

연구노트

저온스팀 열처리 방식에 따른 감자의 전처리 특성

최 찬 익*

경북대학교 식품외식산업학과

Pretreatment Characteristics of Potatoes by Soft Steam Treatment

Chan-Ick Cheigh*

Department of Food and Food Service Industry, Kyungpook National University

Abstract This study aimed to investigate the effects of various soft steam treatments, namely, forced convection-boiler, forced convection-fan, and natural convection, on the pretreatment characteristics of potatoes. In this study, potatoes were exposed to various cooking conditions, including steaming method, treatment time (0-60 min), and temperature (60, 70, 80°C). Then, changes in temperature, cook value, ascorbic acid content, moisture content, and weight loss in the fresh and steam-treated samples were measured and evaluated. The results clearly showed that natural convective steaming was superior to other treatments in terms of heating characteristics, cook value (FC-b: 46.4±1.7, FC-f: 21.8±1.1, NC: 52.1±1.9 min at 80°C), ascorbic acid content (FC-b: 36.5±2.7, FC-f: 28.5±2.9, NC: 48.2%±2.5% at 80°C), moisture retention (FC-b: 74.6±0.8, FC-f: 71.5±0.5, NC: 77.6%±0.4% for 60 min at 80°C), and weight loss (FC-b: 13.9±0.8, FC-f: 15.6±0.6, NC: 10.6%±0.7% for 60 min at 80°C) for thermally processed potatoes.

Keywords: potato, soft steaming treatment, natural convection, forced convection

서 론

남아메리카 안데스 중부지역(페루, 칠레)을 원산지로 하는 감자(*Solanum tuberosum* L.)는 가지과의 1년생 작물로서 밀, 쌀, 옥수수 등과 함께 세계 4대 작물 가운데 하나로 알려져 있다(1,2). 국내에서 일반식용의 용도로 사용되고 있는 감자의 품종으로는 1930년대 우리나라에 처음 도입된 남작(Irish Cobbler)을 포함하여 수미(Superior), 조풍(Jopung), 남서(Namsuh), 자심(Jasim) 등이 있으며, 가공용으로는 칩 가공용인 대서(Atlantic) 품종 등과 프렌치 프라이 가공용인 셰포디(Shepody) 등이 있다(3,4). 이들 품종 가운데 수미(Superior)는 1961년 미국에서 육성된 품종으로 개당 평균 괴경중이 무겁고 전분가가 높으며, 상온 저장 시 낮은 환원당 함량으로 가공 적응성이 높기 때문에 식용 및 칩 가공용으로 널리 재배되고 있다(4). 감자는 곡류를 포함한 다른 작물에 비하여 수분(75-85%) 및 전분(16-17%)의 함량이 높고, lysine, methionine, tryptophan 등 필수아미노산이 풍부한 단백질을 함유하고 있어 영양학적으로 매우 높은 가치를 가지고 있다(5,6). 또한 이들 외에 비타민 C, B₁, B₆, pantothenic acid 등의 비타민과 칼슘, 마그네슘, 철, 칼륨 등의 무기질, 그리고 생리활성 성분인 flavones 등도 풍부하게 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(5,7-9).

최근 다양한 식품산업에서 그리고 소비자의 구매 요구에 맞춰 최소 가공공정을 거쳐 완성된 전처리 감자의 수요가 나날이 증가하고 있으며, 감자의 품질보존과 가치향상을 위해 boiling, blanching, frying, microwave heating 등의 열처리 공정(thermal processing)이 사용되곤 한다(10). 그러나, 열처리에 의한 감자의 조리 및 가공은 비타민 C와 무기질 등 열에 민감한 영양 성분들의 화학적 파괴 및 손실을 야기할 뿐만 아니라 texture의 저하와 color의 변화 등도 야기하게 된다(11-13). 가공식품의 전처리 및 제조에 있어 스팀(steam) 처리 방식은 뛰어난 열전달 능력과 비교적 큰 엔탈피로 인해 식품의 물리·화학적 파괴 및 손실이 적은 매우 우수한 가열 매체로 각광받고 있다(14,15). 현재 일반적으로 이용되는 강제대류 방식(forced convection, FC)은 보일러에서 발생한 스팀을 가열실로 보내어 순환시키는 강제대류 보일러(forced convection-boiler, FC-b) 방식과 강제대류 팬(forced convection-fan, FC-f) 방식이 있으며, 최근에는 증기와 air의 비중차를 이용하여 자연적으로 100°C 이하의 저온스팀 공간을 만드는 상압 자연대류(natural convection, NC) 저온스팀 또는 soft steam 방식이 연구되고 있다(9,14,15). NC 방식은 대기압상에서 극히 미세한 증기가 교반 없이 일정한 온도로 유지 가능하므로 비교적 포화된 스팀을 얻을 수 있으며, 식품의 수분 및 품질 유지와 영양소 유지에 탁월한 효과가 있는 것으로 알려져 있다(9).

따라서, 본 연구는 스팀 열처리 공정의 세 가지 다른 방식인 강제대류 보일러(FC-b) 및 강제대류 팬(FC-f) 방식과 자연대류 방식(NC)을 처리온도(60, 70, 80°C)에 따라 각각 감자의 전처리 공정에 적용함으로써 처리 과정 및 처리 전후의 온도변화, cook value, ascorbic acid, 그리고 수분의 함량 변화 및 중량감소율 등 전처리 특성에 대한 각 스팀 처리방식의 효과를 비교 평가하고자 하였다.

*Corresponding author: Chan-Ick Cheigh, Department of Food and Food Service Industry, Kyungpook National University, Sangju, Kyungpook 742-711, Korea
Tel: 82-54-530-1307
Fax: 82-54-530-1309
E-mail address: cic@knu.ac.kr
Received July 8, 2014; revised August 13, 2014;
accepted September 2, 2014

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 감자는 충남 당진 일대에서 2013년 7월에 재배된 국내산 수미 감자(*Solanum tuberosum* L.)로 균일한 크기와 무게(245±15 g)를 가진 것을 선별하여 실험에 사용하였다. 선별 구입된 감자는 polyethylene bag에 넣어 8°C에 보관하였으며, 실험 1시간 전에 실온으로 옮겨 사용하였다. 실험을 위한 감자 시료는 세척 및 박피의 과정을 거친 후, 일정 크기의 시료를 얻기 위해 박피한 감자의 0.3 cm 안쪽 부위(periderm)를 한 번의 길이 2 cm인 정육면체로 잘라서 실험에 사용하였다.

스팀 열처리

감자에 대한 스팀 열처리는 일반적으로 널리 사용되고 있는 강제대류 보일러(forced convection-boiler, FC-b; Steam cookers G2661, Miele Inc., Princeton, NJ, USA) 및 강제대류 팬(forced convection-fan, FC-f; Steam oven EON-C201S, Tong Yang Magic Co. Ltd., Seoul, Korea) 방식의 국·내외 스팀오븐 두 가지와 자연대류(natural convection, NC) 방식의 스팀장치(Soft steam oven-laboratory, Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 수행하였다. 이들 NC, FC-b, 그리고 FC-f 방식의 저온스팀 열처리는 60, 70, 80°C 가열온도 및 0-60분의 처리시간 동안 수행되었으며, 이들 각각의 처리조건에 따른 감자시료의 전처리 특성이 비교 평가되었다. 열처리 방식에 따른 가열 중 온도 변화는 가열실의 중심부와 감자의 내부 및 표면에 설치된 K-type thermocouple과 HYDRA 기록계(Hydra data logger-26345A, FLUKE, Everett, WA, USA)를 이용하여 측정하였다.

Cook value

처리 온도대별(60, 70, 80°C)로 작성된 time-temperature profile을 바탕으로 스팀처리 방식에 따른 thermal effect를 알아보기 위해 아래의 식을 이용하여 cook value를 구하였다(16). 측정값은 4회 반복하여 평균과 표준오차를 표시하였다.

$$C = \int_0^t 10^{(T-T_r/z)} dt$$

t, time (min); T, temperature (°C); Tr, reference temperature (set equal to 100°C); z, temperature increase that induces a 10-fold increase of the reaction rate of the chemical reaction taken as a reference (set equal to 33°C)

Ascorbic acid 함량

Ascorbic acid (비타민 C)의 함량은 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNP) 법을 이용하여 식품공전에 제시된 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 시료 10 g에 5% (w/v) metaphosphoric acid를 가하여 waring blender (HGB7WTS3, Waring Co. Huddinge, Sweden)로 1분 동안 마쇄 후, 원심분리(3,000×g, 10분)하여 상등액을 취하였고, filter paper (Whatman No.2)를 이용한 검체 침출 여과액 2 mL에 0.2% DNP 용액을 넣고 1분간 방치 후, thiourea-metaphosphoric acid 용액 2 mL와 DNP 용액 1 mL를 첨가하고 항온조(37±1°C)에서 3시간 반응시킨 후, 얼음물로 냉각시켰다. 85% 황산 용액 5 mL를 3분간 천천히 첨가한 후, 실온에서 30분간 방치한 다음, 540 nm에서 흡광도(NanoChem L800, Nano-hitec, Seoul, Korea)를 측정하였다. Ascorbic acid의 양은 총량에서 산화형 ascorbic acid를 뺀 값으로 하였으며, 실험은 3회 반복하여 평

균값과 표준편차를 구하였다. 스팀 처리 전 실험에 사용된 감자의 평균 ascorbic acid 함량은 24.35 mg% 였으며, 처리 조건에 따라 각각 60분간 스팀 처리 후 시료의 잔존 ascorbic acid 함량을 초기함량에 대한 백분율로 나타내었다.

수분함량 및 중량감소율

스팀 처리에 따른 감자의 수분함량은 적외선 수분측정기(FD-610, KETT, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 감자 시료는 스팀 처리 후, 상온에서 30분간 방치하여 충분히 열을 식힌 다음, 절편의 형태로 잘라서 10 g씩 사용하였다. 스팀 처리 조건에 따른 감자의 중량감소율은 처리 시료를 상온에서 30분간 방치한 후, 시료의 초기중량 대비 처리 시료의 중량 차이를 초기중량에 대한 백분율로 표시하였다.

통계처리

모든 실험의 결과는 3회 반복하여 수행된 평균값과 표준편차로 나타내었으며, 각 실험결과에 대한 유의적 차이를 검증하기 위하여 SAS 8.0 (SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 Duncan's multiple range test를 수행하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

스팀처리 방식에 따른 온도의 변화

강제대류 보일러(FC-b) 및 강제대류 팬(FC-f) 방식과 자연대류 방식(NC)의 스팀처리에 따른 처리온도(60, 70, 80°C)별 가열실 내부와 감자표면 및 내부의 온도변화를 비교 검토하였다(Fig. 1). 감자 시료의 초기온도는 가열실 내부의 초기온도와 같은 20±3°C로 유지시켜 실험에 적용하였다. FC-b 방식에 의해 내부공간이 설정온도 60°C (Fig. 1A), 70°C (Fig. 1D), 80°C (Fig. 1G)에 도달하기 위해서는 각각 4, 5, 6분이 소요되었으며, 감자의 표면은 각각 5, 6, 6분으로 단 시간 설정온도에 도달하였으나, 감자의 내부는 60과 70°C에서 각각 11분과 15분이 걸렸고 80°C에서는 처리시간(60분)동안 목표 온도인 80°C에 도달하지 못하였다. FC-f 방식의 경우, 내부공간이 설정온도 60°C (Fig. 1B), 70°C (Fig. 1E), 80°C (Fig. 1H)에 도달하기 위해서는 각각 3, 3, 4분이 필요했으며, 감자의 표면 및 내부 온도가 60°C에 도달하는 시간은 각각 35, 38분으로 FC-b 방식보다 지연되었고, 그 외의 조건에서는 설정온도에 도달하지 못하는 경향을 나타내었다. FC-b와 FC-f의 강제대류 방식과 달리 자연대류 NC 방식에 의한 내부공간의 가열시간은 설정온도 60°C (Fig. 1C), 70°C (Fig. 1F), 80°C (Fig. 1I)에서 각각 7, 12, 15분이 관찰되었으며, 감자의 표면은 각각 14, 15, 15분, 그리고 감자의 내부는 각각 18, 20, 20분이 소요되어 표면과 내부의 설정온도 도달 차이가 5분을 넘지 않았고 처리시간 동안 온도가 일정하게 유지되는 경향을 보였다.

사용된 스팀 열처리 방식 가운데 FC-b 및 FC-f 방식은 가열속도의 측면에서 NC 방식 보다 전반적으로 약 3-4배 더 빠른 것으로 관찰되었고, 특히 FC-f로 처리하였을 때 동일한 처리시간을 기준으로 온도가 가장 빨리 상승하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 자연대류와 달리 강제대류의 유체가 계속적으로 치환되기 때문으로 알려져 있으며, 특히 FC-f에서의 유체 이동 속도가 다른 방식에 비하여 빠르므로 열전달 속도 또한 동반 상승하는 것으로 설명된다(14,15).

각각의 설정 온도인 60, 70, 80°C에 도달한 후, 가열실 내부 공간과 감자의 표면 및 내부 온도변화의 폭을 살펴보면, NC 방식은 최고 및 최저 온도의 차이가 3°C 내외였으며, 설정된 온도에

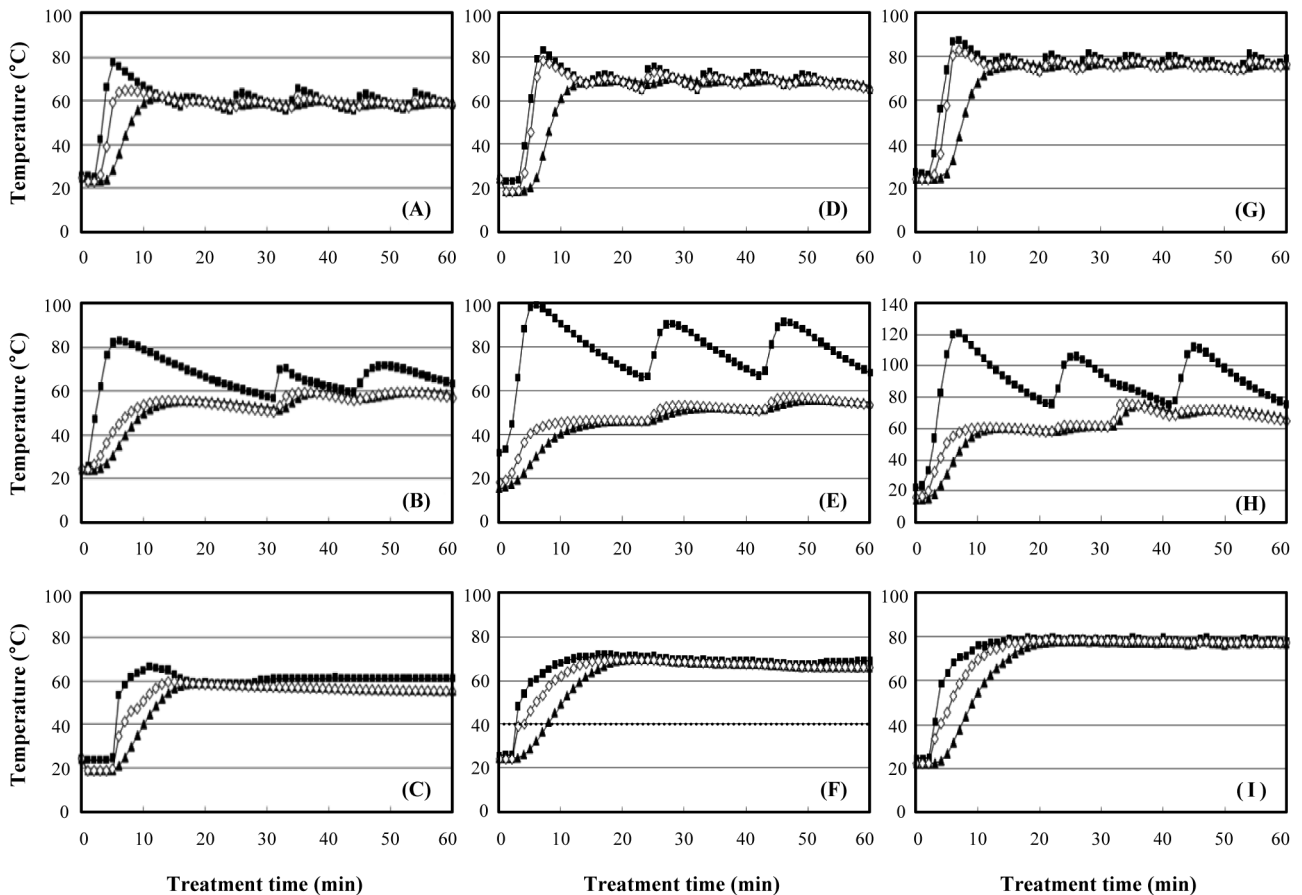


Fig. 1. Time-temperature profiles of oven and potato during different soft steam treatments (A, D, G: forced convection-boiler; B, E, H: forced convection-fan; C, F, I: natural convection) at temperatures of 60°C (A-C), 70°C (D-F), and 80°C (G-I) for 60 min. ■, oven; ◇, surface of potato; ▲, center of potato

관계없이 처리시간 동안 일정하게 유지되었다. 그러나, FC-b 방식의 경우, 설정 온도에 도달한 후 약 10°C 내외의 온도 변동폭을 보였으며, 스팀의 발생 주기는 5-7분 간격을 나타내었다. 특히 FC-f 방식은 설정 온도 60°C에서 약 13°C의 온도 변동폭을 보였고 설정온도가 상승함에 따라 변동폭도 증가하여 80°C에서는 최고 및 최저 온도 변화의 차가 약 30°C까지 증가하였으며, 스팀의 발생 주기도 약 18분 정도로 매우 길어졌다. 일반적으로 강제대류 방식은 스팀의 포화도가 낮기 때문에 주기적으로 보일러나 팬을 이용하여 스팀의 공급이 이루어지게 된다(14,15). 따라서 FC-b 및 FC-f 방식의 경우 가열실 내부 공간에서의 설정 온도 도달은 빠르게 이루어졌으나 식품의 표면 및 내부로의 온도 상승은 잘 이루어지지 않았으며, 설정 온도가 상승할수록 불안정한 온도의 흐름이 관찰되었다. 반면 NC 방식을 이용하여 저온(60-80°C)에서 장시간 식품을 처리하는 경우, 처리 식품의 표면 및 내부 온도가 다른 처리 방식에 비해 보다 안정적으로 상승하는 것을 확인할 수 있었으며, 스팀의 포화도가 높기 때문에 온도 변화 및 오차 발생이 작아 재현성의 측면에서도 다른 방식에 비하여 우수한 것으로 판단된다.

스팀처리 방식에 따른 cook value와 ascorbic acid의 함량 변화

FC-b 및 FC-f 방식과 NC 방식의 스팀처리를 각 처리조건(60, 70, 80°C)에 따라 60 분간 수행 후, 감자 시료의 cook value 및 잔존 ascorbic acid 함량을 비교 검토하였다(Fig. 2). 각각의 스팀 열처리 방식으로 처리된 감자 시료의 cook value는 전반적으로

처리온도 및 처리방식에 따라 서로 다른 경향을 나타내었다(Fig. 2A). 처리온도 60°C와 70°C에서는 FC-b 방식으로 처리한 감자 시료의 cook value가 가장 높았으며, 이는 강제대류에 의한 빠른 스팀 주입에 따른 가파른 온도상승이 주요 원인이라 판단된다. FC-f 방식의 경우, 처리온도 60°C에서는 자연대류 방식인 NC 방식보다 높은 cook value를 보였으나, 70°C와 80°C에서는 세 방식 중에서 가장 낮은 수치를 나타내었다. 이러한 결과는 FC-f 방식이 FC-b 방식과 같은 강제대류의 방식을 취하고는 있으나, 앞서 Fig. 1의 time-temperature profile에서 나타난 것과 같이, 시료로의 열 전달이 원활히 이루어지지 않아서 온도 상승에 따른 cook value의 증가 폭도 가장 낮았던 것으로 사료된다. 반면 NC 방식의 경우, 60°C에서 처리된 감자 시료의 cook value는 상대적으로 낮은 값을 보였지만, 70°C에서는 큰 폭의 상승이 관찰되었고, 특히 80°C에서는 사용된 스팀처리 방식 가운데 가장 큰 thermal effect를 나타내었다. 결과적으로, NC 방식의 스팀처리는 초기 설정온도의 도달 속도가 느려서 다른 방식들에 비해 낮은 cook value를 보이지만, 설정온도가 상승함에 따라 가열실 내부의 일정한 온도 유지와 감자의 표면 및 내부 온도가 설정온도와 비슷하게 맞춰져(Fig. 1C, F, and I) FC-b 및 FC-f 방식보다 cook value의 상승이 크게 나타난 것으로 보인다. Chiavaro 등(17)은 감자의 표면 및 내부 온도가 얼마나 오랫동안 일정하게 유지되느냐에 따라서 각 스팀처리 방식의 cook value가 서로 달라진다고 보고하였으며, FC 방식을 통해 얻어진 결과들은 본 실험의 값들과 유사하였다.

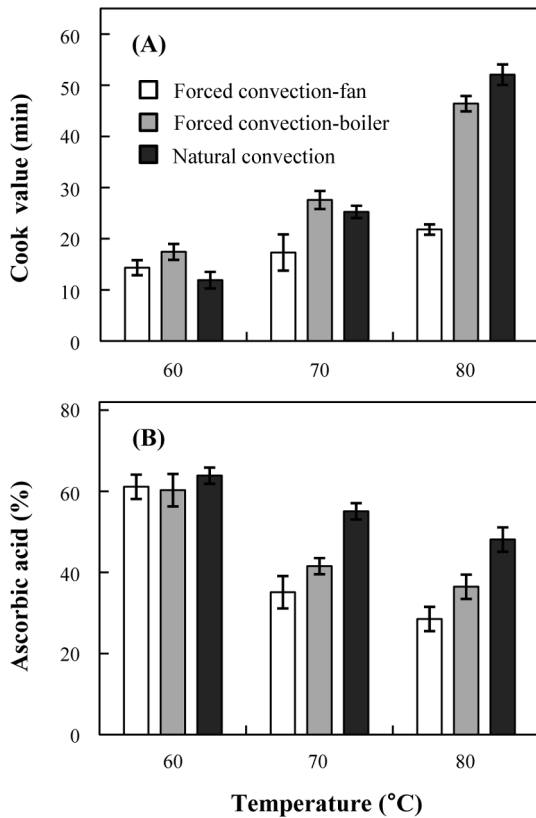


Fig. 2. Cook value (A) and ascorbic acid content (B) of potato samples with different soft steam treatments at temperatures of 60, 70, and 80°C. Data are represented as the mean and SD values.

각각의 스팀 열처리 방식으로 처리된 감자의 잔존 ascorbic acid 함량은 전반적으로 처리온도의 상승에 따라 감소하는 경향을 나타내었다(Fig. 2B). 60°C에서 처리된 감자군에서는 각각의 스팀처리 방식에 따른 뚜렷한 유의적 차이가 관찰되지 않았으나, 70°C와 80°C로 처리온도가 상승함에 따라 다른 두 가지 방식에 비해 NC 방식으로 처리된 감자의 ascorbic acid 파괴 정도가 상대적으로 줄었음을 확인할 수 있었다. 70°C 처리군의 경우, FC-f와 FC-b 방식은 ascorbic acid의 함량이 각각 35.1%와 41.6%로 관찰된 반면, NC 방식의 ascorbic acid 함량은 55.1%이었고, 80°C에서는 FC-f와 FC-b 방식이 각각 28.5%와 36.4%를 보인데 비해 NC 방식은 48.2%의 ascorbic acid 함량을 나타냄으로써 NC 방식의 우수한 ascorbic acid 보존 효과를 확인할 수 있었다.

Ascorbic acid는 감자의 주요 영양성분 중 하나로서, 조리 및 가공 후 이들 자체의 잔존율 및 안정성이 중요할 뿐만 아니라 이들의 잔존율을 통해 다른 영양소의 함량을 추정할 수 있으므로 식품 가공 특히 열처리 공정에서는 이들의 함량을 종종 지표로 사용하고 있다(12,13,18,19). 스팀처리를 포함한 열처리 공정에 의한 ascorbic acid의 파괴는 이들의 산화에 필요한 O₂와 세포 내 ascorbic acid oxidase (AAO)의 접촉을 통해 일차적으로 발생하며, 45-50°C 정도의 온도 상승 및 물리·화학적 자극에 의해 시작되는 세포막 및 조직의 붕괴는 결국 AAO를 노출시킴으로써 ascorbic acid를 산화시키는 것으로 알려져 있다(19,20). 따라서, Fig. 2B에서 확인된 NC 방식의 ascorbic acid 보존 효과는 각 처리온도에서 NC 방식에 의한 감자 조직의 파괴 정도가 다른 방식들에 비해 상대적으로 낮았을 것으로 예측되며(19,20), 이러한 결과가 ascorbic acid의 잔존율에 영향을 미친 것으로 판단된다.

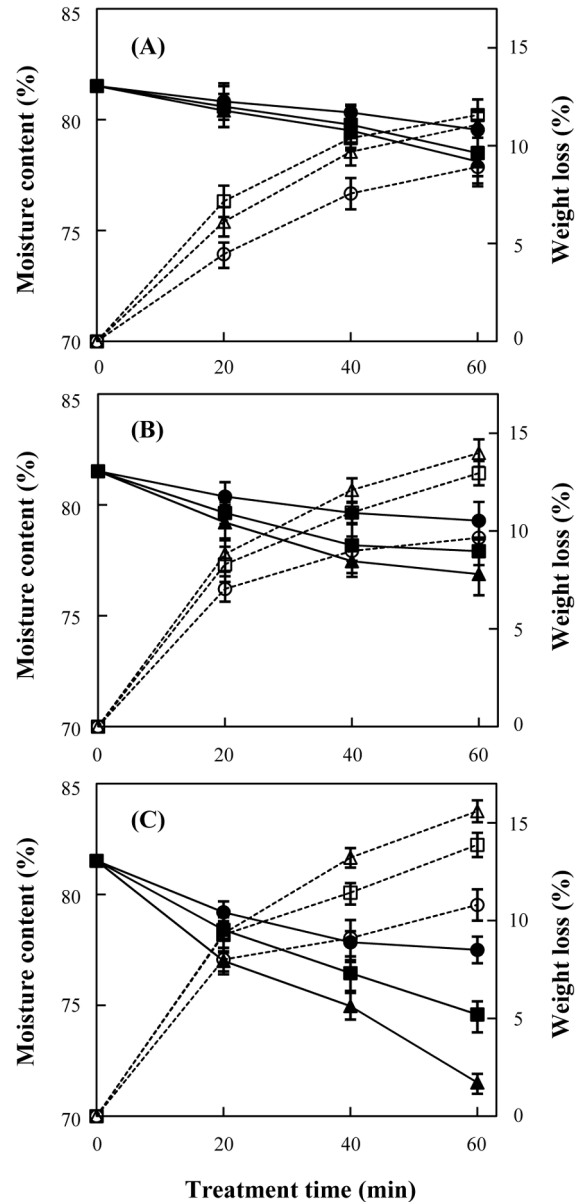


Fig. 3. Moisture content (closed symbols) and weight loss (open symbols, dotted lines) of potato samples with different soft steam treatments (forced convection-boiler; ■, □, forced convection-fan; ▲, △, natural convection; ●, ○) at temperatures of 60°C (A), 70°C (B), and 80°C (C) for 60 min. Data are represented as the mean and SD values.

스팀처리 방식에 따른 수분함량 및 중량감소율의 변화

FC-b 및 FC-f 방식과 NC 방식 스팀처리에 있어 각각의 처리온도(60, 70, 80°C)와 처리시간(0-60분)에 따른 감자 시료의 수분함량 및 중량감소율 변화를 비교 검토하였다(Fig. 3). 처리 전 대조구인 생감자의 평균 수분함량은 81.53%였으며, 전반적인 감자의 수분함량은 처리온도가 높아질수록 그리고 처리시간이 길어질수록 감소하는 것으로 나타났다. 스팀처리 방식에 따른 온도별 수분함량의 변화를 보면, 처리온도 60°C에서는 NC 방식의 처리시료에서 수분함량의 변화가 가장 적었으나 세 가지 방식간의 차이가 크게 관찰되지 않았다(Fig. 3A). 그러나, Fig. 3C에서와 같이, 처리온도 80°C에서는 스팀처리 방식간의 수분함량 변화가 매우 큰 것으로 관찰되었다. NC 방식으로 처리된 감자 시료의 경

우, 60분의 스팀처리 후 단지 4.8%의 수분함량 감소를 보인 반면, 가장 큰 폭의 수분손실이 관찰된 FC-f 방식에서는 스팀처리 초반부터 시료의 수분함량이 지속적으로 감소하였으며 60분 경과 후 12.3%의 감소율을 나타내었다(Fig. 3C). 이러한 결과는 초기 가열실 내부의 공기를 그대로 교반시켜 온도의 상승을 유도하는 FC-f 방식의 작동원리로 인해 식품의 수분 증발현상이 발생했기 때문으로 판단된다. 반면 NC 방식의 경우, 자연대류를 통해 안정적으로 형성된 가열실 내부의 스팀 공간이 지속적으로 유지되면서 열처리가 진행되어 감자시료의 수분 손실이 거의 발생하지 않은 것으로 사료된다.

스팀처리 방식에 따른 온도별 중량감소율의 변화는 전반적으로 처리 온도가 상승하고 시간이 길어질수록 증가하는 경향을 보였으며, 스팀처리 방식에 따라 뚜렷한 감소율의 차이를 나타내었다(Fig. 3). FC-b 방식의 경우, 처리온도 60°C에서 20분간 처리한 감자 시료군에서 7.76%의 가장 높은 중량감소율을 보였으나(Fig. 3A), 처리온도가 높아질수록 그 감소폭이 점차 줄어 80°C에서 60분간 처리한 시료에서는 FC-f 방식보다 낮은 13.87%를 보였다(Fig. 3C). 반면, FC-f 방식으로 60°C에서 20분간 처리한 시료군은 같은 조건의 FC-b 방식의 처리군 보다 낮은 5.57%의 중량감소율을 보였으나(Fig. 3A), 80°C, 60분의 처리군에서는 15.59%의 가장 큰 중량감소율을 나타내었다(Fig. 3C). NC 방식으로 처리한 감자의 시료군들은 모든 처리온도에서 가장 낮은 중량감소율을 보였으며, 70°C 및 80°C에서 60분간 처리한 시료군에서 각각 9.65%와 10.8%의 중량감소율을 나타내었다(Fig. 3B, C).

감자의 중량감소는 수분증발 및 영양성분의 용출이 주된 원인으로, 중량감소 속도는 온도에 비례하는 것으로 알려져 있으며(21), 본 실험에서 관찰된 감자의 중량감소율 역시 앞선 처리온도별 수분함량의 변화와 거의 유사한 형태임을 확인할 수 있었다. 스팀처리 방식에 따른 중량감소율 또한 시료의 수분함량 변화에 큰 영향을 받았으며, 자연대류를 통한 NC 방식에 비해 팬에 의한 강제대류 방식인 FC-f가 상대적으로 수분 및 기타 성분들을 외부로 빠르게 확산 및 증발시킴으로써 처리온도 및 시간이 증가함에 따라 감자의 중량 감소에 크게 영향을 미친 것으로 판단된다.

요 약

본 연구는 최근 매우 우수한 가열 매체로 인정받고 있는 저온 스팀(soft steam) 열처리 공정의 natural convection (NC) 방식과 forced convection-boiler (FC-b) 및 forced convection-fan (FC-f) 방식을 이용하여 처리온도(60, 70, 80°C) 및 시간(0-60분)에 따른 감자의 전처리 특성을 비교 평가하고자 하였다. 스팀처리 방식에 따른 가열실 내부의 온도변화와 감자 내·외부의 온도변화, 감자의 cook value, ascorbic acid 및 수분의 함량과 중량감소율의 변화를 관찰한 결과, 모든 처리조건에서 FC-b 및 FC-f의 강제대류 방식에 비해 자연대류의 NC 방식이 이들 전처리 특성에 대해 우수한 결과를 나타냄을 확인할 수 있었다. 따라서, 본 연구의 결과들은 감자의 가공 및 전처리를 위해 현재 사용되고 있는 기존의 열처리 공정에 대한 대안으로써 NC 방식 스팀처리의 높은 효율성 및 산업적 적용에 대한 가능성을 제시하고 있다.

감사의 글

이 논문은 2013학년도 경북대학교 신임교수정착연구비에 의하여 연구되었음.

References

- Hawkes JG. The evolution of cultivated potatoes and their tuber-bearing wild relatives. *Kultrup-flanze* 36: 189-208 (1988)
- Salunkhe DK, Kadam SS, Jadhav SJ. *Introduction Potato: Production, Processing and Products*. CRC Press, Inc., Boca Raton, FL, USA, pp. 1-7 (1991)
- Cho HM, Park YE, Cho JH, Kim SY. Historical review of land race potatoes in Korea. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 44: 838-845 (2003)
- Kwon OY, Kim MY, Son CW, Liu XW, Kim HC, Yoon WK, Kim HM, Kim MR. Protein and amino acid composition of domestic potato cultivars. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 37: 117-123 (2008)
- Mullins E, Milbourne D, Petti C, Doyle-Prestwich BM, Meade C. Potato in the age of biotechnology. *Trends Plant Sci.* 11: 254-260 (2006)
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. Effects of soft steam treatments on quality characteristics of potatoes. *Korean J. Food Nutr.* 25: 50-56 (2012)
- Cho HM, Park YE, Cho JH, Kim SY. Historical review of land race potatoes in Korea. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 44: 838-845 (2003)
- Ahn BY, Kim DH, Choi DS. The effects of freeze-dried potato flour addition on the fermentation characteristics of yogurt. *Korean J. Food Nutr.* 17: 374-381 (2004)
- Cheigh CI, Lee JH, Chung MS. Quality characteristics of vegetables by different steam treatments. *Korean J. Food Nutr.* 24: 464-470 (2011)
- Kim HY, Ko SH, Lee KY. Evaluation of the microbiological and sensory qualities of potatoes by the method of processing in foodservice operations. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 615-625 (2007)
- Tijssens LML, Waldron KW, Ng A, Ingham L, van Dijk C. The kinetics of pectin methyl esterase in potatoes and carrots during blanching. *J. Food Eng.* 34: 371-385 (1997)
- Murcia MA, Lopez-Ayerra B, Martinez-Tome M, Vera AM, Garcia-Carmona F. Evolution of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli. *J. Sci. Food Agr.* 80: 1882-1886 (2000)
- Arroqui C, Rumsey TR, Lopez A, Virseda P. Effect of different soluble solids in the water on the ascorbic acid losses during water blanching of potato tissue. *J. Food Eng.* 47: 123-126 (2001)
- Vittadini E, Massimiliano R, Chiavaro E, Barbanti D, Nassini R. The effect of different convection cooking methods on the instrumental quality and yield of pork *Longissimus dorsi*. *Meat Sci.* 69: 749-756 (2005)
- Zhuang H, Savage EM. Validation of a combi oven cooking method for preparation of chicken breast meat for quality assessment. *J. Food Sci.* 73: 424-430 (2008)
- Holdsworth SD. Optimization of thermal processing - A review. *J. Food Eng.* 4: 89-116 (1985)
- Chiavaro E, Barbanti D, Vittadini E, Massini R. The effect of different cooking methods on the instrumental quality of potatoes (cv. Agata). *J. Food Eng.* 77: 169-178 (2006)
- Augustin J, Johnson SR, Teitzel C, True RH, Hogan JM, Toma RB, Shaw R, Deutsch R. Changes in the nutrient composition of potatoes during home preparation: II. Vitamins. *Am. Potato. J.* 55: 653-662 (1978)
- Selman JD, Rolfé EJ. Effects of water blanching on pea seeds. II. Changes in Vitamin C contents. *Int. J. Food Sci. Technol.* 17: 219-234 (1982)
- Roy MK, Juneja LR, Isobe S, Tsushida T. Steam processed broccoli (*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems. *Food Chem.* 114: 263-269 (2009)
- Satry SK, Baird CD, Buffington DE. Transpiration rates of certain fruits and vegetable. *ASHRAE Trans* 84: 237-255 (1978)