

감마선을 조사한 시판 도토리묵의 저장 중 품질 특성

김민희¹ · 김현주³ · 허옥순² · 이주운³ · 변명우³ · 김미리^{1†}

¹충남대학교 식품영양학과, ²식품의약품안전청 유해물질관리단 위해기준팀

³한국원자력연구원, 방사선과학연구소 방사선식품생명공학팀

Quality Characteristics of Gamma Irradiated Commercial Arcon Starch Gel during Storage

Min Hee Kim¹, Hyun-Joo Kim³, Ok Soon Heo², Ju-Woon Lee³, Myung-Woo Byun³ and Mee Ree Kim^{1†}

¹Dept. of Food and Nutrition, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

²Food & Drug Administration Food & Risk Standardization Team, Seoul 122-704, Korea

³Team for Radiation Food Science & Biotechnology, Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Research Institute, Jeongup 580-185, Korea

Abstract

The physical properties and sensory characteristics of acorn starch gels (Dotori Mook), which were gamma-irradiated up to 3 kGy, were evaluated during storage at 4°C. Even at the dose of 2 kGy, the gamma irradiation decreased total bacteria in the Dotori Mook during 5 days of storage, to lower than the detection limit (10² CFU/g). The hardness of the control sample increased according to the days of storage, while the gamma irradiated samples had decreased hardness according to the irradiation dose. The sample irradiated at 3 kGy maintained the same hardness as the control at day 0 of storage. Irradiation did not affect the Hunter color values. No significant differences were observed in off-odor, color, springiness, and overall acceptability ($p < 0.05$) at the irradiation dose of 2 kGy. It can be concluded that the irradiation of Dotori Mook, up to 2 kGy, does not affect the quality of the Mook during storage, with regard to texture and sensory characteristics. Moreover, the irradiated Mook was superior in maintaining hardness and had prolonged shelf-life time by sanitation.

Key words : Acorn starch gel, gamma irradiation, quality.

서 론

묵은 조선시대부터 제조되어온 우리나라 고유의 전통식품으로(윤서석 1974, Kim *et al* 1997), 도토리, 메밀, 녹두 조전분을 이용하여 독특한 질감을 지닌 우리나라 고유의 겔상 식품으로 오래 전부터 부식이나 안주 등으로 애용되어 왔다. 근래에 들어 전통 식품에 대한 관심과 아울러 식품의 품질 평가에서 리올로지적 성질의 중요성이 강조됨에 따라 여러 종류의 묵에 대한 연구가 많이 이루어졌다(Kim *et al* 2002, Chung KM 1991, Lee & Rhee 1991, Kim *et al* 1987, Cho *et al* 1987, Park *et al* 1995, Kim *et al* 1995, Yoon GS 1992). 특히 도토리묵은 특이한 질감이나 입맛을 돋우는 독특한 향과 맛 때문에 전통식품에 대한 새로운 인식과 함께 관심이 고조되면서 널리 이용되고 있는 식품이다(Na & Kim 2002, Moon *et al* 1977, Koo *et al* 1985). 이러한 도토리묵에 관한

많은 연구들이 이루어져 왔는데, 물리적 특성 연구가 주로 이루어졌으며, 물성에 영향을 주는 요인으로 전분의 종류, 전분의 농도, 가열 온도와 시간, 교반 정도 및 가열 방법 등이 검토되었다(Choi *et al* 2007). 이 밖에도 묵 제조시의 농도(Moon *et al* 1977, Park & Kim 1988, Koo SJ 1984), 가열 온도 및 방법(Kim YA 1987, Bang SY 1946, Choi PS 1989) 등 조리 조건에 관한 연구(Son & Yoon 1988, Choo & Rhe 1991)가 이루어졌다.

최근 식중독 사고가 빈번히 발생하고 있는데, 식중독 다발 또는 위험 식품군으로는 어패류 및 그 가공품, 육류 및 그 가공품, 복합조리식품(김밥, 도시락), 야채 및 그 가공품, 음용수 등이 보고되었고(식품의약품안전청 식중독예방홍보사이트 2007), 특히 단체 급식소에서 사용하는 식재료 중 잠재적 위해 식품은 육류, 생선, 가금류, 계란, 채소 및 과일 등이 있으며, 이들은 실온인 위험 온도 범주에서 오염된 미생물의 증식이 활발하게 진행된다(류경 2005). 이러한 식품들 중 시판되는 묵에서 세균이 검출되었다는 기사가 년 초에 발표되

[†] Corresponding author : Mee Ree Kim, Tel : +82-42-821-6837, Fax : +82-42-821-8887, E-mail : mrkim@cnu.ac.kr

었다(식품환경신문 2007). 현재 식품공전에서 묵 제품에 대한 대장균의 기준은 충전·밀봉 제품에 한해 음성으로 규정하고 있다(식품공전 2007). 최근 식품의약품안전청에서 시판 묵 제품의 대장균 및 식중독 균에 대한 시험 결과, 충전·밀봉된 묵 제품 중 일부에서 1.8×10^5 에 해당하는 대장균이 검출되었고, 충전·밀봉되지 않은 묵 제품 대부분에서 대장균이 검출되었다는 결과가 발표되어 시판되는 비포장 실온 저장 판매하는 묵의 경우, 식중독 위험이 높은 것으로 조사되었다. 또, 충전·밀봉되지 않은 묵 제품의 경우, 대장균이 일부 제품에서는 불검출되었고, 검출된 제품에서는 7.7×10^1 부터 3.0×10^5 까지 제품에 따라 편차가 컸다(한국소비자원 2006). 완전 멸균 제품이 아닌 묵 제품은 더 이상의 가열 조리 과정 없이 바로 섭취하기 때문에 제품에 오염되어 있던 미생물은 제거되지 않고 살균 과정 없이 소비자에게 그대로 전달될 수 있기 때문에 이에 대한 위생 확보가 중요한 실정이다. 특히 여름철에 비포장 상태의 묵을 실온에서 판매하는 경우에는 식중독의 우려가 있다. 또한, 묵의 저장 중 물성 변화에 방사선 조사가 어떤 영향을 끼치는가에 대한 연구는 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 시판 비포장 실온 저장 판매 도토리묵에 감마선 조사를 하여 저장하면서 묵의 미생물학적인 안정성과 물리적인 변화에 주는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 도토리묵은 만나식품(전북 정읍)에서 2007년 6월 당일 아침에 제조한 비포장 실온 저장 판매 도토리묵을 구입하여 사용하였다.

2. 감마선 조사

감마선 조사는 Co-60 감마선 조사 시설(Point source, AECL, IR-79, Nordion International Co. Ltd, Owatta, ON, Canada)을 이용하여 실온에서 시간당 5 kGy의 선량율로 각각 0, 0.5, 1, 2, 3 kGy의 총 흡수선량을 얻도록 하였다.

3. 미생물 실험

감마선 조사된 도토리묵을 4°C에서 저장하면서 총 균수와 대장균군 생육을 검사하였다. 묵 10 g을 멸균수 90 mL에 넣고 Bag Mixer(Model 400, Interscience, France)에서 균질화(Speed 8, 90 sec)시킨 후 희석하여 각각의 배지에 분주하여 생균수를 평판 배양법으로 측정하였다. 총균은 nutrient broth(Difco, Co., USA)와 agar powder(Samchun Chemical Co.)를 혼합하여 만든 배지, 대장균군은 EMB agar(Difco, Co., USA) 배지를 사용하였다. 총균은 30°C, 대장균군은 37°C 배양기에

서 48시간 배양 후 나타난 colony를 계수하였는데, 이때 대장균군은 금속성을 띠는 흑녹색의 집락을 계수하였다. 미생물수는 시료 1 g당 colony forming unit(CFU)로 나타내었다.

4. 색도

도토리묵은 두께 1.5 cm, 가로 3 cm, 세로 3 cm로 잘라 패트리디쉬(50×12 mm)에 담아 색차계(Digital color measuring/difference calculation meter, Model ND-1001 DP, Nippon Denshoku Co. LTD., Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE값(색차지수)을 측정하였다. 이때 표준색은 L값 97.11, a값 -0.22, b값 0.51, ΔE값 0.00인 calibration plate를 표준으로 사용하였다.

5. 조직감

도토리묵의 조직감 특성을 알아보기 위하여 두께 1.5 cm, 가로 3 cm, 세로 3 cm로 잘라 Texture analyser(TA/XT2, Microstable Systems co., England)를 사용하여 probe를 2회 연속적으로 눌렀을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 경도, 씹힘성, 응집성 및 탄력성을 측정하였다. 이때 probe는 직경이 25 mm인 compression plate이었고, force threshold는 5 g, pre-test speed, post-test speed 및 test speed는 5.0 mm/s로 통일하였으며, 압축시 변형율(strain)은 30%를 주어 측정된 값을 측정하였다.

6. 관능적 특성

도토리묵의 관능적 특성을 평가하기 위해 묵에 관심이 있고 특성 차이를 구별할 수 있는 충남대학교 식품영양학과 대학원생 중 10명을 패널 요원으로 선발하여 7점 평점법을 사용하여 관능 검사를 수행하였다. 도토리묵의 관능적 특성을 색, 파들거리는 정도, 이취(조사취), 짙은 맛, 탄력성, 경도, 촉촉한 정도 및 전반적인 수용도를 평가하였다.

7. 통계 처리

감마선 조사한 도토리묵의 실험 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago IL, USA) software package 프로그램 중에서 분산 분석(ANOVA)을 실시하여 유의성이 있는 경우에 Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)으로 시료간의 유의차를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 미생물

도토리 묵의 저장 중 총 균수는 Table 1과 같이 저장 기간이 경과함에 따라 증가하였으며, 대조구에 비해 감마선 조사구가 낮았다. 대조구의 경우, 저장 0일째에 총 균수는 4.03 CFU/g

Table 1. Effect of gamma-irradiation on total bacteria (log CFU/g) on acorn starch gels of during storage at 4°C

Storage time(days)	Irradiation dose(kGy)				
	0	0.5	1	2	3
0	4.03	4.01	3.00	N.D.	N.D.
1	4.36	4.09	3.03	N.D.	N.D.
3	4.75	4.31	3.31	N.D.	N.D.
5	5.50	4.68	3.51	2.30	N.D.
10	7.06	5.03	3.96	2.78	N.D.

N.D. : Not detected.

이었으며, 10일째에는 7.06 CFU/g으로 균이 많이 증식되었다. 0.5 kGy 조사구는 0일째에 4.01 CFU/g, 10일째에 5.03 CFU/g을 나타내었으나, 1, 2 kGy 조사구는 10일째에 각각 3.96, 2.78 CFU/g을 나타내었고, 3 kGy 조사구는 10일째까지도 균이 검출되지 않아 선량이 증가할수록 균의 성장도 억제되었다. 한편, 대장균은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 한국소비자원(2006)의 시험 결과 보고서에 따르면 충전·밀봉되지 않은 도토리묵 제품에서 대장균균이 7.7×10^1 부터 3.0×10^5 까지 검출되었으나, 본 실험에서 사용한 시판 비포장 실은 저장 판매 도토리묵 제품에서는 불검출되었다. 따라서 도토리묵의 저장성을 향상시키기 위해서는 1 kGy 이상의 선량이 효과적이라 여겨졌으며, 이러한 감마선 조사의 미생물학적 안정성은 여러 식품의 저장성 실험에서도 그 효과가 입증된 바 있다(Byun & Lee 2003, Byun & Yook 2003).

현행 우리나라의 식품공전(2007)에 의하면 묵의 권장 유통 기한은 4~10월에는 24시간, 11~3월에는 48시간, 냉장(0~10°C)시에는 3일로 규정하고 있으나 세균수에 대한 기준은 대장균군에 대해 충전·밀봉 제품에 한해 음성으로 규정하고 있다. Kim & Lee(1992)는 두부 중의 총 세균수가 10^7 CFU/g 이상일 때 초기 부패로 간주하였으며, Wu & Salunkhe(1977)는 두부의 저장 기간을 총 세균수가 10^8 CFU/mL 이하일 때로 설정하였다. 따라서 도토리묵의 세균수 기준을 두부와 같은 조건인 1×10^7 CFU/g을 기준으로 하여 살펴보면, 대조구에 비하여 감마선 조사한 도토리묵은 적어도 3일 이상 저장성이 연장되리라 사료되었다.

2. 색도

묵의 저장 중 색상 변화는 Fig. 1과 같이, L값은 대조구와 조사구 모두 저장 기간이 경과함에 따라 약간씩 증가하였고, 조사선량이 높아질수록 L값이 증가하는 경향을 나타냈으며, 각 선량별로 유의적인 차이가 나타났다. 반면 a값은 모든 실험구간에서 저장 중 약간 감소하였고 육안으로도 붉은 색이

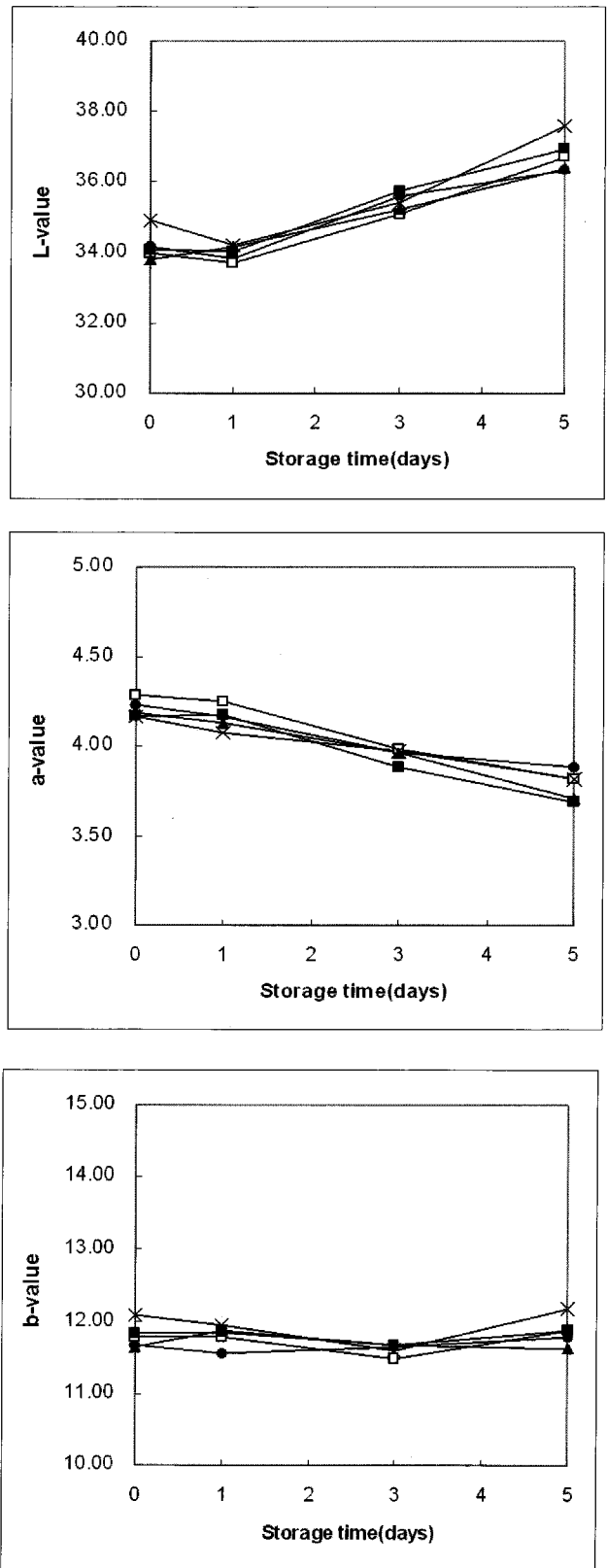


Fig. 1. Hunter color of gamma-irradiated acorn starch gels of during storage at 4°C.
 ● Control, □ 0.5kGy, ■ 1kGy, ▲ 2kGy, × 3kGy.

연해진 것을 관찰할 수 있었다. b값은 저장 기간이 경과함에 따라 약간 증가하는 경향이었으나 조사선량에 따른 차이는 뚜렷하게 나타나지 않았다. 감마선 조사(0~10 kGy)한 도토리에서 추출한 전분의 색차를 측정된 연구 결과(Kwon *et al* 2002)에서는 조사선량에 따라 유의적인 차이가 나타나지 않았다는 결과가 나타났으나, 도토리묵 자체에 조사하였을 때는 유의적인 차이가 나타났다.

3. 조직감

압착시험에서 얻어진 TPA 특성치의 값을 저장일별로 보면 Table 2와 같다. Texture parameter의 크기는 압착율, 압착 온도, 시료의 크기 등 여러 가지 조건에 의해 달라지며, 특히 macrostructure의 파괴 여부에 따라 크게 변화된다(Yoon & Son 1988)고 하였다. Kwon *et al*(2002)에 의하면 물성은 1 kGy 선량 이하에서는 변화가 크지 않았으나, 3 kGy 이상 조사구에서는 변화가 컸다고 보고하였다. Sokhey & Hanna(1993)은 방사선 조사에 의해 생성된 free radical이 전분 분자 내부의 수소결합을 분리하여 전분의 chain의 변형과 절단을 일으켜 분자 크기를 감소시킨다고 하였으며, 조사선량의 증가에 따라 탄수화물의 free radical이 증가한다고 보고하였다. Table 3에서 경도의 경우, 대조구 도토리묵에 비하여 선량이 증가할수록 경도가 유의적으로 감소하였다. 즉, 대조구는 0일째 469.5 g이었으며, 조사구는 0.5, 1, 2, 3 kGy의 경우 각각 392.9 g,

341.7 g, 306.6 g, 336.4 g으로 조사선량이 증가할수록 감소하였다. 저장 3일째에 대조구의 경도는 637.0 g으로 증가하여 도토리묵의 질감이 단단해졌으나, 2 kGy와 3 kGy는 각각 463.8 g, 420.5 g으로 0일째 대조구와 비슷한 질감을 유지하여 저장 3일째까지도 도토리묵의 질감이 유지되었다. 응집성은 저장 기간이 경과함에 따라 증가하였으나, 저장 3일 이후에는 유의적인 차이가 없었다. 또한, 방사선 조사시 조사선량 2 kGy까지는 방사선 조사선량이 증가함에 따라 응집성

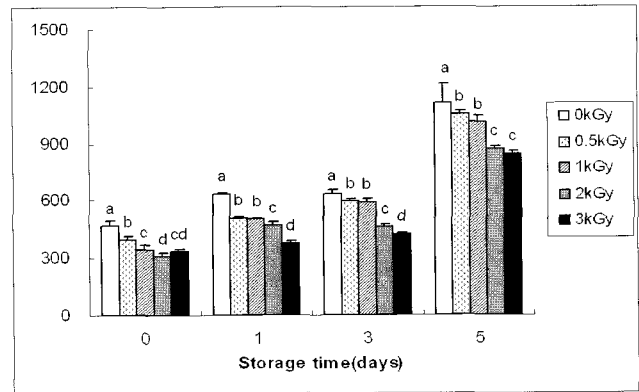


Fig. 2. Hardness of gamma-irradiated acorn starch gels during storage at 4°C.

a~d Different letters on bars are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 2. Texture of gamma-irradiated acorn starch gels of during storage at 4°C

	Storage time (days)	Irradiation dose(kGy)				
		0	0.5	1	2	3
Cohesiveness	0	^a 0.833±0.009 ^B	^b 0.779±0.013 ^C	^b 0.787±0.019 ^B	^b 0.785±0.015 ^D	^a 0.813±0.012 ^B
	1	^{ab} 0.822±0.014 ^B	^{ab} 0.832±0.009 ^B	^b 0.810±0.021 ^B	^a 0.842±0.015 ^C	^a 0.843±0.023 ^B
	3	^a 0.908±0.009 ^A	^a 0.901±0.006 ^A	^a 0.893±0.025 ^A	^a 0.905±0.011 ^B	^a 0.919±0.020 ^A
	5	^a 0.893±0.038 ^A	^a 0.899±0.018 ^A	^a 0.903±0.041 ^A	^a 0.931±0.012 ^A	^a 0.924±0.030 ^A
Resilience	0	^b 0.559±0.020 ^{BC}	^a 0.608±0.019 ^A	^b 0.547±0.014 ^B	^b 0.560±0.021 ^B	^a 0.595±0.010 ^B
	1	^b 0.528±0.015 ^C	^{ab} 0.573±0.017 ^A	^a 0.603±0.063 ^{AB}	^{ab} 0.560±0.007 ^B	^{ab} 0.560±0.023 ^B
	3	^a 0.610±0.033 ^A	^a 0.607±0.020 ^A	^a 0.580±0.034 ^{AB}	^a 0.604±0.012 ^A	^a 0.605±0.040 ^{AB}
	5	^b 0.572±0.032 ^{AB}	^{ab} 0.598±0.027 ^A	^a 0.636±0.033 ^A	^a 0.633±0.029 ^A	^a 0.647±0.037 ^A
Springiness	0	^{ab} 0.891±0.025 ^{BC}	^a 0.913±0.012 ^{BC}	^c 0.846±0.014 ^C	^{ab} 0.893±0.019 ^B	^{bc} 0.871±0.011 ^C
	1	^b 0.864±0.019 ^C	^{ab} 0.892±0.016 ^C	^a 0.904±0.023 ^B	^{ab} 0.881±0.024 ^B	^a 0.904±0.027 ^B
	3	^{ab} 0.909±0.028 ^B	^a 0.933±0.017 ^{AB}	^b 0.883±0.029 ^B	^a 0.929±0.011 ^A	^a 0.926±0.014 ^{AB}
	5	^a 0.986±0.023 ^A	^b 0.941±0.020 ^A	^b 0.948±0.019 ^A	^b 0.936±0.017 ^A	^b 0.948±0.005 ^A

a~d Different superscripts within a same row (irradiation dose) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

A~D Different superscripts within a same column (storage day) are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

Table 3. Sensory characteristics of gamma-irradiated acorn starch gels

	Irradiation dose(kGy)				
	0	0.5	1	2	3
Color	5.8±0.4 ^a	5.8±0.4 ^a	5.6±0.5 ^a	5.6±0.5 ^a	5.6±0.5 ^a
Off-flavor	1.2±0.4 ^b	1.4±0.5 ^b	1.6±0.5 ^b	1.6±0.5 ^b	2.2±0.4 ^a
Wavingly	5.6±0.5 ^c	5.6±0.5 ^c	6.0±0.7 ^{bc}	6.4±0.5 ^{ab}	6.6±0.5 ^a
Astringency	3.6±0.5 ^a	3.2±0.4 ^{ab}	2.8±0.4 ^{bc}	2.6±0.5 ^c	2.4±0.5 ^c
Springiness	6.6±0.5 ^a	6.5±0.5 ^a	6.4±0.5 ^a	6.0±0.8 ^a	6.2±0.6 ^a
Hardness	6.6±0.5 ^a	6.4±0.5 ^a	6.2±0.8 ^{ab}	5.8±0.4 ^{bc}	5.6±0.5 ^c
Moisture	5.7±0.7 ^a	5.8±0.8 ^a	5.9±0.9 ^a	6.2±0.8 ^a	6.4±0.5 ^a
Overall acceptability	6.6±0.5 ^a	6.2±0.6 ^{ab}	6.1±0.7 ^{abc}	5.9±0.3 ^{bc}	5.6±0.5 ^c

^{a-c} Different superscripts within a same row are significantly different by Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

이 감소하였다가 3 kGy에서는 증가하였다. 탄력성과 복원력은 응집성과 유사한 경향을 나타내었다. 이 같은 결과는 Kwon *et al*(2002)의 결과와 유사하였다. 즉, 1 kGy 선량 이하에서는 물성 변화가 크지 않았으나, 3 kGy 이상 조사구에서는 물성의 변화가 초래되었다.

4. 관능적 특성

도토리묵의 관능적 특성을 측정된 결과, 도토리묵의 전반적인 수용도는 조사선량 1 kGy까지는 대조구와 유의적인 차이가 없었다. 강도 특성에서 색, 탄력성, 촉촉함에 있어서는 비조사구와 조사구 모두 유의적인 차이가 없었으며, 파들거리는 정도는 선량이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 이취(조사취)는 2 kGy까지 유의적인 차이가 없었으며, 뽀은 맛은 선량이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났고, 1 kGy 이상에서 유의적인 차이를 나타내었다. 경도는 선량이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 1 kGy까지는 유의적인 차이가 없었다. 한편, Kwon *et al*(2002)은 3 kGy 이상의 감마선 조사는 도토리 전분의 이화학적 특성과 가공 적성에 유의적인 변화를 가져왔다고 보고하였다. 이상의 결과로부터 묵의 질감 변화가 적으면서 관능적 특성에도 영향을 적게 주지 않는 조사선량은 1 kGy까지가 적절하다고 사료된다.

요약 및 결론

도토리묵을 감마선 조사하여 4℃에서 저장하면서 미생물학적·물리적 특성을 조사한 결과, 미생물학적으로 대조구의 경우 저장 0일째에 총 균수는 4.03 CFU/g이었으며, 저장 5 일

째에는 5.50 CFU/g, 저장 10일에는 7.06 CFU/g으로 균이 많이 증식되었다. 방사선 조사 선량 2 kGy 조사구는 저장 3일까지 균이 검출되지 않았으며, 저장 10일에 2.78 CFU/g을 나타내었고, 3 kGy 조사구는 10일까지도 균이 검출되지 않아 선량이 증가할수록 균의 성장도 억제되었다. 한편, 대장균은 모든 시료에서 검출되지 않았다. 색도는 대조구와 조사구 모두 저장 기간이 경과함에 따라 L값은 약간씩 증가하였고, a값은 감소, b값은 약간 증가하는 경향을 나타내어 저장일이 지남에 따라 색이 밝아지면서 도토리묵의 붉은 색은 감소하였다. 경도의 경우, 대조구에 비하여 선량이 증가할수록 경도가 감소하는 경향을 나타내었다. 2 kGy와 3 kGy는 저장 3일째에도 0일째 대조구와 비슷한 질감을 유지하였다. 탄력성, 응집성, 복원력 모두 저장 기간 경과에 따라 증가하였고, 방사선 조사선량이 증가함에 따라 감소하였으나, 저장 초기에는 선량별로 유의적인 차이가 나타났다. 관능적 특성에서는 전반적인 수용도에서는 1 kGy까지 유의적인 차이가 없었다. 또한, 이취(조사취)는 2 kGy까지 유의적인 차이가 없었으며 뽀은 맛은 선량이 증가할수록 감소하는 경향이 나타났고, 1 kGy 이상에서 유의적인 차이를 나타내었다. 이상의 결과로부터 도토리묵의 저장 중 미생물학적으로 안전하면서 묵의 특성을 유지하면서 저장성을 연장시킬 수 있는 적합한 선량 수준은 1 kGy 이상 3 kGy 미만으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학기술평가원의 지원을 받아 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

문헌

- 류경 (2005) 식중독 예방을 위한 식단 작성. 산업보건 201: 46-49.
- 식품의약품안전청 식중독예방홍보사이트 Available form: [http:// fm.kfda.go.kr](http://fm.kfda.go.kr). Accessed April 30, 2007.
- 식품환경신문. '시판 '묵' 75%가 대장균 오염'. Available form: <http://www.fenews.co.kr>. Accessed January 10, 2007.
- 윤서석 (1974) 한국식품사. 신광출판사, pp 88.
- 한국소비자원 Available form: <http://www.kca.go.kr>. Accessed November, 2006.
- Bang SY (1946) Prepared method of mook, prepared method of Chosun food. Daeyanggong-sa, Seoul. pp 327.
- Byun MW, Lee JW (2003) Application of irradiation technology for food safety and security. Food Sci Industry 36: 25-41.

- Byun MW, Yook HS (2003) Internal and external situation of irradiation technology utilization in the food and public health industry. *Korean J Food Preserv* 10: 106-123.
- Cho YH, Chang JO, Koo SJ (1987) Studies on physicochemical properties of cowpea and rheological properties of cowpea starch gel. *Korean J Soc Food Sci* 3: 54-63.
- Choi HS, Ko SN, Lee KH (2007) Optimization of preparation conditions of polymannuronate acorn Mook using RSM. *J East Asian Soc Dietary Life* 17: 103-109.
- Choi PS (1989) *Mook, Food of North Korea*(16). Hanmadang, Seoul. pp 171.
- Choo NY, Rhe HS (1991) The characteristic changes of acorn starch gels by various types of additives. *Korean J Soc Food Sci* 7: 19-23.
- Chung KM (1991) Molecular structure and lipid in starches for Mook. *Korean J Food Sci Technol* 23: 633-641.
- Kim AJ, Lim YH, Kim MH, Kim MW (2002) Quality characteristics of mungbean starch gels added with green tea powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 135-140.
- Kim DH, Lee KS (1992) Effects of coagulants on storage of packed tofu. *Korean J Food Sci Technol* 24: 92-96.
- Kim HS, Kweon MR, Ahn SY (1987) Physicochemical properties of starch from cowpea. *Korean J Food Sci Technol* 19: 18-22.
- Kim KA, Lee SY, Jung LH, Jeon ER (1997) Effect of cowpea precipitate flour protein on characteristics of gel. *Korean J Soc Food Sci* 13: 627-634.
- Kim SK, Jeon YJ, Kim YT, Lee BJ, Kang OJ (1995) Physicochemical and textural properties of chestnut starches. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 594-600.
- Kim YA (1987) The rheological and physicochemical properties of acorn starch gel. *Ph D Dissertation* Seoul National University, Seoul.
- Koo SJ (1984) Study on the rheological properties of acorn starch gel. *J Korean Home Economics Assoc* 22: 99-106.
- Koo SJ, Jang JO, Nakahama N, Kobayash M (1985) Rheology properties and effect of tannin substances on acorn starch Mooks. *J Korean Home Economics Assoc* 23: 33-47.
- Kwon JH, Kim SJ, Lee JE, Lee SJ, Kim SK, Kim JS, Byun MW (2002) Physicochemical and organoleptic properties of starch isolated from gamma-irradiated acorn. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1007-1012.
- Lee HS, Rhee HS (1991) A comparison study on acorn and chestnut starch gels. *Korean J Soc Food Sci* 7: 11-14.
- Moon SJ, Son KH, Park HW (1977) Food scientific study of Mook. *J Korean Home Economics Assoc* 15: 31-43.
- Na HS, Kim K (2002) Effect of soaking conditions on storage characteristics of acorn Mook. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 221-224.
- Official Books of Foods (2007) The ministry of health and social affairs. pp 91-92.
- Park HJ, Ko YS, Choi HS, Kim WJ (1995) Effect of water addition ratio, stirring time and Ca salts on textural properties of soygel. *Korean J Food Sci Technol* 27: 329-335.
- Park SO, Kim KO (1988) Effects of added corn starches on sensory characteristics of acorn Mooks(Starch Gels). *Korean J Food Sci Technol* 20: 613-617.
- Sokhey AS, Hanna MA (1993) Properties of irradiated starches. *Food Structure* 12: 397-410.
- Son KH, Yoon GS (1988) Rheological properties of cowpea and mungbean starch gel and paste. *J Korean Home Economics Assoc* 26: 93-102.
- Wu MT, Salunkhe DK (1977) Extending shelf-life of fresh soybean curds by in-package microwave treatments. *J Food Sci* 42: 1448-1450.
- Yoon GS (1992) Comparison on retrogradation properties of cowpea and mung bean starch gels. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 672-676.
- Yoon GS, Son KH (1988) Effect of degree of compression on texture profile parameters of starch gels. *J Korean Home Economics Assoc* 26: 103-108.

(2007년 12월 20일 접수, 2007년 12월 26일 채택)