

고추가루의 오염미생물 제거 및 이화학적 특성에 관한 오존처리와 감마선 조사의 영향

이성희 · 이현자 · 변명우*†

국립안성산업대학교 가정학과

*한국원자력연구소 방사선식품공학연구소

Effects of Ozone Treatment and Gamma Irradiation on the Microbial Decontamination and Physicochemical Properties of Red Pepper Powder

Sung-Hee Lee, Hyun-Ja Lee and Myung-Woo Byun*†

Dept. of Home Economics, National Anseong University, Anseong 456-749, Korea

*Dept. of Food Irradiation, Korea Atomic Energy Research Institute, Taejon 350-600, Korea

Abstract

The comparative effects of ozone treatment and gamma irradiation on the sterilization, physicochemical properties and sensory quality of red pepper powders were investigated. As for the sterilization of microorganisms, 7.5~10 kGy of gamma irradiation completely eliminated the coliforms, yeast and molds, and total aerobic bacteria. On the other hand, ozone treatment failed to eliminate the highly contaminated microbial load, especially total aerobic bacteria. The physicochemical properties including capsaicin, capsanthin, browning, fatty acid compositions and sensory quality were not significantly changed by gamma irradiation up to 10 kGy, whereas ozone treatment caused significant changes in fatty acid compositions and destruction of natural pigments($p < 0.05$). The above results led us to conclude that gamma irradiation was more effective than ozone treatment for the sterilization and maintenance of physicochemical and sensory qualities of red pepper powders.

Key words: ozone treatment, gamma irradiation, red pepper powder

서 론

최근 식생활의 다양화와 주거의 아파트화에 따른 편의식품 및 건강보조식품의 수요와 생산이 크게 증가함에 따라 이들 가공제품의 생산을 위해서는 가공원료의 안전공급, 위생적 제품생산, 효율적 제조공정, 안전한 저장 및 유통기술의 확보가 필수적이다. 특히 최근 방부제 등 식품첨가물 규제의 강화와 소비자의 식품보존료 무첨가 상품의 요구 증가 등 소비자의 건강 지향적 욕구가 증대됨에 따라서 식품산업에서 위생적 품질 관리는 그 중요성이 더욱 증가하고 있는 실정이다. 현재 고추가루를 포함한 향신료나 건조과채류, 건조 수산물, 분말가공원료 등의 살균, 살충에 사용되어 오던 ethylene oxide(E.O.) 훈증처리가 발암성 등 유해성 때문에 '91년 사용이 금지된 이후 효과적인 위생화 방

법의 개발은 중요한 과제로 부각되고 있다. 식품산업에서 오존처리는 제조공정상의 미생물제어, 유통과정에서의 신선도 유지, 곡류/두류 등의 식품원료의 잔류농약 분해 등에 사용할 수 있으며, 식품제조 용수중의 중금속 산화, 유기물의 분해 등에도 적용할 수 있다고 보고된 바 있다. 일본에서는 최근 오존사용이 각 산업분야에서 일반화되고 있는 추세이나, 국내에서는 액체식품의 살균을 위한 일부 연구에 사용되고 있고, 고체 및 분말류에 대한 연구는 거의 없다(1-5). 또한 새로운 식품가공, 저장 및 위생화 방법으로 알려진 감마선 조사기술은 이용대상 식품에 대한 생장 억제, 속도조정, 저장수명 연장, 살충, 살균 및 건조식품의 물성 개선 등에 효과가 탁월하다는 것이 인정되고 있으며, 국제기구(FAO/IAEA/WHO, FDA)와 선진 여러나라에서 그 진전성과 경제성이 공인되어 현재 39개국에서 40억 식

† To whom all correspondence should be addressed

품군(230여 품목)이 각국 보건 당국에 의해 허가되어 실용화되고 있다. 또한 국내에서도 상업적 식품조사 시설이 준공(1987년)되어 현재 가동중에 있고, 보건복지부의 건전성 허가('87, '88, '91, '95)로 일부 식품들이 감마선 처리되고 있다(6).

따라서 본 연구는 국내 향신료중 식품가공 부원료 및 가정에서 가장 많이 사용되는 고추가루를 대상으로 식품류의 새로운 살균, 살충방법으로 알려진 오존처리와 감마선 조사와의 미생물 살균효과 및 살균을 위한 오존처리 농도와 감마선 조사선량에서의 이화학적 품질 특성을 비교시험하여 새로운 위생적 살균방법의 개발을 위한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

시료

본 실험에 사용된 고추가루는 경북 영양산(개량종 영양초) 진고추로서 상법에 따라 꼭지를 완전히 제거한 후 고추씨가 약 30% 포함되어도록 분쇄 제조하였다.

시료의 포장, 감마선 조사 및 오존처리

감마선 조사를 위한 고추가루의 포장은 접합포장재(Nylon, NY 15 μ m/PE 100 μ m: 투습도, 4.7g/m²/24hrs: 산소투과도, 22.5cc/m²/24hrs)를 이용하여 0.5kg, 2kg 및 5kg 단위로 합기포장하였다. 포장된 고추가루의 감마선 조사는 선원 60만 Ci의 ⁶⁰Co 상임용, 다목적 조사시설을 이용, 시간당 1 kGy의 선량률로 5, 7.5 및 10 kGy의 흡수선량을 얻도록 하였다. 오존처리는 ozone generator(Omrom H2E-YD. Matsuno, Corporation, Japan)를 이용하였으며, 오존농도는 18ppm, 공기압력은 0.5kg/cm, 유속은 5L/min.로 하고 시료를 연속적으로 회전시켜 오존가스가 분말에 고르게 처리되도록 하였으며, 처리 후 포장은 살균된 감마선 조사시의 동일한 포장재를 이용하여 무균적으로 포장하였다. 무처리 및 감마선 조사와 오존처리된 고추가루는 실온(6~30°C, RH 50~95%) 조건에 각각 저장하며 실험에 사용하였다.

미생물 생육시험

미생물 검사는 각 시료에 일정량의 멸균된 0.1% peptone수를 가한 시험액을 사용하여 3회 반복 실시하였다. 먼저 호기성 전세균은 APHA 표준방법(7)에 따라 plate count agar(Difco, Lab.)를 사용하여 30°C에서 1~2일간 배양한 후 집락을 계수하였으며, 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar(Difco, Lab.)를 사용하여 살균된

10% tartaric acid로 pH를 3.5로 조절한 후 평판법으로 25°C에서 5~7일간 배양한 후 계수하였다(8). 대장균군은 desoxycholate agar(Difco, Lab.)를 이용한 pour plate method로 37°C에서 1~2일간 배양한 후 생성된 적색의 집락을 계수하였다.

Capsaicin 함량

고추의 매운맛 성분인 capsaicin의 함량은 Trejo-Gonzalez와 Wild-Altamirano의 방법(9)에 준하여 정량하였다. 시료 1g을 Soxhlet장치를 이용하여 isopropyl alcohol로 무색이 될 때까지 추출하고 추출액을 냉각시킨 뒤 활성탄을 일정량 가하여 3분간 가열하여 탈색시키고 여과한 후 용매를 제거하기 위하여 감압농축하였다. 농축된 액을 petroleum ether에 녹여 여러차례 수세시킨 다음 ether층만을 모아 다시 감압농축하고 isopropyl alcohol로 25ml가 되게 희석하여 281nm에서 흡광도를 측정하였으며, 이 때 대조액은 isopropyl alcohol을 사용하였다.

Capsanthin 함량

고추의 적색소인 capsanthin의 함량은 Chen과 Gutmanis의 방법(10)에 따라 측정하였다. 시료 1g에 acetone 25ml를 가하여 실온에서 3.5시간 진탕추출하고 glass filter(3G3)로서 흡입여과하여 50ml로 정용한 다음 1:25로 희석하여 470nm에서 흡광도를 측정하였으며, 대조액으로는 acetone을 사용하였다.

갈변도 및 Hunter 값

고추가루 저장중 갈변도 측정은 Hendel 등의 방법(11)에 의하였다. 시료 1g을 삼각플라스크에 취하여 100ml의 증류수를 가한 후 30°C에서 2시간 방치, 추출. 여과하여 파장 420nm에서 증류수를 대조액으로 흡광도를 측정하였다.

고추가루의 외관적 색택은 color/color difference meter(Model N-1001 DP, Nippon Denshoku Kogyo Co., Japan)에 의해 Hunter 색차계의 L값(명도), a값(적색도) 및 b값(황색도)을 5회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었고, 이 때 사용된 표준백판의 L, a, b값은 각각 90.6, 0.4 및 3.3이었다.

지방산 분석

지방질 추출은 상법에 준하여 시료를 원통여지(Whartman cat No. 2800260)에 넣고 diethyl ether를 가하여

Soxhlet 추출법으로 약 16시간 추출한 다음 추출물을 감압농축시켜 증량법으로 조지방질 함량을 조사하였다. 지방산 분석은 상기와 같이 추출하여 얻은 조지방질의 일부를 취한 후 Metcalf 등(12)의 방법에 준하여 0.5N-NaOH/methanol로 가수분해시킨 후 BF₃-methanol을 가하여 methylester화시킨 다음 GC로 분석하였으며, 지방산 표준품은 Sigma Chemical Co.의 fatty acid methyl ester 표준품을 사용하였다. 이때 사용한 GC는 Hewlett packard 5890 seriesII 및 Hewlett packard 3396 seriesII integrator를 사용하였다. GC 칼럼은 SP-2340(30m×0.25mm ID) fused silica capillary column을 사용하였고 오븐온도는 160°C에서 3분간 유지한 후 3°C/min씩 승온시킨 다음 220°C에서 10분간 유지시켜 분석하였다. GC의 주입구 및 검출기(FID)의 온도는 240°C 및 250°C로 하였고 운반기체는 질소가스를 0.8ml/min.로 하여 split mode(split ratio=60:1)로 주입하였다.

관능적 평가

살균방법에 따른 고추가루의 관능적 품질평가는 고추가루로 콩나물 무침을 조리하여 색깔, 매운맛 및 전반적 기호성을 6점 채점시험법으로 실시하였고, 관능검사의 결과는 분산분석과 Duncan의 다범위 검정을 통하여 각 시료들간의 유의적인 차이를 분석하였다(13).

결과 및 고찰

오염 미생물 살균효과 비교

본 실험에 사용된 고추가루의 미생물 오염도는 호기성 전세균이 3.7×10^6 CFU/g, 효모 및 곰팡이가 1.4×10^3 CFU/g, 대장균군도 2.8×10^2 CFU/g 오염되어 있어 식품가공 부원료로 사용 및 가정에서 조리시 식품위생상 많은 문제를 야기시킬 수 있어서 적절한 살균처리가 요구된다. Table 1은 감마선 조사 및 오존처리에 의한 오

염미생물의 살균효과를 나타낸 것이다. 감마선 조사에 의한 살균효과를 보면 호기성 전세균과 효모 및 곰팡이는 5 kGy의 조사로서 2 log cycle 정도 감소되었고, 7.5~10 kGy 선량조사로서 검출한계 이하로 사멸되었다. 대장균군은 초기의 오염도도 낮았으며, 일반적으로 방사선 감수성이 높아 5 kGy 선량 조사로서도 완전사멸되었다.

오존처리에 의한 살균효과를 보면 18ppm의 오존 농도로 8시간 처리후에 대장균군은 사멸되었으나 호기성전세균은 2.5×10^3 CFU/g, 효모 및 곰팡이는 1.8×10^2 CFU/g 정도 생존하여 살균효과가 불충분함을 알 수 있었다. 콧 등(14)이 보고한 인삼분말에 오염된 미생물의 오존 처리시 살균효과를 보면 초기 오염도가 10^3 CFU/g로 낮은 수준이며 0.35ppm의 오존 농도로 24시간 처리함으로써 일반세균 및 대장균군의 생육이 완전히 억제되었고, 초기 오염도가 10^5 CFU/g 이상이면 30ppm 농도로 48시간 처리해야만 이들 미생물을 완전히 사멸시킬 수 있었다고 하였다. 권 등(15)은 세균 8종, 곰팡이 2종을 이용 오존처리시 살균효과를 조사하였는데 생육상 대수기 단계에서 이들 미생물을 평판상 및 현탁액상에서 3ppm 농도의 오존을 처리하였을 때 현탁액상에서는 10분간, 평판상에서는 10~20분간 처리로서 대부분의 세균이 불활성화되었으나, 곰팡이에는 60분간 처리로도 살균효과가 불충분하여 감마선 조사나 오존처리 역시 살균효과는 미생물의 종류와 농도, 매개체의 물리화학적 특성, 살균처리 전후의 환경조건 등에 따라 크게 영향을 받는다는 것을 알 수 있다. 또한 살균처리후 실온에서 6개월 저장동안의 미생물 생육변화를 보면 무처리군이나 살균처리군 모두 저장 초기와 거의 동일한 수준으로 유의적인 증감이 없었다. 이는 고추가루 자체의 낮은 수분활성도(a_w 0.5 내외)와 본 실험에서 사용된 포장재가 흡습 차단성이 좋았음이 그 원인으로 생각되었다.

Table 1. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on microbial inactivation of red pepper powder (unit: Colony forming unit/g sample)

Microorganism	Storage period (month)	Treatment				
		Control	5kGy	7.5kGy	10kGy	Ozone ¹⁾
Total aerobic bacteria	0	3.7×10^6	2.1×10^4	1.3×10^2	-	2.5×10^3
	6	3.6×10^6	1.9×10^4	1.0×10^2	-	2.1×10^3
Yeast & molds	0	1.4×10^3	8.0×10^1	-	-	1.8×10^2
	6	1.2×10^3	6.8×10^1	-	-	1.4×10^2
Coliforms	0	2.8×10^2	-	-	-	-
	6	2.9×10^2	-	-	-	-

¹⁾ Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

Capsaicin 함량변화

고추가루의 살균을 위한 감마선 조사 및 오존처리와 살균처리 후 저장기간에 따른 고추의 매운맛 성분인 capsaicin 함량의 변화를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 살균처리 직후, 10 kGy까지의 감마선 조사군은 무처리군과 유의적인 함량 변화를 나타내지 않았으며, 이는 변 등(16)의 감마선 조사에 의한 건고추의 장기저장 시험에서나 Farkas 등(17)의 paprika 시료의 capsaicin은 16 kGy의 감마선 조사로서도 안정하였다는 보고와 일치한다. 한편, 오존처리군은 무처리군에 비해 약 15% 정도의 capsaicin 함량의 감소현상을 나타내어 오존의 강한 산화력이 capsaicin의 분해를 촉진시킨 것으로 생각된다. 실온에서 저장기간에 따른 변화를 보면 무처리군이나 살균처리군 모두 저장 6개월째에는 저장 초기에 비해 약 20% 정도의 감소율을 나타내었다.

Capsanthin, 갈변도 및 Hunter 값

고추가루의 소비자 기호나 상품가치면에서의 품질 평가는 매운맛 뿐만 아니라 외관의 색택에 의해서도 크게 영향을 받는다. Table 3, 4, 5는 살균처리 및 저장기간에 따른 고추가루의 주 적색소, capsanthin, 갈변도

Table 2. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on capsaicin of red pepper powder (unit: Absorbance at 281nm)

Storage period	Treatment				
	Control	5kGy	7.5kGy	10kGy	Ozone ¹⁾
0	0.584 ^a	0.591 ^a	0.577 ^a	0.582 ^a	0.503 ^b
3	0.535 ^a	0.540 ^a	0.536 ^a	0.534 ^a	0.462 ^b
6	0.471 ^a	0.468 ^a	0.480 ^a	0.474 ^a	0.395 ^b

¹⁾Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

Values with the same superscript within each row are not significantly different at p<0.05

Table 3. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on capsanthin of red pepper powder (unit: Absorbance at 470nm)

Storage period	Treatment				
	Control	5kGy	7.5kGy	10kGy	Ozone ¹⁾
0	0.225 ^a	0.227 ^a	0.218 ^a	0.216 ^a	0.185 ^b
3	0.193 ^a	0.192 ^a	0.189 ^a	0.184 ^a	0.152 ^b
6	0.170 ^a	0.171 ^a	0.167 ^a	0.164 ^a	0.133 ^b

¹⁾Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

Values with the same superscript within each row are not significantly different at p<0.05

Table 4. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on browning of red pepper powder (unit: Absorbance at 420nm)

Storage period	Treatment				
	Control	5kGy	7.5kGy	10kGy	Ozone ¹⁾
0	0.103	0.102	0.103	0.104	0.105
3	0.147 ^a	0.150 ^a	0.149 ^a	0.148 ^a	0.169 ^b
6	0.213 ^a	0.209 ^a	0.211 ^a	0.212 ^a	0.235 ^b

¹⁾Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

Values with the same superscript within each row are not significantly different at p<0.05

Table 5. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on Hunter's color value of red pepper powder (unit: Absorbance at 470nm)

Hunter's color value ²⁾	Storage period	Treatment				
		Control	5kGy	7.5kGy	10kGy	Ozone ¹⁾
L	0	32.7	32.9	32.6	32.5	33.1
	3	32.6	32.7	32.7	32.6	33.0
	6	32.3	32.2	32.3	32.4	32.8
a	0	25.8	25.8	25.7	25.2	24.7
	3	25.4 ^a	25.5 ^a	25.3 ^a	24.6 ^a	23.1 ^b
	6	24.5 ^a	24.3 ^a	24.4 ^a	24.1 ^a	22.8 ^b
b	0	17.9	17.9	17.8	17.6	17.5
	3	17.2	17.4	17.3	17.2	17.0
	6	16.8	16.7	16.9	16.8	16.6

¹⁾Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

Values with the same superscript within each row are not significantly different at p<0.05

²⁾L: Degree of lightness(white+100→0 black)

a: Degree of redness(red+100→-80 green)

b: Degree of yellowness(yellow+70→-80 blue)

및 Hunter 값의 변화를 나타낸 것이다. 먼저 capsanthin의 변화를 보면 살균처리 직후 감마선 조사군은 조사 선량의 증가와 더불어 다소의 감소현상을 보였고(10 kGy 조사군이 약 4% 감소), 특히 오존처리군은 무처리군에 비해 약 20% 정도의 감소율을 나타내어 앞의 매운맛 성분인 capsaicin 함량변화와 동일한 경향을 보였다. 살균처리 후 저장기간에 따른 변화는 저장 6개월째 저장 초기에 비해 약 25~30% 범위의 감소율을 보였으며, 오존처리군의 감소율이 더 높았다. 이와 같은 결과는 고추가루 오염 미생물의 완전 살균을 위한 10 kGy 조사 선량 범위내에서는 capsicum species의 색소에 대한 감마선 조사의 안정성을 보여준 것으로서 Farkas 등

(17)과 변 등(16)의 연구보고와 유사한 경향이였다.

살균처리에 따른 고추가루의 갈변정도는 살균처리 직후 감마선 조사군은 무처리군이나 조사군의 선량간에 유의적인 차이가 없었으나, 오존처리군에서는 다소의 갈변현상을 보였다. 저장기간에 따른 변화를 보면 저장기간이 경과함에 따라 모든 시험군에서 그 값이 크게 증가하여 저장 6개월에는 저장 초기에 비해 약 2배 이상의 높은 값을 보여 갈변화 혹은 흑변화 현상을 나타내었으며 앞의 capsanthin 변화와 동일하게 오존처리군의 갈변정도가 더 심하였다.

기계적 측정제에 의한 고추가루의 색택 변화를 보면 살균처리 직후 감마선 조사군에서는 명도(L값), 적색도(a값) 및 황색도(b값)값이 무처리군과 차이를 보이지 않았으나, 오존처리군에서는 명도값이 다소 증가되고 적색도 및 황색도 값이 감소하여 탈색 및 갈변화 경향을 나타내어 앞의 capanthine과 갈변정도의 결과와 잘 일치하였다. 일반적으로 carotenoid계 색소는 가공, 저장 중 carotenoid분자의 이중결합이 가열, 산, 광선 등에 의해 일부 trans-cis form의 이성화 초래와, 특히 산소 존재하에서 쉽게 산화를 일으킨다. 즉 carotenoid의 산화는 불포화지방산인 linoleic acid 등이 자동산화됨에 따라 유리기의 결합작용에 의해 촉진될 수 있으며, 또한 시료중에 함유된 자연 항산화 물질들은 유지의 자동산화와 관련하여 색소변화에 대한 억제효과가 알려지고 있다(18). 본 실험에서 오존처리군의 적색도 감소와 갈변화는 뒤에서 언급된 지방산 조성의 변화 결과에서 나타난 바와 같이 오존처리된 고추가루는 심한 불포화 지방산의 감소와 포화지방산의 증가현상에서 알 수 있듯이 지방산패의 결과와 관련이 있음을 알 수 있다.

지방산 조성변화

살균처리에 따른 고추가루의 지방산 조성변화를 살균처리 직후 분석한 결과는 Table 6과 같다. 모든 시험군에서 9종의 지방산을 확인하였고, 이들 중 고도불포화지방산인 linoleic acid와 linolenic acid가 약 60% 수준으로 높은 함량이었고, 그 다음이 oleic acid, palmitic acid의 순으로 나타났다. 살균처리 방법에 따른 변화를 보면 먼저 감마선 조사군의 경우 10 kGy까지의 조사선량에서는 무처리군과 지방산 조성에서 유의적인 변화를 보이지 않았다. 한편 오존처리군에서는 불포화지방산의 심한 감소와 포화지방산의 유의적인($p < 0.05$) 증가 현상을 보였는데, 무처리군에 비해 오존처리군은 palmitoleic acid가 51%, oleic acid가 39%, linoleic acid가 28%, linolenic acid가 54% 감소되었으며, palmitic acid를 비롯한 포화지방산의 구성비는 2배 이상의 증가를

Table 6. Comparative effects of gamma irradiation and ozone treatment on fatty acid compositions of red pepper powder¹⁾

Fatty acid		Treatment			
		Control	5kGy	10kGy	Ozone ²⁾
Lauric	C _{12:0}	0.43 ^a	0.43 ^a	0.44 ^a	1.61 ^b
Myristic	C _{14:0}	1.84 ^a	1.85 ^a	1.83 ^a	3.29 ^b
Palmitic	C _{16:0}	14.95 ^a	14.06 ^a	14.24 ^a	29.83 ^b
Palmitoleic	C _{16:1}	0.62 ^e	0.59 ^e	0.60 ^a	0.32 ^b
Stearic	C _{18:0}	2.80 ^e	2.86 ^e	2.96 ^a	4.27 ^b
Oleic	C _{18:1}	18.12 ^e	18.24 ^a	18.26 ^a	12.96 ^b
Linoleic	C _{18:2}	51.41 ^a	52.10 ^b	51.78 ^a	39.89 ^b
Linolenic	C _{18:3}	9.36 ^a	9.42 ^a	9.40 ^a	6.05 ^b
Arachidic	C _{20:0}	0.47 ^d	0.45 ^a	0.49 ^a	1.78 ^b
SFA ³⁾		20.49 ^b	19.65 ^b	19.96 ^a	40.78 ^b
MUSFA ⁴⁾		18.74 ^a	18.83 ^a	18.86 ^a	13.28 ^b
PUSFA ⁵⁾		60.77 ^a	61.52 ^a	61.18 ^a	45.94 ^b

¹⁾Fatty acid were analysed immediately after gamma irradiation and ozone treatment, and each value is the average of triplicate determinations and expressed as % fatty acid composition of total lipids

²⁾Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

³⁾SFA: Total saturated fatty acids(12:0+14:0+16:0+18:0+20:0)

⁴⁾MUSFA: Total monounsaturated fatty acids(16:1+18:1)

⁵⁾PUSFA: Total polyunsaturated fatty acids(18:2+18:3)

Values with the same superscript within each row are not significantly different at $p < 0.05$

나타내어 오존처리에 의해 고추가루의 지방질 성분은 심한 산패가 일어남을 알 수 있었다. 본 실험의 이러한 결과는 광 등(19)의 오존처리가 인삼분말의 지방산 조성변화 시험에서 불포화지방산의 감소와 포화지방산의 증가 현상을 보고한 결과와 잘 일치하였다.

관능적 품질

살균처리 직후 살균방법에 따른 고추가루의 관능시험 결과는 Table 7과 같다. 고추가루로 콩나물 무침을 조리하여 색택, 매운맛 및 전반적 기호도를 조사하였는데 감마선 조사군이나 오존처리군 모두 무처리군과 색택, 매운맛 및 전반적 기호도에서 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 오존처리군은 무처리군이나 감마선 조사군에 비해 전반적으로 낮은 평점을 보였는데, 이는 오존처리 후 충분한 탈기하에서도 고추가루에서 다소의 이취를 느낄 수 있었던 점이 그 원인으로 생각된다. 이상의 결과들로 볼 때 고추가루의 살균을 위한 ethylene oxide 훈증처리가 금지된 이래 새로운 대체방법의 개발로서 오존처리와 감마선 조사기술을 본 연구에서 비교시험한 결과 감마선 조사기술이 고추가루의 위생화를 위해 보다 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

Table 7. Mean sensory score and F-value by the analysis of variance for organoleptic qualities of gamma-irradiated and ozone-treated red pepper powder¹⁾

Organoleptic parameter	Treatment				F-value ³⁾
	Control	5kGy	10kGy	Ozone ²⁾	
Color	5.62 ^a	5.50 ^a	5.60 ^a	4.83 ^a	2.24
Pungent taste	5.45 ^a	5.38 ^a	5.43 ^a	5.13 ^a	0.12
Palatability	5.24 ^a	5.26 ^a	5.10 ^a	4.95 ^a	0.11

¹⁾Sensory evaluation was conducted by eight members of panel using scoring difference test and sensory scores were 6, excellent; 5, very good; 4, good; 3, fair; 2, poor; 1, very poor

²⁾Ozonised air with an ozone concentration of 18ppm was sparged into the sample for 8hours at an air flow rate of 5 liter min.⁻¹

³⁾F-value must exceed 3.07 to be significant at the 5% level. Values with the same superscript within each row are not significantly different at p<0.05

요 약

고추가루의 효과적인 살균방법 개발을 목적으로 감마선 조사와 오존처리에 따른 오염 미생물의 살균효과와 이화학적 및 관능적 품질특성을 비교검토 하였다. 7.5~10 kGy의 감마선 조사는 고추가루에 오염된 미생물을 완전사멸시킬 수 있었으나, 오존처리(18ppm 농도, 8시간 처리)는 높게 오염된 미생물을 사멸시키는데 불충분하였다. 이화학적 및 관능적 품질특성 시험에서도 10 kGy까지의 감마선 조사된 시료는 무처리 대조시료와 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 오존처리의 경우 capsaicin, capsanthin, 갈변도 및 지방산 조성에서 유의적인 변화를 나타내었다. 따라서 고추가루의 위생화를 위한 살균처리 방법으로서 감마선 조사가 오존처리에 비해 매우 효과적임을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 국립안성산업대학교 1996년도 학술연구 조성비에 의해 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Evell, A. W. . Ozone and its application in food preservation. *Refring. Eng.*, **58**, 873(1950)

2. Naito, S., Okada, Y. and Sakai, T. : Studies on utilisation of ozone in food preservation. *J. Jpn. Soc. Food Sci. Technol.*, **35**, 69(1988)

3. 김광연 : 식품산업에의 오존이용(I). *식품기술*, **6**, 85(1993)

4. 김광연 : 식품산업에의 오존이용(II). *식품기술*, **6**, 84(1993)

5. Nagashima, T. . Study on preservation of vegetables by ozone treatment. *Korean J. Post-Harvest. Sci. Technol. Agr. Products*, **2**, 209(1995)

6. 변명우 · 식품의 방사선조사 연구 및 실용화. *원자력산업*, **15**, 66(1995)

7. APHA : *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Speck, M.(ed), American Public Health Association, Washington, D.C.(1976)

8. Hargan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic Press, London(1976)

9. Trejo-Gonzalez, A. and Wild-Altamirano, C. : A new method for the determination of capsaicin in capsicum fruits. *J. Food Sci.*, **38**, 342(1973)

10. Chen, S. L. and Gutmanis, F. ' Auto-oxidation of extractable colorpigments in chili pepper with special reference to ethoxyquin treatment *J. Food Sci.*, **33**, 274(1968)

11. Hendel, C. E., Silveira, V. G. and Harrington, W. O. : Rates of non enzymatic browning of with potato during dehydration. *Food Technol.*, **9**, 433(1955)

12. Metcalf, L. D., Schmutz, A. A. and Pelka, J. R. : Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514(1966)

13. Larmond, E. : *Methods for sensory evaluation of food*. Canada Department of agriculture, Publication, p.1284 (1970)

14. 박이성, 노봉길, 장진규, 최강주 : 오존처리가 인삼분말에 오염시킨 미생물의 생육에 미치는 영향. *한국식품위생·안전성학회지*, **10**, 45(1995)

15. 권오진, 박순연, 김광훈, 이현자, 변명우 · 신선초 분말에 오염시킨 미생물에 대한 감마선과 오존의 살균효과. *한국식품위생·안전성학회지*, **11**, 221(1996)

16. 변명우, 육홍선, 권중호, 김정옥 : 감마선 조사에 의한 건고추의 위생화와 장기 안전저장. *한국식품과학회지*, **28**, 482(1996)

17. Farkas, J., Beczner, J. and Incze, K. · Radiation preservation of food. IAEA-SM-166/66, p.389(1973)

18. 조한욱, 권중호, 변명우, 양재승, 이재원, 김영재 : 방사선에 의한 식품 저장 연구(항산화의 살균저장). KAERI/RR-480/85, 한국원자력연구소, p.63(1986)

19. 박이성, 최강주, 김나미 · 오존처리가 인삼분말의 지방산과 유기산 함량 및 향미특성에 미치는 영향. *한국식품위생·안전성학회지*, **11**, 51(1996)

(1997년 4월 7일 접수)