

전처리 방법에 따른 냉동 복숭아의 품질 특성

박종진 · 손영란 · 김경미 · 조용식 · 김하윤*

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Effects of Various Pretreatments on Quality Attributes of Frozen and Thawed Peaches

Jong Jin Park, Ji Hyun Park, Kyung Mi Kim, Yong Sik Cho, and Ha Yun Kim*

Department of AgroFood Resources, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration

Abstract

The aim of this study was to investigate the effect of pretreatments on quality of frozen peach. Pretreatments including steam blanching, water blanching, high pressure, and osmotic dehydration were applied to two varieties (Daeokgye and Hwangdo). Pretreated peaches were frozen and thawed at -20°C and 5°C , respectively. Steam blanching and osmotic dehydration with ascorbic acid reduced ΔE values without change of pH and acidity. Osmotic dehydration with sucrose decreased drip loss and increased brix. Freezing/thawing resulted in an increase of maximum force, while maximum force decreased with increasing time of steam and water blanching. Furthermore, osmotic dehydration with calcium chloride increased maximum force. High pressure decreased maximum force of Daeokgye and increased that of Hwangdo compared with non-treatment. Total polyphenol content, DPPH radical scavenging activity, and ABTS radical scavenging activity were improved by pretreatment including steam blanching, blanching, and osmotic dehydration with ascorbic acid.

Key words: freezing, thawing, peach, quality characteristics

서 론

복숭아는 전세계적으로 많이 소비되고 있는 과실 중 하나이다. 2016년 국내 복숭아 생산량은 약 287,058톤으로 꾸준히 증가하고 있는 추세다(KOSIS, 2016). 하지만 단기간의 수확시기와 빠른 숙성 및 부패가 쉬운 특성으로 인해 저장이 어렵다는 문제가 있다(Kim et al., 1992). 이로 인해 복숭아의 저장성 향상을 위해 오존수 침지(Cho et al., 2003), UV-C 조사(Lee et al., 2013), 고이산화탄소 처리(Choi et al., 2005) 등 여러 저장 기술들이 적용되었다. 하지만 대표적인 저장 방법 중의 하나인 냉동을 복숭아에 적용한 연구는 찾아보기 어렵다. 냉동 저장법은 미생물의 생육 및 화학적 성분변화를 억제하여 장기간 저장하는 방법이다. 하지만 동결 과정 중 식품 내 수분이 빙결정으로 변하여 세포막과 조직에 손상을 일으키고, 이로 인해 품질

저하가 발생한다(Van Buggenhout et al. 2006).

2013년 세계 냉동식품 시장의 규모는 약 1조 2,080억 달러로 편의성에 대한 소비자의 니즈가 커지면서 냉동 식품 시장은 점점 성장하고 있는 추세이다(MAFRA, 2015). 냉해동 복숭아에 발생하는 문제점을 확인하고 해결한다면 짧은 저장성을 극복하고 냉동 식품으로써 제품화가 가능할 것으로 보인다.

여러 냉동 제품의 품질에 미치는 요소 중 냉동 전처리 방법에 주목하였다. 그 방법으로 blanching (steam and water), osmotic dehydration, high hydrostatic pressure를 적용하였다. Blanching은 전통적인 가열 전처리 방법 중의 하나로 색, 물성, 영양소 유지, 효소 불활성화, 살균효과를 나타낸다(Lee et al., 2011). 삼투건조는 고장액에 식품을 넣었을 때 발생하는 수분 확산 현상을 이용하여 수분함량을 줄이는 방법이다(Shi & Xue, 2009). 냉동 전 과채류를 삼투건조 시 물성 향상, 갈변 방지, drip loss를 감소시키는 효과가 있다. 삼투용액의 종류에 따라서 다른 건조 특성을 나타내기도 한다(Zhao et al., 2014). 그리고 초고압 처리는 100-900 Mpa의 정수압을 처리하는 기술로써 가열 없이도 살균, 효소 불활성화 효과를 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다(Koo et al., 2007; Rastogi et al., 2007; Choi et al., 2013).

*Corresponding author: Ha Yun Kim, Department of AgroFood Resources, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, 166, Nongsaeangmyeong-ro, Iseo-myeon, Wanju-gun, Jeollabuk-do, 55365, Republic of Korea
Tel : +82-63-238-3565; Fax : +82-63-238-3842
E-mail : khy0617@korea.kr

Received August 27, 2018; revised October 29, 2018; accepted October 30, 2018

본 연구에서는 위 방법으로 전처리된 복숭아를 냉해동하여 품질 특성을 비교 분석하고, 연구 결과를 바탕으로 적절한 전처리 방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에서는 2017년에 전북 임실 지역에서 수확한 대옥계와 황도를 세척 후 stainless 칼로 박피 및 절단 (2×2×1.5 cm³)하여 실험에 사용하였다.

전처리 방법

복숭아 냉동 전처리 방법으로 삼투건조, steam blanching, water blanching, 초고압 처리가 적용되었다.

삼투건조 시 50°C water bath 안에서 시료와 삼투용액을 1:3 (w/v) 비율로 2시간 동안 처리하였다. 삼투용액은 50% sucrose (S), 1% ascorbic acid와 50% sucrose 혼합액(AS), 1% calcium chloride에 1% ascorbic acid 및 50% sucrose 혼합한 용액(ACS)이며 대조구로 증류수(DW)에 동일 시간 침지한 것을 사용하였다. 그리고 삼투건조가 완료된 사과를 paper towel로 표면 수분을 제거하였다.

Steam blanching은 끓는 물에서 발생하는 증기를 1, 3, 5, 10분(SB1, SB3, SB5, SB10) 간 처리하였으며 water blanching은 끓는 물에 시료를 30, 60, 120초(WB30, WB60, WB120) 간 침지하였다. Steam blanching과 water blanching 처리한 시료는 수도수에 3분 간 침지하여 냉각 후 표면의 물기를 제거하였다. 초고압 처리는 실험실용 반응기(CIP-L3-100-400, Ilshin autoclave, Daejeon, Korea)로 200, 300 Mpa (HP200, HP300)에서 5분 간 처리하였다.

Drip loss

냉해동된 시료는 종이타월로 표면 물기를 제거한 후 무게를 측정하였으며 아래 식을 이용하여 drip loss로 나타내었다.

$$\text{Drip loss (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

A = 냉동 전 시료 무게(g)

B = 해동 후 시료 무게(g)

냉동 및 해동

각 조건 별로 처리된 시료는 냉동용 포장지에 소분한 후 진공포장기(FJ-600XL, Hankook Fjuee Machinery Co. Ltd., Seoul, Korea)로 함기 포장하였다. 포장된 시료는 -20°C 냉동고(DSS-650TD, Daesan-Eng Co. Ltd., Hanam, Korea)로 20시간 이상 냉동하였다. 냉동된 시료는 5°C 인큐베이터(DS-50C, Dasol scientific, Hwaseong, Korea)에서 24시간

동안 저온 해동한 후 분석에 사용되었다.

색도

복숭아의 색도는 색도계(Color i7, X-rite Inc., Grand Rapids, MI, USA)로 처리구 당 10반복 측정되었으며 결과는 L*, a*, b*값으로 나타내었다. 색차는 아래 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

L*, a*, b* : 해동 후 색도

L₀*, a₀*, b₀* : 냉동 전 색도

물성

물성 측정을 위해 No.5 probe (4 mm)가 장착된 Rheometer (Compac-100 II, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하였으며 table speed 30 mm/min, load cell 최대응력 10 kg 조건에서 5반복 이상 측정하였다.

pH, 산도, Brix

시료 5g과 증류수 45 mL를 혼합하여 마쇄 후 거름망으로 거른 여액을 분석에 사용하였다. pH는 pH meter (Orion 4 STAT, Thermo Fisher Scientific, Beverly, MA, USA)를 사용하여 측정하였으며 산도는 분석액 20 mL에 0.1 N NaOH를 적정하여 pH 8.3까지 소비되는 적정량을 구한 후 아래 식을 이용하여 malic acid 함량으로 환산하였다. Brix는 굴절 당도계(PAL-3, Atago, Tokyo, Japan)로 분석액을 측정 후 희석배수를 곱하여 결과값으로 나타내었다. 실험은 처리구당 3반복 측정하였다.

$$\text{산도(\%)} = 0.0067 * V * F * 100/S$$

V: 0.1 N NaOH 적정 소비량(mL)

F: 0.1 N NaOH 역가

S: 시료량(g)

수분함량

복숭아의 수분함량은 상압가열 건조법(AOAC, 1990)에 따라 측정하였다.

$$\text{Water contents (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100$$

W₀ = aluminum dish 무게(g)

W₁ = 건조 전 시료 + aluminum dish 무게(g)

W₂ = 건조 후 시료 + aluminum dish 무게(g)

추출

분석을 위해 시료를 동결 건조하였으며 건조 후 막자 사

발로 분말화하였다. 추출은 시료 0.25 g에 60% 에탄올 24 mL를 넣고 1분 간 voltexing 한 후 초음파 기기(UC-20, Jeiotech, Daejeon, Korea)를 사용하여 1시간 동안 진행하였다. 추출 중 기기의 온도가 올라가는 것을 막기 위해 bath 안에 얼음을 넣어주어 온도를 40°C 이하로 유지하였다. 추출액은 감압여과 후 60% 에탄올을 이용하여 25 mL로 정용한 후 분석 실험에 사용하였다.

Total polyphenol contents

Total polyphenol content는 Folin-Ciocalteu method법 (Singleton & Rossi, 1965)을 참고하였다. 추출액 500 µL에 1 N Folin 용액 500 µL와 5% Na₂CO₃ 1.5 mL를 넣고 voltexing 후 30분 간 반응하였다. 반응이 완료된 시료는 96-well plate에 200 µL 분주하였으며 Microplate reader (Infinite M200 Pro, Tecan Group Ltd., Mannedorf, Switzerland)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다.

DPPH radical scavenging activity

DPPH는 Blois (1958)의 방법을 참고하였다. 추출액 100 µL에 DPPH 용액 900 µL를 섞고 voltexing 후 30분 간 암실에서 반응시켰다. 반응이 완료된 시료는 96-well plate에 200 µL 분주하였으며 Microplate reader를 사용하여 518 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control은 ascorbic acid를 사용하였다.

$$\text{DPPH (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{시료구}}}{A_{\text{대조구}}}\right) \times 100$$

ABTS radical scavenging activity

ABTS는 Roberta et al. (1999)의 방법을 참고하였다. 추출액 50 µL에 ABTS 용액 950 µL를 섞고 voltexing 후 30분 간 암실에서 반응시켰다. 반응이 완료된 시료는 96-well plate에 200 µL 분주하였으며 Microplate reader를 사용하여 732 nm에서 흡광도를 측정하였다. Positive control은 ascorbic acid를 사용하였다.

$$\text{ABTS (\%)} = \left(1 - \frac{A_{\text{시료구}}}{A_{\text{대조구}}}\right) \times 100$$

통계 처리

SPSS (12.0 KO for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하였으며 유의성 분석을 위해 Duncan's multiple range test를 $p < 0.05$ 유의수준에서 진행하였다.

결과 및 고찰

전처리 방법에 따른 복숭아의 수분함량 변화

전처리 직후 복숭아의 수분함량은 Fig. 1과 같다. 대옥계와 황도 모두 삼투건조 처리(S, AS, ACS) 시 전처리하지 않은 복숭아보다 수분함량이 약 10% 감소하였다. 이는 sucrose가 포함된 용액으로 삼투 건조 시 수분이 감소한다는 다른 연구 결과와 일치하였다(Choi et al., 2008). DW 처리 시 수분함량은 소폭 증가하였으나, 전체적으로 삼투 건조를 제외한 다른 전처리로 인한 수분함량 변화는 크지 않았다($p < 0.05$).

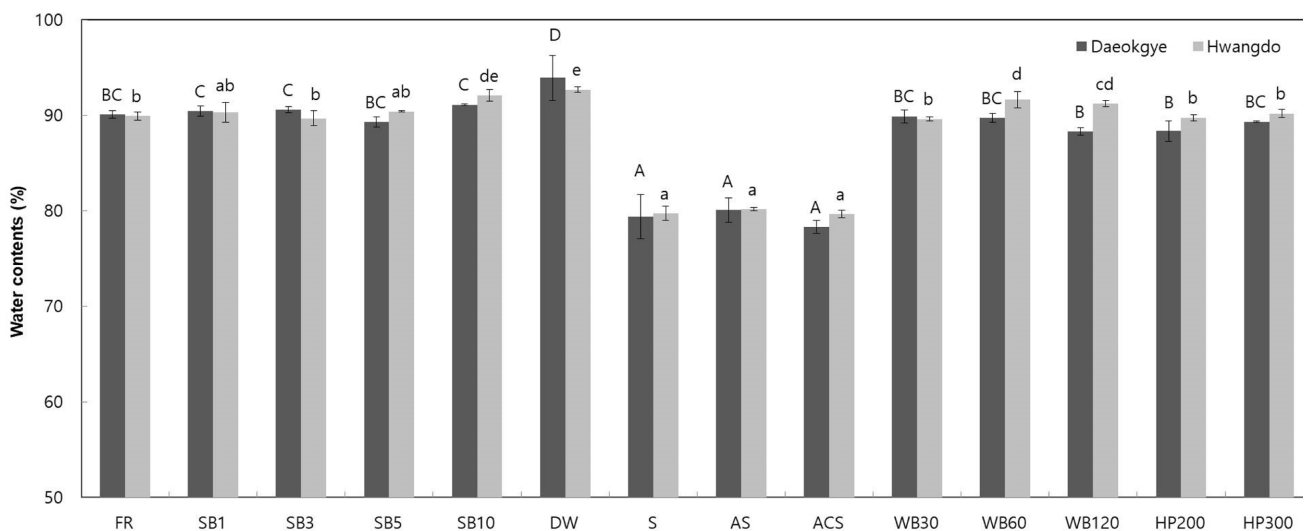


Fig. 1. Influence of pretreatments on water content of thawed peaches. FR: Raw material, SB: treated with steam blanching for 1, 3, 5, 10 min, DW: treated with soaking of Distilled water, S: dehydrated with 50% sucrose, AS: dehydrated with 1% ascorbic acid and 50% sucrose, ACS: dehydrated with 1% ascorbic acid, 50% sucrose and 1% calcium chloride, WB: treated with water blanching for 30, 60, 120 sec, HP: treated with high-pressure of 200, 300 Mpa. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

전처리 방법에 따른 냉해동 복숭아의 색도 변화

각 조건 별로 전처리 후 냉해동한 복숭아의 색도는 Fig. 2와 같다. 전처리 하지 않고 냉해동(NT) 시 두 품종 모두

냉동 전(FR)보다 L*, b*값이 감소하였으며, a*값의 경우 대옥계는 증가, 황도는 감소하였다.

전처리 방법에 따른 L*값은 두 품종 모두 비슷한 추세

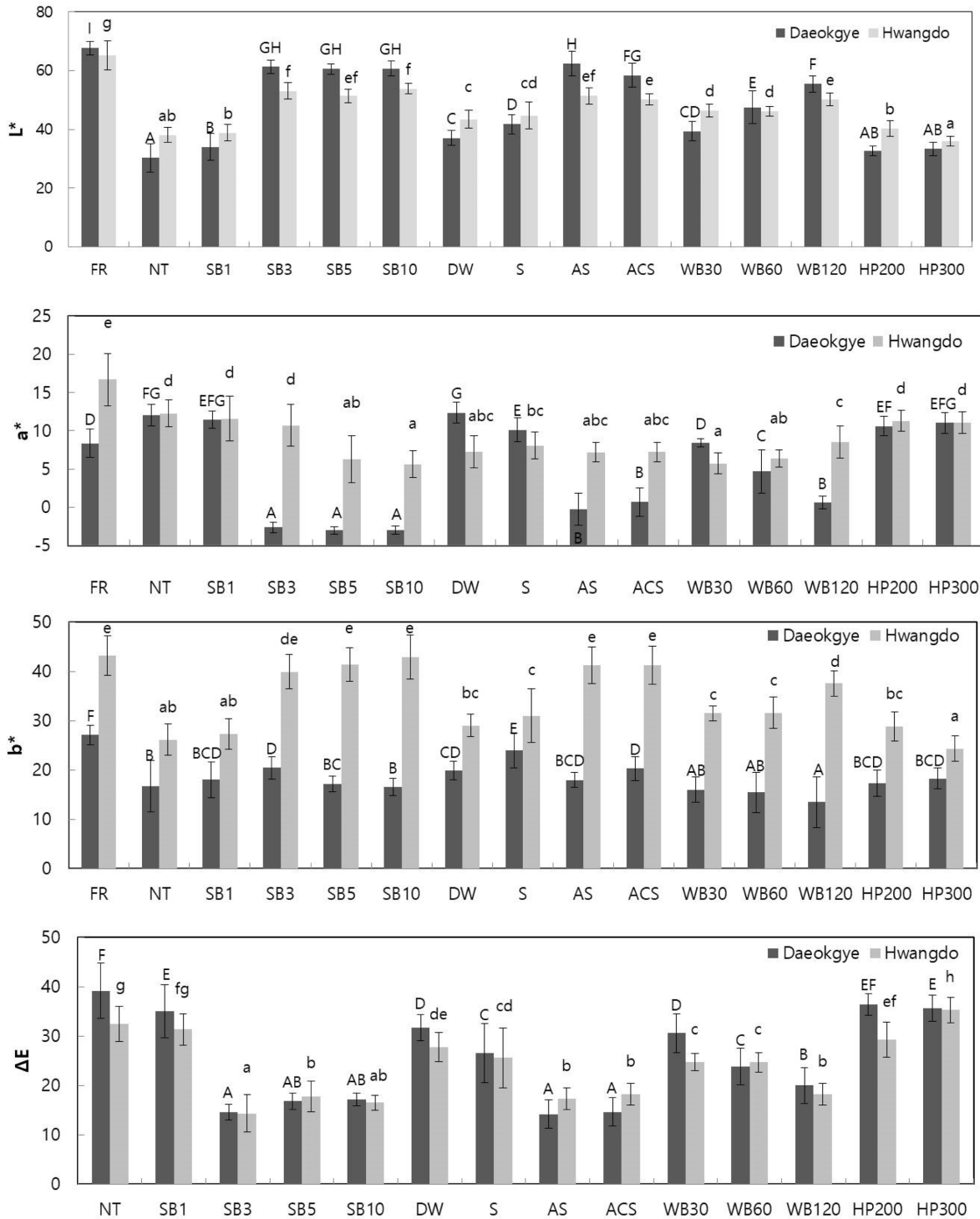


Fig. 2. Influence of pretreatments on color values of thawed peaches. FR: Raw material, NT: frozen and thawed without pretreatments, SB: treated with steam blanching for 1, 3, 5, 10 min, DW: treated with soaking of Distilled water, S: dehydrated with 50% sucrose, AS: dehydrated with 1% ascorbic acid and 50% sucrose, ACS: dehydrated with 1% ascorbic acid, 50% sucrose and 1% calcium chloride, WB: treated with water blanching for 30, 60, 120 sec, HP: treated with high-pressure of 200, 300 Mpa. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

를 나타내었는데, steam blanching을 1분 처리했을 때 L* 값은 NT와 큰 차이가 없었으나, 3분 이상 처리 시 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). DW와 S 처리 시 NT에 비해 L*값이 소폭 증가하였으며, ascorbic acid가 포함된 삼투처리 시(AS, ACS)에서 높은 L*값을 나타내었다. Water blanching 처리구에서는 처리시간에 비례하여 L*값이 증가했다. 전처리 방법에 따른 a*, b*값은 품종 별로 차이가 있었다. 대옥계는 steam blanching 3분 이상, 황도는 5분 이상 처리했을 때 a*값이 유의적으로 감소하였다. 그리고 water blanching 시간이 길어질수록 대옥계의 a*값은 점차 감소하였으나 황도는 증가하였다. 대옥계의 경우 ascorbic acid 포함한 삼투 건조 시 a*값이 크게 감소하였다. 하지만 황도는 NT보다 a*값은 낮았으나 삼투건조 처리구 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 대옥계는 전처리에 의해 b*값이 크게 증가하지 않았다. 반면 황도에 steam blanching을 3분 이상 처리 또는 Ascorbic acid가 포함된 삼투처리(AS, ACS)를 했을 때 FR와 유의적인 차이가 없었다. 초고압 처리 시 두 품종 모두 L*, a*, b*값은 NT 값과 유의적으로 차이가 없었으나 색차는 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$). Phenol 성분은 산소 및 polyphenol oxidase와 반응하여 quinone으로 변하는데 이로 인해 효소적 갈변이 발생하는 것으로 알려져 있다(Weemaes et al., 1998). 초고압 처리는 갈변 억제 효과가 있다고 알려져 있으나 본 연구에서는 뚜렷한 효과가 나타나지 않았는데, 이는 효소가 완벽하게 불활성화되지 않아 갈변이 일어난 것으로 생각된다(Oeya et al., 2008).

여러 전처리구 중 steam blanching 3분 이상(SB3, SB5, SB10), ascorbic acid가 포함된 삼투건조 처리(AS, ACS) 시 유의적으로 색차가 가장 낮게 나타났다. 이는 steam blanching과 ascorbic acid처리가 시료 내의 polyphenol oxidase, peroxidase 등 갈변 유발 효소를 불활성화함으로써

써 냉해동 후 갈변이 억제된 것으로 보인다(Turhan & Sahbaz, 1988; Zhu et al., 2009).

대체적으로 전처리를 통해 명도 값은 상승, 적색도 값은 감소, 황색도 값은 상승하는 경향을 보였다. 색도 변화 결과로 볼 때 갈변 억제 효과를 보이는 것은 steam blanching, water blanching과 같이 가열 처리하거나 ascorbic acid 삼투액에 침지한 것이었다. 반면에 초고압 처리는 갈변 억제에 효과가 없는 것으로 나타났다. 백도 계열인 대옥계와 황도 계열을 비교할 때 원물 자체의 특성차이에 의해 품종 간에 명도, 황색도 값에 변화가 보였다.

전처리 방법에 따른 냉해동 복숭아의 물성 변화

품종 및 전처리 방법에 따른 냉해동 복숭아의 물성 변화는 Fig. 3와 같다. 냉동 전 대옥계와 황도의 maximum force는 각각 9.17, 8.24 N이었으나 전처리를 하지 않고 냉해동(NT) 했을 때 각각 19.61, 12.12 N로 증가하였다. 품종 별로 비교했을 때 냉해동 후 황도보다 대옥계의 증가 폭이 더 크게 나타났다. Lurie & Crisosto (2005)는 냉해가 발생한 복숭아는 wooliness나 leatheriness를 일으킨다고 하였는데, 본 연구에서 냉해동 후 maximum force의 증가도 냉해에 의해 과육이 질겨졌기 때문인 것으로 생각된다.

Steam blanching 1분 처리(SB1) 시 두 품종 모두 NT보다 높은 maximum force를 보였으며, 처리 시간이 길어질수록 점차 감소하였다. 그 중 5분 동안 steam blanching 처리했을 때 대옥계와 황도의 maximum force는 각각 9.60, 7.64 N으로 FR와 유사한 값을 보였으며, 10분 처리 시에는 2.57, 1.29 N으로 FR보다 낮은 값이 측정되었다($p < 0.05$). Blanching 처리구에서는 처리 시간이 길어질수록 maximum force가 점차 감소하였으며 120초 처리 시 대옥계와 황도는 9.45, 9.33 N으로 FR와 유의적으로 같은 값을 보였다($p < 0.05$). 이는 블랜칭 시간이 길어질수록 세포벽 중

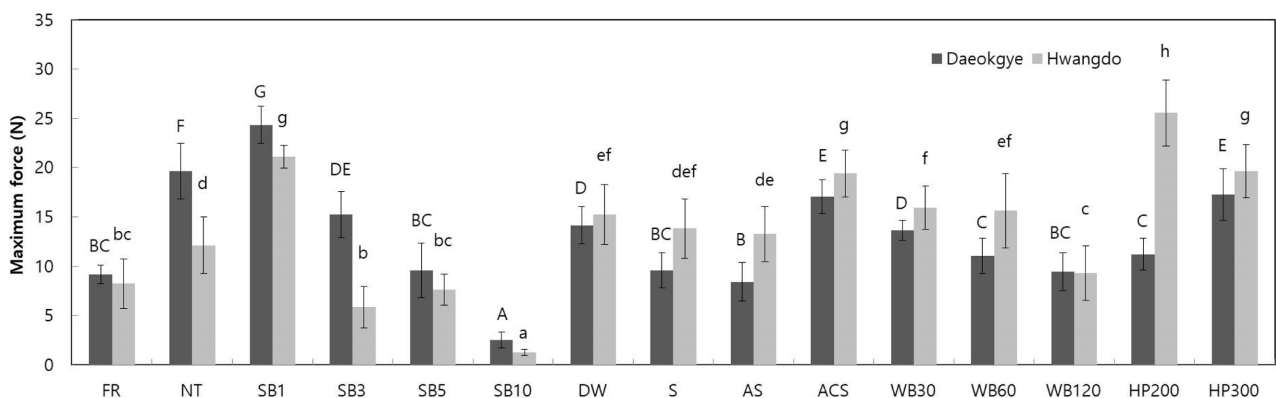


Fig. 3. Influence of pretreatments on maximum force of thawed peaches. FR: Raw material, NT: frozen and thawed without pretreatments, SB: treated with steam blanching for 1, 3, 5, 10 min, DW: treated with soaking of Distilled water, S: dehydrated with 50% sucrose, AS: dehydrated with 1% ascorbic acid and 50% sucrose, ACS: dehydrated with 1% ascorbic acid, 50% sucrose and 1% calcium chloride, WB: treated with water blanching for 30, 60, 120 sec, HP: treated with high-pressure of 200, 300 Mpa. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

합체 사이의 수소 결합과 비공유 결합이 파괴되어 세포 구조 붕괴가 일어난 것으로 예상된다(Zivanovic & Buescher, 2004).

DW, S, AS 처리 시 대옥계는 NT에 비해 maximum force가 감소하였으나 황도는 소폭 증가했다. 그리고 DW, S, AS 처리와 비교했을 때 CaCl₂를 첨가한 ACS가 유의적으로 높은 값을 보였다($p < 0.05$). 이는 칼슘 이온이 조직 내 세포벽과 중간막을 연결하여 세포벽의 유지를 도와 물성 증가에 도움을 준 것으로 보인다(Grant et al, 1973).

반면 초고압 처리 시 두 품종 모두 FR보다는 maximum force가 높았으나 NT와 비교했을 때 대옥계는 낮은 값, 황도는 높은 값을 보였다. 초고압 처리로 인해 유출된 pectinmethylesterase는 고메톡실펙틴과 반응하여 demethylation을 발생시키는데, 그 결과 생성되는 저메톡실펙틴은 경도를 증가시킬 수 있다(Indrawati et al., 1998). 본 연구에서 품종 및 초고압 처리 조건에 따라 maximum force가 다른 것은 펙틴의 조성이 영향을 미치며 품종간 펙틴 함량 차이가 원인인 것으로 생각된다.

Maximum force는 대체적으로 전처리 및 냉해동 후에 증가하는 경향을 보였다. Steam blanching의 경우 백도계인 대옥계가 황도에 비하여 더 높게 나타났으며 이는 품종간 펙틴 조성 등이 영향을 미친 것으로 생각된다.

전처리 방법에 따른 냉해동 복숭아의 drip loss, pH, 산도, Brix 변화

품종 및 전처리 방법에 따른 drip loss와 pH, 산도, Brix의 변화는 각각 Fig. 4와 Table 1에 나타내었다. 삼투건조 중에는 시료 내 수분이 삼투용액으로 이동하는 현상과 삼

투 용액의 용질이 시료로 이동하는 현상이 동시에 발생하는데 이는 해동 중 drip loss를 줄이면서 시료 내 고형분을 증가시킨다(Xin et al., 2015). 본 연구에서도 sucrose를 포함한 삼투건조(S, AS, ACS)를 했을 때 두 품종 모두 drip loss가 유의적으로 감소하였고 Brix는 증가하는 것을 확인하였다. 반면 두 품종 모두 DW, B60, B120에서 Brix가 감소하였는데 이는 water blanching 중 가용성 물질들이 유출되었기 때문에 발생한 것으로 예상된다(Mazzeo et al., 2011). 두 품종을 비교했을 때 pH는 대옥계, 산도는 황도가 더 높았으나, 전처리 방법에 따라서 pH와 산도는 큰 차이를 보이지 않았다.

전처리 방법에 따른 냉해동 복숭아 총 페놀함량 및 항산화 활성 변화

품종 및 전처리 방법에 따른 냉해동 복숭아의 total polyphenol contents (TPC)와 항산화 활성 변화는 Table 2와 같다. 전처리없이 냉해동한 대옥계와 황도(NT)의 TPC는 소폭 감소했고, DPPH와 ABTS는 각각 20%, 8% 이상 감소하였다.

Steam blanching을 1분 간 처리했을 때 TPC, DPPH, ABTS는 NT와 차이가 없었으나 3분 이상 처리 시 세 값 모두 큰 폭으로 증가하였다. 대옥계의 TPC는 steam blanching 처리 시간이 길어질수록 점차 증가한 반면, 황도는 3분 이후 감소하는 추세를 보였다. DPPH의 경우 두 품종 모두 3분 이상 처리구 간의 차이가 적었다. 대옥계의 ABTS는 3분 이후 점차 증가하였으며, 황도는 3분 처리에서 가장 높은 값을 보였다. Water blanching의 경우 처리 시간이 증가할수록 TPC, DPPH, ABTS가 증가하였으며, 특히 120초

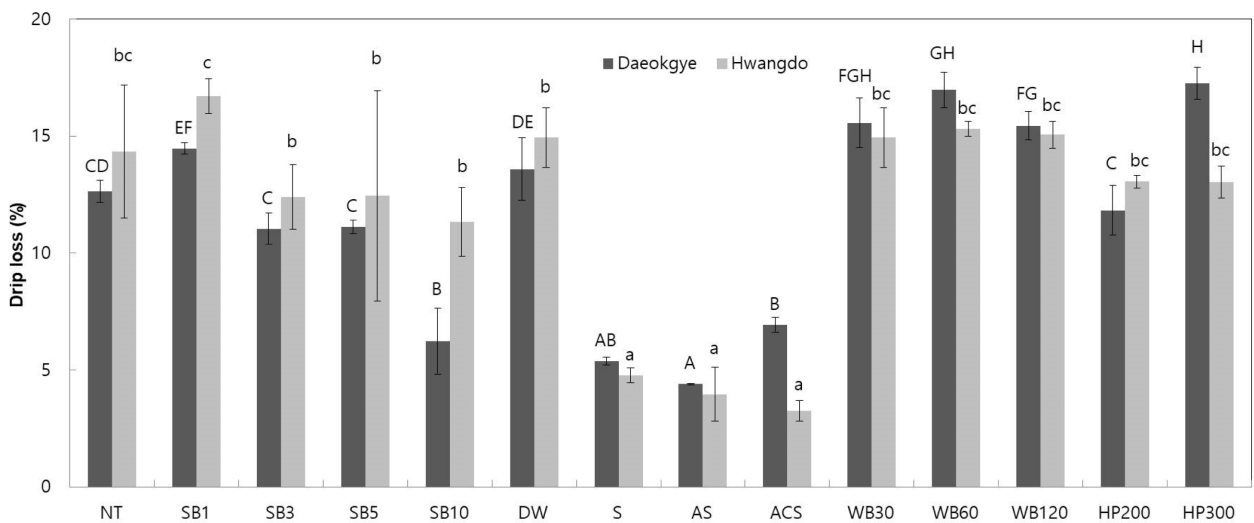


Fig. 4. Influence of pretreatments on drip loss of thawed peaches. FR: Raw material, NT: frozen and thawed without pretreatments, SB: treated with steam blanching for 1, 3, 5, 10 min, DW: treated with soaking of Distilled water, S: dehydrated with 50% sucrose, AS: dehydrated with 1% ascorbic acid and 50% sucrose, ACS: dehydrated with 1% ascorbic acid, 50% sucrose and 1% calcium chloride, WB: treated with water blanching for 30, 60, 120 sec, HP: treated with high-pressure of 200, 300 Mpa. Vertical bar represents standard deviation. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

Table 1. Influence of pretreatments on pH, acidity, and brix of thawed peaches

	pH		Acidity(%)		Brix	
	Daeokgye	Hwangdo	Daeokgye	Hwangdo	Daeokgye	Hwangdo
FR ¹⁾	4.91±0.01 ^A	4.52±0.01 ^A	0.20±0.00 ^{GH}	0.29±0.00 ^E	10.7±0.6 ^E	10.1±0.3 ^D
NT ²⁾	4.74±0.01 ^E	4.26±0.01 ^F	0.27±0.01 ^A	0.36±0.00 ^{BC}	11.3±0.6 ^D	9.7±0.6 ^{DE}
SB1 ³⁾	4.67±0.02 ^F	4.43±0.02 ^D	0.26±0.01 ^B	0.27±0.01 ^{EF}	10.0±0.0 ^{EF}	9.3±0.6 ^{DEF}
SB3	4.56±0.01 ^F	4.01±0.02 ^K	0.27±0.00 ^A	0.40±0.02 ^A	10.0±0.0 ^{EF}	7.0±0.0 ^G
SB5	4.64±0.01 ^G	4.51±0.01 ^{AB}	0.22±0.00 ^{CD}	0.24±0.01 ^G	10.0±0.0 ^{EF}	8.3±0.6 ^F
SB10	4.57±0.01 ^J	4.07±0.02 ^J	0.25±0.01 ^B	0.35±0.02 ^{BC}	10.0±0.0 ^{EF}	7.3±0.6 ^G
DW ⁴⁾	4.89±0.01 ^B	4.23±0.01 ^G	0.13±0.01 ^K	0.24±0.00 ^G	7.0±0.0 ^H	7.1±0.1 ^G
S ⁵⁾	4.90±0.02 ^{AB}	4.51±0.02 ^A	0.21±0.01 ^{EF}	0.24±0.01 ^G	18.3±0.6 ^A	16.3±0.6 ^C
AS ⁶⁾	4.57±0.01 ^J	4.45±0.02 ^D	0.17±0.01 ^J	0.25±0.01 ^{FG}	13.0±0.0 ^C	17.7±1.5 ^B
ACS ⁷⁾	4.46±0.02 ^K	4.13±0.01 ^I	0.23±0.00 ^C	0.34±0.01 ^{CD}	17.7±0.6 ^B	19.3±0.6 ^A
WB30 ⁸⁾	4.67±0.02 ^F	4.13±0.01 ^I	0.19±0.01 ^{HI}	0.37±0.00 ^B	9.3±0.6 ^{FG}	8.9±0.1 ^{DF}
WB60	4.58±0.01 ^{HI}	4.19±0.02 ^H	0.21±0.01 ^{DE}	0.32±0.01 ^D	9.0±0.0 ^G	8.7±0.1 ^{DF}
WB120	4.59±0.01 ^H	4.49±0.02 ^{BD}	0.20±0.00 ^{FG}	0.23±0.00 ^G	9.3±0.6 ^{FG}	8.5±0.1 ^F
HP200 ⁹⁾	4.84±0.01 ^D	4.48±0.01 ^D	0.18±0.00 ^J	0.32±0.00 ^D	10.0±0.0 ^{EF}	9.7±0.6 ^{DE}
HP300	4.87±0.01 ^C	4.31±0.01 ^E	0.20±0.00 ^{EF}	0.35±0.01 ^{BC}	11.7±0.6 ^D	10.0±0.0 ^D

¹⁾FR: Raw material²⁾NT: frozen and thawed without pretreatments³⁾SB: treated with steam blanching for 1, 3, 5, 10 min⁴⁾DW: treated with soaking of Distilled water⁵⁾S: dehydrated with 50% sucrose⁶⁾AS: dehydrated with 1% ascorbic acid and 50% sucrose⁷⁾ACS: dehydrated with 1% ascorbic acid, 50% sucrose and 1% calcium chloride⁸⁾WB: treated with water blanching for 30, 60, 120 sec⁹⁾HP: treated with high-pressure of 200, 300 Mpa. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.**Table 2. Influence of pretreatments on total polyphenol and antioxidant activity of thawed peaches**

	TPC(mg/g GAE)		DPPH(%)		ABTS(%)	
	Daeokgye	Hwangdo	Daeokgye	Hwangdo	Daeokgye	Hwangdo
FR ¹⁾	53.11±0.39 ^F	50.93±0.72 ^G	38.26±1.32 ^C	49.80±1.72 ^D	16.79±0.45 ^G	22.68±1.51 ^D
NT ²⁾	48.46±0.20 ^{HIJ}	38.73±0.15 ^J	17.02±2.56 ^G	16.96±1.59 ^J	8.27±0.01 ^{JK}	10.85±0.30 ^{GH}
SB1 ³⁾	49.61±1.32 ^H	39.49±1.79 ^J	29.64±1.71 ^D	20.02±1.50 ^{HI}	12.98±1.39 ^{HI}	9.63±0.53 ^{HI}
SB3	86.19±2.71 ^C	95.01±0.08 ^A	74.14±0.27 ^A	71.90±1.13 ^B	51.86±1.53 ^C	50.91±1.81 ^A
SB5	95.73±1.62 ^B	62.46±1.12 ^E	71.97±0.66 ^A	66.56±1.00 ^C	55.86±0.62 ^B	33.43±0.34 ^C
SB10	104.39±0.32 ^A	79.27±1.48 ^D	73.24±0.40 ^A	71.77±0.80 ^B	60.47±2.24 ^A	48.05±2.36 ^A
DW ⁴⁾	49.19±0.72 ^{HI}	47.53±1.54 ^H	25.21±2.10 ^E	44.30±1.40 ^E	11.02±2.58 ^I	18.38±0.96 ^{DE}
S ⁵⁾	47.60±0.27 ^{IJ}	40.95±0.40 ^J	30.36±3.83 ^D	20.50±3.42 ^{HI}	12.72±0.68 ^{HI}	11.99±0.53 ^{GH}
AS ⁶⁾	83.63±0.35 ^D	81.87±3.93 ^C	74.07±0.33 ^A	69.64±0.87 ^B	34.25±0.98 ^E	38.06±1.07 ^B
ACS ⁷⁾	82.32±0.51 ^D	87.42±1.28 ^B	71.27±0.24 ^A	80.55±0.25 ^A	34.38±0.91 ^E	49.80±4.23 ^A
WB30 ⁸⁾	51.30±0.15 ^G	44.64±0.70 ^I	38.22±1.57 ^C	36.34±2.74 ^F	19.60±1.61 ^F	17.46±0.66 ^{EF}
WB60	49.39±0.15 ^H	44.88±0.11 ^I	42.07±0.77 ^B	42.05±1.75 ^E	13.85±1.22 ^H	20.62±6.44 ^{DE}
WB120	69.30±0.32 ^E	59.76±1.21 ^F	73.45±0.61 ^A	68.77±0.97 ^{BC}	39.48±1.95 ^D	34.13±0.17 ^C
HP200 ⁹⁾	48.14±0.22 ^{HIJ}	39.51±0.48 ^J	19.33±2.24 ^{FG}	18.82±2.25 ^{HI}	7.89±1.54 ^K	10.16±0.51 ^{HI}
HP300	47.04±0.33 ^J	45.05±2.34 ^{HI}	22.16±2.30 ^F	23.60±2.02 ^G	10.55±0.25 ^{IJ}	14.39±0.19 ^{FG}

¹⁾FR: Raw material²⁾NT: frozen and thawed without pretreatments³⁾SB: treated with steam blanching for 1, 3, 5, 10 min⁴⁾DW: treated with soaking of Distilled water⁵⁾S: dehydrated with 50% sucrose⁶⁾AS: dehydrated with 1% ascorbic acid and 50% sucrose⁷⁾ACS: dehydrated with 1% ascorbic acid, 50% sucrose and 1% calcium chloride⁸⁾WB: treated with water blanching for 30, 60, 120 sec⁹⁾HP: treated with high-pressure of 200, 300 Mpa. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

처리구에서 큰 폭으로 증가하였다. 이는 블렌칭 처리에 의해 matrix에 고정되어있던 주요 phytochemical이 방출되어 총 항산화능력이 향상된 것으로 보인다(Dewanto et al., 2002). Garcia et al. (2014)의 연구에서 nectarine puree에 ascorbic acid 및 blanching 처리 시 total polyphenol contents와 항산화 능력이 향상되었다고 한다. 위 연구와 본 연구 결과로 미루어볼 때 가열 처리 후 복숭아의 항산화능력 증가는 total polyphenol contents과 연관이 있는 것으로 예상된다.

삼투 건조 처리구 중 AS와 ACS 처리 시 두 품종 모두 NT보다 높은 TPC와 DPPH, ABTS가 측정되었으나 DW와 S은 NT과 비슷한 값을 보였다. Dermesonlouglou et al. (2007) 및 Giannakourou & Taoukis (2003)는 삼투 건조 후 냉동 시 항산화 물질이 유지된다고 하였으며, 본 연구에서는 처리 중 ascorbic acid가 시료 내부로 침투하였기 때문에 AS와 ACS 처리 시 시료의 항산화 능력이 증가한 것으로 보인다.

반면 초고압 처리구는 NT와 차이를 보이지 않았다. Garcia et al. (2014)의 연구에서는 400, 600 Mpa로 처리 시 nectarine puree의 TPC와 항산화 능력이 소폭 상승했다는 결과가 있었다. 하지만 위 연구와 비교했을 때 시료 성상과 가한 압력의 차이로 인해 다른 결과가 나온 것으로 사료된다.

요 약

본 연구에서는 품종 및 전처리방법에 따른 복숭아의 냉해동 특성을 비교하였다. 전처리 없이 냉해동한 대옥계와 황도는 변색과 maximum force 증가, 드립로스 발생 현상을 보였는데, 이러한 문제점들은 전처리 방법에 의해 개선할 수 있었다. 전처리 직후 냉동 전에 전처리 별로 수분함량을 비교했을 때 sucrose를 포함한 삼투건조 시 수분이 감소하였으며 이는 해동 후 drip loss 감소에 영향을 주었다. 변색과 성분 및 항산화능력의 감소는 SB 3분 이상, ascorbic acid를 포함한 삼투건조 시 크게 개선되었다. Maximum force는 steam blanching, water blanching 시간이 증가할수록 감소하였으며, ACS의 경우 다른 삼투건조 처리구에 비해 높은 값을 보였다. 두 품종 모두 sucrose를 포함한 삼투건조 시 Brix가 크게 증가하였으며 pH와 산도는 품종 별로 차이는 있었으나 전처리 방법에 따라서는 큰 차이가 없었다. 물성 및 색도, 드립로스 등으로 판단하였을 때 steam blanching 3분 처리구가 전처리 조건 중 가장 적절한 방법으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구비 지원(과제번호 PJ01275101)

에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

- AOAC. 1990. Official methods of analysis 2nd ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. p 8-20.
- Blois. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, *Nature* 181: 1199-1200.
- Cho JW, Kim IS, Choi CD, Kim ID, Jang SM. 2003. Effect of ozone treatment on the quality of peach after postharvest. *Korean J. Food Preserv.* 10: 454-458.
- Choi JH, Lim JH, Jeong MC, Kim DM. 2005. Effect of high CO₂ pre-treatment on quality of 'Hikawa Hakuho' peach fruits. *J. Korean Soc. Hortic. Sci.* 12: 540-545.
- Choi HD, Lee HC, Kim YS, Choi IW, Park YK, Seog HM. 2008. Effect of combined osmotic dehydration and hot-air drying on the quality of dried apple products. *Korean J. Food Sci. Technol.* 40: 36-41.
- Choi Y, Oh JH, Bae IY, Cho EK, Kwon DJ, Park HW, Yoon S. 2013. Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. *Korean J. Food Cookery Sci.* 29: 387-398.
- Dermesonlouglou EK, Giannakourou MC, Taoukis P. 2007. Kinetic modelling of the degradation of quality of osmodehydrofrozen tomatoes during storage. *Food Chem.* 103: 985-993.
- Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agr. Food Chem.* 50: 3010-3014.
- García PJ, Contador R, Delgado AJ, González CF, Ramírez R. 2014. The applied pretreatment (blanching, ascorbic acid) at the manufacture process affects the quality of nectarine purée processed by hydrostatic high pressure. *Int. J Food Sci. Tech.* 49: 1203-1214.
- Giannakourou MC, Taoukis PS. 2003. Stability of dehydrofrozen green peas pretreated with nonconventional osmotic agents. *J. Food Sci.* 68: 2002-2010.
- Grant GT, Morris ER, Rees DA, Smith PJ, Thom D. 1973. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. *FEBS Lett.* 32: 195-198.
- Indrawati, Van LA, Denys, S, Hendrickx M. 1998. Enzyme sensitivity towards high pressure at low temperature. *Food Biotechnol.* 12: 263-277.
- Kim MH, Shin SR, Son MA, Kim KS. 1992. Changes in the wall components of peach during maturation and storage. *Korean J. Food Sci. Technol.* 21: 372-376.
- Koo SY, Cha KH, Lee DU. 2007. Effects of high hydrostatic pressure on foods and biological system. *Food Sci. Ind.* 40: 23-30.
- KOSIS (Korean statistical information service). Crop production survey. Available from: http://kosis.kr/statisticsList/statisticsList_01List.jsp?vwcd=MT_ZTITLE&parmTabId=M_01_01. Accessed Dec. 10. 2017.
- Lee HO, Lee YJ, Kim, JY, Yoon DH, Kim BS. 2011. Quality characteristics of frozen welsh onion (*Allium fistulosum* L.) according to various blanching treatment conditions. *Korean J. Food Sci. Tech.* 43: 426-431.
- Lee KH, Park JH, Lee YJ, Ban KE, Jang JH. 2013 Application of

- low dose UV-C irradiation for shelf-life extension of peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Korean J. Food Nutr.* 26: 85-91.
- Lurie S, Crisosto CH. 2005. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biol. Tec.* 37: 195-208.
- Mazzeo T, N'Dri D, Chiavaro E, Visconti A, Fogliano V, Pellegrini N. 2011. Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and colour of selected frozen vegetables. *Food Chem.* 128: 627-633.
- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2015. Processed Food Market Research Report. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, Naju-si, Korea, P. 66.
- Oeya I, Lilleb M, Van Loey A, Hendrickx M. 2008. Effect of high-pressure processing on colour, texture and flavour of fruit- and vegetable-based food products: a review. *Trends Food Sci. Tech.* 19: 320-328.
- Rastogi NK, Raghavarao KS, Balasubramaniam VM, Niranjana K, Knorr D. 2007. Opportunities and challenges in high pressure processing of foods. *Crit. Rev. Food Sci.* 47: 69-112.
- Roberta RE, Nicoletta P, Anna P, Ananth P, Min Y, Catherin RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.* 26: 1231-1237
- Shi J, Xue J. 2009. *Advances in food dehydration*. CRS press, London, UK, pp 187-205.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents, *Am. J. Enol. Viticult.* 16: 144-158.
- Turhan VG, Sahbaz AD. 1988. Improvement of frozen banana colour by blanching: Relationship between browning, phenols and polyphenol oxidase activities. *Eur. Food Res. Tech.* 204: 60-68.
- Van Buggenhout S, Messagie I, Maes V, Duvetter T, Van Loey A, Hendrickx M. 2006. Minimizing texture loss of frozen strawberries: effect of infusion with pectinmethylesterase and calcium combined with different freezing conditions and effect of subsequent storage/thawing conditions. *Eur. Food Res. Technol.* 223: 395-404.
- Weemaes CA, Ludikhuyze LR, Van den Broeck I, Hendrickx ME, Tobback PP. 1998. Activity, electrophoretic characteristics and heat inactivation of polyphenoloxidases from apples, avocados, grapes, pears and plums. *LWT Food Sci. Technol.* 31: 44-49.
- Xin Y, Zhang M, Xu B, Adhikari B, Sun J. 2015. Research trends in selected blanching pretreatments and quick freezing technologies as applied in fruits and vegetables: A review. *Int. J. Refrig.* 57: 11-25.
- Zhao JH, Hu R, Xiao HW, Yang Y, Liu F, Gan ZL, Ni YY. 2014. Osmotic dehydration pretreatment for improving the quality attributes of frozen mango: effects of different osmotic solutes and concentrations on the samples. *Int. J. Food Sci. Tech.* 49: 960-968.
- Zhu LQ, Zhou J, Zhu SH, Guo LH. 2009. Inhibition of browning on the surface of peach slices by short-term exposure to nitric oxide and ascorbic acid. *Food Chem.* 114: 174-179.
- Zivanovic S, Buescher R. 2004. Changes in mushroom texture and cell wall composition affected by thermal processing. *J. Food Sci.* 69: 44-49.