

## 감마선 조사가 증편의 저장 중 품질특성에 미치는 영향

김성주 · 김영희 · 양효진 · 장규섭<sup>†</sup>

충남대학교 식품공학과

### Effects of Gamma Irradiation on Quality of *Jeung-pyun* during Storage

Seong-Ju Kim, Young-Hee Kim, Hyo-Jin Yang and Kyu-Seob Chang<sup>†</sup>

Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

#### Abstract

*Jeung-pyun* was irradiated at 0, 5, 10 kGy and pH, reducing sugar, microbiological quality, texture profile analysis and sensory quality were investigated during storage for 2 weeks at 25°C. Irradiation significantly reduced total bacteria counts and indicated an increase in hardness with increasing irradiation dose. Treatments with 5, 10 kGy did not cause significant change in the pH, reducing sugar, but pH, reducing sugar, microbacterial counts in 0 kGy were increased during storage. Main putrefactive microorganisms of *Jeung-pyun* were identified as *Bacillus subtilis*. In texture profile analysis, cohesiveness and chewiness of all irradiated samples were observed to reduce during storage. In the result of sensory evaluation, the irradiated samples had higher scores than non-irradiated samples after 4 days.

**Key words:** *Jeung-pyun*, irradiation, sensory evaluation, texture profile, pH, microbacterial counts

#### 서 론

떡이란 곡식을 가루로 내서 찌거나 삶거나 기름으로 지져서 만든 음식을 통틀어 이르는 말이다. 떡을 일컫는 한자어로는 고(餠), 이(餌), 자(瓷), 편(片, 餠), 병이(餅餌), 투(餹), 탁(飴) 등이 있는데 우리나라에서는 일반적으로 병(餅)이라고 부른다. 떡은 만드는 방법에 따라 시루에 찌서 완성한 찌는 떡, 찢 다음 안반이나 절구를 이용하여 쳐서 완성한 치는 떡, 기름에 지져서 완성한 지지는 떡, 반죽을 삶아 건져낸 삶은 떡 등으로 분류한다(1).

일반적으로 증편은 멥쌀가루를 막걸리로 반죽하여 부풀려서 찜통에 배보를 깔고 찌는 떡으로 일명 기증떡, 기주떡, 기지떡, 술떡, 병거지떡으로도 지방마다 다른 이름으로 불린다. 웃고명으로 밤, 대추, 잣, 검은깨, 흰깨, 석이버섯, 민들레꽃, 자소잎, 오이꽃, 맨드라미꽃 등 여러 가지를 사용해 생일이나 기타 축하 선물로 사용되었다. 여름에는 시루떡이나 인절미가 상하기 쉽고 맛도 텅텅하므로 술을 이용하여 산뜻하고 가벼운 감의 증편을 만들어 먹었음이 『음식디미방』, 『규합총서』, 『간편조리요리제법』 등 고조리서에 비교적 상세히 설명되어 있다(1).

지금까지 국내에서 수행된 증편의 저장에 관련된 연구로 Park 등(2)은 증편에 눈꽃동충하초를 첨가하여 미생물의 증식과 pH 및 산도의 변화를 억제하여 저장기간을 연장시키는

효과가 있음을 확인하였고, Kim과 Lee(3)은 백년초 분말을 첨가하여 선호도 증가와 저장성 개선효과가 있음을 입증하는 등 다양한 첨가물에 따른 저장성 연장에 대한 연구가 활발히 진행되었다.

식품의 방사선 조사는 국제기구(FAO/LAEA/WHO)와 선진 여러 나라에서 유용하고 안전한 살균방법으로 공인되어 이미 곡류를 비롯한 여러 농산물과 육류, 분말형 식품 등에 이용되고 있다(4). 10 kGy 이하의 선량으로 조사된 식품은 비조사 식품과 영양적인 차이가 거의 나지 않았으며 저 선량, 낮은 온도, 산소접촉이 없는 조건에서는 조사에 의한 비타민 손실을 막을 수 있으며, 거대 영양소, 미량원소, 무기질 조사에 의한 손실을 초래하지 않는다. 특히 방사선 조사 기술은 식품 고유의 풍미와 생화학적 품질을 유지하면서 미생물을 선택적으로 살균할 수 있고, 포장상태에서도 살균 처리가 가능하여 제조공정에서의 2차 오염을 방지할 수 있는 특성을 가지고 있으므로(4,5) 전통 발효식품인 증편에 이 기술을 적용할 경우 상당한 효과가 기대되며 이미 시판죽(6), 쌀밥(7), 김밥(8) 등의 감마선 조사에 대한 긍정적인 효과가 보고된 바 있다.

따라서 본 연구에서는 전통 발효식품인 증편의 저장성과 안정성을 향상시키기 위한 방법으로서, 포장된 증편에 감마선 조사를 실시하여 저장기간 중 품질변화와 관능적 특성을 조사하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: changks@cnu.ac.kr  
Phone: 82-42-821-6727. Fax: 82-42-822-2153

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 멥쌀(2004, 충남 홍성군 일반미), 건조효모(제니코), 백설탕(삼양사), 정제염(해표)는 시중에서 구입하여 사용하였다. 그 외 시약은 특급이나 일급시약을 사용하였다.

### 증편의 제조

증편의 제조에 있어서 쌀은 세척 후 6시간 침지한 뒤, 1시간 동안 물빼기를 하고 roll mill로 2회 습식제분하였다. 재료의 배합비는 예비실험을 통해 쌀가루 600 g, 건조 이스트 4.2 g, 설탕 96 g, 소금 4.8 g, 물 312 mL로 혼합, 반죽, 1차 발효 120분, 2차 발효 30분의 과정을 거쳐 유산지를 깎 머핀컵에 약 45 g 씩 취한 후 증자하여 제조하였다. 제조된 증편을 완전히 식힌 후, 멸균된 polyethylene film을 사용하여 각 처리구별로 개별 포장하였다.

### 감마선 조사 및 저장

포장된 증편은 한국원자력연구소(Daejeon, Korea) 내 선원 10만 Ci, Co-60 감마선 조사시설(point source AECL, IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)을 이용하여 실온( $18 \pm 1^\circ\text{C}$ )에서 시간당 5 kGy의 선량으로 각각 0, 5, 10 kGy의 총 흡수 선량을 얻도록 조사하였다. 흡수선량의 확인은 alanine dosimeter(5 mm, Bruker Instruments, Rheinstetten, Germany)를 사용하였고, dosimetry 시스템은 국제원자력기구(IAEA)의 규격에 준용하여 표준화한 후 사용하였다. 총 흡수선량의 오차는 2% 이내였다. 감마선을 조사한 시료는 비조사 시료와 함께 실온 유통을 가정하여  $25^\circ\text{C}$ 로 설정된 incubator에서 저장하면서 경시적으로 분석하였다.

### 주요 부패균주의 분리

증편의 부패에 관련하는 주요균주를 분리하기 위해 저장기간 동안 증편 1 g을 멸균수 9 mL에 현탁하여  $37^\circ\text{C}$ 에서 1시간 동안 반응시키고, 이 반응액을 100  $\mu\text{L}$ 를 PCA에 도말하여 24시간 동안 배양하였다. PCA배지에 생성된 colony를 5회 계대배양을 수행하였다.

### 16S rDNA 영역의 염기서열 분석

16S rDNA는 효소적인 방법으로 단일 colony로부터 증폭시켰다. 16S rDNA의 증폭은 27F(*E. coli* numbering 8~27; 5'-AGAGTTTGGATCCTGGCTCAG-3') 및 1492R(*E. coli* numbering 1492~1510; 5'-GGTTACTTGTTCAGACTT-3') primer를 이용하였다. Automatic DNA sequencer를 사용하여 염기서열 분석을 실시하였으며, 증폭된 PCR 산물은 16S rRNA염기서열은 NCBI blast 프로그램을 이용하여 염기서열을 정리하고 계통분석을 실시하였다.

### pH 측정

저장기간 동안 증편 5 g에 증류수 50 mL를 가하고 3분간 균질화한 후 pH meter(230A, Orion research Inc., USA)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

### 환원당 정량

증편 5 g에 증류수를 가하여 500 mL 되도록 한 후, 2000 rpm에서 5분간 원심 분리하여 상등액을 취하였다. 상등액을 2배 희석한 후 그 중 2 mL를 취하여 DNS(3, 5-dinitro-salicylic acid, sigma)시약 2 mL 넣어 끓는 물에서 5분간 반응시킨 후, 다시 5분간 냉각하여 575 nm에서 흡광도 측정을 3회 반복하여 실시하였다.

### 저장 중 총균수 측정

증편 1 g에 멸균 증류수 9 mL를 가하여 균질화한 후, 그 균질액을 희석배수에 따라 3회씩 분주하였다. 배지는 plate count agar(PCA, Difco, USA)배지로서 표준평판배양법으로  $37^\circ\text{C}$ 에서 24시간 배양 후 colony수를 측정하였다. 실험은 3회 반복 후, 그 평균값을 colony forming unit(Log (CFU/g))로 나타내었다.

### 기계적 조직감

증편을 저장기간에 따라 Texture analyzer(TA-XTII, Stable Microsystem Ltd., UK)를 이용하여 2회 반복 압착 실험(two bite compression test)을 하였다. 기기 측정조건은 pre speed 3.0 mm/s, test speed 2.0 mm/s, post speed 2.0 mm/s로 설정하였으며, deformation은 75%, probe는 50 mm aluminum probe를 사용하였다. 이때 사용된 증편의 크기는 직경 4 cm, 높이 3 cm의 원통형으로 probe와의 접촉면은  $1256 \text{ mm}^2$ 이었다. 5회 측정하고 최고치와 최저치를 제외한 나머지의 평균값과 표준편차를 구하였으며, 측정 후 얻어진 force-distance curve로부터 견고성(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness)을 측정하였다(9,10).

### 관능평가

감마선 조사가 증편의 저장 중 관능성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 식품공학과 대학원생을 대상으로 9명의 panel을 선정하여 실시하였다. 이들에게 실험 목적을 설명하고, 저장기간 동안 저장중인 시료를 일정하게 제공하였다. 평가방법은 9점 척도법으로 최저 1점에서 최고 9점까지 특성이 강할수록 높은 점수를 주도록 하였으며 관능적인 특성은 냄새(flavor), 맛(taste), 색(color), 촉촉한 정도(miostness), 부드러운 정도(softness), 이에 붙는 정도(adhesiveness), 쫄깃한 정도(chewiness), 기공의 균일성(structure), 조직감(texture), 가식가능여부(edible degree), 바람직한 정도(overall quality)를 평가하였다(11).

### 통계처리

본 연구의 결과는  $\text{mean} \pm \text{SD}$ 로 나타내었고, 저장기간 동

1	GGGAAAAGGGGACCAGACCTAATACATGCAAGTCGAGCGGACAGATGGGA	50
51	GCTTGCTCCCTGATGTTAGCGGCGGACGGGTGAGTAACACGTGGGTAACC	100
101	TGCCTGTAAGACTGGGATAACTCCGGGAAACCGGGGCTAATACCGGATGC	150
151	TTGTTTGAACCGCATGGTTCAAACATAAAAAGGTGGCTTCGGCTACCACTT	200
201	ACAGATGGACCCGCGGCATTAGCTAGTTGGTGAGGTAACGGCTCACCA	250
251	AGGCGACGATGCGTAGCCGACCTGAGAGGGTGATCGGCCACACTGGGACT	300
301	GAGACACGGCCCAGACTCCTACGGGAGGCAGCAGTAGGGAATCTTCCGCA	350
351	ATGGACGAAAGTCTGACGGAGCAACGCCGCGTGAGTGATGAAGGTTTTTCG	400
401	GATCGTAAAGCTCTGTTGTTAGGGAAGAACAAGTCCCGTTCAAATAGGGC	450
451	GGCACCTTGACGGTACCTAACCAGAAAGCCACGGCTAACTACGTGCCAGC	500
501	AGCCGCGGTAATACGTAGGTGGCAAGCGTTGTCCGGAATTATTTGGGCGTA	550
551	AAGGGCTCGCAGGCGGTTTCTTAAGTCTGATGTGAAAGCCCCGGCTCAA	600
601	CCGGGGAGGGTCATTGGAAACTGGGGAACCTTGAGTGCAGAAGAGGAGAGT	650
651	GGAATTCACGTGTAGCGGTGAAATGCGTAGAGATGTGGAGGAACACCAG	700
701	TGGCGAAGGGGACTCTCTGGTCTGTAACCTGACGCTGAGGAGCGAAAAGCGT	750
751	GGGAGCGAACAGGATTAGATACCCCTGGTAGTCCACGCCGTAACCGATGA	800
801	GTGCTAAGTGTAGGGGTTTCCGCCCTTAGTGCTGCAGCTAACGCATTAA	850
851	GCACTCCGCTGGGAGTACGGTTCGCACTGAAACTCAAAGGAATTGACGG	900
901	GGCCCGCACAAAGCCGGTGGAGCATGTGGTTTTATTTGAAAGCACCAGCGAA	950
951	ACCTTACCAGGGTTGACATCCTCTGACATTCTAGAGATAGGAGGTCCCCT	1000
1001	CCGGGCCAAAAGACAGTGGTGCATGGTTGTCTCACCTCCGTCTGGGAAG	1050
1051	GTTGGGTAAATCCCGCCAAGAGCGCACCCCTTGATCTTAGTTGCAGCATC	1100
1101	AGTGGTAGTCTAGTACTGCTGTGACGACCCGAGAGGTGGGGGATGACGTC	1150
1151	ATCATCATGGCGCTTATGACCTGGGGCTACCCACTGCTTACATTGGCTGA	1200
1201	CAAAGGAAGCGAACCGTCCAGGGTTAGCCATTCCACAACACTGCTCTTCA	1200
1251	TTTTTCGGAAACGCGAAATTTGGGT	1275

Fig. 1. Nucleotide sequence of the partially amplified 16S rRNA gene from *Bacillus subtilis* of *Jeung-pyun* by PCR.

안 각 실험군의 유의성 검정은 GLM(general line model)로  $p < 0.05$ 에서 이루어졌으며, 관능평가의 유의성 검정은 SAS system를 이용하여 분산분석(ANOVA)한 후  $\alpha = 0.05$ 에서 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)를 사용하여 유의성을 검증하였다.

### 결과 및 고찰

#### 균주의 동정

염기서열을 NCBI의 blasting을 사용하여 상동성을 조사하여 본 결과(Fig. 1), *Bacillus* 속에서 보고된 염기서열과 높은 상동성을 보였다. 비교한 1275개의 염기 중 *Bacillus subtilis*와 1762 score로 98%의 가장 높은 상동성을 보였고, 이 밖에 *Bacillus licheniformis*, *Bacillus* sp. AH-E-1 등과도 각각 1756 score를 나타내며 98%의 상동성을 보였다.

#### pH 변화

증편의 저장 중 부패현상의 측정 지표로서 pH의 변화는 유용한 측정방법이며 감마선 조사에 따른 저장기간 동안 증편의 pH 변화는 Fig. 2와 같다. 비조사구의 경우 제조 당일 pH는 5.31로 저장 5일 경과까지 큰 차이를 보이지 않았으나 이후 급격하게 증가하여 저장 7일 때에는 6.43으로 증가 후 경시적으로 감소하였다. 감마선 조사구의 초기 pH의 경우 5 kGy 조사구는 5.30, 10 kGy 조사구는 5.19로서 비조사구보다 낮은 수치를 보였으나, 저장기간 동안 5 kGy는 5.08로 10 kGy는 4.88로 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 감마선

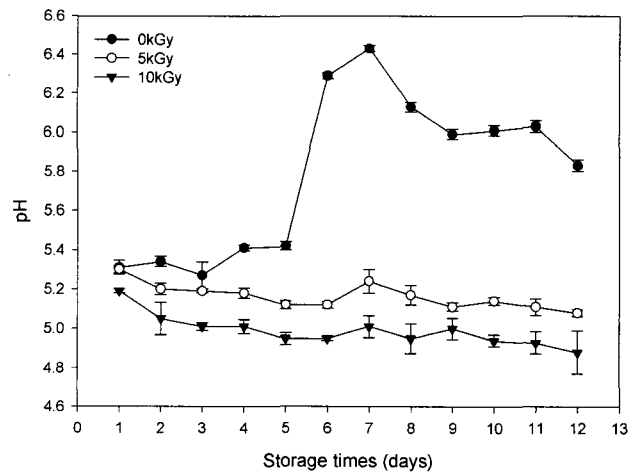


Fig. 2. Change of pH in gamma irradiated *Jeung-pyun* during storage at 25°C. Values are mean  $\pm$  SD (n=3).

비조사구에서의 pH의 증감은 주로 쌀의 부패에 관여하는 주요 세균인 *Bacillus* 균주에 의한 것으로 감마선 조사구에서는 내열성 포자가 감마선 조사에 의해 사멸되어 저장기간 동안 미생물에 의한 품질저하가 늦춰졌기 때문이라고 사료된다. 이러한 감마선 비조사구와 조사구간의 pH 변화의 차이는 밤의 부패를 촉진하던 미생물이 감마선 조사를 통하여 사멸되어 저장기간 동안 미생물에 대한 안정성을 확보한 Lee 등(7)의 결과와 유사한 결과로 미생물의 오염이 pH의 변화에 중요한 요인으로 보이며, 따라서 증편의 저장 시 감

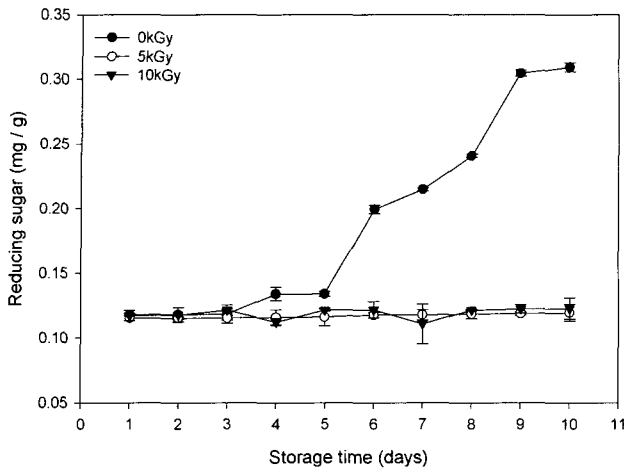


Fig. 3. Change of reducing sugar in gamma irradiated *Jeung-pyun* during storage at 25°C. Values are mean ± SD (n=3).

마선조사를 통해 포장된 증편의 저장성을 향상시킬 수 있을 것으로 보인다.

환원당 함량 변화

감마선 조사에 따른 환원당 함량의 변화는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 감마선 조사구는 선량에 상관없이 저장기간에 따른 유의적인 차이를 보이지는 않았으나 비조사구 증편은 저장기간이 증가할수록 증가하는 경향을 보였다. 즉, 제조 직후는 1.12 mg/g이었으나 제조 7일차에는 2.05 mg/g까지 유의적으로 증가하였다. 이는 증편의 부패에 주로 관련하는 미생물로 관찰되어진 *Bacillus subtilis*의 효소활성에 의해 증편의 품질저하가 진행되어 증가한 것으로 사료된다.

총균수 변화

감마선 조사한 증편을 25°C에서 보관하면서 경시적으로 측정된 총균수는 Table 1과 같다. 저장직전의 총균수는  $1.0 \times 10^1$  CFU/g이었으며, 비조사구는 계속적으로 증가하여 저장 5일 전후 미생물학적 저장 한계 기준(12)으로 사용하고 있는 6 log cycle수준까지 증가하였으며, 쉰 냄새가 나고 끈적이는 점질물이 생겨 조직이 뭉개지는(13) 등 부패의 진행을 관능적으로 확인할 수 있었다. 그러나 5, 10 kGy 조사구는 저장 10일 후에도 조직이나 관능적인 이상 현상이 관찰되지 않았으며, 미생물 또한 검출되지 않았다. 즉, 감마선 조사가

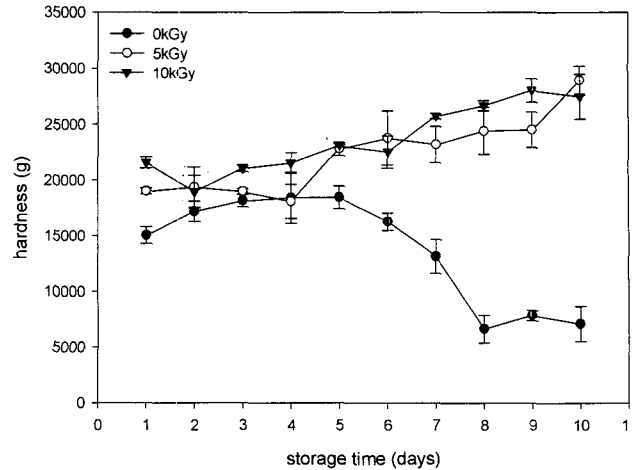


Fig. 4. Change of hardness in gamma irradiated *Jeung-pyun* during storage at 25°C. Values are mean ± SD (n=5).

쌀밥의 위생적 안정성 향상에 유용하게 사용될 것으로 판단된 Lee 등(7)의 결과와 유사한 결과를 보였다. 이에 감마선 조사를 이용한 증편의 포장방법은 증편의 저장중의 일반세균의 성장을 유의적으로 억제하고 완전사멸 수준으로 제어할 수 있어 증편의 저장성 증대의 유용한 포장방법으로 적용될 수 있을 것이라 사료된다.

저장기간에 따른 물성변화

감마선 비조사구와 조사구 증편의 저장기간에 따른 Texture analyzer 분석결과, Fig. 4에 나타난 것과 같이 hardness는 조사초기 조사선량에 따라 유의적으로 증가하였으며, 저장기간이 경과하면서 비조사구 증편은 부패에 의해 조직이 뭉개져 hardness가 감소하였으나, 감마선 조사구는 부패 없이 노화가 진행됨에 따라 hardness의 유의적인 증가를 보였다.

Fig. 5에서 cohesiveness는 감마선 비조사구 증편에 비해 감마선 조사구가 유의적인 차이를 보였으나 조사선량에 따른 차이는 없었다. 감마선 비조사구와 조사구 모두 저장기간 3일 쯤부터 cohesiveness가 유의적으로 감소하기 시작하였다. 이는 증편의 제조 후 저장 3일 경과 시 cohesiveness가 감소한다는 Yoon(14)의 보고와 일치하였다.

Fig. 6에서와 같이 adhesiveness의 초기 값에 있어 감마선 비조사구와 조사구간에 유의적인 차이는 일반적으로 전분

Table 1. Effect of gamma irradiation on total bacteria of *Jeung-pyun* during storage at 25°C Unit: Log (CFU/g)

Irradiation dose (kGy)	Storage period (days)						
	1	3	5	7	9	11	
Total bacteria	1.00 ± 0.00 <sup>1)</sup>	3.54 ± 0.31	6.45 ± 0.27	- <sup>2)</sup>	-	-	
0	1.00 ± 0.00 <sup>1)</sup>	3.54 ± 0.31	6.45 ± 0.27	- <sup>2)</sup>	-	-	
5	ND <sup>3)</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	
10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	

<sup>1)</sup>Mean ± SD, n=3.

<sup>2)</sup>Bar indicates no determination because of spoilage.

<sup>3)</sup>Not detected within the detection limit <math>10^1</math> CFU/g.

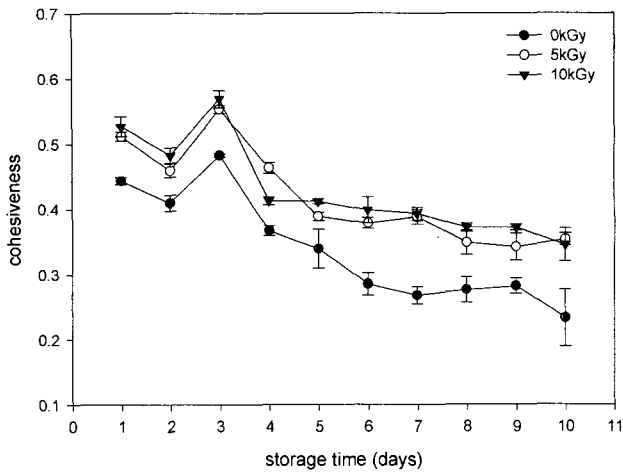


Fig. 5. Change of cohesiveness in gamma irradiated *Jeung-pyun* during storage at 25°C. Values are mean ± SD (n=5).

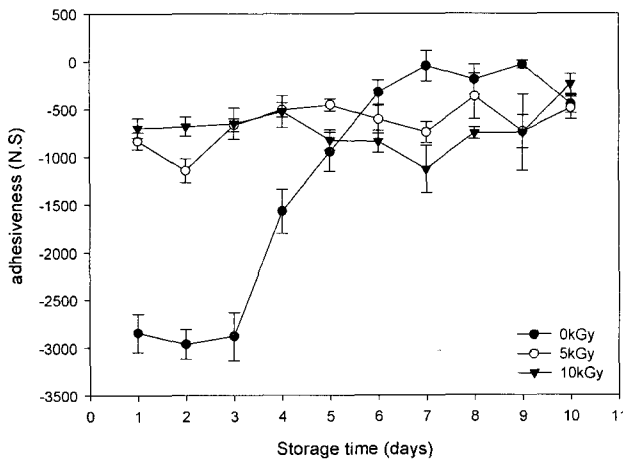


Fig. 6. Change of adhesiveness in gamma irradiated *Jeung-pyun* during storage at 25°C. Values are mean ± SD (n=5).

및 전분질 식품의 감마선 조사 시 나타나는 여러 가지 특성 중 전분의 depolymerization에 의한 amylose와 amylopectin의 분해에 의해 점성이 저하되는 특성에 기인한 것으로 사료되며(7) 저장기간 동안 감마선 조사구에서는 유의적인 차이는 인정되지 않았다. 또한 비조사구의 저장 3일째부터의 증가 요인은 미생물에 의한 증편의 부패가 진행되어 생성된 점질물질에 의해 부착성이 증가하였기 때문인 것으로 사료된다(7,8).

Chewiness는 Fig. 7에 보이는 것과 같이 각각 감마선 조사 선량에 차이에 따라 초기 값이 10 kGy, 5 kGy, 0 kGy 순으로 유의적인 차이를 보였으며, 저장기간 내내 감소하는 경향을 보였다. 저장기간 동안의 chewiness 감소는 전분입자들의 노화가 원인으로 사료되며, Ko 등(15)이 발표한 씹힘성이 저장기간이 지날수록 감소한다는 보고와 유사한 결과를 보였다.

증편의 관능적 품질특성

감마선 조사 후 저장기간에 따른 증편의 냄새, 맛, 색의

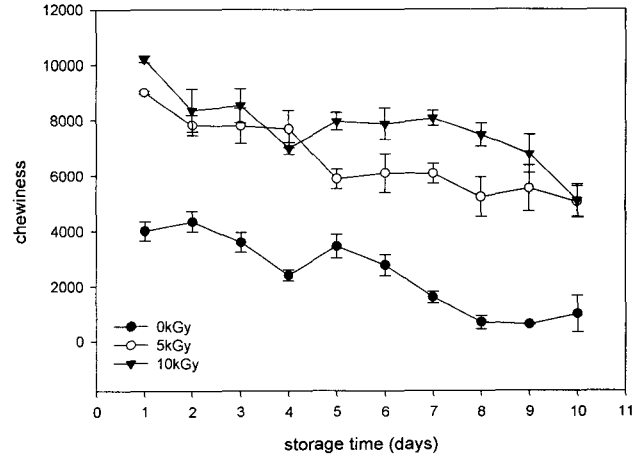


Fig. 7. Change of chewiness in gamma irradiated *Jeung-pyun* during storage at 25°C. Values are mean ± SD (n=5).

균일도 및 전체적인 기호성에 대한 관능적 품질 평가를 9명의 검사원에 의해 9점 척도법으로 비교한 결과는 Table 2와 같다. 감마선 조사 직후 냄새, 색의 균일도, 맛에 대한 평점은 0 kGy, 5 kGy, 10 kGy의 순으로 조사선량이 높을수록 낮은 선호도를 나타냈다. 이는 Kim 등(16)의 감마선 조사한 김밥의 관능평가와 유사한 경향을 보였다. 또한 부드러운 정도를 나타내는 softness의 평점 역시 감마선 조사선량이 높을수록 부드러움이 값이 낮게 평가되었다. 이는 기계적 조직감 검사의 hardness값이 선량이 높을수록 증가하는 것과 일치한다고 볼 수 있다. 촉촉한 정도, 기공의 균일성, 조직감 등에서는 유의적인 차이가 보이지 않았다. 저장기간이 지날수록 모든 항목에 대한 선호도는 낮아졌으며, 저장 4일 후의 증편은 모든 평가항목에서 감마선 비조사구에 비해 5 kGy, 10 kGy 감마선 조사 시료의 평점이 높았다. 한편, 5 kGy, 10 kGy 감마선 조사 시료는 감마선 비조사구 시료가 부패한 5일, 7일 경과 후에도 비교적 안정적인 관능특성을 유지하였다. 따라서 감마선 조사는 증편의 보존성 향상뿐만 아니라 관능품질을 유지하는데 유용한 방법이 될 것으로 사료된다.

요 약

감마선조사를 이용한 증편의 저장 중 품질특성에 미치는 영향을 조사하였다. 감마선 비조사구 증편은 저장 이후 5일이 경과하면 미생물의 오염도는 일반세균은 10<sup>6</sup> CFU/g 수준 이상으로 부패취가 발생하며, 조직이 뭉개지는 등의 관능적으로 섭취가 불가능한 수준을 나타내었고, 감마선 조사구인 5kGy, 10 kGy 조사구는 저장 10일이 경과 후에도 미생물이 관찰되지 않아 미생물학적으로 상온에서 10일 이상의 저장성을 확보하였다. 그러나 기계적 조직감 측정 결과 감마선의 조사선량이 증가할수록 조직이 단단해지는 경향을 나타내었으며, 관능평가의 결과 감마선 조사선량이 증가할수록

Table 2. Sensory evaluation scores of *Jeung-pyun* during storage

Irradiation dose	1d <sup>1)</sup>									
	2d	3d	4d	5d	6d	7d	8d	9d	10d	
Flavor	0 kGy	8.00±0.76 <sup>1)(2)</sup>	6.34±0.52 <sup>a</sup>	4.75±1.03 <sup>b</sup>	3.13±1.64 <sup>b</sup>	- <sup>3)</sup>	-	-	-	-
	5 kGy	5.87±2.10 <sup>b</sup>	4.76±1.75 <sup>b</sup>	3.37±1.50 <sup>b</sup>	2.62±1.40 <sup>b</sup>	2.50±1.16 <sup>b</sup>	2.00±1.09 <sup>a</sup>	1.50±0.75 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	5.00±2.20 <sup>b</sup>	4.25±1.90 <sup>a</sup>	3.00±1.51 <sup>a</sup>	2.62±1.18 <sup>b</sup>	2.12±0.83 <sup>a</sup>	1.87±0.64 <sup>a</sup>	1.62±0.51 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
Taste	0 kGy	7.87±0.64 <sup>a</sup>	7.12±0.64 <sup>b</sup>	3.87±1.45 <sup>b</sup>	2.00±1.64 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	6.62±1.05 <sup>b</sup>	5.50±1.60 <sup>c</sup>	3.62±1.40 <sup>b</sup>	3.12±1.24 <sup>ab</sup>	3.00±1.19 <sup>a</sup>	2.00±0.53 <sup>a</sup>	1.50±0.53 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	6.12±0.83 <sup>b</sup>	5.00±0.75 <sup>c</sup>	3.15±0.83 <sup>a</sup>	2.50±0.92 <sup>b</sup>	2.12±1.12 <sup>a</sup>	1.87±0.99 <sup>a</sup>	1.50±0.53 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
Color evenness	0 kGy	8.25±0.88 <sup>ab</sup>	7.75±0.46 <sup>b</sup>	6.12±1.12 <sup>b</sup>	5.62±1.18 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.62±1.18 <sup>ab</sup>	7.12±0.83 <sup>c</sup>	5.87±1.04 <sup>c</sup>	5.50±1.41 <sup>b</sup>	5.12±1.55 <sup>b</sup>	4.25±1.09 <sup>b</sup>	3.75±2.05 <sup>a</sup>	3.37±1.90 <sup>a</sup>	3.25±1.90 <sup>a</sup>
	10 kGy	7.00±0.75 <sup>b</sup>	6.25±1.16 <sup>c</sup>	5.12±1.72 <sup>b</sup>	5.00±1.69 <sup>b</sup>	4.75±1.85 <sup>a</sup>	4.50±1.51 <sup>b</sup>	4.25±1.58 <sup>a</sup>	3.87±1.45 <sup>a</sup>	3.00±1.69 <sup>a</sup>
Moistness	0 kGy	8.62±0.51 <sup>a</sup>	7.50±0.53 <sup>ab</sup>	4.75±0.88 <sup>b</sup>	3.50±1.06 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.62±1.06 <sup>b</sup>	6.75±1.16 <sup>b</sup>	5.00±1.41 <sup>ab</sup>	4.00±1.06 <sup>a</sup>	3.12±1.24 <sup>a</sup>	2.37±0.91 <sup>a</sup>	1.87±0.64 <sup>a</sup>	1.37±0.51 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	8.00±0.92 <sup>ab</sup>	7.00±0.92 <sup>a</sup>	5.12±1.24 <sup>ab</sup>	4.12±1.35 <sup>a</sup>	3.12±1.64 <sup>a</sup>	2.62±1.40 <sup>a</sup>	1.87±0.83 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
Softness	0 kGy	7.62±0.91 <sup>b</sup>	6.12±0.64 <sup>b</sup>	3.87±0.64 <sup>b</sup>	3.00±1.06 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.50±1.03 <sup>b</sup>	6.50±0.92 <sup>b</sup>	4.37±1.18 <sup>b</sup>	3.75±1.03 <sup>ab</sup>	3.37±1.06 <sup>a</sup>	2.37±1.06 <sup>a</sup>	1.50±0.53 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	7.25±1.06 <sup>b</sup>	6.37±1.18 <sup>b</sup>	4.50±1.19 <sup>b</sup>	3.80±0.99 <sup>ab</sup>	3.00±1.51 <sup>a</sup>	2.50±1.03 <sup>a</sup>	1.75±0.70 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
Adhesiveness	0 kGy	7.00±2.00 <sup>ab</sup>	6.00±2.07 <sup>b</sup>	3.62±1.50 <sup>b</sup>	2.75±1.16 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	6.25±1.83 <sup>b</sup>	5.75±1.83 <sup>b</sup>	3.75±1.48 <sup>b</sup>	3.00±1.19 <sup>b</sup>	2.62±0.91 <sup>ab</sup>	2.25±0.88 <sup>a</sup>	1.50±0.53 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>
	10 kGy	6.37±1.59 <sup>b</sup>	5.37±1.68 <sup>b</sup>	3.62±1.30 <sup>b</sup>	3.37±1.18 <sup>b</sup>	2.75±1.38 <sup>ab</sup>	2.37±1.18 <sup>a</sup>	1.87±0.83 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
Chewiness	0 kGy	7.25±1.16 <sup>b</sup>	6.62±0.51 <sup>b</sup>	3.62±1.06 <sup>b</sup>	2.75±1.16 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.25±0.88 <sup>b</sup>	6.25±1.28 <sup>b</sup>	4.15±1.12 <sup>ab</sup>	3.37±1.30 <sup>a</sup>	2.87±1.35 <sup>a</sup>	2.25±0.88 <sup>a</sup>	1.37±0.51 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	6.87±0.83 <sup>b</sup>	5.87±1.24 <sup>b</sup>	4.25±0.88 <sup>ab</sup>	3.15±1.12 <sup>a</sup>	2.50±1.41 <sup>a</sup>	2.15±1.12 <sup>a</sup>	1.87±0.83 <sup>a</sup>	1.50±0.75 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>
Structure	0 kGy	7.00±1.69 <sup>a</sup>	6.37±1.50 <sup>a</sup>	5.12±1.35 <sup>a</sup>	4.50±1.41 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	6.87±1.55 <sup>a</sup>	7.00±0.92 <sup>a</sup>	5.12±1.12 <sup>a</sup>	4.25±1.03 <sup>a</sup>	3.37±1.30 <sup>b</sup>	3.00±1.41 <sup>a</sup>	2.37±0.91 <sup>a</sup>	2.00±0.75 <sup>a</sup>	1.62±0.74 <sup>a</sup>
	10 kGy	6.87±1.45 <sup>a</sup>	6.50±1.19 <sup>a</sup>	5.37±1.18 <sup>a</sup>	4.87±1.24 <sup>a</sup>	4.25±1.48 <sup>ab</sup>	3.87±1.55 <sup>a</sup>	3.25±1.38 <sup>a</sup>	2.50±0.92 <sup>a</sup>	1.05±0.55 <sup>a</sup>
Texture	0 kGy	7.37±0.91 <sup>ab</sup>	6.62±0.91 <sup>b</sup>	4.12±0.99 <sup>a</sup>	3.62±0.91 <sup>a</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.12±0.64 <sup>b</sup>	6.37±0.91 <sup>b</sup>	4.12±1.12 <sup>a</sup>	3.50±1.06 <sup>a</sup>	2.65±1.30 <sup>a</sup>	2.25±1.28 <sup>a</sup>	1.65±0.91 <sup>a</sup>	1.50±0.75 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>a</sup>
	10 kGy	7.15±0.83 <sup>b</sup>	6.12±0.88 <sup>b</sup>	4.87±1.12 <sup>a</sup>	3.87±1.12 <sup>a</sup>	3.00±1.77 <sup>a</sup>	2.62±1.40 <sup>a</sup>	2.00±1.06 <sup>a</sup>	1.37±0.51 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>a</sup>
Edible degree	0 kGy	8.00±0.53 <sup>b</sup>	7.00±0.53 <sup>b</sup>	3.87±0.99 <sup>b</sup>	2.25±1.16 <sup>b</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.25±0.70 <sup>c</sup>	6.50±0.53 <sup>b</sup>	4.37±1.30 <sup>b</sup>	3.37±1.30 <sup>b</sup>	3.37±1.06 <sup>a</sup>	2.75±1.28 <sup>a</sup>	2.25±0.46 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	6.62±0.91 <sup>c</sup>	5.75±0.88 <sup>c</sup>	3.87±1.35 <sup>b</sup>	3.12±1.35 <sup>b</sup>	2.75±1.16 <sup>a</sup>	2.12±1.12 <sup>a</sup>	1.62±0.51 <sup>a</sup>	1.62±0.51 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>
Overall quality	0 kGy	8.12±0.64 <sup>a</sup>	7.12±0.35 <sup>b</sup>	3.25±1.38 <sup>b</sup>	1.62±1.06 <sup>c</sup>	-	-	-	-	-
	5 kGy	7.12±0.83 <sup>b</sup>	6.00±0.92 <sup>c</sup>	4.25±1.38 <sup>b</sup>	3.37±1.18 <sup>b</sup>	2.87±1.35 <sup>a</sup>	2.12±0.83 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>b</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
	10 kGy	6.37±0.91 <sup>b</sup>	5.62±0.51 <sup>c</sup>	3.62±1.50 <sup>b</sup>	2.87±1.12 <sup>b</sup>	2.87±1.35 <sup>ab</sup>	2.12±0.35 <sup>a</sup>	1.12±0.35 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD (n=9), based on scores from 1-very poor to 9-very good.

<sup>2)</sup>Means with different letters within a column are significantly different from each other at  $\alpha=0.05$  as determined by Duncan's multiple range test.

<sup>3)</sup>Bar indicates no determination because of spoilage.

<sup>4)</sup>d: day.

향, 맛, 질감 등 모든 면에서 감마선 비조사군에 비해 다소 낮은 선호도를 나타내었지만 미생물학적으로 안전성이 확보되며 가식이 가능한 것으로 사료되었다. 이상의 연구를 통해 우리의 전통 발효식품인 증편의 감마선 조사기술을 이용한 상업화를 모색할 경우 쌀 소비촉진과 전통식품의 현대화 및 유통을 위한 저장성 확보에 부분적으로 기여할 수 있을 거라 사료되며, 이에 대한 떡류의 저장성 향상을 위한 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

문 헌

1. 정재홍. 2003. 한국의 떡. 형설출판사, 서울. p 6-45.
2. Park CS, Choi MA, Park GS. 2004. Effect of *Paecilomyces japonica* in the microbiological quality and shelf-life of *Jeung-pyun*. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 20: 561-567.
3. Kim KS, Lee SY. 2002. The quality and storage characteristics of *Jeung-pyun* prepared with *Opuntia ficus-india* var. *Sabolen* power. *Korean J Food Cookery Sci* 18: 179-184.
4. FAO/IAEA/WHO Study Group. 1999. High-dose irradiation: Wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. In *WHO Technical Report Series 890*. World Health Organization, Geneva. p 49-77.
5. Thayer DW. 1994. Wholesomeness of irradiated foods. *Food Technology* 48: 58-67.
6. Yook HS, Lee YS, Lee JW, Oh SH, Kim JH, Kim DS, Byun MW. 2004. Textural and sensory characteristics of gamma irradiated porridges. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 427-432.
7. Lee YS, Oh SH, Lee JW, Kim JH, Rhee CO, Lee HK, Byun MW. 2004. Effect of gamma irradiation on quality of cooked rice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 582-586.
8. Lee NY, Jo C, Chung HJ, Kang HJ, Kim JK, Kim HJ, Byun MW. 2005. The prediction of the origin of microbial contamination in *Kimbab* and improvement of microbiological safety by gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 37: 279-286.
9. Kim EM. 2005. Quality characteristics of *Jeung-pyun* according to the level of red ginseng powder. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 209-216.
10. Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 33: 62-66.
11. Lee HG, Baek HN. 2004. Sensory and texture properties of *Neuti-dduk* by different ratio of ingredients. *Korean J Food Cookery Sci* 20: 49-56.
12. Simpson MV, Smith JP, Simpson BK, Ramaswamy H, Dodds KL. 1994. Storage studies on a sous vide spaghetti and meat sauce product. *Food Microbiol* 11: 5-11.
13. Roh HJ, Shin YS, Lee KS, Shin MK. 1996. Effect of water extract of green tea on the quality and shelf life of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 417-420.
14. Yoon SJ. 2003. Mechanical and sensory characteristics of *Jeungpyun* prepared with different fermentation time. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 19: 423-428.
15. Ko KH, Lee EJ, Chang KS, Chun JK. 2004. Change in physical properties of *Jeung-pyun* by steaming temperature and time during storage. *Food Engineering Progress* 8: 184-188.
16. Kim DH, Song HP, Kim JK, Kim JO, Lee HJ, Byun MW. 2003. Determination of microbial contamination in the process of rice rolled in dried laver and improvement of shelf-life by gamma irradiation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 991-996.

(2005년 10월 14일 접수; 2006년 1월 3일 채택)