

## 가열 조건을 달리한 단호박 페이스트와 검 종류별 단호박 라떼의 품질특성

박보람·김나정·유선미·한귀정·김하윤·한혜민·신동선·신말식<sup>†</sup>

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, <sup>1</sup>전남대학교 식품영양학과

## Quality Characteristics of Sweet-pumpkin Paste with Different Thermal Condition and Sweet-Pumpkin Latte with Various Gums

Bo-ram Park · Na-Jung Kim · Seon-Mi Yoo · Gwi Jung Han · Ha Yoon Kim ·  
Hye-min Han · Dong-Sun Shin · Malshick Shin<sup>†</sup>

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration,  
Jeonbuk 565-851, Korea

<sup>1</sup>Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

### Abstract

For the production of pumpkin paste with respect to heating conditions, we steamed the pumpkin for roughly 15 min, heated it with high pressure treatment for 0 min (A), 10 min (B), 20 min (C), 40 min (D), and subsequently investigated the quality characteristics. Generally a significant difference was observed between the pumpkin paste treated with and without high-pressure heat. The values of water content, crude protein and crude fiber of the high-pressure heat-treated groups B, C, D were decreased compared with untreated group A. The soluble fiber in experimental group B sweet-pumpkin paste treated with high-pressure heat for 20 min was higher than the control, and the highest value at 2.02. Experimental group D sweet-pumpkin paste treated with high-pressure heat for 40 min was found to have a decreased soluble fiber content relative to the control. The L value for the color of the group A untreated control sweet-pumpkin paste (no high-pressure heating) decreased as the time increased from 10 min to 40 min, with L values of 50.33, 49.46, and 48.06, respectively. The b value for the color of the sweet-pumpkin paste also decreased, showing a significant difference. Taking into account all the results, we chose experimental group B in order to prepare sweet-pumpkin latte. We used 0.2% gum (xanthan gum, locust bean gum, guar gum) as a stabilizer. Sweet-pumpkin latte with xanthan and locust bean gum has a suspension stability effect that lasts 90 min. The L and b values of sweet-pumpkin latte with gums increase and a value decrease compared with the control. In terms of the overall acceptance of the sweet-pumpkin latte, the experimental group with xanthan gum scored the best.

**Key words:** sweet-pumpkin, paste, sweet-pumpkin latte

## I. 서론

호박(*Cucurbita* sp.)은 박과에 속하는 1년생 덩굴성 초본으로 열대 아메리카가 원산지이며 고온 다습지대에 적응하여 온 동양계 호박(*Cucurbita moschata* Duch)과 남아메리카 고랭지를 원산지로 하여 고냉, 건조지대에 적응하여 온 서양계 호박(*Cucurbita maxima* Duch) 및 멕시코북부와 북아메리카 서부를 원산지로 하는 페루계 호박(*Cucurbita pepo* L.)의 세 종류가 있다(Cho JS 1993).

단호박은 1920년대 일본인들에 의해 우리나라로 들어

와 1960년대 이후 본격적인 재배를 시작하였고 1985년 제주도와 전남 해남 일부지역에서 일본으로 수출하면서 점차 재배 면적이 넓어지며 활성화 되었다. 최근 소비자들의 건강식품에 대한 관심이 높아지면서 국내 소비도 증가 추세에 있으며, 재배지역도 1990년대에는 해남, 강진, 안동, 대구 등 남부지방에서 주로 생산되다가 경기도 연천지역에 수출용 단호박 재배단지를 조성하여 중북부 지역으로 확대하였으며, 최근에는 강원도 홍천의 특화작물로 지정되는 등 재배지역이 전국 단위로 확대되고 있다(Kim MH 등 2012).

단호박(*Cucurbita maxima* Dush)은  $\beta$ -carotene의 함량이 높아 향암(Choi CB 등 1998), 항산화(Kim SR 등 2005) 및 항비만(Do GP 등 2012) 효과 등의 약리 기능이 알려져 있으며 비타민과 Ca, Na, P 등의 무기질 및 섬유소가 풍부하고, 늙은 호박보다 5°brix 이상 높은 당도를 가지고

<sup>†</sup>Corresponding author: Malshick Shin, Department of Food and Nutrition, Chonnam National University, 77 Yongbong-ro, Buk-gu, Gwangju 500-757, Korea  
Tel: +82-62-530-1336  
Fax: +82-62-530-1339  
E-mail: msshin@chonnam.ac.kr

있다(Hidaka T 등 1987, Cumarasamy R 등 2002). 또한 알칼리성 식품으로 소화 흡수율이 높고 펙틴, 아미노산, 불포화지방산 등이 함유되어 있어 기능성 식품소재로도 그 가치가 인정될 뿐만 아니라 기호도 또한 높아 부식으로 많이 이용되고 있으며(Heo SJ 등 1998), 최근 소비자들의 건강기능성 식품에 대한 관심이 점차 증가하면서 단호박에 대한 관심이 고조되고 있다.

단호박은 크기는 다소 작고 중량은 1.5 kg 내외로 과피는 진한 녹색을 가지고 있으며 과육은 짙은 황색을 띠며 두껍고 치밀한 섬유질이 있는 것이 특징이며 최근에는 다양한 품종이 개발되어 여러 종류의 단호박이 전국적으로 재배되고 있다(Seong KC 등 2004).

지금까지 단호박을 이용한 연구로는 단호박 분말을 첨가한 젤리(Lee JH & Lee MK 2013), 단호박 된장소스(Chang KH 등 2012), 단호박 쿠키(Park ID 2012), 단호박 분말 수프(Kim DS 2012), 단호박 요구르트(Jung HA 등 2011), 단호박 식혜(An YH 등 2011)와 단호박 스톡(Han CW 등 2008), 푸레(Park HK 등 2001), 프레쉬-컷 단호박(Kim JG 등 2014) 등 다양한 결과가 보고되어 있다.

한편 우리나라 국민의 국내관광이 주 5일 근무제 및 5일 수업제, 완전노령연금 지급 등으로 그 수요가 증가 추세에 있고, 여가시간의 양적인 확대현상으로 인해 국내관광사업은 향후 상당히 성장할 것으로 전망된다. 이러한 여가시간의 확대현상으로 최근 자연 및 문화자원에 대한 관심이 증대되면서, 기존 관광형태와 다른 농촌 관광이 새로운 시장으로서 발전할 많은 가능성을 내포하고 있다. 또한, 농산물수확체험, 농산물 가공체험 등은 지역주민의 소득을 증대시키기 위하여 우선적으로 시행되는 것이 바람직하다고 보고되었다(Yoon HJ & Im SB 2004). 이에 따라 단호박이 특산물인 마을에 농촌체험객을 대상으로 단호박을 이용한 음식체험프로그램의 개발이 요구되고 있지만 수확시기에는 농촌이 바빠기 때문에 우선 소재화한 것으로 체험프로그램이 진행되어야 하는데 중간소재 개발이나 이를 이용한 손쉽게 할 수 있는 체험용 상품에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서 농가에서 단호박을 이용하여 간단하게 활용할 수 있는 페이스트와 이를 이용한 제품 개발이 필요한 실정이다.

식품을 손쉽게 제조하기 위하여 푸레, 페이스트, 농축액, 분말 등 균일한 상태로 만든 것을 식품 소재라고 하는데, 단호박을 재배하는 농가에서 식품소재를 제조하여 체험활동에 이용하면 간편하게 단호박 가공품을 선보일 수 있다. 또한, 2000년대 들어 커피의 인기가 증가함에 따라 음료의 소비가 증가하는 가운데, 우유를 첨가한 음료인 라떼는 젊은층에게 선호도가 높다. 특히 우유는 영양학적인 측면에서 완전한 자연식품으로 인식되고 있으며, 우유는 칼슘의 일차적인 공급원으로 각종 영양분이

끌고루 들어 있어 한창 성장하는 어린이 및 청소년들에게는 무엇보다 중요한 식품이므로(Park SI & Bae SY 1999) 단호박 페이스트를 활용하여 손쉽게 관능적 특성과 영양적으로 우수한 단호박 라떼 제조가 가능할 것으로 생각되었다. 따라서 단호박으로 라떼를 만들기 위한 페이스트의 최적 제조 조건을 찾고 이 페이스트를 이용하여 단호박 라떼에 적용할 수 있는지 검토하고자 하였다. 특히 단호박은 펙틴이나 식이섬유 같은 고분자를 함유하고 있어 물에 콜로이드 형태로 안정화하는데 어려움이 있을 것으로 생각되었다. 하지만 수분 유지제와 안정제 등으로 사용되는 콜로이드 성 다당류인 검물질을 첨가함으로써 리올로지, 텍스처를 개선할 수 있으므로(Appleqvist IAM & Debet MRM 1997, Shi X & BeMiller JN 2002), 첨가되는 검 물질 종류에 따라 단호박 라떼의 품질특성에 어떤 영향을 미치는지 알아보고, 이러한 결과를 통해 단호박을 특산물로 하는 지역의 농산물 가공체험 프로그램에서 단호박 페이스트를 소재하여 단호박 라떼를 쉽게 활용코자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에 사용한 단호박은 경기도 연천에서 재배된 국내산 아지헤이 품종으로 크기가  $1,300 \pm 50$  g, 당도가  $12.5 \pm 0.1^\circ \text{Brix}$ , 경도가  $796.18 \pm 0.5 \text{ g/cm}^2$ 인 것을 수원시 농협 하나로마트에서 구입하여 페이스트로 제조 시 사용하였다. 분석에 사용한 diethyl ether, DNS 시약,  $\text{CaCO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , acetone, KOH, methanol, petroleum ether,  $\beta$ -carotene 표준품 등 분석시약은 Sigma Aldrich(St Louis, MO, USA)로부터 구입하였다. 단호박 라떼에 사용된 우유는 서울우유(주)(Geo-chang, Korea), 올리고당은 CJ 제일제당(Seoul, Korea) 제품을 이용하였고, xanthan gum, guar gum, locust bean gum은 Sigma Aldrich(St Louis, MO, USA)로부터 구입하였다.

### 2. 단호박 페이스트의 제조

Fig. 1과 같이 단호박을 깨끗하게 세척하여 껍질과 속을 제거하고 일정크기로 절단하여 시료 1 kg 기준으로 끓는 솥에 넣어 강한 불에서 15분 동안 증기로 가열한 다음 이를 일정시간 식힌 뒤 믹서기(DA505, Daesung Artlon Co., LTD, Seoul, Korea)로 10 초간 마쇄한 후 10 mesh 체에 내렸다. 증숙하여 마쇄된 단호박 500 g을 비이커에 담아 알루미늄 호일을 덮은 뒤 autoclave(WACS-1100, DAIHAN, Seoul, Korea)를 이용하여 대조군(무처리; 0분(A))과 각각 10분(B), 20분(C), 40분(D)간 처리시간을 달리하여 고압가열하는 방법으로 가열 조건 별 단호박 페

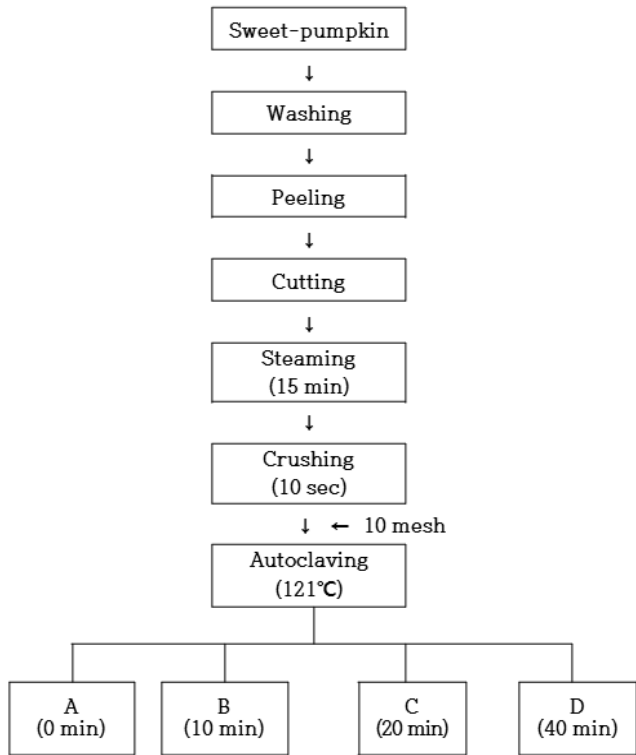


Fig. 1. Flow diagram for preparation of sweet-pumpkin paste with different thermal condition.

이스트를 제조하였다.

### 3. 단호박 페이스트의 품질특성 측정

#### 1) 단호박 페이스트의 일반성분

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 일반성분 분석은 AOAC(2000) 방법에 준하여 실험하였다. 즉, 수분함량은 시료를 각각 1 g씩 취하여 상압가열건조법으로 105°C에서 건조하여 정량하였고, 조단백질은 semi micro-kjeldahl 법으로 자동 단백질 분석기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)로 분석하였으며, 조지방은 Soxhlet 추출기(Kjeltec 2400 AUT, Foss Tecator, Eden Prairie, MN, USA)를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였다. 또한 조섬유는 조섬유 추출장치(FIWE6, VELP, Usmate Velate, Italy)를 이용하여 Henneberg-Stohmann 개량법에 의한 정량법으로, 조회분은 건식 회화법으로 회화로(BF51894C, Lindberg, OH, USA)를 이용하여 측정하였으며 가용성 무질소물(% nitrogen-free extract)은 100-(수분+조회분+조단백질+조지방+조섬유)의 값으로 나타내었다.

#### 2) 단호박 페이스트의 식이섬유 함량

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 식이섬유 분석은 AOAC(2000) 방법에 준하여 Prosky법(Prosky L 등

1988)으로 실험하였다. 식이섬유는 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유로 나누어 반복 측정하였고, 총식이섬유는 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유의 합으로 계산하였다.

#### 3) 단호박 페이스트의 색도

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 색도는 petri dish(50×12 mm)에 넣은 다음 색차계(Color-Eye 3100, Macbeth, New Windsor, NY, USA)를 이용하여 L값(명도, lightness), a값(적색도, redness) 및 b값(황색도, yellowness)을 3회 측정 후 평균값을 나타내었고, 색차를 구하기 위해 사용된 식은 아래와 같으며 이때 사용된 standard plate의 L값은 97.06, a값은 -0.05, b값은 0.06이었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

#### 4) 단호박 페이스트의 환원당 측정

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 환원당은 시료 5 g에 증류수 50 mL를 가하여 200 rpm에서 3시간 동안 진탕 추출 한 뒤 추출물을 여과지(Whatman No. 2, Whatman Co., Ken, England)로 감압 여과한 뒤 50 mL 메스플라스크에 정용하였고 이를 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 분석하였다(The Korea Society of Food Science and Nutrition 2000).

즉, 시료 용액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣고 끓는 수욕조(WCB-11, Daehan, Won-ju, Korea)에서 5분간 끓인 다음 실온에서 냉각하고 증류수 25 mL를 가하여 잘 혼합한 후 분광광도계(UV-210, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 550 nm에서 측정하였다.

#### 5) 단호박 페이스트의 카로티노이드 측정

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 카로티노이드는 시료 1 g에 CaCO<sub>3</sub> 0.2 g, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5 g, acetone 5 mL를 가하고 마쇄하여 여과한 후 100 mL로 정량하였다. 이 여액 5 mL에 76% acetone 15 mL와 1% KOH/methanol 1 mL를 가하고 실온 암실에서 하룻밤 정치하고, 여기에 petroleum ether 10 mL와 증류수 10 mL를 혼합한 다음 petroleum ether 층을 분리하여 451 nm에서 흡광도를 측정하였다.

#### 6) 현미경을 이용한 단호박 페이스트의 입자 형태 관찰

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 과육 세포 입자 크기와 형태를 관찰하기 위해 광학현미경(U-LH 100 HG, Olympus, Tokyo, Japan)을 이용하였으며, 단호박 페이스트는 50% glycerine 용액에 현탁하여 슬라이드글라스 위에 한 방울 떨어뜨려 커버글라스를 덮어 프레파라트를 만들고 이를 400배율로 관찰하였다.

#### 7) SEM을 이용한 단호박 페이스트 분말의 형태 관찰

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트에 존재하는 과육 세포의 입자 크기와 그 형태를 관찰하기 위하여 단호박 페이스트를 동결건조하여 분말로 제조한 뒤 주사전자 현미경(Scanning Electron Microscope(SEM), JSM-7500F+EDS, JEOL Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하였다. 동결건조된 가열 조건을 달리한 단호박 페이스트를 분쇄하여 100 mesh 체로 내린 뒤 시료 받침대에 양면 테이프를 잘라 붙이고, 백금으로 도금 한 후 주사전자 현미경을 이용하여 가속 전압 15 kV, phototimes 85 sec 조건으로 200배, 1000배의 배율로 관찰하였다.

#### 8) 단호박 페이스트 관능검사

관능검사는 여러 번의 예비실험을 통해 훈련된 농식품 자원부 연구원 15명의 패널 요원을 대상으로 실험의 목적과 평가항목에 대해 설명한 다음 단호박 페이스트의 기호도 평가를 실시하였다. 평가항목은 색(color), 단맛(sweetness), 맛(taste), 부드러움(softness), 향미(flavor), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 특성이었고, 평가방법은 9점 기호도법(1점: '대단히 나쁘다', 5점: '보통이다', 9점: '대단히 좋다')으로 선호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 평가하였다. 시료는 무작위로 조합된 난수표에 의해 숫자로 표시하고 일회용 접시에 담아 물과 함께 제공되었다.

이상의 단호박 페이스트의 품질평가 결과 중 단호박의 일반성분 및 식이섬유 함량, 환원당 함량, 카로티노이드 함량, 관능검사 결과를 통해 선정된 실험군 C(고압가열 처리 20분)을 단호박 라떼 제조에 사용하였다.

#### 4. 검 첨가 종류별 단호박 라떼 제조

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 품질특성 조사 결과 선택된 가열 처리조건인 단호박 페이스트 실험군 C를 이용하여 단호박 라떼를 제조하고자 하였다. 이 때 선택한 조건의 단호박 페이스트만으로는 우유에 완전히 용해되지 않고 층분리가 일어나므로 검물질을 첨가하여 층분리가 일어나지 않고 부유안정성을 증가시켜주어 일정 시간동안 안정화상태로 유지될 수 있도록 종류별 검 물질을 첨가하였다. 이때 상업적으로 많이 이용되고 있는 검 종류를 조사하여 선택하였고 예비실험 결과를 0.2% 농도가 적정하다고 판단하여 실험을 실시하였다. 우유 80 mL에 검류(Control(sweet-pumpkin paste C); xanthan gum; locust bean gum; guar gum)를 각각 0.2% 첨가하여 잘 섞어서 녹여준 뒤 단호박 페이스트 20 g을 넣고 가정용 블렌더를 이용하여 30초간 잘 균질화 해주는 방법으로 제조하였다.

#### 5. 단호박 라떼의 품질특성

##### 1) 부유안정성

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 부유 안정성은 단호박 라떼에 마그네틱 바를 넣고 교반기(MS200D, Edun, Seoul, Korea)를 이용하여 잘 섞어준 다음 100 mL 메스실린더에 각각 100 mL를 담고 60분까지 관찰하면서 우유와 페이스트가 층으로 분리되는 높이를 전체 음료 높이에 대한 %(v/v)로 표시하였다. 여기서 부유안정성 측정시간은 90분간 관찰하였는데 보통 농가에서 운영되는 체험활동 시간인 한 시간 동안 페이스트가 층분리되지 않고 유지되기에 90분 이내면 충분할 것으로 생각되어 결정하였다.

##### 2) 색도

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트를 이용하여 제조한 단호박 라떼의 색도는 petri dish(50×12 mm)에 넣은 다음 색차계(Macbeth)를 이용하여 L값(명도, lightness), a값(적색도, redness) 및 b값(황색도, yellowness)을 3회 측정 후 평균값을 나타내었고, 색차를 구하기 위해 사용된 식은 아래와 같으며 이때 사용된 Standard plate의 L값은 97.06, a값은 -0.05, b값은 0.06이었다.

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

##### 3) pH와 산도

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트를 이용하여 제조한 단호박 라떼의 pH는 시료 10 g에 90 mL 증류수를 넣고 homogenizer(ULTRA-TURRAX T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)로 균질한 후 pH meter(Orion 4 Star, Thermo Scientific, Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였고 총산도는 0.1 N NaOH 적정법으로 적정하여 pH가 8.3이 될 때까지 소비된 NaOH 양을 이용하여 lactic acid 값으로 환산하여 나타내었다.

##### 4) 점도

가열처리 조건을 달리하여 제조한 단호박 페이스트를 이용하여 제조한 단호박 라떼의 점도는 상온(22±1°C)과 같아진 각 시료를 100 mL 비커에 담아 회전 점도계(Brookfield LV, Eng Labs Inc., Middleboro, MA, USA)를 이용하여 상온에서 1분간 교반한 뒤 spindle No. 5를 이용하여 20 rpm으로 고정하여 3회 반복 측정하였다.

##### 5) 관능검사

관능검사는 여러 번의 예비실험을 통해 훈련된 농식품 자원부 연구원 15명의 패널 요원을 대상으로 실험의 목적과 평가항목에 대해 설명한 다음 단호박 라떼의 관능

적 기호도 평가를 실시하였다. 평가항목은 색(color), 단맛(sweetness), 맛(taste), 부드러움(softness), 향미(flavor), 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 특성이었고, 평가방법은 9점 기호도법(1점: '대단히 나쁘다', 5점: '보통이다', 9점: '대단히 좋다')으로 선호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 평가하였다. 시료는 무작위로 조합된 난수표에 의해 숫자로 표시하고 일회용 컵에 음료를 담아 물과 함께 제공되었다.

6. 통계처리

실험에서 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 SPSS(ver. 12.0 statistical package for social sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package 프로그램을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of Variance)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여  $p < 0.05$  수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 단호박 페이스트의 품질특성

1) 일반성분

가열 조건에 따른 단호박 페이스트의 일반성분을 측정 한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량의 경우 고압가열 처리하지 않은 실험군 A가 81.12%였고, 10분, 20분, 40분간 고압가열 처리한 B, C, D는 각각 79.92%, 80.21%, 80.11%로 이는 고압 처리 여부에 따라 수분함량이 유의적으로 감소한 것으로 보인다( $p < 0.001$ ). 조회분의 경우 고압가열 무처리군인 A가 0.88%로 고압 가열처리한 실험군인 B, C, D의 0.79%, 0.81%, 0.79%보다 유의적으로 높은 값을 나타내었고( $p < 0.05$ ), 조단백 또한 A, B, C, D 각각 1.30%, 1.16%, 1.16%, 1.09%로 고압가열 처리에 의해 유의적으로 감소하였으며( $p < 0.05$ ) 수분함량과 비슷한 경향을 띄는 것으로 나타났다.

조지방은 고압가열 처리하지 않은 실험군 A가 0.38%, 고압가열 처리한 실험군 B, C, D가 각각 0.46%, 0.52%, 0.43%로 나타나 A는 낮고, B, D가 비슷한 수준이며 고압 처리 20분 실험군 C가 유의적으로 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 조섬유 값은 고압가열 처리하지 않은 A가 2.02%로 고압가열 처리한 B, C, D의 1.92%, 1.66%, 1.59% 보다 유의적으로 높았으며 처리 시간에 따라 유의적으로 감소한 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

가열 조건별 단호박 페이스트의 일반성분 분석 결과 조단백질과 조섬유의 유의적인 감소를 보아 고압가열 처리로 인한 단호박 페이스트의 성분 변화가 어느정도 일어난 것으로 보이나 처리시간에 따른 큰 영향은 없는 것으로 나타났고, 121°C, 10~40분 처리로 인한 고분자물질의 분해 효과는 미약한 것으로 보인다.

2) 식이섬유

가열 조건별 단호박 페이스트의 수용성, 불용성 총 식이섬유 함량은 Table 2와 같다. 수용성 식이섬유의 경우

Table 2. Dietary fiber of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions (% , wet base)

Autoclaving heating time	SDF <sup>5)</sup>	IDF	TDF
A <sup>1)</sup>	1.60±0.08 <sup>b</sup>	2.71±0.02 <sup>b</sup>	4.31±0.07 <sup>b</sup>
B <sup>2)</sup>	1.61±0.03 <sup>b</sup>	2.89±0.02 <sup>a</sup>	4.50±0.01 <sup>a</sup>
C <sup>3)</sup>	2.02±0.09 <sup>a</sup>	2.89±0.03 <sup>a</sup>	4.91±0.08 <sup>a</sup>
D <sup>4)</sup>	1.55±0.03 <sup>b</sup>	2.94±0.02 <sup>a</sup>	4.49±0.06 <sup>a</sup>
F-value	34.46 <sup>***</sup>	51.66 <sup>***</sup>	51.77 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, <sup>2)</sup> B: 10 min, <sup>3)</sup> C: 20 min, <sup>4)</sup> D: 40 min, Values are mean±SD (n=3).

<sup>5)</sup> SDF; soluble dietary fiber, IDF; insoluble dietary fiber, TDF; total dietary fiber.

<sup>a-c</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

Table 1. Proximate composition of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions (Unit: %)

Autoclaving heating time	Moisture	Crude ash	Crude protein	Crude lipid	Crude fiber
A <sup>1)</sup>	81.12±0.20 <sup>a</sup>	0.88±0.04 <sup>a</sup>	1.30±0.03 <sup>a</sup>	0.38±0.02 <sup>b</sup>	2.02±0.10 <sup>a</sup>
B <sup>2)</sup>	79.92±0.20 <sup>b</sup>	0.79±0.00 <sup>b</sup>	1.16±0.01 <sup>b</sup>	0.46±0.03 <sup>ab</sup>	1.92±0.20 <sup>b</sup>
C <sup>3)</sup>	80.21±0.05 <sup>b</sup>	0.81±0.03 <sup>b</sup>	1.16±0.02 <sup>b</sup>	0.52±0.09 <sup>a</sup>	1.66±0.04 <sup>bc</sup>
D <sup>4)</sup>	80.11±0.02 <sup>b</sup>	0.79±0.00 <sup>b</sup>	1.09±0.10 <sup>b</sup>	0.43±0.02 <sup>ab</sup>	1.59±0.09 <sup>c</sup>
F-value	62.55 <sup>***</sup>	11.43 <sup>*</sup>	12.57 <sup>*</sup>	5.47 <sup>*</sup>	11.82 <sup>*</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, <sup>2)</sup> B: 10 min, <sup>3)</sup> C: 20 min, <sup>4)</sup> D: 40 min, Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-c</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

고압가열 처리하지 않은 실험군 A가 1.60으로 가장 낮았고 10분 간 고압가열 처리한 B는 1.61로 비슷한 수준이었으며, 20분간 고압가열 처리한 C는 2.02로 유의적인 차이를 보이며 증가하였다( $p<0.001$ ). 그러나 40분간 고압가열 처리한 D는 A보다 감소하여 1.55로 나타났다. 이는 Seo WK & Kim YA(1995)의 가열처리에 의한 백미의 수용성 식이섬유 변화 연구에서 고압가열 장시간이 특히 높은 측정치를 나타내었고 모든 가열처리 방법에서 단시간에 비해 장시간의 수용성 식이섬유 측정치가 더 높게 나와 가열시간에 영향을 받는 것으로 나타났다는 보고와 비슷한 결과를 나타내었다. 이와 같이 수용성 식이섬유의 값이 증가하는 것은 단호박의 펙틴질이 가열 및 고압처리에 의해 용해되고 식이섬유의 불용성 성분이 분자량이 작은 물질로 분해되어 수용성 성분으로 측정되어지기 때문으로 여겨진다. 또한 Huges JC 등(1975)은 감자에 가열처리를 하였을 때 갈락투론산 사슬이 가열에 의해 끊어져서 펙틴질의 용해성이 증가된다고 하였다. 그러나 40분 고압가열 처리한 D의 수용성 식이섬유가 20분간 고압가열처리한 C 보다 감소한 값을 나타내었는데, 이는 Seo WK & Kim YA(1995)의 고압가열 처리한 현미와 노란콩의 수용성 식이섬유 측정치의 값과 같이 가열시간이 길어짐에 따라 지나친 열처리로 인해 수용성 식이섬유의 일부가 가수분해 되기 때문인 것으로 사료된다.

가열 조건별 단호박 페이스트의 불용성 식이섬유의 경우 고압가열 처리하지 않은 A는 2.71로 나타났으며 이에 비해 고압가열 처리한 B, C, D는 각각 2.89, 2.89, 2.94로 유의적으로 증가하였다( $p<0.001$ ). Van Soest PJ 등(1991)과 Brandt LM 등(1984)은 가열처리 동안 비소화성 물질이 형성된다고 하였는데 이때 비소화성 물질이란 탄닌과 비효소적 갈변반응인 메일라드 반응 생성물들의 총칭이며 이 비소화성 물질들이 리그닌과의 상승을 유발한다고 하였다. 본 실험에서는 Table 3과 같이 가열처리 중에 갈변반응이 일어남을 색도의 변화를 통해 확인할 수 있었으며 가열처리 시간이 길어질수록 이러한 현상이 더 두

렷이 나타났다. 또한 Lee EY & Kim YA(1994)에 따르면 가열처리 과정에서 비 섬유성 성분들이 손실됨으로써 상대적으로 식이섬유 함량이 높게 측정되어질 수 있으며, 초단파가열보다는 물이나 증기를 가열처리 매개체로 하는 끓이기, 고압가열처리가 비섬유성 성분의 손실을 더 많이 하는 요인이 된다고 보고하였다.

가열에 의한 식이섬유 증가의 또 다른 원인으로는 셀룰로오스 함량의 증가를 들 수 있으며 Varo P 등(1983)은 가열이 곡류와 감자의 식이섬유 성분에 미치는 효과를 조사한 결과 가열처리에 의해 감자의 셀룰로오스 함량이 크게 증가한다고 하였다. 그리고 Simpson JI & Haliday EG(1941)도 당근에 가열처리를 했을 때 셀룰로오스 함량이 증가하였고 이는 가열에 의해 세포벽구조가 파괴되어 셀룰로오스가 유리되어 나오기 때문이라고 보고하였다. 그러므로 가열에 의한 식이섬유 증가의 주원인은 마이알 반응의 생성물이 식이섬유로 측정되고 셀룰로오스가 유리되어 나와 그 측정치가 증가하기 때문인 것으로 여겨진다.

총 식이섬유는 고압가열 처리 유무에 따라 유의적인 차이를 보이며 증가하였는데( $p<0.001$ ), 이는 총 식이섬유 값이 수용성 식이섬유와 불용성 식이섬유를 합한 값으로 나타낸 결과로 보이며 고압가열 20분 실험군인 C가 4.91로 가장 높은 것은 고압가열 40분 처리군의 수용성 식이섬유값이 감소한 영향을 받은 것으로 사료된다.

### 3) 색도

가열 조건별 단호박 페이스트의 색도는 Table 3과 같다. L 값은 고압가열 처리를 하지 않은 A가 52.20으로 나타났고 각각 10분, 20분, 40분 간 고압가열 처리한 B, C, D는 A에 비해 유의적으로 낮은 결과를 보였으며( $p<0.001$ ) 그 값은 각각 50.33, 49.46, 48.06으로 고압으로 처리시간이 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다.

a 값은 고압가열 처리를 하지 않은 A가 25.52를 나타냈고 고압가열 처리한 B, C, D는 각각 24.38, 23.13,

**Table 3.** Color of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions

Autoclaving heating time	L	a	b	△E
A <sup>1)</sup>	52.20±0.14 <sup>a</sup>	25.52±0.37 <sup>a</sup>	36.51±0.06 <sup>a</sup>	59.96±0.22 <sup>b</sup>
B <sup>2)</sup>	50.33±0.01 <sup>b</sup>	24.38±0.02 <sup>b</sup>	35.62±0.01 <sup>a</sup>	60.34±0.02 <sup>a</sup>
C <sup>3)</sup>	49.46±0.01 <sup>b</sup>	23.13±0.03 <sup>c</sup>	33.98±0.01 <sup>b</sup>	59.62±0.02 <sup>c</sup>
D <sup>4)</sup>	48.06±0.04 <sup>c</sup>	22.89±0.08 <sup>c</sup>	31.77±0.02 <sup>c</sup>	59.48±0.05 <sup>c</sup>
F-value	1728.26 <sup>***</sup>	122.72 <sup>***</sup>	13695.73 <sup>***</sup>	36.40 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, <sup>2)</sup> B: 10 min, <sup>3)</sup> C: 20 min, <sup>4)</sup> D: 40 min, Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-c</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

22.89로 고압가열 처리 시간이 증가 할수록 점차 유의적으로 감소하는 경향을 보였고( $p<0.001$ ), b 값 또한 고압멸균 처리 조건에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였으며( $p<0.001$ ) 그 값은 A, B, C, D 각각 36.51, 35.62, 33.98, 31.77로 나타났다. 이러한 결과는 Heo SJ 등(1998)의 연구에서 가열처리에 의해 대체로 호박과 단호박 푸레의 색도가 점차 낮아지는 경향을 나타낸다는 결과와 동일하였고 단호박에서 a와 b의 값이 월등히 높은 것은 단호박의 높은 카로티노이드 함량과 관련이 있는 것으로 여겨진다고 하였다. Debjani D 등(2006)의 연구에 따르면 0-2시간 동안 온도 별 가열처리한 호박 푸레의 색도는 시간이 지날수록 L, a, b 값 모두 감소하는 결과를 보였고 전하고 있다. 또한 이것은 열에 의존적인 색소의 분해에 의한 것으로 광도가 감소된 어두운 화합물의 형성의 결과이며 이와 비슷한 연구 결과가 Avila IMLB & Silva CLM(1999)에 의한 복숭아 푸레에서 보고되었다고 전한다. 호박 푸레의 황색도 또한 감소되었으며 이는 b 값과 a 값의 감소의 결과로 확인할 수 있다. 열처리한 호박 푸레에서 이러한 감소는  $\beta$ -carotene의 기하학적 이성질체 때문이며 메일라드 반응과 같은 비효소적 갈변 또한 색도의 저하를 일으킬 수 있다고 하였다. Choi BG & Surh JH (2014)의 연구에 따르면 열처리 조건이 강해질수록 양과 착즙액의 색은 어두워지는 경향을 나타내었으며 이는 착즙온도가 높고 시간이 길어질수록 당과 아미노 화합물 사이의 Maillard 갈변 반응 속도가 증가하고(Lindsay RC 2008), 과당(melting point 110°C) 등 일부 용점이 낮은 당들에 의한 caramelization이 증가한 결과(BeMiller JN & Huber KC 2008)로 해석할 수 있다고 하였다. 한편 메일라드 반응(melanoidin amino-carbonyl reaction)은 활성을 가진 유리 알데히드기, carbonyl 기를 가진 환원당이 가수분해 되어 아미노산, 펩타이드, 단백질과 같은 유리 아미노기나 이미노기를 가진 질소화합물과 상호반응하여 갈색물질(melanoidin)을 형성하는 반응으로 온도에 영향을 받으며 온도가 높을수록 반응속도는 증가하는 것으로 알려져 있다.

#### 4) 환원당

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 환원당은 Table 4와 같다. 고압가열 처리하지 않은 단호박 페이스트 A의 환원당 함량은 5.33이고 고압가열 처리한 B, C, D가 각각 5.72, 6.57, 7.36으로 고압가열 처리와 그 시간이 길어질수록 점차 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). Seo HJ 등(1998)이 보고한 결과에 따르면 증자에 의한 조리과정 중 환원당의 양은 중심부의 온도가 증가할수록 증가하는 경향을 보여 중심부의 온도가 100°C일 때, 조리 전보다 13배, 15배의 환원당이 생성되어 기호도를 높일 수 있는 조리방법이라고 하였다. 또한 Park BH 등(1998)

**Table 4.** Reducing sugar and carotenoid of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions

Autoclaving heating time	Reducing sugar (mg/g, as glucose)	Carotenoid (mg%)
A <sup>1)</sup>	5.33±0.24 <sup>a</sup>	17.59±0.20 <sup>d</sup>
B <sup>2)</sup>	5.72±0.07 <sup>a</sup>	16.26±0.15 <sup>c</sup>
C <sup>3)</sup>	6.57±0.14 <sup>b</sup>	12.73±0.31 <sup>b</sup>
D <sup>4)</sup>	7.36±0.05 <sup>c</sup>	10.16±0.15 <sup>a</sup>
F-value	117.98 <sup>***</sup>	765.57 <sup>***</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, <sup>2)</sup> B: 10 min, <sup>3)</sup> C: 20 min, <sup>4)</sup> D: 40 min, Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-d</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test. \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

의 호박의 가열시간이 길수록 환원당의 함량이 높게 나타났다라는 결과와 Shin DS 등(2013)의 같은 온도에서 증숙시간이 길수록 환원당의 함량이 증가한 것과 비슷한 결과를 나타내었다.

#### 5) 카로티노이드

가열 조건을 달리한 단호박 페이스트의 카로티노이드 함량은 Table 4와 같다. 카로티노이드는 클로로필과 함께 식물체에 널리 분포되어 있는 지용성 색소로 주로 클로로플라스트 속에 존재하며 동식물에서 노란색, 붉은색을 나타낸다. 천연에 존재하는 카로티노이드는 약 500종 이상이며, 그 중  $\beta$ -carotene은 비타민 A 전구체로서 식품영양학 측면에서 매우 중요한 위치를 차지하고 있다. 카로티노이드 계열의 색소는 체내에 흡수되어 비타민 A로 전환되는 전구물질로 항암, 항산화 작용 등의 기능이 보고되고 있으며(Peto R 등 1981, Krinsky NI & Deneke SM 1982, Burton GW & Ingold KU 1984) 단호박은 카로티노이드의 함량이 풍부한 식품으로 주목받고 있다. 단호박 페이스트의 카로티노이드 함량의 경우 고압 가열 무처리군(15분간 증숙)은 17.59 mg%로 나타났고, 고압가열 처리에 의해 10분 처리군 B는 16.26 mg%으로 7.6% 감소하였고, 고압가열 20분 처리군 C는 12.73 mg%로 28.6% 감소, 고압가열 40분 처리군 D는 10.16으로 42.24% 감소한 것으로 나타나 가열 처리와 그 시간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였다( $p<0.001$ ). Kim MH 등(2012)의 연구결과에 따르면 단호박의 카로티노이드 함량은 154.36 mg/100 g으로 높게 나타났으며 Park BH 등(1998)의 가열된 호박즙의 경우 생호박에 비해 카로티노이드가 92.71%의 파괴율을 보였으며 또한 Kim DS 등(2004)의 조리 방법에 따른 호박 중의 카로틴 함량 변화 연구에서도 증숙 10분 결과 카로틴 함량이 5.46 mg/100 g에서 1.26 mg/100 g으로 77% 감소된 것으로 나타나 본

실험의 결과와 같이 상당량 감소된 수치를 나타내었다. 단호박 페이스트의 고압가열 처리 시간이 지남에 따라 유용성분인 카로티노이드가 상당량 파괴되는 것을 고려할 때 식품가공에 있어서 그 처리 시간을 단축하는 것이 가장 유익할 것으로 사료된다.

#### 6) 현미경과 SEM을 이용한 단호박 페이스트 입자 관찰

가열조건을 달리한 단호박 페이스트의 구조를 관찰하기 위하여 현탁액을 광학현미경으로 관찰한 결과와 분말을 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과는 Fig. 2와 Fig. 3과 같다. 그 결과 단호박 페이스트 현탁액을 통해 유리된 하나의 페이스트 입자를 확인할 수 있었는데 이것은 단호박의 유세포인 것으로 보이며 Oliver J & Palou A(2000)에 따르면 호박 과육은 많은 양의 카로티노이드를 보유하고 있으며, 카로티노이드는 꽃, 잎 과일에의 노란색과 붉은색을 나타내는 이소프렌 유도체 색소라고 하였듯, 단호박 유세포 속의 노란색 작은 입자는 카로티노이드인 것으로 생각된다. Katlijn RNM 등(2014)의 식물조직기반 현탁액 식품의 가공, 식품구조, 리올로지 특성에 대한 논문에 따르면 식물 조직 기반의 입자는 주로 유세포 조직을 함유하며 그러한 식물조직기반 현탁액 식품에 있는 입자들은 기계적으로 파괴된 유세포 조직으로 구성되어 있다고 하였다. 또한 유세포는 구모양 또는 다면체

모양으로 50-500  $\mu\text{m}$ 의 지름이며 중간 박막층의 펙틴에 의해 함께 붙어있고(Aguilera JM & Stanley DW 1999, Evert RF 2006) 식물조직기반 입자들은 사이즈, 형태, 표면, 모양과 같은 다른 특성을 가질 수 있다.

한편, 열가공은 흔히 식품생산에 사용되는 조작으로 조직 단단함에 영향을 끼칠 수 있는데, 식물조직과 식물조직기반입자의 단단함의 변화 외에도, depolymerization은 세포벽 분해와 비교되는 세포벽 분리 같은 기계적인 파괴 동안 분리되는 방법에 영향을 끼친다(Redgwell RJ 등 2008, Lopez-Sanchez P 등 2011). 또한, 펙틴용해성효소는 효소적인 펙틴 분해 때문에 효소적인 펙틴 전환으로 인해 세포벽이 약해지는 것이 저해받음으로써 충분히 강한 열처리동안 불활성화 된다(Valencia C 등 2002). 위의 문헌들에서와 같이 가열조건에 따른 단호박 페이스트 현탁액의 형태는 고압가열처리와 그 시간이 증가함에 따라 단호박 유세포의 변형이 뚜렷하게 관찰되었다.

다음으로, 가열조건을 달리한 단호박 페이스트의 입자 구조를 관찰하기 위해 각 시료를 분말화 시켜 200배로 관찰한 결과, 고압가열 처리하지않은 A는 동그란 유세포가 건조에 의해 수축되어 찌그러진 모양의 입자형태로 나타났고, 고압가열 처리한 B, C, D는 처리 시간이 10분, 20분, 40분 증가함에 따라 단호박의 유세포가 열에 의한 세포팽압의 증가 결과 형태를 유지하지 못하고 터져 가장 처리시간이 긴 실험군 D가 가장 무질서한 형태임을 관찰되었다.

한편, 현탁액에서의 입자의 크기 축소는 식품 재료의 표면적 대 부피 비율이 증가되기 때문에 식품가공에서 중요한 단위 공정으로, 크기 감소는 큰 사이즈에서부터 미세한 입자까지 넓은 분포에 이르는 입자의 혼합을 초래하는 하므로(Snow RH 등 1999) 고압가열 처리로 인한 단호박 페이스트의 펙틴, 섬유질 등의 고분자 물질의 분해는 단호박 페이스트 소재를 이용하여 단호박 라떼를 제조하기에 적합할 것으로 가설을 설정하였다. 따라서 단호박 페이스트를 소재로하여 음료 제조 시 고압가열 처리한 실험군의 부유 안정성이 증가하여 페이스트 입자가 현탁액 상태에서의 용액에 부유되어 머무르는 시간이 증가할 것으로 예상하였으나 부유안정성 실험 결과 실험군 A, B, C, D간 차이가 없는 것으로 나타났으므로 일정한 농도의 검 물질을 종류별(xanthan gum, guar gum, locust bean gum)로 첨가하여 부유안정성이 증진된 단호박 음료를 제조하고자 하였다.

#### 7) 단호박 페이스트의 관능검사

가열 조건에 따른 단호박 페이스트의 관능적 기호도 특성은 Table 5와 같다. 색의 기호도는 고압가열처리와 그 시간이 늘어날수록 점차 유의적으로 감소하는 경향을 보였는데( $p < 0.001$ ) 이것은 페이스트의 색도 측정 결과 명

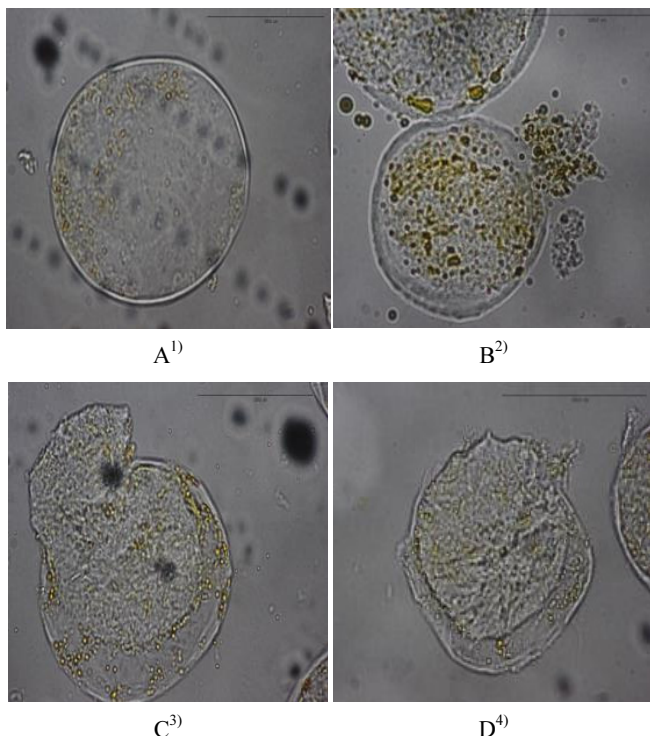


Fig. 2. Light photomicrographs of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions.

1) A: Control, 2) B: 10 min, 3) C: 20 min, 4) D: 40 min



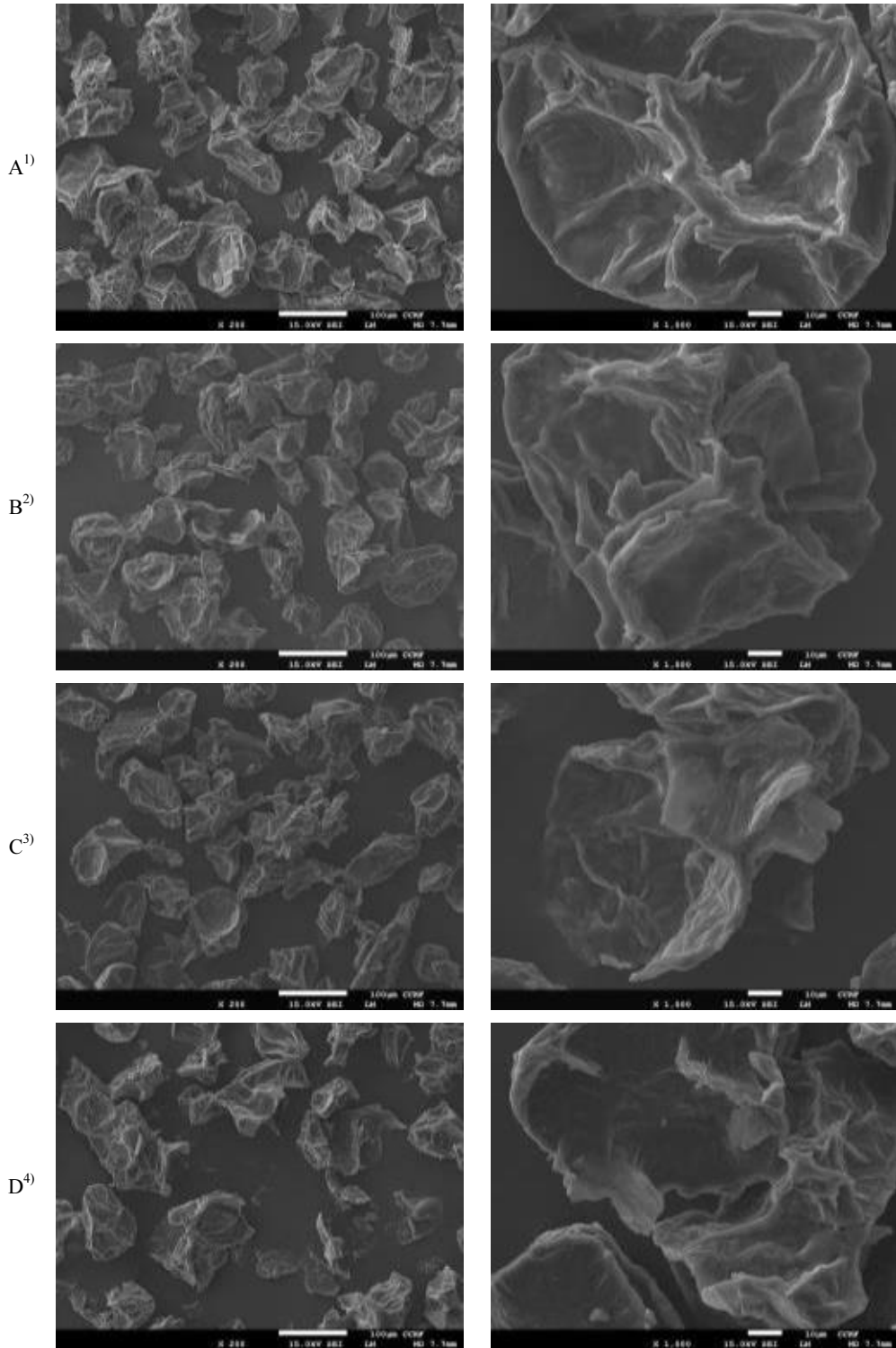


Fig. 3. SEM photomicrographs of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions.

1) A: Control, 2) B: 10 min, 3) C: 20 min, 4) D: 40 min

도가 감소하기 때문인 것으로 여겨지며 단호박의 노란색을 가리키는 b값 또한 감소하는 영향이라고 사료된다. 단맛에 대한 기호도는 고압처리하지 않은 A 실험군보다 고압가열 처리한 실험군이 더 높은 점수를 받았으며 고압

가열처리 20분 실험군이 가장 높았고, 호박맛의 기호도와 입안에서의 질감 기호도 또한 고압가열처리하지 않은 A 실험군이 가장 낮은 기호도를 보였으며 고압가열 처리시간이 20분인 C 실험군의 기호도가 가장 좋은 것으로 나

**Table 5.** Sensory evaluation of sweet-pumpkin paste prepared with different thermal conditions

Autoclaving heating time	Color	Sweetness	Taste	Softness	Flavor	Overall acceptance
A	7.40±0.74 <sup>a</sup>	5.93±1.39 <sup>b</sup>	5.93±1.33 <sup>NS</sup>	5.87±1.25 <sup>NS</sup>	5.73±1.49 <sup>NS</sup>	6.00±1.56 <sup>NS</sup>
B	6.80±1.08 <sup>a</sup>	6.13±1.46 <sup>ab</sup>	6.07±1.03	6.07±1.22	5.87±1.55	6.07±1.16
C	5.40±1.64 <sup>b</sup>	7.07±0.59 <sup>b</sup>	6.40±1.45	6.53±0.99	6.53±0.83	6.27±1.16
D	4.93±1.71 <sup>b</sup>	6.20±1.26 <sup>ab</sup>	6.27±1.75	5.80±1.37	6.60±0.91	5.33±1.23
F-value	10.996 <sup>***</sup>	2.519	0.321	1.112	1.950	1.479

<sup>1)</sup> A: Control, <sup>2)</sup> B: 10 min, <sup>3)</sup> C: 20 min, <sup>4)</sup> D: 40 min, Values are mean±SD (n=15).

<sup>a-b</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p < 0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , NS: Not significant.

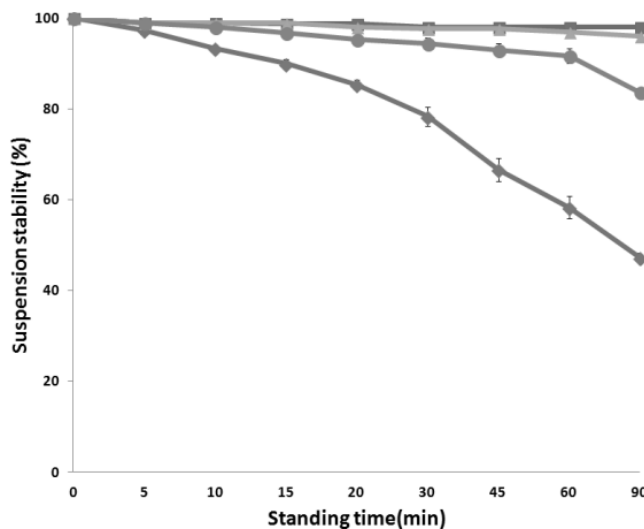
타났다. 호박향에 대한 기호도는 고압가열처리와 그 시간이 증가할수록 기호도 점수 또한 증가하는 경향을 보였고 단호박 페이스트의 전반적인 기호도는 고압가열 20분 처리한 C 실험군이 가장 높은 점수를 받았다. Seo HJ 등 (1998)의 연구에서는 고구마의 증자 온도에 따라 환원당의 함량이 증가하였는데 기호도는 당이 지니는 단맛에 기인하므로 증자에 의해 조리하였을 때 보다 많은 양이 당이 생성 되므로 기호도를 높일 수 있는 조리방법이 될 것이라고 하였다.

위를 종합한 결과 단호박 라떼를 만들기 위한 중간소재로 활용하기 위한 단호박 페이스트의 가열처리 조건은 고압처리 20분으로 결정하였다.

## 2. 단호박 라떼의 품질특성

### 1) 단호박 라떼의 부유안정성

종류별 검 물질을 첨가한 단호박 라떼의 부유안정성은 Fig. 4와 같다. 종류별 검 물질을 첨가한 단호박 라떼의 부유안정성 결과는 검 물질을 첨가하지 않은 단호박 페이스트의 경우 5분이 지나면서 층분리가 시작되어 90분이 지나자 페이스트가 완전히 가라앉았고 guar gum(0.2%) 첨가군은 대조군보다 부유안정성이 좋았으나 15분 이후부터 서서히 층분리가 시작되어 60분부터 그 속도가 더 빨리 진행되었다. Locust bean gum(0.2%) 첨가군은 구아검 실험군보다 부유안정성에 효과가 있었으나 xanthan gum(0.2%) 첨가군은 90분이 지난 뒤에도 층분리가 일어나지 않고 안정적인 것으로 나타나 부유안정성에 가장 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 안정제로 사용한 검물질인 locust bean gum은 갈락토만난을 주요 구성분으로 하는 고점도성의 수용성 다당류로서 식품가공분야에서 점착제, 결착제, 칼로리 조정제, 결정 억제제, 유화제, 안정제, 팽윤제, 시네레스스 억제제, 증점제, 겔 형성제 등의 목적으로 커피, 수프, 소스, 우유, 유제품 등에 그 사용이 증가되고 있다(Dca LCM 등 1972). 박테리아 Xantomonas campestris에 의해 생산되는 xanthan gum은 1950년대 상



Symbols: control (◆), xanthan gum 0.2% (■), locust bean gum 0.2% (▲), guar gum 0.2% (●)

**Fig. 4.** Changes in suspension stability of sweet-pumpkin milk beverage preparation by sweet pumpkin paste with various gum.

업화된 이후에 물에 쉽게 용해된다는 특성과 수용액상에서 높은 점도를 갖는다는 특성을 바탕으로 건축용, 식품용으로 다양하게 활용되고 있다(Cho HJ 등 2011). Guar gum은 전하를 띄지않는 비이온성 천연 다당류로써 구아콩에서 유래되었으며 높은 점성과 싼 가격으로 인해 식품산업에서 증점제로 널리 사용된다(Huang LF & Hong WS 2000). 일반적으로 정전기적 전하의 반발력은 분산계에서 입자의 부유 안정성을 나타내는 구성요소이다. 혼탁음료의 입자는 음전하를 띄기 때문에 음전하를 띄는 친수성콜로이드의 첨가는 입자들간의 정전기적 반발력을 증진시켜주어 혼탁음료의 안정성 효과를 획득할 수 있다(Genovese DB & Lozano JE 2001). Xanthan gum과 locust bean gum은 음전하 이온의 다당류이고 guar gum은 전하를 띄지 않는 비이온성 다당류(Wang Z 등 1999)이므로

부유안정성의 효과에 차이가 나타난 것으로 생각된다.

2) 단호박 라떼의 색도

종류별 검 물질을 첨가한 단호박 라떼의 색도는 Table 6과 같다. 단호박 페이스트의 색도 값(L: 49.46, a: 23.13, b: 33.98)과 비교시, 모든 단호박 라떼 실험군의 L, b 값은 증가하였고, a 값은 감소하였다. 이는 불투명한 흰색을 띠는 우유의 영향인 것으로 보이며, L, a, b 값 모두 대조군과 guar gum, xanthan gum과 locust bean gum 이 같은 그룹에 속했다. 명도를 나타내는 L 값의 경우, 검 물질 xanthan gum, locust bean gum 첨가시 유의적으로 증가하였고( $p<0.001$ ), 적색도를 나타내는 a 값과 황색도를 나타내는 b 값의 경우 검 물질 xanthan gum, locust bean gum 을 첨가시 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다( $p<0.001$ ). 이 결과에 따르면 검물질 선택 시 guar gum 첨가가 아무것도 넣지 않은 대조군과 가장 비슷한 색도를 나타내는 것으로 판단된다. 한편 Lee SW & Han SH (2013)의 보고에 따르면 locust bean gum을 농도별(0.1~0.5%)로 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 L 값은 대체로 증가하였고, a 값은 감소하는 경향을 보인 것과 일치하는 결과를 보였으나 비지 젤화물의 b 값은 증가한데 비해 단호박 라떼의 b 값은 감소하여 상반된 결과를 나타냈다. 또한 xanthan gum을 농도별로 첨가하여 제조한 비지 젤화물의 색도는 L 값이 감소하였으나 단호박 라떼 xanthan gum 첨가군은 증가한 것으로 나타나 상이한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 측정 시료의 샘플 색상의 차이(비지 젤화물; L: 79.0, a: -3.0, b: -2.6)에 기인한 것으로 사료된다.

3) 단호박 라떼의 pH, 산도 및 점도

종류별 검 물질을 첨가한 단호박 라떼의 pH, 산도 점도는 Table 7과 같다. 아무것도 첨가하지 않은 대조군의 pH는 단호박 페이스트(6.61)에 비해 증가하는 것으로 나

타났으며 이는 Jang JS & Park YS(2007)의 연구에서 보고된 것과 같이 우유의 첨가량이 증가할수록 pH가 증가한 결과와 일치하였다. 또한 대조군과 guar gum 첨가군과 xanthan gum, locust baen gum 첨가군이 pH의 유의적인 차이를 보였다( $p<0.001$ ). Locust bean gum은 다양한 음료에 증점제와 안정제로서 널리 사용되고 있다. Locust bean gum 용액은 넓은 범위의 pH에서 안정하고 이것은 거의 대부분의 음료에서 증점제로써 고유한 특성이다 (Barak S & Mudgil D 2014).

산도는 대조군이 0.168%로 가장 낮았고, locust bean gum 0.186%, xanthan gum 0.204%, guar gum 0.216% 순으로 guar gum 첨가군이 가장 높은 산도를 보였으나 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

점도는 대조군이 26.67 cp로 가장 낮았으며 locust bean gum 첨가군이 120.00 cp, guar gum 첨가군이 333.33 cp로 나타났고, xanthan gum 첨가군의 점도가 733.33 cp로 가장 높게 나타났다. 실험군 모두 첨가량은 0.2%로 같았으나 점도의 차이가 있는 것으로 보아 xanthan gum이 단호박 라떼의 점도에 가장 큰 증점효과를 보이고, locust bean gum이 점도의 증가에 영향이 적은 것으로 사료된다. Lee MO & Song YS(2003)의 보고에 따르면 기름을 대체하기 위해 guar gum과 xanthan gum을 첨가한 마요네즈의 점도 특성에서 guar gum 첨가군의 점도(87,500 cp)가 xanthan gum 첨가군의 점도(150,000 cp)보다 낮은 결과를 나타내었는데 단호박 라떼의 경우도 이와 비슷한 결과를 보였다.

라. 단호박 라떼의 관능검사

종류별 검 물질을 첨가한 단호박 라떼의 관능적 기호도 특성은 Table 8과 같다. 색의 기호도는 xanthan gum 첨가군이 유의적인 차이를 보이며 가장 높은 것으로 나타났고( $p<0.001$ ), locust bean gum 첨가군, 대조군, guar gum 첨가군의 순서로 나타났으며 guar gum 첨가군의 색

Table 6. Color of sweet-pumpkin milk beverage prepared by sweet pumpkin paste with various gum

Samples	Color Value		
	L*	a*	b*
Control	77.70±0.17 <sup>b</sup>	12.03±0.16 <sup>a</sup>	60.00±2.23 <sup>a</sup>
Xanthan gum	81.38±0.70 <sup>a</sup>	9.07±0.44 <sup>b</sup>	41.84±1.55 <sup>b</sup>
Locust bean gum	82.65±0.37 <sup>a</sup>	8.09±0.17 <sup>b</sup>	39.69±1.35 <sup>b</sup>
Guar gum	76.84±1.29 <sup>b</sup>	12.04±1.46 <sup>a</sup>	61.13±6.62 <sup>a</sup>
F-value	41.097 <sup>***</sup>	20.815 <sup>***</sup>	29.787 <sup>***</sup>

Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-d</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

Table 7. pH, acidity, viscosity of sweet-pumpkin milk beverage prepared by sweet pumpkin paste with various gum

Samples	pH	Acidity	Viscosity (cp)
Control	7.10±0.02 <sup>b</sup>	0.168±0.010 <sup>NS</sup>	26.67±11.55 <sup>d</sup>
Xanthan gum	7.22±0.03 <sup>a</sup>	0.204±0.027	733.33±23.09 <sup>a</sup>
Locust bean gum	7.21±0.01 <sup>a</sup>	0.186±0.010	120.00±34.64 <sup>c</sup>
Guar gum	7.07±0.03 <sup>b</sup>	0.216±0.095	333.33±11.55 <sup>b</sup>
F-value	35.656 <sup>***</sup>	0.527	591.911 <sup>***</sup>

Values are mean±SD (n=3).

<sup>a-d</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$ , NS: Not significant.

**Table 8.** Sensory evaluation of sweet-pumpkin milk beverage prepared by sweet pumpkin paste with various gum

Sample	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance
Control	4.33±1.66 <sup>bc</sup>	4.27±1.63 <sup>b</sup>	4.53±1.50 <sup>b</sup>	4.93±1.75 <sup>ab</sup>	4.87±1.68 <sup>ab</sup>
Xanthan gum	6.20±1.90 <sup>a</sup>	5.67±1.51 <sup>a</sup>	5.73±1.76 <sup>a</sup>	5.13±1.81 <sup>a</sup>	5.40±1.75 <sup>a</sup>
Locust bean gum	4.93±1.72 <sup>b</sup>	5.00±1.48 <sup>ab</sup>	5.27±1.82 <sup>ab</sup>	5.7±1.56 <sup>a</sup>	5.8±1.30 <sup>a</sup>
Guar gum	3.73±1.69 <sup>c</sup>	4.67±1.34 <sup>ab</sup>	4.13±1.68 <sup>b</sup>	3.80±1.74 <sup>b</sup>	3.80±1.76 <sup>b</sup>
F-value	7.431 <sup>***</sup>	2.596	3.408 <sup>*</sup>	3.708 <sup>*</sup>	4.823 <sup>**</sup>

Values are mean±SD (n=15).

<sup>a-c</sup> Means with different superscript in the same column are significantly different ( $p<0.05$ ) by Duncan's multiple range test.

\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

의 기호도는 유의적인 낮게 나타났( $p<0.001$ ). 향의 기호도는 xanthan gum, locust bean gum, guar gum 첨가군, 대조군 순서로 xanthan gum 첨가군의 기호도가 가장 높게 나타났으나 유의적인 차이가 없었고, 맛의 기호도 또한 xanthan gum 첨가군이 가장 좋은 것으로 나타났으나 locust bean gum 첨가군과 비슷한 수준이었다. 질감의 기호도는 locust bean gum 첨가군이 가장 높았고, xanthan gum 첨가군, 대조군 순서였으나 유의적으로는 차이가 없는 수준이며 guar gum 첨가군이 유의적으로 가장 낮게 나타났( $p<0.05$ ). 전반적인 기호도 결과는 locust bean gum 첨가군이 가장 높은 점수는 받았고, 다음으로는 xanthan gum 첨가군, 대조군 순이었으나 유의적인 차이가 없는 수준이었으며, guar gum 첨가군이 유의적인 차이를 보이며 전반적기호도가 가장 낮은 것으로 나타났( $p<0.01$ ).

## V. 요약

가열 조건에 따른 단호박 페이스트를 제조하기 위해, 단호박을 15분 간 초벌 증숙한 뒤, 고압가열 처리 0분(A), 10분(B), 20분(C), 40분(D) 실시하여 실험군의 품질특성을 조사하였다. 그 결과 일반성분의 경우, 대체적으로 고압가열 처리 유무에 따른 유의적 차이가 관찰되었으며, 고압가열 처리한 B, C, D 실험군의 수분함량, 조단백질, 조섬유가 고압가열 무처리군 A에 비해 감소하였고, 가용성 무질소물은 증가하는 것으로 나타났다. 가열 조건별 단호박 페이스트의 수용성식이섬유는 고압가열 20분 처리군인 C의 측정치가 2.02로 가장 높았으며 무처리군인 A의 1.60 보다 증가하였고, 고압가열 처리 40분의 경우 오히려 감소하는 것으로 나타났다. 색도의 L 값은 고압가열 무처리군인 A가 52.20에서 고압가열 처리 10분, 20분, 40분으로 시간이 증가함에 따라 각각 50.33, 49.46, 48.06으로 감소하였고, a 값과 b 값 또한 유의적인 차이를 보이며 감소하였다. 현미경을 통한 단호박 페이스트의 현탁액 입자를 관찰한 결과 카로티노이드를 포함하는 유세포가 관찰되었으며 고압가열 처리와 그 시간이 증가함에

따라 단호박 유세포의 변형이 뚜렷하게 관찰되었으나, 부유안정성 실험 결과 실험군 A, B, C, D 간 차이가 없었다. 이때, 가열조건의 선택은 수용성 식이섬유의 증가, 환원당 증가, 단맛의 관능특성이 유의적으로 높고, 전반적 기호도가 가장 우수한 것으로 나타난 고압가열 처리 20분인 C 실험군으로 결정하였다.

선택된 조건의 단호박 페이스트에 식품가공 시 널리 사용되는 검류인 xanthan gum, locust bean gum, guar gum을 단호박 페이스트에 종류별로 첨가하여 부유안정성을 확인하였는데, 이 결과 guar gum, locust bean gum, xanthan gum 순으로 부유안정성 효과를 나타냈으며 locust bean gum과 xanthan gum은 비슷한 정도의 효과를 보였다. 또한 관능검사를 통한 기호도 확인 결과 텍스처와, 전반적인 기호도가 가장 우수했으므로 locust bean gum(0.2%) 첨가 단호박 라떼의 품질이 가장 적절할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ010048)의 지원에 의해 이루어진 것으로서 이에 감사드립니다.

## References

- Aguilera JM, Stanley DW. 1999. Microstructural principles of food processing and engineering. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers, Inc. NY, USA. p 432
- An YH, Lee IS, Kim HS. 2011. Quality characteristics of *Sikhye* with varied levels of sweet pumpkin during storage. Korean J Food Cook Sci 27(6):803-814
- AOAC International. 2000. Official methods of analysis of AOAC international, 17th ed. Arlington: AOAC International 934.01-934.06
- Appleqvist IAM, Debet MRM. 1997. Starch-biopolymer interactions- A review. Food Rev Int 13(2):163-224
- Avila, IMLB, Silva, CLM. 1999. Modeling kinetics of thermal

- degradation of color in peach puree. *J Food Eng* 39(2):161-166
- Barak S, Mudgil D. 2014. Locust bean gum: Processing, properties and food applications—A review. *Int J Bio Macromol* 66(1):74-80
- BeMiller JN, Huber KC. 2008. Carbohydrates. In: Food chemistry. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA. pp 84-154
- Brandt LM, Jeltama MA, Zabik ME, Jeltama BD. 1984. Effects of cooking in solutions of varying pH on the dietary fiber components of vegetables, *J Food Sci* 49(3):900-904
- Burton GW, Ingold KU. 1984.  $\beta$ -carotene: An unusual type of lipid antioxidant. *Sci* 224(4649):569-573
- Chang KH, Cho KH, Knag MK. 2012. Optimization of the preparation conditions and quality characteristics of sweet pumpkin-doenjang sauce. *Korean J Food Preserv* 19(4):492-500
- Cho HJ, Yoo YJ, Kang MY, Um IC. 2011. Study on noodle-making properties of rice added with natural polymers. *Agric Rex Bull Kyungpook Natl Univ* 29(1):55-62
- Cho JS. 1993. Food materials. Mun-un publish, Seoul, Korea. p 162
- Choi BG, Surh JH. 2014 Effects of heat treatment on the quality of the onion juices prepared with sulfur-applied onions. *Korean J Food Sci Technol* 46(2):189-197
- Choi CB, Park YK, Kang YH, Park MW. 1998. Effects of pumpkin powder on chemically induced stomach and mammary cancers in sprague dawley rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(5):973-979
- Cumarasamy R, Corrigan V, Hurst P, Bendall M. 2002. Cultivar differences in New Zealand 'kabocha' (buttercup squash, *Cucubita maxima*). *New Zealand J Crop Hort Sci* 30(3): 197-208
- Dca LCM, McKinnon AA, Rees DA. 1972. Tertiary and quaternary structure in aqueous polysaccharide systems which model cell wall cohesion; reversible changes in conformation and association of agarose, carrageenan and gallactomannans. *J Mol Biol* 68(1):153-172
- Debjani D, Abhishek D, Utpal R, Runu C. 2006. Rheological characteristics and thermal degradation kinetics of beta-carotene in pumpkin puree. *J Food Eng* 76(4):538-546
- Do GP, Lee HJ, Do JR, Kim HK. 2012. Antiobesity effect of the *Cucubita moschata* Duch extracts in 3T3-L1 adipocytes. *Korean J Food Preserv* 19(1):138-143
- Evert RF. 2006. Esau's plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: Their structure, function, and development. John Wiley & Sons. Hoboken, NJ, USA. p 601
- Genovese DB, Lozano JE. 2001. The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. *Food Hydrocoll* 15(1):1-7
- Han CW, Park WJ, Seung SK. 2008. Optimization of preparation conditions and quality characteristics of sweet pumpkin stock. *Korean J Food Preserv* 15(6):832-839
- Heo SJ, Kim JH, Kim JK, Moon KD. 1998. Processing of purees from pumpkin and sweet-pumpkin. *Korean J Postharvest Sci Technol* 5(2):172-176
- Hidaka T, Anno T, Nakatsu S. 1987. The composition and vitamin A values of the carotenoid of sweet pumpkins of different colors. *J Food Biochem* 11(1):59-68
- Huang LF, Hong WS. 2000. Food thickening agents. Beijing: China Light Industry Press. Beijing, China. pp 96-98
- Huges JC, Grand A, Faulks RM. 1975. Texture of cooked potatoes: Relationship between the compressive strength of cooked potato disks and release of pectic substance. *J Soc Food Agric* 26(6):731
- Jang JS, Park YS. 2007. Changes in properties of *Jeung-pyun* prepared with the addition of milk. *Korean J Food Cook Sci* 23(3):354-362
- Jung HA, Kim AN, Ahn EM, Kim YJ, Park SH, Lee JE, Lee SM. 2011. Quality characteristics of curd yogurt with sweet pumpkin. *Korean J Food Preserv* 18(5):714-720
- Katlijn RNM, Ruth C, Sandy VB, Ann MVL, Paula M, Marc EH. 2014. A review on the relationships between processing, food structure, and rheological properties of plant- tissue-Based food suspensions. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 13(3):241-260
- Kim DS. 2012. The quality characteristics of powder pumpkin soup by different varieties of pumpkins and addition ratios. *Korean J Culinary Res* 18(1):65-76
- Kim DS, Nobuyuki K, Kim MH. 2004. Changes of chlorophyll and carotene contents of pumpkins with cooking method. *J East Asian Soc Dietary Life* 14(6):618-624
- Kim JG, Choi JW, Cho MA. 2014. Quality changes of fresh-cut winter squash treated with different postharvest ripening eriods and packaging methods. *Korean J Food Preserv* 21(1):17-24
- Kim MH, Lee WM, Lee HJ, Park DK, Lee MH, Youn SJ. 2012. Quality characteristics of the flesh and juice for different varieties of sweet pumpkins. *Korean J Food Preserv* 19(5): 672-680
- Kim SR, Ha TY, Song HN, Kim YS, Park YK. 2005. Comparison of nutritional composition and antioxidative activity for kabocha squash and pumpkin. *Korea J Food Sci Technol* 37(2):171-177
- Krinsky NI, Deneke SM. 1982. Interaction of oxygen and oxy-radicals with carotenoids. *J Nat Cancer Inst* 69(1):205-210
- Lee EY, Kim YA. 1994. Effects of heat treatment on the dietary fiber contents of soybean sprout and spinach. *Korean J Soc Food Sci* 10(4):381-385
- Lee JH, Lee MK. 2013. Quality characteristics of jelly incorporated with sweet pumpkin powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42(1):139-142
- Lee MO, Song YS. 2003. Manufacture and stability of low calorie mayonnaise using gums. *J Korean Soc Food Sci Nutr*

- 32(1):82-88
- Lee SW, Han SH. 2013. Quality properties of gelling product prepared from soybean curd residue with addition of gums. *Korean J Food Nutr* 26(3):428-437
- Lindsay RC. 2008. Flavors. In: *Food Chemistry*. Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR (ed). CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA. pp 639-687
- Lopez-Sanchez P, Nijse J, Blonk HCG, Bialek L, Schumm S, Langton M. 2011. Effect of mechanical and thermal treatments on the microstructure and rheological properties of carrot, broccoli and tomato dispersions. *J Sci Food Agric* 91(2):207-217
- Oliver J, Palou A. 2000. Chromatographic determination of carotenoids in foods. *J Chromatography A* 881(1):543-555
- Park BH, Kim HA, Park YH. 1998. Changes in physicochemical components of stewed pumpkin juice heated and stored under different conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(1):1-9
- Park HK, Yim SK, Sohn KH, Kim HJ. 2001. Preparation of semi-solid infant foods using sweet-pumpkin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(6):1108-1114
- Park ID. 2012. Effects of sweet pumpkin powder on quality characteristics of cookies. *J Korean Soc Food Cult* 27(1): 89-94
- Park SI, Bae SY. 1999. A study on elementary students' milk intake at home and school in Seoul area. *J Korean Soc Food Cult* 14(4):361-369
- Peto R, Doll R, Buckley ID, Sporn MB. 1981. Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates. *Nature* 290(1):201-208
- Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I. 1988. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods products, interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem* 71(5):1017-1023
- Redgwell RJ, Curti D, Gehin-Delval C. 2008. Physicochemical properties of cell wall materials from apple, kiwifruit and tomato. *Eur Food Res Technol* 227(2):607-18
- Seo HJ, Chung SH, Choi YM, Bae SH, Kim YS. 1998. Changes in sugar content of sweet potato by different cooking methods. *Korean J Soc Food Sci* 14(2):182-187
- Seo WK, Kim YA. 1995. Effects of heat treatments on the dietary fiber contents of rice, brown rice, yellow soybean and black soybean. *Korean J Soc Food Sci* 11(1):20-25
- Seong KC, Lee JW, Kwon HM, Moon DY, Kim CH, Seo HD. 2004. Effect of planting date on the growth and yield in retarding culture of squash (*Cucurbita maxima*) under rain-shielding condition. *Korean J Hort Sci Technol* 22(2):143-146
- Shi X, BeMiller JN. 2002. Effects of food gums on viscosities of starch suspensions during pasting. *Carbohydr Polym* 50(1): 7-18
- Shin DS, Yoo SM, Park BR. 2013. Effect of different steaming and drying temperature conditions on physicochemical characteristics of pumpkin powder. *Korean J Food Sci Technol* 45(6):742-746
- Simpson JI, Haliday EG. 1941. Chemical and histological studies of the disintegration of cell membrane materials in vegetables during cooking. *J Food Sci* 6(2):189-206
- Snow RH, Allen T, Ennis BG, Litster JD. 1999. Size reduction and size enlargement. In: Perry, R.H., Green, D.W. (Eds.), *Perry's Chemical Engineering Handbook*. McGraw-Hill, NY, USA. pp 20-89
- Korea Society of Food Science and Nutrition. 2000. *Handbook of experiments in food science and nutrition*. Hyoil publishing Co., Seoul, Korea. pp 151-152
- Valencia C, Sanchez MC, Ciruelos A, Latorre A, Franco JM, Gallegos C. 2002. Linear viscoelasticity of tomato sauce products: Influence of previous tomato paste processing. *Eur Food Res Technol* 214(5):394-399
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74(10): 3583-3597
- Varo P, Laine R, Koiviston P. 1983. Effect of heat treatment on dietary fiber: Interlaboratory study. *J Assoc Off Anal Chem* 66(4):933
- Wang Z, Xu SY, Tang J. 1999. *Food chemistry*. Beijing: China Light Industry Press. Beijing, China. pp 81-82
- Yoon HJ, Im SB. 2004. A study on the resources analysis and applicability for green tourism development. *J Korea Ins Landsc Archit* 32(4):49-58

Received on Feb.9, 2015/ Revised on May28, 2015/ Accepted on Jun.1, 2015