Journal of Radiation Industry 6 (3) : 239~244 (2012)

감마선 조사에 따른 분말 타락죽의 품질 평가

한인준 · 송범석* · 김재경 · 박종흠 · 이주운
강일준[1] · 전순실[2] · 김재훈

한국원자력연구원 첨단방사선연구소
[1]한림대학교 식품영양학과, [2]순천대학교 식품영양학과

Quality Evaluation of Gamma-Irradiated *Tarakjuk* Powder, Korean Milk Porridge

In-Jun Han, Beom-Seok Song*, Jae-Kyung Kim, Jong-Heum Park,
Ju-Woon Lee, Il-Jun Kang[1], Soon-Sil Chun[2] and Jae-Hun Kim

Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute, Jeongeup 580-185, Korea
[1]*Department of Food Science and Nutrition, Hanllym University, Chuncheon 200-702, Korea*
[2]*Department of Food and Nutrition, Sunchon National University, Suncheon 540-742, Korea*

Abstract - This study was conducted to investigate bacterial growth, viscosity, color, and sensory properties of gamma-irradiated *Tarakjuk* powder, a Korean milk porridge powder, at 1, 3, 5, 7, and 10 kGy. The total aerobic bacteria in non-irradiated *Tarakjuk* powder was 2.56 log CFU · g^{-1}, whereas it was not observed within the detection limit of 2 log CFU · g^{-1} in samples irradiated at more than 1 kGy. Spore-forming bacteria, however, were not observed in all samples within the detection limit of 1 log CFU · g^{-1}. The viscosity of rehydrated *Tarakjuk* after gamma irradiation significantly decreased from 16,770 cP to 4,060 cP when irradiated at 10 kGy. The redness (*a value) and yellowness (*b** value) evaluated using a colorimeter were significantly increased according to the increase in irradiation dose ($p < 0.05$), while there was no difference in color evaluation conducted by panels. The overall acceptance decreased as the irradiation dose increased, and the 5 kGy sample was 4.0 (normal) on a 7-point scale. As a result, it is considered that a gamma irradiation of 5 kGy is enough to sterilize *Tarakjuk* powder with a acceptable sensory quality.**

Key words : Milk porridge, *Tarakjuk*, Gamma irradiation, Quality evaluation

서 론

인구의 고령화와 경제적 수준 차이 등의 사회 변화는 식품을 선택하는 성향도 변화시켜 기호도가 우수하며 신속하고 간편하게 섭취할 수 있는 즉석식품에 대한 수요를 급증하게 하였다(한국보건산업진흥원 2010). 즉석섭취식품은 소비자들에게 편의성과 건강지향적인 성향을 만족시키는 여러 형태로 다양하게 출시되어 그들의 욕구를 충족시키고 있다. 그러나 이러한 즉석섭취식품들

* Corresponding author: Beom-Seok Song, Tel. +82-63-570-3211, Fax. +82-63-570-3207, E-mail. sbs0110@kaeri.re.kr

의 대부분은 일반인을 대상으로 개발된 제품들로 사회적 약자인 환자를 위해 각각의 환자의 건강상태 및 질병에 부합되는 환자용 즉석섭취식품은 거의 없는 실정이다. 환자식은 질병이나 수술 등과 같은 이유로 충분히 먹지 못할 때, 체단백과 체지방 손실을 최대한 적게 하여 환자의 영양결핍 또는 영양불균형을 방지하거나 개선시키기 위한 영양지원으로써 환자에게 제공되는 것을 의미한다(Han 2012). 이러한 환자식은 환자의 영양지원을 위해 반드시 필요하며, 충분치 못한 영양지원은 병원재원 일수 및 병원비 증가(Nabor *et al.* 1998; Simon 2000), 삶의 질 악화(O'Gorman *et al.* 1998), 생존율 감소(Nitenberg and Raynard 2000), 치료에 대한 반응 저하와 합병증을 증가시키는 등의 부정적인 환경을 제공하게 된다(M Isabel and Dan 2003). 이는 환자의 질병을 개선하거나 치료함에 있어 가장 큰 걸림돌이 된다. 그러므로 충분한 영양지원을 위해 환자식에도 편의성을 부여시켜 노동력과 시간을 절감시킴과 동시에 퇴원 후에도 지속적인 섭취가 요구되는 환자에게 있어 보다 쉽고 간편하게 섭취할 수 있는 급식 환경의 제공이 가능하다.

일반적인 환자식은 각각의 영양성분을 혼합하여 제조되며, 이들 제품은 기호도가 낮은 단점을 가지고 있다(라미용 2010). 아울러 면역결핍 환자 또는 항암치료를 받는 환자에게 있어 멸균된 식품의 섭취가 요구되는데(Richard and Walter 1998), 최근에는 기존 환자식의 낮은 기호도를 개선시키기 위해 죽을 기본으로 위생화된 환자식을 개발하고자 하는 다양한 연구가 진행되고 있다(Han *et al.* 2011a, b; Yook *et al.* 2004). 이 가운데 타락죽은 과거 조선시대부터 보양식 및 치료식으로 사용될 만큼 영양적 가치가 우수하며, 최근에는 노인식과 아침 대용식으로 사용되고 있어 즉석식품으로 개발할 경우 다양한 목적으로 활용될 수 있다(Han 2012). 즉석식품으로 개발할 경우 분말형태와 같이 건조하게 되면 환자식은 미생물과 효소가 억제되어 저장성이 향상되고, 중량의 감소로 수송과 저장이 용이해 진다(오 등 2007). 이렇게 건조된 분말 식품에 대한 위생화 방법으로는 방사선 조사 기술의 이용이 가능하다. 방사선 조사 기술은 포장된 제품을 연속적으로 조사 처리가 가능하여 재포장에 따른 2차 오염이 방지되며, 거대영양소와 미네랄과 같은 식품 성분의 파괴가 거의 없다(Woods and Pikaev 1994). 또한 냉장, 냉동상태 및 건조제품에도 살균이 가능하다는 장점이 있다(Byun and Lee 2003). 따라서 본 연구에서는 분말 형태로 제조된 타락죽을 환자식으로 활용하기 위해 위생화 방법으로써의 방사선 조사 기술의 응용 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

타락죽 제조를 위한 재료는 찹쌀(2010년산, 일반계, 영농조합 참좋은), 우유(서울우유, 양주, 경기도)를 사용했다. 찹쌀의 2배에 해당하는 물을 찹쌀과 함께 20°C에서 6시간 동안 수침 후, 흐르는 물에 2회 수세하였다. 수세된 찹쌀은 10분간 물기를 제거한 후, 20°C에서 16시간 동안 음건하여 분쇄기(HMF-1000A, Hanil electric, Seoul, Korea)로 분쇄 후 120 mesh의 체에 내려 사용하였다. 이 때 제조된 찹쌀분말의 수분함량은 25.48%이었다.

2. 타락죽의 제조

타락죽은 찹쌀분말 200 g을 150°C의 후라이팬(ø35 cm)에서 10분간 볶기를 하고, 400 g의 증류수를 첨가하여 100°C에서 2분간 가열하였다. 이 후 우유 1l를 70°C에서 15분간 가열하면서 3회로 나누어 첨가하였다. 완성된 타락죽은 믹서기(HMF-1000A, Hanil electric, Seoul, Korea)에서 1분간 균질화하여 실험에 사용하였다. 제조된 타락죽은 동결건조기(VD-800F, Taitec, Tokyo, Japan)에 넣어 건조하여 분쇄 후, 120 mesh의 체에 통과시켜 시료로 사용하였다. 이때 건조된 타락죽 분말의 수분함량은 4.47%이었다.

3. 감마선 조사

분말 타락죽의 감마선 조사는 선원 11.1 PBq, ^{60}Co 감마선 조사시설(IR-70 gamma irradiator, MDS Nordion, Canada)을 이용하였다. 제조된 타락죽은 냉동상태를 유지할 수 있도록 드라이아이스가 담긴 상자(35 × 40 × 10 mm)에 시료와 함께 넣은 후 선행연구결과(Han *et al.* 2011a)를 토대로 1, 3, 5, 7 및 10 kGy의 흡수선량(선량률 10 kGy · h^{-1})이 되도록 조사였다. 조사 후 총 흡수선량 확인은 alanine dosimeter(Oeric cerous dosimeter, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였다. Dosimetry 시스템은 국제원자력기구(IAEA)의 규격에 준용하여 표준화한 후 사용하였으며, 총 흡수선량의 오차는 2% 이내였다.

4. 미생물 생육검사

시료는 10 g을 채취하여 멸균된 0.1%의 peptone수 100 ml를 가하여 1분간 stomacher(Mark II Lab Blender,

Tekmar Teledyne Technologies Inc., Sacramento, CA, USA)를 이용하여 균질화한 후 10진 희석법으로 희석한 희석액 0.1 ml를 실험에 사용하였다. 일반호기성미생물은 Plate Count Agar (PCA, Difco co., Detroit, MI, USA)에 각각 도말하였다. 도말된 PCA배지는 35°C에서 2일간 배양하여 30～300개의 집락을 형성한 배지만을 계수하였다. 포자형성균은 100°C에서 20분간 가열한 시료의 희석액 1.0 ml와 40°C의 멸균된 PCA 25 ml를 패트리디쉬에서 혼합한 후, 배지가 응고하면 35°C의 incubator (MIR-262, SANYO Electric Biomedical Co. Ltd., Tokyo, Japan)에서 2일간 배양 후 30～300개의 집락을 형성한 배지만을 계수하였다.

6. 점도

점도는 분말 타락죽 5 g에 80°C의 물 25 ml를 수화시킨 후 실온(20°C)까지 냉각된 타락죽의 점도를 측정하였다. 이때 점도계는 회전점도계인 viscometer (DV-II+ Pro, Brook-field Engineering Laboratories, Middleboro, MA, USA)를 사용하여 spindle no. 21을 장착하고 25 rpm의 속도로 측정하였다 (Lee *et al.* 2008).

7. 색도

분말 타락죽의 색도는 color/color colorimeter (CM-3500d, Minolta Co., Tokyo, Japan)로 명도 (Lightness, L*), 적색도 (Redness, a*) 및 황색도 (Yellowness, b*)를 측정하였다. 이 때 표준색판은 L*값이 90.5, a*값이 0.4, b*값이 11.0이었다.

8. 관능검사

분말 타락죽의 관능검사는 분말 타락죽 5 g과 80°C의 물 25 ml를 혼합하여 5분간 수화시킨 타락죽에 대해 기호도 검사와 특성강도 검사를 7점 척도법을 이용하여 실시하였다. 이때의 평가항목은 색 (color), 향미 (flavor), 조직감 (texture), 맛 (taste), 종합적인 기호도 (overall acceptability) 및 이취 (off-flavor)로, 매우 좋아한다 (강하다), 7점; 좋지도 싫지도 않다, 4점; 매우 싫어한다 (약하다), 1점이었다. 패널은 관련 연구직에 종사하는 연구원 20명을 대상으로 하였고, 제시된 관능검사 용지에 나이와 성별 등의 기본 정보를 기록하게 하였다. 각 시료는 물 컵, 시료를 뱉는 컵, 정수기에서 받은 물을 시료 사이에 제공하였으며, 검사 중의 영향을 최소화하기 위해 total session은 15～20분으로 정하였다.

9. 통계처리

모든 측정 결과는 평균값±표준편차로 나타내었으며, SPSS (Windows ver. 11.0, SPSS Inc., USA)를 이용하여 각 시료간의 유의성을 검증한 후 $p<0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 사후검정을 실시하였다.

결과 및 논의

1. 감마선 조사에 따른 분말 타락죽의 미생물 생육 정도 변화

감마선 조사된 분말 타락죽의 일반호기성미생물과 포자형성균에 대한 생육 정도 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 일반호기성미생물의 초기 오염도는 2.56 log CFU · g^{-1}이었으며, 포자형성균은 나타나지 않았다. 일반호기성미생물에서 최저 조사선량인 1 kGy 조사구부터 검출한계내 ($<10^2$ CFU · g^{-1})에서 일반호기성미생물은 확인되지 않았다. 포자형성균은 비조사구 및 조사구 모두 검출한계내 ($<10^1$ CFU · g^{-1})에서 나타나지 않았다.

방사선 조사된 식품은 방사선 조사로 여기되어 생성된 라디칼에 의해 미생물의 DNA가 손상되고, 손상된 DNA는 회복이 불가능해지거나 세포 증식력을 상실하게 되어 결과적으로 살균 또는 멸균 효과를 가져온다 (Mishra 2004). 또한 미생물이 방사선에 받는 영향의 강도는 미생물의 고유의 특성과 함께 미생물의 생장에 필요한 환경 (온도, 수분활성도, pH 등)에 따라 차이가 생긴다 (James 2001). Kim *et al.* (2006)의 연구에서 시판 분말 스프에 초기오염도는 3.22～3.77 log CFU · g^{-1}으로 나타났으며, 5 kGy 감마선 조사시 검출한계내에서 미생물이 검출되지 않았다고 하여 본 연구결과보다 다소 높게 나

Table 1. Microbiological count of total aerobic and spore-forming bacteria in *Tarakjuk* powder gamma-irradiated at different doses

Irradiation dose (kGy)	Microbes (log CFU · g^{-1})	
	Total aerobic bacteria	Spore-forming bacteria
0	2.56	ND[2)]
1	ND[1)]	ND
3	ND	ND
5	ND	ND
7	ND	ND
10	ND	ND

Values are mean±standard deviation (n=5)
[1)]ND: Not detected within the detection limit $<10^2$ CFU · g^{-1}.
[2)]ND: Not detected within the detection limit $<10^1$ CFU · g^{-1}.

Table 2. Viscosity (cP) of rehydrated *Tarakjuk* after gamma irradiation at different doses

Irradiation dose (kGy)					
0	1	3	5	7	10
16,770±4,143[a]	16,160±1,753[a]	10,400±1,131[b]	6,620±28[bc]	6,260±254[bc]	4,060±593[c]

Values are mean±standard deviation (n=3)
[a-c]Mean values within a column follow by the different letter are significantly different ($p<0.05$).

타났다. 이는 가열 및 건조 과정을 통한 초기 오염도가 낮아 1 kGy조사구에서도 미생물이 검출되지 않은 것으로 생각되며, 결과적으로 분말 타락죽의 미생물은 1 kGy 이상 조사로 제어가 가능할 것으로 사료된다.

2. 감마선 조사에 따른 분말 타락죽의 점도 변화

감마선 조사된 분말 타락죽의 점도 측정 결과는 Table 2에 나타내었다. 수화된 분말 타락죽은 비조사구의 점도가 16,770 cP였으며, 감마선 조사 선량이 증가할수록 지속적으로 감소하여 10 kGy로 조사구에서는 4,060 cP로 크게 감소하는 것으로 나타났다. 이는 방사선 조사가 액상 타락죽 (Han *et al.* 2011a, b) 및 기타 전분 (Yook *et al.* 2004; Sokhey and Hanna 1993)을 포함하는 식품의 점도를 감소시키는 효과가 있다는 연구 결과와도 일치하였다.

일반적으로 방사선이 조사된 전분은 포함된 수분에서 생성된 라디칼이 amylose와 amylopectin의 결합을 비규칙적으로 손상시켜 물리적인 특성의 변화를 가져온다 (Grant and G'Appolonia 1991). 이러한 변화로 전분은 팽화력, 용해도 및 점도가 감소하게 된다 (Christropher and Xuetong 2006). 본 연구결과에서는 수분 함량이 낮은 분말 타락죽에도 방사선을 조사하게 되면 점도가 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

3. 감마선 조사에 따른 분말 타락죽의 색도 변화

감마선 조사된 분말 타락죽의 색도 측정 결과는 Table 3에 나타내었다. 명도를 나타내는 L*값은 비조사구가 91.9이었으며, 조사 선량이 증가할수록 유의적으로 감소하였다 ($p<0.05$). 적색도를 나타내는 a*값은 비조사구가 −0.76으로 가장 낮게 나타났으나, 조사 선량이 증가할수록 유의적으로 증가하여 10 kGy 조사구에서는 0.43으로 확인되었다 ($p<0.05$). 황색도를 나타내는 b*값은 적색도와 유사하게 조사 선량이 증가할수록 유의적인 증가를 보였다 ($p<0.05$).

일반적으로 방사선 조사된 탄수화물은 라디칼에 의한 비효소적 갈변반응인 maillad 반응과 caramelization에 의해 색이 변하게 되는데 (Patton 1955), 이는 방사선 조사에 의해 생성된 라디칼의 작용으로 생성된 환원당이 amino acid와 결합하여 갈변화를 더욱 가속화시키기 때문이다 (Oh *et al.* 2006). 우유 역시 옅은 적갈색으로 변화한다 (Chalam and Connor 1955). 본 실험 결과에서는 타락죽 분말에 사용된 찹쌀이 조사에 따른 갈변반응을 일으켜 이와 같은 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

Table 3. Changes of color in *Tarakjuk* powder gamma-irradiated at different doses

Irradiation dose (kGy)	CID color values		
	L*	a*	b*
0	91.9±0.16[a]	−0.7±0.01[e]	7.2±0.13[f]
1	91.7±0.05[b]	−0.4±0.07[d]	7.4±0.01[e]
3	91.7±0.16[b]	−0.3±0.03[c]	7.6±0.13[d]
5	90.8±0.18[c]	−0.3±0.01[c]	8.0±0.09[c]
7	90.4±0.06[d]	0.3±0.02[b]	10.3±0.03[b]
10	89.9±0.01[e]	0.4±0.02[a]	11.0±0.05[a]

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

4. 감마선 조사에 따른 분말 타락죽의 관능적 특성 변화

감마선 조사된 분말 타락죽의 관능검사 결과는 Table 4에 나타내었다. 물을 첨가하여 수화시킨 분말 타락죽에 대한 기호도 검사 결과, 색과 조직감에서 조사 선량의 증가에 따른 유의적인 차이가 없었으나, 향미와 맛에서는 조사 선량이 증가할수록 기호도가 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다 ($p<0.05$). 특히 조직감은 유의적인 차이가 없었으나, 조사 선량이 증가할수록 기호도가 감소하였다. 전체적인 기호도는 비조사구가 6.16으로 높은 관능적 품질을 보였으나, 조사 선량이 증가할수록 유의적인 감소를 보였다 ($p<0.05$). 이취에 대한 특성강도 측정 결과 유의적인 차이는 보이지 않았으나, 조사 선량이 증가할수록 이취도 증가한 것으로 확인되었다. 본 연구결과 7 kGy 이상 조사시 보통(4점)미만의 점수를 나타내어 관능적 품질을 유지하기 위해서는 5 kGy 이하의 방사선 조사가 필요할 것으로 사료된다. 아울러 색도 측정 결과와 다르게 색에 대한 기호도의 변화가 없는 것

Table 4. Sensory evaluation of *Tarakjuk* powder gamma-irradiated at different doses

Attributes	Irradiation dose (kGy)					
	0	1	3	5	7	10
Color	5.5±1.04$^{NS1)}$	5.1±0.98	5.6±1.03	5.5±1.04	5.3±0.81	5.3±1.21
Flavor	6.5±0.83^{a}	5.1±0.75^{b}	4.5±0.83^{cd}	3.5±1.04^{d}	3.1±0.98^{d}	3.6±1.75^{d}
Texture	5.6±1.03^{NS}	5.6±0.51	5.0±0.63	4.5±1.04	4.6±1.96	4.1±1.47
Taste	5.6±1.03^{a}	4.6±1.03^{ab}	4.1±0.75^{bc}	3.8±0.75^{bcd}	3.1±1.47^{cd}	2.6±0.51^{d}
Overall acceptance	6.1±0.98^{a}	5.3±0.81^{ab}	4.8±0.40^{bc}	4.0±1.26^{cd}	3.6±0.81^{de}	2.8±0.98^{e}
Off-flavor	1.3±0.51^{NS}	2.0±1.09	2.1±1.16	2.5±1.37	3.8±1.47	3.3±2.25

Values are mean±standard deviation (n=20)
[1)]NS: Non-significantly
[a-e]Mean values within a row follow by the different letter are significantly different ($p<0.05$).

으로 나타났는데 이는 10 kGy 이하로 감마선 조사시 변화된 색도는 관능적 품질에 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다. 선행연구에서 감마선 조사된 액상 타락죽의 경우 3 kGy 조사 선량까지는 관능적 품질이 유지되었으며 (Han *et al.* 2011a), 보다 높은 선량으로 조사가 필요한 경우 조사 온도 변화 (Han *et al.* 2011b) 및 항산화제 첨가 (Han *et al.* 2011c)를 통해 관능적 품질을 유지시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다. 방사선 조사된 식품은 관능적 특성이 저하될 수 있으며, 주된 원인은 감마선 조사에 의한 이취의 증가로 알려져 있다 (Yook *et al.* 2004; Yang *et al.* 2007). 또한 방사선 조사된 우유의 경우 가열처리를 통한 멸균된 우유보다 조금 더 탄 맛 (burnt)이 느껴지는 것으로 보고되고 있다 (Chalam and Connor 1955).

본 연구결과 방사선 조사된 분말 타락죽은 조사를 통해 위생화가 가능하였으며, 점도는 낮아지고, 색도는 옅은 갈색으로 변하는 것을 확인할 수 있었으며, 5 kGy 선량까지는 관능적 품질이 유지되는 것으로 나타났다. 따라서 분말 타락죽에 방사선 조사 기술을 적용할 경우 편의성이 확보된 위생적인 환자용 분말 타락죽의 제조가 가능할 것으로 사료된다.

결 론

본 연구는 분말 타락죽을 1, 3, 5, 7 및 10 kGy의 흡수선량이 되도록 감마선을 조사하여 미생물 생육, 점도, 색도 및 관능특성을 평가하였다. 분말 타락죽 비조사구의 일반호기성 미생물수는 2.56 log CFU · g^{-1}이었으나, 1 kGy 이상의 감마선 조사 시 검출한계 (2 log CFU · g^{-1}) 내에서 미생물이 검출되지 않았다. 포자형성균은 비조사구와 조사구 모두 검출한계 (1 log CFU · g^{-1}) 내에서 나타나지 않았다. 감마선 조사 후 재수화된 분말 타락죽의 점도는 비조사구는 16,770 cP에서 10 kGy 조사구는 4,060 cP로 조사 선량이 증가할수록 감소하는 경향을 보였다. 적색도와 황색도는 감마선 조사 선량이 증가할수록 유의적으로 증가하였으나 ($p<0.05$), 색에 대한 기호도 검사 결과에서 패널들은 그 차이를 인지하지 못하는 것으로 확인되었다. 종합적인 기호도는 감마선 조사 선량의 증가에 따라 감소하였고, 5 kGy 조사구까지는 보통 (4점)의 점수를 나타내었다. 결론적으로 5 kGy의 감마선 조사는 분말 타락죽을 살균시키고 수용 가능한 관능품질을 나타내기에 충분한 것으로 판단된다.

사 사

"본 연구는 원자력연구개발사업 및 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원 (KFDA-10162식품안082와 KFDA-11162식품안047)에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다."

참 고 문 헌

라미용. 2010. 경장영양 국내실태 조사. 한국정맥경장영양학회지. **3**:9-14.

오만진, 손종록, 정재홍, 금종화, 이가순, 오준세, 이규희, 이상덕. 2007. 농산식품가공학. 17pp. 선진문화사, 고양.

한국보건산업진흥원. 2010. 식품산업분석보고서. pp. 8-9. 도서출판 한학문화, 서울.

Byun MW and Lee JW. 2003. Application of irradiation technology for food safety and security. *Food Sci. Ind.* **36**:25-41.

Chalam MV and Connor JB. 1955. The effect of radiation sterilization on the nutritive value of foods. *J. Nutr*. **57**:479-490.

Christropher HS and Xuetong F. 2006. Food irradiation research

and technology. 1st ed. Blackwell publishing professional, Ames, IA, USA. pp.11.

Cieśla K, Salmieri S, Lacroix M and Le Tien C. 2004. Gamma irradiation influence on physical properties of milk proteins. *Radiat. Phys. Chem*. **71**:93-97.

Colonna P, Leloup V and Buleon A. 1989. Limiting factors of starch hydrolysis. *Eur. J. Clin. Nutr*. **46**:S17-S32.

Deschreider AR. 1960. Changes in starch and its degradation products on irradiating wheat flour with gamma rays. *Starch*/*Stäerke* **12**:197.

Doopedia Homepage, http://www.doopedia.co.kr (Aug 25, 2012).

Goldblith SA and Proctor BE. 1956. Radiation preservation of milk and milk products: I. Background and problems. *J. Dairy Sci*. **39**:374-378.

Grant LA and G'Appolonia BL. 1991. Effect of low-level gamma irradiation on water-soluble non-starchy polysaccharides isolated from hard red spring wheat flour and bran. *Cereal Chem*. 68:651-652.

Han IJ, Park JN, Park JG, Song BS, Lee JW, Kim JH, Ryu HS, Park JR and Chun SS. 2011a. Quality characteristics of milk porridge (*Tarakjuk*) sterilized with radiation technology. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **40**:885-891.

Han IJ, Song BS, Lee JW, Kim JH, Choi KS, Park JR and Chun SS. 2011b. Effect of irradiation temperature on physicochemical and sensory properties of *Tarakjuk* (milk porridge). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **40**:1307-1313.

Han IJ, Song BS, Kim JH, Park JH, Lee JW and Chun SS. 2011c. Effect of antioxidant and irradiation treatment under freezing temperature conditions on physicochemical and sensory properties of *Tarakjuk* (milk porridge). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **40**:1750-1756.

Han IJ. 2012. Quality properties of gamma-irradiated *Tarakjuk* (milk porridge) for patient food. pp. 1-25 *Doctoral thesis*, Sunchon National University, Korea.

James SD. 2001. Radiation inactivation of microorganism. pp. 23-35. *In*: Food Irradiation, Principles and Applications (Morins RA *ed*.), John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA.

Kim KH, Lee HJ, Lee S, Kim HJ, Lee EY, Kim NY and Yook HS. 2006. Microbiological · sensoryal characteristics of gamma irradiated-commercial powdery soup during accelerated storage. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **35**:1064-1069.

M Isaberl TDC and Dan LW. 2003. The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis. *Clinical Nutrition* **22**:235-239.

Mishra KP. 2004. Cell membrane oxidative damage induced by gamma-radiation and apoptotic sensitivity. *J. Environ Pathol. Toxicol.* **23**:61-66.

Nabor T, Schermer T and Bree A. 1997. Prevalence of malnutrition in nonsurgical hospitalized patients and its association with disease complications. *AM. J. Clin. Nutr*. **66**:1232-1239.

Nitenberg G and Raynard B. 2000. Nutritional support of the cancer patient: issues and dilemmas. *Crit. Rev. Oncol. Hematol*. **34**:137-168.

O'Gorman P, McMillan DC and McArdle CS. 1998. Impact of weight loss, appetite and the inflammatory response on quality of life in gastrointestinal cancer patients. *Nutr. Cancer* **32**:76-80.

Oh SH, Lee YS, Kim JH, Kim JH, Lee JH, Kim MR, Yook HS and Byun MW. 2006. Effect of pH on non-enzymatic browning reaction during γ-irradiation processing using sugar and sugar-glycine solutions. *Food Chem*. **94**:420-427.

Patton S. 1955. Browning and associated changes in milk and its products. *J. Dairy Sci.* **38**:457-458.

Richard JA and Walter JC. 1998. Nutritional support of the pediatric oncology patient. *Nutrition* **14**:124-129.

Simon PA. 2000. Malnutrition, disease, and outcome. *Nutrition* **16**:590-593.

Yang YH, Kim MH, Kwon OY, Lee JK, Park SC, Lee JW, Byun MW and Kim MR. 2007. Effects of gamma irradiation on the physicochemical properties of rice flour porridge. *Korean J. Food Cookery Sci*. **23**:961-967.

Yook HS, Lee YS, Lee JW, Oh SH, Kim JH, Kim DS and Byun MW. 2004. Textural and sensory characteristics of gamma irradiated porridges. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr*. **33**:427-432.

Woods RJ and Pikaev AK. 1994. Applied radiation chemistry: Radiation Processing. 50pp. Wiley Science, New York, NY, USA.

Manuscript Received: July 5, 2012
Revised: July 30, 2012
Revision Accepted: August 10, 2012