

전처리조건에 따른 냉풍감압건조 복숭아의 이화학적 및 항산화 활성

권기만 · 김재원 · 윤광섭*
대구가톨릭대학교 식품공학전공

Effect of Different Pre-treatments on the Physicochemical and Antioxidant Activities of Cold-Vacuum Dried Peaches

Gi-Man Kwon, Jae-Won Kim, and KwangSup Youn*

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu

Abstract This study was performed to determine the effects of the pretreatment and cold-vacuum drying methods on the physicochemical properties and antioxidant activities of dried peaches. Moisture content was significantly lower with 0.3% NaCl treatment with cold-vacuum drying. The pH, brix and acid ratio (SS/TA) were the lowest with 1.0% soluble Ca treatment, while soluble solid and SS/TA were significantly higher with 0.1% vitamin C treatment compared to those with other treatments. The ΔE and browning degree was lower in the pretreated sample compared to the untreated sample. Cutting strength of dried peaches was highest in the pretreated samples, and it was the highest with 1.0% soluble Ca treatment. Total sugar content with 0.1% vitamin C and 1.0% soluble Ca treatment was significantly higher than that with 0.3% NaCl treatment. The free sugar content was lower with 0.3% NaCl treatment but it was higher with 0.1% vitamin C and 1.0% soluble Ca treatment. The sensory evaluation result was highest with 0.1% vitamin C treatment. Phenolic compounds and antioxidant ability were the highest with the 0.1% vitamin C and 0.1% soluble Ca treatment; all the dried peaches showed relatively high antioxidant activities. These results suggest that pretreatment can affect the quality of dried peaches, showing that cold-vacuum drying can be applied for the production of high quality dried peach products.

Keywords: pretreatment, peach, quality, cold-vacuum-drying, antioxidant activity

서 론

복숭아(*Prunus perisica* L. Batsch)는 장미과(Rosaceae), 복숭아아속(*Amygdalus*)에 속하는 온대 낙엽성 과수로 중국이 원산지이고 수분이 많으며 부드럽고 독특한 향기와 감미가 강하여 여름철 생과용으로 우리 민족이 즐겨 애용하고 있는 주요 과실의 하나이다(1). 우리나라 재배 주산지는 경북 청도, 경산, 영천, 영덕, 충북 옥천, 음성 등으로 주로 중남부지역에 걸쳐서 많이 재배되고 있고 청도가 재배면적과 생산량이 제일 많아 주산지라고 할 수 있으며, 농촌경제연구원의 조사에 의하면 2010년 복숭아 재배면적은 전년보다 7% 증가한 1만 3,908 ha이다. 2011년 재배면적은 2010년에 비해 6% 증가한 1만 4,950 ha로 전망된다. 특히 경북지역 복숭아의 재배면적은 2000년대에 들어서 약 7,200 ha로 이는 전국 면적의 약 52%, 생산량은 약 97,400 ton으로 국내 총생산량의 75.3%를 점유하고 있다(2).

복숭아는 당, 유기산 및 다양한 비타민류를 함유하고 있을 뿐만 아니라 독특한 향미를 지니고 있으며 당분과 향기 및 과즙을

많이 함유하고 있어 갈증해소, 피로회복, 숙취해소, 심장병, 고혈압, 골다공증과 같은 퇴행성 만성질환에 효과가 있다는 사실이 보고된 바 있다(3). 하지만 복숭아 가공률은 5.3% 수준으로 통조림, 주스, 잼, 젤리, 넥타 등 여러 디저트 식품 원료로 가공되고 있으나 수입품과의 가격경쟁력이 낮아 전망이 밝지 못한 상황이며, 복숭아는 다른 과일에 비해 신선도가 급격히 떨어지거나 쉽게 과육이 물러지므로 저장성이 낮으며 변질과 부패현상이 쉽게 발생하고 유통기간이 비교적 짧은 문제점으로 유통 중에 10~30%는 폐기되는 실정에 따라 이러한 문제점을 보완하기 위한 고품질의 가공제품 개발이 시급한 실정이다(4).

식품에 이용되는 인공건조 방법으로는 가열된 공기를 강제 대류 시키는 열풍건조, 저온의 제습공기를 이용하는 냉풍건조, 감압으로 증발 온도를 낮추는 감압건조, 적외선의 복사열을 이용하는 적외선건조 및 동결 후 감압 상태에서 열을 승화시키는 원리를 이용하는 동결건조 등의 방법이 있다(5). 이 중에서 냉풍건조는 저온에서 건조함으로써 열에 의한 성분의 파괴가 적고, 기 후에 영향을 받지 않으며, 광화학 반응에 의한 변색을 방지할 뿐만 아니라 최종 수분함량을 조절할 수 있고, 비용을 절감할 수 있다는 장점이 있는 건조법으로 알려졌다(6). 또, 감압건조는 감압 즉, 대기압 이하의 상태에서는 일반적으로 물질의 비등점이 낮아지게 되는데 이러한 원리를 이용하여 식품을 건조하는 방법으로 식품의 수분을 보다 신속하게 제거하여 단백질, 비타민, 향기, 색소 성분의 손실을 최소화하는 방법이지만 건조시간에 따른 제품 품질에 영향을 미치지 않으면서 물질이동을 증진하기 위한 부가적인 방법으로 삼투건조 또한 많이 활용되고 있다. 삼투건조는 과

*Corresponding author: KwangSup Youn, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongsan, Gyeongbuk 712-702, Korea
Tel: 82-53-850-3209
Fax: 82-53-850-3209
E-mail: ksyoun@cu.ac.kr
Received April 4, 2013; revised June 17, 2013;
accepted June 19, 2013

일과 채소 등의 당과 염 용액에 담가 농축을 통해 삼투압 작용으로 용액에서 식품 속으로 용질확산과 식품에서 용액 속으로 수분확산을 통한 건조가 이루어 지게 되며 주로 이용되는 삼투용액으로는 sucrose, glucose, NaCl 등이 이용되고 있으며(7), 보다 효율적이고 고품질의 건조가공품을 가공하기 위한 노력이 경주되고 있다.

현재까지 건조과일 관련하여 품질특성에 관한 연구 등이 보고되고 있으나 복숭아에 관한 연구로는 생과 자체의 품종별 특성(8)과 일부 음료 개발에 관한 연구(9) 및 건조 복숭아의 품질 특성(10) 보고 이외에 고품질화를 위한 체계적인 연구는 미비한 실정이다.

따라서 선행연구로 건조 복숭아의 갈변억제, 조직감 상승 등의 품질 개선을 위한 삼투처리 조건(11)에 이어 본 연구에서는 삼투처리 및 냉풍감압건조에 따른 복숭아 건조제품의 이화학적 특성 및 기능특성을 비교 분석하여 고품질 건조 복숭아 제품을 만들기 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 복숭아는 2011년 경상북도 영천에서 수확한 경봉 품종으로 외관이 양호하고 신선한 복숭아를 선별하여 흙이나 먼지 등의 이물질을 제거하고 제핵하지 않은 상태에서 과육 부를 세로로 0.5 cm의 두께로 균일하게 slice한 후 실험에 사용하였다.

건조 전처리 조건

건조 전처리 방법으로 삼투처리 효과는 선행된 연구를 참고하여 선별된 전처리 방법(0.3% NaCl, 0.1% Vit-C, 1.0% soluble Ca)에 따라 건조 전처리를 하였으며 용액에 담금 비율 1:5(w/v)로 각각 30분간 상온에서 침지 처리한 후 표면의 수분을 제거하여 건조에 사용하였다.

복숭아의 냉풍감압건조

복숭아의 건조 온도와 시간은 예비실험을 통하여 이루어졌으며, 예비실험 결과 수분함량, pH 및 당도, 적정산도 및 색도, 관능평가에서 가장 우수한 조건을 기준으로 건조하였다. 냉풍감압건조는 vacuum cold dryer (Kumkang tech Co., Ltd., Gyeonggi, Korea)를 이용하여 냉풍 온도를 40°C로, 주기적 차압은 2분 정지, 8분 감압의 반복조작으로 20시간 건조하였으며, 건조된 복숭아는 균질화한 다음 PE (polyethylene; 60 µm, 산소투과도 600 cc/m² d atm, 15× 20 cm)에 담아 -50°C에 보관하면서 품질분석을 하였다.

수분함량

수분함량은 적외선 수분 측정기(HG53, Mettler Toledo, Columbus, OH, USA)를 이용하여 측정하였다.

pH 및 당도

pH 및 당도는 Kim 등(12)의 방법에 따라 시료 3g을 취해 30 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer (Nissei AM-12, Nohonseiki Co., Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 마쇄하여 20°C에서 2시간 방치 후 여과하여 pH meter (Toledo GmbH HG53, Switzerland) 및 굴절 당도계(Hand Refractometer, Atago, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다.

적정산도 및 당산비

적정산도는 시료 5g을 취해 50 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer (Nissei AM-12, Nohonseiki Kaisha Ltd., Osaka, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 마쇄하여 20°C에서 3시간 방치한 다음 여과하여 0.01 N NaOH로 적정하여 소비된 양을 citric acid로 환산하였으며, 당도와 적정산도 값을 당산비로 하였다.

색도

색도는 표준백색판으로 보정된 Chromameter (Chromameter CR-200 Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며 건조 후 분말화시킨 과육의 색차를 Hunter scale에 의한 L값(lightness), a값(redness-greenness), b값(yellowness-blueness) 및 H° (hue angle) 값을 측정하였으며, 색차(ΔE)는 건조 전 복숭아 원과의 색도를 대조구로 하여 다음의 계산식에 의하여 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(L_i - L_t)^2 + (a_i - a_t)^2 + (b_i - b_t)^2}$$

$$L_i = \text{initial}, L_t = \text{test}$$

갈변도

갈변도는 건조 복숭아 2g에 증류수 40 mL를 가하고 10% trichloroacetic acid 10 mL를 가한 다음 상온에서 2시간 방치한 후 여과하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총당

총당은 phenol-sulfuric acid 법(13)으로 측정하였다. 시료 1g을 100 mL volumetric flask에 넣고 증류수로 정용하였으며, 용액 1 mL를 test tube에 넣고 DNS reagent 1 mL를 혼합한 후 95°C에서 15분 동안 중탕시켰다. 상온에서 충분히 냉각한 후 증류수 3 mL를 넣어 희석한 후 546 nm에서 흡광도를 측정하였으며 glucose를 표준물질로 사용하여 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

유리당

유리당 함량은 Wilson 등(15)의 방법에 따라 분석용 시료 조제는 각 시료 5g에 증류수 25 mL를 가하여 파쇄 추출한 후 acetonitrile로 50 mL 정용한 다음 0.45 µm membrane filter로 여과한 것을 시험용액으로 하였고, 표준 시약은 fructose, glucose, maltose, sucrose, lactose (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 일정량씩 혼합하여 증류수 50 mL로 녹인 후 acetonitrile로 100 mL 까지 정용하여 사용하였다. 시료 분석은 HPLC (Waters 600E controller, Milford, MA, USA)를 이용하였으며 분석 조건은 carbohydrate analysis column (300 mm×4 mm)을 사용하였으며, mobile phase는 acetonitrile:증류수 혼합액 (80:20, v/v), flow rate는 1.0 mL/min, detector는 Refractive Index (Waters 410 Refractive Index, Milford, MA, USA)를 사용하였다.

절단력

절단력은 Lee와 Hwang(14)의 연구를 참고하여 시료를 1 cm×2 cm로 절단한 후 Rheometer (COMPAC-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 절단력을 측정하였다. 측정 조건은 table speed 120 mm/min, 진입깊이 150%, 최대응력 2 kg로 하였다.

관능검사

관능검사는 실험 목적과 관능적 품질요소를 잘 인지하도록 혼

런시킨 식품 가공학을 전공하는 대학원생 및 학부생 20명으로 구성된 관능요원에 의하여 5점 채점법(5: like very much or strong, 1: dislike very much or weak)에 의하여 실시하였고 외관(appearance), 색(color), 조직감(texture), 맛(taste), 및 전반적인 기호도(overall acceptability)에 대한 관능 특성을 평가하였다.

시료의 추출

건조 복숭아의 항산화능을 분석하기 위하여 시료를 70% 에탄올 용매에 1:10의 비율로 넣고 3일간 추출한 후 Whatman No. 2 여과지로 여과하여 얻은 여액을 분석용 시료로 사용하였다.

폴리페놀 함량 측정

폴리페놀 함량은 Dewanto 등(16)의 방법에 따라 추출물 100 μ L에 2% sodium carbonate 2 mL과 50% Folin-Ciocalteu reagent 100 μ L을 가한 후 720 nm에서 흡광도를 측정하였으며 gallic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

플라보노이드 함량 측정

플라보노이드 함량은 Saleh와 Hameed(17)의 방법에 따라 추출물 100 mL에 5% sodium nitrite 0.15 mL을 가한 후 25°C에서 6분간 방치한 다음 10% aluminium chloride 0.3 mL를 가하여 25°C에서 5분간 방치하였다. 다음 1 N NaOH 1 mL를 가하고 vortex 상에서 가한 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 rutin hydrate (Sigma-Aldrich)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

프로안토시아닌 함량

프로안토시아닌 함량은 vanillin-sulfuric acid(18)의 방법에 따라 시료 200 μ L에 1.2% vanillin 용액 500 μ L와 20% sulfuric acid 500 μ L를 혼합하여 20 분간 방치한 후 500 nm에서 흡광도를 측정하였으며 (+)-catechin (Sigma-Aldrich)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

항산화능

전자공여능은 Blois(19)의 방법에 따라 시료 0.2 mL에 0.4 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl)용액 0.8 mL를 가하여 10분간 방치 한 다음 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, electron donating ability (%)=100-[(O.D. of sample/O.D. of control)×100]에 의하여 활성도를 산출하였다. ABTS 라디칼 소거능은 Re 등(20)의 방법에 따라 7.4 mM ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt]와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합하여 암소에서 24시간 동안 방치하여 radical을 형성시킨 다음 실험 직전에 ABTS 용액을 732 nm에서 흡광도가 0.700±0.030이 되도록 phosphate buffer saline (PBS, pH 7.4)로

희석하여 사용하였다. 희석된 용액 950 μ L에 추출물 50 μ L를 가하여 암소에서 10분간 반응시킨 후 732 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, ABTS radical scavenging ability (%)=100-[(O.D. of sample/O.D. of control)×100]에 의하여 활성을 산출하였다. Superoxide dismutase (SOD) 유사활성은 Marklund와 Marklund(21)의 방법에 따라 추출물 200 μ L에 10 mM EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid)를 함유하는 50 mM tris-HCl buffer (pH 8.5) 용액 3 mL와 7.2 mM pyrogallol 200 μ L을 가하고 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 420 nm에서 흡광도를 측정하였으며, SOD-like activity (%)=100-[(O.D. of sample/O.D. of control)×100]에 의하여 활성을 산출하였다. 아질산염 소거능은 Kato 등(22)의 방법에 따라 1 mM NaNO₂ 용액 1 mL에 추출물 1 mL를 가하고 0.1 N HCl과 0.2 M citrate buffer (pH 2.5)를 가하여 총 부피를 10 mL로 조정하였다. 다음에 37°C에서 1시간 반응시킨 후 1 mL를 취하여 2% 초산용액 3 mL와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent (1% sulfanilic acid: 1% naphthylamine=1:1) 0.4 mL을 순차적으로 가한 후 실온에서 15분간 방치, 520 nm에서 흡광도를 측정하였다. 대조구는 Griess reagent 대신 증류수를 사용하였으며 계산식, nitrite scavenging activity (%)=100-[(O.D. of sample/O.D. of control)×100]에 의하여 산출하였다.

통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 version 12의 SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

수분함량, pH, 당도, 적정산도 및 당산비

전처리(0.3% NaCl, 0.1% Vit-C, 1.0% Sol-Ca)에 따른 냉풍감압 건조 복숭아의 수분함량, pH, 당도, 적정산도 및 당산비를 나타낸 결과는 Table 1에 나타내었다. 전처리에 따른 복숭아의 수분함량은 0.3% NaCl 처리구가 7.51%로 유의적으로 낮은 함량을 나타내었으며 0.1% Vit-C(8.24%) 및 1.0% Sol-Ca(8.32%) 처리에서는 무처리(8.25%)와 유사하였다. Sol-Ca 처리가 타 전처리에 비해 수분함량이 높게 나타나는 경향을 보였는데 이는 수용성 칼슘에 의한 세포의 견고성 증가 및 조직감 상승 등이 건조속도에 영향을 미친 것으로 판단된다(23). pH는 무처리에 비해 건조 전 처리 시 낮아지는 경향을 보였으며, 1.0% Sol-Ca 처리에서 가장 낮은 pH와 당산비를 나타내었다. 0.1% Vit-C 처리에서 가장 높은 당도(6.87°brix) 및 당산비(2.64)를 나타내어 Kim 등(24)의 연구에서 수분함량이 낮을수록 당도는 높아졌다는 연구와 유사함

Table 1. Moisture content, pH, soluble solid (SS), titratable acidity (TA) of cold-vacuum dried peaches with the different pretreated conditions

Pretreatment	Moisture content	pH	Soluble solid (°Brix)	Titratable acidity	Brix and acid ratio (SS/TA)
Non-treated	8.25±0.32 ^{1),a2)}	4.38±0.11 ^a	6.23±0.12 ^c	2.49±0.11 ^b	2.50±0.15 ^{ab}
0.3% NaCl	7.51±0.23 ^b	4.27±0.12 ^{ab}	6.80±0.10 ^a	2.91±0.10 ^a	2.34±0.09 ^{bc}
0.1% Vit-C	8.24±0.25 ^a	4.08±0.17 ^{bc}	6.87±0.12 ^a	2.61±0.14 ^b	2.64±0.11 ^a
1.0% Sol-Ca	8.32±0.37 ^a	4.01±0.11 ^c	6.50±0.10 ^b	2.95±0.09 ^a	2.21±0.04 ^c

¹⁾Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within a column (a-c) indicate significant differences ($p < 0.05$).

Table 2. Color parameters and browning degree of cold-vacuum dried peaches with the different pre-treated conditions

Pretreatment	Hunter's color value				ΔE	Chroma value	Browning degree (O.D. 420 nm)
	L	a	b	H ^a			
Non-treated	82.08±0.16 ^{1),a2)}	3.89±0.07 ^d	8.98±0.06 ^c	68.00±0.36 ^c	14.31±0.15 ^a	9.79±0.07 ^d	0.613±0.017 ^c
0.3% NaCl	75.78±0.34 ^c	4.74±0.08 ^a	10.54±0.13 ^b	67.60±0.35 ^c	8.11±0.31 ^c	11.56±0.15 ^b	0.529±0.028 ^a
0.1% Vit-C	71.44±0.32 ^d	4.42±0.04 ^b	12.88±0.09 ^a	72.90±0.17 ^a	5.14±0.26 ^d	13.62±0.09 ^a	0.522±0.016 ^a
1.0% Sol-Ca	77.97±0.28 ^b	4.10±0.10 ^c	10.53±0.14 ^b	70.27±0.15 ^b	10.27±0.26 ^b	11.30±0.16 ^c	0.583±0.011 ^b

¹⁾Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within a column (a-d) indicate significant differences (*p*<0.05).

Table 3. Total sugar and free sugar contents of cold-vacuum dried peaches with the different pre-treated conditions

(g/100 g, dry basis)

Pretreatment	Total sugar content	Free sugar content				Total
		Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose	
Non-treated	32.33±1.22 ^{1),c2)}	3.04	1.80	11.78	-	16.61
0.3% NaCl	34.45±1.02 ^b	2.55	1.56	9.75	-	13.86
0.1% Vit-C	39.33±1.19 ^a	3.23	2.08	13.38	-	18.69
1.0% Sol-Ca	39.02±0.63 ^a	3.25	1.97	14.59	-	19.80

¹⁾Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within a column (a-c) indicate significant differences (*p*<0.05).

을 보였다. 반면 적정산도는 무처리에 비하여 전처리에서 높은 값을 나타내었으며, 0.1% Vit-C가 유의적으로 낮은 값을 나타내었는데, 삼투건조 시 식품 내 수분확산과 함께 유기산 또한 당 용액 속으로 확산되어 산의 손실이 생키며, pH와 적정산도는 서로 반비례하는 경향을 나타낸다고 보고(25)로 미루어 볼 때 본 실험에서도 pH가 높은 전처리가 낮은 적정산도 값을 나타내어 수분이 빠져나가는 동시에 일부 수용성 유기산이 함께 빠져나간 것에 따른 결과로 판단된다.

색도 및 갈변도

과실이 절단, 타박 등의 외적 요인 및 가공 또는 저장 중 발생하는 갈변현상은 효소적 갈변이 주원인으로 페놀 및 폴리페놀류 이외에 polyphenoloxidase (PPO)의 작용으로 quinone으로 산화되고 다시 중합반응을 거쳐 갈색의 착색물질을 형성하게 된다. 갈변 억제를 위한 방법으로는 quinone과 반응하여 무색물질을 형성하는 방법(26)과 pH를 저하 또는 금속이온을 chelating 시키거나 효소와 직접 결합하여 PPO의 활성을 저해하는 방법(27) 등으로 갈변반응을 억제시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다.

전처리에 따른 냉풍감압건조 복숭아의 색도 및 갈변도를 측정 한 결과는 Table 2에 나타내었다. 복숭아의 변색 정도의 척도로 L, a, b, H^a, ΔE 및 Chroma value를 비교하였으며 색도는 복숭아 원과에 대한 색차로 나타내었다. 전반적으로 건조가 진행될수록 밝기를 나타내는 L 값은 감소하는 경향을 나타내는데(28) 본 연구에서도 건조에 따라 유사한 경향을 나타내었다. Vit-C 처리구의 L 값은 71.44로 가장 낮은 값을 나타냈지만 색차(ΔE) 값은 낮고 chroma value는 증가하는 현상으로 보아 품질저하에 의한 명도의 감소가 아닌 원과의 색도를 유지하면서 선명도가 더해짐에 따른 결과라 판단된다. 색차(ΔE)는 Vit-C (5.14)>NaCl (8.11)>Sol-Ca (10.27)>non-treated (14.31) 순의 낮은 값을 나타내었으며 이는 갈변도의 정도와 일치함을 알 수 있었다. 따라서 Vit-C 처리는 비효소적 갈변반응(29)에 의한 색도의 변화를 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.

총당 및 유리당 함량

식품 중에 존재하는 당류는 화학적으로 환원성을 갖는 환원당과 환원성을 갖지 않는 비환원당으로 나눌 수 있으며 이를 합하여 총당이라고 하며 과실에서 당분은 향기 생성과 감미에도 영향을 주는 주요 성분이라 할 수 있다. 기호성에 영향을 주는 단맛과 연관이 있는 총당 및 유리당의 조성을 전처리 방법에 따라 분석한 결과는 Table 3에 나타내었다.

무처리, NaCl, Vit-C 및 Sol-Ca 처리구에서의 총당은 각각 32.33, 34.45, 39.33 및 39.02%로 무처리에 비해 6.65-21.65%가 증가하였고, 유리당 함량에서는 Vit-C 및 Sol-Ca 처리구에서 fructose, glucose 및 sucrose가 증가하는 결과를 나타내었다. 반면 NaCl 처리에서의 유리당 함량은 전반적으로 감소였는데, 사과 삼투건조 시 식품 안에 있는 수분의 용출과 함께 유기산과 유리당 또한 용출된다는 보고(30)로 미루어 볼 때, NaCl 처리의 경우 삼투작용에 의하여 당이 용출됨에 따라 유리당 함량이 감소되는 것으로 사료된다.

절단력

일반적으로 과일의 경도 저하는 ethylene의 작용 때문인 활성화된 효소들에 의해 세포벽 구성성분의 저분자화에 따른 결과이며(31), 건조과일 가공을 위하여 절단 시 ethylene의 생합성은 더욱 촉진하는 것으로 알려졌다(32). 특히 복숭아는 쉽게 물러지는 과실을 특성에 따라 건조제품을 만드는 데 있어 물리적인 특성이 중요한 요인으로 작용하게 된다. 따라서 적정 전처리가 건조 복숭아의 절단력에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 4에 나타내었다.

무처리, NaCl, Vit-C 및 Sol-Ca 처리구에서의 절단력은 각각 2,025, 2,911, 2,680 및 3,140 g/cm²로 무처리에 비해 각각 43.75, 32.34 및 55.06%가 증가하였으며, soluble Ca 처리구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 칼슘은 2가 양이온 상태로 세포 중층에 존재하여 세포간의 결합 역할을 하면서 펙틴 분자 사이의 칼슘이 결합을 이어주는 역할을 하므로 품질유지에 가장 큰 영향을 미

Table 4. Cutting strength of cold-vacuum dried peaches with the different pre-treated conditions

Measurement	Pretreatment			
	Non-treated	0.3% NaCl	0.1% Vit-C	1.0% Sol-Ca
Cutting strength (g/cm ²)	2,025±305.39 ^{1),d2)}	2,911±202.52 ^{bc}	2,680±205.51 ^c	3,140±275.92 ^a

¹⁾Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within a row (a-d) indicate significant differences ($p<0.05$).

Table 5. Sensory evaluation of cold-vacuum dried peaches with the different pre-treated conditions

Pretreatment	Appearance	Color	Texture	Taste	Overall acceptability
Non-treated	3.42±0.67 ^{1),b2)}	3.25±0.52 ^b	3.17±0.58 ^b	4.08±0.79 ^{ab}	3.58±0.67 ^b
0.3% NaCl	3.50±0.52 ^b	4.00±0.60 ^a	3.50±0.67 ^b	3.58±0.51 ^b	3.92±0.67 ^b
0.1% Vit-C	4.33±0.65 ^a	4.33±0.49 ^a	4.08±0.67 ^a	4.33±0.65 ^a	4.58±0.51 ^a
1.0% Sol-Ca	3.92±0.67 ^{ab}	4.08±0.67 ^a	4.33±0.65 ^a	4.00±0.60 ^{ab}	4.00±0.43 ^b

¹⁾Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

²⁾Different superscripts within a column (a-b) indicate significant differences ($p<0.05$).

Table 6. Total polyphenol, flavonoid, and proanthocyanidin contents of cold-vacuum dried peaches with the different pre-treated conditions

Measurement	Pretreatment			
	Non-treated	0.3% NaCl	0.1% Vit-C	1.0% Sol-Ca
Polyphenols (mg GAE ^{1)/g})	4.03±0.10 ^{4),c5)}	4.22±0.10 ^b	4.82±0.07 ^a	4.45±0.19 ^a
Flavonoids (mg RHE ^{2)/g})	0.83±0.03 ^c	0.97±0.01 ^b	1.06±0.01 ^a	1.05±0.00 ^a
Proanthocyanidins (mg CE ^{3)/g})	3.08±0.02 ^d	3.36±0.01 ^c	4.55±0.27 ^a	4.07±0.05 ^b

¹⁻³⁾GAE, gallic acid equivalents; RHE, rutin hydrate equivalents; CE, catechin hydrate equivalents.

⁴⁾Values are means±standard deviation of triplicate determinations.

⁵⁾Different superscripts within a row (a-d) indicate significant differences ($p<0.05$).

치는 것으로 알려졌다(33). 따라서 soluble Ca 처리는 세포의 견고성을 증가시키고 동시에 조직감 개선에 효과가 있을 것으로 생각된다.

관능검사

전처리에 따른 냉풍감압건조 복숭아의 관능적 특성을 5점 척도법으로 비교한 결과는 Table 5에 나타내었다. 전처리 조건별에 따른 관능특성에서는 각각의 전처리 구가 무처리에 비하여 외관, 색, 맛, 종합적 기호도가 높아지는 결과를 나타내어 관능적 품질을 향상 시키는 것으로 나타났다. 특히, Vit-C 전처리의 건조 복숭아의 경우 외관(4.33), 색(4.33), 맛(4.33), 종합적 기호도(4.58)에서 가장 높은 선호도를 나타내었는데 이는 다른 전처리에 비하여 색차와 갈변도는 낮은 반면 당산비, 명도, 당의 함량이 높게 나타남에 따라 전반적인 기호도가 높게 평가된 것으로 사료된다. 한편 조직감의 경우는 Sol-Ca 처리에서 높은 기호도를 나타내어 조직감 개선의 결과(Table 4)와 일치하는 것으로 나타났다.

폴리페놀, 플라보노이드 및 프로안토시아닌 함량

전처리에 따른 냉풍감압건조 복숭아의 폴리페놀, 플라보노이드 및 프로안토시아닌 함량을 비교한 결과는 Table 6에 나타내었다. 무처리, NaCl, Vit-C 및 Sol-Ca의 폴리페놀 함량은 g당 각각 4.03, 4.22, 4.82 및 4.45 mg이 검출되었으며 무처리에 비해 건조 전처리 구에서 높은 함량을 나타내었다. 플라보노이드 함량은 g당 각각 0.83, 0.97, 1.06 및 1.05 mg으로 폴리페놀 함량과 유사한 경향을 나타내었다. 현재까지 약 4,000여 종이 알려진 플라보노이드류는 항산화 작용, 순환기계 질환의 예방, 항염증, 항알레

르기, 항균, 항바이러스, 지질저하작용, 면역증강 작용, 모세혈관 강화작용 등의 효능을 나타내는 것으로 알려졌다 으며 건조 및 전처리 방법에 따라 그 함량에 차이가 있다고 보고된 바 있다(34). 프로안토시아닌 함량에서는 g당 각각 3.08, 3.36, 4.55 및 4.07 mg이 검출되었으며 Vit-C 처리구에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 따라서 vitamin C 용액의 적정 처리가 품질 향상 및 기능 개선에 적합할 것으로 판단된다.

항산화능

전처리에 따른 냉풍감압건조 복숭아의 기능특성을 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 무처리, NaCl, Vit-C 및 Sol-Ca 처리에 따른 DPPH 라디칼 소거활성은 각각 30.72, 37.28, 41.05 및 44.93%로 soluble Ca 처리에서 가장 높은 소거활성을 나타냈지만 ABTS 라디칼 소거활성에서는 Vit-C에서(66.30%) 가장 높은 활성을 나타내었다. 한편 superoxide dismutase (SOD) 유사활성 및 아질산염 소거능에서도 이와 유사한 경향을 나타내었는데 총 폴리페놀, 플라보노이드 및 프로안토시아닌 함량과 항산화 활성과의 관련성을 비교한 결과(Table 6), 유용성분 함량이 높을수록 라디칼 소거능이 높아지는 양적 상관관계를 나타내어 과일 추출물의 라디칼소거활성 연구(35)에서와 같이 부위별에 따른 항산화 성분함량이 높을수록 라디칼 소거활성이 높아지는 연구와 유사함을 나타내었다. 이상의 결과 적정 전처리는 항산화 활성 증대 효과를 나타냄에 따라 품질 경쟁력을 확보할 수 있는 것으로 판단되며, vitamin C 처리 건조복숭아는 관능적 품질 향상 및 기호와 기능성을 개선한 건제품으로서의 가치가 있을 것으로 판단된다.

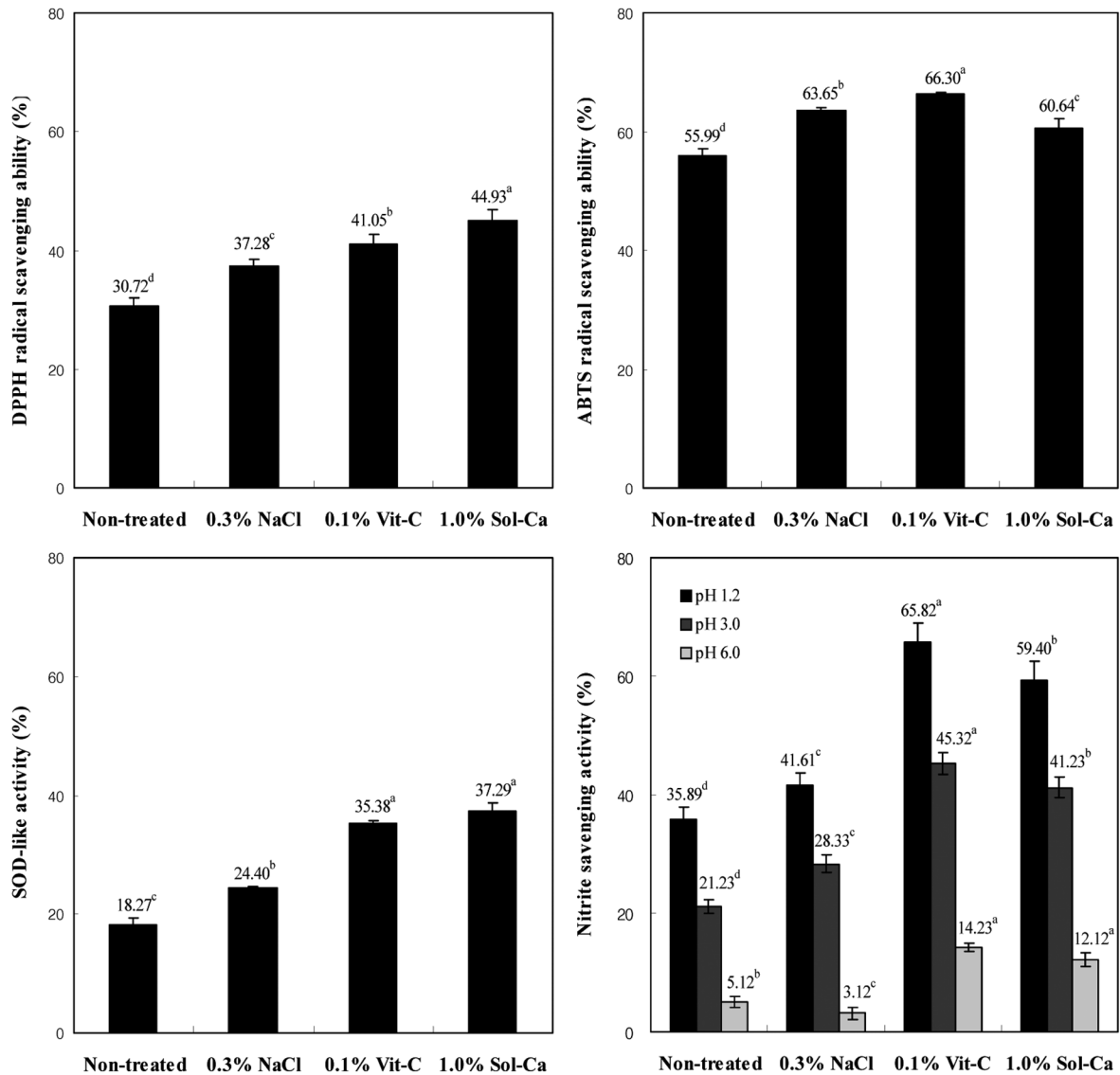


Fig. 1. DPPH and ABTS radical scavenging ability, SOD (superoxide dismutase) like activity and nitrite scavenging activity of cold-vacuum dried peaches with the different pre-treated conditions. Values are means±standard deviation of triplicate determinations. Bars/mean values with different letters are significant differences ($p < 0.05$).

요약

전처리 방법에 따른 냉풍감압건조 복숭아의 이화학적 및 기능적 특성을 조사한 결과 수분함량은 0.3% NaCl 처리에서 유의적인 낮은 수분함량을 나타내었다. pH의 경우 전처리 구에서 낮아지는 경향을 보였고, 당도 및 당산비는 0.1% Vit-C 처리에서 높은 값을 나타내었다. 색도는 전반적으로 건조가 진행될수록 밝기를 나타내는 L 값은 감소하는 경향을 보였으며 색차는 Vit-C > NaCl > Sol-Ca > non-treated 순으로 낮은 값을 나타내었다. 갈변도 또한 색차의 결과와 일치하는 경향을 나타내었다. 총당은 무처리, NaCl, Vit-C 및 Sol-Ca 처리구가 무처리에 비해 높은 함량을 나타내어 향기 및 감미 유지 효과가 있는 것으로 관찰되었고, 유리당은 Vit-C 및 Sol-Ca 처리구에서 fructose, glucose 및 sucrose의 함량이 높은 것으로 나타났다. 절단력은 무처리에 비해 전처리구에서 증가하는 결과를 나타내었으며, Sol-Ca 처리구에서 가장 높은 값을 나타내었다. 관능특성에서는 전처리 구가 무처리에

비하여 외관, 색, 맛, 종합적 기호도가 높아지는 결과를 나타내었으며 특히, Vit-C 처리에서 가장 높은 기호특성을 나타내었다. 전처리방법에 따른 폴리페놀, 플라보노이드 및 프로안토시아니딘 함량에서는 전반적으로 전처리 구에서 높은 함량을 나타내었으며 프로안토시아니딘 함량에서 Vit-C 처리에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 항산화능에서는 유용성분 함량이 높을수록 라디칼 소거능이 높아지는 양적 상관관계를 나타내었다.

References

1. Park JD, Hong SI, Park HW, Kim DM. Modified atmosphere packaging of peaches (*Prunus persica* L. Batsch) for distribution at ambient temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1227-1234 (1999)
2. Cho JW, Kim IS, Choi CD, Kim ID, Jang SM. Effect of ozone treatment on the quality of peach after postharvest. Korean J. Food Preserv. 10: 454-458 (2003)
3. Youn KS, Kim SD. The status of production and processing of

- fruits and new processing technology. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 6: 521-529 (1999)
4. Chung HS, Kim JK, Kang WW, Youn KS, Lee JB, Choi JU. Effect of nitric oxide pretreatment on quality of MA packaged peaches. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 1018-1022 (2002)
 5. Krokida M, Maroulis Z. Quality changes during drying of food materials. pp. 61-106. In: Drying Technology in Agriculture and Food Sciences. Mujumdar AS (ed). Science Publishers Inc., Enfield, NH, USA (2000)
 6. Shin MY, Lee WY. Drying characteristic and preferences for steamed chestnut-sweet potato slab after cold air drying. J. East Asian Soc. Dietary Life 21: 526-534 (2011)
 7. Kim GC, Lee SY, Kim KM, Kim Y, Kim JS, Kim HR. Quality characteristics of hot-air and freeze dried apples slices after osmotic dehydration. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 848-852 (2011)
 8. Kim DM, Kim KH, Choi IJ, Yook HS. Composition and physicochemical properties of unripe Korean peaches according to cultivars. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 221-226 (2012)
 9. Youn SJ, Lee ET, Cho JG, Kim DJ. Effect of enzyme treatment on functional properties of nectarine beverage. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1379-1383 (2010)
 10. Lee HL, Youn KS. Quality characteristics of cold-air and infrared-dried peaches. Korean J. Food Preserv. 19: 485-491 (2012)
 11. Kim JW, Youn KS. Physicochemical properties and antioxidant activities in infrared dried peach processed by different pretreatment. Korean J. Food Preserv. 19: 849-857 (2012)
 12. Kim HK, Lee BY, Shin DB, Kwon JH. Effects of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1279-1284 (1998)
 13. Kim JY, Yi YH. pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol in puffed millet powder containing millet *takju* during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 42: 727-732 (2010)
 14. Lee CH, Hwang IJ. Comparison of cutting and compression tests for the texture measurement of Chinese cabbage leaves. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 749-754 (1988)
 15. Wilson AM, Work TM, Bushway AA, Bushway RJ. HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in potatoes. J. Food Sci. 46: 300-301 (1981)
 16. Dewanto V, Wu X, Adom KK, Liu RH. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. J. Agr. Food Chem. 50: 3010-3014 (2002)
 17. Saleh ES, Hameed A. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. Food Chem. 114: 1271-1277 (2009)
 18. Sun B, Ricardo-da-Silva JM, Spranger I. Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. J. Agr. Food Chem. 46: 4267-4274 (1998)
 19. Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1200 (1958)
 20. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radical Bio. Med. 26: 1231-1237 (1999)
 21. Marklund S, Marklund G. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Eur. J. Biochem. 47: 469-474 (1974)
 22. Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by nondialyzable melanoidins. Agr. Biol. Chem. Tokyo 51: 1333-1338 (1987)
 23. Shin HJ, Lee SH, Kim BH. Determination of the calcium contents of vegetables sprayed with liquid calcium fertilizer and fermentation characteristics of Kimchi using Ca-treated Korean cabbage. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 22: 255-259 (2007)
 24. Kim YJ, Lee SJ, Kim MY, Kim GR, Chung HS, Park HJ, Kim MO, Kwon JH. Physicochemical and organoleptic qualities of sliced-dried persimmons as affected by drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 41: 64-68 (2009)
 25. Dixon GM, Jen JJ. Changes of sugars and acids of osmotic-dried apple slices. J. Food Sci. 42: 1126-1127 (1977)
 26. Janovitz-Klapp AH, Richard FC, Goupy PM, Nicolas JJ. Inhibition studies on apple polyphenol oxidase. J. Agr. Food Chem. 38: 926-931 (1990)
 27. Son SM, Moon KD, Lee CY. Inhibitory effects of various anti-browning agents on apple slices. Food Chem. 73: 23-30 (2001)
 28. Woo KS, Jeong HS, Lee HB, Choi WS, Lee JS. Changes in rheological properties of Neungee (*Sarcodon aspratus*) during dehydration. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 1230-1236 (2004)
 29. Jee JH, Lee HD, Chung SK, Choi JU. Changes in color value and chemical components of Hoelen by various drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 575-580 (1999)
 30. Lenart A. Minimal processing of foods and process optimization. p. 87. In: An Interface Osmotic Dehydration of Fruits before Drying. CRC Press Inc, Boca Raton, FL, USA (1993)
 31. Fisher RL, Bennett AB. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. Annu. Rev. Plant Phys. 42: 675-703 (1991)
 32. Toivonen PMA, Brummell DA. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. Postharvest Biol. Tec. 44: 1-14 (2008)
 33. Easterwood GW. Calcium's role in plant nutrition. Fluid Journal. Winter: 1-3 (2002)
 34. Kim YM, Choi MS, Bae JH, Yu SO, Cho JY, Heo BG. Physiological activity of bang-a, aster and lettuce greens by the different drying methods. J. Bio-Environ. Control 18: 60-66 (2009)
 35. Kim HS, Hong MJ, Kang IY, Jung JY, Kim HK, Shin YS, Jun HJ, Suh JK, Kang YH. Radical scavenging activities and antioxidant constituents of oriental melon extract. J. Bio-Environ. Control 18: 442-447 (2009)