

음식물 쓰레기의 마이크로파 건조

김덕찬 · 현준호 · 변자진 · 이동원 · 문경환*
서울시립대학교 공과대학 화학공학과 · 고려대학교 보건대학 환경위생과*

Microwave Drying of Food Waste

Dok-Chan Kim · Joon-Ho Hyon · Ja-Jin Byeon · Dong-Won Lee · Kyong-Whan Moon*
Dept. of Chemical Engineering, The University of Seoul, Seoul, Korea
*Dept. of Environmental Sanitation, College of Health Sciences, Korea University, Seoul, Korea**

Abstract

The food wastes from a refectory and an eating house were heated in domestic microwave oven(700W) equipped with a fan and the drying rates and destruction of microorganisms were investigated. The drying rate was decreased with the size of food waste and the food wastes in polypropylene basket were dried faster than that on glass dish. The rate was increased with lower initial moisture content. Death rate of microorganisms was also decreased with the size of food waste. Ninety eight percent of reduction in viable cell numbers for the 400g of food waste could be achieved in 240sec of microwave irradiation.

The growth of microorganisms in food wastes after microwave irradiated was observed at 32°C and 95% relative humidity after 7days and the cell numbers in microwave irradiated food wastes were found to be 1/2 ~ 1/20 of the numbers in untreated wastes in accordance with the mass and the length of exposed time to microwave.

To minimize the moisture and microorganisms in food wastes, the use of microwave oven are recommended.

Key words : food waste, microwave, drying, destruction, microorganism

I. 서 론

현대사회의 소비생활 확대와 다양화에 따라 각종 폐기물이 대량으로 발생되어 그 처리와 처분에 심각한 어려움이 따르고 있다. 특히 음식물 쓰레기는 식생활로부터 필연적으로 발생되며 수분함량이 매우 높고 부패되기 쉬워서 관리 및 처리와 처분이 매우 어려워 사회적으로 커다란 문제가 되고

있다. 적절하게 관리되지 않은 음식물 쓰레기는 부패되어 악취를 발생하여 생활환경을 불쾌하게 하고 여러 가지 해충과 병원균 등이 서식할 수 있어서 환경위생에 위협이 될 수 있다.

환경부는 이와 같은 음식물 쓰레기 처리의 중점 추진방향을 종래의 퇴비화로부터 사료화로 바꾸었고 농림부는 가축사료 제조시설 농가에 융자금을 책정하여 이를 장려하는 하는 것으로 알려져

있다.¹⁾ 그러나 음식물 쓰레기를 사료로 사용하기 위해서는 음식물 쓰레기의 신선도가 유지되어야 하며 저장, 수거, 수송 중 부패되거나 변질된 것은 사용하기가 곤란하다.

마이크로파는 이미 식품의 조리와 건조를 비롯하여 살균 등에 널리 이용되고 있으며 고무, 종이, 목재 등의 가공에 이용이 되고 있다.²⁾

마이크로파는 전자파(electromagnetic radiation)의 일종으로서 물과 같은 영구 쌍극자 모멘트를 가진 극성분자들에 조사되면 마이크로파 전계의 영향을 받아서 전기적으로 중성상태였던 쌍극자가 변위, 유전분극을 일으켜 마이크로파의 주파수에 따라 심하게 진동하게 된다. 이때 각 분자 사이에서 마찰열이 발생하여 물질 전체의 온도가 상승한다. 흔히 전자 레인지로 알려진 microwave oven은 2450 MHz의 주파수를 가진 마이크로파를 사용하므로 분자의 전환이 2.45×10^9 회/sec가 일어서 빠르게 가열이 된다. 그러므로 마이크로파 가열은 종래의 가열방법이 외부로부터의 표면가열인데 비하여 피가열물 자신이 가열되는 내부가열이라고도 하며, 특히 건조에서는 물질내부에서 수증기가 생성되어 표면으로 이동하므로 건조속도가 매우 빠른 것이 특징이다.

마이크로파는 각종의 균종에 대하여 살균효과를 나타내며, 이것이 가열만에 의한 것인지 또는 마이크로파 전계가 어떤 특별한 기능을 하는 것인지에 대하여는 아직 밝혀지지 않았으나 종래의 가열 살균법과 비교하여 같은 온도에서는 훨씬 짧은 시간에, 같은 시간 동안에는 더 낮은 온도에서 살균효과를 얻을 수 있어서 식품공업에서 실용화되어 있다.^{2,3,4)}

이에 본 연구에서는 음식물 쓰레기의 양과 수분함량에 따른 건조특성과 또한 일반세균의 살균효과를 실험을 통하여 검토하고 소규모로 배출되는 음식물 쓰레기의 간단하고 안전한 처리방안으로서 가정용 microwave oven의 이용 가능성을 제시하고자 하였다.

II. 실험

1. 건조

음식물 쓰레기 시료는 대학 구내식당에서 채취

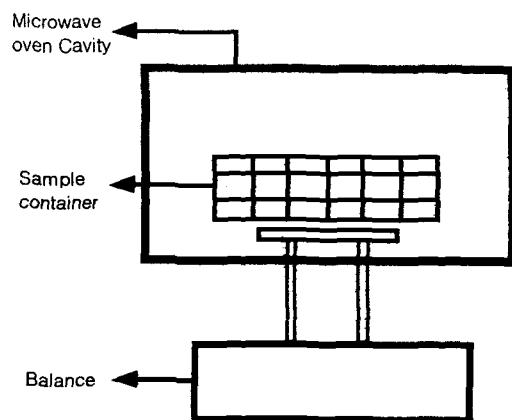


Fig. 1. Schematic diagram of the drying apparatus.

하여 사용하였다. 채취한 음식물 쓰레기는 채에 담아 물이 흘러나오지 않을 때까지 방치한 다음 실험에 사용하였다. 수분함량에 따른 건조시간을 관찰, 검토하기 위하여 수동식 원심분리기를 사용하여 수분함량을 더욱 낮추기도 하였다. 초기 수분 함량은 standard air oven technique⁵⁾을 써서 convection oven에서 건조하여 구하였다. 조성은 대체로 채소류 50%, 곡물류 30%, 어육류 20%로 이루어졌으며 수분 함량은 70~85% 이었다.

마이크로파 건조 실험 장치는 가정용 microwave oven(Samsung Re-520N, 소비 전력 1250W, 마그네트론 출력 700 W)을 사용하였으며, 건조 용기는 Pyrex 용기(Coming 사, 직경 23 cm)와 옆면과 밑면에 구멍이 있어서 수분의 제거가 모든 방향에서 이루어 질 수 있는 polypropylene 용기(180 × 250 × 75 mm)를 사용하였다. 용기는 microwave oven의 외부에 설치한 저울에 연결하여 시간에 따른 질량 변화를 알 수 있게 하였다. 다음 Fig. 1.은 실험장치를 나타낸 것이다.

시료의 양은 100 g~1000 g을 사용하였으며 마이크로파를 조사하면서 매 분마다 질량의 변화를 측정하였다.

2. 살균

살균실험에는 가정식 식당의 음식 쓰레기를 채취하여 검체로 사용하였다. 검체를 clean bench에서 무균용기에 넣고 작게 잘라 blender에 넣어 균

질화 한 다음 100~400g 을 정확히 달아 Pyrex 용기(Corning사 제품, 직경 23cm)에 담아 microwave oven(Samsung RE-4200, 마그네트론 출력 750W)에서 처리하였다. 일정 시간 동안 마이크로파를 조사한 후 10g을 채취하여 멸균 blender에 담아 멸균 인산 완충 회석 액을 가하여 고속으로 균질화 하였다. 시험원액은 필요에 따라 배율을 달리 하여 회석하였고 이중 1ml를 채취하여 Petrifilm(3M 사 제품)에 분주하여 32°C에서 일반세균과 대장균을 각각 배양하여 사멸율을 구하였고, 다시 배양하여 미생물의 증가량을 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 음식물쓰레기의 건조

1.1 시료 양과 건조속도

젖은 고체의 건조특성은 물질의 수분함량(moisture content)을 가열 경과시간에 대하여 도시한 건조곡선(drying curve)으로 잘 설명된다.⁵⁾ 다음 Fig. 2는 초기 수분함량이 82.93%인 시료 약 100~500g을 Pyrex dish에 담아 microwave oven에서 건조했을 때의 건조곡선을 나타낸 것이다. 기화된 수증기는 위쪽으로만 이동하게 되므로 대부분의 시료가 평형수분함량에 도달하기 전인 대략 25%의 수분함량이 되었을 때 표면에서 탄화되는 현상을 나타내었다. 실제 처리에서 음식물 쓰레기의 완전 건조를 목적으로 하는 것은 아니므로 건조를 더 이상 진행시키지 않았다.

건조속도는 시료의 양이 적을수록 빨라서 100g의 경우에는 마이크로파를 조사하기 시작하여 7분에 약 30%의 수분함량에 도달하였고 500g의 경우에는 약 30분이 소요되었다. 시료의 양이 많아서 두께가 두꺼워지면 마이크로파는 거의 대부분 표면의 수분에 흡수되기 때문에 내부에 온도구배가 생겨나며, 생성된 수증기의 이동거리도 길어지게 되어 양이 많을수록 건조속도가 느려지는 것으로 생각된다. 현재 권장되고 있는 음식물 쓰레기의 수분함량인 70%까지 건조되는 데는 400g의 시료에서 14분이 소요되었다.

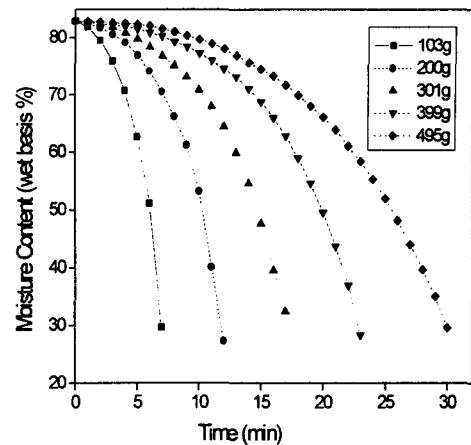


Fig. 2. Drying curves for food waste(initial moisture content, 82.93%) on glass dish, as a function of mass.

마이크로파의 물질에 대한 침투심도(penetration depth)는 반감심도(입사된 마이크로파 전력이 반으로 감쇠 되는 깊이)로 나타내며 주파수 2450 MHz 마이크로파의 25°C의 물에 대한 반감심도는 1.3cm, 55°C에서 2.3cm, 85°C에서는 3.9cm인 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 여기에 전해질인 염분이 포함될 때는 마이크로파 흡수율이 순수한 물보다 높아지게 되어 반감심도가 더 낮아진다. 따라서 건조하려는 물질의 양이 많을 때는 조사되는 마이크로파가 대부분 표면에서 흡수되고 내부는 종래의 가열 방법과 같이 전열(conduction)에 의해서만 느리게 온도가 상승되며, 표면에서는 수분의 증발로 염분 농도가 높아지게 되어 마이크로파의 흡수가 더욱 쉽게 일어나게 되므로 완전건조 상태에 도달하지 못하고 표면에서부터 탄화가 일어나게 되는 것으로 생각된다.

수증기의 이동이 모든 방향으로 이루어질 때의 건조속도를 검토하기 위하여 옆면과 밑면에 구멍이 나있는 polypropylene 용기에 200~1000g의 시료를 1~2 cm 두께로 담아서 건조 실험을 행하였다. Fig. 3은 초기 수분함량이 83.40%인 시료에 대한 건조곡선이다. 시료의 양이 200g 일 때 50%의 수분함량에 도달하기까지 8분이 소요되었으며 pyrex dish를 사용할 때의 10분에 비하여 약 2분을 단축시킬 수 있었으며, 이 보다 양이 많은 400

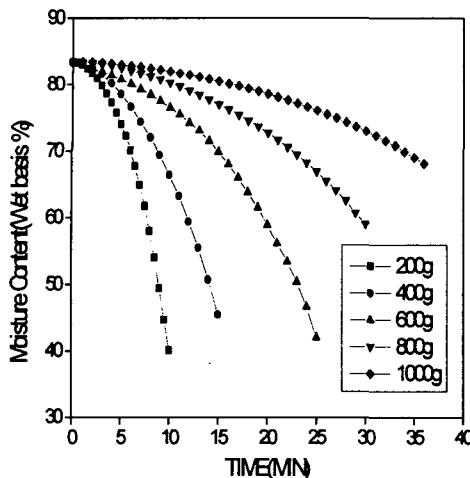


Fig. 3. Drying curves for food waste (initial moisture content, 83.40%) in polypropylene basket, as a function of mass.

g의 경우에는 건조속도가 더욱 빨라져서 pyrex dish를 사용할 때의 20분 보다 6분이 단축된 14분이 소요되는 것을 알 수 있었다. 이것은 용기의 표면적이 비교적 넓어 시료를 얇게 펴놓을 수 있었으므로 마이크로파의 침투심도에 의한 영향을 피할 수 있었고 증발 표면적이 넓어서 생성된 수증기의 이동이 잘 이루어지게 되었기 때문인 것으로 생각된다. 초기 수분함량이 Pyrex dish를 사용하였을 때 보다 약간 높은데도 이와 같이 건조속도가 빨라지므로 건조용 용기로는 polypropylene basket이 적합할 것으로 판단되었다. 현재 권장하고 있는 수분함량 70% 까지 도달되는 데는 Pyrex dish에서의 14분에 비하여 4분이 단축된 10분이 소요되는 것으로 나타났다.

1.2 수분함량과 건조속도

다음 Fig. 4는 Pyrex dish에 여러 가지 초기수분함량이 각기 다른 시료 300g를 담아 건조하였을 때의 건조곡선을 나타낸 것이다. 시료는 잘 혼합하여 가능한 한 균일하게 하려고 하였으나 분쇄하지 않고 채취한 그대로를 사용하였기 때문에 조성과 성상이 시료에 따라 다르게 되었다. 그러나 건조특성은 이와 같은 조성과 성상의 차이에는 무관하고 거의 초기 수분함량에 대하여 영향을 받는

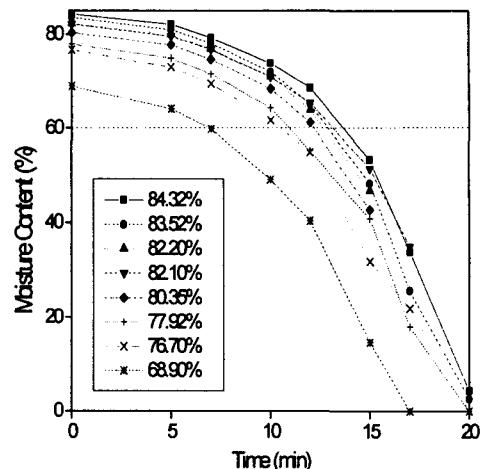


Fig. 4. Drying curves for food waste with different initial moisture content

것으로 나타났다. 즉 초기 수분함량이 84.32%로부터 68.90% 까지 낮아질수록 건조속도가 빨라지며 이 사이의 수분함량을 가진 시료들의 건조곡선들은 건조 초기에 거의 비슷한 기울기를 나타내는 것을 알 수 있었다.

마이크로파 가열에서는 물질 자신이 열원의 역할을 하게되므로 특히 수분함량이 낮을 때 효과적으로 건조할 수 있다. 따라서 건조시간을 단축하여 전력 소모량을 줄이기 위해서는 어떤 방법으로든 초기 수분함량을 낮추어야 하며 수분함량이 높은 음식 쓰레기에 대하여는 수분 분리장치(예를 들면 수동 원심분리기)를 사용하는 것이 좋을 것이다.

2. 살균

음식물 쓰레기의 마이크로파에 의한 살균효과를 검토하기 위하여 조사시간과 시료의 양을 달리하여 일반 미생물의 사멸율을 조사하였다. 다음 Table 1로부터 Table 3까지는 시료 200, 300, 400g에 대하여 마이크로파를 30초 간격으로 240초 까지 조사했을 때의 일반 미생물의 개체 수 변화를 측정하여 나타낸 것이다. 시료의 양에 따라서 비슷한 사멸율을 얻기까지 조사해야하는 시간이 약간 길어 졌으며, 200g의 시료는 120초 동안에 99% 이상이, 300g에 대하여는 180초 동안에 96%

Table 1. Death and growth rate of microorganisms in 200g food waste.

microwave irradiation time (sec)	cell numbers just after microwave irradiation	storage time (days) (at 32°C and 95% relative humidity)					
		1	2	3	4	5	7
0	1.61×10^8	1.07×10^9	1.46×10^9	2.60×10^9	2.78×10^9	1.05×10^{10}	8.38×10^9
30	7.50×10^7	6.47×10^8	1.69×10^9	3.00×10^9	2.90×10^9	7.69×10^9	7.78×10^9
60	3.51×10^7	5.77×10^8	1.25×10^9	1.71×10^9	4.00×10^9	3.90×10^9	4.77×10^9
90	2.27×10^7	3.25×10^8	1.22×10^9	2.31×10^9	2.17×10^9	1.89×10^9	3.81×10^9
120	5.82×10^5	6.00×10^6	1.28×10^8	1.81×10^9	1.28×10^9	1.11×10^9	4.17×10^9
150	3.45×10^5	4.37×10^6	9.23×10^7	1.03×10^9	1.24×10^9	9.25×10^8	1.22×10^9

Table 2. Death and growth rate of microorganisms in 300g food waste.

microwave irradiation time (sec)	cell numbers just after microwave irradiation	storage time (days) (at 32°C and 95% relative humidity)					
		1	2	3	4	5	7
0sec	1.61×10^8	1.07×10^9	1.46×10^9	2.60×10^9	2.78×10^9	1.05×10^{10}	8.38×10^9
60sec	5.96×10^7	9.49×10^8	1.62×10^9	1.42×10^9	2.22×10^9	6.96×10^9	1.08×10^{10}
90sec	9.08×10^7	4.27×10^8	1.08×10^9	2.19×10^9	2.47×10^9	2.60×10^9	2.64×10^9
120sec	6.96×10^7	2.74×10^8	8.79×10^8	1.97×10^9	1.93×10^9	2.14×10^9	2.46×10^9
150sec	2.77×10^7	1.55×10^8	6.03×10^8	8.24×10^8	8.67×10^8	1.97×10^9	9.46×10^8
180sec	5.95×10^6	3.46×10^7	4.51×10^8	3.75×10^8	9.47×10^8	6.86×10^8	8.51×10^8

Table 3. Death and growth rate of microorganisms in 400g food waste.

microwave irradiation time (sec)	cell numbers just after microwave irradiation	storage time (days) (at 32°C and 95% relative humidity)					
		1	2	3	4	5	7
0sec	1.61×10^8	1.07×10^9	1.46×10^9	2.60×10^9	2.78×10^9	1.05×10^{10}	8.38×10^9
60sec	5.54×10^7	4.47×10^8	8.82×10^8	1.53×10^9	1.72×10^9	3.91×10^9	1.47×10^9
120sec	7.54×10^7	3.60×10^8	7.34×10^8	1.38×10^9	1.18×10^9	1.02×10^9	6.10×10^8
180sec	4.05×10^7	6.24×10^7	4.15×10^8	1.01×10^9	3.53×10^8	1.74×10^9	3.14×10^8
210sec	2.49×10^7	5.65×10^7	6.25×10^8	5.60×10^8	8.51×10^8	1.79×10^9	9.76×10^7
240sec	3.43×10^6	3.57×10^7	5.00×10^8	7.60×10^8	4.88×10^8	8.36×10^8	4.03×10^8

가, 그리고 400g 때는 240초 동안에 98%가 사멸되는 것으로 나타났다. 村中⁸⁾은 pork steak 100g에 부착된 3000개의 일반세균이 마이크로파를 조사한지 120초 동안에 1/30인 100개로 감소되고 140초 후에는 완전 사멸되었다고 하였다. 또한 곰

팡이와 효모에 대하여는 130초 후에 완전 사멸되었다고 하였다. 본 연구에서는 200g를 240초 동안 마이크로파를 조사하였을 때도 완전 사멸에는 이르지 않았으며, 이것은 조사하기 전의 초기 미생물 개체수가 매우 많았기 때문으로 생각된다.

Table 4. Death rate of *E. coli* in boiled rice.

Mass of samples	Viable numbers of before microwave irradiation	Microwave irradiation time (sec)					
		60	90	120	150	180	210
200g	3.40×10^4	38	non	non	non	non	non
300g	6.59×10^6	9.44×10^5	8.82×10^3	7.97×10^3	non	non	non
400g	4.06×10^6	4.79×10^5	3.74×10^4	9.90×10^3	non	non	non

Table 5. Death rate of *E. coli* in cold noodle liquid source.

	Viable <i>E. Coli</i> of before microwave irradiation	Microwave irradiation time (sec)				
		30	60	90	120	150
Viable <i>E. Coli</i>	1.27×10^7	1.12×10^7	8.96×10^6	1.27×10^5	non	non
Temperature (°C)	11	36	50	61	89	90

시료의 양에 따른 영향을 검토하기 위해서는 시료 내부의 온도 상승속도를 비교 검토하는 것이 중요할 것으로 생각되나 microwave oven에서는 보통의 온도 측정기구는 사용할 수 없으며, 광섬유 형광 온도계 등을 사용하여야 하는데 이들은 비교적 고가의 장비로서 구비하지 않고 있어 측정하지 못하였다.

마이크로파 가열에 의한 살균 메커니즘은 주로 열 작용(thermal effect)에 의한 것으로 생각되고 있으나 마이크로파 전계도 특수한 작용을 한다는 실험결과도 발표되어 있다. 즉 Goldblith 등⁸⁾ *E. coli*를 인산 완충용액에 혼탁시켜 마이크로파를 조사하였을 때 발열되는 열에 비례하여 균의 수가 감소되었으며, 한편 *E. coli*의 혼탁액을 얼음으로 냉각하여 발열을 억제하면서 마이크로파를 50~100 sec조사했을 때는 균수에 변화가 없었으므로 마이크로파 살균은 열에 의한 것이라고 추정하였다. 그러나 赤星 등⁹⁾은 특수한 장치에 설치한 항온 미생물 시료에 대하여 여러 온도 조건하에서 마이크로파를 조사하여 *B. subtilis*의 사멸 상태를 보통의 가열과 비교하였다. 보통의 가열(105°C)에서의 사멸시간 4분에 대하여 마이크로파 가열(105°C)에서는 입력 5W/H에서 2.5분, 20 W/H에서는 1.5분이 소요되었으며 이것은 마이크로파에 의하여 미생물이 영향을 받은 것이라고 하였다. 이에

대하여는 아직 확실하게 밝혀지지 않은 채로 종래의 가열 살균법과 비교하여 같은 온도에서는 훨씬 짧은 시간에, 같은 시간 동안에는 더 낮은 온도에서 살균효과를 얻을 수 있어서 여러 가지 식품의 살균에 이용되고 있다.^{2,3,4)}

마이크로파를 조사하여 살균한 시료를 다시 배양 기에서 32°C, 상대습도 95%의 조건에서 7일 동안 배양하여 일별 증가된 미생물의 개체 수를 측정하였다. 표에서와 같이 조사시간이 긴 시료일수록 미생물 개체의 증가속도가 느렸으며 특히 90~120초 동안 조사한 시료의 증가속도는 매우 낮은 것을 확인할 수 있었다. 미생물 수는 1분 이상 조사 처리하여 7일간 배양한 시료가 처리하지 않은 시료에 비하여 1/2~1/20이 적게 나타났으며, 또한 처리된 시료는 7일이 경과한 뒤에도 특별한 냄새가 나지 않았으며 외관이 처음의 처리되지 않은 시료와 유사하였다.

보고에 의하면 custard를 마이크로파로 2분 동안 조사하여 70°C까지 승온 시킨 것과 처리하지 않은 것을 28°C의 항온조에서 20일간 보존한 후에 일반 세균 수를 조사 비교한 결과 처리하지 않은 것에서는 197×10^4 인데 비하여 처리한 것은 10~47이었다. 또한 곰팡이의 발생 상황도 두 시료 사이에 현저한 차이가 있었다고 하였다. 몇 가지 과자류에 대하여도 마이크로파 가열 처리한 것과 처

리하지 않은 것을 30°C, 습도 75%에서 보존했을 때 마이크로파를 처리하지 않은 것에 비하여 보존 기간이 2~3 배 더 길어졌다고 하였다.⁸⁾

본 연구에서는 우리나라 여름철의 긴 우기와 더운 날씨를 고려하여 32°C, 95%의 습도에서 배양하였기 때문에 다른 연구의 결과에 비해서 7일 동안 배양한 시료의 미생물 수가 매우 많게 나타난 것으로 생각된다.

대장균에 대한 살균효과를 관찰하기 위하여 새로 지은 밥에 대장균을 접종시키고 마이크로파를 조사하였다. Table 4는 시료의 양에 따른 사멸율을 나타낸 것이다. 시료의 양이 많아짐에 따라 느려지기는 하였으나 일반 미생물에 비하여 매우 빠르게 사멸되는 것을 확인 할 수 있었다. 시료의 양이 200g일 때는 60초 만에 대부분이 사멸되었고 90초 후에는 완전 사멸되었다. 시료의 양이 300g 와 400g의 시료에 대하여는 150초 조사하였을 때 완전히 사멸되는 것을 알 수 있었다. 다음 Table 5는 흥미 있게 생각되어 시도한 냉면 육수의 대장균 사멸율을 측정한 것이다. 시료의 200ml에 대장균을 접종하고 마이크로파를 조사한 지 90초 후에 98%가 사멸되었고 120초 동안 조사하였을 때는 완전히 사멸되었으며 이때 온도는 89°C 이었다.

IV. 결 론

소규모로 배출되는 음식물 쓰레기의 안전하고 간단한 처리를 위하여 가정용 microwave oven에서의 건조와 살균을 시도하였다. 시료의 양과 초기 수분함량의 변화에 따른 건조 특성을 비교 검토하였고 또한 시료의 양과 마이크로파 조사시간에 따른 미생물의 사멸율과 마이크로파로 처리한 시료에서의 미생물의 생장을 비교 검토하여 다음과의 결론을 얻었다.

1. 수분함량이 82.93% 시료 400g을 pyrex dish에 담아 건조했을 때 70% 수분함량으로 되기까지 14분이 소요되었으며, polypropylene basket에서는 10분이 소요되었다. 건조속도는 시료의 양이 많을수록 느려졌으며 건조 용기로는 polypropylene basket과 같이 대

기애 노출시킬 수 있는 표면적이 넓은 것이 효과적이었다.

2. 초기 수분함량이 낮을수록 건조속도가 빨라졌으며 따라서 간단한 장치(예를 들면 수동식 원심분리기 등)를 사용하여 음식물 쓰레기의 수분함량을 낮추어 건조하는 것이 시간을 단축하고 에너지 비용을 줄이는 데 효과적일 것이다.
3. 시료 400g에 240초 동안 마이크로파를 조사했을 때 98%의 일반 미생물이 사멸되는 것을 확인하였다. 시료의 양이 많을수록 사멸 속도가 느리며 마이크로파 조사시간이 길수록 사멸율이 높았다. 밥 400g에 접종한 대장균은 마이크로파조사 150초 후에는 검출되지 않았으며, 일반 미생물에 비하여 매우 빠르게 사멸되는 것을 알 수 있었다.
4. 일반 미생물에 대하여 마이크로파를 1분 이상 조사 처리해서 32°C, 습도 95%에서 7일간 배양한 시료의 미생물 수가 처리하지 않고 배양한 시료의 것보다 시료의 양과 조사 시간에 따라 1/2~1/20이 적게 나타났으며 냄새가 없고 외관의 변화도 거의 없었다.

이와 같은 결과로부터 소규모로 배출되는 음식물 쓰레기를 가정용 microwave oven을 사용하여 건조와 동시에 살균함으로써 안전하게 처리할 수 있을 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 서울시립대학교 학술연구조성비의 지원으로 이루어졌으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 정재춘 : 한겨례신문, 2월 13일, 1998.
2. 越島哲夫 編 : マイクロ波加熱技術集成, NTS, 1994.
3. 福村正之 等 : 高周波(マイクロ波) 滅菌操作法の製剤への應用, J. Antibact. Antifung. Agents, 18(10) 495-507, 1990.
4. D. A. Copson : Microwave Heating, 2nd

- ed., AVI Publishing Co., 1975.
5. ASAE 1981-82 ASAE S358.1 : Moisture measurement-forages, Agricultural Engineers Yearbook, pp 346.
 6. C. J Geankoplis : Transport Processes and Unit Operations, 3rd ed., Prentice-Hall, 520, 1993.
 7. 石原正和 : 食品のマイクロ波殺菌, 月刊フードケミカル, (7) 49-59, 1992.
 8. S. Goldblith and D. I. C. Wang, Appl. Microbiology, 15, 1351-1375, 1967.
 9. 赤星亮一, 又重英一, 道祖土進, 佐藤修司 : 第23回 日本食品工業學會 講演要旨集, 8, 1976.
 10. 村中恒男 : マイクロ波による食品の加熱殺菌・防黴, ジャパンフードサイエンス, (6) 36-41 1986.