

데치는 방법에 따른 시금치의 phytochemical 성분 및 위해성 요인 변화

홍정진 · 안태현*

농촌진흥청 농업과학기술원 농촌자원개발연구소 농산물가공이용과

Changes in Phytochemical Compounds and Hazardous Factors of Spinach by Blanching Methods

Jeong-Jin Hong and Taehyun Ahn*

Agriproduct Processing Division, Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA

Changes in contents of phytochemical compounds (β -carotene, ascorbic acid, chlorophylls, total flavonoid, total polyphenol) and hazardous factors (microbial counts, nitrate) of spinach (*Spinacia oleracea* L.) were investigated by conventional and microwave blanching methods. β -Carotene and chlorophylls contents of spinach were significantly increased by blanching, with conventional blanching resulting in higher contents than microwave blanching. In contrast, contents of ascorbic acid, total flavonoid, and total polyphenol of blanched spinach decreased, with microwave blanching resulting in higher ascorbic acid, total flavonoid, and total polyphenol contents than conventional blanching. Total plate count and total coliforms of blanched spinach significantly decreased, with conventional blanching showing less than 20-25% of microwave blanching. Nitrate content of blanched spinach also showed decreasing pattern, with decrease due to microwave blanching being lower, although not significantly, than that of conventional blanching.

Key words: spinach, blanching method, phytochemical compound, microbial count, nitrate

서 론

최근 들어 건강한 삶을 위해 식생활의 관심이 높아짐에 따라 식품의 생리적 기능에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 일상적인 먹거리로 이용되는 채소류나 과일류에서 항산화성, 항암성 등의 기능성이 알려지고 있다. Byer와 Perry(1)는 carotenoid와 ascorbic acid가 암에 대한 보호효과를 지닌 항산화 성분임을 보고하였고, Arimoto 등(2)은 chlorophyll의 세포독성 억제효과를 연구 보고한 바 있다.

한편 식품의 질에 대한 평가 및 선택 기준의 안목이 높아지면서 식품의 안전성 및 위해성에 대한 관심도 증가하는 추세로 특히 질산염에 대한 안전성 문제는 육류 가공식품뿐만 아니라 채소류에서도 대두되어지고 있다. 질산염은 구강이나 위장관 상부의 세균에 의해 40-50%가 아질산염으로 환원된 후 헤모글로빈과 반응하여 메트헤모글로빈을 형성하게 되므로 무기력, 구토, 설사 및 청색증 등을 일으키게 된다. 질산염 및 아질산염의 또 다른 주요 독성은 체내에서 아민류와 반응할 경

우 강력한 발암성 물질인 N-nitrosamine을 생성한다(3). 이러한 질산염의 식물체내 축적량은 대체로 과채류에 비해 근채류나 엽채류에서 높은 것으로 보고되었다(4).

시금치(*Spinacia oleracea* L.)는 명아주과에 속하는 1년생 저온성 작물로 우리나라에서는 주로 나물로 이용되는 채소이다. 그리고 비타민 A의 전구체인 carotene과 ascorbic acid, 무기질 등을 풍부하게 함유하고 있으며 유기산으로는 수산, 사과산, 구연산이 많이 들어있다. 그러나 일반적으로 이러한 엽채류는 가열처리 중에 원형질막의 파괴로 단백질 변성, 비타민과 같은 특수 분자의 산화, 고형물질의 손실, 유기산의 휘발 및 색깔의 변화 등이 발생하고 특히 수용성 영양소들이 많은 영향을 받게 된다(5). 지금까지 알려진 조리 및 저장에 따른 시금치에 관한 연구로는 데치는 방법이 품종별 시금치의 성분에 미치는 영향(6,7), 데치기에 따른 비타민 C 함량 변화(8), 무기질 함량 변화(9-11), 엽산 함량 변화(12)에 관한 연구가 대부분으로 조리 과정을 거쳤을 때 생리활성 관련 성분이나 위해성 요인에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 일반적으로 가정에서 이용되고 있는 조리가공단계 즉, 끓는 물에 의한 재래적인 방법과 전자렌지를 이용한 데치는 방법이 시금치의 phytochemical 성분인 β -carotene, ascorbic acid, chlorophylls, 총 flavonoid, 총 polyphenol 함량 변화 및 위해성 요인인 유해 미생물수와 nitrate 함량 변화에 미치는 영향을 살펴보았다.

*Corresponding author: Taehyun Ahn, Agriproduct Processing Division, Rural Resources Development Institute, NIAST, RDA, Suwon 441-853, Korea
Tel: 82-31-299-0578
Fax: 82-31-299-0553
E-mail: happyt27@rda.go.kr

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 시금치는 5-6월과 7-8월에 수확되는 킹오브덴마크 품종으로, 재배시기에 따라 크기 및 질감 등 특성이 다르다. 따라서 수원시 입북동 비닐하우스에서 5월에 수확된 봄 재배 시금치와 8월에 수확된 여름 재배 시금치를 사용하였다.

데치는 방법

시금치를 데치는 방법은 끓는 물을 이용한 재래적 방법과 전자렌지를 이용한 방법으로 실시하였으며, 데치는 조건은 관련 논문 및 예비실험을 근거로 설정하였다. 한번 데치는 분량은 비가식 부분을 제거한 후 잎의 형태와 길이가 비슷한 것을 골라 100 g으로 하였고 데치는 시간은 계절별 시금치의 형태나 특성을 고려하여 봄 시금치는 3분, 여름 시금치는 1분으로 하였다. 재래적 방법에서 데치는 물의 양은 시금치 중량의 5배로 하였다. 세척되지 않은 시금치와 세척 후 데치지 않은 시금치를 대조군으로 하였다.

β -Carotene 함량

시료 무게 10배의 n-hexane과 acetone 혼합액으로 추출한 다음 AOAC법(13)에 따라 448 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Ascorbic acid 함량

일정량의 시료에 5배의 5% metaphosphoric acid용액을 가하여 마쇄한 뒤 5,000 rpm에서 15분간 원심 분리한 상층액을 hydrazine비색법(14)에 따라 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Chlorophylls 함량

AOAC법(13)에 따라 시료 무게 5배의 85% acetone으로 추출하여 660.0 nm, 642.5 nm에서 흡광도를 측정 후 농도는 다음의 정량식으로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{Total chlorophyll} (\mu\text{L/mL}) &= 7.12 \text{ O.D. (660.0 nm)} + 16.80 \text{ O.D. (642.5 nm)} \\ \text{Chlorophyll a} (\mu\text{L/mL}) &= 9.930 \text{ O.D. (660.0 nm)} - 0.777 \text{ O.D. (642.5 nm)} \\ \text{Chlorophyll b} (\mu\text{L/mL}) &= 17.60 \text{ O.D. (642.5 nm)} - 2.81 \text{ O.D. (660.0 nm)} \end{aligned}$$

총 flavonoid 함량

Davis변법(15)에 따라 건조시료에 methanol을 가하여 추출한

다음 diethylen glycol과 1 N NaOH를 잘 혼합시켜 420 nm에서 흡광도를 측정하였고 rutin(Sigma-Aldrich Chem. Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

총 polyphenol 함량

건조시료를 75% methanol에 하룻밤 동안 추출한 다음 이 검액을 희석하여 Folin-Denis변법(16)에 따라 725 nm에서 흡광도를 측정하였고 (+)catechin(Sigma-Aldrich Chem. Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

유해 미생물수

10배 희석한 시료를 총균용, 대장균군용 적정배지에 도말한 다음 37°C에서 배양하여 나타난 colony를 계수하였다.

Nitrate 함량

Spectrophotometric법(17)에 따라 10배 희석한 시료를 증탕하여 15% $\text{K}_4(\text{Fe}(\text{CN})_6)$ 과 2 M ZnSO_4 을 첨가한 다음 여과하였다. 여과된 용액에 혼합산($\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{PO}_4$)과 0.12% 2,6-dimethylphenol-acetic acid를 첨가하여 324 nm에서 흡광도를 측정하였다.

통계처리

모든 결과는 SAS(statistical analysis system) program을 사용하여 $p < 0.05$ 수준에서 ANOVA 분석 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 각 실험군 간에 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

Phytochemical 성분 변화

β -Carotene 및 ascorbic acid 함량: 데치기에 따른 시금치의 β -carotene과 ascorbic acid 함량을 측정된 결과는 Table 1과 같다. β -Carotene 함량은 대조군보다 데친 후에 유의적으로 증가하였으며, 특히 끓는 물에 의한 재래적인 방법이 전자렌지에 의한 방법보다 함량이 높은 것으로 나타났다. 계절별로는 봄 재배 시금치와 여름 재배 시금치가 각각 1.69 mg%와 1.36 mg%로 봄 재배 시금치가 함량이 높은 것으로 나타났으나 변화 양상은 같았다.

반면 ascorbic acid 함량은 재래적인 방법에 의해 데쳤을 때 대조군보다 유의적으로 감소하였고 전자렌지에 의한 데치기는 유의적 차이 없이 감소하였다. 전자렌지에 의한 데치기는 재래적인 방법보다 높은 함량을 보였는데 이것은 재래적인 방법의

Table 1. Changes in β -carotene and ascorbic acid contents of spinach by blanching methods

(mg%)

Cultivation	Treatment	β -Carotene	Ascorbic acid
Spring	Fresh before washing	1.69 \pm 0.08 ^{1b}	184.60 \pm 7.01 ^a
	After washing	1.57 \pm 0.04 ^b	172.13 \pm 10.54 ^a
	Conventional blanching (3 min)	2.02 \pm 0.16 ^a	111.92 \pm 10.91 ^b
	Microwave blanching (3 min)	1.93 \pm 0.13 ^a	170.04 \pm 11.10 ^a
Summer	Fresh before washing	1.36 \pm 0.05 ^B	71.74 \pm 4.36 ^A
	After washing	1.23 \pm 0.01 ^B	69.51 \pm 3.44 ^{AB}
	Conventional blanching (1 min)	1.71 \pm 0.18 ^A	64.05 \pm 1.15 ^B
	Microwave blanching (1 min)	1.55 \pm 0.00 ^A	68.03 \pm 2.04 ^{AB}

¹⁾ Values are means \pm SD (n=3).

^{a,b, A-B} Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 2. Changes in chlorophyll contents of spinach by blanching methods

(mg/g)

Cultivation	Treatment	Total chlorophyll	Chlorophyll a	Chlorophyll b
Spring	Fresh before washing	4.14 ± 0.10 ^{1c}	2.92 ± 0.07 ^b	1.22 ± 0.07 ^c
	After washing	4.58 ± 0.65 ^{bc}	3.78 ± 0.78 ^b	1.89 ± 0.65 ^{bc}
	Conventional blanching (3 min)	9.92 ± 2.08 ^a	6.91 ± 1.43 ^a	3.02 ± 2.08 ^a
	Microwave blanching (3 min)	6.65 ± 0.67 ^b	4.44 ± 0.42 ^b	2.22 ± 0.67 ^{ab}
Summer	Fresh before washing	3.91 ± 0.79 ^c	2.21 ± 0.22 ^D	1.70 ± 0.61 ^{AB}
	After washing	4.09 ± 0.30 ^c	2.93 ± 0.22 ^C	1.16 ± 0.08 ^B
	Conventional blanching (1 min)	7.70 ± 1.05 ^A	5.46 ± 0.46 ^A	2.25 ± 0.59 ^A
	Microwave blanching (1 min)	5.97 ± 0.31 ^B	4.06 ± 0.23 ^B	1.91 ± 0.09 ^{AB}

¹Values are means ± SD (n=3).^{a-c, A-D}Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.**Table 3. Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of spinach by blanching methods**

(mg/g)

Cultivation	Treatment	Total flavonoid	Total polyphenol
Spring	Fresh before washing	21.01 ± 0.06 ^a	25.58 ± 0.46 ^a
	After washing	19.83 ± 0.04 ^b	24.75 ± 0.36 ^b
	Conventional blanching (3 min)	15.80 ± 0.11 ^d	19.35 ± 0.20 ^d
	Microwave blanching (3 min)	18.35 ± 0.02 ^c	23.57 ± 0.47 ^c
Summer	Fresh before washing	19.24 ± 0.08 ^A	23.77 ± 0.76 ^A
	After washing	19.05 ± 0.02 ^B	21.93 ± 0.71 ^B
	Conventional blanching (1 min)	17.86 ± 0.00 ^D	20.12 ± 0.40 ^D
	Microwave blanching (1 min)	18.67 ± 0.02 ^C	20.65 ± 0.12 ^C

¹Values are means ± SD (n=3).^{a-d, A-D}Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

데친 용액에 의해 ascorbic acid가 용출되어 나오기 때문인 것으로 생각된다. 계절별 시금치의 ascorbic acid 함량은 봄 재배 시금치가 184.60 mg%이고 여름 재배 시금치가 71.74 mg%로 봄 재배 시금치가 약 2.5배 높게 나타났으나 데치기에 따른 변화 양상은 일치하였다.

Selman(18)은 조리 후에 수용성인 ascorbic acid는 데친 액으로 용출, 열에 의한 파괴, 효소에 의한 산화 과정을 거침에 따라 잎채소의 70%, 뿌리채소의 40%가 손실되었으나 carotene 등의 지용성 비타민은 잎·뿌리채소 모두 손실이 없었음을 보고한 바 있다. 그러나 본 실험에서는 데친 후 ascorbic acid 함량은 감소하였지만 β-carotene 함량은 증가하는 것으로 나타나 다소 차이를 보였다. 그러나 데치기 과정에 의해 들깻잎, 부추 등 녹색 채소의 β-carotene 함량 증가는 열처리에 의한 carotenoid의 화학적 추출능이 증가했기 때문인 것으로 보고한 Jo와 Jung(19)의 보고와는 일치하였다.

Chlorophylls 함량: Table 2는 데치기에 따른 시금치의 총 chlorophyll 함량과 chlorophyll a 및 b 함량을 나타낸 것으로 데치기를 한 군이 대조군에 비해 모두 증가한 것으로 나타났다. 특히 재래적인 방법에 의한 데치기가 전자렌지에 의한 데치기 방법보다 높은 함량을 보였는데 이때 chlorophyll a 함량은 유의적으로 증가한 반면 chlorophyll b는 단지 함량만 증가하였을 뿐 유의적인 차이는 보이지 않았다. 계절적으로는 봄 재배 시금치와 여름 재배 시금치의 함량 간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. Weemaes 등(20)과 Tijsken 등(21)은 녹색과 관련된 chlorophyll 함량이 데치는 초기단계에서 증가한 후 데치는 시간이 길어짐에 따라 감소되었으며, 이것은 데치는 과정에서 일어나는 화학적 분해와 chlorophyll과 관련된 성분의 용출 때문

이라고 설명했다. 그러나 데치는 초기단계에서 chlorophyll의 함량 증가 현상은 아직 명확하게 설명되어지는 않았다고 보고하였다.

Chlorophyll a와 b의 비율은 2.0-2.5의 범위로 데치기에 따른 변화는 거의 없는 것으로 나타나 Schwartz와 Lorenzo(22)의 보고와 유사하였다. Nakashima(23)의 연구에서는 식물체의 chlorophyll이 단백질과 약한 결합상태로 존재하다가 가열에 의해 분리되는데, chlorophyll의 분해정도는 단백질의 양과 질에 의해 차이가 있을 것으로 보고한 바 있다. Teng과 Chen(24)은 시금치를 데쳤을 때 chlorophyll a가 chlorophyll b에 비해 degradation rate constants가 약 2-6배 높으므로 분해에 더 민감하다고 보고하였고, 또한 Chen과 Chen(25)은 열처리 시 chlorophyll은 pheophytin, chlorophyllide, pyrochlorophyll 등 epimerization 과정에 의해 여러 형태의 유도체를 형성하며 전자렌지에 의한 열처리 시간이 경과함에 따라 감자 잎에서 유도체가 증가되었다고 보고하였다.

총 flavonoid 및 총 polyphenol 함량: Table 3은 데치기에 따른 시금치의 총 flavonoid와 총 polyphenol 함량 변화를 나타낸 것으로 데치기를 한 군이 대조군에 비해 모두 유의적으로 감소하였으며 특히 재래적인 방법에 의한 데치기가 전자렌지에 의한 방법보다 유의적으로 더 낮은 함량을 보였다. 본 실험에서 ascorbic acid는 전자렌지에 의해 데쳤을 때 대조군과 유의적 차이가 없었던 것으로 나타났으나, 총 flavonoid와 총 polyphenol 함량은 전자렌지에 의한 방법에 있어서도 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다. 봄 재배 시금치의 경우 총 flavonoid와 총 polyphenol 함량은 각각 21.01 mg/g, 25.58 mg/g 이었고, 여름 재배 시금치는 각각 19.24 mg/g, 23.77 mg/g으로

Table 4. Changes in microbial counts of spinach by blanching methods

(CFU/g)

Cultivation	Treatment	Total plate count	Total coliforms
Spring	Fresh before washing	2.28×10^{3a}	ND ¹⁾
	After washing	6.65×10^{2b}	ND
	Conventional blanching (3 min)	1.00×10^{2d}	ND
	Microwave blanching (3 min)	2.90×10^{2c}	ND
Summer	Fresh before washing	8.51×10^{4A}	$1.60 \times 10^2^A$
	After washing	7.52×10^{4B}	$4.50 \times 10^1^B$
	Conventional blanching (1 min)	2.18×10^{2D}	ND ^D
	Microwave blanching (1 min)	1.28×10^{3C}	$2.50 \times 10^1^C$

¹⁾Not detected.^{a-d, A-D}Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

뚜렷한 차이가 없었고 데치기에 따른 변화 양상도 차이를 보이지 않았다.

Lee 등(26)의 연구에서는 시금치가 7.51 mg/g의 총 flavonoid 함량을 가지고 있는 것으로 보고하였고, Lee와 Lee(27)는 시금치의 총 polyphenol 함량이 7.20 mg/g인 것으로 보고하여 본 연구결과보다 모두 낮은 함량을 보였다. 이것은 총 flavonoid 및 총 polyphenol을 구성하고 있는 구성화합물과 함량 간에 차이가 있기 때문인 것으로 생각된다. Maxson과 Rooney(28)도 품종, 수확시기, 표준물질에 따라 분석치 간의 차이가 크므로 함량의 단순한 비교는 적합하지 않다고 지적한 바 있다. Yadav와 Sehgal(29)의 연구에서는 시금치가 11.96 mg/g의 총 polyphenol을 가지고 있으며 5분간 데치기를 한 후에는 10.46 mg/g으로 약 13% 정도 유의적으로 감소하였다고 보고하였고, Gil과 Tomas-Barberan(30)은 시금치를 10분간 데쳤을 때 총 polyphenol 함량이 거의 50% 정도 감소되었다고 보고하였다. 이러한 총 flavonoid 및 총 polyphenol 함량의 주요한 변화는 식물조직으로부터 총 flavonoid 및 총 polyphenol이 유출되었기 때문으로 생각되어지나 구성 화합물의 구조적 전환에 대해서는 아직 명확하게 밝혀지지 않았다(31).

위해성 요인 변화

유해 미생물 수: 시금치를 포함한 대부분의 야채는 물을 함유하고 있어 미생물이 증식하기에 적당하므로 실제로 많은 병원성 세균이 샐러드 야채에서 많은 범위로 분리되었음을 Gillian 등(32)에 의해 보고되었다.

Table 4는 데치기에 따른 시금치의 총균 및 대장균군 수를 나타낸 것으로 데치기에 의해 유해 미생물은 유의적으로 감소하였다. 총균은 봄 재배 시금치의 경우 세척 전 2.28×10^3 CFU/g, 세척 후 6.65×10^2 CFU/g, 여름 재배 시금치에서는 세척 전 8.51×10^4 CFU/g, 세척 후 7.52×10^4 CFU/g이었으나 재래적인 방법으로 데친 후에는 각각 1.00×10^2 CFU/g, 2.18×10^2 CFU/g이었으며 전자렌지에 의한 데치기에서는 각각 2.90×10^2 CFU/g, 1.28×10^3 CFU/g으로 약 40-50% 정도 감소하였다. 대장균군은 봄 재배 시금치의 경우 모든 군에서 음성으로 나타났으며, 여름 재배 시금치의 경우 세척 전 1.60×10^2 CFU/g, 세척 후 4.5×10^1 CFU/g이었으나 재래적인 방법으로 데친 후에는 전혀 검출되지 않았고 전자렌지에 의한 데치기에서는 2.5×10^1 CFU/g으로 감소하였다. 이것은 원료 시금치에 병원균이 존재한다면 일반적인 세척 과정에서는 완전히 제거될 수는 없으며 열처리에 의해 병원균을 제거하거나 감소시킬 수 있다는 Kim 등(33)의 연구 결과와 유사하였다.

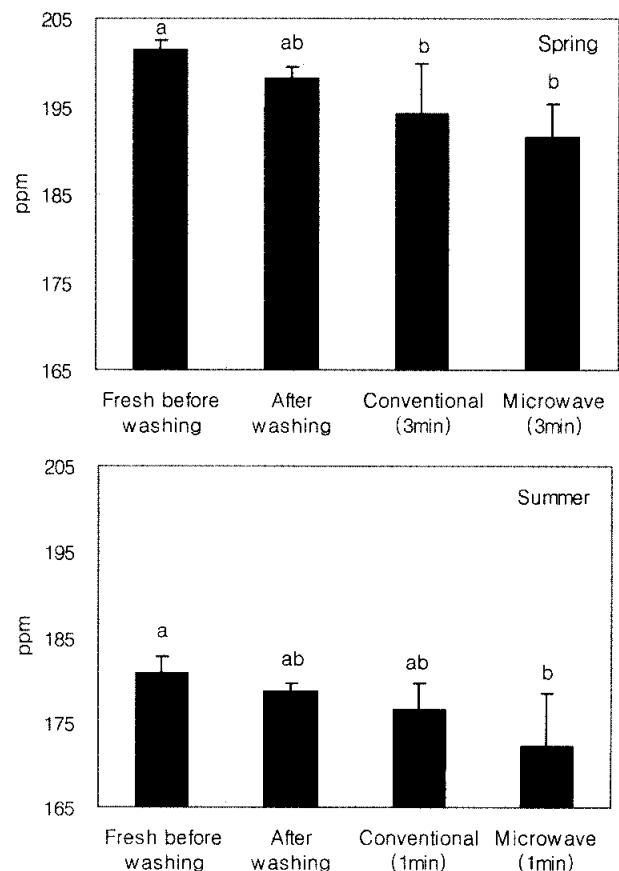


Fig. 1. Changes in nitrate content of spinach by blanching methods.

^{a-b}Values with different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

데치는 방법에서는 끓는 물에 의한 재래적인 방법이 전자렌지에 의한 데치기보다 약 20-25% 정도 유의적으로 낮은 균수를 보였다. 계절적으로는 여름 재배 시금치가 봄 재배 시금치보다 약간 높은 균수를 보였으나 데치기에 따른 변화 양상은 일치하였다. Solberg 등(34)이 제시한 음식물의 미생물 기준에 따르면 원재료의 경우 총균수는 10^6 CFU/g 이하, 대장균군수는 10^3 CFU/g 이하이고, 조리된 음식의 총균수는 10^5 CFU/g 이하, 대장균군수는 10^2 CFU/g 이하로 이들 기준과 비교해 볼 때 본 실험에 사용된 시금치의 미생물 수는 모두 유해 수준은 아니었다.

Nitrate 함량: 데치기에 따른 시금치의 nitrate 함량은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 봄 재배 시금치는 세척 전 201.46 ppm, 세척 후 198.13 ppm이었고 여름 재배 시금치는 세척 전 180.81 ppm, 세척 후 178.70 ppm이었다. 재래적인 방법에 의해 데친 후의 봄 재배 시금치는 194.05 ppm, 여름 재배 시금치는 176.57 ppm이었고, 전자렌지에 의한 데치기에서는 각각 191.49 ppm, 172.00 ppm으로 데치기에 의해 감소하는 경향을 나타냈다. 특히 데치는 방법에 있어서는 재래적 방법보다 전자렌지에 의한 데치기가, 계절적으로는 봄 재배 시금치보다 여름 재배 시금치가 약간 낮은 nitrate 함량을 보였다.

Shin 등(35)의 연구에서 시금치의 nitrate 평균치는 126.60 ppm으로 유사한 결과를 보였으나 Chung 등(36)의 연구에서는 2,788 ppm, Kim과 Yoon(37)의 연구에서는 1,487 ppm으로 다소 차이가 있었다. 이러한 nitrate 함량 차이는 시금치의 품종 등 유전적 요소와 이들 재배지의 토양, 일조량, 시비량, 수확시기 등 환경적 요소에 따른 것으로 생각된다(38).

FAO/WHO(39)의 1일 nitrate 섭취 허용기준치는 2000 ppm으로 이와 비교해 볼 때 본 실험에 사용된 시금치의 nitrate 함량은 모두 위해 범위를 넘지 않았다. 그러나 일반적으로 생육에 필요한 nitrate 집적량도 채소마다 다르고 같은 채소라도 부위에 따라 차이가 크며 특히 녹색채 채소의 nitrate 함량이 높다고 보고되어 있다(40). 또한 우리나라는 채식을 주로 하고 있어 채소로부터 섭취되는 nitrate 함량이 전체 섭취량의 84.1%-85.8%로써 채소류가 nitrate의 주요 공급원으로 지적된바 있으므로(35) nitrate를 효과적으로 경감시킬 수 있는 방법에 대한 연구가 더 필요하다고 생각된다.

요 약

끓는 물에 의한 재래적인 방법과 전자렌지를 이용하여 데치는 방법이 시금치의 phytochemical 성분 및 위해성 요인의 변화에 미치는 영향을 살펴보았다. β -Carotene과 chlorophylls 함량은 데치기에 의해 대조군보다 유의적으로 증가하였으며, 특히 재래적인 방법이 전자렌지에 의한 방법보다 높은 함량을 보였는데 chlorophyll a 함량은 유의적으로 증가한 반면 β -carotene과 chlorophyll b 함량은 단지 함량만 증가하였을 뿐 유의적인 차이는 없었다. Ascorbic acid와 총 flavonoid 및 총 polyphenol 함량은 데치기에 의해 모두 감소하였으며, 전자렌지에 의한 방법이 재래적인 방법보다 높은 함량을 보였다. 이때 전자렌지에 의해 데쳤을 경우 ascorbic acid는 대조군과 유의적인 차이 없이 감소하였으나, 총 flavonoid와 총 polyphenol은 대조군보다 유의적으로 낮은 함량을 보여 다소 영향을 받는 것으로 나타났다. 총균과 대장균 수는 데치기에 의해 모두 유의적으로 감소하였으며 특히 끓는 물에 의한 재래적인 방법이 전자렌지에 의한 데치기보다 약 20-25% 정도 유의적으로 낮았다. Nitrate는 데치기에 의해 감소하는 경향을 나타냈으며 특히 전자렌지에 의한 방법이 재래적인 방법보다 낮은 함량을 보였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2004년 대형공동연구사업 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Byers T, Perry G. Dietary carotenoids, vitamin C and vitamin E

- as protective antioxidants in human cancer. *Annu. Rev. Nutr.* 12: 139-159 (1992)
2. Arimoto S, Negishi T, Nakano H, Hayatsu H. Effect of chlorophyllin derivatives on the mutagenicity of 3-hydroxyamino-1-methyl-5H-pyrido-[4,3-b]indol, Trp-P-2. *Mutation Res.* 253: 242 (1991)
3. Walker R. The metabolism of dietary nitrates and nitrites. *Bio. Comp. Food* 24: 780-785 (1996)
4. Hotchkiss JH. A review of current literature on N-nitroso compounds in foods. *Adv. Food Res.* 31: 54-115 (1993)
5. Eheart MS, Gott C. Chlorophyll, ascorbic acid and pH change in green vegetables cooked by stir-fry microwave and conventional method. *J. Food Technol.* 19: 867 (1965)
6. Kim NY, Yoon SJ, Jang MS. Effect of blanching on the chemical properties of different kind of spinach. *Korean J. Soc. Food Sci.* 9: 204-209 (1993)
7. Park SS, Jang MS, Lee KH. Effect of blanching condition on the composition of the spinach grown in the winter greenhouse. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 23: 62-67 (1994)
8. Lim SJ. Retention of ascorbic acid in vegetables as influenced by various blanching methods. *Korean J. Soc. Food Sci.* 8: 411-419 (1992)
9. Park SW, Kim ST, Yoo YJ. Effect of blanching time, blanching water and power settings on minerals retention in microwave blanched vegetables. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 98-103 (1995)
10. Yoo YJ. Mineral contents of spinach and broccoli blanched by conventional method. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 337-341 (1995)
11. Cha MA, Oh MS. Changes in mineral content in several leaf vegetables by various cooking methods. *Korean J. Soc. Food Sci.* 12: 34-39 (1996)
12. Min HS. Changes of folate content in spinach by cooking and storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 27: 286-290 (1998)
13. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC Intl. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA (2003)
14. Lee YG. Methods of Food Analysis. Hyungul Press Co., Seoul, Korea. pp. 124-127 (1996)
15. KFN. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hoyil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 285-286 (2000)
16. Hagerman A, Harvey-Mueller I, Makkar HPS. Quantification of tannins in tree foliage a laboratory manual. FAO/IAEA, Vienna, Austria (2000)
17. Schwedt C, Schnepel FM. *Analitisch-chemisches umweltpraktikum.* Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, NY, USA. p. 92 (1986)
18. Selman JD. Vitamin retention during blanching of vegetables. *Food Chem.* 49: 137-147 (1994)
19. Jo JO, Jung IC. Changes in carotenoids contents of several green-yellow vegetables by blanching. *Korean J. Soc. Food Sci.* 16: 17-21 (2000)
20. Weemaes CA, Ooms V, Loey, Van Hendrickx ME. Kinetics of chlorophyll degradation and color loss in heated broccoli juice. *J. Agric. Food Chem.* 47: 2404-2409 (1999)
21. Tijssens LMM, Schivens EPHM, Biekman ESA. Modeling the change in colour of broccoli and green beans during blanching. *Innov. Food Sci. Emerging Tech.* 2: 303-313 (2001)
22. Schwartz SJ, Lorenzo TV. Chlorophylls in food. *Crit. Res. Food Sci. Nutr.* 29: 1-17 (1990)
23. Nakashima K. Discoloration of leaves of spinach by boiling. *Sci. Cookery* 14: 253 (1981)
24. Teng SS, Chen BH. Formation of pyrochlorophylls and their derivatives in spinach leaves during heating. *Food Chem.* 65: 367-373 (1999)
25. Chen BH, Chen YY. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking. *J. Agric. Food Chem.* 41: 1315-1320 (1993)
26. Lee JM, Son ES, Oh SS, Han DS. Contents of total flavonoid and biological activities of edible plants. *Korean J. Dietary Culture* 16: 504-514 (2001)
27. Lee JH, Lee SR. Analysis of phenolic substances contents in Korean plant foods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 26: 310-316

(1994)

28. Maxson ED, Rooney LW. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem.* 49: 719-729 (1972)
29. Yadav S, Sehgal S. Effect of domestic processing and cooking on selected anti-nutrient contents of some green leafy vegetables. *Plant Foods Hum. Nutr.* 58: 1-11 (2003)
30. Gil MI, Tomas-Barberan FA. Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituents of fresh-cut spinach. *J. Agric. Food Chem.* 47: 2213-2217 (1999)
31. Mayer-Miebach E, Gartner U, Grobmann B, Wolf W. Influence of low temperature blanching on the content of valuable substances and sensory properties in ready-to-use salads. *J. Food Eng.* 56: 215-217 (2003)
32. Gillian AF, Christopher T, David O. The microbiological safety of minimally processed vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.* 34: 1-22 (1999)
33. Kim HJ, Kim YH, Lee DS, Paik HD. Isolation and identification of pathogenic bacteria from spinach. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 97-102 (2003)
34. Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neill K, Mcdowell J. Microbiological safety assurance system for food service facilities. *Food Technol.* 44: 68-73 (1990)
35. Shin JH, Kang MJ, Yang SM, Kim HS, Sung NJ. Contents of nitrate and nitrite in vegetables and fruits. *J. Fd. Hyg. Safety* 17: 101-105 (2002)
36. Chung SY, Sho YS, Kim MH, Won KP, Hong MK. Analysis of nitrate contents of some vegetables grown in Korea. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 969-972 (1999)
37. Kim BY, Yoon S. Analysis of nitrate contents of Korean common foods. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 779-784 (2003)
38. Tsuji S, Kohsaka M, Morita Y, Shibita T, Kaneta N. Naturally occurring of nitrate and nitrite existing in various raw and processed foods. *J. Food Hyg. Soc. of Jpn.* 34: 294-302 (1993)
39. WHO. Nitrates, nitrites and N-nitroso compounds. WHO Environmental Health Criteria No.5 pp. 107 (1978)
40. Blomzandstra M. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Annu. Appl. Biol.* 115: 553-561 (1989)

(2005년 1월 7일 접수; 2005년 4월 11일 채택)