

Microwave를 이용한 조리방법에 따른 상용채소의 무기질 함량 변화 - 시금치와 브로커리 -

박세원 · 김선태* · 유양자

세종대학교 자연과학대학 가정학과, *한국과학기술연구원 특성분석센터

Effect of Blanching Time, Blanching Water and Power Settings on Minerals Retention in Microwave Blanched Vegetables

Sewon, Park, Suntae, Kim* and Yangja, Yoo

Department of Home Economics, College of Natural Science, Sejong University

*Advanced analysis Center, Korea Institute of Science & Technology

Abstract

The effect of blanching time, blanching water and power settings of microwave oven on the minerals retention in spinach and broccoli were investigated. The vegetables were blanched for 60, 120 and 180 sec, with water 0 ml, 50 ml and 100 ml every 100 g of raw material at two different power settings (700W, 400W). The retention of minerals(Ca,K,Mg,Cu,Fe,Na,P) in spinach and broccoli were higher at the 400W power than 700W power level, regardless of blanching time. At the high power, the retention of minerals in spinach and broccoli were reduced remarkably as the blanching time increased. The reason for this is that the increasing power level results in greater water coming out from the vegetable. Also, minerals in vegetable as coming out with this water loss in proportion to the blanching time.

1. 서 론

채소음식은 식품자체가 가지고 있는 독특한 색과 풍미를 주는 외에 비타민과 무기질이 풍부하며 근래에 들어서는 식이 섬유소(dietary fiber)로서의 역할이 중시되고 있고, 또한 산을 중화시키고 체내의 염기 상태를 조절하여 대사기능을 돕는 식품으로서 점차 그 가치평가가 높아지고 있다¹⁾.

오늘날 고도의 산업화와 과학 기술의 진보 및 국제화로 인해 우리의 생활양식이 많은 변화를 겪게 되었고 식생활 pattern도 점차로 바뀌어 왔다.

최근에 식생활 pattern의 변화는 육류의 경우, 1971년에 1인 1일당 섭취량이 5.0 g에서 1992년에는 58.1 g으로 약 12배 증가되었고²⁾, 현재도 점점 증가 추세로서 이러한 육식위주의 식사형태를 선호하는 경향으로 인하여 성인병과 비만이 만연되고 있다. 이러한 시점에서 채소의 중요성이 재인식 되어야 하므로 우리민족이 이루어온 식생활에서 채소의 위치를 확인하는 작업은 올바른 식문화의 방향을 제시해 줄 것이다³⁾.

한편, 우리나라의 경우 야채 총 공급량은 1인 1일당 1972년에 170.6 g에서 1992년에는 369.1 g으로 2.2배의 증가됨을 보였고⁴⁾, 야채의 총 섭취량은 1인 1일당 1971년에 255.0 g에서 1992년에는 301.5 g으로 20여년간 야

채의 공급량은 증가된 반면, 섭취량에는 별차이가 없었다²⁾.

무기질은 인체의 영양을 지배하는 필요불가결한 무기화합물로서 다량 원소의 경우, 식사에서 100 mg 이상 필요하며, 미량 원소는 100 mg 이하로 매우 적은 양이 필요하지만, 이들 원소들은 인체내에서는 생성되지 않기 때문에 반드시 외부로부터 섭취되어야 한다⁵⁾.

또한 식생활 pattern이 달라져감에 따라 조리기구도 많은 변화를 가져왔다. 그중에도 특히 microwave oven을 조리기구로서 이용한 점은 획기적인 발전이라 하겠다. microwave oven의 발견은 1945년으로 그 이후 1960년대는 공업용으로 사용되어졌고, 가정에 보급되기 시작한 것은 1970년대 부터이다⁶⁾. 우리 나라에서는 1978년에 microwave oven이 시판된 이래 그 사용 빈도가 점점 늘어나고 있는 추세이다⁷⁾.

이렇게 microwave oven의 소비가 증가되고 있는 이유는 Quenzer와 Burn의 실험 결과에서 보듯이 microwave oven에서 채소를 blanching하면 세포벽 주위에 있는 원형질 물질(protooplasmic material)이 응고되어서 세포와 조직구조를 손상시키지 않으므로 단단(firm)하고도 씹힘(chewy)질감을 이루어 높은 선호도를 보이고 있으며⁸⁾, 또한 야채류 조리시 재래 조리방법에 비해 짧은 시간내에 조리할 수 있고 가열 방법이 급속가열방식이어서 조리할 때 물이 필요하지 않거나 거의 필요하지

않아서 영양소 손실을 방지할 수 있다는 점이다⁹⁾.

현재, 국내외적으로 microwave oven을 사용해서 야채류를 blanching할 때 변화될 수 있는 여러 영양소에 관해 실험한 보고서들이 많은데 그중 가장 많이 연구된 것은 ascorbic acid^{7-8), 10-14)}이고 그 다음이 folacin^{13, 15-16)}, carotene¹⁷⁾ 등인데 반해 무기성분의 손실에 대한 연구는 적은 편이다.

그러므로, 본 연구에서는 우선 녹황색 야채 중 시금치와 브로커리를 선택하여, microwave oven으로 blanching할 때 이용된 출력과 열처리시간 및 조리수 첨가량에 따라서 무기질 함량이 어떻게 감소하는가를 알아봄으로서, microwave oven의 적절한 blanching 조건을 유도하고 더불어 야채류 조리시 영양가의 손실을 최대한 방지하기 위한 방법 모색을 본 실험의 결과를 통해 제시하고자 한다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료 및 시약

재료는 시내의 한 백화점에서 1994년 1월에 시금치를 구입했고, 브로커리는 1994년 4월에 구입했다.

시금치는 다듬고 나서 물로 씻은 후 물기를 빼고 5 cm 길이로 잘랐다. 브로커리는 씻은 후 물기를 빼고 나서 꽃봉우리부터 줄기쪽으로 5cm 길이로 자른 후 송이가 큰 것은 등분해서 사용했다. 시금치는 줄기와 잎을 구분한 후 각각 50 g씩 취해 100 g으로 준비하였고, 브로커리는 균등하게 혼합한 다음 100 g씩 취했다.

이상의 재료를 가로 15 cm 세로 20 cm 크기의 plastic bag에 넣고 조리수 0 ml, 50 ml, 100 ml를 가한 후 가능한 공기를 빼도록 밀착시켜서 봉한 다음, microwave oven의 출력을 400W와 700W로, 조리시간은 60초, 120초, 180초까지 blanching한 다음 바로 꺼내어 채소에 함유되어 있던 자유수와 첨가된 물을 제거하기 위해 적당히 짜주고 다시 plastic bag에 넣어 얼음 냉수 중에서 물이 들어가지 않도록 냉각 한 후 32°C에서 실험 분석일까지 저장하였다. 실험 당일 냉동 저장되었던 시금치와 브로커리를 실온에서 해동 시킨 후 그대로 시료로 사용하였다.

본 실험에 사용한 microwave oven은 금성 전자 렌지 MR-400M형으로 출력은 고(700W), 저(400W)의 2가지 level을 선택하였다.

무기질을 분석하기 위해 사용한 시약은 특급시약을 사용하였으며 물은 1차 증류 후 이온교환수지를 통과시켜 사용하였다.

2. 실험방법

(1) 시료의 전처리 (분쇄)

microwave oven에서 처리하여 얻어진 시료를 20 g씩 정확히 취해 500 ml 비이커에 넣고 질산을 50 ml 가한 후 watch glass로 덮고 가열하여 유기물을 완전히 분해

시키고 분해물이 2 ml 정도 될 때까지 농축시켰다. 여기에 증류수를 가해 100 ml로 정용하여 무기질(Ca, K, Mg, Cu, Fe, Na, P) 분석용 검액으로 하였다.

(2) 무기질의 정량분석¹⁸⁻¹⁹⁾

무기질을 정량하기 위해 사용된 기기는 원자흡수분광기(Perkin-Elmer model 3030 B Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS)와 유도결합 플라즈마 방출분광기(Thermo Jarrel ash PolyScam 61E Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometer, ICP-AES) 이고 이들의 제원 및 측정조건은 Table 1-2와 같다.

III. 실험결과 및 고찰

1. 조리수를 첨가하지 않은 시료의 무기성분 잔존량

Microwave oven을 이용하여 400W 및 700W의 출력으로 조정하고 시금치와 브로커리를 60, 120 및 180초간 blanching했을 때 Na, K, Fe, Ca, Mg, P, Cu의 잔존율과 잔존량은 Table 3-6과 같다.

시금치의 경우, 저출력으로 blanching했을 때 무기성분들의 최저 잔존율이 60초 열처리시에서는 82.5%였고, 120초는 72.5%, 180초에서는 70.0%이상의 잔존율을 나타냈는데, 이는 열처리 시간에 따라 손실율이 크지 않았다. 고출력에서는 무기성분들의 최저 잔존율이 60초 열처리시 66.7%에서 120초는 40.0%, 180초에서는 37.5%로, 고출력에서는 열처리 시간에 따라 손실율이 증가

Table 1. Experimental Condition for AAS

Element	Hollow Cathode Lamp	Wavelength (nm)	Slit width (nm)	Band-Flame
Fe	Multi-	248.3	0.2	Air-C ₂ H ₂
K	K	766.5	1.4	Air-C ₂ H ₂
Na	Na	589.0	0.4	Air-C ₂ H ₂
Cu	Multi-	324.8	0.7	Air-C ₂ H ₂

Table 2. Experimental Condition for ICP-AES

Description	Condition
R.F. Generator	27.12 MHz
R.F. Power	1.2~1.5 kW
Plasma Torch	Quartz(High flow/low flow torch; with demountable type)
Nebulizing System	fixed cross flow nebulizer
Flow Rate of Argon Gas	Carrier 0.9 L/min Coolant 15 L/min
Analytical Line	Ca(II) 393.366 nm Mg(II) 279.553 nm P(I) 178.287 nm

(I): Atom Line, (II): Ion line

Table 3. Retention rate of minerals in spinach blanched by microwave oven

Cooking Water	0 ml/100 g			50 ml/100 g			100 ml/100 g												
	Power	High	Low	High	Low	High	High	Low	Low										
Minerals	Raw	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec									
Na	1	77.5	40.0	37.5	82.5	72.5	70.0	82.5	57.5	47.5	95.0	87.5	82.5	85.0	62.5	52.5	97.5	92.5	90.0
K	1	75.3	58.3	58.3	87.3	80.2	80.2	79.1	69.9	62.1	93.3	92.9	80.7	79.8	70.3	66.4	93.8	93.7	88.9
Fe	1	66.7	55.8	50.7	84.8	80.4	73.2	79.7	66.7	60.9	90.6	82.6	81.2	87.0	68.8	64.5	96.4	89.9	89.1
Ca	1	69.4	54.2	44.1	86.8	79.4	76.5	82.7	66.3	55.7	90.0	83.1	82.6	87.2	72.6	56.4	98.5	98.5	91.8
Mg	1	72.5	56.8	55.2	82.9	76.9	71.9	86.5	62.7	59.9	88.1	81.1	76.1	88.6	67.2	60.1	96.7	93.7	85.3
P	1	93.0	52.0	45.0	95.5	84.4	77.9	94.5	68.9	51.4	96.9	87.2	83.5	95.2	73.5	69.0	97.5	96.6	92.6
Cu	1	84.0	60.0	44.0	84.0	80.0	80.0	85.0	68.0	64.0	92.0	84.0	84.0	88.0	76.0	68.0	96.0	92.0	92.0

Table 4. Retention rate of minerals in broccoli blanched by microwave oven

Cooking Water	0 ml/100 g			50 ml/100 g			100 ml/100 g												
	Power	High	Low	High	Low	High	High	Low	Low										
Minerals	Raw	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec									
Na	1	58.7	56.8	51.2	87.7	79.6	68.5	60.5	60.5	53.1	88.9	85.2	78.4	67.9	60.5	56.8	98.8	98.2	98.2
K	1	86.9	86.6	82.3	93.4	92.0	90.2	87.7	86.9	85.2	94.8	93.9	92.4	87.9	87.5	84.7	99.9	99.1	99.8
Fe	1	91.7	83.5	55.1	96.3	94.5	95.4	92.7	89.9	61.5	98.2	98.2	99.1	93.6	93.6	69.7	99.1	99.1	99.1
Ca	1	79.1	73.4	68.2	84.8	83.7	82.2	79.7	75.2	71.8	88.2	83.3	82.3	80.9	80.1	73.3	94.1	91.5	87.8
Mg	1	87.9	86.7	85.6	91.3	91.0	90.5	88.2	86.4	85.6	94.2	92.5	90.5	89.9	89.3	86.1	94.5	94.3	95.4
P	1	80.2	79.4	77.0	91.6	89.6	88.5	83.0	81.4	77.3	96.4	92.3	89.1	84.2	83.1	78.3	99.3	97.3	94.8
Cu	1	62.5	59.1	53.9	75.7	75.7	65.2	62.6	60.0	55.7	76.5	73.0	67.0	65.2	63.5	57.4	93.6	98.3	94.8

Table 5. The mineral contents in spinach blanched by microwave oven (mg %)

Cooking Water	0 ml/100 g			50 ml/100 g			100 ml/100 g			
	High	Low	Power	High	Low	Power	High	Low	Power	
Minerals	Raw	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec
Na	0.040	0.031	0.016	0.015	0.033	0.029	0.028	0.033	0.023	0.019
K	0.7484	0.5638	0.4363	0.4360	0.6530	0.6002	0.6001	0.5921	0.5231	0.4650
Fe	0.001380	0.000920	0.000770	0.000700	0.001170	0.001110	0.001010	0.001100	0.000920	0.000840
Ca	0.1287	0.0893	0.0697	0.0568	0.1117	0.1022	0.0985	0.1064	0.0853	0.0717
Mg	0.1193	0.0856	0.0677	0.0658	0.0989	0.0917	0.0858	0.1032	0.0748	0.0715
P	0.0671	0.0624	0.0349	0.0302	0.0641	0.0566	0.0523	0.0634	0.0462	0.0345
Cu	0.000250	0.000210	0.000150	0.000110	0.000210	0.000200	0.000200	0.000210	0.000170	0.000160

Table 6 The mineral contents in broccoli blanched by microwave oven (mg %)

Cooking Water	0 ml/100 g			50 ml/100 g			100 ml/100 g			
	High	Low	Power	High	Low	Power	High	Low	Power	
Minerals	Raw	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec	60 sec	120 sec	180 sec
Na	0.0162	0.0095	0.0092	0.0083	0.0142	0.0129	0.0111	0.0098	0.0098	0.0086
K	0.5035	0.4377	0.4358	0.4143	0.4702	0.4632	0.4541	0.4413	0.4375	0.4289
Fe	0.00109	0.00100	0.00091	0.00060	0.00105	0.00103	0.00104	0.00101	0.00098	0.00067
Ca	0.0738	0.0584	0.0542	0.0503	0.0626	0.0618	0.0607	0.0588	0.0555	0.0530
Mg	0.0346	0.0304	0.0300	0.0296	0.0316	0.0315	0.0313	0.0305	0.0299	0.0296
P	0.1315	0.1055	0.1044	0.1012	0.1204	0.1178	0.1164	0.1091	0.1070	0.1017
Cu	0.00010	0.000072	0.000062	0.000087	0.000087	0.000075	0.000072	0.000072	0.000069	0.000064

함을 나타냈고, 이 중에서도 가장 급격한 감소를 보인 것은 P로 60초에서는 잔존율이 93.0%였다가 180초에서는 45.0%로 나타났다. 브로커리의 경우는, 저출력에서 blanching했을 때 최저 잔존율이 60초와 120초에서 75.7%였고, 180초에서는 65.2%로 나타났고, 고출력에서는 60초 열처리시 최저 잔존율이 58.7%였던 반면 120초는 56.8%, 180초에서는 51.2%로 저출력에서 보다는 고출력으로 조리했을 때 감소율이 증가되었지만, 시금치와 비교해 보면 브로커리가 감소율이 낮았다.

이상과 같이 시금치와 브로커리가 microwave oven에서 blanching할 때 고출력에서 시금치의 잔존율이 더 낮은 것은 브로커리 보다 시금치가 섬유조직이 더 연하기 때문이라고 생각된다.

2. 조리수 50 ml 첨가시 무기성분의 잔존량

시금치와 브로커리를 조리수 50 ml 첨가해 blanching 하면서 Na, K, Fe, Ca, Mg, P, Cu의 잔존량 및 잔존율에 대해 실험한 결과는 Table 3-6에 나타난 바와 같다.

시금치의 경우, 저출력으로 조리수 50 ml 첨가해 blanching했을 때 60초에서는 88.1%의 최저 잔존율이었고 120초는 81.1%, 180초에서는 76.1%의 잔존율을 보였는데, 이 조건으로 blanching했을 때 가장 많은 감소율을 나타낸 것은 Mg으로 180초 열처리시 76.1%를 나타냈다. 고출력에서는 60초 열처리시 79.1%였는데 반해 120초는 57.5%였고, 180초에서는 47.5%로 나타나 조리수 첨가하지 않고 고출력으로 180초 열처리 한 것과 비슷하게 급격한 감소율을 나타냈다. 브로커리의 경우는, 저출력에서 조리수 50 ml 첨가해 blanching했을 때 60초에서 열처리시 최저 잔존율이 76.5%였고, 120초는 73.0%, 180초에서는 67.0%로 나타나 이 조건에서는 Cu를 제외한 다른 무기성분들에서는 열처리 시간에 따라 손실율이 크지 않음을 나타냈고, 특히 Fe가 180초 열처리시 잔존율이 99.1%를 보여 거의 손실되지 않았음을 나타냈다. 고출력에서 조리수 50 ml 첨가해 blanching했을 때는 60초에서 열처리시 최저 잔존율이 60.5%였고, 120초는 60.0%, 180초에서는 53.1로 나타나, 브로커리는 조리수 50 ml 첨가해서 조리했을 때 Na와 Cu를 제외한 무기성분들에서 높은 잔존율을 보였다.

3. 조리수 100 ml 첨가시 무기성분의 잔존량

시금치와 브로커리를 조리수 100 ml 첨가해 blanching하면서 Na, K, Fe, Ca, Mg, P, Cu의 잔존량 및 잔존율에 대해 실험한 결과가 Table 3-6에 제시되어 있다.

시금치의 경우, 저출력으로 조리수 100 ml 첨가해 blanching했을 때 60초에서는 최저 93.8%의 잔존율이었고, 120초는 89.9%, 180초에서는 85.3%의 잔존율을 보여 거의 손실되지 않음을 나타냈는데 반해, 고출력에서는 60초 열처리시 79.8%, 120초는 62.5%, 180초에서는 52.5%의 최저 잔존율을 보여 열처리 시간에 따라 높은 감소율을 나타냈다. 시금치의 경우, 조리수 첨가량이 많을

수록 무기성분의 보유량이 큼을 보여주었는데, 이것은 microwave oven에서 조리수를 첨가한 후 blanching하면 조리수 첨가하지 않았을 때보다 첨가한 조리수를 데우기 위한 열처리 시간이 더 필요함을 의미하는 것으로 보인다.

브로커리의 경우는, 저출력에서 조리수 100 ml 첨가해 blanching 했을 때 60초에서 열처리시 최저 잔존율이 93.6%였고 120초는 91.5%, 180초에서는 87.8%로 나타나 거의 손실되지 않았음을 보여줌으로서, 저출력에서는 조리수 첨가시 브로커리는 180초에서도 거의 blanching되지 않았음을 나타냈다. 고출력에서는 조리수 100 ml 첨가해 blanching 했을 때, 60초에서 열처리시 최저 잔존율이 65.2%, 120초는 60.5%, 180초에서는 56.8%로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구는 microwave oven을 저(400W) 및 고(700W) 출력으로 고정하고 현재 가장 많이 사용되고 있는 시금치와 서양 채소 중 소비가 점점 증가되고 있는 브로커리를 선택해서 blanching할 때 열처리 시간의 경과 및 조리수 첨가량에 따른 채소 중의 무기성분(Na, K, Fe, Ca, Mg, P, Cu) 함량이 얼마나 감소하는가를 관찰하였다.

시금치와 브로커리를 저출력에서 blanching 했을 때는 조리수 첨가량 및 열처리 시간에 상관없이 대부분 잔존율이 높게 나타났는데 이는 저출력의 경우, blanching되지 않고 거의 그대로의 질감을 나타냈음을 보여 주었다. 고출력에서 blanching한 경우에는 시금치와 브로커리가 조리수 첨가량이 적으면 적을수록 또는 조리 시간이 경과되면 될수록 무기성분의 감소율이 증가됨을 보였는데, 이는 출력이 크면 클수록 열처리 시간 경과에 따라 채소 자체내 수분이 손실되면서 더불어 무기성분도 용출되어 나오기 때문으로 사려된다.

참고문헌

1. 조후중, 한국음식 나물예 대한 고찰, 명지대논문집, 제8집 (1990).
2. 보건사회부, 국민영양조사결과 보고서 (1994).
3. 이미순, 정미숙, 이성우, 우리나라 채소의 역사적 고찰, 한국식문화학회지, 3(4) (1988).
4. 한국농촌경제연구원, 식품수급표 (1993).
5. 김숙희, 유춘희, 강명희, 김선희, 김경자, 이종미, 이현옥, 영양학, 이대출판부 (1989).
6. Iwanicki, E.M., The microwave oven: Consumer's satisfaction with use. Master. Thesis, Indiana University (1980).
7. 임숙자, Microwave oven으로 blanching할 때 출력과 시간이 ascorbic acid 잔존량에 미치는 영향, 한국영양학회지, 22(3), p.159 (1989).
8. Quenzer N.M, Burn E.E., Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach, *J Food Sci.*, 46: 410-413 (1981).

9. Cooking with Microwaves I.M.P.I.,(6): 45 (1976).
10. 홍성야, 우경자, Microwave 가열과 데치기 방법에 따른 vitamin C 함량에 관한 연구, 인하대 산업기술 연구원 논문집, 제6집, p.203 (1979).
11. 장수경, 변상숙, 야채류 함유 vitamin C가 가열조리에 미치는 영향에 관한 연구, 고려대학교 의학기술 논집, 11(1), p.(1980).
12. L.B. Mabesa, R.E. Baldwin, Ascorbic acid in peas cooked by microwaves, *J. Food Sci.*, 44: 932-933 (1979).
13. B.P. Klein, C.H.Y. Kuo, G. Boyd, Folacin and ascorbic acid in fresh raw, microwave, and conventionally cooked spinach, *J. Food Sci.*, 46: 640-641 (1981).
14. M.S. Eheart, C. Gott, Conventional and microwave cooking of vegetables, *J. Am Diet Assoc.*, 44: 116-119 (1964).
15. B.P. Klein, H.C. Lee, P.A. Reynolds, N.C. Wangles, Folacin content of microwave and conventionally cooked frozen vegetables, *J. Food Sci.*, 44(1): 286-288 (1979).
16. S.C. Desouza, R.R. Eitenmiller, Effects of processing and storage on the folate content of spinach and broccoli, *J. Food Sci.*, 51(3): 626-628 (1986).
17. Y.W. Park, Effect of freezing, thawing, drying and cooking on carotene retention in carrots, broccoli and spinach, *J. Food Sci.*, 52(4) (1987).
18. 주현규, 박충균, 조규성, 채주규, 마상로, 식품분석법, 유림문화사, p263 (1989).
19. 不破敬一郎, 原口絃烈, ICP發光分析, 南江堂, 京都, p167 (1980).