Journal of Radiation Industry 4(1) : 59~64 (2010)

동결건조 미역국을 이용한 방사선 멸균 우주식품 개발

이주연 · 송범석[1] · 박진규[1] · 조원준[1] · 김재훈[1] · 윤요한[1]
최종일[1] · 이주운[1,*]

전북대학교 농업생명과학대학원 원예학과
[1]한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소 방사선식품생명공학연구실

Development of Freeze-dried *Miyeokguk*, Korean Seaweed Soup, as a Space Food Sterilized by Irradiation

Ju-Yeon Lee, Beom-Seok Song[1], Jin-Gyu Park[1], Won-Jun Cho[1], Jae-Hun Kim[1], Yo-han Yoon[1], Jong-il Choi[1] and Ju-Woon Lee[1,*]

Department of Horticultural Science, Chonbuk National University, Jeonbuk 561-756, Korea
[1]Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea

Abstract - This study was conducted to evaluate the microbial (Total aerobic count, Coliform, Coagulase positive *Staphylococci*, *Salmonella*, Yeast/Mold, *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*), Hunter'color values (L*, a*, b*) and organoleptic quality of freeze-dried *Miyeokguk*, Korean seaweed soup in space food. *Bacillus cereus* was 1 log level while not detected in the sample irradiated at 10 kGy. Hunter's color values of the samples irradiated less than 10 kGy was not significantly different ($p > 0.05$). The sensory evaluation result showed that the preference scores in all the sensory properties decreased when it was irradiated over 10 kGy, but sensory score of less than 10 kGy samples was similar in all terms. Therefore, it was considered that gamma irradiation at 10 kGy was enough to sterilize the freeze-dried *Miyeokguk* without deterioration of sensory quality.

Key words : *Miyeokguk*, Seaweed, Irradiation, Space food, Quality

서 론

유인 우주비행은 1961년 미국 우주항공국(National Aeronautics and Space Administration, NASA)의 Mercury project를 시작으로 지금까지 지속적으로 이루어지고 있으며 최근 일본과 중국 등 아시아 국가에서도 유인 우주비행을 통한 우주기술개발에 막대한 지원을 하고 있다. 또한 미국과 러시아 등의 우주기술 선진국들은 자국의 우주비행사를 위해 약 330여 개의 다양한 우주식품을 개발하여 지속적으로 개선하고 있으며 유럽, 일본 및 중국 등의 우주기술 신진국가들도 각국의 전통식품을 우주식품으로 개발하기 위한 다양한 연구를 진행하고 있는 추세이다(Bourland 1993).

* Corresponding authors: Ju-Woon Lee, Tel. +82-63-570-3204, Fax. +82-63-570-3207, E-mail. sjwlee@kaeri.re.kr

Table 1. Microbiological requirements for foods used in space flight feeding system

Food product	Microorganism factor	Limits	Unit
Non-thermostabilized	Total aerobic count	＜20000	CFU g^{-1}
	Coliform	＜10	CFU g^{-1}
	Coagluase positive Staphylococci	Negative	CFU g^{-1}
	Salmonella	Negative	CFU $25g^{-1}$
	Yeast and Molds	＜50	CFU g^{-1}
	Escherichia coli	Negative	CFU g^{-1}
	Bacillus cereus	＜10	CFU g^{-1}
Thermostabilized or irradiated	Sporogenic mesophilic bacillus	＜10	CFU g^{-1}
	Mesophilic anaerobes	Negative	CFU $5g^{-1}$
	Yeast and Fungi in items with pH (4.2)	Negative	CFU $2g^{-1}$

우주식품이란 인간이 우주환경에서 섭취하는 식품으로 냉장시설이 없는 우주비행선 내에서 장기간 보관이 가능하고 위생학적으로 안전하며 무중력 상태에서 섭취가 간편하도록 제조된 식품이다 (Bourland *et al.* 1998). 이러한 우주식품들이 우주비행사들에게 제공되기 위해서 여러 식중독균들에 대한 미생물 규격이 적용되고 있다. 현재 미국 NASA와 러시아 생물의학연구소 (Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Science, IBMP)에서 Table 1과 같은 규격을 적용하고 있으며 양 기관의 인증평가에 합격한 식품만이 우주식품으로서 사용될 수 있다.

미역 (*Undaria pinnatifidar*)은 다시마목 (Order Laminariales) 미역과 (Family Alariaceae)에 속하는 단년생 해조류로서 한국, 일본 및 중국 북부 지방을 중심으로 양식되고 있으며, 채취된 후 생물형태 및 건조된 형태로 많이 소비되고 있다 (Guiry *et al.* 1991). 이를 이용한 미역국은 한국의 고유한 음식으로서 일상의 식사와 출산 후 산모의 회복 및 유즙 분비 촉진을 위하여 주로 섭취되고 있다. 미역은 Ca, Fe 및 I 등과 같은 무기질이 풍부할 뿐만 아니라 미역의 세포막 구성성분으로 다량 존재하는 알긴산은 콜레스테롤 배출작용, 중금속 (Cd), 방사능 물질 (Sr)의 체내 흡수 억제 및 배출 작용과 정장작용 등이 있는 것으로 보고되고 있다 (Rhee *et al.* 1972; Suzuki *et al.* 1993).

미역국을 모델식품으로 선정하여 우주식품으로 개발 시 고려해야 할 사항은 식품의 형태, 미생물학적 안전성 및 상온에서 장기간의 저장안정성이다. 미역국은 수분을 다량 함유하고 있는 국의 형태로 중량 과다의 문제가 예상되므로 건조 형태로 제조되어야 하며 동시에 우주식품으로 사용될 건조미역국의 위생화를 위한 멸균 방법의 확립이 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 한국 고유의 음식인 미역국을 모델식품으로 선정하여 우주식품으로 개발하기 위하여 동결건조 미역국을 제조하였고 방사선 조사기술을 이용하여 위생학적 안전성을 확보한 후 품질 평가를 실시하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 미역과 다시마는 부산 기장군의 청호수산 (주)에서 제공받아 사용하였으며, 다진 마늘, 쇠고기 양지, 소금은 정읍소재 소매점에서 구입하여 사용하였다. 미생물 실험에 사용된 배지는 Difco (Detroit, USA) 사에서 구입하여 사용하였고 품질평가에서 사용된 시약은 Sigma (Steinheim, Germany)사에서 구입한 일급 시약을 사용하였다.

2. 동결건조 미역국 제조

미역국의 재료 구성은 Table 2에 나타내었고 제조과정은 Fig. 1과 같이 육수와 미역국 제조의 두 가지 과정으로 나누어 제조하였다. 육수는 물 3l에 쇠고기 양지 400 g, 다시마 20 g 및 다진 마늘 5 g을 넣고 30분간 가열 후 60 mesh sieve (Chung Gye Industrial CO., Seoul, Korea)로 고형분을 걸러내어 모은 육수를 4°C에서 24시간 보관한 후 경화된 지방을 제거하여 사용하였다. 미역국은 육수 250 ml, 미역 3 g (dry base), 소금 1 g을 첨가하여 10분간 끓여 제조하였다. 조리된 미역국은 미역건더기와 국물로 분리하여 동결건조하였고 건조된 미역건더기 2 g과 미역국물 분말 2 g을 혼합하여 알루미늄 포장지 (aluminium laminated low density polyethylene, Sunkyung Co., Seoul, Korea)에 넣고 진공 포장하여 동결건조 미역국을 제조하였으며, 이 과정을 Fig. 1에 나타내었다. 포장된 최종제품의 수분함량은 7.81±1.09%, Aw는 0.2±0.05로 측정되었다.

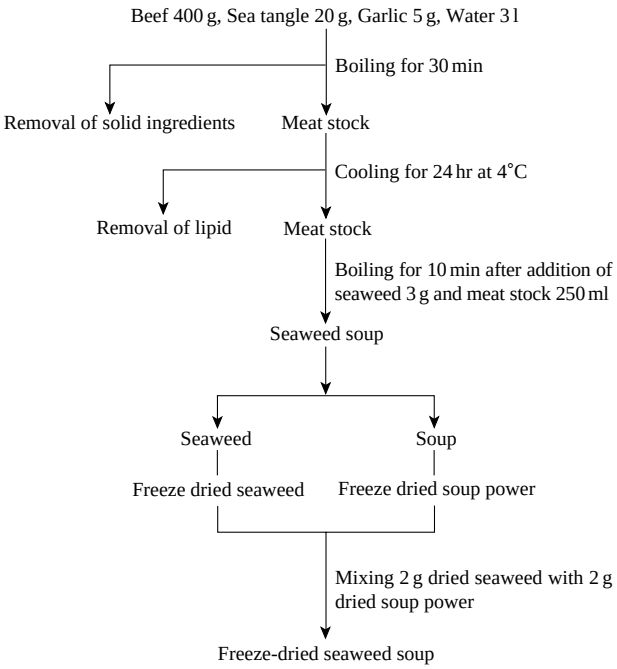

Fig. 1. Manufacturing process of freeze-dried seaweed soup.

Table 2. Formula of seaweed soup

Materials	Weight (g)	Ratio (%)
Seaweed	3	1.19
Meat stock[1)]	250	98.42
Salt	1	0.39
Total	254	100.00

[1)]Boiling for 30 min after addition of beef 400 g, sea tangle 20 g, galic 5 g and water 3 l.

3. 감마선 조사

동결건조 미역국을 0, 5, 10, 15 및 20 kGy의 흡수선량이 되도록 ^{60}Co 방사선 조사시설(IR-79, Nordion International Ltd., Ontario, Canada)을 이용하여 실온(20±1°C)에서 시간당 10 kGy의 선량률로 조사하였다. 흡수선량의 확인은 Alanine dosimeter (5 mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였다.

4. 미생물 평가

감마선 조사가 동결건조 미역국의 미생물 생육에 미치는 영향을 평가하기 위해 시료무게의 10배에 해당하는 멸균식염수(0.89% NaCl)를 멸균 bag에 넣고, stomacher lab blender (Interscience Co., Nom, France)로 1분간 균질하여 시료로 사용하였다. 미생물 오염도 평가는 러시아 IBMP에서 제시한 우주식품 미생물 평가 항목인 총균수, 대장균군, 포도상구균, 살모넬라균, 대장균, 세레우스균 및 진균류에 대하여 오염도를 평가하였다. 건조시료를 10진 희석법으로 희석한 희석액 1 ml를 총균수에 대하여 Plate Count Agar (PCA, Difco, Detroit, USA), 살모넬라균은 SS agar (Difco, Detroit, USA), 세레우스균은 MYP agar (Difco, Detroit, USA)에 주입한 후 굳혀 평판을 만들었다. 각 평판은 35°C에서 24～48시간 배양한 후 30～300개의 집락을 형성한 배지만 계수하여 시료 1 g당 colony forming unit (CFU g^{-1})으로 나타내었다. 대장균군과 대장균은 3M Petrifilm (3M Microbiology Products, St. Paul, USA)을 이용하였고 진균류는 PDA배지에 시료 희석액 0.1 ml를 도말한 후 25°C에서 76시간 배양하여 계수하였다.

5. 색도 측정

Color differencemeter (Model CM-3500d, Minolta, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L*), 적색도(redness, a*) 및 황색도(yellowness, b*)를 측정하였다. 색차의 측정은 재수화된 미역국을 국물과 미역으로 나누어 측정하였다. 미역은 재수화된 미역국에서 분리한 후 표면의 국물을 제거하여 측정하였고 국물은 10 ml를 취해 지름 50 mm의 투명용기에 넣은 후 측정하였다. 이 때 표준색은 L* 값이 90.5, a*값이 0.4, b*값이 11.0인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

6. 관능품질 평가

관능평가는 조사구와 비조사구의 건조 미역국에 70°C의 물 200 ml을 첨가 후 시료로 사용하였다. 관능평가를 위한 panel은 미리 훈련된 10인을 대상으로 하였으며 나이, 성별을 기록하였고 각 시료는 물 컵, 시료를 뱉는 컵, 입 헹구는 물을 제공하였으며 평가 항목으로는 색(Color), 향(Flavor), 맛(Taste), 조직감(Texture), 전반적인 기호도(Overall acceptability), 이취(Off-flavor)에 대하여 7점 척도법으로 평가하였다. 이때 매우 좋다(강하다): 7점, 좋지도 싫지도 않다: 4점, 매우 싫어한다(약하다): 1점이었다.

7. 통계 분석

본 연구의 결과는 Statistical Package for Social Science (SPSS, 10.0)을 이용하여 One Way ANOVA 분석을 이용하여 분석하였으며, 각 결과 간의 유의성은 Duncan's multiple range test로 $p < 0.05$ 수준에서 비교하였다.

Table 3. Microbial populations of the freeze-dried seaweed soup (Unit: log CFU g^{-1})

Microorganisms	Irradiation dose (kGy)				
	0	5	10	15	20
Total aerobic count	ND[1)]	ND	ND	ND	ND
Coliform	ND	ND	ND	ND	ND
Staphylococcus	ND	ND	ND	ND	ND
Salmonella	ND	ND	ND	ND	ND
Yest and Molds	ND	ND	ND	ND	ND
Escherichia coli	ND	ND	ND	ND	ND
Bacillus cereus	1.5±0.3[2)]	1.2±0.1	ND	ND	ND

[1)]Viable colony was not detected within detection limit < 1 log CFU g^{-1}.
[2)]Values are mean±standard deviation (n=3)

Table 4. Hunter's color values of freeze-dried seaweed soup gamma-irradiated at different doses

Hunter's value	Dose (kGy)	Seaweed soup	
		Seaweed	Soup
L*	0	33.98±2.42[c1)]	76.89±3.28[a1)]
	5	33.58±1.76[c]	76.25±1.51[a]
	10	34.31±1.88[c]	74.96±1.83[a]
	15	34.21±1.48[c]	71.29±1.95[ab]
	20	37.48±1.28[b]	68.47±2.10[b]
a*	0	−0.44±0.13[b]	66.48±0.85[b]
	5	−0.39±0.08[b]	66.15±2.54[b]
	10	−0.24±0.07[b]	−1.25±0.22[b]
	15	−0.22±0.11[b]	−1.18±0.15[b]
	20	−0.20±0.05[ab]	−0.99±0.17[b]
b*	0	3.28±0.15[b]	−0.76±0.18[ab]
	5	3.25±0.28[b]	−0.43±0.25[a]
	10	2.78±0.31[b]	−0.18±0.31[a]
	15	3.42±1.27[b]	0.08±0.27[a]
	20	4.92±1.21[ab]	13.64±3.31[c]

[1)a-c]Mean values within a column follow by the different letter are significantly different ($p < 0.05$). Values are mean±standard deviation (n=5)

결과 및 논의

1. 동결건조 미역국의 미생물 평가

동결건조 미역국의 미생물 평가 결과를 Table 3에 나타내었다. 동결건조 미역국은 Table 1에 제시된 러시아 우주식품 미생물 규격 항목에 의해 평가되었다. 즉, 비가열 식품 규격에 의해 총균수, 대장균군, 포도상구균, 살모넬라균, 대장균 및 진균류에 대한 미생물 평가를 실시한 결과 모든 샘플에서 검출 한계 (1 log CFU g^{-1}) 이하로 나타났으나 *Bacillus cereus*가 1 log CFU g^{-1} 수준으로 검출되었다. 한편, 10 kGy 이상 조사시 모든 샘플에서 미생물이 검출한계 이하로 나타났다. 미역국 제조시 100°C에서 40분간의 가열처리를 하지만 이에 의해 세균포자까지 완전히 사멸시키는 것은 불가능한 것으로 판단된다. Cho *et al.* (2008)은 가열처리 후 건조를 통해서 낮은 수분활성도를 가지는 선식의 경우에서도 *B. cereus*가 사멸하지 않고 포자를 형성하고 있다가 발아하였다는 보고를 하였으며 Per *et al.* (1997)은 *B. cereus* 등의 endospore를 형성하는 포자형성 미생물은 불안전한 조리과정을 거친 식품에서 포자형태로 존재하고 있다가 48°C 이하로 유지한 경우 빠른 증식을 하여 식중독을 유발한다고 보고하였다. 이상의 결과로 미역국은 가열처리만을 통해서 미생물을 제어하기 어려울 것으로 판단되며 우주식품의 미생물 기준에 부합하려면 가열처리 이외의 부가적인 위생화 기술이 필요한 것으로 사료되었다.

2. 재수화 미역국의 미역 및 국물의 색차 측정

방사선 조사선량에 따른 미역국의 색차를 Table 4에 나타내었다. 색차는 동결건조 미역국을 재수화한 후 미역과 국물로 나누어 측정하였다. 국물의 색차는 지름 50 mm의 투명 용기에 넣은 후 측정하였고 미역은 표면의 국물을 제거한 후 투명 판넬 위에 올려놓고 각 시료의 명도, 적색도 및 황색도를 측정하였다.

선량별로 조사된 미역국 국물의 색차를 측정한 결과 명도는 조사선량이 높아질수록 감소하였고 적색도와 황색도는 증가하였다. 비조사구의 명도는 76.89±3.28, 15 kGy 조사구의 명도는 71.29±0.95로 측정되어 유의적 차이가 나타나지 않았지만 15 kGy 이상의 선량에서는 명도가 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 비조사구와 10 kGy 조사구의 적색도는 각각 −1.25±0.22, −0.99±0.17로 측정되어 유의적 차이를 나타내지 않았다. 또한 황색도의 경우 적색도와 유사한 경향을 나타내었다. 비조사구와 10 kGy 조사구의 황색도는 각각 13.64±3.31, 14.81±2.19로 측정되어 유의적 차이를 나타내지 않았으며 10 kGy 이상의 선량에서 황색도가 증가한 것을 확인할 수 있었다.

방사선 선량별 미역의 색차를 측정한 결과 명도, 적색도 및 황색도 모두 선량이 높아질수록 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 비조사구와 15 kGy 조사구 미역의 명도는 각각 33.98±2.42, 34.21±1.48로 측정되어 15 kGy 이상의 선량에서는 명도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 비조사구와 15 kGy 조사구의 적색도는 각각 −0.44±0.13, −0.22±0.11로 측정되어 유의차를 나타내지 않았지만 15 kGy 이상의 선량에서 적색도가 증가하였다. 비조사구와 15 kGy 조사구의 황색도는 각각 3.28±0.15, 3.42±1.27로 측정되어 유의적 차이를 나타내지 않았으나 15 kGy 이상 선량에서 황색도가 증가하였다. Byun *et al.* (1991)은 염장미역에 2 kGy 이하의 방사선 조사를 적

Table 5. Sensory evaluation of feeze-dried seaweed soup gamma-irradiated seaweed soup at different doses

Irradiation dose (kGy)	Sensory characteristics					
	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall acceptance	Off flavor
0	5.3±0.4[NS1)]	5.0±0.4[a2)]	5.3±0.5[a]	5.5±0.5[a]	5.7±0.3[a]	1.9±0.3[b]
5	5.0±0.3	4.6±0.3[a]	4.4±0.4[a]	4.9±0.3[a]	4.6±0.5[a]	2.3±0.2[b]
10	5.2±0.3	4.7±0.3[a]	4.3±0.5[a]	4.8±0.3[a]	4.5±0.5[a]	2.4±0.2[b]
15	4.8±0.4	4.8±0.4[a]	4.0±0.3[ab]	3.8±0.5[b]	4.0±0.4[ab]	3.4±0.3[ab]
20	5.0±0.5	4.0±0.3[b]	3.7±0.6[b]	3.4±0.3[b]	3.6±0.3[b]	3.2±0.4[ab]
25	4.7±0.2	4.3±0.3[b]	3.9±0.4[b]	3.0±0.4[b]	3.5±0.5[b]	3.5±0.5[a]
30	4.8±0.3	3.7±0.4[b]	3.4±0.4[b]	2.3±0.5[c]	3.3±0.5[b]	4.3±0.5[a]

[1)NS]Non significantly

[2)a-c]Mean values within a column follow by the different letter are significantly different ($p<0.05$). Values are mean±standard deviation (n=10)

용하였을 때 carotenoid 성분에 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며 Artés-Hernandez *et al.* (2009)은 11.35 KJ m^{-2} 이하의 에너지를 갖는 UV-C 방사선 처리에도 시금치의 색도 및 클로로필 함량에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 또한 Kim *et al.* (2009)은 5 kGy 이하의 방사선 조사에 의해 미역 고유의 색소 성분인 fucoxanthin 성분에 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 본 연구 결과에서는 10～15 kGy의 선량에서도 색차의 변화가 없는 것으로 나타났으며 15 kGy 이상의 선량에서 적색도와 황색도가 증가되고, 국물은 명도가 감소하며 미역은 명도가 증가하는 것으로 나타났다.

3. 재수화 미역국의 관능품질 평가

0, 5, 10, 15, 20 kGy의 선량으로 조사된 동결건조 미역국을 재수화한 후 관능평가를 실시하여 방사선 조사선량에 따른 미역국의 관능품질 변화를 평가하였다. 이를 Table 5에 나타내었다. 관능 평가는 7점 척도법을 이용하였으며, 매우 좋다(강하다); 7점, 좋지도 싫지도 않다; 4점, 매우 싫어한다(약하다); 1점이었다. 관능평가는 모든 항목에서 비조사구의 미역국이 가장 높은 기호도를 나타냈고 조사선량이 높아질수록 기호도가 낮게 평가되는 것으로 나타났다. 10 kGy 조사구는 비조사구의 미역국과 유의적인 차이를 나타내지 않았으나 15 kGy 조사구는 맛(taste)과 전체적인 선호도(overall acceptance)에서 비조사구 미역국과 유의적 차이가 나타났으며 나머지 관능평가 항목에서는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 15 kGy 이상의 조사구는 색 선호도(color)를 제외한 관능평가 항목에서 기호도가 낮게 평가되었으며 조직감(texture)과 이취(off-flavor)는 조사선량이 높아질수록 관능적 기호도가 크게 나빠지는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 방사선 조사선량이 높아질수록 산패취가 증가하였으며, 방사선에 의한 조사취는 방사선 조사에 의해 생성된 free radical의 작용으로 단백질과 지방에 영향을 미치기 때문이라고 보고된 바 있다(Mcmillin *et al.* 1996; Ahn *et al.* 2000; Formanek *et al.* 2003; Nam *et al.* 2003). 이상의 결과들을 통해 10 kGy의 선량으로 동결건조 미역국의 감마선 조사시 우주식품 미생물 기준을 만족하며 고유의 관능적 품질을 유지하는 것으로 나타났다.

결 론

본 연구는 미역국을 위생학적 안전성이 확보된 우주식품으로 개발하기 위하여 조리된 미역국을 동결건조 후 방사선 조사에 따른 품질변화를 평가하였다. 동결건조 미역국의 미생물 수는 러시아 우주식품 미생물 규격 항목에 의해 평가한 결과, *Bacillus cereus*가 1 log CFU g^{-1} 수준으로 검출되었고, 모든 균주에 대해 10 kGy 이상 감마선 조사를 할 경우 검출한계(1 log CFU g^{-1}) 이하로 나타났다. 색도의 경우 10～15 kGy의 선량에서도 색차의 변화가 없는 것으로 나타났으며 15 kGy 이상의 선량에서 적색도와 황색도가 증가되고, 국물은 명도가 감소하며 미역은 명도가 증가하는 것으로 나타났다. 관능적 품질의 경우 조사선량이 높아질수록 기호도가 낮게 평가되는 것으로 나타났으나 10 kGy 이하의 조사구들은 비조사구의 미역국과 유의적인 차이가 없었다. 따라서 10 kGy의 선량으로 동결건조 미역국의 감마선 조사시 우주식품 미생물 기준을 만족하며 고유의 관능적 품질을 유지할 수 있었다.

사 사

본 연구는 교육과학기술부 및 과학재단의 지원을 받아 2010년도 한국원자력연구원 원자력연구개발사업과 한국원자력연구원 Top Brand Project 사업을 통해 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

Ahn DU. 2000. Quality characteristics of pork patties irradiated and stored in different packaging and storage conditions. *Meat Sci.* **56**:203-209.

Artés-Hernandez F. 2009. Effect of UV-C radiation on quality of minimally processed spinach leaves. *J. Sci. Food Agric.* **89**:414-421.

Bourland CT. 1993. The development of food system for space. *Trends Food Sci. Technol*. **4**:271-276.

Bourland CT. 1998. Advances in food systems for space flight. Life support & biosphere science. *Int. J. Earth Space* **5**:71-77.

Byun MW. 1991. Changes in physico-chemical properties of salted sea mustard (Undaria pinnatifida) by gamma irradiation. *J. Korean Food Hygiene* **6**:165-169.

Cho YS. 2008. Survival, isolation and characterization of *Bacillus cereus* from Sunshik. *J. Fd Hyg. Safety* **23**:343-347.

Formanek Z, Lynch A, Galvin K, Farkas J and Kerry JP. 2003. Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of overwrapped minced beef. *Meat Sci.* **63**:433-440.

Guiry MD. 1991. Seaweed rewources in Europe: uses and potential. pp. 38-43.

Kim HJ, Choi JI, Kim JH, Chun BS, Ahn DH, Kim GH, Byun MW and Lee JW. 2009. Improvements in Storage Stability of Undaria pinnatifida after Gamma Irradiation. *Korean J. Food Preserv.* **16**:590-593.

McMillin KW. 1996. Initiationof oxidative processes in muscle foods. *Reciprocal Meat Conferences Proceedings* **49**:53-64.

Nam KC and Ahn DU. 2003. Use of antioxidants to reduce lipid oxidation and off-odor volatiles of irradiation pork homogenates and patties. *Meat Sci*. **63**:1-8.

Per EG and Terje L. 1997. *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS. Microbiol. Lett.* **157**:223-228.

Rhee SH. 1972. A study on the calcium and iron content of the Undaria pinnatifida suringar. *Korean J. Soc Food Nutr*. **1**:25-31.

Suzuki T. 1993. Effect of sodium alginates rich in gulurocin acid and mannuronic acids on cholesterol levels and digestive organs of high-cholesterol-fed rats. *Nippon Suisan Gakkishi* **59**:545-551.

Manuscript Received: February 19, 2010
Revision Accepted: March 4, 2010