

조리 방법이 상용채소의 비타민 및 무기질 함량에 미치는 영향 -시금치, 양배추, 콩나물, 당근을 중심으로 -

정혜경 · 윤경수 · 우나리아^{1†}

호서대학교 식품영양학과, ¹호서대학교 식품공학전공

Effects of Cooking Method on the Vitamin and Mineral Contents in Frequently Used Vegetables

Hae Kyung Chung · Kyung-soo Yoon · Nariyah Woo^{1†}

Department of Food and Nutrition, Hoseo University, Asan 31499, Korea

¹Department of Food Science and Technology, Hoseo University, Asan 31499, Korea

Abstract

Purpose: We have investigated for the purpose of studying change of vitamins and minerals in frequently used vegetables by low moisture cooking method. **Methods:** Vitamin B complex, vitamin C and mineral (Mg, Ca, K, Zn, Fe) contents are analyzed in vegetables such as spinach, cabbage, bean sprouts and carrot which are heat-treated with degrees of water contents. Low moisture cooking method represents heat-treated vegetable (LM experiment group) with 25 wt.% water content for the vegetable weight while general blanching method includes heat-treated vegetable (GB experiment group) with 500-1,000 wt.% water content for the vegetable weight. **Results:** Retention rate of vitamin B1 (thiamin) in the LM experiment group is relatively high (87.50-95.68%) and doesn't show considerable differences from raw vegetables. On the other hand, the retention rate of vitamin B1 in GB group's cabbage and spinach dramatically decreased to 19.46-25.00%. Retention rate of vitamin B2 (riboflavin) is sustained stably in LM experiment group (75.00-87.50% in bean sprouts, cabbage and spinach), represents that low moisture cooking method has relatively higher contents in vitamin B2. The LM experiment group has 71.43-85.71% on retention rate of niacin while the GB group shows relatively lower niacin (57.14-64.58%), represents conflicting results from the general idea that vitamin B3 is relatively stable in heat treatment and blanching. Retention rate of pantothenic acid is considerably higher in both LM and GB experiment group, indicates vitamin pantothenic acid is relatively stable in the various cooking condition such as amount of water and heat treatment. In the experiment under various water contents, vitamin C is not detected in both bean sprouts and carrots, while the contents in cabbage and spinach are 19.87 mg/100 g and 26.65 mg/100 g respectively. In the same experiment, the retention rate of Vitamin C in LM experiment group (91.65%, 92.23%) is considerably higher than GB group (58.08%, 61.61%). Retention rate of Mg, K, Fe in the LM experiment group is relatively higher than GB group. **Conclusion:** Resultingly, the observations suggests that minimum water quantity and minimum heat treatment processes should be established in cooking vegetables which have soluble vitamins and minerals.

Key words: vitamin B complex, vitamin C, mineral (Mg, Ca, K, Zn, Fe), low moisture cooking method

I. 서론

채식 위주인 한국인의 식생활에서 시금치(*Spinacia oleracea* L.), 양배추(*Brassica oleracea* V.) 및 당근(*Daucus carota* V.) 등과 같은 엽채류는 식품자체가 독특한 색과 풍미를 가지고 있으며, 비타민과 무기질 등이 풍부하다

(Chun HK 등 2005).

채소를 섭취할 경우에는 신선한 상태의 생것으로 먹기도 하지만, 대부분 조리해서 먹게 되는데, 그 조리하는 방법에 따라 채소가 가진 고유의 특성이 영향을 받는다. 그 중에서도 수용성 비타민, 무기질 및 수용성 질소, 당분 등이 조리과정 중 조리수로 상당량이 용출되어 영양

[†]Corresponding author: Nariyah Woo, Department of Food Science and Technology, Hoseo University, 20, Hoseo-ro, 79 beongil, Baebangeup, Asan-si, Chungnam 31499, Korea

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9985-4054>

Tel: +82-41-540-5634, Fax: +82-41-540-9548, E-mail: woonari@hoseo.edu



학적 가치를 손실시키게 되므로 영양소의 최대한의 보유를 고려한 조리 방법을 적용하는 것이 중요하다. 또한 국과 같이 조리수와 함께 끓여 조리하고 섭취하는 방법과 달리 채소를 끓는 조리수에 단시간 데쳐 조리하는 방법의 경우 조리 후 대부분 조리수를 버리기 때문에 영양소 손실은 더욱 많아진다.

채소류는 조리 중 영양소의 변화뿐 아니라 질감, 색상과 맛의 성분도 크게 변화한다. 채소류의 초록색을 띠는 클로로필 색소는 조리 온도와 조리 시에 침출된 유기산에 의해서 가장 큰 영향을 받게 되므로 푸른색 채소의 조리 시에는 색을 가능한 한 선명하게 유지하면서 섬유소가 알맞게 연화되도록 조리하여야 한다. 물이 끓을 때 채소를 넣고 처음 2-3분 동안은 냄비의 뚜껑을 열어놓아 휘발성 유기산을 휘발시켜 초록색의 색소 변색을 최소화해야 한다(Yoon KS 2008). 조리된 채소의 맛은 조리 방법에 따라 큰 영향을 받게 된다. 즉 채소를 삶거나 찌 때 냄비 뚜껑을 꼭 닫고 조리하면 향미 성분을 더 많이 보유할 수 있으나 뚜껑을 열고 조리하면 휘발성 향미 물질은 휘발된다. 또한 물을 많이 넣고 삶게 되면 용해성 맛 성분, 당분, 유기산, 무기질 등이 조리수에 용출된다. 그러므로 채소의 맛을 최대한 보유하도록 하려면 채소가 익을 수 있을 정도로 소량의 물에 뚜껑을 덮고 조리해야 한다(Ahn MS 2000).

채소 조리 시 조리수 양에 따른 조리법에 관한 연구는 많이 이루어지지 않고 있는 실정이며, 채소 조리에 관한 연구는 조리법 변화에 따른 기호도 및 섭취에 대한 연구가 대부분이다. 채소류는 조리수의 양, 조리 시간, 그리고 조리 방법에 따라 다양하게 영향을 받게 된다. 채소에 있어서 비타민 C는 가장 중요한 성분이나 열에 쉽게 파괴되는 성질을 가지고 있어서 요리 중에 가장 많이 손실이 되는 성분이기도 하다. 채소류의 열처리에 의한 비타민 C 손실량은 식품의 종류 또는 조리방법에 따라 각기 다르다. 상용채소 중 시금치와 브로콜리에 대한 무기질 함량과 잔존율(Yoo YJ 1995)에 대한 연구결과, 채소류는 열처리 할 때 최소한의 조리수로 가열한 것이 영양소 손실이 적다는 결과를 나타냈다.

비타민 B군 중 B₁(thiamin)은 수용성이며 열에 불안정하고, 100°C 이상 가열하면 파괴율이 높으며, B₂(riboflavin)는 산화와 열에 안정하나 알칼리와 가시광선 및 자외선에 의해서 쉽게 분해된다. Niacin은 다른 비타민에 비하여 열, 산, 알칼리, 광선과 공기 등에 대하여 영향을 많이 받지 않아 조리과정에서도 크게 손실되지 않으며, pantothenic acid은 유리산으로 수용성의 점조성을 가진 화합물로 비교적 열에 대하여 안정하나, 산과 알칼리 용액에서는 비교적 불안정하며 쉽게 가수분해 된다(Ahn MS 1999).

무기질은 씻거나 물에 담그거나 가열하는 과정에서 손실되는 영양소이다. 수세하는 과정이나 데치는 과정에서

무기질이 유실되는 양은 평균적으로 약 10-20% 정도이며, 엽채류를 수세 처리하는 동안 Ca, Na, Mg 등은 용출량이 많은 데 비하여 Mn, K, Cu는 매우 적다(Ahn MS 2000).

가열조리 중 영양소 파괴 최소화를 위한 조리법이 필요하다. 특히 수용성 비타민은 소량의 조리수와 가열시간을 단축할 경우, 영양소 잔존율이 높아진다는 연구결과들이 있다. 습식가열은 열매체를 수분을 이용하여 가열하는 방법이다. 물이 수증기로 되는 기화열이 식품에 닿아 응축되어 에너지가 방출되어 가열효율이 더욱 높아진다(Ahn MS 2007). 압력솥을 이용할 경우 1.5-2.0 kg/cm²로 가열 온도를 115-120°C까지 높일 수 있으므로 조리시간의 단축이 가능하다(Kang OJ 등 2001). 또한 microwave range는 가열시간이 다른 가열처리에 비하여 대단히 짧다. 즉 식품자체의 발열에 의하므로, 초 단위의 시간으로 조리가 가능한 대표적인 단시간, 저수 조리처리방법이다(Ahn MS 2007). 과열증기(superheated steam)를 이용한 조리법은 장시간 가열조리 시 발생하는 영양소 손실을 최소화하고 식재료 고유의 맛, 향, 색, 조직감 등을 최대한 유지시키며, 250-350°C 고온의 steam에 의한 열전달방법이다(隆吉田 2005). 과열증기에 의한 단시간 조리법은 식재료의 영양성분, 비타민 C 파괴, 지방의 자동산화, 산소에 의한 갈변현상 등을 억제시킬 수 있는 장점이 있다(Sila DN 등 2005). 오이, 애호박, 피망, 당근, 무, 양파 등을 과열증기법으로 조리 후, 비타민 C 함량이 약 35.63-90.79%로 일반 데치기 조리법보다 높은 잔존율을 보였다(Kim BC 등 2012). 콩나물의 경우, 비타민 C는 조리과정에서 파괴되는 경우가 많으며, 콩나물의 비타민 함량에 대한 연구(Kim KH 1992, Kim CJ 등 1996)는 일부가 있다. 콩나물을 식염수에서 가열처리한 경우 비타민 C 파괴가 감소된다는 보고(Kim SD 등 1993)가 있고, 품종별 비타민 C의 함량을 비교한 결과, 생콩나물의 자엽과 배측에서만 비타민 C가 일부 검출될 뿐 물에 데친 경우 급격히 감소하는 양상을 보였다(Youn JE 등 2011). 그 외의 콩나물의 비타민 C 함량에 관한 연구는 거의 수행되지 않고 있는 실정이다.

따라서 영양소 손실을 최소로 할 수 있는 방법으로 열처리 조건과 조리기구의 적절한 활용이 필수적이며, 영양소 파괴를 최소화 할 수 있는 권장할 만한 조리기구의 개발과 사용방법이 확립되어야 할 필요가 있을 것이다. 이와 더불어 채소류의 저수분 조리법에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 여겨진다. 본 연구에서는 채소류를 데칠 때 저수분 조리법에 따른 영양소 함량의 변화를 파악하고, 생채소와의 영양소 함량 비교를 통해 영양소 손실을 최소화할 수 있는 기초연구를 수행하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

실험재료로 사용된 상용 채소류는 시금치, 양배추, 콩나물, 당근의 총 4종으로 하였고, 천안지역 마트에서 2014년 11월-2015년 1월에 구입하여 시료로 사용하였다.

2. 실험방법

1) 채소의 데치기 조리방법

본 연구에서는 채소 습열 가열조리 시 가수량을 달리 한 수용성 비타민 및 무기질 함량의 변화를 측정하였다.

시료 채소 데치기를 할 때 최소의 수분을 가할 수 있는 저수분 조리법을 적용하였다. ‘저수분 조리법’은 최소한의 수분을 가하여도 시료가 타지 않는 특화된 냄비제품을 선택하여 사용하였다. 저수분조리가 가능한 냄비(지름 180 mm, 깊이 80 mm, 용량 2 L)의 구조는 스팀홀이 없고 본체와 뚜껑 사이의 빈틈을 최소화하여 냄비 속 수분과 열이 밖으로 나가는 것을 막아주도록 설계된 형태이다. 저수분 조리 시 가수량은 시료 채소 중량 100 g에 대하여 25%의 수분(25 mL)을 가하여 열처리를 하였다. 가열방법은 인덕션 레인지(Amway Queen Induction Range 2, ㈜Amway, Seoul, Korea)를 이용하여 물이 끓기 시작한 후 즉시 재료를 투입하였다. 채소의 데침 열처리 시간은 시료채소의 특성을 고려하여 예비실험을 통해 정하였으며, 시금치와 당근은 각각 4분, 콩나물은 8분, 양배추는 10분간 가열 처리하였다. 채소의 전처리는 시금치와 콩나물은 뿌리 부분을 제거하고 15±2 cm 크기의 시료를 선별하여 사용하였다. 당근은 0.5×0.5×8 cm의 크기로 자르고, 양배추는 가용할 수 있는 잎 면적을 최대한으로 할 수 있는 5×15 cm 크기로 절단하여 실험에 사용하였다.

‘일반 조리법’은 시중에 시판되고 있는 인덕션 사용이 가능한 삼중바닥 재질의 스팀냄비(지름 180 mm, 깊이 108 mm, 용량 2 L)를 사용하였다. 일반적인 데침(blanching) 방법을 응용하여, 시료중량(100 g)에 대하여 5-10배의 물을 가수량을 채소의 특성을 고려하여, 당근은 5배(500 mL), 콩나물은 7배(700 mL)의 수분을 가하여 열처리 하였고, 시금치와 양배추는 10배(1,000 mL)의 수분을 가하였다. 가열기구와 가열시간은 ‘저수분 조리법’과 동일한 방법을 적용하였다.

3. 성분분석

데치는 방법을 달리한 실험채소의 비타민 B군(thiamin, riboflavin, niacin, pantothenic acid)은 LC-MS/MS로(Martins-Júnior HA & Wang AY 2008), 비타민 C는 HPLC(Agilent 1200 Series, Agilent technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 분석(Ministry of Food and Drug Safety

2015), 무기질(Mg, Ca, K, Zn, Fe)은 ICP-OES법(Ministry of Food and Drug Safety 2015)에 의하여 각각의 조건을 적용하여 분석하였다(Table 1, Table 2, Table 3).

4. 통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였고 SAS program (ver. 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 분석하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan test를 통한 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 각 시료간의 통계적 유의성을 검증하였다.

Table 1. LC-MS/MS conditions for vitamin B complex

Instrument	HPLC Agilent 1200 Series (USA), MS AB Sciex API 4000 (USA)		
Column & temperature	US-C18 (2.0×150 mm×5 μm), 35°C		
Flow rate	0.3 mL/min		
	Time (min)	A (5 mM Ammonium formate/DW)	B (5 mM Ammonium formate/MeOH)
Mobile phase	0.0	90	10
	8.0	55	45
	8.1	90	10
	15.0	90	10
Injection volume	5 μL		
Parameter	Curtain gas (CUR) 20		
	Temperature (TEM) 450°C		
	Ionspray voltage (IS) 5,500 V		
	Nebulizer gas (GAS1) 50		
	Heater gas (GAS2) 50		
	Collision gas (CAD) 5		
Declustering potential (DP) 66 V			

Table 2. HPLC conditions for vitamin C

Instrument	HPLC Agilent 1200 (USA)
Column & temperature	Peakman sp. AQ-C18 (4.6×250 mm, 5 μm), 25°C
Detector	Agilent 1200 DAD, 254 nm, spectrum (190-400 nm)
Runtime	10 min
Flow rate	0.9 mL/min
Mobile phase	0.05M KH ₂ PO ₄ :Acetonitrile (990:10)
Injection volume	10 μL

Table 3. ICP-OES conditions for minerals

Instrument	ICP-OES Perkinelmer Optima8300 (USA)	
Column	Nover Pak Silica, 3.9×150 mm	
Nebulizer gas flow	0.55	
Auxiliary gas flow	0.2	
Plasma gas flow	8.0	
ICP RF power	1450	
View dist	15.0	
Pump parameters	1.50	
Wavelength	Zn	206.200
	Fe	238.204
	Ca	317.933
	Cu	327.393
	Na	589.592
	Mg	285.213
	K	766.490
	Mn	257.610

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 저수분 조리와 일반 조리법에 의한 비타민 B군 함량 비교

1) 저수분 조리와 일반 조리법에 의한 비타민 B₁(thiamin) 함량 비교

시금치, 양배추, 콩나물, 당근 시료는 재료 중량에 대하여 수분을 25%로 가하여 가열 조리한 저수분 조리법(Low Moisture cooking method, LM)과 재료 중량에 수분을 500-1,000% 가하는 일반 조리법(General Blanching method, GB)으로 하여 각각 가열 처리한 후 비타민 B₁ 함량과 잔존율을 비교하였다.

당근, 양배추, 시금치의 비타민 B₁ 잔존율은 저수분 조리법(LM)에서 약 87.50-95.68%로 높게 유지되었으며, 비타민 B₁ 함량 변화는 생시료와 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 이러한 결과는 식품 취급 시 손실율이 높은 비타민 B₁이 LM 실험군에서 매우 안정적임을 관찰할 수 있었으나, 가수량이 많은 GB 실험군의 양배추, 시금치의 비타민 B₁ 잔존율은 19.46-25.00%로 급격히 저하되었다. 콩나물의 비타민 B₁의 조리 전후 함량은 매우 낮게 분석되었다(Table 4). 본 연구의 콩나물 비타민 B군의 분석결과는 콩나물의 자엽에서는 비타민 B군이 소량 검출되었으며, 배측 부위에서는 검출되지 않았으므로 콩나물 자엽 부위에만 비타민 B군이 축적되어 있다. 이는 콩나물 조리 시 비타민 B군이 상당부분 파괴된다는 결과와 유사하였다(Youn JE 등 2011).

비타민 B₁은 수용성이며, 열에 약하여 조리가공중의 손실이 되기 쉬운 영양소이다. 식품 취급시 비타민 B₁이 손

실되는 경우는 조리 에 의한 파괴와 세척할때 물에 유실된다(Lee SR & Kim MG 1988). 비타민 B₁이 수용성이고 가열조리의 경우 많이 파괴되므로 동일한 열처리를 하고, 가수량을 달리 처리한 경우 LM 실험군이 GB 실험군에 비하여 비타민 B₁ 손실율을 최소화 할 수 있었다.

2) 저수분 조리와 일반 조리법에 의한 비타민 B₂(riboflavin) 함량 비교

비타민 B₂는 열처리 과정에서 비교적 안정하나 산소와 광선에 노출되었을 때 쉽게 파괴되는 수용성 비타민이다. 시금치, 양배추, 콩나물, 당근을 저수분 조리법(LM)과 재료 중량에 충분한 수분을 가한 일반 조리법(GB)을 각각 가열 처리한 후 비타민 B₂ 함량과 잔존율을 비교한 결과, 콩나물, 양배추, 시금치 시료의 비타민 B₂ 잔존율은 75.00-87.50%로 저수분 조리법(LM)에서 안정적인 경향을 보여, 저수분 조리가 일반 조리법에 비해 약 1.14-3.5배 이상 높은 잔존율을 관찰할 수 있었다(Table 4).

비타민 B₂ 잔존율은 일광에 노출이 된 경우에 비타민 B₂ 손실이 많다고 보고하고 있으나(Lim WJ & Yoon JS 1990) 본 연구 결과에 의하면, 채소류의 비타민 B₂ 잔존율은 열처리와 가수량에도 영향을 받는 것으로 확인되었다.

3) 저수분 조리와 일반 조리법에 의한 비타민 niacin 함량 비교

시금치, 양배추, 콩나물, 당근의 비타민 niacin 함량과 잔존율을 비교한 결과, 저수분 조리인 LM 실험군에서 71.43-85.71%로 측정되었고, 일반 조리인 GB 실험군에서 57.14-64.58%로 급격히 낮아지는 경향을 보였다(Table 4). Han HK 등(2011)과 Ahn MS(1999)의 연구에 의하면 열처리, 데침, 끓임 과정에서 niacin의 변화가 크게 나타나지 않았다고 보고하고 있어 본 결과는 다소 상반되는 경향을 보였다. 그러나 Kim HJ 등(2013)의 다시국물의 영양성분 분석결과, niacin은 조리 후 국물 중에 용출된다고 보고된 결과와 비교해 볼 때, LM 실험군의 경우, 14-28% 정도가 조리수에 용출되었고, 일반조리인 GB 실험군은 35-42% 이상 용출된 것으로 예상된다. 따라서 수용성 비타민인 비타민 niacin은 상당량이 물속으로 용출되며, 조리수의 양이 가공 조리시 잔존율에 많은 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

4) 저수분 조리와 일반 조리법에 의한 비타민 pantothenic acid 함량 비교

Panthos라는 말은 ‘모든 곳으로부터(everywhere)’라는 단어의 의미에서와 같이 판토텐산은 자연계에 널리 분포되어 있다.

시금치, 양배추, 콩나물, 당근의 비타민 pantothenic acid 함량과 잔존율을 비교한 결과, 저수분 조리인 LM 실험군

Table 4. Comparison of vitamin B complex by two different blanching conditions (mg/100 g)

Vitamin B complex	Cooking method	Spinach	Cabbage	Bean sprouts	Carrot
Vitamin B ₁ (thiamin)	Raw sample	0.185±0.005 ^a (100) ²⁾	0.008±0.002 ^a (100)	0.14±0.03 ^a (100)	0.09±0.008 ^a (100)
	LM ¹⁾	0.177±0.007 ^a (95.68)	0.007±0.001 ^a (87.50)	0.08±0.01 ^b (57.14)	0.08±0.002 ^a (88.89)
	GB	0.036±0.002 ^b (19.46)	0.002±0.000 ^b (25.00)	0.02±0.00 ^c (14.29)	0.06±0.003 ^b (66.67)
Vitamin B ₂ (riboflavin)	Raw sample	0.048±0.001 ^a (100)	0.008±0.002 ^a (100)	0.04±0.01 ^a (100)	0.0068±0.0013 ^a (100)
	LM	0.037±0.005 ^{ab} (77.08)	0.007±0.001 ^a (87.50)	0.03±0.01 ^a (75.00)	0.0016±0.0009 ^b (23.53)
	GB	0.031±0.004 ^b (64.58)	0.002±0.000 ^b (25.00)	0.01±0.00 ^b (25.00)	0.0014±0.0005 ^b (20.59)
Vitamin B ₃ (niacin)	Raw sample	0.048±0.001 ^a (100)	0.018±0.012 ^a (100)	0.07±0.01 ^a (100)	0.007±0.00 ^a (100)
	LM	0.037±0.005 ^{ab} (77.08)	0.000±0.00 ^b (0.00)	0.06±0.01 ^a (85.71)	0.005±0.00 ^b (71.43)
	GB	0.031±0.004 ^b (64.58)	0.004±0.003 ^b (2.22)	0.04±0.01 ^b (57.14)	0.004±0.00 ^c (57.14)
Vitamin B ₅ (pantothenic acid)	Raw sample	0.030±0.002 ^a (100)	0.057±0.001 ^a (100)	0.27±0.01 ^a (100)	0.27±0.018 ^a (100)
	LM	0.027±0.003 ^a (90.00)	0.051±0.003 ^b (89.47)	0.26±0.02 ^a (96.30)	0.23±0.015 ^b (85.19)
	GB	0.026±0.001 ^a (86.67)	0.050±0.003 ^b (87.72)	0.10±0.02 ^b (37.04)	0.23±0.015 ^b (66.67)

¹⁾ LM: low moisture cooking with additional water (25% of vegetable weight); GB: general blanching with additional water (500-1,000% of vegetable weight).

²⁾ (): Retention rate (%) of vitamin B complex.

^{a-c} Different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

Table 5. Comparison of vitamin C by two different blanching conditions (mg/100 g)

Cooking method	Spinach	Cabbage	Bean sprouts	Carrot
Raw sample	26.65±0.62 ^a (100) ²⁾	19.87±0.30 ^a (100)	0 (100)	0 (100)
LM ¹⁾	24.58±0.45 ^b (92.23)	18.21±0.22 ^b (91.65)	0 (0)	0 (0)
GB	16.42±0.57 ^c (61.61)	11.54±0.00 ^c (58.08)	0 (0)	0 (0)

¹⁾ LM: low moisture cooking with additional water (25% of vegetable weight); GB: general blanching with additional water (500-1000% of vegetable weight).

²⁾ (): Retention rate (%) of vitamin C.

^{a-c} Different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

이 비타민 pantothenic acid 잔존율이 85.19-96.30%로 매우 높게 측정되었으며, 일반조리인 GB 실험군에서도 높은 잔존율로 분석되어(Table 4), 비타민 pantothenic acid은 가수량이나 열처리 조건에 크게 영향을 받지 않는 것으로 실험결과 나타났다. 판토텐산은 비교적 열에 대하여 안정하여 일반적인 조리, 건조, 산화에서 안정하다는 연구결과와 본 실험결과가 일치하였다(Ahn MS 1999).

2. 저수분 조리과 일반 조리법에 의한 비타민 C 함량 비교

시금치, 양배추, 콩나물, 당근의 비타민 C 함량과 잔존율을 비교하였다(Table 5). 양배추의 저수분 조리에 의해 처리한 LM 실험군의 비타민 C 잔존율이 91.65%인데 비하여 일반 조리에 의해 처리된 GB 실험군은 58.08%로 급격한 손실을 관찰 할 수 있었다. Kim TS 등(2007)의 연구에 의하면 수분양을 조절하여 채소류를 가열처리한

Table 6. Comparison of minerals (Mg, Ca, K, Zn, Fe) by two different blanching conditions (mg/100 g)

Minerals	Cooking method	Spinach	Cabbage	Bean sprouts	Carrot
Mg	Raw sample	110.18±10.92 ^a (100) ²⁾	17.35±0.86 ^a (100)	25.00±1.1 ^a (100)	13.49±0.54 ^a (100)
	LM ¹⁾	86.72±6.08 ^b (87.71)	15.89±0.79 ^b (91.59)	22.40±1.40 ^a (89.60)	13.21±0.01 ^a (97.92)
	GB	71.62±3.48 ^c (65.00)	13.66±0.48 ^c (78.73)	18.60±1.90 ^b (74.40)	9.73±0.03 ^b (72.13)
Ca	Raw sample	65.79±0.57 ^a (100)	47.96±2.16 ^a (100)	31.00±0.20 ^a (100)	28.01±1.79 ^a (100)
	LM	62.56±1.21 ^b (95.09)	45.83±0.59 ^{ab} (95.56)	29.60±2.10 ^a (95.48)	25.06±1.76 ^a (89.47)
	GB	49.67±0.39 ^c (75.50)	44.27±2.29 ^b (92.31)	28.80±1.30 ^a (92.90)	25.82±1.45 ^a (92.18)
K	Raw sample	1151.25±72.14 ^a (100)	277.85±7.76 ^a (100)	173.63±1.10 ^a (100)	138.05±4.84 ^a (100)
	LM	947.48±53.72 ^b (82.30)	227.58±10.38 ^b (81.91)	136.35±3.85 ^b (78.53)	84.54±7.64 ^b (61.24)
	GB	738.58±49.86 ^c (64.15)	185.63±9.60 ^c (66.81)	50.28±4.27 ^c (28.96)	58.56±5.57 ^c (42.42)
Zn	Raw sample	1.49±0.01 ^a (100)	0.57±0.015 ^a (100)	0.338±0.018 ^a (100)	0.075±0.007 ^a (100)
	LM	1.16±0.01 ^b (77.85)	0.51±0.018 ^b (89.47)	0.308±0.033 ^a (91.12)	0.072±0.005 ^a (96.00)
	GB	1.14±0.00 ^b (76.51)	0.40±0.017 ^c (70.18)	0.225±0.035 ^b (66.57)	0.031±0.004 ^b (41.33)
Fe	Raw sample	1.50±0.11 ^a (100)	0.50±0.042 ^a (100)	0.67±0.01 ^a (100)	0.210±0.042 ^a (100)
	LM	1.28±0.03 ^b (85.33)	0.47±0.045 ^a (94.00)	0.62±0.06 ^a (92.54)	0.17±0.00 ^a (80.95)
	GB	1.17±0.04 ^b (78.00)	0.39±0.061 ^b (78.00)	0.52±0.02 ^a (77.61)	0.17±0.049 ^a (80.95)

¹⁾ LM: low moisture cooking with additional water (25% of vegetable weight); GB: general blanching with additional water (500-1000% of vegetable weight).

²⁾ (): Retention rate (%) of minerals (Mg, Ca, K, Zn, Fe).

^{a-c} Different letters in the same column are significantly different at $p < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

결과, 찜조리 방법처리에서 양배추는 40.05% 잔존율을 나타낸 결과와 비교할 때 본 실험에서의 저수분 조리법이 찜조리 방법보다 매우 높은 비타민 C 잔존율을 유지하는 것으로 분석되었다.

시금치 시료에서도 LM 실험군은 92.23%의 매우 높은 잔존율이 측정된 것에 비해, GB 실험군은 61.61%로 비교되었다. 따라서 저수분 조리가 일반조리에 비해 비타민 C 잔존율을 높이는 조리방법으로 확인할 수 있었다. 또한 시금치를 찜조리 방법에 의해 처리한 경우, 50.09%의 잔존율이 보고된 것(Kim JN 등 2009)과 비교해 볼 때, 시금치도 저수분 조리법이 비타민 C 잔존율을 유지할 수 있

었다.

그러나 본 실험에 사용된 콩나물과 당근 시료의 비타민 C는 검출되지 않았다. Rural Development Administration (2016)에 의하면, 콩나물은 5.0 mg/100 g, 당근의 경우는 8.0 mg/100 g이며, 데친 후 콩나물은 0.0 mg/100 g, 당근은 7.0 mg/100 g이라 보고하고 있다. 그러나 본 실험에서 콩나물과 당근의 비타민 C 함량이 검출되지 않은 이유는 자체 함량이 매우 적고, 채소류의 비타민 C는 분석 중 소실되기 가장 쉬우며 측정 불확실도가 높은 화합물이기 때문으로 판단된다(Kim YJ & Kim HW 2003). 또한 Kim TS 등(2007)의 연구에 의하면, 비타민 C 함량은 재배방

법, 채취시기 등에 따라 다르다고 하였다. 본 실험의 공시재료로 사용된 양배추와 시금치의 비타민 C 함량이 19.87 mg/100 g, 26.65 mg/100 g으로 Rural Development Administration(2016) 등에 보고된 결과보다 낮게 분석되었다. 즉, 비타민 C 함량은 품종, 생산시기, 생산법 등 재배환경과 분석법간의 차이에 따라 큰 차이가 있을 것으로 판단되며 향후 그 함량 차이가 재배 환경과 분석법에 의한 것인지 판단하기 위해 보다 객관적으로 정밀분석을 실시할 필요가 있다고 판단된다.

따라서 본 실험결과에 의해 채소류를 물에 끓이거나, 데치는 방법보다는 저수분 처리가 비타민 C 유지에 매우 바람직한 방법으로 확인되었다. 또한 기존의 찜(steaming) 방법보다 채소류의 조리 가공 시에는 최소의 가수량과 열처리 공정을 확립하여 적용할 필요가 있다.

3. 저수분 조리과 일반 조리법에 의한 무기질 함량 비교

콩나물, 당근, 양배추, 시금치를 저수분 조리법(LM)과 일반 조리법(GB)으로 하여 각각 가열 처리한 후 무기질(Mg, Ca, K, Zn, Fe) 함량과 잔존율을 비교한 결과, 저수분 조리가 무기질 잔존율이 높게 유지 되었다(Table 6).

시료채소의 마그네슘의 함량은 LM 실험군이 87.71-97.92%로 높은 잔존율을 보였다. Ahn MS(2000)의 연구에 의하면 콩나물, 양배추, 시금치를 15분 가수열처리한 후 마그네슘 함량, 약 30%, 15%, 20%의 잔존율을 보고하고 있다. 그런데 본 연구의 저수분 조리에 의한 LM 실험군의 경우 매우 높은 잔존율을 보여, 저수분 조리가 콩나물의 마그네슘 함량 보존에 좋은 가공법임을 제안할 수 있다. 근채류인 당근의 조리 후 마그네슘의 손실율은 저수분 조리인 LM 실험군은 약 2.08%로 낮은 반면, 일반조리인 GB 실험군이 21.27%로 가수 처리가 약 10배 이상 손실율을 높게 하는 것으로 관찰되었다. 근채류의 마그네슘은 15분 이상 데칠 경우를 제외하고는 양호했다는 연구결과와는 다른 경향을 보였다(Oh MS 1996). 따라서 마그네슘의 경우에도 전처리과정에서 수분 함량에 따라 잔존율에 영향을 미치는 것으로 여겨진다.

시료채소의 칼슘 함량은 LM 실험군과 GB 실험군간의 조리중 손실율은 유의적으로 크게 차이가 나타나지 않았다($p<0.05$).

칼륨 잔존율은 GB 실험군이 28.96-66.81%인데 비하여 LM 실험군은 61.24-82.30% 함량으로 높게 유지되었다. Oh MS(1996)의 연구에서 칼륨은 데치기에서 가장 많이 용출되었고, 다른 조리법(압력조리, 찜, 전자레인지 가열)에서는 비교적 잔존율이 높다고 한 결과와 본 실험결과가 유사한 경향을 보였다. 칼륨의 경우도 가수량의 최소화 하여 열처리를 할 경우, 손실율을 최소화 할 수 있을

것으로 판단되어 진다.

콩나물, 당근, 양배추 시료의 아연 함량은 가수량이 많을수록 잔존율이 떨어지는 것으로 분석되었다. 특히 당근의 가수하여 열처리 한 경우, 아연의 손실율이 매우 높게 측정되었다.

콩나물, 당근, 양배추 시료의 철분 함량 분석 결과, 저수분 조리후 철분의 함량이 생시료와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p<0.05$). 철분 함량이 높은 시금치의 경우도 LM 실험군에서 85.33%의 높은 잔존율을 보였다. Yoo YJ(1995)의 연구에서 브로콜리의 가수량을 늘리고 열처리 한 경우, 철분의 잔존율이 50%이하로 떨어진다는 결과와 비교해 볼 때, 본 실험에 적용한 저수분 조리법은 철분 함량 유지에 안정적인 조리법으로 판단되었다.

Oh MS(1996)와 Yoo YJ(1995)의 연구를 고찰해 보면, 우리나라 전통 채소 조리법의 다수가 데치기 전처리를 하는 경우이고, 이와 같이 일반적으로 가수와 열처리 시간을 연장함에 따라 무기질 성분은 상당량이 조리수로 용출된다고 하였다. 따라서 채소 시료의 형태, 경도 등에 따라 조리수와 가열시간을 최소화 할 수 있는 최적 조리방법의 확립이 필요할 것으로 생각된다.

IV. 요약 및 결론

상용채소 중 시금치, 양배추, 콩나물, 당근의 가수량을 달리하여 가열처리한 후 비타민 B군과 비타민 C 함량과 잔존율을 비교하였다. 저수분 조리법(LM)은 수분을 재료 중량에 25%를 가하여 가열 처리하고, 일반조리법(GB)은 이용하여 재료 중량에 수분을 500-1,000% 가하여 각각 열처리 하였다.

Thiamin의 잔존율은 저수분 조리법인 LM 실험군이 87.50-95.68%로 높게 유지되어 열처리를 하지 않은 생시료와 유의적인 차이가 없었다. 가수량이 많은 일반 조리법인 GB 실험군에서의 양배추, 시금치의 thiamin 잔존율은 19.46-25.00%로 급격히 저하되었다. 비타민 riboflavin 잔존율은 콩나물, 양배추, 시금치에서 75.00-87.50%로 LM 실험군에서 안정적인 경향을 보여, 저수분 조리가 일반조리법에 비해 약 1.14-3.5배 이상 높게 측정되었다.

Niacin 잔존율은 저수분 조리인 LM 실험군에서 71.43-85.71%로 측정되었고, 일반 조리인 GB 실험군에서 57.14-64.58%로 급격히 낮아지는 경향을 보였다. B3의 변화는 열처리나 또는 데침, 끓임 과정에서 크게 나타나지 않는다고 알려진 결과는 다소 상반되는 경향을 보였다. 비타민 pantothenic acid의 잔존율은 LM 실험군에서 85.19-96.30%로 매우 높게 측정되었으며, GB 실험군에서도 높은 잔존율로 분석되어, 가수량이나 열처리 조건에 크게 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

또한 가수량을 달리하여 실험한 비타민 C 함량과 잔존율을 비교한 결과, 콩나물과 당근의 비타민 C는 검출되지 않았다. 양배추와 시금치의 비타민 C 함량이 19.87 mg/100 g, 26.65 mg/100 g으로 측정되었다. LM 실험군의 양배추와 시금치의 비타민 C 잔존율은 각각 91.65%, 92.23%인데 비하여 일반 조리법에 의해 처리된 GB 실험군은 58.08%, 61.61%로 급격한 손실을 관찰 할 수 있었다.

콩나물, 당근, 양배추, 시금치를 저수분 조리법(LM)과 일반 조리법(GB)으로 하여 각각 가열 처리한 후 무기질(Mg, Ca, K, Zn, Fe) 함량과 잔존율을 비교한 결과, 저수분 조리법이 무기질 잔존율이 높게 유지 되었다. 마그네슘의 함량은 LM 실험군이 87.71-97.92%로 높은 잔존율을 보였다. 칼슘 함량과 아연의 함량은 LM 실험군과 GB 실험군간에 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 칼륨 잔존율은 GB 실험군이 28.96-66.81%인데 비하여 LM 실험군의 경우 61.24-82.30% 함량으로 높게 유지되었다. 시금치의 철분 함량은 LM 실험군에서 85.33%의 높은 잔존율을 보였다.

철분의 경우 생시료와 LM 실험군간의 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 저수분 조리법은 철분 함량 유지에 안정적인 조리법으로 판단되었다.

우리나라 전통 채소 조리법의 다수가 데치기와 같이 수분을 넣어 전처리를 하는 경우가 많다. 이러한 방법은 가수 및 열처리 시간에 비례하여 수용성 비타민과 무기질 성분 상당량이 조리수로 용출되어 상실하게 된다. 따라서 본 연구에서는 채소류를 물에 끓이거나, 데치는 방법을 개선하여 최소한의 수분과 열처리를 하되 채소 고유의 맛과 질감을 유지할 뿐 아니라, 수용성 비타민과 무기질을 유지시키는 방법인 저수분 조리법을 상용채소에 적용한 경우 비타민과 무기질의 잔존율이 높게 유지되는 것을 규명하였다. 저수분 조리법은 식품의 조리 가공 등 다양하게 적용할 경우 손실영양소를 최소화 하여 이용가능성이 제고되므로 그 가치가 한층 더 높을 것으로 기대된다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Ahn MS. 1999. A study on the changes in physico-chemical properties of vegetables by Korean traditional cooking methods. *Korean J Diet Cult* 14(2):177-188.
- Ahn MS. 2000. *Cookery science of Korean food*. Shinkwang Publishing Company, Seoul, Korea. pp 285-287.
- Ahn MS. 2007. *Food and cooking principle*. Shinkwang Publishing Company, Seoul, Korea. pp 311-315.
- Chun HK, Ahn TH, Hong JJ. 2005. Effect of blanching time on changes in vitamin and mineral contents in leafy vegetables treated by pesticides. *Korean J Food Cook Sci* 21(1):75-83.
- Han HK, Kang MS, Na JM, Yoon HN, Kim SY, Kim SN, Kim JB, Park HJ, Jo YS, Kim SY. 2011. Quantitative changes of nutritional composition of spaghetti squash by boiling. *Korean J Food Cook Sci* 27(6):815-823.
- Kang OJ, Lee MK, Lee YW, Ko DH. 2001. *Cooking principle*. Samkwang Publishing Company, Seoul, Korea. pp 65-66.
- Kim BC, Hwang JY, Wu HJ, Lee SM, CHo HY, Yoo YM, Shin HH, Cho EK. 2012. Quality changes of vegetables by different cooking methods. *Korean J Culin Res* 18(1):40-53.
- Kim CJ, Park JS, Kim SY, Oh Dk. 1996. Varietal difference among soybean sprouts during germination and maturation. *Korean Soybean Dig* 13(1):55-61.
- Kim HJ, Lee SM, Choe JY, Han SH, Hwang JY. 2013. *Experimental cooking*. Jigu Publishing Company, Seoul, Korea. pp 36-47.
- Kim JN, Hong JY, Shin WS. 2009. Comparative analyses of vitamin C residue from several vegetables under different cooking conditions. *J Korean Living Sci Res* 28(2):49-52.
- Kim KH. 1992. The growing characteristics and proximate composition of soybean sprouts. *Korean Soybean Dig* 9(2):27-30.
- Kim SD, Kim SH, Hong EH. 1993. Composition of soybean sprouts and its nutritional value. *Korean Soybean Dig* 10(1):1-9.
- Kim TS, Park WJ, Kang MH. 2007. Effects of antioxidant activity and changes in vitamin C during storage of *Lycii folium* extracts prepared by different cooking methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(12):1578-1582.
- Kim YJ, Kim HW. 2003. Estimation of measurement uncertainty in vitamin C analysis from vegetable and fruit Juice. *Korean J Food Sci Technol* 35(6):1053-1059.
- Lee SR, Kim MG. 1988. Absorption suppression and detoxification of toxic heavy metals. The report of National Research Foundation, Seoul, Korea. [Report number: 862-1508-020-2].
- Lim WJ, Yoon JS. 1990. The problem on riboflavin content inference of common foods for Korean. *J Korean Soc Food Nutr* 19(1):73-79.
- Martins-Júnior HA, Wang AY, Alabourda J, Pires MA, Vega OB, Lebre DT. 2008. A validated method to quantify folic acid in wheat flour samples using liquid chromatography -Tandem mass spectrometry. *J Braz Chem Soc* 19(5):971-977.
- Ministry of Food and Drug Safety. 2015. Food fair. Available from: http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_01.jsp. Accessed March 15, 2016.
- Oh MS. 1996. Changes in mineral content in several root vegetables by various cooking methods. *Korean J Food*

- Cook Sci 12(1):40-45.
- Rural Development Administration. 2016. Information system of agrifood. Available from: <http://koreanfood.rda.go.kr>. Accessed March 15, 2016.
- Sila DN, Smout C, Vu ST, Loey A, Hendrickx M. 2005. Influence of pretreatment conditions on the texture and cell wall components of carrots during thermal processing. *J Food Sci* 70(2):E85-E91.
- Yoo YJ. 1995. Mineral contents of spinach and broccoli blanched by conventional method. *Korean J Soc Food Sci* 11(4):337-341.
- Yoon KS. 2008. *New food science and principle of cookery*. Soohaksa, Seoul, Korea. p 178.
- Youn JE, Kim HS, Lee KA, Kim YH. 2011. Contents of minerals and vitamins in soybean sprouts. *Korean J Crop Sci* 56(3):226-232.
- 隆 吉田. 2005. 過熱水蒸氣技術集成. 株式會社 エヌ・ティエス. pp 3-83.

Received on May12, 2016/ Revised on Jun.9, 2016/ Accepted on Jun.11, 2016