

식품의 높이 변화가 채소류의 마이크로파 데치기 및 쌀밥의 데우기에 미치는 영향

금준석[†] · 한 역*

한국식품개발연구원

*호서대학교 식품영양가공학부

Effects of Food Height for Microwave Blanching on Vegetables and Reheating on Cooked Rice

Jun-Seok Kum[†] and Ouk Han*

Korea Food Research Institute, Songnam 463-420, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Heoseo University, Asan 336-795, Korea

Abstract

For the purpose of improving the qualities of carrot, spinach and cooked rice, the effects of food height(0mm : H0, 5mm : H5, 10mm : H10, 15mm : H15) for microwave blanching and reheating on physicochemical properties were investigated. In carrot blanching, color values of each treatment were not different, and cutting forces of microwave blanching carrots were decreased as carrot height increased. In spinach blanching, the shape of original form was changed as height increased. In cooked rice reheating, H10 had the highest overall acceptance score. Physicochemical properties were changed by food height of microwave blanching and reheating on food.

Key words: microwave, blanching, reheating

서 론

마이크로파를 이용한 가열방법에 대한 연구는 70년 전부터 이루어져 왔으며 식품에 대한 가열은 그 중에 하나의 연구대상으로 발전되어 왔다. 국내에서는 마이크로파는 음식을 데우기(reheating) 하는데 가장 널리 이용되었고, 마이크로파를 이용하여 데치기한 결과는 Proctor 등(1,2)에 의하여 처음으로 발표되어 현재는 확대 사용되고 있으나 마이크로파 가열방식을 식품 산업에 도입하려는 노력만큼 성과는 크게 거두지 못하였다. 그러나 야채류의 데치기 분야는 마이크로파를 이용하여 상당히 많은 연구가 이루어져 있고 현재 산업화되어 활발히 진행되고 있는 부분이다. 물이나 스팀을 이용하는 일반적인 방법의 문제점은 데치기를 할 때 영양소나 향기 성분이 물과 접촉을 하는 시간이 길어질수록 손실이 커지게 되는 점이다. 감자의 경우 마이크로파를 이용하여 데치기할 경우 시간이 15분 정도에서 4~5분으

로 감소하여 많은 시간과 경비를 절감하였고(3), 마이크로파 가열의 장점은 가열시간과 건조시간을 감소시킴으로써 영양소나 향기성분의 파괴를 감소시킨다. 마이크로파의 데치기에서 주된 연구는 vitamin C, thiamin 등의 영양소 파괴의 감소(4,5)와 vacuum packaging을 이용한 데치기의 효과에 대한 연구(6), 효소의 불활성화(7), ceramic coating이 채소류의 데치기에 미치는 영향(8) 등이 진행되고 있다. 또한 전자레인지의 국내 보급률이 35%에 이르고 있으며(9), 밥의 재가열 등에 사용 빈도가 높으나 기존의 쌀밥에 대한 재가열의 연구는 매우 미비한 실정이다(10). 식품의 다양한 소비를 촉진시키고 마이크로파의 활용도를 높이기 위한 또 하나의 방법으로 마이크로파 가열 위치에 의한 식품류의 조리 특성에 관한 연구가 시급한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 식품의 위치를 조절하여 마이크로파 데치기 및 데우기의 효율을 높이고 각 식품의 위치에 따른 품질 특성을 검토하였다.

[†]To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료

데치기 실험에 사용한 당근은 시중에서 구입하여 수세한 후 물기를 제거하여 3mm 정도의 두께로 절단하고 250g의 무게를 재어서 위생팩에 넣어 동일한 크기의 구멍을 낸 후 처리구별로 2분 50초 동안 가열하였고, 시금치는 잎과 줄기를 엇갈려 놓은 후 300g의 무게를 재어서 위생팩에 넣어 동일한 크기의 구멍을 낸 후 처리구별로 2분 동안 가열하였다.

데우기 실험에 사용할 쌀밥시료를 제조하기 위하여 시중에서 일반미(수분 함량 12%)를 구입하여 일정량을 재어 수세한 후 원료쌀 무게의 1.4배에 해당하는 취반수를 가하여 자동전기보온밥솥에서 일정한 조건으로 취반한 다음 바로 냉각시켜 비닐팩으로 포장하여 냉동(-5°C) 상태로 유지시켜 12시간 동안 저장한 후 처리구별로 300g씩 코닝 밥그릇에 담아 랩을 씌운 후 2분 30초 가열하였다.

가열방법

마이크로파를 이용한 데치기 및 데우기에는 2450MHz의 일반 전자레인지(대조구, RE-650, 삼성전자)를 사용하였으며 데치기 및 데우기를 할 때 식품의 높이를 조절할 수 있게 설계하여 내부에서 위치를 0mm(H0), 상향 5mm(H5), 상향 10mm(H10), 상향 15mm(H15)의 위치를 설정하여 가열하였다.

색도 측정

색도 측정은 Minolta color meter(CR-200, Minolta, Japan)를 이용하여 L, a, b, Chroma 및 Hue 값으로 표현하였다. 이때 calibration plate의 L, a, b값은 각각 97.5, -0.49 및 1.96이었다.

무게, 온도, 조직감 측정

각 시료의 무게는 시험용 전기저울(FX3000, AND, Japan)을 이용하였으며 온도 측정은 마이크로파 가열 후 즉시 디지털 온도계(Model 8500-40, Cole Parmer, USA)를 이용하여 각 부위의 온도를 측정하였다. 당근의 절단강도 측정은 칼날(blade)형 probe를 사용하였고 밥은 시료를 일정 크기로 절단하여 Texture analyser(Model TX XT2, Stable Micro Systems, England)를 사용하였으며 이때의 측정 조건은 measure type: measure force in compression, deformation ratio: 30%,

plunger type: cylindrical type -6mm, sample size: 60mm×20mm, chart speed: 0.5mm/s로 하였다.

관능검사

시료의 제시는 무작위 세자리수를 단 용기에 시료를 담아 뚜껑을 덮어 매번 20명씩 훈련된 패널요원들에게 제시하여 기호도 검사를 9항목 척도를 이용하여 측정하였다. 검사결과에 대한 통계분석에는 SAS를 이용한 분산분석법을 실시하여 유의적 차이가 인정되면 LSD의 다중비교를 실시하여 시료간의 최소유의차를 구하였다(11).

효소 불활성화 측정

시료의 효소 불활성화는 금 등(8)의 방법으로 peroxidase activity를 측정하였다.

호화도 측정

시료인 쌀밥의 호화도 측정은 glucoamylase를 이용하여 Fig. 1과 같이 측정하였다(12).

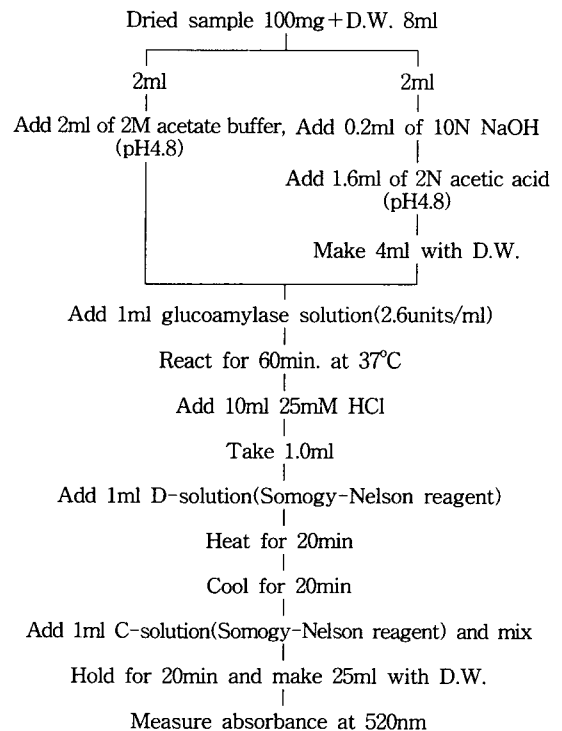


Fig. 1. Procedure of measuring the degree of gelatinization of cooked rice by using glucoamylase method.

결과 및 고찰

데치기 효과

당근의 가열 높이를 조절한 후 마이크로파로 데치기 하여 색도를 측정한 결과(Table 1) 대조구에 비해 전체 적으로 처리구의 L, a, b값이 약간 증가하는 경향을 나타내었다. Mirza와 Morton 등(13)의 결과에 의하면 색도에 있어서 마이크로파와 열수에 의한 방법의 차이는 거의 없으나 당근의 데치기 후에 색도가 좀 더 선명하였다. 그러나 물에 의한 데치기는 carotene의 손실이 많았다고 하였다. 조직감 측정 결과(Table 2) 대조구의 경우 3595.8g로 가장 경도가 높았으며 H15의 처리구가 1416.1g로 가장 낮아 가열위치가 높아짐에 따라 조직감의 경도는 감소하는 것으로 나타났다. 즉 대조구에 비하여 가열위치를 높임에 따라 cutting force(칼날을 이용 당근을 절단시 걸리는 힘)가 낮아져 데치기 효과는 우수하

나 조리 강도가 높아져 당근이 물러지는 현상을 나타내었다. 또한 온도분포(Table 2) 역시 대조구에 비해 처리구의 경우 당근의 각 부위별 온도가 증가하였으며, 각 부위별 온도편차는 대조구에 비해 감소하였다. 데치기한 후 온도분포는 대조구와 H15를 제외하고는 중앙 부분이 가장 높은 온도를 나타냈으며 이는 Moyer과 Stotz 등(14)의 결과와 일치하였다. 효소 불활성도를 측정할 결과(Table 2) 대조구의 경우 3.1%로 가장 높았으며 H15 처리구에서 1.6%로 가장 낮았다. 또한 각 처리구에 있어서 데치기 전의 효소 불활성도 100%를 기준으로 볼 때 데치기한 후의 효소 불활성도가 3.1% 이하로 나타나 효소 활성은 거의 없는 것으로 나타났다. 관능검사 결과(Table 3) 각 처리구가 대조구에 비하여 풍미, 외관, 색깔, 조직감 등 기호도에 있어서 낮은 기호도를 나타내었다. 따라서 가열위치가 상승함에 따라 가열효과는 증가하나 시금치의 원형에는 떨어져 가는 것으로 생각된다. 처리구의 H0 및 H5는 당근의 고유 색깔에 가까우며 대조구에 비해 조리효과는 우수하나 데치기 후, 당근의 고유 품질이 가열에 의해 감소하는 것으로 생각된다. 또한 처리구 H15에서는 관능검사 결과 단맛이 생성되어 가열이 다른 처리구에 비해 증가한 것으로 나타났다. 그러므로 각 처리구에서 효소 불활성화도가 15% 미만이고 높이가 증가함에 따라 가열 정도가 증가함으로 당근 데치기는 높이가 낮을수록 효과는 증가하는 것으로 나타났다.

시금치를 마이크로파를 이용하여 데치기하여 무게의 차이를 측정할 결과(Table 4) 대조구 및 처리구의

Table 1. Effect of height for microwave blanching of carrot on color value

Treatment	L	a	b	Chroma	Hue
Control	47.1	13.4	31.0	33.8	66.9
H0	47.2	14.7	38.2	39.9	69.7
H5	47.7	14.3	37.2	39.9	69.6
H10	48.8	14.4	32.4	35.5	66.1
H15	46.9	11.8	32.4	34.5	70.4

H0: 0mm height, H5: 5mm height
H10: 10mm height, H15: 15mm height

Table 2. Effect of height for microwave blanching of carrot on cutting force, temperature and activity of peroxidase

Treatment	Cutting force(g)	Temperature(°C)					Relative activity of peroxidase(%)
		Top	Bottom	Center	Right	Left	
Control	3595.8 ^a	86.2	83.0	79.0	82.3	85.7	3.1
H0	1974.2 ^b	91.3	92.1	92.7	88.7	86.9	2.3
H5	1866.7 ^b	90.1	91.8	93.4	92.1	92.3	2.0
H10	1519.2 ^b	91.1	90.2	92.2	89.5	86.2	1.9
H15	1416.1 ^b	96.8	94.9	92.8	93.0	92.2	1.6

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

^{ab}Means with the same letter are not significantly different(p<0.05).

Table 3. Effect of height for microwave blanching of carrot on sensory evaluation

Treatment	Flavor	Appearance	Color	Texture	Overall acceptance
Control	5.0 ^a	6.0 ^a	6.0 ^a	5.0 ^a	5.0 ^a
H0	3.9 ^b	3.9 ^{bc}	3.0 ^{bc}	3.3 ^{bc}	3.5 ^b
H5	3.8 ^b	3.1 ^c	2.9 ^{bc}	2.9 ^c	2.7 ^{bc}
H10	4.0 ^b	4.5 ^b	4.3 ^b	4.1 ^b	3.8 ^b
H15	3.0 ^c	3.8 ^{bc}	3.8 ^b	3.5 ^{bc}	3.4 ^b

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

^{abc}Means with the same letter in a column are not significantly different(p<0.05).

Table 4. Effect of height for microwave blanching of spinach on weight, sensory evaluation and activity of peroxidase

Treatment	ΔW	Sensory evaluation		Relative activity of peroxidase(%)
		Texture	Appearance	
Control	3.3	6.0 ^a	6.0 ^a	4.8
H0	3.6	6.0 ^a	5.8 ^{ab}	2.6
H5	4.1	4.6 ^b	6.4 ^a	2.3
H10	4.5	6.4 ^a	5.6 ^b	1.8
H15	4.1	6.0 ^a	5.4 ^b	1.8

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

$\Delta W=B-A$, A: Weight after blanching, B: Weight before blanching

^{ab}Means with the same letter in a column are not significantly different($p<0.05$).

가열위치에 따른 큰 차이는 없으며 대조구의 경우 처리구에 비해 무게의 감소가 적었다. 색도를 측정된 결과(Table 5) 대조구에 비해 처리구가 a값이 약간 감소하는 경향을 나타내고 있으나 전체적인 효과는 미미하며 유의성은 나타나지 않았다. 그러나 관능검사 결과(Table 4) 처리구 H5가 조직감의 기호도에 있어서는 가장 낮았으나 외관에서는 가장 우수하였다. 따라서 가열위치가 상승함에 따라 가열효과 역시 증가하나 시금치의 원형

에는 멀어져 가는 것으로 생각된다. 효소 불활성도를 측정한 결과(Table 4) 대조구의 경우 4.8%로 가장 높았으며 처리구 H5 및 H10에서 1.8%로 가장 낮았으나 대조구와 비교하여 큰 차이는 나타나지 않았다. 또한 각 처리구에 있어서 데치기 전의 효소 불활성도가 100%를 기준으로 볼 때 데치기 전 후의 효소 불활성도가 5.0% 이하로 나타나 효소 활성은 거의 없는 것으로 나타났다. Chen 등(15)은 물에 의한 데치기가 마이크로파에 의한 방법보다 folate의 손실이 2배 이상이었다고 보고하였다. 또한 동결건조한 시금치를 마이크로파로 데치기 한 경우 정도, 씹힘성 및 전반적인 기호도가 우수하였으며 물에 의한 데치기는 세포벽을 파괴시키고 마이크로파를 이용한 경우는 세포벽의 protoplasmic을 유지하고 있는 것으로 보고하였으며(16), 시금치를 마이크로파로 데치기 한 경우 vitamin C 함량, 절단강도 및 기호도 검사에서 우수한 결과를 나타내었다(5).

Table 5. Effect of height for microwave blanching of spinach on color value

Treatment	L	a	b	Chroma	Hue
Control	37.2	-17.9	19.6	26.6	132.4
H0	36.4	-17.9	19.5	26.5	132.1
H5	36.8	-17.0	19.2	24.4	131.6
H10	35.5	-16.8	19.3	25.5	131.1
H15	35.4	-17.1	18.9	25.5	132.1

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

Table 6. Effect of height for microwave reheating of cooked rice on color value

Treatment	L	a	b	Chroma	Hue
Control	76.9	-2.6 ^{ab}	4.8 ^{ab}	5.5	117.9
H0	74.8	-2.5 ^{ab}	5.0 ^a	5.4	117.1
H5	74.5	-2.7 ^b	4.2 ^{ab}	5.1	120.4
H10	73.1	-2.4 ^a	4.7 ^{ab}	5.3	117.2
H15	75.0	-2.4 ^a	3.5 ^b	4.2	125.0

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

^{ab}Means with the same letter in a column are not significantly different ($p<0.05$).

데우기 효과

냉동저장한 밥을 높이를 조절하여 마이크로파를 이용하여 데우기한 후 색도 변화를 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. 명암도인 L값은 각 처리구간 통계적으로 유의적 차이가 없으나 a값과 b값은 유의적인 차이를 나타냈다. 밥의 조직감을 측정한 결과(Table 7), H10 처리구에서 가장 낮은 경도를 보였으나 통계적으로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 밥의 기호도를 측정한 결과(Table 8) 외관에서만 대조구 보다 처리구가 높은

Table 7. Effect of height for microwave reheating of cooked rice on texture

Treatment	Springiness	Gumminess	Cohesiveness	Adhesiveness	Hardness(g)	Chewiness
Control	0.9	389.7	0.4	79.2	884.7	337.4
H0	0.9	455.0	0.4	114.5	1105.5	445.4
H5	0.9	425.8	0.5	155.8	903.7	384.5
H10	0.8	350.2	0.5	180.9	710.9	291.9
H15	0.9	460.2	0.5	135.7	1011.2	413.9

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.

Table 8. Effect of height for microwave reheating of cooked rice on sensory evaluation and degree of gelatinization

Treatment	Flavor	Appearance	Texture	Overall acceptance	Degree of gelatinization (O.D.)
Control	5.0	5.0	5.0	5.0	0.38
H0	4.3	5.5	4.8	3.5	0.30
H5	3.8	5.8	3.5	5.0	0.30
H10	5.0	6.0	5.3	6.5	0.32
H15	4.8	5.0	5.0	4.8	0.29

H0, H5, H10, H15: Refer to the comment in Table 1.
O.D.: absorbance at 520mm

기호도 점수를 보였으며 H15 처리구에서는 대조구에 비해 비슷하거나 낮은 점수를 보여 밥의 데우기는 H15 처리구가 적합하지 않은 것으로 나타났다. 데우기 한 후의 쌀밥의 호화도는 처리구 H15가 가장 높았고 대조구가 가장 낮은 호화도값(O.D.값=0.38)을 나타냈다. 밥의 관능검사에서 전체적으로 처리구 H0은 약간 딱딱한 조직감을 가졌으며 수분의 증발이 빠르게 진행되었고, H5 처리구는 밥의 찰기가 없는 것처럼 느껴졌다. 처리구 H10은 밥의 향, 씹는 맛 및 찰기가 대체로 좋았고 H15 처리구는 촉감이 H10에 비해 약간 떨어지나 대조구에 비해 찰기, 윤기, 조직감이 우수하였다. 실험결과 H10 처리구가 가장 우수한 것으로 나타났다.

요 약

마이크로파의 데치기 및 데우기의 위치를 0mm(H0), 5mm(H5), 10mm(H10), 15mm(H15)로 높이를 조절하여 당근, 시금치의 데치기 특성 및 쌀밥의 데우기 특성을 검토하였다. 당근의 경우 데치기 위치가 높아질수록 절단강도가 감소하는 경향을 나타내었고 관능검사 결과도 기호도가 감소하였으나 색도의 차이는 크지 않았다. 당근의 온도분포는 중앙부분이 가장 높은 온도를 나타내었으며 데치기한 후의 효소 활성은 거의 없는 것으로 나타났다. 시금치도 위치가 높아질수록 원형은 변형되는 것으로 나타났으나 색도 변화는 크지 않았다. 시금치 역시 데치기한 후의 효소 활성은 거의 없는 것으로 나타났다. 쌀밥의 데우기는 데우기 위치가 달라짐에 따라 색도의 변화가 나타났으며 관능검사 결과 H10의 처리구가 가장 우수하였다. 따라서 마이크로파 데치기 및 데우기의 높이에 따라 품질 특성이 달라짐을 알 수 있었다.

문 헌

1. Dawson, L. E. and Sison, E. C. : Stability and accept-

ability of phosphate treated and precooked chicken pieces reheated with microwave energy. *J. Food Sci.*, **38**, 161(1973)

2. Bunch, W. L., Matthews, M. E. and Martin, E. H. : Fate of *Staphylococcus aureus* in beef-*soy* loaves used in hospital chill food services systems. *J. Food Sci.*, **42**, 565(1977)

3. Chen, S. C., Collins, J. L., McCarty, I. F. and Johnston, M. R. : Blanching white potatoes by microwave energy followed by boiling water. *J. Food Sci.*, **36**, 742 (1971)

4. Proctor, B. E. and Goldblith, S. A. : Radar energy for rapid cooking and blanching and its effect on vitamin content. *Food Technol.*, **2**, 95(1984)

5. Ponne, C. T., Baysal, T. and Yuksel, D. : Blanching leafy vegetables with electromagnetic energy. *J. Food Sci.*, **59**, 1037(1994)

6. Decareau, R. V. : Microwave in food processing. *Food Technol.*, **36**, 81(1984)

7. Mirza, S. and Morton, I. D. : Effect of different types of blanching on color of sliced carrot. *J. Sci. Food and Agri.*, **28**, 1035(1977)

8. 금준석, 한익 : 전자레인지의 ceramic coating이 채소류의 마이크로파 데치기에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, **25**, 951(1996)

9. 김명에 : 전자렌지 오븐의 이용과 식생활의 변화. 한국조리과학회지, **9**, 1(1993)

10. 금준석, 한익, 김용환 : 마이크로파 재가열이 쌀밥의 품질에 미치는 영향. 한국영양과학회지, **25**, 504(1996)

11. SAS : SAS User's guide; Statistics: Ver. 6.03 Ed. SAS Institute Inc., Cary(1988)

12. 鈴木繁男, 中村道徳 : 澱粉科學實驗法. 朝倉書店, 日本, p.171(1979)

13. Mirza, S. and Morton, I. D. : Effect of different types of blanching on the colour of sliced carrots. *J. Sci. Food and Agri.*, **28**, 1035(1977)

14. Moyer, J. C. and Stotz, E. : The blanching of vegetables by electronics. *Food Technol.*, **1**, 252(1947)

15. Chen, T. S., Song, Y. O. and Kirsch, A. J. : Effect of blanching, freezing and storage on folacin contents of spinach. *Nutrition Reports International*, **28**, 317(1983)

16. Quenzer, N. M. and Burns, E. E. : Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach. *J. Food Sci.*, **46**, 410(1981)