

스팀 열처리 방식에 따른 채소류의 품질 특성

최찬익 · 이진희 · [†]정명수

이화여자대학교 식품공학과

Quality Characteristics of Vegetables by Different Steam Treatments

Chan-Ick Cheigh, Jin-Hee Lee and [†]Myong-Soo Chung

Dept. of Food Science and Engineering, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea

Abstract

Thermally processed vegetables have long been considered to have lower nutritional values compared to fresh produce. This consideration is based on the fact that ascorbic acid(vitamin C) or other thermolabile compounds may lose their activity due to oxidation or by consequence of leaching into the water during home cooking or industrial processing, such as by blanching. In this study, major agricultural products such as carrots, broccoli, and potatoes were exposed to steam treatments of different types. Then, changes in color and levels of ascorbic acid, carotene, and moisture in the fresh and steam processed vegetable samples were measured and evaluated. The results clearly showed that steam-processing using a natural convection type method was superior to the other treatments in terms of quality, including color and nutrient retention, among all the vegetables tested.

Key words: vegetables, steam treatment, natural convection, color, ascorbic acid

서 론

전 세계적으로 인정되고 있는 질병 유발의 10대 위험 인자 가운데 과일 및 채소류의 불충분한 섭취는 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며, 이들 채소류의 충분한 섭취만으로도 잠재적으로 매년 270만 명의 귀중한 생명을 구할 수 있다고 예측되고 있다(WHO 2002). 채소류의 섭취가 높아질수록 심혈관계 질환, 뇌졸중, 그리고 여러 종류의 암 발생은 점차로 낮아지며, 이러한 채소류의 질병 예방 효과는 비타민 C, 비타민 E, carotenoids, flavonoids, 그리고 phenolic compounds와 같은 다양한 항산화 성분에서 기인한다고 알려져 있다(Abushita 등 1997; Rice-Evans 등 1997; Steffen 등 2003).

채소류 가운데 당근(*Daucus carota* L. var. *sativa* Dc)은 1~2년생의 근채류로 탄수화물(6.7%), 단백질(0.9%), 지질(0.2%), 섬유질(1.1%), 그리고 수분(90~92%)으로 이루어져 있으며, 적황색의 carotenoids계 색소를 풍부하게 함유하고 있다. 이들 carotenoids계 색소는 대략 60%의 β -carotene과 30%의 α -carotene

으로 구성되어 있고, 약 6 mg%의 비타민 C가 당근에 함유되어 있다(Lee & Kim 2000). 브로콜리(Broccoli, *Brassica oleracea* var. *italica* Plen.)의 경우, β -carotene, 비타민 B₁ 및 B₂, 비타민 C, 그리고 철분과 칼슘 등의 무기질이 풍부하고 수용성식이 섬유소 및 칼륨을 다량 함유하고 있어서(Jang HG 2001), 이들 유용 성분들에 의한 혈중 콜레스테롤 감소, 암 예방, 그리고 돌연변이 억제 등 다양한 생리활성 효과가 보고되어왔다(Matusheski 등 2004; Cho KR 2009). 감자(*Solanum tuberosum* L.)는 풍부한 전분질 이외에 단백질 아미노산의 구성상 영양이 우수하고, 비타민 C, B₁, B₆, pantothenic acid 등의 비타민 뿐만 아니라, 칼륨 및 철 등의 무기질과 생리활성 성분인 flavones 색소를 풍부하게 함유하고 있는 것으로 알려져 있다(Shin 등 1994; Ahn 등 2004).

일반적으로 식품산업에서는 식품의 품질 보존과 가치 향상을 위하여 다양한 가공 및 저장 조작을 행하게 되는데, 대부분의 상업적 가공식품 제조를 위한 공정에는 냉각, 동결, 가온, 조리, 살균 등 열처리 공정(thermal processing)을 한 가지

[†] Corresponding author: Myong-Soo Chung, Dept. of Food Science and Engineering, Ewha Womans University, Seoul 120-750, Korea. Tel: +82-2-3277-4508, Fax: +82-2-3277-4508, E-mail: mschung@ewha.ac.kr

이상 포함하게 된다(Chun JK 2002). 식품에 열을 처리하여 가공하는 공정을 흔히 열처리 공정이라고 하며, 여기에는 boiling, blanching, frying, steam, microwave 가열, roasting, smoking 등의 방법이 이용되고 있다. 열처리에 의한 채소류의 조리 및 가공은 texture의 저하와 원치 않는 color의 변화뿐만 아니라, 비타민과 무기질 등 영양 성분들의 손실 및 화학적 조성에서의 심각한 변화를 초래하며(Tijskens 등 1999; Arroqui 등 2001), 특히 비타민 C와 같이 열에 민감한 수용성 영양 성분들의 감소를 야기한다고 알려져 있다(Rao 등 1981; Murcia 등 2000). 최근에는 이러한 비타민 C의 손실이 ascorbic acid에서 dehydroascorbic acid(DHAA)로의 산화를 포함하는 화학적 파괴에 의해 일차적으로 발생한다고 보고되었다(Roy 등 2009).

가공식품의 전처리 및 제조에 있어 스팀(steam) 열처리 방식은 뛰어난 열전달 능력과 비교적 큰 엔탈피로 인해 매우 우수한 가열 매체로 각광받고 있다. 따라서 본 연구는 당근, 브로콜리, 감자와 같은 채소류를 대상으로 열수에 의한 blanching 방식과 자연대류 방식(natural convection), 강제대류 보일러 방식(forced convection-boiler method) 및 강제대류 팬 방식(forced convection-fan method)을 이용한 스팀 열처리 방식이 이들 채소류에 미치는 영향을 비교 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에서 사용된 당근(*Daucus carota* L. var. *sativa* Dc)은 제주도에서 재배된 것이며, 브로콜리(Broccoli, *Brassica oleracea* var. *italica* Plen.)는 충남 천안에서, 그리고 감자(*Solanum tuberosum* L.)는 충남 당진 일대에서 재배된 것으로, 각각 크기와 색깔, 재배기간이 비슷하고 품질이 좋은 것을 구입하여 냉장(4°C) 보관하면서 실험에 사용하였다. 이들 시료들은 수세 후 2~3 cm의 두께로 절단하여 blanching 및 스팀 열처리에 사용하였으며, 처리된 시료들은 polyethylene bag에 넣어 1주일간 냉장(4°C) 보관하면서 색도의 변화가 측정되었다.

2. 색도 측정

채소 시료의 색도 측정은 Spectrocolorimeter(Color Quest XE, Hunter Association Laboratory, Reston, VA, USA)를 이용하여 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness) 값을 측정하였으며, 이때 사용된 표준 백판의 L* 값은 97.71, a* 값은 -0.07, 그리고 b* 값은 -0.18이었다. 각 시료들은 처리 후 상온에서 30분간 방치한 다음 앞, 뒷면을 각각 3회 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다.

3. Ascorbic Acid 함량 측정

비타민 C(ascorbic acid)는 식품공전방법에 의해 2,4-dinitrophenylhydrazine법을 이용하여 측정하였다. 시료 10 g에 5% (w/v) metaphosphoric acid를 가하여 waring blender(HGB7WTS3, Waring Co. Huddinge, USA)로 1분 동안 마쇄 후, 원심분리(3,000×g, 10분)하여 상등액을 취하였고, filter paper(Whatman No. 2)로 여과하여 비타민 C를 완전히 추출하여 사용하였다. 검체침출 여과액 2 ml에 0.2% 2,4-dichloropenolindophenol 용액을 넣고 1분간 방치 후, thiourea-metaphosphoric acid 용액 2 ml와 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 용액 1 ml를 첨가하고 항온조(37±1°C)에서 3시간 반응시킨 후, 얼음물로 냉각시킨다. 85% 황산 용액 5 ml를 3분간 천천히 첨가한 후, 실온에서 30분간 방치하였으며, 540 nm에서 흡광도(NanoChem L800, Nano-hitec, Seoul, Korea)를 측정하였다. 비타민 C의 양은 총 비타민 C에서 산화형 비타민 C를 뺀 값으로 하였으며, 손실률은 각 시료의 대조구에 함유된 비타민 C의 양에서 열처리 후 잔존하는 양을 뺀 값의 백분율로 표시하였고, 실험은 3회 반복 수행하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

4. Carotene 함량 측정

당근으로부터 Carotene 함량의 측정을 위해 5개의 당근에서 각각 5조각을 분리 혼합하여 믹서기로 파쇄 후 사용하였다. 혼합액 15 g을 암실에서 취하여 methanol 70 ml를 가한 후, 다시 benzene 50 ml를 넣고 5분간 mixing하여 멸균수로 250 ml까지 채웠다. 시료가 무색이 될 때까지 방치 후, filter paper(Whatman No. 2)로 여과하여 색소의 추출을 반복 조작하였으며, 분리 추출된 용액을 450 nm의 흡광도 측정을 통해 carotene 함량을 분석하였다. 각 조건 별로 3회 반복 수행하여 평균과 표준편차를 구하였다.

5. 스팀 열처리 방법

채소류에 대한 스팀 열처리는 일반적으로 널리 사용되고 있는 forced convection-boiler(FC-b; Steam cookers G2661, Miele Inc., Princeton, NJ, USA) 및 forced convection-fan(FC-f; Steam oven EON-C201S, Tong Yang Magic Co. Ltd., Seoul, Korea) 방식을 사용하는 국내·외 스팀오븐 두 가지와 Natural convection 방식의 장치(NC; Soft steam oven-laboratory, Tokyo Sokki Kenkyujo Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 수행하였다. 당근의 경우, 85°C에서 60분간 NC와 FC-f로 시료를 처리하였고, 항온조에서 동일 조건의 blanching 처리한 시료와 비교 분석하였다. 브로콜리는 100°C, 5분의 처리조건에서 NC와 FC-b로 시료를 처리하였고, 동일 조건으로 boiling 처리한 시료와 비교하였다. 또한, 감자는 80°C, 60분의 처리조건에서 NC, FC-b, 그리고 FC-f 방식으로 시료를 스팀 처리하여 각각의 변화를 비교하였다.

결과 및 고찰

1. 스팀 처리 방식에 따른 당근의 품질 특성

Natural convection(NC) 방식과 forced convection-fan(FC-f) 방식의 스팀 처리를 가진 당근의 색도 변화를 비교하였다 (Table 1). NC 방식과 FC-f 방식의 스팀 처리 후, 당근의 L*, a*, b* 값은 처리하지 않은 대조구에 비하여 감소하는 경향을 보였다. 색도가 감소함에 따라 육안상 스팀 처리를 가진 당근은 보다 진하고 선명한 색을 띠었으며, 이는 스팀 처리로 인한 당근의 효소 불활성화를 유도함으로써 식품의 색에 긍정적인 영향을 준다는 연구결과와 일치하는 것이었다(Sims 등 1993; Bao & Chang 1994). 그러나, NC 방식과 FC-f 방식에 의한 당근 색도의 차이는 크게 관찰되지 않았다.

스팀 처리 방식에 따른 당근의 ascorbic acid 및 carotene의 함량 변화가 관찰되었다. 대조구인 생당근의 ascorbic acid 함량은 5.94 mg/100 g이었으며, 이는 일본 식품성분분석표의 4.0 mg/100 g, 독일 식품분석표 7.0 mg/100 g, 그리고 한국 식품성분표의 8 mg/100 g과 유사한 수준이었다. Fig. 1에서와 같이, 스팀 처리한 당근의 ascorbic acid 함량은 NC와 FC-f 방식의 처리 시료에서 각각 3.38과 2.15 mg/100 g으로 관찰되었으며, NC 방식(손실률 43.1%)의 처리에 비해 FC-f 방식(손실률 63.8%)의 스팀 처리 시료에서 보다 큰 비타민의 감소가 확인되었다. 또한 항온조에서 85mg 60분간 열처리한 당근의 ascorbic acid 함량이 0.61 mg/100 g(손실률 89.7%, data not shown) 관찰되어 NC 방식의 스팀 처리가 ascorbic acid 함량에 미치는 영향이 상대적으로 매우 낮다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 비타민 C의 손실은 ascorbic acid에서 dehydroascorbic acid로의 산화를 포함하는 화학적 파괴에 의해 일차적으로 발생하며 (Roy 등 2009), Danowska-Oziewicz 등(2007)은 steam-convection oven을 이용하여 당근을 105°C, 70% 스팀포화도, 20분간 처리한 경우, 비타민 C 함량이 2.38 mg/100 g으로 생당근보다 약 38% 감소한 결과를 보고한 바 있다.

Table 1. Color values of carrots with different steam treatments

Treatments	Color		
	L*	a*	b*
Raw ¹⁾	49.62±0.20 ^{d)}	34.50±0.17	21.22±0.15
NC ²⁾	43.45±0.13	30.14±0.25	18.83±0.13
FC-f ³⁾	43.72±0.16	30.44±0.14	18.96±0.21

¹⁾ Raw: raw carrots without treatment,

²⁾ NC: Natural convection(85°C, 60 min),

³⁾ FC-f: Forced convection-fan method(85°C, 60 min),

⁴⁾ Data were represented as the mean±S.D. values(n=3).

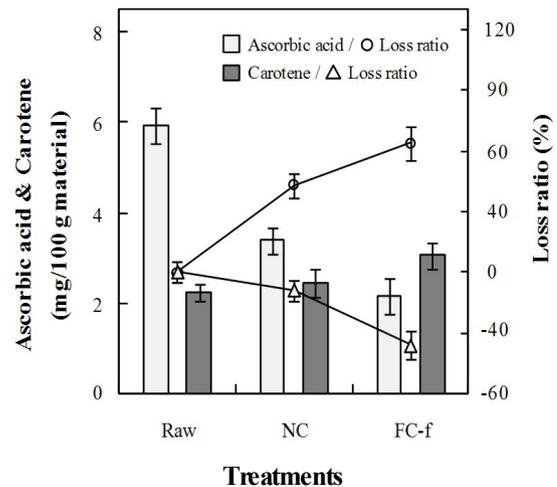


Fig. 1. Effects of different steam treatments on the content and loss ratio of ascorbic acid and carotene in carrots. Raw, raw carrots without treatment; NC, Natural convection(85°C, 60 min); FC-f: Forced convection-fan method(85°C, 60 min).

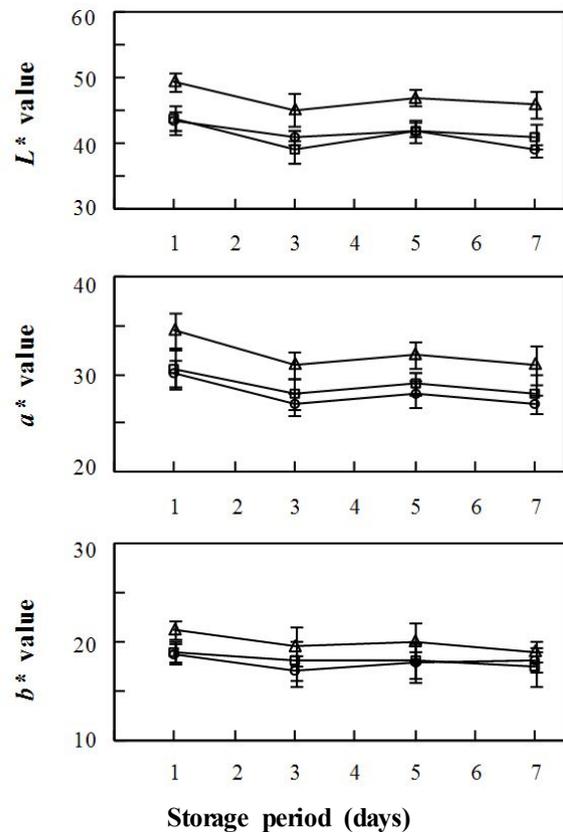


Fig. 2. Changes in color(Hunter L*, a*, and b*) of carrots with different steam treatments during storage at 4°C. △, raw carrots without treatment; ○, Natural convection(85°C, 60 min); □: Forced convection-fan method(85°C, 60 min).

당근에 대한 NC 및 FC-f 방식의 스팀 열처리는 Fig. 1에서 제시된 바와 같이, carotene의 함량을 대조구(2.24 mg/100 g)에 비해 각각 2.44 및 3.05 mg/100 g으로 약 8.9와 36.2% 증가시키는 것으로 관찰되었다. 다양한 열처리 방법에 따라 일부 채소에서는 carotene 함량의 손실을 가져올 수 있지만, 열처리는 당근 carotene의 화학적 extract ability를 증가시키므로 스팀으로 장시간 조리하는 경우에 오히려 비타민 A의 활성을 증가시키는 것으로 사료된다. Khachik & Beecher(1987)는 마이크로 오븐에서 5~6분 열처리한 당근의 경우, 처리하지 않은 대조구에 비해 α , β -carotene의 함량이 각각 40% 이상 증가하였다고 보고하였으며, Sims 등(1993)도 pH 5.0의 산성용액에서 93°C로 데치기 한 당근에서 유사한 결과를 보고한 바 있다.

다른 방식의 스팀 처리를 가진 당근의 저장 중 색도 변화를 검토하였다(Fig. 2). 이들 시료들의 저장 중 색도의 변화는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았으나, 처리 시료들은 보다 안정적으로 일정기간 유사한 색도를 유지하는 것을 확인할 수 있었으며, NC와 FC-f 간의 유의적 차이는 관찰되지 않았다.

2. 스팀 처리 방식에 따른 브로콜리의 품질 특성

다른 방식의 스팀 처리를 가진 브로콜리의 색도 변화가 대조구와의 비교를 통해 검토되었다. 브로콜리의 green color는 품질과 선도 유지기간을 결정짓는데 매우 중요한 요소(Shewfelt 등 1984)이며, 이와 관련하여 Klein BP(1992)는 blanching 처리 시 색의 안정화가 가능하며, 열처리 조건에 의해 브로콜리의 색이 민감하게 반응한다고 보고한 바 있다. Natural convection (NC) 방식과 forced convection-boiler(FC-b) 방식의 스팀 처리가 브로콜리의 L*, a*, b* 값에 미친 영향을 비교한 결과, 브로콜리의 L* 값은 가공 전 브로콜리에서 가장 높은 값이 관찰되었고, NC와 FC-b 처리간에 차이는 거의 확인할 수 없었다. a* 값은 대조구와 NC 처리된 브로콜리에서 거의 비슷하였고, FC-b 방식의 스팀 처리를 가진 브로콜리에서 가장 낮았다. b* 값은 스팀 처리시 모든 시료에서 감소가 확인되었으

Table 2. Color values of broccoli with different steam treatments

Treatments	Color		
	L*	a*	b*
Raw ¹⁾	44.27±2.09 ⁴⁾	-9.88±0.14	16.77±0.24
NC ²⁾	32.26±0.21	-9.04±1.07	13.14±0.72
FC-b ³⁾	33.87±0.12	-7.80±0.18	13.63±2.08

¹⁾ Raw: raw broccoli without treatment,

²⁾ NC: Natural convection(100°C, 5 min),

³⁾ FC-b: Forced convection-boiler method(100°C, 5 min),

⁴⁾ Data were represented as the mean±S.D. values(n=3).

나, NC와 FC-b 처리 시료간에 유의적 차이는 관찰되지 않았다(Table 2).

NC 및 FC-b 방식의 스팀 처리와 끓는 물을 이용한 열처리 방식(boiling)에 따른 브로콜리의 ascorbic acid 함량 변화가 비교 평가되었다. 대조구인 브로콜리의 ascorbic acid 함량은 101.31 mg/100 g으로 일본 식품성분분석표의 120 mg/100 g 및 한국 식품성분표의 98 mg/100 g과 비교했을 때 유사한 수준이었다. 열처리 방식에 따른 브로콜리의 ascorbic acid 잔존율은 NC, FC-b, 그리고 boiling의 순서였으며, 이들의 ascorbic acid 함량은 각각 70.35, 65.83, 그리고 39.79 mg/100 g으로 확인되었다(Fig. 3). 이들 처리 방식에 따른 브로콜리의 ascorbic acid 손실률은 NC 처리 시료에서 30%로 가장 낮았으며, FC-b에서도 36%를 보임으로서 스팀 처리의 우수한 비타민 보존 효과를 확인할 수 있었다. 반면, boiling 처리 시료는 동일 처리조건(100°C, 5분)에서 약 60%의 가장 높은 ascorbic acid 손실률이 관찰되었다. Lisiewska & Kmiecik(1996)은 브로콜리를 96~98°C에서 3분간 blanching 처리시 비타민 C가 약 40% 감소된다고 보고하였으며, Howard 등(1999)은 90±2°C에서 110초간 blanching 후 30%의 비타민 C가 손실된다고 보고한 바 있다. 따라서, Fig. 3의 결과들은 브로콜리에 대한 스팀 처리 방식이 기존의 boiling 방식에 비해 보다 우수한 ascorbic acid의 보존효과를 가진다고 제시하고 있다.

다른 방식의 스팀 처리를 가진 브로콜리의 저장 중 색도 변화가 검토되었다(Fig. 4). 일주일간 저장한 브로콜리의 색도에서는 과채류의 호흡작용 및 에틸렌 생성 등으로 인한 L*

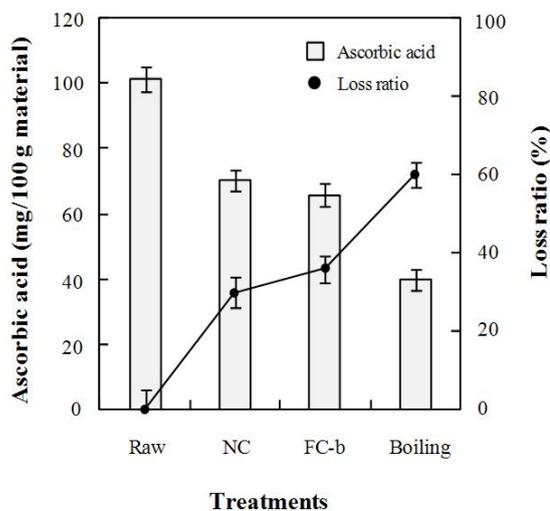


Fig. 3. Effects of different steam treatments on the content and loss ratio of ascorbic acid in broccoli. Raw, raw broccoli without treatment; NC, Natural convection(100°C, 5 min); FC-b: Forced convection-boiler method(100°C, 5 min); Boiling (100°C, 5 min).

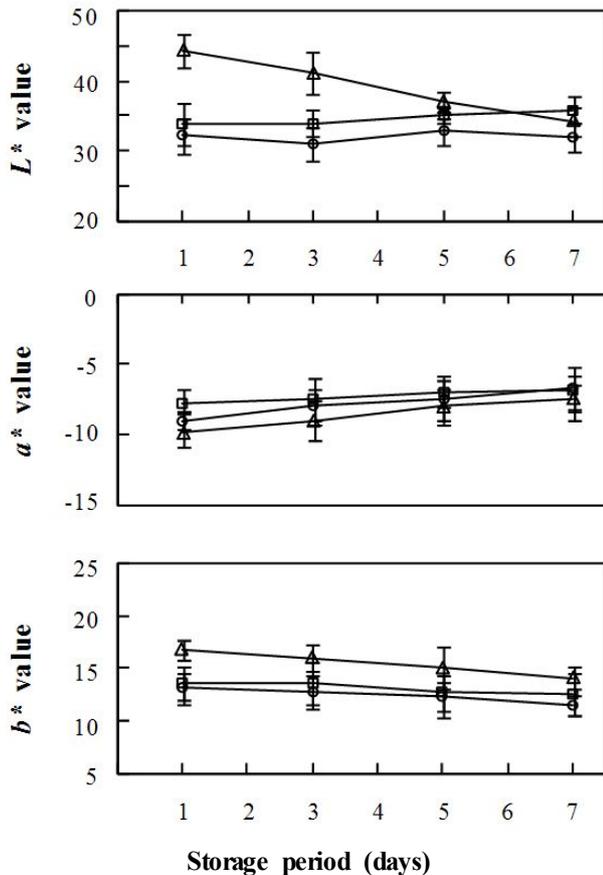


Fig. 4. Changes in color(Hunter L*, a*, and b*) of broccoli with different steam treatments during storage at 4°C. △, raw broccoli without treatment; ○, Natural convection (100°C, 5 min); □: Forced convection-boiler method(100°C, 5 min).

값과 b* 값의 감소 및 변색으로 인한 a* 값의 상승이 관찰되었다. 열처리를 하지 않은 대조구의 저장 시 L* 값이 약 10~15 정도 감소하였으나, NC 및 FC-b 처리시료의 경우, 호흡작용의 저해로 인해서 L* 값의 변화가 적은 것으로 확인되었다. 그러나 저장 중 모든 처리 시료에서 변색이 발생하였으며, 그로 인한 a* 값이 증가가 관찰되었고, 특히 이러한 변색은 대조구의 b* 값에 영향을 미쳐서 황색도의 감소로 나타났다. Brewer 등(1995)은 microwave, boiling water, steam 등을 이용한 브로콜리의 열처리가 향, 조직감, 색 등 전반적인 관능특성에 영향을 미치며, ascorbic acid 함량에도 큰 영향을 나타낼 수 있다고 보고한 바 있다.

3. 스팀 처리 방식에 따른 감자의 품질 특성

NC, FC-b, 그리고 FC-f 방식의 스팀 처리를 가진 감자의 색도 변화가 대조구(생감자)와의 비교를 통해 검토되었다(Table

Table 3. Color values of potatoes with different steam treatments

Treatments	Color		
	L*	a*	b*
Raw ¹⁾	72.32±1.85 ⁵⁾	0.06±0.48	22.14±1.18
NC ²⁾	69.89±0.96	-2.61±0.51	11.52±0.68
FC-b ³⁾	70.32±0.84	-2.98±0.16	11.70±0.55
FC-f ⁴⁾	69.23±1.73	-2.78±0.59	12.74±0.57

¹⁾ Raw: raw potatoes without treatment,

²⁾ NC: Natural convection(80°C, 60 min),

³⁾ FC-b: Forced convection-boiler method(80°C, 60 min),

⁴⁾ FC-f: Forced convection-fan method(80°C, 60 min),

⁵⁾ Data were represented as the mean±S.D. values(n=3).

3). 감자의 L*, a*, b* 값은 처리하지 않은 대조구에 비하여 감소하는 경향을 보였으나, NC, FC-b, FC-f 방식에 의한 뚜렷한 감자의 색도 차이는 관찰되지 않았다. 스팀 열처리로 인한 색도의 감소는 감자내의 polyphenol oxidase(PPO)에 의한 효소적 갈변이 억제되었기 때문이라 사료된다. 열처리를 통한 PPO 효소활성 저해작용은 일반적으로 70~90°C에서 효과적인 것으로 알려져 있으며(McEvily 등 1992; Martinez & Whitaker 1995), 스팀의 경우 80°C에서 효소의 불활성화가 이루어지는 것으로 확인되었다.

NC, FC-b, 그리고 FC-f 방식의 스팀 처리를 가진 감자의 ascorbic acid 함량 및 수분 함량이 비교 평가되었다. 대조구인 생감자의 평균 ascorbic acid 함량은 23.92 mg/100 g으로 한국 식품성분표의 분석치인 24 mg/100 g과 거의 유사한 수준이었다. 스팀 처리 방식에 따른 감자의 ascorbic acid 잔존율은 NC, FC-b, FC-f의 순서였으며, 이들의 ascorbic acid 함량은 각각 10.55, 8.43, 그리고 6.49 mg/100 g이었다(Fig. 5). 이들 처리 방식에 따른 감자의 ascorbic acid 손실률은 NC 처리 시료에서 56%로 가장 낮았으며, FC-b 및 FC-f에서는 각각 65%와 73%를 보임으로써 NC 방식의 우수한 비타민 C 보존 효과를 확인할 수 있었다.

실험에 사용된 생감자의 평균 수분 함량은 81.3%로 확인되었으며, 모든 방식의 스팀 처리 시료에서 blanching 처리 등의 열처리에 비하여 수분의 손실이 크지 않은 것으로 관찰되었다. 이러한 현상은 100°C 이하의 저온에서 스팀 처리되었기 때문으로 판단되며, 처리 방식에 따라서는 NC 방식(75.0%)의 시료에서 수분 함량 변화가 가장 적었고, FC-f 처리방식(69.5%)을 이용한 감자 시료들에서 수분 손실이 상대적으로 크게 나타났다(Fig. 5). 이러한 결과는 안정적으로 형성된 스팀 공간을 이용하는 NC 방식과 달리, 초기 가열실 내부의 공기를 그대로 교반시켜 공기의 온도 상승을 이용하는 FC-f 방식으로

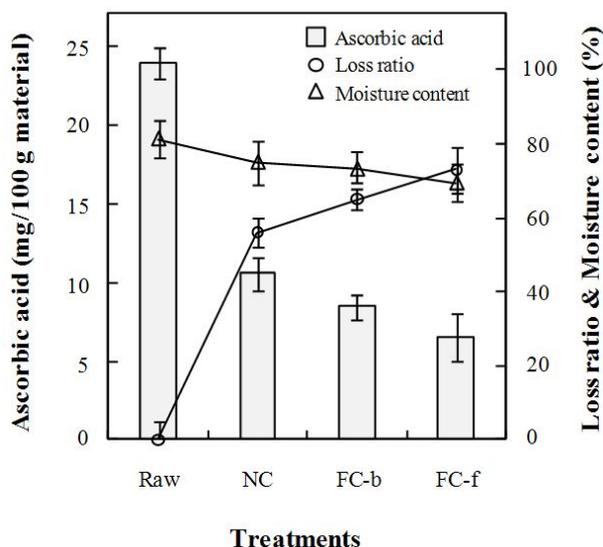


Fig. 5. Effects of different steam treatments on the content and loss ratio of ascorbic acid and moisture in potatoes. Raw, raw potatoes without treatment; NC, Natural convection (80°C, 60 min); FC-b: Forced convection-boiler method (80°C, 60 min); FC-f: Forced convection-fan method (80°C, 60 min).

인한 식품의 수분 증발현상 때문으로 판단된다.

요약 및 결론

다양한 방식의 스팀 처리를 통한 당근, 브로콜리, 감자 등 채소류의 품질 특성이 기존의 열처리 방식과 비교 평가되었다. 스팀 처리를 가진 당근은 그렇지 않은 대조구에 비해 보다 진하고 선명한 색을 띠었으며, NC 방식(손실률 43.1%)의 스팀 처리가 ascorbic acid 함량에 미치는 영향이 FC-f(손실률 63.8%) 및 boiling(손실률 89.7%) 방식의 열처리에 비해 상대적으로 매우 낮다는 것을 확인할 수 있었다. 브로콜리에 대한 NC 및 FC-b 방식의 스팀 처리는 색도 변화에 유의적 차이를 나타내지는 않았으나, ascorbic acid 함량에 대한 NC 처리 방식은 FC-b(손실률 36%) 및 boiling(손실률 60%) 처리 시료에 비해 약 30%의 매우 낮은 손실률을 나타내었다. 감자에 대한 NC, FC-b, FC-f 방식의 스팀 처리는 효소적 갈변의 억제를 통한 색도의 감소를 유도했으며, 특히 NC 방식의 처리를 통한 ascorbic acid 및 수분의 함량은 각각 44.0% 및 75.0%를 보여 다른 방식의 열처리에 비해 높은 잔존률을 나타내었다. 이상의 결과들은 채소류의 전처리 및 가공에 있어 스팀 열처리 방식이 기존의 열처리 방법에 비해 보다 우수한 품질 특성을 유지시켜줄 수 있으며, 특히 NC 방식 스팀 처리의 높은 효율성 및 산업적 적용에 대한 가능성을 제시하고 있다.

참고문헌

- Abushita AA, Hebshi EA, Daood HG, Biacs PA. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chem* 60:207-212
- Ahn BY, Kim DH, Choi DS. 2004. The effects of freeze-dried potato flour addition on the fermentation characteristics of yogurt. *Korean J Food & Nutr* 17:374-381
- Arroqui C, Rumsey TR, Lopez A, Virseda P. 2001. 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
- Bao B, Chang KC. 1994. Carrot pulo. Chemical composition, color and water-holding capacity as affected by blanching. *J Food Sci* 59:1159-1163
- Brewer MS, Begum S, Bozeman A. 1995. Microwave and conventional blanching effects on chemical, sensory and color characteristics of frozen broccoli. *J Food Quality* 18:479-493
- Cho KR. 2009. Quality characteristics of Seolgiddeok added with broccoli(*Brassica oleracea* var. *italica* Plen.) powder. *Korean J Food & Nutr* 22:229-537
- Chun JK. 2002. Food Technology. Life Science Publishing Co.
- Danowska-Oziewicz M, Karpinska-Tymoszczyk M, Borowski J. 2007. The effect of cooking in a steam-convection oven on the quality of selected dishes. *J Foodservice* 18:187-197
- Howard LA, Wong AD, Perry AK, Klein BP. 1999. β -Carotene and ascorbic acid retention in fresh and processed vegetables. *J Food Sci* 64:929-936
- Jang HG. 2001. Food Material. pp.145-147. Sinkwang Press. Seoul. Korea
- Khachik F, Beecher GR. 1987. Application of a C-45- β -carotene as an internal standard for the quantification of carotenoids in yellow/orange vegetables by liquid chromatography. *J Agric Food Chem* 35:732-738
- Klein BP. 1992. Fruits and Vegetables in Food Theory and Applications. pp.697-766. Journal of Macmillan Publishing Co.
- Lee HJ, Kim JG. 2000. The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food & Nutr* 13:563-569
- Lisiewska Z, Kmiecik W. 1996. Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention.

- Food Chem* 57:267-270
- Martinez MV, Whitaker JR. 1995. The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends Food Sci Technol* 6:195-200
- Matusheski NV, Juvik JA, Jeffery EH. 2004. Heating decreases epithiospecifier protein activity and increases sulforaphane formation in broccoli. *Phytochemistry* 65:1273-1281
- McEvily AJ, Iyenger R, Otwell WS. 1992. Inhibition of enzymatic browning in food and beverages. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 32:253-273
- Murcia MA, Lopez-Ayerra B, Martinez-Tome M, Vera AM, Garcia-Carmona F. 2000. Evolution of ascorbic acid and peroxidase during industrial processing of broccoli. *J Sci Food Agric* 80:1882-1886
- Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M, Riso P, Fogliano V, Porrini M. 2010. Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen Brassica vegetables. *J Agric Food Chem* 58:4310-4321
- Rao MA, Lee CY, Katz J, Cooley HJ. 1981. A kinetic study of the loss of vitamin C, color, and firmness during thermal processing of canned peas. *J Food Sci* 46:636-637
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1997. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 4:304-309
- Roy MK, Juneja LR, Isobe S, Tsushida T. 2009. Steam processed broccoli(*Brassica oleracea*) has higher antioxidant activity in chemical and cellular assay systems. *Food Chem* 114:263-269
- Shewfelt RL, Heaton EK, Batal KM. 1984. Non destructive color measurement of fresh broccoli. *J Food Sci* 49:1612-1613
- Shin YS, Sung HJ, Kim DH, Lee KS. 1994. Preparation of yogurt added with potato and its characteristics. *Korean J Food Sci Technol* 26:266-277
- Sims CA, Balaban MO, Matthews RF. 1993. Optimization of carrot juice color and cloud stability. *J Food Sci* 58:1129-1131
- Steffen LM, Jacobs JDR, Stevens J, Shahar E, Carithers T, Folsom AR. 2003. Associations of whole-grain, refined-grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and ischemic stroke: The Atherosclerosis Risk in Communities(ARIC) Study. *Am J Clin Nutr* 78:383-390
- Tijsskens LML, Waldron KW, Ng A, Ingham L, van Dijk C. 1997. The kinetics of pectin methylesterase in potatoes and carrots during blanching. *J Food Eng* 34:371-385
- WHO(World Health Organization). 2002. World Health Report. Geneva, Switzerland: World Health Organization

접 수 : 2011년 9월 2일
 최종수정 : 2011년 9월 26일
 채 택 : 2011년 9월 27일