갈변억제제 첨가에 따른 열풍건조 수프용 감자 플레이크 품질 특성

남정현 · 천지연

제주대학교 식품생명공학과

Effect of Browning Inhibitors NaCl and CaCl₂ on the Qualities of Jeju Tamna Potatoes during Hot-Air Drying

Jung-Hyun Nam and Ji-Yeon Chun

Department of Food Bioengineering, Jeju National University

ABSTRACT Potato browning has been known to be caused by polyphenol oxidase. Another reason for browning is the Maillard reaction during the heating process. The polyphenol oxidase activity can be reduced through blanching or by using browning inhibitors such as ascorbic acid, CaCl₂, NaCl, citric acid, and oxalic acid. This study examined the effects of browning inhibitors (NaCl and CaCl₂) and blanching treatment on the qualities of Jeju Tamna potatoes. Various concentrations (0.05%, 0.1%, and 0.15%) of NaCl or CaCl₂ were added in the blanching and soaking process, and then the potatoes were dried by hot air (58°C, 16 hours). The brown index after NaCl and CaCl₂ treatments were seen to be lower than without treatment. The brown index of potatoes decreased with increasing concentration of NaCl. However, the brown index did not show a significant variation with changes in the CaCl₂ concentration. The *L*^{*} and *a*^{*} value of potato color tended to increase depending on the increase in the concentration of the browning inhibitor, while the pH and water activity tended to decrease. The hardness showed no significant variation between the NaCl and CaCl₂ treatments. Vitamin C levels decreased as the concentrations of NaCl and CaCl₂ increased. The NaCl and CaCl₂ treatments for potatoes were useful for improving color, inhibiting browning, and decreasing pH and water activity, but there was a nutritional problem as vitamin C levels decreased as browning inhibitor concentration increased.

Key words: blanching, hot-air drying, potato, browning inhibitor, HMR

서론

최근 1인 가구의 증가, 고령화, 경제·사회의 변화 등에 의해 식생활이 변화하고 있으며 HMR(home meal replacement), CMR(convenient meal replacement) 등 간편식의 수요가 증가하는 추세이다(Kim, 2017). 가정간편식은 조리 소요되는 시간과 비용을 최소화할 수 있으며 간편하게 식사를 해결할 수 있어 소비자들이 선호하는 것으로 알려져 있다(Mun 등, 2020). HMR 시장 규모는 매년 급격한 속도로 성장하고 있으며 1인당 HMR 구매율 또한 증가하고 있는 추세이다(Woo와 Hwang, 2020). HMR 시장이 성장함에 따라 많은 제품이 출시되고 있으며 우수한 품질의 제품을 제공하기 위해서는 원물의 전처리 및 가공, 포장 등 모든 가공단계가 중요하다.

일반적으로 HMR 제품에 사용되는 원물은 플레이크, 분말, 추출물 등의 형태로 가공되어 이용된다. 채소류는 수확 후에도 호흡과 효소 활성을 유지하기 때문에 전처리 없이 건조할 경우 변색, 풍미 저하, 조직 손상 등이 발생하게 되어 품질이 저하된다(Hwang과 Rhim, 1994). 이러한 현상을 방지하기 위해 데치기, 산 용액 침지, 황 훈증 등의 전처리 방법이 이용되고 있으며 전처리 방법에 따라 제품의 식감, 보존성, 영양성분 등에 영향을 주기 때문에 각각의 원물 특성에 맞는 전처리 방법을 선정하여 실시해야 한다(Kim, 2016).

식품가공에서 건조는 수분을 제거하여 부패 및 변질을 방지하고 저장성을 증가시키는 목적으로 이용되므로 다양한 식품에 적용된다(Son 등, 2020). 식품 건조 방법에는 열풍 건조, 동결건조, 진공건조, 천일건조 등이 있다. 동결건조는 복원성이 좋고 원물 특성 유지에 적합하며 영양소의 파괴가 적지만 건조에 많은 시간이 소요되며 비용이 많이 발생하는 단점이 있다(Park 등, 2008). 열풍건조는 사용하기 쉽고 건조가 빠르며 비용이 적게 들어 식품 건조 시 대중적으로 사용되는 방법이지만, 열화에 의한 색, 외관 수축, 영양성분 손실, 향미 성분 저하, 복원성 저하 등의 품질변화가 발생하게 되는 단점이 있다(Seo 등, 2020).

감자(*Solanum tuberosum* L.)는 주로 섭취하는 작물 중 하나로 녹말, 단백질, 비타민 C 등의 영양성분을 함유하고 있다(Jang 등, 2011). 감자는 직접 조리하거나 칩(chip), 프렌치프라이(french fry), 가루(powder), 플레이크(flake) 등의 가공품 형태로 일상생활에서 주로 섭취하게 된다(Kim 등, 2004). 감자는 다양한 가공 처리에 의해 품질이 변하는데, 특히 건조과정 중 감자의 품질을 저하시키는 요인으로서는 흑변 및 갈변현상 등이 있다. 갈변현상은 효소적 갈변과 비효소적 갈변으로 구분할 수 있다(Shin, 2020). 효소적 갈변 현상은 catechol 유도체를 quinone 유도체로 산화시켜 갈색 물질을 생성하는 현상을 말하며 PPO(polyphenol oxidase)에 의한 것으로 알려져 있다(Lee 등, 2020). 이외에도 Maillard reaction에 의한 비효소적 갈변현상이 있는데, 이는 당과 아미노화합물의 반응에 의한 것으로 알려져 있다(Park 등, 2020). 감자의 가공에 있어서 당 함량은 품질에 영향을 주는 중요한 요소로 알려져 있으며 당 함량이 높을수록 가공 시 Maillard reaction에 의해 어두운 갈색으로 변한다고 알려져 있다(Nongsaro, 2020). 이러한 갈변현상을 억제하는 방법으로는 화학적 물질을 처리하는 방법과 가공을 통한 물리적 처리가 있다. 화학적 물질의 처리로 sodium chloride, calcium chloride, ascorbic acid, citric acid, corn starch, cysteine, sodium acetate 등의 물질이 사용되고 있다(Cha 등, 2004). 데치기 처리는 PPO 효소를 불활성화하여 갈변을 억제하는 효과가 있는 것으로 알려져 있어 식품 산업에서 주로 사용되고 있는 가공 기술이며(Song 등, 2015), 침지식 데치기, 증기식 데치기, 마이크로웨이브 데치기 처리가 이용되고 있다(Chung 등, 1996).

본 연구에서는 제주농업기술원에서 육성한 탐나 품종의 감자를 이용하였으며 열풍건조 시 발생하는 감자의 갈변현상을 억제하기 위하여 갈변억제제 및 데치기 처리를 달리한 후 열풍건조 하여 품질 분석을 진행하였다.

재료 및 방법

실험재료

감자는 제주산 탐나 품종으로 소농 친환경 영농조합에서 2020년 8월에 생산된 것으로 구매하여 사용하였다. 시료는 흐르는 물에 세척하여 이물질을 제거한 뒤 박피하여 1 cm×1 cm×1 cm 크기로 성형하였다.

갈변억제제 및 데치기 조건

갈변억제제로 NaCl과 CaCl₂(Daejung, Siheung, Korea)를 사용하였으며, 0.05%, 0.1%, 0.15% 농도로 용액을 제조하여 사용하였고 증류수로 처리한 것을 대조구로 하였다. 성형된 시료를 58°C의 갈변억제제 용액에서 5분간 데치기 하였다. 시료는 데치기 후 상온의 동일 용액에서 5분간 soaking 하였으며 soaking을 마친 후 5분간 탈수를 진행하였다. 탈수과정을 마친 뒤 열풍형 히터 방식의 열풍건조기에서

58°C로 16시간 동안 건조하였으며, 건조과정을 마친 후 분쇄하여 40 mesh(약 420 µm) 수준으로 채질하여 분석 시료로 사용하였다.

색도

색도는 분쇄시료를 색차계(TCR200, PCE Americas Inc., Jupiter, FL, USA)를 이용하여 L^* 값(명도), a^* 값(적색도), b^* 값(황색도)을 5회 반복 측정하였다. 이때 표준 백색판의 L^* , a^* , b^* 값은 93.90, 4.01, -9.55였으며 ΔE 는 다음의 식에 의해 산출하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

갈변도

갈변도는 Lee 등(2008)의 방법을 이용하여 측정하였다. 분쇄 시료 1 g에 증류수 40 mL를 가하고 10% trichloroacetic acid(w/v) 용액 10 mL를 가하여 상온에서 2시간 방치한 후 20°C로 조절된 원심분리기(LaboGene 1248R, GYROZEN, Daejeon, Korea)로 4,000 rpm에서 10분간 원심분리하였다. 원심분리 후 microplate reader(EPOCH™, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

pH

pH는 분쇄 시료 5 g을 취하여 증류수 45 g을 가한 뒤 homogenizer(Ultra Turrax T25, IKA, Braun, Germany)로 3,000 rpm에서 1분간 균질화하여 pH meter(S470 Seven Excellence™, Inti Inc., Schwerzenbach, Switzerland)로 3회 반복 측정하였다.

수분활성도

수분활성도는 분쇄 시료를 수분활성도 측정기(AquaLab Pre Water Activity Meter, METER Group, Washington, DC, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

경도

경도는 건조 후 분쇄하지 않은 시료를 무작위로 15개 선별하여 Texture Analyzer(CT3 10K, Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA)로 측정하였다. TA4/1000 38.1 mm D probe를 장착했으며, 측정조건은 distance 0.2 mm, trigger load 100.0 g, pre-test speed 1.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post-test speed 2.0 mm/s로 하였다.

비타민 C 함량

비타민 C 함량은 식품공전의 인도페놀 적정법(MFDS, 2020)에 의해 정량하였다. 비타민 C 표준품 ascorbic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 100 mg을 취해 메스플라스크에 옮긴 후 묽은 메타인산-초산 용액으로 500

mL를 정용하였다. 그중 5 mL를 취하여 묽은 메타인산-초산 용액 5 mL를 가하고 인도페놀 용액으로 적색이 5초간 지속될 때까지 적정하였다. 이때의 소비량을 T mL로 하였다. 분쇄 시료 일정량과 동량의 메타인산-초산 용액을 가하여 혼합한 뒤 일정량(W g)을 취하여 메스플라스크에 옮긴 후 묽은 메타인산-초산 용액을 가하여 100 mL로 정용하였다. 이 용액을 여과한 뒤 10 mL를 취하여 시험용액으로 하였고 인도페놀 용액으로 적색이 5초간 지속될 때까지 적정하였다. 이때 소비량을 S mL로 하였으며 환원형 비타민 C 함량은 다음의 식에 의해 계산하였다.

$$\text{비타민 C} = A \text{ mg} \times \frac{S}{T} \times 10 \times \frac{\text{검체채취량} \times 2}{W} \times \frac{100}{\text{검체채취량(g)}}$$

통계처리 및 상관관계 분석

실험 결과는 3회 반복하여 평가하였으며 평균값±표준편차(mean±SD)로 나타내었다. 실험 결과의 통계처리는 Mini-

tab 18(Minitab Inc., State College, PA, USA)을 이용하여 Tukey의 multiple range test에 의해 분석하였고 *P*값이 0.05 미만일 때 유의적 차이가 있다고 간주하였다. 색도와 갈변도의 상관관계를 분석하기 위해 Pearson's correlation analysis를 실시하였다.

결과 및 고찰

색도

갈변억제제로 이용된 NaCl 및 CaCl₂ 처리에 따른 열풍 건조 감자의 형태적 특성과 색도를 Fig. 1과 Table 1에 나타내었다. 갈변억제제 처리구의 *L**값이 대조구보다 높은 값을 나타내었으며, NC-0.15가 86.75로 가장 높은 값을 나타내었다. *L**값은 NaCl과 CaCl₂ 용액 처리 시 같은 농도에서 NaCl 처리구가 높은 값을 나타냈지만 유의적 차이는 없었으며(*P*>0.05), 농도가 증가할수록 유의적으로 증가하였다(*P*<0.05). *a**값 또한 *L**값과 비슷한 경향을 나타내어 갈변억제제 처리구가 대조구에 비해 높은 값을 나타내었으며 NC-

Fig. 1. Appearance of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl₂ as a browning inhibitor.

Table 1. Color value of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl₂ as a browning inhibitor

Treatment ¹⁾	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	ΔE
DW ²⁾	84.78±0.23 ^{d3)}	3.05±0.45 ^d	0.82±0.50 ^a	0.00±0.00 ^c
NC-0.05	84.95±1.21 ^{cd}	3.25±0.12 ^{cd}	1.12±1.03 ^a	1.20±0.47 ^{abc}
NC-0.1	85.75±0.77 ^{bc}	3.55±0.18 ^b	1.36±0.93 ^a	1.47±0.60 ^{ab}
NC-0.15	86.75±1.09 ^a	3.96±0.17 ^a	1.53±1.18 ^a	2.49±0.90 ^a
CC-0.05	84.93±0.64 ^{cd}	3.23±0.10 ^{cd}	0.85±0.94 ^a	0.99±0.22 ^{bc}
CC-0.1	85.22±0.50 ^{bcd}	3.46±0.34 ^{bc}	1.32±1.27 ^a	1.15±0.43 ^{abc}
CC-0.15	85.99±0.29 ^{ab}	3.70±0.30 ^{ab}	1.49±1.07 ^a	1.71±0.14 ^{ab}

¹⁾The sample were prepared that they were blanched in distilled water (DW), NaCl solution (NC), and CaCl₂ solution (CC) at 58°C for 5 min, and soaked at room temperature for 5 min and then dried at 58°C for 16 hours.

²⁾DW: distilled water, NC-0.05: 0.05% NaCl solution, NC-0.1: 0.1% NaCl solution, NC-0.15: 0.15% NaCl solution, CC-0.05: 0.05% CaCl₂ solution, CC-0.10: 0.1% CaCl₂ solution, CC-0.15: 0.15% CaCl₂ solution.

³⁾Means±SD within same column with different superscript letters (a-d) differ significantly at *P*<0.05.

0.15가 3.96으로 가장 높은 값을 나타내었다. b^* 값 또한 갈변억제제 처리 시 높은 값을 나타내는 경향을 나타냈지만 유의적 차이를 나타내지는 않았다($P>0.05$). ΔE 값도 갈변억제제 농도가 높아질수록 증가하여 대조구에 비해 색차가 많이 나타나는 것으로 관찰되었으며, 이러한 색차는 NaCl 처리구들이 더 크게 나타났다. CIE 1976 Lab계에 의한 색차식으로 나타낸 값으로 미국 국립표준기술연구소(National Institute of Standards and Technology)의 색차 구분에 의하면 0~0.5는 미약한 차이, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 눈에 띄는 차이, 3.0~6.0은 상당한 차이, 6.0~12.0은 많은 차이, 12.0 이상은 매우 많은 차이로 정의하고 있다(Cho 등, 2014). NaCl과 CaCl_2 처리 모두 0.05% 농도 처리 시 0.99~1.20, 0.1% 농도 처리 시 1.15~1.47, 1.5% 농도 처리 시 1.71~2.49로, 1.5% 이상 농도로 처리하였을 때 ‘눈에 띄는 차이’로 평가할 수 있다. Song 등(2013)은 신선편이 감자에 열처리 하지 않고 갈변저해제만 처리하였을 때 증류수로 처리한 것보다 L^* 값이 높았다고 보고하였으며, Hwang 등(2009) 또한 최소가공 감자에 열처리 하지 않고 갈변저해제 용액에 침지한 처리구가 가장 높은 L^* 값을 나타냈다고 보고하였다. 본 연구에서는 58°C의 열처리와 갈변억제제를 병행 처리하였으며 증류수 처리구에 비해 L^* 값과 a^* 값이 높은 값을 나타내는 경향을 보였다.

갈변도

갈변억제제로 이용된 NaCl 및 CaCl_2 처리에 따른 열풍건조 감자의 갈변도를 Fig. 2에 나타내었다. 대조구의 갈변도는 0.065로 측정되었다. NaCl과 CaCl_2 처리 시 갈변도가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타냈으며($P<0.05$), NC-0.15는 0.056, CC-0.15는 0.057이었다. 이는 색도와 비교하였을 때 상반되는 결과로 L^* , a^* , b^* 값의 경우 처리 농도가 증가할수록 값이 증가하였지만 반대로 갈변도는 처리 농도가 증가할수록 값이 낮아지는 경향을 나타내었으며, NaCl과 CaCl_2 처리구 간의 유의적 차이는 없었다($P>0.05$). Pearson 상관분석을 통해 색도와 갈변도 간의 상관성을

Table 2. Pearson's correlation coefficients between color value and brown index of dried potatoes flakes

Characteristics	L^*	a^*	b^*	Brown index (O.D)
L^*	1.000			
a^*	0.382**	1.000		
b^*	-0.468**	0.502**	1.000	
Brown index (O.D)	-0.433**	-0.289*	-0.140	1.000

*Correlation is significant at $P<0.05$.

**Correlation is significant at $P<0.01$.

Table 2에 나타내었다. 변수들 간의 상관정도는 -1~1의 범위로 나타내며 절댓값 1에 가까울수록 높은 상관관계를 의미하며, 0에 가까울수록 낮은 상관관계를 의미한다(Kim, 2016). 갈변도와 색도는 모두 음의 상관관계를 나타냈으며, 특히 L^* ($r=-0.433$, $P<0.01$)과 a^* ($r=-0.289$, $P<0.05$)는 각각 유의적으로 음의 상관관계를 나타냈다. 전체적으로 보면 색도와 갈변도 관계에서 유의적으로 가장 높은 양의 상관관계를 보이는 특성 조합은 a^* 와 b^* 이며, 가장 높은 음의 상관관계를 갖는 특성 조합은 L^* 과 b^* 였다. Choi 등(2015)은 히카마 감자를 60°C로 열풍건조 하였을 때 갈변도를 측정 한 결과 0.107이었다고 보고하였다. 과채류는 조리, 가공 등의 공정에서 기질, 효소, 산소 등에 의해 효소적 갈변 반응이 발생한다고 알려져 있다(Shin, 2020). 감자 가공 시 당 함량이 갈변에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, Im 등(2019)은 염 처리 농도가 증가할수록 환원당 함량이 감소하였다고 보고하였다. 본 연구 결과 염 처리 농도가 증가함에 따라 갈변도가 감소하였으며, 이는 염 처리에 따른 환원당 감소와 그에 따른 갈변현상 억제일 것으로 추측된다.

pH

갈변억제제로 이용된 NaCl 및 CaCl_2 처리에 따른 열풍건조 감자의 pH를 Fig. 3에 나타내었다. 열풍건조 감자 제조 시 NaCl과 CaCl_2 용액의 농도가 높을수록 낮은 pH 값을 나타내는 경향을 보였다. 대조구의 pH가 6.282로 가장 높았

Fig. 2. Brown index of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl_2 as a browning inhibitor. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different ($P<0.05$).

Fig. 3. pH of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl₂ as a browning inhibitor. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different ($P < 0.05$).

으며 CC-0.15가 6.179로 가장 낮은 값을 나타내었다. 같은 농도의 갈변억제제 처리를 비교하였을 때 NaCl 처리구에 비해 CaCl₂ 처리구가 더 낮은 pH를 나타내었으나, 유의적 차이는 나타나지 않았다($P > 0.05$). 과채류의 pH는 전처리, 가공, 저장의 과정에서 당과 같은 여러 성분의 변화에 의해 달라진다고 알려져 있다(Kim 등, 2015). Kim 등(2012)은 채소류의 전처리에 0.5%와 1% NaCl을 처리하였을 때 1% 처리 실험구가 0.5% 처리에 비해 낮은 pH 값을 나타내었지만 유의적 차이는 나타나지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서도 염 처리 용액의 농도가 증가함에 따라 pH가 감소하였으며 NaCl과 CaCl₂ 처리가 pH 감소에 영향을 주었을 것으로 판단된다. 일반적으로 식품을 오래 보관하려면 pH와 수분활성도를 조절해야 하며 적당하게 조절했을 때 식품의 저장성을 높일 수 있는데, 본 연구에서는 갈변억제제가 유의적으로 pH를 낮춤으로 열풍건조 감자의 저장성을 향상시켰다고 판단할 수 있다.

수분활성도

수분활성도는 식품의 변패를 좌우하는 지표에 해당되며 0.90 이상에서 생물 및 화학적 반응의 위험성이 있어 안전하

지 않고 0.60 이하는 일반적으로 건조식품의 수분활성도로 알려져 있는데, 이 부근에서는 세균 및 곰팡이 등 미생물학적 안전에는 문제없지만 화학적 반응에는 위험성이 있다. 0.2~0.4의 수분활성도에서는 미생물 및 화학적 반응에 안전하여 저장성이 높아진다고 알려져 있다(Kim과 Heu, 2001). 갈변억제제로 이용된 NaCl 및 CaCl₂ 처리에 따른 열풍건조 감자의 수분활성도를 Fig. 4에 나타내었다. 대조구의 수분활성도가 0.391로 가장 높았으며 NC-0.15가 0.350으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 갈변억제제를 처리함에 따라 건조 감자의 수분활성도가 감소하였고, 0.05% 농도의 용액 처리에서는 대조구와 비슷한 수분활성도를 나타내었지만 용액의 농도가 증가할수록 큰 폭으로 감소하였다. 염 및 당 침지 용액은 삼투현상을 통해 수분의 탈수와 용질의 확산을 촉진하는 것으로 알려져 있는데(Lee 등, 2016), 데치기 과정에서 염(NaCl, CaCl₂)을 처리한 것이 탈수 현상을 촉진하여 수분활성도 저하에 도움을 준 것으로 판단된다. 열처리 및 갈변억제제를 처리하여 건조 감자를 제조하였을 때 수분활성도는 0.350~0.391 범위로 측정되었으며, 갈변억제제 농도가 증가할수록 수분활성도가 감소하여 저장성 및 안정성이 증가하였다.

Fig. 4. Water activity of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl₂ as a browning inhibitor. Means with different letters (a,b) above the bars are significantly different ($P < 0.05$).

Table 3. Hardness of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl₂ as a browning inhibitor

Treatment ¹⁾	Hardness (g)
DW ²⁾	3,687.267±945.018 ⁴³⁾
NC-0.05	3,426.111±748.651 ^a
NC-0.1	3,550.622±891.790 ^a
NC-0.15	3,440.667±942.328 ^a
CC-0.05	3,540.111±924.724 ^a
CC-0.1	3,376.133±940.212 ^a
CC-0.15	3,581.244±783.090 ^a

¹⁾The sample were prepared that they were blanched in distilled water (DW), NaCl solution (NC), and CaCl₂ solution (CC) at 58°C for 5 min, and soaked at room temperature for 5 min and then dried at 58°C for 16 hours.

²⁾DW: distilled water, NC-0.05: 0.05% NaCl solution, NC-0.1: 0.1% NaCl solution, NC-0.15: 0.15% NaCl solution, CC-0.05: 0.05% CaCl₂ solution, CC-0.10: 0.1% CaCl₂ solution, CC-0.15: 0.15% CaCl₂ solution.

³⁾Means±SD within same column with different superscript letters differ significantly at $P<0.05$.

경도

갈변억제제로 이용된 NaCl 및 CaCl₂ 처리에 따른 열풍건조 감자의 경도를 Table 3에 나타내었다. 대조구의 경도가 3,687.267 g으로 가장 높았으며 CC-0.1이 3,376.133 g으로 가장 낮았다. 하지만 대조구와 처리구 간의 유의적 차이를 나타내지 않았으며 ($P>0.05$) 갈변억제제 처리 농도에 따른 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. Kim 등(2020)은 60°C로 열풍건조 하였을 때 지황의 경도는 41.77 N이었다고 보고하였고, Lee 등(2003)은 55°C에서 데치기 하여 65°C로 열풍건조 하였을 때 당근의 경도는 2,900 g이라고 보고하였다. 열풍건조는 수분 손실로 인한 외관 수축과 급속한 건조에 의한 표면 경화 등 문제점이 있는 것으로 알려져 있는데 (Lee 등, 1989), 본 연구 결과 열풍건조를 진행함에 따라 외관이 수축되고 표면이 균일하지 않아 편차가 크게 나타난 것으로 추측된다.

비타민 C 함량

비타민 C는 감자의 주요 성분으로 알려져 있으며 비타민 C의 함량은 다른 영양소의 함량을 추정할 수 있는 지표로 사용된다(Cheigh 등, 2012). 갈변억제제로 이용된 NaCl 및 CaCl₂ 처리에 따른 열풍건조 감자의 비타민 C 함량을 Fig. 5에 나타내었다. 생감자(탐나 감자)의 비타민 C 함량은 82.62 mg/100 g이었다. 이는 Chung과 Lee(1995)의 연구에서 보고한 49.27 mg%의 수미 품종과 56.41 mg%의 대지마 품종보다 높은 것으로 관찰되었다. 건조 후 대조구의 비타민 C 함량은 48 mg/100 g이었으며 갈변억제제가 처리된 감자의 건조 후 비타민 C 함량은 NC-0.05가 52 mg/100 g으로 가장 높았으며, CC-0.15가 45 mg/100 g으로 가장 낮았다. NaCl 처리 시 낮은 농도에서는 대조구보다 높은 비타민 C 함량으로 비타민 C 감소를 억제하였으나 농도가 증가할수록 대조구에 비해 낮은 함량을 나타내었다. CaCl₂ 처리구는 모든 농도에서 대조구보다 낮은 비타민 C 함량을 보였으며 NaCl 처리구와 같이 농도가 증가할수록 비타민 C 함량이 낮아졌다. Kim 등(2014)은 60°C에서 7시간 열풍건조 하였을 때 비타민 C 함량은 돼지감자의 경우 3.43 mg%, 수미감자의 경우 8.89 mg%라고 보고하였다. 1~2%의 염 용액에 채소를 데칠 경우 비타민 C 산화가 억제된다는 연구 결과가 있지만(Kim 등, 2012) 본 연구에서 이용한 감자의 경우 0.05~0.15%의 염 용액에서 데치기를 하였을 때 비타민 C 함량이 감소하였다. 즉, 건조 감자 제조 시 갈변억제제의 사용은 비타민 C 함량 변화에 효과적이지만, 높은 농도로 처리할 시 비타민 C 함량 감소 등 영양분 손실이 일어날 수 있으므로 적정량을 사용해야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 건조 시 발생하는 감자의 갈변현상을 억제하고 품질 높은 건조 감자를 제조하기 위해 제주에서 재배되는 탐나 감자를 NaCl과 CaCl₂ 용액에 처리한 뒤 열풍건조 하여 색도, 갈변도, pH, 수분활성도, 경도, 비타민 C 함량을 측정

Fig. 5. Vitamin C of dried potatoes flakes treated with NaCl and CaCl₂ as a browning inhibitor. Means with different letters (a-c) above the bars are significantly different ($P<0.05$).

하였다. 갈변억제제를 처리함에 따라 명도와 적색도가 증가하였고 갈변도는 감소하였다. 처리 농도가 증가함에 따라 갈변도가 더욱 감소하였고 이는 염 처리에 따른 당 함량 감소와 그에 따른 갈변현상 억제일 것으로 추측된다. 수분활성도는 대조구와 갈변억제제 0.05% 처리에서 비슷한 수준을 나타내었지만, 농도가 0.1% 이상으로 증가할수록 수분활성도가 감소하였다. NaCl과 CaCl₂를 처리한 것이 삼투현상을 촉진하여 수분활성도가 감소하였을 것으로 추측된다. 비타민 C 함량은 CaCl₂ 처리구의 경우 대조구보다 낮은 함량이었으며, NaCl 처리구의 경우 0.1% 농도까지는 대조구보다 높은 함량이었지만 0.15% 농도에서는 낮은 함량을 나타내었다. 처리 용액의 농도가 증가할 경우 비타민 C 함량이 감소하여 영양분이 손실되는 단점이 있었다. 갈변억제제(NaCl, CaCl₂) 용액을 이용한 데치기와 열풍건조 공정을 통하여 수분 특성을 제어할 수 있고 이에 따라 저장성이 증가한 건조 감자를 제조할 수 있었다. 또한 색도 개선과 갈변도 감소로 갈변현상을 억제할 수 있음을 확인하였다. NaCl과 CaCl₂ 등의 갈변억제제 처리와 데치기 공정을 통해 품질 높은 건조 감자를 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호 PJ01496201 2020)의 지원에 의해 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Cha HS, Kim SI, Kim BS, Kim SH, Park SJ, Cho HS, et al. Effect of inhibition on browning and microbial growth of minimally processed lettuce. *Korean J Food Preserv.* 2004. 11:331-335.
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. Effects of soft treatments on quality characteristics of potatoes. *Korean J Food Nutr.* 2012. 25:50-56.
- Cho EK, Wu HJ, Kim BC, Yoo YM, Lee MY. Effect of beef bone broth on the quality of cooked rice as home meal replacement products. *Food Eng Prog.* 2014. 18:87-94.
- Choi SI, Lee JH, Cho ML, Shin GH, Kim JM, Oh JW, et al. Change of quality characteristics of jicama (*Pachyrhizus erosus*) potato powder by drying methods. *Korea J Food Preserv.* 2015. 22:915-919.
- Chung HM, Lee GJ. Change in physicochemical attributes of potato slices with different cultivars during cold storage. *Korean J Food Cult.* 1995. 10:97-100.
- Chung SK, Chung YY, Jeong WS. Studies on the browning inhibition of yam (*Dioscorea alata*) during hot air dehydration. *Agric Chem Biotechnol.* 1996. 39:384-388.
- Hwang KT, Rhim JW. Effect of various pretreatments and drying methods on the quality of dried vegetables. *Korean J Food Sci Technol.* 1994. 26:805-813.
- Hwang TY, Jang JH, Moon KD. Quality change in fresh-cut potato (*Solanum tuberosum* var. Romano) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. *Korean J Food Preserv.* 2009. 16:499-505.
- Im JS, Kim MO, Hong MS, Kim MS, Cheun C, Park YE, et al. Effects of salt stress on dry matter, glucose, minerals content and composition in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Korean J Environ Agric.* 2019. 38:38-46.
- Jang HL, Hong JY, Kim NJ, Kim MH, Shin SR, Yoon KY. Comparison of nutrient components and physicochemical properties of general and colored potato. *Korean J Hort Sci Technol.* 2011. 29:144-150.
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, Cho HY, Yoo YM, et al. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Culi Res & Hos Res.* 2012. 18:40-53.
- Kim HN, Yu SY, Yoon WB, Jang SM, Jang YJ, Lee OH. Analysis of nutritional components and physicochemical properties of hot-air dried jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) powder. *Korean J Food Sci Technol.* 2014. 46:73-78.
- Kim HY. The effect of selection attribute of HMR product on the consumer purchasing intention of a single household – centered on the regulation effect of consumer online reviews –. *Culi Res & Hos Res.* 2016. 22:109-121.
- Kim JA, Kozukue N, Han JS. Glycoalkaloid content in potato tubers by various cooking methods and potato products. *Korean J Food Cook Sci.* 2004. 20:76-80.
- Kim JS, Heu MS. Quality of instant powdered soup using canned oyster processing waste water. *J Korean Fish Soc.* 2001. 34:389-393.
- Kim SJ, Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Jo YJ, Min SG, et al. Changes in physicochemical and nutritional properties of carrots according to thermal treatments and freezing storage duration. *Food Eng Prog.* 2015. 19:122-131.
- Kim YJ, Ma KH, Han JW, Lee SH, Chang JK, Han SH. Quality characteristics of *Rehmannia glutinosa* dried at different drying temperature. *Korean J Food Preserv.* 2020. 27:17-24.
- Kim YW. Trends in markets for home meal replacements. *Food Sci Ind.* 2017. 50:57-66.
- Lee BB, Cho HS, Cho Y, Nam SH. Quality change of sliced citron (*Citrus junos* Sieb.) according to browning inhibitor treatment. *Korean J Food Nutr.* 2020. 33:419-427.
- Lee BW, Shin GJ, Kim MH, Choi CU. Effect of pretreatment before air drying on the quality of carrot flake. *Korean J Food Sci Technol.* 1989. 21:430-434.
- Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Yook HS. Quality characteristics of cookies added with hot-air dried yellow and red onion powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2008. 37:342-347.
- Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO, Lee HG. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying method during storage. *Korean J Food Sci Technol.* 2003. 35:1086-1092.
- Lee KY, Jung JB, Park CY, Kim AN, So SA, MS Rahman, et al. Effect of pre-soaking with salt and sugar treatments on quality characteristics of dried top shell (*Hexaplex nigritus*). *J Agric Life Sci.* 2016. 50(6):139-149.
- MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). 2020 Korea food code. 2020 [cited 2020 Jun 5]. Available from: https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=317
- Mun JY, Ban HJ, Kim HS. A study on consumers' perception of meal-kit: after the spread of coronavirus infectious disease-19 (COVID-19). *Culi Sci & Hos Res.* 2020. 26:198-207.
- Nongsaro. The main ingredients and quality of potatoes. 2020 [cited 2020 Sep 23]. Available from: <http://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psb/psbk/kidofcomdtYDtl.ps?pageIndex=1&pageSize=10&menuId=PS00067&sStdPrdLstCode=FC050501&sStdTchnlgyCode=GG02&sRdaStdPrdLstCode=FC&kidofcomdtYNo=29188>
- Park B, Choi JW, Kim SH, Yun YR, Lee Y, Lee Y, et al. Antioxidant activity of premature mandarin vinegar according

- to harvest period and raw material conditions. Korean J Food Sci Technol. 2020. 52:333-341.
- Park SJ, Joung YM, Choi MK, Kim YK, Kim JG, Kim KH, et al. Chemical properties of barley leaf using different drying methods. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2008. 37:60-65.
- Seo JM, Kim DH, Kang MH. Physicochemical characterization of Jerusalem Artichoke dried in different colors. Korean J Food Cook Sci. 2020. 36:313-321.
- Shin KE. A study on cooking method for preventing enzymatic browning of peach jam. Culi Res & Hos Res. 2020. 26:156-166.
- Son HK, Jeong Y, Ha JH. Effects of freeze and hot-air drying methods on contents of physicochemical components and antioxidant activities of *Eruca sativa* Mill.. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2020. 49:759-767.
- Song HJ, Kwon OY, Kang BH, Hur SS, Lee DS, Lee SH, et al. Change in quality attributes of fresh-cut potatoes with heat and browning inhibitor treatment during storage. Korean J Food Preserv. 2013. 20:386-393.
- Song K, Ko E, Kim C, Shim W, Kim J. Effect of treating and blanching on qualities preservation of packaged fresh-cut yam. Korean J Packag Sci Technol. 2015. 21:115-120.
- Woo WS, Hwang JH. Analysis of consumption preference for HMR according to single-person household. Korean J Org Agric. 2020. 28:347-365.