

## 취반시 키토산 첨가가 *Bacillus* sp.에 오염된 쌀밥의 품질에 미치는 영향

박나영 · 이신호<sup>†</sup>

대구가톨릭대학교 식품외식산업학부

### Effect of Chitosan on Shelf Life of Cooked Rice Contaminated Artificially with *Bacillus* sp.

La-Young Park and Shin-Ho Lee<sup>†</sup>

Faculty of Food Technology and Service, Catholic University of Daegu, Gyongsan 712-703, Korea

#### Abstract

This study was carried out to examine the effect of chitosan on the quality of cooked rice. Sensory quality of cooked rice added with 0.1% and 0.5% chitosan was investigated. Taste, flavor and overall acceptability of cooked rice with 0.1% chitosan solution was similar to cooked rice without chitosan. Quality characteristics of cooked rice artificially inoculated with *Bacillus* spore (CRB), such as number of viable cell, pH, hardness, cohesiveness and color were investigated and compared with CRB added with 0.1% chitosan (CRCB) during storage at 20°C and 30°C for 3 days. The viable cell number of 0.1% chitosan contained in cooked rice inoculated with *Bacillus* (CRCB) was lower about 1~1.5 log at 20°C, 0.5~1 log at 30°C than that of cooked rice inoculated with *Bacillus* (CRB). The pH of CRCB did not change during storage at 20°C for 2 days, but decreased in CRCB and CRB during storage at 30°C. The difference of hardness was not noticeable between CRB and CRCB during storage. Cohesiveness and lightness (L value) of CRCB were higher than those of CRB during storage.

**Key words:** chitosan, cooked rice, shelf life, *Bacillus* sp. spore

#### 서 론

최근 식생활 패턴의 급속한 변화로 밥, 떡과 같은 전분질 식품의 인스턴트화가 시도되고 있고 다양한 밥 가공품이 우리 일상생활에 깊숙이 자리 잡고 있다. 밥의 가공품 종류는 무균포장밥, 레토르트밥, 냉동밥, 냉장밥 및 통조림밥(1) 등이 있으며, 무균 포장밥의 경우 충전·밀봉 후 가열살균을 하지 않으므로 불충분한 열처리 및 유통시 부주의로 *B. subtilis*와 *B. cereus*가 존재할 수 있어(1) 세심한 주의가 필요하다. 또한 여성의 사회활동이 증가되고 사회구조의 변화에 따라 도시락이나 김밥의 수요가 증가하고, 학교와 대규모 작업장에서 단체급식이 증가하고 있어 밥을 위주로 한 우리나라 식단의 특성상 비위생적 제조시설이나 취급 부주의로 인한 밥의 변질 및 오염에 의한 위생상 문제가 대두되고 있어 이를 해결하기 위한 연구가 시급한 실정이다(2). 최근 쌀밥의 저장성 및 품질 향상에 관한 연구는 녹차 추출물(3)과 매실 추출물(4)을 이용한 연구와 녹차추출물(5), allyl isothiocyanate(6), 식염(7), 자당 및 이소말토올리고당의 첨가(8), 계면활성제(9), 축합인산염(10), 초산 및 구연산 등 유기산 첨가(11,12)와 같은 많은 첨가제를 이용한 연구가 진행되

어 왔다. 밥의 부패는 주로 쌀의 표면에 부착된 *Bacillus*속 미생물(*B. subtilis*, *B. cereus*, *B. megaterium*)에 의해 발생되며, 이들 미생물은 열에 안정한 포자를 형성하여 취반 후에도  $10^1 \sim 10^2$  CFU/g 정도 생존하여(13) 산과 가스의 발생 등 쌀밥의 부패를 일으킨다. 키토산은 감각류의 껍질, 곤충류의 표피, 곰팡이 및 효모 등의 세포벽에 널리 존재하는 키틴으로부터 유래하는 천연 다당류로 식품에의 응용 분야로는 응집제, 결합제, 안정제, 콜레스테롤 강하제, 항 미생물제 등이 있다(14). Chitosan 및 그 유도체는 인체에 무해한 천연항균활성을 지니므로써 식품의 보존 및 품질개선 등에 중요한 역할을 할 수 있는데, 실지로 chitosan과 chitosan oligomer를 활용하여 식품의 유통기간 연장을 위해 과일(15) 및 계란(16), 두부(17), 김치(18-21) 등에 적용한 연구가 보고되었다. 쌀밥은 현재 야외용 도시락과 김밥에 널리 사용되고 있어 *Bacillus*의 오염과 부적절한 관리로 인한 식중독 발생의 위험을 내포하고 있는 실정이다. 본 연구는 밥의 이러한 잠재적 위험요소에 대한 해결방안으로 chitosan의 이용 가능성을 검토하기 위하여 취반시 chitosan을 첨가하여 제조한 쌀밥에 *Bacillus*포자를 접종하여 저장 중 품질 특성을 비교 검토하였다.

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: leesh@cu.ac.kr  
Phone: 82-53-850-3217, Fax: 82-53-850-3217

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용하는 쌀은 삼백정결미를 대형할인마트에서 구입하여 400 g씩 나누어 밀봉하고 전 실험기간 동안 4°C에서 냉장보관하면서 사용하였다. Chitosan은 분자량 470 kDa인 chitosan(Primex, Korea)을 1% acetic acid에 용해시켜 최종농도가 1%가 되도록 제조 후 희석하여 사용하였다.

### *Bacillus* 포자현탁액의 조제

포자현탁액을 조제하기 위해 *B. cereus* ATCC 21366, *B. subtilis* ATCC 6633을 사용하였다. 공시 균주를 각각 nutrient agar(NA, Difco, USA)에 접종한 후 37°C에서 15일 배양한 후 포자형성여부를 현미경으로 관찰하고, plate에 멸균된 phosphate buffer(pH 7.0) 5 mL을 분주하고 멸균거즈로 표면에 부착된 포자를 수집하였으며, 이러한 과정을 5회 반복하였다. 수집된 포자현탁액을 원심분리하여 상층액은 제거하고 포자만 수거하여 phosphate buffer로 6회 세척한 후 4°C에 보관하면서 사용하였다.

### 취반방법 및 쌀밥의 저장

쌀밥의 제조는 Lee 등(22)의 방법에 준하여 제조하였다. 쌀 400 g을 3회 세척한 후 쌀 무게의 1.4배 물을 첨가하여 상온에서 30분간 침지시킨 후 10분간 물빼기를 한 다음 쌀 무게의 1.4배의 0.1%, 0.5% chitosan 용액을 첨가하여 전기 밥솥(RJ-0895, LG, Korea)으로 각각 취반한 후 10분간 뜸을 들인 쌀밥을 시료로 사용하였다. 대조구로는 chitosan의 용매로 사용된 0.1% acetic acid 용액을 동량 첨가하여 제조하였다. 쌀밥에 *Bacillus*가 오염된 경우를 가정하여 쌀밥 100 g에 *Bacillus* 포자 현탁액 1 mL를 첨가하여 골고루 혼합한 후 70×30 mm의 플라스틱 용기(Polystyrene, Dae-Heung Inc., Korea)에 담아 20°C와 30°C에서 3일간 각각 저장하면서 1일 간격으로 품질 특성을 비교하였다.

### 미생물수 측정

밥 10 g에 90 mL의 멸균증류수를 첨가하여 Blander(LB W400, TMC, Korea)로 1분간 혼합, 균질화한 후 무균적으로 시료를 취하여 0.1% peptone 용액으로 적정 희석한 후 tryptic soy agar(Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 2일간 배양한 후 생성된 colony수를 계측하여 colony forming unit (CFU)로 나타내었다.

### pH 측정

쌀밥의 pH는 Lee 등(22)의 방법에 준하여 측정하였으며, 즉, 시료 10 g에 20 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer(Nissei, Nihonseiki kaisha LTD., Japan)로 균질시킨 후 pH meter(ORION 410A, Orion Research Inc, USA)로 측정하였다(23).

### 색도 측정

쌀밥의 색도는 Hwan 등(23)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 20 g을 고체시료 측정용 petridish(5.0×1.0 cm)에 채운 후 hunter color difference meter(CR 300, Minolta, Japan)를 사용하여 쌀밥의 표면 색도를 각각 3회 측정한 후 그 평균값을 산출하여 L값, a값, b값으로 나타내었다.

### 조식감 측정

쌀밥의 조식감은 Kim 등(24)의 방법에 준하여 측정하였다. 즉, 시료 20 g을 고체시료 측정용 petridish(5.0×1.0 cm)에 채운 후 rheometer(Compac-100, Sunscientific Co., Japan)를 이용하여 hardness와 cohesiveness를 분석하였다. Rheometer 분석 조건은 최대 힘을 10 kg로 하고, table speed는 30 mm/min, Chart speed는 120 mm/min, probe의 직경은 10 mm이었다.

### 관능검사

관능검사는 각 처리구별로 취반하여 *Bacillus* 포자 접종 전 시료를 취하여 선발된 관능요원 20명을 대상으로 맛, 외관, 조직, 냄새, 종합적 기호도 각각의 항목에 대하여 1점 '매우 나쁘다', 5점 '매우 좋다'로 한 5점 채점법으로 실시하였다.

### 통계처리

평균치간의 유의성을 검정하기 위해 SPSS 통계 package program(Ver. 12.0)를 이용하였으며, 처리구간의 유의성은 t-test와 Duncan multiple test로 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 쌀밥 취반시 chitosan 첨가 농도

Chitosan을 포함하고 있는 쌀밥 취반시 chitosan의 첨가 농도를 결정하기 위해, 밥물의 chitosan 농도가 최종 0, 0.1, 0.5%가 되도록 하여 취반한 쌀밥의 맛, 조직감, 향기, 외관, 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 맛과 풍미의 경우 0.1% 첨가구는 대조구와 유사하였으나 0.5% 첨가구는 뚜렷하게 감소하였다. 외관의 경우, 대조구와 0.1% chitosan 첨가구, 0.5% chitosan 첨가구간의 유의적인 차이는 없었으나, 0.5% 첨가구가 다소 높게 나타났다. 조직감의 경우는 chitosan 첨가 농도가 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 종합적 기호도의 경우, 대조구는 3.25의 평가를 받았으며 0.1% 첨가구는 3.38로 대조구에 비해 다소 높게 나타났다. Kim(25)은 황성어젯에 chitosan의 첨가 농도가 높으면 뚝은 맛을 내어 기호도가 감소한다고 보고하였는데, 본 실험에서도 chitosan의 농도가 높아짐에 따라 chitosan 뚝은 맛이 강해 관능적으로 부적합하였으며, 0.5% 첨가구의 종합적 기호도가 1.13으로 매우 낮은 평가를 나타내었다. 키토산 첨가 밥의 관능검사 결과, 0.1% 첨가구

**Table 1. Effect of chitosan on sensory characteristics of cooked rice**

	Taste	Texture	Flavor	Appearance	Overall acceptability
Control	3.38±0.74 <sup>1)a2)</sup>	2.88±0.83 <sup>b</sup>	3.50±0.53 <sup>a</sup>	3.00±1.20	3.25±0.71 <sup>a</sup>
0.1%	3.50±0.53 <sup>a</sup>	3.25±0.46 <sup>ab</sup>	3.25±0.46 <sup>a</sup>	3.00±0.76	3.38±0.52 <sup>a</sup>
0.5%	1.25±0.46 <sup>b</sup>	3.88±0.64 <sup>a</sup>	1.25±0.46 <sup>b</sup>	3.38±0.74	1.13±0.35 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05).

의 경우 대조구에 비해 맛, 조직감, 종합적 기호도가 높게 나타났으며 0.5% 첨가구에 비해 종합적 기호도가 높게 나타나 향후 포자를 집중한 쌀밥의 저장성을 조사하기 위한 chitosan 첨가 농도는 0.1%로 결정하였다. 쌀밥 취반시 녹차 물추출물(500, 1000 ppm)(3)과 매실 추출물 500 ppm(4)을 첨가한 경우, 쌀밥의 기호성이 증가되었다고 보고된 바 있다.

**미생물 수의 변화**

Chitosan용액 0.1%를 첨가하여 취반한 쌀밥에 *B. cereus* 와 *B. subtilis*의 포자를 각각 접종하여 20°C와 30°C에서 3일 동안 보관하면서 대조구와 저장 중 미생물 변화를 비교한 결과는 Table 2에 나타내었다. *B. cereus*와 *B. subtilis*의 공히 초기 생균수는 약 10<sup>5</sup> CFU/g이었으며, 20°C에 저장된 밥의 경우, 대조구는 1일째 10<sup>8</sup> CFU/g이었으며 2일째부터 10<sup>9</sup> CFU/g이었고, chitosan 첨가구의 경우 *B. cereus*는 20°C, 30°C에 저장한 경우 저장 1일째 10<sup>7</sup> CFU/g, 저장 2일째 20°C에서 10<sup>8</sup> CFU/g, 30°C에서 10<sup>9</sup> CFU/g를 나타내어, chitosan 처리에 의해 균성장기 대조구에 비해 0.5~1 log cycle 정도 억제되었다. *B. subtilis*는 chitosan 첨가구가 저장 1일째 10<sup>6</sup> CFU/g를 나타내어 대조구에 비해 약 1.4~1.5 log cycle 억제되었으며, chitosan 첨가구와 대조구간의 균수차이는 저장 전 기간 동안 유사한 경향을 나타내었다. 식

품 위생상 식품 1 g 또는 1 mL당 10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup>이면 초기 부패로 판정하는데(26), *B. subtilis*가 오염된 밥의 경우, 10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup> CFU/g에 도달하는데 대조구는 저장 1일, chitosan 첨가구는 20°C, 30°C 처리구 각각 3일과 2일이 소요되어, chitosan 첨가에 의해 *B. subtilis* 포자를 집중한 쌀밥의 저장성은 1일~2일 정도 연장될 수 있을 것으로 판단되었으며, chitosan 첨가 효과는 저장 온도가 낮을수록 다소 증가되는 경향을 나타내었다.

**pH 변화**

저장 중 pH 변화(Table 3)는 20°C에서 저장한 쌀밥의 경우 저장 1일째까지는 pH 변화가 거의 나타나지 않았으나 1일째 이후부터 대조구에서는 감소하기 시작하여 저장 3일째 *B. subtilis*와 *B. cereus* 처리구에서 각각 6.02와 5.65를 나타내었다. Chitosan 첨가구의 경우 저장 2일째까지 완만한 pH 변화를 나타내었으며, 저장 3일째 *B. subtilis*와 *B. cereus* 처리구에서 각각 6.48, 6.17을 나타내어 대조구에 비해 pH가 높은 경향을 나타내었다. 30°C의 경우에는 저장기간이 경과함에 따라 pH는 낮아졌으며, chitosan 첨가구가 대조구에 비해 높았다. 전 저장 기간 동안 chitosan 처리와 무관하게 *B. cereus*처리구의 pH가 *B. subtilis* 처리구의 pH에 비해 낮은 경향을 나타내었으며, 이러한 결과는 미생물수의 변화와 일치하는 경향을 나타내었다.

**조직감의 변화**

Chitosan을 첨가한 쌀밥의 저장온도에 따른 저장 기간 중 hardness의 변화는 Table 4에 나타내었다. 20°C에서 저장한 쌀밥의 경우 저장 1일째까지는 대조구와 chitosan 첨가구가 약 1.4 kg/cm<sup>2</sup> 정도의 차이가 관찰되었으나, 저장 2일 이후부터는 거의 비슷한 양상을 나타내어 뚜렷한 차이는 관찰할 수 없었다. 30°C의 경우 저장 1일째까지 감소하는 경향을 나타내었으며, 1일 이후부터는 완만하게 변화하였다. 전체적으로 밥의 경도는 저장시간이 경과할수록 낮아지는 경향을 나타내었다. Shibuya와 Iwasaki(27)는 효소를 이용하여 쌀의 배유세포벽을 부분적으로 파괴하면 취반미의 경도가 감소한다고 보고하였는데, 본 실험에서 저장시간에 따라 경도가 감소하는 이유는 *B. cereus*와 *B. subtilis*가 성장하면서 생산한 효소의 영향으로 밥 형태에 변형을 가져왔기 때문이라 판단된다. 저장 3일째에는 대조구의 경우 육안으로 밥알의 경도가 매우 낮아짐을 감지할 수 있었고, 약간의 외부 압력에 의해서도 쉽게 밥알의 형태가 으스러짐을 관찰할 수

**Table 2. Effect of chitosan on viable cell in cooked rice artificially inoculated with spore of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* during storage at 20 and 30°C**

(Log No. CFU/mL)

Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. subtilis</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	5.5±0.1 <sup>1)aA2)</sup>	8.3±0.4 <sup>bB</sup>	9.1±0.2 <sup>bC</sup>	9.4±0.2 <sup>bD</sup>
	0.1	5.7±0.1 <sup>bA</sup>	6.6±0.1 <sup>aB</sup>	7.6±0.2 <sup>aC</sup>	7.9±0.0 <sup>aD</sup>
30°C	0	5.5±0.1 <sup>aA</sup>	8.2±0.0 <sup>bB</sup>	9.3±0.2 <sup>bC</sup>	9.6±0.1 <sup>bD</sup>
	0.1	5.7±0.1 <sup>bA</sup>	6.7±0.4 <sup>aB</sup>	8.0±0.1 <sup>aC</sup>	8.0±0.0 <sup>aD</sup>

  

Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. cereus</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	5.5±0.1 <sup>A</sup>	8.2±0.0 <sup>bB</sup>	9.3±0.2 <sup>bC</sup>	9.6±0.1 <sup>bC</sup>
	0.1	5.5±0.1 <sup>A</sup>	7.8±0.1 <sup>aB</sup>	8.5±0.1 <sup>aC</sup>	8.5±0.0 <sup>aC</sup>
30°C	0	5.5±0.1 <sup>A</sup>	8.4±0.0 <sup>bB</sup>	10.3±0.0 <sup>bC</sup>	10.5±0.0 <sup>bD</sup>
	0.1	5.5±0.1 <sup>A</sup>	7.9±0.0 <sup>aB</sup>	9.0±0.0 <sup>aC</sup>	9.1±0.0 <sup>aD</sup>

<sup>1)</sup>Mean±standard deviation.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts within a column (a, b) and a row (A~D) indicate significant difference (p<0.05).

**Table 3. Effect of chitosan on pH changes of cooked rice artificially inoculated with spore of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* during storage at 20 and 30°C**

Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. subtilis</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	6.74±0.00 <sup>1(C2)</sup>	6.68±0.00 <sup>aC</sup>	6.27±0.18 <sup>aB</sup>	6.03±0.02 <sup>aA</sup>
	0.1	6.72±0.00 <sup>A</sup>	6.84±0.05 <sup>bA</sup>	6.48±0.38 <sup>bA</sup>	6.48±0.08 <sup>bA</sup>
30°C	0	6.74±0.00 <sup>D</sup>	6.22±0.07 <sup>aC</sup>	6.02±0.01 <sup>aB</sup>	5.65±0.06 <sup>A</sup>
	0.1	6.72±0.00 <sup>B</sup>	6.40±0.06 <sup>bB</sup>	6.26±0.04 <sup>bB</sup>	5.72±0.03 <sup>A</sup>
Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. cereus</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	6.90±0.00 <sup>aD</sup>	6.65±0.10 <sup>aC</sup>	6.04±0.07 <sup>aB</sup>	5.63±0.01 <sup>aA</sup>
	0.1	6.95±0.00 <sup>bD</sup>	7.04±0.04 <sup>bC</sup>	6.99±0.05 <sup>bB</sup>	6.17±0.02 <sup>bA</sup>
30°C	0	6.90±0.00 <sup>aD</sup>	6.15±0.00 <sup>aC</sup>	5.87±0.03 <sup>aB</sup>	5.55±0.04 <sup>A</sup>
	0.1	6.95±0.00 <sup>bD</sup>	6.41±0.08 <sup>bC</sup>	6.06±0.06 <sup>bB</sup>	5.64±0.03 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± standard deviation.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts within a column (a, b) and a row (A~D) indicate significant difference (p<0.05).

**Table 4. Effect of chitosan on hardness of cooked rice artificially inoculated with spore of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* during storage**

Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. subtilis</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	1.41±0.12 <sup>1(C2)</sup>	1.11±0.05 <sup>B</sup>	0.94±0.10 <sup>A</sup>	0.86±0.10 <sup>A</sup>
	0.1	1.45±0.09 <sup>C</sup>	1.25±0.13 <sup>B</sup>	1.03±0.06 <sup>B</sup>	0.93±0.10 <sup>A</sup>
30°C	0	1.41±0.12 <sup>D</sup>	1.05±0.09 <sup>C</sup>	0.88±0.10 <sup>A</sup>	0.82±0.14 <sup>A</sup>
	0.1	1.45±0.09 <sup>C</sup>	1.07±0.09 <sup>B</sup>	0.99±0.13 <sup>A</sup>	0.91±0.11 <sup>A</sup>
Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. cereus</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	1.41±0.08 <sup>C</sup>	1.13±0.05 <sup>B</sup>	0.93±0.12 <sup>A</sup>	0.76±0.09 <sup>A</sup>
	0.1	1.45±0.09 <sup>C</sup>	1.24±0.16 <sup>B</sup>	0.98±0.09 <sup>AB</sup>	0.89±0.11 <sup>A</sup>
30°C	0	1.41±0.12 <sup>C</sup>	1.01±0.13 <sup>B</sup>	0.10±0.13 <sup>A</sup>	0.76±0.12 <sup>A</sup>
	0.1	0.45±0.09 <sup>C</sup>	1.11±0.02 <sup>B</sup>	0.92±0.12 <sup>A</sup>	0.85±0.07 <sup>A</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± standard deviation. <sup>2)</sup>Means with different superscripts within a row indicate significant difference (p<0.05).

있었다.

Chitosan을 첨가한 쌀밥의 저장온도에 따른 저장 기간 중 응집성(cohesiveness)의 변화는 Table 5에 나타내었다. Chitosan 처리구와 대조구 모두 저장기간이 경과할수록 응집성은 감소하였으며, 저장온도가 높을수록 응집성의 감소율이 높게 나타났다. 또한 chitosan 처리구의 응집성이 대조구에 비해 저장 전 기간 동안 높은 경향을 나타내었다. Park 등(28)의 백미 취반 후 strength는 보온시간 및 온도에 유의적인 차이를 보이지 않았으나 hardness는 보온시간이 경과할수록, 온도가 높을수록 증가하는 경향을 나타내었고 cohesiveness는 보온시간이 경과함에 따라 점차 낮은 경향을 보였다고 보고하였다. 취반할 때 쌀의 종류, 가수율, 보온 온도 및 취반가열법 등에 따라 약간씩의 차이가 있으나, Lee 등(22)은 백미밥 보온 중 hardness는 보온기간이 지날수록, 온도가 높을수록 증가한다고 하였고 Hwang 등(29)은 취반 백미의 경우 보온 중 저장기간이 길어질수록 hardness가 감

소하며 온도가 낮을수록 더 큰 감소를 나타낸다고 하였다.

#### 색도 변화

Chitosan을 첨가한 쌀밥의 저장 중 색도의 변화는 Table 6에서 보는 바와 같다. 취반 초기 chitosan 첨가구의 명도(L)는 71.83으로 대조구의 72.27보다는 다소 낮게 나타났으나 유의적인 차이는 나타내지 않았으며, 황색도(b)의 경우 chitosan 첨가구와 대조구 각각 2.34와 2.51을 나타내어 chitosan 첨가구가 황색도가 낮게 나타났다. 20°C에 저장한 대조구의 L값은 저장기간이 경과할수록 감소하는 경향을 나타내었으며, chitosan 첨가구는 대조구에 비해 높았으며 저장 2일째까지 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 30°C에서 저장한 *B. cereus*를 접종한 경우 대조구는 저장기간이 경과함에 따라 L값은 급격하게 감소하였으나, chitosan 첨가구는 대조구에 비해 유의적으로 높은 값을 유지하였다. *B. subtilis*를 접종한 경우, 저장 1일째까지 chitosan 첨가구와 대조구간의

**Table 5. Effect of chitosan on cohesiveness cooked rice artificially inoculated with spore of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* during storage at 20 and 30°C** (g/cm<sup>2</sup>)

Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. subtilis</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	65.8±1.4 <sup>1)aC2)</sup>	50.3±3.1 <sup>B</sup>	40.2±2.9 <sup>A</sup>	39.6±4.4 <sup>aA</sup>
	0.1	70.4±2.0 <sup>bC</sup>	56.1±3.5 <sup>B</sup>	47.6±4.6 <sup>A</sup>	47.1±1.9 <sup>ba</sup>
30°C	0	65.8±1.4 <sup>aC</sup>	42.5±2.3 <sup>B</sup>	32.4±5.3 <sup>aA</sup>	36.1±3.6 <sup>A</sup>
	0.1	70.4±2.0 <sup>bC</sup>	46.7±2.6 <sup>B</sup>	36.8±3.4 <sup>ba</sup>	40.5±1.2 <sup>A</sup>

  

Storage temp.	Chitosan concentration (%)	<i>B. cereus</i>			
		Storage days			
		0	1	2	3
20°C	0	65.8±1.4 <sup>aC</sup>	43.6±4.9 <sup>B</sup>	34.5±2.9 <sup>aA</sup>	34.0±4.1 <sup>aA</sup>
	0.1	70.4±2.0 <sup>bD</sup>	53.2±2.7 <sup>C</sup>	41.7±4.6 <sup>ba</sup>	40.0±3.0 <sup>bb</sup>
30°C	0	65.8±1.4 <sup>aC</sup>	40.2±3.2 <sup>aB</sup>	33.6±5.3 <sup>aA</sup>	32.9±0.9 <sup>aA</sup>
	0.1	70.4±2.0 <sup>bb</sup>	41.4±3.7 <sup>ba</sup>	41.2±4.2 <sup>ba</sup>	37.3±2.3 <sup>ba</sup>

<sup>1)</sup>Mean ± standard deviation.

<sup>2)</sup>Means with different superscripts within a column (a, b) and a row (A~D) indicate significant difference (p<0.05).

**Table 6. Effect of chitosan on color changes of cooked rice artificially inoculated with spore of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* during storage at 20 and 30°C**

Storage temp.	Chitosan concentration (%)		<i>B. subtilis</i>			
			Storage days			
			0	1	2	3
20°C	L value	0	72.27±0.57 <sup>1)</sup>	71.27±0.57	69.83±1.04	69.48±1.11
		0.1	71.83±1.04	72.21±2.27	71.85±0.71	70.15±0.59
	a value	0	-2.01±0.06	-1.99±0.10	-1.95±0.08	-1.90±0.01 <sup>a</sup>
		0.1	-2.04±0.07	-1.98±0.06	-1.96±0.08	-1.71±0.08 <sup>b</sup>
	b value	0	2.51±0.19	2.86±0.21 <sup>b2)</sup>	3.31±0.73	3.77±0.53 <sup>b</sup>
		0.1	2.34±0.26	1.97±0.31 <sup>a</sup>	2.69±0.30	2.87±0.39 <sup>a</sup>
30°C	L value	0	72.27±0.57	70.79±0.62	68.96±2.48	67.94±0.66
		0.1	71.83±1.04	70.66±0.61	70.32±0.94	69.17±1.71
	a value	0	-2.01±0.06	-1.99±0.10	-1.95±0.08	-1.90±0.01 <sup>a</sup>
		0.1	-2.04±0.07	-1.98±0.06	-1.96±0.08	-1.71±0.08 <sup>b</sup>
	b value	0	2.51±0.19	2.86±0.21 <sup>b</sup>	3.31±0.73	3.77±0.53 <sup>b</sup>
		0.1	2.34±0.26	1.97±0.31 <sup>a</sup>	2.69±0.30	2.87±0.39 <sup>a</sup>

  

Storage temp.	Chitosan concentration (%)		<i>B. cereus</i>			
			Storage days			
			0	1	2	3
20°C	L value	0	72.27±0.57	70.20±1.77	68.91±0.71	68.28±0.34 <sup>a</sup>
		0.1	71.83±1.04	71.98±0.76	71.03±1.29	70.17±0.47 <sup>b</sup>
	a value	0	-2.01±0.06	-1.81±0.03	-1.82±0.03	-1.69±0.03 <sup>b</sup>
		0.1	-2.04±0.07	-1.88±0.06	-1.90±0.07	-1.83±0.03 <sup>a</sup>
	b value	0	2.51±0.19	2.52±0.02 <sup>b</sup>	3.50±0.94	4.84±0.38 <sup>b</sup>
		0.1	2.34±0.26	1.78±0.09 <sup>a</sup>	2.81±0.47	3.68±0.24 <sup>a</sup>
30°C	L value	0	72.27±0.57	69.29±1.07	68.43±0.64 <sup>a</sup>	66.76±1.27
		0.1	71.83±1.04	70.28±1.05	70.16±0.86 <sup>b</sup>	69.15±0.81
	a value	0	-2.01±0.06	-2.11±0.07	-2.08±0.42	-1.95±0.0
		0.1	-2.04±0.07	-2.22±0.14	-2.14±0.05	-2.04±0.07
	b value	0	2.51±0.19	4.53±0.44 <sup>b</sup>	8.06±0.03 <sup>b</sup>	11.41±0.67
		0.1	2.34±0.26	3.43±0.07 <sup>a</sup>	6.25±0.64 <sup>a</sup>	10.12±0.90

<sup>1)</sup>Mean ± standard deviation. <sup>2)</sup>Means with different superscripts within a column indicate significant difference (p<0.05).

큰 차이를 관찰할 수 없었다. 그러나 대조구는 저장 1일 이후 부터 급격히 감소하여 저장 3일째는 67.94를 나타내었다.

Chitosan 첨가구의 L값은 저장기간 내내 완만하게 감소하여 저장 3일째는 69.17을 나타내어 chitosan 처리에 의해 쌀밥

의 저장 중 명도의 저하 현상을 방지할 수 있을 것으로 판단되었다. 이러한 현상은 *B. cereus*를 접종한 쌀밥에서도 관찰할 수 있었으며, 30°C에서보다 20°C에서 명도의 감소율이 낮았다.

a값(적색도)은 저장온도와 저장시간에 따른 뚜렷한 변화가 관찰되지 않았으며 배양 전기간 내내 (-)값을 유지하였다. b값(황색도)은 20°C에서 저장한 쌀밥은 30°C에서 저장한 쌀밥에 비해 그 증가율이 낮았으며, 저장기간이 경과함에 따라 서서히 증가하였으나 chitosan 처리에 의해 증가속도가 감소하는 경향을 나타내었다. *B. cereus*를 접종하여 30°C에서 저장한 경우, 저장기간이 증가할수록 b값은 급격하게 증가하였다. 대조구는 저장 1일, 2일, 3일째 각각 4.53, 8.06, 11.41, chitosan 첨가구는 각각 3.43, 6.25, 10.12의 값을 나타내어 대조구보다 낮은 값을 나타내었다. 30°C에서 저장한 쌀밥은 육안으로도 b값의 차이를 식별할 수 있었으며 *B. cereus*를 접종한 밥의 경우, 저장 1일째부터 대조구와 chitosan 첨가구 간의 색상의 차이는 뚜렷하였으며, *B. cereus*보다는 *B. subtilis*를 접종한 쌀밥의 변색 현상이 늦게 나타남을 가시적으로 관찰할 수 있었다. Lee 등(22)은 보존시간이 경과함에 따라 밥의 명도가 점차 감소하였고, 보존 온도가 낮을수록 높은 값을 나타내었으며 적색도는 모두 (-)값을, 황색도는 모두 (+)값을 나타내었으며 보존 기간이 경과할수록 황색도의 값은 증가한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 취반 후 밥을 용기에 담아 저장하는 동안 부패가 일어나는 것은 취반과정에서 사멸되지 않는 소수의 호기성 세균(*Bacillus* 속)의 포자와 공기나 용기 내에서 유래되는 2차 오염에 기인하기 때문인데 본 실험의 결과 chitosan을 0.1% 수준으로 첨가하여 취반한 밥을 20°C에서 방치할 경우, chitosan 첨가에 의해 *Bacillus*의 성장이 억제될 뿐 아니라 이들 균에 의한 밥의 변질 속도도 저하되어 밥의 저장기간을 다소 연장할 수 있을 것으로 판단된다.

## 요 약

취반시 chitosan 첨가가 쌀밥의 저장 중 품질특성에 미치는 효과를 조사하기 위해 먼저 취반시 밥물에 0.1%와 0.5%의 키토산을 첨가하여 밥을 제조하여 관능검사를 실시한 결과, 쌀밥의 종합적 기호도는 0.1% chitosan 처리구와 대조구와 유사하였으나 0.5% chitosan 첨가구의 기호성은 감소하였다. 0.1% chitosan을 첨가한 밥에 *Bacillus* 포자를 인위적으로 접종하여 20°C와 30°C에 3일 동안 저장하면서 품질변화를 조사하였다. Chitosan 첨가구의 생균수는 저장기간 동안 대조구에 비해 20°C에서는 약 1~1.5 log cycle, 30°C에서는 약 0.5~1 log cycle정도 낮았다. 대조구와는 달리 chitosan 첨가구는 저장 2일째까지 pH의 뚜렷한 변화가 관찰되지 않았으며, 30°C에서는 대조구와 chitosan 첨가구 모두 pH가 점차 감소하였다. Hardness는 대조구와 chitosan 첨가구 사

이에 뚜렷한 차이는 관찰되지 않았으며, 저장시간이 경과할수록 감소하였다. Cohesiveness는 chitosan 처리구와 대조구 모두 저장기간이 경과할수록 감소하였으며, chitosan 처리구의 cohesiveness가 대조구에 비해 저장 전 기간 동안 다소 높은 경향을 나타내었다. Chitosan첨가 쌀밥의 명도(L 값)는 저장기간 동안 대조구에 비해 높았으며, b값은 낮게 나타났다.

## 문 헌

1. Jeong JH, Han SJ, Cho WD, Hwang HJ. 1999. Identification of spoilage bacteria isolated from aseptic packaged cooked rice and application of acidic electrolyzed saline solution as water-for-cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 31: 788-793.
2. Roh HJ, Shin YS, Lee LS, Shin MK. 1996. Antimicrobial activity of water extract of green tea against cooked rice putrefactive microorganism. *Korean J Food Sci Technol* 28: 66-71.
3. Roh HJ, Shin YS, Lee KS, Shin MK. 1993. Effect of water extract of green tea on the quality and shelf life of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 417-420.
4. Park YS. 1993. Effect of *Prunus mume* extract on the sensory quality and shelf life of cook rice. *Korean J Soc Food Sci* 14: 503-508.
5. Roh HJ, Shin TS, Shin MK. 1996. Effect of water extract of green tea on the quality and the shelf-life of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 417-420.
6. Kim YS, Ahn ES, Shin DH. 2002. Extension of shelf-life by treatment with allyl isothiocyanate in combination with acetic acid on cooked rice. *J Food Sci* 67: 274-279.
7. Chang S, Liu L. 1991. Retrogradation of rice starches studied by differential scanning calorimetry and influence of sugar, NaCl and lipids. *J Food Sci* 56: 564-570.
8. Choi CR, Shin MS. 1997. Effect of surfactants on the characteristics of cooked rice during storage. *Korean J Soc Food Sci* 13: 278-285.
9. Kim SK, Lee SK, Shin MS. 1997. Effect of surfactants on the characteristics of cooked rice during storage. *Korean J Soc Food Sci* 13: 278-285.
10. Kim IW, Lee KH, Kim SK. 1985. Effects of polyphosphate on firming rate of cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 17: 245-247.
11. Hatae K, Ayabe S, Kainuma Y, Shimada A. 1995. Improving the eating quality of thai rice by addition of ingredients to cooking water. *J Cookery Sci Japan* 27: 231-237.
12. Takei Y, Hayashi T, Asai Y. 1997. Effect of components from mixed ingredients on the texture of cooked rice. *J Cookery Sci Japan* 30: 235-256.
13. Hong JS, Lee KS, Choi DS, Noh WS. 1994. *Applied microbiology*. Ha Mun Pb Co., Seoul. p 252.
14. Lyu HJ, Oh MS. 2005. Quality characteristics of Omija Jelly prepared with various starches by the addition of oil and chitosan. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 877-887.
15. El Ghaouth A, Arul J, Ponnampalam R, Boulet M. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J Food Sci* 53: 1618-1631.
16. Lee SH, No HK, Joung YH. 1996. Effect of chitosan coating on quality of egg during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 288-293.
17. Chun KH, Kim BY, Son TI, Hahm YT. 1997. The extension

- of tofu shelf-life with water-soluble degraded chitosan as immersion solution. *Korean J Food Sci Technol* 29: 476-481.
18. Park BH, Cho HS, Oh BY. 2002. Physicochemical characteristics of kimchi treated with chitosan during fermentation. *Kor J Human Ecology* 5: 85-93.
  19. Lee JS, Lee HJ. 2000. Effects of chitosan and organic acid salts on the shelf-life and pectin fraction of kimchi during fermentation. *Kor J Food & Nutr* 13: 319-327.
  20. Lee SH, Jo OK. 1998. Effect of *Hithospermum erythrorhizon*, *Glyvyrrhiza uralensis* and dipping of chitosan on shelf-life of kimchi. *Korean J Food Sci Thchnol* 30: 1367-1372.
  21. Yoo EJ, Lim HS, Kim JM, Song SH, Choi MR. 1998. The investigation of chitosan oligosaccharide for prolongating fermentation period of kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 869-874.
  22. Lee YJ, Min BK, Sung NK, Kim KO. 1993. Sensory characteristics of cooked rice stored in an electric rice cooker. *Korean J Food Sci Technol* 25: 487-493.
  23. Hwan JJ, Han SJ, Cho WD, Hwang HJ. 1999. Identification of spoilage bacteria isolated from aseptic packaged cooked rice and application of acidic electrolyzed saline solution as water-for-cooked rice. *Korean J Food Sci Technol* 31: 788-793.
  24. Kim MH, Lee SK, Kim SK. 1997. Texture of stored cooked rice by additive. *Agri Chem & Biotech* 40: 422-426.
  25. Kim SH. 2002. Development of seasoned whangseoke-jeot with chitosan. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 34-42.
  26. Song HI, Chae GS, Kim YM, Son GM, Lim WS. 2002. *Recently food hygiene*. Ji-Gu Publishing Co., Seoul. p 50.
  27. Shibuya N, Iwasaki T. 1984. Effect of cell wall degrading enzyme on the texture of cooked rice. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 31: 656-662.
  28. Park SK, Ko YD, Choi OJ, Shon MY, Seo KI. 1997. Changes in retrogradation degree of non-waxy rice cooked at different pressure and stored in electric rice cooker. *Korean J Food Sci Technol* 29: 705-709.
  29. Hwang JS, Kim CK, Byun MW, Chang HG, Kim WJ. 1987. Study on theological and sensory properties of cooked rices. II. Effect of storage on textural properties of cooked rice. *J Korean Agr Chem Soc* 30: 118-125.

(2007년 8월 13일 접수; 2007년 12월 7일 채택)