

Microwave Oven으로 채소를 Blanching할 때 출력과 시간이 Ascorbic Acid 잔존량에 미치는 영향

임 숙 자

덕성여자대학교 식품영양학과

Effects of Blanching Time and Power Settings on Ascorbic Acid Retention in
Microwave Blanched Vegetables

Lim, Sook Ja

Dept. of Foods and Nutrition, Duksung Women's University

=ABSTRACT=

The effects of blanching time and power settings of microwave oven on the ascorbic acid retention in seven kinds of vegetables were investigated. The vegetables were blanched for 120 or 180 sec. at three different power settings, 650 watt(high power), 500 watt(mediaum power) and 160 watt(low power).

The retentions of ascorbic acid in cabbage, garland chrysanthemum, mungbean sprout, amaranth and carrot were higher when they were blanched at the high power than those blanched at the lower power settings. Blanching of spinach and yul-moo (small korean radish) showed that the vitamin was more retained by the medium power heating. Blanching at the low power revealed that the ascorbic acid retention was reduced remarkably as the blanching time increased.

From the scoring difference tests the 10-panel members indicated that the texture of three-tested vegetables was more acceptable when they were blanched at the high power setting.

서 론

1978년 우리 나라에서 microwave oven이 시판된 이래 그 사용빈도가 높아져서 단체급식소 뿐만 아니라 일반 가정에까지 널리 보급되었다. 그러나, 우리의 식생활에 맞는 효율적인 적용 방법이 미흡하고 사용법이 한정되어 있으므로, 좀 더 과학적이고 효율적인 이용법의 개발이 요구되어지고 있다.

Quenzer와 Burns¹⁾는 microwave oven에서 채소를 blanching하면 세포벽 주위에 있는 원형질 물질(protoplasmic material)이 응고되어서 세포와 조직구조를 손상시키지 않으므로 단단(firm)하고도 질긴(chewy) 질감을 이루어 높은 선호도를 보였다고 했으며, Klein등²⁾은 물을 첨가하여 microwave oven에서 열처리한 시금치와 재래적인 열처리 방법(conventional method)에 의한 것과는 비교한 결과, 전자의 방법이 더 낮

은 ascorbic acid 잔존률을 보였다고 하였다. 그러나, microwave oven에서는 물이 없어도 야채를 열처리하는 것이 가능하여서 물의 첨가없이 부드러운 내열성 플라스틱 주머니(non-rigid thermoplastic bag)에 넣은 후 이 방법으로 blanching한 Proctor와 Goldblith³⁾연구에 의하면 당근과 완두콩, green beans 및 broccoli의 vitamin C 보유율은 100% 이었고 시금치는 98%라는 높은 잔존율을 보였으며, Eheart Gott⁴⁾도 냉동 시금치에 대해서 microwaveoven에서 열처리한 것이 재래적인 열처리 방법보다 더 높은 ascorbic acid 함량을 나타냈다고 하였다. 그리고 Chung⁵⁾등은 microwave로 열처리한 완두콩에서는 몇몇 아미노산의 많은 손실이 발생하였는데 이는 microwave가 특별한 아미노산의 side chain에서 화학적 변화를 촉진하기 때문이라고 설명하였다.

Microwave 열처리 방법은 조리 시간이 적게 소요되고 조리용액이 불필요하므로 열에 민감한 영양소의 보유가 높은편이며⁶⁾, 채소의 조리 시간을 줄이고 물을 첨가하지 않는 조리법이 ascorbic acid의 잔존율을 증가시키므로 이 방법으로 vitamin C의 보유율을 최대로 할 수 있다고 하였다.⁷⁾ 한편 Kylen⁸⁾등은 microwave로 blanching한 여러가지 채소가 ascorbic acid 함량이 높지는 않았지만, 조리용액 중에는 다른 방법에 의한 것보다 이 vitamin 용출이 더 적었다고 하였다.

Microwave oven은 그 사용되는 magnetron의 형태에 따라 출력(power output)이 달라서, 대체로 가정용은 300~700watt의 범위이며, 상업용은 700~1,300watt까지의 범위로 되어있다. 600~700watt를 기준으로 할 때 400~500watt에서는 조리시간이 35% 가량 증가되며 500~600watt에서는 15% 증가, 700watt 이상에서는 감소하게 된다.⁹⁾

Shapiro와 Bayne¹⁰⁾의 연구에서는 유리 그릇에 음식을 채운 후 400W에서 가열할 때가 700W에서 조리할 때 보다 평균적으로 조리 시간이

53% 가량 증가하였고 Korschgen등¹¹⁾도 492W와 1,054W에서 고기를 조리한 결과 492W에서 후자보다 2배의 시간이 소요되었다고 했다. 또한 쇠고기(beef roast)를 high power(553W)와 simmer power(273W)에서 조리했을 때, 고출력에 의한 것은 volatile loss가 심했으며 냉동 상태 때부터 고출력에서 조리한 것은 선호도(palatability score)가 유의적으로 낮게 나타났다.¹²⁾

본 연구에서는 microwave oven을 사용하여 채소를 blanching할 때, 이용된 출력이 시간의 경과에 따라서 ascorbic acid의 함량이 어떻게 감소하는가를 알아 봄으로써 이 vitamin의 손실이 적은 적절한 blanching 조건을 유도하고자 하였다.

실험 재료 및 방법

1. 실험재료

녹황색 채소중 vitamin C의 함량이 비교적 많고, 흔히 나물로 많이 먹는 양배추, 썩갓, 숙주, 비름, 당근, 시금치 및 열무의 7종을 선택하였다.

양배추, 썩갓, 숙주, 비름 및 당근은 1985년 8월 21일에서 10월 20일 사이에 서울 시내 경동시장에서 매일 그날 아침에 출하된 신선한 것을 구입하였다. 양배추는 겉부분을 물로 씻은후 물기를 닦고 각각의 잎을 떼어낸 후 사방 4cm 정도의 크기로 손으로 찢은 다음 시료로 사용했다.

썩갓과 숙주, 비름은 다듬은 다음 물로 씻은 후 물기를 빼고 썩갓은 5cm, 비름은 4cm 길이로 잘랐다. 당근은 씻은후 겉면의 물기를 paper tissue로 닦고 나서 1cm의 크기로 깍둑 썰기를 하였다. 시금치는 1985년 10월 28일에서 11월 7일까지 서울 시내 방학동에 있는 밭에서 실험 당일 아침 수확한 것을 구입하여 씻은 뒤 물기를 뺐으며, 열무는 1985년 8월 15일에서 20일 사이에 방학동에 소재한 열무밭에서 실험 당일에 수확한 것을 구입한 후, 물로 씻어서 물기를

배고 전체를 5cm 정도의 길이로 잘랐다. 시금치를 제외한 모든 재료는 각각 균등하게 혼합한 다음 100g씩 정량하였고, 시금치는 줄기와 잎을 구분한 후 각각 고루 섞어서 50g씩 정량하여 100g으로 준비하였다.

이상의 재료를 가로 15cm, 세로 20cm 크기의 봉합이 가능한 plastic bag에 넣고 가능한 공기를 빼도록 밀착시켜서 봉한 다음 microwave oven의 출력을 조정하여, 양배추를 제외한 모든 채소는 30초 간격으로 120초까지 blanching한 다음 바로 꺼내어 얼음 냉수 중에서 물이 들어가지 않도록 냉각하였다. 양배추는 예비 실험 결과 45초 간격으로 180초까지로 시간을 조정하였다.

실험의 반복은 열무 4회, 비름은 3회 그리고 기타 다른 채소는 5회를 실시하였다.

2. 실험기구

본 실험에서 사용한 microwave oven은 삼성 전자 렌지 RE700W형이며 발전 주파수는 2,450 MHz 이다. 이 렌지의 출력 level은 Table1과 같으며 그 중에서 고(650watt), 중(500watt) 및 저(160watt)의 3가지 level을 선택하였다.

3. 실험방법

가) Ascorbic Acid의 측정

각각 준비된 100g의 야채 시료를 이용하여

2,4-dinitrophenylhydrazine method에 의하여 ascorbic acid를 정량하였다.

① Standard Curve의 작성

L-ascorbic acid standard(Merck제) 250±0.1mg을 평량하여 5% Metaphosphoric acid(HPO₃) 용액에 녹여 250ml로 만든 다음 이 용액에서 다시 0, 0.5, 1, 2, 3, 4 및 5ml를 각각 volumetric flask에 취하여 5% HPO₃ 용액으로 100ml가 되도록하여 7종류의 ascorbic acid 표준액을 만들었다. 각각의 표준액에서 2ml 씩을 시험관에 취하여 oxidation, osazone 형성, osazone 용해, O. D.측정의 순서로 제작하여 520nm에서 optical density를 측정하였다. 8회 반복 실험에 의해 측정된 optical density로 표준곡선을 작성하였다.

② Ascorbic Acid의 정량

Blanching한 채소 sample 100g을 동량의 5% Metaphosphoric-Acetic acid solution(5% HPO₃-HOAC 용액)과 혼합하여 3분간 Osterizer(Oster Corporation, Milwaukee, Wisconsin)로 균일 혼합(blending) 하였다.

균일 혼합한 slurry 10g을 정확히 평량하여 100ml volumetric flask에 넣고 5% HPO₃-HOAC 용액을 가하여 잘 흔들여 TOYO filter paper No.6을 이용하여 여과한 뒤 처음 몇 ml의 여과액을 버린 후 나머지를 시료로 사용하였다.

여과액 2ml씩을 시험관에 취하여 standard ascorbic acid와 같은 방법으로 oxidation, osazone 형성, osazone 용해의 순서로 조작한 후 Spectronic 20(Bauch & Lomb)를 이용하여 520nm에서 optical density를 측정하고 standard curve에 적용하여 sample 100g당 ascorbic acid의 양을 계산하였다.

나) 관능검사(Sensory Evaluation)

Panel member 10명을 예비 실험을 통해 미리 훈련시킨 후 양배추, 당근 및 시금치의 3종류 채소를 조정된 출력과 시간으로 blanching한 후 시료를 이용하여 scoring difference test¹³⁾를 3번 반복 실시한뒤 각각의 시료간의 texture를

Table 1. The Power levels of Samsung electric range (Model RE700W)

	Power output
High	650 Watt
Medium High	600
Medium	500
Medium Low	300
Defrosting	230
Low	160
Keep Warm	65

비교하였다.

다) 통계적 관찰

이상의 모든 실험 data를 이용하여 F-value를 구한뒤 sample간의 유의성을 검토하였다.

결과 및 고찰

1. Microwave oven의 출력과 열처리 시간에 따른 ascorbic acid의 잔존율

Microwave oven을 이용하여 저, 중 및 고의 출력으로 조정하고 7가지 채소를 blanching하면서 ascorbic acid의 잔존율을 조사한 결과가 Fig. 1~7에 나타나 있다.

Fig. 1에서 보는 바와 같이 고출력에서 blanching 할 때 양배추는 시간이 경과하여도 vitamin C 잔존량에 거의 변화가 없어서 원래의 함량을 그대로 보유하고 저출력에서는 시간의 결과에도 좀처럼 blanching되지 않을 뿐더러 이 vitamin의 함량은 뚜렷한 감소를 보여주고 있다. 관능 검사에 의하면 고출력 45초와 고출력 90초 blanching한 시료와 중출력에서 180초 열처리

한 것에 높은 선호도를 나타내었는데, 이때의 ascorbic acid 잔존율은 각각 92.73%, 99.18% 및 95.14%로 전반적으로 높은 보유율을 보이고 있어, 양배추내에 함유되어 있는 vitamin C는 다른 채소에서 보다 microwave oven 가열에 대해 매우 안정함을 나타내었다. 물을 가하지 않은 용기(waterless saucepan)에서 양배추를 blanching 한 것과 boiling water에 의한 것과는 비교했을 때 각각 56%와 41%의 vitamin C 보유율을 보였다고 보고한 Gorden등¹⁰의 결과와 비교해 보면 똑같이 물을 사용하지 않는 방법이라도 microwave oven에서는 다른 어느 방법보다 ascorbic acid의 보유율이 월등히 높음을 알 수 있고, microwave oven에서 물없이 양배추를 열처리 했을 때 90% 이상의 높은 ascorbic acid가 보유되었다는 Campbell등⁹의 결과와 일치함을 알 수 있었다.

Fig 2는 쑥갓을 microwave oven에서 blanching할 때 조정된 출력과 시간에 따른 ascorbic acid의 함량 변화가 나타나 있는데 이 경우는 microwave method로 물의 첨가없이 열처리를 하여도 저, 중, 고출력에서 모두 ascorvic acid

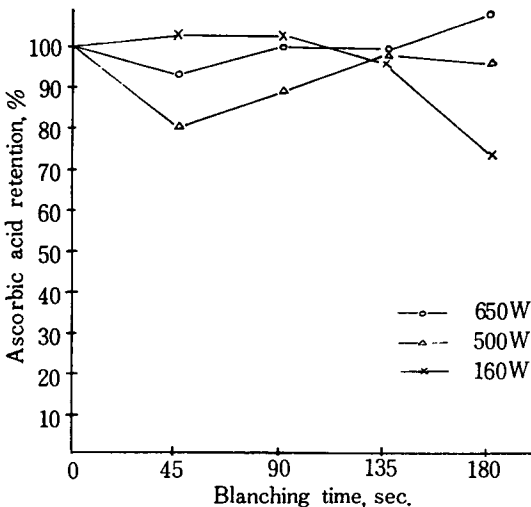


Fig. 1 Retention of ascorbic acid in cabbage blanched by microwave oven.

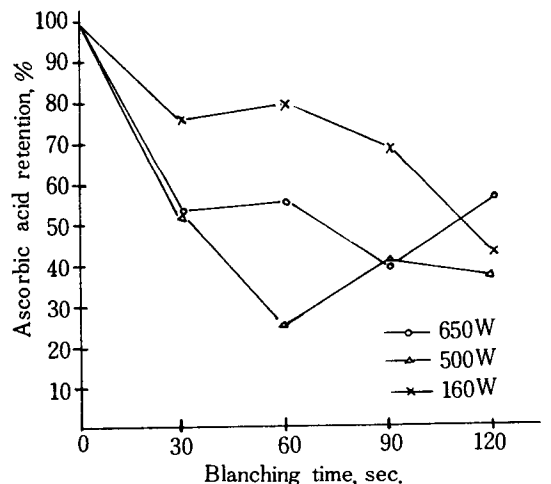


Fig. 2. Retention of ascorbic acid in garland chrysanthemum blanched by microwave oven.

- Microwave Oven으로 채소를 Blanching할 때 출력과 시간이
Ascorbic Acid 잔존량에 미치는 영향 -

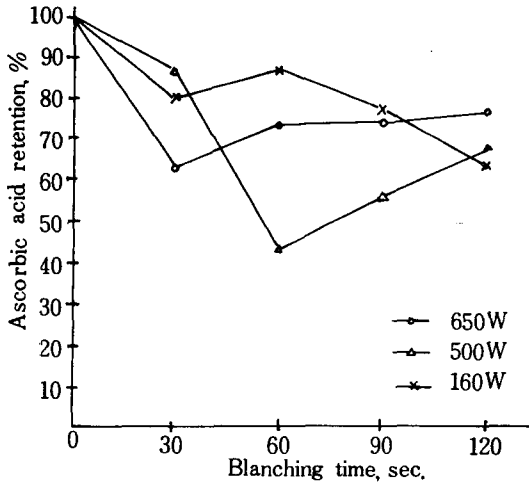


Fig. 3. Retention of ascorbic acid in mungbean sprout blanched by microwave oven.

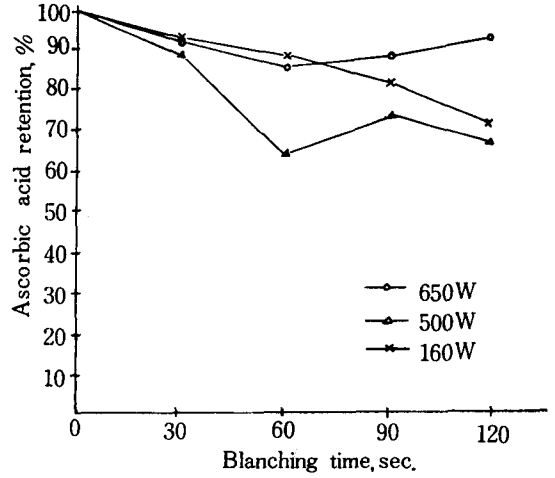


Fig. 5. Retention of ascorbic acid in carrot blanched by microwave oven.

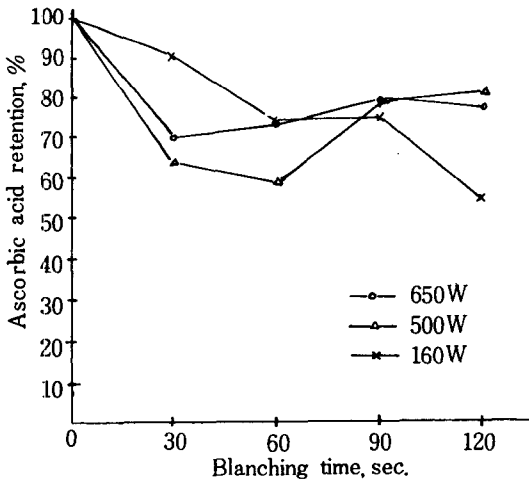


Fig. 4. Retention of ascorbic acid in amaranth blanched by microwave oven.

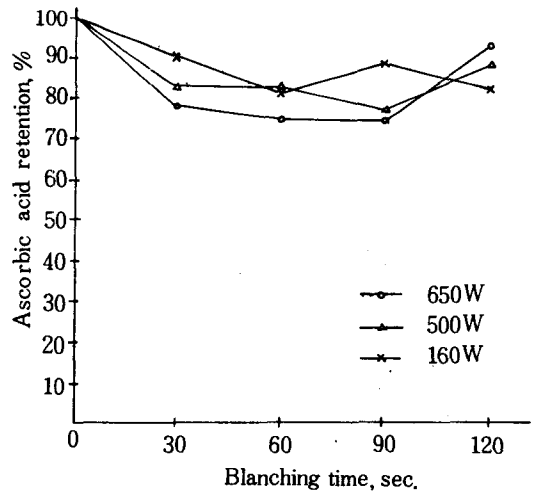


Fig. 6. Retention of ascorbic acid in spinach blanched by microwave oven

함량의 변화가 큰 편이어서 속갓내에 함유된 vitamin C는 microwave에 대해 매우 불안정함을 보여 주었고, 홍과 우¹⁹도 microwave로 10초 blanching한 경우 69.50%의 잔존율을 보였다고 하였다.

속주는 고출력에서 30초 열처리시 62.48%의 잔존율을 보인 이후, 그 이후에는 감소 현상이

보이지 않았으나 중출력에서는 열처리 60초까지 매우 현저한 ascorbic acid의 감소 현상을 보였고, 저 출력에서는 시간이 경과함에 따라서 계속적인 감소를 나타내었다(Fig. 3).

Fig. 4에서 보는 바와 같이 비름은 고 및 중 출력에서는 30초 열처리시 ascorbic acid가 69.51%와 63.51%로 감소하였고 그 이후는 감소가

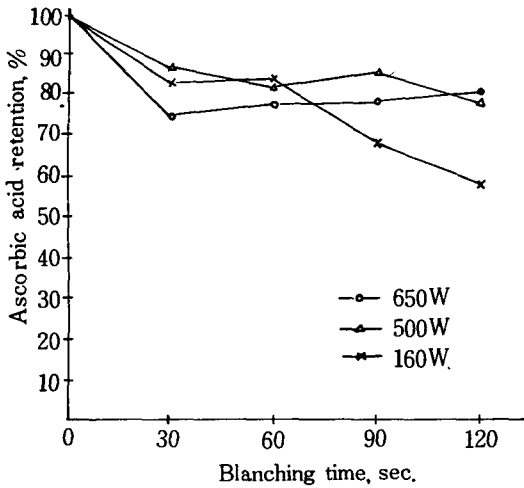


Fig. 7. Retention of ascorbic acid in yul-moo blanched by microwave oven.

보이지 않았으나 저출력에는 시간이 지남에 따라 그 파괴가 현저하였다. 홍과 우¹⁵⁾는 microwave와 재래적인 방법으로 blanching한 비름의 vitamin C 잔존량을 비교한 결과 각각 62.06%와 38.47%로 microwave 열처리시 높은 보유율을 보여서 본 실험의 결과와 일치함을 알 수 있었다.

Fig. 5에서는 당근을 3가지 출력에서 blanching했을 때, 시간에 따른 ascorbic acid 함량 변화를 보여주고 있는데 당근은 양배추와 유사한 결과를 보여 고출력에서는 이 vitamin의 함량이 시간의 경과에 따라 크게 감소하지 않음을 나타냈었다.

Microwave oven에서 blanching한 당근의 경우 일반적인 방법에 의한 것 보다 높은 ascorbic acid 보유율을 보였다(각각 61.11%, 36.26%) 홍과 우¹⁵⁾의 결과에서 보다도 월등히 높은(고출력의 경우) 보유율을 보이고 있다. 고출력에서 60초 열처리한 sample이 가장 적절하게 blanching 되었다고 관능 검사에 의해 지적되었는데 이때의 ascorbic acid 보유율은 85.52% 였다.

시금치는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 저, 중 및 고출력 모두에서 ascorbic acid의 급격한 감소 현상은 나타나지 않아서 전반적으로 높은 보

유율을 보였다. 이는 김¹⁶⁾에 의한 실험에서 85.1%를 보였다는 보고 및 88.5%의 ascorbic acid 잔존율을 나타냈다는 Eheart와 Gott⁴⁾의 연구결과와 유사하였다. 관능 검사에 의한 결과 고출력에서 60초 열처리한 것과 중출력에서 90초 열처리한 것이 그 texture가 가장 적절하다고 지적되었는데 이때의 ascorbic acid 잔존율은 각각 74.90%와 77.09% 이었다.

열무의 blanching 결과는 Fig. 7에서 보는 바와 같다. 고출력과 중출력에서 blanching한 열무는 처음 30초일 때 각각 25.42%와 13.76%의 ascorbic acid가 감소한 후 그 이후에는 시간이 경과하여도 이 vitamin의 감소는 뚜렷하지 않게 나타났다. 한편 저출력에서 열처리한 경우는 120초까지 시간이 경과되어도 거의 blanching되지 않아서 생채소와 유사하였음에도 불구하고 현저한 ascorbic acid의 감소를 보여주고 있다. 홍과 우¹⁵⁾는 microwave method로 blanching한 열무의 ascorbic acid 잔존율이 87.72% 였음에 비교하여 conventional method에 의한 것은 54.66%로 전자의 방법이 ascorbic acid 보유에 좋다고 하였다.

2. 통계분석

Ascorbic acid 잔존율의 모든 자료에 대한 통계 분석 결과, 저, 중 및 고출력에 따른 ascorbic acid 함량에 유의적인 차이가 없는 것으로 분석되었으나 (Table 2), 이것은 시간의 경과에 따라 각출력에서 이 vitamin의 파괴율이 일정한 경향을 띄고 있지 않기 때문인 것으로 사려된다. 즉 어느 시간에는 고출력에서 그 잔존율이 높았는데 다른 시간에서는 저출력의 경우가 높았거나 또는 같았던 경우가 있었기 때문인 것으로, 실제로는 출력에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 판단되어 진다. Blanching time에 따른 변화에서 양배추, 숙갓, 및 시금치는 ascorbic acid의 잔존율에 유의성이 없는 것으로 나타났는데 이는 microwave oven으로 120초 및 180초 동안 blanching하는 동안에 이 vitamin의 파괴가 약간 있을 뿐 유의적이 아니어서 이 열처리 방법

- Microwave Oven으로 채소를 Blanching할 때 출력과 시간이
Ascorbic Acid 잔존량에 미치는 영향 -

Table 2. F-values from ANOVA for ascorbic acid retention in vegetables blanched by microwave oven.

Source of Variance	df	Vegetables						
		cabbage	garland chrysan - themum	garland mungbean sprout	amaranth	carrot	spinach	yulmoo
Power Setting	2	0.66	3.74	0.86	0.26	4.26	1.23	1.59
Blanching Time	4	0.38	8.72**	3.37	4.19*	5.24*	0.24	6.88*

* Significant at the 5% level
**Significant at the 1% level

Table 3. F-values from ANOVA for sensory evaluation.

Vegetable	Blanching Time			Panelists		
	650W	500W	160W	650W	500W	160W
cabbage	23.88**	17.40**	1.97	0.57	1.07	1.98**
carrot	16.37**	20.30**	0.83	0.85	0.98	3.15**
spinach	15.70**	24.47**	0.40	0.63	0.80	4.78**

**Significant at the 1% level

은 매우 바람직한 것으로 나타났다.

일곱 가지 채소중 3가지를 선택하여 각출력에 따라 blanching한 후 그들의 질감에 대한 관능 검사를 실시한 결과가 Table 3에 나타나 있으며, 대체로 고출력에서 blanching된 시료에 높은 선호도를 보였고 저출력의 시료는 매우 낮은 선호도를 보였다.

저출력에서 채소를 blanching할 때는, 짧은 시간의 열처리에서는 ascorbic acid의 파괴율이 낮았으나 시간이 120초 및 180초까지 경과되어도 채소가 거의 데쳐지지 않아서 생채소와 유사하였음에도 불구하고 매우 낮은 ascorbic acid의 잔존율을 나타내었다. 이는 온도의 완만한 상승때문에 그 파괴가 더욱 큰 것으로 사려된다. 따라서 저출력에서 채소를 blanching하는 것은 부적합하며, 고출력에서는 조리 시간이 단축되므로 짧은 시간의 열처리로 ascorbic acid 보유율을 좋게 할 수가 있다고 믿어진다. 더우기 mic-

rowave oven에서 채소를 열처리할 때는 물을 사용하지 않아도 가능하므로 용출 가능성이 있는 이 vitamin의 파괴를 줄일 수 있을 뿐만 아니라 열처리시 밀봉 가열할 수 있기 때문에 공기와의 접촉을 줄일 수 있으므로, 또한 ascorbic acid의 감소가 적을 것으로 본다. 따라서 microwave oven의 고출력에서 처리된 채소는 그 blanching 정도가 적절하였을때 ascorbic acid의 잔존율이 비교적 높은 편이었으며, 저출력의 이용은 채소의 blanching에 적절하지 않을 뿐더러 이 vitamin의 파괴도 높은 것으로 나타났다.

결 론

본 연구는 microwave oven의 저(160W), 중(500W) 및 고(600W)출력에서 7종의 채소를 blanching 할 때 시간의 경과에 따라서 채소중의 ascorbic acid 함량이 어떻게 감소하는가를 관찰하였다.

양배추, 숙주, 비름 및 당근은 고출력에서 blanching했을 때 중이나 저출력의 경우보다 ascorbic acid의 보유율이 더 높게 나타났으며, 시금치와 열무는 중출력에서 blanching한 경우는 더 많은 ascorbic acid 잔존율을 보였다.

저출력에서 blanching한 경우에는 모든 채소가 시간이 경과함에 따라 ascorbic acid의 파괴가 현저하여 매우 낮은 잔존율을 보였는데, 이는 온도의 완만한 상승때문에 그 파괴가 더욱 큰

것으로 사려된다. 따라서 저출력은 채소의 blanching 에 적합하지 않은 것으로 나타났다.

관능 검사의 결과에 의하면, 양배추는 고출력에서 45초 및 90초 blanching한 것과 중출력에서 180초의 sample에 높은 선호도를 보이었고, 당근은 고출력에서 60초, 시금치는 고출력에서 60초와 중출력에서 90초 처리한 것이 가장 적절하게 blanching되었다고 지적되었으며 이들 시료는 대부분 그 ascorbic acid 잔존율에서도 좋은 결과를 보여주고 있었다.

References

- 1) Quenzer NM, Burns EE. *Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. J Food Science* 46 : 410~413, 1981
- 2) Klein BP, Kuo CHY, Boyd G. *Folacin and ascorbic acid retention in fresh raw, microwave, and conventionally cooked spinach. J Food Science* 46 : 640~641, 1981
- 3) Proctor BE, Goldblith SA. *Radar energy for rapid food cooking and blanching, and its effect on vitamin content. Food Tech* 2 : 95~104, 1948
- 4) Eheart MS, Gott C. *Conventional and microwave cooking of vegetables. J Am Diet Assoc* 44 : 116~119, 1964
- 5) Chung SY, Morr CV, Jen JJ. *Effect of microwave and conventional cooking on the nutritive value of colossus peas (Vigna unguiculata). J Food Science* 46 : 272-273, 1981
- 6) Ang CYM, Chang CW, Freg AE, Livingston GE. *Effects of heating methods on vitamin retention in six fresh or frozen prepared food products. J Food Science* 40 : 997~1003, 1975
- 7) Campbell CL, Lin TY, Proctor BE. *Microwave vs. conventional cooking. J Am Diet Assoc* 34 : 365~370, 1958
- 8) Kylen AM, Charles VR, McGrath BH, Schleter JM, West LC, Duyn FOV. *Microwave cooking of vegetables. J Am Diet Assoc* 39 : 321~326, 1961
- 9) Peckham GC, Freeland-Graves JH. *Foundations of Food Preparation. Macmillan, 1979*
- 10) Shapiro RG, Bayne JF. *Microwave heating of glass containers. Food Tech* 36(2) : 46~48, 1982
- 11) Korschgen BM, Baldwin RE, Snider S. *Quality factors in beef, pork, and Lamb cooked by microwaves. J Am Diet Assoc* 69 : 635~640, 1976
- 12) Drew F, Rhee KS, Carpenter ZL. *Cooking at variable microwave power levels. J Am Diet Assoc* 77 : 445~459, 1980
- 13) Amerine MA, Pangborn RM, Roessler EB. *Principles of sensory evaluation of food. Food Science and Technology, A series of Monographs, Academic Press, New York and London, 1965*
- 14) Gorden J, Noble I. "Waterless" vs. Boiling water cooking of vegetables. *J Am Diet Assoc* 44 : 378~382, 1964.
- 15) 홍성아, 우경자. *Microwave 가열과 데치기 방법에 따른 vitamin C 함량에 관한 연구. 인하대학교 산업과학기술 연구소 논문집. 제6집 : 203-207, 1979*
- 16) 김혜영. 상용 채소 조리시 *Microwave oven* 사용과 재래식 방법에 대한 연구. *성신연구논문집 제 18집 : 355-265, 1983*