

Microwave 加熱에 의한 食品成分의 變化

誠信女子大學校 家政大學 食品營養學科 教授

安 明 秀

Microwave 가열법의 식품에 대한 적용은 세계 제 2 차대전을 전후하여 시도되었다. Lyman(1948)들은 면 실류중의 지방산 유리효소와 수분제거시에, Bengtson(1963)은 냉동식품의 해동시에, Jepperson(1964)은 채 소건조시에 Microwave의 이용성에 대하여 연구보고한 바 있다¹⁾.

Baldwin들²⁾은 Microwave를 수산물의 열처리 방법으로 이용하면 시간이 단축되고 효과적이며 수분과 휘발성 물질의 보유에 유익하고 냉동건조 및 해동, 해독, 그리고 생화학적 불활성화에 유용하다고 하였다.

Microwave oven은 찜, 찐, 밥짓기, 삶기 등과 같은 습열조리에는 물론 구이, 토스트, 전유어, 튀김 등의 건열조리에도 이용되며 해동, 재가열, 예비가열, 살균, 건조 등에도 이용될 수 있는 점을 장점으로 하고 있다. 그러나 실제 이용시에 식품 내부 온도의 지나친 상승으로 수분 이동이 재래식 가열방법과는 달리 역으로 일어나면서 경화되는 현상을 보이며 또한 달걀조리시의 팽화나 gum질화, 그리고 고기의 지나친 수축현상등 바람직하지 못한 결과가 나타나고 있어 사용상의 기본 지침이 필요하다는 의견이 높아지고 있다.

肥後³⁾는 Microwave 가열 효과를 Cool 가열 효과, Speed 가열효과, 내부가열효과로 설명하고 있다. Cool 가열효과는 용기나 포장재로 가열할 수 있으며 식품 자체가 열로 전환되므로 에너지의 낭비가 없는 점이다. Speed 가열효과는 Microwave가 물질내부로 침투하는 특성에 의하는 것으로 식품의 각 부위에서 일제히 온도 상승이 일어나므로 색, 맛, 향이 신선하며 비타민의 잔존율이 높다. 그러나 효소의 작용은 급격히 떨어지므로 감자류의 甘味가 저하되며 고기가 연화되지 않는 단점도 있다. 내부가열효과는 팽화가공, 접착, 건조공정에서 이용되고 있으며, 가스나 전기오븐 사용전 예비가열에

이용하므로써 조리시간을 단축시킨다고 하였다.

Microwave 가열은 새로운 에너지 전달방식을 이용하는 것으로써 각 분야에서 유효성이 인정되어 실용화가 진행되고 있으나 그 작용에 대해서는 해명되지 못한 부분이 많다⁴⁾. 여기에서는 각종 식품에 Microwave 가열을 적용시킨 때의 수분, 전분, 단백질, 지질, 비타민과 무기질, 효소등, 식품성분의 변화에 대하여 고찰하고자 한다.

1. 수 분

호화된 밀전분을 여러가지 비율로 조제하여 Microwave 가열한 경우 film에 싸서 습열적으로 하면 결합수량이 많으나 film에 싸지않고 개방한 채로 가열하면 결합수량이 감소되며 전도가열방식에 의한 때보다 결합수량의 변화가 크다⁵⁾. 빵을 여러단계로 Microwave 가열한 경우 가열직후와 시간이 경과된 후의 결합수량은 크게 변하는 것이 전도가열과는 다른 특징이며, 이것은 물성의 변화와도 관계가 깊다⁶⁾. 또한 전분농도가 40%까지는 Microwave 가열시 농도와는 상관없이 10~12 g/min의 빠른 속도로 수분이 증발되며 전분농도가 높을수록 수분 증발속도는 저하된다⁷⁾.

한편 시판 건조란과 란albumin을 여러 含水比率로 조제하여 Microwave 가열한 결과 수분함량이 40~50% 일때 최대의 팽화상태를 보이며 그보다 수분함량이 높으면 gum질화된 질감을 보인다. 팽화된 시료는 보수량과 결합수량이 증가되며 수분함량이 낮으면 증발량이 비정상적으로 높아진다⁸⁾.

2. 전 분

밀전분의 수분농도를 달리하고 Microwave 가열한 경우 Amylose의 용출량이 특히 많고 가열초기(30℃하)에서는 팽윤되지 않는 입자가 많으나 80℃ 이상의 온도에서 폭발적으로 전분입자가 파괴된다⁹⁾. 빵을 Microwave 가열하여 경화시킨 경우 팽윤도가 대단히 높고 Amylose의 용출율이 매우 높으며 그 일부가 膜化되고 전분립의 변형이나 파괴는 큰 반면에 입경은 전도가열시보다 작다¹⁰⁾. 또한 전분糊液을 Iode로 염색하고 Microwave 가열한 결과 둥근형의 용기에 3mm 두께로 담은 경우는 중앙부가 집중적으로 가열되나 1cm 두께이면 중심원상의 가열분포상태를 보이며 사각형인 식빵의 경우는 불균일한 상태를 보여 중심부의 가열집중이 현저하지 않다¹¹⁾. 또한 감자류를 Microwave 가열한 경우 고구마와 토란은 경화현상을 보였으며 팽윤되지 않은 전분립과 전분gel상의 용출물이 존재하는데 비하여 감자와 참마는 경화되지 않고 전분립이 파괴되지 않는다¹²⁾.

3. 단백질

감자를 Microwave 가열하면 껍질층의 총아미노산량은 2%, 유리아미노산량은 8% 증가한데 비하여 속조직에는 총질소량이 16%, 비단백태질소량이 18%, 총아미노산량이 4%, 유리아미노산량이 17% 감소되고 있어 재래식가열 방법과는 반대되는 현상으로 나타나 Microwave 가열에 의해 속조직에서 껍질층으로 단백질성분이 이동된다¹³⁾는 사실을 알 수 있다. 콩을 Microwave로 9분간 가열하면 용해도가 크게 감소되고 소화력은 12분가열시까지의 증가되나 그 이후는 감소된다¹⁴⁾. 한편 미꾸라지를 Microwave 처리로 건조시킨 경우, Glutamic acid, Alanine, Valine 등의 아미노산은 증가되는 반면, Lysine, Aspartic acid, Serine, Histidine, Methionine 및 Threonine은 비교적 많은량이 감소된다¹⁵⁾. 또한 卵液을 원액 그대로 급속하게 Microwave 가열하면 가열중 크게 팽창하며 가열을 중지하면 급속히 수축한다. 이때 표면은 마치 물결처럼 접힌 모양을 보이고 단백질의 추출율과 소화율은 이와 같은 구조적인 심한 변화에도 불구하고 크게 저하되지는 않는다¹⁶⁾.

4. 지 질

대두유를 Microwave로 15분간 가열한 경우 각 지방산들의 함량에는 큰 변화가 없다¹⁴⁾. 또한 여러가지 생선에 대한 Microwave 가열에서도 지방산 함량의 변화는 거의 없다^{15,17)}.

시판 식빵을 Microwave 가열한 결과 유지추출율은 저하되고 결합형유지량이 증가되며¹⁸⁾ 지질의 산화정도는 낮은 편이고, 그 system에 포함된 전분의 Iode 염색도가 현저하게 저하되어 Microwave 조사가 helix로 있는 전분과 lipid 사이의 복합체형성을 증가시킴을 알 수 있다¹⁹⁾. 또한 빵제조시 Microwave 가열한 경우 유지추출율이 저하되고 수분의 양적, 질적인 변화와 유지추출율 사이의 상관관계가 매우 큰데 이것은 급속한 탈수와 결합수량의 증가로 유지추출율이 저하되는 것으로 본다²⁰⁾. 전분립에 지질을 첨가하여 Microwave 가열한 경우, 지질이 친수성이면 전분립이 더 커지고 소수성이면 더 작아지며 지방산의 Chain이 짧으면 결합형지질량이 증가되고, Chain이 길면 전분성분의 용출이 억제된다²¹⁾. 지질조성을 달리한 빵을 Microwave 가열한 경우 지질과는 상관없이 모든 빵의 팽윤도가 크고 gel化는 촉진된다. 지질이 첨가되지 않은 빵에서는 팽윤되지 않은 전분립과 전분gel이 공존되며 유화제를 첨가한 경우에는 전분gel이 급격히 감소되면서 잘 부스러지게 된다. 이로써 Microwave 가열시 빵의 경화현상에 지질이 지대한 역할을 하며 cement적인 gel狀의 물질이 경화의 중요한 원인이 되는 것을 알 수 있다²²⁾.

5. 비타민과 무기질

시금치를 냉동건조시키기전 Microwave로 전처리한 때 β -carotene량은 steam 처리나 물에서 blanching한 경우보다 크게 떨어지나 Vit·C의 보존율은 가장 높았으며 α -tocopherol은 물에서 blanching한 경우와 유사한 좋은 보존율을 보인다²³⁾. Broiler種 닭고기를 800~1600 watt로 Microwave 가열한 경우 thiamine의 보존율은 전도가열인 때보다 높았으며 watt의 증감에 의한 변화량은 거의 없다. 그러나 1600 watt로 조리하면 표면이나 모서리부분에서 심한 탈수현상이 나타나 건조된 상

태로 된다²⁴⁾. 또한 감자를 7°C에서 24시간 저장후 Microwave로 재가열시킨 결과 Vit. C의 손실율은 80% 이상으로 나타나 모든 영양소중 가장 높은 손실율을 보이고 있다²⁴⁾.

Microwave oven내에서 감자를 조리한 경우에 속조각에서는 K, Ca, Mn, B, Cd, Ni, Pb의 함량이 증가한데 비하여 Fe, Cu는 감소된다. 껍질부분에서는 Pb만이 증가현상을 보이고, Mn, Fe, Cu, Cd가 감소된다¹³⁾. 여기에서 감자를 껍질채 Microwave 가열하면 껍질부분의 무기질이 속조각적으로 이행되는 것을 알 수 있다.

그외에도 대두중의 효소 Lipoxidase는 Microwave 처리로 활성도가 저하되며^{14,25)} 쌀겨중의 Peroxidase도 Microwave 처리시간에 비례하여 감소되어²⁶⁾ 효소의 불활성화에 Microwave 처리가 효과적인 것을 알 수 있다. 그리고 선모충(trichinae)에 감염된 돼지고기를 Microwave로 가열하면 감염율은 감소되나 20% 이상이 잔존된 것으로 나타나 위험하므로 돼지고기는 반조리된 가공품을 Microwave 가열하는 것이 좋으며 생재료인 경우는 위험을 극소화시키도록 주의해야 한다²⁷⁻³⁰⁾.

REFERENCES

1. Food research, 15, 278, 1966
2. R.E. Baldwin, et al: *J. of Food Science*, 44(2), 624, 1979
3. 肥後溫子: 調理科學, 21(1), 35, 1988
4. 肥後溫子, 島崎通夫, 野口駿: 家政學雜誌, 36(8), 596, 1985
5. 肥後溫子, 野口駿: 家政學雜誌, 37(10), 855, 1986
6. 肥後溫子, 野口駿, 島崎通夫, 中沢文字, 34(8), 474, 1983
7. 中沢文字, 高橋淳子, 高田昌子, 小畑惠子: 日本家政學會誌, 38(3), 177, 1987
8. 肥後溫子, 島崎通夫, 野口駿: 家政學雜誌, 36(8), 596, 1985
9. 肥後溫子, 大久保路子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 32(3), 185, 1981
10. 肥後溫子, 大久保路子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 32(3), 178, 1981
11. 中沢文字, 高橋淳子, 高田昌子: 家政學雜誌, 37(6), 447, 1986
12. 肥後溫子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 33(11), 597, 1982
13. L.B. Klein and N.I. Mondy: *J. of Food Science*, 46, 1874, 1981
14. Youssef S. Hafez, Ali I. Mohamed, Fawzy M, Hewedy, and Gurbax Singh: *J. of Food Science*, 50, 415, 1985
15. 朴一雄, 洪載植, 金鍾培: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 18(6), 413, 1986
16. 肥後溫子, 島崎通夫, 野口駿: 家政學雜誌, 36(8), 590, 1985
17. Thomas L. Hearn, Sandra A. Sgoutas, Demetrios S. Sgoutas, and James A. Hearn, 52(5), 1430, 1987
18. 肥後溫子, 大久保路子, 島崎通夫: 家政學雜誌, 33(4), 173, 1982
19. 肥後溫子, 野口駿, 島崎通夫: 家政學雜誌, 33(6), 297, 1982
20. 肥後溫子, 野口駿, 島崎通夫: 家政學雜誌, 33(5), 221, 1982
21. 肥後溫子, 野口駿, 島崎通夫: 家政學雜誌, 34(5), 251, 1983
22. 肥後溫子, 野口駿, 島崎通夫, 中沢文字: 家政學雜誌, 34(2), 83, 1983
23. N.M. Quenzer and E.E. Burns: *J. of Food Science*, 46, 410, 1981
24. Kenneth N. Hall and Chyis, Lin: *J. of Food Science*, 46, 1292, 1981
25. S.H. Wang and M.C.F. Toledo: *J. of Food Science*, 52(5), 1344, 1987
26. 이준식, 윤희남: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16(1), 113, 1984
27. W.J. Zimmermann: *J. of Food Science*, 48, 856, 1983
28. W.J. Zimmermann: *J. of Food Science*, 49, 970, 1984
29. W.J. Zimmermann: *J. of Food Science*, 48, 1715, 1983
30. Frances Carlin, William Zimmermann and Alice Sundberg: *J. of Food Science*, 47, 1096, 1982