

즉석 햄버거 스테이크의 냉장 저장 중 품질에 미치는 감마선 조사와 로즈마리 분말의 영향

오상희, 이주운, 김장호, 김재훈, 서지현, 박경숙¹, 김종근¹, 변명우
한국원자력연구소 방사선 식품생명공학기술개발팀
¹세종대학교 생활과학과

서 론

햄버거 스테이크와 같은 분쇄육 가공제품은 분쇄 또는 혼화과정에서 2차 오염의 위험성이 크며, 영양소와 수분이 풍부하게 함유되어 저온 유통과정에서도 부주의하게 취급할 경우 쉽게 부패될 수 있다⁽¹⁾. 감마선 조사는 이러한 위해 및 부패 미생물을 효과적으로 제어하여 육제품의 위생성과 안전성을 확보할 수 있다⁽²⁾. 그러나 완전 멸균이나 최대한의 살균효과를 얻기 위해서는 10 kGy 이상의 고선량의 조사가 요구되나, 이로 인해 지방산패 및 이취(off-flavor)가 생성되어 육제품의 품질 및 관능적 수용도가 저하될 수 있다⁽³⁾. 따라서 본 연구는 향신료와 항산화제로 알려진 로즈마리 분말을 이용하여 감마선 조사에 의한 이취 생성과 지질 산화를 억제하여 품질을 개선하고 저장 안정성을 확보하고자 즉석 햄버거 스테이크를 모델식품으로 감마선 조사와 로즈마리 분말을 병용처리하여 냉장 저장 미생물적, 이화학적, 관능적 품질 특성을 평가하였다.

재료 및 방법

햄버거 스테이크의 제조 및 감마선 조사

원료 및 부재료를 배합순서에 맞게 혼합기(M15 mixer, Falsf Co., Barcelona, Spain)에 넣은 후 60 rpm/min의 속도로 1차 혼합 8분, 2차 혼합 2분, 3차 혼합을 1분간 실시하여 혼합하였다. 1차 혼화시에는 쇠고기(12.4%), 돼지고기(39.1%), 돼지기름(16.4%), 얼음(6.1%), 너트맥(0.05%), 식염(0.63%), 풍미증진제(0.41%), 후추(0.21%), 색소(0.01%), TSP(0.21%), 설탕(0.83%), 로즈마리 분말(200 or 500 ppm)을, 2차 혼화시 생강(1.0%), 양파(8.5%), 난백(4.3%), 케첩(1.6%), 대두단백질(4.1%)을, 3차 혼화시 빵가루(4.1%)를 혼합하였다. 혼화육(meat mixture) 50 g을 mould(5×5×φ1 cm)를 이용하여 성형한 후 중심온도가 75℃가 될 때까지 가열하고 방냉한 후 알루미늄과 PE가 라미네이팅된 멸균된 복합 필름 포장재(MULTIVAC, Wolfertschwenden, Germany)에 혼합가스(CO₂:N₂, 25:75)를 치환, 충전하여 포장한 후 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설(IR-70 gamma irradiator, MDS Nordion, Canada)을 이용하여 분당 70 Gy의 선량율로 흡수선량이 5, 10 및 20 kGy가 되도록 조사하였다.

미생물 생육 시험

시료 10 g에 시료 중량의 9배의 멸균 peptone 수(0.1%)에 균질하여 시험액으로 사용하였다. 총균 수는 Nutrient agar (Difco, Detroit, USA), 대장균군은 EMB agar (Difco, Detroit, USA), *Pseudomonas* spp.는 GSP agar (Merck, KGaA, Germany), *Salmonella/Shigella* spp.는 SS agar (Difco, Detroit, USA)를 선택배지로 사용하여 총균수 및 *Pseudomonas* spp.는 30℃, 대장균군과 *Salmonella/Shigella*는 37℃에서 48시간 동안 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다.

지방 산패도 측정

지방산패도는 2-thiobarbituric acid reactive substances(TBARS)법으로 측정하였다. 즉, 시료 5 g에 50 µL의 7.2% BHA와 증류수 15 mL을 넣은 후 homogenizer로 균질화하였다. 균질액 1 mL에 TBA/TCA 용액(20 mM TBA in 15% TCA) 2 mL을 넣은 후 15분간 가열하였다. 냉각 후 원심분리(2,000 rpm, 15분간)한 후, 상층액을 532 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능평가

감마선 조사 식품에 훈련된 12인의 panel을 대상으로 시료를 microwave oven(Re778-BR, Samsung, Co., Seoul, Korea, 2450 MHz, 650 W)을 이용하여 3분간 가열한 후 제공하였다. 맛, 향기, 색상, 질감, 전체적인 선호도 등의 5 개 항목에 대하여 5점 평점법(1 매우 싫다, 2 싫다, 3 보통이다, 4 좋다, 5 매우 좋다)으로 평가하였다.

결과 및 고찰

냉장 저장 중 미생물 생육평가

혼화 및 성형 후 중심온도 70℃가 될 때까지 가열한 후 비조사구의 총 미생물의 오염도는 5 log CFU/g수준이었으며, *Pseudomonas* spp.는 약 3 log CFU/g수준으로 검출되었으나, 5 kGy 이상의 감마선 조사에 의해 미생물의 생육이 검출수준(<10¹ CFU/g) 이하로 감소하였다⁽⁴⁾(Table 1). 20 kGy 조사구는 16주 저장까지도 어떠한 미생물의 생육도 관찰되지 않았다. 감마선 조사에 의해 미생물의 최대 성장속도가 억제되지는 않았으나 초기 미생물이 감소되었으며 미생물이 검출되지 않는 기간이 연장되어 결과적으로 감마선 조사선량이 증가될수록 부패시기가 지연되었다(Table 2).

지방 산패도

감마선 조사 직후 TBARS 값은 조사구가 비조사구에 비해 0.2 µg/g 정도 높았으며 저장기간동안 대부분의 시료의 TBARS 값은 증가하는 것으로 나타났다(Table 3). 그러나 로즈마리 분말 첨가구는 무첨가구에 비해 감마선 조사 직후 및 저장 기간 동안 TBARS 값이 낮은 경향을 보였다⁽⁵⁾.

관능평가

조사 직후 즉석 햄버거 스테이크의 풍미와 씹힘성은 조사구에서 유의적으로 낮게 평가되었으나

Table 1. Microbial counts of hamburger steaks combined with rosemary extract powder immediately after irradiation (unit: log CFU/g)

Rosemary conc. (ppm)	Sample	Total aerobic bacteria	Coliforms	Pseudomonas	Salmonella/Shigella
Control	non-irradiated	5.02	ND ¹⁾	2.82	ND
	irradiated (>5kGy)	ND	ND	ND	ND
Rosemary 200	non-irradiated	4.84	ND	ND	ND
	irradiated (>5kGy)	ND	ND	ND	ND
Rosemary 500	non-irradiated	4.63	ND	2.91	ND
	irradiated (>5kGy)	ND	ND	ND	ND

¹⁾ Not detected within the detection limit <10¹ CFU/g.

Table 2. Kinetic parameters of total aerobic bacterial growth and shelf-life of ready-to-eat hamburger steaks combined with rosemary extract powder stored at 5°C

Dose(kGy)	Rosemary (ppm)	N ₀ ¹⁾ (log CFU/g)	μ _{max} ²⁾ (day-1)	Undetected day	Shelf-life(days)
0	Control	5.02 ⁶⁾	0.19	-	14
	Rosemary 200	4.84	0.05	-	14
	Rosemary 500	4.63	0.02	-	14
5	Control	0	0.25	<14	28
	Rosemary 200	0	0.18	<14	42
	Rosemary 500	0	0.16	<14	42
10	Control	0	0.19	56	98
	Rosemary 200	0	0.16	56	98
	Rosemary 500	0	0.14	56	112

¹⁾ N₀ means initial counts of total aerobic bacteria.

²⁾ μ_{max} means maximum growth rate of total aerobic bacteria during storage periods.

다른 항목들은 차이가 없었다. 그러나 로즈마리 분말이 첨가된 조사구는 무첨가구에 비해 풍미점수가 높았다(Fig. 1).

요 약

즉석 햄버거 스테이크의 초기 호기성 총균수는 약 5 log CFU/g 이었으나, 5 kGy이상의 감마선 조사에 의해 모두 사멸되었으며, 20 kGy로 조사한 햄버거 스테이크에서는 저장 4개월까지 어떠한 미생물의 생육도 관찰되지 않았다. 총균수가 10⁶~10⁷ log CFU/g에 이르렀을 때를 저장한계로 보았을 때, 냉장 저장시 비조사구는 14일인 반면, 5 및 10 kGy 조사구는 각각 28-42, 98-112일이었다. 감마선 조사에 의해 햄버거 스테이크의 지질 산화 및 이취 생성이 촉진되었으나, 로즈마리 분말을 첨가

Table 3. Changes of TBA values of gamma-irradiated hamburger steaks with antioxidants during storage at 5°C (unit: µg malondialdehyde/g sample)

Antioxidant	Dose (kGy)	Storage period (weeks)						
		0	2	4	6	8	10	12
Control	0	1.93 ^a	1.98 ^{ab}	— ¹⁾	—	—	—	—
	5	2.21 ^{by}	2.04 ^{abx}	1.95 ^{bx}	2.11 ^{abxy}	—	—	—
	10	2.04 ^{ax}	2.12 ^{bxy}	1.94 ^{bx}	2.32 ^{cyz}	2.39 ^{cyz}	2.36 ^{cyz}	2.49 ^{bz}
	20	2.12 ^{abx}	2.40 ^{cyz}	2.22 ^{cy}	2.18 ^{bx}	1.97 ^{ax}	2.37 ^{cyz}	2.51 ^{bz}
Rosemary 200	0	1.84 ^a	1.84 ^a	—	—	—	—	—
	5	2.16 ^{aby}	1.84 ^{ax}	1.80 ^{ax}	1.94 ^{axy}	—	—	—
	10	2.04 ^{ax}	2.04 ^{abx}	1.95 ^{bx}	2.25 ^{bxy}	2.00 ^{ax}	2.05 ^{ax}	2.63 ^{cy}
	20	1.84 ^{ax}	2.16 ^{bxy}	2.04 ^{bcx}	2.49 ^{cy}	2.19 ^{bxy}	2.12 ^{abxy}	2.31 ^{ay}
Rosemary 500	0	1.80 ^a	1.80 ^a	—	—	—	—	—
	5	1.86 ^{ax}	2.07 ^{axy}	1.87 ^{ax}	2.02 ^{abxy}	—	—	—
	10	1.86 ^{ax}	2.07 ^{abxy}	1.97 ^{bx}	2.45 ^{cy}	1.93 ^{ax}	2.42 ^{cdy}	2.52 ^{by}
	20	2.16 ^{abx}	2.22 ^{bcxy}	2.10 ^{bcx}	2.32 ^{bcy}	2.04 ^{ax}	2.56 ^{dy}	2.27 ^{axy}

^{a-d} means within the same column different letters differ significantly ($p < 0.05$).

^{x-z} means within the same row different letters differ significantly ($p < 0.05$).

¹⁾ Bar indicates no determination of TBA values because of spoilage.

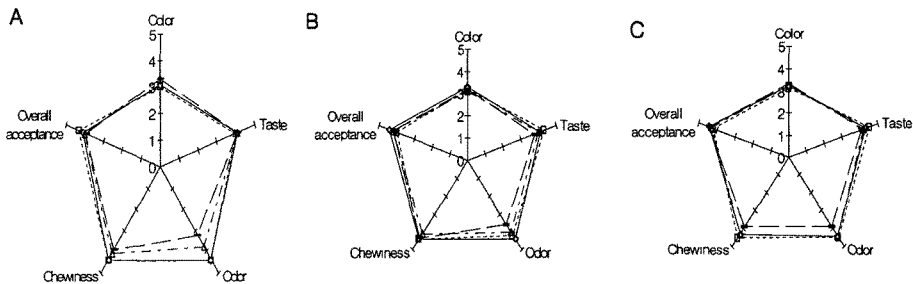


Fig. 1. Visual display of the sensory attributes based on the results of the QDA test in hamburger steaks with antioxidants and irradiation.

A; Control, B; Rosemary 200 ppm, C; Rosemary 500 ppm

—◇— 0 kGy, ---□--- 5 kGy, —△— 10 kGy, ---○--- 20 kGy

하였을 때 지질 산화가 억제되고 냉장 저장 중 관능적 특성이 향상되었다. 감마선 조사와 로즈마리 분말의 병용처리는 즉석 햄버거 스테이크의 안전성 및 품질개선에 효과적인 것으로 사료되며, 이러한 결과는 조사취 및 지질 산화로 감마선 조사선량이 제한되는 다른 식품에도 적용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Lee, S. H. et. al. (2000) *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 888-892.
2. Kang, I.J. et. al. (1998) *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 775-780.
3. Jo, C. and Ahn, D.U. 2000. *J. Food Sci.*, 65, 612-616.
4. Licciardello, J.J, et. al. (1968) *Atomic Energy Agency*, Vienna, p.1.
5. Formanek, Z. et. al. (2001) *Meat Sci.*, 58, 337-341.