-355.
- Kim MH, Chan WS, Kim MY, Kim MR (2008). Physicochemical, sensory characteristics and antioxidant activities of jam prepared with black garlic. *Korean J Food Sci Nutr* 37(12):1632-1639.
- Kim MH, Kim SM, Kim MR (2010). Quality characteristics and antioxidant activities of black garlic jam prepared with fructo oligosaccharide. *Korean J East Asian Soc Dietary Life* 20(6):916-922.
- Kim MY, Chun SS (2000). The effect of fructo-oligosaccharide on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J Food Sci Nutr* 16 (6):530-537.
- Kim SJ, Moon JS, Kim JM, Kang SG, Jung ST (2004). Preparation of jam using *Undaria pi-*

- nnatifida* Sporophyll. *Korean J Food Sci Nutr* 33(3):598-602.
- Kim SH, Chung MJ, Jang HD, Ham SS (2010). Antioxidative activities of the *Codonopsis lanceolata* extract *in vitro* and *in vivo*. *Korean J Food Sci Nutr* 39(2):193-202.
- Lee GD, Jeong YJ (1999). Optimization on organoleptic properties of red pepper jam by response surface methodology. *Korean J food sci Nutr* 28(6):1269-1274.
- Lee HO (1998). Storage life of satsuma mandarin as affected by storage temperature and seal packing films. *Food Engineer Prog* 2:42-48.
- Lee MJ, Moon GS (2003). Antioxidative effects of Korean bamboo trees, Wagn-dae, Som-dae, Ma-engjong-juk, Jolit-dae and O-juk. *Korea J Food Sci Technol* 35(6):1226-232.
- Lee SM (2014). Quality characteristics of apple jam added with ginger. *Korean J Culinary Res* 20(2):79-88.
- Song IS, Lee KM, Kim MR (2004). Quality characteristics of pumpkin jam when sucrose was replaced with oligosaccharides during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 20(3):279-286.
- Miller GL (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for dermination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* 31:426-428.
- Nonghyup, Jeju District Center (2005). Analysis of citrus distribution and marketing 53-55.
- Michael OM, Lee HS (2005). The goal of sensory measurement; Avoding confusion. *Food Science and Industry* 38:8-14.
- Oh HS, Kim JH, Lee MH (2003). Isoflavone contents, antioxidative and fibrinolytic activities of red bean and mung bean. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19:263-270.
- Song HS, Park YH, Moon DG (2005). Volatile flavor properties of Hallabong grown in open field and green house by gc/gc-ms and sensory evaluation. *Korean J Soc Food Sci Nutr* 34(8):1239-1245.
- Song HS, Sawamura M, Ito T, Kawashimo K, Ukeda H (1999). Chemical compositions of the volatile part of yuzu (*Citrus junos* Tanaka) peel cold-pressed oils from Japan and Korea. *Flavour Fragr J* 14:383-389.
- Song IS, Lee KM, Kim MR (2004). Quality characteristics of pumpkin jam when sucrose was replaced with oligosaccharides during storage. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20(3):279-286.
- Yun JW, Jung KH, Jeon YJ, Lee JH (1992). Continuous production of fructo-oligosaccharides by immobilized cells of *Aureobasidium pullulans*. *J Microbiol Biotechnol* 2:98-101.
- Yun JW, Lee MG, Song SK (1994). Batch production of high-purity fructo-oligosaccharides by the mixed-enzyme system of  $\beta$ -fructofuranosidase and glucose oxidase. *J Ferment Bioeng* 77:159-163.

---

2014년 10월 27일 접수

2014년 11월 20일 1차 논문수정

2014년 11월 30일 2차 논문수정

2014년 12월 05일 3차 논문수정

2014년 12월 10일 논문게재확정